

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Милана Миливојевића, мастер инж. електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр. 5035/12-1. од 24.11.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Милана Миливојевића за израду докторске дисертације и научне заснованости теме *"Линеарна и нелинеарна анализа виталних сигнала"*.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Милан Миливојевић је рођен 30. септембра 1984. године у Земуну. Основну школу је завршио 1999. године у Батајници. Средњу електротехничку школу „Никола Тесла“ завршио је 2003. године. Носилац је Вукове дипломе.

Основне академске студије завршио је 2007. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на одсеку Телекомуникације и информационе технологије са просеком 8,13. Дипломирао је код проф. др Ирини Рељин са оценом 10, са темом „Фреквенцијски мултиплекс ортогоналних подносилаца“. Мастер академске студије завршио је 2009. године са просечном оценом 10,00. Завршни мастер рад одбранио је код проф. др Драгане Шумарац-Павловић са оценом 10 и темом „Софтверски пакет за анализу импулсног одзива у физичким моделима просторија“.

У новембру 2012. године уписао је докторске студије на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду, студијски модул Телекомуникације. Положио је све испите на докторским студијама са просечном оценом 10,00.

Члан је групе за дигиталну обраду слике, телемедицину и мултимедију на Електротехничком факултету у Београду, и IEEE удружења.

У звање истраживач сарадник изабран је фебруара 2014. године. Од марта 2014. године запослен је на Електротехничком факултету у Београду. Пројекти на којима је кандидат ангажован су:

- “Развој висококвалитетних уређаја посебне намене на бази нових технологија кристалних јединки.” (евид.бр. TR32048; руководилац пројекта др Ирини Рељин, ЕТФ, Београд), од 2013 године,
- Иновациони пројекат, “Примена обновљивих извора енергије у осветљењу одморишта на аутопутевима“, руководилац пројекта др Бранимир Рељин (SQ4MMS) , 2012-2013. године.

Рад презентован на *22st Telecommunications Forum TELFOR 2014*:

M. Milivojević, B. Mišković, I. Reljin, "Possible scenarios of HDTV and UHDTV programmes broadcasting within DVB-T2", in *Proc. Telecommunications Forum TELFOR 2014*, Belgrade 2014, pp. 897-900, ISBN: 978-1-4799-6190-0

је уврштен у 10% најбољих радова и позван да у проширеној и допуњеној верзији конкурише за *TELFOR Journal*.

Рад презентован на *3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2016*:

M. Milivojević, M. Hrašovec, S. Dedić, Nešić, M. Slavković-Ilić and B. Reljin, “Mathematica@ Based Analysis of a Crystal Filter with Four Crystal Units”, in *Proc. 3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2016*, Zlatibor 2016, EKI3.2.1-5, ISBN: 978-86-7466-618-0

проглашен је за најбољи рад у оквиру секције *EKI3: Electric Filters and Data Processing* и позван да у проширеној и допуњеној верзији конкурише за *Facta Universitatis E&E* часопис.

Помагао је у организацији међународне конференције NEUREL2012, NEUREL2014 и NEUREL2016, као и припреми COST састанка 2014. године. Одлично се служи енглеским језиком.

Милан Миливојевић је до сада објавио 20 научних и стручних радова. Радови су објављени у:

- зборницима радова међународних конференција (11 радова M33);
- зборницима радова националних конференција (7 радова M63) и
- рад у часопису националног значаја (2 рада M52).

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат је уписао докторске академске студије школске 2012/2013. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Електротехника и рачунарство, модул Телекомуникације. Током докторских студија положио је све наставним планом и програмом предвиђене испите и испунио све обавезе и то:

Р.бр.	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ
1.	Методе моделовања звучног поља	10 (десет)	9
2.	Класификација и естимација сигнала	10 (десет)	9
3.	Линеарне и нелинеарне методе анализе сигнала	10 (десет)	9
4.	Акустика просторија	10 (десет)	9
5.	Говорне технологије	10 (десет)	9
6.	Робусна обрада говорних сигнала	10 (десет)	9
7.	Комуникологија	10 (десет)	6
8.	Обрада мултимедијалних сигнала	10 (десет)	9
9.	Одабрана поглавља из акустике просторија	10 (десет)	9
10.	Моделовање саобраћаја у М2М комуникационим системима	10 (десет)	9
Назив обавезе			
1.	Научно стручни рад		3
2.	Студијски истраживачки рад I		15
3.	Студијски истраживачки рад I		15

Милан Миливојевић је стекао значајно научноистраживачко искуство радом на пројектима Министарства просвете, науке и технолошког развоја. У оквиру научноистраживачког рада учествовао је у развоју нових технолошких процеса и техника анализирајући могућности развоја нових филтарских структура помоћу рачунарске симулације. Учествовао је у изради софтвера и развоју нових приступа за процесирање биомедицинских сигнала употребом линеарних и нелинеарних метода.

Кандидат је до сада објавио око 20 научних и стручних радова у међународним и националним научним часописима и конференцијама. До сада је више пута цитиран у радовима са међународних конференција, међународним часописима са и без импакт фактора.

Кандидат је, успешно одговоривши на постављена питања, положио докторски испит дана 08.12.2016. године, пред комисијом у саставу: др Драгана Шумарац Павловић (ванредни професор, Електротехнички факултет у Београду), др Андреја Самчовић (редовни професор, Саобраћајни факултет у Београду) и др Мирјана Поповић (редовни професор у пензији, Електротехнички факултет у Београду).

У току свог научноистраживачког рада кандидат је објавио следеће публикације:

I Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33):

- M33.1. **M. Milivojević**, M. Hrašovec, S. Dedić. Nešić, M. Slavković-Ilić and B. Reljin, "Mathematica® Based Analysis of a Crystal Filter with Four Crystal Units", in *Proc. 3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2016*, Zlatibor 2016, EK13.2.1-5, ISBN: 978-86-7466-618-0
- M33.2. M. Slavković-Ilić, **M. Milivojević**, M. Hrašovec and B. Reljin, "Electronic Dental Patient Record", in *Proc. 3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2016*, Zlatibor 2016, EK13.2.1-5, ISBN: 978-86-7466-618-0
- M33.3. M. Slavković-Ilić, A. Gavrovska, **M. Milivojević**, I. Reljin and B. Reljin, "The Algorithm for Automatic Segmentation of Breast and Pectoral Muscle Regions from Mammograms (in Serbian)", in *Proc. 23rd Telecommunications forum TELFOR 2015*, Belgrade 2015, pp. 803-806, ISBN: 978-1-5090-0054-8; DOI: 10.1109/TELFOR.2015.7377587
- M33.4. A. Gavrovska, **M. Milivojević**, I. Reljin, "Singularity spectrum analysis of different camera models," in *Proc. 2nd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2015*, Silver Lake 2015, EK12.5.1-4, ISBN: 978-86-80509-71-6

- M33.5. **M. Milivojević**, A. Gavrovska, B. Reljin, "Graphical user interface for heartbeat analysis", in *Proc. 2nd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2015*, Silver Lake 2015, EK12.4.1-5, ISBN: 978-86-80509-71-6
- M33.6. M. Slavković-Ilić, A. Gavrovska, **M. Milivojević**, D. Jevtić, I. Reljin, "Potential applications of HDR in echocardiography," in *Proc. 12th Symposium on Neural Network Applications in Electrical Engineering (NEUREL) 2014*, Belgrade 2014, pp. 29-32. ISBN: 978-1-4799-5887-0, DOI: 10.1109/NEUREL.2014.7011450
- M33.7. **M. Milivojević**, A. Gavrovska, M. Slavković-Ilić, I. Reljin, "Cepstral based heart rate estimation," in *Proc. 12th Symposium on Neural Network Applications in Electrical Engineering (NEUREL) 2014*, Belgrade 2014, pp. 21-24. ISBN: 978-1-4799-5887-0, DOI: 10.1109/NEUREL.2014.7011448
- M33.8. **M. Milivojević**, B. Mišković, I. Reljin, "Possible scenarios of HDTV and UHDTV programmes broadcasting within DVB-T2", in *Proc. Telecommunications Forum TELFOR 2014*, Belgrade 2014, pp. 897-900, ISBN: 978-1-4799-6190-0
- M33.9. M. Slavković, B. Reljin, A. Gavrovska, **M. Milivojević**, "Face recognition using Gabor filters, PCA and neural networks", in *Proc. 20th International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)*, Bucharest 2013, pp: 35-38, ISSN: 2157-8672, ISBN: 978-1-4799-0941-4, DOI: 10.1109/IWSSIP.2013.6623443
- M33.10. M. Mišković, **M. Milivojević**, Z. Stević, N. Rajaković, B. Reljin, „Labview monitoring of a system for solar powered street lights“, in *Proceeding XIVth International scientific-practical conference, Modern information and electronic technologies, Vol 2*, Odessa 2013, pp. 125-128, ISBN: 978-966-2666-04-5
- M33.11. M. P. Paskaš, A. M. Gavrovska, **M. S. Milivojević** and B. D. Reljin, "Image analysis using modified multifractal measure based on sigmoid function ", in *Proc. 11th Symposium on Neural Network Applications in Electrical Engineering (NEUREL) 2012*, Belgrade 2012, pp. 193-196, ISBN: 978-1-4673-1569-2 , DOI: 10.1109/NEUREL.2012.6420007

II Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63):

- M63.1. M. Paskaš, M. S. Ilić, A. Gavrovska, **M. Milivojević**, D. Jevtić, D. Dujković and I. Reljin, „An example of computer modeling of matched crystal filters“, *Proceedings of Abstracts, 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN*, Vrnjačka Banja 2014, pp. EK12.1.1-4, ISBN: 978-86-80509-70-9
- M63.2. S. Nešić, L. Grubišić, D. Dujković, I. Reljin, **M. Milivojević**, A. Gavrovska „Čistoća kvarcne pločice SC reza namenjenih za oscilator OCXO 10 SC“, *Zbornik radova 58. konferencije za ETRAN*, Vrnjačka Banja 2014, str. EK1.1.1-3, ISBN: 978-86-80509-70-9
- M63.3. **M. Milivojević**, A. Gavrovska, M. Paskaš, „Korisnički grafički interfejs za analizu fonokardiograma“, *Zbornik radova 57. Konferencije za ETRAN*, Zlatibor 2013, str. EK2.5.1-5, ISBN: 978-86-80509-68-6
- M63.4. M. Slavković, **M. Milivojević**, A. Gavrovska, I. Reljin, B. Reljin, „Jedno rešenje realizacije elektronskog kartona pacijenta u oftalmologiji“, *Zbornik radova 57. Konferencije za ETRAN*, Zlatibor 2013, str. EK2.6.1-4, ISBN: 978-86-80509-68-6
- M63.5. M. Mišković, **M. Milivojević**, Z. Stević, N. Rajaković, B. Reljin, „Monitoring fotonaponskog sistema za napajanje osvetljenja upotrebom Labview platforme“, *Zbornik rezimea radova pisanih za Drugu međunarodnu konferenciju o obnovljivim izvorima električne energije (MKOIEE 2013)*, Beograd 2013, str: 46-48, ISBN: 978-86-81505-68-7

- M63.6. D. Š. Pavlović, M. Mijić, **M. Milivojević**, "Novi softverski alat za akustičke merne procedure u modelima prostorija", *Zbornik radova sa naučno-stručnog simpozijuma INFOTEH 2009*, Vol. 8, Ref. E-V-3, Jahorina 2009, str: 701-705, ISBN: 99938-624-2-8
- M63.7. **M. Milivojević**, D. Š. Pavlović, "Softverski paket za analizu impulsnih odziva u fizičkim modelima prostorija", *Zbornik radova 16. Telekomunikacioni forum TELFOR 2008*, Beograd 2008, str: 645-648, ISBN: 978-86-7466-337-0

III Рад у часопису националног значаја (M52):

- M52.1. M. Slavković-Ilić, A. Gavrovska, **M. Milivojević**, I. Reljin and B. Reljin, "Breast Region Segmentation and Pectoral Muscle Removal in Mammograms", in *Telfor Journal 2016*, Belgrade 2016, pp. 50-55, ISSN 1821-3251 (Print Issue), ISSN: 2334-9905 (Online), Vol 8, N1
- M52.2. **M. Milivojević**, B. Mišković and I. Reljin, "DVB-T2: An outline of HDTV and UHDTV programmes broadcasting", in *Telfor Journal 2015*, Belgrade 2015, pp. 86-90, ISSN: 1821-3251 (Print Issue), ISSN: 2334-9905 (Online), Vol 7, No 2, DOI: 10.5937/telfor1502086M

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу приказа резултата досадашњег рада кандидата, може се констатовати да он поседује значајно истраживачко искуство које га квалификује за израду предложене теме.

Кандидат је у току презентације теме и у својим одговорима задовољио уобичајене захтеве који се постављају пред докторанда, те се препоручује да се Милану Миливојевићу одобри израда докторске тезе под називом "*Линеарна и нелинеарна анализа виталних сигнала*".

2. Предмет и циљ истраживања

У новије време мобилни системи за мониторинг здравственог стања пацијента постају све пожељнији јер пружају персонализоване здравствене услуге и омогућавају бржу реакцију лекара на могуће битне промене стања пацијента, као и тренутно обавештавање пацијента о тој промени. Тиме се смањује притисак на медицинске установе, док оне у сваком тренутку имају потпун увид у здравствено стање пацијената као и на тренд здравственог стања с обзиром на историју праћења на дневном нивоу. Поред индивидуалне историје, која пружа увид у напредак постављене терапије и сигнализира у којој мери она треба да се коригује, историја мониторинга веће групе пацијената даје статистичке податке о томе како одређена група виталних сигнала најефикасније указује на напредак здравственог стања. Такође се ови подаци могу анализирати и ван оквира реалног времена. Зато је веома важно дефинисати поступке које треба спровести над прикупљеним сигналим како би се из њих извукла обележја битна за евалуацију стања пацијента.

Под групом виталних сигнала у ужем смислу подразумевају се: вредности крвног притиска (сistolног и дијастолног), унутрашња температура тела, број срчаних откуцаја у минути и респираторни сигнал. У ширем смислу посматра се већи скуп сигнала прикупљених са мреже сензора на пацијенту. У првом плану истиче се група кардиолошких сигнала: електрокардиограм, фонокардиограм и механокардиограм. Електрокардиограм је сигнал који описује електричну активност срца, и најчешће је анализиран у досадашњој пракси. Преостала два сигнала носе информацију о акустичкој и вибрационој активности срца. Анализа ових сигнала фокусира се на променљивости срчаног ритма и параметре који

се могу извести од којих је најзначајнија срчана фреквенција. Додатно издвајање карактеристичних делова унутар ових сигнала је и њихова сегментација је од значаја. У том смислу је врло важан избор метода за предобраду и сегментацију сигнала. У тесној вези са кардиолошким сигнаlima је посматрање респираторног сигнала и засићења кисеоником крви. Одређене дијагнозе у медицини немогуће је донети без њиховог свеобухватног сагледавања. Вредност кондуктансе коже директно је повезана са хидрозом.

Овај рад треба да испита могућности примене модерних техника за процесирање виталних сигнала. Ове методе су линеарне и нелинеарне природе. Посебно се акценат ставља на примену фракционог рачуна и мултифракталне анализе.

Релевантни радови из области истраживања:

- [1] A. Gavrovska, G. Zajić, I. Reljin, and B. Reljin, "Classification of prolapsed mitral valve versus healthy heart from phonocardiograms by multifractal analysis," *Comput. Math. Methods Med.*, vol. 2013, p. 376152, 2013.
- [2] M. P. Paskas, A. M. Gavrovska, and N. B. Reljin, "Identification of fundamental heart sounds from PCG using blanket fractal dimension," in *2014 8th Conference of the European Study Group on Cardiovascular Oscillations (ESGCO)*, Fai della Paganella, Trento, Italy 2014, pp. 123–124.
- [3] M. A. García-González, M. Fernández-Chimeno, L. Capdevila, E. Parrado, and J. Ramos-Castro, "An application of fractional differintegration to heart rate variability time series," *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 111, no. 1, pp. 33–40, 2013.
- [4] Yalin Zhang, Qinyu Zhang, and Shaohua Wu, "Biomedical signal detection based on fractional fourier transform," in *2008 International Conference on Technology and Applications in Biomedicine ITAB 2008*, Shenzen, PR China 2008, pp. 349–352.
- [5] B. J. West, "Fractional Calculus in Bioengineering," *J. Stat. Phys.*, vol. 126, no. 6, pp. 1285–1286, Apr. 2007.
- [6] J. Wang, Y. Ye, Y. Gao, S. Qian, and X. Gao, "Fractional Compound Integral with Application to ECG Signal Denoising," *Circuits, Syst. Signal Process.*, vol. 34, no. 6, pp. 1915–1930, Jun. 2015.
- [7] A. Goutas, Y. Ferdi, J.-P. Herbeuval, M. Boudraa, and B. Boucheham, "Digital fractional order differentiation-based algorithm for P and T-waves detection and delineation," *ITBM-RBM*, vol. 26, no. 2, pp. 127–132, 2005.

3. Полазне хипотезе

Истраживање се заснива на следећим основним хипотезама:

- 1. Фракциони филтри засновани на интегро-диференцирању показали су се ефикасним у потискивању шума и истицању одређених делова унутар сигнала.
- 2. У литератури је показано да мултифрактална анализа биомедицинских сигнала може да укаже на карактеристична обележја сигнала. Израчунавање локалних и глобалних сингуларитета омогућава класификацију сигнала, као и сегментацију унутар сигнала.
- 3. Фракциона Фуријеова трансформација као проширење основне Фуријеове трансформације пружа нове могућности у анализи биомедицинских сигнала.

4. Научне методе истраживања

Први део истраживања ће се односити на преглед већ постојећих техника за обраду биомедицинских сигнала. Нови метод засниваће се на примени фракционог рачуна и мултифракталне анализе:

1. Анализираће се витални сигнали из јавно доступних база. Сваки од сигнала биће претпроцесиран помоћу класе фракционих филтара за различите вредности нецелобројног реда и саме структуре филтра. Негативне и позитивне вредности реда подразумева фракциони интеграл и извод респективно.
2. Од техника мултифракталне анализе биће тестиране следеће: израчунавање различитих мултифракталних спектра с обзиром на постојеће мултифракталне мере, одређивање фракталне димензије и Херстовог експонента.
3. Посматраће се понашање фракционих Фуријеових спектра виталних сигнала за различите вредности фракционих параметара.
4. Предложене анализе спроводиће се у програмском пакету MATLAB/Python.
5. Као додатак јавно доступној бази размотриће се формирање сопствене базе. Аквизиција сигнала вршиће се помоћу расположивих платформи отвореног кода и хардвера. Посебно ће се обратити пажња на преобраду како би се умањили сви нежељени ефекти настали у току процесу аквизиције.

5. Очекивани научни допринос

Испитују се линеарне и нелинеарне методе за анализу виталних сигнала. Очекују се научни доприноси који у пракси треба да дају потврду, и то:

- Примена фракционих филтара треба да покаже побољшања у односу на класичне филтре и алгоритме у смислу ефикасности потискивања шума, уклањања артефакта и истицања одређених карактеристичних тачака као корак у даљој сегментацији сигнала.
- Мултифрактални параметри биће израчунавани за описивање и издвајање класа сигнала, али и за издвајање карактеристичних делова унутар сваког сигнала.
- Фракциона Фуријеова трансформација рачуна се за различите вредности фракционог параметра како би се испитале могућности детекције биомедицинских сигнала.
- Испитавање потенцијалних веза између између предложених метода.

6. План истраживања и структура рада

План је да се истраживање спроведе у неколико фаза:

- У првој фази ће се бити анализирана литература везана за алгоритме обраде биомедицинских сигнала,
- Избор виталних сигнала за анализу,
- Тестирање фракционих филтара и њихово поређење са филтрима целобројног реда,
- Мултифрактална анализа доступних сигнала,
- Поређење резултата које дају различите методе,
- Предлог за даље истраживање.

Планирана структура рада је таква да ће у првом поглављу бити описан предмет и значај самог истраживања као и неки досадашњи постигнути резултати. Друго поглавље ће обухватити обраду виталних сигнала помоћу фракционих филтара. Треће поглавље ће се односити на мултифракталну анализу. Четврто поглавље анализира Фуријеову фракциону трансформацију. Пето поглавље ће садржати поређење различитих метода у погледу

ефикасности и сегментације. Последње поглавље ће бити резервисано за закључак и предлоге за даља истраживања у овој области.

7. Закључак и предлог

На основу свега изложеног, Комисија је закључила да кандидат Милан Миливојевић испуњава све формалне и суштинске услове да приступи изради докторске дисертације на предложеној тему „*Линеарна и нелинеарна анализа виталних сигнала*“. Анализа виталних сигнала и нових могућности у примени линеарних и нелинеарних метода је од изузетне важности. Нови приступи у анализи виталних параметара добијају све више на значају.

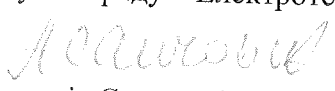
Предложена тема је научно актуелна и значајна у области дигиталне обраде сигнала. Тема припада ужој научној области Телекомуникације. За ментора докторске дисертације се предлаже др Ирини Рељин, редовни професор Електротехничког факултета, Универзитета у Београду.

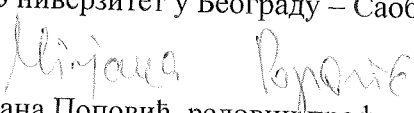
У Београду, 09.12.2016. године.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Ирини Рељин, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
(ментор)


др Драгана Шумарац Павловић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Андреја Самчовић, редовни професор
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет


др Мирјана Поповић, редовни професор у пензији
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет