

Tentamen Kunstmatige intelligentie

Universiteit Leiden — Informatica

Maandag 18 juni 2018, 10:00–13:00 uur

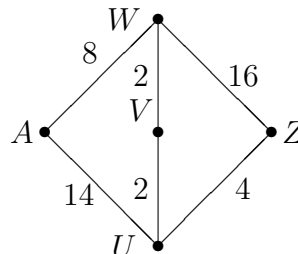


Geef korte, duidelijke toelichting. Het tentamen is (hopelijk) nagekeken op maandagmiddag 25 juni: Snellius kamer 159. Zie www.liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/AI/.

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. (6 punten) We bekijken nevenstaande *ongerichte* graaf, waarin twee tweelingbroers elkaar willen ontmoeten. In de begintoestand bevindt de één zich in A en de ander in Z ; elke keer moeten ze beiden tegelijk een stap doen. De “kosten” zijn de som van de twee afzonderlijke stappen.



Een toestand bestaat uit de positie van de broers, ongeordend. Stel dat we een admissible heuristiek h hebben, die voor elk van de 15 toestanden een waarde geeft, en in doeltoestanden (beide broers op dezelfde plek) uiteraard 0 is. Verder is h in de begintoestand ook 0. Voer het A^* -algoritme uit: geef steeds de “fringe”. Geef duidelijk aan hoe het algoritme verloopt, en in welke volgorde de knopen ontwikkeld worden. (Je hoeft weinig kennis van h te gebruiken!)

c. (4 punten) Idem, maar nu het IDA^* -algoritme. Afhankelijk van h zijn er in essentie twee gedragingen van het algoritme. Laat deze beide duidelijk zien.

d. (4 punten) Geef een andere waarde van de admissible heuristiek h voor de begintoestand (en eventueel ook van andere toestanden) zodanig dat het A^* -algoritme de *pathmax equation* nodig heeft. De heuristiek h is nu niet *consistent* meer. Leg dit allemaal uit.

Opgave 2: α - β -algoritme (25 punten)

Bekijk het volgende tweepersoons spel, gespeeld door Wit en Zwart. Wit begint (zie beginstand hiernaast), en daarna doet Zwart een zet, en dan is het spel klaar. Wit heeft een koning en een loper , Zwart een koning en een toren .

	1	2	3
1			
2			
3			

Een koning kan naar alle lege direct aangrenzende vakjes (horizontaal, verticaal, diagonaal), een loper naar alle lege diagonaal direct aangrenzende vakjes, en een toren naar alle lege horizontaal of verticaal direct aangrenzende vakjes. Wit wint als na de twee zetten haar loper kan “slaan” (dus er schuin naast staat), Zwart wint als na de twee zetten zijn toren kan “slaan”; anders is het remise. Het is ook remise als beide koningen “geslagen” kunnen worden. Men wint met als aantal punten het product van rij- en kolomnummer van de koning van de tegenstander die geslagen kan worden. Er wordt dus niet echt geslagen in dit spel, koningen mogen naast elkaar staan, en stukken kunnen maar één vakje bewegen.

Een voorbeeldspel: naar (rij, kolom) = (1, 2), naar (2, 3); Zwart wint met $1 \cdot 3 = 3$ punten. Een tweede spel: naar (2, 2), naar (3, 2); Wit wint met $3 \cdot 2 = 6$ punten.

a. (6 punten) Beschrijf in woorden het *expecti-minimax-algoritme*. Wat doet het algoritme in max-knopen, min-knopen, kansknopen, bladeren (twee soorten), ...?

b. (7 punten) Maak de spelboom en bereken de minimax-waarde. Tip: teken duidelijk de 4 kinderen; er zijn 15 kleinkinderen.

c. (3 punten) Bereken de expecti-minimax-waarde voor de versie waarin (alleen) de zet voor Wit random is, en al die zetten even waarschijnlijk zijn. En idem voor de versie waarin (alleen)

de zet voor Zwart random is, en al die zetten (per situatie) even waarschijnlijk zijn.

d. (3 punten) Leg uit waarom de waarde van **b** automatisch tussen de twee waarden van **c** terecht komt.

e. (6 punten) Voer het α - β -*algoritme* uit voor de “gewone” versie (als bij **b**). Zorg ervoor dat de ordening van de knopen zo is dat er *precies drie maal* gesnoeid kan worden. Geef een korte rechtvaardiging voor het snoeien.

Opgave 3: ID3 & Neurale netwerken (20 punten)

We willen weten of iemand ges(chikt) is voor een baan, op grond van sollicitaties uit het verleden met informatie over opleiding, ervaring en enthousiasme.

	opl	erv	enth	ges
1	+	+	ja	+
2	+	±	nee	-
3	+	-	ja	+
4	-	-	nee	-
5	-	+	ja	+

a. (6 punten) Leg het ID3-*algoritme* uit. Onderscheid hierbij vier gevallen voor de knopen: geen voorbeelden meer (wat gebeurt er dan?), ...

Geef benodigde formules, zoals die voor entropie $H(p, n)$ bij p positieve en n negatieve gevallen; en die voor entropie na afloop van het splitsen op een attribuut met ν waarden.

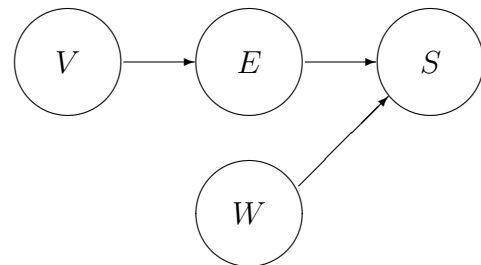
b. (7 punten) Voer het ID3-*algoritme* uit voor bovenstaande database. Gebruik hierbij dat geldt $-\frac{2}{3} \log_2 \frac{2}{3} - \frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} \approx 0.9$.

c. (4 punten) Noem twee problemen die het ID3-*algoritme* heeft.

d. (3 punten) Laat de kolom **erv** weg. Waarom kan een perceptron dit probleem leren? Verwissel een - en een + in de laatste kolom zodanig dat dit niet meer lukt. Leg uit.

Opgave 4: Bayesiaanse netwerken (20 punten)

We hebben een *Bayesiaans netwerk* met vier knopen, bedoeld voor een fietser: V (voeding), E (energie), W (wind) en S (snelheid), zie hiernaast.



a. (3 punten) Hoeveel en welke kansen moeten hierbij gegeven zijn?

b. (3 punten) Geef een voorbeeld van een voorwaardelijke onafhankelijkheid die er uit ziet als $P(S|\dots) = \dots$

c. (5 punten) Neem bij dit onderdeel aan dat alle in **a** genoemde kansen 0.5 zijn. Je mag twee kansen veranderen zodat S een *Noisy-OR* knoop wordt. Geef aan welke je zou kiezen en hoe je ze wijzigt. Welke mogelijkheden zijn er?

d. (4 punten) Geef de vier soorten queries, en van elk een voorbeeld uit het netwerk. Eén van de voorbeelden moet de query van **e** zijn.

e. (5 punten) Druk de kans dat de wind goed staat, gegeven dat je snel fietst maar dat de voeding slecht is, uit in “bekende” kansen. Gebruik hier de vertrouwde notatie: kleine letters staan voor het waar (oftewel goed) zijn van de variabele met de bijbehorende hoofdletter.

Opgave 5: Theorie (diversen) (15 punten)

a. (5 punten) Geef een *PEAS*-omschrijving van een voetbalwedstrijd voor robotspelers. Geef per letter 1) de betekenis en 2) een zin met een tweetal steekwoorden.

b. (5 punten) Stel dat je in een parallel universum “boter, kaas en eieren” altijd kan winnen. Heb je het dan *ultra-zwak*, *zwak* of *sterk* opgelost? Leg de drie begrippen ook uit.

c. (5 punten) We kijken in een neurale netwerk naar het gewicht w op de verbinding van een verborgen knoop met activatie a naar de ene uitvoerknoop. Doelwaarde is t , en de net-uitvoer is $y = g(w \cdot a + \dots)$ bij activatiefunctie g . We definiëren de fout als $E = \frac{1}{4}(y - t)^4$. Leid met gradient descent de updateregule $w \leftarrow w + \dots$ af, voor leersnelheid α .