
PROJETO 1

Letícia Fochi Juliani
cc22141@g.unicamp.br

Maria Eduarda de Jesus Padovan
cc22143@g.unicamp.br

1 Introdução

O projeto proposto visa ampliar os conhecimentos adquiridos em sala de aula sobre o problema do caixeiro viajante (Travelling Salesman/Salesperson Problem - TSP), explorando sua aplicação em cenários mais complexos que envolvem a presença de múltiplos caixeiros viajantes. O desafio central consiste em desenvolver estratégias que permitam a otimização das rotas desses caixeiros, garantindo que cada um visite todas as cidades determinadas, sem que haja repetição de cidades entre eles, e que, ao final, todos retornem à cidade inicial. A partir desse problema principal, a solução proposta baseou-se em uma heurística chamada de centróide. [1]

2 Heurística

A heurística do centróide é uma abordagem engenhosa, mas eficaz, para resolver o desafiante problema dos múltiplos caixeiros viajantes, mas, antes de aplicar a heurística para resolver o problema, o primeiro passo é distribuir

equitativamente a quantidade de cidades entre os caixeiros - esta etapa inicial é fundamental para garantir que cada caixeiro tenha uma carga de trabalho balanceada e que todas as cidades sejam visitadas de maneira eficiente. Após essa etapa, iniciamos o desenvolvimento da heurística: identificamos a cidade mais distante da cidade inicial - que, nesse caso, será a cidade central - e as duas mais próximas a essa cidade. A partir dessas duas cidades mais próximas, calculamos a média de suas distâncias e determinamos a cidade mais próxima dessa média. Essa cidade é então designada como a próxima parada para o caixeiro viajante, formando assim uma rota parcial que pode ser parte de uma solução viável para o problema.

Ao selecionar a próxima cidade com base na média das distâncias das duas cidades mais próximas da cidade mais distante, a heurística do centróide busca otimizar a distribuição de visitas entre as cidades, visando equilibrar as distâncias percorridas por cada caixeiro. Essa abordagem leva em consideração tanto a distância entre as cidades quanto sua posição relativa na rede de rotas, proporcionando uma maneira intuitiva de determinar a próxima cidade a ser visitada.

Ao repetir esse processo para todas as cidades no problema dos múltiplos caixeiros viajantes, é possível calcular a média das distâncias das cidades selecionadas como próximas para cada uma das cidades. Essas médias representam as próximas cidades em que cada caixeiro irá, contribuindo para a formação de rotas completas para cada um deles. Embora a heurística do centróide não garanta a solução ótima, sua abordagem eficiente e prática oferece uma solução viável para esse complexo problema de otimização combinatória.

3 Experimentos computacionais

Todos os experimentos computacionais foram realizados em um computador macOS Sonoma 14.4.1, com 16GB de RAM, desenvolvido durante os horários vagos e/ou durante a aula de Inteligência Artificial do curso de Informática. O código foi implementado em Python 3.12.4 e resolvido no Visual Studio Code 2024.

3.1 Instâncias de testes

A heurística implementada foi testada com um conjunto de nove instâncias disponibilizado pelo professor no ambiente de ensino aberto. Cada instância possui um número de cidades e um número de caixeiros, variando as coordenadas de cada cidade em cada documento. Todos os caixeiros devem iniciar na cidade central e se distribuir de acordo com a heurística desenvolvida.

3.2 Resultados

A Tabela 1 apresenta os resultados a partir da heurística desenvolvida no projeto de acordo com cada instância passada pelo professor. As colunas mostram em ordem o número de cidades presente no documento (n), o número de caixeiros que deverá percorrer aquele número de cidades (m), o número máximo de cidades que CADA caixeiro deverá passar (k), a função de solução ótima ($f(x)$) e os resultados da solução heurística na coluna *Heurística*

Os resultados alcançados confirmam as expectativas estabelecidas, revelando uma consistência entre a heurística aplicada e os resultados obtidos - embora tenha gerado um valor ligeiramente superior à solução ótima, como

previsto, a heurística ainda se mostrou uma alternativa plausível e eficaz, que não extrapola os limites da solução ótima. O único problema foi com as três primeiras rotas, todas com somente um caixeiro viajante, na qual a heurística feita apresentou resultado menor que a solução ótima. Conversando com a sala e comparando os resultados, chegamos a conclusão de que a solução utilizada para propor a solução ótima na tabela apresentada pelo professor está provavelmente errada.

Tabela 1: Resultados da heurística em comparação com a solução ótima

| <i>Instância</i> | <i>n</i> | <i>m</i> | <i>k</i> | <i>f(x)</i> | <i>Heurística</i> |
|------------------|----------|----------|----------|-------------|-------------------|
| mTSP-n13-m1 | 13 | 1 | 13 | 3071 | 3044 |
| mTSP-n17-m1 | 17 | 1 | 17 | 3948 | 3134 |
| mTSP-n19-m1 | 19 | 1 | 19 | 4218 | 2938 |
| mTSP-n31-m3 | 31 | 3 | 11 | 5841 | 5850 |
| mTSP-n47-m3 | 47 | 3 | 16 | 6477 | 6840 |
| mTSP-n59-m3 | 59 | 3 | 20 | 6786 | 6686 |
| mTSP-n71-m5 | 71 | 5 | 15 | 8618 | 9472 |
| mTSP-n83-m5 | 83 | 5 | 17 | 9246 | 10124 |
| mTSP-n91-m5 | 91 | 5 | 19 | 9586 | 10374 |

Referências

- [1] OLIVEIRA, A. F. M. D. A. Extensões do problema do caixeiro viajante. Master's thesis, 2015.