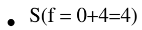
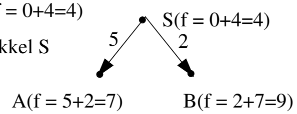
Uitwerkingen tentamen Kunstmatige intelligentie dd. 8 juni 1998

1. a. zie boek p. 5 e.v.
   b. boek: p. 488
   c. p. 553, 554
   d. (i) zoekalgoritme gebaseerd op de principes van evolutie
      (ii) What is the fitness function, How is an individual represented, How are individuals selected, How do individuals reproduce.

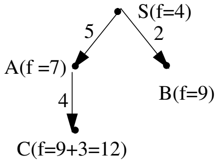
2. a. Wanneer hij nooit (voor geen enkele knoop) de echte waarde tot de eindknoop overschat.
   b. Ja: Voor alle knopen geldt $h(n) \le h^*(n)$: voor alle knopen laten zien.
   c. (i) zie boek p. 98 (ii) idem
   d. A*:



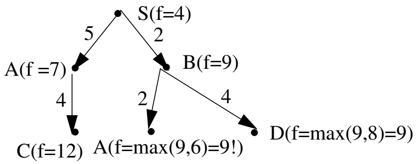
ontwikkel S



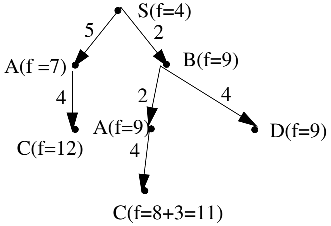
ontwikkel A



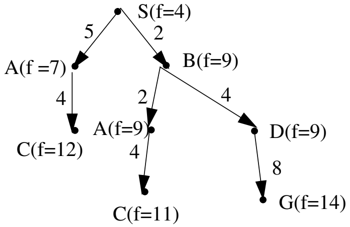
ontwikkel B



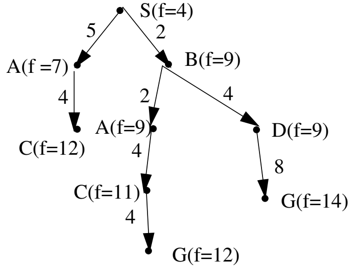
pathmax equation!
ontwikkel A(9) (of D(9))



ontwikkel D(9)



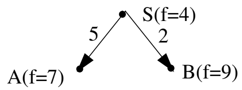
ontwikkel C(11)



ontwikkel G(12):
pad gevonden SBACG, lengte 12
(eventueel kan eerst nog C(12) ontwikkeld worden

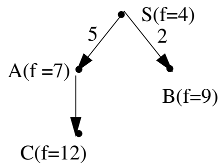
e. IDA* zoekt tot net over een f-limit voor f op depth-first wijze:

f-limit = f(S) = 4



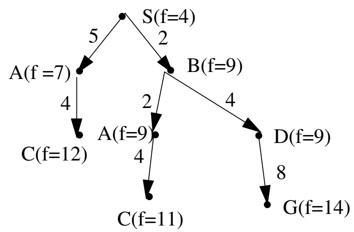
f-limit wordt 7

f-limit = 7



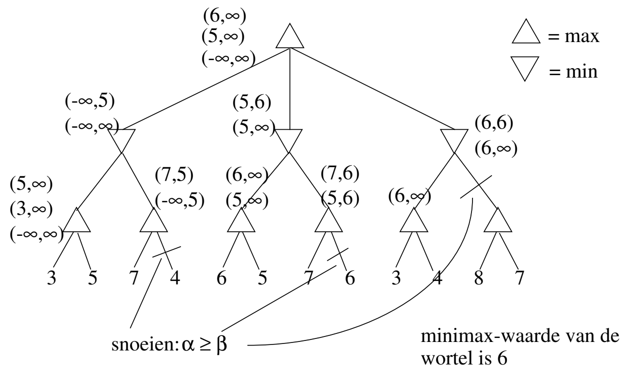
f-limit wordt 9

f-limit = 9



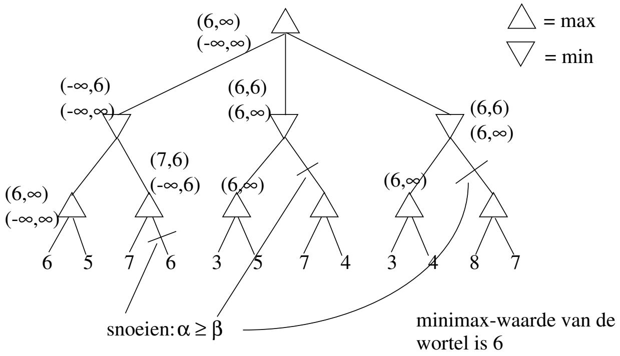
Depth first, dus ontwikkel achtereenvolgens S,A(7),B,A(9),D
f-limit = 11
Dit resulteert in de hele laatste figuur bij d).
Vervolgens: f-limit = 12 en dan wordt dezelfde oplossing als onder d) gevonden

3. a. Tijdscomplexiteit minimax: $O(b^m)$ (alle knopen worden bezocht)
   Ruimtecomplexiteit: O(bm) (depth-fisrt search)
   b. zie boek p.129.
   c.



d.

Verwissel de eerste en tweede zet:



4. a. (i) {A,B,f(A),f(B),f(f(A)), f(f(B)), ...}

(ii){ $P(A, B) \wedge Q(f(A)) \Rightarrow R(A), T(A), P(B, B) \wedge Q(f(A)) \Rightarrow R(B), T(B),$

$P(f(A)), B) \wedge Q(f(A)) \Rightarrow R(f(A)),$

$T(f(A)), P(f(B), B) \wedge Q(f(A)) \Rightarrow R(f(B)), T(f(B)),$

.........}

b. Transformeer naar clause vorm:

$\forall x \forall y(voorouder(x, y) \Leftarrow ouder(x, y))$

Vervang implicatie:

$\forall x \forall y(voorouder(x, y) \vee \neg ouder(x, y))$

"Voor alle"- quantoren weg:

$voorouder(x, y) \vee \neg ouder(x, y)$

Implicatieve normaalvorm:

1. $ouder(x, y) \Rightarrow voorouder(x, y)$

$\forall x \forall y(voorouder(x, y) \Leftarrow (\exists z(voorouder(x, z) \wedge ouder(z, y))))$

Vervang implicatie:

$\forall x \forall y(voorouder(x, y) \vee \neg(\exists z(voorouder(x, z) \wedge ouder(z, y))))$

"Niet" naar binnen:

$\forall x \forall y(voorouder(x, y) \vee \forall z(\neg voorouder(x, z) \vee \neg ouder(z, y)))$

"Voor alle"-quantoren naar voren en weglaten:

$voorouder(x, y) \vee (\neg voorouder(x, z) \vee \neg ouder(z, y))$

Naar implicatieve normaalvorm:

2. $voorouder(x, z) \wedge ouder(z, y) \Rightarrow voorouder(x, y)$

3, 4, 5 en 6 zijn in INF

Te bewijzen: $voorouder(Piet, Maartje)$

Voeg toe:

a. $voorouder(Piet, Maartje) \Rightarrow false$

Resolutie op a en 2 met x/Piet en y/Maartje:

b. $voorouder(Piet, z) \wedge ouder(z, Maartje) \Rightarrow false$

Resolutie op b en 6 met z/Peter:

c. $voorouder(Piet, Peter) \Rightarrow false$

Resolutie op c en 2 met x/Piet en y/Peter:

d. $voorouder(Piet, z) \wedge ouder(z, Peter) \Rightarrow false$

Resolutie op d en 5 met z/Marie:

e. $voorouder(Piet, Marie) \Rightarrow false$

Resolutie op e en 1 met x/Piet en y/Marie:

f. $ouder(Piet, Marie) \Rightarrow false$

Resolutie op f en 4:

g. $true \Rightarrow false$

Tegenspraak gevonden, dus Piet is voorouder van Maartje.

c. zie p. 286

5. a. $P(A|B) = \dfrac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$

b. **P**(S), **P**(O), **P**(L|S,O), **P**(J|L), **P**(K|L,O), waarbij **P** staat voor de waarschijnlijkheden met alle mogelijke waarden van de variabelen.

c.
$$P(J = t|S = s \wedge O = b) =$$
$$P(J = t|S = s \wedge O = b \wedge L = b)P(L = b|S = s \wedge O = b) +$$
$$P(J = t|S = s \wedge O = b \wedge L = s)P(L = s|S = s \wedge O = b) =$$
$$P(J = t|L = b)P(L = b|S = s \wedge O = b) +$$
$$P(J = t|L = s)P(L = s|S = s \wedge O = b)$$

d.
$$P(K = t|S = s \wedge O = b) =$$
$$P(K = t|S = s \wedge O = b \wedge L = b)P(L = b|S = s \wedge O = b) +$$
$$P(K = t|S = s \wedge O = b \wedge L = s)P(L = s|S = s \wedge O = b) =$$
$$P(K = t|O = b \wedge L = b)P(L = b|S = s \wedge O = b) +$$
$$P(K = t|O = b \wedge L = s)P(L = s|S = s \wedge O = b)$$

e. $P(L = b|J \wedge K) = \dfrac{P(J \wedge K|L = b)P(L = b)}{P(J \wedge K)}$

$P(J \wedge K|L = b) = P(J \;\; |L = b)P(K|L = b)$

$P(J \;\; |L = b)$ in netwerk

$P(K|L = b) = P(K|L = b \wedge O = b)P(O = b) + P(K|L = b \wedge O = s)P(O = s)$ in netwerk

$$P(L = b) = P(L = b|S = b \wedge O = b)P(S = b)P(O = b) +$$
$$P(L = b|S = s \wedge O = b)P(S = s)P(O = b) +$$
$$P(L = b|S = b \wedge O = s)P(S = b)P(O = s) +$$
$$P(L = b|S = s \wedge O = s)P(S = s)P(O = s)$$

$P(J \wedge K) = P(J \wedge K|L = b)P(L = b) + P(J \wedge K|L = s)P(L = s)$

1e term zie eerder, 2e term analoog.