

Mestrado em Engenharia Industrial

Estatística Experimental e Investigação Operacional

Trabalho (data de entrega - 24 de Fevereiro de 2009)

Um problema que ocorre na área de distribuição é o de escalonamento de veículos de um depósito. Pretende-se minimizar o custo total da operação de uma frota de veículos que têm de visitar um conjunto de clientes. Na função custo, podem ser incluídos os custos de deslocação e os custos fixos de utilização de veículos. A solução consiste em decidir quais os itinerários a seguir por cada veículo de modo a minimizar o custo total.

Iremos considerar uma versão em que existe uma data de serviço associada a cada cliente. Este tipo de problemas é classificado como sendo de escalonamento fixo, ou *fixed schedule*, na literatura anglo-saxónica. A cada serviço é associado um instante de execução a_j . O serviço do cliente j pode ser executado no instante a_j , se, após terminar um serviço no cliente i , o veículo puder chegar ao cliente j antes do instante a_j . É permitido chegar antes, mas é necessário esperar pelo instante de execução do serviço. Vamos considerar que a duração do serviço no cliente é desprezável.

As datas de serviço associadas aos clientes são as indicadas no seguinte quadro:

destino	data do serviço
Amesterdão	2
Barcelona	7
Calais	4
Dresden	2
Estugarda	10
Florença	6
Genebra	9

A carga a distribuir é acondicionada em paletes, sendo o único limite relevante o número máximo de paletes que cada camião pode transportar. A frota não é homogénea: há 3 camiões com a capacidade de 30 paletes e 1 camião com a capacidade de 40. O número de paletes pedido por cada cliente é o seguinte:

destino	número de paletes
Amesterdão	10
Barcelona	10
Calais	12
Dresden	10
Estugarda	10
Florença	4
Genebra	4

O depósito localiza-se em Hamburgo. As distâncias entre as diversas cidades, medidas em dias de viagem, são as indicadas no seguinte quadro:

	B	C	D	E	F	G	H
A	4	1	2	2	3	2	1
B		3	5	3	3	2	5
C			3	2	3	2	2
D				1	3	3	1
E					2	1	2
F						2	4
G							3

PARTE I

Vamos em primeiro lugar tratar uma versão em que o objectivo é minimizar o número de veículos utilizados. Depois, iremos tratar uma outra versão com uma função objectivo diferente, sendo as restrições as mesmas.

1. Formule este problema como um modelo de programação inteira que lhe permita determinar as rotas dos camiões. Explique detalhadamente o significado das variáveis de decisão e das restrições do modelo. Teça todas as considerações que considere necessárias.
2. Apresente o Ficheiro de input submetido ao *package* de Programação Linear.
3. Apresente o Ficheiro de Output produzido pelo *package*.
4. Interprete a solução dada pelo package, valide-a e apresente-a (por exemplo, num mapa, que pode ser grosseiro) de uma forma que permita verificar o plano da viagem a efectuar por cada veículo.

PARTE II

Vamos agora tratar o problema em que o objectivo é minimizar os custos totais de operação, que englobam custos de deslocação e custos fixos de utilização dos veículos.

Os custos fixos de utilização dos veículos são de 300 U.M. para os camiões com a capacidade de 30 paletes e de 400 U.M. para o camião com a capacidade de 40. Os custos de deslocação entre cidades, incluindo despesas de combustível, portagens e outras, são independentes da capacidade do veículo e os indicados no seguinte quadro:

	B	C	D	E	F	G	H
A	13	5	6	5	10	7	1
B		11	14	10	8	6	15
C			8	6	10	6	2
D				4	8	8	4
E					6	4	6
F						5	11
G							9

1. Formule a função objectivo deste problema. Explique detalhadamente o seu significado. Teça todas as considerações que considere necessárias.
2. Apresente o Ficheiro de input submetido ao *package* de Programação Linear.
3. Apresente o Ficheiro de Output produzido pelo *package*.
4. Interprete a solução dada pelo package, valide-a e apresente-a (por exemplo, num mapa, que pode ser grosseiro) de uma forma que permita verificar o plano da viagem a efectuar por cada veículo.

PARTE III

Considere uma variação em relação à Parte 3 em que todos os camiões têm uma capacidade de 30 paletes.

1. Interprete a solução dada pelo package, valide-a e apresente-a (por exemplo, num mapa, que pode ser grosseiro) de uma forma que permita verificar o plano da viagem a efectuar por cada veículo. Teça comentários sobre as diferenças em relação à solução da Parte II.