

**LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**  
**INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**  
**EXAME DE ÉPOCA NORMAL- 9/1/19**  
**DURAÇÃO: 2H00**

1. Considere o ambiente representado na Figura 1 onde o agente (A) quer encontrar um caminho até à casa final (G). O agente pode deslocar-se na horizontal ou na vertical, evitando obstáculos (células marcadas a sombreado) e consegue identificar o tipo de célula adjacente.

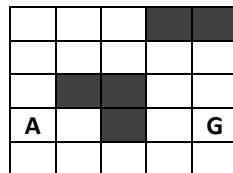


Figura 1: Ambiente onde o agente se desloca.

- a) Classifique as características do ambiente, de acordo com: Episódico ou não episódico; Discreto ou contínuo; Estático ou dinâmico; Determinista ou não determinista. Justifique a sua resposta.
- b) Poderá aplicar um algoritmo do tipo “trepa-colinas - *first choice*” para guiar o agente para a casa final? Apresente a resolução do problema, considerando que a avaliação de uma posição do agente é dada pela distância de *Manhattan* ao objetivo.
- c) Comente a seguinte afirmação “O algoritmo de pesquisa Tabu garante uma convergência para o ótimo global”.
2. Considere o grafo apresentado na Figura 2, em que as ligações existentes apenas podem ser percorridas numa direção. Assumindo a utilização do método de pesquisa A\* para encontrar o caminho mais curto entre A e E, da heurística da Tabela 1 e que em cada iteração de execução do método surgiu a lista ordenada dos caminhos parciais que estão a ser expandidos. Os passos de execução do método podem ser consultados na lista seguinte:
- {(A)};
  - {(A, B),  $f(B) = 12$ }, {(A, C),  $f(C) = 4$ }, {(A, D),  $f(D) = 3$ };
  - {(A, B),  $f(B) = 12$ }, {(A, C),  $f(C) = 4$ }, {(A, D, E),  $f(E) = 5$ };
  - {(A, B),  $f(B) = 12$ }, {(A, C, E),  $f(E) = 4$ }, {(A, D, E),  $f(E) = 5$ };
  - Pesquisa termina.

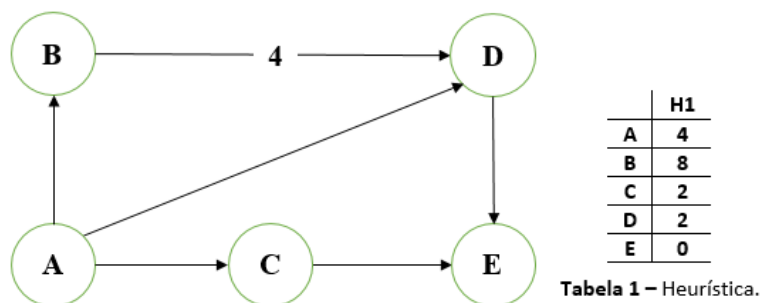


Figura 2: Grafo com ligações, respetivos custos e tabela de heurísticas.

- a) Determine os custos não representados de cada ligação entre os nodos do grafo, a solução encontrada e o respetivo custo final, considerando que:
- Existe um mecanismo de deteção de ciclos nos caminhos gerados;
  - Em caso de empate, os nodos deverão ser expandidos por ordem alfabética.
- b) Aplique o método de Pesquisa Sôfrega e mostre a árvore de pesquisa gerada, a solução encontrada e o respetivo custo final;
- c) Compare os dois algoritmos aplicados nas alíneas anteriores relativamente à qualidade da solução encontrada e ao custo computacional.
3. Considere que um algoritmo genético usa cromossomas da forma “x = abcdefgh” com um tamanho fixo de oito genes. Cada gene pode representar qualquer dígito entre 0 e 9. A qualidade de um indivíduo x é calculada pela função  $f(x) = (a+b) - (c+d) + (e+f) - (g+h)$ , sendo o objetivo do problema a maximização deste valor. Assuma que a população inicial é composta por quatro indivíduos:
- $x_1 = [6\ 4\ 4\ 1\ 0\ 5\ 0\ 0]$ ;  $x_2 = [8\ 7\ 7\ 8\ 0\ 6\ 6\ 0]$ ;  $x_3 = [2\ 3\ 0\ 1\ 0\ 1\ 5\ 5]$  e  $x_4 = [4\ 1\ 0\ 5\ 2\ 5\ 0\ 2]$ .
- a) Avalie a qualidade de cada indivíduo, mostrando os cálculos efetuados.
- b) Apresente a solução ótima do problema. Qual o valor máximo da qualidade?
- c) Calcule a probabilidade de escolha de  $x_1$  pelo método de seleção da roleta.
- d) Aplique um operador de recombinação com dois pontos de corte (nos pontos b e f) aos indivíduos  $x_1$  e  $x_2$ .
- e) Partindo das quatro soluções apresentadas, o algoritmo genético seria capaz de alcançar a solução ótima sem o operador de mutação? Justifique.
4. Considere a árvore representativa do desenrolar de um jogo da Figura 4, sendo que a utilidade de “G” é superior a “E”.

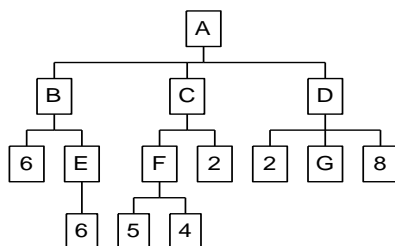


Figura 4: Árvore do jogo.

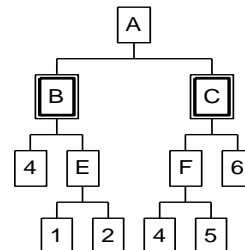


Figura 5. Jogo com fator sorte

- a) Considerando que MAX inicia o jogo, para onde deve jogar? Justifique a sua resposta.
- b) 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  $\alpha$  e  $\beta$ .
- c) Considerando agora a árvore de jogo com fator sorte representada na Figura 5, calcule o valor de utilidade dos nós sorte "B" e "C", considerando probabilidades de transição de 0.4 para E e 0.5 para F. Indique para onde deve jogar MAX (considerando que este inicia o jogo).