Sistemas Inteligentes

Lista de Exercícios sobre Busca e Agentes Inteligentes

# **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:**

# Formule este problema em termos de estado inicial, estado final, operadores e função de avaliação para Busca heurística com A\*.

1. Descreva o funcionamento do algoritmo em português (5 linhas).
2. 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** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | - |

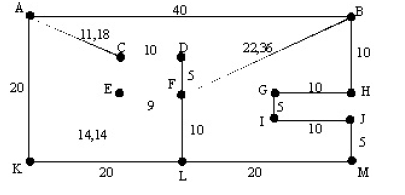
Tabela2: distâncias reais entre as estações do Metrô de Paris.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **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** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | - |

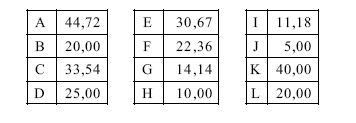
**Mapa do metrô de Paris.**



1. **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

1. I, II e III
2. I, IV e V
3. I, III, V
4. II, III, IV
5. II, IV, V
6. **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:
   1. estado inicial;
   2. estado final;
   3. operadores (e seus custos associados);
   4. 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.

1. **O que é um Agente Inteligente? Onde pode ser aplicado?**
2. **Descreva as características dos seguintes agentes de acordo com a sua** **estrutura.**
   1. Agentes reativos simples
   2. Agentes reativos com estado do mundo
   3. Agentes baseados em objetivos
   4. Agentes otimizadores
   5. Agentes com aprendizagem
3. **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 |  |  |

1. **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

****

1. **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.

1. Algoritmo de Busca em Largura;
2. Algoritmo de Busca em Profundidade;
3. Algoritmo de Busca Gulosa;
4. Algoritmo A\*.

**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?**

1. **(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.

1. **(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.