

Um hipotético metrô em Curitiba Este exercício nasceu estudando o mapa do metrô de uma grande cidade. Lá são 14 linhas completamente interligadas, em uma cidade não muito maior do que a nossa. Para deixar o exercício mais divertido, transplantei o problema para cá, e colocaram-se 11 linhas de metrô em Curitiba. O objetivo do exercício é vivenciar uma aplicação prática do algoritmo de Floyd-Warshall que é usado para calcular o menor caminho entre dois pontos em uma rede interligada. O algoritmo é simples, embora demande muita máquina já que tem custo $O(n^3)$ onde n é o número de estações de metrô. Em nosso exemplo este número é de 116 estações.

Além de achar o menor caminho, você deve também calcular qual a rota a percorrer para conseguir obter este menor caminho. O algoritmo é apresentado a seguir.

```

1: Algoritmo FLOYD-MOD
2: C[n,n] ← matriz de custos.
3: R[n,n] ← 0
4: Gerar K, a partir de C (troque 0 por infinito e ponha 0 na DP)
5: para Q de 1 até N faça
6:   para S de 1 até N faça
7:     para T de 1 até N faça
8:       se K[S][Q] + K[Q][T] < K[S][T] então
9:         K[S][T] ← K[S][Q] + K[Q][T]
10:      se R[S][Q] = 0 então
11:        R[S][T] ← Q
12:      senão
13:        R[S][T] ← R[S][Q]
14:      fim se
15:    fim se
16:  fim para
17: fim para
18: fim para
19: fim algoritmo
    
```

Ao final, as posições de R que tiverem ZERO devem receber o número da coluna de R.

Considere as seguintes linhas de metrô
Linha 1: Santa Cândida-Pinheirinho santa cândida; joão gulin; canadá; ludovico geronasso; holanda; cabral; são lucas; alto glória; passeio público; esquina marechais; shopping estação; shopping curitiba; coronel dulcídio; praça japonês; capelinha; pedro macedo; portão; itatiaia; pedro zagonel; capão raso; churchill; pinheirinho; XUNDA PINHAO. Total de estações: 23

Linha 2: Universidade Positivo-Aeroporto universidade positivo; campo comprido; mossunguê; shopping barigui; campina siqueira; francisco rocha; praça japonês; baixada; tre; puc; wal mart; uberaba; portal sãojósé; cuiã grande; aeroporto; ZACARIA SJP. Total de estações: 16

Linha 3: São Lourenço-Pinhais são lourenço; bar vitor; brasilino moura; bosque papa; centro cívico; passeio público; ubaldino amaral; praça nações; colégio militar; pinheirão; pinhais. Total de estações: 11

Linha 4: São José-Santa Felicidade são josé; boqueirão; carmo; joaquim torrea; passarela; hauer; shopping cidade; tre; engenheiros rebouças; shopping estação; esquina marechais; ruínas sãofrancisco; telepar; hospital graças; cascatinha; cruz; madalosso; santa felicidade; ZEBRA. Total de estações: 19

Linha 5: circular centro rua teffe; telepar; badep; shopping curitiba; engenheiros rebouças; vila capanema; largo lazzarotto; ubaldino amaral; alto glória; centro cívico e retorna novamente à estação da rua teffé. Há aqui 10 estações.

Linha 6: Fazendinha-Bairro Alto fazendinha; algacyr mader; potiguara; carlos klemtz; portão; ulisses vieira; francisco rocha; badep; esquina marechais; passeio público; hugo lange; fagundes varela; hospital vita; bairro alto; praça liberdade; avenida maringá. Total de estações: 16

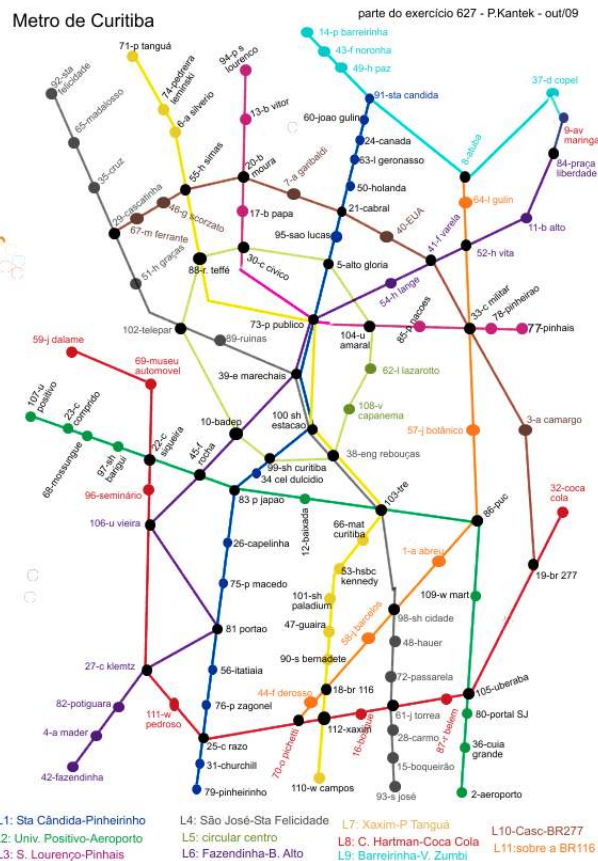
Linha 7: Xaxim-Parque Tanguá waldemar campos; xaxim; br116; santa bernadete; guaira; shopping paladium; hsbc kennedy; maternidade curitiba; tre; engenheiros rebouças; shopping estação; passeio público; rua teffé; hugo simas; amaury silvério; pedreira leminski; parque tanguá. Total de estações: 17

Linha 8: Candido Hartmann-Coca Cola joão dallami; museu automóvel; campina siqueira; seminário; ulisses vieira; carlos klemtz; walde-miro pedroso; capão raso; omar pichetti; xaxim; bosque maack; joaquim torrea; rio belém; uberaba; br277; coca cola. Total de estações: 16

Linha 9: Barreirinha-Vila Zumbi barreirinha; fernando noronha; hildo paz; santa cândida; atuba; depósito copel; avenida maringá. Total de estações: 7

Linha 10: Cascatinha-BR 277 cascatinha; mbá ferrante; gardênio scorzato; hugo simas; brasilino moura; anita garibaldi; cabral; estados unidos; fagundes varela; colégio militar; afonso camargo; br277; ZUZU AMIGA. Total de estações: 13

Linha 11: Sobre a BR116 omar pichetti; francisco derosso; br116; joão barcelos; shopping cidade; abílio abreu; puc; jardim botânico; colégio militar; hospital vita; luiza gulin; atuba. Total de estações: 12



Como Fazer Note que somando as estações de cada linha, obtem-se 160, quando na realidade existem apenas 116 estações. A explicação é que muitas estações são compartilhadas entre várias linhas, o que caracteriza a formação de uma rede de transporte, onde o viajante pode trocar de linhas dentro da estação sem ter que pagar nova passagem. A estação que mais tem linhas é a do passeio público, onde passam as linhas 1, 3, 6 e 7.

1. Inicialmente, tente obter ou fazer um desenho da distribuição das linhas no espaço urbano. Este desenho serve de aquecimento e um bom lugar "por onde começar".
2. Há que se ter uma lista de estações (sem duplicidades). Esta lista pode ser obtida das paradas de cada linha. Ela precisa ter alguma ordenação única, sugere-se a alfabética a fim de coincidir com as estações pedidas nesta folha. Este número de estações tem que coincidir com aquele dado no problema.
3. Agora a parte mais difícil: Construir a matriz de adjacência do problema (quadrada de ordem igual ao número de estações). Colocar 1 nas ligações entre estações. (Por exemplo, se a linha 1 conecta a praça do japonês com a capelinha, e se a praça do japonês é a estação 83 enquanto a capelinha é a estação 27, e se a matriz de adjacência por hipótese é MADJ, deve-se fazer $MADJ[83;27] \leftarrow 1$ e também $MADJ[27;83] \leftarrow 1$).
4. Tendo construído (e conferido) esta matriz é hora de entregá-la ao algoritmo de Floyd Warshall, lembrando de construir também a matriz de roteamentos.
5. Com estas duas matrizes é possível responder e acertar as 3 perguntas aqui colocadas.

Para você fazer

1. Quantos trechos de metrô compõe o menor caminho entre as estações 37-depósito copel e 74-pedreira leminski ?
2. Qual o número da quinta estação na rota mínima entre a estação. 58-joão barcelos e 71-parque tanguá ? (Obs: 1. a origem é a estação número 1; 2. Havendo mais de um caminho mínimo, você deve simular o algoritmo e responder o que ele responderá.)
3. Montada a matriz de caminhos mínimos, deve-se calcular a somatória obtida na diagonal secundária (a que vai de 1, n até n, 1 em uma matriz de n linhas por n colunas).

1	2	3
---	---	---

