

**Relatório Parcial de Atividades
Projeto de Iniciação Científica
Algoritmos e Heurísticas para Empacotamento Tridimensional**

ALUNO: Pedro Henrique Del Bianco Hokama^{*}

ORIENTADOR: Flávio K. Miyazawa^z

Instituto de Computação - UNICAMP

Título do Projeto: **Algoritmos e Heurísticas para Empacotamento Tridimensional**

Área do Conhecimento: **Análise de Algoritmos e Complexidade de Computação**

Data: **Agosto/2007 a Julho/2008**

^{*} Bolsista. Email: pedro.hokama@students.ic.unicamp.br, Tel.: (11) 8249-7945
^z Responsável pelo projeto. Email: fk@ic.unicamp.br

Resumo do Projeto

Neste projeto iremos investigar algoritmos para empacotamento tridimensional. O problema consiste em, dados um conjunto de contêineres (recipientes) iguais, empacotar um dado conjunto de caixas dentro do menor número de contêineres possível. O empacotamento obtido deve ser ortogonal, mas não necessariamente orientado. Nenhuma caixa deve se sobrepor a outra e nem ultrapassar os limites do contêiner onde foi empacotado. Toda caixa, deve ser empacotada em um contêiner. Nosso objetivo será estudar sua complexidade computacional, algumas técnicas envolvidas no problema e implementar alguns algoritmos e heurísticas para estes problemas.

Palavras Chave: Empacotamento Tridimensional, Algoritmos de Aproximação, Heurísticas, Otimização Combinatória.

Introdução

Nesse relatório parcial, pretendemos apenas expor as atividades desenvolvidas até o momento no projeto de iniciação científica, e alguns resultados derivados dele.

O objetivo principal é esboçar o trabalho que está sendo feito de forma geral, por isso não nos aprofundamos nos tópicos e algoritmos citados.

Resumo das atividades

Preparação

No início do projeto estudamos assuntos que serão relevantes ao projeto, esse estudo inicial teve o objetivo de preparar o aluno para entender melhor todos os aspectos do trabalho a que nos propomos realizar, o estudo se baseou em Cormen [1], e Manber [2], Os algoritmos de empacotamento foram estudados a partir de Miyazawa [3].

Os Assuntos estudados foram:

- Problemas NP-completos
 - Tempo Polinomial
 - Verificação de tempo polinomial
 - Caráter NP-completo e redutibilidade
 - Provas do caráter NP-completo
 - Problemas NP-completos

- Algoritmos de Aproximação
 - Problema da Cobertura de Vértices
 - Problema do caixeiro-viajante
 - O problema de cobertura de conjuntos
 - Aleatoriedade e Programação linear
 - O problema de soma de subconjuntos

- Programação Dinâmica
 - Programação de linha de montagem
 - Multiplicação de cadeias de Matrizes
 - Elementos de programação dinâmica

- Algoritmos Gulosos
 - Problema de seleção de atividades
 - Elementos da Estratégia Gulosa
 - Código de Huffman

- Programação Linear
 - Formas padrão e relaxada
 - Formulação de problemas como programação lineares
 - O algoritmo simplex
 - Dualidade
 - Solução básica inicial possível

- Algoritmos para o Problema de Empacotamento Tridimensional
 - Empacotamento Unidimensional
 - FFD (First Fit Decreasing)
 - Empacotamento Tridimensional em Níveis
 - Algoritmo NFDH
 - Algoritmo FFDH
 - Algoritmo NFKH
 - Algoritmo FFKH
 - Algoritmo FFHKH
 - Algoritmo B2DNFDH
 - Algoritmo B2DFFDH
 - Algoritmo B2DNFDH+
 - Algoritmo B2DFFDH+

Software de visualização

Posteriormente, foi desenvolvido um Software para visualização Tridimensional de Empacotamentos, a Linguagem de programação escolhida foi "C" e OpenGL. Esse Software tem o intuito de facilitar futuros testes de algoritmos e uma maior compreensão dos resultados que serão estudados futuramente.

Para verificar a funcionalidade do Software, ele foi utilizado para a visualização de empacotamentos obtidos pelos algoritmos de empacotamento tridimensional em níveis citados acima.

Alguns resultados obtidos com o Software:

Obs.:

- As imagens são baseadas em empacotamentos da mesma instância, gerada aleatoriamente.
- Os algoritmos foram aplicados usando uma biblioteca desenvolvida por Flávio K. Miyazawa, e adaptada pelo Bolsista.
- As imagens de cada resultado são do mesmo contêiner visto por ângulos diferentes

NFDH:

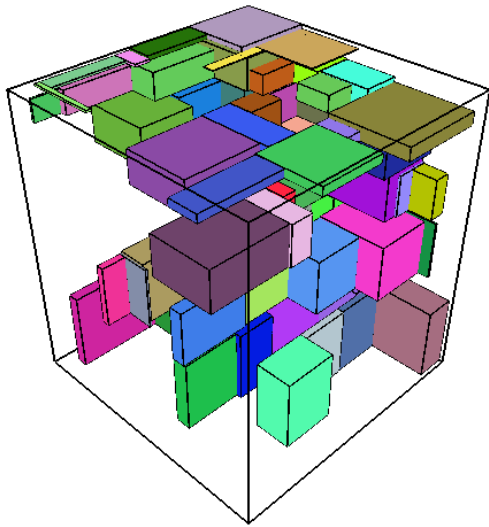


Fig. 1: Empacotamento através de NFDH

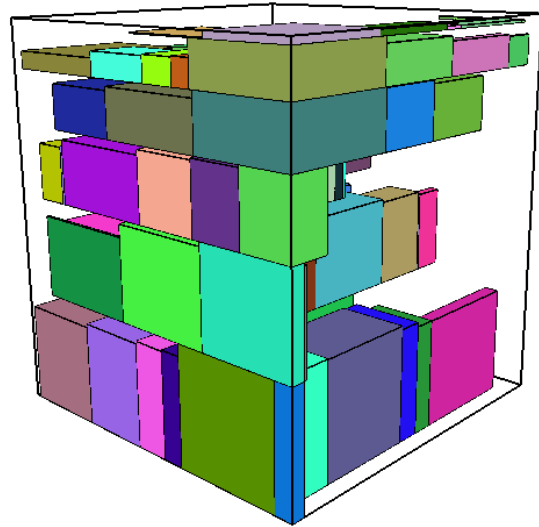


Fig. 2: Empacotamento através de NFDH (outro ângulo)

FFDH:

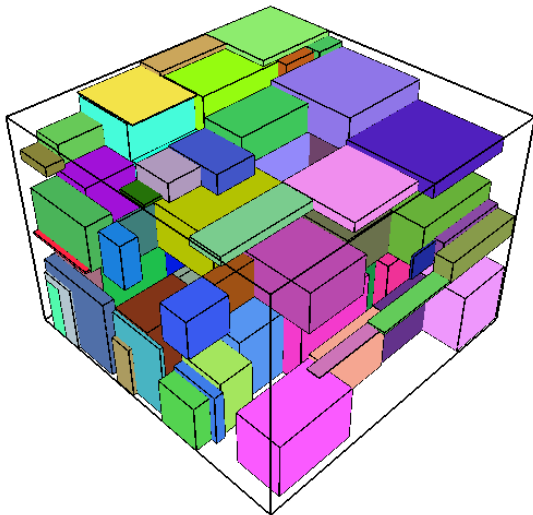


Fig. 3: Empacotamento através de FFDH

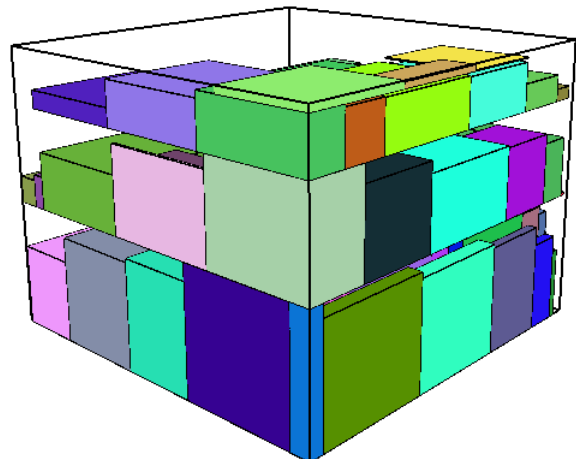


Fig. 4: Empacotamento através de FFDH (outro ângulo)

B2DFFDH+

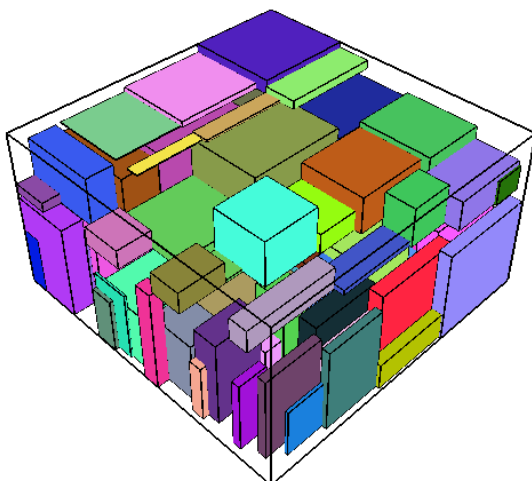


Fig. 5: Empacotamento através de B2DFFDH+

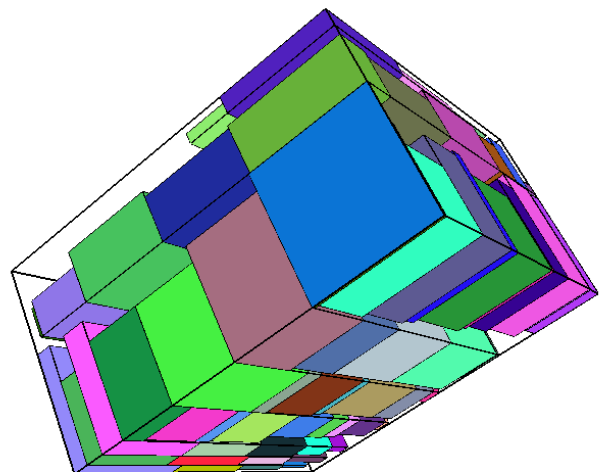


Fig. 6: Empacotamento através de B2DFFDH+ (outro ângulo)

B2DNFDH+

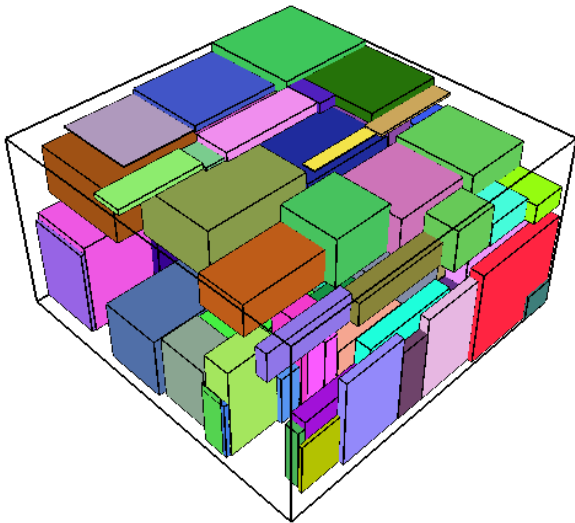


Fig. 7: Empacotamento através de B2DNFDH+

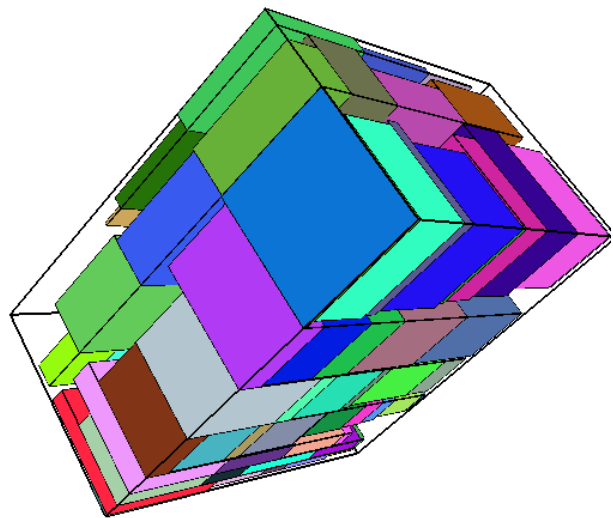


Fig. 8: Empacotamento através de B2DNFDH+ (outro ângulo)

Algoritmo para o problema do contêiner (David Pisinger)

Atualmente estamos estudando um novo algoritmo, publicado em [4], esse algoritmo é baseado na estratégia de wall-building, publicada por George e Robinson [5], Fig. 9.

O algoritmo se propõe a resolver o “knapsack container loading problem” que é a versão problema da mochila aplicado ao empacotamento tridimensional, e visa maximizar o volume de um determinado contêiner, dado um conjunto de caixas retangulares.

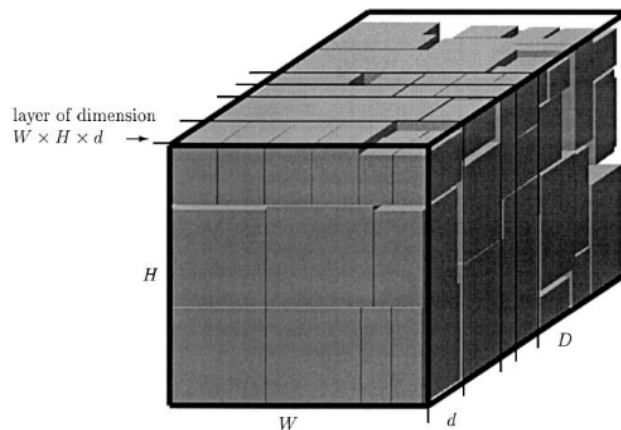


Fig. 9: Estratégia Wall-building, por George e Robinson

A estratégia utilizada, é dividir o problema em um

número de camadas que por sua vez são divididos em um certo número de faixas. empacotar uma faixa pode ser formulado e resolvido opticamente como um problema da mochila, cuja capacidade é igual a largura ou altura do contêiner.

Nesse algoritmo é acrescentado uma nova possibilidade não utilizada nos algoritmos estudados até aqui, a possibilidade de rotação ortogonal, que é realizada em uma determinada etapa do algoritmo como pré-processamento, de forma a otimizar o preenchimento das camadas e faixas.

A principio podemos considerar que os espaços vazios serão preenchidos com alguma espuma de alta densidade, de modo que não precisamos nos preocupar

com o apoio das caixas.

O Algoritmo de Pisinger utiliza-se de “ranking rules” que são formulas para encontrar a profundidade ideal de uma camada, são 9 as “ranking rules” que combinadas com outras 3 “frequency functions”, formam 27 “ranking functions”, que serão estudadas na próxima etapa do Projeto.

Referências Bibliográficas

[1] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. S. Stein. Introduction to Algorithms – Second Edition, The MIT Press, 2001

[2] U. Manber. Introduction to Algorithms: a creative approach . Addison-Wesley, 1988

[3] F. K. Miyazawa. Algoritmos de empacotamento tridimensional : novas estratégias e análises de desempenho. Tese de Mestrado, Orientador: Y. Wakabayashi. IME, USP - São Paulo, 1993

[4] D. Pisinger. Heuristics for the container loading problem, European Journal of Operational Research 141 (2002) 382-392

[5] J.A. George, D.F. Robinson. A heuristic for packing boxes into a container, computer and Operations Research 7 (1980) 147-156