

Meduispit iz Umjetne inteligencije (ak. god. 2014./2015.)

Ispit se sastoji od 20 pitanja i ukupno nosi 35 bodova. Pitanja s poučenim 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) U Hornovom obliku ne može se zapisati formula:
(a) $\neg(P_1 \wedge P_2) \rightarrow Q$ (b) $(P_1 \wedge P_2) \rightarrow Q$ (c) $\neg P \rightarrow \neg Q$ (d) $\neg P_1 \vee Q$ (e) $P \rightarrow \neg Q$
2. (1 bod) Uklanjanje nevažnih klauzula svodi se na uklanjanje:
(a) praznih klauzula NIL (d) pokrivenih klauzula
(b) klauzula koje sadrže komplementarne literale (e) nezadovoljivih klauzula
(c) jediničnih klauzula
3. (1 bod) U formuli $\exists y GT(y, x)$:
(a) x je slobodna i vezana varijabla (d) y je vezana a x slobodna varijabla
(b) y je slobodna i vezana varijabla (e) x i y su slobodne varijable
(c) x i y su vezane varijable
4. (1 bod) Interpretacija s domenom $D = \{a, b\}$ i ekstenzijom $P(a) \equiv \top$ je model formule:
(a) $\exists x P(x) \rightarrow P(b)$ (c) $\forall x P(x) \vee \neg P(a)$ (e) $\forall x (P(x) \wedge P(a))$
(b) $P(b) \vee \exists x \neg P(x)$ (d) $\forall x P(x) \leftrightarrow P(a)$
5. (1 bod) Funkcijom f definirane su operacije nad skupom stanja $S = \{a, b, c, d, e\}$ na sljedeći način:
 $f(a) = \{b, c, d\}$, $f(b) = \{c\}$, $f(c) = \{a, d, e\}$, $f(d) = \{e\}$, $f(e) = \emptyset$. Za početno stanje a i ciljno stanje e , redoslijed ispitivanja čvorova kod pretraživanja u dubinu ograničenog na dubinu 4 (dubina korijenskog čvora je 0) jest:
(a) a, b, c, d, c, a, d, e (c) $a, b, c, a, b, c, a, b, c, \dots$ (e) $a, b, c, a, b, c, d, d, e$
(b) $a, b, c, d, a, b, c, c, a, d, e$ (d) a, b, c, a, d, e
6. (1 bod) Stavak u Prologu $p(X) : \neg q(X)$ odgovara logičkoj formuli:
(a) $\forall x (Q(x) \leftrightarrow P(x))$ (c) $\forall x (Q(x) \rightarrow P(x))$ (e) $\exists x (P(x) \rightarrow Q(x))$
(b) $\exists x (Q(x) \rightarrow P(x))$ (d) $\forall x (P(x) \rightarrow Q(x))$
7. (1 bod) Algoritmom minimax nastoji se:
(a) maksimizirati dobitak protivnika (d) minimizirati maksimalno mogući gubitak
(b) podrezati stablo pretraživanja (e) smanjiti prostor pretraživanja
(c) minimizirati gubitak protivnika
8. (1 bod) Prema teoremu semantičke dedukcije, dokazati da je G logička posljedica od F je isto kao dokazati da je:
(a) $F \vee G$ teorem (c) $F \wedge \neg G$ je valjana formula (e) $F \rightarrow G$ je zadovoljivo
(b) $F \rightarrow G$ valjana formula (d) $F \wedge \neg G$ je zadovoljivo

9. (1 bod) Koji je od sljedećih parova atoma moguće unificirati?
 (a) $P(f(x))$ i $P(g(x))$ (c) $P(f(x), a)$ i $P(g(y), z)$ (e) $P(x, y)$ i $P(a, f(y))$
 (b) $P(x, x)$ i $P(a, b)$ (d) $P(x, y)$ i $P(a, b)$
10. (1 bod) Traktabilnu vremensku složenost ima:
 (a) pretraživanje u dubinu (d) pretraživanje s jednolikom cijenom
 (b) ograničeno pretraživanje u dubinu (e) niti jedan od navedenih postupaka
 (c) pretraživanje u širinu
11. (1 bod) U propozicijskoj logici, SAT-problem je:
 (a) nedeterministički (b) potpun (c) traktabilan (d) neodlučiv (e) NP-potpun
12. (1 bod) Rezolventa klauzula $\{P(x), R(x)\}$ i $\{\neg P(y), Q(a), Q(y)\}$ je klauzula:
 (a) $\{R(y), Q(a)\}$ (b) $\{R(y)\}$ (c) $\{R(y), Q(y)\}$ (d) $\{R(x), Q(a), Q(x)\}$ (e) $\{R(a)\}$
13. (1 bod) Ako se udaljenost čvora od početnog čvora ne koristi ($g = 0$), algoritam A^* degenerira u:
 (a) pretraživanje u širinu (d) pretraživanje usponom na vrh
 (b) dvosmjerno pretraživanje (e) pohlepno pretraživanje "najbolji prvi"
 (c) pretraživanje s jednolikom cijenom
14. (1 bod) Nad pretraživanjem s jednolikom cijenom *dominira*:
 (a) dvosmjerno pretraživanje (c) pretraživanje "najbolji prvi" (e) pretraživanje u širinu
 (b) pretraživanje usponom na vrh (d) algoritam A^*
15. (1 bod) Neka je $h_1(s)$ broj pločica slagalice koje u stanju s nisu na svome mjestu, a $h_2(s)$ zbroj L_1 udaljenosti pločica od svoga mjesta. Koja je od navedenih heuristika *optimistična*?
 (a) $\max(h_1(s), 2)$ (b) $\max(h_1(s), 1)$ (c) $\max(1, h_2(s))$ (d) $h_1(s) + h_2(s)$ (e) $\min(h_1(s), h_2(s))$

II. dio: problemski zadatci (20 bodova)

16. (4 boda) Heurističko pretraživanje.

Zadan je usmjeren graf sa 7 vrhova, $S = \{a, b, \dots, g\}$. Neka je $\text{succ}(a) = \{(b, 3), (d, 2), (g, 9)\}$, $\text{succ}(b) = \{(c, 2), (e, 3)\}$, $\text{succ}(c) = \{(g, 4)\}$, $\text{succ}(d) = \{(e, 2), (f, 5)\}$, $\text{succ}(e) = \{(g, 4)\}$. Početni čvor je a , a cilj g . Vrijednosti heurističke funkcije su: $h(a) = 7$, $h(b) = 0$, $h(c) = 4$, $h(d) = 6$, $h(e) = 1$, $h(f) = 11$, $h(g) = 0$.

- (a) Napišite trag izvođenja algoritma A^* (za svaki korak napišite listu otvorenih i zatvorenih čvorova). Čvorove proširujte leksikografskim poretom.
 (b) Je li heuristička funkcija h konzistentna? Je li optimistična?
 (c) Neka je $h_2(s) = k \cdot$ (najmanji broj bridova od s do cilja). Koji je najveći k za koji je h_2 konzistentna? Koji je najveći k za koji je h_2 optimistična?

17. (4 boda) Igranje igara.

Stablo igre definirano je sljedećim prijelazima: $A \mapsto \{B, C, D\}$, $B \mapsto \{E, F\}$, $C \mapsto \{G, H\}$, $D \mapsto \{I, J\}$, $E \mapsto \{M, N\}$, $F \mapsto \{K, L\}$, $G \mapsto \{K, L\}$, $H \mapsto \{M, N\}$, $I \mapsto \{M, N\}$, $J \mapsto \{O, P\}$.

- (a) Neka prvi igrač koristi heuristiku h_1 (dobit kakvu je vidi prvi igrač), a drugi heuristiku h_2 (dobit kakvu je vidi drugi igrač), prema sljedećoj tablici:

	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
h_1	1	-2	3	2	0	5	-1	0	-2	-1	0	2
h_2	0	5	2	4	-1	2	3	2	1	-1	1	-2

Igračima nije poznata heuristika protivnika. Igru započinje prvi igrač iz stanja A . Ako igrači svoje strategije određuju algoritmom minimax i pretražuju najviše dva poteza unaprijed (jedan svoj i jedan suparnički), odredite tijek (slijed stanja) igre.

18. Srpnja 2015.

ie (ak. god. 2014./2015.)

odgovorima nose po 1 bod
vrijednost pitanja je 120

učinite u 2
vrijednost pitanja je 120

- (b) Pretpostavimo da prvi igrač pretražuje tri poteza unaprijed i koristi podrezivanje alfa-beta. Odredite koja će stanja biti podrezana (odnosno neće biti posjećena) kod izračuna minimaks-vrijednosti za stanje A.
- (c) Ukratko (u jednoj rečenici) objasnite zašto nam kod algoritama igranja igara treba heuristička funkcija.

18. (4 boda) Logika i zaključivanje.

- (a) Napišite algoritam rezolucije opovrgavanjem za propozicijsku logiku.
- (b) Zadane su premise: "Sami smo u svemiru (S) ili su porezi previsoki (P). Ako postoji potražnja za devizama (D), onda djeca brzo rastu (R). Djeca ne rastu brzo ako su porezi previsoki i ako vole Modru Lastu (M). Djeca ne vole Modru Lastu i postoji potražnja za devizama". Ciljna formula je: "Sami smo u svemiru".

Izvedite ciljnu formulu koristeći rezoluciju opovrgavanjem uz strategiju skupa potpore i strategiju brisanja redundantnih i nevažnih klauzula. Izvedite redom sve rezolvente, kao da se postupak doista izvodi na računaru.

19. (4 boda) Zaključivanje u logici prvog reda.

- (a) Rezolucijom opovrgavanjem dokažite:

$$\forall x (P(x, a) \rightarrow \neg \forall y (Q(y) \rightarrow \exists z R(z, y))) , \exists x \forall y (Q(y) \rightarrow R(x, y)) \vdash \exists x \neg (P(x, a) \wedge R(x, c)).$$

- (b) Formalno definirajte što je to najopćenitiji zajednički unifikator.

20. (4 boda) Logičko programiranje u Prologu.

Baza znanja u Prologu sadrži činjenice oblika $\text{podvrsta}(X, Y)$, sa značenjem organizam X je podvrsta organizma Y u biološkoj taksonomiji. U bazi nisu definirane nikakve druge činjenice.

- (a) Napišite definiciju predikata $\text{potomak}(X, Y)$ koji se vrednuje istinito ako je X genetički potomak od Y. Predikat mora biti deklarativno i proceduralno ispravan.

- (b) Baza znanja sadrži sljedeće činjenice i pravila:

```
podvrsta(sisavac, kraljeznjak).  
podvrsta(kraljeznjak, zivotinja).  
podvrsta(beskraljeznjak, zivotinja).  
predak(X, Y) :- potomak(Y, X).  
potomak(X, Y) :- ...
```

Nacrtajte stablo izvođenja za upit $\text{predak}(\text{zivotinja}, \text{sisavac})$. U svakom čvoru treba nacrtati stanje Prologovog stoga.

- (c) Definirajte predika $\text{nerod}(X, Y)$ kojim se iz baze znanja mogu dohvatiti svi parovi organizama X i Y koji nisu genetički povezani. Organizmi su genetički povezani akko je jedan predak drugoga ili imaju zajedničkog pretka. Predikat može ponavljati parove te vraćati parove s istim organizmom.