UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Curso de Bacharelado em Engenharia de Sistemas

Raphael Henrique Braga Leivas 2020028101
Milton Pereira Bravo Neto 2018072549
Daniel

Trabalho Computacional 01 – Teoria da Decisão (ELE088)

Belo Horizonte
2025

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

2 MODELAGEM

Temos que modelar dois problemas mono-objetivos:

- Problema 1: minimização do custo de manutenção total $f_1(\cdot)$
- Problema 2: minimização do custo esperado de falha total $f_2(\cdot)$

2.1 Problema 1

Temos essencialmente um problema de designação simples. Seja N o número de equipamentos e J o número de políticas de manutenção, definimos a variável de decisão x_{ij} por

$$x_{ij} : \text{ se a máquina } i \text{ executa a manutenção } j \tag{2.1}$$

onde

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad , \quad i = \{1, 2, ..., N\} \quad , \quad j = \{1, 2, ..., J\}$$

Para a função objetivo, seja c_j o custo de executar a manutenção j. Note que esse custo independe da máquina i que estamos executando a manutenção. Temos a função objetivo

$$\min f_1 = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{J} c_j x_{ij} \tag{2.2}$$

sujeito a

$$\sum_{j=1}^{J} x_{ij} = 1 \quad , \quad \forall i = 1, 2, ..., N \tag{2.3}$$

A Equação 2.3 indica que toda máquina executa exatamente uma política de manutenção. Além disso, note que solução de Equação 2.3 é trivial: basta escolher o plano de manutenção com o menor custo para todos os equipamentos.

2.2 Problema 2

O custo da falha de cada equipamento é dado pelo produto da probabilidade de falha p_{ij} pelo custo da falha do equipamento, dada por d_i. Assim, temos

$$\min f_2 = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{J} p_{ij} \, d_i \, x_{ij} \tag{2.4}$$

onde

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad , \quad i = \{1,2,...,N\} \quad , \quad j = \{1,2,...,J\}$$

$$p_{ij} = \frac{F_i\left(t_0 + k_j \Delta t\right) - F_i\left(t_0\right)}{1 - F_i\left(t_0\right)} \quad , \quad F_i(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta_i}\right)^{\beta_i}\right]$$

sujeito a

$$\sum_{j=1}^{J} x_{ij} = 1 \quad , \quad \forall i = 1,2,...,N \tag{2.5}$$

Note que na Equação 2.4 temos essencialmente um problema de programação linear inteira.

2.3 Modelagem Multiobjetivo

Juntando as modelagens dos problemas mono-objetivos acima, temos o a modelagem multiobjetivo do problema.

$$\min f_1 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{J} c_j x_{ij}$$

$$\min f_2 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{J} p_{ij}\, d_i\, x_{ij}$$

x_{ij} : se a máquina i executa a manutenção j

sujeito a

$$\sum_{j=1}^{J} x_{ij} = 1 \quad , \quad \forall i = 1,2,...,N$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad , \quad i = \{1,2,...,N\} \quad , \quad j = \{1,2,...,J\}$$

3 ALGORITMOS

O Algoritmo 1 mostra a versão do BNVS implementada no trabalho

Algoritmo 1 BVNS implementado no trabalho.

```
procedure BVNS(x, k_max)
    while num_sol_avaliadas < max_sol_avaliadas do
        k ← 1
        while k < k_max do
            x' ← SHAKE(x, k)
            x" ← FIRSTIMPROVEMENT(x, x', k)
            x, k ← NEIGHBORHOODCHANGE(x, x", k)
        end while
    end while
end procedure
```

O Algoritmo 2 mostra a função Shake.

Algoritmo 2 Função Shake.

```
                    ▷ Gera uma solução aleatória na k-ésima estrutura de vizinhança.
procedure SHAKE(x, k)
    if k = 1 then
        y ← 1-swap
    end if
    if k = 2 then
        y ← Permutaçao de dois planos de manutenção
    end if
    if k = 3 then
        y ← Mudança de um bloco de máquinas para outro plano
    end if

    return y
end procedure
```

O Algoritmo 3 mostra a heurística construtiva.

Algoritmo 3 Heurística construtiva para gerar a solução inicial.

```
procedure SolucaoInicial()
    x ← Solução aleatória
    for all i in x do
        if variancia(p_ij d_i) ≥ limite then
            x[i] ← Manutenção mais cara
        else
            x[i] ← Manutenção mais barata
        end if
    end for

    return x
end procedure
```

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5 CONCLUSÃO

6 REFERÊNCIAS