

## P2 de IA (22/11/2006)

### Questão 1 (20 pontos)

Explique, com alguns detalhes, o que você entende pelos conceitos de Função Heurística Admissível e Busca Heurística com Minimização de Custo. Exemplifique sua apresentação.

### Questão 2 (30 pontos)

Considere o domínio de problemas de transformações de estados constituído de uma base com 5 (cinco) lacunas, duas peças pretas, duas peças brancas (uma lacuna fica sempre vazia). Os estados inicial e final são os seguintes:

|  |              |   |   |   |   |  |   |   |  |   |   |
|--|--------------|---|---|---|---|--|---|---|--|---|---|
| Estado inicial   | Estado final |   |   |   |   |  |   |   |  |   |   |
| <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;">P</td> <td style="width: 20px; height: 20px;">B</td> <td style="width: 20px; height: 20px;">P</td> <td style="width: 20px; height: 20px;">B</td> </tr> </table> |              | P | B | P | B | <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;">B</td> <td style="width: 20px; height: 20px;">B</td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;">P</td> <td style="width: 20px; height: 20px;">P</td> </tr> </table> | B | B |  | P | P |
|  | P            | B | P | B |   |  |   |   |  |   |   |
| B  | B            |   | P | P |   |  |   |   |  |   |   |

Os únicos movimentos possíveis são os seguintes:

- Deslizar uma peça para a lacuna vazia, se ela for adjacente (custo dessa operação = 1).
- Fazer uma peça saltar por cima de apenas uma outra peça para ocupar a lacuna vazia (custo dessa operação = 2).

a) Seja a função heurística  $h_1(n) = \text{número de peças brancas que têm ao menos uma peça preta na sua esquerda} + \text{número de peças pretas que têm ao menos uma peça branca na sua direita}$ . Essa heurística é admissível? (Justifique)

b) Tente resolver esse problema por meio do algoritmo A\*, usando a função  $h_1(n)$ . Desenhe a árvore de busca. A árvore deve conter só os nodos criados na execução do algoritmo. Para cada nodo, indique o valor retornado pela função  $h_1(n)$ .

c) Seja a função heurística  $h_2(n) = \sum [d/2]$ , onde  $d$  é, para cada peça que não está na sua posição final, a distância entre a posição atual e a posição final. Por exemplo, no estado inicial, há duas peças brancas e uma peça preta que não estão nas suas posições finais. Nesse caso,  $h_2(E_i) = 1 + 1 + 2 = 4$ . Entre as funções heurísticas  $h_1$  e  $h_2$ , qual é a melhor e o porquê?

### Questão 3 (30 pontos)

Observe os 3 (três) grafos direcionados abaixo, geradores de transformações. Cada um é composto por 7 (sete) vértices (A a G) e 9 (nove) arestas (veja as Figuras 1, 2 e 3).

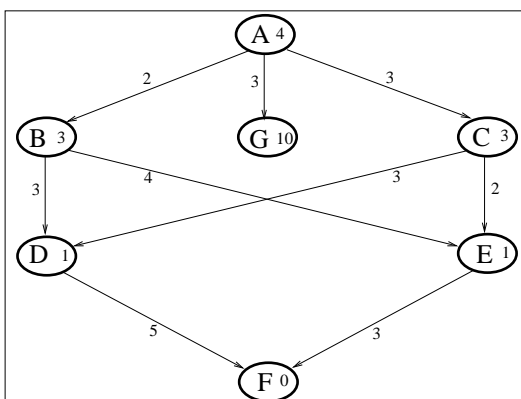


Figura 1: Gráfico gerador 1

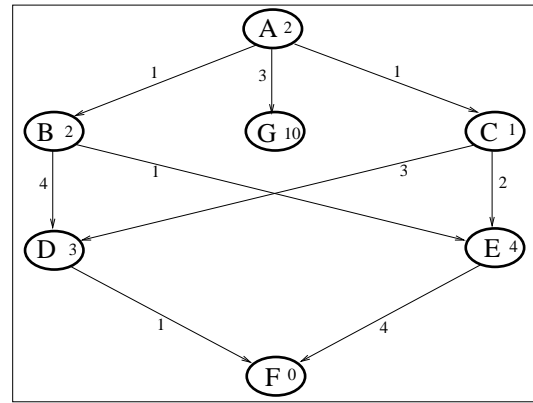


Figura 2: Gráfico gerador 2

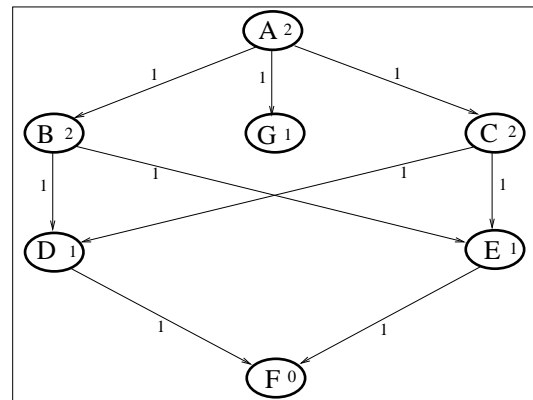


Figura 3: Gráfico gerador 3

O vértice inicial de percurso de qualquer grafo é o A e o final é o vértice F. Cada um dos vértices tem a ele associada uma estimativa da distância a ser percorrida para se atingir o vértice F. Cada aresta tem a ela associado o seu custo de transição.

Suponha agora que você possa escolher qualquer um dos seguintes algoritmos: amplitude; profundidade; A\*; melhor escolha. Para cada um dos grafos, qual dos algoritmos de busca encontraria o caminho de custo mínimo com o menor número de expansões de trajetórias, e que ainda seja o mais rápido.

Justifique sua resposta e ainda mostre a ordem de percurso dos vértices de acordo com o algoritmo escolhido.

### Questão 4 (20 pontos)

Um “Quadrado Mágico” de 9 (nove) elementos (3 linhas por 3 colunas) pode ser definido como a aplicação dos algarismos de 1 até 9, sem repetição, organizados de forma bi-dimensional, tal que a soma dos elementos de quaisquer das linhas, colunas ou diagonais do quadrado resulte sempre no valor 15 (quinze). Abaixo, é apresentada uma das possíveis combinações de “Quadrado Mágico”.

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 6 |
| 9 | 5 | 1 |
| 4 | 3 | 8 |

De uma maneira geral, mas incluindo aspectos deste domínio específico, como você realizaria a tarefa de construir um algoritmo de busca heurística para resolver o problema apresentado?