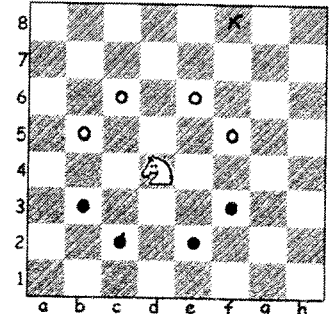


Nota: Responder a cada questão (1, 2, 3 e 4) em folhas de exame separadas.

1. [4 valores] Num tabuleiro de xadrez, um cavalo movimenta-se dando “saltos em L”, de acordo com o exemplo da figura: o cavalo na posição d4 pode deslocar-se, com um só salto, para as posições b3, b5, c2, c6, e2, e6, f3 ou f5. Para simplificar, ao cavalo considerado serão permitidos apenas saltos “para cima”: por exemplo, da posição d4 só será possível ir para b5, c6, e6 ou f5.



- a) Usando a estratégia de pesquisa **primeiro em profundidade**, apresente uma árvore de pesquisa e identifique a solução encontrada para que o cavalo se desloque da posição a1 para a posição f8.
- b) Neste cenário, sendo o objectivo do cavalo ir de um ponto de partida até um ponto destino indicado, quais das estratégias de pesquisa sistemática são completas? Justifique.
- c) Considere as seguintes funções heurísticas possíveis que procuram estimar o número de saltos em falta para, a partir da posição atual $i = x_i y_i$, alcançar a posição final $f = x_f y_f$:

$$h_1 = |x_f - x_i| + |y_f - y_i| \quad (\text{distância Manhattan})$$

$$h_2 = \max(|x_f - x_i|, |y_f - y_i|) \quad (\text{distância Chebyshev})$$

$$h_3 = \max(|x_f - x_i|, |y_f - y_i|)/2$$

$$h_4 = \min(|x_f - x_i|, |y_f - y_i|)$$

$$h_5 = \min(|x_f - x_i|, |y_f - y_i|)/2$$

Quais destas heurísticas são admissíveis? Justifique. Das admissíveis, qual é a melhor? Porquê?

- d) Usando a função heurística identificada na resposta à alínea anterior, apresente uma árvore de pesquisa obtida pela aplicação da estratégia de pesquisa **A***, de modo a deslocar o cavalo da posição a1 para a posição f8. Junto a cada nó da árvore, indique o valor dos componentes da função de custo ($f=g+h$). Identifique a solução encontrada.

2. [4 valores] O problema de colorir um mapa consiste em atribuir cores diferentes a países que possuam fronteira entre si. A figura seguinte representa o mapa a colorir, constituído por 5 países (P1..P5).

Existem 3 cores disponíveis: azul (A), verde (V) e branco (B).

Pretende-se aplicar **Algoritmos Genéticos** na resolução deste problema. Suponha a existência de uma população inicial de 5 indivíduos com a seguinte informação: *corP1*, *corP2*, *corP3*, *corP4*, *corP5*

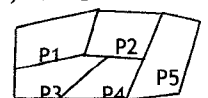
I1: B,V,B,A,V

I2: A,V,V,A,B

I3: B,V,A,V,V

I4: B,B,B,B,V

I5: B,B,V,B,V



- a) Proponha uma estrutura para a representação do indivíduo, explicando. Exemplifique com a representação do indivíduo I1 da população inicial.
- b) Proponha uma função de adaptação (descrição textual). Calcule os valores de adaptação dos indivíduos da população inicial.
- c) No processo de seleção dos indivíduos a utilizar na formação da geração seguinte, é usada uma política elitista (só para o melhor). Considere que foram gerados os seguintes números aleatórios (entre 0 e 1): 0.7 / 0.35 / 0.15 / 0.81. Apresente o resultado deste processo de seleção. Explique.
- d) Calcule a 2ª geração da população, explicando todas as suas opções. Sugira uma estratégia de cruzamento. A probabilidade de cruzamento é 75% e foram gerados os números aleatórios: 0.81 / 0.41 / 0.24 / 0.88. A probabilidade de mutação é 2% e só no 15º número aleatório surgiu um inferior a 0.02.

3. [4 valores] Numa loja de animais, um robô está encarregado da alimentação dos peixes, que é diferente para os peixes vermelhos e os peixes azuis. O robô irá aprender a diferenciar estas duas espécies de peixes através das partes do corpo, usando o conjunto de exemplos da tabela. (Nota: nas alíneas seguintes, atenda à ocorrência de um valor desconhecido.)

Barbatana	Cauda	Corpo	Peixe
larga	grande	gordo	vermelho
larga	pequena	esguio	vermelho
larga	grande	gordo	vermelho
finá	pequena	esguio	vermelho
finá	pequena	esguio	azul
finá	--	gordo	azul
larga	pequena	gordo	azul
finá	pequena	gordo	azul

- Calcule os valores da informação média para os exemplos considerados.
- Que atributo escolheria para raiz da árvore de decisão a construir, usando o critério da razão do ganho? Sabe-se que $\text{entropia}(\text{Barbatana})=0.811$, $\text{entropia}(\text{Cauda})=0.6$ e $\text{entropia}(\text{Corpo})=0.95$. Apresente todos os cálculos.
- Construa a árvore de decisão, considerando que a razão do erro em qualquer folha deve ser menor ou igual a 0.4. Apresente todos os cálculos e/ou explique convenientemente a sua resposta.

4. [8 valores] Responda a seis (6) das seguintes sete (7) questões (cada uma em 5-10 linhas).

- O algoritmo de pesquisa heurística IDA* usa uma pesquisa por aprofundamento iterativo na qual o limite de expansão é dado pelo custo e não pela profundidade. Como deve ser incrementado esse custo limite, de modo a que a solução ótima seja encontrada?
- ✓ Um estudante preparou-se para um exame, o que é indicativo de que passará (Crença=0.6); a mesma conclusão é suportada (Crença=0.7) pelo facto de que gosta da unidade curricular respetiva. Por outro lado, passou mal a noite, o que por si só pode indicar que vai chumbar no exame (Crença=0.3). Segundo o modelo de **Dempster-Shafer**, qual é o intervalo de confiança da aprovação no exame?
- ✓ No algoritmo de otimização por “arrefecimento simulado”, relacione a probabilidade de escolha de um estado sucessor com a temperatura e com a diferença de valores entre o estado atual e esse estado.
- ✓ Os cortes alfa-beta, quando utilizados no algoritmo de pesquisa adversarial minimax, podem permitir reduzir o número de nós examinados de $O(b^m)$ para $O(b^{m/2})$, sendo b o fator de ramificação e m a profundidade máxima da árvore de pesquisa. Explique em que circunstâncias é que isto acontece.
- ✗ e) Explique qual é o compromisso subjacente à utilização da fórmula “Naïve Bayes”.
- ✗ f) “Duas laranjas mais quatro peras são seis frutos.” Esboce uma DCG para interpretar frases deste tipo, em que se pretende validar operações sobre elementos cujo resultado é uma superclasse das parcelas. Indique que tipo de informação será necessário ter na base de conhecimento.
- ✓ g) Explique o conceito de *função linearmente separável* e relacione-o com a fórmula de cálculo da saída de um perceptrão.