

# PRIMENA MOBILNIH TEHNOLOGIJA U ANALIZI, PRAĆENJU I UNAPREĐIVANJU ZDRAVSTVENOG STANJA

*Stevan Jokić<sup>1</sup>, Ivan Jokić<sup>2</sup>*

## Sažetak

*U ovom radu predstavljen je razvoj i implementacija efikasnog, atraktivnog, povoljnog telemedicinskog sistema za proveru zdravstvenog stanja srca kao i nivoa fizičke kondicije i stresa pod nazivom "EKG za svakoga".*

*EKG za svakoga predstavlja telemedicinsko rešenje za snimanje, skladištenje, analizu, prikaz EKG signala kao i efikasan interfejs za udaljeni pristup lekaru. Atraktivnost pristupa sistema EKG za svakoga ogleda se kako u niskoj ceni razvijenog EKG uređaja tako i u mogućnosti EKG uređaja da snima više kanala EKG signala bez standardnog lepljenja elektroda na telo korisnika, automatskoj analizi EKG signala već u mobilnoj aplikaciji kao i interfejsima za zahtevanje pregleda prikupljenih snimaka od strane lekara angažovanih u sistemu. Analiza i obrada EKG signala implementirana je već u mobilnoj aplikaciji korisnika i obuhvata detekciju i klasifikaciju srčanih otkucaja kao i analizu promenljivosti srčanog ritma. Upotrebom senzora za ubrzanje, ugrađenog u mobilne telefon, analizira se kretanje korisnika čime se upotpunjava analiza.*

*Veb interfejsi sistema obuhvataju servise za prijem i skladištenje podataka kao i veb aplikacije za pristup podacima. Poseban deo veb aplikacije prestavlja portal u kome je moguće postaviti snimke EKG signala, koji mogu biti snimljeni pomoću različitih uređaja, za koje korisnici mogu dati svoje mišljenje uz reviziju lekara angažovanih u sistemu.*

***Ključne reči:*** *EKG Android, EKG, Obrada biomedicinskih signala , Telemedicina.*

---

<sup>1</sup> docent, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment u Novom Sadu, Cvećarska 2, Novi Sad, +381(0)21/400-484, stevan.jokic@gmail.com

<sup>2</sup> Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Serbia

## Uvod

Razvoj tehnologije mobilnih komunikacionih sistema, uključujući razvoj infrastrukture u vidu uvođenja brzih protokola za prenos podataka, kao i razvoj samih mobilnih uređaja pruža velike mogućnosti za izgradnju telemedicinskih sistema (TS) [1] – [3]. TS pruža mogućnost daljinskog nadzora zdravstvenog stanja pacijenta, eliminiše barijeru razdaljine ruralnih naselja. U više radova analizirani su postojeći TS. U [1] dat je pregled preko tri stotine relevantnih radova i izvršeno je vrednovanje TS. Izvedene zajedničke osobine razmatranih sistema su:

- Tehnička efikasnost u daljinskom nadzoru pacijenta
- Jednostavnost za upotrebu, kako za medicinsko osoblje tako i za pacijenta
- Ekonomska isplativost izgranje sistema
- Redukcija broja poseta pacijenata kao i smanjena potreba zadržavanja pacijenta radi bolničkih pregleda i lečenja
- Povećan kvalitet života pacijenta kao i psihološki osećaj sigurnosti

U [2] izvršeno je vrednovanje 66 TS sa stanovišta krajnjih korisnika. Istaknut je veliki broj radova iz oblasti TS koji se bavi tehničkim aspektima razvoja TS kao i razvojem pilot projekata bez analize dugoročne primene sa stanovišta krajnjih korisnika. Od ukupnog broja ispitanika u radu [2], 56% ističe prednosti upotrebe TS, 36% navodi značajne mane TS, dok 8% daje prednost klasičnom pristupu lečenja u zdravstvu.

U radu [4] opisana je telemedicinska aplikacija za mobilne uređaje zasnovane na Android OS u klijent-server arhitekturi TS. Klijent-server arhitektura predstavlja najčešći pristup u dizajniranju TS, pri čemu se mobilnoj aplikaciji poverava samo prenos podataka [4] i [5], dok se analiza i pristup podacima implementiraju u serverskoj komponenti sistema. Ovakva arhitektura TS, u najvećoj meri rezultat je skromnih resursa dostupnih u mobilnim uređajima ranijih generacija.

Mogućnosti Android platforme proširene su u uređaju LifeWatch V, predstavljenom u drugom kvartalu 2012. godine. Proširenje je izvršeno dodavanjem većeg broja senzora među kojima su senzori za akviziciju EKG signala, merenje nivoa šećera u krvi, odnosno nivoa kiseonika. Telefon se isporučuje sa softverom koji omogućava analizu i vizuelizaciju zdravstvenog stanja [7].

## Motivacija

Bolesti srca i krvnih sudova *Cardiovascular diseases* (CVD) su vodeći uzrok smrti u svetu, kao i kod nas. Prema Svetskoj Zdravstvenoj Organizaciji (WHO) u svetu godišnje od bolesti srca i krvnih sudova umre preko 17 miliona ljudi. Prema podacima Instituta za javno zdravlje Srbije "Dr Milan Jovanović Batut" smo među prve tri države po smrtnosti uzrokovanoj bolestima srca i krvnih sudova odmah posle Rusije i Ukrajine. U Srbiji se dogodi 47 infarkta dnevno, dok u proseku na svakih 15 minuta jedna osoba premine od bolesti srca. Bolesti srca predstavljaju značajnu stavku u budžetu. Na primer u Americi se procewuju troškovi lečenja na preko sto milijardi dolara godišnje.

Prema WHO čak 80% bolesti srca može biti sprečeno [9]. Mogućnost prevencije je prepoznata u mnogim državama i donete su odgovarajuće strategije za podizanje svesti i upravljanje rizicima za razvoj bolesti srca kao što su povišen krvni pritisak. Finska je samo jedan od primera država koje su uložile u programe za prevenciju bolesti srca i krvnih sudova i uspela da prepolovi statistike vezan za smrtnost koje su je pre sedamdesetih godina svrstavale u sam vrh [17].

Bolesti srca i krvnih sudova nisu samo stanje, to je skup životnih navika i genetskih predispozicija koje oblikuju manifestaciju bolesti i svakako čovek ne treba biti samo posmatrač toga procesa nego treba i sam preuzeti mere koje su u njegovoj mogućnosti da spreči razvoj težih oboljenja. Pravilna fizička aktivnost može u velikoj meri sniziti rizike razvoja mnogih oboljenja. Svest o važnosti fizičke aktivnosti je sve viša te ljudi danas rekreativno vežbaju u većoj meri radi unapređenja zdravstvenog stanja, nego što je to samo radi unapređenja fizičkog izgleda. Pravilno vežbanje podrazumeva da je prilagođeno po intenzitetu i da postoji cilj prema kojem je aktivnost usmerena. Puls u miru je jedno od merila fizičke kondicije i dok je staro pravilo da je normalan puls odraslih od 60 do 100, 16-ogodisnja istraživanja nad oko 3000 zdravih ispitanika su zaključila da puls u miru u opsegu 81-90 dupliraju, dok puls u miru preko 90 triplira verovatnoću razvoja bolesti srca. Regresijom dobijenih podataka može se doci do generalnije jednakosti koja tvrdi da za svakih 12-27 dodatnih otkucaja u miru u minutu verovatnoća razvoja srčanih bolesti raste 16% . Ako je osoba pušac procenti povećanja rizika razvoja bolesti srca je uvećan [10].

Veoma vazno je i pratiti trend promena pulsa u miru. Naime visegodisnja studija (JAMA: *Journal of the American Medical Association*) pokazuje da ljudi kojima je u toku 10 godina puls u miru sa 70 skocio na 85 otk.u minutu i vise imali su čak 90% veću verovatnoću razvoja srčanih bolesti.

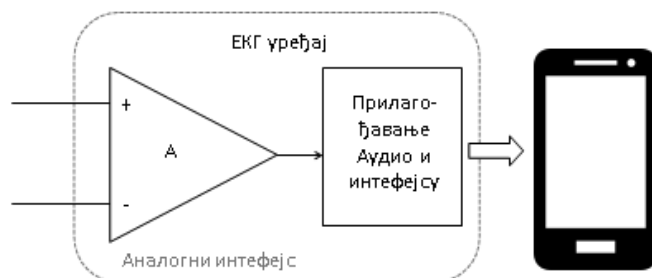
Na tržištu su dostupni i veoma prihvaćeni od strane korisnika raznovrsni uređaji koji prate fizičku aktivnost, najčešće analizom senzora za ubrzanje, takođe su često opremljeni i sensorima koji mogu da detektuju otkucaje srca i to najčešće optički PPG (*photoplethysmography*). Ovi uređaji su vrlo korisni u praćenju treninga kao što je npr. kardio trening tokom koga je potrebno kontinualno pratiti puls. U radu [11] je istaknuta važnost praćenja varijabilnosti srčanog ritma HRV (*Heart Rate Variability*). Optička detekcija srčanih otkucaja zasnovana na analizi PPG signala nije dovoljno precizna za pouzdanu HRV analizu.

## EKG uređaj

Tokom razvoja, EKG uređaj je prošao kroz više faza i verzija. Prva verzija uređaja imala je tri elektrode i prenosila je EKG signal u osnovnom opsegu do audio interfejsa mobilnog uređaja. Ovim pristupom je bilo moguće detektovati QRS komplekse, ali postojale su značajne degradacije signala na primer u oblastima ST segmenta, T talasa. Razlog degradacije signala je što EKG signal ima značajne komponente signala u opsegu učestanosti koje su niže od opsega zvučnih signala koje audio interfejs filtrira smatrajući ih šumom ili smetnjom..

U drugoj i trećoj verziji uređaja uvedeno je snimanje EKG signala bez lepljenja standardnih elektroda. Ovaj pristup snimanja EKG signala znatno je atraktivniji krajnjim korisnicima jer nema potrebe za oslobađanjem oblasti na koje se lepe elektrode kao ni iritacije usled elektroda. Treba napomenuti da je snimanje EKG signala upotrebom elektroda nepходно kod dužih snimanja EKG signala.

Treća verzija uređaja vrši adaptaciju EKG signala standardnom audio interfejsu dostupnom na računarima i mobilnim uređajima primenom modulacije. Na Sl. 1. Predstavljени su osnovni moduli EKG uređaja.



Sl. 1. Moduli EKG uređaja

Uređaj za snimanje EKG signala pažljivo je razvijan uz jedan od ciljeva da pored kvaliteta snimka bude i niska cena uređaja. Uspešnost u ovom aspektu izrade proizvoda postignuta je upotrebom standardnih elektronskih komponenti niske cene, tako da je cena ručne izrade prototipa uređaja ispod 10 eura. Cena je redukovana preusmeravanjem akcenta obrade EKG signala na mobilni uređaj korisnika. Čest koncept izrade EKG uređaja je dizajn relativno kompleksnog uređaja usko specijalizovanog za EKG, koji se u grubim crtama sastoji od analognog interfejsa, A/D konvertora, kontrolera, memorije, transportnog-mrežnog modula za prenos signala koji najčešće prenosi informacije do mobilnog uređaja koji vrši samo prosleđivanje signala ka serveru. Uočavamo da su mnoge komponente mobilnog uređaja duplirane u EKG uređaju, a mnoge komponente mobilnog uređaja i potpuno neupotrebene. Mobilni uređaji poseduju i audio interfejs i sve nabrojane komponente jednog hipotetičkog EKG uređaja, stoga je naše rešenje okrenuto jeftinom interfejsu za akviziciju EKG signala koji EKG signal odgovarajućom modulacijom adaptira audio interfejsu mobilnog uređaja i u daljoj obradi EKG signala se koriste izuzetno bogati resursi mobilnog uređaja. Računsko-memorijske performanse današnjih mobilnih uređaja daleko premašuju rešenja sa tipičnim kontrolerima. Prednost ovako jednostavnog uređaja je pored niske cene i visoka autonomnost u radu na bateriji jer uređaj ne poseduje mikro-kontrolere A/D konvertore i slične komponente koje se često koriste u rešenjima EKG uređaja.



*Sl. 2. Upotreba EKG uređaja bez elektroda*

U razgovoru sa lekarima zapaženo je interesovanje za pojednostavljene načine snimanja EKG signala pri čemu se posebno ističe želja za eliminacijom lepljenja elektroda. Stoga naš dizajnirani EKG uređaj pruža mogućnost snimanja EKG signala postavljanjem palčeva na odgovarajuće kontakte uređaja. Za snimanje drugih kanala EKG signala potrebno je kontaktima dodirnuti odgovarajuće tačke torzoa. Na uređaju su prisutni dodatni kontakti za jednostavno snimanje drugih kanala. Uređaj pruža i kontakte za priključivanje standardnih elektroda što je pogodno za duže periode snimanja EKG signala.

Na Sl. 2. prikazana je upotreba EKG uređaja bez lepljenja elektroda pri čemu se snima prvi kanal standardnog EKG zapisa.

### **Analiza EKG signala**

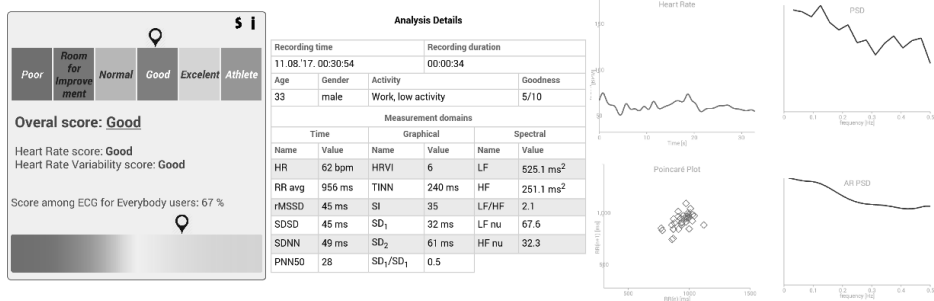
U mobilnoj aplikaciji vrši se detekcija i klasifikacija srčanih otkucaja, analiza varijabilnosti srčane frekvencije Heart Rate Variability (HRV) i analiza ST segmenta EKG signala. Analiza HRV može biti važna u predviđanju mortaliteta i selekciji kardioloških bolesnika sa visokim rizikom [13] i [14]. Analiza ST segmenta i detekcija elevacije, odnosno depresije jedan je od najefikasnijih neinvanzivnih postupaka u detekciji ishemije miokarda koja bez adekvatnog lečenja može dovesti do infarkta miokarda. Automatska detekcija aktivnosti pacijenta, tokom analize ST segmenta od velike je koristi lekaru jer se često patološki ST segmenti ne pojavljuju u odmornom stanju, stoga se primenjuje snimanje EKG signala tokom testa opterećenja.

Nakon parsiranja odbiraka EKG signala aplikacija vrši kontinualnu analizu EKG signala. Prvi korak predstavlja detekcija R pika kao najznačajnije tranzicije EKG signala karakterističnog QRS kompleksa. R pik se detektuje implementacijom Pan-Tompkinsovog algoritma adaptiranom za izvršavanje nad računski ograničenim resursima [15]. HRV analiza vrši se nad sekvencom RR intervala u vremenskom domenu izračunavanjem vrednosti opisanih u radovima[11]-[13]. Izračunavaju se vrednosti: standardne devijacije, RMMSD – srednja kvadratna vrednost razlike susednih RR intervala, pNN50 – procenat susednih RR intervala koji se razlikuje više od 50 ms.

U cilju estimacije ST segmenta potrebno je izvršiti delineaciju EKG signala. Osnovni segmenti koje treba izdvojiti su ST segment i vrednost izoelektričnog nivoa. U EKG signalu, smatra se izoelektričnim segment između P talasa i Q

pika, označićemo ga sa PR. Delineacija EKG signala se vrši nakon detekcije QRS kompleksa primenom autorovog algoritma [18].

Na Sl. 3. prikazani su rezultati analize. Analiza je predstavljena kao sumirana, pri čemu su rezultati skorovani od skromnih-*poor* do odličnih rezultata. U rezultatima su dostupni i detaljni izveštaji sa graficima i tabelama.



Sl. 3. Analiza EKG signala u mobilnoj aplikaciji

## Pregled dostupnih rešenja

Na tržištu se može naći veći broj rešenja za kućno snimanje EKG signala. Samo snimanje EKG signala, korisnicima bez medicinskog znanja često ne pruža željene informacije. Stoga je neophodna podrška od strane proizvođača EKG uređaja u vidu portala za konsultaciju sa lekarima odnosno razvojem automatizovanog softvera za analizu EKG signala.

Jedno od najkompletnijih rešenja trenutno dostupno na tržištu je proizvod AliveCor [11]. AliveCor je razvio atraktivan uređaj koji se proizvodi prema kućištu telefona i snimanje vrši kontaktom sa jagodicama prstiju. Korisnici uređaja mogu zahtevati i lekarski pregled snimka. Neke od mana rešenja su prevelika zavisnost od modela telefona kao i nemogućnost priključivanja elektroda što uređaj opredeljuje samo za kratka snimanja. Cena uređaja je 99\$.

Vrlo slično rešenje je uređaj ECG Check [12]. ECG Check je orijentisan samo iPhone korisnicima i ne nudi servise svojim korisnicima.

eMotion ECG [13] EKG uređaj pruža mogućnost snimanja jednog kanala EKG signala lepljenjem standardnih elektroda i poveuje se sa mobilnim uređajem. Proizvođači ne nude veb servise svojim korisnicima.

HeartCheck PEN [11] predstavlja uređaj za snimanje jednog kanala EKG signala kontaktima sa jagodicama prstiju korisnika. Podaci sa HeartCheck PEN se preko USB konekcije prenose na računar gde se mogu prikazivati i obrađivati.

Pregledom dostupnih rešenja uočava se da je oblast razvoja EKG uređaja i telemedicinskih sistema još uvek aktuelna. Velika prednost predstavljenih rešenja je njihova sertifikovanost, ali velika mana nekompletnost ponude kao i značajno viša cena uređaja. Ako se uzme u obzir i članak o finansiranju kompanije AliveCor može se zaključiti da je razvoj telemedicinskih sistema i izuzetno perspektivan.

**Tabela 1.** Poređenje sa drugim proizvođačima

	Web platforma	Pristup lekaru	Sa Elektrodama	Bez Elektrodama	Broj kanala	Sertifikovane	Cena [\$]
AiveCore	DA	DA	NE	DA	1	DA	99
ECG Check	NE	NE	DA	NE	1	NE	103
eMotion ECG Mobile	NE	NE	DA	NE	1	NE	890
ECG pen	NE	NE	NE	DA	1	NE	430
Life Watch	NE	DA	NE	DA	1	DA	400
CORScience Bluetooth ECG	NE	NE	DA	NE	2 (3/6)	DA	1000
ECG for Everybody	DA	DA	DA	DA	1/2 (1/3/6)	NE	< 10 (proizvodna)

*Portal Crowdsourcing*

Opšta prihvaćenost Interneta unela je mnoge promene u nekadašnje navike, tako da će danas ljudi u slučaju nekih zdravstvenih tegoba vrlo često pre konsultovati *Google* nego svoga lekara. Ovo svakako ima svoje i prednosti i mane. Kao jednu od prednosti vidimo sveprisutnu umreženost ljudi pomoću Interneta kao jednu novu mogućnost širenja znanja i svesti kroz odgovarajuće portale. Portal *Crowdsourcing* [13] omogućava ljudima da dobiju analizu zdravstvenog stanja, nivoa fizičke kondicije odnosno stresa. Ljudima je veoma komplikovano da dođu do objedinjene analize koja će uključivati mišljenja više ekspertskih profila. Naime, iako neki EKG snimak može pokazivati savršeno zdravo srce, dublja analiza npr. HRV podataka može pružiti detaljniju sliku stanja osobe i posebno biti u koristi u predikciji zdravstvenog stanja kao što je to napomenuto u radovima

koji ističu važnost HRV analize u predikciji zdravstvenih promena [11] i [12]. HRV podaci nose informaciju o balansu unutar autonomnog nervnog sistema kao i o nivou fizičke kondicije i stresa. Za unapređenje mnogih parametara potrebno je izvršiti agregaciju ekspertskog znanja i iskustva iz više oblasti. Upravo mogućnost agregacije koja je dostupna ljudima bilo gde da se nalaze i u svakom trenutku je jedna od osnovnih ideja pokretanja *Crowdsourcing* portala koji je prikazan na Sl. 3. Preko 1000 poruka je obrađeno na *Crowdsourcing* portalu.



Sl. 4. Crowdsourcing portal

## Detekcija otkucaja primenom kamere

U cilju promocije platforme razvijena je aplikacija za Android telefone koja koristi samo kameru za detekciju otkucaja srca [23]. Aplikacija omogućava praćenje pulsa kao i HRV-a i nudi pregled snimaka pri čemu se vrši analiza trenda promena pulsa i HRV-a. U aplikaciji su dostupni i saveti za duboko disanje. Zapažena je popravka rezultat korisnika nakon uvođenja savetovanja za duboko disanje.

Iako je aplikacija u fazi testiranja ima preko 2000 aktivnih korisnika. Prikupljeno je oko 80000 snimaka koji se koriste za skorovanje snimaka korisnika uzimanjem u obzir godine, pol i aktivnost korisnika. Skorovanje je samo prva upotreba podataka, dok je jedan od planova da se ovi podaci

koriste i za savetovanje korisnika kako da unaprede svoje ydravstveno stanje kao i nivo fizičke kondicije odnosno stresa.

### **Zaključak**

U ovom radu predstavljena je implementacija telemedicinskog sistema EKG za svakoga. Implementacija je u fazi razvoja u kojoj su sve komponente razvijene na nivou funkcionalnog demoa koji pokazuje mogućnosti sistema. Dalji rad biće fokusiran na usavršavanje komponenti sistema kao i intezivniju komunikaciju sa potencijalnim korisnicima sistema u vidu predavljanja sistema, prikupljanju komentara, kritika i sugestija.

### **References**

- [1] Andrés Martínez, Estrella Everss, José Luis Rojo-Álvarez, Domingo Pascual Figal, Arcadio García-Alberola “A systematic review of the literature on home monitoring for patients with heart failure,” J Telemed Telecare Jul 01, 2006; 12: 234-241.
- [2] David Hailey, Risto Roine, Arto Ohinmaa, “Systematic review of evidence for the benefits of telemedicine,” J Telemed Telecare Mar 01, 2002; 8: 1-7.
- [3] H. Silva, A. Lourenço, N. Paz, “Real-Time Biosignal Acquisition and Telemedicine Platform for AAL Based on Android OS,” Proc INSTICC International Living Usability Lab Workshop on AAL Latest Solutions, Trends and Applications – AAL, Rome, Italy, January, 2011.
- [4] Krco, S.; Delic, V, “Personal wireless sensor network for mobile health care monitoring, ” Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Service, 2003. TELSISKS 2003. 6th International Conference on Volume: 2, DOI: 10.1109/TELSKS.2003.1246269 2003. 471 - 474.
- [5] Krco, S.; Kostic, S.; Sakac, D.; Lukic, Z, “mSens Mobile Health Monitoring System,” Computer as a Tool, 2005. EUROCON 2005.The International Conference on Volume: 1, DOI: 10.1109/EURCON.2005.1629863 2005., p. 80 - 83.

- [6] Stevan Jokić, Maja Pokrić, Srđan Krčo, Vlado Delić, Ivan Jokić. “Aplikacija za praćenje hoda i EKG signala na mobilnim uređajima sa Android OS”, TELFOR 2011, Serbia, Belgrade, November 22-24, 2011., p. 687-690.
- [7] WOUTER STOMP, “LifeWatch V: Android-based Healthcare Smartphone Packed with Medical Sensors,” <http://medgadget.com/2012/07/lifewatch-v-android-based-healthcare-smartphone-packed-with-medical-sensors.html>
- [8] WHO/Europe | Data and statistics <http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/cardiovascular-diseases/data-and-statistics> accessed 11.07.2017.
- [9] WHO – Cardiovascular diseases: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/>, accessed 07.11.2015.
- [10] Jensen MT, Suadicani P, Hein HO, et al Elevated resting heart rate, physical fitness and all-cause mortality: a 16-year follow-up in the Copenhagen Male Study Heart 2013;99:882-887.
- [11] Nolan J, Batin PD, Andrews R, Lindsay SJ, Brooksby P, Mullen M, Baig W, Flapan AD, Cowley A, Prescott RJ, Neilson JM, Fox KA. Prospective study of heart rate variability and mortality in chronic heart failure: results of the United Kingdom heart failure evaluation and assessment of risk trial (UK-heart). Circulation. 1998 Oct 13;98(15):1510-6. PubMed PMID: 9769304.
- [12] Tsuji H, Venditti FJ Jr, Manders ES, Evans JC, Larson MG, Feldman CL, Levy D. Reduced heart rate variability and mortality risk in an elderly cohort. The Framingham Heart Study. Circulation. 1994 Aug;90(2):878-83. PubMed PMID: 8044959.
- [13] Asha V. Thalange, Rohini R. Mergu, “HRV Analysis of Arrhythmias Using Linear – Nonlinear Parameters”, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 1 – No. 12, 2010.
- [14] Martial M. Massina,<sup>b</sup> Bénédicte Derkennea Götz von Bernuth<sup>b</sup>, “Correlations between Indices of Heart Rate Variability in Healthy Children and Children with Congenital Heart Disease”, Cardiology 1999;91:109–113.

- [15] S. Jokic, V. Delic, Z. Peric, S. Krco, D. Sakac. “Efficient ECG Modeling using Polynomial Function“, Electronics and Electrical Engineering. Kaunas: Technologija, 2011. – No. 4(110). – P. 121-124.
- [16] Crowdsourcing portal, <http://ecg4everybody.com/crowdsourcing/>
- [17] AliveCor Heart Monitor, [www.alivecor.com/](http://www.alivecor.com/)
- [18] ECG Check <http://www.ecgcheck.com/>
- [19] eMotion ECG <http://www.megaemg.com/products/emotion-ecg/>
- [20] HeartCheck PEN, <http://www.theheartcheck.com/Portable-EKG-Machines.htm>
- [21] Moby health news, <http://mobihealthnews.com/17596/iphoneecg-maker-alivecor-raises-10-5-million/>
- [22] COR Science, <http://www.corscience.de/en/medical-engineering/products/ecg.html>
- [23] Heart Rate Variability HRV Camera; Android application, <https://play.google.com/store/apps/details?id=srb.ctb.pulse.heartrate.camera.ecg4everybody>
- [24] Vartiainen E, Puska P, Pekkanen J, Tuomilehto J, Jousilahti P. Changes in risk factors explain changes in mortality from ischaemic heart disease in Finland. *BMJ* 1994;309:23-7. doi:10.1136/bmj.309.6946.23. 8044063.

## **APPLICATION OF MOBILE TECHNOLOGIES IN THE ANALYSIS, MONITORING AND IMPROVEMENT OF HEALTH STATUS**

### **Abstract**

*This paper presents the development and implementation of an efficient, attractive, favorable telemedicine system for checking the health condition of the heart as well as the level of physical fitness and stress called “ECG for everyone”.*

*ECG is a telemedicine solution for recording, storing, analyzing, displaying ECG signals as well as an effective interface for remote access to the doctor. The attractiveness of ECG access for everyone is reflected in both the low price of the developed ECG and the possibility of ECG devices to record more ECG signal channels without standard adhesion of electrodes to the body of the user, automatic analysis of the ECG signal already in the mobile application as well as the interfaces for requesting scans of collected images by doctors engaged in the system. The analysis and processing of the ECG signal has already been implemented in the mobile application of the user and includes the detection and classification of heartbeats as well as the analysis of heart rate variability. Using the acceleration sensor embedded in the mobile phone, the user's motion is analyzed to complete the analysis.*

*The system's Web interfaces include data reception and storage services as well as web applications for data access. A special part of the web application is a portal where it is possible to upload ECG recordings, which can be recorded using different devices, for which users can give their opinion with the revision of the doctors engaged in the system.*

**Keywords:** *ECG Android, ECG, Biomedical Signal Processing, Telemedicine*