

SVEUČILIŠTE U RIJECI
 FAKULTET INFORMATIKE I DIGITALNIH TEHNOLOGIJA
 Radmile Matejčić 2, Rijeka

Akadska godina 2023./2024.

OSNOVNI PODACI O PREDMETU		
Naziv predmeta	Strojno i duboko učenje	
Studijski program	Sveučilišni diplomski studij Informatika	
Status predmeta	obvezatan	
Semestar	1.god, 2. sem.	
Bodovna vrijednost i način izvođenja nastave	ECTS koeficijent opterećenosti studenata	6
	Broj sati (P+V+S)	30+30+0
Nositelj predmeta	Izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos	
E-mail	marinai@inf.uniri.hr	
Ured	O-510	
Vrijeme konzultacija	srijedom 11:45-14:00, uz prethodni dogovor e-mailom	
Asistent	Kristina Host	
E-mail	kristina.host@inf.uniri.hr	
Ured	O-521	
Vrijeme konzultacija	četvrtkom 13:30-15:00, uz prethodni dogovor e-mailom	
DETALJNI OPIS PREDMETA		
<i>Ciljevi predmeta</i>		
Cilj predmeta je predstaviti područja primjene umjetne inteligencije te osnovne postupke strojnog i dubokog učenja s pregledom mogućnosti njihove primjene. Predmet obuhvaća dva osnovna pristupa strojnog učenja: nadzirano učenje (klasifikacija i regresija) i nenadzirano učenje (grupiranje) te ključne gradivne elemente i metode učenja dubokih modela.		
<i>Uvjeti za upis predmeta</i>		
Nema uvjeta za upis predmeta.		
<i>Očekivani ishodi učenja za predmet</i>		
Očekuje se da će nakon uspješno ispunjenih svih programom predviđenih obveza na predmetu student biti sposoban:		
1. Usporediti prednosti i nedostatke temeljnih algoritama strojnog učenja posebno onih koji se odnose na klasifikaciju, grupiranje i linearne regresiju.		
12. Prikupiti i pretprocesirati podatke za strojno/duboko učenje, izlučiti značajke te odabrati najpovoljniji skup značajki za reprezentaciju podataka.		
13. Analizirati i primijeniti odgovarajuće metode strojnog učenja pri rješavanju konkretnih problema klasifikacije, grupiranja i regresije.		
14. Analizirati i odabrati metode dubokog učenja koje su prikladne za nadzirano, polunadzirano i nenadzirano učenje.		
15. Vrednovati performanse i interpretirati rezultate modela te temeljem toga odabrati najbolji model strojnog ili dubokog učenja za zadani problem.		
16. Dizajnirati i primijeniti model dubokog učenja za samostalno definirani problem strojnog učenja.		

17. Diskutirati područja primjene umjetne inteligencije te objasniti povezane probleme kao što su objašnjivost, interpretabilnost, transparentnost, zaštitu osobnih podataka i etičke izazove u raznim područjima primjene umjetne inteligencije.

Sadržaj predmeta

Sadržaj predmeta čine teme:

- Inteligentni sustavi, definicije, povijest, područja primjene. (I1, I4, I7)
- Uvod u strojno učenje, pregled pojmova i definicija. Primjeri zadataka strojnog učenja. (I1, I4)
- Nenadzirano učenje i pronalaženje čestih uzoraka. Metode grupiranja podataka: metoda k-srednjih vrijednosti. (I1, I3, I5)
- Nadzirano učenje. Problemi klasifikacije i regresije. (I1-I3, I5)
- Metode nadziranog strojno učenje: linearne metode, metoda k najbližih susjeda, stabla i pravila odlučivanja, metode strojno potpornih vektora. (I1, I3, I6)
- Metode evaluacije. Vrednovanje i odabir modela. (I3, I5, I7)
- Skupovi podataka. Rad s podacima i pred procesiranje podataka (nepotpuni, nepostojeći, strukturirani i nestrukturirani). (I2)
- Reprzentacija podataka: odabir, rangiranje i izlučivanje značajki. Normalizacija. (I2)
- Umjetne neuronske mreže. Perceptron. Višeslojni perceptron. (I3, I6, I7)
- Arhitektura višeslojne neuronske mreže (neuroni, ulazni i izlazni slojevi, skriveni slojevi), aktivacijske funkcije i principi učenja. Regularizacija parametara, overfitting i generalizacija. (I4, I7)
- Uvod u duboko učenje. Pregled pojmova i definicija. (I1, I7)
- Osnovna arhitektura duboke neuronske mreže, hiperparametri mreže, loss funkcija, algoritmi optimizacije. (I2, I3, I6)
- Tipične arhitekture dubokih neuronskih mreža (CNN, RNN, ...). (I1, I4)
- Konvolucijske neuronske mreže i primjena na slikovnim podacima. (I2, I4, I7)
- Problem objašnjivosti, interpretabilnosti, transparentnosti modela. Pravni okviri i etički izazovi. Zaštita osobnih podataka. (I5, I7)
- Korištenje okolina i servisa za definiranje arhitekture duboke neuronske mreže i razvoj aplikacija dubokog učenja (npr. TensorFlow, Keras i Google Colab). (I1-I7)

<i>Vrsta izvođenja nastave</i>	<input checked="" type="checkbox"/> predavanja	<input checked="" type="checkbox"/> samostalni zadaci
	<input checked="" type="checkbox"/> seminari i radionice	<input type="checkbox"/> multimedija i mreža
	<input checked="" type="checkbox"/> vježbe	<input checked="" type="checkbox"/> laboratorij
	<input checked="" type="checkbox"/> obrazovanje na daljinu	<input type="checkbox"/> mentorski rad
	<input type="checkbox"/> terenska nastava	<input type="checkbox"/> ostalo

Komentari

Svi materijali s predavanja i vježbi, korisni linkovi i literatura te obavijesti vezano za izvedbu predmeta kao i prostori za dostavu rezultata kolokvija i projekata studentima su dostupni putem sustava za e-učenje.

Na predmetu se kombinira samostalni rad prilikom usvajanja koncepata i timski i projektni rad pri rješavanju konkretnih problema.

Obavezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)

1. Christopher M. Bishop (2007.), Pattern Recognition and Machine Learning, Springer

2.	Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville: Deep Learning, The MIT Press, 2016.
3.	Josh Patterson, Adam Gibson, Deep Learning, A practitioner's approach, O'Reilly Media, 2017
4.	Aurélien Géron. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras and TensorFlow, O'Reilly, Media 2019.
<i>Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)</i>	
1.	Chirstoper Molnar (2022.), Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models
2.	Explainable, Leanpub, https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/
3.	Kevin P. Murphy (2012.), Machine Learning, MIT Press
4.	Franois Chollet (2018.), Deep learning with Python, Manning, NY
5.	Nikhil Buduma, Nicholas Locascio (2017.), Fundamentals of Deep Learning, "O'Reilly Media, Inc."
6.	Sadržaji pripremljeni za učenje putem sustava za učenje.
<i>Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih znanja, vještina i kompetencija</i>	
<p>Predviđa se periodičko provođenje evaluacije s ciljem osiguranja i kontinuiranog unapređenja kvalitete nastave i studijskog programa (u okviru aktivnosti Odbora za upravljanje i unapređenje kvalitete Fakulteta informatike i digitalnih tehnologija). U zadnjem tjednu nastave provodit će se anonimna evaluacija kvalitete održane nastave od strane studenata. Provest će se i analiza uspješnosti studenata na predmetu (postotak studenata koji su položili predmet i prosjek njihovih ocjena).</p>	
<i>Jezik izvođenja nastave</i>	Hrvatski jezik
<i>Mogućnost izvođenja na stranom jeziku</i>	Ne

OBVEZE, PRAĆENJE RADA I VREDNOVANJE STUDENATA

Konstruktivno povezivanje

VRSTA AKTIVNOSTI	ECS	ECTS - PRAKTIČNI RAD	ISHODI UČENJA	SPECIFIČNA AKTIVNOST	METODA PROCJENJIVANJA	BODOVI MAX.
Pohađanje nastave i aktivnosti u nastavi	0,5	0,25	1-7	Prisutnost studenata	Popisivanje (evidencija)	0
Aktivnost	1	1	1-7	Aktivnost na kolegiju, samostalno rješavanje zadataka	0-15 bodova ovisno o razini aktivnosti na kolegiju i stupnju točnosti/potpunosti samostalnog rješavanja zadataka	15
Kolokviji	2,5	2,5	1-7	Kontinuirane provjere znanja koje student rješava samostalno na računalu	0-40 bodova ovisno o stupnju točnosti i potpunosti rješavanja zadataka u provjeri znanja	40
Projektni zadatak (Završni ispit)	0,5	0,5	2,5,6,7	Definiranje projektnog zadatka, obrada i	0-10 bodova ovisno o razrađenosti ideje i prezentaciji	10

VRSTA AKTIVNOSTI	ECS	ECTS - PRAKTIČNI RAD	ISHODI UČENJA	SPECIFIČNA AKTIVNOST	METODA PROCJENJIVANJA	BODOVI MAX.
				priprema podataka i predstavljanje teme i metoda		
	1,5	1,5	2,5,6,7	Samostalno rješavanje i obrazlaganje praktičnih problema iz područja AI i dokumentiranje praktičnog rada	0-35 bodova ovisno o potpunosti, funkcionalnosti i objašnjenju definiranog modela	35
UKUPNO	6	5.75				100

Obveze i vrednovanje studenata

1. Pohađanje nastave i aktivnosti u nastavi

Nastava se odvija prema mješovitom modelu u kombinaciji klasične nastave u učionici i *online* nastave uz pomoć sustava za e-učenje prema rasporedu koji je prikazan je tablicom u nastavku. Studenti su dužni koristiti sustav za e-učenje Merlin (<https://moodle.srce.hr/>) gdje će se objavljivati informacije o predmetu, materijali za učenje, zadaci za vježbu, zadaci za domaće zadaće te obavijesti vezane za izvođenje nastave (putem foruma Obavijesti).

Studenti koji studiraju u punoj nastavnoj satnici dužni su redovito pohađati nastavu, aktivno sudjelovati tijekom nastave te izvršavati aktivnosti predmeta u okviru sustava Merlin koje će nastavnici najavljivati putem foruma.

2. Aktivnost

Tijekom semestra student je dužan biti aktivan na nastavi i samostalno rješavati dodijeljene zadatke. Svojom aktivnošću i rješavanjem zadataka tijekom vježbi ili domaćih zadaća student može ostvariti do 15 ocjenskih bodova.

3. Kolokviji

Tijekom semestra student je dužan samostalno riješiti više praktičnih zadataka koji uključuju primjenu metoda strojnog i dubokog učenja obrađenih na vježbama. Tijekom nastave na kolegiju predviđena su dva kolokvija koji se izvode na računalima. Pisanje oba kolokvija je obavezno. Student može rješavanjem kolokvija ostvariti do 40 ocjenskih bodova.

Za pristup završnom ispitu potrebno je ostvariti 40% bodova na svakom kolokviju. Studentima koji nisu ostvarili uvjet prolaska će se omogućiti popravak jednog kolokvija na samom kraju semestra u dogovorenom terminu. U tom slučaju novoostvareni bodovi zamjenjuju prethodno postignute bodove.

Studentima koji su zbog opravdanih razloga (pravdano liječničkom ispričnicom) izostali s pisanja kolokvija, na kraju semestra omogućit će se nadoknada kolokvija. Opravdani izostanak potrebno je prijaviti e-mailom asistentu koji provodi vježbe najkasnije na dan pisanja kolokvija, prije termina kolokvija. Studenti koji su opravdano izostali s kolokvija dužni su dostaviti valjanu ispričnicu najkasnije 10 dana od datuma pisanja kolokvija kako bi ostvarili mogućnost nadoknade. Studenti koji to ne učine, neće biti u mogućnosti naknadno pisati kolokvij.

4. Projektni zadatak (definiranje zadatka, izrada eksperimenta i predstavljanje rezultata) – završni ispit

Za projektni zadatak student treba proučiti odgovarajuću literaturu i samostalno odabrati temu problemskog zadatka iz nekog od relevantnih područja primjene umjetne inteligencije (raspoznavanje uzoraka, računarski vid, biometrija, bio-informatika, ...).

Student treba definirati projektni zadatak, odabrati podatke i odgovarajuće metode strojnog ili dubokog učenja koje će koristiti za učenje modela i rješavanje zadatka.

Na projektu se može raditi u paru, timu ili samostalno. U slučaju rada u paru ili timu, članovi tima trebaju podijeliti uloge.

Student je dužan usmeno predstaviti temu projektnog zadatka i pregled područja zajedno s metodama i alatima koji će se koristiti tijekom provedbe projekta i s očekivanim rezultatima. Predstavljanje projekta u obliku kratke prezentacije koja treba uključivati motivaciju, zadatak, opis podataka na kojima će se raditi (statistiku) i metode koje će se koristiti nosi do 10 bodova.

Izvršenje eksperimenta i njegova elaboracija, dokumentiranje i obrazlaganje nose do 35 bodova. Bodovi će biti dodijeljeni prema unaprijed definiranim kriterijima kao što je funkcionalnosti definiranog modela, potpunost i objašnjenje rezultata usmeno i u izvještaju. Realizaciju projektnog zadatka prezentira se na završnom ispitu. Projekt se dokumentira u obliku seminara koji treba uključivati motivaciju, pregled područja, opis podataka koji se koriste, opis metoda koje su primijenjene, opis eksperimenta, validaciju i objašnjenje rezultata.

Završni ispit nosi udio od maksimalno 45 ocjenskih bodova, a smatra se položenim samo ako na njemu student postigne minimalno 50%-ni uspjeh (ispitni prag je 50% uspješno riješenih zadataka).

Obveze i vrednovanje studenata – prilagođena nastavna satnica

1. Pohađanje nastave i aktivnosti u nastavi

Nastava se odvija prema mješovitom modelu u kombinaciji klasične nastave u učionici i *online* nastave uz pomoć sustava za e-učenje prema rasporedu koji je prikazan je tablicom u nastavku. Studenti su dužni koristiti sustav za e-učenje Merlin (<https://moodle.srce.hr/>) gdje će se objavljivati informacije o predmetu, materijali za učenje, zadaci za vježbu, zadaci za domaće zadaće te obavijesti vezane za izvođenje nastave (putem foruma Obavijesti).

Studenti koji studiraju u sklopu prilagođene nastavne satnice mogu izostati s najviše 50% sati nastave (predavanja i vježbi), a dužni su aktivno sudjelovati tijekom nastave (u učionici ili *online*) te izvršavati aktivnosti predmeta u okviru sustava Merlin koje će nastavnici najavljivati putem foruma.

2. Obveze i aktivnosti vrednovanja

Obveze i vrednovanje studenata koji studiraju u sklopu prilagođene nastavne satnice, jednake su onima studenata koji studiraju u sklopu pune nastavne satnice.

Ocjenjivanje

Kontinuiranim radom tijekom semestra na prethodno opisani način studenti mogu ostvariti najviše 55 ocjenskih bodova, a da bi mogli pristupiti ispitu predmeta moraju ostvariti 50% i više bodova (minimalno 22.5).

Ispit nosi udio od maksimalno 45 ocjenskih bodova, a smatra se položenim samo ako na njemu student postigne minimalno 50%-ni uspjeh (ispitni prag je 50% uspješno riješenih zadataka).

Ako je ispit prolazan, skupljeni bodovi će se pribrojati prethodnima i prema ukupnom rezultatu formirat će se pripadajuća ocjena. U suprotnom, student ima pravo pristupa ispitu još 2 puta (ukupno do 3 puta tijekom akademske godine).

Konačna ocjena ostvarenosti ishoda učenja na predmetu

Konačna ocjena ostvarenosti ishoda učenja na predmetu je zbroj ocjenskih bodova postignutih u kontinuiranom praćenju i vrednovanju i ocjenskih bodova postignutih na ispitu, a donosi se na sljedeći način:

A – 90% - 100%	(ekvivalent: izvrstan 5, slovna ocjena A)
B – 75% - 89,9%	(ekvivalent: vrlo dobar 4, slovna ocjena B)
C – 60% - 74,9%	(ekvivalent: dobar 3, slovna ocjena C)
D – 50% - 59,9%	(ekvivalent: dovoljan 2, slovna ocjena D)
F – 0% - 49,9%	(ekvivalent: nedovoljan 1, slovna ocjena F)

Ispitni termini

Redoviti:

1. 17.06.2024.
2. 01.07.2024.

Izvanredni:

3. 02.09.2024.
4. 09.09.2024.

RASPORED NASTAVE – ljetni (II.) semestar akademske godine 2023./2024.

Nastava će se na predmetu odvijati u ljetnom semestru prema sljedećem rasporedu:

predavanja: ponedjeljkom, 10:00-11:30 u S32

vježbe: ponedjeljkom, 14:00 – 15:30 u O-350

* Predviđeno je fleksibilno izvođenje nastave koja se po potrebi može održati u virtualnom okruženju i prilagoditi epidemiološkoj situaciji. Raspored tema je okviran i fleksibilan, i po potrebi su moguće prilagodbe.

Tj.	Datum	Vrijeme	Prostor*	Tema	Nastava	Izvođač
1.	04.03.	10:00– 12:00	S32	Opće informacije. Uvod u predmet.	P1 i V1	izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos i Kristina Host
2.	11.03.	10:00 – 11:30	S32	Inteligentni sustavi, definicije, povijest, područja	P2	izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos
2.	11.03.	14:00 – 15:30	350	Alati za strojno učenje Biblioteke, rad s funkcijama, učitavanje podataka	V2	Kristina Host
3.	18.03.	10:00 – 11:30	S32	Uvod u strojno učenje. Priprema podataka za strojno učenje.	P3	izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos
3.	18.03.	14:00 – 15:30	350	Priprema podataka za strojno učenje	V3	Kristina Host
4.	25.03.	10:00 – 11:30	S32	Grupiranje i algoritmi za grupiranje (k-srednjih vrijednosti, EM algoritam)	P4	izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos
4.	25.03.	14:00 – 15:30	350	Grupiranje	V4	Kristina Host
6.	08.04.	10:00 – 11:30	S32	Regresija. Linearna regresija. Kvadratna regresija	P5	izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos
6.	08.04.	14:00 – 15:30	350	Grupiranje, regresija	V5	Kristina Host
7.	15.04.	10:00 – 11:30	S32	Klasifikacija i metode klasifikacija (k-NN, SVM, ...). Analiza i priprema podataka za izvođenje eksperimenta. Izlučivanje značajki.	P6	izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos
7.	15.04.	14:00 – 15:30	350	Metode klasifikacije.	V6	Kristina Host
8.	22.04.	10:00 – 11:30	S32	Faze provedbe eksperimenta. Evaluacija, analiza i unaprjeđenje modela	P7	izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos
8.	22.04.	13:45 – 16:00	350	Kolokvij	V7	Kristina Host
9.	29.04.	10:00 – 11:30	S32	Neuronske mreže. Jednoslojni i višeslojni perceptron. Učenje modela. Podešavanje hiperparametara.	P8	izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos
9.	29.04.	14:00 – 15:30	350	Neuronske mreže, Duboke neuronske mreže	V8	Kristina Host
10.	06.05.	10:00 – 11:30	S32	Duboko učenje. Duboke konvolucijske neuronske mreže.	P9	izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos
10.	06.05.	14:00 – 15:30	350	Duboke konvolucijske neuronske mreže	V9	Kristina Host
11.	13.05.	10:00 – 11:30	S32	Autoenkoderi	P10	izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos
11.	13.05.	14:00 – 15:30	350	Autoenkoderi	V10	Kristina Host
12.	20.05.	10:00 – 11:30	S32	Postojeće duboke neuronske mreže. Mehanizam pažnje.	P11	izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos

12.	20.05.	14:00 – 15:30	350	Postojeće duboke neuronske mreže	V11	Kristina Host
13.	27.05.	10:00 – 11:30	S32	Transformeri.	P12	izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos
13.	27.05.	14:00 – 15:30	350	Transformeri	V12	Kristina Host
14.	03.06.	10:00 – 11:30	S32	Rekurentne neuronske mreže.	P13	izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos
14.	03.06.	13:45 – 16:00	350	Kolokvij	V13	Kristina Host
15.	10.06.	10:00 – 11:30	S32	Područja primjene dubokog učenja	P14	izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos
15.	10.06.	14:00 – 15:30	350	Primjene strojnog i dubokog učenja u praksi	V14	Kristina Host

P – predavanja

V – vježbe