



Departamento de  
Sistemas e  
Computação

**Universidade Federal de Campina Grande**  
**Departamento de Sistemas e Computação**  
**Disciplina: Inteligência Artificial I**  
**Prof.: Joseana Macêdo Fchine**

## **Lista de Exercícios N° 08**

**Aluno: Clerton Ribeiro de Araujo Filho**

1. O que caracteriza a Busca Local?  
R: A partir de um estado inicial, com configuração completa e solução aceitável, ele é melhorado iterativamente através de estados vizinhos.
2. Qual é a diferença entre um máximo local e um máximo global?  
R: O máximo global é a maior função de avaliação dentre todos os estados possíveis para solução. O máximo local é a melhor função de avaliação dentre um restrito intervalo de estados dentre todos os estados possíveis.
3. Descreva a técnica *Hill-Climbing* (Subida pela Encosta mais Íngreme). Quais as suas limitações?  
R: É simplesmente um ciclo que move o estado da solução na direção crescente da função de avaliação (muda o estado para o melhor vizinho). A limitação da técnica é que não examina antecipadamente valores de estados além dos vizinhos imediatos do estado corrente, e isso pode acarretar em achar apenas máximos locais, planícies, ou simplesmente encostas e picos do gráfico da função de avaliação.
4. Qual a idéia básica da *Simulated Annealing*?  
R: O algoritmo pode fazer modificações que pioram o estado no momento, para possivelmente melhorá-lo no futuro.
5. Em que consiste um Algoritmo Genético (AG)? Ilustre exemplos de aplicações para AG.  
R: Consiste em gerar estados sucessores como uma combinação de dois estados antecessores, em vez de serem gerados pela combinação de um único estado. Os sucessores de um estado ocupam a próxima geração de acordo com o valor adquirido por meio de uma função de avaliação. Problema da mochila binária, problema do caixeiro viajante e encontrar pesos de uma rede neural são exemplos de possíveis aplicações de AG.
6. Explique, no contexto de AG, a diferença entre cromossomo e gene.  
R: Cromossomo é o indivíduo e o gene é uma característica do indivíduo.
7. Descreva resumidamente qual é o objetivo de cada um dos operadores genéticos abaixo e quais as formas de implementação mais conhecidas para cada um deles:
  - a) Geração da população inicial;  
R: O objetivo é gerar o primeiro par de indivíduos para cruzamento. Geração aleatória respeitando o domínio do problema.
  - b) Seleção dos indivíduos para reprodução;  
R: Selecionar os indivíduos com a melhor carga genética hereditária. Através de roleta, torneio ou amostragem. O primeiro é implementado através da criação de uma roleta viciada na qual cada cromossomo recebe um pedaço correspondente a função de avaliação. O segundo é implementado apenas escolhendo um número aleatório de indivíduos, e é selecionado o com a melhor função de avaliação, e assim sucessivamente. Para o último cada indivíduo tem chances iguais de serem selecionados através da roleta.
  - c) Reprodução ou *crossover*;  
R: Gerar um novo indivíduo de acordo com a carga genética dos pais. É escolhido aleatoriamente um ponto dentre os n-1 possíveis de genes para se determinar em que ponto será feita a divisão genética dentre a carga dos pais. Após isso, é feito o merge dentre os possíveis descendentes que podem ser gerados.

d) Mutação;

R: O objetivo é evitar que as soluções na população fiquem apenas em um mínimo local. Para implementar utiliza-se um fator de mutação, que geralmente é bem baixo, para modificar um gene no cromossomo.

e) Inserção dos indivíduos gerados na população.

R: Para a população não crescer incontrolavelmente é determinado o número de descendentes. Após serem gerados todos os descendentes, eles substituem os pais.

8. Qual é o problema associado ao se utilizar uma taxa de mutação muito alta? Por que é necessário o uso do operador de *crossover*?

R: Se tivéssemos uma taxa de mutação muito alta iria descaracterizar rapidamente os filhos. O uso do *crossover* é necessário para obter uma variedade maior de indivíduos.

9. Dados os seguintes pais,  $P_1$  e  $P_2$ :

$P_1$	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
$P_2$	E	F	J	H	B	C	I	A	D	G

Assuma que  $C_n$  são pontos de *crossover*, em que  $C_n = 0$  significa que o ponto de *crossover* está no extremo esquerdo do pai. Mostre como os operadores de *crossover* operam:

a) *Crossover* de um ponto (usando  $C_1 = 4$ );

R:  $P_1 \{A, B, C, D | E, F, G, H, I, J\}$

$P_2 \{E, F, J, H | B, C, I, A, D, G\}$

$F_1 \{A, B, C, D, B, C, I, A, D, G\}$

$F_2 \{E, F, J, H, E, F, G, H, I, J\}$

b) *Crossover* de dois pontos (usado  $C_2 = 2$  e  $C_3 = 8$ ).

R:  $P_1 \{A, B | C, D, E, F, G, H | I, J\}$

$P_2 \{E, F | J, H, B, C, I, A | D, G\}$

$F_1 \{A, B | J, H, B, C, I, A | I, J\}$

$F_2 \{E, F | C, D, E, F, G, H | D, G\}$

10. Seja uma população formada pelos indivíduos **a**, com avaliação 30, **b**, com avaliação 22, **c**, com avaliação 45, **d**, com avaliação 53, **e**, com avaliação 21 e **f**, com avaliação 109.

a) Monte a roleta para esta população.

R:  $30+22+45+53+21+109 = 280$

21 – 7,5% - [0,6]

22 – 7,8% - [7,15]

30 – 10,8% - [16,27]

45 – 16% - [28,44]

53 – 19% - [45,65]

109 – 38,9% - [66, 100]

b) Informe qual indivíduo será escolhido se o sorteio retornar os seguintes valores:

• 1

R: e

• 61

R: a

• 82

R: c

• 21

R: b

- 279  
R: f
- 6  
R: e

11. Assuma que você está tentando achar os valores de  $X_1$  a  $X_4$  que maximizem a seguinte função:

$$f = 5X_1 - 3X_2X_3 + X_3 - 2X_4$$

Você decide usar um algoritmo genético e cria a população inicial:

```
0 1 1 0
1 1 0 0
1 0 1 1
0 0 0 1
```

Mostre e explique resumidamente como você pode criar as duas próximas gerações da população.

R: Com a população inicial fornecida, primeiro os cromossomos são avaliados para verificar se algum deles constitui na solução, assim temos:

$$\begin{aligned} f_1(6) &= 5 \cdot 0 - 3 \cdot 1 \cdot 1 + 1 - 2 \cdot 0 = -2 \\ f_2(12) &= 5 \cdot 1 - 3 \cdot 1 \cdot 0 + 0 - 2 \cdot 0 = 5 \\ f_3(11) &= 5 \cdot 1 - 3 \cdot 0 \cdot 1 + 1 - 2 \cdot 1 = 4 \\ f_4(1) &= 5 \cdot 0 - 3 \cdot 0 \cdot 0 + 0 - 2 \cdot 1 = -2 \end{aligned}$$

Depois, é iniciado o processo de seleção dos pais geradores. Para tal, uma das técnicas é o uso de uma roleta viciada com pesos proporcionais as funções de avaliação.

```
f1 - 9,5% [0,9]
f2 - 43% [10,52]
f3 - 38% [53,91]
f4 - 9,5% [92,100]
```

Em uma roleta que sorteia números de 0-100, se escolhermos o número 7, e o 27, estamos selecionando o primeiro e o segundo indivíduo da população para o cruzamento, cujo operador de *crossover* também é aleatoriamente determinado. Sendo o operador de *crossover* igual a 2, temos a seguinte situação:

```
f1 = 0 1 | 1 0
f2 = 1 1 | 0 0
```

```
f6 = 0 1 0 0
f7 = 1 1 1 0
```

Introduzimos a função que determina a mutação do gene, como a probabilidade é em torno de 0,5%, não obtemos nenhuma mutação. Assim...

E a nova população será:

```
0 1 0 0
1 1 1 0
1 0 1 1
0 0 0 1
```

Após isso, refazemos as funções de avaliação:

$$f_6(4) = 5 \cdot 0 - 3 \cdot 1 \cdot 0 + 0 - 2 \cdot 0 = 0$$

$$f_7(14) = 5 \cdot 1 - 3 \cdot 1 \cdot 1 + 1 - 2 \cdot 0 = 3$$

Agora criamos uma nova roleta com os novos cromossomos e repetimos todo o processo até um determinado número de iterações ou encontrarmos o máximo valor.

**Obs.: Deverão ser entregues as questões ímpares.**