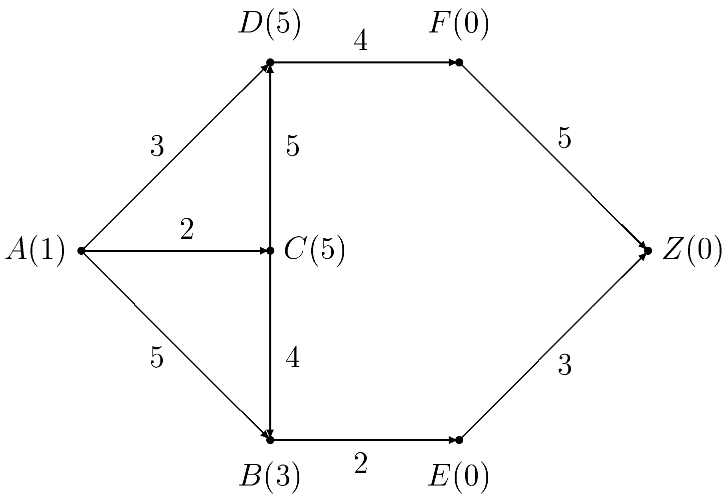
Tentamen Kunstmatige intelligentie
Universiteit Leiden — Informatica
maandag 13 augustus 2001, 14.00–17.00 uur

Geef bij alle antwoorden een korte en duidelijke toelichting. Veel succes!

Opgave 1. A* en IDA* (20 punten)

a. (6 punten) Leg het A*-algoritme en het IDA*-algoritme uit.
b. (3 punten) Wanneer heet een heuristiek *toelaatbaar* (= admissible)?
c. (5 punten) Wat is de *pathmax equation* en waarvoor wordt deze gebruikt?
d. (6 punten) Voer het IDA*-algoritme uit voor onderstaande gerichte graaf. Gebruik zonodig de *pathmax equation*. Beginknoop is A, doelknoop is Z. Bij de knopen staat tussen haakjes de (overigens toelaatbare) heuristische functie. De kostenfunctie staat naast de takken van de graaf. Geef duidelijk aan hoe het algoritme verloopt.



Opgave 2. α-β-algoritme (20 punten)

We spelen een variant van het *Nim-spel*, en wel met een tafel waarop 6 lucifers liggen. De beide spelers pakken om beurten 1, 2 of 3 lucifers. Als je lucifers moet pakken, terwijl die er niet meer zijn, heb je verloren.
a. (5 punten) Teken de bijbehorende spelboom tot en met diepte 2 (wortel op diepte 0). Er zijn dus 9 bladeren. Evalueer de bladeren met de volgende evaluatiefunctie f, waarbij x het aantal lucifers op tafel is, $y = 1$ als de eerste speler (MAX) aan de beurt is en $y = -1$ als de tweede speler (MIN) aan de beurt is: $f(0, y) = -7y$ en $f(x, y) = (6 - x)y$ voor $x \neq 0$.
b. (5 punten) Voer het *minimax-algoritme* uit voor de spelboom van **a**, en geef uitleg hierover.
c. (5 punten) Voer ook het *α-β-algoritme* uit voor deze spelboom, en geef duidelijk aan waar eventueel gesnoeid (= "gepruned") wordt. Geef ook een korte rechtvaardiging voor dit snoeien.

d. (5 punten) Als bij **c** *niet* gesnoeid werd, geef dan een volgorde van kinderen en kleinkinderen waarbij *wel* gesnoeid wordt. Maar als bij **c** *wel* gesnoeid werd, geef dan een volgorde van kinderen en kleinkinderen waarbij *niet* gesnoeid wordt; geef ook nu weer een korte rechtvaardiging voor dit snoeien.

Opgave 3. Belief netwerken (20 punten)

Lex en Mary gaan soms uit, en komen elkaar dan wel eens tegen. Of ze uitgaan hangt vooral van het weer af. We hebben de volgende kansen, waarbij Z staat voor zonnig weer, L respectievelijk M voor Lex/Mary gaat uit, en O voor ontmoeting; een streep boven een letter staat voor de ontkenning: zo betekent $\overline{Z}$ niet zonnig. Er geldt: $P(Z) = 0.3$, $P(L|Z) = 0.6$, $P(L|\overline{Z}) = 0.1$, $P(M|Z) = 0.8$, $P(M|\overline{Z}) = 0.3$, $P(O|L,M) = 0.9$, $P(O|\overline{L},M) = 0.5$, $P(O|L,\overline{M}) = 0.5$ en $P(O|\overline{L},\overline{M}) = 0.0$.
a. (3 punten) Teken het bijbehorende belief netwerk.
b. (4 punten) Wat is de kans dat het zonnig is gegeven dat Lex en Mary elkaar ontmoeten? (Geef zonder al te veel details aan hoe de berekening verloopt.)
c. (4 punten) En wat is de kans dat Lex en Mary elkaar ontmoeten als het zonnig is?
d. (5 punten) Er zijn vier soorten queries; noem deze en leg ze kort uit. Tot welke soort horen de queries van **b** en **c**?
e. (4 punten) Maak een nieuw netwerk, waarbij de twee knopen die met uitgaan te maken hebben gecombineerd worden tot één knoop. Geef de bijbehorende voorwaardelijke kanstabellen. Wat is het voordeel van een dergelijke aanpassing van het netwerk?

Opgave 4. Neurale netwerken (20 punten)

We willen met behulp van een *neuraal netwerk* op grond van tijdstip, temperatuur en precieze locatie een voorspelling maken voor windrichting en waterhoogte in een haven. Daartoe maken we een netwerk met drie invoerknopen, drie verborgen knopen, en vijf uitvoerknopen (waaronder vier voor de windrichting: N/O/Z/W).
a. (5 punten) Leg uit waar "bias-kopen" (extra -1-inputs) voor nodig zijn. Ons netwerk krijgt er twee.
b. (5 punten) Teken de netwerkarchitectuur. Geef kort in woorden aan hoe het *BackPropagation* algoritme werkt.
c. (7 punten) De leerregel voor gewichten $W_{j,i}$ van verborgen laag naar uitvoerlaag luidt: $W_{j,i} \leftarrow W_{j,i} + \alpha \times a_j \times Err_i \times g'(in_i)$. Leg de hier gebruikte notaties uit en leidt deze regel met "gradient descent" af uit de errorfunctie $E = 1/2 \sum_i Err_i^2$.
d. (3 punten) Er is voor gekozen om de windrichting met vier uitvoerknopen te coderen. Wat is hiervan een nadeel, en geef een andere mogelijkheid.

Opgave 5. Data mining (20 punten)

We bekijken een transactie-database met verkoopgegevens over de producten (= items) 1,2,3,4,5,6,7.
a. (5 punten) Geef de definitie van *support* en *frequente itemset*.
b. (5 punten) Op welke belangrijke eigenschap van itemsets is het *Apriori-algoritme* voor het vinden van de frequente itemsets gebaseerd? Leg deze eigenschap kort uit.
c. (5 punten) Leg uit hoe het Apriori-algoritme werkt.
d. (5 punten) Stel dat het Apriori-algoritme de volgende frequente itemsets met 3 items gevonden heeft: $\{1,2,3\}$, $\{1,2,4\}$, $\{1,2,5\}$, $\{1,2,6\}$, $\{1,2,7\}$, $\{1,3,7\}$, $\{1,5,6\}$, $\{2,3,7\}$ en $\{2,5,6\}$. Welke itemsets met 4 items worden allereerst gegenereerd en welke daarvan worden gesnoeid (= "gepruned")? Leg uit.