

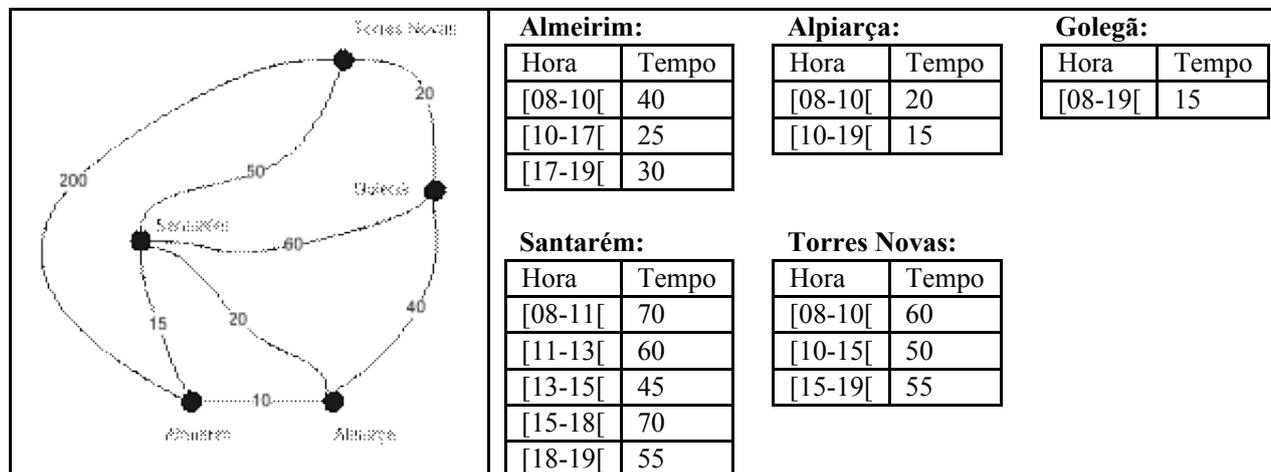
Introdução à Inteligência Artificial

Ano 2004/05 – 2ª chamada

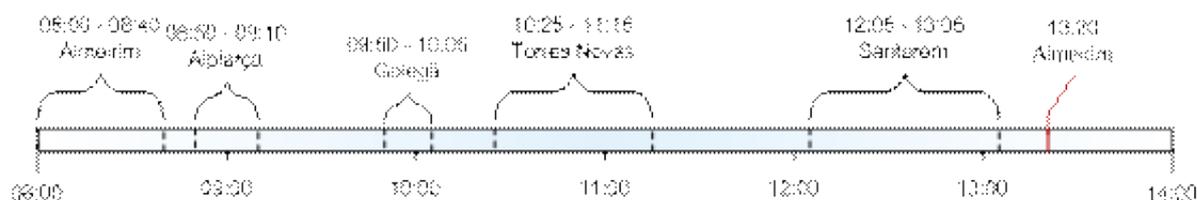
3 horas / com consulta

Grupo 1 (Pesquisa)

Uma empresa de distribuição de medicamentos urgentes deseja encontrar o circuito óptimo que minimize o tempo de entrega dos medicamentos. Como a empresa está a principiar o negócio, só possui uma viatura. A viatura começa a distribuição numa localidade às 8 horas da manhã de cada dia, devendo retornar a essa mesma localidade após ter concluído a distribuição. A viatura deverá passar por todas as localidades uma e uma só vez. A última localidade deverá ser visitada antes das 19 horas.



Os tempos de percurso, em minutos, e ligações (bidireccionais) entre as localidades encontram-se na figura. O tempo de entrega dos medicamentos em cada localidade depende da hora do dia em que é iniciado, encontrando-se os respectivos valores nas tabelas que acompanham a figura; os tempos são em minutos. Assume-se ainda que a entrega de medicamentos na primeira cidade é efectuada logo às 8 horas da manhã. Para o problema da figura, o circuito [Almeirim,Alpiarça,Golegã,Torres Novas, Santarém, Almeirim] tem um custo de 320 minutos:



1a) Formule claramente o problema para ser resolvido recorrendo a algoritmos de pesquisa 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.

1b) De entre as funções listadas de seguida, indique quais podem ser utilizadas como heurística pelo algoritmo A*, de forma a garantir a obtenção de uma solução óptima. Diga ainda qual a que aconselharia, justificando a sua resposta.

- Soma dos tempos de todas as ligações entre cidades que faltam visitar;
- Soma dos tempos nos arcos da árvore de cobertura mínima (minimum spanning tree) das cidades que faltam visitar;
- Soma dos menores tempos de entrega de cada cidade que falta visitar;
- O máximo de h2 e de h3.

1c) Apresente uma heurística não constante que garanta a obtenção de uma solução óptima pelo algoritmo A* e que não seja idêntica às heurísticas da alínea anterior. Não é necessária a apresentação de qualquer expressão matemática, desde que fique inteiramente clara a forma como a heurística pode ser obtida. Justifique sucintamente.

1d) Comente a seguinte afirmação: “Como o circuito depende da localidade inicial é impossível utilizar o algoritmo de simulated annealing para encontrar uma solução aproximada para o problema”. Justifique detalhadamente a sua

resposta.

Grupo 2 (Planeamento)

O Pedro Pardal pretende efectuar uma visita ao Jardim Zoológico. Como é normal, um visitante só pode entrar no Jardim Zoológico após ter adquirido um bilhete. Os bilhetes só podem ser comprados nas bilheteiras, que se encontram no exterior do Jardim. Já no interior do Zoo, o Pedro pretende ver o espectáculo dos golfinhos e o espectáculo das araras; o Zoo tem ainda um espectáculo de répteis. Dada a emoção, o Pedro Pardal fica com fome após assistir a qualquer um dos espectáculos. Para matar a fome, os visitantes podem comer num dos restaurantes no exterior do parque. Os visitantes podem sair temporariamente do Zoo, bastando mostrar o bilhete à entrada para entrar posteriormente no Jardim Zoológico.

2a) Apresente um conjunto de acções na linguagem de planeamento STRIPS que permitam modelar a situação descrita no enunciado. Sugiram-se as acções: **comprarBilhete**, **entrar**, **assistirEspectáculo**, **comer** e **sair**.

2b) Especifique completamente o estado inicial e os objectivos de maneira a que o Pedro Pardal assista aos espectáculos dos golfinhos e das araras e fique sem fome. Recorrendo ao algoritmo POP construa e apresente um plano com ordem parcial, indicando também as respectivas linearizações possíveis.

2c) Verifique se a sua modelação permite obter sequências de acções em que o Pedro come apenas entre os dois espectáculos, com os mesmos objectivos especificados na alínea anterior. Justifique cuidadosamente.

Grupo 3 (Redes de Bayes)

O Ministério do Ensino Superior efectuou um estudo sobre as saídas profissionais das licenciaturas. Em primeiro lugar, sabe-se que 60% dos alunos que concluem o grau de licenciatura são do sexo feminino. Além disso, 40% das alunas que obtêm o grau de licenciatura têm boa média, sendo esta percentagem de 20% para o caso de alunos do sexo masculino. Dos alunos do sexo feminino que concluem o grau de licenciatura, 40% fá-lo na área de Humanidades e outros 40% na área de Medicina. Quanto aos alunos do sexo masculino, 30% conclui o curso na área de Humanidades, 30% na área de Medicina e 40% na área das Ciências. Todos os alunos que concluem um grau na área de Medicina têm emprego garantido. Para aqueles que concluíram um curso na área das Ciências com boa média, 90% tem emprego. Contudo, dos alunos que concluem um curso na área de Humanidades com média não boa, só 10% encontra emprego. Os restantes casos são equiprováveis.

3a) Modele a situação anterior com uma rede de Bayes, indicando as variáveis aleatórias, seus domínios, topologia da rede e tabelas de probabilidade condicionada.

3b) Calcule a probabilidade de um aluno ser do sexo feminino, ter boa média e ter emprego.

3c) Calcule a probabilidade de um aluno ser do sexo feminino dado que concluiu uma licenciatura na área de Medicina.

Grupo 4 (Representação do Conhecimento)

Puzzle

2	0	1	1	3
1	2	2	1	3
3	0	0	0	3
0	3	2	1	2

Solução

2	0	1	1	3
1	2	2	1	3
3	0	0	0	3
0	3	2	1	2

No jogo da “Caça ao Dominó”, uma grelha rectangular foi inicialmente preenchida com peças de dominó. Seguidamente, os lados do dominó foram removidos e as pintas substituídas por números. O objectivo do jogo consiste em descobrir a posição inicial das

peças de dominó dada a grelha de números. Na figura, apresenta-se um problema e respectiva solução, em que se utilizaram somente as seguintes 10 peças de dominó:

0-0, 0-1, 0-2, 0-3, 1-1, 1-2, 1-3, 2-2, 2-3 e 3-3. Repare-se que uma peça de dominó pode ser colocada no máximo segundo 4 direcções distintas. Por exemplo, a peça 1-2 pode ser colocada: na casa (1,3), para a direita; na casa (1,3), para cima; na casa (4,3), para a esquerda; e na casa (3,4), para baixo. A programação por conjunto de respostas presta-se à resolução (eficiente) deste tipo de problemas, sendo essa a sua tarefa neste grupo.

A estratégia para resolver este problema passa pela geração de alternativas em que todas as peças de dominó se encontram colocadas numa casa, segundo uma determinada direcção. Obviamente, não se poderão colocar peças umas sobre as outras. Como ponto de partida, considere o seguinte conjunto de regras e de factos:

peça (a) .	dominó(a, 0, 0) .	h(1) .	v(1) .	d(dir) .
peça (b) .	dominó(b, 0, 1) .	h(2) .	v(2) .	d(esq) .
peça (c) .	dominó(c, 0, 2) .	h(3) .	v(3) .	d(cima) .
peça (d) .	dominó(d, 0, 3) .	h(4) .	v(4) .	d(baixo) .
peça (e) .	dominó(e, 1, 1) .	h(5) .		
peça (f) .	dominó(f, 1, 2) .			
peça (g) .	dominó(g, 1, 3) .			
peça (h) .	dominó(h, 2, 2) .			
peça (i) .	dominó(i, 2, 3) .			
peça (j) .	dominó(j, 3, 3) .			
in(P,X,Y,D) :- peça(P), h(X), v(Y), d(D), not out(P,X,Y,D) .				
out(P,X,Y,D) :- peça(P), h(X), v(Y), d(D), not in(P,X,Y,D) .				

A presença de **in(P,X,Y,D)** num conjunto de resposta, para uma instanciação das variáveis P, X, Y e D, significa que a peça com o identificador P foi colocado na casa (X,Y) segundo a direcção D; a casa (X,Y) é ocupada pelo valor do segundo argumento do predicado **dominó/3**, sendo a casa adjacente a (X,Y) segundo a direcção D ocupada pelo terceiro argumento do mesmo predicado. Para o problema anterior, deveremos ter **in(d,1,1,dir)**, **in(f,4,1,esq)**, **in(g,1,3,baixo)**, **in(i,5,1,cima)** pertencentes, entre outros, ao único conjunto de resposta que é solução do puzzle.

4a) Apresente um conjunto de restrições garantindo que cada peça de dominó é colocada numa e numa só casa e segundo uma única direcção (i.e. para uma dada peça P, um e um só **in(P,X,Y,D)** pertence a cada conjunto de resposta).

4b) Enumere os predicados **casa/3** e **delta/3** de forma a que as restrições abaixo impeçam a colocação de peças que não respeitem os números presentes na grelha.

```
:- dominó(P,A,B), casa(X,Y,A1), in(P,X,Y,D), d(D), neq(A,A1) .
:- dominó(P,A,B), casa(X,Y,A), in(P,X,Y,D), delta(D,DX,DY), not casa(X+DX,Y+DY,B) .
```

4c) No caso das peças duplas, ou seja aquelas que têm o mesmo número de pintas em ambos os lados (0-0, 1-1, 2-2 e 3-3 para o puzzle dado), o facto de poderem ser colocadas de duas maneiras num mesmo local faz com que o programa tenha conjuntos de resposta redundantes (no exemplo, o dominó 2-2 pode ser colocado para direita na casa (2,3) ou para a esquerda na casa (3,3), obtendo-se soluções equivalentes). Por forma a evitar a geração de tais soluções redundantes, adicione restrições ao programa das alíneas anteriores impedindo que uma peça dupla seja colocada para a esquerda ou para cima.

4d) Para completar o programa basta agora impedir que uma casa seja preenchida por duas peças. Indique as restrições que adicionaria para impedir que tal aconteça. Sugere-se a utilização de um predicado auxiliar **ocupado(X,Y,P)** que é verdadeiro quando a casa (X,Y) é ocupada pela peça P. Por exemplo, **ocupado(1,1,d)** e **ocupado(2,1,d)** devem pertencer ao conjunto de resposta solução do puzzle.