



Fundamentos dos Algoritmos Genéticos

Por Luis R. M. Lopes

Fundamentos dos Algoritmos Genéticos

“Quanto melhor um indivíduo se adaptar
ao seu meio ambiente, maior será sua
chance de sobreviver e gerar
descendentes.”

(DARWIN, 1859)

O que são?



- Os Algoritmos Genéticos são uma classe de procedimentos, com passos distintos bem definidos.
- Essa classe se fundamenta em analogias a conceitos biológicos já testadas à exaustão.
- Cada passo distinto pode ter diversas versões diferentes.

Para que servem?

- Busca e Otimização
- Amplamente utilizados, com sucesso, em problemas de difícil manipulação pelas técnicas tradicionais
- Eficiência X Flexibilidade

Características Gerais

- Utilizam uma codificação do conjunto de parâmetros (*indivíduos*) e não com os próprios parâmetros (*estados*);
- Vasculham várias regiões do espaço de busca de cada vez;
- Utilizam informações diretas de qualidade, em contraste com as derivadas utilizadas nos métodos tradicionais de otimização;
- Utilizam regras de transição probabilísticas e não regras determinísticas.

Características Gerais

Algoritmos Genéticos podem ser considerados como métodos que trabalham com

*Buscas Paralelas Randômicas
Direcionadas*

Funcionamento Fundamental

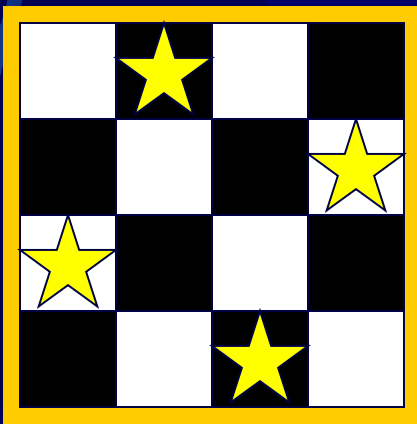
1. Gerar População Inicial
2. Descartar uma parte dos Indivíduos menos aptos
3. Aplicar operadores de reprodução
4. Aplicar operadores de mutação
5. Se o critério de parada foi satisfeito, encerrar. Senão, voltar ao passo 2.

Modelagem

- Indivíduos X Estados
- Cada indivíduo possui um *código genético*
- Esse código é chamado cromossomo
- Tradicionalmente, um cromossomo é um vetor de bits
- Vetor de bits nem sempre é o ideal

Exemplo de Modelagem

- Problema das N-Rainhas:
 - A posição de cada rainha é dada por uma subcadeia do cromossomo
 - Exemplo para $N = 4$:



= 01 11 00 10

↙ ↘ ↙ ↘

R1 R2 R3 R4

Operadores Fundamentais

- Seleção Natural
- Manipulação Genética por Mutação
- Manipulação Genética por Reprodução

Seleção Natural

- Princípio básico para o direcionamento da evolução de uma dada população
- Utiliza uma função de avaliação para medir a *aptidão* de cada indivíduo
- Essa aptidão pode ser *absoluta* ou *relativa*
- Existem vários métodos de seleção

Principais Métodos de Seleção Natural

- Roleta
- Torneio
- Amostragem Universal Estocástica

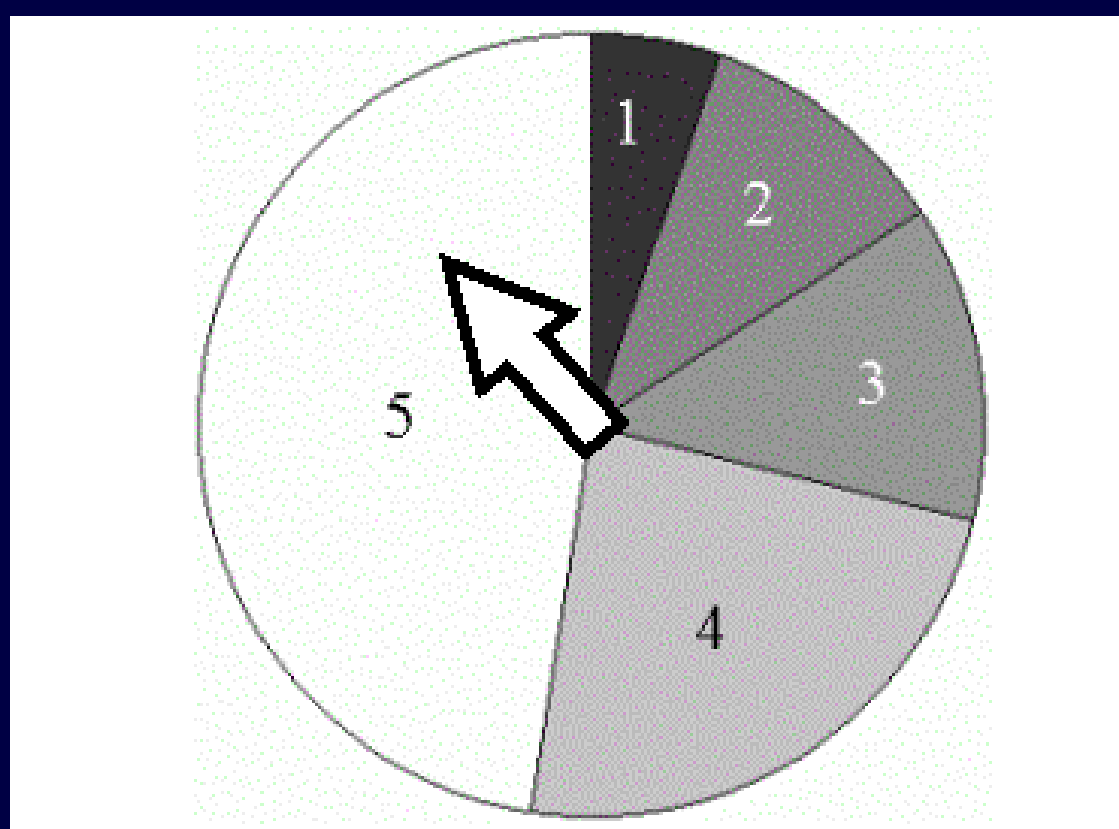
População Exemplo

<i>Indivíduo</i>	<i>Aptidão Absoluta</i>	<i>Aptidão Relativa</i>
1	2	0,052631579
2	4	0,105263158
3	5	0,131578947
4	9	0,236842105
5	18	0,473684211
<i>Total</i>	38	1

Método da Roleta

- Coloca-se os indivíduos em uma roleta, dando a cada um uma “fatia” proporcional à sua aptidão relativa
- Depois roda-se a agulha da roleta. O indivíduo em cuja fatia a agulha parar permanece para a próxima geração
- Repete-se o sorteio quantas vezes forem necessárias para selecionar a quantidade desejada de indivíduos

Roleta - Exemplo



Método do Torneio

- Utiliza sucessivas *disputas* para realizar a seleção
- Para selecionar k indivíduos, realiza k disputas, cada disputa envolvendo n indivíduos escolhidos ao acaso
- O indivíduo de maior aptidão na disputa é selecionado
- É muito comum utilizar $n = 3$

Torneio - Exemplo

Indiv 1, Indiv 2, Indiv 4



Indiv 4

Indiv 1, Indiv 2, Indiv 3



Indiv 3

Indiv 2, Indiv 3, Indiv 4



Indiv 4

Indiv 3, Indiv 4, Indiv 5

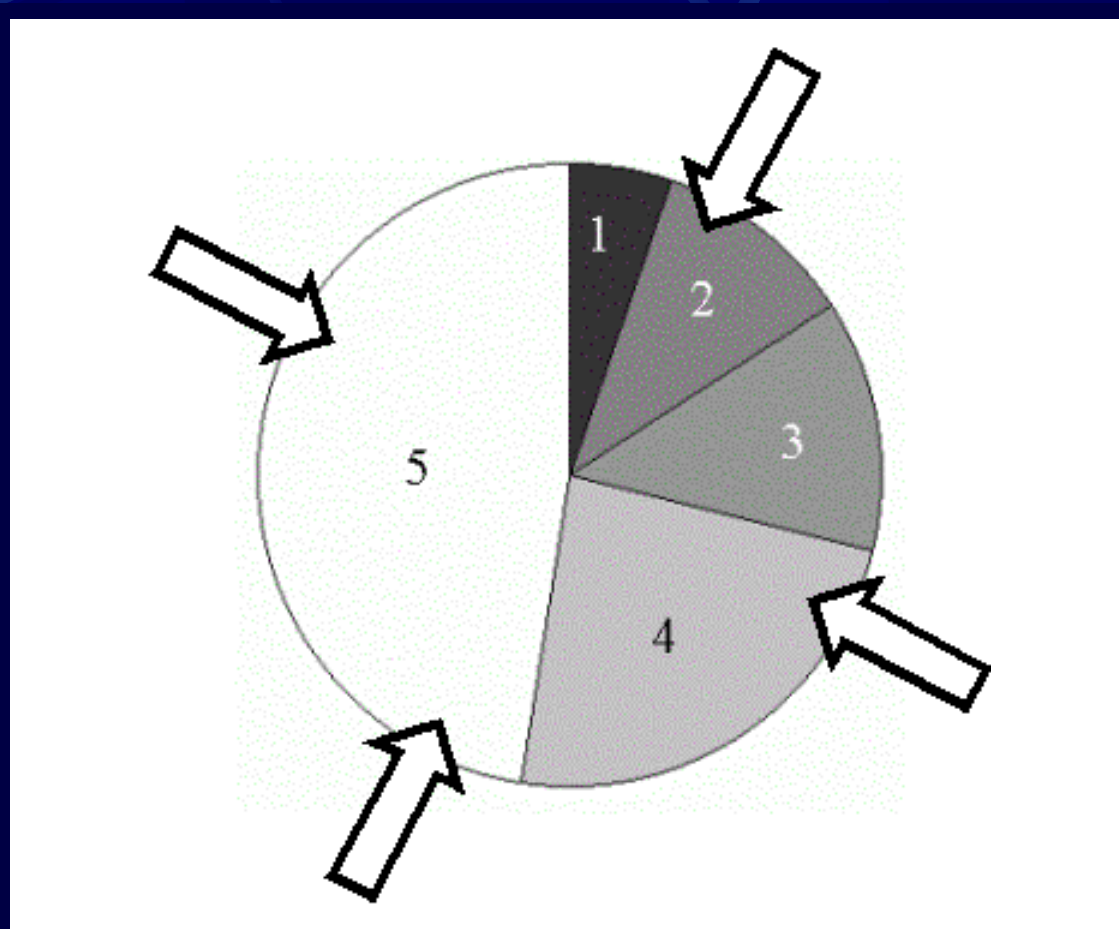


Indiv 5

Amostragem Universal Estocástica - *SUS*

- *SUS* – *Stochastic Universal Sampling*
- Semelhante à Roleta, mas para selecionar k indivíduos utiliza k agulhas igualmente espaçadas, girando-as em conjunto uma só vez
- Apresenta resultados menos variantes que a Roleta

SUS - Exemplo



Operador de Mutação

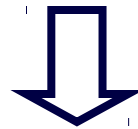
- Operador randômico de manipulação
- Introduz e mantém a variedade genética da população
- Garante a possibilidade de se alcançar qualquer ponto do espaço de busca
- Contorna mínimos locais

Operador de Mutação

- É um operador genético secundário
- Se seu uso for exagerado, reduz a evolução a uma busca totalmente aleatória
- Logo um indivíduo sofre mutações com probabilidade baixa (normalmente entre 0,001 e 0,1)

Exemplo de Mutação

0 1 1 0 0 0 1



0 1 0 0 0 0 1

Operador de Cruzamento

- Também chamado de *reprodução* ou *crossover*
- Combina as informações genéticas de dois indivíduos (*pais*) para gerar novos indivíduos (*filhos*)
- Versões mais comuns criam sempre dois filhos para cada operação

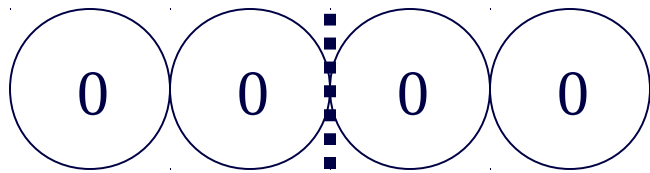
Operador de Cruzamento

- Operador genético principal
- Responsável por gerar novos indivíduos *diferentes* (sejam melhores ou piores) a partir de indivíduos já promissores
- Aplicado a cada par de indivíduos com alta probabilidade (normalmente entre 0,6 e 0,99)

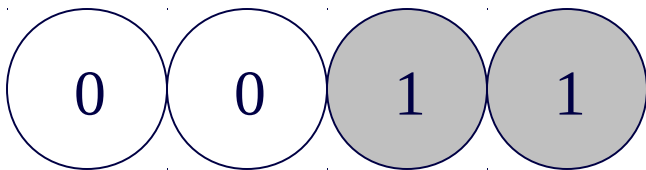
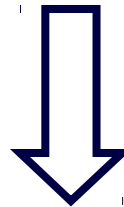
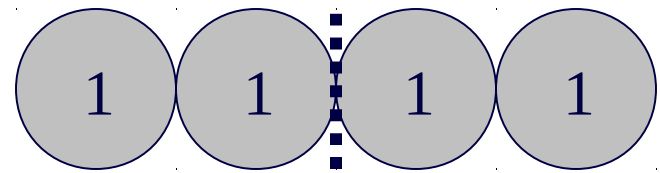
Abordagens para Cruzamento

- Cruzamento Um-Ponto
- Cruzamento Multi-Pontos
- Cruzamento Uniforme

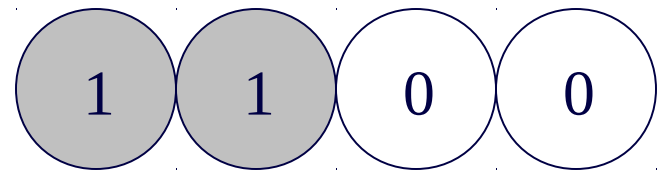
Cruzamento Um-Ponto



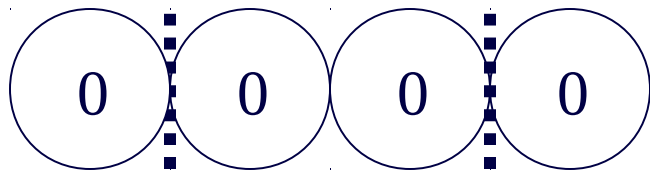
Pais



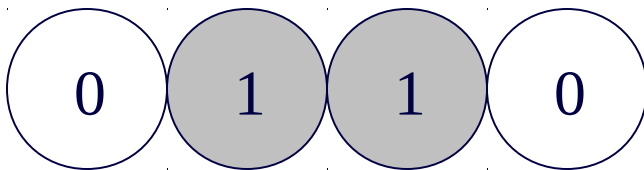
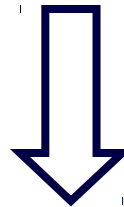
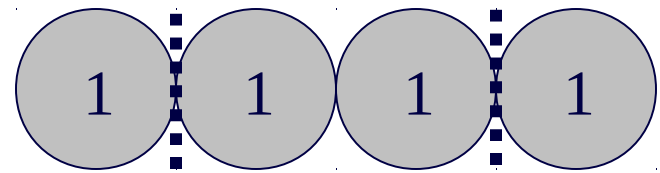
Filhos



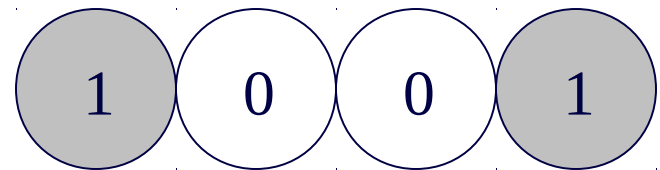
Cruzamento Multi-Ponto



Pais

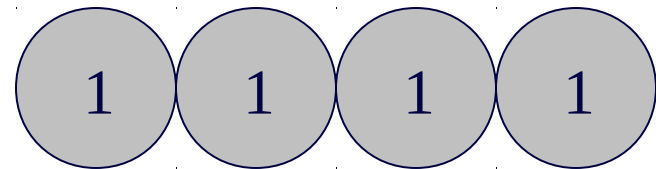
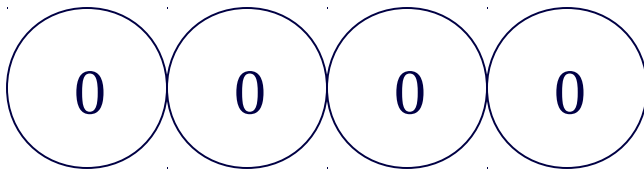
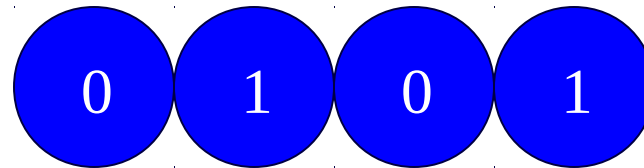


Filhos

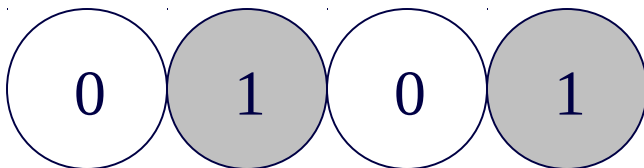
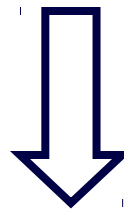


Cruzamento Uniforme

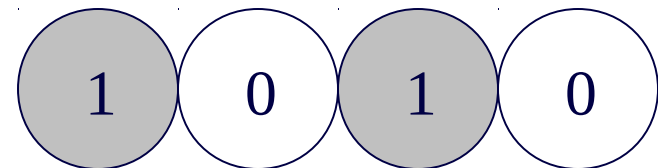
Máscara



Pais



Filhos



Parâmetros Genéticos

- Tamanho da população
- Taxa de cruzamento
- Taxa de mutação
- Intervalo de geração
- Critério de parada

Aplicações

- Alocação de tarefas
- Configuração de sistemas complexos
- Seleção de Rotas
- Problemas de Otimização e de Aprendizagem de Máquina
- Problemas cuja solução seja um estado final e não um caminho

Aplicações

- São especialmente interessantes em problemas difíceis de otimizar de forma convencional
- Técnicas tradicionais são mais difíceis de empregar
- Se uma técnica tradicional puder ser empregada, normalmente acha melhor solução mais rápido

Aplicações

- Existem muitos problemas práticos aos quais técnicas determinísticas tradicionais não podem ser aplicadas
- Técnicas tradicionais têm natureza serial
- Algoritmos Genéticos têm natureza paralela

Perspectivas Futuras

- Computação baseada em DNA
- Cooperação e competição entre populações
- Vida vegetal
- Desenvolvimento de modelos teóricos
- Sistemas evolutivos híbridos
- Metodologia para a configuração de parâmetros
- Prova formal da eficiência global dos AGs