

MASTER AKADEMSKE STUDIJE: VEŠTAČKA INTELIGENCIJA I MAŠINSKO UČENJE

Aleksandar Kupusinac¹

¹Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

¹sasak@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: Na konkursu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (MPNTR), predlog studijskog programa master akademskih studija *Veštačka inteligencija i mašinsko učenje*, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu (FTN) zauzeo je prvo mesto. Komisija za akreditaciju i proveru kvaliteta (KAPK) je 05. novembra 2021. godine donela odluku o akreditaciji ovog studijskog programa. Ovaj rad se bavi analizom studijskog programa *Veštačka inteligencija i mašinsko učenje*.

Ključne reči: *Veštačka inteligencija i mašinsko učenje, master akademske studije*

THE MASTER ACADEMIC STUDIES: ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING

Abstract: At the competition of the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia (MPNTR), the proposed study program of the master's academic studies *Artificial Intelligence and Machine Learning* of the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad (FTN) took first place. On the November 5, 2021, the Commission for Accreditation and Quality Assurance (KAPK) made a decision on the accreditation of this study program. This paper deals with the analyzes of study program *Artificial Intelligence and Machine Learning*.

Key Words: *Artificial intelligence and machine learning, master academic studies*

1. UVOD

Veštačka inteligencija je naučna oblast u okviru računarstva, koja se bavi stvaranjem inteligentnih softvera i hardvera u cilju imitiranja ljudske inteligencije. Mašinsko učenje je podoblast veštačke inteligencije, koja se bavi izučavanjem softvera i hardvera koji samostalno (bez dodatnih instrukcija) na osnovu ulaznih podataka izvršavaju određene zadatke kao što su predikcija, klasifikacija ili odlučivanje. Mašinsko učenje se bavi konstruisanjem algoritama sposobnih za predviđanje novih situacija na osnovu prethodnog iskustva. Veštačka inteligencija i mašinsko učenje su u prethodnoj deceniji imali nagli skok u razvoju zahvaljujući primeni dubokih neuronskih mreža, dostupnosti velikih količina podataka i mogućnostima današnjeg hardvera. Veštačka inteligencija i mašinsko učenje nalaze primenu u raznim oblastima i dobijaju odlike tehnologije opšte namene koje menjaju svet.

U skladu sa usvojenom Strategijom za razvoj veštačke inteligencije u Republici Srbiji za period 2020-2025. godine [1], Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja R Srbije je raspisalo Javni konkurs za izbor master studijskih programa iz oblasti veštačke inteligencije (mašinskog učenja), koji je bio otvoren do 24. septembra 2020. godine i na koji su se mogli prijaviti univerziteti ili fakulteti čiji je osnivač Republika Srbija, odnosno autonomna pokrajina, a koji realizuju osnovne i master studijske programe iz oblasti Računarske nauke i Elektrotehničko i računarsko inženjerstvo [2]. Na ovom konkursu FTN je osvojio prvo mesto za predlog studijskog programa master akademskih studija *Veštačka inteligencija i mašinsko učenje* [3].

2. OPIS STUDIJSKOG PROGRAMA

Studijski program master akademskih studija *Veštačka inteligencija i mašinsko učenje* (VIMU-MAS) pripada obrazovno-naučnom polju Tehničko-tehnološke nauke i naučnoj oblasti Elektrotehničko i računarsko inženjerstvo. VIMU-MAS traje 2 godine/4 semestra (120 ESPB), a planirani broj studenata koji će se upisati na prvu godinu iznosi 40. Završetkom studija stiče se zvanje Master inženjer elektrotehnike i računarstva. Glavna ideja studijskog programa opisana je u uvodnom delu dokumentacije za akreditaciju [4]:

Studijski program master akademskih studija Veštačke inteligencije i mašinskog učenja biće realizovan u saradnji većeg broja departmana Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu.

Studijski program koncentrisan je oko tri osnovne oblasti: mašinskog učenja, dubokog učenja i softverskog inženjerstva u oblasti mašinskog učenja. Pored toga, na studijskom programu se izučavaju i specifične posebne oblasti, konkretno: obrada prirodnog govora, računarska vizija, robotika, primene veštačke inteligencije u medicini, kao i druge oblasti. Ovim studijskim programom školovaće se visokoobrazovani kadar, spreman da se smesta uključi u rad u privredi, i sposoban da prati brži razvoj veštačke inteligencije i njoj srodnih disciplina. Taj kadar će uspešno učestvovati i u sadašnjoj privredi, a biće u stanju i da je unapredi i da isprati razvoj savremenih tehnologija, te da obezbedi dalji razvoj i napredak u skladu sa Strategijom razvoja u oblasti veštačke inteligencije u Republici Srbiji.

Program je koncipiran tako da obrazuje inženjere koji će biti visoko osposobljeni za rad u privredi, ali i za nastavak školovanja na odgovarajućim doktorskim studijama u zemlji ili inostranstvu.

Upis kandidata je opisan u dokumentaciji za akreditaciju u okviru Standarda 7 [4]:

Na konkurs za upis mogu se prijaviti kandidati koji su završili odgovarajuće osnovne trogodišnje ili četvorogodišnje akademske studije koje vrede najmanje 180 ESPB, što je i definisano u Pravilniku o upisu studenata na studijske programe. Komisija za kvalitet studijskog programa master akademskih studija Veštačke inteligencije i mašinskog učenja vrši vrednovanje svršenog studijskog programa svakog pojedinačnog prijavljenog kandidata i donosi odluku da li je odgovarajući ili ne.

3. KURIKULUM

U dokumenaciji za akreditaciju je navedeno da obavezni predmeti pokrivaju oblasti mašinskog učenja (matematičke osnove mašinskog učenja, metode optimizacije sa primenama u obučavanju modela mašinskog učenja, osnovni principi nadgledanog i nenadgledanog učenja, kao i učenja sa nagrađivanjem, statističke i kernel metode, metode klasifikacije, grupisanja, regresije, osnovni principi obučavanja i implementacije veštačkih neuronskih mreža itd.), dubokog učenja (principi projektovanja dubokih neuralnih arhitektura i njihovog obučavanja i testiranja, duboke konvolucione i rekurentne mreže, kao što su LSTM i GRU mreže itd.) i softverskog inženjerstva u oblasti mašinskog učenja (različite platforme i alati za razvoj softverskih rešenja, prikupljanje i obradu podataka, rad sa velikim skupovima podataka itd.). U skladu sa svojim interesovanjima i uz konsultacije sa savetnikom (rukovodiocem studijskog programa) student se kroz izbor predmeta opredeljuje za neku od oblasti: obrada prirodnog govora, kompjuterski vid, robotika, veštačka inteligencija u medicini, hardverske platforme u veštačkoj inteligenciji, inteligentni sistemi, multiagentski sistemi, inteligentna obrada podataka [4].

PRVA GODINA

Matematičke osnove mašinskog učenja

Obavezni

Izborna grupa 1:

- Sistemi za istraživanje i analizu podataka
- Modeliranje i optimizacija učenjem iz podataka
- Uvod u inteligentna i autonomna vozila
- Osnove mašinskog učenja sa primenama
- Probabilistički grafički modeli

Izborni
Izborni
Izborni
Izborni
Izborni

Izborna grupa 2:

1. Semantički veb
2. Statističko programiranje
3. Računarske mreže, magistrale i protokoli u automobilu
4. IoT tehnologije i edge computing
5. Integracija informacionih sistema zasnovanih na veštačkoj inteligenciji
6. Probabilistički grafički modeli
7. Mašinska vizija

Izborni
Izborni
Izborni
Izborni
Izborni
Izborni
Izborni

Izborna grupa 3:

- Arhitektura sistema velikih skupova podataka
- Modelovanje podataka u medicini
- Analiza procesa i podataka na mrežama
- Softver u realnom vremenu
- Programiranje robotskih sistema

Izborni
Izborni
Izborni
Izborni
Izborni

Izborna grupa 4:

- Neuronske mreže
- Modeliranje i optimizacija učenjem iz podataka
- Osnove mašinskog učenja sa primenama
- Metode i tehnike dubokog učenja
- Hardverske platforme za veštačku inteligenciju i mašinsko učenje
- Osnovi robotike

Izborni
Izborni
Izborni
Izborni
Izborni
Izborni

Principi dubokog učenja

Obavezni

Tehnologije i alati u mašinskom učenju	Obavezni
Izborna grupa 5:	
• Razvoj hardvera za sisteme dubokog učenja sa nagrađivanjem	Izborni
• Napredne tehnike računarske inteligencije	Izborni
• Napredne tehnike adaptivnih i samoobučavajućih algoritama	Izborni
• Sistemi poslovne inteligencije	Izborni
• Napredna robotika	Izborni
• Istraživanje podataka u medicini	
Izborna grupa 6:	
• Mašinsko učenje u IoT tehnologijama	Izborni
• Računarska analiza teksta	Izborni
• Istraživanje podataka u medicini	Izborni
• Mobilna robotika	Izborni
• Upravljanje servisima informacionih tehnologija	Izborni
• Vizuelizacija podataka u medicini	Izborni
• Softverski stek i alati za razvoj funkcionalno bezbednog automobilskeg softvera	
• Arhitekture i integracije softversko-fizičkih sistema	
Izborna grupa 7:	
• Embedded sistemi sa kontinuiranim učenjem	Izborni
• Vizuelizacija podataka u medicini	Izborni
• Mašinsko učenje sa grafovima	Izborni
• Interaktivni medicinski sistemi	Izborni
• Digitalna obrada slike i videa u autonomnim vozilima	Izborni
• Informacije u multimediji	Izborni
• Multimodalna percepcija čoveka i mašine	
• Arhitekture i integracije softversko-fizičkih sistema	
DRUGA GODINA	
Izborna pozicija 8:	
• Distribuirana obrada signala	Izborni
• Analiza i istraživanje softverskog koda	Izborni
• Kognitivna grafika u medicini	Izborni
• Inteligentni upravljački sistemi	Izborni
• Platforme za industrijsku primenu algoritama veštačke inteligencije	Izborni
• Humanoidna robotika	Izborni
• Inteligentno upravljanje rizikom u medicinskim podacima	
• Duboko učenje u sistemima autonomnih i umreženih vozila	
Izborna pozicija 9:	
• Kognitivne radio-komunikacije	Izborni
• Platforme za industrijsku primenu algoritama veštačke inteligencije	Izborni
• Primenjena teorija igara	Izborni
• Timski rad	Izborni
• Govorna komunikacija čovek-mašina	Izborni
• Dijagnostičke vizuelizacije	Izborni
• Neuralne proteze i neuralni interfejsi	
• Percepcija, planiranje i kontrola autonomnog vozila	
Izborna pozicija 10:	
• Kompjuterska vizija	Izborni
• Primena veštačke inteligencije u bezbednosti i privatnosti podataka	Izborni
• Ekspertski sistemi i podrška kliničkom odlučivanju	Izborni

• rimena veštačke inteligencije u geoprostornim i geosenzorskim sistemima • Metode za snimanje i analizu kretanja • Kognitivna grafika u medicini • Procesi u razvoju automobilskeg softvera	Izborni Izborni Izborni Izborni
Izborna pozicija 11:	
• Inteligentni embeded sistemi • Blokcejn i podaci u medicini • Platforme za industrijsku primenu algoritama veštačke inteligencije • Emotivna veštačka inteligencija i afektivno računarstvo • Interakcija čoveka i robota • Međuračunarske komunikacije i računarske mreže • Kompjuterska vizija u medicini	Izborni Izborni Izborni Izborni Izborni Izborni Izborni
Izborna pozicija 12:	
• Biološki inspirisani veštački neuralni sistemi • Analiza socijalnih mreža • Programske tehnike u multimediji • Geoprostorni sistemi sa velikim količinama podataka • Kognitivna robotika • Ekspertski sistemi i podrška kliničkom odlučivanju • Praktikum iz projektovanja autonomnog vozila • Govorna komunikacija čovek-mašina • Big Data sistemi i analitika	Izborni Izborni Izborni Izborni Izborni Izborni Izborni Izborni Izborni
Stručna praksa	Obavezni
Projekti primene veštačke inteligencije i mašinskog učenja	Obavezni
Master rad - studijsko-istraživački rad	Obavezni
Master rad - izrada i odbrana	Obavezni

4. ZAHVALNICA

Ovaj rad je podržan od strane Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Departmana za računarstvo i automatiku u okviru realizacije projekta "Unapređenje procesa i metoda akademskog obrazovanja i istraživanja u računarstvu i automatiki".

5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan studijski program master akademskih studija *Veštačka inteligencija i mašinsko učenje*. Završetkom ovog studijskog programa stiče se kompetentnost za rešavanje konkretnih problema iz ove oblasti uz upotrebu stručnih i naučnih metoda i postupaka, sposobnost kritičkog mišljenja pri analizi problema i sintezi rešenja, kao i sposobnost implementacije rešenja uz primenu savremenih tehnologija i alata.

6. LITERATURA

- [1] *Strategija razvoja veštačke inteligencije u Republici Srbiji za period 2020–2025. godine*; <https://www.srbija.gov.rs/tekst/437277>
- [2] *Javni konkurs za izbor master studijskih programa iz oblasti veštačke inteligencije (mašinskog učenja)*; Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja R Srbije, <https://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2020/06/Tekst-konkursa.pdf>
- [3] Internet stranica: <http://www.ftn.uns.ac.rs/102926151/raspisan-konkurs-za-upis-prve-generacije-studenata-masna-dvogodisnjem-studijskom-programu-vestacka-inteligencija-i-masinsko-ucenje>
- [4] Internet stranica: http://www.ftn.uns.ac.rs/n1477868602/viimu_2021