



INSTITUTO
SUPERIOR
TÉCNICO

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Inteligência Artificial e Sistemas de Decisão (IASD)

Exame final, 2008/2009

Primeira data

NOME: _____

NÚMERO:

- As respostas são dadas **exclusivamente** neste enunciado
- Leia atentamente cada pergunta antes de responder
- Justifique todas as respostas (excepto as de resposta múltipla)
- Este exame é para ser efectuado **sem** qualquer consulta adicional (na última página poderá encontrar um pequeno formulário)
- **Duração do exame: 3 horas**

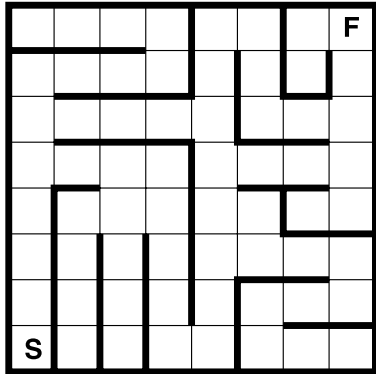
1. [1 val] Quais dos seguintes elementos fazem necessariamente parte de um agente, segundo a definição? (mais do que uma resposta pode estar correcta)

- ambiente
- actuadores
- crítico
- objectivos
- sensores

2. [1 val] Na resolução de um CSP (*Constraint Satisfaction Problem*) a aplicação da técnica de *Forward Checking* tem (em geral) como efeito (mais do que uma resposta pode estar correcta)

- a redução do número de sucessores
- a redução da profundidade máxima da árvore
- a redução da profundidade da solução
- a redução da complexidade espacial
- a redução da complexidade temporal

3. Considere o labirinto indicado na figura abaixo. Pretende-se obter o caminho mais curto da entrada S à saída F, usando técnicas de procura em espaço de estados.



- (a) [1 val] Defina um espaço de estados e uma função de sucessores para este problema.

- (b) [1 val] Diga se é indispensável a representação de estado incluir o caminho desde o início.

(c) [**1 val**] Caracterize este problema quanto ao factor de ramificação.

(d) [**2 val**] Considere as seguintes possíveis heurísticas para este problema, tomando como unitário o custo de um movimento de uma casa para uma adjacente: dada uma localização (x, y) ,

$$h_1(x, y) = |8 - x| + |8 - y|$$

$$h_2(x, y) = \sqrt{(8 - x)^2 + (8 - y)^2}$$

$$h_3(x, y) = 2h_2(x, y)$$

Quais destas heurísticas (se alguma) é admissível? Qual destas escolheria para melhor resolver o problema?

4. Partindo de uma base de conhecimento contendo as seguintes frases em lógica de primeira ordem:

$$\forall_x \text{Healthy}(\text{Heel}(x)) \Rightarrow \text{CanRun}(x)$$

$$\forall_x \forall_y \text{Damaged}(x, y) \Rightarrow \neg \text{Healthy}(y)$$

$$\neg \text{CanRun}(\text{Achilles})$$

$$\forall_x \exists_y \neg \text{Healthy}(x) \Rightarrow \text{Damaged}(y, x)$$

- (a) [**2 val**] Traduza a base de conhecimento para a forma clausal (CNF).

- (b) [**2 val**] É possível provar que $\exists_x \text{Damaged}(x, \text{Heel}(\text{Achilles}))$? Se sim, prove usando resolução.

5. Considere um problema de planeamento usando a linguagem STRIPS composto por duas acções: $\text{FlyTo}(x, y)$ (x voa para o aeroporto y) e $\text{Checkin}(x, y)$ (x faz *checkin* no aeroporto y). O predicado $\text{At}(x, y)$ denota que x está no aeroporto y , e o predicado $\text{Checkedin}(x, y)$ denota que x fez *check-in* no aeroporto y .
- (a) [**2 val**] Especifique em STRIPS as duas acções referidas partindo do presuposto que só se pode voar (FlyTo) após ter-se feito o check-in no aeroporto de origem.
- (b) [**1 val**] Se o estado inicial for $\text{At}(\text{Alice}, \text{Lisbon})$, qual a sequência de acções para atingir o objectivo $\text{At}(\text{Alice}, \text{Frankfurt})$?
- (c) [**1 val**] Qual o estado da base de conhecimento após a aplicação da sequência de acções respondidas na alínea anterior?

6. Considere um processo de decisão de Markov (MDP) com 3 estados (A, B e C) e 2 acções (*stay* e *change*). A acção *stay* tem como efeito a manutenção do estado actual, enquanto que a *change* provoca uma mudança para um dos outros estados, com igual probabilidade. As recompensas são dadas por esta tabela

R(A)	R(B)	R(C)
0	-2	1

- (a) [**1 val**] Explícite a função de transição para o estado A (p.ex., numa tabela). Note que por simetria, a função para os outros estados é idêntica.

- (b) [**2 val**] Admitindo que o algoritmo iteração de valor (*value iteration*) convergiu para os valores

U(A)	U(B)	U(C)
7.05	5.67	10

Determine a política óptima. (*Sugestão*: use o princípio da maximização da utilidade esperada).

- (c) [2 val] Efectue um passo do algoritmo iteração de política (*policy iteration*), tomando a acção *stay* para qualquer estado como a política inicial, e um factor de desconto de 0.9.

Formulário

$$N = 1 + b + \dots + b^d$$

$$U(s) = R(s) + \gamma \max_a \sum_{s'} T(s, a, s') U(s')$$

$$U_{i+1}(s) \leftarrow R(s) + \gamma \max_a \sum_{s'} T(s, a, s') U_i(s')$$

$$U^\pi(s) = R(s) + \gamma \sum_{s'} T(s, \pi(s), s') U^\pi(s')$$

$$\pi^*(s) = \arg \max_a \sum_{s'} T(s, a, s') U(s')$$