

Bare Demo of IEEEtran.cls for Conferences

Michael Shell
School of Electrical and
Computer Engineering
Georgia Institute of Technology
Atlanta, Georgia 30332-0250
Email: mshell@ece.gatech.edu

Homer Simpson
Twentieth Century Fox
Springfield, USA
Email: homer@thesimpsons.com

James Kirk
and Montgomery Scott
Starfleet Academy
San Francisco, California 96678-2391
Telephone: (800) 555-1212
Fax: (888) 555-1212

Abstract—The abstract goes here.

I. INTRODUÇÃO

This demo file is intended to serve as a “starter file” for IEEE conference papers produced under L^AT_EX using IEEEtran.cls version 1.6b and later.

May all your publication endeavors be successful.

mds

November 18, 2002

II. METODOLOGIA

A. Modelagem do Problema

Inicialmente podemos ver o trabalho como sendo dois problemas mono-objetivo distintos:

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

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

$$x_{ij} : \text{se o equipamento } i \text{ executa a manutenção } j \quad (1)$$

onde

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

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

$$\min f_1 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^J c_j x_{ij} \quad (2)$$

sujeito a

$$\sum_{j=1}^J x_{ij} = 1 \quad , \quad \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

A 3 indica que todo equipamento executa exatamente uma política de manutenção. Além disso, note que solução da 2 é trivial: basta escolher o plano de manutenção com o menor custo para todos os equipamentos.

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

$$\min f_2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^J p_{ij} d_i x_{ij} \quad (4)$$

onde

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

$$p_{ij} = \frac{F_i(t_0 + k_j \Delta t) - F_i(t_0)}{1 - F_i(t_0)} \quad (5)$$

$$F_i(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t}{\eta_i} \right)^{\beta_i} \right] \quad (6)$$

sujeito a

$$\sum_{j=1}^J x_{ij} = 1 \quad , \quad \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (7)$$

Note que na Equation 4 temos essencialmente um problema de programação linear inteira. Assim, é possível usar o método Simplex visto em Pesquisa Operacional para resolver esse problema com garantia de otimalidade. Usando o Simplex, a solução encontrada foi

$$\mathbf{x}^* = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad , \quad f_2(\mathbf{x}^*) = 1048.17$$

Assim, antes mesmo de começar a implementar o BVNS para resolver os problemas isoladamente, já sabemos as soluções ótimas para eles.

3) *Modelagem Multiobjetivo*: Juntando as modelagens dos problemas mono-objetivos acima, temos a modelagem multi-objetivo do problema.

$$\begin{aligned}\min f_1 &= \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^J c_j x_{ij} \\ \min f_2 &= \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^J p_{ij} d_i x_{ij}\end{aligned}$$

x_{ij} : se o equipamento i executa a manutenção j

sujeito a

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

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

onde

- $N = 500$: número de equipamentos
- $J = 3$: número de planos de manutenção
- c_j : custo de executar a manutenção j
- p_{ij} : probabilidade de falha do equipamento i executando a manutenção j
- d_i : custo de falha do equipamento i

e

$$p_{ij} = \frac{F_i(t_0 + k_j \Delta t) - F_i(t_0)}{1 - F_i(t_0)} \quad (8)$$

$$F_i(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t}{\eta_i} \right)^{\beta_i} \right] \quad (9)$$

A partir dessa modelagem, temos o nosso problema multiobjetivo

$$\min \mathbf{f}(\mathbf{x}) = [f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x})] \quad (10)$$

Considerando o problema de (10), podemos aplicar duas abordagens escalares para obter a fronteira Pareto-ótima no espaço de objetivos, descritas a seguir.

B. Formulações para resolução do problema multiobjetivo

1) *Formulação Soma Ponderada P_w* : Seja $0 \leq w \leq 1$ um peso qualquer gerado aleatoriamente de uma distribuição uniforme no intervalo $[0, 1]$. Usando a abordagem da soma ponderada, podemos reescrever (10) na forma de mono-objetivo de

$$\min f_w = \min w f_1 + (1 - w) f_2 \quad (11)$$

onde (11) está sujeito às mesmas restrições do problema original. Como (11) é escalar, podemos minimizar f_w através de métodos já conhecidos como o Simplex e o BVNS.

2) *Formulação ϵ -Restrito P_ϵ* : Com a abordagem do ϵ -Restrito, vamos minimizar apenas f_1 usando f_2 como restrição. Seja ϵ_2 um real qualquer tal que $\min f_2 \leq \epsilon_2 \leq \max f_2$. Temos

$$\min f_1 \quad (12)$$

sujeito a

$$\begin{cases} f_2 \leq \epsilon_2 \\ \sum_{j=1}^J x_{ij} = 1 \end{cases} \quad , \quad \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (13)$$

em que (12) possui as mesmas restrições do problema original mais a restrição de $f_2 \leq \epsilon_2$.

Contudo, como o BVNS é usado para resolver problemas de otimização irrestritos, precisamos converter (12) em um problema irrestrito. Para isso, adicionamos o termo um termo de penalidade $p(x, u)$ da seguinte forma:

$$p(x, u) = u \max [0, g(x)]^2$$

onde $g(x)$ é a nossa restrição de desigualdade, dada por

$$g(x) \leq 0 \implies f_2 - \epsilon_2 \leq 0 \implies g(x) = f_2 - \epsilon_2$$

de modo que o nosso problema irrestrito se torna:

$$\min f_1 + u \max [0, f_2 - \epsilon_2]^2 \quad (14)$$

Note que as demais restrições já estão naturalmente incluídas no BVNS devido à maneira como nós fizemos a representação computacional das variáveis de decisão, de modo que só precisamos fazer a correção para a restrição do ϵ em (14).

3) *Normalização*: Para garantir que as abordagens escalares sejam condizentes, precisamos normalizar f_1 e f_2 através de

$$f_1(\mathbf{x}) = \frac{f_1(\mathbf{x}) - \min f_1}{\max f_1 - \min f_1} \quad , \quad f_2(\mathbf{x}) = \frac{f_2(\mathbf{x}) - \min f_2}{\max f_2 - \min f_2} \quad (15)$$

A partir do trabalho realizado no TC01, já sabemos que

$$\min f_1 = 0 \quad (16)$$

$$\max f_1 = 1000 \quad (17)$$

$$\min f_2 = 1048.17 \quad (18)$$

$$\max f_2 = 1745.49 \quad (19)$$

de modo que a formulação da soma ponderada de (11) pode ser reescrita como

$$\min \left(w \frac{f_1(\mathbf{x}) - \min f_1}{\max f_1 - \min f_1} + (1 - w) \frac{f_2(\mathbf{x}) - \min f_2}{\max f_2 - \min f_2} \right)$$

que será usado como função objetivo no código do BVNS.

III. CONCLUSION

The conclusion goes here.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank...

REFERENCES

- [1] H. Kopka and P. W. Daly, *A Guide to L^AT_EX*, 3rd ed. Harlow, England: Addison-Wesley, 1999.