

CI1238 - Otimização

Primeiro Trabalho

05 de julho de 2022

1 Introdução

O trabalho consiste em modelar e implementar, por programação linear, uma solução para o problema do despacho hidrotérmico do sistema elétrico de uma cidade.

A resolução do problema, ou seja, a descrição do problema, da modelagem e da implementação, deve estar em um texto claro em formato de um artigo e em pdf. Deve conter o nome do autor (aluno), uma introdução com o problema, a modelagem e sua explicação (de por que essa modelagem resolve o problema). Todas as referências que forem usadas devem estar citadas corretamente no texto.

Não esperamos a implementação do método simplex. Você deve gerar uma saída para ser usada pelo resolvidor `lp_solve`. Seu programa deve compilar e executar nas servidoras do DINF. A implementação deve estar descrita em um texto com exemplos de uso (pode ser o mesmo texto da resolução).

O trabalho deve ser entregue com um `makefile` de forma que ao digitar o comando `make` o executável `despacho` seja construído no diretório corrente.

Você deve entregar um arquivo compactado (no formato `tar.gz`) com seu nome (ou login) com os seguintes arquivos no diretório corrente:

- texto (em pdf);
- os fontes (podem estar em subdiretórios);
- `makefile`;
- exemplos usados no texto (podem estar em subdiretórios).

A entrega deve ser feita por e-mail para `andre@inf.ufpr.br` (turma BCC1) ou `guilherme@inf.ufpr.br` (turma BCC2), em um arquivo compactado com todos os arquivos do trabalho, com assunto “Otimização-trabalho 1” (exatamente).

2 O problema

A rede elétrica de uma cidade é abastecida por uma usina hidrelétrica e uma usina termoelétrica. A hidrelétrica tem custo de geração nulo, mas precisa atender a restrições de balanço hídrico, enquanto a termoelétrica tem um custo associado a cada MWatt gerado. Neste problema, você deve conceber um plano de geração mensal em um período de n meses que minimiza o custo total. Além do custo de geração termoelétrica, há o custo ambiental (convertido em R\$) associado à variação do reservatório da hidrelétrica, para mais ou para menos, de um mês para o seguinte. Os custos de geração de 1 MWatt pela termoelétrica (CT) e da variação de $1 m^3$ no reservatório (CA) são constantes dadas.

Para resolver este problema, você deve considerar as seguintes informações:

- O reservatório começa com um volume inicial de água (v_{ini}) e tem limites mínimo e máximo (constantes dadas) para o volume de água (m^3) e que devem ser respeitados, respectivamente v_{min} e v_{max} .
- A cada mês, o reservatório recebe um volume de água (m^3) proveniente de chuvas, afluências, etc. Essas informações foram estimadas para os n meses do planejamento e são constantes dadas, y_1, y_2, \dots, y_n .
- A única forma do volume de água no reservatório diminuir é turbinando a água para gerar energia. A cada $1m^3$ de água turbinada, gera-se $kMWatt$ de energia, onde k é uma constante dada.
- Há uma capacidade máxima de geração mensal da termoelétrica, que é uma constante t_{max} dada;
- As demandas mensais da cidade (MWatt) também são constantes d_1, d_2, \dots, d_n dadas e devem ser atendidas pela geração de energia da hidrelétrica e da termoelétrica. Gerar mais do que a demanda não é um problema (a energia restante vai para outra cidade, por exemplo).

2.1 Formato de entrada e saída

Os formatos de entrada e saída, são descritos a seguir e devem ser usados a entrada e a saída padrões (STDIN e STDOUT).

A entrada é formada de um conjunto de números. Os números podem estar separados por 1 ou mais espaços, tabs ou fim de linha.

Entrada: Inicia com um número inteiro n indicando a quantidade de meses do planejamento, seguido de n valores d_1, d_2, \dots, d_n indicando as demandas mensais e outros n valores y_1, y_2, \dots, y_n indicando as afluências mensais estimadas. Na sequência, temos 4 valores $v_{ini}, v_{min}, v_{max}$ e k indicando as capacidades da hidrelétrica (respectivamente, volume inicial, volume mínimo, volume máximo e coeficiente de geração), um valor t_{max} indicando a capacidade máxima de geração da termoeétrica e um valor CT indicando o custo de geração da termoeétrica. Por fim, temos um valor CA indicando o custo ambiental de variação do volume do reservatório da hidrelétrica em meses consecutivos.

Saída: um arquivo no formato de entrada do `lp_solve` com a descrição do programa linear que resolve o problema para a instância dada. O formato de entrada do `lp_solve` está descrito na URL abaixo:

<http://lpsolve.sourceforge.net/5.5/lp-format.htm>

2.2 Exemplo de entrada

Considerando um período de 3 meses, com demandas 900, 1000 e 950, e afluências previstas de 500, 800 e 200. Considerando também que o reservatório da hidrelétrica inicia com volume 500 e tem restrições de volume mínimo 200 e volume máximo 1000 e coeficiente de geração de 1.1. E considerando que a termoeétrica tem capacidade de geração máxima de 1000 MWatt e custo de geração de 0.2 R\$ por MWatt gerado. Por fim, considerando que o custo ambiental convertido é de 0.005 R\$ pela variação de $1 m^3$ do reservatório de um mês para o seguinte. O arquivo de entrada seria como abaixo.

```
3
900 1000 950
500 800 200
500 200 1000 1.1
1000 0.2
0.005
```

Para este exemplo um plano ótimo tem custo de 175.5 R\$ e precisa gerar energia na termoeétrica nos meses 1 e 3, respectivamente, 350 MWatt e 520 MWatt. O volume de água turbinado a cada mês na hidrelétrica é: $500 m^3$, $909.091 m^3$ e $390.909 m^3$.

2.3 Exemplo de entrada do `lp_solve`

Um exemplo, tirado de outro problema, pode ser visto abaixo.

$$\text{min : } 100x_{31} + 100x_{32};$$

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} = 10;$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 20;$$

$$x_{11} + x_{12} \leq 5;$$

$$x_{21} + x_{22} \leq 10;$$

$$x_{31} + x_{32} \leq 50;$$

$$x_{21} = 0;$$