



Universidade Federal Rural de Pernambuco
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
**Programa de Pós-Graduação em
Informática Aplicada**



Computação Evolutiva

AULA 05 – FITNESS, SELEÇÃO E GERENCIAMENTO DA POPULAÇÃO

Roteiro

Modelos de gerenciamento da população

Seleção dos pais

Seleção dos sobreviventes

Gerenciamento da população

Há dois modelos básicos para gerenciamento da população:

- Modelo de controle por geração
 - A cada geração um conjunto de descendentes é gerado e com o passar do tempo todos os indivíduos pais são substituídos pelos descendentes
- Modelo de estado estacionário (steady-state)
 - Apenas parte da população é afetada/substituída pelos descendentes gerados (tipicamente apenas um novo descendente é gerado e substituído na população antiga)

A população inicial será denotada por μ e os descendentes gerados por λ

Gerenciamento da população

Exemplos:

- Em algoritmos genéticos básicos, geralmente $\mu = \lambda$ e em cada geração a população anterior é substituída pelos descendentes gerados
- O modelo usado em estratégias de evolução consiste em criar um número excessivo de descendentes ($\lambda/\mu > 5$) e selecionar os mais bem avaliados para a próxima geração
- No modelo de estado estacionário, $\lambda = 1$

Seleção de pais

Existem várias abordagens para lidar com seleção de pais:

- Seleção proporcional ao fitness
- Seleção por posição (*ranking*)
- Seleção por torneio
- Seleção uniforme
- Seleção por grupos para grandes populações

Seleção de pais

Seleção proporcional ao fitness (*fitness proportional selection* - FPS):

- A probabilidade de escolher um indivíduo para reprodução depende da relação entre o seu fitness e o fitness do resto da população
- Ou seja:

$$P_{FPS}(i) = f_i / \sum_{j=1}^{\mu} f_j.$$

- Alguns problemas neste mecanismo:
 - Favorece a **convergência prematura**
 - Quando os valores de fitness são próximos, praticamente não há **pressão de seleção**, e a seleção fica quase uniforme

Seleção de pais

Seleção por posição (*ranking*):

- Foi inventado para tentar evitar as desvantagens do método FPS
- A população é ordenada com base no *fitness* e a probabilidade de seleção é proporcional à posição que o indivíduo ocupa após a ordenação
- Suponha que o melhor indivíduo possui a posição $\mu - 1$ e o pior indivíduo está na posição 0 e que a probabilidade de seleção decresce linearmente com a posição. A probabilidade de escolher um pai é:

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

em que s é um parâmetro ($1 < s < 2$)

- Características deste mecanismo:
 - Mantém constante a **pressão de seleção**
 - Se uma pressão de seleção maior é necessária, pode-se usar uma distribuição exponencial ao invés da linear

Seleção de pais

Seleção por posição (*ranking*) x proporcional ao *fitness*:

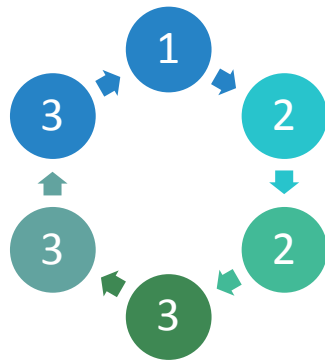
Individual	Fitness	Rank	P_{selFP}	$P_{selLR} \ (s = 2)$	$P_{selLR} \ (s = 1.5)$
A	1	0	0.1	0	0.167
B	4	1	0.4	0.33	0.33
C	5	2	0.5	0.67	0.5
Sum	10		1.0	1.0	1.0

Fonte: (EIBEN, 2015)

Seleção de pais

Implementação prática de seleção baseada em probabilidades – seleção por roleta:

- Do ponto de vista prático, uma população possui um tamanho finito e discreto λ , então um mecanismo prático deve ser usado para selecionar os indivíduos com base em probabilidades
- O algoritmo da roleta resolve este problema, pois o processo de seleção é semelhante à escolha de um número em uma roleta na qual os indivíduos mais bem avaliados tem mais chances de serem escolhidos



Os mais bem avaliados
aparecem mais vezes na roleta
e têm mais chance de serem
selecionados!



Seleção de pais

Algoritmo da roleta:

```
INÍCIO
Obtenha um número aleatório  $r$  entre  $[0, 1/\lambda]$ ;
ENQUANTO (membro_atual <  $\lambda$ )
  ENQUANTO ( $r < a[i]$ )
    Roleta[membro_atual] = pop[i]
     $r = r + 1/\lambda$ ;
    membro_atual = membro_atual + 1;
  FIM ENQUANTO
   $i = i + 1$ 
FIM ENQUANTO
FIM
```

Seleção de pais

Nos métodos anteriores é necessário conhecer o fitness da população inteira para atuar

- Em alguns casos isso é indesejável, seja devido ao uso de paralelismo ou de populações grandes
- A **seleção por torneio** é um operador útil pois não requer uma informação global da população, pois apenas um comparativo entre dois indivíduos deve ser fornecido
- O método é conceitualmente mais fácil e é mais leve do ponto de vista computacional

INÍCIO

membro_atual = 0;

ENQUANTO (membro_atual < λ)

Obtenha k indivíduos selecionados aleatoriamente;

Compare *estes k indivíduos e selecione o melhor indivíduo (i);*

vetor_sel[membro_atual] = i ;

membro_atual = membro_atual + 1;

FIM ENQUANTO

FIM

Seleção de pais

Questões importantes sobre o torneio:

- Para maiores valores de k , há menos chances de indivíduos ruins serem selecionados
- A estratégia de reposição afeta o comportamento do AE. Quando se trabalha com reposição, permite-se que indivíduos de baixo fitness sejam selecionados em algum momento

Seleção de pais

Seleção uniforme:

- Em alguns dialetos de CE a probabilidade de seleção para reprodução é a mesma para todos os indivíduos e essa aparente falta de pressão de seleção é compensada na seleção de sobreviventes
- Exemplos:
 - Algoritmos de Programação Evolucionária não usam recombinação e a seleção de pais é determinística, Cada pai produz um filho por meio de mutação
 - Estratégias de evolução também trabalham com seleção uniforme dos pais

Seleção de sobreviventes

A seleção de sobreviventes consiste em manter um tamanho de população μ com base na população anterior (de tamanho μ) e nos descendentes gerados λ

- Em geral, qualquer um dos mecanismos usados para seleção dos pais poderiam ser usados para seleção de sobreviventes, mas com o passar do tempo os pesquisadores propuseram mecanismos próprios
- Os dois tipos básicos são:
 - Mecanismos baseados na idade dos indivíduos
 - Mecanismos baseados no fitness

Seleção de sobreviventes

Mecanismos baseados na idade dos indivíduos

- Usam a informação de idade ao invés de fitness (indivíduos novos são preferidos)
- Como o fitness não é considerado nesta etapa, para que a seleção de sobreviventes com base na idade funcione é necessário que:
 - haja pressão de seleção suficiente na seleção dos pais e que,
 - os operadores de variação da população forneçam diversidade
- Em um GA básico todos os pais são substituídos pelos descendentes gerados (cada indivíduo existe por um ciclo)

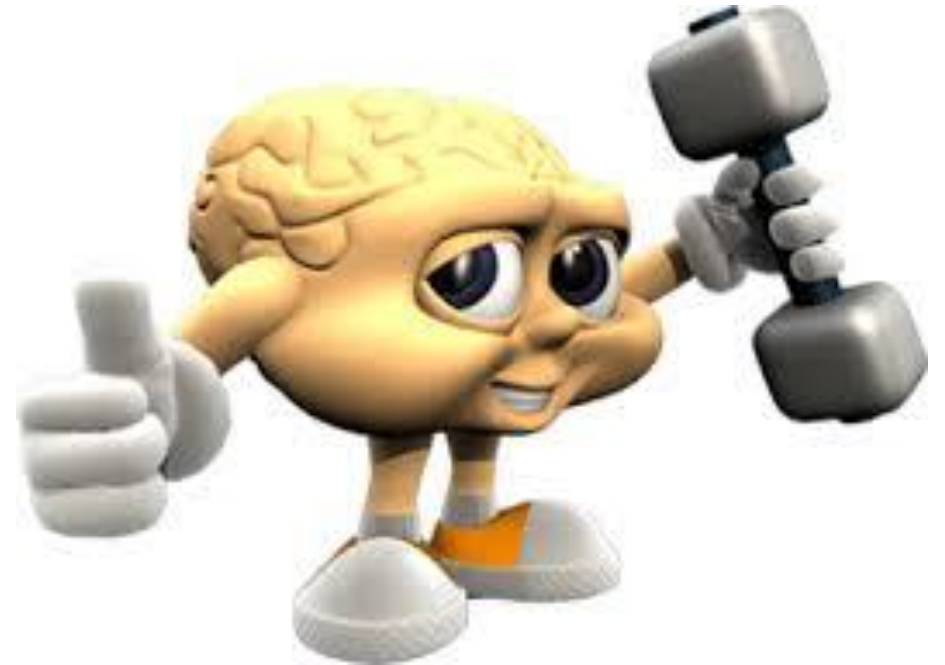
Seleção de sobreviventes

Diversos mecanismos baseados em fitness podem ser usados, como:

- Substituir os piores membros da população: deve ser usado com cautela para evitar convergência prematura
- Elitismo: manter os indivíduos mais bem avaliados
- Torneio *round-robin*: cada indivíduo é escolhido para ser comparado aos pares com outros q indivíduos e os indivíduos que vencem mais torneios são escolhidos para serem sobreviventes
 - Uma escolha típica é $q = 10$
- Outros mecanismos de seleção serão vistos em dialetos específicos...

Prática em operadores de seleção

- Implemente os operadores estudados: mutação, cruzamento e seleção.
- Execute o AE modificando esses operadores e armazene os resultados obtidos.
- Compare os resultados obtidos por esses operadores e faça uma análise.





Universidade Federal Rural de Pernambuco
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
**Programa de Pós-Graduação em
Informática Aplicada**



Computação Evolutiva

AULA 05 – FITNESS, SELEÇÃO E GERENCIAMENTO DA POPULAÇÃO