



Duração: 1 hora e 30 minutos

Com consulta. **Meios eletrónicos em modo de avião.**

Justificar convenientemente todas as respostas (exceto na escolha múltipla)

Questão 1 (1 + 1 + 1 + 2 = 5 valores)

Considere o problema de colocar k cavalos num tabuleiro de xadrez de $n \times n$, de modo a que nenhum cavalo seja atacado por outro, sendo dado k e sabendo que $k \leq n^2$. *Nota: um cavalo ataca apenas a casa de destino do seu movimento e esse movimento tem de ser em L, ou seja, 2 casas numa linha ou coluna e 1 casa na perpendicular.*

- a) Formule o problema como um CSP e indique quais são as variáveis da formulação que escolheu.
- b) Quais são os valores possíveis para cada variável?
- c) Quais os conjuntos de variáveis com restrições e quais são essas restrições?
- d) Considere agora o problema de colocar tantos cavalos quantos for possível no tabuleiro, de modo a que nenhum seja atacado. Explique como se pode resolver este problema com procura local e, para tal, defina um conjunto adequado de *ações* e funções que retornem os resultados das ações e uma função objetivo apropriada.

Questão 2 (1,5 + 1,5 = 3 valores)

Suponha uma base de conhecimento (KB) contendo apenas as seguintes cláusulas de Horn:
 $Antepassado(Mãe(x), x)$

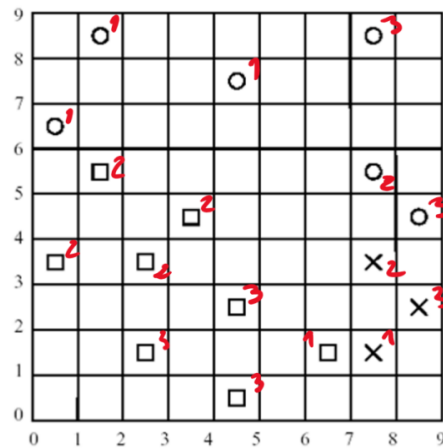
$Antepassado(x, y) \wedge Antepassado(y, z) \Rightarrow Antepassado(x, z)$

Considere um algoritmo de encadeamento adiante (ou progressivo) que na $j^{ésima}$ iteração termina se a KB contém uma afirmação que unifica com a interrogação (*query*), caso contrário acrescenta à KB todas as afirmações atómicas que podem ser inferidas das afirmações já na KB após a iteração $j - 1$.

- a) Para cada uma das seguintes interrogações, indique se o algoritmo (1) dá uma resposta e em caso afirmativo, escreva qual é; (2) termina sem uma resposta; (3) nunca termina.
 - (i) $Antepassado(Mãe(y), João)$ (1) é vdd para $\{y/João\}$
 - (ii) $Antepassado(Mãe(Mãe(y)), João)$ (1) é vdd para $\{y/João\}$
 - (iii) $Antepassado(Mãe(Mãe(Mãe(y))), Mãe(y))$ (2)
 - (iv) $Antepassado(Mãe(João), Mãe(Mãe(João)))$ (3) mae do joao nao pode ser mae da avo do joao
- b) Suponha que acrescentamos a asserção $\neg(Mãe(x) = x)$ e o algoritmo de inferência trabalha com igualdade. Qual será a resposta à interrogação $\neg Antepassado(João, João)$?

Questão 3 (1,5 + 1,5 = 3 valores)

Considere os dados apresentados na figura seguinte, descritos por dois atributos, representados nos eixos x e y, com valores inteiros entre 0 e 8, e classificados em 3 classes, representadas por quadrados, cruzeiros ou círculos.



- a) Usando o algoritmo de indução de árvores de decisão com o critério de máxima entropia (o algoritmo apresentado nas aulas teóricas, que se denomina ID3) e uma validação cruzada em 3 grupos: 1, 2 e 3, indicados também na figura (a vermelho manuscrito), construa a fronteira de decisão que o ID3 daria para cada uma das árvores geradas e a respetiva precisão.
- b) Compare essa taxa de precisão com o K-NN considerando $K=3$.

[Ver Grupo V do exame tipo 2019-2020](#)

Questão 4 (1,5 valores)

Analise a relevância de estabelecer auditorias e avaliações independentes a sistemas de inteligência artificial (IA). Como compara a IA com outras tecnologias computacionais neste aspeto?

Escolha múltipla

Questão 5 (1,5 + 1,5 + 1,5 + 1,5 = 6 valores)

Pretende-se descobrir a senha de um ficheiro cifrado, usando procura. A senha pode ter até 10 letras, de entre o alfabeto {A, B, C}. Na formulação do problema de procura temos:

- *estado inicial*: cadeia de caracteres vazia
- *ação*: acrescentar uma letra (A, B, ou C) à cadeia de caracteres
- *teste de objetivo*: verificar se é uma senha válida usando o software de criptografia. Há cinco senhas válidas: AAACCC, ABBCC, BABAB, BCABACB e CBAC
- Assuma que os empates são resolvidos alfabeticamente. Por exemplo, havendo um empate entre a expansão de “A”, “B” e “C”, expandir “A” primeiro, depois “B” e finalmente “C”

- a) das cinco senhas válidas (reproduzidas em seguida), selecione a que é devolvida por uma procura em profundidade:

- ☒ AAACCC
- ☐ ABBCC
- ☐ BABAB
- ☐ BCABACB
- ☐ CBAC

- b) das cinco senhas válidas (reproduzidas em seguida), selecione a que é devolvida por uma procura em largura:

- ☐ AAACCC
- ☐ ABBCC
- ☐ BABAB
- ☐ BCABACB
- ☐ CBAC

c) é informado de que há letras mais frequentes do que outras nas senhas. Para esse efeito, suponha que usa um modelo de custos, sendo o de cada letra $\text{custo}(A) = 1$, $\text{custo}(B) = 2$, $\text{custo}(C) = 3$. Das cinco senhas válidas (reproduzidas em seguida), selecione a que é devolvida por uma procura de custo uniforme, usando os referidos custos:

- ☐ AAACCC
- ☐ ABBCC
- ☐ BABAB
- ☐ BCABACB
- ☐ CBAC

d) suponha agora que há “uma única senha válida” escolhida aleatoriamente com distribuição uniforme de entre todo o espaço de estados e que todas as letras têm custo 1. Qual das seguintes frases é correta?

- ☐ com qualquer heurística admissível, o A^* expande, em média, menos estados do que a pesquisa em profundidade
- ☐ com qualquer heurística admissível, o A^* expande, em média, mais estados do que a pesquisa em profundidade
- ☐ com qualquer heurística admissível, o A^* expande, em média, tantos estados como a pesquisa em profundidade
- ☐ existe uma heurística com a qual o A^* expande, em média, menos estados do que a pesquisa em profundidade
- ☐ existe uma heurística com a qual o A^* expande, em média, mais estados do que a pesquisa em profundidade

Questão 6 (1,5 valores)

Um filtro de Sobel tem dois kernels de 3x3, um para deteção de linhas verticais e outro para deteção de linhas horizontais. Aplicando o filtro a uma imagem ficam destacadas:

- ☐ apenas as arestas verticais
- ☐ apenas as arestas horizontais
- ☐ apenas as arestas verticais e horizontais
- ☐ arestas com qualquer orientação
- ☐ não detecta quaisquer arestas