

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Амеле Зековић за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр. 5045/08–I од 02.09.2014. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Амеле Зековић за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Фрактална и мултифрактална карактеризација 3D видео формата“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Амела Зековић је рођена 5. новембра 1983. године у Прибоју. Основну школу и Гимназију је завршила у Прибоју, 1998. и 2002, респективно. Носилац је Вукове дипломе. Била је полазник Истраживачког центра Петница за физику и електронiku.

Електротехнички факултет Универзитета у Београду је завршила 2008. године, по петогодишњем програму, на одсеку Електроника, Телекомуникације, Аутоматика (ЕТА), смер Телекомуникације са просеком 8.67. Дипломирала је код проф. др Антонија Ђорђевића са оценом 10, са темом „Антене за бежичне мреже малог домета“.

Током студирања била је полазник неколико курсева на иностраним факултетима. Такође, похађала је и стекла диплому за два *online* курса у 2014. години из области везаних за докторску дисертацију.

Завршила је:

1. Практични курс из Оптиелектронике у Белгији (*Vrije Universiteit Brussel, VUB*);
2. Курс из Аудиотехнике у Пољској (*AGH University of Science and Technology Krakow*);
3. Курс из Оптичких телекомуникација у Русији (*Bauman Moscow State Technical University*);
4. CCNA курс CISCO академије 2011. године;
5. Coursera *online* курс, *Fundamentals of Digital Image and Video Processing*, by Aggelos K. Katsaggelos, Northwestern University, од 31. марта 2014. до 23. јуна 2014, (услов за стицање дипломе: најмање 80% на сваком од 12 тестова, освојени просек 100 %);

6. *Santa Fe Institute online курс, Introduction to Complexity, by Melanie Mitchell, Santa Fe Institute, од 31. марта 2014. до 16. јуна 2014. (услов за стицање дипломе: најмање 70% на сваком од 12 тестова, освојени просек 96 %).*

У Високој школи електротехнике и рачунарства струковних студија у Београду је почела да ради новембра 2008. године као хонорарни сарадник, док је од новембра 2009. примљена у радни однос са пуним радним временом у звању асистента. Ангажована је на студијском програму Електроника и телекомуникације, пре свега за телекомуникационе предмете: Телекомуникације, Дигиталне телекомуникације, Мобилне телекомуникације, Дигитални системи преноса. Ангажовање је такође обухватило и учешће у наставном процесу за предмете Анализа кола, Анализа сигнала, Дигитална обрада аудио и видео сигнала, Електроника, као и математичке предмете Математика 1, Математика 2, Вероватноћа и статистика, Дискретна математика и алгоритми.

У оквиру наставе ангажована је на рачунским вежбама, лабораторијским вежбама и електронским вежбама (у оквиру програма за студије на даљину). Учествовала је на унапређењу постојећих вежби и увођењем у наставу нових хардверских и софтверских материјала. Амела Зековић је стекла и наставне референце у виду коауторства на приручницима за лабораторијске вежбе и публикованих радова.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Активности на докторским студијама

У јануару 2009. године, Амела Зековић уписала је докторске студије на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду, на студијском модулу Телекомуникације. Током студија положила је све испите са просечном оценом 10,00 и одрадила све обавезе везане за студијски истраживачки рад предвиђене програмом. Списак положених испита дат је у наставку текста.

Р. бр.	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ	Наставник
1.	Дигитална обрада сигнала	10	9	Мирослав Лутовац
2.	Обрада слике	10	9	Бранимир Рељин
3.	Акустика просторија	10	9	Миомир Мијић
4.	Руски језик	10	9	Милена Славић
5.	Обрада мултимедијалних сигнала	10	9	Ирини Рељин
6.	Линеарне и нелинеарне методе анализе сигнала	10	9	Ирини Рељин
7.	Мултимедијални системи одабрана поглавља	10	9	Душан Старчевић
8.	Симболичка обрада сигнала	10	9	Мирослав Лутовац
9.	Нумеричка анализа	10	9	Синиша Јешић
10.	Бежични телекомуникациони системи	10	9	Мирослав Дукић

Положени испити су усмерени на познавање мултимедијалних сигнала (слика, звук и видео), њихов пренос и обраду сигнала, што је у складу са предложеном темом докторске дисертације која је усмерена на карактеризацију 3D вида коришћењем особина математичких комплексних система са даљим циљем побољшања карактеристика преноса. По истеку законског рока за завршетак докторских академских студија, на захтев студента, одобрено је продужење рока за завршетак ових студија за још два семестра, сагласно члану 92. став 4 Статута Универзитета у Београду.

У складу са Законом о високом образовању, односно Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће факултета је, на предлог Комисије за студије трећег степена, именovalo Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације кандидата Амеле Зековић у саставу:

1. др Миомир Мијић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
2. др Андреја Самчовић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет,
3. др Марко Барјактаровић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

За ментора је именована др Ирјини Рељин, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Усмена одбрана теме је одржана на Електротехничком факултету у Београду 10.10.2014. Одбрана је почела у 18:00, а завршена је у 19:00, уз присуство свих чланова комисије. Одбрана је укључила презентацију предмета, циља и значаја предложене теме, уз навођење полазних хипотеза, коришћених научних метода и очекиваних доприноса. Након презентације уследила су питања чланова комисије на које је кандидаткиња успешно одговорила, што је Комисија потврдила оценом „задовољно“.

Списак објављених радова

У току досадашњег истраживачког рада Амела Зековић била је коаутор једног рада у међународном часопису (на SCI листи), једног рада на међународном скупу штампаног у целини у монографској збирци, два рада у часописима националног значаја и седам радова саопштених на скупу националног значаја штампаних у целини.

- Радови у научним часописима међународног значаја (M23):

- 1.1. Zeković A., Reljin I.: *Multifractal analysis of 3D video representation formats*, EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, accepted, IF = 0.80; (ISSN: 1687-1499); M23

- Радови саопштени на међународном научном скупу штампани у целини (M33):

- 2.1. Zeković A., Reljin I.: *Self-Similar Nature of 3D Video Formats*, Presented at 7th International Workshop on Multiple Access Communications (MACOM), Halmstad, Sweden, 27-28 August, 2014, Proceedings published by Springer in the Lecture Notes in Computer Science series, Vol 8715, pp. 102-111, (ISSN: 0302-9743); M33

- Радови у научним часописима националног значаја (M50):

- 3.1. Zeković A., Reljin I.: *Multifractal analysis of multiview 3D video with different quantization parameters applying histogram method*, Serbian Journal of Electrical Engineering, Vol 11, No 1, 2014, pp. 25-34, (ISSN: 2217-7183); M51
- 3.2. Zeković A., Reljin I.: *Inverse Multifractal Analysis of Different Frame Types of Multiview 3D Video*, TELFOR Journal, accepted, (ISSN: 2334-9905); M53

- Радови саопштени на скупу националног значаја штампани у целини (M63):

- 4.1. Zeković A., Reljin I.: *Comparative Analysis of Multifractal Properties of H.264 and Multiview Video*, Proceedings of 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2014, Vrnjačka banja, Serbia, 2 – 5 June 2014, pp. EK11.7.1-4, (ISBN: 978-86-80509-70-9); M63

- 4.2. Marinković S., Zeković A., Štimac M.: *Različiti pristupi u praktičnoj nastavi u oblasti spektralne analize*, Zbornik radova sa XIII međunarodnog naučno-stručnog simpozijuma INFOTEH-JAHORINA 2014, Jahorina, Bosna i Hercegovina, 19 – 21. mart 2014. pp. KST 3-11. pp. 523-526. (ISBN 978-99955-763-3-2); M63
- 4.3. Zeković A., Reljin I.: *Multifractal and Inverse Multifractal Analysis of Multiview 3D Video*, Proceedings of 21st Telecommunication Forum (TELFOR 2013), Belgrade, Serbia, 26 – 28 November 2013, pp. 753-756, (ISBN 978-1-4799-1419-7); M63
- 4.4. Зековић А., Рељин И.: *Мултифрактална анализа multiview видеа хистограм методом*, Електронски зборник радова 57. конференције ЕТРАН 2013, Златибор, Србија, 3 – 6. јун 2013, стр. ЕК1.8.1-4, (ISBN: 978-86-80509-67-9); M63
- 4.5. A. Savić, A. Zeković: *Application of Numerical Analysis Software in Teaching Probability and Statistics*, Zbornik radova sa konferencije Matematičke i informacione tehnologije – MIT 2011, Vrnjačka banja, Srbija, 27 – 31. avgust 2011. pp. 351-354. (ISBN 978-86-83237-90-6 (AU)); M63
- 4.6. Зековић А., Маринковић С.: *Софтвер за симулацију телекомуникационих система у образовању*, Електронски зборник радова 54. конференције ЕТРАН 2010, Доњи Милановац, Србија, 7 – 10. јун 2010, стр. ЕК4.6-1-3, (ISBN 978-86-80509-65-5); M63
- 4.7. Милинковић М., Радловић В., Мартиновић Д., Зековић А.: *Развој и реализација једног висококвалитетног стереофонског система за линеарну репродукцију звука*, Електронски зборник радова 53. конференције ЕТРАН 2009, Врњачка бања, Србија, 15 – 18. јун 2009, стр. ЕЛ 3.2.1-4; (ISBN 978-86-80509-64-8); M63

Награду за младог истраживача добила је на 57. конференцији ЕТРАН 2013 за рад:

- Зековић А., Рељин И.: *Мултифрактална анализа multiview видеа хистограм методом*, (4.4.) док је рад презентован на *21st Telecommunications Forum TELFOR 2013*
- Zeković A., Reljin I.: *Multifractal and Inverse Multifractal Analysis of Multiview 3D Video*, (4.3.) уврштен у 10% најбољих радова и позван да у проширеној и допуњеној верзији конкурише за *TELFOR Journal*, где је рад и прихваћен.

Списак објављених приручника за лабораторијске вежбе

- 5.1. Маринковић С., Зековић А.: *Мобилне телекомуникације - приручник за лабораторијске вежбе*, треће измењено издање, Висока школа електротехнике и рачунарства струковних студија, Београд, 2013. (ISBN 978-86-7982-170-6)
- 5.2. Маринковић Б., Зековић А.: *Анализа кола - приручник за лабораторијске вежбе*, Висока школа електротехнике и рачунарства струковних студија, Београд, 2013. (ISBN 978-86-7982-189-8)
- 5.3. Маринковић С., Зековић А.: *Телекомуникације - приручник за лабораторијске вежбе*, Висока школа електротехнике и рачунарства струковних студија, Београд, 2012. (ISBN 978-86-7982-136-2)
- 5.4. Маринковић С., Зековић А.: *Мобилне телекомуникације - приручник за лабораторијске вежбе*, Висока школа електротехнике и рачунарства струковних студија, Београд, 2011. (ISBN 978-86-7982-101-0)
- 5.5. Савић А., Штрбац-Савић С., Зековић А.: *Вероватноћа и статистика - приручник за лабораторијске вежбе*, Висока школа електротехнике и рачунарства струковних студија, Београд, 2011. (ISBN 978-86-7982-112-6)

- 5.6. Савић А., Зековић А.: *Математика 2 - приручник за лабораторијске вежбе*, Висока школа електротехнике и рачунарства струковних студија, Београд, 2011. (ISBN 978-86-7982-091-4)
- 5.7. Савић А., Зековић А.: *Дискретна математика и алгоритми - приручник за лабораторијске вежбе*, Висока школа електротехнике и рачунарства струковних студија, Београд, 2010. (ISBN 978-86-7982-065-5)
- 5.8. Савић А., Зековић А.: *Математика 1 - приручник за лабораторијске вежбе*, Висока школа електротехнике и рачунарства струковних студија, Београд, 2010. (ISBN 978-86-7982-079-2)

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег искуства кандидата у области videa и његових карактеристика, у области обраде сигнала и комплексних система, као и у области преноса у комуникационим системима, стеченог кроз:

- полагање испита на докторским студијама и додатним *online* курсевима из релевантних области и
- објављивање радова из области предложене теме докторске дисертације на националном и међународном нивоу,

Комисија је констатовала да кандидат Амела Зековић у потпуности испуњава услове за рад на предложеној теми „Фрактална и мултифрактална карактеризација 3D видео формата“.

2. Предмет и циљ истраживања

Тродимензионални (3D) видео представља видео формат који код посматрача ствара осећај простора. У главне 3D видео репрезентационе формате спадају: формати са једном видео секвенцом, који су компатибилни са постојећим системом за пренос 2D videa (фрејм компатибилни формат, фрејм секвенцијални формат); формат са две или више видео секвенце videa са различитим погледом на исту сцену, који је уврштен у стандардизацију од стране ITU-T и MPEG организација (*Multiview Video*, MV) и 3D видео формат који садржи више видео секвенци и једну матрицу података о дубини, планиран за примене са слободним углом гледања (*free view point*) који карактерише велика комплексност (*Multiview Video plus Depth*, MVD) [1, 2]. Примене 3D videa укључују дигиталне биоскопе, 3D TV, 3D HDTV, *free view* системе за забаву, медицину и безбедност [2].

Велика количина података која карактерише видео генерално, а поготово 3D видео, довела је до велике гране истраживања посвећене компресионим 3D видео форматима [3]. Поред компресије, посебно значајна истраживања 3D videa обухватају и кренрање 3D videa, његов пренос, складиштење, и приказивање [4]. Како 3D видео материјал представља велики део података у системима за пренос, ова грана је посебно значајна. Један део истраживања преноса 3D videa бави се статистичким и особинама мултиплексирања [5, 6], други је посвећен протоколима за пренос [7], док се трећи бави моделовањем 3D видео саобраћаја [8]. Компресију видео садржаја прати појава променљивог битског протока (*variable bit-rate*), што за последицу има присуство експлозивности сигнала и појаву мултифракталног саобраћаја [5, 7, 9]. Ова појава је веома значајна за саобраћај комуникационог система, између осталог за појаве загушења и оптерећености мреже. Полазна претпоставка у овом истраживању подразумева постојање фракталних и мултифракталних својстава код 3D видео формата. Потврда ове претпоставке ће допринети потпунијој карактеризацији 3D видео репрезентационих и компресионих формата, њиховој карактеризацији из угла глобалних и локалних фракталних особина. Такође, одређивање ових параметра може да употпуни моделовање саобраћаја 3D videa, узимајући у обзир и агрегацију фрејмова, различите типове емитовања videa, као и мултиплексирање.

Релевантни иницијални библиографски извори:

1. Merkle P., Mueller K., Wiegand T.: *3D video: acquisition, coding, and display*, IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol 56, No 2, 2010, pp. 946–950
2. Smolic A., Mueller K., Merkle P., Fehn C., Kuff P., Eisert P., Wiegand T.: *3D video and free viewpoint a video - technologies, applications and MPEG standards*, Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia and Expo, Toronto, 2006, pp. 2161–2164
3. Vetro A., Matusik W., Pfister H., Xin J.: *Coding approaches for end-to-end 3D TV systems*, Proceedings of the Picture Coding Symposium, 15 Dec. 2004, MERL TR2004-137
4. Fernando A., Worrall E.E. S.: *3DTV : Processing and Transmission of 3D Video Signals*, John Wiley & Sons. Inc., United Kingdom, 2013
5. Pulipaka A., Seeling P., Reisslein M., Karam L.: *Traffic and statistical multiplexing characterization of 3D video representation formats*, IEEE Transactions on Broadcasting, Vol 59, No 2, 2013, pp. 382–389
6. Seeling P., Reisslein M., Kulapala B.: *Network performance evaluation using frame size and quality traces of single-layer and two-layer video: a tutorial*, IEEE Communications Surveys and Tutorials, Vol 6, No 3, 2004, pp. 58–78
7. Mohib H., Swash M. R., Sadka A.H.: *Multi-view video delivery over wireless networks using HTTP*, Proceedings of International Conference on Communications, Signal Processing, and their Applications, 12–14 Feb 2013, Sharvjah, 2013, pp.1–5
8. Cosmas J., Loo A.A. J., Tsekles E.: *Matlab traffic and network flow model for planning impact of 3D applications on networks*, Proceedings of IEEE Int. Symp. on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting, 2010, pp. 1–7
9. Reljin I., Samcovic A., Reljin B.: *H.264/AVC video compressed traces: Multifractal and fractal analysis*, EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, 2006, pp. 1–13
10. Sheluhin O., Smolskiy S., Osin A.: *Self-Similar Processes in Telecommunications*, John Wiley & Sons. Inc., New York, 2007
11. Peitgen H., Jurgens H., Saupe D.: *Chaos and Fractals*, Springer, New York, 1992
12. Seeling P., Reisslein M., Kulapala B.: *Video Traces for Network Performance Evaluation*, Springer, Dordrecht, 2007

3. Полазне хипотезе

Фракталне и мултифракталне особине је могуће грубо илустровати визуелним методама, а прецизније описати коришћењем ригорозних математичких метода. У најважније фракталне параметре спада *Hurst*-ов индекс који описује самосличност, а за чије се одређивање користе метода порнодограма, *aggregated variance* метода и метода R/S статистике [10]. За дефинисање мултифракталних особина се највише користи мултифрактални спектар који даје везу између грубог *Hölder*-овог експонента и његове заступљености у комплексном сигналу. За прорачун мултифракталног спектра користе се: метода хистограма, метода момента, и метода спектра великих девијација [11]. Мултифрактални спектар даје увид у локална и глобална мултифрактална својства сигнала, омогућава препознавање експлозивности у сигналу, одређивање генерализованих димензија.

Полазна претпоставка истраживања подразумева да 3D видео формати поседују фрактална и мултифрактална својства. Идеја је развијена као наставак на претходна истраживања која су показала да слику и видео карактеришу особине самосличности, што је и примењено за фракталну компресију на примеру слике, или за моделовање саобраћаја у комуникационим системима на примеру видеа.

Развијањем алгоритама за наведене методе испитивања фракталних и мултифракталних особина сигнала и применом на 3D видео формате полазна претпоставка се може проверити. Даље, уз почетну хипотезу о постојању фракталних и мултифракталних особина, у овом

истраживању је претпостављено да се различити 3D видео репрезентациони и компресиони формати могу класификовати на основу ових својстава. Уједно, може се испитати утицај агрегације фрејмова и мултиплексирања видеа на мултифракталне параметре, наћи веза између до сада коришћених метода за карактерисање емитовања и мултиплексирања видеа, поставити основа за моделовање преноса 3D видеа као мултифракталне структуре.

4. Научне методе истраживања

Истраживање је започето дескриптивном методом и методом компилације, са циљем креирања детаљног приказа до тада изведених закључака о карактеристикама 3D видео формата и њиховом унапређењу, зарад бољег креирања 3D видеа, његовог складиштења, транспорта и приказивања. По завршетку овог поступка, утврђено је постојање нерешеног питања фракталних и мултифракталних особина 3D видео формата, чије решавање даље може довести до бољег разумевања формата, њиховог међусобног односа у смислу глобалних и локалних фракталних особина, одређивања фракталних, информационих и корелационих димензија.

Захваљујући богатој интернет бази доступних видео материјала, и раду истраживача у овој области [5, 12], било је могуће спровести сакупљање података неопходних за истраживање 3D видео формата, који у овом истраживању представљају податке о величини фрејмова, њиховом квалитету, типу фрејма 3D видео формата. За истраживање су изабрани фрејм компатибилни и фрејм секвенцијални 3D видео формати, који се могу преносити кроз постојеће комуникационе системе, и *multiview* 3D видео формати, који су уврштени у стандардизацију од стране ITU-T VCEG и MPEG.

Након детаљне селекције 3D видео садржаја, приступило се методи анализе, статистичким и математичким методама истраживања. Истраживање је обухватило опште и специфичне статистичке и математичке методе, које су реализоване креирањем алгоритама и кода у програмима *Matlab* и *Python*, њиховим тестирањем на одговарајућим детерминистичким сигнаlima и примени на 3D видео формате.

Методе обухватају опште познате принципе (средња вредност, аутокорелациона функција, варијанса, коефицијент варијације) примењене директно на видео материјал, али и на нивоу групе слика, за различите приступе емитовања фрејмова видеа и агрегацију фрејмова. Примењене су и специфичне методе за видео садржај, као што су *bitrate-distortion* (RD) и *bitrate variability-distortion* (VD), које су већ присутне у литератури [5], али су резултати поновљени са циљем поређења, проширени за већу базу података и упоређени са другим методама карактеризације. Извршено је креирање алгоритама и софтверска реализација и у оквиру математичке методе, специјално из области комплексних система и хаоса, као што су одређивање фракталних особина (на пример метода периодограма, *aggregated variance* метод, метода R/S статистике, за одређивање *Hurst*-овог индекса као мере самосличности) и мултифракталних особина (метода хистограма за одређивање мултифракталног спектра и инверзну мултифракталну анализу, метода момента за одређивање мултифракталног спектра и за процену генерализоване димензије).

На основу добијених резултата дедукцијом се дошло до потврде фракталних и мултифракталних особина 3D видео формата, а затим је извршено и њихово квалитативно и квантитативно поређење, узимајући у обзир формат 3D видеа, структуру видеа, типове фрејмова, квантизационе параметре видеа. Испитивање је обухватило и утицај различитих агрегација фрејмова и начине емитовања на фракталне и мултифракталне особине.

Добијени резултати се даље могу применити у оквиру методе моделовања, специјално, фракталног и мултифракталног моделовања, посебно за потребе транспорта 3D видеа ексклузивно или у мултиплексу са другим видео форматима.

5. Очекивани научни допринос

У овом истраживању очекују се следећи научни доприноси:

- суштинско разумевање 3D видео репрезентационих и компресионих формата и њихов преглед;
- карактеризација фракталних особина 3D видеа, кроз детаљан прорачун, реализацију и примену неколико метода: методе периодograma, *aggregated variance* методе и методе R/S статистике, реализованих помоћу програма *Matlab* и *Python*;
- карактеризација мултифракталних особина 3D видеа помоћу мултифракталног спектра, реализацијом алгоритма и применом хистограм методе и методе момента, коришћењем програма реализованих помоћу програма *Matlab* и *Python*;
- класификација 3D видео репрезентационих и компресионих формата кроз глобалне и локалне мултифракталне особине, укључујући али не ограничавајући се на експлозивност видеа, која је посебно значајна при преносу у комуникационим системима;
- одређивање фракталних и мултифракталних особина за 3D видео у случају агрегације фрејмова и у различитим условима емитовања 3D видеа;
- реализација и побољшање алгоритама за одређивање мултифракталног спектра сигнала;
- проналажење веза и односа класичних статистичких параметара за варијабилност при преносу сигнала (видеа посебно) са мултифракталним параметрима;
- предлог фракталних и мултифракталних параметара и њихових вредности, које би могле да се користе за моделовање саобраћаја 3D видеа у комуникационим системима.

6. План истраживања и структура рада

- Полазна идеја истраживања је да 3D видео формати, као све заступљенији тип података који карактерише велика количина информација, имају фракталне и мултифракталне особине. Потврда идеје фракталне и мултифракталне природе 3D видео формата и детаљна карактеризација истих би могла даље бити употребљена за боље објашњење, поређење и одабир 3D формата, издвајање глобалних и локалних фракталних особина, одређивање генерализованих димензија (фракталне, информационе, корелационе), моделовање преноса, успешно мултиплексирање.
- Почетна фаза истраживања представљаће детаљно сагледавање теорије из области обраде видеа и комплексних система. Прецизније, из области обраде видеа, планирано је темељно познавање видеа, његове структуре и главних особина, 3D видеа, 3D видео формата и њихових карактеристика, метода за пренос и смештање 3D података. За област комплексних система, почетна теоријска фаза је пре свега сконцентрисана на савладавање фракталних и мултифракталних особина, њихову карактеризацију, методе откривања особина, као и примене. Ради боље слике о комплексним система, додатно је завршен и *online* курс у оквиру *Santa Fe Institute, Introduction to Complexity Systems* и стечена диплома, као полазна основа за ову математички дисциплину новијег датума и додатак на осталу доступну литературу.
- Постављене су хипотезе о постојању фракталних и мултифракталних особина 3D видео формата, заснованих на чињеницама да слика поседује фракталну природу, примењених за фракталну компресију, односно мултифракталних особина у случају слике. Ове хипотезе су примењене са успехом за издвајање делова слике значајних у биомедицини, мултифракталних особина раније видео формата, мултифракталних особина у саобраћају комуникационих система.

- Тестирање хипотеза ће се вршити коришћењем већег броја пажљиво изабраних алгоритама и њиховом софтверском реализацијом у програмима *Matlab* и *Python*. Специјално, фракталне особине се проверавају и потврђују коришћењем методе периодograma, *aggregated variance* методе, и методе R/S статистике. За сваку методу реализован је алгоритам, затим проверен на сигналу познатих особина (конкретно фрактални Гаусов шум са задатом вредности *Hurst*-овог индекса), а на крају примењен на 3D видео формате. Добијени резултати су детаљно документовани, а њихове вредности спадају у опсег вредности за *Long Range Dependecy* (LRD) системе.
- Мултифракталне особине 3D видео формата се затим тестирају коришћењем методе хистограма и методе момента за мултифракталне спектре. Методе су алгоритамски осмишљене на основу доступне литературе, затим софтверски реализоване, и пре саме примене проверене на тест сигналу биномијалне каскаде, као детерминистичког мултифракталног сигнала. Добијени спектри су проверени у смислу мултифракталне природе, а након потврде детаљно испитани. Испитивање је обухватило поређење мултифракталних особина различитих 3D видео формата, као и поређење особина видеа различитих параметара у оквиру истог формата.

7. Закључак и предлог

На основу свега изложеног, Комисија је закључила да кандидат Амела Зековић испуњава све формалне и суштинске услове да приступи изради докторске дисертације на предложеној тему „Фрактална и мултифрактална карактеризација 3D видео формата“.

Предложена тема „Фрактална и мултифрактална карактеризација 3D видео формата“ има за циљ описивање 3D видеа користећи особине комплексних система из угла фрактала и мултифрактала, класификацију различитих 3D видео формата уз могућност примене ових особина на дизајн и реализацију ефикаснијих метода преноса 3D видеа у различитим комуникационим системима. Предложена тема је научно актуелна и значајна у области видеа и његовог преноса.

Тема припада ужој научној области Телекомуникације. За ментора докторске дисертације предлаже се др Ирину Рељин, редовни професор Електротехничког факултета, Универзитета у Београду.

Београд, 30.10.2014.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



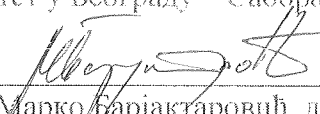
др Ирина Рељин, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Миомир Мијић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



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



др Марко Барјактаровић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет