

Relatório do Trabalho 2 - Inteligência Artificial

Augusto César Araújo de Oliveira - 508991

Após definir a entrada no arquivo de leitura, verifica-se a quantidade de cidades na entrada, se o valor for até 10, a função “a_star” é chamada, na mesma ordem de leitura, considerando cada uma a cidade de partida. Caso o valor de cidades iniciais seja superior a 10, serão sorteadas aleatoriamente 10 cidades para serem chamadas como cidade de partida na função principal. Nessa função, calcula-se o caminho cíclico de menor custo que percorre todas as cidades. Para cada interação, são calculados os vizinhos do nó atual (o caminho atual) e para cada vizinho calcula-se o custo real e o custo estimado para chegar no nó objetivo (o caminho com todas as cidades percorridas). Analisa-se sempre os caminhos de menor custo, garantindo que o nó de menor custo esteja sempre no início da fila. Além disso, a função retorna quantas cidades foram visitadas, quantas foram geradas, o caminho de menor custo e o valor de menor custo.

Para a experimentação, foram utilizados dois arquivos de entrada: um com 7 cidades e o outro com 12 cidades.

Observação:

- **Variação 1:** A cidade de partida foi inserida no cálculo da árvore geradora mínima, isto é, foi considerada no cálculo de estimativa até o nó objetivo.
- **Variação 2:** A cidade de partida não foi considerada nas estimativas até o nó objetivo.

Bloco de Experimentação

1. Para a entrada composta de 7 cidades, temos:

Entrada:

0.0 1.0 2.0 0.0 1.0 1.0 3.0

0.0 2.0 0.0 2.0 1.0 3.0 2.0

Variação 1

| Cidade Inicial | Versão da Heurística | Visitadas | Geradas | Circuito | Custo |
|----------------|----------------------|-----------|---------|-----------------------|-----------|
| 0 | True | 914 | 471 | [0, 4, 1, 3, 5, 6, 2] | 11.300563 |
| 1 | True | 555 | 247 | [1, 3, 0, 4, 2, 6, 5] | 11.300563 |

| | | | | | |
|----------|------|------|-----|-----------------------|-----------|
| 2 | True | 890 | 448 | [2, 0, 4, 1, 3, 5, 6] | 11.300563 |
| 3 | True | 723 | 348 | [3, 0, 4, 2, 6, 5, 1] | 11.300563 |
| 4 | True | 515 | 233 | [4, 0, 2, 6, 5, 3, 1] | 11.300563 |
| 5 | True | 796 | 395 | [5, 1, 3, 0, 4, 2, 6] | 11.300563 |
| 6 | True | 1022 | 532 | [6, 2, 0, 4, 1, 3, 5] | 11.300563 |

Varição 2

| Cidade Inicial | Versão da Heurística | Visitadas | Geradas | Circuito | Custo |
|-----------------------|-----------------------------|------------------|----------------|-----------------------|--------------|
| 0 | False | 1586 | 950 | [0, 4, 1, 3, 5, 6, 2] | 11.300563 |
| 1 | False | 1360 | 786 | [1, 3, 0, 4, 2, 6, 5] | 11.300563 |
| 2 | False | 1596 | 959 | [2, 0, 4, 1, 3, 5, 6] | 11.300563 |
| 3 | False | 1416 | 832 | [3, 0, 4, 2, 6, 5, 1] | 11.300563 |
| 4 | False | 1295 | 745 | [4, 0, 2, 6, 5, 3, 1] | 11.300563 |
| 5 | False | 1504 | 891 | [5, 1, 3, 0, 4, 2, 6] | 11.300563 |
| 6 | False | 1649 | 994 | [6, 2, 0, 4, 1, 3, 5] | 11.300563 |

2. Para uma entrada composta por 12 cidades, temos:

Entrada:

3.0 1.2 7.2 9.0 6.5 2.3 8.8 4.6 5.2 1.8 6.0 3.7

5.0 8.6 4.3 2.0 9.2 1.7 6.1 3.5 7.7 4.0 2.9 8.4

Variação 1

| Cidade Inicial | Versão da Heurística | Visitadas | Geradas | Circuito | Custo |
|-----------------------|-----------------------------|------------------|----------------|--|--------------|
| 11 | True | 3893 | 783 | [11, 1, 0, 9, 5, 7, 10, 3, 2, 6, 4, 8] | 30.853768 |
| 9 | True | 5005 | 1013 | [9, 5, 7, 10, 3, 2, 6, 4, 8, 11, 1, 0] | 30.853768 |
| 5 | True | 8764 | 2021 | [5, 7, 10, 3, 2, 6, 4, 8, 11, 1, 0, 9] | 30.853768 |
| 3 | True | 10175 | 2441 | [3, 10, 7, 5, 9, 0, 1, 11, 8, 4, 6, 2] | 30.853768 |
| 8 | True | 4426 | 866 | [8, 11, 1, 0, 9, 5, 7, 10, 3, 2, 6, 4] | 30.853768 |
| 10 | True | 3916 | 772 | [10, 7, 5, 9, 0, 1, 11, 8, 4, 6, 2, 3] | 30.853768 |
| 2 | True | 4015 | 828 | [2, 3, 10, 7, 5, 9, 0, 1, 11, 8, 4, 6] | 30.853768 |
| 7 | True | 3785 | 773 | [7, 5, 9, 0, 1, 11, 8, 4, 6, 2, 3, 10] | 30.853768 |
| 1 | True | 9846 | 2432 | [1, 0, 9, 5, 7, 10, 3, 2, 6, 4, 8, 11] | 30.853768 |
| 4 | True | 7523 | 1644 | [4, 6, 2, 3, 10, 7, 5, 9, 0, 1, 11, 8] | 30.853768 |
| 0 | True | 4080 | 839 | [0, 9, 5, 7, 10, 3, 2, 6, 4, 8, 11, 1] | 30.853768 |

Variação 2

| Cidade Inicial | Versão da Heurística | Visitadas | Geradas | Circuito | Custo |
|-----------------------|-----------------------------|------------------|----------------|--|--------------|
| 11 | False | 15325 | 3979 | [11, 1, 0, 9, 5, 7, 10, 3, 2, 6, 4, 8] | 30.853768 |
| 9 | False | 20779 | 5232 | [9, 5, 7, 10, 3, 2, 6, 4, 8, 11, 1, 0] | 30.853768 |
| 5 | False | 33020 | 9522 | [5, 7, 10, 3, 2, 6, 4, 8, 11, 1, 0, 9] | 30.853768 |
| 3 | False | 37712 | 11233 | [3, 10, 7, 5, 9, 0, 1, 11, 8, 4, 6, 2] | 30.853768 |

| | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|--|-----------|
| 8 | False | 16247 | 4174 | [8, 11, 1, 0, 9, 5, 7, 10, 3, 2, 6, 4] | 30.853768 |
| 10 | False | 16009 | 3990 | [10, 7, 5, 9, 0, 1, 11, 8, 4, 6, 2, 3] | 30.853768 |
| 2 | False | 14641 | 3731 | [2, 3, 10, 7, 5, 9, 0, 1, 11, 8, 4, 6] | 30.853768 |
| 7 | False | 14869 | 3743 | [7, 5, 9, 0, 1, 11, 8, 4, 6, 2, 3, 10] | 30.853768 |
| 1 | False | 36948 | 11190 | [1, 0, 9, 5, 7, 10, 3, 2, 6, 4, 8, 11] | 30.853768 |
| 4 | False | 26978 | 7548 | [4, 6, 2, 3, 10, 7, 5, 9, 0, 1, 11, 8] | 30.853768 |
| 0 | False | 15800 | 4040 | [0, 9, 5, 7, 10, 3, 2, 6, 4, 8, 11, 1] | 30.853768 |

Questão 1

Com base nos resultados obtidos, concluímos que a escolha da cidade inicial influencia a execução do algoritmo, visto que o número de cidades visitadas e geradas mudou bastante em função da cidade de origem. Nos testes com 7 cidades, o circuito com a cidade 4 sendo a partida obteve os menores números de cidades visitadas e geradas, sendo o melhor nas duas variações do algoritmo. Nos testes com 12 cidades, na variação 1, a melhor cidade foi a 7, pois obteve o menor valor de cidades visitadas e o segundo menor de geradas, visto que a cidade 10 obteve um valor de cidades geradas maior em uma unidade em comparação com a cidade 7. Na variação 2, a melhor cidade foi a 2, com valores menores de cidades visitadas e geradas.

Questão 2

Analisamos os resultados obtidos usando as duas variações do algoritmo de Kruskal: com e sem a cidade de partida no cálculo da estimativa (função heurística).

| Número de cidades iniciais | Variação | Média de cidades visitadas | Média de cidades geradas |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 7 Cidades | Variação 1 | 773.571429 | 382 |
| | Variação 2 | 1486.571429 | 879.571429 |
| 12 Cidades | Variação 1 | 5948 | 1310.181818 |
| | Variação 2 | 22575.272727 | 6216.545455 |

A inclusão da cidade de partida no cálculo da função heurística influencia a eficiência do algoritmo, visto que quanto menos informações no cálculo da estimativa, maior será o número de cidades visitadas e geradas. Logo, sem a cidade de partida, a eficiência do algoritmo é afetada, aumentando bastante o número de nós a serem analisados.