

UM ESTUDO SOBRE O PROBLEMA DE DETERMINAÇÃO DE ESPAÇOS ALOCÁVEIS

Antônio Roberto dos Santos (PIC/CNPq/UEM), Emerson Vitor Castelani (Orientador), Francisco N. C. Sobral (Coorientador), e-mail: ra102450@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas / Maringá, PR

MATEMÁTICA / MATEMÁTICA APLICADA

Palavras-chave: alocação, otimização, estudo numérico

Resumo:

O problema de empacotamento constitui tópico importante dentro da pesquisa operacional com aplicações diretas às situações práticas. Este projeto teve o propósito de estudar alguns modelos de empacotamento bem como estratégias para resolvê-los. Contudo, o problema alvo deste projeto é dado pelas sobras do espaço alocado. A fim de encontrar propostas que solucionem esse problema, foi identificado não apenas o espaço de sobra mas também sua forma aproximada por meio de um algoritmo que sugere objetos semelhantes aos já alocados para preencherem os espaços vazios dos recipientes. Neste trabalho, foram tratados objetos e contêineres em contextos bidimensionais.

Introdução

A tipologia dos Problemas de Corte e Empacotamento (DYCKHOFF, 1990) engloba os problemas relacionados a otimização e maximização da utilização do espaço. A formulação mais grosseira dos problemas de empacotamento consiste em: fixado um tipo de contêiner, estabelecer a alocação ótima de itens menores representados, por exemplo, por uma lista de compras, em contêineres do tipo fixado. Naturalmente, o problema em mãos tem formulação equivalente ao problema de corte. Um detalhamento sobre a aplicabilidade dos dois problemas podem ser encontrados em (SWEENEY; PATERNOSTER, 1992) e (PICARD; QUEYRANNE, 1980).

Em termos de mercado, empresas de consultoria em otimização de processos relacionados ao empacotamento estão ganhando espaço. Isso se deve ao auxílio em redução de tempo e custos com empacotamento. Embora existam várias empresas que atuam neste ramo, implementações de soluções gerais que atingem vários ramos de mercado e são simples de serem implementadas são mais restritas de serem obtidas. Neste sentido, além do contexto teórico estudado no presente problema, introduzimos também uma implementação de nossas ideias em linguagem Python, que é bem consolidada no campo de Tecnologia da Informação (TI) sendo portanto, que nossa implementação pode, de fato, ser aproveitada por profissionais da área.

O atual projeto trata não apenas algoritmos para a diminuição do número de *bins* (contêineres) utilizado, mas também trata a determinação de áreas de sobra que ainda possam receber objetos. Utilizando o princípio do algoritmo First Fit Decreasing (FFD), este projeto propõe uma solução que determine uma quantidade aproximada mínima de bins para alocar os objetos e que sugira objetos virtuais para preencher áreas que ainda não estão sendo aproveitadas. O algoritmo é analisado por meio de casos de teste nos quesitos de tempo e área aproveitada.

Materiais e métodos

Para o atual trabalho, o algoritmo utilizado foi uma adaptação do First Fit Decreasing (FFD), implementado na linguagem Python 2.7.1. A proposta de solução foi implementada com Orientação à Objeto, ou seja, utilizou-se de Classes para definir cada objeto e os contêineres.

O procedimento que tratamos neste projeto pode ser sintetizado nas seguintes etapas:

1. Leitura dos dados (lista de objetos com suas dimensões);
2. Organização da lista de objetos de forma que esteja em ordem decrescente de altura e, em caso de alturas iguais, em ordem decrescente de comprimento;
3. Uso da heurística FFD proposta em (MARTELLO; VIGO, 1998);
4. Busca por espaços de sobra;
5. Aproveitamento de parte dos espaços vazios pelos seguintes passos:
 - 5a. Criação de uma lista virtual de objetos com dimensões presentes na lista anteriormente lida e que caibam em cada espaço ainda não aproveitado;
 - 5b. Identificação das duas dimensões de objetos reais mais presentes na lista de entrada de objetos reais;
 - 5c. Uso de uma “roleta” que seleciona, aleatoriamente, um objeto virtual com as dimensões encontradas no passo 5b;
 - 5d. Alocação, sem modificações, do objeto virtual selecionado pela roleta.
6. Saída de informações dos objetos reais alocados e dos objetos sugeridos pela roleta.

Resultados e Discussão

Focando os resultados nas áreas de sobra, com objetos das dimensões [(2.0, 2.3), (3.0, 5.0), (3.0, 3.0), (5.0, 2.0), (1.0, 1.0), (1.3, 6.0), (5.0, 6.0), (1.0, 2.0), (8.0, 3.0), (3.0, 1.0), (5.0, 3.6), (3.6, 0.9), (4.6, 2.4), (4.0, 4.0), (2.0, 1.2)], obteve-se o seguinte aproveitamento de sobras:

Tabela 1 – Tabela de Áreas (em cm²)

Problema (Objetos)	Solução (Contêineres)	Área Total	Área Real	Área Virtual	Área de Sobra	Aproveitamento Aproximado (%)
100	12	1200	1071.64	24.24	104.12	91.32
200	25	2500	2302.08	24.92	173.00	93.08
300	32	3200	2982.24	12.96	204.80	93.60
400	43	4300	3995.92	14.00	290.08	93.25
500	56	5600	5144.40	90.56	365.04	93.48
600	68	6800	6318.92	68.56	412.52	93.93
700	77	7700	7142.80	59.96	497.24	93.54
800	91	9100	8445.80	56.48	597.72	93.43
900	102	10200	9497.36	43.68	658.96	93.53
1000	113	11300	10503.08	54.48	742.44	93.42

Conclusões

Houve sucesso em relação aos resultados obtidos com o mapeamento da região não utilizada. Apesar disso, o algoritmo utilizou uma adaptação do FFD que fez a alocação dos objetos com base em linhas imaginárias. O motivo foi a simplificação para a demonstração da melhoria do aproveitamento com o mapeamento. Em razão disso, para um futuro projeto, pretende-se refinar o algoritmo de otimização considerando outras estratégias presentes na literatura para que, juntamente com a função Roleta, o aproveitamento no uso de contêineres seja ainda maior. É importante observar aqui, que a análise de espaços alocáveis tem forte viés comercial, uma vez que listas de sugestões no momento de compra podem ser utilizadas. Além disso, é também proposta futura estudar um algoritmo que resolva o problema tridimensional de empacotamento com mesmo viés.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por me dar forças para realizar este trabalho; ao CNPq, ao meu orientador e coorientador pela oportunidade e aos meus colegas e amigos pelo apoio.

Referências

DYCKHOFF, H. **A typology of cutting and packing problems.** European Journal of Operational Research, Elsevier, v. 44, n. 2, p. 145–159, 1990. Citado 4 vezes nas páginas 3, 5, 6 e 15.

MARTELLO, S.; VIGO, D. **Exact solution of the two-dimensional finite bin packing problem.** Management science, INFORMS, v. 44, n. 3, p. 388–399, 1998. Citado na página 6.

PICARD, J.-C.; QUEYRANNE, M. **On the structure of all minimum cuts in a network and applications.** In: Combinatorial Optimization II. [S.l.]: Springer, 1980. p. 8–16. Citado na página 3.

SWEENEY, P. E.; PATERNOSTER, E. R. **Cutting and packing problems: a categorized, application-orientated research bibliography.** Journal of the Operational Research Society, Taylor & Francis, v. 43, n. 7, p. 691–706, 1992. Citado na página 3.