

FONWebGPSS APLIKACIJA ZA SIMULACIJU DISKRETNIH DOGAĐAJA FONWebGPSS APPLICATION FOR DISCRETE EVENT SIMULATION

Marijana Despotović - Zrakić, Dušan Barać, Zorica Bogdanović, Božidar Radenković, *Fakultet organizacionih nauka*
Ana Savić, *Visoka škola elektrontehnike i računarstva strukovnih studija*

Sadržaj - U ovom radu opisan je pristup nastavi simulacije diskretnih događaja preko veba korišćenjem FONWebGPSS aplikacije. Ova veb aplikacija razvijena je u Laboratoriji za simulaciju Fakulteta organizacionih nauka u Beogradu. Aplikacija je realizovana u višeslojnoj arhitekturi, korišćenjem veb servisa za integraciju funkcionalnosti simulatora, alata za prezentaciju rezultata simulacije i sistema za upravljanje učenjem. Rezultati istraživanja organizovanog u okviru sistema za elektronsko učenje pokazuju da primenom FONWebGPSS aplikacije studenti postižu bolje rezultate.

Abstract - This paper describes an approach to teaching discrete event simulation via web using FONWebGPSS application. This web application is developed in Laboratory for simulation at Faculty of Organizational Sciences. Application is developed in n-tier architecture. Web services are used for integration of simulator functionalities, tools for presentation of simulation results and learning management system. Research organized in our e-learning system shows that using FONWebGPSS application improved students' learning results.

1. UVOD

1.1 Simulacija zasnovana na vebu

Računarska simulacija omogućava proučavanje i razumevanje ponašanja realnih sistema kreiranjem adekvatnih simulacionih modela [16].

Rapidan razvoj i sveprisutnost Interneta i internet tehnologija je imao uticaj i u oblasti simulacija. Osnovna uloga simulacionih sistema je da omogući jednostavno učenje i okruženje za vežbanje [3]. Međutim, većina simulacionih alata ima ograničenja kao što su: zavisnost od platformi, veliki troškovi, ograničena mogućnost ponovnog korišćenja modela, itd. Simulacija preko veba omogućava prevazilaženje navedenih nedostataka. Simulacija se može izvršiti korišćenjem standardnih veb brauzera. Veb zasnovana simulacija predstavlja primenu veb resursa i tehnologija za interakciju između simulacionih alata na strani klijenta i servera. Grafički interfejs za simulaciju je dostupan preko veb brauzera. [16].

Simulacioni alati zasnovani na vebu se mogu svrstati u dve kategorije [16]. Simulacioni programi kojima se pristupa udaljeno preko brauzera ili različitih formi. Korisnici su u mogućnosti da podešavaju parametre simulacije. Simulacija se izvršava na serveru, a rezultati se šalju ka klijentskom brauzeru. Drugi pristup je izvršavanje simulacija na strani klijenta. Performanse ovakvog načina simulacije su ograničene snagom klijentskih mašina.

Ključne prednosti simulacije preko veba su: široka dostupnost, udaljeni pristup, efikasno održavanje, mogućnost integracije sistema i aplikacija, interaktivnost, kolaboracija, kompatibilnost različitih platformi, interoperabilnost [13] [16]. U poslednjih nekoliko godina realizovan je veći broj istraživanja vezan za razvojne alate, jezik i metode za simulaciju preko veba [12] [13] [15] [16].

Koncept elektronskog učenja se može uspešno primeniti za učenje simulacije [11][14]. Kursevi koji proučavaju

simulaciju diskretnih događaja se najčešće realizuju korišćenjem odgovarajućeg simulacionog jezika. Jezici za simulaciju moraju podržavati simuliranje i modelovanje kompleksnih sistema, kao i efikasno izvršavanje simulacionih modela na modernim računarima [9]. S druge strane, jezik za učenje simulacije treba da omogući postupno izlagane i razumevanje glavnih aspekata simulacije. GPSS (General Purpose Simulation Sistem) je jezik za simulaciju diskretnih događaja, orijentisan na procese, u kojem se na jednostavan način pomoću naredbi ugrađenog jezika definiše struktura modela i vrši simulacija [1]. Program u GPSS jeziku komponuje se kao skup opisa procesa u obliku delova programa koji specificiraju redosled aktivnosti i operacije koje se njihovim izvođenjem vrše nad atributima objekata modela. GPSS predstavlja interpreterski jezik za simulaciju diskretnih – stohastičkih sistema [8].

Najpoznatije verzije GPSS jezika za personalne računare su: GPSS/PC [5], GPSS/H [6], GPSS World [7]. Za potrebe obrazovnog procesa na Fakultetu Organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu razvijena je verzija jezika GPSS/FON [2]. Danas, GPSS/FON jezik se koristi u obrazovne svrhe zbog svoje jednostavnosti i dostupnosti, precizno definisane jezičke sintakse, brzog i lakog debugovanja modela [3]

GPSS/FON jezik se proučava u okviru predmeta Simulacija i simulacioni jezici [4]. Osnovni cilj kursa je upoznavanje sa osnovnim konceptima i aplikacijama računarske simulacije. Kurs je namenjen studentima smera za informacione sisteme i tehnologije. Realizovan je preko sistema za upravljanje elektronskim učenjem – Moodle [17]. Moodle je veb orijentisana open source platforma za upravljanje online kursevima. U realizaciji kursa Simulacija i simulacioni jezici koristi se koncept blended learning [10]. Studentima su preko veb sajta stavljeni na raspolaganje materijali u formi lekcija, tutorijala, primera. Konkretni problem vezani za oblast kontinualne i simulacije diskretnih događaja se razmatraju u okviru laboratorijskih vežbi.

Studenti imaju obavezu da implementiraju rešenja problema simulacije kompleksnih realnih sistema.

Tokom perioda korišćenja, uočeni su određeni nedostaci, kada je u pitanju GPSS/FON. Ključni problem u organizaciji i realizaciji kursa se odnose na integraciju GPSS/FON u sistem elektronskog učenja. Postojeća verzija nema mogućnost adekvatnog uključivanja u Moodle sistem. Pošto postoji veliki broj studenata koji u istom trenutku može raditi zadatke i zahtevati da se izvrši simulacija, javljaju se problemi skalabilnosti i distribuiranosti.

Primarni cilj ovog istraživanja je razvoj interaktivnog, integrisanog i user-friendly okruženja za izgradnju, testiranje i analizu modela simulacije diskretnih događaja.

Konkretni ciljevi obuhvataju:

- poboljšanje performansi procesa obrazovanja,
- integracija svih aktivnosti u procesu učenja simulacije diskretnih događaja
- omogućiti studentima da proučavaju oblast simulacije i načine primene, kroz veći broj primera
- jednostavan i pristupačan način učenja dostupan svakom studentu u svakom trenutku

- jezička sintaksa sa strogo podeljenom specifikacijom modela baze podataka, strukturnog modela i kontrole simulacionog procesa.
- Funkcionalno i interaktivno okruženje sa editorom, procesorom i analizom rezultata
- Brzo i jednostavno otklanjanje grešaka
- Izbor različitih tipova prikaza i analiza na osnovu dobijenih rezultata

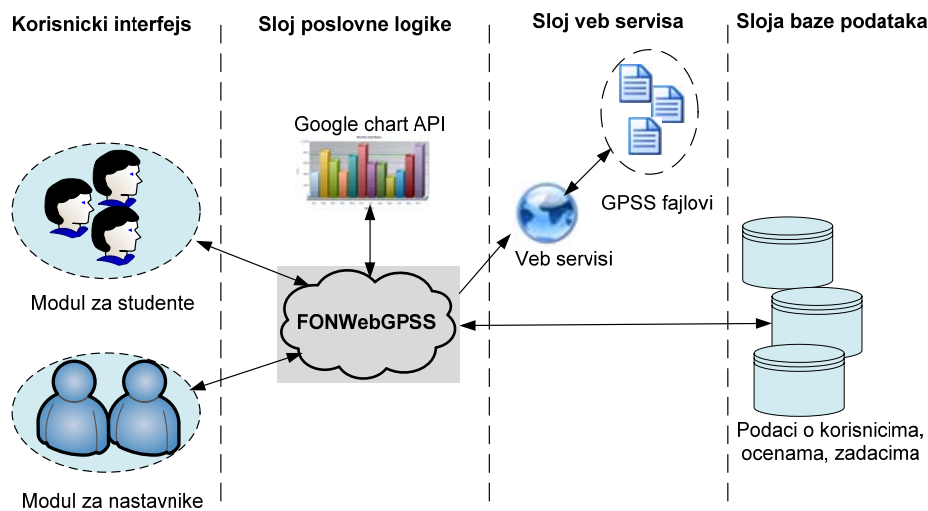
Definisani ciljevi su realizovani kroz projektovanje i implementaciju veb aplikacije za učenje simulacije diskretnih događaja.

2. FONWebGPSS APLIKACIJA ZA UČENJE SIMULACIJE DISKRETNIH SISTEMA

FONWebGPSS aplikacija je razvijena u okviru naše Laboratorije za simulaciju. Aplikacija omogućava studentima da konfigurišu modele, izvršavaju simulaciju i analiziraju rezultate u okviru jedne web stranice

Struktura i ključne komponente FONWebGPSS su predstavljene na slici 1.:

- Korisnički interfejs
- Aplikaciona logika
- Simulator



Slika 1. Arhitektura FONWebGPSS aplikacije

Korisnički interfejs

Korisnički interfejs se sastoji iz modula za studente i modula za nastavnike.

Modul za nastavnike obuhvata: kreiranje, ubacivanje, testiranje i upravljanje zadacima za simulaciju; ocenjivanje studentskih radova; upravljanje izveštajima kreiranim po različitim kriterijumima, administracija sistema. Zahvaljujući pomenutim funkcionalnostima, nastavnik je u prilici da čitav proces nastave organizuje i realizuje preko interneta

Modul za studente omogućava studentima: testiranje, izradu, pregled i predaju zadataka; podešavanje grafičkog okruženja; pregled i analizu rezultata simulacije.

Sloj korisničkog interfejsa (GUI) je realizovan preko tehnologija HTML-a, XML-a, JavaScript-a i Exjts JavaScript Framework-a. Dinamički korisnički interfejs omogućava lakše i brže rukovanje od strane korisnika.

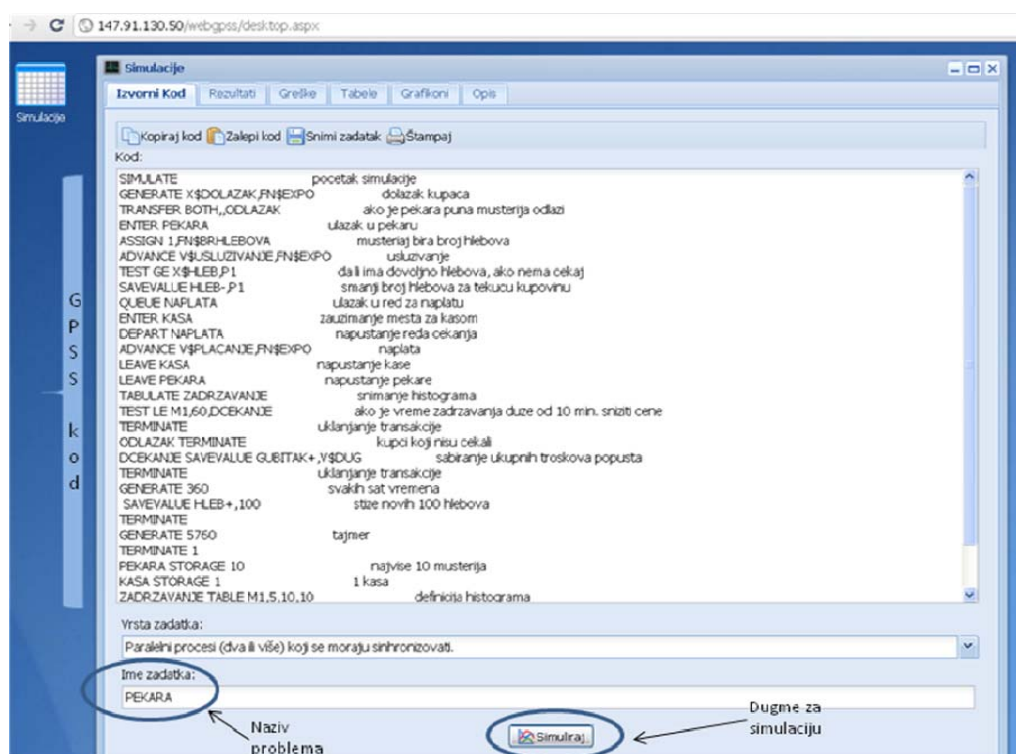
Na slici 2 je prikazan prozor za pisanje naredbi, izbor vrste zadatka i tekst zadatka.

Početna stranica modula za student sadrži funkcionalnosti, grupisane po tabovima:

- 1) Izvorni kod – ovaj deo prozora je izdvojen u tri oblasti: opis problema, izbor tipa problema i editor za učenje GPSS koda. GPSS komande se unose u tekstualni editor. U cilju poboljšanja rada studenata, aplikacija

sugeriše nazive komandi (autosuggest funkcija). Kada student otkuca početna slova, sistem sugeriše listu dostupnih komandi koje sadrže otkucana slova. Trenutna verzija aplikacije ne podržava kreiranje grafičkih blokova, ali uzimajući u obzir činjenicu da studenti imaju znatno iskustvo u programiranju, kucanje komandi ne predstavlja problem. Nakon unošenja potrebnih podataka, pritiskom na dugme *simuliraj* student izvršava simulaciju. Ukoliko model nema sintaksnih grešaka, prikazuje se stranica sa rezultatima.

- 2) Rezultati – ova stranica sadrži rezultate simulacije. Rezultati se prikazuju u tekstualnom format.
- 3) Greške – ova stranica prikazuje sintaksne greške u izvornom kodu, ukoliko postoje. Sledeća verzija aplikacije će imati *real time debugger*.
- 4) Tabela – ova stranica prikazuje rezultate simulacije u formi tabela.
- 5) Dijagrami – ova stranica prikazuje rezultate simulacije u formi histograma.



Slika 2. Prozor sa tekstom zadatka i editorom za pisanje izvornog GPSS koda

Nakon izvršavanja simulacije, korisnik dobija poruku o uspešnosti ili o greški. Na slici 4 su prikazani rezultati simulacije. Za svaku tabelu i red je moguće iscrtati odgovarajući grafik

Aplikacion logika

Zahtevi korisnika se kreiraju preko browser-a i prosleđuju ka sloju aplikativne logike.

U komponenti aplikacije označenoj kao WebGPSS se odvija ključni deo aplikacione logike sistema. Ova komponenta prihvata i obrađuje zahteve, obezbeđuje i realizuje sve funkcionalnosti aplikacije:

- prihvatanje korisničkih zahteva
- komunikacija sa bazom
- upravljanje funkcionalnostima aplikacije
- pozivanje web servisa,
- prihvatanje rezultata simulacije
- slanje podataka ka komponenti za iscrtavanje statistika

U ovoj aplikaciji web servis poziva originalne fajlove FON GPSS-a i vrši simulaciju

Sloj veb servisa prima podatke prosleđene iz sloja aplikacione logike i poziva metod zadužen za izvršavanje simulacije. Ovde se izvršava WebGpssVebService.exe fajl i rezultati se šalju sloju aplikativne logike. Originalni fajlovi iz Paskala su prebačeni u fajlove Delfi jezika.

Komunikacija između slojeva se odvija preko XML tehnologije. Kada se rezultati dobiju od strane web servera, ispisuju se u GPSS Web aplikaciju. Za iscrtavanje grafika se koristi Google Chart API. Na osnovu dobijenih rezultata se popunjavaju tabele podacima koji se nalaze u data source(bazi), iscrtavaju tabele i prikazuju se korisniku. Aplikaciona logika je implementirana dinamičkim veb tehnologijama(ASP.NET, ADO.NET).

Simulator

Simulator WebGPSS je preuzet od simulatora stare verzije GPSS/FON i ugrađen je u veb servis. Veb servis implementira trofaznu simulaciju [17].

2.1 Integracija FONWebGPSS sa sistemom za učenje Moodle

FONWebGPSS aplikacija je postavljena na glavnoj stranici Moodle kursa Simulacija i simulacioni jezici kao dodatni modul. Dostupan je svim studentima, koji pohađaju naše kurseve. Podržava blended learning koncept. Selektovanjem linka ka FONWebGPSS, studenti i nastavnici se odmah redirektuju ka početnoj stanici FONWebGPSS.

Nakon redirekcije, korisnici su automatski logovani pomoću istih pristupnih podataka kao i u Moodle LMS. FONWebGPSS aplikacija i Moodle LMS dele zajedničke podatke: podaci o korisnicima, aktivnostima, ocenama, zadacima, itd.

Web aplikacija u potpunosti koristi prednosti GPSS/FON jezika za simulaciju diskretnih događaja i dodaje nove funkcionalnosti. Dinamički interfejs omogućava efikasan rad i učenje simulacije prilagođava potrebama studenata.

Ključne prednosti FONWebGPSS sistema se ogledaju u:

- Novo i efikasno okruženje za realizaciju učenja simulacije diskretnih događaja
- Mogućnost efikasne integracije sa sistemom elektronskog učenja
- Izvršavanje simulacije diskretnih događaja preko weba
- Precizno definisane uloge i funkcionalnosti u sistemu
- Jednostavan i jasan interfejs sa različitim mogućnostima za sve korisnike
- Autorizacija korisnika
- Povećanje skalabilnosti i interoperabilnosti primenom web servisa.

FONWebGPSS aplikacija za učenje simulacije diskretnih događaja je dostupna na adresi: 147.91.130.50/webgpss

3. PRIMENA FONWEBGPSS U NASTAVI

Istraživanjem treba utvrditi da li je povećana uspešnost studenata koji uče i polažu zadatke vezane za simulaciju diskretnih sistema preko FONWebGPSS aplikacije.

3.1. Uzorak

Eksperiment je izveden na ukupnom uzorku od 216 studenata četvrte godine Fakulteta organizacionih nauka u Beogradu, smera Informacioni sistemi i tehnologije, koji su bili na slučajan način podeljeni u eksperimentalnu (118 studenata) i kontrolnu grupu (98 studenata).

Istraživanje je izvedeno praćenjem paralelnih grupa kojima je predavao isti nastavnik, čime je obezbeđen preduslov o izjednačenosti eksperimentalne i kontrolne grupe.

Oblast znanja na kojoj su studenti testirani je područje simulacija i simulacioni jezici.

Studenti eksperimentalne grupe su izabrani na slučajan način. Studenti u eksperimentalnoj grupi polagali su deo ispita preko računara, korišćenjem FONWebGPSS aplikacije. Kontrolna grupa polagala je ispit klasično, na papiru.

3.2. Instrumenti

Radi realizacije i merenja ciljeva istraživanja, u eksperiment je bio uključen jedan instrument, završni test koji su studenti polagali na kraju semestra. Test je korišćen za ispitivanje da li postoje značajne statističke razlike u rezultatima studenata eksperimentalne grupe i kontrolne grupe. Studenti eksperimentalne grupe su završni test radili korišćenjem FONWebGPSS aplikacije, dok su studenti kontrolne grupe završni test radili korišćenje desktop GPSS/FON aplikacije.

3.2.1. Nastavna metodologija

Nastava na predmetu Simulacija i simulacioni jezici realizuje se primenom koncepta blended learning. Tokom predavanja i vežbi koji se održavaju u učionicama i laboratorijama, tradicionalne obrazovne metode kombinuju se sa aktivnostima i resursima dostupnim preko sistema za elektronsko učenje Moodle. Deo aktivnosti, kao što su domaći zadaci, testovi i sl. studenti realizuju od kuće.

Kurs je podeljen u tri dela: 1) simulacija kontinualnih sistema; 2) simulacija diskretnih sistema; 3) 3D modelovanje i virtuelna realnost.

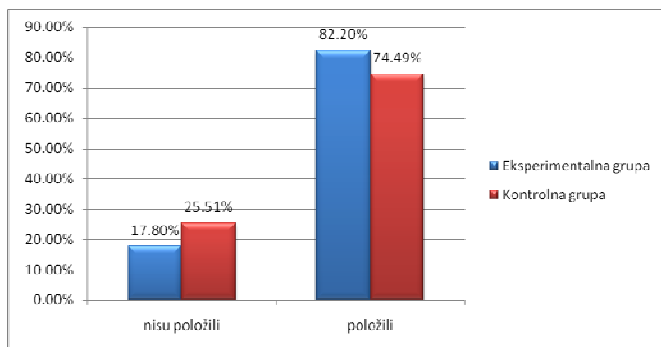
Oblast simulacije diskretnih događaja se proučava pet nedelja tokom semestra. U okviru kursa studenti proučavaju tri tipa problema u diskretnoj simulaciji: jedan proces i jedno mesto opsluživanja, jedan proces i više mesta opsluživanja, više procesa i više mesta opsluživanja. Studenti su u obavezi da kreiraju sopstvene modele korišćenjem GPSS/FON, realizuju simulaciju, analiziraju rezultate i diskutuju rešenja zadatih problema iz prakse.

3.3. Opis eksperimenta

Sve nastavne jedinice na kursu realizovane su na sledeći način: svi studenti, eksperimentalne i kontrolne grupe, imali su blok predavanja izvedenih na tradicionalni način, na kojima je obrađivana ista materija. Zatim, svi studenti, eksperimentalne i kontrolne grupe, imali su laboratorijske vežbe realizovane korišćenjem sistema za elektronsko učenje. Studenti eksperimentalne grupe su na laboratorijskim vežbama iz oblasti simulacije diskretnih događaja koristili FONWebGPSS aplikaciju integrisanu u sistem za učenje na daljinu, dok su studenti iz kontrolne grupe koristili desktop aplikaciju. Nakon toga, svi studenti su imali zadate aktivnosti za rad od kuće.

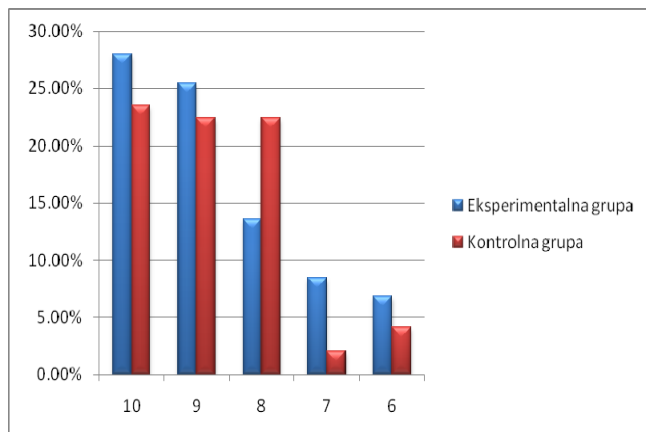
Na kraju eksperimenta, realizovan je završni test. Završni test je imao za cilj da utvrdi da li ima značajne razlike u naučenom gradivu između eksperimentalne i kontrolne grupe.

3.3.4. Analiza rezultata eksperimenta



Slika 3 Prikaz rezultata ispita

Procenat studenata koji su položili je za 8% veći u slučaju polaganje preko FONWebGPSS aplikacije. Istovremeno, studenti eksperimentalne grupe su ostvarili višu prosečnu ocenu.



Slika 4 Prikaz ocena studenata

4. ZAKLJUČAK

Savremene internet tehnologije omogućavaju distribuirano okruženje za razvoj simulacionih modela. Danas su istraživanja usmerena ka pronalazenju novih rešenja koja olakšavaju učenje simulacije. Potencijalne prednosti dizajniranja, razvoja i primene simulacije zasnovane na vebu obuhvataju veću efektivnost, efikasnost i kvalitet procesa učenja.

Osnovni doprinos ovog rada se ogleda u razvoju novog i efikasnog veb zasnovanog okruženja za učenje simulacije diskretnih sistema – FONWebGPSS. Aplikacija je integrisana sa sistemom za upravljanje učenjem Moodle. Prikazana je arhitektura, kao i ključne funkcionalnosti aplikacije. Realizovano je istraživanje koje je pokazalo da su studenti ostvarili bolje rezultate kada su predmet pohađali i polagali preko FONWebGPSS aplikacije.

Buduća istraživanja su usmerena ka poboljšanju interfejsa aplikacije i dodavanje grafičkih blokova koji bi zamenili kucanje GPSS komandi. Istovremeno, FONWebGPSS bi trebalo da omogući kolaborativno učenje i modelovanje simulacije diskretnih sistema.

LITERATURA

- [1] I.Stahl. GPSS: 40 years of development. In Proc. *Winter Simulation Conference (WSC'01)*, 2001. pp. 577-585.
- [2] A.M.Zikic and B.Lj. Radenkovic. An application of GPSS/FON in teaching simulation, *International journal of applied engineering education*, 1993. pp. 247-253.
- [3] A.M.Zikic, B.Lj.Radenkovic, "New Approach to Teaching Discrete Event System Simulation", *International Journal of Engineering Education*, 12(6), 1997.
- [4] A. M. Zikic and B. Lj. Radenkovic, Applications of GPSS/FON in teaching simulation, *International Journal of Engineering Education*, 8(5), 1992. pp. 355-366.
- [5] S.W. Cox. GPSS/PC graphics and animation. In Proc. *The 20th conference on Winter simulation*, 1988. pp. 129-135.
- [6] R.C. Crain. Simulation with GPSS/H. In Proc. *FONWebGPSS The 30th conference on Winter simulation*, 1998. pp. 235-240.
- [7] S.W. Cox. GPSS World: a brief preview. In Proc. *The 23rd conference on Winter simulation*, 1991. pp. 59-61.
- [8] T. J. Schriber. Perspectives on simulation using GPSS. In Proc. *The 27th conference on Winter simulation*, 1995. pp. 451-456.
- [9] J.R. Swisher, P.D. Hyden, S.H. Jacobson, L.W. Schruben. A survey of simulation optimization techniques and procedures. In Proc. *The 32nd conference on Winter simulation*, 2000. pp. 119-128.
- [10] B. Radenković, M. Despotović, Z. Bogdanović, D. Barać, "Creating adaptive environment for e-learning courses", *Journal of Information and Organizational Sciences*, 33(1), 2008. pp.179-189.
- [11] M. Despotović, B. Radenković, D. Barać, GPSS for e-learning environment, In Proc. *TELSIKS 2009*, pp.318-322, Nis, Serbia, 2009.
- [12] O. Yang, D. Yabo, Z. Miaoliang, H. Yuewei, Mao Song and Mao Yunji, "A Web-Based Virtual Laboratory System for Electronic Circuit Simulation", *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 3514/2005, pp. 1027-1034, 2005.
- [13] J. Kuljis, R. J. Paul. A review of web based simulation: whither we wander? In Proc. *32nd conference on Winter simulation*, pp. 1872-1881, 2000.
- [14] J. P. Kincaid and K. K. Westerlund, Simulation in education and training, In Proc. *2009 Winter Simulation Conference*, pp. 273-280, 2009.
- [15] Y.G.H. Mendizabal, I. Castilla, R. M. Aguilar, R. Munoz, An application for web-based modeling and simulation, In Proc. *EMSS 2008: 20TH European modeling and simulation symposium*, pp. 481-486, 2008.
- [16] J. Byrne, C. Heavey, P.J. Byrne, "A review of Web-based simulation and supporting tools", *Simulation modelling practice and theory*, 18(3), 2010. pp. 253-276.
- [17] M. Despotović, B. Radenković, A. Marković, Z. Bogdanović, D. Barać, Teaching GPSS in E-Learning Environmen, In Proc. *EUROSIM 2010*, 6-10 Septembar, 2010, Prague.