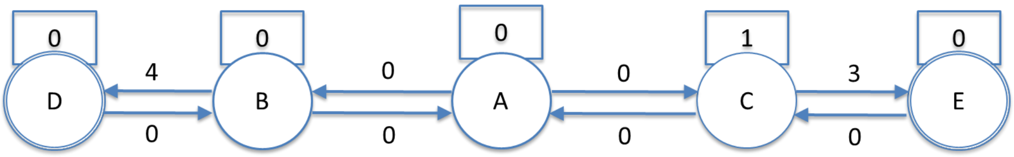
Inteligência Artificial - 2015/2016

9/Jan/2016 **DI/FCT/UNL, Duração: 3h** **Exame**

GRUPO I

I.1) Considere o seguinte grafo de estados de um problema de procura. Os valores apresentados nos arcos correspondem ao custo do operador (acção) respectivo, enquanto os valores nos rectângulos correspondem ao valor da heurística. Os estados objectivos são o D e o E. Não se representam os nomes dos operadores, correspondendo cada arco a um operador distinto.



a) Caracterize a heurística quanto à admissibilidade e consistência, justificando a sua resposta.
b) Partindo do estado inicial A, explique como se comporta o algoritmo de procura A*. Deve explicitar os conteúdos das estruturas de dados auxiliares ao longo das iterações do algoritmo, colocando entre parêntesis o valor da função de avaliação para cada nó na lista. Indique a solução obtida, assim como o seu custo.

I.2) Pretende-se encontrar um zero da função $g(x)=x^2-14x+40$. Diga que função $f(x)$ poderá ser minimizada pelo algoritmo trepa-colinas para obter uma aproximação de um zero de $g(x)$. Indique a sequência de configurações obtida pelo algoritmo a partir da configuração inicial $x=2$ com vizinhanças definidas por variação (incremento ou decremento) de uma unidade de x.

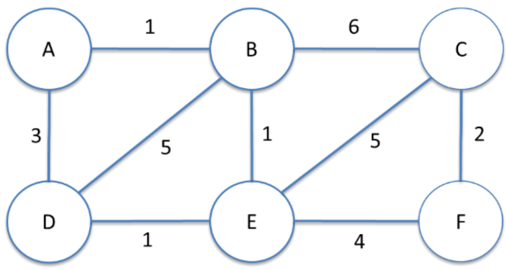
I.3) Verifique, recorrendo ao algoritmo de Davis-Putnam, se $P \rightarrow (Q \leftrightarrow S)$ é ou não uma consequência lógica do seguinte conjunto de fórmulas proposicionais. Justifique a resposta.

$Q \lor \neg S$ $\quad\quad$ $(P \land Q) \rightarrow R$ $\quad\quad$ $\neg S \rightarrow R$

GRUPO II

Pretende-se proceder à instalação de fibras ópticas no campus de uma faculdade. Cada segmento de fibra óptica entre os edifícios tem um custo associado. O objectivo é calcular quais as ligações que devem ser realizadas de modo a minimizar o custo total da obra e a garantir que todos os edifícios tenham acesso à fibra óptica (deve existir um caminho entre qualquer par de edifícios).

Os dados do problema para uma determinada faculdade podem ser representados por um grafo G não dirigido conexo com vértices V e arestas A. Cada vértice representa um edifício da faculdade e as arestas os segmentos de fibra óptica que podem ser construídos entre os edifícios. Os custos de construção estão associados às arestas.



Uma instância concreta do problema está representada na figura, onde entre os 6 edifícios de uma faculdade podem ser construídos 9 segmentos de fibra óptica.

Uma solução para este problema seria a construção dos seguintes 5 segmentos de fibra óptica {AB, BD, BE, CE, EF} que teria um custo de 1+5+1+5+4=16.

II.1) Indique uma solução óptima para esta instância.

II.2) Formule claramente o problema para ser resolvido recorrendo a algoritmos de procura em espaço de estados, indicando o estado inicial, teste de estado objectivo e função que devolve os sucessores de um estado, não esquecendo de indicar o custo dos operadores. A formulação deve funcionar para qualquer problema deste tipo e não apenas para uma instância em concreto.

II.3) Proponha uma função heurística (não constante!) que garanta a obtenção de uma solução óptima pelo algoritmo A* de procura em árvores para a classe de problemas descrita. Justifique a sua resposta.

GRUPO III

III.1) Seja *P* o programa em lógica normal apresentado abaixo.

```
p :- not q.
q :- not p.
r :- p.
```

Indique todos os modelos estáveis *M* do programa e os respectivos programas divididos *P*/*M*.

III.2) Sejam A, B e C os seguintes operadores STRIPS e o estado inicial {***a***}:

Acção:	A	B	C
Precondições:	***a***	***b***	***c***
Efeitos:	***b***, ***c***	***e***, ~***c***	***d***, ~***e***

Construa um plano POP que lhe permita atingir um estado objectivo em que ***d*** e ***e*** são verdadeiros. No plano construído inclua todas as restrições de ordem temporal introduzidas por resolução de ameaças. Apresente todas as linearizações desse plano POP simulando a sua execução a partir do estado inicial.

III.3) Represente um perceptrão com função de activação limiar (ou degrau) que implemente a função booleana $x \leq y$ em que x e y são variáveis reais. Recorda-se que a função limiar tem o valor 1 quando o seu argumento é maior ou igual a zero; tendo o valor 0 caso contrário.

GRUPO IV

O cancro metastático é uma possível causa de um tumor no cérebro e é também uma explicação para o aumento da concentração de cálcio no sangue. Estima-se que a probabilidade de um paciente ter cancro metastático é de 10%. A probabilidade de um paciente ter um tumor no cérebro é de 20% se tiver cancro metastático e de 5% caso contrário. A probabilidade de a concentração de cálcio no sangue estar elevada é de 20% se o paciente não tiver cancro metastático e sobe para 80% caso contrário. Por sua vez, ambos os factores (tumor no cérebro e aumento de cálcio no sangue) podem fazer com que o paciente entre em estado de coma: na ausência de ambos os factores a probabilidade de o paciente entrar em coma é 10%; na presença de pelo menos um destes factores esta probabilidade sobe para 70%. Adicionalmente, sabe-se que uma forte dor de cabeça poderá estar associada a um tumor cerebral, sendo a sua probabilidade 90% caso exista um tumor e 30% caso contrário.

IV.1) Modele a situação anterior com uma rede de Bayes, indicando as variáveis aleatórias, seus domínios, topologia da rede e tabelas de probabilidade condicionada.

IV.2) Calcule a probabilidade de um paciente ter uma forte dor de cabeça.

IV.3) Sabendo que um paciente entrou em estado de coma e que não tem a concentração de cálcio no sangue elevada, qual a probabilidade de ter um cancro metastático?