



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

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

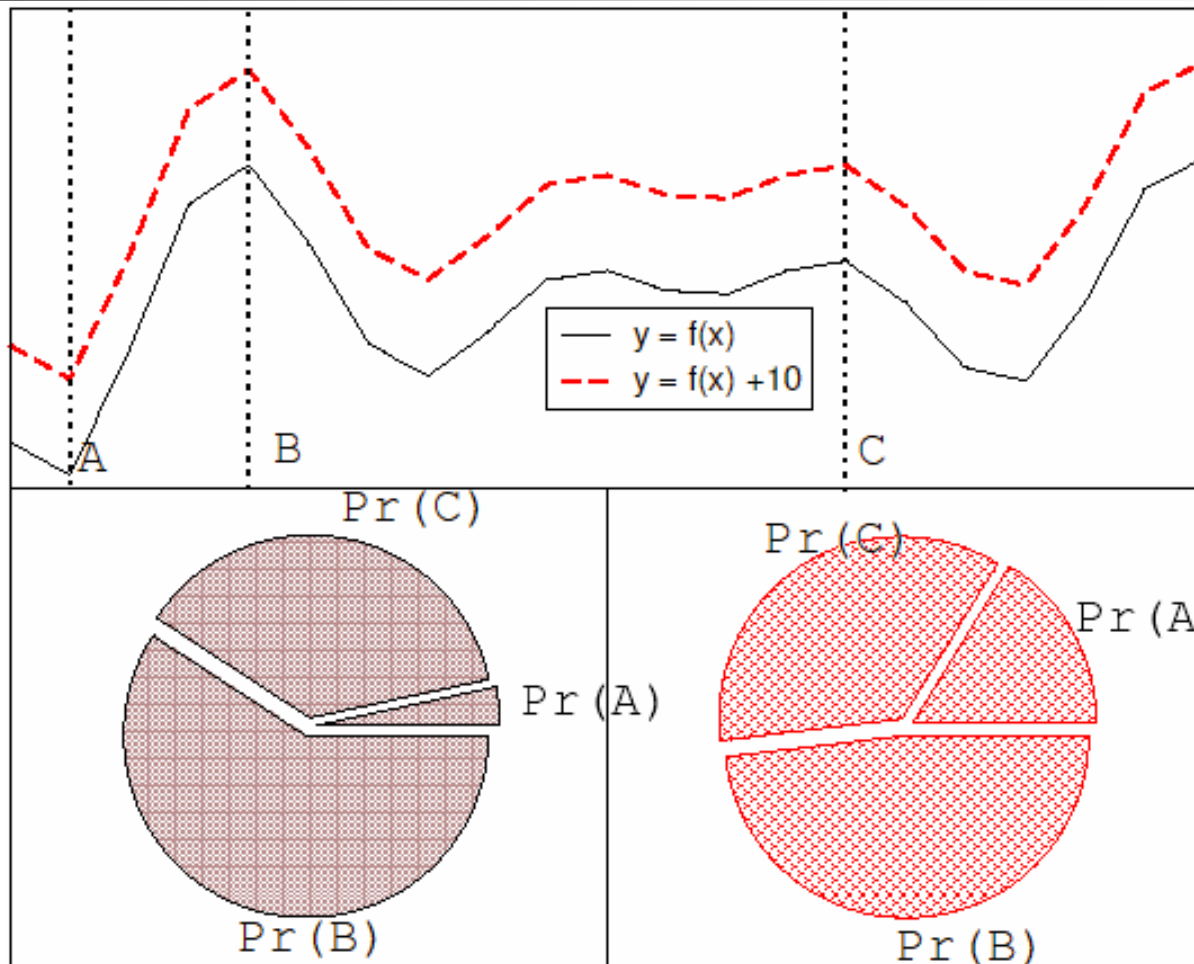
- Onde μ = tamanho da Pop., $f(i)$ = é o fitness de i , e $\sum f_i$ é o fitness total da população
- Algoritmo da Roleta
 - Dada a distribuição de probabilidade, gire a roleta n vezes para selecionar n indivíduos
 - Não há nenhuma garantia sobre o valor de n_i
- Stochastic Universal Sampling (SUS) Algorithm
 - 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 Fonte Alinhamento Número Estilo Células Edição

Calibri 11 Quebrar Texto Automaticamente Geral

N I S Mesclar e Centralizar % 000 0,00 0,0

Formatação Condicional Formatar como Tabela Estilos de Célula Inserir Excluir Formatar

Classificar e Filtrar Localizar e Selecionar

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

