

Tentamen Kunstmatige Intelligentie

Donderdag 16 juni 2022

10:15–13:15 uur

Informatica

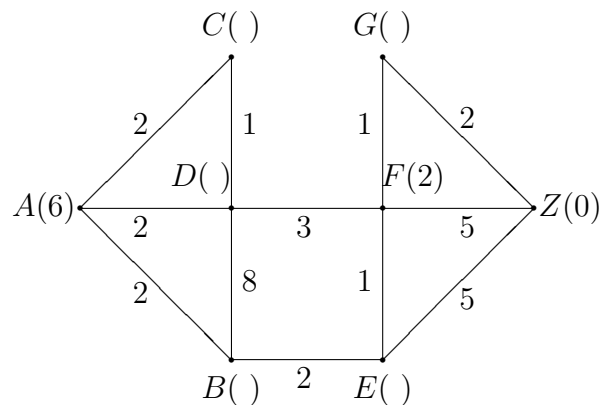


Universiteit
Leiden
The Netherlands

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!

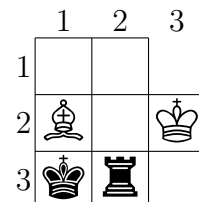
Opgave 1: A^*/IDA^* (20 punten)

- a. (5 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) Bekijk onderstaande graaf. Beginknoop is A , doelknoop is Z . Je mag van een knoop alleen naar een alfabetisch grotere knoop, dus bijvoorbeeld niet van D naar B . De kostenfunctie staat naast de takken. Zet zelf naast de vijf knopen B, C, D, E en G de *maximale* waarde die een *admissibele* heuristische functie kan hebben. Dat wordt “de” h .
- c. (3 punten) Wanneer is een heuristiek *consistent*? Leg ook uit waarom deze h dat niet is.
- d. (6 punten) Voer hier het A^* -algoritme uit. Gebruik zonodig de *pathmax equation*. Geef duidelijk aan hoe het algoritme verloopt, met name in welke volgorde knopen ontwikkeld worden. Indien er keuze mogelijk is in deze volgorde, geef deze mogelijkheden, inclusief alle kortste paden.
- e. (3 punten) Idem voor het IDA^* -algoritme, waarbij “handig” gekozen mag worden. Stop bij een kortste pad.



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

Bekijk het volgende tweepersons spel voor Wit en Zwart. Wit begint (zie beginstand hiernaast). Als Wit een stuk slaat is het meteen afgelopen, anders doet Zwart een zet, en dan is het spel klaar. Wit heeft een koning en een *dobbelloper* , Zwart een koning en een *dobbeltoren* .



Een koning kan naar alle direct aangrenzende vakjes (horizontaal, verticaal, diagonaal), een *dobbelloper* gaat *random* naar een diagonaal aangrenzend vakje, en een *dobbeltoren* gaat *random* naar een horizontaal of verticaal *direct* aangrenzend vakje. Een stuk van de eigen kleur kan niet geslagen worden, een stuk van de andere kleur wel. Als er geen stuk geslagen is, is het remise. Degene die een koning slaat wint met 80 punten, als een ander stuk geslagen wordt met 10 punten. Koningen mogen naast elkaar staan, en elkaar slaan. Een voorbeeldspel: Wit kiest de *dobbelloper*, en deze slaat (50% kans) de *dobbeltoren*; Wit wint met 10 punten. Een tweede: Wit speelt de koning naar links, en Zwart slaat deze met de eigen koning; Zwart wint met 80 punten.

- a. (5 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 *expecti-minimax*-waarde. Teken de kinderen duidelijk als “schaakbord”. Tip: er zijn 18 bladeren.

- c. (4 punten) Wit mag een extra dobbelloper opstellen. Is dat verstandig, en zo ja, waar? Geef ook getalsmatige onderbouwing.
- d. (3 punten) Nu mogen de beide spelers zelf bepalen waar hun dobbelloper of -toren heen beweegt, in plaats van random. (Geen extra dobbelloper.) Geef spelboom en bijbehorende minimax-waarde. Tip: 6 kinderen, 16 kleinkinderen.
- e. (6 punten) Voer het α - β -*algoritme* uit voor de versie van **d**. Zorg ervoor dat de ordening van de knopen zo is dat er *precies vier maal* een kleinkind gesnoeid kan worden. Geef een korte rechtvaardiging voor het snoeien.

Opgave 3: ID3 & Neurale netwerken (20 punten)

Wanneer vinden we een liedje goed? Op grond van acht situaties uit het verleden kijken we naar za(nger), vi(deo) en mu(ziek).

nr	za	vi	mu	goed
1	++	-	-	+
2	-	+	-	-
3	-	-	-	-
4	±	+	+	+
5	±	+	+	-
6	++	-	+	+
7	+	-	+	-
8	+	+	-	+

a. (6 punten) 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 waardes.

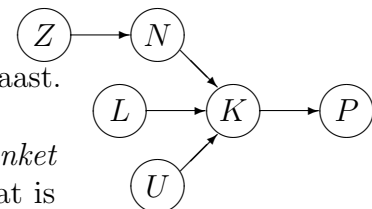
b. (7 punten) Voer het ID3-*algoritme* uit voor bovenstaande database.

c. (4 punten) Noem minstens twee problemen die aan ID3 kleven.

d. (3 punten) Laat de kolom **za** weg, evenals voorbeelden 3, 5 en 6. Als we verder voorbeeld 2 weglaten, kan een perceptron het resterende classificatie-probleem dan leren? En als we in plaats van voorbeeld 2 voorbeeld 8 weglaten? Leg uit.

Opgave 4: Bayesiaanse netwerken (20 punten)

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



a. (4 punten) Welke kansen moeten hierbij gegeven zijn?

b. (5 punten) Waaruit bestaat in het algemeen de *Markov-blanket* van een gegeven knoop, waarvoor wordt deze gebruikt, en wat is deze voor N ?

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

d. (6 punten) Druk de kans dat K true is, gegeven dat L en P false zijn, uit in de van **a** “bekende” kansen. Gebruik hier 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 punten) Geef een *PEAS*-omschrijving voor een automaat die kaartjes verkoopt in een parkeergarage. Geef per letter 1) de betekenis en 2) een zin met enkele steekwoorden.

b. (5 punten) We bekijken de puzzel $AB + BC = BCB$, waarbij iedere letter een uniek cijfer uit $\{0, 1, \dots, 9\}$ voorstelt. Formuleer dit als *Constrained Satisfaction Problem*; geef in het bijzonder alle variabelen en constraints. Los de puzzel ook op.

c. (5 punten) We willen een *Genetisch Algoritme* gebruiken om een *Sudoku* op te lossen. Doe een voorstel (in woorden) voor de benodigde fitness-functie en suggereer een eenvoudige mutatie-operator. Neem aan dat rijen van kandidaten altijd kloppen.