

EP 1 – Algoritmos em Grafos 2024.3 – UFABC

Aritanan Gruber

aritanan.gruber@ufabc.edu.br

<http://professor.ufabc.edu.br/~aritanan.gruber>

Entrega via Moodle até **15/12/2024 às 23h59**

Este Exercício Programa pode ser feito em C, C++ ou Python 3 (jupyter). Seu arquivo fonte deve chamar `anachr.[c|cpp|ipynb]`, com a extensão apropriada à linguagem de programação escolhida. Você será avaliado com relação à (i) qualidade do seu código (inclua comentários essenciais explicando as partes principais e o porquê sua implementação resolve o problema; inclua um comentário com a análise de tempo da **sua** solução), e (ii) a correção das respostas fornecidas após a execução (seu código será testado em instâncias que você não terá acesso; a pontuação não será binária, i.é., simplesmente baseada em correto / incorreto, mas levará em conta o quão longe uma resposta incorreta está da solução esperada).

A descrição do problema a ser resolvido está na Seção 1 (a historinha está um pouco *dated*, mas serve bem ao propósito desejado), juntamente com os formatos de entrada (leitura da entrada padrão) e saída (escrita na saída padrão) a serem rigorosamente seguidos. O não cumprimento de tal contrato implicará na perda de pontos. Um programa para gerar outras instâncias está disponível no Moodle. Dicas de como resolver o problema são dadas na Seção 2.

1 Problema

Mr. Řež Slovankou é proprietário de uma empresa em Praga especializada no transporte de produtos perecíveis. Por ser uma das mais antigas e tradicionais empresas do ramo, ela é responsável por mais de 90% dos transportes deste tipo de mercadoria realizadas no país. Diariamente, vários caminhões carregados deixam postos da empresa (local onde os produtos ficam armazenados) com destino aos centros consumidores.

Visando um futuro ingresso no Espaço Econômico Europeu, o governo da República Tcheca, através do órgão de inspeção e vigilância sanitária, baixou uma série de medidas para assegurar ainda mais a qualidade dos alimentos consumidos pela população. Para não perder mercado, a empresa de Mr. Řež precisa adequar-se, o mais rápido possível, às novas regras.

Segundo o governo, a partir de agora, produtos destinados a diferentes centros consumidores não mais poderão compartilhar um mesmo caminhão. Além disso, todo transporte deverá ser concluído em um período abaixo de um tempo limite, especificado para cada mercadoria.

A adequação a essas novas regras trará consigo um aumento generoso nos custos operacionais da empresa. Preocupado com isso, Mr. Řež decidiu que seus caminhões deverão satisfazer às regras, mas que também deverão percorrer sempre o menor caminho possível até os centros consumidores (para economizar combustível, gastar menos os pneus, etc.).

Para resolver este problema logístico, Mr. Řež pediu auxílio a você, que disse ser capaz de construir um programa que recebe um mapa da malha viária (em que cada estrada tem associado um comprimento em quilômetros e um tempo em minutos que leva para ser percorrida), a origem e o destino do transporte, o tempo limite, e diz se é ou não possível realizar a entrega de acordo com as restrições impostas. Em caso afirmativo, você ainda disse que responderá o tempo gasto e a distância percorrida.

Mr. Řež ficou muito impressionado e satisfeito com sua prestatividade, e prometeu-lhe uma boa gratificação.

Entrada

Seu programa será capaz de resolver várias instâncias do problema logístico. Cada instância possui a estrutura descrita abaixo.

Na primeira linha são fornecidos o número de cidades ($0 \leq n \leq 100$) e o número de estradas ($0 \leq m \leq 10000$) da malha viária. Nas próximas m linhas são dados, em cada linha, quatro números inteiros separados por espaços em branco, $x \ y \ c \ t$, em que x e y são as cidades de onde sai e chega uma estrada, respectivamente, c é o comprimento desta estrada e t o tempo gasto para percorrê-la (obtido junto ao departamento nacional de estradas e rodagem, que afere o trânsito de tempos em tempos). Observe que $1 \leq x, y \leq n$ e que $c, t \geq 0$. Uma característica interessante na República Tcheca é que as estradas são de mão única para evitar as ultrapassagens indevidas, que causam acidentes.

Na linha seguinte é fornecido um inteiro $k \geq 0$ que representa o número de entregas que seu programa deve planejar nesta malha viária. As próximas k linhas possuem, em ordem, a cidade de origem, a cidade de destino e o tempo limite \hat{t} para o transporte da mercadoria, em minutos. De acordo com o órgão de inspeção e vigilância sanitária, nenhum

transporte com duração superior a 100 horas será admitido. Logo, $0 \leq \hat{t} \leq 6000$. Um valor $n = 0$ indica o término das instâncias e não deve ser processado.

Saída

Para cada instância solucionada, você deverá imprimir um identificador **Instancia** h , em que h é um número inteiro, seqüencial e crescente a partir de 1. As próximas k linhas referem-se à possibilidades das entregas. Para $1 \leq j \leq k$, você deve imprimir na j -ésima linha a mensagem **Impossivel** se não for possível realizar a entrega dentro do tempo limite, ou **Possivel** - $\langle d \rangle$ km, $\langle t \rangle$ min, onde $\langle d \rangle$ é a distância que deve ser percorrida e $\langle t \rangle$ o tempo gasto para percorrer a distância. Se houver mais de um caminho com a menor distância possível, escolha o de menor tempo.

Uma linha em branco deve separar a saída de cada instância.

Exemplo

Entrada

```
5 8
1 2 1 3
1 4 1 1
2 3 1 8
2 4 3 1
3 5 1 3
4 5 4 2
5 1 8 8
5 3 1 1
5
1 5 7
5 1 5
1 3 4
1 3 12
1 3 3
0 0
```

Saída

```
Instancia 1
Possivel - 5 km, 3 min
Impossivel
Possivel - 6 km, 4 min
Possivel - 2 km, 11 min
Impossivel
```

2 Dicas

Defina $d_s(t)$ como o comprimento de um rs -caminho mínimo P (r, s vértices de um digrafo) sujeito à condição de que o tempo de translado do caminho P não excede \hat{t} , e suponha que $d_s(t) = \infty$ para $t < 0$. Adapte a recorrência de Programação Dinâmica utilizada no desenvolvimento do algoritmo de Bellman-Ford-Moore para este novo cenário. Note que o número de arcos no caminho candidato não é relevante neste caso, mas sim, o tempo de translado. Coloque a sua recorrência como comentário no seu código.

3 Integridade

O EP é individual e espera-se a aderência aos critérios de integridade acadêmica da UFABC. Se for detectado que seu código foi copiado de algum colega, livro, site na internet, escrito por alguma IA generativa, ou qualquer coisa que o valha (i.e, não escrito por você), você poderá ser chamado a dar explicações. Se ficar comprovada a ocorrência de uma trapassa, você receberá conceito **F** no curso (independente das demais avaliações, como combinado na primeira aula).