

# Evolução Darwiniana e os Algoritmos Genéticos

Prof. Dr. Gustavo Luís Soares

Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

1

# Evolução Biológica

## Algumas referências ...

- Charles Darwin 'On the Origin of Species'
- John Maynard Smith 'The Theory of Evolution'
- Richard Dawkins 'The Selfish Gene'
- Mark Ridley 'Evolution'

Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

3

Os Algoritmos Genéticos, uma espécie de "ramo" da área "Vida Artificial", tem como ideias estruturais a evolução Darwiniana, sem levar em conta as origens ou evolução.

Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

# Evolução

O contexto da evolução é uma população (de organismos, objetos, agentes ...) que sobrevivem por um tempo limitado (geralmente) e depois morrem. Para ter sucesso gerações, os "mais aptos" tendem a produzir mais descendentes.

Ao final de muitas gerações, a população é composta por indivíduos que estão mais adaptados às condições do ambiente de sobrevivência.

Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

4

# Requisitos Evolutivos

- ✓ **Herança** - os decedentes contêm características dos pais.
- ✓ **Variabilidade** – possibilitar mudança de característica.
- ✓ **Seleção** – filtrar, de forma probabilística, os mais aptos para contribuir com a nova geração.

Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

5

# Neo-Darwinismo

Darwin inventou a teoria da evolução, sem qualquer noção moderna da genética (por exemplo, Mendel)

**neo-darwinismo = Darwin + Mendel + alguma matemática**

Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

7

## Discussão

- **Variabilidade** é geralmente **aleatória** e **sem direção**.
- **Seleção** é geralmente **não aleatória** e **dirigida**.
- Na evolução natural a "direção" da Seleção não implica em diretor consciente.
- Na evolução artificial, muitas vezes você é o diretor!

Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

6

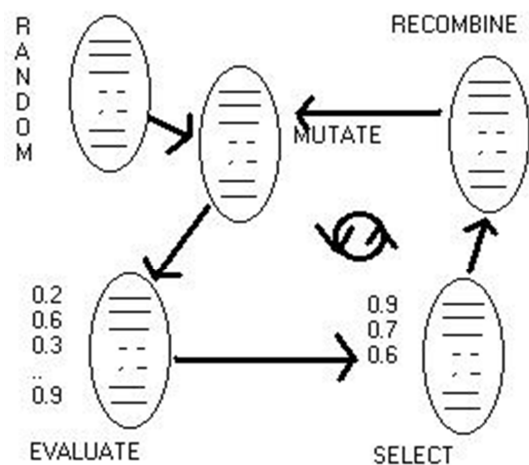
## Analogia entre sistemas naturais e artificiais

Genética Natural	Genética Artificial
gene	caractere
alelo	valor do caractere
cromossomo	cadeia de caracteres
locus	posição do gene na cadeia de caracteres
genótipo	estrutura, indivíduo
fenótipo	conjunto de parâmetros, ponto solução, estrutura decodificada
epistasia	não linearidade

Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

# Algoritmo Genético



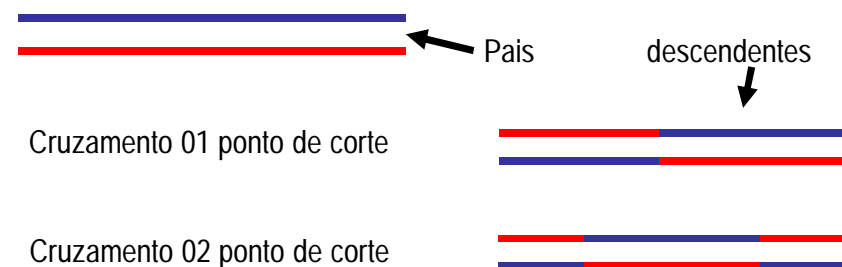
Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

9

# Recombinação

Tipicamente, 2 pais recombina para produzir 02 descendentes

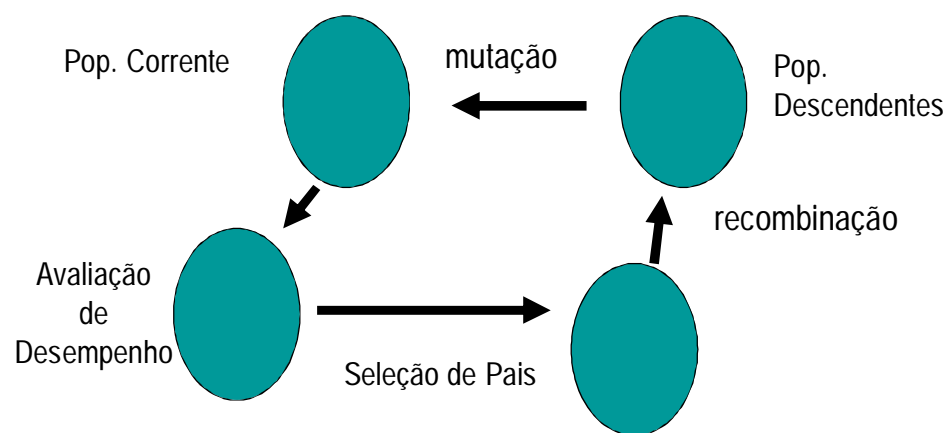


Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

11

# Ciclo Evolutivo



Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

10

# Mutação

**Mutação**, tipicamente, é uma perturbação em algum locus mudando o valor do alelo, com dada probabilidade.



Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

12

# SGA (Algoritmo Genético Simples)

```
Algoritmo Genético Simples {  
  Definindo {  
    função desempenho  
    formação do indivíduo e tamanho da população  
    probabilidade dos operadores  
  }  
  Inicializar população aleatória  
  Enquanto não alcançar critério de convergência faça {  
    avaliar os indivíduos da população  
    executar seleção  
    executar cruzamento e mutação  
  }  
}
```

Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

# Decisões de projeto e parâmetros

- Função desempenho:  $ff(x)=2x$
- Codificação: **binária**
- Comprimento da cadeia de caracteres: **5 bits**
- Tamanho da população: **4 indivíduos**
- Seleção: **roleta**
- Cruzamento: **1 ponto de corte**
- Mutação: **1 bit**
- Critério de parada: **número máx. de gerações**

Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

## Exemplo SGA

Problema: **maximize  $ff(x)=2x$ ;  $0 \leq x \leq 31$**

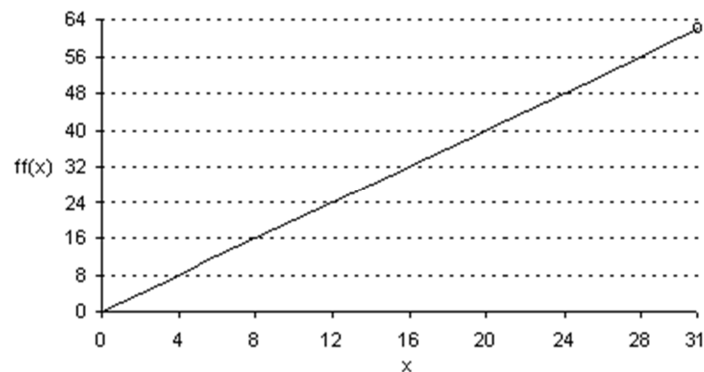


Figura 1 :  $ff(x)=2x$ , valor máximo em  $x=31$ .

## População Inicial

01101, 11000, 10010, 00101

Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

## Seleção: roleta

Estatística usada pelo método da roleta.

número	indivíduo	x	$f_i=f(x)$	$f_i/\Sigma f(\%)$
1	01101	13	26	21.67
2	11000	24	48	40.00
3	10010	18	36	30.00
4	00101	5	10	08.33
Soma	-	-	120	100.00
Média	-	-	30	25.00
Máximo	-	-	48	40.00

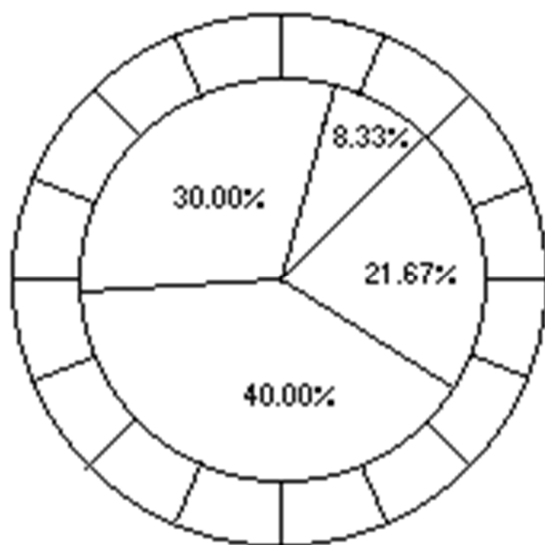
## Seleção: roleta

número	indivíduo
1	01101
2	11000
3	10010
4	11000

Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

## Seleção: roleta



Girando a roleta quatro vezes, poder-se-ia ter a seguinte escolha:

- 1º- giro: indivíduo 2
- 2º- giro: indivíduo 3
- 3º- giro: indivíduo 2
- 4º- giro: indivíduo 1

Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

## Após a seleção...

número	indivíduo	x	$f_i=f(x)$	$f_i/\Sigma f(\%)$	$f_i/f_{med}$	inteiro( $f_i/f_{med}$ )
1	01101	13	26	21.67	0.87	1
2	11000	24	48	40.00	1.60	2
3	10010	18	36	30.00	1.20	1
4	00101	5	10	08.33	0.33	0
Soma	-	-	120	100.00	4.00	4
Média	-	-	30	25.00	1.00	1
Máximo	-	-	48	40.00	1.60	2

Fevereiro 2013

Computação Evolucionária

# Cruzamento

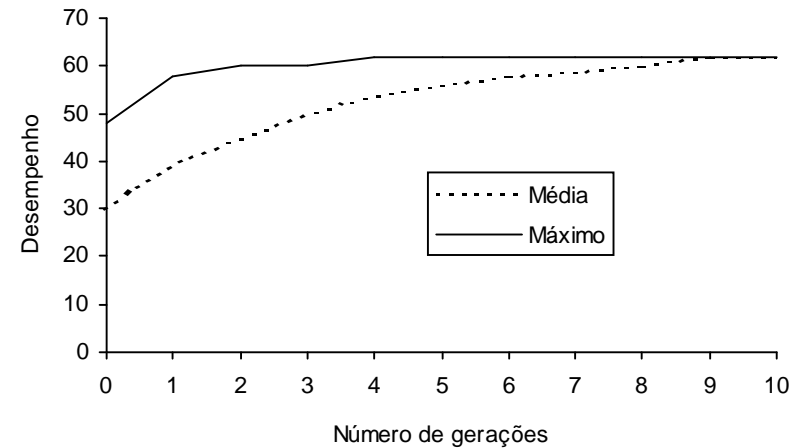
Após o sorteio, os indivíduos **1 e 4** foram escolhidos para formarem o primeiro **casal**, enquanto que os indivíduos **2 e 3** o segundo.

Para as duas duplas, considere ainda a posição de **corte** situada entre os **locus 2 e 3**.

População Inicial após o cruzamento.

casal	corte entre os locus	indivíduo	novos indivíduos
1	2 e 3	01 <b>101</b>	01000
		11000	11 <b>101</b>
2	2 e 3	11 <b>000</b>	11010
		10010	10 <b>000</b>

# Avaliando o SGA...



# Depois do cruzamento...

Fim da geração inicial.

número	indivíduo	x	$f_i=f(x)$	$f_i/\Sigma f(\%)$	$f_i/f_{med}$	inteiro( $f_i/f_{med}$ )
1	01000	8	16	10.13	0.41	0
2	11101	29	58	36.71	1.47	1
3	11010	26	52	32.91	1.32	1
4	10000	16	32	20.25	0.81	1
Soma	-	-	158	100.00	4.01	3
Média	-	-	39.5	25.00	1.00	0.75
Máximo	-	-	58	36.71	1.47	1

# Frase evolutiva

Através da procura por semelhanças na codificação em indivíduos de bom desempenho, os GAs caminham na direção a região de otimalidade.

## Para casa

- Implementar a codificação binária para representar números reais, dado intervalo e o número de bits;
- Implementar a decodificação de indivíduos, dado o intervalo e o número de bits;
- Implementar 2 funções (pág. do grupo)
- Testar codificação e decodificação nas funções teste.