

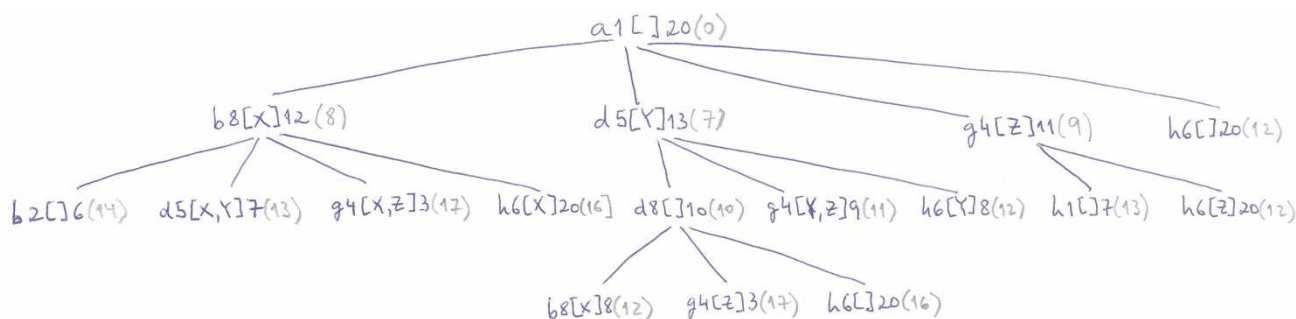
Nota: Responder a cada questão (1, 2, 3 e 4) em folhas de exame separadas.

1. [4 valores] Um robô móvel tem como objetivo o transporte de objetos do ponto onde estão até ao seu ponto destino. A grelha ao lado mostra o local inicial do robô R, de cada objeto X, Y e Z, dos seus destinos (X_f , Y_f e Z_f) e do carregador de bateria (\pm). O robô tem uma autonomia de 20 células, podendo recarregar a bateria uma única vez. O robô pode deslocar-se para posições adjacentes na horizontal ou na vertical, e pode transportar no máximo 2 objetos de cada vez, um em cima do outro. Nessa situação, o objeto que fica por cima (o segundo a ser apanhado) tem que ser descarregado primeiro. Os objetos só podem ser descarregados no seu ponto de destino. Dados os seus diferentes tamanhos, um objeto maior nunca pode ser transportado em cima de um menor, sendo que $X > Y > Z$. Por exemplo, não é possível transportar Y por cima de Z.

	a	b	c	d	e	f	g	h
1	R							Z_f
2		X_f						
3								
4							Z	
5				Y				
6								\pm
7								
8		X		Y_f				

Pretende-se encontrar a solução com menor distância percorrida. Nos exercícios que se seguem, represente cada estado da forma $a1[]20()$: o robô está na posição a1, não tem qualquer objeto (lista vazia) e tem autonomia de 20 células. Outro exemplo: $g4[X,Z]3$, em que o robô está na posição g4, transporta Z em cima de X e tem autonomia de 3 células. Note que só interessa representar os estados em que o robô se encontra num ponto de interesse, isto é, b2, b8, d5, d8, g4, h1 ou h6.

- a) Começando no estado $a1[]20()$, determine os 5 primeiros estados expandidos pela estratégia de pesquisa do custo uniforme, apresentando os seus custos associados. Mostre a construção da árvore de pesquisa com esses 5 estados expandidos.



Ordem de expansão: $a1[]20(0)$; $d5[Y]13(7)$; $b8[X]12(8)$; $g4[Z]11(9)$; $d8[]10(10)$

- b) Seja Θ o conjunto de objetos existentes, N_i o número de objetos que estão na sua posição inicial e N_f o número de objetos que estão na sua posição final. Indique se, em geral, cada uma das seguintes funções heurísticas é admissível (prove com exemplos nos casos em que não forem):

- $h_1 = N_i$
- $h_2 = |\Theta| - N_f$, onde $|\Theta|$ representa o número de objetos existentes
- $h_3 = \sum_{o \in \Theta} dist(o)$, onde $dist(o)$ representa a distância Manhattan do objeto o desde a sua posição atual até à sua posição final
- $h_4 = \max dist(o), o \in \Theta$

Admitindo que os objetos nunca têm posição inicial igual à posição final, e que as posições finais nunca se sobrepõem:

- h_1 : admissível, pois é sempre necessário o robô deslocar-se pelo menos 1 célula para cada objeto (subestima muito na maior parte das situações).
- h_2 : admissível, pois é sempre necessário o robô deslocar-se pelo menos 1 célula para cada objeto, mesmo para aqueles que estão já no robô.

- h_3 : não admissível, pois para entregar 2 objetos pode haver parte do caminho em comum. Por exemplo, para a situação RXY _ _ _ Y X, h_3 dá 11, mas o custo real é de 6, logo sobrestima.
- h_4 : admissível, iguala o custo real quando só 1 dos objetos está por colocar na sua posição final.

c) De entre as heurísticas admissíveis identificadas na alínea anterior, qual é a melhor? Porquê?

A h_4 , pois obtém valores mais próximos do real (mais altos).

2. [4 valores] Pretende-se otimizar o plano de produção numa fábrica onde existem 3 máquinas: M1, M2, M3. A produção inclui o fabrico das peças A, B, C, D e E, que requerem o uso de máquinas específicas e têm uma duração (indicadas na tabela). Determine a alocação das diferentes peças às máquinas, de forma a minimizar o tempo total de produção. Aplique Algoritmos Genéticos na resolução deste problema. A população inicial deve incluir os seguintes 4 indivíduos:

Prod	Máquina	Duração
A	M1 ou M2	10
B	M1 ou M3	7
C	M2 ou M3	11
D	M2 ou M3	12
E	M1 ou M2 ou M3	8

- i) A-M1, B-M1, C-M2, D-M2, E-M1;
- ii) A-M1, B-M3, C-M2, D-M3, E-M3;
- iii) A-M1, B-M1, C-M2, D-M2, E-M2;
- iv) A-M2, B-M1, C-M2, D-M2, E-M2.

- a) Proponha uma codificação para a representação do indivíduo, explicando. Exemplifique com a representação do indivíduo ii) 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 (de 1 indivíduo). Considere que foram gerados os seguintes números aleatórios (entre 0 e 1): 0.22 / 0.4 / 0.88. Apresente o resultado deste processo de seleção. Explique.
- d) Calcule a 2ª geração (que inclui o selecionado por elitismo), explicando as suas opções. Sugira a estratégia de cruzamento. A probabilidade de cruzamento é 70% e foram gerados os números aleatórios: 0.35 / 0.75 / 0.5. A probabilidade de mutação é 3% e só no 22º número aleatório surgiu um valor inferior a 0.03.

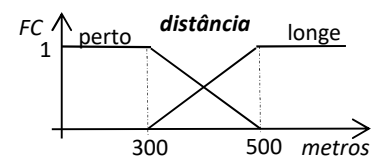
3. [4 valores] Para auxílio no cálculo do preço do arrendamento de uma habitação na zona do grande Porto, foi implementado um Sistema Pericial, sendo algumas das regras apresentadas a seguir:

R1: SE metro perto OU centro da cidade ENTÃO localização ok (FC=0,8)

R2: SE metro longe E junto à praia ENTÃO localização ok (FC=0,9)

R3: SE localização ok E tipologia \geq T3 ENTÃO aluguer elevado (FC=0,9)

R4: SE localização ok E não televisão ENTÃO aluguer baixo (FC=0,8)



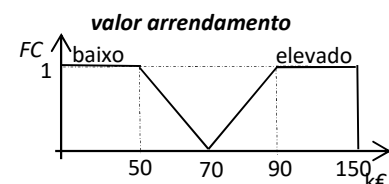
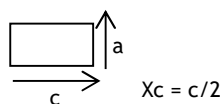
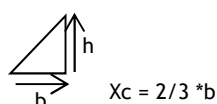
A habitação em questão é um apartamento T3, não se situa no centro da cidade (FC=0,7) e fica junto à praia (FC=0.9). A estação de metro mais próxima fica a 340m. A habitação possui televisão (FC=0.5).

O conceito de **distância** (perto/longe) é descrito pelo conjunto difuso representado na figura acima.

a) O que conclui o Sistema Pericial e com que Fator de Certeza? Apresente os cálculos que efetuar.

b) Considere a função de pertença do conjunto difuso **valor arrendamento** (baixo /elevado) representada na figura ao lado. Qual o valor do arrendamento do apartamento?

Nota: cálculo do centróide (X_c, Y_c) de uma figura geométrica:



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

- a) Na utilização de estratégias de pesquisa informada, distinga os conceitos de heurística admissível e de heurística consistente. Pode uma heurística admissível não ser consistente?

Uma heurística admissível é aquela que nunca sobrestima o custo de chegar à solução. Já uma heurística consistente é uma que garanta que em cada nó n o custo estimado nunca é superior ao custo estimado a partir de um nó sucessor n' mais o custo do passo de n para n' : $h(n) \leq c(n, a, n') + h(n')$

Sim, uma heurística admissível não é necessariamente consistente.

- b) Um técnico de informática decidiu recuperar computadores antigos para criar uma *cloud*. A utilização de uma infraestrutura de computação recente, ao nível do *software*, oferece segurança de que a *cloud* funcionará (Crença=0.8); a mesma conclusão é suportada (Crença=0.7) pelo facto de os computadores se encontrarem em boas condições. Contudo, a infraestrutura física e os cabos de rede utilizados (algo antigos) colocam algumas reticências, indicando que a solução pode não funcionar (Crença=0.3). Segundo o modelo de Dempster-Shafer, qual é o intervalo de confiança do funcionamento da solução de *cloud* explorada?

Evidências: software e computadores		computadores	
		{funciona}= 0.7	{Θ} 0.3
software	{funciona}= 0.8	{funciona}= 0.56	{funciona}= 0.24
	{Θ}= 0.2	{funciona}= 0.14	{Θ}= 0.06

Crença em {funciona} = $0.56 + 0.14 + 0.24 = 0.94$

Evidência: cabos		cabos	
		{~funciona}= 0.3	{Θ} 0.7
software e computadores	{funciona}= 0.94	{~funciona}= 0.282	{funciona}= 0.658
	{Θ}= 0.06	{~funciona}= 0.018	{Θ}= 0.042

Crença em {funciona} = $0.658 / (1 - 0.282) = 0.9164$

Crença em {~funciona} = $0.018 / (1 - 0.282) = 0.0251$

Intervalo de confiança em {funciona} = $[0.9164; 1 - 0.0251] = [0.9164; 0.9749]$

- c) Num determinado passo da aplicação do algoritmo de otimização por “arrefecimento simulado”, a função de avaliação indica que o estado atual vale 15. Gerou-se um estado sucessor de valor 12. A temperatura atual é de 0.8. Calcule a probabilidade de o estado gerado ser aceite.

$$p = e^{(12-15)/0.8} = 0.023517746$$

- d) Explique as vantagens e desvantagens do algoritmo de pesquisa adversarial Monte Carlo Tree Search (MCTS) em relação ao Minimax com cortes alfa-beta.

O MCTS tem a vantagem de não requerer uma função de avaliação, bastando aplicar a mecânica do jogo até aos estados finais. Permite reduzir muito o fator de ramificação, concentrando a pesquisa nos nós mais promissores. Tem também um mecanismo natural que permite balancear “exploration” e “exploitation”.

Uma desvantagem do MCTS é que converge para o Minimax mas muito devagar.

- e) Seja S uma coleção de exemplos distribuídos por 3 classes. Há duas vezes mais exemplos da classe A do que da B, e o mesmo número de exemplos entre B e C. Calcule a informação média relativamente à classificação da coleção S.

$$\text{class A: } 0.5 \quad \text{class B: } 0.25 \quad \text{class C: } 0.25$$

$$\text{info}(S) = -0.5 \log_2(0.5) - 0.25 \log_2(0.25) - 0.25 \log_2(0.25) = 1.5$$

- f) Um agente movimentando-se num espaço percebe o ambiente através de um conjunto de sensores, a partir dos quais infere sobre a segurança da sua posição atual. Indique se este tipo de inferência se baseia em regras causais ou de diagnóstico. Justifique.

Regras de diagnóstico, uma vez que parte de efeitos observados em direção às causas desses efeitos.

- g) Desenhe uma rede neuronal simples que consiga implementar a função NXOR (Não Ou Exclusivo).

