

EXAME IIA ÉPOCA NORMAL 20/21

Resolução por José F. E. Almeida (LEICE)

1.

Considere o ambiente representado na Figura 1, onde um agente pretende deslocar-se da célula "A" para a célula "B". O agente pode deslocar-se na horizontal ou vertical, evitando obstáculos (células marcadas a sombreado) e consegue perceber as células adjacentes.

- Classifique as características do ambiente, de acordo com: Acessível ou não acessível; Episódico ou não episódico. Justifique a sua resposta.
- Poderia resolver problema de alcançar a célula 'B' com o algoritmo de pesquisa trepa-colinas "first-choice", considerando que cada posição é avaliada pela distância de Manhattan ao objetivo? Justifique e apresente os passos do algoritmo.
- Determine a posição do agente após uma iteração do algoritmo de recristalização simulada, com $T=1$ e considerando um valor gerado aleatoriamente de 0,1. Poderia alcançar a célula 'B' com este algoritmo? Justifique.



Figura 1: Ambiente onde o agente se desloca.

- O ambiente é não acessível pois não é dado ao agente acesso a todo o estado completo do ambiente, através dos seus sensores, pois apenas percebe as células adjacentes.

O ambiente é não episódico pois a experiência do agente não está dividida em episódios, ou seja, neste caso, as ações do agente no presente têm impacto no seu futuro.

- Estado inicial: A (0,0)

Estado final / objetivo: B (3,0)

Definir operadores:

- > MC: Mover-se uma casa para cima
- > MD: Mover-se uma casa para a direita
- > MB: Mover-se uma casa para baixo
- > ME: Mover-se uma casa para a esquerda

Ordem dos operadores: MC -> MD -> MB -> ME

Função f de cálculo de qualidade: Distância de Manhattan até B

$$f(A) = 3$$

1ª Iteração

Gerar primeiro vizinho – MC

- > Vizinho 1: (0,1)

$$f(V1) = 4$$

Como a qualidade do vizinho é inferior à atual (mais distante do objetivo), o algoritmo não a escolhe e passa ao próximo. No entanto, devido às barreiras/obstáculos do ambiente, não há mais nenhum operador possível, levando o trepa-colinas first-choice a ficar preso neste máximo local A.

Assim, o algoritmo não consegue resolver o problema “alcançar a célula B” partindo de A.

c) Na primeira iteração, o simulated annealing vai, como o TC, verificar a sua vizinhança, com uma diferença crucial: tem uma probabilidade de aceitar soluções de menor qualidade.

Vamos calcular essa probabilidade para $T = 1$:

Custo inicial: 3

Custo vizinho: 4

Variação de custo (Δd) = $3 - 4 = -1$

$$p = \frac{1}{e^{\frac{|\Delta d|}{T}}} = \frac{1}{e} \approx 0.368$$

Considerando o valor aleatório dado (0.1), e como este é menor do que p , então o algoritmo aceita a transição para este estado de qualidade inferior. Isto possibilita-o de não ficar preso no máximo local A, o que faz com que consiga alcançar B a partir de A, ao contrário do trepa-colinas first-choice.

2.

Considere o grafo da Figura 2. Cada nodo representa uma cidade. Cada arco representa uma estrada entre duas cidades e tem indicação da distância real que é necessário percorrer entre elas (custo real). A tabela tem uma heurística H1, para cada nodo. Pretende-se encontrar o caminho de menor custo de S para G. Para responder as alíneas seguintes, considere que existe um mecanismo para evitar ciclos e em caso de empate o critério de desempate é a ordem alfabética.

- Mostre qual a árvore gerada e o caminho encontrado pelo algoritmo de pesquisa em largura.
- Aplique o método de pesquisa A*, usando a heurística dada (H1). Mostre a árvore gerada, o caminho encontrado e o seu custo.
- O caminho encontrado na alínea anterior é o de menor custo? Explique o resultado e proponha uma forma de encontrar a solução ótima, caso ela não tenha sido encontrada pelo A*.

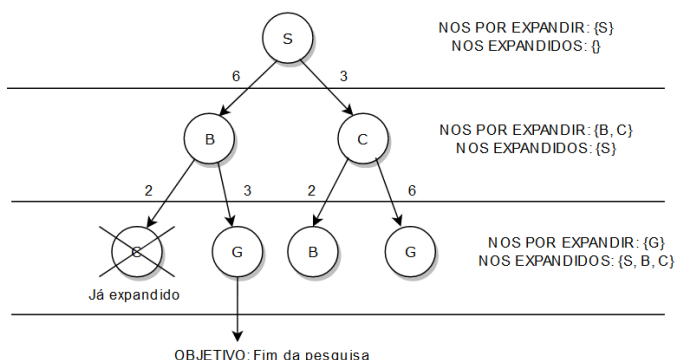


Figura 2 – Grafo com ligações e respetivos custos.

	H1
S	10
B	5
C	6
G	0

Tabela 1 – Heurísticas.

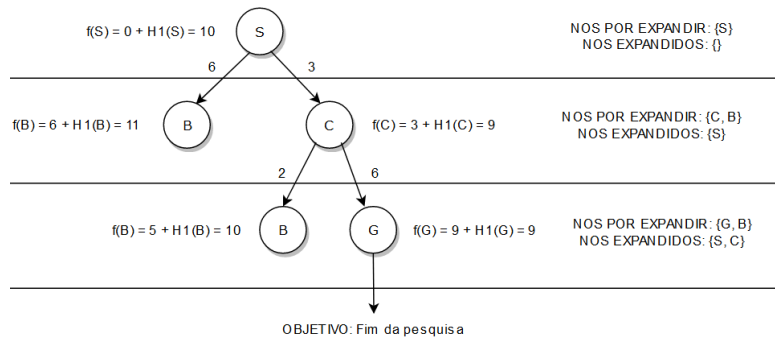
a)



Caminho encontrado (solução): S - B - G

Custo: 9

b)



Caminho encontrado (solução): S - C - G

Custo: 9

c) Não, porque o A* apenas garante a solução ótima quando for usada uma heurística admissível (valores obrigatoriamente menores ou iguais aos reais).

A heurística dada não é admissível: por exemplo, a distância de S a G, pela heurística, é 10, mas podemos verificar que há um caminho com custo real menor: S – C – B – G (custo 9). O mesmo acontece com a distância de B a G, que, pela heurística, é 5 mas na realidade é 3.

Para que a solução ótima fosse encontrada pelo algoritmo A*, teríamos de propor uma nova heurística, como por exemplo:

	H2
S	6
B	2
C	4
G	0

H2 é admissível pois todas as distâncias são menores ou iguais às reais.

3.

Suponha que um algoritmo genético usa cromossomos com representação binária de 6 genes. Neste problema existe a restrição de não poderem existir mais de três bits '1'.

A qualidade de um indivíduo x é calculada pela função abaixo, sendo o objetivo do problema a maximização deste valor:

$$f(x) = \sum_{i=1}^6 x[i] \cdot i \dots$$

Assuma que a população inicial é composta por quatro indivíduos:

$x_1 = 110000$

$x_2 = 111000$

$x_3 = 001111$

$x_4 = 000101$

- Apresente um indivíduo que represente a solução ótima do problema. Qual o valor da solução ótima?
- Para a aplicação do método de seleção da roleta, calcule a probabilidade de seleção de cada indivíduo da população indicada.
- Execute as seguintes operações de recombinação para as soluções x_1 e x_2 :
 - Recombinação com um ponto de corte com cruzamento no ponto médio.
 - Recombinação com recombinação uniforme com máscara "111100".
- Partindo das quatro soluções apresentadas, o algoritmo genético seria capaz de alcançar a solução ótima usando apenas recombinação com um ponto de corte e sem o operador de mutação? Justifique.

a) $S = [000111]$, $f(S) = 0x_1 + 0x_2 + 0x_3 + 1x_4 + 1x_5 + 1x_6 = 15$

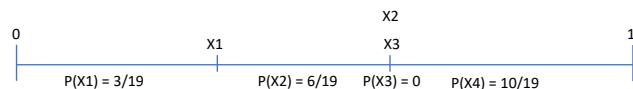
b) $f(x_1) = 3$ $f(x_2) = 6$ $f(x_3) = 0$ (penalização cega) $f(x_4) = 10$

Probabilidades acumuladas:

$X_1 = 3$ $X_2 = X_1 + f(x_2) = 9$ $X_3 = X_2 + f(x_3) = 9$ $X_4 = X_3 + f(x_4) = 19$

Normalizar:

$X_1/19 = 3/19$ $X_2/19 = 9/19$ $X_3/19 = 9/19$ $X_4/19 = 1$



c)

1 Ponto de corte (PM):

$X_1 [110 | 000]$ $X_2 [111 | 000]$

Filhos:

$F_1 [110 | 000]$ $F_2 [111 | 000]$

Máscara 111100:

$X_1 [1100 | 00]$ $X_2 [1110 | 00]$

$F_1 [1100 | 00]$ $F_2 [1110 | 00]$

d) Sim, pois as informações necessárias ao aparecimento da solução ótima estão presentes. Por exemplo, usando os indivíduos x_3 e x_4 , e pressupondo outro método de penalização (de modo a que o x_3 possa ser selecionado):

$X_3 [001 | 111]$ $X_4 [000 | 101]$

Filhos:

$F_1 [001 | 101]$ $F_2 [000 | 111]$ -> F_2 é a solução ótima

4.

Considere a árvore representativa do desenrolar de um jogo da Figura 3. MAX inicia o jogo.

- Para a árvore representada, para onde deve jogar MAX? Justifique a sua resposta, representando a árvore e correspondentes valores.
- Usando o alpha-beta pruning, indique os eventuais ramos que não são avaliados e para onde deve jogar MAX. Justifique a sua resposta apresentando os valores de α e β .
- Considere um jogo de xadrez. Seria útil a implementação de um mecanismo de aprendizagem com redes neurais para avaliação dos estados? Justifique.

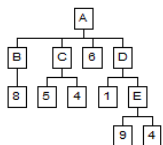
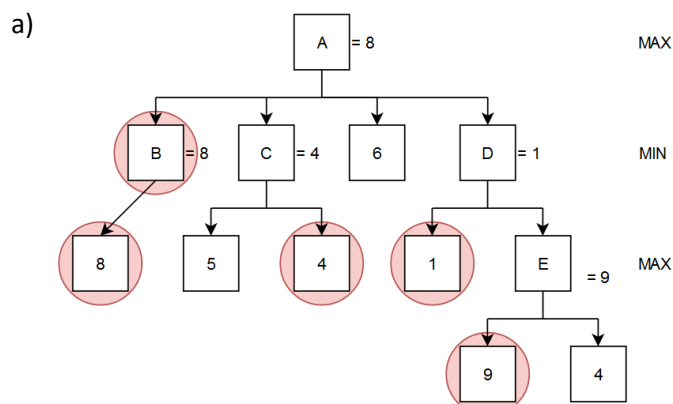
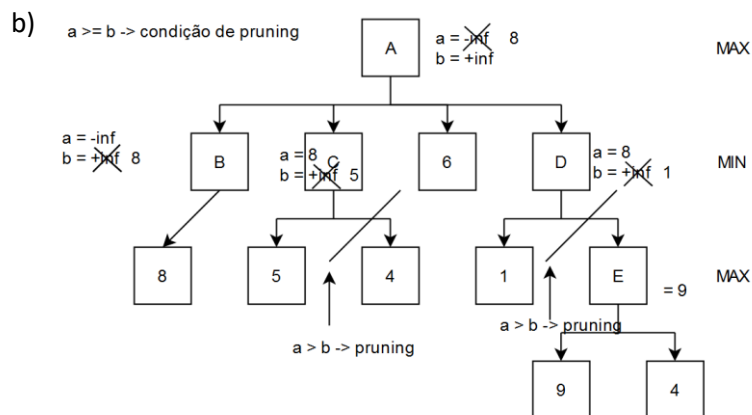


Figura 3: Árvore do jogo.



MAX deve jogar para B, de modo a garantir o melhor resultado para si, no pior caso.



MAX deve jogar para B, pela mesma razão da alínea a).

c) (Possivelmente incompleta) Sim, redes neurais seriam (e são) um bom caminho para implementação de I.A. no jogo de xadrez pois “ensinam” o computador a jogar xadrez (através de, por exemplo, estudo de jogadas de jogadores profissionais (ensino supervisionado)), algo com um custo computacional e temporal muito inferior ao do alfa-beta pruning, por exemplo, devido à dimensão quase infinita do espaço de estados no jogo de xadrez