

Образац за пријаву техничког решења¹

Назив техничког решења	Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"
Аутори техничког решења	Стеван Јокић, Срђан Крчо, Маја Покрић, Дејан Сакач, Иван Јокић, Зоран Перић, Владо Делић
Категорија техничког решења	Битно побољшање постојећег производа или технологије (М84)

За кога је рађено техничко решење и у оквиру ког пројекта МПНТР:

Техничко решење је реализовано у оквиру технолошког пројекта МПНТР „Развој дијалошких система за српски и друге јужнословенске језике“ (TP32035, 2011-15) на Факултету техничких наука и од стране Стеван Јокић ПР Консултантске делатности у области информационе технологије, Клење.

Ко користи техничко решење:

Предузеће Дунавнет у Новом Саду, Факултет техничких наука у Новом Саду, Спортско дијагностички центар у Шапцу, Електронски факултет у Нишу, средња медицинска школа Хипократ у Новом Саду.

Година када је техничко решење урађено:

Техничко решење је развијено током 2014. године.

Ко је прихватио-примењује техничко решење:

Техничко решење се примењује у оквиру предузећа Дунавнет, Факултету техничких наука на Универзитету у Новом Саду, Спортско дијагностички центар у Шапцу, Електронски факултет у Нишу, средња медицинска школа Хипократ у Новом Саду.

¹ У складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је 21.03.2008. године донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008).

Како су резултати верификовани (од стране ког тела):

- 1) Техничко решење је реализовано у Лабораторијама Факултета техничких наука и Стеван Јокић ПР Консултантске делатности у области информационе технологије, Клење.
- 2) Техничко решење представља значајно унапређење у односу на прототип техничког решења М85 „ЕКГ систем за мобилне телефоне засноване на Андроид оперативном систему“ које је реализовано од стране истих коаутора 2011-2012 године и верификовано као М85 30.01.2013. на ФТН. Систем реализован у оквиру пројекта ТР32035 („Развој дијалошких система за српски и друге јужнословенске језике“) представља нови приступ у реализацији телемедицинског ЕКГ система. Основну новину чине дизајн и имплементација следећих функционалних компоненти система:
 - a. Приступачни ЕКГ уређај.
 - b. Рачунски ефикасан софтвер за мобилне уређаје засноване на Андроид оперативном систему (ОС).
 - c. Серверска веб апликација.

Увођењем наведених функционалних компоненти имплементиран је економски исплатив телемедицински систем. Захваљујући развоју модерних мобилних уређаја и имплементацији ефикасног софтвера за анализу сигнала, телемедицински систем се може заокружити већ у мобилном уређају. Већина развијаних телемедицинских система оријентисана је ка телеметрији, тј. формирању клијент-сервер архитектуре у којој се мобилној апликацији поверава прикупљање и пренос података ка серверу, док се анализа сигнала и приступ подацима имплементирају у серверским апликацијама. Представљени ЕКГ систем пружа знатно већу аутономију крајњем кориснику приказом ЕКГ сигнала у реалном времену, аутоматском анализом ЕКГ сигнала, односно графичким приказом параметара ЕКГ сигнала као што је нпр. променљивост срчаног ритма (*Heart rate variability*) HRV.

- 3) Приложено је писано мишљење два рецензента, експерта из области техничког решења:
 - a. Проф. др Зоран Комазец, Медицински факултет у Новом Саду,
 - b. Проф. др Александар Родић, Институт Михајло Пупин у Београду.
- 4) Приложене потврде потврђују да ово техничко решење испуњава све услове да буде признато у категорији М84 (Битно побољшање постојећег производа или технологије (М84)), у складу са Правилником Министарства.
- 5) Поједини елементи техничког решења презентовани су у докторској дисертацији првог аутора, као и на неколико домаћих и међународних научних склопова, односно часописа:
 - „Efficient ECG Modeling using Polynomial Function“, Stevan Jokić, Srđan Krčo, Dejan Sakač, Vlado Delić, *Electronics and Electrical Engineering. Kaunas: Technologija, ISSN 1392-1215, No. 4(110). – P. 121-124. 2011.*

Документација за техничко решење:
Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"

- “Possibilities for Attractive Telemedical System Implementation”, Stevan Jokić, Ivan Jokić, Srđan Krčo, Vlado Delić, Zoran Perić, *12th Symposium on Neural Network Applications in Electrical Engineering - Neurel*, Београд, 2014.
- „Autonomic Telemedical Application for Android Based Mobile Devices“, Stevan Jokić, Srđan Krčo, Dejan Sakač, Ivan Jokić, Vlado Delić, *11th Symposium on Neural Network Application in Electrical Engineering, Neurel*, Београд, 2012.
- „An Efficient Approach for Heartbeat Classification“, Stevan Jokić, Srđan Krčo, Dejan Sakač, Zoran Lukić, Vlado Delić and Tatjana Lončar Turukalo, *Computing in Cardiology*, CinC, S. Irska, Belfast 2010.
- „Aplikacija za praćenje hoda i EKG signala na mobilnim uređajima sa Android OS“, Stevan Jokić, Maja Pokrić, Srđan Krčo, Ivan Jokić, Vlado Delić., *19th Telecommunications forum, TELFOR*, Београд, 2011.
- „Имплементација телемедицинских апликација за телефоне нових генерација“, Стеван Јокић, Иван Јокић, Срђан Крчо, *9. конференција Дигитална обрада говора и слике, ДОГС*, Нови Сад, 2012.
- „Efikasna analiza signala uz primene u mobilnim aplikacijama“, Stevan Jokić, Ivan Jokić, Srđan Krčo, Vlado Delić, *Infoteh*, 2012.
- „Моделовање и анализа ЕКГ сигнала уз апликације у мобилним телемедицинским системима“, Стеван Јокић, одбрањена докторска дисертација, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2012.

На који начин се користи (кратак опис):

Систем се састоји од ЕКГ уређаја, мобилног уређаја са инсталацијом апликацијом за снимање и анализу ЕКГ сигнала и серверске веб апликације.

ЕКГ уређај смештен је у кутију на чијој предњој страни су постављени конектор за прикључивање ЕКГ електрода (улас), односно конектор излаза уређаја. Повезивање ЕКГ уређаја и мобилног телефона врши се одговарајућим каблом при чему се излаз ЕКГ уређаја повезује на улас за слушалице и микрофон (*headset*) мобилног телефона. Прикључци на ЕКГ уређају су реализовани тако да врше и укључивање и искључивање уређаја, односно искључивањем кабла врши се и искључивање уређаја.

На мобилном телефону потребно је инсталирати одговарајућу апликацију и покренути. Апликације се могу скинути са веб апликације ecg4everybody.appspot.com. На почетном екрану апликације може се изабрати снимање ЕКГ сигнала и праћење кретања и кликом на дугме “Почетак” апликација почине, сходно изабраним функцијама, снимање и анализу ЕКГ сигнала, односно анализу кретања корисника. Анализа кретања се врши процесирањем података са сензора за убрзање уграђеног у телефон. На основном екрану мобилне апликације може се пратити тренутни срчани ритам као и број пређених корака. Кроз мени апликације може се доћи до екрана на

Документација за техничко решење:
Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"

коме је сумиран извештај снимања у виду графика. У апликацији постоји више корисничких подешавања до којих се долази кретањем кроз мени. Мобилна апликација се може конфигурисати да податке шаље на сервер.

Опис техничког решења:
Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"

Представљени телемедицински систем заснован је на дизајну и имплементацији ЕКГ уређаја као и одговарајућег софтвера за мобилне телефоне уз подршку серверске веб апликације. Алгоритми за анализу ЕКГ сигнала развијани су од стране аутора из чега је произтекло више радова на домаћим и међународним конференцијама, односно часописима. Ово техничко решење представља битна унапређења у односу на прототип техничког решења M85 "ЕКГ систем за мобилне телефоне засноване на Андроид оперативном систему" које је реализовано од стране истих коаутора 2011-2012 године и верификовано као M85 30.01.2013. на ФТН.

ЕКГ за свакога је мобилни телемедицински систем за праћење ЕКГ сигнала у коме се на ефикасан и атрактиван начин применом инвентивних поступака кориснику пружа могућност да у најкраћем могућем временском периоду изврши снимање ЕКГ сигнала и добије информације о здравственом стању срца на основу аутоматском анализе ЕКГ сигнала, односно мишљења лекара са којим може комуницирати и применом телеметрије омогућити лекару увид у снимљене ЕКГ сигнале.

Сам настанак идеја за развоја телемедицинског система није нов и уско је повезан са појавом мобилних мрежа које су пружале приступ Интернету. Основна новина представљеног ЕКГ система јесте оријентисаност ка модерним мобилним инфраструктурама. Развој технологије условио је да је данас значајан проценат мобилних уређаја опремљен оперативним системом "паметни телефони", као и значајно повећање рачунарске моћи данашњих уређаја. Међу "паметним телефонима" бележи се највећи пораст удела модела заснованих на Андроид ОС. Пораст удела мобилних телефона са Андроид оперативним системом не треба да чуди пошто иза развоја, медијске кампање и дистрибуције стоји Гугл заједно у конзорцијуму са водећим производчима мобилних телефона и опреме. Представљени предуслови модерних мобилних мрежа чине плодно тло за развој телемедицинских система који ће крајњем кориснику пружати значајан сет функција већ у мобилном уређају.

Развој ЕКГ уређаја значајно снижава цену система. Цена израде прототипа ЕКГ уређаја је реда величине 10 евра, док се цене комерцијално доступних ЕКГ уређаја крећу у распону од више стотина евра. Ниска цена израде ЕКГ уређаја омогућена је променом

Документација за техничко решење:
Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"

устаљеног концепта израде ЕКГ уређаја који садржи аналогни интерфејс, АД конвертор, контролер, разне типове меморије и пратеће компоненте. Описани хипотетички ЕКГ уређај заправо представља један мали рачунар и најчешће се повезује са мобилним уређајем. У данашњим мобилним уређајима се могу наћи скоро све поменуте компоненте хипотетичког ЕКГ уређаја, стога је наш концепт израде ЕКГ уређаја фокусиран на пребацивање акцента на употребу ресурса мобилног уређаја.

Област на коју се техничко решење односи:

Техничко решење припада области Електроника, телекомуникације и информационе технологије, и као такво представља спој неколико различитих области, попут аналогне електронике, телекомуникација и обраде сигнала, препознавања облика.

Проблем који се техничким решењем решава:

ЕКГ системи пружају аквизицију, анализу, складиштење, удаљени приступ ЕКГ сигналу. Често је ЕКГ сигнал потребно пратити у дужем временском периоду да би се уочили одређени патолошки сегменти. Мануелна анализа целодневних ЕКГ снимака је временски изузетно захтевна за лекарско особље, стога је аутоматизација поступка анализе ЕКГ сигнала по жељна у циљу ефикаснијег успостављања дијагнозе. Пожељно је да снимање ЕКГ сигнала што мање нарушава комфор корисника. Телеметрија управо минимизује нарушавање комфора крајњег корисника. Лекарима је, у циљу постављања што тачније дијагнозе, често потребна информација о физичкој активности корисника система, стога и мониторинг кретања корисника током снимања ЕКГ сигнала пружа додатне корисне информације потребне за успостављање тачне дијагнозе. Мануелни унос активности је често подложен грешци што лекару отежава успостављање корелације између ЕКГ сигнала и корисникова активности над конкретним сегментом сигнала. Знатно ефектније је омогућити кориснику да може да иницира снимање, односно слање снимака јер на овај начин се могу знатно ефикасније лоцирати патолошки симптоми у ЕКГ снимцима који су узети у тренуцима када корисници осете одређене тегобе које желе да детаљније испитају.

Србија је на трећем месту у Европи по броју оболелих и смртности услед кардиоваскуларних оболења, а превенција и здрави стилови живота могу у великој мери да помогну и предупреде настанак срчаних оболења. Број оболелих се непрестано повећава и према подацима института и завода за јавно здравље, 54 одсто свих смртних случајева настаје услед кардиоваскуларних болести. Не треба заборавити да и многе тешке болести као што је маждани удар могу бити спречене контролом срца. Неумољива статистика нам говори да један од шест људи ће доживети мждани удар, као и да сваких 20 минута једна особа у Србији доживи мждани удар. Данашњи стил живота иде у прилог развоју срчаних

Документација за техничко решење:
Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"

обољења. Касна детекција и неблаговремено лечење такође неповољно утичу на развој кардио-васкуларних обољења. У циљу благовременог дијагностиковања срчаних обољења, потребно је услуге здравствених центара прилагодити потребама данашњег друштва које не успева да одвоји довољно времена на време за благовремену контролу здравственог стања. Стога је развој мобилних система за надзор здравственог стања данас можда оправданији него ikada.

Под мобилношћу система у овом решењу подразумева се и висок степен аутономности мобилних уређаја опремљених софтвером који ће просечном кориснику, са или без медицинског предзнања, пружати разумљиве поруке и савете анализом ЕКГ сигнала.

Анализа биомедицинских сигнала представља чврсту синергију знања у медицини са једне стране и инжињерских поступака аквизиције и анализе сигнала са друге стране. У мобилној апликацији имплементирани су алгоритми за детекцију QRS комплекса, процену ST сегмента, естимацију срчаног ритма, стандардне девијације RR интервала као и више параметара анализе променљивости срчаног ритма HRV (*Heart Rate Variability*). Поред анализе ЕКГ сигнала у мобилној апликацији се врши анализа података сензора за убрзање у циљу детекције физичке активности корисника, превасходно хода. Више сумираних графика за поменуте величине апликација може приказати односно послати у *e-mail* поруци.

Стање решености тог проблема у свету:

На тржишту се може наћи већи број решења за кућно снимање ЕКГ сигнала. Само снимање ЕКГ сигнала, корисницима без медицинског знања често не пружа жељене информације. Стога је неопходна подршка од стране производијача ЕКГ уређаја у виду портала за консултацију са лекарима односно развојем аутоматизованог софтвера за анализу ЕКГ сигнала.

Једно од најкомплетнијих решења тренутно доступно на тржишту је производ AliveCor. AliveCor је развио атрактиван уређај који се производи према кућишту телефона и снимање врши контактом са јагодицама прстију. Корисници уређаја могу захтевати и лекарски преглед снимка. Неке од мана решења су превелика зависност од модела телефона као и немогућност прикључивања електрода што уређај опредељује само за кратка снимања. Цена уређаја је око 200€.

Врло слично решење је уређај ECG Check. ECG Check је оријентисан само iPhone корисницима и не нуди сервисе својим корисницима. eMotion ECG уређај пружа могућност снимања једног канала ЕКГ сигнала лепљењем стандардних електрода и повеује се са мобилним уређајем. Прозвођачи не нуде веб сервисе својим корисницима.

Документација за техничко решење:
Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"

HeartCheck PEN представља уређај за снимање једног канала ЕКГ сигнала контактима са јагодицама прстију корисника. Подаци са HeartCheck PEN се преко USB конекције преносе на рачунар где се могу приказивати и обрађивати. Табела 1. приказује сумиране параметре више ЕКГ решења. Понуда се може поделити на хардверску и сервисну, при чему под хардверском подразумевамо само понуду ЕКГ уређаја, док под сервисном подразумевамо понуду која поред уређаја својим корисницима нуде и платформу и сервисе. Веома мали број решења обухвата и сервисе које могу користити купци њихове опреме што онемогућава индивидуалну употребу уређаја, и отежава примену у мањим институцијама које не могу развити своје корисничке мобилне и серверске апликације. Управо зато наш систем корисницима поред ЕКГ уређаја нуди и корисничке пликације и платформу и приступ лекару. Цена нашег повољног ЕКГ уређаја је значајно нижа од конкуренције. Велика предност поменутих решења је што су многа од њих сертификована. Интерно смо установили усаглашеност нашег уређаја са техничким критеријумима стандарда ANSI/AAMI EC38: амерички национални старадад за ЕКГ уређаје, тако да можемо безбрежније приступити сертификацији.

Прегледом доступних решења уочава се да је област развоја ЕКГ уређаја и телемедицинских система још увек актуелна. Велика предност представљених решења је њихова сертификованост, али велика мана некомплетност понуде као и значајно виша цена уређаја. Ако се узме у обзир и информација о финансирању компаније AliveCor може се закључити да је развој телемедицинских система економски исплатив.

Табела 1. Упоредни преглед постојећих решења

	Плат-форма	Доступан Лекар	Снимање са електродама	Снимање без електрода	Број канала	Серти-фикован	Цена [€]
AiveCore	ДА	ДА	НЕ	ДА	1	ДА	200
ECG Check	НЕ	НЕ	ДА	НЕ	1	НЕ	103
eMotion ECG Mobile	НЕ	НЕ	ДА	НЕ	1	НЕ	890
ECG pen	НЕ	НЕ	НЕ	ДА	1	НЕ	200
Life Watch	НЕ	ДА	НЕ	ДА	1	ДА	400
CORScience Bluetooth ECG	НЕ	НЕ	ДА	НЕ	2	ДА	1000
ЕКГ за Свакога	ДА	ДА	ДА	ДА	1	НЕ	10

Документација за техничко решење:
Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"

Велики део развијених телемедицинских система је остао на нивоу истраживачких пилот пројекта који су се доминантно бавили техничким аспектима развоја без анализе дугорочне примене са становишта крајњих корисника. Са становишта крајњих корисника једна од најзначајнијих предности употребе телемедицинских система била би могућност добијања дијагнозе без потребе за посетом лекару. Са друге стране, лекарима је овакав вид поставке дијагнозе потпуно неприхватљив, јер никада се даљинским мерењем не могу прикупити све информације потребне лекару за доношење дијагнозе. При дизајнирању телемедицинског система инжењери би требали покушати приближити стварности жеље обе групе крајњих корисника телемедицинског система.

Устаљена архитектура током дизајна телемедицинског система је клијент-сервер архитектура. Од ове архитектуре се очекује да омогући даљински приступ снимцима ЕКГ сигнала од стране лекара, међутим, врло често лекари имају превише пацијената да би могли одвојити време за релативно континуално даљинско праћење својих пацијената, чиме сама телеметрија у систему губи смисао и цео систем губи на својој оправданости инвестиције.

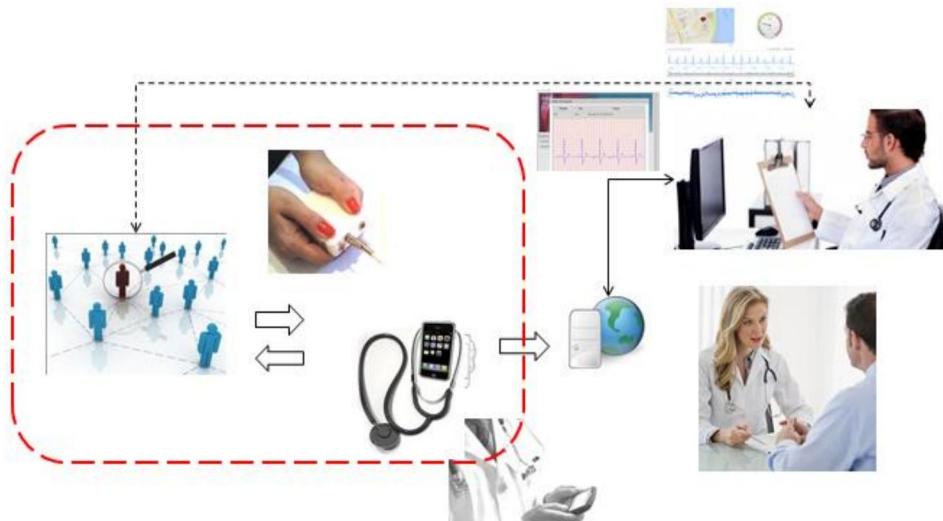
Једна од значајних ставки система јесте и цена, која директно диктира круг корисника система. У публикацијама су представљени системи који су својим ценовним рангом прихватљиви само релативно већим здравственим установама, не и појединачним крајњим корисницима. Цене ЕКГ уређаја су често реда више стотина евра и сам уређај појединачном крајњем кориснику не пружа целокупну функционалност. Прихватање техничког решења од стране здравствених установа је административно врло захтеван посао.

Мисија представљеног решења за аквизицију ЕКГ сигнала јесте да се по ниским ценама произведе ЕКГ уређај који ће крајњим корисницима са, односно без медицинског предзнања пружати разумљиве поруке. Затварање система у мобилној апликацији могуће је развојем рачунски ефикасних алгоритама за извршавање у реалном времену на мобилним платформама.

Унапређења у односу на почетно техничко решење уведена су прилагођавањем ЕКГ сигнала стандардном аудио интерфејсу. Овим приступом омогућен је пренос свих значајних компоненти ЕКГ сигнала, посебно нискофреквентних компоненти које стандардни аудио интерфејс потискује као непожељне сметње (учестаности испод 20 Hz). Омогућено је снимање ЕКГ сигнала и без лепљења електрода. Обради сигнала у мобилној апликацији додато је више стандардних HRV анализа као и филтара помоћу којих се потискују сметње током снимања. Имплементирана је серверска платформа за управљање снимцима и постављена је на [Google Cloud ecg4everybody.appspot.com](https://ecg4everybody.appspot.com).

Документација за техничко решење:
Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"

Објашњење суштине техничког решења и детаљан опис са карактеристикама, укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже (техничке карактеристике):



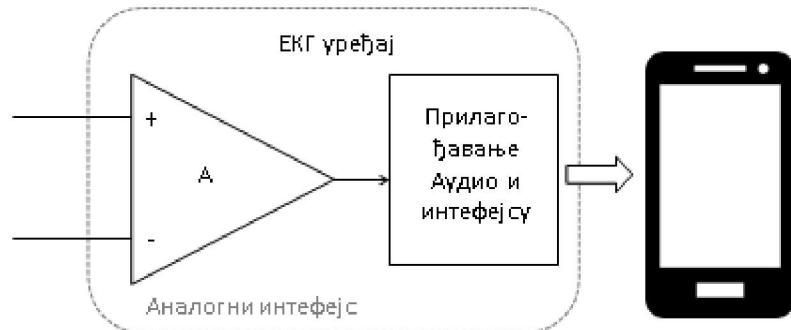
Сл. 1. Архитектура система ЕКГ за Свакога

Основни елементи ЕКГ система су ЕКГ уређај, мобилна апликација са одговарајућим софтвером и серверска апликација. На слици 1. приказана је архитектура система ЕКГ за Свакога. Мобилна апликација се може конфигурисати да податке шаље на постојећи сервер у циљу пружања могућности даљинског приступа мерењима.

ЕКГ уређај

Током развоја, ЕКГ уређај је прошао кроз више фаза и верзија. Прва верзија уређаја имала је три електроде и преносила је ЕКГ сигнал у основном опсегу до аудио интерфејса мобилног уређаја. Овим приступом је било могуће детектовати QRS комплексе, али постојале су значајне деградације сигнала на пример у областима ST сегмента, Т таласа услед филтара присутних у аудио интерфејсу.

У другој и трећој верзији уређаја уведено је снимање ЕКГ сигнала без лепљења стандардних електрода. Овај приступ снимања ЕКГ сигнала знатно је атрактивнији



Сл. 2. Модули ЕКГ уређаја

Документација за техничко решење:
Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"

крајњим корисницима јер нема потребе за третманом области на које се лепе електроде као ни иритације услед електрода. Треба напоменути да је снимање ЕКГ сигнала употребом електрода непходно код дужих снимања ЕКГ сигнала. Трећа верзија уређаја врши адаптацију ЕКГ сигнала стандардном аудио интерфејсу доступном на рачунарима и мобилним уређајима применом модулације. На слици 2. представљени су основни модули ЕКГ уређаја. Уређај за снимање ЕКГ сигнала пажљиво је развијан током више од две године. Један од циљева израде била је, поред квалитета снимка и ниска цена уређаја. Успешност у овом аспекту израде производа постигнута је употребом стандардних електронских компоненти ниске цене, тако да је цена ручне израде прототипа уређаја испод 10 евра. Цена је редукована преусмеравањем акцента обраде ЕКГ сигнала на мобилни уређај корисника. Чест концепт израде ЕКГ уређаја је дизајн релативно комплексног уређаја уско специјализованог за ЕКГ, који се у грубим цртама састоји од аналогног интерфејса, А/Д конвертора, контролера, меморије, транспортног-мрежног модула за пренос сигнала који најчешће преноси информације до мобилног уређаја који врши само прослеђивање сигнала ка серверу. Уочавамо да су многе компоненте мобилног уређаја дуплиране у ЕКГ уређају, а многе компоненте мобилног уређаја и потпуно неупотребљене. Мобилни уређаји поседују и аудио интерфејс и све набројане компоненте једног хипотетичког ЕКГ уређаја, стога је наше решење окренуто јефтином интерфејсу за аквизицију ЕКГ сигнала који ЕКГ сигнал одговарајућом модулацијом адаптира аудио интерфејсу мобилног уређаја и у даљој обради ЕКГ сигнала се користе изузетно богати ресурси мобилног уређаја. Рачунско-меморијске перформансе данашњих мобилних уређаја далеко премашују решења са типичним контролерима. Предност овако једноставног уређаја је поред ниске цене и висока аутономност у раду на батерији јер уређај не поседује микро-контролере А/Д конверторе и сличне компоненте које се често користе у решењима ЕКГ уређаја.

У разговору са лекарима запажено је интересовање за поједностављене начине снимања ЕКГ сигнала при чему се посебно истиче жеља за елиминацијом лепљења електрода. Стога наш дизајнирани ЕКГ уређај пружа могућност снимања ЕКГ сигнала постављањем палчева на одговарајуће контакте уређаја. За снимање других канала ЕКГ сигнала потребно је контактима додирнути одговарајуће тачке торзоа. На уређају су присутни додатни контакти за једноставно снимање других канала. Уређај пружа и



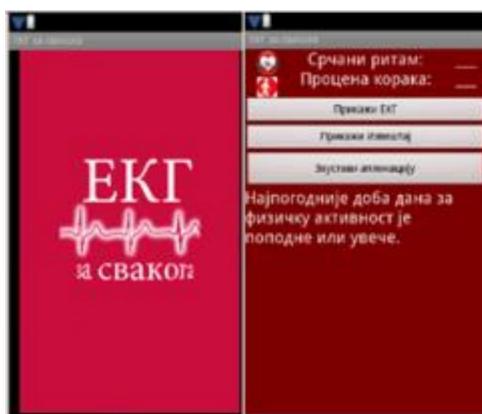
Сл. 3. Употреба ЕКГ уређаја

Документација за техничко решење:
Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"

контакте за прикључивање стандардних електрода што је погодно за дуже периоде снимања ЕКГ сигнала. На слици 3. приказана је употреба ЕКГ уређаја без лепљења електрода при чему се сима први канал стандардног ЕКГ записа.

Мобилна апликација

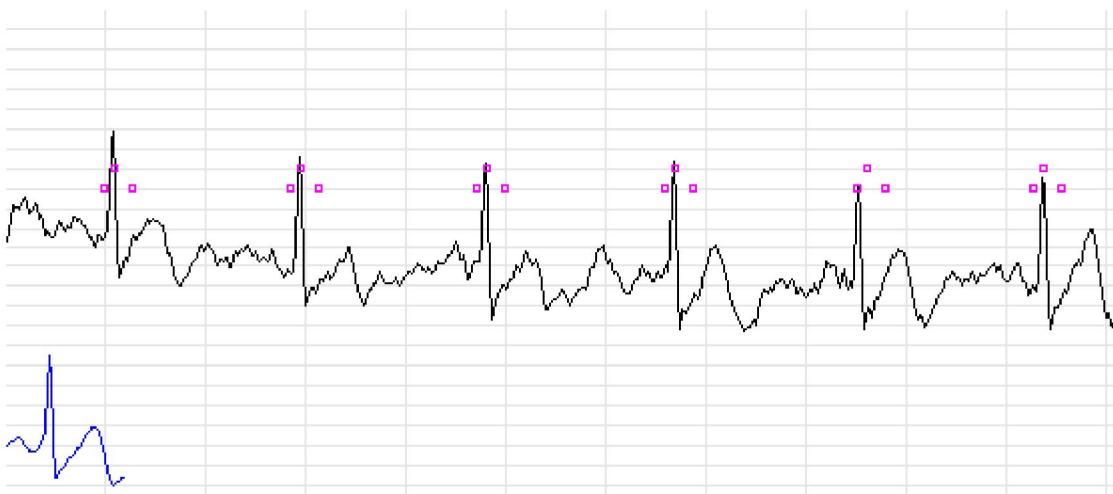
Основне функције мобилне апликације су: снимање ЕКГ сигнала, обрада и анализа, приказ ЕКГ сигнала и резултата анализе, детекција хода корисника, слање мерења на сервер, односно е-порука. Један од разлога великог пораста удела Андроид телефона у данашњим мобилним мрежама јесте и добро организован скуп API-ја потребних за развој апликација за Андроид уређаје као и подршка за развојне алате. Мобилна апликација је писана у програмском језику Јава. Назив мобилне апликације је "ЕКГ за свакога". На слици 4. приказани су полазни и основни экран мобилне апликације.



Сл. 4. Полазни (*Splash screen*) и основни экран мобилне апликације

Снимање ЕКГ сигнала врши се скупом API-ја. Подржан је већи број учестаности одмеравања, за наше потребе одабрана је минимална тј. 8 kHz. Како значајне спектралне компоненте ЕКГ сигнала не прелазе 100 Hz над снимцима се прво врши децимација на учестаност одмеравања од 150 Hz. Нископропусни филтар при децимацији реализован је као FIR реда 39 са линеарном фазном карактеристиком. У циљу потискивања сметњи примењен је линеарни филтар са упареним нулама и половима на нултој учестаности, односно 50 Hz и хармоницима. Циљ филтрирања је, потискивања брума као и померање основног нивоа сигнала (*base line wandering*). У подешавањима апликације доступна је опција "Тест оптерећења", чијим се одабиром укључује односно искључује филтрирање којим се QRS комплекс истиче из сметњи изазваних кретањем корисника.

Документација за техничко решење:
Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"



Сл. 5. Детекција откуцаја, делинеација, формирање доминантног откуцаја

Одбираци се након децимације и филтрирања пропуштају кроз QRS детектор. Детекција откуцаја се врши анализом сигнала у временском домену. Анализа је заснована на детекцији пикова у сигналу и њиховој класификацији на основу статистике сигнала. Срчани ритам се естимира над 15 секунди ЕКГ сигнала. На основном екрану мобилне апликације исписује се естимирани тренутни срчани ритам. Осим естимиране вредности срчаног ритма, на основном екрану исписује се детектовани број корака.

Детекција корака врши се анализом података уграђеног сензора за убрзање. Испод софтверских тастера периодично се смењују здравствене поруке и савети. Тренутни сет броји преко 60 порука и савета. Међу порукама су и врло корисни савети као нпр. како препознати почетне симптоме тежих срчаних болести као што је инфаркт и препоручени савети за дате ситуације.

На слици 6. приказан је део слике која се генерише у мобилној апликацији. У менију приказа ЕКГ сигнала у реалном времену може се изабрати опција снимања 15 секунди ЕКГ сигнала као и њено слање е-поруком.

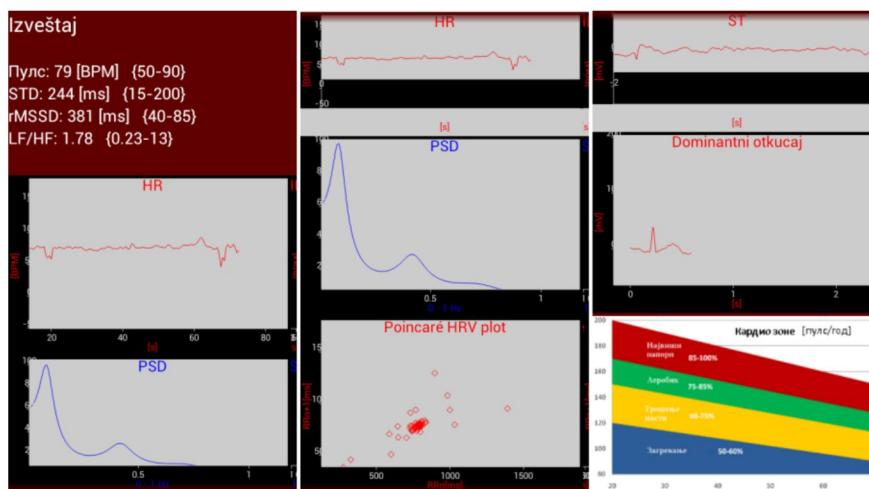
На слици 7. приказан је извештај мобилне апликације. У извештају су приказане променљивости срчаног ритма, изражене статистичким, спектралним и геометријским вредностима уз графички приказ променљивости.

Серверска апликација је имплементирана у Гугл Cloud Google App Engine. Адреса веб апликације је ecg4everybody.appspot.com. Веб апликација пружа основне информације о пројекту, линкове ка мобилним апликацијама као и REST веб сервисе за пријем, складиштење и удаљени приступ подацима, слика 8. Формат у коме се размењују подаци између мобилне и серверске апликације је JSON.

Документација за техничко решење:
Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"



Сл. 6. Слика ЕКГ сигнала приказана у мобилној апликацији



Сл. 7. Приказ извештаја у мобилној апликацији



Сл. 8. Приказ сигнала на веб апликацији

Документација за техничко решење:
Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"

Како је реализован и где се примењује, односно које су могућности примене (техничке могућности):

У оквиру представљеног ЕКГ система користе се ефикасни алгоритми за анализу ЕКГ сигнала развијени од стране аутора. Са економске стране систем захтева релативно ниска улагања у поређењу са сличним системима.

Корисницима су доступне следеће могућности:

- *Снимање, приказ у реалном времену и анализа I, односно II канала стандардног ЕКГ записа. Анализа пружа праћење пулса, односно варијабилности срчаног ритма кроз графичке приказе.*
- *Праћење физичке активности изражене кроз естимирали број корака током снимања. Естимирали број корака се графички приказује уз графике промене срчаног ритма тако да је могућа анализа корелисаности.*
- *Из мобилне апликације могуће је слати снимке ЕКГ сигнала односно извештаја e-поруком. Податке је могуће слати на сервер.*
- *Приказ пристиглих снимака на серверској апликацији.*

Докази (прилози):

- Писано мишљење два рецензента, експерта из области техничког решења.
- Фактуре и потврде о употреби у више институција.

Нови Сад, децембар 2014. године.

Подносилац пријаве



Проф. др Владо Делић
Руководилац пројекта ТРЗ2035



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2014-11-28

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 31. редовној седници одржаној дана 26.11.2014. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 12.1. Верификација нових техничких решења и именовање рецензената

Тачка 12.1.4: У циљу верификације новог техничког решења усвајају се рецензенти:

3. Проф. др Александар Родић, Институт Михајло Пупин у Београду
4. Проф. др Зоран Комазец, Медицински факултет у Новом Саду

Назив техничког решења:

МОБИЛНИ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИ СИСТЕМ «ЕКГ ЗА СВАКОГА»

Аутори техничког решења: Стеван Јокић, Срђан Крчо, Мaja Покрић, Дејан Сакач, Иван Јокић, Зоран Перећ, Владо Делић.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Декан

Проф. др Раде Дорословачки

РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Подаци о техничком решењу:

Назив техничког решења:	Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"
Аутори техничког решења:	Стеван Јокић, Срђан Крчо, Маја Покрић, Дејан Сакач, Иван Јокић, Зоран Перић, Владо Делић
Реализатори:	Факултет техничких наука у Новом Саду, Стеван Јокић ПР консултантска агенција у области информ. технологија
Пројекти на којим је развијено:	"Развој дијалошких система за српски и друге јужнословенске језике" (ТР32035 код МПНТР, 2011-2015)
Област на коју се односи:	Електроника, телекомуникације и информационе технологије
Корисници:	Средња медицинска школа Хипократ у Новом Саду, Дунавнет д.о.о у Новом Саду, Спортско дијагностички центар у Шапцу
Категорија техничког решења:	Битно побољшање постојећег производа или технологије (M84)

Подаци о рецензенту:

Име, презиме и звање:	Проф. др Александар Родић
Ужа научна област за коју је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета:	УНО: Роботика, управљање, сигнали; Научни саветник од 2009. године.
Установа где је запослен:	Институт Михајло Пупин у Београду

Стручно мишљење рецензента:

Резултат научно-истраживачког рада **Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"** испуњава услове за признање својства техничког решења и то као **Битно побољшање постојећег производа или технологије (M84)**, у смислу одредби које се односе на техничка решења у Правилнику који је 21.03.2008. године донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије.

Образложење за техничко решење (ТР):

- Опис ТР и проблема који решава: ТР је заснован на идејама претходно пријављеног прототипа ТР уз значајна унапређења постојећих компоненти, као и развој нових компоненти телемедицинског система.
- Како се примењује и које техничке могућности има: Овај уређај омогућава снимање ЕКГ сигнала без лепљења електрода. Мобилна апликација пружа аутоматску анализу ЕКГ сигнала, локално снимање и слање података на сервер.
- Како је реализовано: ТР је развијено коришћењем научних метода на пројектима МПНТР, на сопственој опреми и без коришћења туђе патентне/лиценцне документације. Као резултат развојних активности овог ТР произашао је и већи број научних радова.
- Где се примењује: ТР се већ примењује од стране горе наведених корисника, и представља једно од најкомплетнијих и најповољнијих решења за снимање ЕКГ сигнала.



РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Подаци о техничком решењу:

Назив техничког решења:	Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"
Аутори техничког решења:	Стеван Јокић, Срђан Крчо, Маја Покрић, Дејан Сакач, Иван Јокић, Зоран Переић, Владо Делић
Реализатори:	Факултет техничких наука и у Новом Саду, Стеван Јокић ПР консултантска агенција у области информ. технологија
Пројекти на којим је развијено:	"Развој дијалошких система за српски и друге јужнословенске језике" (ТР32035 код МПНТР, 2011-2015)
Област на коју се односи:	Електроника, телекомуникације и информационе технологије
Корисници:	Средња медицинска школа Хипократ у Новом Саду, Дунавнет д.о.о, Спортско дијагностички центар у Шапцу
Категорија техничког решења:	Битно побољшање постојећег производа или технологије (М84)

Подаци о рецензенту:

Име, презиме и звање:	Проф. др Зоран Комазец
Ужа научна област за коју је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета:	Изабран у звање ванредног професора 20.10.2010. године на Медицинском факултету у Новом Саду, за у.н.о. оториноларингологија
Установа где је запослен:	Медицински факултет, Универзитет у Новом Саду

Стручно мишљење рецензента:

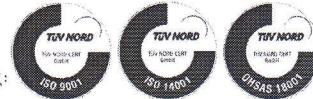
Резултат научно-истраживачког рада **Мобилни телемедицински систем "ЕКГ за свакога"** испуњава услове за признање својства техничког решења и то као **Битно побољшање постојећег производа или технологије (М84)**, све у смислу одредби које се односе на техничка решења у Правилнику који је 21.03.2008. године донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије.

Образложение за техничко решење (ТР):

- Опис ТР и проблема који решава: ТР представља значајно унапређење једног прототипа ТР, као и развој нових компоненти телемедицинског система.
- Како се примењује и које техничке могућности има: ТР кориснику пружа могућност снимања ЕКГ сигнала, извршавање аутоматске анализе као и могућност слања података на сервер, односно е-поруком лекару.
- Како је реализовано: ТР је развијено коришћењем научних метода на пројектима МПНТР, на сопственој опреми и без коришћења туђе патентне/лиценцне документације. Као резултат развојних активности овог ТР произашао је и већи број научних радова.
- Где се примењује: ТР се већ примењује од стране горе наведених корисника.

У Новом Саду, 12.12.2014. године.

Проф. др Зоран Комазец



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2015-01-05

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 33. седници одржаној дана 24.12.2014. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 13. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

Тачка 13.1.4.: На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење под називом:

МОБИЛНИ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИ СИСТЕМ «ЕКГ ЗА СВАКОГА»

Аутори техничког решења: Стеван Јокић, Срђан Крчо, Мaja Покрић, Дејан Сакач, Иван Јокић, Зоран Перећић, Владо Делић.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:

Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан



Проф. др Раде Дорословачки

Стеван Јокић ПР, Консултантске делатности у области информационе
технологије
Ђенерала Драже 44, 15357 Клење

Жиро рачун: **160-378998-19** код Банке Интезе
Телефон: 064/2829906
МБ: 62790172
ПИБ: 107506225

Рачун број: 52

Датум: 17.12.2014.

ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ НИШ

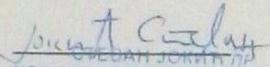
Александра Медведева 14,
18000 Ниш, Србија
ПИБ: 100232259

Датум промета:

Опис услуге	Износ (РСД)
Израда ЕКГ уређаја.	700,00
Предузетник није у систему ПДВ-а, ПДВ није исказан по члану 33, став 2 Закона о ПДВ-у	
Укупно:	700,00
ПДВ:	0,00
ТОТАЛ:	700,00

Уплату извршити на рачун **160-378998-19** код Банке Интезе

Рачун издао:


СТЕВАН ЈОКИЋ ПР
КОНСУЛТАНТСКЕ ДЕЛАТНОСТИ
УОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОНЕ
ТЕХНОЛОГИЈЕ
КЛЕЊЕ

Стеван Јокић ПР, Консултантске делатности у области информационе
технологије
Ђенерала Драже 44, 15357 Клење

Жиро рачун: **160-378998-19** код Банке Интезе
Телефон: 064/2829906
МБ: 62790172
ПИБ: 107506225

Рачун број: 53

Датум: 19.12.2014.

EXCITON

Бошка Бухе 10Б 14, 21000
Нови Сад, Србија
ПИБ: 108318162

Датум промета:

Опис услуге	Износ (РСД)
Израда приступачног ЕКГ уређаја из система "ЕКГ за Свакога".	700,00
Предузећник није у систему ПДВ-а, ПДВ није исказан по члану 33, став 2 Закона о ПДВ-у	
Укупно:	700,00
ПДВ:	0,00
ТОТАЛ:	700,00

Уплату извршити на рачун **160-378998-19** код Банке Интезе

Рачун издао:

СТЕВАН ЈОКИЋ ПР
КОНСУЛТАНТСКЕ ДЕЛАТНОСТИ
У ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОНЕ
ТЕХНОЛОГИЈЕ
Стеван Јокић