

IT'12
ŽABLJAK

XVII

naučno - stručni skup

**INFORMACIONE
TEHNOLOGIJE**

SADAŠNJOST I BUDUĆNOST

Urednik
Božo Krstajić

IT'12

**INFORMACIONE
TEHNOLOGIJE**

- SADAŠNJOST I BUDUĆNOST -

Urednik
Božo Krstajić

*Zbornik radova sa XVII naučno - stručnog skupa
INFORMACIONE TEHNOLOGIJE - sadašnjost i budućnost
održanog na Žabljaku od 27. februara do 02.marta 2012. godine*

Zbornik radova
INFORMACIONE TEHNOLOGIJE - sadašnjost i budućnost 2012

Glavni urednik
Prof.dr Božo Krstajić

Izdavač
Univerzitet Crne Gore,
Cetinjska 2, Podgorica
www.ucg.ac.me

Tehnička obrada
Aleksandra Radulović
Centar Informatičnog Sistema
Univerziteta Crne Gore

Tiraž
150

Podgorica 2012.

Sva prava zadržava izdavač i autori

Organizator

Centar Informatičnog Sistema Univerziteta Crne Gore

Pokrovitelji

Ministarstvo za informaciono društvo i telekomunikacije
Ministarstvo nauke

Održavanje skupa finansijski pomogli

- * Agencija za elektronske komunikacije i poštansku djelatnost
- * Crnogorski Telekom
- * Microsoft Crna Gora
- * Pošta Crne Gore

Programski odbor

Dr Novak Jauković, Elektrotehnički fakultet, Podgorica
Akademik Dr Ljubiša Stanković, CANU
Dr Zdravko Uskoković, Elektrotehnički fakultet, Podgorica
Dr Vujica Lazović, Ekonomski fakultet, Podgorica
Dr Branko Kovačević, Elektrotehnički fakultet, Beograd
Dr Milorad Božić, Elektrotehnički fakultet, Banja Luka
Dr Miroslav Bojović, Elektrotehnički fakultet, Beograd
Dr Zoran Jovanović, Elektrotehnički fakultet, Beograd
Dr Božidar Krstajić, Elektrotehnički fakultet I. Sarajevo
Dr Milica Pejanović-Đurišić, Elektroteh. fakultet, Podgorica
Dr Danijela Milošević, Tehnički fakultet, Čačak
Dr Dejan Popović, Elektrotehnički fakultet, Beograd
Dr Božo Krstajić, Elektrotehnički fakultet, Podgorica
Dr Milovan Radulović, Elektrotehnički fakultet, Podgorica
Dr Budimir Lutovac, Elektrotehnički fakultet, Podgorica
Dr Igor Radusinović, Elektrotehnički fakultet, Podgorica
Dr Igor Đurović, Elektrotehnički fakultet, Podgorica
Dr Miloš Daković, Elektrotehnički fakultet, Podgorica
Dr Milutin Radonjić, Elektrotehnički fakultet, Podgorica
Dr Ramo Šendelj, Fakultet za Informacione Tehnologije, Podgorica
Dr Stevan Šćepanović, Prirodno-matematički fakultet, Podgorica

Organizacioni odbor

Dr Vujica Lazović, Ministar za informaciono društvo i telekomunikacije

Dr Sanja Vlahović, Ministarka nauke

Dr Božo Krstajić, CIS Univerzitet CG

Dr Milovan Radulović, Elektrotehnički fakultet, Podgorica

Slavoljub Popadić, Crnogorski Telekom

Sekretarijat

Aleksandra Radulović, CIS Univerzitet CG

P R E D G O V O R

I ovaj, XVII po redu naučno-stručni skup INFORMACIONE TEHNOLOGIJE – sadašnjost i budućnost (IT'12), je bio po mnogo čemu originalan. Crnu Goru i region je zadesilo skoro nezapamćeno nevrijeme, sa velikim količinama snijega i bili smo u dilemi da li da odložimo početak konferencije ili da rizikujemo sa organizovanjem. Poslužili smo se onim što već 16 godina promovishemo – informacionim tehnologijama. Koristeći videokonferencijski sistem omogućili smo da se rad Skupa prati online preko Interneta, i da učesnici mogu prezentovati svoje autorske radove bez fizičkog prisustva. Sistem je funkcionisao besprekorno i svi učesnici su prihvatili novu praksu kao poboljšanje i inovaciju, koja daje više mogućnosti učesnicima i organizatoru. Ipak, svi smo se složili da to ne bi trebalo da potisne druženje koje je jedan od najvažnijih razloga postojanja Skupa. Ipak će Durmitor biti presudan da, bez obzira na nove tehnologije, većina učesnika dođe na Žabljak i radi uživajući.

Broj prezentovanih radova je ostao na nivou prošlog Skupa ali je kvalitet radova značajno povećan. Ono što ohrabruje je sve veći broj radova iz inostranstva i pojava novih mladih autora. Radovi su obuhvatili čitav spektar stručnih i naučnih tema, kako iz IKT-a, tako i iz drugih naučnih disciplina u kojima se primjenjuju IK tehnologije.

Stručne prezentacije su ove godine obilovale novinama: Windows 8, novoformirana Ubuntu Zajednica Crne Gore, nova Strategija razvoja informacionog društva 2012 – 2016 i Strategiju korišćenja open source tehnologija u Crnoj Gori. Održali smo i praksu prezentovanja uspješnih stručnih i naučnih projekata: 5 međunarodnih projekata koji su u toku i u kojima učestvuju jedinice Univerziteta Crne Gore i Ministarstvo nauke, Integris servisa Crnogorskog telekoma, servise Pošte Crne Gore bazirane na IK tehnologijama i projekte kompanije Huawei.

Sa novim idejama i praksom i još većim brojem učesnika očekujemo punoljetstvo Konferencije.

Sve detaljne informacije o ovom, prošlim i narednom skupu možete naći na poznatom sajtu www.it.ac.me.

Prof. dr Božo Krstajić

SADRŽAJ

Žarko Zečević, Božo Krstajić KOMPARACIJA PERFORMANSI FXLMS I MFXLMS ALGORITMAU ACTIVE NOISE CANCELING SISTEMIMA.....	1
Tomo Popović, Božo Krstajić AUTOMATIZACIJA ACCEPTANCE TESTOVA I VEZE SA SPECIFIKACIJOM POMOĆU OPEN SOURCE ALATA.....	5
Sreten Ćorić, Božo Krstajić UPOREDNO MJERENJE PERFORMANSI VIRTUELNIH MAŠINA	9
Sidita Duli, Božo Krstajić PTHREAD U ESTIMACIJI PARAMETARA WEIBULL DISTRIBUCIJE.....	13
Čabak Milan, Božo Krstajić PRIMJER AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA MREŽNIM UREĐAJIMA U AMUCG.....	16
Luka Filipović OPTIMIZACIJA SIMULATORA CQ KOMUTATORA PAKETA METODOM PARALELNOG PROGRAMIRANJA	20
Aleksandra Radulović, Božo Krstajić PRILOG INTEGRACIJE ALATA ZA ELEKTRONSKO UČENJE U IS OBRAZOVNE USTANOVE	24
Aleksandar Ristić PREDNOSTI IMPLEMENTACIJE INTERAKTIVNE TABLE U OBRAZOVNOM PROCESU.....	28
Tripo Matijević, Ivana Ognjanović, Ramo Šendelj RAZVOJ OPEN SOURCE APLIKACIJE ZA ANALIZU FUNKCIONALNIH POENA SOFTVERSKIH PROJEKATA.....	32
Tijana Vujičić, Dženan Strujić, Ramo Šendelj PREDNOSTI KORIŠĆENJA HIBERNATE FRAMEWORKA U ODNOSU NA JDBC U JAVA EE APLIKACIJAMA	36
Snežana Šćepanović, Nađa Žarić, Omer Đokić, Neđeljko Lompar ANALIZA PRISTUPAČNOSTI WEB STRANICA DRŽAVNIH I OBRAZOVNIH INSTITUCIJA U CRNOJ GORI	40
Petar Radunović, Tijana Vujičić, Marko Karanikić, Ivan Knežević SIMULACIONI MODEL THREE-STATE ALGORITMA	44
Mladen Bukilić, Ivana Ognjanović, Ramo Šendelj IZBOR OPTIMALNOG LM SISTEMA PRIMJENOM ONLINE ALATA	48

Bojan Krstić, Zoran Veličković STRANIČENJE WEB STRANICA ZASNOVANO NA CSS 3 SPECIFIKACIJI	52
Srećko Stamenković, Mirko Kosanović ANALIZA LTSP RAČUNARSKE MREŽE	56
Ruben Nuredini, Zoran Gacovski KOMPARATIVNA ANALIZA PERFORMANASA M/M/C I SISTEMA MASOVNOG OPSLUŽIVANJA SA VIŠEKRAATNIM JEDINAČNIM SERVERA U SIM-EVENTS	60
Milutin Radonjić, Igor Radusinović ANALIZA UTICAJA MODIFIKACIJE LQF ALGORITMA NA PERFORMANSE CQ KOMUTATORA PAKETA	64
Emilija Kamceva, Zoran Gacovski, Ruben Nuredini M/M/1/k REDOVI MODELIRANI UZ POMOĆ PETRI MREŽNOG SIMULATORA	68
Branislav Đorđević, Mirko Kosanović IMPLEMENTACIJA I MERENJE BRZINE KRIPTOGRAFSKIH HEŠ FUNKCIJA	72
Aleksandar Milivojević, Zoran Milivojević POKRETNIA PLATFORMA UPRAVLJANA MIKROKONTROLEROM	76
Zoran Stevanović, Zoran Milivojević EFIKASNOST NESIMETRIČNOG MEDIJAN FILTRA U OTKLANJANJU IMPULSNIH SMETNJI KOD SLIKA SA VODENIM ŽIGOM	80
Zoran Milivojević, Tubić Radosav GEOPATOGENE ZONE I FUNDAMENTALNA FREKVENCIJA GOVORA	84
Zoran Milivojević, Dragiša Balanesković ALGORITAM ZA PROCENU VREMENSKIH FLUKTUACIJA PARAMETRA VIBRATA	88
Mirko Kosanović ŽIVOTNI VEK SENZORSKIH ČVOROVA U BEŽIČNIM SENZORSKIM MREŽAMA	92
Bogdan Mirković, Bojana Erić INFORMACIONI SISTEM ZA UPRAVLJANJE LJUDSKIM RESURSIMA ZAPOSLENIH U ZATVORSKOM SISTEMU	96
Ranko Vukićević, Bojana Bajić, Sonja Lutovac INFORMACIONI SISTEM ZA EVIDENCIJU DRŽAVLJANA CRNE GORE KOJI IMAJU BIRAČKO PRAVO	100
Tomčić Matija, Vladimir Gazivoda PRILOG IMPLEMENTACIJE IPv6 ADRESA	104
Marko Dragović, Radovan Stojanović, Andrej Škraba, Dragoljub Blečić, Mira Cerović, Gojko Nikolić SIMULACIJA DISPERZIJE VAZDUŠNIH POLUTANATA IZ INDUSTRIJSKIH IZVORA U MATLABU	108

Mara Bukvić ISKUSTVO AMRESa U IMPLEMENTACIJI „Campus Best Practices” MODELA.....	112
Miloš Daković, Dušan Žarić RADARSKI SISTEM BAZIRAN NA SIGNALIMA MOBILNE TELEFONIJE.....	116
Bogdan Mirković KONCEPTUALNI MODEL E-LOVSTVA	120
Almir Gadžović, Neđeljko Lekić IDENTIFIKACIJA KORISNIKA NA OSNOVU RFID KARTICE I VERIFIKACIJA OTISKA PRSTA.....	124
Vladimir Popović, Neđeljko Lekić, Radovan Stojanović RFID SISTEM ZA VALIDACIJU KARATA U JAVNOM PREVOZU.....	128
Saša Knežević, Radovan Stojanović VGA KONTROLER U FPGA TEHNOLOGIJI.....	132
Muzafer Saračević, Sead Mašović, Hamza Kamberović IMPLEMENTACIJA NEKIH ALGORITAMA RAČUNARSKE GRAFIKE U JAVA NETBEANS OKRUŽENJU	136
Jelena Končar, Sonja Leković B2C ELEKTRONSKO TRŽIŠTE U REPUBLICI SRBIJI.....	140
Faruk Selimović, Muzafer Saračević, Fadil Novalić RAZVOJ UNIVERZITETSKE WEB APLIKACIJE ZA MOBILNE UREĐAJE U NETBISCUIT PLATFORMI.....	144
Aleksandar Dlabač P.A.G.E. PLATFORMA ZA KREIRANJE EDUKATIVNIH ON-LINE IGARA	148
Veselin Mićanović, Milica Marijanović ORGANIZACIJA NASTAVE MATEMATIKE UZ PRIMJENU RAČUNARA U PRVOM CIKLUSU REFORMISANE OSNOVNE ŠKOLE	152
Srđan Jovanovski, Veselin Ivanović OPTIMALNI FILTAR ZA VREMENSKO PROSTORNO FILTRIRANJE VISOKO NESTACIONARNIH DVODIMENZIONALNIH SIGNALA	156
Sanja Bauk, Tatijana Dlabač, Veljko Radulović O NEKIM IT FUNKCIJAMA NAVI-TRAINER NAUTIČKOG SIMULATORA	160
Neki Frasheri, Betim Cico CONVERGENCE OF GRAVITY INVERSION USING OPENMP.....	164
Milovan Obradović IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA UPRAVLJANJE BEZBEDNOŠĆU INFORMACIJA U ZDRAVSTVENOJ USTANOVI	168

Miloš Mijatović, Igor Đurović OBJEKTNO-RELACIONA RAZLIKA IMPEDANSI	172
Jovan Kovačević, Nedeljko Lekić, Radovan Stojanović EVIDENCIJA I KONTROLA TOČENJA NA BENZINSKIM STANICAMA ZASNOVANA NA MIFARE RFID KARTICAMA	176
Andreja Samčović PRIMENA POSLOVNIH MODELA DVB-H STANDARDA KOD MOBILNE TELEVIZIJE	179
Aleksandar Dedić AKTIVNI STRUJNI MJERNI TRANSFORMATOR	183
Vladan Durković, Martin Čalasan, Saša Mujović POLAZNE I RADNE KARAKTERISTIKE JEDNOSMJERNOG MOTORA NAPAJANOG IZ SOLARNIH PANELA	187
Vesna Rubežić, Igor Đurović, Ervin Sejdić PROCJENA STANJA ČUINOG OSCILATORA POMOĆU SKALIRAJUĆIH EKSPONENATA.....	191
Rade Kovačević, Ana Jovanović UTICAJ RAZLIČITOG OBLIKA LIJEVKA NA POLJE ZRAČENJA LJEVKASTE ANTENE.....	195
Novak Vojinović, Vladan Vujičić IMPLEMENTACIJA SPACE-VECTOR MODULACIJE NA TEXAS INSTRUMENTS DIGITALNOM SIGNALNOM PROCESORU TMS320LF2407	199
Miloš Daković, Miloš Brajović, Ljubiša Stanković REKURZIVNI METOD ZA RAČUNANJE KRATKOTRAJNE FURIJEOVE TRANSFORMACIJE	203
Gojko Blagojević, Željko Pavićević MODERNI KONCEPTI SISTEMA ZAŠTITA I UPRAVLJANJA BAZIRANI NA IEC 61850 KOMUNIKACIONOM STANDARDU	207
Branka Jokanović, Irena Orović, Srdjan Stanković REALIZACIJA EKSPONENCIJALNE I TRIGONOMETRIJSKIH FUNKCIJA U FPGA TEHNOLOGIJI.....	211
Bojan Đaković, Budimir Lutovac KVANTNO RAČUNARSTVO I ŠOROV ALGORITAM ZA FAKTORIZACIJU.....	215

KOMPARACIJA PERFORMANSI FXLMS I MFXLMS ALGORITMAU ACTIVE NOISE CANCELING SISTEMIMA

PERFORMANCE COMPARISON OF THE FXLMS AND THE MFXLMS ALGORITHM IN THE ACTIVE NOISE CANCELLING SYSTEMS

Žarko Zečević, Božo Krstajić, *Elektrotehnički fakultet*

Sadržaj: U radu je izvršena komparativna analiza FxLMS i mFxLMS algoritma sa stanovišta njihove primjene u Active Noise Canceller sistemima. Rezultati simulacija, odrađenih za realne govorne signale, pokazuju da mFxLMS uvijek brže konvergira. Modifikovani FxLMS posjeduje određena svojstva self-orthogonalizing algoritama, zahvaljujući kojima se postiže poboljšanje u brzini konvergencije. Povećana računaska složenost koju unosi ova modifikacija opravdana je postignutim performansama.

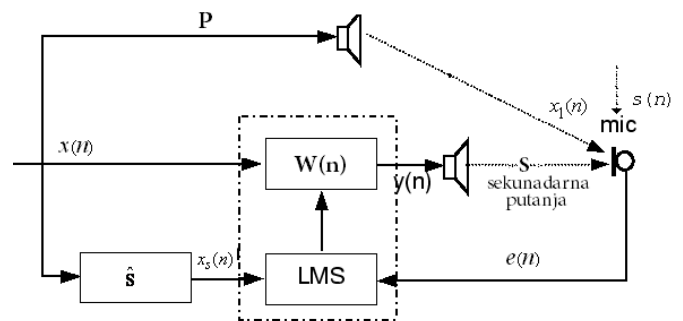
Abstract: This paper gives a comparative analysis of the FxLMS and mFxLMS algorithm from standpoint of their application in the Active Noise Canceller systems. Simulation results show that mFxLMS always has a faster convergence than FxLMS. Modified FxLMS has some characteristics of the self-orthogonalizing algorithms on account of it has a faster convergence speed. Increased computational complexity is justified by the achieved performances.

1. UVOD

Active Noise Control (ANC) je metoda za poništavanje neželjenih šumova [1, 2]. Sve češće nalazi primjenu u industriji (avio, auto itd.) zamjenjujući pasivne metode za poništavanje smetnji, koje znaju da budu nepraktične zbog svoje masivnosti, a koje se i ne pokazuju efikasnim za smetnje na nižim frekvencijama [2]. ANC koristi adaptivne algoritme, pri čemu veliki broj njih, uključujući i FxLMS algoritam, zahtijeva identifikaciju sekundarne putanje koja se definiše kao putanja koja počinje od adaptivnog filtra pa sve do izlaznog senzora koji mjeri neželjeni šum (sl. 1), [1-6].

Blok dijagram FxLMS-a dat je na slici 1. Blok S predstavlja impulsni odziv sekundarne putanje koja uključuje D/A konvertor, pojačavač, fizičku putanju, mikrofona i druge komponente. Sa druge strane, blok \hat{S} predstavlja estimaciju sekundarne putanje. Kao što se vidi sa sl. 1 ulazni signal prvo prolazi kroz filter \hat{S} , a zatim se novodobijeni odbirci koriste za ažuriranje adaptivnog filtra koristeći LMS iterativnu formulu [1]. Na taj način se vrši kompenzacija uticaja sekundarne putanje i obezbjeđuje stabilnost algoritma.

Identifikacija sekundarne putanje se vrši prije početka rada FxLMS-a, nakon čega se dobijeni koeficijenti fiksiraju i koriste u toku rada algoritma. FxLMS je dosta tolerantan na greške u estimaciji sekundarne putanje. Dovoljan uslov za stabilnost algoritma je da fazna razlika između sekundarnog filtra $S(e^{j\omega T})$ i njegove estimacije $\hat{S}(e^{j\omega T})$ ne prelazi 90° za svako ω [7].



Sl. 1 Blok dijagram FxLMS-a i ANC sistema

Jedna od loših karakteristika FxLMS algoritma je spora konvergencija. Kao mjera brzine konvergencije uzima se odnos između maksimalne i minimalne sopstvene vrijednosti autokorelacione matrice filtriranog ulaznog signala - eigenvalue spread [1]:

$$\chi = \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}}$$

Što je ovaj odnos bliži jedinici, algoritam će brže konvergirati [1].

LMS algoritam najbrže konvergira ako je na njegovom ulazu bijeli šum, jer su njegovi odbirci statistički međusobno nezavisni i u tom slučaju sopstvene vrijednosti autokorelacione matrice su jednake [1]. Međutim, ako na ulaz FxLMS algoritma dolazi bijeli šum, filter sekundarne putanje će izvršiti korelaciju ovog šuma i povećati razmak između sopstvenih vrijednosti, i samim tim usporiti konvergenciju [1]. U [8] je predložena modifikacija FxLMS-a čiji je cilj smanjenje raspona između sopstvenih vrijednosti u uslovima bijelog šuma. Predloženi algoritam se može svrstati u klasu self-orthogonalizing algoritama [9-11].

Upravo, u ovom radu FxLMS algoritam i njegova modifikacija biće upoređeni sa stanovišta njihove primjene u ANC sistemima. Simulacijama, koje su odrađene za realne govorne signale, pokazano je da modifikovani FxLMS algoritam znatno brže konvergira od konvencionalnog FxLMS algoritma. Ubrzanje FxLMS-a postignuto je po cijeni računске kompleksnosti algoritma.

Ostatak rada je organizovan na sljedeći način. U drugom dijelu je ukratko objašnjen princip rada FxLMS i mFxLMS algoritma. U trećem dijelu opisan je princip na kojem rade ANC sistemi, dok su četvrtom dijelu dati rezultati simulacija. Konačno, u četvrtom dijelu dat je zaključak.

2. FxLMS I mFxLMS ALGORITAM

Kao što se vidi sa sl. 1, FxLMS algoritam minimizuje signal greške podešavanjem koeficijenata adaptivnog filtra, nakon kojeg slijedi filter sekundarne putanje. Signal greške se definiše na sljedeći način:

$$e(n) = d(n) - \mathbf{W}^T \mathbf{X}_s(n). \quad (1)$$

gdje je $\mathbf{X}_s(n)$ vektor filtriranog ulaznog signala dužine $N \times 1$:

$$\mathbf{X}_s(n) = [x_s(n) \ x_s(n-1) \ \dots \ x_s(n-N+1)]^T, \quad (2)$$

a $\mathbf{W}(n)$ je adaptivni težinski vektor definisan na sljedeći način:

$$\mathbf{W}(n) = [W_0(n) \ W_1(n) \ \dots \ W_{N-1}(n)]^T \quad (3)$$

Podrazumjevajući da je \mathbf{S} MA (moving average) proces dužine M sa parametrima S_0, S_1, \dots, S_{M-1} , filtrirani signal $x_s(n)$ se može se zapisati na sljedeći način:

$$x_s(n) = \sum_{i=0}^{M-1} s_i \mathbf{X}(n-i) \quad (4)$$

Wiener-ovo optimalno rješenje koje minimizuje srednju kvadratnu grešku $E\{e^2(n)\}$ je, [1,3]:

$$\mathbf{W}^* = \mathbf{R}_{ss}^{-1} \mathbf{p}_s \quad (5)$$

gdje je \mathbf{R}_{ss} autokorelaciona matrica filtriranog signala i \mathbf{p}_s je kros-korelacioni vektor između filtriranog i željenog signala.

S ciljem da minimizuje grešku $e(n)$, FxLMS iterativno ažurira koeficijente $\mathbf{W}(n)$ koristeći jednačinu:

$$\mathbf{W}(n+1) = \mathbf{W}(n) + \mu e(n) \mathbf{X}_s(n) \quad (6)$$

gdje je μ korak algoritma, a \mathbf{X}_s je regresivni vektor odbiraka filtriranog ulaznog signala.

Uvrštavajući (1) i (5) u (6) i tražeći očekivanu vrijednost od dobijene relacije (uz pretpostavku da je $\mathbf{X}_s = \mathbf{X}_s$), dobijamo:

$$E\{\Delta \mathbf{W}(n+1)\} = (\mathbf{I} - \mu \mathbf{R}_{ss}) E\{\Delta \mathbf{W}(n)\} \quad (7)$$

gdje je $\Delta \mathbf{W}(n)$ je razlika između vektora adaptivnog filtra u n -oj iteraciji i optimalnog Wiener-ovog rješenja.

Brzina konvergencije FxLMS algoritma zavisi od karakteristika autokorelacione matrice [1,3]. Naime, autokorelaciona matrica se može dekomponovati na sljedeći način:

$$\mathbf{R}_{ss} = \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}^{-1}, \quad (8)$$

gdje je \mathbf{Q} ortogonalna matrica, a \mathbf{A} je dijagonalna matrica čiji su elementi na dijagonali odgovarajuće sopstvene vrijednosti. Uvrštavanjem (8) u (7) dobija se sljedeća jednačina:

$$\mathbf{Q}^{-1} E\{\Delta \mathbf{W}(n+1)\} = (\mathbf{I} - \mu \mathbf{A}) \mathbf{Q}^{-1} E\{\Delta \mathbf{W}(n)\} \quad (9)$$

Maksimalni korak algoritma ograničen je recipročnom vrijednošću maksimalne sopstvene vrijednosti matrice \mathbf{A} [3]. Ako se sopstvene vrijednosti razlikuju, onda će oni koeficijenti adaptivnog filtra kojima odgovaraju manje sopstvene vrijednosti sporije konvergirati. Zbog toga se kao mjera brzine konvergencije koristi odnos između maksimalne i minimalne sopstvene vrijednosti [1, 3]. Algoritam najbrže konvergira kada je ovaj odnos jednak jedinici, odnosno kada sve sopstvene vrijednosti imaju istu vrijednost i tada svi koeficijenti adaptivnog filtra konvergiraju istom brzinom. Sopstvene vrijednosti autokorelacione matrice su jednake jedino u slučaju kada su odbirci signala nekorelisani (bijeli šum) i u tom slučaju ona je dijagonalna i svi elementi na dijagonali su jednaki. Ako takav signal dođe na ulaz FxLMS-a, sekundarna putanja će povećati eigenvalue spread i narušiti dijagonalnost autokorelacione matrice.

U [8] je predložena modifikacija FxLMS algoritma čiji je cilj poboljšanje brzine konvergencije FxLMS algoritma u uslovima bijelog šuma. U iterativnoj formuli za ažuriranje koeficijenata dodata je matrica \mathbf{C} koja predstavlja inverznu autokorelacionu matricu filtriranog bijelog šuma:

$$\mathbf{W}(n+1) = \mathbf{W}(n) + \mu e(n) \mathbf{C} \mathbf{X}_s(n) \quad (10)$$

Matrica \mathbf{C} se računa na bazi estimiranih koeficijenata sekundarne putanje prije početka rada algoritma:

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^{M-1} S_i^2 & \sum_{i=0}^{M-2} S_i S_{i+1} & \dots & \sum_{i=0}^{M-N} S_i S_{i+N-1} \\ \sum_{i=0}^{M-2} S_i S_{i+1} & \sum_{i=0}^{M-1} S_i^2 & \dots & \sum_{i=0}^{M-N+1} S_i S_{i+N-2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_{i=0}^{M-N} S_i S_{i+N-1} & \sum_{i=0}^{M-N+1} S_i S_{i+N-2} & \dots & \sum_{i=0}^{M-1} S_i^2 \end{bmatrix}^{-1} \quad (11)$$

pri čemu se koeficijenti koji nijesu estimirani, a potrebni su za računanje matrice \mathbf{C} , uzimaju da su jednaki nuli.

Dodavajući matricu \mathbf{C} FxLMS algoritam je sveden na jednu vrstu self-orthogonalizing adaptivnog algoritma [9-11]. U [2] je pokazano da će kod mFxLMS-a očekivana vrijednost eigenvalue spread-a težiti jedinici. Samim tim mFxLMS algoritam će znatno brže konvergirati od standardnog FxLMS-a. Naravno, ovo važi u slučaju kada su koeficijenti sekundarne putanje estimirani bez greške.

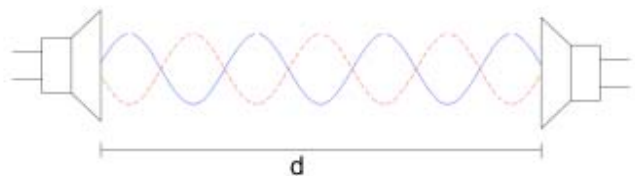
Korak algoritma koji se preporučuje, [8] je:

$$\frac{1}{2N\sigma_x^2}, \quad (12)$$

gdje je σ_x^2 varijansa ulaznog signala. Ako postoji greška u estimaciji sekundarne putanje, mFxLMS algoritam će i dalje biti stabilan, pod uslovom da standardni FxLMS konvergira.

3. PONIŠTAVANJE SMETNJI

Kao što je u uvodu rečeno jedna od primjena FxLMS algoritma je u poništavanju smetnji. Ona se zasniva na principu destruktivne interferencije. Naime, ako imamo dva talasa istih amplituda, a suprotnih faza koja putuju jedan prema drugom njihov zbir će biti jednak nuli (sl. 2).



Sl.2 Princip destruktivne interferencije

Opšta šema ANC sistema data je na sl 1. Željeni signal se sastoji iz korisnog signala $s(n)$ koji je zašumljen šumom $x_1(n)$. Ulazni signal u adaptivni filter je šum $x(n)$ koji je korelisan sa šumom $x_1(n)$ jer potiču iz istog izvora, ali nije korelisan sa korisnim signalom [12].

Problem otklanjanja neželjenih šumova se svodi na problem identifikacije nepoznatog sistema. Signal greške se definiše na standardni način:

$$e(n) = s(n) + x_1(n) - y(n) \quad (13)$$

gdje je sa $y(n)$ označen izlaz iz adaptivnog filtra:

$$y(n) = \mathbf{W}^T(n)\mathbf{X}_s(n) \quad (14)$$

Adaptivni algoritam će minimizirati grešku:

$$E[e^2(n)] = E[s^2(n)] + 2E[s(n)(x_1(n) - y(n))] + E[(x_1(n) - y(n))^2] \quad (15)$$

Pod pretpostavkom da korisni signal nije korelisan sa signalima $x(n)$ i $x_1(n)$ važiće sljedeće:

$$E[s(n)(x_1(n) - y(n))] = 0, \quad (16)$$

pa će minimum relacije (15) biće jednak kvadratu korisnog signala $E[s^2(n)]$, a greška korisnom signalu $s(n)$.

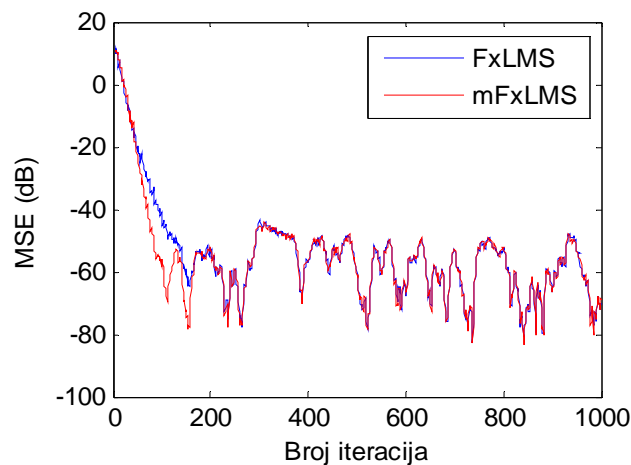
4. REZULTATI SIMULACIJA

FxLMS i mFxLMS biće upoređeni kroz tri simulacije. U sva tri primjera smo uzeli da je ulazni signal bijeli Gausov šum jednične varijanse. Za mFxLMS je korišćen korak $1/2N$, a za FxLMS korak za koji ovaj algoritam najbrže konvergira. Korisni signal je govorni signal snimljen pomoću mikrofona i učitani u MATLAB-u. Na graficima je prikazana srednja kvadratna greška (MSE) koja je dobijena usrednjavanjem 100 simulacija (Monte Carlo metod).

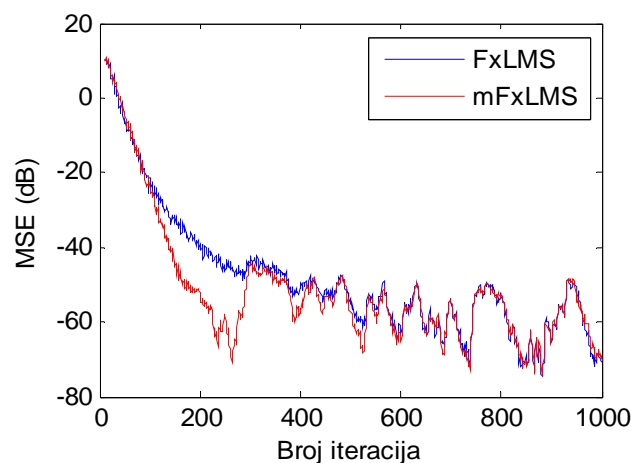
Primjer 1

U ovom primjeru smo uzeli da je impulsni odziv nepoznatog sistema $\mathbf{P}=[0.7756 \ -1.0341 \ 0.9306 \ 5.3776 \ 0.9824 \ -1.448]$, dok je impulsni odziv sekundarne putanje $\mathbf{S}=[0.7756 \ 0.5171 \ -0.362]$. Estimacija sekundarne putanje je precizno izvršena. Za pretpostavljeni red filtra $N=4$ očekivana vrijednost eigenvalue spread-a je 3.61. Stoga, u ovom slučaju se može očekivati da mFxLMS neće dati značajno bolje rezultate, što se i vidi na sl. 3. Sa druge strane

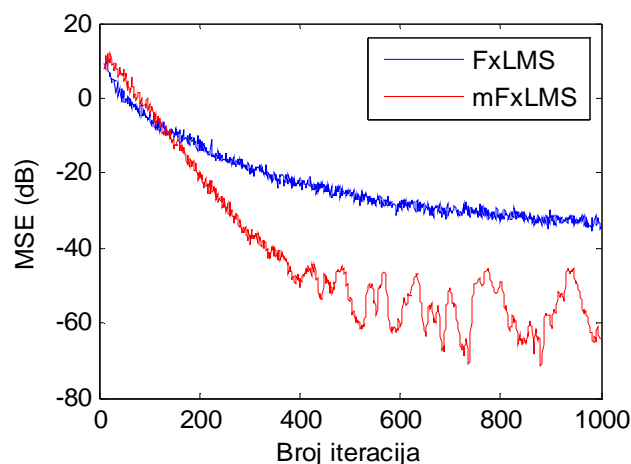
za pretpostavljeni red filtra $N=10$ očekivana vrijednost eigenvalue spread-a je 14.44, pa samim tim mFxLMS nekoliko puta brže konvergira (sl. 4).



Sl 3. Poređenje mFxLMS-a i FxLMS-u slučaju kada je $\gamma=3.61$



Sl 4. Poređenje mFxLMS-a i FxLMS-a u slučaju kada je $\gamma=14.44$



Sl 5. Poređenje mFxLMS-a i FxLMS-a u slučaju kada je $\gamma=330$

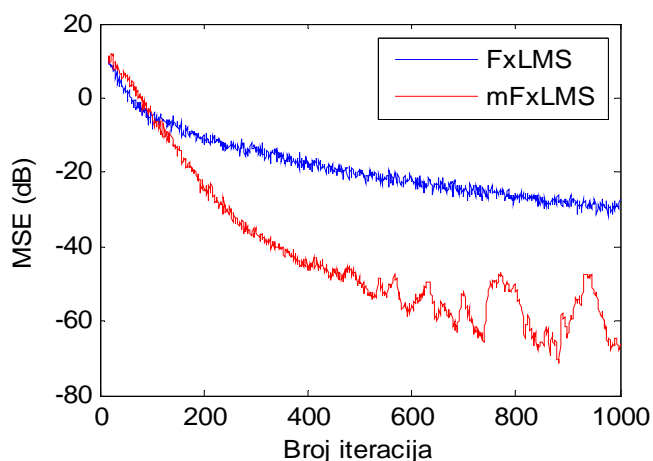
Primjer 2

U ovom primjeru impulsni odziv nepoznatog sistema je $\mathbf{P}=[0.505 \ -0.2490 \ 0.337 \ 3.615 \ 4.076 \ 1.376]$, a impulsni odziv sekundarne putanje $\mathbf{S}=[0.505 \ 0.761 \ 0.344]$. Estimacija

sekundarne putanje je precizno izvršena. Za pretpostavljeni red filtra $N=10$ vrijednost eigenvalue spread-a isnosi 330, što znači da osim što zavisi od reda filtra, eigenvalue spread zavisi i od samih koeficijenata sekundarne putanje. Sa sl. 5 se vidi da u ovom slučaju brzina konvergencije mFxLMS-a višestruko veća.

Primjer 3

U ovom primjeru koriste se isti parametri sistema kao u prethodnom, s tim što sekundarna putanja nije precizno estimirana $S=[0.515 \ 0.861 \ 0.364]$. Pretpostavljeni red adaptivnog filtra je $N=20$. Za ovu vrijednost N -a očekivana vrijednost eigenvalue spread-a isnosi 391, pa je samim tim mFxLMS značajno brže konvergira (sl. 6). Takođe, shodno teorijskim očekivanjima, mFxLMS zadržava dobre performanse, iako je napravljena greška u estimaciji parametara sekundarne putanje.



Sl. 6. Poređenje mFxLMS-a i FxLMS-a u slučaju kada je $\gamma=391$

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu izvršeno je poređenje FxLMS i mFxLMS algoritma sa stanovišta njihove primjene u ANC sistemima. Budući da se može svrstati u klasu self-orthogonalizing algoritama, teorijski je očekivano, a rezultatima simulacijama potvrđeno da mFxLMS brže konvergira od standardnog FxLMS-a.

Rezultati simulacija pokazuju da poboljšanje mFxLMS-a u odnosu na FxLMS zavisi od dva faktora - reda adaptivnog filtra i koeficijenata impulsnog odziva sekundarne putanje. Sa povećanjem reda filtra rastu i performanse mFxLMS-a u odnosu na FxLMS. Što se tiče sekundarne putanje, u nekim slučajevima njen uticaj može da bude mali, pa ona neće u velikoj mjeri smanjiti brzinu konvergencije. Sa druge, sekundarna putanja može značajno da poveća eigenvalue spread, tako da i za male vrijednosti N -a mFxLMS može da ostvari nekoliko puta bržu konvergenciju. mFxLMS daje dobre rezultate i u slučajevima kada je napravljena greška u

estimaciji sekundarne putanje. Dovoljan uslov za njegovu stabilnost je da FxLMS konvergira.

Ubrzanje mFxLMS algoritma postignuto je po cijeni računске složenosti. Složenost mFxLMS algoritma je reda $O(N^2)$, a FxLMS-a $O(N)$. Povećanje računске složenosti je opravdano, s obzirom da je kvalitet jedan od ključnih zahtjeva u ANC sistemima.

LITERATURA

- [1] S. Kuo and D. R. Morgan, "Active Noise Control Systems". New York: Wiley, 1996.
- [2] A. Milosevic and U. Schaufelberger, "Active Noise Control" - Diploma thesis, Rapperswil, December 14, 2005.
- [3] B. Widrow and E. Walach, "Adaptive Inverse Control: A Signal Processing Approach", Prentice Hall PTR, 1995.
- [4] E. Bjarnason, "Analysis of the filtered-X LMS algorithm," IEEE Trans. Speech Audio Process., pp. 504–514, Nov. 1995.
- [5] O. J. Tobias, "Stochastic Analysis of the Filtered-X LMS Algorithm," Ph.D dissertation, Federal Univ. Santa Catarina, Santa Catarina, Brazil, Oct. 1999.
- [6] Wang, A.K., and Ren, W.: 'Convergence analysis of the multi-variable filtered-X LMS algorithm with application to active noise control', IEEE Trans. Signal Process., 1999, 47, (4), pp. 1166–1169.
- [7] S. J. Elliot, "Signal Processing for Active control", Academic Press, New York, 2001.
- [8] Ž. Zečević, B. Krstajić, „Povećanje brzine konvergencije FxLMS algoritma u uslovima bijelog šuma“, TELFOR 2011. Beograd, Nov. 2011
- [9] Simon Haykin, "Adaptive Filter Theory", Prentice Hall, 2002
- [10] R. D. Gitlin and F. R. Magee, Jr., "Self-orthogonalizing adaptive equalization algorithm," IEEE Trans. Commun.. vol. COM-25, pp. 666-672, July 1977.
- [11] G. Panda, B. Mulgrew, C.F.N. Cowan, and P.M. Grant, A Self-Orthogonalizing Efficient Block Adaptive Filter, IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, vol. ASSP-34, No. 6, (Dec. 1986).
- [12] P. S. R. Diniz, "Adaptive filtering: Algorithms and Practical Implementations", Kluwer Academic Publishers, Norwell, 1999

AUTOMATIZACIJA ACCEPTANCE TESTOVA I VEZE SA SPECIFIKACIJOM POMOĆU OPEN SOURCE ALATA

USING OPEN SOURCE TOOLS FOR AUTOMATED ACCEPTANCE TESTS AND REQUIREMENTS TRACEABILITY

Tomo Popović, TLI, Inc., Texas, USA
 Božo Krstajić, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, Crna Gora

Sadržaj: *Acceptance testovi se izvode iz specifikacije zahtjeva i ključ za održavanje upotrebljivih testova jeste razumjevanje veze između specifikacije i implementacije kao i veze između specifikacije i acceptance testova (traceability). Automatizacija acceptance testova podrazumjeva kontinualnu verifikaciju softvera koji pravimo, ali i kontinualnu verifikaciju veze između specifikacije i testova. Ovaj rad ilustruje kako korišćenje alata za automatsko acceptance testiranje poboljšava razvojni proces softvera time što specifikacija zahtjeva, testovi, i implementacija moraju kontinualno da budu sinhronizovani. Koncept je ilustrovan na primjeru razvoja softvera u Javi korišćenjem open source alata.*

Abstract: *Acceptance tests directly tie into software requirements specifications and the key for achieving maintainable tests is handling of traceability between the requirements and implementation as well as the requirements and acceptance tests. Automating acceptance testing implies continuous validation of the software product and therefore continual verification of traceability. This paper illustrates how use of tools for automated acceptance test benefits the software development process by making sure that the requirements, acceptance tests, and software product being developed are all kept in sync. The concept is illustrated in Java development environment using open source tools.*

1. INTRODUCTION

The last couple of decades have been very interesting time for software development methodology. Agile development, test driven development, extreme programming, Scrum, along with variety of tools changed the philosophy and are still changing the way how software development is done. It is definitively becoming clear (if it is not already) that both developing and owning a software product is affected by constant need for change. During a course of software development project it is not uncommon that requirements specification changes even 30% or more [1]. It is a fact that there is a need to be able to continuously maintain and grow a software product as it was a plant such as fruit tree [2].

One of the biggest challenges in the process of software requirements management is to handle traceability. Typically, traceability is given in matrix form (Fig. 1). The main purpose is to establish bi-directional trace between requirements and components implementation as well as between requirements and acceptance tests. Manual maintaining of the traceability matrices can be real nightmare and time consuming. Modern requirements management tools provide features for this purpose, but it can still be cumbersome and expensive.

2. BACKGROUND: TEST AUTOMATION

As developers, we can try to argue need for automating acceptance tests, sometimes even support the argument stating that our process includes extensive use of unit tests. Experience and references teach us that testing and test automation should go the whole 200%: 100% for unit tests, and another 100% for integration and acceptance tests. The first set of tests is to make sure that we write the code right,

while the other set of tests is there to make sure we are writing the right code [3]. There is nothing wrong with redundancy here as we want to make sure that we cover our code with tests as much possible. The major benefit coming out test automation is that it provides insurances while running our tests as part of regression suite whenever changes are made.

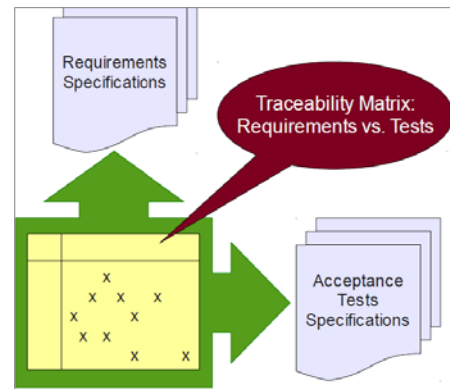


Figure 1. Traceability is typically given in form of matrices

Unit tests are typically written by programmers and the main motivation is to verify the correctness of the code. For example, in test driven development (TDD) we apply methodology that for each function we first write a test that fails, and then we code and refactor our product implementation until it passes the test and we are happy with the result (“red/green/refactor – the TDD mantra”) [4]. Unit tests are definitively needed and developers are advised to write them whether they use TDD or not. More coverage of the code with unit tests the better. Writing unit tests requires pragmatic approach and lots of self-discipline.

Integration tests are important because they cover testing of the software product with inclusion of the code that is not

available for change. We want to make sure that our code when integrated into complete solution still behaves and works as expected.

Acceptance tests are little bit different story. As the name suggests their primary purpose is verifying and accepting the behavior of the final product, namely software being developed. If designed right, they provide end to end test of the system as a whole. They are easy to understand to business logic writers and product owners. The ultimate goal is that the software under development conforms to the criteria defined by a given set of acceptance tests, which are directly derived from the requirements specification. Successful run of acceptance tests is an indication both to developers and to product owners that the software product satisfies the requirements specification. At that point our product has a good chance to succeed and is ready for “scrutiny” by exploratory testers and users.

Automated Acceptance Tests go even further: making acceptance tests automated is critical as they need to be run every time a change is made. Doing it manually would have infinite cost and prevent us from successfully maintaining and growing the product. Automated approach for unit and acceptance tests provides regression testing aspect and gives power to verify stability of our software, which results in freedom to make changes and refactor [5]. Writing acceptance tests is not a discipline that belongs to developers only. Product owners, business logic writers, software architects are typically the people writing the specification requirements and it helps if the process assume writing the requirements in native language (i.e. plain English). Developers and quality assurance staff are responsible for making the tests “live”. By automating the process of running acceptance tests we continuously perform health check of our software product, which gives us the freedom and security when we need to make changes or improvements. It is therefore important that tools used for automating acceptance tests provide easy access and editing of software requirements and test specifications.

3. TOOLS FOR JAVA DEVELOPMENT

Where it comes to automated acceptance testing for Java development [6], there are two open source tools that stand out: Concordion and FitNesse [7,8]. One quality that is common for both is how easy and quickly can they be put to work. Concept-wise they are similar and both are great products. More emphasis in this article will be on Concordion as it nicely fits into the approach and easily integrates with integrated development environments such as Netbeans and Eclipse [9,10]. Concordion is extremely easy to use and to include clients in the process. The following set of tools was successfully used for the approach:

- ⤴ Development platform (Java), which provides for Java compiler and run-time environment [6].
- ⤴ Version control (Subversion), which provides repository and keeps track of all work and all changes in project files. It is an ultimate “undo” command for any software development team. It also allows multiple developers to access and modify source code and keeps track of all the changes, revisions, and versions [11].

- ⤴ Integrated development environment capable of running test (Netbeans), which provides code editor, project files management, check-in and check-out into version control, runs compiler, debugger, and tests [9].
- ⤴ Continuous integration (Jenkins), which performs automated project build. Jenkins “simulates” a team member that periodically checks out the latest version of the project code, performs automated build and runs tests. The build results are presented in nice customizable web-based interface. Continuous integration is a must for a development team as it quickly raises a red flag identifying when something goes wrong [12].
- ⤴ Unit test framework (Netbeans supports JUnit), which provides tools to create unit tests.
- ⤴ Automated acceptance test platform (Concordion), provides framework for writing and executing automated acceptance tests [7].

The tools setup seems to be working well for small and medium size projects and the approach can be extrapolated to larger projects.

Requirements specifications, fixture code (acceptance tests), and the product implementation (that should include unit tests) are all stored into the version control repository (Subversion). All of the files are available through version control server access and team members can access those using different tools. Continuous integration (Jenkins) periodically checks out the latest code, and performs project build. Any failure to build project or pass all tests will be indicated. In Jenkins, this is artistically represented with sunny or rainy weather icon next to the project. Developers and test writers can access files using development IDE (Netbeans) and work on the requirements, tests, and product. All members of development team can access requirements specification either through development IDE, or just by using text or HTML editors.

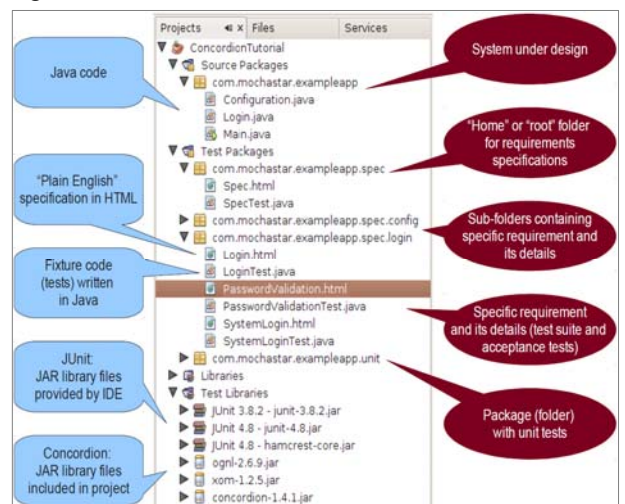


Figure 2. Project example: Concordion with Netbeans

To illustrate the organization of files better let us look into an example project using development IDE, which is in this case Netbeans (Fig. 2). There is no installation of the Concordion: all that is needed is to download the latest version and include the library files with your Java project.

The use of Concordion assumes that the requirements are written in native speaking language and kept in a set of HTML files. The actual requirements might be originally written in word processor or text editor, but ultimately for use with Concordion they need to be converted to HTML. The use of HTML language may be little bit cumbersome especially to product owners or business logic personnel, but the learning curve is extremely short and steep and only basic HTML skills are needed. Furthermore, it is useful to organize the requirements and corresponding HTML files into folders so that there is a root or home folder for the specifications and then each of the specific behavior and relevant details are organized into subfolders as shown.

It is important to note that in this example the requirements HTML files are stored into “spec” package and each set of the files relevant to a specific behavior has its own subfolder. There are two subfolders in the example: “config” and “login”, but we can easily envision having dozens or hundreds of these. Some of the requirements subfolders can even be further broken down if needed, but it is not recommended to create several levels (good idea is to keep it up to three-four at most). In this particular case the files are part of the Netbeans project, but they could be written and organized the same way by product owners or business logic writers. Organizing the requirements HTML files into folder structure like this is utilized by Concordion in a way that it creates breadcrumbs navigation at the top of the output HTML documents.

The password validation example given in Fig. 3 is taken from excellent reference discussing the issue of maintainability of acceptance tests [13], but here shown with respect to Java and Concordion. The approach in this article actually conforms to the ideas regarding maintainability of the acceptance tests and in a way extends to requirements specifications.

```

public class Login {
    public boolean validatePassword(String password) {
        // password with no letters
        if(!password.matches("[a-zA-Z].**")) return false;
        // password with no digits
        if(!password.matches("[0-9].**")) return false;
        // password with no punctuation
        if(!password.matches("[!@#$%^&*].**")) return false;
        // password too short
        if(password.length() < 6) return false;
        // password too long
        if(password.length() > 16) return false;
        return true;
    }
}

package com.mochastar.exampleapp.spec.login;
import org.concordion.integration.junit3.ConcordionTestCase;
import com.mochastar.exampleapp.Login;

public class PasswordValidationTest extends ConcordionTestCase {
    public boolean isValid(String password) {
        Login login = new Login();
        return login.validatePassword(password);
    }
}
    
```

Figure 3. Password validation example

When programming tests and writing test fixture code we use Concordion as library and simply follow the template. Netbeans sees Concordion fixture code as JUnit tests. The whole concept enables easy running, same as JUnit, and easy integration with automated build tools. Please refer to tutorials on the Concordion website for more details and examples [7]. The requirements written as HTML files and acceptance tests written in Java using Concordion library are all part of the Java project set of files, which is in this case

handled by Netbeans. This is very important as it is now easy to keep all of the project files together in the version control repository and make them available for all development team members. After running tests the reports are viewed as HTML files. The failed tests are highlighted in red, and passing tests in green (Fig. 4).

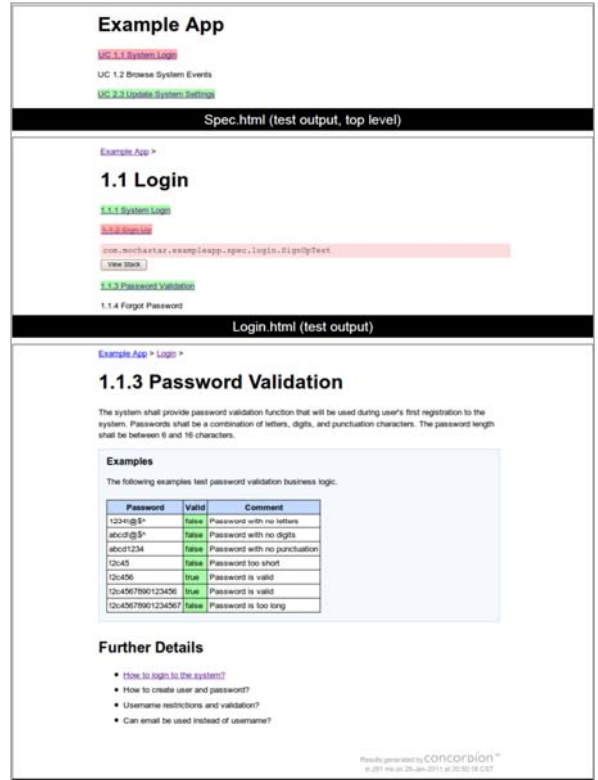


Figure 4. Concordion outputs reports in HTML format

4. LIVE REQUIREMENTS AND RACEABILITY

We have seen how the presented approach provides inherited traceability: requirements vs. acceptance tests and requirements vs. implementation. Requirements and acceptance tests specification and implementation became one, which in turn provides a good foundation for change management.

Traceability: requirements vs. acceptance tests. Breaking down the complex requirements into set of simple ones illustrated with example above is the key to properly define acceptance tests. In addition, by doing so, we create requirements specification in a form that is easy to follow and maintain. The end result is that the requirements specifications and acceptance tests specifications become one and the traceability between the two is included in correctness of the specifications and provided examples. Proper utilization of templates, in this case HTML files, makes the whole process easier and streamlined. This is true for test suites, which include complex behavior descriptions, and individual tests such as simple behavior description with detailed examples that can be used for coding acceptance tests.

Traceability: requirements vs. implementation. The acceptance tests Java code, which is here also called fixture code, provides traceability between the requirements/tests and the code of the system under design. The connection

between the specification (requirements/tests) and fixture code is achieved by using Concordion HTML tags. It is critical to note that both requirements vs. tests and requirements vs. implementation traceability are now becoming “live” and will have to be maintained and kept up to date in order for a software product to pass acceptance tests continuously. This is critical not only when developing a new product, but also when growing and maintaining an existing one.

Change Management. The proper use of tools such as Concordion let us establish maintainable structure with “live” requirements and test specifications, traceability embedded into fixture code, and actual implementation of the product. Every time we change requirements, it will need to be reflected in the fixture code for automated tests, which will, in turn, result in need to implement the change into the system under design or software product. It works in the opposite direction: any change in the code that affect the outcome and passing the acceptance tests will be highlighted and pointed to in the very next run of tests (Fig. 5). Continuous integration tool periodically goes into the version control repository and makes a fresh build of the project. It should pick up on anything going wrong, even in cases when we have several team members checking in their work. You can think of continuous integration as an additional team member that continuously monitor your project code and makes sure the project is compiling with no errors and automated tests run successfully. Acceptance test automation in combination with unit tests and continuous integration provides an excellent foundation for regression testing: fear of change, no more!

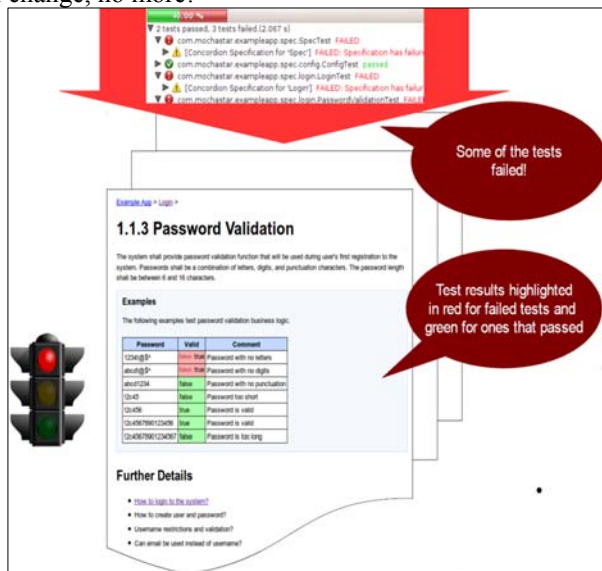


Figure 5. Any change affecting passing tests will be caught

The described selection and setup of the tools work well for both for starting a new project as well as for maintaining and growing an existing project. For example, we can start with a “walking skeleton” based on software specification containing use case briefs that do not provide lots of details and information needed for full blown set of acceptance tests. As the requirements iteratively grow from briefs into fully dressed use cases containing all the steps, and alternative paths, the set of acceptance tests will grow and provide better

coverage [14,15]. The approach will enable all the members of the development team to instantly become aware of new requirements details and how those details affect the system being developed.

5. CONCLUSIONS

Implementing automated acceptance tests using tools such as Concordion or bring the development process to a different level and provides several benefits for developers, clients, business logic writers, and quality assurance personnel. Clean and straightforward approach is needed to keep the requirements free of “clutter” and nicely coupled with acceptance tests.

The use of automated acceptance test tools ties acceptance tests into the requirements specification, which results in better maintainability. Traceability becomes inherently present and the requirements specifications are in sync with the system under development and acceptance tests. Another benefit of the illustrated setup is that both requirements specification and acceptance tests are part of the project file structure. Therefore, they are kept in version control repository together with the software code. Use of version control, configuration management, and continuous integration tools allow that developers, users, and quality assurance staff easily access and, if needed, participate in the requirements change management.

Finally, it is important to give credit to open source community around the globe and thank them for providing us with great variety of excellent software development tools. Please note that all of the tools discussed in this paper came from open source world.

REFERENCES

- [1] Capers Jones, “Applied Software Measurement”, Third Edition, McGraw Hill, 2008
- [2] Steve Freeman and Nat Pryce, “Growing Object-Oriented Software”, Addison-Wesley Professional, 2010.
- [3] Robert C. Martin, “UML for Java(tm) Programmers”, Prentice Hall, 2003
- [4] Kent Beck, “Test Driven Development: By Example”, Addison-Wesley Professional, 2002.
- [5] Robert C. Martin, “Clean Code”, First Edition, Prentice Hall, 2008.
- [6] Java: <http://www.oracle.com/us/technologies/java>
- [7] Concordion: <http://www.concordion.org>
- [8] Fitnesse: <http://www.fitnesse.org>
- [9] Netbeans: <http://www.netbeans.org>
- [10] Eclipse: <http://www.eclipse.org>
- [11] Subversion: <http://subversion.apache.org/>
- [12] Jenkins: <http://www.jenkins-ci.org/>
- [13] Dale H. Emery, “Writing Maintainable Automated Acceptance Tests”, Agile Development Practices, Orlando, Florida, November 2009.
- [14] Alistair Cockburn, “Writing Effective Use Cases”, Addison Wesley, 2000.
- [15] Kulak and Guiney, “Use Cases - Requirements in Context”, Second Edition, Pearson Education, 2003.

UPOREDNO MJERENJE PERFORMANSI VIRTUELNIH MAŠINA COMPARATIVE MEASUREMENT OF PERFORMANCE OF VIRTUAL MACHINES

Sreten Ćorić, Božo Krstajić, *Elektrotehnički fakultet Podgorica*

Sadržaj: *U ovom radu su prikazani rezultati uporednog mjerenja performansi virtuelnih mašina instaliranih na dva hipervizora (VMware ESXi i Microsoft Hyper-V). Poređenjem dobijenih rezultata smo stvorili sliku trenutnog odnosa ova dva hipervizora, kada su u pitanju dobijene performanse instaliranih virtuelnih mašina sa različitim servisima pokrenutim na njima.*

Abstract: *This paper presents the results of comparative measurements of performance of virtual machines installed on two hypervisors (VMware ESXi and Microsoft Hyper-V). Comparing the results we create picture of the current relation of the two hypervisors, in terms of performance obtained by the installed virtual machines with different services running on them.*

1. UVOD

Benefiti navedeni u knjizi [1], koje pruža razvoj tehnologije virtuelizacije u savremenim informacionim sistemima su nesporni.

Korišćenje hipervizora ili monitora virtuelnih mašina u cilju omogućavanja rada više virtuelnih mašina na jednoj fizičkoj mašini obezbjeđuje povećan stepen iskorišćenja hardvera koji je na raspolaganju, fleksibilnost upravljanja virtuelnim okruženjem, kao i vremenom sve veću podršku virtuelizacije različitih hardverskih i softverskih platformi.

Sa hipervizorom koji predstavlja sloj apstrakcije između stvarnog hardvera i virtuelnih mašina, vršeći tako i razdvajanje samih virtuelnih mašina među sobom, dolazi do povećanja sigurnosti informacionih sistema baziranih na ovoj tehnologiji [2].

Kod virtuelizacije sistema hipervizor virtuelizuje sve resurse fizičke mašine, stvarajući virtuelno okruženje poznato pod imenom virtuelna mašina. Osim što upravlja stvarnim resursima i bezbjedno ih pruža na korišćenje virtuelnim mašinama, hipervizor je odgovoran i za održavanje iluzije virtuelnih resursa koji su prezentovani svakoj od virtuelnih mašina (tako da svaka virtuelna mašina "misli" da ima svoje sopstvene stvarne fitizičke resurse) [2].

U članku [3] navodi se da je virtuelzacija procesora najvažnija komponenta kod virtuelizacije sistema. Operativni sistemi su dizajnirani tako da se pokreću direktno iznad hardvera, a virtuelizacija sistema zahtjeva smještanje sloja virtuelizacije između operativnog sistema i hardvera da bi ovaj novi sloj mogao kreirati i upravljati virtuelnim mašinama i dodjelom resursa ka istim. Činjenica da neki broj osjetljivih instrukcija operativnog sistema ne mogu biti efikasno virtuelizovane zbog toga što imaju različitu semantiku kada se ne izvršavaju na sloju koji je direktno iznad hardvera, dodatno je zakomplikovala situaciju. Međutim, ovi problemi su riješeni uvođenjem tehnike binarne translacije [3] koja je dozvolila da se hipervizor

izvršava između hardvera i operativnog sistema, tako pružajući servise izolacije i bolje performanse.

U članku [3] se navode tri tehnike za podršku izvršavanju osjetljivih i privilegovanih instrukcija u cilju virtuelizacije procesora, i to su: Puna virtuelizacija koja koristi binarnu translaciju, Paravirtuelizacija (virtuelizacija potpomognuta operativnim sistemom) i hardverski potpomognuta virtuelizacija.

Kod pune virtuelizacije koja koristi binarnu translaciju, nepromijenjen klijentski operativni sistem se pokereće iznad virtuelnog hardvera. Hipervizor obezbjeđuje identične hardverske interfejsne onima koje pruža fizički hardver kada nema virtuelizacije. Glavni izazov kod pune virtuelizacije je presretanje i simulacija privilegovanih operacija koje dolaze od strane virtuelnih mašina, kao što su I/O operacije. Neke instrukcije mogu biti izvršene direktno od strane hardvera, ukoliko su efekti tih instrukcija izolovani od ostalih elemenata koje kontroliše hipervizor, ali sve ostale instrukcije se moraju presresti i simulirati. Virtuelizacija bilo kog operativnog sistema se može izvršiti kombinacijom binarne translacije i tehnike direktnog izvršavanja. Ovaj pristup, prevodi kod kernela u cilju zamjene instrukcija koje ne mogu da se virtuelizuju, sa novim sekvencama instrukcija koje imaju efekat na virtuelni hardver. Gost operativni sistem nije svjestan da se nalazi u virtuelnom okruženju i ne zahtjeva bilo kakve modifikacije. Puna virtuelizacija kao rješenje nudi najbolju izolaciju i sigurnost za virtuelne mašine [3].

Paravirtuelizacija je tehnika virtuelizacije koja virtuelnim mašinama prezentuje interfejs koji je sličan ali ne i identičan onome koji ima stvarni hardver. Namjera modifikovanog interfejsa je da se smanji udio vremena za koje se operacije izvršavaju na guest operativnom sistemu, a koje se otežano izvršavaju u virtuelnom okruženju u odnosu na ne-virtuelno okruženje. Uspješna realizacija paravirtuelizacije obezbjeđuje hipervizoru da bude jednostavniji. Paravirtuelizacija pokreće specijalno kompajliranu verziju kernela operativnog sistema, u kojem su svi pozivi koji se odnose na privilegovane instrukcije zamjenjeni pozivima ka

hipervizoru. Dakle, paravirtuelizacija je tehnika koja zahtjeva modifikaciju samog operativnog sistema kako bi on mogao da pristupi hipervizoru, kroz specijalan API "para API". Operativni sistem mora biti pisan da podržava paravirtuelizaciju. Međutim, danas svi novi Intel i AMD procesori preuzimaju na sebe pristup prema para API-ju, koristeći odgovarajuće implementacije paravirtuelizacionih tehnologija [3]. Prednost paravirtuelizacije jeste da se manje operacija izvršava na nivou hipervizora, ali prednost u smislu performansi može značajno da varira zavisno od obima posla. Pošto paravirtuelizacija zahtjeva duboku modifikaciju kernela operativnog sistema, dolazi do izvjesnog stvaranja prostora i vjerovatnoće za nastanak mogućih grešaka i problema u radu sistema. Međutim, dok kod pune virtuelizacije danas imamo sve komplikovaniji razvoj sofisticirane binarne translacije neophodne za virtuelizaciju, kod paravirtuelizacije modifikacija operativnog sistema predstavlja poprilično lak zadatak.

Hardverski potpomognuta virtuelizacija se ostvaruje uz pomoć posebno razvijenih drajvera za uređaje, koji se razvijaju od strane proizvođača uređaja. Proizvođači hardverskih uređaja ubrzano prihvataju tehnologiju virtuelizacije i vrše razvoj novih funkcionalnosti svojih uređaja u cilju pojednostavljenja virtuelizacionih tehnika. Prva generacija poboljšanja obuhvata Intel-ovu virtuelizacionu tehnologiju (VT-x) i AMD-ovu AMD-V u kojima obje ciljaju na olakšavanje izvršavanja privilegovanih instrukcija koje se odnose na procesore [3]. S obzirom da smo kod prve generacije implementacije ove tehnike imali krut programski model i usporenu tranziciju između hipervizora i virtuelnih mašina, rješenje sa binarnom translacijom trenutno nadmašuje hardverski potpomognutu virtuelizaciju u više aspekata. Međutim, predviđamo da će se u budućnosti ovaj tip virtuelizacije značajno razvijati i biti sve konkurentniji drugim metodama.

U radu je izvršeno mjerenje performansi virtuelnih mašina sa različitim servisima instaliranim na njima, a koje su pokrenute na dva različita hipervizora. Cilj mjerenja je da na osnovu poređenja rezultata steknemo sliku o trenutnom odnosu ovih hipervizora sa aspekta dobijenih performansi.

Odlučeno je da se izvrši poređenje dva dosta zastupljena hipervizora na našem tržištu, koji istovremeno predstavljaju i dva arhitektonska pravca u razvoju hipervizora, VMware ESXi i Microsoft Hyper-V.

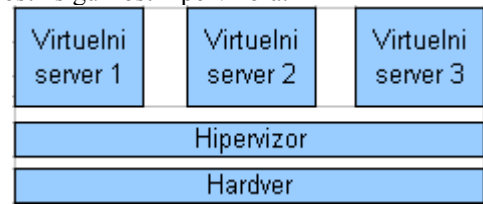
2. ARHITEKTURA I PODJELA HIPERVIZORA

Knjiga [4] navodi podjelu hipervizora po tipu (*bare metal* i *hosted*), i po dizajnu (*monolitni* i *mikrokernel*).

Bare metal hipervisor je hipervisor koji se izvršava direktno iznad osnovnog hardvera host mašine.

Arhitektura bare metal hipervizora predstavljena na Slici 1., prikazuje da se operativni sistemi izvršavaju u okviru virtuelnih mašina pozicioniranih iznad hipervizora. Kao

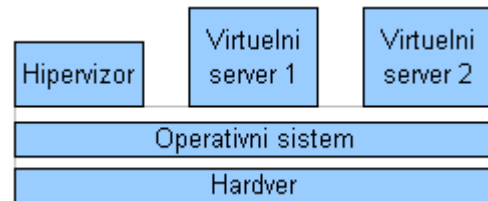
rezultat imamo obezbjeđene najbolje performanse, dostupnost i sigurnost hipervizora.



Slika 1. Arhitektura bare metal hipervizora

Hosted hipervisor je hipervisor koji se pokreće u okviru operativnog sistema instaliranog na fizičkoj mašini. Taj host operativni sistem može biti bilo koji uobičajeni OS sa instaliranim svim drajverima za fizičke uređaje.

Dodatni sloj koji odvaja virtuelne mašine i hardver kod ovog tipa hipervizorske platforme rezultuje određenim smanjenjem performansi kao i ukupnog broja virtuelnih mašina koje se u prvom slučaju mogu pokrenuti na host hardveru (Slika 2.).



Slika 2. Arhitektura hosted hipervizora

Monolitni hipervisor predstavlja dizajn koji uvodi korišćenje hipervizorski-svjesnih drajvera za uređaje, koji su smešteni u i upravljani od strane hipervizora. Kod ovakvog dizajna svi gost operativni sistemi vrše direktnu interakciju sa osnovnim fizičkim hardverom koristeći hipervizorski-svjesne drajvere za uređaje. Sa druge strane, činjenica da drajveri za uređaje moraju biti specijelno razvijeni za hipervisor uzrokuje značajne izazove, jer na IT tržištu postoji puno različitih tipova hardverskih komponenti. Tako da vendori monolitnih hipervizorskih platformi moraju usko da sarađuju sa proizvođačima hardverskih uređaja da bi ih uvjerili da proizvode i hipervizorski-svjesne verzije drajvera za svoje uređaje. Kao rezultat imamo situaciju da je broj uređaja koji možemo koristiti u virtuelizovanim operativnim sistemima baziranim na monolitnim hipervizorskom dizajnu, više ograničen, nego kada bi se ti isti operativni sistemi pokretali direktno na fizičkim mašinama [4].

Mikrokernel hipervisor je dizajn hipervizora koji ima operativni sistem koji se ponaša kao root (parent) particija. Ova parent particija obezbjeđuje izvršno okruženje potrebno drajverima za uređaje da pristupe hardveru fizičke mašine. Gost operativni sistemi pristupaju hardveru isključivo kroz komunikaciju sa parent particijom. Mikrokernel hipervizori ne zahtjevaju prisustvo hipervizorski-svjesnih drajvera, već koriste širok spektar postojećih drajvera dostupnih od strane proizvođača hardverskih uređaja. Činjenica da drajveri u ovom slučaju nisu dio hipervizora, znači da hipervisor ima veću upotrebljivost i pouzdanost. Može se reći da je mana mikrokernel hipervizora u specijalnoj parent particiji koja je neophodna. Ovo unosi malo kašnjenje u sistem, zbog

komunikacije između parent i child particija, a koja je neophodna za dozvolu pristupa child particijama ka fizičkom hardveru [4].

3. REZULTATI UPOREDNOG MJERENJA

U odgovarajućem testnom okruženju je izvršeno mjerenje performansi virtuelnih mašina (brzina upis/čitanje u radnu memoriju, brzina izvršavanja procesorskih operacija i brzina upis/čitanje na hard disk) sa ciljem da izvršimo poređenje dobijenih rezultata u slučaju kada su identične virtuelne mašine instalirane na različitim hipervizorima. Za mjerenje performansi virtuelnih mašina je korišćen benchmark alat *NovaBench* koji je dostupan za preuzimanje na linku [5].

Ovaj benchmark alat vrši mjerenje na način da u toku rada servera, zadaje instrukcije procesoru, vrši upis i ispis sa hard diska i RAM memorije i prikazuje rezultate mjerenja u odgovarajućim mjernim jedinicama.

Naime, u cilju mjerenja performansi uzet je jedan server *HP ProLiant BL460c* i na njega je prvo instaliran hipervizor *VMware ESXi* verzija 5.0.0. Nakon toga, server je opterećen instalacijom i pokretanjem četiri virtuelne mašine DC, DC1, EXC, i WIN7. Na virtuelnim mašinama DC i DC1 je instaliran operativni sistem *Windows Server 2008 R2 Enterprise Evaluation Edition* i izvršena je instalacija *Active Directory Domain Services* servisa, tako da su ova dva servera vršila funkciju domenskih kontrolera domena *test.corp*. Na virtuelnoj mašini EXC je također instaliran operativni sistem *Windows Server 2008 R2 Enterprise Evaluation Edition*. Nakon toga, EXC je učlanjen u *test.corp* domen i na njemu je izvršena instalacija *Microsoft Exchange Server 2010 Enterprise Evaluation Edition* servisa. Na virtuelnoj mašini WIN7 je instaliran operativni sistem *Windows 7 Professional Evaluation Edition* i računar je učlanjen u *test.corp* domen. Na svim virtuelnim mašinama su instalirani VMware tools dodaci za poboljšanje performansi.

U Tabeli 1. su navedeni hardverski resursi fizičkog servera, kao i hardverski resursi dodijeljeni virtuelnim mašinama.

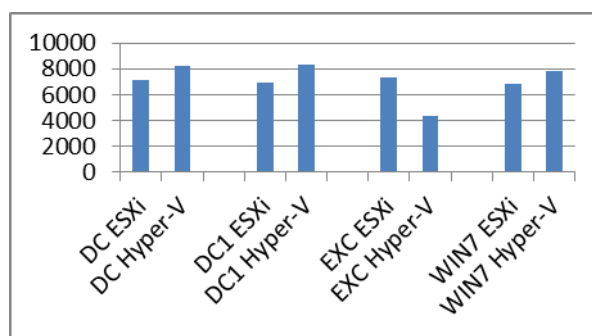
	CPU			RAM	HDD
	CPU	Cores	Threads		
HP BL 460c	2.8 Ghz	4	8	8 GB	275 GB
DC	2.8 GHz	1	1	2 GB	50 GB
DC1	2.8 GHz	1	1	2 GB	50 GB
EXC	2.8 GHz	1	1	2 GB	50 GB
WIN7	2.8 GHz	1	1	2 GB	50 GB

Tabela 1. Hardverski resursi fizičkog i virtuelnih servera

Nakon završetka mjerenja performansi virtuelnih mašina instaliranih na VMware-ovom ESXi hipervizoru, na isti fizički server instaliran je operativni sistem *Windows Server 2008 R2 Enterprise Evaluation Edition*. Nakon toga, instalirana je rola Hyper-V, kao i neophodni servisi za pokretanje Hyper-V hipervizora. Zatim je određena instalacija 4 iste virtuelne mašine kao u prvoj iteraciji, sa identičnim servisima pokrenutim na njima. Svi hardverski resursi koji su dodijeljeni virtuelnim mašinama su identični

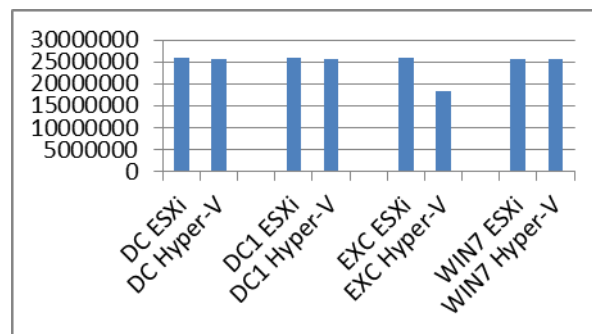
prvom slučaju izuzev mašine WIN7. Naime zbog određene količine RAM memorije koju je rezervisao sami host operativni sistem, nismo bili u mogućnosti svim mašinama dodijeliti po 2GB radne memorije, pa smo to učinili za sve mašine izuzev za WIN7 kojoj je dodjeljeno 1GB RAM memorije. Takođe, na svim virtuelnim mašinama su instalirani i *Hyper-V Integration Services*. U cilju što boljeg prikaza rezultata dobijenih u oba slučaja, izvršen je grafički pregled dobijen poređenjem rezultata.

Rezultati mjerenja performansi radne memorije prikazani na Slici 3. idu u korist Hyper-V hipervizora, osim u slučaju mašine EXC kod koje bolji rezultat bilježi ESXi.



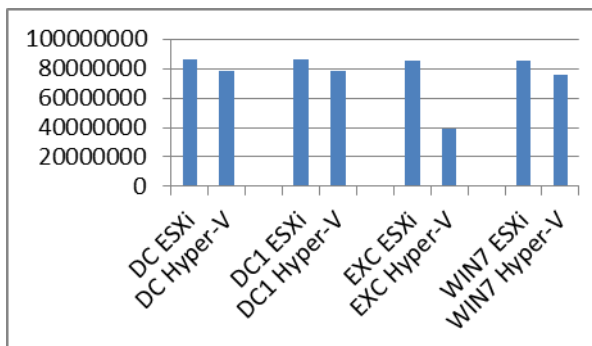
Slika 3. Brzina upisa/čitanja iz RAM memorije [MB/s]

Kod rezultata procesorskih floating point operacija prikazanih na Slici 4., imamo značajniju razliku na mašini EXC u korist ESXi-a, a na ostalim mašinama skoro identične performanse.



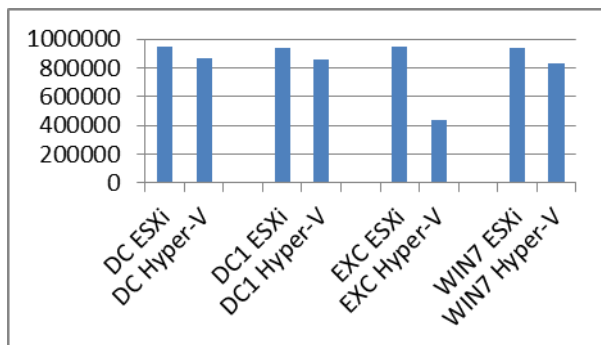
Slika 4. Broj procesorskih floating point operacija u sekundi

Slika 5. prikazuje rezultate mjerenja procesorskih integer operacija, gdje relativno bolje rezultate bilježi ESXi hipervizor, naročito u slučaju EXC mašine.



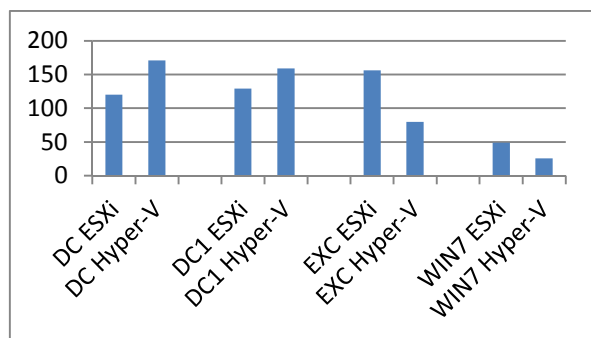
Slika 5. Broj procesorskih integer operacija u sekundi

Slika 6. prikazuje bolje rezultate ESXi hipervizora i u slučaju maksimalnog broja generisanih md5 heševa na procesoru.



Slika 6. Broj generisanih md5 heševa na procesoru u sekundi

Performanse upisa i čitanja na disk (Slika 7.) kod domenskih kontrolera idu u korist Hyper-V hipervizora, dok na druge dvije mašine značajno bolji rezultat bilježi ESXi.



Slika 7. Brzina upisa/čitanja sa hard diska [MB/s]

Značaj ovog uporednog mjerenja performansi je u tome što smo izvršili poređenje različitih smjerova i koncepata razvoja hipervizora. Naime, VMware ESXi je hipervizor bare metal arhitekture i monolitnog dizajna, dok Microsoft Hyper-V hipervizor kao rola u okviru operativnog sistema Windows Server 2008 R2 predstavlja hosted arhitekturu i mikrokernel dizajn.

4. ZAKLJUČAK

Danas se može pronaći mnoštvo ovih analiza i mjerenja, međutim malo je njih koje su nezavisne od kompanija koje vrše razvoj ovih hipervizora.

Sa ciljem da izvršimo što realnije poređenje dva hipervizora, odlučili smo da izmjerimo performanse koliko je moguće identičnih virtuelnih mašina instaliranih na njima.

Ukupno sagledavajući rezultate izvršenog mjerenja, dolazimo do zaključka da u oba slučaja imamo performanse relativno približnih vrijednosti.

Dobijeni rezultati se značajnije razlikuju u slučaju virtuelne mašine na kojoj je instaliran *Microsoft Exchange Server 2010* i to u korist VMware-ovog hipervizora u odnosu na Hyper-V. Sa druge strane, Hyper-V je zabilježio malo bolji rezultat kod performansi radne memorije preostale tri mašine kao i u slučaju virtuelnih mašina na kojima je pokrenut servis aktivnog direktorijuma i to na polju performansi upisa i čitanja sa hard diska.

Na osnovu ove analize može se zaključiti da ESXi bare metal hipervizor pruža bolje performanse kod virtuelnih mašina sa zahtjevnijim servisima kao što je servis Exchange Server, što potvrđuju rezultati na EXC mašini. Ovakav rezultat daje određenu prednost bare metal hipervizorima u odnosu na hosted hipervizore. Međutim, ne sumnjamo da će se daljim razvojem hosted hipervizora ova razlika umanjiti ili eventualno promjeniti.

Postoji mogućnost da bismo dobili drugačiji odnos rezultata mjerenja da smo umjesto Hyper-V hipervizora instaliranog kao rola u okviru operativnog sistema Windows Server 2008 R2, koristili hipervizor Microsoft Hyper-V Server standalone instalaciju.

U budućem periodu će biti interesantno pratiti dalji razvoj hipervizora za virtuelizaciju kao i smjerove u kojim će se on kretati.

S obzirom na činjenicu da proizvođači hardverskih uređaja sve više prihvataju ovu tehnologiju, sigurno je da će svoje uređaje sve više razvijati u tom pravcu, omogućavajući im što veću kompatibilnost sa ovom tehnologijom tako olakšavajući i razvoj samih hipervizora.

LITERATURA

- [1] Scheffy, C. "Virtualization for Dummies" – AMD SPECIAL EDITION (Find out how virtualization can benefit your organization). Published by Wiley Publishing, Inc., 2008.
- [2] Heradon Douglas, "Thin Hypervisor-Based Security Architectures for Embedded Platforms" – Published by The Royal Institute of Technology, Swedish Institute of Computer Science, 2010.
- [3] VMware White Paper "Understanding Full Virtualization, Paravirtualization and Hardware Assist", Published by VMware, Inc., 2007.
- [4] Tulloch, Mitch: "Understanding Microsoft Virtualization R2 Solutions". Published by Microsoft Press, 2010.
- [5] <http://novabench.com/>

PTHREAD U ESTIMACIJI PARAMETARA WEIBULL DISTRIBUCIJE PTHREAD IN A WEIBULL DISTRIBUTION PARAMETERS ESTIMATOR

Sidita Duli, Faculty of Natural Sciences, University of Shkoder, Albania
Božo Krstajić, Department of Electrical Engineering, University of Montenegro

Sadržaj : Pthread biblioteke se koriste za paralelizaciju aplikacija pisanih u C-u. Kreirane niti se koriste za simultano izračunavanje kompleksnih statističkih proračuna. Parametri Weibull distribucije se procjenjuju korišćenjem metoda maksimalne vjerovatnoće, koji zahtijeva veliki broj matematičkih operacija. U radu će biti prezentovano kako dodavanje Pthread koda u aplikaciju pomaže ubrzanju izvršavanja paralelizacijom niti.

Abstract : The Pthread library is used in C applications to make it in a parallel version. The threads created are used to compute simultaneously the calculations in complex statistical formulas. This is a solution in cases when time of execution of such application is too long. Using parallel threads can lead us to a faster result. One of these is calculating the parameters of Weibull distribution when the sample data is given. These parameters are estimated by using the maximum likelihood method, which requires many mathematical computations. This article shows how the Pthread code added in the application helps to perform faster by doing it in parallel threads.

1. INTRODUCTION

Using the technique of parallelizing the code by two different processors that use the same memory space, it makes possible that complex tasks might be computed in a shorter time as they were computed by a single processor architecture.

Pthreads are a set of types and procedure calls in C. They are implemented in a *pthread.h* file, and a thread library. [1]

The POSIX thread library provides an interface to generate and interact with separate threads of execution within a program. This standard is defined by the IEEE and is available across nearly all variants of the UNIX operating systems.

The processor creates threads that are used to compute a part of calculations of the whole application. They are running concurrently, so the total time to compute the result is smaller and is depending on the number of threaded created by the processor.

The primary motivation for using threads is to realize potential program performance gains. Comparing to processes, creating a thread requires fewer operations, and to manage a thread requires fewer system resources.

Another advantage is related to the software portability. Applications that use threads can be developed on serial machines and run on parallel machines without changing anything. This portability is very significant advantage of threaded APIs.

In this article is presented a project that uses Pthreads to calculate the weibull distribution parameters when data samples are given. There are calculated the speed-up in cases when the number of threads increases.

2. WEIBULL DISTRIBUTION

The weibull distribution is an important distribution especially in maintainability analysis and reliability. Furthermore it is

widely used in biomedical engineering and to model variations in wind speed. This distribution exists in two main forms: the two-parameter and three-parameter Weibull distribution.

The two parameter Weibull Distribution has the following density and distribution functions:

$$f(x) = \left(\frac{b}{a}\right) \left(\frac{x}{a}\right)^{b-1} e^{-\left(\frac{x}{a}\right)^b} \quad (1)$$

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{a}\right)^b} \quad (2)$$

where a is the scale parameter and b is the shape parameter.

The three parameter Weibull distribution has the following formula of density and distribution:

$$f(x) = \left(\frac{b}{a}\right) \left(\frac{x-c}{a}\right)^{b-1} e^{-\left(\frac{x-c}{a}\right)^b} \quad (3)$$

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x-c}{a}\right)^b} \quad (4)$$

where a is the scale parameter, b is the shape parameter and c is the location parameter.

The application makes an estimation of the parameters of the Weibull distribution function. Two main methods that can be used are the maximum likelihood and the least squares. In the application it is used the maximum likelihood method, as it is usually considered to be more robust and produces more accurate results.

The method of maximum likelihood [2] is a commonly used procedure because it has very desirable properties. Let x_1, x_2, \dots, x_n be a random sample of size n drawn from a probability density function $f_x(x; \theta)$ where θ is an unknown parameter. The likelihood function of this random sample is the joint density of the n random variables and is a function of the unknown parameter. Thus

$$L = \prod_{i=1}^n f(x_i, \theta) \quad (5)$$

is the likelihood function. The maximum likelihood estimator (MLE) of θ , say $\hat{\theta}$, is the value of θ that maximizes L or, equivalently, the logarithm of L . Often, but not always, the MLE of θ is a solution of

$$\frac{d \log L}{d \theta} = 0 \quad (6)$$

where solutions that are not functions of the sample values x_1, x_2, \dots, x_n are not admissible, nor are solutions which are not in the parameter space.

The problem with the MLE lies in obtaining initial estimates for x and θ . MLE does not supply the values for x and θ , those values are supplied by a parameter estimation technique. The most common technique for parameter estimation of Weibull distributed reliability data is the Newton-Raphson algorithm (NRA).

The Newton-Raphson algorithm uses a Taylor Series expansion about the predefined function to estimate the parameters' values. However, the main problem with the NRA algorithm is the selection process for the initial parameter values. The selection of the initial parameter values is critical, because of the inability of the NRA to avoid convergence to local optima. $f(x; \theta)$ is the function which is trying to be optimized. In this research the function $f(x; \theta)$, is the Two-Parameter Weibull Distribution probability density function.

3. ALGORITHM FOR WEIBULL DISTRIBUTION

The program takes a censored set of data, which might be ordered or unordered, taken from a sample of N data. The location parameter A is given, and the algorithm makes an estimation of the scale parameter B and shape parameter C of the equation (4) of the Weibull distribution. The method used for this estimation is the maximum likelihood estimation. To calculate the root of (6) where the L is the likelihood function and is computed via a Newton-Raphson iteration. The Newton-Raphson method in one variable is implemented as follows: Given a function f defined over the reals x and its derivative f' , we begin with a first guess x_0 for a root of the function f [3]. The function is reasonably well-behaved a better approximation x_1 is

$$x_1 = x_0 - \frac{f(x_0)}{f'(x_0)} \quad (7)$$

In our case, the value of x_0 is given, and if it is zero is it taken a guess value of x .

Also for the density function is calculated the mode, the mean and the variance for the given set of data. This procedure is repeated for R times for different set of data, taken from this N data sample.

The algorithm is written in C, including the Pthread library. The system where it is executed is a grid cluster, a Linux based system and portable enough to run with consistent result on any POSIX system. The data sample and the

location parameter is read from a file by each thread that is created. These parallel threads take the set of data M , from the sample N , and it is repeated $R/nr_threads$ times.

The pseudocode for the serial version is:

For each Ri times

Calculate the Weibull parameters for Mi data sample

End

The pseudocode for the parallel version is :

For each thread

For each Ri/nr_threads

Calculate the Weibull parameters for Mi data sample

End

End

4. RESULTS OF PERFORMANCE TESTS

The data sample used for testing contains 2000000 numeric data. The Weibull parameters are calculated for 100 such samples, and for each of them is calculated also the mode, the mean and the variance of the distribution. The project is tested for different number of threads, beginning with the serial version with only one thread running a doing the calculations, to eight threads in parallel doing the calculations.

In the table 1 and table 2 are given the results for the time in seconds and for the speed-up for different number of threads used.

Table 1: Performance in time and speed up of the application with a sample of 2 000 000 data.

Threads	Time in Seconds	Speed-up
1	2557	1
2	427	5.9
3	374	6.8
4	312	8.1
5	246	10.3
6	390	6.5
7	183	13.9
8	308	8.3

Table 2: Performance in time and speed up of the application with a sample of 4 000 000 data.

Threads	Time in Seconds	Speed-up
1	5111	1
2	853	5.9
3	693	7.3
4	682	7.4
5	616	8.2
6	680	7.5
7	422	12.1
8	606	8.4

The figure 3 and figure 4 show a graphical presentations for the time spent for different number of threads. Time in reduced immediately as the second thread is added, increasing in this way the performance of all the parallel executions of the application. When the number of thread is six, it is increased the time spent for the calculations.

Figure 3 : Graphical presentation of the performance in time of sample with 2000000 data.

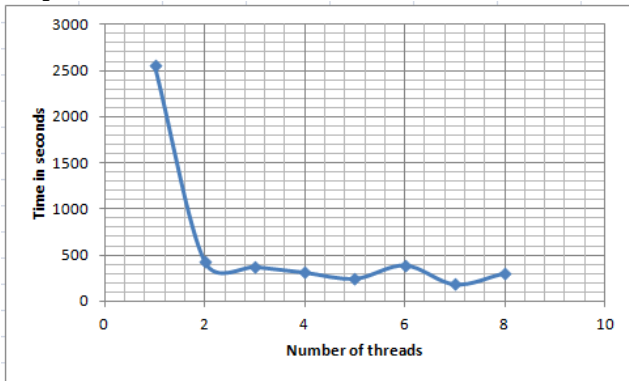
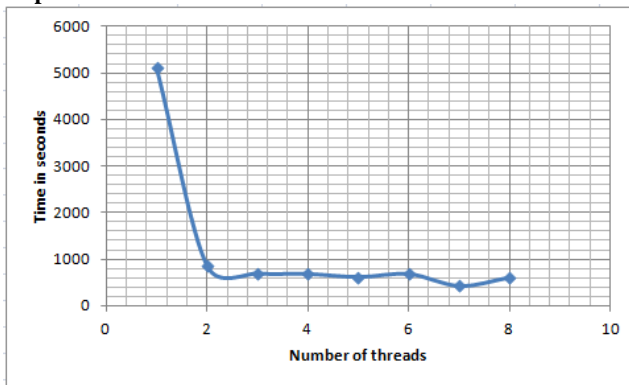
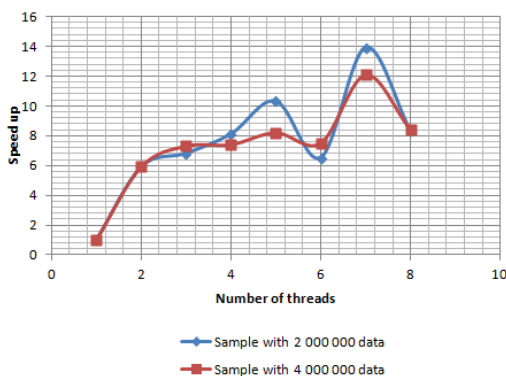


Figure 4 : Graphical presentation of the performance in time of sample with 4000000 data.



The figure 5 shows the speed-up graphic for these performance tests. The tests shows that in both cases the speed up increases to six immediately as the second thread is added. Also in both cases, the sixth thread added performs slower in the application, the seventh is increasing the speed up with the highest value, up to 14 in case of 2000000 data per sample. The eighth thread performs to a value of speed up of eight.

Figure 5: Graphical presentation of the performance of speed up



5. CONCLUSIONS

This paper introduced the benefits of using the Pthread library as a function of highlighting the advantaged of the parallel versions in mathematical and statistical calculations. The Pthread has the ability to create concurrent executions instances on a single processor. It also allows to share global memory and maximizes the machine's resources. In the performance tests it is shown that adding a second thread iy helps a lot by increasing the speed up till 6 times faster. Also it is noticed that after a certain number of thread, the speed up is not increased so fast as it does for a couple threads added.

Also it is worth noting the difficulty that is required to turn the serial code into a parallel code using the threads. The programmer has to make this explicitly in the code, by using the Pthreads library functions of creating and managing them. It is required more work to the programmer to know how the threads work and how they will share the memory between them. The programmer should know how to manage the access of a shared variable in a simultaneously way. Also the programmer should be careful with the grolbal variables. Threads should not make changes to them, but only by using the mutex semaphore.

The cost of creating threads, instead of using only one thread in the serial version, is the complexity of the code, and the effort of the programmer to make it work without deadlocks. However, compared to the cost of creating and managing a process, a thread can be created with much less operating system overhead. Managing threads requires fewer system resources than managing processes.

As a final result, the multithreading way of parallelize is very worthy in case when different calculations can be computed independently by the same processor. Another way of parallelize is by using the message passing interface (MPI) which is used to exchange messages between different processors, in a multiprocessor system. As future work might be testing the performance of a parallel hybrid version of using the MPI and Pthreads both to make calculations of the parameters of a Weibull distribution for some data samples.

REFERENCES

- [1] B. Lewis, D.J. Berg, (2008), Pthreads Primer.
- [2] Harter, H. L. and Moore, A. H. (1965). Point and Interval Estimation, Based on m-order Statistics, for the scale parameter of a Wiebull Population with Known Shape parameter.
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Newton%27s_method

PRIMJER AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA MREŽNIM UREĐAJIMA U AMUCG EXAMPLE OF AUTOMATIC CONTROL NETWORK DEVICES IN AMUCG

Čabak Milan, Božo Krstajić, *Elektrotehnički fakultet*

Sadržaj – Upravljanje mrežnim uređajima sastoji se od aktivnosti, metoda, procedura i alata u cilju omogućavanja funkcionisanja, administracije i održavanja računarske mreže. U radu je dato kratko poređenje tradicionalne i flow orjentisane analize mrežnog saobraćaja. Predstavljen je primjer sistema za upravljanje mrežnim uređajima na osnovu podataka sadržanih u flow eksportima i analiza prikupljenih podataka sa ciljem kreiranja upozorenja na osnov kojih će biti pokrenute automatizovane akcije za upravljanje mrežnim uređajima.

Abstract - Manage network devices consists of activities, methods, procedures and tools to facilitate the operation, administration and maintenance of computer network. In this paper is given a brief comparison of traditional and flow-oriented analysis of network traffic. Presented is an example system for managing network devices based on the information contained in the flow exports and analysis of data collected in order to create alerts based on which will be launched automated actions to manage network devices.

1. UVOD

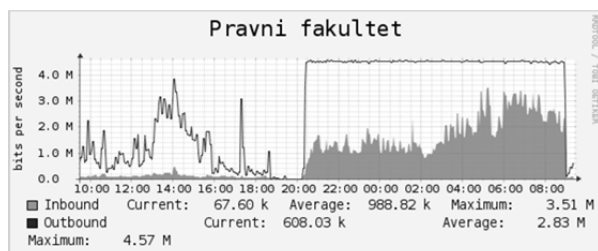
Generalno govoreći, upravljanje računarskom mrežom podrazumjeva obezbjeđivanje normalnog funkcionisanja mrežnih servisa uz odgovarajuće tehnologije koje nam potpomažu u izvršenju tog zadatka.

Računarska mreža je kompleksna struktura koja zahtjeva konstantan monitoring i administraciju. Izmjena konfiguracije mrežnih uređaja mora biti tako urađena da se ne odražava u mnogome na ostale segmente mreže. Problemi u mreži moraju biti otkriveni i otklonjeni u što kraćem roku. Izgradnja sistema za upravljanje računarskom mrežom uključuje različite tehnologije, svaka od tih tehnologija zahtjeva određeno znanje za uspješnu primjenu. Širok spektar tehnologija je potreban da bi se izgradio efektivan i složen sistem za upravljanje računarskom mrežom [1]-[2].

Sistem koji omogućava automatsko rešavanje problema u radu mrežnih servisa i njihovo puštanje u rad, obezbjeđuje značajno kraće vrijeme nego sistem koji zahtjeva uključivanje administratora koji unosi podatke ručno i primjenjuje razne akcije.

2. ANALIZA MREŽNOG SAOBRAĆAJA

U današnjim mrežama od velike važnosti je posjedovanje alata za analizu mrežnog saobraćaja. Postoje razne metode, mi ćemo se zadržati na flow orjentisanim softverskim rešenjima koji koriste distribuirane tehnike prikupljanja podataka.



Slika 1. Tradicionalna analiza saobraćaja (Cacti)

Slika 1. prikazuje zauzetost linka od 100% u periodu od 20h do 9h na Pravnom fakultetu u Podgorici. Grafik je dobijen korišćenjem tradicionalnog SNMP monitoringa upotrebom programa Cacti. Iz priloženog grafika u stanju smo da saznamo informacije o ostvarenim brzinama i vizuelno utvrdimo zauzetost linka. Grafik nam ne pruža informacije o IP adresama (odredišnim i destinacionim), aplikacijama, portovima, protokolima i količini ostvarenog saobraćaja za svaku destinacionu ili odredišnu IP adresu. Takođe sa grafika primjećujemo da je zauzetost linka naglo opala u momentu kada je administrator primjetio problem i ručno podesio odgovarajuća ograničenja u konfiguraciji uređaja.

Da bi dobili potpunije informacije moramo koristiti savremenije metode analize mrežnog saobraćaja, odnosno primijeniti kvalitativnu analizu. Prikupljanjem podataka sadržanih u flow eksportima (NetFlow / sFlow/ cflowd / J-Flow / Netstream / IPFIX) od strane ruteru ili svičeva može se dobiti kvalitativna analiza mrežnog saobraćaja, kao i odgovori na to ko, šta, kada i kako koristi mrežne resurse. Postoji veliki broj flow kolektora uključujući i Cisco rešenja, besplatnih i komercijalnih verzija raznih proizvođača koji se koriste za prikupljanje i prikaz flow podataka [4].

Src IP	Dst IP	Application	Port	Protocol	DSCP	Traffic
89.78.130.168	168.132	UDP_App	*	UDP	Default	3.44 GB
89.98.184.74	220	UDP_App	*	UDP	Default	2.88 GB
89.188.221.114	98	UDP_App	*	UDP	Default	1.06 GB
89.78.90.94	117	UDP_App	*	UDP	Default	984.42 MB
89.31.220.203	172	UDP_App	*	UDP	Default	953.02 MB
89.2.225.171	234	UDP_App	*	UDP	Default	912.27 MB
89.98.229.53	110	UDP_App	*	UDP	Default	843.84 MB
89.86.145.144	109	UDP_App	*	UDP	Default	824.6 MB
89.70.38.72	150	TCP_App	*	TCP	Default	790.69 MB
89.66.186.85	204	UDP_App	*	UDP	Default	738.82 MB

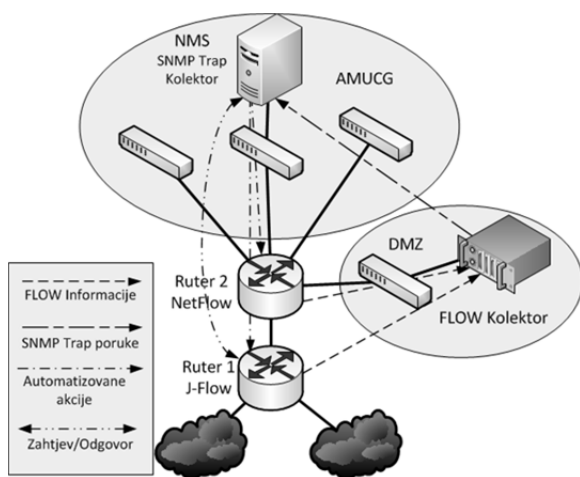
Slika 2. Kvalitativna analiza saobraćaja (NetFlow)

Slika 2. prikazuje vremenski period u kome je kapacitet linka Pravnog fakulteta bio maksimalno iskorišćen. Poređenjem tradicionalnog monitoringa sa slike 1. i monitoringa zasnovanog na kvalitativnoj analizi saobraćaja

na slici 2. možemo uvidjeti prednosti primjene *flow* tehnologije. Primjećujemo da je za iskorišćenost linka od 100% zaslužna aplikacija koja koristi UDP protokol i jedan host (IP adrese AMUCG su cenzurisane iz sigurnosnih razloga) u mreži Pravnog fakulteta, što nismo u stanju da saznamo sa slike 1.

Da bi izbjegli pojavljivanje ovakvih i sličnih problema u mreži potrebno je osmisliti sistem koji će nadgledati ispravnost funkcionisanja mreže, mrežnih linkova i servisa, krirati upozorenja koja će obavjestiti administratora o mogućim problemima ili izvršiti automatizovane akcije koje će otkloniti problem bez intervencije administratora.

3. SISTEM AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA



Slika 3. Sistem automatskog upravljanja

Sistem automatskog upravljanja sa slike 3. zasnovan je na heterogenoj arhitekturi. Ruter 1 sa slike koristi *J-Flow* tehnologiju, dok Ruter 2 koristi *NetFlow* tehnologiju [3] za eksport podataka do *flow* kolektora. Flow kolektor je zasnovan na *Ubuntu* server-u, a SNMP Trap kolektor na *Windows 2008R2* server operativnom sistemu, dok su programi koji vrše izmjenu konfiguracije uređaja pisani u *Visual Basic script* programskom jeziku sa CLI komandama.

Flow kolektor prikuplja *flow* informacije koje dobija od strane eksportera sa uređaja i vrši njihovu analizu i prikaz. Na *flow* kolektoru se podešavaju filteri koji u slučaju prekoračenja praga vrijednosti ili ostvarivanja zadatih parametara kreiraju poruke upozorenja. Poruke upozorenja sa informacijama šalju se *email* porukom administratoru ili SNMP Trap porukom do NMS (*network management system*) servera, odnosno SNMP Trap kolektora.

Svaku pristiglu SNMP *trap* poruku upozorenja, *trap* kolektor može da na osnovu prioriteta i predefinisanih akcija snimi u fajl, obavjesti administratora zvučnim upozorenjem, pošalje *email*, snimi u bazu podataka. Opcija koju ćemo razmatrati u radu jeste pokretanje programa i izvršavanje komandi na uređaju koje će na osnovu poruke upozorenja promijeniti konfiguraciju uređaja. NMS slanjem zahtjeva i dobijanjem odgovora provjerava stanje uređaja u mreži.

4. PORUKE UPOZORENJA (ALARMI)

Važan aspekt upravljanja računarskom mrežom jeste nadgledanje ispravnosti funkcionisanja mreže i mrežnih

servisa. U praksi, to znači monitoring mreže i nadgledanje upozorenja (alarmi) koja se javljaju od strane *flow* kolektora.

Device	Alert Profile	Event Time	Severity	Details
Studenske Sluzbe	Saobraćaj Veci od 1GB	Today12:29 PM	Warning	View
89.	Interfejsi	Today11:12 AM	Major	View
Pravo	Protok Veci od 20Mbs	Today11:11 AM	Critical	View
89.	Interfejsi	Today9:38 AM	Major	View
Unistan	Protok Veci od 20Mbs	Yesterday10:51 PM	Critical	View
Unistan	Protok Veci od 20Mbs	Yesterday9:16 PM	Critical	View
PMF	Protok Veci od 20Mbs	Yesterday7:41 PM	Critical	View
89.	Interfejsi	Yesterday7:41 PM	Major	View
PMF	Saobraćaj Veci od 1GB	Yesterday7:39 PM	Warning	View
Unistan	Protok Veci od 20Mbs	Yesterday7:11 PM	Critical	View
Index CIS	Saobraćaj Veci od 1GB	Yesterday6:00 PM	Warning	View
PMF	Saobraćaj Veci od 1GB	Yesterday6:00 PM	Warning	View

Slika 4. Lista upozorenja (alarmi)

Slika 4. sadrži listu upozorenja kreiranih od strane *flow* kolektora obradom informacija dobijenih kvalitativnom analizom mrežnog saobraćaja.

View Alert Profile

Alert Profile Name : **Rektorat**

Description : Prekoračenje brzine od 20Mb/s

Select Source : Interface IP Groups Interface Group

Selected Interfaces : 89. (Rektorat)

Define Alert Criteria : **In Traffic**

Port/Protocol DSCP Application IP Address

Define Thresholds and Action : Utilization Volume Speed Packets

20.0 Mbps - 5 times 10 minutes; Severity Warning - SNMP Trap - 89. :162:public

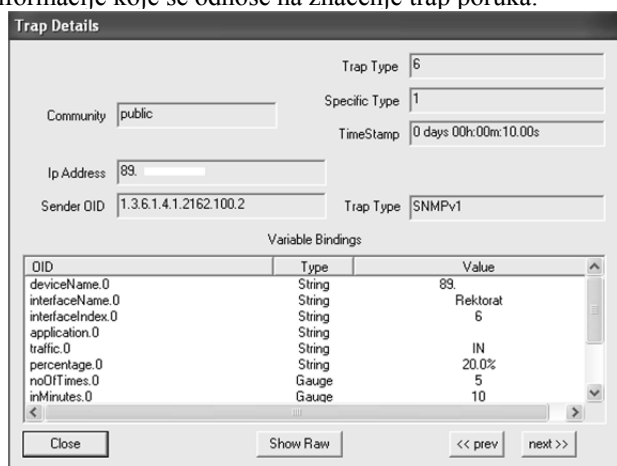
Slika 5. Podešavanje parametara i kreiranje upozorenja

Kod kreiranja upozorenja imamo mogućnost da izvršimo podešavanja na koje vrijednosti parametara želimo da dobijemo upozorenje. Slika 5. prikazuje mogućnosti izbora parametara. Prvo navodimo naziv profila, za kojeg kreiramo upozorenje i kratak opis koji nam približava o kakvom upozorenju je riječ. Zatim biramo šta želimo da nadgledamo: interfejs, IP grupe ili grupe interfejsa. Za naš primjer odabraćemo da to budu interfejsi, odnosno interfejs sa nazivom "Rektorat". Kod definisanja parametara možemo da odaberemo koji saobraćaj želimo da nadgledamo IN, OUT, ili kombinaciju oba smjera saobraćaja, kao i port/protokol, DSCP (prestavlja zamjenu za ToS polje), aplikacije, IP adresu, mreže ili opseg adresa. Nakon što odaberemo osnovne parametre potrebno je definisati vrijednost praga i akciju koja će se primjeniti kada se prekorači definisana vrijednost za zadati prag. Vrijednost praga možemo definisati na osnovu više parametara: iskorišćenosti linka, količine podataka, brzine, broja paketa. Za naš primjer smo odabrali da se vrijednost praga određuje na osnovu brzine od 20Mb/s kao i da prekoračenje treba da se ispuni 5 puta u periodu od 10 minuta (kontrola se vrši na 1 min.), kako bi izbjegli pojavu velikog broja upozorenja, kao i lažnih upozorenja. Posljedni korak jeste definisanje "ozbiljnosti" problema i određivanje tipa akcije koja će se primjeniti kada se dogodi prekoračenje vrijednosti praga.

Osim upozorenja koja se odnose na prekoračenje praga vrijednosti, analizom podataka dobijenih primjenom *flow* tehnologija, postoje i upozorenja koja ukazuju na iznenadni gubitak konekcije na određenom portu ili interfejs na ruteru ne propušta saobraćaj. Dok upozorenja o prekoračenju vrijednosti praga mogu prouzrokovati degradaciju mrežnih

servisa, druga grupa upozorenja može prouzrokovati nemogućnost korišćenja servisa. Svaki sekund nemogućnosti korišćenja određenih servisa u mreži dovodi do gubitka produktivnosti zaposlenih. Zbog toga ova grupa upozorenja ima veći prioritet u otklanjanju kao i veću "ozbiljnost". Upozorenja ove vrste zahtjevaju utvrđivanje problema u veoma kratkom vremenskom intervalu (sekunde ili minuti) i njihovo otklanjanje. Kratki rokovi u kojima upozorenja moraju biti otklonjena, nalažu implamantaciju automatizovanih akcija koje će otkloniti nastale probleme. Intervencija administratora bi zahtjevala više vremena od trenutka kada se primjeti upozorenje do momenta intervencije i otklanjanja problema.

Kod određivanja tipa akcije imamo dva izbora. Prvi izbor je slanje *email* poruke na adresu administratora, dok drugi izbor koji će biti razmatran detaljnije u radu jeste slanje *SNMP Trap* poruke do *trap* kolektora sa ciljem izvršenja automatizovanih akcija koje ne zahtjevaju intervenciju administratora. Nakon konfiguracije jedna trap poruka se šalje do trap kolektora koji prima trap poruke za svako generisano upozorenje. Trap poruka sadrži *OID (object identifiers)* i informacije o sistemu. *OID [1]* je identifikator trap poruke. Da bi trap kolektor mogao da razumije trap poruke potrebno je instalirati *MIB (Management Information Base)* na serveru. *MIB [2]* sadrži *OID* vrijednosti i informacije koje se odnose na značenje trap poruka.



Slika 6. Trap kolektor

Slika 6. prikazuje trap kolektor sa primljenom *trap* porukom. Trap kolektor osluškuje *SNMP* trap poruke na *UDP* portu 162. Svaka trap poruka sadrži *IP* adresu pošiljaoca (to je u našem slučaju *IP* adresa *flow* kolektora). Trap poruka sa slike nosi informacije (parametre) upozorenja koje smo predhodno kreirali. *OID* vrijednosti promjenljivih su dobijene iz *MIB* baze i prikazane kao *string* radi lakšeg razumjevanja.

Sledeći korak jeste automatizacija akcija za primljene trap poruke (upozorenja) koja smo dobili analizom *flow* saobraćaja sa *flow* kolektora, na osnovu prekoračenja vrijednosti praga ili upozorenja koja ukazuju na gubitak konekcije, odnosno prestanak rada mrežnog uređaja.

5. AUTOMATIZACIJA AKCIJA

Trap kolektori mogu da primaju trap poruke i da pokrenu skriptu ili eksterni program, ali sa trap kolektorom ne

možemo poslati set *CLI (command-line interface)* komandi do uređaja. Da bi uređaju prosljedili komande moramo napraviti odgovarajuću skriptu ili napisati program koji će putem *SSH* komunikacije izvršiti autorizaciju na uređaju zadati odgovarajući set komandi i zatim raskinuti komunikaciju. Na strani uređaja moramo omogućiti *SSH (Secure Shell)* komunikaciju. Pisanje odgovarajućih programa koji bi automatizovali proces odgovora na upozorenja koja se javljaju na zadate parametre zahtjeva osnovno programersko iskustvo i poznavanje *CLI* komandi uređaja. Za ostvarivanje komunikacije sa uređajem upotrijebićemo program *PUTTY*. *PUTTY* predstavlja besplatan *Telnet* i *SSH* klijent. Za zadavanje seta komandi koje će se izvršiti na uređaju, bez intervencije administratora, upotrijebićemo *Visual Basic script* programski kod, koji ćemo kasnije kompajlirati kao samostalan *.exe* program.

Visual Basic skripta (program) koju će pokrenuti trap kolektor ima za cilj da pokrene *PUTTY* program, ostvari *SSH* komunikaciju sa uređajem, uspješno ostvari sesiju sa adekvatnim podacima za pristup i zada set naredbi samom uređaju, nakon čega treba da raskine komunikaciju sa uređajem.

Koristićemo primjere upozorenja koja smo naveli u predhodnom poglavlju. Kod prvog primjera imamo problem prekoračenja vrijednosti praga od 20Mb/s, za interfejs na uređaju koji nosi naziv "Rektorat". Ako uzmemo u obzir da je ukupan protok *Akadske mreže* 50Mb/s, ukoliko bi se nastavio trend rasta prekoračenja vrijednosti zadatog praga, ubrzo bi došlo do degradacije mrežnih servisa za korisnike *Akadske mreže* koji koriste ostale interfejse uređaja. Nepostojanje stroge politike korišćenja propusnog opsega zahtjeva konstantan monitoring i povremene intervencije.

Komande skripte (programa) su prikazane običnim fontom, a *CLI* komande koje se zadaju mrežnom uređaju su boldovane.

```
set WshShell = WScript.CreateObject("WScript.Shell")
WshShell.Run "C:\putty.exe IP -l USR -pw PSW"
WScript.Sleep 5000
WshShell.AppActivate "89.0.0.0 - PuTTY"
WshShell.SendKeys "enable{ENTER}"
WshShell.SendKeys "password{ENTER}"
WshShell.SendKeys "configure terminal{ENTER}"
WshShell.SendKeys "int GigabitEthernet 0/3{ENTER}"
WshShell.SendKeys "access-list rate_limit_10000 extended
permit ip any any{ENTER}"
WshShell.SendKeys "exit{ENTER}"
WshShell.SendKeys "exit{ENTER}"
```

Komandom **enable** prelazimo u privilegovani mod, nakon čega je potrebno unijeti šifru. Unosom komande **configure terminal** prelazimo u konfiguracioni mod, zatim komandom **int** navodimo naziv interfejsa koji konfiguriramo. Predhodnom konfiguracijom na uređaju kreirali smo polise za ograničavanje brzina, komandom **access-list** i navođenjem naziva polise ograničavamo brzinu interfejsa na 10Mb/s.

Ovaj primjer možemo primjeniti i u drugim situacijama prekoračenja vrijednosti praga. Ukoliko neka jedinica *Akadske mreže* (*IP* grupa) ili računar (*IP* adresa) prekorači vrijednost praga (slika 1.) u smislu prekoračenja iskorišćenosti linka, količine prenesenih podataka, ostvarene

brzine, broja prenesenih paketa možemo kreirati program koji će automatski ograničiti brzinu. Vrijednost praga možemo podesiti tako da kreira upozorenje ukoliko neka aplikacija, protokol ili port iskoriste propusni opseg veći od dozvoljenog. Ukoliko se radi o P2P (*peer-to-peer*) aplikaciji koja koristi UDP protokol, ograničenje možemo izvršiti samo za UDP protokol i port koji koristi aplikacija (slika 2.). Na ovaj način problem možemo ukloniti bez ograničavanja aplikacija i servisa koje koriste druge mrežne protokole i brojeve portova, kao i jedinica Akademske mreže koje koriste isti interfejs na ruteru.

```
WshShell.SendKeys "access-list rate_limit_256 extended
permit udp 89.0.0.0 255.255.255.0 any {ENTER}"
```

Osim korišćenja polisa (ACL) u svrhe ograničavanja brzina interfejsa, ip grupa, ip adresa, aplikacija, protokola i portova, na osnovu kreiranih upozorenja možemo izmijeniti *firewall* podšavanja na uređaju ili primjeniti određene CLI komande koje će u slučaju kritičnih upozorenja brzo reagovati i ugasisi određeni interfejs na ruteru.

Drugi primjer se odnosio na upozorenja koja ukazuju na iznenadni gubitak konekcije na određenom portu ili interfejsu, odnosno prestanak rada mrežnog uređaja. Ova vrsta upozorenja ima veći prioritet u rešavanju problema i treba se pristupiti momentalnom otklanjanju istih. Akademska mreža ima arhitekturu koja uključuje jednu tačku otkaza (*single point of failure*), slika 3. Ukoliko prestane sa radom glavni WAN ruter (*Ruter 1*), koji ima ulogu *gateway*-a, cjelokupna Akademska mreža gubi izlaz prema Interentu. Postoji pomoćni WAN ruter koji može da prezme ulogu glavnog rutera, ali tu se javlja problem automatizacije procesa. Bez automatizacije, administrator prvo treba da primjeti da je došlo do prestanka rada rutera, nakon čega se loguje na pomoćni WAN ruter i vrši izmjenu konfiguracije unošenjem CLI komandi preko terminala. Ovakav načina pristupa problemu najviše se odlikuje sporošću rešavanja istog. Ukoliko do prestanka rada uređaja dođe za vrijeme radnog vremena administratora, možemo očekivati da problem bude riješen u "kratkom" roku. Međutim ako se prestanak rada rutera dogodi van radnog vremena administratora, vrijeme koje protekne od prestanka rada uređaja do rešavanja problema može se mjeriti satima. Napomenuli smo da otklanjanje ovakvih problema treba da se mjeri u sekundama ili minutima.

Rešenje je automatizacija postupka aktivacije pomoćnog rutera, koji treba da zamjeni glavni WAN ruter. Automatizacija ne zahtjeva intervenciju administratora i čitav proces od momenta detekcije problema i izmjene konfiguracije rutera ne traje više od jednog minuta. Međutim kod ovog primjera ne možemo se osloniti na *flow* informacije i poruke upozorenja. Ukoliko prestane sa radom glavni WAN ruter, *flow* kolektor neće dobijati podatke sa uređaja. Pristup ovom problemu je drugačiji i uključuje naš NMS, slika 3. NMS povremeno šalje zahtjeve do uređaja i očekuje odgovor. Zahtjevi se šalju u intervalima od 300s sa *timeout* intervalom od 10s za dobijanje odgovora i brojem pokušaja od tri puta. Ukoliko se ne dobije odgovor od strane uređaja primjenice se automatizovana akcija koja pokreće program, koji izvršava set komandi za aktivaciju pomoćnog WAN rutera.

```
set WshShell = WScript.CreateObject("WScript.Shell")
WshShell.Run "C:\putty.exe IP -I USR -pw PSW"
WScript.Sleep 5000
WshShell.AppActivate "89.0.0.0 - PuTTY"
WshShell.SendKeys "enable{ENTER}"
WshShell.SendKeys "password{ENTER}"
WshShell.SendKeys "configure terminal{ENTER}"
WshShell.SendKeys "no ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 89.0.0.0"
WshShell.SendKeys "exit{ENTER}"
WshShell.SendKeys "exit{ENTER}"
```

Potrebno je unijeti komandu **no ip route**, koja će izbrisati podrazumjevanu rutu na uređaju, nakon čega će pomoćni uređaj preuzeti ulogu glavnog WAN rutera. Na ovaj način izbjegli smo duže prekide u radu mreže i mrežnih servisa.

Nakon što se otkloni kvar i glavni ruter (*Ruter 1*) postane aktivan u mreži, naš NMS će zabilježiti promjenu stanja koje će iz "No Answer" preći u "Host is Alive", nakon čega će se ponovo pokrenuti program koji će postaviti podrazumjevanu rutu i glavni ruter će ponovo preuzeti svoju ulogu u mreži.

```
WshShell.SendKeys " ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 89.0.0.0"
```

Naizgled jednostavna procedura, bez adekvatne automatizacije procesa može da prouzrokuje višesatne prekide u radu Akademske mreže.

Svi primjeri koje smo naveli imaju za cilj da se što prije otklone nepravilnosti u Akadmeskoj mreži, bez učešća administratora, sa ciljem obezbjeđivanja resursa Akademske mreže velikom broju korisnika. Bez obzira da li se radi o degradaciji performansi mreže i mrežnih servisa ili prestanku rada uređaja, probleme treba otkloniti u najkraćem roku.

6. ZAKLJUČAK

U AMUCG implementirane su različite tehnologije sa ciljem poboljšanja kvaliteta mrežnih servisa. Tradicionalni SNMP monitoring, osavremenjen je FLOW orjentisanim tehnologijama za monitoring i anлізу mrežnog saobraćaja. Podaci prikupljeni *flow* tehnologijom se analiziraju i koriste za kreiranje upozorenja na osnovu kojih se pokreću automatizovani mehanizmi koji vrše izmjenu konfiguracije na mrežnim uređajima.

Usavršavanjem na planu upravljanja mrežnim uređajima, na osnovu prikupljenih podataka, mogu se krirati automatizovane akcije koje će smanjiti učešće administratora, a samim tim značajno smanjiti vrijeme potrebno za otklanjanje kritičnih problema u mreži.

LITERATURA

- [1] Alexander Clemm Ph.D., "Network Management Fundamentals"
- [2] Adrian Farrel, Sebastian Abeck, "Network Managmet - Know It All"
- [3] Cisco, "Introduction to Cico IOS NetFlow", Okt. 2007.
- [4] Čabak Milan, Božo Krstajić, "Primjer monitoringa i upravljanja računarskom mrežom primjenom FLOW tehnologija", TELFOR, Srbija, Novembar 2011.

OPTIMIZACIJA SIMULATORA CQ KOMUTATORA PAKETA METODOM PARALELNOG PROGRAMIRANJA

OPTIMIZATION OF CQ SWITCH SIMULATOR USING PARALLEL PROGRAMMING METHODS

Luka Filipović, Centar Informacionog sistema Univerziteta Crne Gore

Sadržaj: U radu je predstavljena paralelizacija simulatora performansi krosbar komutatora paketa sa baferima u ukrsnim tačkama komutacione matrice korištenjem MPI Tehnologije i rezultati paralelizacije na računarskom klasteru. Ilustrovana je zavisnost brzine izvršavanja simulatora od broja portova komutatora i broja vremenskih slotova od broja jezgara na kojima se izvršava aplikacija.

Abstract: This paper presents parallelization of simulator of performances CQ crossbar comutator using MPI technologies and results of parallelization on computer cluster. Speed of execution is illustrated depending on number of ports of simulator, time slots and number of processor cores on which application executes.

1. UVOD

Koncept distribuiranog izračunavanja i paralelnog procesiranja nastao je kada i ideja o današnjem Internetu. Njihova suština je u djeljenju svih raspoloživih računarskih resursa kao i računarskih periferija. Koncept je nastao kao odgovor na konstantnu potrebu za povećavanjem performansi, manjim cijenama, i dugotrajnom produktivnošću. [1]

Komutatori paketa sa baferima u ukrsnim tačkama komutacione matrice su analizirani u prošlosti, ali su istraživanja aktuelizovana tek prije par godina kada se pojavila mogućnost za implementaciju bafera većeg kapaciteta zajedno sa komutatorom, na istom čipu. Simulacije ponašanja komutatora sa različitim dolaznim saobraćajem, algoritmima raspoređivanja i dužinom bafera su trajale dosta dugo i ukazala se potreba za njenim ubrzanjem. Koncept paralelnog programiranja se pokazao kao dobar u ovom slučaju i u ovom radu će biti prikazani rezultati paralelizacije simulatora CQ komutatora uz pomoć MPI tehnologije.

2. PARALELNO PROGRAMIRANJE NA DISTRIBUIRANOM RAČUNARSKOM SISTEMU

Distribuirani računarski sistemi predstavljaju kolekciju udruženih nezavisnih računarskih sistema koji se korisnicima i procesima predstavljaju kao jedinstveni sistem [1]. Sistem realizovan na ovaj način pruža brojne prednosti kao što su laka proširivost, velika otpornost na greške usled otkaza pojedinih djelova sistema i velika zbirna procesorska i memorijska snaga.

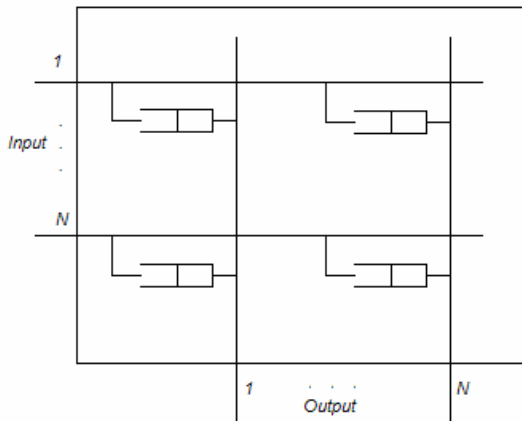
Koncept paralelnog procesiranja (Parallel processing) zasniva se na djeljenju (segmentaciji) velikih problema na manje sastavne djelove, zadatke ili proračune, koji se mogu paralelno riješiti. U prethodnih nekoliko godina intenzivirano

je korišćenje paralelnog procesiranja u sferama visoko-performantnih naučnih izračunavanja i aplikacija opšte namjene, kao rezultat zahtjeva za povećavanjem performansi uz ograničavanje investicija.

Važan element arhitekture kod distribuiranog programiranja predstavlja teorija o djeljenju poruka (message passing). Kod paralelog procesuiranja, podaci moraju biti prenošeni između zadataka koji se rade paralelno. Postoji nekoliko standarda čije su performanse eksperimentalno procijenjene, uključujući djeljenu memoriju, paralelizaciju kompajlera i djeljenje poruka. Model djeljenja poruka je izabran kao najbolji standard i podržan je od strane velikog broja multiprocссора, aplikacija, programskih jezika i softverskih sistema [2]. Kao najznačajniji predstavnici standarda za paralelno programiranje izdvajaju se MPI (Message Passing Interface) [3] i OpenMP (Open Multi-Processing) [4], a kombinacijom navedenih standarda moguća je izrada hibridnih aplikacija.

3. SIMULATOR PERFORMANSI CQ KOMUTATORA PAKETA

Komutatori paketa sa baferima u ukrsnim tačkama komutacione matrice (Crosspoint Queued - CQ) su analizirani u kasnim osamdesetim, ali uglavnom za uniformni saobraćaj i veoma male veličine bafera. Zbog tehnoloških ograničenja prilikom praktične realizacije, u to doba je bilo jako teško implementirati bafere većeg kapaciteta zajedno sa komutatorom, na istom čipu. Nedavno je ova arhitektura aktuelizovana, jer je pokazano da današnja tehnologija omogućava implementaciju velikih bafera unutar komutacione matrice. Prednost ovog rješenja je odsustvo kontrolne komunikacije između linijskih kartica, u kojima se nalaze baferi, i raspoređivača paketa [5]. Izgled komutatora sa baferima u ukrsnim tačkama prikazan je na slici 1.



Slika 1 : Komutator paketa sa baferima u ukrsnim tačkama

Analizirane su i upoređene performanse četiri algoritma raspoređivanja: *longest queue first*, *round robin*, *exhaustive round robin* i *frame based round robin matching*.

Akcent istraživanja je stavljen na ispitivanje uticaja veličine redova čekanja (bafera) kao i način njihovog upravljanja, na najvažnije performanse koje se koriste za ocjenu rada komutatora: propusnost (throughput), srednje kašnjenje ćelija (average cell latency), vjerovatnoća gubitka ćelija (cell loss probability) i varijacija u kašnjenju ćelija.

3.1. UNIFORMNI SAOBRAĆAJ

Kod uniformnog Bernoulli i.i.d. saobraćaja na svaki ulaz u svakom vremenskom slotu stiže po jedna ćelija sa vjerovatnoćom p (ulazno opterećenje). Pristigla ćelija je namijenjena određenom izlazu sa vjerovatnoćom $1/N$, gdje je sa N označen broj izlaza/ulaza. Dakle, pristigle ćelije su ravnomjerno raspoređene na izlaze komutatora. To znači da je vjerovatnoća dolaska ćelije preko ulaza i za izlaz j jednaka p/N .

Simulacije za slučaj uniformnog saobraćaja su vršene za čitav opseg ulaznog opterećenja, sa korakom od 0,1. Umjesto ulaznog opterećenja $p=0$ (što bi značilo da uopšte nema saobraćaja) korišćeno je opterećenje od 0,01. Naročita pažnja je poklonjena saobraćaju sa velikim ulaznim opterećenjem ($p \geq 0,9$), jer se tu javljaju najveće promjene u performansama komutatora. Zato je taj opseg tretiran sa korakom 0,01.

4. PARALELIZACIJA APLIKACIJE ZA SIMULACIJU CQ KOMUTATORA

Aplikacija za analizu performansi CQ komutatora sastoji se iz dva dijela – generatora uniformnog saobraćaja i simulatora CQ komutatora. Oba dijela aplikacije su paralelizovana MPI tehnologijom.

Posmatrani su komutatori sa različitim veličinama bafera u ukrsnim tačkama (L): 1, 2, 3, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 i 512. Pod veličinom bafera se podrazumijeva broj ćelija koje

je moguće u njemu smjestiti. U svrhu teorijskog razmatranja posmatran je i slučaj kada dužina bafera nije ograničena.

Paralelizacija simulatora saobraćaja je rađena za za navedene dužine bafera i za sledeće algoritme - Longest Queue First (LQF), Round Robin (RR), Exhaustive Round Robin (ERR) i Frame based RR (FBRR). Ostavljena je mogućnost da se istovremeno mogu simulirati i do osam algoritama.

Generator saobraćaja kao ulazne parametre koristi veličinu komutatora i broj vremenskih slotova koje treba generisati. Saobraćaj se generiše za 20 različitih ulaznih opterećenja opisanih u poglavlju 3.1. Zbog toga je paralelizacija ovog dijela aplikacije bila limitirana na 20 jezgara procesora, mada se pokazalo da se veliko usporenje dobija kada se pokrene više od 8 procesa, tj. kada više od 8 procesa paralelno upisuje podatke na disk. U fajlovima su se, u inicijalnoj verziji aplikacije, nalazili podaci u ASCII zapisu. Nakon analize matrica dimenzija 16x16, 32x32 i 64x64 pokazalo se da se kodiranjem podataka u hexadecimalni zapis dobijaju oko četiri puta manji izlazni fajlovi. Pošto se ovi fajlovi koriste kao ulazni fajlovi za CQ simulator bilo je neophodno uraditi i dekodiranje, odnosno prevođenje iz hexadecimalnog u originalni zapis.

Simulator CQ komutatora uzima fajlove generisanog uniformnog saobraćaja i analizira ponašanje komutatora za različite dužine bafera i različite algoritme. Simulator generiše više nezavisnih procesa i po njima je uradjena paralelizacija, tj svi procesi se nezavisno pokreću na slobodnim procesorima. Paralelizacija je izvedena na dva načina, i to:

- Jedan proces je određen da rukovodi izvršavanjem simulatora na ostalim procesorima.
- Pri inicijalizaciji se određuje set procesa za svaki procesor i oni ih nezavisno izvršavaju.

Pokrenuti procesi su približnog vremena trajanja, tako da se u ovom slučaju bolje pokazao drugi metod. U skladu sa time, nastavljena su testiranja pokretanjem parametarskih aplikacija na svim slobodnim procesorima. Testiranja su vršena na Blade serveru HP Proliant BL685c G6 sa dva procesora sa po šest jezgara.

5. ANALIZA REZULTATA

Prvi eksperiment je vršen za komutatore sa 16, 32 i 64 porta. Sve simulacije su izvršene sa 100.000 vremenskih slotova. Ubrzanje (*speedup*) paralelnog programa je računato kao odnos vremena izvršavanja sekvencijalne aplikacije na jednom procesoru i vremena izvršavanja na 1-12 jezgara ili jezgara [6]. Rezultati su prikazani u tabeli 1 i na slikama 2 i 3.

Tabela 1 : Vrijeme izvršavanja i ubrzanje paralelne aplikacije za komutatore 16x16, 32x32 i 64x64 sa 100.000 vremenskih slotova na 1-12 jezgara

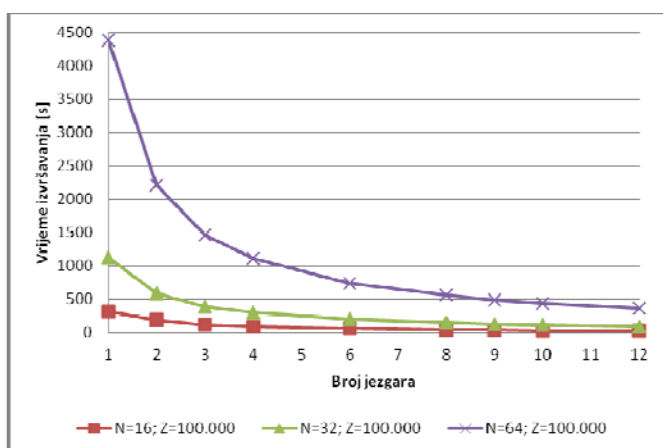
Br. jezg.	N=16; Z=100.000		N=32; Z=100.000		N=64; Z=100.000	
	vrijeme [s]	ubrzanje	vrijeme [s]	ubrzanje	vrijeme [s]	ubrzanje
1	309.68		1132.48		4385.57	
2	187.63	1.65	594.77	1.90	2218.69	1.98
3	118.55	2.61	393.86	2.88	1470.35	2.98
4	93.09	3.33	299.58	3.78	1111.37	3.95
6	61.48	5.04	198.31	5.71	740.03	5.93
8	45.53	6.80	148.65	7.62	562.68	7.79
9	38.01	8.15	130.74	8.66	495.43	8.85
10	32.59	9.50	114.87	9.86	439.18	9.99
12	25.84	11.98	94.05	12.04	363.81	12.05

koja su opterećena završe svoje zadatke. Pri izvršavanju na 12 jezgara došlo se do linearnog ubrzanja na odgovarajući broj procesora.

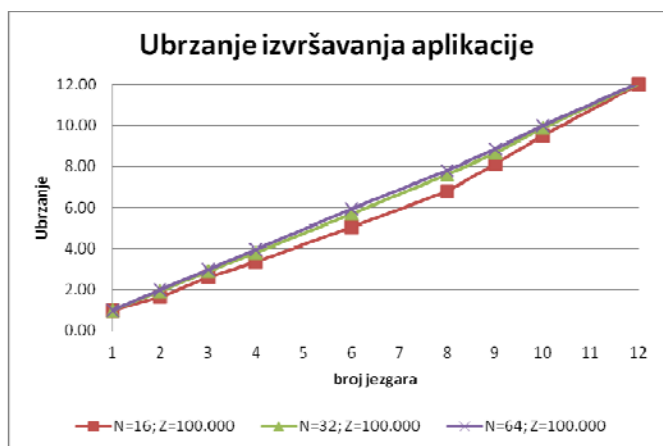
Drugi eksperiment je izvršen za 16x16 komutator sa 100.000, 200.000 i 400.000 vremenskih slotova. Rezultati su prikazani u tabeli 2 i grafički prikazani na slici 4-:

Tabela 2 : Vrijeme izvršavanja i ubrzanje paralelne aplikacije za komutatore 16x16 i 100.000, 200.000 i 400.000 zahtjeva na 12 jezgara

Br. jezg.	N=16; Z=100.000		N=16; Z=200.000		N=16; Z=400.000	
	vrijeme [s]	ubrzanje	vrijeme [s]	Ubrzanje	vrijeme [s]	ubrzanje
1	309.68		617.74		1226.46	
2	187.63	1.65	337.13	1.83	640.64	1.91
3	118.55	2.61	220.18	2.81	419.08	2.93
4	93.09	3.33	167.59	3.69	322.85	3.80
6	61.48	5.04	112.46	5.49	212.99	5.76
8	45.53	6.80	83.40	7.41	159.35	7.70
9	38.01	8.15	73.78	8.37	141.46	8.67
10	32.59	9.50	63.47	9.73	125.62	9.76
12	25.84	11.98	51.37	12.03	101.92	12.03

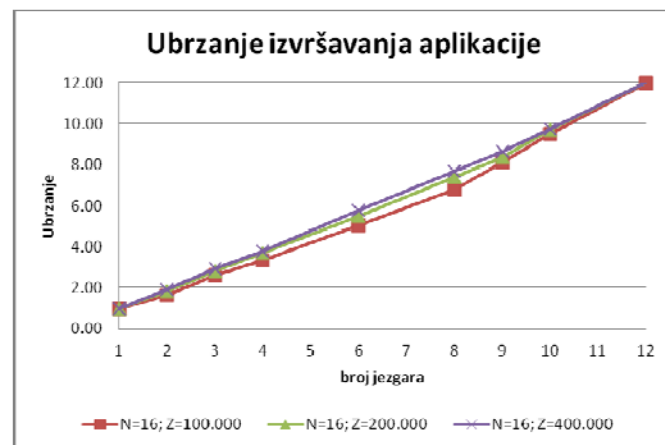


Slika 2 : Vrijeme izvršavanja paralelne aplikacije za komutatore 16x16, 32x32 i 64x64 sa 100.000 vremenskih slotova na 12 jezgara



Slika 3 : Ubrzanje paralelne aplikacije za komutatore 16x16, 32x32 i 64x64 sa 100.000 vremenskih slotova na 12 jezgara

Na slici 3 prikazano je vrijeme izvršavanja aplikacije na 1-12 jezgara, dok je na slici 3 prikazano koliko se ubzanje dobija paralelizacijom i izvršavanjem na većem broju jezgara. Ukoliko se mjerenja za komutatore sa 16, 32 i 64 porta posmatraju pojedinačno može se utvrditi da je ubrzanje veće što je količina informacija koja se analizira veća, tj. što je veličina komutatora veća i približava se broju jezgara na kojima se izvršava simulacija. Primijećeno je kašnjenje pri izvršavanju na 4-9 jezgara, i to zbog većeg opterećenja određenih jezgara procesora i čekanja ostalih jezgara da ona



Slika 4 : Ubrzanje paralelne aplikacije za 16 komutator sa 16 portova i 100.000, 200.000 i 400.000 vremenskih slotova na 1-12 jezgara

Eksperiment sa različitim brojem vremenskih slotova je pokazao slične rezultate kao eksperiment sa promjenljivim brojem portova komutatora. Ubrzanje se povećava sa povećanjem broja jezgara na kojima se izvršava i približava linearnoj skali.

Dobijeni su linearni rezultati i zbog toga što su svi procesi izvršavani na jednom serveru i nije bilo kašnjenja koje bi mogla prouzrokovati komunikacija preko mrežnih uređaja. Vršena su mjerenja na 100.000 – 400.000 vremenskih slotova zbog velikog broja izvedenih mjerenja i relativno

dugog trajanja simulacije na manjem broju jezgara koje su izvođene da bi se izračunalo ubrzanje paralelne aplikacije.

Osim navedenih eksperimenata vršena je i simulacija na klasteru MREN-01-CIS smještenom u Centru Informacionog Sistema Univerziteta Crne Gore. Rađena je na 16 računara sa Core2Duo procesorima, tj. 32 jezgra, i dobijeno je usporenje od 5-10% usled kašnjenja pri komunikaciji među računarima.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je izložen jedan od načina paralelizacije aplikacije na primjeru simulatora komutatora sa baferima u ukrsnim tačkama. Paralelizacija je izvršena pomoću seta instrukcija MPI i dala je kao rezultat skoro linearno ubrzanje izvršavanja za veći broj jezgara na kojima su procesi bili ravnomjerno raspodijeljeni.

Sledeći korak u analizi mogućnosti ubrzanja aplikacije će biti paralelizacija uz pomoć OpenMP tehnologije i hibridne paralelizacije korištenjem kombinacije MPI i OpenMP tehnologije.

LITERATURA

- [1] Andrew S. Tanenbaum, Maarten van Steen, Distributed Systems: Principles and Paradigms
- [2] Richard S. Morrison, Cluster Computing : Architectures, Operating Systems, Parallel Processing & Programming Languages
- [3] The Message Passing Interface (MPI) standard - <http://www.mcs.anl.gov/research/projects/mpi/>
- [4] Open MPI - <http://www.open-mpi.org/>
- [5] Milutin Radonjić, Prilog analizi performansi CQ komutatora paketa sa stanovišta veličine i algoritama upravljanja redovima čekanja, doktorska disertacija, 2011.
- [6] Amdahl's Law & Parallel Speedup - <http://www.phy.duke.edu/~rgb/bragma/Resources/als/als/node3.html>

PRILOG INTEGRACIJE ALATA ZA ELEKTRONSKO UČENJE U IS OBRAZOVNE USTANOVE

APPENDIX OF INTEGRATION TOOLS FOR E-LEARNING IN IS OF EDUCATION INSTITUTIONS

Aleksandra Radulović, *Centar Informacionog sistema UCG*
Božo Krstajić, *Elektrotehnički fakultet UCG*

Sadržaj: U ovom radu analizirana je integracija elementa elektronskog učenja u okviru informacionog sistema visokoškolske obrazovne ustanove. Dat je konkretan primjer integracije alata za elektronsko učenje LMS Moodle i videokonferencijskog sistema Adobe Connect u okviru integralnog informacionog sistema Univerziteta Crne Gore.

Abstract: This paper analyses the integration of e-learning elements in the information system of higher education institutions. Example of the integration of e-Learning tools, LMS Moodle and Adobe Connect video conference system, is given within an integrated information system of the University of Montenegro.

1. UVOD

Jedan od osnovnih preduslova za korišćenje elektronskog učenja u obrazovanju je dobra ICT infrastruktura. ICT obezbjeđuje dodatne mogućnosti za kontinuirani i fleksibilni razvoj elektronskog učenja i obrazovanja - eObrazovanja.

Mogućnost da se ponude dobro dizajnirane, multimedijalne, interaktivne, elektronske obrazovne forme, bilo kome, bilo kada i bilo gdje, kroz elektronsko obrazovanje, utiču na svakog učenika, studenta, nastavnika i obrazovnu instituciju na način da obrazovni proces dobija jednu kvalitetniju dimenziju. Učenici svih doba starosti mogu na ovaj način da koriste elektronsko obrazovanje za poboljšanje svojih znanja [1].

Zemlje članice Evropske Unije (EU) su već davno prepoznale potencijal eObrazovanja, te su kroz niz dokumenata i fondova dale smjernice i finansijsku podršku razvoju ovog sektora u zemljama članicama. Zaključci Lisabonskog Vijeća Evrope označeni su kao prekretnica u obrazovanju u zemljama članicama Evropske Unije [2]. Obrazovanje je stavljeno na vrh EU političkog plana, gdje se traži adaptacija sistema obrazovanja i posebno efektivna integracija informacionih i komunikacionih tehnologija.

Dobro izučeni i precizno definisani strateški pravci djelovanja iz zemalja EU se mogu implementirati u Crnoj Gori. Shodno preporukama EU i Lisabonskog Vijeća informacione tehnologije i paradigme učenja treba da budu usmjerene na mijenjanje tradicionalnog univerziteta u smislu njegovog unapređenja i proširenja dopunskim sadržajima i oblicima obrazovanja. U početku tradicionalno obrazovanje, treba proširi i transformisati, stvarajući mješavinu klasičnih vidova učenja i elektronske interakcije, potpomognuto sistemima za učenje (LMS, videokonferencije, web servisi, ...). Open source LMS Moodle ima preko milion korisnika u 218 zemalja, što ga čini jednim od trenutno najzastupljenijih sistema za učenje [3]. U ovom radu su analizirani načini integracije dostupnih eLearning alata u već postojeće informacione sisteme obrazovnih institucija. Na kraju je dat plan integracije Moodle LMS i Adobe Connect

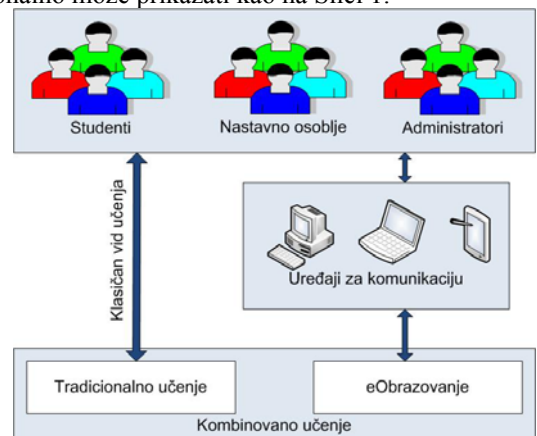
videokonferencijskog sistema u integralni informacioni sistem Univerziteta Crne Gore.

2. UVOĐENJE ELEKTRONSKOG OBRAZOVANJA U VISOKO ŠKOLSKIM USTANOVAMA

Postoje različite vizije i inicijativa na većini evropskih univerziteta, u vezi obrazovanja zasnovanog na ICT ili elektronskog obrazovanja. Isto tako, ne postoji jedinstveni opšteprihvaćeni standard za akreditaciju i uvođenje elektronskog obrazovanja, usvojen od strane relevantnih evropskih institucija [4].

Prema Zakonu o visokom obrazovanju Crne Gore visokoškolska ustanova može izvoditi studijski program putem eObrazovanja nakon sprovedenog postupka akreditacije [5].

Evidentno je da koncept eObrazovanja nije zamijenio cjelokupnu tradicionalnu pedagogiju, već je proširuje i transformiše, stvarajući kombinaciju klasičnog učenja („face to face“) i elektronske interakcije. Imamo svojevršno preplitanje tradicionalnog i elektronskog učenja koje se funkcionalno može prikazati kao na Slici 1.



Slika 1. Šema kombinovanog učenja

Informacione tehnologije i paradigme učenja treba usmjeriti na mijenjanje tradicionalnog univerziteta u smislu

njegovog unapređenja i proširenja dopunskim sadržajima i oblicima obrazovanja. U uslovima dobre povezanosti obrazovne institucije, preko Interneta, nije nužan boravak studenata na fakultetu, kao uslov interakcije student-profesor. Interakcija se može ostvariti od kuće ili sa radnog mjesta, posebno ako se radi o postdiplomskim, magistarskim i doktorskim studijama.

Da bi se omogućio što brži i bezbolniji prelazak sa klasičnog, na kombinaciju klasičnog i elektronskog obrazovanja, neophodno je posjedovati opremu za podršku elektronskom učenju (Softverske sisteme za upravljanje elektronskim obrazovanjem, videokonferencijske sisteme, alati za obradu multimedijalnih informacija, i sl.).

3. RAZVOJ ELEKTRONSKIH MATERIJALA ZA UČENJE

Jedan od bitnih elemenata elektronskog obrazovanja su materijali iz kojih studenti uče. Gledano iz perspektive tradicionalnog učenja, materijali za učenje predstavljaju samo podršku obrazovnom procesu, u kom profesor ima glavnu ulogu. Kod elektronskog obrazovanja materijali predstavljaju osnovno sredstvo iz kog studenti stižu znanje i vještine. Materijali takođe imaju neku vrstu kontrolne uloge, jer vode i usmjeravaju studente do određenog cilja. Zbog svega navedenog kvalitet i rezultati elektronskog obrazovanja će u mnogome zavisiti od materijala za učenje [6].

Proces pripreme materijala za učenje sastoji se od 4 faze:

1. analiza,
2. dizajn,
3. razvoj,
4. evaluacija.

Da bi se standardizovala i olakšala priprema materijala, preporučuju se izrada šablona na nivou cijele ustanove. Ako postoje kvalitetno izrađeni šabloni za materijale, profesor može da se usredsredi samo na sadržaj obrazovnog materijala i njegovo prilagođavanje predviđenoj strukturi.

Prelazak sa tradicionalnih udžbenika, na elektronske treba sprovesti postepeno u više faza. U svakoj narednoj fazi treba povećavati stepen aplikacija i interakcije između učesnika u obrazovnom procesu. Faze:

1. samo replikacija materijala, bez interakcije,
2. audio i video podrška,
3. uvođenje pitanja i interakcija kroz evaluaciju odgovora,
4. uslovljavanje pristupu određenim materijalima, dok se ne riješe prethodno postavljena pitanja i zadaci,
5. potpuna interakcija i usmjereno učenje pri izradi konkretnih zadataka – simulacije, praktične vježbe, evaluacija odluka i riješenja.

4. SISTEM ZA ELEKTRONSKO OBRAZOVANJE

Ne postoji trenutno sveobuhvatni alat za elektronsko učenje koji može da objedini i zadovolji potrebe svih učesnika u procesu obrazovanja. Na tržištu postoje različiti sistemi za učenje, kako besplatni tako i komercijalni, koji mogu međusobno da se integrišu i prošire, kao i da se integrišu u sklopu informacionog sistema neke obrazovne ustanove.

U elektronskom učenju koriste se dva načina komuniciranja: asinhrono i sinhrono. Većina sistema za elektronsko obrazovanje ima ugrađenu mogućnost sinhronog komuniciranja, ali je ona obično ograničena na tekstualnu razmjenu poruka. Videokonferencijski sistemi, kao pomoćni alat asinhronim sistemima za elektronsko obrazovanje, mogu sinhronu komunikaciju približiti onoj stvarnoj i tako podići kvalitet elektronskog obrazovanja.

Learning Management System (LMS) je softverski sistem koji se koristi za elektronsko obrazovanje. Zadatak LMS je da upravlja svim elementima distribucije znanja, da zabilježi sve parametre tog procesa i da omogući nadzor kvaliteta procesa i analizu rezultata. Na osnovu navedenih parametara, moguće je imati uvid u napredak pojedinačnog korisnika, grupe, organizacione jedinice ili cijele organizacije u svakom trenutku. Na osnovu objektivnih rezultata, moguće je mjeriti i analizirati efikasnost i donositi odgovarajuće odluke. S druge strane, LMS omogućava korisnicima da imaju pristup svim resursima potrebnim za studiranje na jednom mestu, 24/7. LMS-ovi nude mogućnost različitih vidova saradnje u toku procesa učenja. Osnovni zahtjevi za uspješno upravljanje procesom elektronskog učenja su: učenici treba da budu upisani na kurseve, njihov napredak u učenju treba da bude praćen i njihovi rezultati zabilježeni. Kako bi se smanjili vrijeme i troškovi, pri izboru LMS aplikacije koja će se koristiti treba uzeti u obzir da li podržava standarde za razmjenu podataka (npr. SCORM) i koji su to standardi. [7].

Uspješna primjena elektronskog obrazovanja zahtjeva online ekvivalent infrastrukture koja se koristi za upravljanje i administraciju klasičnog obrazovanja. Takva infrastruktura zahtjeva sledeće komponente:

Proces registracije: jedinstveni identifikacioni broj mora biti kreiran za svakog korisnika koji učestvuje u obrazovnom procesu (studenti, nastavno osoblje i administratori). Zahvaljujući tome, sve aktivnosti unutar sistema mogu se ispratiti.

Mehanizam za kontrolu bezbjednosti: korisnici treba da imaju pristup funkcijama i resursima koje odgovaraju njihovim ulogama u obrazovnom procesu. Na taj način, obezbjeđuje se kontrola aktivnosti.

Proces upisa: studenti koji se upišu moraju imati obezbjeđen pristup odgovarajućem kursu.

Podrška obrazovanju: treba da postoje mehanizmi za komunikaciju između samih studenata, kao i mogućnost učestvovanja u predavanjima i mogućnost komunikacije sa profesorima.

Testiranje i procjena: potrebno je obezbjediti odgovarajuće mehanizme za testiranje studenata i mjerenje rezultata.

Bazu podataka: Sistem treba da sadrži bazu podataka svih nastavnih programa i menadžment kurseva.

Praćenje obrazovnog procesa: neophodno je pratiti aktivnosti svih studenata koji se odnose na obrazovanje i da se omogući dobijanje raznih izvještaja.

5. INTEGRACIJA ELEMENATA ELEKTRONSKOG UČENJA U IS OBRAZOVNE USTANOVE

Integralni informacioni sistem integriše sve hardverske i softverske resurse obrazovne ustanove u jedinstvenu funkcionalnu cijelinu. Pojedini djelovi informacionog

sistema mogu imati različitu računarsko hardversku arhitekturu i različite operativne sisteme i mogu imati jednu ili više baza podataka, ali su svi integrisani u jedinstven sistem i povezani računarskim mrežama. Od informacionog sistema se očekuje da omogući visok stepen automatizacije procesa koji se odvijaju u obrazovnoj ustanovi [8].

Sve visokoškolske ustanove posjeduju informacione sisteme koji uglavnom datiraju od prije masovnijeg korišćenja elektronskog učenja. Informacioni sistemi visokoškolskih ustanova omogućavaju unos, administriranje i obradu podataka za sve studente i zaposlene. Pored osnovnih podataka svih učesnika u obrazovnom procesu, informacioni sistem se koristi za praćenje, administriranje i organizovanje nastave i nastavnih procesa na visokoškolskim ustanovama.

Da bi studenti mogli da postignu maksimum u učenju, potrebno je koristiti sve mogućnosti koje pružaju informacione tehnologije. Integracija sistema za učenje u okviru informacionog sistema visokoškolske ustanove omogućava automatizovan pristup svih korisnika, kao i mogućnost korišćenja sistema za učenje kao podršku klasičnom vidu učenja. Korišćenje sistema za elektronsko učenje unutar obrazovne ustanove može pomoći boljem napredovanju studenata, pa samim tim i obrazovne ustanove.

Sistem za elektronsko učenje treba da sadrži:

- proces registracije na sistemu i praćenje aktivnosti svih učesnika
- kontrolu bezbjednosti, odnosno pristup funkcijama i resursima prema ulogama korisnika,
- nastavne programe i menadžment kurseva
- mjerenje uspješnosti učenja,
- Asinhrono načine saradnje u toku procesa učenja, kao što su mail i diskusione grupe tj. forumi.
- Sinhrono načine saradnje u toku procesa učenja, kao što su video i audio konferencije i chat.

Elementi informacionog sistema potrebni za sistem za elektronsko učenje su:

- Komunikaciona infrastruktura
- Baza podataka: automatizovan pristup svih učesnika obrazovnog procesa (nastavnog osoblja, studenata i administratora) na sistemu za učenje.
- Mail server: mehanizmi za asinhronu komuniciraju između samih studenata, kao i komunikacije sa profesorima.
- Web server: repozitorijum nastavnih materijala.
- Streaming server: repozitorijum za audio i video fajlove.

Osnovni problem integracije nekog sistema za elektronsko učenje i informacionog sistema obrazovne ustanove je pronalaženje načina identifikacije i autorizacije korisnika koji učestvuju u obrazovnom procesu (nastavnog osoblja, studenata i ostalih učesnika). Sistemi za elektronsko učenje podržavaju različite načine autentifikacije kako interne (ručno kreiranje naloga i provjera putem e-maila) tako i eksterne (LDAP, POP3, eksterna baza podataka itd). Takođe, novije verzije omogućavaju istovremenu autentifikaciju korisnika, korišćenjem više sistema za autentifikaciju (LDAP, Activ directory,...). Ovo podešavanje omogućava obrazovnim ustanovama, čiji su informacioni sistemi heterogeni, da lako integrišu sisteme za učenje.

Da bi integrisali sistem za elektronsko učenje u sklopu informacionog sistema neke visokoškolske obrazovne ustanove, potrebno je prvo analizirati postojeći informacioni sistem i utvrditi koji elementi informacionog sistema će biti potrebni za sistem za elektronsko učenje (LMS, videokonferencije...).

Sistem za elektronsko učenje i svi njegovi procesi ne bi bili mogući bez komunikacione infrastrukture informacionog sistema obrazovne ustanove. Nadalje, povezivanje sistema za elektronsko učenje i postojeće baze podataka učesnika u obrazovnom procesu, omogućuje autentifikaciju i automatizovan pristup svih korisnika sistema. Korišćenje i proširenje postojećih web sajtova i portala olakšava pronalaženje, pristup i upotrebu elektronskih servisa učesnicima u procesu obrazovanja. Takođe, servisi i aplikacije razvijene za potrebe cijele institucije ili njenih djelova (aplikacija za anketiranje studenata, aplikacija za provjeru znanja, aplikacija za komunikaciju, aplikacije za laboratorijske vježbe, ...), treba integrisati u sistem za elektronsko učenje, ako postoji mogućnost za to.

6. PRIMJER INTEGRACIJE ALATA ZA ELEKTRONSKO UČENJE U IS UCG

U ovom poglavlju je prikazana integracije alata za elektronsko učenje LMS Moodle i sistem za videokonferencije Adobe Connect u okviru informacionog sistema Univerziteta Crne Gore. Centar informacionog sistema Univerziteta Crne Gore (CIS UCG) je komunikacioni čvor, veza sa Internetom i razvojni centar za cijelu akademsku mrežu UCG-a. IS UCG-a je neophodan element u nastavi i neophodan dio administrativno-finansijskih aktivnosti. IS UCG-a se koristi za administriranje, organizovanje i praćenje nastavnih procesa na svim fakultetskim jedinicama UCG-a. Studenti, nastavno osoblje, saradnici i administrativno osoblje su korisnici servisa za neki vid elektronskog učenja (pristup sajtovima za elektronsko učenje, LMS, eMail, video konferencije, chat, blogovi, diskusione grupe, itd).

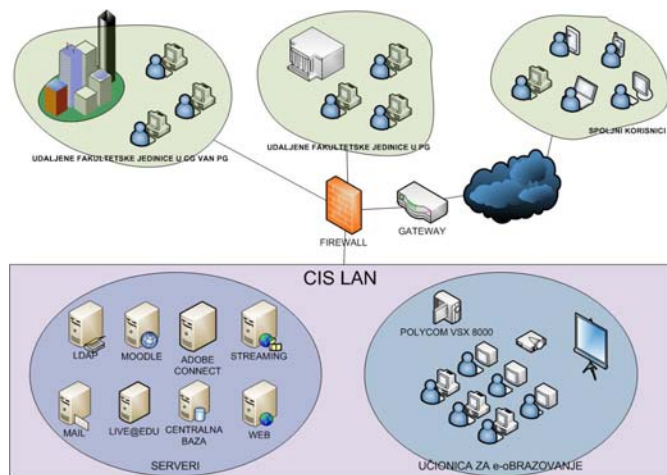
Analizom IS UCG-a, koji je dizajniran prije 20 godina, ustanovili smo da za potrebe implementacije i korišćenje savremenih servisa za elektronsko učenje neophodno iskoristiti, bazu korisničkih naloga (LDAP), mail servis korisnika (postfix i Live@Edu), web server (Apach) i postojeću hardversku i komunikacionu infrastrukturu. Očekivani problemi koje smo morali da riješimo su raznorodnost opreme i operativnih sistema, koja se mora integrisati u jedinstveni sistem.

Prilikom izbora alata za elektronsko učenje pokušali smo da nađemo alate koji će zadovoljiti sve potrebe obrazovnog procesa, od procesa registracije korisnika, kontrole bezbjednosti, mjerenja uspješnosti, do asinhronih i sinhronih vidova komunikacije, kao i mogućnosti nadogradnje različitim nezavisnim programima, kako bi poboljšali funkcionalnost i olakšali integraciju sa postojećim informacionim sistemom. Pošto na tržištu trenutno ne postoji jedinstveni alat za elektronsko učenje koji može da objedini i zadovolji potrebe svih učesnika u procesu obrazovanja, opredjelili smo se za videokonferencijski sistem Adobe Acrobat Connect i LMS Moodle, open source platformu za

elektronsko učenje. Na Slici 2. prikazani su navedeni alati za elektronsko učenje u okviru postojećeg IS UCG-a.

Moodle LMS je softverski paket za stvaranje Internet baziranih kurseva i web stranica. Moodle se sastoji od kurseva koji sadrže aktivnosti i resurse. Postoji oko 20 različitih tipova aktivnosti na raspolaganju u okviru Moodle-a: forumi, rečnici, wiki stranice, zadaci, kvizovi, ankete, SCORM, baze podataka, itd. U sklopu Moodle-a postoji niz drugih alata koji olakšavaju izgradnju obrazovne zajednice, uključujući i blogove, razmjena poruka, liste učesnika itd, kao i korisne alatke poput ocjenjivanja, izvještaja, integracija sa drugih sistema i mnoge druge [3]. Sinhroni način komunikacije, između učesnika u obrazovnom procesu, u okviru LMS Moodle svodi se na chat, što predstavlja jedan od glavnih nedostataka ovog sistema za elektronsko učenje.

Adobe Connect je softverski videokonferencijski sistem koji se koristi za saradnju i učenje na daljinu. Adobe Connect se koristi za saradnju međusobno udaljenih pojedinaca, timova ili za daljinsku obuku. Adobe Connect koristi visoko skalabilnu, sigurnu i fleksibilnu arhitekturu koja omogućava korisnicima da sarađuju u realnom vremenu bez obzira gdje su. Adobe Connect se bazira na Flash plejeru, što omogućava veliki stepen fleksibilnosti u primjeni ovog sistema na različitim platformama. Učesnicima sastanka potrebni su Internet konekcija i standardni web browser sa podrškom za Flash (po zvaničnim podacima, 98% računara već ima). Adobe Connect sistem, je dizajniran da bude otvorena platforma i može se proširiti i integrisati s drugim sistemima kroz sveobuhvatan skup API-a (application programming interface) [9].



Slika 2. Prikaz alata za elektronsko učenje u okviru IS UCG

Oba navedena alata za elektronsko učenje su nadogradiva i kompatibilna, što nam omogućava da ih integrišemo u jedinstven sistem za elektronsko učenje. Integracijom Adobe Connecta u okviru Moodle-a kreira se novi resurs, koji omogućava korisnicima komunikaciju u realnom vremenu i saradnje kroz virtualne sesije i njihovo snimanje.

Da bi automatizovali pristup korisnicima na sistem za elektronsko učenje, integrisali smo ga sa bazama podataka zaposlenih i studenata. Shodno heterogenosti IS UCG-a za autentifikaciju zaposlenih iskoristili smo LDAP bazu podataka, na kojoj se nalaze podaci svih zaposlenih na UCG-u, a za automatizovan pristup studenata, integrisali smo mail

servis Microsoft Live@Edu, u okviru sistema za elektronsko učenje. Za studente smo izabrali ovaj način autentifikacije, jer trenutno je ovo jedina baza podataka koja sadrži mail adrese svih studenata UCG. Prilikom upisa na UCG, svi studenti dobijaju kreirane naloge i paket servisa koji nudi program Microsoft Live@Edu. Sve fakultetske jedinice UCG sadrže web sajtove i portale na kojima bi mogli da se kreiraju linkovi i da se iskoriste kao podrška za sistem za učenje.

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je integracija elemenata elektronskog učenja u okviru informacionog sistema visokoškolske obrazovne ustanove. Dat je konkretan primjer integracije alata za elektronsko učenje LMS Moodle-a i videokonferencijskog sistema Adobe Connect u okviru integralnog informacionog sistema Univerziteta Crne Gore. Problemi koji su identifikovani prilikom integracije (heterogenost operativnih sistema i elemenata elektronskog učenja, različite i distribuirane baze podataka, postojeća arhitektura web sajtova) su prevaziđeni različitim pluginovima koji povezuju djelove sistema. Kreiran je jedinstven sistem za elektronsko učenje koji zadovoljava potrebe obrazovnog procesa jedne visokoškolske obrazovne institucije. Prezentovano rješenje, iako zadovoljava sve neophodne funkcionalnosti sistema za elektronsko učenje posjeduje određene tehničke manjkavosti u smislu optimizacije rješenja i zavisnosti od većeg broja raznorodnih činilaca. Ovo rješenje je realizovano zbog kompatibilnosti sa postojećim informacionim sistemom Univerziteta Crne Gore i u sklopu finansijskih mogućnosti institucije.

LITERATURA

- [1] Petar Marić "Strategija razvoja eObrazovanja u Bosni i Hercegovini", B&H eLearning Task Force - recommendations, WUS Austria, 2005
- [2] Lisbon European Council Presidency Conclusions, http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm, March 2000
- [3] <http://moodle.org> - zvanični sajt Moodle-a;
- [4] Vladan Devedžić, Božo Krstajić, Aleksandra Radulović, Ivan Kraljevski, "Analiza postojeće prakse za obezbeđenje kvaliteta u studijama na daljinu", Tempus projekat „DL@WEB“
- [5] "Zakon o visokom obrazovanju Crne Gore", Službeni list RCG", br. 60/2003
- [6] Despotović Marijana, Savić Ana "Development of Methodology for E-materials Making and Integration as Support to E-education" IPSI BgD Conference, July 2006
- [7] Marijana Despotović, Ana Savić, Božidar Radenković, "An example of process integration in e-education system" Acta oeconomica et informatica 2 Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2006, s. 43-47.
- [8] "Informacione tehnologije i preduzetništvo", <http://www.link-elearning.com/>
- [9] "Using Adobe Acrobat Connect Pro 7", http://help.adobe.com/en_US/AcrobatConnectPro/7.0/connectpro_7_help.pdf

PREDNOSTI IMPLEMENTACIJE INTERAKTIVNE TABLE U OBRAZOVNOM PROCESU THE ADVANTAGES OF THE IMPLEMENTATION OF INTERACTIVE TABLE IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Aleksandar Ristić, Pedagoški fakultet, Sombor

Sadržaj: *Uspjeh obrazovnog procesa je srazmjerno velikom nivou postignutog u smislu ispunjavanja očekivanih ishoda učenja. Informaciono-komunikacione tehnologije predstavljaju značajan činičnik koji putem savremenih medija u obrazovanju omogućava primjenjiv i jednostavan pristup koji će na očigledniji i ubjedljiviji način pozitivno ispuniti očekivane ishode učenja. Vodeći predstavnik primjene savremenih medija u obrazovanju putem informaciono-komunikacionih tehnologija je interaktivna tabla. Njene prisutnost, mogućnosti koje donosi i rastuće nadiranje u obrazovne ustanove motiv su za detaljno razmatranje najboljih načina i modela implementacije u nastavi.*

Abstract: *The success of the educational process is proportional to the level of the achieved in terms of fulfilling the expected learning outcomes. Information and communication technologies are an important factor which, through using a modern media in education, provides a useful and easy access to the more obvious and convincing manner in order to meet the expected positive outcomes. The interactive table is the leading representative of the application of modern media in education through ICT. Its presence, the benefits of a growing and expected advances in educational institutions are the motives for the detailed discussion of the best methods and models of the implementation in teaching.*

1. UVOD

Intenzivni razvoj informaciono-komunikacionih tehnologija je u značajnoj mjeri modifikovao sve pore ljudskog društva. Značajne i važne promjene prisutne su i na polju obrazovno-vaspitanog rada, odnosno samog nastavnog procesa. Primjena novih medija u obrazovanju je zasnovana na implementaciji informaciono-komunikacionih tehnologija, a njen vodeći predstavnik je interaktivna tabla koja je sve češće prisutna u učionicama našeg obrazovnog sistema. Akcenat u savremenom obrazovanju je stavljen na ispunjavanje očekivanih ishoda učenja, koja su u direktnoj vezi sa primjenom informaciono-komunikacionih tehnologija u smislu postizanja očiglednije i ubjedljivije nastave koja će tim putem obaviti osnovni zadatak, a to je uspješno prenošenje znanja.

Brojni su primjeri dobre prakse primjenom savremenih medija u obrazovanju. Sa porastom upotrebe informaciono-komunikacionih tehnologija osposobljavanje nastavnika za kvalitetnu implementaciju novih medija postalo je važno i posebno značajno. U tom kontekstu korisno je upoznati glavne prednosti i mogućnosti savremenih obrazovnih medija, odnosno interaktivne table u konkretnom slučaju.

2. DEFINISANJE OSNOVNIH POJMOVA

Prema Pedagoškoj enciklopediji „nastava je temeljni dio školskog rada u kojem se planski i organizirano provodi odgoj i obrazovanje učenika prema propisanom nastavnom planu i programu. Zato je nastava planski i organizirani odgojno – obrazovni proces“ (Potkonjak, N. i Šimleša, P., 1989:88).

Pojam „nastavno sredstvo“ definiše se sa stanovišta opšte uloge koju nastavna sredstva imaju u nastavi. Ova uloga sastoji se u omogućavanju i olakšavanju procesa usvajanja znanja u nastavi. U tom smislu nastavna sredstva se tretiraju kao sekundarni izvori usvajanja znanja (Pedagoška enciklopedija 2, 1989, 96).

Elektronska interaktivna tabla je novo nastavno multimedijalno sredstvo koje se koristi u izvođenju nastave. Oprema za interaktivnu tablu obuhvata računar, projektor i površinu za emitovanje i rad. Po tabli se može pisati specijalnim olovkama i/ili pritiskom prsta. Interfejs upotrijebljen za povezivanje table sa računarom izveden je najčešće putem USB (*Universal Serial Bus*).

Po Miniću interaktivna tabla je „tabla koja može da prepoznaje i memoriše aktivnosti koje se na njoj odvijaju“ (Minić, 2001, 498).



Slika 1. Interaktivna tabla u učionici

Pod tim aktivnostima smatra se informacioni sistem koji putem sofisticiranog hardvera omogućava pripremu nastavnih sadržaja. Pripremanje nastavnih sadržaja ogleda se u savremenoj pripremi multimedijalnih jedinica koje su podržane obrazovnim računarskim softverom. Informacije prezentovane na tabli ili sadržaji kojima se manipuliše prenose se u računar u vidu zadate komande čije rješenje u djeliću sekunde biva izvršeno i prikazano na interaktivnoj tabli. Tako razrađen sistem predstavlja kvalitetno nastavno sredstvo koje dopušta savršene kreacije kroz savremen i prihvatljiv način interakcije.

3. INTERAKTIVNA TABLA – PRISUTNOST U OBRAZOVNOM PROCESU

Mnoga nastavna sredstva stara su koliko i sama nastava. Primjena rukopisa, slika, modela prisutna su od samog početka nastavnog procesa. Pronalaskom štampe u školu ulazi udžbenik, priručnik i reprodukovane slike što donosi prvi značajni pomak. Kako primjećuje K. Volkov, šezdesetih godina prošlog vijeka primjena nastavnih sredstava postala je dio svakodnevnih nastavne prakse. Pažljivo odabirana i pripremana nastavna pomagala učinila su nastavu očeiglednijom i ubjedljivom trasirajući put u budućnost koja će biti obilježena primjenom elektronskih nastavnih sredstava.

Sedamdesete godine prošlog vijeka značajno su promijenile situaciju na polju primjene nastavnih sredstava u obrazovnom radu. Razvoj tehnologije u učionice je uveo elektronske aparate koji su na novi način pomagali obrazovno – vaspitni rad.

R. Antonijević, koji je proučavao primjenu nastavnih sredstava u obrazovanju u SFRJ, primjećuje da se krajem sedamdesetih godina prošlog vijeka nešto sistematičnije prišlo pokušajima modernizovanja nastavnih sredstava i učila u svim osnovnim školama. U namjerama da se istraje u provođenju modernizacije urađen je priručnik koji je imao za cilj da detaljno upozna nastavno osoblje sa mogućnostima primjene tada savremenih tehnologija. Isti trend je nastavljen do izbivanja ratnih dejstava na području bivše SFRJ, mada pojedini autori ukazuju da potpuna modernizacija nikada nije u cjelosti obavljena (Nenad Suzić, Svetozar Milijević, Drago Branković).

Ratni vihor devedesetih godina pored ostalog znatno je unazadio i obrazovni proces. Mnoge škole su jedva opstale, a o primjeni savremenih nastavnih sredstava nije bilo ni govora. Kraj ratnih dejstava ponovo je probudio raniji zanos te je nastavljeno sa modernizacijom. Era računarske tehnologije omogućila je primjenu multimedije čije su mogućnosti afirmativno djelovale u smislu nabavke ostalih savremenih nastavnih sredstava. Tako se u našim školama i drugim obrazovnim institucijama našla i interaktivna tabla, tehnološka novina odličnih mogućnosti. Prelazak u novi vijek sa sobom je donio i brojne promjene. Računarski sistemi postali su svakodnevno prisutni u učionicama, a brojna dodatna oprema olakšavala je proces učenja.

Napredak nauke i tehnike uslovio je ubrzan razvoj novih nastavnih sredstava, savremenih medija u obrazovanju čiji je zadatak da olakšaju obrazovni proces i nastavu učine očeiglednom, ubjedljivom i atraktivnom za učenike.

Nastanak interaktivne table vezan je za 1990. godinu i američku kompaniju „Xerox“ koja je imala za cilj da zamijeni ili dopuni upotrebu „standardnih“ tabli. Godinu dana kasnije svoj model interaktivne table prezentuje i danas svjetski poznata kompanija „SMART“. Tokom 1992. godine i kompanije „Intel“ se uključuje u istraživanja vezana za proizvodnju interaktivnih tabli.

Prvi modeli interaktivnih tabli bili su dizajnirani da se na njima na jednostavan i efikasan način prezentuju planovi uglavnom poslovne tematike i za druge oblike primjene u kompanijama. Kroz manje od godinu dana primat primjene interaktivnih tabli postale su obrazovne institucije te je taj trend nastavljen do današnjih dana.

S obzirom na promjenu ciljne grupe, odnosno najvećeg broja kupaca interaktivnih tabli, njihov je dizajn u ranim devedesetim godinama prošlog vijeka postao prihvatljiviji za nastavnike i osoblje koje je vršilo prezentovanje.

Na području primjene interaktivne table u nastavi u zemljama bivše nSFRJ nije pronađen velik broj istraživanja.

A. Mičić je 1999. godine nastojao da provjeri da li djelimično uvođenje interaktivnih tabli u škole dovodi do inovativnog pristupa u učenju. Utvrdio je da uvođenje interaktivne table u značajnoj mjeri povećava kvalitet nastave i ososobljenost učenika.

P. Mladinić je 2001. godine obavio istraživanje u Hrvatskoj sa ciljem da odgovori na pitanje o zastupljenosti interaktivne table u nastavi u osnovnoj školi. Njegova istraživanja pokazuju da je u tom periodu prisutnost interaktivne table bila u povojima i da je ona tek nešto veća od 11 %.

S. Minić je 2010. godine učestvovao u radu Treće naučne konferencije: „Tehnika i Informatika u obrazovanju“. Domaćin konferencije je bio Tehnički fakultet iz Čačka. S. Minić je ispitao potencijale interaktivne table sa aspekta tehničkog i informatičkog obrazovanja. Zaključci koje je donio predstavljaju umjerno prihvatanje ovog nastavnog sredstva od strane nastavnika i djelimično, ali ne i garantovano poboljšanje nastavnog procesa. Uslovljenost poboljšanja nastavnog procesa i samih očekivanih ishoda učenja po S. Miniću nalazi se i u neminovnosti izmjene postojećeg nastavnog plana koji je, prema njegovim riječima, u velikoj mjeri neprilagodljiv i orjentisan na primjenu tradicionalne nastave.

3.1 PREGLED AKTUELNIH PROIZVOĐAČA

Posmatrajući tržište zemalja bivše Jugoslavije uočava se da je na njemu prisutan veliki broj interaktivnih tabli. S obzirom na finansijske okolnosti u kojima se nalaze naše obrazovne institucije posebno je zanimljiv cjenovni opseg koji je u nivou od 200 € do 2000 €. Naravno, u skladu s tim je i set dostupnih mogućnosti i prednosti koje posmatrani informatički interaktivni sistem donosi. Od proizvođača interaktivnih tabli preovladavaju: MIMIO, Clasus, SMART i WIImote Whiteboard interaktivno rješenje. Prva tri pomenuta proizvođača interaktivnih tabli prisutna su u svijetu medija u obrazovanju godinama. Generalno, njihovi modeli su prepoznatljiviji odličnim performansama i visokim cijenama što je osobina koja može i jeste jedan od glavnih faktora

izuzetnog uspjeha Wiimote Whiteboard interaktivnog sistema.

MIMIO interaktivna tabla može biti upotrebljiva na bilo kojoj bijeloj ravnoj površini. Dopušta mogućnost čuvanja sadržaja u okviru 10 školskih časova i njihovo naknadno oblikovanje i usavršavanje. Važno je napomenuti mogućnost uvećavanja sadržaja, njegovog slanja e – mail –om, publikovanja na Web itd. Zanimljiva je i mogućnost čuvanja podataka u popularnim formatima datotetika kao što su: .bmp, .gif, .jpg, .png, .tif i .wmf.

Interaktivne table CLASUS rade na principu elektromagnetne indukcije. Ispod površine same table prisutno je više od 140 000 paralelnih provodnih niti horizontalno 240 000 vertikalno. Prilikom kontakta olovke dolazi do stvaranja piksela.

CLASUS interaktivne table odlikuju se dobrom preciznošću i velikom izdržljivošću koja garantuje dug period upotrebe ukoliko se koristi na propisan i pravilan način.

Smart je pionir na polju proizvodnje interaktivnih tabli. Od samih početaka odlikovao sa naprednom tehnologijom i inovativnim rješenjima, a sve u svrhu izrade nastavnog procesa pogodnog i interesantnog i učenicima i predavačima. Najranije namjere i načela kompanije Smart u punom smislu vidljiva su i primjenljiva modelima posljednje generacije.

Smart danas ima u upotrebi preko 700 000 interaktivnih sistema u cijelom svijetu. U izradi softverskih paketa učestvovali su predstavnici pedagoških organizacija iz više od 50 zemalja. Njihov zadatak je bio da razmjenom iskustva doprinesu kreiranju savremenog medija u obrazovanju koji će na inovativan i prihvatljiv način nastavni proces podići na viši nivo. Rezultat zajedničkog rada vidljiv je u rasprostranjenosti upotrebe i odličnim rezultatima učenika, njihovim utiscima oduševljenja bez obzira na vremenski period primjene ovog učila. Softver Smart interaktivnih tabli je djelimično lokalizovan što je značajna prednost kada se uzme u obzir raznovrsnost aplikacija koje posjeduje.

3.2 WIIMOTE WHITEBOARD

Inženjer Džoni Čang Li sa CM univerziteta (*Carnegie Mellon University*) u Pittsburgu je 2008. godine usavršio prvu Wiimote interaktivnu tablu.

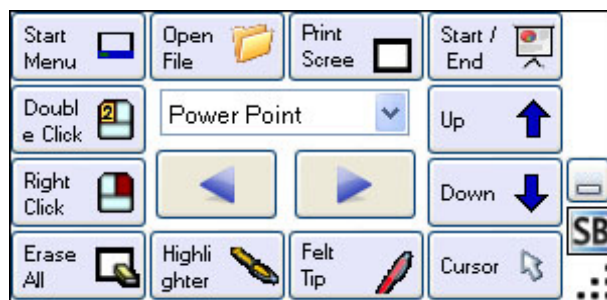


Slika 2. Wiimote Whiteboard

Njegov projekat zasnovan je na Nintendovom Wii kontroleru (Wii remote – Wiimote). Ovaj kontroler ima integrisanu infracrvenu kameru, blutut, akcelerometar i komponente za upravljanje. Spajanje sa računarom vrši se pomoću blutut adaptera, kada Wiimote dobija mogućnost kalibracije (fiksira se pomoću stalaka koji se nalazi u standardnom paketu opreme). Tako kalibrisan ima sposobnost da prati kordinate, što mu omogućava da se uz pomoć odgovarajućeg softvera dobije pravo savršenstvo – interaktivna tabla odličnih mogućnosti uz pogodnost plaćanja izrazito male cijene (svega oko 200 €, sa obukom za dva polaznika).

Povoljna cijena i odlične upotrebne karakteristike koje se ogledaju u lakoj prenosivosti, mogućnosti podešavanja na svim aktuelnim operativnim sistemima i velikoj dostupnosti softvera, svrstale su ovu interaktivnu tablu u najpoželjnije novo nastavno sredstvo prisutno u našim obrazovnim institucijama.

Softver Wiimote Whiteboard –a je raznolik i dostupan i komercijalnoj i besplatnoj verziji. Osnova svake od verzija je povezivanje uređaja i računara putem blututa i njegova kalibracija. Ostale mogućnosti variraju u zavisnosti od proizvođača softverskog paketa. Najpoznatiji programi su iWiIboard i Smoothboard. Smoothboard je preveden na srpski jezik. U komercijalnoj, ali i besplatnoj verziji omogućava pisanje po interaktivnoj tabli, čuvanje sadržaja, crtanje pravih, krivih linija i geometrijskih tijela. Pogodan je za označavanje i ilustracije, a nudi i mogućnost upravljanja prezentacijama.



Slika 3. Osnovni prozor programa Smoothboard 2

Mogućnost potpune implementacije interaktivne table, odnosno interaktivnog sistema u direktnoj je sprezi sa stepenom obučenosti nastavnika te njegovom kompetencijama za pripremanje i prezentovanje interaktivnih sadržaja. S toga su u u najavi, a brojni već u toku, seminari koji nude obuku za primjenu informaciono-komunikacionih tehnologija, novih medija u obrazovanju i same interaktivne table u nastavnom procesu.

4. MODALITETI IMPLEMENTACIJE INTERAKTIVNE TABLE

Tradicionalnoj nastavi se često prigovara da je jednoobrazna i monotona. Osnovni prigovor je taj što se primjenom tradicionalne nastave i klasičnih nastavnih sredstava kod učenika zanemaruju njegove lične sklonosti, sposobnosti i želje. Do zadovoljavanja očekivanih ishoda učenja dolazi se mukotrpnim putem koji kod učenika stvara

zamor, a kasnije i odbojnost prema određenom nastavnom predmetu. Nastava dopušta velike mogućnosti u pogledu izbora nastavnih sredstava, čija primjena često izostaje te se na taj način do ostvarivanja konačnih ciljeva dolazi na neprihvatljiv način koji često ne dopušta potpuno ispunjavanje očekivanih ishoda učenja.

Mogućnost primjene savremenih multimedijalnih nastavnih sredstava, a posebno interaktivne table dopušta uklanjanje već pomenutih nedostataka tradicionalne nastave. Primjenom interaktivne table u nastavi dobija se mogućnost kreiranja multimedijalnih materijala u realnom vremenu, aktivnih bilježnica, zapisa koji će nastavu učiniti lakše demonstrativnom, a samim tim i lakše prihvatljivom od strane učenika.

Tendencija koja stalno podstiče, animira i demonstrira nastavne sadržaje, a ne zahtijeva od učenika mehaničko reprodukovanje suvoparnih činjenica dovodi nas do ideje da je interaktivnu tablu nužno implementirati u obrazovni sistem. Naime, u literaturi se afirmativno prezentuje primjena interaktivnih tabli i ističe velika uloga iste u eliminaciji neuspjeha u nastavi.

Posmatrajući nastavu kao planski proces obrazovanja, njen važan dio čini pripremanje i planiranje. Uspješnost nastavnog procesa moguće je mjeriti u odnosu na ispunjavanje očekivanih ishoda učenja, što zapravo predstavlja krajnji produkt učenja i poučavanja. Primjeri dobre prakse pokazuju da je usvajanje znanja u posebnoj mjeri uvećano ukoliko je nastava jasna, očigleda i ubjedljiva. Prevođenje ovih epiteta u konkretne postupke dovodi nas u svijet primjene novih nastavnih sredstava, nazvanih novi mediji u obrazovanju, odnosno upotrebu informaciono-komunikacionih tehnologija u svrhu povećavanja kvaliteta nastave. Uzimajući u obzir činjenicu da je nastavni proces u značajnoj mjeri migrirao na koncept komunikacije nastavnik – učenik, učenik – medij, dolazi se do prihvatanja realnosti u kojoj je upotreba savremenih tehnologija neminovnost.

Govoreći o svrsishodnosti implementacije interaktivne table u nastavu, važno je znati ključne činjenice:

- primjenom interaktivne table nastava je ubjedljivija,
- izvođenje primjera je očiglednije,
- postoji mogućnost lakog prenosa nastavnih sadržaja,
- motivisanost učenika je veća,
- povećan stepen interaktivnosti,
- omogućena je jednostavna manipulacija multimedijom.

Uzimajući u obzir navedene činjenice u smislu iskoristljivih prednosti obrazovni proces možemo pretvoriti u jedan drugi oblik koji prema istraživanju (Marzano, Haystead, 2009) donosi povećanje uspjeha učenika koje je u njevom slučaju iznosilo 16% što predstavlja odličan rezultat.

Ipak, da bi se postigao napredak u nastavi, odnosno da bi procenat zadovoljavanja očekivanih ishoda bio veći potrebno je pripremiti odgovarajuće uslove koji polaze od osposobljenosti nastavnika koja je u direktoj vezi sa pozitivnom primjenom interaktivne table u nastavi. Ukoliko je nastavnik nedovoljno obučan primjena interaktivne table sa sobom donosi negativne efekte te nastava postaje neorganizovana i neubjedljiva. Strategija nabavke interaktivne table u obrazovnim institucijama mora biti u sprezi sa dobrom obukom koju je prošlo nastavno osoblje, s

toga je čest slučaj da ponuđač prilikom prodaje interaktivnog sistema organizuje i odgovarajuću obuku za korisnike.

5. ZAKLJUČAK

Primjena savremenih medija u obrazovanju i same interaktivne table dio je sadašnjosti koja posebnu ekspanziju očekuje u bliskoj budućnosti. S toga je značajno i bitno razumjeti njene prednosti koje se afirmišu u ovom radu. Ogromne mogućnosti koje donosi implementacija interaktivne table u nastavi izvodljive su samo u slučaju kvalitetne pripreme i pravilne upotrebe ovog medija u obrazovanju. S obzirom na manji broj istraživanja na temu efekata implementacije interaktivne table u nastavi od vitalnog značaja bi bilo obaviti dodatna istraživanja kako bi se afirmativni stav dodatno dokumentovao činjenicama te ustalila navika za obaveznim usavršavanjem nastavnog osoblja, a sve u cilju organizovanja kvalitetnije nastave, odnosno potpunog zadovoljavanja očekivanih ishoda učenja. Imajući u vidu navedeno, zaključujemo da je savremena nastava nemoguća bez primjene informaciono-komunikacionih tehnologija, a pozitivni efekti dostupani su svakodnevno u primjerima dobre prakse, a sa teoretskog aspekta i u ovom radu, kao i u brojnim radovima slične tematike.

LITERATURA

- [1] M. Bakovljević, „*Osnovi pedagogije*“, Učiteljski fakultet, Sombor, 2003.
- [2] N. Vilotijević, „*Obrazovna tehnologija*“, Učiteljski fakultet, Beograd, 2007.
- [3] S. Minić, „Elektronska interaktivna tabla u nastavi tehničkog i informatičkog obrazovanja“. U: Internacionalna konferencija „*Tehnika i informatika u obrazovanju*“, Čačak 7-9 maj 2001. Čačak: Tehnički fakultet. str. 490 – 505, 2001
- [4] A. Mičić, „Inovativni pristup univerzitetskoj nastavi primjenom interaktivnih tabli“, Fakultet informacionih tehnologija, Banja Luka, 2005.
- [5] P. Mladinić, Prezentacija sa seminara „*Interaktivna tabla u Hrvatskoj*“, Fakultet organizacije i računalstva, Varaždin, 2001.
- [6] V. Mužić, „Metodologija pedagoškog istraživanja“, Zavod za izdavanje udžbenika, Sarajevo, 1968.
- [7] Đ. Nadrljanski, „Digitalni mediji u obrazovanju – pregled međunarodnih iskustava“, Filozofski fakultet, Odsjek za informacijske znanosti, Zagreb, 2007.
- [8] „*Pedagoška enciklopedija*“, red. Potkonjak, N. I Šimleša, P. Zavod za izdavanje udžbenika, Beograd, Zagreb, Sarajevo, Titograd, Novi Sad, 1989.
- [9] A. Ristić, „Komparativni pregled alata za *e-learning*: Hibridna nastava“. Časopis za društvena pitanja: *Aktuelnosti*. 14, str. 126 – 141, Banja Luka, maj 2011.
- [10] D. Soleša, „Informacione tehnologije“, Pedagoški fakultet, Sombor, 2007.
- [11] S. Španović, „Skripta iz Metodologija istraživanja obrazovanja“, Pedagoški fakultet, Sombor, 2007.

RAZVOJ OPEN SOURCE APLIKACIJE ZA ANALIZU FUNKCIONALNIH POENA SOFTVERSKIH PROJEKATA

DEVELOPING OPEN SOURCE APPLICATION FOR FUNCTION POINT ANALYSIS OF SOFTWARE PROJECTS

Tripo Matijević, Ivana Ognjanović, Ramo Šendelj, *Fakultet za informacione tehnologije, Univerzitet „Mediterran“ Podgorica*

Sadržaj: *U procesu razvoja softverskih projekata kao jedan od sve češćih zahtjeva se nameće rana procjena složenosti i ukupnog troška. S tim ciljem su razvijene različite softverske metrike i metode za vrednovanje, a jedan od najistaknutijih i opšte prihvaćenih je funkcionalno skaliranje (eng. Functional Sizing Method – FSM). Zbog složenosti navedenog metoda, neophodan je razvoj softvera u cilju automatizacije procesa računanja funkcionalnih poena i krajnje procjene parametara projekta. U radu se prikazuje razvijeno open source rješenje kao i primjer evaluacije.*

Abstract: *One of the most common requirements in the software development projects is imposed by early estimation of the complexity and total costs. To this end, various evaluation software metrics and methods are developed, and one of the best known and widely accepted is the Functional Sizing Method – FSM. Because of the method complexity, it is necessary to develop software which enables the automation of the whole process of calculating function points and final estimation of the project's parameters. In this paper we present developed open source tool and evaluate it.*

1. UVOD

Računarski sistemi su odavno postali veoma složeni, a softver koji se razvija ima stalnu tendenciju rasta složenosti. Za njihov razvoj se definiše traženi skup funkcionalnosti, a od razvojnog tima se očekuje da krajnji proizvod osim definisanih funkcionalnih karakteristika, ispuni i dodatne zahtjeve za kvalitetom, definisane u pogledu pouzdanosti, pogodnosti za testiranje i održavanje, ponovne upotrebljivosti, otpornosti na greške i drugih faktora kvaliteta softvera. Kao posljedica, pred rukovodiocima je težak zadatak upravljanja softverskim projektima, koji osim dobro definisanog procesa razvoja, kontrole i obezbjeđenja kvaliteta, zahtijeva i ranu procjenu složenosti i troška projekta. [1],[2]

Trošak projekta obično zavisi od više faktora, ali svakako jedne od glavnih komponenti su obim (složenost) i vrijeme potrebno za njegovu izradu. U cilju određivanja ovih i sličnih parametara softverskih projekata, godinama su razvijane različite softverske metrike i metode za vrednovanje softverskih projekata, ali se većina oslanja na broj linija izvornog kôda ili funkcionalne poene, mjeru količine poslovne funkcionalnosti koju informacioni sistem pruža korisniku. [1],[3],[4]

Jedna od najstarijih metrika, krajnje intuitivna, laka za implementaciju i automatizaciju je broj linija izvornog kôda (eng. Source Lines of Code – SLOC) [5]. Ova metrika može predočiti samo okvirnu magnitudu projekta: sa velikom sigurnošću možemo zaključiti da je projekat od 1 000 SLOC manjeg obima od projekta od 100 000 SLOC, ali kada bismo pokušali da uporedimo projekat od 18 000 i 20 000 SLOC, ne bismo mogli baš lako da predvidimo koji više košta ili čija izrada duže traje. Ovo je jasan problem koji proizilazi iz činjenice da mnogi programeri imaju različite stilove pisanja koda, sa/bez korišćenja mogućnosti skraćivanja pojedinih naredbi/djelova koda (karakterističnih za programski jezik koji se korsiti), upotrebe gotovih programskih komponenti

(koje ne garantuju minimalnost SLOC vrijednosti za datu funkcionalnost) itd. Sljedeći problem je to što odabir programskog jezika za implementaciju direktno utiče na SLOC vrijednosti, tj vrijednosti koje se direktno mogu porediti i davati relevantne zaključke su isključivo za projekte kodirane u sličnim ili srodnim jezicima, prvenstveno zato što programski jezici različito balansiraju između jasnoće i sažetosti kôda. Kao potvrda je podatak da kôd neke aplikacije koja je napisana u jeziku nalik C-u može imati i do 4 puta manju SLOC vrijednost od kôda iste funkcionalnosti napisanog u COBOL-u. [1],[5]

U pokušaju da se savladaju navedeni problemi SLOC metrike, sredinom 1970-ih nastala je analiza funkcionalnih poena (eng. Function Point Analysis – FPA), metod koji složenost softvera procjenjuje na osnovu funkcionalnosti koju taj softver pruža korisniku [2]. Ovaj metod Albrecht je doradio 1984. godine, a kao posljedica dobre prihvaćenosti, u cilju daljeg razvoja je osnovano regulatorno tijelo, Međunarodna grupa korisnika funkcionalnih poena (eng. International Function Point User Group – IFPUG). IFPUG je od tada izdao nekoliko verzija Priručnika za računanje funkcionalnih poena (eng. Function Point Counting Practise Manual), a trenutna verzija je 4.3. IFPUG je uspio da ozvaniči svoj metod funkcionalniog skaliranja (eng. Functional Sizing Method – FSM) kao ISO/IEC standard 20926:2003, proširen i obnovljen 2009. godine, čime su funkcionalni poeni potvrđeni kao istaknuti metod vrednovanja softvera. [1],[4],[6] Po statistici ISBSG-a, nezavisne globalne kompanije koja se bavi prikupljanjem i analizom IT podataka, danas se više od 90% industrijskih projekata vrednuje na osnovu IFPUG-ove FPA. [1]

2. PRINCIPI ANALIZE FUNKCIONALNIH POENA

Funkcionalni poeni mjere sistem iz funkcionalne perspektive, čime se rješava problem zavisnosti od tehnologije. Bez obzira na to koji jezik, način razvoja ili koja hardverska platforma se koristi za razvoj, funkcionalni poeni

sistema ostaju identični. Jedino što se u nizu sistema mijenja je trud (vrijeme) koji treba uložiti u razvoj sistema, i to omogućava da se odrede alati, okruženja i jezici koji su produktivniji od drugih. Na osnovu toga, za svaki specifičan sistem se definiše odgovarajuća vrijednost stope produktivnosti, izražena u FP/manmonth (funkcionalni poeni po mjesecu za jednog programera). Npr. zbog same veličine kôda kojeg je potrebno generisati, programeri slične stručnosti će u C-u potrošiti 3-4 puta manje vremena na generisanje kôda u odnosu na COBOL. [2],[5],[7],[8]

FPA ostvaruje svoje rezultate pomoću detaljnog razlaganja sistema, i to u tri procesa, koji se izvode sljedećim redoslijedom: [2]

1. identifikacija tipa transakcija i fajlova
2. identifikacija i vrednovanje tipova komponenti
3. vrednovanje opštih karakteristika sistema

1. Transakcije i fajlovi se svrstavaju u tri tipa [5]:

- Record Element Type (RET) – podgrupa elemenata podataka prepoznatljiva od strane korisnika. RET se najlakše prepoznaje iz odnosa parent-child, najčešće u relaciji jedan prema više. Npr. posmatrajmo studenta i kurseve koje sluša. Student ima ime, prezime, broj indeksa i e-mail adresu, a svaki kurs ima naziv, predavače i semestar. Ovdje se jasno identifikuju dva RET-a, jedan je sa podacima studenta, a drugi sa podacima kursa.
- File Type Referenced (FTR) – fajl koji koristi ili referencira transakcija, bez obzira da li ga mijenja ili samo čita (npr. jedna tabela ili serija tabela sa odnosima jedan prema jedan u bazi podataka, fajl koji sadrži hash lozinke koja se provjerava).
- Data Element Type (DET) – jedno neponovljivo polje prepoznatljivo od strane korisnika. DET informacija je uvijek dinamička. Tekstualno polje, grupa radio dugmadi, check box su primjeri jednog DET-a. Kod funkcijske dugmadi se svaka akcija koju dugme poziva broji kao jedan DET (npr. dugme OK koje treba da sačuva podatke u bazu i preumjeri korisnika na drugu stranicu se broji kao dva DET-a).

2. Komponente mogu da budu [5],[9]:

- External Inputs (EI) – elementarni proces u kome podaci prelaze granicu sistema ka unutra (podaci iz druge aplikacije, podaci koje unosi korisnik,...)
- External Outputs (EO) – elementarni proces u kome izvedeni podaci prelaze granicu sistema ka spolja (izvještaji, podaci koji se šalju drugoj aplikaciji,...)
- External Inquiries (EQ) – elementarni proces koji uključuje povlačenje podataka i sa unutrašnje i sa spoljne strane granice sistema. Proces ne uključuje izmjene fajlova i ne pruža izvedene podatke.
- Internal Logical Files (ILF) – logički povezana grupa podataka prepoznatljiva od strane korisnika koja se nalazi u potpunosti unutar granica sistema, održava je EI.
- External Interface Files (EIF) - logično povezana grupa podataka prepoznatljiva od strane korisnika koja se koristi isključivo za reference, nalazi se u potpunosti izvan granica sistema, održava je EI neke druge aplikacije.

Nakon identifikacija komponenti, one se vrednuju na osnovu vrijednosti odgovarajućih tipova transakcija i fajlova kojima pripadaju. Veze između komponenti i tipova transakcija i fajlova data je u Tabeli 1. Vrednovanjem komponente dobija se jedna od tri moguće vrijednosti: nisku, srednju ili visoku, i njima odgovarajuće koeficijente (Tabele 2 i 3). [5]

Tabela 1: Veze između komponenti i tipova transakcija i fajlova

Komponenta	RET	FTR	DET
EI		*	*
EO		*	*
EQ		*	*
EIF	*		*
ILF	*		*

Tabela 2: Primjer vrednovanja za EO i EQ

FTR	DET		
	1-5	6-19	>19
0-1	Niska	Niska	Srednja
2-3	Niska	Srednja	Visoka
>3	Srednja	Visoka	Visoka

Tabela 3: Dodjeljivanje koeficijenata nakon vrednovanja komponenti

Vrednovanje	Vrijednosti za transakcije			Vrijednosti za fajlove	
	EO	EQ	EI	ILF	EIF
Nisko	4	3	3	7	5
Srednje	5	4	4	10	7
Visoko	7	6	6	15	10

Nakon dodjele koeficijenata, izvršava se prebrojavanje komponenti u jednoj grupi vrednovanja, a rezultat se množi odgovarajućim koeficijentom. Zbir svih tako dobijenih proizvoda predstavlja nekalibrisane FP projekta (eng. Unadjusted Function Points – UFP).

3. Da bi se dobio konačan rezultat analize funkcionalnih poena jednog projekta, mora se proći i kroz treći proces razlaganja sistema: vrednovanje četrnaest opštih karakteristika sistema. Svakoju opštoju karakteristici se dodjeljuje vrijednost od nula do pet, u zavisnosti od toga koliko je prisutna ili koliki uticaj ima na projekat (0 – nema uticaj, nije prisutna; 5 – jak uticaj, u potpunosti je prisutna).

Opšte karakteristike sistema po FPA su [5] [9]:

- 1) Komunikacije podataka (koliko su zastupljene olakšice u prenosu ili razmjeni podataka)
- 2) Distibuirana obrada podataka
- 3) Performanse (da li je korisnik tražio određeno vrijeme odgovora, protok,...)
- 4) Opterećenost hardverske konfiguracije
- 5) Koliko se često obavljaju transakcije
- 6) Zatupljenost on-line unosa podataka
- 7) Efikasnost sa stanovišta krajnjeg korisnika
- 8) On-line ažuriranja (koliko se ILF-ova ažurira on-line transakcijama)
- 9) Složeno logičko ili matematičko procesiranje
- 10) Ponovna iskoristivost

- 11) Jednostavnost instalacije
- 12) Jednostavnost upravljanja (pokretanje, backup, procedure oporavka)
- 13) Višestruka namjena
- 14) Lakoća izmjena

Kada se dodijele vrijednosti svim karakteristikama, iz njih možemo izvesti faktor kalibracije (eng. Value Adjustment Factor – VAF) koristeći sljedeću formulu: [5]

$$VAF = (65 + \sum_{i=1}^{14} C_i) / 100$$

gdje je C_i vrijednost dodijeljena svakoj karakteristici ponaosob. Koeficijenti u formuli su utvrđeni empirijski.

Konačan broj kalibriranih FP projekta se dobija množenjem UFP sa VAF.

Iako definisani proces računanja FP djeluje dosta složeno, za njegovu primjenu u računanju krajnjeg utroška vremena i potrebnog broja članova u razvoju timu za realizaciju softverskog projekta dovoljno je znati:

- Prosječan učinak programera (broj FP koje može da ostvar jedan programer po mjesecu). Ova vrijednost zavisi od prirode projekta (aplikacije opšte namjene se rade sa više FP/manmonth nego specijalizovane aplikacije za telekome, policiju, vojsku...; klijent-server aplikacije traže sporiji rad (cca. 17 FP/manmonth) u odnosu na web aplikacije (cca. 24 FP/manmonth)) i od iskustva i vještine programera, a pošto je individualna vrijednost, tačnije se procjenjuje što tim ima više odrađenih projekata [8]
- Ukupnu vrijednost (A)FP datog projekta.

Složenost računanja FPA je glavni razlog zašto vode mnogih timova često bježe od njegove primjene, i oslanjaju se na sopstvene procjene, ili neke manje egzaktne i manje detaljne tehnike. U Crnoj Gori, kao posljedica nedovoljno dobro organizovanog upravljanja projektom, i do 60% softverskih projekata se ugasi i prije nego što su završeni, a još 20-25% u značajnoj mjeri probije budžet, rok isporuke, ili oboje. [10]

3. APLIKACIJA

Da bi se i pored složenosti navedenog procesa obezbijedila njegova što jednostavnija praktična primjena, nameće se jasna potreba za razvojem alata koji će omogućiti potpunu automatizaciju procesa računanja FPA.

U tom cilju, proteklih godina je razvijeno više softverskih alata za praćenje i sprovođenje FPA, ali većina je starija od 3 godine, i nije ažurirana po posljednjim preporukama IFPUG-a. Postoje takođe i rješenja koja su u skladu sa posljednjim setom IFPUG preporuka, ali su komercijalizovana i zahtijevaju značajna sredstva za profesionalno korišćenje i primjenu.

Stoga je u ovom radu definisan krajnji cilj razvoja open source rješenja koje će odgovarati posljednjim IFPUG preporukama, biti orijentisano ka krajnjim korisnicima (tj. rukovodiocima projekata) i omogućit im praćenje računanja svih navedenih faza i parametara.

Rješenje je razvijeno kao web aplikacija, u programskom jeziku Java, pomoću razvojnih alata Eclipse (razvojno okruženje), Maven (omogućava automatizaciju upravljanja razvojem projekta) i Hibetnate (omogućava lako povezivanje sa bazom podataka i prevođenje objekata Jave u zapise koji se mogu čuvati u relacionoj bazi). Princip web aplikacije je odabran prvenstveno zbog činjenice da se većina aplikacija radi u timovima, te da je često potrebno sa više lokacija istovremeno pristupati ažuriranim podacima i izvršavati sama ažuriranja. Pridružena baza podataka koja služi za čuvanje unosa i izlaza programa je urađena u MySQL-u.

Na Slici 1 je prikazana glavna forma aplikacije – forma za unos parametara FPA i simultani pregled rezultata dotadašnje analize. Korisnik treba da unese samo osnovne parametre komponenti svog programa (naziv, tip, broj RET/FTR i DET). Aplikacija vrši rangiranje komponente, preračunava FP po tipovima komponente i račun prikazuje u tabeli u dnu. Za završni obračun potrebne su još dvije informacije: VAF, koji se obračunava po već izloženom principu na stranici VAF, i učinkovitost tima (FP u jedinici vremena).

Tip komponente	Low	Average	High	Total
External input:	2	5	6	62
External output:	3	4	3	53
External query:	4	5	6	68
Internal logical files:	6	5	2	132
External interface files:	6	5	3	95

Slika 1 Proces obračunavanja FP

Na stranicama pojedinačnih tipova komponenti, korisnik može da pregleda i izmijeni već unesene i valorizovane komponente. Takođe, podržano je praćenje više projekata istovremeno.

4. PRIMJER UPOTREBE I POKAZIVANJE TAČNOSTI

Za primjer upotrebe aplikacije uzet je razvoj platforme za učenje na daljinu (DLS) Fakulteta za informacione tehnologije (FIT)¹. Projekat je bio pogodan jer je glavni dio projekta završen, bili su poznati rezultati, pa je time

¹ <http://e-fit.unimediterran.net>

omogućeno i poređenje računa aplikacije sa stvarnim rezultatima.

DLS platforma je višekorisnička web aplikacija koja omogućava predavačima da kreiraju kurseve sa multimedijalnim materijalima i prate aktivnosti studenata u okviru kursa, a studentima omogućava interakciju sa predavačima, materijalima i međusobno. DLS platforma FIT-a je adaptacija Moodle rješenja.

Na Slici 1 se vidi integralna procjena projekta DLS platforme, kao i unos vrednovanja jedne komponente (new_user_init – inicijalizacija novog korisnika).

Komponenta je okarakterisana kao EI (korisnik unosi spoljne podatke u aplikaciju). Broj FTR je 2, iz razloga što se podaci o korisniku upisuju u jednu tabelu baze podataka, a podaci o sesiji u drugu tabelu (tabele su u relaciji korisnik:sesija – 1:više, jer korisnik u jednoj sesiji može da ostvari više nezavisnih unosa, a ID sesije u toku koje je korisnik kreiran se takođe sadrži u podacima o korisniku). Broj DET je određen na sljedeći način: korisnik prilikom registracije unosi željeno korisničko ime i lozinku, svoju e-mail adresu i potvrdu e-mail adrese, ime, prezime, mjesto i državu stanovanja (ukupno 8 DET); korisniku su na raspolaganju dugmad za odustajanje (vraća korisnika na početnu stranicu) i za kreiranje naloga (upisuje podatke o korisniku i sesiji i šalje e-mail potvrde korisniku i administratoru o kreiranju naloga), što čini ukupno 3 DET; korisnik ima i check box čijom aktivacijom se prikazuje koju je lozinku ukucao (1 DET) (vidi Sliku 2). Ukupna vrijednost ove forme je stoga 12 DET.

Izaberite svoje korisničko ime i lozinku za pristup sistemu

Korisničko ime*

Lozinka* Razotkrji

Molimo unesite osnovne informacije o sebi

Adresa e-pošte*

Adresa e-pošte (ponovo)*

Ime*

Prezime*

Mesto*

Država*

Neophodna polja u ovom

Developed by Fakultet za informacione tehnologije 2009 | Powered by Moodle

Niste prijavljeni. (Prijava)

Slika 2 Strana za registraciju korisnika na DLS platformu

Na sličan način su ocijenjene i druge komponente sistema. Ukupan zbir, nakon preračunavanja VAF-a, je dao cifru od 439 AFP. Uz aproksimaciju da je produktivnost 30 FP/manmonth, dobija se da je za izradu projekta potrebno 14,63 manmonth, odnosno uz tim od 4 programera, koliko je brojao razvojni tim, 3 mjeseca i 20 dana. Za produktivnost je uzeta nešto viša vrijednost od standardne za razvoj web

aplikacije iz razloga što je rađena adaptacija postojećeg rješenja.

Stvarni projekat se skoro u potpunosti poklopio sa procjenom aplikacije: platforma je prilagođena i puštena u rad za 3 mjeseca i 28 dana, što predstavlja odstupanje od 7,3%.

5. ZAKLJUČAK

Glavni cilj FPA je da omogući procjenu troškova, ljudstva i same veličine projekta. Vremenom se FPA, upravo zbog svog krajnje analitičkog principa, pokazala kao dobra metodologija za pomoć u vrednovanju i planiranju rada na projektu. Međutim, u nedostatku kvalitetnih i pristupačnih rješenja za implementaciju, zbog složenosti FPA principa većina timova koji imaju potrebu za primjenom FPA odustaju od njene upotrebe.

Svrha predstavljenog alata je prvenstveno da popularizuje upotrebu FPA u krugovima programera i da im pomogne u planiranju i vrednovanju svojih projekata. Na taj način, alat može značajno da poveća šanse za uspješnost projekata.

OVAKO urađeno open source rješenje omogućava velikom broju developera da se uključe u dalji razvoj i prilagođavanje budućim potrebama.

LITERATURA

- [1] Software Sizing: How to Decide which Method to Use, *Total Metrics*, 2007.
- [2] D. H. Longstreet, Fundamentals of Function Point Analysis, *Software Development Magazine*, 2005.
- [3] dr C. Kaner, Software Engineer Metrics: What do they measure and how do we know?, 10th International Software Metrics Symposium, 2004
- [4] T. Cutting, Estimating Lessons Learned in Project Management – Traditional, 2009.
- [5] D. H. Longstreet, Function Points Analysis Training Course, www.softwaremetrics.com, 2008.
- [6] Press Release: IFPUG Functional Sizing Method published as an International Standard, 30. novembar 2003.
- [7] R. Heller, An Introduction to Function Point Analysis, www.qpmg.com/fp-intro.htm, 2002.
- [8] <http://www.ifpug.org/discus/>
- [9] Overview of Function Points, *Total Metrics*, www.totalmetrics.com/function-point-resources/what-are-function-points
- [10] dr A. Balota, Projektovanje i razvoj informacionih sistema, materijali sa predavanja, Podgorica, 2009.

PREDNOSTI KORIŠĆENJA HIBERNATE FRAMEWORKA U ODNOSU NA JDBC U JAVA EE APLIKACIJAMA

ADVANTAGES OF USING THE HIBERNATE FRAMEWORK OVER USING THE JDBC IN JAVA EE APPLICATIONS

Tijana Vujičić, Dženan Strujić, Ramo Šendelj, *Fakultet za informacione tehnologije, Univerzitet Mediteran, Podgorica*

Sadržaj: *Alati za objektno- relaciono mapiranje postaju sve više zastupljeni u razvoju softverskih sistema. U ovom radu je predstavljena komparativna analiza JDBC-a (Java Database Connectivity) nasuprot Hibernate framework-a i njegovog jezika HQL-a, sa aspekta programera. Analizirane su karakteristike, performanse i način korišćenja u kompleksnim Java EE aplikacijama. U radu su takođe predstavljeni načini integracije ovih proširenja u Java programski jezik. Rad sadrži primjere koda i upoređuje potrebno vrijeme za dodavanje, očitavanje, brisanje i izvršavanje upita nad bazom podataka.*

Abstract: *Object-relational mapping tools are becoming more and more popular in development of software systems. This paper presents comparative analysis of JDBC(Java Database Connectivity) and Hibernate framework and its HQL language, from the aspect of programmer. Analysis included characteristics, performances and usability in complex Java EE applications. This paper also presents methods of integrations this extensions in Java programming language. Paper provides examples of code and compares the time needed for adding, reading, removing and executing database queries.*

Keywords: *JDBC, Hibernate framework, Java, database, persistence*

1. UVOD

Veliki broj firmi, organizacija i programera se trenutno bavi razvojem softvera i sa istim kvalitetom mogu ispuniti zahtjeve klijenata. Dobijanje posla u oblasti softverskog inženjeringa sada se ograničava malim vremenskim trajanjem izrade projekta, koji je jedan od ključnih faktora. Postavlja se pitanje kako programeri da skrate vrijeme za izradu projekta i povećaju produktivnost. Podaci se u svim softverskim sistemima nalaze u bazama podataka i gotovo uvijek postoji potreba za njihovim pregledom, unosom i izmjenom. Zbog te činjenice ovaj rad analizira način korišćenja Hibernate framework-a i njegove prednosti u odnosu na JDBC sa aspekta programera koje će biti prikazane kroz primjere koda.

U okviru istraživanja za ovaj rad potrebno je izvršiti sledeći eksperiment:

- Kreirati tabele korišćenjem JDBC-a
- Kreirati tabele korišćenjem Hibernate framework-a
- Obraditi osnovne funkcije nad tabelama baze podataka korišćenjem JDBC-a
- Obraditi osnovne funkcije nad tabelama baze podataka korišćenjem Hibernate framework-a

Za sve navedene tačke potrebno je zabilježiti vrijeme izrade (studija slučaja se izvodi na 10 programera) i brzinu izvršavanja odrađenih upita (na 5 različitih mašina) i nakon toga odrediti prosjek. Svi programeri će pomenute opcije kreirati u Java web aplikaciji i nakon izrade projekta odgovoriti na upitnik, navesti poteškoće koje su eventualno imali u radu, kao i prednosti korišćenja.

Kriterijumi po kojima će se procijeniti uspešnost izrade projekta su:

- lakoća naknadne izmjene projekta i zavisnost projekta
- mogućnost integracije delova projekta

- veličina, struktura i validnost izvornog koda

2. ŠTA JE HIBERNATE I KAKO FUNKCIONIŠE?

Hibernate je veoma fleksibilan, efikasan i široko upotrebljiv Java open source framework za objektno-relaciono mapiranje koji omogućava preslikavanje Java klasa u relacione baze podataka, izvršavanje upita nad kreiranim bazama i ažuriranje [1].

2001. godine napravio ga je Gavin King sa idejom da obezbedi perzistenciju objekata i pojednostavi rad sa bazama podataka [1]. Početkom 2003. godine Hibernate razvojni tim počeo je da razvija Hibernate 2 koji je ponudio značajna poboljšanja u odnosu na prvu verziju i nastavio da promoviše Hibernate kao standard za omogućavanje perzistencije u Javi [2]. Trenutna verzija Hibernate 3 [3] nudi još veća proširenja, kako na nivou objekta tako i na nivou kompletne baze.

Hibernate teži da postane kompletno rešenje za problem upravljanja perzistentnim podacima u Javi. Perzistencija omogućava da pojedinačni objekti nadžive proces aplikacije u kojoj su nastali [5]. Objekti se mogu čuvati u bazi podataka i kao takvi ponovo kreirati u nekom trenutku. Hibernate obezbeđuje perzistenciju objekata za vreme izvršavanja programa i znatno olakšava programerima rad sa bazom podataka.

Arhitektura Hibernate-a je predstavljena na slici 1. Hibernate obavlja sledeće funkcije [5] :

- 1) Otvora konekciju sa bazom podataka.
- 2) Pretvara HQL (Hibernate Query Language) kod u standardni upitni jezik SQL
- 3) Prihvata skup rezultata.
- 4) Obavlja mapiranje podataka iz baze u Java objekte koji se direktno koriste u Java aplikaciji.



Slika 1: Arhitektura hibernate-a

Hibernate koristi specifikaciju baze podataka iz Hibernate properties fajla (slika 2). Automatsko mapiranje se obavlja na osnovu hbm XML fajla za određeni Java objekat.

```
<?DOCTYPE hibernate-configuration PUBLIC
"-//Hibernate/Hibernate Configuration DTD 3.0//EN"
"http://hibernate.sourceforge.net/hibernate-configuration-3.0.dtd">
<hibernate-configuration>
  <session-factory>
<property name="hibernate.connection.driver_class">com.mysql.jdbc.Driver</property>
<property name="hibernate.connection.url">jdbc:mysql://localhost/iss</prope
<property name="hibernate.dialect">org.hibernate.dialect.MySQLDialect</prope
<property name="hibernate.connection.username">root</property>
<property name="hibernate.connection.password"></property>
<property name="hbm2ddl.auto">update</property>
<property name="hibernate.show_sql">>true</property>
<property name="hibernate.format_sql">>true</property>
<property name="hibernate.connection.useUnicode">>true</property>
<property name="hibernate.connection.characterEncoding">UTF-8</property>
<property name="hibernate.generate_statistics">>true</property>
  </session-factory>
</hibernate-configuration>
```

Slika 2: Izgled Hibernate properties fajla

Ukoliko se koristi neki od alata za automatsko kreiranje projekta (npr. Apache Maven) potrebno je uključiti dodatne biblioteke u projekat. U slučaju Maven-a u POM fajl je potrebno dodati zavisnost i repozitorijum kao što je prikazano u isječku koda (slika 3).

```
<dependency>
  <groupId>org.hibernate</groupId>
  <artifactId>hibernate</artifactId>
  <version>3.6.0</version>
</dependency>

<repositories>
  <repository>
    <id>jboss</id>

    <url>http://repository.jboss.org</url>
  </repository>
</repositories>
```

Slika 3: Kod koji je potrebno dodati u POM fajl

3. HIBERNATE FRAMEWORK NASUPRT JDBC-A

JDBC (Java Database Connectivity) programerima omogućava uspostavljanje konekcije i izvršavanje upita nad bazom podataka korišćenem standardnog upitnog jezika SQL-a. JDBC framework je standardno integrisan u Java JDK, ali za pristup određenoj bazi podataka potrebno je imati specificiran JDBC Driver [7].

Hibernate framework sa druge strane obezbeđuje sve što ima JDBC uz dodatke objektno relacionog mapiranja [5]. Rečeno jezikom programera, Hibernate obezbeđuje da klase u Java programskom jeziku mapiramo sa relacionim

tabelama, uključujući standardne Java metode, nasleđivanje klase, interfejsa i polimorfizam [3].

Prvo je potrebno predstaviti način konekcije na bazu podataka korišćenjem JDBC-a i Hibernate-a. Kada je u pitanju JDBC potrebno je najprije definisati konekciju, a zatim drajver i parametre konekcije.

```
Connection conn = null;
Class.forName("sun.jdbc.odbc.JdbcOdbcDriver");
conn =
DriverManager.getConnection("jdbc:mysql:localhost"
, username, password);
```

Slika 4: Prikaz koda za konekciju korišćenjem JDBC-a

Sa Hibernate-om konekcija se ostvaruje pozivanjem servisa Session, koji nam omogućava direktnu komunikaciju bez prosleđivanja ostalih parametara [1][5]. Session iz već postojećeg properties fajla preuzima sve parametre baze podataka i otvara komunikacioni kanal sa perzistentnim slojem u arhitekturi.

3.1 Funkcije kreiranja tabela

Tabele koje se nalaze u bazi podataka potrebno je kreirati poštujući standarde. Prilikom kreiranja tabela korišćenjem JDBC-a potrebno je u obliku Stringa napisati SQL kod. Javljuju se sledeći problemi:

- potrebno je voditi računa o ispravnosti pisanja SQL koda
- nečitak kod sastavljen iz više Stringova
- ograničenja se definišu u okviru SQL koda

```
String createString;
createString = "create table korisnik (" +
"ID INTEGER, " +
"IME VARCHAR(30),
PREZIME VARCHAR(30),
primary key(ID)
)";
Statement stmt = con.createStatement();
stmt.executeUpdate(createString);
stmt.close();
conn.close();
```

Slika 5: Prikaz koda za kreiranje tabele korišćenjem JDBC-a

Korišćenje anotacija iz Hibernate frameworka omogućava automatsko mapiranje klase u tabelu. Primjer koda prikazuje način primjene anotacija u kreiranju tabele.

```
@Entity
@Table(name = "korisnik")
public class Korisnik {
  @Id
  @Column(name = "id")
  private Long id;
  @Column(name = "ime")
  private String ime; //dodatak ostalih atributa
  @OneToMany(fetch = FetchType.LAZY, mappedBy =
"kontakti")
  private List<Kontakti> kontakti;
  //generate get and set method
}
```

Slika 6: Prikaz koda za kreiranje tabele korišćenjem Hibernate framework-a

Za potrebe istraživanja za ovaj rad kreirane su dvije tabele, korisnik i kontakt. Tabela korisnik sadrži podatke o korisnicima nekog sistema (id, ime i prezime) kao što je prikazano na slici. U tabeli se nalazi ukupno 100.000 zapisa.

Slika 7: Tabela korisnik

Tabela kontakti sadrzi id, broj telefona korisnika, i id korisnika. Sadrži tri puta više podataka nego tabela korisnik zato što za svakog korisnika postoje po tri njegova kontakt telefona. Tabele su u relacionoj vezi 1-n.

Slika 7: Tabela kontakt

3.2 Funkcije dodavanja, ažuriranja i brisanja zapisa

Prilikom dodavanja zapisa korišćenjem JDBC-a programeri prvo trebaju kreirati kompletnu SQL komandu koja prolazi nad bazom podatka, a zatim tu komandu strukturirati korišćenjem Stringova i nadovezivanjem vrijednosti određenih kolona. Kompletan String se prosleđuje objektu Statment koji izvršava zadatu komandu. Funkcije ažuriranja i brisanja zapisa u JDBC-u ostvaruju se na isti način - pozivanjem metoda i objekata klase Statment, naravno uz odgovarajuće SQL upite.

Dodavanje	<pre>Korisnik k = new Korisnik(); k.setIme("Marko"); k.setPrezime("Mrkovic"); executeUpdate("insert into korisnik (ime,prezime) values('" + k.getIme() + ", " + k.getPrezime() + "')");</pre>
Ažuriranje	<pre>String prezime = "Markovic"; Long id = 1; executeUpdate("update korisnik set prezime ='" + prezime + "' WHERE id="+id);</pre>
Brisanje	<pre>Long id = 1; executeUpdate("delete from korisnik WHERE id="+id);</pre>

Tabela 1: Primjer dodavanja, ažuriranja i brisanja zapisa korišćenjem JDBC-a

Analiziranjem tri predhodno navedena slučaja možemo zaključiti da korišćenje JDBC-a u Java programiranju zahtjeva znanje SQL-a. Sami rad je složeniji i zahtjeva preciznost u sklapanju odgovarajućeg SQL-a tako da je potrebno i znatno više vremena.

Hibernate u odnosu na JDBC u segmentu dodavanja, ažuriranja i brisanja zapisa ima mnogo jednostavniju sintaksu, strukturu i zamisao rješavanja problema. Dodavanje objekta Session u odgovarajuću klasu omogućava da se pomenute funkcije obave na sledeći način.

Dodavanje	<pre>Korisnik k = new Korisnik(); k.setIme("Marko"); k.setPrezime("Mrkovic"); session.save(k);</pre>
Ažuriranje	<pre>Korisnik k = session.load(Korisnik.class, id); k.setPrezime("Markovic");</pre>

	<pre>session.update(k);</pre>
Brisanje	<pre>Korisnik k = session.load(Korisnik.class, id); session.delete(k);</pre>

Tabela 2: Primjer dodavanja, ažuriranja i brisanja zapisa korišćenjem Hibernate framework-a

Kao što se iz navedenih primjera može vidjeti za korišćenje Hibernate framework-a programeru nije potrebno znanje iz SQL-a i izbjegavaju se problemi oko sklapanja stringova za implementaciju SQL upita [2][7].

Sigurnost i pouzdanost predstavljaju novo polje ove oblasti koje nije predmet istraživanja ovog rada, ali je potrebno pomenuti da u JDBC-u nema mogućnosti kontrolisanja log fajlova nad transakcionom sesijom jedne konekcije. Kada je u pitanju Hibernate iz perzistentnih objekata vrijednosti možemo da vratimo ili sačuvamo u bazu podataka korišćenjem neke od anotacija transakcionog dijela Hibernate-a kao što su @ComitAfter @Match("**DAO") isl [7].

3.3 Funkcije izvršavanja upita

U ovom poglavlju prikazan je rad sa upitima u Hibernate-u i JDBC-u .

Kada se upiti izvršavaju preko JDBC-a potrebno je prvo napisati validan SQL upit, a zatim ga izvršiti pomću metode executeQuery(upit). Objekat ResultSet će nakon izvršenja sadržati rezultate upita.

Za pristup bazi preko Hibernate-a upiti se mogu pisati u HQL - u ili u standardnom SQL - u. Query interfejs omogućava pisanje upita i povezivanje argumenata sa promenljivim u upitima. Prvo se otvara sesija i kreira upita korišćenjem metode createQuery(upit). Zatim se poziva metoda list() koja smješta sve vraćene objekte u jednu listu radi lakše manipulacije [6].

Kada se koristi metoda createCriteria() dovoljno je proslediti naziv klase kao i odgovarajuće restrikcije, ako postoje, u cilju filtriranja rezultata. Restrikcije mogu da sadrže i podupite, group by i order by klauzule. Metod createCriteria() dobijene redove mapira sa kolonama u tabeli i reference stranih ključeva nosi sa sobom u dobijene zapise.

Hibernate takođe omogućava pisanje standardnog SQL upita i za to se koristi metoda createSQLQuery().

Prikazati ime i prezime korisnika i njegove brojeve telefona korišćenjem : i) JDBC-a, ii) Hibernate Criteria, iii) HQL, iv) standardnog SQL-a u Hibernate-u.

SQL	<pre>select ko.ime, ko.prezime, kt.broj from korisnik ko, kontakt kt where ko.id = kt.idKorisnik</pre>
JDBC	<pre>ResultSet rezultat; String upit = "select ko.ime, ko.prezime, kt.broj from korisnik ko, kontakt kt where ko.id = kt.idKorisnik "; rezultat = izraz.executeQuery(upit);</pre>

Hibernate Criteria	<pre>List<Korisnik> k = session.createCriteria(Korisnik.class) .addOrder(Order.asc('ime')).list(); // svim kontaktima nekog korisnika može se pristupiti pomoću metode getKontakti();</pre>
HQL	<pre>List<Korisnik> k = session.createQuery("form korisnik");</pre>
SQL u Hibernate-u	<pre>List<Korisnik> k = session.createQuery("select ko.* from korisnik ko, kontakt kt where ko.id = kt.idKorisnik ");</pre>

Tabela 3: Primjeri upita koji prikazuje ime i prezime korisnika i njegove brojeve telefona

4. REZULTATI ANALIZE

U cilju testiranja performansi izmjerene su brzine izvršenja upita korišćenjem Hibernate frameworka nasuprot JDBC-a. Za testiranje su korišćena tabele korisnik i kontakt koje sadrže ukupno 400.000 zapisa. Testiranje je izvršeno na 5 različitih mašina i nakon toga je određen prosjek. Za analizu mjerenja je korišćen alat Apache JMeter koji se koristi za testiranje performansi i za statičke i za dinamičke resurse (fajlovi, Java objekti, baze podataka i upiti, FTP serveri i td.). Rezultati testiranja prikazani su u tabeli 4.

Na osnovu rezultata analize možemo vidjeti da korišćenjem HQL-a brzina očitavanja se smanjuje za skoro 50% u odnosu na JDBC. Korišćenje standardnog SQL-a u Hibernate-u je malo sporije u odnosu na JDBC, ali sa druge strane korišćenjem Hibernate-a imamo više mogućnosti i fleksibilnost korišćenja. Kada ove rezultate izvršavanja spojimo sa rezultatima upitnika na koji su programeri odgovorili, dobijamo jasan pregled analizirane situacije, a to je da bi većina programera koristila Hibernate framework iako su performanse slabije. Pregled upitnika koji je popunilo 10 programera dat je na slici 8 dok su rezultati prikazani na grafikonu na slici 9. Svi programeri da bi odgovorili na upitnik su tražene opcije kreirali u Java web aplikaciji.

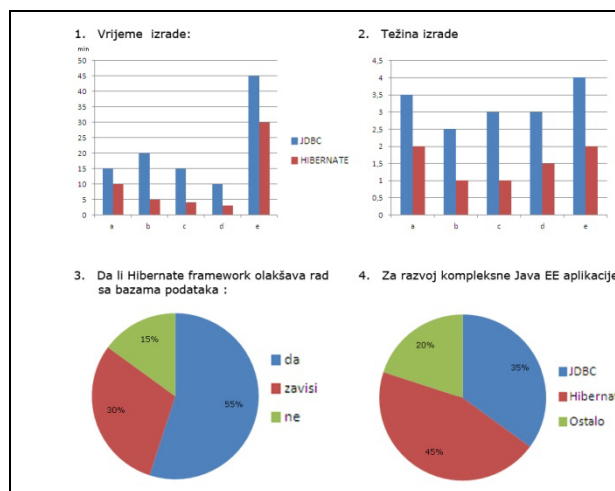
1. Vrijeme izrade:		
	JDBC	Hibernate framework
a) Kreiranje tabela		
b) Dodavanje podataka		
c) Ažuriranje podataka		
d) Brisanje podatka		
e) Upiti		
2. Težina izrade (0-5) :		
	JDBC	Hibernate framework
a) Kreiranje tabela		
b) Dodavanje podataka		
c) Ažuriranje podataka		
d) Brisanje podatka		
e) Upiti		
3. Da li Hibernate framework olakšava rad sa bazama podataka :		
a) da	b) zavisi	c) ne
4. Za razvoj kompleksne Java EE aplikacije koristili bi:		
a) JDBC	b) Hibernate framework	c) _____
5. Poteškoće u radu:		
* JDBC	_____	
* Hibernate framework	_____	
6. Prednosti korišćenja:		
* JDBC	_____	
* Hibernate framework	_____	

Slika 8: Upitnik za programere

Način implementacije	Vrijeme izvršenja
SQL	2.4662 sec
JDBC	3,5266 sec

Hibernate kriterije	6,326 sec
Podupiti u Hibernate-u	7,520 sec
Standardni SQL u Hibernate-u	4,026 sec

Tabela 4: Rezultati testiranja brzine izvršenja upita



Slika 9: Rezultati upitnika

5. ZAKLJUČAK

Hibernate omogućava virtuelnu objektno orijentisanu bazu podataka u kojoj se čuvaju objekti iz aplikacije. Programeri su ga ocjenili kao odličan framework za implementaciju ORM-a, moćan i jednostavan za upotrebu, uz zanemarive nedostatke u performansama. Hibernate im je omogućio rukovanje sa redovima i kolonama iz baze podataka na objektno orijentisan način bez velikog korišćenja standardnog SQL-a.

Pravilnom upotrebom Hibernate-a od strane programera bez obzira na način razvoja i zahtjeve softvera može da uštedjeti mnogo vremena i novca, dajući kodu preglednost, omogućavajući lako održavanje modifikaciju koda, što predstavlja i glavne karakteristike svake dobro razvijene aplikacije. Dalji pravci istraživanja u ovoj sferi programerski korisnih dodataka mogu dovesti čak i do "umiranja" samog SQL-a.

LITERATURA

- [1] C. Bauer and G. King, *Hibernate in Action*, Greenwich: Manning, 2005.
- [2] N. Heudecker, "Introduction to Hibernate", J2EE Community TheServerSide, Juli 2003.
- [3] J. Elliott, *Hibernate: A Developer's Notebook*, Sebastopol: O'Reilly, 2004.
- [4] <http://www.hibernate.org/docs>
- [5] C. I. Ileana, P. M. Balsan, "Using hibernate for persistence in Java applications", ACTA Universitatis Apulensis AUA Journal, Vol 7, Juli 2004.
- [6] J. Jamae and K. S. Bhogal, "Using Hibernate to Persist Your Java Objects to IBM DB2 Universal Database", Aviable: <http://www.ibm.com/developerworks/data/library/techarticle/0306bhogal/0306bhogal.html>
- [7] <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/jdbc/index.html>
- [8] <http://docs.jboss.org/tools/2.0.0.GA/>

ANALIZA PRISTUPAČNOSTI WEB STRANICA DRŽAVNIH I OBRAZOVNIH INSTITUCIJA U CRNOJ GORI

WEBSITE ACCESSIBILITY PERFORMANCE EVALUATION OF GOVERNMENT AND EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN MONTENEGRO

Snežana Šćepanović, Nada Žarić, Omer Đokić, Neđeljko Lompar, *Fakultet za informacione tehnologije, Univerzitet Mediteran, Podgorica*

Sadržaj – Sa razvojem i sve većom upotrebom informaciono komunikacionih tehnologija u svakodnevnom životu pitanja pristupačnosti elektronskih sadržaja i usluga „za sve korisnike“ i „pod svim uslovima“ postaju vrlo aktualna. Bez obzira što su mnoge zemlje usvojile zakone o ePristupačnosti, njihova primjena još uvijek nije na zadovoljavajućem nivou. U ovom radu predstavljeni su rezultati analize pristupačnosti web stranica državnih i obrazovnih institucija u Crnoj Gori.

Abstract – With development and increasing use of ICT in everyday life issues of accessibility of electronic content and services "for all users" and "in all circumstances" become very important. Even though many countries have adopted accessibility standards or legislation, their application is not yet satisfactory. This paper presents website accessibility performance evaluation of government and educational institutions in Montenegro.

1. UVOD

Danas postoji nejednaka distribucija u pristupu tehnologijama i servisima koji su podržani tehnologijama. Naime, tehnologije otvaraju nove mogućnosti za najveći dio populacije obezbjeđujući brzu dostupnost informacijama, pristup servisima kao što su e-vlada, e-obrazovanje, e-zdravstvo, e-kupovina i sl. ali isto tako stvaraju i nove načine komunikacije i društvene interakcije. Međutim, sve ove pogodnosti, koje većina smatra dijelom svoje svakodnevnice, jednom dijelu populacije, nažalost nisu dostupne. Veliki broj web sajtova i e-servisa koji se nude putem weba nije pristupačan za ljude sa specijalnim potrebama. Stoga, postoji realna opasnost da će sa progresom digitalne ere nastati rizik od „digitalne podjeljenosti“ jer će veliki broj građana biti na neki način diskriminisani, budući da im neće biti omogućeno da koriste blagodeti koje ona donosi. Posljednjih deset godina ovaj problem postaje prepoznat tako da je Evropska komisija od 2006. godine [1] uvrstila Web pristupačnost kao jedan od prioriteta u postizanju e-inkluzije u informacionom društvu.

U Crnoj Gori ne postoji registar lica sa invaliditetom, ali prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije, navadenim u Strategiji za integraciju osoba sa invaliditetom u Crnoj Gori [2], procjenjuje se da u Crnoj Gori ima najmanje 10% osoba sa invaliditetom od ukupne populacije, što će reći da je svaki deseti građanin Crne Gore lica sa nekim oblikom invaliditeta. Imajući u vidu da je Crna Gora na putu Evropskih integracija, obezbjeđenje e-pristupačnosti dobija na svom značaju ne samo kao unutrašnja stvar Crne Gore, već i kao međunarodno preuzeta obaveza usklađena sa standardima EU.

U ovom radu predstavljeni su rezultati analize pristupačnosti 100 slučajno izabranih web sajtova državnih i obrazovnih institucija u Crnoj Gori kao ključnih informacionih servisa kojima pristupaju građani.

2. E-PRISTUPAČNOST

E-Pristupačnost znači dostupnost informaciono-komunikacionih tehnologija i servisa osobama sa različitim vrstama invaliditeta ili specijalnih potreba, i predstavlja osnovni preduslov eInkluzije [3]. E-Pristupačnost se u najširem smislu odnosi na mogućnost upotrebe određenog proizvoda (uređaja, sistema, okruženja ili procesa) pod različitim okolnostima, u različitim situacijama i od strane svih ljudi bez obzira na individualne ili socijalne razlike. Osnovni cilj e-pristupačnosti je kreiranje proizvoda koji će biti „upotrebljivi za sve korisnike“ i „pod svim uslovima“ [4]. Prethodno podrazumijeva upotrebljivost za osobe sa invaliditetom, starije korisnike, djecu ili neku drugu grupu korisnika sa specijalnim potrebama kao i dostupnost putem različitih uređaja i tehnologija.

Standarde za kreiranje pristupačnih web resursa i servisa preporučuje organizacija World Wide Web Consortium (W3C) u okviru inicijative za Web pristupačnost (Web Accessibility Initiative –WAI) [5]. Prve Smjernice za pristupanje sadržaju na Internetu WCAG 1.0 [6] objavljene su 1998.godine. Obzirom na tehnološke promjene i njihovo konstantno unapređivanje, u korak s njima je morala ići i izrada novih WCAG smjernica. Dopunjena i ažurirana verzija smjernica za pristupanje web sadržaju WCAG 2.0 [7] objavljena je 2008.godine. Uporedo sa tim, WAI trenutno radi na kreiranju uputstva za migraciju sa WCAG 1.0 na

WCAG 2.0, tako da se može reći da je još uvijek aktualna verzija WCAG 1.0. Prva verzija smjernica WCAG 1.0 je poslužila pri izradi zakona u mnogim zemljama.

3. W3C SMJERNICE ZA WEB PRISTUPAČNOST I UPOTREBLJIVOST

U okviru W3C Inicijative za Web pristupačnost (WAI) kreiraju se smjernice i rješenja koja je potrebno primijeniti u svrhu poboljšanja pristupačnosti sadržaja na webu. U okviru ove inicijative razvijaju se i različita uputstva koja su namijenjena programerima softvera za web, autorima web sadržaja kao i menadžerima a sve sa ciljem postizanja pristupačnosti. U okviru WCAG 1.0 smjernica, pravila pristupačnog dizajna grupisana su u tri nivoa, pri čemu svaki nivo ima različit prioritet. WCAG 1.0 sadrži četrnaest opštih pravila pristupačnog dizajna sa objašnjenjima kao i uputstvima na koji način se pravila najčešće primjenjuju i kojim osobama koriste.

Prvi nivo - A (Prioritet 1, osnovna pristupačnost) sadrži osnovne zahtjeve koje web stranica treba da ispuni da bi bila pristupačna. Drugi nivo - AA (Prioritet 2, srednja pristupačnost) sadrži minimum zahtjeva koje treba osigurati tako da korisnici sa invaliditetom nemaju problema za pristup informacijama na web sajtu. Treći nivo AAA (Prioritet 3, visoka pristupačnost) obuhvata sve zahtjeve u WCAG koji trebaju biti ispunjeni tako da korisnici sa invaliditetom nemaju nikakvih problema za pristup informacijama na web sajtu. Drugim riječima, ako web stranica ne ispunjava Prioritet 1, to znači da korisnici sa invaliditetom uopšte ne mogu da pristupe informacijama. Ako web stranica zadovoljava Prioritet 2, korisnici će imati manjih problema da pristupe informacijama, a ako zadovoljava Prioritet 3, onda će korisnik imati minimum poteškoća za pristup informacijama.

4. VALIDACIJA PRISTUPAČNOSTI

Pitanje pristupačnosti je sa razvojem i sve većom upotrebom informaciono komunikacionih tehnologija postalo veoma kompleksno i proteže se na najrazličitije oblasti, kao i na šire slojeve društva pored osoba sa invaliditetom. U tom smislu može se govoriti o tri osnovna tipa pristupačnosti:

- Situaciona pristupačnost - odnosi se na pristupačnost web sajtova prilikom upotrebe mobilnih telefona, PDA uređaja i drugih uređaja.
- Socio-kulturna pristupačnost - odnosi na pravo ljudi da pristupaju informacijama na maternjem jeziku i na poštovanje rodničkih i etničkih razlika.
- Funkcionalna pristupačnost - zasnovana na mogućnosti korisnika da uspješno koriste informacije i servise na web sajtu.

Upotreba mobilnih telefona, PDA i iPod uređaja, sve veće prisustvo različitih etničkih grupa, rodni aspekti kao i razvoj novih programskih jezika i web tehnologija unosi dodatnu kompleksnost kada je riječ o egzaktnim mjernim kriterijumima pomoću kojih se može procjenjivati

pristupačnost. U ovom radu razmatra se funkcionalna pristupačnost kao i validacija funkcionalne pristupačnosti kao metoda provjere usklađenosti primjene W3C preporuka o pristupačnosti na web stranama. Validacija funkcionalne pristupačnosti web strane podrazumijeva upotrebu softvera za automatsku validaciju, pri čemu se razmatraju sledeći aspekti [8]:

- Standardi u upotrebi XHTML i CSS tehnologija za konstruisanje web strana.
- Strukturni elementi web strana.
- Elementi kontrole pojedinih dijelova web strana (mape web sajta, slike, razni korisnički agenti i sl.).
- Način prikazivanja različitih vrsta sadržaja (audio, video,..).
- Pravila pristupačnosti interaktivnih formulara i drugih sličnih elemenata.
- Osnovni elementi navigacije i organizacije web strana.
- Prilagođenost definicije i formata sadržaja čitačima ekrana.

Namjena validacije funkcionalne pristupačnosti je da obezbijedi tehnološki okvir za pristupačnost strukturnih elemenata web sajta, ali ne i sve ostale aspekti pristupačnosti. Multidisciplinarni pristup validaciji funkcionalne pristupačnosti podrazumijeva da se pored softverskih alata kao objektivne metode uključujući i tzv. ručna provjera sadržaja kao dodatna aktivnost u određivanju pristupačnosti web sajtova [9]. Ručna ili subjektivna validacija podrazumijeva provjeru koda i testiranje upotrebljivosti web sajta i otklanjanje grešaka od strane web programera. Subjektivna validacija je često neophodna kao pomoć jer softverski alati nisu još uvijek dovoljno sofisticirani za pravilnu detekciju i tumačenje svih grešaka.

Validacija funkcionalne pristupačnosti je neophodan, iako ne uvijek i dovoljan uslov za ispunjenje svih kriterijuma pristupačnosti. Jednako važna činjenica je kreiranje upotrebljivog korisničkog interfejsa, primjenom metoda dizajna orijentisanog na korisnike, kao i testiranje upotrebljivosti web sajta sa korisnicima. Validacija pristupačnosti je dakle, metoda koja neizostavno mora da uzme u obzir različite aspekte u kreiranju web sadržaja.

5. METODOLOGIJA

Istraživanje funkcionalne pristupačnosti web sajtova u Crnoj Gori izvršeno je na ukupno 100 slučajno izabranih web sajtova državnih i obrazovnih institucija. Istraživanje je imalo za cilj procjenu u kojoj mjeri su web sajtovi prilagođeni WCAG pravilima (koliko su pristupačni za osobe sa invaliditetom), kao i utvrđivanje ključnih grešaka u primjeni WCAG pravila koje se pojavljuju na web sajtovima. Istraživanje se sastojalo iz četiri faze:

1. Izbor softverskog alata za objektivnu (automatsku) validaciju.
2. Definisane liste web sajtova koji će biti analizirani.
3. Testiranje pristupačnosti web sajtova primjenom izabranog softvera.
4. Analiza rezultata.

Kao instrument za testiranje i analizu korišćen je open source softver za objektivnu validaciju TAW [10], preporučen od strane W3C [11]. TAW je razvijen u skladu sa WCAG 1.0 pravilima. Softver može da analizira greške pristupačnosti na svim nivoima prioriteta: A (Prioritet 1, osnovna pristupačnost), AA (Prioritet 2, srednja pristupačnost) i AAA (Prioritet 3, visoka pristupačnost). Kao rezultat za svaku od grešaka dobija se detaljna analiza kao i objašnjenja i uputstva za poboljšanje web sajta sa ciljem da se ispune kriterijumi upotrebljivosti. Pored pethodnog, TAW softver pruža dodatnu pomoć jer definiše i greške za koje je neophodno izvršiti subjektivno (ručno) testiranje.

Definisanje liste web sajtova za analizu izvršeno je slučajnim izborom 50 web sajtova državnih institucija i 50 web sajtova obrazovnih institucija.

6. ANALIZA I DISKUSIJA

Sumarni rezultati testiranja funkcionalne pristupačnosti web sajtova državnih i obrazovnih institucija izvršene TAW softverom prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1: Broj (%) pristupačnih web sajtova za različite nivoe prioriteta

	Državna institucija	Obrazovna institucija
Br. web sajtova	50	50
Greška na prvom nivou (Prioritet 1)	35 (70%)	37 (74%)
Greška na drugom nivou (Prioritet 2)	50(100%)	48 (96%)
Greška na trećem nivou (Prioritet 3)	48 (96%)	48 (96%)

Rezultati pokazuju da od ukupnog broja analiziranih web sajtova mali broj zadovoljava kriterijume pristupačnosti.. Treba istaći činjenicu da 70% web sajtova državnih institucija i 74% web sajtova obrazovnih institucija ne zadovoljavaju kriterijume Prioriteta 1, što znači da nisu kreirani u skladu sa W3C tehnološkim standardima i da ne zadovoljavaju čak ni minimum zahtijeva za pristupačnost, što u krajnjoj liniji onemogućava pravilan prikaz i funkcionisanje web sajta.

Kada je riječ o prilagođenosti analiziranih web sajtova kriterijumimima definisanim u Prioritetu 2, pokazuje se da ni jedan web sajt državnih institucija nije zadovoljio sve kriterijume Prioriteta 2, dok je svega 2% web sajtova obrazovnih institucija zadovoljilo kriterijume Prioriteta 2. Rezultati analize za kriterijume iz Prioriteta 3 pokazuju da po 4% web sajtova iz obje kategorije zadovoljavaju visoke kriterijume pristupačnosti. Ni jedan od analiziranih web sajtova nije zadovoljio kriterijume pristupačnosti na sva tri niva prioriteta.

U Tabeli 2. prikazani su rezultati testiranja tipa grešaka po prioritetima pri čemu su predstavljene samo greške koje su identifikovane na svim (100%) analiziranim web sajtovima. Za Prioritet 1 pokazuje se da analizirani web sajtovi nemaju mogućnost upravljanja sadržajem ili obavljanja funkcije putem tastature (greška 2.1) kao i da se prilikom izrade web sajta ne koristi standardna forma i gramatika programskih jezika kako bi sadržaj bio interpretiran na isti način svim korisnicima (greška 4.1). Greške 2.1 i 4.1 imaju ključni uticaj na pristupačnost, i kada su istovremeno prisutne (kao što je to slučaj kod svih analiziranih web sajtova) čine web sajt nedostupnim za korisnike sa invaliditetom.

Tabela 2: Greške po prioritetima identifikovane na svim analiziranim web sajtovima

Kategorija web sajta	Br. web sajtova	Prioritet 1	Prioritet 2	Prioritet 3
		Tip greške	Tip greške	Tip greške
Državna institucija	50	2.1	3.5	2.2b
		4.1	11.1	13.6
			13.4	14.2
			13.3	13.2
Obrazovna institucija	50	2.1	3.5	2.2b
		4.1	3.6	14.2
			3.7	
			11.1	

Rezultati pokazuju da su za Prioritet 2 kod obje kategorije analiziranih web sajtova identifikovane greške 3.5 i 11.1. Greška 3.5 govori da web strane nisu pravilno strukturirane upotrebom XHTML tagova, dok greška 11.1 definiše upotrebu nestandardnih ili zastarjelih tehnologija u izradi web strana. Dalje se uočavaju izvjesne razlike za dvije grupe analiziranih web sajtova. Kada je riječ o web sajtovima državnih institucija rezultati testiranja grešaka za Prioritet 2 pokazuju da su kod svih analiziranih web sajtova prisutne greške koje se odnose na nedostatak metapodataka na web sajtu (greška 13.2) kao i nepostojanje ili nekonzistentnu upotrebu navigacionih elemenata (greške 13.3 i 13.4 respektivno). Neispunjavanje kriterijuma iz pravila 13 WCAG, dovodi do situacije da korisnici sa invaliditetom imaju problema prilikom pronalaska informacija na web sajtu jer ne postoje alternativni načini prikaza ili opisa elemnata na web sajtu. Testiranje grešaka za Prioritet 2 kod web sajtova obrazovnih institucija pokazalo je da gotovo svi web sajtovi zadovoljavaju kriterijume iz pravila 13. Kod svih analiziranih web sajtova obrazovnih institucija uočene su greške koje se odnose na nepravilnu upotrebu XHTML liste za strukturiranje sadržaja (greška 3.6) kao i postojanje „nepotrebnog i loše strukturiranog “ XHTML koda (greška 3.7). Sve prethodno navedene greške u velikoj mjeri otežavaju pristup infurmacijama pomoću alternativnih uređaja kao što su tastatura ili čitači ekrana.

Rezultati testiranja grešaka za Prioritet 3 pokazuju da su kod obje kategorije analiziranih web sajtova prisutne dvije greške 2.2b i 14.2 koje imaju veliki uticaj na pristupačnost. Kriterijum 2.2b definiše da je korisniku potrebno obezbijediti dovoljno vremena da izvrši neku aktivnost ili zadatak na stranici (npr. popunjavanje forme), što je posebno važno za osobe sa invaliditetom kao što su potpuno ili djelimično sljepilo, kognitivna ograničenja i sl. Dalje, greška 14.2 pokazuje da se na web stranama pored teksta ne koriste alternativni načini predstavljanja sadržaja (audio, video) koji bi korisnicima olakšali razumijevanje informacija. Greška 13.6 prisutna je kod svih analiziranih web sajtova državnih institucija i odnosi se na pogrešno grupisanje navigacionih elemenata na sajtu što u krajnjoj liniji korisnicima otežava razumijevanje i pronalaženje informacija na web sajtu..

7. ZAKLJUČAK

Rezultati sprovedenog istraživanja pokazuju da mali broj analiziranih web sajtova državnih i obrazovnih institucija u Crnoj Gori ispunjava WCAG smjernice za pristupačnost. Automatsko testiranje pomoću TAW softvera omogućilo je da se identifikuju greške koje su prisutne na svim analiziranim web sajtovima za sva tri nivoa prioriteta, i da se na taj način uoče ključni nedostaci u postizanju pristupačnosti web sajtova. Kao ključne nedostatke izdvajamo greške identifikovane kod svih analiziranih web sajtova za Prioritet 1 koji predstavlja osnovni nivo pristupačnosti. Ukoliko prilikom testiranja nisu zadovoljeni kriterijumi iz Prioriteta 1, web sajt se smatra potpuno nepristupačnim. Identifikovane greške pokazuju da analizirani web sajtovi nemaju mogućnost upravljanja sadržajem ili obavljanja funkcije putem tastature (greška 2.1) kao i da se prilikom izrade web sajta ne koristi standardna forma i gramatika programskih jezika kako bi sadržaj bio interpretiran na isti način svim korisnicima (greška 4.1). Mnoge od identifikovanih grešaka, mogu ukloniti web programeri tokom periodičnih ažuriranja i validacije web sajtova. Za kreiranje pristupačnih web sajtova, neophodno je poštovanje W3C tehnoloških standarda i WCAG smjernica, kao i kontinuirani razvoj, testiranje i evaluacija potreba sadržaja web sajta.

Strateški i pravni okvir za obezbjeđenje web pristupačnosti u Crnoj Gori postoji. Crna Gora je potpisnica konvencije UN o pravima osoba s invaliditetom a Vlada je 2007. godine donijela Strategiju za integraciju osoba sa invaliditetom u Crnoj Gori. Takođe, u novoj strategiji razvoja Ministarstva za informaciono društvo i telekomunikacije Crne Gore [12], kao jedan od prioriteta planova u okviru Programa eUključivanje definisano je obezbjeđenje „ePristupačnost za sve“

Problemi identifikovani ovim istraživanjem treba da podstaknu inicijativu za kreiranje *Smjernica za izradu web prezentacija* u skladu sa WCAG pravilima pristupačnosti, koja će pomoći web dizajnerima i programerima u Crnoj Gori da razumiju i implementiraju aktuelne WCAG smjernice, sa ciljem obezbjeđenja ePristupačnosti.

LITERATURA

- [1] Europe's e inclusion policy: http://ec.europa.eu/information_society/activities/einclusion/policy/index_en.htm,
- [2] Strategija za integraciju osoba sa invaliditetom u Crnoj Gori za period od 2008 – 2016, <http://www.gov.me/files/1245937763.doc>.
- [3] V. Vučić: Dostupnost elektronskih informacija za osobe sa hendikepom – Pravo na elektronske informacije imaju svi, 2007.
- [4] C. Letourneau, "Accessible Web Design – a Definition," 2001.
- [5] W3C Web Accessibility Initiative (WAI), <http://www.w3.org/WAI/>.
- [6] W3C Web Content Accessibility Guidelines 1.0 (WCAG 1.0), <http://www.w3.org/TR/WCAG10/>
- [7] W3C Web Content Accessibility Guidelines 2.0 (WCAG 2.0), <http://www.w3.org/TR/WCAG/>
- [8] V. Vučić: „Validacija pristupačnosti: Primjenjivost i ograničenja“, <http://eprints.rclis.org/bitstream/10760/12827/1/validacija.pdf>.
- [9] P. Abrahams: "Manual website inspection is necessary but not sufficient", IT-Analysis : <http://www.itanalysis.com/business/compliance/content.php?cid=8678>
- [10] TAW softver: <http://www.tawdis.net/>
- [11] W3C WAI Web Accessibility Evaluation Tools: <http://www.w3.org/WAI/ER/tools/complete>.
- [12] Strategija Razvoja informacionog društva 2012- 2016, MIDT, <http://www.mid.gov.me/biblioteka/strategije>.

SIMULACIONI MODEL THREE-STATE ALGORITMA SIMULATION MODEL OF THREE-STATE SCHEME

Petar Radunović, Tijana Vujičić, Marko Karanikić, Ivan Knežević, *Fakultet za informacione tehnologije, Univerzitet Mediteran, Podgorica*

Sadržaj: U ovom radu je prikazana simulacija adaptivnog modela za kontrolu greške u dinamičkim uslovima rada kanala, Three-State (trorežimskog) modela. Three-State algoritam se bazira na Go-Back-N protokolima i koristi tri tipa: osnovni GBN, GBN sa višestrukim kopiranjem (*n-copy*) i kontinualni GBN. Three-State algoritam se može primijeniti na kanale sa različitim nivoima šuma, od niskog, preko srednjeg do veoma visokog nivoa šuma. Zavisno od nivoa šuma, koristi se jedan od navedenih tipova GBN protokola. Model simulacije je implementiran u programskom jeziku Java.

Abstract: This paper presents a simulation of adaptive model for error control in dynamic changes of operating conditions in the channel, Three-State model. The new scheme is based on the Go-Back-N (GBN) protocol and uses three different methods: basic GBN, *n-copy* GBN and continuous-GBN. This model is applicable for channels having the variable noise level going from low through medium until very high levels. Depending on noise level, one of the three types of GBN protocols is used. The model was implemented in the Java programming language.

Keywords: ARQ scheme, GBN, Time-varying channel, Packet error rate, Throughput

1. UVOD

Telekomunikacioni kanal koji povezuje predajnik sa prijemnikom je u suštini dinamički sistem. Stalno je izložen šumovima različitim po vrsti, intezitetu i trajanju, što ima za posledicu pojavu grešaka u prenosu informacija. Da bi se obezbijedio što je moguće manji broj grešaka potrebno je da protokol za njihovo upravljanje i korekciju bude što više prilagođen uslovima prenosa na kanalu.

ARQ protokoli (Automatic Repeat Request – protokoli sa zahtjevima za automatsko ponavljanje) bazirani su na ponovnom slanju poruke. U širokoj su upotrebi u komunikacionim sistemima za prenos podataka jer su jednostavni i pružaju visoku pouzdanost sistema. Propusnost ARQ sistema ubrzano opada sa povećanjem nivoa šuma na kanalu i to je njihov ključni nedostatak.

Različiti oblici ARQ protokola predstavljeni su u naučnoj literaturi, ali u suštini, oni pripadaju jednoj od dvije glavne kategorije: stani-i-čekaj (Stop-and-wait) protokolima, gdje se kanal nalazi u stanju mirovanja s vremena na vrijeme ili kontinualnim protokolima, gdje se slanje paketa podataka od pošiljaoca do primaoca obavlja kontinualno. Postoje dvije vrste kontinualnih protokola: protokoli kod kojih se paketi podataka dostavljaju primaocu u ispravnom redosledu (poput GBN protokola) i protokoli kod kojih je potrebno izvršiti preuređivanje redosleda paketa na strani primaoca (poput Selective Repeat protokola).^[1]

Iako je SR ARQ protokol superiorniji od GBN u pogledu propusnosti, kompleksnost implementacije kontrolnih procedura onemogućuje njegovu primjenu u realnim komunikacionim sistemima sa brzim prenosom podataka.

U radu je prikazana simulacija Three-State adaptivnog modela po kom sistem u zavisnosti od nivoa šuma, koristi jedan od tri tipa GBN protokola. Procjena stanja kanala temelji se na broju primljenih pozitivnih (ACK), odnosno negativnih (NACK) potvrda u kanalu rezervisanom za

povratne informacije – feedback kanalu (od prijemnika ka pošiljaocu). Simulacija je urađena za slučaj dinamičkih promjena uslova rada u kanalu, od normalnih do ekstremno loših.

2. GBN PROTOKOLI

Svi ARQ protokoli se baziraju na stalnoj komunikaciji pošiljaoca i primaoca, tj. slanju pozitivnih (ACK) ili negativnih (NACK) paketa potvrde ka pošiljaocu, korištenjem feedback kanala. U slučaju prijema NACK signala, pošiljaoc ponavlja slanje paketa za koji je primio negativnu potvrdu.

2.1 Standardni GBN protokol

Kako pošiljaoc ne bi čekao na potvrdu o prijemu svakog paketa, on neprestano šalje pakete ka primaocu, sve dok ne primi NACK signal. U tom slučaju se vraća na neispravno primljeni paket i ponovo ga šalje kao i sve pakete koje je poslao nakon njega. Ova metoda je poznata kao „Go Back N“ protokol, ili skraćeno GBN. Ranije je spomenuto da se za slučajeve dinamičkih promjena u kanalu koristi GBN prenos, upravo zbog njegove visoke sposobnosti prilagođavanja. Različiti uslovi u kojima se sam kanal može nalaziti doveli su i do nastanka različitih verzija GBN protokola.^[1]

2.2 N-copy i kontinualni GBN protokol

Pored standardnog GBN-a, u zavisnosti od stanja u kojem se nalazi kanal za prenos, tj. u zavisnosti od količine šuma na kanalu, u obzir je uzet *n-copy* protokol. Ovi sistemi se karakterišu prenosom *n* kopija bloka podataka. Primalac šalje poruku o primljenom bloku podataka za svaki blok pojedinačno, korišćenjem feedback kanala. Pošiljaoc smatra da je paket ispravno poslat ako na bar jednu od *n* poslatih

kopija dobije pozitivnu potvrdu (ACK) od strane primaoca. Međutim, ukoliko su za svaku od poslanih kopija dobijene negativne potvrde (NACK), neophodno je ponovo poslati paket. U slučajevima visokog šuma u kanalu (odsustvo ACK paketa), pošiljaoc kontinualno šalje kopije paketa sve dok ne dobije pozitivan signal o prijemu paketa. U tom slučaju, teoretski, $n \rightarrow \infty$ i ta varijacija standardnog GBN protokola se naziva kontinualni GBN protokol.^[1]

3. THREE-STATE (TROREŽIMSKI) ALGORITAM

Osnovna ideja Three-State (TS) algoritma je da se kanal posmatra kao sistem koji može da se nalazi u tri stanja: stanje L (low) – koji karakteriše nizak nivo interferencije, tj. vjerovatnoća greške u paketima je mala; stanje H (high) – postoji veća vjerovatnoće pojave greške u toku prenosa paketa, i stanje VH (very high) – koji karakteriše veoma visok nivo interferencije, tj. vjerovatnoća pojave greške u toku prenosa paketa je veoma velika.

Zavisno od stanja kanala i način rada pošiljaoca se razlikuje: ako se kanal nalazi u L stanju, pošiljaoc prati standardnu GBN proceduru; kada kanal pređe u H stanje, pošiljaoc prelazi u n-copy režim rada i konačno, za VH stanje pošiljaoc neprestano šalje kopije osnovnog paketa sve do prve dobijene pozitivne potvrde.

Zbog jednostavnosti, pretpostaviće se da nema grešaka u potvrđnim paketima, jer ova pretpostavka ima i nekih realnih osnova. Naime, kao što je pokazano ranije, vjerovatnoća greške za ACK/NACK pakete u kanalu za povratne informacije, čak i u uslovima visokog šuma na liniji, je znatno manja nego za pakete korisničkih poruka u kanalu za slanje. Razlog za to je mnogo kraći ACK/NACK blok poruka (feedback kanal) od paketa podataka (kanal za slanje).

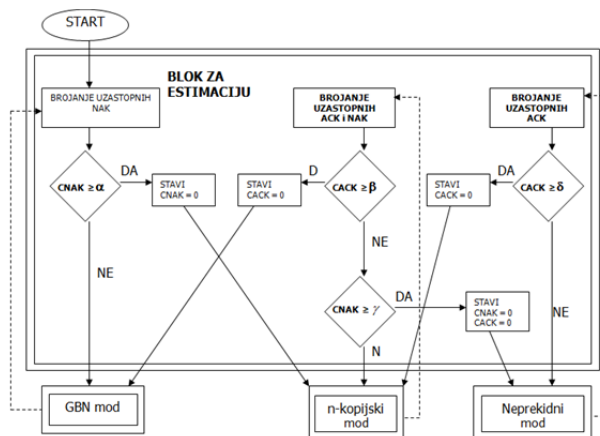
Značajno je napomenuti da je pošiljaoc odgovoran za procjenu trenutnog stanja kanala. Odluka o odabiru načina rada se donosi na osnovu broja ACK/NACK povratnih poruka kroz feedback kanal, čime se izbjegavaju kompleksne metode procjene stanja kanala koje se baziraju na snazi signala^[3] ili na slanju probnih (pilot) signala^[4].

Ako je kanal u stanju L, pošiljaoc šalje pakete osnovnom GBN procedurom. Ovim načinom rada, pošiljaoc se vraća N blokova unazad nakon prijema NACK signala. Ako bi se pojavilo α ($\alpha \geq 2$) uzastopnih NACK signala ($CNACK = \alpha$) za isti blok podataka, pošiljaoc bi smatrao da kanal treba da pređe iz stanja L u stanje H.

Kada je kanal u H stanju, pošiljaoc radi u n-copy režimu rada i broji uzastopne primljene ACK signale (CACK) i uzastopno primljene NACK signale (CNACK). Ako pošiljaoc primi β , ($\beta \geq 2$), uzastopnih ACK signala ($CACK = \beta$) smatraće da treba da se vrati u stanje L.

U slučaju daljeg pogoršanja uslova prenosa, kanal prelazi iz stanja H u stanje VH. Ukoliko je broj uzastopnih NACK signala poslanih za istu kopiju bloka podataka jednak γ ($\gamma \geq 2$, $CNACK \geq \gamma$) pošiljaoc sa n-copy procedure prelazi na neprekidnu GBN proceduru. S druge strane, ako je $\beta < CNACK < \gamma$ pošiljaoc će ostati u n-copy režimu rada.

Kada je kanal u VH stanju, pošiljaoc neprestano šalje isti blok podataka sve dok ne dobije ACK signal za njega. Ako pošiljaoc primi δ ($2 \leq \delta \leq N$), uzastopnih ACK signala smatraće da su se uslovi slanja popravili što omogućava prelazak u stanje H^[5].



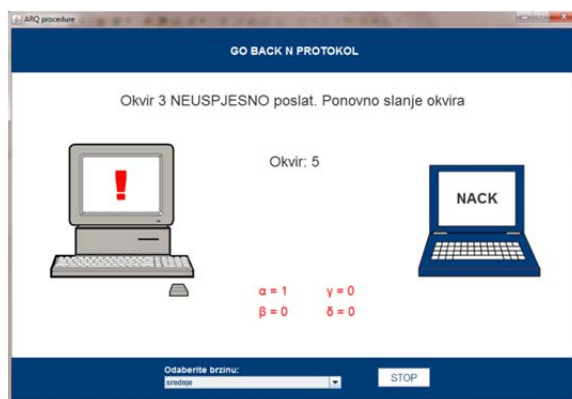
Slika 1: Three-State ARQ algoritam

Na dijagramu su vidljiva 4 elementa: estimacioni blok za procjenu stanja kanala, standardni GBN, n-copy i kontinualni GBN prenosni blok^[2]. Glavni element dijagrama je jednostavni estimator stanja kanala, baziran na brojanju uzastopnih ACK i NAK potvrda. Estimator ima ulogu i adaptivnog komutatora, koji na osnovu broja primljenih ACK-ova odnosno NAK-ova prebacuje, odnosno komutira način rada TS-ARQ sistema u jedan od navedena 3 režima.

Glavni element estimatora su brojači, koji broje uzastopne potvrde. Dalje, u blokovima odluke (komparatorski elementi) upoređuju se dobijene vrijednosti sa vrijednostima tzv. kontrolnih parametara koji se prethodno unose u estimator. Poređenjem navedenih vrijednosti donosi se odluka da li sistem ostaje u prethodnom načinu rada, ili prelazi u novi. U slučaju odluke o prelasku na novi način rada, brojači se moraju resetovati.

4. SIMULACIONI MODEL

Kreirana aplikacija realizovana u Java programskom jeziku i Eclipse razvojnom okruženju. Sastoji se iz tri dijela. Prvi dio grafički prikazuje način rada Three-State algoritma i omogućava praćenje promjena parametara bitnih za njegovo izvršavanje (broj primljenih pozitivnih i negativnih potvrda, protokol koji se trenutno izvršava, itd.) što omogućava lakše razumijevanje funkcionisanja algoritma (slika 2). Prikazan je način rada algoritma za relativno mali broj poslanih okvira (10) kako bi se omogućilo lakše praćenje.



Slika 2: Grafički prikaz načina rada TS algoritma

Drugi dio vrši simulaciju rada sva tri GBN protokola od kojih se Three-State algoritam sastoji i prikazuje grafik u funkcijama propusnosti i vjerovatnoće greške. Treći dio vrši simulaciju TS algoritma i prikazuje grafik.

Simulacija je odrađena za 50.000 okvira kako bi se dobili što adekvatniji podaci i sastoji se od tri klase ARQ.java, TS.java i Test.java.

ARQ.java sadrži logiku rada tri tipa GBN protokola dok TS.java sadrži logiku Three-state algoritma. Klasa Test.java je zadužena za izvršavanje algoritama, njihovo testiranje i konačno iscrtavanje grafika na osnovu dobijenih podataka.

4.1 Pokretanje toka simulacije

Po pokretanju simulacije vrši se iscrtavanje grafika na osnovu predefinisanih parametara u funkcijama propusnosti (y-osa) i vjerovatnoće greške (x-osa), dok se greška u prenosu generiše na nasumično odabranom paketu sa određenom vjerovatnoćom.

U prikazanom primjeru vrši se prenos 50000 okvira dok su ostali parametri:

N - broj poslatih paketa od vremena slanja prvog paketa do prijema ACK ili NACK signala za taj paket, odnosno kašnjenje potvrdnog signala od trenutka njegovog slanja do prijema kontrolnog signala, i on je podešen na **5**.

n – broj kopija paketa koji se šalju kod n-copy protokola i on je podešen na **2**.

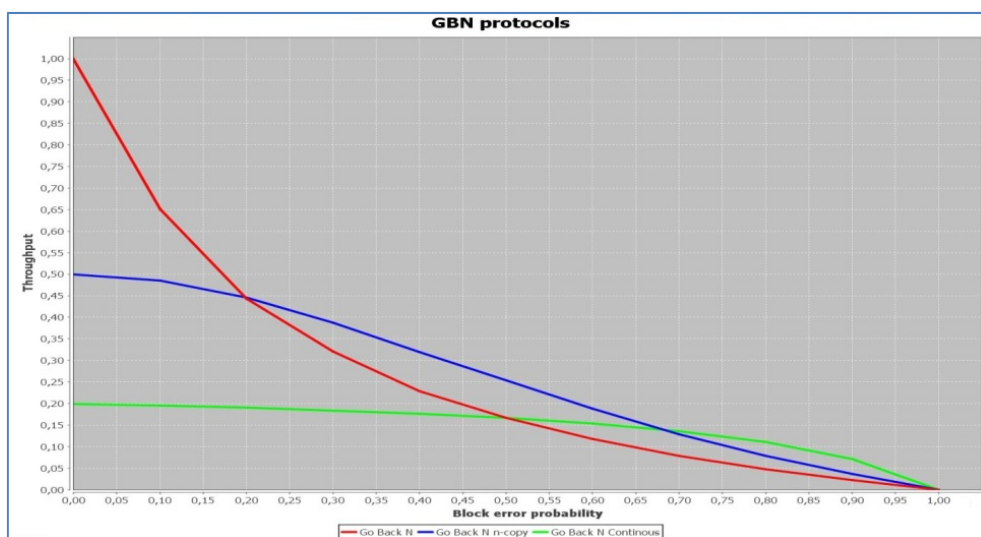
α – broj uzastopnih NACK signala nakon kojih rad algoritma prelazi iz standardnog GBN protokola u n-copy protokol i on je podešen na **4**.

γ - broj uzastopnih NACK signala nakon kojih rad algoritma prelazi iz n-copy protokola u kontinualni GBN protokol i njegova vrijednost je podešena na **10**.

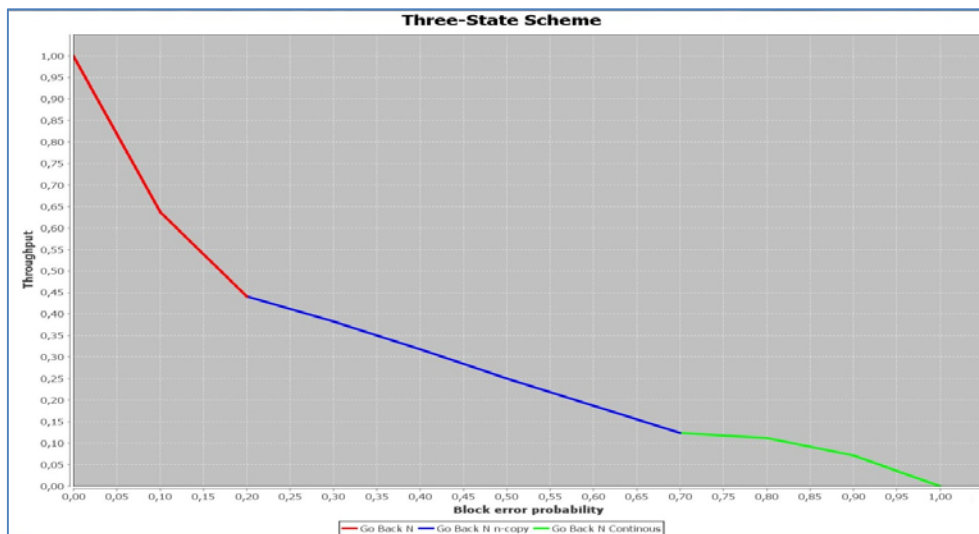
4.1 Pokretanje analiza propusnosti

Na osnovu grafika prikazanog na slici 3 možemo zaključiti da se u slučajevima male vjerovatnoće greške standardni GBN protokol (prikazan crvenom bojom na grafiku) pokazao kao najbolji, jer omogućava najveću propusnost u zadatim uslovima. Međutim, sa povećanjem vjerovatnoće greške, propusnost standardnog GBN protokola opada gotovo eksponencijalno i već na oko 21% vjerovatnoće greške propusnost n-copy protokola (prikazan plavom bojom na grafiku) premašuje standardni GBN. U veoma širokom opsegu vjerovatnoće greške (od 21% do 67%) propusnost n-copy protokola je znatno veća od ostala dva protokola ARQ algoritma i tek u uslovima velikih smetnji na kanalu, tj. za vjerovatnoće greške veće od 67% , propusnost kontinualnog GBN protokola (prikazan zelenom bojom na grafiku) je premašuje.

Na slici 3. prikazan je grafik rada Three-state algoritma sa jasno označenim promjenama režima rada u odnosu na povećanje vjerovatnoće greške. Prelaz iz standardnog GBN režima rada u n-copy događa se već na 20% vjerovatnoće greške, dok se prelaz iz n-copy u n-kontinualni protokol događa na oko 70% vjerovatnoće greške, tako da možemo primjetiti da gotovo sasvim precizno prati optimalne vrijednosti propusnosti prikazane na slici 4.

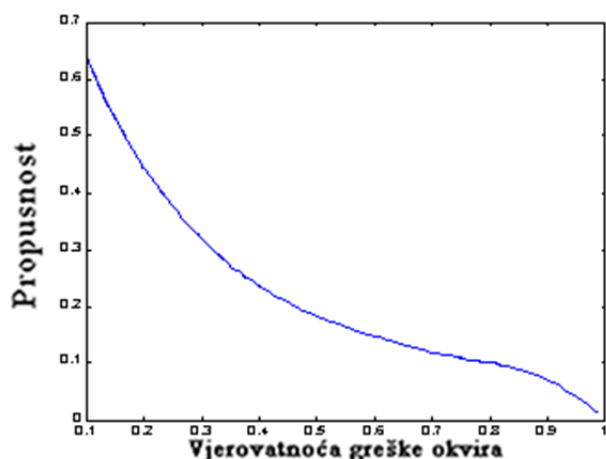


Slika 3: Grafik GBN protokola



Slika 4: Grafik Three State algoritma

Ako uporedimo grafik Three-state algoritma sa njegovim matematičkim modelom prikazanim na slici 5. primjetićemo da se grafici prilično poklapaju, tako da možemo zaključiti da simulacija vjerodostojno prikazuje promjenu propusnosti kanala u funkciji vjerovatnoće greške.



Slika 5: Matematički model Three State algoritma ^[5]
($N=10, n=2, \alpha=4, \beta=2, \gamma=10, \delta=2$)

5. ZAKLJUČAK

Kritičnu tačku TS algoritma predstavlja odabir momenta prelaska sa jednog režima rada na drugi. Uz pomoć simulacije rada sva tri GBN protokola, određena je približna vjerovatnoća u kojoj se funkcije propusnosti protokola sijeku. Na taj način se mogu odrediti vrijednosti fiksnih parametara u Three-state algoritmu kako bi se u što većoj mjeri poklopilo sa optimalnim grafikom matematičkog modela.

Takođe, značajno je napomenuti da za predstavljeni algoritam nije potrebno definisati uslove rada, budući da odabir protokola zavisi isključivo od pošiljaoca koji procjenjuje stanje kanala na osnovu broja primljenih povratnih poruka.

Samom simulacijom utvrđeno je da Three-State algoritam omogućava uštedu u vremenu i resursima naročito u uslovima visokog intenziteta saobraćaja i velikih smetnji na kanalu.

Zahvalnica: Zahvaljujemo profesoru Doc. dr Ranku Vojinoviću na pomoći, ukazanom povjerenju i znanju koje je podijelio sa nama.

LITERATURA

- [1] Ranko Vojinović, Grozdan Petrović, Zoran Petrović: „The analysis of the adaptive three-mode ARQ GBN scheme using retransmission cycles mechanism“
- [2] Y. D. Yao, “An effective Go-Back-N ARQ Scheme for Variable-Error-Rate Channels,” IEEE Trans. Comm, Vol. 43, pp. 20-23, January 1995.
- [3] L. F. Chang and J. C. I. Chuang, “Outage probability for a frequency-selective fading digital portable radio channel with selection diversity using coding” IEEE, Int. Conf. Commun., 1990, pp. 176-181.
- [4] H. W. H. Li and J. K. Cavers, “An adaptive filtering technique for pilot-aided transmission systems”, IEEE Trans. Veh. Technol., Vol. 40, pp. 532-545, 1991.
- [5] R. Vojinović, Z. Petrović: “A Novel Three-State ARQ Scheme for Variable Error-Rate-Channels”

IZBOR OPTIMALNOG LM SISTEMA PRIMJENOM ONLINE ALATA SELECTION OF OPTIMAL LM SYSTEM BY USING ONLINE TOOLS

Mladen Bukilić, Ivana Ognjanović, Ramo Šendelj, *Fakultet za informacione tehnologije, Univerzitet Mediteran, Podgorica*

Sadržaj: U radu su analizirane osnovne funkcionalne karakteristike komercijalnih i open source sistema za upravljanje učenjem (Learning Management System– LM sistem) koji se koriste u formalnom obrazovanju. Predstavljene su razlike između osnovnih tipova LM sistema i date su preporuke za proces izbora odgovarajućeg LM sistema upotrebom online benčmarking alata.

Apstrakt: This paper analyzes the basic functional characteristics of commercial and open source learning management system (Learning Management System -LMS) that are used in formal education. We have presented the difference between the two basic types of LMSs and provided recommendations for the process of selecting an appropriate LMS for organization using the online benchmarking tool.

1. UVOD

Danas je na tržištu prisutno preko 150 komercijalnih proizvođača LM sistema ali i veliki broj open-source LM sistema. Prije donošenja odluke o izboru odgovarajućeg LM sistema potrebno je obaviti konsultacije sa IT ekspertima i sa krajnjim korisnicima sistema (nastavnicima i učenicima) na osnovu čega se dalje vrši testiranje i analiza postojećih sistema i donosi odluka o mogućnostima njihove primjene i integracije. Pri donošenju takvih odluka od izuzetnog a često i presudnog značaja su i podaci o iskustvima u korišćenju LM sistema od sličnih organizacija i korisnika. U ovom radu su predstavljene mogućnosti upotrebe onlajn alata koji omogućava poređene LM sistema (eng. benchmarking tool), štedi vrijeme potrebno za donešenje odluke o izboru odgovarajućeg i samim tim štedi finansijska sredstva i ljudstvo koje bi bilo neophodno u suprotnom angažovati.

2. IZBOR ODGOVARAJUĆEG LM SISTEMA

Izbor odgovarajućeg LM sistema nije samo odluka vezana za tehničke karakteristike, to je prvenstveno strateška odluka menadžmenta organizacije tj ustanove. Bez obzira na izbor LM sistema, samo uvođenje e-učenja je kompleksan proces koji podrazumijeva tehnološke, organizacione i socijalne promjene. Da bi se omogućilo uvođenje e-obrazovanja, neophodno je posjedovati opremu za podršku e-učenju kao i osposobiti osoblje za razvoj odgovarajućih i adekvatnih sadržaja [1]. Za tu svrhu u organizacijama (univerzitetima) treba formirati centre koji će pružati tehničku, organizacionu i didaktičku podršku [1]. Ne manje važna je i činjenica da je za razvoj elektronski podržanog učenja potrebno definisati budžetska sredstva za finansiranje centara za razvoj daljinskog obrazovanja, i za razvoj elektronskih obrazovnih sadržaja [1].

Neka od važnih pitanja koja treba da razmotri svaka organizacija su sledeća:

- Šta je cilj uvođenja LM sistema?
- Da li će LM sistem biti korišćen u čitavoj organizaciji ili samo jednom dijelu?
- Koliki je budžet?

- Koje karakteristike e-učenja treba da budu podržane?

- Da li će e-kurseve da razvijaju nastavnici ili će organizacija da kupuje e-kurseve?

- Da li je potreban e-commerce sistem za prodaju e-kurseva?

Tek nakon odgovora na prethodna pitanja treba razmatrati važna tehnička pitanja kao što su:

- Da li će LM sistem biti integralni dio informacionog sistema organizacije?

- Kakva će biti vrsta hostinga (interni ili eksterni)?

- Koje standarde podržava LM sistem (SCORM, IMS, itd.)?

- Da li postoji tehnička podrška za implementaciju i administraciju LM sistema?

- Koji nivo sigurnosti i zaštite podataka se zahtijeva?

3. KARAKTERISTIKE LM SISTEMA

LM sistemi namijenjeni obrazovnim institucijama podržavaju proces e-učenja kroz kreiranje virtuelnih okruženja za učenje (virtuelnih učionica). Nastavnici kreiraju e-kurs koristeći web alate za postavljanje resursa za učenje. Model e-učenja u obrazovnim institucijama podrazumijeva upotrebu asinhronih i sinhronih oblika komunikacije i upotrebu alata za kolaborativan rad. Učenici pristupaju materijalima za učenje putem web-a i rade zadatke samostalno ili u grupi [2]. Zadaci se mogu raditi online ili se urađeni mogu poslati nastavniku.

Kao rezultat prethodnog, LM sistemi namijenjeni obrazovnim institucijama imaju mogućnost za kreiranje e-kurseva, kao i znatno veći broj alata za online komunikaciju i kolaboraciju. LM sistemi namijenjeni obrazovnim institucijama obavezno sadrže sledeće alate:

Alati za nastavnike:

- Alati za kreiranje e-kurseva – web platforma za postavljanje materijala (tekst, multimedijalni materijali, simulacije itd.) koja uključuje kalendar događaja, sistem za obavještanje, alate za indeksiranje i kreiranje rječnika pojmova i još mnogo toga.

Tabela 1 Pregled osnovnih karakteristika LM sistema

Karakteristika	LM sistemi namijenjeni organizacijama	LM sistemi namijenjeni obrazovnim institucijama
Menadžment e-učenja	Da	Da
Alati za razvoj e-kurseva	Ne	Da
Alati za menadžment e-kurseva	Ne	Ograničene mogućnosti
Web konferencije/virtualne učionice	Ne	Ne
Ocjenjivanje	Moguće je dobiti izvještaje o aktivnostima	Da
Kviz/Test	Ne	Da
Alati za online komunikaciju	Ograničenih mogućnosti	Da
Finansijski analitički alati	Da	Ne
LCMS	Ne	Da
Podrška za standrde e-učenja	Da	Ne
Izbor jezika	Da	Da
Interoperabilnost sa komercijalnim proizvođačima e-kurseva	Da	Ne
e-portofilio	Ne	Ne
e-commerce	Ne	Ne
Streaming audio i video	Ne	Ne
Administrativni alati	Ograničenih mogućnosti	Da
Alati za evaluaciju	Ne	Da
Kod većeg broja LM sistema moguće je integrisati samostalno kreirane kriterijume		

• Alati za kreiranje strukture e-kursa – omogućavaju da se definišu trajanje e-kursa i nastavnih jedinica u skladu sa planom i programom obrazovne institucije.

- Alati za kreiranje kvizova, zadataka i testova,
- Alati za evaluaciju e-kursa – online upitnici,
- Alati za praćenje aktivnosti studenata – pojedinačnih i grupnih,

Alati za učenike:

- Alati za izmjenu lične lozinke za pristup LM sistemu,
- Alati za anotaciju sadržaja e-kursa - kreiranje bookmarks,
- Alati za sinhronu i asinhronu komunikaciju – e-mail, chat, diskusione grupe,
- Alati za pregled ocjena i rezultata kvizova, testova i ostalih aktivnosti,
- Alati za samostalan i kolaborativan rad sa ostalim učenicima.

Za razliku od obrazovnih institucija, model e-učenja koji se koristi u organizacijama zasniva se na samo-vođenom učenju uz pomoć e-kurseva i uglavnom bez prisustva nastavnika [3]. Organizacije najčešće kupuju gotove specijalističke e-kurseve koje koriste za profesionalnu edukaciju zaposlenih u određenoj oblasti. Iz ovog razloga LM sistemi koji su namijenjeni organizacijama ne sadrže integrisane alate za kreiranje e-kurseva, ali imaju mogućnost da se ovi alati naknadno integrišu. Još jedna od važnih razlika između dva osnovna tipa LM sistema je način registracije učenika za pristup resursima za e-učenje (Tabela 1).

Formalno obrazovanje koje se odvija u obrazovnim institucijama podrazumijeva da učenik u toku semestra ima pristup samo onim e-kursevima koji su predviđeni nastavnim planom i programom za taj semestar. Stoga, prava pristupa e-kursevima mora definisati administrator LM sistema i ona su strogo definisana [4]. Nasuprot tome, u organizacijama se

zaposleni samostalno registruju putem LM sistema za pristup specijalističkim e-kursevima ili učestvovanje u web seminarima ili online radionicama, pri čemu administrator LM sistema ima uvid u sve aktivnosti korisnika.

Osnovni administrativni alati zajednički za oba tipa LM sistema su:

- Alati za menadžment korisnika sistema (nastavnika i studenata),
- Alati za menadžment objektima za učenje (learning content management system -LCMS),
- Alati za kreiranje izvještaja i praćenje aktivnosti na sistemu,
- E-commerce alati za prodaju e-kurseva,
- Alati za kreiranje online anketa i evaluaciju.

4. STANDARDI ZA E-UČENJE

Kako skoro svaka obrazovna ustanova ima svoj tim zadužen za uvođenje i podršku razvoja e-učenja, neophodno je definisati odgovarajuće opšte standarde i mjerila kvaliteta. Tehnički dizajn, pristupačnost i standardi za e-učenje još uvijek su u fazi razvoja i konstantne promjene. Jedan od glavnih daljih ciljeva razvoja tehničkih standarda je usmjeren ka obezbjeđenju kompatibilnosti između različitih LM sistema i definisanja načina za kreiranje i upotrebu resursa za e-učenje. Više različitih internacionalnih organizacija se bavi ovim standardima. Najveći broj LM sistema podržava SCORM (Shareable Content Repository Reference Model) [2] koji predstavlja skup tehničkih standarda različite namjene. Inicijativa za razvoj SCORM-a započela je 1997.godine od strane Ministarstva odbrane SAD-a standardi i dalje nastavljaju da se razvijaju. Baš kao i bilo koje tehnologije, SCORM je evoluirao tokom godina. Trenutno postoje tri različite verzije SCORM-a najnovija verzija (SCORM 2004) ima nekoliko različitih izdanja[8] .

Iako se podrška definsanim SCORM standarima smatra izuzetno važnih zahtjevom pri razvoju LM sistema, u praksi

ova podrška ne znači i potpunu interoperabilnost LM sistema jer mnogi alati za kreiranje e-kurseva još uvijek ne

Make a Decision



TheEduTools Decision Engine is most useful if you are already familiar with the products and features you wish to compare. The goal of the summative decision tool is to give the user a rational decision making process to assist in selecting a course management system.

[Read more about the EduTools Decision Engine](#)

Select Products that you want to include in your decision:

<input type="checkbox"/> ANGEL Learning Management Suite v 7.3	<input type="checkbox"/> ANGEL Learning Management Suite V7.1	<input type="checkbox"/> ANGEL LMS 7.2	<input type="checkbox"/> ATutor 1.5.4	<input checked="" type="checkbox"/> ATutor 1.6.3
<input type="checkbox"/> Blackboard Learning System CE 6.1 Enterprise License	<input type="checkbox"/> Blackboard Learning System Vista 4.1 Enterprise License	<input type="checkbox"/> CCNet	<input checked="" type="checkbox"/> Claroline 1.8.1	<input type="checkbox"/> Desire2Learn 8.3
<input type="checkbox"/> Desire2Learn Learning Environment 8.4.2	<input type="checkbox"/> dotLRN/OpenACS	<input type="checkbox"/> Eduvo School 2.0	<input type="checkbox"/> Edvance360	<input type="checkbox"/> eFront 3.6
<input type="checkbox"/> eTEA Learning Management System	<input type="checkbox"/> ILIAS	<input type="checkbox"/> Joomla!LMS	<input type="checkbox"/> JUSUR	<input type="checkbox"/> KEWL
<input type="checkbox"/> LON-CAPA	<input type="checkbox"/> Moodle 1.6.1	<input type="checkbox"/> Moodle 1.8	<input checked="" type="checkbox"/> Moodle 1.9	<input type="checkbox"/> Moodle Rooms
<input type="checkbox"/> Moodlerooms ioule	<input type="checkbox"/> OLAT	<input type="checkbox"/> OLAT	<input type="checkbox"/> Pearson LearningStudio	<input type="checkbox"/> Pearson LearningStudio
<input type="checkbox"/> Pearson LearningStudio Campus	<input type="checkbox"/> Sakai 2.3	<input type="checkbox"/> Sakai Community Release 2.5	<input type="checkbox"/> Scholar360	<input type="checkbox"/> SharePoint LMS v2
<input type="checkbox"/> The Blackboard Academic Suite (Release 8.0)	<input type="checkbox"/> The Blackboard Learning System (Release 7) - Enterprise License	<input type="checkbox"/> The rSmart Sakai CLE	<input type="checkbox"/> Timecruiser Solution Suite	<input type="checkbox"/> WebStudy Learning CMS v9.0

Check the products above you wish to run a comparison for:

Slika Slika 1 Spisak LM sistema koja posjeduje EduTools zajednica 1

podržavaju postojeće standarde za e-učenje.

5. POREĐENJE SISTEMA ZA ELEKTRONSKO UČENJE

Danas postoji mnogo alata za poređenje i analizu kvaliteta LM. EduTools [4] je jedan od najpoznatijih onlajn benčmarking alata a kao njegova glavna karakteristiaka se ističe nepristrasnost u ocjenjivanju postojećih sistema za elektronsko učenje [6]. On omogućava svim korisnicima u online režimu da prikupe, analiziraju i ocjene različite tipove LM sistema.

Postoje dva načina kako se dobijaju rezultati poređenja putem onlajn EduTools alata.

- Putem same baze LM sistema koja posjeduje zajednica EduTols (Slika 1.)
- Poređenje putem tehničkih i funkcionalnih karakteristika

Postupak poređenja se odvija u šest koraka: odabir proizvoda sa spiska, odabir specifičnog proizvoda van spiska, odabir funkcionalnosti, specifične funkcionalnosti, težinski koeficijenti, ocjenjivanje funkcionalnosti. Procjene kvaliteta savremenih LM platformi može se odrediti i prema kriterijumima rangiranja same *EduTools* zajednice preko: Foruma za diskusiju i upravljanje diskusijom, internog *e-maila*, kalendara/pregleda napredovanja, administrativnih alata, autentifikacije, autorizacije kurseva, usluge hostinga, vrste testova, praćenje studenata i na kraju zahtjeva i vrste same baze podataka (Tabela 2). Ovako definisani kriterijumi u potpunosti omogućavaju da sam proces poređenja bude prilagođen krajnjim potrebama uvođenja LM. Npr. izborom težinskih koeficijenata kao i određenih specifičnosti sistema, može se dati važnost i prioritet karakteristikama LM sistema relevantnih za organizaciju koja ga želi koristiti[7].

U ovom radu je napravljeno poređenje tri LM sistema otvorenog koda (Moodle 1.9, Claroline 1.8.1 i AATutor 1.6.3) koji se u velikoj mjeri koriste kod visokoobrazovnih institucija. Poređenje je izvršeno preko EduTools alata i svih funkcionalnosti i kriterijuma koji sam alat sadrži. Pri

poređenju su razmatrani samo kriterijumi standardni za visokoobrazovne ustanove (navedeni u zaglavlju Tabele 2) bez dodatnih kriterijuma koji mogu biti usko specifični za svaku od njih.

6. REZULTATI POREĐENJA

Na osnovu rezultata poređenja u kojem je izvršena analiza sistema Moodle, Claroline, ATutor, uz korišćenje EduTools alata kao osnove za polazno istraživanje, dolazi se do sljedećeg zaključka[5]:

- rad na nivou diskusija i upravljanjem istih na nivou kursa podržavaju svi analizirani sistemi djelimično istih funkcionalnosti.
- Slanje internih e-mail-ova omogućavaju u najboljem prezentovanju za studente Moodle LMS i ATutor, dok Claroline nudi manji broj administrativnih podešavanja za ove operacije.
- Kalendar događaja je najbolje strukturiran u Moodle LMS-u, jer se studentima daju na uvid samo informacije predmeta na kojima suprijavljeni, dok s druge strane, Claroline omogućava integrisanje Google Kalendara koji zahtijeva dodatna podešavanja pa, samim tim, i njegovu komplikovanu integraciju u sistem.
- Administrativni alati su podržani u potpunosti u sva tri sistema, međutim i dalje postoje blage razlike među njima. Autentifikacija je realizovana na osnovnom nivou u svim sistemima, s tim što Moodle i ATutor omogućavaju enkripciju sesije korišćenjem određenih protokola, kao i podršku za digitalne certifikate.
- Kada su u pitanju testovi za provjeru znanja, Moodle sadrži najviše raznih tipova pitanja, zatim ATutor i, na kraju, Claroline. Procesi praćenja rada studenta i analize postignutih rezultata su podržani od strane sva tri sistemi u istoj mjeri.

- Po tehničkim karakteristikama opisa, korišćenja arhitekture i sistema za upravljanjem bazama podataka, Moodle LMS stavljamo na prvom mjestu po broju sistema na kojima mogu da rade, gdje nam sama ta činjenica govori da je Moodle napravljen da

brzo i efikasno odgovori i najnovijim tehnologijama. ATutor i Claroline podržavaju rad samo sa MySQL bazom podataka.

Tabela 2 Rezultati poređenja LM sistema upotrebom EduTools alata

	Forum	Inter ni e-mail	Administrativni alati	Autentifikacija https	Autorizacija kursa	Usluge hostin ga	Vrste testova	Praćenje studenata	Podržane baze
Moodle 1.9	+	+	+	+	+	+	+	+	Oracle, MSSQL, MySQL, PostGreSQL
Claroline 1.8.1	+	-	+	+	-	+	+	+	MySQL
Atutor 1.6.3	+	+	+	+	+	+	+	+	MySQL

7. ZAKLJUČAK

Primjena LMS je u konstantnom porastu kako u obrazovnim institucijama tako i u kompanijama. Danas se na tržištu nalazi veliki broj LMS, čime se izbor adekvatnog LMS čini značajno težim. Veoma često, osobe zadužene za uvođenje LMS ne posjeduju adekvatna znanja koja će im omogućiti uspostavljanje adekvatnih kriterijuma za izbor LMS shodno mogućnostima institucije i njenim poslovnim procesima. Zbog toga je primjena online alata za analizu karakteristika LMS izuzetno značajna, jer pruža jasniju sliku o LMS i skraćuje vrijeme analize njihovih karakteristika. Značaj ovog rada ogleda se u uporednoj analizi najčešće korišćenih LMS shodno definisanim kriterijuma. Opis definisanih kriterijum i način njihovog izbora u skladu sa zahtjevima korisnika. Rad pruža savjete koji se mogu iskoristiti od strane osoba zadužene za uvođenje LMS u njihovom postupku izbora LMS u skladu sa postavljenim zahtjevima i mogućnostima.

LITERATURA

[1] Bukilić M. "Dinamičko kreiranje materijala e-learning" magistarski rad, Fakultet za informacione tehnologije, Univerzitet Mediteran. 2011.

[2] Bukilić, M., Šendelj, R. "Dinamičko kreiranje materijala za e-Učenje", Infofest, Budva. Crna Gora, 2011.

[3] Bohl, O., Schellhase, J., Senler, R., Winand, U., The sharable content object reference model (SCORM) – A critical review. Internacional Conference on Computers in Education, str. 950-951, 2002.

[4] Bach, S., Haynes, P., Lewis Smith, J., "Online Learning and Teaching in Higher Education". Open University Press, Maidenhead, England, 2007.

[5] Chapman B., Hall, B., "Learning content management systems. Comparative analysis of systems used to construct, organize and re-use learning objects". Sunnyvale, CA: Brandon-Hall.com.USA, 2001.

[6] Caladine, R., "Enhancing E-Learning With Media-Rich Content And Interactions". Information Science Publishing, Hershey/New York, USA, 2008.

[7] Dron, J., "Control and Constraint in E-Learning: Choosing When to Choose". Idea Group Publishing, Hershey, London. 2007.

[8] Šendelj, R., Ognjanović, I., Bukilić, M., "Konceptualni model uvođenja ICT-a u obrazovni sistem", zbornik radova sa xv naučno - stručnog skupa informacione tehnologije, Žabljak, Crna Gora, 2010

STRANIČENJE WEB STRANICA ZASNOVANO NA CSS 3 SPECIFIKACIJI PAGING THE WEB PAGE BASED ON CSS 3 SPECIFICATIONS

Bojan Krstić, Zoran Veličković, Visoka tehnička škola, Niš

Sadržaj - U ovom radu je predstavljen novi način prikaza Web sajta zasnovan na CSS3 specifikaciji "Generated Content for Paged Media Module". Opisana su sva svojstva ove specifikacije koja nam omogućavaju prikaz Web sajta u vidu stranica knjige. Za potrebe testiranja formiran je CSS stil sa specifičnim karakteristikama na osnovu specifikacije "Generated Content for Paged Media Module". Testiranje je izvršeno u eksperimentalnoj verziji „Opera“ Web čitača, pod nazivom „Opera reader“. U radu je pokazano da se primenom ove tehnologije sadržaj Web stranica može podeliti na delove, koji su međusobno povezani kao stranice knjige. Za pregled sadržaja Web sajta se umesto pomeranja (skrolovanja) koristi "listanje".

Abstract – This paper presents a new way to view Web sites based on the CSS3 specification "Generated Content for Paged Media Module." All properties are described these specifications that allow us to display the website in the form of pages of a book. For testing purposes, set up a CSS style to the specific characteristics based on the specifications "Generated Content for Paged Media Module." Testing was conducted in an experimental version of "Opera" web browser called "Opera reader." It is shown that application of the technology content of Web pages can be divided into parts, which are interconnected and the pages of the book. To view the contents of the Web site rather than moving (scrolling) uses "listing".

1. UVOD

Internet može da pruži obilje informacija, da poboljša komunikaciju među ljudima na brži, jeftiniji i efikasniji način, da omogući protok znanja, iskustava i veština, da na prijemčiv način, putem virtualnih programa, dočara određena zdanja i destinacije. Poslovnim ljudima, Internet otvara mogućnosti za prezentacije, razmenu ideja i uspostavljanje dinamične saradnje [1]. Jedan od najzastupljenijih servisa na Internetu je WWW (engl. *World Wide Web*) koji se bazira na Web stranici. Skup Web stranica zapravo predstavlja Web prezentaciju. Posedovanje Web prezentacije omogućava da se na jednom mestu postave informacije koje će 24 sata dnevno biti dostupne milionima korisnika. Zbog toga, Web prezentacije treba izraditi tako da korisniku pruže vizuelno ugodan pregled informacija. Jedan od najvećih problema prilikom pregleda Internet sadržaja je pomeranje (skrolovanje) Web stranica [2]. Web čitači automatski dodaju trake za skrolovanje Web stranicama ako sadržaj vertikalno ili horizontalno prelazi veličinu ekrana računara. Ova pomeranja znatno umanjuju čitljivost Web stranice. Korisnici moraju da pronađu poziciju teksta gde su prestali da čitaju pre pomeranja, a kao markere za to većina korisnika Interneta koristi naslove, pasuse ili druge vidljive elemente na stranici. U slučaju kada se prilikom pregleda treba vratiti na neku propuštenu informaciju, zahteva se aktivno učešće korisnika čime se smanjuje zainteresovanost korisnika za sadržaj. Ovaj problem je još izraženiji prilikom pregleda Internet sadržaja na mobilnim uređajima [3].

Zbog manje veličine ekrana mobilnih uređaja, skrolovanje stranica i navigacija su uvek predstavljali veći problem nego na desktop računarima. Mobilni korisnici najčešće nemaju na raspolaganju miša i standardnu alfa-numeričku tastaturu prilikom pregleda Web sadržaja. Zbog

toga, Web dizajneri izrađuju posebne Web stranice za mobilne uređaje, koje imaju pojednostavljenu navigaciju i skrolovanje svedeno na najmanju moguću meru.

2. PRIKAZ WEB SADRŽAJA U WEB ČITAČIMA

Pre oko 2000 godina, Rimljani su razvili kodeks koji se razlikovao od svitaka, prethodno prihvaćenog književnog formata [4]. Svitak je predstavljao format kod koga se papir uvijao u rolnu a čitalo se polaganim odvijanjem rolne u suprotnom smeru. Rimljanski kodeks je podelio svitak na stranice koje su međusobno povezane, čime je načinjen prvi korak do formiranja knjige – danas najpopularne forme za skladištenje pisanih informacija. Rimljanski kodeks postepeno zamenjuje svitak, i u 5. veku se više ne koristi u zapadnim kulturama. Postoje dobri razlozi za to: kodeks je kompaktan, pregledan, a čitaoc može brzo otići na početak, kraj, ili bilo gde između. Prestavljanje Web sadržaja u formi stranica knjige nije odmah prihvaćenono Web-u. Razlog ovome verovatno leži u kompleksnijem softveru koji je potreban za ovaj način prestavljanja Web sadržaja. Web čitači uobičajeno imaju podršku za pomeranje (skrolovanje) Web sadržaja po oba pravca.

Opera Reader je eksperimentalna verzija Opera Web čitača kod koga se ne koristi skrolovanje Web stranica. Može se preuzeti sa adrese: people.opera.com/howcome/2011/reader/. Opera Reader u osnovi deli Web stranice na delove i prikazuje ih kao stranice knjige. Korisnici Opera Reader Web čitača mogu za okretanje stranica da koriste miša, dugmad levo-desno na tastaturi ili dodir na „touchscreen“ uređajima. Deljenje stranica Web sajta na delove ne smanjuje funkcionalnost Web čitača. Kao i u standardnoj verziji Opere moguće je pretraživati, štampati ili raditi sa celom Web stranicom. Ono što omogućava ovakav način prikaza Web sajta je podrška za CSS3 modul "Generated Content for Paged Media Module".

3. STRANIČENJE WEB STRANICA

CSS3 modul “Generated Content for Paged Media Module” definiše svojstva koja omogućavaju da se Web stranice prikazuju u vidu stranica knjige (straničenje Web stranica) [5]. Svojstva koja definiše ovaj modul prikazana su u nastavku:

@media -o-paged

Ova oznaka se postavlja unutar CSS dokumenta i definiše CSS stil namenjen podeli Web stranica na delove.

height

Ovo svojstvo CSS-a nije novo i predstavlja visinu nekog elementa na Web stranici. U ovom slučaju izražava veličinu ili procenat ekrana na kojem će se sadržaj Web stranice prikazivati. Na taj način možemo definisati koji će se sadržaj prikazivati na kom delu stranice. Izražava se u procentima ili pikselima. Ukoliko izostavimo ovo svojstvo kod neće raditi. Kod neće raditi i u slučaju da neki element na Web stranici ima definisano “float” svojstvo.

overflow

I ovo svojstvo CSS-a nije novo i pomoću njega određujemo šta će se desiti kada sadržaj prelazi veličinu nekog elementa Web stranice. U ovom modulu dodeljene su mu standardne vrednosti i to:

- *-o-paged-x*

Navođenjem ove vrednosti sadržaj Web stranice biće podeljen na delove u smeru x ose.

- *-o-paged-y*

Navođenjem ove vrednosti sadržaj Web stranice biće podeljen na delove u smeru y ose.

- *-o-paged-x-controls*

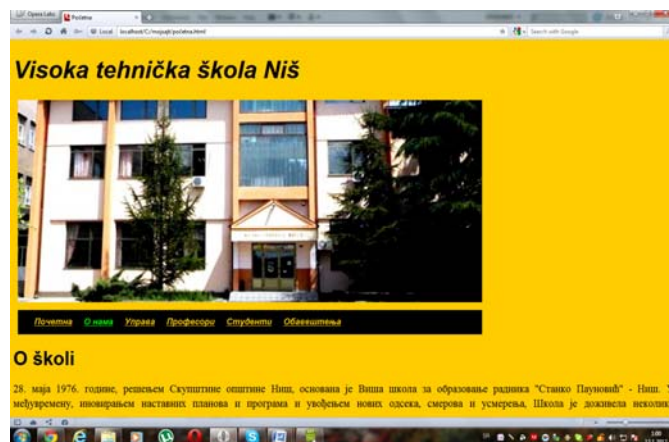
Navođenjem ove vrednosti sadržaj Web stranice biće podeljen na delove u smeru x ose i na stranici će se pojaviti kontrole za navigaciju.

- *-o-paged-y-controls*

Navođenjem ove vrednosti sadržaj Web stranice biće podeljen na delove u smeru y ose i na stranici će se pojaviti kontrole za navigaciju. Sledeći kod deli Web sajt na stranice po x-osi (slika 1):

```
@media -o-paged {
  html {
    height: 100%;
    overflow: -o-paged-x; }
}
```

Na slici 1 prikazan je prvi deo stranice „početna.html“ u Web čitaču Opera Reader na računarskom monitoru. Sa slike možemo videti da ne postoje trake za skrolovanje. Drugi deo, odnosno nastavak, ove stranice će se učitati kada mišem povučemo sadržaj u levo. To znači da je stranica podeljena u smeru x-ose. Svojstvo „height“ je postavljeno na vrednost 100%, pa je sadržaj prikazan na celom ekranu.



Slika 1. Prvi deo stranice „početna.html“ u Web čitaču Opera Reader.

Ako treba dodati kontrole za prelaz sa jednog dela stranice na drugi, onda umesto koda:

```
overflow: -o-paged-x;
```

pišemo kod:

```
overflow: -o-paged-x-controls;.
```

Na slici 2 prikazan je prvi deo stranice „početna.html“ u Web čitaču Opera Reader na računarskom monitoru, sa kontrolama u dnu ekrana. Na sredini linije sa kontrolama je oznaka „1/4“, koja pokazuje da je trenutno na ekranu, prvi od četiri dela ove Web stranice. Zbog prikazivanja linije sa kontrolama tekst sa slike1 prebačen je na drugi deo Web stranice.

@-o-navigation

Pomoću ovog svojstva definiše se koje će se stranice učitati prilikom pomeranja sadržaja Web stranice u određenom smeru. Ovo svojstvo ima četiri vrednosti:

- *nav-up* - Pomeranje na gore.
- *nav-down* - Pomeranje na dole.
- *nav-left* - Pomeranje u levo.
- *nav-right* - Pomeranje u desno.

Primer koda:

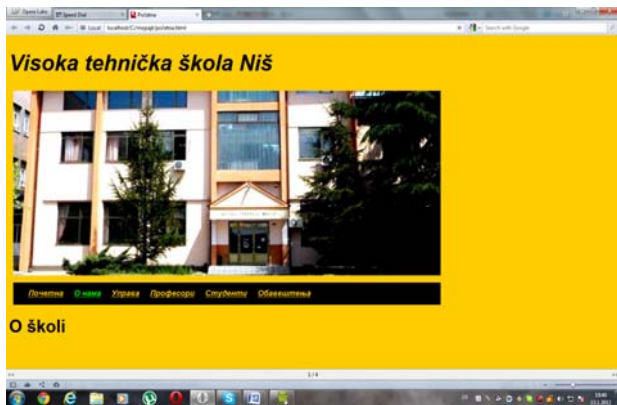
```
@-o-navigation {
  nav-up: -o-url-doc(početna.html);
}
```

Ovim kodom je definisano da se prilikom pomeranja sadržaja na gore učita početna stranica Web sajta „početna.html“, bez obzira na kojoj stranici Web sajta se nalazi korisnik. Samim tim, navigacija Web sajta se može postaviti samo na jednoj stranici, u ovom slučaju na stranici „početna.html“, jer je u svakom trenutku dostupna korisniku.

break

Pomoću svojstva *break* definiše se tačno mesto gde će se stranica prelomiti. Vrednosti ovog svojstva su sledeće:

- *break-after* - Prelom stranice posle navedenog elementa.



Slika 2. Prvi deo stranice „početna.html“ u Web čitaču Opera Reader sa kontrolama u dnu ekrana.

- *break-inside*- Prelom stranice unutar navedenog elementa.
- *break-before*- Prelom stranice pre navedenog elementa.

Primer koda:

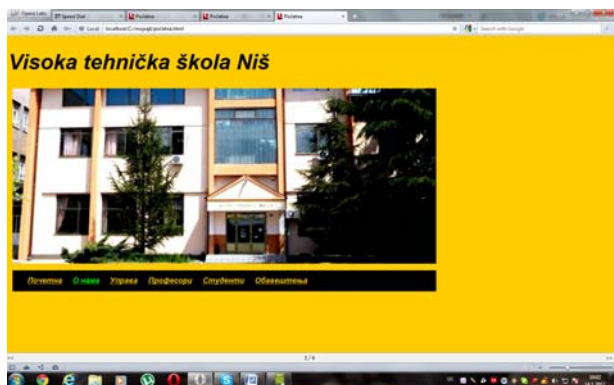
```
h2 {
break-before: always;
}
```

Ovim kodom je definisano da se stranica uvek prelomi pre naslova h2.

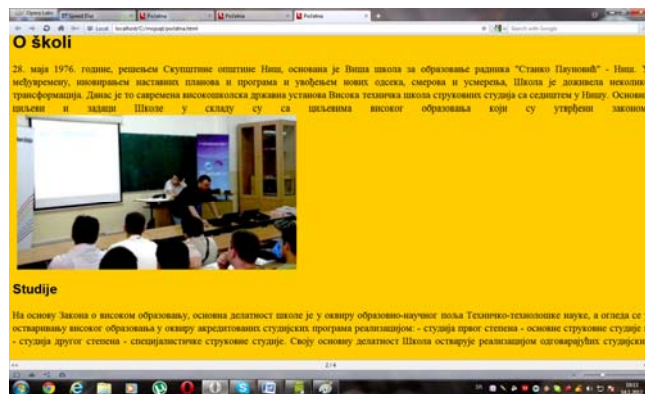
Na slici 3 prikazan je izgled prvog dela stranice „početna.html“ kada se definiše prelom pre naslova h2. Na slici 4 prikazan je izgled drugog dela stranice „početna.html“. Naslov h2 (O školi) nalazi se na drugom delu stranice, posle definisanja preloma.

4. MULTI-COLUMN LAYOUT MODULE

CSS modul “Multi-column Layout Module” [6] predstavljen je u CSS3 specifikaciji. Pomoću svojstava iz ovog modula moguće je podeliti sadržaj Web sajta u više kolona. Sadržaj svake stranice ili nekog njenog dela, moguće je podeliti na željeni broj kolona, što omogućava bolju preglednost sadržaja. Osim toga, primenom ove tehnologije, Web čitaču se olakšava podela Web stranica na delove. To je bio razlog što su tvorcima Opera reader Web čitača ugradili punu podršku za ovaj modul. Svojstva ovog modula su sledeća:



Slika 3. Izgled prvog dela stranice „početna.html“ kada se definiše prelom pre naslova h2.



Slika 4. Izgled drugog dela stranice „početna.html“ kada se definiše prelom pre naslova h2.

columns

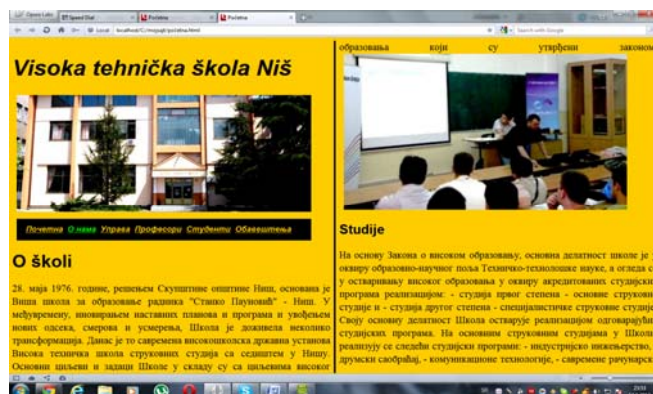
Ovim svojstvom se definiše broj i izgled kolona na stranici. Vrednosti ovog svojstva se izražavaju u pikselima i em-ovima.

- *column-width*- Ovim svojstvom se definiše širina kolone.
- *column-gap*- Ovim svojstvom se određuje razmak između kolona.
- *column-rule*- Ovim svojstvom definišemo debljinu linije između kolona i njenu boju.

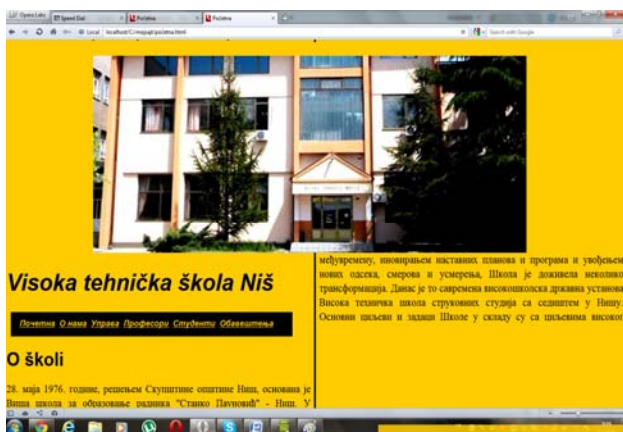
Primer koda:

```
body {
columns: 2;
column-gap: 20px;
column-rule: 4px solid black;
}
```

Ovim kodom definisano je da stranica ima 2 kolone, da je razmak između kolona 20px a linija između kolona crna i debljine 4px. Potrebno je naglasiti da pre podele stranice na kolone treba slike podesiti na veličinu istu ili manju od veličine kolone. Na slici 5 prikazana je stranica „početna.html“ kada je na nju primenjen prethodni kod za podelu stranica na kolone. Ako se želi postaviti slika tako da zauzima prostor više kolona treba dodati svojstva *column-span* i *float* koja su detaljnije opisana u sledećem odeljku.



Slika 5. Web stranica „početna.html“ podeljena na dve kolone.



Slika 6. Stranica „početna.html“ podeljena na kolone a slika zauzima prostor dve kolone.

column-span: -o-integer(2)

Broj u zagradi određuje preko kolikog broja kolona će se slika prostirati.

float

Ovim svojstvom određujemo položaj slike na stranici i može imati sledeće vrednosti:

- *float: -o-top-* Slika će biti postavljena na vrhu kolone.
- *float: -o-bottom-* Slika će biti postavljena na dnu kolone.
- *float: -o-top-next-page-* Slika će biti postavljena na vrhu prve kolone naredne stranice.
- *float: -o-bottom-next-page-* Slika će biti postavljena na dnu prve kolone naredne stranice.

Primer koda:

```
img{
column-span: -o-integer(2);
float: -o-top;
}
```

Ovim kodom je definisano da slika zauzima prostor dve kolone i da se nalazi na vrhu stranice (slika 6). Ovaj način prikaza Web stranica znatno olakšava pregled Web sadržaja na mobilnim uređajima. Horizontalno skrolovanje i navigacija su uvek predstavljali veliki problem mobilnim korisnicima [7]. Zbog toga jednostavno „listanje“ Web sadržaja doneće bolje korisničko iskustvo mobilnim korisnicima a naročito na touchscreen uređajima. Opera reader Web čitač postoji i u verziji namenjenoj mobilnim uređajima. Na slici 7 prikazana je stranica „početna.html“ u Opera reader Web čitaču optimizovanom za mobilne uređaje. Rezolucija ekrana mobilnog uređaja sa slike je 480x320px. Pošto je mobilni uređaj sa slike 7 touchscreen nije potrebno dodavati kontrole za navigaciju.



Slika 7. Prvi deo stranice „početna.html“ na mobilnom uređaju rezolucije 480x320px.

5. ZAKLJUČAK

Korišćenjem novih Web tehnologija autori Web stranica će moći da zadovolje rastuću potražnju za kvalitetnim sadržajima. Tehnologija prikazana ovim radom „Izazvaće revoluciju na Web-u“, po rečima autora Opera reader Web čitača. Najvažnija prednost dobijena ovom tehnologijom se ogleda u tome što pregled Web sadržaja čini lakšim, interesantnijim i preglednijim. Umesto skrolovanja koristi se jednostavno „listanje“ Web sadržaja. Web sajtovi počinju da liče na knjige sa mnoštvom stranica. Olakšana je i navigacija Web sajta. Autori Web sajtova više neće morati da navigaciju smeštaju na svim stranicama. Dovoljno će biti navigaciju postaviti na jednu stranicu, koja će biti dostupna sa bilo koje stranice Web sajta jednostavnim povlačenjem na gore. Isto tako podela sadržaja na kolone omogućiće mnogo bolji pregled sadržaja. Veliki doprinos lakšem pregledu Web sadržaja, ova tehnologija omogućiće na mobilnim uređajima. Opera reader Web čitač optimizuje prikaz sadržaja prema veličini ekrana. Najveći problem kod primene ove tehnologije je što malo Web čitača podržava CSS3 specifikaciju. Trenutno samo eksperimentalna verzija ”Opera reader” Web čitača ima punu podršku za “Generated Content for Paged Media Module”.

LITERATURA

- [1] C. Schmitt, M. Trammell, E. Marcotte, D. Orchard, T. Dominey, Professional CSS, Cascading Style Sheets for Web Design, 2005.
- [2] <http://people.opera.com/howcome/2011/reader/>
- [3] D. Powers, Adobe Dreamweaver CS5.5 Studio Techniques Designing and Developing for Mobile with jQuery, HTML5, and CSS3, 2011.
- [4] <http://dev.opera.com/articles/view/opera-reader-a-new-way-to-read-the-web/>
- [5] <http://dev.w3.org/csswg/css3-gcpm/>
- [6] <http://www.w3.org/TR/css3-multicol/>
- [7] Z. Veličković, B. Krstić, Optimizacija prikaza mobilnih web stranica zasnovana na media upitima, pp. 168-189, IT Žabljak, 2011

ANALIZA LTSP RAČUNARSKE MREŽE ANALYSIS OF LTSP COMPUTER NETWORK

Srećko Stamenković, *Regionalna lekarska komora za jugoistočnu Srbiju*
Mirko Kosanović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš*

Sadržaj: U ovom radu analiziran je rad mreže tanki klijent/server bazirane na LTSP tehnologiji (Linux Terminal Server Project). Opisan je princip rada ove tehnologije sa svim prednostima koje ona donosi. U radu je skrenuta pažnja i na mogućnost primene zastarelih računara u ulozi tankih klijenata. Za potrebe ovog rada formirana je LTSP mreža, kako bi se došlo do praktičnih rezultata koji će pokazati koje su minimalne hardverske konfiguracije računara potrebne za primenu ove tehnologije.

Abstract: This paper analyzes the operation of the network thin client / server technology based on LTSP (Linux Terminal Server Project). We describe the working principle of this technology with all advantages that brings. The paper drew attention to the possibility of use of obsolete computers in the role of thin clients. For the purposes of this study was formed LTSP network, in order to reach practical results that will show what are the minimum computer hardware characteristics for use as thin clients.

1. UVOD

Dok cene računara stalno padaju, troškovi administriranja rastu. Svaki posao koji obavlja više od nekoliko korisnika računara i za koji su potrebne moderne radne stanice predstavlja dodatni trošak [1]. Trošak se zove UTP, što je skraćenica od „ukupni troškovi poslovanja“ (eng. Total Cost of Ownership, TCO). Ukupni troškovi poslovanja veći su od cene centralne procesorske jedinice, monitora i ulaznih uređaja. Tu su, uključeni i troškovi održavanja te opreme, tako da korisnici mogu da dobiju najbolju moguću uslugu i da firma iz svoje investicije izvlači najveću korist. Svaka radna stanica zahteva softver, pa postoje i troškovi kupovine, instalacije tog softvera na svaku radnu stanicu kao i održavanju njegove funkcionalnosti, ispravnosti rada kao i ažurnosti istog. Gotovo kod svih ovih poslova radne stanice moraju da se obezbede, tako da korisnici ne mogu sami da menjaju podešene parametre, da se igraju s hardverom, upisuju nepotrebne podatke na čvrste diskove ili rade bilo šta što bi računar učinilo neoperativnim i dodatno ga opteretilo. Što je preduzeće veće, i što više udaljenih poslovnica ima, to je teže obezbediti dovoljnu pažnju svakoj radnoj stanici. Osim toga, ubrzo pošto se značajna sredstva ulože u postavljanje novih radnih stanica, one zastarevaju.

Da bi se izbegle sve ove prepreke koje u mnogome otežavaju rad računarske infrastrukture u nekom preduzeću potrebno je predložiti neka druga rešenja. Linux terminal server predstavlja jedno od mogućih rešenja koje većinu izloženih problema rešava na prihvatljivi način. On nudi veoma čvrsto integrisano, homogeno thin client/server okruženje u kome klijenti i serveri saraduju u dobro definisanom odnosu a usput i smanjuje ukupne troškove poslovanja [2]. Firmama koje mnogo investiraju u starija i homogena mrežna okruženja, nadogradnja svih klijenata je nepraktična i vrlo skupa. Tanki klijent (thin client) je u osnovi jednostavni računar sa procesorom skromnih performansi i malom količinom radne memorije, na koga se fizički priključuju tastatura, miš i monitor. Uloga tankog klijenta je da korisniku obezbedi radnu konzolu a sa druge strane preko mreže uspostavi sesiju sa odgovarajućim

terminal serverom. Korisnički interfejs tako ostaje identičan kao i u slučaju korišćenja standardnog desktop računara, zbog čega korisniku nije potrebna nikakva dodatna obuka za upotrebu.

2. LINUX TERMINAL SERVER PROJECT

LTSP je zbirka programa koja pretvara uobičajenu GNU/Linux distribuciju u Terminal Server [3]. Na Terminal Serveru se priključuju tanki klijenti. Programi se izvršavaju na serveru a prihvataju komande i prikazuju izlazne rezultate na monitorima klijenata. LTSP je dostupan kao niz paketa koji mogu da se instaliraju na bilo koji Linux sistem. Na ovaj način u nekoj organizaciji podjednako mogu da se koriste fabrički tanki klijenti, ali i postojeći računari slabijih performansi, za rad na Internetu, razmenu e-pošte, kreiranje dokumenata i pokretanje ostalih desktop aplikacija. LTSP ne samo da smanjuje ukupne troškove, već što je još važnije povećava vrednost postojeće zastarele računarske opreme. Ovakve distribucije su pod GNU General Public License, što znači da su besplatne. Pored toga, za LTSP je moguće naći sveobuhvatnu, stručnu i besplatnu podršku, od strane vrlo aktivne globalne zajednice. Sa Linux-om nisu potrebne dodatne licence i nadogradnje za tanke klijente kao što je to slučaj sa drugim operativnim sistemima.

3. PREDNOSTI LTSP MREŽE

Jedna od osnovnih prednosti LTSP rešenja je njegova pouzdanost u radu. Kvar ili blokiranje sistema kod ovog rešenja je gotovo nepoznata pojava. Više se neće dešavati da personalni računar posustane (uspори svoj rad) usled velikog broja zadataka koje treba da obavi. Sa tankim klijentima sva problematika obrade podataka pada na leđa servera. Tamo se vrše tabelarni proračuni, prvo tamo na proveru stižu Internet stranice i prolaze kroz više zaštitnih filtera, tamo se obrađuju tekst izveštaja i svi ostali podaci. Kod LTSP mreže imamo manji protok podataka kroz mrežu i manje zagušenje za ostale korisnike. Kod „debelih“ (eng. fat) klijenta, gde su samo podaci dislocirani na storage, kada hoćemo da

pogledamo neki dokument veličine 10 MB, on se sa storage-a premešta na naš računar. Ako pravimo manje ili veće izmene i hoćemo da ih sačuvamo, opet 10 MB prolazi kroz mrežu, sada od našeg računara do servera. Za štampanje istog dokumenta podaci se šalju na print server, pa tek onda na štampač. Ovo je neefikasno i guši mrežu bez potrebe. U okruženju tankih klijenta svi podaci čuvaju se na serveru – do korisnika stižu samo informacije o poziciji miša, znakovima otkucanim na tastaturi i izmene na slici monitora. Količina prenetih podataka je značajno manja. Ako se desi da tanki klijent zakaže, svi podaci su i dalje sigurni na serveru. Korisnik na monitoru vidi samo podatke koji se obrađuju na serveru. Zamena hardvera je takođe mnogo lakša. Dovoljno je da se tanki klijent zameni novim i može se nastaviti tamo gde se stalo. Prosečno vreme pre kvara je više od 200.000 sati rada, odnosno 22 godine [1]. Uz to, tanki klijent troši 4 W, što naspram stotinak vati na desktop-u donosi i ogromnu uštedu energije. Ne samo da upotreba tankih klijenata pomaže u uštedi (izračunato je da će 40 terminala tankih klijenata uštedeti oko \$500 – \$800 godišnje), već je ekološki efikasna u pogledu izbegavanja elektronskog otpada i visoke emisije ugljenika [1]. Prebacivanjem radnog okruženja na server, mogu se smanjiti, pa i potpuno eliminisati upadi virusa s korisničkog računara u mrežu ili servere. Upravljanje antivirusnim (eng. anti-uirus, AV) softverom na udaljenim računarima složeno je i troši mnogo vremena. U tradicionalnim klijent/server računarskim okruženjima, antivirusni softver na radnim stanicama ne radi ili zastareva ako se ne održava na odgovarajući način. U Terminal Server okruženju učitava se AV na serveru, a zaštita se automatski prenosi na sve korisnike dokle god traju njihove sesije [4].

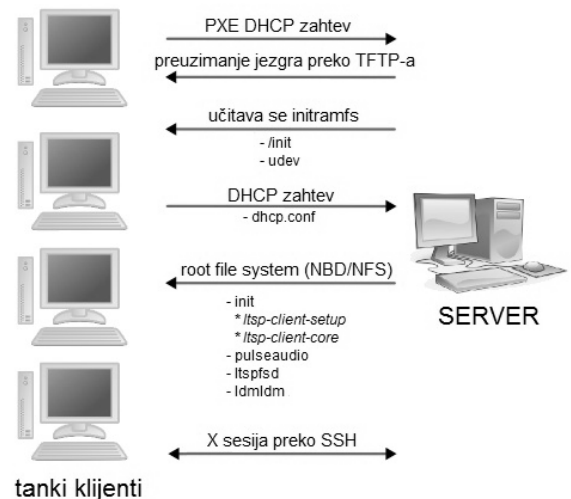
Tabela 1. Uporedne karakteristike thin i fat klijenata

4. KAKO LTSP RADI?

Karakteristike	Tip klijenta	
	LTSP tanki klijent	Debeli (fat) klijent
Lokalni operativni sistem	ne	da
Administracija na klijentu	ne	da
Bezbednost	visoka	srednja (zbog lokalnog softvera)
Ukupni troškovi poslovanja (TCO)	mali	visoki
Softverska podrška	da (besplatna)	da
Potrošnja energije	mala	visoka
Mrežni saobraćaj	minimalni	veliki
Licence za klijente	ne	da

LTSP je jedinstven u poređenju sa drugim thin-client sistemima, po tome što se smatra za sistem sa najjednostavnijim održavanjem. Ostali thin-client sistemi zahtevaju od svakog klijenta da ima softver koji pokreće sistem do tačke kada će biti u mogućnosti da se poveže na Terminal Server. To bi mogao da bude potpuni operativni sistem, ili minimalan operativni sistem koji jednostavno obezbeđuje interfejs za povezivanje sa serverom. Takvi sistemi obično zahtevaju više održavanja i administracije, jer lokalni softver koji se pokreće na tankim klijentima može da postane korumpiran ili da sadrži greške koje zahtevaju pažnju. LTSP, s druge strane, ne zahteva dodatni softver na

klijentu. Tanki klijent se butuje odnosno pokreće preko mreže, koristeći mali program koji se zove network boot loader. Network boot loader se uglavnom nalazi na samoj mrežnoj kartici, međutim, za starije kartice, korisnik treba da obezbedi disketu ili cdrom koji se može iskoristiti za pokretanje tankog klijenta, tako da nije potreban dodatni izdatak. To znači da je apsolutno nepotreban fizički medijum za skladištenje podataka (hard disk, flash, itd) na tankom klijentu, što značajno smanjuje potrebnu administraciju. Network boot loader koji se najčešće koristi je PXE (*Preboot eXecution Environment*), detaljno opisan u [5]. Preko PXE protokola obezbeđuje se informacija o kompletnoj putanji datoteke linux kernela. Tokom procesa učitavanja jezgra, *initramfs* image (početni ram fajl sistem) se učitava u RAM memoriju tankog klijenta. Kada se završi butovanje jezgra, učitava se mala shell skripta. Ova shell skripta se zove */init*, i nalazi se u root-u *initramfs-a*. */init* skripta formira */proc* i */sys* datoteke (gde su smešteni podesivi parametri jezgra), startuje *udev* koji detektuje i inicijalizuje hardver, a posebno mrežnu karticu, koja je neophodna za dalje butovanje [2].



Slika 1. Butovanje tankih klijenata

Mali DHCP klijent pokreće komandu *ipconfig*, da bi poslao upit DHCP serveru. Posebnim upitom dobijaju se informacije koje su smeštene u *dhcpd.conf* datoteci, kao što su NFS Root Server, default gateway, i drugi važni parametri. Kada *ipconfig* dobije odgovor sa servera, informacije koje dobija se koriste za konfigurisanje Ethernet interfejsa i određuje se server za montiranje root fajl sistema.

Do ovog trenutka, root fajl sistem je RAM disk. Sada, */init* skripta formira novi root fajl sistem preko NBD-a ili NFS-a. U slučaju NBD-a, učitava se slika */opt/LTSP/images/<arh>.img*. Ako se root formira preko NFS protokola, tada se obično koristi */opt /LTSP/<arh>* direktorijum na serveru. Novi fajl sistem ne može odmah da se montira kao root (/). Prvo se montira u posebnom direktorijumu. Onda se trenutni root fajl sistem menja novim root fajl sistemom. U ovom trenutku, počinju da se montiraju svi neophodni direktorijumi, kao što su */tmp* ili */var*. Kada montiranje novog root fajl sistema bude kompletirano, */init* shell skripta je završila svoj posao i sada se poziva pravi */sbin/init* program. *Init* program čita */etc/event.d* direktorijum i počinje da uspostavlja thin-client okruženje. Odavde će

upstart početi da čita start-up komande u */etc/rcS.d*. Sada se izvršava *ltsp-client-setup* komanda koja će konfigurirati mnoge komponente thin-client okruženja, proveriti lokalne uređaje da li su spremni za početak, učitati određene module, itd. Nakon toga, *init* program počinje da izvršava komande u direktorijumu */etc/rc2.d*. Jedna od komandi u direktorijumu */etc/rc2.d* je i *ltsp-client-core* koja se sada pokreće dok se butuje tanki klijent. *lts.conf* fajl će biti analiziran, i svi parametri u toj datoteci koji se odnose na ovaj tanki klijent koristiće se kao promenljive od strane *ltsp-client-core* skripte. Sada se konfigurira zvuk, startuje se *pulseaudio* daemon, da omogući daljinsku audio vezu tankog klijenta sa serverom. Ako je tankom klijentu dozvoljena podrška za lokalne uređaje, startuje se *ltspsd* program da dopusti serveru čitanje sa uređaja kao što su memory sticks ili CD-ROM koji su priključeni na tankom klijentu. U ovom trenutku, svaka screen sesija koja je definisana u *lts.conf* biće izvršena. Sesija ekrana je ono što želimo da pokrenemo kao virtuelni ekran na našem terminalu. Standardni virtuelni ekrani, koje sve Linux distribucije obično imaju, menjaju se komandama Alt-F1 do Alt-F10. Ako drugačije nije navedeno u datoteci *lts.conf*, *ldmldm* screen skripta se pokreće na *SCREEN_07*. LTSP Display Manager (*ldmldm*) je podrazumevani login menadžer za LTSP. Ako je *SCREEN_07* podešen na vrednost *ldmldm*, ili *startx*, pokreneće se *X Window sistem*, formirajući grafički korisnički interfejs. Po podrazumevanoj vrednosti, *Xorg server* će automatski testirati karticu, napraviti defoltni */etc/X11/Xorg.conf* fajl na RAM-disku terminala, i pokrenuti *xorg* sa prilagođenom konfiguracijom. *X server* će uspostaviti šifrovani SSH tunel sa serverom, u slučaju *ldmldm*, ili *XDMCP* upit prema LTSP serveru, u slučaju *startx*. I u jednom i u drugom slučaju na terminalu će se pojaviti okvir za prijavljivanje. U ovom trenutku, korisnik može da se prijavi i da dobije sesiju na serveru.

5. IMPLEMENTACIJA SERVERA

Implementacija servera podrazumeva odabir i instalaciju hardvera i softvera. Teško je odrediti koja je najbolja Linux distribucija za instalaciju na serveru. Odlična tehnika je da se instalira nekoliko verzija Linuxa na serveru i da se pažljivo analizira njegov rad, pre nego što se izvrši izbor. Neke distribucije se bolje ponašaju na određenom hardveru, a nude nešto drugačije softverske pakete od onih koji bi mogli najbolje da odgovaraju našim potrebama. Iz tog razloga treba da se nađe određeni kompromis prilikom izbora Linux distribucije. Serveri će tokom primene morati da se nadograđuju a nakon 3 ili 4 godina korišćenja trebaju se i zameniti [3]. Značajna sredstva se štede zbog toga što ne postoji potreba za nadograđivanjem tankih klijenata, pa se troškovi kupovine novih servera lako pokrivaju. Postoji veliki broj hardverskih opcija za implementaciju LTSP servera. Neki proizvođači, kao što su IBM, HP i drugi su "Linux Friendly". Često se Linux distribucije testiraju na laptopove i personalne računara, kao i na high-end hardver da se proveru da li možda drajveri nedostaju ili su nedostupni. U poslednjih nekoliko godina podrška za drajvere kod Linuxa je dosta poboljšana, i mogući problemi ove vrste su znatno smanjeni – ali najbolje je da i dalje imamo na umu taj problem. Prilikom izbora hardvera mora se uzeti u obzir

ukupan broj korisnika koji će biti podržan od strane servera, međutim, i količina novca u budžetu takođe ulazi u igru. Veoma je bitno i napraviti razliku između ukupnog broja korisnika i ukupnog broja istovremenih korisnika. Određivanje potrebne snage servera u LTSP mreži je više umetnost nego nauka. Ako pitamo bilo kog administratora LTSP servera, koliko snažan server nam je potreban, verovatno ćemo dobiti odgovor "Zavisi". Kakav nam je server potreban, u velikoj meri zavisi od toga šta planiramo da radi naša thin-client mreža. Zahtevi servera u mreži u kojoj se koristi samo Web pretraživanje, bez Java ili Flash-a, biće u velikoj meri različit od zahteva mreže u kojoj želimo da se koristi zahtevna grafika, interaktivne igre i Flash animacija.

6. ANALIZA LTSP MREŽE

Za potrebe ovog rada formirana je mreža koju čine server i pet tankih klijenata. Hardverske karakteristike LTSP servera su sledeće: AMD Athlon 1,6MHz, 3GB RAM DDR2, 160GB HDD. Server poseduje jedan LAN mrežni interfejs koji je iskorišćen za vezu sa tankim klijentima i jedan Wireless LAN mrežni interfejs koji se koristi za Internet konekciju. Na serveru je podignut operativni sistem Ubuntu 11.04. U ulozi tankih klijenata koriste se stari računari slabijih performansi čije su hardverske karakteristike prikazane u tabeli 2. Analizom rada ove mreže treba da se utvrde minimalne hardverske karakteristike računara za primenu kao tankih klijenata.

Tabela 2. Upporedne karakteristike testiranih računara

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC5
Arhitektura	x87	x86	x86	x86	x86
Procesor (MHz)	166	300	366	500	1000
Sistemska memorija (MB)	48	32	64	128	256
PXE protokol	Ne podržava	Podržava	Podržava	Podržava	Podržava

Analizom ove mreže došlo se do zaključika da ključnu ulogu u definisanju minimalnih hardverskih zahteva tankih klijenata ima operativni sistem odnosno njegovo jezgro. Ako se koristi operativni sistem Ubuntu 11.04 ili Ubuntu 10.10 prihvatljive arhitekture tankih klijenata su x86 i 64-bitna. U ovom slučaju minimalna RAM memorija tankih klijenata je 48MB, jer inicijalni fajl sistem *initramfs* koji treba da se učita na RAM memoriji tankog klijenta zauzima nešto više od 32MB. Ukoliko mrežna kartica ne podržava PXE protokol računar mora da ima CD-ROM ili Floppy drajv zbog pokretanja gPXE bootloader-a (softverski ekvivalent bootloader-u PXE). Što se tiče procesora razvojni tim LTSP projekta smatra da je potrebno minimum 233MHz za konforan rad.

Nakon povezivanja svih računara (tankih klijenata) na serveru mereno je opterećenje servera to jest korišćenje njegovih resursa (CPU, memorije), pomoću aplikacije *System Monitor*. Nakon startovanja servera provereno je koliko su iskorišćeni njegovi resursi u stanju mirovanja (bez pokretanja dodatnih aplikacija i tankih klijenata). Pokretanjem *System Monitor-a* zabeleženo je da prilikom startovanja operativnog

sistema sa svim potrebnim mrežnim servisima na serveru je zauzeto oko 213MB sistemske memorije. Tanki klijenti su startovani jedan po jedan i nakon pokretanja svakog mereno je opterećenje servera.

Tabela 3. Opterećenje servera pri različitim aktivnostima

Opterećenje servera	Aktivnost klijenata (osam različitih situacija)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Opterećenje procesora (%)	15,8	19,3	23,6	27,8	31,4	37,2	39,2	95,2
Zauzetost RAM mem. (MB)	329	425	525	624	720,6	866,6	917,3	1400

1,2,3,4,5 – Redom startovani PCI, PC2, PC3, PC4, PC5

6 – Na svakom klijentu se vrši obrada teksta u programu LibreOffice Writer.

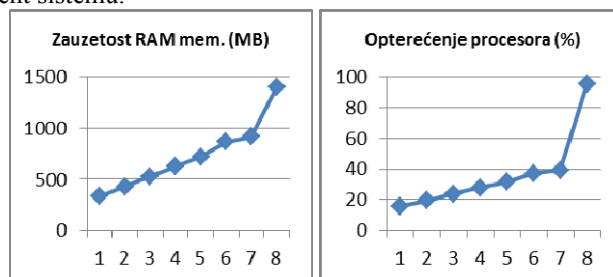
7 – Na svakom klijentu je pokrenuta različita aplikacija (Evolution mail, LibreOffice Writer, Inkscape, Firefox Mozilla, Sudoku).

8 – Na svakom klijentu je pokrenuta zahtevna flash igra Truck Riders.

Na osnovu izvršenog merenja može da se donese zaključak da je za pokretanje svakog tankog klijenta u proseku potrebno oko 100MB memorije na serveru. Da bi se analiziralo ponašanje servera u slučaju korišćenja manje zahtevnih aplikacija, na svakom tankom klijentu može da se pokrene neka aplikacija iz Office paketa. Ubuntu 11.04 po defaultu koristi LibreOffice paket. Na svakom klijentu je pokrenut LibreOffice Writer i vršen unos teksta. U ovom slučaju je iskorišćeno ukupno 867MB sistemske memorije na serveru a procesor je opterećen oko 37%. Znači ukoliko se koriste manje zahtevne aplikacije na tankim klijentima, za svakog klijenta će biti potrebno u proseku po 130MB memorije na serveru. Da bi se testiralo ponašanje servera prilikom svakodnevnog upotrebe LTSP mreže u realnim okolnostima, pretpostavka je da će svaki korisnik pokrenuti različitu aplikaciju. Korisnik 1 može recimo da šalje ili čita primljeni mail i pri tom koristi aplikaciju *Evolution mail*, korisnik 2 će recimo da vrši ispravku nekog dokumenta i pri tom koristi *LibreOffice Writer*, korisnik 3 vrši obradu slike pomoću programa *Inkscape*, korisnik 4 surfuje Internetom pomoću programa *Firefox Mozilla* a korisnik 5 se zabavlja igricom *Sudoku*. U ovakvim okolnostima došlo je do nešto većeg opterećenja servera. Sada je iskorišćeno oko 917MB sistemske memorije servera a procesor je opterećen oko 39%. U ovakvim uslovima server prosečno izdvaja oko 140MB memorije za svakog klijenta. Što znači da prilikom projektovanja servera za svakodnevnu upotrebu srednje zahtevnih aplikacija trebalo bi obezbediti nešto više od 140MB memorije za svakog klijenta.

Međutim, poznato je da aplikacije koje koriste 3D grafiku kao i Flash animacije troše najviše sistemskih resursa, pa u tom slučaju bi prosečna memorija po klijentu bila daleko veća. Da bi se proverilo ponašanje servera i u ovakvim okolnostima, pokrenuta je na svakom klijentu po jedna Flash igrica. U slučaju kada se koriste zahtevne aplikacije kao što je u ovom slučaju Flash igrica, po svakom tankom klijentu će biti potrebno u proseku oko 238MB memorije. Što se tiče procesora, server koji se koristio za testiranje sa procesorom

od 1,6GHz nije bio u stanju da opsluži pet klijenta sa pokrenutim Flash igricama. Ovim merenjima pokazano je da aplikacije i igre koje koriste zahtevnu 3D grafiku kao i Flash aplikacije treba izbegavati u LTSP mreži. Dakle, ove aplikacije predstavljaju loše kandidate za upotrebu u thin-client sistemu.



Slika 2. Dijagrami opterećenja servera

7. ZAKLJUČAK

Glavna prednost LTSP-a se ogleda u tome što omogućava da se jeftine i zastarele konfiguracije na jednostavan način iskoriste kao radne stanice, odnosno kao terminali na GNU/Linux serveru. Ovakav sistem obezbeđuje centralizovano održavanje, kompletan softver za kancelarijsko poslovanje koji je pogodan za rad u obrazovnim ustanovama, dobru bezbednost, jednostavan pristup Internetu i drugo. Iskustvo stečeno ovim radom upravo to i potvrđuje.

Računari, korišćeni u ovom radu za testiranje, sada imaju ulogu tankih klijenata i rade dosta brže u poređenju sa radom u ulozi debelih klijenata koju su ranije obavljali sa Microsoft Windows 98 operativnim sistemom. Pored znatno boljih performansi LTSP tanki klijenti nude moderan i veoma prijatan grafički interfejs, što na korisnike ostavlja pozitivan utisak.

Integracijom LTSP projekta i Linux operativnih sistema dobija se odlična platforma za edukativne svrhe. LTSP je veoma jeftino i efikasno rešenje za postavku lokalne mreže. Ekonomičnost LTSP okruženja se ogleda u hardverskom i softverskom pogledu. Korisnici imaju priliku da se upoznaju sa Linux operativnim sistemima, administratorima je pojednostavljeno održavanje, dok je organizacija oslobođena troškova za softver i za plaćanje licenci, budući da Linux sledi ideale slobodnog softvera.

LITERATURA

- [1] David Richards, *Linux Thin Client Networks Design and Deployment*, Packt Publishing, Avgust 2007.
- [2] Scott Balneaves, *Linux Terminal Server Project Administrator's Reference*, Geeknet, 2008.
- [3] Kyle Rankin, Benjamin Mako Hill, *The Official Ubuntu Server Book - Second Edition*, Canonical, 2010.
- [4] Matthew Helmke, Andrew Hudson, Paul Hudson *Ubuntu Unleashed 2011 Edition*, Pearson Education, 2011.
- [5] *Preboot Execution Environment (PXE) Specification v2.1*, published by Intel & Systemsoft, dostupno na adresi: download.intel.com/design/archives/wfm/downloads/pxespec.pdf (jun 2011)

KOMPARATIVNA ANALIZA PERFORMANASA M/M/C I SISTEMA MASOVNOG OPSLUŽIVANJA SA VIŠEKRATNIM JEDINAČNIM SERVERA U SIM-EVENTS COMPARATIVE PERFORMANCE ANALYSIS OF M/M/C AND MULTIPLE SINGLE-SERVER QUEUING SYSTEMS IN SIMEVENTS

Ruben Nuredini, Zoran Gacovski, FON University, Macedonia

Sadržaj: U ovom radu prezentovani su rezultati o performansima simulacijskih modela M/M/c sistema masovnog opsluženja izrađeni uz pomoć SimEvents-a. Glavna razlika između upoređivanih modela se odnosi samo na servisnom delu. Kao mera uspešnosti simulacije uzima se vreme boravka entiteta u sistemu. Rezultati su prikazani grafikonom. Grafikoni tri modela uzorka su kasnije upoređeni i komentarisani. Ovi rezultati su, takođe, upoređeni sa rezultatima dobijenih analitičkim putem, primenom standardne formule teorija redova. Ovaj rad je korisan za proveru rezultata dobijenih putem SimEvents.

Abstract: In this paper we compare the performance results of simulation models of M/M/c queuing systems modeled in SimEvents. The difference between the compared models is in the servicing part only. All other properties are equal. The sojourn time of the entities in the system is taken as a performance measure of the simulation and is shown as a graph. The graphs of three sample models are later compared and commented. We also compare the analytical results obtained by employing the standard formulas from queuing theory. This paper is useful for verification of results obtained with SimEvents.

1. INTRODUCTION

Queuing theory is a branch of mathematics that studies and models the act of waiting in lines [1]. Each queuing system consists of several parameters: the arrival rate, the service rate, number of servers and service discipline. One of the basic queuing models is the M/M/c model which consists of exponentially distributed arrival and service rates, c number of identical servers and FIFO service discipline.

SimEvents is an integrated application in MATLAB software bundle that contains tools for simulation of discrete event systems. It allows performance analysis of a discrete event model or simulation of processes [2]. The models are built with combining and connecting predefined blocks organized in block libraries. SimEvents provides effective way of modeling queuing systems.

SimEvents allows us to use the N-Server and Infinite Server blocks to model a bank of identical servers operating in parallel. For modeling multiple servers that are not identical to each other, we must use multiple blocks.

In the rest of this paper we will compare the performance of M/M/c queuing systems modeled with SimEvents in both ways, first by using N-Server block and then by using multiple Single Server blocks. We will test three sample systems with different values for the service rate, the arrival rate and the number of servers. As a performance measure we choose the average waiting time of the entities in the system. Simulation results will also be compared with the numerical results obtained analytically, by using queuing theory formula for calculating the mean sojourn time i.e. the amount of time an object is expected to spend in a system before leaving it.

2. ANALYTICAL RESULTS

According to Kendal's notation, M/M/c stands for queuing systems with exponentially distributed arrival rate λ , exponentially distributed service rate μ , c parallel and identical servers and FIFO service discipline. The formula for calculating the mean sojourn time of entities in the queuing system is [3]:

$$E(S) = \frac{1}{\mu} + \frac{1}{\mu} \cdot \frac{(c\rho)^c}{c!} \cdot \frac{\pi_0}{c(1-\rho)^2} \quad (1)$$

where π_0 represents the probability that there are 0 entities in the system and is calculated with the formula:

$$\pi_0 = \left[1 + \sum_{n=1}^{c-1} \frac{(c\rho)^n}{n!} + \frac{(c\rho)^c}{c!} \cdot \frac{1}{1-\rho} \right]^{-1} \quad (2)$$

and ρ represents the utilization factor and is calculated by the formula:

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu} \quad (3)$$

In Table 1 we list the analytical results for mean sojourn times of entities in three queuing systems with different values for the arrival rate, service rate and the number of parallel servers. These results were obtained by employing equation (1).

#servers	$\lambda=0,5 \mu=0,2$	$\lambda=0,2 \mu=0,14$	$\lambda=0,99 \mu=0,35$
3	12,02247	8,106285406	17,7566025
4	6,066189	7,321189606	3,92982819
5	5,260743	7,176087462	3,11480646
6	5,067778	7,148658075	2,92794933
7	5,017159	7,143787154	2,87661007
8	5,004107	7,142993575	2,86227250

Table 1: Analytical results for mean sojourn times of entities in three sample queuing systems

The acquired results confirmed our expectations. By observation of Table 1 we come to the conclusion that by incrementing the number of servers, the value of the sojourn time decreases. It is also notable that the sojourn time in the system decreases to a certain value that is equal to the service time of each of the servers. Therefore, introducing additional servers has no effect to the sojourn time of the entities in the system. For example, in our sample queuing systems, increasing the number of servers to 9, 10 etc. decreases the total sojourn time by a value that can be neglected.

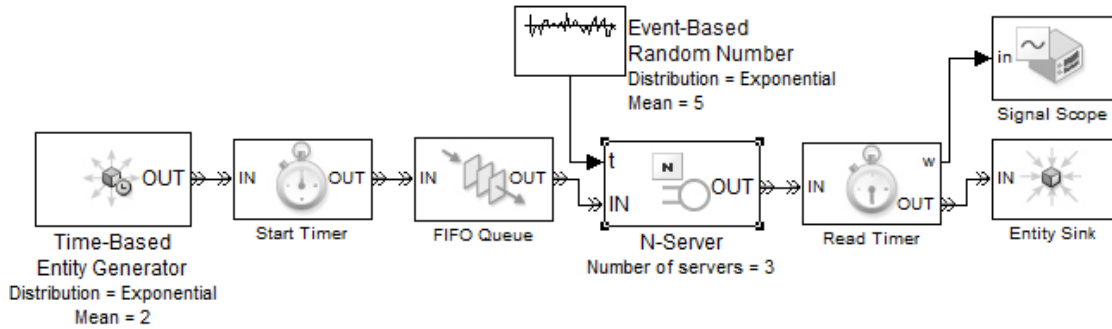


Figure 1: The first type of simulation model in SimEvents

3. SIMULATION MODELS

The first type of simulation model is built using eight SimEvents blocks. The first one is the Time Based Entity Generator that is set up to generate entities with exponential distribution with a rate that corresponds to λ . It is connected to Start Timer block that is used to start counting the time and then it is followed by a FIFO Queue block with infinite size. Next is the servicing part, which in this model is implemented by using the N-server block. This block simulates the behavior of multiple parallel servers. The number of servers is defined in the block properties. The service rate of each of the servers in this block is determined with Event-Based Random Number Generator block that generates exponentially distributed random number that corresponds to μ . Next is the Read Timer block which records the time. The combination of the two timer blocks provide us with the average waiting time of each of the entities and the results are being plotted by Signal Scope block. Finally, the entities are destroyed in the Entity Sink block. The model is presented in (Fig.1.).

The second type of the simulation model differs from the first in the implementation of the servicing part (Fig.2.). The N-Server block is replaced by several SingleServer blocks. The service rate of each of the servers is determined by Event-Based Random Number Generator block. The incoming stream of entities to each of the servers arrives from an Output Switch block. The outgoing stream from each of the servers is combined with Input Switch block and then proceeded to the Read Timer and the Entity Sink. Again, the values for the average waiting time are read from the Read Timer and plotted using Signal scope block.

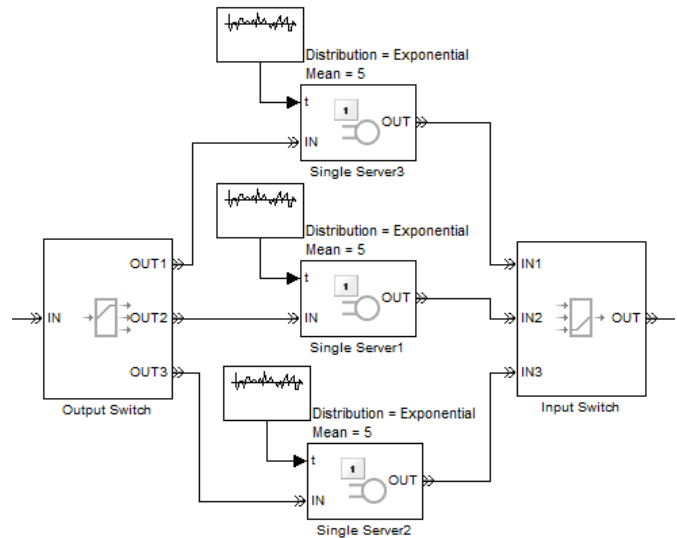


Figure 2: The servicing part of the second type simulation model

4. RESULTS

Simulation results are represented by 2D graphs that represent the average waiting time of each entity in the system. Each of the simulations was run 100000 discrete time units. This allows the graph to normalize and eventually converge to a certain value which can be read [4].

The following figures (Fig.3. to Fig.8.) represent the graphs obtained from the simulations of sample queuing systems with different properties.

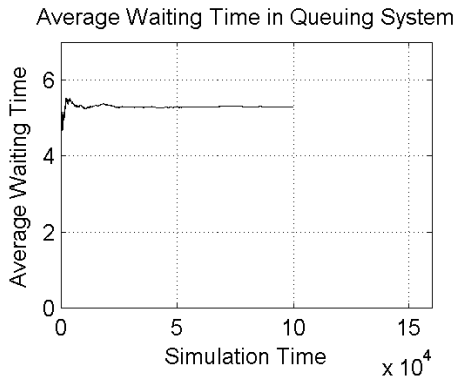


Figure 3: First type simulation model $\lambda=0.5$ $\mu=0.2$ $c=5$

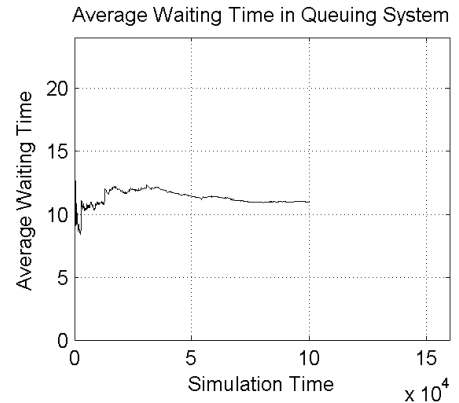


Figure 6: Second type simulation model $\lambda=0.2$ $\mu=0.14$ $c=3$

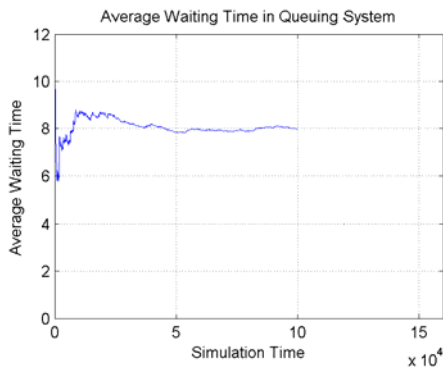


Figure 4: Second type simulation model $\lambda=0.5$ $\mu=0.2$ $c=5$

The results of simulations of the queuing system with $\lambda=0.5$ and 5 servers with service rate $\mu=0.2$ are shown on Fig.3. and Fig.4. The analytically obtained result for the sojourn time is $E(S) \approx 5.26$. It is notable that the first type simulation model gets very precise in representing the analytical value. The second type simulation model, where multiple blocks are used for the servicing, demonstrates worse performance. As seen in Fig.4. The value for the average waiting time is greater than the analytical result and it is close to 8.

We also notice similar results for the simulations performed on the queuing system with $\lambda=0.2$ and 3 servers with service rate $\mu=0.14$ displayed on Fig.5. and Fig.6. The analytically obtained result for the sojourn time in this system is $E(S) \approx 8.1$. While the first simulation performance (Fig.5.) is very close to the analytically obtained results, the graph of the second type simulation (Fig.6.) normalizes at a value around 11.

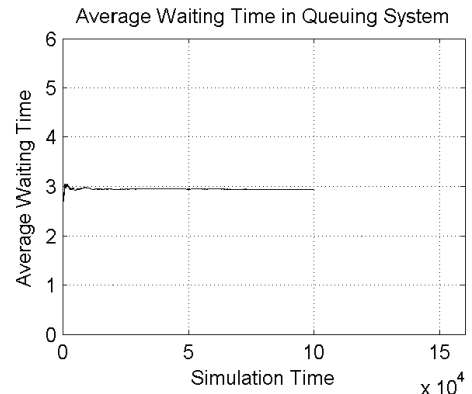


Figure 7: First type simulation model $\lambda=0.99$ $\mu=0.35$ $c=6$

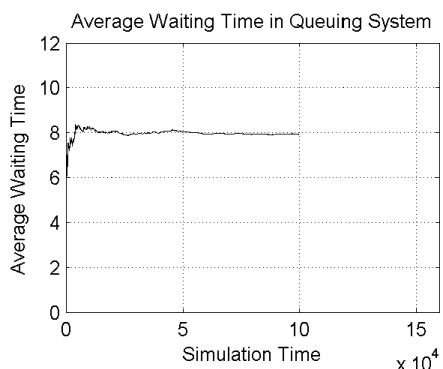


Figure 5: First type simulation model $\lambda=0.2$ $\mu=0.14$ $c=3$

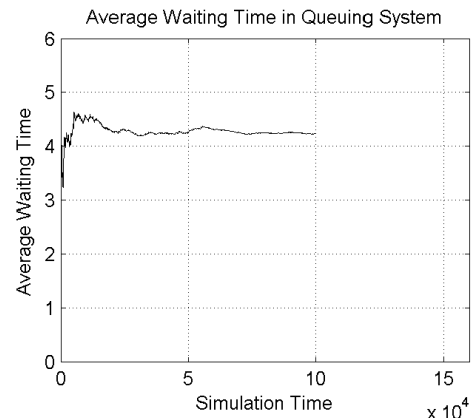


Figure 8: Second type simulation model $\lambda=0.99$ $\mu=0.35$ $c=6$

The results of simulations of the queuing system with $\lambda=0.99$ and 6 servers with service rate $\mu=0.35$ are shown on Fig.7. and Fig.8. The analytically obtained result for the

sojourn time is $E(S) \approx 2.87$. Again, the first type simulation graph shows results that closely represent the analytical values. The second type simulation graph, again, displays worse performance.

5. SUMMARY

By observing the acquired results and comparing them to the numerical results obtained analytically we come to a conclusion that the results from the first simulation type are in high precision with the analytical results. On contrary, there is a notable difference between the simulation results obtained by employing the second simulation type and the analytical results. This outcome was expected. As a reason for this we identify the single queue that is shared between all servers in the second simulation type. Additional time was lost due to entities switching, first for outputting entities with the Output Switch block and then for combining entity flow with the Input Switch block. All in all, SimEvents represents

a very powerful and precise tool for simulating queuing systems and is highly applicable in determination of the performance of a system and evading malicious behavior such as bottlenecks, deadlocks etc.

REFERENCES

- [1] W. L. Winston, *Operations Research: Applications and Algorithms*, 2nd Edition, PWS-Kent Publishing, Boston, [1991]
- [2] The MathWorks, Inc, *SimEvents – Getting Started*, [2008]
- [3] Ng, Chee-Hok, Soong Boon-Hee, *Queuing Modeling Fundamentals with Applications in Communication Networks*, Nanyang Technological University, Singapore, [2008]
- [4] D. Houcque, *Introduction to MATLAB for Engineering Students*, Northwestern University, [2005]

ANALIZA UTICAJA MODIFIKACIJE LQF ALGORITMA NA PERFORMANSE CQ KOMUTATORA PAKETA

ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE LQF ALGORITHM MODIFICATION ON THE CQ SWITCH PERFORMANCE

Milutin Radonjić, Igor Radusinović, *Elektrotehnički fakultet*

Sadržaj: U ovom radu je analiziran uticaj modifikacije Longest-Queue-First algoritma raspoređivanja na performanse Crosspoint Queued komutatora paketa, u uslovima uniformnog dolaznog saobraćaja. Predloženo je nekoliko modifikacija i objašnjena motivacija za njihovim uvođenjem. U cilju evaluacije performansi posmatrana je propusnost komutatora i srednje kašnjenje paketa. Rezultati su pokazali da, pri uniformnom saobraćaju, ove modifikacije ne donose poboljšanje performansi, tako da nema potrebe za usložnjavanjem arhitekture raspoređivača paketa u odnosu na osnovni algoritam.

Abstract: In this paper, an impact of modification of Longest-Queue-First scheduling algorithm on Crosspoint Queued switch performance, under the uniform arrival traffic. A several modifications are proposed and motivation for its implementation is explained. The throughput and average cell latency are observed in order to evaluate switch performance. Results show that, under uniform traffic, these modifications doesn't bring performance improvement. Therefore, there is no need to make the scheduler architecture more complicated.

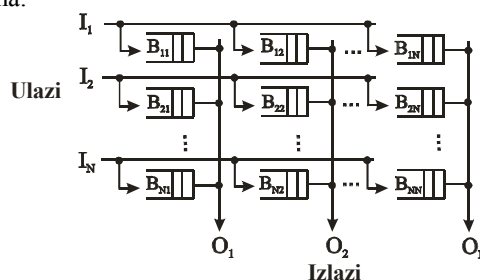
1. UVOD

Arhitektura CQ (Crosspoint Queued) krosbar komutatora paketa, koji sadrži bafere samo u ukrsnim tačkama komutacione matrice (slika 1), aktuelizovana je otkako je tehnološki napredak omogućio njihovu realizaciju, odnosno implementaciju većih bafera u ukrsnim tačkama [1]. Velika prednost ovakve arhitekture, u odnosu na često korišćene metode baferovanja kao što su VOQ (Virtual Output Queuing) [2] i CICQ (Combined Input-Crosspoint Queuing) [3], jeste odsustvo problema sa propagacionim kašnjenjem kontrolne komunikacije kojom linijske kartice obavještavaju centralizovani raspoređivač paketa o zauzeću svojih bafera.

Ovakav pristup je naročito značajan kod implementacije distribuiranih komutatora, odnosno komutatora kod kojih su komutacione matrice značajno udaljene od linijskih kartica. U takvim arhitekturama je vrijeme potrebno za kontrolnu komunikaciju između komutacione matrice (tj. njenog raspoređivača paketa) i linijskih kartica u kojima se nalaze baferi, neprihvatljivo veliko. Naime, ova kontrolna komunikacija postaje ograničavajući faktor za postizanje veće brzine prenosa korisnih informacija. Zato je u literaturi predloženo da se ponovo razmotri jedno, uslijed ranijih tehnoloških ograničenja nedovoljno istraženo rješenje, a to je da se baferovanje vrši u samoj komutacionoj matrici, tj. u njenim ukrsnim tačkama. Na taj način se eliminiše problem sa vremenom potrebnim za kontrolnu komunikaciju.

U ranijem istraživanju [4, 5] analizirane su performanse CQ komutatora paketa u različitim uslovima dolaznog saobraćaja i u različitim realizacijama raspoređivača paketa. Rezultati su pokazali da u slučaju bafera većih dužina (u koje se može

smjestiti više od 256 paketa) izbor algoritma raspoređivanja nema značajnog uticaja na performanse komutatora. U tom slučaju bi kriterijum za izbor algoritma raspoređivanja bila složenost njegove implementacije. Međutim, kod bafera manjih dužina od izbora algoritma zavise performanse komutatora i najveća propusnost, odnosno najmanja vjerovatnoća gubitka, postiže se upotrebom LQF (Longest Queue First) algoritma [4, 5]. To je bio motiv da se nešto veća pažnja posveti analizi i mogućim modifikacijama ovog algoritma.



Slika 1. CQ komutaciona matrica

Opis predloženih modifikacija LQF algoritma, koje su tretirane u ovom radu, dat je u poglavlju 2. U poglavlju 3 je opisano simulaciono okruženje i prikazani rezultati kojima se porede performanse posmatranih algoritama. Zaključna razmatranja su data u poglavlju 4.

2. REALIZACIJA LQF ALGORITMA I PREDLOŽENE MODIFIKACIJE

LQF algoritam posluhuje onaj bafer na zajedničkoj izlaznoj liniji koji ima najviše paketa na čekanju, tj. koji je najviše popunjen. To znači da raspoređivač treba, na osnovu informacija o zauzeću bafera, da utvrdi koji od njih ima

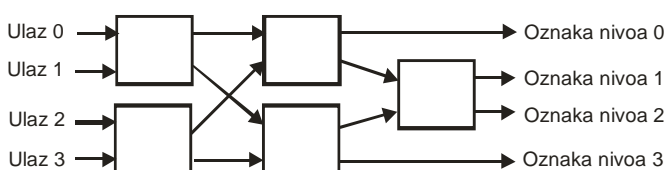
najviše paketa. Jedan od načina da se to realizuje jeste korišćenje neke od mreža za sortiranje, kao npr. *Batcher sorter*-a (slika 2) [6]. Na ulaze se dovode informacije o zauzećima bafera i to tako da svakom ulazu odgovara tačno određeni bafer. Na izlazima su poređane oznake bafera (npr. redni broj) sortirane prema njihovom zauzeću. Ako se realizuje mreža za sortiranje po opadajućem redosledu, raspoređivaču se prosleđuje vrijednost koja se nalazi na izlazu "oznaka nivoa 0". Pošto se ovdje radi o hardverskoj implementaciji mreže za sortiranje, u pitanju je najbrži način da se dođe do informacije o tome koji bafer ima najviše paketa.

Tokom rada komutatora moguće je da dva (ili više) bafera imaju jednako zauzeće i da to bude maksimalno zauzeće u tom trenutku. Realizacija kao na slici 2 bi u takvim situacijama favorizovala neke bafere u odnosu na ostale. To znači da bi u slučaju jednakog zauzeća dva određena bafera mreža proglasila najzauzetijim uvijek isti bafer.

U literaturi se, u takvim slučajevima, često primjenjuje metoda slučajnog izbora među jednakima, kako bi se izbjeglo favorizovanje pojedinih kandidata. Takav pristup zahtjeva složeniji hardver za implementaciju mreže za sortiranje, odnosno sklopa koji pronalazi bafer sa najvećim zauzećem. Uslozňjavanje hardvera ima opravdanje ako bi se time postigle bolje performanse. U ovom radu se želi ispitati da li će primjena metode slučajnog izbora među jednako zauzetim baferima donijeti poboljšanje performansi koje bi opravdalo dodatnu složenost hardvera. Varijanta *LQF* algoritma kod koje se slučajnim izborom određuje koji od jednako (najviše) zauzetih bafera treba biti poslužen biće označena sa *RLQF* (Randomized *LQF*).

Kako bi se dublje analizirale karakteristike *LQF* algoritma, u ovom radu će se razmatrati i neke njegove modifikacije. Prva takva modifikacija sastoji se u tome da se izabrani bafer (*LQF* metodom) servisira sve dok u njemu ima paketa na čekanju. Tek kad se taj bafer isprazni ponovo se traži bafer sa najvećim zauzećem da bi se on servisirao u narednom periodu, dok se ne isprazni. Pošto se ova modifikacija *LQF* algoritma bazira na potpunom servisiranju izabranog bafera, ona će u daljem tekstu biti označena sa *ELQF* (Exhausted *LQF*).

Kada se, korišćenjem *ELQF* algoritma, isprazni bafer koji se trenutno servisira, onda se odmah prelazi na pronalaženje bafera koji ima najveće zauzeće kako bi se on servisirao u narednom periodu. Međutim, moguće je da trenutno servisirani bafer primi novi paket u sledećem vremenskom slotu. Ako se arbitracija vrši nakon faze dolaska (vremenski slot se obično posmatra kroz dvije faze – dolaska i odlaska



Slika 2. Mreža za sortiranje

paketa) onda taj bafer nebi bio prazan. To znači da bi se nastavilo njegovo posluživanje. Ovakva varijanta potpunog servisiranja *LQF* algoritma biće označena sa *EELQF*.

Sledeća modifikacija se sastoji u tome da se servisiranje izabranog bafera vrši sve dok se ne pošalju oni paketi koji su se u njemu nalazili u trenutku kad je započelo njegovo servisiranje. Ako se takav skup paketa nazove "okvirom", onda bi se ova modifikacija mogla nazvati *FBLQF* (Frame-Based *LQF*).

3. REZULTATI SIMULACIJE

Rezultati prikazani u ovom radu, kao i u ranijim radovima [4, 5], dobijeni su korišćenjem originalno razvijenog simulatora *CQ* komutatora paketa. U ovom radu će biti prikazani rezultati za 16×16 komutator, kroz simulaciju koja je trajala 10 miliona vremenskih slotova, u uslovima uniformnog dolaznog saobraćaja. Kod uniformnog saobraćaja na svaki ulaz u svakom vremenskom slotu stiže po jedna ćelija sa vjerovatnoćom p . Vjerovatnoća pristizanja ćelija se drugačije naziva ulazno opterećenje. Pristigla ćelija je namijenjena određenom izlazu sa vjerovatnoćom $1/N$, gdje je sa N označen broj izlaza/ulaza. Dakle, pristigle ćelije su ravnomjerno raspoređene na izlaze komutatora. To znači da je vjerovatnoća dolaska ćelije preko ulaza i za izlaz j jednaka p/N .

Simulacije su vršene za čitav opseg ulaznog opterećenja, sa korakom od 0,1. Umjesto ulaznog opterećenja $p=0$ (što bi značilo da uopšte nema saobraćaja) korišćeno je opterećenje od 0,01. Naročita pažnja je poklonjena saobraćaju sa velikim ulaznim opterećenjem, jer se tu javljaju najveće promjene u performansama komutatora. Zato je taj opseg tretiran sa korakom 0,01. Simulirani su komutatori sa različitom dužinom bafera (L): 1, 2, 3, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 i 512. U ovom radu će biti prikazani rezultati za $L=2$, $L=4$ i $L=16$, jer kod manjih dužina bafera više dolaze do izražaja razlike u performansama pojedinih algoritama.

Kao osnovni parametri za ocjenu performansi komutatora, posmatrani su propusnost i srednje kašnjenje paketa. Propusnost se računa kao odnos broja paketa koji su uspješno prošli kroz komutator i ukupnog mogućeg broja paketa pristiglih za vrijeme simulacije. Ovo posljednje se računa kao proizvod broja ulaznih portova i broja vremenskih slotova u simulaciji. Srednje kašnjenje se računa kao odnos ukupnog vremena koje su paketi proveli u baferima komutacione matrice (izraženo u broju vremenskih slotova) i broja prihvaćenih paketa od strane komutatora, tokom simulacije.

Pošto je cilj ovog rada poređenje izvornog *LQF* algoritma sa njegovim modifikacijama, rezultati će biti prikazani u obliku procentualnog odstupanja modifikacija od izvornog (referentnog) algoritma. Odstupanje je računato po formuli $(R_{LQF} - R_{MOD}) / R_{LQF} * 100$, gdje je R_{LQF} rezultat za *LQF* algoritam, a R_{MOD} rezultat za modifikovani algoritam.

U tabeli 1 prikazani su rezultati odstupanja propusnosti analiziranih algoritama u odnosu na *LQF* algoritam kod

komutatora čiji baferi u ukrasnim tačkama komutacione matrice mogu da prihvate dva paketa (dužina bafera je $L=2$). Za jako male vrijednosti ulaznog opterećenja ($p < 0,3$) nema razlike u postignutoj propusnosti među posmatranim algoritimima, jer svi oni postižu 100% propusnost. Sa povećanjem ulaznog opterećenja javljaju se razlike među algoritimima. Najmanje razlike u odnosu na referentni algoritam primjećuju se kod *RLQF* algoritma. Odstupanja su, tamo gdje ih ima, reda veličine 10^{-4} , a u nekim slučajevima ovaj algoritam nadmašuje izvorni *LQF* algoritam (slučajevi gdje odstupanje ima negativan predznak). Obzirom da se ne može zaključiti neka pravilnost u pogledu ovog odstupanja pri porastu ulaznog opterećenja, zaključak bi mogao biti da se radi o posledici izgleda konkretnog uzorka simuliranog saobraćaja. U svakom slučaju, odstupanje između *LQF* i *RLQF* algoritama je jako malo.

ELQF i *FBLQF* se jako slično ponašaju, odnosno njihova odstupanja od referentnog algoritma su vrlo bliska, za sve posmatrane vrijednosti ulaznog opterećenja. Nešto manje odstupanje od referentnog algoritma, u ovom slučaju, pokazuje *EELQF* algoritam.

Tabela 1 Procentualno odstupanje propusnosti komutatora kod analiziranih algoritama u odnosu na *LQF* algoritam za bafere dužine $L=2$.

p	ELQF	EELQF	FBLQF	RLQF
0,01	0	0	0	0
0,1	0	0	0	0
0,2	0	0	0	0
0,3	1.00E-03	0	1.00E-03	0
0,4	3.75E-03	1.00E-03	3.75E-03	0
0,5	1.30E-02	4.00E-03	1.26E-02	0
0,6	3.78E-02	1.35E-02	3.65E-02	0
0,7	1.09E-01	4.84E-02	1.04E-01	-1.43E-04
0,8	3.16E-01	1.84E-01	3.01E-01	0
0,9	8.82E-01	6.70E-01	8.44E-01	2.23E-04
0,91	9.61E-01	7.46E-01	9.20E-01	5.52E-04
0,92	1.04E+00	8.26E-01	1.00E+00	2.19E-04
0,93	1.12E+00	9.05E-01	1.08E+00	-2.17E-04
0,94	1.20E+00	9.85E-01	1.15E+00	-2.15E-04
0,95	1.27E+00	1.06E+00	1.22E+00	3.19E-04
0,96	1.33E+00	1.12E+00	1.28E+00	1.06E-04
0,97	1.38E+00	1.18E+00	1.33E+00	-4.19E-04
0,98	1.42E+00	1.23E+00	1.36E+00	3.12E-04
0,99	1.43E+00	1.25E+00	1.38E+00	-2.07E-04
1	1.43E+00	1.26E+00	1.37E+00	3.08E-04

Rezultati za komutator sa baferima dužine $L=4$ (tabela 2) pokazuju da i dalje *RLQF* algoritam najmanje odstupa od referentnog algoritma. Za ulazno opterećenje $p \leq 0,9$ nije bilo nikakvog odstupanja, a i za njegove veće vrijednosti odstupanja su rijetka i mala.

Što se ostala tri algoritma tiče, situacija je nešto drugačija nego u prethodnom slučaju. Ovdje su odstupanja između ovih algoritama u odnosu na referentni algoritam ujednačenija. Osim toga, primjećuje se da je *ELQF* algoritam po odstupanju mnogo bliži *EELQF* nego *FBLQF* algoritmu, što ranije nije bio slučaj. Obzirom na prirodu ovih algoritama, odnosno malu principijelnu razliku između *ELQF* i *EELQF* algoritama, ovakav rezultat se mogao očekivati.

Tabela 2 Procentualno odstupanje propusnosti komutatora kod analiziranih algoritama u odnosu na *LQF* algoritam za bafere dužine $L=4$.

p	ELQF	EELQF	FBLQF	RLQF
0,01	0	0	0	0
...
0,6	0	0	0	0
0,7	1.43E-04	1.43E-04	1.43E-04	0
0,8	6.25E-04	5.00E-04	5.00E-04	0
0,9	3.62E-02	3.32E-02	2.91E-02	0
0,91	5.56E-02	5.15E-02	4.57E-02	1.10E-04
0,92	8.50E-02	8.01E-02	7.10E-02	0
0,93	1.28E-01	1.22E-01	1.08E-01	1.08E-04
0,94	1.87E-01	1.80E-01	1.62E-01	0
0,95	2.69E-01	2.61E-01	2.36E-01	-1.05E-04
0,96	3.74E-01	3.65E-01	3.33E-01	0
0,97	4.97E-01	4.89E-01	4.49E-01	0
0,98	6.15E-01	6.07E-01	5.60E-01	0
0,99	7.08E-01	7.01E-01	6.49E-01	-1.02E-04
1	7.34E-01	7.28E-01	6.74E-01	0

Kod komutatora sa baferima dužine $L=16$ (tabela 3) propusnost posmatranih algoritama ne odstupa od referentnog algoritma za ulazno opterećenje $p \leq 0,95$. Sa povećanjem ulaznog opterećenja *RLQF* algoritam i dalje bolje prati referentni algoritam. Vrlo mala odstupanja se javljaju tek za jako visoko ulazno opterećenje ($p \geq 0,99$).

ELQF i *EELQF* algoritam pokazuju jako bliske performanse u čitavom opsegu ulaznog opterećenja. Ovo znači da se sa povećanjem dužine bafera praktično smanjuje uticaj različitosti ova dva algoritma na propusnost komutatora. Pored toga, njihovo odstupanje od referentnog algoritma je nešto veće nego kod *FBLQF* algoritma.

Drugi parametar značajan za ocjenu performansi komutatora je srednje kašnjenje paketa. Zato su u tabeli 4 prikazana odstupanja ovog parametra od rezultata kod *LQF* algoritma, za komutator čiji su baferi dužine $L=2$. Gotovo svi komentari koji su važili kod ocjene propusnosti važe i ovdje. *RLQF* algoritam i ovdje ima najbliže performanse referentnom algoritmu, a *ELQF* i *FBLQF* imaju vrlo približna odstupanja. *RLQF* algoritam u čitavom opsegu ulaznog opterećenja jako malo odstupa od *LQF* algoritma, dok se kod ostala tri algoritma odstupanje uvećava sa porastom opterećenja i dostiže vrijednosti od blizu 30%, kod maksimalnog opterećenja. Obzirom da su njihova odstupanja algebarski pozitivna, srednje kašnjenje kod ovih algoritama je manje nego kod *LQF* algoritma. Međutim, ta činjenica je posledica njihove manje propusnosti, što znači da ih ne čini boljim

Tabela 3 Procentualno odstupanje propusnosti komutatora kod analiziranih algoritama u odnosu na *LQF* algoritam za bafere dužine $L=16$.

p	ELQF	EELQF	FBLQF	RLQF
0,01	0	0	0	0
...
0,95	0	0	0	0
0,96	2.08E-04	2.08E-04	1.04E-04	0
0,97	1.34E-03	1.24E-03	8.25E-04	0
0,98	1.10E-02	1.12E-02	8.27E-03	0
0,99	7.18E-02	7.22E-02	6.06E-02	1.01E-04
1	1.86E-01	1.87E-01	1.66E-01	1.00E-04

izborom. Ovo tim prije što vrijednosti kašnjenja nisu velike (oko 9,5 vremenskih slotova kod *LQF* algoritma za slučaj maksimalnog opterećenja).

Tabela 4 Procentualno odstupanje srednjeg kašnjenja komutatora kod analiziranih algoritama u odnosu na *LQF* algoritam za baferne dužine $L=2$.

p	ELQF	EELQF	FBLQF	RLQF
0,01	0	0	0	0
0,1	0	0	0	0
0,2	3.58E-04	8.95E-05	3.58E-04	0
0,3	2.91E-03	6.66E-04	2.91E-03	8.33E-05
0,4	1.49E-02	4.57E-03	1.42E-02	0
0,5	6.05E-02	2.08E-02	5.83E-02	6.13E-04
0,6	2.22E-01	9.28E-02	2.13E-01	1.06E-03
0,7	8.50E-01	4.51E-01	8.09E-01	-5.74E-04
0,8	3.37E+00	2.33E+00	3.21E+00	5.97E-04
0,9	1.28E+01	1.10E+01	1.23E+01	-2.16E-03
0,91	1.44E+01	1.25E+01	1.38E+01	5.78E-03
0,92	1.60E+01	1.42E+01	1.54E+01	-5.65E-03
0,93	1.78E+01	1.60E+01	1.72E+01	-6.58E-04
0,94	1.96E+01	1.78E+01	1.89E+01	1.00E-02
0,95	2.14E+01	1.96E+01	2.07E+01	5.65E-03
0,96	2.33E+01	2.15E+01	2.25E+01	1.10E-02
0,97	2.51E+01	2.34E+01	2.42E+01	-9.53E-03
0,98	2.68E+01	2.52E+01	2.59E+01	-3.67E-03
0,99	2.84E+01	2.69E+01	2.75E+01	-2.85E-03
1	2.99E+01	2.85E+01	2.90E+01	6.39E-03

Kod komutatora sa baferima dužine $L=4$ nema odstupanja srednjeg kašnjenja od referentnog algoritma u donjoj polovini posmatranog opsega ulaznog opterećenja ($p \leq 0,5$). Kao i u slučaju propusnosti, *RLQF* algoritam u čitavom opsegu ulaznog opterećenja najmanje odstupa od referentnog, dok se *ELQF* i *EELQF* veoma slično ponašaju. Kod maksimalnog ulaznog opterećenja odstupanje iznosi oko 40%, pri čemu je srednje kašnjenje paketa kod *LQF* algoritma oko 25 slotova.

Za slučaj komutatora sa baferima dužine $L=16$ može se ponoviti sve što je rečeno kod analize propusnosti. Rezultati su prikazani u tabeli 6.

Tabela 5 Procentualno odstupanje srednjeg kašnjenja komutatora kod analiziranih algoritama u odnosu na *LQF* algoritam za baferne dužine $L=4$.

p	ELQF	EELQF	FBLQF	RLQF
0,01	0	0	0	0
...
0,5	0	0	0	0
0,6	1.17E-04	5.87E-05	0	0
0,7	6.21E-04	3.34E-04	3.34E-04	0
0,8	1.74E-02	1.31E-02	1.29E-02	0
0,9	1.54E+00	1.46E+00	1.29E+00	-1.84E-03
0,91	2.46E+00	2.34E+00	2.10E+00	1.29E-03
0,92	3.87E+00	3.74E+00	3.35E+00	-1.52E-03
0,93	5.94E+00	5.78E+00	5.23E+00	5.62E-03
0,94	8.83E+00	8.64E+00	7.90E+00	-9.45E-04
0,95	1.28E+01	1.26E+01	1.17E+01	-3.92E-03
0,96	1.81E+01	1.79E+01	1.67E+01	4.33E-03
0,97	2.41E+01	2.40E+01	2.25E+01	-5.66E-04
0,98	3.05E+01	3.03E+01	2.86E+01	3.71E-03
0,99	3.64E+01	3.63E+01	3.44E+01	-2.51E-03
1	4.13E+01	4.12E+01	3.92E+01	-8.06E-03

Tabela 6 Procentualno odstupanje srednjeg kašnjenja komutatora kod analiziranih algoritama u odnosu na *LQF* algoritam za baferne dužine $L=16$.

p	ELQF	EELQF	FBLQF	RLQF
0,01	0	0	0	0
...
0,93	0	0	0	0
0,94	3.23E-04	1.32E-04	1.32E-04	0
0,95	3.99E-03	3.95E-03	1.65E-03	0
0,96	3.47E-02	3.22E-02	2.16E-02	0
0,97	3.09E-01	3.07E-01	2.15E-01	0
0,98	2.78E+00	2.81E+00	2.20E+00	4.99E-05
0,99	1.72E+01	1.73E+01	1.52E+01	1.04E-02
1	4.81E+01	4.82E+01	4.53E+01	6.82E-03

4. ZAKLJUČAK

Rezultati prikazani u ovom radu pokazuju da u uslovima uniformnog dolaznog saobraćaja *RLQF* algoritam neće postići značajnu razliku u performansama u odnosu na osnovnu realizaciju *LQF* algoritma. To znači da, sa stanovišta posmatranih parametara, nije potrebno vršiti slučajni izbor među jednako zauzetim baferima sa najvećom popunjenošću i time unositi dodatnu složenost u implementaciju raspoređivača paketa.

Posmatrane modifikacije u vidu *ELQF*, *EELQF* i *FBLQF* algoritama nisu donijele poboljšanje u odnosu na osnovnu realizaciju. Nešto bolje performanse u odnosu na ostala dva, kod bafera umjerenih veličina, postiže *FBLQF* algoritam. Međutim, te performanse su slabije nego kod *LQF* algoritma.

U nastavku ovog istraživanja potrebno je ispitati kako bi se posmatrane modifikacije *LQF* algoritma reflektovale na performanse *CQ* komutatora paketa u nekim drugim uslovima saobraćaja.

LITERATURA

- [1] Y. Kanizo, D. Hay, and I. Keslassy, "The crosspoint-queued switch", in *Proc. INFOCOM '09*, pp. 729–737, Rio de Janeiro, Brasil, April 2009.
- [2] N. McKeown, A. Mekikittikul, V. Anantharam, and J. Warland, "Achieving 100% throughput in an input-queued switch", *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 47, No 8, pp. 1260 – 1267, August 1999.
- [3] R. Rojas-Cessa, E. Oki, Z. Jing, and H. J. Chao, "CIXB-1: Combined input-one-cell-crosspoint buffered switch", in *Proc. IEEE HPSR '01*, pp. 324–329, Dallas, TX, USA, May 2001.
- [4] M. Radonjic, I. Radusinovic, "Buffer length impact to crosspoint queued crossbar switch performance", in *Proc. of Melecon 2010*, pp. 119-124, Valletta, Malta, April 2010.
- [5] M. Radonjic, I. Radusinovic, "Impact of scheduling algorithms on performance of crosspoint-queued switch", *Annals of Telecommunications*, Vol 66, No 5-6, May/June 2011, pp.363-376,
- [6] K. E. Batcher, "Sorting networks and their applications", *Spring Joint Computer Conference*, AFIPS Proc. vol. 32, pp 307-314, 1968.

M/M/1/k REDOVI MODELIRANI UZ POMOĆ PETRI MREŽNOG SIMULATORA M/M/1/k QUEUES MODELLED BY USING OF PETRI NET SIMULATOR

Emilija Kamceva, Zoran Gacovski, Ruben Nuredini, *Faculty of Information and Communication Technologies - FON University, Skopje, Macedonia*

Sadržaj - U ovom radu prezentovan je Petri mrežni simulator koji se koristi za modeliranje redova za čekanje. Koncept redova je prisutan u svakodnevnom životu. Redovi su prisutni na aerodromima, u bankama, radnjama itd. Teorija redova obezbeđuje matematičku analizu nekoliko različitih procesa, uključujući dolazak u red, čekanje u red, i servisiranje korisnika u dati redosled. Mnogi faktori su važni za proučavanje redova za čekanje – neki od njih su: prosečno vreme čekanja u redu, iskorišćenost servera, očekivana dužina reda itd. Implementirali smo Petri mrežni simulator koji omogućuje modeliranje redova. Takođe smo napravili poređenje teorijski dobijenih rezultata i naših rezultata simulacije.

Ključne reci - Teorija redova, Petri mrežni model, M/M/1/k red, Simulink.

Abstract - In this paper we present a Petri net simulator that will be used for modeling of queues. The concept of queue is ubiquitous in the everyday life. Queues are present at the airports, banks, shops etc. The theory of line queues represents and provides a mathematical analysis of several related processes, including arrival at the end of the line, waiting in line, and servicing the users by the repairers in order. Many factors are important in the studying of queues – some of them are: the average waiting time in the queue, the usage of the server, expected length of the queue etc. We have implemented Petri net simulator that is capable for queue modeling, and we've made comparison between theoretically obtained results and our simulation results.

Keywords – Queuing theory, Petri net Simulator, M/M/1/k queue, Simulink.

I. INTRODUCTION

The concept of queue line is one of the most adequate modeling techniques for the class of discrete-event system. Even though they evolved as an outcome of pure pragmatic reasons, in the early 1940 in Great Britain, their appliances developed and grow in a variety of aspects of the modern society, particularly concentrated on the Information and Communications Technologies. The exact analytic solutions provide the response for each relevant parameter toward system performance from the structural, dynamic and behavioral aspects. According to various researches, on the annual bases are spent more than 37 billion of hours on some of the queue strings types. Due to these reasons, the optimization of the attitude on this class of system has not only academic, but also enormously practical meaning. The length of this kind of waiting in everyday life is a stochastic process. For this kinds of "waitings" - information science has developed special branch of learning called the theory of queue lines.

The theory of line queues is a mathematical study of the length of the line. The theory of line queues represents and provides a mathematical analysis of several related processes, including arrival at the end of the line, waiting in line, and servicing the users by the repairers in order. The theory of queue lines allows distribution and calculation of several measures of performance, including the average time waiting in line or system, the expected number of customers waiting to be served or the one who already have been served, and the probability to find the system in certain situations, such as empty, full, available service at the moment, or taking some

time waiting to be serviced [1]. The paper is organized as follows: first we give a brief overview of the queuing theory. After that – we describe the Petri nets, as a tool for modeling of discrete event systems. Then, we explain the developed Petri net Simulator. Finally we are presenting the simulation results for M/M/1/k queue and its different properties.

II. PETRI NETS IN MATLAB

Petri Nets offer profound mathematical background originating namely from linear algebra and graph theory. Various Petri Net tools offer convenient graphical environment and sometimes they provide complex simulation and analysis of various high level Petri Net classes. Petri Net (PN) is mathematical and graphical modeling tool well suited for describing and analyzing discrete events systems (DES). PNs allow to model and visualize systems, which contain concurrence, resource sharing or synchronization. These possibilities allow them to be used for various applications in areas including computer systems, communication protocols, flexible manufacturing systems and software verification [2,3].

Within the mentioned context, the initiative of developing instruments for simulation, analysis and design of PNs under MATLAB brought remarkable benefits for training and research, because Control Engineering people are familiar with the exploitation of *Graphical User Interfaces* (GUIs) [4] based on this popular software. Although a recent list of the programs developed for PNs includes many resources (Mortensen, 2003) running under different operating systems,

our initiative was successful due to the large preferences shown for MATLAB.

It is worth separately mentioning that the overall design and implementation gives us the *PN Toolbox*, which is well integrated with MATLAB, and allows further developments in the modern direction of studying hybrid dynamics involving both DES and ODE models [5,6].

After ending a simulation experiment, several *Performance Indices* are available to globally characterize the simulated dynamics. Some of the indices recorded for the transitions of the net refer to: the total number of firings during the simulation (*Service Sum*), the mean frequency of firings (*Service Rate*), the mean time between two successive firings (*Service Distance*), the fraction of time when server is busy (*Utilization*). For the places of the net, the recorded indices refer to: the total number of arrived (*Arrival Sum*) and departed (*Throughput Sum*) tokens, the mean time between two successive instants when tokens arrive in (*Arrival Distance*) and depart from (*Throughput Distance*) the place, the mean time a token spends in a place (*Waiting Time*), the average number of tokens weighted by time (*Queue Length*) [7].

Only for timed or (generalized) stochastic PNs, the time evolution for both current and global values of a *Performance Index* may be displayed dynamically while in the *Step* and *Run Slow* simulation modes by means of the *Scope* command. Another facility available only for timed or (generalized) stochastic PNs is *Design*, which can be used for the synthesis of the models. One or two *Design Parameters* varying within intervals defined by the user can be included in the model. For each test-point belonging to this (these) interval(s) a simulation experiment is performed in the *Run Fast* mode. The dependence of a *Design Index* on the *Design Parameter(s)* can be visualized as a graphical plot (2-D or 3-D, respectively) [8].

III. PETRI NET QUEUE SIMULATOR

The M/M/1/30 queue has been observed and toward it we have built a Petri network, shown on Figure 1. We have been carried out theoretical and simulated surveys for these queues. We have used the PN Toolbox for Matlab for our simulation. Typical for these types of queues is that theoretical results are calculated without considering the execution time for the system, while in simulation - the execution (service) time is also considered. From this point - obviously follows a diminutive difference between the obtained theoretical and simulation calculations.

During reviews and research of the queues, the most important properties that are required to be obtained are:

- λ - arrival rate of users
- μ - customer service rate
- ρ - occupancy rate of the server
- $E(X)$ - expected length of the line of customers in systems that have come and have been served
- $E(S)$ - average time in the system
- $E(W)$ - average waiting time in the line

- $E(R)$ - the flow of the users in the system

The M/M/1/30 queue model is shown on Figure1. It can be used to model discrete event systems, e.g., machines or operators, processing orders or communication equipment processing information.

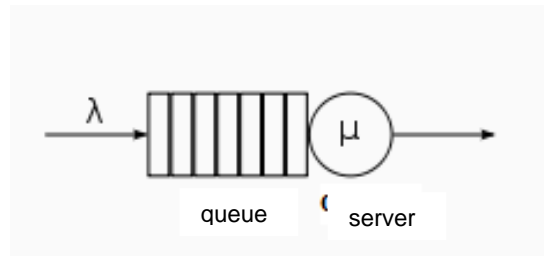


Fig. 1. Basic M/M/1/30 queue line

IV. SIMULATION RESULTS

Case 1 - The Figure 2 shows the model of M/M/1/30 queue after performed simulation for population of 10000. The value of the customer arrival rate is $\lambda = 10$ and the value of the service rate is $\mu = 12,5$. We are presenting both theoretically obtained and simulation results.

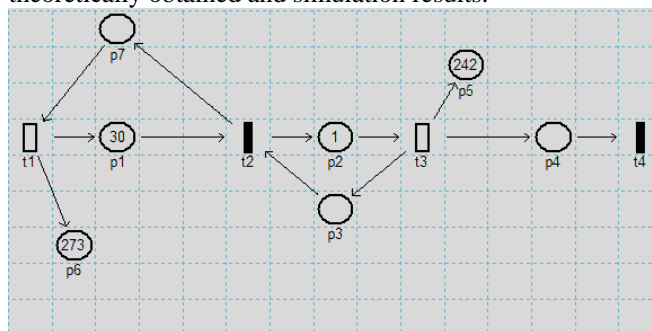


Fig. 2. Petri network for the M/M/1/30 queue - simulation for case 1

TABLE I - THEORETICAL AND SIMULATION RESULTS FOR THE CASE 1

M/M/1/30	λ	μ	ρ	P_0	
Theoretical	10,000	12,500	0,800	0,200	
Simulation	11,027	12,439	0,886	0,116	
Error %	10,270	0,488	10,811		
p1	p2	p3	p30	E(W)	E(R)
0,160	0,128	0,103	0,000	0,800	9,998
0,103	0,091	0,081	0,003	0,884	10,992

Case 2 - Figure 3 shows the M/M/1/30 queue after performed simulation for population of 10000 for $\lambda = 10$ and $\mu = 12$. In Table 2 are shown the results obtained theoretically and by simulation.

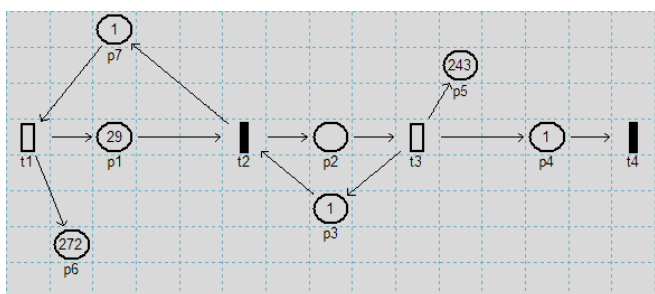


Fig. 3. Petri network for the M/M/1/30 queue - simulation for case 2

TABLE II - THEORETICAL AND SIMULATION RESULTS FOR THE CASE 2

M/M/1/30	λ	μ	ρ	Po	
Theoretical	10,000	12,000	0,833	0,167	
Simulation	10,920	12,230	0,893	0,110	
Error %	9,200	1,917	7,146		
p1	p2	p3	p30	E(W)	E(R)
0,139	0,116	0,097	0,001	0,833	9,993
0,099	0,088	0,079	0,004	0,890	10,880

Case 3 - Figure 4 shows the M/M/1/30 queue after the performed simulation for population of 10000, for $\lambda = 10$ and $\mu = 11,5$, then in Table 3 are shown, the results obtained theoretically and by simulation.

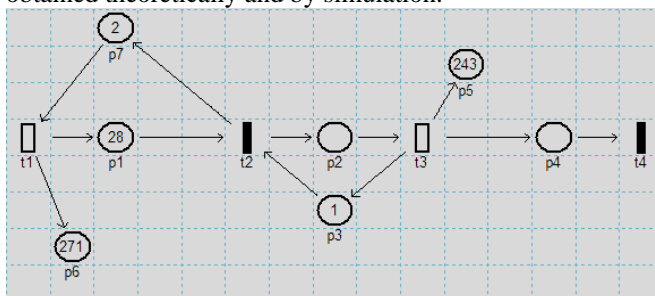


Fig. 4. Petri network for the M/M/1/30 queue - simulation for case 3

TABLE III - THEORETICAL AND SIMULATION RESULTS FOR THE CASE 3

M/M/1/30	λ	μ	ρ	Po	
Theoretical	10,000	11,500	0,870	0,132	
Simulation	10,600	11,800	0,898	0,105	
Error %	6,000	2,609	3,305		
p1	p2	p3	p30	E(W)	E(R)
0,115	0,100	0,087	0,002	0,868	9,980
0,095	0,085	0,076	0,004	0,895	10,555

Case 4 - Figure 5 shows the M/M/1/30 queue after the performed simulation for population of 10000, for $\lambda = 10$ and $\mu = 9$, then in Table 4 are shown the results obtained theoretically and by simulation.

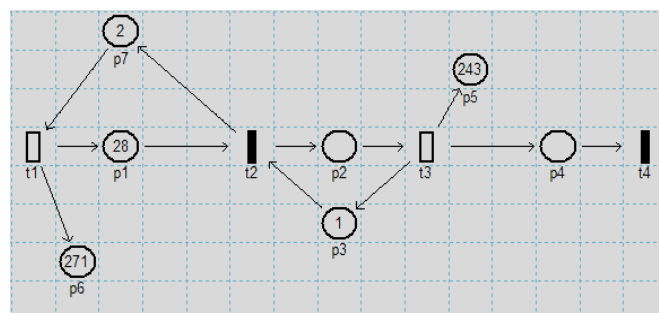


Fig. 5. Petri network for the M/M/1/30 queue - simulation for case 4

TABLE IV - THEORETICAL AND SIMULATION RESULTS FOR THE CASE 4

M/M/1/30	λ	μ	ρ	Po			
Theoretical	10,000	9,000	1,111	0,004			
Simulation	8,600	8,940	0,962	0,054			
Error %	14,000	0,667	13,423				
p1	p2	p3	p30	E(W)	E(R)	E(X)	E(S)
0,005	0,005	0,006	0,104	0,996	8,960	22,230	2,481
0,052	0,050	0,048	0,017	0,946	8,454	11,970	1,416

After several simulations performed for the queue M/M/1/30 by using the concept of Petri nets, we have concluded that: by comparing the values of arrival rate and the service rate (theoretical and simulation research), we have obtained similar values with a small error, which expressed in percents - does not exceed 15%. This confirms the accuracy of our research of the M/M/1/30 queue.

If we compare the time of execution for different values of ρ , we can conclude that by increasing the value of ρ - the time of execution of the simulation is reduced (work of the system).

In the last case - for Petri network model of the M/M/1/30 queue, we've taken the value $\rho = 1.1111 > 1$. This contradicts the theoretical results, because of the definition $\rho < 1$. But for the same default values for the arrival and the service rate, after performed simulation - we've received value $\rho < 1$, which confirms the accuracy of the simulator and the goal of our research. That shows a possible blockade in the system.

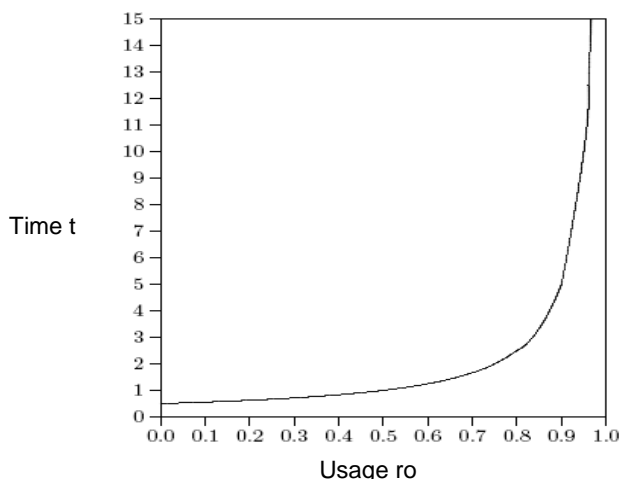


Fig. 6. The usage of the server.

V. CONCLUSIONS

In this paper we've presented a Petri net simulator that was used for modeling of queues. Many factors are important in the studying of queues – we have considered the following: the average waiting time in the queue, the usage of the server, expected length of the queue etc. First we gave a brief overview of the queuing theory. After that – we described the Petri nets, and a software tool for modeling of discrete event systems. We have implemented Petri net simulator (via PN Matlab toolbox) that is capable for queue modeling. Finally we have calculated the simulation results for M/M/1/30 queue and its different properties (and also its theoretical values). We've made comparison between our simulation results and theoretically obtained results and we have shown significant matching.

REFERENCES

- [1] B.D. Bunday, *An introduction to queueing theory*, Arnold, London, 1996.
- [2] M.V. Iordache and P.J. Antsaklis, "Software Tools for the Supervisory Control of Petri Nets Based on Place Invariants", Technical Report ISIS-2002-003, University of Notre Dame, IN, USA, 003.pdf, 2002.
- [3] M. Svádová and Z. Hanzálek, "Matlab Toolbox for Petri Nets", *22nd International Conference ICATPN 2001*, Newcastle, UK, pp. 32-36, 2001.
- [4] The MathWorks Inc., *Building GUIs with MATLAB*, Natick, Massachusetts, 2000.
- [5] C. Mahulea, L. Bârsan and O. Pastravanu, "Matlab Tools for Petri-Net-Based Approaches to Flexible Manufacturing Systems", In: F.G. Filip, I. Dumitrache and S. Iliescu (Eds.), *9th IFAC Symposium on Large Scale Systems LSS 2001*, Bucharest, Romania, pp. 184-189, 2001.
- [6] M.H. Matcovschi, C. Mahulea, and O. Pastravanu, "Exploring Structural Properties of Petri Nets in MATLAB", *7th International Symposium on Automatic Control and Computer Science SACCS 2001*, Iasi, Romania, CD Rom, 2001.
- [7] C.G. Cassandras, *Discrete Event Systems: Modeling and Performance Analysis*, Irwin, 1993.
- [8] T. Murata, "Petri Nets: Properties, Analysis and Applications", *Proc. of the IEEE*, vol. 77, pp. 541-580, 1989.

IMPLEMENTACIJA I MERENJE BRZINE KRIPTOGRAFSKIH HEŠ FUNKCIJA IMPLEMENTATION AND SPEED CALCULATION OF CRYPTOGRAPHIC HASH FUNCTIONS

Branislav Đorđević, *JKP Vodovod - Leskovac*
Mirko Kosanović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija - Niš*

Sadržaj: Tema ovog rada je analiza grupe algoritama koji se nazivaju kriptografske heš funkcije. Njihova najvažnija uloga je u zaštiti autentičnosti podataka. Takođe, često se koristi kao deo digitalnog potpisa ili drugih kriptografskih aplikacija. Rezultati merenja brzina heš funkcija su dobijeni korišćenjem aplikacije napravljene u programskom jeziku Java za četiri heš algoritma: MD4, MD5, SHA-1 i RIPEMD-160.

Abstract: The theme of this paper is to analyze a group of algorithms called cryptographic hash functions. Their most important role is to protect the data authenticity. Also, they are often used as part of the digital signature or other cryptographic applications. The results of hash function speed calculations are obtained by using an application created with the Java programming language for four hash algorithms: MD4, MD5, SHA-1 and RIPEMD-160.

1. UVOD

Ekspanzija primene računara u savremenom poslovanju uslovlila je razvoj sve većeg broja specijalizovanih sistema za potrebe elektronskog poslovanja (*e-bussines*), iz koga su nastali sistemi u oblastima elektronske trgovine (*e-commerce*), elektronskog bankarstva (*e-banking*), elektronskog poslovanja u javnoj upravi (*e-government*) i dr. U poslednje vreme u savremenom poslovanju sve je veća primena digitalnog potpisa.

U cilju bezbednog korišćenja Interneta u pomenute svrhe, pomoću savremenih kriptografskih algoritama i sistema moguće je formirati kriptografske mehanizme kao što su: šifrovanje, dešifrovanje, digitalni potpis i digitalni sertifikat. Najčešće oblasti u kojima se primenjuju kriptografske heš funkcije su: autentifikacija poruka, digitalno potpisivanje, vremenske oznake, čuvanje lozinki.

U ovom radu je izvršeno merenje i analiza brzine izvršavanja kriptografskih heš funkcija. U drugom poglavlju date su osnove i principi rada heš funkcija. Treće poglavlje sadrži opise danas najpopularnijih i najčešće korištenih algoritama i to algoritmi MD4 familije: MD4, MD5, SHA-1 i RIPEMD-160. Nad ove četiri funkcije su vršena testiranja u ovom radu. U četvrtom poglavlju prikazan je način rada aplikacije napravljene u programskom jeziku Java kao i analiza rezultata dobijena korišćenjem te aplikacije. Na kraju, u petom poglavlju dat je zaključak rada.

2. OSNOVNI KONCEPTI

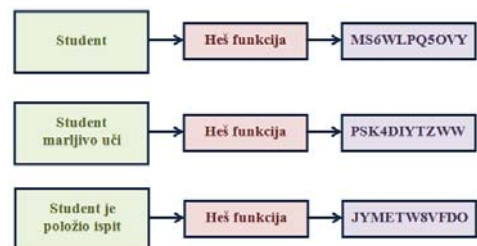
Heš funkcije (engl. *Hash function*) pretvaraju ulazni podatak proizvoljne dužine u izlazni podatak fiksne dužine – heš. Ove funkcije predstavljaju jedan od osnovnih elemenata kriptografije.

Najjednostavniji primer heš funkcije je princip deljenja po modulu n [1]. Kod principa deljenja po modulu bilo koji ulaz u heš funkciju možemo predstaviti kao celobrojni podatak, tako što rezultat heš funkcije dobijamo kao ostatak

pri deljenju tog celobrojnog ulaznog podatka nekim celim brojem n . Ukoliko imamo poruku i neku heš vrednost, moguće je proveriti da li ta heš vrednost odgovara datoj poruci, ali iz same heš vrednosti ne možemo da saznamo ništa o sadržaju originalne poruke – analogija sa digitalnim otiskom prsta [1, 2, 3].

Situacija kada više ulaznih podataka daje istu izlaznu heš vrednost naziva se kolizija. Mogućnost kolizije je kriterijum po kojima se procenjuje sigurnost heš funkcija a on je usko vezan za trenutni nivo razvijenosti računarske tehnike.

Princip rada heš algoritma prikazan je na Slici 1. Ulazna poruka može da bude promenljive dužine, ali broj karaktera na izlazu je fiksna.



Slika 1: Prikaz upotrebe heš funkcija.

Pored kriptografskih primena Heš funkcije imaju i veliki broj nekriptografskih primena. U ovom radu je obrađena upotreba heš funkcija u kriptografske svrhe. U kriptografiji heš funkcije se najčešće koriste za autentifikaciju i zaštitu integriteta poruka [3]. Da bi se razumela primena heš funkcija potrebno je definisati pojmove poverljivost, autentifikacija, integritet podataka i neporecivost učestvovanja u komunikaciji [1, 3].

Poverljivost (engl. *Confidentiality*) je zaštita podataka od neovlašćenog pristupa ili otkrivanja.

Autentifikacija (engl. *Authentication*) ili verodostojnost je proces verifikacije identiteta korisnika i/ili porekla podataka.

Provera integriteta (engl. *Integrity*) podataka predstavlja zaštitu podataka od neovlašćene modifikacije i zamene informacija.

Neporecivost učestvovanja u komunikaciji (engl. *Non-repudiation*) je dokaz da je poruka bila poslata ili primljena i u suštini predstavlja kombinaciju autentifikacije i zaštite integriteta poruke.

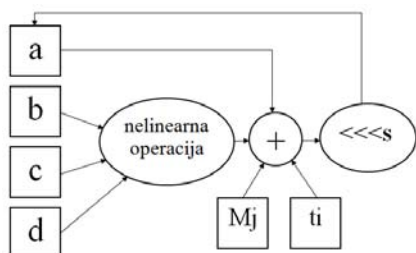
3. IMPLEMENTACIJA HEŠ ALGORITMA

Algoritmi iz MD4 familije su algoritmi koji imaju najveću praktičnu primenu. U osnovi ove grupe algoritama se nalazi MD4 algoritam. Ovaj algoritam se pokazao nedovoljno sigurnim što je dovelo do kreiranja novih algoritama u kojima su otklonjeni sigurnosni propusti koji su se nalazili u algoritmu MD4 [2].

Jedni od najčešće korišćenih algoritmi iz ove familije su MD5, SHA-1 i RIPEMD-160. Pored ovih biće analiziran i MD4 algoritmom koji predstavlja temelj čitave familije.

Izlazna vrednost MD4 heš algoritma ima dužinu 128 bitova. MD4 je dizajniran za izvršavanje na 32-bitnim mašinama. Ovaj algoritam je direktno uticao na dizajn algoritama kao što su: MD5, SHA-1 i RIPEMD-160 [2].

MD4 obrađuje ulazni podatak u blokovima od 512 bita, tako što ga, prvo dopuni nizom 1000...000 do dužine ($n \times 512 - 64$) bita, pa zatim doda još 64 bita koji predstavljaju dužinu originalne poruke. Tako da je ukupna dužina dopunjene poruke je $n \times 512$ bita [4].



Slika 2. Jedna MD4 nelinearna operacija

Nakon dopunjavanja vrši se inicijalizacija četiri 32-bitne promenljive A, B, C i D čija se vrednost dodatno upisuje u četiri pomoćne promenljive a, b, c i d nad kojima će se vršiti izračunavanja.

Glavna petlja sadrži onoliko iteracija koliko dopunjeni ulazni podatak ima 512-bitnih blokova. Svaka iteracija se sastoji od tri runde u kojima se obrađuje jedan 512-bitni blok koji je podeljen na 16 32-bitnih podblokova. U svakoj rundi se izvršava 16 nelinearnih operacija, po jedna nad svakim od 16 podblokova (Slika 2). M_j je j -ti 32-bitni podblok 512-bitnog bloka poruke. Konstanta t_i u prvoj rundi ima vrednost 0, u drugoj rundi ima vrednost prvih 32 bita kvadratnog korena od 2, a u trećoj rundi ima vrednost prvih 32 bita kvadratnog korena od 3. Operacija $\lll s$ predstavlja kružno pomeranje ulevo za s mesta. Operacija \oplus predstavlja sabiranje po modulu 2^{32} .

MD5 algoritam je veoma sličan algoritmu MD4 i predstavlja njegovu nadogradnju. Isto kao i MD4, MD5 obrađuje tekst u 512-bitnim blokovima, koji su podeljeni u 16 32-bitnih podblokova. Izlaz algoritma je 128-bitni heš, tj. četiri 32-bitna bloka. Inicijalna obrada obuhvata

dopunjavanje poruke, tako što se poruka nastavlja nizom 1000...0000 do dužine $n \times 512 - 64$ bita. Na kraju se dodaju 64 bita koji predstavljaju dužinu poruke. Ukupna dužina dopunjene poruke je n bita [3]. Nakon dopunjavanja inicijalizuju se četiri promenljive A, B, C i D čija se vrednost dodatno upisuje u četiri promenljive a, b, c i d nad kojima će se izvršavati nelinearne operacije.

U SHA familiji algoritama spadaju SHA-0, SHA-1 i SHA-2 algoritmi. Od svih SHA algoritama najviše se koristi SHA-1, koji je ugrađen u veliki broj sigurnosnih aplikacija i protokola. SHA-1 daje heš vrednost dužine 160 bita. [3].

SHA-1 je zasnovan na istoj ideji kao i MD4 algoritam. SHA-1 algoritam daje heš dužine 160 bita. Inicijalna obrada ista je kao kod MD4 i MD5 algoritama: poruka se nastavlja nizom 1000...000 do dužine $n \times 512 - 64$ bita. Na kraju se dodaje 64 bita koji predstavljaju dužinu poruke. Ukupna dužina poruke je $n \times 512$ bita. Nakon dopunjavanja poruke vrši se inicijalizacija pet 32-bitnih promenljivih A, B, C, D i E (jedna promenljiva više u odnosu na MD5 zato što SHA-1 proizvodi heš od 160 bita).

RIPEMD-160 algoritmi su kreirani na osnovu MD4 algoritma i veoma su slični algoritmima iz SHA klase. Ovu klasu algoritama čine algoritmi RIPEMD, RIPEMD-128, RIPEMD-160, RIPEMD-256, i RIPEMD-320 (broj u imenu osnažava dužinu heš vrednosti koju generišu). Najčešće korišćeni algoritam iz ove klase je RIPEMD-160. U RIPEMD-160 algoritmu još uvek nisu pronađeni nedostaci i pretpostavlja se da će biti siguran narednih 10 godina. RIPEMD-160 je nepatentiran i slobodan algoritam [3].

Svaka iteracija RIPEMD-160 algoritma ima pet rundi. Osnovna razlika između RIPEMD-160 i algoritama iz familije MDx je u tome što RIPEMD-160 vrši obradu ulaznog podatka u dve linije koje se paralelno izvršavaju. Ovo izgleda kao da su startovana dva MD5 algoritma koji rade paralelno. Inicijalna obrada je ista kao kod svih prethodno obrađenih algoritama. Poruka se nastavlja nizom 1000...0000 do dužine $n \times 512 - 64$ bita, i zatim se dodaju još 64 bita koji predstavljaju dužinu originalne poruke.

4. PREFORMANSE KRIPTOGRAFSKIH HEŠ FUNKCIJA MD4, MD5, SHA-1 i RIPEMD-160

Rezultati merenja, za četiri heš algoritma: MD4, MD5, SHA-1 i RIPEMD-160, su dobijeni korišćenjem aplikacije napravljene u programskom jeziku Java. Merenja su izvršena na računaru sa procesorom Intel Pentium 2 GHz, RAM memorijom 2 GB i na operativnom sistemu Windows 7.

Kriptografske funkcije MD4 i MD5 daju izlaznu vrednost dužine 128 bitova a funkcije SHA-1 i RIPEMD-160 daju izlaznu vrednost dužine 160 bitova.

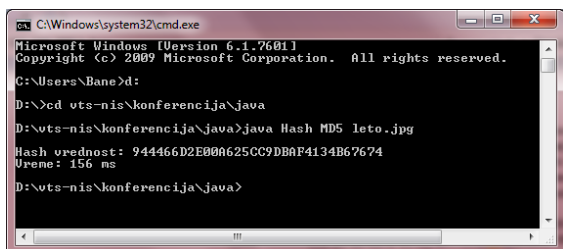
Za merenje proteklog vremena izvršavanja između dve tačke programa može se koristiti statička operacija *currentTimeMillis()* klase *System* za preciznost u milisekundama i *nanoTime()* za preciznost u nanosekundama.

Aplikacija se koristi pozivanjem komandi kroz komandnu liniju. Napravljene su dve zasebne aplikacije od kojih jedna meri vreme u milisekundama a druga u nanosekundama.

Prilikom pozivanja preko komandne linije, korisnik mora da pozove funkciju *main* iz klase *Hash.java* (koja meri u milisekundama) ili *Hash2.java* (koja meri u nanosekundama) i da joj kao argumente prosledi oznaku za heš funkciju koju

želi da koristi i putanju do fajla koji se hešira. Oznake koje se koriste za heš funkcije su sledeće: *md4*, *md5*, *sha1* i *ripemd160*. Sintaksa pozivanja aplikacije data je kroz primer heširanja datoteke *C:\poruka.txt* koristeći algoritam MD4 i merenjem vremena u milisekundama. Tada pozivamo komandu: *java Hash md4 C:\Test.txt*. Nakon pozivanja ove komande ispisuje se rezultat heširanja i vreme izvršavanja heš algoritma. Obe aplikacije namenjene su heširanju fajlova neograničene veličine, ali je preporuka da se za manje datoteke heširanje prikazuje u nanosekundama (ns).

Primer rada programa koji hešira datoteku *leto.jpg* prikazan je na Slici 3.



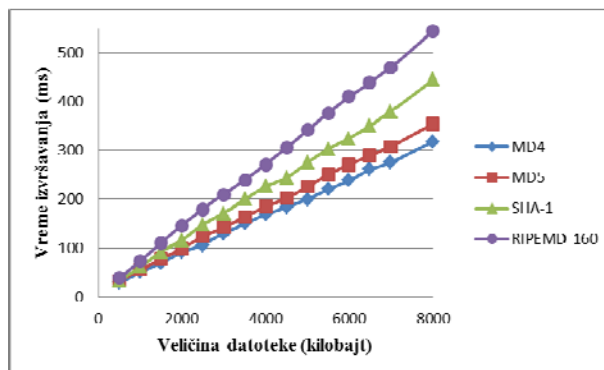
Slika 3. Primer rada aplikacije

Za svaki od implementiranih heš algoritama merenja su vršena nad 15 datoteka različite dužine, posebno kreirane za ovo testiranje. Datoteke su kreirane pomoću konzolne komande u Windows-u "*fsutil file createnew FileName Size*", gde je *FileName* ime novokreirane datoteke a *Size* je veličina datoteke u bajtovima. Za svaku od datoteka rađeno je po 5 ili vise testiranja, a zatim se računala srednja vrednost ovih merenja kako bi se dobilo što tačnije vreme izvršavanja algoritama. U Tabeli 1 su prikazani dobijeni rezultati merenja. Ova tabela prikazuje vreme potrebno za heširanje poruke u zavisnosti od izabranog algoritma i dužine datoteke. Dužina datoteke je prikazana u kilobajtima (kbytes), a vreme u milisekundama (ms).

Tabela 1. Vreme izvršavanja heš algoritama u zavisnosti od veličine poruke

Veličina poruke u kilobajtima	Vreme izvršavanja (ms)			
	MD4	MD5	SHA-1	RIPEMD-160
500	28,8	32,4	32,6	38,5
1000	50,1	54,9	61,7	74,6
1500	68,8	78,5	92,4	110,4
2000	92,1	98,3	115,5	145,9
2500	105,5	123,6	147,4	179,1
3000	128,9	142,1	171,2	209,0
3500	149,8	164,6	200,1	239,1
4000	169,3	184,8	227,1	270,9
4500	183,3	201,9	243,9	305,3
5000	199,2	225,6	275,7	341,7
5500	220,0	250,9	302,7	376,6
6000	238,7	271,0	324,9	410,7
6500	261,8	288,8	350,6	439,1
7000	275,1	307,8	379,8	469,9
8000	317,6	354,8	445,2	544,5

Na Slici 4 prikazan je grafik koji prikazuje zavisnost vremena izvršavanja algoritama od veličine poruke. Na osnovu dobijenih rezultata izračunate su i srednje brzine izvršavanja svakog od algoritama. Ove brzine su izražene u Mbit/s i prikazane su u Tabeli 2.



Slika 4. Brzina izvršavanja implementiranih heš algoritama

Tabela 2. Srednja brzina izvršavanja implementiranih algoritama izražena u Mbit/s

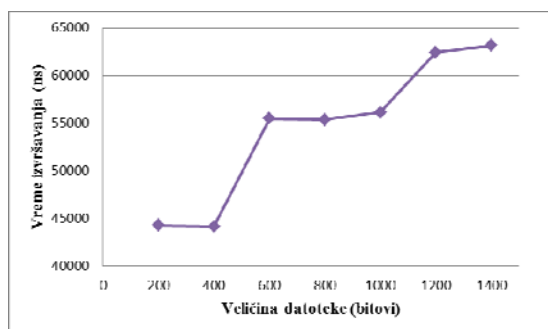
Heš algoritmi	Brzina izvršavanja izražena u Mbit/s
MD4	21,25
MD5	18,54
SHA-1	16,33
RIPEMD-160	13,78

Posmatranjem grafika na Slici 3 dolazimo do zaključka da vreme izvršavanja svakog od ovih algoritama, sa manjim odstupanjima, linearno zavisi od veličine ulazne poruke koja se obrađuje. Ova linearnost je posledica iterativne strukture implementiranih algoritama, koji poruku obrađuju tako što je dele na 512-bitne blokove. Sa povećanjem veličine poruke linearno se povećava broj blokova unutar te poruke, a samim tim se linearno povećava i vreme potrebno za izvršavanje algoritma. Do malih odstupanja u linearnosti dolazi zbog različitog broja iteracija koje se izvršavaju u funkciji koja vrši MD ojačavanje, jer različite poruke zahtevaju dopunjavanje sa različitim brojem bitova. Funkcija koja vrši MD ojačavanje, izvršava dopunjavanje ulazne poruke bajt po bajt sve dok njena dužina ne postane celobrojan umnožak broja 512.

Takođe, može se desiti da poruke različite dužine, nakon dopunjavanja imaju istu dužinu, što je drugi razlog koji dovodi do odstupanja u linearnosti. Na primer, ako imamo dve poruke dužine 800 i 900 bita, nakon dopunjavanja obe imaju dužinu 1024 bita, pa je posle dopunjavanja, vreme izvršavanja posmatranog algoritma isto za obe poruke iako one inicijalno imaju različite dužine. Kao potvrda ove tvrdnje izvršeno je merenje brzine izvršenja heš funkcije MD4 na porukama veličine od 200 bita do 1400 bita, dakle u okolinama vrednosti 512 bita i 1024 bita. Rezultati su dati u Tabeli 3 a na Slici 5 dat je grafički prikaz. Na grafiku se očigledno vidi da postoje "stepenici" u okolini ključnih tačaka što pokazuje tvrdnju.

Tabeli 3. Vreme izvršavanja heš algoritama MD4 u zavisnosti od veličine poruke

Veličina datoteke Izražena u bitovima	Vreme izvršavanja u nanosekundama
200	44235
400	44141
600	55487
800	55354
1000	56123
1200	62403
1400	63149



Slika 5. Brzina izvršavanja poruka različitih dužina

Treći razlog za odstupanje od linearnosti je uticaj Java virtualne mašine i operativnog sistema na rad aplikacije. U toku izvršavanja aplikacije, operativni sistem može na kratko da joj oduzme procesor i dodeli ga nekom drugom procesu, što dovodi do uvećavanja vremena izvršavanja aplikacije. Obzirom da je vršen veći broj merenja za jednu dobijenu vrednost, da korisnik nije samoinicijativno pokretao druge aplikacije i obzirom na brzinu procesora koji je ovde korišćen, možemo da smatramo da je zanemarljiv uticaj Java virtualne mašine i operativnog sistema na rezultat merenja.

Posmatrajući srednje brzine izvršavanja algoritama iz Tabele 2 vidimo da je algoritam MD4 najbrži, algoritam MD5 je sporiji od algoritma MD4, SHA-1 je sporiji od MD4 i sporiji od MD5 algoritma. Algoritam RIPEMD-160 je najsporiji. Svi ovi prikazani rezultati se u potpunosti slažu sa samom strukturom posmatranih algoritama. Algoritam MD4 obrađuje blokove ulazne poruke u 3 runde od po 16 nelinearnih operacija, dok MD5 blokove ulazne poruke obrađuje u četiri runde od po 16 nelinearnih operacija, pa je očekivano da se zbog jedne runde više algoritam MD5 sporije izvršava od algoritma MD4. Algoritam SHA-1 obrađuje blokove u 4 runde od po 20 nelinearnih operacija, a algoritam RIPEMD-160 obrađuje blokove u dve paralelne linije izračunavanja od kojih svaka ima 5 rundi od po 16 nelinearnih operacija. Zbog ovakve strukture algoritmi SHA-1 i RIPEMD-160 su najsporiji, sa tim što RIPEMD-160 ima ubedljivo najmanju brzinu.

5. ZAKLJUČAK

Kriptografske heš funkcije igraju ključnu ulogu u očuvanju integriteta poruka, u autentifikaciji učesnika u komunikaciji i u ostalim sigurnosnim aplikacijama. Kako veliki deo komunikacije između dva ili više lica treba da ostane tajna za ostale korisnike mreže, a da pritom kanali veze nisu sigurni od prisluškivanja i drugih napada, a resursi na kojima se smeštaju podaci su često deljeni, onda je značaj kriptografskih heš funkcija veoma veliki, posebno u oblastima kao što je ekonomija.

Na osnovu sigurnosnih uslova koje ispunjavaju i na osnovu rezultata merenja preporučuje se upotreba algoritama SHA-1 i RIPEMD-160, pri čemu treba imati na umu da RIPEMD-160 ima nešto manju brzinu izvršavanja od algoritma SHA-1. Algoritmi MD4 i MD5 se ne smatraju sigurnima. Za algoritam MD4, odmah nakon njegovog kreiranja pronađeni su mnogi sigurnosni propusti i on nema nikakvu praktičnu vrednost u primeni za zaštitu podataka. Za algoritam MD5 do sada nije izveden nijedan napad, ali postoje radovi u kojima se opisuje kako to može da se uradi. Takođe, algoritam MD5 daje heš vrednost dužine 128 bitova što se smatra nedovoljnom dužinom, pa se ne preporučuje upotreba ovog algoritma. Objavljeno je nekoliko teorijskih radova koji nalaze koliziju kod SHA-1 (u najboljem slučaju napad ima teorijsku kompleksnost 2^{51} poziva heš funkcije [5]). Kao alternativa su predloženi algoritmi SHA-2 familije (SHA-224, SHA-256, SHA-384 i SHA-512), koji su većim delom bazirani na istom algoritmu kao i SHA-1 samo što im je dužina heš-a veća. Predpostavlja se da su i ovi algoritmi podložni istim napadima, ali do danas nisu otkrivene kolizije za SHA-2. I pored veće sigurnosti oni se i danas manje koriste u odnosu na SHA-1.

LITERATURA

- [1] Krystian Matusiewicz: "Analysis of Modern Dedicated Cryptographic Hash Functions" PhD thesis, Macquarie University, Sydney, August 2007.
- [2] Bart Van Rompay: "Analysis and Design of Cryptographic Hash Functions, MAC Algorithms and Block Ciphers" PhD thesis, Katholieke Universiteit Leuven, June 2004.
- [3] D. Pleskonjić, B. Đorđević, N. Maček, Marko Carić: "Sigurnost računarskih mreža", Viša elektrotehnička škola, Beograd, 2006.
- [4] Menezes, P. van Oorschot, and S. Vanstone: "Handbook of Applied Cryptography" CRC Press, 1996.
- [5] Stéphane Manuel: "Classification and generation of disturbance vectors for collision attacks against SHA-1" Kluwer Academic Publishers Norwell, MA, USA, April 2011.

POKRETNNA PLATFORMA UPRAVLJANA MIKROKONTROLEROM MICROCONTROLLER-CONTROLLED MOBILE PLATFORM

Aleksandar Milivojević, Tehnička Škola, Pirot, Srbija
Zoran Milivojević, Visoka Tehnička Škola, Niš, Srbija

Sadržaj: U ovom radu prikazano je hardversko-softversko rešenje procesorski upravljane pokretne platforme koja je realizovana na Visokoj Tehničkoj Školi u Nišu u okviru projekta na specijalističkim studijama. Platforma se sastoji od pet nezavisnih hardversko-softverskih modula. Svaki moduo je baziran na mikrokontroleru Atmel AT89C2051. Uprvom delu rada predstavljeni su funkcionalni zahtevi koji su postavljeni pred uređaj. U drugom delu rada predstavljen je uređaj na nivou blok šeme, a u nastavku je detaljnije objašnjen svaki moduo sistema.

Ključne reči: mikrokontroleri, ugrađeni sistemi

Abstract: This paper presents the combined hardware and software solution for cpu driven movable platform realized as a part of a project at Technical College Nis. The platform consists of five independent hardware and software modules. Each module is based on the Atmel AT89C2051 microcontroller. In the first part, the functional requirements set to the device are discussed. In the second part, the device is presented at the block level, and then, each module is discussed in greater detail.

Keywords: microcontrollers, embedded systems

1. UVOD

U radu je prikazan hardversko-softverski uređaj koji predstavlja procesorski upravljaju pokretnu platformu. Uređaj je rađen kao projektni zadatak iz predmeta Mikrokontrolerski sistemi na specijalističkim studijama Visoke Tehničke Škole u Nišu. Koncept pokretne platforme je da može da prevozi različite predmete i da bude daljinski upravljana. Mogućnost primene ovakve platforme je raznolika: a) prenos pokretne robotske ruke, b) deaktiviranje mina, c) premeštanje robe u magacinima, d) prenošenje prtljaga na aerodromima, e) prevoz elemenata u industriji itd. Kao upravljački uređaj korišćen je mikrokontroler.

Danas postoji veliki broj proizvođača mikrokontrolera, a najpoznatiji su INTEL, MOTOROLA, ATMEL, MICROCHIP... [1-5]. Vrlo je popularan i dostupan Atmel AT89C2051 [6-8] koji ima 20-pinsko kućište, dva porta sa 15 ulazno-izlaznih linija, serijski port, dva tajmera itd. koji je implementiran u ovaj projekat.

U daljem delu rada opisani su funkcionalni zahtevi koji su postavljeni pred uređaj, kao i hardverski moduli na nivou blok dijagrama.

Organizacija ovog rada je sledeća: u sekciji 2 opisani su funkcionalni zahtevi postavljeni pred platformu, a u sekciji 3 predstavljena je globalna blok šema uređaja.

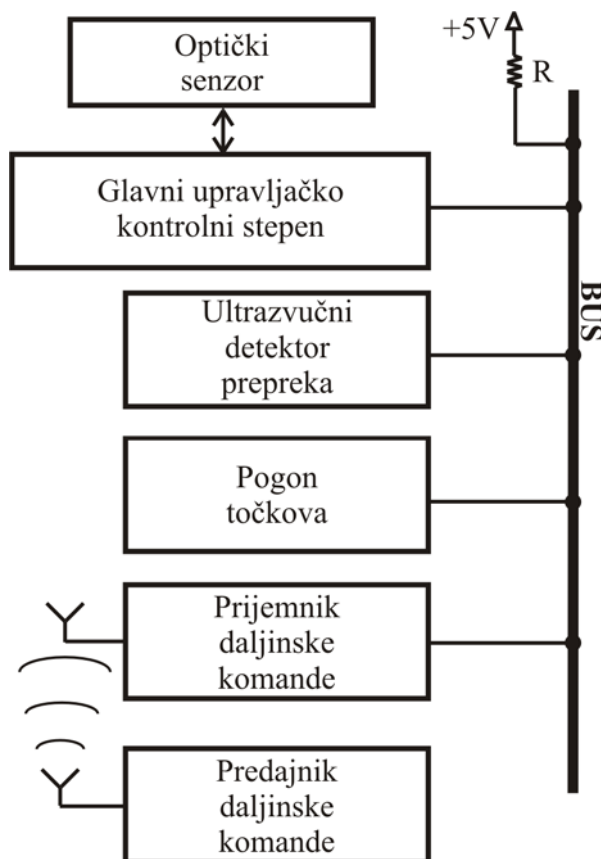
2. FUNKCIONALNI ZAHTEVI

Pred mikrokontrolerski upravljaju mobilnu platformu postavljeni su sledeći funkcionalni zahtevi:

- mobilnost (samostalni mehanizam za kretanje),
- praćenje obeležene linije (**engl. line follower**),
- detektovanje prepreka,
- daljinska komanda,
- autonomni izvor napajanja,

3. GLOBALNA BLOK ŠEMA

Globalna blok šema platforme prikazana je na sl 1.



Slika 1. Globalna blok šema platforme.

Uređaj je sastavljan od sledećih hardversko-softverskih modula, i to:

- glavni upravljački kontrolni stepen (GUKS),
- pogon točkova,
- optički senzor,
- ultrazvučni detektor prepreke,
- predajnik daljinske komande i
- prijemnik daljinske komande.

Svaki stepen predstavlja nezavisnu celinu, sadrži sopstveni mikrokontroler i rezultat je rada jednog studenta. Napravljen je tako da se sa drugim modulima povezuje jednožičnom magistralom tipa BUS i standardizovanim konektorima za napajanje. U softversko-logičkom smislu svaki blok ima svoju jedinstvenu adresu čime se izbegava mogućnost kolizije podataka na magistrali.

U daljem delu rada biće, na nivou blok dijagrama, opisani svi moduli i definisane njihove funkcije.

3.1 GLAVNI UPRAVLJAČKO KONTOLNI STEPEN

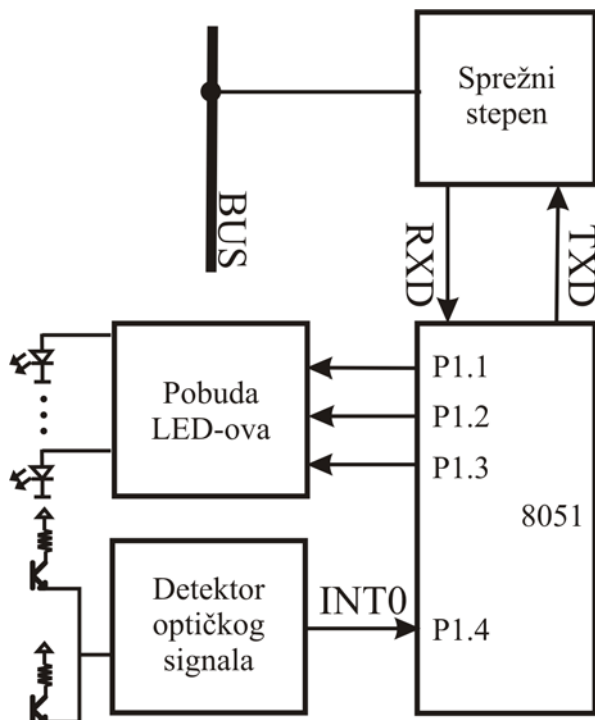
Funkcije GUKS-a su sledeće:

- upravljanje radom svih modula,
- kontrola prenosa podataka preko magistrale i
- kontrola senzorskog stepena za praćenje linije.

GUKS je zadužen za ispravno funkcionisanje celog uređaja. Njegova uloga sastoji se u:

- upravljanju radom ostalih stepena, metodom slanja komande posredstvom magistrale i
- prikupljanja relevantnih podataka od drugih stepena.

Blok šema GUKS-a prikazana je na sl 2.



Slika 2. Blok šema GUKS-a.

Vrlo važna funkcija ovog modula je i sinhronizacija prenosa podataka preko magistrale da bi se izbegla kolizija podataka.

3.1.1 Blok za pristup magistrali – sprežni stepen

Za razmenu podataka između modula koristi se magistrala tipa BUS koja se fizički sastoji od jednog provodnika[9]. Svi moduli su priključeni na magistralu. U cilju kontrole predaje i prijema podataka preko magistrale koristi se poseban hardverski dodatak koji obezbeđuje povezivanje pinova serijskog porta (RXD i TXD) mikrokontrolera sa magistralom. Hardver za pristup magistrali sastavljen je od logičkih NI kola sa otvorenim drejnom[10].

Kontrola prenosa podataka ostvaruje se polling metodom (metoda prozivanja). GUKS vrši kontrolu razmene podataka svih modula. Svaki moduo sadrži indentičan stepen za pristup magistrali.

3.1.2 Optički IR senzor

Dvodimenzionalno kretanje praćenjem trake na podlozi ostvarena je optičkom metodom pomoću blokova:

- pobuda LED-ova i
- detektor optičkog signala.

Ovi blokovi su konstrukciono realizovani tako da predstavljaju deo GUKS-a.

Stepen za pobudu LED-ova implementiran je od demultipleksera 3/8 koji omogućava pojedinačno aktiviranje 8 LED-ova zauzimanjem samo tri pina mikrokontrolera [11]. Iskorišćeni su P1.1, P1.2 i P1.3.

Detektor optičkih signala[12] sastavljen je od komparatora napona koji upoređuje unapred zadatu referentnu vrednost napona sa naponom koji se dobija sa senzora, a koji zavisi od refleksije površine podloge. Signal sa komparatora šalje se u mikrokontroler preko porta P1.4.

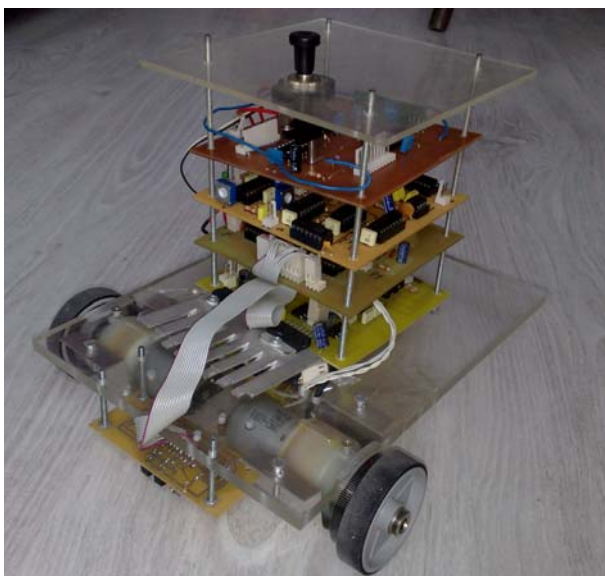
3.2 STEPEN ZA POGON TOČKOVA

Platforma se oslanja na tri točka od kojih su dva pogonska, a treći je slobodan. Na sl. 3 je prikazan izgled platforme, a na sl. 4 montažna šema uređaja.

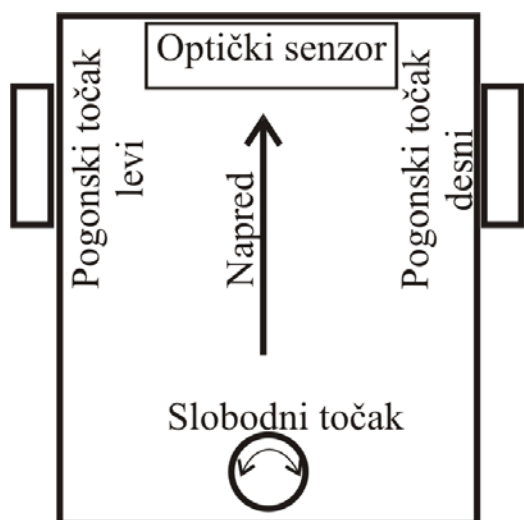
Stepen za pogon platforme realizuje komande koje stižu iz GUKS-a. Funkcije koje su realizovane su sledeće:

- kretanje napred,
- kretanje nazad,
- skretanje levo,
- skretanje desno,
- rotacija levo,
- rotacija desno,
- zaustavljanje i
- blokada točkova.

Pored komande šalju se i odgovarajući parametri koji bliže definišu komandu.



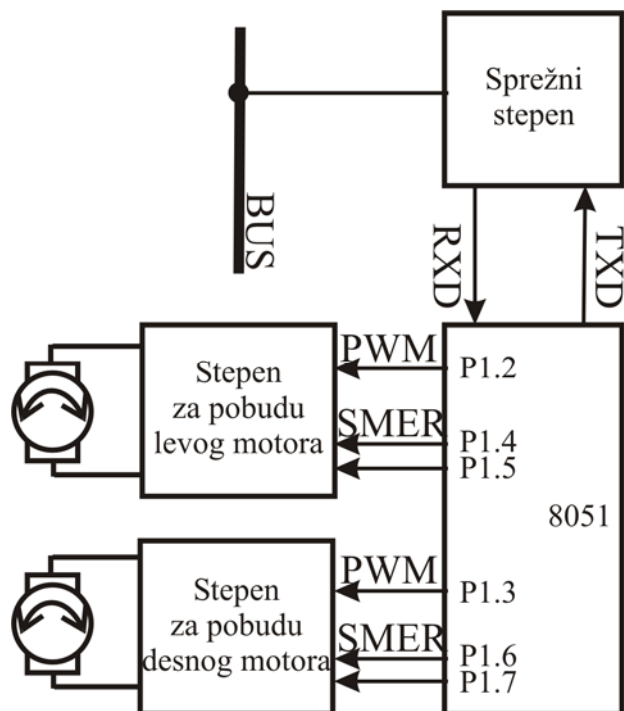
Slika 3. Izgled platforme.



Slika 4. Montažna šema uređaja.

Upravljanje kretanjem se vrši kontrolom svakog pogonskog motora posebno. Skretanje se realizuje usporavanjem jednog od motora, rotacija platforme promenom smera jednog motora, zaustavljanje se realizuje postepenim smanjenjem broja obrtaja oba motora, a blokada dovodi do trenutnog zaustavljanja pogonskih motora aktiviranjem motorne kočnice.

Na pogonskom modulu nalaze se mikrokontroler 89C2051 i dvostruki H most sa logičkim ulazima i bipolarnim izlaznim tranzistorima[13]. Kontroler daje impulse koji određuju smer okretanja motora i PWM impulse koji određuju brzinu okretanja. Rotaciono kretanje motora se preko planetarnih reduktora dovodi do pogonskih točkova. Na sl. 5 prikazana je blok šema pogonskog modula.

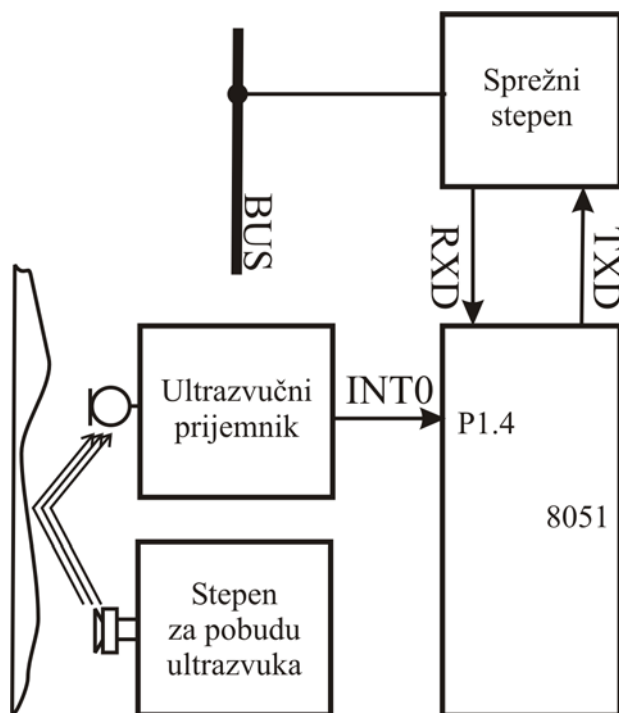


Slika 5. Blok šema pogonskog stepena.

3.3 ULTRAZVUČNI MODUL

Detekcija pepreka na putu platforme realizovana je ultrazvučnim radarom. Ultrazvučni radar realizovan je od ultrazvučnog predajnika i prijemnika. Kontrola rada podrazumeva vremensku sinhronizaciju predajnika i prijemnika koja se ostvaruje posredstvom mikrokontrolera.

Na sl. 6 je predstavljena blok šema ultrazvučnog modula.



Slika 6. Blok šema ultrazvučnog modula.

Ultrazvučni predajnik[14] se pobuđuje povorkom pravougaonih impulsima frekvencije 40 kHz u trajanju od nekoliko milisekundi. Akustički talas, nakon refleksije od prepreke, dolazi do ultrazvučnog prijemnika[15] na čijem izlazu se generiše signal čiji su parametri zavisi od inteziteta talasa i reda su nekoliko mV. Pored toga, u odnosu na signal pobude predajnika povorka primljenih impulsa je vremenski pomeren i zbog višestrukih refleksija dužeg trajanja. Ovakav signal se posebnim uobličavačkim kolima translira na TTL nivoe i vodi na ulaz INTO mikrokontrolera. Programskom kontrolom razlike vremena predaje i prijema signala određuje se rastojanje prepreke od platforme. Periodično, posredstvom magistrale ultrazvučni modul predaje GUKS-u podatke o rastojanju prepreke. Dalje aktivnosti oko reakcije sistema na prepreku odvijaju se pod kontrolom GUKS-a.

3.4 MODUL DALJINSKE KOMANDE

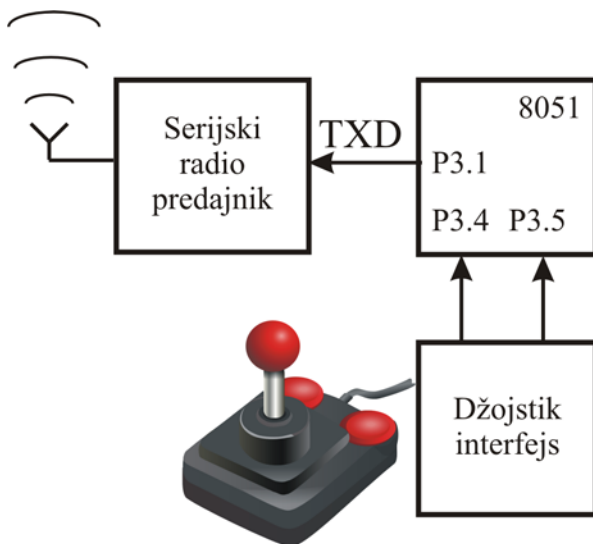
Modul daljinske komande omogućava daljinsko upravljanje radom platforme. Ovaj modul omogućava kretanje platforme napred i nazad, rotaciju platforme u oba smera, kao i trenutnu blokadu točkova. Moguće je vrlo jednostavno dodavanje funkcija daljinskog upravljača.

Sastoji se od dva modula i to:

- a) predajnika daljinske komande i
- b) prijemnika daljinske komande.

Upravljanje predajnim modulom vrši se pomoću džojstika. Trenutni položaj palice kao i status tastera predstavljaju komande koje mikrokontroler konvertuje u signale i šalje preko serijskog porta do radio predajnika[16].

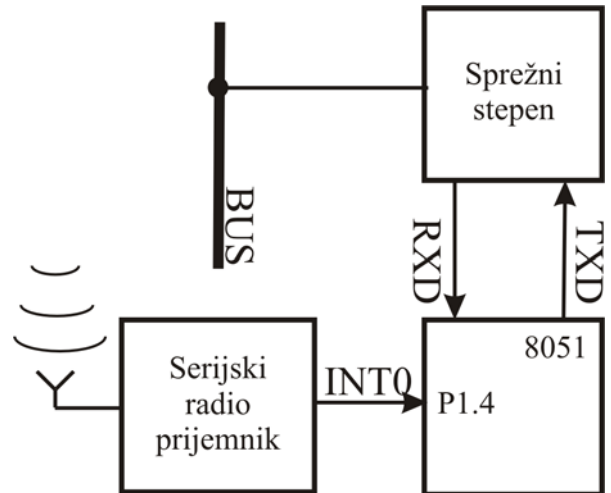
Predajnik daljinske komande se fizički nalazi u sastavu džojstika sa palicom i napaja sopstvenim izvorom. Na sl. 7 prikazana je blok šema daljinskog radio predajnika.



Slika 7: Blok šema predajnika daljinske komande

Prijemnik daljinske komande je mikrokontrolerski modul koji se nalazi u sastavu platforme i povezan je na magistralu. Na njemu se nalazi radio prijemnik[17] koji primljene podatke šalje u mikrokontroler. Primljene podatke obrađuje

softver i prevodi u komande koje se preko magistrale šalju GUKS-u koji odlučuje o daljim aktivnostima. Na sl. 8 prikazana je blok šema radio prijemnika.



Slika 8. Blok šema prijemnika daljinske komande.

4. ZAKLJUČAK

U radu je opisana jedna hardversko-softverska realizacija pokretne platforme. Platforma je realizovana preko 5 kompatibilnih modula. Svaki moduo ima svoju nezavisnu upravljačku jedinicu, realizovanu korišćenjem ATMEL AT89C2051 mikrokontrolera. Uređaj je realizovan i testiran. Zadovoljio je sve postavljene funkcionalne zahteve

LITERATURA

- [1] <http://www.intel.com/design/embcontrol/index.htm>
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Intel_MCS-51
- [3] <http://www.microchip.com/>
- [4] <http://www2.atmel.com/>
- [5] <http://www.freescale.com/>
- [6] http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc0368.pdf
- [7] Miliwojević, Z., *Mikrokontroleri - arhitektura 8051*, Punta, Niš, 2005.
- [8] Milan Verle, *Arhitektura i programiranje 8051 mikrokontrolera*, Mikroelektronika
- [9] <http://www.pmf.ni.ac.rs/pmf/predmeti/1231/Knjiga%20-%20Vol2/GLAVA8.pdf>
- [10] <http://eecs.evansville.edu/pdf/dm7401.pdf>
- [11] <http://www.fairchildsemi.com/ds/MM/MM74HC138.pdf>
- [12] <http://www.rohm.com/products/databook/s/pdf/rpr-220.pdf>
- [13] http://www.sparkfun.com/datasheets/Robotics/L298_H_Bridge.pdf
- [14] <http://www.hestore.hu/files/ust40t.pdf>
- [15] http://www.monacor-spain.net/modules/Buscar_Producto/ficha_pdf.php?Articulo=UST-40R
- [16] http://cn.100y.com.tw/pdf_file/79-ST-TX03-ASK.pdf
- [17] <http://www.summitek.com.tw/?23,st-rx05b-ask>

EFIKASNOST NESIMETRIČNOG MEDIJAN FILTRA U OTKLANJANJU IMPULSNIH SMETNJI KOD SLIKA SA VODENIM ŽIGOM

EFFICIENCY OF ASYMMETRIC MEDIAN FILTER IN DENOISING OF WATERMARKED IMAGES CORRUPTED BY IMPULSE NOISE

Zoran Stevanović, ETŠ Mija Stanimirović, Niš, Srbija,
Zoran Milivojević, Visoka tehnička škola, Niš, Srbija.

Sadržaj – U ovom radu testirana je efikasnost nesimetričnog medijan filtra kod filtriranja slika sa žigom kojima su superponirane impulsne smetnje. U prvom delu rada prikazan je algoritam za utiskivanje i izdvajanje žiga zasnovan na SVD transformaciji i nesimetrični medijan filter. U drugom delu rada opisan je algoritam testiranja efikasnosti nesimetričnog medijan filtra, kao i rezultati. Na osnovu dobijenih rezultata izvršena je procena efikasnosti filtra i mogućnost izdvajanja vidljivog žiga iz filtrirane slike.

Ključne reči: Impulsne smetnje; Detekcija šuma; Vodeni žig

Abstract – In this paper, the efficiency of asymmetric median filter in denoising of watermarked images corrupted by impulse noise, have been tested. In the first part of the paper, the algorithm of embedding and extracting watermark based on SVD transformation and asymmetric median filter are presented as well. In the second part of the paper, the algorithm responsible for testing and marking of the parameters of asymmetric median filter, is described. On the basis of the parameter results we got, estimation of efficiency asymmetric median filter and possibilities of extraction visible watermarking was done.

Keywords: Impulse noise; Noise detection; Watermarking

1. UVOD

Obrada digitalne slike, skoro po pravilu, zahteva i eliminaciju šuma. Uzroci nastanka šuma u slici su mnogobrojni i česti, pa ga je pre dalje obrade potrebno delimično ili u potpunosti eliminisati. Predloženi su mnogobrojni postupci eliminacije, najčešće impulsnog šuma [1-6].

Linearno filtriranje, iako pogodno za smanjenje Gausovog i uniformnog šuma, pokazalo se nedovoljno uspešno u eliminaciji impulsnog šuma [5]. Zato su se predloženi postupci uglavnom bazirali na nelinearnom filtriranju. Proces obrade šuma u slici sastoji se od dva bitna dela. Prvi je proces detekcije inficiranih tačaka. Ispravna detekcija predstavlja osnovni preduslov za eliminaciju šuma. Veliki broj predloženih algoritama govori o važnosti i složenosti ovog postupka. Drugi deo predstavlja obradu inficiranih tačaka, tj. zamenu vrednosti novom vrednošću koja treba da bude što približnija pravoj-pre delovanja šuma. Pri tome veoma je važno sačuvati kvalitet slike ne gubeći fine detalje u slici. Neki predloženi postupci iako u delu detekcije efikasni, u delu eliminacije šuma doprinisali su gubljenju detalja u slici ili su proizvodili drugačiju vrstu smetnji u slici u vidu linija, mrlja itd [6]. Zato je pronalaženje algoritma koji je efikasan i u delu eliminacije šuma i čuvanju finih detalja slike predmet mnogih istraživanja.

Široka upotreba računara i Interneta, jednostavan pristup i razmena podataka, omogućili su nelegalni pristup i reprodukciju digitalnih informacija (slike, audio fajlovi, video fajlovi,...). Posledice su masovno kršenje autorskih prava. Zato je danas aktuelni problem iznalaženje tehničkog rešenja radi zaštite autorskih prava. Jedno od

najzastupljenijih rešenja sastoji se u uvođenju digitalnog vodenog žiga. Da bi žig bio otporniji na moguće atake na informaciju na koju je utisnut, za utiskivanje se koriste složene transformacije poput diskretne kosinusne transformacije DCT [7,8], diskretne wavelet transformacije DWT [9,10] i SVD transformacije (**engl.** *Singular Value Decomposition*) [11-17].

U ovom radu izvršena je analiza slike sa žigom koja je opterećena impulsnim šumom, a zatim je primenjen nesimetrični medijan filter za eliminaciju impulsnog šuma predložen u radu [1]. Za utiskivanje žiga korišćen je SVD metod predložen u radu [11]. Osim efikasnosti algoritma u otklanjanju šuma posebna pažnja je posvećena mogućnošću izdvajanja žiga iz slike posle primene navedenog algoritma. Mera kvaliteta algoritma je procenat uspešno detektovanih tačaka sa šumom, pogrešno detektovanih tačaka, i na kraju mogućnost izdvajanja žiga iz tako procesirane slike. Kao objektivni parametri za utvrđivanje kvaliteta algoritama za eliminaciju šuma i izdvajanje žiga korišćeni su srednja apsolutna greška MAE (**engl.** *mean absolute error*), srednja kvadratna greška MSE (**engl.** *mean square error*), vršni odnos signal-šum PSNR (**engl.** *peak signal-to-noise ratio*) i subjektivni vizuelni kvalitet filtrirane slike i žiga. Urađen je algoritam testiranja sa odgovarajućim programima za realizaciju i obradu dobijenih rezultata. Izvršeno je poređenje dobijenih rezultata sa rezultatima algoritma SODA (**engl.** *Second-Order-Difference-Analysis*) [3] i algoritma PAV (**engl.** *Peak and Valley*) [2]. Rezultati testiranja ovih algoritama, koji se bave eliminacijom impulsnog šuma iz slike, u slučaju slike sa utisnutim vodenim žigom prikazani su radovima [18] i [19].

Rad je organizovan na sledeći način. Sekcija 2. opisuje nesimetrični medijan filter i primenjeni algoritam za eliminaciju impulsnih smetnji. Sekcija 3. opisuje SVD metod i algoritam za utiskivanje zasnovan na tom metodu. Sekcija 4. opisuje algoritam testiranja. U sekciji 5 se prezentuju dobijeni rezultati i vrši njihova analiza. Zaključak je dat u sekciji 6.

2. NESIMETRIČNI MEDIJAN FILTAR

Nesimetrični medijan filter je predložen u radu [1] kao nelinearni filter za redukciju impulsnog šuma. Analizom slike identifikuju se tačke inficirane impulsnim šumom, a zatim se samo one procesiraju. Za analizu i procesiranje se koristi prozor veličine 3 x 3. Procedura analize i procesiranja se sastoji iz sledećih koraka:

Korak 1: Selektuje se dvodimenzionalni prozor veličine 3x3 tačaka. Tačka koja se analizira P_{ij} , nalazi se u sredini prozora.

Korak 2: Ako je $0 < P_{ij} < 255$ tačka P_{ij} je neinficirana tačka i njena vrednost se ne menja.

Korak 3: Ako je $P_{ij}=0$ ili $P_{ij}=255$ tačka je inficirana šumom i mora da se procesira. Pri tome su moguća dva slučaja:

slučaj 1: Ako selektovani prozor sadrži sve tačke sa vrednošću 0 i 255, tačka P_{ij} se zamenjuje srednjom vrednošću prozora.

slučaj 2: Ako selektovani prozor sadrži samo neke tačke sa vrednostima 0 ili 255, te tačke se ne uzimaju u razmatranje, već se za ostale tačke prozora nalazi medijan vrednost, kojom se zamenjuje vrednost inficirane tačke P_{ij} .

Korak 4: Ponavljaju se prva tri koraka dok se ne izvrši analiza i procesiranje svih tačaka slike.

Autori u [1] ističu prednosti ovog filtra u efikasnom otklanjanju impulsnog šuma i čuvanju finih detalja slike, jer se procesiraju samo tačke inficirane šumom, a u određivanju nove vrednosti inficirane tačke ne učestvuju druge inficirane tačke, već samo neinficirane.

3. ALGORITAM ZA UTISKIVANJE ŽIGA

U ovom radu je za utiskivanje žiga iskorišćena SVD transformacija koja je opisana u radu [11]. Algoritam za utiskivanje žiga zasnovan na SVD transformaciji sastoji se u sledećem:

Korak 1: vrši se SVD transformacija nad originalnom slikom bez žiga A dimenzija $m \times n$:

$$A = U \Sigma V^T, \quad (1)$$

gde su $U_{m \times n}$, Σ i V matrice od kojih je Σ dijagonalna matrica čiji su elementi singularne vrednosti od A i poređani su u opadajućem nizu, a V^T je transponovana matrica.

Korak 2: Matrici Σ doda se žig $W_{m \times n}$ i dobija nova matrica Σ_n :

$$\Sigma_n = \Sigma + \alpha W, \quad (2)$$

gde α predstavlja faktor utiskivanja žiga.

Korak 3: Nad matricom Σ_n se vrši SVD transformacija:

$$\Sigma_n = U_W \Sigma_W V_W^T, \quad (3)$$

Korak 4: Slika sa žigom se dobija kao:

$$A_W = U \Sigma_W V^T. \quad (4)$$

Algoritam izdvajanja žiga iz slike sa šumom A_W^* vrši se na sledeći način:

Korak 1: Izvrši se SVD transformacija slike sa šumom A_W^* :

$$A_W^* = U^* \Sigma_W^* V^{*T}, \quad (5)$$

Korak 2: Korišćenjem matrica U_W i V_W dobija se

$$D^* = U_W \Sigma_W^* V_W, \quad (6)$$

Korak 3: Izdvojeni žig dobija se kao

$$W^* = 1/\alpha(D^* - \Sigma), \quad (7)$$

Iz prezentovanog algoritma se vidi da je za izdvajanje žiga potrebno imati originalne matrice U_W , Σ i V_W .

4. ALGORITAM TESTIRANJA

Algoritam testiranja sproveden je u sledećim koracima:

Korak 1: Primenom SVD algoritma u sliku A umetnut je žig W , sa faktorom utiskivanja α ,

Korak 2: Slici sa žigom A_W se superponira impulsnim šumom slučajnom raspodelom sa procentom učešća od 10% do 90%.

Korak 3: Primenom nesimetričnog medijan filtra vrši se filtriranje impulsnih smetnji,

Korak 4: Iz filtrirane slike primenom SVD algoritma vrši se izdvajanje žiga W^* ,

Korak 5: Analizira se efikasnost nesimetričnog medijan filtra za otklanjanje šuma i vidljivost vodenog žiga.

5. REZULTATI TESTIRANJA

U eksperimentu je korišćena slika Lena dimenzija 512x512 (sl.1.) i žig W (512x512) sl.2. Za vrednost faktora utiskivanja žiga uzeta je vrednosti $\alpha=0.1$ dobijena posebnom detaljnom analizom u radu [19]. Izabrana vrednost faktora utiskivanja omogućuje dobru robusnost utisnutog žiga uz minimalni uticaj žiga na kvalitet slike. Slici Lena sa utisnutim žigom superponiran je šum, čiji je procenat variran od 10% do 90%.



Slika 1. Lena (512x512).



Slika 2. Generisani žig.

Rezultati testiranja su prikazani u Tabeli 1, Tabeli 2, i Tabeli 3.

Tabela 1. prikazuje numeričke parametre efikasnosti primenjenog filtra u eliminaciji šuma i kvalitetu filtrirane slike. Tabela pokazuje izuzetne rezultate čak i u slučaju prisustva impulsnog šuma od 90%(PSNR=19.14dB). Primenjeni filter je detektovao 100% inficiranih tačaka šumom, bez ijedne pogrešno detektovane tačke.

Tabela 1. Parametri kvaliteta filtriranih slika.

Procenat šuma (%)	MSE	PSNR(dB)	MAE
10	3.5	42.68	14.34
20	8.45	39.86	21.77
30	15.64	36.19	28.89
40	27.30	33.76	36.80
50	45.64	31.54	45.58
60	75.37	29.36	55.24
70	133.76	26.87	67.95
80	269.15	23.82	86.47
90	793.10	19.14	123.20

Tabela 2. praktično pokazuje efikasnost nesimetričnog medijan filtra u čuvanju sitnih detalja slike. Rezultati pokazuju da se žig može detektovati čak i u prisustvu šuma od 80%, što predstavlja izuzetan rezultat.



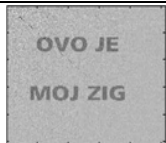


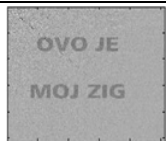


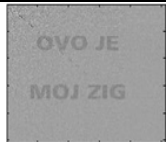


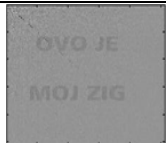
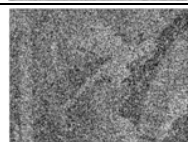

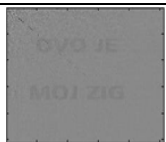
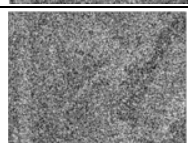

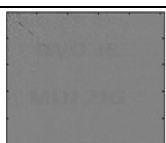
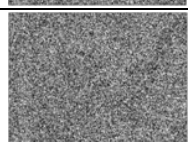
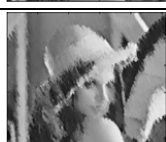

Tabela 2. Parametri kvaliteta izdvojenog žiga.

Procenat šuma (%)	MSE	PSNR(dB)	MAE
10	350.18	22.69	14.34
20	845.20	18.86	21.77
30	$1.56 \cdot 10^3$	16.19	28.89
40	$2.73 \cdot 10^3$	13.77	36.80
50	$4.56 \cdot 10^3$	11.54	45.58
60	$7.54 \cdot 10^3$	9.36	55.24
70	$1.34 \cdot 10^4$	6.87	67.95
80	$2.70 \cdot 10^4$	3.82	86.47
90	$7.93 \cdot 10^4$	0.86	123.20

Tabela 3. daje vizuelnu potvrdu efikasnosti primenjenog filtra i u eliminaciji šuma i u čuvanju finih detalja slike. Praktično, dokle god se dobija upotrebljiva filtrirana slika, iz nje je moguće izdvojiti žig. Može se takođe zaključiti da je izuzetna efikasnost filtra i u prisustvu 90% šuma, što pokazuje filtrirana slika u Tabeli 3.

Tabela 3. Efikasnost nesimetričnog medijan filtra

Šum (%)	Slika sa žigom i šumom	Filtrirana slika	Izdvojeni žig
10			
20			

Šum (%)	Slika sa žigom i šumom	Filtrirana slika	Izdvojeni žig
30			
40			
50			
60			
70			
80			
90			

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti sledeće:

- nelinearni medijan filtar pokazuje izuzetnu efikasnost u detekciji tačaka kojima je superponiran impulsni šum u svim testiranim slučajevima,
- sliku je moguće popraviti čak i u prisustvu šuma od 80 i 90%, dok je kod SODA algoritama 70% [18], a kod PAV algoritma 80% [19].
- mogućnost izdvajanja vidljivog žiga iz filtrirane slike pokazuje kvalitet primenjenog filtra u čuvanju finih detalja slike čak i za veoma visoki procenat šuma od 80%. Na taj način se uz pravilno izabranu vrednost faktora utiskivanja žiga α , povećava robusnost utisnutog žiga. Za SODA algoritam taj procenat je 60%, a za PAV algoritam 70%.

6. ZAKLJUČAK

U radu je izvršena analiza efikasnosti nesimetričnog medijan filtra u detekciji i otklanjanju impulsnog šuma u slici u koju je SVD transformacijom utisnut vodeni žig. Analiza je vršena za vrednost faktora utiskivanja žiga $\alpha=0.1$ i uz prisustvo impulsnog šuma čiji je procenat variran od 10% do 90%. Mera uspešnosti algoritma je bila efikasnost u detekciji i zameni vrednosti tačaka inficiranih šumom novim

vrednostima čime se eliminiše šum, i mogućnost izdvajanja digitalnog vodenog žiga iz tako filtrirane slike.

Rezultati su pokazali izuzetnu efikasnost primenjenog filtra u otklanjanju impulsnog šuma i čuvanju finih detalja slike, jer je i uz visoki procenat prisutnosti šuma posle primene algoritma bilo moguće izdvojiti vidljiv žig. Efikasnost algoritma se ogleda u stoprocentnoj detekciji tačaka inficiranih šumom bez pogrešno detektovanih tačaka, i u mogućnosti da se i u slučaju visokog procenta šuma i do 80%, posle filtriranja izdvoji vidljiv žig. Dobijeni rezultati pokazuju da je ovaj filter efikasniji od SODA i PAV algoritama koji tretiraju isti problem. Na osnovu dobijenih rezultata donosi se preporuka za primenu nesimetričnog medijan filtra u sistemima za rad u realnom vremenu.

LITERATURA

- [1] S.Esakkirajan, T. Veerakumar, A. N. Subramanyam, and C. H. PremChand, *Removal of high density Salt and Pepper noise through modified decision based unsymmetric trimmed median filter*, IEEE Signal Processing Letters, Vol. 18, NO 5, May 2011
- [2] Naif Alajlan, Mohamed Kamel and Ed Jernigan, *Detail preserving impulsive noise removal*, Signal Processing: Image Communication 19 (2004) 993-1003.
- [3] Dung Dang and Wenbin Luo, *Impulse noise removal utilizing second-order difference analysis*, Signal Processing 87 (2007) 2017-2025.
- [4] Shi-Qiang Yuan and Yong-Hong Tan, *Impulse noise removal by a global-lokal noise detector and adaptive median filter*, Signal Processing 86 (2006) 2123-2128
- [5] H.G. Moreno, S.M. Bascon, M.U. Manso, P.M. Martin, *Elimination of impulsive noise in images by means of the use of support vector machines*, XVI National Symposium of URSI, 2001, pp.1-2.
- [6] Y. Xu, E. M. Lae, *Restoration of images contaminated by mixed gaussian and impulse noise using a recursive minimum-maximum meth*, Vision Image Signal Proc. IEE Proc. 145(1998) 264-270.
- [7] J. Hernandez, M. Amado, F. Perez-Gonzalez, *DCT-domain watermarking techniques for still images: detector performance analysis and a new structure*, IEEE Trans. Image Process. 9 (1) (January 2000) 55-67.
- [8] W. Chu, *DCT-based image watermarking using subsampling*, IEEE Trans. Multimedia 5 (1) (March 2003) 34–38.
- [9] A. Reddy, B. Chatterji, *A new wavelet based logo-watermarking scheme*, Pattern Recognition Lett. 26 (May 2005) 1019–1027.
- [10] P. Kumsawat, K. Attakitmongcol, A. Srikaew, *Multiwavelet-based image watermarking using genetic algorithm*, in: Proceedings of the IEEE TENCON Conference, November 2004, pp. 275–278.
- [11] R. Liu, T. Tan, *A SVD-based watermarking scheme for protecting rightful ownership*, IEEE Trans. Multimedia 4 (1) (March 2002) 121–128.
- [12] Ahmad A. Mohammad, Ali Alhaj, Sameer Shaltaf, *An improved SVD-based watermarking scheme for protecting rightful ownership*, Signal Processing 88 (2008) 2158-2180.
- [13] C. Chang, P. Tsai, C. Lin, *SVD-based digital image watermarking scheme*, Pattern Recognition Lett. 26 (2005) 1577–1586.
- [14] Y. Wu, *On the security of SVD based ownership watermarking*, IEEE Trans. Multimedia 7 (4) (August 2005) 624–627.
- [15] F. Huang, Z. Guan, *A hybrid SVD-DCT watermarking method based on LPSNR*, Pattern Recognition Lett. 25 (15) (November 2004) 1769–1775.
- [16] E. Ganic, N. Zubair, A. Eskicioglu, *An optimal watermarking scheme based on singular value decomposition*, in: Proceedings of the IASTED International Conference on Communication, Network, and Information Security, 2003, pp. 85–90.
- [17] Z. Stevanović, Z. Milivojević, V. Stojanović, *Algoritam za utiskivanje binarnog vodenog žiga zasnovan na SVD transformaciji*, Telfor 2009.
- [18] Z. Stevanović, Z. Milivojević, *Performanse soda algoritma kod primene slike sa vodenim žigom*, IT 2009, Žabljak.
- [19] Z. Stevanović, Z. Milivojević, *Performanse modifikovanog pav algoritma kod primene slike sa vodenim žigom*, Jahorina 2009.

GEOPATOGENE ZONE I FUNDAMENTALNA FREKVENCIJA GOVORA GEOPATHOGENIC ZONES AND THE FUNDIMENTAL FREQUENCY OF SPEECH

Zoran Milivojević, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Niš, Srbija.*
Tubić Radosav, *OŠ D. Stambolić, Svrlijig, Srbija.*

Sadržaj: U prvom delu rada analizirane su Geopatogene zone (GPZ) i njihovo delovanje na čoveka. Opisan je eksperiment, sproveden u Specijalnoj bolnici Toponica u okolini Niša, kojim je rukovodio dr Aleksandar Vorgučić, i prikazani rezultati dejstava GPZ na moždane frekvencije, čime je posrednim naučnim putem potvrđeno postojanje geopatogenog polja. U drugom delu rada opisan je eksperiment i prikazani rezultati dejstva GPZ na fundamentalnu frekvenciju govornog signala. Rezultati su prikazani grafički. Analizom rezultata došlo se do zaključka da je moguće uočiti efekat GPZ na govorni signal.

Ključne reči: Fundamentalna frekvencija, Govor, Geopatogene zone.

Abstract: In the first part of the paper, geopathogenic zones (GPZ) and their effect on humans are described. An experiment, conducted in the Special hospital Toponica near Niš, which was headed by Dr Aleksandar Vorgučić is described and effect of GPZ on brainwave frequencies are described. This is circumstantial scientific proof of geopathogenic field's existence. In the second part of the paper, the experiment is described and the results of the effect of GPZ on the fundamental frequency of a speech signal are shown. The results are displayed via graphs. Analysis of the results shows that the effect of GPZ on a speech signal can be noticed.

Key words: Fundamental frequency, Speech, Geopathogenic zones.

1. UVOD

Podzemne protočne vode i geološki rasedi svojim delovanjem stvaraju polja (geo-polja) čije je delovanje intenzivno po vertikali, dok je efekat na stranu bitno smanjen. Ovo je vrlo slično delovanju antene kod koje pored glavnog lista zračenja postoje i sporedni. Veliki broj istraživanja pokazao je da zone u kojima je geo-polje intenzivno vrlo nepovoljno deluje na biljni i životinjski svet. Duži boravak u ovim zonama može da dovede do slabljenja organizma i pojave bolesti tako da su ovakve zone nazvane Geopatogenim Zonama (GPZ) [1-3].

Pokušaji objašnjenja prirode i merenja geopatogenog polja za sada nisu uspešni. Nisu konstruisani ni adekvatni instrumenti. Samim tip priznanje zvanične nauke još nije usledilo. Sadašnja situacija je takva da efekat GPZ postoji (poznato više hiljada godina), da je posledica delovanja podzemnih tokova i geoloških raseda, kao i da detekcija polja može da se vrši od strane određenog broja, na tu vrstu polja, osetljivih ljudi. Njihov instrument su L antene koje u njihovim rukama rotiraju i time ukazuju na prisustvo GPZ. U [4] su prikazani rezultati studije sprovedene nad osobama osetljivim na GPZ radi lociranja delova organizma koji su osetljivi.

Mogućnost detektovanja GPZ, kao posledice delovanja podzemnih tokova, analiziran je od strane Katedre za fiziku Univerziteta u Minhenu, kroz desetogodišnji projekat pronalazjenja podzemnih voda u nekim zemljama sa izrazito suvom klimom. Projekat je na predlog nemačke vlade sproveo Deutsche Gesellschaft für Technische

Zusammenarbeit (GTZ) i Univerzitet u Minhenu, i pokazao je efikasnost nekonvencionalnog traženja podzemnih voda [5,6].

I pored ne priznavanja od strane zvanične nauke ne može da se prećutkuje snažna korelisanost nekih bolesti i postojanja geopatogenih polja tamo gde su ti pacijenti boravili u dužem vremenskom periodu [7]. Pored toga GPZ štetno deluju na biljni svet. Biljke su kraće, patuljaste, deformisane, daju manje prinosa, postaju žute, suše se [3]

U [1,8] prikazani su rezultati pokušaja objektivne detekcije efekta GPZ. Uočeno je da su mala deca (do 4 god. starosti) vrlo osetljiva na GPZ i spontano ih izbegavaju. Poznato je da je frekvencija moždanih talasa kod dece niska (do 4 Hz) dok je kod odraslih osoba iznad 20 Hz. Autor rada [1] je postavio hipotezu o uticaju GPZ na smanjenje frekvenciji mozga. Eksperimenti sprovedeni od strane medicinskog osoblja na Psihijatrijskoj klinici u Gornjoj Toponici u okolini Niša, potvrdili su pretpostavku i pokazali da ulazak osetljivih osoba u GPZ dovodi do pada frekvencije od 6 Hz.

Autori ovog rada, nakon proučavanja rezultata iz [1], postavili su pitanje: kako se promena moždanih frekvencija nakon ulaska u GPZ manifestuje na vokalni trakt, odnosno na fundamentalnu frekvenciju reprodukovano govora?

Poznato je da je fundamentalna frekvencija u velikoj meri dobar pokazatelj prisustva nekih anomalija ili bolesti, kao i emocionalnog stanja govornika [9,10]. U [11,12] pokazano je da se fundamentalna frekvencija može da koristi kao indikator stepena hipoksije (smanjenje koncentracije

kiseonika u krvi usled uzročnika kao što su incidenti u tunelima, avionima, penjanju na visokim planinama i dr). U nastavku rada prikazani su rezultati analize fundamentalne frekvencije govornika koji su bili izloženi dejstvu GPZ u kraćem vremenskom intervalu. Rezultati su prikazani u formi dijagrama.

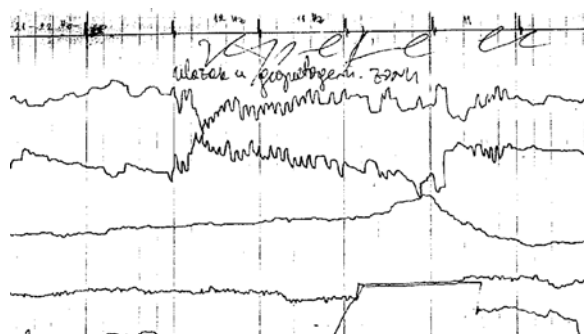
Organizacija ovog rada je sledeća. U sekciji II opisani su neki efekti GPZ. U sekciji III prikazani su eksperimentni rezultati merenja promene moždanih talasa u GPZ. U sekciji IV opisan je eksperiment merenja fundamentalne frekvencije u GPZ. U sekciji V prikazani su rezultati i analiza rezultata. Sekcija VI je zaključak

2. GEOPATOGENE ZONE

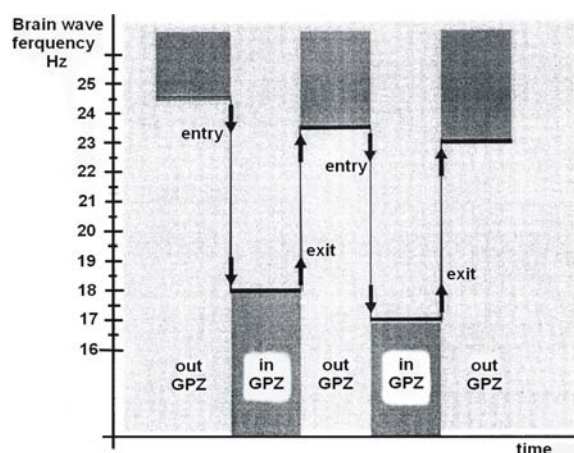
Dejstvo podzemnih protočnih voda i geoloških raseda dovodi do stvaranja posebne vrste polja na površini zemlje vertikalno iznad. Prostor gde je ovakvo geološko zračenje intenzivno naziva se geopatogenom zonom. Duži boravak u ovakvim zonama može da dovede do pojave nekih teških bolesti. Sa stanovišta dužine boravka u GPZ postoje: a) trenutna (akutna) i b) dugotrajna (hronična) dejstva. Posledice trenutnog delovanja mogu da budu katastrofalne naročito u saobraćaju. U [7] su prikazani rezultati istraživanja, koja su realizovana od strane Laboratorije za fizikalnu radiesteziju Elektronskog fakulteta u Nišu, Zavoda za zdravstvenu zaštitu radnika u Nišu i Odeljenja saobraćajne policije Niš, a koja se tiču saobraćajnih nezgoda na putu Niš - Niška Banja kod Br. 6. Pokazano je da na mestu gde su se desili teški udesi sa smrtnim posledicama postoje podzemni tokovi koji u nekim slučajevima deluju na vozače. Kod nekih vozača iz nepoznatih razloga dolazi, ali ne uvek, do nekontrolisanog skretanja vozila, ali uvek na lociranom mestu na putu. U [1] prikazani su rezultati istraživanja GPZ na putu Ohrid – Struga, kod manastira Sveti Erazmo (za manje od 20 god. 1320 nezgoda sa 68 poginulih i oko 900 povređenih). Interesantna je činjenica da su i neke avionske nesreće dovedene u vezu sa GPZ [13].

3. GEOPATOGENE ZONE I MOŽDANI TALASI

U [1] prikazani su rezultati merenja moždanih talasa elektroencefalografom (EEG) koji su sprovedeni u Psihijatrijskoj bolnici Toponica pored Niša. Merenja EEG obavljena su u prostoriji koja se nalazi iznad podzemnog toka. Osobe nad kojima je izvršeno merenje su ulazile i izlazile iz GPZ a da nisu znale gde je granica zone niti je postojala vizuelna markacija. Merenje je obavljeno kod normalno budnih osoba sa otvorenim očima. Objektivnost merenja postignuta je tako što je samo merenje obavilo medicinsko osoblje bolnice. Statistička analiza obavljena je nad dijagramima (70 dijagrama) (sl.1) gde je pokazano da se trenutna frekvencija mozga menja sa ulaskom (smanjenje) i izlaskom (povećanje) medijuma u i iz GPZ. Srednja vrednost promene iznosila je oko 6 Hz (sl.2).



Slika 1. Specijalni slučaj nagle promene frekvencije moždanih talasa (slika preuzeta iz [1]).



Slika 2. Frekvencija moždanih talasa medijuma prilikom prelaska GPZ (slika preuzeta iz [1]).

Ovi rezultati prikazani su na većem broju naučno-stručnih konferencija kao eksperimentalni dokaz postojanja i uticaja GPZ, koji može biti fizički registrovan pomoću EEG. Prema zaključku autora [1] iz, za sada nepoznatih razloga, kada medijum uđe u GPZ frekvencije moždanih talasa se naglo smanjuju dok se amplituda povećava, slično epileptičnom napadu ili kod dubokog sna. Sa ovakvim zaključcima postoji mogućnost objašnjenja nekih saobraćajnih nezgoda koje su se desile iz neobjašnjivih razloga (vozač je skrenuo na levu stranu i udario u prepreku ili izazvao sudar sa drugim vozilima). Vozač je, nakon nailaska na GPZ, trenutno prešao u stanje slično snu dok je se volan u njegovim rukama počeo da ponaša kao rašlje kod rašljara. Ovakve situacije dešavaju se izuzetno retko ali uvek u prisustvu GPZ. Isti vozač može da prođe više hiljada puta preko GPZ i da ne doživi takvu reakciju. Dalja istraživanja treba da idu ka definisanju drugih uticaja koji pored GPZ utiču na trenutnu reakciju vozača i njihovu međusobnu zavisnost (stanje u atmosferi, pritisak, vlažnost vazduha, jonizacija, mesečeve mene i dr). Pored toga treba analizirati i stanje vozača (psihičko stanje, krvni pritisak, šećer u krvi, krvna grupa i dr.).

4. GEOPATOGENE ZONE I GOVORNI SIGNAL

Predpostavka je da promena frekvencije i amplitude moždanih talasa usled dejstava GPZ dovodi do promene fundamentalne frekvencije. Osmišljen je eksperiment koji treba da potvrdi ili odbaci predpostavku o promeni

fundamentalne frekvencije. Eksperiment je podrazumevao: a) formiranje grupe ispitanika koji su osetljivi na dejstvo GPZ (L-antene u njihovim rukama evidentiraju prisustvo zračenja), b) lociranje GPZ na delu puta gde se učestalo javljaju saobraćajne nezgode, c) snimanje govornog signala u GPZ i d) analizu fundamentalne frekvencije.

5. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

5.1 Lokacija GPZ

Za potrebe sprovođenja eksperimenta locirana je GPZ koja u širini od 2 m preseca magistralni put Niš-Kladovo na planinskom prevoju Gramada, 5 km daleko od Svrlijga (Sl.3).



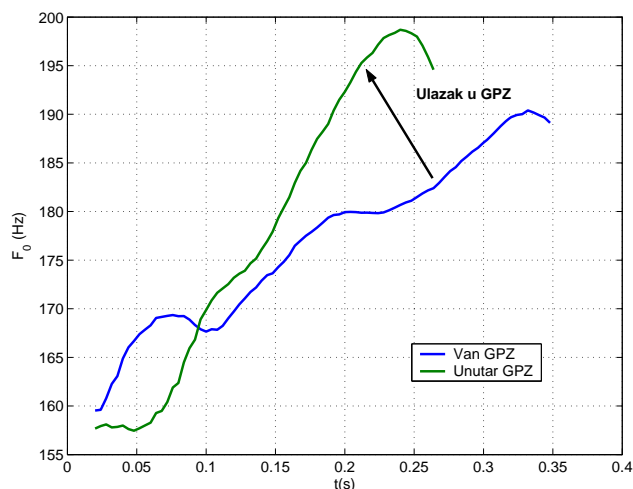
Slika 3. Lokacija GPZ na putu Niš-Kladovo gde je sproveden eksperiment.

5.2 Baza govornih signala

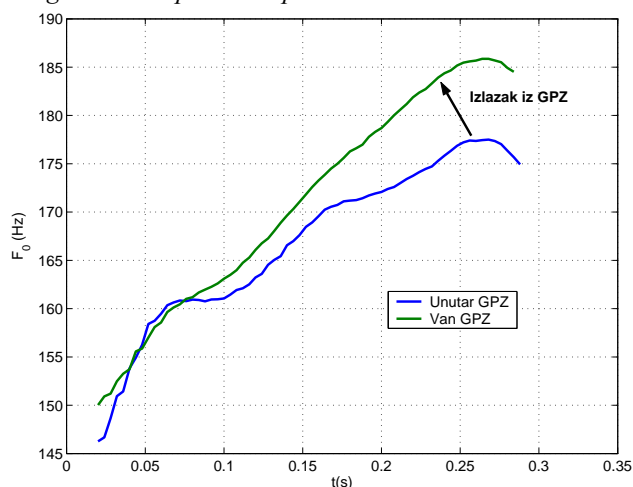
Baza govornih signala urađena je za testnu grupu koju je činilo 5 osoba sa izraženom osetljivošću na GPZ (rašljari). Snimanje je obavljeno pomoću PC računara a govorni signal je u formi *wav* fajla arhiviran na hard disku radi dalje obrade. Scenario eksperimenta je bio sledeći. Svaki učesnik je u jednom ciklusu snimanja dva puta zaredom izgovarao samoglasnike A, E, I, O i U. Realizovan je 21 ciklus snimanja, i to a) 1-3, 9-13 i 19 van GPZ i b) 4-8, 14-18 u GPZ. Snimanje se ponavljalo u razmaku od 10 min uz izuzetak ciklusa koji su podrazumevali ulazak i izlazak iz GPZ koji su snimani bez prekida (ciklusi 3-4, 8-9, 13-14 i 18-19).

5.3 Rezultati

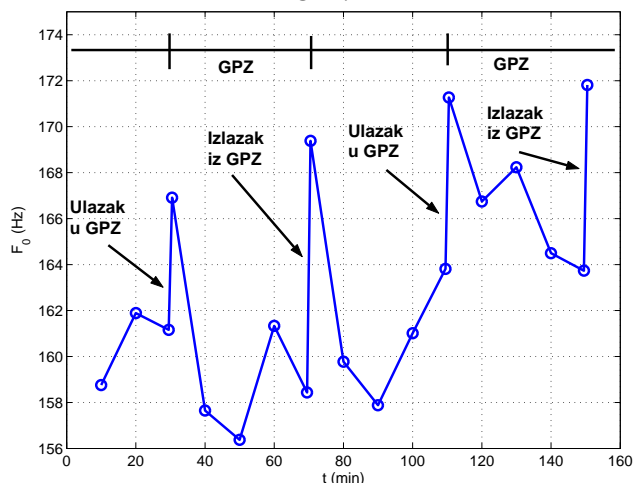
Rezultati merenja predstavljaju trajektorije fundamentalne frekvencije svih govornika za sve samoglasnike kroz 19 ciklusa merenja. Na sl.4 prikazana je Trajektorija fundamentalne frekvencije za samoglasnik a kod ulaska i izlaska iz GPZ prikazane su na sl.4 i sl.5 respektivno. Srednja vrednost fundamentalne frekvencije za sve govornike i za sve samoglasnike prikazana je na sl.6.



Slika 4. Trajektorija fundamentalne frekvencije za samoglasnik a neposredno pre i odmah nakon ulaska u GPZ.



Slika 5. Trajektorije fundamentalne frekvencije za samoglasnik a neposredno pre i odmah nakon izlaska iz GPZ.



Slika 6. Srednja vrednost fundamentalne frekvencije svih govornika za samoglasnike a, e, i, o i u.

5.4 Analiza rezultata

Na osnovu rezultata opisanog eksperimenta (sl.6) uočava se da se sa svakim ulaskom i izlaskom iz GPZ dolazi do trenutnog povećanja i smanjenja fundamentalne frekvencije.

Promene su iznosile 4.26% u odnosu na srednju vrednost fundamentalne frekvencije. Ovakav rezultat je neočekivan imajući u vidu rezultate iz [1]. Naime, promene frekvencije moždanih talasa dešavale su se kod ulaska i izlaska iz GPZ i zadržavale promenjeno stanje za sve vreme boravka u zoni. Efekat na fundamentalnu frekvenciju je takav da dolazi do promene ali i brzog vraćanja na normalnu vrednost, bez obzira što je medijum ostao unutar GPZ.

6. ZAKLJUČAK

U radu je izvršena analiza delovanja GPZ na fundamentalnu frekvenciju govora. Imajući u vidu činjenicu da nisu razrađene metode merenja i merni instrumenti za merenje GPZ, kao i da nije objašnjena priroda zračenja, zvanična nauka ovo polje još ne priznaje. Međutim, činjenica je da polje postoji i da deluje na neke ljude, čak i sa katastrofalnim posledicama (teške bolesti, saobraćajne nezgode,...). Merenjem frekvencije moždanih talasa pokazano je da je moguće meriti efekte polja [1]. U ovom radu je pokazano da je efekat dejstva polja moguće meriti preko promena fundamentalne frekvencije.

Zahvalnica - Za pomoć u radu autori se zahvaljuju dr Aleksandru Vorgučiću, redovnom profesoru Elektronskog fakulteta u Nišu

LITERATURA

- [1] A. Vorgučić, "Penetration into unreached", *Mikrotalasna revija*, Septembar 2001, str. 46-49.
- [2] A. Vorgučić, V. Momčilović, "Some Results of Research on Endemic Nephropathy", *6th Symp. on Balkan Endemic Nephropathy*, Med. AN, SLD, Niska Benja, pp. 187-197, 1987.
- [3] M., Salatova, "Effects of Active Earth Zone on Plants cultivated in Gardeners Establishments", *6th Int. Conf. on Psychotronic Research*, Zagreb, pp. 156-159, 1086.
- [4] S. Higgins, "The effect of magnetically shielding a dowser", *The Rose-Croix Journal*, Vol 4, pp. 45-54, 2007.
- [5] H.D. Betz, "Unconventional Water Detection: Field Test of the Dowsing Technique in Dry Zones: Part 1", *Journal of Scientific Exploration*, Vol. 9, No. 1, pp. 1-43, 1995.
- [6] H.D. Betz, "Unconventional Water Detection: Field Test of the Dowsing Technique in Dry Zones: Part 2", *Journal of Scientific Exploration*, Vol. 9, No. 2, pp. 159-189, 1995.
- [7] A. Vorgučić, J. Jovanović, Lj. Milovanović, Uticaj geopatogenih zona na bezbednost u saobraćaju, *Jugoslovenski kongres medicine rada*, Niš, 1997.
- [8] A. Vorgučić, "Geopathogenic fields? Measuring and challenge", *7th International Conference on Applied Electromagnetics IIEC 2005*, Nis, 2005, Section: O5 – Field Computation/Applications.
- [9] B. Yang, M. Lugger, "Emotion recognition from speech signals using new harmony features", *Signal Processing*, Vol. 90, pp. 1415-1423, 2010.
- [10] R. Ruiz, E. Absil, B. Harmegnies, C. Legros, D. Poch, "Time and spectrum related variabilities in stressed speech under laboratory and real conditions", *Speech Communication*, Vol. 20 pp. 111-129, 1996.
- [11] J. Obrenovic, "Fundamental frequency of the voice in relation to hypoxia as a stressor", *Facta Universitatis*, Series: Philosophy, Sociology and Psychology, Vol. 2, No. 9, pp. 683 – 689, 2002.
- [12] Z. Milivojevic, M. Milivojevic, D. Brodic, D. Milivojevic, "The Acute Hypoxia Indication by the Dissonant Intervals of the Speech Signals", *International Journal of the Physical Sciences*, 7(3), pp.334-339, 6 January, 2012.
- [13] P.V. Lushvin, "Possible cause of accident of the French plane of 6/1/2006 - hit in the made active geopathogenic zone", *Исследование Земли из Космоса*, no. 2, c. 30-31, 2009.

ALGORITAM ZA PROCENU VREMENSKIH FLUKTUACIJA PARAMETRA VIBRATA ALGORITHM FOR ESTIMATION OF TIME FLUCTUATIONS PARAMETERS OF VIBRATOS

Zoran Milivojević, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Niš, Srbija*
Dragiša Balanesković, *Fakultet umetnosti, Niš, Srbija*

Sadržaj: U prvom delu rada prikazan je algoritam za procenu parametara vibrato tona. Analizirani su parametri vibrata (intonacija, brzina i širina vibrata). U drugom delu rada grafički i tabelarno su prikazani rezultati procene parametara vibrato tonova iz vibrato baze, formirane snimanjem studenata prve godine Gudačkog odseka Fakulteta umetnosti u Nišu. Pored toga, izvršena je komparativna analiza objektivnih i subjektivnih ocena parametara vibrata. Na osnovu toga određena je efikasnost algoritma.

Ključne reči: fundamentalna frekvencija, vibrato, MOS test.

Abstract: In the first part of the paper, the algorithm for evaluation of the parameters of a vibrato tone was shown. The parameters of vibratos (intonation, speed and width of vibratos) were analysed. In the other part of the paper, the results of the estimation vibrato tone parameters from the vibrato base, which was formed by recording students of the String Instruments Department at the Faculty of Arts in Niš, were shown as graphs and tables. Besides that, a comparative analysis of objective and subjective evaluations of vibrato parameters was performed. The efficacy of the algorithm was determined.

Key words: fundamental frequency, vibrato, MOS test.

1. UVOD

Vibrato je uveden u 17 veku kao ornament pojedinačne note. Najpre je korišćen kod viola, flauta kao i kod pevanja, odnosno glasovne interpretacije [1]. Glas sa vibratom se često ozvačava kao svetao, odnosno obojen. Vibrato kod zvuka nastalog pevanjem predstavlja specifični muzičku odliku koja ne postoji kod govora [2]. Vibrato je bitan muzički element koji kod reprodukovnog zvuka (pevanjem ili sviranjem) doprinosi poboljšanju izražajnosti reprodukovnog zvuka (tona). Kaže se da je vibrato prirodni izraz emocija violiniste, razumevanja muzike i muzičke filozofije [3]. Mnoge naučne discipline proučavaju vibrato: psihologija, muzikologija, procesiranje signala i dr. Sa strane akustike vibrato predstavlja pravilne fluktuacije fundamentalne frekvencije [2].

Kod žičanih instrumenata vibrato nastaje promenom dužine žice za vreme reprodukcije tona. Samim tim menja se frekvencija reprodukovnog zvuka, odnosno dolazi do frekvencijske modulacije. Pored frekvencijske modulacije javlja se i amplitudska što sve doprinosi kvalitetu i doživljaju vibrata [4].

U procesu učenja vibrata, kao i kod slušanja muzike javlja se potreba za ocenjivanje kvaliteta vibrata. U cilju određivanja kvaliteta vibrata, eksperti slušaju, analiziraju i donose ocenu. Ovakve ocene su subjektivne. Muzički pedagozi i izvođači još nisu definisali kvalitet vibrata. Neslaganja postoje oko parametara vibrata. Samim tim još nije uveden univerzalni metod učenja sviranja vibrata. Objektivne metode podrazumevaju precizno definisanje i analizu parametara vibrata. Ocena se donosi na osnovu vrednosti parametara [5,6]. Empirijska istraživanja vibrata kod žičanih instrumenata prvi put su publikovana dvadesetih godina XX veka na Ajova Univerzitetu [7]. Rezultati ovih

studija su sumirana u radovima [8,9] pokazala su da je kod virtuoza brzina vibrata 5.6-7 Hz dok je vibrato širina do četvrtine tona.

U ovom radu opisan je softver, razvijen od strane autora, za određivanje vremenskih fluktuacija parametara vibrata. Nakon toga opisan je eksperiment sproveden na Fakultetu umetnosti u Nišu, koji je podrazumevao snimanje studenata violine i anonimnog ocenjivanja kvaliteta njihovog vibrata od strane profesora gudačkih instrumenata. Muzički materijal je procesiran softverom za ekstrakciju parametara vibrata. Tabelarno i grafički su prikazani parametri vibrata, čime je omogućena objektivna ocena vibrata. Na kraju je izvršena komparativna analiza sa subjektivnom ocenom profesora. Na osnovu tih rezultata dato je mišljenje o efikasnosti softvera za ocenu vibrata.

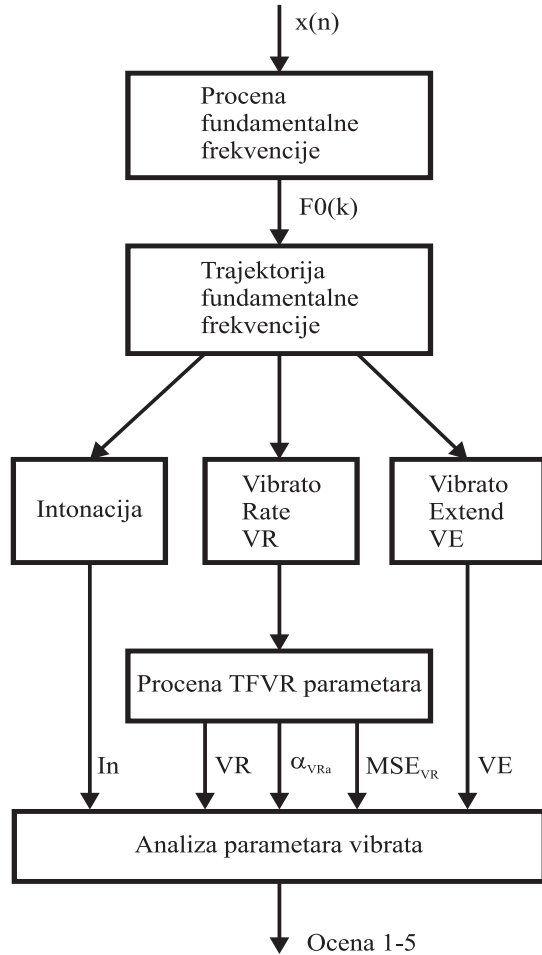
Organizacija rada je sledeća. U Sekciji II opisan je algoritam za procenu parametara vibrata. U sekciji III opisani su sprovedeni eksperimenti, dobijeni rezultati i komparativna analiza. Sekcija IV je zaključak.

2. ALGORITAM ZA PROCENU PARAMETRA VIBRATA

Tehnički posmatrano vibrato predstavlja periodičnu promenu frekvencije tona na više i na niže u odnosu na intonacionu visinu tona. U skladu sa tim za odsviranu vibrato notu uvedeni su pojmovi intonacija (visina tona, odnosno fundamentalna frekvencija), brzina promene frekvencija (**eng.** *Vibrato Rate*, VR) i frekvencijska širina (**eng.** *Vibrato Extend*, VE).

Algoritam za određivanje parametara vibrata i donošenja objektivne ocene prikazan je na sl. 1. Algoritam se primenjuje nad signalom $x(n)$ i realizuje u sledećim koracima: *Korak 1:* Procena fundamentalne frekvencije F_0 , *Korak 2:* Analiza trajektorije fundamentalne frekvencije i

određivanje vremenski usrednjenih parametra vibrata: a) intonacionu frekvenciju, b) VR i c) VE, *Korak 3:* Analiza vremenskih fluktuacija brzine vibrata a) ugla aproksimacione VR trajektorije prvog reda α_{VRa} i b) srednje kvadratne razlike MSRVR između realne VR traektorije i aproksimacione VR trajektorije. *Korak 4:* Donošenje ocene kvaliteta vibrata.



Slika 1. *Algoritam procene parametra vibrata.*

Procena fundamentalne frekvencije predstavlja složen tehnički problem koji je vrlo aktuelan kod digitalne obrade signala (prepoznavanje govora, govornika, kompresija govornog signala i dr.) [10-13]. U ovom radu korišćen je YIN algoritam koji se smatra referentnim u ovoj oblasti. Analiza vremenske trajektorije fundamentalne frekvencije omogućava procenu parametara vibrata. U [6] su opisani algoritmi zasnovani na procesiranju u vremenskom (korelacione metode) i frekvencijskom domenu (primena FFT i analiza spektra). Autori ovog rada su razvili algoritam baziran na algoritmu prikazanom u [4]. U daljem tekstu, polazeći od vibrato modela, opisan je algoritam za procenu parametara vibrata.

Donošenje ocene objektivnom metodom podrazumeva usaglašavanje sa subjektivnim ocenama. Kao mera mogu poslužiti analize parametara vibrata četiri virtuoz (Davida Ojstraha, Artura Grimioa, Isaka Šterna i Itsaka Perlmana) koji su opisani u [3].

2.1 Vibrato model

Posmatrajmo audio signal oblika:

$$s(t) = A_i(t) \cdot \cos(\phi(t)), \quad (1)$$

gde je A_i trenutna amplituda, dok je trenutna frekvencija:

$$f_i(t) = \frac{\partial \phi_i(t)}{\partial t}. \quad (2)$$

Trenutna frekvencija može da se tretira kao nestacionarni signal čija centralna vrednost predstavlja frekvenciju note, dok u muzičkoj interpretaciji predstavlja intonaciju. Amplituda devijacije trenutne frekvencije označava se kao proširenje dok se vremenske promene označavaju sa brzina promene frekvencije. Uvođenjem tri parametra trenutna frekvencija se može zapisati kao:

$$f_i(t) = b(t) + a_v(t) \cdot \cos(\phi_v(t)). \quad (3)$$

Moguće je uspostaviti vezu između parametara $f_i(t)$, $a_v(t)$ i $f_v(t)$ koji odgovaraju muzičkim parametrima vibrato tona: intonaciji, proširenje i brzina promene frekvencije (VE i VR).

2.2 Parametri vibrata

Na sl.2 prikazana je trajektorija vibrato tona odsviranog na violini. Za potrebe objektivne analize parametara muzičkih signala primenjena je logaritamska skala kod koje se vrednosti (cent) određuju na osnovu frekvencijske skale u Hz:

$$c = 1200 \cdot \log_2(f/F_n), \quad (4)$$

gde je c vrednost u centima, f trenutna frekvencija a F_n normalizaciona frekvencija. U ovom radu svi primeri su prikazani sa tonom **A4** kao normalizacionim tonom, odnosno $F_n=440\text{Hz}$.

Intonacija predstavlja srednju vrednost trajektorije fundamentalne frekvencije (sl.2.a). Srednja vrednost se određuje za ceo vremenski interval trajanja vibrato tona (sl.2.c). Pored ovako definisane srednje vrednosti definiše se i trenutna srednja vrednost (sl.2.b) čija je amplituda promenljiva u vremenu. Kod analize intonacije vibrato tona treba uzeti u obzir oba parametra.

Saglasno obeležavanjima na sl.3. definišu se srednje vrednosti parametara VR i VE na sledeći način:

$$VR = N / \sum_{n=1}^N R_n, \quad (5)$$

i

$$VE = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N E_n. \quad (6)$$

Vremenska karakteristike promenljivosti brzine vibrata (**engl. Time Fluctuation of Vibrato Rate, TFVR**) je značajan parametar za određivanje kvaliteta vibrata. U [4] predloženo je da se trajektorija VR aproksimira krivom prvog reda. Fluktuacija vibrata predstavlja odstupanje od linije aproksimacije. Možemo uvesti dva parametra:

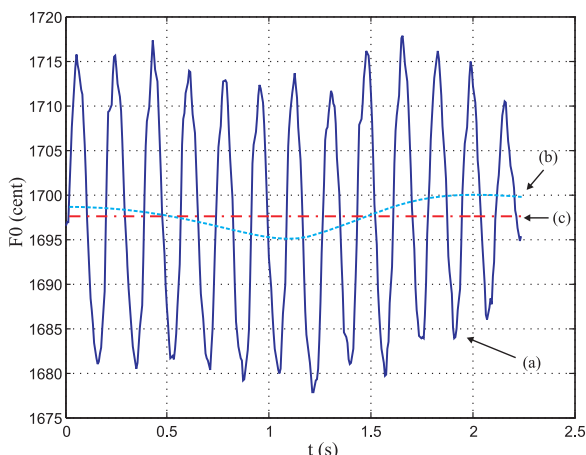
- srednju kvadratnu grešku između VR trajektorije i aproksimacione VR trajektorije MSE_{VR} i
- nagiba aproksimacione VR trajektorije u odnosu na vremensku osu α_{VRa} .

Kod međusobnog upoređivanja važi kriterijum da je kvalitetniji vibrato sa manjim MSE_{VR} i α_{VRa} parametrima.

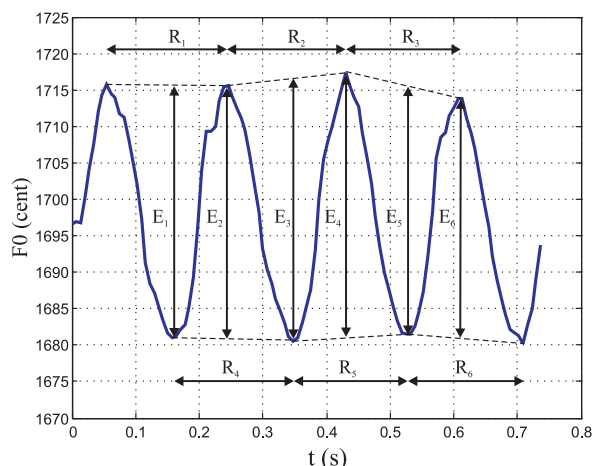
3. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

U cilju testiranja algoritma za objektivnu ocenu kvaliteta vibrata formirana je baza vibrato signala i izvršena subjektivna analiza metodom MOS testa (**engl. Mean**

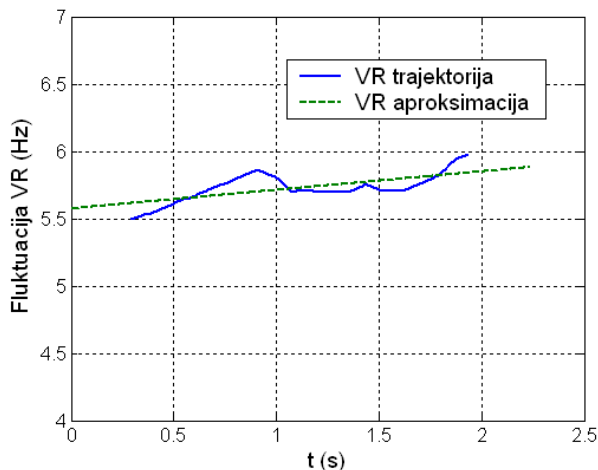
Opinion Score). MOS test sproveden je u prostorijama Fakulteta umetnosti u Nišu. Analiza je podrazumevala ocenu kvaliteta vibrata od strane 6 profesora gudačkih instrumenata. Nakon toga je izvršena komparativna analiza objektivnog i subjektivnog testiranja.



Slika 2. Trajektorije: a) fundamentalne frekvencije, b) fluktuacija intonacije i c) srednja vrednost trajektorije fundamentalne frekvencije vibrato tona.



Slika 3. Karakteristične vrednosti fundamentalne frekvencije vibrato signala za određivanje parametara VR i VE.



Slika 4. Trajektorije brzine vibrata.

3.1 Vibrato baza

U cilju testiranja vibrata formirana je testna grupa koju čine studenti prve godine Muzičkog odseka Fakulteta umetnosti u Nišu, Srbija. Polna struktura grupe: 2 muška i 3 ženska. Godine starosti: 18-20 godina. Studenti su odsvirali niz tonova od 8 taktova sa i bez vibrata (sl.4) polazeći od tona E3 na prvoj žici. Snimanje je obavljeno studijskom opremom u koncertnoj sali Fakulteta umetnosti u Nišu ($F_s=44.1$ kHz, i 16 b/s). Snimljeni materijal je u formi wav fajla arhiviran na hard-disku.

3.2 Rezultati – objektivna analiza

Napred opisani algoritam za procenu parametara vibrata primenjen je nad vibrato bazom. Parametri intonacije, VR i VE prikazani su u tabelama 1 i 2. Vremenske fluktuacije VR parametra prikazane su u tabeli 3, sl.4 i sl. 5. Tabele sadrže podatke za sve testirane instrumentaliste (studente) sa oznakama S1,...,S5.

Tabela 1. Preciznost intonacije.

Student	Intonacija		ΔF_n	
	[Hz]	[cents]	[Hz]	[cents]
S1	165.05	1697.5	0.24	2.52
S2	164.58	1702.4	0.22	2.33
S3	165.59	1691.8	0.78	8.22
S4	164.18	1706.7	0.63	6.66
S5	165.33	1694.6	0.52	5.44

Tabela 2. VR i VE parametri.

Student	VR	VE	
	[Hz]	[Hz]	[cents]
S1	5.72	3.2	33.57
S2	4.81	2.26	23.81
S3	5.9	1.78	18.56
S4	4.7	1.96	20.7
S5	4.84	2.59	27.16

Tabela 3. Vremenske fluktuacije VR parametra.

Student	MSE_{VR}	$\alpha_{VRa} [^\circ]$
S1	0.0058	7.83
S2	0.0467	9.58
S3	0.0168	1.76
S4	0.0116	-5.11
S5	0.0114	1.06

3.3 Rezultati – subjektivna analiza

Subjektivna analiza sprovedena je MOS testom. Šest profesora violine slušalo je muzički materijal i ocenjivalo ocenom 1 (nema vibrata), 2 (vibrato loš), 3 (vibrato dobar), 4 (vibrato vrlodobar) i 5 (vibrato odličan) (tabela 4). Konačna ocena donosi se kao srednja vrednost svih ocena. Objektivnost je postignuta tako što ocenjivač nije znao izvođača.

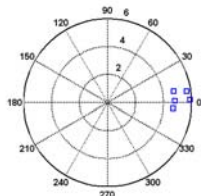
Tabela 4. Rezultati MOS testa.

Student	S1	S2	S3	S4	S5
Ocena	3.66	4.33	3.33	3.16	3.66

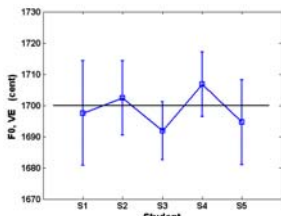
Komparativna analiza

U radu [3] analizirani su muzički zapisi četiri violinista-virtuoza: Davida Ojstraha, Artura Grimioa, Isaka Šterna i Itsaka Perlmana. Detaljnom analizom pokazano je da je njihova prosečna vrednost $VR=\{6.6, 6.9, 6.4, 6.5\}$ i $VE=\{64,$

78, 78, 43} respektivno. Jedan od autora članaka je, prema sopstvenim rečima, osrednji violinista koji ima $VR=3-5.8$ i $VE=20-60$. Generalni zaključak u radu je da je vibrato virtuozu u odnosu na osrednje violiniste mnogo brži (veliko VR) i mnogo širi (veliko VE). U svetlu ovih rezultata biće izvršena analiza subjektivnih i objektivnih ocena testne grupe.



Slika 5. VR karakteristike u (r, α) dijagramu: α -ugao aproks. VR parametra i b) r-srednja vrednost VR parametra.



Slika 6. Intonaciona frekvencija i VE parametar za notu E3.

Analizom parametara vibrato signala za ton E3 (tabela 1-tabela 3, sl.5 i sl.6) dolazi se do zaključka da je:

a) parametar $VR=4.7-5.9$ Hz što je u granicama prosečnosti,

b) parametar $VE=18.56-33.57$ centa gde je donja granica na donjoj granici prosečnosti.

Analizom MOS ocena (tabela 4) dolazi se do zaključka da:

a) kod formiranja subjektivne ocene veći efekat ima parametar VE u odnosu na VR,

b) vibrato tonu sa najmanjim VE (18.56 centa) dobio je nisku ocenu (3.33) i pored toga što je imao najveće VR (5.9 Hz),

c) vibrato ton na najmanjim VR (4.7 Hz) i malim VE (20.7) koji je na donjoj granici prosečnosti dobio je najmanju ocenu (3.16),

d) najbolju ocenu dobio je ton sa malim VR (4.81) i malim VE (23.81), najvećim MSE (0.0467) i najvećim uglom (9.58).

Zadnji zaključak je u velikoj meri neočekivan. Ton sa malim VR i VE ali sa velikim vremenskim fluktacijama VR parametra proizveo je u svesti ocenjivača najprijetniji osećaj. Ovu činjenicu treba detaljnije istražiti što će biti jedan od narednih zadataka na ovom projektu.

Kao generalni zaključak nameće se mogućnost vrlo kvalitetnog objektivnog testiranja vibrato tonova primenom relativno proste aparature i implementiranim algoritmom iz ovog rada. Kao aparatura može poslužiti mikrofonsrednje klase i PC računar sa audio kartom.

Dalje aktivnosti na projektu odvijajuće se u pravcu primene algoritma za objektivnu ovnu kvaliteta vibrata na praćenja napredovanja studenata Muzičkog odseka, kao i analize efekta edukacije na visokoškolskoj ustanovi na parametre vibrata

4. ZAKLJUČAK

U radu je opisan algoritam za objektivnu procenu vibrato tonova na osnovu parametara vibrata. Verifikacija algoritma obavljena je analizom kvaliteta vibrata kod studenata I godine Muzičkog odseka Fakulteta umetnosti. Izvršena je

komparativna analiza rezultata algoritma sa subjektivnim ocenama koje su dali profesori gudačkih instrumenata. Analiza je pokazala da algoritam daje izuzetno kvalitetne objektivne procene parametara vibrata što daje preporuku za njegovu implementaciju kod sistema sa edukaciju i testiranje instrumentalista.

Zahvalnica: Autori zahvaljuju profesorima i studentima Muzičkog odseka Fakulteta umetnosti u Nišu. Posebnu zahvalnost izražavaju g. M. Obradoviću koji je studijskom tehnikom pomogao kod formiranja vibrato baze.

LITERATURA

- [1] R. B. MacLeod, "Influences of Dynamic Level and Pitch Register on the Vibrato Rates and Widths of Violin and Viola Player", *Journal of Research in Music Education*, Spring 2008, Vol.56, pp. 43-54.
- [2] X. Arroabarren, J. Rodet, "On the Measurement of the Instantaneous Frequency and Amplitude of Partial in Vocal Vibrato", *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, Vol. 14, No. 4, July 2006.
- [3] T. Wakazama, M. Nagashima, O. Yamazaki, H. Suzuki, "Comparison of vibratos among four virtuozii", International Symposium on Musical Acoustic ISMA2004, Nara, Japan, 2004.
- [4] N. Migata, M. Morise, T. Nishiura, "A study of vibrato features to control singing voices", Proceedings of 20th International Congress on Acoustics, ICA 2010, 23-27 August, Sydney, Australia, 2010.
- [5] T. Sangiorgi, C. Manfredi, P., Brusciaglioni, "Objective analysis of the singing voice as a training aid", *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 2005; 30; pp. 136-146.
- [6] N. Amir, O. Michaeli, O. Amir, "Acoustic and perceptual assessment of vibrato quality of singing students", *Biomedical Signal Processing and Control*, 1 (2006), pp. 144-150.
- [7] M. Geringer, L. Allen, An analysis of vibrato among high school and university violin and cello students, *Journal of Research in Music Education*, Vol. 52, pp. 167-178, 2004.
- [8] J. Geringer, M. Allen, Michael, B. Rebecca, Initial Movement and Continuity in Vibrato among High School and University String Players, *Journal of Research in Music Education*, Vol. 53, 3; pp. 248-259, 2005.
- [9] B. Rebecca, Influences of Dynamic Level and Pitch Register on the Vibrato Rates and Widths of Violin and Viola Players, *Journal of Research in Music Education*; Vol. 56, 1, pp. 43-54, Spring 2008
- [10] A. Cheveigne, H. Kawahara, "YIN, a fundamental frequency estimator for speech and music", *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 111, No. 4, pp. 1917-1930, April 2002.
- [11] T. Murakami, Y. Ishida, "Fundamental frequency estimation of speech signal using MUSIC algorithm", *Acoust. Sci. & Tech.* vol. 22, pp. 293-297, 2001.
- [12] H. Pang, S. Baek, K. Sung, "Improved Fundamental Frequency Estimation Using Parametric Cubic Convolution", *IEICE Trans. Fundamentals.* vol. E83-A, pp. 2747-2750, 2000.

ŽIVOTNI VEK SENZORSKIH ČVOROVA U BEŽIČNIM SENZORSKIM MREŽAMA LIFETIME OF SENSOR NODES IN WIRELESS SENSOR NETWORKS

Mirko Kosanović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija u Nišu*

Sadržaj: *Efikasno korišćenje električne energije jedan je od osnovnih zadataka koji mora da zadovolji većina aplikacija. To naročito važi za aplikacije koje su projektovane za rad u bežičnim senzorskim mrežama (BSM), gde energetska efikasnost direktno utiče na njihov pravilan rad. Senzorski čvorovi (SČ), kao sastavni delovi BSM, napajani su putem baterija što znači da imaju ograničenu količinu energije na raspolaganju. U cilju produženja njihovog životnog veka jasno je da je ovaj cilj na primarnom mestu. Rad pruža uvid u to kako se razne tehnike za smanjenje potrošnje električne energije mogu primeniti u okviru svakog referentnog komunikacionog sloja, a da se pri tome ne izgubi na kvalitetu aplikacije koja se koristi.*

Abstract: *One of the main task that must satisfy most applications is efficient use of power supply. This is especially true for applications that are designed for operation in Wireless Sensor Networks (WSN), where energy efficiency is directly affecting to their proper operation. The sensor nodes (SN), as integral parts of WSN, are powered by batteries, which means they have a limited amount of energy available. In order to extend their lifetime, it is clear that this is a primary goal. The work provides insight into how the various techniques for reducing power consumption, within each reference communication layer, can be applied without losing the quality of the application which is used.*

1. UVOD

Bežične tehnologije, koje su zbog svojih prednosti za kratko vreme privukle jako veliku pažnju, verovatno su trenutno jedno od najatraktivnijih područja u računarskoj tehnici i komunikacijama. Mobilna telefonija, bežični Internet kao i nadolazeće BSM, predstavljaju samo neke od krajnjih proizvoda ove tehnologije koja je znatno uticala i promenila naš način življenja i ponašanja. Međutim, verovatno da ne postoji ni jedno područje istraživanja koje je tako kompleksno, raznorodno i koje u sebi na jednom mestu objedinjuje toliki broj različitih tehnologija i pravaca istraživanja, kao što je to slučaj sa BSM. Od čisto hardverskih metoda koje podrazumevaju izbor najoptimalnijih komponenata od kojih se sastoji senzorski čvor, preko izbora odgovarajućeg operativnog sistema, izbora optimalne modulacije i frekvencije kod slanja podataka, zaštite i enkripcije podataka, pa do softverskih metoda koje podrazumevaju projektovanje odgovarajućih mrežnih protokola koji trebaju da uspostave najoptimalniju mrežnu topologiju. Zbog svojih velikih mogućnosti, male cene, kao i široke primenljivosti, ova tehnologija mnogo obećava u budućnosti, tako da broj različitih primena, a samim tim i raznovrsnost aplikacija, sve više raste. Možda jedan od najvećih problema sa kojim se razvoj ovih aplikacija susreće je njihova energetska efikasnost, koja predstavlja jedan od osnovnih ograničavajućih faktora. U osnovi svake aplikacije u BSM-a su bežični senzorski čvorovi (SČ-Sensor Node), koji su raspoređeni u širem geografskom regionu, u kome najčešće postoje fizički nepristupačne lokacije. Osnovni snabdevač električnom energijom gotovo svih SČ-a je baterija, koja ima strogo limitirane kapacitete. Kako vek trajanja SČ zavisi od raspoloživog izvora energije, kao i njene ukupne potrošnje,

jasno je da je osnovni cilj da se obezbedi što efikasnije trošenje raspoložive energije, kako bi se obezbedio što duži rad BSM. Povećanje njenih kapaciteta nije moguće zbog male veličine SČ (nekoliko mm³), a punjenje ovih baterija je dosta otežano, pre svega zbog limitiranih kapaciteta SČ, kako računarskih tako i fizičkih. Sa druge strane fizičko menjanje predstavlja jako komplikovan zadatak, ne samo zbog nepristupačnosti lokacije gde se SČ-ovi nalaze, već i zbog njihovog velikog broja u BSM (od nekoliko stotina pa do nekoliko hiljada SČ-ova). Upravo zbog toga sva istraživanja u BSM usmerena su na uštedu el.energije kako bi se omogućilo da SČ-ovi što duže traju u BSM [1]. Dva osnovna pravca su se sama nametnula na ovom području a to su: primena metoda za efikasno korišćenje raspoložive energije i korišćenje prirodnih resursa kao dodatnih izvora energije (*energy harvesting techniques*). Ovaj rad ima za cilj da identifikuje, kvantifikuje i rasporedi po referentnim nivoima većinu metoda koje nam stoje na raspolaganju za uštedu električne energije u BSM, a sve u cilju produženja životnog veka svakog pojedinačnog SČ u BSM. U nastavku rada, u poglavlju 2. objašnjene su neke bitne osobine koje karakterišu BSM sa gledišta potrošnje električne energije. Sledeće poglavlje daje kratki uporedni pregled nivoa koji mogu da se referenciraju u BSM u odnosu na standardne OSI i TCP/IP referentne nivoe. U poglavlju 4. prikazane su neke od mogućnosti koje nam stoje na raspolaganju u svakom referentnom nivou sa gledišta uštede električne energije. Poglavlje 5. ukazuje na neke nove poglede za uštedu energije koji se ogledaju u saradnji većeg broja referentnih nivoa (*cross-layer design*) i upravo razmatra ovu problematiku. I na kraju poglavlje 6 zaključuje ovaj rad.

2. OSOBINE BEŽIČNIH SENZORSKIH MREŽA

Bežične senzorske mreže (BSM) predstavljaju velike mreže malih SČ-ova, ograničenih računarskih mogućnosti, koji su sposobni da samostalno prikupljaju, obrađuju i razmenjuju podatke [1]. Na taj način oni formiraju višeskokovitu (*multihop*) bežičnu RF mrežu, u jednoj decentralizovanoj strukturi, u kojoj potpuno samostalno održavaju međusobnu povezanost, bez obzira na broj i prostornu poziciju SČ. Topologija mreže je ovde promenljiva jer se broj SČ dinamički menja. Oni mogu da ispadnu iz mreže zbog prestanka rada, neispravnosti, smanjenja ili gubitka el. energije. Sa druge strane moguće je ovakvu mrežu 'osvežiti' novim SČ i na taj način u potpunosti promeniti topologiju novonastale mreže. Jedna od osnovnih karakteristika BSM je da one ne zahtevaju postojanje bilo kakve fiksne infrastrukture za njeno funkcionisanje. Poruke se prenose između SČ-ova bez dodatnih pristupnih tačaka i drugih mrežnih elemenata koji su potrebni kod strukturiranih bežičnih mreža. Na taj način omogućeno je da SČ-ovi mogu da komuniciraju na mnogo većim rastojanjima (*multihop* komunikacija) nego što je domet jednog SČ, koji je uobičajeno jako mali, od 10m do 50m. Ali ova činjenica, *multihop* komunikacija, dovela je da SČ u okviru mreže imaju dvostruku ulogu: hostova i ruter. Pored osnovne funkcije sakupljanja podataka iz nagledane sredine, svaki SČ treba i da prihvate podatke od drugih SČ i da ih prosledi ka drugim SČ-ima. To znači da je kod prenosa jedne informacije aktivno više SČ-ova, što prouzrokuje znatno povećanu potrošnju el. energije. Broj SČ-ova koji su tu uključeni zavisi pre svega od karakteristika medijuma za prenos kao i primenjenih protokola rutiranja. Mnogi parametri utiču na kvalitet komunikacije između SČ pa samim tim i na izbor odgovarajućih mrežnih protokola. Neki od tih parametara su: potrošnja el. energije, vrste bežičnog prenosa kao i primenjene modulacije, promenljiv kvalitet linka, uticaj interferencije i fedinga, slabljenje u prostiranju signala. Da bi se uticaj svih ovih parametara sveo na najmanju moguću meru, potrebno je da mreža bude dinamički konfigurisana, kako bi bila sposobna da samostalno pronađe odgovarajuće putanje rutiranja.

Jedan od najbitnijih faktora BSM po kome se one razlikuje od ostalih bežičnih struktura je upravo potrošnja el. energije. Kako je izvor el. energije ovde obično limitiran, u vidu baterije ograničenog kapaciteta (<0,5 Ah, 1,2 V), a i u većini slučajeva otežana zamena istog, jasno je da je životni vek SČ, a samim tim i cele BSM, direktno zavistan od količine energije kojom on raspolaže. U višeskokovitim BSM ovaj faktor još više dolazi do izražaja zbog dvostruke uloge svakog SČ. Sve to zahteva dodatnu potrošnju el.energije koja opet može proizvesti prekid rada dodatnih SČ, tj. u krajnjoj istanci, do potpunog prekida rada cele mreže. Zato i ne čudi da je energetska efikasnost svakog SČ primaran zadatak kod projektovanja svake aplikacije koja radi u BSM.

3. REFERENTNI MODELI

Osnovni komunikacioni proces sastoji se od slanja podataka od izvora do odredišta. U suštini ovde se radi o dve nezavisne aplikacije, koje se izvršavaju na različitim računarima, a koje su uzajamno povezane i koje razmenjuju

podatke. Zadatak predajne aplikacije je da izvrši pripremu podataka za slanje (kodiranje, kompresija, zaštita) i pošalje ih na medijum preko koga je ostvarena veza sa drugim računarom. Aplikacija na drugom računaru prihvata te podatke, vrši njihovo dekodiranje i prezentovanje. Očigledno je da se ceo ovaj proces može podeliti u više nivoa koji su identični i na predajnoj i na prijemnoj strani. U naučnim krugovima već se odomacilo da kad god se razgovara o nekom mrežnom komunikacionom procesu kao referentni model se uzima OSI (*Open Systems Interconnection*) model. Standardni OSI referentni model sastoji se od 7 slojeva koji su međusobno povezani i čine jednu celinu. Danas se ovaj model koristi samo kao referentni model u poređenju različitih komunikacionih procesa. Do toga je došlo jer su se oni dosta menjali i napredovali zadnjih godina. Na slici br. 1 prikazani su uporedni referentni nivoi OSI modela, TCP/IP modela i WSN modela [2].

Nivo aplikacije	Nivo aplikacije	Nivo aplikacije
Nivo prezentacije	Socket povezivanje	Nivo srednjeg sloja Operativni sistem
Nivo sesije		
Transportni nivo	Transportni nivo TCP UDP	Transportni nivo
Mrežni nivo	Mrežni nivo IP ICMP	Mrežni nivo
Nivo veze	Nivo veze ARP,RARP,NDIS	Nivo veze
Fizički nivo	Fizički nivo	Fizički nivo

a. OSI ref.model

b. TCP/IP model

c. WSN model

Slika broj 1.

4. POTROŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

4.1 FIZIČKI NIVO

Jedan od prvih zahteva koji treba ispuniti na ovom nivou je pravilan izbor komponenata od kojih se sastoji jedan SČ. Tu treba voditi računa o sledećem: birati komponente sa smanjenom potrošnjom (*low powering components*), sa višestrukim režimima rada (*active, idle, sleep* ili *stop*) kao i sa mogućnošću dinamičkog upravljanja njihovim radom. Takođe, ovde su razvijene mnoge tehnike za efikasno korišćenje raspoložive energije kao i za sprečavanje nepotrebno "curenja" energije (*leakage current*) u SČ [3].

Osnovna karakteristika ovog nivoa, koja izdvaja ovaj nivo od ostalih, je da pored trošenja električne energije, ovde možemo da obezbedimo i dodatno generisanje energije. Baterija, kao osnovni izvor energije kod SČ ima ograničenu količinu energije. Samim tim svaka BSM ima ograničeno trajanje, jer u većini slučajeva nije moguća zamena ovih baterija. Upravo zbog toga sve aktuelnija postaje jedna nova tehnika koja nam omogućava da koristimo prirodne energetske izvore. Proces uzimanja energije iz prirode, tj. okruženja SČ, i njeno pretvaranje u odgovarajuću električnu energiju poznat je pod terminom *energy harvesting* ili *power scavenging*. Ova tehnika je naročito pogodna za aplikacije koje zahtevaju kontinuirano veoma malu količinu energije za svoj rad ili koje u veoma kratkim intervalima rade sa punom

snagom. Upravo je takav režim rada SČ, pa su oni idealni kandidati da koriste ovu tehniku. Postoje različiti prirodni resursi koji se mogu koristiti kao potencijalna energija za napajanje SČ. Koji će se izvor koristiti prvenstveno zavisi od vrste aplikacije koji ti SČ-ovi trebaju da podrže. U različite prirodne izvore koji se mogu iskoristiti za prikupljanje energije spadaju: energija vetra i protoka tečnosti, solarna energija, toplotna energija, mehanička energija, ljudska energija koja zavisi od kretanja, temeperature tela i protoka krvi, elektromagnetna energija koja se nalazi u induktorima, kalemovima i transformatorima kao i hemijska energija.

4.2 NIVO VEZE

Osnovni problemi koji se rešavaju na ovom nivou svode se na: oslušivanje medijuma za slanje/prijem podataka, ponovno slanje podataka zbog kolizija, duplirani prijem podataka i slanje nepotrebnih kontrolnih podataka. Sve ove operacije mogu da nepotrebno potroše veliki deo energije pa su zato razvijene mnoge tehnike u zavisnosti od podnivoa u kojima ih primenjujemo. U LLC (*Logical Link Control*) podnivou to su: ARQ (*Automatic Repeat Request*), FEC (*Forward Error Correction*) i tkz. *scheduling* protokoli kod kojih se komunikacija između SČ-ova odvija po posebnim virtuelnim kanalima koji se razlikuju ili po vremenu (*TDMA-Time Division Multiple Access*), frekvenciji (*FDMA-Frequency Division Multiple Access*) ili posebno kodiranim podacima (*CDMA-Code Division Multiple Access*). Druga grupa primenjuje se na MAC podnivou (*Media Access Control*), među kojima se ističu *sleep scheduling* protokoli. Oni omogućavaju periodično uključivanje i isključivanje pojedinih delova SČ, što omogućava znatnu uštedu energije. Ovi protokoli su jako efikasni ali je problem u tome što većina njih zahteva jako preciznu vremensku sinhronizaciju između SČ-ova u mreži, što nije jednostavan zadatak [4].

4.3 MREŽNI NIVO

Osnovna uloga mrežnog nivoa kod uspostavljanja komunikacije je da izvrši pravilno povezivanje i usmeravanje paketa između dva entiteta na mreži. Uloga ovog sloja u uštedi energije može da bude jako velika kod BSM, jer se ovde radi o višeskokovitoj mreži, kod koje više SČ-ova učestvuje u prenosu jednog podatka. Pravilan izbor puteva kojima treba slati pakete ne samo da štedimo energiju pojedinačnih SČ-ova, već omogućavamo ravnomernije opterećenje svih SČ-ova u BSM. Protokoli usmeravanja koriste dva pristupa u rešavanju ovog problema: formiranjem okosnice puta-rute (*backbone*) i kontrolom same topologije mreže. I jedan i drugi pristup rade negde između sloja podataka i mrežnog sloja, jer se svi potrebni podaci kod donošenja odluke o usmeravanju nalaze na sloju podataka. Uloga tih podataka je da obezbede protokolima usmeravanja informaciju o SČ-ima koji se nalaze u okolini kao i njihovoj poziciji. Na osnovu tih podataka donosi se odluka o najoptimalnijoj putanji za prosleđivanje poruke, kao i o količini snage kojom treba emitovati signal da bi on sa sigurnošću došao do odredišnog SČ.

4.4 TRANSPORTNI NIVO

Kako se transportni sloj stara o sigurnoj isporuci podataka, potrebno je to obezbediti sa najmanjim brojem kontrolnih poruka. Energetski efikasan transportni protokol je važan i zbog činjenice da on može u mnogome da smanji broj retransmisija tj. ponovnih slanja istih poruka. Na ovom nivou ušteda energije može se izvršiti i pravilnim formiranjem paketa u kome će veličina zaglavljaja (*header*) biti znatno manja od korisnih (*payload*) podataka. Protokoli ovog nivoa moraju da poseduju mehanizam za kontrolu gustine saobraćaja kako bi izbegli zagušenja pojedinih SČ a samim tim i prekid u komunikaciji. Drugim rečima, svi SČ-ovi moraju da imaju isti tretman i moraju da budu potpuno ravnopravni u komunikaciji. Protokoli ovog sloja su do sada i najmanje istraženi jer se smatralo da oni nemaju neku veliku ulogu u uštedi energije. Međutim, sa pojavom multimedijalnih podataka i sa povećanjem količine paketa koji se razmenjuju, uloga ovih protokola je znatno porasla.

4.5 NIVO SREDNJEG SLOJA

Performanse BSM zavise i od vrste primenjenog operativnog sistema (OS) koji se izvršava na svakom SČ. On ima ključnu ulogu sa različitih aspekata: utiče na potrošnju energije, na brzinu reagovanja sistema, kvalitet i sigurnost rada, na brzinu komunikacije tj. razmene poruka, i td. Postoji nekoliko operativnih sistema koji su posebno dizajnirani za BSM, a među najpoznatijim su TinyOS (81 % zastupljenosti), Contiki (9%), Mantis (8%), SOS (1%) i ostali (1%) [5]. Osnovni ciljevi svih njih su da obezbede robustan i pouzdan rad, kao i da dinamički prilagode trenutnu potrošnju energije u skladu sa zahtevima aplikacije. Odgovornost operativnog sistema je da obezbedi potrebne mehanizme kako bi se trošenje energije optimizovalo, sve u cilju produženja životnog veka SČ. Periodično uključivanje i isključivanje SČ (*duty cycling*) predstavlja jedan od mehanizama da se to postigne. Već smo rekli da SČ-ovi mogu da rade u više režima (*active, idle, sleep* i *stop*) sa različitim nivoima potrošnje energije. Kako većina SČ-ova u aktivnom režimu imaju povećanu potrošnju (>100mW) u odnosu na ostale režime rada, potrebno je primeniti složenije šeme uštede energije od jednostavnog uključivanja/isključivanja režima rada. DPM ili dinamičko upravljanje energijom (*Dynamic Power Management*) predstavlja jednu od tehnika koje se danas koriste. OS vodi računa o potrošnji energije na taj način što se svakog trenutka prilagođava zahtevima aplikacije/procesa koji se trenutno izvršava. Uz pomoć ranije definisanih polisa upravljanja potrošnjom energije, OS uključuje/isključuje pojedine elemente SČ, povećava ili smanjuje frekvenciju sistemskog kloka, ili kontroliše upis/čitanje u ili iz memorije.

4.6 NIVO APLIKACIJE

Primer koji je dat u radu [6] kaže da se približno potroši ista energija za prenos 1 Kb na rastojanju od 100 m, kao i za izvršavanje 3 miliona instrukcija na procesoru sa brzinom od 100 miliona instrukcija u sekundi. Imajući to u vidu, jasno je da se smanjenjem kolicine podataka koji se šalju može postići jako velika ušteda u količini potrošene energije. Sa gledišta uštede energije, bolje je opteretiti CPU nekom

aplikacijom koja će smanjiti količinu podataka za samo jedan *byte*, nego poslati taj *byte*. Dva su osnovna pristupa za to: prvi je da se izvrši grupisanje pristiglih podataka u SČ a drugi je da se izvrši sažimanje (kompresija) podataka koji se šalju. Grupisanje ili eliminisanje pojedinih paketa predstavlja najjednostavniji pristup. Naime, u BSM više SČ-ova mogu da generišu značajan broj sličnih podataka i tako nepotrebno optereće saobraćaj u mreži. Ideja je da se svi ti slični podaci eliminišu koristeći neku od sledećih funkcija: eliminacijom duplih poruka, min, max ili izračunavanjem srednje vrednosti od prikupljenih podataka. Ove funkcije mogu se izvršiti delimično ili u potpunosti na svakom SČ. Imajući u vidu višeskokovitu topologiju BSM, na ovaj način smo višestruko smanjili broj poruka. Komresovanje podataka koji se šalju postižu su dva cilja: prvi da se minimizira saobraćaj a drugi da se podaci koji se šalju zaštite od neželjenih primalaca. Ovaj nivo nam verovatno nudi najveći broj tehnika od kojih izdvajamo sledeće [7]:

Load partitioning: tehnika koja omogućuje aplikacijama koje zahtevaju neka intezivna izračunavanja tj. povećanu potrošnju el.energije, da se ta izračunavanja obave na nekom drugom SČ koji nema limitirane kapacitete el.energije.

Data Aggregation/Data Fusion: SČ primaju veliki broj sličnih ili istih informacija. Primenom ove tehnike možemo da izvršimo sažimanje velikog broja podataka koje je SČ primio u jednu znatno manju informaciju, koja se sada prosleđuje drugim SČ-ima. Tako smo smanjili nepotreban saobraćaj kroz BSM i znatno manje opteretili druge SČ.

Kompresija podataka: jednostavna tehnika koja sažima podatke koji se šalju. Ova tehnika dolazi do izražaja kod prenosa multimedijalnih podataka koji su količinski znatno veći od običnih skalarnih podataka, pa je neophodna.

Kontrola potrošnje: postoje posebni programski moduli koji su zaduženi da kontrolišu potrošnju svakog SČ kao i njegov preostali energetska kapacitet. Ukoliko se ustanovi da SČ ne raspolaže dovoljnom energijom, tada se obaveštava aplikacija da izvršava samo neophodne zahteve, kako bi se životni vek tog SČ što više produžio.

5. MEĐUNIVOVSKA POVEZANOST

Analizirajući do sada pomenute tehnologije možemo da dođemo do zaključka da je veoma teško ograničiti bilo koju tehniku na samo jedan nivo. Većina njih su jako zavisne i potrebno je preduzeti korake na više nivoa referentnog steka. Zato je zadnjih godina postalo jako aktuelno razmatranje protokola koji se protežu kroz nekoliko nivoa tkz. *Cross layer design* protokoli. Generalno gledano mi možemo da identifikujemo tri osnovne tehnike koje se primenjuju u bilo kojoj energetska efikasnoj aplikaciji za BSM [8]:

Duty cycling: Princip rada ove tehnike je vrlo jednostavan: držati hardverske komponente što duže u režimu smanjene potrošnje (*idle* ili *sleep* režim), a što manje vremena u režimu normalne, pune potrošnje (*active* režim). Međutim, ovaj jednostavan princip nije lako primeniti jer on zahteva i neke dodatne tehnike kako bi se obezbedio pouzdan rad svih SČ u mreži. Tu se pre svega misli na preciznu vremensku sinhronizaciju svih čvorova u mreži, koja treba da omogući nesmetanu komunikaciju dva SČ.

Data-driven approach: Ovu tehniku možemo da posmatramo sa dve strane: kroz eliminisanje nepotrebnih ili duplih podataka i kroz kontrolu potrošnje svakog SČ tj. kroz smanjivanje intenziteta saobraćaja između SČ ukoliko je potrošnja el.energije povećana.

Mobility: Poznato je da je kod BSM intenzitet saobraćaja mnogo veći oko centralnog SČ (*sink*), dok je na periferiji taj saobraćaj znatno slabiji. Kao posledica toga, znatno je veća verovatnoća da SČ-ovi koji su bliže *sink*-u brže potroše svoju limitiranu količinu energije i samim tim naruše rad mreže. Ova tehnika omogućava da u toku rada promenimo glavni SČ (*sink*), koji predstavlja krajnje određište prikupljenih podataka i na taj način izbalansiramo potrošnju svih SČ-ova.

6. ZAKLJUČAK

Primarni cilj kojem se teži kod razvijanja aplikacije za BSM je efikasna energetska potrošnja. Kako postoje različiti nepotrebni odlivi energije u BSM, postoje i veliki broj tehnika koje nam pomažu da većinu ovih odliva svedemo na što manju meru. Namena ovog rada bila je da se sve ove tehnike svrstaju u odgovarajuće komunikacione referentne nivoe i ukaže na načine primene istih. Međutim, očigledno je, da zbog jako ograničenih resursa SČ kao i uslova u kojima on radi, jako je teško podvući jasnu crtu gde koja tehnika pripada. Zato i ne čudi da se zadnjih godina jako velika pažnja posvećuje *Cross layer* tehnikama koje objedinjuju više referentnih nivoa i međusobnu saradnju između njih. Ovaj rad daje skroman doprinos tom istraživanju, jer ukazuje na goreći problem, nedostatak el.energije, i daje smernice kojima se treba voditi prilikom projektovanja jedne pouzdane BSM od koje se očekuje da ima dug životni vek.

LITERATURA

- [1] Ian F.Akyildiz, Mehmet Can Vuran, "Wireless Sensor Networks", ISBN 978-0-470-03601-3, WILEY, 2010
- [2] M.Kosanović, "Bežične senzorske mreže - OSI pregled", YU INFO 2007
- [3] M.Stojcev, M.Kosanovic, Lj.Golubovic, "Power management and energy harvesting techniques for wireless sensor nodes", 9. TELSIXS IEEE, 2009.
- [4] M.Kosanović, "Metode uštede električne energije u bežičnim senzorskim mrežama", YU INFO 2011
- [5] R.Lajara, J.P.Sebastia, J.J.P.Solano, "Power Consumption Analysis of Operating Systems for WSN", Sensors 10, 2010.
- [6] G.J.Pottie, W.J.Kaiser, "Wireless Integrated Network Sensors", Communications of the ACM, vol.43, no.5, May 2000
- [7] H.Yu Shwe, J.X.Hong, S.Horiguchi, "Energy saving in WSN", Jurnal of Commu.and Computer, May 2009
- [8] G.Anastasi, M.Conti, M.Di Francesco, A.Passarella, "Energy Conservation in Wireless Sensor Networks: a Survey", www.ict.unipi.it/~anastasi/papers/adhoc08.pdf

INFORMACIONI SISTEM ZA UPRAVLJANJE LJUDSKIM RESURSIMA ZAPOSLENIH U ZATVORSKOM SISTEMU

INFORMATION SYSTEM FOR HUMAN RESOURCE MANAGEMENT OF EMPLOYEES IN PRISON SYSTEM

Bogdan Mirković, *Fakultet za informacione tehnologije, Slobomir P Univerzitet*
Bojana Erić, *Fakultet za menadžment, Slobomir P Univerzitet*

Sadržaj-Upravljanje ljudskim resursima u zatvorskom sistemu predstavlja jedan od najvažnijih segmenata rada sistema. Korištenje informaciono-komunikacionih tehnologija u ovom segmetu rada zatvorskog sistema omogućava menadžmentu uvid u podatke o ljudskim resursima, njihovo analiziranje i donošenje pravovremenih odluka o angažovanju ljudskih resursa. Razvoj i implementacija informacionog sistema za upravljanje ljudskim resursima zaposlenih u zatvorskom sistemu predstavlja nastavak rada na profesionalizaciji i harmonizaciji zatvorskog sistema u vidu razvijanja dosledne strukture definisanja podataka i izvještavanja, kao i ubrzani protok informacija o zaposlenim licima u sistemu što ima za ciljom ogučavanje rukovodnim organima sistema donošenje adekvatnih i pravovremenih odluka u vezi sa zaposlenim licima.

Abstract - Human resource management in the prison system is one of the most important segments of the system. Using information and communication technologies in this segment of the prison system allows management access to information about human resources, analyzing and making timely decisions about the engagement of human resources. Development and implementation of information systems for managing human resources employed in the prison system is a continuation of work on the professionalization and harmonization of the prison system in terms of developing a consistent definition of data structures and reporting, as well as the rapid flow of information on persons employed in the system which aims to enable the leadership organs of the system make adequate and timely decisions about employed persons.

1. UVOD

Pojam resursa se vrlo često koristi u preduzetničkim i poslovnim krugovima. Riječ resurs obuhvata kapital, opremu i ljudske potencijale koji predstavljaju osnov i krvotok svake organizacije [1]. Svaka organizacija koja želi napredak i efektivnost u poslovanju mora voditi računa o potencijalu ljudskih resursa, prvenstveno zaposlenih. Zaposleni u sistemu za izvršenje krivičnih sankcija (zatvorski sistem) predstavljaju veoma bitan resurs pored lica koja se nalaze na izdržavanju kazne. Od stručnosti zaposlenog osoblja i njegove sposobnosti da obavlja svakodnevne poslovne aktivnosti zavisi u velikoj mjeri i kompletan proces resocijalizacije lica koja se nalaze na izdržavanju kazne. Rastom organizacije i rukovodnog nivoa, povećava se količina podataka na osnovu kojih se vrši rukovođenje, pa u jednom trenutku individualne mogućnosti čovjeka (iskustvo, intuicija i logička analiza) postaju nedovoljne za efikasno rukovođenje, a samim tim i ograničavajući činilac njegovog unapređenja. Upravljanje ljudskim potencijalima je vrlo kompleksna poslovna funkcija jer se ljudi razlikuju po svojim demografskim, socijalnim i psihofizičkim obilježjima i po svojoj percepciji drugih ljudi, pojava, stanja i procesa. Menadžment mora biti sposoban uočiti bitne razlike svih ljudi i iskoristiti (usmjeriti) sve njihove snage prema dobrobiti organizacije [2]. Uvođenjem informacionih tehnologija u funkcije upravljanja ljudskim resursima sve više do izražaja dolazi kvantitativna analiza zasnovana na automatizaciji informacionih procesa, a uloga čovjeka se pomjera u pravcu kreativnih funkcija.

Informacioni sistemi ljudskih resursa (engl. Human resource information system - HRIS) su sistemi koji

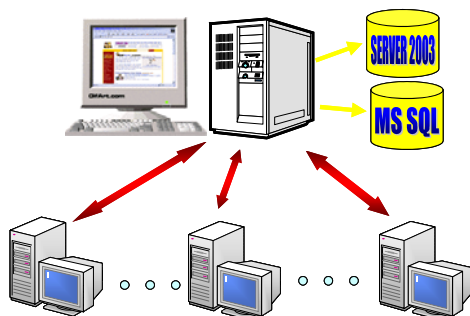
omogućavaju ažuriranje svih relevantnih činilaca koji se tiču ljudi čije poslovanje je bitno za organizaciju u kojoj se implementiraju. Ovakve vrste informacionih sistema treba da omoguću upravljanje svim relevantnim podacima o zaposlenom osoblju kao i podacima o drugim ljudima koji utiču na poslovanje organizacije, izvještavanje i analizu tih podataka, kao i vezu sa drugim informacionim sistemima u okviru organizacije. Posebne karakteristike ovakvih informacionih sistema ogledaju se u povjerljivosti značajnog dijela podataka o ljudima čiji se podaci koriste u informacionom sistemu i mogućih (zlonamjernih i nehotičnih) grešaka prilikom korištenja i distribucije ovih podataka. Informacioni sistem za upravljanje ljudskim resursima zaposlenih u zatvorskom sistemu Republike Srpske namijenjen je svim organima u pojedinim ustanovama, kao i zaposlenima u Ministarstvu pravde Republike Srpske čiji djelokrug djelovanja i rada podrazumijeva rad podacima o licima koji su zaposleni u navedenom sistemu. Ovaj informacioni sistem, kao dio cjelokupnog informacionog sistema zatvorskog sistema omogućava da se adekvatno izvrši evidentiranje podataka o zaposlenim licima u sistemu, njihov broj i struktura po raznim parametrima, da se stvore uslovi za bolje iskorištenje psihofizičkih i intelektualnih osobina zaposlenih kao i da se stvore uslovi za neprestano usavršavanje i razvoj zaposlenih.

Cilj rada je da se prikaže mogućnost realizacije informacionog sistema korištenjem relativno jeftinih tehnologija u složenim sistema kao što je to slučaj sa zatvorskim sistemom.

2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE ARHITEKTURE INFORMACIONOG SISTEMA

Realizacija informacionog sistema u sistemu za izvršavanje krivičnih sankcija, kao i razvoj potrebne arhitekture koju informacioni sistem podržava, predstavlja izazov sa stanovišta upotrebe relativno jeftinih informacionih tehnologija pokrivajući sve elemente sistema u domenu vođenja evidencija o osuđenim, prekršajno kažnjenim i pritvorenim licima, kao i vođenje evidencija o licima zaposlenim u sistemu. Simbioza koju je potrebno napraviti u finansijski teškoj situaciji zahtijeva poseban pristup u razvoju sistema u cjelini ne narušavajući osnovne karakteristike sistema za izvršavanje krivičnih sankcija u pogledu dostupnosti podataka. Finansijske mogućnosti Ministarstva pravde RS i ustanova koje se nalaze u njenom sastavu uslovalo je da se fizička implementacija uradi u sistemu za upravljanje bazom podataka MS SQL Server i programskom okruženju VBA pod operativnim sistemom centralnog računara MS Windows Server.

Aplikativna podrška je instalirana na centralnom računaru koji se nalazi u svakoj od kazneno-popravnih institucija kao i u Ministarstvu pravde RS. Arhitektura sistema prikazan je na slici 1. Aplikacije su izgrađene preko niza formi, složenih objekata, preko kojih je omogućen rad sa bazom čime je korišćenje aplikacija vrlo lako.



Slika 1. Organizacija arhitekture unutar organizacije

3. APLIKATIVNA PODRŠKA EVIDENTIRANJA PODATAKA O ZAPOSLENIM

Evidentiranje podataka o zaposlenim licima u zatvorskom sistemu omogućeno je korisnicima informacionog sistema nakon pokretanja aplikacije izborom odgovarajućih opcija padajućeg menija. Ovaj dio informacionog sistema prvenstveno je namenjen Pravnoj službi ustanove [3].

Izborom opcije Zaposleni – Zaposleni na radnoj površini prikazuje se forma za ažuriranje podataka o zaposlenim licima. Na ovoj formi je omogućen unos podataka o zaposlenim licima. Zbog velikog broja podataka o zaposlenim koji se vode, a radi lakšeg rada korisnika, svi podatke o zaposlenom su grupisani u određene kategorije. Pristup određenoj kategoriji podataka za zaposlenog je omogućen aktiviranjem kartica.

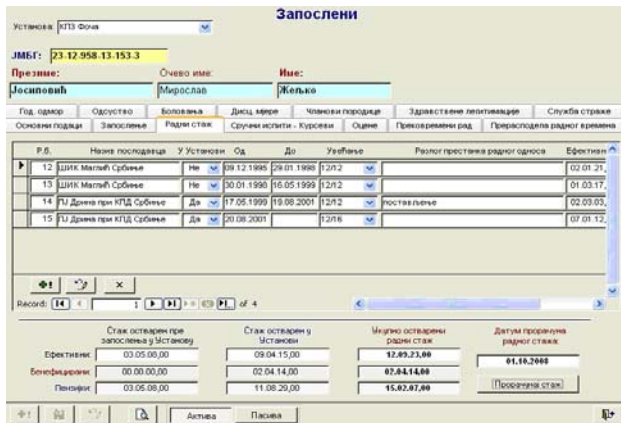
Slika 2. Izgled forme Zaposleni – kartica Osnovni podaci

Na slici 2 prikazan je izgled kartice Osnovni podaci. Pored ove, realizovane su i kartice Zaposlenje, Radni staž, Stručni ispiti – kursevi, Ocene, Prekovremeni rad, Preraspodela radnog vremena, God. odmor, Odstustvo, Bolovanje, Disc. mjere, Članovi porodice, Zdravstvene legitimacije i Služba straže.

Svi zaposleni su grupisani u dvije osnovne grupe: Aktiva (trenutno zaposleni) i Pasiva (lica koja više ne rade u ustanovi). Promjena podataka o grupi lica čiji podaci se žele vidjeti vrši se izborom odgovarajućeg komandnog dugmeta na dnu forme (Aktiva i Pasiva). Na formi je omogućeno i prikazivanje izvještaja Lični list zaposlenog lica sa svim podacima koji se vode o zaposlenom.

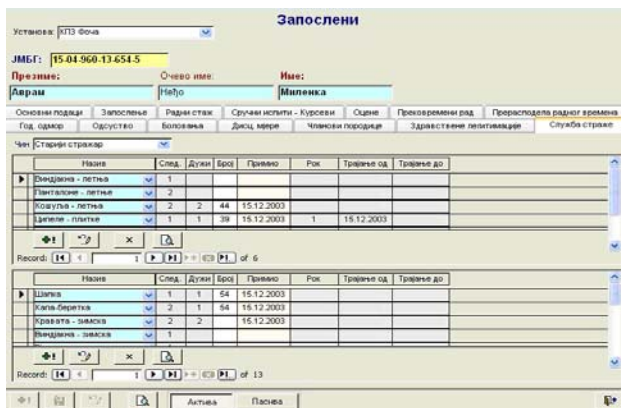
U evidencijama koje su realizovane uz pomoć ove forme u kojima je moguće ponavljanje podataka (članovi porodice, zdravstvene legitimacije izdate na ime zaposlenog kao osiguranika, bolovanja, disciplinske mere,...) način ažuriranja podataka je standardizovan i omogućeno je preko podformi ažuriranje podataka. Od ovakvog načina ažuriranja podataka razlikuju se evidencije Radni staž i Služba straže.

Na kartici Radni staž (slika 3) vrši se ažuriranje podataka o radnom stažu zaposlenog. Zbog specifičnih radnih obaveza i mogućnosti uvećavanja penzijskog radnog staža za obavljanje određenih poslova (beneficirani radni staž), velikom broja zaposlenih koji su učestvovali u ratnim dejstvima (uvećani radni staž), ograničenja u vezi sa obavljanje određenih poslova (godine starosti) i promjene radnog mjesta i angažovanja u okviru ustanove, na ovoj kartici je omogućeno ažuriranje podataka o nazivu poslodavca, određivanje da li je to ustanova istog ili sličnog tipa, vremenskog perioda zaposlenja, kao i podataka o beneficiranom stažu, razlozima prestanka radnog odnosa i trajanju efektivnog radnog staža. Na kartici je moguće i izvršiti proračun trajanja radnog staža za određeni (zadati) datum. Rezultati proračuna su grupisani po efektivnom trajanju, beneficiranom trajanju i ukupnom trajanju u ili van ustanova sličnog ili istog tipa.



Slika 3. Izgled forme Zaposleni – kartica Radni staž

Posebni slučaj predstavlja evidencija Zaduženja opreme koja se vodi za zaposlene koji pripadaju Službi obezbjeđenja ustanove. Zaduženje opreme za ovu službu je podjeljeno na zimsku i ljetnju uniformu čijim dijelovima je ograničen rok trajanja (korištenja). Izgled kartice za evidentiranje i ažuriranje zaduženja opremom ove grupe zaposlenih je dato na kartici Služba obezbjeđenja (slika 4).

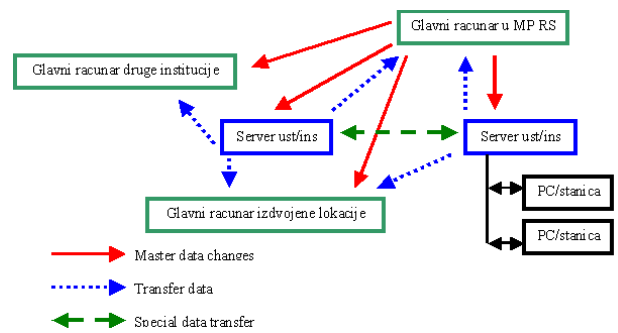


Slika 4. Izgled forme Zaposleni – kartica Služba obezbjeđenja

4. MEĐUORGANIZACIONI SEGMENT IS

Stanje komunikacione opreme u ustanovama (institucijama) sistema za izvršavanje krivičnih sankcija u Republici Srpskoj ogleda se u nepostojanju dovoljnog broja direktnih telefonskih linija, kao i nemogućnosti povezivanja na globalnu svjetsku mrežu (internet) sa dovoljnom brzinom protoka podataka. U skladu sa stanjem komunikacione opreme, odlučeno je da se razmjena podataka između ustanova i organa Ministarstva pravde Republike Srpske omogući putem elektronske pošte (u obliku dokumenata) preko telefonske mreže, kao i preko magnetnih i optičkih medija. Dodatno pitanje koje je trebalo riješiti je mogućnost razmjene podataka sa drugim institucijama koje u obasti svoga djelovanja rade sa podacima dobijenim iz ustanova (institucija) Ministarstva pravde Republike Srpske. Ovakva situacija je prouzrokovala da se prilikom izbora arhitekture informacionog sistema donese odluka da se primijeni hibridna (mješovita) arhitektura sa odlikama troslojne klijent/server arhitekture kao zasebne arhitekture u svakoj organizacionoj jedinici sistema za izvršavanje krivičnih sankcija.

Razmjena podataka i komunikacija između pojedinih organizacionih jedinica sistema je omogućena preko globalne svjetske mreže (internet) korištenjem servisa elektronske pošte instaliranim na pojedinim računarima unutar svake od organizacionih jedinica. Razmjena podataka od hijerarhijski nižih ka višim instancama se obavlja po propisanoj proceduri u određenim vremenskim intervalima. Po potrebi, razmjena podataka se može obaviti i u drugim terminima na osnovu zahtjeva. Elektronska razmjena podataka između institucija sistema se takođe mogu razmjenjivati putem ovog sistema pri čemu se moraju definisati dodatni uslovi korištenja ovog modula propisani internim pravilima sistema za izvršavanje krivičnih sankcija u Republici Srpskoj. Razmjena grafičkih elemenata (fotografije) obavlja se istovremeno u obliku posebnih formiranih cjelina. Shema razmjene podataka u sistemu za izvršavanje krivičnih sankcija u Republici Srpskoj je prikazana na slici 5.



Slika 5: Shema razmjene podataka

Razmjena podataka obavlja se na više različitih načina što je uslovljeno zakonskom regulativom i internim aktima. Odgovorna lica u pojedinim ustanovama (institucijama) podatke iz svoje ustanove (institucije) dostavljaju elektronskim putem na glavni računar Ministarstva pravde Republike Srpske (Transfer data). Razmjena podataka između ustanova (institucija) koje predstavljaju instance na istom hierarhijskom nivou obavlja se na osnovu posebnog zahtjeva (Special data transfer). U hijerarhijski najvišoj instanci (Ministarstvo pravde Republike Srpske) vrši se ažuriranje posebnih šifarnika koji su jedinstveni na nivou cijele Republike Srpske, a čiji sadržaj proizilazi iz zakonske regulative ili potreba pojedinih ustanova (institucija). Razmjena takvih podataka se vrši u određenim vremenskim intervalima od strane Ministarstva pravde Republike Srpske prema svim drugim organizacionim jedinicama uključenim u sistem (Master data changes). Definisanje podataka koji se razmjenjuju sa drugim institucijama koje ne predstavljaju organizacione jedinice sistema za izvršenje krivičnih sankcija (Ministarstvo unutrašnjih poslova, pravosuđe) vrši se po posebnoj proceduri u zavisnosti od potreba tih institucija i zakonske regulative osim u slučaju razmjene podataka iz Ministarstva pravde (Master data changes) koji se vrši redovno i u potpunosti kao i sa drugim organizacijama.

Rezultat integracije podataka na hijerarhijski najvišem nivou u sistemu kazneno-popravnih institucija (Ministarstvo pravde) ogleda se u mogućnosti dobijanja zbirnih izvještaja na nivou cjelokupnog sistema. Primjer takvog izvještaja o popunjenosti radnih mjesta u sistemu dat je na slici 6.

Попуна радних мјеста

КПЗ Бачука			
Организациона јединица	Слеђује	Попуњено	%
Управа	4	2	50
Служба обезбјеђења	100	93	93
Служба преваспитања	15	13	86.67
Здравствена служба	5	3	60
Привредно-инструкторска служба	27	26	96.3
Служба за опште послове	20	20	100
Укупно	171	157	0.92

КПЗ Фоча			
Организациона јединица	Слеђује	Попуњено	%
Управа	4	1	25
Служба обезбјеђења	90	86	95.56
Служба преваспитања	14	11	78.57
Здравствена служба	5	2	40
Привредно-инструкторска служба	61	53	86.89
Служба за опште послове	26	26	100
Укупно	200	179	0.9

Слика 6. Изглед извјештаја Попуна радних мјеста

5. ПРАВА ПРИСТУПА ПОДАЦИМА

У зависности од потребе корисника у установи за ажурирањем и прегледом одређених података, а у складу са описом послова које запослени обавља у установи, могу се у информационом систему за управљање људским ресурсима запослених лица дефинисати права приступа за svakог појединачног корисника примјеном SQL наредби на централном рачунару установе (GRANT, DENY и REVOKE) или коришћењем уграђених механизамa SQL Servera за рад са објектима базе података: табеламa, процедурамa и прегледимa (object permission: SELECT, INSERT, DELETE, UPDATE, EXECUTE, DRI (declarative referential integrity) [4]. У установи, поред овoga, постоје и послови које подразумевају приступ подацима одређене категорије тако да су дефинисана права приступа на основу улоге која одређена лица имају у систему (implied permissions):

- administrator (могућност ажурирања и прегледа свих података),
- управник (могућност прегледа свих података али без могућности ажурирања података),
- здравствена служба (ажурирање података vezаних за здравствену службу),
- пријавница (могућност ажурирања података vezаних за рад Службе обезбјеђења),
- правна служба (могућност ажурирања и прегледа података о запосленим лицима),
- запослени (могућност ажурирања и прегледа податка о запосленим лицима у установи уз одређена ограничења у vezi са ажурирањем података о распоређивању запослених особа у оквиру систематизације).

На нивоу Министарства правде Републике Српске, лицима којима је дозвољен приступ подацима, омогућен је преглед свих података који се односе на установе, али без могућности ажурирања података. Ажурирање података омогућено је само у оном сегменту који се односи на ажурирање података који се тичу Министарства правде (подаци о запосленим и подаци о шифарницима који су јединствени за cijели систем).

Ћување података је омогућено редовним backup-ом података и њиховим смјештањем на магнетним и оптичким медијима.

6. ZAKLJUČAK I DALJE SMJERNICE

Потреба евидентирања података о запосленим лицима није увијек лако уочљива. Међутим, занемаривање људских потенцијала и планирања његовог ангажовања може да има дaleкoseжне последице на функционисање организације или система у којем организација функционише. Посебно се то може истаћи за затvorsки систем. Планирање људских потенцијала има вишеструке аспекте: планирање ради будућих потреба које подразумева дефинисање будућих потреба за запосленим (број и квалификације), планирање ради будуће уравнотежености (дефинисање потребних радника са тренутно запосленим), планирање пријема и отпуштања радника и планирања усавршавања запослених да би организација била сигурна да ће у наредном периоду имати сталан прилив искуسنих и квалитетних кадрова. Потенцијал који имају запослени у затvorsком систему потребно је на најбољи начин искористити да би се постигао квалитет у раду са лицима која се налазе на издржавању казне. Управљање људским ресурсима подразумева постојање квалитетних података о запосленом особљу. Информационе технологије, а посебно информациони системи у овом сегменту могу знатно олакшати рад менаџменту.

Развијени информациони систем за управљање људским ресурсима запослених у затvorsком систему Републике Српске имплементиран је у свим организационим јединицама система. Time је постигнута једнообразност прикупљања, евидентирања и извјештавања о расположивим људским ресурсима запослених на територији cijеле Републике Српске. Сличан систем, уз прилагођавање законским регулативама vezаним за поједине земље, може се користити и у Републици Црној Гори и Републици Србији. Предности овakvog система огледају се у чињеници да су коришћене релативно јефтине информационе технологије чије прилагођавање постојећим системима не представља велике финансијске трошкове. Могућности употребе података добијених из овог информационог система огледају се првенствено у анализирању података из овог система у комбинацији са другим информационим системима у затvorsком систему. Праћење ванредних догађаја у vezi са лицима на издржавању казне и евентуалним учествовањем одређених структура запослених лица омогућава и квалитативно праћење рада запослених лица. Прошirenja информационог система за управљање људским ресурсима запослених у затvorsком систему могу се вршити у више смјерова. Један од инетересатнијих видова прошirenja огледа се у могућностима евидентирања кандидата за запошљавање у затворима на обављању одређених послова (стално објављивање конкурса за запошљавање).

LITERATURA

- [1] D. Koković, "Друштвени развој и развој људских ресурса", *Ауторизована предавања-необјављен материјал*, Београд-Нови Сад, 2002.
- [2] S. Marušić, "Управљање људским потенцијалима", III измijenjeno и допуњено издање, ADECO doo, Загреб, 2001.
- [3] Закон о извршењу кривичних санкција Републике Српске, 2010.
- [4] M. Gunderloy, J.Jordan, "SQL Server 2000", Микро књига, Београд, 2001.

INFORMACIONI SISTEM ZA EVIDENCIJU DRŽAVLJANA CRNE GORE KOJI IMAJU BIRAČKO PRAVO

INFORMATION SYSTEM FOR EVIDENCE OF MONTENEGRO CITIZENS WITH VOTING RIGHT

Ranko Vukićević, BIT-COM

Bojana Bajić, Sonja Lutovac, *Ministarstvo za informaciono društvo i telekomunikacije*

Sadržaj: *U radu je izvršena strukturna analiza poslovne i softverske arhitekture Informacionog sistema za vođenje Evidencije državljana Crne Gore koji imaju biračko pravo. Informacioni sistem obuhvata evidentiranje podataka na državnom i lokalnim nivoima. Dekompozicija poslovnih procesa izvršena je do najnižeg nivoa.*

Abstract: *Business and software architecture structural analysis of Information System for evidence of Montenegro citizens with voting right is given in paper. The data evidence is done on state and local levels. The decomposition of business processes has been done to the lowest level.*

1. UVOD

Cilj Informacionog sistema za vođenje evidencije državljana Crne Gore koji imaju biračko pravo, u daljem tekstu IS CBS je da bude otvoren i proširiv informacioni sistem, koji omogućava automatizaciju svih poslovnih procesa. Sistem obuhvata više segmenata: vođenje biračkog spiska lokalne samouprave, objedinjavanje lokalnih biračkih spiskova u centralni birački spisak, vršenje analiza biračkih spiskova i obezbjeđivanje veze sa drugim sistemima u cilju povećanja kvaliteta i ažurnosti podataka i održavanje posebno izdvojene baze podataka radi pretraživanja podataka za građane i političke partije u skladu sa zakonskom regulativom koja reguliše ovu oblast[4]. IS CBS je skalabilan, projektovan da podrži buduće teritorijalne promjene (kako uvođenje novih jedinica lokalne samouprave, tako i gradskih opština) odnosno povećanje broja korisnika ili transakcija. Posebna pažnja je posvećena vezama sa drugim informacionim sistemima u kojima se vode podaci neophodni za ažurno vođenje biračkih spiskova, putem WEB servisa, kao i sistemima koji preuzimaju podatke iz ovog informacionog sistema (političkim partijama koje preuzimaju podatke u skladu sa Zakonom [4]). Sistem je otvoren za povezivanje sa drugim evidencijama koje vode državni organi, što će biti razradjeno projektom Nacionalni okvir interoperabilnosti.

2. POSLOVNA ARHITEKTURA

Poslovna arhitektura definiše poslovne funkcije i procese u IS CBS-a, kao i konceptualni model sistema u kojem se definišu osnovni objekti sistema i njihove međusobne veze [3]. Poslovna arhitektura se zasniva kako na opštim propisima i standardima (zakoni, uredbe, pravilnici) tako i na specifičnim standardima karakterističnim za organizacije čija se arhitektura prikazuje. Ovaj model je računarski nezavisan model, jer predstavlja model obavljanja poslova nezavisno od načina na koji će se u njemu koristiti informaciono-komunikacione tehnologije. Evidencija se zasniva na internoj šifri birača, koju dodjeljuje lokalna samouprava i koja je

jedinstvena za određenu opštinu. Znači, šifra birača je u kombinaciji sa šifrom opštine jedinstven ključ na nivou centralne baze. Što se tiče matičnog broja, predviđen je obavezan unos. S obzirom da ga koriste drugi organi koji vode službene evidencije, on predstavlja osnovnu identifikaciju za razmjenu podataka ovih organa i IS CBS-a.

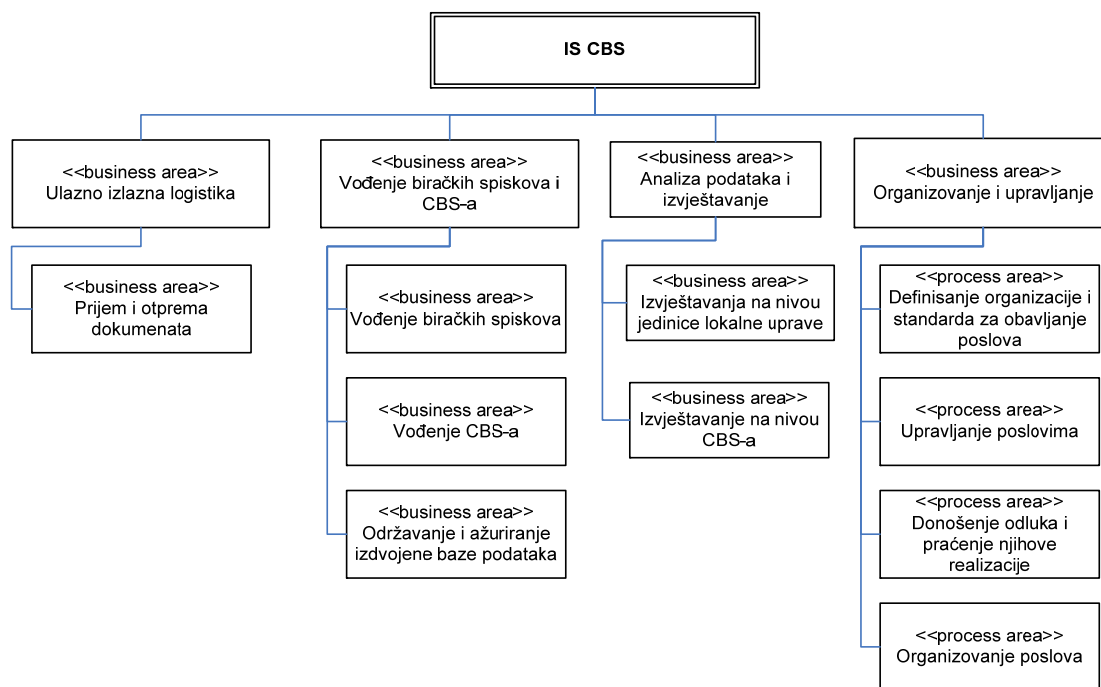
Klasifikaciju poslovnih procesa IS CBS-a čine četiri osnovne poslovne oblasti, koje se mogu dalje hijerarhijski dekomponovati. Prvi nivo u klasifikaciji poslovnih oblasti čine:

1. Ulazno-izlazna logistika - obuhvata sve veze sa subjektima navedenim u Dijagramu konteksta (Slika 1), prijem i raspoređivanje, preuzimanje i dostavu dokumenata, arhiviranje dokumenata i sl.
2. Vođenje biračkih spiskova - obuhvata osnovne djelatnosti IS CBS-a koje se dalje klasifikuje po obliku organizovanja i mjestu realizacije.
3. Analiza podataka i izvještavanje – obuhvata analize i izvještavanje na lokalnom i centralnom nivou, uključujući pripremu izbornog materijala.
4. Organizovanje i upravljanje obuhvata definisanje organizacione strukture, standarda za obavljanje poslovnih procesa, zaduženja, planiranje, donošenje raznih odluka, kontrolu i nadzor.

Na slici 1 data je klasifikacija poslovnih oblasti u IS CBS-u odnosno dekompozicija sistema na najvišem nivou [1],[2].

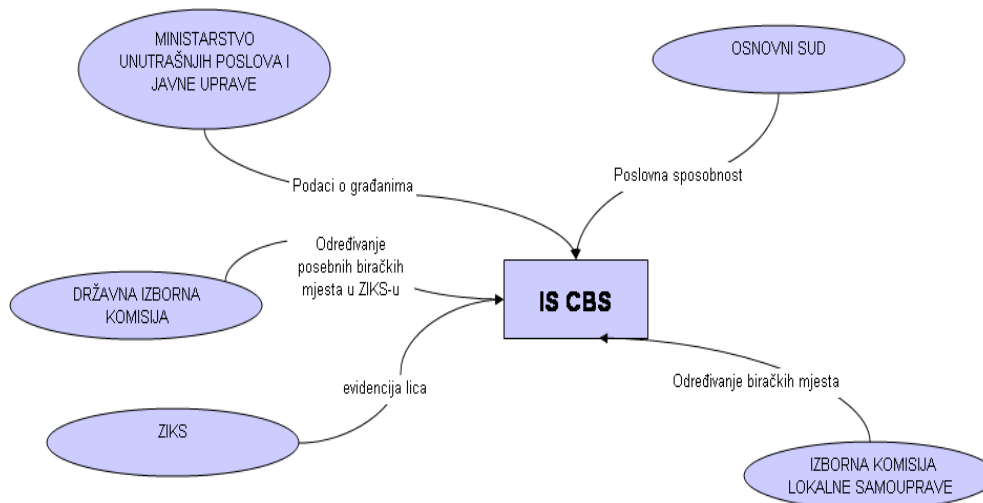
U cilju održavanja što većeg nivoa kvaliteta podataka i ažurnosti biračkog spiska, IS CBS mora biti povezan sa drugim subjektima. Sistemom je predviđeno korišćenje podataka iz evidencija drugih državnih organa, koje sadrže podatke neophodne za postizanje ažurnosti CBS-a, u prvom redu MUP -a. Predviđeno je da lokalne samouprave koriste dozvoljeni set podataka iz Centralnog registra stanovništva(CRS-a) putem WEB servisa. Takođe, u planu je i direktno povezivanje IS CBS-a sa bazom CRS-a, takođe

putem WEB servisa, u cilju upoređivanja podataka i podizanja njihovog kvaliteta podataka.



Slika 1 Klasifikacija poslovnih oblasti u IS CBS-u

Na Slici 2 su prikazane veze drugih subjekata sa CBS-om:



Slika 2 Veze sa drugim sistemima

Na osnovu podataka dobijenih od spoljnih subjekata organ nadležan za vođenje biračkih spiskova jedinice lokalne samouprave, donosi rješenje o ažuriranju biračkog spiska (upis, brisanje, izmjena, dopuna, ispravka).

2.1 VOĐENJE BIRAČKOG SPISKA U JEDINICAMA LOKALNE SAMOUPRAVE

Programsko rješenje za vođenje biračkih spiskova na nivou lokalne samouprave treba da automatizuje poslove koji se odnose na upis, promjenu i brisanje podataka o biračima. Upis, promjene i brisanje podataka vrši nadležni organ

lokalne uprave, donosi rješenja o upisu, promjenama i brisanju podataka u biračkom spisku. Pod promjenama se podrazumijevaju dopune, izmjene i ispravke podataka o već unesenim biračima.

IS CBS obezbjeđuje i elektronsko upravljanje dokumentima po kojima nastaju promjene u biračkom spisku, na način da će za svaku vrstu rješenja koje izlazi iz sistema biti predviđen template dokumenta, čime će se u mnogome skratiti vrijeme izrade istih, a povlačenjem podataka iz sistema povećati kvalitet dokumenata. Za ulazne dokumente biće omogućeno skeniranje istih, a cjelokupna

dokumentacija će se nalaziti na posebnom, za to predviđenom file-serveru.

Poslovni sistem koji se odnosi na vođenje biračkog spiska u jedinicama lokalne uprave obuhvata sledeće:

- Dokumenti
 - Evidentiranje, Donošenje rješenja, Sprovođenje rješenja, Dostavljanje, Izdavanje potvrde o biračkom pravu, Evidentiranje građana (Preuzimanje podataka iz CRS-a, Unos, Izmjena)
- Birački spisak
 - Unos, Brisanje, Izmjena, Dopuna, Ispravka, Istorijat (Pregled promjena podataka, Pregled dokumenata), Štamp (Izvođa iz biračkog spiska, Knjige birača, Izvođa sa knjigom birača, Poziva za glasanje), Analitički izvještaji na nivou lokalne uprave (Dupli po jmb-u, Dupli po imenu, prezimenu i godini rođenja, Nema jedinstveni matični broj, Ostali nedostaci), Zaključivanje biračkog spiska
- Šifarnici
 - Naselja i ulica, Biračka mjesta (Unos, Izmjena, Podjela, Brisanje, Istorijat- Pregled promjena podataka i Pregled dokumenata)

2.2 VOĐENJE CENTRALNOG BIRAČKOG SPISKA

Ministarstvo za informaciono društvo i telekomunikacije je zaduženo za vođenje centralnog biračkog spiska (CBS-a), što podrazumijeva programsko rješenje za vođenje i objedinjavanje biračkih spiskova sa nivoa lokalne samouprave u CBS i vođenje CBS-a, programsko rješenje za formiranje CBS-a koje se dostavlja parlamentarnoj stranci i podnosiocu potvrđene izborne liste i intranet rješenje za pristup i pretraživanje posebno izdvojene baze podataka.

Programsko rješenje na centralnoj lokaciji za vođenje CBS-a se uspostavlja na osnovu upisa i promjena unijetih na nivou lokalne samouprave. To znači da se upis vrši u jedinici lokalne samouprave, a podaci se automatski objedinjavaju u centralnom biračkom spisku. Na ovaj način CBS je u svakom trenutku zbir podataka o biračima unijetih u jedinicama lokalne uprave objedinjenih na jednom mjestu. Ovaj dio rješenja obuhvata sljedeće poslovne procese:

- Objedinjavanje podataka iz jedinica lokalne samouprave;
- Analizu i podizanje nivoa kvaliteta podataka na osnovu kontrolnih izvještaja koje generiše program na centralnom nivou;
- Upoređivanje podataka objedinjenih u CBS-u sa podacima iz Centralnog registra stanovništva, u cilju dopune i ispravke podataka o biračima odnosno poboljšanja kvaliteta podataka;
- Upoređivanje podataka objedinjenih u CBS-u sa podacima dobijenim iz drugih službenih evidencija koji utiču na tačnost i ažurnost vođenja biračkih spiskovam u cilju dopune i ispravke podataka o biračima odnosno poboljšanja kvaliteta podataka;

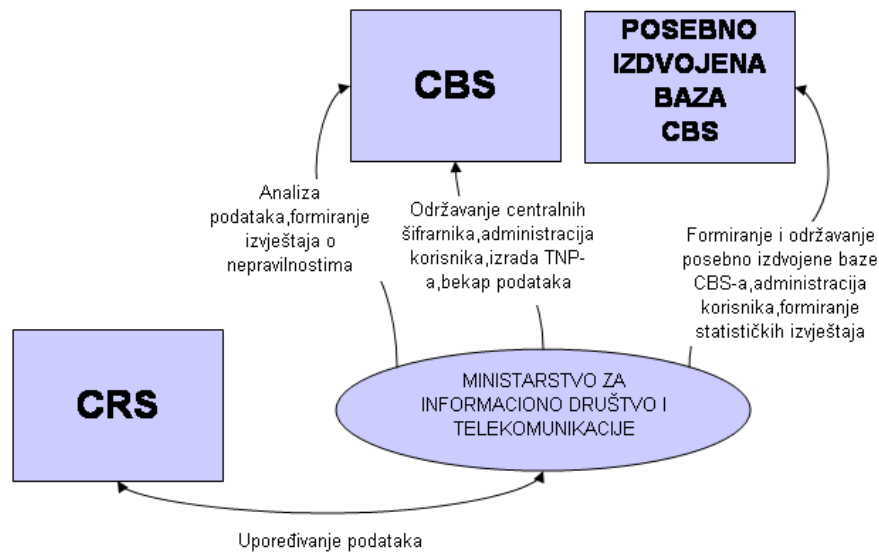
- Pripremu izvještaja, koji su rezultat upoređivanja podataka za potrebe jedinica lokalne uprave;
- Zaključivanje Centralnog biračkog spiska;
- Pripremu izvještaja nakon raspisivanja parlamentarnih izbora, izbora za predsjednika države, referendum za Državnu izbornu komisiju;
- Pripremu numeričko tabelarnog prikaza za objavljivanje u dnevnim novinama;
- Pripremanje analitičkih izvještaja iz numeričko tabelarnog prikaza za političke partije.

Poslovni sistem koji se odnosi na vođenje biračkog spiska u Ministarstvu obuhvata sledeće:

- Dokumenti
 - Evidentiranje, Donošenje rješenja
- Centralni šifarnici
 - Stare vrste akata za ažuriranje biračkog spiska (Pregled)
 - Definisane država (Unos, Izmjena)
 - Definisane opština/gradova rođenja (Unos, Izmjena)
 - Definisane mjesta rođenja (Unos, Izmjena)
 - Definisane institucija (Unos, Izmjena)
 - Definisane lokalnih samouprava (Unos, Izmjena, Definisane gradskih opština – Unos i Izmjena)
 - Vrste izbora (Unos, Izmjena)
 - Objave (Unos, Izmjena)
 - Definisane izbora (Raspisivanje izbora, Prvo zaključenje, Drugo zaključenje, Izrada TNP-a- Analitika TNP-a)
 - Vrste izvještaja MUP -a (Unos, Izmjena)
 - Vrste podataka TNP-a
 - Definisane tipova dokumenata
 - Definisane zakonskog osnova
 - Definisane boja
 - Definisane računara
 - Definisane TNP-a
 - Definisane parametara
 - Definisane slova, sortnog reda i konverzije podataka iz prethodnog u novi informacioni sistem
 - Definisane podataka za promjene u biračkom spisku
- Periodično formiranje izvještaja MUP –a (Formiranje)
- Formiranje i održavanje izdvojene baze (Formiranje izdvojene baze podataka, Ažuriranje podataka za izdvojenu bazu, Kontrola podataka izdvojene baze, Izrada CBS za parlamentarne stranke i podnosioc potvrđene izborne liste)
- Analizu podataka (Upoređivanje podataka CBS sa CRS-op i Analizu Centralnog biračkog spiska - Izrada izvještaja o nepravilnostima - Dupli po jmb-u, Dupli po prezimenu, imenu i godini rođenja, Stekao biračko pravo na nivou gradske opštine, Nema jmb, Ostale nepravilnosti i nedostaci)

Na slici 3 su prikazani procesi koje sprovodi Ministarstvo za informaciono društvo i telekomunikacije povećanja ažurnosti evidencije biračkog prava. Ovaj koncept

informacionog sistema treba da omogući nesmetan i efikasan protok informacija unutar CBS-a i sa okruženjem (drugi državni organi, partije i građani),



Slika 3 Vodjenje CBS-a, uključujući izdvojenu bazu

3. ZAKLJUČAK

Cilj ovakve strukturne analize je da se čitav sistem dekomponuje do poslovnih procesa na najnižem nivou takozvanih „primitivnih procesa” koji se ne mogu dalje dekomponovati i predstavljaju jednu operaciju prilikom korišćenja softvera. Primitivne funkcije obavljaju jednu "logičku jedinicu posla", atomsku transakciju. Na taj način sistemom su u fazi projektovanja obuhvaćene sve funkcionalnosti neophodne za rad krajnjeg korisnika. Takođe, sistemom su obuhvaćene sve vrste dokumenata (ulaznih i izlaznih) koji se koriste u procesu rada, a kako je predviđeno skeniranje dokumenata i vodjenje elektronske arhive, stvoreni su uslovi za eliminisanje papirnih dokume IS CBS ima više grupa korisnika, administratore na centralnom nivou i korisnike čiji broj zavisi od broja zaposlenih na poslovima vodjenja biračkih spiskova i fleksibilan je sa definisanim pravilima pristupa u skladu sa ovlaštenjima. Pored navedenih biće dozvoljen i neograničen broj korisnika javnom Portalu, u skladu sa Zakonom. Kategorije korisnika su: administrator sistema, operater sistema, rukovodilac u jedinicama lokalne samouprave, operateri/referenti i korisnici WEB portala, čija će prava pristupa sistemu biti definisana dodijeljivanjem određenih privilegija svakoj od navedenih kategorija.

Centralizovanost i jedinstvenost su osnove koncepta, a postižu se na taj način što se svi upisi i promjene podataka čuvaju na jednom mjestu. Naime, riječ je o jedinstvenoj, centralnoj bazi podataka kojoj pristupaju jedinice lokalne samouprave i vrše upis ili promjenu podataka u skladu sa svojom nadležnošću. To dodatno omogućava pregled i korišćenje dijela podataka svim korisnicima u cilju efikasno

obavljanje, upravljanje i praćenje svih poslova vezanih za evidenciju biračkog prava državljana Crne Gore odnosno poslovanje zasnovano na principima elektronskog poslovanja i elektronske uprave (eGovernment).

LITERATURA

- [1] B. Lazarević: *Projektovanje informacionih sistema*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 1988
- [2] B. Lazarević, Z. Marjanović, N. Aničić, S. Babarogić: *Baze podataka*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2006.
- [3] D. Kurata: *Visual Basic 2005 - Rad sa objektima*, Kompjuter biblioteka, 2007
- [4] Zakoni: Ustav Crne Gore („Sl. list CG“ broj 1/07); Zakon o biračkim spiskovima („Sl. list CG“ broj 40/08); Pravilnik o biračkim spiskovima koji je obuhvatio Programsko uputstvo („Sl. list CG“ broj 40/08); Zakon o izmjenama i dopunama zakona o izboru odbornika i poslanika („Sl. list RCG", br. 4/98, 5/98, 17/98, 14/00, 18/00, 9/01, 41/02, 46/02, 45/04, 48/06, 56/06); Zakon o opštem upravnom postupku („Sl. list RCG", broj 60/03); Zakon o izmjenama i dopunama zakona o elektronskom potpisu („Sl. list RCG", br. 55/03 i 31/05, „Sl. list CG“ br. 41/10); Zakon o izmjenama i dopunama zakona o centralnom registru stanovništva („Sl. list CG", br. 49/07, 41/10); Uredba o načinu vođenja, preuzimanja, dostavljanja i zaštite podataka koji se vode u Centralnom registru stanovništva („Sl. list CG", broj 06/11); Zakon o zaštiti podataka o ličnosti - („Sl. list CG“, broj. 79/08)

PRILOG IMPLEMENTACIJE IPv6 ADRESA PROCESS OF IMPLEMENTATION OF IPv6 ADDRESSES

Tomčić Matija, *Elektrotehnički fakultet*
Vladimir Gazivoda, *Centar Informacionog Sistema Univerziteta Crne Gore*

Sadržaj: *IPv6 je protocol koji ima veoma važnu ulogu u Akademskoj mreži Univerziteta Crne Gore jer omogućava skoro neograničene resurse u poređenju sa IPv4. U radu je, pored opštih definicija dat plan implementacije IPv6 adresa u jedinici AMUCG. Program koji se koristio za simulaciju jedinice Akademске mreže UCG je Cisco Packet Tracer. Modeli uređaja koji su implementirani u AMUCG a koji se nalaze u simulatoru su: AT-9924SP, AR 7503, Cisco ASA 5540 (iz nemogućnosti za njegovom implementacijom koristio se generički firewall). Treba napomenuti da simulacija sadrži uređaje koji imaju približno iste performanse kao uređaji koji su implementirani u AMUCG.*

Abstract: *IPv6 is a very important protocol for the Academic Network of the University of Montenegro because it allows almost unlimited resources when compared to IPv4. In this paper is also given, besides the general definition, a plan of implementation of IPv6 addresses in the unit ANUMN. The program that we used for the simulation of the Academic Network UMN is Cisco Packet Tracer. Device models that are implemented in ANUMN and contained in the simulator are: AT-9924SP, AR 7503, Cisco ASA 5540 (because of its implementation we used a generic firewall). I should mention that we used devices in the simulation that have the same performance as devices that have been implemented in ANUMN.*

1. UVOD

Povećavanjem broja mrežnih uređaja i servisa pokazano je da je ograničenost resursa jedan od najvećih problema za dalji napredak mreže. Adresni prostor IPv4 protokola ne može odgovoriti na sve veće zahtjeve globalno dostupnim IP uređajima. Zbog nedostatka IPv4 adresnog prostora korišćen je Network Address Translation (NAT) kako bi produžio životni vijek IPv4. Zapravo NAT nam je omogućavao da više računara dijele jednu javnu adresu, a iza NAT uređaja koristile su se privatne adrese koje su se pokazale neadekvatnim za potrebe današnjih računarskih mreža. Rast broja računarskih mreža je izazvao rast uvođenja NAT-a što je izazvalo velika zagušenja u računarskim mrežama. Broj NAT rutera u 1991 godini je iznosio 34000 a svake godine njihov broj se udvostručavao što je izazivalo velika zagušenja. Prema izvedenim studijama, do iscrpljivanja IPv4 adresnog prostora će doći u februaru 2041 godine, a nedodeljene IPv4 adrese će biti iskorišćene do aprila 2020 godine[1].

Akademска mreža Univerziteta Crne Gore je veoma složena samim tim što sadrži veliki broj uređaja i servisa koje nudi krajnjim korisnicima. AMUCG ima još slobodnog IPv4 adresnog prostora ali zbog povećane sigurnosti određenih jedinica mreže i ostalih prednosti koje nudi IPv6, Akademска mreža ima potrebu za njenom implementacijom. Iz tog razloga napravljen je plan implementacije IPv6 adresa unutar AMUCG, što je i osnovni cilj ovog rada. U radu je prikazan plan implementacije IPv6 adresa čija se implementacija u realnu mrežu AMUCG uskoro očekuje.

U radu su opisane prednosti koje nudi IPv6 tehnologija i dostavljene su dvije simulacije jedinice Akademске mreže UCG.

U prvoj simulaciji su svim uređajima dodjeljene IPv6 adrese iz seta adresa sa kojim raspolaže Centar Informacionih Sistema Univerziteta Crne Gore.

Druga simulacija jedinice Akademске mreže Univerziteta Crne Gore je rađena pomoću prelaznog mehanizma *dual stack* koji daje mogućnost da uređaji kojima su dodjeljene i IPv4 i IPv6 adrese mogu normalno komunicirati. [1]

2. PPREDNOSTI IPv6 ADRESA

Kada je riječ o prednosti IPv6 prvo moramo reći da je najuočljivija prednost novog protokola proširenje adresnog prostora. Veličina adrese kod IPv6 je 128-bitna preko koga je moguće dodijeliti $3,4 \cdot 10^{38}$ adresa. Ova prednost je prvenstveno uticala na globalno uvođenje IPv6.

Druga prednost novog protokola je mnogo efikasnije rutiranje. Adrese IPv6 koje se koriste na IPv6 dijelu Interneta su dizajnirane tako da se napravi efikasna i hijerarhijska infrastruktura podložna sažimanju. Ova infrastruktura je bazirana na pojavljivanju višestrukih nivoa internet servis provajdera.

Sledeća prednost novog protokola je veći stepen sigurnosti. Privatna komunikacija preko javne mreže kao što

je u našem slučaju WAN mreža zahtjeva osigurane servise koji će zaštititi podatke od čitanja ili modifikovanja tokom prenosa. Iako postoji standard koji je baziran na IPv4 za obezbjeđivanje sigurnosti podataka pod nazivom Internet Protocol security (IPSec), ovaj standard je opcioni. Kod IPv6 podrška IPSec standard je obavezan što obezbjeđuje osnovnu zaštitu za mrežne uređaje, aplikacije i servise, i unapređuje interparabilnost između različitih IPv6 implementacija.

Još jedna od prednosti koje nudi IP nove generacije je IP mobilnost. Ova prednost IPv6 omogućava IPv6 čvoru da bude mobilan, da proizvoljno mijenja svoju lokaciju na IPv6 mreži a da pri tome očuva postojeću konekciju. Kada IPv6 čvor promijeni svoju lokaciju, moguće je da promijeni i svoj link (vezu). Kada IPv6 čvor promijeni svoj link, njegova IPv6 adresa može da se promijeni u cilju očuvanja povezanosti (konekcije). Sa mobilnim IPv6, mobilni čvor je uvijek dostupan preko jedne stalne adrese. Veza je uspostavljena sa specifičnom stalnom adresom dodeljenoj mobilnom čvoru i ostaje stabilna bez obzira na to koliko puta mobilni čvor promijeni svoju lokaciju i adresu.

Nova polja u IPv6 zaglavlju definišu kako se saobraćaj prosleđuje i identifikuje. Za identifikaciju saobraćaja koristi se polje Flow Label u IPv6 zaglavlju koji i obezbjeđuju specijalno ophođenje (manipulisanje) za pakete i seriju paketa između izvorišta i odredišta, zato što je saobraćaj identifikovan u IPv6 zaglavlju, podrška za QoS je dio protokola IPv6. [1]

3. IMPLEMENTACIJA IPv6 ADRESA U AMUCG

Prije svega IPv6 je protokol od velikog značaja za AMUCG jer treba da pomogne i osigura porast novih servisa i IP uređaja. Centar Informacionih Sistema je dobio set IPv6 adresa koje treba implementirati u Akademsku mrežu Univerziteta Crne Gore. Tim adresama je konfigurisana simulaciona mreža akademske jedinice. Mnogo je važno razumjeti kako će ova tehnologija uticati na mrežu i kako se implementira IPv6 u mrežu.

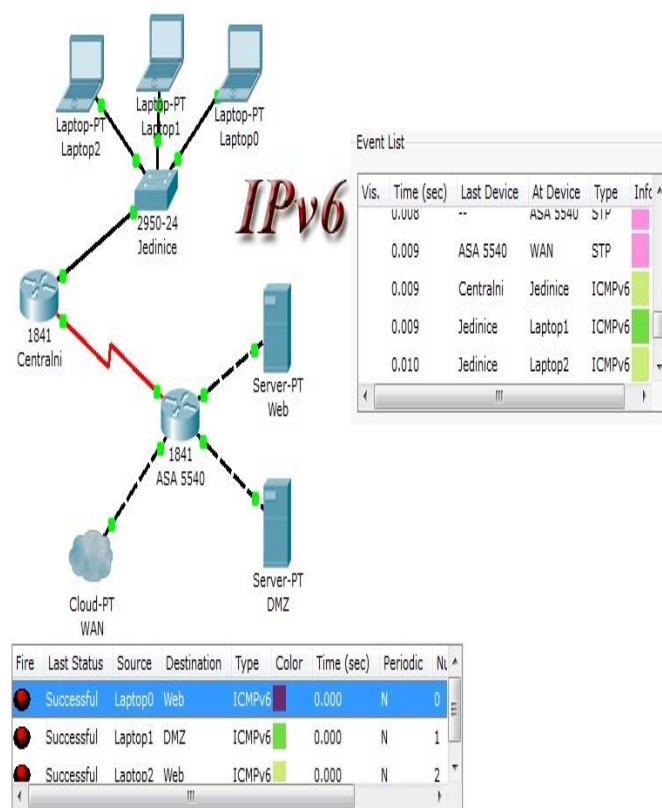
Zbog velikog broja servisa i uređaja koje nudi Akademska mreža Univerziteta Crne Gore, a čiji broj se relativno brzo povećava iziskuje potrebu za novom generacijom adresiranja tj. potreba za IPv6 adresama. Druga veoma važna činjenica zbog koje AMUCG ima potrebu za implementacijom IPv6 adresa je sigurnost i bolja komunikacija između rutera koja se postiže novim protokolom. U tom smislu napravili smo plan implementacije tj. simulaciju jedinice Akademske mreže. Zbog nemogućnosti da se implementira ASA firewall u simulaciji je postavljen generički firewall. Generički firewall je postavljen između lokalne i WAN mreže.

U jedinici Akademske mreže Univerziteta Crne Gore na osnovu koje je napravljena simulacija implementirani su sledeći uređaji:

- Allied Teslic AT-9924SP
- AR 7503
- Cisco ASA 5540.

Simulacija je rađena u Cisco Packet Tracer simulatoru i uređaji koji su implementirani u simulatoru imaju približno iste performanse kao i uređaji koji su implementirani u AMUCG. Prilikom adresiranja uređaja koristile su se unicast adrese.

Na slici 1. prikazana je simulacija u IPv6 okruženju sa rezultatima prenesenih IPv6 paketa. Sa slike se jasno vidi da se radi o IPv6 adresama jer su se kroz mrežu slali ICMPv6 paket. Da je mreža dobro konfigurisana takođe je dokazano tim što je svaki poslani paket uspešno stigao do odredišta. [4]



Slika1. Prikaz jedinice Akademske računarske mreže Univerziteta Crne Gore u IPv6 okruženju

4. IMPLEMENTACIJA DUAL STACK PRELAZNOG MEHANIZMA

Dok IPv6 adrese ne počnu potpuno da se primjenjuju u Akademske mreži potrebno je implementirati prelazne mehanizme da bi se integracija IPv4 i IPv6 čvorova izvršila glatko i neprimjetno. Naime, postoje 4 prelazna mehanizma a to su: Tunelovanje, Translacija, Gateway i Dual stack.

Tunelovanje se često naziva i "IPv6 preko IPv4 tunelovanja". Već postoje mehanizmi koji se koriste u procesu tunelovanja, rade preko enkapsulacije IPv6 paketa u IPv4 pakete pomoću IP slojnog protokola broj 41, pa se zato često naziva i *proto-41*.

Translacija je potrebna kada čvor koji podržava samo IPv4 pokuša da komunicira sa čvorom koji podržava IPv6.

Gateway se koristi kada jedan računar koristi IPv4, a drugi IPv6. Klijent se povezuje na gateway koristeći i IPv4 ili IPv6 a gateway se povezuje na server koristeći drugi protokol, šaljući pakete nazad prema klijentu.

Dual stack tehnologija omogućava da hostovi i ruteri imaju podršku oba protokola i da mogu da šalju i primaju i IPv4 i IPv6 pakete. Cijela tranzicija može biti vođena preko DNS-a: Ako dual stack šalje paket do određenog uređaja DNS mu daje IPv4 adresu (DNS A Record) preko koje on šalje IPv4 pakete. Ako DNS odgovara sa IPv6 adresama (DNS AAAA record), on šalje IPv6 pakete.

Kao najpogodnije rešenje za AMUCG izabran je Dual stack prelazni mehanizam (RFC 2893) jer omogućava nesmetanu komunikaciju između IPv4 i IPv6. Drugi razlog zašto se izabrao dual stack prelazni mehanizam je zbog jednostavnog prelaska na IPv6 okruženje.

Prije nego što se počne sa konfiguracijom rutera mora se provjeriti routing protocol tj. treba provjeriti da li je dual stack podešen da nam omogući dva protokola rutiranja.

Prilikom implementacije uređaja u simulaciju, vodilo se računa da uređaji koje su konfigurisani u simulatoru imaju slične performace kao uređaji koji se nalaze u AMUCG. Tako da su se u simulaciji jedinice Akademске mreže Univerziteta Crne Gore implementirali sledeći uređaji:

- 2 rutera tipa 2811,
- 1 switch tipa 2950-24,
- 2 servera,
- 3 hosta.

Na slici 2 je prikazana topologija navedene mreže.

Dual stack prelazni mehanizam može da funkcioniše u pet čvorova:

- **IPv4-only** (Čvor koji implementira samo IPv4, i ima samo IPv4 adrese, i ne podržava IPv6.),
- **IPv6-only** (Čvor koji implementira samo IPv6, i ima samo IPv6 adrese, i ne podržava IPv4.),
- **IPv4-IPv6** (Čvor koji implementira oba i IPv6 i IPv4.),
- **IPv4 node** (Čvor koji implementira IPv4. Može da bude IPv4-only čvor ili IPv4-IPv6 čvor.),

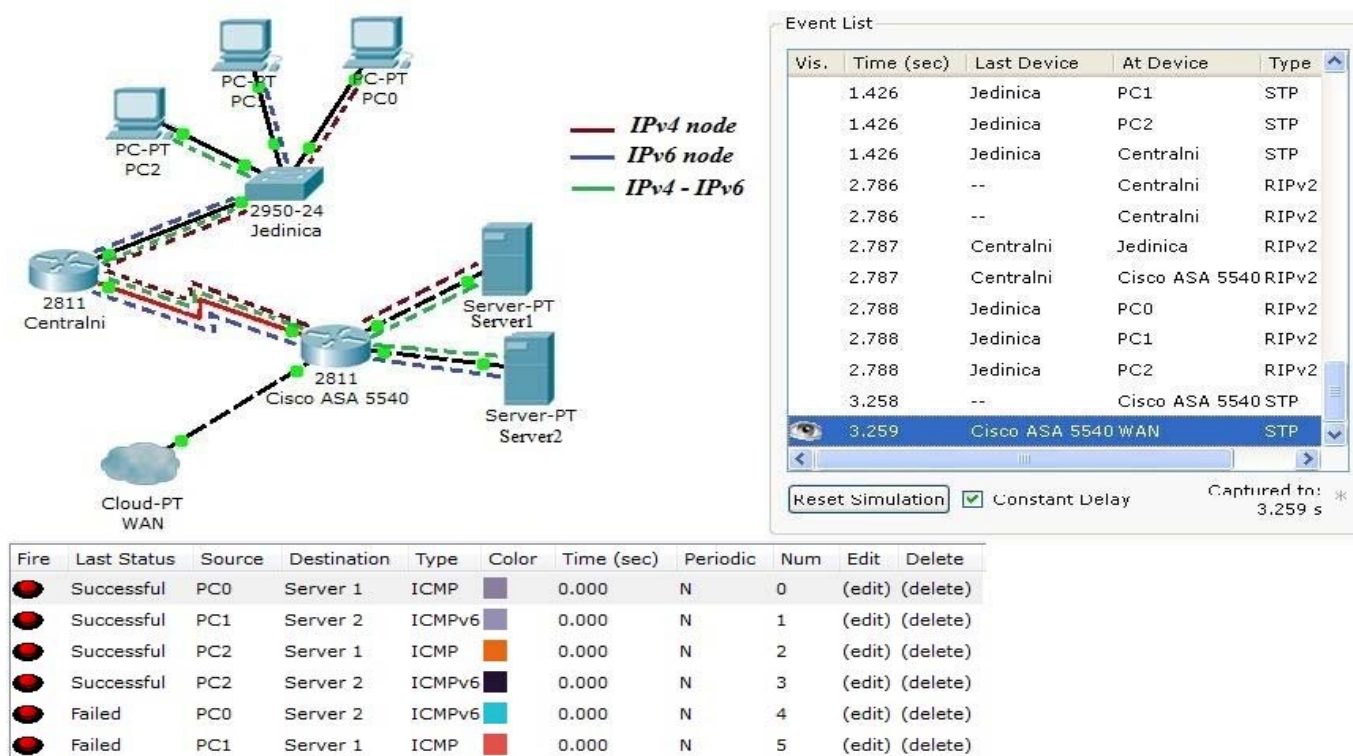
- **IPv6 node** (Čvor koji implementira IPv6. Može da bude IPv6-only čvor ili IPv6-IPv4 čvor.). [5]

U kreiranoj simulaciji jedinice Akademске mreže Univerziteta Crne Gore implementirani je dual stack prelazni mehanizam koji funkcioniše u 3 čvora i to: IPv4-IPv6, IPv4 node, IPv6 node. Treba napomenuti da su IPv4 adrese dodijeljene PC0 i Server 1, a PC1 i Server 2 su dodijeljene IPv6 adrese. Svim ostali uređaji u simulaciji su konfigurisani i IPv4 i IPv6 adresama. Dual stack IPv4 node čvor funkcioniše samo sa uređajima kojima su dodijeljene IPv4 adrese i čvorom IPv4-IPv6. Tako da se prenos IPv4 paketa između PC0 i Servera 1 odvija nesmetano, dok je prenos paketa između PC0 i Servera 2 nemoguć. Isto tako, dual stack IPv6 node čvor funkcioniše samo sa uređajima koji su konfigurisani IPv6 adresama i čvorom IPv4-IPv6. U IPv6 node čvoru se odvija normalna razmjena IPv6 paketa između PC1 i Servera2, a razmjena podataka između PC1 i Servera1 je nemoguća. PC2 pripada IPv4-IPv6 čvoru što omogućava nesmetanu komunikaciju između svih uređaja u jedinici Akademске mreže Univerziteta Crne Gore. Na slici 2 je prikazan plan implementacije IPv6 adresa pomoću dual stack prelaznog mehanizma. Sa slike je moguće uočiti način funkcionisanja dual stack prelaznog mehanizma u tri navedena čvora (IPv4-IPv6, IPv4 node, IPv6 node). Slika prikazuje ispravnost simulacije jedinice AMUCG i informacije o prenesenim paketima.

Generički firewall na čijem izlazu se nalaze 2 servera prepoznaje pomoću DNS-a ulazni signal tj. identifikuje ga pa ako se radi o IPv4 paketu on mu dodjeljuje IPv4 adresu i prosleđuje ga serveru 1, ako se radi o IPv6 paketu DNS mu dodjeljuje IPv6 adresu i prosljeđuje ga Serveru 2. Treba napomenuti da je potrebno konfigurisati obje adrese na svim ulaznim i izlaznim portovima koje predstavljaju zajedničku putanju ove dvije mreže.

Ovom simulacijom smo prikazali mogući plan implementacije dual stack prelaznog mehanizma u jedinici AMUCG i na koji način funkcioniše. Svrha ove simulacije jeste da obezbjedi nesmetan rad između dvije mreže tj. mreže koja je definisana IPv4 adresama i mreže koja je definisana IPv6 adresama.

Dual stack prelazni mehanizam kao i svaki mehanizam ima svoje prednosti i mane. U ovom poglavlju navedene su dobre strane ovog prelaznog mehanizma, jedina loša strana dual stack-a je ta što zahtjeva dvije tabele za rutiranje i dva procesa za rutiranje. [1] [2] [3] [5]



Slika 2. Prikaz jedinice Akademske mreže Univerziteta Crne Gore pomoću dual stack prelaznog mehanizma.

5. ZAKLJUČAK

IPv6 je razvijen sa velikim brojem mogućnosti i dalje se razvija. Sposoban je da pruži više nego postojeći Internet Protokol verzije 4. Može se zaključiti da je Internet Protokol nove generacije - IPv6 sledeći logičan korak u pravcu razvoja Akademske mreže Univerziteta Crne Gore.

Teško je govoriti o uporednoj analizi ove dvije simulacije jer obje imaju svoje prednosti i mane.

Ako govorimo o uporednoj analizi ove dvije simulacije i načinu njihovog funkcionisanja u cjelokupnoj Akademske mreže Univerziteta Crne Gore možemo dati sledeće zaključke.

Simulacija koja je rađena u IPv6 okruženju nudi mnogopropne prednosti koje nudi IP nove generacije. Međutim, kreiranjem ove simulacije u jedinici Akademske mreže Univerziteta Crne Gore izazvalo bi nemogućnost komunikacije sa ostalim uređajima koji su konfigurisani IPv4 adresama.

Dual stack simulacija nudi povoljnije rješenje za cjelokupnu AMUCG zato što daje mogućnost komunikacije obje tehnologije. Jedinu problem ove simulacije je taj što su potrebna dva procesa i protokola rutiranja za njenu realizaciju.

Treba napomenuti da su obje kreirane simulacije testirane i pokazale su odlične rezultate, svi podaci se nesmetano prenose kroz mrežu. Prilikom testiranja simulacija koristili su se filteri za prenos sledećih protokola: ICMPv6, RIP, IPsec, BGP, TCP, UDP...

Na kraju rada treba napomenem da se buduća istraživanja autora ovog rada nastavljaju. Budući da je ovaj plan implementacije IPv6 rađen u Cisco Packet Tracer simulatoru sledeća istraživanja će možda biti sprovedena u realnoj mreži.

LITERATURA

- [1] Ciprian Popoviciu, Eric Levy-Abegnoli, Patrick Grossetete "Deploying IPv6 networks".
- [2] <http://www.networkworld.com/community/node/42436>.
- [3] http://www.go6.net/ipv6-6bone/6bone_hookup.html.
- [4] http://www.cisco.com/en/US/docs/switches/datacenter/sw/5_x/dcnm/unicast/configuration/guide/I3_ipv6.html.
- [5] <http://www.link-elearning.com/linkdl/elearning/pregledJedinice.php?IDJedinice=5283>

SIMULACIJA DISPERZIJE VAZDUŠNIH POLUTANATA IZ INDUSTRIJSKIH IZVORA U MATLABU MATLAB BASED SIMULATION OF DISPERSION OF AIR POLLUTANTS FROM INDUSTRIAL SOURCES

Marko Dragović^a, Radovan Stojanović^a, Andrej Škraba^b, Dragoljub Blečić^a, Mira Cerović^c, Gojko Nikolić^a,
^a Univerzitet Crne Gore, Crna Gora, ^b Univerzitet u Mariboru, Slovenija, ^c Ministarstvo odbrane Crne Gore

Sadržaj – Rad se bavi modeliranjem i simulacijom disperzije vazdušnih polutanata iz industrijskih izvora koji se mogu smatrati tačkastim. U tu svrhu iskorišten je Gauss-ov model uz izvesne modifikacije koje se odnose na efektivnu visinu dimnjaka i disperzione koeficijente. Iz matrice prostorne koncentracije određuju se zone rizika koje se potom eksportuju i prikazuju u Google Earth-u pomoću KML protokola. Pristup je implementiran i simuliran u MATLAB-u. Kao studija slučaja posmatra se Termo Elektrana Pljevlja gdje je simulirana disperzija sumpor dioksida SO₂ na geografskom terenu i pri realnim vremenskim uslovima. Predložena metodologija i rešenja biće iskorištena u okviru GEPSUS sistema za vanredne situacije.

Abstract – This paper presents the modeling and simulation of dispersion of air pollutants from industrial sources that can be considered as dotted. For this purpose, Gaussian model was used with some modifications in relation to the effective stack height and dispersion coefficients. The model is implemented and simulated into MATLAB and visualization of risk zones is done through the KML file protocols and Google Earth. The approach was tested on the example of Thermo Power Plant Pljevlja, where dispersion of SO₂ is simulated under real geographical and weather conditions. The proposed methodology and solutions will be used within the GEPSUS emergency sistem.

1. UVOD

Proces prostorne i vremenske disperzije vazdušnih polutanata, emitovanih iz industrijskih dimnjaka u atmosferu, zavisi od nekoliko faktora kao što su: karakteristike izvora (tip, količina, temperatura i brzina emitovanih gasova), geografije terena (ruralna, urbana sredina i topologija okolnih objekata), atmosferska stabilnost (izražena u klasama) i vremenski uslovi (spoljašnja temperatura, brzina i pravac vjetera, vlažnost itd...). Za modeliranje disperzije najčešće se koriste Gaussov i Lagranžov model, prvi za udaljenosti do 100 km a drugi do 1000 km od izvora [1].

U slučaju Gauss-ovog modela, generalno se pretpostavlja da supstance koje se emituju ne učestvuju u hemijskim reakcijama u atmosferi, da su iz izvora nošene vjetrom pravolinijski i da se miješaju sa okolnim vazduhom u vertikalnom i horizontalnom pravcu. Ostale pretpostavke su: stabilno stanje atmosfere; emisija izvora je konstantna u vremenu; koeficijenti disperzije su konstantni u vremenu; hemikaliju su inertne, nema kašnjenja i nisu reaktivne; ne postoji barijera za migraciju gasa; temperatura izlaznoga gasa se kreće u opsegu od 120-260 °C; brzina vjetera je unutar opsega od 1-30 m/s.

Modeliranje podrazumijeva poznavanje određenog broja ulaznih parametara koji se mogu unositi manuelno ili automatski. To su: (a) meteorološki podaci i prognoza za širu oblast i u okolinu posmatranoga objekta; (b) stanje zagadjenja u određenim tačkama u široj okolini objekta mjereno pomoću automatskih stanica za kontrolu kvaliteta vazduha; (c) geografija terena koja se daje u formi GIS podataka i (d) karakteristike i raspored kritičnih objekata i infrastrukture. U slučaju Crne Gore dati podaci se obezbjeđuju preko HMZCG (Hidrometeorološkog zavoda Crne Gore), CETI (Centra za ekotoksikološka istraživanja),

UZN (Uprave za nekretnine) i CZVS (Centra za vanredne situacije) ili VCG (Vojske Crne Gore). Nakon prihvatanja ulaznih podataka vrše se odgovarajući proračuni disperzije u vremenu i prostoru i generišu izlazni podaci, najčešće u obliku zona opasnosti i planova i procedura reagovanja. Zone opasnosti se obično iscertavaju u realnom vremenu preko digitalnih slika-podataka terena (GeoBrowser-a) a planovi reagovanja se daju u formi tekstualnih, govornih ili video poruka ili zapisa. Zone opasnosti i planovi reagovanja pomažu jedinicama i štabovima na terenu da adekvatno reaguju kako bi se izbjegli ljudski i materijalni gubici.

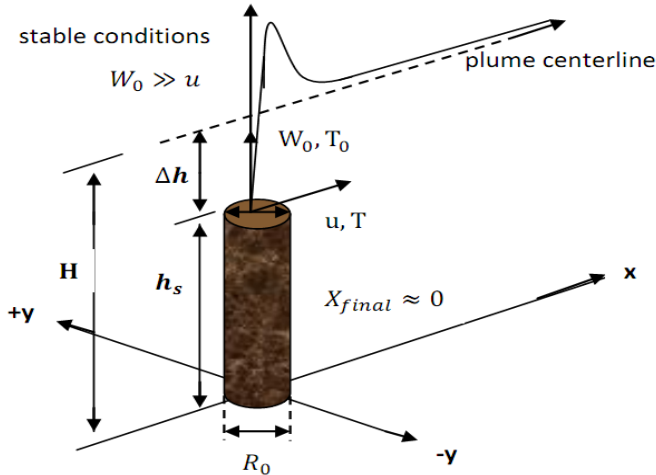
Tema ovog rada jeste modeliranje, simulacija i vizuelizacija disperzije vazdušnih polutanata emitovanih iz industrijskih izvora. Pokazuje se način izračunavanja i grafičkog prikaza koncentracije polutanta na nivou zemlje kao i definisanje zona opasnosti, vezanih za tip polutanta i alarmne nivoe. Zone se vizuelizuju i eksportuju u Google Earth-u primjenom KML protokola.

Pristup je ilustrovan na primjeru Termo Elektrane Pljevlja (TEP), gdje je posmatrana disperzija sumpor dioksida (SO₂) u realnim proizvodnim i vremenskim uslovima.

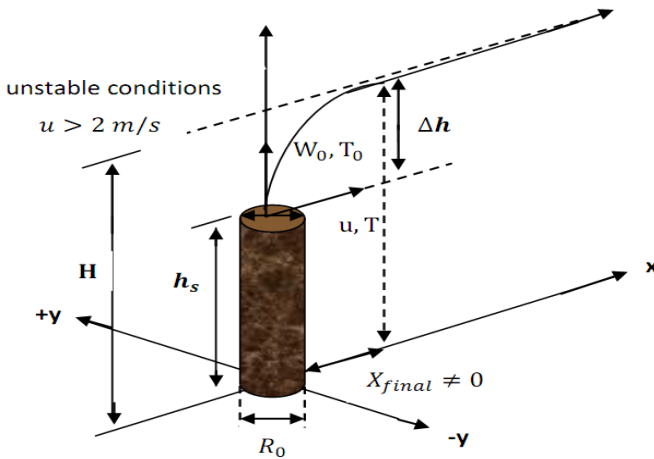
2. MODEL DISPERZIJE

Generalno gledano, prostorna raspodjela/putanja ili perjanica polutanta iz industrijskog dimnjaka može biti u dvije forme, povezane sa stabilnim i nestabilnim vremenskim uslovima, Slika 1 i Slika 2. T₀ je temperatura polutanta u tački izlaska [K], u je brzina vjetera u nivou vrha dimnjaka [m/s], T je temperatura ambijenta [K], w₀ predstavlja brzinu izlaska polutanta iz dimnjaka [m/s], h_s čini stvarnu visinu dimnjaka [m], R₀ jeste prečnik dimnjaka na izlasku [m], Δh je vertikalni priraštaj dimne perjanice [m], X_{final} predstavlja rastojanje od položaja dimnjaka do tačke u kojoj se perjanica

ustabili. Ovi parametri moraju se znati sa što je moguće većom tačnošću. Od njih zavisi preciznost sistema uveliko.



Slika 1. Izgled perjanice pri stabilnim vremenskim uslovima.



Slika 2. Izgled perjanice pri nestabilnim vremen. uslovima

Jednačina dimne perjanice u opštem slučaju ima Gauss-ovu formu [2]:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \delta_y \delta_z} e^{-\frac{y^2}{2\delta_y^2}} \left(e^{-\frac{(z-H)^2}{2\delta_z^2}} + e^{-\frac{(z+H)^2}{2\delta_z^2}} \right) + ST \quad (1)$$

$$ST = \sum_{n=1}^k e^{-\frac{(z+H-2nz_i)^2}{2\delta_z^2}} + e^{-\frac{(z+H+2nz_i)^2}{2\delta_z^2}} + e^{-\frac{(z-H-2nz_i)^2}{2\delta_z^2}} + e^{-\frac{(z-H+2nz_i)^2}{2\delta_z^2}} \quad (2)$$

Ovdje, koncentracija polutanta $C(x, y, z)$ u $[g/m^3]$ u tački $x[m]$, $y[m]$, $z[m]$ zavisi od emisije $Q[g/s]$, brzine vjeta na izlazu $u[m/s]$, disperzionih koeficijenata $\sigma_y [m]$ i $\sigma_z [m]$ i efektivne visine dimnjaka $H[m]$, koja predstavlja zbir aktuelne visine $h_s[m]$ i priraštaja $\Delta h[m]$. Prema tome $H=h_s+\Delta h$. ST je zbirni faktor povezan sa inverzijom od atmosferskog sloja na visini z_i , a k je faktor višestruke refleksije koji mora biti ≤ 4 .

U cilju povećanja preciznosti jednačina (1) i (2) izvršene su sledeće modifikacije: (i) Δh se smatra prostorno zavisnim, a (ii) vrijednosti σ_y, σ_z se zamenjuju sa efektivnim

vrijednostima $\sigma_{y\text{eff}}$ i $\sigma_{z\text{eff}}$. Dati parametri su kompleksne funkcije više promenljivih i izračunavaju se primjenom složenih algoritama. Najpouzdaniji način izračunavanja Δh daje Briggs-ov algoritam [3], primijenjen u ovom radu.

$$\Delta h = f(x, X_{\text{final}}, T, T_0, u, W_0, g, R_0, \frac{\Delta\theta}{\Delta T}, \text{st. classes}) \quad (3)$$

$$\sigma_{y\text{eff}} = f(x, X_{\text{final}}, T, T_0, u, W_0, g, R_0, \sigma_y, \text{terrain}) \quad (4)$$

$$\sigma_{z\text{eff}} = f(x, X_{\text{final}}, T, T_0, u, W_0, g, R_0, \sigma_z, \text{terrain}) \quad (5)$$

U gornjim parametarskim funkcijama zavisnosti, postoje parametri koji su poznati, tj. imaju konstantne vrijednosti kao što je g - gravitaciona konstanta vrijednosti 9.81 m/s^2 , dok, vrijednost $\Delta\theta/\Delta T$, izražena u K/m takodje predstavlja konstantu koja zavisi od klasa atmosferske stabilnosti, definisanih sa A, B, C, D, E ili F.

Uzimajući u obzir modifikacije (3), (4) i (5) koncentracija $C(x, y, z)$ iz jednačine (1) poprima analitički izraz $C'(x, y, z)$, koji predstavlja bazičnu jednačinu u primijenjenim proračunima.

$$C'(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \delta_{y\text{eff}} \delta_{z\text{eff}}} e^{-\frac{y^2}{2\delta_{y\text{eff}}^2}} \left(e^{-\frac{(z-(h_s+\Delta h))^2}{2\delta_{z\text{eff}}^2}} + e^{-\frac{(z+(h_s+\Delta h))^2}{2\delta_{z\text{eff}}^2}} \right) + \dots$$

$$\dots + TS(\Delta h, \sigma_{y\text{eff}}, \sigma_{z\text{eff}}) \quad (6)$$

3. VIZUELIZACIJA DISPERZIJE

Program za izračunavanje koncentracije prema jednačinama (1) do (6) je razvijen u MATLAB-u i dio je algoritamske strukture date na Slici 3. Funkcija prihvata ulazne parametre i daje 3D matricu koncentracije $C'(x, y, 0)$ na nivou zemlje i 2D konturne matrice $C_{0i}(x, y)$, $i=1, 2, \dots, n$. U stvarnosti $C_{0i}(x, y)$ predstavlja zone opasnosti dobijene kao:

$$C_{0i}(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{for } C'(x, y, 0) = T_i \\ 0 & \text{u ostalim slučajevima} \end{cases} \quad (7)$$

gdje je T_i kritični nivo za posmatrani gas (LOC – Level of Concern) u $\mu g/m^3$ ili ppm.

Da bi se prikazale u GIS-u, dobije zone opasnosti trebaju biti pretvorene u format čitljiv za standardne Geo Browser-e. U našem slučaju je korišten Google Earth zbog jednostavnosti rada, besplatnosti, veoma široke zastupljenosti, podrške i posjedovanja mobilnih verzija za PDA uređaje (ili iPhone). KML file format je upotrijebljen kao interfejs između MATLAB-a i Google Earth-a [4]. To je jedan otvoreni standard, službeno poznat kao OpenGIS RKML Encoding Standard (OGC KML). Dodatno ovaj

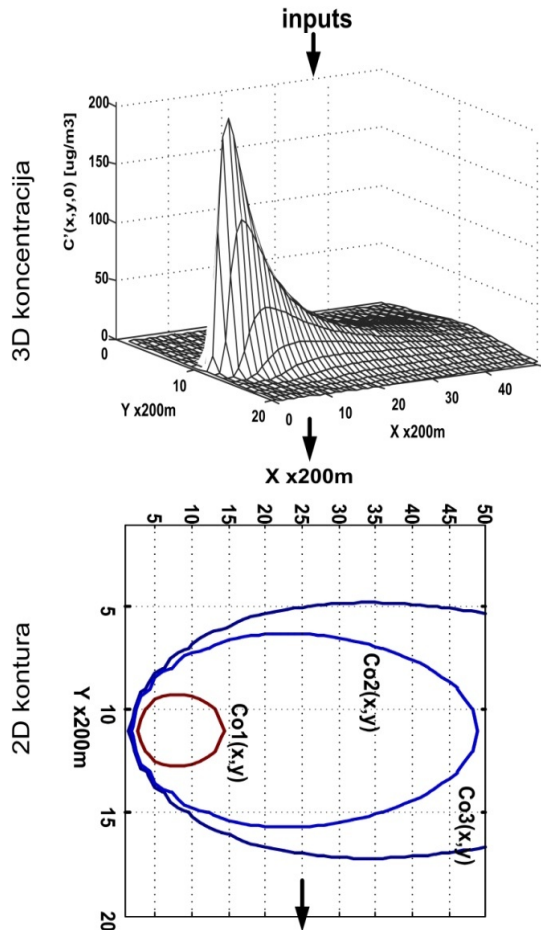
standard može biti pročitani i od strane drugih Geo Browser-a. Prije generisanja KML-a, konturni grafici (dati u metrima) moraju biti pretvoreni u latitude-longitude koordinate uzimajući u obzir poziciju dimnjaka i smjer vjetra (ugao rotacije). Sjeverni pravac vjetra (N) se smatra za (0°). Transformacija koordinata i rotacija je takodje realizovana u MATLAB-u.

4. STUDIJA SLUČAJA

U cilju provjere razvijenog pristupa, modeliranja, simulacije i vizuelizacije posmatran je slučaj Termo Elektrane Pljevlja koja predstavlja jedan od glavnih zagadjivača i emitera SO₂ u Republici. Usled nedostatka filtera za ovaj gas, on se direktno ispušta u atmosferu. Podaci o izvoru i važeći vremenski uslovi su dati u Tabeli 1.

Na Slici 5.a) je prikazana koncentracija na nivou zemlje, tj. matrica C'(x,y,0), dok slika 5.b) prikazuje profil koncentracije po x osi u pravcu niz vjetar. Slika 6 prikazuje zone opasnosti na mapi terena, datoj u Google Earth-u. Crvena zona odgovara nivou od 110 µg/m³, (Nacionalno dozvoljeni nivo), Oranž 50 µg/m³ (EU nivo) i žuta, 25 µg/m³, polovina od EU nivoa. Bijela linija prikazuje zonu nesigurnosti, tj. zonu u kojoj može varirati disperzija u odnosu na varijacije brzine i pravca vjetra.

Unošenje ulaznih podataka, modeliranje, simulacija i povezivanje sa Google Earth-om je integrisano u okviru MATLAB GUI-a koji je realizovan u sklopu GEPSUS projekta [5], [6], Slika 4.



```
<xml version="1.0" encoding="UTF-8" ><?xml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.1"><document>
<Placemark><name>Zone 1</name>
<draggable>2</draggable><poly><outerOrder>2</outerOrder><outerBoundaryIs><LinearRing><coordinates>
19.295024,42.459851,0.000000 19.293192,42.458662,0.000000 19.291368,42.457467,0.000000 19.289551,42.456266,0.000000
42.417504,0.000000 19.237278,42.416051,0.000000 19.235869,42.414549,0.000000 19.235466,42.414078,0.000000 19.234
8,0.000000 19.247436,42.398342,0.000000 19.249399,42.399434,0.000000 19.251320,42.400536,0.000000 19.252767,42.40
0,0.000000 19.304683,42.437420,0.000000 19.306328,42.438747,0.000000 19.307965,42.440081,0.000000 19.309594,42.441420,0.00
</LinearRing></poly></Placemark>
<Placemark><name>Zone 2</name>
<draggable>2</draggable><poly><outerOrder>2</outerOrder><outerBoundaryIs><LinearRing><coordinates>
19.295024,42.459851,0.000000 19.293192,42.458662,0.000000 19.291368,42.457467,0.000000 19.289551,42.456266,0.000000
42.417504,0.000000 19.237278,42.416051,0.000000 19.235869,42.414549,0.000000 19.235466,42.414078,0.000000 19.234
8,0.000000 19.247436,42.398342,0.000000 19.249399,42.399434,0.000000 19.251320,42.400536,0.000000 19.252767,42.40
0,0.000000 19.304683,42.437420,0.000000 19.306328,42.438747,0.000000 19.307965,42.440081,0.000000 19.309594,42.441420,0.00
</LinearRing></poly></Placemark>
</document>
```



Slika 3. Koraci u modeliranju, simulaciji i vizuelizaciji

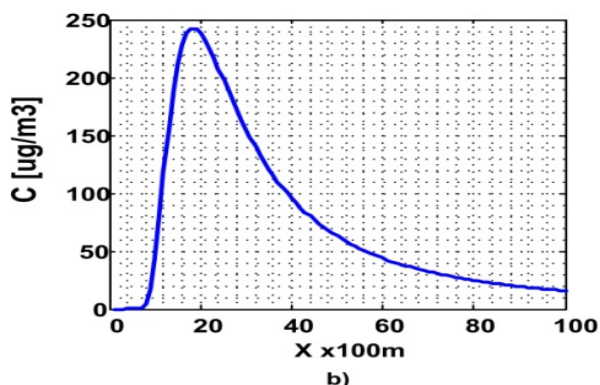
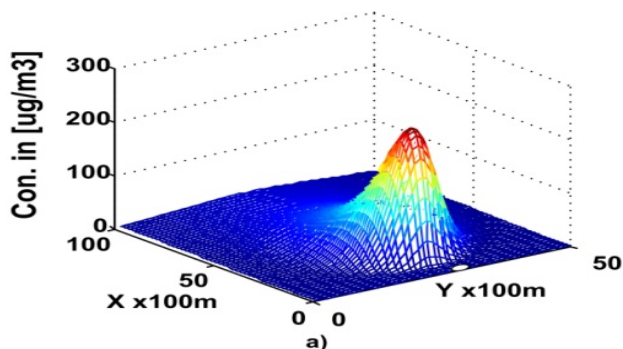


Slika 4. MATLAB Google Earth GUI

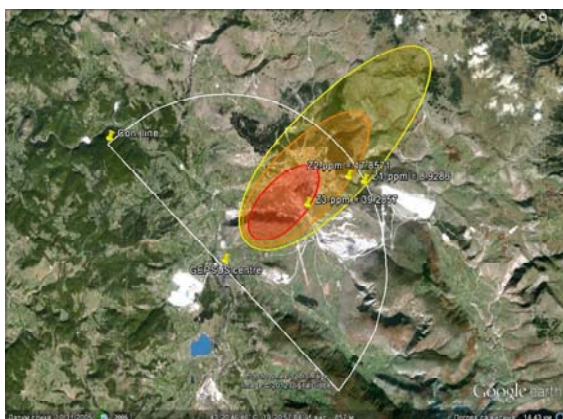
Tabela 1: Ulazni podaci za TEP.

Parametar	Vrijednost
Gas	SO ₂
Emisija Q	918 [g/s]
Visina dimnjaka hs	250 [m]
Prečnik dimnjaka Ro	7.5 [m]
Temperatura ambienta T	286.6 [K]
Temperatura gasa na izlazu To	413 [K]
Brzina vjetra u referent. tački	1 [m/s]
Smjer vjetra	225 [°]
Brzina polutanata na izlasku	6.3 [m/s]
Pasquill-ove klase stabilnosti	B
Vrsta terena	urban
Refleksija	Od
Lokacija izvora (lat,lon)	43.333494

	19.327311
Priraštaj poluprečnika PS	1000 [m]
Priraštaj ugla AS	90 [°]
Kritični LOC	110 [µg/m ³]



Slika 5: a) Matrica koncentracije, b) Nivo koncentracije u pravcu niz vjetar. [X_{final}]=1110 m, [Δh]=681 m, [u]=1.6 m/s



Slika 6. Vizuelizacija zona opasnosti u Google Earth-u. Žuta zona 25 µg/m³. Oranž 50 µg/m³. Crvena 110 µg/m³.

5. ZAKLJUČAK

Rad se bavi simulacijom i modeliranjem disperzije gasnih polutanata iz industrijskih izvora tačkastog tipa pri kontinualnoj emisiji. Korišteni model se bazira na Gauss-ovom modelu gdje je u cilju preciznosti povećan broj ulaznih parametara, a određeni su modifikovani. Zone rizika, koje se dobijaju iz matrice prostornih koncentracija, osim što bivaju ekstraktovane u Google Earth-u, služe za sagledavanje dobijenih rezultata i pripreme mjera reakcije (pomoći ili evakuacije). Samim tim, u saradnji sa drugim službama, koje su nadležne za civilnu zaštitu, moguće je izbjeći potencijalne katastrofe kao i upozoriti na predstojeće. To je ujedno i cilj GEPSUS projekta.

LITERATURA

- [1] Adel A. Abdel-Rahman, *On the atmospheric dispersion and Gaussian plume model*, WWAI'08, Corfu, Grece, October 26-28, 2008.
- [2] Beychok, M. R., *Fundamentals of Stack Gas Dispersion*, 4th Edition ed., 2005, ISBN 0-9644588-0-2.
- [3] EPA-454/B-95-003b, *Users guide for the industrial source complex (ISC3) dispersion models, Volume II-Description of model algorithms*, September, 1995.
- [4] OpenGL. <http://www.khronos.org/registry/OpenGL/>
- [5] R. de Amicis, S. Radovan and G.Conti, *Geospatial Visual Analytics - Geographical Information Processing and Visual Analytics for Environmental Security*, Springer, 2009.
- [6] Stojanović, R., Škraba, A., de Amicis, R., Conti, G., Elhanani, D. & Berkowicz, S, *Integration of System Simulation and Geographical Information Processing for the Air-Pollution Emergency Situations Control and Decision Making*, InterSymp 2011, Baden Baden, Germany

ZAHVALNOST

Istraživanja prezentovana u radu su finansirana od strane NATO programa Nauka za mir (The NATO Science for Peace and Security Programme) u okviru projekta GEPSUS: Sfp983510. Autori se zahvaljuju na podršci.

ISKUSTVO AMRESa U IMPLEMENTACIJI „Campus Best Practices” MODELA AMRES Experience with ”Campus Best Practices” MODEL

Mara Bukvić, Računarski centar Univerziteta u Beogradu

Sadržaj: NREN-ovi koji se suočavaju sa rješavanjem problema slabe tehnološke razvijenosti svu pažnju i cjelokupan budžet usmjeravaju na poboljšanje „backbone” infrastrukture i servisa, odnosno eksternih veza NRENa. Nedovoljna je pažnja usmjerena na sagledavanje i ublažavanje problema diskontinuiteta u kvalitetu infrastrukture, servisa i stručnosti osoblja, koji generalno postoji između NREN mreže i njenih kampusa. U okviru projekta GÉANT grupa „Campus Best Practices” (NA3/T4) ispituje implementaciju modela, koji je ustanovljen u norveškom NRENU UNINETT, i koji ima za cilj uspostavljanje prakse za kontinualno unapređenje kampusa i nivoa stručnosti u njima. Pozitivno iskustvo, stečeno tokom dvije i po godine implementaciji modela u AMRESa, tiče se sticanja podrške u svojoj akademskoj zajednici za aktivnosti uspostavljanja/saradnje inženjera kroz radne grupe za više tehničkih oblasti i izrade/upotrebe sopstvenih dokumenata sa najboljom praksom za kampuse.

Abstract: NRENs, faced with the digital divide problem, give undivided attention and overall budget for improvement of backbone infrastructure and services, or external NREN connections. On strategic level, insufficient attention has been focused on understanding and mitigating the problems of discontinuity in the quality of infrastructure, services and expertise of staff, which generally exists between the NREN backbone and campus network. The GÉANT “Campus Best Practices” (NA3/T4) task examines the model, which has been operated in the Norwegian’s NREN UNINETT, and which aims to establish practices for continuous improvement of the campus functionality and the level of proficiency in them. Positive experience, gained during the two and a half years period of implementation the model in AMRES, concerns organizing working groups and providing set of best-practice documents for the community as well gaining support in the academic community for this activities.

1. ZNAČENJE POJMOVA

Pojmovi, koji se koriste u dokumentu, su definisani kao što sledi:

NREN (National Research and Education Network) se koristi da označi organizaciju koja obezbeđuje funkcionisanje nacionalne istraživačke i obrazovne mreže, ali i samu mrežu.

Kampus ili kampus mreža (Campus network) se koristi da označi lokalnu mrežu, odnosno mrežnu infrastrukturu u svim institucijama koje opslužuje NREN, bez obzira na tip institucije ili mreže.

Tematska grupa ili radna grupa (Working group) je naziv za otvoreni forum za međusobnu saradnju inženjera angažovanih u kampusima, kao i njihovu saradnju sa NREN organizacijom.

BPD (Best Practice Document) je sažet dokument o nekom aktuelnom tehničkom pitanju ili problemu. Sadrži preporuke ustanovljene kao najbolja praksa za kampuse po iskustvu članova radne grupe i mišljenju akademske zajednice sakupljenim i proverenim u postupku izrade BPD. Daje smjernice koje kampusi u NRENU mogu da sljede suočeni sa rješavanjem istog tehničkog problema.

2. UVOD

Prema postojećoj praksi u većini država, NREN je nadležan za razvoj i obezbeđivanje mrežnih servisa do granice kampusa. Mali broj NRENOva je u mogućnosti da preuzme brigu i o lokalnoj mrežnoj infrastrukturi unutar svojih univerziteta, instituta ili još manjih institucija. Očekuje se da o ovom segmentu pretežno brinu same institucije i da budu odgovorne za sopstveni razvoj. U praksi se pokazuje da kada su prepuštene same sebi, institucije nisu jednako uspješne u tome. Često ne mogu da prate tempo kojim napreduje NREN. Naročito su pogođene manje institucije, koje uvijek nemaju mogućnosti da obezbede potrebne resurse da bi ispunile uslove postavljane za neke servise.

NREN i pojedinačne kampus mreže imaju iste krajnje korisnike. Korisnici očekuje kvalitetan servis na svom radnom mjestu, dakle unutar kampusa. Da bi krajnji korisnici bili zadovoljni pruženim brojem servisa i njihovim kvalitetom, u NRENU se mora postići ujednačen kvalitet mrežne infrastrukture i podrške, u krajnjim institucijama kao na backbone-u. Budući da se razvoj infrastrukture i servisa na backboneu i u kampusima nalaze u različitim domenima odgovornosti, otvorenje je pitanje da li postoje metodologija, model ili mjere čija primjena može dovesti do željenog cilja - usaglašenog razvoja ovih segmenata.

Tokom 2006 i 2007 godine je sprovedena opsežna studija u okviru GN2 projekta. Jedan njen deo, "EARNEST Report on Campus Issues" [1] posvećen je analizi stanja u kampus mrežama univerziteta širom Evrope. Studiju prate 52 preporuke, koje upućuju na to šta treba uraditi, ali ne kažu kako (način na koji to može da se uradi).

U istom periodu, tražeći način da obezbjedi podršku i standardizuje razvoj kampusa na univerzitetima i koledžima u Norveškoj, norveški NREN je, uz podršku svog resornog Ministarstva, pokrenuo projekat Giga Campus (2006-2009). Njihov rad bio je usmjeren ka podizanju saradnje između institucija, kako bi se došlo do zajedničkih tehničkih rešenja i preporuka za kampuse. Uključivanje institucija u ovaj proces bazirao se na tome da se tehničko osoblje iz IKT sektora institucija privuče i uključi u rad radnih grupa za pojedine oblasti. Time je stvoren krug iskusnog osoblja iz IKT sektora, koje je mogao da prenese svoja iskustva celoj akademskoj zajednici u formi nacionalnih dokumenta sa najboljom praksom, što je poslužilo kao osnova za ostale aktivnosti i sprovođenje ciljeva projekta.

Svojim pristupom, UNINETT ostvaruje merljiv uspjeh u svojim kampusima. Metode koje koriste u radu na nacionalnom nivou, poslužile su kao osnova za definisanje aktivnosti u tasku GN3 projekta, da bi u još nekim zemljama bile pokrenute slične aktivnosti. Pored norveškog UNINETT-a, u inicijalnoj fazi uključeni su NRENovi iz još 3 zemlje: Finska (CSC/Funet), Češka Republika (CESNET) i Srbija (AMRES). Među njima, Srbija je jedina koja se suočava sa rješavanjem problema slabe tehnološke razvijenosti (tzv. „digital divide” problem). Opis skorašnjeg iskustva AMRESa može biti od pomoći NRENovima, koji funkcionišu u sličnim uslovima.

Ostatak teksta je organizovan na sledeći način. U poglavlju 2 je objašnjen radni model „Campus Best Practice” (CBP), u poglavlju 3 uslovi u pod kojima je model primenjen u AMRESu, a u poglavlju 4 iskustva stečena tokom dvije godine implementacije modela u AMRESu. Tekst se završava zaključcima.

3. MODEL ODABRAN U GÉANT NA3/T4 TASKU

Model “Campus Best Practices” prikazan na slici 1. je sačinjen da bi se objasnio postupak koji njegove učesnike/NREN u koracima približava cilju. To je uspostavljanje prakse za kontinualno unapređenje kampusa, osnovnih servisa i nivoa znanja i stručnosti inženjera/tehničkog osoblja u njima. Polazi se ideje o saradnji među ovim osobljem, kao ključne ideje u postizanju cilja. Podstiče se razmjena znanja i iskustava među tehničkim osobljem i pronalaze se i uključuju različite forme saradnje. Postepeno su uvode nove aktivnosti, koje se baziraju na rezultatima predhodnih koraka.

Sve aktivnosti su svrstane u šest grupa, tako da se potpun model sastoji od šest koraka, jednostavih početnih do onih najsloženijih u smislu angažovanja resursa (ljudi i novca). U implementaciju prva tri koraka se može krenuti i sa relativno skromnim budžetom. Da bi se stiglo do kasnijih koraka

potrebna je sve veća finasijska podrška. S obzirom na raspoloživ budžet, u GÉANTu je usvojen osnovni radni model, koji se sastoji od prva tri koraka. Mada su vidljiva benefiti implementacije osnovnog modela, korisno je biti svestan prednosti proširenja aktivnosti. Koraci sa slike 1 su:



Slika1. Model “Campus Best Practice”

1. Organizovanje radionica (*workshops*) u cilju razmjene iskustava. Ovo je inicijalni korak i način da se omogući diskusija o temama i prezentuju različita rješenja iz izabrane tehničke oblasti. Tehničke oblasti, koje se obrađuju u GÉANTu su fizička infrastruktura, campus networking (redundantnost, IPv6), *mobility*, sigurnost, nadzor mreže i komunikacija u realnom vremenu (video, VoIP).

2. Sledeći korak je uspostavljanje tematskih grupa (*working groups*), tj. okupljanje užeg kruga tehničkog osoblja u otvorene foruma za saradnju na osnovu njihove zainteresovanosti za određenu oblast. Svaka je grupa posvećena jednoj tehničkoj oblasti, u kojoj je aktuelan veći broj srodnih tema. Učesnici se sastaju dva do četiri puta godišnje da bi diskutovali o izabranim temama. Između sastanaka razmjena mišljenja se podstiče na mail listama, wiki stranicama i sl. Svrha nije diskusija sama po sebi. Da bi ona dobila pravi značaj, poželjno je da se na osnovu iskustava u pojedinim kampusima ustanovi najbolja praksa za sve kampuse i definiše u formi dokumenata.



Slika2. Etape razvoja dokumenta sa preporukama

3. Razvoj dokumenata sa smernicama i preporukama za kampuse se sprovodi u iterativnom postupku prikazanom na slici 2. Iskustvo skocentrisano u tematskim grupama treba pretočiti u dokumente. Dokumenti ne treba da budu opširni (15 do 30 stranica), ali treba da opisuju praktična rešenja prilagođena potrebama i mogućnostima kampusa u NRENU. Pravi podsticaj je inicijalni nacrt dokumenta, koji se poboljšava u iterativnom postupku diskusijama unutar grupe, nakon čega se stavlja na uvid akademskoj zajednici. Prikupljeni komentari i dopune, koje grupa usvoji, ulaze u usaglašenu verziju dokumenta.

4. Organizovanje objedinjenih nabavki za potrebe većeg broja kampusa je 4. korak, ali prvi u nizu zahtjevnijih

aktivnosti. Dokument usaglašen u 3. koraku ne mora uvijek da sadržati specifikacije opreme ili servisa, ali informacije sadržane u njemu bi trebalo da posluže za izradu specifikacija prema kojima se sprovodi objedinjena nabavka za zainteresovane kampuse. Koristi su višestruke, ušteda u novcu i angažovanju ljudi, kvalitetu specifikacija, uniformnost opreme, koja olakšava održavanje, obuku itd.

5. Pružanje konsultantske pomoći u samom kampusu je konkretizovanje preporuka u realnim uslovima na terenu. Upoznavanje sa problemom koji je potrebno riješiti i predložiti odgovarajuće rješenje najčešće za redizajn i implementaciju.

6. Pomoć tokom implementacije u kampusu prema postojećim dokumentima (ili se stiču iskustva za nove dokumenta za koje praksa nije ustanovljena) tokom koje se uključuje i podiže nivo osposobljenosti inženjera u kampusu.

U dokumentu [2] nalazi se detaljniji opis modela zajedno sa preporukama za sve NRENOve koje žele pokrenuti ove aktivnosti na nacionalnom nivou. Neka od otvornih pitanja u vezi sa modelom su da li je on skalabilan i primenjiv na velike NRENOve, i koliko je primenjiv u slabo razvijenim NRENOvima i uslovima slabe finansijske podrške.

4. USLOVI U KOJIMA JE MODEL IMPLEMENTIRAN U AMRESu

U trenutku započinjanja projekta, AMRES je mreža sa oko 150 institucija, od kojih ima najviše kampusa fakulteta i istraživačkih instituta. Mrežom upravljaju četiri servisna centra. Oni su ujedno računski centri najvećih državnih univerziteta u Beogradu, Nišu, Novom Sadu i Kragujevcu. Usluge AMRESa finansira resorno ministarstvo. Servisi u AMRESu su potpuno besplatni za sve institucije i korisnike. U zavisnosti od geografskog položaja, kampusi su upućeni da očekuju podršku u svom servisnom centru. U međuvremenu AMRES je ustanovljen kao organizacija, tako da se sredina treće godine GÉANT projekta poklapa sa početkom novog perioda razvoja. U prelaznom periodu, dosta je pitanje potrebno rješavati, pa takav period nije pogodan za započinjanje nove prakse prema kampusima.

Dio ustaljene prakse u AMRESu je dugo vremena bilo organizovanje redovnih okupljanja (dva do četiri puta godišnje) za inženjere iz kampusa i servisnih centara. Program su činile razni sadržaji: pružanje informacija o strateškim odlukama, tehničkim detaljima servisa ili aktivnosti, diskusija o tehničkim i drugim pitanjima, pozvana predavanja o inovativnim servisima i istraživačkim projektima. Iz ove aktivnosti iniciran je „Campus Best Practice”.

Ostali djelovi modela, opisani kao koraci 4, 5 i 6 takođe nisu nepoznati u AMRESu. Npr. objedinjena nabavka za potrebe kampusa je organizovana nekoliko puta, motivisana ograničenim sredstvima i željom da se obezbedi što više opreme. Mada je pri tome izbor bio nametnut kampusima, institucije u AMRESu u tome ne nalaze negativnu stranu sve dok je izabrana oprema po karakteristikama daleko bolja od

opreme koju im njihovi individualni budžeti dozvoljavaju da nabave. Kampusi se obraćaju svojim servisnim centrima radi konsultovanja u nabavci opreme i implementaciji odabranih rješenja, najčešće u slučajevima izrazito složenih ili onih najjednostavnijih konfiguracija (kada se kampus uključuje u NREN).

Obučenosť tehničkog osoblja u kampusima AMRESa je podizana u Cisco Akademijama koje postoje na nekoliko mjesta u AMRESu sa svom potrebnom opremom. Ipak, mogao se uočiti nedostatak dokumenata, namjenjo kojima bi se, u pisanoj formi, sa postojećom praksom upoznalo tehničko osoblje u kampusima.

Sve opisane aktivnosti u AMRESu su organizovane kao izolovane aktivnosti, sa manjom ili većom učestanošću, ali ne kao dio nekog planski sprovedenog modela koji bi vodio ka trajnom i planiranom procesu na koji kampusi mogu da se oslone.

5. POČETNA ISKUSTVA AMRESa SA MODELOM

Prije početka GN3 projekta, dva koraka iz predloženom modela su bila potpuno nova za AMRES: izrada/korištenje sopstvenih BPDova i organizovanje zajednice u radne grupe za pojedine tehničke oblasti. Iskustvo, stečeno tokom dvije i po godine implementacije organizacionog modela, koje AMRES može da prenese tiče se uspostavljanja i sticanja podrške u svojoj NREN zajednici za ove aktivnosti.

U NRENOvima koji se nisu susretali sa konceptom saradnje kroz radne grupe, uspješan ishod početnih aktivnosti može zavisiti od izbora tehničke oblasti za koje se uspostavlja radna grupa i izbora tema za prve BPDove. Razlog je što su ovi izbori u inicijalnoj fazi nametnuti zajednici. Tek poslje prvih pozitivnih efekata u okviru radne grupe predlažu se teme za buduće BPDove. Predlozi za uspostavljanje grupa za druge oblasti, upućeni članovima tima, dolaze nakon toga, kao jasan znak da je zajednica prihvatila koncept.

AMRESovi kriterijumi za izbor tehničkih oblasti su: potreba za preporukama iz oblasti, iskustvo stečeno u oblasti i/ili zainteresovanosti kampusa za oblast. Na osnovu ovih kriterijuma, u AMRESu su formiranje tri grupe. Grupa za fizičku infrastrukturu uspostavljanja je na osnovu potrebe za preporukama za institucije koje se tek uključuju u NREN, ali i radi unapređenja infrastrukture u postojećim kampusima usvajanjem usaglašenih tehničkih rješenja (za npr. napajanje, hlađenje). Grupa za NMS je formirana zbog potrebe da se iskustvo skoncentrisano u jednom AMRES servisnom centru prenese na zajednicu. Grupa za sigurnost formirana zbog zainteresovanosti kampusa da sarađuju u rješavanju širokog spektra tehničkih tema (firewall, CERT, AAI itd).

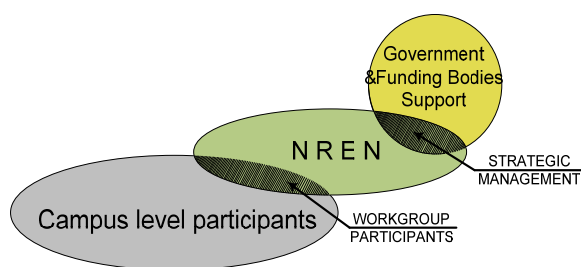
U sticanju podrške za „Campus Best Practices” aktivnosti u sopstvenoj zajednici, posebno mjesto ima pružanje uvida u iskustava drugih NRENOva. AMRES je koristio dvije forme:

- predstavljanje tehničkih rješenja iz drugih NRENOva da bi se podstakla sopstvena zajednica na

diskusiju o svojim potrebama: „Campus Best Practice“ aktivnosti daju tehničke rezultate (dostupne na [3]). Sa organizacionim modela je potrebno djelimično upoznati svoju IT zajednicu u inicijalnoj fazi, ali je lakše koristiti tehnička rješenja iz drugih NRENOva da bi se privukla pažnja tehničkog osoblja u sopstvenoj zajednici. Pri tome, ono što je dobra praksa za jedan NREN, ne mora biti nužno dobro za NREN u nekoj drugoj zemlji. Npr. svjestan da njegove institucije imaju daleko skromnije zahteve, AMRES je koristio UNINETTove BPDove iz oblasti fizičke infrastrukture da bi podstakao diskusiju o sopstvenim potrebama i razvoj sopstvenih BPDova.

- na radionice organizovane za kampus osoblje AMRESa su pozivani eksperti iz drugih NRENOva: Po usvajanju koncepta CBP, u okviru AMRESa, iskazana je naročita potreba za saradnjom na aktuelnim tehničkim temama za kampuse AMRESa, kao što su wireless, eduroam ili infrastrukture za autentifikaciju. U ovim oblastima kampus osoblje još nema dovoljno iskustva da bi se formirale radne grupe koje će raditi na izradi BPDova, ali se takav trenutak može iskoristiti za jačanje kampus zajednice kroz zajedničko iskustvo u savladavanju servisa iz nove tehničke oblasti.

U AMRESu smo mišljena da sve aktivnosti treba planirati oslanjajući se na predhodna pozitivna iskustva. Dovoljno je odabrati jednu aktivnost prema kojoj kampus osoblje u prošlosti imalo pozitivan odnos i kroz tu aktivnost predstaviti vrijednosti CBP modela i dati potrebna objašnjenja. Ako se postignu početni pozitivni efekti, dalje pomaže uniformnost u predstavljanju ovih aktivnosti i stalno pozivanje na predhodne događaje. Savjeti i podrška PR službe su poželjne, ali su obično nedostupni u NRENOvima sa problemom „digital divide“. Olakšavajuća okolnost, što je GEANT CBP tim od skora spreman da pruži podršku svim NRENOvima koji se zaiteresuju za model i da prema potrebama NRENA organizuju radionucu, kao početnu aktivnost u približavanju koncepta CBP kampus zajednici NRENA.



Slika3. Poveznost učesnika aktivnosti u NRENU

Nedostatak iskustva sa BPDovima utiče na proces njihove izrade, sadržaj i kvalitet početnih BDPova. U „želji da se sve objasni“ i pokriju različiti slučajevi, AMRESovi početni BPDvi su dugi (50tak strana) sa dosta teorije. Ne treba obeshrabrivati izradu ni takvih BDPova. Treba ih posmatrati kao dobru polaznu osnovu iz koje će nastati kraći dokumenti, fokusirani na preporuke. Potrebno je vrijeme da bi se došlo do odgovarajuće forme i kvaliteta, kroz rad i diskusiju u grupi.

Uspostavljanje potpunog modela je dugotrajan proces. Na njegovu održivost utiče način na koji je proces iniciran, ko je nosilac aktivnosti u NRENU i podrška koja se vremenom stiče u NRENU za ove aktivnosti. Za razliku od UNINETTa u kome je proces inicirana u okviru strateškog managementu, u slučaju AMRESa aktivnost je usvojena kroz učešće na GN3 projektu. Nosilac aktivnosti su članovi tima u GN3 tasku, pretežno iz jednog AMRES servisnog centra.

Na slici 3. prikazana je poveznost nosilaca aktivnosti u NRENU sa institucijama koje finansiraju NREN i IT zajednicom u kampusima. Šrafirane oblasti predstavljaju podršku ostvarenu prema jednoj i drugoj strani. Što su te površine veće, veća je i iskazana podrška kroz brojnost učesnika u radnim grupama ili brojnost pozitivnih odluka u stateškom managementu. Radi sticanja podrške, aktivnosti inicijalno mogu biti usmjerene prema jednoj i/ili drugoj strani. Motivisu ih različite teme.

Za trajnost koncepta u NRENU potrebno je obezbjediti podršku obje strane. Inicijalne aktivnosti u AMRESu su bile usmjerena ka kampusima, čime je ubuhvaćena široka baza potencialno zainteresovanih učesnika. Tokom dvije i po godine implementacije modela u stvorena je solidna osnova za naredne CBP aktivnosti u ovoj ciljnoj grupi. Aktivnosti za sticanje podrške u strateškom menadžmentu su ostavljene za kasnije. Olakšavajuća je okolnost što je strateški menadžment upućen i na druge izvore informacija, te svoje odluke često bazira na pozitivnim iskustavima drugih NRENOva. Podrška ove ciljne grupe može rasti, kako aktivnost usmjerene na kampuse bude dobijale na intenzitetu i uspjehnosti u NRENOvima razvijenih zemalja.

6. ZAKLJUČAK

Bitno je uočiti razliku između izolovanih postupaka usmerenim ka unapređenju stanja u kampusima i svjesno sprovedenog Campus Best Practice modela u NRENU, čak i kada je on ograničen na nekoliko prvih koraka tog modela. Tokom dvije i po godine implementacije organizacionog modela u AMRESu je stvorena solidna osnova za naredne aktivnosti, a dalji stepen implementacije modela u AMRESu će zavisiti od mogućnosti NRENA da ih sprovede.

LITERATURA

- [1] J. L. Guigner, M. Price, R. Montañana and M. Nowlan, "EARNEST Report on Campus Issues, "[Online]. Available: <http://www.terena.org/publications/files/EARNEST-Campus-Report.pdf>, January 2008.
- [2] V. Faltinsen, G. Bøe and O. Schjelderup, " Campus Best Practices ," JRES, Toulouse, France, [Online]. Available: https://openwiki.uninett.no/_media/geantcampus:geant-campus-best-practices.pdf, November 2011.
- [3] TERENA web site for Campus Best Practices [Online]. Available: <http://www.terena.org/activities/campus-bp/>.

RADARSKI SISTEM BAZIRAN NA SIGNALIMA MOBILNE TELEFONIJE RADAR SYSTEM BASED ON MOBILE NETWORK SIGNALS

Miloš Daković, Dušan Žarić, *Elektrotehnički fakultet, Podgorica*

Sadržaj: U radu su opisani osnovni principi radarskih sistema i predložena je njihova primjena u kombinaciji sa postojećim izvorima signala. Kao primjer postojećeg signala uzet je ortogonalni frekvencijski multipleks (OFDM) signal. Opisan je model radarskog prijemnika koji se koristi za detekciju kretanja vozila na raskrsnici, baziran na analizi primljenih signala koje je emitovala bazna stanica mobilne telefonije. Takođe, dat je postupak za proračun dometa radara i glavnih parametara posmatranog objekta.

Abstract: This paper considers the basic principles of radars and new application radar model is proposed in correlation with existing signal sources. Orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) is recognized as adequate technique to overcome multipath problem. Proposed radar receiver model for observing vehicle motion on intersection is described, along with usage of existing mobile network signal generated from the base station. In the end, mathematical procedure for calculating radar range parameter is presented.

1. UVOD

Radar (Radio Detecting and Ranging) je uređaj koji koristi radio talase za otkrivanje ciljeva od interesa, nezavisno od perioda dana i meteoroloških uslova. Sastoji se od niza elektronskih ili elektronsko-mehaničkih komponenti, a obično posjeduje predajni i prijemni dio. Pored toga što detektuje prisustvo objekata u prostoru, radar može dati i preciznije informacije o njima, kao što su udaljenost objekta, brzina kretanja i slično. Arhitekture radarskih sistema se razlikuju zavisno od njihove namjene, a danas se koriste u brojnim oblastima kao što su drumski i pomorski saobraćaj, praćenje meteoroloških uslova, civilno i vojno vazduhoplovstvo, ispitivanje vasione, praćenje satelita i slično.

Aktivni radarski sistem posjeduje predajnik koji emituje elektromagnetne talase, koji su usmjereni u pravcu posmatranog objekta. Kada radarski signal dođe u kontakt sa objektom, odbija se u više pravaca zavisno od oblika i vrste spoljašnje površine objekta. Intezitet reflektovanih elektromagnetnih talasa je veoma slab, pa se koriste pojačivači. Prijemnik radara detektuje reflektovane signale i obrađuje ih, kako bi se na osnovu njihove analize dobili podaci o udaljenosti i brzini kretanja objekta. Na ovaj način se vrši detekcija prisustva objekta u prostoru koji predstavlja domet radara. Domet je jedna od karakteristika radara i predstavlja maksimalno rastojanje na kojem radar može izvršiti tačnu detekciju mete.

Osnovni zadaci analize radarskih signala su detekcija mete i izdvajanje informacija o meti iz reflektovanog signala. U praksi se na prijemniku radara, pored signala reflektovanog od mete, pojavljuju i signali reflektovani od okolnih objekata i oni predstavljaju signal smetnji. Signal koji je reflektovan od mete nazivamo korisnim signalom.

2. SIGNALI MOBILNE TELEFONIJE

U mobilnim telekomunikacionim sistemima, postojeće tehnologije, kao što su 2G (GSM), 2.5G (GPRS, EDGE), 3G (UMTS, CDMA2000), 3.5G (HSDPA), koriste CDMA (Code Division Multiple Access) kao glavnu pristupnu tehnologiju i mogu postići potrebne protoke podataka i optimalnu spektralnu efikasnost u propusnim opsezima do 5MHz. Ipak, u širim radio kanalima (više od 10MHz) tehnologije zasnovane na OFDM-u, kao što su 4G (LTE) i Mobile WiMAX, predstavljaju pravi izbor, jer omogućavaju veći propusni opseg za mobilne širokopoljasne servise. Trend razvoja telekomunikacionog tržišta ukazuje da će u narednom periodu postojati koegzistencija ovih tehnologija, dok će se sistemi bazirani na OFDM-u vremenom sve više implementirati u bežičnim komunikacijama, kako budu rasle potrebe za većim protokom i naprednim širokopoljnim servisima.

Nezavisno od tehnologije pristupa, za emitovanje signala mobilne telefonije koriste se bazne stanice. One sadrže primopredajnike, antene, kao i prateću telekomunikacionu opremu za obradu signala i povezivanje na globalnu mrežu. Bazna stanica šalje signale na jednoj, a prima ih na drugoj frekvenciji. Na taj način je omogućena dvosmjerna komunikacija, što predstavlja osnov za pružanje servisa prenosa glasa i podataka. Bazne stanice se razlikuju po frekvencijskim opsezima koje koriste za prenos signala, pri čemu mogu raditi sa više njih istovremeno, a to su frekvencije oko 900 MHz, oko 1800 MHz ili oko 2100 MHz. Ovi frekvencijski opsezi se koriste za G1, G2 i G3 mobilne telekomunikacione mreže, respektivno. Antene baznih stanica mogu emitovati jednako u svim smjerovima ili dominantno u određenom sektoru (npr. širine 30°). Bazne stanice ostvaruju komunikaciju sa mobilnim terminalima pomoću kontrolnih kanala, koji služe za razmjenu informacija o uspostavljanju poziva i odnosu mobilnih uređaja i najbliže bazne stanice, i pomoću kanala za prenos

govora ili podataka. Na primjer, kod GSM (Global System for Mobile Communications) standarda, koji je najzastupljeniji u svijetu, signali od bazne stanice prema mobilnim terminalima se prenose u opsegu od 25 MHz, koji se nalazi između 935 i 960 MHz. Takođe, za prenos signala u suprotnom smjeru tj. od mobilnih uređaja do bazne stanice, koristi se opseg od 25 MHz koji je lociran od 890 do 915 MHz. Širina kanala je 200 KHz, što predstavlja razmak između radiofrekventni nosilaca. Dakle, ukupno ima 125 kanala od čega su 124 potpuni dupleks i služe za prenos informacija. Broj korisnika po kanalu je 8, što znači da se kanal od 200 kHz dijeli na 8 logičkih podkanala, koristeći TDMA i FDMA principe.

Ortogonalni frekvencijski multipleks (OFDM) je tehnika digitalne modulacije koja omogućava prenos velike količine podataka uz dobru spektralnu efikasnost. U OFDM sistemima prenosa ukupan niz podataka dijeli na N paralelnih nizova, i svaki od njih se mapira na određenu frekvenciju (podnosilac), pri čemu protok po svakoj frekvenciji iznosi $1/N$ od originalnog protoka. U nastavku će ukratko biti opisan model OFDM signala.

Modulacioni filtri vrše modulaciju pravougaonim impulsom na nosećim frekvencijama $k W / N$, gdje je $k = 0, 1, \dots, N-1$,

$$\phi_k(t) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{T - T_{cp}}} e^{j2\pi \frac{W}{N} k(t - T_{cp})} & \text{za } t \in [0, T], \\ 0 & \text{ostalo} \end{cases}$$

gdje je $T = N T_s + T_{cp}$ trajanje simbola, $T_s = 1/W$, T_{cp} je dužina zaštitnog intervala, odnosno cikličnog prefiksa (CP). U periodu $[l T, (l+1) T]$, modulirani signal je oblika:

$$d_l(t) = \sum_{k=0}^{N-1} S_{k,l} \phi_k(t - lT)$$

i predstavlja l -ti OFDM simbol, gdje su $S_{k,l}$, $k = 0, 1, \dots, N-1$, simboli informacije. Izlaz iz OFDM modulatora se može prikazati u obliku:

$$d(t) = \sum_l d_l(t) = \sum_l \sum_{k=0}^{N-1} S_{k,l} \phi_k(t - lT)$$

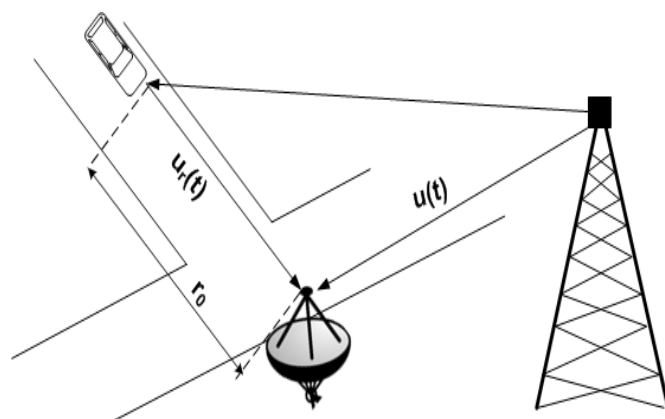
OFDM je primijenjen u brojnim bežičnim sistemima, gdje je izražena potreba za efikasnim prenosom u uslovima gdje su izražene smetnje, kao što su digitlani audio (DAB), digitalni video (DVB-T, ISDB), WLAN standardi 802.11a/g/n, 802.16 (WiMAX) [1]. Koristi se za mobilne mreže četvrte generacije (4G), kao i za bežične PAN (personal area network) mreže sa visokim brzinama prenosa (802.15.3a). Tek prije desetak godina njegova primjena se, zbog brojnih prednosti, počela razmatrati i za širokopojase aplikacije i radarske sisteme [2].

Poznato je da signal mobilne telefonije pokriva najveći dio okoline, naročito urbanih površina. U nastavku rada je

izložena ideja da se poznati signali iz okoline iskoriste za analizu u prijemniku radara, čiji je cilj detekcija objekata i dobijanje relevantnih informacija o njima.

3. MODEL RADARSKOG SISTEMA

U praksi, radarski prijemnici ne moraju biti na istoj lokaciji kao i predajnici. Tačnije, kao emitovani signal se ne mora koristiti radarski signal, već neki postojeći signal u posmatranom spektru. U nastavku je predložen način realizacije jednog takvog radarskog sistema, pri čemu se kao predajnik koristi bazna stanica mobilne telefonije, koja emituje poznati signal, dok se prijemni dio radarskog sistema nalazi na odabranoj lokaciji. Cilj ovako konstruisanog sistema je da na osnovu informacija dobijenih iz signala reflektovanog od objekta, inicira promjenu parametara sistema signalizacije na raskrsnici ili u sličnim okruženjima. Ovakva izvedba je predložena kako se spektar ne bi dodatno opterećivao generisanjem novih signala, već se u prijemniku analiziraju primljeni signali iz poznatog izvora. Opisan je i postupak za proračun rezolucije radara i parametara posmatranog objekta.



Slika 1: Prikaz predloženog modela radarskog sistema

Kao što je prikazano na slici, radarski sistem koji se sastoji iz dvije prijemne antene, postavljen je na raskrsnici sa ciljem detekcije rastojanja i brzine približavanja automobila. Dakle, objekat od interesa je automobil koji se kreće u smjeru ka radaru i parametri koji su važni za analizu su njegovo rastojanje od raskrsnice tj. radara, kao i brzina kretanja vozila. Ukoliko se poznaju ovi parametri, moguće je u zavisnosti od njihovih vrijednosti, inicirati promjenu signalizacije i aktivirati sistem upozorenja na raskrsnici. Tako je moguće na osnovu procjene načina kretanja automobila, promijeniti režim rada svjetlosne signalizacije tj. semafora. Ovo je samo jedna od ideja koje mogu biti realizovane u slučaju detektovanja pomenutih parametara, a primjena ovakvog sistema bi bila mnogo šira. Na primjer, bezbjednost saobraćaja na raskrsnici može biti poboljšana i unaprijeđena tako što bi se u slučaju približavanja automobila brzinom većom od maksimalne dozvoljene, signalizacija na semaforu promijenila i aktiviralo se crveno svjetlo.

U predloženom sistemu, radar ne emituje signal, već se za detekciju koristi postojeći signal. U ovom slučaju to je signal mobilne telefonije emitovan sa bazne stanice. Pretpostavimo da se bazna stanica sa sektorskom antenom nalazi iza opisanog radara, postavljena tako da radar prima direktan signal sa bazne stanice, kao i reflektovani signal od automobila. Za početak, pretpostavimo da su prijemne antene radara usmjerene i podešene tako da jedna (koja je usmjerena ka baznoj stanici) prima samo direktan signal od bazne stanice, dok druga antena (koja je usmjerena ka raskrsnici) prima samo signal reflektovan od automobila i do nje ne stiže direktni signal. U skladu sa predloženim matematičkim modelom, korelacijom ova dva signala dobija se rezultujući signal, čijom se analizom mogu procijeniti željeni parametri automobila.

Neka je $u(t)$ vremenski ograničen signal kojeg radarski sistem prima direktno od predajnika, pri čemu je $0 \leq t \leq T_r$, gdje je T_r vrijeme ponavljanja impulsa. Označimo sa $u_r(t)$ signal koji je nakon refleksije od posmatranog objekta došao do prijemnog dijela radara koji je usmjeren ka objektu. Signal $u_r(t)$ možemo predstaviti relacijom [3]:

$$u_r(t) = Au(t - T_0) + \varepsilon(t)$$

gdje $\varepsilon(t)$ označava šum i neželjene smetnje usljed odbijanja signala od okolnih objekata koji nisu od interesa u analizi, A označava slabljenje zbog refleksije signala od mete dok je T_0 kašnjenje uzrokovano konačnom brzinom prostiranja elektromagnetnih talasa i računa se kao:

$$T_0 = d / c,$$

gdje je c je brzina prostiranja svjetlosti a d se može povezati sa rastojanjem radara od posmatranog objekta r_0 .

Rezultujući signal možemo dobiti korelacijom signala:

$$R(\tau) = \int_0^{T_r} u_r(t)u^*(t - \tau)dt$$

Korelacija pokazuje sličnost, povezanost, odnosno zavisnost dva signala, i zavisi od toga da li su signali generisani iz istog izvora ili su nezavisni.

Udaljenost mete se može izračunati na osnovu kašnjenja T_0 . Maksimalna apsolutna vrijednost $R(\tau)$, kada nema šuma, se dobija za $\tau = T_0$, odnosno:

$$T_0 = \arg \max_{\tau} |E[R(\tau)]|$$

Na osnovu T_0 je zatim moguće izračunati udaljenost mete od radara. Pretpostavimo da su emitovani i primljeni signal demodulisani u opsegu $-B/2 \leq f < B/2$. Po teoremi o odabiranju moramo imati $N = B T_r$ odbiraka u jednom impulsu. Odbirke signala $u(t)$ i $u_r(t)$ označimo sa $u(n)$ i $u_r(n)$. Korelacija u diskretnom domenu je:

$$R(k) = \sum_{n=0}^{N-1} u_r(n)u^*(n-k)$$

Maksimum $R(\tau)$ nalazimo sa korakom diskretizacije $\Delta\tau = T_r / N = 1/B$, a rezolucija radara pri određivanju udaljenosti je $\Delta r = c/2B$. Da bi definisali maksimalno rastojanje mete r_{max} tj. domet radara, moramo uzeti $k = 0, 1, \dots, k_{max}$, gdje je:

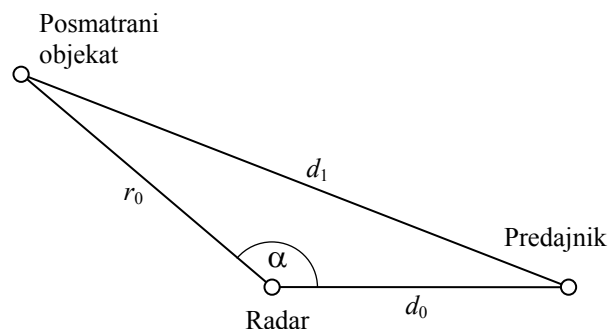
$$k_{max} = r_{max} / \Delta r = 2Nr_{max} / T_r c$$

Za računanje korelacije koristimo FFT, pri čemu je:

$$R(k) = FFT^{-1}[FFT(u_r(n))FFT^*(u(n))]$$

4. REZOLUCIJA PREDLOŽENOG SISTEMA

Pretpostavimo da se radarski sistem nalazi na udaljenosti d_0 od predajnika i na udaljenosti r_0 od posmatranog objekta, pri čemu je ugao između linija radar-predajnik i radar-posmatrani objekat α . Uprošćeni geometrijski model je dat na slici 2.



Slika 2: Geometrijski model posmatranog radarskog sistema

Udaljenost između predajnika i posmatranog objekta iznosi:

$$d_1 = \sqrt{r_0^2 + d_0^2 - 2r_0d_0 \cos \alpha}$$

Razlika u pređenim putevima talasa koji se od predajnika kreće ka radaru i talasa koji se reflektuje od posmatranog objekta je:

$$d = d_1 + r_0 - d_0$$

Ova udaljenost uzrokuje kašnjenje signala T_0 koje estimiramo i na osnovu kojeg određujemo d i udaljenost r_0 po formuli:

$$r_0 = \frac{d(2d_0 + d)}{2(d + d_0 - d_0 \cos \alpha)}$$

koja se za vrijednosti α bliske 180° može aproksimirati sa

$$r_0 \approx \frac{1}{1 - \cos \alpha} d$$

Odavde možemo odrediti rezoluciju radarskog sistema pri određivanju udaljenosti r_0 kao

$$\Delta r_0 = \frac{1}{1 - \cos \alpha} \frac{c}{B}$$

gdje je c brzina prostiranja svjetlosti a B frekvencijski opseg korišćenog radarskog signala.

Vidimo da je rezolucija predloženog sistema manja od rezolucije konvencionalnog radarskog sistema ($\Delta r = c/(2B)$) pri čemu je optimalni slučaj $\alpha=180^\circ$ kada predloženi sistem ima rezoluciju jednaku konvencionalnom sistemu. U slučaju da ugao α uzima male vrijednosti ($|\alpha| < 90^\circ$) rezolucija posmatranog sistema je loša.

Na primjer ukoliko je $B = 25\text{MHz}$ (predajnik je GSM bazna stanica) i $\alpha=120^\circ$ dobija se rezolucija $\Delta r_0 = 8\text{m}$.

5. ZAKLJUČAK

Osnovni zadatak radara je otkrivanje ciljeva od interesa i određivanje važnih informacija o njima, kao što su brzina i položaj. Radarski sistemi za analizu posmatranih objekata mogu koristiti postojeće signale, koji su emitovani iz drugih izvora. U radu je predložen koncept prijemnog dijela radara, koji koristi signale emitovane sa bazne stanice mobilne telefonije. Na osnovu analize primljenih signala se određuju parametri od interesa. Na ovaj način se izbjegava generisanje novih tipova signala koji dodatno opterećuju frekvencijski spektar.

LITERATURA

- [1] T. S. Rappaport, *Wireless Communications: Principles and Practice*, Prentice Hall, New Jersey, 2002.
- [2] Christian Sturm, Thomas Zwick, and Werner Wiesbeck, *An OFDM System Concept for Joint Radar and Communications Operations*, Germany, IEEE 2009.
- [3] M. Daković, „Estimacija parametara signala dekompozicijom u vremensko-frekvencijskom domenu sa primjenom na radarske signale,” *doktorska disertacija*, Univerzitet Crne Gore, Podgorica, 2005.
- [4] T. Thayaparan, M. Daković, LJ. Stanković, “Mutual interference and low probability of interception capabilities of noise radar,” *IET Radar, Sonar & Navigation*, Vol. 2, No. 4, Aug. 2008, pp. 294-305.

KONCEPTUALNI MODEL E-LOVSTVA CONCEPTUAL MODEL OF E-HUNTING

Bogdan Mirković, Fakultet za informacione tehnologije, Slobomir P Univerzitet

Sadržaj-Kvalitetno upravljanje i nadzor u oblasti lovstva zahtijeva posjedovanje informacija iz ove oblasti u realnom vremenu. Razvoj informaciono-komunikacionih tehnologija, prednosti koje pružaju brzina i snaga računarske tehnike, baze podataka i njihova primjena u oblasti lovstva omogućavaju uvođenje novog koncepta prikupljanja i analiziranja podataka u oblasti lovstva – e-Lovstva. U radu su izložene osnovne karakteristike, ciljevi, koristi, prepreke i izazovi, kao i zainteresovane strane za razvoj i implementaciju e-Lovstva kao dijela e-vlade i e-društva.

Abstract - Quality management and supervision in the field of hunting requires the possession of information in this field in real time. The development of information and communication technologies, the benefits they provide speed and power of computer technology, databases and their applications in the field hunting allows the introduction of the new concept of collecting and analyzing data in the field hunting - e-hunting. The paper presents the basic characteristics, objectives, benefits, obstacles and challenges, as well as stakeholders in the development and implementation of e-hunting as part of e-government and e-society.

1. UVOD

Lov je djelatnost koja je omogućila opstanak čovjeka i usmjerila njegov razvoj prema organizovanoj zajednici ljudi. Razvoj ove zajednice donio je velike promjene u svim sferama života, tako i u lovu, pa danas lov nije samo odstrijel divljači, niti je puka potreba, već je evoluirao u LOVSTVO, odnosno plansku i složenu djelatnost, zasnovanu na naučnim dostignućima, a koja se sastoji iz upravljanja (očuvanje, uzgoj i racionalno korištenje) prirodnim resursima (populacije divljih životinja i njihova staništa), a u skladu sa mogućnostima određenog područja i interesa društva u datom području. Dakle, lovstvo je djelatnost koja ima mnogostruke (polivalentne) funkcije za društvo, i kao takva ne obuhvata samo odstrijeljivanje i hvatanje divljači nego sve radnje čovjeka-lovca kojima zaštićuje, uzgaja i racionalno koristi divljač i njena staništa [1]. Lovstvo je ekološka, ekonomska, društveno korisna i obrazovno-naučna djelatnost, koja je u funkciji integralne zaštite, uzgoja, održivog korištenja i stalnog poboljšanja lovnog fonda, staništa i drugih lovnih resursa [2].

Organizacijama na svim nivoima (državne institucije, asocijacije organizacija, osnovne organizacione jedinice iz oblasti lovstva, privredni subjekti, neprofitne organizacije) koje su uskopovezane sa lovstvom, za kvalitetno obavljanje svojih funkcija potrebne su informacije koje im omogućavaju pravovremeno i svrsishodno donošenje odluka u cilju razvoja lovstva i s njim direktno ili indirektno povezanih oblasti. Razvoj informaciono-komunikacionih tehnologija posljednjih desetljeća omogućava različite aspekte njihove primjene u svim oblastima života, pa tako i u lovstvu. U ovoj oblasti, posebno u slučajevima kada su osnovne lovne organizacije (lovačka društva/udruženja) koja koriste/gazduju lovištima, organizovane na manjim teritorijalnim jedinicama, informacije kojima raspolažu svi nivoi organizacija iz oblasti lovstva, njihova integrisanost i dostupnost u realnom vremenu, imaju suštinski značaj za unapređenje ove oblasti u uslovima ubrzanog življenja i upravljanja i nadzorom nad dodijeljenim resursima što se

prvenstveno odnosi na fond divljači u lovištu, materijalne resurse, kao i odgovorno osoblje i članove lovačkih organizacija. Svojim djelovanjem unutar društva, organizacije iz oblasti lovstva, a posebno njihove asocijacije, gradeći veze sa organima državne uprave, lokalnim zajednicama i građanima čine društvo u kome se nalaze boljim za život. Zbog svega navedenog, organizovanje dijeljenja i integracije informacija iz ove oblasti, pružanje usluga ne samo svojim članovima nego i građanima uopšte, moraju biti podstrijek i državnim organima i organizacijama iz oblasti lovstva na svim nivoima da ove aktivnosti budu u službi svih.

E-Lovstvo možemo definisati kao niz aktivnosti koje, koristeći informaciono-komunikacione tehnologije, omogućavaju razmjenu, integraciju, analiziranje i distribuciju svih relevantnih podataka vezanih za oblast lovstva i s njim uskopovezanih oblasti, radi očuvanja biodiverziteta i prirodne okoline. E-Lovstvo treba da omogući državnim organima uvid u planove i aktivnosti lovačkih organizacija, njihovih asocijacija, kao i informisanje istih od strane državnih organa u vezi sa njihovim postupcima u vezi sa ovom oblasti. U ovaj segment društva moraju biti na odgovarajući način upoznati i druge organizacije čiji djelokrug djelovanja nije direktno povezan sa lovstvom (prije svega zainteresovani privredni subjekti i organizacije za zaštitu flore i faune).

U radu su prikazane osnovne karakteristike e-lovstva u konceptualnom obliku, koja su nezavisne od implementacije sistema (logičke i fizičke). Na kraju rada je dat prijedlog logičkog okvir e-lovstva.

2. ZAINTERESOVANE STRANE ZA RAZVOJ I IMPLEMENTACIJU E-LOVSTVA

Zainteresovanom stranom možemo smatrati bilo kojeg pojedinca, grupu ili organizaciju koja utiče ili na koju utiče određeni proces. Proces identifikacije zainteresovanih strana je iterativni proces kome se mora obratiti posebna pažnja.

Identifikovanje nove zainteresovane strane često se vrši od strane već identifikovane zainteresovane strane. Pojedine zainteresovane strane mogu imati veliki uticaj na proces na njegovom početku ili pri uspostavljanju poslovnog procesa dok se njihov uticaj smanjuje primjenom razvijenog poslovnog procesa, ali postoje i zainteresovane strane čiji uticaj je obrnut. Definisanje zainteresovanih strana se vrši na osnovu [3]: ekonomskog, socijalnog ili kulturnog uticaja na sistem, interesa za upravljanje i nadzor nad sistemom (pravno regulisan ili ugovorom definisan), trenutnom ili potencijalnom uticaju na funkcionisanje sistema, istorijskoj ili kulturnoj povezanosti sa sistemom, posjedovanja jedinstvenih znanja ili vještina potrebnih za upravljanje ili nadzor nad radom sistema, njegovih dijelova i resursa koje sistem koristi, kao i posjedovanja prava na zemljište ili druge prirodne kapacitete koje sistem koristi. Za razvoj i implementaciju e-Lovstva zainteresovane strane mogu se grupisati po sljedećem:

VLADA – Savremeno lovstvo je pod nadzorom države. Vlada kao najviši organ izvršne vlasti preko svojih organizacionih jedinica (ministarstava i drugih organa) vrši predlaganje zakonske regulative, podzakonski akata i drugih pravnih normi kojima se reguliše oblast lovstva. Vlada definiše kreiranje politike za razvoj lovstva i vrši definisanje geografskih oblasti koje daje na korištenje drugim organizacijama iz oblasti lovstva. Nadležno Ministarstvo je zaduženo za analizu planiranih i ostvarenih aktivnosti iz oblasti lovstva, kao i sankcionisanje nepravilnosti iz ove oblasti.

OSTALI DRŽAVNI ORGANI – državni organi koji vrše nadzor nad radom organizacija iz oblasti lovstva (lovne inspekcije, policijski organi koji daju dozvole za oružje, granična policija, carinske službe, zdravstvene i veterinarske službe)

ASOCIJACIJE LOVAČKIH ORGANIZACIJA – predstavljaju udruženja lovačkih organizacija, korisnika lovišta, privrednih subjekata i drugih pravnih lica zainteresovanih za razvoj lovstva. Zastupaju interese svojih članica i lovaca u zemlji i inostranstvu, organizuju polaganja lovačkih ispita i ispita za ocjenjivače trofeja, pripremaju stručne podloge za donošenje programa razvoja lovstva, lovnih osnova i lovnih planova, saraduju sa svim zainteresovanim stranama u naučno-istraživačkim djelatnostima u vezi sa lovstvom i divljači,

LOVAČKE ORGANIZACIJE – lovačke organizacije formiraju se radi organizovanog bavljenja lovstvom, ostvarivanja opštih interesa za unapređenje uzgoja i zaštite lovstva, iskorištavanja divljači, njegovanja lovačke etike, zaštite prirode i očuvanja prirodnog staništa. Lovačke organizacije vrše dugoročno, srednjeročno i kratkoročno planiranje aktivnosti za razvoj lovstva, kao i praćenje realizacije aktivnosti.

LOVCI – osobe koje se bave uzgojem i zaštitom divljači, uređenjem lovišta i racionalnim korištenjem lovišta i divljači

PRIVREDNI SUBJEKTI – privredni subjekti koji svoje aktivnosti zasnivaju na oblasti lovstva (uzgoj i zaštita divljači, uređenje lovišta, racionalno korištenje lovišta i divljači, vještačka prozvodnja divljači i drugih proizvoda za lov, kao i uslužnim djelatnostima, turističke organizacije)

NEVLADINE ORGANIZACIJE – nevladine organizacije kao dio neprofitnog sektora koje se bave lovstvom i divljači i promocijom lova u skladu sa principima sistematskog korištenja prirodnih resursa za zaštitu prirode i upravljanja prirodom

NAUČNO-OBRAZOVNE INSTITUCIJE – institucije u kojima se vrši analiziranje informacija iz oblasti lovstva, obuka kadrova za rad u lovstvu, stratejski principi razvoja lovstva.

3. CILJEVI E-LOVSTVA I KORISTI

E-Lovstvo treba da obezbijedi kvalitetne informacija u dovoljnom obimu svim zainteresovanim stranama uz precizno definisane uloge i odgovornosti svih činilaca sistema. Jasno definisanje ciljeva koje e-Lovstvo treba da ispuni, počevši od državnih organa preko lovačkih organizacija do privrednih subjekata, nevladinih organizacija i naučno-obrazovnih institucija, usmjerava razvoj i kasniju implementaciju e-Lovstva. Načelni ciljevi koje je potrebno e-Lovstvo da ispuni su:

- osiguravanje neprekidnog razvoja oblasti lovstva efikasnijim izvještavanjem i analizom podataka na svim nivoima,
- obezbjeđivanje bolje informisanosti državnih institucija u realnom vremenu uz definisanje preciznih izvještaja,
- povećavanje stepena međuorganizacione saradnje organizacija iz oblasti lovstva,
- obezbjeđivanje upravnim i nadzornim organima iz oblasti lovstva pravovremene informacije o stanju u ovoj oblasti, kao i planovima i aktivnostima organizacija,
- dozvoliti neprekidan pristup informacijama zainteresovanim stranama,
- povećanje stepena iskoristivosti potencijala ljudskih i materijalno-tehničkih resursa bitnih za funkcionisanje lovstva,
- analiziranje stanja lovnih objekata i davanje tehničkih rješenja za njihovo usavršavanje,
- smanjivanje troškova organizacija za vođenje administrativnih poslova uz istovremeno povećanje transparentnosti i dostupnosti informacija,
- obezbjeđivanje bolje informisanosti članova lovačkih organizacija,
- omogućavanje naučnim radnicima i institucijama informacije za njihov rad,
- omogućavanje razvoja lovnog turizma,
- smanjenje troškova i povećanje brzine i tačnosti u odnosu na postojeći (papirni) način komuniciranja,

Za zadovoljenje postavljenih ciljeva e-Lovstvo mora se uspostaviti na način koji je najprimjereniji uslovima u kojima se razvija sagledavajući sve nepophodne činioce čijom primjenom će biti poboljšani pristup, postignuta efikasnost i

efektivnost procesa u oblasti lovstva ne zanemarujući određeni nivo kvaliteta i kvantiteta informacija.

Razvoj i implementacija e-Lovstva treba da omogući organizacijama koje su uključene u ovaj sistem i koje informacije daju na uvid, ali i primaju informacije od drugih organizacija, određene koristi. Koristi zavise, prije svega, od vrste organizacije i njenih ciljeva i svrhe postojanja. Specifične koristi mogu biti povećanje produktivnosti (u lovstvu proizvodnja divljači), poboljšano donošenje kvalitetnih odluka (lov, očuvanje divljači, kontrola biodiverziteta), smanjenje finansijskih troškova (knjigovodstvene usluge, angažovanje savjetnika i stručnjaka iz oblasti lovstva, samostalno razvijanje i primjenu informacionih tehnologija za potrebe lovstva, centralizovanje nabavke divljači za unos u lovište) [4], poboljšanu informisanost svih činilaca razmjene (organizacije, članovi). Očekivane koristi se mogu od svake inicijative razmjene i integracije informacija mogu se podijeliti u tri osnovne grupe [5]:

1. Tehničke koristi koje su uskopovezane sa obradom podataka i upravljanjem informacijama. Integracijom informacija na jednom mjestu smanjuje se višestruko prikupljanje podataka od strane nadzornih i kontrolnih organa (primjer: dostavljanje informacija od strane osnovnih lovačkih organizacija raznim državnim organima), upravljanje informacijama, čuvanje podataka na jednom mjestu na jedinstven način za sve učesnike integracije a samim tim i smanjenje troškova koje pojedine organizacije imaju po naprijed navedenim razlozima [6]. E-Lovstvo može omogućiti bolju standardizaciju međuorganizacionih odnosa u oblasti lovstva.
2. Organizacione koristi koje se ogledaju u vremenski adekvatnom i kvalitetnom rješavanju međuorganizacionih nesporazuma, povećanju produktivnosti organa unutar organizacije, omogućavaju koordinaciju organa i organizacija prema drugim činiocima sistema lovstva, povećavaju kvaliteta usluga članovima organizacija. U ove koristi se mogu ubrojiti i finansijske koristi koje organizacija može imati [4], [7].
3. Političke koristi koje uključuju bolje realizovanje ciljeva državnih organa, bolje informisanje javnosti i članova lovačkih organizacija, bolju mogućnost integralnog planiranja i donošenja strategija razvoja lovstva i svih srodnih i povezanih oblasti života [6]. Političkim koristima mogu se smatrati i koristi koje pojedinci koji su učestvovali u razvoju, implementaciji i poboljšanju rada sistema e-Lovstva, a koji su javni zvaničnici, mogu imati u periodu nakon implementacije sistema za postizanje pojedinačnih privilegija (pojavljivanje u predizbornim kampanjama i prikazivanje postignutih rezultata kao dokazivanja lične sposobnosti)

4. IZAZOVI I PREPREKE U RAZVOJU I IMPLEMENTACIJI E-LOVSTVA

Razvoj i implementacija e-Lovstva i uključivanje svih organizacija iz oblasti lovstva u aktivnosti korištenja informaciono-komunikacionih tehnologija prate i određene prepreke i izazovi (slika 1).



Slika 1. Prepreke i izazovi razvoja i implementacije e-Lovstva

Prvi korak u razvoju i primjeni e-Lovstva predstavlja postojanje relevantne IT infrastrukture koju mora pratiti i odgovarajuća bezbjednosna infrastruktura sa odgovarajućim mehanizmima zaštite podataka, kao i očuvanja njegovog integriteta.

Politička pitanja koja treba razmotriti u vezi sa e-Lovstvom su višestruka. Političke uticaje potrebno je pažljivo razmotriti. Politika strategije razvoja informacionog društva i državnih organa, politike informisanosti članstva u organizacijama od strane državnih organa usko su povezana sa političkom elitom, a kada se uzme u obzir i masovnost lovačkih organizacija onda se uticaj na lovačke organizacije može smatrati i političkom aktivnošću. Ako e-Lovstvo može obezbijediti više različitih servisnih usluga za krajnjeg korisnika, njegova primjena od strane korisnika biće prihvaćena sa manje otpora prema bilo kojem političkom faktoru. Sa stanovišta korisnika, standardizacija procesa mora biti "laka za korištenje" (engl. *easy-to-use*) da bi kompletan sistem bio prihvaćen. Uslovi prihvatanja političkih autoriteta, kao i odgovornosti za podatke u sistemu moraju biti dobro formulisani da bi se zaštitila prava korisnika [8].

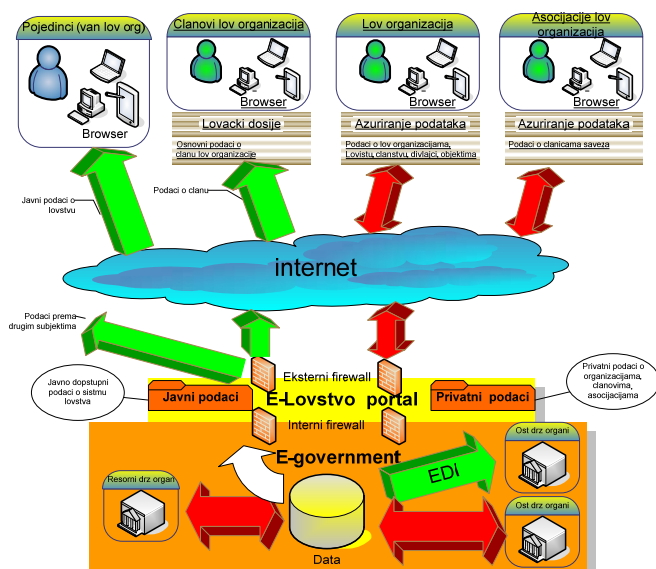
Lovstvo predstavlja sociološki i kulturološki fenomen. Kulturološke prepreke i izazovi pri razvoju i implementaciji e-Lovstva predstavljaju značajne faktore zbog ljudskog psihološkog uticaja. Izazovi korištenja novih tehnologija predstavljaju značajnu psihološku barijeru korisnicima koji ne posjeduju dovoljno spoznaje o primjeni IT tehnologija. I na ovom mjestu možemo istaći bitnost "lako za korištenje" za prevazilaženje ove vrste barijera. Manjak povjerenja među organizacijama koje učestvuju u razvoju, implementaciji kao i korištenju ovakvog sistema predstavlja značajnu prepreku prihvatanju cjelokupnog sistema. Razlozi za ovakve pojave leže u činjenicama da će organizacije koje imaju manji uticaj u potpunom sistemu (posebno rukovodeći organi takvih organizacija) strahovati za svoj opstanak i dalji prosperitet. Zbog toga je važno pristupiti svim činiocima iz oblasti lovstva na primjeren način i omogućiti im shvatanje razvoja i implementacije e-Lovstva kao partnerskog odnosa.

Nedostatak pravne regulative iz oblasti informaciono-komunikacionih tehnologija, posebno neovlaštenih korištenja podataka dobijenih raznim malicioznim aktivnostima usmjerenih prema povjerljivim informacijama o licima i poslovnim aktivnostima organizacija predstavljaju značajne prepreke u bezbjedonosnom pogledu. Drugi dio ovih prepreka i izazova za prevazilaženje odnosi se na posebno zakonski regulisane obaveze ili obaveze na osnovu

ugovornog odnosa članova osnovnih lovačkih organizacija, korisnika lovišta i drugih relevantnih institucija iz oblasti lovstva (government-2-government, government-2-business, government-2-citizen i business-2-business). Poboljšanjem saradnje između organizacija i institucija i lakšom dostupnošću informacija učinilo bi se okruženje za rad svih organizacija lakšim i svrsishodnijim što može dovesti i do poboljšanja zakonske regulative iz oblasti lovstva.

5. PRIJEDLOG ARHITEKTURE E-LOVSTVA

Architecton je grčka riječ znači *glavni zidar* ili *glavni graditelj* a označava stil gradnje pri čemu konkretno izvođenje može biti različito. Arhitekturom informacionog sistema definišu se i opisuju funkcionalni dijelovi arhitekture, definiše se unutrašnja logika odnosa između segmenata sistema (informacioni izvori i odredišta), kao i oblici komuniciranja između segmenata. Međusobno djelovanje segmenata sistema predstavlja osnovni potrebni uslov za uspješno funkcionisanja sistema i postizanje željenih ciljeva. Ciljevi koje je potrebno e-lovstvo da ispuni, prvenstveno ciljevi koji se odnose na dostupnost informacija u realnom vremenu, kao i dostupnost pristupa internetu, omogućavaju primjenu web tehnologije u realizaciji ovakvog sistema (slika 2).



Slika 2. Šematski prikaz prijedloga arhitekture e-lovstva

Primjenom web tehnologije i korištenjem portala za pristup podacima smještenim u bazu podataka dobija se fleksibilnost usluga i realizacija dostupnosti podataka u svakom trenutku i na odgovarajući način za sve korisnike sistema. Kontrolom autentifikacije i primjenom odgovarajućih pravila pristupa za pojedine korisnike omogućava se konzistentnost podataka, njihova upotreba i zaštita od malicioznih korištenja. Sistem e-lovstva potrebno je realizovati na način koji omogućava interoperabilnost sa ostalim državnim institucijama koje u svom djelovanju imaju potrebe za podacima dobijenim od segmenata lovstva (G2G) uzevši pri tome u obzir nacionalne standarde i definisane strategije u okviru e-government sistema.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu naprijed iskazanog, može se doći do zaključka da izvršni organi vlasti (državni organi i institucije) moraju biti nosioci aktivnosti razvoja i implementacije, kao i stalnog poboljšavanja sistema e-Lovstva. E-Lovstvo se može prikazati kao jedan od bitnih činilaca uspješnosti primjene e-vlade i e-društva kao servisa građana u slučajevima kada se prepreke i izazovi njegovog razvoja i implementacije.

Kompleksnost veza između zainteresovanih strana iz oblasti lovstva za razvoj i implementaciju sistema e-Lovstva, njihova raznolikost, geografska udaljenost, kulturološke razlike, političko djelovanje na organizacije i članstvo predstavljaju prepreke i izazove koje treba savladati prilikom razvoja i implementacije e-Lovstva. Ciljevi i koristi koje e-Lovstvo može pružiti razvoju lovstva u cjelini ogledaju se u promjeni i unificiranju načina funkcionisanja svih organizacija u oblasti lovstva, zaštiti prirodne okoline, brojnog stanja divljači u lovištima, praćenju stanja lovno-tehničkih i lovno-produktivnih materijalnih resursa, smanjenju administrativnih troškova lovačkih organizacija, a prije svega u poboljšanoj komunikaciji među organizacijama koje djeluju u oblasti lovstva. Literatura o razvoju sličnih sistema u različitim oblastima djelovanja puna je primjera o neuspjelim pokušajima razvoja i implementacije e- sistema. Osnovni razlozi takvih događaja su: greške prilikom usvajanja strategija razvoja informacionih sistema bilo zbog unutrašnjih (unutar-organizacionih) ili spoljašnjih događaja (prvenstveno međuorganizacionih neusklađenosti) i neuspjehi izazvani manjkavostima u procjeni ljudskih i materijalnih resursa uključenih u razvoj i implementaciju. Zbog svega navedenog, može se zaključiti da se razvoju i implementaciji e-Lovstva, kao dijelu e-vlade i e-društva, mora pristupiti vrlo obazrivo sagledavajući sve moguće aspekte njegovog razvoja i implementacije, ali i distribucije i korištenja informacija dobijenih primjenom ovog sistema.

LITERATURA

- [1] "Kodeks lovaca Crne Gore", *Lovački savez Crne Gore*, 2008.
- [2] "Zakon o lovstvu Republike Srpske", 2009.
- [3] R. Hawkins, "ICRA Learning materials – Stakeholders – Key Concepts", *Agricultural Research for Development, ICRA, dostupno na www.icra-edu.org*
- [4] Gil-Garcia Jr, T.A. Pardo, "E-government success factors: Mapping practical tools to theoretical foundations", *Government Information Quarterly*, 22(1), str 187-216, 2005.
- [5] S.S. Dawes, "Interagency information sharing: Expected benefits, manageable risks", *Journal of Policy Analysis and Management* 15 (3), str 377-394, 1996.
- [6] L. Cafrey, "Information sharing between and within governments", *Commonwealth Secretariat, London, United Kingdom*, 1998.
- [7] D.F. Andersen, S.S. Dawes, "Government information management", *Prentice-Hall, New York, USA*, 1991.
- [8] M.S. Hwang, "Challenges in e-Government and Security of information", *Information & Security, vol 15, No1*, 2004.

IDENTIFIKACIJA KORISNIKA NA OSNOVU RFID KARTICE I VERIFIKACIJA OTISKA PRSTA

IDENTIFICATION BASED ON RFID CARD AND FINGERPRINT VERIFICATION

Almir Gadžović, Neđeljko Lekić, *Elektrotehnički fakultet Podgorica*

Sadržaj - U ovom radu je predložen identifikacioni sistem u kome se korisnik prepoznaje na osnovu ID broja RF identifikatora i verifikacijom otiska prsta. Kao RF identifikator uzeta je Mifare 1K pasivna kartica. Za verifikaciju otiska prsta upotrijebljen je optički skener Suprema SFR300-S. Dijelovi sistema su povezani u cijelinu uz pomoć realizovane PC aplikacije. Fusijom tradicionalne i biometrijske identifikacione tehnike dobija se sistem visoke pouzdanosti, koji uspješno prevazilazi osnovne nedostatke pojedinih primijenjenih tehnika.

Abstract – In this paper we propose an identification system based on RFID cards and fingerprint verification. Mifare 1K card is taken as the RF identifier. Suprema SFR300-S optical scanner is used for fingerprint verification. The realized PC application is the central part of the system. By fusing RFID and fingerprint recognition techniques, we get a reliable system that successfully overcomes basic disadvantages of both applied identification methods.

1. UVOD

Identifikacioni sistemi služe da prepoznaju korisnika i omogućе ostvarenje njegovih prava i obaveza. Danas postoji puno različitih identifikacionih sistema.

Identifikacioni sistemi u kojima se korisniku dodjeljuje neki identifikator često se nazivaju tradicionalni. Tradicionalni načini identifikacije uključuje upotrebu ličnih identifikacionih brojeva (engl. *Personal Identification Number - PIN*), lozinki, identifikacionih kartica i slično.

RFID (Radio - Frequency IDentification) je tradicionalna identifikaciona tehnologija koja se danas ubrzano razvija i nalazi sve brojnije primjene. To je tehnologija u kojoj se komunikacija između čitača i identifikatora obavlja putem radio talasa. *RFID* donosi brojne prednosti u odnosu na sisteme sa trakastim kodom i sisteme magnetskih traka. Neke od osnovnih su:

- Ne zahtijeva se direktna vidljivost ili kontakt identifikatora sa čitačem;
- Više *RF* identifikatora može biti pročitano odjednom;
- *RF* identifikatori osim fiksiranih podataka imaju i raspoloživi memorijski blok u kome se podaci mogu upisivati, mijenjati ili brisati [1].

Osnovni nedostatak tradicionalnih identifikacionih sistema, pa i *RFID*-a, ogleda se u mogućnosti prijavljivanja identifikatorom drugog korisnika. Kartice i ključevi su fizički objekti podložni gubljenju, krađi, odnosno kopiranju. Korisnici često i dobrovoljno razmjenjuju lozinke i identifikatore sa svojim kolegama, što otvara mogućnost obmanjivanja sistema.

Osim tradicionalnih, postoje i biometrijski identifikacioni sistemi. Biometrijski identifikacioni sistemi prepoznaju korisnika na osnovu njegovih fizičkih karakteristika ili karakteristika ponašanja. Najčešće korištene karakteristike su otisak prsta, dužica oka, lice ili glas. Prednost biometrijskih

identifikatora je to što ne mogu biti pozajmljeni, ukradeni ili zaboravljeni.

Od svih biometrijskih identifikacionih sistema prepoznavanje otiska prsta danas ima najširu primjenu. Digitalni zapis otiska prsta danas se nalazi na dokumentima, kao što su lična karta i pasoš. Zahvaljujući poboljšanju performansi, jednostavnoj upotrebi kao i sve nižoj cijeni opreme, prepoznavanje otiska prsta je zastupljeno u sve većem broju civilnih aplikacija.

Usljed nesavršenosti algoritama prepoznavanja i postojanja margina greške, biometrijski identifikacioni sistemi su suočeni sa problemom velikih baza podataka. Problem se ogleda u tome što sa brojem korisnika, dolazi do akumuliranja *FAR*-a (*False Acceptance Rate*), usljed čega prepoznavanje postaje manje pouzdano [2, 3].

U ovom radu predlažemo identifikacioni sistem u kojem su udružene *RFID* tehnika i tehnika prepoznavanja otiska prsta. Udruživanjem smo realizovali sistem u kome su prevaziđeni osnovni nedostaci pojedinih upotrijebljenih tehnika. Problem velikih baza podataka prevaziđen je identifikacijom na osnovu *RF* kartice. Identifikacioni broj kartice se koristi za pronalaženje korisnika u bazi podataka. Pretraga po identifikacionom broju je brza i njena tačnost ne zavisi od veličine baze. Druga faza procesa prepoznavanja sastoji se u poređenju otisaka prsta izdvojenog korisnika, sa otiskom dobijenim sa skenera. Potreba za provjerom otiska prsta onemogućava zloupotrebe koje su prisutne kod tradicionalnih identifikacionih sistema.

2. OPIS SISTEMA

Osnovni dijelovi identifikacionog sistema su :

1. *Mifare 1K* kartice (Slika 1)
2. *RFID* čitači kartica (Slika 2)
3. *Suprema SFR300-S (Ver. 2)* optički skener (Slika 3)
4. *PC* aplikacija – *Web* aplikacija

5. Baza podataka



Slika 1. RFID pasivna kartica

Mifare 1K je beskontaktna pametna pasivna kartica sa 1Kbyte memorije, kompatibilna sa *ISO 14443A* standardom [4]. Sadrži antenu sačinjenu od nekoliko navojaka, mikročip i memorijski blok. Sve je to umetnuto u plastično tijelo kartice. Kartica radi na učestanosti od 13.56MHz. Komunikacija se ostvaruje kada korisnik približi karticu čitaču. Za karticu nije potreban dodatan izvor napajanja, već se ista napaja iz polja koje generiše RFID čitač [4].

RFID čitač je realizovan u saradnji sa firmom *EMI-COM* iz Podgorice. Čitač sa računarom komunicira putem *USB* (*Universal Serial Bus*) porta, preko kojeg se napaja i razmjenjuje podatke (Slika 2).



Slika 2. RFID čitač kartica

Glavni dijelovi čitača su mikrokontroler *ATMega16L* i čip *MFRC531* koji služi za beskontaktnu komunikaciju sa karticom [5].

MFRC531 posjeduje kompletno integrisan modulator i demodulator za pasivnu beskontaktnu komunikaciju na učestanosti od 13.56MHz. *MFRC531* podržava *ISO 14443A* standard [6]. Integrisani predajnik je u mogućnosti da, bez dodatnih aktivnih kola, pogoni antenu dizajniranu za blizinsko očitavanje do 100mm.

Za uzimanje otiska prsta upotrebljen je *SFR300-S (Ver. 2)* optički skener firme *Suprema Inc* (Slika 3). Skener se sa računarom povezuje preko *USB* porta i ima optičku rezoluciju od 500 *dpi* (*dots per inch*). Veličina slike koju skener daje je 288 x 288 piksela. Senzor je otporan na elektrostatička pražnjenja [7].



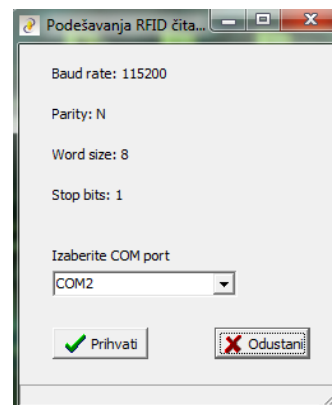
Slika 3. Suprema SFR300-S (Ver. 2) optički skener

Opisane elemente u identifikacioni sistem povezuje razvijena *PC* aplikacija. Aplikacija je napisana u programskom jeziku *C* (*Embarcadero C/C++ Builder XE2 - ver 16.0*).

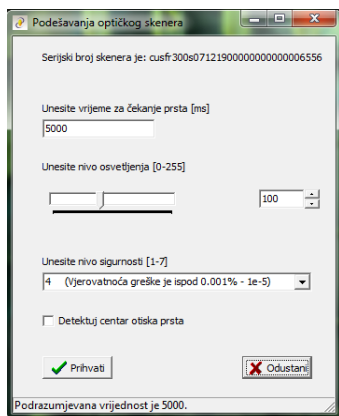
Biblioteke, neophodne za rad sa optičkim skenerom, koje isporučuje proizvođač, pisane su isključivo za *Microsoft Visual Studio* paket. Kako bi se skener mogao iskoristiti za razvoj u *Borlandu* potrebno je te biblioteke prilagoditi *Borlandu*. Naime, potrebno je svaki *.lib* fajl konvertovati iz formata *COFF* koji koristi *Microsoft Visual Studio* u format *OMF* koji koristi *Borland*. To se postiže upotrebom programa *impdef.exe* i *implib.exe* koji su sastavni dio *Borlanda*.

Da bi aplikacija uspješno radila, na *USB* portove računara moraju biti priključeni optički skener i *RFID* čitač kartica. Po pokretanju, aplikacija uspostavlja konekciju sa *MySQL* bazom podataka.

Prilikom startovanja aplikacije obavlja se inicijalizacija *RFID* čitača kartica i optičkog skenera. Tom prilikom podešavaju se odgovarajući parametri neophodni za njihovo uspješno funkcionisanje. Kako bi se dati sistem što lakše prilagodio različitim situacijama, vrijednosti parametara je moguće promijeniti u toku rada sa aplikacijom. Podešavanju parametara *RFID* čitača kartica i optičkog skenera se pristupa preko opcije *Podešavanja* unutar glavnog prozora *PC* aplikacije (Slika 4 i Slika 5).

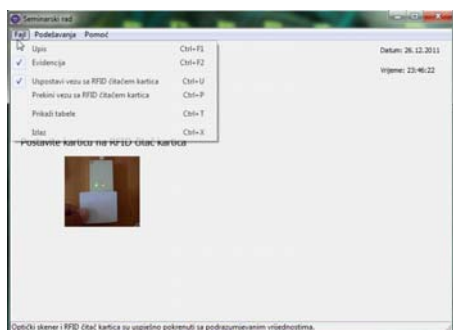


Slika 4. Podešavanja RFID čitača kartica



Slika 5. Podešavanja optičkog skenera

Nakon uspješnog startovanja, pojavljuje se glavni prozor PC aplikacije (Slika 6).



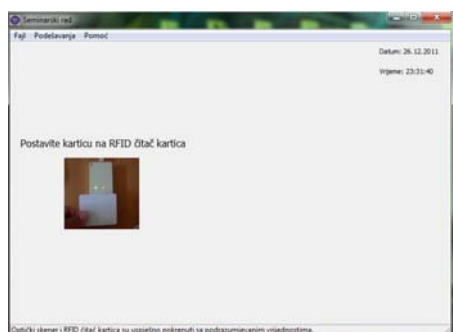
Slika 6. Glavni prozor PC aplikacije

PC aplikacija ima dva režima rada :

- Ažuriranje i pregled podataka i
- Identifikacija korisnika

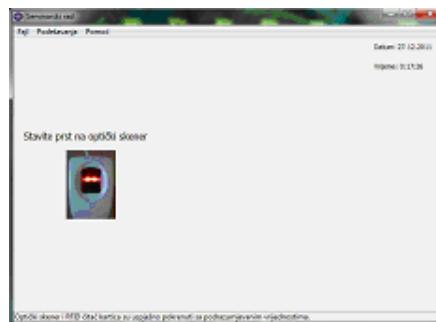
Režim rada aplikacije se mijenja opcijom *Fajl->Ažuriranje*, odnosno opcijom *Fajl->Evidencija*.

U režimu ažuriranja i pregleda podataka, upisivanje korisnika započinje primicanjem kartice *RFID* čitaču (Slika 7).



Slika 7. Poziv korisnika da postavi karticu na *RFID* čitač

Nakon toga na formi aplikacije ispisuje se poruka „*Stavite prst na optički skener*“. Čitač otiska prsta se automatski uključuje i čeka na polaganje prsta korisnika (Slika 8).



Slika 8. Poziv korisnika da postavi prst na optički skener

Ako je slika otiska prsta uspješno uzeta, imamo kako vizuelnu tako i akustičku potvrdu. U tom slučaju na formi se iscrta slika uzetog otiska prsta sa skenera (vizuelna potvrda), dok se u pozadini pušta *windows*-ov podrazumijevani zvuk za *OK* (akustička potvrda). U aplikacionom prozoru, odmah iznad slike otiska prsta, daju se informacije o kvalitetu uzetog otiska (Slika 9).

U slučaju neuspjeha sa uzimanjem otiska prsta pojavljuje se poruka „*Uzimanje otiska prsta nije uspjelo.*“ i navodi se jedan od razloga za to:

1. "*Slika otiska prsta nije dobrog kvaliteta.*"
2. "*Prst nije fino postavljen na skener.*"
3. "*Centar otiska prsta nije detektovan.*"
4. "*Centar otiska prsta je detektovan, ali nije postavljen na sredinu optičkog skenera.*"-

Poruke 3. i 4. pojavljuju se samo ukoliko je u podešavanjima optičkog skenera izabrana opcija za detekciju centra otiska prsta [7,8].

Po uspješno uzetom otisku prsta potrebno je unijeti i ostale podatke korisnika (ime, prezime, organizaciona jedinica, itd.) (Slika 9).



Slika 9. Upis korisnika u bazu podataka

Pritiskom na dugme „*Upiši u bazu*“ korisnik se upisuje u *MySQL* bazu podataka (Slika 9). Pritiskom na dugme „*Odustani*“ brišu se svi podaci o korisniku, kao i slika njegovog otiska prsta. Zatim se korisnik poziva da postavi karticu na *RFID* čitač, čime se ciklus upisivanja ponavlja. Izmjena podataka korisnika, odnosno njegovo brisanje iz sistema se vrši preko opcije *Fajl->Prikaz korisnika*.

U režimu identifikacije korisnika aplikacija funkcioniše na sljedeći način. Prepoznavanje korisnika započinje postavljanjem kartice na *RFID* čitač (Slika 7). Čitač očitava

ID broj kartice i prosljeđuje ga aplikaciji. Aplikacija ga prihvata i pretražuje bazu korisnika sistema. Ukoliko nema korisnika sa tim ID brojem kartice ispisuje se poruka „Dati korisnik ne postoji u bazi podataka.“. Ukoliko je korisnik pronađen, u prozoru aplikacije se ispisuju njegovi podaci i zahtijeva se provjera otiska prsta. Na formi aplikacije pojavljuje se poruka „Stavite prst na optički skener“. Čitač otiska prsta se automatski uključuje i čeka na polaganje prsta korisnika. Dobijeni otisak prsta se zatim poredi sa otiskom iz baze podataka selektovanog korisnika. Na osnovu podudaranja tih otisaka ispisuje se poruka da li je identifikacija uspješna ili ne (Slika 10 i Slika 11).



Slika 10. Uspješna identifikacija korisnika



Slika 11. Identifikacija korisnika nije potvrđena

Informacije o uspješnoj ili neuspješnoj identifikaciji evidentiraju se u bazi podataka.

U režimu ažuriranja i pregleda podataka, aplikacija omogućuje dobijanje različitih korisnih izvještaja o radu sistema. Mogu se dobiti izvještaji o vremenima identifikacije pojedinca ili grupe korisnika za određeni vremenski period (Slika 12). Takođe je moguće dobiti i izvještaje po prijavnim mjestima itd.

ID	Ime	Prezime	SerijalniBrojKartice	Datum	Mjesto
1	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 21:41:27	Ružički Logaš AC Pijerša
2	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 21:49:30	Ružički Logaš AC Pijerša
3	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 21:51:51	Ružički Logaš AC Pijerša
4	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 22:00:33	Ružički Logaš AC Pijerša
5	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 22:01:49	Ružički Logaš AC Pijerša
6	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 22:04:05	Ružički Logaš AC Pijerša
7	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 22:04:47	Ružički Logaš AC Pijerša
8	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 22:12:14	Ružički Logaš AC Pijerša
9	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 22:12:35	Ružički Logaš AC Pijerša
10	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 22:13:28	Ružički Logaš AC Pijerša
11	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 22:14:47	Ružički Logaš AC Pijerša
12	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 22:15:28	Ružički Logaš AC Pijerša
13	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 22:15:33	Ružički Logaš AC Pijerša
14	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 22:16:44	Ružički Logaš AC Pijerša
15	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 22:17:45	Ružički Logaš AC Pijerša
16	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 22:46:19	Ružički Logaš AC Pijerša
17	Emina	Gadžović	7350404	27.12.2011 23:41:49	Ružički Logaš AC Pijerša

Slika 12. Detaljan pregled evidencije korisnika

Sve aktivnosti aplikacije bilježe se u takozvani log fajl. U logu se čuvaju podaci kao što su vrijeme kada je aplikacija pokrenuta, vrijednosti parametara sa RFID čitača i optičkog skenera kao i informacije o radu MySQL servisa, i drugo. Ukoliko dođe do greške u radu aplikacije, log fajl je često od pomoći u definisanju i otklanjanju uzroka greške.

3. ZAKLJUČAK

U radu je opisan identifikacioni sistem koji za prepoznavanje korisnika upotrebljava RFID tehnologiju i biometrijsku tehnologiju prepoznavanja otiska prsta.

Opisana je Mifare 1K kartica kao RF identifikator u sistemu. RFID čitač Mifare 1K kartica je takođe opisan. Dati su osnovni sastavni dijelovi čitača, opisan je način njegovog funkcionisanja i pokazan fizički izgled realizovanog čitača. Razvijena PC aplikacija je takođe opisana. Pokazano je da aplikacija može da radi u režimu ažuriranja, odnosno pregleda podataka, i u režimu identifikacije korisnika. Za svaki režim ukazano je na najvažnije detalje funkcionisanja.

Opisani identifikacioni sistem prepoznaje korisnika na osnovu ID broja RFID kartice. Identitet tako izdvojenog korisnika dodatno se provjerava upoređivanjem njegovog otiska prsta sa otiskom dobijenim sa skenera. Ovakvom kombinacijom tradicionalne i biometrijske identifikacione tehnike dobijen je sistem visoke pouzdanosti. Prevaziđeni su osnovni problemi tradicionalnih i biometrijskih ID sistema, kao što su prijavljivanje identifikatorom drugog korisnika i problem velikih baza podataka.

LITERATURA

- [1] Klaus Finkenzeller, "RFID Handbook: Fundamentals and Application in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near Field Communication", Wiley, 2010.
- [2] Ted Dunstone, Nail Yager, "Biometric System and Data Analysis: Design, Evaluation, and Data Mining", Springer, 2010.
- [3] James L. Wayman, Anil K. Jain, Davide Maltoni, Dario Maio, "Biometric Systems: Technology, Design and Performance Evaluation", Springer, 2010.
- [4] M001053_MF1ICS50_rev5_3.pdf
- [5] N. Lekić, Z. Mijanović, "Identifikacioni sistemi", ETF Podgorica, 2008. godina.
- [6] ISO/IEC FDIS 14443
- [7] SFR300S(Ver.2)Datasheet_V2.0.pdf
- [8] UF_Engine_SFR300_SDK_Manual_V2.6.pdf

RFID SISTEM ZA VALIDACIJU KARATA U JAVNOM PREVOZU RFID SYSTEM FOR TICKET VALIDATION IN PUBLIC TRANSIT

Vladimir Popović, Neđeljko Lekić, Radovan Stojanović, *Elektrotehnički fakultet*

Sadržaj: U ovom radu predložena je realizacija identifikacionog sistema za automatizaciju validacije karata u javnom prevozu. U okviru rada, dat je kratak osvrt na rješenja, koja se u svijetu koriste u sistemima ovakve namjene. Predloženi sistem je zasnovan na upotrebi RFID tehnologije. Kao prevozne karte u sistemu, koristile bi se Mifare Classic 1K kartice. U saradnji sa EMI-COM kompanijom iz Podgorice realizovan je odgovarajući čitač RDIF kartica. Jezgro sistema je razvijena PC aplikacija koja povezuje djelove sistema u funkcionalnu cjelinu. Validacija karata se vrši automatski, jednostavnim unošenjem kartice u polje čitača. Validacija jedne karte traje veoma kratko (manje od 100ms), što omogućava brz protok putnika. Po želji, kartica se može dopunjavati, odnosno produžavati njena validnost, što doprinosi smanjenju upotrebne cijene sistema.

Abstract: In this paper we propose realization of the identification system for automatic ticket validation in public transit. The introduction gives overview of the similar systems used around the world. The proposed system is based on RFID technology. Mifare Classic 1K cards are used as a transportation tickets. The appropriate RFID card reader is realized in cooperation with company EMI-COM from Prodigorica. The developed PC application is central part of the system. Ticket validation is very simple. Passenger needs just to place card close to the RFID reader. Ticket validation time is very short (less than 100ms). RFID card can be refilled and its validity can be extended.

1. UVOD

RFID (*Radio Frequency Identification*) predstavlja tehnologiju koja koristi radio talase za prenos podataka između čitača i identifikatora. Zadnjih godina zabilježena je sve veća upotreba RFID tehnologije. Koristi se za identifikaciju ljudi, praćenje životinja, evidenciju inventara u bibliotekama, muzejima, supermarketima, kontrolu pristupa, bezkontaktno plaćanje naplatnih rampi, parkirališta, skijališta itd [1].

U ovom radu ćemo se detaljnije osvrnuti na primjenu RFID tehnologije kao sredstva plaćanja u javnom gradskom prevozu.

Uopšte gledano, sistem naplate karata u javnom prevozu koji se bazira na upotrebi RFID tehnologije se sastoji od RFID kartica, aparata za dopunu i izdavanje kartica i automata za čekiranje i naplatu. U zavisnosti od potreba tržišta, postoje različite vrste kartica. Postoje kartice na kojima se nalazi elektronski novac, vremenske kartice ili kombinacija ove dvije vrste. Vremenske kartice omogućavaju korišćenje javnog prevoza tačno određeni vremenski period. U zavisnosti od politike kompanije, postoje dnevne, vikend, sedmične, mjesečne ili kartice za neki drugi vremenski interval. Vremenske kartice važe za jednu ili više definisanih zona ili linija. Karticom sa elektronskim novcem se prevoz može platiti za bilo koju prevoznu zonu ili liniju unutar sistema.

Sve kartice u sistemu naplate je potrebno na početku putovanja validirati ili ovjeriti. Ovo se postiže jednostavnim

primicanje kartice validatoru. Automat za čekiranje i naplatu ili validator je uređaj koji, kroz komunikaciju sa RFID karticom, obavlja kontrolu i naplatu vožnji. Osnovu validatora predstavlja RFID čitač. RFID tehnologija ne zahtijeva vidljivost RFID čitača i RFID kartice, pa se putnik može validirati ne vadeći karticu iz džepa, torbe ili novčanika. Validator se obično nalazi u samim sredstvima javnog prevoza (autobus, tranvaj, trolejbus) a može se nalaziti na ulazu u stanicu (metro). On čita informacije sa svih implementiranih vrsta bezkontaktnih RFID kartica, identifikuje validne i nevalidne kartice, umanjuje iznos elektronskog novca na kartici za vrijednost cijene prevoza i upisuje novu vrijednost na karticu.

RFID kartica se može koristiti više puta. To se postiže zahvaljujući aparata za dopunu. Ovi aparati su smješteni na više lokacija u gradu i veoma su slični aparatima za dopunu računara mobilnih telefona. Isti aparati mogu se koristiti i za izdavanje kartica, a nije rijedak slučaj ni kada izdavanje rade posebni uređaji.

RFID tehnologija se već duži niz godina koristi u javnom prevozu mnogih svjetskih metropola. U Hong Kongu se javni prevoz gotovo isključivo plaća koristeći RFID tehnologiju, *Octopus* karticama [2]. Prvobitno su bile korištene isključivo za naplatu u gradskom prevozu. U kasnijem periodu se njihova primjena proširila, pa se sada koriste u restoranima brze hrane, supermarketima i prodajnim automatima. Kartice su bazirane na Sony-ovoj FeliCa (*Felicity Card*) tehnologiji [3]. Ista tehnologija se primjenjuje u karticama japanskog javnog prevoza SUICa (*Super Urban Intelligent Card*) [4] i singapurskim Ez-Link karticama [5]. U Šangaju, karticama

javnog prvoza se naplaćuje tačna distanca koju putnik pređe. U takvim sistemima korisnik treba validirati karticu prilikom ulaska i izlaska iz javnog prevoza. Metro u Vašingtonu je prvi sistem javnog prevoza u Sjedinjenim državama koji je uveo RFID tehnologiju u naplati prevoza. Kasnije su slični sistemi uvedeni u Čikagu, Bostonu, San Francisku, Sietlu, Atlanti i San Diegu. Moskovski metro je prvi sistem u Evropi koji je uveo RFID pametne kartice još 1998 godine. RFID sistem koji se koristi u Helsinkiju je najveći sistem u Evropi i obuhvata sve vidove javnog prevoza (autobus, tramvaj, trajekt, metro). U Osijeku se RFID kartice za naplatu prevoza u autobusima i tramvajima koriste od 2008 godine. Od 2010 godine u Ljubljani je prevoz gradskim autobusima moguće platiti jedino RFID karticom koja se zove Urbana [6]. U ovom sistemu, Urbana kartice je moguće dopuniti mjesečnim propusnicama ili gotovinom. Januara 2012 godine, u Beogradu je počeo sa radom BusPlus sistem elektronske naplate gradskog prevoza. Putnicima su u ponudi 4 vrste karata u zavisnosti od njihovih potreba. Uveden je i podsistem za automatsko satelitsko lociranje vozila koji omogućava veću efikasnost, pouzdanost i tačnost kompletnog sistema [7].

Koristeći iskustva pomenutih sistema, u ovom radu predložimo jednostavan i jeftin sistem koji bi značajno unaprijedio i modernizovao naplatu javnog prevoza i u našim uslovima. Nov način naplate bi koristio kako samim korisnicima, tako i prevoznim kompanijama. Predloženi sistem podržava postojanje vremenskih kartica i kartica sa elektronskim novcem. Jedna od prednosti kartica sa elektronskim novcem je mogućnost njihove dopune kao pre-paid računa za mobilni telefon. Kartice bi mogle u potpunosti eliminisati korišćenje sitnog novca prilikom plaćanja prevoza. Ovim bi se naplata ubrzala, odnosno smanjilo čekanje prilikom ulaska u prevozno sredstvo, odnosno stanicu. Vremenske kartice bi se izdavale kao dnevne, vikend, sedmične, mjesečne, polugodišnje ili godišnje propusnice. Za razliku od sadašnje mjesečne karte koja važi za tekući mjesec, vremenska karta važi od dana uplate. Validacija je automatizovana i nema potrebe za dodatnim radnicima. Sistem obezbjeđuje i informacije vezane za protok putnika koje mogu biti od pomoći u optimizaciji prevoznih linija i reda vožnje. Sistem se, po potrebi može proširiti i na prigradski i međugradski prevoz. Uz odgovarajuću podršku, kartice iz ovog sistema se mogu koristiti i za druge vidove plaćanja, kao što su parking takse, uslužni automati za hranu i piće, i drugo.

2. OPIS REALIZOVANOG SISTEMA

Osnovni sastavni djelovi realizovanoga sistema su:

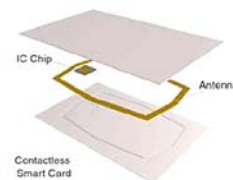
- Mifare 1K kartica,
- čitač Mifare 1K kartica,
- PC aplikacija i
- baza podataka.

RFID tag ili identifikator je mali čip koji sadži podatke o objektu ili biću na koji se odnosi. Mogu biti različitih oblika i dimenzija.



Slika 1. Različiti oblici pasivnih RFID tagova

U realizaciji ovoga sistema korištena je MIFARE 1K multiaplikativna pametna kartica. Kartica spada u grupu pasivnih RFID identifikatora. Radi na 13,56MHz. Veoma je pogodna za upotrebu u javnom prevozu, ali se može koristiti i za druge namjene kao što je evidencija radnog vremena, kontrola pristupa i slično.



Slika 2. Unutrašnji izgled Mifare 1K pametne kartice

Kartica posjeduje antikoalizioni algoritam koji omogućava komunikaciju čitača sa više kartica selektujući ih jednu po jednu [8]. U cilju zaštite podataka kartice postoji više nivoa autentifikacije i kodiranja. Karticu sačinjavaju antena, mikročip i plastično kućište. Antena se sastoji od nekoliko namotaja provodnika i veoma pogodna za integraciju unutar ISO kartice [9].

Kartica posjeduje EEPROM memoriju od 1KB. Memorija je podijeljena u 16 sektora sa od po 4 bloka. Svaki blok ima 16 bajta. Korisnik može definisati različite uslove pristupa podacima svakog sektora. Prvi blok prvog sektora rezervisan je za podatke proizvođača (32-bitni serijski broj). Četvrti blok svakog sektora je kontrolni blok koji sadži pristupni ključ A, opcioni ključ B i uslove pristupa za sva četiri bloka toga sektora [8, 9]. Multifunkcionalna struktura Mifare 1K kartice omogućava upotrebu iste kartice u različitim aplikacijama koje su odvojene različitim ključem i uslovima pristupa.

U ovom sistemu RFID kartica može:

- predstavljati elektronski novac za direktno plaćanje prevoza i/ili
- predstavljati vremensku kartu za određene linije odnosno zone prevoza.

U realizovanom sistemu iskorišten je drugi sektor kartice.

Blok 1	Elektronski novac i rok važenja
Blok 2	Period validnosti i zona
Blok 3	Šifra kompanije

Blok 4

Kontrolni blok

Slika 3. Blok diagram iskorištenog sektora

U bloku 1 je smještena vrijednost elektronskog novca, kao i krajnji rok važenja novca. Blok 2 sadrži period validnosti vremenske karte i šifru zone za koju važi. Blok 3 sadrži šifru kompanije. Kontrolni blok sadrži ključ za pristup svim blokovima ovog sektora. Kao što se i vidi iz slike 3, na istoj kartici se može nalaziti elektronski novac i vremenska karta.

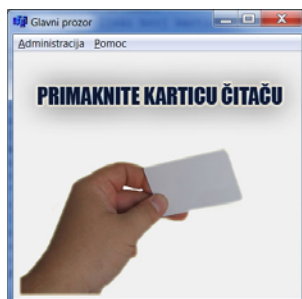
RFID čitači komuniciraju sa RFID identifikatorima, napajaju pasivne identifikatore, kodiraju podatke koji idu ka identifikatorima i dekodiraju primljene podatke poslate od strane identifikatora. Za komunikaciju sa Mifare 1K karticama korišten je čitač, realizovan u saradnji sa firmom EMI-COM iz Podgorice. Sastoji se od mikrokontrolera ATmega16 i čipa MFRC531. MFRC531 služi za bezkontaktnu komunikaciju sa karticom. Posjeduje integrisan modulator i demodulator za sve vrste pasivnih beskontaktnih komunikacionih metoda i protokola. Radi na istoj učestanosti kako i Mifare kartica od 13.56MHz. U mikrokontroleru se nalazi relativno jednostavan softver čija je glavna uloga da ostvari komunikaciju sa MFRC531 čipom, i po potrebi komunikaciju sa višom instancom (računarom) [9].



Slika 4. Realizovani RFID čitač

Sistem u funkcionalnu cjelinu povezuje razvijena PC aplikacija. Da bi se aplikacija uspješno startovala, na USB port računara mora bit povezan RFID čitač. Postoje dva režima rada aplikacije:

- režim validacije i
- režim dopune.



Slika 5. Izgled početnog prozora u režimu validacije

Nakon startovanja, aplikacija se nalazi u režimu validacije kartica. Ovaj režim je potpuno automatizovan. Validacija se obavlja unošenjem kartice u polje RFID čitača. Čitač očitava drugi sektor kartice i dobijene podatke šalje

aplikaciji. Aplikacija, zatim, vrši obradu tih podataka. Ako se zaključni da je u pitanju validna vremenska kartica, putniku se omogućava prolaz i pojavljuje se obavještajni prozor. Na obavještajnom prozoru je ispisano vrijeme do isteka vremenske karte i količina preostalog elektronskog novca. Obavještajni prozor se automatski zatvara nakog unaprijed zadatog intervala (5 sekundi) ili po unošenju sljedeće kartice u polje RFID čitača.

Ako nije u pitanju validna vremenska karta, prevoz se plaća elektronskim novcem sa kartice. Tada se od postojećeg novca oduzima cijena karte i nova vrijednost se upisuje na karticu. Na obavještajnom prozoru je prikazana cijena plaćenog prevoza i vrijednost preostalog elektronskog novca.



Slika 6. Obavještenje prilikom uspješne identifikacije validne vremenske kartice



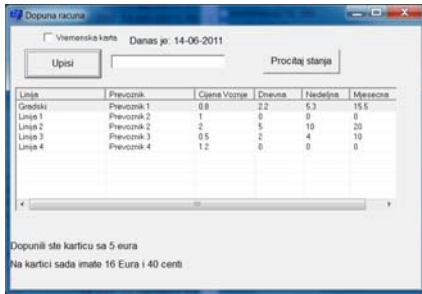
Slika 7. Obavještenje prilikom uspješnog plaćanja karte elektronskim novcem

Ako aplikacija nije identifikovala karticu kao validnu vremensku karticu i ako na njoj nema dovoljno elektronskog novca za plaćanje prevoza, onda se od putnika zahtijeva da kartu plati novcem.



Slika 8. Nedovoljno novca ili kartica nije odgovarajuća

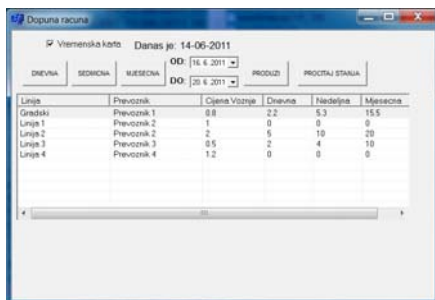
Da bi ušli u režim dopune, potrebna je iz padajućeg menija izabrati stavku "Dopuna kartice" i unijeti pristupnu šifru. Pristupna šifra obezbjeđuje integritet podataka jer samo ovlašćene osobe mogu provjeravati i mijenjati sadržaj kartice. Dopuna se vrši tako što se prvo kartica unese u polje čitača. Da bi karticu dopunili elektronskim novcem, potrebno je u označeno polje unijeti vrijednost dopune i pritisnuti dugme "Upisi". Na postojeću vrijednost elektronskog novca se dodaje unešena vrijednost.



Slika 9. Prozor za dopunu kartice elektronskim novcem

Da bi produžili vremensku kartu, treba označiti polje “Vremenska karta” čime se pojavljuju dugmad “Dnevna”, “Nedeljna”, “Mjesecna” i polje za unos intervala važenja po želji. Zatim treba selektovati linije za koju se izdaje vremenska karta. Pritiskom nekog od navedenih dugmadi se javlja prozor sa ispisanom linijom, vremenskim periodom i novčanom vrijednošću koju treba platiti. Nakon uplate novca operateru, klikom na odovarajuće komandno dugme prozora, u karticu se upisuju uneseni podaci i ona postaje validna.

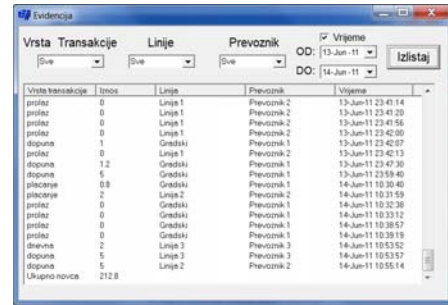
Pritiskom na dugme “Pročitaj stanja” moguće je provjeriti sadržaj kartice.



Slika 10. Prozor za produžavanje vremenske kartice

U aplikaciji je predviđeno i povezivanje sa bazom podataka. Upotrijebljena je MySQL baza podataka, koja je smještena lokalno. U režimu validacije, korištenje baze je opciono i može se po želji isključiti. Baza je potrebna kako bi se imao uvid u frekvenciju putnika i rentabilnost pojedine linije. Ove informacije prvotnim kompanijama olakšavaju korigovanje cijena prevoza, redova vožnji i optimizaciju prevoznih linija. U režimu dopune, upisivanje u bazu je obavezno. U bazi se smještaju podaci o svim dopunama. Na ovaj način je moguća kontrola operatera i uvid u ostvareni prihod kompanije.

Odabirom opcije “Evidencija” i unošenjem pristupne šifre, moguće je dobiti izvještaj o ostvarenim transakcijama. Izvještaj se može filtrirati kombinovanim selektovanjem vrste transakcije, linije ili prevoznog sredstva. Svaki izvještaj se može dobiti za željeni vremenski period.



Slika 11. Izgled izvještaja

3. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan sistem za automatizovanu validaciju karata u javnom prevozu, zasnovan na upotrebi RFID tehnologije. Pokazano je da se validacija obavlja automatski i nema potrebe za angažovanje čovjeka. Validacija traje kratko (manje od 100ms), što omogućuje brz protok putnika.

Kao prevozna karta u sistemu opisana je Mifare 1K kartica. Dat je detaljan opis upotrijebljenog memoriskog sektora kartice. Pokazano je da se kartica može koristiti kao elektronski novac ili kao vremenska prevozna karta. Opisan je RFID čitač Mifare 1K kartica. Dati su osnovni sastavni dijelovi čitača, opisan način funkcionisanja i pokazan fizički izgled realizovanog čitača.

Razvijena PC aplikacija je takođe opisana. Pokazano je da aplikacija može da radi u režimu validacije kartica i režimu dopune kartica. Za svaki režim ukazano je na najvažnije detalje u njihovom funkcionisanju.

Dalji rad bi se sastojao u preoširenju mogućnosti PC aplikacije i većoj integraciji sistema. Jedna od mogućih nadogradnji je umrežavanje validacionih punktova i korištenje jedinstvene baze podataka. Na ovaj način bi se pojednostavila kontrola sistema i povećala ažurnost izvještaja o radu sistema.

LITERATURA

- [1] Jerry Banks, David Hanny, Manuel A. Pachano, Les G. Thompson, “RFID applied”, New Jersey, 2007
- [2] <http://hong-kong-travel.org/Octopus/>
- [3] <http://www.sony.net/Products/felica/>
- [4] <http://www.jreast.co.jp/e/pass/suica.html>
- [5] <http://www.ezlink.com.sg/index.php>
- [6] <http://www.ljubljana.si/en/living-in-ljubljana/transport-in-ljubljana/public-transport-in-ljubljana/>
- [7] <http://www.busplus.rs/>
- [8] Nedeljko Lekeić, Zoran Mijanović, “Identifikacioni sistemi”, Podgorica, 2008.
- [9] NXP, “MIFARE Classic 1K – Mainstream contactless smart card IC for fast and easy solution development”, Februar 2011.

VGA KONTROLER U FPGA TEHNOLOGIJI VGA CONTROLLER IN FPGA TECHNOLOGY

Saša Knežević, Radovan Stojanović, *Elektrotehnički fakultet Podgorica*

Sadržaj: Rad opisuje simulaciju, sintezu i implementaciju VGA kontrolera koji predstavlja digitalni sistem za generisanje VGA video signala. Dizajnirani VGA kontroler ostvaruje zahtjev prikazivanja video slike koristeći osam boja, pri rezoluciji ekrana od 800 x 600 piksela i frekvenciji osvježavanja ekrana od 56 Hz. Pored VGA kontrolera, predstavljena su i kola koja su dizajnirana za prikazivanje slike, teksta i animacije. Digitalna kola su dizajnirana pomoću Quartus II alata za automatizovano projektovanje koji je zasnovan na VHDL-u i implementirana su na FPGA platformi. Signali dobijeni na pinovima Cyclone EPIC6Q240C8 FPGA čipa su dovedeni do VGA konektora i iskorišćeni za prikazivanje podataka na računarskom monitoru. Predstavljeni VGA kontroler je pogodan za primjenu u embedded i mikrokontrolerskim sistemima, gdje nije potrebna visoka rezolucija.

Abstract: This paper describes the simulation, synthesis and implementation of the VGA controller which is a digital system for generating a VGA video signal. The VGA controller that was designed achieves a request for displaying a video image using eight colors, the screen resolution of 800 x 600 pixels and the screen refresh rate of 56 Hz. In addition to the VGA controller, circuits designed for displaying image, text and animation are presented. Digital circuits were designed using Quartus II automated design tool based on VHDL and they were implemented on FPGA platform. The signals obtained from Cyclone EPIC6Q240C8 FPGA chip pins were brought to the VGA connector and used for displaying data on the computer monitor. The VGA controller that is presented is suitable for use in embedded and microcontroller systems, where high resolution is not required.

1. UVOD

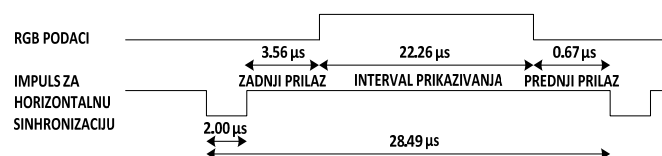
VGA (*Video Graphics Array*) je video standard koji je uveden od strane IBM-a 1987. godine i koji uglavnom koriste grafičke kartice i monitori personalnih računara. VGA kontroler je elektronsko kolo koje ima funkciju da generiše VGA signal koji upravlja radom monitora.

Danas na tržištu postoji veliki broj grafičkih kartica koje su obično namijenjene računarima i njihovo spajanje sa mikrokontrolerskim sistemima nije jednostavno. Standardni monitor, koji je dostigao prihvatljivu cijenu, može biti upotrebljen kao izlazni uređaj kod mikrokontrolerskih sistema. U tom slučaju je potrebno dizajnirati VGA kontroler koji je jednostavan za ugrađivanje u sistem. Jedan takav kontroler je predstavljen u ovom radu.

Pet komponenti VGA signala su aktivni signali. Signal za horizontalnu sinhronizaciju i signal za vertikalnu sinhronizaciju se koriste za sinhronizaciju VGA video signala i oni su kompatibilni sa TTL (*Transistor-Transistor Logic*) logičkim nivoima. Tri analogna signala sa 0.7-1.0 V *peak-to-peak* nivoima se koriste za kontrolu boje i to su signali za crvenu, zelenu i plavu boju koji se često kolektivno nazivaju RGB (*Red, Green, and Blue*) signali [1]. Ekran monitora je matrica elemenata koji su poznati kao pikseli, pri čemu svaki piksel može da ima svoju boju i osvijetljenost. Redovi piksela formiraju frejmove, a frejmovi formiraju video sliku. Signal za horizontalnu sinhronizaciju se koristi za definisanje kraja svakog reda piksela u frejmu i ovaj

signal kontroliše horizontalnu poziciju aktivnog piksela na ekranu. Signal za vertikalnu sinhronizaciju se koristi za definisanje kraja jednog frejma i početka drugog. Frekvencija signala za vertikalnu sinhronizaciju može biti nazvana frekvencijom osvježavanja, tj. brojem iscrtavanja ekrana u sekundi.

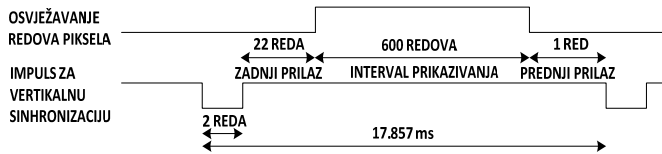
Jedan red piksela sadrži sve piksele koji su zapravo vidljivi na ekranu i koji formiraju aktivni dio ekrana, zatim jedan broj crnih piksela koji obrazuju "prednji prilaz" impulsu za horizontalnu sinhronizaciju, sledeći dolazi impuls za horizontalnu sinhronizaciju koji traje nekoliko piksela, a zatim još crnih piksela da bi se formirao "zadnji prilaz" impulsu za horizontalnu sinhronizaciju. Slika 1. prikazuje jednu od mogućih vremenskih podjela jednog reda piksela kod rezolucije ekrana od 800 x 600 piksela, pri frekvenciji signala horizontalne sinhronizacije od 35.1 kHz i vremenu prikazivanja od oko 28 ns po jednom pikselu.



Slika 1. Signal za horizontalnu sinhronizaciju pri rezoluciji 800 x 600 piksela i frekvenciji osvježavanja 56 Hz

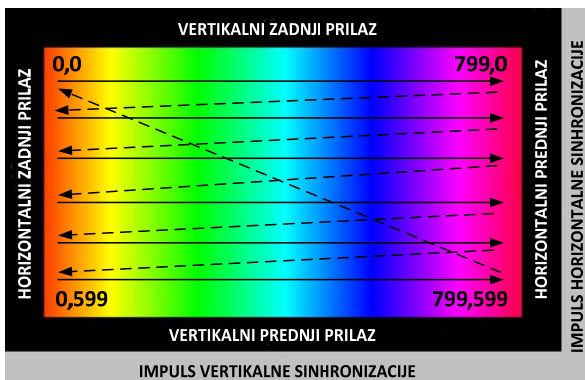
Jedan frejm može biti formiran na sličan način kao i red piksela, s tim što u toku svakog frejma dolazi do pojave

jednog impulsa za vertikalnu sinhronizaciju i to sa učestanošću od 56 Hz (Slika 2.).



Slika 2. Signal za vertikalnu sinhronizaciju pri rezoluciji 800 x 600 piksela i frekvenciji osvježavanja 56 Hz

U cilju stvaranja iluzije kretanja, potrebno je prikazati određeni broj frejmova u svakoj sekundi. VGA signal osvježava sliku koristeći proces prikazan na Slici 3. Signal vertikalne sinhronizacije signalizira monitoru da počne prikazivanje novog frejma, a monitor počinje prikazivanje u gornjem lijevom uglu sa pikselom 0,0. Signal za horizontalnu sinhronizaciju signalizira monitoru da osvježi jedan red od 800 piksela. Nakon što je 600 redova piksela osvježeno sa 600 signala horizontalne sinhronizacije, signal vertikalne sinhronizacije resetuje monitor na gornji lijevi ugao i proces se ponavlja. Van intervala prikazivanja piksela, u toku trajanja "prednjeg prilaza", "zadnjeg prilaza" i impulsa za sinhronizaciju, RGB podaci se ne prikazuju i RGB signali su isključeni (0 V). U intervalu prikazivanja, vrijednosti RGB signala određuju boju svakog piksela na ekranu. Povećanje takta koji se koristi za rad monitora dovodi do povećanja frekvencije osvježavanja ekrana.



Slika 3. Proces osvježavanja ekrana

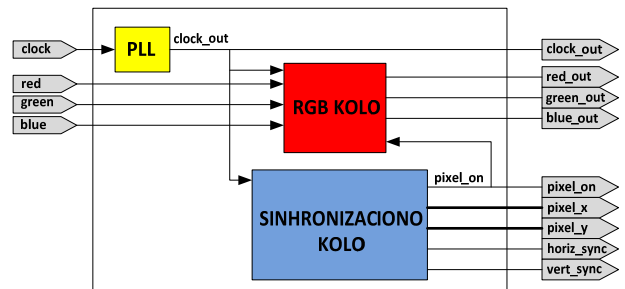
2. VHDL REALIZACIJE

2.1. VGA KONTROLER

Dizajniran je VGA kontroler koji podržava rezoluciju od 800 x 600 piksela i frekvenciju osvježavanja ekrana od 56 Hz. Arhitektura VGA kontrolera (Slika 4.) sadrži sinhronizaciono kolo i RGB kolo [2].

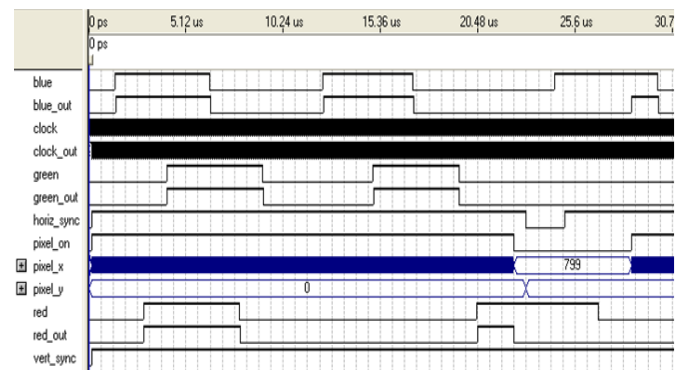
Sinhronizaciono kolo pomoću svojih unutrašnjih brojača određuje rezoluciju ekrana i proizvodi signale za sinhronizaciju, što obezbjeđuje stabilnu i jasnu sliku. Trenutne vrijednosti unutrašnjih brojača su *pixel_x* i *pixel_y* i ove vrijednosti određuju lokaciju trenutno prikazanog piksela. Signal *horiz_sync* se koristi za horizontalnu

sinhronizaciju i njegova frekvencija ima vrijednost 35.1 kHz. Signal *vert_sync* služi za vertikalnu sinhronizaciju i frekvencija ovog signala je jednaka frekvenciji osvježavanja ekrana.



Slika 4. Pojednostavljeni blok dijagram VGA kontrolera

Signal *clock* koji predstavlja takt frekvencije od 48 MHz je pomoću PLL-a (*Phase Locked Loop*) unutar FPGA kola pretvoren u takt frekvencije od 36 MHz (signal *clock_out*) i iskorišćen je za rad VGA kontrolera i priključenog računarskog monitora, što znači da se u jednoj sekundi obrađuje 36 miliona piksela. Sinhronizaciono kolo proizvodi i signal *pixel_on* koji daje podatak o tome da li je u toku obrada aktivnog (vidljivog) dijela ekrana kada su uključeni RGB signali, a to se i vidi na datom simulacionom dijagramu (Slika 5.).



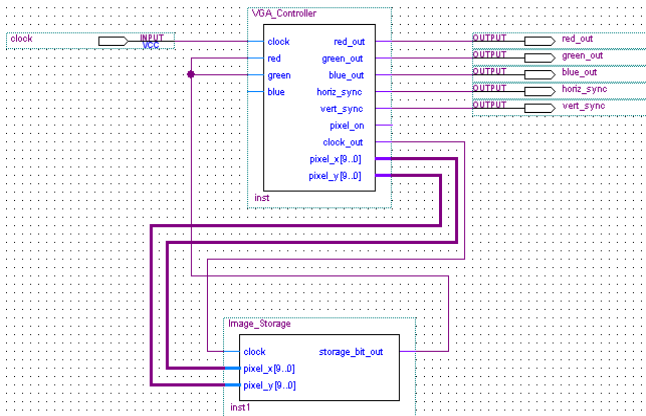
Slika 5. Simulacioni dijagram VGA kontrolera

RGB kolo ima ulogu generisanja RGB signala, a VGA kontroler dobija RGB podatke preko *red*, *green* i *blue* signala sa svog ulaza. Kombinacijom tri izlazna RGB signala *red_out*, *green_out* i *blue_out*, određuje se boja svakog piksela na ekranu. Broj boja koje VGA kontroler može da generiše zavisi od broja bita kojim se predstavljaju RGB signali i sa povećanjem broja bita dolazi do povećanja broja boja koje se mogu generisati. Ako su RGB signali N-bitni, onda VGA kontroler može da generiše ukupno 2^{3N} boja. Kod upotrebljenog FPGA čipa EP1C6Q240C8, tri pina su dodijeljena RGB signalima i to znači da su RGB signali 1-bitni i da realizovani VGA kontroler može da prikaže ukupno osam boja.

2.2. PRIKAZIVANJE SLIKE

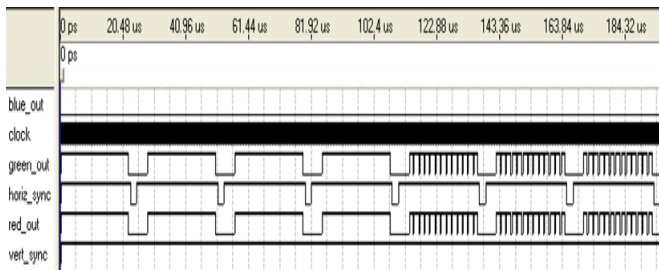
VGA kontroler je iskorišćen za prikazivanje slike na ekranu. Slika dimenzija 64 x 64 piksela je prethodno

pomoću Matlab-a pretvorena u matricu nula i jedinica. Dimezije matrice odgovaraju dimenzijama slike, pri čemu svaki bit iz matrice predstavlja po jedan piksel slike.



Slika 6. Blok dijagram kola za prikazivanje slike

Kolo *Image_Storage* (Slika 6.) ima funkciju skladištenja slike koju treba prikazati na ekranu. Izlazni signal kola *Image_Storage* je *storage_bit_out* i ovaj signal prenosi svaki bit iz matrice koja sadrži elemente slike do *red* i *green* ulaza VGA kontrolera.



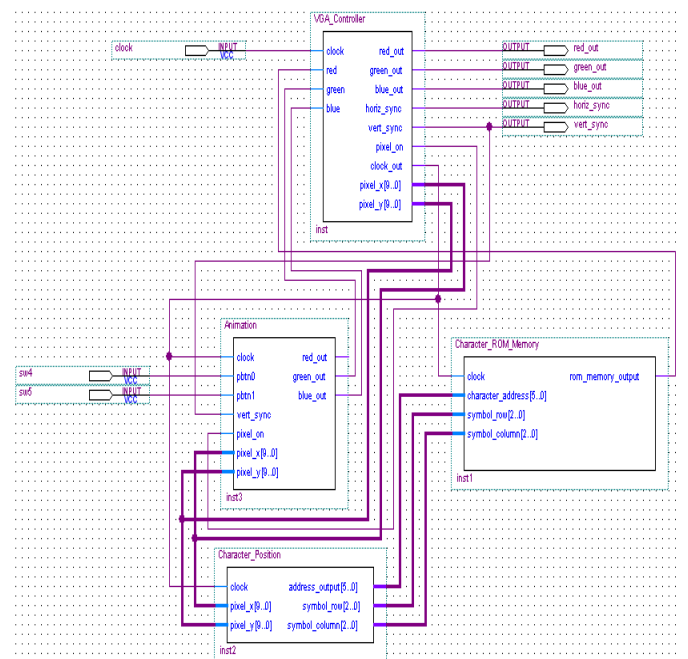
Slika 7. Simulacioni dijagram kola za prikazivanje slike

2.3. PRIKAZIVANJE TEKSTA

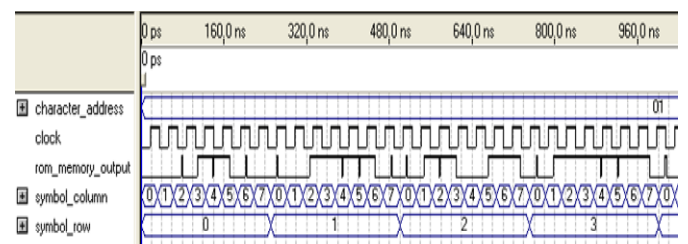
Karakteristi su posmatrani kao blokovi piksela i napravljene su šeme piksela koje obrazuju font koji se koristi za prikazivanje karaktera. Odabrano je da se font sastoji od šema koje su dimenzija 8 x 8 piksela. Font karaktera je sačuvan u RAM memoriji koja je implementirana unutar FPGA čipa. Šema svakog karaktera zahtjeva 8 x 8 bita memorije, a font se sastoji od ukupno 64 simbola i to znači da je za skladištenje fonta u memoriji potrebno 4096 bita, što čini 4% raspoloživog RAM-a. Za inicijalizaciju sadržaja RAM memorije, iskorišćen je fajl za inicijalizaciju memorije nazvan *karakter_i.mif*. Svaki simbol u fajlu *karakter_i.mif* je predstavljen pomoću osam 8-bitnih memorijskih riječi koje sadrže informaciju o rasporedu piksela koji formiraju karakter. Svaka memorijska riječ ima svoju 9-bitnu memorijsku adresu. Kolo *Character_ROM_Memory* (Slika 8.) je ROM memorija za karaktere i ovo kolo preko svog asinhronog izlaza *rom_memory_output* VGA kontroleru šalje podatke o izgledu karaktera koji treba prikazati. Signal *character_address* je sinhroni ulaz ROM memorije i on služi za identifikaciju karaktera. Simulacija (Slika 9.) pokazuje da je memoriji za slanje jedne memorijske riječi potrebno 8

ciklusa ulaznog signala *symbol_column* koji služi za adresiranje bita u memorijskoj riječi.

Kolo nazvano *Character_Position* (Slika 8.) određuje koje karaktere treba prikazati na ekranu, kao i na kojim pozicijama na ekranu će biti izvršeno prikazivanje karaktera. Ovo kolo preko svojih ulaza dobija koordinate piksela koji se trenutno prikazuju na ekranu i na osnovu toga vrši postavljanje adrese karaktera na ulaz ROM memorije. Da bi se simboli na ekranu prikazali u duplo većim dimenzijama u odnosu na memorisane dimenzije, svaki bit iz memorije je pridružen bloku od 2 x 2 piksela, tako da jedan prikazani karakter na ekranu zauzima 16 x 16 piksela.



Slika 8. Blok dijagram kola za prikazivanje teksta i animacije i upravljanje prikazanim objektom



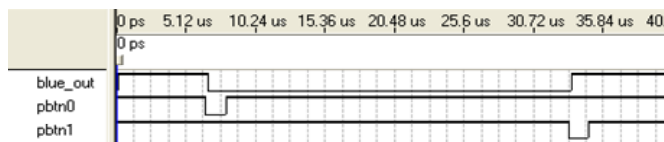
Slika 9. Simulacioni dijagram ROM memorije za karaktere

2.4. PRIKAZIVANJE ANIMACIJE I UPRAVLJANJE PRIKAZANIM OBJEKTOM

Kolo *Animation* (Slika 8.) je dizajnirano da bi se realizovala arhitektura koja ima funkciju prikazivanja objekta koji se kreće i koja omogućuje upravljanje pokretima objekta koji je prikazan na ekranu monitora. Ovo kolo je dizajnirano za prikazivanje objekata koji predstavljaju zid, reket i loptu i čija interakcija formira jednostavnu video igru. Zid je realizovan kao uspravna crvena linija koja na ekranu obuhvata 20 kolona piksela. Reket je realizovan kao objekat plave boje čije vertikalne ivice imaju promjenljivu poziciju,

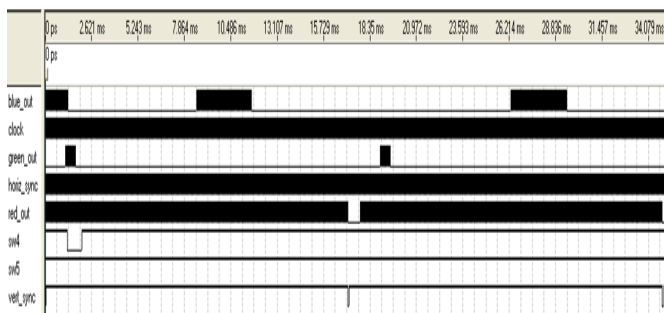
tako da se ovaj objekat može pomijerati u jednom pravcu na dolje i na gore u zavisnosti od vrijednosti signala *pbtn0* i *pbtn1*.

Signal *blue_out* je upotrebljen za prikazivanje objekta kojem je data funkcija reketa. Simulacioni dijagram (Slika 10.) pokazuje da nakon promjene signala *pbtn0* i *pbtn1* nastaje promjena signala *blue_out*.



Slika 10. Simulacioni dijagram kola *Animation*

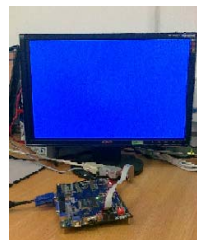
Objekat koji predstavlja loptu je realizovan kao objekat zelene boje koji se na ekranu kreće horizontalno, pri čemu se smjer kretanja objekta mijenja nakon kontakta sa jednim od objekata koji predstavljaju zid i reket. Granica kretanja lopte može biti objekat koji predstavlja zid, a može biti i objekat kojem je data uloga reketa, ukoliko je on pomoću signala *pbtn0* i *pbtn1* postavljen na putanju lopte. Da bi se ostvario prikaz konstantnog kretanja objekta, računanje nove pozicije lopte se vrši jednom u toku svakog frejma i zbog toga kolo *Animation* dobija signal *vert_sync* koji predstavlja signal za vertikalnu sinhronizaciju. Signali *red_out*, *green_out* i *blue_out* su sa izlaza kola *Animation* dovodeni do RGB ulaza VGA kontrolera. Simulacija (Slika 11.) je urađena za čitavo kolo sa Slike 8. i ona pokazuje koliko traju signali za prikazivanje boja koji su dobijeni na izlazima VGA kontrolera.



Slika 11. Simulacioni dijagram kola sa Slike 8.

3. REZULTATI TESTIRANJA

Realizovana VHDL rješenja koja su opisana u prethodnom poglavlju su testirana pomoću VGA monitora i Alterine eksperimentalne ploče UP3 [3]. UP3 ploča posjeduje Cyclone EPIC6Q240C8 FPGA čip i standardni VGA konektor do kojeg je VGA signal doveden sa pinova FPGA čipa, a na konektor je priključen VGA računarski monitor (Slika 12.). Korisniku je omogućeno da pomoću tastera sw4 i sw5 na UP3 ploči kontroliše pokrete objekta koji je prikazan na ekranu, a za provjeru stanja tastera su iskorišćeni signali *pbtn0* i *pbtn1* (Slika 8.). Testiranje dizajniranih kola je izvršeno u Laboratoriji za primijenjenu elektroniku na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta Crne Gore.



Slika 12. Eksperimentalna oprema



(a)

(b)

Slika 13. Rezultat testiranja kola za prikazivanje slike (a) i rezultat testiranja kola za prikazivanje teksta i animacije i upravljanje prikazanim objektom (b)

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu su teorijski opisane komponente VGA signala i predložena su VHDL rješenja digitalnih kola za generisanje VGA signala, memorisanje i prikazivanje slike i teksta, prikazivanje animacije, kao i za upravljanje prikazanim objektom. Dati su simulacioni dijagrami rada realizovanih kola, a priloženi su i rezultati njihovog eksperimentalnog testiranja. Realizovani VGA kontroler se izuzetno lako može prilagoditi novim zahtjevima u pogledu preciziranja rezolucije i frekvencije osvježavanja ekrana. Mogućnost generisanja velikog broja boja nije ostvarena zbog malog broja pinova FPGA kola koji su na UP3 ploči rezervisani za RGB signale. Da bi se generisao veći broj boja, dizajnirana kola je potrebno implementirati na nekom od FPGA kola novije generacije. Unapređenje ovog rada može da ide i u pravcu prikazivanja mnogo složenijih objekata i ostvarivanja složenije interakcije između njih, kako bi se kreirala prava video igra. Informacije o VHDL-u, programskom jeziku za opis digitalnog hardvera i Quartus II softveru koji je iskorišćen za dizajniranje i simulaciju digitalnih kola se mogu naći u [4] i [5].

LITERATURA

- [1] James O. Hablen, Tyson S. Hall, Michael D. Furman, "Rapid Prototyping of Digital Systems-SOPC Edition", Springer Science and Business Media, LLC, 2008.
- [2] Pong P. Chu, "FPGA prototyping by VHDL examples: Xilinx Spartan-3 Version", John Wiley & Sons, Inc., 2008.
- [3] <http://www.altera.com>
- [4] Radovan D. Stojanovic, "Automatizovano Projektovanje Digitalnih Sistema (VHDL i FPGA)", TEMPUS CD-40017-2005 Edition, 2008.
- [5] Volnei A. Pedroni, "Circuit design with VHDL", Massachusetts Institute of Technology, 2004.

IMPLEMENTACIJA NEKIH ALGORITAMA RAČUNARSKE GRAFIKE U JAVA NETBEANS OKRUŽENJU

IMPLEMENTATION OF SOME ALGORITHMS IN COMPUTER GRAPHICS IN JAVA NETBEANS ENVIRONMENT

Muzafer Saračević, Sead Mašović, Hamza Kamberović, *Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Nišu*

Sadržaj: U ovom radu su navedene prednosti Java programskog jezika u rešavanju nekih algoritama računarske grafike. Navedena je konkretna implementacija algoritma za grafičko predstavljanje triangulacija konveksnog poligona u JAVA NETBEANS okruženju. Predstavljen je način skladištenja rezultata i metod generisanja svih kombinacija triangulacija konveksnog poligona.

Abstract: In this paper we present the advantages of Java programming language in solving some of the algorithms of computer graphics. It's listed a concrete implementation of the algorithm for triangulation of convex polygon in JAVA NETBEANS environment. We develop a way of storing result and method for generating all combinations of triangulations of convex polygon.

1. UVOD

Java je programski jezik sa izuzetnim mogućnostima kada je u pitanju rad sa grafičkim elementima i brzina iscertavanja na panel aplikacije ili Java apleta [8]. Ona je nezavisna od platforme što omogućava lako, brzo i efikasno izvršavanje na bilo kom računarskom sistemu. Java je usmerena na kreiranje i manipulaciju objekata [9], i čini da ti objekti rade zajedno a sve operacije se obavljaju preko funkcijskih članova.

NetBeans okruženje se odnosi na platformu za razvijanje aplikacija za Internet kao i na integrisano razvojno okruženje (IDE) bazirano na NetBeans platformi. NetBeans se sastoji iz modula koji su delovi razvojnog okruženja koji se mogu naknadno dodati. Standardni moduli NetBeans okruženja su *NetBeansProfiler* koji omogućava optimizaciju Java programa i brže izvršavanje programa. Zatim *GUI design tool* koji omogućava kreiranje grafičkih aplikacija. NetBeans *JavaScript Editor Modul* daje podršku za JavaScript i CSS.

Algoritmi računarske geometrije kreću se od prostih ispitivanja kolinearnosti tačaka, njihove međusobne pozicije, pa sve do vrlo složenih pronalaženja najmanjeg konveksnog omotača skupa tačaka, generisanja *Voronoevih dijagrama* i sličnih. Da bi ti algoritmi radili efikasno, potrebne su pogodne strukture podataka za reprezentaciju tačaka, segmenata, skupa tačaka i ostalih geometrijskih objekata [3].

U ovom radu će biti prikazani rezultati u razvoju Java biblioteke za rad sa geometrijskim objektima koja se sastoji od klasa koje reprezentuju osnovne objekte a sadrži i neke od osnovnih algoritama računarske geometrije. U biblioteci se mogu pronaći i neke klase koje ne spadaju u oblast računarske geometrije ali su korisne za vizualizaciju geometrijskih objekata [10]. Koriste se metode za dodavanje i uklanjanje temena poligona (pri dodavanju se proverava da li poligon ostaje prost, da ne postoje dve stranice koje se seku), za manipulaciju temenima, zatvaranje poligona (dodavanje stranice između prvog i poslednjeg temena).

2. PRIMENA JAVE U GRAFIČKOM PRIKAZU TRIANGULACIJA

Bitna stvar u kompjuterskoj grafici je triangulacija poligona, ona omogućava da iz skupa tačaka dobijemo prikaz trodimenzionih objekata [5]. Pod triangulacijom prostog poligona podrazumevamo razlaganje unutrašnjosti poligona na trouglove, međusobno nepresecajućim unutrašnjim dijagonalama [1].

Programiranje aplikacije *PGraphics* je odrađeno u JAVA programskom jeziku. U ovom radu ćemo navesti samo neke delove izvornog koda koji su zaduženi za iscertavanje triangulacija konveksnog poligona.

Metoda `create()` obezbeđuje kreiranje instance klase *PolygonGraphic* na osnovu zadate vrednosti za broj temena (n - broj temena, d - nivo ili broj dijagonala poligona).

U ovoj metodi se podešava veličina iscertanog poligona i način prikaza (rotacija, pozicija dijagonala itd.)

```
public void create() {
    pOrder = new Vector[d+1];

    for( int i = 0; i < d+1; i++ )
        pIteration[i] = new Vector();
    pIteration[0].addElement(new PVertices() );
    polyDraw = new PolygonGraphic();
    int Cat;

    for( Cat= 0; Cat< d+2; Cat++ ) {
        double diagonal =
            2*d+8*Cat*Math.PI/(2*d+4);
        FunctionSin[Cat] =
            (int)Math.floor(60*Math.sin(d));
        FunctionCos[Cat] =
            (int)Math.floor(60*Math.cos(d));
    }
}
```

Redosled i način iscertavanja kombinacija triangulacija poligona se realizuje preko četiri *for* petlje koje obezbeđuju

ponavljanja u kojima se isctavaju sve kombinacije po zadatom redosledu za datu vrednost n .

```
int n,i,m,s;
for(n =1 ;n <d+1 ; n++ ){
for(i =0 ;i <n ; i++ ){
for(m =0 ;m <pIteration[i].size();m++ ){
for(s =0 ; s<pIteration[n-i-1].size(); s++){
pOrder[n].addElement(
newNodes((PIterationD)pOrder[i].elementAt(m),
PIterationD)pOrder[n-i-1].elementAt(s)));
}
}
}
}
```

Metoda **view()** omogućava da se dodeli funkcionalnost dugmetu i da se akcijom nad tim elementom isctavaju sve različite kombinacije triangulacija poligona na osnovu vrednosti n .

```
public void View() throws IOException {
if (PGraphics.XLIMIT <= this.positionX) {
this.positionX = PGraphics.XMARGIN;
this.positionY-= PGraphics.YMARGIN;
}
for (int i = 0; i<this.points.size(); i++) {
Point p = this.points.get(i);
}
}
```

U glavnoj klasi **PGraphics**, *for petlja* sa tzv. *enumeracijom* je ciklus koji se ponavlja onoliko puta koliko imamo triangulacija za datu vrednost n . Cilj ove petlje je da spaja dijagonale pomoću metode *drawLine* i na taj način da formira konveksan poligon. Naredba **Cat.size()** obezbeđuje broj ponavljanja *for petlje* u broju kombinacija triangulacija za broj temena (*Vertices*), odnosno izlistava broj kombinacija na osnovu Katalanovog broja¹.

Postupak se ponavlja sve dok se ne isctaju sve moguće kombinacije na Panel aplikacije.

```
for (int i = 0; i < Cat.size(); i++) {
Vertices PtS = Cat.get(i);
this.clear();
this.copyFrom(0, PtS);
this.View();
this.writer.drawLine (
-this.pFunctionCos.get(p.x)+this.positionX,
this.pFunctionSin.get(p.x)+this.positionY,
-this.pFunctionCos.get(p.y)+this.positionX,
this.pFunctionSin.get(p.y)+this.positionY);
}

this.positionX += PGraphics.XSPACE;
g.drawString("number of different combination
of the polygon triangulations="+
Cat.size(),100,80);
}
```

2.2 GRAFIČKI INTERFEJS JAVA APLIKACIJE

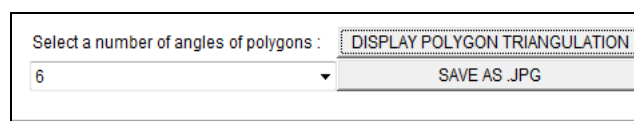
¹ Broj kombinacija svih triangulacija konveksnog poligona se usko vezuje za pojam Katalanovih brojeva [7]. On se izračunava po formuli:

$$C_n = \frac{(2d)!}{((d+1)!d!)}, d = n-2$$

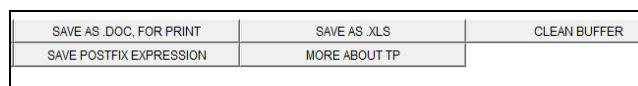
U gornjem delu aplikacije nalazi se **Toolbar** sa funkcionalnim dugmićima za snimanje rezultata u tabelarnom prikazu (xls format), u tekstualnom za štampu (doc) i kao i opcija za snimanje grafičkih rezultata u obliku slike (gif format).

Padajući meni omogućava da se izabere broj stranica poligona (n) za koji želimo dobiti sve kombinacije triangulacija konveksnog poligona.

Aplikacija ima mogućnost selektivnog snimanja rezultata. Buffer beleži rezultate izvršavanja i u svakom trenutku se može čistiti. Postoji veza aplikacije sa internetom, gde korisnik aplikacije u svakom trenutku može pretraživati iz oblasti triangulacije poligona ili analizirati dobijene rezultate.

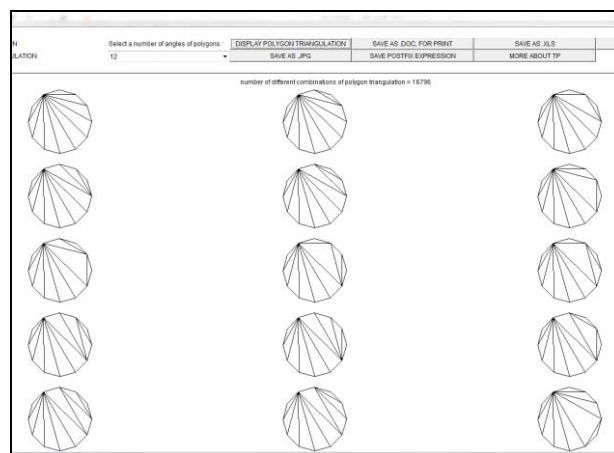


Slika 1. Toolbar aplikacije - deo za broj temena i prikaz



Slika 2. Toolbar aplikacije – mogućnosti snimanja rezultata

Java aplikacija sadrži glavni centralni panel koji služi za grafički prikaz svih kombinacija triangulacija poligona na osnovu izabranog broja stranica.



Slika 4. Prikaz kompletne aplikacije

Odrađeno je testiranje za konveksne poligone (od 5-ugla do 14-ugla). Testiranje je izvršeno na računaru sledećih performansi: CPU - Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU , T7700, 2.40GHz, L2 Cache 4 MB (On-Die, ATC, Full-Speed), RAM Memory - 2 Gb, Graphic card - NVIDIA GeForce 8600M GS.

U tabeli 1 su navedeni sledeći podaci: broj kombinacija, vreme izvršavanja, broj kombinacija u sekundi i veličina fajla koji beleži zapise triangulacija u grafičkom formatu.

Br. temena	Br. komb.	Vreme	Broj komb.	Veličina
------------	-----------	-------	------------	----------

poligona		izvršavanja	u sec.	fajla (Kb)
5	5	0.5 s	10	2
6	14	1 s	14	3
7	42	2 s	21	11
8	132	4 s	33	39
9	429	9 s	48	156
10	1430	17 s	84	624
11	4,862	46 s	106	2463
12	16,796	97 s	173	9879
13	58,786	182 s	323	38844
14	208,012	392 s	531	156916

Tabela 1. Rezultati testiranja aplikacije **PGraphics**, verzija 1

3. SKLADIŠTENJE TRIANGULACIJA POLIGONA U JAVA NETBEANSU

Algoritam podele triangulacija poligona je problem koji za dati mnogougao nalazi broj mogućih deoba na trouglove pomoću njegovih dijagonala bez preklapanja u tim deobama [4]. Pritom se vrši selekcija tih kombinacija na osnovu nekih sličnosti i pravilnosti u daljem generisanju u većim nivoima, odnosno za veće konveksne poligone [6].

Cilj ovakvog algoritma je ubrzati sam proces generisanja triangulacija za velike poligone. Pored toga, potrebno je uspostaviti neka univerzalna pravila koja se mogu primeniti na bilo koji poligon. Ovde treba voditi računa i o formiranju ključa (izraza) po kojem se formiraju triangulacije, a u našem slučaju su to tzv. generisani izrazi na osnovu algoritma [2].

Algoritam podele se može razložiti na sledeće faze:

1. Početni korak – **podela na dve grupe**:
Deoba triangulacija na desne (parne) i leve (neparne). Parne sadrže dijagonalu [2-4], a neparne [1-3] a nove dijagonale nastaju od $n \geq 5$ i uvek sadrže poslednje teme [n].
2. **Grananje pri povećanju n** se odvija po sledećem pravilu:
 - 2.1 *Leva strana* - svaka dijagonala, počev od njene leve strane se dalje razlaže na po dve dijagonale (dodaje se nova dijagonala koja se zajedno sa prvom [1-3], pojavljuje u svim narednim nivoima), a u smeru ka desno broj strana se povećava za 1.
 - 2.2 *Desna strana* - svaka dijagonala, počev od njene leve strane se dalje razlaže na po dve dijagonale (dodaje se nova grana koja se zajedno sa prvom [2-4], pojavljuje u svim narednim nivoima), a u smeru ka desno broj strana se povećava za 1.
 - 2.3 *Nove dijagonale* - broj novih dijagonala nastaje od druge leve dijagonale i povećava se za 1.

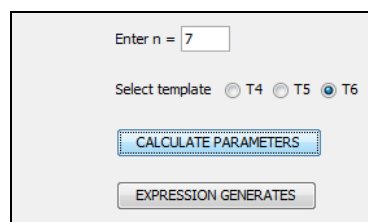
Ovaj algoritam može naći primenu kod dinamičkog programiranja. To je tehnika u programiranju kojom drastično možemo smanjiti složenost algoritma: od eksponencionalne do polinomijalne. Konkretno ovaj algoritam nudi mogućnost rada sa tzv. šablonima. Veoma je uprošćen proces izračunavanja ako već postoji šablon za npr. $n=6$ od 14 kombinacija, pa se na osnovu izraza i

uspostavljenih pravila dobiju 42 kombinacije za $n=7$ ili za neki veći poligon.

Međutim, pored smera od jednostavnijih ka složenijim šablonima, ovaj algoritam omogućava i reverzibilni proces odnosno da se iz šablona za $n=7$ izvuče blok za $n=5$ od 5 kombinacija ili za $n=6$ od 14 kombinacija.

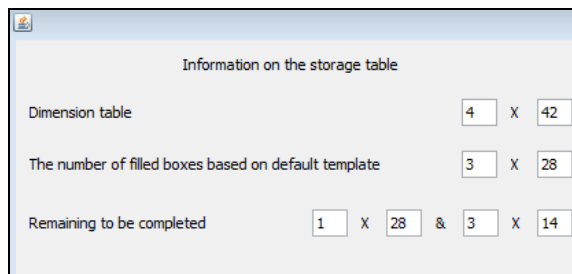
U nastavku rada je dat kratak opis i izgled aplikacije **pGraphicsStorage**, gde je navedena implementacija opisanog algoritma u **JAVA NETBEANS** okruženju.

Korisnik kao glavne argumente u aplikaciji unosi broj temena poligona za koji generiše sve kombinacije triangulacija konveksnog poligona.

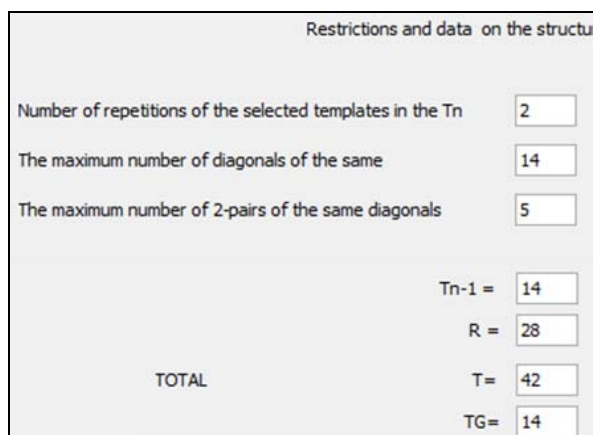


Slika 5. Interfejs aplikacije za unos parametara

Na osnovu izabranog broja temena i šablona (skupa već skladištenih kombinacija za manji poligona), izračunava se dimenzija tabele, koliko je popunjeno polja i koliko se očekuje da se popuni.

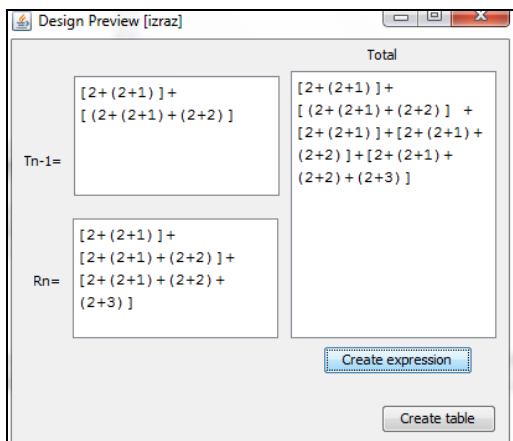


Slika 6. Interfejs aplikacije za izveštaj o popunjenosti tabele
Sledi izračunavanje broja levih i desnih kombinacija i novih kreiranih dijagonala.



Slika 7. Generisanje izveštaja o podeli triangulacija

Na osnovu prethodnih rezultata generiše se izraz (ključ) za formiranje svih kombinacija dijagonala za veći poligon.



Slika 8. Pravilo za generisanje izraza za formiranje triangulacija za veće poligone

Kao krajnji rezultat dobijamo tabelarni prikaz skladištenih internih dijagonala poligona. Svaki red tabele predstavlja jednu definisanu kombinaciju triangulacije za dati konveksan poligon.

1D	2D	3D	4D
13	14	15	16
13	35	15	16
24	14	15	16
24	25	15	16
25	35	15	16
13	14	46	16
13	35	15	16
24	14	46	16
24	25	26	16
25	35	26	16
24	26	46	16
13	36	46	16
26	36	46	16
26	36	35	16
13	14	15	57
13	35	15	57

Slika 9. Aplikacije u JAVA NETBEANS okruženju

Skladište se samo interne dijagonale koje u potpunosti definišu triangulaciju jednog poligona. U ovom slučaju je odrađeno skladište za šestougao koji ima četiri dijagonale (1D,2D,3D,4D).

4. ZAKLJUČAK I DALJA ISTRAŽIVANJA

Prva predstavljena aplikacija u Javi nudi grafičko rešenje predstavljanja triangulacija konveksnog poligona, dok druga aplikacija je realizacija tzv.algoritma podele triangulacija i

skladištenje u vidu internih dijagonala. Navedeni algoritam karakteriše rad po nivoima, odnosno razlaganje problema na podprobleme i dolaženje do rešenja na osnovu već rešenih problema iz nižih nivoa. Glavni zadatak u ovoj aplikaciji je generisanje kombinacija tačaka, odnosno skladištenje temena internih dijagonala. Bitna prednost je i selekcija sličnih kombinacija kako bi se kreirao šablon i uspostavila neka univerzalna pravila za naredne nivoe. Generisani izrazi u vidu sume brojeva su pokazatelj nekih pravilnosti kada je u pitanju generisanje kombinacija i pokazuju broj novih kombinacija koje se nisu javljale u prethodnim nivoima. Takođe pokazuje broj istih dijagonala ili parova u jednom nivou ili odnos blokova tj.koliko jedan sadrži drugi blok.

Navešćemo neke probleme gde se ovakav metod može primeniti a to su: *Minimum Weight Triangulation*, problem trgovačkog putnika ili neki kombinatorni problemi.

REFERENCE

- [1] F. Hurtado, M. Noy, Graph of Triangulations of a Convex Polygon and tree of triangulations, *Comput. Geom.* 13 (1999), 179-188.
- [2] P.V. Krtolica, P.S. Stanimirovic, R. Stanojevic, Reverse Polish Notation in Constructing the Algorithm for Polygon Triangulation, *FILOMAT* 15 (2001), 25-33.
- [3] J. Mark Keil, Tzvetalin S. Vassilev, Algorithms for optimal area triangulations of a convex polygon, *Computational Geometry* 35 (2006), 173-187.
- [4] J. Mark Keil, Tzvetalin S. Vassilev, An Algorithm for the MaxMin Area Triangulation of a Convex Polygon, 15th Canadian Conference on Computational Geometry, CCCG 2003, Halifax, Nova Scotia, August 11.
- [5] B. Chazelle, Triangulation a Simple Polygon in Linear Time, *Discrete Comput. Geom.* 6 (1991), 485-524.
- [6] M.R. Garey, D.S. Johnson, F.P. Preparata, R.E. Tarjan, Triangulating a simple polygon, *Inform. Process. Lett.* 7 (1978), 175-180.
- [7] F. Hurtado, M. Noy, Ears of triangulations and Catalan numbers, *Discrete Math.* 149 (1996) 319-324.
- [8] Harrison, W., C. Barton, and M. Raghavachari, Mapping UML Designs to Java, in *Object-Oriented programming, systems, languages and applications2000*. p. 178-187.
- [9] Park, D. and S. Kang, Design Phase Analysis of Software Performance Using Aspect-Oriented Programming, in *5th Aspect-oriented Modeling Workshop2004*.
- [10] F. Hurtado, M. Noy, Triangulations, visibility graph and reflex vertices of a simple polygon, *Computational Geometry* 6 (1996) 355-369.

B2C ELEKTRONSKO TRŽIŠTE U REPUBLICI SRBIJI B2C ELECTRONIC MARKET IN REPUBLIC OF SERBIA

Jelena Končar, Sonja Leković, *Ekonomski fakultet Subotica*

Sadržaj: Globalizacija danas, predstavlja jednu od najznačajnijih promena u okruženju. Slobodno elektronsko tržište nosi karakteristike slobodnog tržišta i slobodnih trgovaca. Tržište elektronske trgovine kroz prodaju proizvoda i usluga na Internetu teži ka potpunoj globalizaciji tržišta B2C trgovine. To zahteva posebno dizajniranje sajta za B2C elektronsku trgovinu da bi se obuhvatilo što veće elektronsko tržište. Mobilna trgovina omogućuje poslovanje na bilo kojoj lokaciji u bilo koje vreme što se visoko vrednuje na B2C elektronskom tržištu. Ključno pitanje za bilo koju kompaniju pri angažovanju u globalnoj B2C elektronskoj trgovini je da obezbedi standarde i zakonske propise udružene sa Internetom.

Abstrakt: Globalization is one of the most significant changes in the environment, nowadays. Free electronic market bears the characteristics of free markets and free traders. The market of electronic commerce through the sale of products and services on the Internet strives to full globalization of the B2C commerce market. This requires a special designed site for B2C e-commerce to encompass as much of electronic market. Mobile commerce allows businesses in any location, at any time, which is highly valued in the B2C electronic market. The key issue for any company engaging in the global B2C e-commerce is to provide standards and legislation associated with the Internet.

Ključne reči: globalizacija, elektronsko tržište, elektronska trgovina, mobilna trgovina, B2C, Internet.

1. UVOD

Poslovno potrošačka B2C elektronska trgovina predstavlja jedan od vodećih oblika on-line poslovanja koji je orijentisan ka individualnom potrošaču. Pod uticajem globalnih trendova Srbija se uključuje na globalno elektronsko tržište. U procesu razvoja elektronskog tržišta u Republici Srbiji postavljaju se sledeća pitanja:

- Da li je uticaj globalizacije na elektronskom tržištu primetan u Republici Srbiji?
- Kolika je zastupljenost svetskih elektronskih maloprodavaca u Republici Srbiji?
- Koji proizvodi su pogodni za prodaju na elektronskom tržištu u svetu i kod nas?
- Kakvi su trendovi na B2C elektronskom tržištu Republike Srbije?
- Kakvu ulogu ima mobilna trgovina kao značajan segment elektronskog tržišta?
- Koje institucionalne uslove je neophodno ispuniti radi funkcionisanja elektronskog tržišta?

Dalja istraživanja vezana za B2C elektronsko tržište u Republici Srbiji daće neke odgovore na postavljena pitanja.

2. UTICAJ GLOBALIZACIJE NA RAST B2C TRŽIŠTA

Globalizacija danas sve više utiče na nastanak globalnog tržišta koje zahvaljujući elektronskoj i mobilnoj trgovini eliminiše geografske granice. Globalno B2C elektronsko tržište nosi karakteristike slobodnog tržišta. Slobodnom globalnom tržištu odgovara i globalna B2C elektronska trgovina. Naredni tabelarni prikaz ukazuje na grupe

proizvoda i usluga i zastupljenost elektronskih prodavaca u svetu i u Republici Srbiji, koje posebno utiču na rast B2C elektronskog tržišta.

Tabela 1. Najprodavanije grupe proizvoda, usluga i elektronski prodavci u svetu i u Republici Srbiji

Kategorija proizvoda i usluga	E-prodavci u svetu [2]	E-prodavci u Srbiji
Putovanja	expedia.com, travelcity.com, priceline.com	putovanja.info.rs, bookingsrbija.rs
Računarski hardver softver	dell.com, gateway.com	winwin.rs, pacom.rs
Bela tehnika i elektronika	geappliances.com	novel.rs
Kancelarijski materijal	staples.com, officedepot.com	papirnisvet.com
Sportska i fitnes oprema	foddog.com	djaksport.com
Knjige i muzika	amazon.com, barnesandnoble	knjizara.com
Igračke i hobi	toysRus.com	svezakucu.rs
Zdravlje i lepota	avon.com	avon.rs
Zabava	ticketmaster.com	tickets.rs

Pored navedenih proizvoda na Web-u je zastupljena prodaja različitih vrsta usluga, nakita, hrane i lekova kao i opreme i hrane za kućne ljubimce. Posebno zastupljena u Republici Srbiji je prodaja polovnih automobila putem

portala mojauto.rs i polovniautomobili.rs. Prodaja automobila na elektronskom tržištu u svetu je znatno napredovala u poslednjim godinama. Naime, naručivanje automobila na tradicionalni način u određenoj boji podrazumevalo je čekanje na traženi automobil nekoliko nedelja, čak i meseci. Da bi automobil brže bio na raspolaganju proizvođači automobila moraju imati na zalihama veliki broj automobila. Procena američkog General Motors iznosi 40 milijardi dolara vezanih u neprodanim automobilima u svom kanalu marketinga [2]. Primenom Internet tehnologije proizvođači u auto industriji teže da preorijentišu svoj proces naručivanja proizvoda i brzo reaguju na zahteve svojih kupaca automobila. Internet tehnologija omogućuje raspolaganje automobilom u skladu sa zahtevima kupca za kraći vremenski period. Na Web sajtu proizvođača automobila kupcima se omogućuje da pregledaju i biraju dodatnu opremu, delove, da prate cene i sve imaju na raspolaganju kod najbližeg ovlašćenog dilera. Zahvaljujući opcijama personalizovanja i prikaza na sajtu kupcima se omogućuje pregledanje izgleda enterijera, jasan pregled virtualnog modela automobila, a nakon izbora i naručivanje određenog modela i izbor dilera gde će preuzeti personalizovan automobil. Tokom perioda čekanja kupcima se omogućuje praćenje automobila do preuzimanja, koji podrazumeva i vizuelni pregled na sajtu same proizvodnje u fabrici.

Turističke usluge na elektronskom tržištu imaju veliki rast u implementaciji i prihodima kako u svetu, tako i u Republici Srbiji. Prihodi koji se obezbeđuju putem Web sajtova koji nude turističke usluge proizilaze iz ugovorenih aranžmana on-line, promocije on-line, usluga savetovanja u vezi sa putovanjima. Većina elektronskih provajdera turističkih usluga su uspela zahvaljujući Webu da obezbede poverenje, lojalnost i izgrade ime na Web-u. Virtualne turističke organizacije pored tradicionalnih turističkih usluga smeštaja, prevoza i obilazaka destinacija obezbeđuju i popuste svojim korisnicima, lična iskustva prethodnih korisnika, mape i objašnjenja destinacija na web sajtu agencije. Zahvaljujući Web-u korisnici turističkih usluga mogu u poslednjem trenutku da pronađu avionsku kartu po znatno nižim cenama, kao i putovanja na atraktivnim destinacijama. Usluge kupovine karata i putovanje u poslednjem trenutku pored turističkih organizacija nude i portali Yahoo.com i MSN. Portali znatno olakšavaju pretraživanje filtriranjem informacija sa različitih sajtova turističkih organizacija i avionskih kompanija i pronalženjem najpovoljnije ponude. Prednosti implementacije Internet tehnologije u pružanju turističkih usluga ogleda se u pružanju informacija na veoma jednostavan način, pružanju popusta, a davaocima ovih usluga se obezbeđuje popunjenost kapaciteta.

Osnovni poslovni modeli B2C elektronske trgovine koji su zastupljeni na globalnom elektronskom tržištu su: portali, e-maloprodavci, provajderi sadržaja, transakcioni brokeri, tržišni kreatori, provajderi usluga i provajderi zajednica [1]. Elektronska B2C trgovina dozvoljava svim kompanijama nezavisno od vrste proizvoda i usluga da internacionalizuju svoje poslovanje na globalnom elektronskom tržištu. Ključno pitanje za bilo koju kompaniju pri angažovanju u globalnoj B2C elektronskoj trgovini je obezbeđivanje standarda i zakonskih propisa udruženih sa Internetom, kako bi se

obezbedilo funkcionisanje globalnog elektronskog tržišta. Tržište elektronske trgovine kroz prodaju proizvoda i usluga na Internetu teži ka potpunoj globalizaciji B2C elektronske trgovine.

3. KARAKTERISTIKE ELEKTRONSKOG TRŽIŠTA U REPUBLICI SRBIJI

Elektronsko tržište u Republici Srbiji kroz mrežnu interaktivnost i međuodnos između prodavaca i kupaca predstavlja virtuelno trgovinsko područje. Elektronsko tržište B2C elektronske trgovine kroz prodaju proizvoda i usluga putem Interneta teži ka potpunoj globalizaciji tržišta. Globalizacija Web sajta zahteva posebno dizajniranje sajta za B2C elektronsku i mobilnu trgovinu, kako bi se obuhvatilo što veće tržište. U tom cilju, posebno je značajno dati adekvatne odgovore na sledeća pitanja:

- Kako određeni proizvodi i usluge odgovaraju globalnom B2C elektronskom tržištu?
- Da li je potrebno prilagođavanje Web sajta svakoj državi na globalnom tržištu?
- Koje jezike uključiti na Web sajt ?
- Da li je neophodno obezbediti različite proizvode i promotivne aktivnosti u zavisnosti od specifičnosti pojedinih država na globalnom elektronskom tržištu?
- Kako rešiti pitanja vezana za globalne elektronske kanale marketinga na B2C elektronskom tržištu?

Rešenja po postavljenim pitanjima od posebnog su značaja za model B2C elektronskog tržišta što zahteva stavljanje u odnos troškova i prihoda koji se ostvaruju lokalizacijom sajta s obzirom na specifičnosti pojedinih zemalja na globalnom elektronskom tržištu. Ipak treba istaći da, potrošački orjentisano B2C elektronsko tržište transformiše plasman mnogobrojnih proizvoda i usluga na čega ukazuju i naredni podaci u Republici Srbiji [3]:

- korišćenje usluga smeštaja i putovanja 67,2%;
- Internet bankarstvo 63,2%;
- prodaja robe ili usluga putem Interneta 59,2%;
- traženje informacija o robi i uslugama 58,5%.

Kada je reč o vremenskom okviru u kom su korisnici Interneta kupovali/poručivali proizvoda ili usluge putem Interneta u Republici Srbiji, 9,3% korisnika obavilo je kupovinu/poručivanje u poslednja tri meseca, 5,1% pre više od tri meseca, a 3,7% pre više od godinu dana, a 81,9% korisnika Interneta nikada nije kupovalo/poručilo proizvod ili usluge putem Interneta [4]. U poslednjih godinu dana preko 380.000 lica kupovalo je ili poručilo proizvod/usluge putem Interneta, a u odnosu na 2010. godinu, broj lica koja su kupovala ili poručivala proizvode/usluge putem Interneta povećao se za više od 100.000.

U Republici Srbiji 41,2% domaćinstava poseduje Internet priključak, što čini povećanje od 2,2% u odnosu na 2010. godinu, 4,5% u odnosu na 2009. godinu, a 8% u odnosu na 2008. godinu. Zastupljenost Internet priključaka najveća je u Beogradu i iznosi 51,6%, a u Vojvodini ona iznosi 42%, a u centralnoj Srbiji 36,3% [3]. Iz navedenog se

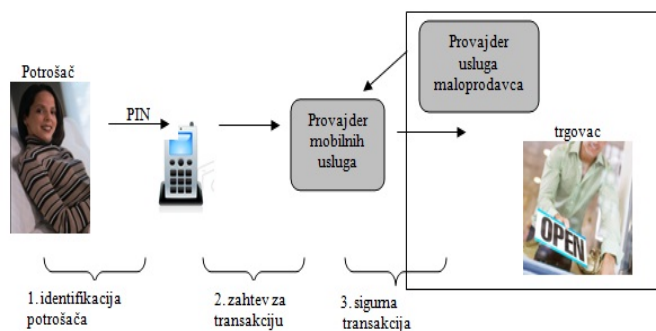
može zaljučiti da broj onih koji kupuju proizvode ili usluge na Web-u brže raste, od rasta broja korisnika Interneta u Republici Srbiji. Stog se može očekivati dalja tendencija rasta broja korisnika kao i prihoda od prodaje proizvoda i usluga na Web-u u Republici Srbiji.

4. IMPLEMENTACIJA MOBILNE TRGOVINE U REPUBLICI SRBIJI

Rast mobilne trgovine je praćen rastom upotrebe mobilnih telefona, mobilnih uređaja kao što su PDA uređaji. Ovi uređaji su efikasni za autorizovano upravljanje plaćanjima i bankarske transakcije, nudeći sigurnost i prednosti koje su veće nego putem on-line plaćanja preko PC računara. Neke od ovih prednosti već postoje u mobilnim uređajima, dok druge su dostupne u novim, modernijim i savremenijim uređajima, koji su danas značajno skupi ili se planiraju da budu na tržištu u narednom periodu. Mobilni uređaji se mogu koristiti za mobilnu trgovinu, plaćanje, kao i investiranje na Web-u. Sigurnost, lakoća i pogodnost su glavne karakteristike mobilne trgovine.

Slika 1. Arhitektura sigurne transakcije korišćenjem mobilnog uređaja [5]

U budućnosti, različiti oblici mobilnih uređaja, će obezbediti transakcije po nižim cenama, transakcije koje podrazumevaju visoku sigurnost i individualnost, sa različitim sistemima za verifikaciju svakog od učesnika koji učestvuje u transakciji. Nove mreže za plaćanje preko mobilnih uređaja će obezbediti i nove različite vidove usluga, od mikroplaćanja do prenosa sredstava veće vrednosti. Mobilni uređaji sve više uzimaju primat u plaćanjima, investiranju i transakcijama koje su zasnovane na sigurnosti i



poverenju.

U Republici Srbiji 82,5% stanovništva koristi mobilni telefon a, 15,7% stanovništva pristupa Internetu putem mobilnog telefona. U pogledu tipa konekcije 24,1% ima zastupljenu mobilnu WAP i GPRS mreža. U starosnoj grupi od 16 do 24 godine 99% žena koristi mobilni telefon i 98,5% muškaraca, dok u starosnoj grupi 55 do 74 godine je 58,2% žena i 61,7% muškaraca [3].

Plaćanje Telenorovih telefonskih računa, slanje novca drugim licima koji su korisnici usluga PlatiMo, dopunjavanje pripejd brojeva u Telenorovoj mreži, kupovina u on-line prodavnicama direktno sa bankovnog računa se obavlja zahvaljujući usluzi PlatiMo. Zahvaljujući ovim uslugama Telenor je u Republici Srbiji razvio platformu gde se

povezuju sektori telekomunikacija i finansija, pri čemu se posebno ističu usluge PlatiMo koje značajno utiču na sektor telekomunikacija do 2012. godine [6]. PlatiMo se zasniva na primeni novih tehnoloških trendova vezanih za mobilnu telefoniju, elektronsko plaćanje i elektronski potpis. Veliki broj maloprodavaca (npr. Philip Morris, Metro Cash & Carry, JAT knjižara, Golding Emmi i Tehnomanija) svojim kupcima nude mogućnosti plaćanja sa uslugom PlatiMo. Telenor on-line shop obuhvata 90% poslovnih aktivnosti potpuno automatizovano, a očekuje se u budućnosti uključivanje većeg broja trgovaca u Republici Srbiji u sistem PlatiMo što će omogućiti kupcima kupovinu putem mobilnih telefona. Plaćanje putem mobilnog telefona dovodi do efikasnijeg, bržeg i lakšeg plaćanja komercijalnih usluga.

Prema podacima kompanije Telenor i Opera softwer, Srbija se nalazi na prvom mestu u Evropi prema broju korisnika Interneta preko mobilnih telefona i broja pregledanih Internet stranica. Statistički podaci Opera softwera ukazuju da svaki korisnik u proseku pretraži oko 385 stranica mesečno putem mobilnog telefona, dok u Srbiji Telenorovi korisnici Opere u proseku dnevno otvore 80 Internet stranica, odnosno 2400 mesečno. Svi podaci ukazuju da se mobilni Internet u Srbiji razvija velikom brzinom zahvaljujući saradnji Telenora i Opere, kroz usluge "Telenor-klik" čijim aktiviranjem je obezbeden besplatan pristup Internetu do kraja godine. Besplatan Internet na mobilnom telefonu zahvaljujući "Telenor klik" uslugama aktivirao je više od 282.000 stanovnika u Srbiji, što svakako utiče na povećanje broja korisnika Interneta. Prema istraživanju Republičkog zavoda za statistiku oko 50% stanovnika u Republici Srbiji nikada nije koristilo Internet, a u Evropi 18% stanovnika [7]. Mobilni Internet postaje sve popularniji u Srbiji, a usluge Telenor klika omogućuju Srbiji da zadrži vodeće mesto među evropskim zemljama u pogledu mobilnog pristupa Internetu. Telenor je sedmi po veličini mobilni operater na svetu sa ukupnim brojem od 191,4 miliona korisnika u četrnaest zemalja, od čega 2,98 miliona korisnika je u Republici Srbiji [8]. Vizija budućnosti definitivno je na strani mobilne trgovine, što pokazuje broj mobilnih korisnika kako u svetu, tako i u Republici Srbiji.

5. INSTITUCIONALNI USLOVI ZA RAZVOJ ELEKTRONSKOG TRŽIŠTA

Ekspanzija elektronskog tržišta ukazuje na veliki broj zakonskih i etičkih pitanja koja su od izuzetnog značaja i veoma su bitna za dalji razvoj elektronske i mobilne trgovine. Zakonska i etička pitanja koja se odnose na elektronsku i mobilnu trgovinu uglavnom se mogu klasifikovati na sledeći način [9 i 10]:

- Pitanja privatnosti su od izuzetnog značaja za potrošače i predstavljaju jedan od velikih problema na većini Web sajteva elektronske i mobilne B2C trgovine;
- Pitanja intelektualnog vlasništva i on-line piraterstva su od izuzetnog značaja, jer se ona veoma lako krše na Internetu;
- Neželjena elektronska promocija i spamming spadaju u potpuno nekontrolisana pitanja, gde zakonske, tehnološke i administrativne mere mogu imati izuzetno veliku ulogu i značaj;

- Pitanja slobode govora u odnosu na cenzuru su posebno aktuelna na Internetu, jer on dozvoljava potpunu slobodu koja veoma često dolazi u sukob sa pitanjima pokušaja kontrole ofanzivne, ilegalne i potencijalno opasne informacije na mreži što je kontraverzno i u sukobu sa pravom slobode govora;
- Pitanja zaštite potrošača i trgovaca polaze od neprezentovanja do različitih prevara koje mogu nastupiti u B2C elektronskoj trgovini.
- Druga zakonska pitanja koja se odnose na validnost ugovora, pravne nadležnosti u B2C mobilnoj trgovini itd.

Zakon o elektronskoj trgovini uređuje uslove i način pružanja usluga informacionog društva, obaveze informisanja korisnika usluga, komercijalne poruke, pravila u vezi sa zaključivanjem ugovora u elektronskom obliku, odgovornost pružaoca usluga informacionog društva, nadzor i prekršaje [11]. Ovim Zakonom u Republici Srbiji definisan je ugovor u elektronskom obliku čime se stvorio pravni osnov za izjednačavanje elektronskih i mobilnih oblika poslovanja sa klasičnim. Navedeni pravni okvir dopunjuje Zakon o elektronskom potpisu gde su regulisana sva pitanja za sertifikaciona tela i izdavanje elektronskih sertifikata, dok Zakon o elektronskom dokumentu definiše upotrebu elektronskih dokumenata i vremenskih žigova.

Za podsticanje razvoja elektronske i mobilne trgovine u Republici Srbiji neophodno je kontinuirano sprovoditi i informativnu kampanju kako bi se javnost upoznala sa svim mogućnostima elektronske trgovine i mobilne trgovine, ali i pravima i načinima na koje može da se to ostvari. Razvoj elektronske i mobilne trgovine uticao je na kreiranje sasvim novih i raznovrsnih etičkih pitanja. Mnoge organizacije razvijaju sopstvene kodove etike i postoje različite aplikacije elektronske i mobilne trgovine usled povećane upotrebe informacionih tehnologija koje kreiraju nova etička pravila.

6. ZAKLJUČAK

B2C elektronsko tržište u Republici Srbiji uključuje sve poslovne transakcije između privrednih subjekata i potrošača. Poslovno-potrošački model elektronske i mobilne trgovine usmeren je na marketing prodaju asortimana proizvoda i usluga na globalnom tržištu. Korisnici Interneta sve više

imaju odnos ka Web-u kao jednom novom globalnom tržišnom prostoru čija stopa rasta ima eksponencijalnu tendenciju. Zahvaljujući mobilnoj trgovini u Republici Srbiji dolazi do znatno višeg nivo interaktivnosti i personalizacije sa potrošačima. Time mobilni portali sve više postaju osnovni alat u elektronskoj trgovini za isporuku personalnih informacija.

LITERATURA

- [1] Lovreta S., Končar J., Petković Z., *Kanali marketinga, trgovina i ostali kanali*, Beograd: Ekonomski fakultet Beograd, Subotica: Ekonomski fakultet Subotica, str. 347, 2011.
- [2] E. Turban, D. King, J.Land, *Introduction to Electronic Commerce*, New Jersey: Pearson, str. 365-370, 2011.
- [3] *Upotreba informaciono-komunikacione tehnologije u Republici Srbiji*, Beograd: Republički zavod za statistiku, str. 7-11, 2011.
- [4] www.webrsz.stat.gov.rs, 20.12.2011.
- [5] A. Herzeberg, Payment and Banking with Mobile Personal Device. *Communications of the ACM, Volume 46, Number 5*, p. 54, may 2003.
- [6] www.telenor.rs, 20.12. 2011.
- [7] www.benchmark.rs, 13.12. 2011.
- [8] www.evocentar.net, 18. 12. 2011.
- [9] E. Turban, D. King, J. Lee, T. P. Liang, D. Turban, *Electronic Commerce 2010, A Managerial Perspective*, New Jersey: Pearson, str. 707-737, 2010.
- [10] J. Končar, *Elektronska trgovina*, Subotica: Ekonomski fakultet, str. 285-286, 2008.
- [11] *Zakon o elektronskoj trgovini*, Službeni glasnik Republike Srbije, br 41/2009., 10.06.2009.

RAZVOJ UNIVERZITETSKE WEB APLIKACIJE ZA MOBILNE UREĐAJE U NETBISCUIT PLATFORMI

DEVELOPMENT OF UNIVERSITY WEB APPLICATIONS FOR MOBILE DEVICES IN NETBISCUIT PLATFORMS

Faruk Selimović, Muzafer Saračević, Fadil Novalić, *Departman za prirodno-tehničke nauke, Univerzitet u Novom Pazaru*

Sadržaj: U ovom radu je naveden način razvoja Univerzitetske Web aplikacije za mobilne uređaje u NetBiscuit platformi. Navedena je konkretna web aplikacija za Univerzitet u Novom Pazaru i opisane su neke mogućnosti i funkcionalnosti. Takođe je napravljena veza između ove web aplikacije sa sistemom za e-učenje. Naveden je kurs razvijen u Moodle portalu za e-učenje, koji je implementiran u mobilnu aplikaciju i na taj način se nastava na Univerzitetu podiže na jedan veći nivo.

Abstract: In this paper, we present the development of University Web applications for mobile devices NetBiscuit platform. Listed the specific web applications for the University of Novi Pazar and describes some features and functionality. In this paper we specify the connection between the web application with system for e-learning. Given a course developed in Moodle e-learning portal, which is implemented in the mobile application and thus the teaching at the University raised to higher level.

1. UVOD

Imajući u vidu činjenicu da se kompletan internet polako ali sigurno prebacuje i na mobilne uređaje, mogućnost korišćenja interneta putem mobilnog telefona je sve dostupnija i sve jeftinija. Broj pregledanih internet strana putem *browsersa* mobilnih telefona svakim danom sve više raste. Glavni razlozi za to su vreme (koje je sve kritičniji resurs u našim životima) i komfor koji nam je na ovaj način dostupniji nego uz korišćenje desktop ili laptop računara. Sve se više javlja potreba da informaciju dobijemo brzo i da određenu uslugu možemo da ostvarimo dok smo u pokretu.

Eksperti predviđaju da će do 2015. godine broj pregledanih internet strana putem mobilnih telefona biti veći od onih koje su pregledane putem laptop ili desktop računara. Najbolji dokaz za to jeste trend koji Facebook beleži na globalnom nivou [2]. U ovom trenutku postoji preko 250 (od 700) miliona korisnika koji pristupaju Facebook-u preko mobilnog telefona. Vođeni logikom da danas veliki broj kompanija, organizacija i institucija već poseduje korporativni web sajt koji je namenski pravljen tako da bude prilagođen za desktop ili laptop korisnike, dolazimo do zaključka da će, pre ili kasnije, svi oni imati potrebu da poseduju i mobilne verzije svojih web sajtova.

Na osnovu prethodno izloženog a cilju što bolje komunikacije studenata, profesora, osoblja i klijenata, Računarski centar Univerziteta u Novom Pazaru razvio je Mobilni sajt koristeći Netbiscuits platformu koja omogućava predstavljanje sajta na isti način bez obzira o kakvom se Mobilnom uređaju radilo.

2. OPIS PRIMENJENIH TEHNIKA U RAZVOJU WEB APLIKACIJE U NETBISCUITS PLATFORMI

NetBiscuits platforma obogaćava brzo i efikasno objavljivanje web sadržaja preko svih dostupnih mobilnih

platformi u obliku Web sajta ili native aplikacije (aplikacija predstavljena mašinskim jezikom). Netbiscuits podržava objavljivanje Web sadržaja na brojne vrste mobilnih uređaja uključujući Smart telefone (tzv. telefone sa pametnim karakteristikama), media tablets (mini računari i telefoni ujedno) muzičke uređaje, igračke konzole, e-čitače pa čak i TV set-top boxes. Takođe netbiscuits zadržava nezavisnost od bilo kog mobilnog operativnog sistema instaliranog na uređajima i pruža optimizaciju Web sadržaja za svaki browser na telefonu. Ova platforma u stvari prevodi kod i prilagođava ga *browser*-ima radi predstavljanja.

Da bi se ovo postiglo Netbiscuits je integrisao svetske klase mobilnih uređaja u svoju platformu koje je povezao u jednu render mašinu koja vam dostavlja optimizovane mobilne Web aplikacije na bilo koji mobilni uređaj. Ova platforma koristi najnovije mobilne tehnologije kao što su HTML 5, CSS i Javascript, u cilju kreiranja Web sajtova koje će korisnici doživljavati kao aplikacije [1]. Takođe ova platforma omogućuje korišćenje PHP i MySQL tehnologije za komunikacijom sa bazom podataka. Da bi se poboljšalo korisničko iskustvo Netbiscuits obezbeđuje optimizaciju alata koju omogućavaju optimizaciju oznaka, CSS, slika, audio i video sadržaja i omogućuje njihovo predstavljanje na osnovu karakteristika svakog mobilnog uređaja. U isto vreme Netbiscuits sadržaj je optimizovan tako da smanjuje vreme učitavanja prilikom pristupa korisnika koji su pristupili preko ograničenih propusnih opsega.

Netbiscuits je kreirao bazu podataka koja sadrži više od 6000 testiranih mobilnih uređaja-profila iz preko 50 zemalja sveta. Da bi se garantovao maksimum pokrivenosti, pouzdanosti i kvalitet mobilnih sajtova i aplikacija Netbiscuits ne koristi bilo koje informacije ili Open source baze podataka. Baza ove platforme ne samo da proverava osnovna svojstva svakog uređaja kao što su veličina ekrana, već ima detaljne informacije o mogućnostima pretraživača, medijsku podršku, procesorsku snagu ili kapacitet memorije

na uređaju. Prilikom kreiranja Web aplikacije opisane u ovom radu koristili smo upustva **Rich UI features development framework** kao i sve prethodno pomenute tehnologije fokusirajući se na PHP MySQL tehnologiju [4]. U suštini svaka BiscuitML strana je XML strana. Kao takva svaka strana mora početi kao jedna XML specifikacija i sadržati jedan koren koji se naziva "page". Evo primera BiscuitML strane.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<page xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation=
'http://www.netbiscuits.com/schema/netbiscuits-1.13.xsd'
title="Home">
<meta name="meta-name" content="meta-content"/>
<link rel="icon" href="myicon.ico" type="image/x-icon"/>
<styles>
...
</styles>
<container> <!-- 1 columns -->
<column minwidthpx="80" widthpercent="50">
<SOMEBISCUIT/>
<SOMEBISCUIT/>
...
</column>
</container>
</page>
```

3. OPIS I FUNKCIONALNOST WEB APLIKACIJE

Aplikacije za mobilne telefone se u 2010. i 2011. godini smatraju za granu mobilnog biznisa sa najvećim trendom rasta, kako po pitanju eksploatacije, tako i po pitanju profita koji se ostvaruje. Iako mobilni telefoni koriste različite platforme i operativne sisteme, ova web aplikacija je se prilagođava svakom telefonu, nezavisno od toga šta je pokreće [2]. Prilikom izrade, vodili smo računa o tome šta je to što, u odnosu na primarni web sajt, treba da stoji od informacija na mobilnom web sajtu a što će itekako olakšati studiranje studentima našeg univerziteta. Prilikom izrade ove aplikacije rukovodili smo se sledećim pravilima:

- aplikacija treba da sadrži one informacije koje su najpotrebnije korisniku koji je u pokretu,
- navigacija treba da bude laka, brza i intuitivna,
- odbacivanje funkcionalnosti, sadržaja i informacija koje nisu u velikoj meri neophodne korisniku mobilnog web sajta smanjuje vreme potrebno za pristup samom sajtu
- brzina pristupa je takođe određena i time kako su informacije i sadržaji formatirani i prikazani krajnjem korisniku.

Kao što je pomenuto prilikom kreiranja Web aplikacije korišćena je PHP i MySQL tehnologija u okviru koje je štampan *BiscuitML kod* koji jedino razumljiv za Netbiscuits platformu.

Kada je u pitanju brzina navigacije, upotreba mobilne aplikacije nudi studentima mnoge prednosti. Sve informacije koje aplikacija nosi sa sobom se već nalaze u lokalnoj memoriji telefona, čime je brzina pristupa dosta veća od slučaja gde se u potrazi za svakom novom informacijom na web sajtu, iznova pristupa novoj web stranici, što iziskuje

dotatno vreme koje je potrebno za prenos podataka putem interneta prilikom učitavanja i prikazivanja željenih sadržaja.



Slika 1. Naslovna strane Web aplikacije za mobilne telefone

Strana za vesti predstavlja korišćenje *RSS fida* koji omogućava povlačenje i predstavljanje web sadržaja sa drugog Web sajta, u ovom slučaju sa Web sajta Univerziteta u Novom Pazaru (izvorni kod je dat u prilogu).



Slika 2. Strana aplikacije koja je namenjena za vesti (levo) i strana namenjena za video vesti (desno)

Takođe jedna od mogućnosti je i povezivanje Mobilne web aplikacije sa Moodle-om, sistemom za e-učenje koji je prilagođen za prikazivanje na mobilnim uređajima.



Slika 3. Strana aplikacije namenjena za povezivanje sa drugim portalima (levo), integracija web aplikacije sa portalom za e-učenje (desno)

Aplikacija ima mogućnost povezivanja sa Google kalendarima, poseduje foto galeriju i mnoge druge mogućnosti (povezivanje sa svim centrima univerziteta, sa visokoškolskim jedinicama, pretraga nastavnog osoblja, rezultata sa ispita, rasporeda predavanja, pregled nastavnih materijalaitd.). Studenti su sada u mogućnosti da dobiju, bilo gde i na bilo kom mestu gde imaju konekciju sa internetom, informacije o dešavanjima na Univerzitetu.



Slika 4. Strana namenjena budućim studentima (levo), strana za univerzitetske centre (desno)

Pored opisanih mogućnosti naša mobilna web aplikacija poseduje Mapu Univerziteta sa svojim visokoškolskim jedinicama.



Slika 4. Mapa Univerziteta

Ukoliko se želite bliže upoznati sa našom web aplikacijom za mobilne uređaje posetite nas na m.uninp.edu.rs.

4. ZAKLJUČAK

Bez sumnje, budućnost interneta leži na mobilnim platformama. S pojavom smartphone mobilnih uređaja internet je postao sve više atraktivan široj publici. Ovom smartphone mini revolucijom ne mogu se ignorisati promene u navikama korisnika interneta.

Ovaj rad je predlog kako se može nastava na visokoškolskim ustanovama podići na veći nivo i kako se studentima može omogućiti brži i lakši pristup informacijama.

Koristeći mobilni internet, korisnici dobijaju najveći mogući komfor u brzom traženju informacije koje ih zanimaju. Samo neke od statistika koje govore same za sebe su [8]:

- 4 milijarde mobilnih uređaja u svetu
- 1,08 milijardi smartphone-a
- do 2014. mobilni internet će preteći korišćenje interneta putem računara
- 1/2 svih lokalnih pretraživanja se izvode na mobilnim uređajima
- 86% korisnika mobilnog interneta koriste svoje mobilne uređaje za vreme gledanja TV-a
- 2,7 sati na dan - vreme koje prosečan korisnik provede na društvenim mrežama (Facebook, Twitter...)

U današnjem modernom društvu brend treba biti vidljiv na svim uređajima koji korisnici koriste kako bi došli do traženih informacija. Zbog toga je web stranice potrebno optimizovati za mobilne uređaje i ovaj trend je u brzom porastu.

Naša web aplikacija za mobilne uređaje će se pored pomenutih mogućnosti u budućnosti razvijati a jedan od sledećih koraka u razvoju je mogućnost elektronske prijave ispita zatim popunjavanje raznih vrsta formulara, što će između ostalog smanjiti troškove putovanja studenata koji ne stanuju u blizini Univerziteta.

REFERENCE

- [1] Martin Schreiner, Developing Mobile Websites with NetBeans IDE and Netbiscuits, Mobile Application Developer, Netbiscuits, <http://netbeans.org/kb/docs/web/netbiscuits.html>
- [2] Aleksandar Petković, Mobilni web sajt ili mobilna aplikacija, internet link: <http://mobilni-marketing.rs/mobilni-web/mobilni-web-sajt-ili-mobilna-aplikacija/>
- [3] M. Kudumović, S. Mašović, M. Saračević, H. Kamberović (2012), Java technology in the design and implementation of web applications, TTEM- Technics Technologies Education Management, Journal ISSN 1840-1503, Science Citation Index Expanded, Thomson Reuters, Indexing on EBSCO Publishing (EP) USA, Volume 7, No.2, 2012 (paper accepted).
- [4] Saračević M., Mašović S. (2010), Primena UML modelovanja i PHP jezika u izradi web aplikacije za e-učenje, The First International Conference eLearning2010, vol1., str. 131-136, Univerzitet METROPOLITAN, Beograd.
- [5] Mašović S., Saračević M., Kamberović H., Mededović E. (2011), Modern trends in higher education and the future of e-learning, ITRO-conference: Information technology and development of education, pp.321-326, Technical Faculty "Mihajlo Pupin", University of Novi Sad, Serbia.
- [6] Saračević M., Mededović E., Ahmeti J., Mustafić F. (2011), Comparative analysis of the success studying students attending traditional learning or e-learning, ITRO-conference: Information technology and development of education, pp.326-332, Technical Faculty "Mihajlo Pupin", University of Novi Sad, Serbia.
- [7] Mašović S., Saračević M., Kamberović H., Mededović E., Selimović F. (2011), Integrated Management Web-Based Applications on Java platform, 5th International quality conference, Faculty for mechanical engineering, Center for Quality, Mechanical Engineering Faculty, Kragujevac, Serbia, Volume2, pp.573-580.
- [8] Biit Client, Mobilne web stranice, internet link: <http://www.biitcliens.hr/hr/mobilne-web-stranice-mobilni-web>

PRILOG

Izvorni kod za RSS Feed (importovanje vesti sa klasičnog web sajta univerziteta)

```
<?php header("Content-Type: text/xml;"); ?>
<?php printf('<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>'); ?>
<?php require './template/header.php'; ?>
<container>
<column>

<?php
print (' <TABLE class="teble_style" >
<row>
```

```
<cell >

</cell>
<cell >
<text>Vijesti</text>
</cell>
<cell>

</cell>
</row>
</TABLE>
');
?>
</column>
</container>
<container>
<column>

<?php
print ('<RSSLIST url="http://www.uninp.edu.rs/vesti/"
refresh="10m" detailpage="rssitem.xml" items="10"
externalitempage="false">
<styles>
<style name="header-bgcolor" value="#EEEEEE"/>
<style name="header-color" value="#333333"/>
<style name="header-align" value="center"/>
</styles>
<mapping version = "rss-2.0"/>
<params>
<linkheadline>true</linkheadline>
<showsummary>true</showsummary>
<linksummary>true</linksummary>
<aligntext>right</aligntext>
<morelink>more...</morelink>
<imgwidth>25%</imgwidth>
<showheadline>true</showheadline>
<showimage>true</showimage>
</params>
<errors>
<error code="302">Redirect not supported</error>
<error code="404">Not found</error>
<error code="413">Too much data</error>
<error code="500">Server Error</error>
<error code="900">Bad Feed Data</error>
<error code="901">Missing Config</error>
<error code="902">Bad Config</error>
<error code="903">Set URL below</error>
<error code="904">Version Mismatch</error>
<error code="999">Other error</error>
</errors>
</RSSLIST>
');
?>
</column>
</container>
<?php
require './template/footer.php';
?>
```

P.A.G.E. PLATFORMA ZA KREIRANJE EDUKATIVNIH ON-LINE IGARA P.A.G.E. PLATFORM FOR CREATION OF EDUCATIONAL ON-LINE GAMES

Aleksandar Dlabac, Telenor Crna Gora

Sadržaj: U ovom radu predstavljena je P.A.G.E. platforma, razvijena od strane autora ovog rada, koja omogućava jednostavno kreiranje on-line kompjuterskih igara sa ciljem učenja kroz igru. Platforma je namijenjena širokom krugu korisnika i ne zahtijeva znanje programiranja. Prikazane su njene mogućnosti i osnovne karakteristike. Data su iskustva iz prakse vezana za upotrebu platforme u edukativne svrhe, kao i za kreiranje novih problema i igara.

Abstract: This paper presents P.A.G.E. platform, developed by author of this paper, which allows simple creation of on-line computer games, with the aim of learning while playing. The platform is designed for a wide range of users and it does not require programming knowledge. The possibilities of this system and its basic characteristics are presented. Experiences from practice are given for usage of the platform in educational purposes, as well as for creation of new games and problems.

1. UVOD

U septembru 2011. godine u časopisu *Nature Structural & Molecular Biology* objavljen je članak o uspješnom dekodiranju proteina ključnog za razvoj AIDS-a [1]. Na ovom problemu naučnici su radili punih 15 godina. Ovaj rad, koji je sam po sebi veoma bitan, posebnim čini činjenica da su na dekodiranju radili igrači kompjuterskih igara, koristeći on-line igru *Foldit*, čija namjena je upravo dekodiranje proteina i pomoću koje igrači širom svijeta daju svoj doprinos nauci – igrajući se [2]. Ne manje bitan podatak je i taj da je igračima, za ono što naučnici nijesu uspjeli da riješe više od jedne decenije, bilo potrebno samo tri mjeseca.

Igre poput ove, kojima osnovni cilj nije rasonoda, već rješavanje problema putem igranja, spadaju u kategoriju tzv. *ozbiljnih igara* (engl. *serious games*). Ovakve igre koriste se u mnogim oblastima: odbrani, obrazovanju, naučnim istraživanjima, zdravstvu, upravljanju kriznim situacijama, planiranju grada, inženjeringu, politici, pa čak i religiji [3]. Prve „ozbiljne igre“ nastale su još početkom prošlog vijeka, dok se sam termin pojavio oko 1970. godine, prije nego što su se kompjuteri i elektronski uređaji počeli koristiti u zabavne svrhe.

Ozbiljne igre klasifikuju se prema svojoj namjeni, tj. oblasti kojom se bave: simulacije, umjetnost, produktivnost, optimizacija itd. Jedan od najbitnijih segmenata ozbiljnih igara je *učenje kroz igru* (engl. *game-based learning*, skraćeno GBL). Učenje kroz igru pogodno je za sve uzraste, čak i one najmlađe. Osnovne prednosti ovog koncepta su:

- motivacija za lakše ovladavanje potrebnim znanjima, što je posebno bitno kod mlađih uzrasta,
- dublji i sadržajniji uvid u materiju koja se obrađuje,
- opušteniji pristup materiji, bez straha da će se načiniti greška, itd. [4]

2. P.A.G.E. PLATFORMA

Među najpodesnije vrste kompjuterskih igara za upotrebu u edukativne svrhe spadaju takozvane *grafičke avanture*. U njima se napredovanje kroz igru uslovljava rješavanjem problema na koje se nailazi tokom igranja i, često, komunikacijom i interakcijom sa drugim likovima i predmetima u igri. Stoga smo odlučili da ovu vrstu igara uzmemo kao osnovu za razvoj platforme P.A.G.E (*Puzzle Adventure Game Engine*). P.A.G.E. je u potpunosti razvijen od strane autora ovog rada, kao praktični dio magistarske teze na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici.

P.A.G.E. je nastao iz prvobitne ideje da se napravi on-line igra koja bi koristila studentima na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici u savladavanju gradiva iz Elektronike. Tokom razvoja koncept je unaprijeđen, tako da je razvijena platforma koja nije ograničena samo na elektroniku i na kojoj je moguće razviti bilo koji tip grafičke avanture.

P.A.G.E. omogućava jednostavno generisanje on-line grafičkih avantura *puzzle* tipa. Platforma je zamišljena tako da bude otvorena za širok krug ljudi – ne samo kada je u pitanju igranje, već i za kreiranje samih igara.

Osnovne karakteristike P.A.G.E. platforme su:

- jednostavno pravljenje igara bez znanja programiranja,
- igre se pokreću u bilo kom Internet pretraživaču, pa su nezavisne od operativnog sistema,
- nema potrebe za instalacijom,
- mala hardverska zahtjevnost,
- koriste se besplatni razvojni sistemi i tehnologije.

Srcu P.A.G.E. platforme čini *interpreter* koji je razvijen korišćenjem razvojnog alata Adobe Flex. Interpreter na startu učitava definicioni fajl, koji je u XML formatu, i vrši njegovo interpretiranje. U definicionom fajlu nalazi se

kompletan opis jedne igre – od resursa, do logike. Kako se radi o običnom tekstualnom fajlu, moguće je koristiti bilo koji tekst editor za njegovo kreiranje i izmjene.

Definicioni fajl igre sastoji se od pet cjelina, kojima se definišu parametri potrebni za rad igre:

- grafički resursi,
- zvučni resursi,
- sprajtovi,
- struktura igre i
- problemi.

2.1. Grafički resursi

U ovom dijelu definicionog fajla navode se svi grafički fajlovi koji se koriste u igri. Time je omogućena optimizacija po pitanju broja grafičkih fajlova i zauzeća memorije, kao i vremena potrebnog za učitavanje igre, jer se jedan isti grafički fajl može ponovo upotrebljavati za različite *sprajtove* i animacione sekvence. Podržani su aktuelni grafički formati, od kojih su najvažniji PNG i JPEG. Uvedena je i potpuna podrška za PNG fajlove sa alfa kanalom, što je neophodno za omogućavanje providnosti slika, kako potpune, tako i djelimične. Grafički resursi učitavaju se odmah nakon starta igre, tj. tokom inicijalizacije.



Slika 1. Primjer grafičkog resursa koji sadrži tri *frejma* animacije

P.A.G.E. za osvježavanje sadržaja ekrana koristi tzv. *double buffering* tehniku. Ovo znači da se svaki *frejm* prvo u pozadini kompletno izgeneriše u memoriji, nakon se čega njime trenutno zamijeni slika na ekranu. Na taj način se, osim poboljšanja performansi, sprječava treperenje (engl. *flickering*) i prikazivanje djelimično izgenerisane slike na ekranu.

2.2. Zvučni resursi

U drugoj cjelini definicionog XML fajla definišu se zvučni fajlovi koji će se koristiti u igri. Oni mogu biti upotrijebljeni za pozadinsku muziku, glas i efekte u igri. Podržani su aktuelni zvučni formati, od kojih je najbitniji MP3. Kao i grafički, i zvučni resursi se učitavaju se pri inicijalizaciji igre.

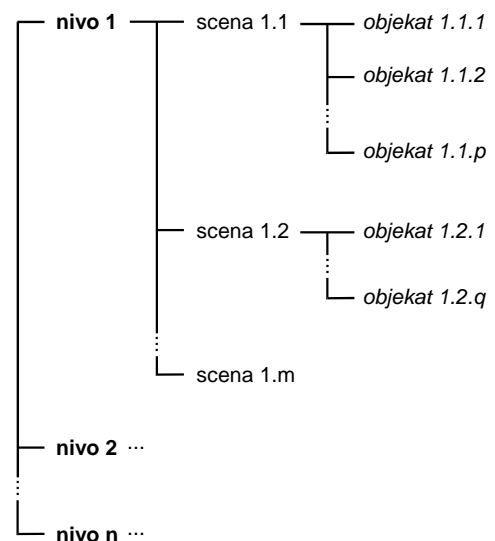
2.3. Sprajtovi

Grafički resursi koji su defuinisani u prvoj cjelini definicionog fajla mogu imati različite namjene: za pozadinske slike, osobe, predmete koji se pojavljuju u igri i sl. Da bi se omogućila animacija karaktera, ali i optimizacija resursa, jedan grafički fajl može u sebi sadržati jedan ili više frejmova animacije. Svaki sprajt definišu sljedeći parametri:

- **Ukupan broj frejmova** u grafičkom fajlu, odnosno broj slika koje čine jednu animaciju. Sprajt se može sastojati od samo jednog frejma, u slučaju statične slike (npr. pozadinska slika), ili od više njih, kada se radi o animiranom sprajtu.
- **Broj frejmova duž x- i y-ose** grafičkog resursa, tj. broj „vrsta“ i „kolona“ na koje je izdijeljena data slika. Drugim riječima, grafički resurs može biti podijeljen na „matricu“ frejmova koji su međusobno iste veličine. U primjeru prikazanom na Slici 1. prikazan je grafički resurs sa 3 frejma, koji su raspoređeni u tri vrste i jednoj koloni (3x1).
- **Broj frejmova u sekundi** (engl. *frames per second*, skraćeno FPS), kojim se definiše brzina smjenjivanja frejmova u animaciji. Parametar može biti realan broj, pa se tako može definisati smjenjivanje slika sporije od jedne u sekundi, ukoliko postoji potreba (na primjer, vrijednost od 0.1 FPS označava da se slika mijenja jednom u 10 sekundi).
- **Broj ponavljanja** animacione petlje određuje da li se animacija frejmova ciklično ponavlja i koliko puta.

2.4. Struktura igre

Svaka P.A.G.E. igra može se logički podijeliti na *nivo*e. Nivoi se sastoje od *scena*, koje se u avanturističkim igrama često nazivaju i *lokacijama*. Konačno, svaku scenu, odnosno lokaciju, čini određeni broj *objekata*. Šematska struktura P.A.G.E. igre data je na Slici 2.



Slika 2. Hijerarhijski prikaz strukture igre na P.A.G.E. platformi

Scene u najvećem broju slučajeva predstavljaju djelove igre u kojima se obavljaju određene radnje, razgovara sa drugim likovima i rješavaju zadaci, ali mogu poslužiti i za skriptovane međuanimacije, pa čak i za menije i ekrane sa informacijama (npr. pomoć, informacije o autorima i sl.).

Za svaku scenu moguće je definisati *handler*e za tri vrste događaja: *onFirstEnter/onEnter* kojima se definišu komande koje se izvršavaju pri prvom, odnosno svakom sljedećem ulasku u scenu i *onExit*, koji se izvršava pri napuštanju scene, tj. prije prelaska na neku drugu scenu.

Sastavni dio svake scene čine objekti. Objekti se definišu sljedećim parametrima:

- *Sprajt* koji se koristi za objekat.
- *Lista frejmova* u sprajtu koji čine njegovu animaciju. Ne moraju svi frejmovi u sprajtu biti uključeni u animaciju, a pojedini frejmovi unutar petlje mogu se i ponavljati više puta.
- *Pozicija* na ekranu, tj. koordinata gornjeg lijevog ugla objekta.
- *Širina i visina* (ukoliko su različiti od originalne).
- *Flipovanje* slike po horizontali i/ili vertikali, tj. pravljenje slike u ogledalu.
- *z-order*, tj. pozicioniranje objekta po dubini scene. Ovim parametrom definiše se redosljed iscrtavanja objekata neke scene. Na ovaj način određuje se koji objekat biva zaklonjen kojim objektom, odnosno izbjegavaju neželjena preklapanja objekata.
- *onClick handler* – spisak komandi koje će se izvršiti kada se klikne na objekat.
- *Kursor* koji treba prikazati kada se mišem pređe preko objekta. Bira se jedan iz predefinisane liste kursora (lupa, balon za dijalog, strelice, kažiprst...).
- *Opis (hint)*, kojim se zadaje tekst koji će se ispisati na ekranu kada se mišem pređe preko objekta.
- *Vidljivost* objekta.
- *Aktivnost* objekta (*enable*), kojim se definiše da li će se kursor miša promijeniti i ispisati se opis objekta kada se mišem pređe preko njega, kao i da li će se nakon klika na objekat pokrenuti komande definisane *onClick handlerom*.

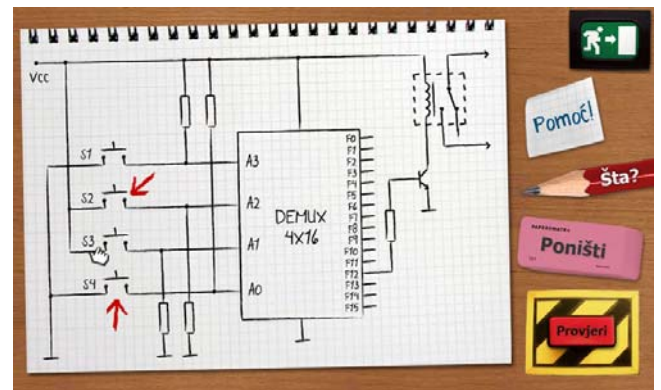
2.5. Problemi

Da bi se moglo napredovati u nekoj igri, neophodno je rješavati probleme na koje se nailazi tokom igranja. U zavisnosti od scenarija same igre, rješavanje nekih problema ne mora biti neophodno za završetak igre, ali će njihovo rješavanje donijeti dodatne poene.

Da bi zapleti u igrama bili što interesantniji, potrebno je da postoji više različitih tipova problema. Tako, na primjer, u problemima *numeričkog tipa* rješenje je brojevana vrijednost (cjelobrojna ili realna) sa definisanom preciznošću. Kod *kombinacionih problema* potrebno je postaviti zadate simbole u pravu kombinaciju (simboli mogu biti, na primjer, elektronske komponente, broječanici, prekidači, cifre, slova, znaci itd.). Kod *problema izbora* potrebno je izabrati jednu ili

više od ponuđenih opcija (Slika 3). *Rotacioni problemi* se, sa druge strane, rješavaju rotiranjem polja raspoređenih kao na šahovskoj tabli, da bi se dovela u odgovarajući položaj.

Na Slici 3. dat je primjer problema tipa *izbor*, u kojem je potrebno izabrati odgovarajuće opcije u skladu sa postavkom zadatka, koja se ispisuje nakon pokretanja problema. Na ekranu se može uočiti pet tastera: za ponovni prikaz teksta zadatka, za traženje pomoći (moguće je definisati do tri savjeta za svaki zadatak), za resetovanje zadatka, za provjeru ispravnosti rješenja i odustajanje od zadatka. Svakim neuspješnim odgovorom i svakim zatraženim savjetom umanjuje se broj poena koje je moguće osvojiti tačnim odgovorom.



Slika 3. Primjer problema tipa izbor

Za svaki problem moguće je definisati pet *handler*a: *onFirstEnter/onEnter* kojima se definišu komande koje se izvršavaju pri prvom, odnosno svakom sljedećem pokretanju problema, *onCorrect/onIncorrect* kojima se definišu komande koje se izvršavaju kada korisnik ispravno/pogrešno odgovori i *onExit*, koji se izvršava kada igrač odustane od rješavanja problema.

2.6. Komande

Da bi se mogla odrediti radnja neke igre, odnosno logika koja stoji iza nje, osmišljen je odgovarajući skup komandi. Ovaj skup je veoma mali – u trenutnoj verziji P.A.G.E. platforme postoji samo 15 komandi:

- **set** – Postavljanje/promjena vrijednosti parametara nekog objekta.
- **moveto/movetoms** – Premještanje objekta na zadatu koordinatu u okviru scene. Trajanje animacije zadaje se u sekundama, odnosno milisekundama, tokom kojih se objekat pravolinijski kreće do zadate krajnje tačke.
- **moveby/movebys** – Pomjeranje objekta za zadatu vrijednost (vrijednost pomjeraja duž x- i y-ose) u okviru scene. Trajanje animacije zadaje se u sekundama, odnosno milisekundama, tokom kojih se objekat pravolinijski kreće do krajnje tačke.
- **goto** – Prelazak na novu scenu. Scena može biti u okviru istog ili nekog drugog nivoa.
- **puzzle** – Pokretanje problema.

- **say** – Ispisivanje teksta na ekranu. Tekst se ne ispisuje odjednom, već animirano, čime se simulira govor. Ukoliko korisnik tokom animacije teksta klikne na ekran, ostatak teksta biće trenutno ispisan. Ispisani tekst se uklanja sa ekrana klikom miša.
- **write** – Trenutno ispisivanje teksta na ekranu. Tekst se uklanja sa ekrana klikom miša.
- **play** – Pokretanje zvučnog resursa koji se reprodukuje jednom (tipično za govor ili zvučni efekat).
- **loop** – Pokretanje zvučnog resursa koji se ponavlja beskonačan broj puta (tipično za pozadinsku muziku).
- **stop** – Zaustavljanje reprodukcije nekog zvučnog resursa.
- **wait/waitms** – Pravljenje pauze u izvršavanju komandi za dati broj sekundi, odnosno milisekundi.
- **waitdialog** – Pravljenje pauze u izvršavanju komandi sve dok korisnik ne ukloni tekst koji je na ekranu ispisan komandom *say* ili *write*.

Iako, kao što se može vidjeti, ne postoje čak ni komande za aritmetičke operacije i grananje, u praksi se pokazalo da je i sa ovako malim skupom komandi moguće realizovati komplikovane scenarije. Sa druge strane, pravljenje igara je maksimalno olakšano čak i ljudima koji nemaju programerskog iskustva.

3. P.A.G.E. U PRAKSI

Trenutno se na P.A.G.E. platformi razvija igra za učenje elektronike (izgled jedne scene dat je na Slici 4). Igra se nalazi na adresi <http://page.dlabac.com> [5]. Pošto se rješavanjem problema, u zavisnosti od uspješnosti, osvaja određeni broj bodova, studentima je omogućeno da igranjem zarade bodove koji bi uticali na njihovu ocjenu iz predmeta Elektronika. Odziv studenata bio je veliki i od oko pedeset studenata dvadeset njih je, sa manje ili više uspjeha, riješilo probleme iz igre, čime su sebi olakšali polaganje ispita, ili dobijanje bolje ocjene.



Slika 4. Uvodna scena igre za elektroničare razvijene na P.A.G.E. platformi

U drugoj fazi, studentima je omogućeno da sami razvijaju probleme za igru. Ovim je napravljena veoma bitna provjera upotrebljivosti platforme, odnosno jednostavnosti korišćenja

za razvoj igara. Studentima su ovoga puta bodovane ideje, kreativnost i realizacija različitih vrsta problema, što im je takođe bila prilika da dobiju dodatne poene iz Elektronike.

Odziv studenata bio je van očekivanja, tako da je sedamnaest njih poslalo ukupno pedeset zadataka svih podržanih tipova, što je broj veći nego u mnogim komercijalnim igrama ove vrste. Što je još bitnije, bilo je veoma originalnih ideja i njihovih realizacija. Osim realizacije zadataka, studenti su slali i dodatne ideje, pa čak i crtali likove koji bi se mogli pojaviti u nastavku igre.

Ideja učenja kroz igru naišla je na interesovanje i u drugim oblastima. Trenutno je, dok se radi na daljem razvoju igre sa temom elektronike, u toku i priprema scenarija i problema za igru za studente ekonomskih fakulteta, a u planu su i druge primjene.

Kako je P.A.G.E. otvorena platforma, vremenom će biti unaprjeđivana i, u zavisnosti od interesovanja, donosiće nove mogućnosti i nove tipove zadataka. Takođe, u planu je i grafički interfejs koji će dodatno olakšati izradu igara.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljena je P.A.G.E. platforma, razvijena od strane autora ovog rada, koja omogućava jednostavan razvoj edukativnih on-line igara. Predstavljeni su osnovni koncepti na kojima je zasnovana i prezentirani rezultati upotrebe P.A.G.E. platforme u praksi. Konačno, u praksi je provjerena i jednostavnost kreiranja raznih vrsta problema.

Dosadašnji rezultati i analize pokazali su da je pomoću P.A.G.E. platforme moguće veoma jednostavno kreirati edukativne igre iz raznih oblasti kako nauke tako i običnog života i fikcije. Dalji razvoj i izrada grafičkog interfejsa još više pojednostavili upotrebu platforme i uvećali potencijalni broj korisnika u budućnosti.

LITERATURA

- [1] F. Khatib, F. DiMaio, Foldit Contenders Group, Foldit Void Crushers Group, S. Cooper, M. Kazmierczyk, M. Gilski, S. Krzywda, H. Zabranska, I. Pichova, J. Thompson, Z. Popović, M. Jaskolski and D. Baker, Crystal structure of a monomeric retroviral protease solved by protein folding game players, *Nature Structural & Molecular Biology*, 18, pp. 1175-1177, September 2011.
- [2] Foldit – Solve Puzzles for Science, <http://fold.it/>
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Serious_game
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Game_based_learning
- [5] <http://page.dlabac.com>

ORGANIZACIJA NASTAVE MATEMATIKE UZ PRIMJENU RAČUNARA U PRVOM CIKLUSU REFORMISANE OSNOVNE ŠKOLE ORGANISATION OF THE TEACHING OF MATHEMATICS COMPUTER APPLICATIONS IN THE FIRST CYCLE OF PRIMARY REFORMED SCHOOL

Veselin Mićanović, *Filozofski fakultet - Nikšić*
Milica Marijanović, *OŠ „Vuk Karadžić“ - Berane*

Sadržaj: *Obrazovanje je jedan od najvažnijih elemenata odgovornih za razvoj društva pa je vrlo značajno njegovo prilagođavanje promjenama koje donosi današnje informaciono doba. Kako bi se to prilagođavanje uspješno realizovalo, nije dovoljno promijeniti i osavremeniti samo sadržaje učenja, već je važno uvesti i promjene nastavnih metoda. Savremenom obrazovanju potreban je nov model učenja, zasnovan na informacionim resursima. Od škole se očekuje da raširenih ruku prihvati sve inovacije koje mogu donijeti samo dobro u radu nastavnika sa učenicima, i obezbijedi neophodna tehnička sredstva i didaktičke materijale potrebne nastavnicima u obrazovnom radu.*

Ključne riječi: *inovacije / računar / učenici / nastavnik / početna nastava matematike*

Abstract: *Education is one of the most important elements responsible for the development of society and is adapting very significant changes that make today is information age. In order to adapt successfully implemented, it is not enough to change and modernize facilities only learning, but it is important to introduce changes in teaching methods. Modern education requires a new model of learning, based on information resources. Schools are expected to accept with open arms all the innovation that can bring only good in work of teachers with students, and provide necessary technical equipment and teaching materials that teachers in the educational work.*

Keywords: *innovation / computer / students / teacher / initial mathematics teaching*

1. OPRAVDANOST UVOĐENJA RAČUNARA U POČETNU NASTAVU MATEMATIKE

Živimo u vremenu u kome svakog trenutka u svakoj oblasti života dolazi do otkrića novih ideja, tehničkih i naučnih. Inovativnost tako postaje zahtjev vremena, ali je, istovremeno, relativna, jer ono što je inovativno danas, već sutra nije; ono što je u jednom društvenom miljeu odavno napušteno, u drugom je još uvijek novo, u trećem je tek postalo aktuelno. Mudar čovjek, zato, da bi u trci ostao, izgrađuje sopstveni stav, misao i stil.

Postoji mnoštvo asocijacija na riječ inovacija, ali u osnovi svake je tehnološki razvoj. U oblasti obrazovanja inovacije se najčešće odnose na nastavu i proces sticanja znanja. „Uvođenje inovacija u bilo koju sferu obrazovanja, pa makar se radilo i o najsavremenijim multimedijalnim sistemima, još uvijek nije dovoljna garancija da će u toj oblasti doći do očekivanog poboljšanja. Drugim riječima, inovacije su nužan, ali ne i dovoljan uslov za unapređenje postojećeg stanja“. [1]

Kad je riječ o početnoj nastavi matematike, nastavnik koristi računar kako bi zadovoljio potrebe učenika različitih predispozicija i nivoa postignuća. Umijeće nastavnika, pored nužnih stručnih znanja, sastoji se u izboru metoda i sredstava kojima će ta znanja što bolje prenijeti mladima, načina na koje će procijeniti efikasnost svog rada i biti spreman da se prilagođava novim uslovima.

2. METODOLOGIJA KORIŠĆENJA RAČUNARA U POČETNOJ NASTAVI MATEMATIKE

Paradoksalna je činjenica da se u poređenju sa intenzivnim razvojem nauke i tehnike tokom dvadesetog vijeka malo toga uradilo na polju osavremenjavanja nastavnog procesa. Nove tehnologije, umjesto da su svoje mjesto prvo našle u školskom sistemu i najprije se tu primijenile one, na žalost, u obrazovni proces posljednje stižu. Razlozi koji se najčešće navode, za opravdanje ovako paradoksalne situacije, su visoka cijena računara i brzina kojom oni zastarijevaju. Međutim, na ovom nivou ne moramo imati potpuno opremljene računarske učionice, već je za realizaciju planiranih matematičkih ciljeva dovoljan jedan računar sa video bim projektorom. Ovakav model nastave nije skup, a podrazumijeva veću angažovanost nastavnika, ali ostavlja prostora i učenicima da u pojedinim djelovima časa izvode pojedine korake na računaru zavisno od njihove spremnosti i softverskog programa koji se koristi. Istina, moramo istaći da se, na žalost, u našem obrazovnom sistemu ne poklanja dovoljno pažnje kreiranju pratećih obrazovnih softvera koji podržavaju realizaciju pojedinih programskih cjelina u školi, u ovom slučaju matematike.

Nastavnik, po mjeri moderne škole, mora stalno biti spreman da uči, da se usavršava i mijenja, ali istovremeno bude i sam nosilac naprednih ideja i rješenja. On se više, dakle, ne može oslanjati na znanje i iskustvo stečeno tokom svog inicijalnog obrazovanja, bez obzira kada, gdje i na kom nivou ih je stekao. U početnoj nastavi matematike, korišćenje računara, od strane nastavnika podstiče interesovanje i

razmišljanje učenika što je najvažnije u nastavi. Veliki problem tradicionalne realizacije početne nastave matematike jeste smanjena mogućnost razumijevanja apstraktnih matematičkih pojmova. Samim tim, učenici ne shvataju pravu primjenu matematike u svakodnevnom životu, jer većina realnih matematičkih problema ostaje njima apstraktna i nerazumljiva. Zato nastavnik često zapada u probleme prilikom odabira primjera za nastavu i sastavljanja zadataka za provjeru znanja, jer je neophodno sastaviti zadatke sa „lijepim i lakim rješenjima“. Već smo istakli da primjenom računara i korišćenjem odgovarajućeg softvera, *ne potiskujemo nastavnika* iz nastave. U ovako organizovanoj nastavi, nastavnik dobija sasvim drugačiju ulogu. Korišćenjem računara nastavnik ima više vremena da posveti osposobljavanju učenika za rješavanje kompleksnijih matematičkih problema. U ovim situacijama „računar omogućava učenicima bolje razumijevanje apstraktnih matematičkih sadržaja. Učenje na ovakav način pomaže učenicima da uče iz zadovoljstva, a ne samo zbog toga da bi zadovoljili svoje nastavnike ili roditelje dobijajući pozitivne ocjene“. [2]

„Primjena multimedijalnog obrazovnog računarskog softvera u nastavi i učenju obezbjeđuje prerastanje tradicionalne nastave u demokratski obrazovni proces, koji razvija istraživački duh i učenje iz zadovoljstva.“ [3] Tradicionalna nastava i frontalni oblik rada su pokazali da interakcija između nastavnika i učenika nije dovoljno izražena. Takav vid nastave ne ostavlja dovoljno vremena za samostalne aktivnosti učenika u funkciji kvalitetnog ovladavanja nastavnim sadržajem. Nastava je često verbalizovana, formalizovana i nedovoljno očigledna, što smanjuje trajnost znanja i mogućnost povezivanja teorije sa stvarnim životom. Razlika je evidentna i u procesu planiranja. Za razliku od klasičnog planiranja gdje nastavnik koristi “hrpu” papira prije nego što napravi konačnu verziju plana rada (godišnjeg, mjesečnog, sedmičnog ili dnevnog) uz pomoć računara taj postupak se uprošćava, a konačna verzija plana postaje brzo dostupna svim korisnicima u svakom momentu. Dakle, nastavnik računar može da koristi u samom procesu izrade plana rada, ali i izradi adekvatnih PPT-a u realizaciji konkretnih matematičkih sadržaja ili neposrednoj primjeni odgovarajućeg softverskog programa koji podržava realizaciju planiranog cilja.

2.1. REALIZACIJA POČETNIH MATEMATIČKIH SADRŽAJA UZ PODRŠKU RAČUNARA

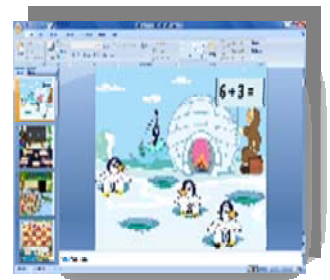
Primjena računara pomaže nastavniku da na zadovoljavajući način prilagodi svoj stil poučavanja kognitivnim stilovima i stilovima učenja učenika. Bez informacione tehnologije teško možemo da zadovoljimo učeničke potrebe i motivaciju za učenjem. Pored najbolje volje ne bi mogli obezbijediti da se svaki učenik ispolji na sebi svojstven način, da traga za smislom određenih aktivnosti i da nastavno gradivo savladava svojim tempom, ne bi mogli omogućiti nadarenim učenicima da brže napreduju u procesu učenja i slabijim da u učenju ostvare ono što dozvoljavaju njihove sposobnosti. [4] Prilikom izrade godišnjeg plana rada iz početne nastave matematike,

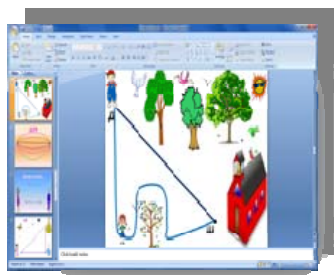
nastavnik koji predviđa realizaciju propisanih sadržaja primjenom računara treba da ima na umu:

- koje sadržaje da planira za realizaciju uz primjenu računara;
- kada, tj. u koje vrijeme da ih realizuje;
- koliko vremena da predvidi za primjenu računara u realizaciji datih matematičkih sadržaja;
- kojim redoslijedom izvršiti prezentaciju matematičkih sadržaja.

Nastavniku prilikom planiranja izvođenja nastave matematike primjenom računara mora biti jasno šta želi postići (cilj i zadaci), kojim sadržajem (izbor sadržaja), na koji način (izbor strategije učenja) i kako da dobije povratnu informaciju (evaluaciju rada). Zato računar treba prihvatiti kao korisno nastavno sredstvo koje može zamijeniti više različitih nastavnih sredstava i preuzeti na sebe različite funkcije stavljajući svoj tehnički (hardverski) i programski (softverski) dio na raspolaganje korisniku (nastavniku i učeniku), a sve u cilju obezbjeđivanja što boljih uslova za kvalitetniji rad, učenje i personalni razvoj svake individue.

Korišćenje računara *od strane učenika* razvojno utiče na niz psihomotornih i kognitivnih sposobnosti: sposobnost rješavanja problema, razvoj apstraktnog mišljenja, razvoj logičkog mišljenja, povećanje intuitivnog saznanja i iskustva, olakšava snalaženje u svijetu simbola i objekata, utiče na razvoj koordinacije pokreta, vještine čitanja i pisanja, kreativnost, komunikativnost i motivaciju. „Nastavni proces u našim školama nije dobar, te se mora iz osnova mijenjati i prilagođavati mogućnostima moderne nastavne tehnologije“. [5] U organizaciji časa možemo koristiti PPT, jer Microsoft Power Point je kompjuterski program, koji je zamišljen s ciljem jednostavnijeg i lakšeg predstavljanja novih sadržaja. Microsoft Power Point omogućava kreiranje interaktivnih prezentacija koje sadrže tekst, slike, animacije i audio i video elemente. Razlozi za njegovu popularnost su brojni, ali oni najbitniji su da je dostupan svima koji koriste računar, jednostavan je za korišćenje, drži pažnju učenika i postiže veću aktivnost učenika. Takođe, koristan je u prezentovanju apstraktnih sadržaja i zabavan za gledanje. Jednom napravljena prezentacija se može koristiti više puta, ali isto tako po potrebi mijenjati i dopunjavati, a da i ne govorimo o uštedi štampanog materijala i resursa. Jedino što treba pripaziti prilikom korišćenja PPT-a je takozvana PPP (PowerPoint Paralysis). U pitanju je pretjerano fokusiranje na samu prezentaciju, njenu izradu, animacije i izgled i istovremeno zapostavljanje samog sadržaja koji bi uvijek trebao da bude na prvom mjestu. Stoga, prilikom izrade prezentacija uvijek treba početi od cilja koji želimo da postignemo na času, zatim sadržaja, koji želimo da predstavimo, pa tek onda se zabaviti tehničkim dijelom, vrstom i izgledom prezentacije, primjer (Slika 1.).





Slika 1. Korišćenje PPT –a u početnoj nastavi matematike

Osim korišćenja PPT-a od strane nastavnika i sami učenici mogu kreirati prezentacije i time doprinijeti nastavi.

Prednosti koje nudi PPT-a

u početnoj nastavi matematike su sledeće:

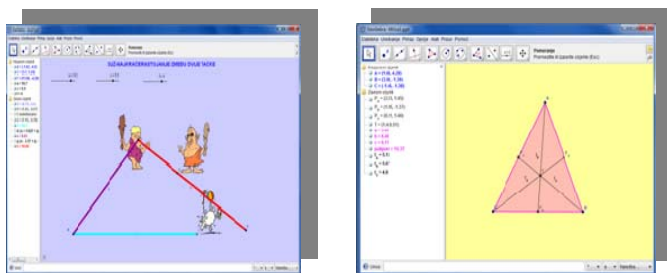
- ▽ boje, slike, zvukovi, šumovi, muzika;
- ▽ mogućnosti stalnih promjena izgleda slajdova;
- ▽ dodavanje/oduzimanje sadržaja;
- ▽ korišćenje gotovih PPT programa, koji su prilagođeni nastavnom procesu.

Nedostaci ovog programa su:

- ▽ nedovoljna opremljenost škole/učionice za ovaj oblik nastave;
- ▽ loša osposobljenost nastavnika za upotrebu ovog nastavnog sredstva.

Bez obzira što u oblasti obrazovanja ne postoji zakonska regulativa koja obavezuje nastavnika na korišćenje računara u realizaciji plana i programa, praksa pokazuje da sve veći broj nastavnika koristi računar u procesu prenošenja znanja učenicima. Međutim, najčešći problemi s kojima se suočavaju nastavnici prilikom planiranja realizacije početne nastave matematike primjenom računara su tehničke prirode (neadekvatna oprema, nedostatak kvalitetnih matematičkih obrazovnih softvera itd.). Nastavnici najčešće nemaju uvid u kvalitet postojećih obrazovnih softvera koji se nalaze na tržištu. Šta više, oni nijesu ni upoznati gdje mogu da nabave kvalitetan matematički softver koji će primijeniti u realizaciji početne nastave matematike.

Navešćemo primjer softverskog programa (GeoGebra) koji se uspješno može primijeniti u realizaciji geometrijskih sadržaja u početnoj nastavi matematike (Slika 2.).



Slika 2. Softverski program GeoGebra

Kod primjene ovog obrazovnog softvera, moguće je, pomoću miša, konstruisati geometrijske figure i dinamički ih mijenjati. Ovaj program se može primjenjivati neposredno u početnoj nastavi matematike kod obrade početnih geometrijskih pojmova (tačka, prava, duž, linija, izlomljena linija, mnogougao i sl.). Pri izradi ovog programa posebna pažnja je bila posvećena jednostavnosti upotrebe svih naredbi i opcija, što ima posebnu vrijednost za nastavu, kako bi

učenici brzo savladali ovaj program i dobili volju da eksperimentišu i samostalno uče.

Nema sumnje da primjena računara i kvalitetnih obrazovnih softvera u početnoj nastavi matematike u punoj mjeri doprinosi boljem razumijevanju matematičkih sadržaja, a samim tim i individualnom razvoju pojedinca. Dozvoljavajući učenicima da u programu sami istražuju i rade. Oni na jedan njima neuobičajen način eksperimentišu sa obrađivanim pojmovima i na taj način znanja postaju trajnija i primjenljivija.

3. ORGANIZACIONO – TEHNIČKI USLOVI UVOĐENJA RAČUNARA U POČETNU NASTAVU MATEMATIKE

Organizaciono-tehnički uslovi primjene računara u početnoj nastavi matematike odnose se na stvaranje osnove za uvođenje računara u nastavni proces i osposobljavanje, kako nastavnika za njihovu primjenu, tako i učenika za samostalno korišćenje u procesu sticanja matematičkog obrazovanja. Činjenica je da postoji potreba za korjenitom reformom tradicionalne nastave matematike, koja postaje neodržava u savremenim uslovima razvijene tehnologije i medijski okružene mlade generacije. Škola se nalazi u raskoraku neusklađenog procesa sticanja matematičkog znanja u nastavi i van nje. Učenici u školi uče na jedan, a kod kuće na drugi način. U školi se najčešće oslanjaju isključivo na predavanje nastavnika, a dosta njih kod kuće koristi računar, matematičke softvere i internet u ličnom usavršavanju, što na njih djeluje prilično demotivaciono. Postaju razočarani i demotivisani zastarjelim načinom rada u školi na početku novog milenijuma. Uslovi koji se moraju stvoriti da bi se nastava matematike transformisala od transmisione-uniformisane nastave ka interaktivnoj nastavi otvorenoj širem krugu korisnika različitog psihičkog, socijalnog, emocionalnog i intelektualnog razvoja, podrazumijevaju izvjesna materijalna ulaganja u nastavni proces. Potrebno je izvršiti modernizaciju učionica, a paralelno sa tim i edukaciju nastavnika. Međutim, nastava u našim školama je najvećim dijelom tradicionalna, te shodno zahtjevima savremene nastave nedovoljno jasno metodički osmišljena. To znači da ona u velikoj mjeri ne uvažava mogućnosti i interesovanja učenika u savremenim uslovima življenja. [6] Računar kao nastavno sredstvo u savremeno organizovanoj nastavi matematike treba da omogući brži i lakši rad, a obrazovni softver, nudeći koncepte multimedijalnosti i interaktivnosti, treba da obezbijedi neophodnu samostalnost učenika. „Paradoksalna je činjenica da se prvi osmišljeni susreti učenika s računarom u našim osnovnim školama dešavaju dosta kasno, jer tek pri kraju osnovnog obrazovanja škola nudi učenicima mogućnost upoznavanja informaciono-komunikacijske tehnologije, a svima nam je jasno da veliki broj djece još na predškolskom uzrastu ostvaruje prve kontakte sa računarom.“ [7] Zato organizaciono - tehnički uslovi koji obezbjeđuju izvođenje nastave matematike primjenom računara u najmlađim razredima osnovne škole moraju biti prioritet savremenog obrazovnog sistema. Škola mora nabaviti savremenu obrazovnu tehniku i obučiti nastavnike za njihovu primjenu. Ona pod uticajem informatizacije društva mora i sama da se

ne samo mijenja u skladu sa tim tendencijama, već mora postati generator promjena. [8]

Nema sumnje da je u interesu svake škole da joj nastava bude što kvalitetnija i njeni rezultati što korisniji i primjenjiviji u praksi. Škola kao institucija mora da uvaži delikatnost i osjetljivost svoje uloge u osposobljavanju mladih za složene i raznovrsne poslove koje će morati da obavljaju u životu primjenjujući stečena znanja i sposobnosti. Nabavkom i instalacijom računarske opreme koja bi se primjenjivala u realizaciji početne nastave matematike stvorila bi se povoljna klima za metodičku transformaciju matematičkih sadržaja, modelovanje nastave i primjenu savremenih nastavnih sistema.

Da bi se osmislilo i realizovalo savremeno izvođenje nastavnog procesa primjenom računara, škola treba da prođe kroz tri faze: instalaciju računarske opreme, obuku nastavnika za primjenu računara u nastavi i obuku učenika za učenje na računaru. Nabavka i instalacija računarske opreme je tehničko pitanje, dok obuka nastavnika i učenika za njenu implementaciju u početnoj nastavi matematike zahtijeva više vremena. Međutim, ukoliko nastavnik koristi samo jedan računar na času za prezentaciju planiranih matematičkih sadržaja, onda nije neophodno da učenici poznavaju rad na računaru. Zato računar možemo veoma uspješno koristiti od prvog razreda osnovne škole samo ako je nastavnik obučen za njegovo korišćenje.

Dakle, nastavnik je nesumnjivo glavni pokretač osavremenjavanja nastave matematike. Kreativni nastavnik će samostalno i samoinicijativno nastojati da osavremeni svoj način prenošenja matematičkih znanja učenicima. Međutim, ima i nastavnika koji se opiru promjenama i jednostavno se „začaure“ u tradicionalne metode, oblike, sredstva i načine prenošenja znanja učenicima. Oni ne samo da ne prihvataju nikakve inovacije u nastavi, već su oštri protivnici njihove implementacije. U vremenu kada se mnogo govori o promjenama strukture vaspitanja i obrazovanja, postavlja se pitanje čemu će služiti takve promjene ako oni koji treba da ih prihvate i sprovedu (nastavnici) nijesu za to pripremljeni, osposobljeni i motivisani [9]. Budući da računar uvodimo u nastavu matematike sa ciljem da se unaprijedi kvalitet sticanja matematičkih znanja, vještina i navika i da se poveća aktivnost učenika u nastavnom procesu, to je poželjno izvršiti određenu obuku učenika za rad na računaru, kako bi se postepeno uveli u samostalni rad na računaru. U fazi obučavanja učenika za rad na računaru treba uzeti u obzir uzrast učenika i nivo neophodnog poznavanja rada na računaru kako se ne bi pretjerivalo u zahtjevima. Dakle, da bi organizovali usvajanje matematičkih sadržaja uz neposrednu primjenu računara neophodno je obučiti učenike za rad na

njima i pripremiti ih za samostalno učenje uz primjenu računara.

Savremeni podsticaji za modernizaciju početne nastave matematike proističu iz realnih potreba učenika zbog kojih se nastava i organizuje. Naime, potrebe učenika se mijenjaju i obično prate savremene tendencije razvoja društva. Tako, kada je riječ o početnoj nastavi matematike učenički zahtjevi su sledeći: nastavu matematike približiti stvarnosti; u nastavi matematike voditi računa o potrebama svakog učenika, a ne zanemarivati potrebe velikog broja njih; matematičke sadržaje modelovati po savremenim zahtjevima škole i prilagoditi učenju uz primjenu savremenih učila (računara i sl.) i inicijativu dati učeniku, a ne nastavniku.

LITERATURA

- [1] N. Mijanović, *Obrazovna tehnologija*, Podgorica: Pobjeda, str. 91, 2002.
- [2] V. Mićanović, „Računar u početnoj nastavi matematike“, u: *Vaspitanje i obrazovanje*, br. 2, Podgorica: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva“, str. 204, 2007.
- [3] M. Milošević, „Primena novih informacionih tehnologija u procesu obrazovanja“, u: *Pedagoška stvarnost*, br. 3-4, Novi sad: Savez pedagoških društava Vojvodine, str. 249, 2007.
- [4] D. Mandić, *Didaktičko-informatičke inovacije u obrazovanju*, „Mediagraf“, Beograd, 2003.
- [5] S. Jukić, Pretpostavke za uspješnu primjenu moderne nastavne tehnologije, u: *Tehnologija, informatika, obrazovanje*, br. 3, Beograd-Novı Sad: Institut za pedagoška istraživanja i Centar za razvoj i primjenu nauke, tehnologije i informatike, str. 71-79, 2005.
- [6] I. Berković, V. Brtko, „Obrazovni računarski softveri podpomognuti inteligentnim agentima“, *Tehnologija, informatika, obrazovanje*, br. 3, Beograd-Novı Sad :Institut za pedagoška istraživanja i Centar za razvoj i primjenu nauke, tehnologije i informatike, str. 139, 2003.
- [7] T. Atanasoska: „Osposobljavanje nastavničkog kadra za primjenu informacione tehnologije u nastavi“, *Tehnologija, informatika, obrazovanje*, br. 3, Beograd-Novı Sad :Institut za pedagoška istraživanja i Centar za razvoj i primjenu nauke, tehnologije i informatike, str. 204-205, 2005.
- [8] S. Popov (2/2003): „Ka digitalnim tehnologijama u obrazovanju“, *Tehnologija, informatika, obrazovanje*, br. 2, Beograd-Novı Sad: Institut za pedagoška istraživanja i Centar za razvoj i primjenu nauke, tehnologije i informatike, str. 40, 2003.
- [9] J. Dorđević: Pedagoško obrazovanje budućih nastavnika, diskusija sa okruglog stola, *Pedagogija*, Beograd: Forum pedagoga Srbije i Crne Gore, str. 75, 2000.

OPTIMALNI FILTAR ZA VREMENSKO PROSTORNO FILTRIRANJE VISOKO NESTACIONARNIH DVODIMENZIONALNIH SIGNALA

OPTIMAL FILTER FOR SPACE/SPATIAL-FREQUENCY FILTERING OF HIGHLY NONSTATIONARY TWO-DIMENSIONAL SIGNALS

Srđan Jovanovski, *Fakultet za informacione tehnologije, Univerzitet Mediteran*
Veselin Ivanović, *Elektrotehnički fakultet, Univerzitet Crne Gore*

Sadržaj: Predstavljen je dvo-dimenzionalni (2D) optimalni filtar za estimaciju visoko nestacionarnih 2D signala. Baziran je na rezultatima real-time prostorno-frekvencijske analize (S/SF) za odgovarajuću oblast definisanosti filtra (FRS) unutar lokalne frekvencije (LF) signala i na real-time algoritmu za LF estimaciju koji je takođe predložen ovdje. Filtar omogućava višestruke detekcije FRS u posmatranoj tački 2D signala, čime obezbeđuje efikasno filtriranje (u realnom vremenu) nestacionarnih monokomponentnih i multikomponentnih FM signala, visoko koncentrisanih u vremensko prostornoj ravni i izloženih uticaju jakog bijelog šuma. Filter je verifikovan na raznim mono- i multikomponentnim 2D test signalima.

Abstract: This work presents develop of the optimal filter for estimation of the highly nonstationary 2D signals. It uses results of space/spatial-frequency (S/SF) analysis calculated in real time. Also it uses correspondence of filter's region of support (FRS) to the signal's local frequency (LF) and real-time LF estimation algorithm, also proposed here. Proposed filter is capable of multiple FRS detection in the observed 2D signal point. That enables very efficient filtering (in real-time) of nonstationary monocomponent and multicomponent FM signals, highly concentrated in the S/SF space and exposed to the high white noise influence. The whole idea is verified on various mono- and multicomponent 2D test signals.

1. UVOD

Signali nestacionarnih karakteristika se najčešće prostiru po širokom spektru frekvencija. Zbog toga konvencionalna vremensko nepromjenjiva ili frekvencijski nepromjenjiva analiza tih signala ne daje zadovoljavajuće rezultate. Efikasnija analiza i filtriranje ovih signala se postižu upotrebom prostorno promjenjivog pristupa, koji u slučaju 2D signala može biti definisan upotrebom S/SF alata baziranih na prostorno-frekvencijskim distribucijama (S/SFDs). 1D linearni filtri, njihova upotreba i on-line algoritmi za njihovu implementaciju su već proučavani u [1, 2]. Odgovarajući 2D linearni filtri su kompleksniji od 1D i često se ne mogu implementirati u realnom vremenu. Nelinearni filtri bazirani na 2D Wignerovoj distribuciji (2D WD) su proučavani u [3–5], kao i načini njihove implementacije u [5]. Zbog svoje kompleksnosti, način implementacije prikazan u [5], baziran na određenom statističkom metodu, je nepodoban za implementaciju u realnom vremenu. Zbog toga je ovdje prikazan S/SF dizajn filtra baziran na 2D WD podoban za implementaciju u realnom vremenu.

S/SF filtriranje je definisano proširenjem odgovarajuće 1D definicije, [1–5], bazira se na 2D WD, [3–5], i koristi da prevaziđe izobličenje filtriranog FM signala, [5]:

$$(Hx)(\vec{n}) = \sum_{\vec{k}=-N/2+1}^{N/2} L_H(\vec{n}, \vec{k}) STFT_x(\vec{n}, \vec{k}) \quad (1)$$

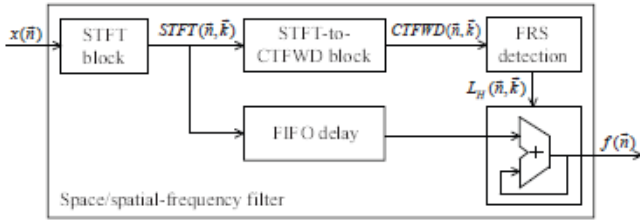
gdje $L_H(\vec{n}, \vec{k})$ predstavlja FRS (Weyl-ov simbol impulsnog odziva filtra, [3–5]),

$$STFT_x(\vec{n}, \vec{k}) = DFT_{\vec{m}}[w(\vec{m})x(\vec{n} + \vec{m})]$$

je 2D kratkotrajna Fourierova transformacija (2D STFT) zašumljenog q-komponentnog signala $x(\vec{n}) = \sum_{i=1, \dots, q} f_i(\vec{n}) + \varepsilon(\vec{n})$, $DFT_{\vec{m}}[\cdot]$ je operator diskretne Fourierove transformacije u \vec{m} , $w(\vec{m})$ je 2D konvolucioni prozor realnih vrijednosti dimenzija $N \times N$ po trajanju 2D signala i $\vec{n} = (n_1, n_2)$. Na osnovu definicije stacionarnog Wienerovog filtra, [6], optimalni nestacionarni S/SF filtar, u slučaju kada signal nije u korelaciji sa šumom $\varepsilon(\vec{n})$ se definiše sa:

$$L_H(\vec{n}, \vec{k}) = 1 - \frac{E\{WD_\varepsilon(\vec{n}, \vec{k})\}}{E\{WD_x(\vec{n}, \vec{k})\}} \quad (2)$$

gdje su $E\{WD_\varepsilon(\vec{n}, \vec{k})\}$ i $E\{WD_x(\vec{n}, \vec{k})\} = E\{WD_f(\vec{n}, \vec{k})\} + E\{WD_\varepsilon(\vec{n}, \vec{k})\}$ očekivane vrijednosti 2D Wignerove transformacije bez kros-komponenti šuma $\varepsilon(\vec{n})$ i zašumljenog signala $x(\vec{n})$ redom. U slučaju FM signala $f_i(n), i = 1, \dots, q$, visoko koncentrisanih u S/SF prostoru u okolini njihovih lokalnih frekvencija, i jakog bijelog šuma, FRS (2) odgovara kombinaciji lokalnih frekvencija signala $f_i(\vec{n})$, [5]. Tada se problem optimalnog filtriranja nestacionarnih 2D FM signala svodi na estimaciju



Slika 1. Real-time dizajn S/SF filtra.

lokalnih frekvencija u zašumljenoj sredini. U praksi se estimira na osnovu jedne realizacije zašumljenog signala. U S/SF analizi ovo se realizuje određivanjem frekvencijsko-frekvencijskih tačaka $\vec{k}_i, i = 1, \dots, q$, gdje S/SFD zašumljenog signala ima lokalni maksimum, [5],

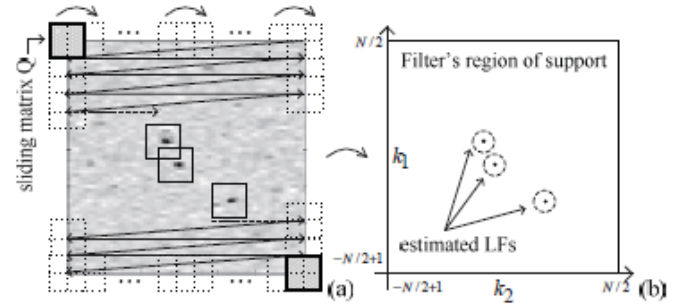
$$LF_i(\vec{n}) = \arg[\max_{\vec{k} \in Q_{\vec{k}_i}} S / SFD_x(\vec{n}, \vec{k})] \quad (3)$$

gdje je $Q_{\vec{k}_i}$ osnovna oblast FF ravni u okolini $f_i(\vec{n})$ čija je

lokalna frekvencija $LF_i(\vec{n})$. Već definisana 2D Wignerova distribucija bez kros članova (CTFWD), [7], koja zadržava oblik 2D WD auto-članova bez prisustva kros članova, umanjuje složenost računanja i istovremeno optimizuje estimaciju lokalnih frekvencija u poređenju sa najčešće upotrebljavanim S/SFD, [8]. Osim toga definisana je na bazi istih 2D STFT elemenata upotrijebljenih u (1) i već je implementirana u realnom vremenu [8]. Na osnovu svega toga dizajn optimalnog real-time S/SF filtra (1) za estimaciju nestacionarnih 2D FM signala izloženih uticaju jakog bijelog šuma će biti razvijen na bazi real-time algoritma za estimaciju lokalnih frekvencija (na bazi 2D CTFWD) koristeći već dostupan 2D CTFWD real-time dizajn (koji će obezbijediti poboljšanu S/SF reprezentaciju ulaznog zašumljenog signala).

2. IMPLEMENTACIJA U REALNOM VREMENU

Dizajn S/SF real-time filtra baziranog na 2D CTFWD zasnovanog na jednačini (1), je prikazan na Slici 1. 2D STFT elementi su izračunati u STFT bloku (2D STFT, [5, 9], ili 2D FFT, [6], moduli) a 2D CTFWD elementi u STFT-to-CTFWD modulu. Modul za detekciju oblasti definisanosti izračunava oblast definisanosti $L_H(\vec{n}, \vec{k})$ na osnovu grafički prikazanog algoritma sa Slike 2, implementiranog u realnom vremenu kao na Slici 3. Algoritam provjerava postojanje lokalne frekvencije u frekvencijsko-frekvencijskoj tački (k_1, k_2) , $k_1, k_2 = -N/2+1, \dots, N/2$, za posmatranu tačku signala (n_1, n_2) , grupišući frekvencijski zavisne 2D CTFWD elemente, simetrično raspoređene oko (k_1, k_2) , $CTFWD_x(\vec{n}, k_1+L, k_2+L), \dots, CTFWD_x(\vec{n}, \vec{k}), \dots, CTFWD_x(\vec{n}, k_1-L, k_2-L)$, u matrici Q, implementirane unutar oblasti pomjeraja matrice, Slika 3, veličine $(2L+1) \times (2L+1)$ lokacija. Na ovaj način se formira osnovna oblast $Q_{\vec{k}}$ (jednačina 3) koja omogućava LF estimaciju. LF se detektuje u FF tački (k_1, k_2) koja odgovara maksimalnom elementu matrice ali samo ukoliko je zadovoljeno da je maksimalni element matrice: (i) centralni



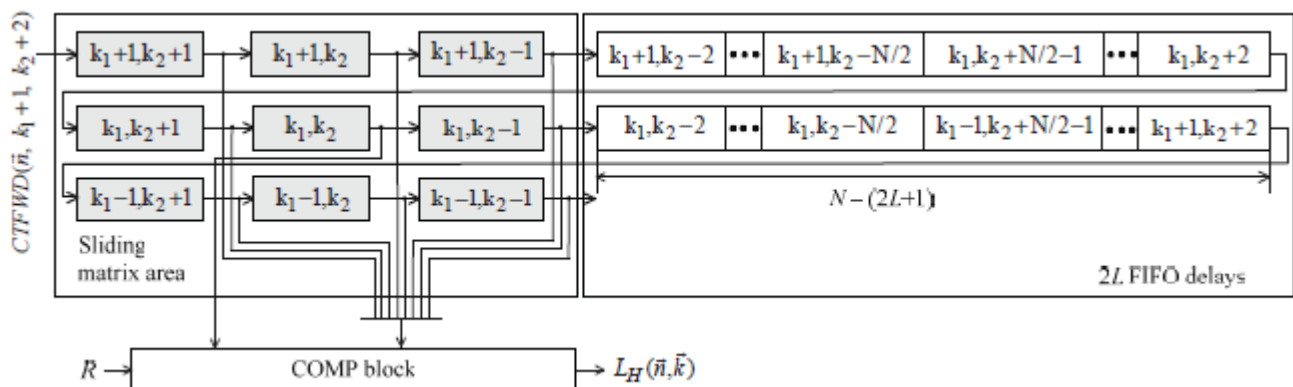
Slika 2. Procedura pomjeranja matrice Q (a) i prepoznavanje FRS (b).

element $CTFWD_x(\vec{n}, \vec{k})$, (ii) veći od spektralnog praga i ako veličina matrice zadovoljava:

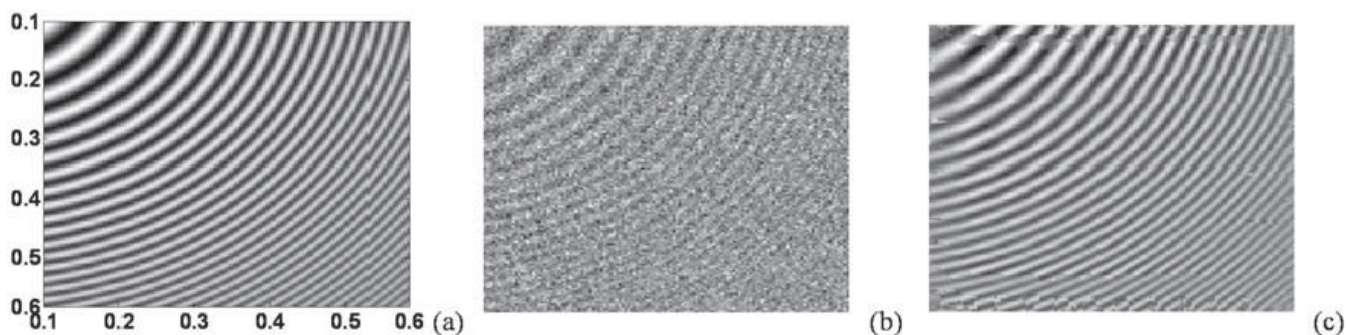
$$2 \cdot \max_{1 \leq i \leq q} \{A_i\} \leq 2L+1 < \sqrt{2} \cdot \min_{1 \leq i, j \leq q, i \neq j} |LF_i(\vec{n}) - LF_j(\vec{n})| \quad (4)$$

gdje su $A_i, i=1, \dots, q$ različite širine nepreklopujućih auto-članova. Uslov (i) kombinovan sa prvom nejednakošću jednačine (4) mora biti zadovoljen da bi obezbijedio da: (a) sve tačke (k_1, k_2) iz posmatranog auto-člana uključujući i pravu lokalnu frekvenciju, imaju odgovarajuće 2D CTFWD elemente unutar matrice Q kada se ispituje da li je neka od ovih tačaka LF i na taj način se pravi minimalna (zavisna samo od šuma) greška estimacije unutar domena 2D CTFWD auto-člana i onemogućava pogrešna detekciju LF u okolnim tačkama; (b) za svaki auto član i svaku tačku signala (n_1, n_2) , samo jedna tačka (k_1, k_2) može biti procijenjena kao LF redukujući tako uticaj diskretizacije po frekvenciji na kvalitet estimacije, što je detaljnije razmatrano u [5]. Uslov (i) kombinovan sa drugom nejednakošću iz jednačine (4) osigurava detekciju LF za svaku komponentu signala pojedinačno u posmatranoj tački signala (n_1, n_2) , i na taj način omogućava estimaciju FRS u slučaju višekomponentnog signala. Uslov (ii) se mora zadovoljiti radi suzbijanja uticaja šuma izvan oblasti 2D CTFWD auto-člana. Spektralni prag R , čija je vrijednost nekoliko procenata maksimuma 2D CTFWD distribucije se bira na bazi *a priori* znanja o opsegu signala, koji se određuje optimalnom upotrebom A/D konvertora i lokacija memorije, [8].

Nakon izračunavanja u tački (k_1, k_2) , postupak se ponavlja za narednu FF tačku (k_1, k_2+1) iz iste tačke signala (n_1, n_2) . Element $CTFWD_x(\vec{n}, k_1+L, k_2+L+1)$ se učitava u oblast matrice Q, pomjerajući udesno postojeće elemente matrice za jednu poziciju, Slike 2 i 3. Na ovaj način matrica Q se pomjera za jedno mjesto preko frekvencijski zavisnih 2D CTFWD elementa kreirajući sljedeću osnovnu oblast $Q_{(k_1, k_2+1)}$. $2L$ FIFO elementi za kašnjenje sa Slike 3 simuliraju kretanje matrice Q u realnom vremenu i samim tim detekciju FRS u realnom vremenu. Za svaku tačku signala (n_1, n_2) , detekcija FRS u realnom vremenu se vrši pomjeranjem matrice Q preko svih frekvencijski zavisnih ulaznih 2D CTFWD elemenata i izračunavanjem FRS na osnovu predloženog algoritma. COMP blok sa Slike 3 sadrži set komparatora i testira uslove (i) i (ii) i ukoliko su oni zadovoljeni detektuje FRS u tački (\vec{n}, \vec{k}) , određenu sa $L_H(\vec{n}, \vec{k})=1$. $L_H(\vec{n}, \vec{k})=1$ omogućava sabiranje.



Slika 3. Pomjeranje matrice i detekcija FRS implementirana u realnom vremenu i prikazana za $2L+1=3$. Čelije predstavljaju lokacije koje sadrže odgovarajuće 2D CTFWD elemente označene njihovim FF pozicijama.



Slika 4. (a) Monokomponentni test signal (5), (b) Zašumljeni signal (5), (c) Signal na izlazu predloženog S/SF filtra.

SNR _{in} [dB]	$2L+1=5$		$2L+1=7$		$2L+1=9$	
	SNR _{out} [dB]	IMP [dB]	SNR _{out} [dB]	IMP [dB]	SNR _{out} [dB]	IMP [dB]
0.29	34.11	33.82	34.93	34.64	35.98	35.69
-1.42	32.05	33.47	32.53	33.95	33.72	35.14
-3.26	26.15	29.41	27.01	30.27	27.67	30.93

Tabela 1. Izlazni odnosi signal-šum (SNR) i odgovarajuća poboljšanja (IMP) za različite ulazne odnose signal-šum i različite veličine matrice Q za slučaj filtriranja monokomponentnog test signala (5).

$STFT(\vec{n}, \vec{k})$ elementa u izlaznom kumulativnom sabiraču.

Paralelno sa računanjem vrijednosti $L_H(\vec{n}, \vec{k})$ STFT blok računa $STFT(\vec{n}, k_1+L, k_2+L+1)$ element. Tada se FIFO blok za kašnjenje sa Slike 1, dimenzija $LN+L+1$ lokacija, koristi da sačuva izračunati 2D STFT odbirak i da obezbijedi izlazni element koji odgovara po frekvenciji centralnom elementu matrice Q. Širok spektar frekvencija (4) u slučaju visoko koncentrovanih, nepreklapajućih 2D FM signala ukazuje na robustnost FRS estimacije u odnosu na vrijednost L (Tabela 1 i 2). Stoga je najčešće dovoljna upotreba matrice Q veličine nekoliko lokacija.

3. PRIMJERI

Predloženi dizajn je testiran na monokomponentnom i multikomponentnom 2D test signalu.

a) Monokomponentni 2D test signal

$$f(n_1T, n_2T) = 1.4e^{j(96\pi((n_1T)^2 + (n_2T)^2))} e^{-1.5((n_1T)^2 + (n_2T)^2)} \quad (5)$$

je posmatran na intervalu $0.1 \leq n_1T \leq 0.6$,

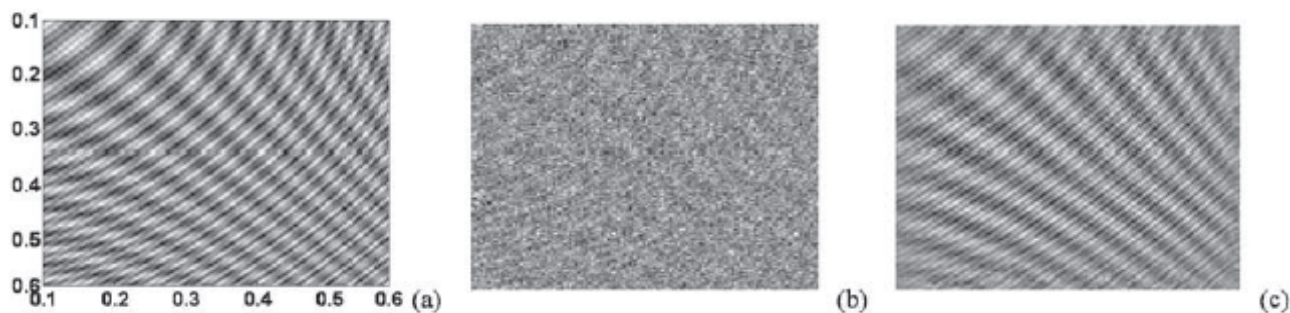
$0.1 \leq n_2T \leq 0.6$. Maskiran je jakim bijelim šumom takvim da je $SNR_{in} = 10\log(P_f/P_e) = -1.42$ [dB]. Korišćeni su interval odabiranja $T=0.5/128$, Haningov prozor $N \times N = 64 \times 64$,

$2L+1=9$, $R = 0.1 \max_{\vec{n}, \vec{k}} \{CTFWD_x(\vec{n}, \vec{k})\}$, i referentna vrijednost korišćena za računanje 2D CTFWD u [4],

$0.05 \max_{\vec{n}, \vec{k}} \left\{ \left| STFT_x(\vec{n}, \vec{k}) \right|^2 \right\}$. Predloženi real-time dizajn

vrši S/SF filtriranje. Rezultati simulacije su prikazani na Slici 4. Poboljšanje odnosa signal-šum (SNR) od $SNR_{out} - SNR_{in} = 35.14$ [dB] je postignuto u posmatranom slučaju. Poboljšanje je veoma visoko ako se ima u vidu da maksimalno teoretsko poboljšanje u slučaju monokomponentnog signala iznosi $10\log(N \times N/3) = 36.12$ [dB].

(b) Tri-komponentni 2D test signal



Slika 5. (a) Tri-komponentni test signal (6), (b) Zašumljeni signal (6), (c) Signal na izlazu predloženog S/SF filtra.

SNR _{in} [dB]	2L+1=5		2L+1=7		2L+1=9	
	SNR _{out} [dB]	IMP [dB]	SNR _{out} [dB]	IMP [dB]	SNR _{out} [dB]	IMP [dB]
0.50	29.41	28.91	29.94	29.44	30.52	30.02
-1.00	27.14	28.14	27.75	28.75	28.52	29.52
-3.14	21.26	24.40	22.13	25.27	22.30	25.44

Tabela 2. Izlazni odnosi signal-šum (SNR) i odgovarajuća poboljšanja (IMP) za različite ulazne odnose signal-šum i različite veličine matrice Q za slučaj filtriranja tro-komponentnog test signala (6).

$$\begin{aligned}
 f(n_1T, n_2T) = & 1.4e^{j(96\pi((n_1T)^2+(n_2T)^2))} \\
 & + e^{-100j(\cos(\pi n_1T/2)-\cos(\pi n_2T/2))} \quad (6) \\
 & + 1.2e^{j(30\pi((n_1T+2)^2+(n_2T+2)^2))}
 \end{aligned}$$

je maskiran jakim bijelim šumom takvim da je $SNR_{in}=10\log(P_f/P_s)=-1$ [dB]. Razmatran je unutar istog intervala kao i monokomponentni signal (5) i korišćeni su isti parametri. Rezultati simulacije su prikazani na Slici 5. Postignuto je veliko poboljšanje od $SNR_{out}-SNR_{in}=29.52$ [dB] (teoretski moguće poboljšanje u slučaju tro-komponentnog signala iznosi $10\log(N \times N/3)=31.35$ [dB]).

4. KOMPARATIVNA ANALIZA I ZAKLJUČAK

Predloženi dizajn povećava kompleksnost 2D CTFWD real-time dizajna upotrebom dodatnih $3LN+3L+2$ memorijskih lokacija, kumulativnog sabirača i seta komparatora. Na ovaj način, dizajn zadržava optimalne karakteristike 2D CTFWD real-time dizajna, [8], u pogledu složenosti računanja i vremena izvršavanja. Uz to, omogućava S/SF filtriranje u realnom vremenu. U poređenju sa ovim, S/SF sistem za filtriranje [5], baziran na statističkom metodu poređenja biasa i varijansi S/SFD sa potpuno različitim brojem elemenata filtriranog signala, zahtijeva računski veoma složenu i vremenski zahtjevnu detekciju FRS i stoga nije upotrebljiv u realnom vremenu. Predloženi dizajn omogućava kvalitetno filtriranje na bazi veoma kvalitetne LF estimacije bazirane na signal adaptivnoj 2D CTFWD. Dizajn baziran na neadaptivnim algoritmima, kao i stacionarni 2D filtri, ne mogu dati tako dobre rezultate, [5, 6].

LITERATURA

[1] F. Hlawatsch, G. Matz, H. Kirchauer, W. Kozek, "Timefrequency formulation, design and implementation of time-varying optimal filters for signal estimation," *IEEE Trans. Sig. Process.*, 48, (5), pp.1417-1432, 2000.

- [2] G. Matz, F. Hlawatsch, "Linear time-frequency filters: Online algorithms and applications," in 'Applications in Time-Frequency Signal Processing' (A. Papandreou-Suppappola (Ed.)), CRC Press, pp.205-271, 2002.
- [3] G.F. Boudreaux-Bartels, "Time-varying signal processing using Wigner distribution synthesis techniques," in 'The Wigner Distribution - Theory and Applications in Signal Processing' (W. Mecklenbräuker, F. Hlawatsch (Eds.)), Elsevier, pp.269-317, 1997.
- [4] R.G. Shenoy, T.W., Parks, "The Weyl correspondence and timefrequency analysis," *IEEE Trans. Signal Process.*, 42, (2), pp.318-331, 1994.
- [5] LJ. Stanković, "Space/spatial-frequency analysis based filtering," *IEEE Trans. Signal Process.*, 48, (8), pp. 2343-2352, 2000.
- [6] A. Papoulis, *Signal Analysis*, (McGraw-Hill, New York, 1997).
- [7] V. N. Ivanović, S. Jovanovski, "Signal adaptive method for improved space/spatial-frequency representation," *Electron. Lett.*, 45, (19), pp.1003-1005, Sept.2009.
- [8] V. N. Ivanović, S. Jovanovski, "Signal adaptive system for space/spatial-frequency analysis," *EURASIP J. Advances in Signal Process.*, vol. 2009, pp.1-15, 2009.
- [9] K.J.R. Liu, "Novel parallel architectures for short-time Fourier transform," *IEEE Trans. Circuits and Systems II*, 40, (12), pp.786-790, 1993.
- [10] V.N. Ivanović, N. Radović, S. Jovanovski: "Real-time design of space/spatial-frequency optimal filter," *Electronics Letters*, vol.46, no.25, pp.1696-1697, December 9, 2010.
- [11] V.N. Ivanovic, N. Radovic, S. Jovanovski: "Real-time design of a space/spatial-frequency optimal filter for highly nonstationary two-dimensional signal estimation," (ICASSP), 2011, vol., no., pp.1653-1656, 22-27 May 2011.

O NEKIM IT FUNKCIJAMA NAVI-TRAINER NAUTIČKOG SIMULATORA ON SOME IT FUNCTIONS OF NAVI-TRAINER NAUTICAL SIMULATOR

Sanja Bauk, Tatijana Dlabač, Veljko Radulović, Fakultet za pomorstvo, Univerzitet Crne Gore

Sadržaj: U radu je dat opis nekih IT funkcija Transas Navi-Trainer Professional 4000 (ver. 6.42), navigacionog simulatora, namijenjenog obrazovanju studenata nautike i obuci budućih pomoraca. Naime, opisane su ključne funkcije glavnog upravljačkog panela, radara (tipa Nucleus 2) i elektronskih karata (ECDIS-Electronic Chart Display and Information System,eng). Posebno je opisan postupak realizacije komande “čovjek u moru” (MOB – man over board, eng.), upućene posredstvom ECDIS-a, a u smislu sprovođenja slijednog manevra. Takođe, izlistane su neke od naprednijih IT funkcija savremenih Transas nautičkih simulatora, s ciljem ukazivanja na mogućnosti nadgradnje ovdje opisivanog simulatora.

Abstract: Within the paper are described some IT functions of Transas Navi-Trainer Professional 4000 (ver. 6.42) navigation simulator being intended for the education of students of nautical studies and training of future seafarers. Specifically, in the paper are presented some of the key functions of main control pannel, radar (Nucleus 2 type), and electronic charts (ECDIS - Electronic Chart Display and Information System). In particular, the article describes the procedure for the realization of "man over board" (MOB) command, in nautical terms, being previously given through ECDIS. Also, few advanced IT functions of modern Transas nautical simulators have been listed, in order to indicate the possibilities of upgrading here examined type of simulator.

1. UVOD

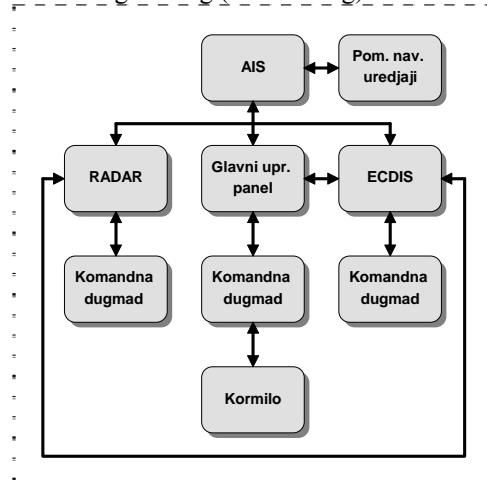
Budući da smo u eri *cloud computing*-a (eng.), ili *pervasive computing*-a (eng.), sve manje smo suštinski u saznanju, kako i što sve računari rade u pozadini onoga što nam nude, tj. izvršavaju, a sve češće ih i ne vidimo, budući da su naprosto *ugrađeni* u stvari. Takav je slučaj sa savremenim komandnim mostovima na brodu. Gotovo da nema navigacionog uređaja u koji nije ugrađen računar, odnosno CPU, koji čini njegovo jezgro. Ovaj, da kažemo, prodor IT-a u pomorskoj navigaciji, još je uočljiviji kod nautičkog simulatora. Tu je zapravo sve bazirano na računarskom programu (tj. programima) i sve se dešava u kompleksnom, visokosofisticiranom IT okruženju [7].

U ovom radu su, sa korisničkog aspekta, opisane neke od osnovnih funkcija glavne ili centralne upravljačke konzole nautičkog simulatora, radara tipa Nucleus 2, i ECDIS-a. Takođe je opisana detaljno MOB¹, u okvirima ECDIS-a. S obzirom da se radi o veoma složenom simulatoru, postoji još čitav niz njegovih IT funkcija koje ovdje nisu opisane, a biće predmet daljih istraživanja autora u ovoj oblasti.

2. GLAVNA NAVIGACIONA KONZOLA

Navi-Trainer Professional 4000 nautički simulator (ver. 4.62), proizvođača Transas Marine, pojavio se na tržištu krajem 90-tih godina prošlog vijeka, uporedo sa komercijalizacijom Windows-a, odnosno, preciznije, Windows NT okruženja, a u skladu sa odgovarajućim preporukama STCW² Konvencije. Namijenjen je obuci kandidata (nautičara) u domenima kontrole optimalnog vođenja broda i manevrisanja [8-12]. Glavna upravljačka konzola, koja je zapravo simulakrum komandnog mosta na brodu, sastoji se od: centralnog upravljačkog panela, radara,

ECDIS-a, AIS-a, GPS-a, NAVTEX-a, GMDSS-a, sistema alarma na brodu i ostalih pomoćnih navigacionih uređaja, koji su svi integrisani [5,6]. Na slici 1 je dat shematski prikaz simulakruma navigacionog (komandnog) mosta na brodu.



Sl. 1. Blok shema glavne konzole Navi-Trainer simulatora
Sa blok sheme na slici 1, vidi se na su u dvosmjernoj komunikaciji glavni upravljački panel, radar i ECDIS, kao i pomoćni navigacioni i alarmni uređaji, uključujući, danas, gotovo neizbježan AIS (Automatic Identification System, eng.) integrisan sa radarom i ECDIS-om.

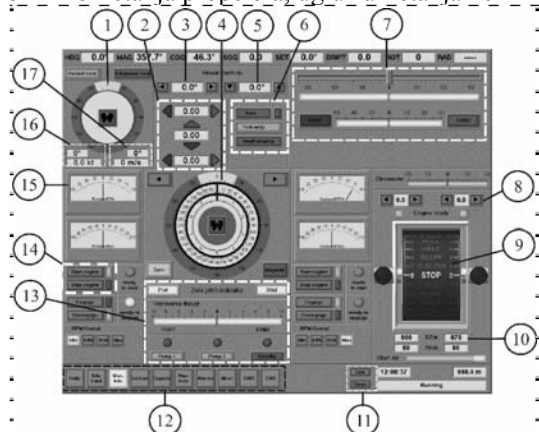
3. UPRAVLJAČKI PANEL

Glavni upravljački panel Navi-Trainer Professional 4000 nautičkog simulatora ima nekoliko prikaza (screen-ova, eng.) putem kojih se mogu dobiti informacije vezane za: pilotsku kartu, auto pilot, dubinomjere, svjetlosnu i zvučnu signalizaciju, žiro kompas, alarme, sidrenje, vezivanje i sl. Na slici 2 je dat prikaz prozora sa osnovnim komandama direktno vezanim za usmjeravanje (vođenje) broda, uključujući vizualizaciju, osnovne pokazatelje o spoljnim faktorima okruženja (vjetar, struje, dubina ispod kobilice),

¹ MOB – *Men over board* naziv za opasnost na moru, zamijenjen je nazivom *Person over board*, eng. - Prim. autora

² STCW - The Standards of Training, Certification & Watchkeeping, eng.

kursu preko dna i kroz vodu, brzini na pramcu, u sredini i na krmu, brzini okretanja propelera, uglu zakretanja kormila, itd.



Sl. 2. Neke od IT funkcija glavnog upravljačkog panela

Funkcije označene na slici 2, su sljedeće: 1-usmjeravanje pogleda; 2-brzina broda (na pramcu, srednja, na krmu); 3-ugao elavacije (tj. ugao pod kojim usmjeravamo pogled po vertikalnoj osi); 4-ruža kompas i vjetrova; 5-kurs sa žiro kompas (digitalni indikator); 6-autopilot, ručno kormilarenje, ili upravljanje strojem pomoću sistema pumpi (slučaj kada kormilo otkáže); 7-kormilo (zadata komanda za zakretanje i stvarno zakretanje); 8-fino upravljanje snagom stroja; 9 - virtualna ručica mašinskog telegrafa; 10-digitalni pokazivač broja obrtaja propelera u minuti (RPM-rate per minute, eng.); 11-podešavanje osvjtljenja monitora (prilagođavanje radu u noćnim uslovima); 12-komandna dugmad za prikaze drugih displeja (pomoći, pilotske karte, auto pilota, dubinomjera, svjetlosne i zvučne signalizacije, žiro kompas, alarma, prozora za sidrenje i vezivanje, i dr.); 13- sistem pumpi generatora; 14-pokretanje i zaustavljanje glavnog motora; 15-indikator broja obrtaja propelera u minuti; 16-smjer (°) i brzina struje (čv); 17-smjer (°) i brzina vjetra (m/s).

4. SIMULATOR RADARA

U cilju što slikovitijeg prikaza osnovnih radarskih funkcija, radarski displej Navi-Trainer Nucleus 2 simulatora radara je podijeljen u zone sa označenim pojedinim funkcijama (slika 3). Dakle, označene zone na slici 3, sa osnovnim pripadajućim komandama, opisane su u nastavku:

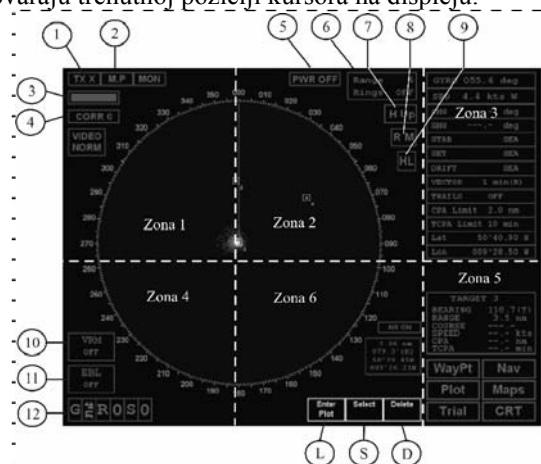
Zona 1: 1- izbor radarskog sistema («X band», ili «S band» radar); 2 - kratki (SP – Short Pulses, eng.), srednji (MP – Medium Pulses, eng.), ili dugi impulsi (LP – Long Pulses, eng.); 3 - podešavanje emisione frekvencije radara (tunning, eng.); 4 - odbijanje korelacije i interferencije, smanjenje i čišćenje šuma prijemnika (komande se daju tasterima miša: L-off, S-1, D-2, nap. 1 i 2 su stepeni odnosnih podešavnja).

Zona 2: 5 - uključivanje /isključivanje radra; 6 - domet i prstenovi (range, rings, eng.); 7 - opciono: Head-up (HU), North-up (NU), ili Course-up (CU) prikazi slike (tj. razne orijentacije i prikazi pozicije sopstvenog broda na displeju); 8 - opciono: Relative motion (RM) - relativno kretanje kod koga se ono što se u suštini ne kreće, kreće (virtualno) brzinom sopstvenog broda, koji je nepomičan u centru ekrana, ili True motion (TM) - stvarno kretanje, kod koga se objekat koji se kreće, kreće relativnom brzinom koja je vektorski zbir brzine sopstvenog broda i brzine tog objekta; 9

- prikaz pramčanice (tj. uključivanje ili isključivanje ove opcije), odnosno, prikaza pramčane linije sopstvenog broda.

Zona 3: parametri sopstvenog broda (own ship parameters, eng.); plotting (eng.) parametri; parametri tragova broda; CPA – Critical Point of Approach, eng. (dolaskom u CPA se automatski uključuje alarm); TCPA – Time to Critical Point of Approach, eng. (vrijeme do uključnja alarma u CPA); trails, eng. – tragovi broda (neophodni za rad ARPA-e, kao pogled u budućnost na osnovu prošlosti, iz ovog razloga su, između ostalog, tragovi jako bitni za bezbjednost navigacije). Zona 4: 10 - promjena dometa (Variable Range Marker, eng.); 11 - linija azimuta (Electronic Bearing Line, eng.); 12 - pojačanje (Gain, eng.), antyklatering, tj. ukljanjanje ili ublažavanje uticaja šuma radarskog signala izazvanog nevremenom (anticlattering Rain, anticlattering Sea, eng).

Zona 5: podaci o metama; menii: WAY Pt, NAV, PLOT, MAPS, TRIAL, CRT (nisu svi uvijek aktivirani, tj. dostupni). Zona 6: zadavanje komandi lijevim (L), srednjim (S) i desnim tasterom miša (D), i očitavanje parametara koji odgovaraju trenutnoj poziciji kursora na displeju.

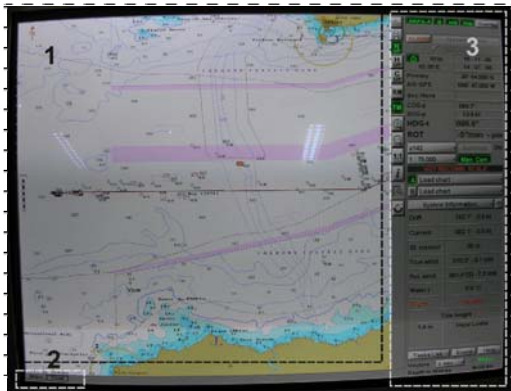


Sl. 3. Zone sa komandama na radarskom displeju

5. ECDIS SIMULATOR

ECDIS je elektronski navigacioni sistem koji u realnom vremenu integriše navigacione podatke sa brodskih senzora (GPS, radar, AIS i dr.), sa elektronskim navigacionim kartama (ENCs - Electronic Nautical Charts, eng). Međunarodna pomorska organizacija (IMO) ga je usvojila kao ekvivalent papirnatim (klasičnim) navigacionim kartama, novembra 1995. godine. Uprkos tome, prelazak na njegovo korišćenje u praktičnoj pomorskoj navigaciji je dosta spor. Uzročnici su: nedostatak zvaničnih ENCs, visoki troškovi ECDIS-a i rezervisanost u prihvatanju novih tehnologija od strane tradicionalno orijentisane pomorske zajednice. Međutim, ECDIS je višestruko koristan: sa stanovišta uštede u vremenu kada se putovanje planira i prati, sa stanovišta bezbjednije i ekonomičnije plovidbe i zaštite marinskog ekosistema. Oko 80% prijavljenih nesreća na moru, uzrokovane su ljudskim greškama, a koje su opet posljedica zamora, obimnog posla u navigaciji i dr. Broj akcidentnih situacija na moru bi mogao da bude smanjen uvođenjem ovih elektronskih navigacionih sistema, s obzirom da bi oni pomogli kod ublažavanja posljedica umora, ili opterećenja navigatora. ECDIS je, dakle, napredni IT navigacioni alat koji omogućuje, tokom svih 24 časa, praćenje pozicije i izbjegavanje sudara/nasukanja. Ove funkcije se mogu

efikasno koristiti u restriktivnim plovnim područjima, naročito tokom perioda slabe vidljivosti, tj. u uslovima izmaglice i noću. DGPS (diferencijalni GPS) je od suštinskog značaja u smislu da dopunjuje ECDIS, posredstvom obezbjeđivanja stalnog i preciznog pozicioniranja broda [1;3;4]. Na slici 4 je dat prikaz osnovnih segmenata ECDIS-a kod Navi-Trainer simulatora.



Sl.4. ECDIS – Osnovni elementi displeja: 1- prozor u kome je prikazana elektronska (vektorska) karta; 2 – tab kontrole kojima se vrši izbor između jednog, ili dva prikaza karte na ekranu (opcije: *main* i *dual*); 3 – kontrolni dio ekrana sa više slojeva kontrolnih prozora

Jedan od značajnih problema koji sprječava širu upotrebu ECDIS je nedostatak zvaničnih ENC-a koje pokrivaju glavne rute i luke. Inače, razlozi za zabrinutost kod upotrebe nezvaničnih elektronskih karata su kvalitet izvornog materijala, podataka i njihovog ažuriranja. Neke HOs (Hydrographical Organizations, eng.) imaju problema u kreiranju ENC-a koji su u skladu sa IHO standardom S57, zbog nedostatka ekspertskog znanja u ovoj oblasti, kao i nedostatka finansija. Stoga, neke HOs s razlogom izražavaju zabrinutost u pogledu sporog razvoja mehanizama za kreiranje, distribuciju i ažuriranje ENC-a. Kod razvoja i implementacije ECDIS-a, jedan od glavnih ciljeva je poboljšanje komunikacije između hidrografskih organizacija, proizvođača ECDIS-a i krajnjih korisnika, u prvom redu pomoraca. HOs bi trebale da ulažu stalne napore u izrađivanju oficijelnih ENC. Neke od IT funkcija kod ECDIS-a Navi-Trainer simulatora, date su u tabeli 1.

Tabela 1. Vizualizovane komade ECDIS-a

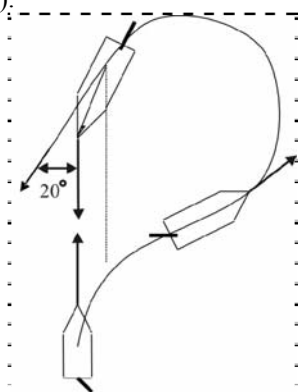
Kontrola	Opis
	“Ahead” - Vraća prikaz ekrana takav, da se na njemu uvijek vidi sopstveni brod (OS – own ship, eng.)
	“Move ship symbol” - Relativna pozicija sopstvenog broda u odnosu na položaj kursora
	“North up” prikaz - predstavlja realnu, tj. stvarnu poziciju broda na karti u odnosu na sjever, pri čemu je sjever označen simbolom N↑
	“Head up” prikaz - kod ovog prikaza, pramčanica sopstvenog broda je postavljena u pravcu sjevera na karti (u 0°)
	“Course up” prikaz - kod ovog prikaza, pramčanica sopstvenog broda je usmjerena u pravcu sjevera, ali umjesto 0° (u slučaju

	“Head up” prikaza), ovdje imamo prikazan aktuelni kurs sopstvenog broda (npr. 140°)
	“Relative motion” - prikaz relativnog kretanja, kod koga: ono što se u suštini ne kreće - kreće se našom brzinom, tj. brzinom sopstvenog broda, dok sopstveni brod “miruje” na ekranu
	“True motion” - prikaz stvarnog kretanja, kod koga: objekat koji se kreće, kreće se relativnom brzinom, koja je vektorski zbir brzine sopstvenog broda i brzine tog objekta
	“Zoom in” - dugme (komanda) za uvećavanje prikaza karte u odnosu na fiksirani (predefinisani) razmjjer karte
	“Zoom out” - dugme (komanda) za smanjenje prikaza karte u odnosu na fiksirani (predefinisani) razmjjer karte
	“Original scale” - dugme (komanda) koje služi za prikaz karte u originalnoj (fiksnoj, ili predefinisanoj) razmjeri
	“Info” - dugme (komanda) za “pozivanje” tzv. info kursora za dobijanje informacija o broju karte iz određene kolekcije
	“HCRF review” - služi da prikaže HCRF format karte
	“MOB” - dugme (komanda) za upućivanje “man overboard” (čovjek u moru) poziva opasnosti, što navigatora po automatizmu usmjerava kako da se vrati, putem odgovarajućeg manevra (Williamson turn, eng.), na poziciju gdje je aktiviran alarm
	“Auto zoom” - dugme (komanda) koje nam omogućuje povratak na auto-zoom opciju, odnosno, automatsko zumiranje
	“Tile horizontal” - dugme (komanda) koje omogućuje podjelu prikaza na glavnom ekranu u dva dijela, tj. horizontalnu podjelu glavnog ekrana na dva ekrana, pri čemu je na donjem uvijek vidljiv sopstveni brod, a na drugom se može pratiti situaciju u širem okruženju
	“Tile vertical” - dugme (komanda) koje omogućuje podjelu prikaza na glavnom ekranu u dva dijela, tj. vertikalnu podjelu glavnog ekrana na dva ekrana, pri čemu je na lijevom uvijek vidljiv sopstveni brod, a na desnom se slobodno može pratiti situaciju u širem okruženju

5.1. ECDIS MOB UPOZORENJE I SLIJEDNE RADNJE

Jedan od alarma koji u ECDIS-u zavređuje posebnu pažnju, je svakako “man overboard” (čovjek u moru). Kada se aktivira ovaj alarm, na ECDIS-u se automatski pojavljuje prikaz (skica) manevra koji treba izvesti kako bi se sopstveni brod (tj. brod kojim upravlja kandidat koji se obučava na simulatoru, odnosno, navigator u realnosti) vratio na poziciju na kojoj je bio u trenutku aktiviranja alarma. U klasičnoj

navigaciji ovaj manevar je poznat kao “Williamson-ov zaokret” (slika 5).



Sl. 5. Williams-onov manevar u slučaju MOB akcije

Komande koje treba izvršiti da bi se ispravno odreagovalo na, putem ECDIS-a, dato MOB upozorenje, su sljedeće: kormilo snažno (u desnu) stranu; kada se kurs promijeni za 60°, u odnosu na početni (tj. onaj kurs u trenutku aktiviranja MOB upozorenja), kormilo snažno zakrenuti (pun krug kormilarskog točka) u suprotnu stranu; u trenutku kada se pravac za 20° razlikuje od suprotnog kursa (u odnosu na početni), treba vratiti kormilo u središnji položaj, a brod će se okrenuti, tako da će mu kurs sada biti suprotan od onoga u trenutku dobijanja MOB upozorenja. Ovim je realizovan “Williamson-ov zaokret” i praktično je uspješno odreagovano u slučaju MOB opasnosti. Da bi se MOB akcija uspješno realizovala, potrebno je sinhronizovano korišćenje ECDIS-a i glavnog upravljačkog displeja, namijenjenog osmatranju područja plovidbe i optimalnom vođenju broda.

6. NEKE DODATNE IT FUNKCIJE SIMULATORA

Pored osnovnih funkcija Navi-Trainer simulatora, koje se realizuju putem glavnog upravljačkog panela, radara i ECDIS-a, moguće je ovaj simulator nadgraditi čitavim spektrom naprednih navigacionih funkcija, podržanih odgovarajućim IT alatima. U dodatne, napredne IT mogućnosti, u odnosu na standardni Navi-Trainer navigacioni simulator, spadaju sljedeće mogućnosti: modeliranje različitih vrta brodova; kreiranje novih područja plovidbe (u dodatku na osnovna memorisanja područja); automatsko kreiranje 3D površina podvodnog terena, kao i navigacionih oznaka u određenoj zoni plovidbe; integrisanje navigacionih uređaja sa IT praćenjem funkcionisanja broskog mašinskog kompleksa; ostvarivanje vrlo realistične simulacije komunikacija i kooperacije sa VTS (Vessel Traffic Service, eng.) centrom na kopnu (pri sidrenju, vezivanju, dokovanju, ili prolasku određenim, obično restriktivnim vodama); komunikacije i djelovanje u skladu sa preporukama stanice-centra za kontrolu širenja naftnih mrlja na kopnu; nadogradnje simulatora modelima vojnih brodova i naprednim funkcijama namijenjenim rješavanju stratezijskih zadataka na moru, i dr. Ovdje je važno naglasiti da su svi Transas-ovi simulatori modularnog tipa, što zači da se, ukoliko za tim postoji potreba, mogu relativno jednostavno nadgraditi prethodno navedenim funkcijama.

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu u radu okvirno datog prikaza strukture ključnih komponenti Navi-Trainer Professional 4000

nautičkog simulatora, kao i nekih njegovih osnovnih navigacionih funkcija, jasno je da se radi o veoma kompleksnom i sofisticiranom IT alatu. Simulator je prevashodno namijenjen edukaciji studenata nautike i pomorskih nauka, kao i obuci i sticanju (*osvježavanju*, ili *refreshment-u*, eng.) zvanja pomoraca u skladu sa aktuelnim zahtjevima SCTW Konvencije. Ono što bi u domenu korišćenja ovog, ili sličnog simulatora, u okvirima našeg nacionalnog obrazovanja trebalo poboljšati, jeste komunikacija između iskusnih nautičara (aktivnih kapetana), poznavalaca klasične navigacije [2], načina funkcionisanja i performansi IT alata, stručnjaka (istraživača) u domenu teorijske navigacije, instruktora na simulatoru i samih studenata (kandidata). Ove komunikacije su trenutno najosjetljivija karika u lancu virtualno-stvarne edukacije i obuke budućih pomoraca. Nerijetko prisustvo isključivosti jednih prema drugima, stručnjaka koji bi trebalo da su uključeni u obrazovanje i obuku novih generacija pomoraca, glavna je kočnica intenzivnijeg korišćenja sofisticiranih simulatora, a time i kvalitetnijeg prenošenja znanja i ostvarivanja, makar u virtualnom domenu, osnovnih uslova za sticanje navigacionih vještina. Takođe, diskontinuitet u komunikaciji sa ovlaštenim distributerima i serviserima Transas sofisticirane IT opreme, jedan je od problema u uspješnijem korišćenju ovog *moćnog* alata namijenjenog istraživačima, edukaciji i obuci studenta, budućih pomoraca.

LITERATURA

- [1] A. Mulloth, *Safe Navigation with Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) Handbook*, Cengage Learning Asia, 1st Edition, 2011.
- [2] A. Simović, *Terestrička navigacija*, 6. izdanje, Školska knjiga, Zagreb, 2001.
- [3] A. Weintrit, *The Electronic Chart Display and Information System (ECDIS): An Operational Handbook*, Faculty of Navigation, Gdynia Maritime University, Poland, CRC Press, 2009.
- [4] H. Hech, et al., *The Electronic Chart, Fundamentals, Functions, Data, and other Essentials*, Geomares Publishing, 2011.
- [5] L. Tetley, D. Calcutt, *Electronic Aids to Navigation*, 2nd Edition, Elsevier, Lightning Source UK, Ltd., 1988.
- [6] L. Tetley, D. Calcutt, *Electronic Navigation Systems*, 3rd Edition, Elsevier, Lightning Source UK, Ltd., 2004.
- [7] S. Bauk, T. Dlabac, “Informaciono-komunikacioni alati u obuci pomoraca na primjeru Navi-Trainer nautičkog simulatora”, *XVI IT Konferencija*, Žabljak, 2011.
- [8] Transas, *Navi - Sailor (ver. 3.2)*, User Manual, 2nd Edition, Transas Marine GB, Ltd., 2000.
- [9] Transas, *Navi - Trainer 4000 (ver. 4.50)*, Navigational Bridge, Transas Marine GB, Ltd., 2004.
- [10] Transas, *Navi - Trainer 4000 (ver. 6.42)*, Instructor Manual, Transas Marine GB, Ltd., 2007.
- [11] Transas, *Navi - Trainer 4000 (ver. 6.42)*, Navigational Bridge, Transas Marine GB, Ltd., 2007.
- [12] Transas, *Navi - Trainer 4000 (ver. 6.42)*, Technical Description and Installation Manual, Transas Marine GB, Ltd., 2007.

CONVERGENCE OF GRAVITY INVERSION USING OPENMP

Neki Frasheri, Betim Cico, Faculty of Information Technology, Polytechnic University of Tirana

Abstract: Geophysical inversion as an ill-posed problem is resolved partially mostly in 2D or with 3D specific constrains. In the paper the convergence of iterative 3D gravity inversion in parallel systems using OpenMP is presented. The algorithm is based in the idea of the CLEAR algorithm. The focus of the paper is the dependence of run-time and number of iterations by the number of discretization nodes and number of processors involved. Both parameters indicate the usefulness of parallel processing in platforms with high number of cores for large models of 3D geophysical inversion. This work was supported in part by the European Commission under EU FP7 project HP-SEE (under contract number 261499).

1. INTRODUCTION

Geophysical inversion is widely considered in the literature as an ill-posed optimization problem, [1],[2]. It remains a difficult problem to solve, searching for physical parameters of a 3D underground geosection to be evaluated on basis of values measured in a 2D ground surface array. Symbolically the problem may be presented as calculation of a physical field within a cuboid when field values are known only for one of its side surfaces.

Different techniques are used to solve the problem of geophysical inversion with the help of constraints as considering the problem in 2D, or constraining the inversion for convex or regular shaped bodies only, [3],[4],[5],[6]. Interactivity is used often to improve manually an initial image of the geosection using data obtained from other geological and geophysical observations.

The uncertainty related with the extrapolation from a 2D array ground surface into a 3D underground geosection, 3D problems have huge volume of data representing spatial structures and require huge amount of calculations – for geosections extended for several kilometers, geological objects with interest may have thin shapes of few meters of less thickness that may require a multitude of 10^9 nodes to get digitized.

In this paper results from the application of CLEAN algorithm are presented. This work makes use of results produced by the High-Performance Computing Infrastructure for South East Europe's Research Communities (HP-SEE), a project co-funded by the European Commission (under contract number 261499) through the Seventh Framework Programme.

HP-SEE involves and addresses specific needs of a number of new multi-disciplinary international scientific communities (computational physics, computational chemistry, life sciences, etc.) and thus stimulates the use and expansion of the emerging new regional HPC infrastructure and its services. Full information is available at: <http://www.hp-see.eu/>.

First tests using OpenMP for the parallelization were done in the HPCG center at the Institute of Information and Communication Technologies (ICT-BAS) in Sofia, Bulgaria; and completed in the NIIFI Supercomputing Center at University of Pécs, Hungary. The results from tests in HPCG are presented in [7], [8]. The results from the follow-up in NFII are presented in this paper.

2. THE METHODOLOGY OF STUDY

The work was focused on the inversion of gravity anomalies because of the simplicity of the case of gravity field, and that related anomalous bodies may have spatial volume comparable with the geosection itself and not requiring high degrees of discretization.

The algorithm for the inversion is based in CLEAN algorithm proposed in [9]. The gravity vertical gradient formula was used, [10]. The 3D underground geosection was modeled as a collection of elementary cuboids represented by their central nodes. The gravity anomaly data in ground surface are presented as a 2D array. The algorithm of the iterative inversion process was defined as follows:

- (a) Start with the 3D geosection array initialized by zeros, and the 2D gravity anomaly array got from the field survey.
- (b) Search the node in the 3D geosection array, which effect offers the best least square approximation of the gravity anomaly array.
- (c) Increment the density of the selected 3D node by a fixed amount (density step).
- (d) Subtract the effect of the modification of the geosection from the 2D surface gravity anomaly.
- (e) Repeat the steps (b):(c):(d) until residual anomaly changes less than a fixed predefined value.

Tests were done with synthesized data modeling the gravity of a prismatic body with dimensions $400\text{m} \times 400\text{m} \times 1,800\text{m}$ and mass density 5 g/cm^3 situated in a geosection with dimensions $4,000\text{m} \times 4,000\text{m} \times 2,000\text{m}$ and mass density zero (Figure 1).

We calculated several versions of the same model using discretization of geosection with spatial steps 400m, 200m,

100m and 50m, respectively with 11*11*6, 21*21*11, 41*41*21, and 81*81*41 nodes. Three values for the mass density step (point © of the algorithm) were used: 1g/cm3, 0.5 g/cm3 and 0.1 g/cm3. The ground surface 2D array was considered of the same scale as the 3D array.

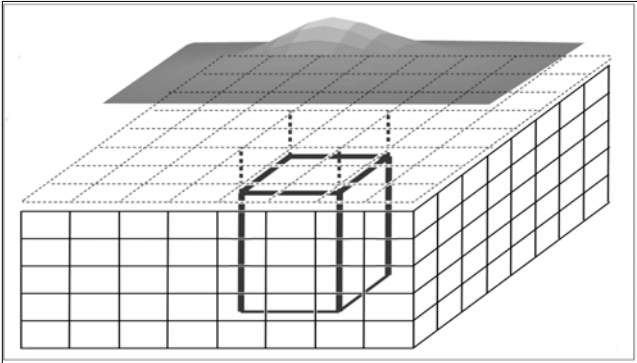


Figure 1 – anomalous prismatic body situated at the center of the geosection and related gravity anomaly.

A theoretical prediction for the number of iterations and the run-time is presented in [7]. The order of calculations for one iteration was predicted as $O(N^5)$, where N is the number of linear nodes of 3D geosection array.

Tests were done to evaluate the dependence by the size of the 3D array and the mass density step for following parameters:

- number of *iterations*
- least squared *error* (of the difference between field data and inverted model data)
- *effective runtime* (average processor time consumed by parallel threads – *user time* given by 'time' command divided by the number of cores)
- *real walltime* (difference between time start and the stop of the program)
- *effective walltime* (*real walltime* multiplied by the percentage of CPU as given by 'time' command)

The time was measured using the OpenMP `omp_get_wtime()` routine within the program; and running of the program via the 'time' command, which gave also the percentage of CPU consumed by the program.

Trend analysis was applied for the prediction of the runtime and walltime.

3. ANALYSIS OF RESULTS

The first group of tests was done in the HPCG cluster for a single core and 16 parallel hyper-thread virtual cores [7]. These tests permitted to evaluate the effect of mass density step in number of iterations and the error, presented in Figures 2a and 2b.

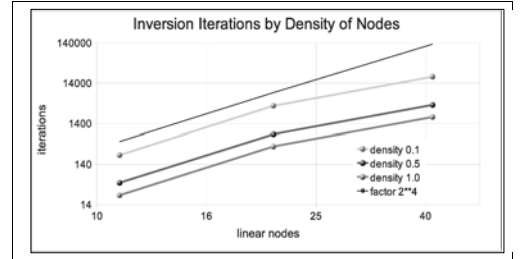


Figure 2a – variation of the number of iterations

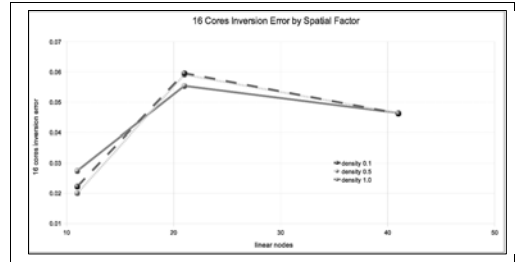


Figure 2b – variation of the error

The increase order of the number of iterations was expected $O(N^5)$ but resulted lower and decreasing with the increase of number of geosection nodes. The error resulted lower for small number of geosection nodes, indicating that the iterative process get “locked” in some local optimum.

As expected, the number of iterations increased with the decrease of the mass density step, but the least squared error of the approximation of field data with the anomaly of the inverted body showed insignificant influence from the mass density step. This fact was considered during the second group of tests in the NIIFI platform that permitted the use of up to 1024 nodes running OpenMP, using only the mass density step equal to 1 g/cm3.

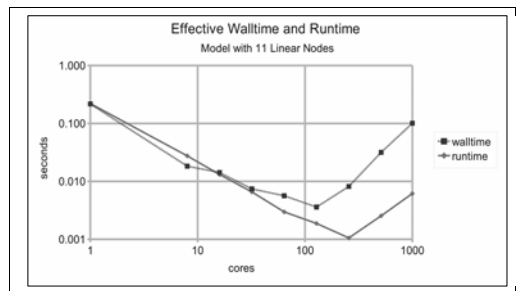


Figure 3a – walltime and runtime for 11 linear nodes

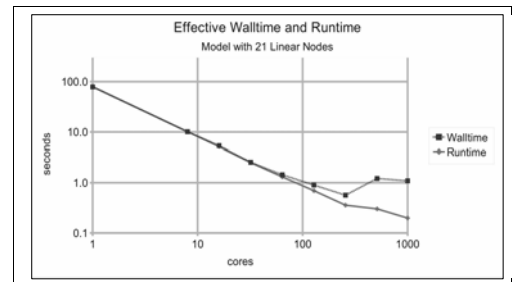


Figure 3b – walltime and runtime for 21 linear nodes

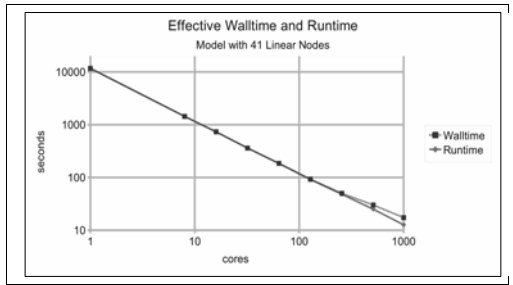


Figure 3c – walltime and runtime for 41 linear nodes

Comparison of *effective walltime* and *runtime* for three cases of 3D array with linear number of geosection nodes 11, 21 and 41 is given in respectively Figures 3a, 3b and 3c. The iterative process degenerates when small models are run using many cores due to the overhead of parallelization.

Variation of *effective runtime* from the number of cores is given in Figure 4a (the factor is $O(N/2)$), and from the size of the model in Figure 4b (the factor is $O(N^7)$).

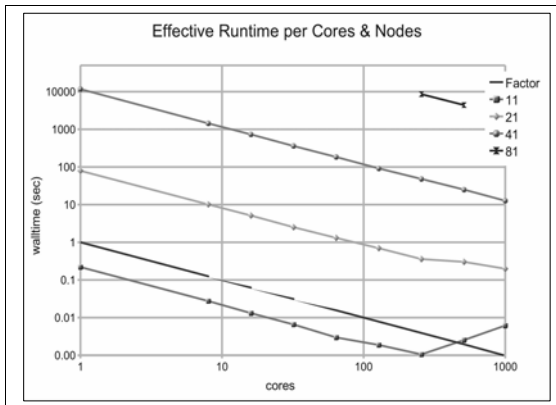


Figure 4a – Variation of runtime from number of cores

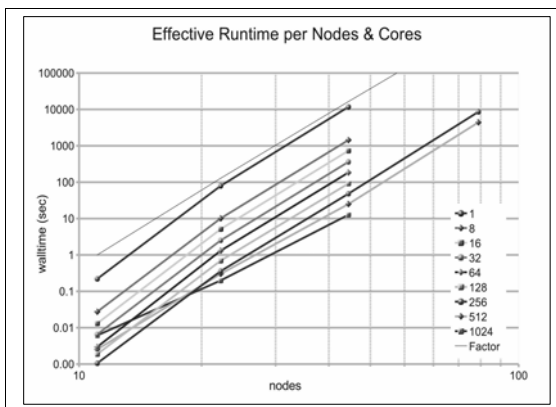


Figure 4b – variation of runtime from model size

The increase rate of walltime resulted not dependent from the number of cores, except the case of 1024 cores for small number of geosection nodes (due to the relative weight of parallelization overhead).

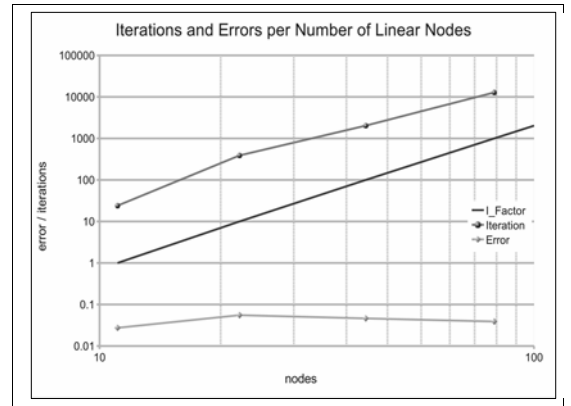


Figure 5 – Variation of iterations and errors

Number of iterations and the respective least squares errors are presented in Figure 5 (the factor is $O(N^{3.3})$), similar to that concluded from tests in HPCG for the number of iterations). The error resulted with the same pattern of variation, with the best value for the smallest number of geosection nodes.

Real walltime as the difference between the start and stop of the program was analyzed in order to predict the necessary time for calculations of the inversion in case of models with great number of geosection nodes (Figure 6).

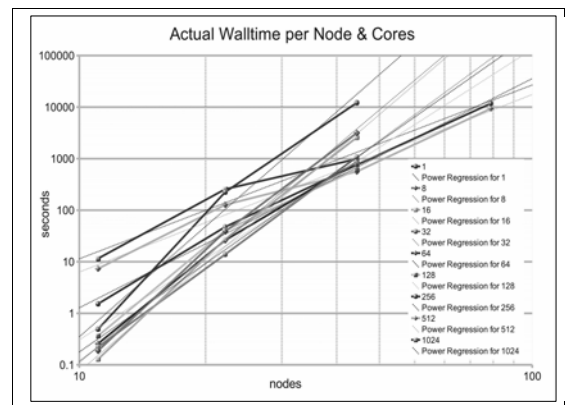


Figure 6 – real walltime per nodes and cores

We succeeded to run models with 531,441 nodes (81 linear nodes) using 256 and 512 cores only. The phenomenon of degradation of the iterative process for small models when too much nodes are used is visible in the figure, presented by crossing of trend lines.

4. CONCLUSIONS

The use of parallel systems resulted effective for geophysical inversion problems, in particular when physical fields as gravity are considered.

OpenMP resulted affective in programming but problematic in running because of scarcity of parallel systems that permit a great number of cores to share the same memory. It would be necessary to use techniques as MPI and CUDA in order to run inversion software in clusters and GPU systems.

It was not practically possible to run tests with great number of nodes, which would be necessary in case of geophysical problems related with thin geological structures that would require considerable number of cores and of processor time. In our models the best spatial resolution achieved was 50m (81 linear nodes) representing 1.25% of the size of the geosection.

The variations rate of iterations and runtime for different model sizes and number of processing cores resulted smaller than predictions, but variation of the least squares error did not followed the same patterns, indicating the negative influence of some local optimum. The parallelization overhead also negatively impacted the variation of the runtime for small models run in multiple processing cores.

The work was facilitated by parallel and supercomputing platforms made available in framework of HP-SEE project, and authors express their gratitude to teams from IICT-BAS and NIIFI for their support.

REFERENCES

- [1] J. Hadamard, Sur les problemes aux derivees partielles et leur signification physique. Bull Princeton Univ., 13, 1-20, 1902.
- [2] M. Sen, P. Stoffa, Global Optimization Methods in Geophysical Inversion. Elsevier Science 1995.
- [3] F. J. Wellmann, F. G. Horowitz E., Schill, K. Regenauer-Lieb' Towards incorporating uncertainty of structural data in 3D geological inversion. Elsevier Tectonophysics TECTO-124902, 2010. (retrieved on 07 Sept 2010) <http://www.elsevier.com/locate/tecto>.
- [4] B.V. Silva J., W. E. Medeiros, V. C. F. Barbosa, Gravity inversion using convexity constraint. Geophysics; January-February 2000; v. 65; no. 1; p. 102-112.
- [5] Zhou Xiaobing, 3D vector gravity potential and line integrals for the gravity anomaly of a rectangular prism with 3D variable density contrast. Geophysics; November-December 2009; v. 74; no. 6; p. I43-I53.
- [6] Zhou Xiaobing, Analytic solution of the gravity anomaly of irregular 2D masses with density contrast varying as a 2D polynomial function. Geophysics; March-April 2010; v. 75; no. 2; p. I11-I19.
- [7] N. Frasher, B. Cico, Analysis of the Convergence of iterative Gravity Inversion in Parallel Systems. ICT Innovations 2011 Conference, Macedonian Academy of Sciences and Arts (MANU), Skopje, 14-16 September 2011.
- [8] N. Frasher, S. Bushati, An Algorithm for Gravity Anomaly Inversion in HPC. SYNASC 2011 - 13th International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing, September 26-29, 2011, Timisoara, Romania.
- [9] J. A. Högbom, Aperture Synthesis with a Non-Regular Distribution of Interferometer Baselines. Astr. Astrophys. Suppl., 15 , 417, 1974.
- [10] W. Lowrie, Fundamentals of Geophysics. Cambridge University Press 2007.

IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA UPRAVLJANJE BEZBEDNOŠĆU INFORMACIJA U ZDRAVSTVENOJ USTANOVI THE IMPLEMENTATION INFORMATION SECURITY MANAGEMENT SYSTEM IN HEALTHCARE UNIT

Milovan Obradović, *Vojnomedicinska akademija, Beograd*

Sadržaj: *Uvođenje integrisanog sistema upravljanja treba da bude strateška odluka zdravstvene ustanove. Da bi zdravstvena ustanova efektivno funkcionisala, ona mora da utvrdi i da sprovodi upravljanje brojnim povezanim aktivnostima. Aktivnosti koriste resurse i upravljanje njima omogućava transformaciju ulaznih elemenata u izlazne. Dokumentacija integrisanog sistema upravljanja mora da sadrži politike, ciljeve, poslovnike, dokumentovane procedure i zapise i dr. koje je zdravstvena ustanova utvrdila kao neophodne da bi obezbedila efektivno planiranje, sprovođenje i upravljanje svojim procesima. Sistem za upravljanje bezbednošću informacija je jedan od standarda integrisanog sistema upravljanja. U ovom radu dati su neki aspekti implementacije sistema za upravljanje bezbednošću informacija u zdravstvenoj ustanovi.*

Abstract: *The implementation of the integrated management system should be a strategic decision of the healthcare unit. For the healthcare unit to function effectively, it has to determine and manage numerous related activities. Activities use resources and their management enables the transformation of input into output elements. The integrated management system documentation should include policies, objectives, manuals, documented procedures and records, determined by the healthcare units to be necessary to ensure the effective planning, operation and control of the processes. Information security management system is one of the standards of the integrated management system. This paper gives some aspects of the implementation of the information security management system in the healthcare unit.*

1. UVOD

Bezbednost informacija se definiše kao briga za njihovu poverljivost, celovitost i dostupnost. U uslovima tržišne konkurencije informacija predstavlja novac, uslov opstanka i prestiža za svaku instituciju. Međunarodni standardi koji se odnose na bezbednost informacija izrađeni su sa ciljem da se institucijama pomogne kod uspostavljanja sistema za upravljanje bezbednošću informacija. Subjekti sertifikovani po ovim standardima poseduju zvaničnu potvrdu usaglašenosti sa zahtevima međunarodnih normi i nacionalnog zakonodavstva. Standard ISO 27001:2005 je međunarodno priznat standard sistema za upravljanje bezbednošću informacija. On ima za cilj da na adekvatan način osigura kontrolu poverljivosti, integriteta i dostupnosti informacija o zainteresovanim stranama [1]. Kada je zdravstveni sistem u pitanju zainteresovane strane su pacijenti, zaposleni, institucije osiguranja, institucije za zaštitu zdravlja, ministarstvo zdravlja, dobavljači lekova i sanitetskih potrošnih materijala, poslovni partneri i dr.

Uvođenjem sistema za upravljanje bezbednošću informacija (eng. Information Security Management System - ISMS) zdravstvena ustanova se ozbiljnije shvata i postaje respektovana od svojih korisnika i poslovnih partnera. Time se uz uvedene ostale ISO standarde integrisanog sistema upravljanja (eng. Integrated Management System - IMS) još više unapređuje zadovoljstvo korisnika i svi procesi u zdravstvenoj ustanovi drže pod kontrolom. Informacije su najvrednija imovina organizacije i njihovo narušavanje predstavlja veliki gubitak.

Veliki problem leži u činjenici da se tzv. sajber-kriminal razvija brže od mera zaštite, pa je riziku izloženo i sve što zavisi od interneta. Privatni podaci, intelektualno vlasništvo,

infrastruktura, pa čak i vojna i nacionalna sigurnost ugroženi su zbog namernih napada, ali i sigurnosnih propusta nastalih iz nehata. Povrh toga, trenutna globalna ekonomska kriza povećava nivo ugroženosti, pa tradicionalni pristupi sigurnosti na internetu više nisu dovoljni. Rešenje leži u uspostavljanju jedinstvenih međunarodnih standarda zaštite koji se mogu uvesti na osnovu saradnje svih zainteresovanih strana - državnih uprava, privatnog sektora i građana.

Krajem dvadesetog veka u svetu je bio prisutan nagli razvoj informacionih tehnologija, čime je period industrijalizacije i razvoja mašina i tehnologija zamenjen periodom informacija. Rasprostranjenost informaciono komunikacionih tehnologija (IKT) je takva da se svuda a posebno u ekonomski razvijenim zemljama savremena informaciona rešenja koriste na svakom koraku i predstavljaju nezamenljivi resurs podrške.

Ukoliko zdravstvena ustanova ne poseduje jasan i sistematičan pristup u očuvanju bezbednosti informacija ona postaje ranjiva na sve interne i eksterne pretnje kojima je izložena. Čak su i slučajni nenamerni napadi na njene informacije od trećih lica podjednako opasni kao i napadi koji su namerno izvedeni. Interne pretnje su sve brojnije i ne manje opasne. Nemoguće je predvideti koji će napadi, kada, kako i na koje resurse i informacije uslediti. Organizovan, jasan i sistemski pristup može ostvariti potreban nivo bezbednosti koji zdravstvena ustanova želi.

U opasnosti po bezbednost informacija treba ubrojati i posledice izazvana lošim rukovanjem, strujnim ispadima i kvarovima i izmenama izazvanim namerno ili slučajno. Ubacivanje virusa u informacioni sistem zdravstvene ustanove, koji nije u potrebnoj meri zaštićen, može izazvati nesagledive i katastrofalne posledice i dovesti u pitanje njeno

dalje funkcionisanje. Polazeći od brzih promena u medicinskoj tehnologiji i sve većih doprinosa nauke savremenom lečenju, prirodna je potreba da zdravstvene ustanove stalno analiziraju zahteve korisnika, prate naučna i stručna dostignuća i uvode nove tehnologije koje su prihvatljive za korisnike zdravstvenih usluga, ne zanemarujući pri tome i aspekt bezbednosti informacija koje prate izvršenje zdravstvenih usluga. ISO 27001 ima za cilj da osigura sve neophodne kontrole u vezi sa strogo poverljivim, verodostojnim i ograničenim za pristup informacijama, u cilju zaštite informacija i podataka svih zainteresovanih strana. Da bi se sprečio gubitak ili neovlašćeno korišćenje informacija zdravstvenoj ustanovi je neophodan mehanizam osiguranja upravljanja informacijama koji uključuje integritet, definisane nivoe korišćenja i nivoe poverljivosti informacija. Implementacijom sistema zaštite i bezbednosti informacija ISO 27001 korisnicima zdravstvene zaštite i poslovnim partnerima se dokazuje odgovornost za bezbednost i zaštitu informacija. Kada govorimo o bezbednosti informacija misli se na njihovu zaštitu od svih i na svim nivoima zdravstvene ustanove bez obzira u kom su obliku informacije (elektronski, papirni, mikrofilmovani i dr.).

2. IMPLEMENTACIJA ISMS U ZDRAVSTVENOJ USTANOVI

Kada je zdravstvena ustanova u pitanju prirodno je da su ranije uvedeni, ili se skupa sa standardom ISO 27001 uvode i sledeći standardi, koji zajedno čine IMS zdravstvene ustanove:

- sistem menadžmenta kvalitetom (eng. Quality Management System - QMS), definisan serijom standarda ISO 9001,
- sistem menadžmenta zaštitom životne sredine (eng. Environmental Management System - EMS), definisan serijom standarda ISO 14001,
- sistem menadžmenta zdravljem i bezbednošću na radu (eng. Occupational Health and Safety Management System – OH&S), definisan standardom OHSAS 18001,
- sistem menadžmenta bezbednošću hrane (eng. Food Safety Management System – FSMS) definisan standardom ISO 22000 i analizu rizika i kritične kontrolne tačke (HACCP),
- za opšte zahteve za kompetentnost laboratorija za ispitivanje i laboratorija za etaloniranje, definisane standardom ISO/IEC 17025.

Ovakvim pristupom se redukuje obim dokumentacije jer postoje tzv. zajedničke procedure koje se odnose na sadržaj dokumentacije, upravljanje dokumentacijom, upravljanje zapisima, interne provere, preventivne i korektivne mere, preispitivanje od strane rukovodstva, internu komunikaciju, upravljanje ljudskim resursima, održavanje opreme i objekata, snabdevanje, školovanje i usavršavanje, upravljanje mernom opremom, praćenje i merenje zadovoljstva korisnika. U tom slučaju nije neophodna izrada poslovnika za upravljanje bezbednošću informacija.

U zdravstvenoj ustanovi standardom ISO 27001 specificiraju se zahtevi koji se odnose na uspostavu, primenu,

funkciju, praćenje, preispitivanje, održavanje i poboljšavanje dokumentovanog ISMS.

Na početku implementacije neophodno je da zdravstvena ustanova:

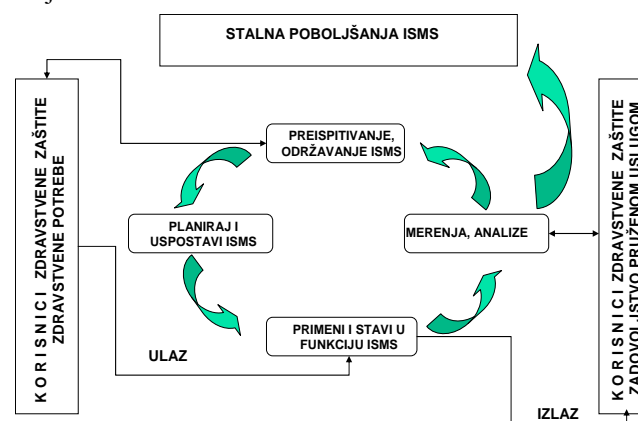
- definiše predmet i područje primene ISMS, specificirajući karakteristike poslovanja, organizaciju, medicinsku i drugu tehnologiju, podatke i informacije, informacioni sistem i njegove komponente, veze sa okruženjem, vrste i oblike čuvanja informacija i dokumentacije,
- definiše politiku i ciljeve ISMS sa merama za unapređenje sistema u pogledu poboljšanja bezbednosti informacija,
- na osnovu iskazanih zahteva kroz uspostavljanje politike ISMS vrši se definisanje kriterijuma za ocenu rizika (internih i eksternih), metode za ocenu rizika, nivou prihvatljivosti rizika i dr.
- izvrši identifikaciju rizika i uzroka njihovog pojavljivanja, njihovu analizu i vrednovanje.

Evidentno je da se tokom razvoja ovog standarda težilo na njegovoj kompatibilnosti sa standardom ISO 9001. U tom pravcu u ovom standardu je jasno istaknut i model standarda kroz PDCA (Plan-Do-Check-Act – planiraj-izvrši-proveravaj-deluj) ciklus stalnog unapređenja, što je logika IMS baziranog se na procesnom pristupu koji treba da obezbedi:

- niže troškove i kraće vreme za realizaciju procesa
- poboljšane, konzistentne i predvidive rezultate
- identifikovane i po prioritetu uređene mogućnosti za poboljšavanja,

što se obezbedjuje kroz sistemski pristup koji ima za cilj „identifikovanje, razumevanje i upravljanje sistemom međusobno povezanih procesa što doprinosi efikasnosti i efektivnosti organizacije u ostvarivanju svojih ciljeva“ [1,2].

Prema ISO 27001 grafička predstava procesnog pristupa data je na Slici 1.



Slika 1. Procesni pristup

Specifičnosti standarda ISO 27001 date su u poglavljima 4 – 8 koja se odnose na: ISMS, odgovornost rukovodstva, interne provere ISMS, preispitivanje ISMS od strane rukovodstva i unapređenja ISMS.

Standardom ISO 27001 sugeriše se primena procesnog pristupa [1] u razvoju, primeni i poboljšavanju efektivnosti ISMS. Ovaj pristup insistira na:

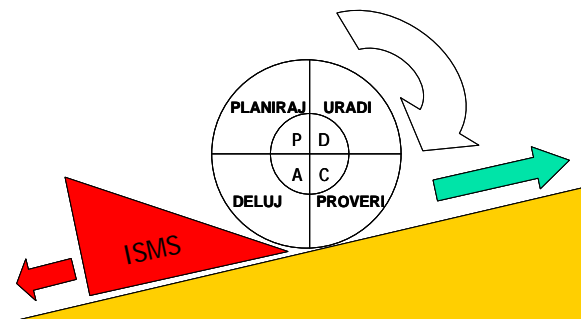
- identifikaciji skupa procesa u sistemu
- shvatanju međuzavisnosti procesa

- povezivanju procesa sa definisanim ciljevima ISMS
- merenju rezultata u odnosu na postavljene ključne ciljeve.

Na sve identifikovane procese može se primeniti PDCA metodologija koja obuhvata aktivnosti:

- planiranja, kojima se utvrđuju ciljevi, kriterijumi i metode za ocenu rizika i nivoa prihvatljivosti rizika i uspostavljaju procesi za dobijanje rezultata u skladu sa zahtevima korisnika i politikom organizacije
- izvršenja, kojima se sprovode planirani i utvrđeni ciljevi, izrađuju, uvode i primenjuju planovi za sniženje rizika, utvrđuje odgovornost, potrebna kompetentnost, dokumentacija i kontrola dokumenata, kontrola nad operacijama i spremnost na reagovanje u vanrednim situacijama i odgovor na njih vrši obuka i unapređuje svest o prihvatanju ISMS, upravlja resursima ISMS i dr.
- provere i preispitivanja, kroz praćenje i merenje efektivnosti uspostavljenih mehanizama, interne provere, vrednovanje usaglašenosti, preventivne i korektivne mere, način upravljanja zapisima kao i komparacije sa definisanim ciljevima, politikom i zahtevima,
- delovanja, kojima se preispitivanjem od strane rukovodstva definišu novi zahtevi za poboljšavanja efikasnosti i efektivnosti ISMS i proces vraća na početak.

Bolja ilustracija uspostavljanja, primene, praćenja i preispitivanja i poboljšavanja ISMS ilustrovana je na Slici 2. Evidentno je da tzv. „Demingov krug“ treba stalno potiskivati naviše dajući mu potporu kroz ISMS ali i celim integrisanom sistemom upravljanja.



Slika 2. Potpora ISMS integrisanom sistemu upravljanja

Primena IKT se svakim danom sve više regiliše na nacionalnom nivou zakonima, uredbama i uputstvima kojima se propisuje nivo informacione bezbednosti. Normativna regulativa je opšteg tipa i definiše zahteve koji su obavezni za sve institucije. Nezaštićeni sistemi su podložni svim vrstama pretnji, kao što su računarski potpomognute prevare, sabotaze i virusi. Te pretnje mogu biti interne ili eksterne, slučajne ili zlonamerne. Povrede informacione bezbednosti mogu dovesti do pristupa, krađe, oštećenja ili gubljenja vitalnih informacija. Svaka institucija koja je implementirala ISMS želi da pokaže koliko se informacije ozbiljno koriste, distribuiraju i koliko se dobro njima upravlja.

Implementacija ISMS se mora dobro isplanirati i zahteva koordinaciju konsultanata i rukovodstva organizacije. To će garantovati primenljivost ISMS-a i njegovu adekvatnost veličini i organizacionoj strukturi zdravstvene ustanove.

3. DOKUMENTACIJA ISMS

Osnove ISMS koje definišu predmet i područje primene i odgovarajuća terminologija usklađeni su sa standardom ISO 9001. U cilju precizne upotrebe dokumentaciju ISMS dajemo kratke definicije osnovnih termina [1,3]:

- Politika kvaliteta je dokument koji predstavlja sveobuhvatne namere i način vođenja organizacije kako to zvanično izražava najviše rukovodstvo.
- Ciljevi kvaliteta su sve ono šta se traži ili želi postići u vezi sa kvalitetom. Ciljevi kvaliteta se, u principu, zasnivaju na politici kvaliteta i u obliku dokumenta preciziraju rezultate koje treba ostvariti u određenom vremenskom periodu (najčešće godinu dana).
- Proces predstavlja skup međusobno povezanih ili delujućih aktivnosti koji pretvara ulazne elemente u izlazne.
- Poslovnik je dokument kojim se definiše sistem ili deo sistema IMS organizacije.
- Procedura je dokument koji na utvrđeni način definiše obavljanje neke aktivnosti ili procesa.
- Uputstvo predstavlja dokument kojim se daju preporuke i sugestije ili detaljno opisuje neka aktivnost ili proces.
- Zapis je dokument kojim se iskazuju dobijeni rezultati ili daju dokazi o izvršenim aktivnostima.
- Poverljivost, osobina da informacija nije stavljena na raspolaganje i da nije otkrivena neovlašćenim licima.
- Raspoloživost, osobina da je informacija dostupna i upotrebljiva ovlašćenim subjektima.
- Integritet, osobina zaštite ispravnosti i kompletnosti.
- Analiza rizika, sistemski pristup korišćenja informacija radi identifikovanja izvora i procenjivanje rizika,
- Ocenjivanje rizika, proces analize i vrednovanja rizika.
- Upravljanje rizikom, koordinirane aktivnosti za usmeravanje i kontrolu rizika.

Šta je i čemu služi dokumentacija integrisanog sistema upravljanja? Može se smatrati da je dokumentacija jedna vrsta vodiča za sve one koji je koriste i dokaz o ispunjavanju zahteva koje postavlja dati standard. Dokumentacija IMS u zdravstvenoj ustanovi mora da sadrži sledeća dokumenta: politike, ciljeve, poslovnik (e), dokumentovane procedure i zapise koji su definisani kao neophodni za efektivno planiranje, sprovođenje i upravljanje procesima.

Zdravstvena ustanova u IMS može imati veći ili manji broj procedura u zavisnosti od toga koliko su procesi složeni i kakvo je upravljanje za njih potrebno. Za zdravstvenu ustanovu tipa doma zdravlja, specijalističku polikliniku ili stacionarnu zdravstvenu ustanovu broj procedura može se u IMS kretati u intervalu 50 – 150. Postoje dve vrste procedura: obavezne zahtevane od standarda i ostale koje definiše ZU za efektivno planiranje, izvođenje svojih procesa i upravljanje njima [4].

Kod definisanja i izrade dokumentacije IMS u ZU treba naći meru kako sistem upravljanja ne bi bio prekomerno dokumentovan a time i dosta samoograničen. Dokumentacija treba da bude „skrojena“ prema potrebama ZU. Polazna je pretpostavka da ZU ima dokazano kompetentne izvršioce za sve poslove koji se u njoj obavljaju.

4. EFEKTI PRIMENE ISMS

Standard ISO 27001 je značajan standard za institucije i organizacije koje se bave uslugama u oblastima koje su na bilo koji način povezane sa IKT i imaju potrebu za očuvanjem poverljivosti informacija. Ovim standardom organizacije demonstriraju svojim korisnicima i ostalim zainteresovanim stranama da funkcionišu putem poslovnih procesa baziranih na sigurnosti informacija i da je poslovna politika usmerena na stalna poboljšavanja ISMS i procesima pružanja usluga povezanim sa njime.

Značajne su koristi koje uspostavljanjem standarda ISO 27001 ostvaruje zdravstvena ustanova. Najbitnije su:

- poverenje kod postojećih i budućih korisnika zdravstvene zaštite,
- obezbeđenje konkurentne prednosti nad zdravstvenim ustanovama koje još uvek nisu uvele ovaj standard,
- poverenje kod poslovnih partnera, drugih zdravstvenih ustanova istog ili različitih nivoa zdravstvene zaštite,
- povezivanje procesa i svih informacionih tokova,
- poverenje u informacioni sistem zdravstvene ustanove,
- postojanje jasne odgovornosti za bezbednost informacija od strane svih na svim nivoima u zdravstvenoj ustanovi.
- obezbeđuje se da zdravstvena ustanova ima komplementaran sistem sa pravnom regulativom koja se odnosi na bezbednost informacija,
- transparentnost u pružanju usluga korišćenjem pouzdanih informacija,
- bolje razumevanje poslovnih procesa i podataka koji nastaju ili se koriste
- veći stepen fakturisanja izvršenih usluga,
- stalna poboljšanja i smanjenje grešaka,
- obezbeđenje integriteta podataka,
- selektivni pristup podacima o licima i bolestima,
- objektivni dokazi o ispunjenosti postavljenih zahteva
- razvijanje svesti zaposlenih u zdravstvenoj ustanovi o značaju zaštite informacija,
- preventiva u odnosu na rizike i stvaranje uslova za njihovo smanjenje,
- obezbeđuje se i sistem koji je posebno orijentisan na upravljanje rizikom i kroz upravljачke aktivnosti, smanjenje rizika na dozvoljenu i minimalnu meru,
- ostvaruje se mehanizam za jasno vidljive i opipljive dokaze o smanjenju troškova kroz bolje upravljanje rizikom i smanjenje značaja uzročnika grešaka,
- ostvaruje se lakši proces monitoringa kroz smanjenje radnih napora i primenu sistema samostalnih provera,
- smanjenje incidenata i bolje razumevanje uzročnika.

Da bi navedeni efekti došli do punog izražaja potrebno je u zdravstvenim ustanovama gde u većoj meri primenjene IKT bez obzira što je zaštita koncipirana prema strogim pravilima [5], tokom implementacije ISMS analizirati predviđene mere zaštite i uasglasiti ih sa zahtevima standarda ISO 27001. Ukoliko je informacioni sistem u razvoju ili se radi njegov reinženjering neophodno je kod implementacije ISMS učiniti jedan korak nazad radi provere obaveza koje moraju biti ispunjene i shodno tome preduzeti mere da se sprovedu potrebne izmene.

5. ZAKLJUČAK

Standard ISO 27001 sve više dobija na značaju s obzirom na brzi razvoj informacionih tehnologija i sve veću primenu u svim sferama čovekovog rada i delovanja. Standard informacije tretira kao imovinu i daje osnovne smernice za njeno očuvanje, bezbedno upravljanje i upotrebu. Primena standarda posebno je namenjena organizacijama koje u svom poslovanju imaju interne i/ili eksterne informacione sisteme, podatke koji su poverljivi i čije funkcionisanje poslovnih procesa bitno zavisi od informacionog sistema. Zdravstvene ustanove su zbog svega toga pravo područje za njegov uvođenje. Savremena poslovna praksa pokazuje da se, danas, sigurnost informacija ne tiče samo informacionog sistema već kompletnog poslovanja zdravstvene ustanove. Standard ISO 27001 treba tretirati kao smernice i preporuke za obezbeđenje sistema upravljanja bezbednošću informacija. Njegovom primenom se svaki sistem fokusira na stalna poboljšavanja i smanjenje troškova, eliminisanje uzročnika grešaka i svođenje rizika po bezbednost informacija na razumnu meru.

Implementacijom sistema za upravljanje bezbednošću informacija u skladu sa standardom ISO 27001 zdravstvena ustanova želi da osigura zaštitu informacija kojima raspolaže, korišćenjem kontrole koje su prihvaćene u najvećim i najuspešnijim poslovnim sistemima. Uvođenje interneta, intraneta, elektronskog poslovanja itd. značajno je povećalo sposobnost organizacija da obavlja poslovne aktivnosti i da brzo reaguju na stalne promene koje se dešavaju u okruženju.

Problem zdravstvenih ustanova ali i drugih organizacija predstavlja i nedostatak pravih stručnjaka za bezbednost informacija. Ovim poslom uglavnom se bave informatičari koji su upućivani na stručna usavršavanja ili su to radili samostalno prateći i primenjujući novosti iz ove oblasti. Poslovi upravljanja bezbednošću informacija traže profesionalce koji će se kontinuirano obrazovati, pratiti novosti iz sfere bezbednosti informacija, imati potrebna informatička znanja i sposobnosti da prate razvoj novih tehnologija, pojave novih ranjivosti i rizika, zakonsku regulativu i međunarodne norme iz oblasti bezbednosti informacija.

LITERATURA

- [1] *ISO 9001:2008, Quality management systems – Requirements*, London: ISO/TC 176, 2008.
- [2] *ISO 9000:2005, Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*, London: ISO/TC 176, 2005.
- [3] *ISO 27001:2005, Information Security Management Systems – Requirements*, London: ISO/TC 176, 2005.
- [4] M. Obradović, "Model podataka za održavanje dokumentacije sistema kvaliteta u zdravstvenoj ustanovi", *Zbornik radova sa XV naučno stručnog skupa – IT "10*, Žabljak: 2010.
- [5] C.W. Hanson, *Healthcare Informatics*, New York: McGraw-Hill, 2006.

OBJEKTNO-RELACIONA RAZLIKA IMPEDANSI OBJECT-RELATIONAL IMPEDANCE MISMATCH

Miloš Mijatović, Igor Đurović, Elektrotehnički fakultet Podgorica

Sadržaj: Najveći broj kompleksnih, modernih, poslovnih aplikacija se implementira korišćenjem popularnih objektno orjentisanih jezika, kao što su C# ili JAVA, dok se za skladištenje podataka dominantno koriste RDBMS-ovi (Sistemi relacionih baza podataka). Međutim, korišćenje ove dvije tehnologije u simbiozi nije trivijalno zbog njihovog različitog pogleda na podatke. Relacione baze podataka se primarno fokusiraju na same podatke, dok objektno orjentisani sistemi po definiciji integrišu podatke i ponašanje (kôd). Čitava objektno orjentisana filozofija protivrječi razdvajanju podataka i ponašanja koje je tako centralno za sisteme baza podataka. Ova razlika se naziva Objektno-relaciona razlika impedansi.

Naš cilj je da objasnimo ovu razliku i ukažemo na neke mogućnosti njenog prevazilaženja, kao i neke alternative za skladištenja podataka.

Abstract: The largest number of complex, modern, business applications are implemented using popular object-oriented languages such as C# or Java, while persistence is usually done using RDBMS (Relational Database Management Systems). However, using these two technologies in symbiosis is not trivial because of their different views on data. Relational databases focus primarily on data, while object-oriented systems, by definition, integrate data and behavior (code). The whole object-oriented philosophy contradicts the separation of data and behavior that is so central to database systems. This difference is called Object-relational impedance mismatch. Our goal is to explain this difference and point out some of the possibilities of it's overcoming, as well as some alternatives for persistence.

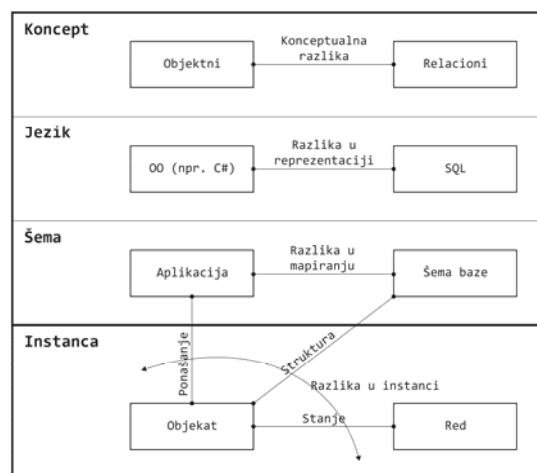
1. UVOD

Objektni i relacioni sistemi su zasnovana na različitim premisama. Relacioni sistemi baza podataka su dizajnirani tako da zahtjev očekuju u formi SQL upita. Taj SQL upit može predstavljati zahtjev za određenim setom podataka ili može predstavljati operaciju nad setom podataka. Argument SQL upita je, svakako, set podataka. U objektnim sistemima situacija je posve drugačija. Podaci i operacije nad njima su isprepleteni i neodvojivi jedni od drugih. Prilikom čuvanja stanja objekta, čitav sistem (objektno-relacioni) mora uzeti u obzir ovu neodvojivost.

Jedno od predlaganih rješenja koje je ciljalo na zaobilazanje pomenute razlike impedansi bili su objektno-orjentisani sistemi baza podataka. Ovi sistemi su nudili direktno i transparentno skladištenje podataka za objekte u objektno-orjentisanim aplikacijama. Međutim, oni nijesu zaživjeli iz više razloga: inertnost velikih kompanija čiji su sistemi već bili zasnovani na RDBMS-ovima, nejasan i neprecizan matematički model na kojem su zasnovani za razliku od RDBMS-ova, i nedovoljna efikasnost prilikom izdavanja upita u odnosu na RDBMS-ove.

Objektno orjentisani sistemi karakterišu četiri osnovne komponente: identitet, stanje, ponašanje i enkapsulacija. Identitet je kod objektno orjentisanih sistema implicitni koncept koji je predstavljen činjenicom da svaki objekat posjeduje jedinstveni identitet koji ne zavisi od njegovog stanja (vrijednost njegovih internih članova). Dva objekta sa istim stanjem su ipak različiti iako su identične kopije jedan od drugog. Ovo predstavlja problem „identitet protiv jednakosti“ koji se kod modernih OO jezika (C#, Java) manifestuje time što $a == b$ nije uvijek isto što i

$a.Equals(b)$. Ponašanje objekta je skup operacija kojima je moguće ispitati ili izmijeniti stanje objekta, te manipulirati istim. Enkapsulacija je princip po kojem objekti ne omogućavaju direktan spoljni pristup svojim detaljima, već izlažu određeni skup operacija i svojstava kojima kontrolisano diktiraju pristup svojim detaljima. Odatle se dalje mogu izvesti drugi koncepti poput tipa (formalne deklaracije stanja i ponašanja objekta), asocijacije (koje omogućavaju tipovima da referenciraju jedan drugog preko laganih referenci (pokazivača) umjesto kompletnog kopiranja po vrijednosti), zatim nasljeđivanje (mogućnost objekata da se poveže sa drugim, uključujući na taj način kompletno stanje i ponašanje drugog objekta kao dio sebe) i polimorfizma (mogućnosti da se ponašanje objekta diktira tipom objekta nad kojim se izvršavaju operacije a ne tipom promjenljive nad kojom se vrše operacije).



Slika 1. Objektno relaciona razlika impedansi

Relacioni sistemi opisuju način skladištenja informacija i njihovog naknadnog pretraživanja zasnovanog na teoriji skupova i logici predikata (funkcija koja vraća bool vrijednost). Ukratko, svaki red unutar tabele predstavlja istinitu činjenicu, a SQL omogućava korišćenje tih činjenica koristeći logiku predikata kako bi se vršila zaključivanja. Relacioni model je definisan relacijama, atributima, skupovima vrijednosti, relacionim vrijednostima i relacionim promjenljivima. Relacija je, u srži, forma istinite izjave sa činjenicama (atributima) koje daju značenje izjavi. Na primjer, možemo definisati relaciju LICE kao {JMB, IME, DRZAVA} koja kaže da „postoji LICE sa jedinstvenim matičnim brojem JMB koji živi u državi DRZAVA i zove se IME. U relaciji, raspored atributa je apsolutno nebitan, jer prošlu rečenicu (istinu) možemo iskazati na više načina a da istinu ne promijemo. Skup vrijednosti (eng. tuple) je istinita izjava u kontekstu relacije, skup vrijednosti koji se poklapaju sa skupom obaveznih atributa relacije kao npr. {LICE JMB='0412981210022' IME='Marko Marković' DRZA-VA='Crna Gora'}. Ono što je vrlo bitno je to da su dva skupa vrijednosti identična ukoliko pripadaju istoj relaciji i imaju iste vrijednosti atributa. Relaciona vrijednost je, prema tome, kombinacija relacije i nekoliko skupova vrijednosti koji pripadaju toj relaciji, a relaciona promjenljiva je varijabla relacione vrijednosti.

Relacione varijable se obično nazivaju tabelama, skupovi vrijednosti redovima a atributi kolonama, dok se kolekcija relacionih varijabli naziva baza podataka.

2. JEDINSTVENOST (IDENTITET)

Kod objektnog modela, objekti unutar aplikacije su posjeduju implicitni identitet (OID – Object Identifier), i taj identitet je obično zasnovan na lokaciji objekta u memoriji (this pokazivač). Kod relacionog modela, identitet predstavljaju same činjenice, tj stanje reda. Dva objekta, iako su identična po vrijednosti ($a == b$) nikada nisu potpuno identična ($a.Equals(b) = false$).

Uzmimo za primjer gornju relaciju LICE, definisanu u tabeli LJUDI:

```
CREATE TABLE LJUDI
(
    JMB CHAR(13) PRIMARY KEY,
    IME VARCHAR(32),
    DRZAVA VARCHAR(32)
)
```

i odgovarajuću klasu Lice:

```
class Lice
{
    string JMB;
    string IME;
    string DRZAVA;
}
```

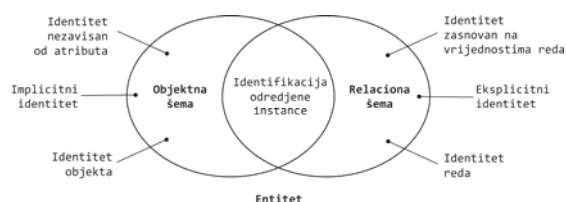
Pošto objekat klase Lice posjeduje implicitni identitet (OID), isti se ne mora eksplicitno definisati unutar klase. Zbog toga klasa Lice ni nema definisano polje OID. Vrijednost OID-a je nezavisna od vrijednosti ostalih polja

klase. To znači da, iako je JMB vrijednost jedinstvena u svojoj oblasti važenja, OID vrijednost neće biti zasnovana na njoj. OID je jedinstven u prostoru izvršavanja aplikacije i zasnovan je na memorijskoj adresi objekta. OID garantuje jedinstvenost objekta. Dva objekta sa istim vrijednostima atributa su različita ako posjeduju različit OID. Isto tako, promjenom bilo kojeg atributa objekta, ne možemo promijeniti njegov OID.

Nasuprot objektu, identitet reda u bazi podataka je definisan samim vrijednostima reda. To znači da je identitet reda zavisan od njegovih vrijednosti. Jedna tabela baze podataka ne bi trebala da sadrži dva reda sa istim vrijednostima, jer su onda ta dva reda identična i RDBMS ne posjeduje mehanizam da razlikuje jedan od drugog. Ova situacija se smatra neispravnom, jer nosi redundansu i može izazvati greške. Ona se može izbjeći nametanjem ograničenja primarnog ključa. Primarni ključ nije neophodan da bi se red jedinstveno identifikovao, ali obezbjeđuje kraću formu referenciranja reda i ograničava identitet reda samo na one kolone koje se nalaze u ključu. U našem slučaju, pošto je primarni ključ sadrži samo jednu kolonu, JMB, to u tabeli LJUDI ne mogu postojati dva reda sa istim vrijednostima kolone JMB, tj. identitet reda je definisan vrijednošću JMB.

Na slici 2. je prikazan dijagram jednakosti objektnog i relacionog modela. Sa slike se vidi da postoji jako malo sličnosti između OID-a i primarnog ključa JMB. Jedina semantička sličnost je to što oboje obezbjeđuju identitet u svojim modelima. Štaviše, OID nije osnovni koncept objektnog modela, već je to više potreba OO jezika višeg nivoa. Konceptualno, objekat je jedinstven sam po sebi, tako da nema potrebu za OID-jem. Slično tome, primarni ključ jedinstveno identifikuje red, a red je već, po definiciji, jedinstven. Tako, imamo objekat i red, oni su konceptualno jedinstveni, ali nemaju zajedničku osnovu za tu jednakost.

Kako onda izjednačiti objekat i red? OID vrijednost je jedinstvena samo u prostoru izvršavanja jedne aplikacije. Jednakost između OID-a i primarnog ključa može biti samo privremena, tako se OID ne može iskoristiti kao primarni ključ tabele. Osim toga OID činjenično ne doprinosi relaciji kojoj se priključuje. Jedno od rješenja je to da relacioni model implementira neki koncept jedinstvenog identifikovanja svakog reda (obično neka vrsta auto-increment kolone koja ne nosi nikakvu informaciju, tj. činjenicu, tj. redundantna je, već postoji iz jednog jedinog razloga – identifikovanja reda) koji će trajno izjednačavati objekat i red.



Slika 2. Identitet objekta i reda

3. MAPIRANJE OBJEKTA I TABELE

Nakon što izjednačimo objekat i red nailazimo na problem mapiranja objekta u tabelu, u situacijama kada se koristi objekat na strani aplikacije, dok se njegova stanja čuvaju u relacionim tabelama. U jednostavnim situacijama sve se čini vrlo očigledno: klase odgovaraju tabelama, dok polja klase odgovaraju kolonama tabele. Čak se i domeni poklapaju: VARCHAR odgovara string-u, INTEGER odgovara int-u, itd. Tada ima smisla za svaku klasu koju u aplikaciji definisati odgovarajuću tabelu u bazi. Ili, ukoliko već postoji šema baze, definisati klase koje odgovaraju tabelama.

Međutim, koncept nasleđivanja, koji je jako čest i koristan u aplikaciji, je vrlo teško reprodukovati u relacionom modelu. Postoje tri uobičajena metoda za implementiranje nasleđivanja u relacionom modelu. To su Tabela-Za-Tip (Table-Per-Type – TPT), Tabela-Za-Konkretni-Tip (Table per Concrete Type – TPC) i Tabela-Za-Hijerarhiju (Table-Per-Hierarchy – TPH). Svaki od ovih metoda ima svoje prednosti i mane.

Tabela-Za-Tip metod je najlakši za razumijevanje jer on cilja da minimizuje sintaksičku razliku između objektnog i relacionog modela: svaka klasa iz objektnog modela ima odgovarajuću tabelu u relacionom modelu, a izvedeni objekti se sklupaju korišćenjem JOIN-ova. Uzmimo za primjer tri tabele (tri nivoa nasleđivanja): Lice -> Radnik -> Direktor. Svaka od tabele mora sadržati primarni ključ (koji ne postoji u objektu) kako bi svaka tabela niže u lancu nasleđivanja mogla referencirati svoji osnovnu tabelu uz pomoć stranog ključa. Razlog za ovo je očigledan: Objekat klase direktor sadrži sva polja definisana u svojoj klasi i u svim svojim osnovnim klasama, i takođe sadrži pokazivač na tabelu metoda kompletne hijerarhije. Iz toga se zaključuje da stanje strukture u bazi koja odgovara objektu klase Direktor čine stanja sve tri tabele. Da bi se, na osnovu podataka u tabelama, kreirao u radnoj memoriji objekat klase Direktor potrebno je izdati najmanje tri JOIN naredbe.

Ovaj način mapiranja objekta u tabele je najlakši za razumijevanje, ali je takođe i najmanje efikasan. Jedan običan zahtjev „Nadi sva lica“ znači da upit mora pronaći sve redove tabele Ljudi, a potom izvršiti, sa stanovišta performansi, skupe JOIN naredbe nad ostalim tabelama baze, kako bi formirao kompletne objekte.

Druga dva načina su kompleksnija, ali i efikasnija u radu sa relacionim podacima. Oni ili kreiraju po jednu tabelu za konkretnu (najviše izvedenu klasu) ili kreiraju samo jednu tabelu za kompletnu hijerarhiju. Tada se obično u tabelama kreiraju diskriminatorske kolone, na osnovu čije vrijednosti se zaključuje koji red tabele pripada kojoj klasi, pošto se sada sve klase smještaju u istu tabelu. U ovim slučajevima se dobitak sa stanovišta efikasnosti kompezuje uvođenjem denormalizacije i njenih nedostataka, koji se manifestuju velikim brojem praznih kolona koje iziskuju NOT NULL ograničenje, a koje dalje onemogućavaju moćna ograničenja integriteta koja nude RDBMS-ovi, što je posebno bitno za velike količine podataka.

4. ASOCIJACIJE

U relacionim sistemima asocijacije se realizuju konceptom stranih ključeva. Ove veze nijesu direkcione po prirodi, već se pristupanje povezanim redovima vrši uz pomoć JOIN operatora. Strani ključ se uvijek nalazi u asocijiranoj tabeli (tabela na ∞ strani veze), tako da se može reći da ona, na neki način, referencira asocijatora (tabela na 1 strani veze), iako je za pristup podacima iz bilo kog smjera neophodan JOIN operator.

Kod objektnih sistema, asocijacije su realizovane putem klasičnih referenci, koje su direkcione po prirodi. To znači, ukoliko asocijator želi imati pristup asocijiranom onda on mora čuvati referencu na istog, ili listu referenci ukoliko je kardinalitet asocijiranog m tipa. Isto važi i u suprotnom smjeru, asocijirani mora čuvati referencu na asocijatora. Ove reference se moraju eksplicitno definisati.

CREATE TABLE LJUDI (JMB CHAR(13) PK, IME VARCHAR(32), DRZAVA VARCHAR(32))	Class Lice { string JMB; string IME; string DRZAVA; List<Adresa> Adrese; - ref. }
CREATE TABLE ADRESE (IDADRESA int, JMB CHAR(13) - FK ULICA VARCHAR(32) GRAD VARCHAR(32))	class Adresa { int IdAdresa; string JMB; string Ulica; string Grad; Lice Lice; - ref. }
Relacioni model	Objektni model

5. KONKURENTNOST

Jedna od osnovnih mogućnosti RDBMS-ova je mogućnost rada u višekorisničkom okruženju. U relacionom modelu to se postiže implementiranjem ACID principa uz pomoć transakcija.

Aplikacije, sa druge strane, ne rade direktno sa podacima, već rade sa kopijom podataka koje se učitavaju iz baze (pogled na podatke – „data view“). Svaka aplikacija ima svoju kopiju podataka, tako da korisnik efektivno ne vrši operacije nad podacima u bazi podataka, već nad svojom kopijom. Šta se dešava ukoliko više korisnika ima učitani isti zapis, izvrši određene izmjene i pokuša da ih sačuva nazad u bazu? Tada se obično se primjenjuje ili pesimistički ili optimistički pristup. Pesimistički pristup znači da, kada korisnik na strani aplikacije edituje red, red postaje zaključan za sve ostale korisnike, dok god on ne završi sa editovanjem reda. Ovaj postupak je dobar sa strane eliminisanja konkurentnosti ali je vrlo skup i nepraktičan sa strane performansi. Optimistički pristup ne vrši zaključavanje, ali prilikom upisivanja izmjena u bazu podataka (izdavanje UPDATE naredbe) vrši upoređivanje trenutnih vrijednosti reda sa vrijednostima reda kada su pročitani (upoređivanje je moguće vršiti nad svim kolonama ili samo nad određenim, koje su bitne sa stanovišta konkurentnosti). Ukoliko je detektovana promjena kod neke od kolona, onda se

zaključuje da je zapis u međuvremenu promijenjen i baca se izuzetak, tako da korisnik mora ponovo izvršiti editovanje.

6. UČITAVANJE (INSTANCIRANJE) OBJEKATA

U SQL jeziku je savršeno ispravno napisati `SELECT JMB FROM LJUDI` vršeći pritom projekciju tabele LJUDI u novi set relacija koje sadrže samo jedan atribut, atribut JMB. Objekat Lice, međutim, ne može postojati parcijalno. Da bi se konstruisao objekat Lice moramo obezbijediti vrijednosti za sva polja tog objekta ili određena polja moraju biti referentnog tipa ili na neki drugi način biti u stanju prihvatiti NULL vrijednost. Potreba za parcijalnim učitavanjem objekta proističe iz potrebe za efikasnijim korišćenjem mrežnih resursa. Recimo da redefinišemo relaciju LICE tako da sada izgleda: {JMB, IME, DRZAVA, SLIKA} gdje je SLIKA atribut tipa VARBINARY ili BLOB koji sadži fotografiju lica. Ukoliko korisnik zatraži listu lica iz tabele LJUDI bilo bi neefikasno istovremeno dovlučiti i njihove fotografije, već fotografiju treba učitati kada korisnik eksplicitno ili implicitno (izabere određeno lice u korisničkom interfejsu) to uradi. Isti je slučaj i sa povezanim objektima. Učitavanjem liste lica ne treba učitavati i njihove adrese, već treba učitavati adrese svakog lica posebno, po potrebi, koristeći na taj način mrežne resurse mnogo efikasnije.

7. ALTERNATIVE

Kao alternativa RDBMS-ovima u zadnje vrijeme se pojavljuje veliki broj NoSQL baza podataka. NoSQL baze podataka imaju za cilj da (osim minimizacije objektno relacione razlike impedansi) adresiraju ona polja od interesa na kojima RDBMS-ovi ne briljiraju. Neke od najkarakterističnijih osobina RDBMS-ova su pouzdanost koja se ogleda u implementaciji ACID principa i eliminisanje redundantnosti podataka putem normalizacije. Na ovaj način RDBMS-ovi dobijaju na kompleksnosti a gube na performansama pogotovo kada rade nad velikim količinama podataka. Osim toga, NoSQL baze podataka ne zahtijevaju fiksne šeme i obično teže da eliminišu JOIN operacije koje su jedne od najskupljih sa stanovišta performansi. Sva ova poboljšanja idu nauštrb relaksiranja ACID principa i implementiranjem denormalizacije.

NoSQL baze podataka se ciljano fokusiraju na specifične primjene, tako da postoje kategorije NoSQL baza prema njihovim primjenama. Evo nekoliko najzastupljenijih:

- Key/Value NoSQL baze podataka – Najjednostavnija varijanta. Key ima ulogu primarnog ključa, dok je value neki objekat čija je struktura nepoznata. Karakteriše ih izuzetno brza pretraga i podržavaju RESTful servise (get, put, delete na osnovu ključa);

- Document Store NoSQL baze podataka – Korak naprijed u odnosu na key/value baze podataka jer je value objekat koji nije crna kutija za sistem već je definisana njegova struktura i sistem može na osnovu nje vršiti operacije.
- Column-Oriented NoSQL baze podataka – I kod ovih sistema najmanja jedinica čuvanja podataka je key/value par. Ovdje je value obično neki od jednostavnih domena (string, int). Međutim, ove najmanje jedinice se mogu dalje grupisati u familije kolona. Familije kolona su takođe key/value par, gdje je key primarni ključ a value skup key/value parova.

8. ZAKLJUČAK

Upoređivanjem objektnog i relacionog modela mogu se primijetiti nekoliko konceptualnih razmimoilaženja koje sačinjavaju „Objektno-relacionu razliku impedansi“. Objekti uključuju i stanje i ponašanje i mogu se jedinstveno identifikovati nezavisno od svog stanja dok redovi baze podataka ne sadrže ponašanje i identifikuju se svojim stanjem. Objekti komuniciraju među sobom pojedinačno razmjenjujući poruke, dok se operacije nad relacionim bazama podataka mogu vršiti samo nad skupovima podataka. ORM (Object Relation Mapping) alati imaju za cilj da izjednače pomenutu razliku impedansi, a NoSQL baze podataka nude skladištenje podataka bez razlike impedansi, ali imaju specifičnu primjenu.

LITERATURA

- [1] E. F. Codd. The relational model for database management: version 2. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 1990.
- [2] C.J. Date, Hugh Darwen. Foundation for Object / Relational Databases: The Third Manifesto Addison-Wesley, 1998.
- [3] Julia Lehman. Programming Entity Framework, 2nd Edition: Building Data Centric Apps with the ADO.NET Entity Framework 4, O'Reilly, 2010.
- [4] Shashank Tiwari. Professional NoSQL, Wiley, 2011.
- [5] Christopher Ireland, David Bowers, Michael Newton, Kevin Waugh. Exploring the Essence of an Object-Relational Impedance Mismatch, The Open University, Milton Keynes, UK, 2011.
- [6] Ted Neward. The Vietnam of computer science. <http://blogs.tedneward.com/2006/06/26/The+Vietnam+Of+Computer+Science.aspx>, 2006.

EVIDENCIJA I KONTROLA TOČENJA NA BENZINSKIM STANICAMA ZASNOVANA NA MIFARE RFID KARTICAMA

RECORDS AND CONTROL OF REFUELING AT GAS STATIONS BASED ON MIFARE RFID CARDS

Jovan Kovačević, Neđeljko Lekić, Radovan Stojanović, *Elektrotehnički fakultet*

Sadržaj - U ovom radu je prezentovano rješenje za kontrolu točenja na benzinskim stanicama, zasnovano na RFID tehnologiji MIFARE beskontaktnih identifikacionih kartica. Sistem omogućava kontrolu i optimizaciju potrošnje kompanijskih vozila. Osmišljen je da ubrza proces točenja goriva kao i da omogući rad bez prisustva operatera. Sistem je namijenjen preduzećima koja imaju sopstvene stanice za točenje goriva (kao što su transportna preduzeća), stanicama koje izdaju klupske ("loyalty") kartice, kao i stanicama za točenje goriva sa bezgotovinskim plaćanjem. Interesantan je za primjenu i u velikom broju javnih službi, kao što su Policija, Vojska i Službe zaštite.

Abstract – In this paper we present the identification system for evidention and control of fuel dispensing at petrol stations. The system is based on RFID technology and use MIFARE contactless ID cards as identifiers. It is designed to speed up the process of fuel dispensing as well as to control process without the presence of the operator. The system is designed for companies that have their own refueling stations (such as transport companies), stations issuing the club ("loyalty") cards, as well as fueling stations with cashless payment. It is interesting for application in a number of public services such as police, army and security services.

1. UVOD

Danas nijesu rijetke kompanije koje imaju benzinske stanice za potrebe vlastitog voznog parka. Kod svih njih izražena je potreba za sistemom koji bi omogućio evidenciju i kontrolu upotrebe službenih vozila i potrošnje goriva.

Stariji sistemi, korišćeni u ovu svrhu, nijesu bili u dovoljnoj mjeri pouzdani. Jedan od njih je sistem bonova, koji pruža samo djelimičan uvid u potrošnju goriva [1]. U takvom sistemu često dolazi do pojave lažnih bonova, koje je teško razlikovati od originalnih. Osim toga, nema se jasan uvid u dnevnu, sedmičnu ili mjesečnu potrošnju, niti u to koliko je bonova još preostalo u opticaju, itd.

Za kvalitetniju evidenciju i kontrolu potreban je pouzdan automatizovani sistem koji će u svakom trenutku:

- pružati uvid u potrošnju goriva,
- omogućiti pregled prethodnih točenja,
- omogućiti točenje bez prisustva operatera,
- obezbijediti postavljanje mjesečnih ograničenja količine goriva, ponaosob, za svako auto iz voznog parka,
- itd.

U ovom radu predložena je jedna realizacija sistema za evidenciju i kontrolu potrošnje goriva na kompanijskim benzinskim stanicama koja zadovoljava već pomenute standarde. Sistem je osmišljen da opslužuje korisnika na efikasan i brz način, bez neophodnosti prisustva operatera.

Sistem je zasnovan na beskontaktnim RFID (Radio - Frequency IDentification) karticama kao identifikatorima vozila. RFID tehnologija se danas ubrzano razvija i nalazi

sve brojnije primjene. Neke od njih su: RFID sistem za skadištenje robe u kompaniji Hewlett-Packard, elektronske karte u javnom saobraćajnom sistemu (Dresden i Hanau u Njemačkoj), kao i u kompaniji Lufthanza, u Finskoj Pošti [2], itd..

Zahvaljujući korištenju savremenih komunikacionih rješenja za povezivanje djelova sistema u cjelinu (TCP/IP, Ethernet), sistem može opsluživati više benzinskih stanica istovremeno, čak iako su one međusobno prilično udaljene [3].

2. OPIS SISTEMA

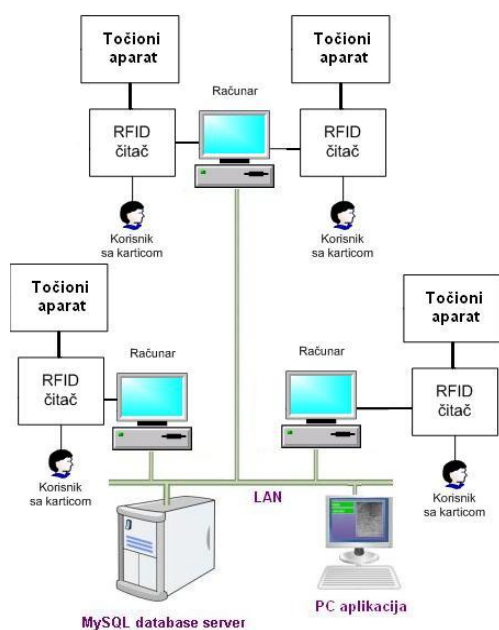
Predloženi RFID sistem (Slika 1) sastoji se iz:

- RF čitača,
- Mifare 1K kartica,
- Točionih aparata,
- Baze podataka,
- Aplikacije za obradu podataka RF čitača i
- Aplikacije za pregled i ažuriranje podataka.

Sistem, u najkraćem, funkcioniše na sljedeći način. Svakom automobilu iz voznog parka, ili automobilu koji će koristiti usluge pumpe, dodjeljuje se kartica. Jedna kartica se odnosi na jedno vozilo. Pomoću nje, kontroliše se i evidentira potrošnja goriva tog vozila. Za svaku karticu pojedinačno, zadaje se količina goriva koja se može njome natočiti. Kada se želi utočiti gorivo, korisnik automobila postavlja karticu blizu RF čitača. Čitač čita ID broj kartice i prosljeđuje ga računaru sa kojim je povezan, odnosno Aplikaciji za obradu podataka RF čitača. Aplikacija ispituje status kartice i šalje odgovor čitaču. Kroz svoj odgovor aplikacija komanduje

čitaču kako dalje da postupa: uključuje točioni automat, daje zvučnu i svjetlosnu signalizaciju, itd. Po završetku točenja RF čitač šalje podatke o izvršenom točenju. Aplikacija za obradu podataka ih preuzima, obrađuje i ažurira bazu podataka.

Čitač RFID kartica je baziran na integrisanom kolu MFRC531 koje služi za beskontaktnu razmjenu podataka sa karticom. Ovaj čip posjeduje integrisan modulator i demodulator za sve vrste pasivnih beskontaktnih komunikacionih metoda i protokola, na učestanosti 13.56MHz. Analogno kolo u okviru čipa MFRC531 sadrži predajnik i prijemnik. Predajnik može da omogući očitavanje kartice koja se može naći na maksimalnom rastojanju od 100mm, dok je prijemnik u mogućnosti da detektuje i dekodira čak veoma slabe odzive [4].

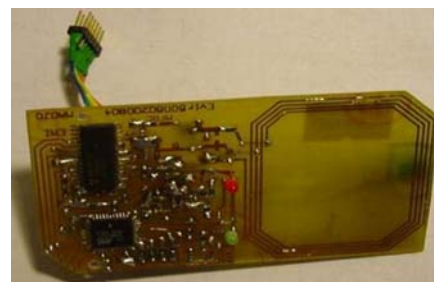


Slika 1. Blok dijagram sistema

U čitaču je integrisan i mikrokontroler ATmega16, kojeg pogoni relativno jednostavan softver. Mikrokontroler upravlja radom MFRC531 čipa, očitava kartice i dobijene podatke prosljeđuje višoj instanci, odnosno računaru.

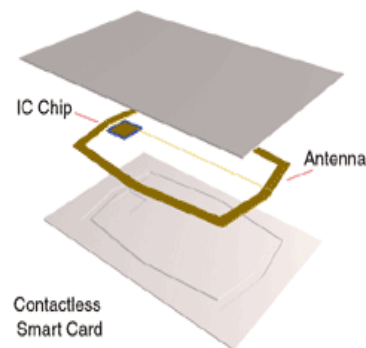
RF čitač upravlja radom točionih aparata, uključuje i isključuje točenje i obezbjeđuje informaciju o količini istočenog goriva.

Na slici 2 je dat spoljašnji izgled čitača korištenog u ovom projektu [5]. Čitač je realizovan u saradnji sa firmom EMI-COM iz Podgorice.



Slika 2. Praktično realizovan čitač Mifare 1K kartice

RFID kartica je tanka i savitljiva, veličine bankovne kartice (Slika 3). Kada se kartica dovoljno približi čitaču, od njega će primiti napajanje, što je bazirano na sistemu magnetske indukcije [6]. Kartica će se aktivirati i ako postoji neka prepreka između nje i čitača (vrata) ili ako se ona nalazi u novčaniku. Ovo svojstvo je jedan od razloga sve veće popularnosti RFID tehnologije danas u svijetu.



Slika 3. Mifare beskontaktna kartica sa čipom i antenom

Beskontaktna Mifare® 1 S50 pametna pasivna kartica, veličine je kreditne kartice i prvenstveno je namijenjena da se koristi kao platna kartica. Kartica radi na učestanosti 13.56MHz. Podesna je za upotrebu u javnom transportu i sličnim aplikacijama, mada se može koristiti i za druge namjene, kao što je kontrola pristupa, evidencija radnog vremena, itd. RF komunikacioni interfejs omogućava brzinu razmjene podataka od 106 Kbaud-a. Ovako velika brzina omogućava da se transakcije izvršavaju brzo. Kartica posjeduje 1KB EEPROM memorije, organizovane u 16 sektora od po 4 bloka. U svakom bloku se može smjestiti po 16 oktet-a podataka. Prvi blok je rezervisan za podatke proizvođača, kao što je 32-bitni serijski broj, dok se ostali blokovi mogu koristiti [7].

Točioni aparat, povezan sa RFID čitačem, toči jednu vrstu goriva. Čitač uključuje i isključuje točioni aparat i obezbjeđuje informaciju o količini istočenog goriva.

Korisnički i konfiguracioni podaci potrebni za rad sistema se smještaju u odgovarajuću MySQL bazu podataka koja se nalazi na serveru (Slika 1).

Aplikacija za obradu podataka RF čitača instalira se na računaru sa kojim su čitači povezani. Na jednom računaru može biti povezano više RF čitača. Broj čitača zavisi samo od broja dostupnih USB priključaka na računaru. Putem Ethernet mreže Aplikacija je povezana sa serverom MySQL

baze podataka. Aplikacija prihvata podatke koje čitač šalje, obrađuje ih i u odgovarajućem obliku upisuje u bazu podataka.

Kada se kartica nađe u polju čitača, on očitava njen serijski broj i prosljeđuje ga računaru. Aplikacija za obradu podataka RF čitača pretražuje bazu. Ako se serijski broj kartice nalazi u bazi, Aplikacija će provjeriti da li se korisnik prijavio na crpnom mjestu koje je adekvatno za tip goriva datog vozila. Ukoliko je ispunjen i uslov da korisnik nije iskoristio svoju kvotu, Aplikacija signalizira RF čitaču da dozvoli točenje. Pritom mu šalje i podatak o preostaloj dozvoljenih količini goriva za dato vozilo. Ako bilo koji od pomenutih usova nije zadovoljen, Aplikacija neće dozvoliti točenje.

Čitač kontroliše točenje goriva i prekida ga ukoliko dođe do prekoračenja zadate maksimalne količine. Po završetku točenja, čitač vraća informaciju o količini natočenog goriva Aplikaciji. Aplikacija prima podatke i u bazi evidentira izvršeno točenje. Osim toga, Aplikacija ažurira količinu goriva koje se može istočiti tom karticom umanjujući je za količinu istočenog goriva.

Aplikacija za pregled i ažuriranje podataka omogućava dobijanje različitih korisnih izvještaja o radu sistema. Na primjer, moguće je dobiti:

- pojedinačne i zbirne izvještaje o točenju goriva za jedno ili više vozila (kartica).
- pojedinačne i zbirne izvještaje o točenju na pojedinim točionim automatima,
- pojedinačne i zbirne izvještaje o točenju pojedinih vrsta goriva,
- itd.

Svi podaci se mogu dobiti za željeni vremenski period. Primjer jednog izvještaja je dat na slici 4.

Datum	Količina	Registracija auta	Tip vozila	Mjesto točenja	Tip goriva
26.5.2011 22:50:22	20	PG AT-732	VW Golf 4	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
26.5.2011 22:50:43	10	PG AT-732	VW Golf 4	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
26.5.2011 22:52:09	10	PG AT-732	VW Golf 4	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
26.5.2011 22:52:13	10	PG AT-732	VW Golf 4	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
26.5.2011 22:57:22	20	CT AK-259	Nissan Terrano 2	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
26.5.2011 22:57:41	10	CT AK-259	Nissan Terrano 2	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
26.5.2011 22:57:56	20	CT AK-259	Nissan Terrano 2	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
26.5.2011 23:01:20	20	CT AK-259	Nissan Terrano 2	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
26.5.2011 23:02:19	27	CT AK-259	Nissan Terrano 2	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
26.5.2011 23:02:44	1	PG AT-732	VW Golf 4	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
27.5.2011 2:30:59	20	PG AT-732	VW Golf 4	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
27.5.2011 2:35:36	10	PG AT-732	VW Golf 4	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
27.5.2011 10:25:53	20	PG AT-732	VW Golf 4	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
27.5.2011 10:32:28	20	PG MN-335	Peugeot Boxer	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
27.5.2011 10:38:31	31	PG MN-335	Peugeot Boxer	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
27.5.2011 10:40:42	20	PG MN-335	Peugeot Boxer	Eko Petrol - Zabralo	Dizel
27.5.2011 10:40:43	20	PG MN-335	Peugeot Boxer	Eko Petrol - Zabralo	Dizel

Slika 4. Pregled evidencije svih točenja za određeni vremenski period

Aplikacija za pregled i ažuriranje podataka omogućava i ažuriranje svih podataka sistema. Između ostalog, pomoću

ove aplikacije mogu se upisivati nove kartice u sistem ili brisati postojeće. Aplikacija omogućava ažuriranje podataka postojećih kartica, u prvom redu zadavanje dozvoljenih količina goriva za datu karticu.

Aplikacije su rađene za operativne sisteme Windows, korišćenjem programskog jezika Borland C++.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisan sistem za kontrolu točenja na kompanijskim benzinskim stanicama kojim se poboljšava efikasnost i smanjuju gubici.

Pokušano je u što većoj mjeri smanjiti ljudski uticaj prilikom svakodnevnog rada sistema i obezbijediti njegovu pouzdanost i robusnost. Testiranja u laboratorijskim uslovima pokazuju da je postojeće rješenje spremno za praktičnu upotrebu.

U daljem radu se planira dodavanje novih funkcionalnih cjelina sistema, kao što je web aplikacija za pregled podataka. Time bi se omogućio pristup podacima o izvršenim točenjima i sa računara na kojima nije instalirana Aplikacija za pregled i ažuriranje podataka. U planu je i povezivanje čitača na Ethernet mrežu, bez posredstva računara, preko odgovarajućeg uređaja za konvertovanje RS232 signala u Ethernet signal i obrnuto. Ovime bi se postiglo da se Aplikacija za obradu podataka može instalirati samo na serveru na kojem se nalazi i MySQL baza podataka, što bi doprinijelo brzini rada i robusnosti sistema.

LITERATURA

- [1] "Belgian Group Reports on Two Year NFC Voucher Study", Near Field Communications World, March 8, 2011.
- [2] Hansen, Gillert, *RFID for Optimization of Business Processes*, Wiley, 2008.
- [3] Comer, Douglas E., *Internetworking with TCP/IP Vol. I: Principles, Protocols, and Architecture*, Prentice Hall, 1995.
- [4] *MFRC531 ISO/IEC 14443 reader IC*, Product data sheet, Rev. 3.4 — 2010.
- [5] N. Lekić, Z. Mijanović, *Identifikacioni sistemi*, ETF Podgorica, 2008.
- [6] K. Finkenzeller, *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication, Third Edition*, Wiley, 2010.
- [7] *MF1ICS50 Functional specification*, Product data sheet, Rev. 5.3 — 2008.
- [8] Rankl, W.; W. Effing, *Smart Card Handbook*, John Wiley & Sons, 1997

PRIMENA POSLOVNIH MODELA DVB-H STANDARDA KOD MOBILNE TELEVIZIJE APPLICATION OF DVB-H BUSINESS MODELS IN MOBILE TELEVISION

Andreja Samčović, Saobraćajni fakultet u Beogradu

Sadržaj: U ovom radu su objašnjene osnovne tehničke karakteristike digitalnog video standarda za prenosive uređaje DVB-H koji podržava mobilnu televiziju. Navedene su osobine standarda u pogledu brzine prenosa, opsega frekvencija koji se koristi, tipa video kompresije, kao i rezolucije slike. Predloženi su DVB-H poslovni modeli za moguću primenu kod mobilne televizije, imajući u vidu potrebe tržišta, pristup mobilnom operatoru i povezanost sa emiterom video sadržaja.

Abstract: This paper illustrates the main technical characteristics of digital video broadcasting standard for handheld devices DVB-H which supports mobile television. The properties of the standard are given taking into account data rates, frequency bandwidth, video compression and image resolution. The corresponding DVB-H business models for possible application in mobile television are proposed, having in mind market needs, access to a mobile operator and the connection to the video content broadcaster.

1. UVOD

Komercijalno emitovanje televizije započelo je sredinom 50-ih godina prošlog veka. Od tada, televizija je postala standardni deo skoro svakog domaćinstva. Od početka emitovanja, televizija je zapravo pretrpela samo dva krupna evolutivna koraka: uvođenje boje i početak digitalnog emitovanja. Logičan nastavak njenog razvoja bila bi mobilnost.

Mobilni analogni TV prijemnici na tržištu su već dugi niz godina, posebno u istočnoj Aziji. Međutim, nisu zabeležili uspeh, verovatno zbog činjenice da ne nude ništa novo, u odnosu na standardnu televiziju. Kada su korisnici u pokretu, kvalitet servisa analognih TV prijemnika veoma je loš zbog toga što prijemnici ne mogu da neutrališu Doplerov efekat, koji se javlja u mobilnom okruženju. Iako su analogni portabl TV prijemnici dostupni već neko vreme, izazov je omogućiti njihovu kavalitetnu primenu u digitalnom mobilnom okruženju.

Mobilna televizija stavlja na raspolaganje korisnicima kanale velikih kapaciteta i interaktivnost nezavisno od toga gde se nalaze. Ona donosi potpuno novi aspekt upotrebe personalnih informacija, nezavisno od toga da li se radi o slobodnom vremenu u okviru kojeg se gleda televizija radi zabave, ili se njeno korišćenje odnosi na rešavanje komplikovanih poslovnih problema. Mobilnost interaktivnih multimedija je cilj kojem se teži u budućnosti.

Paralelno korišćenje dvosmerne komunikacije i emitovanog sadržaja donosi nove izazove u kreiranju, upotrebi i optimizaciji mreža koje će isporučivati servise. Mobilna televizija je servis koji korisnicima donosi mnoštvo TV programa i interaktivnost u pokretu.

Osnovna prednost mobilnih sistema emitovanja u odnosu na servise bazirane na celularnim sistemima je u tome što omogućava pristup na velikim razdaljinama bez ograničenja

u kapacitetu kod krajnjih korisnika. Bilo koji korisnik koji se nalazi u okviru polja prijema ima pristup servisu simultano, bez obzira na broj korisnika. Suma primljenih bitova može biti znatno veća u odnosu na tačka-tačka celularne tehnologije. Ipak, mobilni TV servisi možda nisu tako efikasni ukoliko se koriste zasebno, ali u kombinaciji sa tačka-tačka celularnim mrežama čine najbolju sinergiju, povećavajući ukupnu upotrebljenost do nivoa koji je mnogo viši nego što bi bio prostom sumom individualnih mreža.

U nastavku ovog rada su opisane osnovne tehničke karakteristike digitalnog video standarda DVB-H koji podržava mobilnu televiziju. Zatim su opisani DVB-H poslovni modeli za primenu kod mobilne televizije, imajući u vidu njihova tehnička svojstva i potrebe tržišta.

2. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE DVB-H STANDARDIZACIJE

DVB-H (*Digital Video Broadcasting-Handheld*) pripada DVB familiji, čije su ostale članice DVB-T (zemaljski), DVB-C (kablovski) i DVB-S (satelitski sistemi prenosa). DVB-H se bazira na DVB-T (*Terrestrial*) i kompatibilan je sa njim. Stvaranje novog DVB standarda proisteklo je iz potrebe za mobilnim TV servisima. Tokom standardizacije DVB-T mobilnost je bila uzeta u obzir, međutim određene dopune učinile su ga manje korisnim. Može se reći da je DVB-H u stvari DVB-T standard, prilagođen da zadovolji zahteve i potrebe prenosivih, *handheld* uređaja. DVB-H opseg, koji bi bio koristan za jedan DVB-T kanal u isto vreme, omogućava prenos nekoliko DVB-H podkanala koji sadrže audio i video podatke. Ovo je moguće zbog manjeg kapaciteta koji zahteva DVB-H kanal, kao i manje veličine ekrana na samom uređaju.

DVB-H unosi novine u DVB-T standard koje poboljšavaju performanse prenosivih uređaja i mobilnog prijema kao što je *time slicing* (oblik vremenskog multipleksiranja) koji se primenjuje kako bi se smanjila

prosečna potrošnja snage terminala i omogućio gladak hendover [1]. Druga novina je MPE-FEC (*Multi Protocol Encapsulation – Forward Error Correction*) koja poboljšava odnos nosilac/šum (*C/N*), uticaj Doplerovog efekta u kanalima kao i povećanje tolerancije na impulsne interferencije. Treća novina je primena tehnike 4K FFT (*Fast Fourier Transform*) i ona daje veću fleksibilnost pri planiranju mreže, naročito kada su terminali u pokretu [2].

Glavna razlika između DVB-H i DVB-T je u potrošnji energije, verovatnoći greške i signalizaciji. Takođe, bitnu razliku predstavljaju i specifikacije samih uređaja kao što su mala težina, prenosivost i nezavisnost od električne mreže, to jest, snabdevanje preko baterija [3].

DVB-H specifikacije, koje se odnose na radio prenos, nisu dovoljno kompletne da bi omogućile globalnu interoperabilnost za različite mreže i uređaje. U okviru DVB projekta postoji podgrupa koja je osnovana da bi definisala *IP Datacast* za DVB-H koji omogućava kompletnu isporuku multimedijalnih servisa preko DVB-H do krajnjih korisnika.

Kako je težnja telekomunikacionih sistema zadovoljavanje potreba za sve većim kapacitetima, DVB-H prati trendove. Osnovna ideja naredne generacije sistema (DVB-NGH) je da se obezbedi veći kapacitet optimizirajući pokrivenost područja. Sudeći prema konvergenciji mobilnih i fiksnih komunikacionih sistema, od DVB-H se očekuje da bude značajan deo budućih multimedijalnih sistema [4].

Dostupne brzine prenosa signala zavise od izabrane modulacije, FEC tehnike i trajanja zaštitnog intervala. Pri tome se koriste modulacije: QPSK (*Quadrature Phase-Shift Keying*), 16-QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) i 64-QAM. Tabela 1 prikazuje dostupnu brzinu u jednom kanalu od 8 MHz za sve kombinacije ovih parametara. Brzina varira od 4,98 Mb/s do 31,67 Mb/s. Kao što je prikazano u tabeli, brzina ne zavisi od moda prenosa (2k, 4k ili 8k).

Tabela 1: Brzine transportnih strimova [Mb/s]

Modulacija	Odnos kodovanj a	Zaštitni interval			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	4,98	5,53	5,85	6,03
	2/3	6,64	7,37	7,81	8,04
	3/4	7,46	8,29	8,78	9,05
	5/6	8,29	9,22	9,76	10,05
	7/8	8,71	9,68	10,25	10,56
16-QAM	1/2	9,95	11,06	11,71	12,06
	2/3	13,27	14,75	15,61	16,09
	3/4	14,93	16,59	17,56	18,10
	5/6	16,59	18,43	19,52	20,11
	7/8	17,42	19,35	20,49	21,11
64-QAM	1/2	14,93	16,59	17,56	18,10
	2/3	19,91	22,12	23,42	24,13
	3/4	22,39	24,88	26,35	27,14
	5/6	24,88	27,65	29,27	30,16
	7/8	26,13	29,03	30,7	31,67

DVB-H je baziran na IP (*Internet Protocol*) transportu. Video signal se obično koduje koristeći H.264/AVC standard, koji omogućava QCIF (*Quarter Common Intermediate Format*), CIF ili QVGA rezoluciju slike. Koderi mogu da rade sa TV signalima u realnom vremenu i omogućavaju H.264/AVC kodovan izlaz u IP formatu. Kako je baziran na IP prenosu, DVB-H može da podrži i druga video kodovanja pored H.264/AVC, kao što su MPEG-4 i *Microsoft VC-1* format kodovanja. U osnovi, kao IP transport, on može konačno da podrži bilo koji tip video signala. Rezolucija i veličina frejma se može birati od strane servis provajdera u zavisnosti od ciljanih brzina. Podaci se zatim prenose koristeći IP *datacast*.

Tipične DVB-H frekvencije su u UHF (*Ultra High Frequency*) opsegu od 470 do 700 MHz. DVB-H može da koristi i frekvencije iz VHF III (*Very High Frequency*) opsega (174-230 MHz), UHF IV/V (470-862 MHz), L opsega i TDD (*Time Division Duplex*) UMTS opsega (1900-1920 MHz i 2100-2170 MHz) Frekvencije koje se koriste mogu da budu optimizovane uzimajući u obzir veličinu antena tj. ukoliko je frekvencija manja, potrebna je veća antena, i s druge strane, veću pokrivenost nižim frekvencijama.

S obzirom na to da su DVB-T prenosni sistemi dokazali svoje sposobnosti u opsluživanju fiksnih, prenosivih i mobilnih terminala, mobilni uređaji sa baterijskim napajanjem male snage zahtevaju neke specifične karakteristike sistema koji ih opslužuje:

- Prvenstveno, sistem prenosa treba da obezbeđuje mogućnost uštede snage baterije kako bi se produžilo vreme njene upotrebe;
- Sistem treba da olakša pristup DVB-H servisima kada prijemnik napusti jednu i pređe u drugu ćeliju, zbog toga što je glavna funkcija servisa raspoloživost korisnicima koji se kreću;
- Očekuje se da ovi sistemi pokrivaju upotrebu u različitim situacijama (unutar i izvan objekta, u vozilima koja se kreću, za vreme pešačenja), pa bi zbog toga trebalo da budu dovoljno fleksibilni i da omoguće prijem DVB-H servisa pri kretanju različitim brzinama;
- Jedna od karakteristika sistema u kojima se primenjuje DVB-H je prisustvo šumova, tako da je jedan od zahteva ublažavanje njihovih efekata na osobine prijema;
- Pošto je cilj primena DVB-H kao opšteg standarda u različitim delovima sveta, sistem prenosa treba da bude fleksibilan tako da se može koristiti u različitim opsezima i sa različitim širinama kanala.

3. DVB-H POSLOVNI MODELI

Mobilna TV postaje sve popularnija širom sveta i opstaje i pored većeg broja konkurentskih tehnologija bežičnog prenosa. Ako bi DVB-H omogućavala emitovanje popularnih kanala, a 3G obezbedila sadržaj na zahtev i druge kanale, ove tehnologije mogu da budu komplementarne. Poslovni model

koji bi mogao da podrži ponudu tehnologije i servisa morao bi na uravnotežen način da definiše ulaganja i profite u nekoliko aspekata. Prvo pitanje je vlasništvo nad brendom mobilne televizije koji treba marketinški predstaviti da bi privukao i zadržao korisnike, odnosno privukao već postojeće korisnike drugih tehnologija i usluga ako je vlasnik brenda isti.

Stručnjaci za marketing treba da predvide da li je isplativije ponuditi slobodan program ili plaćen sadržaj po modelu *Pay-TV*. Treba još pomenuti tarifiranje i ekonomsko opravdanje interaktivnih usluga. Pretplata i autorizacija, zaštita (kriptovanje) servisa, planiranje radio mreže, samo su neki od brojnih tehničkih aspekata poslovnog modela koje treba uzeti u razmatranje. Zavisno od zakonske regulative u pojedinačnim državama, u ekonomski model mora da uđe komponenta vlasništva, dostupnosti i cene frekvencija. Tek tada dolazi na red izbor tipa DVB-H terminala i DVB-H mreže.

Strategija eventualnog približavanja i stapanja emitera i telekomunikacionih firmi mogla bi da ponudi *quad-play* (TV, prenos govora i podataka kojima se pristupa bežično) to jest mobilni *triple-play* (podaci, govor, TV), a takođe i komplementarnu pomoć od 3G, i to uz već postojeći sistem tarifiranja i veliku bazu korisnika. Drugačija raspodela uloga bi mogla da uvede model veleprodaje u kome bi prodavac izgradio DVB-H radio mrežu i naplaćivao njenu upotrebu emiteru ili telekomunikacionom preduzeću koje bi naručivalo željeni protok za mobilnu televiziju. To bi dovelo do smanjenja potrebne investicije od telekoma ili emitera i zajedničke upotrebe resursa mreže, slično podeli vlasništva i posla u izgradnji autoputeva.

Obezbeđivanje odgovarajućih relacija prema korisnicima mobilne televizije je od esencijalnog značaja. Radiodifuzni i telekom operatori imaju dugu i uspešnu tradiciju odnosa prema gledaocima i korisnicima njihovih usluga, ali mogu da imaju poteškoća u nalaženju poslovnog modela u kome mogu da ostvare uspešnu saradnju. Radiodifuzni i mobilni operatori imaju zadatak da pronađu odgovarajući poslovni model u kome će na pogodan način saradivati. DVB-H servisi mogu biti ponuđeni kao samostalni (*stand-alone*) servisi bez pridruženih dodatnih mogućnosti. Ovakav pristup bi zahtevao uspostavljanje novog horizontalnog tržišta. S druge strane, mobilni telekomunikacioni operatori mogu da preuzmu vodeću ulogu kriptovanjem programa, ponudom servisa, agregacijom sadržaja i održavanjem mreže. Mobilni operatori treba da prepoznaju sposobnosti emitera da kreiraju skup servisa kojim će moći da zadovolje zahteve gledalaca. Imajući sve to u vidu, sledi nekoliko primera mogućih poslovnih modela, među kojima nije naveden najjednostavniji model horizontalnog tržišta koji uključuje samo DVB-H prijemnik.

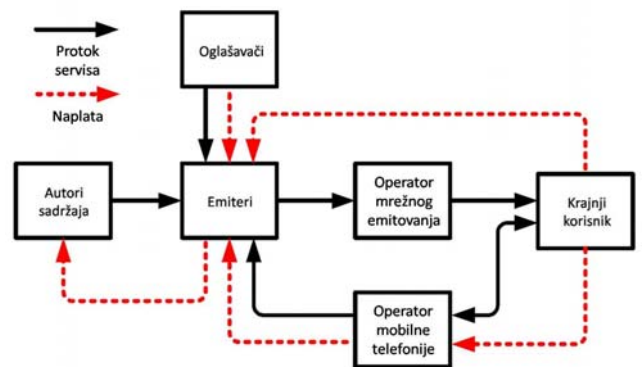
Različiti poslovni modeli su uvedeni u različitim zemljama. Na telekomunikacionom tržištu se trenutno izdvajaju četiri osnovna poslovna modela: "*Mobile TV value chain*", "*Free to air*", "*Wholesale*", kao i model "*Mobile operator*". Model "*Free to air*" je zastupljen na tržištu mobilne televizije u Finskoj, Južnoj Koreji i Japanu, u SAD i

Austriji dominira poslovni model "*Wholesale*", dok su u Italiji najviše u upotrebi modeli "*Wholesale*" i "*Mobile operator*". Pri tome treba istaći da su u Južnoj Koreji, Japanu i SAD uvedeni digitalni video standardi drugačiji od DVB-H standarda.

Na osnovu trenutno raspoloživih podataka [5], trenutno je teško predvideti koji model će ostvariti veću zastupljenost u odnosu na druge modele. Istraživanja sprovedena u pojedinim zemljama ukazuju da plaćanje mobilnih TV servisa ima značajan uticaj na stavove korisnika prema prihvatanju mobilne televizije. Poslovni model "*Free to air*" je do sada imao uspeha sa relativno visokom stopom penetracije tamo gde je uveden. Sa druge strane, u evropskim zemljama za sada dominiraju modeli "*Wholesale*" i "*Mobile operator*", sa tendencijom uvođenja modela "*Free to air*".

3.1 Povezanost emitera sa mobilnim telekomunikacionim operatorom

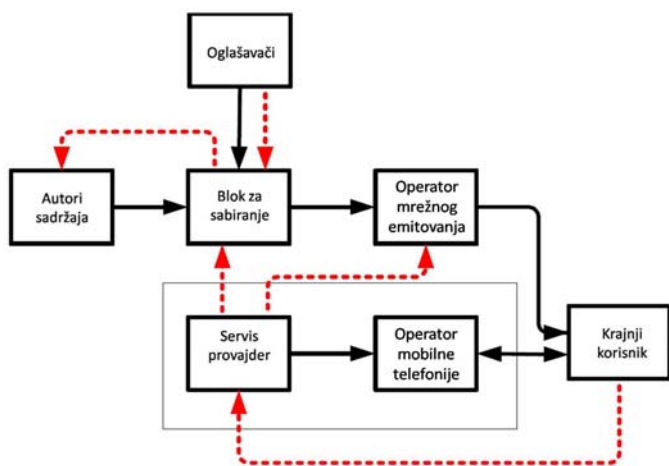
U ovom modelu, koji se naziva "*Mobile TV value chain*" emiter upravlja vezom do krajnjeg korisnika, što je pokazano na Slici 1. Svi prihodi od upotrebe servisa od strane korisnika, licenci za korišćenje i pretplate odlaze emiteru. Ukoliko žele različite servise, korisnici moraju da plate pretplatu većem broju servis provajdera. Moguće je realizovati potpuno interaktivni servis, za šta su potrebne odvojene procedure obračuna troškova. Učešće mobilnog operatora u ovom modelu je ograničeno.



Slika 1. Poslovni model "*Mobile TV value chain*"

3.2 Povezanost mobilnog telekomunikacionog operatora sa emiterom

U ovom modelu, koji se zove "*Free to air*", mobilni telekom operator upravlja vezom sa krajnjim korisnikom i odgovoran je za uvođenje servisa, marketing i brigu o korisnicima (Slika 2). Uz to, mobilni operator obavezan je da plati dozvolu za korišćenje spektra, kao i za sadržaj koji se emituje. Korisnici imaju pristup integrisanim servisima koje obezbeđuje jedan servis provajder.

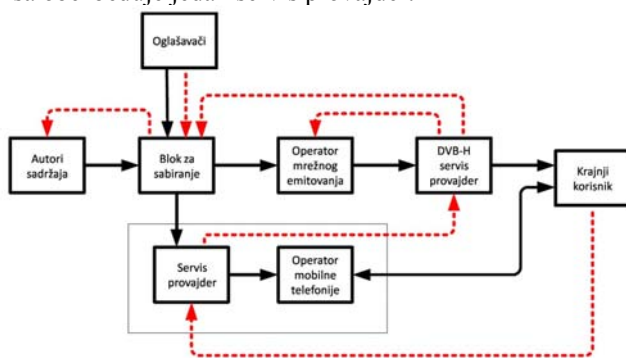


Slika 2. Poslovni model "Free to air"

Kada su u pitanju programi koji donose direktne prihode, kao što je na primer TV glasanje, emiteri su zaduženi za marketing, dok mobilni operatori vode računa o naplaćivanju. Prihodi ostvareni na ovaj način se dele.

3.3 Nezavisan DVB-H servis provajder

Kod poslovnog modela "Wholesale", mobilni telekomunikacioni operator upravlja vezom do krajnjih korisnika i odgovoran je za uvođenje servisa, marketing i brigu o korisnicima, što je pokazano na Slici 3. Razlika u odnosu na model "Free to air" je u postojanju DVB-H servis provajdera koji se javlja kao podrška mobilnom operatoru u oblasti prikupljanja sadržaja i upotrebe spektra. Korisnici pristupaju integrisanom servisu, što znači da kompletan paket servisa obezbeđuje jedan servis provajder.

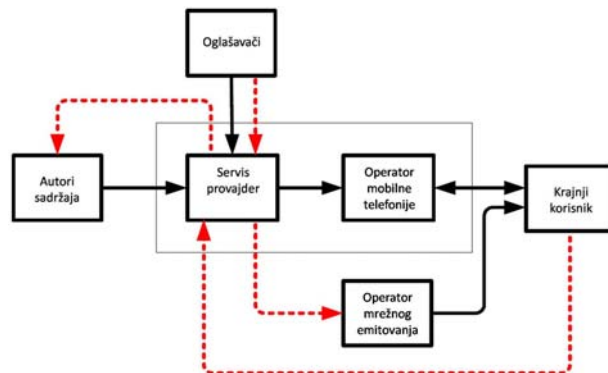


Slika 3. Poslovni model "Wholesale"

3.4 Pristup mobilnom telekomunikacionom operatoru

Pristup "Mobile operator" podrazumeva da je mobilni telekomunikacioni operator odgovoran za sve aspekte servisa, od kreiranja sadržaja do prenosa korisniku, što je ilustrovano na Slici 4. Uloga emitera obuhvata samo obezbeđivanje DVB-H transportnih kapaciteta. Korisnicima

je na raspolaganju integrisan servis, tako da se sve usluge dobijaju od jednog servis provajdera. Ovakav pristup daje telekom operatoru dominantnu ulogu sa veoma malim učešćem emitera.



Slika 4. Poslovni model "Mobile operator"

4. ZAKLJUČAK

DVB-H je standard koji je donela DVB Grupa za prenos digitalnog multimedijalnog sadržaja na prenosive, handheld uređaje. DVB-H pruža dobre tehničke karakteristike i to je jedan od važnijih razloga zašto treba da bude izabran kao platforma kada je u pitanju mobilna televizija. DVB-H je prirodna nadogradnja DVB-T sistema, koji je u većini evropskih zemalja prisutan kao osnovni digitalni TV difuzioni sistem. Bitno je da prilikom usvajanja DVB-H standarda postoji i njegova opšta prihvaćenost u regionu. To je važno kako zbog rominga, tako i zbog prisutnosti servisa i podrške privredi.

Što se tiče poslovnih modela za mobilnu televiziju, trenutno se čini da je dobar pristup za mobilne operatore da krenu sa uvođenjem modela "Free to air", koji uključuje minimalna ulaganja kapitala. Kada penetracija novog servisa bude počela da raste, operatori mogu da razmišljaju o razvoju novih poslovnih modela koji mogu da budu zasnovani na postojećoj "Free to air" platformi.

LITERATURA

- [1] G.Faria, J.A. Henriksson, E.Stare, P.Talmola: DVB-H: Digital Broadcast Services to Handheld Devices, *Proceedings of the IEEE*, Vol. 94, No.1, pp 194-209, January 2006.
- [2] M.Komfeld: DVB-H – the emerging standard for mobile data communication, *IEEE International Symposium on Consumer Electronics*, pp 193-198, 1-3. September 2004.
- [3] G.Faria: TeamCast, DVB-H to deliver digital TV to handheld terminals, *IBC Conference*, Amsterdam, September 2004.
- [4] G.Faria: *DVB-NGH*, TeamCast for DVB World in Lisboa, 2010.
- [5] I.Windekinde, M.Falch: Mobile TV broadcasting – what will be the underlying business model in the future?, *Wireless VITAE'09*, pp 639-643.

AKTIVNI STRUJNI MJERNI TRANSFORMATOR AN ACTIVE INSTRUMENT CURRENT TRANSFORMER

Aleksandar Dedić, *Elektrotehnički fakultet Podgorica*

Sadržaj- *Aktivni strujni mjerni transformator je strujni senzor koji se sastoji od pasivnog transformatora i spoljašnjeg kontrolisanog strujnog izvora. Spoljašni izvor generiše struju kroz sekundar pasivnog transformatora održavajući pri tom pomoću negativne povratne sprege fluks u jezgru jednakim nuli. Struja koja se mjeri direktno je proporcionalna struji iz kontrolisanog izvora. U ovom radu je dat jedan oblik aktivnog transformatora i prikazane njegove karakteristike.*

Abstract - *An active instrument current transformer is a current sensor consisting a passive transformer and an external controlled source. The external source drives a current through the secondary winding of the passive transformer, maintaining the transformer core at a zero flux state by a negative feedback. The measured current is directly proportional to the current of the controlled source. In this paper is presented an active transformer and its characteristics.*

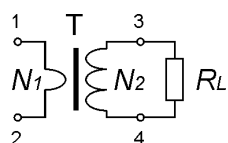
1. UVOD

Aktivni strujni mjerni transformator [1] realizovan je za potrebe laboratorijskih mjerenja naizmjenične struje frekvencije 50 Hz. Transformator je urađen kao sastavni dio mikrokontrolerski baziranog uređaja za mjerenje vrijednosti naizmjeničnog napona i struje i njihovih faznih stavova u odnosu na referentni napon. Razlog primjene mjernog transformatora je galvansko odvajanje mjernog uređaja od električne mreže. Dopunski zahtjev je bio da transformator bude što je moguće manjih dimenzija zbog malih dimenzija cijelog uređaja. Pored zahtjeva za malim dimenzijama, postavljen je i zahtjev visoke tačnosti mjerenja a posebno da greška faznog pomjeraja bude što je moguće manja.

Cilj ovog rada je bio da se ispitaju osobine aktivnog strujnog transformatora i da se utvrdi da li se on može koristiti umjesto standardnih mjernih transformatora.

2. STRUJNI MJERNI TRANSFORMATOR

Standardni strujni mjerni transformator sastoji se od 2 namotaja postavljena na istom jezgru. Namjena mu je da struju koja prolazi kroz primarni namotaj svede na vrijednost struje koja odgovara mjernom instrumentu priključenom na krajeve sekundarnog namotaja. Električna šema standardnog strujnog transformatora prikazana je na slici 1.



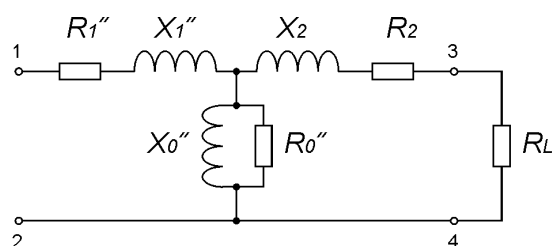
Sl. 1 Standardni strujni mjerni transformator

Kod ovakvog transformatora odnos struja primara i sekundara obrnuto je srazmjernan odnosu broja navojaka.

$$I_2 = \frac{N_1}{N_2} I_1 \quad (1)$$

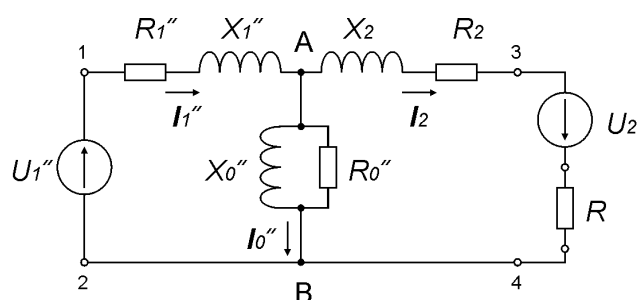
gdje je I_1 efektivna vrijednost struje primarnog namotaja, I_2 efektivna vrijednost struje sekundarnog namotaja, N_1 broj navoja primarnog namotaja, i N_2 broj navoja sekundarnog namotaja

Na krajeve transformatora priključuje se ampermetar, a u slučaju da se struja mjeri indirektno, instrumentom za mjerenje napona, mora biti priključen otpornik. Ekvivalentna šema ovog transformatora prikazana je na slici 2. Na slici su predstavljeni R_1'' i X_1'' – otpornost i reaktansa primarnog namotaja svedeni na stranu sekundara, X_0'' i R_0'' – reaktansa magnećenja i ekvivalentna otpornost gubitaka u jezgru svedeni na stranu sekundara i R_2 i X_2 – otpornost i reaktansa sekundarnog namotaja. R_L je otpornost potrošača priključenog na sekundarni namotaj.



Sl. 2 Ekvivalentna šema strujnog mjernog transformatora

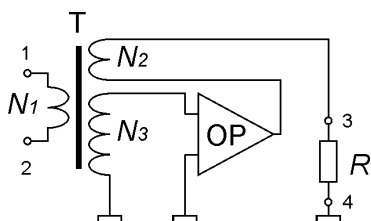
3. AKTIVNI STRUJNI MJERNI TRANSFORMATOR



Sl. 3 Ekvivalentna šema aktivnog mjernog transformatora

Za razliku od standardnog strujnog transformatora, aktivni transformator ima pomoćni izvor napona koji generiše struju kroz sekundarni namotaj i to u smjeru koji omogućava da fluks u jezgru usled struje kroz sekundarni namotaj poništava fluks kojeg stvara struja kroz primarni namotaj. Ako struja I_2 kroz sekundarni namotaj ima toliku vrijednost da je ukupni fluks u jezgru jednak nuli, onda je ta struja, u određenoj razmjeri, jednaka struji I_1 kroz primarni namotaj a mjerenje se svodi na mjerenje vrijednosti struje iz pomoćnog izvora. Ekvivalentna šema ovakvog strujnog transformatora data je na slici 3, gdje je sa U_2 označen pomoćni (kontrolni) izvor napona. Uslov koji mora biti ispunjen je da je struja magnećenja I_0 jednaka nuli što se postiže promjenom vrijednosti napona U_2 pomoćnog izvora na vrijednost pri kojoj je napon između tačaka A i B jednak nuli. Ovim se istovremeno postiže da fluks u jezgru transformatora bude jednak nuli. Da bi se mogao detektovati trenutak kad je vrijednost fluksa u jezgru jednaka nuli, potrebno je imati neki senzor. Kod komercijalnih transformatora se obično kao senzor koristi holova sonda umetnuta u jezgro. U ovom slučaju kao senzor koristi se kontrolni namotaj namotan na istom jezgru kao i predhodna dva namotaja.

Šema kojom se može objasniti način rada aktivnog strujnog mjernog transformatora prikazana je na slici 4. Sklop se sastoji od transformatora T i operacionog pojačavača OP. Transformator ima tri namotaja i to: primarni (N_1), sekundarni (N_2) i kontrolni (N_3). Operacioni pojačavač radi kao pojačavač sa negativnom povratnom spregom



Sl. 4 Aktivni strujni mjerni transformator

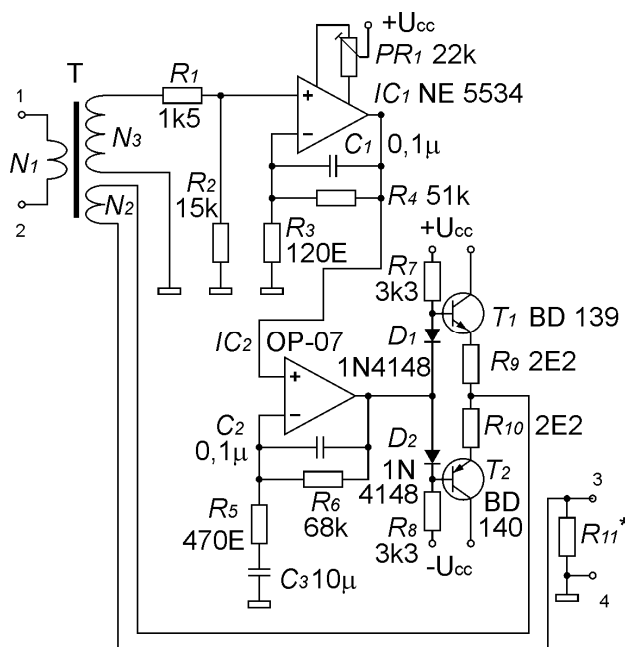
Struja, čiju vrijednost treba izmjeriti, protiče kroz namotaj N_1 . Kroz namotaj N_2 protiče struja iz pojačavača i to u takvom smjeru da poništava fluks koji je stvorila struja kroz namotaj N_1 . Namotaj N_3 treba da detektuje kada je fluks jednak nuli. U ovom slučaju pojačavač ima funkciju pojačavača greške. Da bi greška bila što je moguće manja, pojačavač mora da ima što je moguće veće pojačanje. Određivanje vrijednosti struje kroz primarni namotaj svodi se na mjerenje struje iz pojačavača i to tako što se mjerni uređaj, na primjer ampermetar, priključuje između priključaka 3 i 4 prema datoj šemi. U ovom slučaju, uz određenu grešku, važi relacija (1). U slučaju da se za mjerenje koristi neki sklop za mjerenje napona, na primjer analogno - digitalni konvertor, između priključaka 3 i 4 stavlja se otpornik R . Na njegovim krajevima dolazi do pada napona prema relaciji (2), a problem se svodi na mjerenje pada napona i izračunavanje struje:

$$U = R I_2 = R I_1 \frac{N_1}{N_2} \quad (2)$$

Činjenica da u normalnom radu transformatora fluks ima veoma malu vrijednost omogućava da se koristi jezgro veoma malog poprečnog presjeka i da se kao materijal koristi ferit. Korišćenjem ferita omogućava se smanjivanje fazne greške u odnosu na standardne transformatore sa laminiranim jezgrom.

4. REALIZACIJA AKTIVNOG STRUJNOG MJERNOG TRANSFORMATORA

Električna šema kompletnog uređaja data je na slici 5. Šema je originalno dizajnirana za ovu realizaciju. Pojačavač se sastoji od dva operaciona pojačavača i to niskošumnog NE 5534 (IC_1) i preciznog OP -07 (IC_2). Korišćenje dva operaciona pojačavača je preporučljivo jer se može dobiti veće pojačanje, a da pri tom sistem bude stabilan, nego u slučaju jednog operacionog pojačavača. Kao izlazni stepen koriste se tranzistori snage BD 139 (T_1) i BD 140 (T_2). Tranzistorima se mora obezbijediti odvod toplote. Korekcija ofseta na izlazu vrši se trimer potencijetrom PR_1 . Otpornik R_5 , koji se nalazi u kolu povratne sprege operacionog pojačavača IC_2 , nije vezan direktno na masu kako bi to bilo logično, već preko kondenzatora C_3 . Ovo je urađeno za to što bi spajanje otpornika na masu izazvalo pojavu ofseta na izlazu pojačavača koji se nebi mogao zadovoljavajuće dobro kompenzovati. Optimalna vrijednost kapacitivnosti ovog kondenzatora se kreće između 4,7 μF i 10 μF . Veća vrijednost kapacitivnosti nije preporučljiva jer ne utiče na tačnost a produžava vrijeme stabilizacije napona na izlazu poslije uključivanja uređaja. Operacioni pojačavači se napajaju stabilisanim naponom $\pm 12\text{ V}$.

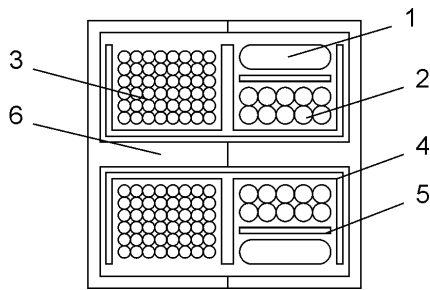


Sl. 5 Električna šema aktivnog transformatora

Kod pojačavača nijesu preduzimate mjere za smanjenje ofseta zato što je izlaz aktivnog mjernog transformatora priključivan na analogno - digitalni konvertor koji ima svoj

sopstveni ofset. Stoga je povezivanje aktivnog strujnog mjernog transformatora i analogno-digitalnog konvertora vršeno preko razdvojnog kondenzatora.

Uzdužni presjek transformatora T_1 prikazan je na slici 6. Primarni namotaj (1) je na slici prikazan u obliku trake. U praksi međutim, on je urađen u obliku više žica spojenih paralelno tako da popunjavaju čitav prostor predviđen za primarni namotaj. Pored ovakvog transformatora urađena je i varijanta za mjerenje manjih struja kod kojeg je primar imao 10 navojaka lakom izolovane žice. Primarni i sekundarni namotaj (2) odvojeni su izolacionom folijom (5). Kontrolni namotaj (3) smješten je odvojeno od primarnog i sekundarnog namotaja da bi uticaj rasipnog fluksa bio manji. Ovo smanjuje faznu grešku. Jezgro (6) je od feritnog materijala, bez zazora. Postojanje zazora je povećavalo faznu grešku.



Sl. 6 Presjek transformatora:

1 - namotaj primara u obliku trake, 2 - namotaj sekundara, 3 - kontrolni namotaj, 4 - nosač namotaja, 5 - izolaciona folija, 6 - feritno jezgro.

Ekperimenti su vršeni sa nekoliko transformatora sa različitim redosledom namotavanja primarnog, sekundarnog i kontrolnog namotaja. Amplitudske karakteristike se nijesu mnogo razlikovale kod različitih transformatora ali je fazna greška bila najmanja kod transformatora kod kojeg se kontrolni namotaj nalazio udaljen od primarnog i sekundarnog, kao što je prikazano slikom.

Kod ispitivanog transformatora kontrolni namotaj ima 900 navojaka. Preporučljivo je da broj navojaka bude i veći jer se time smanjuje greška mjerenja a omogućava i da se koristi pojačavač sa manjim pojačanjem. Broj navojaka sekundara je 200. Ovaj broj se može povećati i do 1000 čime se smanjuje struja izlaza pojačavača, a samim tim i gubici, ali se povećava fazna greška. Jezgro od feritnog materijala ima poprečni presjek površine $4,5 \times 5 \text{ mm}^2$.

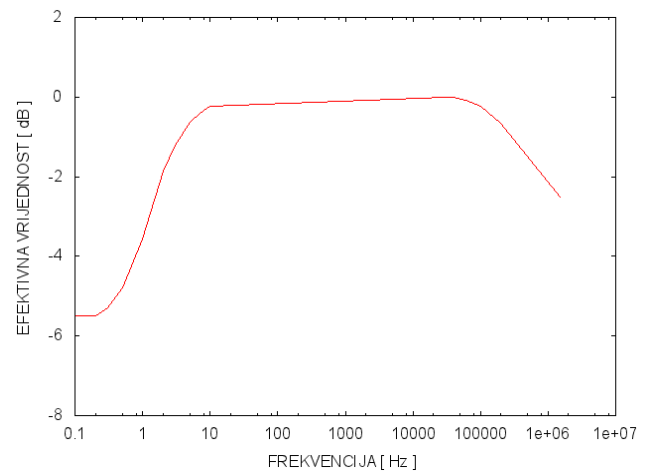
Transformator je urađen u dvije varijante i to za struju do 2 A i struju do 20 A. Konstrukcije oba transformatora kao i elektronski sklopovi su u oba slučajeva identični. Razlika je samo u tome što je kod transformatora za veću struju primarni namotaj imao samo jedan navojak žice većeg poprečnog presjeka, dok transformator za manju struju ima primar sa 10 navojaka žice manjeg poprečnog presjeka. Oba transformatora su istovremeno aktivna. U slučaju mjerenja struje veće od 2 A, primar transformatora za manju struju kratko se spaja kontaktom relea. Da ne bi došlo do oštećenja

transformatora za manju struju u slučaju naglog porasta struje, na njegove krajeve su priključene dvije antiparalelno povezane šotki diode.

5. KARAKTERISTIKE

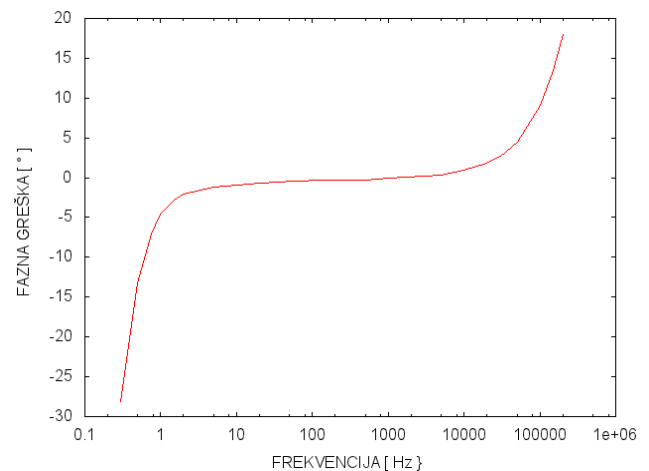
Na slici 7 prikazana je zavisnost odnosa efektivnih vrijednosti sekundarne i primarne struje od frekvencije:

$$A = 20 \log \frac{I_2}{I_1} \quad (3)$$



Sl. 7 Zavisnost odnosa efektivnih vrijednosti struje sekundara i primara aktivnog transformatora od frekvencije.

Na slici 8. prikazan je fazni pomjeraj primarne struje i sekundarne struje aktivnog strujnog mjernog transformatora (fazna greška), od frekvencije.



Sl. 8 Zavisnost faznog pomjeraja primarne i sekundarne struje aktivnog transformatora (fazna greška) od frekvencije.

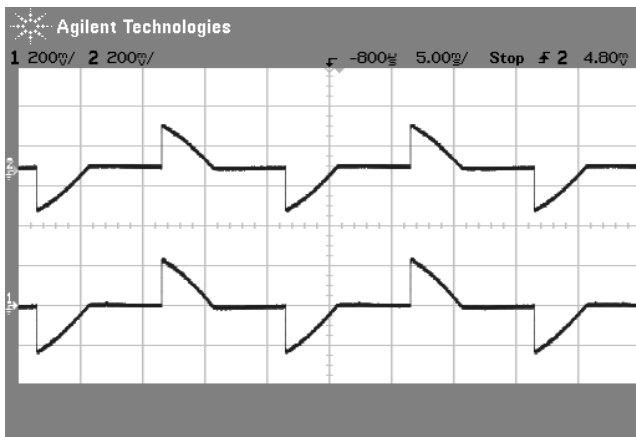
Kao što se vidi sa karakteristike datoj na slici 7, gornji dio propusnog opsega dostiže frekvenciju 1,3 MHz. Međutim, pojačavač linearno radi samo do frekvencije 45 kHz. Iznad te

frekvencije dolazi do opadanja amplitude napona na izlazu pojačavača i do pomjeranja faze napona u odnosu na struju primara. Pri frekvencijama iznad 200 kHz uticaj pojačavača potpuno prestaje a transformator T radi kao standardni transformator, bez pojačavača. Izuzetno dobru linearnost ovakav sklop ima u frekventnom području 10 Hz – 45 kHz. Razlika pojačanja na početku i kraju ovog opsjega iznosi 0,2 dB.

Za ovakav aktivni transformator je karakteristično da fazna greška ima negativan znak pri frekvencijama manjim od 2 kHz, tj struja kroz sekundar prednjači struji primara i da se fazni pomjeraj struje primara i sekundara povećava sa smanjenjem frekvencije. Ova pojava se objašnjava činjenicom da se uređaj ponaša kao rezonantno kolo na vrlo niskoj frekvenciji oko 0,1 Hz. Prilikom ispitivanja prve verzije transformatora kod kojeg je prvo namotan sekundar zatim kontrolni namotaj i na kraju primar, sistem je imao rezonansnu frekvenciju 2 Hz. Na toj frekvenciji je amplitudska karakteristika imala pik +11 dB a fazni pomjeraj je bio $\pi/2$ radijana. Fazni pomjeraj pri frekvenciji 50 Hz je bio 2° , što je nedozvoljeno veliko. Kod transformatora, na koji se ove karakteristike odnose, rezonantna frekvencija je pomjerena na vrijednost 0,1 Hz. Kako pojačanje pojačavača opada za frekvencije ispod 1 Hz, to rezonansna osobina nema neki značajni uticaj ali je fazni pomjeraj značajno veliki. Fazni pomjeraj na 50 Hz iznosi $0,32^\circ$.

Nagli porast faznog pomjeraja na visokim frekvencijama je posljedica kašnjenja struje sekundara za strujom primara u konstantnom iznosu od približno 0,25 μ s.

6. PRIMJER PRIMJENE



Sl. 9 Oblik struje kroz termički potrošač sa tiristorskom regulacijom snage. Gornja kriva predstavlja pad napona na strujnom šantu a donja napon na izlazu aktivnog strujnog transformatora.

Na slici 9 prikazan je oblik struje kroz termički potrošač sa tiristorskim regulatorom napona kod kojeg se napon reguliše promjenom ugla otvaranja tiristora. Gornja kriva je predstavljena kao pad napona na otporniku (strujnom šantu) koji je vezan na red sa potrošačem i predstavlja struju kroz potrošač. Donja kriva predstavlja napon na izlazu aktivnog strujnog transformatora. Sa slike se može vidjeti da uređaj veoma dobro prati struju primara i da ne dolazi ni do istitravanja pri naglim promjenama struje ni do bilo kakvih drugih oscilacija.

7. ZAKLJUČAK

Kao što se može vidjeti iz rezultata, prikazana realizacija aktivnog strujnog mjernog transformatora zadovoljava tražene zahtjeve. Dobijeni sklop ima veoma male dimenzije, dovoljno veliku tačnost i stabilnost.

Izmjereni rezultati pokazuju grešku efektivne vrijednosti struje manju od 0,2 dB u frekventnom opsegu od 10 Hz do 45 kHz a manju od -3 dB u opsegu od 2 Hz do 1,3 MHz. Fazna greška se kreće od -1° do 1° u frekventnom opsegu od 8 Hz do 12 kHz.

Fazna greška pri frekvenciji 50 Hz iznosi $0,32^\circ$ i kod velikog broja primjena je prihvatljiva. Ako se želi još veća tačnost, fazni pomjeraj se može naknadno korigovati na jednostavan način postavljanjem kondenzatora paralelno otporniku R_{11} ili RC kolom na izlazu uređaja.

LITERATURA

- [1] *Isolated current and voltage transducers*, LEM Components, www.lem.com
- [2] S. E. Zocholl D. W. Smaha, *Current Transformer Concepts*, Standard Elektrik Lorenz 1992
- [3] L.Dalessandro N.Karrer J.W Kolar, *A Novel Isolated Current Sensor for High-Performance Power Electronics Applications*, Swiss Federal Institute of Technology (ETH) Zurich
- [4] Daniel Slomovitz, *Electronic System for Increasing the Accuracy of In-Service Instrument-Current Transformers*, IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement, Vol.52, No 2, April 2003.

POLAZNE I RADNE KARAKTERISTIKE JEDNOSMJERNOG MOTORA NAPAJANOG IZ SOLARNIH PANELA STARTING AND STEADY-STATE CHARACTERISTICS OF DC MOTOR FED BY A PHOTOVOLTAIC GENERATOR

Vladan Durković, Martin Čalasan, Saša Mujović, *Elektrotehnički fakultet Podgorica*

Sadržaj: U ovome radu je prikazan DC motor sa nezavisnom pobudom, napajan iz solarnog panela. Model DC motora i solarnog panela je realizovan u programskom paketu Matlab. Performanse ovakvog sistema su razmatrane sa aspekta starovanja i sa aspekta rada DC motora u ustaljenom radnom stanju.

Abstract: In this paper is presented separately-excited DC motor fed by a photovoltaic generator. Model DC motor and solar cell (generator) is realized in program package Matlab. The performance of this system are analyzed with respect to the starting and steady state operation.

1. UVOD

Solarne ćelije predstavljaju „najelegantniji” izvor električne energije od svih danas poznatih, [1]. Snažan impuls povećanju njihove primjene daju sve aktuelniji zahtjevi očuvanja životne sredine, sprečavanje globalnog zagrijavanja i zagađenje vazduha. Sa druge strane, potrebno je istaći da na rastući trend njihove upotrebe bitno utiče i konstantan pad njihove cijene i izuzetno niski troškovi eksploatacije i održavanja.

Dva osnovana rešenja primjene solarnih ćelija, sa stanovišta napajanja elektromotornih pogona, su:

- direktno napajanje elektromotora (bez elemenata energetske elektronike) [2,3],
- napajanje elektromotora iz solarnih panela uz upotrebu elemenata energetske elektronike [3].

Najvažnije karakteristike elektromotornih pogona napajanih iz solarnih panela su sljedeće:

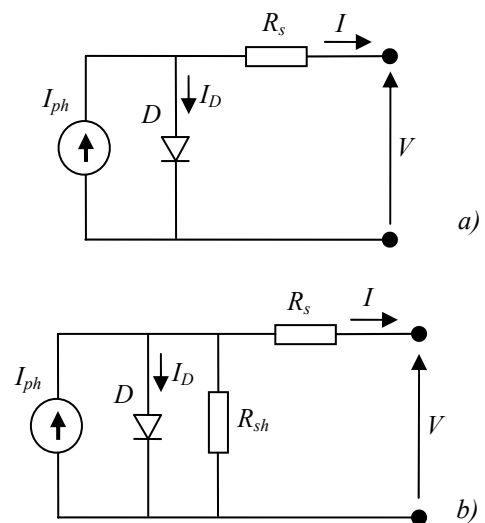
- prosto konstrukciono rešenje, što obezbjeđuje i veliku pouzdanost sistema,
- prosto i pouzdano upravljanje,
- relativno jeftino rešenje.

U proučavanju ponašanja sistema solarna ćelija - elektromotor - opterećenje, pored eksperimentalnih ispitivanja, sve veći značaj ima primjena matematičkog modeliranja i simulacije ponašanja ovoga sistema, što je predmet istraživanja mnogih autora. Kompletan sistem solarna ćelija - elektromotor - opterećenje razmatran je u [3]. U [4] prikazan je matematički i simulacioni model solarne ćelije, a u [5] matematički model i simulacija rada DC motora napajano iz solarnih panela.

U ovom radu je, cijeneći značaj pomenute problematike, prikazan i analiziran model sistema solarna ćelija – DC motor – opterećenje. Analiziran je postupak startovanja DC motora, napajano iz solarnog panela, kao i uticaj promjene insolacije i momenta opterećenja na brzinu motora. Sve simulacije su odrađene u programskom paketu Matlab (Matlab/Simulink).

2. SOLARNA ĆELIJA

Sa stanovišta konstrukcije, solarna ćelija je poluprovodnički P-N spoj, čija je funkcija da vrši direktno pretvaranje sunčevog zračenja u električnu energiju.



Slika 1. Električna šema solarne ćelije a) bez šanta, b) sa šantom

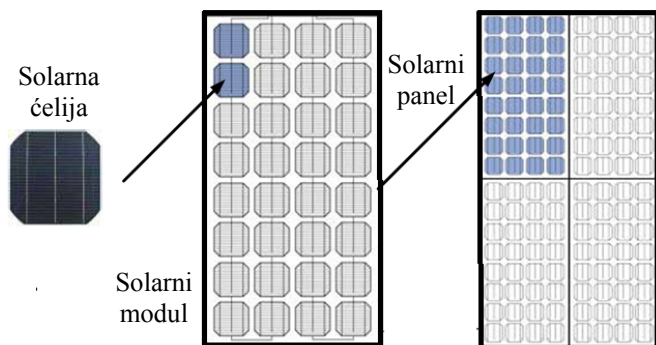
Apksimativna električna šema solarne ćelije, sa i bez šanta, prikazana je na slici (1). Solarna ćelija je nelinearan element, koja se može opisati sljedećom jednačinom:

$$I = I_{PH} - I_S \cdot \left(e^{\left(\frac{q \cdot V}{k \cdot T_c \cdot A} \right)} - 1 \right), \quad (1)$$

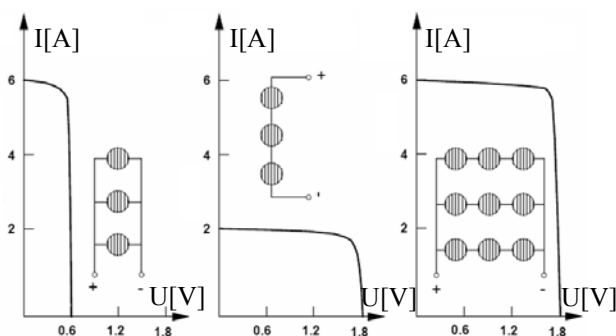
gdje je: I_{ph} - fotostruja solarne ćelije proporcionalna insolaciji; I_s - struja zasićenja; q - naelektrisanje elektrona; A - faktor kvaliteta diode; k - Bolcmanova konstanta; T_c - apsolutna temperatura.

Snaga pojedinačne PV ćelije je mala (do 2 W), pa se kao takva ne bi mogla šire upotrebljavati. Zbog toga se PV ćelije

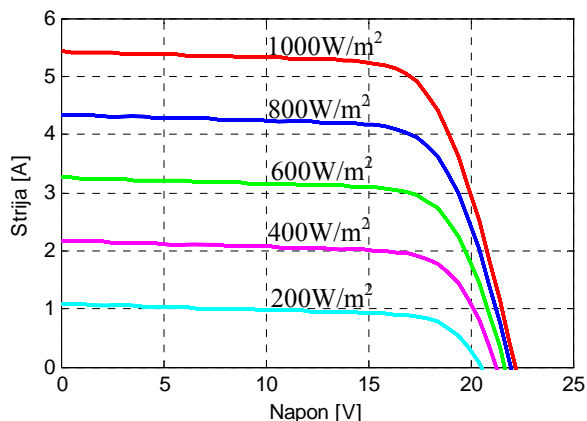
mehanički i električno vezuju u veće cjeline koje se nazivaju moduli. U cilju dobijanja još većih snaga, moduli se po istom principu vezuju u tzv. fotonaponske panele, koji proizvode struju, napon i snagu znatno većeg intenziteta (Slika 2.). U solarnim panelima, odnosno modulima, solarne ćelije se povezuju redno ili paralelno, u cilju dobijanja većih struja, odnosno napona, respektivno (Slika 3.).



Slika 2. Ćelija, modul i panel

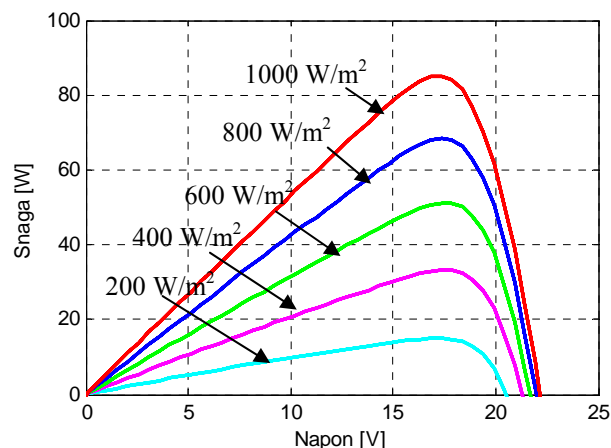


Slika 3. Načini povezivanja solarnih ćelija



Slika 4. Strujno-naponske (I-V) karakteristike solarnih ćelija za različite insolacije

U cilju obezbeđenja napona za napajanje DC motora, čiji su podaci navedeni u DODATKU, u ovom radu koristeće se redno vezani panel. Struja-napon (I-V) i snaga-napon (P-V) karakteristike korišćenog solarnih ćelija za različite insolacije, prikazane su na slikama 4. i 5., respektivno.



Slika 5. P-V karakteristike solarnih ćelija za različite insolacije

3. MATEMATIČKI MODEL DC MOTORA

Zbog naglog razvoja energetske elektronike DC motor gubi primat u pogonima sa promjenjivim brzinama obrtanja. Međutim, u pogonima sa konstantnim brzinama obrtanja, kao i u starijim pogonima, ova motor i dalje ima značajnu funkciju.

DC motor može se opisati sljedećim naponskim jednačinama:

$$u_f = R_f i_f + L_f \frac{di_f}{dt} \quad (2)$$

$$u_a = R_a i_a + L_a \frac{di_a}{dt} + E_a, \quad (3)$$

gdje indeks "f" predstavlja parametre pobudnog kola, a indeks "a" parametre kola armature. E_a predstavlja elektromotornu silu, koja se matematički može opisati sljedećom jednačinom:

$$E_a = K \Phi_p \omega_m, \quad (4)$$

gdje su: K – konstanta, Φ_p – pobudni fluks [Wb], a ω_m – brzina obrtanja motora [rad/s]. Mehanički dio DC motor se može opisati sljedećom jednačinom:

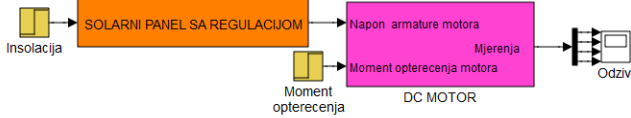
$$J \frac{d\omega_m}{dt} = M_e - M_{meh} - B\omega_m, \quad (5)$$

gdje su: J – moment inercija, B – otporni moment izazvan trenjem, M_e – elektromagnetni moment i M_{meh} – mehanički otporni moment, [6-7]. Elektromagnetni moment DC mašine je srazmjeran proizvodu pobudnog fluksa i struje armature, što se matematički može napisati kao:

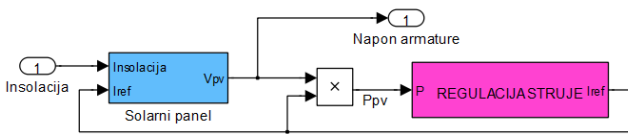
$$M_e = K \Phi_p I_a \quad (6)$$

4. ANALIZA RADA DC MOTORA NAPAJANOG IZ SOLARNIH ČELIJA

U cilju ispitivanja rada DC motora napajano iz solarnog panela u programskom paketu Matlab/Simulink realizovan je model ovoga sistema (slika 6.). Na slici 7. prikazan je Simulink model solarnog panela sa strujnom regulacijom.

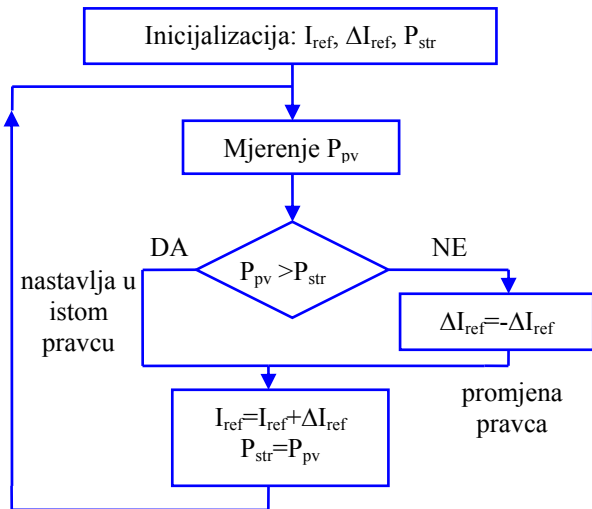


Slika 6. Simulink model DC motor napajane iz PV panela

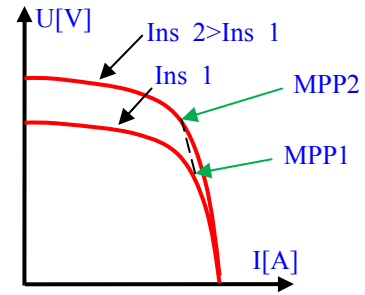


Slika 7. Simulink model solarnog panela sa strujnom regulacijom

Simulnik model DC mašine urađen je na osnovu jednačina (2-6), dok je Simulink model solarnih ćelija (panela) urađen na osnovu jednačine (1). U ovom radu ostvarena je strujna regulacija solarnog panela, uz pomoć koje se, za datu vrijednost insolacije i za poznate parametre solarnih ćelija, dobija maksimalna snaga koju ta solarna ćelija (panel) može da ostvari. Blok dijagram strujne regulacije solarnih panela prikazan je na slici 8, [7]. Suština rada strujne regulacije prikazana je na slici 9, sa koje se vidi da se nakon povećanja insolacije radna tačka MPP1 premjesti u novu radnu tačku MPP2, koja definiše maksimalnu snagu koju solarna ćelija (panel) može da preda potrošaču za tu vrijednost insolacije.

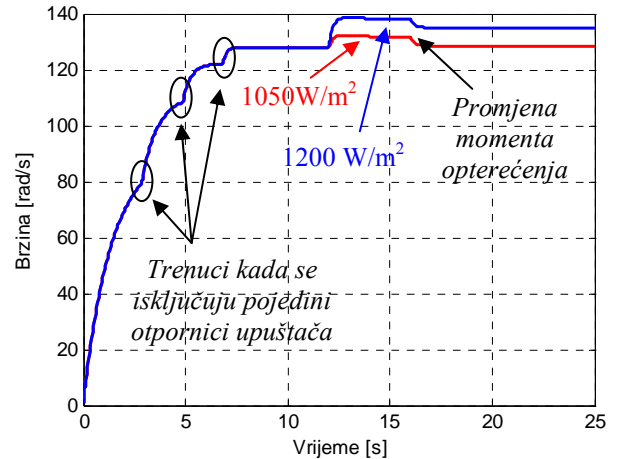


Slika 8. Blok dijagram strujne regulacije solarnih ćelija (panela)

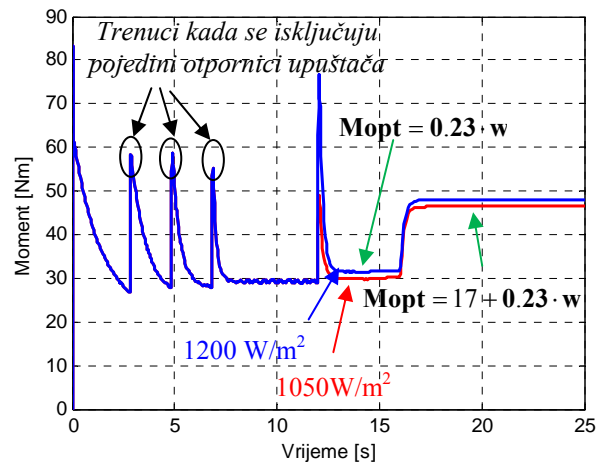


Slika 9. Karakteristika struja – napon solarne ćelije

Na slici 10. je prikazana brzina DC motora, dok je na slici 11. prikazan moment motora koji se pušta u rad sa upuštanjem. Upuštač DC motora se sastoji od otporničkih sekvenci koje se, nakon što brzina postigne određene vrijednosti isključuju iz kola armature i na taj način osiguravaju siguran start mašine. U suštini, uz pomoć njih se vrši ograničenje polaznog momenta (a i struje) na određenu vrijednost. Na istim slikama je prikazano kako promjena insolacije, a i momenta opterećenja djeluje na promjenu brzine, odnosno momenta motora, respektivno. Povećanjem insolacije, povećava se moment motora, a samim tim i brzina motora. Sa druge strane, što je veći moment opterećenja, brzina motora je manja. Posmatrani motor se pušta u rad pod opterećenjem koje je srazmjerno brzini obrtanja ($M_{opt} = 0.23 \cdot w$).

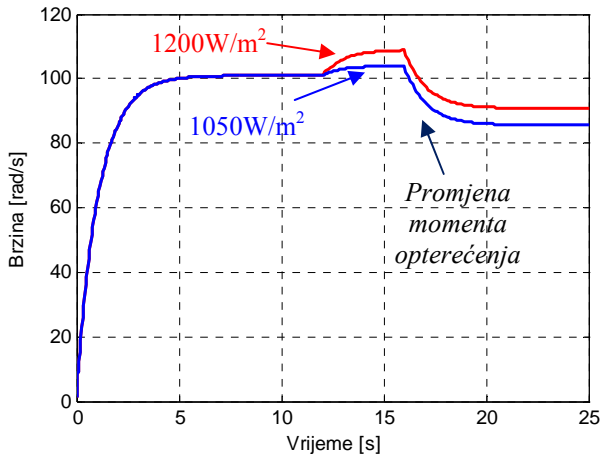


Slika 10. Brzina DC motora (sa upuštanjem)

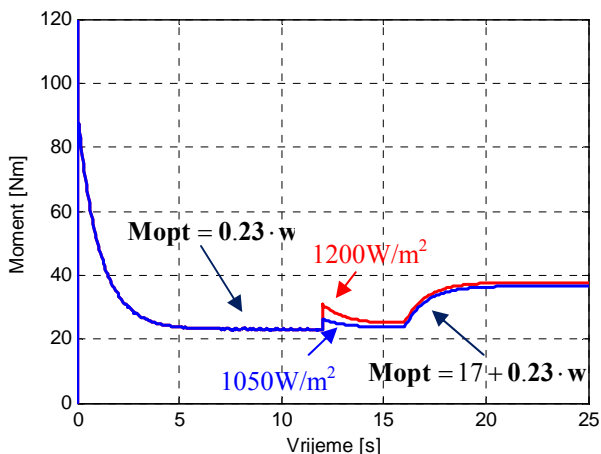


Slika 11. Moment DC motora (sa upuštanjem)

Na slikama 12. i 13. prikazano je puštanja u rad DC motora pri čemu je u kolo rotora uključena dodatna otpornost. U ovom slučaju, polazni moment ima veću vrijednost nego kada se koristi upuštač, dok sa druge strane stalno uključena otpornost u kolo rotora povećava gubitke motora i smanjuje radne vrijednosti brzine i momenta. Na istim slikama je prikazano i kako promjena insolacije i momenta opterećenja djeluje na brzinu i moment motora.



Slika 12. Brzina DC motora (bez upuštača)



Slika 13. Moment DC motora (bez upuštača)

5. ZAKLJUČAK

Klimatske promjene predstavljaju jedan od najozbiljnijih problema čovječanstva. Emisija ugljendioksida, efekti staklene bašte, zagađenja koja stvaraju termo elektrane, rizik koji nose sa sobom nuklearne elektrane itd. utiču na to da se pažnja energetske trendova sve više posvećuje iskorišćenju obnovljivih izvora energije.

U ovom radu prikazan je simulacioni model DC mašine napajane iz solarnih panela. Analiziran je postupak startovanja DC motora, kako sa upuštačem, tako i bez njega. Isto tako, analiziran je efekat promjene insolacije i momenta opterećenja motora na najvažnije mehaničke karakteristike DC motor.

Analiza sprovedena u ovom radu pokazala je da se može ostvariti napajanje DC motora iz solarnih panela. Takođe, sprovedena analiza je pokazala da promjena insolacije solarnih ćelija utiče na brzinu obrtanja motora, pa se u slučaju pogona sa konstantnom brzinom obrtanja motora posebna pažnja mora posvetiti stabilizaciji njegovog napona napajanja, tj. stabilizaciji izlaznog napona solarnog panela.

DODATAK

Tabela 1. Najvažniji parametri solarnih ćelija

I_{sc} (struja kratkog spoja)	V_{oc} (napon praznog hoda)	I_{mp} (struja pri maksimalnoj snazi)	V_{mp} (napon pri maksimalnoj snazi)
5.45 A	22.2 A	4.95 A	17.2 V

Tabela 2. Najvažniji parametri DC mašine, [8]

U_a	240 V	L_a	0.012 H
U_f	240 V	L_f	120 H
R_a	0.6 Ω	L_{af}	1.8 H
R_f	240 Ω	n_{nom}	130 rad/s

LITERATURA

- [1] Mukund R. Patel, "Power Systems Wind and Solar," CRC Press, 1999.
- [2] Mohamed M. Saied, "Improved Matching of Photovoltaic Solar Arrays Supplying DC Motor Through Controlled Motor Saturation," the Eleventh International conference on Microelectronics – ICM '99., pp. 275-279, 22-24 nov. 1999.
- [3] Kame Khouzam and Lucy Khouzam, "Optimum matching of direct-coupled electromechanical loads to a photovoltaic generator," *IEEE Transactions on Energy Conversion*, Vol. 8, No. 3, pp. 343-349, September, 1993.
- [4] Huan-Liang Tsai, Ci-Siang Tu, and Yi-Jie Su, Member, IAENG, Development of generalized Photovoltaic model using MATLAB/SIMULINK, *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2008 WCES 2008*, October 22-24, 2008, San Francisco, USA.
- [5] J. Appelbaum, "Starting and steady-state characteristics of DC motor powered by solar cell generators," *IEEE Transactions On Energy Conversion*, Vol. EC-1, No. 1, pp. 17-25, March 1986.
- [6] Milutin M. Ostojić, "Uvod u opštu teoriju električnih mašina," Univerzitet Crne Gore, "Obod" Cetinje, 2001.
- [7] C. W. Tam, T. C. Green, C. A. Hernandez, "A Current Mode Controlled Maximum Power Point Tracking Converter for Building Integrated Photovoltaics", *EPE 2007, 12th European Conference on Power Electronics and Application*, Aalborg, 2007.
- [8] Krause et al, *Analysis of Electric Machinery*, pp. 89-92

PROCJENA STANJA ČUINOŠ OSCILATORA POMOĆU SKALIRAJUĆIH EKSPONENATA A SCALING EXPONENTS BASED ANALYSIS OF THE CHUA'S OSCILLATOR

Vesna Rubežić, Igor Đurović, *Elektrotehnički fakultet u Podgorici*

Ervin Sejdić, *Department of Electrical and Computer Engineering, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA*

Sadržaj - U ovom radu je predložen detektor stanja haotičnih oscilatora zasnovan na skalirajućim eksponentima. Za računanje skalirajućih eksponenata koristi se *detrended fluctuation analysis* (DFA). Zbog postojanja takozvanog *crossover* efekta DFA ne primjenjujemo direktno na haotični signal, nego su skalirajućih eksponenti dobijeni za vremenski niz koji predstavlja intervale između lokalnih ekstremnih tačaka signala iz razmatranog kola. Odgovarajući detektor je dizajniran koristeći činjenicu da se skalirajućih eksponenti mijenjaju sa promjenom stanja haotičnih kola. Simulacioni primjeri su urađeni za Čuin oscilator.

Abstract - In this paper, a scaling exponent based approach is proposed to determine the current circuit state. *Detrended fluctuation analysis* is used to calculate scaling exponents. The scaling exponents are obtained for the time series representing intervals between local extremum points calculated for signals from consider circuits. The corresponding detector is designed using the fact that the DFA gives different results for various states of the chaotic circuit. Simulation examples in this paper are performed for the Chua's circuits.

1. UVOD

Haotični nelinearni oscilatori pripadaju grupi sistema koji ispoljavaju haotično ponašanje [1]-[4]. Pažnju istraživača već duže vrijeme privlači procjena tekućeg stanja oscilatora na osnovu jednog dostupnog vremenskog niza podataka.

U literaturi postoji nekoliko bazičnih radova o tome kako detektovati haos iz vremenskog niza podataka kao što su: Ljapunovljev metod [5],[6] Grassberger-Procaccia algoritam (GPA) za estimaciju korelacione dimenzije [7] i Kolmogorovljeve entropije [8]. Ove metode zasnovane su na kvantifikaciji odnosa između najbližih susjeda u faznom prostoru, pa su računski veoma zahtjevne.

Tema ovog rada pripada široj oblasti detekcije dinamičkih promjena u dinamici signala. U ovoj oblasti postoji mnogo interesantnih radova. Između ostalih to su radovi koji analiziraju rekurentnu dinamiku sistema [9],[10]. Većina od njih, takođe, analizira odnose najbližih susjeda u faznom prostoru. Početkom prošle dekade predložena je permutaciona entropija, interesantan, jednostavan, računski efikasan koncept za mjerenje kompleksnosti vremenskog niza [11],[12].

U drugom smjeru, pošto period-udvostručavajući, kvaziperiodični i intermitentni put u haos imaju dobro definisanu spektralnu reprezentaciju predložene su tehnike zasnovane na vremensko-frekvencijskoj reprezentaciji signala, koje omogućavaju razlikovanje periodičnog i haotičnog stanja u ovom domenu [13],[14]. Međutim, ovi detektori ne vrše uvijek dobru diferencijaciju između haosa i šuma za niže vrijednosti odnosa signal-šum.

Sledeći pristup je zasnovan na konceptu skale. Ovaj koncept je pogodan za analizu signala iz kompleksnih dinamičkih sistema [15]-[18]. U ovom radu korištena je *detrended fluctuation analysis* (DFA), efikasan skalirajućih metod, koji se koristi u detekciji korelacija u šumnim, nestacionarnim vremenskim nizovima [19]. Haotični signali izgledaju slučajno i nepredvidivo, imaju statističke osobine slične slučajnim signalima, pa je DFA pogodna za analizu takvih signala u cilju detektovanja stanja haotičnih oscilatora [20]. DFA se primjenjuje u analizi kompleksnih medicinskih signala kao što su oni iz srca [21], mozga [22], signali vezani

za mišićnu aktivnost [23] i dinamiku intervala između koraka [24]. Ovi rezultati su nas podstakli da umjesto direktnog razmatranja veoma složenih signala iz haotičnih oscilatora razmatramo sekvencu intervala između ekstremnih tačaka signala iz haotičnih oscilatora (*interbit* signal) koja je jednostavnija. Dakle, mi predlažemo algoritam zasnovan na analizi skalirajućih eksponenata, koji se računaju pomoću DFA, pridruženih vremenskim nizovima koji predstavljaju intervale između ekstremuma u originalnom signalu. Naša analiza pokazuje da se skalirajućih eksponent ovog niza značajno razlikuje za periodični i haotični signal. Predloženi algoritam nije složen za izračunavanje i zahtijeva kratak interval za evaluaciju mjere, te je pogodan za implementaciju u realnom vremenu. Takođe, u uslovima značajnijeg šuma ponaša se robusnije nego postojeće tehnike.

Ovaj rad je organizovan na sledeći način. U sekciji 2 detaljno je opisana procedura procjene skalirajućeg eksponenta i predložen je detektor haosa u oscilatornim kolima zasnovan na DFA. U sekciji 3 DFA je primijenjen na tipični periodični i haotični signal iz Čuinog oscilatora, objašnjen je izbor praga i podešavanja algoritma. Simulacioni rezultati su dati u sekciji 4, a zaključni komentari u sekciji 5.

2. DETEKCIJA HAOSA POMOĆU SKALIRAJUĆEG EKSPONENTA

U ovoj sekciji, predlažemo algoritam za detekciju haotičnih epizoda zasnovan na skalirajućim eksponentima. Naglasimo da zbog postojanja takozvanog *crossover* efekta DFA ne primjenjujemo direktno na haotični signal. Prema tome, skalirajućih eksponenti su dobijeni za vremenski niz koji predstavlja intervale između lokalnih ekstremnih tačaka signala iz razmatranog kola. Ovo je detaljno objašnjeno u sledećoj sekciji.

Koraci predloženog algoritma su:

- 1) Dobijanje lokalnih ekstremnih tačaka za razmatrani signal.
- 2) Kreiranje vremenskog niza koji predstavlja intervale između lokalnih ekstremnih vrijednosti.

3) Ovako dobijeni niz se dijeli u kraće preklapajuće blokove podataka dužine N .

4) Računanje skalirajućeg eksponenta za svaki blok podataka upotrebom DFA.

Da bi procijenili skalirajući eksponent vremenskog niza $y(i)$, $i=1, \dots, N$, preduzimamo sledeće korake:

a. Računa se srednja vrijednost vremenskog niza

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N y(j). \text{ Integrirani vremenski niz } x(i),$$

$i=1, \dots, N$ je dobijen kao:

$$x(i) = \sum_{j=1}^i [y(j) - \bar{y}], \quad i=1, \dots, N, \quad (1)$$

b. Dobijeni integrirani niz $x(i)$ je, onda, podijeljen u podnizove jednake dužine n (prozore), koji se ne preklapaju. Za interpolaciju sekvence u svakom podnizu koristi se polinomijalna funkcija stepena m označena kao $x_{pol,m}(i;n)$. Interpolaciona kriva $x_{pol,m}(i;n)$ predstavlja lokalni trend u svakom podnizu. Obično se koristi linearna interpolacija, tj. $m=1$.

c. Računa se fluktuaciona sekvenca, odnosno razlika između integrirane sekvence i lokalnog polinomijalnog trenda:

$$z_m(i;n) = x(i) - x_{pol,m}(i;n), \quad i=1, \dots, N. \quad (2)$$

d. Za svaki podniz računa se korijen srednje vrijednosti kvadrata fluktuacije (root-mean square), tj. fluktuaciona funkcija označena kao $F_m(n)$:

$$F_m(n) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N z_m(j;n)^2}. \quad (3)$$

Ova procedura ponavlja se za široki opseg dužina podnizova n ($n_{min} \square 5$ i $n_{max} \square N/4$ [19]).

e. Na kraju, ako pretpostavimo da signal zadovoljava skalirajuću zakonitost, onda se zapaža da fluktuaciona funkcija $F_m(n)$ zadovoljava stepenovanu funkcionalnu zavisnost u odnosu na dužinu podniza:

$$F_m(n) \square n^\alpha, \quad (4)$$

gdje je α skalirajući eksponent ili faktor i može biti određen kao nagib grafika $\log(F_m(n))$ u funkciji od $\log(n)$. Primjenjujemo linearnu interpolaciju grafika $\log(F_m(n))$ u funkciji od $\log(n)$ u cilju određivanja α . Ovaj nagib je mjera za detekciju haosa.

5) Za vremenski trenutak t , mjera $m(t) = \alpha$.

6) Upoređujemo $m(t)$ sa pragom C :

$$\begin{aligned} m(t) \geq C, & \text{ oscilatorno kolo u trenutku } t \\ & \text{ je u haotičnom režimu} \\ m(t) < C, & \text{ oscilatorno kolo u trenutku } t \\ & \text{ je u periodičnom režimu} \end{aligned} \quad (5)$$

$m(t)$ je veće za haotični nego za periodični režim. Drugim riječima, ako je $m(t)$ iznad odgovarajućeg praga, onda je razmatrani signal haotični. Inače, ako je $m(t)$ ispod praga, zaključujemo da signal predstavlja periodični režim. U ovom procesu određivanje odgovarajuće vrijednosti praga je od posebne važnosti. U sledećoj sekciji će biti opisano kako se bira odgovarajuća vrijednost praga za Čuino kolo.

3. DETALJNO PODEŠAVANJE ALGORITMA

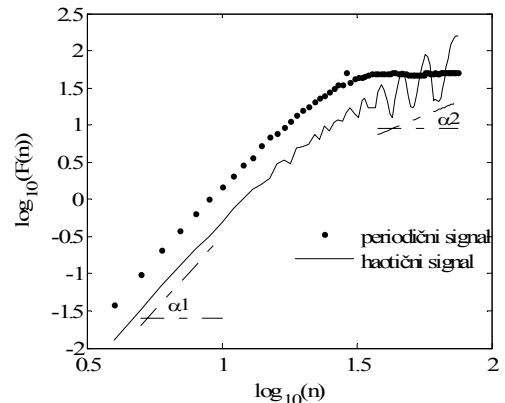
Ovdje će biti objašnjena procedura izbora praga na primjeru Čuinog oscilatora. To je najprostije elektronsko kolo koje ispunjava sve uslove za ispoljavanje haosa [25]. Kolo može biti opisano sistemom od tri autonomne jednačine stanja:

$$\begin{aligned} \frac{dv_1}{dt} &= \frac{1}{C_1} [G(v_2 - v_1) - f(v_1)] \\ \frac{dv_2}{dt} &= \frac{1}{C_2} [G(v_1 - v_2) + i_3] \\ \frac{di_3}{dt} &= \frac{1}{L} (-v_2 - R_0 i_3) \end{aligned} \quad (6)$$

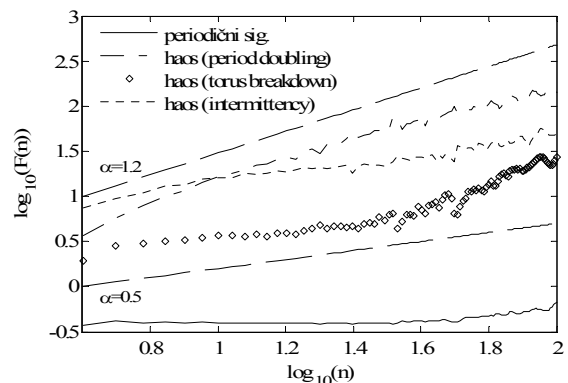
gdje je $G=1/R$ i $f(v_R)$ karakteristika nelinearnog otpornika (Čuine diode) data sa:

$$f(v_R) = G_b v_R + \frac{1}{2} (G_a - G_b) (|v_R + E| - |v_R - E|) \quad (7)$$

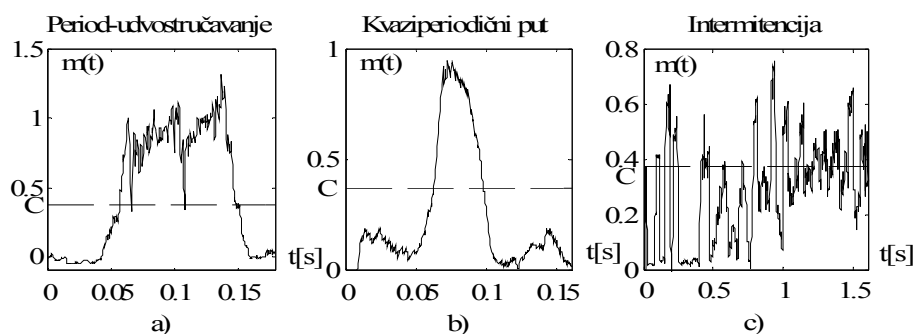
i gdje je E prelomna tačka napona Čuine diode.



Sl. 1. Rezultati DFA za originalni signal: periodični signal - tačkasta linija, haotični signal - puna linija.



Sl. 2. Rezultati DFA za interbit sekvencu: periodični signal - puna linija, haotični signal - isprekidana linija.



Sl.3. Čuino kolo. Odziv detektora za različite puteve u haos. Prag detekcije - horizontalna isprekidana linija.

Putevi u haos	Fiksirani parametri	Promjenljivi parametar
Period-udvostručavajući	$L = 18mH$, $C_1 = 10nF$, $C_2 = 100nF$, $G_a = -757.576\mu S$ $G_b = -409.091\mu S$, $E = 1V$, $R_0 = 12.5\Omega$	G linearno raste od $G = 530\mu S$ do $G = 565\mu S$ i posle toga opada ka početnoj vrijednosti.
Kvaziperiodični	$L = 7.682mH$, $C_2 = 0.3606nF$, $G_a = 0.599\mu S$ $G_b = 0.77\mu S$, $E = 1V$, $R_0 = 13.4\Omega$, $G = -0.7mS$	C_1 linearno opada od $C_1 = 0.0297\mu F$ ka $C_1 = 0.008\mu F$ i posle toga raste ka početnoj vrijednosti.
Intermitentni	$L = 37.56mH$, $C_2 = 215nF$, $G_a = -0.756\mu S$ $G_b = -0.409\mu S$, $E = 1V$, $R_0 = 30\Omega$, $G = 0.648mS$	C_1 linearno opada od $C_1 = 19.28nF$ ka $C_1 = 19.246nF$.

Tabela I. Putevi u haos za Čuin oscilator.

Čuin oscilator ispoljava, pri odgovarajućem izboru parametara, različite oblike ponašanja u ustaljenom stanju (ravnotežna tačka, periodično kretanje, kvaziperiodično kretanje i haos). Ovo kolo može postati haotično na tri različita načina: period-udvostručavanje, kvaziperiodični i intermitentni put u haos. Tranzicija je postignuta promjenom jednog parametra kola, dok ostali ostaju konstantni. U Tabeli I prikazani su promjenljivi i konstantni parametri Čuinog kola koji su korišćeni u našim simulacijama za tri pomenuta puta u haos [25]-[27].

Na signal iz Chua-inog oscilatora primijenjena je DFA za kvantifikaciju stanja kola na osnovu dobijenih skalirajućih eksponenta. Skalirajući eksponenti za signal iz Čuinog oscilatora dati su na slici 1. Punom linijom predstavljen je DFA za haotični signal dok isprekidana linija odgovara periodičnom signalu. Očigledno, fluktuaciona funkcija ne može biti opisana jednostavnim pravilom pošto jedinstvena vrijednost α ne može biti određena za cijelu funkciju. Naime, postoji prelomna tačka u fluktuacionoj funkciji gdje skalirajući eksponent mijenja vrijednost. Sa Slike 1 može se zaključiti da je glavna razlika između periodičnog i haotičnog režima u različitim eksponentima posle prelomne tačke. Nagib krive za periodični režim je aproksimativno nula, dok je za haotični režim nagib različit od nule.

Uski prozori (prije prelomne tačke) ispoljavaju slično ponašanje za haotični i periodični režim. Naime, periodični signal u prozoru koji je kraći od perioda signala ima pseudoslučajno javljanje i dužina prozora manja od one koja odgovara prelomnoj tački nije korisna u detekciji. Posle prelomne tačke nagib fluktuacione funkcije za periodični režim je približno nula, dok je za haotični režim različit od

nule. Dizajn detektora je komplikovan pošto zahtijeva procjenu prelomne tačke koja je različita za različite puteve u haos, različite haotične sisteme i takođe zavisi od frekvencije odabiranja (manja frekvencija odabiranja znači veći broj odbiraka i veću vrijednost prelomne tačke). Iz tog razloga odlučujemo da koristimo interval između ekstremnih tačaka u originalnom signalu u DFA analizi. Prvo, ovi signali su manje kompleksni od odgovarajućih izlaza iz oscilatora. Za monokomponentni periodični signal bez šuma ovaj niz je konstantan, dok za multikomponentni ima nekoliko vrijednosti koje se periodično javljaju. Za analizirano Čuino kolo ovaj period je manji od 5 odbiraka. To znači da je n koje odgovara prelomnoj tački u DFA analizi manje od 5 i da nagib DFA krive može biti procijenjen za $n > 5$. Za periodični režim nagib je jednak nuli, dok je za haotični region sekvenca intervala između ekstremuma iregularna i odgovarajući nagib je nenulti za $n > 5$. Onda će predloženi detektor biti zasnovan na DFA analizi sekvence intervala između ekstremuma i nagibu odgovarajuće fluktuacione funkcije. Skalirajući eksponenti za ovakav vremenski niz izveden iz signala iz Čuinog oscilatora prikazani su na Slici 2. Puna linija predstavlja fluktuacionu funkciju za periodični signal. Isprekidana linija predstavlja fluktuacionu funkciju za haotične signale za tri različita puta u haos: period-udvostručavajući (linija crta-tačka), kvaziperiodični (romb linija), intermitentni (tačkasta linija). Na slici 2 se vidi da je $\alpha \approx 0$ za periodični režim i $\alpha > 0.5$ za haotični režim.

Razlika između nagiba u periodičnom i haotičnom režimu je dovoljno velika da omogućava postavljanje pouzdanog praga između ovih režima. Prema tome, u našim

simulacijama postavljamo prag na $C = 3/8 = 0.375$, što omogućava robusne performanse našeg detektora.

4. SIMULACIONI REZULTATI

U ovoj sekciji ispitujemo performanse predloženog detektora za Čuin oscilator. Razmatramo vremenski niz intervala između ekstremnih tačaka izveden iz signala $v_1(t)$. Parametri korišćeni u simulacijama prikazani su u Tabeli I. Kontinualnom promjenom bifurkacionog parametra, haotično kolo prelazi iz periodičnog u haotično stanje i obratno. Dužina sekvence koja je korišćena u DFA analizi je 1096 odbiraka. DFA je računata za svaki trenutak, pri čemu je prozor za analizu, dužine 100 odbiraka, bio centriran oko posmatranog trenutka. DFA je računata za sekvence dužine od 5 do 25 odbiraka. Na Slikama 3a-c prikazane su mjere $m(t)$ i odgovarajući pragovi za period-udvostručavajući, kvaziperiodični i intermitentni prelaz u kaos, respektivno. Haotični režim, vrijednosti iznad praga, slaže se dobro sa teorijskim očekivanjima i eksperimentalnim rezultatima nađenim u [13], [25]-[27]. Takođe, svi periodični prozori su detektovani. Slični rezultati se dobijaju i za druge signale ($v_2(t), i_3(t)$) iz kola.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu predložen je detektor haosa u signalima iz oscilatornih kola. Detektor je razvijen upotrebom skalirajućeg eksponenta za niz intervala između ekstremnih tačaka signala. Predložena tehnika je testirana za tri najčešća puta u kaos: period-udvostručavajući, kvaziperiodični i intermitentni. U našem budućem radu ova tehnika će biti primijenjena i na druge autonomne i neautonomne haotične sisteme.

LITERATURA

- [1] T. Matsumoto, "A chaotic attractor from Chua's circuits," *IEEE Trans. Circuits Syst.*, vol. CAS-31, pp. 1055-1058, 1984.
- [2] M. P. Kennedy, "Chaos in the Colpitts oscillator," *IEEE Trans. Circ. Syst. I*, vol. 41, no. 11, pp. 771-774, Nov. 1994.
- [3] W. A. Brock, D. A. Hsieh and B. LeBaron, *Nonlinear dynamics, chaos, and instability: statistical theory and economic evidence*, MIT Press, Cambridge, MA, 1991.
- [4] D. T. Kaplan, R. J. Cohen, "Is fibrillation chaos?" *Circulation Research*, vol. 67, pp. 886-892, 1990.
- [5] A. Wolf, J. B. Swift, H. L. Swinney, and J. A. Vastano, "Determining Lyapunov exponents from a time series," *Physica D*, vol. 16, pp. 285-317, 1985.
- [6] M. R. Rosenstein, J. J. Collins, C. J. De Luca, "A practical method for calculating largest Lyapunov exponents for small data sets," *Physica D*, vol. 65, pp. 117-134, 1993.
- [7] P. Grassberger, I. Procaccia, "Characterization of strange attractors," *Phys. Rev. Lett.*, no. 50, pp. 346-349, 1983.
- [8] P. Grassberger, I. Procaccia, "Estimation of the Kolmogorov entropy from a chaotic signal," *Physical Review A*, vol. 28, pp. 2591-2593, 1983.
- [9] J. P. Eckmann, S. O. Kamphorst, D. Ruelle (1987). "Recurrence Plots of Dynamical Systems," *Europhysics Letters* vol.5, no.9, pp. 973--977, 1987.
- [10] J. B. Gao, H.Q. Cai, "On the structures and quantification of recurrence plots," *Phys. Lett. A* vol.317, pp. 75-87, 2000.
- [11] C. Bandt, B. Pompe, "Permutation entropy: A natural complexity measure for time series," *Phys. Rev. Lett.* vol.88, no. 17, 174102, 2002.
- [12] Yinhe Cao, Wen-wen Tung, J. B. Gao, V. A. Protopopescu, L. M. Hively, "Detecting dynamical changes in time series using the permutation entropy," *Phys. Rev. E* vol.70, 046217, 2004.
- [13] V. Rubežić, I. Djurović and M. Daković, "Time-frequency representations based detector of chaos in oscillatory circuits," *Signal Processing*, vol. 86, no. 9, pp. 2255-2270, Sept. 2006.
- [14] I. Djurović, V. Rubežić, "Multiple STFT-based approach for chaos detection in oscillatory circuits," *Signal Processing*, vol. 87, no. 7, pp. 1772-1780, July. 2007.
- [15] M. Costa, A. L. Goldberger, C. K. Peng, "Multiscale entropy analysis of biological signals," *Phys Rev E* vol. 71, 021906, 2005.
- [16] P. Gaspard, and X. J. Wang, "Noise, chaos, and - entropy per unit time," *Physics Reports*, vol. 235, no. 6, pp. 291-343, 1993.
- [17] M. Cencini, M. Falcioni, E. Olbrich, H. Kantz, and A. Vulpiani, "Chaos or noise: Difficulties of a distinction," *Phys. Rev. E* vol. 62, no. 1, pp. 427-437, 2000.
- [18] J. B. Gao, J. Hu, W. W. Tung, and Y. H. Cao, "Distinguishing chaos from noise by scale-dependent Lyapunov exponent," *Phys. Rev. E*, vol. 74, 066204, 2006.
- [19] C. K. Peng, S. V. Buldyrev, S. Halvin, M. Simons, H. E. Stanley, A. L. Goldberger, "Mosaic organization of DNA nucleotides," *Phys. Rev. E*, vol. 49, no. 2, pp. 1685-1689, 1994.
- [20] J. A. Ramirez, E. Rodriguez, J. C. Echeverria, H. Puebla, "Correlation analysis of chaotic trajectories from Chua's system", *Chaos, Solitons and Fractals*, vol.36, pp.1157-1169, 2008.
- [21] C. K. Peng, S. Havlin, H. E. Stanley, A. L. Goldberger, "Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series," *Chaos*, vol. 5 no. 1, pp. 82-87, 1994.
- [22] C. P. Pan, B. Zheng, Y.Z. Wu, Y. Wang, X. W. Tang, "Detrended fluctuation analysis of human brain electroencephalogram," *Phys. Let. A*, vol. 329, no. 1, pp. 130-135, 2004.
- [23] Man Yassierli, "Utility of traditional and alternative EMG-based measures of fatigue during low-moderate level isometric efforts," *J. Electromyogr. Kinesiol.*, vol. 18, no. 1, pp. 44-53, 2008.
- [24] J. M. Hausdorff, C. K. Peng, Z. Ladin, J. Y. Wei, A. L. Goldberger, "Is walking a random walk? Evidence for long-range correlations in stride interval of human gait," *Appl. Physiol.*, vol.7 8, no.1, pp. 349-358, 1995.
- [25] M. P. Kenedy, "Three steps to chaos-Part II: A Chua's circuit primer," *IEEE Trans. Circuits Syst.-I: Fundamental Theory and Applications*. (Special Issue on Chaos in Nonlinear Circuits), vol. 40, no.10, pp. 657-674, Oct. 1993.
- [26] L. O. Chua, C. W. Wu, A. Huang and G. Q. Zhong, "A universal circuit for studying and generating chaos-Part I: Routes to chaos," *IEEE Trans.Circ. Syst.*, vol. 40, no. 10, pp. 732-744, Oct. 1993.
- [27] C. W. Wu, "Studying chaos via 1-D maps-A tutorial," *IEEE Trans. Circ. Syst.*, vol. 40, no. 10, pp. 707-721, Oct.1993.

UTICAJ RAZLIČITOG OBLIKA LIJEVKA NA POLJE ZRAČENJA LJEVKASTE ANTENE THE INFLUENCE OF THE DIFFERENT SHAPED CONICAL HORN ANTENNA TO RADIATION PATTERNS

Rade Kovačević, *Telenor Podgorica*
Ana Jovanović, *Elektrotehnički fakultet u Podgorici*

Sadržaj: U ovom radu je analiziran uticaj zakrivljenosti lijevka na polje zračenja ljevkaste mikrotalasne antene. Korišćeni numerički metod predstavlja kombinaciju metoda najmanjih kvadrata (MNK) i Hajgensovog principa. MNK je korišćen za određivanje polja u samoj anteni, a Hajgensov princip da se, na osnovu polja na kraju antene, odredi polje u zoni zračenja.

Abstract: In this paper is analysed the influence of the different shaped conical horn antenna to radiation patterns. The combination Least square boundary method and Huygens principle is used for analysis of the conical microwave antenna. LSBM is used first to determine field inside the taper (horn) of the antenna. The radiation field is then determined using the Huygens principle concept.

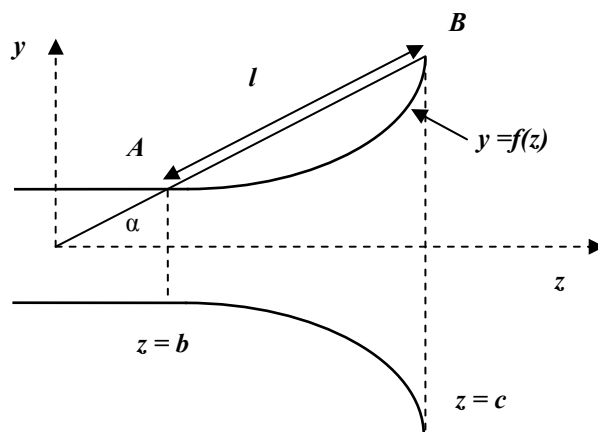
1. UVOD

Ljevkaste mikrotalasne antene se često koriste kao usmjerene antene, a još češće kao primarni radijatori za zračeće strukture sa reflektorima ili sočivima. Do sada je razvijen veliki broj metoda za simulaciju i numeričku analizu ljevkastih antena. Korišćeni su metod momenata, konačnih elemenata, konačnih razlika, mode-matching metod, Hajgensov princip, metodi analize mikrotalasnih kola, a najčešće više njih u kombinaciji ([1]-[10]). Međutim, svi ovi modeli se mogu podijeliti u tri klase: prva, kod koje se pretpostavlja da se zračeća površina antene završava u velikom talasovodu, pa se funkcija zračenja dobija preko integrala polja ([1], [2] i [5]), druga, kod koje se pretpostavlja da je beskonačni ekran postavljen u ravni zračeće površine antene ([4], [6] i [7]) i treća, kod kojih se uzima u obzir i polje na spoljašnjoj strani antene ([8]-[10]).

U ovom radu je korišćenjem numeričkog metoda koji predstavlja kombinaciju metoda najmanjih kvadrata (MNK) i Hajgensovog principa analiziran uticaj zakrivljenosti lijevka na polje zračenja ljevkaste mikrotalasne antene. Metod najmanjih kvadrata se koristi za određivanje elektromagnetnog polja unutar same antene ([11]-[18]). Suština metoda je da se rješenje za nepoznato polje traži u obliku sume baznih funkcija, tj. funkcija koje identički zadovoljavaju diferencijalnu jednačinu koja opisuje dato polje. Koeficijenti u toj sumi se određuju iz uslova da kvadrat greške koja nastaje usljed nepotpunog zadovoljenja graničnih uslova bude minimalan. Suština Hajgensovog principa je da se polje u zoni zračenja dobija na osnovu ekvivalentnih izvora, raspoređenih po proizvoljno odabranoj površini koja obuhvata realne izvore elektromagnetnog talasa. U ovom radu, vrijednosti tih ekvivalentnih izvora određuju se na osnovu polja unutar lijevka antene koje se dobija pomoću metoda najmanjih kvadrata.

2. OPIS PROBLEMA I PRIMIJENJENOG METODA

Ljevkaste mikrotalasne antene koje su analizirane u ovom radu imaju kružni poprečni presjek. U svim analiziranim slučajevima, pobudu je predstavljao osno simetrični TM_{01} tip talasa.



Slika 1. Ljevkasta antena i njen poprečni presjek

Na slici 1. prikazan je poprečni presjek ljevkaste antene, čiji lijevak ima dužinu L i ugao α . Uslov za prostiranje TM_{01} tipa talasa je $0.38\lambda < a < 0.88\lambda$, gdje je a poluprečnik kružnog talasovoda. Ispunjavajući dati uslov izabrana dimenzija poluprečnika je $a = 0,6\lambda$. Sa slike 1. se vidi da lijevak ove antene ima izvodnicu koju u pomoćnom koordinatnom sistemu opisuje proizvoljna funkcija $y = f(z)$. Komponente talasa date su sledećim izrazom [19]:

$$\begin{aligned} E_{z, TM_{01}} &= E_0 J_0(k_r r_c) e^{-jk_z z} \\ E_{r, TM_{01}} &= -\frac{jk_z}{k_r} E_0 J'_0(k_r r_c) e^{-jk_z z} \\ H_{\phi, TM_{01}} &= -\frac{j\omega\epsilon}{k_r} E_0 J'_0(k_r r_c) e^{-jk_z z} \end{aligned} \quad (1)$$

gdje su r_c i z cilindrične koordinate, a $k_r = 2.405/a$ i $k_z = \sqrt{k^2 - k_r^2}$.

Nepoznato polje u lijevku traži se u obliku sume osno simetričnih TM talasa, tj. preko vektora magnetnog potencijala.

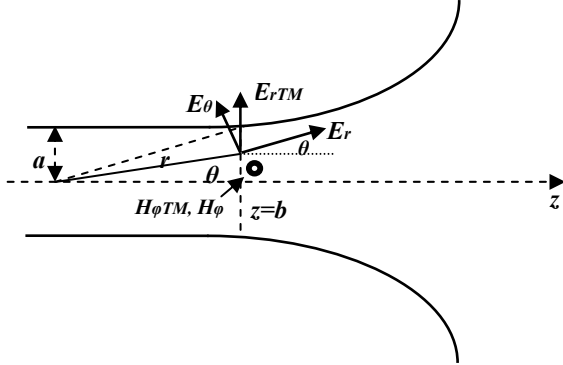
Komponente tog polja na osnovu [20] imaju oblik:

$$E_r = \sum_{n=1}^N D_n \frac{n(n+1)}{r^2} \hat{J}_n(kr) P_n(\cos \theta)$$

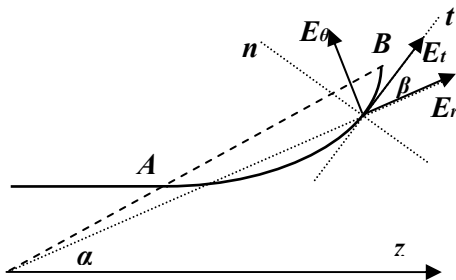
$$E_\theta = \sum_{n=1}^N D_n \frac{1}{r} \frac{d \hat{J}_n(kr)}{dr} P_n^1(\cos \theta)$$

$$H_\varphi = -j\omega\varepsilon \sum_{n=1}^N D_n \frac{1}{r} \hat{J}_n(kr) P_n^1(\cos \theta) \quad (2)$$

gdje su $D_n = C_n / j\omega\varepsilon$



Slika 2.a Komponente polja na graničnoj površini između talasovoda i lijevka



Slika 2.b Komponente polja na metalnoj površini lijevka antene

Granični uslovi, neprekidnost tangencijalnih komponenti polja na početku lijevka, tj. na mjestu $z=b$ (sl.2.a) i anuliranje tangencijalnih komponenti električnog i normalnih komponenti magnetnog polja na površini metala antene (sl.2.b), dati su izrazom:

$$E_r \sin \theta + E_\theta \cos \theta = E_{r, TM_{01}}$$

$$H_\varphi = H_{\varphi, TM_{01}} \quad \text{za } z=b$$

$$E_t = E_r \cos \beta + E_\theta \sin \beta \quad \text{na površini lijevka.} \quad (3)$$

gdje je $\beta = \delta_{\tan g} - \theta$, $\delta_{\tan g} = \arctg(dy/dz)$.

Nepoznati koeficijenti D_n određuju se primjenom MNK. Konkretna primjena metoda na ovaj problem sastoji se odvojenoj postavci tri problema i traženju onog rješenja koje će zadovoljiti sva tri. Definisane su bazne funkcije f_n^1 , f_n^2 i f_n^3 koje odgovaraju pojedinačnim problemima:

$$f_n^1 = \frac{n(n+1)}{r^2} \hat{J}_n(kr) P_n(\cos \theta) \sin \theta + \frac{1}{r} \frac{d \hat{J}_n(kr)}{dr} P_n^1(\cos \theta) \cos \theta$$

$$f_n^2 = \frac{1}{r} \hat{J}_n(kr) \cdot P_n^1(\cos \theta) \quad (4)$$

$$f_n^3 = \frac{n(n+1)}{r^2} \hat{J}_n(kr) \cdot P_n(\cos \theta) \cos \beta + \frac{1}{r} \frac{d \hat{J}_n(kr)}{dr} P_n^1(\cos \theta) \sin \beta$$

U svakom od ova tri slučaja granični uslov je zadat u Dirikleovom obliku. Koeficijenti linearnog sistema jednačina iz kojeg se određuju koeficijenti D_n dobijaju se u obliku sume integrala:

$$a_{kl} = \int_{S_1} f_k^1 f_l^1 dS_1 + \int_{S_1} f_k^2 f_l^2 dS_1 + \int_{S_2} f_k^3 f_l^3 dS_2$$

$$b_k = \int_{S_1} f_k^1 g_1 dS_1 + \int_{S_1} f_k^2 g_2 dS_1 \quad (5)$$

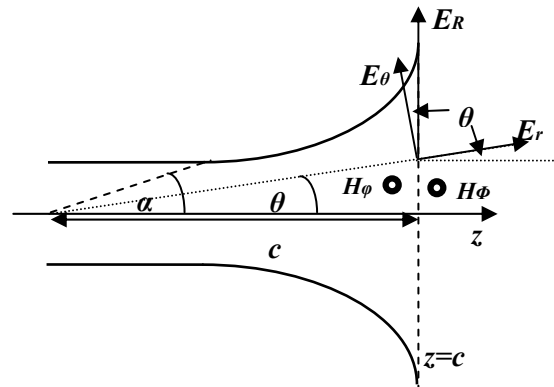
gdje su funkcije g_1 i g_2 definisane izrazom (1). Površine na kojima se računaju integrali su:

- S_1 - krug u ravni $z=b$, odgovarajući element površine

$$dS_1 = \frac{b}{\cos^2 \theta} d\theta d\varphi$$

- S_2 - površina lijevka, element površine lijevka se dobija tako što se lijevak posmatra kao površ koja nastaje rotacijom izvodnice oko z ose, tj. iz izraza $dS_2 = y \sqrt{1 + (dy/dz)^2} dz d\varphi$. Dobijanjem koeficijenata D_n odredili smo raspodjelu elektromagnetnog polja u unutrašnjosti lijevka.

Za određivanje polja u zoni zračenja potrebne su i dovoljne vrijednosti tangencijalnih komponenti polja na kraju lijevka, odnosno na krugu koji leži u ravni $z=c$ i zatvara lijevak (slika 3.).



Slika 3. Polje na kraju lijevka

Ako u ravni $z=c$ postavimo pomoćni polarni koordinatni sistem (R, Φ) sa početkom na osi lijevka, tangencijalne komponente električnog polja imaće samo R komponentu, a tangencijalne komponente magnetnog polja samo Φ komponentu u ovom koordinatnom sistemu. Njihove vrijednosti se dobijaju preko komponenti polja na osnovu izraza:

$$E_R = E_r \sin \theta + E_\theta \cos \theta$$

$$H_\Phi = H_\varphi \quad (6)$$

Iz [19] slijedi da električno polje u zoni zračenja ove antene ima samo E_θ komponentu čije su vrijednosti date izrazom:

$$E_\theta^e = jk \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} E_R \cos \varphi dS$$

$$E_{\theta}^m = jk \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} H_{\phi} Z_0 \cos \theta \cos \varphi dS \quad (7)$$

Sabiranjem ova dva izraza dobija se konačan izraz za polje u zoni zračenja ove antene koje potiče od elementarnog Hajgensovog izvora. Vrijednost ukupnog polja zračenja u pravcu nekog proizvoljnog ugla dobija se nakon integraljenja po krugu:

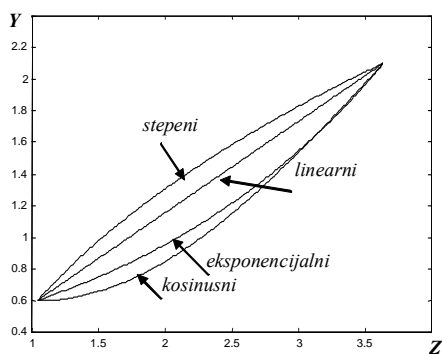
$$E_{\theta} = jk \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} \iint_{R,\Phi} (E_R + H_{\phi} Z_0 \cos \theta) \cdot e^{jkR \cos \Phi \sin \theta} \cos \Phi \cdot R dR d\Phi$$

Direktivnost ove antene se dobija na osnovu izraza :

$$D = \frac{4\pi}{\int_{\Omega} F^2 d\Omega} \text{ i } d = 10 \cdot \log(D)$$

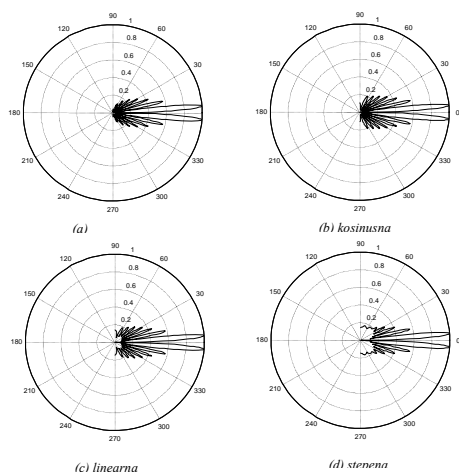
3. NUMERIČKI REZULTATI

U ovom radu analizirane su antene kod kojih zakrivljenost lijevka ima eksponencijalnu, kosinusnu i stepenu zavisnost i rezultati upoređeni sa slučajem pravog lijevka dužine $l = 3\lambda$ i odgovarajućeg ugla otvora $\alpha = 30^\circ$ iz [18]. Na slici 4. prikazane su razlike izmedju zakrivljenosti lijevkova pojedinih antena.



Slika 4. Razlike u krivinama analiziranih lijevkova

Dobijeni dijagrami zračenja za navedene slučajeve dati su na slici 5.



Slika 5. Dijagrami zračenja

Na osnovu dobijenih dijagrama zračenja vidi se da u svim slučajevima položaj maksimalnog zračenja je u istom pravcu, kao i da broj bočnih maksimuma ostaje isti, što znači da ove veličine ne zavise od oblika zakrivljenosti lijevka, već samo od njegove dužine i ugla. U tabeli 1. data je izračunata direktivnost za sve slučajeve zakrivljenosti lijevka.

Tabela 1.

funkcija izvodnice	ekspon.	kosin.	lin.	step.
d(dB)	18.455	17.081	17.003	16.382

Iz tabele 1. se vidi da direktivnost antene, kao vrlo važan parametar, zavisi od oblika zakrivljenosti lijevka. Antena koja ima eksponencijalno zakrivljen lijevak ima najveću direktivnost, dok antena sa stepenom zakrivljenosti lijevka ima najmanju direktivnost.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je korišćenjem numeričkog metoda koji predstavlja kombinaciju metoda najmanjih kvadrata (MNK) i Hajgensovog principa analiziran uticaj zakrivljenosti lijevka na polje zračenja lijevkaste mikrotalasne antene. Pri tom je analiziran najjednostavniji slučaj, tj. osno simetrična konusna lijevkasta antena koja se napaja osno simetričnom pobudom u obliku *TM₀₁* cilindričnog talasa. Metod najmanjih kvadrata je korišćen za određivanje polja u samoj anteni, a Hajgensov princip da se, na osnovu polja na kraju antene, odredi polje u zoni zračenja. Prilikom određivanja polja u zoni zračenja, dosljedno je primijenjen Hajgensov princip, uz zanemarivanje elektromagnetnog polja na spoljašnjem zidu antene.

Opisanim postupkom analizirane su antene kod kojih zakrivljenost lijevka ima eksponencijalnu, kosinusnu i stepenu zavisnost i rezultati upoređeni sa slučajem pravog lijevka. Na osnovu dobijenih dijagrama zračenja vidi se da u svim slučajevima položaj maksimalnog zračenja i broj bočnih maksimuma ne zavisi od oblika zakrivljenosti lijevka, već da oblik lijevka utiče na direktivnost antene.

LITERATURA

- [1] A.D.Olver, P.J.B.Clarricoats, A.A.Kishk, L.Shafai, "Microwave horns and feeds", New York, IEEE, Press, 1994.
- [2] B.M.A.Thomas, G.L.James, K.J.Green, "Design of wide-band corrugated conical horns for cassegrain antennas", IEEE Trans. Antennas Propagat., June 1986.
- [3] A.D.Olver, J.Xiang, "Design of profiled corrugated horns", IEEE Trans. Antennas Propagat., July 1988.
- [4] J.A.Encinar, J.M.Rebolar, "A hybrid technique for analyzing corrugated and noncorrugated horns", IEEE Trans. Antennas Propagat., Aug. 1986.

- [5] F.Arndt, U.Papziner, R.Bohl, "Field theory CAD of profiled corrugated rectangular or circular horns by an efficient full-wave modal-S-matrix method", *IEEE AP-S Int. Simp.*, June/July 1993.
- [6] T.Wriedt, K.H.Wolff, F. Arndt, U.Tucholke, "Rigorous hybrid field theoretic design of stepped rectangular waveguide mode converters including the horn transition into half-space", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, June 1989.
- [7] A.K.Bhattacharyya, G.Z.Rollins, "Accurate radiation and impedance characteristics of horn antennas - A moment method model", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Apr. 1996.
- [8] R.R.Collman, F.M.Landstorfer, "Calculation of the field radiated by horn-antenna using mode-matching method", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Aug. 1995.
- [9] J.M.Reiter, F.Arndt, "Efficient hybrid boundary contour mode-matching technique for the accurate full-wave analysis of circular horn antennas including the outer wall geometry", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Mar. 1997.
- [10] R.Bunger, R.Beyer, F.Arndt, "Rigorous combined mode-matching integral equation analysis of horn antennas with arbitrary cross section", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Nov. 1999.
- [11] LJ.Stanković, S.Jovičević," Modified least squares method with application to diffraction and eigenvalue problems", *IEEE Proceedings*, vol.135, Pt.H, no.5, october 1988.
- [12] LJ.Stanković, S.Jovičević,"A round-ridge waveguide", *Ann.Telecommun.*, 43, n° 9-10, 1988.
- [13] LJ.Stanković, S.Jovičević," Boundary Condition Expansion of Basis Functions Method Implemented by Fast Fourier Transform Algorithms", *IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques*, vol.38, no.3, march 1990.
- [14] A.Jovanović, S.Jovičević,"A general Solution of the Thin Circular Loop Radiation", *Electromagnetics*, Vol. 23, no.1, january 2003.
- [15] S.Jovičević, A.Jovanović,"The analysis of the biconical antenna by the Least-Squares Boundary Residual Method", *Int. J. Electron. Commun. (AEU)* 57 (2003), no. 6, 415-419.
- [16] A.Jovanović, S.Jovičević,"Analiza polja simetrične Arhimedove spirale metodom najmanjih kvadrata", 49 konferencija za ETRAN sveska II, Budva jun 2005.
- [17] A.Jovanović, S.Jovičević,"Field Analysis of the Eccentric Archimedean Spiral Antenna by the Least Square Boundary Residual Method", *ICEST 2005*, Niš jun 2005.
- [18] R.Kovačević, A.Jovanović,"Analiza zračenja ljevokaste mikrotalasne antene", 53 konferencija za ETRAN, Zbornik radova, Vrnjačka Banja, jun 2009.
- [19] R.Kovačević, "Analiza zračenja ljevokaste antene", *magistarski rad*, Podgorica 2001.
- [20] R.F.Harrington, Time-Harmonic Electromagnetic Fields, Mc Graw-Hill Book Company, New York 1961.

IMPLEMENTACIJA SPACE-VECTOR MODULACIJE NA TEXAS INSTRUMENTS DIGITALNOM SIGNALNOM PROCESORU TMS320LF2407 IMPLEMENTATION OF SPACE-VECTOR MODULATION ON TEXAS INSTRUMENTS DIGITAL SIGNAL PROCESSOR TMS320LF2407

Novak Vojinović, Vladan Vujičić, *Elektrotehnički fakultet Podgorica*

Sadržaj - U ovom radu opisani su osnovni principi space-vector modulacije, kao i aplikacija za upravljanje naponima na izlazu invertora i objašnjen je način primjene DSP kontrolera za generisanja upravljačkih impulsa poluprovodničkih prekidača u granama invertora. Takođe, u ovom radu date su neke osnovne karakteristike digitalnog signalnog procesora (DSP), pomoću koga je i praktično realizovano upravljanje invertorom space-vector modulacijom.

Abstract - In this paper basic principles of space-vector modulation and application for voltage management at the inverter output are described. Also the usage of the DSP controller as generator of control signals of semiconductor switches in inverter branches is described. This work also present some of the basic characteristics of digital signal processor used for practical implementation of the inverter based management of the space-vector modulation.

1. UVOD

Space-vector modulacija (SVM) je jedna od najčeće korištenih tehnika impulsno-širinske modulacije (PWM – Pulse Width Modulation) u upravljanju invertorima koji napajaju elektromotorne pogone naizmjenične struje [1]. Kod ovakvih pogona se zahtijeva da invertor može da generiše napon promenljive amplitude i učestanosti. Space-vector modulacija omogućava maksimalno iskorištenje napona jednosmernog međukola, kojim se napaja invertor, kao i minimizaciju prekidačkih gubitaka u invertoru [2, 3].

U novije vrijeme tehnika space-vector modulacije napona je jedna od najzastupljenijih tehnika PWM jer daje za 15% veći odnos konverzije dc-ac napona i 33% manje komutacija po periodu u odnosu na klasičnu impulsno-širinsku modulaciju [2,4,5]. Osim toga, veoma je pogodna za digitalnu implementaciju [6].

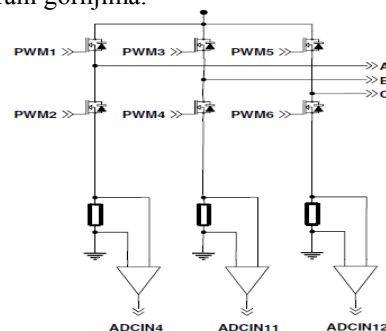
Upravljanje invertorom izvedeno je pomoću digitalnog pogonskog kontrolera koji je hardverski realizovan i zasnovan na digitalnom signalnom procesoru (DSP - Digital Signal Processor) koga proizvodi firma *Texas Instruments* sa oznakom TMS320LF2407. Ovaj procesor predstavlja bit samoga sistema i odabran je u skladu sa svim potrebnim zahtjevima, za implementaciju upravljanja invertorom tehnikom space-vector modulacije. Dovoljno procesorske snage i veliki broj podržanih perifera čine ga dobrom osnovom za pogonski kontroler [7].

U nastavku teksta, nakon objašnjenja space-vector modulacije, biće prikazane neke najvažnije karakteristike digitalnog pogonskog kontrolera, kao i aplikacija koja omogućava korisniku generisanje željenih talasnih oblika na izlazu invertora.

2. SPACE-VECTOR MODULACIJA

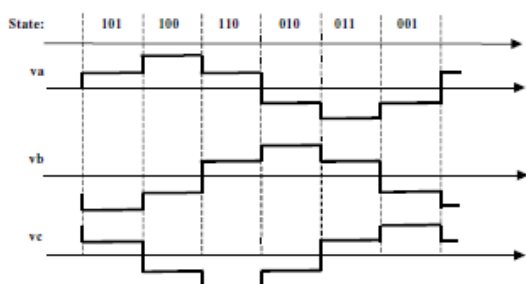
Posmatranjem invertora sa slike 1. može se lako uočiti da postoji osam mogućih prekidačkih stanja gornjih tranzistora,

pri čemu treba imati u vidu da su donji tranzistori komplementirani gornjima.



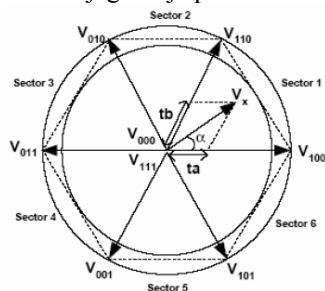
Slika 1. Trofazni invertor

Ako se sa „1“ označi uključen a sa „0“ isključen tranzistor tada se prekidačka stanja gornjih tranzistora mogu predstaviti vektorima na sledeći način: $(0, 0, 0) = V_{000}$; $(1, 0, 0) = V_{100}$; $(1, 1, 0) = V_{110}$; $(0, 1, 0) = V_{010}$; $(0, 1, 1) = V_{011}$; $(0, 0, 1) = V_{001}$; $(1, 0, 1) = V_{101}$; $(1, 1, 1) = V_{111}$. Stanja donjih tranzistora su invertovana u odnosu na stanja gornjih tranzistora, tj. ako je gornji tranzistor u jednoj grani u stanju „1“ donji tranzistor u toj grani je u stanju „0“. U svakom trenutku vremena aktivan je jedan od vektora. Stanja $(0, 0, 0)$ i $(1, 1, 1)$ daju međufazni napon od 0V. Zbog toga se ova dva vektora nazivaju nulti vektori, dok se ostalih 6 vektora nazivaju aktivni. Ako se primenjuju aktivni vektori, jedan za drugim u jednakom trajanju, invertor će da proizvede naizmjenične talasne oblike prikazane na slici 2. koja prikazuje izgled napona između faze i neutralne tačke odnosno zvijezdišta. Ovaj način rada se naziva šesto-koračni (six-step) mod.



Slika 2. šestokoračni mod rada invertora

Kod navedenog načina rada, aktivni vektori se primjenjuju redom jedan za drugim u trajanju od $T/6$, gde je T željeni period izlaznog napona. Prekidačka učestanost je tada $6/T$. Osnovna ideja space-vector modulacije je u povećanju prekidačke učestanosti daleko iznad $6/T$ i u modulaciji vremena trajanja pojedinih vektora u toku jedne periode prekidačke učestanosti. Povećanje prekidačke učestanosti omogućava povoljniji spektralni sastav izlaznog međufaznog napona. Izlazni napon invertora se može predstaviti obrtnim vektorom u kompleksnoj ravni. Naponi druge dvije faze su istog oblika ali su međusobno fazno pomjereni za $\pm 120^\circ$. Sada se može uvesti pojam prostornog vektora (space-vector). Prostorni vektor je sličan obrtnim vektorima u kompleksnoj ravni, sa tom razlikom što su u prostornom vektoru sadržana tri fazna napona međusobno pomjerena za 120° . Kada prostorni vektor načini pun krug, na izlazu invertora generisana je jedna perioda trofaznog sistema napona. Jedan obrtaj prostornog vektora nastaje kada se svi aktivni vektori redom izmjenjaju. Aktivni vektori se tada mogu predstaviti vektorima u istoj kompleksnoj ravni, u kojoj rotira prostorni vektor, sa tom razlikom što su ovi vektori statični u odnosu na prostorni vektor. Aktivni vektori su međusobno pomjereni za 60° . Nulti vektori se mogu predstaviti kao vektori čiji je i početak i kraj u koordinatnom početku. Jedan takav dijagram je prikazan na slici 3.



Slika 3. Prostorni vektorski dijagram

Vektor V_x , prikazan na slici 3, predstavlja prostorni vektor izlaznog napona u jednom trenutku vremena. Vektor V_x se dobija aktiviranjem vektora V_{100} u trajanju t_a , pa zatim aktiviranjem vektora V_{110} u trajanju t_b . Za vrijeme $t_0 = T_{PWM} - t_a - t_b$ primenjuje se jedan od nultih vektora, gdje je T_{PWM} označena prekidačka učestanost. Pri generisanju napon maksimalne amplitude nulti vektori se ne koriste, jer tada imamo da je $T_{PWM} = t_a + t_b$. Kako vrijeme prolazi vektor V_x rotira ugaonom brzinom $\omega = 2\pi f_{out}$, gdje je f_{out} frekvencija napona koji se dobija na izlaznim terminalima invertora. Prostorni vektor napona, koji se može generisati na ovaj način, nalazi se unutar kruga upisanog u šestougao koji čine krajevi aktivnih vektora. Aktivni vektori dijele krug na 6

jednakih sektora. Dok god se prostorni vektor V_x nalazi unutar nekog sektora, on je definisan vektorima koji formiraju dati sektor. Nakon isteka periode T , prostorni vektor V_x treba da bude zarotiran za ugao $\omega_{out} T_{PWM}$. Ako se V_x i dalje nalazi u istom sektoru, gde je bio i tokom prethodne periode T_{PWM} , koriste se isti vektori kao i u prethodnoj periodi, a razlikuju se jedino vremena t_a i t_b , koja određuju koliko ostaju pojedinačno aktivirani vektori posmatranog sektora. Formule za izračunavanje prethodno navedenih vremena su :

$$t_a = m T_{PWM} \sin\left(\frac{\pi}{3} - \alpha\right)$$

$$t_b = m T_{PWM} \sin(\alpha)$$

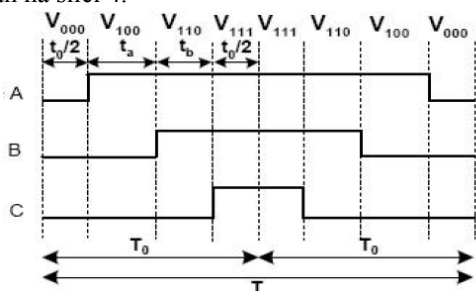
$$t_0 = T_{PWM} - t_a - t_b$$

$$m = \frac{A}{\frac{\sqrt{3}}{2} E_{DC}}$$

Ugao α je ugao između prostornog vektora i vektora koji ograničava dati sektor u smjeru kazaljke na satu. Indeks modulacije označen je sa m i jednak odnosu amplitude napona koji se želi generisati i ulaznog jednosmjernog napona invertora pomnoženo sa koeficijentom 0.866. Da bi se dobio vektor V_x potrebno je aktivirati odgovarajuće vektore u trajanjima datim gornjim jednačinama. Pri tome nije važan redosljed kojim se vektori aktiviraju. U zavisnosti od redosljeda aktiviranja vektora, postoji nekoliko tehnika space-vector modulacije. Ako se koristi stalno isti redosljed npr. V_{100} , pa V_{110} , i ako se V_x nalazi u sektoru 1, zatim ponovo V_{100} , pa V_{110} dobija se takozvano direktno sekvenciranje. Međutim, ako se prvo primenjuje vektor V_{110} , pa V_{100} , a smjer obrtanja V_x vektora je u smjeru kazaljke na satu, dobija se inverzno sekvenciranje. Ako u svakoj komutacionoj periodi mijenjamo redosljed, tada se dobija tzv. $d-i$ sekvenciranje. $d-i$ sekvenciranje daje samo tri komutacije u jednoj komutacionoj periodi, jer se za svaku promjenu vektora obavlja samo jedna komutacija, a koriste se dva aktivna i jedan nulti vektor [5]. Ne vezano za način sekvenciranja, kao nulti vektor može da se koristi isključivo V_{111} ili V_{000} vektor. Tada su tri gornja ili tri donja tranzistori invertora češće uključena, čime se ti tranzistori više zagrijavaju. Da bi se postiglo ravnomjerno opterećenje, najbolje rešenje je da se kao nulti vektori naizmjenično primjenjuju i jedan i drugi. Dakle u jednoj periodi se koristi V_{111} a u sledećoj V_{000} .

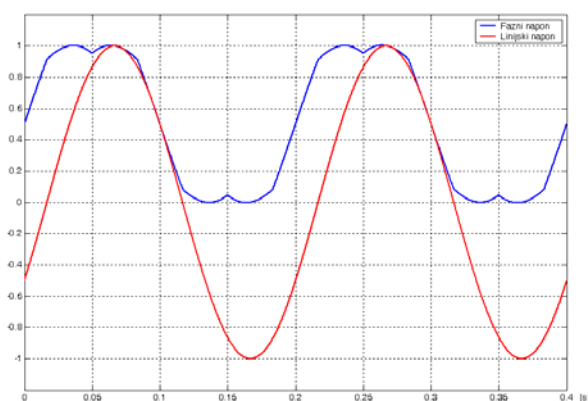
Postoje dva tipa modulacije: nesimetrična i simetrična. Nesimetrična modulacija se može realizovati generisanjem testerastog signala sa frekvencijom jednakom zahtjevanoj komutacionoj (prekidačkoj) frekvenciji. Ovaj signal se poredi sa dvije konstantne veličine koje zavise od vremena t_a i t_b . Kad trenutna vrijednost testerastog signala dostigne manju od ove dvije vrijednosti, primjenjuje se prvi vektor, a kad se dostigne druga vrijednost aktivira se drugi vektor. U slučaju, kada testerasti signal dostigne svoj maksimum, vraća se na nulu, a istovremeno se aktivira nulti vektor. Ovaj ciklus se dalje ponavlja, a tokom njegovog trajanja izračunavaju se vrednosti za t_a i t_b , koje će se koristiti u narednom ciklusu (periodi). Za praktičnu primjenu je od značaja simetrična modulacija. Simetrična modulacija se realizuje primjenom trougaonog signala, čija je frekvencija jednaka komutacionoj

učestanosti. Vektori se aktiviraju simetrično na način prikazan na slici 4.



Slika 4. Simetrična space-vector modulacija

Sa slike se vidi da se koriste oba nulta vektora naizmjenično. Simetrična modulacija daje čistiji spektar generisanog napona. Izgled faznog i linijskog napona koji se dobija primjenom prostorne vektorske modulacije prikazan je na slici 5.



Slika 5. Fazni i linijski naponi dobijeni space-vector modulacijom

3. DSP TMS320LF2407

Digitalni pogonski kontroler je baziran na sledeće tri osnovne komponente:

- MSK 2407 DSP ploča (na kojoj je integrisan Texas Instruments DSP TMS320LF2407),
- PM50 V3.0 modul snage i
- MSWIN 2407 softver,

Funkcija procesora je da izvršava implementirane algoritme. Digitalni procesor signala sa oznakom TMS320LF2407 pripada 240x familiji Texas Instruments DSP –ova, zasnovanoj na 16 bitnoj centralnoj procesorskoj jedinici (*Central Processing Unit - CPU*), koja radi sa fiksnim zarezom. Procesor radi sa šesnaestobitnim riječima i to je osnovna adresabilna jedinica podataka. Postoje tri memorijska prostora: programski, memorijski prostor namijenjen za podatke i memorijski prostor namijenjen za U/I. Veličina svakog od ova tri adresabilna memorijska prostora je 64K šesnaestobitnih riječi. Kod procesora TMS320LF2407 u programskom memorijskom prostoru veći dio zauzima FLASH memorija. Dio memorijskog prostora za podatke sadrži i brzu on-chip RAM memoriju sa dvostrukim pristupom. Ono što ovu familiju izdvaja jeste činjenica da je opremljena sa širokim spektrom perifernih jedinica [4].

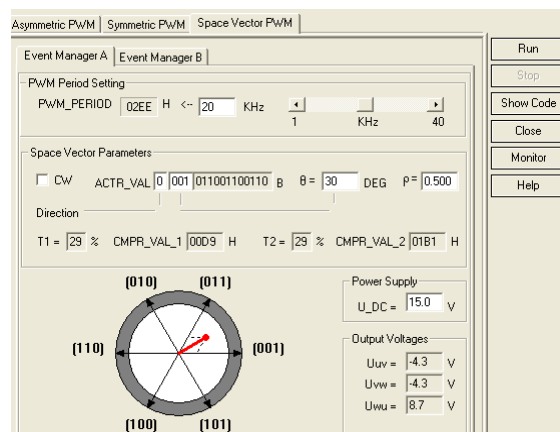
Moduli menadžera događaja, koji predstavljaju jednu od integrisanih perifera navedenog DSP-a, omogućavaju veliki

spektar funkcija koje su posebno korisne u aplikacijama vezanim za kontrolu motora [8]. Postoje dva menadžera događaja (Event Manager EV) i to: Event Manager A (EVA) i Event Manager B (EVB), koji su identični sa razlikom u nazivima konkretnih segmenata. Svaki EV modul sadrži nekoliko funkcionalnih blokova: dva tajmera opšte namjene, impulsno-širinske modulare, tri jedinice za poređenje i kola za detekciju impulsa u kvadraturi. Tajmeri opšte namjene se mogu koristiti kao nezavisne vremenske baze u raznim kontrolnim aplikacijama ili kod PWM aplikacija. Vrijednost tajmera opšte namjene se konstantno poredi sa vrijednošću odgovarajućeg komparativnog (compare) registra i kada se oni izjednače dešava se promjena stanja (tranzicija) na izlazu komparatorske jedinice. Na ovaj način će biti formiran impuls čije vrijeme trajanja impulsa ili pauze je proporcionalno sa vrijednošću u komparativnog registra. Ovaj proces se ponavlja za svaki tajmerski period sa drugačijom (modulišućom) vrijednošću komparativnog registra. Kao rezultat imamo PWM signal na izlazu. PWM kola koja su pridružena komparatorskim jedinicama omogućavaju šest PWM izlaznih kanala po jednom menadžeru događaja. Da bi se generisao PWM signal, potreban je tajmer podešen na PWM period. U mnogim aplikacijama je potrebno uvesti takozvano mrtvo vrijeme, odnosno vremenski interval između gašenja jednog i paljenja drugog tranzistora. Ovo vrijeme obezbjeđuje potpuno gašenje jednog tranzistora prije nego što se upali drugi tranzistor i određeno je odgovarajućim karakteristikama upotrebljenih tranzistora u konkretnoj aplikaciji. Svaki menadžer događaja ima mogućnost programiranja trajanja ovog mrtvog vremena [7, 9].

4. GENERISANJE TALASNIH OBLIKA NAPONA PRIMJENOM SPACE-VECTOR MODULACIJE

U digitalnom pogonskom kontroleru implementiran je PROCEV2407 (processor evaluation applications) program koji sadrži veliki broj aplikacija za evaluaciju osnovnih ulazno-izlaznih funkcija DSP-a. Ove aplikacije, daju osnovne I/O funkcije potrebne za pisanje novih programa (funkcije mogu biti djelimično ili potpuno uključene u novi program).

Aplikacija za upravljanje naponima na izlazu inverota primjenom space-vector modulacije prikazana je na slici 5.



Slika 5. Korisnički panel za generisanje talasa tehnikom space-vector modulacije

Pritiskom na "Run" dugme, koje se nalazi u dijalog ekranu (slika 5), DSP aplikacija se učitava u MSK2407 DSP ploču, pri čemu se vrši inicijalizacija varijabli u memoriji podataka DSP-a. Na ovaj način izvršeno je pokretanje DSP programa. Prekid rada programa, odnosno zaustavljanje DSP aplikacije, vrši se jednostavnim pritiskom na dugme "Stop". U tom trenutku, DSP program je zaustavljen i kontrola se vraća na MSK2407 DSP ploču.

Parametari aplikacije, koji mogu biti definisani u operativnom sistemu Windows okruženja, mogu biti učitani samo na početku, tj prije startovanja aplikacije. Ako želimo neki od parametara da promijenimo, DSP aplikacija mora biti zaustavljena (koristeći "Stop" dugme), zatim se parametri mogu mijenjati, nakon čega aplikaciju možemo startovati ponovo (koristeći "Run" dugme). Ostali parametri mogu se mijenjati on-line, za vrijeme izvršenja programa, bez potrebe da ga zaustavimo.

Da bi imali direktnu vezu između Windows programa i DSP aplikacije, PROCEV2407 modul koristi određeni imena za varijable DSP koda. Ove varijable predstavljaju imena za inicijalizacija i podešavanje parametara I/O funkcije, na Windows platformi. Dakle, pri određivanju specifičnih parametra za aplikaciju, dobijamo sliku odgovarajuće binarne ili heksadecimalna vrijednost koja mora biti pohranjena u specifičnoj memoriji mape registra DSP procesora. Razmatranjem izvornih kodova pripadajuće aplikacije možemo lako odrediti postupke podešavanja parametara i njihovih specifičnih vrijednosti [4].

5. ZAKLJUČAK

Praktična realizacija tehnike space-vector modulacije na DSP procesoru, potvrdila je činjenicu da pogoni u kojima su primjenjeni savremeni DSP procesori nude znatno veće operativne mogućnosti od sistema u kojima je komunikacija ostvarena korišćenjem standardnih analognih signala. Sem toga primjenom DSP procesora znatno se smanjuju troškovi

instalacije i održavanja sistema u odnosu na sisteme klasičnog tipa. Takođe, primjena space-vector modulacija obezbjeđuje veću maksimalnu amplitudu napona uz manji sadržaj viših harmonika u odnosu na sinusoidalnu PWM.

LITERATURA

- [1] Doc. dr Vladan Vujičić, *Projektovanje energetskih poluprovodničkih pretvarača*, Podgorica 2007.
- [2] V. Ambrožič, *Pretvarači i modulacijske metode*, Rijeka 2001.
- [3] A. Mehrizi-Sani, S. Filizadeh, and P. L. Wilson, *Harmonic and Loss Analysis of Space-Vector Modulated Converters*, 2001.
- [4] Texas Instruments, *TMS320LF/LC240x DSP Controllers Systems and Peripherals Reference Guide*, Tehnosoft S.A. 2000.
- [5] Duško Tolović, *Pogonski pretvarači u elektromotornim pogonima sa asinhronim elektromotorom*, Banja Luka, 2007.
- [6] Prof. dr Đurović Momir, *Upravljanje u realnom vremenu*, Podgorica 1999.
- [7] Texas Instruments, *MSK2407&MCK2407 User Manual*, Tehnosoft S.A, Switzerland 2002.
- [8] Prof. dr Đurović Momir i dr Gojko Joksimović, *Specijalne električne mašine*, Podgorica 2001.
- [9] Texas Instruments, *DMCode-S (BL) User Manual*, Tehnosoft S.A, Switzerland 2001.

REKURZIVNI METOD ZA RAČUNANJE KRATKOTRAJNE FURIJEOVE TRANSFORMACIJE

A RECURSIVE METHOD FOR SHORT-TIME FOURIER TRANSFORM CALCULATION

Miloš Daković, Miloš Brajović, Ljubiša Stanković, *Elektrotehnički fakultet Podgorica*

Sadržaj: U radu je predstavljen metod za rekurzivno računanje diskretne Short Time Fourier-ove transformacije. Izvršena je analiza numeričke složenosti klasičnog postupka za proračun ove transformacije primjenom brzih algoritama za računanje Diskretne Fourier-ove transformacije, kao i analiza numeričke složenosti predložene rekurzivnog postupka. Sprovedena je analiza vrijednosti koraka pomjeranja prozora za koje postoji ušteda u broju operacija pri korišćenju predloženog metoda, i ilustrativno predstavljena procentualna ušteda u broju operacija za slučaj prozora širine 1024 odbirka. Takođe, u radu su prikazani numerički rezultati analize greške koja nastaje zbog rekurzivne prirode uvedenog postupka.

Abstract: A method for recursive calculation of discrete Short Time Fourier is presented. Numerical complexity analysis of classic Short Time Fourier transform calculation via fast Fourier Transform algorithms is performed along with numerical complexity analysis of proposed method. Analysis of the computational savings versus time-shift of the analysis window is performed, and percentage savings for window width of 1024 samples is presented. Numerical results for numerical error caused by proposed recursive method are also presented.

1. UVOD

Fourier-ova transformacija (FT) [3-6] je pogodna za analizu signala čiji se spektralni sadržaj ne mijenja tokom vremena (stacionarni signali), ali ona ne daje nikakvu informaciju o trenutima pojavljivanja i trajanju komponenti u slučaju signala čiji je spektralni sadržaj vremenski promjenljiv (nestacionarni signali). Takođe, u slučaju multikomponentnih signala [1,2,8] FT ne može dati informaciju o širini spektra njihovih pojedinih komponenti. Ova ograničenja dovela su do razvoja vremensko-frekvencijske (TF) analize signala. Ona obezbjeđuje brojne tehnike i alate za analizu i obradu signala u vremenskom i u frekvencijskom domenu istovremeno.

Jedna od najčešće korišćenih TF reprezentacija signala je tzv. Short Time Fourier-ova transformacija (STFT) koja spada u klasu linearnih transformacija [1,2,7,8]. Definisana je sljedećim izrazom:

$$STFT(t, \omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t + \tau) w^*(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau \quad (1)$$

Funkcija $w(\tau)$ predstavlja funkciju prozora. Razlikujemo različite vrste funkcija prozora: pravougaoni, Hanning-ov, Hamming-ov, Gausov, Balckman-ov itd. Funkcija prozora omogućava odsijecanje signala oko datog trenutka t , odnosno njegovu lokalizaciju u vremenskom domenu, nakon čega se nalazi FT odsječenog signala. Zatim se prozor pomjera na naredni trenutak i navedeni postupak se ponavlja. Time se za svaki trenutak vremena dobija spektralni sadržaj signala, čime se dobija vremensko-frekvencijska reprezentacija signala. Kvadratni moduo STFT naziva se spektrogram i on spada u klasu često upotrebljivanih kvadratnih TF reprezentacija (distribucija).

Za numeričke proračune neophodna je diskretizacija izraza (1). Diskretna forma STFT data je sa:

$$STFT(n, k) = \sum_{m=-N/2}^{N/2-1} x(n+m) w(m) e^{-j\frac{2\pi}{N} km} \quad (2)$$

gdje N predstavlja dužinu funkcije prozora u diskretnom vremenskom domenu.

Izraz (2) može se računati korišćenjem algoritama za brzo računanje Diskretne Fourier-ove transformacije (DFT) poznatih kao FFT (Fast Fourier Transform) [3-6], imajući u vidu da se može predstaviti na sljedeći način [1,7]:

$$STFT(n, k) = DFT \{x(n+m)w(m)\} \quad (3)$$

Diskretna Fourier-ova transformacija definiše se na sljedeći način:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j\frac{2\pi}{N} kn} = DFT_N \{x(n)\} \quad (4)$$

gdje N predstavlja broj tačaka u kojima se računa DFT. Ilustrativan primjer algoritma za brzo računanje DFT je i „Decimation in frequency“. Ako se FFT računa u $N = 2^m$ tačaka, tada se po ovom algoritmu ovaj DFT razbija na dva od $N/2$ članova, jedan za parne indekse frekvencije, $k = 2r$ i drugi za neparne, $k = 2r + 1$, odnosno:

$$\begin{aligned} X(2r) &= DFT_{N/2} \{x(n) + x(n + N/2)\} \\ X(2r + 1) &= DFT_{N/2} \{x(n) - x(n + N/2)\} \cdot e^{-j2\pi n/N} \end{aligned} \quad (5)$$

a zatim se ove razbijaju na DFT od $N/4$ članova itd. Tako se početna DFT od N članova dijeljenjem na pola u m koraka razbija u potpunosti do elementarnog množenja i sabiranja.

STFT se može računati za svaki diskretni trenutak vremena n u slučaju signala velike nestacionarnosti, dok se kod relativno stacionarnih signala, odnosno signala kod kojih su varijacije frekvencije u vremenu dosta male unutar korišćenog prozora, STFT može računati nakon svakih l odbiraka, gdje je l pozitivan cio broj. Ako se STFT računa u trenutku n , tada je sljedeći trenutak u kojem se ona računa $n+l$. Ovakav pristup se često primjenjuje u praksi.

Iako izraz (3) omogućava računanje STFT primjenom brzih algoritama za DFT, u slučaju tzv. *real-time* aplikacija, gdje je neophodno da se rezultati proračuna dobijaju na najbrži mogući način, postoji motivacija za uvođenje metoda za ubrzavanje računanja STFT. Jedan pristup ovoj problematici je rekurzivni metod [2,4]. Rekurzivno računanje STFT bitno je sa stanovišta hardverske implementacije ove, i nekih drugih vremensko-frekvencijskih reprezentacija. Cilj je smanjiti numeričku kompleksnost izraza (3), to jest ukupnog broja operacija potrebnih za njegovo računanje.

2. REKURZIVNI METOD ZA RAČUNANJE STFT

U literaturi je poznato [2,4,9,10] da je izraz (2) u slučaju jediničnog pravougaonog prozora $w(m)$ dužine N odbiraka ekvivalentan sljedećem izrazu:

$$STFT_R(n, k) = \left[x\left(n + \frac{N}{2} - 1\right) - x\left(n - \frac{N}{2} - 1\right) \right] (-1)^k e^{j2\pi k l / N} + STFT(n-1, k) e^{j2\pi k l / N} \quad (6)$$

Za računanje STFT u trenutku n koristi se STFT izračunata u trenutku $n-1$, kao i dva odbirka signala u trenucima $n+N/2-1$ i $n-N/2-1$.

U slučaju da funkcija prozora $w(m)$ predstavlja Hanning-ov, Hamming-ov ili Blackman-ov prozor, STFT se može izračunati pomoću STFT dobijene za pravougaoni prozor na sljedeći način:

$$STFT(n, k) = a_{-1} STFT_R(n, k) + a_0 STFT_R(n, k-1) + a_1 STFT_R(n, k+1)$$

gdje su koeficijenti:

$$(a_{-1}, a_0, a_1) = (0.25, 0.5, 0.25)$$

$$(a_{-1}, a_0, a_1) = (0.23, 0.27, 0.23)$$

$$(a_{-1}, a_0, a_1) = (0.04, 0.25, 0.42, 0.25, 0.04)$$

dati za Hanning-ov, Hamming-ov i Blackman-ov prozor respektivno.

Spomenuta analiza odnosi se na rekurzivno računanje STFT za svaki uzastopni trenutak n , gdje je naredni trenutak dat sa $n+l$, gdje je $l=1$.

Neka je sada l pozitivan cio broj koji predstavlja korak po vremenskom indeksu n . STFT treba računati u trenucima $n+l$. Cilj je doći do relacije ekvivalentne relaciji (6) koja će omogućiti rekurzivno računanje ovakve STFT. Potrebno je pokazati i za koje vrijednosti koraka l ima smisla računati STFT na ovaj način, to jest, kolika je maksimalna vrijednost koraka za koju postoji ušteda u numeričkoj kompleksnosti korišćenjem rekurzivnog pristupa za računanje STFT, u odnosu na njeno računanje primjenom FFT algoritama.

Izraz (2), u slučaju jediničnog pravougaonog prozora $w(m)$ možemo napisati na sljedeći način:

$$STFT(n, k) = \sum_{m=-N/2-l}^{N/2-l-1} x(n+m) e^{-j\frac{2\pi}{N}km} + \sum_{m=N/2-l}^{N/2-1} x(n+m) e^{-j\frac{2\pi}{N}km} - \sum_{m=-N/2-l}^{-N/2} x(n+m) e^{-j\frac{2\pi}{N}km}$$

Uvođenjem smjene: $m_1 = m+l$ u prvoj sumi, smjene $m_1 = m - N/2 + l$ u drugoj sumi i smjene $m_1 = m + N/2 + l$ u trećoj dobija se:

$$STFT(n, k) = \sum_{m_1=-N/2}^{N/2-1} x(n-l+m_1) e^{-j\frac{2\pi}{N}k(m_1-l)} + \sum_{m_1=0}^{l-1} x(n+m_1-l+N/2) e^{-j\frac{2\pi}{N}k(m_1+N/2-l)} - \sum_{m_1=0}^{l-1} x(n+m_1-l-N/2) e^{-j\frac{2\pi}{N}k(m_1-N/2-l)}$$

gdje prva suma predstavlja STFT računatu u trenutku $n-l$, pomnožena sa članom $e^{j2\pi k l / N}$, što nakon sređivanja dovodi do formule:

$$STFT(n, k) = e^{j2\pi k l / N} \left\{ STFT(n-l, k) + (-1)^k e^{-j2\pi k l / N} \left[\sum_{m=0}^{l-1} x(n+m-l+N/2) e^{-j\frac{2\pi}{N}km} - \sum_{m=0}^{l-1} x(n+m-l-N/2) e^{-j\frac{2\pi}{N}km} \right] \right\} \quad (7)$$

Izraz (7) pokazuje da je STFT u trenutku n moguće računati pomoću STFT računate u trenutku $n-l$ i dodatnih $2l$ odbiraka signala $x(n)$. Može se uočiti da se za $l=1$ formula (7) svodi na formulu (6).

3. ANALIZA BROJA RAČUNSKIH OPERACIJA

Napravimo analizu numeričke kompleksnosti izraza (3). Označimo sa T_N broj operacija za N odbiraka signala (odnosno prozora). Pretpostavimo da je $N=2^m$, gdje je m pozitivan cio broj. Ilustracije radi, pretpostavićemo da se

diskretna Fourier-ova transformacija, za posmatrani trenutak n računa primjenom brzog algoritma "Decimation in frequency" čiji je princip opisan u uvodu, koji za posmatrano N koje je stepen dvojke radi jako brzo. U jednom stepenu FFT-a imamo N sabiranja. Množenje signala sa jediničnim pravougaonim prozorom može se zanemariti u analizi broja operacija. Takođe, množenja sa članovima 1 i -1 takođe možemo zanemariti u našoj analizi. Zato ćemo smatrati da je tokom date iteracije (za dati trenutak n) potrebno uraditi $N/2-1$ množenja. Pošto se DFT sa N članova razbija na dva DFT-a sa $N/2$ članova, ukupan broj operacija u jednoj iteraciji biće jednak:

$$T_N = 2T_{N/2} + N + N/2 - 1 \quad (8)$$

Rješavanje dobijenog rekurzivnog problema dovodi nas do sljedećeg broja računskih operacija potrebnih za računanje STFT u jednom trenutku n , pomoću DFT primjenom brzih algoritama:

$$T_N = N\left(\frac{3}{2} \log_2 N - 1\right) + 1 \quad (9)$$

Sada je potrebno naći numeričku kompleksnost predložene rekurzivne formule (7). Može se uočiti da je u jednoj iteraciji postoji $N \cdot l$ operacija za jednu sumu od l članova, isto toliko operacija za drugu sumu od l članova, kao i N množenja eksponencijalnog člana $e^{j2\pi nk/N}$ sa STFT računatom u trenutku $n-l$. Dodatno, neopodno je odraditi $2N$ sabiranja (odnosno oduzimanja) samih suma. Dakle, ukupan broj operacija potreban za računanje izraza (7) za posmatrani trenutak n iznosi:

$$T_N = (2l + 3)N \quad (10)$$

Sada nađimo vrijednost koraka l za koju će postojati ušteda u broju operacija dat izrazom (10) za računanje izraza (7) u odnosu na broj operacija dat izrazom (9). Dobija se da ušteda u broju operacija predloženim metodom postoji ukoliko korak u vremenu l zadovoljava sljedeći uslov:

$$l < \frac{3}{4} \log_2 N - 2 \quad (11)$$

Za različite vrijednosti širine prozora N u tabeli 1. date su maksimalne vrijednosti koraka l za koje postoji ušteda u broju operacija.

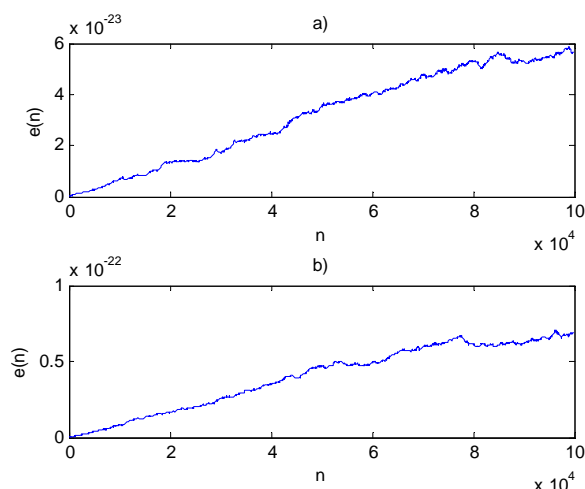
U tabeli 2. predstavljena je procentualna ušteda u broju računskih operacija primjenom uvedene formule, za širinu prozora $N = 1024$ odbirka. Uočavamo da za veće vrijednosti koraka l ušteda u broju operacija postaje sve manja, zato što sume od l članova u formuli (7) postaju sve veće, to jest, neopodno je izvršavati sve više sabiranja u svakoj iteraciji.

N	l_{\max}
128	3
256	4
512	4
1024	5

Tabela 1. Maksimalne vrijednosti koraka l za koje postoji ušteda u broju operacija primjenom predloženog rekurzivnog metoda u zavisnosti od dužine prozora u STFT.

$N=1024$	
l	dobitak
1	64.29%
2	50%
3	35.71%
4	21.43%
5	7.14%

Tabela 2. Procentualni dobitak u broju operacija primjenom predloženog rekurzivnog metoda u odnosu na broj operacija direktnom primjenom FFT-a za računanje STFT



Slika 1. Numerička greška koja nastaje pri računanju STFT po predloženom rekurzivnom postupku. Posmatrani signal je: a) bijeli Gauss-ov šum, b) sinusoidalno frekvencijski modulisan signal kome je dodat šum analiziran pod a).

4. ANALIZA GREŠKE USLJED REKURZIJE

Numerički eksperimenti pokazali su da greška koja se akumulira zbog rekurzivne prirode formule (7) ima jako male vrijednosti i linearno raste sa brojem iteracija, što znači da i u slučaju signala jako velike dužine postoji opravdanost za korišćenje predloženog rekurzivnog metoda. Ovo će biti ilustrovano sa nekoliko primjera.

Posmatraćemo signal $s(n)$ koji predstavlja kompleksni bijeli Gausov šum od 100000 odbiraka, pri čemu su varijanse realnog i kompleksnog dijela jednake jedinici. Realni i imaginarni dio ovog šuma su statistički nezavisne veličine. Uzeto je da je prozor širine $N = 128$ odbiraka, a korak $l = 3$. Greška se računa kao srednja vrijednost kvadrata modula razlike između $STFT(n, k)$ računane po formuli (3) i $STFT_{rek}(n, k)$ računane po formuli (7), odnosno:

$$e(n) = E[|STFT(n, k) - STFT_{rek}(n, k)|^2] \quad (12)$$

Na slici 1. pod a) prikazana je greška iz opisanog eksperimenta.

Na slici 1. pod b) prikazana je greška $e(n)$ za signal $x(n) = s(n) + \exp(5000j \sin(2\pi n / 20000))$, pri čemu je $s(n)$ kompleksni šum istih karakteristika kao u prethodnom eksperimentu. U oba slučaja uočava se linearni karakter rasta greške, dok je njena maksimalna vrijednost reda 10^{-23} .

5. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljena rekurzivna formula koja omogućava brzo računanje STFT sa fiksnim korakom između trenutaka u kojima se proračun vrši. U literaturi je poznata formula koja omogućava rekurzivno računanje za svaki uzastopni trenutak n odnosno za $l = 1$. Predloženi rekurzivni metod se za vrijednost koraka 1 svodi na ovu formulu. Cilj uvođenja ovakvog postupka je smanjenje broja operacija neophodnog za numeričke proračune STFT što je ključalno u real-time aplikacijama. Računanje STFT sa korakom pomjeranja prozora u vremenu koji je veći od 1 je pristup koji se često koristi u praksi.

U radu je pokazano za koje vrijednosti koraka l postoji ušteda u broju operacija u zavisnosti od dužine funkcije prozora. Takođe je pokazano kolika je procentualna ušteda za prozor dužine 1024 odbirka primjenom predloženog metoda, u odnosu na klasično računanje STFT primjenom FFT algoritama. U radu su predstavljeni i numerički rezultati analize greške koja nastaje usljed rekurzivne prirode postupka, i pokazano je da se ova greška karakteriše linearnim rastom, i da čak i u slučaju signala velike dužine zadržava zanemarljivo male vrijednosti.

LITERATURA

- [1] L. Cohen: "Time-Frequency distributions - a review" *Proc. IEEE*, vol 77, no.7, July 1989, pp. 941-981
- [2] Lj. Stanković: "An analysis of some time-frequency and time-scale distributions" *Annales des Telecommunications*, no.9/10, Sept./Oct. 1994, pp. 519-538-
- [3] Lj. Stanković: *Digitalna obrada signala*, Naučna knjiga, 1990.
- [4] A.Papoulis: *Signal analysis* McGraw Hill, New York, 1977.
- [5] B.P. Lathi: *Signal Processing and Linear Systems*, Berkeley Cambridge Press, Carmichael, CA, 1998. pp. 617-662.
- [6] B.P. Lathi: "Modern Digital and Analog Communication Systems", *Oxford University Press*, Oxford 1998. pp. 71-101
- [7] L.Cohen: "Distributions concentrated along the instantaneous frequency", SPIE, vol.1348, *Advanced Signal Proc., Algorithms, Architectures and Implementation*, 1992, pp. 402-412.
- [8] F. Hlawatsch and G.F. Boudreaux-Bartels: "Linear and quadratic time-frequency signal representations" *IEEE Signal processing Magazine*, April 1992, pp. 21-67.
- [9] LJ. Stanković, "A method for time-frequency signal analysis," *IEEE Trans. on Signal Processing*, Vol-42, No.1, Jan.1994,pp.225-229.
- [10] S. Stanković, LJ. Stanković, "An architecture for the realization of a system for time-frequency signal analysis," *IEEE Trans. on Circuits and Systems*, Part II, No.7, July 1997, pp.600-604.

MODERNI KONCEPTI SISTEMA ZAŠTITA I UPRAVLJANJA BAZIRANI NA IEC 61850 KOMUNIKACIONOM STANDARDU

MODERN CONCEPTS OF CONTROL&PROTECTION SYSTEMS BASED ON IEC 61850 COMMUNICATION STANDARD

Gojko Blagojević, Željko Pavićević, EPCG AD. Nikšić

Sadržaj: Rad ima za cilj da prikaže prednosti IEC 61850 komunikacionog standarda, kao i da prezentira novine koje donosi a koje su prije svega odnose na komunikaciju na „process bus“ nivou. Osim toga rad se bavi i postrojenjima baziranim na ovom protokolu dajući uporedbu sa konvencionalnim postrojenjima. Razmatrane su mogućnosti primjene ovog komunikacionog standarda u Crnoj Gori i pomenuti neki od aktualnih projekata u EPCG koji komunikaciju temelje na IEC 61850 komunikacionom standardu.

Abstract: This paper has objective to present the advantages and new features of IEC 61850 communication protocol, specially part of protocol which are define the process bus communication. In addition, in this paper will be presented IEC 61850 based C&P systems comparing with conventional systems. Also in paper will be a words about implementation of this communication standard in Montenegro with review of some actual project in EPCG which are based on IEC 61850 communication standard .

1. UVOD

IEC 61850 je internacionalni standard za komunikaciju i integraciju koji ima za cilj da obezbijedi interoperabilnost između umreženih uređaja različitih proizvođača za potrebe obavljanja funkcija zaštite, monitoringa, automatizacije, mjerenja i upravljanja. Iako je IEC 61850 razvijan kao standard za potrebe sistema zaštita i upravljanja u trafostanicama vremenom su se pojavili i djelovi ovog standarda koji se odnose na hidroelektrane, vjetrogeneratore, upravljanje kvalitetom energije itd. IEC 61850 je baziran na mainstream komunikaciji kao što je Ethernet, i kao takav je izuzetno fleksibilan po pitanju mrežne arhitekture.

2. IEC 61850 INFORMACIONI MODEL

Glavni zadatak u razvoju IEC 61850 standarda je bio da se osmisli koncept koji bi omogućio interoperabilnost između opreme različitih vendora. Mehanizam razmjene informacija počiva na dobro definisanom informacionom modelu (data model) koji zajedno uz metod modeliranja predstavlja jezgro IEC 61850 standarda. Ovaj komunikacioni standard koristi koncept virtuelizacije gdje se funkcije iz stvarnog svijeta preslikavaju u virtuelene modele. Funkcije stvarnog uređaja se virtuelizuju u posebne manje funkcionalne cjeline koje se koriste za razmjenu informacija između uređaja. Ove funkcionalne cjeline se nazivaju logičkim članovima (logical node).

Logički član, ustvari predstavlja virtuelizovanu stvarnu funkciju nekog uređaja. Interoperabilnost se upravo realizuje na način da za neku funkciju sistema, virtuelni – logički član mora biti identičan bez obzira na koji je način ona realizovana u stvarnosti i od kog vendora oprema dolazi. Bitno je istaći da jedan fizički uređaj može sadržati veliki broj logičkih članova, pri čemu svaki član odgovara jednoj njegovoj funkciji.

Takođe logički članovi iz više fizičkih uređaja mogu činiti jedan logički uređaj. Svi stvarni podaci koji postoje u sistemu mogu biti pridruženi nekom od logičkih čvorova. Logički uređaji, logički članovi i objekti podataka (data object) su virtuelni pojmovi. Oni reprezentuju stvarne podatke koji se koriste u komunikaciji. Tako na primjer, jedan uređaj komunicira samo sa logičkim članovima ili objektima podataka drugog uređaja dok stvarni podaci koje predstavljaju logički članovi su sakriveni i ne pristupa im se direktno.



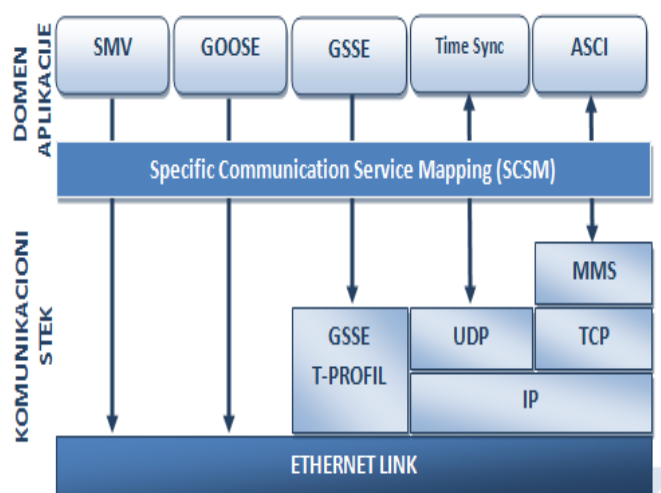
Slika 1. Informacioni model

Glavna prednost ovog pristupa je što komunikacija i modelovanje informacija ne zavise od operativnog sistema, programskog jezika, hardverske platforme pa je jednostavnije ostvariti interoperabilnost između opreme različitih vendora.

3. SERVISI ZA RAZMJENU INFORMACIJA

IEC 61850 u suštini definiše informacijski model i servise za razmjenu informacija. Kada se govori o servisima za razmjenu informacija, IEC 61850 standard u djelovima IEC 61850-7-1, IEC 61850-7-2, IEC 61850-7-3 i IEC 61850-7-4 definiše objektno orijentisani koncept nazvan *Abstract Communication Service Interface (ACSI)*, pri čemu je fokus na samom opisu funkcija koje servisi treba da obezbijede a ne i na načinu njihove realizacije. ACSI je primarni interfejs u IEC 61850 standardu ne samo zbog toga što je to interfejs preko kog aplikacije komuniciraju sa serverom već i zbog činjenice da je ACSI komunikacioni kanal za ostvarivanje logičke konekcije između dva logička člana.

Konkretna implementacija je ostvarena kroz servis za mapiranje koji nosi naziv Specific Communication Service Mappings (SCSM), i koji je definisan u IEC 61850-8-1, 61850-9-1 and 61850-9-2.



Slika 2. Komunikacioni model

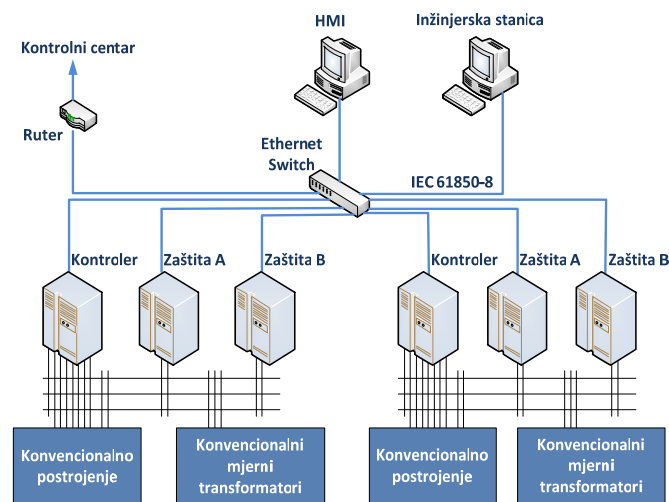
IEC 61850-8-1 standard mapira abstraktne objekte u Manufacturing Message Specification (MMS) protokol. MMS je jako pogodan jer podržava kompleksno označavanje objekata i posjeduje široku paletu fleksibilnih servisa koji omogućavaju mapiranje potpuno saglasno sa IEC 61850.

Semplovanje mjerenih vrijednosti je definisano u okviru dijela IEC 61850-9. Bitno je istaći da IEC 61850-9 definiše mapiranje direktno na nivou Ethernet linka. Na taj način se postiže brža razmjena vremenski kritičnih informacija kao što su mjerene veličine, trip signali, statusi.

4. SAVREMENI KONCEPTI UPRAVLJANJA POSTROJENJIMA

Sa uvođenjem mikroprocesorskih uređaja u proces upravljanja i zaštita, uspostavljanjem komunikacije među njima, otpočinje i nezaustavljivi trend razvoja sistema upravljanja. Veliki proizvođači opreme razvijaju sopstvene sisteme i za njihove potrebe razvijaju komunikacione protokole od kojih su neki vremenom postali široko zastupljeni komunikacioni standardi.

Prednosti koje su donijeli mikroprocesorski uređaji sa komunikacionim interfejsom su mnogobrojne a najviše su se odrazile na smanjenje kompleksnog ožičenja ne toliko na nivou samog upravljanja procesom koliko na nivou upravljanja postrojenjem. Na slici 3. je dat prikaz jednog koncepta upravljanja postrojenjem koji se često naziva konvencionalnim konceptom.



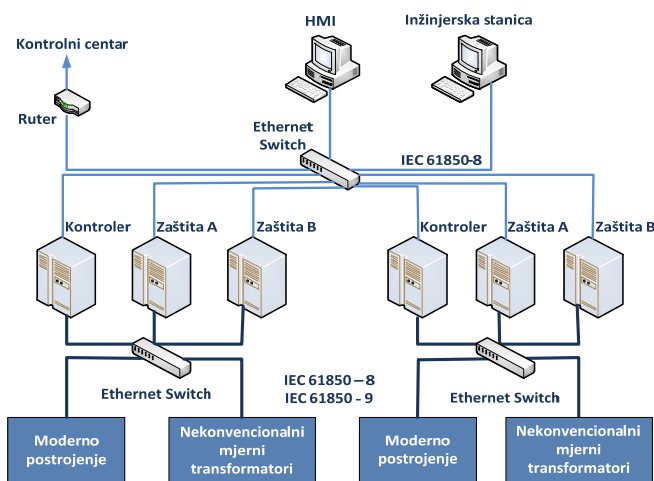
Slika 3. Konvencionalni koncept sistema el. zaštita i upravljanja

Osnovni problem kod ovih sistema je nizak nivo interoperabilnosti među uređajima različitih proizvođača.

Nisu rijetki slučajevi da oprema istog proizvođača, koja koristi isti tip komunikacionog protokola ne komunicira korektno zbog različitih generacija protokola, načina hardverske realizacije, upotrebe različitih komunikacionih procesora itd. Savremeni tehnički propisi, zakoni i regulative koje se bave sistemima zaštita i upravljanja insistiraju na multivendorskim sistemima naročito po pitanju zaštitnih uređaja. Naime u slučajevima kada sistemi posjeduju glavni i backup zaštitni uređaj preporučuje se, a ponegdje i zahtjeva, da oni budu od različitih vendara sa ciljem da se izbjegnu moguće greške ili mane algoritama zaštitnih funkcija koje su realizovane u mikroprocesorskim zaštitnim uređajima. Upravo takvi zahtjevi su doveli do rađanja ideje o jedinstvenom komunikacionom standardu koji bi obezbijedio interoperabilnost ali i omogućio veću fleksibilnost u kreiranju složenih C&P (CONTROL&PROTECTION) sistema. IEC 61850 kao komunikacioni standard je preslikavanjem fizičkih uređaja u njihove precizno definisane virtuelne funkcionalne odraze i definisanjem sistema i na virtuelnom nivou obezbijedio interoperabilnost među opremom. IEC 61850 bazirani sistemi su iskoristili prednosti mainstream komunikacija i doveli do pojave modernih koncepta koji su osnov „SMART“ mreža.

U poređenju sa konvencionalnim sistemima, IEC 61850 bazirani sistemi su najveće promjene donijeli na nivou process bus – a. IED (Intelligent primary device) uređaji, koncentratori mjernih veličina (Merging Unit – MU) kao i fiberoptičke veze su u potpunosti zamijenili konvencionalne mjerne transformatore, primarne uređaje kao i konvencionalne žičane veze.

Uvođenjem GOOSE šeme (Generic Object Oriented Substation Event) je omogućena zamjena tradicionalnih digitalnih ulaza/izlaza digitalnim modelima koji mogu biti preko fiberoptičkih veza i Ethernet switch – eva, distribuirani kroz sistem i to na način da budu zadovoljene i vremenski vrlo kritične aplikacije. Ovo je značajno smanjilo količinu kablova u modernim postrojenjima. Na slici 4. je prikazan moderni koncept jednog postrojenja. Moguće je uočiti da su prednosti po pitanju mjerno – upravljačke komunikacione arhitekture na strani modernog rješenja baziranog na IEC61850 standardu.



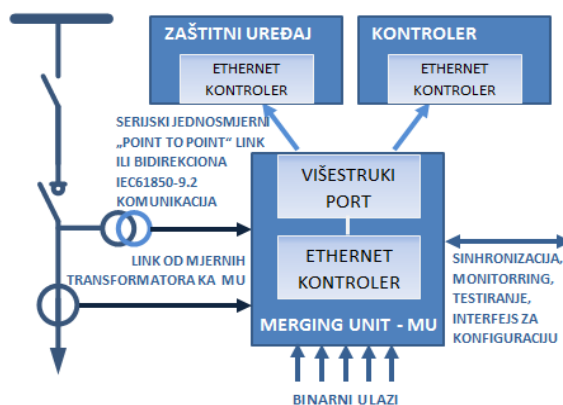
Slika 4. Moderni koncept sistema el. zaštita i upravljanja

Druga, jako značajna prednost koju je donio komunikacioni standard IEC 61850 (dio IEC61850-9-2) je upotreba SMV – a (Sampled Measured Value) za potrebe distribucije mjerenih veličina na nivou process i station bus – a. Naime, za razliku od konvencionalnih sistema kod kojih se u zaštitno – upravljačke uređaje mjerene veličine uvode kao analogne veličine, ovdje se analogne vrijednosti struja i napona digitalizuju i kao takve semploju određenom frekvencijom kroz komunikacioni link. Tako semplovane vrijednosti koriste IED – uređaji za zaštitu i upravljanje koji su povezani na isti process bus.

U poslednjoj deceniji došlo je do velikih pomaka u razvoju i primjeni mjernih transformatora baziranih na optičkim pretvaračima. Ovi mjerni transformatori, poznatiji kao nekonvencionalni mjerni transformatori imaju izuzetne karakteristike i značajne prednosti u odnosu na konvencionalna rješenja. Mala težina, neeksplozivnost, preciznost, nepostojanje potrebe za različitim mjernim i zaštitnim jezgarima ili namotajima, nemogućnost da zaštitni ili upravljački uređaji dođu pod visok napon su samo neke od brojnih prednosti ovih mjernih transformatora ali za ovaj rad je značajna prije svega njihova velika kompatibilnost sa IEC 61850-9.2 protokolom. Naime nekonvencionalni mjerni transformatori na svom izlazu daju optički analogni signal koji se fiberoptičkim kablovima dovodi na ulaz koncentratora mjernih veličina (Merging Unit – MU), posebnog sekundarnog pretvarača koji ima mogućnost semplovanja izmjerene veličine direktno u Ethernet baziranu komunikacionu mrežu na kojoj počiva savremeni procesni bas.

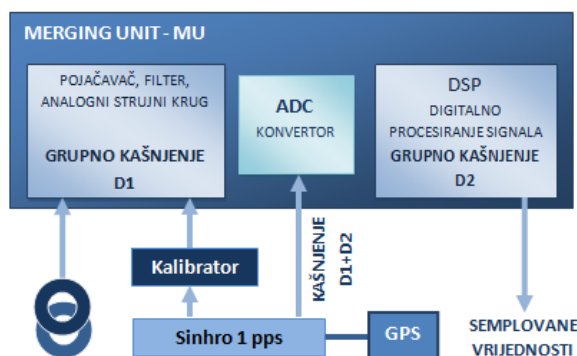
5. MERGING UNIT (MU)

Već je pomenuto da koncepti savremenih C&P sistema sve više insistiraju na razmjeni podataka između inteligentnih mikroprocesorskih uređaja na nivou samog procesa. Na taj način se smanjuje potreba za upotrebom klasičnih i isprepljetanih ožičenih veza već se informacije prikupljaju u uređajima distribuiranim u sistemu, digitalizuju i potom komunikacionim linkovima razmjenjuju sa ostalim uređajima u mreži. Problem u ovom slučaju su vremenski kritične komponente sistema koje u potpunosti zavise od tačnosti i brzine prenosa informacija. Jedna od tih komponenti su i električne zaštite čija funkcionalnost zavisi od korektnog mjerenja električnih veličina u sistemu. IEC 61850 je kroz dio IEC 61850-9 definisao način prenosa vremenski kritičnih mjerenih veličina i to tako da se informacije integrišu u Ethernet poruke i šalju sa zagarantovanim vremenom prenosa.



Slika 5. SMV koncept

Sprega između mjernih transformatora i komunikacione mreže na nivou procesa ostvarena je preko MU uređaja. MU uređaj je ustvari sekundarni pretvarač koji na svojim ulazima prima analogne signale sa mjernih transformatora (konvencionalnih ili nekonvencionalnih), digitalizuje ih i potom integriše u Ethernet poruke i otprema u tačno definisanim vremenskim okvirima ka svim uređajima u komunikacionoj mreži na način definisan IEC 61850-9.2 standardom. Za zaštitne uređaje je jako bitno da u svakom trenutku imaju tačno vrijeme mjerenja kako bi u svojim algoritmima uradili pravilnu analizu. Iz tog razloga MU ima ulaz za vremensku sinhronizaciju sa ostalim uređajima a takođe vrši i kalkulaciju a potom i kompezaciju svih kašnjenja koja se pojavljuju u sistemu mjerenja.



Slika 6. Merging Unit – MU

6. TOPOLOGIJA MREŽE I IEC 61850 STANDARD

Moderni C&P sistemi bazirani na IEC61850 standardu donijeli su fleksibilnost i u pogledu mrežne arhitekture. Obzirom da je komunikacija u modernim C&P sistemima bazirana na Ethernet – u, ne postoje ograničenja po pitanju topologije mreže već je sistem moguće realizovati na mreži sa prsten, zvijezda ili hibridnom topologijom.

Protivljenja zagovornika konvencionalnih sistema prema modernim IEC 61850 baziranim sistemima su uglavnom posledica uvođenja komunikacionog standarda na nivou samog procesa. Naime, SMV i GOOSE servisi koji se koriste za prenos ključnih informacija neophodnih za funkcionisanje zaštitnog uređaja (mjerjenja, uklopna stanja opreme i trip signali) se oslanjaju na Ethernet link pa je pouzdanost i raspoloživost cjelokupnog sistema postala izuzetno zavisna od pouzdanosti i raspoloživosti komunikacionog linka. Sistemi bazirani na IEC 61850 komunikacionom standardu prevazilaze problem pouzdanosti komunikacionog linka koristeći redundantne komunikacione kanale kao i mreže sa visokim nivoom dostupnosti koje definiše IEC 62439 internacionalni standard.

IEC 62439 (Highly Available Automation Networks) je internacionalni standard koji definiše dva standarda koji opisuju komunikacionu mrežu sposobnu da prevaziđe bilo koji jednostruki kvar na komunikacionoj opremi bez ikakvog uticaja na prenos podataka. Naime jednostruki kvar u ovako koncipiranom komunikacionom sistemu neće onemogućiti da informacija bude prenijeta tačno i bez kašnjenja.

Različiti vendori koji proizvode opremu za C&P sisteme uglavnom se opredjeljuju ili za PRP (Parallel Redundancy Protocol) ili HSR (High Availability Seamless Redundancy) koncept.

7. IEC 61850 BAZIRANI SISTEMI U CRNOJ GORI

IEC 61850 je mlad komunikacioni standard koji su u poslednjih šest godina počeli da prihvataju i proizvođači opreme implementirajući ga u svojim tehničkim rješenjima. U Crnoj Gori a i u okruženju ne postoji u potpunosti realizovano IEC 61850 bazirano postrojenje. Uglavnom se primjena ovog standarda završava na “station bus“ nivou dok se upotreba na „process bus“ nivou izbjegava i na tom nivou se pribjegava konvencionalnim rješenjima. Razlog za to je nedovoljno poznavanje ovog standarda i opreme koja ga podržava. Drugi bitan razlog je vrlo kratak period eksploatacije ovih sistema u svijetu s obzirom da je riječ o novim rješenjima tako da je teško govoriti o pouzdanosti i istrajnosti sistema u različitim uslovima eksploatacije. Takođe tu je i nedovoljno aktuelna zakonska regulativa koja ne poznaje nekonvencionalne mjerne transformatore niti ima regulisane uslove i metode ispitivanja istih.

Uprkos gore navedenim razlozima, prednosti koje donose IEC 61850 bazirani sistemi su mnogobrojne, a sistemi se iz dana u dan pokazuju kao izuzetno pouzdani o čemu svjedoče mnogobrojni radovi na ovu itekako aktuelnu temu.

Kao radnici EPCG, autori ovog rada su dio tima koji se bavi modernizacijom hidroelektrana. Upravo je IEC 61850 uzet kao standard na kom će biti baziran rekonstruisani C&P sistem u HE „PIVA“. Na HE „PIVA“ je u toku rekonstrukcija sistema zaštita i upravljanja razvodnim postrojenjem 220 kV kako i sistema zaštita generatora. Takođe IEC 61850 je planiran kao komunikacioni standard i za potrebe realizacije upravljanja 220 VDC i 230V, 50Hz UPS razvodom. U toku su i radovi na pripremi za rekonstrukciju 220 kV / 110 kV razvodnog postrojenja na HE „PERUĆICA“ koje bi takođe trebalo biti bazirano na ovom komunikacionom protokolu.

8. ZAKLJUČAK

IEC 61850 komunikacioni standard svojim konceptom je obezbijedio interoperabilnost među opremom različitih vendora. Osim toga ovaj standard je tako koncipiran da se oslanja na mainstream komunikacije poput Ethernet – a pa pruža veliku slobodu u kreiranju topologije komunikacione mreže. Uvođenjem SMV i GOOSE servisa, odnosno spuštanje komunikacione mreže na nivo upravljanja procesom pouzdanost sistema u velikoj mjeri zavisi i od pouzdanosti komunikacione mreže. IEC 61850 komunikacioni standard je u potpunosti saglasan sa IEC 62439 (Highly Available Automation Networks) standardom, što je omogućilo prevazilaženje problema sa dostupnošću komunikacionog linka za potrebe vremenski kritičnih aplikacija. Prednosti C&P sistema baziranih na IEC 61850 standardu u odnosu na konvencionalni koncept su:

- ✚ smanjenje ožičenja,
- ✚ unapređenje preciznosti mjerenja,
- ✚ povećanje pouzdanosti sistema,
- ✚ nepostojenja električne veze između primarnih i sekundarnih krugova,
- ✚ jedinstvena komunikaciona platforma za razmjenu informacija.

Crna Gora je tek zakoračila na polje SMART mreža i modernih (digitalnih) postrojenja kroz implementaciju nekoliko aktuelnih projekata. Takođe EPCG priprema rekonstrukciju hidroelektrana gdje će sistemi upravljanja i zaštita zasigurno biti bazirani na IEC 61850 komunikacionom standardu.

LITERATURA

- [1] International Electro – technical Commission. TC57 IEC 61850, International standard, 2003 – 2005.
- [2] A. Grid, “COSI – NXCT optical current transformers” Digital instrument transformers, pp. 1 – 3, 2010.
- [3] L. Andersson, K. P. Brand, W. Wimmer, “The Impact of the coming Standard IEC61850 on the Life – cycle of Open Communication Systems in Substations”, Distribution 2001, Transmission & Distribution, Brisbane, 2001.
- [4] Areva T&D, “Network Protection & Automation Guide”, Flash Espace, Cayfosa, pp. 92 – 95, 2002.

REALIZACIJA EKSPONENCIJALNE I TRIGONOMETRIJSKIH FUNKCIJA U FPGA TEHNOLOGIJI

HARDWARE REALIZATIONS OF EXPONENTIAL AND TRIGONOMETRIC FUNCTIONS IN FPGA TECHNOLOGY

Branka Jokanović, Irena Orović, Srdjan Stanković, *Elektrotehnički fakultet*

Sadržaj: *Hardverske realizacije metoda za računanje eksponencijalnih i trigonometrijskih funkcija su opisane u ovom radu. Ove funkcije imaju važnu ulogu u različitim oblastima obrade signala. Iako postoje razni pristupi računanja datih funkcija, nije jednostavno naći efikasno i optimalno hardversko rješenje.*

Abstract: *Hardware realizations of various approaches for computing exponential and trigonometric functions are given in paper. These functions have an important role in different areas of signal processing. Even though there are several methods for calculating exponential and trigonometric functions, the choice of efficient and optimal hardware solution is a challenging task.*

1. UVOD

Računanje eksponencijalne i trigonometrijske funkcije predstavlja važan sastavni dio algoritama za obradu signala [1]-[4]. Obrada zašumljenog signala i razne vrste transformacija signala su samo neke od operacija koje zahtjevaju realizaciju eksponencijalnih i trigonometrijskih funkcija. Fourier-ova transformacija (jednodimenziona i dvodimenziona forma), diskretna kosinusna transformacija (naročito značajna u obradi slike) i vremensko-frekvencijske distribucije (koje se koriste u obradi signala sa vremenski promjenljivim spektrom) su neke od transformacija koje zahtjevaju računanje eksponencijalne i trigonometrijske funkcije. Postoje različite metode realizacije navedenih funkcija [5]-[9]. U cilju hardverske implementacije potrebno je naći metodu koja će predstavljati efikasno rješenje. U ovom radu biće predstavljena hardverska realizacija eksponencijalnih i trigonometrijskih funkcija implementiranih u FPGA tehnologiji. Rad je organizovan na sljedeći način. U drugom poglavlju su analizirani različiti pristupi hardverske realizacije eksponencijalnih i trigonometrijskih funkcija. Hardverska implementacija funkcija u FPGA tehnologiji je predstavljena u trećem poglavlju. Zaključak rada je u četvrtom poglavlju.

2. RAZLIČITI PRISTUPI HARDVERSKE REALIZACIJE EKSPONENCIJALNIH I TRIGONOMETRIJSKIH FUNKCIJA

Za hardversku realizaciju eksponencijalnih i trigonometrijskih funkcija postoje razne metode. Neke od njih su Lookup tabele, razvoj funkcije u Taylor-ov red, korišćenje polinomijalnih aproksimacija, CORDIC algoritmi kao i kombinacije navedenih metoda. Svaka od metoda ima svoje prednosti i mane koje ih čine više ili manje pogodnim za hardversku implementaciju.

U nastavku je dat pregled nekih metoda za realizaciju eksponencijalne (ili trigonometrijske) funkcije y .

Pristup koji koristi Lookup tabele je jedan od često korišćenih za hardversku realizaciju. Lookup tabele predstavljaju memoriju u kojoj se čuvaju vrijednosti funkcije za različite argumente. U zavisnosti od adrese, koja je na ulazu ove tabele, iščitava se vrijednost u memoriji. Prednost ove realizacije je jednostavnost. Naročito je pogodna ako je ograničen skup vrijednosti koje argument može da ima. Međutim, za argument sa proizvoljnim vrijednostima, ovo rješenje nije efikasno, jer je potrebna značajna memorija.

Drugi način realizacije eksponencijalnih i trigonometrijskih funkcija je razvoj funkcije u Taylor-ov red. Eksponencijalna funkcija e^x se može razviti u Taylor-ov red kao:

$$e^x = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{x^i}{i!} = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots, \quad (1)$$

dok se trigonometrijske funkcije korišćenjem Taylor-ov reda mogu predstaviti kao :

$$\begin{aligned} \sin(x) &= \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(-1)^i x^{2i+1}}{(2i+1)!} = x - \frac{x^3}{3!} + \dots \\ \cos(x) &= \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(-1)^i x^{2i}}{(2i)!} = 1 - \frac{x^2}{2!} + \dots \end{aligned} \quad (2)$$

Ukoliko se uzmu u obzir prva četiri člana Taylor-ovog reda dobija se zadovoljavajuća tačnost za argument funkcije u opsegu $(-1,1)$. Za argumente koji ne pripadaju ovom opsegu konvergencija reda je spora, pa je potrebno uključiti članove višeg reda. Skaliranjem ulaznog argumenta je moguće riješiti problem konvergencije. Prednosti ove realizacije su proizvoljna vrijednost argumenta i dovoljna tačnost. Mane su korišćenje zahtjevnih hardverskih operacija kao što su množenje i dijeljenje. Ove operacije značajno povećavaju korišćenje hardverskih resursa kao i vrijeme dobijanja rezultata.

Među metodama za hardversku realizaciju eksponencijalnih i trigonometrijskih funkcija su i digit-by-

digit algoritmi. Ovi algoritmi su zasnovani na rekurzivnim relacijama. Preciznost ostvarena ovim algoritmima zavisi od broja iteracija. U nastavku će biti objašnjena procedura računanja eksponencijalnih i trigonometrijskih funkcija koristeći digit-by-digit algoritam.

Eksponencijalna funkcija:

Posmatrajmo eksponencijalnu funkciju sa pozitivnim argumentom x . Cilj je napisati dati argument preko M pozitivnih brojeva x_i koji se približavaju nuli. Za računanje eksponencijalne funkcije koristimo sljedeće formule [5]:

$$x_{i+1} = x_i - \ln b_i, \tag{3}$$

$$y_{i+1} = y_i b_i. \tag{4}$$

pri čemu važi: $x_0 = x$ i $y_0 = 1$. Brojevi b_i su tako izabrani da omogućavaju da se elementi niza $x_0, x_1, x_2, x_3, \dots, x_M$ približavaju nuli odnosno nakon M iteracija $x_M = 0$. Uočimo sljedeće:

$$y_{i+1} e^{x_{i+1}} = y_i b_i e^{x_i - \ln b_i} = y_i e^{x_i}, \tag{5}$$

odnosno

$$y_M e^{x_M} = y_0 e^{x_0}. \tag{6}$$

Kako je $x_M = 0$ i $y_0 = 1$ izraz (6) postaje:

$$y_M = e^{x_0}. \tag{7}$$

Dakle, iterativnim računanjem dobija se vrijednost eksponencijalne funkcije e^{x_0} :

$$\begin{aligned} y_M &= y_{M-1} b_{M-1} = y_{M-2} b_{M-2} b_{M-1} = \\ &\dots = y_0 b_0 b_1 \dots b_{M-2} b_{M-1}. \end{aligned}$$

Zadatak se svodi na računanje brojeva b_i koji omogućavaju da se elementi niza x_i približavaju nuli. Uzeto je da su brojevi b_i dati u sljedećoj formi:

$$b_i = 1 + s_i 2^{-i}, \tag{8}$$

pri čemu s_i može da uzima vrijednosti iz skupa $\{0,1\}$. Algoritam po kojem se određuju vrijednosti b_i i y_i se može opisati sljedećim koracima:

Korak 1:

$$x_0 = x, i = 0, y_0 = 1,$$

Korak 2:

Ako je ispunjen uslov $x_i - \ln(1 + 2^{-i}) \geq 0$

$$x_{i+1} = x_i - \ln(1 + 2^{-i}),$$

$$s_i = 1,$$

$$y_{i+1} = (1 + 2^{-i}) y_i,$$

U suprotnom

$$x_{i+1} = x_i,$$

$$s_i = 0,$$

$$y_{i+1} = y_i,$$

Korak 3:

Ako je ispunjen uslov $x_{i+1} = 0$

algoritam je završen,

U suprotnom

$$i = i + 1.$$

Opseg u kojem može da se nalazi vrijednost x je između vrijednosti kada su s_i sve nule i vrijednosti kada su s_i sve jedinice. Odnosno,

$$\sum_{i=0}^{M-1} \ln(1 - 0 \cdot 2^{-i}) \leq x \leq \sum_{i=0}^{M-1} \ln(1 - 1 \cdot 2^{-i}), \tag{9}$$

gdje je M broj bita kojim se predstavlja decimalni dio argumenta. Za $M \geq 15$ izraz na desnoj strani u (9) konvergira, pa je

$$0 \leq x \leq 1.56. \tag{10}$$

Dakle, za x iz datog opsega opisani algoritam će obezbjediti efikasno računanje funkcije e^x .

U cilju omogućavanja traženja eksponencijalne funkcije i za brojeve van opsega $[0, 1.56)$, argument x se zapisuje kao:

$$x = x \log_2 e \cdot \ln 2. \tag{11}$$

Zatim se $x \log_2 e$ razdvoji na njegov cjelobrojni I i frakcioni dio F ($0 \leq F < 1$), odnosno:

$$x \log_2 e = I + F. \tag{12}$$

Sada, eksponencijalna funkcija $y = e^x$ se zapisuje kao:

$$e^x = e^{x \log_2 e \ln 2} = e^{(I+F) \ln 2} = 2^I e^{F \ln 2} \tag{13}$$

Novi argument je $x = F \ln 2$ a njegova vrijednost nalazi se u opsegu $0 \leq x < 0.69$. Nakon računanja eksponencijalne funkcije za novi argument, množenje sa članom 2^I je jednostavno realizovati bez obzira da li se koristi floating ili fixed point aritmetika.

Primjer:

Izračunati $y = e^{0.5}$ u 5-bitnoj preciznosti.

Rješenje:

Zbog kraćeg zapisa korišćemo fixed point aritmetiku, pri čemu je jedan bit za cjelobrojni dio, dok je 5 bita za decimalni dio.

$$x_0 = 0.10000$$

$i=0$:

$$x_0 - \ln(1+2^0) = 0.5 - \ln 2 = -0.19 < 0$$

$$\rightarrow s_0 = 0, y_1 = y_0 = 1, x_1 = x_0$$

$i=1$:

$$x_1 - \ln(1+2^{-1}) = 0.5 - \ln 1.5 = 0.09 > 0$$

$$\rightarrow s_1 = 1, y_2 = (1+2^{-1})y_1, x_2 = x_1 - \ln(1+2^{-1})$$

$i=2$:

$$x_2 - \ln(1+2^{-2}) = 0.09 - \ln 1.25 = -1.12 < 0$$

$$\rightarrow s_2 = 0, y_3 = y_2, x_3 = x_2$$

$i=3$:

$$x_3 - \ln(1+2^{-3}) = 0.09 - \ln 1.125 = -0.027 < 0$$

$$\rightarrow s_3 = 0, y_4 = y_3, x_4 = x_3$$

$i=4$:

$$x_4 - \ln(1+2^{-4}) = 0.09 - \ln 1.0625 = 0.029 > 0$$

$$\rightarrow s_4 = 1, y_5 = (1+2^{-4})y_4, x_5 = x_4 - \ln(1+2^{-4})$$

Za dati broj bita dobijeno rješenje je $y_5 = 1.59$, dok je tačno rješenje 1.64. Povećavanjem broja iteracija smanjuje se greška.

Trigonometrijske funkcije:

Procedura za računanje trigonometrijskih funkcija je slična računanju eksponencijalne funkcije. Za računanje sinusne i kosinusne funkcije koristimo sljedeću formulu:

$$x_{i+1} = x_i - \tan^{-1} \frac{\text{Im}\{c_i\}}{\text{Re}\{c_i\}}, \quad (14)$$

Za razliku od eksponencijalne funkcije, brojevi c_i su kompleksni i njihov oblik je :

$$c_i = 1 + js_i 2^{-i}. \quad (15)$$

pri čemu s_i može da uzima vrijednosti iz skupa $\{-1,1\}$.

Postavimo sistem jednačina koje računaju vrijednosti e^{jx_i} , $i \in [0, M-1]$.

$$e^{jx_0} = e^{jx_1 + j \arg(c_0)},$$

$$e^{jx_1} = e^{jx_2 + j \arg(c_1)},$$

...

$$e^{jx_{M-1}} = e^{jx_M + j \arg(c_{M-1})}.$$

Rješavanjem sistema jednačina dobija se:

$$e^{jx_0} = e^{jx_M + j \arg(c_0) + j \arg(c_1) + \dots + j \arg(c_{M-1})}. \quad (16)$$

Kako važi $x_M = 0$ dobijamo:

$$e^{jx_0} = \prod_{i=0}^{M-1} e^{j \arg(c_i)} = \frac{\prod_{i=0}^{M-1} c_i}{\prod_{i=0}^{M-1} |c_i|}, \quad (17)$$

odnosno

$$\cos(x) + j \sin(x) = \frac{\prod_{i=0}^{M-1} c_i}{\prod_{i=0}^{M-1} \sqrt{1 + s_i^2 2^{-2i}}}. \quad (18)$$

S obzirom da za $s_i \in \{-1,1\}$, $s_i^2 = 1$ kao i da za $M > 10$ važi

$$\prod_{i=0}^{M-1} \sqrt{1 + (2^{-i})^2} \rightarrow 1.64, \text{ sinusnu i kosinusnu funkciju}$$

možemo zapisati kao:

$$\cos(x) = \text{Re} \left\{ \frac{\prod_{i=0}^{M-1} c_i}{1.6468} \right\}, \sin(x) = \text{Im} \left\{ \frac{\prod_{i=0}^{M-1} c_i}{1.6468} \right\}. \quad (19)$$

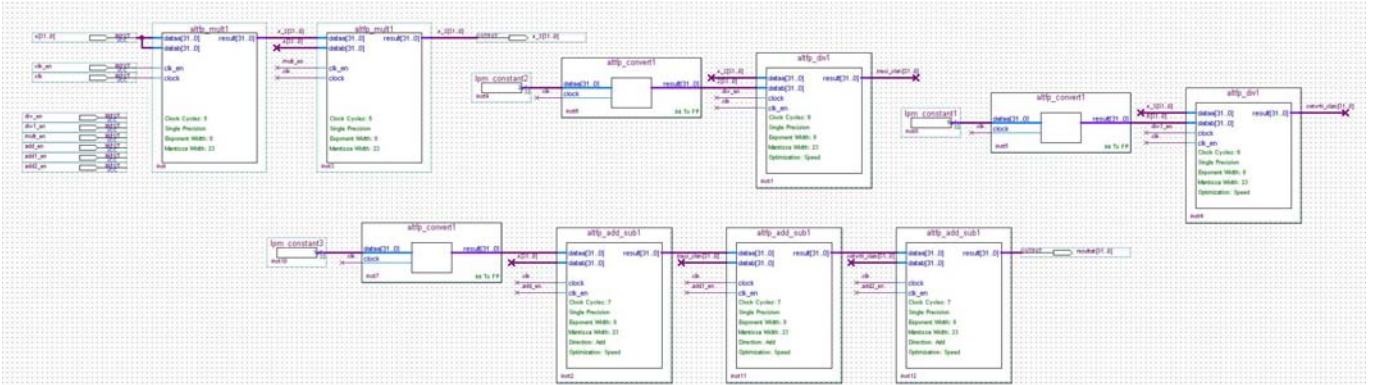
3. FPGA IMPLEMENTACIJA METODA ZA REALIZACIJU EKSPONENCIJALNIH I TRIGOMETRIJSKIH FUNKCIJA

U ovom poglavlju su predstavljene hardverske realizacije opisanih pristupa za računanje eksponencijalnih i trigonometrijskih funkcija. Hardver je implementiran u FPGA tehnologiji.

Na Slici 1 je prikazana arhitektura za računanje eksponencijalne funkcije korišćenjem prva četiri člana iz Taylor-ovog reda. Ovaj pristup računanja eksponencijalne funkcije je jednostavno realizovati i daje zadovoljavajuću tačnost za argumente iz opsega (-1,1). Nedostatak ovog dizajna je greška koja se javlja za argumente van opsega (-1,1) kao i korišćenje hardverski zahtjevnih operacija kao što su množenje i dijeljenje koje unose značajno kašnjenje. Na Slici 2. dat je algoritam realizovan u VHDL kodu koji koristi Taylor-ov red za računanje eksponencijalne funkcije. Tačnost algoritma zavisi od zadatog broja **eps**. Iako ovaj pristup pruža zadovoljavajuću tačnost, zbog velikog broja operacija uvodi se značajno kašnjenje. Na sličan način se mogu realizovati rješenja za sinusnu i kosinusnu funkciju. FPGA realizacija pristupa za dobijanje eksponencijalne funkcije koji koristi Lookup tabelu je data na Slici 3. Kolo **adrese** generiše adrese koje se čitaju iz bloka **lpm_rom**. Ovaj blok predstavlja memoriju u kojoj se nalaze vrijednosti eksponencijalne funkcije. Blok šema hardverske realizacije digit-by-digit algoritma za dobijanje eksponencijalne funkcije je data na Slici 4. Ulazni pin **ulaz** predstavlja argument eksponencijalne funkcije. Izlazni pin **izlaz** je rezultat, odnosno vrijednost eksponencijalne funkcije.

Za predloženu implementaciju je korišćen čip EP3SL340F1760I3 iz familije Stratix III. Simulacija je izvršena pomoću Quartus II v8.0 softvera na računaru sa 2GB RAM-a i procesorom Pentium 4 frekvencije 3,2GHz.

U Tabeli I data je logička iskorišćenost čipa za svaku realizaciju. Kao što je i očekivano, iskorišćenost čipa za Taylor-ov red (prva četiri člana) i Lookup tabelu je manja u odnosu na Taylor-ov red (čiji broj članova određuje greška **eps**) i digit-by-digit algoritam. Skaliranje za Taylor-ov red i digit-by-digit algoritam je izvršeno na isti način koristeći (11)-(13) i broj iteracija je 11 u oba slučaja. Taylor-ov red ima veće kašnjenje (izlaz se javlja nakon 1000ns uz brzinu 1MHz) nego digit-by-digit algoritam (izlaz se javlja nakon 400ns uz brzinu 2.5MHz). Iskorišćenost za Taylor-ov red je značajno veća nego u slučaju digit-by-digit algoritma. Razlog je što se u digit-by-digit algoritmu iteracije obavljaju preko operacija sabiranja i pomjeranja, dok se u Taylor-ovom redu iteracije zasnivaju na množenju i dijeljenju koji su u odnosu na sabiranje i pomjeranje hardverski zahtjevnije. Za slučaj kada postoji ograničen skup vrijednosti argumenta, Lookup tabela je adekvantno rješenje sa kojom je moguće postići malo kašnjenje (izlaz se javlja nakon 2 takta uz periodu takta 10 ns). Izlaz iz realizacije koja koristi prva četiri člana Taylor-ovog reda se javlja nakon 25 taktova uz periodu takta 20 ns.



Slika 1. FPGA realizacija sistema za računanje eksponencijalne funkcije korišćenjem prvih četiri člana iz Taylor-ovog reda
Tabela 1: Iskorišćenost čipa EP3SL340F1760I3 za različite metode realizacije eksponencijalne funkcije

```

x0=X
while x0>10
    x0=x0-10
    f=f·e10
end
while x0>1
    x0=x0-1
    f=f·e
end
l= x0
n=1+l
c=2
while |n-o|>eps
    o=n
    l=l·x0/c
    n=o+l
    c=c+1
end
n=n·f
    
```

EP3SL340F1760I3	Iskorišćenost
Taylor-ov red koristeći prvih 4 člana	1%
Taylor-ov red	13%
Lookup tabelle	2%
Digit-by-digit algoritam	7%

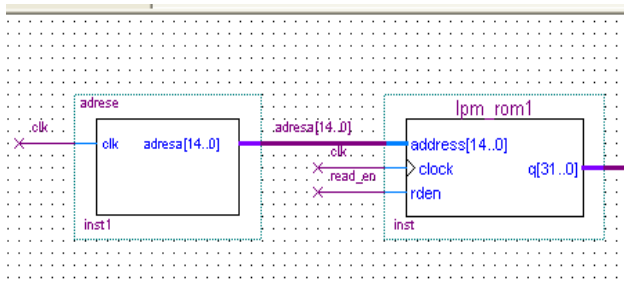
Slika 2. Algoritam za računanje eksponencijalne funkcije korišćenjem Taylor-ovog reda

4. ZAKLJUČAK

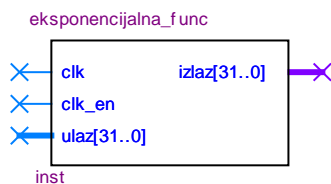
U radu su opisane metode za hardversku realizaciju eksponencijalne, sinusne i kosinusne funkcije. Date su njihove prednosti i mane kao i njihova implementacija u FPGA tehnologiji. Upotreba određene metode zavisi, između ostalog, od raspoloživih resursa i željene tačnosti.

LITERATURA

- [1] P. Soo-Chang, "Two-dimensional affine generalized fractional Fourier transform," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol: 49, issue:4, pp: 878–897, 2001.
- [2] I. Molina-Fernandez, C. Camacho-Penalosa, J.I. Ramos, "Application of the two-dimensional Fourier transform to nonlinear wave propagation phenomena," *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol: 42, issue:6, pp: 1079 – 1085, Jun 1994.
- [3] A.P. Vinod, E.M.-K. Lai, "Hardware efficient DCT implementation for portable multimedia terminals using subexpression sharing," *TENCON 2004. 2004 IEEE Region 10 Conference*, Vol. 1, pp: 227 – 230, 2004.
- [4] R. Pandey, M.L. Bushnell, "Architecture for Variable-Length Combined FFT, DCT, and MWT Transform Hardware for a Multi-Mode Wireless System," *VLSI Design, 2007. Held jointly with 6th International Conference on Embedded Systems., 20th International Conference on*, pp. 121 – 126, 2007.
- [5] I. Koren, *Computer arithmetic algorithms*, A. K. Peters, 2002.
- [6] V. Kantabutra, "On Hardware for Computing Exponential and Trigonometric function," *IEEE Trans. Computers*, vol.45, no.3, pp. 328-339, Mar. 1996.
- [7] B. Parhami, *Computer arithmetic*, Oxford University Press, 2000.
- [8] J. E. Stine, *Digital Computer Arithmetic Datapath Design Using Verilog HDL*, Kluwer academic publishers.



Slika 3. FPGA realizacija sistema za dobijanje eksponencijalne funkcije korišćenjem Lookup tabelle



Slika 4. Blok koji računa eksponencijalnu funkciju koristeći rekurzivne formule

KVANTNO RAČUNARSTVO I ŠOROV ALGORITAM ZA FAKTORIZACIJU QUANTUM COMPUTATION AND SHOR'S FACTORING ALGORITHM

Bojan Đaković, Cyber Co.
Budimir Lutovac, Elektrotehnički fakultet Podgorica

Sadržaj: *Oblast kvantnog računarstva bavi se proučavanjem računara zasnovanih na principima kvantne mehanike. Šorov algoritam za faktorizaciju cijelih brojeva ilustruje potencijalnu snagu kvantnog računarstva i predstavlja primjer algoritma zasnovanog na principima kvantnog računarstva. U radu je pružen kratak uvod u osnovne pojmove i koncepte kvantnog računarstva, kao i objašnjenje načina funkcionisanja samog algoritma*

Abstract: *The field of quantum computation studies computers based on quantum mechanics principles. Shor's algorithm for factoring of big integers illustrates the power of quantum computation and algorithm based on principles of quantum phenomena. Paper provides short introduction and explanation of basic terms and concepts of quantum commuting together with explanation of Shor's algorithm.*

1. UVOD

Kvantno računarstvo (kvantna informatika) je oblast koja se bavi proučavanjem računara zasnovanih na principima kvantne mehanike. Pod ovim se podrazumijeva i proučavanje i razvoj kvantnog programiranja, kvantnih algoritama, kao i praktičnog aspekta ove oblasti. Ova oblast za jedan od svojih ciljeva ima da se vrijeme rešavanja nekih od dosadašnjih problema eksponencijalno smanji, tj. ubrza izvršavanje. Šorov algoritam predstavlja primjer takvog algoritma, a ujedno se smatra i najvećim probojem u kvantnom računarstvu i predstavlja osnovu za većinu algoritama koji su do danas razvijeni.

U radu je pružen kratak uvod u osnovne pojmove i koncepte kvantnog računarstva, kao i objašnjenje načina funkcionisanja samog algoritma. Funkcija ovog algoritma je faktorizacija velikih cijelih brojeva u polinomijalnom vremenu.

RSA kriptografija zasniva se na nemogućnosti klasičnih računara da efikasno riješe ovaj problem, tako da će pojava komercijalnih kvantnih računara imati velikog uticaja i na ovu oblast.

2. KOMPONENTE KVANTNOG RAČUNARA

Osnovu rada kvantnog računara sačinjava kvantna memorija i operacije nad njom. Slijedi opis najbitnijih segmenata na kojima se zasniva rad kvantnih računara.

2.1. Kvantni bit

Analogno klasičnom računarstvu, kod kojeg je bit osnovni nosilac informacije, u slučaju kvantnog računarstva to je kvantni bit ili *qubit*. Qubit je kvantni sistem čije se stanje može opisati kao linearna superpozicija $|\phi\rangle$ dva ortonormalna stanja zapisana kao $|0\rangle$ i $|1\rangle$. Matematički,

superpozicija stanja se može zapisati kao $|\phi\rangle = \alpha |0\rangle + \beta |1\rangle$ gdje su $\alpha, \beta \in \mathbb{C}$. α, β se nazivaju amplitudama kvantnog stanja [7]. Stanja kvantnog sistema čine bazu N-dimenzionog Hilbertovog prostora, u kome je kvantno stanje vektor [6]. U većini slučajeva se posmatra sistem koji ima 2 stanja, iako teorijski mogu postojati sistemi sa N klasičnih stanja i u kom slučaju se superpozicija zapisuje kao:

$$|\phi\rangle = \alpha_1 |1\rangle + \alpha_2 |2\rangle + \alpha_3 |3\rangle \dots + \alpha_N |N\rangle$$

Skup, odnosno sekvenca kvantnih bitova čini kvantni registar. Registar sačinjen od n kvantnih bitova ima 2^n osnovnih stanja. Ovo znači da je u n -bitni kvantni registar moguće upisati 2^n stanja dok je kod klasičnih računara to samo n bita. Iz ovoga se odmah može uvidjeti koliko više varijacija može biti zapisano u kvantnu memoriju u odnosu na klasičnu.

2.2. Mjerenje

Osnovna operacija u kvantnom stanju je mjerenje (engl. *measurement*). Ovu operaciju je najjednostavnije opisati kao pokušaj da se posmatranjem kvantnog bita dobije klasična vrijednost. Prilikom posmatranja kvantnog stanja qubita $|\phi\rangle$, mi ne možemo „vidjeti” njegovu superpoziciju, već za normalizovani sistem kod kojeg je $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$, mi možemo dobiti vrijednost 0 sa vjerovatnoćom $|\alpha|^2$ ili vrijednost 1 sa vjerovatnoćom $|\beta|^2$. Ukratko rečeno, mjerenjem dolazi do zamjene kvantnog stanja jednom od klasičnih vrijednosti. U dvodimenzionalnom sistemu, za mjerenje 1 qubita, to će biti 0 ili 1. Znatno složeniji slučaj predstavlja mjerenje stanja 2 ili više qubit-a [7].

2.3. Unitarna transformacija

Osim mjerenja kvantnog stanja $|\phi\rangle$, na njemu se mogu vršiti i operacije. Kvantna mehanika dozvoljava samo primjenu linearnih operacija nad kvantnim stanjem. Npr. ukoliko želimo naše stanje promijeniti u neko $|\phi\rangle = \beta_1 |1\rangle + \beta_2 |2\rangle + \beta_3 |3\rangle + \dots + \beta_N |N\rangle$, to bi podrazumijevalo množenje matricom U dimenzija $N \times N$. Ova operacija morala bi očuvati formu vektora i mora biti unitarna. Operacija koja zadovoljava ovakve uslove, mora imati i svoju inverznu operaciju, što dovodi do prednosti unitarnih transformacija nad mjerenjem, jer se posmatranjem dobijenog klasičnog stanja ne može rekonstruisati stanje $|\phi\rangle$ [7].

2.4. Kvantno kolo

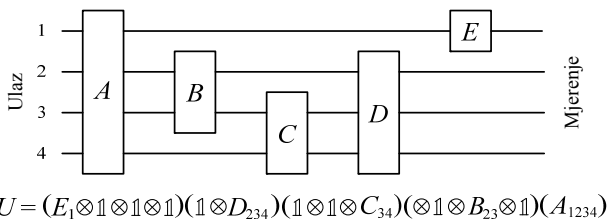
Kvantno kolo generalizuje ideju klasičnih logičkih kola, mijenjajući ih kvantnim kapijama (engl. *quantum gates*). Kvantna kapija je unitarna operacija na malom broju qubit-a, obično 1-3. Jednostavan primjer kvantne kapije, koji se često koristi je Hadamardova transformacija (H) [7]. Ona se matematički predstavlja kao:

$$H|0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle$$

$$H|1\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle - \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle$$

Ako primijenimo H na inicijalno stanje $|0\rangle$ ili na inicijalno stanje $|1\rangle$, vjerovatnoća da na izlazu dobijemo $|0\rangle$ ili $|1\rangle$ posmatranjem je jednaka. Međutim, ukoliko primijenimo H na superpoziciju $\frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle$, sigurno ćemo dobiti stanje $|0\rangle$, jer se pozitivna i negativna amplituda za $|1\rangle$ međusobno isključuju. Ova pojava se naziva inteferencija, i analogna je inteferenciji kod svjetlosnih ili zvučnih talasa.

Kvantno kolo može biti sastavljeno iz više unitarnih transformacija. Međutim, broj unitarnih transformacija koje čine kolo je konačan. Na slici 1. je prikazano kolo sastavljeno iz više unitarnih transformacija.



Slika 1. Primjer kvantnog kola

Pored kapije za već pomenutu Hadamardovu transformaciju, najčešće se susrećemo još i sa Phase, CNOT (XOR) i T-Gate kapijama (Slika 2.)

Hadamard	phase	CNOT	T-gate
$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & \\ & i \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & & & \\ & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & \\ & e^{i\pi/4} \end{pmatrix}$
$ x\rangle \mapsto \frac{1}{\sqrt{2}}((-1)^x x\rangle + 1-x\rangle)$	$ x\rangle \mapsto e^{i\frac{\pi}{4}x} x\rangle$	$ x\rangle \otimes y\rangle \mapsto x\rangle \otimes x \oplus y\rangle$	$ x\rangle \mapsto e^{i\frac{\pi}{4}x} x\rangle$

Slika 2. Najčešće korišćene kvantne kapije

3. ŠOROV ALGORITAM

Šorov algoritam se bavi faktorizacijom cijelih brojeva (razdvajanjem na proste činioce) [1]. Vrijeme izvršavanja algoritma koji vrši faktorizaciju na kvantnom računaru eksponencijalno je manje nego kod klasičnih računara koji su danas u upotrebi. Ukoliko uzmemo za primjer najjednostavniji način faktorizacije – dijeljenje broja N svim cijelim brojevima od 1 do \sqrt{N} . Ovo bi zahtijevalo \sqrt{N}

koraka. Međutim, kako je $\sqrt{N} = 2^{\frac{1}{2} \log_2 N}$, broj potrebnih koraka se može zapisati i kao $2^{(\log_2 N)^{1/2}}$. Šorov algoritam, pronalazi proste činioce u $O((\log N)^2)$ koraka [6].

Algoritam nalaženje prostih činioaca svodi na problem nalaženja periode neke sekvence. Ukoliko želimo naći proste činioce nekog složenog broja $N > 1$, najprije uzimamo neko nasumično x iz skupa cijelih brojeva $2, \dots, N-1$ i posmatramo sekvencu :

$$x \bmod N, x^2 \bmod N, x^3 \bmod N, x^4 \bmod N, \dots$$

Rezultat ove sekvence, počće da se ponavlja posle izvjesnog vremena. Uzmimo za primjer stepene broja 2. Ukoliko uzmemo niz: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048... i nad članovima ovog niza izvršimo dijeljenje po modulu brojem 15, ostatak koji dobijamo će biti 2, 4, 8, 1, 2, 4, 8, 1, 2, 4... Kao što se vidi iz rezultata, ovo dijeljenje nam daje periodičnu sekvencu čija perioda iznosi 4. Ukoliko bi dijelili brojem 21, dobili bi periodu koja iznosi 6 itd. Po Ojlerovom pravilu: Za svaki broj N koje je proizvod 2 prosta broja, ukoliko postoji sekvenca

$$x \bmod N, x^2 \bmod N, x^3 \bmod N, x^4 \bmod N, \dots$$

i dato x nije djeljivo sa p i q , data sekvenca će se ponavljati sa periodom koja iznosi polovinu proizvoda $(p-1)(q-1)$.

Iz gore navedenih primjera vidimo: za $N=15$, čiji su prosti činioци 3 i 5, imamo $(3-1)(5-1) = 8$, polovina je 4, koliko i iznosi naša perioda. U praksi, kod RSA kriptografije, posmatrano N je javni ključ za enkripciju poruke, a p i q su privatni ključevi za dekripciju. Nalaženje periode omogućava da se na više različitih načina pronađu p i q .

3.1. Svođenje na nalaženje periode

Pretpostavimo da želimo naći proste činioce složenog broja $N > 1$. Najprije je potrebno odabrati niz cijelih brojeva $x \in \{2 \dots N-1\}$. Ukoliko je $\text{NZD}(x, N) = 1$ onda se posmatra sekvenca $1 = x^0 \bmod N, x^1 \bmod N, x^2 \bmod N, \dots$

Ova sekvenca posle izvjesnog vremena počinje da se ponavlja tako da postoji $0 < r \leq N$ takvo da je $x^r = 1 \bmod N$, gdje je r perioda sekvenca.

Mogućnost da za r važi da je $x^{\frac{r}{2}} \neq 1 \bmod N$ i $x \neq -1 \bmod N$ iznosi najmanje $\frac{1}{4}$ [10], odnosno da $x^{\frac{r}{2}} + 1$ i $x^{\frac{r}{2}} - 1$ nisu umnošci broja N [6]. U tom slučaju:

$$x^r \equiv 1 \bmod N \Leftrightarrow$$

$$(x^{\frac{r}{2}})^2 \equiv 1 \bmod N \Leftrightarrow$$

$$(x^{\frac{r}{2}} + 1)(x^{\frac{r}{2}} - 1) \equiv 0 \bmod N \Leftrightarrow$$

$$(x^{\frac{r}{2}} + 1)(x^{\frac{r}{2}} - 1) \equiv kN, \text{ za neko } k.$$

Kako su i $(x^{\frac{r}{2}} + 1) > 0$ i $(x^{\frac{r}{2}} - 1) > 0$, jer je $x > 1$, to znači i da je $k > 0$. A kako ni $(x^{\frac{r}{2}} + 1)$ niti $(x^{\frac{r}{2}} - 1)$ nisu umnošci broja N , onda proizilazi da imaju iste proste činioce sa N .

Ovo znači da ukoliko bi imali r , nalaženje

$\text{NZD}(x^{\frac{r}{2}} + 1, N)$ i $\text{NZD}(x^{\frac{r}{2}} - 1, N)$ koji daju proste činioce broja N bi moglo biti izvršeno u polinomijalnom broju koraka. Ukoliko bi se slučajno odabralo x koje ne daje prosti činioc, nekoliko nasumično odabranih vrijednosti za x bi sa velikom vjerovatnoćom dalo traženi rezultat.

3.2. Kvantna Furijeova transformacija

Kvantna Furijeova transformacija (QFT) je unitarna transformacija koja mapira jedan vektor kompleksnih brojeva u drugi vektor kompleksnih brojeva. QFT predstavlja klasičnu diskretnu Furijeovu transformaciju, primijenjenu na amplitudu vektora kvantnog stanja. QFT je transformacija koja osnovno stanje $|a\rangle$ prevodi u stanje

$$|x_a\rangle = \frac{1}{\sqrt{q}} \sum_{c=0}^{q-1} |c\rangle \exp(2\pi i ac / q).$$

Ova transformacija predstavlja samu srž Šorovog algoritma. Za traženo N odabraćemo $q = 2^L$ takvo da je $N^2 \leq q \leq 2N^2$. Potom se odabira nasumična vrijednost x , takva da je $x < N$ i počinjemo da u svaki L kvantni bit u stanju $|0\rangle$, nakon primjene QFT upisujemo

$$\frac{1}{\sqrt{q}} \sum_{a=0}^{q-1} |a\rangle |0\rangle$$

Potom računamo $x^a \bmod N$ i u pomoćni registar smještamo $\frac{1}{\sqrt{q}} \sum_{a=0}^{q-1} |a\rangle |x^a \bmod N\rangle$. Ovaj dio može biti

efikasno implementiran metodom ponovljenog kvadriranja [4]. Posmatranje drugog registra daje neko $x^s \bmod N$, gdje je $s < r$. Odabraćemo lakši slučaj za razmatranje u kome se podrazumijeva da je r djeljivo sa q . Vrijednost a iz izraza

$a = jr + s$, gdje je $0 \leq j \leq \frac{q}{r}$ u stvari a za koje je

$x^a \bmod N$ jednako posmatranoj vrijednosti $x^s \bmod N$. Stanje nakon mjerenja prvog registra iznosi

$$\sqrt{\frac{r}{q}} \sum_{j=0}^{q/r-1} |jr + s\rangle.$$

Ponovnom primjenom QFT na stanje prvog registra daje

$$\begin{aligned} & \sqrt{\frac{r}{q}} \sum_{j=0}^{q/r-1} \frac{1}{\sqrt{q}} \sum_{b=0}^{q-1} |e^{2\pi i (jr+s)b/q} |b\rangle \\ &= \sqrt{\frac{r}{q}} \sum_{b=0}^{q-1} |e^{2\pi i sb/q} (\sum_{j=0}^{q/r-1} |e^{2\pi i jrb/q} |b\rangle) \end{aligned}$$

Koristeći pravilo da je $\sum_{j=0}^{n-1} a^j = \frac{1-a^n}{1-a}$, za svako $a \neq 1$,

i ukoliko

$$\sum_{j=0}^{q/r-1} e^{2\pi i jrb/q} \text{ predstavimo kao } \sum_{j=0}^{q/r-1} (e^{2\pi i rb/q})^j$$

dobijamo rešenje

$$\begin{cases} q/r \\ (1 - e^{2\pi i jrb/q})^{q/r} = \frac{1 - e^{2\pi i rb}}{1 - e^{2\pi i rb/q}} = 0, & e^{2\pi i rb/q} \neq 1 \\ 1 - e^{2\pi i jrb/q} \end{cases}$$

Iz navedenog se može zaključiti da $e^{2\pi i jrb/q} = 1$ samo ako je rb/q cijeli broj i samo ako je b umnožak q/r . Ovim dobijamo da samo superpozicije kod kojih samo umnošci q/r imaju amplitudu koja nije 0. Mjerenjem ovih superpozicija, dobijamo neki nasumični umnožak $b = cq/r$, sa nekim nasumičnim brojem c ($0 \leq c < r$), tako da je $\frac{b}{q} = \frac{c}{r}$

Vjerovatnoća da je $\text{NZD}(c, r) = 1$ iznosi $1/\ln r$, pa je potrebno samo $O(n)$ pokušaja da se pronađe r [10].

4. ZAKLJUČAK

Pored analize funkcionisanja Šorovog algoritma, rad pruža objašnjenja osnovnih pojmova u kvantnom računarstvu, koncepte i principe funkcionisanja nekih segmenata na koje se rad algoritma oslanja, kao i objašnjenje upotrebe mjerenja i unitarnih transformacija (Kvantna Furijeova transformacija) umjesto klasičnih kola i prednosti koje to donosi.

Kako je Šorov algoritam poslužio kao osnova za razvoj algoritama pretrage i sortiranja, rad može poslužiti i kao osnova za lakše razumijevanje drugih kvantnih algoritama ili osnova za razvoj nekih novih algoritama koji imaju praktičnu primjenu.

LITERATURA

- [1] P. Shor, Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a Quantum Computer, IEEE Computer Society Press, pp. 124-134, Novembar 1994.
- [2] L. Spector, *Automatic quantum computer programing*, Springfield Science, Jun 2007.
- [3] B. Omer, *Classical concepts in Quantum Programming*, Institute for theoretical Physics, Tachnical University – Viena, Novembar 2002.
- [4] S. Aaronson, *Quantum computing since Democritus*, Universitz of Waterloo, Septembar 2006.
- [5] P. Selinger, *Toward a Quantum programming language*, University of Ottawa, July 2003.
- [6] R. de Wolf, *Quantum computation and Shor's factoring algorithm*, University of Amsterdam, Januar 1999
- [7] S. Gay, *Quantum computation and Shor's factoring algorithm*, University of Amsterdam, Januar 1999
- [8] R. Rudiger, *Quantum programming languages: An introductory overview*, Oxford university press, October 2006.
- [9] B. Omer, *Quantum programming in QCK*, Technical universitz of Viena, January 2000.
- [10] S. Arora, B. Barak, *Computational Compexity – A modern approach*, Princeton University.

INDEKS AUTORA

B		Dokić Omer	40
Bajić Bojana	100	Đurović Igor	172, 191
Balanesković Dragiša	88	Đorđević Branislav	72
Bauk Sanja	160		
Blagojević Gojko	207	E	
Blečić Dragoljub	108	Erić Bojana	96
Brajović Miloš	203		
Bukilić Mladen	48		
Bukvić Mara	112		
		F	
C		Filipović Luka	20
Cerović Mira	108	Frasheri Neki	164
Cico Betim	164		
		G	
Č		Gacovski Zoran	60, 68
Čabak Milan	16	Gadžović Almir	124
		Gazivoda Vladimir	104
		I	
Ć		Ivanović Veselin	156
Ćalasan Martin	187		
Ćorić Sreten	9		
		J	
D		Jokanović Branka	211
Daković Miloš	116, 203	Jovanović Ana	195
Dedić Aleksandar	183	Jovanovski Srdjan	156
Dlabač Aleksandar	148		
Dlabač Tatijana	160		
Dragović Marko	108	K	
Duli Sidita	13	Kamberović Hamza	136
Durković Vladan	187	Kamceva Emilija	68
		Karanikić Marko	44
Đ		Knežević Ivan	44
Đaković Bojan	215	Knežević Saša	132

Končar Jelena	140
Kosanović Mirko	56, 72, 92
Kovačević Jovan	176
Kovačević Rade	195
Krstajić Božo	1, 5, 9, 13, 16, 24
Krstić Bojan	52

L

Lekić Nedjeljko	124, 128, 176
Leković Sonja	140
Lompar Neđeljko	40
Lutovac Budimir	215
Lutovac Sonja	100

M

Marijanović Milica	152
Mašović Sead	136
Matijević Tripo	32
Mićanović Veselin	152
Mijatović Miloš	172
Milivojević Aleksandar	76
Milivojević Zoran	76, 80, 84, 88
Mirković Bogdan	96, 120
Mujović Saša	187

N

Nikolić Gojko	108
Novalić Fadil	144
Nuredini Ruben	60, 68

O

Obradović Milovan	168
Ognjanović Ivana	32, 48
Orović Irena	211

P

Pavićević Željko	207
Popović Tomo	5
Popović Vladimir	128

R

Radonjić Milutin	64
Radulović Aleksandra	24
Radulović Veljko	160
Radunović Petar	44

Radusinović Igor	64
Ristić Aleksandar	28
Rubežić Vesna	191

S

Samčović Andreja	179
Saračević Muzafer	136, 144
Sejdić Ervin	191
Selimović Faruk	144
Stamenković Srećko	56
Stanković Ljubiša	203
Stanković Srdjan	211
Stevanović Zoran	80
Stojanović Radovan	108, 128, 132, 176
Strujić Dženan	36

Š

Šćepanović Snežana	40
Šendelj Ramo	32, 36, 48
Škraba Andrej	108

T

Tomčić Matija	104
Tubić Radosav	84

V

Veličković Zoran	52
Vojinović Novak	199
Vujičić Tijana	36, 44
Vujičić Vladan	199
Vukićević Ranko	100

Z

Zečević Žarko	1
---------------	---

Ž

Žarić Dušan	116
Žarić Nađa	40

CIP - Каталогизација у публикацији
Централна народна библиотека Црне Горе, Цетиње

ISBN 978-86-7664-102-4
COBISS.CG-ID 20221968

ISBN 978-86-7664-102-4



9 788676 641024 >