

# Tentamen Kunstmatige intelligentie

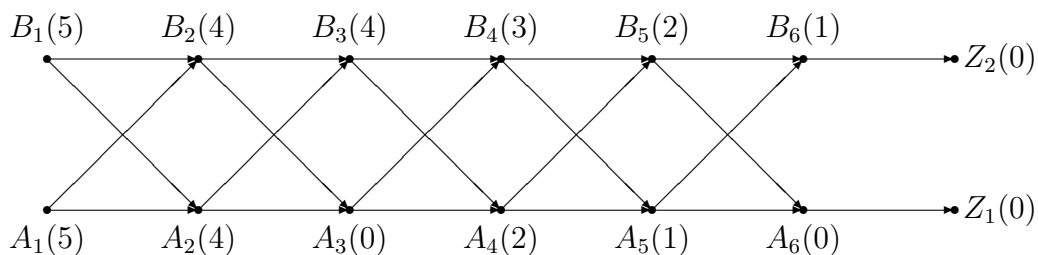
## Universiteit Leiden — Informatica

### Woensdag 22 juni 2011, 14.00–17.00 uur

Geef korte en duidelijke toelichting. Cijfers: [www.liacs.nl/home/kosters/AI/res.html](http://www.liacs.nl/home/kosters/AI/res.html).

#### Opgave 1. A\*/IDA\* (20 punten)

- a. (6 punten) Leg het A\*-*algoritme* en het IDA\*-*algoritme* uit. Geef de verschillen duidelijk aan. Geef expliciet de formule voor  $f$  (wat stellen  $g$  en  $h$  voor?) en denk aan de stop-conditie.
- b. (6 punten) We bekijken onderstaande *gerichte* graaf. Beginknoop is  $A_1$ , doelknoten zijn  $Z_1$  en  $Z_2$ . Bij de knopen staat tussen haakjes de waarde van de admissibele heuristische functie  $h$ . Alle horizontale takken hebben kosten 1, alle diagonale takken kosten 2. Voer het A\*-algoritme uit. Gebruik zonodig de pathmax equation. Geef duidelijk aan hoe het algoritme verloopt, en met name in welke volgorde de knopen ontwikkeld worden. Indien er hierbij keuzes mogelijk zijn, geef ze dan allemaal.
- c. (4 punten) Idem, maar nu het IDA\*-algoritme.
- d. (4 punten) Hoeveel knopen worden er in totaal *ontwikkeld* bij c (eventueel afhankelijk van de gekozen volgorde)? En hoeveel als de heuristische  $h$ -waarde in alle A-knopen met 1 wordt opgehoogd? Kan het nog beter?



#### Opgave 2. $\alpha$ - $\beta$ -algoritme (25 punten)

Cindy en Bert spelen een tweepersoons spel; Cindy begint, daarna moet Bert, en is het spel afgelopen. Er ligt op tafel een rijtje van vier tegels met een letter (de beginletters van de twee spelers) en een getal erop:  $\boxed{C3}$   $\boxed{C5}$   $\boxed{B4}$   $\boxed{B8}$ . De speler die aan de beurt is moet naar keuze de voorste *of* de achterste tegel verwijderen. De einduitslag wordt op grond van de twee overblijvende tegels bepaald: als beide tegels dezelfde letter hebben, wint de speler met die beginletter, met de som van de getallen als beloning; verschillen de letters, dan wint het hoogste getal met als beloning het absolute verschil tussen de twee getallen: bij  $\boxed{C5}$   $\boxed{B8}$  wint Bert met  $8 - 5 = 3$  punten. Bert mag —als hij dat wil— direct vóór zijn beurt de *dobbelsjoker* inzetten, die de middelste van de drie tegels met de voorste of achterste verwisselt, beide met even grote kans.

- a. (6 punten) Beschrijf in woorden het *expecti-minimax-algoritme*.
- b. (6 punten) Maak de spelboom, en bereken de expecti-minimax-waarde.
- c. (6 punten) Cindy mag van te voren één van de vier getallen met 2 ophogen of verlagen. Wat doet ze als ze verstandig is?
- d. (7 punten) Nu wordt er helemaal niet meer gedobbeld, maar mag Bert naar keuze de middelste met de voorste of achterste wisselen; hij mag het ook laten. Voer het  $\alpha$ - $\beta$ -*algoritme* uit. Geef ook een korte rechtvaardiging voor het snoeien. Zorg ervoor dat de ordening van de knopen zo is dat er zoveel mogelijk gesnoeid kan worden!

**Opgave 3.** Bayesiaanse netwerken (20 punten)

We maken een *Bayesiaans netwerk* om het verband tussen goede/slechte gezondheid ( $G$ ), goed/slecht slapen ( $S$ ) en goede/slechte prestatie ( $P$ ) mee te modelleren. Slaap en gezondheid beïnvloeden direct de prestatie.

- a. (4 punten) Gezondheid beïnvloedt al of niet slapen; teken de twee nu meest voor de hand liggende bijbehorende netwerken. Welke kanstabellen moeten bij deze netwerken gegeven zijn?
- b. (3 punten) Welke (en hoeveel) waarden zijn strikt nodig bij de twee netwerken van a? En hoeveel zijn dit er voor het slechtst denkbare netwerk?
- c. (4 punten) En hoeveel zijn dit er maximaal bij een Bayesiaans netwerk met  $n$  knopen? En minimaal, gegeven dat er een gericht pad is dat alle knopen bevat?
- d. (5 punten) We gebruiken de bekende notatie. Druk  $P(\bar{s}|g, p)$ , de kans op slecht slapen gegeven goede gezondheid en goede prestatie, uit in bekende kansen. Doe dit voor beide netwerken van a.
- e. (4 punten) Er zijn vier soorten queries; noem deze en leg ze kort uit. Tot welke soort behoort de query van d?

**Opgave 4.** Neurale netwerken (20 punten)

We gebruiken een neuraal netwerk om uit onderstaande database de Ja/Nee classificatie “gelukkig” te halen.

persoon	slim	rijk	gelukkig
1	T = 1	T	Ja = 1
2	F = 0	T	Nee = 0
3	F	F	Ja = 1

- a. (5 punten) We maken een *perceptron*, dus zonder verborgen lagen, met twee inputs: slim en rijk; en één output: gelukkig. Geef Rosenblatt’s algoritme voor training hiervan, inclusief formule(s).
- b. (3 punten) Leg uit waar bias-knopen voor nodig zijn.
- c. (5 punten) Neem leersnelheid  $\alpha = 0.1$  en initialiseer alle gewichten op 0.5. Voer het algoritme van a uit als de personen 1, 2 en 3 in die volgorde één maal worden aangeboden. Hoeveel van de drie personen worden nu (dus na de drie updates) goed geclassificeerd?
- d. (4 punten) Voeg een vierde persoon toe zodanig dat Rosenblatt’s algoritme nooit alle vier personen goed kan krijgen. Waarom lukt dit?
- e. (3 punten) Waarom is het in het algemeen zinvol om het stoppen van het algoritme af te laten hangen van de prestatie op een aparte *validatieset*?

**Opgave 5.** Theorie (diversen) (15 punten)

- a. (4 punten) Geef een *PEAS-beschrijving* (fabriceer één zin met steekwoorden per “letter” P/E/A/S; leg deze letters ook uit) van een robot in een autofabriek.
- b. (4 punten) Iemand beweert (ten onrechte, overigens) dat schaken *ultra-zwak* is opgelost. Wat bedoelt hij/zij met deze opmerking?
- c. (4 punten) Hoe werkt de *Most Constraining Variable* heuristiek bij *Constrained Satisfaction Problemen*?
- d. (3 punten) Leg het verschil tussen *one-point*, *two-point* en *uniform crossover* bij een *Genetisch Algoritme*.