Inteligência Artificial – Folha de Respostas

11/Jan/2011 – 9h **DI/FCT/UNL, Época Normal, 2010/11, Duração: 3h** **Exame:** dabadca

Nome:

Número:

GRUPO I

I.1 A heurística é admissível pois tem-se h(n) <= h*(n), para todo o estado n, em que h*(n) é o custo real de chegar de n a um estado objetivo. Vejamos:

h(D) = 0.0 = h*(D)
h(C) = 1.0 = h*(D)
h(B) = 1.0 < 2.0 = h*(B)
h(A) = 0.0 < 2.0 = h*(A)

A heurística não é consistente pois temos h(B) > c(B,B->A,A) + h(A), pois temos h(B) = 1.0 > 0.6 + 0.0

I.2

Pesquisa em Árvores (Só lista aberta)	Pesquisa em Grafos (Lista Aberta | Visitados)
A(0)	A(0) |
B(1)	B(1) | A(0)
A(0.6) C(2)	A(0.6) C(2) | A(0) B(1)
B(1.6) C(2)	C(2) | A(0) B(1)
A(1.2) C(2) C(2.6)	D(2) B(3) | A(0) B(1) C(2)
C(2) B(2.2) C(2.6)	
D(2) B(2.2) C(2.6) B(3.0)	

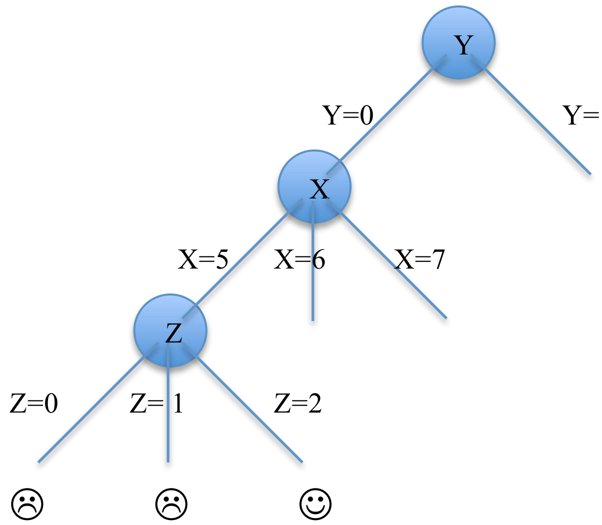
O algoritmo A* com procura em árvores fez 6 expansões enquanto que o algoritmo A* com procura em grafos fez 3 expansões.

Nota: nunca se chega a expandir o nó objetivo D(2) em ambos os algoritmos. Também não se fazem expansões aquando da eliminação do nó A(0.6) do terceiro para o quarto na versão em grafos.

I.3 Por exemplo, a partir do estado (X,Y) = (4,4) transita-se para o estado (3,4) ou (4,3) e de um desses para o estado (3,3) atingindo-se o máximo local (não é possível melhorar o valor da função objetivo=3). Contudo, se forem permitidos movimentos laterais (transições para estados com o mesmo valor da função objetivo) pode-se transitar de (3,3) para (2,3) e daí para (2,2) e seguidamente para (2,1), o máximo global.

Nota: repare-se que não há garantia de se atingir sempre o máximo global quando começando em (4,4) pois o algoritmo trepa-colinas poderá escolher (a escolha é aleatória, não esquecer) transitar de (2,3) para (1,3) ficando preso num "planalto" de máximos locais.

I.4 A dimensão do espaço de procura é 3 * 2 * 3 = 18 (|Dx| * |Dy| * |Dz|). A árvore de procura para esta situação é a seguinte:



A primeira solução encontrada é X=5,Y=0,Z=2. Y é escolhida em primeiro lugar porque é a variável mais constrangida (só tem 2 valores possíveis). A variável X é escolhida de seguida pois apesar de ter o mesmo número de valores possíveis que Z, a variável X ocorre em mais restrições (desempate por número de restrições)

I.5 As variáveis relevantes são as variáveis interrogadas, variáveis evidência e suas antecessoras. Logo para o cálculo de P(c|~d,e) as variáveis relevantes são C,D,E,A e H.

Inteligência Artificial – Folha de Respostas

11/Jan/2011 – 9h **DI/FCT/UNL, Época Normal, 2010/11, Duração: 3h** **Exame:** dabadca

Nome:	**Número:**

I.6

```
% Predicado de domínio
n(1..3)

% Tradução de x :- 2 { a(1), a(2), a(3) } 2. (x se exatamente 2 átomos a(1),  a(2), a(3) forem verdadeiros)
x :- pelomenos2, not pelomenos3.

pelomenos2 :- n(X1), n(X2), a(X1), a(X2), X1 != X2.
pelomenos3 :- n(X1), n(X2), n(X3), a(X1), a(X2), a(X3), X1 != X2, X2 != X3, X1 != X3.

% Tradução de 1 { a(1), a(2), a(3) } 2. (pelo menos 1 e no máximo 2 de a(1),a(2),a(3) são verdadeiros).
% É necessário gerador neste caso pois o constraint literal aparece na cabeça (é um facto).

a(X) :- n(X), not n_a(X).
n_a(X) :- n(X), not a(X).

pelomenos1 :- n(X), a(X).

:- not pelomenos1.
:- pelomenos3.
```

I.7 Um modelo estável é M = {a,x} (ou {b,x}). Vamos ver que obedece à definição, i.e. $\Gamma(M) = M$, ou seja least(P/M) = M. O programa dividido P/M é

```
a.
x :- a.
x :- b.
```

Cujo modelo mínimo (least) é {a,x} logo M é modelo estável.

I.8

Forma clausal:

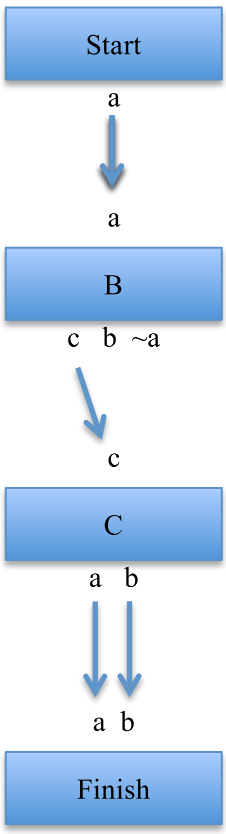
Teoria T:
1. ~ p(X) ∨ q(s1,f(X))
2. ~ q(X,f(s2(X)))
3. p(W) ∨ r(W)

Negação do que se quer demonstrar:
4. ~r(A)

Demonstração por resolução:

5. p(A1) por resolução binária de 3. p(W1) ∨ r(W1) com 4. ~r(A1) com mgu W1=A1
6. q(s1,f(A1)) por resolução binária de 1. ~p(X1) ∨ q(s1,f(X1)) com 5. p(A1) com mgu X1=A1
7. [] por resolução binária de 2. ~q(X2,f(s2(X2)) com 6. q(s1,f(A1)) com mgu X2=s1 e A1=s2(s1)

I.9



I.10
S = {h2,h4}
G = {h8}

Inteligência Artificial – Folha de Respostas

11/Jan/2011 – 9h **DI/FCT/UNL, Época Normal, 2010/11, Duração: 3h** **Exame:** dabadca

Nome:	**Número:**

Espaço extra de resposta para todos os grupos, caso necessite. Não esqueça de indicar as questões a que responde, separando-as com uma linha horizontal. O espaço para resposta ao grupo II inicia-se no verso.

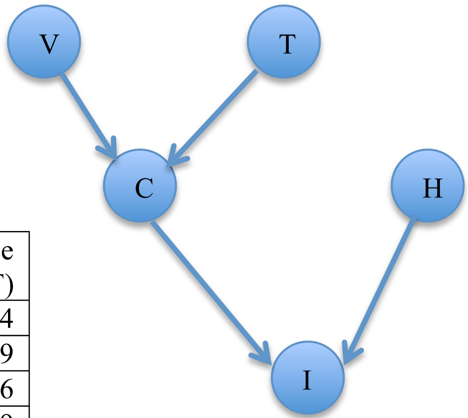
GRUPO II

II.1 Variáveis: VentoForte (V), TemperaturasElevadas (T), CondiçõesPropícias (C), IntervençãoHumana (H) e Incêndio(I). Todas as variáveis são booleanas.

Topologia da rede:

P(V=true)	P(V=false)
0.1	0.9

P(T=true)	P(T=false)
0.3	0.7



P(H=true)	P(H=false)
0.5	0.5

V	T	P(C=true |V,T)	P(C=false |V,T)
true	true	0.6	0.4
true	false	0.1	0.9
false	true	0.4	0.6
false	false	0.01	0.99

C	H	P(I=true |C,H)	P(I=false |C,H)
true	true	0.9	0.1
true	false	0.01	0.99
false	true	0.1	0.9
false	false	0.01	0.99

Nome:

Número:

II.2 P(H=true|I=true,T=true) = αP(H=true,I=true,T=true)

$$P(H, I = true, T = true)$$
$$= \sum_{v\in\{true,false\}} \sum_{c\in\{true,false\}} P(H, I = true, T = true, V = v, C = c)$$
$$= \sum_{v\in\{true,false\}} \sum_{c\in\{true,false\}} P(H)\times P(T = true)\times P(V = v)\times P(C = c|T = true, V = v)\times P(I = true|C = c, H) =$$
$$= P(H)\times P(T = true)\times \sum_{v\in\{true,false\}} P(V = v)\times \sum_{c\in\{true,false\}} P(C = c|T = true, V = v)\times P(I = true|C = c, H)$$

Para H=true temos

$$P(H = true, I = true, T = true) = 0.5\times 0.3\times[0.1\times(0.6\times 0.9 + 0.4\times 0.1) + 0.9\times(0.4\times 0.9 + 0.6\times 0.1)] = 0.0654$$

Para H=false temos

$$P(H = false, I = true, T = true) = 0.5\times 0.3\times[0.1\times(0.6\times 0.01 + 0.4\times 0.01) + 0.9\times(0.4\times 0.01 + 0.6\times 0.01)] = 0.0015$$

Logo,

$$P(H = true|I = true, T = true) = \frac{0.0654}{0.0654 + 0.0015} = 0.977578 \cong 97.8\%$$

II.3

$$P(H = false, V = true, I = true, T = false)$$
$$= \sum_{c\in\{true,false\}} P(H = false, I = true, T = false, V = true, C = c)$$
$$= \sum_{c\in\{true,false\}} P(H = false)\times P(T = false)\times P(V = true)\times P(C = c|T = false, V = true)\times P(I = true|C = c, H = false) =$$
$$= P(H = false)\times P(T = false)\times P(V = true)$$
$$\times \sum_{c\in\{true,false\}} P(C = c|T = false, V = true)\times P(I = true|C = c, H = false) = 0.1\times 0.7\times 0.5\times[0.01\times 0.1 + 0.01\times 0.9]$$
$$= 0.00035$$

Nome:	**Número:**

GRUPO III

III.1
O número de estados corresponde ao número de sequências com n elementos: n!

Caso se considerem sequências parciais teremos 1+n+n*(n-1)+n*(n-1)*(n-2)+...+ n!

III.2

Um estado pode ser representado por uma lista de componentes sem repetições $[c_{i1}, \ldots c_{ik}]$. Repare-se que $f(c_{ij}) = j$, isto é a posição do componente na lista.

Estado inicial: [], a sequência vazia

Estado objetivo: uma lista com n componentes $[c_{i1}, \ldots, c_{in}]$

Acções: $\text{ACTIONS}([c_{i1}, \ldots, c_{ik}]) = \{ \text{adicionarComp}(c) \mid c \in C \setminus \{ c_{i1}, \ldots, c_{ik} \}\}$

Modelo de transição: $\text{RESULT}([c_{i1}, \ldots, c_{ik}], \text{adicionarComp}(c)) = [c_{i1}, \ldots, c_{ik}, c]$

Custo do passo (ação):

$$c([c_{i1}, \ldots, c_{ik}], \text{adicionarComp}(c), [c_{i1}, \ldots, c_{ik}, c]) = \sum_{p \in \{f(c') \mid c' \in \{ci1,\ldots,cik\} \wedge \{c',c\} \in L\}} [(k+1) - p]$$

Resumidamente, soma-se o custo de arestas ligando componentes já existentes na sequência ao novo componente c colocado pela ação.

III.3 Uma heurística para ser admissível tem, para todo o nó n, de ser inferior ou igual ao custo real. Analisemos as heurísticas propostas:

a) Não é admissível. Considere-se o nó com o estado [A,D,B,E,C]. A heurística tem o valor 1 mas o custo real para atingir o objetivo [A,D,B,E,C,F] é 0, pois o componente F não se encontra ligado a qualquer outro componente.
b) Não é admissível. Considere-se o estado final [A,D,B,E,C,F] neste caso a heurística devolve 10 mas o custo real é 0.
c) É admissível. As arestas têm de ser todas ligadas, sendo o mínimo custo de ligar duas arestas de 1 unidade. Logo, arestas que têm pelo menos um vértice não colocado faltam ainda ser colocados, logo o número de arestas que falta colocar não sobrestima o custo real.
d) Não é admissível, pois b) não é admissível.

III.4 Sim, porque o problema é um problema de procura local (só nos interessa a solução, i.e. a sequência final de componentes – não interessa como se obteve). Os indivíduos poderão ser representados por permutações da lista de componentes. A função de mérito pode ser dada por

$$n\times|E| - \sum_{\{u,v\}\in L} |f(u) - f(v)|$$

É necessário ter cuidado na operações de cruzamento e mutação para evitar a introdução de componentes repetidos na sequência. Qualquer dos operadores estudados para o problema do caixeiro viajante também poderá ser utilizado para este problema.