

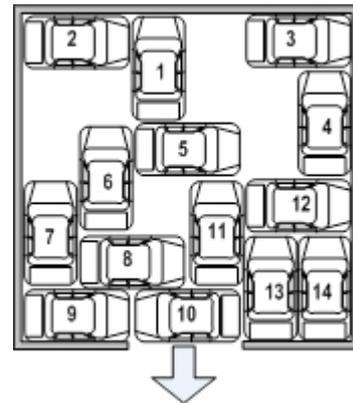
## Introdução à Inteligência Artificial

### Ano 2003/04 – Época Normal

3 horas / com consulta

#### Grupo 1 (Pesquisa)

Arranjar estacionamento em Lisboa é cada vez mais difícil sendo essencial a ajuda de arrumadores. O Manecas optou por modernizar o negócio recorrendo às tecnologias de ponta. O seu território tem a forma descrita na figura, em que os veículos estacionados se encontram numerados de 1 a 14. O carro com o número 1 pretende sair do parque. Para evitar batidelas e arranhões na pintura, o Manecas opta por movimentar os veículos 1,4,6,7,11,13 e 14 apenas na vertical e as viaturas 2,3,5,8,9, 10 e 12 só na horizontal. A saída faz-se por baixo, como indicado na figura. O condutor do veículo 1 está com muita pressa e portanto o Manecas deverá efectuar o número mínimo de movimentos para receber uma boa gorjeta. A unidade de distância corresponde a metade do comprimento do veículo, sendo um movimento o deslocamento do veículo de uma unidade de distância (para a frente ou para trás).



**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.

**1b)** De entre as funções listadas de seguida, indique quais podem ser utilizados como heurística pelo algoritmo A\* e qual a que aconselharia ao Manecas, justificando a sua resposta.

- h1) Número de veículos que se podem deslocar;
- h2) Distância do veículo 1 à saída (na vertical);
- h3) Distância do veículo 1 à saída acrescida do número de posições ocupados por veículos na linha que une o carro 1 à saída;
- h4) A função constante 0.

**1c)** Recorrendo à técnica de relaxação do problema proponha uma heurística admissível que domine a função especificada na alínea h3, justificando sucintamente.

**1d)** Comente a seguinte afirmação “Um algoritmo de pesquisa local deve ser utilizado para resolver o problema do parque de estacionamento”.

#### Grupo 2 (Planeamento)

O Zé Tuga, com tanto campeonato Europeu de Futebol, não tem dedicado muito tempo à sua Maria. Para acalmar os ânimos decidiu organizar um jantar a dois, em que ele põe a mesa! Dada a sua manifesta ignorância na organização destes eventos pediu conselhos à Maria, que o instruiu:

- Podes pôr uma toalha (ou não), mas só o podes fazer se não estiver nada em cima da mesa.
- Para a mesa ficar arranjadinha só deves colocar os talheres e os copos depois dos pratos.
- A ordem de colocação dos talheres e dos copos é indiferente, mas só depois dos pratos!

**2a)** Apresente um conjunto de acções na linguagem de planeamento STRIPS que permitem solucionar o problema do Zé Tuga.

**2b)** Chegou o grande dia e o Zé Tuga deve pôr a mesa! Quais são as sequências mínimas de acções que o Zé Tuga deve executar para poder ficar com a mesa posta (com toalha) ? Como retiraria a toalha do(s) plano(s) ?

Complete a formulação do problema de planeamento e recorra ao algoritmo POP para resolver as questões desta alínea.

**2c)** Analise se o algoritmo POP gera planos com acções repetidas para o problema anterior, explicando a sua resposta. Em caso afirmativo, indique também as alterações a efectuar à sua modelação para eliminar estes planos.

### Grupo 3 (Redes de Bayes)

O Manuel mudou-se recentemente para o seu apartamento novo mas tem problemas com o circuito eléctrico da sua garagem. Em 30% das vezes que vai à garagem constata que o quadro está desligado. Obviamente, quando o quadro está desligado, a garagem não tem luz. Contudo, com o quadro ligado só há luz na garagem em 80% das situações.

O portão da garagem do Manuel é eléctrico e de funcionamento automático mas depende do estado mecânico de uma mola, que se encontra partida em 1% do tempo. Quando a mola se parte é impossível abrir o portão quer haja electricidade quer não. Com o quadro ligado e a mola intacta o portão abre-se em 99 % das vezes. Com a mola intacta mas sem electricidade o portão encontra-se aberto em 5% das vezes (por exemplo, alguém abriu o portão manualmente ou ficou preso quando o quadro desligou).

**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 do quadro estar ligado dado que o portão se encontra aberto.

**3c)** Obtenha a probabilidade de haver luz na garagem dado que o portão está aberto. Compare com a probabilidade de haver luz na garagem dado que o portão está aberto e a mola está intacta. Justifique a sua resposta.

### Grupo 4 (Representação do Conhecimento)

Pretende-se iniciar o desenvolvimento de um sistema de elaboração de horários numa Universidade, utilizando a programação por conjuntos de resposta (answer set programming). Para tal, já foram adicionados ao programa alguns factos representando os dados do problema, nomeadamente:

- Factos do tipo **sala (S)** para cada sala **S** existente (e.g. **sala (1)**, **sala (2)**, etc...);
- Factos do tipo **hora (H)** para cada hora **H** do horário (e.g. **hora (10)**, **hora (11)**, etc...);
- Factos do tipo **dia (D)** para cada dia **D** da semana (e.g. **dia (segunda)**, **dia (terça)**, etc...);
- Factos do tipo **disciplina (C)** para cada disciplina anual **C** existente (e.g. **disciplina (iia)**, **disciplina (bd)**, etc...);
- Factos do tipo **ano (A)** para cada ano **A** do curso (e.g. **ano (1)**, **ano (2)**, etc...);
- Factos do tipo **docente (X)** para cada docente **X** existente (e.g. **docente (carlos\_damasio)**, **docente (joão\_leite)**, etc...);
- Factos do tipo **prof (X,C,A)** indicando o docente **X** responsável pelas aulas da disciplina **C** do ano **A** (e.g. **prof (carlos\_damasio, iia, 4)**, **prof (jose\_alferes, pl, 3)**, etc...);

Para simplificar, assume-se que cada aula tem a duração de uma hora, e cada disciplina só tem uma aula por semana. Também já existem no programa as seguintes regras:

```

aula(S,H,D,C) :- sala(S), hora(H), dia(D), disciplina(C), not na(S,H,D,C).
na(S,H,D,C) :- sala(S), hora(H), dia(D), disciplina(C), not aula(S,H,D,C).

:- sala(S), hora(H), dia(D), disciplina(C1), disciplina(C2),
aula(S,H,D,C1), aula(S,H,D,C2), C1 ≠ C2.

escalonada(C) :- sala(S), hora(H), dia(D), disciplina(C), aula(S,H,D,C).
:- disciplina(C), not escalonada(C).

:- hora(H), dia(D), disciplina(C1), disciplina(C2), ano(A),
aula(_,H,D,C1), aula(_,H,D,C2), C1 ≠ C2, prof(_,C1,A), prof(_,C2,A).

```

**4a)** Explique o papel da restrição de integridade, pertencente ao programa,

```
:- hora(H), dia(D), disciplina(C1), disciplina(C2), ano(A),
   aula(_,H,D,C1), aula(_,H,D,C2), C1 # C2, prof(_,C1,A), prof(_,C2,A).
```

indicando, ou descrevendo, um modelo estável que exista se ela não for incluída no programa, e que seja eliminado após a sua inclusão.

**4b)** Para cada regra ou conjunto de regras correspondentes a restrições de integridade, indique se deve(m), ou não, ser adicionada(s) ao programa acima. Justifique.

a.

```
:- hora(H), dia(D), disciplina(C1), disciplina(C2), docente(X),
   aula(_,H,D,C1), aula(_,H,D,C2), C1 # C2,
   prof(X,C1,_), prof(X,C2,_).
```

b.

```
:- sala(S), dia(D), disciplina(C1), disciplina(C2),
   aula(S,_,D,C1), aula(S,_,D,C2), C1 # C2.
```

c.

```
lecciona(X) :- hora(H), dia(D), sala(S), disciplina(C),
               docente(X), aula(S,H,D,C).
:- docente(X), not lecciona(X).
```

**4c)** Apesar de o programa para elaboração de horários ainda não estar concluído, sabe-se, desde já, que existem algumas preferências por parte dos docentes, que se tentarão levar em linha de conta. Acrescente ao programa uma ou mais regras que codifiquem as seguintes restrições:

- O Prof. Carlos Damásio não quer ter aulas depois das 16h.
- O Prof João Leite não quer ter aulas de manhã e de tarde. Ou seja, quer que todas as suas aulas sejam da parte da manhã (antes das 13h) ou que todas as suas aulas sejam da parte da tarde (depois das 13h).

**4d)** O programa acima indicado ainda está incompleto, admitindo algumas respostas que não são correctas de acordo com a nossa intuição do que deve ser um horário válido. Indique uma (ou mais) regras, diferentes das mencionadas na alínea **4b**, que devam ser adicionadas a este programa para eliminar alguma(s) dessa(s) resposta(s) inválida(s).