



Universidade Estadual de Feira de Santana  
Departamento de Ciências Exatas

## Computação Evolutiva e sua Aplicação

Profa. Dra. Fabiana Cristina Bertoni

## Roteiro

### Sistemas Inteligentes

- Definição
- Quando utilizar
- Metodologias Inteligentes

### Algoritmos Genéticos

- Conceitos
- Exemplo de Aplicação
- Modelagem de Problemas

2

## Sistemas Inteligentes (SI)

Sistemas que incorporam, mesmo que de forma limitada, algumas das funcionalidades dos sistemas biológicos no que se refere a seus aspectos de inteligência, tais como percepção, raciocínio, aprendizado, evolução e adaptação

3

## Quando usar SI?

- Imprecisão no dados disponíveis
- Volume de dados
- Quando os modelos matemáticos existentes não atendem ao problema
- Quando os modelos existentes são muito particularizados, resolvendo apenas parte do problema
- Quando o esforço computacional com modelos existentes é muito grande
- Quando a precisão obtida pelos modelos existentes não é satisfatória

4

## Metodologias Inteligentes

- Redes Neurais Artificiais
- Computação Evolutiva
- Sistemas Nebulosos ou Fuzzy
- Colônias de Formigas
- Inteligência de Enxames
- Sistemas Imunológicos Artificiais

5

## Computação Evolutiva

- Nas décadas de 50 e 60 cientistas da computação estudaram sistemas evolutivos com o objetivo de utilizar a evolução como ferramenta de otimização para problemas de engenharia (controle de processos, aprendizado de máquina e otimização de funções)
- A idéia era evoluir uma população de soluções candidatas para o problema, usando operadores inspirados pela genética e seleção natural

6

## Computação Evolutiva

- Computação Evolutiva é um conceito geral de solução de problemas, especialmente problemas de busca e otimização
- Não propõe algoritmos prontos para uso
- Propõe modelos gerais de processos de adaptação inspirados em princípios da biologia evolutiva

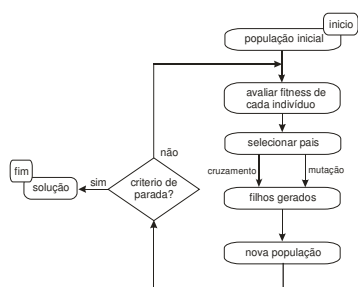
7

## Algoritmos Genéticos

- Os Algoritmos Genéticos (AG's) foram propostos por John Holland nos anos 60 e 70
- São algoritmos de busca baseados no mecanismo da seleção natural e da genética natural, que simulam processos naturais de sobrevivência e reprodução dos seres vivos que são essenciais em sua evolução
- Incorporam características como o paralelismo, a adaptação e a inovação

8

## Algoritmos Genéticos



Fonte: Próprio autor.

9

## Algoritmos Genéticos

Aspectos de um algoritmo genético:

0	1	1	0	1	...	0
---	---	---	---	---	-----	---

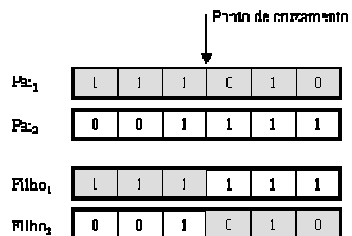
- Representação Genética
- População Inicial
- Função de Avaliação, Aptidão ou Fitness
- Método de Seleção
- Operadores Genéticos
- Condição de Parada

10

## Algoritmos Genéticos

Operadores Genéticos

- Cruzamento

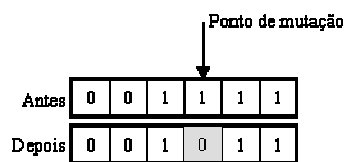


11

## Algoritmos Genéticos

Operadores Genéticos

- Mutação

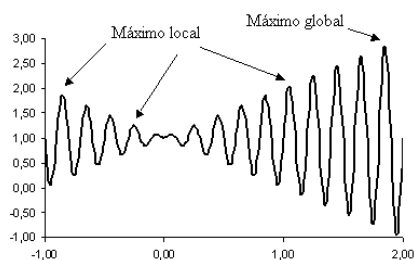


12

## AG – Exemplo de Aplicação

Aplicação direta: Otimização de Funções

$$f(x) = x \operatorname{sen}(10 \pi x) + 1$$



13

## AG – Exemplo de Aplicação

- Embora aparentemente simples, o problema acima não é de fácil solução
- Existem vários pontos de máximos (máximos locais) nesta função, mas muitos não representam o maior que a função pode atingir
- A melhor solução para este problema está no ponto em que a função possui valor máximo, o **máximo global**, em  $x=1,85055$ . Neste ponto, a função assume o valor 2,85027

14

## AG – Exemplo de Aplicação

### ■ Representação da variável 'x'

- Um vetor binário na forma de um cromossomo é usado para representar os valores reais da variável  $x$ . O tamanho do vetor dependerá da precisão desejada (neste caso consideraremos seis casas decimais)
- O domínio da variável  $x$  possui tamanho três; a precisão requerida implica que o intervalo  $[-1..2]$  deva ser dividido em pelo menos  $3 \cdot 1000000$  intervalos iguais. Isto significa que 22 bits são necessários para o cromossomo:

$$2097152 = 2^{21} < 3000000 \leq 2^{22} = 4194304$$

15

## AG – Exemplo de Aplicação

- O mapeamento da cadeia de bits para um número real  $x$  a partir do intervalo  $[-1..2]$  é feito em dois passos:

- Converter a cadeia binária  $\langle b_{21}b_{20}..b_0 \rangle$  da base 2 para a base 10:

$$\langle \langle b_{21}b_{20}..b_0 \rangle \rangle_2 = \left( \sum_{i=0}^{21} b_i * 2^i \right)_{10} = x'$$

- Encontrar um número real  $x$  correspondente:

$$x = -1,0 + x' * \frac{3}{2^{22} - 1},$$

onde  $-1,0$  é o limite esquerdo do domínio e 3 é o tamanho do domínio

16

## AG – Exemplo de Aplicação

- Exemplo

Um cromossomo (1000101110110101000111) representa o número 0,637197, desde que:

$$x' = (1000101110110101000111)_2 = 2288967$$

$$x = -1,0 + 2288967 * \frac{3}{4194303} = 0,637197$$

Os cromossomos (00000000000000000000) e (11111111111111111111111111) representam os limites do domínio, -1 e 2, respectivamente

17

## Modelagem de Problemas

- Otimização de Classificadores
- Planejamento de Rotas
- Recuperação de Informação

18

## Otimização de Classificadores

- Classificador Fuzzy de QoS em Sistemas de Transmissão Multimídia

		QUALIDADE		
		Intolerável	Aceitável	Ótimo
Vídeo-conferência	Delay(ms)	>350	150-350	0-150
	Jitter(ms)	>250	100-250	0-100
	Perda de Pacotes(%)	>2	1-2	0-1
	Vazão(Kbits/s)	0-64	64-112	>112

SE (Vazão é Aceitável) E (Delay é Ótimo) E (Jitter é Ótima) E (Perda é Ótima) ENTÃO (QoS é Ótima)

19

## Otimização de Classificadores

- O número de regras da base de regras é definido elevando-se o número de conjuntos fuzzy ao número de variáveis de entrada no sistema (Combinação)
- Assim, considerando 3 conjuntos fuzzy (Ótimo, Aceitável e Intolerável) e 4 variáveis de entrada (vazão, delay, jitter e perda de pacotes), o número de regras é igual a 81
- Problema:** a grande quantidade de regras aumenta exponencialmente a complexidade e o tempo de processamento do sistema
- Solução:** selecionar um reduzido número de regras com alta habilidade para classificação, eliminando regras redundantes e desnecessárias

20

## Otimização de Classificadores

- Representação Genética

1	2					81
0	1	1	0	1	...	0

- Função de Fitness:

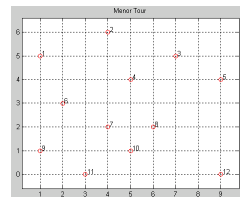
$$\text{valor\_aptidão}(Ci) = \text{NEC}(Ci) - \text{QTDR}(Ci)$$

Terá o maior valor de aptidão o indivíduo que apresentar o maior valor de classificação correta de exemplos, com o menor número de regras

21

## Planejamento de Rotas

- Problema do Caixeiro Viajante (Travelling Salesman Problem – TSP): o caixeiro deve visitar cada cidade somente uma vez e depois retornar à cidade de origem
- Dado o custo da viagem (ou distância) entre cada uma das cidades, o problema do caixeiro é determinar qual o itinerário que possui o menor custo



22

## Planejamento de Rotas

- Representação Genética: Codificação inteira, sendo que cada gene do cromossomo representa um local do caminho (vértice do grafo)
- Função de Fitness: soma dos pesos dos sub-caminhos que compõem o caminho. Será mais apto o indivíduo que possuir o menor valor de aptidão
- Cruzamento: Por exemplo, Order Operator (OX)

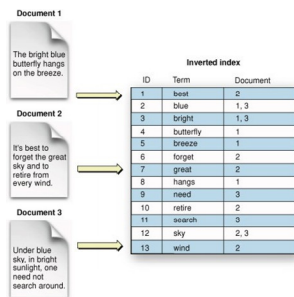
23

## Sistemas de Recuperação de Informação

- Busca da informação solicitada pelo usuário, considerando a recuperação da maior quantidade de documentos relevantes no menor tempo possível
- Etapas:
  - 1) Pré-processamento dos textos dos documentos
  - 2) Indexação dos termos pré-processados
  - 3) Aplicação do Algoritmo Genético

24

## Sistemas de Recuperação de Informação

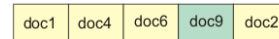


Fonte: Adaptada de Apple Search Kit (2013)

25

## Sistemas de Recuperação de Informação

- Representação Genética



- Função de Fitness:  
Relação de Similaridade ou TF-IDF

26

# FIM

[fcbertoni@gmail.com](mailto:fcbertoni@gmail.com)