

# Tentamen Kunstmatige intelligentie

## Universiteit Leiden — Informatica

Dinsdag 31 mei 2016, 10:00–13:00 uur

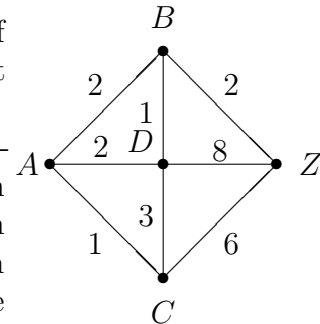


Geef korte, duidelijke toelichting. Cijfers: [www.liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/AI/res.html](http://www.liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/AI/res.html).

### 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) We bekijken nevenstaande *ongerichte* graaf. We beginnen in  $A$ , en doelknoop is  $Z$ , waarbij er een oneven aantal takken gelopen moet zijn (bijvoorbeeld  $A-C-D-Z$  met drie takken). Een toestand wordt vastgelegd door de locatie = knoop én of er een even/oneven aantal takken reeds is gelopen. Geef de best mogelijke admissibele heuristiek  $h$  voor de 10 mogelijke toestanden.



c. (4 punten) We definiëren  $h' = h$ , behalve dat de twee heuristische waarden die bij  $B$  horen op 0 worden gezet. Voer het A\*-*algoritme* uit voor deze  $h'$ . Gebruik zonedig de *pathmax equation*. Geef duidelijk aan hoe het algoritme verloopt, en in welke volgorde de knopen ontwikkeld worden. Indien er hierbij keuzes mogelijk zijn, geef ze dan allemaal.

d. (3 punten) Idem, maar nu het IDA\*-*algoritme* voor  $h'$ .

e. (4 punten) We definiëren  $h'' = h$ , behalve dat nu de twee waarden die bij  $Z$  horen op 0 worden gezet. De heuristiek  $h''$  is niet *consistent*. Leg dit begrip uit. Als je de heuristische waarden bij  $Z$  mag veranderen om de heuristiek  $h''$  consistent te maken, welke mogelijkheden zijn er dan?

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

José Min en Maxi Max spelen een kaartspel. José begint. Zij gooit een eerlijke munt; als het kop is wordt de eerste rij uit het schema verwijderd, anders de derde rij. Vervolgens kiest zij één van de drie kolommen. Daarna kiest Maxi een kaart uit de twee overgebleven kaarten. Deze bepaalt de einduitslag: bij  $\diamond$  wint José, bij  $\heartsuit$  wint Maxi, en bij  $\clubsuit$  en  $\spadesuit$  bepaalt een tweede worp met de eerlijke munt wie er wint. In alle gevallen wint men met het aantal punten dat de kaart aangeeft (hoger is beter).

$\heartsuit 4$	$\spadesuit 2$	$\diamond 8$
$\heartsuit 2$	$\heartsuit 2$	$\diamond 6$
$\clubsuit 4$	$\diamond 2$	$\clubsuit 4$

Voorbeeld: de muntworp levert kop: de eerste rij wordt verwijderd, José kiest de derde kolom:  $\diamond 6$  en  $\clubsuit 4$ , en Maxi wijst  $\clubsuit 4$  aan, waarna de munt José met 4 punten laat winnen.

a. (4 punten) Beschrijf in woorden het *expecti-minimax-algoritme*. Wat gebeurt er in max-knopen, min-knopen, kansknopen, bladeren, ...?

b. (7 punten) Maak de spelboom (met 15 bladeren) en bereken expecti-minimax-waarde.

c. (3 punten) Maxi mag voor het spel begint van één kaart het type wijzigen maar de waarde niet, bijvoorbeeld  $\spadesuit 2 \rightarrow \diamond 2$ . Wat doet hij, en waarom?

d. (6 punten) Geef de nieuwe spelboom (met  $1 + 6 + 12$  knopen) voor het geval José de uitslag van de eerste muntworp mag kiezen en Maxi de (eventuele) tweede, en voer het  $\alpha$ - $\beta$ -*algoritme* uit. Zorg ervoor dat de ordening van de knopen zo is dat er *maximaal* gesnoeid kan worden. Geef een korte rechtvaardiging voor het snoeien.

**Opgave 3: ID3-algoritme & Neurale netwerken** (20 punten)

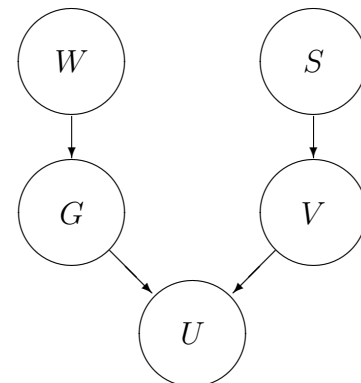
We willen de kwaliteit van een taart beoordelen, op grond van situaties uit het verleden:

	kleur	smaak	gaar	kwaliteit
1	Rood	++	ja	+
2	Rood	+	nee	+
3	Groen	+	nee	-
4	Blauw	-	nee	-
5	Groen	+	ja	+

- a. (7 punten) Leg het ID3-*algoritme* uit. Onderscheid hierbij vier gevallen voor de knopen: geen voorbeelden meer, ... Geef de benodigde formules, waaronder die voor de entropie  $H(p, n)$  in geval van  $p$  positieve en  $n$  negatieve gevallen; en die voor de entropie na afloop van het splitsen op een attribuut met  $\nu$  waardes.
- b. (8 punten) Voer het ID3-algoritme uit voor bovenstaande database. Gebruik hierbij  $-\frac{2}{3} \log_2 \frac{2}{3} - \frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} \approx 0.9$ .
- c. (2 punten) We gebruiken het attribuut **kleur** niet meer, en we vervangen voor taart 1 de waarde “++” door “-”. Zou een perceptron dit probleem dan kunnen leren? Leg uit.
- d. (3 punten) Iemand gooit ook nog taart 2 weg; kun je de kwaliteiten nu zo door elkaar gooien dat een perceptron het probleem *niet* kan leren? Zo ja, hoe?

**Opgave 4: Bayesiaanse netwerken** (20 punten)

We hebben een *Bayesiaans netwerk* met vijf knopen:  $W$  (werk),  $G$  (geld),  $U$  ('s avonds uitgaan),  $S$  (studeren) en  $V$  (vermoeid), zie hiernaast.

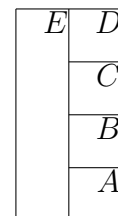


- a. (3 punten) Hoeveel en welke kansen moeten hierbij gegeven zijn?
- b. (3 punten) Geef een voorwaardelijke onafhankelijkheid in dit systeem.
- c. (5 punten) Bij de *join-tree* methode worden knopen  $W$  en  $S$  gecombineerd, evenals knopen  $G$  en  $V$ . Hoeveel en welke kansen moeten er in het zo vereenvoudigde netwerk gegeven worden? En waarvoor is deze methode nuttig?
- d. (4 punten) Geef de vier soorten queries, en van elk een voorbeeld uit het netwerk.
- e. (5 punten) Druk de kans dat we vermoeid zijn, gegeven dat we uitgaan maar niet studeren, uit in bekende kansen. Gebruik de vertrouwde notatie: kleine letters staan voor het waar zijn van de variabele met de bijbehorende hoofdletter.

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

a. (8 punten) Geef een *P/E/A/S-omschrijving* van een computersysteem dat vliegtuigen begeleidt bij landen en opstijgen. Vermeld daartoe waar de vier letters voor staan, en geef per letter enkele steekwoorden.

b. (7 punten) Leg de *Least Constraining Value* (LCV) heuristiek uit, die gebruikt wordt bij *Constrained Satisfaction Problemen*. Geef voor nevenstaande landkaart, die we met zo weinig mogelijk kleuren netjes (buurlanden worden verschillend gekleurd) willen kleuren, een voorbeeld-situatie waarin LCV goed uitpakt én een waarin LCV slecht uitpakt.



c. (5 punten) Wat is het verschil tussen *uniform crossover* en *single-point crossover* bij *Genetische Algoritmen*? Leg ook kort crossover tussen twee individuen uit.