



Универзитет у Београду
Већу научних области техничких наука

З А Х Т Е В

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно чл.46 ст.5.тач.4 Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр.131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Уклањање шума са вишеканалних слика базирано на статистичким функцијама дубине“ коју је пријавио кандидат **мр Ђорђе Баљозовић**.

Научна област: електротехника

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата
Мр ЂОРЂЕ (Иванка) БАЉОЗОВИЋ
2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање
Електротехнички факултет Универзитета у Београду
3. Година дипломирања: **1999.године**
4. Назив магистарске тезе кандидата
„Питманов критеријум за оцењивање параметара расподела вероватноће са применама“
5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена
Електротехнички факултет Универзитета у Београду
6. Година одбране магистарске тезе: **2003.године**
7. Назив факултета на коме је кандидат завршио докторске студије: /
8. Одсек, смер или група: /
9. Година завршетка докторских студија: /

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Електротехничког факултета на седници одржаној 19.4.2011.године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем
2. Акт надлежног тела Факултета о подобности теме за израду докторске дисертације

ДЕКАН
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Миодраг Поповић



На основу чл.128 Закона о високом образовању и чл.66 и чл.68 Статута Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће на седници од 19.4.2011.године, донело је

О Д Л У К У

О ПРИХВАТАЊУ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Прихвата се тема докторске дисертације под насловом:
„Уклањање шума са вишеканалних слика базирано на статистичким функцијама дубине“ коју је пријавио **мр Ђорђе Баљозовић**.

За ментора је именован др Бранко Ковачевић, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Д Е К А Н

Електротехничког факултета

Проф.др Миодраг Поповић

	УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ Булевар краља Александра 73, ПФ-35-34, 11120 Београд
	Тел: +381- 11 - 3248464, Факс: +381-11-3248681

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Ђорђа Баљозовића

Име и презиме ментора: Бранко Ковачевић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Target tracking with two passive infrared non-imaging sensors, Аутори: Ž. Đurović, B. Kovačević, G. Dikić
Часопис: IET SIGNAL PROCESSING (ISSN: 1751-9675), Vol. 3, No. 3, pp. 177 - 188, Jan, 2009 (IF: 0.794)
2. A Sequential LQG Approach to Nonlinear Tracking Problem, Аутори: Ž. Đurović, B. Kovačević
Часопис: INTERNATIONAL JOURNAL OF SYSTEMS SCIENCE (ISSN: 0020-7721), Vol. 39, pp. 371 - 382, Jan, 2008 (IF: 0.634)
3. Adaptive Doppler-Kalman filtering, Аутори: V. Papić, Ž. Đurović, B. Kovačević
Часопис: IEE PROCEEDINGS. VISION, IMAGE, AND SIGNAL PROCESSING (ISSN: 1350-245X), Vol. 153, No. 3, pp. 379 - 387, Jun, 2006 (IF: 0.461)
4. Local echo cancelling with optimal input for true full-duplex speech scrambling system
Аутори: Z. Banjac, B. Kovačević, M. Milosavljević, M. Veinović
Часопис: IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING (ISSN: 1053-587X), Vol. 50, No. 8, pp. 1877 - 1883, Aug, 2002 (IF: 1.159)
5. Quadratic classifier with sliding training data set in robust recursive AR speech analysis
Аутори: M. Marković, M. Milosavljević, B. Kovačević
Часопис: SPEECH COMMUNICATION (ISSN: 0167-6393), Vol. 37, No. 3-4, pp. 283 - 302, Mar, 2002 (IF: 0.465)

Заокружити одговарајућу опцију (А. Б. В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука, ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантка листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12; M13, M14, M41 и M51)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

Датум _____

М.П.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Ag. 9. 3.

Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Odlukom Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu određeni smo za članove Komisije za ocenu uslova i prihvatanje teme doktorske disertacije mr Đorđa Baljzovića, dipl. inž. elektrotehnike, pod naslovom "Uklanjanje šuma sa višekanalnih slika bazirano na statističkim funkcijama dubine".

Na osnovu uvida u priloženi materijal podnosimo Nastavno-naučnom veću sledeći

IZVEŠTAJ

1. Podaci o kandidatu

Mr Đorđe Baljzović je rođen 31.05.1974.god. u Beogradu. Osnovnu školu je završio 1989.god. u Beogradu kao đak generacije, a Matematičku gimnaziju u Beogradu 1993.god. Iste godine je upisao Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu na kome je diplomirao 1999.god. na odseku za Fizičku elektroniku, smer Mikroelektronika sa prosečnom ocenom 9.03. Diplomski rad pod nazivom "Elektrofiziološki korelati mikrotalasne rezonantne terapije" je odbranio sa ocenom 10. Odmah po diplomiranju je upisao magistarske (postdiplomske) studije na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu na smeru Matematičke metode u elektrotehnici, koje je završio sa prosečnom ocenom 10. Magistarski rad pod nazivom "Pitmanov kriterijum za ocenjivanje parametara raspodela verovatnoće sa primenama" uspešno je odbranio 2003.god.

Od 2004-2008.god. je korisnik stipendije za talente/mlade istraživače i učesnik na projektima iz oblasti stohastike Ministarstva za nauku i tehnologiju Republike Srbije. Kandidat je radio na Računarskom fakultetu Univerziteta Union u periodu 2007-2008.god. kao (honorarni) asistent na predmetima verovatnoća i statistika, matematička analiza, linearna algebra, i diskretne strukture 1 i 2. Od 2008.god. radi kao asistent na Fakultetu za kompjuterske nauke Megatrend univerziteta na predmetima digitalna logika, arhitektura i organizacija računara, VLSI dizajn, računarska grafika, web programiranje, web tehnologije i vizualizacije.

U međuvremenu radi kao honorarni istraživač u kompaniji MySkin/TeleSkin iz Beograda na kao istraživač na medicinskoj obradi slika.

Spisak objavljenih radova :

- [1] Raković D., Mihajlović Slavinski Ž., Sovilj M., Pantelić S., Stevović N., Bojović J., Džamić I., Jovičić S., Baljzović Đ., Ostojić M., Tomašević M., Radenović D., Šuković P., Škarić L. (2009). "Meridian (psycho)therapies and techniques altering states of consciousness : phenomenology, psycho-physiological correlates, and quantum-holographic psychosomatic-cognitive implications", *States of Consciousness: Experimental Insights into Meditation, Waking, Sleep and Dreams*, Dean Cvetkovic and Irena Cosic (eds), Springer-Verlag Physics Editorial for The Frontiers Collection, 2009, in preparation
- [2] Baljzović Đ., Merkle M. (2007). "Spatial medians, depth functions and multivariate Jensen's inequality", <http://arxiv.org/abs/math/0701922>
- [3] Matija L., Koruga Đ., Bandić J., Ratkaj Ž., Baljzović Đ. (2007). "Skin imaging based on electrical tissue properties", *Eds. A. Korać, J. Grbović-Novaković, Proceedings III Serbian Congress for Microscopy*, pp. 217-218
- [4] Baljzović Đ., Merkle M. (2003). "Some results of Monte Carlo simulation related to Pitman's criterion", *Conf. Proc. SYM-OP-IS 2003, Matematički Institut SANU* (ISBN 86-80593-33-8), pp. 509-512

- [5] Baljžović Đ., Ramović R., Tjapkin D., Merkle M. (2001). "Analytical model of threshold voltage of MOSFET structures with Gaussian distribution of channel carriers", *Conf. Proc. ETRAN 2001*, pp. IV/178-181
- [6] Raković D., Jovanović-Ignjatić Z., Radenović D., Tomašević M., Jovanov E., Radivojević V., Martinović Ž., Glišović D., Baljžović Đ., Vujisić M. (1999). "Biophysical foundations of microwave resonant therapy and electrophysiological correlates of microwave resonant relaxation", *Consciousness, Sleep, Dreams*, Klinički centar Srbije, N. Ilanković ed., Beograd, pp. 393-395

Spisak učešća na konferencijama :

- [1] Raković D., Mihajlović Slavinski Ž., Sovilj M., Pantelić S., Stevović N., Bojović J., Džamić I., Jovičić S., Baljžović Đ. (2009). "Meridian (Psycho)Therapies: Psycho-Physiological Correlates", *SPEECH AND LANGUAGE 2009 - 3rd International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Speech and Language*, Belgrade, Serbia
- [2] Baljžović Đ., Merkle M. (2007). "Spatial medians, depth functions and multivariate Jensen's inequality", *BALCOR 2007*, Zlatibor, Serbia
- [3] Baljžović Đ., Merkle M. (2005). "Centre of distribution and multidimensional medians", *SYM-OP-IS 2005*, Vrnjačka Banja, Serbia

2. Predmet i cilj istraživanja

Jedan od najbitnijih i najviše izučavanih problema u digitalnoj obradi slika je uklanjanje jednokanalnih (monohromatskih) i višekanalnih (kolor) šumova koji umanjuju kvalitet skoro svih dobijenih digitalnih slika. Uzroci pojave šumova na digitalnim slikama su različiti: nedostaci na senzorima, defekti na prenosnim kanalima, i druga fizička ograničenja. U najopštijem slučaju šumovi na digitalnim slikama se mogu podeliti u tri kategorije: impulsni, aditivni i multiplikativni. Obično se impulsni šum karakteriše određenim udelom piksela degradiranih šumom sa fiksnim ili proizvoljnim vrednostima, dok su ostali pikseli u odnosu na originalnu sliku nepromenjeni. Aditivni šumovi imaju vrednosti iz određene (verovatnosne) raspodele koja se dodaje svakom pikselu na slici. Najpoznatiji primer je aditivni Gauss-ov beli šum, koji je prostorno nekorelisan, što znači da je svaki piksel nezavisan i ima identičnu Gauss-ovsku verovatnosnu raspodelu. Intenzitet multiplikativnog šuma se menja u zavisnosti od intenziteta signala (npr. speckle šum), i najteži je za uklanjanje. Na digitalnim slikama se najčešće javlja mešoviti šum koji predstavlja kombinaciju impulsnog i aditivnog Gauss-ovog šuma. Svrha algoritama za uklanjanje jednokanalnih i višekanalnih šumova na digitalnim slikama je redukcija nivoa šuma i rekonstrukcija slike uz zadržavanje svih detalja i karakteristika slike, kao što su ivice, texture, boje i sl.

U literaturi je do sada predložen veoma veliki broj algoritama i metoda za uklanjanje šuma, od kojih svaki ima svoje pretpostavke, prednosti i nedostatke. Za otklanjanje šuma na digitalnim slikama koriste se filteri prostornog i frekvencijskog domena, od kojih su filteri frekvencijskog domena zasnovani na diskretnoj kosinusnoj transformaciji (DCT) i, pre svega, diskretnoj wavelet transformaciji (DWT), znatno više zastupljeni u novijim istraživanjima.

Predmet ove disertacije je nalaženje novog metoda za uklanjanje šumova sa digitalnih slika korišćenjem rezultata iz višedimenzionalne statistike i analize, pre svega generalizacije pojma medijana u više dimenzija pomoću statističkih funkcija dubine.

S obzirom na savremenost i aktuelnost ove problematike, razumljiva je i njena široka zasutpljenost u literaturi [1-15]. Takođe, generalizacija pojma medijane u više dimenzija pomoću statističkih funkcija dubina i njihovo izračunavanje je jedan od najaktuelnijih problema izučavanih u statistici u poslednjoj dekadi [16-27].

- [1] Motwani, M.C., Gadiya, M.C., and Motwani, R.C.: 'Survey of Image Denoising Techniques'. Proc. Global Signal Processing Expo and Conf. (GSPx '04), Santa Clara, CA, USA, 27 Sept. 2004
- [2] Sun, T., and Neuvo, Y.: 'Detail preserving median based filters in image processing'. Pattern Recogn. Lett., 1994, 15, pp. 341–347
- [3] Ko, S.J., and Lee, Y.H.: 'Centre weighted median filters and their applications to image enhancement'. IEEE T. Circuits Syst., 1991, 38, pp. 984–993
- [4] Paliy, D., Katkovnik, V., Bilcu, R., Alenius, S., and Egiazarian, K.: 'Spatially Adaptive Color Filter Array Interpolation for Noiseless and Noisy Data'. Int. J. Imag. Syst. Tech., Special Issue on Applied Color Image Processing, 2007, 17, (3), pp. 105–122
- [5] Selesnick, I.W., Baraniuk, R.G., and Kingsbury, N.G.: 'The dual-tree complex wavelet transform'. IEEE Signal Proc. Mag., 2005, 22, (6), 123–151
- [6] Schulte, S., Witte, V.D., and Kerre, E.E.: 'A fuzzy noise reduction method for color images'. IEEE T. Image Process., 2007, 16, (5), pp. 1425–1436
- [7] Huang, K., Wub, Z., Fung, G.S.K., and Chan, F.H.Y.: 'Color image denoising with wavelet thresholding based on human visual system model'. Signal Process.–Image, 2005, 20, pp. 115–127
- [8] Hancheng, Y.Li.Z., and Wang, H.: 'Image Denoising Using Trivariate Shrinkage Filter in the Wavelet Domain and Joint Bilateral Filter in the Spatial Domain'. IEEE T. Image Process., 2009, 18, (10), pp. 2364–2369
- [9] Blu, T., and Luisier, F.: 'The SURE–LET approach to image denoising'. IEEE T. Image Process., 2007, 16, pp. 2778–2786
- [10] Pizurica, A., and Philips, W.: 'Estimating the probability of the presence of a signal of interest in multiresolution single- and multiband image denoising'. IEEE T. Image Process., 2006, 15, pp. 654–665
- [11] Chen, G.Y., Bui, T.D., and Krzyzak, A.: 'Image denoising with neighbour dependency and customized wavelet and threshold'. Pattern Recogn., 2005, 38, pp. 115–124
- [12] Chang, S.G., Yu, B., and Vetterli, M.: 'Adaptive wavelet thresholding for image denoising and compression'. IEEE T. Image Process., 2000, 9, pp. 1135–1151
- [13] Lukac, R., Smolka, B., Plataniotis, K.N., and Venetsanopoulos, A.N.: 'Vector sigma filters for noise detection and removal in color images'. J. Vis. Commun. Image R., 2006, 17, pp. 1–26
- [14] Safari, M.S., and Aghagolzadeh, A.: 'FIR filter based fuzzy-genetic mixed noise removal'. Proc. Int. Conf. Information Sciences, Signal Processing and their Applications (ISSPA '07), Sharjah, United Arab Emirates, 12–15 Feb. 2007, pp. 1–4, INSPEC Accession Number: 10061289
- [15] Tu, Y., Li, S., and Wang, M.: 'Mixed-Noise Removal for Color Images Using Modified PCNN Model'. Proc. Int. Symp. Intelligent Information Technology Application (IITA '08), Shanghai, China, 20–22 Dec. 2008, 3, pp. 347–351
- [16] Tukey, J. W.: 'Mathematics and the picturing of data'. Proc. Int. Congr. Math., Vancouver 1974 (R. D. James, ed.), 1975, 2, pp. 523–531
- [17] Cuesta-Albertos, J.A., and Nieto-Reyes, A.: 'The random Tukey depth'. Comput. Stat. Data Anal., 2008, 52, pp. 4979–4988
- [18] Zhang, J.: 'Some extensions of Tukey's depth function'. J. Multivariate Anal., 2002, 82, pp. 134–165
- [19] Zuo, Y., and Serfling, R.: 'General Notions of Statistical Depth Function'. Ann. Stat., 2000, 28, (2), pp. 461–482
- [20] Liu, R.Y., Parelius, J., and Singh, K.: 'Multivariate analysis by data depth: descriptive statistics, graphics and inference (with discussions)'. Ann. Stat., 1999, 27, pp. 783–858
- [21] Small, C.G.: 'A survey of multidimensional medians'. Int. Stat. Rev., 1990, 58, pp. 263–277
- [22] Liu, R. Y.: 'On a notion of data depth based on random simplices'. Ann. Stat., 1990, 18, pp. 405–414
- [23] Serfling, R.: 'Nonparametric multivariate descriptive measures based on spatial quantiles'. J. Stat. Plan. Infer., 2004, 123, pp. 259–278
- [24] Vardi, Y., and Zhang, C.-H.: 'The multivariate L_1 -median and associated data depth'. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 2000, 97, pp. 1423–1426

- [25] Zuo, Y.: 'Projection-based depth functions and associated medians'. *Ann. Stat.*, 2003, 31, pp. 1460–1490
- [26] Chaudhuri, P.: 'On a geometric notion of quantiles for multivariate data'. *J. Am. Stat. Assoc.*, 1996, 91, pp. 862–872
- [27] Hettmansperger, T., and Oja, H.: 'Affine invariant multivariate multi-sample sign tests'. *J. Roy. Stat. Soc. B*, 1994, 56, pp. 235–249
- [28] Merkle, M.: 'Jensen's inequality for multivariate medians'. *J. Math. Anal. Appl.*, 2010, 370, pp. 258–269

3. Polazne hipoteze

Osnovna hipoteza pretpostavlja se da će prostorni filteri za otklanjanje šuma na digitalnim slikama bazirani na statističkim funkcijama dubine biti efikasniji od sada postojećih filtera za otklanjanje šuma na višekanalnim slikama zbog njihove striktno matematičke definisanosti i povezanosti sa egzaktnim statističkim teorijama. Naime, iako su DWT bazirani filteri veoma efikasni, i omogućavaju dobru vremensko-frekventnu analizu signala i optimalno predstavljanje singulariteta, oni poseduju pet međusobno povezanih nedostataka: oscilacije, aliasing, promenljivost usled pomeraja (shift-variance), lošu direktivnost i nedostatak informacije o fazi. Invarijantnost usled pomeraja i selekcija pravaca su neophodni za visok kvalitet uklanjanja šuma na bazi wavelet transformacija, jer u suprotnom mogu proizvesti artefakte kao što su nisko-frekventni šum ili zadržavanje ivica u zavisnosti od upotrebljenog waveleta. Sa druge strane, veliki deo prostorno baziranih algoritama za otklanjanje šuma daje bolje rezultate sa manje artefakata. Najbitniji problem vezan za filtere prostornog domena je njihova zahtevnost po pitanju izračunavanja, što ih čini daleko sporijim, kao i uklanjanje finih detalja na slici u slučaju nekih filtera.

Trebalo bi pokazati da su rezultati otklanjanja šuma dobijeni novim nelinearnim filterima prostornog domena baziranim na statističkim funkcijama dubine bolji u odnosu na neke od najbitnijih i najviše primenjivanih filtera za otklanjanje šuma kako iz prostornog tako i iz frekvencijskog domena.

4. Naučne metode istraživanja

U predloženoj tezi će biti analizirana primena novih rezultata iz oblasti robusne višedimenzionalne analize i računarsko-algoritamske geometrije na uklanjanje šuma sa digitalnih slika, koja je daleko manje zastupljena u literaturi pre svega zbog kompleksnosti konkretne realizacije većine teorijskih ideja. Preciznije, široko izučavana oblast višedimenzionalnih statističkih funkcija dubina i centara raspodele podataka zasnovanih na njima biće primenjeni na uklanjanje impulsnog, aditivnog i mešovitog šuma sa višekanalnih slika. Primenom pomenutih matematičkih modela bio bi kreiran niz filtera koji zadržavaju korelaciju između različitih kanala na višekanalnoj slici. Na taj način, višekanalni šum bi se uklanjao u višedimenzionalnom prostoru u kome bi kanali u svakom pikselu bili posmatrani istovremeno kao jedan podatak. Drugim rečima, šum ne bi bio uklanjao uobičajenim postupkom razdvajanja kanala i uklanjanja šuma po svakom kanalu posebno.

Prvi korak će biti primena poluprostorne (Tukey-eve) statističke funkcije dubine u višedimenzionalnom slučaju, i pronalaženje višedimenzionalne medijane bazirane na ovoj funkciji dubine na uklanjanje šuma iz višekanalnih slika. Poluprostorna funkcija dubine je do sada najviše proučavana u literaturi, i poseduje sve najvažnije osobine koje bi svaka statistička funkcija dubine trebalo da ima. U literaturi je predloženo svega nekoliko algoritama za izračunavanje medijane, odnosno centra raspodele

podataka, zasnovane na ovoj funkciji dubine u višedimenzionalnim slučajevima. Ovi algoritmi će biti prvo testirani, a zatim prilagođeni, dopunjeni i poboljšani u cilju uspešne primene na uklanjanje višekanalnog šuma. Takođe se očekuje da će na osnovu postojećih algoritama biti kreirana nova rešenja za nalaženje centara raspodele podataka u višedimenzionalnim slučajevima. Dalja istraživanja će ići u smeru primene drugih vrsta višedimenzionalnih statističkih funkcija dubine, i razvoja novih algoritama za nalaženje centara raspodele podataka zasnovanih na njima.

Sva pomenuta rešenja će biti realizovana u vidu filtera prostornog domena.

5. Očekivani naučni doprinos

Očekivani naučni doprinos ove teze je primena statističkih funkcija dubine i centara raspodele podataka baziranih na njima, na uklanjanje šuma sa višekanalnih digitalnih slika. Osnova za ovo istraživanje se nalazi u činjenici da bi dobijeni filteri održavali prostornu korelaciju između različitih kanala na slici uklanjanjem šuma u višedimenzionalnom prostoru kanala. Osnovni doprinosi koji se očekuju od ove teze su:

- Kreiranje novih nelinearnih prostorno-domenskih filtera koji uklanjaju različite tipove šuma na višekanalnim slikama, baziranih na primeni višedimenzionalnih statističkih funkcija dubine
- Poboljšanje rezultata u odnosu na postojeće filtere za uklanjanje šuma sa višekanalnih slika s obzirom na održanje prostorne korelacije između kanala na slici
- Razvoj novih algoritama za pronalaženje vrednosti statističkih funkcija dubine i centara raspodele podataka zasnovanih na njima u višedimenzionalnim slučajevima, i njihova implementacija na uklanjanje šuma sa višekanalnih slika

6. Plan istraživanja i struktura rada

U predloženoj doktorskoj disertaciji prvo će biti predstavljen pregled savremenih metoda za uklanjanje šuma sa digitalnih slika iz prostornog, kao i frekvencijskog domena. Biće razmotrene karakteristike i način upotrebe svakog od ovih metoda, i dat kritički osvrt koji uključuje i poređenje njihovih performansi.

Sledeći deo će se odnositi na uporedni prikaz najnovijih teorijskih rezultata iz oblasti višedimenzionalnih statističkih funkcija dubina i centara raspodele podataka zasnovanih na njima. Takođe, biće analizirana primena postojećih algoritama za njihovo izračunavanje koji se oslanjaju na različite rezultate iz oblasti robusne višedimenzionalne analize i računarsko-algoritamske geometrije. Ovi algoritmi će u svojim prilagođenim formama biti primenjeni na uklanjanje impulsnog, aditivnog i mešovitog šuma sa višekanalnih slika.

Posebno će biti analizirana primena poluprostorne (Tukey-eve) statističke funkcije dubine u višedimenzionalnom slučaju i višedimenzionalne medijane bazirane na ovoj funkciji dubine na uklanjanje šuma iz višekanalnih slika. Ova funkcija dubine je najznačajnija, najviše proučavana u literaturi i poseduje sve željene analitičke karakteristike koje bi svaka funkcija dubine trebalo da ispunjava.

Biće obrađeni dosadašnji algoritmi za izračunavanje poluprostorne funkcije dubine i medijane bazirane na ovoj funkciji u višedimenzionalnom slučaju, koji će biti testirani, dopunjeni i poboljšani u cilju uspešne primene na uklanjanje višekanalnog šuma. Na osnovu postojećih algoritama biće nađena i nova rešenja za nalaženje centara raspodele podataka u višedimenzionalnim slučajevima. Takođe će biti razmotrena primena drugih vrsta višedimenzionalnih statističkih funkcija dubine na uklanjanje šuma sa višekanalnih digitalnih slika. Sva pomenuta rešenja će biti realizovana u vidu filtera prostornog domena.

Na taj način dobijeni prostorno-domenski nelinearni filteri će biti poređeni sa nekim od najbitnijih i naviše primenjivanih filtera za otklanjanje šuma kako iz prostornog tako i iz frekvencijskog domena. Za poređenje će biti korišćeni objektivni parametri, kao što su peak-signal-to-noise-ratio (PSNR), srednje

apsolutno odstupanje (MAE) i normalizovana razlika boja (NCD), ali će takođe biti poređen i vizuelni kvalitet rezultata uklanjanja šuma.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu svega izloženog, Komisija smatra da kandidat mr Đorđe Baljžović, dipl. inž. elektrotehnike ispunjava sve formalne i suštinske uslove za pristupanje izradi doktorske disertacije. Rezultati do kojih bi kandidat trebalo da dođe, imali bi ne samo teorijski doprinos, već i značajnu primenu u inženjerskoj praksi. Stoga Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da kandidatu mr Đorđu Baljžoviću odobri izradu doktorske disertacije pod naslovom "Uklanjanje šuma sa višekanalnih slika bazirano na statističkim funkcijama dubine".

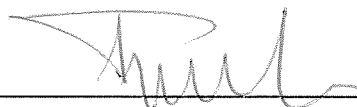
U Beogradu, 22.03.2011.god.



Prof. dr Branko Kovačević, redovni profesor



Prof. dr Miodrag Popović, redovni profesor



Prof. dr Gradimir Milovanović, akademik



Prof. dr Stevica Graovac, docent



Prof. dr Milan Merkle, redovni profesor