

### Qual o menor pedágio ?

A empresa de transportes rodoviários Bruxa Solta, teve um grande sucesso nos últimos anos. Parte desse sucesso se deve à política de bom atendimento, zero perdas e mínimo de atraso nas entregas. Mas, parte também se deve a um eficiente programa computacional de cálculo de caminhos mínimos entre todas as cidades atendidas pela Bruxa Solta.

Antes de cada viagem, o motorista que vai sair, efetua uma consulta no programa Bruxajato, que faz todos os cálculos e indica a rota ótima para o motorista. Mas, para azar dos envolvidos, no dia de ontem o analista-programador contratado (e pago a peso de ouro) foi fazer uma manutenção não programada no computador, meteu os pés pela mãos, e tudo parou de funcionar, sem previsão de retorno (e pelo jeito, vai demorar...).

Assim, sobrou para você: sem o bruxajato funcionando, e com os caminhões precisando sair para a estrada, você vai ter que apertar os neurônios e achar a rota indicada para cada motorista.

Para seu trabalho, você vai contar com um mapa de cidades, estradas, pontes e postos de pedágio. Cada estrada vai ligar 2 cidades, vai ter um determinado piso (asfalto, pedra ou cascalho), poderá contar com algumas pontes, cada uma com um limite máximo de peso suportado e eventualmente com um ou mais postos de pedágio.

Há um caminhão com um determinado peso, saindo de uma cidade para outra cidade. Você deve analisar as estradas que há entre essas cidades, o piso delas, as pontes e seus limites, e os pedágios envolvidos e deve achar o custo mínimo de pedágio que o motorista precisa pagar. É óbvio que você deve considerar as restrições adicionais porventura existentes.

Os dados que você receberá são, pela ordem:

- Na primeira e segunda linha, uma lista de 10 cidades, em ordem alfabética. Na terceira linha, vem a informação da origem e destino do caminhão. Na quarta linha, vem o peso do caminhão. Na quinta linha, e pelas próximas 25 linhas, uma estrada. Nesta linha (estrada), vem, em ordem, as seguintes informações

- A cidade de origem da estrada
- A cidade de destino da estrada
- O tipo de piso da estrada (A, P, C, respectivamente Asfalto, Pedra e Cascalho)
- A quantidade  $k$  de postos de pedágio
- Uma lista de  $k$  preços, identificando o valor de cada um dos  $k$  pedágios.
- A quantidade  $m$  de pontes
- Uma lista de  $m$  pesos, identificando o limite de peso de cada uma das  $m$  pontes.

Para esta viagem, você deve calcular 3 valores:

- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão usar apenas estradas de asfalto.
- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão não usar estradas de cascalho
- O preço de pedágio mínimo, usando qualquer estrada.

Note que por uma invariante do problema, o último preço vai ser menor (ou igual) que os outros dois, e o do meio vai ser menor (ou igual) ao primeiro preço.

Seja um exemplo completo

Cidades deste problema =

BEZORNIA, CAINAOCAL, FELISBINA, HABEMUS, JUCUNDINO, KALENGA, QUILONZA, SAPATADAS, URUCABA, ZOMBROS

Origem = HABEMUS Destino = QUILONZA

Peso do caminhão = 2.7 ton

HABEMUS	ZOMBROS	C	1	3.80	3	3.5	4.5	8.0
QUILONZA	SAPATADAS	C	1	4.00	1	5.0		
URUCABA	BEZORNIA	C	1	4.30	2	4.0	4.0	
CAINAOCAL	QUILONZA	A	1	5.10	1	2.9		
FELISBINA	JUCUNDINO	C	1	2.30	3	4.2	4.1	4.0
KALENGA	QUILONZA	C	1	5.60	3	4.5	3.5	3.3
JUCUNDINO	KALENGA	A	1	2.10	1	2.9		
FELISBINA	HABEMUS	A	1	3.60	1	2.9		
SAPATADAS	ZOMBROS	C	1	6.00	1	4.8		
FELISBINA	URUCABA	A	1	3.90	1	4.3		
BEZORNIA	CAINAOCAL	A	1	4.80	1	4.1		
KALENGA	SAPATADAS	A	2	2.80	2	2.2	4.0	
BEZORNIA	FELISBINA	P	2	3.90	3	2.0	3.20	
QUILONZA	URUCABA	P	1	2.20	1	4.5		
FELISBINA	SAPATADAS	A	1	2.50	1	3.5		
HABEMUS	KALENGA	A	1	4.70	2	4.1	4.8	
CAINAOCAL	SAPATADAS	A	1	4.30	1	4.0		
CAINAOCAL	HABEMUS	A	1	5.70	1	4.8		
ZOMBROS	CAINAOCAL	C	4	5.20	2	3.0	4.10	2.50
CAINAOCAL	FELISBINA	A	3	5.70	3	1.0	3.80	
JUCUNDINO	QUILONZA	A	3	4.30	3	1.0	2.80	
SAPATADAS	URUCABA	A	1	3.50	1	4.1		
ZOMBROS	BEZORNIA	A	1	5.00	1	4.2		
HABEMUS	JUCUNDINO	P	2	4.30	3	4.0	4.5	8.0
URUCABA	ZOMBROS	A	1	3.50	3	4.3	8.0	5.6

Resposta para este primeiro exemplo = 10.80\$ 9.70\$ 9.50\$

### Orientação para solução

Embora este problema pareça cheio de detalhes, na verdade ele é uma simples aplicação do algoritmo de caminho mínimo. Os detalhes vão sendo desbastados um a um, como segue

1. O argumento do peso do caminhão é tratado excluindo simplesmente do problema qualquer estrada cuja ponte menos resistente não agüente o peso do caminhão.
2. Cada estrada deve gerar duas arestas no grafo (atente que **todas as estradas são bidirecionais**). O custo de cada estrada é a soma dos pedágios e ela deve ser lançada na linha=origem e coluna=destino e também na linha=destino e coluna=origem.
3. Devem-se criar 3 matrizes de custo de transporte (também conhecidas genericamente como matrizes de adjacência e custos), a saber
  - (a) A primeira matriz contém apenas as estradas de asfalto.
  - (b) A segunda contém as estradas de asfalto e pedra
  - (c) A terceira contém todas as estradas
4. As cidades embora tenham nomes estrambóticos, não repetem nenhuma inicial, e lá no começo do enunciado seus nomes aparecem em ordem alfabética. Assim, para diminuir o ruído, sugere-se usar as cidades como A, B, C e assim por diante.
5. Uma boa coisa é listar as cidades em ordem alfabética e depois numerá-las, e trocar letras pelos seus índices. Fica meio confuso mas é muito mais fácil de operar os algoritmos.
6. Para resolver o problema depois de montar as matrizes de custo, pode-se usar o algoritmo de Dijkstra (vivo621) ou o de Warshall (vivo624). O primeiro tem desempenho  $O(n^2)$  enquanto o segundo tem  $O(n^3)$ , mas ambos dão resultados corretos.

### Para você fazer

Seja um problema com 10 cidades e 25 estradas. Eis os dados:

Cidades deste problema =

BEZORNIA, FELISBINA, GROTA MOLE, IRADAS, KALENGA, OLHAQUI,

PEREBENTAS, SAPATADAS, URUCABA, YPETATA

Origem = PEREBENTAS Destino = BEZORNIA

Peso do caminhão = 2.1 ton

OLHAQUI	URUCABA	P	3	5.00	5.80	4.00	2	4.0	2.9	
PEREBENTAS	URUCABA	A	1	2.60			1	8.0		
GROTA MOLE	SAPATADAS	C	2	4.00	4.10		2	2.9	3.5	
BEZORNIA	GROTA MOLE	A	1	2.20			1	5.5		
FELISBINA	IRADAS	A	1	4.30			2	3.3	8.0	
YPETATA	FELISBINA	A	1	2.70			1	2.0		
URUCABA	YPETATA	P	1	2.10			2	4.0	1.0	
URUCABA	BEZORNIA	C	1	4.00			2	4.3	4.1	
SAPATADAS	YPETATA	A	2	4.40	2.40		1	4.3		
GROTA MOLE	KALENGA	A	1	5.00			2	4.0	4.5	
FELISBINA	OLHAQUI	P	3	5.40	3.70	4.10	1	2.0		
PEREBENTAS	SAPATADAS	C	1	5.60			1	4.5		
SAPATADAS	URUCABA	A	1	3.30			1	4.0		
IRADAS	KALENGA	A	1	2.30			1	4.1		
KALENGA	PEREBENTAS	P	1	5.70			1	5.6		
OLHAQUI	PEREBENTAS	C	1	3.50			2	2.0	2.9	
OLHAQUI	SAPATADAS	A	3	5.90	5.70	3.30	2	2.9	4.0	
KALENGA	OLHAQUI	A	2	3.90	4.20		3	5.5	5.0	4.8
YPETATA	BEZORNIA	C	2	3.10	5.20		1	4.7		
GROTA MOLE	IRADAS	A	1	5.60			2	5.6	1.0	
IRADAS	OLHAQUI	P	2	2.50	3.70		3	1.0	2.2	4.3
FELISBINA	GROTA MOLE	A	1	3.00			2	4.5	5.0	
BEZORNIA	KALENGA	P	1	2.30			1	2.2		
BEZORNIA	FELISBINA	A	3	4.20	3.90	2.90	2	4.5	4.5	
BEZORNIA	OLHAQUI	A	3	5.00	3.00	4.10	1	1.1		

Responda aqui

\$ p/ asfalto	\$ p/ A+P	\$ geral



116-68993 - 23/05

## Qual o menor pedágio ?

A empresa de transportes rodoviários Bruxa Solta, teve um grande sucesso nos últimos anos. Parte desse sucesso se deve à política de bom atendimento, zero perdas e mínimo de atraso nas entregas. Mas, parte também se deve a um eficiente programa computacional de cálculo de caminhos mínimos entre todas as cidades atendidas pela Bruxa Solta.

Antes de cada viagem, o motorista que vai sair, efetua uma consulta no programa Bruxajato, que faz todos os cálculos e indica a rota ótima para o motorista. Mas, para azar dos envolvidos, no dia de ontem o analista-programador contratado (e pago a peso de ouro) foi fazer uma manutenção não programada no computador, meteu os pés pela mãos, e tudo parou de funcionar, sem previsão de retorno (e pelo jeito, vai demorar...).

Assim, sobrou para você: sem o bruxajato funcionando, e com os caminhões precisando sair para a estrada, você vai ter que apertar os neurônios e achar a rota indicada para cada motorista.

Para seu trabalho, você vai contar com um mapa de cidades, estradas, pontes e postos de pedágio. Cada estrada vai ligar 2 cidades, vai ter um determinado piso (asfalto, pedra ou cascalho), poderá contar com algumas pontes, cada uma com um limite máximo de peso suportado e eventualmente com um ou mais postos de pedágio.

Há um caminhão com um determinado peso, saindo de uma cidade para outra cidade. Você deve analisar as estradas que há entre essas cidades, o piso delas, as pontes e seus limites, e os pedágios envolvidos e deve achar o custo mínimo de pedágio que o motorista precisa pagar. É óbvio que você deve considerar as restrições adicionais porventura existentes.

Os dados que você receberá são, pela ordem:

- Na primeira e segunda linha, uma lista de 10 cidades, em ordem alfabética. Na terceira linha, vem a informação da origem e destino do caminhão. Na quarta linha, vem o peso do caminhão. Na quinta linha, e pelas próximas 25 linhas, uma estrada. Nesta linha (estrada), vem, em ordem, as seguintes informações

- A cidade de origem da estrada
- A cidade de destino da estrada
- O tipo de piso da estrada (A, P, C, respectivamente Asfalto, Pedra e Cascalho)
- A quantidade  $k$  de postos de pedágio
- Uma lista de  $k$  preços, identificando o valor de cada um dos  $k$  pedágios.
- A quantidade  $m$  de pontes
- Uma lista de  $m$  pesos, identificando o limite de peso de cada uma das  $m$  pontes.

Para esta viagem, você deve calcular 3 valores:

- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão usar apenas estradas de asfalto.
- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão não usar estradas de cascalho
- O preço de pedágio mínimo, usando qualquer estrada.

Note que por uma invariante do problema, o último preço vai ser menor (ou igual) que os outros dois, e o do meio vai ser menor (ou igual) ao primeiro preço.

Seja um exemplo completo

Cidades deste problema =

BEZORNIA, CAINAOCAL, FELISBINA, HABEMUS, JUCUNDINO, KALENGA, QUILONZA, SAPATADAS, URUCABA, ZOMBROS

Origem = HABEMUS Destino = QUILONZA

Origem = HABEMUS		Destino = QUILONZA		Peso do caminhão = 2.7 ton	
HABEMUS	ZOMBROS	C	1 3.80	3 3.5	4.5 8.0
QUILONZA	SAPATADAS	C	1 4.00	1	5.0
URUCABA	BEZORNIA	C	1 4.30	2 4.0	4.0
CAINAOCAL	QUILONZA	A	1 5.10	1	2.9
FELISBINA	JUCUNDINO	C	1 2.30	3 4.2	4.1 4.0
KALENGA	QUILONZA	C	1 5.60	3 4.5	3.5 3.3
JUCUNDINO	KALENGA	A	1 2.10	1	2.9
FELISBINA	HABEMUS	A	1 3.60	1	2.9
SAPATADAS	ZOMBROS	C	1 6.00	1	4.8
FELISBINA	URUCABA	A	1 3.90	1	4.3
BEZORNIA	CAINAOCAL	A	1 4.80	1	4.1
KALENGA	SAPATADAS	A	2 2.80 2.50	2 2.2	4.0
BEZORNIA	FELISBINA	P	2 3.90 3.20	1	4.5
QUILONZA	URUCABA	P	1 2.20	1	4.5
FELISBINA	SAPATADAS	A	1 2.50	1	3.5
HABEMUS	KALENGA	A	1 4.70	2 4.1	4.8
CAINAOCAL	SAPATADAS	A	1 4.30	1	4.0
CAINAOCAL	HABEMUS	A	1 5.70	1	4.8
ZOMBROS	CAINAOCAL	C	4 5.20 2.30 4.10 2.50	2 4.1	4.8
CAINAOCAL	FELISBINA	A	3 5.70 3.10 3.80	2 1.1	5.5
JUCUNDINO	QUILONZA	A	3 4.30 3.10 2.80	1	4.3
SAPATADAS	URUCABA	A	1 3.50	1	4.1
ZOMBROS	BEZORNIA	A	1 5.00	1	4.2
HABEMUS	JUCUNDINO	P	2 4.30 4.10	3 4.0	4.5 8.0
URUCABA	ZOMBROS	A	1 3.50	3 4.3	8.0 5.6

Resposta para este primeiro exemplo = 10.80\$ 9.70\$ 9.50\$

## Orientação para solução

Embora este problema pareça cheio de detalhes, na verdade ele é uma simples aplicação do algoritmo de caminho mínimo. Os detalhes vão sendo desbastados um a um, como segue

1. O argumento do peso do caminhão é tratado excluindo simplesmente do problema qualquer estrada cuja ponte menos resistente não agente o peso do caminhão.
2. Cada estrada deve gerar duas arestas no grafo (atente que **todas as estradas são bidirecionais**). O custo de cada estrada é a soma dos pedágios e ela deve ser lançada na linha=origem e coluna=destino e também na linha=destino e coluna=origem.
3. Devem-se criar 3 matrizes de custo de transporte (também conhecidas genericamente como matrizes de adjacência e custos), a saber
  - (a) A primeira matriz contém apenas as estradas de asfalto.
  - (b) A segunda contém as estradas de asfalto e pedra
  - (c) A terceira contém todas as estradas
4. As cidades embora tenham nomes estrambóticos, não repetem nenhuma inicial, e lá no começo do enunciado seus nomes aparecem em ordem alfabética. Assim, para diminuir o ruído, sugere-se usar as cidades como A, B, C e assim por diante.
5. Uma boa coisa é listar as cidades em ordem alfabética e depois numerá-las, e trocar letras pelos seus índices. Fica meio confuso mas é muito mais fácil de operar os algoritmos.
6. Para resolver o problema depois de montar as matrizes de custo, pode-se usar o algoritmo de Dijkstra (vivo621) ou o de Warshall (vivo624). O primeiro tem desempenho  $O(n^2)$  enquanto o segundo tem  $O(n^3)$ , mas ambos dão resultados corretos.

## Para você fazer

Seja um problema com 10 cidades e 25 estradas. Eis os dados:

Cidades deste problema =

BEZORNIA, CAINAOCAL, GROTAMOLE, HABEMUS, IRADAS, OLHAQUI, QUILONZA, SAPATADAS, XUNDARAO, ZOMBROS

Origem = HABEMUS Destino = SAPATADAS

Peso do caminhão = 2.4 ton

BEZORNIA	GROTAMOLE	A	1 5.20	1	4.0
SAPATADAS	XUNDARAO	A	1 4.70	3 5.6	4.0 6.0
CAINAOCAL	SAPATADAS	P	2 4.90 4.80	1	4.5
ZOMBROS	BEZORNIA	A	1 4.20	1	4.1
QUILONZA	XUNDARAO	C	1 4.10	1	8.0
OLHAQUI	QUILONZA	P	1 4.20	1	4.1
CAINAOCAL	GROTAMOLE	A	1 5.40	2 4.0	3.5
OLHAQUI	SAPATADAS	A	2 2.20 4.80	2 4.0	1.0
GROTAMOLE	IRADAS	A	1 2.30	1	2.0
HABEMUS	OLHAQUI	A	1 3.80	2 3.5	5.6
HABEMUS	ZOMBROS	A	1 5.10	1	1.1
CAINAOCAL	HABEMUS	P	1 2.10	2 4.8	2.0
ZOMBROS	CAINAOCAL	A	2 2.30 4.90	1	8.0
XUNDARAO	ZOMBROS	C	2 4.80 3.40	3 4.2	5.0 4.5
SAPATADAS	ZOMBROS	C	1 4.10	1	2.9
IRADAS	OLHAQUI	P	1 5.50	1	4.1
XUNDARAO	BEZORNIA	A	3 4.30 5.00 3.20	1	4.1
IRADAS	QUILONZA	P	1 4.90	1	5.6
HABEMUS	XUNDARAO	C	1 5.20	1	4.5
QUILONZA	ZOMBROS	A	1 5.20	1	4.5
QUILONZA	SAPATADAS	A	1 3.50	1	6.0
GROTAMOLE	HABEMUS	A	1 3.60	1	2.9
HABEMUS	IRADAS	A	1 6.00	1	4.8
BEZORNIA	CAINAOCAL	A	1 3.70	2 5.5	2.0
OLHAQUI	ZOMBROS	A	1 2.80	1	4.5

Responda aqui

\$ p/ asfalto	\$ p/ A+P	\$ geral



116-69789 - 23/05

## Qual o menor pedágio ?

A empresa de transportes rodoviários Bruxa Solta, teve um grande sucesso nos últimos anos. Parte desse sucesso se deve à política de bom atendimento, zero perdas e mínimo de atraso nas entregas. Mas, parte também se deve a um eficiente programa computacional de cálculo de caminhos mínimos entre todas as cidades atendidas pela Bruxa Solta.

Antes de cada viagem, o motorista que vai sair, efetua uma consulta no programa Bruxajato, que faz todos os cálculos e indica a rota ótima para o motorista. Mas, para azar dos envolvidos, no dia de ontem o analista-programador contratado (e pago a peso de ouro) foi fazer uma manutenção não programada no computador, meteu os pés pela mãos, e tudo parou de funcionar, sem previsão de retorno (e pelo jeito, vai demorar...).

Assim, sobrou para você: sem o bruxajato funcionando, e com os caminhões precisando sair para a estrada, você vai ter que apertar os neurônios e achar a rota indicada para cada motorista.

Para seu trabalho, você vai contar com um mapa de cidades, estradas, pontes e postos de pedágio. Cada estrada vai ligar 2 cidades, vai ter um determinado piso (asfalto, pedra ou cascalho), poderá contar com algumas pontes, cada uma com um limite máximo de peso suportado e eventualmente com um ou mais postos de pedágio.

Há um caminhão com um determinado peso, saindo de uma cidade para outra cidade. Você deve analisar as estradas que há entre essas cidades, o piso delas, as pontes e seus limites, e os pedágios envolvidos e deve achar o custo mínimo de pedágio que o motorista precisa pagar. É óbvio que você deve considerar as restrições adicionais porventura existentes.

Os dados que você receberá são, pela ordem:

- Na primeira e segunda linha, uma lista de 10 cidades, em ordem alfabética. Na terceira linha, vem a informação da origem e destino do caminhão. Na quarta linha, vem o peso do caminhão. Na quinta linha, e pelas próximas 25 linhas, uma estrada. Nesta linha (estrada), vem, em ordem, as seguintes informações

- A cidade de origem da estrada
- A cidade de destino da estrada
- O tipo de piso da estrada (A, P, C, respectivamente Asfalto, Pedra e Cascalho)
- A quantidade  $k$  de postos de pedágio
- Uma lista de  $k$  preços, identificando o valor de cada um dos  $k$  pedágios.
- A quantidade  $m$  de pontes
- Uma lista de  $m$  pesos, identificando o limite de peso de cada uma das  $m$  pontes.

Para esta viagem, você deve calcular 3 valores:

- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão usar apenas estradas de asfalto.
- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão não usar estradas de cascalho
- O preço de pedágio mínimo, usando qualquer estrada.

Note que por uma invariante do problema, o último preço vai ser menor (ou igual) que os outros dois, e o do meio vai ser menor (ou igual) ao primeiro preço.

Seja um exemplo completo

Cidades deste problema =

BEZORNIA, CAINAOCAL, FELISBINA, HABEMUS, JUCUNDINO, KALENGA, QUILONZA, SAPATADAS, URUCABA, ZOMBROS

Origem = HABEMUS Destino = QUILONZA

Peso do caminhão = 2.7 ton	
HABEMUS	ZOMBROS C 1 3.80 3 3.5 4.5 8.0
QUILONZA	SAPATADAS C 1 4.00 1 5.0
URUCABA	BEZORNIA C 1 4.30 2 4.0 4.0
CAINAOCAL	QUILONZA A 1 5.10 1 2.9
FELISBINA	JUCUNDINO C 1 2.30 3 4.2 4.1 4.0
KALENGA	QUILONZA C 1 5.60 3 4.5 3.5 3.3
JUCUNDINO	KALENGA A 1 2.10 1 2.9
FELISBINA	HABEMUS A 1 3.60 1 2.9
SAPATADAS	ZOMBROS C 1 6.00 1 4.8
FELISBINA	URUCABA A 1 3.90 1 4.3
BEZORNIA	CAINAOCAL A 1 4.80 1 4.1
KALENGA	SAPATADAS A 2 2.80 2.50 2 2.2 4.0
BEZORNIA	FELISBINA P 2 3.90 3.20 1 4.5
QUILONZA	URUCABA P 1 2.20 1 4.5
FELISBINA	SAPATADAS A 1 2.50 1 3.5
HABEMUS	KALENGA A 1 4.70 2 4.1 4.8
CAINAOCAL	SAPATADAS A 1 4.30 1 4.0
CAINAOCAL	HABEMUS A 1 5.70 1 4.8
ZOMBROS	CAINAOCAL C 4 5.20 2.30 4.10 2.50 2 4.1 4.8
CAINAOCAL	FELISBINA A 3 5.70 3.10 3.80 2 1.1 5.5
JUCUNDINO	QUILONZA A 3 4.30 3.10 2.80 1 4.3
SAPATADAS	URUCABA A 1 3.50 1 4.1
ZOMBROS	BEZORNIA A 1 5.00 1 4.2
HABEMUS	JUCUNDINO P 2 4.30 4.10 3 4.0 4.5 8.0
URUCABA	ZOMBROS A 1 3.50 3 4.3 8.0 5.6

Resposta para este primeiro exemplo = 10.80\$ 9.70\$ 9.50\$

## Orientação para solução

Embora este problema pareça cheio de detalhes, na verdade ele é uma simples aplicação do algoritmo de caminho mínimo. Os detalhes vão sendo desbastados um a um, como segue

1. O argumento do peso do caminhão é tratado excluindo simplesmente do problema qualquer estrada cuja ponte menos resistente não agüente o peso do caminhão.
2. Cada estrada deve gerar duas arestas no grafo (atente que **todas as estradas são bidirecionais**). O custo de cada estrada é a soma dos pedágios e ela deve ser lançada na linha=origem e coluna=destino e também na linha=destino e coluna=origem.
3. Devem-se criar 3 matrizes de custo de transporte (também conhecidas genericamente como matrizes de adjacência e custos), a saber
  - (a) A primeira matriz contém apenas as estradas de asfalto.
  - (b) A segunda contém as estradas de asfalto e pedra
  - (c) A terceira contém todas as estradas
4. As cidades embora tenham nomes estrambóticos, não repetem nenhuma inicial, e lá no começo do enunciado seus nomes aparecem em ordem alfabética. Assim, para diminuir o ruído, sugere-se usar as cidades como A, B, C e assim por diante.
5. Uma boa coisa é listar as cidades em ordem alfabética e depois numerá-las, e trocar letras pelos seus índices. Fica meio confuso mas é muito mais fácil de operar os algoritmos.
6. Para resolver o problema depois de montar as matrizes de custo, pode-se usar o algoritmo de Dijkstra (vivo621) ou o de Warshall (vivo624). O primeiro tem desempenho  $O(n^2)$  enquanto o segundo tem  $O(n^3)$ , mas ambos dão resultados corretos.

## Para você fazer

Seja um problema com 10 cidades e 25 estradas. Eis os dados:

Cidades deste problema =

DENGOSA, ESTROGARDA, FELISBINA, GROTAMOLE, IRADAS, NUNCARAS,

PEREBENTAS, XUNDARAO, YPETATA, ZOMBROS

Origem = ZOMBROS Destino = GROTAMOLE

Peso do caminhão = 2.4 ton

YPETATA	DENGOSA	A	2 6.00 3.90	2 4 8 4.1
DENGOSA	ESTROGARDA	A	2 2.60 4.10	1 1.1
XUNDARAO	YPETATA	A	2 4.60 5.90	1 4.8
YPETATA	ZOMBROS	P	2 2.70 2.50	1 2.0
GROTAMOLE	NUNCARAS	A	2 2.80 4.60	2 5.5 4.0
PEREBENTAS	XUNDARAO	C	1 4.80	1 4.0
NUNCARAS	PEREBENTAS	A	1 5.40	1 3.5
FELISBINA	IRADAS	A	4 4.10 5.20 3.30 2.90	3 4.5 5.0 4.2
FELISBINA	XUNDARAO	A	1 2.60	1 4.0
PEREBENTAS	YPETATA	A	1 6.00	3 4.3 4.0 2.9
ESTROGARDA	FELISBINA	A	2 3.90 5.30	1 3.5
NUNCARAS	XUNDARAO	P	2 2.10 5.20	2 2.0 5.6
XUNDARAO	ZOMBROS	A	1 3.00	2 5.0 4.0
ESTROGARDA	XUNDARAO	P	1 3.30	2 4.5 4.0
IRADAS	PEREBENTAS	A	1 2.50	2 1.0 5.0
GROTAMOLE	IRADAS	C	1 4.30	2 3.3 5.6
ESTROGARDA	GROTAMOLE	C	2 5.10 3.30	1 4.3
IRADAS	NUNCARAS	P	1 3.00	4 4.8 2.9 5.6 4.0
FELISBINA	GROTAMOLE	A	1 4.30	1 1.1
ZOMBROS	DENGOSA	A	2 5.90 4.40	1 4.1
DENGOSA	NUNCARAS	P	1 3.40	1 6.0
ZOMBROS	ESTROGARDA	C	2 3.90 4.00	3 4.0 1.0 4.2
NUNCARAS	ZOMBROS	A	1 5.70	1 1.1
DENGOSA	FELISBINA	A	1 3.50	1 4.7
NUNCARAS	YPETATA	A	2 2.30 2.60	2 4.5 3.5

Responda aqui

\$ p/ asfalto	\$ p/ A+P	\$ geral



116-69008 - 23/05

## Qual o menor pedágio ?

A empresa de transportes rodoviários Bruxa Solta, teve um grande sucesso nos últimos anos. Parte desse sucesso se deve à política de bom atendimento, zero perdas e mínimo de atraso nas entregas. Mas, parte também se deve a um eficiente programa computacional de cálculo de caminhos mínimos entre todas as cidades atendidas pela Bruxa Solta.

Antes de cada viagem, o motorista que vai sair, efetua uma consulta no programa Bruxajato, que faz todos os cálculos e indica a rota ótima para o motorista. Mas, para azar dos envolvidos, no dia de ontem o analista-programador contratado (e pago a peso de ouro) foi fazer uma manutenção não programada no computador, meteu os pés pela mãos, e tudo parou de funcionar, sem previsão de retorno (e pelo jeito, vai demorar...).

Assim, sobrou para você: sem o bruxajato funcionando, e com os caminhões precisando sair para a estrada, você vai ter que apertar os neurônios e achar a rota indicada para cada motorista.

Para seu trabalho, você vai contar com um mapa de cidades, estradas, pontes e postos de pedágio. Cada estrada vai ligar 2 cidades, vai ter um determinado piso (asfalto, pedra ou cascalho), poderá contar com algumas pontes, cada uma com um limite máximo de peso suportado e eventualmente com um ou mais postos de pedágio.

Há um caminhão com um determinado peso, saindo de uma cidade para outra cidade. Você deve analisar as estradas que há entre essas cidades, o piso delas, as pontes e seus limites, e os pedágios envolvidos e deve achar o custo mínimo de pedágio que o motorista precisa pagar. É óbvio que você deve considerar as restrições adicionais porventura existentes.

Os dados que você receberá são, pela ordem:

- Na primeira e segunda linha, uma lista de 10 cidades, em ordem alfabética. Na terceira linha, vem a informação da origem e destino do caminhão. Na quarta linha, vem o peso do caminhão. Na quinta linha, e pelas próximas 25 linhas, uma estrada. Nesta linha (estrada), vem, em ordem, as seguintes informações

- A cidade de origem da estrada
- A cidade de destino da estrada
- O tipo de piso da estrada (A, P, C, respectivamente Asfalto, Pedra e Cascalho)
- A quantidade  $k$  de postos de pedágio
- Uma lista de  $k$  preços, identificando o valor de cada um dos  $k$  pedágios.
- A quantidade  $m$  de pontes
- Uma lista de  $m$  pesos, identificando o limite de peso de cada uma das  $m$  pontes.

Para esta viagem, você deve calcular 3 valores:

- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão usar apenas estradas de asfalto.
- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão não usar estradas de cascalho
- O preço de pedágio mínimo, usando qualquer estrada.

Note que por uma invariante do problema, o último preço vai ser menor (ou igual) que os outros dois, e o do meio vai ser menor (ou igual) ao primeiro preço.

Seja um exemplo completo

Cidades deste problema =

BEZORNIA, CAINAOCAL, FELISBINA, HABEMUS, JUCUNDINO, KALENGA, QUILONZA, SAPATADAS, URUCABA, ZOMBROS

Origem = HABEMUS Destino = QUILONZA

Peso do caminhão = 2.7 ton	
HABEMUS	ZOMBROS C 1 3.80 3 3.5 4.5 8.0
QUILONZA	SAPATADAS C 1 4.00 1 5.0
URUCABA	BEZORNIA C 1 4.30 2 4.0 4.0
CAINAOCAL	QUILONZA A 1 5.10 1 2.9
FELISBINA	JUCUNDINO C 1 2.30 3 4.2 4.1 4.0
KALENGA	QUILONZA C 1 5.60 3 4.5 3.5 3.3
JUCUNDINO	KALENGA A 1 2.10 1 2.9
FELISBINA	HABEMUS A 1 3.60 1 2.9
SAPATADAS	ZOMBROS C 1 6.00 1 4.8
FELISBINA	URUCABA A 1 3.90 1 4.3
BEZORNIA	CAINAOCAL A 1 4.80 1 4.1
KALENGA	SAPATADAS A 2 2.80 2.50 2 2.2 4.0
BEZORNIA	FELISBINA P 2 3.90 3.20 1 4.5
QUILONZA	URUCABA P 1 2.20 1 4.5
FELISBINA	SAPATADAS A 1 2.50 1 3.5
HABEMUS	KALENGA A 1 4.70 2 4.1 4.8
CAINAOCAL	SAPATADAS A 1 4.30 1 4.0
CAINAOCAL	HABEMUS A 1 5.70 1 4.8
ZOMBROS	CAINAOCAL C 4 5.20 2.30 4.10 2.50 2 4.1 4.8
CAINAOCAL	FELISBINA A 3 5.70 3.10 3.80 2 1.1 5.5
JUCUNDINO	QUILONZA A 3 4.30 3.10 2.80 1 4.3
SAPATADAS	URUCABA A 1 3.50 1 4.1
ZOMBROS	BEZORNIA A 1 5.00 1 4.2
HABEMUS	JUCUNDINO P 2 4.30 4.10 3 4.0 4.5 8.0
URUCABA	ZOMBROS A 1 3.50 3 4.3 8.0 5.6

Resposta para este primeiro exemplo = 10.80\$ 9.70\$ 9.50\$

## Orientação para solução

Embora este problema pareça cheio de detalhes, na verdade ele é uma simples aplicação do algoritmo de caminho mínimo. Os detalhes vão sendo desbastados um a um, como segue

1. O argumento do peso do caminhão é tratado excluindo simplesmente do problema qualquer estrada cuja ponte menos resistente não agente o peso do caminhão.
2. Cada estrada deve gerar duas arestas no grafo (atente que **todas as estradas são bidirecionais**). O custo de cada estrada é a soma dos pedágios e ela deve ser lançada na linha=origem e coluna=destino e também na linha=destino e coluna=origem.
3. Devem-se criar 3 matrizes de custo de transporte (também conhecidas genericamente como matrizes de adjacência e custos), a saber
  - (a) A primeira matriz contém apenas as estradas de asfalto.
  - (b) A segunda contém as estradas de asfalto e pedra
  - (c) A terceira contém todas as estradas
4. As cidades embora tenham nomes estrambóticos, não repetem nenhuma inicial, e lá no começo do enunciado seus nomes aparecem em ordem alfabética. Assim, para diminuir o ruído, sugere-se usar as cidades como A, B, C e assim por diante.
5. Uma boa coisa é listar as cidades em ordem alfabética e depois numerá-las, e trocar letras pelos seus índices. Fica meio confuso mas é muito mais fácil de operar os algoritmos.
6. Para resolver o problema depois de montar as matrizes de custo, pode-se usar o algoritmo de Dijkstra (vivo621) ou o de Warshall (vivo624). O primeiro tem desempenho  $O(n^2)$  enquanto o segundo tem  $O(n^3)$ , mas ambos dão resultados corretos.

## Para você fazer

Seja um problema com 10 cidades e 25 estradas. Eis os dados:

Cidades deste problema =

ARANVILA, ESTROGARDA, FELISBINA, GROTAMOLE, IRADAS, LUBRICIA, OLHAQUI, PEREBENTAS, QUILONZA, ZOMBROS

Origem = ESTROGARDA Destino = FELISBINA

Peso do caminhão = 2.7 ton	
ARANVILA	FELISBINA C 2 2.50 4.40 2 2.9 5.0
ESTROGARDA	GROTAMOLE C 1 4.30 1 1.1
ESTROGARDA	FELISBINA C 3 3.20 2.50 2.90 1 4.8
LUBRICIA	PEREBENTAS A 1 2.80 1 2.0
GROTAMOLE	IRADAS A 2 5.70 5.10 1 3.3
ARANVILA	IRADAS P 1 2.40 1 3.5
FELISBINA	IRADAS P 1 5.60 1 2.9
ARANVILA	ESTROGARDA A 1 3.70 2 4.0 5.5
LUBRICIA	ZOMBROS A 1 2.30 2 4.2 4.0
QUILONZA	ZOMBROS A 1 4.70 4 4.1 4.1 5.6 4.2
PEREBENTAS	ZOMBROS P 2 2.50 5.30 2 3.3 8.0
FELISBINA	LUBRICIA A 2 2.40 4.20 2 4.1 4.7
IRADAS	LUBRICIA A 2 6.00 3.20 4 1.1 4.0 8.0 3.3
ZOMBROS	ESTROGARDA A 3 4.80 3.90 3.00 2 4.1 4.0
GROTAMOLE	LUBRICIA A 1 4.20 1 1.0
QUILONZA	ARANVILA A 1 4.90 1 5.5
GROTAMOLE	ZOMBROS A 1 4.80 1 3.3
IRADAS	OLHAQUI A 1 3.90 1 4.3
ESTROGARDA	LUBRICIA P 1 4.30 1 4.2
OLHAQUI	QUILONZA A 1 2.10 3 5.0 1.0 2.2
ZOMBROS	ARANVILA A 1 3.10 1 4.0
LUBRICIA	OLHAQUI A 1 4.10 1 4.5
PEREBENTAS	QUILONZA C 2 6.00 2.10 2 4.5 3.3
FELISBINA	GROTAMOLE A 1 2.40 1 6.0
OLHAQUI	PEREBENTAS A 2 5.10 3.10 2 4.1 4.1

Responda aqui

\$ p/ asfalto	\$ p/ A+P	\$ geral



116-69015 - 23/05

## Orientação para solução

Embora este problema pareça cheio de detalhes, na verdade ele é uma simples aplicação do algoritmo de caminho mínimo. Os detalhes vão sendo desbastados um a um, como segue

### Qual o menor pedágio ?

A empresa de transportes rodoviários Bruxa Solta, teve um grande sucesso nos últimos anos. Parte desse sucesso se deve à política de bom atendimento, zero perdas e mínimo de atraso nas entregas. Mas, parte também se deve a um eficiente programa computacional de cálculo de caminhos mínimos entre todas as cidades atendidas pela Bruxa Solta.

Antes de cada viagem, o motorista que vai sair, efetua uma consulta no programa Bruxajato, que faz todos os cálculos e indica a rota ótima para o motorista. Mas, para azar dos envolvidos, no dia de ontem o analista-programador contratado (e pago a peso de ouro) foi fazer uma manutenção não programada no computador, meteu os pés pela mãos, e tudo parou de funcionar, sem previsão de retorno (e pelo jeito, vai demorar...).

Assim, sobrou para você: sem o bruxajato funcionando, e com os caminhões precisando sair para a estrada, você vai ter que apertar os neurônios e achar a rota indicada para cada motorista.

Para seu trabalho, você vai contar com um mapa de cidades, estradas, pontes e postos de pedágio. Cada estrada vai ligar 2 cidades, vai ter um determinado piso (asfalto, pedra ou cascalho), poderá contar com algumas pontes, cada uma com um limite máximo de peso suportado e eventualmente com um ou mais postos de pedágio.

Há um caminhão com um determinado peso, saindo de uma cidade para outra cidade. Você deve analisar as estradas que há entre essas cidades, o piso delas, as pontes e seus limites, e os pedágios envolvidos e deve achar o custo mínimo de pedágio que o motorista precisa pagar. É óbvio que você deve considerar as restrições adicionais porventura existentes.

Os dados que você receberá são, pela ordem:

- Na primeira e segunda linha, uma lista de 10 cidades, em ordem alfabética. Na terceira linha, vem a informação da origem e destino do caminhão. Na quarta linha, vem o peso do caminhão. Na quinta linha, e pelas próximas 25 linhas, uma estrada. Nesta linha (estrada), vem, em ordem, as seguintes informações

- A cidade de origem da estrada
- A cidade de destino da estrada
- O tipo de piso da estrada (A, P, C, respectivamente Asfalto, Pedra e Cascalho)
- A quantidade  $k$  de postos de pedágio
- Uma lista de  $k$  preços, identificando o valor de cada um dos  $k$  pedágios.
- A quantidade  $m$  de pontes
- Uma lista de  $m$  pesos, identificando o limite de peso de cada uma das  $m$  pontes.

Para esta viagem, você deve calcular 3 valores:

- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão usar apenas estradas de asfalto.
- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão não usar estradas de cascalho
- O preço de pedágio mínimo, usando qualquer estrada.

Note que por uma invariante do problema, o último preço vai ser menor (ou igual) que os outros dois, e o do meio vai ser menor (ou igual) ao primeiro preço.

Seja um exemplo completo

Cidades deste problema =

BEZORNIA, CAINAOCAI, FELISBINA, HABEMUS, JUCUNDINO, KALENGA, QUILONZA, SAPATADAS, URUCABA, ZOMBROS

Origem = HABEMUS Destino = QUILONZA

Peso do caminhão = 2.7 ton	
HABEMUS	ZOMBROS C 1 3.80 3 3.5 4.5 8.0
QUILONZA	SAPATADAS C 1 4.00 1 5.0
URUCABA	BEZORNIA C 1 4.30 2 4.0 4.0
CAINAOCAI	QUILONZA A 1 5.10 1 2.9
FELISBINA	JUCUNDINO C 1 2.30 3 4.2 4.1 4.0
KALENGA	QUILONZA C 1 5.60 3 4.5 3.5 3.3
JUCUNDINO	KALENGA A 1 2.10 1 2.9
FELISBINA	HABEMUS A 1 3.60 1 2.9
SAPATADAS	ZOMBROS C 1 6.00 1 4.8
FELISBINA	URUCABA A 1 3.90 1 4.3
BEZORNIA	CAINAOCAI A 1 4.80 1 4.1
KALENGA	SAPATADAS A 2 2.80 2.50 2 2.2 4.0
BEZORNIA	FELISBINA P 2 3.90 3.20 1 4.5
QUILONZA	URUCABA P 1 2.20 1 4.5
FELISBINA	SAPATADAS A 1 2.50 1 3.5
HABEMUS	KALENGA A 1 4.70 2 4.1 4.8
CAINAOCAI	SAPATADAS A 1 4.30 1 4.0
CAINAOCAI	HABEMUS A 1 5.70 1 4.8
ZOMBROS	CAINAOCAI C 4 5.20 2.30 4.10 2.50 2 4.1 4.8
CAINAOCAI	FELISBINA A 3 5.70 3.10 3.80 2 1.1 5.5
JUCUNDINO	QUILONZA A 3 4.30 3.10 2.80 1 4.3
SAPATADAS	URUCABA A 1 3.50 1 4.1
ZOMBROS	BEZORNIA A 1 5.00 1 4.2
HABEMUS	JUCUNDINO P 2 4.30 4.10 3 4.0 4.5 8.0
URUCABA	ZOMBROS A 1 3.50 3 4.3 8.0 5.6

Resposta para este primeiro exemplo = 10.80\$ 9.70\$ 9.50\$

1. O argumento do peso do caminhão é tratado excluindo simplesmente do problema qualquer estrada cuja ponte menos resistente não agente o peso do caminhão.
2. Cada estrada deve gerar duas arestas no grafo (atenção que **todas as estradas são bidirecionais**). O custo de cada estrada é a soma dos pedágios e ela deve ser lançada na linha=origem e coluna=destino e também na linha=destino e coluna=origem.
3. Devem-se criar 3 matrizes de custo de transporte (também conhecidas genericamente como matrizes de adjacência e custos), a saber
  - (a) A primeira matriz contém apenas as estradas de asfalto.
  - (b) A segunda contém as estradas de asfalto e pedra
  - (c) A terceira contém todas as estradas
4. As cidades embora tenham nomes estrambóticos, não repetem nenhuma inicial, e lá no começo do enunciado seus nomes aparecem em ordem alfabética. Assim, para diminuir o ruído, sugere-se usar as cidades como A, B, C e assim por diante.
5. Uma boa coisa é listar as cidades em ordem alfabética e depois numerá-las, e trocar letras pelos seus índices. Fica meio confuso mas é muito mais fácil de operar os algoritmos.
6. Para resolver o problema depois de montar as matrizes de custo, pode-se usar o algoritmo de Dijkstra (vivo621) ou o de Warshall (vivo624). O primeiro tem desempenho  $O(n^2)$  enquanto o segundo tem  $O(n^3)$ , mas ambos dão resultados corretos.

### Para você fazer

Seja um problema com 10 cidades e 25 estradas. Eis os dados:

Cidades deste problema =

ESTROGARDA, LUBRICIA, MASEMOLE, RATUNDINO, SAPATADAS, TUIDEFORA, URUCABA, VIAJANDAO, WISKERIA, XUNDARAO

Origem = WISKERIA Destino = XUNDARAO

Peso do caminhão = 2.6 ton

TUIDEFORA	URUCABA	C 1 4.70	2 4.0 6.0
TUIDEFORA	VIAJANDAO	A 1 5.40	2 2.0 1.1
MASEMOLE	SAPATADAS	C 1 4.30	1 4.5
SAPATADAS	TUIDEFORA	P 2 5.80 5.10	2 4.7 2.0
WISKERIA	ESTROGARDA	A 1 4.20	2 1.0 3.5
ESTROGARDA	VIAJANDAO	A 2 2.20 5.40	1 8.0
ESTROGARDA	LUBRICIA	A 2 4.40 2.60	1 2.0
WISKERIA	XUNDARAO	C 2 5.10 4.70	1 4.8
VIAJANDAO	WISKERIA	A 1 5.20	1 5.0
SAPATADAS	URUCABA	A 1 2.40	1 4.5
LUBRICIA	WISKERIA	A 2 4.50 2.60	2 5.0 4.0
URUCABA	WISKERIA	A 2 4.50 4.00	1 4.0
LUBRICIA	MASEMOLE	A 1 2.10	1 6.0
URUCABA	VIAJANDAO	A 1 5.40	1 5.6
LUBRICIA	RATUNDINO	P 1 3.00	1 3.3
XUNDARAO	LUBRICIA	A 1 5.60	1 2.2
RATUNDINO	SAPATADAS	A 1 3.90	1 4.8
ESTROGARDA	MASEMOLE	P 1 3.10	4 4.5 5.0 4.1 1.0
LUBRICIA	URUCABA	A 2 4.00 5.70	4 5.0 4.7 4.1 5.0
MASEMOLE	XUNDARAO	P 1 6.00	1 5.0
MASEMOLE	RATUNDINO	C 4 2.10 5.00 3.10 5.40	1 6.0
VIAJANDAO	XUNDARAO	C 1 2.10	1 6.0
RATUNDINO	TUIDEFORA	A 1 3.00	2 3.5 4.7
RATUNDINO	VIAJANDAO	P 2 5.10 2.90	1 1.0
XUNDARAO	ESTROGARDA	A 1 5.80	3 8.0 3.3 4.0

Responda aqui

\$ p/ asfalto	\$ p/ A+P	\$ geral



116-69022 - 23/05

## Qual o menor pedágio ?

A empresa de transportes rodoviários Bruxa Solta, teve um grande sucesso nos últimos anos. Parte desse sucesso se deve à política de bom atendimento, zero perdas e mínimo de atraso nas entregas. Mas, parte também se deve a um eficiente programa computacional de cálculo de caminhos mínimos entre todas as cidades atendidas pela Bruxa Solta.

Antes de cada viagem, o motorista que vai sair, efetua uma consulta no programa Bruxajato, que faz todos os cálculos e indica a rota ótima para o motorista. Mas, para azar dos envolvidos, no dia de ontem o analista-programador contratado (e pago a peso de ouro) foi fazer uma manutenção não programada no computador, meteu os pés pela mãos, e tudo parou de funcionar, sem previsão de retorno (e pelo jeito, vai demorar...).

Assim, sobrou para você: sem o bruxajato funcionando, e com os caminhões precisando sair para a estrada, você vai ter que apertar os neurônios e achar a rota indicada para cada motorista.

Para seu trabalho, você vai contar com um mapa de cidades, estradas, pontes e postos de pedágio. Cada estrada vai ligar 2 cidades, vai ter um determinado piso (asfalto, pedra ou cascalho), poderá contar com algumas pontes, cada uma com um limite máximo de peso suportado e eventualmente com um ou mais postos de pedágio.

Há um caminhão com um determinado peso, saindo de uma cidade para outra cidade. Você deve analisar as estradas que há entre essas cidades, o piso delas, as pontes e seus limites, e os pedágios envolvidos e deve achar o custo mínimo de pedágio que o motorista precisa pagar. É óbvio que você deve considerar as restrições adicionais porventura existentes.

Os dados que você receberá são, pela ordem:

- Na primeira e segunda linha, uma lista de 10 cidades, em ordem alfabética. Na terceira linha, vem a informação da origem e destino do caminhão. Na quarta linha, vem o peso do caminhão. Na quinta linha, e pelas próximas 25 linhas, uma estrada. Nesta linha (estrada), vem, em ordem, as seguintes informações

- A cidade de origem da estrada
- A cidade de destino da estrada
- O tipo de piso da estrada (A, P, C, respectivamente Asfalto, Pedra e Cascalho)
- A quantidade  $k$  de postos de pedágio
- Uma lista de  $k$  preços, identificando o valor de cada um dos  $k$  pedágios.
- A quantidade  $m$  de pontes
- Uma lista de  $m$  pesos, identificando o limite de peso de cada uma das  $m$  pontes.

Para esta viagem, você deve calcular 3 valores:

- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão usar apenas estradas de asfalto.
- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão não usar estradas de cascalho
- O preço de pedágio mínimo, usando qualquer estrada.

Note que por uma invariante do problema, o último preço vai ser menor (ou igual) que os outros dois, e o do meio vai ser menor (ou igual) ao primeiro preço.

Seja um exemplo completo

Cidades deste problema =

BEZORNIA, CAINAOCAL, FELISBINA, HABEMUS, JUCUNDINO, KALENGA, QUILONZA, SAPATADAS, URUCABA, ZOMBROS

Origem = HABEMUS Destino = QUILONZA

Peso do caminhão = 2.7 ton	
HABEMUS	ZOMBROS C 1 3.80 3 3.5 4.5 8.0
QUILONZA	SAPATADAS C 1 4.00 1 5.0
URUCABA	BEZORNIA C 1 4.30 2 4.0 4.0
CAINAOCAL	QUILONZA A 1 5.10 1 2.9
FELISBINA	JUCUNDINO C 1 2.30 3 4.2 4.1 4.0
KALENGA	QUILONZA C 1 5.60 3 4.5 3.5 3.3
JUCUNDINO	KALENGA A 1 2.10 1 2.9
FELISBINA	HABEMUS A 1 3.60 1 2.9
SAPATADAS	ZOMBROS C 1 6.00 1 4.8
FELISBINA	URUCABA A 1 3.90 1 4.3
BEZORNIA	CAINAOCAL A 1 4.80 1 4.1
KALENGA	SAPATADAS A 2 2.80 2.50 2 2.2 4.0
BEZORNIA	FELISBINA P 2 3.90 3.20 1 4.5
QUILONZA	URUCABA P 1 2.20 1 4.5
FELISBINA	SAPATADAS A 1 2.50 1 3.5
HABEMUS	KALENGA A 1 4.70 2 4.1 4.8
CAINAOCAL	SAPATADAS A 1 4.30 1 4.0
CAINAOCAL	HABEMUS A 1 5.70 1 4.8
ZOMBROS	CAINAOCAL C 4 5.20 2.30 4.10 2.50 2 4.1 4.8
CAINAOCAL	FELISBINA A 3 5.70 3.10 3.80 2 1.1 5.5
JUCUNDINO	QUILONZA A 3 4.30 3.10 2.80 1 4.3
SAPATADAS	URUCABA A 1 3.50 1 4.1
ZOMBROS	BEZORNIA A 1 5.00 1 4.2
HABEMUS	JUCUNDINO P 2 4.30 4.10 3 4.0 4.5 8.0
URUCABA	ZOMBROS A 1 3.50 3 4.3 8.0 5.6

Resposta para este primeiro exemplo = 10.80\$ 9.70\$ 9.50\$

## Orientação para solução

Embora este problema pareça cheio de detalhes, na verdade ele é uma simples aplicação do algoritmo de caminho mínimo. Os detalhes vão sendo desbastados um a um, como segue

1. O argumento do peso do caminhão é tratado excluindo simplesmente do problema qualquer estrada cuja ponte menos resistente não agüente o peso do caminhão.
2. Cada estrada deve gerar duas arestas no grafo (atente que **todas as estradas são bidirecionais**). O custo de cada estrada é a soma dos pedágios e ela deve ser lançada na linha=origem e coluna=destino e também na linha=destino e coluna=origem.
3. Devem-se criar 3 matrizes de custo de transporte (também conhecidas genericamente como matrizes de adjacência e custos), a saber
  - (a) A primeira matriz contém apenas as estradas de asfalto.
  - (b) A segunda contém as estradas de asfalto e pedra
  - (c) A terceira contém todas as estradas
4. As cidades embora tenham nomes estrambóticos, não repetem nenhuma inicial, e lá no começo do enunciado seus nomes aparecem em ordem alfabética. Assim, para diminuir o ruído, sugere-se usar as cidades como A, B, C e assim por diante.
5. Uma boa coisa é listar as cidades em ordem alfabética e depois numerá-las, e trocar letras pelos seus índices. Fica meio confuso mas é muito mais fácil de operar os algoritmos.
6. Para resolver o problema depois de montar as matrizes de custo, pode-se usar o algoritmo de Dijkstra (vivo621) ou o de Warshall (vivo624). O primeiro tem desempenho  $O(n^2)$  enquanto o segundo tem  $O(n^3)$ , mas ambos dão resultados corretos.

## Para você fazer

Seja um problema com 10 cidades e 25 estradas. Eis os dados:

Cidades deste problema =

ESTROGARDA, FELISBINA, GROTAMOLE, IRADAS, JUCUNDINO, MASEMOLE, QUILONZA, RATUNDINO, SAPATADAS, WISKERIA

Origem = RATUNDINO Destino = IRADAS

Peso do caminhão = 2.0 ton	
SAPATADAS	ESTROGARDA P 1 6.00 1 4.1
WISKERIA	FELISBINA A 1 5.50 2 4.7 4.0
FELISBINA	IRADAS A 4 4.30 5.20 6.00 2.30 1 4.5
QUILONZA	SAPATADAS C 1 2.20 1 4.7
JUCUNDINO	RATUNDINO A 1 2.60 2 5.5 2.2
MASEMOLE	WISKERIA A 2 2.30 3.50 2 4.2 3.5
MASEMOLE	RATUNDINO P 1 2.80 2 4.0 4.0
SAPATADAS	WISKERIA P 1 2.60 1 2.2
ESTROGARDA	GROTAMOLE A 1 3.10 4 1.1 5.5 4.7 2.0
ESTROGARDA	FELISBINA A 1 6.00 3 4.5 4.0 4.0
GROTAMOLE	SAPATADAS A 4 5.70 2.70 5.20 3.70 1 4.1
FELISBINA	GROTAMOLE C 1 3.60 1 4.3
GROTAMOLE	JUCUNDINO A 2 2.70 2.90 1 4.1
GROTAMOLE	IRADAS P 1 5.80 1 4.1
RATUNDINO	SAPATADAS A 2 4.80 4.40 1 1.1
QUILONZA	RATUNDINO A 2 5.30 4.00 2 4.1 4.8
MASEMOLE	QUILONZA A 2 5.30 2.20 1 1.1
ESTROGARDA	RATUNDINO A 1 2.70 1 4.0
IRADAS	JUCUNDINO C 2 5.00 5.30 1 2.9
RATUNDINO	WISKERIA C 2 4.00 3.20 1 4.0
WISKERIA	ESTROGARDA C 1 4.90 2 4.0 4.0
GROTAMOLE	QUILONZA C 1 4.90 2 2.0 4.1
JUCUNDINO	MASEMOLE A 4 2.90 4.30 3.20 4.70 1 4.7
JUCUNDINO	QUILONZA P 1 5.90 1 3.3
IRADAS	MASEMOLE A 3 2.30 2.80 5.40 2 4.5 1.0

Responda aqui

\$ p/ asfalto	\$ p/ A+P	\$ geral



116-69208 - 23/05

## Orientação para solução

Embora este problema pareça cheio de detalhes, na verdade ele é uma simples aplicação do algoritmo de caminho mínimo. Os detalhes vão sendo desbastados um a um, como segue

### Qual o menor pedágio ?

A empresa de transportes rodoviários Bruxa Solta, teve um grande sucesso nos últimos anos. Parte desse sucesso se deve à política de bom atendimento, zero perdas e mínimo de atraso nas entregas. Mas, parte também se deve a um eficiente programa computacional de cálculo de caminhos mínimos entre todas as cidades atendidas pela Bruxa Solta.

Antes de cada viagem, o motorista que vai sair, efetua uma consulta no programa Bruxajato, que faz todos os cálculos e indica a rota ótima para o motorista. Mas, para azar dos envolvidos, no dia de ontem o analista-programador contratado (e pago a peso de ouro) foi fazer uma manutenção não programada no computador, meteu os pés pela mãos, e tudo parou de funcionar, sem previsão de retorno (e pelo jeito, vai demorar...).

Assim, sobrou para você: sem o bruxajato funcionando, e com os caminhões precisando sair para a estrada, você vai ter que apertar os neurônios e achar a rota indicada para cada motorista.

Para seu trabalho, você vai contar com um mapa de cidades, estradas, pontes e postos de pedágio. Cada estrada vai ligar 2 cidades, vai ter um determinado piso (asfalto, pedra ou cascalho), poderá contar com algumas pontes, cada uma com um limite máximo de peso suportado e eventualmente com um ou mais postos de pedágio.

Há um caminhão com um determinado peso, saindo de uma cidade para outra cidade. Você deve analisar as estradas que há entre essas cidades, o piso delas, as pontes e seus limites, e os pedágios envolvidos e deve achar o custo mínimo de pedágio que o motorista precisa pagar. É óbvio que você deve considerar as restrições adicionais porventura existentes.

Os dados que você receberá são, pela ordem:

- Na primeira e segunda linha, uma lista de 10 cidades, em ordem alfabética. Na terceira linha, vem a informação da origem e destino do caminhão. Na quarta linha, vem o peso do caminhão. Na quinta linha, e pelas próximas 25 linhas, uma estrada. Nesta linha (estrada), vem, em ordem, as seguintes informações

- A cidade de origem da estrada
- A cidade de destino da estrada
- O tipo de piso da estrada (A, P, C, respectivamente Asfalto, Pedra e Cascalho)
- A quantidade  $k$  de postos de pedágio
- Uma lista de  $k$  preços, identificando o valor de cada um dos  $k$  pedágios.
- A quantidade  $m$  de pontes
- Uma lista de  $m$  pesos, identificando o limite de peso de cada uma das  $m$  pontes.

Para esta viagem, você deve calcular 3 valores:

- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão usar apenas estradas de asfalto.
- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão não usar estradas de cascalho
- O preço de pedágio mínimo, usando qualquer estrada.

Note que por uma invariante do problema, o último preço vai ser menor (ou igual) que os outros dois, e o do meio vai ser menor (ou igual) ao primeiro preço.

Seja um exemplo completo

Cidades deste problema =

BEZORNIA, CAINAOCAL, FELISBINA, HABEMUS, JUCUNDINO, KALENGA, QUILONZA, SAPATADAS, URUCABA, ZOMBROS

Origem = HABEMUS Destino = QUILONZA

Peso do caminhão = 2.7 ton	
HABEMUS	ZOMBROS C 1 3.80 3 3.5 4.5 8.0
QUILONZA	SAPATADAS C 1 4.00 1 5.0
URUCABA	BEZORNIA C 1 4.30 2 4.0 4.0
CAINAOCAL	QUILONZA A 1 5.10 1 2.9
FELISBINA	JUCUNDINO C 1 2.30 3 4.2 4.1 4.0
KALENGA	QUILONZA C 1 5.60 3 4.5 3.5 3.3
JUCUNDINO	KALENGA A 1 2.10 1 2.9
FELISBINA	HABEMUS A 1 3.60 1 2.9
SAPATADAS	ZOMBROS C 1 6.00 1 4.8
FELISBINA	URUCABA A 1 3.90 1 4.3
BEZORNIA	CAINAOCAL A 1 4.80 1 4.1
KALENGA	SAPATADAS A 2 2.80 2.50 2 2.2 4.0
BEZORNIA	FELISBINA P 2 3.90 3.20 1 4.5
QUILONZA	URUCABA P 1 2.20 1 4.5
FELISBINA	SAPATADAS A 1 2.50 1 3.5
HABEMUS	KALENGA A 1 4.70 2 4.1 4.8
CAINAOCAL	SAPATADAS A 1 4.30 1 4.0
CAINAOCAL	HABEMUS A 1 5.70 1 4.8
ZOMBROS	CAINAOCAL C 4 5.20 2.30 4.10 2.50 2 4.1 4.8
CAINAOCAL	FELISBINA A 3 5.70 3.10 3.80 2 1.1 5.5
JUCUNDINO	QUILONZA A 3 4.30 3.10 2.80 1 4.3
SAPATADAS	URUCABA A 1 3.50 1 4.1
ZOMBROS	BEZORNIA A 1 5.00 1 4.2
HABEMUS	JUCUNDINO P 2 4.30 4.10 3 4.0 4.5 8.0
URUCABA	ZOMBROS A 1 3.50 3 4.3 8.0 5.6

Resposta para este primeiro exemplo = 10.80\$ 9.70\$ 9.50\$

1. O argumento do peso do caminhão é tratado excluindo simplesmente do problema qualquer estrada cuja ponte menos resistente não agente o peso do caminhão.
2. Cada estrada deve gerar duas arestas no grafo (atente que **todas as estradas são bidirecionais**). O custo de cada estrada é a soma dos pedágios e ela deve ser lançada na linha=origem e coluna=destino e também na linha=destino e coluna=origem.
3. Devem-se criar 3 matrizes de custo de transporte (também conhecidas genericamente como matrizes de adjacência e custos), a saber
  - (a) A primeira matriz contém apenas as estradas de asfalto.
  - (b) A segunda contém as estradas de asfalto e pedra
  - (c) A terceira contém todas as estradas
4. As cidades embora tenham nomes estrambóticos, não repetem nenhuma inicial, e lá no começo do enunciado seus nomes aparecem em ordem alfabética. Assim, para diminuir o ruído, sugere-se usar as cidades como A, B, C e assim por diante.
5. Uma boa coisa é listar as cidades em ordem alfabética e depois numerá-las, e trocar letras pelos seus índices. Fica meio confuso mas é muito mais fácil de operar os algoritmos.
6. Para resolver o problema depois de montar as matrizes de custo, pode-se usar o algoritmo de Dijkstra (vivo621) ou o de Warshall (vivo624). O primeiro tem desempenho  $O(n^2)$  enquanto o segundo tem  $O(n^3)$ , mas ambos dão resultados corretos.

### Para você fazer

Seja um problema com 10 cidades e 25 estradas. Eis os dados:

Cidades deste problema =

ARANVILA, ESTROGARDA, GROTAMOLE, IRADAS, KALENGA, NUNCARAS,

TUIDEFORA, VIAJANDAO, WISKERIA, ZOMBROS

Origem = ESTROGARDA Destino = NUNCARAS

Peso do caminhão = 2.2 ton

TUIDEFORA	WISKERIA	P 3 3.00 4.20 2.90	1 6.0
ESTROGARDA	IRADAS	C 1 3.70	1 4.7
NUNCARAS	VIAJANDAO	A 2 5.90 5.60	1 5.5
ARANVILA	TUIDEFORA	A 1 3.10	2 2.2 4.7
TUIDEFORA	VIAJANDAO	P 3 3.20 2.80 3.10	2 1.1 4.0
NUNCARAS	TUIDEFORA	P 2 5.10 3.10	1 2.9
WISKERIA	ZOMBROS	A 2 3.50 5.00	3 4.7 8.0 2.2
KALENGA	NUNCARAS	P 1 2.40	1 2.2
IRADAS	KALENGA	A 1 5.10	2 4.8 4.0
WISKERIA	ARANVILA	A 2 4.10 5.30	1 4.7
ARANVILA	ESTROGARDA	A 1 2.70	2 3.3 3.5
ARANVILA	GROTAMOLE	A 3 3.20 4.00 2.20	2 4.5 2.0
KALENGA	TUIDEFORA	C 1 2.20	2 3.5 5.0
ESTROGARDA	VIAJANDAO	A 2 4.50 2.10	1 4.3
ESTROGARDA	GROTAMOLE	A 2 5.00 3.20	2 3.3 5.5
VIAJANDAO	ZOMBROS	A 1 4.60	2 3.3 4.7
VIAJANDAO	WISKERIA	P 2 4.50 5.20	1 4.3
ZOMBROS	ARANVILA	A 1 2.50	1 4.1
GROTAMOLE	NUNCARAS	A 2 5.20 5.60	1 4.3
GROTAMOLE	KALENGA	A 2 2.50 2.80	1 4.5
ARANVILA	VIAJANDAO	A 1 3.60	2 4.2 4.1
GROTAMOLE	IRADAS	A 1 2.50	1 4.5
ZOMBROS	ESTROGARDA	A 2 6.00 5.10	1 3.3
IRADAS	NUNCARAS	A 1 5.80	1 4.1
ARANVILA	KALENGA	P 1 5.30	1 6.0

Responda aqui

\$ p/ asfalto	\$ p/ A+P	\$ geral



116-69039 - 23/05

## Qual o menor pedágio ?

A empresa de transportes rodoviários Bruxa Solta, teve um grande sucesso nos últimos anos. Parte desse sucesso se deve à política de bom atendimento, zero perdas e mínimo de atraso nas entregas. Mas, parte também se deve a um eficiente programa computacional de cálculo de caminhos mínimos entre todas as cidades atendidas pela Bruxa Solta.

Antes de cada viagem, o motorista que vai sair, efetua uma consulta no programa Bruxajato, que faz todos os cálculos e indica a rota ótima para o motorista. Mas, para azar dos envolvidos, no dia de ontem o analista-programador contratado (e pago a peso de ouro) foi fazer uma manutenção não programada no computador, meteu os pés pela mãos, e tudo parou de funcionar, sem previsão de retorno (e pelo jeito, vai demorar...).

Assim, sobrou para você: sem o bruxajato funcionando, e com os caminhões precisando sair para a estrada, você vai ter que apertar os neurônios e achar a rota indicada para cada motorista.

Para seu trabalho, você vai contar com um mapa de cidades, estradas, pontes e postos de pedágio. Cada estrada vai ligar 2 cidades, vai ter um determinado piso (asfalto, pedra ou cascalho), poderá contar com algumas pontes, cada uma com um limite máximo de peso suportado e eventualmente com um ou mais postos de pedágio.

Há um caminhão com um determinado peso, saindo de uma cidade para outra cidade. Você deve analisar as estradas que há entre essas cidades, o piso delas, as pontes e seus limites, e os pedágios envolvidos e deve achar o custo mínimo de pedágio que o motorista precisa pagar. É óbvio que você deve considerar as restrições adicionais porventura existentes.

Os dados que você receberá são, pela ordem:

- Na primeira e segunda linha, uma lista de 10 cidades, em ordem alfabética. Na terceira linha, vem a informação da origem e destino do caminhão. Na quarta linha, vem o peso do caminhão. Na quinta linha, e pelas próximas 25 linhas, uma estrada. Nesta linha (estrada), vem, em ordem, as seguintes informações

- A cidade de origem da estrada
- A cidade de destino da estrada
- O tipo de piso da estrada (A, P, C, respectivamente Asfalto, Pedra e Cascalho)
- A quantidade  $k$  de postos de pedágio
- Uma lista de  $k$  preços, identificando o valor de cada um dos  $k$  pedágios.
- A quantidade  $m$  de pontes
- Uma lista de  $m$  pesos, identificando o limite de peso de cada uma das  $m$  pontes.

Para esta viagem, você deve calcular 3 valores:

- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão usar apenas estradas de asfalto.
- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão não usar estradas de cascalho
- O preço de pedágio mínimo, usando qualquer estrada.

Note que por uma invariante do problema, o último preço vai ser menor (ou igual) que os outros dois, e o do meio vai ser menor (ou igual) ao primeiro preço.

Seja um exemplo completo

Cidades deste problema =  
 BEZORNIA, CAINAOCAI, FELISBINA, HABEMUS, JUCUNDINO, KALENGA,  
 QUILONZA, SAPATADAS, URUCABA, ZOMBROS  
 Origem = HABEMUS Destino = QUILONZA  
 Peso do caminhão = 2.7 ton

HABEMUS	ZOMBROS	C	1	3.80	3	3.5	4.5	8.0		
QUILONZA	SAPATADAS	C	1	4.00	1	5.0				
URUCABA	BEZORNIA	C	1	4.30	2	4.0	4.0			
CAINAOCAI	QUILONZA	A	1	5.10	1	2.9				
FELISBINA	JUCUNDINO	C	1	2.30	3	4.2	4.1	4.0		
KALENGA	QUILONZA	C	1	5.60	3	4.5	3.5	3.3		
JUCUNDINO	KALENGA	A	1	2.10	1	2.9				
FELISBINA	HABEMUS	A	1	3.60	1	2.9				
SAPATADAS	ZOMBROS	C	1	6.00	1	4.8				
FELISBINA	URUCABA	A	1	3.90	1	4.3				
BEZORNIA	CAINAOCAI	A	1	4.80	1	4.1				
KALENGA	SAPATADAS	A	2	2.80	2.50	2	2.2	4.0		
BEZORNIA	FELISBINA	P	2	3.90	3.20	1	4.5			
QUILONZA	URUCABA	P	1	2.20	1	4.5				
FELISBINA	SAPATADAS	A	1	2.50	1	3.5				
HABEMUS	KALENGA	A	1	4.70	2	4.1	4.8			
CAINAOCAI	SAPATADAS	A	1	4.30	1	4.0				
CAINAOCAI	HABEMUS	A	1	5.70	1	4.8				
ZOMBROS	CAINAOCAI	C	4	5.20	2.30	4.10	2.50	2	4.1	4.8
CAINAOCAI	FELISBINA	A	3	5.70	3.10	3.80	2	1.1	5.5	
JUCUNDINO	QUILONZA	A	3	4.30	3.10	2.80	1	4.3		
SAPATADAS	URUCABA	A	1	3.50	1	4.1				
ZOMBROS	BEZORNIA	A	1	5.00	1	4.2				
HABEMUS	JUCUNDINO	P	2	4.30	4.10	3	4.0	4.5	8.0	
URUCABA	ZOMBROS	A	1	3.50	3	4.3	8.0	5.6		

Resposta para este primeiro exemplo = 10.80\$ 9.70\$ 9.50\$

## Orientação para solução

Embora este problema pareça cheio de detalhes, na verdade ele é uma simples aplicação do algoritmo de caminho mínimo. Os detalhes vão sendo desbastados um a um, como segue

1. O argumento do peso do caminhão é tratado excluindo simplesmente do problema qualquer estrada cuja ponte menos resistente não agüente o peso do caminhão.
2. Cada estrada deve gerar duas arestas no grafo (atente que **todas as estradas são bidirecionais**). O custo de cada estrada é a soma dos pedágios e ela deve ser lançada na linha=origem e coluna=destino e também na linha=destino e coluna=origem.
3. Devem-se criar 3 matrizes de custo de transporte (também conhecidas genericamente como matrizes de adjacência e custos), a saber
  - (a) A primeira matriz contém apenas as estradas de asfalto.
  - (b) A segunda contém as estradas de asfalto e pedra
  - (c) A terceira contém todas as estradas
4. As cidades embora tenham nomes estrambóticos, não repetem nenhuma inicial, e lá no começo do enunciado seus nomes aparecem em ordem alfabética. Assim, para diminuir o ruído, sugere-se usar as cidades como A, B, C e assim por diante.
5. Uma boa coisa é listar as cidades em ordem alfabética e depois numerá-las, e trocar letras pelos seus índices. Fica meio confuso mas é muito mais fácil de operar os algoritmos.
6. Para resolver o problema depois de montar as matrizes de custo, pode-se usar o algoritmo de Dijkstra (vivo621) ou o de Warshall (vivo624). O primeiro tem desempenho  $O(n^2)$  enquanto o segundo tem  $O(n^3)$ , mas ambos dão resultados corretos.

## Para você fazer

Seja um problema com 10 cidades e 25 estradas. Eis os dados:

Cidades deste problema =  
 BEZORNIA, CAINAOCAI, FELISBINA, HABEMUS, IRADAS, NUNCARAS,  
 PEREBENTAS, QUILONZA, XUNDARAO, ZOMBROS  
 Origem = IRADAS Destino = HABEMUS  
 Peso do caminhão = 2.2 ton

IRADAS	QUILONZA	A	2	4.40	2.40	2	4.0	4.1			
PEREBENTAS	QUILONZA	A	2	2.20	3.80	1	2.9				
ZOMBROS	CAINAOCAI	A	1	2.30		1	4.3				
IRADAS	NUNCARAS	A	2	2.10	3.40	2	2.9	4.1			
HABEMUS	IRADAS	C	2	3.60	2.10	2	6.0	4.0			
NUNCARAS	QUILONZA	A	2	5.40	4.20	1	5.6				
PEREBENTAS	XUNDARAO	P	1	5.70		2	4.5	4.0			
FELISBINA	HABEMUS	A	2	2.90	4.80	2	5.6	4.3			
QUILONZA	ZOMBROS	A	1	5.50		2	2.0	6.0			
PEREBENTAS	ZOMBROS	A	1	6.00		1	5.5				
QUILONZA	XUNDARAO	C	1	3.30		2	2.0	4.0			
HABEMUS	NUNCARAS	P	1	3.80		2	2.2	5.6			
FELISBINA	IRADAS	C	3	4.20	2.60	2.80	1	4.2			
IRADAS	PEREBENTAS	P	1	6.00		2	5.0	3.5			
BEZORNIA	CAINAOCAI	P	1	5.60		1	5.0				
ZOMBROS	BEZORNIA	A	1	5.50		2	2.2	4.7			
BEZORNIA	FELISBINA	A	3	3.40	6.00	4.60	1	5.0			
CAINAOCAI	FELISBINA	A	1	2.10		1	4.0				
CAINAOCAI	IRADAS	A	2	5.40	3.20	1	4.5				
XUNDARAO	BEZORNIA	P	2	3.00	5.40	2	5.5	4.8			
XUNDARAO	ZOMBROS	A	3	4.10	3.70	3.20	4	8.0	4.7	5.0	4.3
BEZORNIA	PEREBENTAS	P	1	3.30		2	4.1	4.5			
CAINAOCAI	HABEMUS	P	2	3.50	3.40	2	6.0	4.0			
NUNCARAS	PEREBENTAS	P	1	5.40		1	4.5				
BEZORNIA	NUNCARAS	P	1	4.20		2	8.0	4.0			

Responda aqui

\$ p/ asfalto	\$ p/ A+P	\$ geral



116-69046 - 23/05

## Qual o menor pedágio ?

A empresa de transportes rodoviários Bruxa Solta, teve um grande sucesso nos últimos anos. Parte desse sucesso se deve à política de bom atendimento, zero perdas e mínimo de atraso nas entregas. Mas, parte também se deve a um eficiente programa computacional de cálculo de caminhos mínimos entre todas as cidades atendidas pela Bruxa Solta.

Antes de cada viagem, o motorista que vai sair, efetua uma consulta no programa Bruxajato, que faz todos os cálculos e indica a rota ótima para o motorista. Mas, para azar dos envolvidos, no dia de ontem o analista-programador contratado (e pago a peso de ouro) foi fazer uma manutenção não programada no computador, meteu os pés pela mãos, e tudo parou de funcionar, sem previsão de retorno (e pelo jeito, vai demorar...).

Assim, sobrou para você: sem o bruxajato funcionando, e com os caminhões precisando sair para a estrada, você vai ter que apertar os neurônios e achar a rota indicada para cada motorista.

Para seu trabalho, você vai contar com um mapa de cidades, estradas, pontes e postos de pedágio. Cada estrada vai ligar 2 cidades, vai ter um determinado piso (asfalto, pedra ou cascalho), poderá contar com algumas pontes, cada uma com um limite máximo de peso suportado e eventualmente com um ou mais postos de pedágio.

Há um caminhão com um determinado peso, saindo de uma cidade para outra cidade. Você deve analisar as estradas que há entre essas cidades, o piso delas, as pontes e seus limites, e os pedágios envolvidos e deve achar o custo mínimo de pedágio que o motorista precisa pagar. É óbvio que você deve considerar as restrições adicionais porventura existentes.

Os dados que você receberá são, pela ordem:

- Na primeira e segunda linha, uma lista de 10 cidades, em ordem alfabética. Na terceira linha, vem a informação da origem e destino do caminhão. Na quarta linha, vem o peso do caminhão. Na quinta linha, e pelas próximas 25 linhas, uma estrada. Nesta linha (estrada), vem, em ordem, as seguintes informações

- A cidade de origem da estrada
- A cidade de destino da estrada
- O tipo de piso da estrada (A, P, C, respectivamente Asfalto, Pedra e Cascalho)
- A quantidade  $k$  de postos de pedágio
- Uma lista de  $k$  preços, identificando o valor de cada um dos  $k$  pedágios.
- A quantidade  $m$  de pontes
- Uma lista de  $m$  pesos, identificando o limite de peso de cada uma das  $m$  pontes.

Para esta viagem, você deve calcular 3 valores:

- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão usar apenas estradas de asfalto.
- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão não usar estradas de cascalho
- O preço de pedágio mínimo, usando qualquer estrada.

Note que por uma invariante do problema, o último preço vai ser menor (ou igual) que os outros dois, e o do meio vai ser menor (ou igual) ao primeiro preço.

Seja um exemplo completo

Cidades deste problema =

BEZORNIA, CAINAOCAL, FELISBINA, HABEMUS, JUCUNDINO, KALENGA, QUILONZA, SAPATADAS, URUCABA, ZOMBROS

Origem = HABEMUS Destino = QUILONZA

Peso do caminhão = 2.7 ton	
HABEMUS	ZOMBROS C 1 3.80 3 3.5 4.5 8.0
QUILONZA	SAPATADAS C 1 4.00 1 5.0
URUCABA	BEZORNIA C 1 4.30 2 4.0 4.0
CAINAOCAL	QUILONZA A 1 5.10 1 2.9
FELISBINA	JUCUNDINO C 1 2.30 3 4.2 4.1 4.0
KALENGA	QUILONZA C 1 5.60 3 4.5 3.5 3.3
JUCUNDINO	KALENGA A 1 2.10 1 2.9
FELISBINA	HABEMUS A 1 3.60 1 2.9
SAPATADAS	ZOMBROS C 1 6.00 1 4.8
FELISBINA	URUCABA A 1 3.90 1 4.3
BEZORNIA	CAINAOCAL A 1 4.80 1 4.1
KALENGA	SAPATADAS A 2 2.80 2.50 2 2.2 4.0
BEZORNIA	FELISBINA P 2 3.90 3.20 1 4.5
QUILONZA	URUCABA P 1 2.20 1 4.5
FELISBINA	SAPATADAS A 1 2.50 1 3.5
HABEMUS	KALENGA A 1 4.70 2 4.1 4.8
CAINAOCAL	SAPATADAS A 1 4.30 1 4.0
CAINAOCAL	HABEMUS A 1 5.70 1 4.8
ZOMBROS	CAINAOCAL C 4 5.20 2.30 4.10 2.50 2 4.1 4.8
CAINAOCAL	FELISBINA A 3 5.70 3.10 3.80 2 1.1 5.5
JUCUNDINO	QUILONZA A 3 4.30 3.10 2.80 1 4.3
SAPATADAS	URUCABA A 1 3.50 1 4.1
ZOMBROS	BEZORNIA A 1 5.00 1 4.2
HABEMUS	JUCUNDINO P 2 4.30 4.10 3 4.0 4.5 8.0
URUCABA	ZOMBROS A 1 3.50 3 4.3 8.0 5.6

Resposta para este primeiro exemplo = 10.80\$ 9.70\$ 9.50\$

## Orientação para solução

Embora este problema pareça cheio de detalhes, na verdade ele é uma simples aplicação do algoritmo de caminho mínimo. Os detalhes vão sendo desbastados um a um, como segue

1. O argumento do peso do caminhão é tratado excluindo simplesmente do problema qualquer estrada cuja ponte menos resistente não agüente o peso do caminhão.
2. Cada estrada deve gerar duas arestas no grafo (atente que **todas as estradas são bidirecionais**). O custo de cada estrada é a soma dos pedágios e ela deve ser lançada na linha=origem e coluna=destino e também na linha=destino e coluna=origem.
3. Devem-se criar 3 matrizes de custo de transporte (também conhecidas genericamente como matrizes de adjacência e custos), a saber
  - (a) A primeira matriz contém apenas as estradas de asfalto.
  - (b) A segunda contém as estradas de asfalto e pedra
  - (c) A terceira contém todas as estradas
4. As cidades embora tenham nomes estrambóticos, não repetem nenhuma inicial, e lá no começo do enunciado seus nomes aparecem em ordem alfabética. Assim, para diminuir o ruído, sugere-se usar as cidades como A, B, C e assim por diante.
5. Uma boa coisa é listar as cidades em ordem alfabética e depois numerá-las, e trocar letras pelos seus índices. Fica meio confuso mas é muito mais fácil de operar os algoritmos.
6. Para resolver o problema depois de montar as matrizes de custo, pode-se usar o algoritmo de Dijkstra (vivo621) ou o de Warshall (vivo624). O primeiro tem desempenho  $O(n^2)$  enquanto o segundo tem  $O(n^3)$ , mas ambos dão resultados corretos.

## Para você fazer

Seja um problema com 10 cidades e 25 estradas. Eis os dados:

Cidades deste problema =

ARANVILA, ESTROGARDA, GROTAMOLE, IRADAS, OLHAQUI, PEREBENTAS, WISKERIA, XUNDARAO, YPETATA, ZOMBROS

Origem = YPETATA Destino = ESTROGARDA

Peso do caminhão = 2.0 ton

ARANVILA	ESTROGARDA	P 1 6.00	2 5.5 4.0
YPETATA	ZOMBROS	A 1 5.50	1 5.5
WISKERIA	XUNDARAO	P 2 5.00 3.10	1 2.9
PEREBENTAS	XUNDARAO	A 1 4.20	1 2.9
IRADAS	OLHAQUI	P 1 2.40	2 4.5 4.1
IRADAS	WISKERIA	A 1 3.70	2 4.5 4.0
PEREBENTAS	WISKERIA	A 2 3.60 5.10	1 2.0
OLHAQUI	PEREBENTAS	P 1 4.80	1 4.5
ZOMBROS	ESTROGARDA	C 1 2.60	1 6.0
IRADAS	YPETATA	A 3 4.80 3.20 3.10	1 5.0
GROTAMOLE	OLHAQUI	A 1 4.10	1 1.1
OLHAQUI	XUNDARAO	A 2 3.80 5.10	1 2.2
GROTAMOLE	IRADAS	A 2 4.50 5.70	1 4.0
XUNDARAO	YPETATA	A 1 4.90	2 4.7 4.3
XUNDARAO	ZOMBROS	A 3 2.60 4.80 2.20	1 5.0
ESTROGARDA	IRADAS	A 2 6.00 2.10	3 4.5 2.9 4.5
IRADAS	PEREBENTAS	C 2 4.90 4.50	1 2.9
WISKERIA	YPETATA	A 4 5.10 4.60 5.20 3.40	1 2.2
IRADAS	XUNDARAO	P 2 2.40 2.20	1 5.6
ZOMBROS	ARANVILA	A 1 4.80	1 2.2
OLHAQUI	WISKERIA	A 1 5.80	2 4.3 4.0
YPETATA	ARANVILA	A 2 4.40 4.60	1 4.7
ESTROGARDA	GROTAMOLE	A 1 5.40	2 1.1 5.5
ARANVILA	PEREBENTAS	A 1 3.70	2 2.9 5.6
ARANVILA	GROTAMOLE	A 1 5.50	1 4.7

Responda aqui

\$ p/ asfalto	\$ p/ A+P	\$ geral



116-69060 - 23/05

## Orientação para solução

Embora este problema pareça cheio de detalhes, na verdade ele é uma simples aplicação do algoritmo de caminho mínimo. Os detalhes vão sendo desbastados um a um, como segue

### Qual o menor pedágio ?

A empresa de transportes rodoviários Bruxa Solta, teve um grande sucesso nos últimos anos. Parte desse sucesso se deve à política de bom atendimento, zero perdas e mínimo de atraso nas entregas. Mas, parte também se deve a um eficiente programa computacional de cálculo de caminhos mínimos entre todas as cidades atendidas pela Bruxa Solta.

Antes de cada viagem, o motorista que vai sair, efetua uma consulta no programa Bruxajato, que faz todos os cálculos e indica a rota ótima para o motorista. Mas, para azar dos envolvidos, no dia de ontem o analista-programador contratado (e pago a peso de ouro) foi fazer uma manutenção não programada no computador, meteu os pés pela mãos, e tudo parou de funcionar, sem previsão de retorno (e pelo jeito, vai demorar...).

Assim, sobrou para você: sem o bruxajato funcionando, e com os caminhões precisando sair para a estrada, você vai ter que apertar os neurônios e achar a rota indicada para cada motorista.

Para seu trabalho, você vai contar com um mapa de cidades, estradas, pontes e postos de pedágio. Cada estrada vai ligar 2 cidades, vai ter um determinado piso (asfalto, pedra ou cascalho), poderá contar com algumas pontes, cada uma com um limite máximo de peso suportado e eventualmente com um ou mais postos de pedágio.

Há um caminhão com um determinado peso, saindo de uma cidade para outra cidade. Você deve analisar as estradas que há entre essas cidades, o piso delas, as pontes e seus limites, e os pedágios envolvidos e deve achar o custo mínimo de pedágio que o motorista precisa pagar. É óbvio que você deve considerar as restrições adicionais porventura existentes.

Os dados que você receberá são, pela ordem:

- Na primeira e segunda linha, uma lista de 10 cidades, em ordem alfabética. Na terceira linha, vem a informação da origem e destino do caminhão. Na quarta linha, vem o peso do caminhão. Na quinta linha, e pelas próximas 25 linhas, uma estrada. Nesta linha (estrada), vem, em ordem, as seguintes informações

- A cidade de origem da estrada
- A cidade de destino da estrada
- O tipo de piso da estrada (A, P, C, respectivamente Asfalto, Pedra e Cascalho)
- A quantidade  $k$  de postos de pedágio
- Uma lista de  $k$  preços, identificando o valor de cada um dos  $k$  pedágios.
- A quantidade  $m$  de pontes
- Uma lista de  $m$  pesos, identificando o limite de peso de cada uma das  $m$  pontes.

Para esta viagem, você deve calcular 3 valores:

- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão usar apenas estradas de asfalto.
- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão não usar estradas de cascalho
- O preço de pedágio mínimo, usando qualquer estrada.

Note que por uma invariante do problema, o último preço vai ser menor (ou igual) que os outros dois, e o do meio vai ser menor (ou igual) ao primeiro preço.

Seja um exemplo completo

Cidades deste problema =

BEZORNIA, CAINAOCAL, FELISBINA, HABEMUS, JUCUNDINO, KALENGA, QUILONZA, SAPATADAS, URUCABA, ZOMBROS

Origem = HABEMUS Destino = QUILONZA

Origem = HABEMUS		Destino = QUILONZA		Peso do caminhão = 2.7 ton	
HABEMUS	ZOMBROS	C	1 3.80	3 3.5	4.5 8.0
QUILONZA	SAPATADAS	C	1 4.00	1 5.0	
URUCABA	BEZORNIA	C	1 4.30	2 4.0	4.0
CAINAOCAL	QUILONZA	A	1 5.10	1 2.9	
FELISBINA	JUCUNDINO	C	1 2.30	3 4.2	4.1 4.0
KALENGA	QUILONZA	C	1 5.60	3 4.5	3.5 3.3
JUCUNDINO	KALENGA	A	1 2.10	1 2.9	
FELISBINA	HABEMUS	A	1 3.60	1 2.9	
SAPATADAS	ZOMBROS	C	1 6.00	1 4.8	
FELISBINA	URUCABA	A	1 3.90	1 4.3	
BEZORNIA	CAINAOCAL	A	1 4.80	1 4.1	
KALENGA	SAPATADAS	A	2 2.80 2.50	2 2.2	4.0
BEZORNIA	FELISBINA	P	2 3.90 3.20	1 4.5	
QUILONZA	URUCABA	P	1 2.20	1 4.5	
FELISBINA	SAPATADAS	A	1 2.50	1 3.5	
HABEMUS	KALENGA	A	1 4.70	2 4.1	4.8
CAINAOCAL	SAPATADAS	A	1 4.30	1 4.0	
CAINAOCAL	HABEMUS	A	1 5.70	1 4.8	
ZOMBROS	CAINAOCAL	C	4 5.20 2.30 4.10 2.50	2 4.1	4.8
CAINAOCAL	FELISBINA	A	3 5.70 3.10 3.80	2 1.1	5.5
JUCUNDINO	QUILONZA	A	3 4.30 3.10 2.80	1 4.3	
SAPATADAS	URUCABA	A	1 3.50	1 4.1	
ZOMBROS	BEZORNIA	A	1 5.00	1 4.2	
HABEMUS	JUCUNDINO	P	2 4.30 4.10	3 4.0	4.5 8.0
URUCABA	ZOMBROS	A	1 3.50	3 4.3	8.0 5.6

Resposta para este primeiro exemplo = 10.80\$ 9.70\$ 9.50\$

1. O argumento do peso do caminhão é tratado excluindo simplesmente do problema qualquer estrada cuja ponte menos resistente não agente o peso do caminhão.
2. Cada estrada deve gerar duas arestas no grafo (atente que **todas as estradas são bidirecionais**). O custo de cada estrada é a soma dos pedágios e ela deve ser lançada na linha=origem e coluna=destino e também na linha=destino e coluna=origem.
3. Devem-se criar 3 matrizes de custo de transporte (também conhecidas genericamente como matrizes de adjacência e custos), a saber
  - (a) A primeira matriz contém apenas as estradas de asfalto.
  - (b) A segunda contém as estradas de asfalto e pedra
  - (c) A terceira contém todas as estradas
4. As cidades embora tenham nomes estrambóticos, não repetem nenhuma inicial, e lá no começo do enunciado seus nomes aparecem em ordem alfabética. Assim, para diminuir o ruído, sugere-se usar as cidades como A, B, C e assim por diante.
5. Uma boa coisa é listar as cidades em ordem alfabética e depois numerá-las, e trocar letras pelos seus índices. Fica meio confuso mas é muito mais fácil de operar os algoritmos.
6. Para resolver o problema depois de montar as matrizes de custo, pode-se usar o algoritmo de Dijkstra (vivo621) ou o de Warshall (vivo624). O primeiro tem desempenho  $O(n^2)$  enquanto o segundo tem  $O(n^3)$ , mas ambos dão resultados corretos.

### Para você fazer

Seja um problema com 10 cidades e 25 estradas. Eis os dados:

Cidades deste problema =

GROTAMOLE, HABEMUS, IRADAS, OLHAQUI, PEREBENTAS, SAPATADAS, TUIDEFORA, URUCABA, YPETATA, ZOMBROS

Origem = YPETATA Destino = ZOMBROS

Peso do caminhão = 2.4 ton

PEREBENTAS	TUIDEFORA	A	1 5.00	1 2.9	
GROTAMOLE	SAPATADAS	A	1 3.10	1 5.0	
SAPATADAS	YPETATA	A	2 2.30 5.90	1 4.1	
YPETATA	GROTAMOLE	A	1 2.30	2 4.5	4.3
ZOMBROS	HABEMUS	C	1 2.70	2 8.0	4.0
PEREBENTAS	SAPATADAS	C	3 2.60 2.10 4.60	1 5.0	
SAPATADAS	URUCABA	A	1 2.20	2 2.0	3.3
IRADAS	PEREBENTAS	A	1 5.00	1 4.7	
TUIDEFORA	URUCABA	C	2 5.70 2.90	2 1.1	4.7
IRADAS	SAPATADAS	P	1 3.30	2 5.5	4.1
SAPATADAS	TUIDEFORA	C	2 5.50 4.00	1 4.0	
URUCABA	ZOMBROS	C	1 5.30	1 2.9	
ZOMBROS	GROTAMOLE	P	2 5.50 4.00	1 4.0	
ZOMBROS	IRADAS	A	1 4.60	1 5.0	
HABEMUS	OLHAQUI	A	3 4.10 4.70 3.80	1 4.7	
TUIDEFORA	YPETATA	A	1 4.00	2 4.0	4.5
OLHAQUI	SAPATADAS	A	2 2.10 4.70	1 3.5	
URUCABA	YPETATA	A	1 5.00	2 4.5	4.1
OLHAQUI	PEREBENTAS	A	2 5.20 5.60	3 5.0	4.5 5.5
IRADAS	OLHAQUI	A	1 5.80	1 4.0	
HABEMUS	SAPATADAS	A	2 3.60 2.90	1 4.0	
YPETATA	ZOMBROS	P	1 5.30	2 4.2	1.0
GROTAMOLE	HABEMUS	P	3 2.70 2.60 5.20	1 5.5	
OLHAQUI	ZOMBROS	A	1 2.40	2 4.7	4.0
HABEMUS	IRADAS	A	1 5.30	1 5.0	

Responda aqui

\$ p/ asfalto	\$ p/ A+P	\$ geral



116-69077 - 23/05

## Qual o menor pedágio ?

A empresa de transportes rodoviários Bruxa Solta, teve um grande sucesso nos últimos anos. Parte desse sucesso se deve à política de bom atendimento, zero perdas e mínimo de atraso nas entregas. Mas, parte também se deve a um eficiente programa computacional de cálculo de caminhos mínimos entre todas as cidades atendidas pela Bruxa Solta.

Antes de cada viagem, o motorista que vai sair, efetua uma consulta no programa Bruxajato, que faz todos os cálculos e indica a rota ótima para o motorista. Mas, para azar dos envolvidos, no dia de ontem o analista-programador contratado (e pago a peso de ouro) foi fazer uma manutenção não programada no computador, meteu os pés pela mãos, e tudo parou de funcionar, sem previsão de retorno (e pelo jeito, vai demorar...).

Assim, sobrou para você: sem o bruxajato funcionando, e com os caminhões precisando sair para a estrada, você vai ter que apertar os neurônios e achar a rota indicada para cada motorista.

Para seu trabalho, você vai contar com um mapa de cidades, estradas, pontes e postos de pedágio. Cada estrada vai ligar 2 cidades, vai ter um determinado piso (asfalto, pedra ou cascalho), poderá contar com algumas pontes, cada uma com um limite máximo de peso suportado e eventualmente com um ou mais postos de pedágio.

Há um caminhão com um determinado peso, saindo de uma cidade para outra cidade. Você deve analisar as estradas que há entre essas cidades, o piso delas, as pontes e seus limites, e os pedágios envolvidos e deve achar o custo mínimo de pedágio que o motorista precisa pagar. É óbvio que você deve considerar as restrições adicionais porventura existentes.

Os dados que você receberá são, pela ordem:

- Na primeira e segunda linha, uma lista de 10 cidades, em ordem alfabética. Na terceira linha, vem a informação da origem e destino do caminhão. Na quarta linha, vem o peso do caminhão. Na quinta linha, e pelas próximas 25 linhas, uma estrada. Nesta linha (estrada), vem, em ordem, as seguintes informações

- A cidade de origem da estrada
- A cidade de destino da estrada
- O tipo de piso da estrada (A, P, C, respectivamente Asfalto, Pedra e Cascalho)
- A quantidade  $k$  de postos de pedágio
- Uma lista de  $k$  preços, identificando o valor de cada um dos  $k$  pedágios.
- A quantidade  $m$  de pontes
- Uma lista de  $m$  pesos, identificando o limite de peso de cada uma das  $m$  pontes.

Para esta viagem, você deve calcular 3 valores:

- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão usar apenas estradas de asfalto.
- O preço do pedágio mínimo, se o caminhão não usar estradas de cascalho
- O preço de pedágio mínimo, usando qualquer estrada.

Note que por uma invariante do problema, o último preço vai ser menor (ou igual) que os outros dois, e o do meio vai ser menor (ou igual) ao primeiro preço.

Seja um exemplo completo

Cidades deste problema =

BEZORNIA, CAINAOCAL, FELISBINA, HABEMUS, JUCUNDINO, KALENGA, QUILONZA, SAPATADAS, URUCABA, ZOMBROS

Origem = HABEMUS Destino = QUILONZA

Origem = HABEMUS		Destino = QUILONZA	
Peso do caminhão = 2.7 ton			
HABEMUS	ZOMBROS	C	1 3.80 3 3.5 4.5 8.0
QUILONZA	SAPATADAS	C	1 5.0 1 5.0
URUCABA	BEZORNIA	C	1 4.30 2 4.0 4.0
CAINAOCAL	QUILONZA	A	1 5.10 1 2.9
FELISBINA	JUCUNDINO	C	1 2.30 3 4.2 4.1 4.0
KALENGA	QUILONZA	C	1 5.60 3 4.5 3.5 3.3
JUCUNDINO	KALENGA	A	1 2.10 1 2.9
FELISBINA	HABEMUS	A	1 3.60 1 2.9
SAPATADAS	ZOMBROS	C	1 6.00 1 4.8
FELISBINA	URUCABA	A	1 3.90 1 4.3
BEZORNIA	CAINAOCAL	A	1 4.80 1 4.1
KALENGA	SAPATADAS	A	2 2.80 2.50 2 2.2 4.0
BEZORNIA	FELISBINA	P	2 3.90 3.20 1 4.5
QUILONZA	URUCABA	P	1 2.20 1 4.5
FELISBINA	SAPATADAS	A	1 2.50 1 3.5
HABEMUS	KALENGA	A	1 4.70 2 4.1 4.8
CAINAOCAL	SAPATADAS	A	1 4.30 1 4.0
CAINAOCAL	HABEMUS	A	1 5.70 1 4.8
ZOMBROS	CAINAOCAL	C	4 5.20 2.30 4.10 2.50 2 4.1 4.8
CAINAOCAL	FELISBINA	A	3 5.70 3.10 3.80 2 1.1 5.5
JUCUNDINO	QUILONZA	A	3 4.30 3.10 2.80 1 4.3
SAPATADAS	URUCABA	A	1 3.50 1 4.1
ZOMBROS	BEZORNIA	A	1 5.00 1 4.2
HABEMUS	JUCUNDINO	P	2 4.30 4.10 3 4.0 4.5 8.0
URUCABA	ZOMBROS	A	1 3.50 3 4.3 8.0 5.6

Resposta para este primeiro exemplo = 10.80\$ 9.70\$ 9.50\$

## Orientação para solução

Embora este problema pareça cheio de detalhes, na verdade ele é uma simples aplicação do algoritmo de caminho mínimo. Os detalhes vão sendo desbastados um a um, como segue

1. O argumento do peso do caminhão é tratado excluindo simplesmente do problema qualquer estrada cuja ponte menos resistente não agüente o peso do caminhão.
2. Cada estrada deve gerar duas arestas no grafo (atente que **todas as estradas são bidirecionais**). O custo de cada estrada é a soma dos pedágios e ela deve ser lançada na linha=origem e coluna=destino e também na linha=destino e coluna=origem.
3. Devem-se criar 3 matrizes de custo de transporte (também conhecidas genericamente como matrizes de adjacência e custos), a saber
  - (a) A primeira matriz contém apenas as estradas de asfalto.
  - (b) A segunda contém as estradas de asfalto e pedra
  - (c) A terceira contém todas as estradas
4. As cidades embora tenham nomes estrambóticos, não repetem nenhuma inicial, e lá no começo do enunciado seus nomes aparecem em ordem alfabética. Assim, para diminuir o ruído, sugere-se usar as cidades como A, B, C e assim por diante.
5. Uma boa coisa é listar as cidades em ordem alfabética e depois numerá-las, e trocar letras pelos seus índices. Fica meio confuso mas é muito mais fácil de operar os algoritmos.
6. Para resolver o problema depois de montar as matrizes de custo, pode-se usar o algoritmo de Dijkstra (vivo621) ou o de Warshall (vivo624). O primeiro tem desempenho  $O(n^2)$  enquanto o segundo tem  $O(n^3)$ , mas ambos dão resultados corretos.

## Para você fazer

Seja um problema com 10 cidades e 25 estradas. Eis os dados:

Cidades deste problema =

ARANVILA, GROTAMOLE, HABEMUS, LUBRICIA, QUILONZA, TUIDEFORA, URUCABA, VIAJANDAO, WISKERIA, YPETATA

Origem = ARANVILA Destino = LUBRICIA

Peso do caminhão = 2.3 ton

VIAJANDAO	YPETATA	C	1 2.60 2 4.0 4.0
LUBRICIA	QUILONZA	P	1 2.40 1 4.7
QUILONZA	TUIDEFORA	A	3 2.10 3.10 5.80 1 5.5
VIAJANDAO	WISKERIA	A	2 5.10 5.30 2 2.9 5.0
ARANVILA	QUILONZA	A	2 5.10 2.80 1 4.8
TUIDEFORA	VIAJANDAO	A	1 3.90 2 4.2 6.0
GROTAMOLE	TUIDEFORA	A	2 4.40 3.20 1 5.0
TUIDEFORA	URUCABA	A	1 4.10 2 4.1 4.5
HABEMUS	URUCABA	A	2 5.10 3.60 3 6.0 4.2 4.7
URUCABA	VIAJANDAO	A	2 4.10 5.20 3 4.5 8.0 4.1
HABEMUS	LUBRICIA	A	3 3.80 6.00 2.50 2 4.0 4.0
ARANVILA	HABEMUS	A	3 3.90 2.20 4.00 4 5.6 4.0 4.7 8.0
GROTAMOLE	HABEMUS	P	1 4.30 1 3.5
YPETATA	ARANVILA	A	1 5.40 1 3.3
LUBRICIA	TUIDEFORA	C	2 5.70 5.80 1 2.0
LUBRICIA	VIAJANDAO	A	1 3.70 1 4.1
WISKERIA	ARANVILA	P	3 5.30 5.90 5.00 2 1.0 2.2
LUBRICIA	URUCABA	A	1 5.70 1 5.5
HABEMUS	QUILONZA	P	2 3.10 2.70 1 4.7
YPETATA	GROTAMOLE	C	1 2.30 1 5.5
URUCABA	WISKERIA	A	1 6.00 2 4.1 4.0
GROTAMOLE	LUBRICIA	C	1 5.70 1 6.0
WISKERIA	YPETATA	A	1 2.10 1 2.2
ARANVILA	GROTAMOLE	A	1 3.90 1 4.5
QUILONZA	URUCABA	A	2 5.30 4.70 1 1.1

Responda aqui

\$ p/ asfalto	\$ p/ A+P	\$ geral



116-69796 - 23/05