

Uitwerkingen tentamen Kunstmatige intelligentie

2 juni 2014

Opgave 1.

a. Zie de sheets “A* — samengevat” en “IDA* — algoritme”: [link](#). Te gebruiken woorden onder meer: fringe, $f(n) = g(n) + h(n)$, DFS, f_{limit} . Denk aan de stopconditie: ... als een doelknoop wordt ge-expandeerd.

b. Laten we noteren A_1 voor de toestand: in A , nog niet in E geweest; en A_2 : in A , wel in E geweest. Dan is de lengte van een kortste pad naar A_2 de beste heuristiek h die we kunnen krijgen. We rekenen uit: $h(A_1) = 15$, $h(B_1) = 13$, $h(C_1) = 16$, $h(D_1) = 9$, $h(E_1) = 8$, $h(A_2) = 0$ (de enige doeltoestand), $h(B_2) = 4$, $h(C_2) = 1$ en $h(D_2) = 7$. Merk op dat $E_1 = E_2$.

c. We zetten eerst $h(E_1) = 0$.

We beginnen met alleen A_1 met $f = g + h = 0 + 15 = 15$ in de fringe. We ontwikkelen A_1 , en de fringe wordt $B_1(15), D_1(18)$; daarna B_1 ontwikkelen, en de fringe wordt dan $D_1(15), D_1(18), C_1(21)$. Daarna: $D_1(15)$ ontwikkelen, fringe wordt $E_1(15), D_1(18), C_1(21), C_1(28), A_1(30)$ (let op: hier is “pathmax” gebruikt om de f -waarde van E_1 op te hogen van $f = g + h = 7 + 0 = 7$ naar 15). En zo verder: achtereenvolgens $E_1(15)$, $D_2(15)$ (er komt een $A_2(17)$ bij in de fringe) en $C_2(15)$ ontwikkelen, en tot slot $A_2(15)$; klaar. Het gevonden pad is $A_1-B_1-D_1-E_1-D_2-C_2-A_2$.

Teken zelf de boom die we hier bewandelen.

d. De eerste f_{limit} wordt de f -waarde van de beginknoop: $f(A_2) = g(A_2) + h(A_2) = 0 + 15 = 15$. Daarna leidt één DFS al naar het doel.

Opgave 2.

a. Zie de sheets “Minimax” en “Expecti-minimax — algemeen”: [link](#). Te gebruiken woorden onder meer: MIN-knoop, MAX-knoop, bladeren, kans-knoop.

b. Je krijgt een boom met een wortel die als kinderen drie kansknopen heeft, die ieder weer twee kinderen hebben. Al deze kleinkinderen van de wortel hebben weer twee kinderen. We doen het in volgorde van rijen en kolommen.

De achterkleinkinderen krijgen als waarde $3, -x, 3, 1, -x, 1, 2, 1, 2, 3, 2, -x$; de kleinkinderen: $-x, 1, -x, 1, 2, -x$; de kinderen $(1-x)/2, (1-x)/2$ en $(2-x)/2$. En de wortel: $(2-x)/2 = 1 - x/2$.

c. Nu krijgen de drie kinderen waardes $1, 1, 2$ en de wortel waarde 2 .

d. Voor de gewone versie doet de waarde van x er niet toe, Jeroen wint toch altijd met 2 punten. Voor de kansversie wil hij graag $1 - x/2 > 0$, oftewel $x < 2$, dan heeft hij een positieve verwachting.

e. Zie de sheet “ α - β -algoritme”: [link](#).

Orden de zes kinderen op waardes $-x, -x, -x, 1, 1, 2$ en orden daarbij de kleinkinderen op waardes $3, -x, 1, -x, 2, -x, 2, 1, 1, 2(*)$, $2, 3$. De tak/knoop bij (*) kan nu gesnoeid worden.

Opgave 3.

a. Het netwerk wordt $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$. De te geven kansen zijn: $P(a), P(b|a), P(b|\bar{a}), P(c|b), P(c|\bar{b}), P(d|c)$ en $P(d|\bar{c})$ (7 stuks).

b. Dan geldt $P(d|\bar{c}) = 0$.

c. $P(C|A, B) = P(C|B)$: de afhankelijkheid die C van A heeft, verloopt geheel via B .

- d. $P(\bar{d}|a) = P(\bar{d}|c)P(c|b)P(b|a) + P(\bar{d}|\bar{c})P(\bar{c}|b)P(b|a) + P(\bar{d}|c)P(c|\bar{b})P(\bar{b}|a) + P(\bar{d}|\bar{c})P(\bar{c}|\bar{b})P(\bar{b}|a)$
- e. $P(\bar{a}|d) = 1 - P(a|d) \stackrel{\text{Bayes}}{=} 1 - P(d|a)P(a)/P(d) = 1 - (1 - P(\bar{d}|a))P(a)/P(d)$
- f. Zie de sheet “Soorten inferentie”: [link](#).

Opgave 4.

- a. Zie de sheet “ID3 — Algoritme”: [link](#).
- b. Vooraf is de entropie (2 positieve en 4 negatieve gevallen; we noteren dit als 2–4):
 $-\frac{2}{3} \log_2 \frac{2}{3} - \frac{1}{3} \log_2 \frac{1}{3} \approx 0.9$.
 Bij wortel-vraag **omkopen**: kinderen met een 2–1 en 0–3; achteraf: $\approx \frac{3}{6} \cdot 0.9 = 0.45$.
 Bij wortel-vraag **te hard rijden**: kinderen met een 0–1, 2–2 en 0–1: $\frac{4}{6} \cdot 1.0 \approx 0.67$.
 Bij wortel-vraag **geluk**: kinderen met een 1–2 en 1–2: $\approx \frac{3}{6} \cdot 0.9 + \frac{3}{6} \cdot 0.9 = 0.9$.
 De “gain” $0.9 - 0.45 = 0.45$ is het grootste bij **omkopen**.
- c. De gevallen 4 en 6 hebben dezelfde attribuutwaarden, maar een verschillende classificatie. Dit kan nooit perfect worden gedaan. (Het is ook niet lineair te scheiden, maar dat is eigenlijk een wat overdreven argument hier.)
- d. Zie de sheet “Activatie-functies”: [link](#). Hierbij moet de knik zitten bij waarde 0.5 op de horizontale as.

Opgave 5.

- a. Zie de sheet “Turing-test”: [link](#). Fysieke objecten doorgeven, vision, robotica.
- b. Zie de sheet “Effect- en frame-axioma’s”: [link](#).
- c. Zie de sheet “Voorbeeld: 8 dames — 2”: [link](#).