

Značaj e-Zdravstva u konceptu pametnih gradova

Aldina Avdić

Departman za Tehničke nauke
Državni univerzitet u Novom Pazaru
Novi Pazar, Republika Srbija
apljaskovic@np.ac.rs

Dragan Janković

Elektronski fakultet
Univerzitet u Nišu
Niš, Republika Srbija
dragan.jankovic@elfak.ni.ac.rs

Sažetak— Svedoci smo vremena intenzivnog razvoja informacionih i komunikacionih tehnologija (IKT), i neminovno je njihovo prisustvo u raznim sferama ljudske delatnosti i života, u cilju njihovog poboljšanja i pružanja novih i povećanja kvaliteta postojećih usluga u raznim oblastima. Posledica korišćenja IK tehnologija u zdravstvu jeste formiranje tzv. elektronskog zdravstva. Tema ovog rada jesu servisi elektronskog zdravstva i njihovo mesto i značaj u konceptu pametnih gradova. U radu je opisan koncept pametnih gradova, zatim su dati dosadašnji doprinosi elektronskog zdravstva konceptu pametnih gradova, njihova analiza kao i predlozi za njihovo unapređenje.

Ključne riječi - elektronsko zdravstvo; pametni gradovi; e-zdravstvo; pametno zdravstvo; m-zdravstvo;

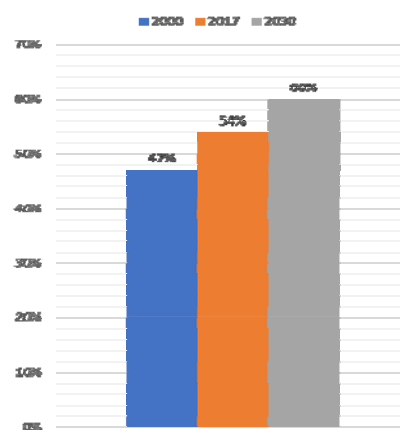
I. UVOD

Stalni napredak informacionih tehnologija uslovio je njihovu integraciju u razne segmente života pojedinaca, a sa ciljem pružanja što većeg broja i što kvalitetnijih servisa koji korisnicima olakšavaju svakodnevnicu. Savremena tehnološka infrastruktura (internet, pametni telefoni sa ugrađenim senzorima i sl.) dostupna je većinskom delu stanovništva. Sve to rezultira mogućnošću sakupljanja velikog broja podataka o kontekstu korisnika koji bi se mogli iskoristiti za poboljšanje uslova i usluga dostupnih korisniku. Uz dostupne tehnike za obradu takvih podataka i upotrebu kolektivne inteligencije i znanja, stvara se mogućnost za kreiranje novog okruženja za korisnike, efikasnog u pogledu zdravstva, potrošnje energije, transporta, uprave, učenja, ekonomskog razvoja i sl. Ovo je ujedno i cilj ideje o pametnim gradovima [1].

Pored moderne tehnologije i njene dostupnosti, još jedan od preduslova i motiva za koncept pametnih gradova jesu i činjenice o stalnom porastu urbanog stanovništva, kako u svetu, tako i kod nas. Prema podacima iz izvora označenih referencama [2], [3] procenat urbanog stanovništva u svetu u stalnom je porastu, kao što je prikazano grafikom na slici 1. Pretpostavlja se da će taj broj do 2030. godine preći 60% i konstantno rasti. Kada je u pitanju Republika Srbija, brojke se neznatno razlikuju – godine 2017. procenat urbanog stanovništva u našoj zemlji bio je 55 procenata [4].

Jedna od oblasti u kojoj je cilj ostvariti poboljšanje u okviru koncepta pametnih gradova svakako je zdravstvena nega i zaštita. Nezavisno od ovog koncepta, IK tehnologije već nalaze svoju primenu u zdravstvenom sistemu, pa se često susrećemo sa terminima e-zdravstvo i m-zdravstvo. E-zdravstvo (engl.

eHealth, e-Health) je termin nastao krajem prošlog veka i zasniva se na inovativnom i delotvornijem pružanju zdravstvenih usluga uz pomoć savremenih tehnologija i uz vrlo visok stepen integracije sistema, i mogućnost mobilnosti kako lekara tako i pacijenata. Termin m-zdravstvo obuhvata niz usluga u zdravstvu i medicini koje se ostvaruju kombinovanjem medicinskih tehnologija i mobilnog i sveprisutnog računarstva.



Slika 1. Procenat urbane populacije u svetu

Primeri zastupljenosti IK tehnologija u sistemima zdravstvene zaštite ogledaju se kroz mogućnost elektronskog pristupa zdravstvenim kartonima pacijenata, telemedicinu, upravljanje znanjem o zdravlju, mobilno zdravstvo i sl. Na ovaj način postiže se lakše i uspešnije lečenje pacijenata i smanjenje administrativnih ograničenja prilikom pružanja medicinskih usluga.

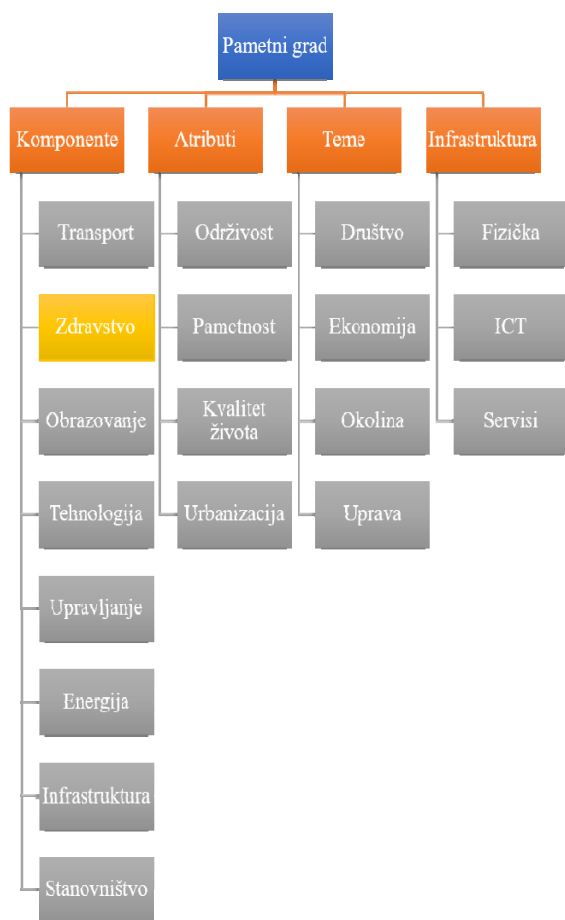
Svrha primene e-zdravstva u sistemima zdravstvene zaštite jeste povećanje performansi klasičnih zdravstvenih sistema kroz korišćenje IKT procesa. Prednosti e-zdravstva su elektronsko praćenje i beleženje zdravstvenog stanja pacijenata, pristup tim podacima bilo gde i bilo kada, kao i brz prenos informacija korisnicima putem telemedicine i internet servisa [5].

Cilj ovog rada je da pokaže vezu između elektronskog i mobilnog zdravstva i pametnih gradova, kao i njihov značaj u okviru pametnih gradova. Dat je osvrt na dosadašnji stepen razvijenosti zdravstvenih servisa u okviru pametnih gradova u svetu. Rad je organizovan na sledeći način. U drugom

poglavlju dat je opis koncepta pametnih gradova, njegovih komponenti i osnovnih tehnologija na kojima ovaj koncept počiva. U narednoj sekciji sledi opis termina e-zdravstva, m-zdravstva i p-zdravstva. Nakon toga dat je pregled trenutno realizovanih servisa e-Zdravstva u pametnim gradovima u svetu i kod nas. U poslednjem poglavlju dat je zaključak i pravci daljeg istraživanja i unapređivanja u ovom domenu.

II. O KONCEPTU PAMETNIH GRADOVA

Korišćenje IKT u gradovima u raznim oblicima za različite gradske aktivnosti dovelo je do povećane efikasnosti obavljanja istih, a za označavanje ovakvih gradova koristili su se brojni pojmovi kao što su "digitalni grad", "elektronski grad", "umreženi grad" i "pametan grad", koji se među njima posebno izdvojio. Pametni grad predstavlja mesto gde tradicionalne usluge postaju fleksibilnije i efikasnije koristeći informacione, digitalne i telekomunikacione tehnologije. U pametnom gradu digitalne tehnologije omogućavaju kvalitetnije javne usluge za stanovnike i bolje iskorišćenje resursa.



Slika 2. Komponente, atributi, teme i infrastruktura pametnih gradova

Jedna od formalnih definicija pametnog grada je sledeća: grad koji povezuje fizičku infrastrukturu, infrastrukturu informacionih tehnologija, socijalnu infrastrukturu i poslovnu infrastrukturu kako bi podstakao kolektivnu inteligenciju grada. Druga formalna i sveobuhvatna definicija je sledeća:

"Pametan održivi grad je inovativni grad koji koristi informacione i komunikacione tehnologije i druga sredstva za poboljšanje kvaliteta života, efikasnosti urbanih operacija i usluga i konkurentnosti, istovremeno obezbeđujući zadovoljavanje potreba sadašnjih i budućih generacija u pogledu ekonomskih, socijalnih i ekoloških aspekata".

Na slici 2 prikazane su osnovne komponente na kojima počiva ideja o pametnim gradovima, atributi, teme i neophodna infrastruktura za njihovo formiranje. Postoji veliki broj komponenti na kojima se zasnivaju pametni gradovi, a neke od njih date su na slici 2. To su pametni transport, pametno zdravstvo, energetska efikasnost, pametna tehnologija i infrastruktura, pametno obrazovanje, pametno upravljanje i pametno stanovništvo.

Atributi pametnih gradova su održivost, kvalitet života, urbanizacija i pametnost. Održivost pametnog grada odnosi se na gradsku infrastrukturu i upravljanje, energiju i klimatske promene, zagađenje i otpad i socijalna pitanja, ekonomiju i zdravlje. Kvalitet života se može meriti u smislu emocionalnog i finansijskog blagostanja građana. Urbanizacija se odnosi na tehnologije, infrastrukturu, upravljanje i ekonomiju dok pametnost podrazumeva pametnu ekonomiju, pametne ljude, pametno upravljanje, pametnu mobilnost i pametan život.

Postoje četiri centralne teme u pametnim gradovima: društvo, ekonomija, životna sredina i upravljanje. Tema društva odnosi se na to da grad postoji za dobrobit svojih stanovnika ili građana. Tema privrede pametnog grada odnosi se na uspehe grada kroz stalan rast posla i ekonomski rast. Tema životne sredine ukazuje da će grad moći da održi svoju funkciju i da ostaje u funkciji za sadašnje i buduće generacije. Tema upravljanja pametnim gradom ukazuje na to da je grad robusan u svojoj sposobnosti upravljanja politikom i kombinovanja ostalih elemenata.

Infrastruktura pametnog grada obuhvata fizičke, informacione i komunikacione tehnologije (IKT) i usluge. Fizička infrastruktura je stvarna fizička ili strukturalna celina pametnog grada uključujući objekte, puteve, železničke pruge i sistem vodosnabdevanja. IKT infrastruktura je osnovna inteligentna komponenta pametnog grada koja drži zajedno sve ostale komponente. Servisna infrastruktura bazirana je na fizičkoj infrastrukturi i može imati neke IKT komponente [1].

IKT infrastruktura pametnih gradova bazira se na dvema blisko povezanim i novim tehnologijama, internet stvari (eng. Internet of Things) i tzv. BigData [6], [7]. IoT čine: stvari (senzor, uređaj povezan na mrežu s mogućnošću interakcije s korisnikom ili upravljanja drugim uređajem), lokalna mreža, internet i cloud. IoT primenu nalazi u pametnom zdravstvu, saobraćaju i kod energetske efikasnosti u pametnim gradovima. BigData čine velike količine podataka prikupljene sa senzora, crowdsourcing-om i sl. a čije su smeštanje i obrada kompleksniji od tradicionalnih metoda [8],[9].

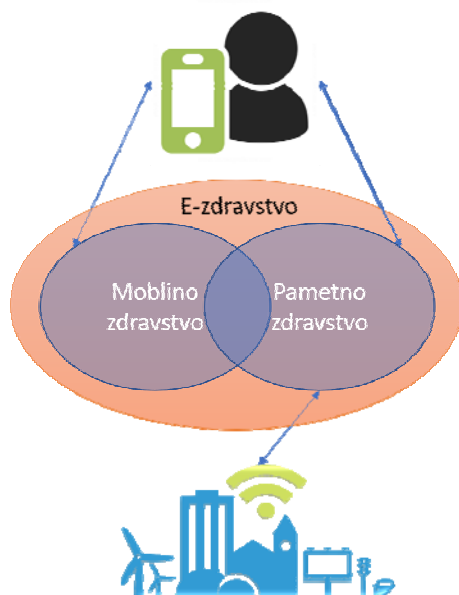
Pametno zdravstvo predstavlja jednu komponentu u okviru pametnih gradova, i u stvari obuhvata elektronsko zdravstvo i njegove aspekte obavljane u svrhu unapređenja delatnosti stanovništva u pametnim gradovima [10]. Detalji o servisima pametnog zdravstva, i vezi sa e-zdravstvom predmet su narednog poglavlja.

III. PAMETNO ZDRAVSTVO

U eri analiziranja podataka o korisnicima računarskih sistema ništa se više ne pretpostavlja, već se čine svi mogući koraci da se dođe do što preciznijih informacija o korisniku i njegovom okruženju. Svaki, nekome naizgled beznačajan podatak, može doprineti nekom novom saznanju i olakšati interakciju sa korisnikom. Ti kontekstni podaci mogu se iskoristiti u svrhu poboljšanja zdravstvenog stanja korisnika aplikacije.

Primena mobilnog i sveprisutnog računarstva učinila je da se prikupljanju podataka iz okruženja korisnika posvećuje sve veća pažnja. Ovi podaci čine kontekst, a aplikacije koje koriste ove podatke nazivaju se kontekstno-svesne aplikacije [11]. Korišćenje pametnih telefona u svrhe poboljšanja zdravstvenog stanja korisnika dovelo je do formiranja nove oblasti u okviru elektronskog zdravlja, a to je mobilno zdravstvo (mHealth).

Prirodna sinergija mobilnog i elektronskog zdravstva sa konceptom pametnih gradova iznedrila je novi termin – pametno zdravstvo (smart health, s-Health). Ovaj termin se prvi put pominje u radu [10], gde autori predstavljaju zdravlje i pametne gradove zasebnim ravnima, pri čemu su m-Zdravstvo i p-Zdravstvo podskupovi e-Zdravstva, ali imaju i svoj presek.



Slika 3. Odnos m-zdravstva i p-zdravstva

Definicija p-Zdravstva slična je definiciji m-Zdravstva, s tim što je akcent na to da se ono upotrebljava u okviru pametnih gradova. Pored toga, p-Zdravstvo i m-Zdravstvo razlikuju se u izvornim informacijama koje koriste, i toku tih informacija. Za m-Zdravstvo izvorne informacije potiču od korisnika/pacijenata, dok kod p-Zdravstva, pored tih informacija koristi i kolektivne podatke dobijene od infrastrukture pametnog grada. Što se tiče razlike u toku podataka, ona se odnosi na to da se nakon obrade kod m-Zdravstva povratni podaci vraćaju nazad korisniku, a kod p-Zdravstva i korisniku, ali i utiču na kolektivne podatke pametnog grada (slika 3).

IV. PREGLED IMPLEMENTIRANIH SERVISI PAMETNOG ZDRAVSTVA

Implementirane servise u okviru pametnog zdravstva možemo svrstati u nekoliko kategorija u zavisnosti od načina na koji se dolazi do potrebnih informacija za analizu zdravstvenog stanja pacijenta.

U prvu grupu spadaju mobilne aplikacije koje koriste kolektivne podatke u okviru infrastrukture pametnih gradova. Primer takvog servisa opisan je u radu [12]. Radi se o aplikaciji koja korisnicima koji imaju problem sa respiratornim organima predlaže rute gde je zagađenost vazduha manja. Aplikacija sa sličnom namenom opisana je i u radu [13].

U sledeću grupu servisa pametnog zdravstva spadaju usluge koje se ostvaruju preko raznih vrsta nosivih uređaja, a korišćenjem IoT i bežičnih mreža, neretko i M2M komunikacije. Primeri ovih servisa opisani su u radovima u nastavku. U radu [14] opisani su nosivi uređaji u sklopu RFID-WSB hibridnog sistema koje omogućuju praćenje lokacije i praćenje pacijenta u realnom vremenu. U radu [15] opisani su servisi za merenje šećera u krvi, elektrokardiograma srca, krvnog pritiska i temperature uz korišćenje IoT. Značaj IoT u implementaciji zdravstvenih usluga u pametnim gradovima opisan je i u radovima [16], [17]. U radu [18] opisana je integracija IoT i cloud servisa u cilju određivanja bolesti na osnovu simptoma koji se ogledaju u promenama u glasu pacijenata.

U radu [19] dat je pregled tehničkih, psihološko-etičkih i ekonomskih izazova za formiranje pametnih okruženja (kuća) za brigu o starima i o hroničnim bolesnicima, koje koriste tehnološku infrastrukturu (senzore, kamere, nosive uređaje i web servise) u cilju da se ispoštuje želja pacijenata da budu kod kuće. O pametnim kućama namenjenih zdravstvenoj nezi pisano je i u radovima [20][21].

U svrhe pametnog zdravstva koristi se i obrada i analiza slike za slučaj detektovanja abnormalnih pojava za odgovarajuće bolesti [22]. Detekcija pokreta koristi se u svrhe određivanja emocija, nivoa stresa, praćenje disanja [23]. Data mining i crowdsourcing takođe su našle primenu u servisima pametnog zdravstva. U radu [24] prikazan je način postupanja sa donošenjem zaključaka u slučajevima merenja i dobijanja abnormalnih rezultata, dok je u radu [25] opisano detektovanje nivoa depresije kroz crowdsourcing poređenjem sa podacima drugih korisnika i korišćenjem medicinskog data mining-a.

U Republici Srbiji u svojstvu elektronskog zdravstva koje bi moglo biti primenjivo i u realizaciji pametnih gradova, možemo izdvojiti informacije o zdravstvu javno dostupne. Primer takvih servisa jeste web portal MojDoktor [26] koji je obezbedilo Ministarstvo zdravlja Republike Srbije. Ovo je deo integrisanog zdravstvenog informacionog sistema Republike Srbije, u kome se čuvaju i obrađuju svi medicinski i zdravstveni podaci pacijenata, medicinskih radnika, podaci o ustanovama i intervencijama i uslugama izvršenih od strane tih zdravstvenih ustanova, podaci o receptima, uputima na specijalističke preglede i sl. Na ovaj način mogu se zakazati pregledi elektronskim putem, dobiti uput za specijalistički pregled ili elektronski recept.

Takođe, postoji i registar dostupnih lekova i medicinskih sredstava po apotekama i mogućnost pretraživanja po imenu leka ili supstanci. Radi se o Mediatel portalu za koji postoje urađene i Android i IOS aplikacije. Ona je deo projekta Portal otvorenih podataka, koji pored podataka o zdravlju, sadrži i javne podatke o upravi, obrazovanju, javnoj bezbednosti, životnoj sredini i sl [27].

Što se tiče internih informacionih sistema, koji služe za softversku podršku zdravstvenoj zaštiti, možemo izdvojiti MEDIS.NET informacioni sistem koji se uspešno koristi u 25 zdravstvenih ustanova. Od brojnih komponenti sistema za čuvanje administrativnih podataka, anamneze, zdravstvenog kartona u stomatologiji i sl., ovaj informacioni sistem ima mogućnost korišćenja od strane eksternih aplikacija, pa je u radu [28] opisan primer mobilne aplikacije koja koristi senzore za merenje pulsa i srčanog pritiska koji interaguje sa ovim informacionim sistemom uz mogućnost poređenja merenih rezultata sa istorijom bolesti pacijenta i dobijanja odgovora od strane lekara.

Ono što nedostaje našem elektronskom zdravstvenom sistemu su servisi koji koriste javne podatke u okviru lokalnih samouprava koji bi se prikupljali sa senzora sa odgovarajućih gradskih lokacija, a nosili bi informacije o stepenu zagađenosti vazduha i prisustva odgovarajućih alergena i sl.

ZAKLJUČAK

U radu su opisani koncepti pametnih gradova i pametnog zdravstva. Date su granice između termina elektronsko zdravstvo, mobilno zdravstvo i pametno zdravstvo. Opisano je p-Zdravstvo i pregled do sada implementiranih servisa u svetu i servisa elektronskog zdravstva kod nas koji bi mogli biti iskorišćeni u konceptu pametnih gradova.

Na osnovu iznetih podataka može se zaključiti da za je implementiranje servisa pametnog zdravstva neophodno što više javnih informacija koje se mogu iskoristiti za poređenje sa senzorski prikupljenim podacima od strane korisnika mobilnih telefona ili nosivih senzorskih uređaja. Takođe, mora postojati povratna sprega, pa i podaci poslani od strane korisnika utičaće na podatke koji se čuvaju u pametnoj infrastrukturi grada.

Predmet daljih istraživanja na ovu temu biće problemi sigurnosti i privatnosti zdravstvenih podataka i ostali izazovi u kreiranju servisa pametnog zdravstva.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiralo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije po projektu III-44007.

LITERATURA

- [1] S. P. Mohanty, U. Choppali, and E. Kougianos. "Everything you wanted to know about smart cities: The internet of things is the backbone." *IEEE Consumer Electronics Magazine*, vol.5.3, 2016, pp. 60-70.
- [2] World Urbanization Prospects: <https://esa.un.org/unpd/wup/>
- [3] Urbanization by continent: <https://www.statista.com/statistics/270860/urbanization-by-continent/>
- [4] Republički zavod za statistiku: <http://www.stat.gov.rs>
- [5] Dž. Avdić, and A. Avdić. "MEDIS upitnik - primena mobilnog računarstva u medicini", Društvo za informacione sisteme i računarske mreže YUINFO, 2016, pp: 321-324
- [6] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, and M. Zorzi, "Internet of things for smart cities.", *IEEE Internet of Things journal*, vol.1(1), 2014, pp:22-32.
- [7] C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen, and. D. Georgakopoulos, "Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things." , 25(1), 2014, pp: 81-93.
- [8] S. Mirri, C. Prandi, P. Salomoni, F. Callegati and A. Campi, "On combining crowdsourcing, sensing and open data for an accessible smart city." *Next Generation Mobile Apps, Services and Technologies (NGMAST)*, 2014 Eighth International Conference on. IEEE, 2014, pp:294-299.
- [9] M. Batty, "Big data, smart cities and city planning." *Dialogues in Human Geography*, vol. 3(3), 2013, pp:274-279.
- [10] A. Solanas, C. Patsakis, M. Conti, I. S. Vlachos, V. Ramos, F. Falcone, and A. Martinez-Balleste, "Smart health: a context-aware health paradigm within smart cities.", *IEEE Communications Magazine*, vol. 52(8), 2014, pp: 74-81.
- [11] C. Guanling, and D. Kotz. "A survey of context-aware mobile computing research.", *Technical Report TR2000-381*, Dept. of Computer Science, Dartmouth College, vol. 1(1.2), 2000.
- [12] D. Ding, M. Conti, and A. Solanas, "A smart health application and its related privacy issues." , In *Smart City Security and Privacy Workshop*, 2016, pp. 1-5.
- [13] Y. Mehta, M. M. Pai, S. Mallisery, and S. Singh, "Cloud enabled air quality detection, analysis and prediction-a smart city application for smart health.", In *Big Data and Smart City (ICBDSC)*, 3rd MEC International Conference on. IEEE, 2016, pp. 1-7.
- [14] T. Adame, A. Bel, A. Carreras, J. Melià-Seguí, M. Oliver, and R. Pous, "CUIDATS: An RFID-WSN hybrid monitoring system for smart health care environments.", *Future Generation Computer Systems*, vol.78, 2018, pp: 602-615.
- [15] K. Natarajan, B. Prasath, and P. Kokila, "Smart health care system using internet of things.", *Journal of Network Communications and Emerging Technologies (JNCET)*, vol. 6(3), 2016, pp: 37-42.
- [16] K. Ullah, M. A. Shah, and S. Zhang, "Effective ways to use Internet of Things in the field of medical and smart health care.", In *Intelligent Systems Engineering (ICISE)*, International Conference on. IEEE, 2016, pp: 372-379.
- [17] A. Gomma, C. Zhang, M. Hasan, M. B. Roche, and S. Hynes, "Supportive Glucose Sensing Mobile Application to Improve the Accuracy of Continuous Glucose Monitors". In *International Conference on Smart Health*, Springer, 2014, pp: 206-212.
- [18] G. Muhammad, S. M. M. Rahman, A. Alelwi, and A. Alamri, "Smart health solution integrating IoT and cloud: a case study of voice pathology monitoring.", *IEEE Communications Magazine*, vol. 55(1), 2017, pp: 69-73.
- [19] M. Moraitou, A. Pateli, and S. Fotiou, "Smart Health Caring Home: A Systematic Review of Smart Home Care for Elders and Chronic Disease Patients.", In *GeNeDis 2016* Springer, 2017, pp: 255-264.
- [20] G. Sprint, D. J. Cook, R. Fritz, and M. Schmitter-Edgecombe, "Using smart homes to detect and analyze health events." *Computer*, vol. 49(11), 2016, pp: 29-37.
- [21] S. Takatori, S. Matsumoto, S. Saiki, and M. Nakamura, "A proposal of cloud-based home network system for multi-vendor services." In *Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD)*, 15th IEEE/ACIS International Conference on. IEEE, 2014, pp: 1-6.
- [22] H. Jung, and K. Chung, "Sequential pattern profiling based bio-detection for smart health service", *Cluster Computing*, 2015, vol. 18(1), 2015, pp: 209-219.

- [23] R. C. Park, H. Jung, D. K. Shin, G. J. Kim, and K. H. Yoon, "M2M-based smart health service for human UI/UX using motion recognition.", *Cluster Computing*, 2015, vol. 18(1), pp: 221-232.
- [24] S. Hu, M. Huang, W. Feng, and Y. Zhang, "A smart health service model for elders based on ECA-S rules.", In *Software Engineering Research, Management and Applications (SERA)*, 15th International Conference on. IEEE, 2017, pp: 93-97.
- [25] J. C. Kim, and K. Chung, "Depression index service using knowledge based crowdsourcing in smart health.", *Wireless Personal Communications*, vol. 93(1), 2017, pp: 255-268.
- [26] Moj Doktor: <https://www.mojdoktor.gov.rs/>
- [27] Otvoreni Podaci: <https://data.gov.rs>
- [28] A. Milenković, D. Janković, M. Stojković, A. Veljanovski, and P. Rajković, "Kolaboracija mobilnih senzorskih aplikacija i medicinskog informacionog sistema. ", *INFOTEH-Jahorina*, Vol. 13, 2014, pp: 879-884.

ABSTRACT

We are witnessing times of intensive development of information and telecommunication technologies (ICT) and their presence is inevitable in various spheres of human activity and life, in order to improve them and provide new and increase the quality of existing services in various areas. The consequence of the use of IC technologies in healthcare is the formation of e-Health. The theme of this paper is e-Health services and their place and importance in the concept of smart cities. The paper describes the concept of smart cities and then presents the contributions of e-health to the concept of smart cities, their analysis, and suggestions for their improvement.

THE IMPORTANCE OF E-HEALTH IN THE CONCEPT OF SMART CITIES

Aldina Avdić, Dragan Janković