

Analiza kurseva veštačke inteligencije – predlozi za unapređenje

Analysis of artificial intelligence courses - suggestions for improvement

Aleksandar Šijan¹, Luka Ilić², Bratislav Predić³, Darjan Karabašević⁴
Fakultet za primenjeni menadžment, ekonomiju i finansije, Beograd¹
Elektronski fakultet, Niš²

Sadržaj – Trenutno, u Republici Srbiji, ne postoje studijski programi osnovnih studija koji adekvatno pripremaju studente za polje veštačke inteligencije, a postojeći kursevi zahtevaju prilagođavanje uslovima savremenog sveta.

Rad je struktuiran tako da se u prvom delu izlaže komparativna analiza kurseva veštačke inteligencije koji se izučavaju u Republici Srbiji u odnosu na odabrane vodeće kurseve koji se izučavaju u inostranstvu. Vodeći kursevi u inostranstvu koji služe komparaciji odabrani su na temelju adekvatnog rangiranja od strane tela zaduženog za verifikaciju visokog obrazovanja. Aspekti na temelju kojih je sprovedena komparacija su kurikulum, način izvođenja nastave, motivacija studenata, neophodno i pruženo predznanje kao preduslov za produktivno pohađanje kurseva. U drugom delu rada na temelju istih aspekata se izlažu konkretne i merljive preporuke za unapređenje kurseva u Republici Srbiji što bi bio korak ka izgradnji integrisanog studijskog programa posvećenog AI.

Osnovni cilj ovog rada je analiza postojećeg stanja u našoj zemlji i davanje konkretnih predloga za unapređenje kurseva veštačke inteligencije, kako bismo na vreme uhvatili korak sa ostalim razvijenim zemljama.

Abstract - Currently, in the Republic of Serbia, there are no undergraduate study programs that adequately prepare students for the field of artificial intelligence, and the existing courses require adaptation to the conditions of the modern world.

The paper is structured in such a way that the first part presents a comparative analysis of artificial intelligence courses studied in the Republic of Serbia in relation to selected leading courses studied abroad. Leading courses abroad that serve comparison are selected on the basis of adequate ranking by the body in charge of verifying higher education. Aspects on the basis of which the comparison was conducted are the curriculum, the way of teaching, the motivation of students, the necessary and provided prior knowledge as a prerequisite for productive course attendance. In the second part of the paper, based on the same aspects, concrete and measurable recommendations for the improvement of courses in the Republic of Serbia are presented, which would be a step towards building an integrated study program dedicated to AI.

The main goal of this paper is to analyze the current situation in our country and give concrete proposals for the improvement of artificial intelligence courses, in order to catch up with other developed countries in time.

1. UVOD

Poslednjih nekoliko godina svedoci smo ponovnog rasta zainteresovanosti za polje veštačke inteligencije (AI), zbog njene sve veće primene u današnjim tehnologijama koje ljudima olakšavaju svakodnevni život. Ovaj trend je ključno ispratiti i kvalitetno se pripremiti za praćenje budućih razvoja u ovom polju. Stoga je od izuzetnog značaja kvalitetna edukacija kadrova, kako bi u budućnosti mogli da se suoče sa svim izazovima koje ovako kompleksno polje zahteva.

Trenutno ne postoje studijski programi osnovnih akademskih studija koji adekvatno pripremaju studente u našoj zemlji, a postojeći kursevi zahtevaju temeljno restruktuiranje radi prilagođavanja uslovima savremenog sveta.

2. PREGLED IZABRANIH KURSEVA OAS U RS

Najpre ćemo pristupiti analizi trenutnog stanja kurseva veštačke inteligencije na osnovnim akademskim studijama u Republici Srbiji u okviru odgovarajućih studijskih programa i modula (elektrotehnika i računarstvo, računarstvo i informatika i sl). Cilj ovog pregleda nije navođenje svih postojećih kurseva OAS na fakultetima u RS, nego uvidanje generalnog trenda odnosno paternu koji ćemo onda uporediti sa generalnim trendom inostranih kurseva.

Na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, studenti koji izaberu modul Računarstvo i informatika, na četvrtoj godini pohađaće obavezan kurs Veštačka inteligencija. Takođe, imaće priliku da biraju dva izborna kursa – Računarski vid i Mašinska inteligencija u logičkim igrama [1]. U okviru Fakulteta za informatiku i računarstvo Univerziteta Singidunum studenti imaju priliku da se susretnu sa kursom Veštačka inteligencija na četvrtoj godini [2]. Studenti Matematičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu imaju dva kursa veštačke inteligencije na trećoj godini studija - Uvod u veštačku inteligenciju koji je obavezan i izborni kurs Računarska inteligencija [3]. Slična situacija je i sa studentima Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Kragujevcu gde studenti treće godine imaju mogućnost da slušaju predmete Uvod u veštačku inteligenciju, Inteligentni sistemi i Robotika, s tim što su predmeti Inteligentni sistemi i Robotika izborni [4].

Iz nekoliko navedenih primera nasumično izabranih fakulteta, možemo zaključiti da je generalni trend sledeći – jedan ili dva obavezna kursa na završnim godinama studija.

3. PREGLED STUDIJSKIH PROGRAMA U RS

Stanje sa studijskim programima master i doktorskih akademskih studija je drugačije, pa tako imamo *full fledged* studijske programe, i to pet studijskih programa master akademskih studija:

1. *Veštačka inteligencija i mašinsko učenje* > *Fakultet tehničkih nauka (UNS)* [5]
2. *Veštačka inteligencija na srpskom i engleskom jeziku* > *Prirodno-matematički fakultet (UNS)* [5]
3. *Veštačka inteligencija i mašinsko učenje* > *Prirodno-matematički fakultet (NI)* [5]
4. *Inteligentna analiza podataka* > *NI* [5]
5. *Inteligentni sistemi* > *RAF (Univerzitet Union)* [5]

I dva studijska programa doktorskih akademskih studija:

1. *Inteligentni sistemi na srpskom i engleskom jeziku* > *Univerzitet u Beogradu* [5]
2. *Inteligentno softversko inženjerstvo* > *Univerzitet Singidunum* [5]

Ovde treba naglasiti da je ovo konačna lista studijskih programa posle diplomskih studija. Nakon uvida u gore izlistane studijske programe, možemo da donesemo zaključak kako je slabo zastupljen grad Beograd kao glavni grad i najveći univerzitetski centar, a koji bi po prirodi stvari trebalo da bude glavni motor inovacija i progresu.

4. PREGLED IZABRANIH INO KURSEVA

Slično pregledu kurseva OAS u RS, ni u ovom delu nećemo navoditi sve postojeće inostrane kurseve, jer to u zadatim okvirima, zbog njihove brojnosti, ne bi bilo optimalno. Cilj pregleda je da uočimo generalni trend i zatim da ga uporedimo sa generalnim trendom u RS. Kursevi koji će biti prikazani su nasumično izabrani kursevi sa različitih inostranih univerziteta:

1. *BSc (Hons) in Artificial Intelligence, Anglia Ruskin University (Cambridge, United Kingdom)* [7]
2. *BSc in Artificial Intelligence, Indiana University-Purdue University Indianapolis (Indianapolis, USA)* [8]
3. *BSc in Robotics and Intelligent Systems, Jacobs University (Bremen, Germany)* [9]
4. *B.Sc. in Artificial Intelligence, Poznan University of Technology (Poznań, Poland)* [10]

Ono što se odmah primećuje je postojanje studijskih programa veštačke inteligencije, bilo da je reč o trogodišnjim ili četvorogodišnjim programima, već od osnovnih akademskih studija. Ovakav pristup (postojanje studijskih programa već od OAS) studentima omogućava kontinuirano usavršavanje i specijalizaciju.

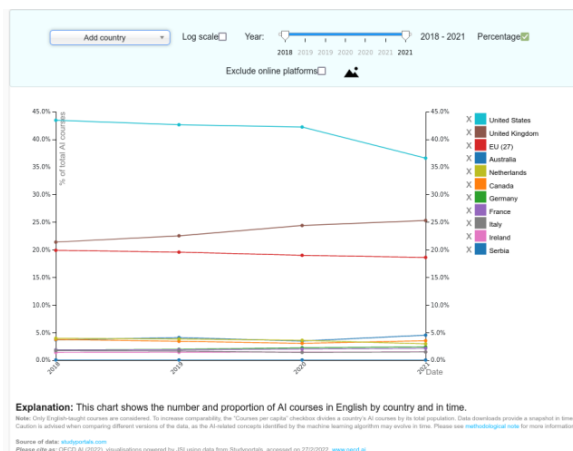
Ukoliko uporedimo navedene inostrane programe sa programima u RS, uočavamo da je razlika ogromna:

celokupni studijski programi, naspram jednog ili dva kursa na završnim godinama osnovnih akademskih studija. Stoga nije moguće izvršiti odgovarajuće poređenje i ovaj nalaz ide u prilog oceni trenutnog stanja koje daje dosta prostora za unapređenje.

5. KURIKULUM

Videli smo da nije moguće porediti kurikulume na OAS, pa ćemo se fokusirati na poređenje kurikuluma na MAS. Ako uporedimo studijske programe master akademskih studija na Univerzitetu u Nišu i Univerzitetu u Novom Sadu sa odgovarajućim studijskim programom na Univerzitetu Utreht možemo da vidimo da studijski istraživački rad na NI učestvuje sa 22.5% [11], a na UNS sa samo 13% [12] u ukupnom broju ESPB, dok je učešće SIR na Univerzitetu Utreht 37% [13].

Nakon ove analize možemo na slici 1 videti još jednu ilustraciju pozicioniranja RS u odnosu na druge zemlje.



Slika 1. AI kursevi by country [6]

Na slici 1 je prikazana proporcija AI kurseva na engleskom jeziku u selektovanim zemljama u periodu 2018-2021. Kao što smo videli samo dva studijska programa u RS nude nastavu na engleskom jeziku – master program Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu (Veštačka inteligencija na srpskom i engleskom jeziku) i program doktorskih studija na Univerzitetu u Beogradu (Inteligentni sistemi na srpskom i engleskom jeziku), pa je plava boja (koja na slici 1 prikazuje RS) skroz na dnu grafikona ispod 0.1%.

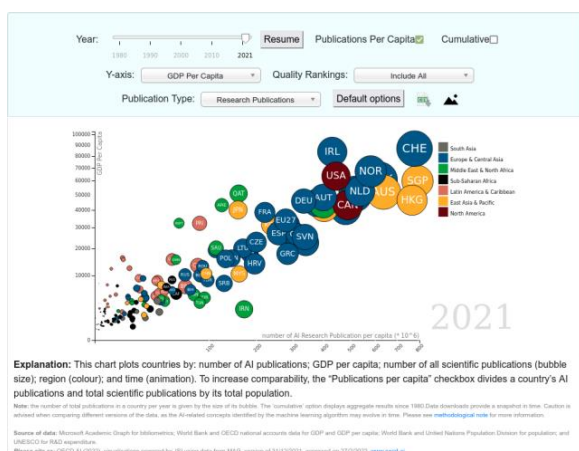
Izvodimo zaključak da su nepostojanje odgovarajućeg studijskog programa na OAS studenti master studija primorani da nadoknade u godinu ili dve. Temeljnije, postepenije, dugotrajnije usvajanje znanja i veština na osnovnim studijama sažima se u mnogo kraći vremenski period sa ozbiljnim nedostacima u pogledu temelja i osnova koje ih priprema za kasniju apsorpciju viših i kompleksnijih znanja. Fokus je na nadoknadi propuštenoga ne na usavršavanju kroz samostalni studijski istraživački rad i pripremu za dalje usavršavanje. Na taj način, nepostojanje programa na osnovnim studijama utiče na celokupno generacijsko kašnjenje naših kadrova za poljem

AI koje je u kontinuiranoj promeni i usavršavanju. Trka s vremenom i civilizacijskim napretkom bi se mogla razrešiti jednostavnim strukturalnim promenama.

6. IZVOĐENJE NASTAVE

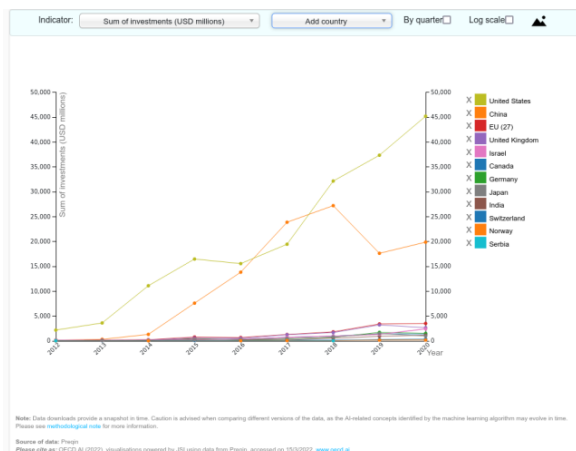
Za izvođenje nastave presudno je postojanje motivisanih stručnih profesora i pedagoga, mentorski rad sa studentima i dostupnost odgovarajuće infrastrukture za izvođenje praktičnih laboratorijskih ispitivanja.

Motivisanost profesora je izuzetno kompleksna tema, koja zahteva multidisciplinarni pristup a, između ostalog, je i deo šireg društvenog konteksta, pa se njome ovaj rad neće temeljnije baviti. S druge strane, stručnost je moguće operacionalizovati preko broja publikacija u renomiranim naučnim časopisima.



Slika 2. Broj publikacija po glavi stanovnika [14]

U tu svrhu, na slici 2 možemo da vidimo broj publikacija po glavi stanovnika u periodu 1980-2021. (zapravo je u pitanju animacija koju možete da pokrenete na sajtu [oecd.ai](https://data.oecd.ai)). Na Y-osi je prikazan GDP po glavi stanovnika. Od zemalja u okruženju RS je lošije kotirana od Hrvatske i Slovenije, ali je bolje kotirana od Rusije, Kine i Bosne i Hercegovine. Takođe, ako uporedimo GDP zaključujemo da je samo Iran bolje kotiran od RS, a da ima manji GDP po glavi stanovnika. Postavlja se pitanje da li GDP po glavi stanovnika utiče na to da zemlja bude bolje kotirana na ovom grafikonu tj. da li zemlje sa boljim životnim standardom više ulažu u razvoj nauke, ljude koji se bave naučnim radom i na kraju i u razvoj veštačke inteligencije i istraživanja koja imaju veze sa istom. Da bismo dali odgovor na ovo pitanje pogledaćemo još jedan grafik sa sajta [oecd.ai](https://data.oecd.ai).



Slika 3. Ulaganja preduzetnog kapitala [15]

Na slici 3 možemo da vidimo ulaganja u polje veštačke inteligencije u milionima dolara u periodu 2012-2021. za selektovane zemlje. Na grafikonu vidno odskoču Sjedinjene Američke Države i Kina pa možemo da ih zanemarimo, pošto ne želimo da analiziramo granične slučajeve, i da se fokusiramo na ostale zemlje koje imaju približno slična ulaganja preduzetnog kapitala u polje veštačke inteligencije.

Podatak koji značajno može da rasvetli odnos između broja publikacija i GDP po glavi stanovnika jeste primer Švajcarske i Norveške. Ove dve države, kao što se može pročitati sa slike 2 su imale među najvećim brojem publikacija po glavi stanovnika dok se prema ulaganjima kapitala u ovo polje uopšte ne nalaze u grupi država koje ulažu mnogo u poređenju sa državama sa slike 3, a koje imaju dosta manje publikacija po glavi stanovnika. Ova disproporcija ne ide u prilog tezi da je broj publikacija u bilo kojoj vezi sa GDP-om po glavi stanovnika.

Za postojanje mentorskog rada sa studentima potrebno je da se formiraju optimalne grupe gde će profesor moći da se posveti svakom studentu tokom izvođenja nastave na svom kursu i da stimuliše njihovo aktivno uključivanje kroz diskusije, projekte, vežbanja i sl.

Poslednje, ali nikako u vrednosnom smislu, je i postojanje odgovarajuće infrastrukture gde studenti mogu na praktičan način da provere usvojeno teorijsko znanje i u realnim okolnostima testiraju sisteme o kojima su učili.

7. PREDLOZI ZA UNAPREĐENJE

Na osnovu prethodno odrađene analize u sledećim redovima biće izneti konkretni predlozi za unapređenje trenutnog stanja:

1. *Mentorstvo* > Pomoć mladim istraživačima koji se bave AI u vidu kolaboracije u pisanju naučnih radova i rada na projektima
2. *Sharing is caring* > Deljenje znanja, dostignuća i iskustava u okviru zajednice
3. *Pristupačnost* > Subvencije za kotizacije i dostupnost resursa potrebnih za istraživanja

4. *Fokus* > Formiranje specijalizovanih studijskih programa na OAS
5. *Dekompozicija* > Praktično izvođenje nastave na OAS, odnosno fokus na SIR na MAS i DAS

8. ZAKLJUČAK

Nedovoljno je imati jedan ili dva kursa na završnim godinama osnovnih akademskih studija, jer se time rasipa fokus na druge oblasti i studenti onda moraju da nadoknade celokupno gradivo za jednu (većina tehničko-tehnoloških fakulteta u RS ima trajanje master programa jednu godinu) ili dve godine master studija (ukoliko se student odluči za taj korak) oduzimajući im fokus na studijski istraživački rad i pripremu za dalje usavršavanje. Master studije tako preuzimaju koncept osnovnih akademskih studija.

Na taj način se ne stvara dobra baza za nastavak usavršavanja u oblasti veštačke inteligencije i zbog toga je neophodno formirati studijske programe već na osnovnim studijama i ispratiti ostale predloge za unapređenje: Mentorstvo, Sharing is caring, pristupačnost, fokus i dekompozicija.

LITERATURA

- [1] Elektronski fakultet Univerziteta u Nišu, OAS Modul Računarstvo i informatika, <https://www.elfak.ni.ac.rs/studije/oas-akreditacija-2019/oas-rii-2019> Preuzeto 4.2022.
- [2] Univerzitet Singidunum, Stranice predmeta: OAS Informatika i računarstvo, <http://predmet.singidunum.ac.rs/course/index.php?categoryid=39> Preuzeto 4.2022.
- [3] Matematički fakultet Univerziteta u Beogradu, OAS Studijski program Informatika, <http://www.matf.bg.ac.rs/m/180/osnovne-informatika/> Preuzeto 4.2022.
- [4] Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Kragujevcu, OAS Informatika, https://www.pmf.kg.ac.rs/pub/de899818ec58d0c3fb0a26d aa2e9e4af_12022016_123652/oasspinformatika.pdf Preuzeto 4.2022.
- [5] Nacionalno telo za akreditaciju i proveru kvaliteta u visokom obrazovanju, Ishodi akreditacija visokoškolskih ustanova i studijskih programa, <https://www.nat.rs/wp-content/uploads/2022/03/Ishodi-akreditacija-31.03.2022.pdf> Preuzeto 4.2022.
- [6] OECD, Trends and data, <https://oecd.ai/en/data?selectedArea=ai-education&selectedVisualization=ai-courses-by-country-in-time> Preuzeto 4.2022.
- [7] Anglia Ruskin University, Bsc Artificial Intelligence, <https://aru.ac.uk/study/undergraduate/artificial-intelligence> Preuzeto 4.2022.
- [8] Indiana University-Purdue University Indianapolis, BSc Artificial Intelligence, <https://et.iupui.edu/departments/ece/programs/ai/> Preuzeto 4.2022.
- [9] Jacobs University, BSc Robotics and Intelligent Systems, <https://www.jacobs-university.de/study/undergraduate/programs/robotics-and-intelligent-systems> Preuzeto 4.2022.
- [10] Poznan University of Technology, B.Sc. Artificial Intelligence, https://www-old.put.poznan.pl/sites/default/files/attachments/02_studie_s_bsc_artificial-intelligence_5_0.pdf Preuzeto 4.2022.
- [11] Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Nišu, MAS Veštačka inteligencija i mašinsko učenje, https://www.pmf.ni.ac.rs/download/akreditacija_2021/MAS_VIMU_Struktura.pdf Preuzeto 4.2022.
- [12] Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, MAS Veštačka inteligencija i mašinsko učenje, <http://www.ftn.uns.ac.rs/n810555488/vestacka-inteligencija-i-masinsko-ucenje> Preuzeto 4.2022.
- [13] Utrecht University, MSc Artificial Intelligence, <https://www.uu.nl/masters/en/artificial-intelligence/study-programme> Preuzeto 4.2022.
- [14] OECD, Trends and data, <https://oecd.ai/en/data?selectedArea=ai-research> Preuzeto 4.2022.
- [15] OECD, Trends and data, <https://oecd.ai/en/data?selectedArea=investments-in-ai&selectedVisualization=vc-investments-in-ai-by-country> Preuzeto 4.2022.