

UNIVERZITET U BEOGRADU
Fakultet organizacionih nauka

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Podobnost teme i kandidata **Milana Dobrote** za izradu doktorske disertacije

Odlukom Nastavno-naučnog veća FON-a 05-01 br. 3/34-3 od 02.03.2016. imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata **Milana Dobrote**, za izradu pristupnog rada za doktorsku disertaciju i naučne zasnovanosti teme **"Statistički pristup definisanju zone osetljivosti u metodama daljinskog uzorkovanja"**.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

R E F E R A T

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Milan Dobrota je rođen 19.07.1981. u Kninu. Osnovno školovanje započinje u Zagrebu a završava u Batajnici, uz Vukovu diplomu. U Beogradu, srednju elektrotehničku školu „Nikola Tesla“ pohađa od 1995. do 1999. godine, kada i upisuje Fakultet organizacionih nauka, smer Informacioni sistemi i tehnologije. Tokom studija bio je angažovan kao demonstrator vežbi na predmetu Principi programiranja, među osnivačima je Udruženja studenata informatike FONIS i bio je član Fudbalske ekipe fakulteta čitavim tokom studija. Profesionalnu karijeru započinje sa 20 godina, kada je u periodu od 2001. do 2003. bio zaposlen u lokalnom ogranku kanadske kompanije Optiwave Systems Inc. na poslovima softver inženjera za razvoj sistema optičkih komunikacija. Nakon toga, do 2005. nastavlja bavljenjem razvojem softvera kao nezavisni preduzetnik, da bi se 2005. zaposlio u francuskoj kompaniji Interex, balkanskom ogranku francuskog lanca supermarketa Intermarché, na poziciji Analitičar poslovanja u centralnom odeljenju za informacione tehnologije. Godinu dana kasnije, 2006, preuzima funkciju Projektnog vođe u istom sektoru. U januaru 2007. diplomira na Fakultetu organizacionih nauka pod mentorstvom prof. dr Siniše Vlajića, sa prosečnom ocenom studija 8.16 i ocenom 10 na Diplomskom radu. Te godine, 2007, u istoj kompaniji preuzima poziciju direktora Sektora za informacione tehnologije za region Balkana, a od 2009. uzima i ulogu u regionalnom Upravnom odboru kompanije, kao jedini član bez francuskog porekla. Iste godine nastavlja i preduzetničku karijeru kao suosnivač kompanije Golive Information Systems Consulting. Godine 2011. upisuje Doktorske studije na Fakultetu organizacionih nauka u Beogradu, studijski program Informacioni sistemi i menadžment – Menadžment.

Godine 2012. napušta prethodna profesionalna angažovanja da bi samostalno osnovao kompaniju LOGIT, koja danas broji 35 inženjera, u kancelarijama u Beogradu, Ploiesti (Rumunija) i Sarajevu (Bosna i Hercegovina), angažovanih na različitim internacionalnim softverskim, konsultantskim i istraživačko-razvojnim projektima. U kompaniji LOGIT je do danas i zaposlen kao direktor. 2014. takođe suosniva kompaniju MRS Solutions u Saint Louisu, SAD. Početkom 2015. osniva „spin-off“ projekat i poslovni poduhvat, danas poznat pod brendom Agremo, koji se bavi razvojem softverskih rešenja za automatizaciju analiza slika prikupljenih daljinskim uzorkovanjem, pomoću bespilotnih letelica (dronova), za svrhe precizne poljoprivrede i efikasnijeg uzgoja useva. Rešenje je danas prepoznato kao jedno od svetskih lidera inovacije upotrebe bespilotnih letelica u poljoprivredi, na globalnom nivou. Od 2015. je takođe angažovan i kao konsultant Evropske banke za obnovu i razvoj, u svojstvu samostalnog industrijskog savetnika a od iste godine i kao ko-direktor beogradskog ogranka Founder Institue-a, programa obuke preduzetnika i podrške startup kompanijama iz „Silikonske doline“, SAD. Tokom dosadašnje profesionalne karijere učestvovao je na preko 25 velikih projekata, u svojstvu inženjera, menadžera ili konsultanta, od kojih je velika većina internacionalnog karaktera. Tokom dosadašnjeg toka Doktorskih studija, položio je sve ispite i u saradnji sa drugim autorima objavio više naučnih radova u zbornicima domaćih i međunarodnih konferencija, te domaćem kao i u vrhunskom međunarodnom naučnom časopisu.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Školske 2011/2012 godine, Milan Dobrota je upisao doktorske studije na Fakultetu organizacionih nauka, studijski program *Informacioni sistemi i menadžment*, izorno područje *Menadžment*. Tokom dosadašnjih studija, položio je sve planom i programom predviđene ispite:

• Odlučivanje – izabrana poglavlja	10 ESPB
• Nauka o menadžmentu	10 ESPB
• Marketing informacioni sistemi	10 ESPB
• Statistika u menadžmentu	10 ESPB
• Poslovna inteligencija – izabrana poglavlja	10 ESPB
• Internet marketing	10 ESPB
• Vremenske serije i fraktali	10 ESPB
• Upravljanje lancima snabdevanja – odabrana poglavlja	10 ESPB
• Stohastički procesi	10 ESPB

Kandidat brani pristupni rad pod nazivom "Statistički pristup definisanju zone osetljivosti u metodama daljinskog uzorkovanja " kako bi ostvario 30 ESPB bodova i time ukupno 120 ESPB bodova.

Spisak objavljenih radova

Milan Dobrota je, u saradnji sa drugim autorima, objavio više naučnih radova u međunarodnim i domaćim časopisima, kao i u zbornicima radova sa domaćih i međunarodnih konferencija.

Radovi objavljeni u časopisu međunarodnog značaja (M20):

- **Dobrota, M., & Dobrota, M.** (2016). ARWU Ranking Uncertainty and Sensitivity: What If the Award Factor Was Excluded? *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(2), 480-482. DOI: 10.1002/asi.23527. Print ISSN: 2330-1635, Online ISSN: 2330-1643. (Godina: 2016; Kategorija: **M21**; Disciplina: Computer Science, Information Systems; Pozicija: 18/85; Impakt Faktor: 2.322)

Radovi objavljeni u zborniku radova međunarodnih naučnih skupova (M30):

- Mikić, S., Stanisavljević, D., Čarapić, R., Pavičić, N., Mitrović, B., Zorić, M. & **Dobrota, M.** (2016). The application of agriculture remote aerial sensing in Serbia. *Proceedings of the 2nd General Meeting of COST FA1306 – PhenomenAll*, p-5. April 18-20. Copenhagen, Denmark. (**M34**)
- **Dobrota, M.,** Delibašić, B. & Delias, P. (2015). Process Mining and Clustering for Injury Risk Assessment based on Skiing Patterns. *Proceedings of the 1st EWG-DSS International Conference on Decision Support System Technology on Big Data Analytics for Decision Making (ICDSST 2015)*. May 27-29. Belgrade, Serbia. ISBN 978-86-7680-313-2. (**M34**)
- **Dobrota, M.,** Macura, D. & Šelmić, M. (2015). Multi-Criteria Decision Making for Distribution Center Location Selection – Serbia Case Study. *Proceedings of the 2nd Logistics International Conference (LOGIC 2015)*, 32-37. May 21-23. Belgrade, Serbia. ISBN 978-86-7395-339-7. (**M33**)

Radovi objavljeni u časopisu nacionalnog značaja (M50):

- **Dobrota, M.,** Delibašić, B. & Delias, P. (2016). A Skiing Trace Clustering Model for Injury Risk Assessment. *International Journal of Decision Support System Technology*, 8(1), 56-68. DOI: 10.4018/IJDSST.2016010104. (**M53**)
- **Dobrota, M., & Vujošević, M.** (2015). Forecasting and Inventory Performance in Direct-Store-Delivery Supply Chain: Case of Retailer in Serbia. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 5(1), 9-16. DOI: [http://dx.doi.org/10.7708/ijtte.2015.5\(1\).02](http://dx.doi.org/10.7708/ijtte.2015.5(1).02). ISSN 2217-5652. (**M51** po kategorizaciji Matičnog odbora za saobraćaj, urbanizam i građevinarstvo)

Radovi objavljeni u zborniku radova skupova nacionalnog značaja (M60):

- **Dobrota, M., & Vujošević, M.** (2014). Forecasting and Inventory Performance in Direct-Store-Delivery Supply Chain: Case of Retailer in Serbia. *Zbornik radova XLI simpozijuma o operacionim istraživanjima (SYM-OP-IS 2014)*, 281-286. Septembar 16-19. Divčibare, Srbija. ISBN 978-86-7395-325-0. (**M63**)

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Kandidat Milan Dobrota je tokom profesionalne karijere stekao različita znanja i iskustva iz oblasti informacionih tehnologija, menadžmenta, računarske statistike, analize podataka, softverskog inženjerstva, daljinskog uzorkovanja i mašinskog učenja.

Na osnovu prethodnog prikaza i uvida u rezultate i iskustva koje je kandidat stekao kroz naučno-istraživačke, stručne i ostale projekte, i uzimajući u obzir objavljene radove kandidata, i analizi položenih ispita na doktorskim studijama, Komisija ocenjuje da je kandidat Milan Dobrota sposoban za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

Smatramo da je kandidat **Milan Dobrota** stekao odgovarajuća znanja, i veštine, kao i neophodno iskustvo i stručnost kako bi odgovorio i adekvatno obradio predloženu temu „Statistički pristup definisanju zone osetljivosti u metodama daljinskog uzorkovanja“.

2. Predmet i cilj istraživanja

Prikaz predmeta, cilja i hipotetičkih stavova o problemu koji se istražuje

Predmet istraživanja doktorske disertacije biće razrada i validacija metodologije daljinskog uzorkovanja sa aspekta prikupljanja i pripreme podataka u formu pogodnu za obradu, i posebno obrade podataka statističkim metodama u svrhu klasifikacije, sa ciljem identifikacije određenih pojava, koje će unaprediti donošenje odluka od interesa u oblasti primene. Poseban akcenat biće stavljen na korake metodologije koji se odnose na definisanje zone osetljivosti pri klasifikaciji pojava, pomoću opisanih statističkih metoda.

Osnovna je pretpostavka da predloženi metod, dat u poglavlju 6.3 Pristupnog rada, može unaprediti tačnost klasifikacije tako što se identifikuju entiteti (pikseli) koji „najviše doprinose netačnosti klasifikacije“, pomoću određivanja zone osetljivosti, kako bi se na te piksele ili iterativno primenio isti metod na većem nivou preciznosti i većim trening setom, ili kako bi se primenila druga, prikladnija tehnika za tako novodefinisanu skalu problema.

To se naročito odnosi na korake koji se odnose na:

- a) Određivanje gustine raspodela klasa na slici (podacima) koja je dobijena daljinskim uzorkovanjem – metodom histograma

$$\hat{p}(x) = \frac{n_j}{\sum_j n_j dx},$$

metodom jezgra

$$\hat{p}(x) = \frac{1}{hn} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right),$$

ili kNN metodom

$$p_n(x) = \frac{k_n/n}{V_n},$$

gde je polazna pretpostavka da neki (ili svi) od ovih metoda daju adekvatnu procenu raspodele posteriornih verovatnoća koje se mogu primeniti u narednim koracima.

b) Računanje regiona odlučivanja i zone osetljivosti. Regioni odlučivanja:

$$R_1 : [C(2|1)q_1]p_1(x) \geq [C(1|2)q_2]p_2(x) \\ R_2 : [C(2|1)q_1]p_1(x) < [C(1|2)q_2]p_2(x),$$

zona osetljivosti po analogiji sa

$$K = (\Phi^{-1}(1-\varepsilon)\sigma_2 + \mu_2, \Phi^{-1}(1-\varepsilon)\sigma_1 + \mu_1)$$

i stepen preklapanja

$$Z_a^b(k_1, k_2) = \frac{P_a^b(k_1, k_2)}{T_a^b(k_1, k_2)}.$$

Ovde polazimo od pretpostavke da je dati teoretski okvir pogodan za računanje regiona odlučivanja, zone osetljivosti i stepena preklapanja za podatke dobijene daljinskim uzorkovanjem i za gustine izračunate u prethodnom koraku.

c) Primene zone osetljivosti za povećanje tačnosti klasifikacije, gde polazimo od pretpostavke da tretiranjem i razradom tehnika posmatranja piksela iz zone osetljivosti možemo značajno unaprediti tačnost klasifikacije.

Cilj istraživanja u doktorskoj disertaciji

Opšti cilj istraživanja je unapređenje rezultata daljinskog uzorkovanja razvojem metodoloških elemenata za povećanje tačnost klasifikacije daljinskih uzoraka, te bolje razumevanje i strukturu zaključaka kada veću tačnost nije moguće postići.

U užem smislu, cilj istraživanja koje će se sprovesti tokom izrade doktorske disertacije je validacija predloženog metoda kao metoda koji doprinosi tačnosti klasifikacije, kao i razrada svih detalja predloženog modela, identifikacije parametara, testiranja modela pod različitim postavkama parametara i generalno testiranje tačnosti klasifikacije pomoću primenjenog metoda. Provera će se vršiti na stvarnim primerima – daljinski uzorkovanim podacima (slikama).

Okvirna lista relevantnih bibliografskih izvora koja će se koristiti prilikom izrade doktorske disertacije:

1. Aber, S. E., & Aber, J. W. (2017). Geographic Information Systems and Remote Sensing. In S. E. Aber, & J. W. Aber, *Map Librarianship - A Guide to Geoliteracy, Map and GIS Resources and Services* (pp. 71-85). Elsevier Ltd.

2. Anderberg, M. R. (1973). *Cluster Analysis for Applications*. London: Elsevier Inc.
3. Arbelaez, P., Maire, M., Fowlkes, C., & Malik, J. (2011). Contour Detection and Hierarchical Image Segmentation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 33(5), 898-916.
4. Ballesteros, R., Ortega, J. F., Hernández, D., & Moreno, M. A. (2014). Applications of georeferenced high-resolution images obtained with unmanned aerial vehicles. Part I: Description of image acquisition and processing. *Precision Agriculture*, 15, 579-592.
5. Bauer, S. D., Korč, F., & Forstner, W. (2011). The potential of automatic methods of classification to identify leaf diseases from multispectral images. *Precision Agriculture*, 12, 361-377.
6. Behmann, J., Mahlein, A.-K., Rumpf, T., Romer, C., & Plumer, L. (2015). A review of advanced machine learning methods for the detection of biotic stress in precision crop protection. *Precision Agriculture*, 16, 239–260.
7. Benediktsson, J., Swain, P., & Ersoy, O. (1990). Neural Network Approaches Versus Statistical Methods in Classification of Multisource Remote Sensing Data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 28(4), 540-552.
8. Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. New York, USA: Springer.
9. Bogosavljević, S. (1985). *Apriorne metode klasifikacije ekonomskih pojava, Doktorska disertacija*. Beograd.
10. Bovik, A. (2009). *The Essential Guide to Image Processing*. London: Academic Press, Elsevier Inc.
11. Bulajić, M. (2002). *Geodemografski model tržišnog prostora Srbije, Doktorska disertacija*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka.
12. Campbell, J., & Shin, M. (2011). *Essentials to Geographic Information Systems*. Irvington: Flat World Knowledge, Inc.
13. Canada Centre for Remote Sensing. (2007). *Fundamentals of Remote Sensing*. Ottawa: Canada Centre for Remote Sensing.
14. Candiago, S., Remondino, F., Giglio, M. D., Dubbini, M., & Gattelli, M. (2015). Evaluating Multispectral Images and Vegetation Indices for Precision Farming Applications from UAV Images. *Remote Sensing*, 7, 4026-4047.
15. Congalton, R. G. (1991). A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Environment*, 37, 35-46.
16. Deekshatulu, B., Subhadra, P., Sasikala, K., Padmapriya, K., Lakshmi, V., Karunakar, T., . . . Kamaraju, M. (1995). On some applications of statistical methods in remote sensing. *Indian Journal of Pure and Applied Mathematics*, 26(6), 579-597.
17. Dobrota, M. P. (2015). *Statistički pristup formiranju kompozitnih indikatora zasnovan na Ivanovićevom odstojanju. Doktorska disertacija*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka.
18. Dobrota, M., & Dobrota, M. (2016). ARWU Ranking Uncertainty and Sensitivity: What If the Award Factor Was Excluded? *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(2), 480-482.

19. Dobrota, M., Delibašić, B., & Delias, P. (2016). A Skiing Trace Clustering Model for Injury Risk Assessment. *International Journal of Decision Support System Technology*, 8(1), 56-68.
20. Đoković, A. M. (2013). *Strukturna korelaciona analiza u interpretaciji vektorskih koeficijenata korelacije, Doktorska disertacija*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka.
21. Duda, R. O., Hart, P. E., & Stork, D. G. (1995). *Pattern Classification and Scene Analysis* (2nd edition ed.). Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons Inc.
22. Duda, R. O., Hart, P. E., & Stork, D. G. (2000). *Pattern Classification* (2nd ed.). New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.
23. Dutta, R., Stein, A., & Patel, N. (2008). Delineation of Diseased Tea Patches Using MXL and Texture Based Classification. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37, 1693–1700.
24. Evans, F. (1998). Statistical Methods in Remote Sensing. *Proceedings of the 3rd National Earth Resource Assessment workshop*, (pp. 1-26). Brisbane, Australia.
25. Felzenszwalb, P. F., & Huttenlocher, D. P. (2004). Efficient Graph-Based Image Segmentation. *International Journal of Computer Vision*, 59(2), 167-181.
26. Filippone, M., Camastra, F., Masulli, F., & Rovetta, S. (2008). A survey of kernel and spectral methods for clustering. *Pattern Recognition*, 41, 176-190.
27. Fischer, M. M., & Nijkamp, P. (1992). Geographic information systems and spatial analysis. *The Annals of Regional Science*, 26(1), 3-17. doi:10.1007/BF01581477
28. Fisher, P. F., & Pathirana, S. (1990). The evaluation of fuzzy membership of land cover classes in the suburban zone. *Remote Sensing of Environment*, 34(2), 121-132.
29. Fisher, R. (1936). The Use of Multiple Measurements in Taxonomic Problems. *Annals of Human Genetics*, 7(2), 179-188.
30. Franke, J., & Menz, G. (2007). Multi-temporal wheat disease detection by multi-spectral remote sensing. *Precision Agriculture*, 8, 161-172.
31. Gallego, J., Craig, M., Michaelsen, J., Bossyns, B., & Fritz, S. (2009). *GEOSS Community of Practice Ag 0703a. Best practices for crop area estimation with Remote Sensing*. Joint Research Centre, Institute for the Protection and Security of the Citizen. Luxembourg: European Commission, Publications Office of the European Union.
32. Gong, P., & Howarth, P. (1990). An assessment of some factors influencing multispectral land-cover classification. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 56(5), 597-603.
33. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2002). *Digital Image Processing*. Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice Hall.
34. Gonzalez-Dugo, V., Zarco-Tejada, P., Nicola's, E., Nortes, P. A., Alarco'n, J. J., Intrigliolo, D. S., & Fereres, E. (2013). Using high resolution UAV thermal imagery to assess the variability in the water status of five fruit tree species within a commercial orchard. *Precision Agriculture*, 14, 660-678.

35. Hagen, L., & Kahng, A. (1992). New spectral methods for ratio cut partitioning and clustering. *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, 11(9), 1074-1085.
36. Hague, T., Tillett, N. D., & Wheeler, H. (2006). Automated crop and weed monitoring in widely spaced cereals. *Precision Agriculture*, 7, 21-32.
37. Hanuschak, G., & Delincé, J. (2004). Utilization of Remotely Sensed Data and Geographic Information Systems (GIS) for Agricultural Statistics in the United States and the European Union. *Proceedings of the 3rd World Conference on Agricultural and Environmental Statistical Application* (pp. 2-4). Cancun, Mexico: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
38. Hočevár, M., Širok, B., Godeša, T., & Stopar, M. (2014). Flowering estimation in apple orchards by image analysis. *Precision Agriculture*, 15, 466-478.
39. Huisman, O., & de By, R. A. (2009). *Principles of Geographic Information Systems: An Introductory Textbook*. Enschede: The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC).
40. Hung, C., Xu, Z., & Sukkarieh, S. (2014). Feature Learning Based Approach for Weed Classification Using High Resolution Aerial Images from a Digital Camera Mounted on a UAV. *Remote Sensing*, 6, 12037-12054.
41. Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognition Letters*, 31, 651-666.
42. Jannoura, R., Brinkmann, K., Uteau, D., Bruns, C., & Joergensen, R. G. (2015). Monitoring of crop biomass using true colour aerial photographs taken from a remote controlled hexacopter. *Biosystems Engineering*, 129, 341-351.
43. Jeremić, V. (2012). *Statistički model efikasnosti zasnovan na Ivanovićevom odstojanju. Doktorska disertacija*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka.
44. Jovanović, D., Govedarica, M., Sabo, F., Bugarinović, Ž., Novović, O., Beker, T., & Lauter, M. (2015). Land Cover change detection by using Remote Sensing – A Case Study of Zlatibor (Serbia). *Geographica Pannonica*, 19(4), 162-173.
45. Jovanović, V., Đurđev, B., Srdić, Z., & Stankov, U. (2012). *Geografski informacioni sistemi*. Beograd: Univerzitet u Novom Sadu, Univerzitet Singidunum.
46. Kapetsky, J. M., & Aguilar-Manjarrez, J. (2007). *Geographic information systems, remote sensing and mapping for the development and management of marine aquaculture*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
47. Khorram, S., Wiele, C. F., Koch, F. H., Nelson, S. A., & Potts, M. D. (2016). *Principles of Applied Remote Sensing*. New York: Springer Science+Business Media LLC.
48. Klecka, W. R. (1980). *Discriminant Analysis*. Newbury Park, California: Sage Publications Inc.
49. Kovačić, Z. J. (1994). *Multivarijaciona Analiza*. Beograd, Srbija: Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet.

50. Krapivin, V. F., Varotsos, C. A., & Soldatov, V. Y. (2015). Remote-Sensing Technologies and Data Processing Algorithms. In *New Ecoinformatics Tools in Environmental Science* (pp. 119-219). Cham: Springer International Publishing.
51. Lachenbruch, P. A. (1975). *Discriminant Analysis*. New York: Hafner Press.
52. Lapaine, M., & Frančula, N. (2000/2001). Kartografija i daljinska istraživanja. *Bilten Znanstvenog vijeća za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju*, 15-16, 145-154.
53. Larsole, A., & Muhammed, H. H. (2007). Measuring crop status using multivariate analysis of hyperspectral field reflectance with application to disease severity and plant density. *Precision Agriculture*, 8, 37-47.
54. Lechner, A. M., Langford, W. T., Bekessy, S. A., & Jones, S. D. (2012). Are landscape ecologists addressing uncertainty in their remote sensing data? *Landscape Ecology*, 27(9), 1249-1261.
55. Lee, W., Alchanatis, V., Yang, C., Hirafuji, M., & Moshou, D. (2010). Sensing technologies for precision specialty crop production. *Computers and Electronics in Agriculture*, 74, 2-33.
56. Levin, N. (1999). *Fundamentals of Remote Sensing*. Tel Aviv, Israel: Remote Sensing Laboratory, Geography Department, Tel Aviv University.
57. Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2005). *Geographical Information Systems and Science*. Chichester: John Wiley & Sons.
58. Luxburg, U. v. (2007). A tutorial on spectral clustering. *Statistics and Computing*, 17(4), 395-416.
59. Ma, Y., Wu, H., Wang, L., Huang, B., Ranja, R., Zomaya, A., & Jie, W. (2015). Remote sensing big data computing: Challenges and opportunities. *Future Generation Computer Systems*, 51, 47-60.
60. Manić, E., Gajović, V., & Popović, S. (2016). Geografski informacijski sistemi u poljoprivredi. *Ekonomске ideje i praksa*(21), 45-58.
61. Manson, S. M., Bonsal, D. B., Kernik, M., & Lambin, E. F. (2015). Geographic Information Systems and Remote Sensing. In J. D. Wright (Ed.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (2nd ed., pp. 64-68). Elsevier Ltd.
62. McLachlan, G. J. (2004). *Discriminant Analysis and Statistical Pattern Recognition*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
63. Mok, P., Huang, H., Kwok, Y., & Au, J. (2012). A robust adaptive clustering analysis method for automatic identification of clusters. *Pattern Recognition*, 45, 3017-3033.
64. Morris, R. D., Kottas, A., Taddy, M., Furfaro, R., & Ganapol, B. D. (2008). A Statistical Framework for the Sensitivity Analysis of Radiative Transfer Models. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 46(12), 4062-4074.
65. Morrison, D. F. (1976). *Multivariate Statistical Methods*. New York: McGraw-Hill.
66. Muhammed, H. H. (2005). Hyperspectral Crop Reflectance Data for characterising and estimating Fungal Disease Severity in Wheat. *Biosystems Engineering*, 91(1), 9-20.

67. Mynemi, R. B., Hall, F. G., Sellers, P. J., & Marshak, A. L. (1995). The Interpretation of Spectral Vegetation Indexes. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 33(2), 481-486.
68. Nguyen, H. (2009). *Spatial Statistical Data Fusion for Remote Sensing Applications, Dissertation*. Los Angeles: University of California.
69. Nieuwenhuizen, A. T., Tang, L., Hofstee, J. W., Muller, J., & Henten, E. J. (2007). Colour based detection of volunteer potatoes as weeds in sugar beet fields using machine vision. *Precision Agriculture*, 8, 267-278.
70. Oommen, T., Misra, D., Twarakavi, N. K., Prakash, A., Sahoo, B., & Bandopadhyay, S. (2008). An Objective Analysis of Support Vector Machine Based Classification for Remote Sensing. *Mathematical Geosciences*, 40, 409-424.
71. Patz, T., & Preusser, T. (2012). Fast Parameter Sensitivity Analysis of PDE-Based Image Processing Methods. *12th European Conference on Computer Vision* (pp. 140-153). Florence: Springer Berlin Heidelberg.
72. Peña, J. M., Torres-Sánchez, J., Serrano-Pérez, A., Castro, A. I., & López-Granados, F. (2015). Quantifying Efficacy and Limits of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology for Weed Seedling Detection as Affected by Sensor Resolution. *Sensors*, 15, 5609-5626.
73. Peña-Barragan, J. M., López-Granados, F., Jurado-Exposito, M., & Garcia-Torres, L. (2010). Sunflower yield related to multi-temporal aerial photography, land elevation and weed infestation. *Precision Agriculture*, 11, 568-585.
74. Pérez-Ortiz, Pena, J., Gutiérrez, P., Torres-Sánchez, J., Hervás-Martínez, C., & López-Granados, F. (2015). A semi-supervised system for weed mapping in sunflower crops using unmanned aerial vehicles and a crop row detection method. *Applied Soft Computing*, 37, 533-544.
75. Prabhakar, T. V., Gintu, X., Geetha, P., & Soman, K. P. (2015). Spatial Preprocessing Based Multinomial Logistic Regression For Hyperspectral Image Classification. *Procedia Computer Science*, 46, 1817-1826.
76. Radojičić, Z. (2001). *Statističko merenje intenziteta pojava, Magistarski rad*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka.
77. Radojičić, Z. (2007). *Statistički model ocenjivanja na subjektivno procenjenim karakteristikama. Doktorska disertacija*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka.
78. Radojičić, Z., Vukmirović, D., & Glišin, I. (1997). Application of the Statistical Methods In CCD Stellar Photometry. *Proceedings of the 4th Balcan Conference on Operational Research*. 2. Thessaloniki, Greece: Hellenic Operational Research Society (HELORS).
79. Rajan, N., & Maas, S. J. (2009). Mapping crop ground cover using airborne multispectral digital imagery. *Precision Agriculture*, 10, 304-318.
80. Rao, C. R. (1964). *The Use and Interpretation of Principal Component Analysis in Applied Research*. Sankhya: Indian Statistical Institute.
81. Rao, C. R. (1973). *Linear Statistical Inference and its Applications*. New York: John Wiley & Sons.

82. Rogerson, P. A. (2001). *Statistical Methods for Geography*. London: SAGE Publications Ltd.
83. Römer, C., Bürling, K., Hunsche, M., Rumpf, T., Noga, G., & Plümer, L. (2011). Robust fitting of fluorescence spectra for pre-symptomatic wheat leaf rust detection with Support Vector Machines. *Computers and Electronics in Agriculture*, 79, 180-188.
84. Rumpf, T. (2012). *Finding spectral features for the early identification of biotic stress in plants*, Dissertation. Institut für Geodäsie und Geoinformation. Bonn: Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
85. Rumpf, T., Mahlein, A.-K., Steiner, U., Oerke, E.-C., Dehne, H.-W., & Plümera, L. (2010). Early detection and classification of plant diseases with Support Vector Machines based on hyperspectral reflectance. *Computers and Electronics in Agriculture*, 74, 91-99.
86. Sellers, P. J. (1985). Canopy reflectance, photosynthesis and transpiration. *International Journal of Remote Sensing*, 6(8), 1335-1372.
87. Shi, J., & Malik, J. (2000). Normalized Cuts and Image Segmentation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22(8), 888-905.
88. Signal and Information Processing Laboratory. (2013). *SV7: K-means and Spectral Clustering*. Zurich: Swiss Federal Institute of Technology.
89. Song, X., Wang, J., Huang, W., Liu, L., Yan, G., & Pu, R. (2009). The delineation of agricultural management zones with high resolution remotely sensed data. *Precision Agriculture*, 10, 471-487.
90. Srivastava, P. K., Mukherjee, S., Gupta, M., & Islam, T. (2014). *Remote Sensing Applications in Environmental Research*. Springer International Publishing.
91. Stein, A., Bastiaanssen, W. G., Bruin, S. D., Cracknell, A. P., Curran, P. J., Fabbri, A. G., . . . Saldana, A. (1998). Integrating spatial statistics and remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 19(9), 1793-1814.
92. Sutton, T., Dassau, O., & Sutton, M. (2009). *A Gentle Introduction to GIS*. East London: Spatial Planning and Information, Department of Land Affairs, Eastern Cape.
93. Tempfli, K., Kerle, N., Huurneman, G. C., & Janssen, L. L. (2009). *Principles of Remote Sensing: An introductory textbook*. Enschede: The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC).
94. Tomlinson, R. F. (1968). *A Geographic Information System for Regional Planning*. Ottawa: Department of Forestry and Rural Development, Government of Canada.
95. Torres-Sánchez, J., López-Granados, F., Castro, A. I., & Peña-Barragán, J. M. (2013). Configuration and Specifications of an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Early Site Specific Weed Management. *PLoS ONE*, 8(3).
96. Truett, J., Cornfield, J., & Kannel, W. (1967). A Multivariate Analysis of the Risk of Coronary Heart Disease in Framingham. *Journal of Chronic Diseases*, 20(7), 511-24.
97. Ustinov, E. A. (2015). *Sensitivity Analysis in Remote Sensing*. Springer International Publishing AG.
98. Vukmirović, D. (1992). *Model hijerarhijskog klasifikovanja*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet.

99. Vuković, N. (1977). *Generalizacija višestrukog i kolektivnog koeficijenta korelacije, Doktorska disertacija*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet.
100. Vuković, N. (1987). *Statistička analiza*. Beograd: Naučna knjiga.
101. Webb, A. R., & Copsey, K. D. (2011). *Statistical Pattern Recognition* (3rd ed.). Malvern, United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd.
102. Witten, I. H., & Frank, E. (2005). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques* (2nd edition ed.). San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann.
103. Xiang, T., & Gong, S. (2008). Spectral clustering with eigenvector selection. *Pattern Recognition*, 41, 1012-1029.
104. Zhang, C., & Kovacs, J. M. (2012). The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review. *Precision Agriculture*, 13, 693-712.
105. Zhang, Y., Slaughter, D. C., & Staab, E. S. (2012). Robust hyperspectral vision-based classification for multi-season weed mapping. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 69, 65-73.

3. Polazne hipoteze istraživanja

Osnovne hipoteze istraživanja su:

1. Metod koji se predlaže predstavlja Bajesovu proceduru koja prilikom klasifikacije podataka daljinskog uzorkovanja minimizira mogućnost greške klasifikacije, dok određivanje i primena zone osetljivosti klasifikacije povećava broj tačnih klasifikacija;
2. Klasifikacija na osnovu navedenih elemenata može povećati tačnost klasifikacije;
3. Primena metode može povećati nivo automatizacije obrade podataka, tj. obrada podataka se može vršiti uz manji ukupan broj zadatih ulaza od strane analitičara (može smanjiti ukupan obim ručnog rada);
4. Predloženi model se može primeniti na različite primene daljinskog uzorkovanja.

4. Naučne metode istraživanja

Osnovni metod istraživanja biće dalje proučavanje dostupne literature, teoretska razrada modela i statističkog metoda, kao i izvođenje eksperimenata pomoću podataka prikupljenih na terenu putem daljinskog uzorkovanja, u cilju pokazivanja opravdanosti i korisnosti definisanja takve metodologije koja bazira na definisanju zone osetljivosti. Istraživanje će se zasnivati na primeni:

- Metoda za prikupljanje podataka pomoću daljinskog uzorkovanja

- Metoda za predprocesiranje digitalnih slika (spajanje, tagovanje, poboljšanja, transformacije, itd.),
- Metoda i tehnika eksploratorne analize podataka,
- Projektovanja i implementacije algoritamskih struktura,
- Metoda za statističku analizu i obradu podataka,
- Multivarijacionih statističkih analiza (diskriminaciona analiza, analiza grupisanja),
- Monte Karlo simulacije.

5. Očekivani naučni doprinos

Ukratko i u užem smislu očekivani doprinos doktorske disertacije se ogleda u razradi i validaciji nove metode za klasifikaciju podataka daljinskog uzorkovanja pomoću određivanja zone osetljivosti.

Detaljnije, rezultati koji će proistići iz istraživanja u doktorskoj disertaciji će sadržati nekoliko doprinosa, među kojima su:

- Celovit prikaz problematike daljinskog uzorkovanja i klasifikacije tako dobijenih podataka (slika) i modela koji se primenjuju.
- Predlog originalnog statističkog modela klasifikacije podataka daljinskog uzorkovanja koji se zasniva na određivanju zone osetljivosti klasifikacije i stepena preklapanja gustina raspodela.
- Unapređenje klasifikacije koje se ogleda u povećanju tačnosti i smanjenom broju potrebnih ručnih inputa od strane analitičara.
- Implementacija predloženog modela u konkretnim problemima daljinskog uzorkovanja (fokus na preciznu poljoprivredu) i verifikacija dobijenih rezultata kroz praktičnu primenu modela.

Očekivani naučni doprinos doktorske disertacije se dodatno ogleda u:

- Potvrdi navedenih hipoteza i predstavljanju rezultata dobijenih predloženim modelom klasifikacije daljinski uzorkovanih podataka.
- Doprinos nauci u delu naučnog opisivanja i objašnjenja predmeta istraživanja.
- Multidisciplinarnosti teme istraživanja koja se zasniva na pomenutim statističkim metodama.

Materija koja će biti obrađena disertacijom predstavlja naučni i stručni doprinos, a od posebnog je značaja njena praktična vrednost, za rešavanje realnih problema iz prakse.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Pored već sprovedenog i dodatnog istraživanja relevantne literature u oblasti, planira se izvođenje eksperimenata i istraživanje koja će se zasnivati na prikupljanju podataka sa terena i njihovoj analizi i upotrebi za testiranje postavljenih hipoteza i nalaza istraživanja.

Plan istraživanja će obuhvatiti:

- Dodatnu analizu postojećih metoda u oblasti klasifikacije podataka daljinskog uzorkovanja,
- Analizu i razradu predloženog koncepta i metoda klasifikacije podataka daljinskog uzorkovanja i razvoj softverskog rešenja koje ga implementira u svrhe testiranja,
- Prikupljanje podataka sa terena u svrhe izvođenje eksperimenata (analizu i testiranje),
- Ocena tačnosti klasifikovanja („ground truth“) pomoću predloženog metoda,
- Analizu postojećih rešenja klasifikacije i poređenje sa predloženim rešenjem,
- Analizu stabilnosti, nesigurnosti i osetljivosti predloženog rešenja.

Okvirni predlog sadržaja doktorske disertacije

Okvirni predlog sadržaja doktorske disertacije je:

1. Uvod
 - 1.1. Predmet i cilj istraživanja
 - 1.2. Polazne hipoteze
 - 1.3. Očekivani rezultati, naučni i stručni doprinosi
 - 1.4. Metode istraživanja
2. Geografski informacioni sistemi (GIS)
 - 2.1. Podaci u GIS-u
 - 2.2. Prikupljanje prostornih podataka
 - 2.3. Analize prostornih podataka
 - 2.4. Primena GIS-a i analize prostornih podataka
3. Daljinsko uzorkovanje
 - 3.1. Primena daljinskog uzorkovanja
 - 3.2. Elektromagnetno zračenje
 - 3.3. Senzori i platforme za daljinsko uzorkovanje
 - 3.4. Obrada i analiza prikupljenih slika

- 3.5. Statističke metode u daljinskom uzorkovanju
- 4. Multivarijaciona statistička analiza
 - 4.1. Analiza grupisanja
 - 4.2. Bajesova teorija odlučivanja
 - 4.3. Diskriminaciona analiza
- 5. Metodologija klasifikacije u daljinskom uzorkovanju
 - 5.1. Digitalne slike i njihova obrada u daljinskom uzorkovanju
 - 5.2. Pristupi i metode klasifikacije u daljinskom uzorkovanju
 - 5.3. Tačnost klasifikacije u daljinskom uzorkovanju
 - 5.4. Pregled studija iz literature
- 6. Statistički pristup definisanju zone osetljivosti
 - 6.1. Bajesova procedura i određivanje regiona klasifikacije
 - 6.2. Određivanje zone osetljivosti i stepena preklapanja
 - 6.3. Određivanje i primena zone osetljivosti u daljinskom uzorkovanju
- 7. Primena zone osetljivosti kod daljinskog uzorkovanja – studije slučaja
 - 7.1. Studija slučaja 1
 - 7.2. Studija slučaja 2
 - 7.3. Studija slučaja 3
- 8. Zaključak
 - 8.1. Osnovni doprinosi
 - 8.2. Naučni doprinosi
- 9. Literatura

7. Zaključak i predlog

Na osnovu obrazloženja predložene doktorske disertacije, Komisija zaključuje da kandidat, **Milan Dobrota**, diplomirani inženjer organizacionih nauka za informacione sisteme i tehnologije, ispunjava sve uslove predviđene Zakonom o visokom obrazovanju i Statutom Fakulteta, za izradu doktorske disertacije, s obzirom na elemente iznete u ovom referatu. Prema mišljenju Komisije, tema „**Statistički pristup definisanju zone osetljivosti u metodama daljinskog uzorkovanja**“ spada u naučno područje koje se razvija na Fakultetu organizacionih nauka. Tema doktorske disertacije po predmetu istraživanja, sadržaju i očekivanim doprinosima predstavlja značajno područje istraživanja, kako sa teorijskog, tako i sa aspekta primene u praksi, u oblasti Tehničkih nauka, uže naučne oblasti Računarska statistika.

Na osnovu navedenog, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Fakulteta organizacionih nauka da kandidatu **Milanu Dobroti** odobri izradu doktorske disertacije pod naslovom „**Statistički pristup definisanju zone osetljivosti u metodama daljinskog uzorkovanja**“ i za mentora imenuje **prof. dr Zorana Radojičića**, redovnog profesora Fakulteta organizacionih nauka, Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 11.09.2017. godine

8. Potpisnici izveštaja

Članovi komisije:

Prof. dr Zoran Radojičić, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Fakulteta organizacionih nauka

Prof. dr Dušan Starčević, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Fakulteta organizacionih nauka

Prof. dr Boris Delibašić, vanredni profesor
Univerziteta u Beogradu, Fakulteta organizacionih nauka

Doc. dr Aleksandar Đoković, docent
Univerziteta u Beogradu, Fakulteta organizacionih nauka

Prof. dr Dušan Surla, profesor emeritus
Univerziteta u Novom Sadu, Prirodno-matematičkog fakulteta