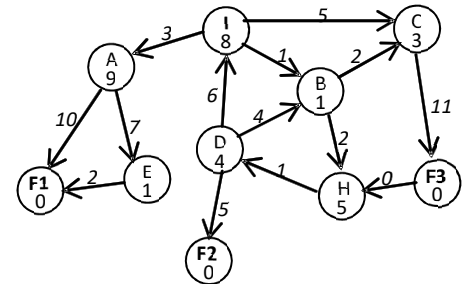


Nota: Responder a cada questão (1, 2, 3 e 4) em folhas de exame separadas.

1. [4 valores] Considere o espaço de pesquisa representado na figura ao lado. O estado inicial está identificado pelo nó I e existem 3 estados finais: F1, F2 e F3. As ligações entre os nós/estados representam o custo conhecido quando se efetua essa transição. Em cada nó está representado o valor h (estimativa do custo até ao objetivo mais próximo).



- a) Indique a solução encontrada e desenhe a árvore de pesquisa obtida quando aplica a estratégia:
- Primeiro em largura
 - Pesquisa gulosa
 - A*

Deve apresentar, junto a cada nó, o valor desse nó na estratégia considerada. Em caso de empate, os estados são visitados por ordem alfabética

- b) A heurística apresentada na figura é admissível? Justifique a sua resposta.

Sim, a heurística é admissível. O valor da heurística é inferior ao custo real da solução em todos os nós da árvore.

- c) Comente a otimalidade dos algoritmos utilizados na alínea a).

2. [4 valores] Pretende-se reflorestar a zona apresentada na figura, o que se pode fazer plantando carvalhos (C), pinheiros (P) ou eucaliptos (E). As zonas adjacentes não podem possuir a mesma espécie de árvore. O custo de plantação de cada espécie por hectare é:

carvalho: 10 u.m. (unidade monetária) ; pinheiro: 9 u.m. ; eucalipto: 8 u.m.

A área de cada zona é:

Z1: 20 hectares ; Z2: 10 hectares ; Z3: 10 hectares ; Z4: 20 hectares ; Z5: 10 hectares

Pretende-se usar Algoritmos Genéticos na determinação de quais espécies plantar em cada uma das zonas da floresta, de modo a minimizar o custo. A população inicial é constituída pelos seguintes 4 indivíduos:

- Z1: E, Z2: P, Z3: E, Z4: C, Z5: E
- Z1: E, Z2: P, Z3: E, Z4: P, Z5: E
- Z1: P, Z2: E, Z3: C, Z4: E., Z5: C
- Z1: C, Z2: P, Z3: E, Z4: P, Z5: E

- a) Proponha uma estrutura para a representação do indivíduo, explicando. Represente o indivíduo i da população inicial.

Espécie: carvalho = 01, pinheiro = 10, eucalipto = 11 (00 não é usado)

Indivíduo = 5 zonas x 2 bits (para espécie) = 10 bits

Indivíduo i: 11 10 11 01 11

- b) Proponha uma função de adaptação (descrição textual). Calcule os valores de adaptação dos indivíduos da população inicial.

Função adaptação: $700 - \text{soma dos custos de plantação em cada zona} - \text{penalização}$

Penalização = $100 \times n_{\text{iguais}}$ (n_{iguais} é o nº de zonas adjacentes com a mesma espécie plantada)

O objetivo é minimizar o custo, transformamos um problema de minimização em maximização, subtraindo pelo valor de custo máximo ($700 = 70 \text{ hectares} \times 10$)

- 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): 0.65 / 0.8 / 0.21. Apresente o resultado deste processo de seleção. Explique.
- d) Calcule a 2ª geração (que inclui 1 selecionado por elitismo), explicando as suas opções. Sugira a estratégia de cruzamento. A probabilidade de cruzamento é 75% e foram gerados os números aleatórios: 0.55 / 0.87 / 0.25. A probabilidade de mutação é 3% e só no 17º número aleatório surgiu um valor inferior a 0.03
3. [4 valores] Foi enviado um robô ao planeta Marte, para verificar a existência de vida nesse planeta. O robô identificou oito entidades, tendo recolhido os valores apresentados na tabela seguinte (uma entidade é considerada um marciano se apresentar sinais de vida).

| | Forma | Cor | NumOlhos | Marciano |
|----|------------|----------|----------|----------|
| C1 | redonda | verde | 1 | não |
| C2 | redonda | verde | 3 | sim |
| C3 | redonda | verde | 2 | sim |
| C4 | redonda | vermelho | 2 | não |
| C5 | redonda | vermelho | 3 | não |
| C6 | triangular | verde | 3 | sim |
| C7 | triangular | verde | 1 | não |
| C8 | triangular | verde | 3 | sim |

- a) Calcule a informação média para identificar se uma entidade é um marciano ou não.

$$\text{Info}(S) = -4/8 \log_2(4/8) - 4/8 \log_2(4/8) = 1$$

- b) Sabendo que Entropia(Forma)=0.951, Entropia(Cor)=0.688 e Entropia(NumOlhos)=0.655, identifique o atributo escolhido para a raiz da árvore de decisão quando se usa o algoritmo C45. Apresente todos os cálculos que efetuar.

Forma:

$$\text{GanhoInfo} = 1 - 0.954 = 0.048$$

$$\text{InfoSep} = -5/8 \log_2(5/8) - 3/8 \log_2(3/8) = 0.954$$

$$\text{RazaoGanho} = 0.048/0.954 = 0.051$$

Cor:

$$\text{GanhoInfo} = 1 - 0.688 = 0.311$$

$$\text{InfoSep} = -6/8 \log_2(6/8) - 2/8 \log_2(2/8) = 0.811$$

$$\text{RazaoGanho} = 0.311/0.811 = 0.383$$

NOlhos:

$$\text{GanhoInfo} = 1 - 0.655 = 0.344$$

$$\text{InfoSep} = -2/8 \log_2(2/8) - 2/8 \log_2(2/8) - 4/8 \log_2(4/8) = 1.5$$

$$\text{RazaoGanho} = 0.344/1.5 = 0.23$$

O atributo escolhido é "Cor".

- c) 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.

- d) 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.

Se Cor=verde então Marciano=sim:

$$2 \text{ erros em } 6 \rightarrow (e+1)/(n+2) = 3/8 = 0.375$$

Se Cor=vermelho então Marciano=nao:

$$0 \text{ erros em } 2 \rightarrow (e+1)/(n+2) = 1/4 = 0.25$$

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

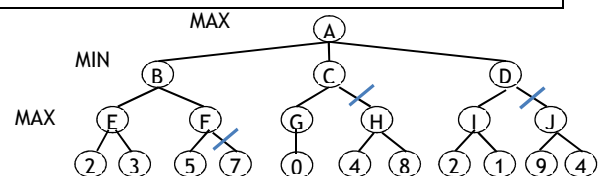
- a) Comente a afirmação: “Os algoritmos de pesquisa *primeiro em largura* e *aprofundamento progressivo* encontram sempre a mesma solução”.

A afirmação é falsa.

- b) Porque é que no algoritmo arrefecimento simulado se diz que algumas hipóteses mais afastadas da solução são consideradas, sobretudo no início da pesquisa?

O arrefecimento simulado pode escolher, como estado seguinte, um estado sucessor que pode ter avaliação inferior ao estado atual. Tal deve-se ao facto de a escolha ser probabilística, decrescendo essa probabilidade com o tempo. No início, a probabilidade de escolher estados mais afastados é mais elevada.

- c) Na figura ao lado, identifique os nós que são cortados pela aplicação de cortes alfa-beta ao algoritmo de pesquisa adversarial minimax. Apresente os cálculos que efetuar.



- d) No escritório, o supervisor pergunta pelo Sr. Joaquim. O colega diz que o carro do Sr. Joaquim está no estacionamento, afirmação que suporta com valor 0.8, pois acha ser aquele o lugar de estacionamento dele. A Maria afirma que viu o carro do Sr. Joaquim sair, afirmação que suporta com valor 0.6. Usando a teoria de Dempster-Shafer, qual o intervalo de confiança associado ao facto de o carro do Sr. Joaquim estar no estacionamento?

| | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | carro_estaciona}= 0.8 | {Θ} 0.2 |
| {~carro_estaciona}= 0.6 | {}= 0.48 | {~carro_estaciona}= 0.12 |
| {Θ}= 0.4 | {carro_estaciona}= 0.32 | {Θ}= 0.08 |

$$\text{Crença em } \{\text{carro_estaciona}\} = 0.32/(1-0.48) = 0.615$$

$$\text{Crença em } \{\sim\text{carro_estaciona}\} = 0.12/(1-0.48) = 0.23$$

$$\text{Intervalo de confiança em } \{\text{carro_estaciona}\} = [0.615; 1-0.23] = [0.615; 0.77]$$

- e) Para análise, foram recolhidos diferentes cogumelos, sendo apresentados na tabela 3 exemplos. Que conceitos retiraria da aplicação do algoritmo “Indução sobre as Explicações” a estes 3 exemplos? Explique.

| Atributo | cogumelo 1 | cogumelo 2 | cogumelo 3 |
|---------------|------------|------------|------------|
| caule | longo | curto | medio |
| textura caule | manchas | enrugada | lisa |
| campânula | redonda | lisa | redonda |
| textura_camp. | lisa | enrugada | lisa |

Cogumelos de campânula redonda (cogumelo1+cogumelo3)

Cogumelos de textura de campânula lisa (cogumelo1+cogumelo3)

Cogumelos de textura homogênea: textura do caule igual a textura da campânula (cogumelo2+cogumelo3)

- f) Construa uma DCG que permita validar a sintaxe de frases do tipo “O Joao joga futebol”. Efetue também a validação de um teste semântico.
- g) O que entende por especialização (over-fitting) em aprendizagem? Quais as causas possíveis para a ocorrência de especialização no treino de uma Rede Neuronal? Como se pode evitar este fenómeno?