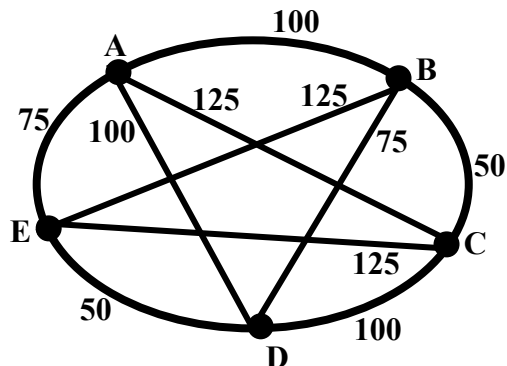


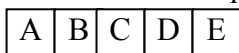
Inteligência Artificial  
Exercícios: Algoritmos genéticos  
Professor: Patrick Pedreira

1) Otimizar rota para o problema do caixeiro viajante



Considere:

Representar rotas como seqüências de 5 letras sem repetição

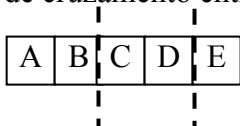


Trabalhar com população de cinco indivíduos iniciais

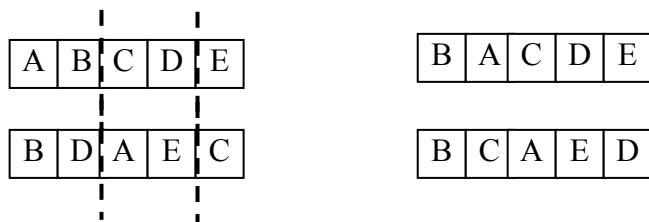
CEABD      ACEBD      ADBCE      BAECD      EDBAC

A função de avaliação deve considerar o custo da rota de acordo com o mapa

2 pontos de cruzamento entre posição 2 e 3 e entre 4 e 5



Usar como operador de cruzamento recombinação ordenada





Escolher 3ª colocado e fazer mutação (trocar posição 2 com 4)

Eliminar 2 piores indivíduos e acrescentar os 2 novos resultantes do cruzamento na população

Indique o valor médio de avaliação dos indivíduos.

## 2) Encontrar solução para o problema do labirinto

O agente deve com no máximo 8 passos encontrar a saída ou ficar o mais próximo possível dela

	X		X		
				X	
		X			
X				X	
					
					X

Considere:

Representar caminho como seqüências de 8 letras com possibilidade de repetição

DDECBECB

ECBDECBC

BEDCBEEC

CCEDEBCD

EDBCCDEE

Onde:

D=direita

E=Esquerda

C=Cima

B=Baixo

A função de avaliação deve considerar a distância Manhattan entre a posição final alcançada pelas ações do estado e a posição objetivo. Quando o movimento não for possível pela presença do X ou outra circunstância, ele deve ficar parado e tentar a próxima ação da seqüência.

2 pontos de cruzamento entre posição 2 e 3 e entre 6 e 7

DD|ECBE|CB

Usar como operador de cruzamento recombinação ordenada

Escolher 3ª colocado e fazer mutação (trocar 3 com 6 e 4 com 5)

Eliminar 2 piores indivíduos e acrescentar os 2 novos resultantes do cruzamento na população

### 3) O problema da satisfação de uma FNC

O problema da satisfação de uma fórmula normal conjuntiva (FNC) é simples: uma expressão de proposições está numa forma normal conjuntiva quando ela for uma sequência de cláusulas ligada por uma relação e ( $\wedge$ ). Cada uma das cláusulas está na forma de uma disjunção ou ( $\vee$ ), de literais. Por exemplo, se os literais forem A, B, C, D, E e F, então a expressão:

$$(\neg A \vee C) \wedge (\neg A \vee C \vee \neg E) \wedge (\neg B \vee C \vee D \vee \neg E) \wedge (A \vee \neg B \vee C) \wedge (\neg E \vee F)$$

Está na FNC. Esta expressão é a conjunção de cinco cláusulas, cada cláusula é a disjunção de dois ou mais literais. Satisfazer uma FNC significa que devemos encontrar uma atribuição de verdadeiro ou falso (1 ou 0) para cada um dos seis literais, de modo que a expressão FNC seja avaliada como verdadeira. Considere representar o problema de satisfação da FNC como uma sequência de seis bits, cada bit, ordenadamente, representando verdadeiro (1) ou falso (0) para cada um dos seis literais, novamente na ordem A, B, C, D, E e F. Assim: 110010 indica que A, B, E são verdadeiros e C, D, F são falsos, e o exemplo de expressão na FNC é, portanto, falso. Considere como medida de aptidão um sistema que nos permita ordenar as soluções de padrões de bits num intervalo de 0 a 5, dependendo do número de cláusulas que o padrão satisfaz. Assim, o padrão: 110010 tem aptidão de 1, já que só satisfaz uma única cláusula. Considere os indivíduos seguintes (110010, 111010, 010101, 110011, 100010) e considere ainda

2 pontos de cruzamento entre posição 2 e 3 e entre 4 e 5

11|00|10

Usar como operador de cruzamento recombinação ordenada

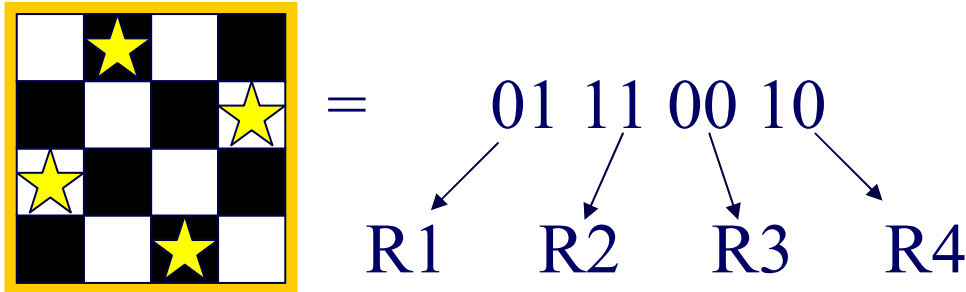
Escolher 3ª colocado e fazer mutação (trocar 3 com 6 e 4 com 5)

Eliminar 2 piores indivíduos e acrescentar os 2 novos resultantes do cruzamento na população

4) Procure otimizar soluções para o problema das 4-rainhas mostrado a seguir utilizando algoritmos genéticos

Problema das N-Rainhas:

- A posição de cada rainha é dada por uma subcadeia do cromossomo
- Exemplo para N = 4:



Considere

- Função de avaliação: número de pares de rainhas sem ataque mútuo.
- • Solução: 12, 13, 14, 23, 24, 34 = 6 pares
- • Tabuleiro acima: valor de avaliação = 6 (é solução)

População inicial de 5 indivíduos quaisquer

2 pontos de cruzamento entre posição 2 e 3 e entre 6 e 7

01|1100|10

Usar como operador de cruzamento recombinação ordenada

Escolher 3ª colocado e fazer mutação (trocar 3 com 6 e 4 com 5)

Eliminar 2 piores indivíduos e acrescentar os 2 novos resultantes do cruzamento na população

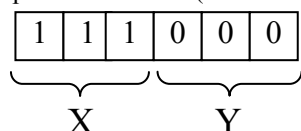
5) Otimizar soluções para a equação ( $2X+Y=11$ ) usando algoritmos genéticos. Considere:

Os valores inteiros que as variáveis X e Y podem assumir variam de 0 a 7.

O alfabeto utilizado para codificar indivíduos (soluções potenciais) é composto por 0 e 1.

Um indivíduo é representado, transformando os valores decimais de X e Y escolhidos para binários e combinando esses valores numa única cadeia de 6 bits (genes). Os três primeiros bits correspondem à X e os três últimos à Y, conforme exemplo a seguir.

Exemplo de indivíduo ( $X=7$  e  $Y=0$ )



A função de avaliação dos indivíduos deve considerar o valor absoluto (módulo) quando os valores de X e Y são substituídos na equação  $|11-(2X+Y)|$ . Para o exemplo acima, o valor da função de avaliação é 3 ( $|11-(2*7+0)|$ ). Quanto menor esse valor, melhor é o indivíduo. Empates são resolvidos considerando a ordem numérica da representação binária.

O 1º e o 2º colocados devem ser selecionados para cruzamento.

Existem 2 pontos de cruzamento entre as posições 2 e 3 e entre 4 e 5.

A recombinação ordenada deve ser usada como operador de cruzamento.

O 3º colocado, antes de ser inserido na população seguinte, deve sofrer mutação (troca de genes das posições 2 e 4).

Os 2 piores indivíduos devem ser eliminados e os dois novos resultantes do cruzamento devem ser acrescentados. A população deve ter sempre 5 indivíduos (1º colocado, 2º colocado, 3º colocado mutado e 2 novos indivíduos gerados).

A população inicial bem como dados sobre essa população é mostrada na tabela correspondente. Você deverá executar o algoritmo genético gerando três novas populações. Para isso, preencha as tabelas e gráficos correspondentes seguindo o modelo da população inicial. Para seu auxílio, você tem a sua disposição uma tabela de correspondência entre números decimais e binários.

**Tabela de correspondência**

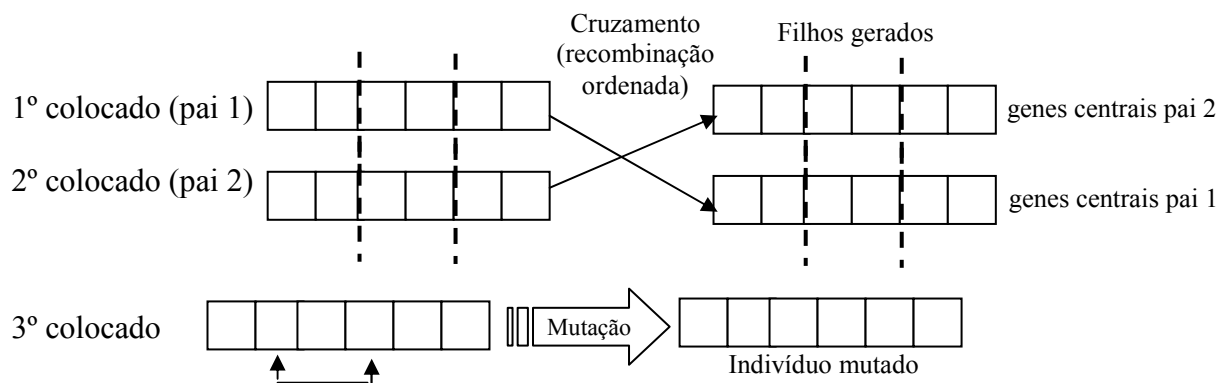
Decimal	Binário
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

**População inicial**

Valor X	Valor Y	População inicial (indivíduos)	Função de avaliação $ 11-(2X+Y) $	Classificação do indivíduo na população
7	2	111010	5	3º
4	7	100111	4	2º
0	4	000100	7	5º
3	6	011110	1	1º
2	1	010001	6	4º

**Função de avaliação do Melhor indivíduo = 1**

**Média da população (função de avaliação) = 4,6**

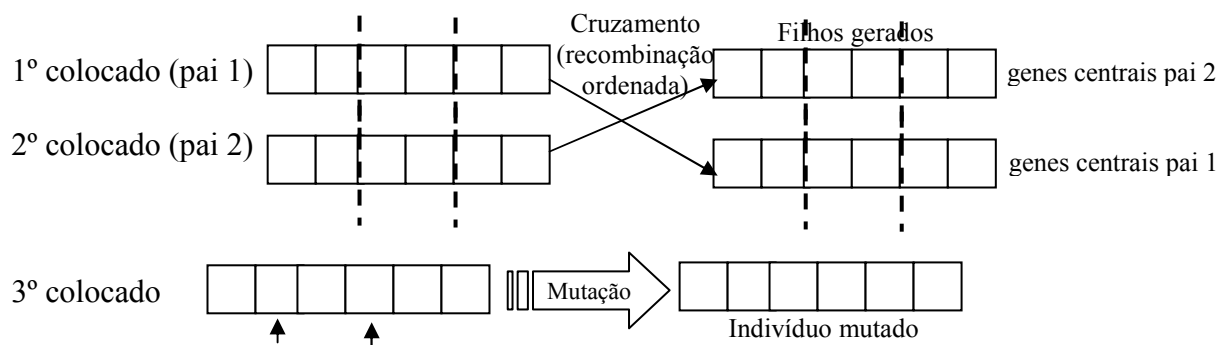


### 1ª geração

Valor X	Valor Y	População inicial (indivíduos)	Função de avaliação $ 11-(2X+Y) $	Classificação do indivíduo na população

Função de avaliação do Melhor indivíduo = \_\_\_\_\_

Média da população (função de avaliação) = \_\_\_\_\_

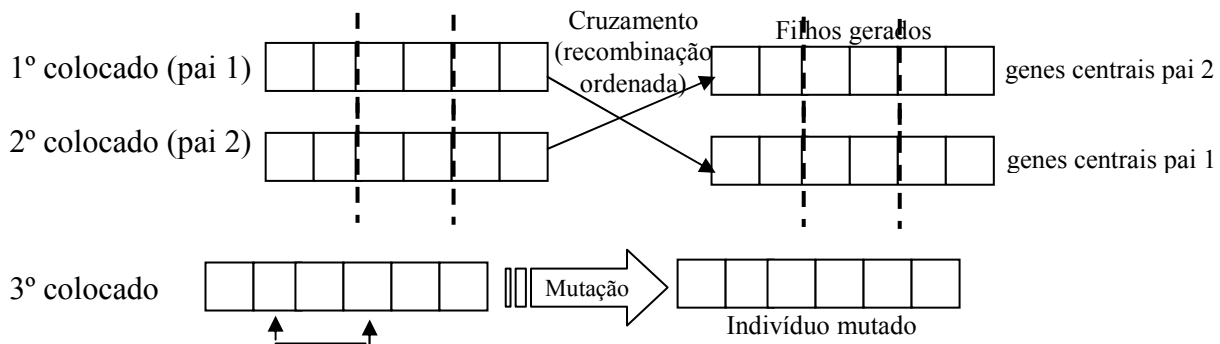


### 2ª geração

Valor X	Valor Y	População inicial (indivíduos)	Função de avaliação $ 11-(2X+Y) $	Classificação do indivíduo na população

Função de avaliação do Melhor indivíduo = \_\_\_\_\_

Média da população (função de avaliação) = \_\_\_\_\_



### 3ª geração

Valor X	Valor Y	População inicial (indivíduos)	Função de avaliação $ 11-(2X+Y) $	Classificação do indivíduo na população

Função de avaliação do Melhor indivíduo = \_\_\_\_\_

Média da população (função de avaliação) = \_\_\_\_\_