Um estudo sobre o problema de corte de estoque com custo de preparação

Beatriz A. Valladão*, Kelly C. Poldi.

Resumo

O projeto engloba o problema de corte de estoque com custo de preparação (buscando minimizar o total de objetos cortados e a quantidade de diferentes padrões de corte usados), revisando métodos de solução para problemas de otimização multiobjetivo, e implementando alguns modelos matemáticos para resolver o problema proposto, com o pacote de otimização *CPLEX*, realizando testes computacionais.

Palavras-chave:

Problema de corte de estoque, programação linear inteira, otimização multiobjetivo.

Introdução

O Problema de Corte de Estoque (PCE) tem grande importância para indústrias que lidam com a transformação de objetos (comprimento L) em itens i (demanda d_i) de menor tamanho (comprimento l_i), $i=1, \dots, m$, através de processos de corte. Um dos interesses é a minimização do material usado durante o corte (f_1), buscando menor gasto de matéria-prima. Além disso, a preparação da máquina para a execução de um padrão de corte pode ser custosa; assim, a redução do número de padrões de corte diferentes (f_2) pode tornar a produção mais eficiente (Araújo *et al.* [1]).

Estudamos o PCE no caso unidimensional, ou seja, apenas uma dimensão do objeto é relevante no processo de corte (comprimento). Um padrão de corte é representado por um vetor $\alpha_j = (\alpha_{1j}, \dots, \alpha_{mj})^T$, onde α_{ij} é a quantidade de itens do tipo i ($i=1, \dots, m$) no padrão de corte j ($j=1, \dots, n$). Seja x_j a frequência que o padrão de corte j é usado e δ_j a variável que indica se o padrão de corte j é usado ($\delta_j = 1$) ou não ($\delta_j = 0$), queremos determinar α_j e x_j ($j=1, \dots, n$) que minimize $f(x) = (f_1(x), f_2(x))$, sujeito à

$$\sum_{j=1}^n \alpha_{ij} x_j \geq d_i \quad \forall i=1, \dots, m \quad \text{e} \quad x_j \in \mathbb{Z}^+ \quad \forall j=1, \dots, n$$

, onde $f_1(x) = \sum_{j=1}^n x_j$ e $f_2(x) = \sum_{j=1}^n \delta_j(x_j)$.

Resultados e Discussão

Uma revisão bibliográfica foi feita, e alguns métodos de solução foram implementados, usando o pacote de otimização *CPLEX*, e analisados.

Utilizando Geração de Colunas (Gilmore e Gomory [4, 5], método que cria "bons" padrões de corte para o problema ao longo das iterações, resolvemos os modelos 1: minimização de f_1 e 2: minimização de f_1+f_2 . A partir dos testes realizados, percebeu-se que quando o modelo 2 é aplicado, temos um aumento do número de objetos usados e uma diminuição na quantidade de diferentes padrões de corte, se comparado ao modelo 1. Isto é, o modelo 1 encontrou uma solução que gasta menos material, já o modelo 2 uma com menor custo de preparação.

Para o método das Somas Ponderadas (Sampaio [7], Grodzевич e Romanko [6]) resolvemos o modelo 3: minimização de $\omega h_1 + (1-\omega)h_2$, onde h_1 e h_2 são as

funções objetivas normalizadas. Assim, variando os pesos $\omega \in (0,1)$, podemos encontrar diferentes soluções. Já com método do ϵ -restrito (Bérubé *et al.* [3]) definimos o modelo 4, que busca por diferentes soluções mantendo um objetivo fixo e transformando as outras funções em restrições do problema, controlando o limitante superior delas. Testando diferentes limites, para ambos casos, encontramos uma variedade de soluções.

A enumeração de todos os padrões de corte factíveis foi necessária para encontrar os pontos Nadir e Utopia das funções, pontos úteis para resolver os modelos 3 e 4. Além disso, para o método das Somas Ponderadas, usamos Geração de Colunas no cálculo das soluções "não-extremas".

Para alguns testes, encontramos várias soluções, incluindo algumas soluções não-dominadas (pertencentes à fronteira de Pareto-ótimo).

Conclusão

Ao aprender diferentes abordagens para problemas de otimização multiobjetivo, o projeto abordou a resolução de modelos biobjetivos, e partir do estudo e implementação de alguns métodos de solução, foi possível compreender as vantagens e desvantagens de cada um dos métodos expostos na literatura.

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pelo apoio financeiro à pesquisa de Iniciação Científica e à Dr. Kelly C. Poldi pela orientação no projeto.

¹Araújo, S. A. D.; Poldi, K. C. e Smith, J. A genetic algorithm for the one-dimensional cutting stock problem with setups. *Pesquisa Operacional*. **2014**, 34(2), 165-187.

²Arroyo, J. E. C. Heurísticas e metaheurísticas para otimização combinatória multiobjetivo. **2002**.

³Bérubé, J. F.; Gendreau, M. e Potvin, J. Y. An exact ϵ -constraint method for bi-objective combinatorial optimization problems: Application to the Traveling Salesman Problem with Profits. *European journal of operational research*. **2009**, 194(1), 39-50.

⁴Gilmore, P. C. e Gomory, R. E. A linear programming approach to the cutting-stock problem. *Operations research*. **1961**, 9(6), 849-859.

⁵Gilmore, P. C. e Gomory, R. E. A linear programming approach to the cutting stock problem-Part II. *Operations research*. **1963**, 11(6), 863-888.

⁶Grodzевич, O. e Romanko, O. Normalization and other topics in multi-objective optimization. **2006**.

⁷Sampaio, P. R. Teoria, métodos e aplicações de otimização multiobjetivo. **2011**.