

Problemas de Empacotamento

métodos heurísticos baseados em *bottom-left*

Gabriel Medeiros Lopes Carneiro
Orientador: Pedro Belin Castellucci
Coorientador: Rafael de Santiago

Universidade Federal de Santa Catarina

10 de maio de 2023



2023-05-10

Problemas de Empacotamento

Problemas de Empacotamento
métodos heurísticos baseados em *bottom-left*

Gabriel Medeiros Lopes Carneiro
Orientador: Pedro Belin Castellucci
Coorientador: Rafael de Santiago

Universidade Federal de Santa Catarina

10 de maio de 2023



Sumário

1. Conceitos básicos

Modelos de otimização

Tipos de soluções

Métodos exatos \times heurísticos

2. Problema

N-dimensões

Tipos de peças

Classificação

Variantes

3. *Bottom-left*

Critérios de ordenação

Regiões

Testes

4. Resultados

Configurações ruins

5. Conclusão



2023-05-10

Problemas de Empacotamento

└ Sumário

Sumário

1. Conceitos básicos
 - Modelos de otimização
 - Tipos de soluções
 - Métodos exatos \times heurísticos
2. Problema
 - N-dimensões
 - Tipos de peças
 - Classificação
 - Variantes
3. *Bottom-left*
 - Critérios de ordenação
 - Regiões
 - Testes
4. Resultados
 - Configurações ruins
5. Conclusão

$$\min/\max f(x), x \in \mathcal{X}.$$

- x : variável de decisão, $x = x_1, x_2, \dots, x_n$.
- \mathcal{X} : conjunto factível ou domínio;
- $f(x)$: função objetivo.

$$\min/\max f(x), x \in \mathcal{X}.$$

- x : variável de decisão, $x = x_1, x_2, \dots, x_n$.
- \mathcal{X} : conjunto factível ou domínio;
- $f(x)$: função objetivo.



Tipos de soluções

- Factivo.
 - Problema ilimitado.
- Infactivo.
- Ótima.



2023-05-10

Problemas de Empacotamento

└ Conceitos básicos

└ Tipos de soluções

└ Tipos de soluções

Tipos de soluções

- Factivo.
 - Problema ilimitado.
- Infactivo.
- Ótima.

Métodos exatos × heurísticos

Exatos

- Solução ótima.
- Tempo.
- Recursos.

Heurísticos

- Solução factível.
- Simplicidade.
- Grande porte.



2023-05-10

Problemas de Empacotamento

└ Conceitos básicos

└ Métodos exatos × heurísticos

└ Métodos exatos × heurísticos

Exatos

- Solução ótima.
- Tempo.
- Recursos.

Heurísticos

- Solução factível.
- Simplicidade.
- Grande porte.

Problema

Alocar peças em um espaço.

- Difícil resolução.
- N -dimensional.
- Tipos de peças.
- Classificação.
- Variantes.



2023-05-10

Problemas de Empacotamento

└ Problema

└ Problema

Problema

Alocar peças em um espaço.

- Difícil resolução.
- N -dimensional.
- Tipos de peças.
- Classificação.
- Variantes.

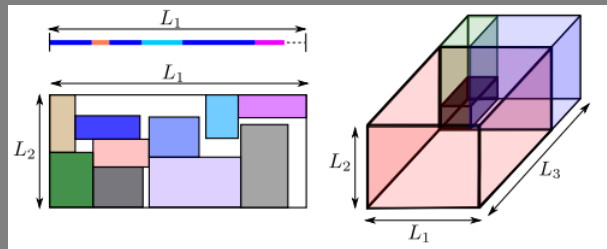


Figura: Represeção 1D, 2D e 3D.

2023-05-10

Problemas de Empacotamento

└ Problema

└└ N -dimensões

└└└ N -dimensões

N -dimensões

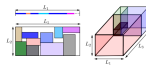


Figura: Represeção 1D, 2D e 3D.

Tipos de peças

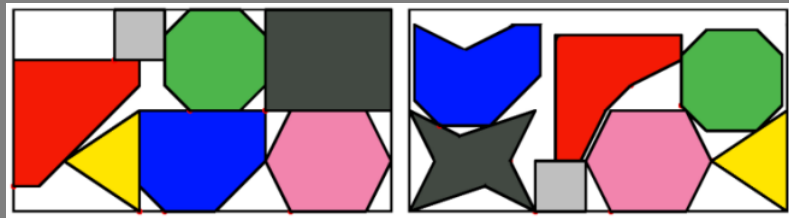


Figura: Exemplos de peças regulares (esquerda) e irregulares (direita).

2023-05-10

Problemas de Empacotamento

- └ Problema
 - └ Tipos de peças
 - └ Tipos de peças

Tipos de peças



Figura: Exemplos de peças regulares (esquerda) e irregulares (direita).

- Empacotamento em faixa.

2023-05-10

Problemas de Empacotamento

└ Problema

└ Classificação

└ Classificação

1. NP-difícil

2. NP-difícil

- Empacotamento em faixa.

Classificação

- Empacotamento em faixa.
- Empacotamento da mochila.



2023-05-10

Problemas de Empacotamento

└ Problema

└ Classificação

└ Classificação

1. NP-difícil

2. NP-difícil

Classificação

- Empacotamento em faixa.
- Empacotamento da mochila.

- Empacotamento em faixa.
- Empacotamento da mochila.
- Empacotamento em caixas.



└ Problema

└ Classificação

└ Classificação

1. NP-difícil

2. NP-difícil

- Empacotamento em faixa.
- Empacotamento da mochila.
- Empacotamento em caixas.

- Empacotamento em faixa.
- Empacotamento da mochila.
- Empacotamento em caixas.
- Empacotamento ortogonal.



2023-05-10

Problemas de Empacotamento

└ Problema

└ Classificação

└ Classificação

1. NP-difícil

2. NP-difícil

Classificação

- Empacotamento em faixa.
- Empacotamento da mochila.
- Empacotamento em caixas.
- Empacotamento ortogonal.

- Corte guilhotinado.
- Rotações ortogonais.
- Restrições de carga e descarga.
- Caixas de tamanho variável.



- Corte guilhotinado.
- Rotações ortogonais.
- Restrições de carga e descarga.
- Caixas de tamanho variável.

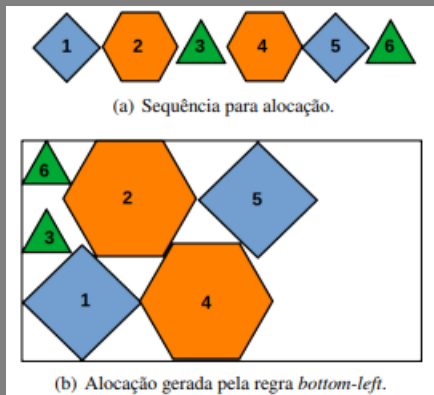


Figura: Representação de alocação.

2023-05-10

Problemas de Empacotamento

└ *Bottom-left*

└ *Bottom-left*

Bottom-left

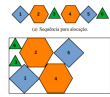


Figura: Representação de alocação.

Critérios de ordenação

- Área.
- Perímetro.
- Largura.
- Altura.
- Id.



2023-05-10

Problemas de Empacotamento
└ *Bottom-left*
└ Critérios de ordenação
└ Critérios de ordenação

Critérios de ordenação

- Área.
- Perímetro.
- Largura.
- Altura.
- Id.

- Vertical.
- Horizontal.
- $\max(\text{área})$.
- Nenhuma.



2023-05-10

Problemas de Empacotamento

└ *Bottom-left*

└ Regiões

└ Regiões

Regiões

- Vertical.
- Horizontal.
- $\max(\text{área})$.
- Nenhuma.

- 45 Instâncias.
 - BKW.
 - GCUT.
 - NGCUT.
 - OF.
 - OKP.
- 5 testes por configuração.
- 9000 execuções.
- ± 5 horas.



2023-05-10

Problemas de Empacotamento

└ *Bottom-left*

└ Testes

└ Testes

Testes

- 45 Instâncias.
 - BKW.
 - GCUT.
 - NGCUT.
 - OF.
 - OKP.
- 5 testes por configuração.
- 9000 execuções.
- ± 5 horas.

Configurações ruins

Descending	Wons	Draws	Quality %	Items %	Time (s)
F	167	8	57.306	47.6518	2.37153
T	736	8	78.9136	46.3642	1.77985



2023-05-10

- Problemas de Empacotamento
 - Resultados
 - Configurações ruins
 - Configurações ruins

Configurações ruins					
Descending	Wons	Draws	Quality %	Items %	Time (s)
F	167	8	57.306	47.6518	2.37153
T	736	8	78.9136	46.3642	1.77985

Configurações ruins

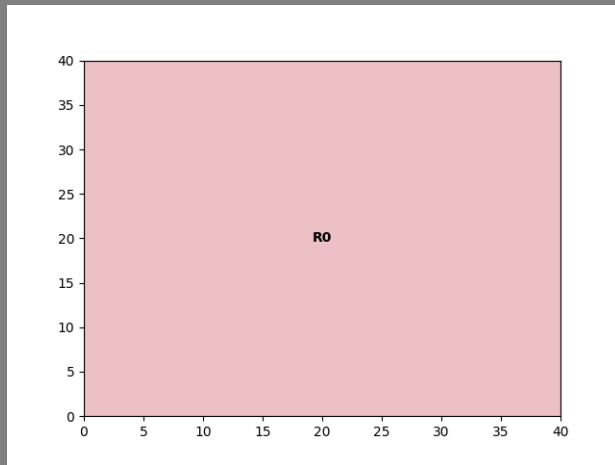


Figura: Regiões criadas na ordenação crescente.



2023-05-10

Problemas de Empacotamento

└ Resultados

└ Configurações ruins

└ Configurações ruins

Configurações ruins

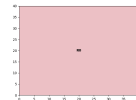


Figura: Regiões criadas na ordenação crescente.

Configurações ruins

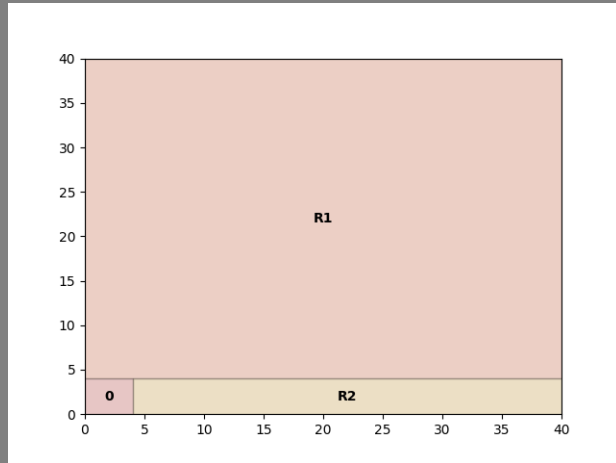


Figura: Regiões criadas na ordenação crescente.



2023-05-10

Problemas de Empacotamento

└ Resultados

└ Configurações ruins

└ Configurações ruins

Configurações ruins

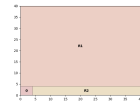


Figura: Regiões criadas na ordenação crescente.

Configurações ruins

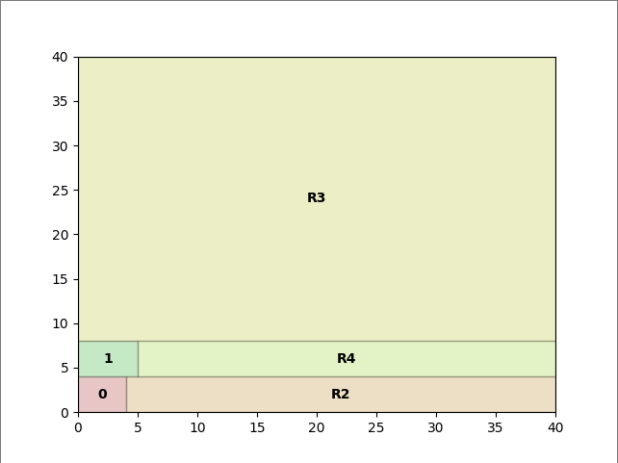


Figura: Regiões criadas na ordenação crescente.



2023-05-10

- Problemas de Empacotamento
 - Resultados
 - Configurações ruins
 - Configurações ruins

Configurações ruins

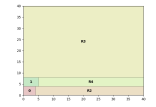


Figura: Regiões criadas na ordenação crescente.

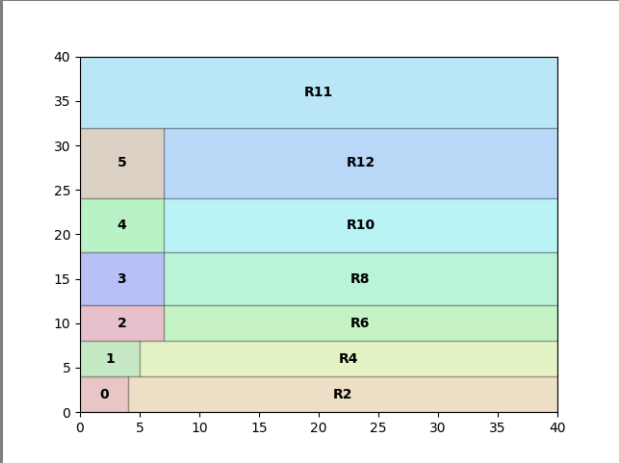


Figura: Regiões criadas na ordenação crescente.



Conclusão

- Resultados inesperados.
- Múltiplos métodos de solução.



2023-05-10

Problemas de Empacotamento

└─ Conclusão

└─ Conclusão

Conclusão

- Resultados inesperados.
- Múltiplos métodos de solução.