

Computação Evolutiva

Aula 5 – Algoritmos Genéticos (Parte I)

Prof. Paulo Salgado



Roteiro

- Visão geral dos Algoritmos Genéticos (AG's)
- Algoritmo Genético Simples (AGS)
 - Algoritmo do AGS
 - Definição dos Operadores de Genéticos
 - Cruzamento (ou *crossover*)
 - Mutação
 - Um primeiro Exemplo!



Visão Geral dos AG's

- Desenvolvido: EUA nos Anos 70's
- Pioneiros: J. Holland, K. DeJong, D. Goldberg
- Tipicamente Aplicado à:
 - Otimização
- Características gerais:
 - Convergência não muito rápida (AG simples)
 - Boa heurística para problemas combinatórias
- Características especiais
 - Tradicionalmente enfatiza a combinação de informação a partir de bons indivíduos (*crossover*)
 - Muitas variantes, e.g., modelos de reprodução, operadores



Algoritmos Genéticos (AG's)

- Desenvolvido originalmente por John Holland em Michigan
 - Este AG original é conhecido como Algoritmo Genético Simples (AGS)
- Atualmente foram desenvolvidos várias novas versões, que usam diferentes:
 - Representações
 - Operadores de Mutação
 - Operadores de Cruzamento (*crossover*)
 - Mecanismos de Seleção

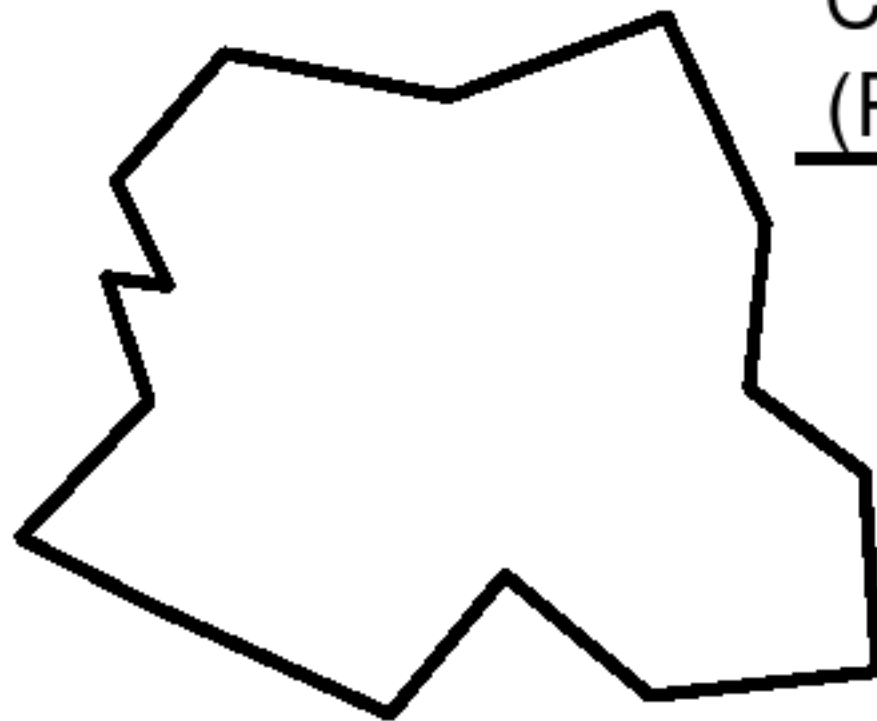


Sumário Técnico dos AGS's

Representação	Strings Binárias
Recombinação	N-pontos ou Uniforme
Mutação	Inversão de bit com probabilidade fixa
Seleção dos Pais	Proporcional ao Fitness
Seleção de Sobrevivência	Toda a prole é recolocada na população
Especialidade	Ênfase sobre o Cruzamento

Representação

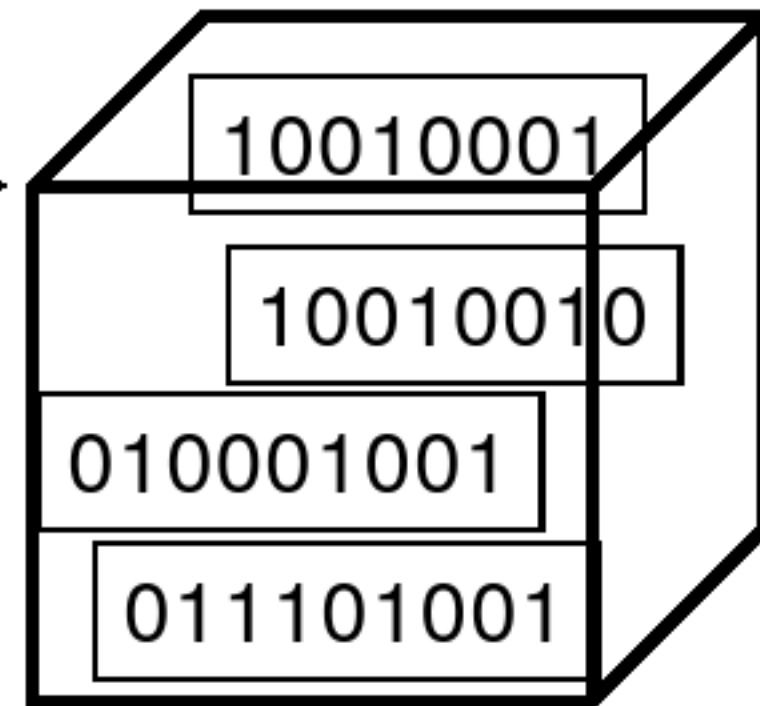
Espaço Fenótipo



Codificação
(Representação)



Espaço Genótipo = {0,1}



Decodificação
(Representação Inversa)





Ciclo de um AGS

1. Criar a população inicial
2. Avaliar os indivíduos
3. Enquanto Critério de Parada não satisfeito, Faça:
 - 3.1** Selecione os pais (*pool* de acompanhamento)
 - 3.2** Para cada par de pais aplica-se o operador de cruzamento (crossover) com uma probabilidade p_c , caso contrário copia-se diretamente os pais
 - 3.3** Para cada filho aplica-se o operador de mutação (com uma probabilidade p_m de inversão dos bits independentemente)
 - 3.4** Incluir toda a prole na nova geração da população



AGS: Operador de Mutação


- Altere cada gene independentemente com probabilidade p_m
- p_m é chamada de probabilidade de mutação
 - Tipicamente entre: $1/(\text{pop_size})$ e $1/(\text{Cromossomo_Length})$

parent

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

child

0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



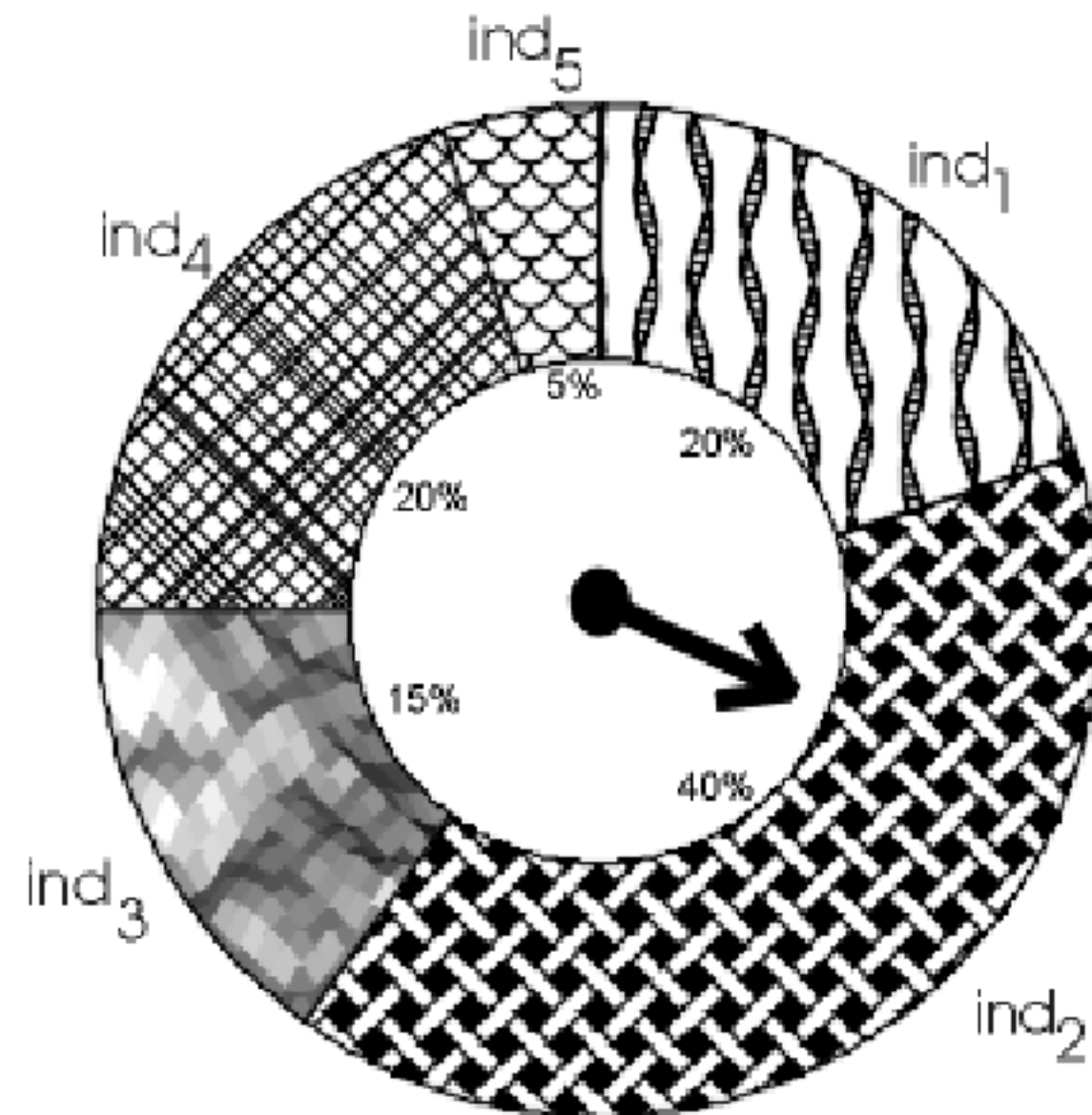
AGS: Seleção Método da Roleta

- Idéia Central: Melhores Indivíduos têm maior Chances
 - Chances proporcionais ao fitness
 - Implementação: Método da Roleta
 - Assinala para cada indivíduo uma fatia da roleta
 - Gira-se a roleta para selecionar-se um indivíduo

AGS: Seleção Método da Roleta

Roleta

População	Fitness
ind ₁	0.20
ind ₂	0.40
ind ₃	0.15
ind ₄	0.20
ind ₅	0.05





Implementação do Método Da Roleta

- Probabilidade de seleção do Indivíduo i

$$\Pr\{Ind_i\} = \frac{fitness(Ind_i)}{\sum_{Pop} fitness(Ind)}$$

- Probabilidade acumulada do Indivíduo i

$$q_0 = 0$$

$$q_1 = q_0 + \Pr\{Ind_1\}$$

$$q_2 = q_1 + \Pr\{Ind_2\}$$

⋮

$$q_n = q_{n-1} + \Pr\{Ind_n\} = 1$$



Implementação do Método Da Roleta

- A fatia da roleta para o indivíduo i

$$q_{i-1} < \textit{Fatia_Ind}_i \leq q_1$$

- Gera-se um número aleatório $[0,1]$ – giro da roleta



Exemplo – Goldeberg 1989

- Problema simples: Encontra o máximo da função x^2 no intervalo $\{0,1,2,\dots,31\}$
- AG – Abordagem:
 - Representação: código binário – $01101_2 \leftrightarrow 13_{10}$
 - Tamanho da População: 4 (*toy problem*)
 - Cruzamento de 1-ponto, mutação de um bit
 - Seleção pelo método da Roleta
 - Inicialização Aleatória



Exemplo: Seleção

String no.	Initial population	x Value	Fitness $f(x) = x^2$	$Prob_i$	Expected count	Actual count
1	0 1 1 0 1	13	169	0.14	0.58	1
2	1 1 0 0 0	24	576	0.49	1.97	2
3	0 1 0 0 0	8	64	0.06	0.22	0
4	1 0 0 1 1	19	361	0.31	1.23	1
Sum			1170	1.00	4.00	4
Average			293	0.25	1.00	1
Max			576	0.49	1.97	2

Exemplo: Cruzamento

String no.	Mating pool	Crossover point	Offspring after xover	x Value	Fitness $f(x) = x^2$
1	0 1 1 0 1	4	0 1 1 0 0	12	144
2	1 1 0 0 0	4	1 1 0 0 1	25	625
2	1 1 0 0 0	2	1 1 0 1 1	27	729
4	1 0 0 1 1	2	1 0 0 0 0	16	256
Sum					1754
Average					439
Max					729



Exemplo: Mutação

String no.	Offspring after xover	Offspring after mutation	x Value	Fitness $f(x) = x^2$
1	0 1 1 0 0	1 1 1 0 0	26	676
2	1 1 0 0 1	1 1 0 0 1	25	625
2	1 1 0 1 1	1 1 0 1 1	27	729
4	1 0 0 0 0	1 0 1 0 0	18	324
Sum				2354
Average				588.5
Max				729



Exemplo: Evolução do AGS

Segunda
Geração

		X	f(x)
1	11011	27	729
2	11000	24	576
3	10111	23	529
4	10101	21	441

Terceira
Geração

		X	f(x)
1	11011	27	729
2	10111	23	529
3	01111	15	225
4	00111	7	49



Exemplo: Evolução do AGS

Quarta
Geração

		X	f(x)
1	11111	31	961
2	11011	27	729
3	10111	23	529
4	10111	23	529

Quinta
Geração

		X	f(x)
1	11111	31	961
2	11111	31	961
3	11111	31	961
4	10111	23	529



Desafio

- Dada a função matemática abaixo:

$$f(\vec{x}) = \sum_{i=1}^{n-1} \left(100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (x_i - 1)^2 \right)$$

- Onde $-2.048 \leq x_i \leq 2.048$ e $n = 2$.
- Encontre o mínimo desta função.