

Tentamen Kunstmatige Intelligentie

Donderdag 13 juni 2024

9:00–12:00 uur

Informatica



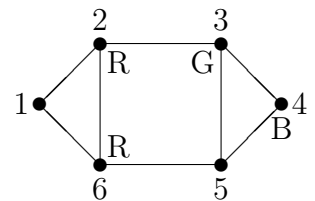
Universiteit
Leiden
The Netherlands

De te behalen punten (totaal 100) staan tussen haakjes bij de opgaven. Cijfers: te zijner tijd via Brightspace/uSis. Geef steeds een korte, duidelijke toelichting. Veel succes!

Opgave 1: A*/IDA* (25 punten)

a. (5) 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. (8) We bekijken nevenstaande graaf H , waarbij we de knopen zo goedkoop mogelijk met R/G/B willen kleuren, zodanig dat burenen verschillend gekleurd zijn. We moeten eerst een ongekleurde knoop kleuren (kosten 1), daarna de kleuren van knoop 2 en één van diens burenen wisselen (mits verschillend gekleurd; kosten 10), daarna weer kleuren, etc.



De heuristische waarde h_1 van een deels gekleurde graaf is het aantal ongekleurde knopen plus 5 als er burenen met dezelfde kleur voorkomen, en anders het aantal ongekleurde knopen. Dus $h_1(H) = 2 + 5 = 7$.



Voer het A*-algoritme uit op H . Geef bij keuze alle volgordes. En is h_1 admissibel?

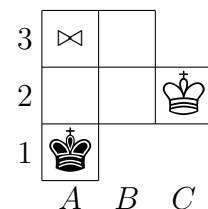
c. (4) Leg uit wat het betekent dat een heuristiek *consistent* is, en hoe je dat kunt merken bij uitvoeren van het A*-algoritme.

d. (4) Laat zien dat heuristiek h_1 consistent is.

e. (4) Heuristiek h_2 is 0 voor iedere toestand. Hoeveel rondes heeft het IDA*-algoritme nodig bij heuristiek h_1 en hoeveel bij h_2 ? Leg uit, en geef de f_{lim} -waarden.

Opgave 2: α - β -algoritme (20 punten)

Wit en Zwart spelen een spel op nevenstaand bord. Ze zijn om en om aan de beurt, Wit begint. Een speler moet zijn eigen koning  /  verzetten naar een direct aangrenzend veld (horizontaal, verticaal of diagonaal), maar mag niet op een plek komen waar de eigen of de andere koning al eerder stond. Je kunt daarbij de koning van de tegenstander slaan, en wint dan met 5 punten, en met 3 punten als je het vakje \otimes bereikt. Een voorbeeldspel: Wit $C2 \rightarrow B3$, Zwart $A1 \rightarrow A2$. Wit kan nu winnen door naar $A2$ (slaan) of $A3$ (\otimes) te spelen.



a. (5) Beschrijf in woorden het *expecti-minimax-algoritme*. Wat doet het algoritme in max-knopen, min-knopen, kansknopen, bladeren (twee soorten), ...?

b. (7) Maak de spelboom en bereken de minimax-waarde. Tip: er zijn 22 knopen, inclusief de wortel. Geef in de 13 bladeren alleen de waarde, en in de andere knopen ook het bord.

c. (3) Nu speelt Wit random (steeds alle mogelijkheden even waarschijnlijk), maar Zwart niet. Bereken de expecti-minimax-waarde. En wat als alleen Zwart random speelt?

d. (5) De spelers mogen nu zelfs naar ieder leeg (niet $A3$) niet eerder bezet veld zetten. Het stopt als beiden één maal gezet hebben. Als niemand normaal gewonnen heeft, wint Wit met 1 punt als de koningen horizontaal of verticaal naast elkaar staan, anders wint Zwart met 1 punt. Voer het α - β -algoritme uit voor deze versie. Zorg ervoor dat de ordening van de knopen zo is dat er zoveel mogelijk gesnoeid kan worden. Geef een korte rechtvaardiging voor het snoeien. Geef ook een ordening waarin helemaal niet gesnoeid wordt.

Opgave 3: ID3 en Neurale Netwerken (20 punten)

We willen weten wanneer een computerspel goed is. Op grond van acht situaties uit het verleden kijken we naar t (ype), mo (eilijkheidsgraad), ko (sten) en gr (aphics).

nr	t	mo	ko	gr	goed
1	S	+	\$\$\$	+	+
2	R	-	\$\$\$	-	-
3	R	-	\$\$\$	-	-
4	P	\approx	\$	\pm	-
5	F	+	\$\$	-	+
6	S	\approx	\$\$\$	+	+
7	P	-	\$	\pm	-
8	A	+	\$\$	-	+

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

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

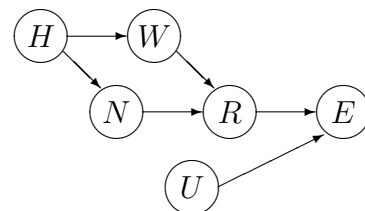
b. (3) Leg uit waarom het attribuut t wellicht niet geschikt is om te gebruiken. Wat gebeurt er als je het toch doet?

c. (7) Voer het ID3-algoritme uit voor bovenstaande database, zonder kolom t . Er is geen rekenmachine nodig!

d. (4) Laat de kolommen t en mo weg, evenals voorbeeld 7. Is het mogelijk om de attribuutwaarden bij voorbeeld 4 zodanig te wijzigen dat een *perceptron* het resterende classificatie-probleem *niet* kan leren? Er mogen geen elkaar tegensprekende voorbeelden komen. Leg het antwoord uit met behulp van een eenvoudige tekening van een assenstelsel.

Opgave 4: Bayesiaanse netwerken (20 punten)

We hebben een *Bayesiaans netwerk* met zes knopen, zie hiernaast.



a. (4) Welke kansen, en hoeveel, moeten hierbij gegeven zijn?

b. (5) Uit welke andere knopen bestaat de *Markov-blanket* van een gegeven knoop in het algemeen, en wat is die van knoop R ?

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

d. (7) Druk de kans dat R “false” is, gegeven dat N en E “true” zijn, uit in de van onderdeel **a** “bekende” kansen. Gebruik de vertrouwde notatie: kleine letters staan voor het “true” zijn van de variabele met de bijbehorende hoofdletter.

Opgave 5: Theorie (diversen) (15 punten)

a. (5) Bij een wedkantoor kan iemand gokken op allerlei statistieken betreffende voetbalwedstrijden. Geef een *PEAS*-omschrijving voor deze situatie, vanuit het standpunt van een gokker. Leg de vier letters uit, en geef enkele steekwoorden per letter.

b. (5) Noem drie redenen waarom de *ReLU* (Rectified Linear Unit) wellicht niet handig zou zijn als activatiefunctie in een Neuraal Netwerk.

c. (5) Een *SAT-solver* gebruikt onder meer “unit propagation” en “pure literal elimination”. Leg deze begrippen uit en pas beide één keer toe op de SAT-formule

$$(x \vee y \vee \neg z) \wedge (x \vee \neg u \vee \neg y) \wedge (y) \wedge (\neg x \vee \neg u \vee t) \wedge (\neg t \vee z)$$