

Minitrabalho 2 - Data limite: 09/05/2023 (23h59m)**Determinação dos k caminhos mais curtos**

Uma questão típica numa rede de transportes, ou de comunicações, é o de assegurar que, de qualquer ponto da rede, se pode atingir qualquer outro ponto. É vulgar encontrar pares de nós cujos caminhos possuem “segmentos” - sub-caminhos – que são únicos a interligar esse par. No caso do metro de Londres, por exemplo, encontram-se nesta situação todas as estações terminais. O nosso desafio consiste em construir um programa capaz de carregar uma rede (grafo) e determinar se existem e, se sim, quais os k caminhos entre 2 pontos da rede, listando-os por ordem de custo (ou seja, de uma função objectivo como: distância, tempo, etc.).

O grupo deve criar o código pedido e responder às questões seguintes.

O relatório deve consistir num *Jupiter notebook* e esse ficheiro deve ser submetido de acordo com as instruções na página de submissão do Moodle.

O conjunto de dados para construção do grafo e testes será disponibilizado até dia 28 de abril.

-
1. Inicie o seu trabalho pesquisando e conhecendo o que é o problema da *determinação dos k caminhos mais curtos* num grafo. Deve usar fontes credíveis, tais como, artigos científicos, manuais técnicos ou recursos webgráficos devidamente acreditados.
 2. Em paralelo, e caso ainda não o tenha feito durante as aulas práticas, implemente um tipo abstracto de dados Grafo, conforme discutido nas aulas.
 3. **Questões:**

Questão 1: Implemente o **algoritmo de Dijkstra** para a *determinação dos caminhos mais curtos* de um dado nó (source) para todos os restantes nós de um grafo. Pode usar, como estrutura de dados auxiliar, uma *Heap binária (min heap)* e/ou uma Fibonacci Heap.

Questão 2: Implemente o **algoritmo de Yen** para a determinação dos *k caminhos mais curtos entre dois dados nós* num grafo.

Questão 3: Deve testar os seus algoritmos no grafo que será indicado para o seu grupo para procura de k caminhos relevantes para o seu grafo de teste (objetivos possíveis: tempo, distância, mudanças de comboio, ...). Para valores de k determinados, produza uma tabela com cada um dos k caminhos e respetivo valor de custo final, por ordem crescente.

Questão 4: Teste agora o(s) seu (s) algoritmo(s) para os k caminhos, produzindo **gráficos de tempos médios** de 15 execuções de pesquisa dos caminhos mais curtos (deve usar um objetivo único, à sua escolha, para esta bateria de testes) e para valores crescentes de k. Os caminhos a ligar dois nós escolhidos aleatoriamente.

Questão 5: Analise os resultados do passo anterior e discuta-os na perspetiva de aplicações reais onde podem ser aplicados (providencie um exemplo concreto) e contrapondo a necessidade de maior informação versus tempo de execução.

Questão 6 : Explique que outros algoritmos existem para a determinação do k-caminhos e quais as diferenças/semelhanças entre eles (pode usar figuras, desde que criadas pelo grupo de trabalho).

Webgrafia (exemplos iniciais):

- [1] https://handwiki.org/wiki/Yen%27s_algorithm
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Yen%27s_algorithm

Bibliografia (exemplos iniciais):

- [3] Jon Kleinberg and Eva Tardos. 2005. Algorithm Design. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.,
EUA.

Esquema geral de avaliação:

Implementações **claras e bem documentadas**: até 6,0 valores; bateria de testes **eficiente e bem documentada**: até 1,5 valores; uso **bem justificado** da uma Fibonacci heap como estrutura de dados auxiliar: 1,5 valores; resposta correta à questão 5): até 7,0 valores; resposta correta à questão 6): até 3,0 valores; relatório (notebook) claro e bem organizado: 1,0 valores.

Notas finais:

- Podem discutir as implementações e tirar dúvidas com os docentes de DAA.
- Todas as implementações devem ser devidamente documentadas e incluir explicações claras sobre os passos envolvidos/objetivos a atingir.
- As respostas incorretas ou incompletas descontam de acordo com a questão específica e a incorreção ou incompletude encontrada.
- Incorporação de outros algoritmos (variantes que tentam otimizar alguns dos algoritmos acima descritos) e análise de comparação de desempenho nos testes tendo em atenção o que seria de esperar pela análise assintótica teórica são valorizadas.