

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Александре Павловић** за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр. 5006/10-1 од 13.07.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Александре Павловић** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Детекција намерно изазваних промена у садржају слике“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Александра С. Павловић рођена је 04.03.1985. године у Краљеву. Завршила је 2004. године средњу школу у Рашкој, природно-математички смер, као носилац дипломе „Вук Караџић“. Дипломирала је 2008. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду на одсеку Телекомуникације и информационе технологије, смер Системско инжењерство, са просечном оценом 8.73. Након тога је уписала мастер студије на истом факултету, смер Системско инжењерство и радиокомуникације, које је завршила 2010. године са просечном оценом 9.33. Уписала је 2010. године докторске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, одсек Телекомуникације.

Ангажована је као асистент у настави на Државном Универзитету у Новом Пазару од 2009. године у области Аудио и видео технологија. До сада је била ангажована на неколико предмета. На редовним годишњим оцењивањима од стране студената, добијала је одличне оцене.

Учествовала је на два пројекта министарства просвете Републике Србије, и то:

1. “Интегрални и оптимизирани процес тестирања и одржавања софтвера”, под ознаком ТР 13018 и

2. “Оптимизација перформанси енергетски-ефикасних рачунарских и комуникационих система“, под ознаком ТР 32023.

Рецензирала је неколико радова за домаће конференције ЕТРАН.

Усавршавала се на бројним семинарима који су одржавани на Државном универзитету у Новом Пазару, у оквиру међународног пројекта ТЕМПУС, као и семинара компаније ФЛИР, за обуку за коришћење термовизијске камере.

Похађала је и завшила MUMIA (*Multilingual and multifaceted interactive information access*) тренинг школу у оквиру пројекта COST Action IC1002, у области претраживања мултимедијалног садржаја (*Building Next Generation Search Systems*), у месту Олимпијада, Халкидики, Грчка, септембра 2012. године. Говори енглески, немачки и руски језик.

Аутор је и коаутор двадесет седам публикованих радова до сада, од којих је десет публиковано на међународним конференцијама, два у домаћим часописима, девет на домаћим конференцијама, док преосталих шест припадају области техничких и развојних решења. Добитник је награде за најбољи рад у категорији младих учесника на конференцији ЕТРАН, 2012. године.

Александра Павловић је уписала докторске студије на Електротехничком факултету у Београду, школске 2010/2011 године (модул Телекомуникације). Подручје истраживачког рада Александре Павловић обухвата, између осталог, обраде слике и видео, нелинеарне обраде сигнала у једнодимензионом и дводимензионом (1D и 2D) домену.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Од 2010. године, Александра Павловић је студент докторских студија на модулу Телекомуникације, Електротехничког факултета у Београду. На докторским студијама Александра Павловић је одрадила све обавезе и положила испите из свих десет одабраних предмета:

- Акустика просторија (оцена 10),
- Бежични телекомуникациони системи (оцена 10),
- Енглески језик (оцена 10),
- Обрада мултимедијалних сигнала (оцена 10),
- Одабрана поглавља из акустике (оцена 10),
- Принципи модерних телекомуникација (оцена 10),
- Системи мобилних радио веза (оцена 10),
- Термовизија (оцена 9),
- Дигитална обрада сигнала (оцена 10),
- Симболичка обрада сигнала (оцена 10).

Положени испити су оријентисани ка изучавању мултимедијалних сигнала (слика, звук и видео), и дигиталној обради ових сигнала. То је у складу са предложеном темом докторске дисертације која је усмерена ка примени нелинеарних метода анализе видео сигнала у детекцији намерно изазваних промена у слици.

На основу одлуке Наставно–научног већа бр. 3058/2 од 28.12.2010. године, Студијски програм је започео у пролећном семестру школске 2010/2011, па се рок за завршетак докторских академских студија рачуна од почетка тог семестра, сагласно Статуту Универзитета у Београду и Статуту Електротехничког факултета. 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 Статуту Универзитета у Београду.

У складу са Законом о високом образовању, односно Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће Електротехничког факултета је, на предлог Комисије за студије трећег степена, на 816. седници Већа, одржаној 04.07.2017. године, именovalo Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације кандидата Александре Павловић у саставу:

1. др Драгана Шумарац Павловић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
2. др Мирослав Лутовац, редовни професор, Универзитет Сингидунум,
3. др Милан Прокин, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

За ментора је предложена др Ирини Рељин, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Усмена одбрана теме је одржана на Електротехничком факултету у Београду 13.07.2017. године 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 кандидат успешно одговорила, што је Комисија потврдила оценом „задовољила“.

Списак објављених радова

Током дипломских и постдипломских студија, Александра Павловић је до сада објавила 29 научних и стручних радова. Радови су објављени у:

- зборницима међународних конференција (10 радова);
- домаћим научним часописима (2 рада);
- зборницима радова националних конференција штампани у целини (9 радова).
- Коаутор је 6 техничких и развојних решења.

Списак објављених научних и стручних радова

М3х – Зборници међународних конференција:

1. Ivan Đokić, Irfan Fetahović, **Aleksandra Pavlović**, “Dvoslojna proaktivna zaštita računarske mreže od malicioznog softvera”, in *Proc. Conf. TELFOR 2010*, 23-25. novembar 2010, Beograd. (M33)

2. Žarko Barbarić, Irfan Fetahović, **Aleksandra Pavlović**, "Verovatnoća detekcije objekta na slici scene", in *Proc. Conf. TELFOR 2010*, 23-25. novembar 2010, Beograd. (M33)
3. **Aleksandra Pavlović**, Žarko Barbarić, Vera Nikolić, "Analiza termovizijskih slika u softverskom paketu Thermography Studio", in *Proc. Conf. TELFOR 2011*, novembar 2011, Beograd. (M33)
4. Ulfeta Marovac, Adela Crnišanić, **Aleksandra Pavlović**, "Analiza performansi SLIP algoritma kod krosbar komutatora", in *Proc. Conf. TELFOR 2011*, Beograd, 2011. (M33)
5. Ivan Đokić, Ljubomir Lazić, Aldina Pljasković, **Aleksandra Pavlović**, "Optimization of Vehicle Maintenance Concept Using Simulation", in *Proc. Conf. ICEST 2013*, 26-29. June 2013, Ohrid, pp. 611-614. (M33)
6. Ivan Đokić, Ljubomir Lazić, Aldina Pljasković, **Aleksandra Pavlović**, "Time Between Aircraft Overhauls Optimization by Maximizing Fleet Total Flying Hours", in *Proc. Conf. LOGIC 2013*, 28-30. Novembar 2013, Beograd, pp. 55-59. (M33)
7. Žarko Barbarić, **Aleksandra Pavlović**, Vera Nikolić, "The estimated temperature error using an infrared thermal imaging camera", in *Proc. Conf. TELFOR 2014*, novembar 2014, Beograd. (M33)
8. Ivan Đokić, Aldina Pljasković, **Aleksandra Pavlović**, "A Routing Algorithm for Mobile Ad Hoc Networks", in *Proc. Conf. ICIST 2015*, 8-11. Mart 2015, Kopaonik, pp. 171-174. (M33)
9. Ivan Đokić, Ljubomir Lazić, Aldina Pljasković, **Aleksandra Pavlović**, "Simulation Based Life-Cycle Analysis of a Vehicle Fleet", in *Proc. Conf. LOGIC 2015*, 21-23. May 2015, Beograd, pp. 216-221. (M33)
10. **Aleksandra Pavlović**, Ana Gavrovska, and Irini Reljin, "Multifractal spectrum of the images obtained by copy move method", *IcETRAN*, 5-8. Juna 2017, Kladovo. (M33)

M5x - Domaћи часописи:

1. **Aleksandra Pavlović**, Žarko Barbarić, "Application of G100/120 thermal imaging camera in energy efficiency measuring in building construction", *Serbian Journal of Electrical Engineering*, Vol. 10, No. 1, februar 2013, 153-164, ISSN: 1451-4869, 2013.
2. Žarko Barbarić, **Aleksandra Pavlović**, Vera Nikolić, "Impact of Emissivity and Reflectivity of the Object to Estimate Temperature using Infrared Thermal Imaging Camera", *Scientific Publications of the State University of Novi Pazar*, Ser. A: Appl. Math. Inform. and Mech., Vol. 7, No.1, 91-98, ISSN:2217-5539, 2015.

M6x – Зборници са домаћих конференција:

1. **Aleksandra Pavlović**, "Primeri primene termovizijske slike u energetskej efikasnosti", *Zbornik konf. ETRAN 2012*, 11-14. juna, Zlatibor, 2012.

2. **Aleksandra Pavlović**, Žarko Barbarić, "Analysis of irregularities in building construction using the fusion of TV and infrared thermal images", *Conf. Contemporary Problems of Mathematics, Mechanics and Informatics (CPMMI)*, Novi Pazar, 2012. (M63)
3. Veljko Stankovic, Petar Spalevic, **Aleksandra Pavlović**, „Single use non-regenerative MMSE MIMO relaying“, *Conf. Contemporary Problems of Mathematics, Mechanics and Informatics (CPMMI)*, Novi Pazar, 2012.(M63)
4. **Aleksandra Pavlović**, Nataša Glišović, „Image Statistics for Digital Image Forensics“, *Conf. Contemporary Problems of Mathematics, Mechanics and Informatics (CPMMI)*, Novi Pazar, 2014. (M63)
5. Žarko Barbarić, **Aleksandra Pavlović**, Vera Nikolić, "Impact of Emissivity and Reflectivity of the Object to Estimate Temperature using Infrared Thermal Imaging Camera", *Conf. Contemporary Problems of Mathematics, Mechanics and Informatics (CPMMI)*, Novi Pazar, 2014. (M63)
6. Ivan Đokić, Aldina Avdić, **Aleksandra Pavlović**, "A Simple Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks“, *Conf. Contemporary Problems of Mathematics, Mechanics and Informatics (CPMMI)*, Novi Pazar, 2014. (M63)
7. Žarko Barbarić, **Aleksandra Pavlović**, "Procena koeficijenta transmisije toplote kroz zidove i otvore primenom termovizijske slike", *Zbornik radova YU INFO 2016*, 271-275, ISBN: 978-86-85525-17-9, Beograd, 2016.
8. Bratislav Mirić, Petar Spalević, **Aleksandra Pavlović**, "Characteristics of inductive loops applied in thelematics", *Conf. Contemporary Problems of Mathematics, Mechanics and Informatics (CPMMI)*, Novi Pazar, 2016. (M63)
9. Žarko Barbarić, **Aleksandra Pavlović**, "Koeficijent transmisije toplote kroz zidove postojećih zgrada", *Konf. YU INFO*, 12-15.mart, Kopaonik, 2017.

M8x - Техничка и развојна решења:

1. Ivan Đokić, **Aleksandra Pavlović**, Aldina Avdić, "Protokol za usmeravanje u mobilnim računarskim mrežama sa zadatom verovatnoćom isporuke paketa", Tehničko rešenje - novi softver, 2014. (M85)
2. Žarko Barbarić, **Aleksandra Pavlović**, "Procena elemenata energetske efikasnosti obradom televizijske i temovizijske slike objekta", Tehničko rešenje, 2014. (M86)
3. Žarko Barbarić, **Aleksandra Pavlović**, "Procena temperature obradom termovizijske slike objekta", Tehničko rešenje, 2014. (M86)
4. Ivan Đokić, **Aleksandra Pavlović**, Ald Avdić, "Softver za predikciju životnog ciklusa tehničkih sistema", Tehničko rešenje, 2014. (M85)
5. Žarko Barbarić, **Aleksandra Pavlović**, "Uticaj temperature okoline na tačnost procene temperature objekta obradom termovizijske slike", Tehničko rešenje, 2015. (M86)
6. Žarko Barbarić, **Aleksandra Pavlović**, "Određivanje koeficijenta transmisije toplote kroz zidove postojećih zgrada primenom termovizije“, Tehničko rešenje, 2016. (M86)

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег искуства кандидата у области обраде сигнала, генерално, а посебно у области обраде слике, стеченог кроз:

- полагање испита на докторским студијама, и
- објављивање радова из области предложене теме докторске дисертације на националном и међународном нивоу, и
- учешћа у научноистраживачким пројектима министарства задуженог за науку,

Комисија је констатовала да кандидат Александра Павловић у потпуности испуњава услове за рад на предложеној теми „Детекција намерно изазваних промена у садржају слике“.

2. Предмет и циљ истраживања

Дигиталне слике и видео данас представљају већину извора информација. Са друге стране, данас је једноставно манипулисати дигиталним сликама коришћењем софистицираних дигиталних камера и напредних софтвера за обраду и измену слика, тако да се на врло једноставан начин може изменити садржај слике, фалсификовати документ и пренети лажна информација. Другим речима, потребно је проверити веродостојност документа, односно открити сваку нерегуларну манипулацију над сликом.

Стога су се развиле и развијају се бројне методе за детекцију промена на сликама. Оне се могу поделити у две категорије: активне и пасивне, према карактеру додатих информација.

Активне методе подразумевају присуство додатно уграђених информација у дигиталну слику, као што је дигитални водени жиг и дигитални потпис. Међутим, активни приступи захтевају да се додатне информације уграђују у дигиталну слику за време генерисања слике или након тога.

Са друге стране, пасивне методе омогућавају детекцију промена на сликама без присуства додатних информација. Постоји неколико пасивних метода за детекцију намерно изазваних промена на сликама, а највише коришћена је тзв. CMFD (*Copy move forgery detection*) метода. CMFD метода подразумева да се део слике копира на неки други део исте (*copy-move*) или неке друге слике, како би се прикрила одређена информација, или се пренела погрешна информација о садржају слике. Овакве намерно изазване промене, односно копирани делови, могу се вишеструко копирати, ротирати, окретати, скалирати, филтрирати, и слично. Уколико се делови копирају у исту слику, компоненте шума, палета боја, динамички опсег и друге важне особине које одговарају тим деловима, биће компатибилне са остатком слике, тако да ће тешко бити детектоване методама које трагају за некомпатибилностима у статистичким мерењима у разним деловима слике.

Методе за детекцију намерних промена у садржају слике се могу углавном описати на следећи начин:

- Методе које се занимају на релативно једноставном израчунавању SIFT и SURF параметара, али су осетљиве на мале контрасте у слици, као и на делове слике који се понављају.
- Методе које се заснивају на DCT, PCA и Zernike, имају велику комплексност израчунавања;
- Методе које се заснивају на DCT, али нису применљиве на сликама са текстурама, као и у случају када је измењени регион мали у односу на димензије слике.

Због наведених ограничења постојећих метода, јасно је зашто је важан развој нових метода за детекцију намерних промена на сликама. Нове методе треба да су једноставније за обраду, (треба да имају мању комплексност приликом израчунавања), да су применљиве и за слике са изразитим текстурним регионима, као и да омогуће детекцију малих измењених региона унутар слике.

Предмет истраживања ове дисертације је детекција слика код којих је намерно изазвана промена у садржају слике. Циљ истраживања јесте развој нове CMFD методе за детекцију намерно изазваних промена у садржају слике употребом анализе сингуларитета слике. Наиме, копирани и налепљени делови имају сличну структуру, па се може применити мултифрактална анализа, која у основи анализира самосличност.

Метода ће бити тестирана на примерима који су генерисани за потребе анализе, као и на примерима из јавно доступних база слика. Оваква метода је од значаја у дигиталној форензици и за примену у аутоматској детекцији делова који су копирани у исту, или у другу слику, а такође и у детекцији делова који су скалирани, ротирани и вишеструко копирани.

Релевантни библиографски извори за предложено истраживање:

- [1] Nor Bakiah Abd Warif, Ainuddin Wahid Abdul Wahab, Mohd Yamani IdnaIdris, RozianaRamli, Rosli Salleh, Shahaboddin Shamshirband, Kim-Kwang Raymond Choo, "Copy-Move Forgery Detection: Survey, Challenges and Future Directions", *Journal of Network and Computer Applications*, 75, pp. 259-278, 2016.
- [2] Mohsen Jenadeleh, Mohsen Ebrahimi Moghaddam, "Blind Detection of Region Duplication ForgeryUsing Fractal Coding and Feature Matching", *Journal of Forensic Sciences*, May 2016, Vol. 61, No. 3, pp. 623-636, May, 2016.
- [3] Rani Susan Oommen, Jayamohan M , Sruthy S, "Using Fractal Dimension and Singular Values for Image Forgery Detection and Localization", *International Conference on Emerging Trends in Engineering, Science and Technology (ICETEST- 2015)*, *Procedia Technology* 24, pp. 1452 – 1459, 2016.

- [4] Jacques Levy Vehel, Pierrick Legrand, "Signal and image processing with Fraclab", *Thinking in Patterns, World Scientific*, Singapore, pp.321-323, 2004.
- [5] Cynthia Baron, *Adobe Photoshop Forensics: Sleuths, Truths, and Fauxtography*, Cengage Learning, Thomson, Boston, 2008.
- [6] Devanshi Chauhan, Dipali Kasat, Sanjeev Jain, Vilas Thakare, "Survey On Keypoint Based Copy-move Forgery Detection Methods On Image", *International Conference on Computational Modeling and Security (CMS 2016)*, *Procedia Computer Science* 85, Elsevier, pp. 206 – 212, 2016.
- [7] Rajeev Kaushik, Rakesh Kumar Bajaj, Jimson Mathew, "On Image Forgery Detection Using Two Dimensional Discrete Cosine Transform and Statistical Moments", *4th International Conference on Eco-friendly Computing and Communication Systems - ICECCS*, *Procedia Computer Science* 70, Elsevier, pp. 130 – 136, 2015.
- [8] Ye Zhu, Xuanjing Shen, Haipeng Chen, "Copy-move forgery detection based on scaled ORB", *Multimedia Tools and Applications* 75, No. 6, Springer, pp.3221-3233, 2016.
- [9] Fei Zhao, Wenchang Shi, Bo Quin, Bin Liang, "Image Forgery Detection Using Segmentation and Swarm Intelligent Algorithm", *Wuhan University Journal of Natural Sciences*, Vol.22, No.2, pp. 141-148, 2017.
- [10] Fan Yang, Jingwei Li, Wei Lu, Jian Weng, "Copy-move forgery detection based on hybrid features", *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 59, Elsevier, pp. 73–83, 2017.

3. Полазне хипотезе

Рад на предложеној докторској дисертацији заснива се на следећим хипотезама:

1. Коришћење мултифрактала у детекцији намерних промена на сликама оправдава чињеница да се фрактална димензија показала као погодан алат за карактеризацију нерегуларности криве или површине.
2. Измена садржаја слике утиче на осветљеност и јасноћу оригиналне слике, стога и на сингуларитете и мултифракталност оригиналне слике.
3. Мултифрактални спектар истиче локалне и глобалне сингуларитете, а тиме и карактеристике, слике.
4. Вредности такозваног Холдеровог експонента дају информације о локалној регуларности одређених тачака – пиксела.
5. Уколико се слика посматра као 2D сигнал, вредности Холдеровог експонента око 2 представљају регуларне пикселе, док пиксели чија је вредност Холдеровог експонента различита од 2, представљају тачке у којима се јављају интензивније промене.
6. Могућа је аутоматизација детекције намерно изазваних промена, без потребе за присуством човека у било којој фази детекције.

7. Савремене методе детекције се могу применити на слике различитог формата и резолуције.
8. Позитивни резултати ће се добити коришћењем одговарајућег кода у Matlab-у.

4. Научне методе истраживања

Први део истраживања ће се односити на преглед већ постојећих метода и техника за детекцију намерно изазваних промена на дигиталним сликама. Нови метод за детекцију намерно изазваних промена у садржају слика биће реализован кроз седам сукцесивних корака и то:

1. Формирање базе слика која је потребна за истраживање.
2. Подела слика од интереса на преклапајуће блокове одређених димензија.
3. За сваки блок треба одредити мултифрактални спектар. Тај спектар ће се израчунавати методом хистограма, као и коришћењем јавно доступног софтвера *FracLab*.
4. Анализа добијених спектра: посматрање промена вредности Холдеровог експонента, нерегуларности мултифракталног спектра у одређеним опсезима Холдеровог експонента.
5. На основу извршених анализа, врши се детекција намерних промена у садржају слике.
6. Тестирање методе на бази јавно доступних слика.

Посматраће се мултифрактални спектри оригиналне слике и слика са намерно изазваним променама у циљу утврђивања разлика које указују да постоји унета промена у ползну слику. Предложени метод биће пројектован у програмском пакету MATLAB и тестиран на бази јавно доступних слика, као и бази слика генерисаних за потребе тестирања.

5. Очекивани научни допринос

Применом метода за анализу мултифракталног спектра и одређивања сингуларитета применом различитих алгоритама за његово израчунавање, очекују се побољшања у детекцији намерно изазваних промена у садржају слике класичним пасивним методама.

Метод за детектовање промена у слици биће проверен на јавно доступним сликама са измењеним садржајем.

Очекивани доприноси предложене дисертације:

- Формирање референтне базе слика за потребе тестирања метода за детекцију промена у различитим условима. База слика ће садржавати слике добијене копирањем одређених садржаја, односно уметањем делова сличне и различите текстуре.
- Развој новог модела за аутоматску детекцију намерно изазваних промена у садржају слике. Модел ће омогућити детекцију промена у слици на основу поређења мултифракталних спектра оригиналне (референтне) слике и измењене слике – слике са унетим изменама.
- При развоју нових метода за детекцију унетих промена у слици, посебна пажња биће посвећена могућности детектовања измена у слици и у случају да не постоји референтна (неизмењена) слика, кроз анализу копираних сегмената, како са исте слике тако и са друге (из које се делови/цела слика убацују).
- Аутоматизација комплетне процедуре детекције употребом мултифракталне анализе, што предложеној методи чини независном од субјективних оцена.
- Дефинисање мера за оцену успешности детекције измена у слици.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање ће бити реализовано у неколико етапа:

- преглед параметара који су коришћени за детекцију намерних промена садржаја дигиталне слике;
- преглед метода и техника за детекцију намерно изазваних промена у садржају дигиталне слике,
- преглед начина за опис и квантификовање слике помоћу мултифракталне теорије;
- анализа могућности за даља побољшања у детекцији намерно изазваних промена у садржају слике употребом анализе сингуларитета,
- детаљан опис формирања слика за потребе тестирања и предложеног метода за детекцију намерно изазваних промена,
- представљање резултата детекције као и резултата компаративне анализе,
- детекција промена засновану на анализи делова слика, као и на читавој промењеној слици,
- последња етапа ће бити намењена закључцима и предлозима за даља истраживања у области форензике дигиталних слика.

7. Закључак и предлог

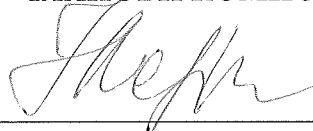
На основу свега изложеног, Комисија је закључила да кандидат Александра Павловић испуњава све формалне и суштинске услове да приступи изради докторске дисертације на предложеној тему „Детекција намерно изазваних промена у садржају слике“.

Предложена тема се бави новим приступом детекције промена у слици. Научно је актуелна и значајна у области форензике дводимензионих сигнала, као и видео садржаја.

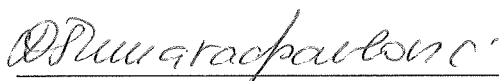
Тема припада ужој научној области Телекомуникације. За ментора докторске дисертације предлаже се др Ирини Рељин, редовни професор Електротехничког факултета, Универзитета у Београду.

Београд, 14.07.2017.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



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



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



др Мирослав Лутовац, редовни професор,
Универзитет Сингидунум



др Милан Прокин, редовни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет