

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Na 751. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, od 03.07.2012. 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

IZVEŠTAJ

1. PODACI O KANDIDATU

Osnovni biografski 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 je 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.

Autor je i koautor naučnih radova (31) izlaganih i objavljenih na domaćim (16) i međunarodnim (10) konferencijama i domaćim (4) i međunarodnim časopisima (1). Stipendista Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije na doktorskim studijama (2008-2012). Takođe je jedan od trinaest studenata Republike Srbije kojima je školarina u 2008. godini plaćena od strane Ministarstva za telekomunikacije i informatičko društvo. Od oktobra 2012. godine, zaposlena u Inovacionom centru Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu. Recenzent radova (TELFOR, NEUREL od 2010.) i predsedavajući (TELFOR 2010., 2011.) na sesijama vezanim za multimedijalne sisteme. Član organizacionog odbora konferencije NEUREL (NEUREL 2010., 2012.). Član IEEE od 2006. godine. Član IPTM grupe za digitalnu obradu slike, telemedicinu i multimediju na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. 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.

Dobitnik nekoliko 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-I-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 - TELSIKS*, 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.

Dodatna usavršavanja i angažovanja:

- 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.
- Pohađala internacionalnu *MUMIA Training School*, Olimpijada, Halkidiki, Grčka, u oblasti pretraživanja i indeksiranja tekstualnih, audio i video informacija, 2012. (projekat COST IC1002).
- HDRi Training School, Ren, Bretanja, Francuska, u oblasti poboljšanja dinamičkog opsega u obradi slike, 2012 (projekat COST IC1005).

Učešće u projektima:

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 evropskim projektima COST IC1005 “HDRI- High Dynamic Range Images” i COST IC1002 “MUMIA - Multilingual and multifaceted interactive information access”.

Podobnost kandidata za rad na predloženoj temi:

Kandidat je radio na međunarodnom projektu čiji je predmet bila analiza srčanih ritmova, elektrokardiograma i fonokardiograma i stekao veliko iskustvo u toj oblasti.

Najveći broj objavljenih radova od strane kandidata (31) u časopisima i zbornicima konferencija su upravo iz oblasti koja je predmet istraživanja doktorske disertacije, među kojima su i sledeći **objavljeni radovi:**

Radovi objavljeni u časopisima međunarodnog značaja:

1. **Ana Gavrovska**, Milorad Paskaš, Vladimir Kovačević, Irini Reljin, "Renal DMSA Scan Morphology Analysis using Undecimated Wavelet Transform and Isocontours", *the International Journal of Reasoning-based Intelligent Systems (IJRIS scientific journal)* – to be published, 2012.

Radovi objavljeni u časopisima nacionalnog značaja:

2. **Ana M. Gavrovska**, Milorad P. Paskaš, and Irini S. Reljin, "Wavelet Denoising within the Lifting Scheme Framework", *Telfor Journal*, Vol. 4, No. 2, pp. 101-106, 2012.(ISSN 1821-3251).
3. Milorad Paskaš, **Ana Gavrovska**, Dubravka Jevtić, Marijeta Slavković, Dragi Dujković, Irini Reljin, Branimir Reljin, “Segmentacija ehokardiograma korišćenjem aktivnih kontura sa predobrdom”, *MD medical review*, Vol.3, No. 2, pp. 205-207, Jun 2011. (ISSN 1821-1585, UDK:616-073).
4. **Ana Gavrovska**, Milorad Paskaš, Irini Reljin, Dubravka Jevtić, Dragi Dujković, Branimir Reljin, “Review of Selected Techniques for Cardiosignal Analysis”, *MD medical review*, Vol.2, No. 4, pp. 341-347, December 2010. (ISSN 1821-1585, UDK : 616.12-073). Re-printed in Supplement, Selected papers Maj 2009 - Mart 2011, Vol.2, No. 4, pp. 341-347, April 2011.
5. **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).

Radovi u zbornicima simpozijuma međunarodnog značaja:

6. **Ana M. Gavrovska**, Marijeta S. Slavković, Milorad P. Paskaš, Dragi M. Dujković, and Irini S. Reljin, "Joint time-frequency analysis of phonocardiograms", in *Proc. 11th Conference NEUREL 2012*, pp.177-180, Belgrade, Serbia, September 20-22, 2012. (IEEE Catalog Number: CFP12481-PRT, ISBN: 978-1-4673-1570-8)
7. **Ana M. Gavrovska**, Milorad P. Paskaš, Dragi M. Dujković, Irini S. Reljin, “Region-based Phonocardiogram Event Segmentation in Spectrogram Image”, in *Proc. 10th Conference NEUREL 2010*, pp.69-72, Serbia, Belgrade, September 23-25, 2010. (IEEE Catalog Number: CFP10481-PRT, ISBN: 978-1-4244-8818-6).
8. **A. Gavrovska**, M. Paskaš, I.Reljin, „Direktna primena slike skalograma u određivanju morfološki karakterističnih PCG segmenata”, *Naučno-stručni Simpozijum INFOTEH*, Jahorina, E1-14, 17 - 19. mart, 2010. (ISBN-99938-624-2-8).
9. **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 - TELSIS*, 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)
10. **Ana Gavrovska**, Dubravka Jevtić, "PVC scalogram detection using *neural* network", in *Proc. 9th Conference NEUREL 2008*, pp.161-164, Serbia, Belgrade, September 25-27, 2008. (IEEE Catalog Number: CFP08481-PRT, ISBN: 978-1-4244-2903-5, Library of Congress: 2008935851).

Radovi u zbornicima simpozijuma nacionalnog značaja:

11. **Ana Gavrovska**, Milorad Paskaš, Irini Reljin, "An Example of Wavelet Denoising using Lazy Transform and the Lifting Scheme", *19. Telekomunikacioni forum*, TELFOR, OS: 5.2, str. 615-618, Srbija, Beograd, novembar 22-24, 2011. (IEEE Catalog Number: CFP1198P-CDR, ISBN 978-1-4577-1498-6)
12. **Ana Gavrovska**, Irini Reljin, "Izdvajanje relevantnih regiona DMSA scintigrama primenom talasne transformacije", *Zbornik radova 55. Konferencije za ETRAN*, EK1.2-1-4, Banja Vrućica (Teslić), 6-9. juna, 2011. (ISBN 978-86-80509-66-2).
13. **Ana M. Gavrovska**, Milorad P. Paskaš, Dragi M. Dujković, Irini S. Reljin, "Whole Fundamental Heart Sound ANN-based Detection using Simple Features", *18. Telekomunikacioni forum* TELFOR, SP 5.1, str. 571-574, Srbija, Beograd, novembar 23-25, 2010. (ISBN 978-86-7466-392-9).
14. **Ana Gavrovska**, Dubravka Jevtić, "Detekcija oblika murmura u fonokardiogramu u vremenskom domenu", *Zbornik radova 53. Konferencije za ETRAN*, EK2.2-1-4, Srbija, Vrnjačka Banja, 15-18. juna, 2009. (ISBN 978-86-80509-64-8).
15. Dubravka Jevtić, **Ana Gavrovska**, "Predobrada kardiosignala pomoću double-density wavelet transformacije", *Zbornik radova 53. Konferencije za ETRAN 2009*, EK1.6-1-4, Srbija, Vrnjačka Banja, 15-18. juna, 2009. (ISBN 978-86-80509-64-8).
16. **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. (ISBN 978-86-7466-375-2).
17. **Ana Gavrovska**, Dubravka Jevtić, "Prednosti upotrebe diskretnog i neosetljivog Kalmanovog filtra kod kardiosignala", *16. Telekomunikacioni forum* TELFOR, str. 376-379, Srbija, Beograd, novembar 25-27, 2008. (ISBN 978-86-7466-337-0).
18. **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. (ISBN 978-86-80509-63-1).

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

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja

U savremenoj telemedicini je najšire rasprostranjena usluga vezana za akviziciju i analizu kardiosignala. Signali se od pacijenta prenose ka udaljenom telemedicinskom centru sistemom telekomunikacionih veza. Stoga su veoma značajna istraživanja vezana za preprocesiranje i procesiranje kardiosignala. 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, vrednosti pragova i/ili nivoa dekompozicije, ali i mogućnost njihovog izbora, ako se to nudi tehnički naprednim 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 novog adaptivnog pristupa filtriranja upotrebom druge generacije talasića, zasnovanom na rezultatima segmentacije 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 analize primarnih 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.

Elektrokardiogrami predstavljaju do sada najistraženije digitalne zapise rada kardiovaskularnog sistema. Problem uklanjanja šuma kod elektrokardiograma je predmet proučavanja velikog broja autora ([3.1], [3.3-3.4]). Telemedicinski aspekt i pogodnost druge generacije talasića za potrebe kardiosignala istaknut je u [3.4], dok su pogodnosti lifting šeme [3.8] prepoznati u realizaciji samopodešavajućih filtara [3.6]. Pojavom digitalnih stetoskopa, fonokardiogrami ponovo postaju sve popularniji [3.7], kao i problem uklanjanja šuma kod ovakvog načina monitoringa kardiovaskularne aktivnosti [3.5]. Značajno mesto u rešavanju ovog problema zauzimaju diskretna talasna transformacija i odgovarajuće združene vremensko-frekvencijske reprezentacije [3.2].

U radu [3.1] je dat izuzetno koristan pregled različitih tehnika uklanjanja šuma kod ECG signala, 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.

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 uklanjanjem 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. Upravo zavisnost karakteristika signala i parametara upotrebljenih pri filtriranju kardiosignala predstavlja motivaciju za istraživanje kandidata Ane Gavrovske.

U radu [3.4] ističe se korisnost pristupa baziranog na lifting šemi i drugoj generaciji talasića 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.

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.

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. Ovim je otvoren niz mogućnosti realizacije različitih adaptivnih rešenja za odgovarajuće aplikacije.

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.

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.

Pitanje kvalitetne reprezentacije fonokardiograma radi analize i kvalitetnog opisa rada srca je razmatrana u [3.2], gde se ukazuje se na mogućnost kvantitativne karakterizacije srčanih ritmova koja može biti od izuzetne koristi za podršku dijagnostikovanju, ali i automatizaciju pristupa upotrebom vremensko-frekvencijskih transformacija.

4. POLAZNE HIPOTEZE

Polazeći od predmeta rada, postavljenih ciljeva i zadataka, može se postaviti hipoteza u širem smislu:

Za potrebe realizacije sistema za analizu kardiosignala treba razviti modele i prezentacije signala, koji će omogućiti kvalitetniji uvid i njihovo bolje razumevanje za potrebe konačnog cilja identifikacije potencijalnih varijabilnosti, šablona ponašanja i abnormalnosti signala. Pri tome je potrebno razmotriti i telemedicinski aspekt, od samokontrole i podizanja svesti o očuvanju zdravlja i primarnoj nezi, pretraživanja raspoloživog medicinskog osoblja do mogućnosti drugog mišljenja. Postojeći algoritmi filtriranja primarnih kardiosignala nisu efikasni samo-podešavajući algoritmi zasnovani na važnosti očuvanja karakteristika signala, iako je takva realizacija upotrebom druge generacije talasića moguća.

Hipoteza od koje se polazi u istraživanju kandidata je:

Moguće je definisati novi model filtriranja za potrebe samostalne analize primarnih kardiosignala izvan kliničkih uslova, koji se zasniva na zavisnosti lokalnih karakteristika zapisa i parametara upotrebljenje tehnike filtriranja i samo-podešavajućoj lifting šemi.

Pretpostavka kandidata je da se pomoću ovakvog modela pri filtriranju kardiosignala može dobiti približno isti ili bolji rezultat od standardnih tehnika filtriranja i fiksnih odabira parametara pri upotrebi talasne transformacije. Upotrebom odgovarajućih mapa odlučivanja, odnosno referentnih signala generisanih na osnovu primarnog kardiosignala moguće je realizovati takav model.

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, izdvajanja relevantnih segmenata i obeležja. 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, kao i uspešnost predložene segmentacione tehnike. Analiza i poređenje kvaliteta obrade su testirani na standardnim ECG i PCG signalima.

6. OČEKIVANI DOPRINOSI

Najznačajniji doprinos ove disertacije se očekuje u razvoju modela za adaptivno podešavanje parametara talasića druge generacije na osnovu sadržaja posmatranog kardiosignala, pre svega fonokardiograma. Model će obezbediti uklanjanje šuma u signalu uz zadržavanje svih relevantnih morfoloških komponenata signala koji su značajni za dijagnozu. Za razvoj takvog modela definisaće se novi metodološki okvir za preprocesiranje i procesiranje kardiosignala na osnovu preliminarne analize kardiosignala i segmentacije relevantnih delova. Na osnovu tih podataka i empirijskog načina dekompozicije sa vremensko-frekvencijskim reprezentacijama, kao što su modifikacije Wigner-Ville-ove raspodele, realizovaće se adaptivni algoritam izbora parametara talasića druge generacije koji je prilagođen posmatranom signalu. Primenjeni model otvara niz mogućnosti za buduća istraživanja u proceni sadržaja fonokardiograma što može olakšati medicinsku dijagnozu. Očekuje se da performanse predloženog algoritma budu uporedive ili bolje od performansi sličnih algoritama, poznatih iz raspoložive literature.

Osnovni očekivani doprinosi disertacije:

- *Pregled i analiza standardnih tehnika za uklanjanje šuma kod primarnih kardiosignala. Pregled najčešćih parametara korišćenih pri standardnom uklanjanju šuma upotrebom talasne transformacije.*
- *Pregled i analiza važnih svojstava raspoloživih tehnika filtriranja zasnovanih na drugoj generaciji talasića i lifting šemi. Pregled raspoloživih struktura i samo-podešavajućih pristupa kod lifting šeme.*
- *Pregled tehnika za potrebe analize i segmentacije relevantnih segmenata kod primarnih kardiosignala upotrebom združenih vremensko-frekvencijskih reprezentacija.*
- *Definisanje i predlog novog algoritma za potrebe segmentacije vibroakustičnih signala, sa osvrtom na elektrokardiograme.*
- *Definisanje i predlog novog modela za samo-podešavajuće filtriranje upotrebom druge generacije talasića i segmentacione tehnike za potrebe primarnih kardiosignala.*
- *Komparativna analiza predloženog modela sa postojećim tehnikama filtriranja i primeri studija sa utvrđenom dijagnozom.*
- *Primena metodologije za potrebe samostalne analize primarnih kardiosignala, pre svega fonokardiograma, izvan kliničkih uslova.*

7. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

Plan istraživanja

- Pretraživanje stručne literature i internet resursa za potrebe pregleda tehnika i analize problema. Učešće na domaćim i međunarodnim konferencijama, razmena novih saznanja i konsultacije sa lekarima.
- Modeliranje relevantnosti komponenata kardiosignala i studija slučajeva.
- Razvoj metodologije. Analiza efikasnih alata u obradi signala i slike u cilju segmentacije i filtriranja kardiosignala.
- Dizajn i realizacija modela za uklanjanje šuma u zavisnosti od karakteristika kardiosignala.
- Primena metodologije. Realizacija test baza i eksperimentalna testiranja.
- Zaključak. Analiza predloženog rešenja i mogućnosti za buduća istraživanja.

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.

Konkretni 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.

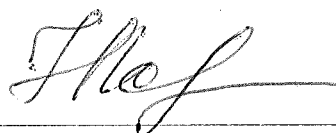
8. ZAKLJUČAK I PREDLOG

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. Tema koja će biti obrađivana je izuzetno aktuelna. Analiza fonokardiograma kao digitalnog zapisa dobija sve više na značaju, a kvalitet samog signala koji se analizira je od izuzetne važnosti. Nekoliko radova Ane Gavrovske iz ove oblasti je dobilo ugledne nagrade. Takođe, nekoliko radova Ane Gavrovska iz ove oblasti je citirano u međunarodnim časopisima.

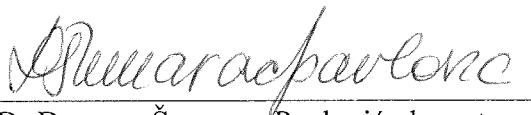
Na osnovu izloženog smatramo da su ispunjeni svi uslovi i predlažemo Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da se prihvati tema doktorske disertacije pod naslovom „ANALIZA KARDIOSIGNALA POMOĆU DRUGE GENERACIJE TALASIĆA“, koju je prijavila Ana Gavrovska, dipl. inž., i da se kandidatkinji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

Beograd, 30.10.2012.

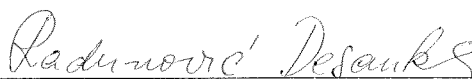
Članovi Komisije:



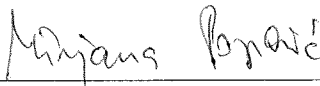
Dr Irini Reljin, vanr. prof.
Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu



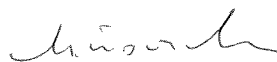
Dr Dragana Šumarac-Pavlović, docent
Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu



Dr Desanka Radunović, vanr. 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