



Faculteit Wiskunde en Informatica

Tentamen Logische Technieken in de AI

Vrije Universiteit Amsterdam

25 mei 1998, 13.30 – 16.30 uur

*Alle antwoorden moeten gemotiveerd worden, tenzij uitdrukkelijk anderszins vermeld.
Er zijn 5 vragen.*

1. Stel dat we de volgende ingrediënten hebben:

- een signatuur $\Sigma = \langle p, q, r, s \rangle$

- een verzameling modellen

$$V = \{ \langle 0, 1, 0, 0 \rangle, \langle 0, 0, 1, 0 \rangle, \langle 1, 1, 0, 1 \rangle, \langle 1, 1, 1, 1 \rangle, \langle 1, 0, 1, 0 \rangle \}$$

a) Ga na of $\langle u, u, 1, u \rangle \models_V (p \vee \neg s)$.

b) Bereken $sc_V(\langle 1, u, u, 1 \rangle)$.

2. Stel we hebben een kennisbank KB en feitenverzameling F gegeven door

$$\begin{aligned} \text{KB} = \{ & p(x) \wedge q(x, y) \rightarrow r(x), & F = \{ s(b), q(b, b) \} \\ & s(x) \wedge t(x, a) \rightarrow p(x), \\ & s(x) \rightarrow t(x, a) \end{aligned} \}$$

Laat zien dat $r(b)$ uit KB en F is af te leiden met chaining, op de volgende twee manieren:

a) door een voorwaartse afleidingsboom (*forward derivation tree*) van KB en F te geven.

b) door een achterwaartse afleidingsboom (*backward derivation tree*) van $\text{KB} \cup F$ en $r(b)$ te geven.

3.

- a) Gegeven de volgende kennisbank KB en domeinbeschrijving (*domain description*) W voor de signatuur $\Sigma = \langle s_1, s_2; i; h_1, h_2 \rangle$:

$$KB = \{ \neg s_2 \rightarrow \neg h_2, \neg s_1 \wedge \neg s_2 \rightarrow i, \neg s_1 \wedge \neg s_2 \rightarrow h_1, s_2 \rightarrow \neg h_1, s_2 \rightarrow h_2 \}$$

$$W = \{ \langle 0, 0; 1; 1, 0 \rangle, \langle 1, 0; 1; 0, 0 \rangle, \langle 0, 1; 0; 0, 1 \rangle, \langle 1, 0; 0; 1, 0 \rangle \}$$

Ga na of KB decisive is met betrekking tot W.

- b) Ga voor dezelfde Σ , KB en W na of KB weakly complete is met betrekking tot W.

- c) Stel dat we de volgende kennisbank hebben:

$$KB = \{ a \rightarrow b, c \rightarrow d, e \wedge \neg f \rightarrow g, b \wedge h \rightarrow a, e \wedge f \rightarrow i, i \rightarrow g \}$$

Noem twee problemen (mogelijke fouten) die in deze kennisbank zitten.

- d) Stel we hebben een domeinbeschrijving W' die alle partiële modellen voor Σ bevat. Laat een functionaliteitsbeschrijving (*functionality description*) α als volgt gegeven zijn:

$$\alpha(\langle u, u \rangle) = \langle u, u; u; u, u \rangle \quad \alpha(\langle 1, u \rangle) = \langle 1, u; 0; u, u \rangle \quad \alpha(\langle 0, u \rangle) = \langle 0, u; u; u, 0 \rangle$$

$$\alpha(\langle u, 0 \rangle) = \langle u, 0; u; 1, u \rangle \quad \alpha(\langle 1, 0 \rangle) = \langle 1, 0; 0; 1, u \rangle \quad \alpha(\langle 0, 0 \rangle) = \langle 0, 0; 1; 1, 0 \rangle$$

$$\alpha(\langle u, 1 \rangle) = \langle u, 1; u; u, u \rangle \quad \alpha(\langle 1, 1 \rangle) = \langle 1, 1; 0; 1, 0 \rangle \quad \alpha(\langle 0, 1 \rangle) = \langle 0, 1; 0; 0, 0 \rangle$$

Bereken een minimale kennisbank KB zodat $\langle \Sigma, \text{In}(P(W')), KB \rangle \alpha$ specificeert
 $(\langle \Sigma, \text{In}(P(W')), KB \rangle \text{ specifies } \alpha)$.

4.

- a) Wat houdt de refutatie compleetheid (*refutation completeness*) van resolutie in?

- b) Stel we hebben de volgende verzameling clauses:

$$S = \{ \{p, \neg q, r\}, \{ \neg r, s \} \}$$

Bereken de kennisbank geassocieerd met S, in notatie KB_S .

- c) Zet de volgende predikaatlogische formules om in clause vorm (*clausal form*):

$$(i) \neg \exists x \forall y (p(x) \rightarrow \forall z q(x, y, z))$$

$$(ii) \forall x \forall y ((p(x) \vee \neg q(y, x)) \rightarrow p(y))$$

- d) Laat met behulp van resolutie zien dat

$$p \vee q, p \wedge r \rightarrow (s \vee t), q \rightarrow s \models r \rightarrow (\neg t \rightarrow s)$$

5. Stel dat we de volgende kennisbank KB en feitenverzameling F hebben:

$$KB = \{ e \rightarrow d, e \wedge \neg d \rightarrow a, \neg f \wedge c \wedge b \rightarrow a \}$$

$$F = \{c, e\}$$

a) Laat zien dat $KB \cup F \vdash_{\text{CHNF}} \neg a$. Geldt ook $KB \cup F \models_{\text{COMP}} \neg a$?

b) Geef een voorbeeld van een kennisbank KB, feitenverzameling F en atoom a zodanig dat $KB \cup F \models_{\text{COMP}} \neg a$, terwijl *niet* $KB \cup F \vdash_{\text{CHNF}} \neg a$.



Puntenverdeling:

1 a: 6	2 a: 6	3 a: 6	4 a: 3	5 a: 9
b: 6	b: 6	b: 6	b: 6	b: 6
		c: 6	c: 9	
		d: 9	d: 6	

12	12	27	24	15
----	----	----	----	----

Totaal: 90

$$\text{Eindcijfer} = \frac{\text{behaalde aantal punten} + 10}{10}$$