

# Tentamen Kunstmatige intelligentie

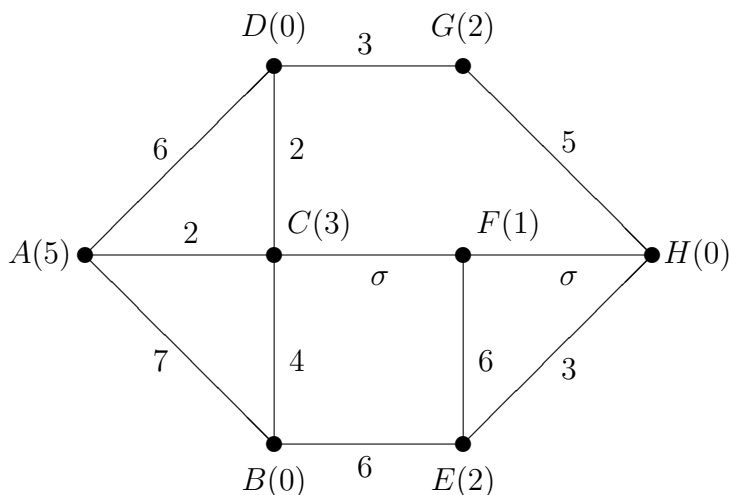
## Universiteit Leiden — Informatica

### vrijdag 4 juni 2004, 13.00–16.00 uur

Geef bij alle antwoorden een korte en duidelijke toelichting. Veel succes!

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

- a. (6 punten) Leg het A\*-algoritme en het IDA\*-algoritme uit. Geef expliciet de formule voor  $f$  en denk aan de stop-conditie. Geef aan waarin A\* en IDA\* verschillen.
- b. (3 punten) Stijgen bij het A\*-algoritme de  $f$ -waarden langs de paden altijd? Zo nee, wat kun je hieraan doen?
- c. (3 punten) Bekijk onderstaande ongerichte graaf. Beginknoop is  $A$ , doelknoop is  $H$ . Bij de knopen staat tussen haakjes de heuristische functie. De kostenfunctie staat naast de takken van de graaf. Geef aan voor welke waarden van  $\sigma > 0$  de heuristiek admissibel is.
- d. (8 punten) Voer het IDA\*-algoritme uit voor deze graaf. Neem aan dat  $\sigma$  zo is dat de heuristiek admissibel is. Gebruik zondig de pathmax equation. Geef duidelijk aan hoe het algoritme verloopt, en met name in welke volgorde knopen ontwikkeld worden. Dit hangt af van de waarde van variabele  $\sigma$ !



#### Opgave 2. $\alpha$ - $\beta$ -algoritme (20 punten)

We bekijken het nevenstaande spel voor twee personen. Speler **A** kiest een getal en streept dit getal (bijvoorbeeld 3) en getallen er recht onder en rechts ervan (6 en 9) weg; dit moeten er samen minstens 3 zijn, dus bijvoorbeeld 8 of 9 mogen niet als eerste zet. Daarna doet Speler **B** analoog (bijvoorbeeld 1, en ook 2, 4 en 7 verdwijnen; 5 en 8 blijven). De som van de overgebleven getallen ( $5 + 8 = 13$ ) is de uitkomst van het spel. Speler **A** wil uiteindelijk zo hoog mogelijk eindigen, speler **B** zo laag mogelijk — of juist andersom (%).

1	2	3
4	5	6
7	8	9

- a. (5 punten) Geef de *spelboom* (= *game tree*) die hierbij hoort.
- b. (5 punten) Beschrijf in woorden het *minimax-algoritme*.

- c. (5 punten) Voer dit uit voor de spelboom van **a**, voor beide opties bij (%).
- d. (5 punten) Voer het  $\alpha$ - $\beta$ -*algoritme* uit voor beide opties. Geef ook een korte rechtvaardiging voor het snoeien. Zorg ervoor dat de ordening van de knopen zo is dat er in beide gevallen zoveel mogelijk gesnoeid kan worden!

**Opgave 3.** Neurale Netwerken (20 punten)

- a. (5 punten) Geef een Neuraal Netwerk met twee invoeren en één uitvoer, dat de XOR-functie (de “exclusieve of”) berekent.
- b. (5 punten) Waarom kan een netwerk zonder verborgen knopen de functie van **a** niet realiseren? Leg uit.
- c. (5 punten) Leid de *Backpropagation* update/leerregel voor een gewicht  $W_{ij}$  op de tak van verborgen knoop  $j$  naar uitvoerknoop  $i$  af. Gebruik leersnelheid  $\alpha$ , doelwaarde  $T_i$ , net-uitvoer  $O_i$  en activatie  $a_j$ .
- d. (5 punten) Wat heeft *Ockham’s razor* te maken met het aantal verborgen knopen?

**Opgave 4.** Constraint Satisfaction Problemen (20 punten)

We willen de knopen in de graaf van Opgave 1 met maximaal 3 kleuren zo kleuren dat aangrenzende knopen verschillend gekleurd zijn. We moeten uiteraard zo weinig mogelijk kleuren gebruiken.

- a. (4 punten) Formuleer dit als een *Constraint Satisfaction Problem*.
- b. (4 punten) Leg uit hoe de “most constrained variable” (= “minimum remaining values”) heuristiek werkt.
- c. (4 punten) Leg uit hoe de “most constraining variable” heuristiek werkt, en geef aan waar deze in het algemeen goed gebruikt kan worden.
- d. (4 punten) Leg uit hoe de “least constraining value” heuristiek werkt.
- e. (4 punten) Kleur de graaf van Opgave 1. Maak hierbij van alle drie de heuristieken minstens één maal verstandig gebruik, en geef duidelijk aan wanneer welke methode benut wordt.

**Opgave 5.** Theorie (diversen) (20 punten)

- a. (5 punten) De omgeving voor een agent kan deterministisch of stochastisch zijn. Wat betekent het tussengeval *strategisch*? Geef van alle drie een voorbeeld.
- b. (10 punten) Leg uit hoe het *ID3-algoritme* om beslissingsbomen te maken werkt. De definitie van de entropie  $I(p/(n+p), n/(n+p))$  ( $p$  is het aantal positieve voorbeelden,  $n$  het aantal negatieve) moet hierbij ook gegeven te worden. Geef met name aan wat er moet (kan) gebeuren in de vier verschillende “standaard”-gevallen, bijvoorbeeld als er bij het splitsen geen attributen meer zijn.
- c. (5 punten) Leg uit wat het verschil is tussen *single-point* en *uniform crossover* bij Genetische Algoritmen.

---

Voor cijfers: <http://www.liacs.nl/home/kosters/AI/res04.txt>