

Nota: Testes da UC foram realizados no Moodle.

## 1) Pesquisa (5 valores)

Suponha o seguinte labirinto simples, com a Origem (D) e Objetivo (J) indicados. Suponha que possui uma representação do labirinto que indica, para cada nó, a sua posição (x,y), por exemplo: C (3,1) e quais os nós origem (D) e destino (J). Em cada passo, a movimentação pode ser realizada unicamente na horizontal ou vertical. Suponha ainda que os ciclos são detetados, (i.e. que não são gerados estados repetidos no mesmo ramo, ou seja não são gerados estados que tenham um antecessor idêntico no mesmo ramo da árvore de pesquisa ou no caminho encontrado até agora no caso do Hill-Climbing/Subida da Colina). embora seja possível existirem estados repetidos em outros ramos da árvore. Suponha também que os estados são, se possível, visitados na seguinte ordem: Cima, Direita, Baixo, Esquerda. Suponha que o Hill-climbing na versão “steppest ascent”, utiliza a mesma ordem para analisar os nós e aceita a movimentação para nós com custo igual ao anterior.

	1	2	3
1	A	B	C
2	D <b>Ori</b>	E	
3	F	G	
4	H	I	J <b>Obj</b>

- 1.1 Formule o problema como um problema de pesquisa indicando uma possível representação para o estado, estado inicial, teste objetivo, operadores (nome, pré-condições, efeitos e custos). Nota: deve usar uma notação formal e não simplesmente repetir o enunciado por palavras diferentes.
- 1.2) Indique a ordem por que são gerados os diversos estados utilizando os algoritmos de pesquisa a seguir indicados, até atingir a solução:
  - i) Pesquisa em Largura
  - ii) Pesquisa em ProfundidadeApresente as árvores de pesquisa correspondentes.
- 1.3) Indique a ordem por que são gerados os diversos estados utilizando os algoritmos de pesquisa a seguir indicados até atingir a solução do problema (ou o algoritmo ficar preso num mínimo local):
  - iii) Pesquisa Gulosa (com função de avaliação igual à “distância horizontal” à solução, i.e. inicialmente a distância horizontal é 2)
  - iv) Subida da Colina, “steppest ascent”, (com função de avaliação igual à “distância horizontal” à solução)
  - v) Pesquisa Gulosa (com função de avaliação igual à “distância Manhattan” à solução, i.e. inicialmente a distância Manhattan é 4)
  - vi) Subida da Colina, “steppest ascent”, (com função de avaliação igual à “distância Manhattan” à solução)
- 1.4) Suponha o seguinte algoritmo de pesquisa que recebe uma lista de nós correspondente aos nós a pesquisar ainda não expandidos e retorna um nó solução ou falso caso não encontre solução:

```
Pesquisa_XPTO(NosP) RETORNA NO ou FALSO
  SE vazio(NosP) ENTÃO RETORNA FALSO
  EsteNo <- Primeiro(NosP)
  SE TesteObjetivo(EsteNo)
    ENTÃO RETORNA EsteNo
  SENÃO
    NosFilhos <- Sucessores(EsteNo)
    NosP <- Concatena(Subtrai(EsteNo,NosP), NosFilhos)
    Pesquisa_XPTO(NosP)
```

Indique, justificando, que tipo de pesquisa o algoritmo está mais próximo de efetuar e como pode alterar o algoritmo para o tornar num algoritmo de pesquisa em profundidade iterativa (aprofundamento progressivo), com profundidade limite que recebe como parâmetros a profundidade limite e o Estado/Nó inicial?

- 1.5) Indique qual a dimensão do espaço de estados do problema e relacione este valor com a dificuldade de resolução do problema. Indique um método adequado à resolução de problema semelhantes ao apresentado, mas com labirintos de uma dimensão muito superior e qual a sua configuração adequada.

## 2) Aprendizagem (5 valores)

Foi elaborado um estudo sobre a popularidade de um determinado programa, tendo sido obtidos os dados indicados na tabela seguinte.

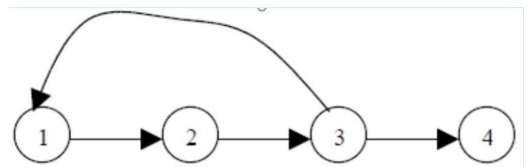
	Localidade	Sexo	Idade	VePrograma
U1	interior	feminino	jovem	não
U2	interior	feminino	idoso	sim
U3	interior	feminino	adulto	sim
U4	litoral	feminino	adulto	não
U5	litoral	masculino	idoso	não
U6	interior	masculino	idoso	sim
U7	interior	masculino	jovem	não
U8	interior	masculino	idoso	sim

- 2.1) Calcule o valor da informação média.
- 2.2) Que atributo escolheria para raiz da árvore de decisão a construir, usando o critério da razão do ganho? Sabe-se que entropia (Localidade) = 0.688, entropia (Sexo) = 0.951 e entropia (Idade) = 0.655. Apresente todos os cálculos que efetuar.
- 2.3) Construa a árvore de decisão que permite classificar os exemplos da tabela. A árvore de decisão após o nível 1 pode ser determinada sem efetuar cálculos, mas explicando.
- 2.4) Suponha que a árvore é podada e tem agora profundidade igual a 1. Apresente a árvore alterada e calcule o valor da razão do erro em todas as folhas.
- 2.5) Discuta a relação da poda com a capacidade de generalização de uma árvore de decisão.

## Grupo 3: Inteligência Artificial (10 Valores)

Responda unicamente a 8 das 10 questões seguintes em 5-10 linhas.

- 3.1) Considere o espaço de pesquisa representado na figura, sendo o estado inicial o nó 1 e o estado final o nó 4. Apresente os nós na ordem em que são expandidos, quando é usado um algoritmo de pesquisa aprofundamento progressivo. NÃO use qualquer método para evitar ciclos. Em caso de empate, é expandido primeiro o nó com menor numeração.



- 3.2) Sabendo que  $h_1$  e  $h_2$  são duas heurísticas admissíveis para o algoritmo  $A^*$ , qual das seguintes heurísticas é preferível usar (A, B, ou C): A)  $\min(h_1, h_2)$ ; B)  $(h_1+h_2)/2$ , ou C)  $\max(h_1, h_2)$ ? Explique detalhadamente.

- 3.3) Comente a seguinte afirmação: Quando a pesquisa subir-a-colina (hill-climbing) e a pesquisa gananciosa (gulosa) usam a mesma função heurística admissível, ambas as pesquisas expandem exatamente o mesmo conjunto de nós.
- 3.4) Porque é que no algoritmo “arrefecimento simulado” se diz que algumas hipóteses mais afastadas da solução são consideradas, sobretudo no início da pesquisa?
- 3.5) Pretende-se encontrar os valores de  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  e  $X_4$  que maximizam a seguinte expressão:  $f(X_1, X_2, X_3, X_4) = 5 \cdot X_1 - 3 \cdot X_2 \cdot X_3 - 2 \cdot X_4$  ( $X_i$  é um valor inteiro,  $0 \leq X_i < 15$ ). Utilizando Algoritmos Genéticos na resolução deste problema, defina uma estrutura para representação do indivíduo e explique como determinaria a população inicial. Indique como poderia fazer o cruzamento e mutação neste exemplo.
- 3.6) Considere a seguinte árvore em que a raiz é um nó de maximização e os sucessores são visitados da esquerda para a direita. Calcule o valor Minimax dos nós A, B, C e D, indicando que nós não são calculados utilizando cortes alfa-beta.
- 3.7) Tendo em conta o exercício anterior, desenhe uma nova árvore reordenando os sucessores de cada nó de modo a que o algoritmo Minimax, com cortes alfa-beta, seja o mais eficiente possível (i.e. corte o máximo de nós possível). Explique, indicando quais os nós agora não calculados. Extrapole o resultado obtido para o caso genérico.
- 3.8) Represente em lógica de primeira ordem as seguintes frases: “Existe um único animal que come todos os pássaros que comem minhocas”, “Todas as baleias são mamíferos” e “Ha’ um peixe que come todos os peixes excepto os da sua espécie”
- 3.9) Do cofre do Sr. Joaquim foram roubados alguns documentos importantes e este suspeita do seu secretário. Sherlock, o detetive, possui duas pistas: o ladrão é canhoto, pois foi encontrado um lenço caído do lado esquerdo do cofre (afirmação suportada com valor 0.7); o ladrão tem acesso ao escritório, pois a porta não foi arrombada (afirmação suportada com valor 0.6). Ora o secretário do Sr. Joaquim é canhoto e possui a chave do escritório. Mas sabe-se que este esteve no estrangeiro no dia do roubo (afirmação suportada com valor 0.6). Usando a teoria de Dempster-Shafer, calcule, o valor do intervalo de confiança associado ao facto do ladrão dos documentos ser o secretário do Sr. Joaquim.
- 3.10) Explique em que consistem e para que servem as Máquinas de Vetores de Suporte (Support Vector Machines).

