Insper

SuperComputação

Aula 06 – Algoritmos aleatorizados

2021 – Engenharia

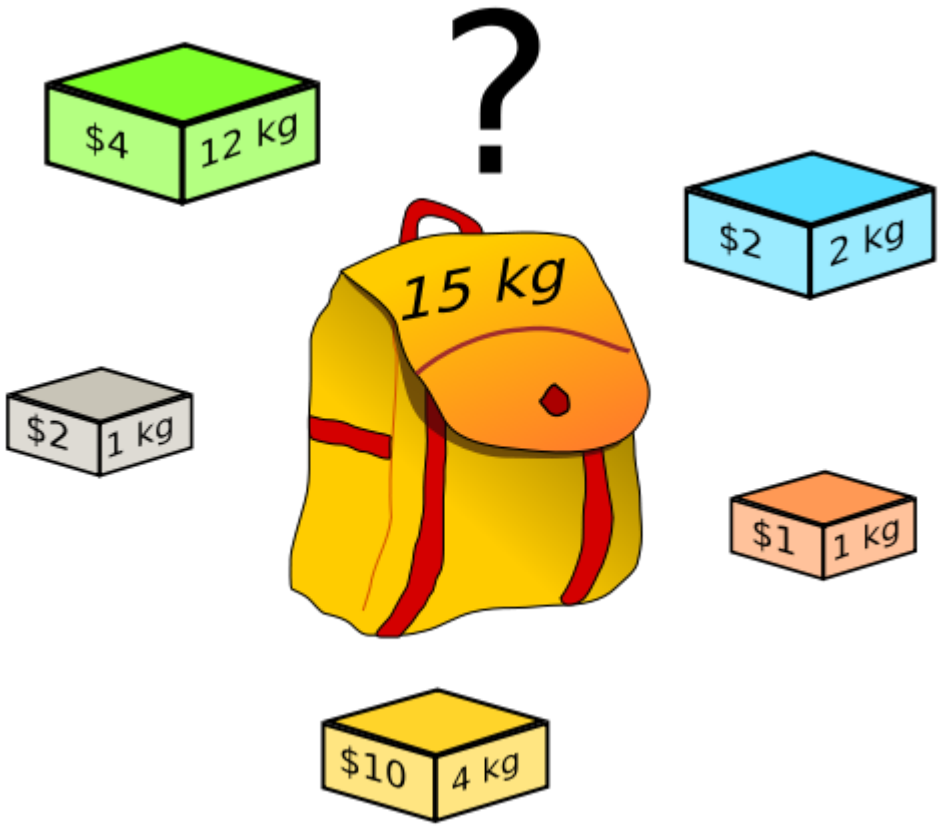
André Filipe de Moraes Batista <andrefmb@insper.edu.br>

Hoje

- Algoritmos aleatorizados

Algoritmos aleatorizados

A mochila binária



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Knapsack.svg

Insper

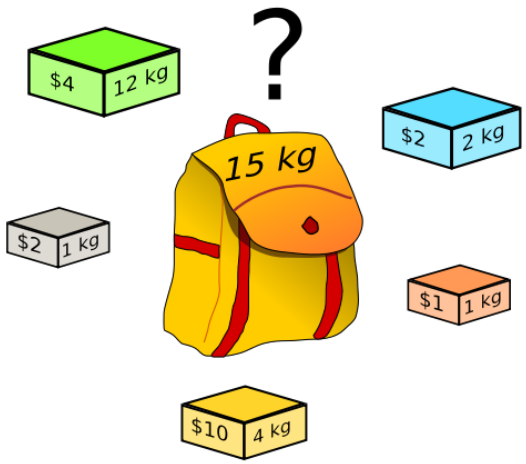
A mochila binária

Quais escolhas podem ser feitas?

- Quais produtos pegar?

Qual é a função objetivo?

- Maximizar valor dos objetos guardados



Quais são as restrições?

- Peso dos objetos não pode exceder capacidade da mochila

Como resolver esse problema?

Algumas opções:

- tentar tudo e ver qual é melhor
- pegar o mais caro primeiro
- pegar o mais leve primeiro

Heurística

"truque" usado para resolver um problema rapidamente

Ainda assim, uma boa heurística é suficiente para obter resultados aproximados ou ganhos de curto prazo.

- Não garante resultados ótimos
- Nem resultados bons em todas situações

Heurísticas - limitações

1. E se a solução gerada não for boa? Consigo "tentar" de novo e gerar outras parecidas?

2. Será que é possível melhorar a solução gerada? Como?

Exploration x Exploitation

Exploration

Exploitation

Exploration:

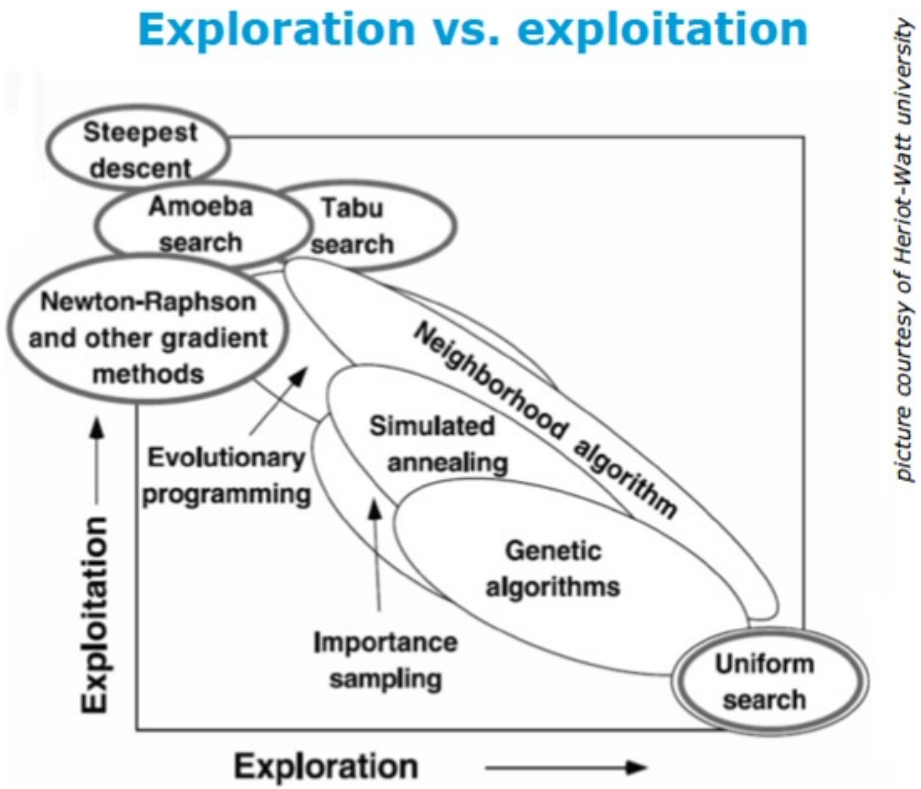
- decisão não localmente ótima feita "de propósito"
- visa adicionar variabilidade nas soluções geradas

Exploitation:

- explorar alguma propriedade do problema
- pode ser uma intuição que leve a bons resultados em curto prazo

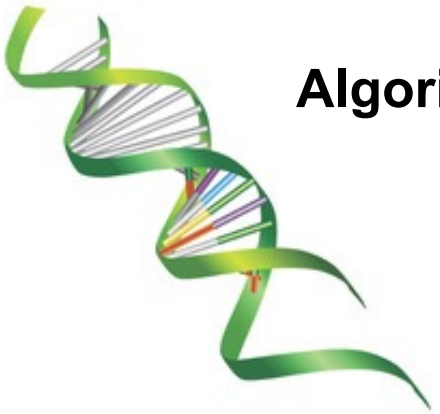
Insper

Exploration x Exploitation

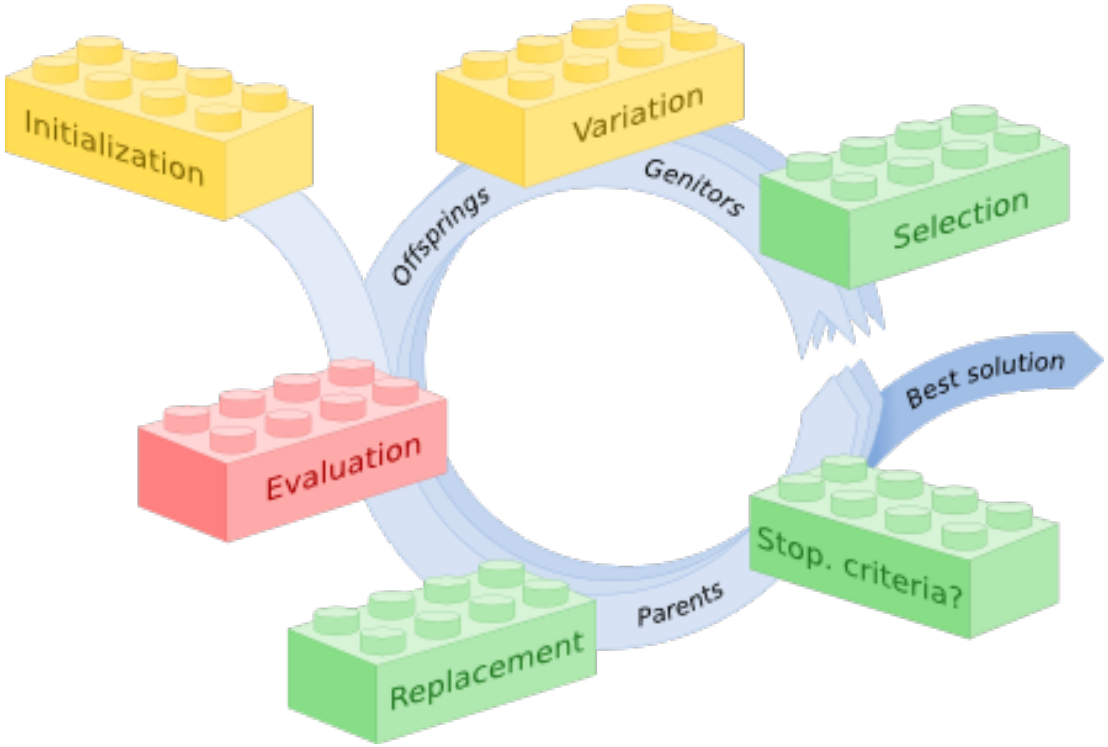


Insper

Exemplo de Exploration vs. Exploitation

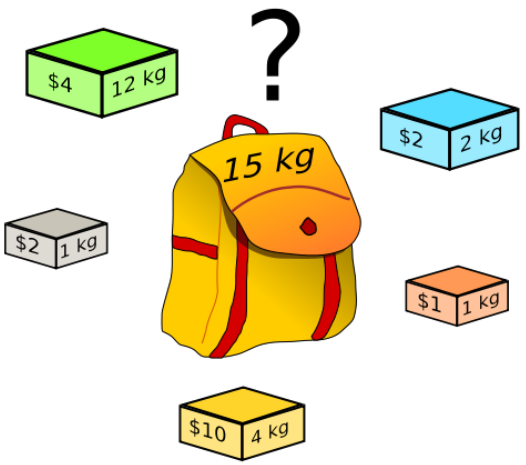


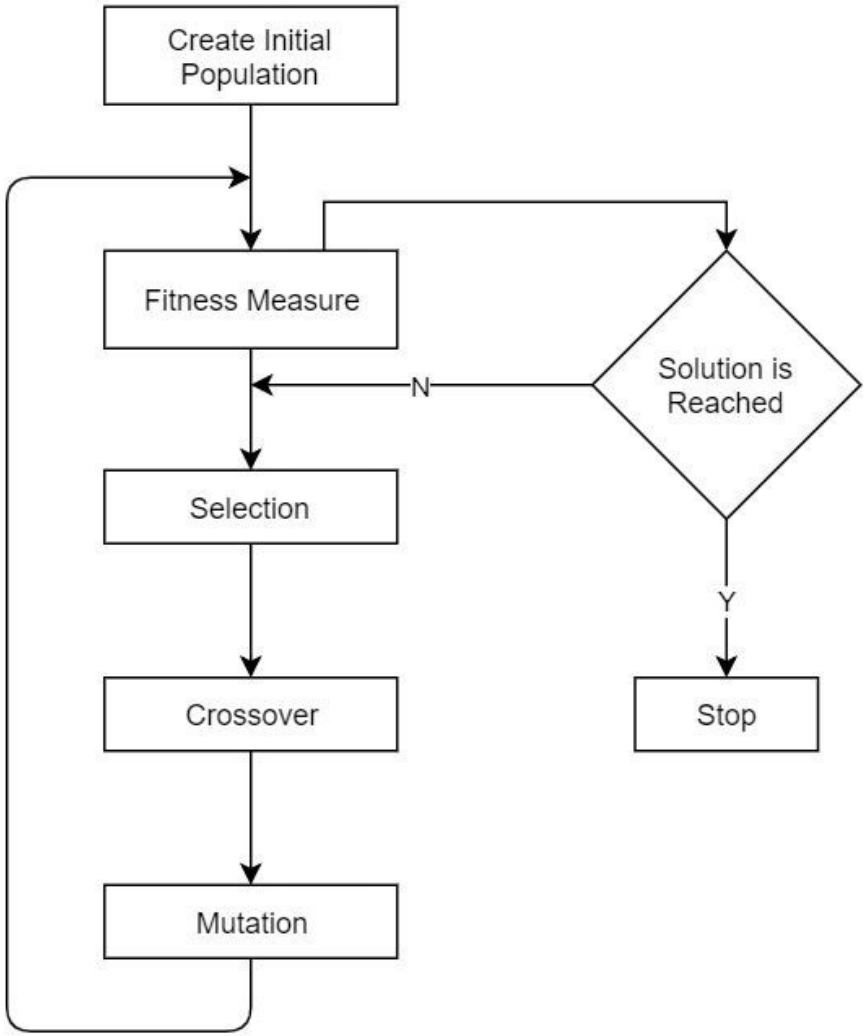
Algoritmos Genéticos



Insper

Algoritmos Genéticos para a Mochila Binária





Exploration vs Exploitation em Algoritmos Genéticos

- Estratégia de Reprodução (cross-over)
- Taxa de mutação
- Estratégia de elitismo

Insper

Possíveis itens:

Item	Peso	Valor
1	12	32
2	2	29
3	1	29
4	5	4
5	6	2
6	4	20
7	7	34
8	1	39
9	1	48
10	2	44

Capacidade da mochila: 35

População Inicial (n=8)

```
Tamanho da população = (8, 10)
População inicial:
 [[1 0 1 1 0 0 0 1 1 1]
 [1 0 0 0 0 1 1 0 1 1]
 [0 0 0 0 1 0 1 1 1 1]
 [0 0 0 0 0 1 0 1 0 0]
 [1 1 1 1 0 0 1 0 1 0]
 [1 0 0 0 1 1 1 1 0 0]
 [1 1 1 0 0 0 1 0 0 0]
 [0 1 1 0 1 1 0 1 0 1]]
```

Fitness

```
array([[196],
       [178],
       [167],
       [ 59],
       [176],
       [127],
       [124],
       [163]])
```

Seleção

```
[1 0 1 1 0 0 0 1 1 1]   [1 0 0 0 0 1 1 0 1 1]
[0 0 0 0 1 0 1 1 1 1]   [1 1 1 1 0 0 1 0 1 0]
```

Cross-Over

```
[1 0 1 1 0 0 0 1 1 1]   [1 0 1 1 0 1 1 0 1 1]
[1 0 0 0 0 1 1 0 1 1]   [1 0 0 0 0 0 0 1 1 1]
```

Mutação

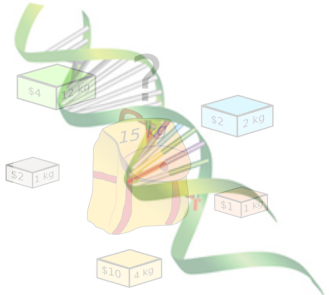
```
[1 0 0 0 0 0 0 1 1 1]   [1 0 0 0 1 0 0 1 1 1]
```

Repetir por N gerações

$$fitness = \sum_{i=1}^{n} c_i v_i; if \sum_{i=1}^{n} c_i w_i \leq kw$$

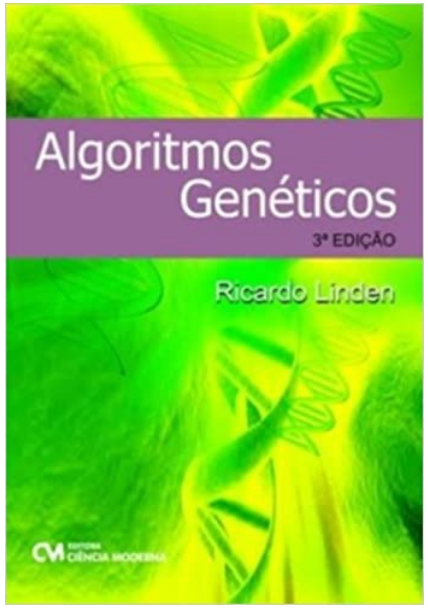
$$fitness = 0; otherwise$$

Mochila Binária por Algoritmos Genéticos



Insper

Para saber mais sobre algoritmos genéticos



https://www.algoritmosgeneticos.com.br

Insper

Exploration x Exploitation

Nossa heurística é **100% Exploitation**.

Como podemos adicionar **Exploration**?

Exploration x Exploitation

Nossa heurística é **100% Exploitation**.

Como podemos adicionar **Exploration**?

1. Alternar heurísticas de vez em quando
2. De vez em quando faço uma escolha qualquer
3. Inverto a heurística de vez em quando

Exploration x Exploitation

Nossa heurística é **100% Exploitation**.

Como podemos adicionar **Exploration**?

1. Alternar heurísticas **de vez em quando**
2. **De vez em quando** faço uma escolha qualquer
3. Inverto a heurística **de vez em quando**

Exploration

Exploration requer a capacidade de criar um programa que executa de maneira diferente a cada execução.

Precisamos

1. de uma fonte de aleatoriedade;

2. uma maneira de gerar sequências de números aleatórios

Números aleatórios

Um gerador de números aleatórios é impossível de ser criado usando um computador:

1. É impossível predizer qual será o próximo número aleatório "de verdade"
2. Um computador executa uma sequência de comandos conhecida baseada em dados guardados na memória. Execução é **Determinística**.

Números (pseudo-)aleatórios

Gerador de números pseudo-aleatórios (**pRNG**): algoritmo determinístico que gera sequências de números que parecem aleatórias

1. **Determinístico:** produz sempre a mesma sequência.

2. **Sequências que parecem aleatórias:** não conseguiríamos distinguir uma sequência gerada por um pRNG e uma sequência aleatória de verdade.

Números (pseudo-)aleatórios

Sorteio de números aleatórios

1. **Gerador:** produz bits aleatórios a partir de um parâmetro **seed**. Cada **seed** gera uma sequência diferente de bits.

2. **Distribuição de probabilidade:** gera sequência de números a partir de um conjunto de parâmetros

Atividade prática

Aleatorizando a mochila binária (45 minutos)

1. Adicionar aleatoridade em nossas heurísticas

Comentários sobre RNGs

Atividade prática

E se fosse tudo aleatório?

1. Criando uma solução completamente aleatória

Fechamento

Adicionar aleatoridade melhorou os resultados?

Qual a qualidade das soluções aleatórias?

Insper

www.insper.edu.br