

Završni ispit iz Umjetne inteligencije (ak. god. 2014./2015.)

Ispit se sastoji od 20 pitanja i ukupno nosi 35 bodova. Pitanja s pouđenim odgovorima nose po 1 bod (1/2 boda oduzima se za pogrešan odgovor), dok problemski zadatci nose po 4 boda. Trajanje ispita je 120 minuta. Primjerak ispita morate predati zajedno sa svojim rješenjima.

I. dio: Zadatci s ponuđenim odgovorima [15 bodova]

1. [1 bod] Korekcija kod Rosenblattovog pravila učenja perceptrona glasi (t – ciljana vrijednost neurona, o – izlazna vrijednost neurona):
(a) $w(i+1) = w(i) + \eta(t+o)x(i)$ (d) $w(i+1) = w(i) + \eta(t-o)x(i)$
(b) $w(i+1) = w(i) - \eta(t-o)x(i)$ (e) $w(i+1) = w(i) + \eta(t-o)w(i)$
(c) $w(i+1) = w(i) - \eta(t+o)x(i)$
2. [1 bod] Koji od navedenih pristupa je tipično konektivistički pristup umjetnoj inteligenciji?
(a) logičko programiranje (c) igranje igara (e) pretraživanje prostora stanja
(b) umjetne neuronske mreže (d) ekspertni sustavi
3. [1 bod] Kod algoritma *Ant System*, isparavanje feromonskog traga između čvorova i i j obavlja se prema izrazu:
(a) $\tau_{ij} \leftarrow \tau_{ij}(\rho - 1)$ (c) $\tau_{ij} \leftarrow \tau_{ij}(1 - \rho)$ (e) $\tau_{ij} \leftarrow \eta\tau_{ij}(1 - \rho)$
(b) $\tau_{ij} \leftarrow \tau_{ij}(1 - \eta)$ (d) $\tau_{ij} \leftarrow \tau_{ij}(1 + \rho)$
4. [1 bod] Neka je pripadnost elementa x neizrazitom skupu A jednaka 0.5. Dilatacijom skupa A dobivamo skup koji odgovara izrazu *Više-manje A*. Vrijednost pripadnosti elementa x u tom skupu je:
(a) $\mu(x) = 0$ (b) $0.5 < \mu(x) < 1$ (c) $\mu(x) > 1$ (d) $\mu(x) = 1$ (e) $0 < \mu(x) < 0.5$
5. [1 bod] Pozitivni primjeri (x_1, x_2) nekog koncepta su $(0, 0)$, $(2, 0)$, $(1, 2)$, $(3, 1)$. Uz koje od navedenih negativnih primjera koncept *nije* moguće naučiti jednim dvoulaznim TLU-perceptronom?
(a) $(4, 1)$, $(5, 2)$ (b) $(0, 4)$, $(7, 7)$ (c) $(1, 3)$, $(2, 1)$ (d) $(1, 4)$, $(2, 5)$ (e) $(1, 3)$, $(5, 2)$
6. [1 bod] Ekspertni sustav s ulančavanjem unatrag prikladan je u slučajevima kada:
(a) više pravila imaju iste uvjete u desnom dijelu pravila
(b) postoji malo podataka a mnogo mogućih rješenja
(c) postoji mnogo podataka a malo mogućih rješenja
(d) sadržaj radne memorije ne mijenja se značajno između ciklusa
(e) više pravila imaju iste uvjete u lijevom dijelu pravila
- [1 bod] "Kineska soba", misaoni eksperiment američkoga filozofa Johna Searla, argument je protiv:
(a) simboličke umjetne inteligencije (d) slabe umjetne inteligencije
(b) konektivističke umjetne inteligencije (e) jake umjetne inteligencije
(c) tradicionalne umjetne inteligencije (GOF AI)
- [1 bod] Koji oblik podataka je pogodan za nadzirani oblik strojnog učenja (učenje s učiteljem)?
(a) parovi (izlaz, težina) (c) parovi (ulaz, izlaz) (e) samo ulazi
(b) parovi (ulaz, težina) (d) samo izlazi

9. [1 bod] Genetičkim algoritmom tražimo maksimum funkcije $f(x)$. Što od sljedećeg može biti funkcija dobrote?
- (a) $-f(x)$ (b) $2f(x)$ (c) $-2f(x)$ (d) $-f(x)/2$ (e) $1 - f(x)$
10. [1 bod] Nad univerzalnim skupom $\{a, b, c, d\}$ zadani su neizraziti skupovi $X = \{0.1/a + 0/b + 0.3/c + 1/d\}$, $Y = \{0.5/a + 0.4/b + 0/c + 0.2/d\}$ i $Z = \{1/a + 0/b + 0/c + 0.5/d\}$. Koristeći Zadehove operatore odredite neizraziti skup koji odgovara jezičnome izrazu "Ne Z ili $(X \text{ i } Y)$ ".
- (a) $\{0.9/a + 1.0/b + 0.7/c + 0.2/d\}$ (d) $\{0/a + 0.4/b + 0.3/c + 0.5/d\}$
 (b) $\{1/a + 1/b + 0.7/c + 0.5/d\}$ (e) $\{0.1/a + 1/b + 1/c + 0.5/d\}$
 (c) $\{0.9/a + 0.4/b + 0/c + 0/d\}$
11. [1 bod] Za hipotezu H i dokaz E poznati su sljedeći parametri: $P(E|H) = 0.7$, $P(E|\neg H) = 0.1$, $P(H) = 0.4$. Koristeći Bayesovo pravilo izračunajte kolika je vjerojatnost da vrijedi hipoteza H ako znamo da vrijedi E . Rezultat zaokružite na dvije decimale.
- (a) 0.921 (b) 0.82 (c) 0.75 (d) 0.46 (e) 0.12
12. [1 bod] Pretpostavite da baza znanja ekspertnog sustava, pored ostalog, sadržava pravila $(P \rightarrow \neg Q)$ i $(R \rightarrow (P \wedge \neg S))$ te činjenicu Q . Naknadno izvođenje koje činjenice može uzrokovati *nemonotonost* sustava?
- (a) $\neg P$ (b) R (c) $\neg R$ (d) S (e) $\neg S$
13. [1 bod] Genetičkim algoritmom traži se minimum funkcije $f(x, y) = 3(x^2 + y^2) + 2xy + 1$. Najbolje pronađeno rješenje predstavlja kromosom 101000111010. Koliko iznosi pronađeni minimum?
- (a) nemamo dovoljno podataka za taj odgovor (d) minimum je +1.5625
 (b) sigurno znamo da je minimum pozitivan (e) minimum je nula
 (c) sigurno znamo da je minimum negativan
14. [1 bod] Algoritam propagacije pogreške unazad (engl. *backpropagation algorithm*) služi za učenje:
- (a) bilo kakvog umjetnog neurona
 (b) jednog TLU-perceptrona
 (c) unaprijedne mreže TLU-perceptrona
 (d) naivnog Bayesovog klasifikatora
 (e) unaprijedne neuronske mreže sa sigmoidalnim jedinicama
15. [1 bod] Kod algoritama ACO, oznakom τ označavamo:
- (a) vremenski korak (c) jačinu feromonskog traga (e) vjerojatnost mutacije
 (b) socijalnu komponentu (d) faktor individualnosti

II. dio: Problemski zadatci [20 bodova]

16. [3 boda] Ekspertni sustav s ulančavanjem unazad.

Baza znanja ekspertnog sustava sadrži sljedeća pravila:

- (1) AKO $ZvukNastaje = trzaj$
 ONDA $Grupa = zicani$
 (2) AKO $ZvukNastaje = udarac$
 ONDA $Grupa = na_udar$
 (3) AKO $Grupa = na_udar$ I $Udara_povrsinu = ne$
 ONDA $Podgrupa = Udaraljke$
 (4) AKO $Podgrupa = Udaraljke$ I $Velicina = srednji$ I $Zvuk = rezak$
 ONDA $Instrument = Cimbali$
 (5) AKO $Grupa = zicani$ I $Velicina = srednji$ I $BrojZica = 6$
 ONDA $Instrument = Gitara$

U slučaju konflikta, sustav izabire ono pravilo koje ima viši prioritet; pravilo s manjim brojem u zagradama ima viši prioritet. Na može bitne upite od strane sustava, korisnik odgovara *ZvukNastaje = trzaj*, *Udara-povrsinu = ne*, *Velicina = srednji*, *BrojZica = 4*, *Zvuk = tup*. Izvedite vrijednost varijable *Instrument* ulančavanjem unazad. U svakom koraku izvođenja naznačite stanje stoga, stanje radne memorije, konfliktni skup pravila i pravilo koje pali.

17. [4 boda] Neizrazita logika.

- (a) [1.5 boda] Formalno definirajte jezičnu varijablu (kao uređenu petorku) i objasnite ulogu jezičnih varijabli u neizrazitoj logici odnosno neizrazitom zaključivanju.
- (b) [1.5 bod] Koji zakoni klasične logike ne vrijede u neizrazitoj logici? Demonstrirajte to na neizrazitom skupu $\{1/a + 0.5/b + 0/c\}$.
- (c) [1 bod] Ukratko objasnite po čemu se generalizirani modus ponens razlikuje od istog tog pravila u klasičnoj logici. Potkrijepite primjerom.

18. [4 boda] Naivan Bayesov klasifikator.

Zadan je sljedeći skup primjera za učenje na kojima je potrebno naučiti Bayesov klasifikator za odluku je li pojedino ljetovanje na Jadranu bilo dobro. Prva četiri stupca su značajke, a posljednji stupac je ciljna klasifikacija primjera.

	Mjesto	Otok	Smještaj	Prijevoz	Dobro ljetovanje
1.	Istra	da	privatni	auto	da
2.	Kvarner	ne	kamp	bus	ne
3.	Dalmacija	da	hotel	avion	da
4.	Istra	ne	privatni	avion	ne
5.	Istra	ne	privatni	auto	da
6.	Kvarner	ne	kamp	bus	ne
7.	Dalmacija	da	hotel	auto	ne

- (a) [2 boda] Naučite naivan Bayesov klasifikator na danome skupu za učenje, tj. izračunajte vrijednosti svih parametara modela.
- (b) [1 bod] Prethodno naučenim modelom odredite klasifikaciju za novi, prethodno neviđeni primjer (*Istra, ne, hotel, avion*).
- (c) [1 bod] Prethodno naučenim modelom odredite klasifikaciju za novi, prethodno neviđeni primjer (*Kvarner, da, kamp, avion*).
- Postoji li kakav problem s klasifikacijom ovog primjera? Objasnite.

19. [5 bodova] Perceptron.

Zadan je sljedeći skup primjera za učenje:

x_2	x_1	c
-1	-1	-1
-1	1	-1
1	-1	-1
1	1	1

Vrijednosti x_1 i x_2 su vrijednosti značajki, a je c ciljna klasifikacija dotičnog primjera.

- (a) [1 bod] Skicirajte model umjetnog neurona kakvog su predložili McCulloh i Pitts te naznačite njegove dijelove.
- (b) [1 bod] Napišite izraz za izlaz neurona kao funkciju njegovih ulaza.
- (c) [1 bod] Navedite kriterij zaustavljanja postupka učenja perceptrona. Kakvi moraju biti primjeri za učenje, a da bi taj kriterij bio ispunjiv? Ilustrirajte slikom.

- (d) [2 boda] Provedite postupak učenja TLU-perceptrona s na gornjem skupu primjera. Početni iznosi težina su $w_2 = 0.2$, $w_1 = -0.1$ te $w_0 = -0.1$. Stopa učenja neka je 0.5. Vrijedi $step(0) = 1$.

20. [4 boda] Genetski algoritam.

Eliminacijskim genetskim algoritmom (engl. *steady-state GA*) traži se maksimum funkcije $f(x) = -(x - 3)^2 + 4$. Za prikaz rješenja koriste se binarni 7-bitni kromosomi. Prostor pretraživanja je $[-4, +6]$. Početna populacija sastoji se od sljedećih pet jedinki: $J1=0101010$, $J2=1111000$, $J3=1010101$, $J4=0000000$, $J5=1111111$.

- (a) [2 boda] Utvrdite preciznost kojom se pretražuje prostor rješenja.
- (b) [2 boda] Neka se koristi pojednostavljena troturnirska selekcija koja u ovom primjeru slučajno odabire jedinke $J1$, $J2$ i $J4$. Koristi se križanje s jednom točkom prijeloma, nakon 4. bita (brojimo od 1 slijeva). Utvrdite koje će od triju odabranih jedinki postati roditelji. Provedite križanje i mutaciju te prikazite čitavu sljedeću populaciju. Pretpostavite da od dvoje djece u populaciju ulazi ono bolje. Neka u ovom primjeru mutacija djeluje samo i isključivo na prvi i zadnji bit kromosoma.