

Tentamen Kunstmatige Intelligentie

Vrijdag 11 juni 2021
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 korte, duidelijke toelichting. Veel succes!

Enquete: <https://evasys.leidenuniv.nl/evasys/online.php?p=S6JJ9> .

Opgave 1: A^*/IDA^* (20 punten)

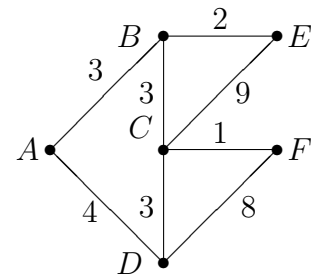
a. (6 punten) Leg het A^* -*algoritme* en het IDA^* -*algoritme* uit. Geef de verschillen duidelijk aan. Geef expliciet de formule voor f (wat stellen g en h voor?) en denk aan de stop-conditie.

b. (4 punten) We bekijken nevenstaande *ongerichte* graaf. We willen van A naar E of F reizen, waarbij we B of C twee maal willen bezoeken, bijvoorbeeld $A-B-C-B-E$ (kosten 11; het kan korter).

Een toestand bestaat uit onze positie, en of we al minstens twee maal in B of C geweest zijn; en zo nee: of we één maal in B/C geweest zijn. Als heuristiek h nemen we in alle toestanden de waarde 3, behalve in doelt toestanden, waar we 0 nemen. Deze heuristiek is in enkele toestanden niet *admissibel* = *toelaatbaar*. Welke zijn dat? Verbeter h zo eenvoudig mogelijk zodat deze wel *admissibel* wordt.

c. (6 punten) Voer nu het A^* -*algoritme* uit met de verbeterde heuristiek. Geef duidelijk aan hoe het algoritme verloopt, en in welke volgorde knopen ontwikkeld worden. Indien er keuzes mogelijk zijn, geef ze dan alle (inclusief alle kortste paden). Gebruik zo nodig de pathmax-vergelijking. Probeer de juiste details te geven.

d. (4 punten) We verbeteren de heuristiek verder door de begintoestand h -waarde 8 te geven. Gebruik nu het IDA^* -*algoritme*, voor deze verbeterde heuristiek, in het gunstigste geval. Het stopt als er een kortste pad gevonden is. Laat zien hoe dat verloopt.



Opgave 2: α - β -algoritme (25 punten) Bekijk het volgende tweepersoons spel, gespeeld door Albert en Bea op de graaf van **Opgave 1**. Albert begint en verwijdert twee met een even getal gemarkeerde takken uit de graaf. Daarna verwijdert Bea een oneven tak, zodanig dat de resulterende graaf geen cykels meer heeft (je kunt geen rondje meer lopen); Bea heeft steeds twee of drie keuzes.

De uitslag van het spel is de lengte van het kortste pad van A naar F in de resulterende graaf. Albert wil dit graag zo laag, Bea zo hoog mogelijk hebben. Een voorbeeldspel: Albert haalt $D-F$ en $A-D$ weg; Bea verwijdert $C-E$ (ze had ook $B-C$ kunnen kiezen). De score is 7, via pad $A-B-C-F$.

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

b. (6 punten) Maak de spelboom en bereken de minimax-waarde. Hint: er zijn 7 bladeren.

c. (3 punten) Bereken de expecti-minimax-waarde voor de versie waarbij Albert dobbelt (random kiest) en Bea niet, en andersom.

d. (4 punten) Bea mag nu ook een tak met een *even* getal verwijderen. Meer opties hebben klinkt fijn. Vindt zij dit aantrekkelijk of niet, respectievelijk voor de situatie van **b** en voor de situaties van **c**, of kan het haar niet schelen, en waarom?

e. (6 punten) Voer het α - β -*algoritme* uit voor de situatie van **b**. Geef ook een duidelijke rechtvaardiging voor het snoeien. Zorg ervoor dat de ordening van de knopen zo is dat er zoveel mogelijk gesnoeid kan worden!

Opgave 3: ID3 & Neurale netwerken (20 punten)

Wanneer vinden we een vak leuk? Op grond van ervaring uit het verleden kijken we naar tent(amen), video en moe(ilijkheidsgraad).

vak	tent	video	moe	leuk
1	±	+	-	+
2	±	-	+	-
3	+	-	-	+
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
6	+	+	+	+

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.

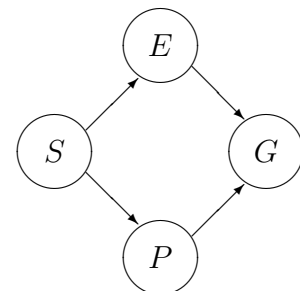
b. (7 punten) Voer het ID3-*algoritme* uit voor bovenstaande database. Gebruik hierbij dat geldt $-\frac{3}{4} \log_2 \frac{3}{4} - \frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} \approx 0.8$. (Geen rekenmachine nodig!)

c. (4 punten) Waarom is attribuut **tent** wellicht minder geschikt dan de twee andere, en wat kan het algoritme daaraan doen?

d. (3 punten) Laat de kolom **tent** weg, evenals voorbeelden 4 en 5. Waarom kan een perceptron het resterende classificatie-probleem leren? Vervang één '-' door een '+' in de kolom **leuk**, of andersom, zodanig dat dit niet meer lukt. Leg uit.

Opgave 4: Bayesiaanse netwerken (20 punten)

We hebben een *Bayesiaans netwerk* met vier knopen: S (sport), E (energie), P (plezier) en G (gezond); zie hiernaast.



a. (3 punten) Welke kansen moeten hierbij gegeven zijn?

b. (6 punten) Stel dat je met de *join tree* methode de knopen E en P samenvoegt. Leg uit welke kansen je dan moet geven, en hoe deze uit de oorspronkelijke berekend worden.

c. (5 punten) Geef de vier soorten queries, en van elk een voorbeeld uit het oorspronkelijke netwerk. Eén van de voorbeelden moet de query van **d** zijn.

d. (6 punten) Druk de kans dat je plezier hebt, gegeven dat de gezondheid goed is maar dat er niet wordt gesport, uit in "bekende" kansen. Gebruik hier de vertrouwde notatie: kleine letters staan voor het waar (of goed) zijn van de variabele met de bijbehorende hoofdletter.

Opgave 5: Theorie (diversen) (15 punten)

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

b. (5 punten) Welke heuristiek komt goed van pas bij de allereerste stap (waar een variabele moet worden gekozen) van het backtracking-*algoritme* voor *Constrained Satisfaction Problemen*? Leg de heuristiek ook uit.

c. (5 punten) We willen een *Genetisch Algoritme* gebruiken om een graaf zodanig te tekenen dat er zo min mogelijk takken elkaar snijden en dat verder de afstanden in de tekening zoveel mogelijk overeenkomen met de gegeven afstanden. Geef een voorstel voor een benodigde evaluatie-functie.