

**MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA PAMETNIH TELEFONA ZA
NADGLEDANJE ZDRAVSTVENOG STANJA VOJNIKA
THE POSSIBILITY OF USING SMARTPHONES TO
MONITOR SOLDIERS HEALTH STATUS**

Mladen Trikoš

REZIME: Nedavni tehnološki napredak u razvoju senzora, bežičnih mreža, mobilnog računarstva i cloud computing-a nagoveštava da može doći do fundamentalnih promena u načinu pružanja zdravstvenih usluga. Razvoj i širenje mobilnih senzora (nosivih senzora) omogućava pomeranje pružanja zdravstvenih usluga sa centralizovanih bolnica i medicinskih centara na same korisnike tih usluga. Kontinuirano praćenje zdravstvenog stanja vojnika putem mobilnih senzora ima potencijala da spreči bolesti - ranim otkrivanjem, da pomogne u rehabilitaciji vojnika i da pruži adekvatan tretman samim vojnim licima. Ovaj rad predstavlja prikaz moguće primene mobilnih telefona i senzora u cilju praćenja zdravstvenog stanja vojnika.

KLJUČNE REČI: pametni telefoni, nosivi senzori, zdravstveno stanje vojnika

ABSTRACT: Recent technological advances in the development of sensors, wireless networks, mobile computing and cloud computing suggests that there may be's fundamental changes in the delivery of health services. The development and spread of mobile sensors (wearable sensors) to shift the provision of health services with centralized hospitals and medical centers to the users of these services. Continuous monitoring of the health status of the soldiers via the mobile sensor has the potential to prevent disease - early detection, to help in the rehabilitation of soldiers and to provide adequate treatment to the military personnel. This paper aims to present possible applications of mobile phones and sensors in order to monitor the soldiers health status of the user.

KEY WORDS: smartphone, wearable sensors, soldiers health status

1. UVOD

Mobilne komunikacije, od nastanka prvog mobilnog telefona pa do današnjih dana, su drastično promenile načine života i rada ljudi. Pametni telefoni predstavljaju još jednu tehnologiju koja produbljuje te promene. Brži procesori, poboljšana memorija, male baterije sa velikom autonomijom u korelaciji sa visoko efikasnim operativnim sistemima utrlu su put aplikacijama koje direktno utiču na okruženje ljudi.

Nedavni tehnološki napredak u razvoju senzora, bežičnih mreža, mobilnog računarstva i cloud computing-a nagoveštava da može doći do fundamentalnih promena u načinu pružanja zdravstvenih usluga. Razvoj i širenje mobilnih senzora (fizioloških monitora) omogućava pomeranje pružanja zdravstvenih usluga sa centralizovanih bolnica i medicinskih centara na same korisnike tih usluga, odnosno njihove domove. Kontinuirano praćenje zdravstvenog stanja korisnika putem mobilnih senzora ima potencijala da spreči bolesti - ranim otkrivanjem, da pomogne u rehabilitaciji korisnika i da pruži adekvatan tretman samim korisnicima.

Ovaj rad predstavlja prikaz moguće primene pametnih mobilnih telefona i senzora u cilju praćenja zdravstvenog stanja vojnika. Biće predstavljen mogući praktični primeri infrastrukture mobilnog sistema za praćenje zdravstvenog stanja, koji može poslužiti za dalja istraživanja u oblasti monitoringa zdravlja pojedinaca.

Dok su tradicionalni zdravstveni sistemi centralizovani i fokusirani na reagovanje na bolesti, novi zdravstveni sistemi koji se baziraju na upotrebi mobilnih senzora i telefona omogućavaju da se fokus prebaci na proaktivno upravljanje i praćenje zdravlja.

2. TEHNOLOŠKI TRENDVI

Tehnološki razvoj senzora, bežičnih mreža, mobilnog i cloud computing-a omogućava da se u osnovi promeni način pružanja i korišćenja zdravstvenih usluga. Te nove tehnologije mogu da se koriste za prevenciju [1], rano otkrivanje bolesti [2], kao i za tretman brojnih medicinskih stanja [3]. Osim toga, hronična stanja kao što su dijabetes [4], [5] ili srčane insuficijencije [6] mogu se efikasnije kontrolisati sa većom udobnošću za same korisnike.

Raspoloživost, priuštivost, i odlične performanse su pametne telefone dovele do toga da budu dominantna lična računarska platforma. Prema izveštaju iz aprila 2013 godine, 216.2 miliona pametnih telefona je isporučeno širom sveta u prvom kvartalu 2013 godine, što predstavlja povećanje od 41,6% u odnosu na isti period u 2012 godini. Široka upotreba pametnih telefona dovelo je do pomeraja u pružanju mnogih usluga, kao što su vesti, komunikacije i digitalni sadržaji. Sličan efekat je vidljiv u vojsci i u zdravstvu [7]. Sa nedavnom ekspanzijom broja pametnih telefona, broj zdravstvenog nadzora i wellness aplikacija eksponencijalno se povećao. Prema izveštaju iz marta 2013 godine, više od 97.000 mHealth aplikacija nalaze se na različitim prodavnicama aplikacija [8]. S druge strane, sve veći broj korisnika aktivno prati svoje zdravstveno stanje [9]. Dostupnost pametnih telefona i uređaja koji se mogu nositi, kao i njihova široka upotreba i prihvaćanje od strane potrošača stvorili su nove mogućnosti za korisnike i zdravstvene radnike.

2.1. Praćenje zdravstvenog stanja vojnika pomoću senzora

Sistemi za monitorisanje fizioloških signala nosivim senzorima omogućavaju praćenje zdravstvenog stanja vojnika i

njihovih fizioloških aktivnosti tokom dana, tokom treninga i tokom obuke. Vojnici mogu da prate parametre svog fiziološkog stanja i da u skladu sa tim vrednostima prilagode svoje ponašanje [10], [11]. Integracija ovakvog sistema sa zdravstvenim informacionim sistemima vojnih ustanova omogućilo bi automatsko arhiviranje zapisa u zdravstveni karton vojnika a implementacijom automatizovanog sistema monitoringa mogli bi se upozoriti doktori ili medicinski radnici da su potrebne intervencije kod vojnika [4], [5]. Oni se takođe mogu koristiti za praćenje zdravlja pacijenata u bolnicama, ili za nadzor operavka od hirurške intervencije [12]. Primer arhitekture sistema za fiziološki monitoring prikazan je na slici 1. Niz senzora na ili u telu prati fizičku aktivnost i fiziološke signale vojnika. Senzori se kontrolišu i komuniciraju sa personalnim serverom koji integriše informacije sa svih senzora i komunicira sa serverom medicinske ustanove, odnosno medicinskog osoblja [13], [14]. Sistem takođe može integrisati dodatne informacije, kao što su uslovi životne sredine (na primer, lokalne temperature i vlažnost).



Slika 1: Arhitektura sistema za fiziološki monitoring

Inicijalni koncept “personal area network” za praćenje zdravstvenog stanja predložio je profesor Jovanov i realizovan je u Univerzitetu Alabama u Hanstvilu 2000. godine [15].

U poslednjoj deceniji brojni istraživački radovi fokusirali su se upravo na sisteme za praćenje zdravlja koje korisnici mogu da se nose sa sobom. Istraživači sa MIT Media Lab-a razvili su istraživačku platformu koju su nazvali MIThril [16], [17] - “noseća” računarska platforma koja obuhvata senzore za praćenje stanja korisnika, i umrežavanje tih senzora sa aplikacijama za zdravstvo, za komunikaciju u cilju pružanja informacija sa tih senzora. Niz bežičnih medicinskih senzora koji sakupljaju informacije o otkucajima srca (HR), zasićenju kiseonikom (SpO2), elektrokardiogramu (ECG) i ostalih fizioloških podataka razvijeni su na Harvard Sensor Network laboratoriji i nazvani su CodeBlue [18].

Većina sistema za monitorisanje fizioloških signala razvijeni su u istraživačkom okruženju i nisu evoluirali ka distri-

buiranim sistemima za praćenje fizioloških signala. Štaviše, mnogi važni aspekti sistema nisu dovoljno prisutni u literaturi, kao što su energetska efikasnost senzora, vremenska sinhronizacija i upravljanje fiziološkim zapisima. Većina dostupnih komercijalnih sistema nudi neku vrstu sistema za praćenje fizioloških signala fokusiranih na fitness i wellness [19], [20], [21], [22], [23], sa ograničenom podrškom za funkcije koje su bitne istraživačima i zdravstvenim radnicima, kao što su precizno vremensko praćenje, anotacija događaja i arhiviranje sirovih signala.

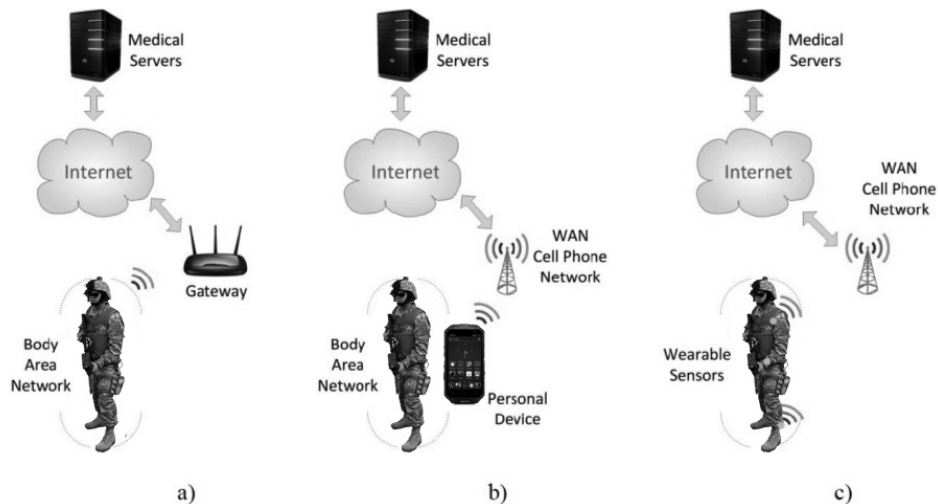
3. INFRASTRUKTURA SISTEMA ZA PRAĆENJE FIZIOLOŠKIH SIGNALA

Tradicionalni sistemi zdravstvene zaštite, kako civilne tako i vojne, dizajnirani su i implementirani da pružaju odgovore na simptome. Prednosti i široka prihvaćenost komunikacionih i informacionih tehnologija omogućavaju da se medicinske usluge pružaju na daljinu – telemedicina [24]. Informacione i komunikacione tehnologije takođe su uvele promene u kliničkoj praksi, dokazi za to su elektronske medicinske evidencije i sveprisutni zdravstveni informacioni sistemi. Sve ove promene doprinele su nastanku novog modela zdravstvene zaštite po nazivom eHealth [25]. Osim toga, nova dostignuća u razvoju senzora, prenosnih računara, pametnih telefona i komunikacija omogućavaju monitoring fizioloških signala, koji može da obezbedi lekarima i vojnicima prikupljanje fizioloških podataka tokom dužeg vremenskog perioda. Kontinuirano praćenje može omogućiti vojnim zdravstvenim ustanovama da se fokusiraju na prevenciju bolesti i njeno rano otkrivanje. Štaviše, može se obezbediti efikasnije upravljanje hroničnih stanja kao što su dijabetes ili srčane slabosti. Ovaj koncept je takođe poznat kao mHealth i predstavlja evoluciju eHealth sistema fokusirajući se na bežične i mobilne mreže [13], [26].

3.1. Arhitektura sistema

Glavni ciljevi za nošenje senzora za monitoring fizioloških signala jesu kontinuirano praćenje fiziologije vojnika tokom svakodnevnih aktivnosti, obrada praćenih parametara, pružanje povratnih informacija vojnicima, i dostavljanje relevantnih informacija vojnim zdravstvenim ustanovama. Sistem za praćenje fizioloških signala nosivim sensorima može da sadrži i dodatne informacije, kao što su uslovi životne sredine (na primer, lokalne temperature i vlažnosti vazduha), radi bolje interpretacije praćenih parametara. Imajući u vidu navedene ciljeve, opšta arhitektura i protok podataka sistemom za monitoring fizioloških signala nosivim sensorima može se predstaviti pomoću slike 1.

U zavisnosti od okruženja, arhitektura sistema za praćenje fizioloških signala nosivim sensorima može biti realizovana kroz nekoliko različitih načina. Na primer, arhitektura sistema za praćenje stanja zdravlja vojnika hospitalizovanih u bolnicama ili jedinicama i arhitektura sistema za praćenje vojnika tokom svojih svakodnevnog aktivnosti će se znatno razlikovati. Najtipičnije arhitekture sistema su prikazane na slici 2.



Slika 2: Moguće arhitekture sistema za fiziološki monitoring

U prvoj arhitekturi, prikazanoj na slici 2 a), vojnici nose senzore koji komuniciraju sa gateway-om u svom okruženju, koji dalje prebacuje podatke na medicinski server putem Interneta. Ova arhitektura je primenjena u slučajevima kada vojnici provode većinu svog vremena u poznatom okruženju u ograničenom prostoru, kao što su bolnice, kancelarije ili kuće.

U arhitekturi na slici 2 b), podaci sa pojedinačnih senzora se prikupljaju i grupišu na lični prenosivi uređaj, koji periodično šalje podatke ka medicinskom serveru. Širok spektar uređaja može da se koristi kao lični uređaj za prikupljanje podataka, kao što su laptopovi, tablet računari i pametni telefoni. Pametni telefoni predstavljaju pravi izbor zbog sve veće prisutnosti, širokog spektra funkcionalnost i performansi, kao i zbog pristupačnosti. Štaviše, popularnost i dostupnost pametnih telefona čine ovu arhitekturu veoma popularanom i široko usvojenom. Ovaj rad je baziran na opisu upravo ove (mHealth) arhitekture.

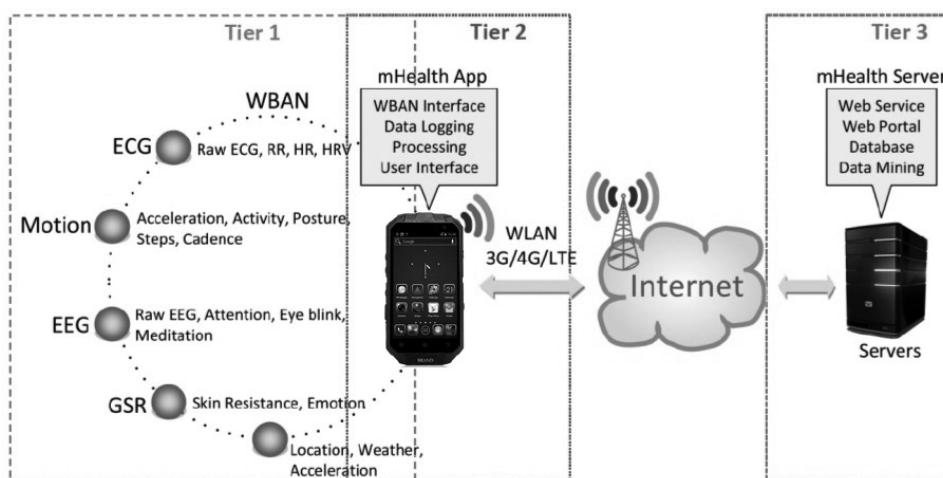
Dok prve dve arhitekture zahtevaju posrednika između senzora i medicinskog servera, u trećoj arhitekturi senzori komuniciraju direktno sa medicinskim serverom preko Interneta,

kao što je prikazano na slici 2. c). U slučaju da je vojniku potrebna povratna informacija, to se može postići korišćenjem ličnih uređaja (pametni telefon, tablet, računar) koji će primiti podatke sa medicinskog servera a ne od senzora. Nažalost, ograničena autonomija baterija i značajni troškovi komunikacije preko mobilne mreže ograničavaju primenljivosti ove arhitekture, ali uz napredovanje tehnologija, u budućnosti ova arhitektura može biti uspešana.

3.2. mHealth arhitektura

mHealth infrastruktura je dizajnirana kao troslojna arhitektura sa bežičnom senzorskom mrežom tela (WBAN) i drugih senzora za fiziološki monitoring na prvom sloju, personalnih uređaja na drugom sloju i mHealth servera na trećem sloju, kao što je predstavljeno na slici 3.

Prvi sloj se sastoji od jednog ili više Body Area Networks (BANs) ili Body Sensor Networks (BSN) optimizovanih za određenu aplikaciju za praćenje zdravlja. Svaka mreža integriše jedan ili više nosivih i inteligentnih senzorskih čvorova. Ovi



Slika 3: Tok podataka u troslojnoj mHealth arhitekturi

senzori mogu da osete vitalne signale (npr. elektrokardiogram, elektroencefalogram, broj uzdisaja, i telesnu temperaturu), pokrete tela (npr. jačinu, ubrzanje, i brzinu pokreta), držanje, kao i uslove životne sredine (npr. vlažnost vazduha, atmosferski pritisak, i ambijentalno osvetljenje). Pojedinačne senzorske mreže mogu se osloniti na mrežnog koordinatora koji konfigurirate mrežne čvorove, upravlja čvorovima, i preuzima podatke iz čvorova. Koordinator mreže komunicira preko žičane ili bežične veze sa personalnom aplikacijom koji radi na personalnom uređaju (pametni telefon, tablet, itd.).

Personalne aplikacije rade na personalnom uređaju (npr. Android ili Apple/IOS pametnom telefonu, tabletima, ili personalnim računarima) i one predstavljaju drugi sloj prikazane arhitekture. Aplikacije su dizajnirane da olakšaju: a) upravljanje različitim sensorima u senzorskoj mreži; b) preuzimanje podataka sa pojedinačnih senzora, analiziranje tih podataka u cilju dobijanja informacija o zdravstvenom stanju, i c) u realnom vremenu pružanje povratnih informacija o zdravstvenim parametrima i preporukama (npr. upravljanje rehabilitacijom ili fizičkim vežbanjem). Prikupljene informacije o zdravstvenom stanju periodično se šalju na mHealth server preko Interneta.

Treći sloj mHealth arhitekture čini grupa servera koji obezbeđuju čuvanje, pristup podacima, virtuelizaciju i podršku za analizu fizioloških zapisa. Fiziološki zapisi (podaci) se čuvaju u bazi podataka posebno dizajniranom da podrži efikasno čuvanje raznorodnih fizioloških podataka. Svaki zapis mora imati informacije o vojniku, opremi koja se koristi za prikupljanje podataka i uslove pod kojima se podaci evidentiraju.

3.3. Prvi sloj mHealth arhitekture

Fiziološki monitoring počinje se detekcijom jednog ili više signala. Nosivi senzori mogu da osete fiziološku aktivnost vojnika (npr. srčane ili moždane električne aktivnosti, galvanisku reakciju kože), fizičku aktivnost (npr. pokret tela, držanje tela, orijentaciju tela), i uslove sredine (npr. vlažnost, lokaciju, i temperaturu). Iako postoji niz senzora koji detektuje različite signale, opšta softverska arhitektura fizioloških senzora može se predstaviti kroz nekoliko bitnih zadataka.

3.3.1. Softverska arhitektura

Rad fizioloških senzora na prvom sloju može se opisati kroz tri bitna zadatka: očitavanje signala i uslova sredine, obrada signala i komunikacija (slika 4).

Očitavanje signala i uslova sredine predstavljaju tačku ulaska podataka u sistema za fiziološki monitoring. Pošto je tačnost informacije na ulaznoj tački kritičan za čitav sistem, sakupljanje informacija i vremenska oznaka informacija trebalo bi da se implementira na ovom nivou.



Slika 4: Arhitektura softvera senzora

Snimljeni signali često inicijalno budu obrađeni na samom senzoru. Ta obrada može da poboljša kvalitet signala koristeći softver za filtriranje, zatim izdvajanjem relevantnih karakteristika snimljenih signala u cilju smanjenja količine informacija koje treba da se proslede, i sakupljanjem signala da bi se poboljša pouzdanost i efikasnost komunikacije.

Zadatak komunikacije jeste da prenese snimljeni i procesuirani signal ka drugom sloju mHealth arhitekture. To se može postići žičnim ili bežičnim prenosom podataka. Iako bežični prenos troši više energije, to je najčešći tip prenosa, jer takvi senzori mogu da se nose i samim tim povećavaju udobnost vojniku. Da bi se obezbedila privatnost i bezbednost podataka, informacije često budu kodirane.

3.3.2. Fiziološki senzori

Nedavni tehnološki napredak u senzorskoj tehnologiji i masovna proizvodnja dovela je do toga da mnoge kompanije proizvode i prodaju razne fiziološke senzore po pristupačnoj ceni [27], [28], [29], [30] [31], [32], [33]. Snimanje srčane aktivnosti, fizičke aktivnosti, aktivnosti mozga i drugih fizioloških signala sada je lako dostupno istraživačima i ljudima zainteresovanim za praćenje sopstvenog zdravstvenog stanja. Slika 5 prikazuje skup dostupnih fizioloških senzora.



Slika 5: Fiziološki senzori: a) Garmin ANT+ heart monitor, b) Zephyr HxM heart rate monitor c) Zephyr BioHarness 3 physiological monitor, d) Hidalgo Equivital 2 physiological monitor, e) Garmin ANT+ bike and cadence sensor, f) Garmin ANT+ foot pod, g) Zeo sleep monitor, h) NeuroSky MindSet EEG sensor, i) Emotiv EEG neuroheadset

Aktivnost srca predstavlja jedan od najviše posmatranih fizioloških signala zbog prikazivanja kardiovaskularnih stanja. Samim tim postoje desetine senzora sposobnih da snime srčanu električnu aktivnost. Većina senzora za praćene srčane aktivnosti se radi u vidu pojasa za grudi (slike 5 a-d), u cenovnom rasponu od jeftinijih (manje od 100 dolara) namenjenih za fitness do sofisticiranijih namenjenih istraživačima i koštaju preko 2000 dolara. Dok senzori za fitness daju informaciju o prosečnom broju otkucaja srca koji se izračunava na nekoliko sekundi [34], sofisticirani senzori [28], [30] daju informacije o elektrokardiogramu (ECG) i čuvaju te informacije u lokalnoj memoriji senzora.

3.3.3. Senzori pametnih telefona

U poslednjih nekoliko godina pametni telefoni nisu samo povećali svoje mogućnosti u pogledu računarskih performansi već su postali opremljeni i brojnim sensorima. Tipičan primer predstavlja pametni telefon Google Nexus 4 [35], koji poseduje akcelerometar, žiroskop, magnetometar, barometar, sen-

zor ambijetalnog osvetljenja, GPS i dve kamere. Posедуje i podršku za više tipova komunikacije 3G/4G, WiFi, bluetooth i NFC (Near Field Communication).

Svaki od navedenih senzora je integrisan sa određenim ciljem. Akcelerometar određuje orijentaciju telefona koristeći gravitaciju Zemlje, i tipično se koristi da postavi ekran vertikalno u odnosu na položaj telefona. Magnetni senzor se obično koristi za kompas, mereći elektromagneto polje Zemlje. Senzor blizine služi da odredi kada se telefon nalazi blizu uva korisnika kako bi se sprečilo slučajno uključivanje komandi i uštedila energija isključivanjem ekrana.

Od kada većina mobilnih operativnih sistema, kao što su Android, iOS i Windows 8 imaju framework za upravljanje senzorima, pametni telefoni se mogu iskoristiti kao osnova za aplikacije koje se mogu koristiti za monitoring fizioloških signala.

3.4. Drugi sloj mHealth arhitekture

Fiziološki signali snimljeni na senzorima prvog sloja se proleđuju i obrađuju na drugom sloju mHealth arhitekture. Dok za većinu senzora postoje brojne aplikacije za pametne telefone, svaki specifični sofisticirani senzor zahteva posebnu aplikaciju za obradu dobijenih signala. Zbog različitih fiziologija vojnika, većina aplikacija se personalizuje i prilagođava potrebama samih vojnika. Iako personalizovane aplikacije mogu da koriste različite senzore, različite procedure za obradu signala, različite korisničke interfejsse, sve se mogu opisati kroz nekoliko bitnih zadataka koji su zajednički za sve aplikacije. Implementacija svakog od zadatka u posebne module personalizovane aplikacije, može da poboljša mogućnost ponovne reorganizacije same aplikacije i da olakša dalji razvoj aplikacija.

3.4.1. Aplikacije pametnih telefona

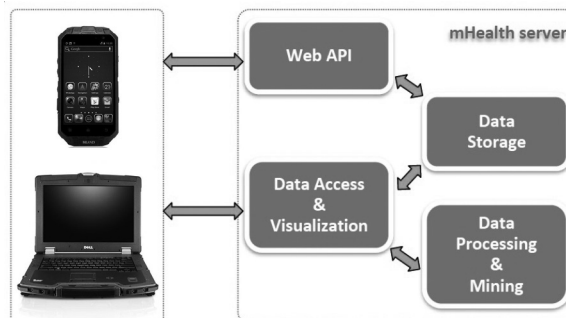
Tipična aplikacija pametnih telefona za mHealth treba da ima: interfejs prema senzorima - konfiguriše senzore i dobija podatke sa njih; interfejs prema korisniku – prikazuje status, informacije i daje povratne smernice; interfejs prema serveru – šalje podatke serveru i dobija povratne informacije od servera. Pametni telefoni sa standardizovanim operativnim sistemima kao što su Apple iOS ili Google Android predstavljaju idealnu platformu za razvoj aplikacija za mHealth. Tako sakupljeni podaci se šalju na server i mogu biti integrisani u elektronski zdravstveni karton vojnika.

3.5. Treći sloj mHealth arhitekture

Treći sloj navedene arhitekture trebalo bi da se sastoji od četiri modula: web API, skladišta podataka, obarde i analize podataka i pristup podacima i virtualizacije (slika 6).

Web Api prihvata podatke sa personalnih uređaja i čuva ih u bazi podataka. On takođe omogućava personalnim uređajima da pristupe podacima koji su sačuvani u bazi podataka. S obzirom da baza podataka sadrži privatne podatke o zdravstvenom stanju pojedinca, web API mora da obezbedi autentikaciju pre nego što dozvoli personalnim uređajima da sačuvaju ili

skinu podatke iz baze. Čak štaviše, sama komunikacija između uređaja i web API-a trebalo bi da se kriptuje.



Slika 6: Softverska arhitektura mHealth servera

Glavni cilj skladišta podataka jeste da obezbedi permanentno čuvanje fizioloških podataka vojnika. Obično, skladište podataka se realizuje kroz tradicionalne relacione baze podataka, koje obezbeđuju lak pristup setovima podataka pomoću standardizovanih upita, zatim predstavljaju vrlo stabilan i pouzdan sistem za upravljanje bazama podataka.

Modul za virtualizaciju i pristup podacima treba da dozvoli autorizovanim korisnicima (doktorima i vojnicima) da pristupe snimljenim podacima. Ovaj modul obezbeđuje da korisnici pristupe podacima za koje su autorizovani.

4. ZNAČAJ PAMETNIH TELEFONA U VOJNOM ZDRAVSTVU

U vojnom zdravstvu, važno je shvatiti prednosti efikasnog korišćenja mobilnih telefona. Mobilni uređaji omogućavaju brži i jednostavniji pristup podacima vojnika, što svakako rezultira i boljoj nezi vojnika. Uticaj upotrebe pametnih telefona u zdravstvene svrhe lako je uočljiv. Na primer kada medicinsko osoblje ima pristup laboratorijskim ili fiziološkim podacima vojnika, ono može brzo da pregleda podatke i da na osnovu njih reaguje. Samim tim osoblje postaje manje zavistno od desktop računara i u stanju je da pruži negu vojnicima u bilo kom okruženju.

Upotreba pametnih telefona u vojnom zdravstvu stvorilo bi više slobodnog prostora u zdravstvenim ustanovama, smanjilo bi gužve u istim, a pružanje usluga vojnicima bi bilo efikasnije. A medicinsko osoblje bi u realnom vremenu imalo uvid u zdravstveno stanje vojnika.

Kada bi vojna zdravstvena organizacija videla prednost i dozvolila upotrebu mobilnih uređaja, naredni logičan korak jeste da se izradi plan da se obezbedi sigurnost podataka kojima se pristupa pomoću mobilnih uređaja. Ovo podrazumeva sprovođenje jake kontrole pristupa na nivou uređaja i na mrežnom nivou, kao i obezbeđivanje identifikacije i autentifikacije korisnika (doktora i vojnika).

5. ZAKLJUČAK

Trenutni sistem zdravstvene zaštite, bilo civilne ili vojne, zbog ekonomskih, socijalnih i demografskih trendova pada u krizu. Postojeći sistem zdravstvene zaštite je fokusiran da re-

aguje na bolesti, što dovodi do toga da se bolesti obično kasno otkriju, a samim tim se povećavaju troškovi lečenja i znatno se smanjuje šansa za oporavak.

Tehnološki napredak omogućava razvoj novih sistema zdravstvene zaštite baziranih na nosivim senzorima za praćenje zdravstvenog stanja. Nosivi senzori imaju mogućnost da distribuiraju zdravstvene usluge iz domova zdravlja u domove vojnika. Štaviše, kontinuirano praćenje zdravstvenog stanja ima potencijala da spreči bolesti ranim otkrivanjem i pomogne u rehabilitaciji.

U radu je predstavljena mogućnost primene senzora i pametnih telefona u nadgledanju zdravstvenog stanja vojnika. Analizom naučnih radova, predstavljena je upotreba ovih senzora, pametnih telefona i senzornih podataka i mogućnosti njihove primene.

Podaci sa senzora i mobilnih telefona se pored očiglednih prednosti od njihove upotrebe, mogu zloupotrebiti, može se narušiti privatnosti i bezbednosti korisnika tih uređaja. Kao naredni korak istraživanja predlažem razvoj mobilne aplikacije koja bi koristila kao sredstvo za bezbedno prikupljanje informacija o zdravstvenom stanju korisnika telefona. Predlažem da se izradi plan kontrole pristupa medicinskim serverima i bazama podataka, i plan čuvanja podataka na mobilnim uređajima pomoću jake enkripcije; da ukoliko dođe do gupitka ili krađe mobilnog uređaja podaci korisnika ne budu kompromitovani.

Mobilni uređaji predstavljaju budućnost u pružanju zdravstvenih usluga. S tim u vezi potrebno je razviti alate potrebne za bezbednost samih uređaja i aplikacija koje koriste za fiziološki monitoring.

6. LITERATURA

- [1] J. Lieffers and R. Hanning, "Dietary Assessment and Self-monitoring with Nutrition Applications for Mobile Devices.," Canadian Journal of Dietetic Practice & Research, vol. 73, no. 3, pp. 142–142, Sep. 2012.
- [2] M. P. Griffin and J. R. Moorman, "Toward the Early Diagnosis of Neonatal Sepsis and Sepsis-Like Illness Using Novel Heart Rate Analysis," Pediatrics, vol. 107, no. 1, pp. 97–104, Jan. 2001.
- [3] D. Luxton, R. McCann, N. Bush, M. Mishkind, and G. Reger, "mHealth for mental health: integrating smartphone technology in behavioral healthcare.," Professional Psychology: Research & Practice, vol. 42, no. 6, pp. 505–512, Dec. 2011.
- [4] D. Froisland, E. Arsand, and F. Skarderud, "Improving diabetes care for young people with type 1 diabetes through visual learning on mobile phones: mixed-methods study.," Journal of Medical Internet Research, vol. 14, no. 4, pp. e111–e111, Oct. 2012.
- [5] H. Blake, "Innovation in practice: mobile phone technology in patient care.," British Journal of Community Nursing, vol. 13, no. 4, p. 160, Apr. 2008.
- [6] Mashable "Doctors Believe Using Health Apps Will Cut Down on Visits," <http://mashable.com/2012/03/12/mobile-health/>
- [7] "Mobile Health App Market Report 2013-2017: The Commercialization of mHealth Apps," Research and Markets, Mar. 2013.
- [8] "Quantified Self." <http://quantifiedself.com/>
- [9] "The smartphone will see you now.," Harvard Heart Letter, vol. 22, no. 2, pp. 3–3, Oct. 2011.
- [10] "Digifit.," Running & FitNews, vol. 30, no. 4, pp. 3–3, Jul. 2012
- [11] E. Jovanov, A. Milenkovic, C. Otto, and P. de Groen, "A wireless body area network of intelligent motion sensors for computer assisted physical rehabilitation," Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, vol. 2, no. 1, pp. 2–6, Mar. 2005.
- [12] R. S. H. Istepanian, E. Jovanov, and Y. T. Zhang, "Guest Editorial Introduction to the Special Section on M-Health: Beyond Seamless Mobility and Global Wireless Health-Care Connectivity.," Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on DOI - 10.1109/TITB.2004.840019, vol. 8, no. 4, pp. 405–414, 2004.
- [13] E. Jovanov, C. C. Y. Poon, G.-Z. Yang, and Y. T. Zhang, "Guest Editorial Body Sensor Networks: From Theory to Emerging Applications," IEEE Trans. Inform. Technol. Biomed., vol. 13, no. 6, pp. 859–864, Nov. 2009.
- [14] E. Jovanov, J. Price, D. Raskovic, K. Kavi, T. Martin, and R. Adhami, "Wireless personal area networks in telemedical environment," in Proceedings 2000 IEEE EMBS International Conference on Information Technology Applications in Biomedicine. ITAB-ITIS 2000. Joint Meeting Third IEEE EMBS International Conference on Information Technology Applications in Biomedicine (ITAB'00). Third Works, Arlington, VA, USA, pp. 22–27.
- [15] R. W. DeVaul, S. J. Schwartz, and A. "Sandy" Pentland, "MIThrill: context-aware computing for daily life," MIT Media Lab, May 2001.
- [16] A. Pentland, "Healthwear: medical technology becomes wearable," Computer, vol. 37, pp. 42–49, May 2004.
- [17] D. Malan, T. Fulford-Jones, M. Welsh, and S. Moulton, "CodeBlue: An ad hoc sensor network infrastructure for emergency medical care," in In International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks, Boston, MA, USA, 2004.
- [18] "Endomondo Sports Tracker." https://play.google.com/store/apps/details?id=com.endomondo.android.pro&feature=related_apps
- [19] "SportsTracker PRO." https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sportstracklive.android.ui.activity.pro&feature=related_apps
- [20] "Sports Tracker." https://play.google.com/store/apps/details?id=com.stt.android&feature=search_result
- [21] "My Tracks." https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.maps.mytracks&feature=search_result
- [22] "Nike Running." https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nike.plusgps&feature=search_result#?t=W251bGwMSWxLDEsImNvbS5uaWtLnBsdXNncHMlXQ
- [23] C. S. Pattichis, E. Kyriacou, S. Voskarides, M. S. Pattichis, R. Istepanian, and C. N. Schizas, "Wireless telemedicine systems: an overview," IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 44, no. 2, pp. 143–153, 2002.
- [24] G. Eysenbach, "What is e-health?," J Med Internet Res, vol. 3, no. 2, Jun. 2001.
- [25] E. Jovanov, "Wireless Technology and System Integration in Body Area Networks for m-Health Applications," Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, vol. 7, pp. 7158–7160, 2005.
- [26] "Polar Heart Rate Monitors and GPS Sport Watches." <http://www.polar.com/en>
- [27] "Zephyr BioHarness BT." <http://www.zephyr-technology.com/bio-harness-bt>
- [28] "Garmin." <http://www.garmin.com/garmin/cms/site/us>
- [29] "Hidalgo Equivital." <http://www.equivital.co.uk/>
- [30] "Zeo Sleep Manager." <http://www.myzeo.com/sleep/>
- [31] "NeuroSky - MindSet." <http://www.neurosky.com/Products/Mind-Set.aspx>
- [32] "Emotiv EEG Systems." <http://www.emotiv.com/>
- [33] "Zephyr HxM Bluetooth Heart Rate Monitor." <http://www.zephyr-technology.com/products/hxm-bluetooth-heart-rate-monitor/>
- [34] "Google Nexus 4." <http://www.google.com/nexus/4/specs/>



M.Sc. Mladen Trikoš, Univerzitet odbrane u Beogradu – Vojna akademija.

Kontakt: mladen.trikos@va.mod.gov.rs

Oblasti interesovanja: računarske mreže, bezbednost i zaštita računarskih sistema, senzorske mreže