

# Tentamen Kunstmatige intelligentie

## Universiteit Leiden — Informatica

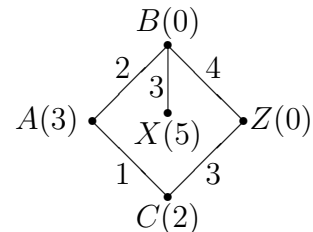
### Woensdag 13 juni 2012, 14.00–17.00 uur

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. (4 punten) We bekijken nevenstaande *ongerichte* graaf. Beginknoop is  $A$ , doelknoop is  $Z$ . Bij de knopen staat tussen haakjes de waarde van de admissibele heuristische functie  $h$ .



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. (6 punten) Nu gaan we weer van  $A$  naar  $Z$ , maar moeten intussen in  $X$  een pakje ophalen. Wat zijn nu toestanden (hint: er zijn er 9 of 10)? Hoe moeten we de heuristische functie  $h$  uitbreiden? Geef de best mogelijke  $h$ , en laat zien hoe *IDA\** in het gunstigste geval verloopt.

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

Bekijk het volgende tweepersoons spel, gespeeld door John en Yoko. Ze zijn om en om aan de beurt, en John begint. Er wordt gespeeld met letters uit de verzameling  $V = \{A, B\}$ , en een  $2 \times 2$  bord. De speler die aan de beurt is mag kiezen: hij/zij verwijdert een letter van het bord, óf hij/zij zet een letter uit  $V$  op een leeg vakje van het bord. Letters uit  $V$  mogen maar één keer gebruikt worden. Het spel eindigt zodra de tweede letter uit  $V$  gebruikt is. De eerste zet betreft dus het spelen van een letter; deze dient linksboven gezet te worden. De uitslag van het spel wordt als volgt bepaald. Als er alleen één letter rechtsonder staat wint John als het een  $A$  is en Yoko als het een  $B$  is. Verder wint John als er een lege rij is (en geen lege kolom), Yoko wint als er een lege kolom is (en geen lege rij). Anders is het remise. Men wint steeds met als aantal punten het aantal letters op het bord. Twee voorbeeldspellen:

- -	A -	A -	- -	B -	- -	- -
- -	- -	B -	Yoko wint (2)	- -	- -	- A John wint (1)

In de *kansversie* van het spel wordt de plek van de gekozen letter random bepaald (voor de beginzet blijft dit steeds linksboven); in de *gewone versie* moeten de spelers zelf de plaats van de gekozen letter bepalen.

a. (6 punten) Beschrijf in woorden het *expecti-minimax-algoritme*.

b. (6 punten) Maak de spelboom en bereken de expecti-minimax-waarde, voor de kansversie.

c. (6 punten) Maak de spelboom en bereken de minimax-waarde, voor de gewone versie.

d. (7 punten) Nu spelen we net als in c de gewone versie, zonder kansen. 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* voor de volgende situatie. Ervaring ( $E$ ) en Opleiding ( $O$ ) beïnvloeden Geschiktheid ( $G$ ) voor een baan, en deze beïnvloedt Levensgeluk ( $L$ ).

- a. (5 punten) Teken het bijbehorende netwerk. Geef de voorwaardelijke kansen die hierbij nodig zijn.
- b. (4 punten) Wat is er precies met deze kansen aan de hand als  $G$  een *Noisy OR* is?
- c. (6 punten) We gebruiken de bekende notatie: kleine letters staan voor het waar zijn van de bijbehorende hoofdletter. Druk  $P(\bar{g}|o, \ell)$ , de kans op ongeschiktheid, gegeven goede opleiding en levensgeluk, uit in bekende kansen.
- d. (5 punten) Er zijn vier soorten queries; noem deze en leg ze kort uit, bijvoorbeeld via een voorbeeld uit bovenstaand netwerk. Tot welke soort behoort de query van c?

**Opgave 4.** Beslissingsbomen — ID3 (20 punten)

We gebruiken het beslissingsboom-algoritme *ID3* om uit onderstaande database de Ja/Nee classificatie “in tuin zitten” te halen.

dag	weer	druk	in tuin zitten
1	goed	nee	Ja
2	slecht	ja	Nee
3	gaat	nee	Nee
4	gaat	ja	Ja

- a. (6 punten) Leg het ID3-algoritme uit. Wat doet het als er geen voorbeelden meer zijn, als alle voorbeelden dezelfde classificatie hebben, als er geen attributen meer zijn, en wat in het “normale” geval?
- b. (7 punten) Voer het ID3-algoritme uit voor bovenstaande database. Reken alle benodigde entropieën uit.
- c. (4 punten) Waarom heeft een attribuut als “weer” meer kans om gekozen te worden door het algoritme dan een attribuut als “druk”, en wat valt daar tegen te doen?
- d. (3 punten) Stel dat we op dag 2 het attribuut “weer” de waarde “goed” geven in plaats van “slecht”; zou een perceptron dit probleem dan kunnen leren? Leg uit.

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

- a. (3 punten) De omgeving van een agent is discreet of continu. Geef een argument waarom voor een auto-rijdend programma de omgeving als continu kan worden gezien, en een argument waarom deze ook als discreet kan worden beschouwd.
- b. (4 punten) Geef twee problemen die kleven aan *bidirectional search*. Illustreer deze aan de hand van het zoeken naar een eindpositie in schaken.
- c. (4 punten) Leg uit hoe, bij het leren, gebruik wordt gemaakt van trainingsset, validatieset en testset.
- d. (4 punten) In ons gebouw staat in sommige zalen een beamer en/of een computer. Beamers en computers verbruiken veel stroom; beamers maken veel lawaai. Zaal  $X$  blijkt veel stroom te verbruiken. Gebruik nu *model checking* om “Er staat in zaal  $X$  een computer” te beoordelen. Geef duidelijke uitleg: loop alle gevallen uit de zoekruimte na.