

# Tentamen Kunstmatige intelligentie

## Universiteit Leiden — Informatica

### Woensdag 24 juni 2009, 14.00–17.00 uur

Geef korte en duidelijke toelichting. Cijfers: [www.liacs.nl/home/kosters/AI/res09.txt](http://www.liacs.nl/home/kosters/AI/res09.txt).

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

We bekijken de *4-puzzel*. Er zijn 3 tegels, A, B en C, en een lege plek aangeduid met -. Een zet (kosten zijn steeds 1) bestaat uit het verschuiven van een tegel naar de lege plek, mits deze horizontaal of verticaal aan elkaar grenzen. De begintoestand (links) en eindtoestand (rechts) staan hierboven.

- a.** (2 punten) Geef de gehele toestand-actie-ruimte/graaf. Hint: er zijn 12 toestanden.
- b.** (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.
- c.** (4 punten) Als admissibele heuristische functie  $h$  nemen we de functie die zegt hoeveel tegels er niet op de juiste plek liggen (voor de begintoestand zijn dat er 3). Voer het *IDA\*-algoritme* uit voor deze graaf. Geef duidelijk aan hoe het algoritme verloopt, en met name in welke volgorde knopen ontwikkeld worden. Indien er keuze mogelijk is in deze volgorde, geef ze dan allemaal.
- d.** (4 punten) Idem, maar nu met als heuristische functie de functie die voor alle tegels uitreken hoeveel plekken ze minstens moeten verschuiven, en deze waarden optelt (voor de begintoestand: 5).
- e.** (4 punten) Stel we voegen een extra tak toe tussen de begintoestand en een van de directe burens van de doelttoestand. Wat zou er nu mis gaan bij onderdeel **d**, en waarom?

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

Max en Mini spelen een tweepersoons spel. De beginspeler, Max, mag kiezen voor versie *Links* of versie *Rechts*; dit is het enige wat Max doet. Daarna is Mini aan de beurt. Voor de gebruikte munt geldt: kans  $1/3$  om “kop” te gooien, en kans  $2/3$  op “munt”. De spelers gebruiken vier getallen:  $A = 2$ ,  $B = 5$ ,  $C = 3$  en  $D = 7$ . Uiteraard streeft Max naar een zo hoog mogelijke uitkomst, en Mini naar een zo laag mogelijke. We spelen straks verschillende varianten.

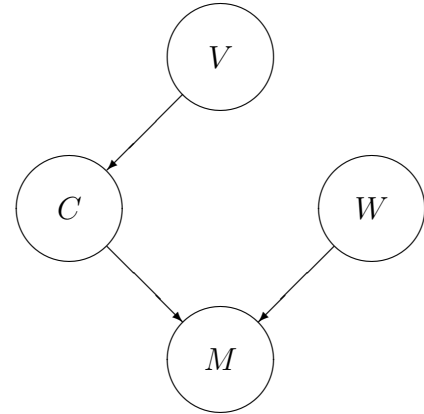
- a.** (5 punten) Beschrijf in woorden het *expecti-minimax-algoritme*.
- b.** (5 punten) In de versie *Links* wordt eerst een munt gegooid, en bij “kop” kiest Mini uit  $B$  en  $D$ , en bij “munt” uit  $A$  en  $C$ . In de versie *Rechts* wordt eerst een munt gegooid, en bij “kop” kiest Mini uit  $A$  en  $B$ , en bij “munt” uit  $C$  en  $D$ . Maak de spelboom, en bereken de expecti-minimax-waarde.
- c.** (5 punten) Iemand beweert het volgende: “We vervangen de waarde van  $B$  door 50, die van  $C$  door 30 en die van  $D$  door 70. Er blijft gelden dat  $A < C < B < D$ . Dus het maakt voor de analyse van het spel bij **b** niet uit.” Is dit juist of niet, en waarom?
- d.** (5 punten) Nu mag Mini voordat Max bij **b** de versie kiest één van de getallen  $A$ ,  $B$ ,  $C$  of  $D$  met 1 verlagen. Doe een goede suggestie.

e. (5 punten) Nu wordt er helemaal niet gedobbeld. Max kiest weer voor *Links* of *Rechts*. Mini mag dan steeds direct kiezen uit de vier waarden. Alleen, voor de versie *Rechts* worden de waarden  $A = 1$ ,  $B = 3$ ,  $C = 2$  en  $D = 6$ . Voer nu 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!

Geef ook een volgorde waarin zo weinig mogelijk gesnoeid kan worden.

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

We hebben een *Bayesiaans netwerk* waarin blijkt dat een tijd op de marathon ( $M$ ) afhangt van de conditie ( $C$ ) en het weer ( $W$ ). De conditie hangt af van de voorbereiding ( $V$ ). We gebruiken kleine letters als volgt:  $m$  betekent dat de marathon-tijd goed (**true**) is,  $\bar{c}$  betekent dat we slechte conditie hebben (**false**), etcetera.



a. (4 punten) Welke kanstabellen moeten bij dit netwerk gegeven zijn? Welke waarden zijn hierbij strikt nodig?

b. (4 punten) Druk de kans  $P(\bar{m}|v)$ , dus de kans op een slechte tijd gegeven een goede voorbereiding, uit in kansen uit de tabellen van a.

c. (4 punten) Druk de kans  $P(c|v, \bar{m})$  uit in kansen uit de tabellen van a.

d. (4 punten) Er zijn vier soorten queries; noem deze en leg ze kort uit. Tot welke soort(en) behoren de queries van b en c?

e. (4 punten) Stel dat er ook een pijl was geweest van  $V$  naar  $W$ . Beschrijf twee manieren om in dat geval relatief eenvoudig kansen uit te rekenen.

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

Gegeven zijn 2 negatieve voorbeelden:  $P = (6, 0)$  en  $Q = (3, 2)$ ; en 1 positief voorbeeld  $R = (1, 0)$ . We zoeken een *perceptron* met 2 invoeren en 1 uitvoer om deze 3 voorbeelden goed te classificeren: voor een negatief voorbeeld moet 0 worden opgeleverd, voor een positief voorbeeld 1.

a. (5 punten) Geef de benodigde waarden voor de gewichten en de drempelwaarde. Teken ook een plaatje van het netwerk.

b. (5 punten) Idem, met positief voorbeeld  $S = (4, 0)$  erbij.

c. (5 punten) Idem, maar vervang  $S = (4, 0)$  door  $S = (5, 2)$ .

d. (5 punten) Wat heeft *Ockham's razor* met neurale netwerken te maken?

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

a. (4 punten) Beschrijf kort het leren van een Boolese functie voor een probleem, met behulp van een *current best hypothesis*. Leg in ieder geval *false positives/negatives* uit, en geef aan wat er bij beide gedaan moet worden.

b. (4 punten) Leg uit hoe bij het oplossen van een *Constraint Satisfaction Probleem* de *Most Constraining Variable (MCV)* heuristisch werkt. Schets een situatie waarin deze vaak wordt toegepast.

c. (4 punten) Geef een *PEAS-beschrijving* (fabriceer één zin met steekwoorden per "letter" P/E/A/S) van een geldautomaat.

d. (3 punten) Iemand beweert (ten onrechte, overigens) dat schaken *ultra-zwak* is opgelost. Wat bedoelt hij/zij met deze opmerking?