

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Илије Попадића за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр. 5037/09-1, од 11.07.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Илије Попадића за израду докторске дисертације и научне заснованости теме

**Примена технике формирања слика проширеног динамичког опсега у мониторингу
лоше осветљене сцене**

Наслов дисертације на енглеском језику:

High dynamic range imaging implementation in scene monitoring under bad illumination

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Илија Попадић је рођен 01.12.1982. године у Крагујевцу. Завршио је Прву крагујевачку гимназију 2001. године, у одељењу обдарених ученика математичке гимназије. Исте године се уписао на Електротехнички факултет у Београду, Одсек за електронику, телекомуникације и аутоматику, смер за електронику, по петогодишњем наставном програму. Дипломирао је у јануару 2008. године. Студије је завршио са просечном оценом 7.81 и оценом 10 на дипломском испиту са темом „Дистрибуирани сензорски систем на бази Зиг-Би комуникације“, где је ментор био проф. др Лазар Сарановац. На докторске академске студије на Електротехничком факултету у Београду се уписао 2009. године, под менторством проф. др Јована Елазара. С обзиром на промене везане за посао, кандидат је 2011. Године променио смер и за ментора добио проф. др Ирину Рељин.

По дипломирању, од фебруара 2008. године, запослен је у компанији Vlatacom, која од 2015. године послује као институт. У Институту Vlatacom ради на позицији инжењера за истраживање и развој, са фокусом на развој уређаја за специјалне намене.

У децембру 2015. год. Је изабран у звање вишег стручног сарадника од стране Научног већа Института Vlatacom. Био је носилац реализације два иновациона пројекта које је финансирао Министарство просвете, науке и технолошког развоја. Такође, учествовао је у реализацији једног прихваћеног техничког решења и два техничка решења чија је верификација у току.

У оквиру научно-истраживачког и стручног рада, руководио је или је као члан тима учествовао на већем броју пројеката који су реализовани у Институту Vlatacom и овде ће бити наведени само најважнији.

- Развој и реализација биометријског аутентификатора за узимање и поређење отиска прстију (руководилац пројекта).
- Развој и реализација мултифункционалне ИП камере и компресора слике (руководилац пројекта).
- Развој и реализација камере и пратећег електронског система за аутоматско препознавање регистарских таблица.
- Развој и реализација генератора случајних бројева и система за формирање крипто кључева.

Због заштите интелектуалне својине Института Vlatacom, већи део резултата истраживања и развоја није било могуће презентовати на конференцијама или публиковати у стручним и научним часописима. До сада је, из области којима се бавио и која је повезана са предложеном темом докторске дисертације, као први аутор или коаутор објавио један рад у међународном часопису M21, један рад на међународној конференцији и три рада која су реферисана на домаћим конференцијама. Један рад је прихваћен за реферисање на међународној конференцији ОТЕН 2016.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Илија Попадић је стекао научноистраживачко искуство радећи интензивно на развоју бројних решења у компанији Влатаком. Тема докторске дисертације је везана за истраживања које кандидат спроводи са циљем развоја система за видео мониторинг у условима лошег осветљаја.

Кандидат је, успешно одговоривши на постављена питања, положио докторски испит дана 15.07.16. године, пред комисијом у саставу: др Александар Нешковић (редовни професор, Електротехнички факултет у Београду), др Жељен Трповски (ванредни професор, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука) и др Марко Барјактаровић (доцент, Електротехнички факултет у Београду).

Кандидат је до сада објавио око 6 научних и стручних радова у међународним и националним научним часописима и конференцијама, од којих је један у часопису са импакт фактором категорије M21.

Објављени радови кандидата:

1. Рад у часописима међународног значаја категорије M21:

1. **Popadić I**, Todorović B, Reljin I; „Method for HDR-like Imaging using Industrial Digital Cameras“,Multimedia Tools and Applications, ISSN 1380-7501, IF= 1.331 (2015), DOI: 10.1007/s11042-016-3692-8, accepted for publication, 2016.

2. Радови саопштени на међународним научним скуповима штампани у целини M33:

1. Cvetković J, Vujić S, **Popadić I**, Makarov A; „Universal Battery Management System in a Handheld Device“, 16th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference (MELECON), Yasmine Hammamet, Tunis; 2012; pp. 975-978; ISBN 978-1-4673-0782-6;
2. Kocić J, **Popadić I**, Livada B; „IMAGE QUALITY PARAMETERS: A short review and applicability analysis“; Rad prihvaćen za 7th International Scientific Conference on Defensive Technologies OTEN 2016, Belgrade 6-7 Octobre 2016;

3. Радови саопштени на скупу националног значаја M63:

1. **Popadić I**, Elazar J; „Kontroler LED displeja koji se koristi za regulaciju saobraćaja“, 54. ETRAN; Donji Milanovac, Srbija; Društvo za ETRAN; pp. EL4.7-1-4; 2010; ISBN 978-86-80509-65-5;
2. **Popadić I**, Todorović B, Kocić J; „Algoritam za proveru kvaliteta ekspozicije slike“; 60. ETRAN; Zlatibor, Srbija; Društvo za ETRAN; rad referisan na konferenciji, biće štampan u celosti u zborniku koji izlazi u septembru 2016;
3. Kocić J, Radisavljević M, Vujić S, **Popadić I**; „Komparativna analiza kvaliteta slike kamera visoke osetljivosti u uslovima slabog osvetljenja“; 60. ETRAN; Zlatibor, Srbija; Društvo za ETRAN; rad referisan na konferenciji, biće štampan u celosti u zborniku koji izlazi u septembru 2016;
4. **Техничка решења, категорија M82:**

Perić M, **Popadić I**, Latinović N, Perić D, Trifunović M, Vučetić M, Orlić V; „Generator potpuno slučajnih binarnih sekvenci velike brzine rada“, Institut Vlatacom, 2016.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу приказа резултата досадашњег рада кандидата, може се констатовати да он поседује 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. Стога се препоручује да се Илији Попадићу одобри израда докторске тезе под називом "Примена технике формирања слика проширеног динамичког опсега у мониторингу лоше осветљене сцене".

2. Предмет и циљ истраживања

Област широког динамичког опсега слике (High dynamic range image, HDRI) се, захваљујући развоју технологије, тј. развоју сензора и дисплеја, као и све већој примени техника ултра високе резолуције видеа, све више развија. Ограничења резолуције која постоје у А/D конверторима, доприносе томе да, у уређајима широке потрошње, динамички опсег сцене остаје значајно шири од динамичког опсега слике. Стога су се развиле многе технике за вештачко формирање HDRI којима се постиже шири динамички опсег између најсветлијих и најтамнијих делова слике од оног који би се постигао стандардним методама снимања. Визуелни квалитет HDR слике много је већи него код конвенционалних слика, ниског динамичког опсега (LDR). Често се у напредак који HDR уноси у односу на LDR технологију, пореди се са оним који је постигнут при преласку са „црно-беле“ на слику у боји. Технолошки продор HDR се очекује у различитим областима, а то су пре свега филм, фотографија, компјутерска графика, као и у свим применама које на неки начин зависе од перцепције видеа, као што су мониторинзи сцена у условима слабог или превисоког осветљаја, дакле, при лошем осветљају околине.

HDRI је посебан формат слике који прецизно кодује екстремне осветљености веома тамних и веома светлих делова сцена. Класичне JPEG и TIFF слике уобичајено кодују ограничени опсег осветљаја у осмо или десетобитској представи, што значи да, у луминентној слици приказују 256 или 1024 нивоа сјајности. Сцене из реалног света имају много шири опсег осветљаја, типично 100,000,000, који може бити поуздано кодован користећи HDRI.

Како је технологија релативно нова, још увек не постоје HDR сензори масовне потрошње. Због тога је интересантан приступ формирања HDR слике коришћењем класичних сензора. Управо наведена проблематика биће обрађена у овој дисертацији. Биће развијен алгоритам који ће применом технике формирања слика проширеног динамичког опсега побољшати мониторинг лоше осветљених сцена.

Списак литературе релевантне за израду овог рада:

- [1] Rafal K. Mantiuk, Karol Myszkowski and Hans-Peter Seidel, *High Dynamic Range Imaging*, Preprint of the article to be published in *Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*, April 18, 2016
- [2] Philippe Hanhart, Marco V. Bernardo, Manuela Pereira, António M. G. Pinheiro and Touradj Ebrahimi, "Benchmarking of objective quality metrics for HDR image quality assessment", *EURASIP Journal on Image and Video Processing* (2015), 2015:39 DOI 10.1186/s13640-015-0091-4
- [3] SMPTE, *Study Group Report High-Dynamic-Range (HDR) Imaging Ecosystem*, 2015.
- [4] F. Banterle, A. Artusi, K. Debattista, A. Chalmers, *Advanced High Dynamic Range Imaging: Theory and Practice*, CRC Press, Natrick (MA, USA), February (2011)
- [5] A. Darmont, *High Dynamic Range Imaging: Sensors and Architectures*, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE), (2012)
- [6] S. Mann, R.W. Picard, „Being ‘undigital’ with digital cameras: Extending dynamic range by combining differently exposed pictures,“ *Proc. of 46th Annual Conference IS&T*, 422–428, (1995)
- [7] J. Jung, Y. Ho, „Low-bit depth-high-dynamic range image generation by blending differently exposed images,“ *IET Image Processing*, 7, 606–615, (2013)
- [8] E. Reinhard, M. Stark, P. Shirley, J. Ferwerda, „Photographic tone reproduction for digital images,“ *ACM Transactions on Graphics*, 21, 267–276, (2002).
- [9] ITU, *Image parameter values for high dynamic range television for use in production and international programme exchange*, Draft ITU Recommendation ITU-BT, Document 6C/TEMP/19, 2 May 2016.

3. Полазне хипотезе

Истраживање се заснива на следећим основним хипотезама:

1. Више слика различитих експозиција могу се користити за формирање финалне побољшане слике. У финалној слици се очекује више детаља који представљају суперпозицију детаља са свих полазних слика.
2. Могуће је извршавање предложеног алгоритма у реалном времену тако да ради брзо, једноставно и поуздано.
3. Предложени алгоритам се може извршавати аутоматски, без потребе за присуством човека у било којој фази.
4. Позитивни резултати ће се добити коришћењем постојеће инфраструктуре, што значи уз поштовање постојећих и стандарда који се развијају у свим применама технике HDR.

Полазна претпоставка истраживања је да се, у условима лоше осветљености (низак ниво осветљаја објекта од интереса или изузетно висока осветљеност) погодном обрадом могу добити резултати који обезбеђују квалитетан мониторинг.

4. Научне методе истраживања

Први део истраживања ће се односити на преглед већ постојећих техника за формирање слике проширеног динамичког опсега. Нови метод за формирање слике проширеног динамичког опсега биће пројектован у три сукцесивна корака и то:

1. Анализом хистограма прве добијене слике треба проценити њен квалитет експозиције за додатне две слике.
2. На основу процене квалитета експозиције прве слике треба проценити још колико је слика неопходно узети, као и њихова времена експозиције.
3. Адекватном фузијом свих узетих слика треба добити финалну слику на којој ће бити јасно уочљива побољшања која су постигнута предложеним методом, при чему је могуће да се све операције извршавају у реалном времену.

Предложени метод биће пројектован у програмском пакету MATLAB и тестиран на бази слика јавно доступних слика.

5. Очекивани научни допринос

Примена технике 'HDR-like' формираних слика (вештачко побољшање динамике слике) овде ће бити примењена са циљем побољшања мониторинга у условима лоше осветљености сцене. Стога се очекују научни доприноси који у пракси треба да дају потврду, и то:

- Нови метод генерисања слике проширеног динамичког опсега биће заснован на анализи базе слика која садржи подскупе од по 9 слика истих сцена са различитим експозицијама. Метод ће се састојати од три различита алгорита чијом ће применом бити генерисана слика проширеног динамичког опсега.
- Комплетна процедура обављаће се потпуно аутоматски. Овакав приступ има за циљ да предложени метод учини потпуно независном од било каквих екстерних и субјективних процена.
- При пројектовању метода посебна пажња биће посвећена комплексности исте, односно пројектовању технике која поред своје високе тачности треба да буде и рачунски мање захтевна како би евентуална будућа примена и имплементације исте у реалном времену била уопште могућа.
- Побољшани мониторинг лоше осветљених сцена обезбедиће примену софитициране технике надгледања покрета.

6. План истраживања и структура рада

У првом поглављу биће описан предмет и значај самог истраживања као и неки досадашњи постигнути резултати.

Друго поглавље се односи на преглед метода за снимање сцена широког динамичког опсега, односно биће дат преглед постојећих метода за формирање HDR.

У трећем поглављу биће детаљно описан предложени метод, док четврто поглавље представља резултате и њихову компаративну анализу.

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 Илија Попадић испуњава све формалне и суштинске услове да приступи изради докторске дисертације на предложеној тему „Примена технике формирања слика проширеног динамичког опсега у мониторингу лоше осветљене сцене“. Наведена тема се бави новим приступом у анализи слика које се добијају при видео мониторингу у условима лоше осветљености. Кандидат предлаже нови алгоритам за формирање *HDR like* слика које могу бити од велике користи у системима надгледања.

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

У Београду, 15.07.2016. године.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



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



др Александар Нешковић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Жељен Трновски, ванредни професор
Универзитет у Новом Саду – Факултет техничких наука



др Марко Барјактаровић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет