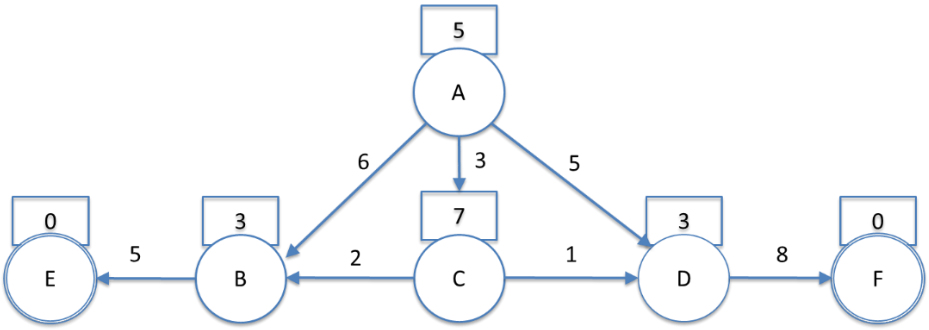
Inteligência Artificial - 2015/2016

22/Out/2015 **DI/FCT/UNL, Duração: 1h30** **1º Teste**

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 E e o F. 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* em **grafos**. Use a versão do algoritmo que, dadas as características da heurística, garante a obtenção da solução óptima. 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) Considere a seguinte charada numérica em que A, B, C, D, E, F, G e H são algarismos (de 1 a 8) todos diferentes entre si e em que os quadrados adjacentes não podem ter algarismos consecutivos:

	A	B	
C	D	E	F
	G	H	

a) Represente o problema como um problema de satisfação de restrições mostrando o respectivo grafo de restrições e indicando o significado dos nós e das arestas.
b) Considere o algoritmo de procura com retrocesso em que após cada atribuição de um valor a uma variável é executado o algoritmo de consistência de arcos (AC3) para a redução dos domínios das variáveis. Represente esquematicamente o resultado das 3 primeiras atribuições e respectivos domínios de todas as variáveis. Use a heurística da variável mais constrangida e desempate pelo número de restrições (e em caso de persistência de empate, por ordem alfabética). Atribua os valores por ordem crescente.

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

$Q \vee \neg S$

$(P \wedge Q) \rightarrow R$

$\neg S \rightarrow R$

GRUPO II

Uma clínica médica dispõe de uma ambulância para o transporte dos seus pacientes. Esta ambulância é responsável pelo serviço de recolha dos pacientes desde a sua casa até às instalações da clínica. A ambulância pode transportar no máximo ***k*** pacientes em simultâneo.

No início de cada dia é feito o planeamento do percurso da ambulância de acordo com uma lista de pedidos de recolha. Assume-se que esta lista contém ***n*** pedidos e que cada paciente é identificado por um inteiro entre 1 e ***n***.

A ambulância inicia o seu serviço nas instalações da clínica e termina quando todos os pacientes da lista forem entregues na clínica. Durante o seu percurso a ambulância executa uma sequência de acções de:

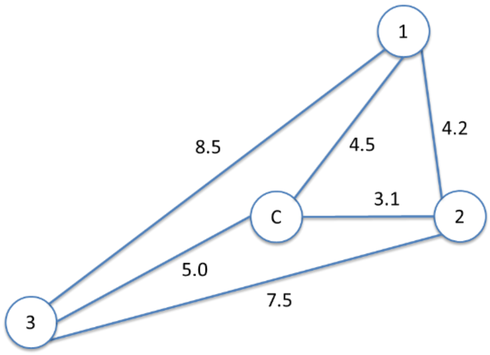
- deslocamento a casa de um paciente que ainda não foi recolhido e respectiva recolha na ambulância;
- deslocamento para as instalações da clínica e respectiva largada dos pacientes que está a transportar.

Toda a informação relevante sobre as distâncias que a ambulância terá que percorrer para executar cada uma das acções está representada numa matriz simétrica M com ***n*** linhas e ***n*** colunas que contém a seguinte informação:

- $\forall_{i \neq j}\ M_{ij} = M_{ji}$ representa a distância (km) entre as casas dos pacientes i e j;
- $\forall_{i}\ M_{ii}$ representa a distância (km) entre a casa do paciente i e as instalações da clínica.

Pretende-se determinar uma sequência de acções que minimize a distância total de deslocamento da ambulância de modo a recolher todos os pacientes e os levar às instalações da clínica.

Uma instância concreta do problema com ***n***=3 e ***k***=2 encontra-se representada abaixo. Os arcos do grafo ilustram as distâncias entre as casas dos 3 pacientes (vértices 1, 2 e 3) e as instalações da clínica (vértice C). A respectiva matriz M está representada à direita juntamente com algumas soluções possíveis.



$$M = \begin{bmatrix} 4.5 & 4.2 & 8.5 \\ 4.2 & 3.1 & 7.5 \\ 8.5 & 7.5 & 5.0 \end{bmatrix}$$

Uma solução com custo 25.2=4.5+4.5+3.1+3.1+5.0+5.0:
[C→1, 1→C, C→2, 2→C, C→3, 3→C]

Uma solução com custo 24.2=4.5+8.5+5.0+3.1+3.1:
[C→1, 1→3, 3→C, C→2, 2→C]

Note que [C→1, 1→2, 2→3, 3→C] não é uma solução possível porque implicaria o transporte em simultâneo de 3 pacientes e, para esta instância, a capacidade máxima da ambulância é ***k***=2.

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 (diferente de zero!) 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.