



Sveučilište u Splitu

**Sveučilišni odjel za stručne studije**

---

# **PRIMIJEJENJENA UMJETNA INTELIGENCIJA**

Detaljni izvedbeni nastavni program - detailed course syllabus

akademska godina 2017./2018.

Split, lipanj 2017.

## OSNOVNI PODACI O PREDMETU

|  |   |                    |    |
|--|---|--------------------|----|
| <i>Vrsta studija</i>                             | Specijalistički studij - 120 ECTS                                     |                    |    |
| <i>Naziv studija</i>                             | Specijalistički studij politehnike                                    |                    |    |
| <i>Naziv predmeta</i>                            | PRIMIJENJENA UMJETNA INTELIGENCIJA                                    |                    |    |
| <i>Kod predmeta</i>                              | DIT011  |                    |    |
| <i>ECTS - bodovi</i>                             | 6   |                    |    |
| <i>Status predmeta</i>                           | Obavezni  |                    |    |
| <i>Godina studija</i>                            | Prva  |                    |    |
| <i>Semestar studija</i>                          | Drugi   |                    |    |
| <i>Web stranica predmeta</i>                     | <a href="http://moodle.oss.unist.hr/">http://moodle.oss.unist.hr/</a> |                    |    |
| <i>Aktivna nastava (ukupno sati po semestru)</i> | Predavanja  |                    | 30 |
|  | Auditorne vježbe  |                    | 15 |
|  | Seminar   |                    | 15 |
| <i>Preduvjeti za upis</i>                        | Nema  |                    |    |
| <i>Jezik nastave</i>                             | Hrvatski, Engleski (konzultativno)                                    |                    |    |
| <i>Vrijeme održavanja nastave</i>                | Predavanja  | Svi studenti       |    |
|  | Auditorne vježbe  | Svi studenti       |    |
|  | Laboratorijske Vježbe   | Po popisu (moodle) |    |
|  | Laboratorijske Vježbe   | Po popisu (moodle) |    |
|  | Laboratorijske Vježbe   | Po popisu (moodle) |    |
|  | Laboratorijske Vježbe   | Po popisu (moodle) |    |
|  | Laboratorijske Vježbe   | Po popisu (moodle) |    |

## OSNOVNI PODACI O NASTAVNICIMA

|                                 |  |   |
|---------------------------------|--|---|
| <i>Nositelj predmeta</i>        | dr. sc. Toma Rončević, viši predavač                             |   |
| <i>Adresa ureda / broj sobe</i> | Kopilica 5, soba 115   |   |
| <i>e-mail</i>                   | <a href="mailto:roncevic@oss.unist.hr">roncevic@oss.unist.hr</a> |   |
| <i>Telefon</i>                  |  |   |
| <i>GSM</i>                      | 091 33 44 840  |   |
| <i>web stranica</i>             | Nema   |   |
| <i>Konzultacije</i>             | Vrijeme  | na službenim stranicama<br><a href="http://www.oss.unist.hr">www.oss.unist.hr</a> |
|                                 | Mjesto   |   |
|                                 | Vrijeme  |   |
|                                 | Mjesto   |   |

## OPIS PREDMETA

|   |  |
|---|--|
| <i>Ciljevi predmeta su:</i>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• upoznavanje sa metodama iz područja umjetne inteligencije i njihovoj primjeni na konkretnim problemima.</li> </ul>  |
| <p><i>Ishodi učenja</i></p> <p><i>Nakon uspješno položenog predmeta studenti će moći:</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. definirati osnovne metode i algoritme iz područja umjetne inteligencije,</li> <li>2. pokazati ideje koje stoje iza različitih algoritama i njihovu namjenu,</li> <li>3. odabrati metode na konkretnim problemima,</li> <li>4. odrediti i ukazati na greške u programu, prepoznavati probleme na kojima se mogu primijeniti metode iz umjetne inteligencije,</li> <li>5. formulirati probleme kao problem iz područja umjetne inteligencije ili unaprijediti postojeći programski kôd primjenom naučenih metoda,</li> <li>6. ocjenjivati aplikacije i pozadinske algoritme korištene za njihovu realizaciju.</li> </ol> |
| <i>Okvirni sadržaj</i>  | <p>Uvod i motivacija za primjenu metoda iz područja umjetne inteligencije i njihova aplikacija. Programiranje, algoritmi i strukture podataka. Agenti i okoliši. Algoritmi za informirano neinformirano pretraživanje. Podržano učenje. Igre za dva igrača: minimax i MTCS algoritmi. Strojno učenje. Linearni modeli za regresiju i klasifikaciju. Logika prvog reda i logičko zaključivanje. Neuronske mreže. Regresijski model za podržano učenje. Drugi oblici učenja i primjena strojnog učenja za različite domene.</p>  |

## IZVEDBENI PLAN RADA

| Tjedan | Datum | Oblik nastave | Tema:  |
|--------|-------|---------------|--|
| 1.     |       | Predavanja    | Uvod. Razvoj i podpodručja umjetne inteligencije. Tipični problemi iz područja umjetne inteligencije. Osnove programskog jezika Python.                    |
|        |       | Lab. vježbe   | Upoznavanje sa Spyder razvojnim okruženjem.  |
|        |       | Lab. vježbe   | Upoznavanje sa programskim jezikom Python.   |
| 2.     |       | Predavanja    | Algoritmi i složenost. Klase složenosti. Teški i laki problemi. Osnovne strukture podataka. Rad sa osnovnim tipovima u Pythonu.                            |
|        |       | Lab. vježbe   | Upoznavanje sa programskim jezikom Python.   |
|        |       | Lab. vježbe   | Upoznavanje sa programskim jezikom Python.   |
| 3.     |       | Predavanja    | Stabla i grafovi. Neinformirane pretrage: u dubinu i širinu. Dijkstrin algoritam najkraćeg puta. Rješavanje problema pretragama.                           |
|        |       | Lab. vježbe   | Upoznavanje sa programskim jezikom Python.   |
|        |       | Lab. vježbe   | Upoznavanje sa programskim jezikom Python.   |
| 4.     |       | Predavanja    | Agenti i okruženja. Deterministička okruženja. Problem složenosti. Informirane pretrage i heuristike: Best First i A* pretrage.                            |
|        |       | Lab. vježbe   | Rješavanje zagonetki neinformiranom pretragom.   |
|        |       | Lab. vježbe   | Rješavanje zagonetki neinformiranom pretragom.   |
| 5.     |       | Predavanja    | Igre s protivnikom. i minimax algoritam. Različita unapređenja minimax algoritma: alpha-beta rezanje, hash tablice, iterativno produbljivanje, heuristike. |
|        |       | Lab. vježbe   | Rješavanje zagonetki informiranom pretragom.   |
|        |       | Lab. vježbe   | Rješavanje zagonetki informiranom pretragom.   |
| 6.     |       | Predavanja    | Primjeri implementacije heuristike za različite  |

|     |  |             |  |
|-----|--|-------------|--|
|     |  |             | igre. Igre sa više protivnika. Stohastička okruženja. Prilagođavanje minimax algoritma za slučajnost i više protivnika.                                    |
|     |  | Lab. vježbe | Implementacija igre sa minimax algoritmom.   |
|     |  | Lab. vježbe | Implementacija igre sa minimax algoritmom.   |
| 7.  |  | Predavanja  | Slučajnost. Multiarmed bandit problem. Flat Monte Carlo algoritam. Monte Carlo Tree Search (MCTS) algoritam.   |
|     |  | Lab. vježbe | Implementacija agenta sa minimax algoritmom.   |
|     |  | Lab. vježbe | Implementacija agenta sa MCTS algoritmom.  |
| 8.  |  | Predavanja  | Podržano učenje. Tranzicijski model stanja. Nagrade, akcije, odluke i politike. Markovljevo svojstvo. Učenje vrijednost stanja. Učenje vrijednosti akcija. |
|     |  | Lab. vježbe | Implementacija agenta sa MCTS algoritmom.  |
|     |  | Seminar     | Opis seminarskog rada: implementacija minimax ili MCTS algoritma za zadanu igru.   |
| 9.  |  | Predavanja  | Strojno učenje. Vrste učenja. Modeli, hyperparametri i podaci. KNN model. Evaluacija modela.   |
|     |  | Seminar     | Seminarski rad: samostalan rad studenata uz konzultacije sa nastavnikom.   |
|     |  | Seminar     | Seminarski rad: samostalan rad studenata uz konzultacije sa nastavnikom.   |
| 10. |  | Predavanja  | Linearni modeli. Linearna regresija. Logistička regresija (klasifikacija).   |
|     |  | Seminar     | Seminarski rad: samostalan rad studenata uz konzultacije sa nastavnikom.   |
|     |  | Seminar     | Seminarski rad: samostalan rad studenata uz konzultacije sa nastavnikom.   |
| 11. |  | Predavanja  | Linearna odvojivost. Primjeri učenja za OR, AND i XOR probleme. Polinomske značajke i regularizacija.  |

|     |  |            |   |
|-----|--|------------|---|
|     |  | Seminar    | Seminarski rad: samostalan rad studenata uz konzultacije sa nastavnikom.  |
|     |  | Seminar    | Seminarski rad: samostalan rad studenata uz konzultacije sa nastavnikom.  |
| 12. |  | Predavanja | Nelinearni modeli. Neuronske mreže. Opis umjetnog neurona. Aktivacijske funkcije.   |
|     |  | Seminar    | Seminarski rad: samostalan rad studenata uz konzultacije sa nastavnikom.  |
|     |  | Seminar    | Seminarski rad: samostalan rad studenata uz konzultacije sa nastavnikom.  |
| 13. |  | Predavanja | Dvoslojna neuronska mreža. Backpropagation algoritam.   |
|     |  | Seminar    | Seminarski rad: samostalan rad studenata uz konzultacije sa nastavnikom.  |
|     |  | Seminar    | Seminarski rad: samostalan rad studenata uz konzultacije sa nastavnikom.  |
| 14. |  | Predavanja | Duboke neuronske mreže. Slojevi i arhitekture neuronskih mreža. Problemi i rješenja za treniranje dubokih neuronskih mreža. |
|     |  | Seminar    | Seminarski rad: samostalan rad studenata uz konzultacije sa nastavnikom.  |
|     |  | Seminar    | Seminarski rad: samostalan rad studenata uz konzultacije sa nastavnikom.  |
| 15. |  | Predavanja | Primjena neuronskih mreža za računalni vid i za obradu prirodnog teksta. Drugi modeli za strojno učenje.                    |
|     |  | Seminar    | Obrane seminarskih radova   |
|     |  | Seminar    | Obrane seminarskih radova   |

## LITERATURA

|                     |   |
|---------------------|---|
| Obvezna literatura  | Bilješke s predavanja moodle.oss.unist.hr   |
| Dopunska literatura | S. Russell, P. Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, 3. izdanje, 2009. |

|                     |  |
|---------------------|--|
| <i>web stranice</i> |  |
| <i>Časopisi</i>     |  |
| <i>Ostalo</i>       |  |

### POVEZIVANJE AKTIVNOSTI STUDENATA S ISHODIMA UČENJA

| <b>Aktivnost</b>                    | <b>Sati rada studenta<br/>ECTS bodovi</b> | <b>Ishodi učenja</b> |
|-------------------------------------|---|----------------------|
| <i>Predavanja</i>                   | <b>30 sati / 1 ECTS</b>                   | <b>1,2,3,4,5</b>     |
| <i>Auditorne vježbe</i>             | <b>15 sati / 0,5 ECTS</b>                 | <b>3,4,5</b>         |
| <i>Seminarski rad</i>               | <b>15 sati / 0,5 ECTS</b>                 | <b>2,3,4,5,6</b>     |
| <i>Samostalno učenje</i>            | <b>105 sati / 3.5 ECTS</b>                | <b>1,2,3,4,5,6</b>   |
| <i>Konzultacije i završni ispit</i> | <b>15 sati / 0,5 ECTS</b>                 | <b>1,3,5</b>         |
| <b>UKUPNO:</b>                      | <b>180 sati / 6 ECTS</b>                  | <b>1,2,3,4,5,6</b>   |

### KONTINUIRANA PROCJENA

| <b>Pokazatelji kontinuirane provjere</b>                 | <b>Uspješnost<br/><math>A_i</math> (%)</b> | <b>Udjel u ocjeni<br/><math>k_i</math> (%)</b> |
|--|--|--|
| <i>Nazočnost i aktivnost na nastavi (pred. + vježbe)</i> | <b>70 – 100</b>                            | <b>100</b>                                     |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

| <b>ZAVRŠNA PROCJENA</b>   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Pokazatelji provjere - završni ispit<br/>(prvi i drugi ispitni termin)</b>     | <b>Uspješnost<br/><math>A_i</math> (%)</b> | <b>Udjel u ocjeni<br/><math>k_i</math> (%)</b> |
| <i>Obrana seminarskog rada (praktični ispit)</i>                                  | <b>50 - 100</b>                            | <b>50</b>                                      |
| <i>Teorijski ispit (pisani i/ili usmeni)</i>                                      | <b>50 - 100</b>                            | <b>40</b>                                      |
| <i>Prethodne aktivnosti<br/>(uključuju sve pokazatelje kontinuirane provjere)</i> | <b>50 - 100</b>                            | <b>10</b>                                      |
| <b>Pokazatelji provjere - popravni ispit<br/>(treći i četvrti ispitni termin)</b> | <b>Uspješnost<br/><math>A_i</math> (%)</b> | <b>Udjel u ocjeni<br/><math>k_i</math> (%)</b> |
| <i>Obrana seminarskog rada (praktični ispit)</i>                                  | <b>50 - 100</b>                            | <b>50</b>                                      |
| <i>Teorijski ispit (pisani i/ili usmeni)</i>                                      | <b>50 - 100</b>                            | <b>50</b>                                      |

## OCJENJIVANJE

Općenito se ocjena na završnom i popravnom ispitu (u postotcima) formira temeljem svih pokazatelja koji opisuju razinu studentskih aktivnosti prema relaciji:

$$Ocjena (\%) = \sum_{i=1}^N k_i A_i$$

$k_i$  - težinski koeficijent za pojedinu aktivnost,

$A_i$  - postotni uspjeh postignut za pojedinu aktivnost,

$N$  - ukupan broj aktivnosti.

**Primijenjena umjetna inteligencija** - konačna ocjena na završnom ispitu za studente koji su pozitivno riješili ispite i obranili seminarski rad:

$$Ocjena (\%) = 0,5A_1 + 0,5A_2$$

- obrana seminarskog rada:  $k_1 = 0,5$ ;  $A_1 = 50 - 100 \%$ ,
- teorijski ispit:  $k_2 = 0,5$ ;  $A_2 = 50 - 100 \%$

Napomena:  $k_1 + k_2 = 1$



## ODNOS POLUČENOG USPJEHA I PRIPADNE OCJENE

| Postotak       | Kriterij   | Ocjena                |
|----------------|--|-----------------------|
| od 50% do 61%  | <i>zadovoljava minimalne kriterije</i>           | <b>dovoljan (2)</b>   |
| od 62% do 74%  | <i>prosječan uspjeh s primjetnim nedostacima</i> | <b>dobar (3)</b>      |
| od 75% do 87%  | <i>iznadprosječan uspjeh s ponekom greškom</i>   | <b>vrlo dobar (4)</b> |
| od 88% do 100% | <i>izniman uspjeh</i>                            | <b>izvrstan (5)</b>   |

**Primjer proračuna** za studenta koji je za pojedine pokazatelje polučio sljedeće postotke:

- obrana seminarskog rada:  $A_1 = 100\%$ ,
- teorijski ispit  $A_2 = 100\%$ ,

*Ukupna ocjena:*

$$Ocjena (\%) = 0,5 \cdot 100 + 0,5 \cdot 100 = 100\%$$

$$Ocjena = \text{izvrs tan}(5)$$

Studenti koji nisu položili ispit putem kolokvija polažu završni ispit koji se sastoji od praktičnog i teorijskog dijela. Isto vrijedi i za popravne ispite. Detaljni opis je naveden u dodatnim informacijama o predmetu. Izračun ocjene vrši se na već navedeni način.

## PRIJEDLOG TEMA ZA ZAVRŠNI RAD

|  |   |
|--|---|
|  | na službenim stranicama: <a href="http://mentor.oss.unist.hr">mentor.oss.unist.hr</a> |
|  |   |
|  |   |
|  |   |
|  |   |

## DODATNE INFORMACIJE O PREDMETU

**Potrebno predznanje:**

- napredno poznavanje programiranja (algoritmi, strukture podataka)
- poznavanje matematike (funkcije, derivacije funkcija, vjerojatnost i statistika)

**Uvjeti za pristupanju ispitu iz Primijenjena umjetna inteligencija su:**

- Nazočnost na predavanjima i auditornim vježbama u iznosu od najmanje 70% predviđene satnice (za izvanredne studente obveza je 50% prisutnosti).
- Izrađen i obranjen seminarski rad

**Studentima koji nisu ispunili sve gore navedene uvjete u ispitnu listu u prvom terminu završnog ispita upisuje se: *ponovo upisati*, a u prijavnicu (ispitni list) ocjena *nedovoljan (1)*, uz napomenu da student u narednoj akademskoj godini mora ponovo upisati predmet Primijenjena umjetna inteligencija.**

## ISPITI

**Završni ispit** polaže se u dva termina zimskog ispitnog roka. Obvezan je za sve studente koji su upisali predmet i nije ga potrebno prijavljivati. Studentima koji nisu pristupili završnom ispitu upisuje se u ispitnu listu i prijavnicu (ispitni list): *nije pristupio*. Studentima koji nisu položili upisuje se ocjena *nedovoljan(1)*. Svi studenti koji nisu položili završni ispit moraju polagati popravni ispit.

**Popravni ispit** polaže se u dva termina jesenskog ispitnog roka. U zadnjem terminu (četvrti put) ispit se polaže pred tročlanim ispitnim povjerenstvom.

**Ispit** (završni ili popravni) se sastoji od obrane seminara i teorijskog (pisanog i/ili usmenog) dijela. Može se polagati maksimalno četiri (4) puta unutar jedne akademske godine.

**Teorijski ispit** je ispit na kojem nastavnik usmeno provjerava znanje studenta tako da mu zada tri pitanja iz bilo kojeg područja kolegija. Za pozitivnu ocjenu potrebno je riješiti, odnosno odgovoriti na najmanje 50% od ponuđenih pitanja. Dodatni uvjet je da pozitivno ocijenjeni odgovori i rješenja moraju biti ravnomjerno raspoređeni po nastavnim područjima tj. rezultat od 0% u pojedinom području znači i negativnu ocjenu cjelokupnog ispita.

Studenti moraju ispitu pristupiti u točno određenim, unaprijed objavljenim terminima. Studentima koji nisu pristupili ispitu upisuje se u prijavnu listu „nije pristupio“ što znači da je izgubio jednu mogućnost izlaska na ispit. Usmeni ispit se održava najkasnije 7 dana nakon pismenog ispita. Za dodatna objašnjenja pojedinih dijelova ispitnog gradiva studenti se mogu obratiti predmetnim nastavnicima u terminima konzultacija ili po dogovoru i to u tijeku cijele školske godine.

**Napomena:** Nastavni materijali za studente (skripta, zbirke zadataka, riješeni primjeri,...), listovi predmeta, evidencija nastave, detaljni izvedbeni program predmeta, tekuće obavijesti i sve druge informacije dostupne su studentima na MOODLE-u.

Sukladno „Pravilniku za provođenje studentskog vrednovanja nastavnika i nastave“, preporukama Centra za unaprjeđenje kvalitete Sveučilišta u Splitu, Odbora za unaprjeđenje kvalitete Odjela za stručne studije i pomoćnika pročelnika Odjela zaduženog za kvalitetu te semestralnim provođenjem studentske ankete, vrši se kontinuirana provjera kvalitete svih parametara nastavnog procesa.