8. (*1 bod*) Dana je interpretacija $D = \{a, b\}$, $P(a,a) \equiv \top$, $P(a,b) \equiv \bot$, $P(b,a) \equiv \top$, $P(b,b) \equiv \bot$, $Q(a) \equiv \top, Q(b) \equiv \bot$, $f(a) = f(b) = b$. Ova interpretacija predstavlja *model* sljedeće formule:

(a) $\forall x \forall y (P(x,y) \lor Q(f(x)))$ (c) $\forall x P(a,x)$ (e) $\forall x \forall y (P(x,y) \to \neg P(y,x))$

$\boxed{\text{(b)}}$ $\neg \exists x \exists y P(x, f(y))$ (d) $\forall x \forall y (P(x,y) \to Q(f(y)))$

9. (*1 bod*) Strategija skupa potpore temelji se na pretpostavci:

(a) premise nisu proturječne (c) premise su kontradiktorne (e) klauzule su temeljne

(b) cilj je dokaziv $\boxed{\text{(d)}}$ cilj je logička posljedica premisa

10. (*1 bod*) Koja se od navedenih formula može zapisati u obliku definitne Hornove klauzule (ili konjunkcije više takvih klauzula)?

(a) $(P_1 \lor P_2) \to Q$ (b) $\neg P \to Q$ (c) $\neg(P_1 \lor P_2) \to Q$ [redacted] $P \to (Q_1 \lor Q_2)$ (e) $P \to \neg Q$

ipak je d) konačan odgovor

II. dio: problemski zadatci (*15 bodova*)

11. (*2 boda*) Neka $P(x)$ označava "x je pas", $M(x)$ označava "x je mačka", $G(x,y)$ označava "x je gazda od y", $V(x,y)$ označava "x voli y". Sljedeće iskaze pretvorite u formule logike prvoga reda:

(a) *Neki psi nemaju svoga gazdu.*

(b) *Mačke ne vole pse bez gazde.*

(c) *Gazde pasa vole se ako i samo ako se njihovi psi vole.*

(d) *Psi i mačke se ne vole, osim ako su od istoga gazde.* (Uputa: definirajte pomoćni predikat *IstiGazda*(x,y).)

12. (*2 boda*) Zadani su parovi atoma:

(a) $P\big(f(x,y), z, g(a)\big)$ i $P\big(z, f(g(w), b), x\big)$

(b) $P\big(z, g(f(a), z), f(g(x,a))\big)$ i $P\big(f(y), g(x, f(y)), z\big)$

Ispišite korake izvođenja algoritma MGU te odredite najopćenitiji zajednički unifikator i najopćenitiju zajedničku instancu, odnosno obasnite zašto dolazi do pogreške.

13. (*2 boda*) Zadani su iskazi *"Bogati i sretni ljudi su lijepi"* i *"Bogati ljudi su sretni i lijepi"*. Rezolucijom opovrgavanjem u okviru predikatne logike dokažite da je jedan iskaz logička (deduktivna) posljedica drugoga, ali ne i obrnuto.

14. (*3 boda*) Dane su premise:

$$\forall x \Big(P(x) \to \exists z \forall y \big(Q(x,y,z) \lor \neg R(y,y) \big) \Big), \quad \exists y R(y,a) \to P(b), \quad \forall x R(x,a).$$

(a) Rezolucijski postupkom izvedite odgovor na upit $\exists x \exists y Q(b,x,y)$.

(b) Definirajte postupak standardizacije i na ovom primjeru pokažite njegov značaj.

15. (*3 boda*) Baza znanja u Prologu sadrži činjenice oblika `roditelj(X,Y)`, sa značenjem `X` je roditelj od `Y`, te `musko(X)` i `zensko(X)`, sa značenjem `X` je muško odnosno žensko.

(a) Napišite predikat `predak(X,Y)` koji se vrednuje istinito ako je `X` predak od `Y`. Predikat mora biti deklarativno i proceduralno ispravan.

(b) Baza znanja sadrži sljedeće činjenice i pravila:

```
roditelj(ivan,petra).
roditelj(marko,josip).
roditelj(petra,josip).
potomak(X,Y) :- predak(Y,X).
predak(X,Y) :- ...
```

Nacrtajte stablo izvođenja za upit `potomak(josip,ivan)`. U svakom čvoru treba nacrtati stanje Prologovog stoga.

(c) Napišite predikat `nerod(X,Y)` kojim se iz baze znanja dohvaćaju svi parovi osoba `X` i `Y` koje nisu u rodu, tj. osobe koje nemaju zajedničkog pretka.

16. *(3 boda)* Baza znanja ekspertnog sustava sadržava sljedeća pravila:

(1) AKO $(A = a_3)$ ONDA $(B = b_2)$
(2) AKO $(D = d_1) \vee (A = a_2)$ ONDA $(B = b_1) \wedge (E = e_1)$
(3) AKO $(B = b_2)$ ONDA $(C = c_1) \wedge (E = e_3)$
(4) AKO $(D = d_2) \vee (D = d_3)$ ONDA $(C = c_3)$
(5) AKO $(E = e_1)$ ONDA $(B = b_3)$
(6) AKO $(D = d_2) \vee (B = b_1)$ ONDA $(A = a_2) \wedge (C = c_2)$
(7) AKO $(D = d_1)$ ONDA $(A = a_1)$

U slučaju konflikta, sustav izabire ono pravilo koje ima najmanji redni broj. Na moguće upite od strane sustava, korisnik odgovara $A = a_2$, $B = b_2$ i $D = d_1$.

Izvedite vrijednost varijable C ulančavanjem unazad. U svakom koraku izvođenja naznačite stanje stoga, stanje radne memorije, konfliktni skup pravila i pravilo koje pali.

Nadoknada drugog međuispita iz Umjetne inteligencije (ak. god. 2010/11.)

Trajanje ispita je ***135 minuta****. Ispit ukupno nosi* ***25 bodova****. Netočan odgovor kod zadataka na zaokruživanje nosi −0.5 bodova.*

I. dio: teorijski zadatci (*10 bodova*)

1. (*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) Q (b) $\neg R$ (c) S (d) $\neg S$ (e) R

2. (*1 bod*) Pravilo univerzalne specijalizacije glasi:

   (a) $\forall x F(x) \vdash \exists x F(x)$ (b) $F(a), F(a) \rightarrow G(b) \vdash G(b)$ (c) $F(a) \vdash \forall x F(x)$ (d) $\forall x F(x) \vdash F(x)$ (e) $\forall x F(x) \vdash F(a)$

3. (*1 bod*) Što će se ispisati izvođenje sljedećeg programa u CLIPS-u?

```
(assert (a 2))
(assert (b 2))
(defrule F (declare (salience 20))
  ?a1 <-(a ?b1) ?a2 <-(b ?b2) (test (< ?b1 200))
  => (retract ?a1) (retract ?a2) (assert (a ?b2)) (assert (b (+ ?b1 ?b2))))
(defrule ispis (a ?v) => (printout t ?v))
```

   (a) 200 (b) 202 (c) 198 (d) 178 (e) 288

4. (*1 bod*) Postupak skolemizacije opravdan je u kontekstu rezolucije opovrgavanjem jer:

   (a) ne utječe na svojstvo zadovoljivosti formule
   (b) proturječje pretvara u tautologiju
   (c) ne utječe na svojstvo nezadovoljivosti formule
   (d) tautologiju pretvara u proturječje
   (e) konzistentnu formulu pretvara u proturječje

5. (*1 bod*) Upit `not(p(x))` u Prologu vraća `Yes` ako i samo ako Prolog:

   (a) uspije dokazati $\neg P(x)$ (b) ne uspije dokazati $\neg P(x)$ (c) ne uspije dokazati $P(x)$ (d) ništa od navedenog (e) uspije dokazati $P(x)$

6. (*1 bod*) Ekspertni sustav s ulančavanjem unaprijed prikladan je u slučajevima kada:

   (a) produkcijska pravila koriste varijable
   (b) zaključivanje je nemonotono
   (c) više pravila imaju iste uvjete u desnom dijelu pravila
   (d) postoji malo podataka a mnogo mogućih rješenja
   (e) više pravila imaju iste uvjete u lijevom dijelu pravila

7. (*1 bod*) Što od sljedećeg je *izraz* predikatne logike prvog reda?

   (a) $\neg GT(x, y)$ (b) $\neg EVEN(add(x, 1))$ (c) $\neg P(x)$ (d) $EVEN(add(x, 1))$ (e) x