**Sistemas Inteligentes Lista de Exercícios para Estudo sobre Busca e Agentes Inteligentes (Esta lista não precisa ser entregue nem vale nota)**

**1)A\* - Problema do metrô de Paris**

Suponha que queremos construir um sistema para auxiliar um usuário do metrô de Paris a saber o trajeto mais rápido entre a estação onde ele se encontra e a estação de destino. O usuário tem um painel com o mapa, podendo selecionar a sua estação de destino. O sistema então acende as luzes sobre o mapa mostrando o melhor trajeto a seguir (em termos de quais estações ele vai atravessar., e quais as conexões mais rápidas a fazer – se for o caso). Para facilitar a vida, consideramos apenas 4 linhas do metrô.

Considere que:  a distância em linha reta entre duas estações quaisquer é dada pela tabela 1 e a

distância real é dada pela tabela 2.  a velocidade média de um trem é de 30km/h;  o tempo gasto para trocar de linha dentro de mesma estação (fazer baldeação) é

de 4 minutos.

**Questões:**

1. Formule este problema em termos de estado inicial, estado final, operadores

e função de avaliação para Busca heurística com A\*. 2. Descreva o funcionamento do algoritmo em português (5 linhas). 3. Desenhe a árvore de busca desenvolvida pelo A\* para o seguinte caso:

Ei = estação 6 linha azul Ef = estação 13 linha vermelha

**Dados do problema:**

Tabela1: distâncias diretas entre as estações do Metrô de Paris.

E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 E9 E10 E11 E12 E13 E14 E1 - 10 18,5 24,8 36,4 38,8 35,8 25,4 17,6 9,1 16,7 27,3 27,6 29,8 E2 - 8,5 14,8 26,6 29,1 26,1 17,3 10 3,5 15,5 20,9 19,1 21,8 E3 - 6,3 18,2 20,6 17,6 13,6 9,4 10,3 19,5 19,1 12,1 16,6 E4 - 12 14,4 11,5 12,4 12,6 16,7 23,6 18,6 10,6 15,4 E5 - 3 2,4 19,4 23,3 28,2 34,2 24,8 14,5 17,9 E6 - 3,3 22,3 25,7 30,3 36,7 27,6 15,2 18,2 E7 - 20 23 27,3 34,2 25,7 12,4 15,6 E8 - 8,2 20,3 16,1 6,4 22,7 27,6 E9 - 13,5 11,2 10,9 21,2 26,6 E10 - 17,6 24,2 18,7 21,2 E11 - 14,2 31,5 35,5 E12 - 28,8 33,6 E13 - 5,1 E14 -

Tabela2: distâncias reais entre as estações do Metrô de Paris.

**E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 E9 E10 E11 E12 E13 E14 E1 - 10 E2 - 8,5 10 3,5 E3 - 6,3 9,4 18,7 E4 - 13 15,3 12,8 E5 - 3 2,4 30 E6 - E7 - E8 - 9,6 6,4 E9 - 12,2 E10 - E11 - E12 - E13 - 5,1 E14 -**

**Mapa do metrô de Paris.**

**2) Busca Heurística**

Uma forma de analisar e comparar o desempenho de algoritmos de busca heurística é utilizar um problema bem conhecido como referência. Um exemplo desse tipo de problema é o cálculo de rotas entre diferentes cidades. No grafo ilustrado acima, cada nó representa uma cidade distinta, e cada ramo, uma rodovia que interliga as cidades representadas pelos nós que ele une, cujo peso indica a distância, em km, entre essas cidades pela rodovia. Suponha que se deseje encontrar a melhor rota entre as cidades A e M, indicadas nesse grafo. Considere, ainda, os valores indicados na tabela abaixo como distância em linha reta, em km, de cada cidade para a cidade M.

A partir dessas informações, julgue os itens seguintes, relativos a algoritmos de busca.

I Utilizando-se o algoritmo A\*, a rota ente A e M encontrada no problema acima é ACDFLM e o custo do caminho é 56,18.

II Utilizando-se a busca gulosa, a rota encontrada no problema acima é ACDFLM.

III Para utilizar algoritmos de busca heurística, deve-se definir uma heurística que superestime o custo da solução.

IV O A\* é um algoritmo ótimo e completo quando heurísticas admissíveis são utilizadas.

V No simulated annealing, é possível haver movimentos para um estado com avaliação pior do que a do estado corrente, dependendo da temperatura do processo e da probabilidade Estão corretas apenas

a) I, II e III b) I, IV e V c) I, III, V d) II, III, IV e) II, IV, V

**3) Otimização - Subida da Encosta**

Uma empresa deseja montar uma rede de computadores interna, instalando máquinas em várias salas (12 máquinas ao todo). Cada computador estará ligado a dois outros, com exceção do primeiro e do último (que estão ligados apenas a um outro computador). Nem todas as combinações de ligações entre computadores são possíveis. A tabela 3 abaixo indica as possibilidades de ligação (o traço (-) indica que não há conexão possível entre os computadores indicados). A empresa deseja fazer essas ligações de forma a economizar o cabo (em metros). Estamos diante de um problema de otimização. O operador considerado para gerar os sucessores do estado corrente é apenas a permutação da ordem atual das ligações entre computadores dois a dois, sem testar todas as combinações em uma mesma iteração. Por exemplo, dado o estado inicial: Ei (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12)

As permutações em uma iteração seriam: E1 (C2, C1, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12) E2 (C1, C3, C2, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12) E3 (C1, C2, C4, C3, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12) etc... A distância direta entre os pontos da rede são dadas na tabela abaixo.

Tabela 3: Distâncias entre os computadores, indicando as ligações possíveis.

**C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10 C11 C12**

C1 0 30 84 56 - 70 - 75 - 40 - 10 C2 0 65 - - - 70 - - 40 - - C3 0 60 52 55 - 135 143 48 25 - C4 0 135 - - 20 - - 58 - C5 0 70 - 122 98 80 - - C6 0 68 - 82 35 - 130 C7 0 - 120 57 - - C8 0 - - 45 - C9 0 - - 68 C10 0 10 - C11 0 14 C12 0

Questões:

1. Formule o problema em termos de:

a) estado inicial; b) estado final; c) operadores (e seus custos associados); d) função de avaliação (h).

2. Descreva, sucintamente, o funcionamento do algoritmo (explique como você

o implementaria).

3. Exemplifique o funcionamento do algoritmo em 2 iterações para

Ei= (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12)

levando em conta os valores da função de avaliação para justificar as

escolhas.

**4) O que é um Agente Inteligente? Onde pode ser aplicado?**

**5) Descreva as características dos seguintes agentes de acordo com a sua**

**estrutura.**

a. Agentes reativos simples b. Agentes reativos com estado do mundo c. Agentes baseados em objetivos d. Agentes otimizadores e. Agentes com aprendizagem

**6) Responda SIM ou NÃO para indicar o que caracteriza cada um dos**

**ambientes apresentados a seguir (justifique as suas respostas).**

Catálogo de compras da internet

Assistente matemático para demonstração de teoremas

Completamente Observável Determinístico Estático Episódico Discreto Agente único

**7) Considere o seguinte mapa (fora de escala)**

Usando o algoritmo A\* determine uma rota de A até R, usando as seguintes funções de custo g(n) = a distância entre cada cidade (mostrada no mapa) e h(n) = a distância em linha reta entre duas cidades. Estas distâncias são dadas na tabela abaixo.

Em sua resposta forneça o seguinte: 1. A árvore de busca que é produzida, mostrando a função de custo em cada nó. 2. Defina a ordem em que os nós serão expandidos. 3. Defina a rota que será tomada e o custo total.

Distância em linha reta até R

**8) Considere o espaço de busca a seguir. Cada nó é rotulado por uma letra. Cada nó objetivo é representado por um círculo duplo. Existe uma heurística estimada para cada dado nó (indicada por um valor ao lado do nó). Arcos representam os operadores e seus custos associados.**

Para cada um dos algoritmos a seguir, liste os nós visitados na ordem em que eles são examinados, começando pelo nó A. No caso de escolhas equivalentes entre diferentes nodos, prefira o nodo mais próximo da raiz, seguido pelo nodo mais à esquerda na árvore. a) Algoritmo de Busca em Largura; b) Algoritmo de Busca em Profundidade; c) Algoritmo de Busca Gulosa; d) Algoritmo A\*.

9) Para o problema a seguir1, em que o gato (na posição (3,2)) deseja atingir um dos ossos dispostos no labirinto (posições (2, 6) ou (6, 6)):

1 Figura adaptada de http://www.raywenderlich.com/4946/introduction-to-a-pathfinding

a) Formule o problema como um problema de busca, sabendo que o gato pode mover-se para esquerda, direita, acima e abaixo (se o gato bater na parede ele continua no mesmo lugar). b) Qual o tamanho do espaço de estados? c) Caracterize as propriedades do ambiente deste problema, justificando sua caracterização. d) Considere a seguinte função heurística f, dado o gato na posição (x, y):

f (y,x)=min(

√

(y−2)2+(x−6)2,

√

(y−6)2+(x−6)2) (ou seja, a menor distância euclidiana entre o ponto em que o gato está e os ossos no mapa). Argumente por que a função f é admissível, sabendo que o gato quer chegar no osso com o menor número de movimentos possível.

e) Proponha uma segunda heurística admissível h, tal que h domine f (demonstre).

f) Para cada um dos algoritmos a seguir, explique, passo a passo (mostrando a fronteira a cada passo), a visitação dos quatro primeiros nós (use a notação (linha, coluna) como no enunciado), começando pelo nó inicial. No caso de escolhas equivalentes entre diferentes nós, prefira o nó mais próximo da raiz, seguido pelo nó mais à direita no labirinto, seguido pelo nó mais abaixo no labirinto:

1. Algoritmo de Busca em Profundidade; 2. Algoritmo de Busca Gulosa (usando uma função heurística admissível) 3. Algoritmo A\* (usando uma função heurística admissível)

f) Explique porque neste problema é fundamental “lembrar” os nós que já foram visitados, e explique como isso pode ser implementado para o A\*

g) Considere agora o caso em que o gato, iniciando na mesma posição (3, 2), para o mesmo labirinto, só que agora seu sistema de movimentação está defeituoso, e às vezes, quando ele avança em uma direção ele anda 2 quadrados ao invés de um só.

h)Quais são os próximos estados de crença para cada uma das ações a partir da posição inicial?

10) Considere o problema de 3-coloração (com as cores R, G, B) do grafo abaixo.

E

A H

F

B

G

C

D

1. Caracterize o problema como um CSP (variáveis, domínios, restrições) 2. Execute, passo a passo, uma busca cega com backtrack e forward- checking para encontrar uma 3-coloração, usando como heurística para ordenação de variáveis a variável envolvida no maior número de restrições (desempate lexicograficamente: primeiro A, B etc.) e ordem fixa de instanciação de valores, RGB.

**Abaixo incluo também alguns exercícios do livro.**

**10) (2.5) Para cada um dos agentes a seguir, desenvolva uma descrição de PEAS do ambiente de tarefas.**

a) Robô jogador de futebol. b) Agente de compras na Internet. c) Robô explorador de Marte. d) Assistente de matemático para demonstração de teoremas.

**11) (2.6) Para cada um dos agentes a seguir, caracterize o ambiente de acordo com as propriedades dadas na Seção 2.3 e selecione um projeto de agente adequado.**

a) Robô jogador de futebol. b) Agente de compras na Internet. c) Robô explorador de Marte. d) Assistente de matemático para demonstração de teoremas

**12) (3.6) Um espaço de estados finito conduz a uma árvore de busca finita? E no caso de um espaço de estados finito que é uma árvore? Você poderia ser mais preciso em definir que tipos de espaços de estados sempre levam a árvores de busca finitas?**

**13) (3.7) Forneça o estado inicial, o teste de objetivo, a função sucessor**

**e a função de custo para cada um dos itens a seguir:**

a) Você tem de colorir um mapa plano usando apenas quatro cores, de tal modo que não haja duas regiões adjacentes com a mesma cor. b) Um macaco com um metro de altura está em uma sala em que algumas bananas estão presas no teto, a 2,5 metros de altura. Ele gostaria de alcançar as bananas. A sala contém dois engradados empilháveis, móveis e escaláveis, com um metro de altura cada.

**14) (3.8) Considere um espaço de estados onde o estado inicial é o número 1 e a função sucessor para o estado n retorna dois estados, com os números 2n e 2n+1.**

a) Desenhe a porção do espaço de estados correspondente aos estados 1 a 15. b) Suponha que o estado objetivo seja 11. Liste a ordem em que os nós serão visitados no caso da busca em extensão, da busca em profundidade limitada com limite 3 e da busca por aprofundamento iterativo.