

Ag. 18.6,

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Na 751. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, od 03.07.12. godine, imenovani smo u Komisiju za ocenu uslova i prihvatanje teme doktorske disertacije pod naslovom "ANALIZA KARDIOSIGNALA POMOĆU DRUGE GENERACIJE TALASIĆA", koju je prijavila student doktorskih studija Ana Gavrovska, dipl. inž. Nakon pregleda materijala, Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu podnosimo sledeći

I Z V E Š T A J

1. Podaci o kandidatu

Ana Gavrovska je rođena u Beogradu 1983. godine. Osnovnu školu "Starina Novak" završila 1998. godine u Beogradu kao nosilac Vukove diplome. Maturirala 2002. godine u Matematičkoj gimnaziji u Beogradu kao nosilac Vukove diplome. Diplomirala 2007. godine na Elektrotehničkom fakultetu, Univerzitet u Beogradu, na odseku Elektronika, telekomunikacije i automatika, smer Telekomunikacije sa prosečnom ocenom u toku studija 9.33, ocena na diplomskom 10. Tokom studija bila član specijalnih grupa iz Fizike, Matematike 1, Matematike 2, Verovatnoće i statistike. Upisala doktorske studije na Elektrotehničkom fakultetu 2008. godine, Univerzitet u Beogradu, smer Telekomunikacije i položila sve ispite sa prosečnom ocenom 10.00. Stipendista je Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije na doktorskim studijama. Takođe je jedan od trinaest studenata Republike Srbije kojima je školarina u 2008. godini plaćena od strane Ministarstva za telekomunikacije i informatičko društvo. Autor je velikog broja (29) naučnih radova izlaganih i objavljenih na domaćim i međunarodnim konferencijama i časopisima. Recenzent radova (TELFOR, NEUREL) i predsedavajući (TELFOR 2010., 2011.) na sesijama vezanim za multimedijalne sisteme. Učestvuje u organizaciji međunarodnih konferencija (NEUREL 2010., 2012.).

Dobitnik više nagrada:

- Nagrada "Ilija Stojanović" za najbolji naučni rad na TELFOR-u 2009. godine:
Ana M. Gavrovska, Milorad P. Paskaš, Irini S. Reljin "Određivanje morfološki karakterističnih PCG segmenata iz slike spektrograma", *17. Telekomunikacioni forum* TELFOR, SP 05_30, str. 656-659, Srbija, Beograd, novembar 24-26, 2009.
- Nagrada za najbolji rad mladog autora u sekciji električnih kola na konferenciji ETRAN 2008. godine:
Ana Gavrovska, Dubravka Jevtić, "Predobrada kardiosignala pomoću talasnih transformacija", Zbornik radova 52. Konferencije za ETRAN, *EK2.5-1-4*, Srbija, Palić, 8-12. juna, 2008.
- Nagrada za najbolji rad na konferenciji NEUREL 2010. od strane fonda "Mirko Milić":
Vladimir B. Kovačević, **Ana M. Gavrovska**, Milorad P. Paskaš, "High-speed Implementation of Hamming Neural Network", *in Proc. 10th Conference NEUREL 2010*, pp.167-170, Serbia, Belgrade, September 23-25, 2010.
- Nagrada za najbolji rad na konferenciji TELSIKS 2011. od strane fonda "Mirko Milić":

A. Gavrovska, M. Paskaš, V. Kovačević, I. Reljin, "Renal DMSA Scan Morphology Analysis using Undecimated Wavelet Transform and Isocontours", in *Proc. of 10th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services - TELSIS*, Volume 1, IP.4, pp. 333-336, Serbia, Nis, October 5-8, 2011.

- Nagrada na konferenciji *RadExpo2012 Virtual Conference*, kao član AuntMinnie.com, jun, 2012.

Pohađala i završila *IEEE International Measurement University* 2011 u Trentu, Italija, u organizaciji IEEE Instrumentation & Measurement Society. U organizaciji vodeće kineske telekomunikacione kompanije *Huawei* i njihove letnje škole 2010. (Shenzhen, Shanghai, Hangzhou, Hong Kong) posetila Expo sajam, Huawei izložbene prostore i imala priliku da se upozna sa radom logističkih centara *Huawei* kompanije. Pohađanje internacionalne *MUMIA Training School*, Olimpijada, Halkidiki, Grčka, u oblasti pretraživanja i indeksiranja tekstualnih, audio i video informacija (u planu, septembar 2012.).

Dodatna usavršavanja kroz veliki broj konferencija i radionica. Redovni posetilac *Gamax Ltd.* konferencija (Matlab, Simulink), konferencija *AuntMinnie* (za potrebe telemedicine i obrade medicinske slike), itd. Usavršavala svoje sposobnosti kroz Cisco kurseve (CCNA 1, 2). Kroz različite kurseve za potrebe projekata unapređivala svoje znanje (obuka za Oracle 10g, Microsoft SQL Server 2008, multimedijalne softvere, Microsoft .NET Framework Applications, C#, itd.). Usavršavala poznavanje jezika kroz takmičenja i tečajeve (diploma Vukove zadužbine, Tršić, Srbija; tečajevi Instituta za strane jezike, Beograd; poznaje: engleski, ruski, španski, italijanski jezik).

Radom na međunarodnim projektima stekla značajno iskustvo u saradnji sa ljudima iz različitih kulturnih i etničkih sredina. Konsultant oko izrada algoritama za prikupljanje i konsolidaciju informacija i automatske analize za IDEX SISTEME, Skoplje, Makedonija, na projektima:

- MIS (Management Information System) za javnu administraciju - praćenje implementacije operativnih strategija po horizontali i vertikali, konsolidaciju informacija i generisanje izveštaja na bazi istih;
- Sistem za analizu slika i audio signala sa ciljem za automatsku klasifikaciju medijskih informacija iz štampanih i elektronskih medija;
- Razvoj softvera za interpretaciju signala Scheidt & Bachmann interfejsa za benzinsku pumpu i očitavanje numeričkih vrednosti za dalju upotrebu - POS (Point of Sale) i ERP (Enterprise Resource Planning) kompanije.

Član IEEE od 2006. godine, kao i nekoliko IEEE društava (*Communication, Computational Intelligence, Signal Processing, Computer, Engineering in Medicine and Biology, Circuits and Systems Society, Women in Engineering*). Član IPTM grupe za digitalnu obradu slike, telemedicinu i multimediju. Učestvovala u pripremi i realizaciji laboratorijskih vežbi iz oblasti video tehnologija i telemedicine. U okviru predmeta Video sistemi i Televizija pomagala pri upoznavanju studenata sa tehnologijom rada TV centra i održavanju audio i video opreme u RTS-u.

Projekti:

Angažovana na *domaćim projektima* (kao stipendista Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije):

- “Automatska detekcija mikrokalcifikacija u digitalizovanom mamogramu u cilju rane dijagnoze karcinoma dojke” (evid.br. 145096), od 2008-2010.
- “Razvoj visokokvalitetnih uređaja posebne namene na bazi novih tehnologija kristalnih jedinki” (evid.br. TR32048), od 2011.
- “Razvoj digitalnih tehnologija i umreženih servisa u sistemima sa ugrađenim elektronskim komponentama” (evid.br. III44009), od 2011.

Angažovana na realizaciji i programu istraživanja na sledećim *međunarodnim projektima*:

- evropski projekat COST 292 “Semantic multimodal analysis of digital media”, volonterski rad,
- evropski projekat COST IC0604 “Anatomic Telepathology Network (EURO-TELEPATH)” , volonterski rad,
- međunarodni projekat UVA (EMRC - European Medical Research Centre Ltd.), projekat analize kardiosignala, od aprila 2008. do aprila 2010.
- međunarodni projekat INTELLI-CHAIR (inteligentna kolica za hendikepirane osobe, 2496) za PF-FOUNDATION iz Hong Konga, od septembra 2009. do 2011.
- planirana za rad na evropskom projektu COST IC1005 “HDRI- High Dynamic Range Images”.

Kao autor ili koautor, najveći broj objavljenih radova u časopisima i zbornicima konferencija su upravo iz oblasti koja je predmet istraživanja doktorske disertacije, među kojima su:

1. **Ana M. Gavrovska**, Milorad P. Paskaš, and Irini S. Reljin, “Wavelet Denoising within Lifting Scheme Framework”, *TELFOR Journal*, 2012. (*to be published*).
2. **Ana Gavrovska**, Milorad Paskaš, Irini Reljin, Dubravka Jevtić, Dragi Dujković, Branimir Reljin, “Review of Selected Techniques for Cardiosignal Analysis”, *MD medical review*, Supplement, Selected papers Maj 2009 - Mart 2011, Vol.2, No. 4, pp. 341-347, April 2011. (ISSN 1821-1585, UDK : 616.12-073).
3. **Ana M. Gavrovska**, Milorad P. Paskaš, Irini S. Reljin, “Determination of Morphologically Characteristic PCG Segments from Spectrogram Image“, *TELFOR Journal*, Vol.2, No.2, pp. 74-77, 2010. (ISSN 1821-3251) (“*Ilija Stojanović*” award).
4. **Ana Gavrovska**, Dubravka Jevtić, Branimir Reljin, “Selection of Wavelet Decomposition Levels in ECG Filtering”, in *Proc. of 9th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services - TELSIKS*, Volume 2, SP II.3, pp. 221-224, Serbia, Nis, October 7-9, 2009. (IEEE Catalog Number: CFP09488-PRT, ISBN: 978-1-4244-4381-9 (IEEE), 978-86-85195-80-8 (FEE), Library of Congress Numbers: 2009902623)
5. **A. Gavrovska**, D. Jevtić, “Preprocessing of cardiosignals using wavelets”, in *Proc. 52nd ETRAN Conference*, EK2.5-1-4, Serbia, Palić, June 8-12, 2008. (ISBN 978-86-80509-63-1) (*in Serbian; EK Section award*)

Doprinosi objavljeni u naučnim radovima kandidata predstavljaju rezultate istraživanja koji će biti izloženi u doktorskoj disertaciji kandidata.

2. Predmet i cilj istraživanja

U savremenoj telemedicini je najšire rasprostranjena usluga vezana za akviziciju i analizu kardiosignala. Signali se od pacijenta prenose ka udaljenom telemedicinskom centru sistemom mobilnih telekomunikacionih veza. Stoga su veoma značajna istraživanja vezana za same senzore, obradu kardiosignala, kao i za protokole, odnosno način prenosa istih signala odgovarajućim mobilnim sistemima. U cilju izbegavanja komplikovanijih i skupljih sistema za analizu stanja kardiovaskularnog sistema, efikasne tehnike obrade signala i slike imaju veliki značaj za potrebe primarne nege. Time obezbeđivanje visokokvalitetnog signala i omogućavanje boljeg uvida u njegov sadržaj, radi dobijanja informacije o patofiziologiji, predstavljaju jedan od prioriteta istraživanja u ovoj oblasti. Odabir tehnika se sprovodi u skladu sa potrebama efikasnog prenosa kardiosignala i pružanja medicinskih usluga na daljinu. Na taj način omogućava se podizanje svesti o zdravstvenoj nezi, pružanje servisa za kontrolu i samokontrolu zdravstvenog stanja.

Dakle, evidentno je da se kardiosignali sve češće prenose telekomunikacionim sistemima prenosa koji su praćeni i pojavom šuma različitih izvora. Pored toga, postoje mnogi izvori slučajnih signala usled nesavršenosti akvizicije, zatim usled fizioloških razloga ili artefakta kretanja. Ovo su razlozi zbog kojih se velika pažnja mora posvetiti ublažavanju uticaja šuma kao i svim artefaktima akvizicije signala, sa ciljem ne samo automatske detekcije, već i vizuelne inspekcije samih signala.

Talasna (*wavelet*) transformacija i filter banke zasnovane na talasićima poprimaju sve veći značaj u efikasnoj prezentaciji realnih signala i izdvajanju važnih karakteristika. Druga generacija talasića je realizovana upotrebom tehnike poznatije kao *lifting* šema. Ona predstavlja alternativan i efikasan algoritam za konstrukciju FIR filter banki zasnovanih na talasićima. Izbor druge generacije talasića se može smatrati zadovoljavajućim za potrebe analize kardiosignala. Pod kardiosignalima se podrazumevaju elektrokardiogrami (ECG) i, ponovo, sve popularniji fonokardiogrami (PCG), kao reprezentativni primeri električnog i vibroakustičnog zapisa rada kardiovaskularnog sistema. Pravilan odabir tipa talasića, potrebnog nivoa dekompozicije, načina modifikacije koeficijenata i ostalih parametara predstavlja i dalje otvoreno pitanje. Uobičajen fiksni izbor tipa talasića i/ili nivoa dekompozicije, ali i mogućnost njihovog izbora, ako se to nudi tehnički nenaprednim korisnicima, mogu dovesti do nedovoljno kvalitetnih rezultata. Potrebno je pronaći optimalnu kombinaciju parametara koja će obezbediti da nove tehnike za analizu kardiosignala daju što bolje rezultate pri analizi posmatranog signala.

CILJ ISTRAŽIVANJA: Cilj doktorske disertacije Ane Gavrovske je razvoj adaptivnog pristupa filtriranja upotrebom druge generacije talasića za potrebe kardiosignala (elektrokardiograma i fonokardiograma). Ukazaće se na prednosti upotrebe talasne transformacije nad standardnim tehnikama filtriranja kardiosignala, a posebno na prednosti predloženih tehnika nad standardnim FIR filterima baziranim na talasićima. Svrha ovog istraživanja je da se, pre svega, poboljša vizuelna inspekcija kardiosignala i da se druga generacija talasića predstavi kao dobar izbor u skladu sa postojećim trendovima za potrebe analize kardiosignala.

3. Osvrt na relevantne bibliografske izvore

Najznačajnije polazne reference koje je kandidat Ana Gavrovska koristila u svom istraživanju vezanom za predmet doktorske disertacije, navedene prema inverznom redosledu publikovanja, su:

- [3.1] Kumar B. Pradeep, Balambigai S., "A Survey on ECG De-Noising Techniques", *Bonfring International Journal of Advances in Image Processing*, Vol.2, Special Issue 1, Part 1, February 2012.
- [3.2] Kudriavtsev V., Polyshchuk V., Roy L.D., "Heart energy signature spectrogram for cardiovascular diagnosis", *BioMedical Engineering OnLine* 2007, 6:16.

- [3.3] Chouakri SA, Bereksi-Reguig F, Ahmaidi S, Fokapu O, "Wavelet Denoising of the Electrocardiogram Signal Based on the Corrupted Noise Estimation", *Computers in Cardiology* 2005; 32: 1021-1024.
- [3.4] Ercelebi E., "Electrocardiogram signals de-noising using lifting-based discrete wavelet transform", *Computers in Biology and Medicine* 34, pp. 479-493, 2004.
- [3.5] Messer R. Sheila, Agzarian John, and Abbott Derek, "Optimal wavelet denoising for phonocardiograms", *Microelectronics Journal* 32, pp. 931-941, 2001.
- [3.6] Claypoole R., Baraniuk R., Nowak R., "Adaptive wavelet transforms via lifting", *Proc. of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, Vol. 3, pp. 1513-1516, Seattle, WA, USA, 12-15 May 1998.
- [3.7] Tavel E. Morton, "Cardiac Auscultation: A Glorious Past- But Does It Have a Future?", *Circulation*. 1996; 93:1250-1253.
- [3.8] Sweldens W., "The Lifting Scheme: A new philosophy in biorthogonal wavelet constructions", *Wavelet Applications in Signal and Image Processing III*, pp. 68-79, Proc. SPIE 2569, 1995.

U radu [3.1] je dat izuzetno koristan pregled različitih tehnika uklanjanja šuma, navodeći njihove prednosti i nedostatke. Dalje, u navedenom radu se konstatuju izuzetno dobre performanse talasića u funkciji uklanjanja šuma. Autori predlažu da se, u budućnosti, koriste hibridne tehnike koje uključuju korišćenje praga u domenu talasića za potrebe uspešnog uklanjanja šuma.

U [3.2] se razmatra primena vremensko-frekvencijske transformacije i najčešće korišćenih reprezentacija radi analize i kvalitetnog opisa rada srca. Ukazuje se na mogućnost kvantitativne karakterizacije srčanih ritmova koja može biti od izuzetne koristi za podršku dijagnostikovanju, ali i automatizaciju pristupa.

Ideja izneta u radu [3.3] odnosi se na algoritam uklanjanja šuma iz elektrokardiograma, primenom *wavelet* transformacije. U osnovi autori predlažu da se izvrši estimacija belog gausovskog šuma procesiranjem i kombinovanjem diskretne *wavelet* transformacije. Uočeno je da standardno postavljanje praga na osnovu ocene šuma iz prvog nivoa dekompozicije ima značajan uticaj na morfologiju signala zbog korelacije koja postoji kod segmenata kao što su pojedini ECG talasi. Iz tog razloga se ocena prisustva šuma obavlja komparativnim pristupom na četvrtom nivou dekompozicije i standardnim otklanjanjem šuma u prethodnim nivoima. Iako su dobijena značajna poboljšanja, kao osnovna mana algoritma predstavlja se zavisnost od pojedinih karakteristika signala kao što su R pikovi.

U radu [3.4] se preporučuje filter za uklanjanje šuma iz elektrokardiograma primenom diskretne *wavelet* transformacije zasnovane na lifting šemi. Ističe se korisnost pristupa baziranog na lifting šemi za potrebe telemedicine. Estimacija šuma je zavisna od nivoa *wavelet* koeficijenata. Izbor praga je, takođe, zavisna od nivoa i podešava vrednost praga *wavelet* koeficijentima na svakom od nivoa dekompozicije. Dodatno, ovakav način otklanjanja šuma se poredi sa medijanim filtriranjem.

Autori rada [3.5] bave se analizom fonokardiograma ističući da se u njima mogu detektovati značajne informacije o zdravstvenom stanju, ali i da postoji problem šuma koji to često onemogućava. U radu se dalje ukazuje na činjenicu da se diskretna talasna transformacija može uspešno koristiti, a posebno se analiziraju različite metode izbora praga i izbor talasića. Pokazuje da nema dokaza da određeni talasić među testiranim daje uglavnom optimalan rezultat pri otklanjanju šuma, pa se jedino mogu izvesti određene preporuke. Dodatno, preporučuje se i fleksibilna metoda izbora praga.

Rad [3.6] tretira lifting šemu kao pogodno okruženje za realizaciju samo-podešavajućih FIR filter banki. Autori ističu da se izbor prediktora može razmatrati u skladu sa nivoom dekompozicije ili

prostornim karakteristikama signala. Istaknuto je da se sa aspekta entropije i otklanjanja šuma može uvideti potencijal ovakvog pristupa.

Morton E. Tavel, autor rada [3.7] ističe važnost dobre detekcije srčanih zvukova. Ukazuje se na informacije koje bi bile od velike važnosti za otkrivanje srčanih oboljenja. Pri tome, podseća da se detekcija takvih signala može obaviti efikasno i uz relativno nisku cenu, te da može biti rasprostranjena. Zaključuje se da fonokardiografija postaje ponovo sve popularnija i da buduća istraživanja upravo treba usmeriti ka razvoju novih metoda za percepciju, prikaz i analizu srčanih događaja.

Wim Sweldens, predstavlja u svom radu [3.8] novi način za konstrukciju talasića upotrebom lifting šeme na primeru biortogonalnih talasića. Takvi talasići pripadaju drugoj generaciji, koja ne koristi Fourier-ovu transformaciju i ima niz prednosti u odnosu na prvu generaciju, kao što su: efikasna implementacija, evidentna inverzna transformacija, itd. Predstavljene su osnovne karakteristike lifting šeme i elementarni lifting koraci.

4. Polazne hipoteze

S obzirom na uspešnost diskretne talasne transformacije prilikom otklanjanja šuma kod primarnih kardiosignala, polazna pretpostavka u ovom radu je vezana za odabir modifikacije koeficijenata u domenu talasića, važnost određenog nivoa dekompozicije do kog treba ići u primeni diskretne talasne transformacije i odabira talasića prilikom dekompozicije. U analizi različitih kardiosignala pokazalo se da dosadašnji fiksni izbori nisu zadovoljavajući i da odabir parametara u vezi gore navedenog mora biti zavisn od samog kardiosignala. Ovo je poznato u literaturi, iako se i dalje upotrebljavaju ovakvi fiksni režimi rada i primene diskretne talasne transformacije. Pretpostavka kandidata je da se može definisati samo-podešavajući pristup pri filtriranju kardiosignala koji može dati približno isti ili bolji rezultat od fiksnih odabira upotrebom lifting šeme i odgovarajućih mapa odlučivanja, odnosno referentnih signala generisanih na osnovu primarnog kardiosignala.

5. Naučne metode istraživanja

U radu će biti predstavljena talasna transformacija i druga generacija talasića kao izbor za analizu kardiosignala. Biće objašnjene njihove prednosti i prednosti odgovarajućih FIR filter banki. Analiziraće se upotreba standardnih tipova talasića za potrebe prezentacije signala, kao i drugih potrebnih parametara radi estimacije prezentacije kardiosignala kroz tehniku filtriranja. Primeniće se skup mera za ocenu kvaliteta, radi ocene uspešnosti pravilnog odabira. Da bi se potvrdio izbor diskretne talasne transformacije, biće pokazane prednosti nad standardnim tehnikama filtriranja. Razmatraće se uočene prednosti i mane učinjenih izbora pri analizi, kao i predložene zavisnosti među parametrima. Diskretna talasna transformacija se može posmatrati putem interpretacije greške predikcije, što se pokazalo interesantnim i jednostavnim za realizaciju različitih adaptivnih rešenja. U ovom radu će biti predloženo novo adaptivno rešenje. Druga generacija talasića omogućava adaptivni pristup pri filtriranju, a ovde će biti pokazane sve prednosti takvog izbora. U cilju sagledavanja sadržaja zapisa, posebno PCG signala, združene vremensko-frekvencijske prezentacije su veoma korisne. Dobit od takvih prezentacija se može sagledati primenom predloženih tehnika u cilju poboljšanja vizuelne inspekcije. Na osnovu klasičnih mera kvaliteta, biće pokazana uspešnost primene druge generacije talasića i adaptivnog pristupa, u poređenju sa klasičnim tehnikama filtriranja i tehnikom fiksnih odabira parametara talasne transformacije, za potrebe filtriranja kardiosignala. Analiza i poređenje kvaliteta obrade su testirani na standardnim ECG i PCG signalima.

6. Očekivani doprinosi

Očekivani rezultat samo-podešavajućeg (adaptivnog) pristupa pri filtriranju, upotrebom druge generacije talasića, predstavlja novi pristup koji može dati značajno bolji ili približno isti rezultat kao do sada poznate metode. Neka preliminarna istraživanja ukazuju na to da su, korišćenjem lifting šeme, moguća poboljšanja sa aspekta prezentacije i preprocesiranja kardiosignala. Analiza združenih vremensko-frekvencijskih reprezentacija može omogućiti jasniji uvid u sadržaj signala, izdvajanja relevantnih segmenata, ali i za potrebe definisanja referentnih karakteristika za dalju analizu. Predložene tehnike su jednostavne i fleksibilne. Korisne su u proceni sadržaja kardiosignala, ali i za promovisanje inovativnih rešenja u cilju budućih istraživanja u području analize kardiosignala.

7. Plan istraživanja i struktura rada

U uvodnom delu rada biće opisani: motivacija, polazne hipoteze i ciljevi istraživanja. Predstaviće se osnovni načini monitoringa rada srca i primarni kardiosignali kao digitalni zapisi od velikog značaja za kontrolu i samokontrolu zdravstvenog stanja.

Zatim će se dati pregled najčešćih načina za filtriranje kardiosignala, sa posebnim osvrtom na diskretnu talasnu transformaciju i odabir parametara za njenu implementaciju. Biće navedene osnovne prednosti pri upotrebi diskretne talasne transformacije za potrebe filtriranja kardiosignala u odnosu na neke standardne načine filtriranja.

Nakon predstavljanja talasne transformacije i filter banki zasnovanih na talasićima kao često korišćenog alata za analizu kardiosignala i otklanjanje šuma, biće opisana potreba za drugom generacijom talasića i lifting šemom. Biće razmatrana standardna dvokanalna FIR filter banka za perfektnu rekonstrukciju signala.

Generalizovani pristup lifting šeme će biti objašnjen, kao i osnovni *primalni* i *dualni* elementarni koraci u polifaznoj strukturi. Pregled najčešćih izbora (parametara) u standardnoj primeni diskretne talasne transformacije kod elektrokardiograma i fonokardiograma će biti dat u radu, kao i pregled osnovnih metoda za realizaciju lifting šeme i mogućnosti za njenu adaptaciju.

Samo-podešavajući pristup za potrebe kardiosignala biće predstavljen na primeru otklanjanja šuma. Pristup filtriranju, struktura lifting šeme, inicijalna podešavanja signala i združenih vremensko-frekvencijskih reprezentacija, kao i ostali potrebni alati će se definisati za potrebe realizacije predloženih rešenja.

Eksperimentalni rezultati predloženog pristupa biće prikazani na primerima elektrokardiograma i fonokardiograma. Posebno će biti diskutovani pojedini test primeri. Dodatno, daće se komparativna analiza standardne primene diskretne talasne transformacije i predloženog samo-podešavajućeg pristupa.

Na kraju, rad će sadržati pregled izvedenih zaključaka i niza mogućnosti za buduća istraživanja i dobijanja zadovoljavajućih rezultata za potrebe kvalitetne analize digitalnih zapisa elektrokardiograma i fonokardiograma.

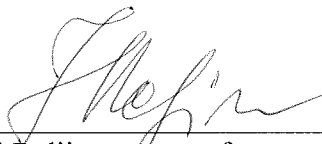
8. Zaključak i predlog

Kandidat Ana Gavrovska, dipl. inž. elektrotehnike, je diplomirala na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu i upisala doktorske studije na istom fakultetu. Kandidatkinja je stekla veliko iskustvo radeći na međunarodnom projektu čiji je predmet bio analiza srčanih ritmova na osnovu elektrokardiograma i fonokardiograma. Objavila je veći broj radova u časopisima i zbornicima konferencija i većina pripada oblasti disertacije. Nekoliko radova Ane Gavrovske iz ove oblasti je dobilo ugledne nagrade.

Na osnovu izloženog smatramo da su ispunjeni svi uslovi i predlažemo Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da se prihvati tema doktorske disertacije pod naslovom „ANALIZA KARDIOSIGNALA POMOĆU DRUGE GENERACIJE TALASIČA“, koju je prijavila Ana Gavrovska, dipl. inž., i da se kandidatkinji odobri njena izrada.

Beograd, 07.08.2012.

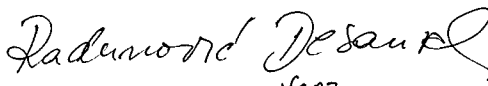
Članovi Komisije:



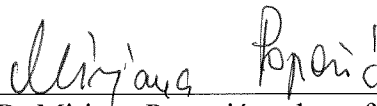
Dr Irini Reljin, vanr. prof.
Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu



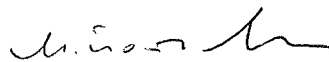
Dr Dragana Šumarac-Pavlović, docent
Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu



Dr Desanka Radunović, ^{vanr}red. prof.
Matematički fakultet Univerziteta u Beogradu



Dr Mirjana Popović, red. prof.
Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu



Dr Miodrag Popović, red. prof.
Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu