

Projeto - Localização de Facilidades - P centros

Organização do Trabalho e Questões

Nome 1: Rodrigo Teixeira Ribeiro da Silva

NUSP: 11816164

Nome 2: Felipe Aparecido da Silva

NUSP: 11954502

Nome 3: Marcus Vinicius da Silva

NUSP: 13833150

Trabalho da Disciplina Pesquisa Operacional

O trabalho contará com 3 partes e poderá ser entregue em um mesmo notebook com as análises separadas no texto:

1. Parte 1 - Esta parte cobrirá uma aplicação elaborada pelo Monitor Guilherme. O objetivo desta parte é mostrar como trabalhar com uma base de dados e construir modelos de otimização linear e linear inteira para analisar diversas situações em que precisa tomar decisões. Será disponibilizado um notebook com as instruções desta parte.
2. Parte 2 - Nesta parte, o grupo irá implementar um problema clássico de otimização. Alguns exemplos serão disponibilizados para testes. O grupo deve analisar as soluções bem como comentar sobre o desempenho do solver em resolver os testes. Após a análise, o grupo deve falar sobre o problema apresentando uma breve revisão da literatura considerando no mínimo duas referências sobre o problema. Nesta revisão, falar sobre a aplicação e como resolveram o problema (modelagem com o solver de otimização, heurísticas, metaheurísticas).
3. Parte 3 - Nesta parte, o grupo deve propor e definir um problema, desenvolver um modelo matemático, apresentar um exemplo prático e analisar a solução. O problema pode ser uma variação criativa de um desafio já definido na literatura, ou o grupo pode optar por trazer à tona um problema inspirado em situações do cotidiano.

0.1 Parte 2 -O Problema de Localização de Instalações - P centros

A localização de instalações é um aspecto crítico do planejamento estratégico de empresas privadas e públicas. Exemplos típicos no setor público envolvem decisões de localização de centros de saúde, escolas e estações de bombeiros, enquanto no setor privado tem-se a localização de fábricas, armazéns e centros de distribuição. Em diversas situações, tais como em sistemas de distribuição, as decisões de localização de instalações e de designação de clientes a instalações são feitas simultaneamente. Neste escopo, o Problema de Localização de Instalações Capacitado considera que cada cliente requer o processamento de um dado volume de demanda e cada instalação (planta industrial) tem um limite do volume de demanda total que ela pode processar. O objetivo do problema consiste em decidir a localização das instalações e a designação de clientes a elas com o mínimo custo. Em diversas situações, tais como em sistemas de distribuição, as decisões da localização de facilidades e de designação de clientes a facilidades são feitas simultaneamente. O problema das p-centros envolve a localização de p facilidades e a designação de clientes a facilidades de modo a minimizar a distância máxima de clientes a facilidades. Este problema admite variações do modelo básico (cite uma variação no relatório). O problema de p-centros-nós restringe os nós de facilidades aos nós de clientes, enquanto o problema de p-centros-absolutos permite que os nós de facilidades estejam em qualquer lugar dos arcos que ligam nós de clientes.

Para tal, considere os seguintes parâmetros:

- J : Conjunto de nós j que representam os clientes
- I : Conjunto de locais i candidatos à localização de facilidades
- q_j : Demanda do cliente j
- c_{ij} : Distância do cliente j à facilidade localizada em i (atenção, no projeto de localização de facilidades, consideramos esse valor como o custo).
- f_i : Custo fixo de instalação de uma facilidade no local i
- Q_i : Capacidade da facilidade instalada no local i

Instância 1: Considere a situação na qual uma empresa possui 5 centros de distribuição para suas atividades logísticas. Estes CDs atendem clientes espalhados por todo o país, mas que por conveniência do planejamento da empresa, são "agregados" em 6 cidades. A empresa desconfia que alguns desses CDs sejam desnecessários, de forma que economias substanciais podem ocorrer com o fechamento destes CDs sem que haja deterioração do nível de serviço. A tabela abaixo apresenta os custos para atender a demanda total da cidade j a partir de cada CD i , assim como outros dados relevantes.

| | | Cidade j | | | | | | CS_i | CF_i |
|---------|-------|------------|-------|-------|------|------|-------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| $CD\ i$ | 1 | 16750 | 3200 | 8220 | 9780 | 8120 | 30800 | 18 | 7650 |
| | 2 | 14600 | 15520 | 11640 | 600 | 3465 | 13200 | 24 | 3500 |
| | 3 | 19250 | 19200 | 17100 | 3000 | 6650 | 8800 | 27 | 5000 |
| | 4 | 3800 | 10840 | 6516 | 6270 | 4655 | 25531 | 22 | 4100 |
| | 5 | 9220 | 13168 | 8400 | 3048 | 2177 | 19767 | 31 | 2200 |
| | D_j | 10 | 8 | 12 | 6 | 7 | 11 | | |

CS_i = capacidade mensal de suprimento do CD i (em toneladas)

D_j = demanda mensal da cidade j (em toneladas)

CF_i = custo fixo mensal do CD i

Instância 2: Número de localidades para CDs duplicado em relação ao da Instância 1. Dados na tabela a seguir

| | | Cidade j | | | | | | CS_i | CF_i |
|---------|-------|------------|-------|-------|------|------|-------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| $CD\ i$ | 1 | 16750 | 3200 | 8220 | 9780 | 8120 | 30800 | 18 | 7650 |
| | 2 | 14600 | 15520 | 11640 | 600 | 3465 | 13200 | 24 | 3500 |
| | 3 | 19250 | 19200 | 17100 | 3000 | 6650 | 8800 | 27 | 5000 |
| | 4 | 3800 | 10840 | 6516 | 6270 | 4655 | 25531 | 22 | 4100 |
| | 5 | 9220 | 13168 | 8400 | 3048 | 2177 | 19767 | 31 | 2200 |
| | 6 | 16750 | 3200 | 8220 | 9780 | 8120 | 30800 | 18 | 8000 |
| | 7 | 14600 | 15520 | 11640 | 600 | 3465 | 13200 | 24 | 350 |
| | 8 | 19250 | 19200 | 17100 | 3000 | 6650 | 8800 | 40 | 5000 |
| | 9 | 3800 | 10840 | 6516 | 6270 | 4655 | 25531 | 22 | 410 |
| | 10 | 9220 | 13168 | 8400 | 3048 | 2177 | 19767 | 31 | 220 |
| | D_j | 10 | 8 | 12 | 6 | 7 | 11 | | |

Variáveis:

- x_{ij} : 1 se o cliente j é atendido pela facilidade localizada em i , 0 caso contrário;
- y_i : 1 se a facilidade é aberta no local i , 0 caso contrário
- r : Distância máxima de um cliente quando designado a uma facilidade

- (1) $\min z = r$
- (2) $r \geq \sum_{i=1}^N d_{ij}x_{ij}$ para $j = 1, \dots, M$
- (3) $\sum_{i=1}^N x_{ij} = 1$ para $j = 1, \dots, M$
- (3) $x_{ij} \leq y_i$ para $j = 1, \dots, M, i = 1, \dots, N$
- (4) $\sum_{i=1}^N y_i = p$
- (5) $\sum_{j=1}^M q_j x_{ij} \leq Q_i y_i$ para $i = 1, \dots, N$
- (6) $x_{ij} \in \{0, 1\}, y_i \in \{0, 1\}$ para $i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M$

Nas instâncias, dadas nas figuras, considere que o valor de c_{ij} como a distância, apesar de estar escrito como custo. Explique as restrições no relatório e a função objetivo. Faça variações dos valores de P ($P=1, \dots, P=\text{Número de facilidades possíveis}$). Veja que para alguns valores de P , o problema será infactível. Assim que P for factível, vá aumentando o P e verifique o custo total de instalação, agora considerando o valor de f_i . Apresente um gráfico com a variação do custo, com o aumento de P . Analise também a distância máxima r quando faz a variação de P . Explique as restrições no relatório e a função objetivo. O relatório, como dito, pode ser feito no notebook (python + resolver de otimização Gurobi, como mostrado em sala).

- retire agora as restrições que obrigam a instalar P centros. Analise agora esse novo problema considerando todas as instâncias anteriores e as variações de P .
- Atenção, esse problema com o modelo está na página 266 do livro de Pesquisa Operacional (livro texto) da edição 2 (nova).

Instância 3: Instância 2 com as demandas das cidades duplicadas.

Instância 4: Número de cidades duplicado em relação ao do Exemplo 1. Dados na tabela a seguir

| Cidade j | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|--------|--------|
| CD i | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | CS_i | CF_i |
| | 1 | 16750 | 3200 | 8220 | 9780 | 8120 | 30800 | 16750 | 3200 | 8220 | 9780 | 8120 | 30800 | 18 | 7650 |
| | 2 | 14600 | 15520 | 11640 | 600 | 3465 | 13200 | 14600 | 15520 | 11640 | 600 | 3465 | 13200 | 24 | 3500 |
| | 3 | 19250 | 19200 | 17100 | 3000 | 6650 | 8800 | 19250 | 19200 | 17100 | 3000 | 6650 | 8800 | 27 | 5000 |
| | 4 | 3800 | 10840 | 6516 | 6270 | 4655 | 25531 | 3800 | 10840 | 6516 | 6270 | 4655 | 25531 | 22 | 4100 |
| | 5 | 9220 | 13168 | 8400 | 3048 | 2177 | 19767 | 9220 | 13168 | 8400 | 3048 | 2177 | 19767 | 31 | 2200 |
| | D_j | 10 | 8 | 12 | 6 | 7 | 11 | 10 | 8 | 12 | 6 | 7 | 11 | | |

0.2 Trabalho Parte 3 - Parte criativa

o grupo deve propor e definir um problema. Desenvolver um modelo matemático, apresentar um exemplo prático e analisar a solução. O problema pode ser uma variação criativa de um problema já definido na literatura. O grupo também pode optar por trazer um problema inspirado em situações do seu cotidiano. O problema pode ser simples porém, o aluno deve ilustrar dois exemplos. Para apresentar o problema tem que seguir o exemplo do problema definido na parte 2, bem como a modelagem. Para apresentar o modelo, pode usar uma forma genérica porém, pode descrever de uma forma mais detalhada.