

RAČUNARSKA UČIONICA - ISKUSTVA U PRIPREMI I KORIŠĆENJU COMPUTER CLASSROOM – DEPLOYMENT AND EXPLOITATION

Predrag Rakić, Lazar Stričević, Žarko Živanov, Zorica Suvajdžin, Miroslav Hajduković

REZIME: Za realizaciju praktične nastave u oblasti računarstva neophodno je imati na raspolaganju savremenu računarsku laboratoriju/učionicu. U našoj zemlji se kao računarske učionice često koriste neadekvatno uređeni prostori u kojima se nalaze ne retko loše administrirani, (obično) komercijalni sistemi. Ovakva realizacija, pored toga što košta (ili je nelegalna), navodi studente na pomisao da je ponuđena komercijalna platforma jedina ili na neki način superiorna. U ovom radu je predstavljena računarska učionica realizovana *Free and Open Source Software (FOSS)* alatima, uređena u skladu sa specifičnim zahtevima nastave koja se u njoj izvodi.

KLJUČNE REČI: Obrazovanje u oblasti računarstva, Računarska učionica, Free and Open Source Software

ABSTRACT: Modern computer laboratory/classroom is necessary for computer science education. In our country, computer classrooms are often inadequately designed sites, equipped with frequently poorly administrated, usually proprietary systems. These solutions, other than being expensive (or illegal), mislead students to think that these proprietary platforms are only or (in some way) superior. In this article we present computer classroom based on Free and Open Source Software (FOSS), designed with respect to education process requirements.

KEY WORDS: Computer Science Education, Computer Classroom, Free and Open Source Software

1. UVOD

Za izvođenje praktične nastave iz oblasti računarstva neophodno je imati na raspolaganju računarsku učionicu - prostor u kojem se izvodi nastava uz korišćenje savremenih hardverskih i softverskih rešenja.

Uvođenjem multimedijalnih nastavnih sredstava i računara u nastavu pojavila se mogućnost (i potreba) modifikacije i unapređenja nastavnog procesa u skladu s mogućnostima ovakvog okruženja.

Postoje mnoge preporuke [3, 5, 12] o načinu upotrebe računara u nastavi i o uređenju prostora u kojem se računari koriste.

2. PRETPOSTAVKE

Konačan izgled i funkcionalnost računarske učionice su posledica određenih pretpostavki o načinu njenog korišćenja u nastavnom procesu. Za potrebe nastave na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, Odseku za računarstvo i automatiku, Katedri za računarske nauke i informatiku realizovana je računarska učionica, a u nastavku su nabrojane pretpostavke koje su uzete u obzir pri njenom projektovanju:

- Studenti treba neometano da vide i čuju izvođača nastave i ono što se prezentuje na tabli i platnu. U zavisnosti od koncepta nastave, ova pretpostavka može ili ne mora biti značajna. Moguće je odgovarajuću prezentaciju projektovati svakom studentu na njegovom računaru i na taj način izbeći potrebu da svi imaju nesmetan pogled ka istom delu prostora (tabli) u učionici. Mi smo se ipak odlučili za "klasično" rešenje u kojem su svi studenti okrenuti ka tabli i izvođaču jer takvo uređenje olakšava situaciju u kojoj treba odgovoriti na nepredviđeno pitanje (za koje ne postoje slajdovi), a koje zahteva odgovarajući crtež. Ovo rešenje je bolje i zato što studenti i izvođači nastave mogu da ostvare kontakt očima, što doprinosi povećanju kvaliteta i uspešnosti nastave [4].

- Izvođač treba da može da priđe svakom studentu ponaosob da vidi kako (i da li) ovaj prati tok vežbi. Zbog kompleksnosti nastavnog sadržaja koji se izvode, verovatnoća greške studenta je izuzetno velika. U skladu s tim, izuzetno je mala verovatnoća da će prosečan student, kada napravi grešku, moći rečima da opiše šta je uradio i šta mu je računar odgovorio. Zato izvođač mora da ima mogućnost lakog fizičkog pristupa svakom studentu (odnosno njegovom računaru), tako da može da vidi šta se na računaru dešava i da reši svaki pojedinačni problem.
- Istraživanje je pokazalo da se bolji nastavni rezultati postižu ako se provere znanja organizuju kontinuirano tokom nastave [2], svake ili svake druge nedelje. Iz tog razloga je potrebno stvoriti uslove za izvođenje "blic" testova u redovnim nastavnim terminima.

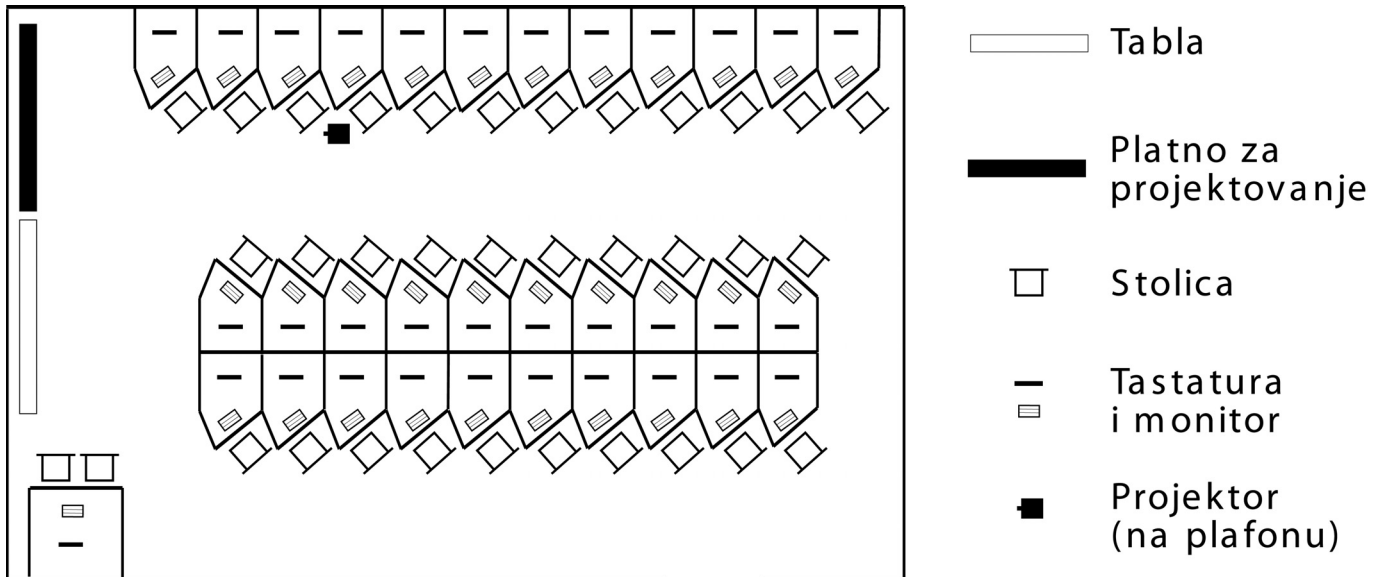
3. UREĐENJE I OPREMA

Naša učionica (Slika 1) je realizovana kao sistem od 33 klijentska računara i nekoliko servera koji su centralno administrirani. 32 računara u učionici su namenjena studentima, a jedan je namenjen izvođačima nastave. Na ovaj računar je povezan projektor (*video beam*), koji je postavljen na plafonu.

Slika 1: Plan računarske učionice - Radna mesta su postavljena tako da studentima omogućuju dobar pogled na tablu i prostor za projektovanje, a da izvođači mogu lako da priđu svakom studentu i računaru.

Izvođači nastave, sa pozicije kod table imaju pregled cele grupe, a po potrebi mogu da prođu kroz učionicu i vide monitore polaznika. Tako mogu da prate kako grupa napreduje i u skladu s tim da prilagode dinamiku vežbi.

Između studentskih radnih mesta su postavljene pregrade, pa svaki student vidi samo svoj monitor. Na ovaj način je fizički otežano prepisivanje, čime su stvoreni uslovi za ispitivanje studenata i u redovnim nastavnim terminima, kada je učionica puna.



Slika 1. – Plan računarske učionice - Radna mesta su postavljena tako da studentima omogućuju dobar pogled na tablu i prostor za projektovanje, a da izvođači mogu lako da priđu svakom studentu i računaru.

Svi računari u učionici (sem računara za izvođače nastave) su hardverski isti. Imaju matičnu ploču sa integrisanom video, mrežnom i zvučnom karticom, 256MB RAM-a, 80GB hard disk, 15" tft monitor, tastaturu i miš. Računar za izvođače nastave ima još *dual head* grafičku karticu, 512MB RAM-a i *combo* optički uređaj. *Floppy* i CD/DVD uređaji nisu postavljeni u studentske računare jer su skloni kvarenju i dugoročno predstavljaju problem u administraciji. Predviđeno je da studenti svoje radove šalju elektronskom poštom ili donose na USB *flash* memorijskim karticama.

Pošto se na relativno malom prostoru učionice nalazi veliki broj ljudi i računara, koji odaju nezanemarljivu količinu toplote, javlja se problem klimatizacije i još izraženiji problem ventilacije. Iz tog razloga je u učionicu ugrađen sistem za ventilaciju i klimatizaciju sposoban da u prostor ubaci dovoljnu količinu svežeg vazduha odgovarajuće temperature.

4. SOFTVER

Programi koji se koriste u učionici mogu da se podele u nekoliko velikih grupa:

- alati koji se koriste u nastavi,
- alati za automatsko testiranje i ocenjivanje studenata i
- alati za administraciju sistema.

Pri izboru softvera koji se koristi u nastavi treba biti pažljiv, jer nije dovoljno da on zadovolji samo funkcionalne potrebe predmeta u okviru kojeg se koristi. Alati predstavljeni tokom nastave, ostaju trajno usađeni u svest studenata i time ih profesionalno određuju. Većina studenata će ove alate favorizovati tokom celog svog profesionalnog života.

Iz tog razloga, mi smo odlučili da studentima u okviru predmeta koji se u ovoj učionici izvode, predstavimo više ne tako nove, ali u našem okruženju slabije rasprostranjene alate zajednica *Free* [13] i *Open Source Software*-a [14]

(*FOSS*). Alati razvijeni u okviru ovih zajednica su zreli i opšte priznati softverski proizvodi [7] koji su se, tokom poslednje decenije, svojim kvalitetom, cenom i uslovima distribucije Š9Ć probili na sam vrh svetskog tržišta.

Za *FOSS* programe je legalno dostupan izvorni kod što ih čini pogodnim za upotrebu u nastavi. U ovim programima nema nedokumentovanih poziva i nedostupnih delova sistema [1], pa je moguće njihovo lako prilagođavanje i unapređivanje.

Za automatsko testiranje i ocenjivanje, kao i za administraciju sistema [8] se takođe koriste *FOSS* alati jer funkcionalno zadovoljavaju potrebe, a licence su im takve da obezbeđuju legalno i istovremeno besplatno korišćenje.

5. KORISNICI

Kada se govori o uslugama koje se pružaju korisnicima u računarskoj učionici, treba razlikovati nekoliko kategorija korisnika:

- studente,
- izvođače nastave i
- administratore.

Ove tri kategorije korisnika imaju različite i donekle kontradiktorne potrebe.

Studenti žele brz prolaz ka Internetu, veliku količinu diska za njihove (obično nenastavne) sadržaje, što veći broj instaliranih programa i što je moguće "liberalniji" režim korišćenja resursa. Njima su potrebna što veća prava da bi mogli da se igraju ovim sistemom. Studenti rado ovakvu "ležernost" u administraciji plaćaju degradacijom performansi i bezbednosti sistema.

S druge strane, izvođači nastave u principu nemaju potrebu za prolazom ka Internetu (sem kada se sam predmet bavi

mrežnim tehnologijama). Od softvera potrebna im je unapred definisana (obično mala) grupa alata. Izvođači očekuju od administratora da im ispune relativno mali broj zahteva, ali da sistem uvek funkcioniše besprekorno kako u pogledu dostupnosti tako i u pogledu bezbednosti.

Administratori su mala grupa, tehnički visoko obrazovanih korisnika. Njihov posao je da obezbede ispravno funkcionisanje učionice i da pruže usluge korisnicima iz prethodne dve kategorije. U interesu administratora je da se u učionici nalazi visoko kvalitetan hardver koji se retko kviri i lako podešava, na kojem je instaliran pouzdan, bezbedan, robusan i zreo softver, jednostavan za administraciju.

S obzirom na to da je osnovna namena ovakve učionice da poveća kvalitet nastave, ciljna grupa kojoj prevashodno treba izaći u susret su izvođači nastave.

6. SERVISI

Predviđeno je da se tokom eksploatacije učionica nalazi u jednom od tri režima:

- "nastava",
- "test" ili
- "provera".

Tokom izvođenja nastave učionica se nalazi u režimu "nastava". U ovom režimu studentima je na raspolaganju: elektronski materijal za predmete koji se izvode u učionici, pristup Internetu i određena količina prostora na disku servera.

Razlikujemo dva načina ispitivanja: test i proveru, tokom kojih se učionica nalazi u režimu "test" ili "provera", respektivno. U ovim režimima studenti ne mogu da pristupe Internetu ni svojim podacima na serveru ili USB disku. Na testu, student odgovara na da/ne pitanja ili rešava jednostavne numeričke zadatke. Testovi obično traju kratko (10 do 20 minuta) i predviđeni su za automatsko ocenjivanje. Pošto se rade kratko i ne zahtevaju angažovanje izvođača u ocenjivanju, pogodni su za kontinuirano ispitivanje i praćenje napredovanja studenata. Za automatsko testiranje studenata koristi se lokalno razvijeni program OTISAK.

Provere obično traju duže od testova (2 do 3 sata). Tokom provera studenti pokazuju razumevanje oblasti i sposobnost samostalnog rešavanja problema.

Studenti uglavnom sede u učionici tokom celog semestra onako kako su prvi put seli. I pored toga, dobro je imati centralizovanu administraciju korisnika, tako da studenti mogu da se prijave na bilo kom računaru u učionici i da uvek imaju na raspolaganju svoje podatke i podešavanja.

Takođe, potrebno je imati prostor u računarskom sistemu na kojem izvođači ostavljaju materijal vezan za svoj predmet. Izvođači nastave mogu ovde da menjaju sadržaj, a studenti mogu samo da ga čitaju. Ovaj prostor je nazvan "nastavni materijali".

Zatim, potreban je i prostor pod nazivom "ispitni materijali" u kojem se tokom provera nalaze zadaci za proveru. Ovaj prostor je podeljen na više delova. Tako se može postaviti više

grupa zadataka, čime je obezbeđeno da svi studenti, tokom provere znanja, ne rade iste zadatke.

Poželjno je imati prostor u sistemu za svaki predmet, kome ne može da pristupi niko sem izvođača tog predmeta. Predviđeno je da na ovom mestu izvođači drže materijal potreban za izvođenje nastave (pripreme, zadatke, rešenja...). Ovaj prostor je nazvan "pripreme". Ako ovakav prostor ne postoji, saradnja između izvođača istog predmeta je otežana, jer svako može da pristupi samo svojim podacima.

Pored prethodno navedenih obezbeđenih usluga, korisnicima bi bilo "udobno" da imaju pristup svojim podacima i van učionice, ali iz bezbednosnih razloga to im nije omogućeno.

7. ADMINISTRACIJA

Na svim računarima u učionici je instaliran isti softver. Zbog jednostavnosti, operativni sistem sa svim potrebnim alatima za nastavu se instalira na samo jedan računar, a zatim se pravi slika (*image*) diska tog računara, koja se kasnije prekopira na sve ostale računare.

Da bi se napravila slika diska neophodno je da sistem, čija se slika pravi, ne bude aktivan. Zato u učionici postoji mogućnost "podizanja računara sa mreže" (*network boot*) tako da im osnovni sistem datoteka (*root file sistem*) bude na serveru.

Razvijen je i skript koji, kada se pokrene, stvori sliku particije lokalnog diska na kojoj se nalazi sistem koji treba umnožiti. Ova slika se čuva na odgovarajućem mestu na serveru.

Takođe, razvijen je i skript koji treba pokrenuti na računarima ("podignutim" sa mreže) na koje treba prekopirati prethodno stvorenu sliku. Pri svakom pokretanju, ovom skriptu treba saopštiti buduće ime i IP adresu računara na kojem je pokrenut.

Merenje je pokazalo da je za pravljenje slike potrebno oko 20 minuta, a za njeno kopiranje na sve ostale računare u učionici istovremeno, potrebno je malo više od 60 minuta. Ovakve brzine pravljenja i rasprostiranja slika omogućuju lako upravljanje softverom na studentskim računarima.

Za centralizaciju administracije koristi se *OpenLDAP* server [10]. Informacije o korisnicima učionice, koje se u standardnom *UNIX* sistemu nalaze u datotekama */etc/passwd*, */etc/shadow* i */etc/group*, u našem sistemu se čuvaju u bazi ovog servera.

Početni (*home*) direktorijumi svih korisnika se fizički nalaze na serveru i distribuiraju se kroz sistem korišćenjem *NFS* protokola. Za početne direktorijume pojedinih kategorija korisnika (studenti, izvođači nastave i administratori) odvojene su posebne particije.

LDAP i *NFS* se često koriste u realizaciji računarskih učionica (i uopšte, računarskih sistema sličnih potreba) [11].

Razvijeni su namenski alati za automatsko kreiranje novih korisnika. Na početku svakog semestra, administratori korišćenjem ovih alata, a na osnovu spiskova studenata dobijenih iz studentske službe, brzo i jednostavno unose nove korisnike učionice.

Kao što je rečeno, postoji nekoliko standardnih režima rada učionice: za redovnu nastavu, za testiranje i za provere. Svaki od ovih režima predstavlja određeno stanje računarskog sistema u učionici. Prevođenje učionice iz režima u režim vrše administratori, na zahtev izvođača, pokretanjem odgovarajućih skriptova.

Učionica se najčešće nalazi u režimu redovne nastave. Samo u ovom režimu studenti mogu da se prijave na sistem korišćenjem svog korisničkog imena i lozinke.

U režimima "test" i "provera" studenti mogu da se prijave samo kao lokalni korisnici "test" ili "provera". Ova zabrana je sprovedena tako što su ukinuta prava pristupa direktorijumu u kojem se nalaze početni direktorijumi studenata. Praktično, studenti mogu da se prijave kao mrežni korisnici, ali ne mogu da pristupe svojim podacima pa efektivno sistem za njih nije upotrebljiv. Ovakav način administrativne zabrane prijavljivanja mrežnih korisnika je odabran jer je izuzetno efikasan (zabrana se brzo i jednostavno postavlja i ukida) i ne zahteva nikakvo administriranje sistema na strani klijentskog računara, što bi zabrana prijavljivanja grupe korisnika po nekom kriterijumu zahtevala.

Za testiranje studenata, lokalno je razvijena namenska mrežna aplikacija (*web application*) nazvana OTISAK. Kada se studenti prijave kao korisnik "test", umesto grafičkog okruženja opšte namene, koje se inače pokrene, pokreće se samo jedan program - pretraživač (*browser*). Pretraživač se pokreće u specijalnom - "kiosk" režimu koji korisniku ne dozvoljava da sam bira *URL* koji će posetiti. U ovom režimu pretraživač automatski odlazi na unapred definisanu početnu stranicu programa OTISAK, koji dalje vodi brigu o identifikaciji korisnika i samom testiranju. Na ovaj način studenti ne znaju početnu adresu programa OTISAK (što samo po sebi nije preterano efikasna bezbednosna mera, ali definitivno jeste jedan od elemenata zaštite). Posebnim podešavanjem pretraživača za lokalnog korisnika "test" obezbeđeno je da korisniku stoji na raspolaganju samo minimalan skup opcija pretraživača neophodnih za rad testa. Takođe je obezbeđeno da korisnik "test" ne može da pročita, niti da promeni svoja podešavanja.

"Ispitni materijali", "nastavni materijali" i "pripreme" su realizovani kao posebni direktorijumi na serveru, koji su eksportovani (po NFS protokolu) određenoj grupi korisnika i računara.

Prostor koji studenti vide kao jedan direktorijum "ispitni materijali", u kojem se nalaze njihovi zadaci na proveru, u stvari su dva direktorijuma "im1" i "im2". "im1" je na raspolaganju samo računarima sa parnim *IP* adresama, a "im2" je na raspolaganju samo računarima sa neparnim *IP* adresama. Svi studentski računari, pri startovanju sistema pokušavaju da montiraju (*mount*) prvo "im1", a zatim "im2" na istu tačku montiranja (*mount point*). "Parni" računari uspevaju da montiraju samo "im1", a neparni samo "im2". Na taj način svi studenti, bez obzira na kom računaru su prijavljeni, nalaze zadatke na istom mestu ("ispitni materijali") u lokalnoj strukturi direktorijuma. Direktorijumu "ispitni materijali" mogu da pristupe samo studenti prijavljeni kao lokalni korisnik "provera".

Razvijen je i program za evidenciju prisutnosti studenata. Ovaj program analizira sadržaj log datoteke koja sadrži informacije o svim događajima prijavljivanja i odjavljivanja korisnika. Na osnovu ovih događaja program generiše izveštaj o prisutnosti studenata na nastavi.

8. BEZBEDNOST

Bezbednost računarskog sistema u računarskoj učionici (i generalno) je često zanemarena, a suštinski bitna osobina. Osnovni preduslov bezbednosti je korišćenje kvalitetnog i generalno bezbednog softvera [6], što *FOSS* alati jesu. Zatim, neophodno je uvesti politiku korišćenja sistema, koja će obezbediti pravilnu upotrebu bezbednosnih mehanizama. Da bi ove bezbednosne mere dale očekivani rezultat, ovih pravila moraju da se pridržavaju svi korisnici, bez izuzetaka.

Značaj aspekta bezbednosti dolazi do izražaja naročito tokom provera znanja studenata. Rezultati provere se ne mogu tretirati kao verodostojni ako se ispostavi da je računarski sistem učionice kompromitovan.

Iz ovog razloga, na svim studentskim računarima su postavljeni zaštitni zidovi (*firewall*) tako da studenti mogu da ostvare direktnu komunikaciju samo sa serverskim računarom. Na ovaj način je onemogućena direktna komunikacija i razmena datoteka između studenata tokom provera.

Da bi obezbedili da sistem ne bude kompromitovan, onemogućeno je prijavljivanje na studentske računare kao korisnik "root". Administraciju ovih računara obavlja poseban, privilegovani korisnik. Nije moguće prijaviti se kao privilegovani korisnik korišćenjem korisničkog imena i lozinke, već samo korišćenjem *ssh* protokola i odgovarajućeg tajnog ključa, koji poseduju samo administratori. Takođe kao privilegovani korisnik moguće je prijaviti se samo sa nekih računara, predviđenih za poslove administracije.

Na ovaj način je, po našem mišljenju, verovatnoća kompromitovanja studentskih računara svedena na minimum.

ZAKLJUČAK

Iskustva korišćenja opisane računarske učionice su pozitivna. Ovako uređena učionica pruža uslove za ispunjenje polaznih pretpostavki i kvalitetno izvođenje nastave.

Korišćenjem *FOSS* alata obezbeđena su efikasna, pouzdana i jeftina rešenja u administraciji i eksploataciji. Postignuta su dva cilja:

- informisanje studenata o razlozima za korišćenje i o značaju otvorenih protokola i programa (i načinima njihovog korišćenja) i
- smanjenje cene implementacije i održavanja računarskog sistema u učionici.

Ovakav sistem je moguće koristiti i kao klaster u terminima kada se ne izvodi nastava. Čak je moguće deo procesorske snage posvetiti *HPC* (*High Performance Computing*) sistemu paralelno sa izvođenjem nastave, na takav način da korisnici ne osećaju pad performansi sistema.

LITERATURA

- [1] Daniel Nelson and Yau Man Ng. Teaching computer networking using open source software. SIGCSE Bull., 32(3):13-16, 2000.
- [2] B. Mulligan. Pilot study on the impact of frequent computerized assessment on student work rates. In M. Danson and R. Sherrat, editors, Proceedings of the 3rd Annual CAA Conference, pages 137-147, Loughborough, UK, 1999. Loughborough University.
- [3] R.L. Allen, J.T. Bowen, S. Clabaugh, B.B. DeWitt, J.A. Francis, J.P. Kerstetter, and D.A. Rieck. Classroom Design Manual. 1996.
- [4] C. Gunawardena. Social Presence Theory and Implications for Interaction and Collaborative Learning in Computer Conferences. International Journal of Educational Telecommunications, 1(2/3):47-166, 1995.
- [5] D.P. Kraines and D.A. Smith. A Computer in the Classroom: The Time Is Right. College Mathematics Journal, 19(3):261-67, 1988.
- [6] F. Piessens, B. De Decker, and KU Leuven. A networked support system for didactical computer experiments. In Proceedings of Conference on Educational Uses of Information and Communication Technologies (Benzie, D. and Passey, D., eds.), pages 192-198, 2000.
- [7] T.W. Tong. Free/open source software education. 2004.
- [8] K.J. O'Hara and J.S. Kay. Open source software and computer science education. Journal of Computing Sciences in Colleges, 18(3):1-7, 2003.
- [9] R. Swaminathan. Open Source Software: A discussion of the issues surrounding its applicability and usage in education. 2006.
- [10] Openldap home page. [Sep 2006] <http://www.openldap.org/>.
- [11] Joe Ruffolo and Ron Terry. Linux in the classroom: an experience with linux and open-source software in an educational environment. Linux Journal, 2005(133):6, 2005.
- [12] Classroom design forum. [Sep 2006] <http://www.classroomdesignforum.org/>.
- [13] Free software foundation. [Sep 2006] <http://www.fsf.org/>.
- [14] Open source home page. [Sep 2006] <http://www.opensource.org/>.



Predrag Rakić



Lazar Stričević



Žarko Živanov



Zorica Suvajdzin



Miroslav Hajduković

Svi autori se bave računarskim naukama i zaposleni su na Katedri za računarske nauke i informatiku Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu.

