

ПРИМЉЕНО: 24. 11. 2005			
ОРГ ЈЕДИН.	БРОЈ	ПРИЛОГ	ВРЕДНОСТ
	1339/1		

## НАУЧНО НАСТАВНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА У КОСОВСКОЈ МИТРОВИЦИ

Na osnovu člana 97. i 98. Statuta Fakulteta tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici, Dekan Fakulteta tehničkih nauka u Kosovskoj mitrovici doneo je odluku br. 1077/1 dana 12.10.2005. godine da se obrazuje Komisija u sastavu:

1. dr Vidosav Stojanović, red. prof. EF Niš - mentor,
2. dr Milorad Obradović, red. prof. FTN Novi Sad - član,
3. dr Ranko Babić, vanr. prof. FTN Kos. Mitrovica - član.

za ocenu naučne zasnovanosti predložene teme doktorske disertacije pod naslovom **VREMENSKO FREKVENCIJSKA ANALIZA NESTACIONARNIH SIGNALA** kandidata **mr Siniše Ilića**.

Na osnovu uvida u priloženu dokumentaciju i razmatranja predložene teme, Komisija sa zadovoljstvom podnosi sledeći

### IZVEŠTAJ

#### 1 Kratka biografija kandidata

Siniša Ilić je rođen 31.08.1968. godine u Prizrenu. Osnovnu i srednju školu završio je u Prištini i dobitnik je Vukove diplome. Elektrotehnički fakultet u Prištini smer Elektronika upisao je juna 1986. godine. Diplomirao je juna 1992. godine sa prosečnom ocenom 9.85. Nakon završenih studija zaposlio se na Elektrotehničkom fakultetu u Prištini na radnom mestu asistenta pripravnika za predmet Osnovi Elektrotehnike. Istovremeno je radio i u Televiziji Priština gde je obavljao poslove tehničkog vođstva, tako da je imao prilike da se upozna sa radom profesionalnih uređaja koji su se tamo koristili.

Postdiplomske studije je započeo novembra 1992. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu i završio ih sa prosečnom ocenom 10 i odbranio magistarski rad sa naslovom *Sinteza govora pomoću mikrofunkcija* juna 1995. godine.

Rezultati magistarskog rada su praktično primenjeni godinu dana kasnije kreiranjem aplikacije koja je pomagala slepim ljudima da samostalno rade na računaru koristeći sintetizovan srpski govor.

U sektoru robotike u fondu *Kapetan Dragan* je radio na softverkom upravljanju hardvera, gde je savladao tehniku programiranja komunikacije na ulazno - izlaznim portovima računara.

Od preseljenja fakulteta 1999 godine u Kosovsku Mitrovicu nastavio je rad na istom predmetu u novim uslovima. Od oktobra 2000. godine angažovan je i na Višoj elektrotehničkoj školi u Beogradu kao predavač na predmetima: Programiranje 2, Digitalizovanje signala i Obrada audio signala.

U periodu od 2001. god. pa do današnjih dana vodio je i aktivno učestvovao kao projektant i vodeći programer izradu sledećih informacionih sistema (IS): IS medicinske opreme u zdravstvenim institucijama u Srbiji, IS kompanije Dipos koja izdaje stambene objekte i vile diplomatsko konzularnim predstavništvima u zemlji, IS procene zdravstvenih službi u Srbiji, IS za izvršenje budžeta i glavne knjige trezora republike Srbije i IS za izvršenje budžeta Srbije i Crne Gore.

## 2 Značaj teme i cilj istraživanja

Analiza vremenski promenljivih signala u frekvencijskom domenu informacija nudi potpuniji uvid u karakteristike signala jer prikazuje spektralne komponente od kojih je signal sastavljen. Ovakav pristup, međutim, ne nudi uvid kako se spektralne komponente menjaju u vremenu što je od izuzetne važnosti za uočavanje i izdvajanje karakterističnih segmenata u, kako sporo, tako i brzo promenljivim signalima.

Neki od alata za dobijanje pomenutih promena spektralnih komponenta u vremenu su: kratkotrajna Fourierova, (Short Time Fourier Transformation), Wigner-Wille-ova, Wavelet transformacija itd. Izbor odgovarajuće transformacije zavisi od prirode signala koji se posmatra.

Za obradu digitalnih signala koriste se digitalni filtri koji se mogu projektovati kako u vremenskom, tako i u frekvencijskom domenu. Projektovanje digitalnih filtara u vremenskom domenu primenom prozorskih funkcija je veoma često korišćeni metod.

Ovaj postupak zahteva optimizaciju velikog broja parametara kao što su: širina prozorske funkcije, red filtra, preklapanje prozora, dužina digitalne reči, itd.

U literaturi su opisani postupci za analizu sporopromenljivih nestacionarnih signala koji se, međutim, ne mogu generalizovati. Tako, na primer, promena parametara odgovarajuće transformacije primenjene u analizi EKG



signala dovodi do različitih predstava signala u vremensko frekvencijskom domenu. Takođe se i izborom različitih transformacija, dobijaju različiti rezultati. U zavisnosti od prirode signala koji se analizira, potrebno je odabrati odgovarajuću transformaciju i njene parametre kako bi se dobila slika sa najviše uočljivih detalja u signalu.

Za dobijanje kratkotrajne Fourierove transformacije, izborom odgovarajućeg filtra kojim se ograničava signal u vremenu i u frekvenciji i izborom širine prozora, utiče se na rezoluciju vremenske i frekvencijske ose. Bolja rezolucija na jednoj osi uslovljava lošiju na drugoj. Kvalitetniji prikaz spektra rezultira u nemogućnosti da se preciznije odrede trenuci nastajanja promena u signalu i obrnuto kvalitetniji prikaz promena spektra u toku vremena rezultira u slabijem uočavanju spektralnih komponenti.

Za razliku od kratkotrajne Fourierove transformacije, Wavelet transformacija omogućava bolju rezoluciju u vremenu a slabiju u spektru za visoke frekvencije, jer je kod brzih promena bitno kada su se promene desile. Za niske frekvencije transformacija daje bolju rezoluciju u spektru a lošiju u vremenu, jer kod sporijih promena nije od velikog značaja tačan trenutak nastanka promene. Zahvaljujući pomenutim osobinama Wavelet transformacija nam omogućava da lako uočimo diskontinuitete koje postoje u vremenskom domenu signala. U zavisnosti kako su diskretizovane vremenska i frekvencijska osa razlikujemo tri tipa Wavelet transformacije: kontinualnu, poludiskretnu i diskretnu. Prednost kontinualne analize je u tome što je preglednija i laka za interpretaciju, dok je mana iste što postoji velika redundansa, a time i velika količina podataka koju treba sačuvati. Mana diskretne analize je što ima relativno malu rezoluciju - mali broj Wavelet koeficijenata, a prednost je što taj broj koeficijenata zauzima manji memorijski prostor i pri tome je dovoljan za potpunu rekonstrukciju signala u vremenskom domenu.

Mogućnost kompresije signala koja se sastoji u redukovanju manje važnih detalja, kao i otklanjanje šumova koji su superponirani korisnom signalu još neke su od pogodnosti koje nudi Wavelet transformacija.

Primena vremensko frekvencijske analize na konkretni sporopromenljivi nestacionarni signal kakav je EKG može poboljšati i unaprediti sadašnju dijagnostiku zasnovanu isključivo na analizi signala u vremenskom domenu.

Elektrokardiogram (EKG) predstavlja konvencionalni vremenski prikaz talasnih oblika biopotencijala miokarda na ekstremitetima i grudima u 12 odvoda.

U dosadašnjoj stručnoj i naučnoj literaturi učinjeni su pokušaji da se uvođenjem vremensko frekvencijskog domena u analizi EKG signala dobije

kvalitetniji prikaz sa više detalja od značaja za dijagnosticiranje. Objavljeni rezultati su dobijeni na malom broju talasnih oblika, u off - line režimu (postakviziciona analiza). Nije pokazano kako i u kojoj meri primena iste transformacije sa određenim parametrima može biti od značaja za preostale odvode. Do sada nije utvrđen optimalni skup parametara transformacija koji bi se mogao primeniti nad definisanim (normalni i specifični abnormalni) skupom EKG signala.

Imajući u vidu napred rečeno cilj istraživanja ove disertacije se odnosi na analizu nestacionarnih signala sa posebnim osvrtom na EKG signale. Istraživanja će obuhvatiti:

- Realizaciju virtuelnog EKG, koji će omogućiti da se eksperimentalni rad može vršiti nezavisno od zdravstvenih ustanova.
- Izbor transformacije za vremensko-frekvencijsku analizu signala koja će omogućiti obradu podataka u realnom vremenu.
- Ispitivanje potrebe za eventualnim filtriranjem ulaznog niza podataka koje treba obraditi, kako u slučaju brze Fourierove transformacije, tako i u slučaju Wavelet transformacije.
- Optimizacija parametara transformacije.
- Otklanjanje šumova.
- Analiziranje mogućnosti primene kompresije nestacionarnih signala pomoću Wavelet transformacije kao što je elektrokardiogram.
- Primenu vremensko-frekvencijske analize kod klasifikacije i dijagnostike EKG signala zasnovane na vremensko-frekvencijskim dijagramima gde se očekuje lakša, vizuelna i kvalitetnija dijagnostika.
- Analiziraće se mogućnost obrade nestacionarnih signala u realnom vremenu za usvojenu transformaciju i parametre vremensko-frekvencijske analize.

Za postizanje zadatih ciljeva neophodno je realizovati uređaj (hardver) koji je sastavni deo PC računara, virtuelni EKG, koji će raspoložive performanse PC računara iskoristiti u svrhu prikupljanja i analize realnih EKG signala. To nameće potrebu za realizacijom (programiranjem) specifičnog softvera koji će podržati navedeni hardver, što podrazumeva programiranje ulazno/izlaznih kanala na računaru, obradu i vizuelizaciju podataka kao i čuvanje obrađenih podataka u relacionoj bazi podataka.

Projektovanje i realizacija virtuelnog elektrokardiografa omogućiće praktična istraživanja koja se odnose na vremensko frekvencijsku analizu nestacionarnih signala kao što je EKG signal.



Isto tako, izvršiće se analiza pomenutih signala u realnom vremenu, koja zahteva kompromis između izbora optimalne transformacije i parametara za njeno izvođenje sa jedne strane i brzine PC računara sa druge strane. Za izvođenje analize u realnom vremenu zahteva se upotreba vrlo brzih računara.

### 3 Očekivani doprinosi doktorske disertacije

U vremensko frekvencijskoj analizi nestacionarnih signala očekuju se sledeći naučni doprinosi:

- Realizacija izvora nestacionarnih signala, virtuelnog EKG, koji će omogućiti proveru teorijskih rezultata na realnim nestacionarnim signalima. Biće pokazano da virtuelni EKG može u potpunosti da zameni standardne EKG uređaje.
- Odrediće se uticaj prozorske funkcije kod kratkotrajne Fourierove transformacije, na spektralnu analizu nestacionarnog signala. Za dobijanje optimalne prozorske funkcije biće korišćen princip neodređenosti u vremenskom i frekvencijskom domenu.
- Analiziraće se rezultati vremensko frekvencijske analize na konkretnom primeru EKG signala, radi utvrđivanja na osnovu kojih parametara se u vremensko-frekvencijskom prostoru mogu svrstati pojedine grupe EKG signala.
- Izvršiće se izbor Wavelet transformacije koja je najpogodnija za analizu nestacionarnih signala, kao što su EKG signali.
- Biće iskorišćene i druge mogućnosti Wavelet transformacija, kao što su otklanjanje šumova i kompresija signala.
- Analiziraće se mogućnost obrade nestacionarnih signala u realnom vremenu sa stanovišta performansi upotrebljenog hardvera i usvojene transformacije za vremensko-frekvencijsku analizu.

Treba napomenuti, da prvi rezultati koji su saopšteni u radu pod naslovom "Influence of the window function to the Time-Frequency Characterization Of Electrocardiogram" na međunarodnoj konferenciji ICEST 2005, pokazuju da izbor prozorske funkcije i širine prozora u kratkotrajnoj Fourierovoj transformaciji direktno utiče na rezoluciju vremensko frekvencijskog prikaza jednog odvoda EKG signala. Višestrukim analizama je pokazano da se može pronaći optimalan skup parametara transformacije koji garantuje jasnu sliku signala.

Slični rezultati se mogu očekivati i pri radu u realnom vremenu. Očekuje se da isti parametri neće biti optimalni za svaki od 12 odvoda. Konačni rezultati ispitivanja pokazaće da li je moguće optimizirati parametre po odvodima za utvrđene grupe EKG signala (normalni i specifični abnormalni).

Ostvareni rezultati biće detaljno prikazani u radu.

U toku izrade disertacije biće publikovano više radova u zemlji i inostranstvu.

## 4 Objavljeni radovi

### Radovi saopšteni na naučnim konferencijama

- [1] S.S.Ilić i V.Stojanović, "Poređenje rezultata kompresije EKG signala wavelet paketima sa različitim entropijama," *rad prihvaćen na konferenciji TELFOR*, (Beograd, Srbija i Crna Gora), 2005.
- [2] A. Žorić and S. Ilić, "PC-based system for electrocardiography and data acquisition," in *Proc. of 7th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services TELSIKS*, (Niš, Serbia and Montenegro), 2005.
- [3] S.S.Ilić, V.Stojanović, and A.C.Žorić, "Influence of the window function to the time-frequency characterization of electrocardiogram," in *Proc. of ICEST 2005*, (Niš, Serbia and Montenegro), 2005.
- [4] D.Brunner, S.Vejvoda, M.Dimitrijević, Z.Božar, and S.Ilić, "Lipid related risk of vascular disease," in *Proc. of Balcan Clinical Laboratory Federation 2003*, (Belgrade, Serbia and Montenegro), 2003.
- [5] M.Petković, D.Brunner, Ž.Vujasinović, P.Arnerić, and S.Ilić, "Complexed to total PSA and its ratio in the detection of prostate cancer," in *Proc. of 11th Balcan Clinical Laboratory Federation 2003*, (Belgrade, Serbia and Montenegro), 2003.
- [6] P.Jović, S.Ilić, Ž.Vujasinović, M.Dimitrijević, and P.Arnerić, "The 'HDL-loading' as discrimination factor," in *Proc. of IFCC-FESCC-Euromedlab 2003*, (Barcelona, Spain), 2003.



## ZAKLJUČAK

- [7] A.Žorić, S.Ilić i D.Martinović, "Primena elektronike u medicini," *rad prezentovan na multidisciplinarnom simpozijumu urgentne medicine i elektronike "Drugi Kuršumlijski lekarski dani"*, (Prolom Banja, Srbija i Crna Gora), 2005.
- [8] S.S.Ilić, D.Vasiljković, M.D.Savić i D.Nikolić, "Sinteza srpskog govora iskustva u radu sa slepim osobama," *Zbornik radova konferencije DOGS*, (Novi Sad, Srbija i Crna Gora), 2000.
- [9] S.S.Ilić, M.R.Mataušek i M.D.Savić, "Sistem za konverziju srpskog teksta u govor," *Zbornik radova konferencije DOGS*, (Novi Sad, Srbija i Crna Gora), 1996.
- [10] S.S.Ilić i M.D.Savić, "Provera kvaliteta i razumljivosti u sistemu za konverziju teksta u srpski govor," *Zbornik radova konferencije ETRAN*, (Zlatibor, SR Jugoslavija), 1995.
- [11] S.S.Ilić, M.D.Savić i M.R.Mataušek, "Primena računara u sintezi srpskog govora," *Zbornik radova konferencije YU-Info*, (Brezovica, SR Jugoslavija), 1995.
- [12] M.D.Savić, Z.Urošević, S.Ilić i B.Savić, "Primena box counting metode za segmentaciju govora," *Zbornik radova konferencije ETRAN*, (Niš, SR Jugoslavija), 1994.

## Objavljene knjige i skripte

- [1] S.Obradović, B.Pavić, S.Mesarović i S.Ilić, "Principi objektno orijentisanog programiranja", Viša Elektrotehnička škola, Beograd, 2004
- [2] S.Ilić, "Skripta iz obrade audio signala 1", Viša Elektrotehnička škola, Beograd, 2001
- [3] S.Ilić, "Skripta iz obrade audio signala 2", Viša Elektrotehnička škola, Beograd, 2001

## Z A K L J U Č A K

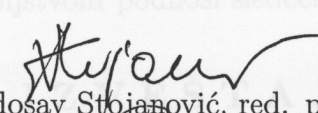
Na osnovu uvida u predloženu dokumentaciju, biografiju i spiska objavljenih radova, Komisija konstatuje da mr Siniša Ilić, dipl. ing., ispunjava sve formalne i suštinske uslove za odobrenje teme za izradu doktorske disertacije. Pored predviđenih završenih poslediplomskih studija, kandidat ima značajan broj stručnih i naučnih radova koji su saopšteni na naučnim konferencijama u zemlji i inostranstvu.

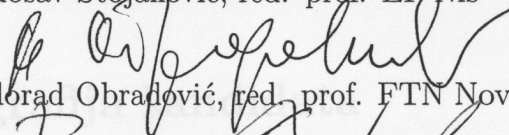
Predložena tema je naučno visoko zasnovana, izuzetno zanimljiva i aktuelna, a očekivani rezultati mogu se smatrati značajnim doprinosom kako teorijskog, tako i sa stanovišta praktične primene.

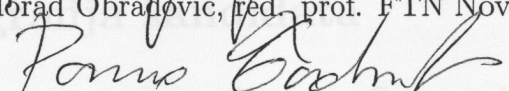
Sa zadovoljstvom predlažemo Naučno-Nastavnom veću Fakulteta tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici da kandidatu **mr Siniši Iliću** odobri izradu doktorske disertacije pod naslovom **VREMENSKO FREKVENCIJSKA ANALIZA NESTACIONARNIH SIGNALA**.

U Kosovskoj Mitrovici, 15.11.2005. god. Komisija

15.11.2005. god.

  
dr Vidosav Stojanović, red. prof. EF Niš - mentor,

  
dr Milbrad Obradović, red. prof. FTN Novi Sad - član,

  
dr Ranko Babić, vanr. prof. FTN K. Mitrovica - član.