

## IIA

### Exercícios Adicionais

1. Imagine que deseja explorar o planeta Marte para recolher amostras de um tipo específico de rocha. A localização das rochas não é conhecida e não existe nenhum mapa detalhado do planeta, embora seja conhecido que está cheio de obstáculos (montes, vales). Dispõe de um veículo autónomo não tripulado para realizar esta tarefa. Existe ainda uma nave-mãe que o pode levar até lá e trazê-lo de volta (bem como às amostras). A nave mãe pode emitir um sinal (sentido pelo veículo) quando for altura de regressar à terra. O veículo pode mover-se numa direcção específica (norte/sul/este/oeste) ou em direcção à nave-mãe. Consegue de igual forma detectar e desviar-se de obstáculos, detectar a rocha pretendida e recolher amostras da mesma. Pode também largar as amostras recolhidas. Possui ainda um sistema que lhe permite reconhecer se está na base (nave mãe).
  - a) Caracterize, justificando, o ambiente em que o agente veículo actua, de acordo com as propriedades: Determinista/Não-determinista, Estático/Dinâmico, Acessível/Inacessível, Discreto/Contínuo, Episódico/Não-Episódico.
  - b) Efectue uma descrição das seguintes componentes do agente: Percepções, Acções ao seu dispor, Objectivos a atingir.
2. Para cada um dos agentes apresentados nas alíneas seguintes, efectue uma descrição completa das seguintes componentes:
  - Percepções
  - Acções ao seu dispor
  - Objectivos a atingir
  - Características do ambiente:
    - Acessível ou inacessível
    - Determinista ou Não-determinista
    - Episódico ou não-episódico
    - Estático ou dinâmico
    - Discreto ou contínuo
  - a) Robot jogador de futebol (por exemplo, o AIBO).
  - b) Programa para filtragem de correio electrónico.
  - c) Veículo autónomo para exploração de locais perigosos (por exemplo, vulcões ou locais com radioactividade).
  - d) Sistema de alarme de uma residência.

3. Um agente de controlo de um forno industrial possui um sensor que permite medir a sua temperatura periodicamente para evitar que ultrapasse o limite de segurança. O seu modo de actuação pode resumir-se da seguinte forma:
- Se a última medição for inferior ao limite, o sistema não executa nenhuma acção.
  - Se a última medição for superior ao limite e a penúltima for inferior, emite um alerta amarelo.
  - Se a última e penúltimas medições forem superiores ao limite, emite um alerta vermelho.
- a) De acordo com o resumo efectuado como classificaria este agente? Justifique.
- b) Caracterize o ambiente em que o agente actua, de acordo com as propriedades:
- Determinista/Não-determinista;
  - Estático/Dinâmico;
  - Acessível/Inacessível;
  - Discreto/Contínuo;
  - Episódico/Não-Episódico.
4. Considere o agente caixa automático multibanco em que apenas são permitidas operações de levantamento. Quando confrontado com um pedido, o agente pode contactar o servidor central do banco para obter informação sobre o saldo do cliente. O agente tem ainda conhecimento actualizado da quantidade de dinheiro disponível.
- a) De acordo com o resumo efectuado como classifica este agente?. Justifique.
- b) Apresente as principais percepções e acções ao dispor deste agente.
- c) Caracterize o ambiente em que o agente actua, de acordo com as propriedades: Determinista/não-determinista, Estático/dinâmico, Acessível/Inacessível. Justifique.
- d) Escreva um conjunto de regras que permitam ao agente exibir um comportamento racional.
5. Considere o seguinte problema do puzzle de 3:

Estado Inicial:

2	3
1	

Estado Final:

1	2
3	

Assuma que os operadores eventualmente aplicáveis ao quadrado em branco são cima, baixo, esquerda, direita (por exemplo, no estado inicial só se podem aplicar os operadores cima e esquerda).

Notas:

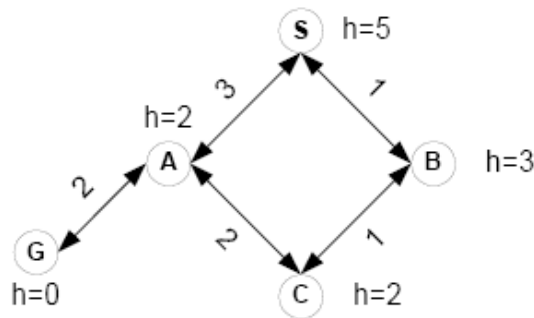
- A ordem de aplicação dos operadores a um estado deve ser: cima, baixo, esquerda, direita.

Todos os operadores têm custo de aplicação igual a 1.

- Não existe nenhum mecanismo de detecção de estados repetidos.
- Nas alíneas seguintes, pode terminar a geração da árvore se expandir 15 nós sem encontrar o estado final

- Apresente a árvore de estados que é gerada usando a pesquisa em largura. Indique qual a ordem de expansão dos nós e mostre qual a solução proposta.
- A pesquisa em profundidade consegue chegar ao estado final? Justifique.
- A pesquisa por aprofundamento progressivo consegue chegar ao estado final? Justifique a sua resposta.

6. Considere o seguinte grafo:



O nó inicial é identificado pela letra S e o nó final corresponde à letra G. O custo associado a cada ligação e a estimativa da distância a que cada nó se encontra do objectivo podem ser consultadas na figura.

- Desenhe a árvore de pesquisa completa para este grafo. Assuma que num caminho não podem surgir nós repetidos.
  - Apresente a sequência de nós expandidos pela pesquisa de custo uniforme.
  - Apresente a sequência de nós expandidos pela pesquisa sôfrega.
  - Apresente a sequência de nós expandidos pelo algoritmo A\*.
  - A heurística utilizada é admissível?
7. Considere um jogo em que se pretende distribuir 4 rainhas pelas casas de um tabuleiro de xadrez 4x4 de tal forma que estas não se ataquem mutuamente. Para que esta condição se verifique não existir rainhas em linhas, colunas ou diagonais comuns.
- Defina este problema de forma precisa.
  - Sugira uma heurística admissível.
  - Resolva o problema utilizando um algoritmo de pesquisa sôfrega e o A\*.
  - Considere a seguinte alteração: passam a existir 8 rainhas e as dimensões do tabuleiro são 8x8. Aplique os algoritmos da alínea anterior a esta nova versão.

8. As possíveis soluções para um problema de maximização são representadas através de uma sequência binária com 4 bits. A qualidade de uma solução  $x$  é avaliada da seguinte forma:

$$Qualidade(x) = \begin{cases} 3 & \text{se } K = 3 \\ 2 * k & \text{se } k \neq 3 \end{cases}$$

em que  $k$  representa o número de bits com valor “1” que fazem parte da solução  $x$ . A vizinhança de uma solução é constituída por todos os elementos que se obtêm trocando o valor de um dos bits da sequência (i.e., soluções que se encontram a uma distância de Hamming=1).

- Partindo da solução inicial 0101 com qualidade 4, ilustre a aplicação de duas iterações do algoritmo trepa-colinas básico. Se a condição de finalização do algoritmo se verificar antes disso, pode terminar imediatamente.
- Partindo da mesma solução inicial, ilustre a aplicação de duas iterações do algoritmo de pesquisa tabu. A janela temporal deve ser igual a 2 e pode definir a memória de curta duração da forma que considerar mais apropriada.
- Compare o desempenho dos dois algoritmos aplicados nas alíneas anteriores. Justifique eventuais diferenças nas soluções finais propostas.

9. Considere o seguinte puzzle aritmético:

$$\begin{array}{r} \text{S E N D} \\ + \text{M O R E} \\ \hline \text{M O N E Y} \end{array}$$

O objectivo do puzzle é substituir cada um dos caracteres por um dígito de forma a que o resultado da adição fique correcto. O mesmo dígito não deve ser atribuído a dois caracteres diferentes:

- Após efectuar as definições que julgar necessárias aplique algoritmos de pesquisa local (trepa colinas e recristalização simulada) para tentar encontrar uma solução válida para este puzzle.
  - Aplique as variantes “first choice” e “random restart” do algoritmo trepa colinas ao problema apresentado na questão anterior.
10. Uma turma de uma escola tem 24 alunos. Pretende-se dividi-los em 8 grupos de 3 elementos, de tal forma que a soma das distâncias entre as casas dos alunos que formam cada um dos grupos seja mínima. A solução para este problema deve ser obtida através da aplicação de um algoritmo de pesquisa local.
- Sugira uma representação para as soluções pertencentes ao espaço de procura.
  - Defina a função de avaliação, o objectivo da optimização e proponha uma vizinhança para as soluções.
  - A partir de uma solução inicial aleatória, efectue algumas iterações do algoritmo trepa colinas first choice.
  - A partir de uma solução inicial aleatória, efectue algumas iterações do algoritmo de recristalização simulada.

11. “Os Números do João Brandão” é o título de um problema proposto recentemente num jornal. Trata-se de obter o conjunto C composto por números inteiros entre 1 e 100 que verifique as seguintes condições:

- Nenhum número do conjunto C deve ser a média de outros dois números também presentes;
- A cardinalidade de C deve ser máxima.

Exemplos:

- {1, 2, 5, 12} e {1, 10, 51, 83} são soluções possíveis, embora provavelmente não sejam soluções óptimas (existem certamente conjuntos com mais elementos que verifiquem as condições enunciadas).

- {3, 7, 10, 46, 82} é uma solução inválida, uma vez que  $(82+10)/2 = 46$ .

- Pretende-se encontrar boas soluções para este problema através da aplicação de um algoritmo de computação evolucionária. Apresente propostas para as seguintes componentes:
  - Representação
  - Função de avaliação
  - Operadores genéticos
- Escolha valores para os seguintes parâmetros do algoritmo: tamanho da população, probabilidade de recombinação, probabilidade de mutação e número de gerações;
- Crie uma população inicial e efectue as operações necessárias para gerar a população da geração seguinte. Recorra a um mecanismo de selecção proporcional (método da roleta).

12. Considere o seguinte jogo para duas pessoas que se desenrola num tabuleiro com 4 posições, numeradas 1 a 4:



Cada jogador possui uma peça. O jogador A começa na posição 1 e o jogador B começa na posição 4. O jogador A é o primeiro a jogar. As regras são as seguintes:

- As jogadas são feitas alternadamente;
- Cada jogador deve mover a sua peça para uma posição adjacente. Se o oponente ocupar uma casa adjacente, então é possível saltar sobre ele para o próximo espaço livre;
- O jogo termina quando um dos jogadores alcança o ponto de partida do seu opositor:

Se A atinge a posição 4 primeiro, então o jogo tem valor 1;

Se B atinge a posição 1 primeiro, então o jogo tem valor -1;

a) Desenhe a árvore completa do jogo. Associe a cada estado terminal a sua utilidade.

Nota: Quando surgirem estados repetidos (i.e., quando a pesquisa entrar em ciclo) considere-os como sendo estados terminais e associe-lhes uma utilidade desconhecida ('?').

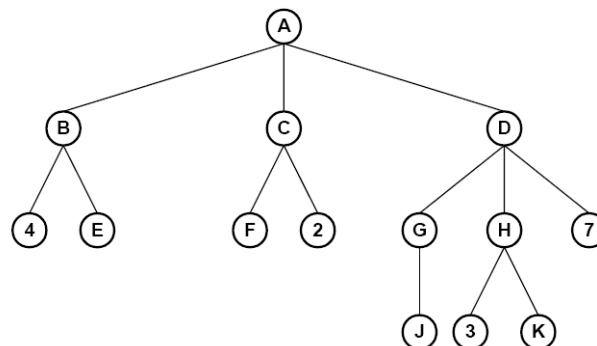
b) Quais os valores gerados pelo Minimax para cada um dos nós da árvore? Ao efectuar a atribuição, encontre uma forma de lidar com a existência dos valores desconhecidos.

13. O jogo das moedas é jogado por 2 pessoas, MAX e MIN. No início, encontra-se sobre a mesa um monte com 6 moedas. Alternadamente, cada um dos jogadores deve escolher um dos montes disposto sobre a mesa e parti-lo em dois montes de tamanhos diferentes. O jogo termina quando nenhum dos montes tiver mais do que 2 moedas. Ganha o jogador que efectuar o último movimento.

a) Apresente sugestões para as seguintes componentes: estado do jogo, função que testa se um estado é terminal e regra para atribuição de utilidade.

b) Considere que o MAX é o primeiro jogador a efectuar um movimento. Gere a árvore de pesquisa completa e aplique o algoritmo MINIMAX para determinar qual deverá ser a sua primeira jogada.

14. Considere a seguinte árvore representativa do desenrolar de um jogo:



Atribua valores de utilidade de forma que o número de terminais avaliado pelo algoritmo alfa-beta seja exactamente metade do número de terminais avaliado pelo algoritmo Minimax. Justifique a sua proposta apresentando as condições de corte que se verificam na aplicação do alfa-beta.