Opgaven bij Hoofdstuk 6 - Model-gebaseerd Redeneren

Opgave 1

a. In sommige artikelen over diagnostische systemen wordt een onderscheid gemaakt tussen model-gebaseerde systemen en regel-gebaseerde systemen. Is dit een zinvol onderscheid? Verklaar uw antwoord.

b. DNSB-diagnose wordt soms wel consistentie-gebaseerde diagnose genoemd, terwijl MAB-diagnose in sommige literatuur abductieve diagnose wordt genoemd. Is deze naamgeving juist? Verklaar uw antwoord.

Opgave 2

Beschouw de causale specificatie $\Sigma = (\Delta, \Phi, \mathcal{R})$, met:

- $\Delta = \{d_1, d_2, d_3, d_4, \alpha_1, \alpha_2\}$ is een verzameling defecten (d_1, d_2, d_3, d_4) en assumptieliterals (α_1, α_2);
- $\Phi = \{p(g), q(a), q(b), q(c), r(b), s(e)\}$ is een verzameling observeerbare feiten;
- $$\begin{aligned} \mathcal{R} = \{ & d_1 \rightarrow d_3, \\ & d_3 \wedge d_4 \rightarrow q(a), \\ & d_2 \rightarrow r(b), \\ & d_2 \wedge \alpha_1 \rightarrow q(c), \\ & d_3 \wedge \alpha_2 \rightarrow r(b), \\ & d_3 \rightarrow s(e), \\ & d_1 \wedge d_4 \rightarrow q(c)\} \end{aligned}$$

  is een causaal model van afwijkend gedrag.

a. Beschouw het diagnostische probleem $\mathcal{P} = (\Sigma, F)$, waarin $F = \{q(c), r(b)\}$ de verzameling te verklaren geobserveerde feiten. Bepaal nu alle abductieve oplossingen en diagnosen voor het geval dat alle diagnostische tests (p, q, r, s) verricht zijn, en alle uitslagen bekend verondersteld kunnen worden. Bepaal vervolgens alle abductieve oplossingen en diagnosen, ervan uitgaand dat alleen tests q en r verricht zijn en de resultaten van de andere diagnostische tests onbekend zijn. Vergelijk de resultaten van deze twee vormen van abductie.

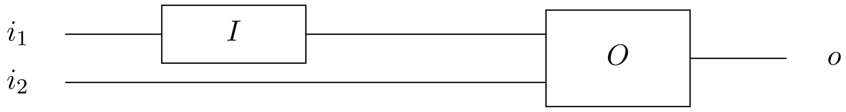
b. Veronderstel dat $\{q(c)\}$ een abnormaal geobserveerd feit is voor het diagnostisch probleem in onderdeel a, terwijl $r(b)$ een normaal geobserveerd feit is. Bepaal nu alle abductieve oplossingen en diagnosen wanneer alleen de abnormale, respectievelijk normale feiten verklaard moeten worden. Vergelijk de resultaten.

Opgave 3

Beschouw voorts het volgende model van een schakeling (schematisch weergegeven): met

- I implementeert een inverter, $\text{Inv}(I)$, met het volgende gedrag:

$$\forall x((\text{Inv}(x) \wedge \neg \text{AB}(x)) \rightarrow (out(x) = 1 \leftrightarrow in(x) = 0))$$



- O implementeert een logische OR-schakeling, Org(O), met het volgende gedrag:

$$\forall x((\text{Org}(x) \wedge \neg\text{AB}(x)) \rightarrow out(x) = or(in_1(x), in_2(x)))$$

Aan de schakeling zijn de observaties $i_1 = 0$, $i_2 = 0$, en $o = 0$ gedaan.

a. Stel de systeemspecificatie SYS op (of $\mathcal{S}$ volgens de syllabus).

b. Bepaal de mogelijke diagnosen volgens de theorie van consistentie-gebaseerde diagnose.

c. Wat is (zijn) de meest waarschijnlijke diagnose(n)? Verklaar uw antwoord.

Opgave 4

De kwaliteit van de grasmat is een belangrijke factor in het succes van een voetbalteam; hierbij speelt onder andere een rol of het gras al dan niet nat is. Marco van Basten (MvB) heeft besloten dit probleem systematisch te analyseren. Op grond van intensieve gesprekken met een grasexpert, heeft MvB de volgende kennisbank opgesteld:

$$\begin{aligned}\text{KB} = \{&\text{Nat(gras)} \leftrightarrow (\text{Oorzaak(watersproeier\_aan)} \vee \text{Oorzaak(regen)}),\\ &\text{Nat(gras)} \leftrightarrow \text{Nat(schoenen)},\\ &\text{Nat(gras)} \leftrightarrow \text{Gevolg(uitglijden)}\}\end{aligned}$$

MvB 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 MvB is een bepaalde hypothese H, met

$$\begin{aligned}H \subseteq \{&\text{Oorzaak(watersproeier\_aan)}, \neg\text{Oorzaak(watersproeier\_aan)},\\ &\text{Oorzaak(regen)}, \neg\text{Oorzaak(regen)}\}\end{aligned}$$

met $|H| = 2$ ($|H|$ is de cardinaliteit van, d.i. het aantal elementen in, de verzameling H), een *verklaring* voor bepaalde observaties OBS, als:

$$\text{KB} \cup \text{OBS} \cup H \nvdash_{\mathcal{R}} \square$$

waarbij $\mathcal{R}$ de toepassing van resolutie is. (Uiteraard moeten alle formules hiertoe eerst naar clausevorm worden omgezet.) Volgens de theorie van MvB 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

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

en

$$\text{OBS} = \{\text{Gevolg}(\text{uitglijden})\}.$$

(Ruud van Nistelrooy is uitgegleden). 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 $\text{OBS} = \{\text{Gevolg}(\text{uitglijden})\}$ 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 (on)volledigheid van resolutie in de context van consistentie-gebaseerde diagnose.

Opgave 5

Bij consistentie-gebaseerde diagnose wordt een diagnose van afwijkend gedrag van een systeem gesteld door aan te nemen dat bepaalde componenten zich afwijkend gedragen. Formeel:

$$\text{SD} \cup H \cup O \nvDash \bot$$

waarin

- SD de systeembeschrijving is,
- O de verzameling observaties (inputs en outputs van het systeem) is, en
- $H = \{\text{Ab}(c) \mid c \in D\} \cup \{\neg\text{Ab}(c) \mid c \in \text{COMPS} \setminus D\}$ de diagnose is, met COMPS de verzameling componenten die defect kunnen zijn, en $D \subseteq \text{COMPS}$.

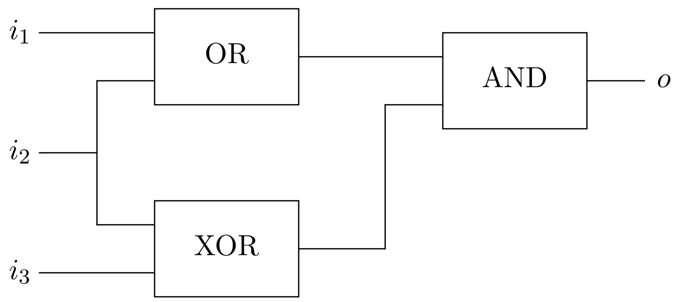
Hierin wil 'Ab(c)' zeggen dat component c afwijkend is. We nemen aan dat SD, O en H formules zijn in eerste-orde predicatenlogica.

a. Beschouw de afbeelding in Figuur 3 van een systeem, dat bestaat uit de volgende componenten: een OR, XOR (exclusive OR) en AND gate, verbindingsdraden, inputs i_1, i_2 en i_3 en output o. Stel nu dat we de volgende observaties hebben: $O = \{i_1 = 1, i_2 = 0, i_3 = 1, o = 0\}$. We nemen aan dat alleen de OR, XOR en AND gate defect kunnen zijn. Geef de systeembeschrijving SD van het systeem,

b. Geef een bewijs in de logica dat één van de componenten defect is. Geef tevens één van de mogelijke diagnosen en verklaar waarom dit een mogelijke diagnose is.

c. De relaties tussen input en output in een systeembeschrijving kunnen logisch op diverse manieren worden gerepresenteerd. Zo kan het verband algebraïsch worden gerepresenteerd, in een functieterm met gelijkheids- of ordeningspredicaat, zoals $(i_1(x) \vee i_2(x)) = o(x)$, maar ook is het mogelijk slechts gebruik te maken van predicaatsymbolen, bijvoorbeeld: $((\text{COMP}(x) \wedge \cdots \wedge (I(1,x) \vee I(2,x))) \rightarrow O(x))$.

   Noem voor elk van deze twee representaties een voordeel en een nadeel als we gebruik willen maken van een logisch redeneersysteem.



Figuur 3: Architectuur van systeem SD.

d. Hoewel consistentiegebaseerde diagnose oorspronkelijk ontwikkeld is voor diagnose van defecten aan de hand van een model, waarin normaal gedrag beschreven wordt, en abductieve diagnose voor de diagnose van defecten aan de hand van een model van afwijkend gedrag, is het vrij eenvoudig deze twee aanpakken te integreren. Laat formeel zien hoe dit mogelijk is.