

Ag. 18.5,

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Na 751. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, od 03.07.12. godine, imenovani smo u Komisiju za ocenu uslova i prihvatanje teme doktorske disertacije pod naslovom "DETEKCIJA PROMENA KADROVA U VIDEO SEKVENCI PRIMENOM MULTIFRAKTALNE ANALIZE", koju je prijavio student doktorskih studija Goran Zajić, dipl. inž. Nakon pregleda materijala, Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

1. Podaci o kandidatu

Goran Zajić je rođen 1972. godine, u Rijeci, Republika Hrvatska. Osnovnu školu "Veljko Vlahović" završio je 1987. godine u Splitu. Maturirao je 1991. godine u Tehničkom školskom centru "Mirko Dumanić" u Splitu, smer Računarska tehnika. Diplomirao 2005. godine na Elektrotehničkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, na odseku Fizička elektronika, smer Optoelektronika i laserska tehnika sa prosečnom ocenom u toku studija 8.05, ocena na diplomskom 10. Upisao je doktorske studije na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, smer Telekomunikacije, gde je položio većinu ispita predviđenih Planom i programom studija.

Autor je više od 40 naučnih radova objavljenih u međunarodnim i domaćim časopisima, kao i na međunarodnim i domaćim konferencijama. Recenzent je radova TELFOR-a. Radovi kandidata Gorana Zajića citirani su više od 25 puta, od toga dva puta u časopisima sa impakt faktorom. Učestvovao je u istraživanjima u okviru dva projekta, jednom nacionalnom i jednom međunarodnom. Međunarodni projekat je bio direktno vezan za temu doktorske disertacije i rezultovao je velikim brojem objavljenih radova.

Iz oblasti koja je predmet istraživanja doktorske disertacije ima veliki broj objavljenih radova u časopisima i zbornicima konferencija (24), od čega jedan rad u časopisu sa SCI liste na kojem je prvi autor. Posebno treba istaći radove objavljene na međunarodnim konferencijama čija je tema upravo predmet istraživanja doktorske disertacije kandidata. Iz oblasti doktorske disertacije pod nazivom „Detekcija promena kadrova u video sekvenci primenom multifraktalne analize“, kandidat je objavio sledeće radove:

Međunarodni časopis sa impakt faktorom:

- 1.1. **G. Zajić**, N. Kojić, V. Radosavljević, M. Rudinac, S. Rudinac, N. Reljin, I. Reljin, B. Reljin, "Accelerating of Image Retrieval in CBIR System with Relevance Feedback", *EURASIP Journal of Signal Processing, Spec. Issue on Knowledge Assisted Media Analysis for Interactive Multimedia Applications*, Volume 2007 (2007), Article ID 62678, 13 pages, doi:10.1155/2007/62678, IF=1.005 (2008).

Ostali radovi vezani za temu:

- 1.2. **G. J. Zajić**, N. S. Kojić, and B. D. Reljin, "Improving CBIR systems using automated ranking," *Telfor Journal*, 2012 (prihvaćen za publikovanje).
- 1.3. **G. J. Zajić**, I. S. Reljin, and B. D. Reljin, "Video shot boundary detection based on multifractal analysis," *Telfor Journal*, Vol. 3, No. 2, 2011, pp.105-110. (ISSN 1821-3251)
- 1.4. N. Kojić, S. Čabarkapa, **G. Zajić**, B. Reljin, "Implementation of neural network in CBIR systems with relevance feedback", *Journal of Automatic Control*, Vol 16, pp. 41-45, 2006. (ISSN 14509903)
- 1.5. **G. Zajić**, B. Reljin, "CBIR system with automated selection of relevant images", in *Proc. Conf. INFOTEH-2011*, Jahorina, 16-18. March, 2011. (ISBN 978-99938-624-6-8)
- 1.6. N. Kojić, **G. Zajić**, S. Čabarkapa, M. Pavlović, V. Radosavljević, B. Reljin, "The influence of the feature vector content on the CBIR system efficiency", in *Proc. TELSIKS 2009*, Nis-Serbia, 7.-9. October 2009. (IEEE Catalog Number: CFP09488-PRT, ISBN: 978-1-4244-4381-9)

- 1.7. V. Radosavljević, N. Kojić, **G. Zajić**, B. Reljin, "The use of unlabeled data in image retrieval with relevance feedback", in *Proc. NEUREL-2008*, pp. 21-26, Beograd, Sept. 25-27, 2008. (IEEE Catalog Number: CFP08481-PRT, ISBN: 978-1-4244-2903-5), pp. 21-26.
- 1.8. **G. Zajić**, N. Kojić, N. Reljin, B. Reljin, "Experiment with reduced feature vector in CBIR system with relevance feedback", in *Proc. International Conference on Visual Information Engineering, VIE'08*, July 29- August 1, Xi'an, China, 2008. (ISSN 1751-9659)
- 1.9. **G. Zajić**, N. Kojić, N. Reljin, B. Reljin, "Statistical analysis of feature vector relevance in CBIR system", in *Proc. Conf. ICEST 2008*, June 25-27, Nis, Serbia, 2008. (ISBN 978-86-85195-61-7)
- 1.10. S. Rudinac, **G. Zajić**, M. Ušćumlić, M. Rudinac, B. Reljin, "Comparison of CBIR systems with different number of feature vector components", in *Proc. 2nd Workshop on Semantic Media Adaptation and Personalization (SMAP 2007)*, pp. 199-204, December 17-18, London, UK, 2007. (ISBN 0-7695-3040-0)
- 1.11. Q. Zhang, K. Chandramouli, U. Damjanovic, T. Piatrik, E. Izquierdo, M. Corvaglia, N. Adami, R. Leonardi, G. Yakin, S. Aksoy, U. Naci, A. Hanjalic, S. Vrochidis, A. Mourtzidou, S. Nikolopoulos, V. Mezaris, L. Makris, I. Kompatsiaris, E. Esen, A. Alatan, E. Spyrou, P. Kapsalas, G. Toliás, P. Mylonas, Y. Avrithis, B. Reljin, **G. Zajić**, R. Jarina, M. Kuba, N. Aginamo, J. Goya, B. Mansencal, J. Benois-Pineau, A.M.G. Pinheiro, L.A. Alexandre, P. Almeida, "The COST292 experimental framework for TRECVID 2007", NIST, TRECVID, 2007. (ISBN 978-1-59593-780-3)
- 1.12. S. Rudinac, M. Ušćumlić, M. Rudinac, **G. Zajić**, B. Reljin, "Global image search vs. regional search in CBIR systems", in *Proc. Conf. WIAMIS 2007*, June 2007, Santorini, Greece. (ISBN 0-7695-2818-X)
- 1.13. M. Janković, **G. Zajić**, V. Radosavljević, N. Kojić, N. Reljin, M. Rudinac, S. Rudinac, B. Reljin, "Minor component analysis (MCA) applied to image classification in CBIR system", in *Proc. NEUREL-2006*, pp. 11-16, Beograd, Sept. 25-27, 2006. (ISBN 1-4244-0432-0)
- 1.14. **G. Zajić**, N. Kojić, V. Radosavljević, S. Čabarkapa, B. Reljin, "Feature vector reduction in CBIR system with relevance feedback", in *Proc. 13th Conf. IWSSIP-2006*, pp. 479-482, Budapest, Hungary, 21-23, Sept. 2006. (ISBN 80-89082-09-2)
- 1.15. V. Radosavljević, N. Kojić, S. Čabarkapa, **G. Zajić**, I. Reljin, B. Reljin, "An image retrieval system with user's relevance feedback", in *Proc. 7th Conf. WIAMIS 2006*, pp. 9-12, Seoul, Korea, 19-21, April, 2006.
- 1.16. S. Čabarkapa, N. Kojić, V. Radosavljević, **G. Zajić** and B. Reljin, "Adaptive content-based image retrieval with relevance feedback", in *Proc. Conf. EUROCON 2005*, Belgrade, Nov. 21-24, 2005. (ISBN 1-4244-0049-X)
- 1.17. **G. Zajić**, N. Kojić, B. Reljin, "Searching image database based on content" (in Serbian), TELFOR, Beograd, November. 22-24, 2011. (ISBN 978-86-7466-392-9)
- 1.18. **G. Zajić**, "Efficiency analysis of the automated CBIR system for different image features vectors" (in Serbian), in *Proc. Conf. ETRAN 2011*, Banja Vrućica, Bosnia and Herzegovina, June 6-9, 2011. (ISBN 978-86-80509-66-2)
- 1.19. N. Kojić, **G. Zajić**, "Automated CBIR system based on ranking" (in Serbian), in *Proc. Conf. ETRAN 2011*, Banja Vrućica, Bosnia and Herzegovina, June 6-9, 2011. (ISBN 978-86-80509-66-2)
- 1.20. **G. Zajić**, I. Reljin, B. Reljin, "Shot boundary detection in video sequence based on multifractal analysis", in *Proc. Conf. TELFOR 2010*, Beograd, November. 23-25, 2010. (ISBN 978-86-7466-392-9)
- 1.21. **G. Zajić**, S. Čabarkapa, N. Kojić, V. Radosavljević, B. Reljin, "Comparison of two methods for image classification in CBIR system with modified feature vector" (in Serbian), in *Proc. Conf. ETRAN 2009*, Vrnjačka Banja, June 15-19, 2009. (ISBN 978-86-80509-64-8)

- 1.22. L. Perazić, Đ. Smiljanić, **G. Zajić**, B. Reljin, "Image Classification Using Modified Feature Vector and SVM Algorithm" (in Serbian), in *Proc. Conf. ETRAN 2008*, , Palić, june 8-12, 2008. (ISBN 978-86-80509-63-1)
- 1.23. D. Kleut, J. Stanković, **G. Zajić**, "Statistical Analysis of Image Feature Vectors of CBIR System" (in Serbian), in *Proc. Conf. ETRAN 2008*, jun 8-12, Palić, Srbija, 2008. (ISBN 978-86-80509-63-1)
- 1.24. N. Reljin, V. Đorđević, N. Reljin, **G. Zajić**, "Retrieving of Audio Base by Using Wavelet Descriptors" (in Serbian), in *Proc. Conf. YU INFO 2008*, Kopaonik. march 9-12, 2008. (ISBN: 978-86-85525-03-2)
- 1.25. S. Rudinac, M. Ušćumlić, **G. Zajić**, M. Rudinac, B. Reljin, "Improvements in Content-based Image Retrieval System" (in Serbian), in *Proc. Conf. ETRAN 2007*, June 2007, Herceg Novi – Igalo, Montenegro, June 4-8, 2007. (ISBN: 978-86-80509-62-4)
- 1.26. **G. Zajić**, N. Kojić, V. Radosavljević, S. Rudinac, M. Rudinac, N. Reljin, B. Reljin, "CBIR System for Pre-classified Image Database" (in Serbian), in *Proc. Conf. TELFOR 2006*, Beograd, November 21-23, 2006. (ISSN: 86-7466-375-7)
- 1.27. N. Kojić, S. Čabarkapa, **G. Zajić**, "Adaptive Neural Network for Image Retrieval" (in Serbian), in *Proc. Conf. ETRAN 2006*, Beograd, Jun 6-8, 2006. (ISBN 86-80509-58-2)
- 1.28. S. Čabarkapa, N. Kojić, V. Radosavljević, **G. Zajić**, B. Reljin, "An Improved Image Retrieval System Based on Adaptive Clusterization" (in Serbian), in *Proc. Conf. ETRAN 2006*, Beograd, June 6-8, 2006. (ISBN 86-80509-58-2)

Doprinosi objavljeni u pomenutim radovima predstavljaju rezultate istraživanja koja će biti izložena u doktorskoj disertaciji kandidata.

2. Predmet i cilj istraživanja

Kao što je poznato, automatska segmentacija videa u vremenskom domenu predstavlja tehniku automatskog opisivanja video sadržaja pronalaženjem vremenske strukture istog. Vremenskom segmentacijom se izdvaja niz celina određenih karakteristika koje su hijerarhijski međusobno povezane, kao što su frejmovi, kadrovi, scene, odnosno logičke celine i programski sadržaji. Kadrovi se smatraju segmentima drugog nivoa u hijerarhiji segmentacije, a definišu se kao niz uzastopnih frejmova snimljenih tokom neprekidnog rada kamere. Analiza sadržaja višeg nivoa, indeksiranje i klasifikacija videa, zasnovana je na detekciji kadrova. Prelazi između kadrova mogu biti nagli i gradijentni. Nagli prelazi nastaju usled iznenadne promene sadržaja između dva uzastopna frejma različitih kadrova i traju dva frejma. Gradijentni prelazi predstavljaju promenu kadra u okviru kratke sekvence frejmova i mogu se podeliti u nekoliko podgrupa: onih koji nastaju kao posledica editovanja sadržaja videa (*fading*, *dissolving* i *wiping*), odnosno nastalih pri pomeranju kamere (*pan*, *zoom* i *tilt*).

Standardni algoritmi za detekciju naglih promena kadrova zasnivaju se na detekciji iznenadnih promena sadržaja između susednih frejmova ili grupe susednih frejmova. Video sekvence su prethodno dekodovane, a zatim su sadržaji frejmova opisani obeležjima niskog nivoa. U procesu detekcije naglih promena kadrova detektuju se pozicije frejmova u čijoj okolini se dešavaju izrazite promene sadržaja frejmova. Proces detekcije je veoma osetljiv na nagle promene osvetljaja u video sekvenci i nagla kretanja objekata i kamere u okviru kadra. Žanr video sekvence, takođe, znatno utiče na efikasnost detekcije i na broj pogrešno detektovanih naglih promena kadrova, jer ga upotreba kamere i kretanje objekata u velikoj meri i definišu. Pored navedenih problema kao dodatni problem pojavljuje se i različita tehnologija produkcije video sekvence. Primera radi, detekcija naglih promena kadrova za animiranu video sekvencu može dati lošije rezultate u odnosu na realni video zbog drugačije strukture teksture i boja na animiranim frejmovima. Pored pomenutog, sloboda kreatora animacije u realizaciji radnje u okviru kadrova, u vidu naglih promena perspektive scene, pozicija i veličine objekata u velikoj meri otežavaju tačnu detekciju pozicija frejmova u čijoj okolini se dešavaju nagle promene kadrova. Stoga postoji potreba razvoja novih, sofisticiranih, ali pri tom i dovoljno brzih algoritama za detekciju naglih promena kadrova pri radu u realnom vremenu.

Cilj istraživanja disertacije Gorana Zajića je razvoj novog algoritma za detekciju naglih promena kadrova u video sekvenci, koji je u stanju da izvrši detekciju promena za različite tipove videa bez obzira na žanr ili tehnologiju produkcije. Namera je da se u algoritam implementiraju aktuelne tehnike obrade signala koje treba da obezbede efikasnu i kvalitetnu detekciju. U tu svrhu će se koristiti kombinacije različitih tehnika detekcije sa relativno malom kompleksnošću izračunavanja.

3. Osvrt na relevantne bibliografske izvore

Detekcija promene kadrova u video sekvencama je bila predmet proučavanja većeg broja autora. Za detekciju naglih promena kadrova koristi se veliki broj tehnika čiji su opisi i performanse prezentovani u literaturi. Početni radovi su koristili obeležja niskog nivoa za detekciju promene kadrova [3.1], a tehnike se mogu bazirati na razlici vrednosti piksela, razlici histograma, ivicama, pokretu, momentima prvog i drugog reda i MPEG statistici [3.2-3.3]. U skorije vreme u literaturi su se pojavile nove tehnike detekcije naglih promena kadrova bazirane na talasićima (*wavelet*) [3.4] i fraktalima [3.5-3.6]. Navedene tehnike detekcije naglih promena kadrova baziraju se na fiksnom pragu, adaptivnom pragu, klasterizaciji ili na treniranim klasifikatorima. U nekim tehnikama implementirana je i detekcija pokreta. Dobar pregled algoritama za detekciju naglih promena kadrova prikazan je u [3.7].

U ovoj disertaciji će biti predstavljena nova tehnika detekcije naglih promena kadrova zasnovana na primeni multifraktalne teorije koja se već pokazala efikasnom u segmentaciji nepokretnih slika [3.8-3.9].

Najznačajnije polazne reference koje je kandidat Goran Zajić koristio u svom istraživanju vezanom za predmet doktorske disertacije bile su:

- [3.1] Ekenel HK, Fischer M, Gao H, Kilgour K, Marcos JS, Stiefelhagen R, „Universität Karlsruhe (TH) at TRECVID 2007“, In *Proceedings of the TRECVID 2007 Workshop*, 2007, Gaithersburg, MD, USA. NIST.
- [3.2] Song B C, Ra J B, “Automatic shot change detection algorithm using multi-stage clustering for MPEG-compressed videos”. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 2001, 12(3):364-385.
- [3.3] Calic J, Izquierdo E., “Temporal segmentation of MPEG video streams”. *EURASIP Journal on Applied Signal Processing*, 2002, (6):561-565.
- [3.4] Li J, Ding Y, Shi Y, Zeng Q, “DWT-based shot boundary detection using support vector machine”. in *Proce. Fifth International Conference on Information Assurance and Security*, 2009, pp. 435-438.
- [3.5] Zeinalpour-Tabrizi Z, Aminian-Modarres A, Fathy M, Jahed-Motlagh M., “Fractal based video shot cut/fade detection and classification”. *Active Media Technology*, Lecture Notes in Computer Science, 2010, (6335):128-137.
- [3.6] Gunal E, Canbek S, Adar N, “Fractal dimension based shot transition detection in sport videos”. *Journal of Software Engineering and Applications*, 2011, 4(4):235-243.
- [3.7] Petersohn C., *Temporal Video Segmentation*, PhD Dissertation, 2010, Technische Universität Berlin, Germany.
- [3.8] Reljin I, Reljin B, Pavlovic I, Rakocevic I., “Multifractal analysis of gray-scale images”. In *Proc. 10th Mediterranean Electrotechnical Conference, MELECON-2000*, May 29-31th 2000, Lemesos, Cyprus, II: 490-3.
- [3.9] Stojic T, Reljin I, Reljin B, “Adaptation of multifractal analysis to segmentation of microcalcifications in digital mammograms”, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2006, (367), pp. 494-508.

4. Polazne hipoteze

Algoritam za detekciju dekoduje video sekvence u nizove frejmova. Svaki frejm je opisan obeležjima niskog nivoa, histogramom za boju i *wavelet* obeležjem za teksturu. Obeležja su izdvojena na nivou regiona (*wavelet*) i na nivou frejma (histogram). Razlika obeležja niskog nivoa posmatra se za dva susedna frejma. Multifraktalna analiza je primenjena na sekvencu razlika obeležja niskog nivoa za teksturu. Transformacijom sekvence u *alpha* domen naglašene su lokalne karakteristike sekvence, čime je unapređena detekcija naglih promena. Detekcija kandidata naglih promena kadrova izvršena je primenom fiksnog praga u *alpha* domenu razlika obeležja teksture. Predložena tehnika je testirana na četiri realna filma različitih žanrova sa ukupno preko 600000 hiljada obrađenih frejmova. Početni rezultati pokazuju da predloženi algoritam poseduje visoku efikasnost po pitanju detekcije naglih promena kadrova i kratko vreme izvršavanja zbog niske kompleksnosti izračunavanja algoritma. Očekuje se da efikasnost detekcije i vreme izvršavanja budu uporedivi ili bolji od rezultata tehnika detekcije poznatih iz dostupne literature.

5. Naučne metode istraživanja

Najčešći oblik tranzicije između dva kadra u video sekvenci predstavljaju nagle promene koje se dešavaju između dva uzastopna frejma. Nagla promena vizuelnog sadržaja između dva uzastopna frejma predstavlja diskontinuitet koji je vizuelno uočljiv, a proces detekcije ovakvih promena predstavlja proces prepoznavanja dovoljno izraženih diskontinuiteta vizuelnog sadržaja video sekvence. Da bi diskontinuitet vizuelnog sadržaja bio merljiv, sadržaj frejmova se opisuje prema izdvojenim obeležjima niskog nivoa. Diskontinuitet vizuelnog sadržaja se ogleda u značajnoj razlici vrednosti obeležja frejmova. Stoga je neophodno uvođenje metrike koja treba da opiše razliku obeležja između dva susedna frejma. Vremenska sekvenca, dobijena nakon ovog koraka u procesu detekcije, predstavlja vremensku varijaciju amplitude razlike obeležja između dva susedna frejma u kojoj se diskontinuiteti mogu jasno uočiti i detektovati. U procesu detekcije svaka vrednost iz sekvence amplitude razlika poredi se sa odgovarajućim pragom. Ako je vrednost amplitude razlike obeležja veća od definisanog praga, nagla promena kadrova je detektovana.

U radu kandidata Gorana Zajića biće analizirane sve do sada poznate metode za izdvajanje obeležja, kao i za procesiranje video signala. Najveći broj tih metoda zasnovan je na transformacijama signala, na statističkim analizama. U radu će se, međutim, prvi put primeniti multifraktalna analiza za detekciju promena kadrova. Kao što je poznato, multifraktalna analiza omogućava izdvajanje singulariteta (lokalnih obeležja) i, u isto vreme, izdvajanje globalnih karakteristika posmatranih signala. U slučaju detekcije promena kadrova, singulariteti, kao i inverzna multifraktalna analiza, su ti koji unose poboljšanje u razvijani algoritam.

6. Očekivani doprinosi

Doprinos doktorske disertacije kandidata Gorana Zajića treba da bude univerzalan algoritam, primenjiv na video sekvence različitih žanrova i tehnologija produkcije, koji će sa visokom tačnošću detektovati promene kadrova. Očekuje se visoka efikasnost detekcije kako za realni video, tako i za animirane video sekvence, sa što manjim procentom pogrešno detektovanih naglih promena kadrova, a ujedno sa što manjim procentom nedetektovanih stvarnih promena. Očekuje se da performanse predloženog algoritma budu uporedive ili bolje od performansi poznatih algoritama.

7. Plan istraživanja i struktura rada

U uvodnom delu rad će sadržati opis problema i pregled postojećih tehnologija. Zatim će se definisati detekcija naglih promena kadrova i sve, do sada poznate tehnike, prezentovane u literaturi. Pored tehnika baziranih na obeležjima niskog nivoa [3.1-3.3], biće opisane i tehnike bazirane na *wavelet*-ima [3.4] i fraktalima [3.5-3.6].

U radu će biti razmatrane i mogućnosti primene multifraktalne analize u klasifikaciji slika [3.8-3.9] i prilagođenje metode multifraktalne analize sa stanovišta primene u detekciji naglih promena kadrova. Zatim, biće detaljno opisan novi algoritam detekcije zasnovan na multifraktalnoj analizi. Novi algoritam će biti testiran na realnim filmovima različitih žanrova, a rezultati iscrpnih simulacija će biti upoređeni sa rezultatima prezentovanim u dosadašnjoj literaturi.

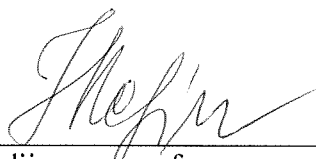
8. Zaključak i predlog

Kandidat Goran Zajić, dipl. inž. elektrotehnike, je diplomirao na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu i upisao doktorske studije na istom fakultetu. Objavio je veći broj radova u časopisima i zbornicima konferencija, od toga iz oblasti iz koje prijavljuje doktorsku disertaciju kandidat ima objavljen jedan rad u časopisu sa SCI liste na kojem je prvi autor. Tema koja se obrađuje je izuzetno aktuelna s obzirom na razvoj širokopojasnih mreža i uvođenje novih multimedijalnih servisa. Očekivani rezultati sadrže naučne doprinose, i mogu da nađu praktičnu primenu u interaktivnim servisima, a posebno u pretraživanju različitih multimedijalnih sadržaja.

Na osnovu izloženog smatramo da su ispunjeni svi uslovi i predlažemo Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da se prihvati tema doktorske disertacije pod naslovom „Detekcija promena kadrova u video sekvenci primenom multifraktalne analize“, koju je prijavio Goran Zajić, dipl. inž., i da se kandidatu odobri njena izrada.

Beograd, 07.08.12.

Članovi Komisije:



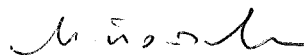
Dr Irini Reljin, vanr. prof.
Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu



Dr Branimir Reljin, red. prof. u penziji
Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu



Dr Andreja Samčović, vanr. prof.
Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu



Dr Miodrag Popović, red. prof.
Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu