

Fundamentos de Projeto e Análise de Algoritmos

Trabalho Prático: Caixeiro Viajante

Alunos: Gabriel Lima de Souza, Nikolas Louret, Gabriel de Souza, Lucas Picinin

O algoritmo de Força Bruta foi utilizado para encontrar o tamanho do grafo com $N-1$ vértices em uma série de testes. Foram realizadas 70 iterações para diferentes valores de N , a fim de observar o tempo médio necessário para executar o algoritmo em cada caso. Os resultados obtidos são os seguintes:

```
Tempo médio das iterações n=5: 0.02857142857142857ms
Tempo médio das iterações n=6: 0.02857142857142857ms
Tempo médio das iterações n=7: 0.05714285714285714ms
Tempo médio das iterações n=8: 0.34285714285714286ms
Tempo médio das iterações n=9: 1.4285714285714286ms
Tempo médio das iterações n=10: 11.142857142857142ms
Tempo médio das iterações n=11: 145.24285714285713ms
Tempo médio das iterações n=12: 1363.357142857143ms
Tempo médio das iterações n=13: 20672.714285714286ms

Tempo total para achar n-1: 1553613ms

Número N-1: 12
```

O tempo total dos testes foi 1553613 ms ou 25 minutos.

Observa-se que o tempo médio de execução do algoritmo de Força Bruta aumenta consideravelmente à medida que o valor de N aumenta. Isso ocorre porque o algoritmo examina todas as possíveis combinações de vértices para encontrar o grafo com $N-1$ vértices, o que resulta em uma complexidade exponencial.

Em relação ao número $N-1$, foi encontrado o valor 12. É importante ressaltar que para o tamanho do grafo para $N-1 = 13$, o tempo médio gasto para realizar o teste de cada iteração é de 20672.71ms ou 20.7s, o que ultrapassa a condição estabelecida para encontrar o tamanho do grafo, estipulada em 3.5s.

Considerando os resultados, é importante ressaltar que o algoritmo de Força Bruta pode se tornar inviável para valores de N muito grandes devido ao tempo de execução significativamente alto. Portanto, este mostrou-se eficiente para encontrar o tamanho do grafo com $N-1$ vértices ou em grafos de tamanhos menores, mas seu desempenho diminui consideravelmente à medida que o tamanho do grafo aumenta.

Para a segunda parte do trabalho, os algoritmos de Força Bruta e Guloso foram aplicados em 1000 grafos aleatórios com 12 vértices para resolver o problema do Caixeiro Viajante. O objetivo era comparar o desempenho e os resultados obtidos por esses dois algoritmos.

```
Tempo total das iterações FB: 1362184ms  
Tempo médio das iterações FB: 1362.184ms  
  
Tempo total das iterações G: 7ms  
Tempo médio das iterações G: 0.007ms  
  
Quantidade de soluções obtidas iguais: 0
```

O tempo total das iterações do algoritmo de Força Bruta foi de 1362184ms ou 22.7 minutos, com uma média de tempo de 1362.184ms por iteração. Esse resultado indica que o algoritmo de Força Bruta levou consideravelmente mais tempo para resolver cada instância do problema do Caixeiro Viajante. O tempo total elevado sugere uma complexidade exponencial do algoritmo de Força Bruta, o que é esperado para esse tipo de abordagem.

Por outro lado, o algoritmo Guloso apresentou um desempenho significativamente melhor. O tempo total das iterações do algoritmo Guloso foi de apenas 7ms, com uma média de tempo de 0.007ms por iteração. Esses valores indicam uma diferença significativa em relação ao algoritmo de Força Bruta, sendo que o algoritmo Guloso é muito mais eficiente em termos de tempo de execução.

Em relação aos resultados obtidos, não houve nenhuma instância em que os algoritmos de Força Bruta e Guloso tenham gerado caminhos iguais em uma matriz com números aleatórios entre 1 e 25. Isso sugere que as soluções encontradas pelos dois algoritmos são diferentes, o que pode ser explicado pela característica do Algoritmo Guloso de sempre realizar a escolha local ótima, sem levar em consideração as possíveis consequências futuras dessa escolha.

Porém, ao realizar a redução do intervalo para números aleatórios de 1 a 10, os algoritmos encontraram a mesma solução uma única vez, como é possível observar abaixo:

Observa-se que a mudança no intervalo dos números utilizados na geração dos grafos teve um impacto relativamente pequeno nos tempos de execução dos algoritmos. Tanto para o algoritmo de Força Bruta quanto para o algoritmo Guloso, os tempos totais e médios das iterações são próximos em ambas as configurações. Entretanto, ao reduzir o intervalo dos números utilizados na geração dos grafos, há uma maior probabilidade de ocorrerem caminhos repetidos.

```
Tempo total das iterações FB: 1138368ms  
Tempo médio das iterações FB: 1138.368ms  
  
Tempo total das iterações G: 5ms  
Tempo médio das iterações G: 0.005ms  
  
Quantidade de soluções obtidas iguais: 1
```

Em suma, os resultados mostram que o algoritmo de Força Bruta é extremamente mais lento em relação ao tempo de execução do que o algoritmo Guloso. Porém, cabe ressaltar que embora o algoritmo Guloso tenha mostrado um desempenho superior em termos de tempo, ele não pode garantir a melhor solução para o problema do Caixeiro Viajante. Por outro lado, o algoritmo de Força Bruta, apesar do gasto de tempo, examina todas as possibilidades de caminhos e sempre encontra a solução ótima.

A conclusão que pode ser gerada a partir disso é que, se você precisa de um algoritmo veloz e não precisa garantir que a resposta gerada seja a melhor escolha, o algoritmo Guloso é a melhor opção entre os dois, por outro lado, se você necessita um algoritmo que sempre retorne o melhor resultado e não possui limitações de tempo para encontrar o resultado, o algoritmo de Força Bruta pode ser uma escolha válida.