

Exercício 1) Pesquisa de Soluções (5 Valores)

Suponha o seguinte jogo (para 1 jogador) em que o tabuleiro é constituído por 9 casas e por peças com uma face branca e outra vermelha (tal como no Othello) que podem ser voltadas. O objetivo do jogo é que todas as peças fiquem brancas no tabuleiro. Para tal, o jogador pode, em cada jogada, trocar de cor um conjunto de peças que formem um quadrado (com 4 ou 9 peças). Suponha cada jogada tem um custo correspondente ao número de peças voltadas (invertidas) na respetiva jogada. Suponha que o estado inicial é o seguinte:

V	B	V
V	B	V
B	B	B

que

- 1.1) Formule o problema como um problema de pesquisa, indicando o modo de representação do estado, estado inicial, teste objetivo, operadores (nome, pré-condições e efeitos) e função de custo.
- 1.2) Qual o fator de ramificação médio da árvore de pesquisa? Qual a dimensão do espaço de estados do problema? Justifique detalhadamente.
- 1.3) Supondo o estado inicial apresentado, aplique os métodos Pesquisa em Largura e Pesquisa em Profundidade Limitada (Limite=4) para resolver este problema. Apresente as respetivas árvores de pesquisa geradas. Utilize os símbolos / | \ para ligar os nós da árvore. Considere que, em ambos os métodos, quando um nó é expandido são gerados imediatamente todos os seus sucessores e que a ordem de geração corresponde a gerar primeiro os quadrados de 4 peças (começando em cima e em caso de empate à esquerda) e só no final o quadrado de 9 peças. Considere que não é utilizado qualquer método para evitar estados repetidos.
- 1.4) Defina uma função admissível $h(n)$ para aplicação do algoritmo A^* , explicando porque é admissível e apresentando o respetivo pseudo-código.

Exercício 2) Optimização (5 Valores)

Uma entidade governamental com competências na área a inspeção alimentar necessita de realizar, periodicamente, inspeções a diversos estabelecimentos. Para o efeito, tem ao seu dispor duas brigadas de inspeção, para as quais gera, diariamente, rotas de inspeção. A execução dessas rotas deve caber num dia de trabalho (8h), pelo que na geração das rotas há que ter em conta o percurso de viagem e o tempo despendido em cada inspeção, no local do estabelecimento em causa. Dado um conjunto de n estabelecimentos, cada um devidamente georreferenciado (por simplificação considere as coordenadas (x, y) em km), pretende-se gerar duas rotas de inspeção, procurando maximizar o número de estabelecimentos inspecionados. Como simplificação suponha que para cada estabelecimento existe um tempo de inspeção de uma hora e que o tempo de deslocação, em horas, de um ponto para outro é igual a $1/20$ da distância Manhattan

entre esses pontos (por exemplo, entre os pontos (3,3) e (8,8) o tempo de deslocação será 0.5 horas (meia hora).

2.1) Sugira uma representação para os ficheiros contendo instâncias a resolver do problema. Sugira também uma representação para a solução deste problema, onde devem ser considerados os estabelecimentos, ordenados, a visitar por cada brigada, tendo em conta a existência de diversos estabelecimentos que não serão inspecionados.

2.2) Identifique a restrição forte e o critério de otimização do problema. Explique devidamente como é interpretada e avaliada a solução, exemplificando e apresentando um pseudo-código para o cálculo da respetiva função de avaliação.

2.3) Considere os seguintes estabelecimentos e suas localizações num mapa em grelha: A (20;20), B (10;10), C (10;0), D (10;20), E (20;10). Considerando que as brigadas partem do ponto (0;0), ao qual têm que voltar no final da jornada, e considerando que o tempo de deslocação, em horas, é igual a 1/20 da distância Manhattan, determine se a solução na qual a brigada 1 visita A, B e C, e a brigada 2 visita D e E é viável. Justifique, indicando quantas horas seriam necessárias para cada brigada.

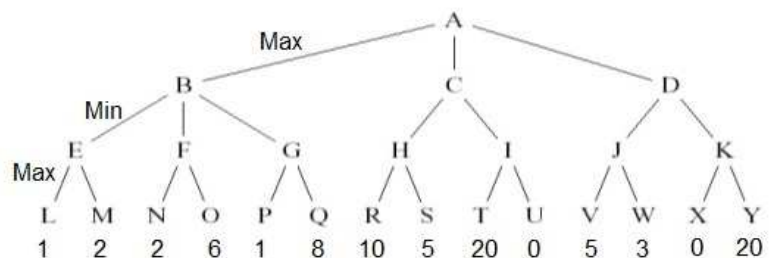
2.4) Com vista a aplicar um algoritmo de pesquisa local (por exemplo, arrefecimento simulado), defina uma função de vizinhança. Exemplifique a sua utilização para o exemplo da alínea anterior, identificando duas soluções vizinhas diferentes, de acordo com a representação que definiu.

Exercício 3: Inteligência Artificial (10 valores).

Nota: Resolva Exclusivamente 6 das seguintes 9 questões

9. Apresente a descrição PEAS de um agente para o Piloto Automático de um Avião que realiza exclusivamente as aterrisagens de um avião comercial, descrevendo detalhadamente as características do ambiente. Acha possível usar um agente reativo simples para controlar um agente deste tipo? Justifique.

10. Aplique o algoritmo minimax com cortes alfa-beta à seguinte árvore, supondo que joga primeiro MAX, depois MIN e novamente MAX, indicando:



a) Qual o valor final dos Nós A, B, C e D? (Nota: dado que são usados cortes alfa-beta o valor pode ser um número, ex: 8 ou uma condição ex: ≥ 20 ou ≤ 8)

b) Quais os nós folha (de entre L a Y) que não chegam a ser avaliados pelo algoritmo minimax com cortes alfa-beta?

11. Comente a seguinte afirmação justificando: "A aplicação do algoritmo minimax em jogos complexos permite obter decisões rápidas mesmo que imperfeitas e gerir qual o tempo máximo para obter a solução. Por exemplo, podemos definir um tempo máximo de 30 segundos para obter uma solução e o algoritmo pode retornar uma solução ao fim desses 30 segundos".

12. Apresente o pseudo-código necessário para a aplicação de arrefecimento simulado na resolução do problema 2 deste exame, utilizando um decréscimo de temperatura linear (de 1.0

até 0.0) entre as iterações 0 e 1000 e realizando um total de 1500 iterações (as últimas 500 a temperatura 0). Não necessita de copiar as funções que definiu nas alíneas da pergunta 2 (ou se não as definiu basta utiliza-las neste exercício como se estivessem definidas na pergunta 2).

13. O Mundo de Wumpus pode ser resolvido por um agente puramente reativo? Justifique.

14. Suponha os seguintes conjuntos de treino (indivíduos 1 a 13) e de teste (indivíduos 14, 15 e 16). Sem necessidade de fazer contas, supondo a distância Euclidiana, indique, justificando, quais as classes previstas para os indivíduos 14, 15 e 16 utilizando o algoritmo Nearest Neighbour, versões 1NN e 3NN.



Treino	Par1	Par2	Par3	Classe
Ind1	3	8	9	A
Ind2	4	7	8	A
Ind3	2	2	5	B
Ind4	1	3	6	B
Ind5	8	6	5	C
Ind6	9	5	6	C
Ind7	2	1	6	B
Ind8	1	3	5	B
Ind9	4	9	8	A
Ind10	3	8	7	A
Ind11	9	4	6	C
Ind12	8	5	5	C
Ind13	1	1	1	C

Teste	Par1	Par2	Par3	Classe 1NN	Classe 3NN
Ind14	1	1	3	?	?
Ind15	2	4	6	?	?
Ind16	5	9	9	?	?

15. Suponha que dispõe de um ficheiro CSV com dados relativos à dimensão (em m2), localização (concelho), ano de construção (valor inteiro) e tipo de acabamentos (escala com 5 valores possíveis) de 20000 imóveis portugueses. Para cada imóvel está ainda disponível no CSV uma classificação do seu "tipo para venda"(simples, médio, luxo e super_luxo).

Suponha que pretende usar aprendizagem supervisionada para treinar um classificador para, a partir da dimensão, localização, ano e tipo de acabamentos ser capaz de classificar o "tipo para venda" de novos imóveis. Apresente o código essencial (resumido) para, utilizando Python e as bibliotecas Pandas e SciKit Learn, ler o CSV, treinar um classificador com Nearest Neighbour ou SVMs utilizando 10 fold cross validation e apresentar os resultados de três das seguintes medidas: accuracy, precision, sensitivity e/ou f-measure. Nota: Não necessita de apresentar o código absolutamente correto bastando uma aproximação.

16. Num problema de aprendizagem por reforço, ao chegar a um estado um agente tem ao seu dispor quatro ações, cujos valores Q são os seguintes: $Q(A)=5$, $Q(B)=5$, $Q(C)=1$, $Q(D)=6$. Seguindo uma política de seleção de ações do tipo soft-max, qual é a probabilidade, arredondada a 2 casas decimais, de escolha da ação B quando a temperatura é de 0.5?

17. Considere o texto desta pergunta, que tem um vocabulário de tamanho 27 (número de sequências diferentes de caracteres alfanuméricos). Qual é a probabilidade de ocorrência da palavra "de", usando Laplace smoothing?