

УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ
Бр. 19-23/194
24 DEC 2019
ПРИШТИНА

УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
КОСОВСКА МИТРОВИЦА
ПРИМЉЕНО: 23. 12. 2019.
ОРГ ЈЕДРИЦА ПРОЈЕКТ ПРИЛОГ ВРЕДНОСТ
1481/1

УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
КОСОВСКА МИТРОВИЦА

ИЗВЕШТАЈ НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА У КОСОВСКОЈ МИТРОВИЦИ

Предмет: Извештај Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ратка Ивковића

Одлуком Наставно - научног већа факултета Техничких наука у Косовској Митровици број 1394/3-1, одржане 09.12.2019. године, именована је Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ратка Ивковића, под насловом „Нови модел парцијалног филтрирања у реализацији алгоритама за детекцију ивица и сегментацију дигиталне слике“, у саставу:

1. др Сениша Илић, ред. проф., Факултет техничких наука, Косовска Митровица – председник,
2. др Миле Петровић, ред. проф., Факултет техничких наука, Косовска Митровица – ментор,
3. др Петар Спалевић, ред. проф., Факултет техничких наука, Косовска Митровица – члан,
4. др Саша Николић, ред. проф., Електронски факултет, Ниш – члан,
5. др Бранимир Јакшић, доцент, Факултет техничких наука, Косовска Митровица – члан.

На основу увида и анализе предложене документације, Комисија подноси Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Косовској Митровици следећи

ИЗВЕШТАЈ

о оцени урађене докторске дисертације кандидата Ратка Ивковића.

1. ОСНОВНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Биографски подаци кандидата

Ратко Ивковић, мастер инжењер електротехнике и рачунарства рођен је 14.12.1984. године. Завршио је основне и мастер академске студије на студијском програму Електротехничко и рачунарско инжењерство на модулу Електроника и телекомуникације Факултета Техничких Наука, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици.

Докторске студије Електротехничког и рачунарског инжењерства на Факултету техничких наука у Косовској Митровици уписао је 2014. године, и успешно је положио све испите са просечном оценом 10,00.

1.2. Стручна делатност

Од марта 2015. године обавља послове асистента-сарадника на Факултету информacionих технологија и Факултету за математику и рачунарске науке при интегрисаном Алфа БК Универзитету у Београду, ангажован је на предметима који су директно везани за научну област докторске дисертације.

Учествовао је у Ерасмус+ пројекту "Energy" (530379-TEMPUS-1-2012-1-LV- TEMPUS-JPCR) чији је координатор Riga Technical Universty (15.10.2012.-14.10.2015.).

Области интересовања Ратка Ивковића су: Телекомуникације, дигитална обрада сигнала, дигитална обрада мултимедијалних сигнала, дигитална обрада слике и програмирање.

Аутор је и коаутор 26 радова у часописима и на конференцијама како националног тако и међународног значаја и коаутор приручника за телевизијску технику. Један је од реализатора и коаутора два софтверско-техничка решења, која су нашла примену у извођењу вежби на Алфа БК Универзитету и Високој пословно-техничкој школи у Ужицу.

1.3. Верификација научних доприноса

Кандидат је објавио укупно 26 радова и 2 софтверско-техничка решења, од којих су 20 радова и једно софтверско-техничко решење директно везани за тему докторске дисертације. Структура радови чији је садржај директно везани за тему докторске дисертације је следећа:

- 2 рада у међународним часописима са импакт фактором ранга М23 на којима је кандидат први аутор,
- 3 рада објављена у часописима категорије М24,

- 15 radova na međunarodnim konferencijama kategorije M33 i
- jedno softversko-tehničko rešenje kategorije M85.

Spisak radova koji su direktno vezani za sadržaj disertacije:

- [1]. **Ratko Ivković**, Mile Petrović, Branislav Daković, Branimir Jakšić, Ivana Milošević, Segmentation and Classification of Bi-Rads Medical Images with the Imaging Biomarkers According To Level of Detail, Technical Gazette, Vol. 27, No. 1, prihvaćen za štampu, (M23)
- [2]. **Ratko Ivković**, Mile Petrović, Boris Gara, Mirko Milošević, Dental image analysis with different edge detection operators, Journal of Communications Technology and Electronics, Vol. 59, 11, pp. 1289 - 1297, 2014. (M23)
Link: <https://link.springer.com/article/10.1134/S1064226914110072>
- [3]. **Ratko Ivković**, Lazar Kopanja, Hibridni metod za detekciju ivica na TEM slikama nanočestica, Zaštita materijala, Engineering Society for Corrosion, UDC:620.183.4(n), doi: 10.5937/ZasMat18010211, Vol. 59, No. 1, pp. 21-30, 2018. (M24)
Link: <http://idk.org.rs/wp-content/uploads/2018/03/2IVKOVIC-KOPANJA.pdf>
- [4]. Lazar Kopanja, **Ratko Ivković**, Boris Lončar, Martin Tadić, Quantifying the shape of nanoparticles: Segmentation and elongation measure, Zaštita materijala. Inženjersko društvo za koroziju, 58, 3, pp. 400 - 406, 620.186/.187(n), 10.5937/ZasMat1703400K, 2017. (M24)
Link: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0351-9465/2017/0351-94651703400K.pdf>
- [5]. Branimir Jakšić, **Ratko Ivković**, Boris Gara, Mile Petrović, Petar Spalević, Analysis of different influence of compression algorithm on the image filtered Laplacian, Prewitt and Sobel operator, International Journal of Darshan Institute on Engineering Research and Emerging Technology (IJDIERET), Darshan Institute of Engineering & Technology, Rajkot, India, Vol. 2, No. 1, pp. 68 - 76, 2013. (M24)
Link: <http://www.ijdieret.in/JournalIssues/June-2013-Vol-2-No-1/10/PaperDetail>
- [6]. **Ratko Ivković**, Mile Petrović, Ivana Milošević, Dejan Đukić, Vladimir Maksimović, Inverse Filtering Method for Super-Resolution Digital Imaging, International Scientific Conference on Information Technology and Data Related Research, Belgrade, Singidunum University, Serbia, pp. 491-497, 2019. (M33)
Link: <http://portal.sinteza.singidunum.ac.rs/Media/files/2019/491-497.pdf>
- [7]. **Ratko Ivković**, Ivana Milošević, Mile Petrović, Petar Spalević, Stefan Panić, Image Segmentation By Sobel Edge Detection Algorithm - Mosaic Method, Univerzitet Singidunum, Beograd, pp. 189-196, 2018. (M33)
Link: <http://portal.sinteza.singidunum.ac.rs/Media/files/2018/189-196.pdf>
- [8]. **Ratko Ivković**, Ivana Milošević, Branimir Jakšić, Petar Spalević, Marko Milošević, Definisanje karakteristika Snow & Rain šuma digitalne slike metodom parcijalnog filtriranja, Univerzitet Singidunum, Beograd, pp. 242-247, 2018. (M33)
Link: <http://portal.sinteza.singidunum.ac.rs/Media/files/2018/242-247.pdf>
- [9]. **Ratko Ivković**, Mile Petrović, Ivana Milošević, Branimir Jakšić, Risto Bojović, Analysis of Different Edge Detections Algorithms Through the Bit-Plane Layers, Book of Proceedings - International Scientific Conference on Information Technology and Data Related Research - Synthesis 2017, Singidunum University, 10.15308/Sinteza-2017-302-307, Belgrade, Serbia, pp. 302 - 307, 21. - 21. Apr, 2017. (M33)
Link: <http://portal.sinteza.singidunum.ac.rs/Media/files/2017/302-307.pdf>
- [10]. **Ratko Ivković**, Mile Petrović, Dragiša Miljković, Petar Spalević, Ivana Milošević, Reduction of Snow and Rain noise in Spatial Domain, Sinteza 2016 International scientific conference on ICT and E-business related data, Univerzitet Singidunum Beograd, 3, pp. 287 - 292, DOI: 10.15308/ Sinteza-2016 -287-292, Srbija, 22. - 23. Apr, 2016. (M33)
Link: <http://portal.sinteza.singidunum.ac.rs/Media/files/2016/287-292.pdf>

- [11]. **Ratko Ivković**, Boris Gara, Miroslav Pavlović, Dragiša Miljković, Ivana Milošević, Analysis of Digital Image Segments Through the Standard Deviation and Level of Detail, Zbornik radova XIV međunarodnog naučno-stručnog simpozijuma INFOTEH 2015, Elektrotehnički fakultet Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina, pp. 600 – 603, 18. - 20. Mar, 2015. (M33)
Link: <https://infoteh.rs.ba/zbornik/2015/radovi/RSS-3/RSS-3-8.pdf>
- [12]. **Ratko Ivković**, Risto Bojović, Mile Petrović, Mirko Milosević, Nebojša Denić, Restoration of defocused digital images, Zbornik radova XIV međunarodnog naučno-stručnog simpozijuma INFOTEH 2015, Elektrotehnički fakultet Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina, pp. 610 – 614, 18. - 20. Mar, 2015. (M33)
Link: <https://pdfs.semanticscholar.org/ac44/c0aa9f5887e492065c4173f4f711becd197f.pdf>
- [13]. **Ratko Ivković**, Ivana Milošević, Mile Petrović, Branko Gvozdić, Timeline of median filter, Synthesis 2015 - Book of proceedings international scientific conference of it and business related research, Singidunum University, Belgrade, Sinteza 2015, Srbija, pp. 268 – 273, 17. Apr, 2016. (M33)
Link: <http://portal.sinteza.singidunum.ac.rs/Media/files/2015/268-273.pdf>
- [14]. **Ratko Ivković**, Dragiša Miljković, Boris Gara, Mile Petrović, Ivana Milošević, Analysis of Quality of Nonlinear Filters by Removing SALT & PEPPER Noise, Zbornik radova YU INFO konferencije, 2014, Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, Srbija, pp. 330 – 333, 9. - 13. Mar, 2014. (M33)
Link: <http://yuinfo.artkey.rs/YUINFO%202014%20zbornik.pdf>
- [15]. **Ratko Ivković**, Mile Petrović, Petar Spalević, Dragiša Miljković, Uticaj linearnog osvetljenja na nivo detalja i entropiju slike, Zbornik radova: Informacione tehnologije 2014, Elektrotehnički Fakultet Podgorica, Srbija, pp. 248 – 251, 24. - 28. Feb, 2014. (M33)
Link: <http://www.it.ac.me/zbornici/ZbornikIT14.pdf>
- [16]. Branimir Jakšić, Mile Petrović, Petar Spalević, **Ratko Ivković**, Aleksandar Marković, Deset godina satelitske HDTV u Evropi, Zbornik radova XIII međunarodnog naučno-stručnog simpozijuma INFOTEH 2014, Elektrotehnički fakultet, Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina, pp. 435 – 440, 19. - 21. Mar, 2014. (M33)
Link: <https://infoteh.etf.ues.rs.ba/zbornik/2014/radovi/KST-2/KST-2-7.pdf>
- [17]. **Ratko Ivković**, Ivana Milošević, Boris Gara, Siniša Minić, Dragiša Miljković, Rekonstrukcija slika vidljivog spektra snimljenih sa malim procentom osvetljenja, Zbornik radova XIII međunarodnog naučno-stručnog simpozijuma INFOTEH 2014, Elektrotehnički fakultet Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina, pp. 648 – 651, 19. - 21. Mar, 2014. (M33)
Link: <https://infoteh.rs.ba/zbornik/2014/radovi/RSS-2/RSS-2-1.pdf>
- [18]. **Ratko Ivković**, Ivana Milošević, Boris Gara, Siniša Minić, Vladimir Daković, Algoritam za detekciju ivica slike sa postfiltrrom, XIII međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH - JAHORINA 2014., Elektrotehnički fakultet, Istočno Sarajevo, pp. 652 - 656, Jahorina, Bosna i Hercegovina, 19 - 21. Jun, 2014. (M33)
- [19]. Branimir Jakšić, Boris Gara, **Ratko Ivković**, Mile Petrović, Mirko Milošević, Analysis brightness effect on quality pictures after compression with JPEG and SPIHT compression methods, Proceedings of International Conference Mathematical and Informational Technologies, Institute of computational technologies of SB RAS, Novosibirsk, pp. 86 – 92, Srbija, 5 - 9. Sep, 2013. (M33)
Link: <http://conf.nsc.ru/MIT-2013/en/reportview/158075>
- [20]. **Ratko Ivković**, Branimir Jakšić, Petar Spalevic, Ljubomir Lazic, Mile Petrovic, Experimental Images Analysis with Linear Change Positive and Negative Degree of Brightness, 1st WSEAS International Conference on Image Processing and Pattern Recognition (IPPR 13), WSEAS - World Scientific and Engineering Academy and Society, Mađarska, pp. 116 – 120, 10. - 12. Dec, 2013. (M33)
Link: <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2013/Budapest/IPASRE/IPASRE-15.pdf>
- [21]. Mile Petrović, **Ratko Ivković**, Branimir Jakšić, Softverski modul za određivanje kvaliteta digitalne slike, Softversko-tehničko rešenje, 2015. (M85)

Списак радова које је кандидат током истраживања објавио, а чији су садржаји блиско везани са темом докторске дисертације:

- [1]. Ivana Milošević, **Ratko Ivković**, Tatjana Petrovic, Nebojsa Denic, Branimir Jakšić, Face Recognition through Robust Multimodal Biometric System with Sobel Edge Detection, Proceedings of International Scientific Conference "UNITECH 2015", Technical University of Gabrovo, Bugarska, pp. II-346 - II-351, 20. - 21. Nov, 2015. (M33)

Link: <https://docplayer.net/12418941-Technical-university-of-gabrovo-international-scientific-conference-p-r-o-g-r-a-m-20-21-november-2015-gabrovo.html>

- [2]. Tanja Petrović, Ivana Milošević, **Ratko Ivković**, Bojana Milosavljević, Smiljana Bjelović, Analiza metoda za detekciju i prepoznavanje lica pri različitim realnim situacijama, Zbornik radova XIV međunarodnog naučno-stručnog simpozijuma INFOTEH 2015, Elektrotehnički fakultet Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina, pp. 730 – 735, 18. - 20. Mar, 2015. (M33)

Link: <https://infotech.etf.ues.rs.ba/zbornik/2016/radovi/RSS-5/RSS-5-6.pdf>

- [3]. **Ratko Ivković**, Ivana Milošević, Mile Petrović, Vladimir Cerić, Vladimir Daković, Komparativna analiza video kompresija u 4K rezoluciji, Zbornik radova XIV međunarodnog naučno-stručnog simpozijuma INFOTEH 2015, Elektrotehnički fakultet Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina, pp. 604 – 609, 18. - 20. Mar, 2015. (M33)

Link: <https://infotech.etf.ues.rs.ba/zbornik/2015/radovi/RSS-3/RSS-3-9.pdf>

- [4]. **Ratko Ivković**, Mile Petrović, Branimir Jakšić, Vladimir Cerić, Mirko Milošević, Digital Image fundaments through Visible Spectrum, Zbornik radova XV međunarodnog naučno-stručnog simpozijuma INFOTEH 2016, Jahorina, Elektrotehnički fakultet, Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina, pp. 720 – 724, 16. - 18. Mar, 2016. (M33)

Link: <https://infotech.etf.ues.rs.ba/zbornik/2016/radovi/RSS-5/RSS-5-4.pdf>

- [5]. **Ratko Ivković**, Ivana Milošević, Tatjana Petrović, Smiljana Bijelović, Nebojša Ivković, Analiza kvaliteta različitih formata digitalne slike, Međunarodna naučna konferencija Univerziteta Singidunum, SINTEZA 2015, Univerzitet Singidunum, Srbija, pp. 171 – 175, 15. - 16. Apr, 2015. (M33)

Link: <http://portal.sinteza.singidunum.ac.rs/Media/files/2015/171-175.pdf>

- [6]. Vladimir Cerić, **Ratko Ivković**, Mirko Milošević, Ivana Milošević, Vladimir Daković, Analiza optimalnih kodeka video snimaka u TV produkciji i strimingu, Zbornik radova XIV međunarodnog naučno-stručnog simpozijuma INFOTEH 2015, Elektrotehnički fakultet Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina, pp. 306 – 310, 18. - 20. Mar, 2015. (M33)

Link: <https://infotech.etf.ues.rs.ba/zbornik/2016/radovi/KST-2/KST-2-6.pdf>

- [7]. **Ratko Ivković**, Petar Spalević, Ivana Milošević, Softverski modul za obradu i prenos digitalnih audio signala, Softversko-tehničko rešenje, 2015. (M85)

2. ПОДАЦИ О ДИСЕРТАЦИЈИ

Докторска дисертација под називом „Нови модел парцијалног филтрирања у реализацији алгоритама за детекцију ивица и сегментацију дигиталне слике“ написана је на 166 страна, садржи 9 поглавља и 5 додатних страница са неопходним подацима. Дисертација садржи 80 слика, 72 графика и 11 табела.

У попису коришћене литературе кандидат је навео 148 референци. По структури и форми референце одговарају општим правилима за израду докторске дисертације у складу са Статутом Универзитета, Правилником о докторским студијама на Универзитету и Правилником о докторским студијама на Факултету техничких наука.

Предмет истраживања докторске дисертације припада научном пољу *Техничко-технолошких наука* и научној области *Електротехничко и рачунарско инжењерство* и ужим научним областима *Телекомуникације и информациони системи* и *Дигиталној обради слике*.

Текст докторске дисертације подељен је у девет поглавља.

У уводу, у првом поглављу, дат је преглед истраживања и тренутно стања у области дигиталне обраде слике, на основу које читалац може да стекне увид у садржај дисертације. У овом поглављу дата је организација дисертације, дефинисани су задаци истраживања, постављене су хипотезе и описане су методе истраживања.

У другом поглављу кандидат је описао различите типове шума који се могу наћи у дигиталној слици кроз координатни систем 2D просторне анализе. Дат је упоредни приказ свих шума који се јављају код дигиталне слике. Шумови су разматрани кроз комплетан 8-битни спектар записа у сва три *RGB* канала, дат је хистограм дигиталне слике и приказ у 3D окружењу. Добијени резултати дали су прецизан опис природе свих шума у просторном домену, а закључци су искоришћени за креирање програмских модула за филтрирање слике од уочених типова показаних шума.

У трећем поглављу дата је анализа постојећих математичких модела за процену квалитета дигиталне слике и детаљно су описани параметри за утврђивање квалитета дигиталне слике. Дефинисана је референтна основа, помоћу које може да се прецизно одреди да ли нека слика задовољава одређене параметре квалитета или не. На основу ових параметара у наредним поглављима вршена је оцена добијених резултата.

У четвртном поглављу кандидат је дао упоредни приказ различитих алгоритама детекције ивица и анализирао квалитет истих за слике са различитим нивоима детаља кроз битске равни. Дата је упоредна анализа различитих модела алгоритама детекције ивица слике за моделе који су обрађени у трећем поглављу. У овом поглављу обрађени су и алгоритми детекције ивица за различите реалне ситуације.

У петом поглављу сублимирани су закључци из другог, трећег и четвртог поглавља и на основу њих је предложен нови модел парцијалног филтрирања – метод мозаика. Као интегрални део метода мозаика предложен је иновативни метод детекције ивица – хибридни метод, као и сегментација уз помоћ хибридног метода. Идеја метода мозаика је да се жељена слика уз помоћ алгорита детекција ивица подели на сегменте (креира мозаик) и да се филтрирање примени засебно на сваком сегменту слике при чему се издвојени сегменти не преклапају. Ова два алгорита чине срж методе мозаика, где се дефинисањем посебних услова директно контролише кластер филтрирање. На тај начин, корисник може да усмерава даљи рад кроз кластер филтрирање. Кораци су међусобно потпуно независни, што пружа могућност боље

синхронизације са другим програмским модулима и решењима обраде слике. Овако постављен систем корака пружа широку примену у различитим областима.

У шестом поглављу презентована је примена метода мозаика у просторном домену. Ово поглавље описује могућност имплементације постојећих програмских решења унутар методе мозаика. Кандидат у овом поглављу, методом мозаика, анализира дефокусиране, замућене и слике снимљене са малим процентом осветљења и враћа фокус и осветљава слику при чему не губи на квалитету слике и приказује добијене резултате. Добијени резултати нумерички су упоређивани са доступним резултатима из других радова.

У седмом поглављу приказана је и дискутована примена хибридног модела за детекцију ивица са контролом прага детекције. Представљена је примена развијеног модела у реалним ситуацијама код анализе слика наночестица и мерење концентрације чађи у маркерима. Предложени резултати представљају значајно унапређење на пољу детекције ивица који имају значајну практичну примену.

У осмом поглављу обрађена је сегментација, класификација и повећање резолуције дигиталне слике предложеном методом. Сегментација и класификација, дефинисањем посебних услова, је употребљена и у конкретном примеру анализе снимака BI-RADS медицинских слика, где је ниво детаља у медицинској слици повезан са густином масноће дојки. Исто тако, дефинисањем посебних услова са оптимизацијом вредности околине посматраног пиксела у сегменту искоришћено је за повећање резолуције дигиталне слике.

У деветом поглављу кандидат је представио алгоритам редукције *Snow & Rain* и *Salt & Pepper* шума базиран на обради методом мозаика. Анализиран је квалитет постојећих филтера који се користе за редукцију *Salt & Pepper* шума, као и различити математички модели који анализирају вредности пиксела и вероватноћу расподеле шума. На основу метода мозаика реализован је нови модел за редукцију до 90% *Salt & Pepper* шума у просторном домену. Поред предложеног решења филтера за *Snow & Rain* шум, предложен је и модел мерења концентрације шума.

На крају дисертације дати су закључци и доприноси до којих се дошло током истраживања, као и дискусија постављене хипотезе са потхипотезама. Такође, је дат преглед коришћене литературе, биографија кандидата, списак објављених радова и пратеће изјаве које су предвиђене прописаном формом дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Предмет и циљеви истраживања

Дигитална обрада слике због своје примене у различитим научним областима постаје све захтевнија грана дигиталне обраде сигнала. Технике обраде слике углавном зависе од потреба примене. Због тога се често користи комбинација више техника обраде слике у циљу добијања жељених резултата, па је то један од главних изазова са којим се ова област данас сусреће. За сада не постоји јединствен поступак обраде у коме би се калибрацијом одређених параметара покрио широк спектар примена.

У докторској дисертацији представљен је нови модел парцијалног филтрирања у реализацији алгоритама за детекцију ивица и сегментацију - метод мозаика. Овај модел омогућава да се слика, уз помоћ хибридног модела детекције ивица (уз употребу модификованог *Weighted* филтера, негатива слике и пружање могућности да сам корисник дефинише праг детекције) разложи на сегменте (делове мозаика) при чему се онда жељена обрада може применити над сваким сегментом слике са различитим или истим параметрима. Тако се обрада дигиталне слике може оптимизовати за различите реалне ситуације.

Циљеви су засновани на најновијим теоријским сазнањима из области дигиталне обраде слике и анализи научних радова који су публиковани у последњих пет година. За истраживање постављених хипотеза постављени су следећи циљеви:

- Детаљна анализа формата записа дигиталне слике где су установљене предности и недостаци истих при различитим степенима шума и компресије;
- Поређење предности и недостатака формата записа слике уз помоћ савремених метода процене квалитета дигиталне слике;
- Детаљна анализа постојећих оператора детекције ивица;
- Израда алгорита и програмских решења за метод мозаика који се базира на претходним анализама;
- Оптимизација метода мозаика у зависности од потреба обраде слике.

3.2. Опис и адекватност примењених научних метода

За реализацију првог циља одабрани су формати записа дигиталне слике који су најзаступљенији у комерцијалној употреби. Одабир формата је извршен на основу прикупљања и прегледа научних радова који имају висок степен цитираности, а објављени су у последњих 10 година. Такође, на основу прегледа свих релевантних апликативних решења за дигиталну обраду слике утврђени су потенцијали за обраду и на основу тих закључака донете смернице даљих истраживања.

Други циљ остварен је анализом и систематизацијом најзначајних параметара за оцену квалитета дигиталне слике. Одабрани су параметри: модел структуралне сличности, ентропија, ниво детаља, меморија, директан однос сигнал/шум, вршни однос сигнал/шум и индекс каналне сличности. Сваки параметар нумерички описује слику на потпуно различит начин, што даје могућност да се добијени резултати упоређују са осталим резултатима из ове области.

Трећи циљ остварен је кроз анализу тренутних проблема и тенденције развоја оператора детекције ивица. Применом адекватних критеријума, по којима се могу нумерички вредновати

результати, описани су одабрани оператори детекције ивица. Сагледавањем могућности будућих имплементација дати су предлози за унапређења.

Четврти циљ остварен је кроз систематизовање основних теорема, аксиома и дефиниција како из области дигиталне обраде слике, тако и њених сродних области и на основу свега наведеног предложен је нов метод парцијалног филтрирања дигиталне слике – метод мозаика.

Пети циљ је проистекао из четвртог и базиран је на сагледавању будућих имплементација предложеног метода. Оптимизација и примена метода мозаика у зависности од потреба обраде слике описана је од шестог до деветог поглавља. У њима су дати конкретни примери имплементације.

Целокупно истраживање докторске дисертације базирано је на основу методе теоријске анализе и синтезе знања с посебним акцентом на најновија сазнања из области обраде мултимедијалних сигнала и дигиталне обраде слике у последњих десет година. У складу с тим, примењене су:

- Анализа и синтеза градива;
- Дедуктивна метода на основу које је урађено квалитетно дефинисање теоријске подлоге за истраживање;
- Методе поређења, уз помоћ којих су добијени резултати на прави начин третирани и упоређени са осталим радовима;
- Методе симулације, где су сви добијени алгоритми или програмски кôдови били тестирани на релевантним узорцима.

3.3. Резултати и доприноси истраживања

По оцени чланова Комисије, најзначајнији научни доприноси докторске дисертације кандидата Ратка Ивковића су:

- Реализован је нови модел парцијалног филтрирања у реализацији алгоритама за детекцију ивица и сегментацију дигиталне слике;
- Показано је да се адекватним одабиром прага детекције ивица и независних метода кластер филтрирања, метод мозаика може применити у различитим реалним ситуацијама као што су примена у рестаурацији слика, мерењу наночестица, класификацији медицинских слика, повећању резолуције дигиталних слика, дизајну филтера и филтрирању дигиталне слике;
- Предложени метод поседује висок степен синхронизације са осталим методама обраде дигиталне слике, што оставља широк опсег могућих употреба, а значајан број објављених научних радова током истраживања, показује реалан допринос ове дисертације.

3.4. Применљивост остварених научних доприноса

У оквиру докторске дисертације кандидат је прецизном анализом и применом одговарајућих експерименталних техника реализовао нови модел парцијалног филтрирања, користећи алгоритме за детекцију ивица и сегментацију дигиталне слике – метод мозаика.

Резултати и примена предложене методе представљају оригиналан и значајан научни допринос јер се ради о иновативном методу који укључује технике обраде слике које директно утичу на:

- вредности сјајности сваког пиксела у слици на првом нивоу,
- технике обраде над сегментима слике и њима одговарајућим подматрицама пиксела на другом нивоу и
- семантичким значењем издвојених сегмената на трећем нивоу.

Резултати приказа су засновани у *RGB* систему боја дигиталне слике који користе сви модерни дисплеји. Такође, комбиновањем са осталим фундаменталним техникама предложена метода показала је висок ниво синхронизације и могућност примене у различитим реалним ситуацијама.

У оквиру докторске дисертације остварени су значајни доприноси који представљају унапређење постојећег знања у области дигиталне мултимедије и дигиталне обраде слике кроз развијени нови модел парцијалног филтрирања – метод мозаика:

- извршена је анализа различитих алгоритама детекције ивица и сегментације у разним реалним ситуацијама.
- анализирани су шумови дигиталне слике у просторном домену како у 2D, тако и у 3D простору.
- реализован је нов модел за детекцију ивица дигиталне слике (хибридни модел) уз употребу модификованог *Weighted* филтера, негатива и дефинисања прага детекције од стране корисника.
- показано је да хибридни модел детекције ивица са контролом прага детекције може послужити за реализацију алгорита за сегментацију дигиталне слике.
- реализован је нови модел парцијалног филтрирања дигиталне слике – метод мозаика, који је заснован на хибридном методу детекције ивица и сегментацији дигиталне слике уз дефинисање посебних услова обраде слике и кластер филтрирања.
- методом мозаика извршена је реконструкција замућених, дефокусираних и слика снимљених с малим процентом осветљења.
- доказано је да се ефекти снега и кише на дигиталним сликама могу третирати као (*Snow & Rain*) шум и да се над њима може применити модел парцијалног филтрирања – метод мозаика у циљу редукције шума и мерења концентрације шума.
- показано је да се метод мозаика калибрацијом прага детекције и дефинисањем посебних услова може користити у процесу квантиковања наночестица и мерењу концентрације чађи.
- дефинисани су посебни услови за сегменте у класификацији BI-RADS медицинских слика и креиран је нови метод повећања резолуције дигиталне слике.
- реализован је филтер (*Regeneration* филтер) који селективно обрађује сегменте слике у циљу боље редукције високог степена концентрације *Salt & Pepper* шума.

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу извршеног увида у докторску дисертацију кандидата Ратка Ивковића, Комисија сматра да дисертација садржи низ оригиналних доприноса у области дигиталне обраде слике. Реализован је нови модел парцијалног филтрирања дигиталне слике – метод мозаика, који је заснован на хибридном методу детекције ивица и сегментацији дигиталне слике уз могућност дефинисања посебних услова обраде слике и кластер филтрирања. Метод мозаика омогућује обраду слике кроз детекцију и обраду сегмената у слици тако што се за сваки тип обраде дефинишу посебни услови обраде над издвојеним сегментима. Показано је да се предложени метод адекватним одабиром прага детекције ивица и независних метода кластер филтрирања, може применити у различитим реалним ситуацијама као што су: рестаурација слика, мерење концентрације шума, квантификавању наночестица, класификацији BI-RADS медицинских слика, у повећању резолуције дигиталних слика, дизајну филтера и филтрирању дигиталних слика.


Сви резултати приказани у докторској дисертацији верификовани су у научној јавности објављивањем 2 рада у часописима категорије M23, 3 рада у часописима категорије M24, 15 радова на међународним конференцијама категорије M33 и једног софтверско-техничког решења категорије M85.

Докторска дисертација је урађена према савременим стандардима научно-истраживачког рада и испуњава све услове који су предвиђени Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, као и Статутом Факултета техничких наука Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици.

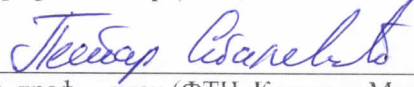
Стога, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Факултета техничких наука, Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици да се докторска дисертација под насловом „Нови модел парцијалног филтрирања у реализацији алгоритама за детекцију ивица и сегментацију дигиталне слике“ прихвати и да се кандидату Ратку Ивковићу одобри њена усмена одбрана.

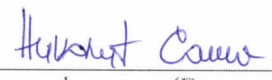
У Косовској Митровици,
23.12.2019. године

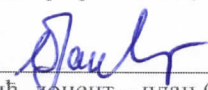
КОМИСИЈА:


др Сениша Илић, ред. проф. – председник (ФТН, Косовска Митровица)


др Миле Петровић, ред. проф. – ментор (ФТН, Косовска Митровица)


др Петар Спалевић, ред. проф. – члан (ФТН, Косовска Митровица)


др Саша Николић, ред. проф. – члан (Електронски Факултет, Ниш)


др Бранимир Јакшић, доцент – члан (ФТН, Косовска Митровица)