

# Tentamen Kunstmatige intelligentie

## Universiteit Leiden — Informatica

### Woensdag 19 juni 2013, 14:00–17:00 uur

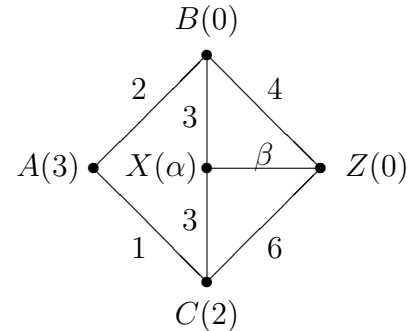


Geef korte en duidelijke toelichting. Cijfers: [www.liacs.nl/home/kosters/AI/res.html](http://www.liacs.nl/home/kosters/AI/res.html).

#### 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. (3 punten) Bekijk nevenstaande *ongerichte* graaf, met beginknoop  $A$  en doelknoop  $Z$ . Bij de knopen staat tussen haakjes de waarde van de *admissibele* heuristische functie  $h$ , met gehele  $\alpha > 0$ . En  $\beta \geq 0$ , geheel, is de directe afstand van  $X$  naar  $Z$ .



Aan welke voorwaarde(n) moeten  $\alpha$  en  $\beta$  voldoen opdat de heuristiek admissibel is?

c. (5 punten) Voer het A\*-*algoritme* uit. Gebruik zondig 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. Onderscheid hierbij de gevallen  $\alpha = 1$ ,  $\alpha = 2$  en  $\alpha > 2$ . Beschrijf zelf de verschillende interessante gevallen voor  $\beta$ .

d. (3 punten) Idem, maar nu het IDA\*-*algoritme*, met  $\alpha = 1$ .

e. (3 punten) Neem  $\alpha = \beta = 2$ . De heuristiek is niet *consistent*. Leg dit begrip uit. Als je de  $h$ -waarde van één knoop mag veranderen om de heuristiek consistent te maken, welke mogelijkheden zijn er dan?

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

Bekijk het volgende tweepersoons spel, gespeeld door Onno en Eva. De speler die aan de beurt is mag òf een getal uit het cirkelvormige getallen-schema verwijderen dat nog twee getallen als burens heeft (en dan blijft hij/zij aan de beurt), òf passen (omdat hij/zij geen getal kan of wil verwijderen; hierna is de andere speler aan de beurt). Onno mag alleen oneven getallen verwijderen, Eva alleen even. Als beide spelers gepast hebben, stopt het spel. Om het niet te ingewikkeld te maken: Onno verwijdert als eerste zet 1 of 7. De uitslag van het spel is de som van de overgebleven getallen, waarbij Onno zo hoog en Eva zo laag mogelijk wil uitkomen. Een voorbeeldspel:

|       |              |                 |             |                |
|-------|--------------|-----------------|-------------|----------------|
|       | - 5 3        | - 5 3           | - 5 3       | - 5 3          |
| Begin | 2 1          | 2 -             | 2 -         | 2 -            |
| stand | 7 4 6 Onno:1 | 7 4 6 Onno:past | 7 4 6 Eva:4 | 7 - 6 Eind(23) |

Overigens, als Eva hier —in plaats van 4 te verwijderen— past, stopt het spel meteen:  $2 \times$  passen. In de *kansversie* van het spel is er bij iedere gewone zet (behalve Onno's eerste zet) 50% kans op passen; in de *gewone versie* moeten de spelers alles zelf bepalen.

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

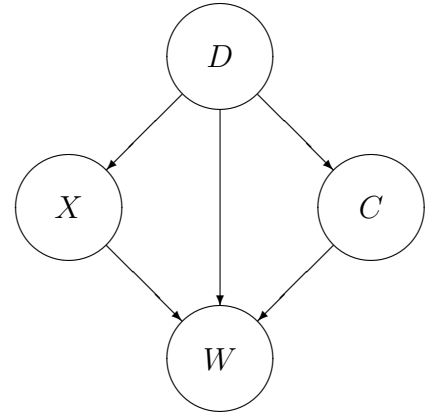
b. (6 punten) Maak de spelboom en bereken expecti-minimax-waarde voor de kansversie. Hint: de boom heeft 9 bladeren.

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

d. (7 punten) Nu moet na Onno's zet (1 of 7) Eva nog precies één even getal pakken, waarbij dit een getal met één of twee getal-buren moet zijn. Hierna is het spel afgelopen. Er wordt niet gepast. 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! Hint: 5 bladeren.

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

We maken een *Bayesiaans netwerk* voor de volgende situatie. Een goede directeur ( $D$ ) zorgt voor een goed product ( $X$ ), een juiste bedrijfscultuur ( $C$ ) en een mooie bedrijfswinst ( $W$ ). Cultuur en product beïnvloeden ook rechtstreeks de winst.



a. (5 punten) Hoeveel kansen moeten hierbij gegeven zijn, en welke?

b. (4 punten) Wat is er precies met deze kansen aan de hand als  $W$  een *Noisy OR* is?

c. (6 punten) We gebruiken de bekende notatie: kleine letters staan voor het waar zijn van de bijbehorende hoofdletter. Druk  $P(\bar{c} | w, x)$ ,

de kans op slechte cultuur, gegeven mooie winst en goed product, 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 **tentamen halen** te destilleren.

| dag | leren | geluk | tentamen halen |
|-----|-------|-------|----------------|
| 1   | veel  | nee   | Ja             |
| 2   | niet  | ja    | Nee            |
| 3   | tja   | nee   | Nee            |
| 4   | tja   | 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, en geef de “gain” voor beide wortel-attributen.

c. (4 punten) Waarom heeft een attribuut als **leren** meer kans om gekozen te worden door het algoritme dan een attribuut als **geluk**, en wat valt daar tegen te doen?

d. (3 punten) Stel dat we op dag 2 het attribuut **leren** de waarde “veel” geven in plaats van “niet”; zou een perceptron dit probleem dan aankunnen? Leg uit.

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

a. (6 punten) Geef een P/E/A/S-omschrijving van een gitaar-simulator, die gebruik maakt van een computer met beeldscherm en in de hand een digitale gitaar.

b. (4 punten) Geef twee problemen die kleven aan *bidirectional search*. Illustreer deze aan de hand van het zoeken naar een eindpositie bij boter, kaas en eieren.

c. (5 punten) Leg uit hoe, bij het leren, gebruik kan worden gemaakt van trainingsset, validatieset en testset.