

Tentamen Intelligente Systemen

Datum: 20 juni 2005

Tijd: 10.30 – 12.30 uur

Het tentamen bevat *drie* opgaven; u moet *twee* opgaven uitkiezen (en niet meer!). Voor elk van de opgaven kan maximaal *50* punten worden verdiend.

U mag bij het maken van het tentamen de syllabus ‘Principles of Intelligent Systems: a knowledge-based approach’ raadplegen, alsmede de practicumhandleiding en de copieën van de overhead-transparanten. *De opgavenbundel mag u niet raadplegen!*

Succes!

Opgave 1

Beschouw een hybride kennisrepresentatieformalisme, waarin frames en logica met elkaar gecombineerd worden.

Beschouw nu de volgende kennisbank:

class O_1 is superclass nil; $a = d$ end	instance I is instance-of O_2 ; $b = g$ end
class O_2 is superclass $\{O_1, O_3\}$; end	class O_3 is superclass O_1 ; $a = c$ end

$$\forall x \forall y (((\neg O_1(x) \vee O_2(y)) \wedge (a(x) \neq d) \wedge (d \neq e)) \rightarrow (a(y) = e)) \quad (1)$$

Alle attributen (a en b) zijn eenwaardig (singlevalued).

- Vertaal de bovenstaande frames in eerste-orde predicatenlogica.
- Maak gebruik van meervoudige overerving met excepties om de erfbare conclusieverzameling (‘inheritable conclusion set’) en de erfbare extensie (‘inheritable extension’) te bepalen.
- Neem nu de logische vertaling van de frames en formule (1) samen, en bepaal of de logische formules al dan niet consistent zijn. Verklaar uw antwoord.
- Neem nu de erfbare extensie en interpreteer die als een logische formule. Bepaal nu of deze formule, samen met formule (1) consistent of inconsistent is. Vergelijk het resultaat met het resultaat van opgave (c).

Opgave 2

De Bayesiaanse certainty-factor (BCF) methode is een nieuwe methode, bedacht door een slimme student van de Radboud Universiteit Nijmegen, na het volgen van het vak Intelligente Systemen. Deze methode combineert elementen van de certainty-factor methode met die van de subjectieve Bayesiaanse methode. De BCF-methode bevat de volgende combinatiefuncties:

- (1) de combinatiefunctie voor de propagatie van aanwijzingen uit de subjectieve Bayesiaanse methode;
- (2) de combinatiefunctie voor samengestelde aanwijzingen uit de subjectieve Bayesiaanse methode;
- (3) de combinatiefunctie voor co-concluderende regels uit de certainty-factor methode.

Aangenomen wordt dat onzekerheden altijd elementen zijn van het gesloten interval $[0, 1]$.

Beschouw nu de volgende verzameling productieregels \mathcal{R} :

$\{R_1 : \text{if } A \text{ or } B \text{ then } C_{0.7,0.2} \text{ fi},$
 $R_2 : \text{if } F \text{ then } C_{0.4,0.3} \text{ fi},$
 $R_3 : \text{if } D \text{ and } C \text{ then } G_{0.6,0.2} \text{ fi}\}$

De getallen x, y in de conclusies van de regels van de vorm **if** E **then** $H_{x,y}$ **fi** staan voor $x = P(H | E)$ en $y = P(H | \bar{E})$.

De initiële feitenverzameling is

$$F = \{A_{0.6}, B_{0.8}, F_{0.7}, D_{0.9}\}$$

Bijvoorbeeld: $P(A | E') = 0.6$. Veronderstel nu dat G het doel van top-down inferentie met deze regels is.

- a. Teken het inferentienetwerk behorende bij het redeneren met deze feiten en regels.
- b. Bepaal nu $P(G | E'')$, d.w.z. de onzekerheid m.b.t. G na toepassing van de feiten en regels. Laat zien hoe u aan het resultaat bent gekomen.
- c. Welke veronderstellingen moeten worden gemaakt om voor bovenstaande regels en feiten gebruik te kunnen maken van de certainty-factor (CF) methode. Pas de certainty-factor methode toe op bovenstaande feiten en regels met gebruikmaking van die veronderstellingen.
- d. Vergelijk de BCF en CF methode. Welke van de twee methode is naar uw mening de beste? Verklaar uw antwoord.

Opgave 3

Het was mooi tijdens het weekeinde, en daarom had de onderwijsdirectie het tentamen Intelligente Systemen beter op een andere dag kunnen inroosteren. De onderwijsdirectie (OD) heeft daarom besloten een kennisstelsel te gaan ontwikkelen dat hierbij in de toekomst behulpzaam kan zijn.

De eerste kennisbank, KB, die de OD op grond van intensieve gesprekken met een meteoroloog heeft opgesteld, ziet er als volgt uit:

$$\text{KB} = \{\text{Nat}(\text{gras}) \leftrightarrow (\text{Oorzaak}(\text{tuinsproeier_aan}) \vee \text{Oorzaak}(\text{regen})), \\ \text{Nat}(\text{gras}) \leftrightarrow \text{Nat}(\text{schoenen}), \\ \text{Nat}(\text{gras}) \leftrightarrow \text{Glinstert}(\text{gras})\}$$

De OD heeft een theorie bedacht die verwant is met de theorie van consistentie-gebaseerde diagnose, die oorspronkelijk voor het diagnosticeren van defecten van logische circuits is ontwikkeld. Volgens de theorie van de OD is een bepaalde hypothese H , met

$$H \subseteq \{\text{Oorzaak}(\text{tuinsproeier_aan}), \neg\text{Oorzaak}(\text{tuinsproeier_aan}), \\ \text{Oorzaak}(\text{regen}), \neg\text{Oorzaak}(\text{regen})\}$$

en $|H| = 2$ ($|H|$ is de cardinaliteit van verzameling H), een *verklaring* voor bepaalde observaties OBS, als:

$$\text{KB} \cup \text{OBS} \cup H \not\vdash_{\mathcal{R}} \square$$

waarbij \mathcal{R} de toepassing van resolutie is (uiteeraard moeten alle formules hiertoe eerst naar clausevorm worden omgezet). Volgens de theorie van de OD is een hypothese H dus een verklaring voor observaties als de voorspelling die met behulp van logische deductie gemaakt wordt, niet strijdig is met hetgeen geobserveerd is.

- a. Vertaal de verzameling formules KB naar clausevorm.
- b. Stel dat

$$H = \{\neg\text{Oorzaak}(\text{tuinsproeier_aan}), \neg\text{Oorzaak}(\text{regen})\}$$

en

$$\text{OBS} = \{\text{Glinstert}(\text{gras})\}.$$

(het gras glinstert in de zon). Stel met behulp van resolutie vast of de verzameling $\text{KB} \cup \text{OBS} \cup H$ al dan niet vervulbaar is.

- c. Bepaal alle mogelijke verklaringen voor $\text{OBS} = \{\text{Glinstert}(\text{gras})\}$ met behulp van resolutie.
- d. Is resolutie volledig of onvolledig? Indien resolutie naar uw mening volledig is, geef hiervoor dan een verklaring; indien resolutie onvolledig is naar uw mening, geef hiervoor dan ook een verklaring. Bespreek de gevolgen van de (on)volledigheid van resolutie in de context van consistentie-gebaseerde diagnose.