

PRELIMINARNA ANALIZA NAUČNE PRODUKCIJE IZ OBLASTI ROBOTIKE U MAĐARSKOJ I SRBIJI

Marko Mišić¹, Adam Krcunović², Jelica Protić³, Gyula Mester⁴

^{1,2,3}Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Republika Srbija

⁴Óbuda University, Doctoral School of Safety and Security Sciences, Budapest, Hungary

¹marko.misic@etf.bg.ac.rs, ²ka203184m@student.etf.bg.ac.rs, ³jelica.protic@etf.bg.ac.rs,

⁴drmestergyula@gmail.com

Kratak sadržaj: Primenom bibliometrijskih i naučnometrijskih analiza je moguće ostvariti značajne uvide u stanje pojedinih grana nauke. U okviru ovog rada je izvršena uporedna analiza naučne produkcije iz oblasti robotike za autore iz Mađarske i Srbije. Za prikupljanje radova je korišćena Web of Science baza podataka. Prikupljeno je 257 radova autora iz Srbije koje su napisali 491 različitih autora, kao i 397 radova sa 785 autora iz Mađarske. U radu je obuhvaćeno celovito i frakciono brojanje radova po autorima i analiza publikacija po godinama izdavanja, impact faktoru, izdavačima, WoS kategorijama i geografskoj raspodeli autora po naučnoistraživačkim centrima. Dobijeni rezultati su kratko diskutovani.

Ključne reči: Bibliometrija, Mađarska, naučnometrija, naučna produkcija, robotika, Srbija

PRELIMINARY ANALYSIS OF SCIENTIFIC PRODUCTION IN ROBOTICS FIELD IN HUNGARY AND SERBIA

Abstract: By applying bibliometric and scientometric analyses, it is possible to gain significant insights into the state of different scientific fields. Within this paper, a comparative analysis of scientific production in the field of robotics has been performed for authors from Hungary and Serbia. A Web of Science database was used to extract the papers. The dataset consists of 257 papers written by 491 different authors from Serbia, as well as 397 papers written by 785 authors from Hungary. This paper includes a normal and fractional counting of papers by authors and an analysis of publications by year of publication, impact factor, WoS categories, publishers and geographical distribution of authors by scientific research centers. The obtained results are briefly discussed.

Key Words: Bibliometrics, Hungary, scientometrics, scientific production, robotics, Serbia

1. UVOD

Bibliometrijske i naučnometrijske analize, kao i analiza koautorskih mreža predstavljaju važne indikatore u opisivanju stanja određenih oblasti nauke [1][2][3]. Bibliometrijske i naučnometrijske analize nam kroz kvantitativne i kvalitativne pokazatelje omogućavaju uvid u uticaj naučnih radova i časopisa, autora, istraživačkih grupa, institucija, pa i pojedinih država u određenoj naučnoj oblasti. Analiza koautorskih i citatnih mreža dodatno doprinosi razumevanju šema kolaboracije u naučnoj zajednici, otkriva centre okupljanja i istaknute pojedince, ali i bolje povezane delove zajednice (komune). Jedna takva analiza je sprovedena na nivou Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu i njegovih pet departmana [4], kao i na nivou Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, a rezultati su predstavljeni u okviru skupa TREND 2018 [5]. Publikacije u oblasti računarstva u Srbiji su analizirane u [6] i [7] i prikazuju stanje ove oblasti na nivou cele Srbije i tri računarska fakulteta Univerziteta u Beogradu. Analiza stanja matematičkih nauka u Srbiji je data u [8]

Robotika je interdisciplinarna grana inženjerstva koja obuhvata znanja iz oblasti elektrotehnike, mašinstva, računarske tehnike, informacionih tehnologija i veštačke inteligencije. U današnje vreme primene su velike. Srbija ima relativno dugu tradiciju iz oblasti robotike, sa značajnim dostignućima u prošlosti kao što je „beogradska šaka“ (Tomović, Rakić, 1963.) [9]. Period ekonomske tranzicije u proteklih 30 godina je značajno usporio razvoj ove oblasti u zemlji. S druge strane, upotreba industrijskih robota, naročito u automobilske industriji u Mađarskoj je u sve većem porastu [10]. Prosečan broj industrijskih robota u Mađarskoj je u 2016. godini bio 281 u odnosu na 10000 radnika, što je oko tri puta više u odnosu na prosek Evropske unije koji iznosi 99. U radu ćemo izvršiti uporednu analizu stanja nauke iz oblasti robotike (Web of Science kategorija: *Robotics*, kao i drugi radovi koji poseduju ovu ključnu reč) u Mađarskoj i Srbiji. Rad će obuhvatiti analizu naučne produkcije autora iz dve zemlje koji se bave robotikom u periodu od 1996. godine do septembra 2020. godine, identifikovanje najvažnijih pojedinaca sa afilijacijama institucija iz Mađarske i Srbije, rangiranje pojedinaca i institucija po naučnim performansama, kao i analizu međusobnih veza autora iz dve države. Rezultati će biti kratko upoređeni sa rezultatima koji se dobijaju kroz druge servise za prikupljanje podataka, kao što je Google Scholar, kao i druge radove iz otvorene literature koji se bave sličnom tematikom [11][12].

2. SKUPOVI PODATAKA I METODOLOGIJA ANALIZE

Web of Science (WoS) je internet servis koji pruža usluge pretrage podataka o naučnim radovima i njihovim citatima korisnicima koji su pretplaćeni na dati servis. Centralni deo servisa predstavlja velika baza podataka koja sadrži bibliografske podatke za više od 90 miliona naučnih radova, od kojih neki dosežu do početka 20. veka, sa kojom je moguće interagovati prijavom na servis.

Svaki naučni rad pripada najmanje jednoj od 256 različitih naučnih disciplina koje je definisao sam WoS. Naučna disciplina nije jedini kriterijum po kome je moguće formirati upite u WoS, već se mogu zadati i mnogi drugi kriterijumi. Svaki naučni rad u WoS predstavljen je zapisom koji sadrži 73 polja i na osnovu zadatog upita može se preuzeti u tekstualnoj formi pogodnoj za dalju obradu. Za potrebe formiranja primarnog skupa podataka ovog rada iskorišćene su pogodnosti sistema koje su filtrirale samo naučne radove kod kojih je makar jedan autor iz Srbije ili iz Mađarske, koji su kategorizovani kao robotika, ili koji sadrže ključnu reč robotika. Prilikom filtriranja podataka uzimana su u obzir sledeća polja: AF (pun naziv autora), C1 (adresa autora), OI (ORCID broj autora), WC (nazivi WOS kategorija kojima pripada dati rad), SC (naziv istraživačkih kategorija kojima pripada rad), DE (ključne reči rada koje su definisali autori), ID (ključne reči koje je izgenerisao sam WoS sistem), PY (datum izdavanja naučnog rada) i PU (naziv izdavača). Prilikom formiranja sekundarnog, prečišćenog skupa podataka za analizu, adresa institucije je korišćena za prepoznavanje informacija o državi i gradu u afilijaciji autora. ORCID identifikatori su korišćeni da bi se umanjio problem razrešavanja imena i afilijacija autora publikacija i da bi svaki autor mogao na jedinstven način da se identifikuje u bazi.

S obzirom da se WoS baza podataka delimično održava i dopunjava ručno, veliki udeo u tačnosti podataka zavisi od ljudskog faktora, jer često dolazi do prostih tipografskih grešaka. Takođe, greške proizvode i sami autori radova. Na primer, kada autor rada navede puno ime na drugačiji način, a ne navede svoj ORCID identifikator, ne može se jednoznačno povezati da se radi o istom autoru, što je problem poznat u literaturi [13]. Tipične greške uočene u primarnom skupu podataka uključuju: a) greške pri nepoštovanju pravila navođenja punih imena autora i razdvajanja autora i koautora, b) problemi sa punim imenima autora iz Srbije zbog izostavljanja slova sa dijakritičkim znacima srpske latinice, c) zamena imena i prezimena kod autora iz Mađarske, zbog sličnosti pojedinih imena i prezimena, d) nekonzistentno navođenje imena i prezimena, gde u nekim slučajevima postoje samo inicijali, negde samo inicijali imena i puno prezime i sl.

Sekundarni skup podataka se sastoji od 257 radova iz Srbije koje su napisali 491 različitih autora, kao i nalazi 397 radova sa 785 autora iz Mađarske. Od toga, 117 radova autora iz Srbije je bilo napisano u časopisima, dok je 74 rada autora iz Mađarske. Ostalo predstavljaju radovi sa konferencija koje su indeksirane u WoS. Nad dobijenim sekundarnim skupom podataka su sprovedene odgovarajuće bibliometrijske i naučnometrijske analize po autorima, kao što su celovita i frakciona produktivnost u pogledu radova i poređenje publikacija po godinama izdavanja, impact faktoru, WoS kategorijama i geografskoj raspodeli po naučnoistraživačkim centrima.

3. ANALIZA I DISKUSIJA REZULTATA

U okviru Tabele 1. su uporedno prikazani 10 najbolje rangiranih autora Srbije i Mađarske po broju radova. Rezultati su dati i za celovito i za frakciono brojanje. Celovito i frakciono brojanje daju slične rezultate. Na listi autora iz Mađarske, jedina primetna promena bi nastala kod autora Laszlo Horvath-a koji bi bio rangiran na trećem mestu, dok bi na listi autora iz Srbije poredak nešto značajnije promenila Mirjana M. Filipovic. Iz toga se može zaključiti da ovi autori pišu radove sa nešto manjim brojem koautora u odnosu na druge analizirane autore.

Tabela 1. Uporedni prikaz 10 najbolje rangiranih autora Srbije i Mađarske prema broju radova (CB – celovito brojanje, FB – frakciono brojanje)

Mađarska				Srbija			
Ime	Prezime	CB	FB	Ime	Prezime	CB	FB
Imre J.	Rudas	40	11.427	Miomir K.	Vukobratovic	44	17.925
Jozsef K.	Tar	28	7.343	Veljko	Potkonjak	36	9.467
Tomas	Haidegger	20	4.944	Aleksandar	Rodic	34	9.025
Jozsef	Bokor	16	4.617	Branislav	Borovac	31	9.358
Laszlo	Horvath	12	5.25	Kosta	Jovanovic	19	5.776
Peter	Gaspar	12	4.416	Mirko	Rakovic	19	4.458
Istvan	Harmati	11	4.833	Milos D.	Jovanovic	15	4.608
Bela	Lantos	11	4.333	Mirjana M.	Filipovic	11	5.333
Peter	Korondi	9	2.483	Milutin	Nikolic	11	2.733
Cs.	Banyasz	9	4.5	Dalibor	Petkovic	9	1.792

U okviru Tabele 2. su dati podaci o raspodeli analiziranih radova prema WoS kategorijama za 10 najzastupljenijih kategorija. Kao što je očekivano, najviše radova je objavljeno u kategoriji *Robotics*. Međutim od ostalih kategorija, autori iz Mađarske veću prednost daju oblastima kao što su *Automation & Control Systems*, dok autori iz Srbije su nešto više objavljivali radove svrstavane u oblast *Computer Science, Artificial Intelligence*. Iz Tabele 2. se vidi da su i druge oblasti računarstva dosta zastupljene na listi, što govori o današnjoj povezanosti ove

oblasti sa robotikom. Jedina značajna razlika na obe liste je prisustvo *Computer Science, Cybernetics* kategorija na listi autora iz Mađarske, dok je na listi autora iz Srbije zastupljena kategorija *Engineering, Biomedical*.

Tabela 2. Raspodela radova po WoS kategorijama za autore iz Mađarske i Srbije (CB – celovito brojanje, FB – frakciono brojanje)

Mađarska			Srbija		
WoS kategorija	CB	FB	WoS kategorija	CB	FB
Robotics	385	153.554	Robotics	248	132.559
Automation & Control Systems	202	64.904	Computer Science, Artificial Intelligence	104	37.916
Computer Science, Artificial Intelligence	154	48.25	Automation & Control Systems	58	18.892
Engineering, Electrical & Electronic	150	44.071	Engineering, Electrical & Electronic	58	17.976
Computer Science, Interdisciplinary Applications	39	9.771	Engineering, Mechanical	23	9.25
Computer Science, Theory & Methods	29	7.683	Computer Science, Interdisciplinary Applications	21	6.559
Engineering, Mechanical	26	7.85	Computer Science, Theory & Methods	17	5.5
Computer Science, Information Systems	25	6.5	Engineering, Biomedical	14	5
Engineering, Manufacturing	21	6.566	Engineering, Manufacturing	11	3.666
Computer Science, Cybernetics	20	5.166	Computer Science, Information Systems	8	2.166

Najzastupljeniji časopisi u kojima su objavljivali autori iz Mađarske i Srbije su prikazani u Tabeli 3. U tabeli se nalaze podaci o časopisima u kojima je objavljeno najmanje 5 radova autora iz obe zemlje. Iz Tabele 3 se može uočiti da autori pišu u relativno sličnim časopisima. Jedina značajna razlika se odnosi na časopis *Acta Polytechnica Hungarica* koji je kategorisan kao multidisciplinarni i u kome su objavljivali samo autori iz Mađarske. Takođe, u časopisu *International Journal of Humanoid Robotics* su objavljivali samo autori iz Srbije. Iz Tabele 2 i Tabele 3 se može primetiti da autori iz Mađarske više naginju industrijskim primenama robotike, dok autori iz Srbije su više naklonjeni naučnim temama što se može pripisati jakom nasleđu na polju humanoidne robotike [9].

Tabela 3. Najzastupljeniji časopisi u kojima su objavljivali autori iz Mađarske i Srbije

Časopis	IF 2019	Srbija	Mađarska
JOURNAL OF INTELLIGENT ROBOTIC SYSTEMS	2.259	20	6
ROBOTICA	1.509	17	5
INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMANOID ROBOTICS	1.394	11	-
ROBOTICS AND COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING	5.057	11	7
INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED ROBOTIC SYSTEMS	1.482	9	6
MECHATRONICS	2.992	9	8
ROBOTICS AND AUTONOMOUS SYSTEMS	2.825	5	9
IEEE ROBOTICS AUTOMATION MAGAZINE	3.591	4	6
ACTA POLYTECHNICA HUNGARICA	1.219	-	11

U Tabeli 4. se može videti raspodela radova koje su objavili autori iz Mađarske i Srbije po gradovima i univerzitetskim centrima. U Srbiji je najviše radova napisano na Univerzitetu u Beogradu, ali srazmerno svojoj veličini ni druga dva univerziteta mnogo ne zaostaju. U Mađarskoj su autori iz oblasti robotike uglavnom sa sedištem institucije u Budimpešti. Detaljnija analiza pokazuje da autori iz Mađarske uglavnom dolaze sa Univerziteta u Budimpešti, Mađarske akademije nauka i Obuda univerziteta.

Tabela 4. Raspodela radova po gradovima i univerzitetskim centrima (CB – celovito brojanje, FB – frakciono brojanje)

Mađarska						Srbija					
Grad	CB	FB	Institucija	CB	FB	Grad	CB	FB	Institucija	CB	FB
Budimpešta	423	260	Univerzitet u Budimpešti	148	104.666	Beograd	225	119.503	Univerzitet u Beogradu	138	69.186
			Ostali	275	155.334				Ostali	87	50.317
Segedin	15	9.166	Univerzitet u Segedinu	9	5.333	Novi Sad	72	44.416	Univerzitet u Novom Sadu	65	39.75
			Ostali	6	3.833				Ostali	7	4.666
						Niš	44	20.483	Univerzitet u Nišu	35	16.4
									Ostali	9	4.083

Analiza prikupljenog skupa podataka je pokazala da je samo jedan autor iz Mađarske sarađivao sa jednim autorom iz Srbije na radovima iz časopisa koji su indeksirani u WoS bazi. Ispostavlja se u WoS bazi da je to autor koji ima dvojni afilijaciju Mađarske i Srbije. Međutim, taj autor nije sarađivao sa drugim autorima iz Srbije. Iako se radi o susednim državama, saradnja na ovom polju se može smatrati nedovoljno intenzivnom. Slika se unekoliko menja ukoliko se u obzir uzmu podaci dostupni iz Google Scholar baze podataka koja ima dosta širi zahvat radova koji uključuje i dodatne konferencijske radove i druge izvore. Tada se kao značajna spona između autora Mađarske i Srbije može uočiti autor Gyula Mester koji je bio aktivan profesor u okviru naučnoistraživačkih institucija obe zemlje [11][12] i bavi se robotikom [14][15][16]. On je podjednako sarađivao sa autorima iz obe zemlje, što se može videti na primeru radova kao što su [17][18][19][20]

U drugim analiziranim aspektima se može smatrati da su analizirane zemlje relativno slične po naučnoj produkciji iz oblasti robotike. Autori iz Mađarske prednjače po ukupnom broju istraživača i broju njihovih objavljenih radova, što svedoči o razvoju i primeni robotike u industriji te zemlje. S druge strane, u Srbiji postoji nekoliko prominentnih autora za velikim brojem radova.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazana uporedna analiza naučne produkcije iz oblasti robotike autora iz Mađarske i Srbije kroz odgovarajuće bibliometrijske i naučometrijske analize. Analiza pokazuje da su kvantitativno uspešniji autori iz Mađarske, dok su prema broju radova pojedinačnih autora i radova u časopisima sa *impact* faktorom nešto istaknutiji naučnici iz Srbije. Takođe, analiza je pokazala da su istraživači na polju robotike u Mađarskoj uglavnom skoncentrisani u glavnom gradu, Budimpešti, dok je u Srbiji ta raspodela nešto ravnomernija po univerzitetskim centrima kao što su Beograd, Novi Sad i Niš. Dalja istraživanja će se fokusirati na dublju analizu karakteristika kolaboracionih mreža autora u dve zemlje uz primenu metoda i metrika za analizu kompleksnih mreža, kako bi se stekao bolji uvid u strukturu samih mreža. Istraživanje bi moglo obuhvatiti i citatnu analizu. Takođe, u obzir će biti uzeti i drugi izvori informacija, kao što su Scopus i Google Scholar, kako bi se istražile eventualne veze autora dve zemlje na polju robotike koje nisu prisutne kroz koautorstvo na radovima evidentiranim u okviru WoS baze.

5. LITERATURA

- [1] G. Mester, 2015, *Merenje rezultata naučnog rada*, Tehnika-Mašinstvo, Belgrade, Serbia, Vol. 64, No. 3, ISSN 0040-2176, pp. 445-454.
- [2] Gyula Mester, Metode naučne metrike i rangiranja naučnih rezultata, 3-6. June 2013, Proceedings of 57th ETRAN Conference, Zlatibor, Serbia, pp. RO3.5.1-3
- [3] G. Mester, 07-08.05.2015, *New Trends in Scientometrics*, Proceedings of the SIP 2015, 33rd International Conference Science in Practice, Schweinfurt, Germany, pp. 22-27.
- [4] M. Savić, M. Ivanović, B. Dimić Surla, *Analysis of intra-institutional research collaboration: a case of a Serbian faculty of sciences*, Scientometrics, 110(1), 2017., pp. 195-216.
- [5] D. Milovančević, M. Mišić, J. Protić, *Mrežna analiza naučne kolaboracije zaposlenih na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu na osnovu institucionalne evidencije objavljenih radova*, XXIV Skup TREND OVI RAZVOJA, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Kopaonik, Feb, 2018., pp. 238-241.
- [6] M. Pavkovic, J. Protic, *An analysis of scientific publications from Serbia: The case of computer science*, ISSI, 2015.
- [7] Đ. Živanović, M. Mišić, D. Milovančević, J. Protić, *Uporedna analiza naučne produkcije iz oblasti računarstva na Univerzitetu u Beogradu*, XXV Skup TREND OVI RAZVOJA, pp. 241-244, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Kopaonik, Feb, 2019.
- [8] M. Savić, M. Ivanović, M. Radovanović, Z. Ognjanović, A. Pejović, T. Jakšić Krüger, *The structure and evolution of scientific collaboration in Serbian mathematical journals*, Scientometrics, 101(3), 2014., pp. 1805-1830.
- [9] I. Borenovic, *The short and exciting history of Serbian robotics*, <https://www.011info.com/en/get-to-know-belgrade/the-short-and-exciting-history-of-serbian-robotics>
- [10] Budapest Bussines Journal, *Use of robots increasing in Hungarian industry*, Januar, 2018., <https://bbj.hu/budapest/events/conferences/use-of-robots-increasing-in-hungarian-industry->
- [11] G. Mester, J. Pissarov, D. Zilahy, *Magyarországi robotikai kutatók ranglistája*, XXXV. Jubileumi Kandó Konferencia (JKK2019), konferencia kiadvány, 2019.11.14-15, Óbuda University, Budapest, pp. 224 – 232.
- [12] G. Mester, *Rangiranje istraživača robotike*, Trend 2020, XXVI Skup Trendovi Razvoja: "Inovacije u Modernom Obrazovanju", Zbornik radova, p. 574, paper No. UP3, Kopaonik, Serbia, 16-19.02.2020., pp. 395-398.
- [13] I. Mitrović and J. Protić, *Problems with affiliations, names and personal identity in the process of evaluating higher education institutions*, EDULEARN14 Proceedings, 2014., pp. 2524-2533.
- [14] Gyula Mester, May 14-16, 2015, *Modeling of Autonomous Hexa-Rotor Microcopter*, Proceedings of the IIIrd International Conference and Workshop Mechatronics in Practice and Education, MechEdu 2015, Subotica, Serbia, ISBN 978-86-918815-0-4, pp. 88-91.
- [15] Gyula Mester, *Obstacle - Slope Avoidance and Velocity Control of Wheeled Mobile Robots Using Fuzzy Reasoning*, Proceedings of the IEEE 13th International Conference on Intelligent Engineering Systems, INES 2009, April 16-18, 2009, Barbados, ISBN: 978-1-4244-4113-6, DOI: 10.1109/INES.2009.4924770, pp. 245-249.
- [16] Gyula Mester, *Backstepping Control for Hexa-Rotor Microcopter*, Acta Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering, Tome VIII, Fascicule 3, July – September 2015, ISSN 2067-3809, pp. 121-125.
- [17] Gyula Mester, Aleksandar Rodic, *Navigation of an Autonomous Outdoor Quadrotor Helicopter*, Proceedings of the 2nd International Conference on Internet Society Technologie and Management ICIST, Kopaonik, Serbia, 01-03.03.2012, ISBN: 978-86-85525-10-0, pp. 259-262.
- [18] Aleksandar Rodic, Gyula Mester, *Control of a Quadrotor Flight*, Conference: ICIST Conference, Kopaonik, Serbia, 03-06.03.2013, ISBN: 978-86-85525-12-4, pp. 61-66.
- [19] G. Mester, S. Pletl, G. Pajor, D. Basic, *Adaptive Control of Rigid-Link Flexible-Joint Robots*, Proceedings of 3rd International Workshop of Advanced Motion Control, March 1994., Berkeley, USA, pp. 593-602.
- [20] G. Mester, S. Pletl, G. Pajor, I. Rudas, *Adaptive Control of Robot Manipulators with Fuzzy Supervisor Using Genetic Algorithms*, Proceedings of International Conference on Recent Advances in Mechatronics, ICRAM, 1995., pp. 661-666.