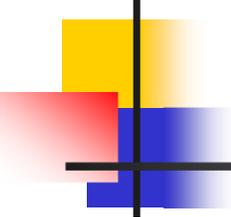


Computação Evolutiva

Aula 8 – Algoritmos Genéticos

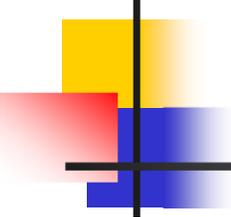
(Parte IV)

Prof. Paulo Salgado



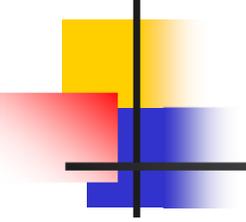
Roteiro

- Possibilidade de Recombinação de Múltiplos Pais
- Modelos de População
- Processos de Seleção
- Exemplo de um AG



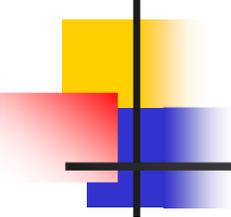
Recombinação de Múltiplos Pais

- Relembrar que não estamos totalmente vinculados às particularidades naturais
- Notando que a mutação usa 1 cromossomo, e o cruzamento “tradicional” usa 2, a extensão para cruzamentos com no. de cromossomos > 2 pode ser examinado
- Examinado desde 1960's, ainda é de uso raro. Porém estudos indicam usabilidade
- Oportunidade de experimentar esquemas de reprodução que não existem na Biologia



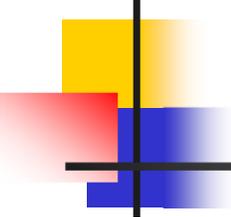
Recombinação de Múltiplos Pais

- Muitos exemplos que podem ser classificados em:
 - Baseado na frequência dos genes, e.g. *p-sexual voting recombination* generaliza o cruzamento uniforme
 - Baseado na segmentação e recombinação dos pais
 - Baseado em operações numéricas em genes de valores reais, e.g., operadores generalizados de cruzamento aritmético.
 - **OBS:** Contudo, o benefício do uso da recombinação com $p > 2$ depende do operador e do problema tratado.



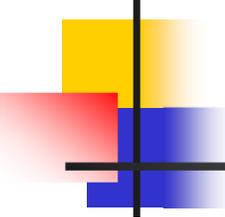
Modelos de População

- Os AGS usam modelos genéricos
 - Cada indivíduo sobrevive por exatamente uma geração
 - Todo o conjunto dos pais é substituído por sua prole
- Em outra vertente, existem os modelos *steady-state*
 - Um filho é criado por geração
 - Um membro da população é substituído



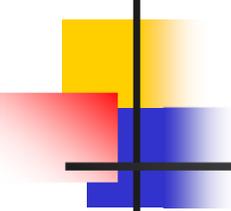
Modelos de População

- *Gap* Geracional
 - Seja o tamanho da população - μ
 - Seja a quantidade da prole gerada - λ
 - Neste caso, $\lambda (< \mu)$ indivíduos velhos são substituídos por λ indivíduos novos
 - A razão λ/μ define os Gaps Geracionais -
percentagem da população que é substituída
 - Modelo: GENITOR GENETIC ALGORITHM (GGA)
 - Usualmente $\lambda = 1$, implicando em um gap de $1/\mu$



Competição Baseada em fitness

- A seleção pode ocorrer em dois lugares
 - Seleção de pais na geração atual
 - Seleção a partir dos pais + prole para a geração da próxima geração (seleção por sobrevivência)
- Os operadores de seleção trabalham sobre a totalidade dos indivíduos
 - São independentes da representação
- Distinção entre seleção
 - Operadores: define as probabilidades de seleção
 - Algoritmos: Define como as probabilidades são implementadas

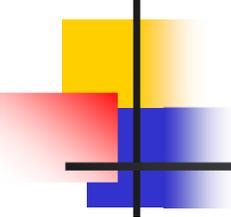


Exemplo de Implementação: AGS

- Número esperado de cópias de um indivíduo i

$$E(n_i) = \mu \cdot f(i) / \sum f_i$$

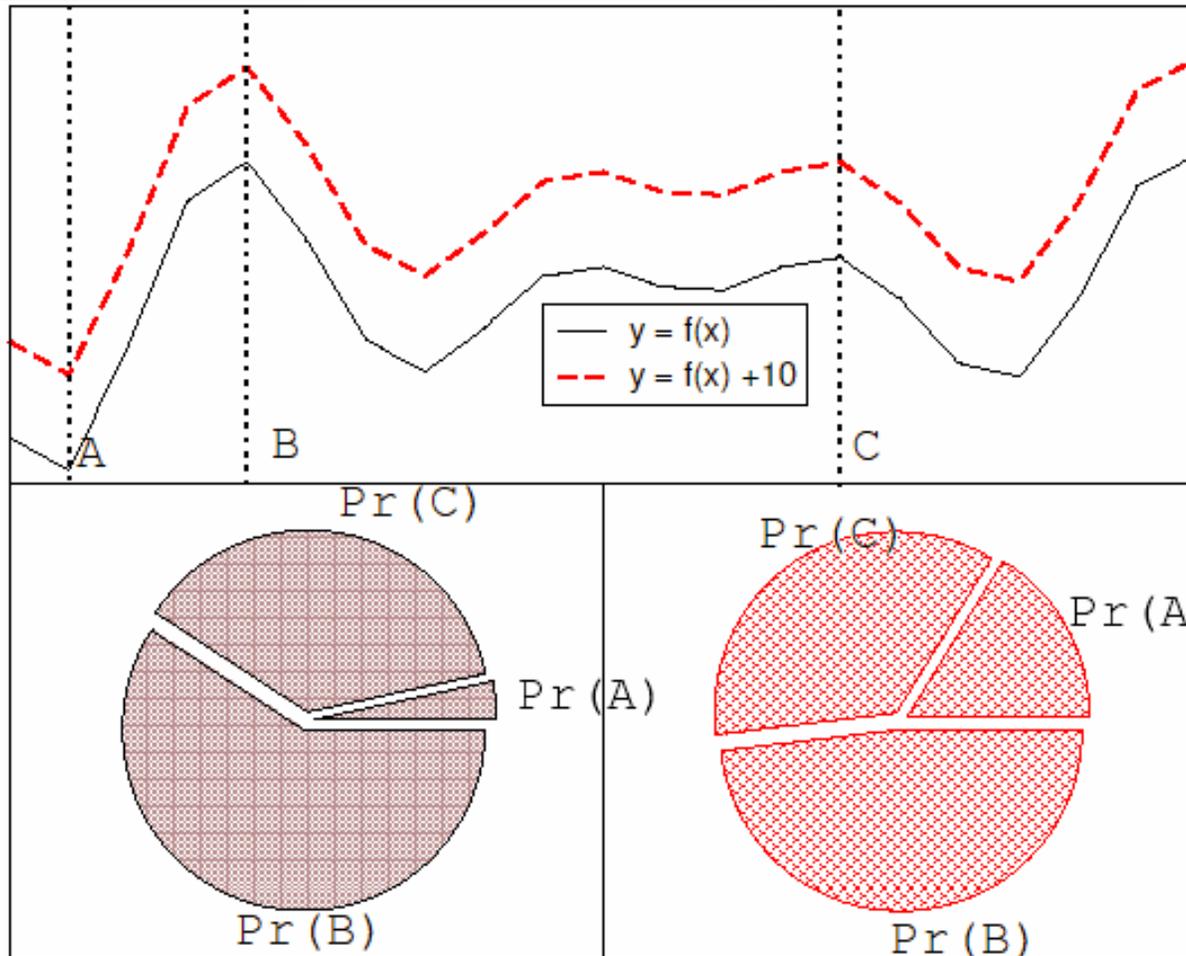
- Onde μ = tamanho da Pop., $f(i)$ = é o fitness de i , e $\sum f_i$ é o fitness total da população
- Algoritmo da Roleta
 - Dada a distribuição de probabilidade, gire a roleta n vezes para selecionar n indivíduos
 - Não há nenhuma garantia sobre o valor de n_i
- Stochastic Universal Sampling (SUS) Algorithm
 - Baker's SUS Algorithm
 - N ponteiros da roleta igualmente espaçados e um giro
 - Garante: $\text{Piso}(E(n_i)) \leq n_i \leq \text{Teto}(E(n_i))$

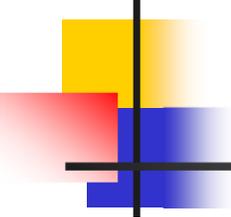


Seleção Proporcional ao Fitness

- Problemas Incluem
 - Um membro com alto fitness pode rapidamente dominar os demais indivíduos da população com baixo fitness – **Convergência Prematura**
 - Se os fitness são semelhantes há a perda da pressão da seleção Natural
 - Altamente susceptível a transposição de funções, e.g. adição de valores fixos fazem o fitness se comportar de maneira diferente

Transposição de Funções





Seleção Proporcional ao Fitness

- Escalonamento pode resolver os dois últimos problemas

- Janelas:

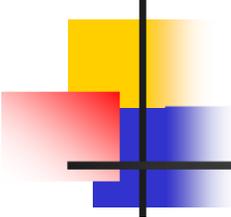
$$f(i) = f(i) - \beta^t$$

- Onde β é o pior fitness médio nas últimas n gerações

- Escalonamento Sigma (Goldberg):

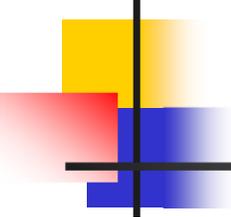
$$f(i) = \max(f(i) - (\langle f \rangle - c \cdot \sigma_t), 0.0)$$

- Incorpora média e desvio padrão e c é uma constante, usualmente 2.0



Seleção Baseada em Rank

- Tenta remover os problemas gerados pela seleção baseada em fitness (absoluto)
 - Seleção Baseada em probabilidades relativas
 - Tenta preservar a pressão de seleção
- Rank da população é feito de acordo com o fitness e a seleção é baseada no rank, onde o melhor tem rank μ (tam. da pop.) e o pior tem rank 1
- Impõe um overhead em ordenamento, porém é usualmente desprezível quando comparado ao tempo de avaliação de fitness.

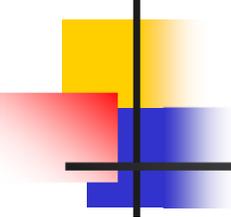


Rankeamento Linear

$$P_{lin-rank}(i) = \frac{(2-s)}{\mu} + \frac{2i(s-1)}{\mu(\mu-1)}$$

- Parametrizado pelo fator s : $1.0 \leq s \leq 2.0$
 - Mede a vantagem do melhor indivíduo
- Exemplo com 3 indivíduos

	Fitness	Rank	P_{selFP}	$P_{selLR} (s = 2)$	$P_{selLR} (s = 1.5)$
A	1	0	0.1	0	0.167
B	5	2	0.5	0.67	0.5
C	4	1	0.4	0.33	0.33
Sum	10		1.0	1.0	1.0



Rankeamento Exponencial

$$P_{exp-rank}(i) = \frac{1 - e^{-i}}{c}$$

- O Rankeamento linear é limitado pela pressão de seleção
- Rankeamento exponencial pode alocar mais do que duas cópias do indivíduo para melhor fitness
- O fator de normalização c é dependente do tamanho da população, que é escolhida para ser 1
- Calcule para $i = [0,1,2,3,4,5,10]$ e $c = 5.42$

ARQUIVO PÁGINA INICIAL INSERIR LAYOUT DA PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVISÃO EXIBIÇÃO Paulo Salgado

Colar

Calibri 11

Quebrar Texto Automaticamente

Fonte

Alinhamento

Número

Formatação Condicional

Estilo

Formatar como Tabela

Estilos de Célula

Inserir

Excluir

Formatar

Células

Classificar e Filtrar

Localizar e Selecionar

Edição

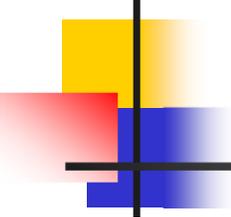
N2



Formatar Forma

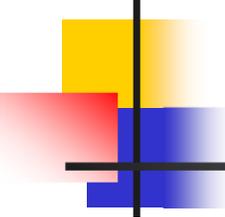
PREENCHIMENTO

LINHA



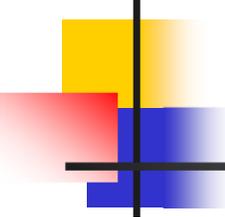
Seleção por Torneio

- Os métodos citados atuam sobre uma estatística global da população
 - Poderia ser um gargalo sobre máquina paralelas
 - Pode haver problemas com populações muito grandes
- É um operador que não requer qualquer conhecimento global da população
- Procedimento informal
 - Pegue k membros de forma aleatória e então selecione o melhor dentre eles
 - Repita o processo para a seleção de mais indivíduos



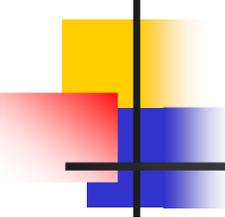
Seleção por Torneio

- A Probabilidade de seleção do indivíduo i irá depender:
 - Rank de i
 - Tamanho da amostra (torneio) k
 - Quanto maior K maior a pressão de seleção
 - Competidores com recolocação
 - Se competidores sem recolocação – aumento da pressão de seleção
 - A ideia é que indivíduos de menor fitness sempre possam ser selecionados mais de uma vez e competir entre si.
 - Se o mais alto fitness sempre ganha (determinístico) ou se este acontece com probabilidade $p < 1.0$
- Para $k=2$, o tempo para o indivíduo de mais alto fitness assumir a população é o mesmo que o rankeamento linear com $s=2 \cdot p$



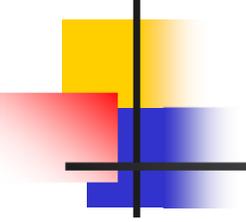
Seleção por Sobrevivência

- A maior parte dos métodos citados são usados para a seleção dos pais
- A seleção por sobrevivência pode ser dividida em duas classes
 - Seleção baseada em idade
 - Cada indivíduo sobrevive por n iterações
 - No AGS o indivíduo sobrevive apenas uma iteração
 - Seleção baseada em fitness
 - Seleciona indivíduos a partir da população (pais e filhos).
 - Métodos possíveis: proporcional ao fitness, baseado-rank, torneio, substituir pior, e elitismo.



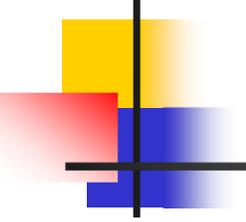
Duas Classes Especiais

- Elitismo
 - Muito utilizado
 - Mantêm pelo menos uma cópia da melhor solução
- GENITOR (“delete o pior”)
 - Processo de deletar o pior indivíduo
 - Melhora rapidamente a aptidão média da população e podem convergir prematuramente.
 - Geralmente é usada com grandes populações (~ centenas de indivíduos) ou com uma política de não duplicatas de indivíduos



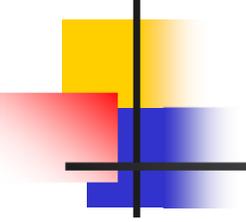
Exemplo: AG Baseado em Ordem

- Problema de escalonamento de tarefas vinculadas
 - J é um conjunto de tarefas
 - O é um conjunto de operadores
 - M é um conjunto de máquinas
 - $ABLE \subseteq O \times M$ define quais máquinas podem desempenhar quais operadores
 - $PRE \subseteq O \times O$ define quais operadores podem preceder outros operadores
 - $DUR: \subseteq O \times M \rightarrow \mathbb{R}$ define a duração de $o \in O$ em $m \in M$



Exemplo: AG Baseado em Ordem

- A meta:
 - Encontrar o escalonamento tal que
 - Completo: Todas as tarefas sejam escalonadas
 - Correto: Todas as condições definidas por ABLE e por PRE sejam satisfeitas
 - Ótima: O Custo total do escalonamento seja o mínimo



Exemplo: AG Baseado em Ordem

- Representação: Os indivíduos são permutações
 - As Permutações são decodificadas para os escalonamentos
- O fitness de uma permutação é o inverso de seu custo
- Use quaisquer operadores adequados de mutação e cruzamento
- Use uma seleção de sobrevivência
- Use inicialização aleatória

Exemplo: Escalonamento de Máquinas – Métodos

