

15.07.2013. године
Београд,
04-03-11/129

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наука
Београд
Студентски трг бр 1

У прилогу дописа достављамо извештај комисије о оцени завршене докторске дисертације кандидата Александра Ђоковића, са пратећом документацијом.

Докторска дисертација и извештај комисије о оцени завршене докторске дисертације кандидата Александра Ђоковића стављени су на увид јавности и у предвиђеном року није било примедби на изложену докторску дисертацију.

С поштовањем,

Секретар факултета

Гордана Алексић Славински, дипл. Правник

Факултет организационих наука

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

04-03-11/129

(Број индекса)

Веће научних области техничких наука
(назив стручног већа коме се захтев упућује, сходно чл
75. Статута Универзитета у Београду и чл.7. ст.
1. овог Правилника)

15.07.2013. године

(Датум)

Београд
Студентски трг бр.1

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на извештај о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 68. ст. 3. Закона о универзитету («Службени гласник РС» бр. 20/98), дате сагласности на
Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата

Александар (Милован) Ђоковић

(име, име једног родитеља и презиме)

Кандидат Александар (Милован) Ђоковић пријавио је докторску дисертацију под називом:

(име, име једног родитеља и презиме)

Структурна корелациона анализа у интерпретацији векторских коефицијената корелације

Универзитет је дана 19.11.2012. године својим актом под 06-21043/18-12 дао сагласност на предлог теме докторске
дисертације која је гласила

Структурна корелациона анализа у интерпретацији векторских коефицијената корелације

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Александра (Милован) Ђоковића

(име, име једног родитеља и презиме)

образована је на седници одржаној 27.03.2013. године, одлуком Факултета под 3/43-11 у саставу:

име и презиме члана комисије	звање	научна област
1. др Зоран Радојичић	ванр. проф. ФОН-а	рачунарска статистика
2. др Милан Мартић	ред. проф. ФОН-а	операциона истраживања
3. др Милица Булајић	ред. проф. ФОН-а	рачунарска статистика
4. др Драган Вукмировић	ред. проф. ФОН-а	електронско пословање
5. др Срђан Богосављевић	ред. проф. Економског факултета	статистика

Наставно-научно веће Факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на
седници одржаној дана 10.07.2013. године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Прилог:

1. Извештај Комисије са предлогом,
2. Акт Наставно-научног већа Факултета о усвајању Извештаја,
3. Примедбе дате у току стављања Извештаја на увид јавности, уколико је таквих примедби било.

Проф. др Милан Мартић

Поводом предлога Већа студијског програма докторских академских студија, а на основу члана 56. Статута Факултета, на седници Наставно-научног већа одржаној 5.6.2013. године, једногласно је донета следећа

ОДЛУКА

Прихвата се Извештај Комисије за оцену завршене докторске дисертације кандидата на докторским студијама Александра Ђоковића, под насловом »СТРУКТУРНА КОРЕЛАЦИОНА АНАЛИЗА У ИНТЕРПРЕТАЦИЈИ ВЕКТОРСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА КОРЕЛАЦИЈЕ« и даје се на увид јавности.

На Наставно-научном Већу 05.12.2012. године одобрена је израда докторске дисертације кандидата Александра Ђоковића под називом »СТРУКТУРНА КОРЕЛАЦИОНА АНАЛИЗА У ИНТЕРПРЕТАЦИЈИ ВЕКТОРСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА КОРЕЛАЦИЈЕ« на основу добијене Одлуке Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду, о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације од 19.11.2012. године, број: 06-21043/18-12

Кандидат Александар Ђоковић је објавио следеће радове који га квалификују да може да одбрани докторску дисертацију:

1. Djokovic A, Jeremic V & Radojicic Z (2012). *Towards efficient elementary school education: a Serbian perspective*. Actual problems of economics, vol. 137, pp. 294-300, 2012 (IF 2011– 0.039. (ISSN:1993-6788)
2. Maletic P, Kreca M, Jeremic V, Bulajic M & Djokovic A (2012). *The ranking of municipalities in Serbia through the development level of SME in agribusiness*. Int. J. Agricult. Stat. Sci., vol. 8, no. 1, pp. 7-13, 2012 (IF 2011– 0.013) (ISSN:0973-1903).

Председник Наставно научног већа

Проф. др Милан Мартић

Доставити:

- Стручном сараднику за ПДС
- Секретару органа управљања и стручних органа
- Архиви

Поводом предлога Већа студијског програма докторских академских студија, а на основу члана 56. Статута Факултета, на седници Наставно-научног већа одржаној 10.7.2013. године, једногласно је донета следећа

ОДЛУКА

Усваја се Извештај Комисије за оцену завршене докторске дисертације кандидата докторских студија Александра Ђоковића, под насловом »СТРУКТУРНА КОРЕЛАЦИОНА АНАЛИЗА У ИНТЕРПРЕТАЦИЈИ ВЕКТОРСКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА КОРЕЛАЦИЈЕ«. После истека увида јавности Извештај Комисије за оцену завршене докторске дисертације кандидата Александра Ђоковића, шаље се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Председник Наставно научног већа

Проф. др Милан Мартић

Доставити:

- Стручном сараднику за ПДС
- Секретару органа управљања и стручних органа
- Архиви

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
FAKULTETA ORGANIZACIONIH NAUKA UNIVERZITETA U
BEOGRADU

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata **Aleksandra Đokovića**

Odlukom Nastavno-naučnog veća FON-a br. 3/43-11 od 27.03.2013.godine, imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata **Aleksandra Đokovića**, pod naslovom:

**„STRUKTURNA KORELACIONA ANALIZA U INTERPRETACIJI
VEKTORSKIH KOEFICIJENATA KORELACIJE“**

Posle pregleda dostavljene Disertacije i drugih pratećih materijala i razgovora sa Kandidatom, Komisija je sačinila sledeći

R E F E R A T

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

Aleksandar Đoković je doktorske studije na Fakultetu organizacionih nauka, izbornu područje – Operaciona istraživanja, upisao školske 2007/2008 godine. Pristupni rad je prijavio 21.12.2011. godine. Komisija za pregled i odbranu pristupnog rada i ocenu naučne zasnovanosti prijavljene doktorske disertacije formirana je 28.12.2011. godine, odluka broj 3/1-10. Pristupni rad je odbranjen 01.10.2012. godine. Odluka o usvajanju izveštaja Komisije za ocenu naučne zasnovanosti prijavljene doktorske disertacije doneta je 24.10.2012. br: 3/115-12. Veće Tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu je na sednici održanoj 19.11.2012. godine, odluka broj: 06-21043/18-12, odobrilo izradu predložene doktorske disertacije.

Nakon dobijene saglasnosti Veće Tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu, na sednici Nastavno-naučnog veća FON-a odlukom broj 3/143-7 od 05.12.2012. godine odobrena je izrada doktorske disertacije kandidata Aleksandra Đokovića pod naslovom „**Strukturna korelaciona analiza u interpretaciji vektorskih koeficijenata korelacije**“, i za mentora je imenovan dr Zoran Radojičić, vanredni profesor Fakulteta organizacionih nauka.

Mentor, dr Zoran Radojičić vanr. prof. je izvestio da je doktorska disertacija završena i Nastavno-naučno veće FON-a je odlukom br. 3/43-11 od 27.03.2013. formiralo komisiju za pregled i ocenu završene doktorske disertacije u sastavu:

- dr Zoran Radojičić, vanredni profesor Fakulteta organizacionih nauka
- dr Milica Bulajić, redovni profesor Fakulteta organizacionih nauka
- dr Dragan Vukmirović, redovni profesor Fakulteta organizacionih nauka
- dr Milan Martić, redovni profesor Fakulteta organizacionih nauka
- dr Srđan Bogosavljević, redovni profesor Ekonomskog fakulteta

1.2. Naučna oblast disertacije

Doktorska disertacija „**Strukturna korelaciona analiza u interpretaciji vektorskih koeficijenata korelacije**“ po predmetu istraživanja i korišćenoj literaturi pripada oblasti Tehničkih nauka, preciznije užoj naučnoj oblasti Računarska statistika. Predmet disertacije je zasnovan na analizi višedimenzionalnog rasporeda, definisanju test statistike za poređenje dva vektorska koeficijenta korelacije i inkorporiranjem vektorskog koeficijenta korelacije u jedan novi način rangiranja, što kao takva, doktorska disertacija ima multidisciplinarni karakter, u kojem su objedinjene pojave iz domena računarske statistike, operacionih istraživanja i poslovnog odlučivanja.

Mentor disertacije je dr Zoran Radojičić, vanredni profesor Fakulteta organizacionih nauka, Univerziteta u Beogradu. Iz skupa objavljenih radova izdvajamo sledeće radove koji profesora dr Zorana Radojičića kvalifikuju za vođenje ove doktorske disertacije:

1. V. Jeremic, M. Bulajic, M. Martic, and **Z. Radojicic**, “*A fresh approach to evaluating the academic ranking of world universities*“, Scientometrics, vol. 87, pp. 587-596, Jun 2011. ISI:000289792600010, DOI: 10.1007/s11192-011-0361-6, ISSN: 0138-9130, IF: 1.905, Cited: 6, Rank: 22/97, M21
2. D. Bojic, **Z. Radojicic**, M. Nedeljkovic-Protic, M. Al-Ali, D. P. Jewell, and S.P. L. Travis, “*Long-term Outcome After Admission for Acute Severe Ulcerative Colitis in Oxford: The 1992-1993 Cohort*“, Inflammatory Bowel Diseases, vol. 15, pp. 823-828, Jun 2009. ISI:0002666737000090, DOI: 10.1002/ibd.20843, ISSN: 1078-0998, IF: 4.613, Cited: 13, Rank 10/71, M21
3. B. Bozic, G. Loncar, N. Prodanovic, **Z. Radojicic**, V. Cvorovic, S. Dimkovic, and V. Popovic-Brkic, “*Relationship Between High Circulating Adiponectin With Bone Mineral Density and Bone Metabolism in Elderly Males With Chronic Heart Failure*“, Journal of Cardiac Failure, vol. 16, pp. 301-307, Apr 2010. ISI:000277060400004, DOI: 10.1016/j.cardfail.2009.12.015, ISSN: 1071-9164, IF: 3.362, Cited: 2, Rank 35/114, M21
4. V. Jeremic, D. Vukmirovic, and **Z. Radojicic**, “*Does Playing Blindfold Chess Reduce the Quality of Game: Comments on Chabris and Heurist (2003)*“, Cognitive Science, vol. 34, pp. 1-9, Jan 2010. ISI:000273450700001, DOI: 10.1111/j.1551-6709.2009.01086.x, ISSN: 0364-0213, IF: 2.322, Cited: 3, Rank: 22/81, M21
5. Z. Radojicic, and V. Jeremic, “*Quantity or quality: what matters more in ranking higher education institutions?*“ Current Science, vol.103, pp. 158-162, Jul 2012, ISSN:011-3891, IF: 0.935, Cited: 1, Rank: 18/56, M21

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Aleksandar Đoković je rođen 25.03.1974. godine u Beogradu. Osnovnu školu završio je u Medveđi, a Matematičku gimnaziju u Beogradu. Nakon odsluženog vojnog roka upisuje Fakultet organizacionih nauka, smer informacioni sistemi, koji završava 2005. godine. Fakultet je završio sa prosečnom ocenom 8.16 u toku studija i ocenom 10 na diplomskom radu. U toku studija bio je član studentske fudbalske ekipe FON-a i aktivno se bavio sindikalnim organizovanjem sudenata u okviru Saveza studenata. Bio je predsednik Saveza sudenata Beograda 2001. godine. U školskoj 2005/06 i 2006/07 godini bio je angažovan u Laboratoriji za statistiku „Statlab“ na Fakultetu organizacionih nauka, kao demonstrator u nastavi na predmetima Statistika i Linearni statistički modeli. Osnovne studije je završio po prethodnom nastavnom planu i programu, pa je u školskoj 2007/2008 godini upisao doktorske studije na Fakultetu organizacionih nauka – Studijski program Informacioni sistemi i menadžment, izborno područje Operaciona istraživanja. Položio je sve planom i programom predviđene ispite i ostvario 90 ESPB sa prosečnom ocenom 10 (deset), i to:

• Višekriterijumska optimizacija i odlučivanje	10 ESPB
• Kombinatorna optimizacija	10 ESPB
• Nelinearno programiranje	10 ESPB
• Novi trendovi u operacionim istraživanjima	10 ESPB
• Statistika u menadžmentu	10 ESPB
• Multivarijaciona analiza	10 ESPB
• Stohastički procesi	10 ESPB
• Vremenske serije i fraktali	10 ESPB
• Internet marketing	10 ESPB

Kandidat je odbranio pristupni rad pod nazivom "Strukturna korelaciona analiza u interpretaciji vektorskih koeficijenata korelacije" i ostvario preostalih 30 ESPB bodova.

Kandidat Aleksandar Đoković je zaposlen od 15.02.2007. na Fakultetu organizacionih nauka, u zvanju saradnik u nastavi za užu naučnu oblast Računarska statistika, a od 15.02.2009. je izabran u zvanje asistenta za užu naučnu oblast Računarska statistika. Prilikom evaluacije od strane studenata, njegov pedagoški rad je redovno ocenjivan visokom ocenom. Prosečna ocena u letnjem semestru školske 2011/2012 godine je iznosila 4.65 (na Likertovoj skali od 1 do 5). Od 2008. godine je sekretar Katedre za operaciona istraživanja i statistiku. U toku 2008. godine bio je angažovan na projektu Ministarstva za rad i socijalnu politiku, kao istraživač. Kao predavač iz oblasti statistike bio je angažovan na projektu Evropske Banke za razvoj, tokom 2009. godine, u okviru kojeg je vršio edukaciju kadrova u Republičkom zavodu za statistiku u Beogradu i Novom Sadu. Član je Statističkog društva Srbije.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija „Strukturna korelaciona analiza u intrerpretaciji vektorskih koeficijenata korelacije“ je obima od 220 stranica, sadrži 17 slika, 33 tabele, i 131 literarnih navoda. Struktura disertacije je sledeća:

1. UVOD

- 1.1. Polazne hipoteze
- 1.2. Metode istraživanja
- 1.3. Doprinos doktorske disertacije

2. KORELACIONA ANALIZA

- 2.1. Prosta linearna korelacija
- 2.2. Kanonička korelaciona analiza
- 2.3. Vektorski koeficijent korelacije

3. MULTIVARIJACIONA STATISTIČKA ANALIZA

- 3.1. Faktorska analiza i analiza glavnih komponentata
- 3.2. Klaster analiza (Analiza grupisanja)
- 3.3. Algoritam za rešavanje problema klasifikacije sa unapred definisanim ograničenjima
- 3.4. Analiza obavljanja podataka

4. IVANOVIĆEVO Odstojanje

- 4.1. Obično I-odstojanje
- 4.2. Kvadratno I-odstojanje
- 4.3. Strukturno I-odstojanje
- 4.4. Redosledna klasifikacija i I-odstojanje
- 4.5. Ocena i raspodela kvadratnog I-odstojanja

5. MODEL STRUKTURNE KORELACIONE ANALIZE ZASNOVAN NA VEKTORSKIM KOEFICIJENTIMA KORELACIJE

- 5.1. Testiranje hipoteze o jednakosti dva vektorska koeficijenta korelacije
- 5.2. Primena metode I-odstojanja i vektorskog koeficijenta korelacije u rangiranju osnovnih škola u Srbiji
- 5.3. Izgradnja integralne lične karte osnovnih škola u Srbiji

6. ZAKLJUČAK

- 6.1. Doprinosi doktorske disertacije

7. LITERATURA

PRILOG

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U uvodnom poglavlju se opisuju predmet i cilj istraživanja, navode se polazne hipoteze i metode istraživanja, daje sadržaj i opis disertacije uz navođenje ključnih aspekata na koje će se disertacija usmeriti.

Drugo poglavlje je posvećeno konceptu proste linearne korelacije, kanoničkoj korelacionoj analizi i vektorskom koeficijentu korelacije. Kod utvrđivanja veze između dve posmatrane varijable

posebnu važnost ima koeficijent proste linearne korelacije. Na taj način način dobijamo jedan statistički pokazatelj, koji osim toga što pokazuje stepen linearne povezanosti može poslužiti i za predviđanje jedne varijable u odnosu na drugu korišćenjem linearne jednačine u slučaju da su varijable visoko korelirane. Međutim, veoma retko se javlja u praksi da jedna veličina zavisi od neke druge, već je češći slučaj da u okviru jednog sistema i ulaz i izlaz sistema zavise od više varijabli.

Jedan pristup generalizaciji ovog problema je metod multivarijacione analize koji se bavi utvrđivanjem postojanja veza i jačine povezanosti dva skupa promenljivih koji nazivamo kanonička korelaciona analiza. Ova metoda, u slučajevima kada je moguće a priori uspostaviti relaciju između dva skupa promenljivih, omogućava da kvantifikujemo međusobnu povezanost i detaljno ispitamo takvu vezu (Kovačić, 1992). Originalan teorijski doprinos razvoju kanoničke korelacione analize dao je Hotelling 1936. godine.

Drugi pristup generalizaciji je utvrđivanje korelacije između dva vektora. Postoje više predloženih definicija vektorskog koeficijenta korelacije (Detzius 1916, Sverdrup 1917, Charles 1959, Buell 1971, Breckling 1989, Crosby 1991), a u istraživanju kandidata, za utvrđivanje veze između m-dimenzionalne promenljive Y i n-dimenzionalne promenljive X koristimo jednačinu

$$|W| = (1 - R_v^2) \max |W| = (1 - R_v^2) |W_{yy}| |W_{xx}|$$

gde je vrednost označena sa R_v nazvana vektorski koeficijent korelacije (Vuković, 1977). Kod upoređivanja dve proste linearne korelacije postoje definisani statistički testovi (Fisher, 1921), dok su statistički testovi za poređenje dve korelacije, odnosno kovarijacione strukture veoma kompleksni i zahtevaju korišćenje moćnih alata. Zbog važnosti analize jedne korelacione strukture, u okviru istraživanja ćemo dati predlog test statistike za poređenje dva vektorska koeficijenta korelacije, na osnovu koje će biti baziran model strukturne korelacione analize. Do sada, pažnja nije bila usmerena na vektorski koeficijent korelacije i ono što se može dobiti njegovom interpretacijom u raznim organizacionim sistemima, pa će istraživanje u tom pravcu dati novu dimenziju u sagledavanju problematike u višedimenzionalnom rasporedu.

U trećem poglavlju pažnja se posvećuje multivarijacionoj statističkoj analizi. Multivarijaciona statistička analiza obezbeđuje mogućnost analize kompleksnih nizova podataka, tamo gde ima mnogo nezavisnih i zavisnih promenljivih koje su međusobno korelisane na različitim nivoima povezivanja. U ovom poglavlju, glavni akcenat je stavljen na dve ključne statističke tehnike: faktorsku analizu i analizu grupisanja. Faktorska analiza je statistička tehnika koja se koristi za identifikaciju relativno malog broja faktora koji se mogu koristiti za predstavljanje odnosa između grupa mnogobrojnih, međusobno povezanih, promenljivih. Na ovaj način se mogu identifikovati osnovne, ne direktno vidljive, dimenzije posmatrane pojave. Faktorska analiza i analiza glavnih komponenta imaju iste ciljeve i postupak njihovog sprovođenja je sličan, tako da metoda faktorske analize, može biti smatrana kao specijalni slučaj metode glavnih komponenta (Bulajić, 2002). Posebna pažnja je posvećena analizi grupisanja (klaster analizi), kao metodi multivarijacione statističke analize, koja se koristi za grupisanje objekata, tako da su objekti unutar grupe međusobno slični, a između grupa različiti. U okviru ovog poglavlja biće prikazan jedan a priori način grupisanja sa unapred definisanim ograničenjima, kao jedna modifikacija *K-mean* algoritma nehijerarhijskog grupisanja, koji predstavlja jedan od doprinosa doktorske disertacije.

Četvrto poglavlje je bazirano na I-odstojanju kao metrici u n-dimenzionalnom prostoru, a koje je predloženo od strane prof. dr Branislava Ivanovića (Ivanović & Fanchette, 1973). Kao jedan od vodećih stručnjaka u odseku Ujedinjenih Nacija (UN) prof. Ivanović je kreirao ovu metodu sa ciljem da rangira zemlje na osnovu više kriterijuma. U ovom poglavlju dat je prikaz običnog, kvadratnog i strukturnog I-odstojanja. Glavni argument za korišćenje metode I-odstojanja je njena sposobnost da sintetizuje veliki broj varijabli u jednu numeričku vrednost. Posebna pažnja je posvećena problemu određivanja raspodele I-odstojanja. Pokazano je da kvadratno I-odstojanje ima normalnu raspodelu za slučajeve kada su varijable po kojima je vršeno rangiranje normalno raspoređene veličine. Takođe, u opštem slučaju, a za šta je korišćena *Bootstrap* metoda koja kao svoj sastavni deo podrazumeva primenu Monte-Karlo simulacije, pokazano je (osim u izuzetnim slučajevima) slaganje I-odstojanja sa teoretskom normalnom raspodelom..

Peto poglavlje je koncipirano na izgradnji modela strukturne korelacione analiza zasnovanog na vektorskim koeficijentima korelacije. U ovom poglavlju je i najznačajniji deo disertacije, koji se odnosi na definisanje test statistike za poređenje dva vektorska koeficijenta korelacije, na osnovu koje se mogu porediti dve korelacione strukture. Na ovaj način je moguće utvrditi vezu između izlaznih i ulaznih veličina jednog organizacionog sistema, ali i videti razlike između dva različita organizaciona sistema. Rangiranje obeležja je česta pojava, ali rezultati rangiranja mogu imati vrlo ozbiljne posledice, kao što su prijemni ispiti, konkursi, participacija u UN i mnogi drugi slučajevi. Poseban osvrt u ovom istraživanju biće primena načina rangiranja metodom Ivanovićevog odstojanja, u okviru kojeg će biti inkorporiran odnos izlaznih i ulaznih veličina izražen kroz vektorski koeficijent korelacije. Naime, prilikom rangiranja entiteta metodom Ivanovićevog odstojanja eliminišu se korelacioni odnosi između ulaznih i izlaznih veličina, pa je osnovna ideja da se taj odnos izražen kroz vektorski koeficijent korelacije uzme u obzir prilikom rangiranja. Na taj način, bila bi dobijena jedna verna slika posmatranih objekata, koji su radi postizanja preferenci rangirani tj. postavljeni u relacioni odnos.

U šestom poglavlju je dat zaključak sa odgovorom na pitanja u vezi sa postavljenim ciljem i hipotezama. Data je sistematizacija i pregled naučnih doprinosa koji su proistekli iz rada na doktorskoj disertaciji, skup otvorenih problema i mogućnosti za dalji rad u oblasti doktorske disertacije. Literatura sadrži skup relevantne i korišćene literature za oblast doktorske disertacije, sa pregledom literature koja se bavi navedenim oblastima. U prilogu su dati rezultati eksperimentalnog dela disertacije.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Predmet disertacije obuhvata aktuelnu temu međusobnog poređenja performansi organizacionih sistema. Veliki broj istraživača u svojim radovima posvećuje izuzetnu pažnju ovoj temi. Aktuelnost polja istraživanja ove doktorske disertacije je jasno uočljiva.

Doktorska disertacija detaljno prikazuje dosadašnja istraživanja i saznanja iz oblasti testiranja hipoteza o nezavisnosti i jednakosti koeficijenta proste, odnosno, kanoničke korelacije. Uočena je potreba za testiranjem jednakosti dva vektorska koeficijenta korelacije, pa je glavni napor učinjen u ovom pravcu, kako bi se mogle uporediti dve složene

korelacione strukture. Na ovaj način je moguće uporediti performanse dva različita organizaciona sistema.

Takođe, izvođenje dokaza o slaganju I-odstojanja sa normalnom raspodelom daje jedan poseban pečat ovom istraživanju, koje će dati novu dimenziju u daljem korišćenju i razvoju metode I-odstojanja.

Sastavni deo ovog istraživanja je definisanje jednog od rešenja a priori rangiranja, čime će biti proširene mogućnosti McQueen algoritma nehijerarhijskog grupisanja, posebno u slučajevima kada imamo problem sa grupama, koje uslovno ne mogu biti grupisane.

Na osnovu izloženog, može se zaključiti da dobijeni rezultati doktorske disertacije predstavljaju naučni doprinos u odnosu na postojeće stanje i otvaraju prostor za dalja istraživanja.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

Brojna su istraživanja u vezi poređenja performansi organizacionih sistema. Mnogobrojni rezultati publikovani su u časopisima, prezentovani na konferencijama, kao i detaljno predstavljeni u drugim literaturnim oblicima.

Kandidat je u doktorskoj disertaciji koristio savremenu i relevantnu literaturu, čijim korišćenjem je proučio sva dosadašnja relevantna istraživanja i odgovarajuće rezultate u domenu kome pripadaju problemi razmatrani u doktorskoj disertaciji. Korišćena literatura ima karakter naučnog, savremenog i aktuelnog izvora informacija, a osim pregleda postignutih rezultata, ukazuje na pravce mogućeg daljeg naučno-istraživačkog rada u ovoj oblasti.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

Radi testiranja postavljenih hipoteza u toku izrade disertacije primenjen je veći broj naučnih metoda, od sistematskog pregleda stanja u oblasti istraživanja sa adekvatnim klasifikacijama problema, pristupa, metoda i tehnika, navođenjem literature, analize postojećih rezultata i zaključivanjem, sa predikcijom budućih pravaca razvoja. U izradi disertacije korišćene su sledeće naučne metode:

- U prvom delu disertacije (poglavlja 1, 2, 3) korišćene su metode prikupljanja i analize postojećih naučnih rezultata i dostignuća. U ovom delu prikazan je novi algoritam za rešavanje problema klasifikacije sa unapred definisanim ograničenjima.
- U drugom delu (poglavlje 4), korišćene su matematičke metode i simulacione tehnike za ispitivanje osobina I-odstojanja.
- Treći deo disertacije (poglavlje 5), posvećen je modelu strukturne korelacione analize zasnovanim na vektorskim koeficijentima korelacije. Dobijeni rezultati pružaju osnovu za dalju evaluaciju pomoću multivarijacionih statističkih metoda.

Rezultati istraživanja su prezentovani tekstualno, opisivanjem, kroz više tabela, slika i dijagrama sa uporednim rezultatima. Istraživanje ima multidisciplinarni karakter, koji objedinjuje pojave iz domena računarske statistike, operacionih istraživanja i poslovnog odlučivanja.

Na osnovu analize sadržaja doktorske disertacije, može se zaključiti da primenjene naučne metode i tehnike odgovaraju, po svom značaju i strukturi, temi disertacije i sprovedenom istraživanju.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Rezultati doktorske disertacije mogu imati široku praktičnu primenu u polju određivanja performansi organizacionih sistema. Predloženi statistički model je primenjen, između ostalog, i na evaluaciju stečenog znanja u osnovnoj školi i mogućnosti da kandidati za upis u srednju školu urade kvalifikacione testove na odgovarajući način.. Uspešnost osnovnih škola u Srbiji je merena tokom osmogodišnjeg perioda, stoga su dobijeni rezultati posebno značajni, tako što pružaju školama, odnosno resornom Ministarstvu, neophodne informacije o kvalitetu učenika, odnosno škola koje učenici pohađaju. Sa druge strane na osnovu predloženog modela i dobijenih rezultata mogu se staviti u relacioni odnos osnovne škole i na taj način dobiti informaciju o kvalitetu nastave u njima. Trenutno, ne postoji zvaničan način rangiranja osnovnih škola u Srbiji, obzirom da nadležne institucije za evaluaciju znanja učenika nemaju jedinstven stav oko utvrđivanja kriterijuma na osnovu kojih bi to rangiranje bilo izvršeno. Stoga je u disertaciji načinjen pionirski poduhvat upravo za jednu vrlo izazovnu, ali kompleksnu problematiku, koja je svake godine u vreme prijemnih ispita u žiži interesovanja cele društvene zajednice.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

U toku izrade doktorske disertacije, kandidat je pokazao sposobnost da sagleda problem istraživanja sa više aspekata i kreativno pristupi njegovom rešavanju. Tom prilikom je pokazao zavidan nivo sistematičnosti u radu kako u teorijskom pogledu, tako i pogledu eksperimentalnog rada. Na kraju, rezultati brojnih studija slučaja, koji su prikazani u disertaciji i objavljeni u međunarodnim i domaćim časopisima, ukazuje na svest kandidata o neophodnosti provere postignutih rezultata naučnog istraživanja.

Na osnovu navedenog, smatramo da kandidat Aleksandar Đoković poseduje potrebno znanje i iskustvo za samostalan naučni rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

U okviru doktorske disertacije kandidat je dao nekoliko osnovnih doprinosa.

- 1) Glavni doprinos se ogleda u definisanju i primeni test statistike za poređenje dva vektorska koeficijenta korelacije. Na ovaj način je moguće utvrditi vezu između izlaznih i ulaznih veličina jednog organizacionog sistema, ali i utvrditi i izmeriti razlike između dva organizaciona sistema, tako da se može uvideti stepen značajnosti sličnosti ili razlike između posmatranih organizacionih sistema. Kandidat je dao teorijski prikaz postojećih test statistika za poređenje dve korelacione strukture, kao i niz eksperimentalnih rezultata koji verifikuju usvojeni koncept. Za izračunavanje vektorskog koeficijenta korelacije, test statistike i kritične oblasti testa napisan je program u Matrix programskom jeziku za SPSS (v.21) programski paket, sa ciljem da bude pristupačan širem krugu korisnika.
- 2) Drugi doprinos se odnosi na problem određivanja raspodele I-odstojanja. Određena je raspodela kvadratne forme normalno raspoređenih vektora, pa je njenom primenom na kvadratno I-odstojanje pokazano da ima normalnu raspodelu. Takođe, u opštem slučaju,

a za šta je korišćena *Bootstrap* metoda, koja kao svoj sastavni deo podrazumeva primenu Monte-Karlo simulacije, pokazano je slaganje I-odstojanja sa teoretskom normalnom raspodelom. Time je Ivanovićevo odstojanje dobilo novu dimenziju posmatranja i značano unapređen kvalitet za njegovu primenu.

- 3) Treći doprinos se odnosi na definisanje jednog algoritma za probleme rangiranja. Rangiranje se zasniva na I-odstojanju, ali je uzet u obzir odnos izlaznih i ulaznih veličina izražen kroz vektorski koeficijent korelacije. Ovime je pokazano da se vektorski koeficijent korelacije može koristiti kao težinski faktor u procesu rangiranja i time omogućiti bolje tj. "realnije" proces rangiranja i same rezultate.
- 4) Četvrti doprinos je dat kroz kreiranje jednog a priori načina grupisanja sa unapred definisanim ograničenjima, kao jedna modifikacija McQueen-ovog *K-mean* algoritma nehijerarhijskog grupisanja.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

- 1) U okviru gore prvopomenutog doprinosa, prethodne test statistike se odnose na koeficijente proste i kanoničke korelacije. Višegodišnjim praćenjem problematike upisa učenika u srednje škole, a na osnovu postojećeg testa za nezavisnost vektorskog koeficijenta korelacije (Vuković, 1997), došlo se do potrebe za poređenjem dva vektorska koeficijenta korelacije. Predložena test statistika je definisana kroz istraživanje, originalna je i validirana na većem broju primera i kroz naučne radove.
- 2) Izvođenje dokaza o slaganju I-odstojanja sa teoretskom normalnom raspodelom daje poseban pečat ovoj disertaciji, jer se time značajno unapređuje dalje korišćenje metode Ivanovićevog odstojanja. Sama potvrda ovog rezultata je od suštinskog značaja u procesu statističkog zaključivanja, obzirom na kasnije korišćenje poznatih statističkih testova za testiranje hipoteze. Ovim rezultatom je omogućeno da I-odstojanje stane u vrh sa ostalim, svetski priznatim merama odstojanja.
- 3) U rangiranju koje sprovedeno metodom I-odstojanja inkorporiran je odnos izlaznih i ulaznih veličina izražen kroz vektorski koeficijent korelacije. Na taj način dobijena je vernija slika posmatranih objekata, koji su radi postizanja preferenci rangirani. Time je vektorski koeficijent korelacije dobio na značaju, kao preporučeni „težinski“ faktor, tj. relativni pokazatelj radi realnijeg preslikavanja posmatranih varijabli na I-odstojanje.
- 4) Kreiran je algoritam za jedan a priori način grupisanja sa unapred definisanim ograničenjima, koji predstavlja modifikaciju postojećeg McQueen-ovog *K-mean* algoritma. Nehijerarhijska klasifikacija sa svojom problematikom, ne uzima u obzir uslovne klasifikacije koje, a koje su u realnim situacijama veoma česte. Prikazanim algoritmom u okviru disertacije navedeni problem se rešava, čime se matrica klasifikacije približava matrici odstojanja. Ovim algoritmom se rešava i problem određivanja broja grupa, tj. postiže se minimiziranje broja grupa uz postavljene uslove.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Kategorija M23:

1. **Dokovic, A.,** Jeremic, V. & Radojicic, Z., (2012). *Towards efficient elementary school education: a Serbian perspective*. Actual problems of economics, vol. 137, pp. 294-300, 2012 (IF 2011–0.039. (ISSN:1993-6788)

2. Maletic, P., Kreca, M., Jeremic, V., Bulajic M. & **Đokovic, A.**, (2012). *The ranking of municipalities in Serbia through the development level of SME in agribusiness*. Int. J. Agricult. Stat. Sci., vol. 8, no. 1, pp. 7-13, 2012 (IF 2011– 0.013) (ISSN:0973-1903).
3. Jeremic, V., Vukmirovic, D., Radojicic, Z. & **Đokovic, A.**, (2011). *Towards a framework for evaluating ICT infrastructure of countries: a Serbian perspective*. Metalurgia International, vol 16, no. 9, pp. 15-18, 2011 (IF 2011 – 0.084) (ISSN:1582-2214).

Kategorija M33:

4. Dobrota, M., Jeremic, V., Jovanovic-Milenkovic, M., & **Đokovic, A.**, *Students' Satisfaction with Information System of Faculty of Organizational Sciences*, IISES and University of Economics in Prague, compact disc, , Lisbon, Portugal, 2012 (ISBN: 978-80-905241-2-5).
5. Jeremic, V., **Đokovic, A.**, Mladenovic, N. & Radojicic, Z., *New method for ranking chess Olympics teams*. 10th Balkan Conference on Operational Research - BALCOR 2011, Thessalonici, Greece, pp. 36-41, 2011 (ISBN: 978-960-87277-7-9).
6. Maletic, P., Kreca, M., Jeremic, V. & **Đokovic, A.**, *Towards uniformly developed municipalities: a Serbian perspective*. 14th Toulon-Verona Conference Excellence in Services, Alicante, Spain, 2011 (ISBN: 978-88904327-1-2).
7. **Đokovic, A.**, Radojicic, Z. & Vukovic, N., *Vector correlation coefficient as an evaluation measure*. BALCOR 2007, Zlatibor, pp. 381-389, 2007 (ISBN:978-86-7680-147-3).

Kategorija M51:

8. Nikodijevic, A., Anđelkovic-Labrovic, J. & **Đokovic, A.**, *Sindrom sagorevanja među studentima Fakulteta organizacionih nauka* Jeremic, Management, vol. 64, pp. 47-53, 2012 (ISSN:0354-8635).

Kategorija M63:

9. Maletić, P., Kreća, M., Jeremić, V. & **Đoković, A.**, *Ranking of municipalities in Vojvodina through development level of SME in agribusiness*. SYM-OP-IS 2011, Zlatibor, pp. 543-546. 2011 (ISBN: 978-86-403-1168-7).
10. Dobrota, M., Milenković, N., Jeremić, V. & **Đoković, A.**, *Primena neuronskih mreža u određivanju stepena ekonomske razvijenosti zemalja*. SPIN 2011, Beograd, pp. 547-553, 2011 (ISBN 978-86-7680-244-9).
11. Milenković, N., Jeremić, V., **Đoković, A.** & Dobrota, M., *Statistički pristup merenju socio-ekonomske razvijenosti MENA zemalja*. SPIN 2011, Beograd, pp. 554-559, 2011 (ISBN 978-86-7680-244-9).
12. Jeremić, V., Bulajić, M., Marković, A. & **Đoković, A.**, *Indeks razvijenosti e-Uprave kao ključni indikator razvijenosti IKT infrastrukture*. SPIN 2011, Beograd, pp. 563-569, 2011 (ISBN 978-86-7680-244-9).
13. Dobrota, M. & **Đokovic, A.**, *Preoperativno predviđanje smrti kod pacijenata koji boluju od sepse*. SymOrg2010, 2010 Zlatibor.
14. Petrovic-Đorđević, D., **Đokovic, A.** & Savic, G., *Merenje tehnicke efikasnosti fudbalske reprezentacije Srbije u utakmicama kvalifikacija za SP 2010*. SymOrg2010, 2010 Zlatibor.
15. Radojicic, Z. & **Đokovic, A.**, *Dinamika lanca snabdevanja*. SPIN 2007, Beograd, pp.217-221, 2007 (ISBN 978-86-7680-131-2).

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Doktorska disertacija „**Strukturna korelaciona analiza u interpretaciji vektorskih koeficijenta korelacije**“ predstavlja savremen i originalan doprinos naučnom saznanju iz oblasti Tehničkih nauka, uže naučne oblasti Računarska statistika.

Glavna karakteristika disertacije je testiranje hipoteze o jednakosti dva vektorska koeficijenta korelacije. Na ovaj način je moguće utvrditi vezu između izlaznih i ulaznih veličina jednog organizacionog sistema, ali i izmeriti razlike između dva organizaciona sistema. Izvođenje dokaza o slaganju I-odstojanja sa teoretskom normalnom raspodelom daje poseban pečat ovoj disertaciji, jer to značajno unapređuje dalje korišćenje metode I-odstojanja. U rangiranju koje sprovedeno metodom I-odstojanja inkorporiran je odnos izlaznih i ulaznih veličina izražen kroz vektorski koeficijent korelacije i time je definisan kao „težinski“ faktor rangiranja. Na taj način dobijena je vernija slika posmatranih objekata. Kreiranjem algoritma za rešavanje problema klasifikacije sa unapred definisanim ograničenjima unapređena je teorija klasifikacije, definisanjem „uslovne nehijerarhijske analize“.

Rezultati ove doktorske disertacije objavljeni su u 3 rada u časopisima međunarodnog značaja sa impakt faktorom, kao i u više radova u časopisima nacionalnog značaja i zbornicima naučnih skupova.

S obzirom na prikazane rezultate, aktuelnost i multidisciplinarnost obrađenih tema, ova disertacija zadovoljava najviše kriterijume i kvalifikuje kandidata Aleksandra Đokovića za naučno-istraživački rad.

Na osnovu navedenog, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Fakulteta organizacionih nauka da donese odluku o prihvatanju ovog Izveštaja i zakazivanju javne odbrane doktorske disertacije.

6. POTPISNICI IZVEŠTAJA

Članovi komisije:

dr Zoran Radojičić,
vanredni profesor Fakulteta organizacionih nauka

dr Milica Bulajić,
redovni profesor Fakulteta organizacionih nauka

dr Dragan Vukmirović,
redovni profesor Fakulteta organizacionih nauka

dr Milan Martić,
redovni profesor Fakulteta organizacionih nauka

dr Srđan Bogosavljević,
redovni profesor Ekonomskog fakulteta

U Beogradu, 31.05.2013. godine