

Model infrastrukture obrazovne institucije zasnovan na Internetu inteligentnih uređaja

Konstantin Simić, Marijana Despotović-Zrakić,
Aleksandra Labus, Zorica Bogdanović
Fakultet organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu
Beograd, Srbija
{kosta, maja, aleksandra, zorica}@elab.rs

Miloš Radenković
Računarski fakultet Univerziteta Union
Beograd, Srbija
milos@elab.rs

Sadržaj— U ovom radu je predstavljen savremen koncept primene Interneta inteligentnih uređaja u visokoškolskoj obrazovnoj instituciji. Razvijen je model infrastrukture obrazovne institucije zasnovan na Internetu inteligentnih uređaja. Model podrazumeva postojanje okruženja za testiranje hardvera i učenje Interneta inteligentnih uređaja, kao i model pametnog obrazovnog okruženja. Konačno, izvršeno je testiranje implementiranog modela u realnom okruženju.

Ključne reči - Internet inteligentnih uređaja; pametna obrazovna okruženja; e-obrazovanje;

I. UVOD

Internet inteligentnih uređaja (eng. Internet of things) predstavlja relativno novu paradigmu koja primenjuje pametne međusobno povezane uređaje, poput senzora, aktuatora, tagova i mobilnih uređaja. Pametni uređaji mogu da se prilagode zahtevima korisnika, u cilju kreiranja pametnih okruženja za automatizaciju aktivnosti. Pametna okruženja imaju primenu u industriji, poslovnim okruženjima i stambenom prostoru.

Projektovanje i implementacija rešenja zasnovanih na Internetu inteligentnih uređaja zahteva poznavanje heterogenih veština iz oblasti elektrotehnike, informaciono-komunikacionih tehnologija, ekonomije i menadžmenta. Za realizaciju ideja, potrebno je izgraditi kvalitetan tim sastavljen od članova različitih profila, kao što su projektanti, integratori različitih komponenta sistema, programeri, elektroinženjeri i tehničari. Glavni izazov predstavlja održanje sinergije tima i smanjenje jaza između inženjerskih i poslovno-orijentisanih profila.

U ovom radu je predstavljen model platforme za učenje, podučavanje i primenu različitih tehnologija Interneta inteligentnih uređaja u visokoškolskom obrazovnom okruženju. Predložen je projekat pametne učionice koja primenjuje koncepte i tehnologije Interneta inteligentnih uređaja. Model je zasnovan na korišćenju cloud computing infrastrukture, veb servisa i jeftinih mikrouređaja kao što su Raspberry Pi i Arduino.

II. PREGLED LITERATURE

Uvođenjem obrazovanja na daljinu i elektronskog obrazovanja dolazi do poboljšanja obrazovnog procesa. Koncept povezivanja različitih i raznorodnih tipova uređaja na Internet u literaturi je označen kao Internet inteligentnih uređaja. Neki autori Internet inteligentnih uređaja vide kao

novu paradigmu koja omogućava povezivanje raznorodnih uređaja bez obzira na tip uređaja, prostornu i vremensku dimenziju [1]. Isti autori smatraju da postoji tri pristupa u definisanju Interneta inteligentnih uređaja: pristup orijentisan na Internet, pristup orijentisan na uređaje i pristup orijentisan na semantiku.

Internet inteligentnih uređaja se može definisati i kao „slabo povezan, decentralizovan sistem sastavljen od pametnih objekata, odnosno autonomnih fizičkih ili digitalnih objekata koji mogu da prikupljaju podatke iz okruženja, da obrađuju prikupljene podatke i poseduju mrežne funkcionalnosti“ [2].

U inteligentne uređaje najčešće spadaju senzori, aktuatori, mikrokontroleri i mikroracunari.

Pod sensorima (eng. sensors) se podrazumevaju različiti analogni ili digitalni uređaji, sposobni da prepoznaju fizičke nadražaje (poput temperature, vlažnosti vazduha, pritiska, jačine zvuka) iz okruženja [3]. U zavisnosti od fizičke veličine koju mere, postoje sledeći tipovi senzora: mehanički senzori, kapacitivni senzori, senzori magnetnog polja, termalni senzori, akustični senzori, optički senzori, hemijski i biološki senzori. Pre upotrebe senzora, neophodno je izvršiti njihovu kalibraciju, koja podrazumeva poboljšanje performansi senzora smanjivanjem nivoa strukturnih grešaka u izlazima senzora.

Aktuatori (eng. actuators) predstavljaju uređaje koji imaju funkciju prekidača. Pomoću aktuatora je moguće daljinski kontrolisati druge uređaje.

Da bi aplikacije pristupale podacima sa senzora i kontrolisale aktuatore, oni se najčešće povezuju sa složenijim uređajima, kao što su mikrokontroleri i mikroracunari.

Mikrokontroleri (eng. microcontrollers) predstavljaju male računare koji sadrže procesor, memoriju i ulazno/izlazne periferije. Oni poseduju ograničenu memoriju, na njih nije moguće instalirati operativni sistem i ne podržavaju multitasking.

Osnovna komponenta arhitekture pametnih okruženja, odnosno sistema Interneta inteligentnih uređaja su senzorske mreže (eng. sensor networks). Ovakve mreže se sastoje iz velikog broja senzorskih čvorova, koji su rasprostranjeni u okviru ili blizu fenomena, odnosno područja čije se karakteristike prikupljaju [4]. Problem međusobne komunikacije uređaja u okviru bežičnih senzorskih mreža

označen je kao M2M (eng. Machine to Machine) komunikacija [5].

Koncepti i tehnologije Interneta inteligentnih uređaja koriste se za kreiranje pametnih okruženja (eng. smart environments). Glavni cilj pametnih okruženja je automatizacija svakodnevnih aktivnosti [6]. Pametna okruženja obuhvataju pametne kuće, pametne gradove, pametne elektroenergetske mreže, pametnu e-upravu, pametne učionice, pametno zdravstvo i dr. [7], [8] U okviru pametnih okruženja moguće je implementirati i lifelogging mogućnost, odnosno neprekidni video nadzor [9].

U obrazovanju se koristi koncept pametnih univerziteta, pametnih kampusa i pametnih učionica [10]. Prilikom realizacije pametnih obrazovnih okruženja, moguće je koristiti principe kontekstnog računarstva [11]. Pametne učionice mogu doprineti poboljšanju učenja svih nastavnih jedinica [12], uključujući i inženjerstvo [13].

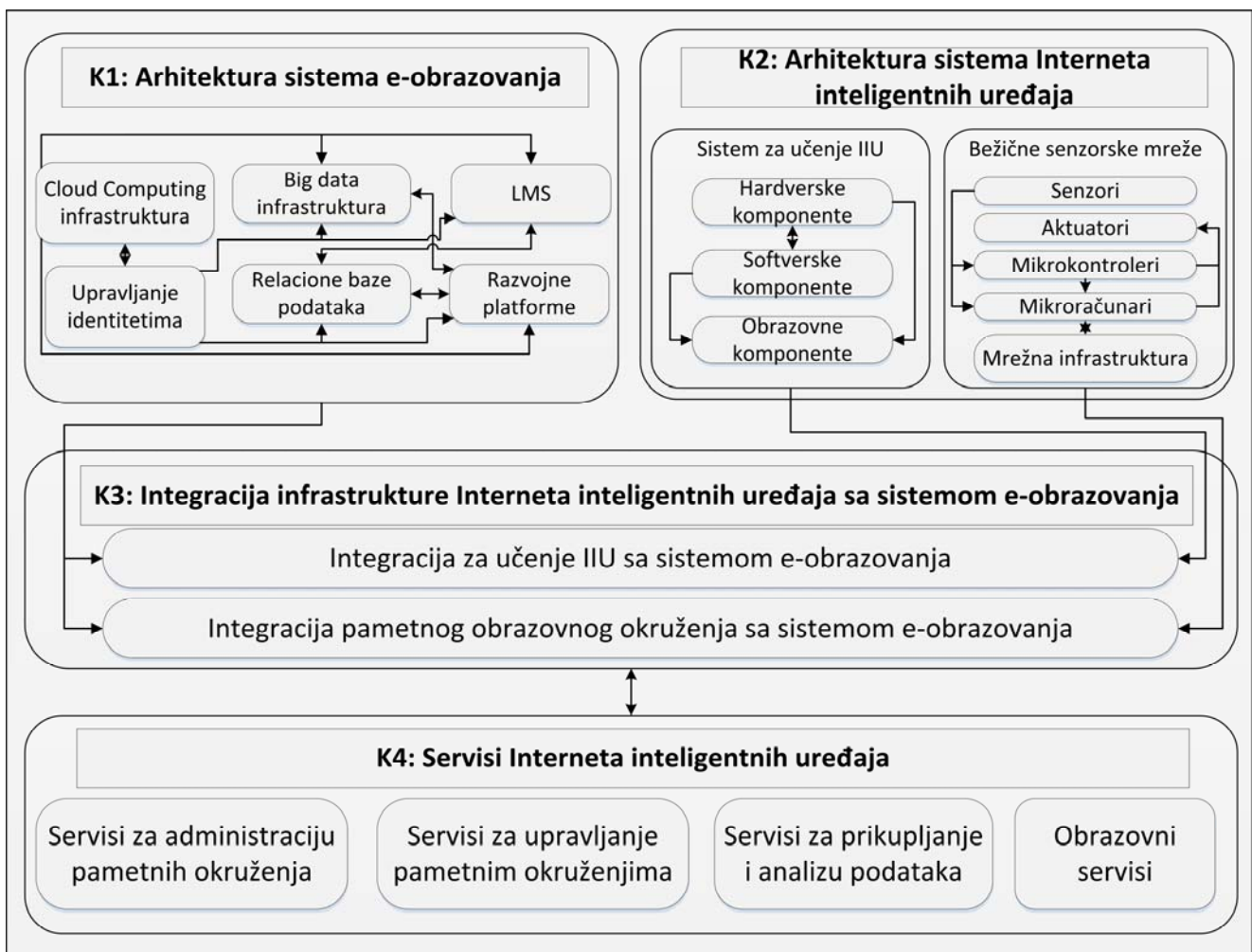
III. MODEL INFRASTRUKTURE OBRAZOVNOG OKRUŽENJA ZASNOVANE NA INTERNETU INTELIGENTNIH UREĐAJA

Predložen model infrastrukture zasnovane na Internetu inteligentnih uređaja u okviru postojećeg sistema e-učenja visokoškolske obrazovne institucije prikazan je na slici 1. Navedeni model omogućava kreiranje pametnih obrazovnih

okruženja, upotrebu servisa za učenje Interneta inteligentnih uređaja i integraciju različitih obrazovnih, administrativnih i infrastrukturnih servisa u širi obrazovni ekosistem.

Model se sastoji iz četiri komponente. Ključna komponenta obrazovne infrastrukture je infrastruktura sistema za elektronsko obrazovanje. Hardverska infrastruktura uključuje servere bazirane na Linux platformi koji pokreću KVM softver za virtuelizaciju i OpenStack softver za upravljanje Cloud Computing infrastrukturom. Softver za upravljanje digitalnim identitetima omogućava posedovanje jedinstvenih korisničkih naloga i servisa za jedinstvenu prijavu (SSO, Single Sign On). Sistem za upravljanje učenjem (LMS, Learning Management System) se koristi za administraciju studentskih kurseva. Za pokretanje LMS softvera, neophodno je posedovanje sistema za upravljanje relacionim bazama podataka i veb servera. Big data infrastruktura i nerelacione baze podataka (NoSQL) koriste se za prikupljanje različitih podataka o studentima i parametara okruženja [14].

Druga komponenta sistema je infrastruktura za platformu Interneta inteligentnih uređaja, koja se sastoji iz dve podkomponente. Navedena platforma omogućava studentima pristup podacima sa različitih senzora postavljenih u okviru obrazovne institucije. Studenti takođe mogu da kontrolišu različite delove pametnog okruženja pomoću postavljenih aktuatora, kao i da vrše simulaciju sopstvenih pametnih



Sl. 1. Model infrastrukture obrazovne institucije zasnovan na Internetu inteligentnih uređaja.

okruženja, u cilju testiranja i edukacije. Druga podkomponenta infrastrukture predstavlja produkciono okruženje u okviru koga se bežične senzorske mreže koriste u cilju poboljšanja iskustva studenata i uvođenja novih obrazovnih servisa [15], [16].

U okviru pametnog okruženja izvršena je integracija platforme za e-učenje i infrastrukture Interneta inteligentnih uređaja. Ova integracija predviđa povezivanje sistema za upravljanje učenjem, kao što je Moodle sa fizičkim uređajima, čime se postiže bolja povezanost senzora i aktuatora sa ostalim nastavnim materijalima u okviru kurseva.

Model predviđa i postojanje servisa Interneta inteligentnih uređaja, odnosno servisa za administraciju komponenata, servisa za upravljanje komponentama, servisa za prikupljanje i analizu podataka i obrazovne servise. Servisi su realizovani primenom REST (Representational State Transfer) arhitekturnih principa.

Arhitektura predloženog modela može da se prikaže pomoću više različitih slojeva (Slika 2). Glavni slojevi modela su sloj softverske infrastrukture i hardversko-infrastrukturni sloj.

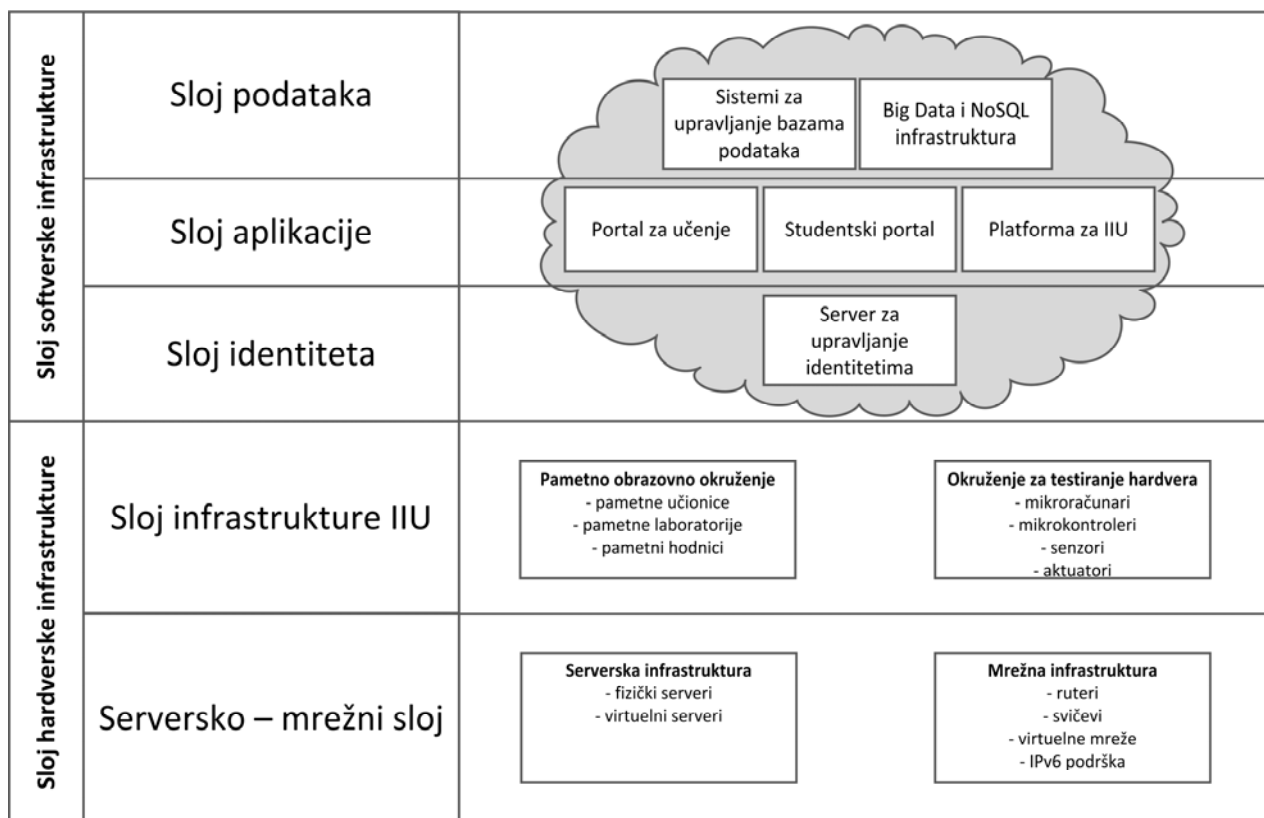
Softverska komponenta infrastrukture zasnovana je na cloud computing rešenju. Svaka softverska aplikacija i servis postavljeni su u okviru cloud computing infrastrukture.

Zajednički servisi za upravljanje relacionim i nerelacionim bazama podataka delovi su posebnog sloja podataka.

Aplikacioni sloj definiše različite softverske komponente infrastrukture, kao što je sistem za upravljanje učenjem (LMS, Learning Management System) koji omogućava implementaciju servisa za učenje na daljinu, platforma za Internet inteligentnih uređaja koja omogućava prikupljanje, distribuciju i procesiranje podataka sa senzora, upravljanje aktuatorima i administraciju bežičnih senzorskih mreža. Studentski portal koji objedinjuje pristup različitim studentskim servisima takođe predstavlja deo istog sloja.

Sloj identiteta je uveden radi globalne integracije različitih slojeva modela i servisa. Glavni cilj ovog sloja je upravljanje digitalnim identitetima. Svi korisnički nalozi se nalaze u okviru ovog sloja. Koristi se jedinstveni korisnički nalog za pristup bilo kom servisu.

Hardverska komponenta infrastrukture predstavlja poseban sloj modela. Sloj infrastrukture Interneta inteligentnih uređaja sastoji se iz pametnog obrazovnog okruženja i obrazovnog okruženja za učenje Interneta inteligentnih uređaja i testiranje softverskih i hardverskih mogućnosti rešenja. U okviru hardverskog sloja, najniži sloj predstavlja serversko-mrežni sloj. Navedeni sloj čini serverska infrastruktura, u okviru koje su prisutni fizički i virtuelni serveri i mrežna infrastruktura, koja sadrži mrežne uređaje (rutere i svičeve).



Sl.2. Arhitektura predloženog modela

IV. REALIZACIJA PAMETNOG OBRAZOVNOG OKRUŽENJA

U fazi realizacije predloženog modela implementirani su koncepti pametne učionice u realnom okruženju. Takođe je realizovana platforma za učenje Interneta inteligentnih uređaja.

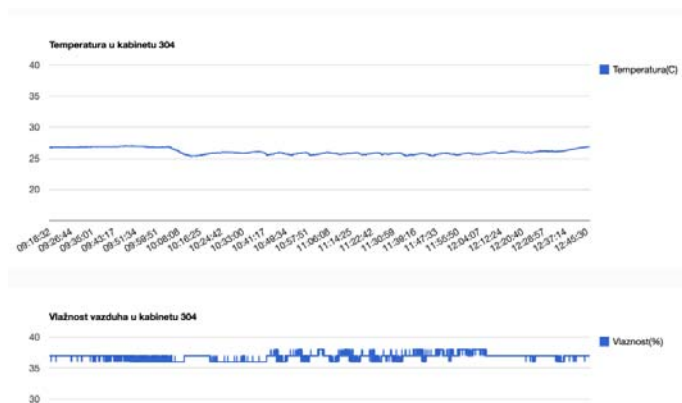
Kao pilot projekat u implementaciji pametnog obrazovnog okruženja na Fakultetu organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu kreiran je deo pametne učionice. Raspoređeni su temperaturni senzori, senzori za merenje vlažnosti vazduha, senzori za detekciju pokreta i senzori za detekciju plamena. Realizovan je veb portal koji omogućuje praćenje izmerenih vrednosti sa senzora u realnom vremenu. Portal je zasnovan na Wordpress sistemu za upravljanje sadržajem. U narednoj verziji razvoja, podaci sa senzora biće dostupni i kao deo platforme Interneta inteligentnih uređaja, koja će činiti komponentu jedinstvenog portala za pristup studentskim servisima.

Platforma za učenje Interneta inteligentnih uređaja podrazumeva novi pristup učenju ovih tehnologija. Umesto tradicionalne nastave, organizovane su radionice koje omogućavaju učenje oblasti Interneta inteligentnih uređaja kroz kreiranje praktičnih projekata. Tokom izrade projekata, podrazumeva se korišćenje realizovanog pametnog okruženja. Studenti su dobijali zadatke da osmisle scenarije za automatizaciju pametnih okruženja, da projektuju i implementiraju hardverske i softverske komponente pametnih okruženja. Nakon završenih radionica, studenti su kreirali gotova i funkcionalna pametna okruženja.

V. EVALUACIJA PAMETNOG OBRAZOVNOG OKRUŽENJA

Senzori postavljeni u okviru pametne učionice u realnom vremenu beleže podatke koji se skladište u okviru Hadoop Big Data infrastrukture. Krajnji korisnici (administratori pametne učionice) mogu pristupiti podacima korišćenjem veb aplikacije (portala). Prikaz aplikacije nalazi se na slici 3.

Kao deo eksperimenta, u realizovanom pametnom obrazovnom okruženju održan je kurs iz predmeta Internet inteligentnih uređaja. U istraživanju je učestvovalo 8 studenata master studija i 12 studenata osnovnih studija.



Sl. 3. Grafički prikaz aplikacije za praćenje parametara sa senzora.

Svi studenti koji su učestvovali u istraživanju imaju slične profile i interesovanja u okviru oblasti poslovne informatike, uz male varijacije u specijalizaciji i interesovanjima. Pilot kurs je trajao 12 časova i sastojao se iz sledećih celina: uvod u tehnologije Interneta inteligentnih uređaja, definisanje scenarija za automatizaciju pametnih okruženja, razvoj veb servisa za automatizaciju okruženja i razvoj veb i mobilnih aplikacija za sisteme Interneta inteligentnih uređaja.

Po završetku čitavog kursa, ocenjeno je znanje studenata. Studenti su ocenjeni u skladu sa završenim zadacima, urađenim projektima i testom znanja. Prosečna ocena studenata nakon završenih svih aktivnosti bila je 8.75 od ukupno 10.

TABELA I. ANALIZA ANKETE

Pitanje	Odgovor	#
Koliko je bio zanimljiv rad sa hardverom?	Veoma zanimljiv	6
	Zanimljiv	8
	Prosečan	4
	Dosadan	1
	Veoma dosadan	1
Koliko je bio zanimljiv rad sa veb servisima?	Veoma zanimljiv	6
	Zanimljiv	9
	Prosečan	3
	Dosadan	1
	Veoma dosadan	1
Koliko je bio komplikovan rad sa hardverom?	Veoma komplikovan	0
	Komplikovan	1
	Prosečan	5
	Jednostavan	12
	Veoma jednostavan	2
Koliko je bio komplikovan rad sa veb servisima?	Veoma komplikovan	3
	Komplikovan	3
	Prosečan	7
	Jednostavan	5
	Veoma jednostavan	2

Takođe, studentima je data anketa koja je sadržala pet grupa pitanja: demografski podaci, mišljenja o strukturi kursa, mišljenja o sadržaju održane radionice, motivacija studenta i percepcija studenta o ličnom nivou znanja. Pitanja u okviru ankete uglavnom su koristila petostepenu Likertovu skalu odgovora.

Pitanja o strukturi kursa su se odnosila na činjenice da li je kurs bio dobro balansiran, da li su zadaci bili previše teški i da li je bilo dovoljno vremena za izradu zadataka. Ovde je 62.5 procenata studenata mislilo da je optimalna dužina tematske jedinice u okviru kursa 3 sata, a ostatak studenata je mislilo da

je vreme od 1.5 sata bilo dovoljno za izradu zahtevanih zadataka.

Težina zadataka je bila srednja za većinu studenata (87.5 procenata), ali je većini studenata (75 procenata) bila potrebna pomoć asistenta. Svi studenti su se složili da je takmičarski duh između grupa bio motivišući faktor.

Treći deo upitnika odnosio se na sadržaj radionica i ovaj deo istraživanja pokazuje koje su tematske jedinice kursa bile omiljene među studentima, koje jedinice su bile najteže, a koje najvažnije.

Prema 62 procenata anketiranih studenata, definisanje scenarija za automatizaciju pametnih okruženja bilo je srednje težine, a 50 procenata studenata je ovu aktivnost definisalo srednje zanimljivom.

Najveći broj studenata nije imalo nikakvog predznanja iz oblasti Interneta inteligentnih uređaja, ali nije smatralo da je težak rad sa hardverom. Polovini anketiranih studenata je rad sa hardverom bio najinteresantiji deo radionice. Glavni nedostatak je prema studentima bio nedostatak adekvatnog predznanja iz poznavanja hardvera i različitih softverskih tehnologija potrebnih za realizaciju projekta. Većina studenata je bio interesantan i koristan razvoj mobilnih i veb aplikacija za automatizaciju pametnih okruženja.

U okviru tabele 1 prikazani su sumarni rezultati ankete. Predstavljani su odgovori na relevantna reprezentativna pitanja i broj ispitanika koji su dali isti odgovor.

VI. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljen predlog modela infrastrukture obrazovne institucije zasnovan na Internetu inteligentnih uređaja. Definisana je arhitektura navedenog modela. Deo modela koji se odnosi na učenje tehnologija Interneta inteligentnih uređaja je testiran i potvrđen na osnovu rezultata istraživanja sprovedenog među studentima master studija Fakulteta organizacionih nauka u Beogradu.

Predviđena je detaljna analiza realizacije pametnog obrazovnog okruženja i evaluacija ovog okruženja.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije na finansijskoj pomoći, broj projekta 174031.

LITERATURA

- [1] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," *Comput. NETWORKS*, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, Oct. 2010.
- [2] G. Kortuem, F. Kawsar, D. Fitton, and V. Sundramoorthy, "Smart objects as building blocks for the Internet of things," *Internet Computing, IEEE*, vol. 14, no. 1, pp. 44–51, 2010.
- [3] S. S. Iyengar, N. Parameashwaran, V. V. Phoha, N. Balakrishnan, and C. D. Okoye, *Fundamentals of Sensor Network Programming: Applications and Technology*. Wiley-IEEE Press, 2010, p. 315.

- [4] J. Yick, B. Mukherjee, and D. Ghosal, "Wireless sensor network survey," *Comput. Networks*, vol. 52, no. 12, pp. 2292–2330, Aug. 2008.
- [5] D. Boswarthick, O. Elloumi, and O. Hersent, Eds., *M2M Communications - A Systems Approach*. West Sussex, UK: John Wiley & Sons, 2012, p. 308.
- [6] A. Dey, G. Abowd, and D. Salber, "A Context-Based Infrastructure for Smart Environments," in *Managing Interactions in Smart Environments SE - 11*, P. Nixon, G. Lacey, and S. Dobson, Eds. Springer London, 2000, pp. 114–128.
- [7] T. Sevindik, "Future's learning environments in health education: The effects of smart classrooms on the academic achievements of the students at health college," *Telemat. Informatics*, vol. 27, no. 3, pp. 314–322, 2010.
- [8] Z. Wei, N. Shangpin, and L. Lu, "Wireless Sensor Networks for In-Home Healthcare: Issues, Trend and Prospect," in *2011 INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SCIENCE AND NETWORK TECHNOLOGY (ICCSNT), VOLS 1-4*, 2012, pp. 970–973.
- [9] N. E. Petroulakis, E. Z. Tragos, A. G. Fragkiadakis, and G. Spanoudakis, "A lightweight framework for secure life-logging in smart environments," *Inf. Secur. Tech. Rep.*, vol. 17, no. 3, pp. 58–70, 2012.
- [10] B. Radenković, M. Zrakić-Despotović, Z. Bogdanović, V. Vujin, and D. Barać, "Harnessing Cloud Computing Infrastructure for e-Learning Services," *Facta Univ.*, vol. 27, no. 3, pp. 339–357, 2014.
- [11] N. Khabou, I. B. Rodriguez, G. Gharbi, and M. Jmaiel, "A Threshold based Context Change Detection in Pervasive Environments: Application to a Smart Campus," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 32, no. 0, pp. 461–468, 2014.
- [12] Z. Taleb and F. Hassanzadeh, "Toward Smart School: A Comparison between Smart School and Traditional School for Mathematics Learning," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 171, no. 0, pp. 90–95, 2015.
- [13] A. Alelaiwi, A. Alghamdi, M. Shorfuzzaman, M. Rawashdeh, M. S. Hossain, and G. Muhammad, "Enhanced engineering education using smart class environment," *Comput. Human Behav.*, no. 0, p. -, 2014.
- [14] K. Simić, M. Stevanović, and I. Đurić, "A Model for Smart e-Learning Environment," in *Symorg 2014 Conference Proceedings*, 2014, pp. 377–382.
- [15] Z. Bogdanović, K. Simić, M. Milutinović, B. Radenković, and M. Despotović-Zrakić, "A Platform for Learning Internet of Things," in *8th International Conference on e-Learning 2014 Proceedings, Lisbon, Portugal*, 2014, pp. 259–266.
- [16] M. Milutinović, K. Simić, A. Labus, Z. Bogdanović, and M. Despotović-Zrakić, "Platforma za učenje Interneta inteligentnih uređaja," in *XIII međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH-JAHORINA 2014*, 2014, pp. 759–762.

ABSTRACT

In this paper, a contemporary concept of using the Internet of Things in a higher educational institution is presented. A model for infrastructure of an educational institution based on the Internet of Things is deployed. The model consists of the environment for hardware testing and learning Internet of Things, as well as the model of a smart educational environment. Finally, the implemented model is evaluated in a real environment.

A model for infrastructure of an educational institution based on the Internet of Things

Konstantin Simić, Marijana Despotović-Zrakić, Aleksandra Labus, Miloš Radenković, Zorica Bogdanović