

# Tentamen Kunstmatige intelligentie

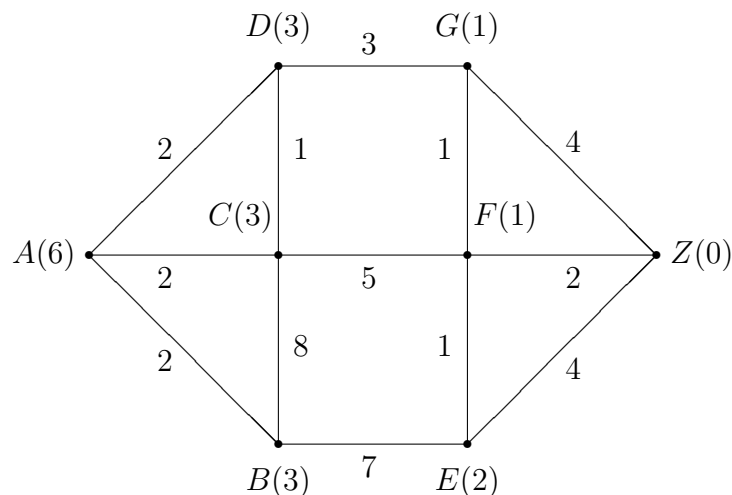
## Universiteit Leiden — Informatica

### Woensdag 25 juni 2008, 14.00–17.00 uur

Geef korte en duidelijke toelichting. Cijfers: [www.liacs.nl/home/kosters/AI/res08.txt](http://www.liacs.nl/home/kosters/AI/res08.txt).

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

- a. (6 punten) Leg het A\*-*algoritme* en het IDA\*-*algoritme* uit. Geef expliciet de formule voor  $f$  (wat zijn  $g$  en  $h$ ?) en denk aan de stop-conditie.
- b. (4 punten) Geef aan waarin A\* en IDA\* verschillen, met name op het gebied van geheugengebruik. Geef ook  $O(\cdot)$  schattingen voor geheugengebruik en rekentijd.
- c. (6 punten) Bekijk onderstaande *ongerichte* graaf. Beginknoop is  $A$ , doelknoop is  $Z$ . De kostenfunctie staat naast de takken in de graaf. Bij de knopen staat tussen haakjes de waarde van de *admissibele* heuristische functie  $h$ .  
Voer het IDA\*-algoritme uit voor deze graaf. Gebruik zonodig de *pathmax equation*. 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) Stel dat je verplicht onderweg knoop  $C$  moet bezoeken. Hoe pas je hiervoor het IDA\*-algoritme eenvoudig aan? En voer dit uit in ons geval.



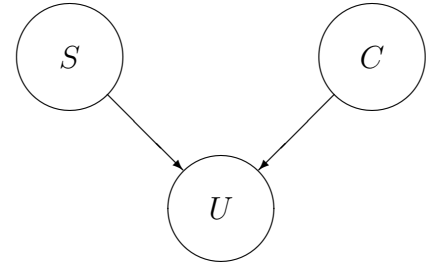
#### Opgave 2. $\alpha$ - $\beta$ -algoritme (25 punten)

We spelen het volgende tweepersoons spel met vier munten, met waarden 10, 20, 30 en  $X$  cent, met  $X > 30$ . Speler  $A$  krijgt random een van deze vier munten, met waarde  $a$ . Daarna kiest speler  $B$  een munt uit de drie overgebleven munten, met waarde  $b$ . De hoogste waarde wint. Men wint met  $|a - b|$  centen.

- a. (6 punten) Geef de *spelboom* (= *game tree*) die hierbij hoort. Denk aan kansknopen.
- b. (4 punten) Beschrijf in woorden het *expecti-minimax-algoritme*.
- c. (6 punten) Voer het *expecti-minimax-algoritme* uit voor de spelboom van a.
- d. (4 punten) Nu mag  $A$  aan het begin zelf kiezen. Verder geldt  $X = 50$ . Geef opnieuw de spelboom en voer het minimax-algoritme uit.
- e. (5 punten) Voer het  $\alpha$ - $\beta$ -*algoritme* uit, in de situatie van d. 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 hebben een *Bayesiaans netwerk* waarin blijkt dat een goede uitslag van de wedstrijd ( $U$ ) afhangt van de goede conditie ( $C$ ) en het goede salaris ( $S$ ). We gebruiken kleine letters als volgt:  $u$  betekent dat de uitslag goed (**true**) is,  $\bar{c}$  betekent dat we slechte conditie hebben (**false**), etcetera. Neem aan dat  $U$  een *noisy-or* knoop is, dat  $P(s) = 0.4$ ,  $P(c) = 0.4$ ,  $P(u|c, \bar{s}) = 0.7$  en  $P(u|\bar{c}, s) = 0.8$ .



- (4 punten) Geef de volledige kanstabellen die bij het netwerk horen.
- (4 punten) Bereken  $P(\bar{s}|u, c)$ .
- (4 punten) We breiden het netwerk uit met een knoop  $T$ , voor een goede trainer, die rechtstreeks de conditie beïnvloedt, en niet het salaris:  $P(c|t) = 0.6$  en  $P(c|\bar{t}) = 0.1$ , terwijl  $P(t) = 0.6$ . Zijn deze waarden consistent met de bij **a** gegeven waarden?
- (4 punten) Druk de kans  $P(t|c, \bar{u})$  uit in bekende kansen.
- (4 punten) Er zijn vier soorten queries; noem deze en leg ze kort uit. Tot welke soort(en) behoren de queries van **b** en **d**?

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

We hebben een database waarin een aantal voorbeelden aan de hand van een stel attributen beschreven worden; verder hebben we een Ja/Nee-classificatie voor deze voorbeelden.

- (5 punten) Leg uit hoe het *ID3-algoritme* werkt. Geef hierbij de definitie van de entropie (uitgedrukt in  $p$ , het aantal positieve voorbeelden en  $n$ , het aantal negatieve). Geef met name aan wat er moet (kan) gebeuren in de vier verschillende “standaard”-gevallen, bijvoorbeeld als er bij het splitsen geen voorbeelden meer zijn.
- (7 punten) De volgende database geeft situaties uit het verleden aan. We maken een beslissingsboom om te kijken of een voetbalspeler goed is via drie Boolese attributen:

speler	koppen	scoren	verdedigen	goed?
1	T	T	F	Ja
2	T	F	F	Nee
3	F	F	T	Ja
4	F	T	F	Nee
5	F	T	T	Nee

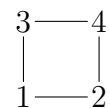
Voer het ID3-algoritme uit, met uitleg (kies zelf in geval van gelijke kwaliteit).

- (4 punten) Beschrijf kort het leren van een Boolese functie voor dit probleem, met behulp van een *current best hypothesis*. Leg in ieder geval *false positives/negatives* uit.
- (4 punten) Pas deze methode toe, beginnend met hypothese “**koppen**”.

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

- (3 punten) Leg het begrip *elitair* uit bij *Genetische algoritmen*.

**b.** (4 punten) Formuleer het volgende probleem formeel als een *Constraint Satisfaction Problem*: We willen nevenstaande graaf zodanig met  $\leq 3$  kleuren inkleuren dat maximaal één paar aangrenzende knopen dezelfde kleur heeft.



- (4 punten) Geef een PEAS-beschrijving (één zin met steekwoorden per “letter”) van een voetbalspel op een computer, gezien vanuit het perspectief van de speler.
- (4 punten) Leg de functie van *bias-knopen* bij een *Neuraal netwerk* uit.