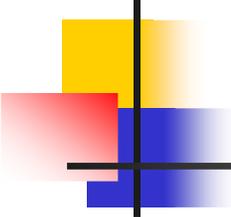


Computação Evolutiva

Aula 15 – Estratégias Evolutivas
(Parte II)

Prof. Tiago A. E. Ferreira

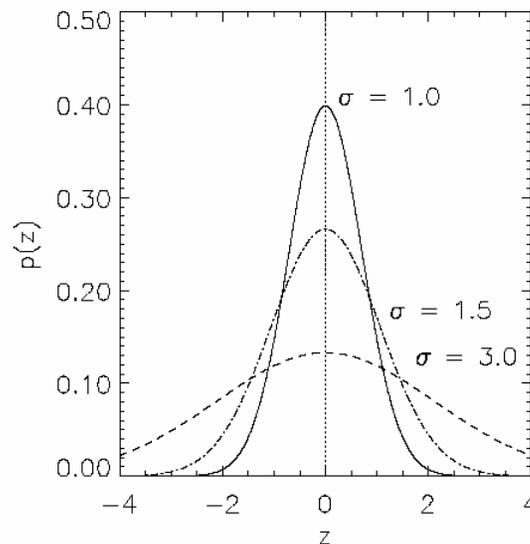


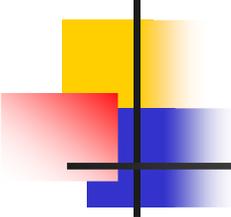
Roteiro

- Estratégias Evolutivas
 - Representação
 - Mutação
 - Processo de mutação

Relembrando

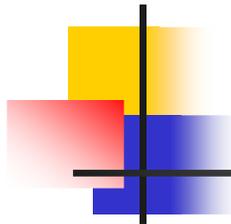
- Como visto na aula passada, as Estratégias Evolutivas (EE) são baseadas na idéia de perturbações gaussianas
 - O desvio padrão dá o passo da mutação





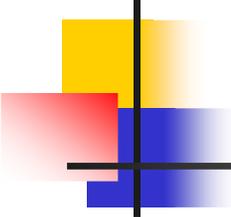
Representação

- Os cromossomos consistem em três partes
 - Variáveis Objeto
 - X_1, X_2, \dots, X_n
 - Parâmetros da Estratégia
 - Passo da Mutação: $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_{n_\sigma}$
 - Ângulos de Rotação $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n_\alpha}$
 - Não necessariamente todas as componentes existem!
 - Tamanho total: $\langle X_1, \dots, X_n, \sigma_1, \dots, \sigma_n, \alpha_1, \dots, \alpha_k \rangle$
 - Onde $k = n(n-1)/2$ (no. dos pares i, j)



Mutação

- Principal mecanismo nas EE
 - Modificação dos valores pela adição aleatória de ruído guiado por uma distribuição normal
 - $x'_i = x_i + N(0, \sigma)$
- Idéia Chave:
 - σ é parte do cromossomo $\langle x_1, \dots, x_n, \sigma \rangle$
 - σ também é mutacionado dentro de σ'
- Portanto: o passo da mutação σ está co-evoluindo com a solução x



Mutacione σ Primeiro

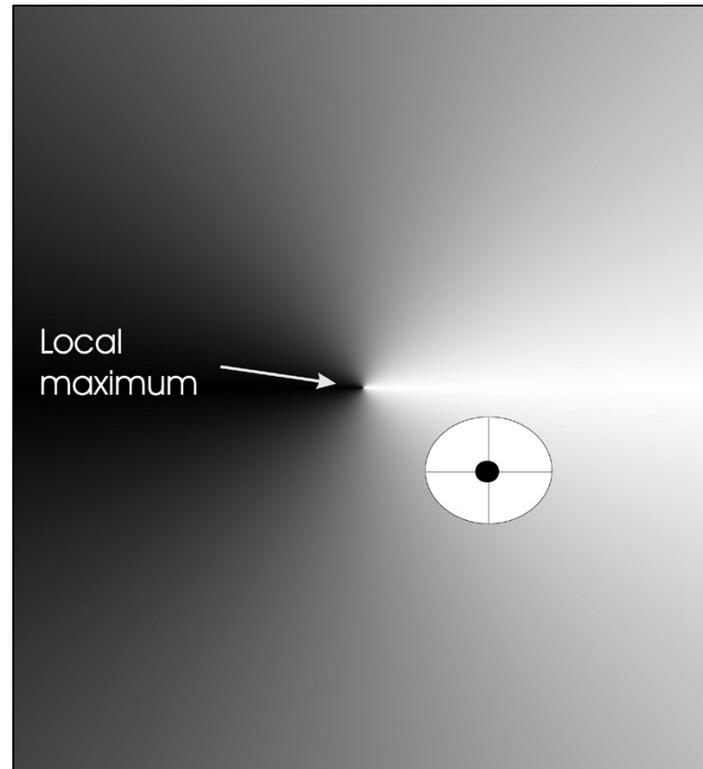
- Efeito do processo de mutação:
 - $\langle x, \sigma \rangle \rightarrow \langle x', \sigma' \rangle$
- A ordem é importante!
 - Primeiro: $\sigma \rightarrow \sigma'$
 - Então: $x \rightarrow x' = x + N(0, \sigma')$
- A avaliação é feita em dois processos
 - Primeiro: x' é bom se $f(x')$ é bom
 - Segundo: σ' é bom se o x' que este criou é bom
- Se a ordem é trocada, muito provavelmente o processo não funciona

Mutação – Caso 1:

Mutação não correlacionada com um σ

- Cromossomos: $\langle x_1, \dots, x_n, \sigma \rangle$
- $\sigma' = \sigma \cdot \exp(\tau \cdot N(0,1))$
- $x'_i = x_i + \sigma' \cdot N(0,1)$
- Tipicamente, Taxa de Aprendizagem $\tau \propto 1/n^{1/2}$
- Regra de atualização: $\sigma' < \varepsilon_0 \Rightarrow \sigma' = \varepsilon_0$

Mutantes com igual verossimilhança



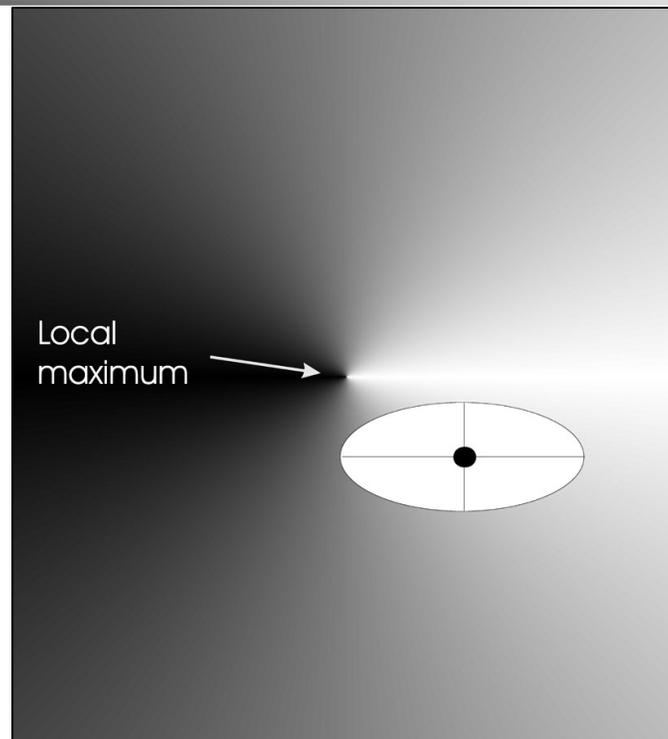
Circulo: todos os mutantes têm a mesma probabilidade de serem criados

Mutação – Caso 2:

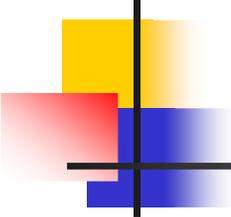
Mutação não correlacionada com n σ

- Cromossomos: $\langle x_1, \dots, x_n, \sigma_1, \dots, \sigma_n \rangle$
- $\sigma'_i = \sigma_i \cdot \exp(\tau' \cdot N(0,1) + \tau \cdot N_i(0,1))$
- $x'_i = x_i + \sigma'_i \cdot N_i(0,1)$
- Duas Taxas de Aprendizagem
 - τ' – taxa de aprendizagem global
 - τ - taxa de aprendizagem de ajuste fino
- $\tau' \propto 1/(2n)^{1/2}$ e $\tau \propto 1/(2n^{1/2})^{1/2}$
- $E \sigma'_i < \varepsilon_0 \Rightarrow \sigma'_i = \varepsilon_0$

Mutantes com igual verossimilhança

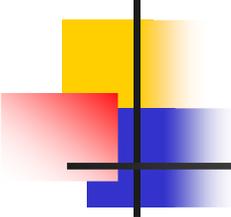


Elipse: Mutantes têm as mesmas chances de serem criados.



Mutação – Caso 3: Mutação Correlacionada

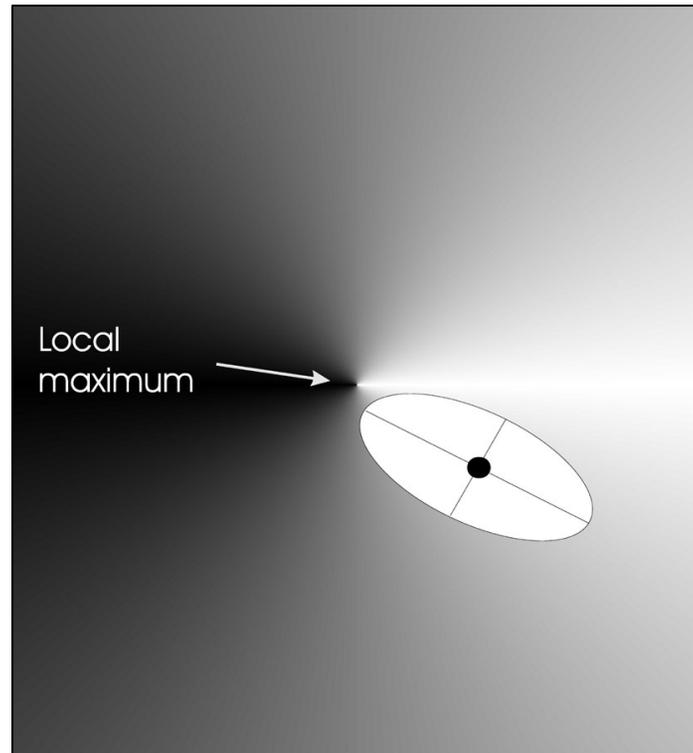
- Cromossomos: $\langle X_1, \dots, X_n, \sigma_1, \dots, \sigma_n, \alpha_1, \dots, \alpha_k \rangle$
 - Onde $k = n \cdot (n-1)/2$
- A matriz de covariância C é definida como:
 - $c_{ii} = \sigma_i^2$
 - $c_{ij} = \sigma_i^2$
 - $c_{ij} = 0$, se i e j não são correlacionados
 - $c_{ij} = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_i^2 - \sigma_j^2) \cdot \tan(2 \alpha_{ij})$, se i e j forem correlacionados



Mutação – Caso 3: Mutação Correlacionada

- O mecanismo de mutação é:
 - $\sigma'_i = \sigma_i \cdot \exp(\tau' \cdot N(0,1) + \tau \cdot N_i(0,1))$
 - $\alpha'_j = \alpha_j + \beta \cdot N(0,1)$
 - $\mathbf{X}' = \mathbf{X} + \mathbf{N}(\mathbf{0}, \mathbf{C}')$
 - \mathbf{X} é o vetor $\langle x_1, \dots, x_n \rangle$
 - \mathbf{C}' é a matriz de covariância após a mutação dos valores de α
 - $\tau \propto 1/(2n)^{1/2}$ e $\tau' \propto 1/(2n^{1/2})^{1/2}$ e $\beta \approx 5^\circ$
 - $\sigma'_i < \varepsilon_0 \Rightarrow \sigma'_i = \varepsilon_0$, e
 - $|\alpha'_j| > \pi \Rightarrow \alpha'_j = \alpha'_j - 2\pi \text{sign}(\alpha'_j)$

Mutantes com Igual verossimilhança



Elipse: Mutantes têm as mesmas chances de serem criados.