Inteligência Artificial – 2016/17

17/Dezembro/16 — 14:00 — Duração: 2h

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

2º Teste
– Sem consulta –

I) [4val] Dentro de uma sala encontra–se um macaco, que pode andar de um lado para o outro, um cacho de bananas pendurado do tecto, ao qual o macaco não chega, e um caixote. O macaco está inicialmente em A, o caixote em B e o cacho de bananas em C. Quando o macaco se coloca em cima do caixote, no local das bananas, consegue chegar ao cacho de bananas para o apanhar. O caixote é susceptível de ser empurrado entre quaisquer dois pontos. Pretendemos construir planos para ajudar o macaco na sua tarefa de chegar às bananas, deixando o caixote na sua posição inicial.

a) Que predicados usaria para caracterizar os estados do mundo, e qual o significado de cada um?
b) Indique o estado inicial.
c) Indique o objectivo
d) Defina todas as ações/operadores STRIPS necessários para gerar os planos.

II) [4val] Considere um problema de planeamento no qual a ação A tem como pré-condições {-X} e efeitos {X,Z}, a ação B tem como pré-condições {-Y} e efeitos {X,Y}, e a ação C tem como pré-condições {X,Y,Z} e efeitos {W}. O estado inicial é {-W,-X,-Y,-Z} e o objectivo é {W}.

a) Designando o estado inicial como nível S_0, e o primeiro nível de acções como A_0, desenhe o grafo de planeamento para este problema até ao nível S_2 (inclusive).
b) Descreva cada tipo de ligação *mutex* que pode aparecer num grafo de planeamento, e adicione ao grafo um exemplo de cada uma, indicando, de forma clara, de que tipo de ligação *mutex* se trata.
c) Suponha que o algoritmo GraphPlan consegue extrair uma solução no nível *n*. Esse plano é necessariamente ótimo? O seu tamanho (número de ações) é igual a *n*? Justifique.

III) [7val] A federação de futebol de um país europeu decidiu investir num sistema que lhe permita raciocinar sobre a probabilidade dos seus clubes de topo virem a vencer a Liga dos Campeões. No caso deste país, a probabilidade de um clube vencer a Liga dos Campeões é de 20% se tiver vencido o Campeonato Nacional, e de 1% caso contrário. Vencer o Campeonato Nacional pode ser o resultado de ter o melhor plantel (conjunto de jogadores) a nível nacional, ou de comprar os árbitros. Se tiver o melhor plantel, a probabilidade de vencer o Campeonato Nacional é de 70% independentemente de ter ou não comprado os árbitros. Se não tiver o melhor plantel, tem uma probabilidade de 20% de vencer o Campeonato Nacional no caso de ter comprado os árbitros, descendo para 5% caso contrário. Se um clube comprar os árbitros, existe uma probabilidade de 30% de algum dos seus dirigentes ser preso. Mesmo não comprando os árbitros, existe uma probabilidade de 2% de algum dos seus dirigentes ser preso. Para os clubes considerados, estima-se que a probabilidade de ter o melhor plantel a nível nacional é de 20%, e a probabilidade de comprar os árbitros de 30%.

a) Modele a situação anterior com uma rede de Bayes, indicando as variáveis aleatórias, seus domínios, topologia da rede e tabelas de probabilidade condicionada.
b) Calcule a probabilidade de uma destas equipas vencer o Campeonato Nacional.
c) Sabendo que uma destas equipas venceu a Liga dos Campeões, e que nenhum dos seus dirigentes foi preso, qual a probabilidade desse clube ter o melhor plantel?

IV) [5val] Considere o seguinte conjunto de exemplos a ser usados na construção de uma árvore de decisão usando o algoritmo DTL.

	x_1	x_2	x_3	Classificação
D_1	**T**	**F**	**T**	**+**
D_2	**T**	**F**	**T**	**+**
D_3	**F**	**T**	**T**	**+**
D_4	**T**	**T**	**F**	**+**
D_5	**T**	**T**	**T**	**–**
D_6	**F**	**F**	**T**	**–**

a) Qual o ganho de informação (IG) de cada um dos 3 atributos? Apresente os cálculos.
Os seguintes valores de entropia poderão ajudar:

$$H(x,y) = H(y,x); \quad H(1,0) = 0; \quad H\left(\frac{1}{2},\frac{1}{2}\right) = 1; \quad H\left(\frac{1}{3},\frac{2}{3}\right) = 0.92;$$

$$H\left(\frac{1}{4},\frac{3}{4}\right) = 0.81; \quad H\left(\frac{1}{5},\frac{4}{5}\right) = 0.72; \quad H\left(\frac{2}{5},\frac{3}{5}\right) = 0.97; \quad H\left(\frac{1}{6},\frac{5}{6}\right) = 0.65$$

b) Qual o atributo a ser escolhido como raiz da árvore? Justifique.
Se necessário, desempate a favor do atributo de menor índice (e.g. x_2 vence sobre x_3).

c) Apresente a árvore de decisão induzida pelo algoritmo DTL. Justifique, apresentando os cálculos efectuados.

d) Como é que a sua árvore de decisão classificaria o seguinte exemplo?

	x_1	x_2	x_3
D_7	**T**	**F**	**F**

V) [Bónus: até 2val] Implemente, em Prolog, os seguintes predicados:

a) **`limpa(+Lista,+N,-ListaLimpa)`** que, dada uma lista **`Lista`** de inteiros e um inteiro **`N`**, devolve em **`ListaLimpa`** uma lista obtida a partir de **`Lista`**, eliminando todas as ocorrências de **`N`**.

b) **`separa(+Lista,+N,-ListaI,-ListaS)`** que, dada uma lista **`Lista`** de inteiros e um inteiro **`N`**, devolve em **`ListaI`** uma lista contendo os elementos de **`Lista`** menores do que **`N`**, e em **`ListaS`** uma lista contendo os restantes elementos da **`Lista`**.

FIM!

5/Nov/2016 – 12:00 | **Inteligência Artificial – Folha de Respostas**
DI/FCT/UNL, 1º Teste, 2016/17, Duração: 2h | **Teste:** bdbadcb

Nome:

Número:

I.a) Predicados:

at(X,Y) c/ X ∈ {b,m,c}, Y ∈ {a,b,c}: significando que X está em Y onde, no caso do X, b=banana, m=macaco e c=caixote;

on: significando que o macaco está em cima do caixote;

off: significando que o macaco não está em cima do caixote;

bananas: significando que o macaco tem as bananas.

b) Estado Inicial: {**at(m,a)**, **at(c,b)**, **at(b,c)**, **off**}

c) Objectivo: {**at(c,b)**, **bananas**}

d) Operadores:

move(m,Y) – condições:**[at(m,X),off]**, efeitos:**[-at(m,X),at(m,Y)]**, restrições:**[X≠Y]**

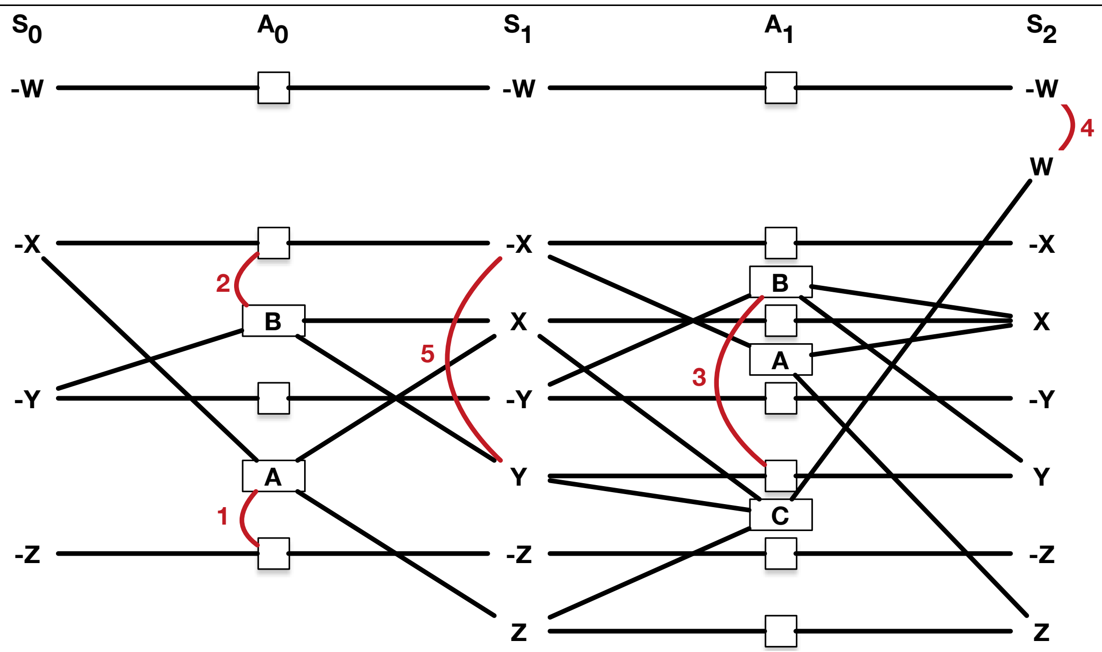
push(c,Y) – condições:**[at(c,X),at(m,X),off]**, efeitos:**[-at(m,X),-at(c,X),at(m,Y), at(c,Y)]**, restrições:**[X≠Y]**

climb – condições:**[at(c,X), at(m,X),off]**, efeitos:**[-off,on]**

unclimb – condições:**[on]**, efeitos:**[-on,off]**

grab – condições:**[at(m,X), at(c,X), on, at(b,X)]**, efeitos:**[bananas]**

II.a)



b)

Entre ações:

1 - Efeitos inconsistentes: uma ação nega o efeito de outra

2 - Interferência: uma ação nega a pré-condição de outra

3 - Competição de recursos: a pré-condição de uma ação é mutex com a pré-condição de outra

Entre Literais:

4 - Complementaridade: Dois literais são a negação um do outro

5 - Suporte inconsistente: Todo o par de acções que consegue atingir os dois literais é mutex:

Os exemplos encontram-se indicados no grafo, a vermelho. Existem outros exemplos.

II c)

O plano é necessariamente óptimo no número de níveis, por construção, pois a partir do 1º nível em que seria possível ter um plano (todos os literais do objectivo serem não-mutex nesse nível), o algoritmo de extração de planos, que é completo, é chamado. Se fosse possível executar as ações de um dado nível de forma concorrente, o plano seria óptimo no número de passos necessários à sua execução. Mas não é necessariamente óptimo no número de acções no plano: o resultado do GraphPlan é um plano de ordem parcial, podendo conter mais do que uma ação por nível – logo, o número de acções pode ser superior a n. Mais, como podem existir vários planos parciais no mesmo grafo de planeamento, potencialmente com um número de acções diferente, e o algoritmo de extração da solução tem não-determinismo na escolha de acções, não dando portanto garantias de qual dos planos existentes vai escolher, não temos a garantia que o plano escolhido seja óptimo no número de ações.

III.a)

P(mp)	P(¬mp)
0,2	0,8

P(ca)	P(¬ca)
0,3	0,7

MP	CA	P(cn|MP,CA)	P(¬cn|MP,CA)
true	true	0,7	0,3
true	false	0,7	0,3
false	true	0,2	0,8
false	false	0,05	0,95

CA	P(dp|CA)	P(¬dp|CA)
true	0,3	0,7
false	0,02	0,98

CN	P(lc|CN)	P(¬lc|CN)
true	0,2	0,8
false	0,01	0,99

Todas as variáveis aleatórias são booleanas i.e. os seus domínios são {true,false} (ou {0,1}, ou {T,F}, ou...).

Nome:	**Número:**

III.b)

$$P(CN=true)=P(cn)=$$
$$=\sum_{MP}\sum_{CA}\sum_{LC}\sum_{DP}P(MP)P(CA)P(cn\,|\,MP,CA)P(DP\,|\,CA)P(LC\,|\,cn)$$
$$=\sum_{MP}P(MP)\sum_{CA}P(CA)P(cn\,|\,MP,CA)\sum_{LC}P(LC\,|\,cn)\underbrace{\sum_{DP}P(DP\,|\,CA)}_{=1}$$
$$=\sum_{MP}P(MP)\sum_{CA}P(CA)P(cn\,|\,MP,CA)\underbrace{\sum_{LC}P(LC\,|\,cn)}_{=1}$$
$$=\sum_{MP}P(MP)\sum_{CA}P(CA)P(cn\,|\,MP,CA)$$
$$=0{,}2(0{,}3\cdot 0{,}7+0{,}7\cdot 0{,}7)+0{,}8(0{,}3\cdot 0{,}2+0{,}7\cdot 0{,}05)=0{,}216=21{,}6\%$$

III.c)

$$P(MP=true\,|\,LC=true,DP=false)=P(mp\,|\,lc,\neg dp)=$$
$$=\alpha P(mp,lc,\neg dp)=\alpha\sum_{CA}\sum_{CN}P(mp,CA,CN,lc,\neg dp)$$

$$\sum_{CA}\sum_{CN}\mathbf{P}(MP,CA,CN,lc,\neg dp)=$$
$$=\sum_{CA}\sum_{CN}\mathbf{P}(MP)P(CA)P(\neg dp\,|\,CA)\mathbf{P}(CN\,|\,MP,CA)P(lc\,|\,CN)=$$
$$=\mathbf{P}(MP)\sum_{CA}P(CA)P(\neg dp\,|\,CA)\sum_{CN}\mathbf{P}(CN\,|\,MP,CA)P(lc\,|\,CN)$$

$MP=true:$
$$0{,}2\left[0{,}3\cdot 0{,}7(0{,}7\cdot 0{,}2+0{,}3\cdot 0{,}01)+0{,}7\cdot 0{,}98(0{,}7\cdot 0{,}2+0{,}3\cdot 0{,}01)\right]=0{,}0256256$$
$MP=false:$
$$0{,}8\left[0{,}3\cdot 0{,}7(0{,}2\cdot 0{,}2+0{,}8\cdot 0{,}01)+0{,}7\cdot 0{,}98(0{,}05\cdot 0{,}2+0{,}95\cdot 0{,}01)\right]=0{,}0187656$$

$$P(mp\,|\,lc,\neg dp)=\frac{0{,}0256256}{0{,}0256256+0{,}0187656}\approx 0{,}577267\approx 57{,}7\%$$

IV. a)

$$IG(x_1) = H\left(\frac{1}{3},\frac{2}{3}\right) - \left[\frac{2}{3}\cdot H\left(\frac{1}{4},\frac{3}{4}\right) + \frac{1}{3}\cdot H\left(\frac{1}{2},\frac{1}{2}\right)\right] = 0{,}92 - \left(\frac{2}{3}\cdot 0{,}81 + \frac{1}{3}\cdot 1\right) = 0{,}0467$$

$$IG(x_2) = H\left(\frac{1}{3},\frac{2}{3}\right) - \left[\frac{1}{2}\cdot H\left(\frac{1}{3},\frac{2}{3}\right) + \frac{1}{2}\cdot H\left(\frac{1}{3},\frac{2}{3}\right)\right] = 0{,}92 - \left(\frac{1}{2}\cdot 0{,}92 + \frac{1}{2}\cdot 0{,}92\right) = 0$$

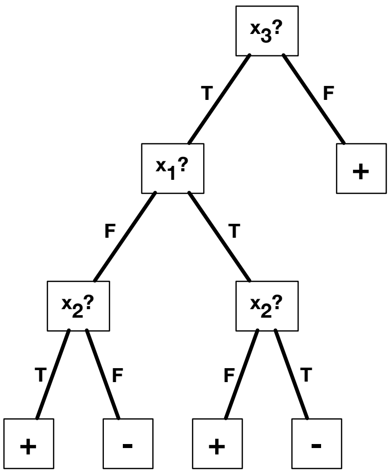
$$IG(x_3) = H\left(\frac{1}{3},\frac{2}{3}\right) - \left[\frac{5}{6}\cdot H\left(\frac{2}{5},\frac{3}{5}\right) + \frac{1}{6}\cdot H(1{,}0)\right] = 0{,}92 - \left(\frac{5}{6}\cdot 0{,}97 + \frac{1}{6}\cdot 0\right) = 0{,}1117$$

b)

Atributo: x_3

Justificação: Por ser o atributo com maior ganho de informação.

c)



Com x_3=F temos um único exemplo classificado "+" pelo que o nó é terminal.

Com x_3=T temos os seguintes exemplos (módulo x_3), a serem usados na escolha do atributo (x_1 ou x_2) do próximo nó:

	x_1	x_2	Classificação
D_1	**T**	**F**	**+**
D_2	**T**	**F**	**+**
D_3	**F**	**T**	**+**
D_5	**T**	**T**	**−**
D_6	**F**	**F**	**−**

$$IG(x_1) = H\left(\frac{2}{5},\frac{3}{5}\right) - \left[\frac{3}{5}\cdot H\left(\frac{2}{3},\frac{1}{3}\right) + \frac{2}{5}\cdot H\left(\frac{1}{2},\frac{1}{2}\right)\right] = 0{,}018$$

$$IG(x_2) = H\left(\frac{2}{5},\frac{3}{5}\right) - \left[\frac{2}{5}\cdot H\left(\frac{1}{2},\frac{1}{2}\right) + \frac{3}{5}\cdot H\left(\frac{1}{3},\frac{2}{3}\right)\right] = 0{,}018$$

Como IG(x_1)=IG(x_2), é indiferente escolher x_1 ou x_2. Optou-se por x_1, seguindo o critério da alínea b).

d)

Classificação: **+**

V.a)

```
limpa([],N,[]):-!.
limpa([N|L],N,LX):-!,limpa(L,N,LX).
limpa([X|L],N,[X|LX]):-limpa(L,N,LX).
```

b)

```
separa([],_,[],[]).
separa([I|L],N,[I|AS],BS):-I<N,!,separa(L,N,AS,BS).
separa([I|L],N,AS,[I|BS]):-I>=N,separa(L,N,AS,BS).
```