



Computação Cognitiva

Introdução - Algoritmos Genéticos

Prof. Roberto Ângelo





Algoritmos Genéticos

Definição

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

(DARWIN, 1859)





Um Algoritmo Genético (AG), conceitualmente, segue passos inspirados no processo biológico de evolução natural segundo a teoria de Darwin.

Algoritmos Genéticos seguem a ideia de sobrevivência do mais adaptado (mais forte).

Teoria da Evolução: Indivíduos mais adaptados sobrevivem e transmitem suas características para as gerações seguintes.





Algoritmos Genéticos

O que são

Criação de uma abstração para espelhar o processo adaptativo dos sistemas naturais em sistemas de informação.

Os Algoritmos Genéticos são uma classe de procedimentos, com passos distintos e bem definidos, que fundamenta em analogias a conceitos biológicos já testadas à exaustão.





- **Cromossomos**
 - Todo organismo vivo consiste de células;
 - Em cada célula, existe o mesmo conjunto de cromossomos;
 - Cromossomos consistem de genes – seqüências de DNA - que servem para determinar as características de um indivíduo.





➤ Reprodução

- Durante o processo de reprodução ocorre-se a recombinação (ou crossover/cruzamento). Genes dos pais se combinam para formar novos cromossomos;
- Os descendentes criados podem sofrer mutações, ou seja, os elementos do DNA podem ser trocados;
- A adaptação de um organismo pode ser medida pelo sucesso do mesmo em sua vida.





- **Muito utilizado para situações onde são necessárias buscas e otimização;**
- **Amplamente utilizados, com sucesso, em problemas de difícil manipulação pelas técnicas tradicionais;**
- **Um exemplo de aplicação, pode ser a busca da melhor configuração de uma rede neural MLP.**





Algoritmos Genéticos

Algumas Características

- 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, ou seja, realizam a busca sobre uma população de pontos, não sobre um único ponto;
- Algoritmos Genéticos podem ser considerados como métodos que trabalham com **Buscas Paralelas Randômicas Direcionadas.**





Algoritmos Genéticos

Ideia básica

- Em geral, de forma aleatória, cria-se um conjunto de soluções, representado por cromossomos, chamado **população**;
- Soluções de uma população (**cromossomos**) são escolhidas e usadas para formar uma nova população (**reprodução**);
- Espera-se que a nova **população** seja “melhor” que a anterior;
- Soluções que são escolhidas para formar novas soluções (descendentes) são escolhidas de acordo com uma função de adaptação (**função objetiva** - custo);
- O processo é repetido até que uma condição seja satisfeita.





1. Cria-se codificação dos indivíduos (modelagem);
2. Define **função objetiva** (Fitness);
3. Gera-se **população** inicial;
4. Descarta-se uma parte dos Indivíduos menos aptos a partir da função objetiva (**adaptação**);
5. Aplica-se operadores de **reprodução**;
6. Aplica-se operadores de **mutação**;
7. Se o critério de parada foi satisfeito, encerrar. Senão, voltar ao passo 4.





Definição da modelagem dos indivíduos e função objetiva;

[Início] Geração aleatória de uma população de n cromossomos;

[Adaptação] Verificar a **função objetiva $f(x)$** de cada cromossomo x ;

[População] Cria-se uma nova população pela repetição a seguir:

1. **[Seleção]** Selecione um par de cromossomos da população de acordo com a adaptação de cada um (os mais bem adaptados tem maior chance de serem escolhidos);
2. **[Crossover]** Produza dois descendentes (filhos) realizando crossover com os cromossomos dos pais. O ponto para a realização do crossover deve ser aleatório;
3. **[Mutaç  o]** Com uma certa probabilidade, o descendente sofre muta  o em cada locus (posi  o no cromossomo);
4. **[Aceita  o]** Coloque os descendentes em uma nova popula  o, juntamente com a melhor solu  o da gera  o anterior.



1. **Como criar cromossomos e qual tipo de codificação usar?**
2. **Como escolher os pais para a realização do crossover?**
3. **A geração de uma população a partir de duas soluções pode causar a perda da melhor solução. O que fazer?**





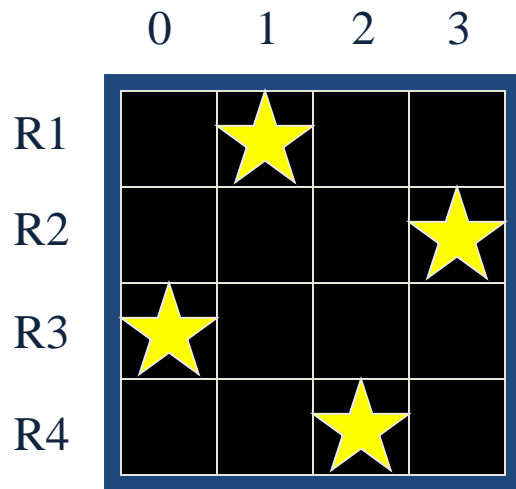
Como realizar a codificação dos cromossomos é a primeira pergunta que deve ser feita ao resolver um problema com Algoritmos Genéticos;

- **A codificação binária é a mais comum, pois é a mais simples, mas existem outras formas;**
- Cada cromossomo é uma string de bits – 0 ou 1
 - Cromossomo A = 1 0 1 1 0 0 1 0 1 1;
 - Cromossomo B = 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0;
- Exemplo de uso: problema da mochila
 - Codificação: Cada bit diz se um elemento está ou não na mochila.





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



Posição Rainha R1: 1 (01)
Posição Rainha R2: 3 (11)
Posição Rainha R3: 0 (00)
Posição Rainha R4: 2 (10)

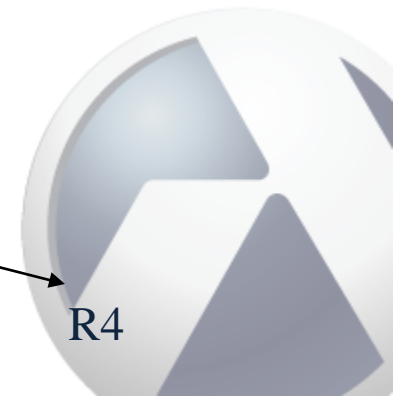
= 01 11 00 10

R1

R2

R3

R4





- Cada indivíduo possui um código genético;
- Esse código é chamado cromossomo;
- Tradicionalmente, um cromossomo é um vetor de bits (Codificação Binária);
- Vetor de bits nem sempre é o ideal, podem ser necessárias outras formas de codificação;
- Operadores Fundamentais:
 - **Seleção** Natural;
 - Manipulação Genética por **Cruzamento** ;
 - Manipulação Genética por **Mutação**.





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





- **Princípio básico para o direcionamento da evolução de uma dada população;**
- **Utiliza uma função de avaliação para medir a aptidão de cada indivíduo;**
- **Existem vários métodos de seleção:**
 - Roleta;
 - Torneio;
 - Amostragem Universal Estocástica.





Algoritmos Genéticos

Método da Roleta

Exemplo de População:

<i>Cromossomo</i>	<i>Aptidão Absoluta</i>	<i>Aptidão Relativa</i>
1 = 00010	2	0,052631579
2 = 00100	4	0,105263158
3 = 00101	5	0,131578947
4 = 01001	9	0,236842105
5 = 10010	18	0,473684211
<i>Total</i>	38	1

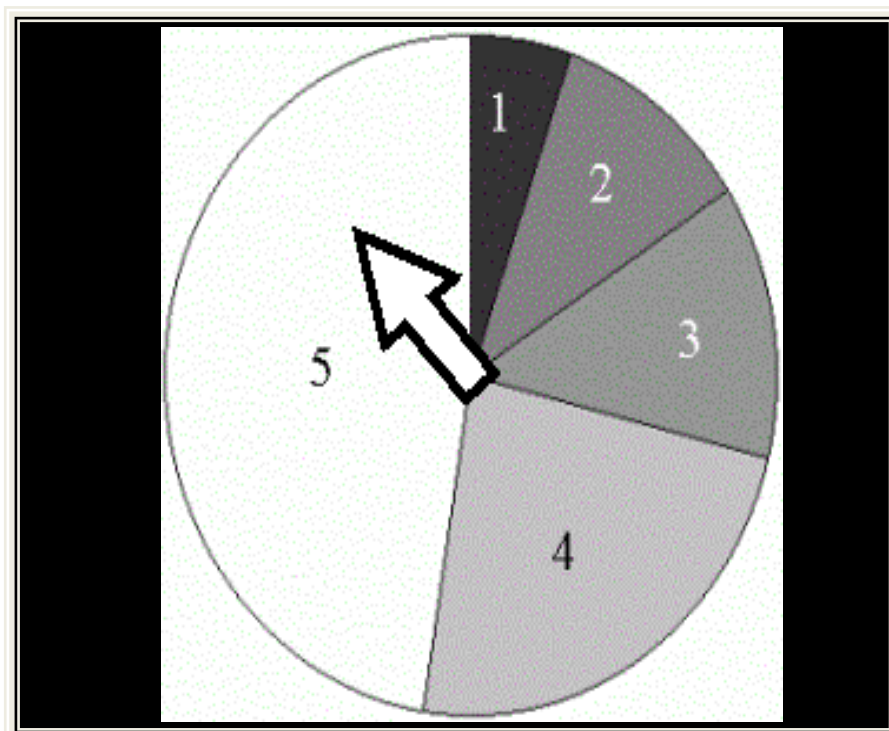




Algoritmos Genéticos

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.



<i>Cromossomo</i>	<i>Aptidão Absoluta</i>	<i>Aptidão Relativa</i>
1 = 00010	2	0,052631579
2 = 00100	4	0,105263158
3 = 00101	5	0,131578947
4 = 01001	9	0,236842105
5 = 10010	18	0,473684211
<i>Total</i>	38	1



- **Operador principal, também chamado de crossover;**
- **Combina as informações genéticas de dois indivíduos (pais) para gerar novos indivíduos (filhos);**
 - Gerar novos indivíduos diferentes (sejam melhores ou piores) a partir de indivíduos já promissores;
- **Versões mais comuns criam sempre dois filhos para cada operação.**

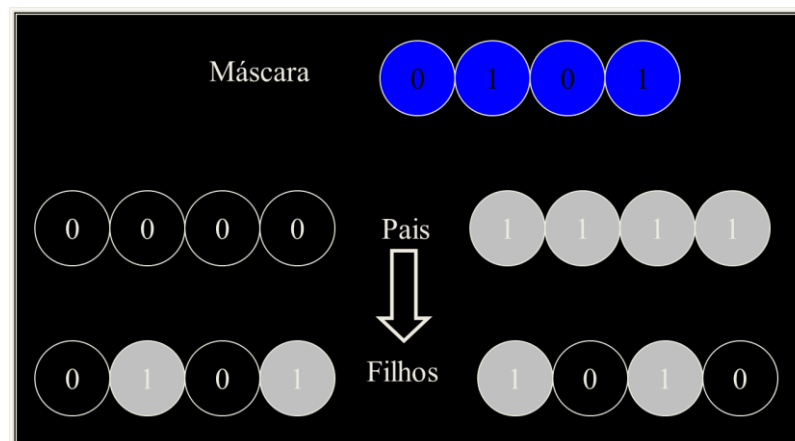
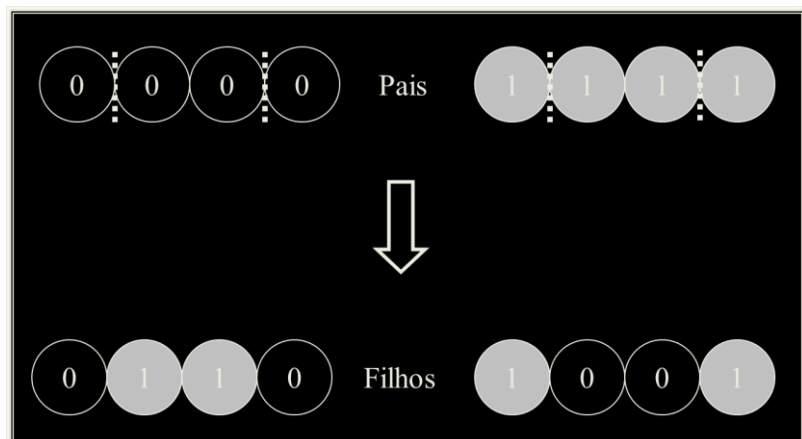
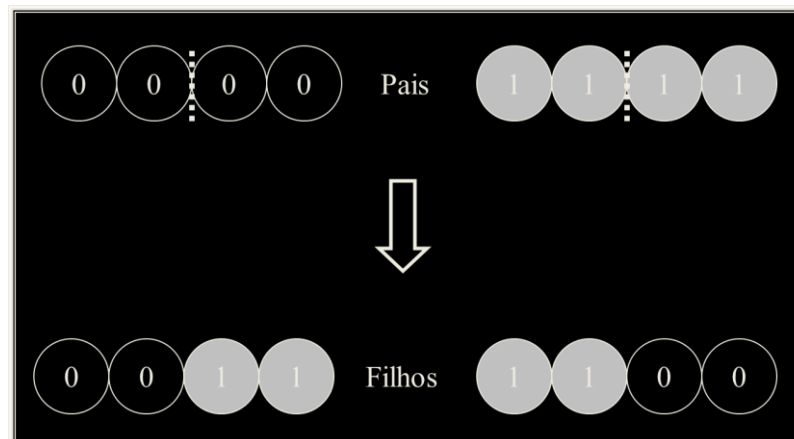




Algoritmos Genéticos

Cruzamento - Tipos

- **Cruzamento Um-Ponto;**
- **Cruzamento Multi-Pontos;**
- **Cruzamento Uniforme.**





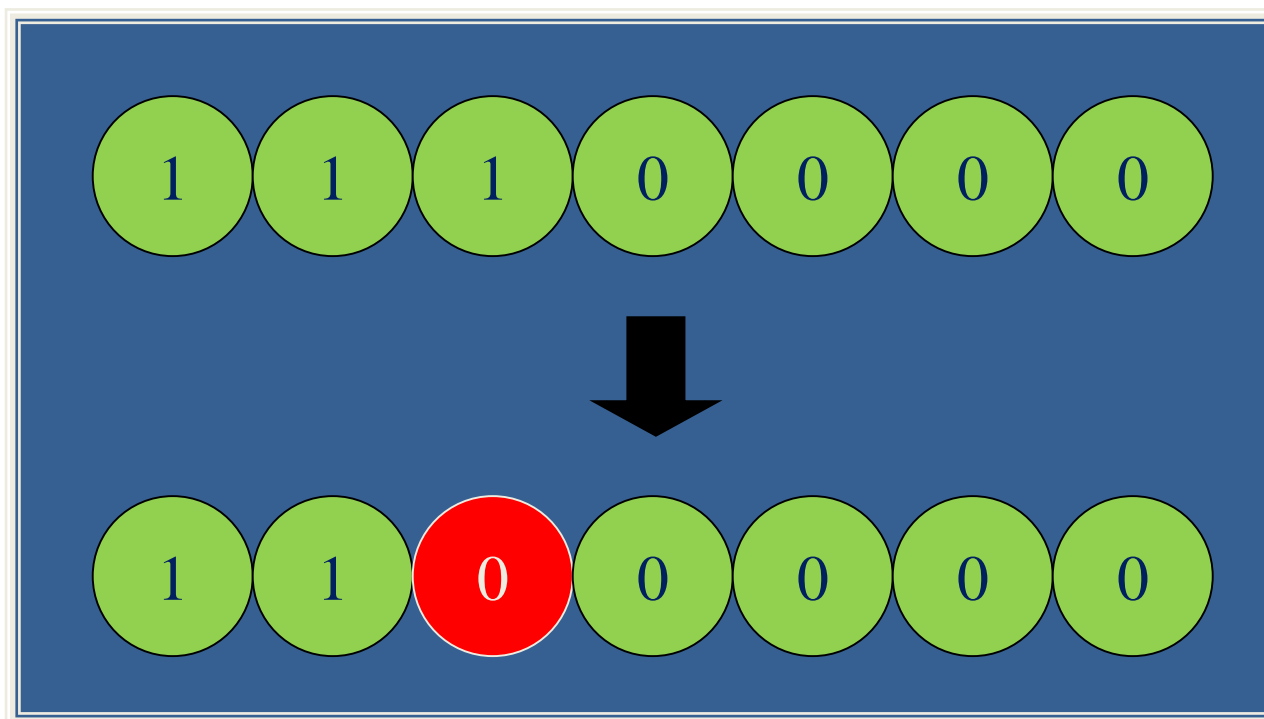
- É um operador genético secundário;
- Operador randômico de manipulação;
- Introduz e mantém a variedade genética da população;
- Garante a possibilidade de se alcançar qualquer ponto do espaço de busca e contorna mínimos locais;
- Se seu uso for exagerado, reduz a evolução a uma busca totalmente aleatória;
- Logo um indivíduo sofre mutações com probabilidade baixa (normalmente entre 0,001 e 0,1).





Algoritmos Genéticos

Mutação - Exemplo





Algoritmos Genéticos

Alguns Parâmetros

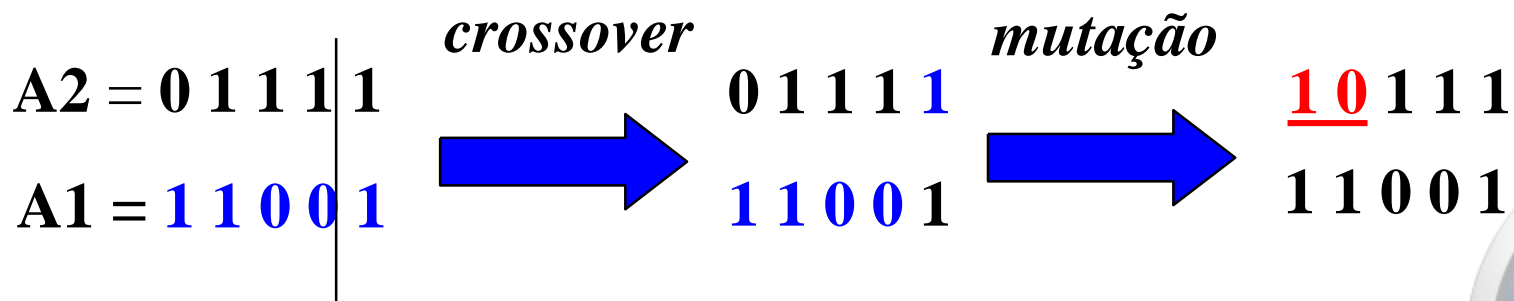
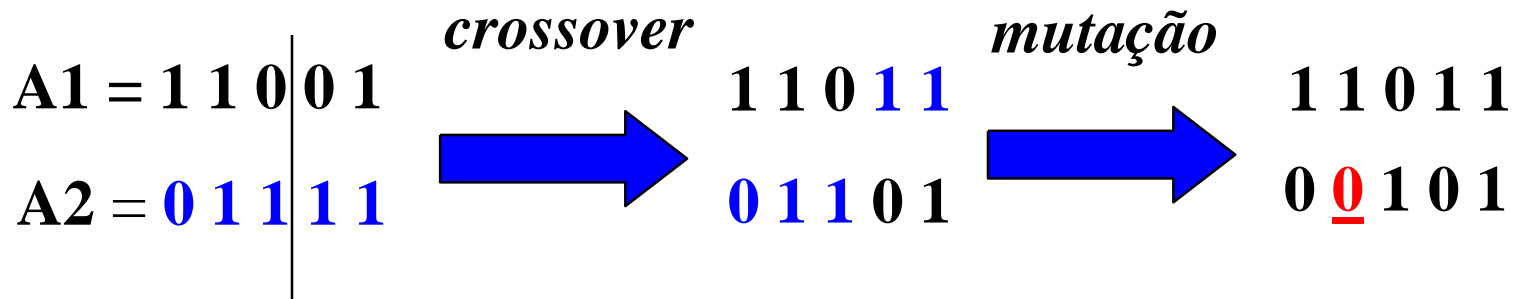
- **Tamanho da população;**
- **Taxa de cruzamento;**
- **Taxa de mutação;**
- **Intervalo de geração;**
- **Critério de parada;**
- **Entre outros.**





Pais (População Inicial)

Filhos





Algoritmos Genéticos

Problema – Primeira Geração

Pais (População Inicial)

Filhos

Melhor da população anterior

A1 = 1 1 0 0 1

A2 = 0 1 1 1 1

crossover

1 1 0 1 1

0 1 1 0 1

mutação

1 1 0 1 1

0 0 1 0 1

Melhores filhos

Nova
população

A2 = 0 1 1 1 1

A1 = 1 1 0 0 1

crossover

0 1 1 1 1

1 1 0 0 1

mutação

1 0 1 1 1

1 1 0 0 1





Método Roleta na nova população

Cromossomos		x	$f(x)$	prob. de seleção
1	1 1 0 1 1	27	729	29,1%
2	1 1 0 0 1	25	625	24,9%
3	1 1 0 0 1	25	625	24,9%
4	1 0 1 1 1	23	529	21,1%





Segunda Geração

						x	$f(x)$
						<hr/>	
1	1	1	0	1	1	27	729
2	1	1	0	0	0	24	576
3	1	0	1	1	1	23	529
4	1	0	1	0	1	21	441

Terceira Geração

						x	$f(x)$
						<hr/>	
1	1	1	0	1	1	27	729
2	1	0	1	1	1	23	529
3	0	1	1	1	1	15	225
4	0	0	1	1	1	7	49



Quarta Geração

		x	$f(x)$
1	1 1 1 1 1	31	961
2	1 1 0 1 1	27	729
3	1 0 1 1 1	23	529
4	1 0 1 1 1	23	529

Quinta Geração

		x	$f(x)$
1	1 1 1 1 1	31	961
2	1 1 1 1 1	31	961
3	1 1 1 1 1	31	961
4	1 0 1 1 1	23	529

'11111' é a melhor solução encontrada, com um fitness de 961



- São especialmente interessantes em problemas difíceis de otimizar de forma convencional;
- Existem muitos problemas práticos aos quais técnicas determinísticas tradicionais não podem ser aplicadas;
- Técnicas tradicionais têm natureza serial;
- Algoritmos Genéticos têm natureza paralela.





Faculdade
IMPACTA
TECNOLOGIA

Graduação em Banco de Dados

Obrigado!

Prof. Roberto Ângelo
rafss@hotmail.com

