



Computação Evolutiva

Aula 7 – Algoritmos Genéticos
(Parte III)

Prof. Paulo Salgado



Roteiro

- Representação por permutação
 - Problema de soluções inadmissíveis
- Operadores de Mutação para representação de permutações
- Operadores de Cruzamento para representações de permutações



Representações por Permutação

- Problemas de Ordenamento e/ou Sequenciamento
- Tarefa de arrumação de objetos em uma certa ordem
 - Exemplo: Algoritmos de ordenamento – quais elementos ocorrem antes dos outros
 - Exemplo: Problema do Caixeiro Viajante (PCV): determinar a menor rota para percorrer uma série de cidades (visitando uma única vez cada uma delas), retornando à cidade de origem.
 - Quais elementos ocorrem próximos uns dos outros?
- Este problemas são geralmente expressos como permutações
 - Se existe n variáveis então a representação será uma lista de n valores (Arranjo de n valores)



Representações por Permutação

- Duas formas de codificar a permutação:
 - Dado 4 cidades [A, B, C, D] e a permutação [3, 1, 2, 4] podemos
 - Ver o i -ésimo elemento da representação como o evento que ocorre nesse lugar na sequência (i -ésimo destino visitado)
 - R.: [C, A, B, D]
 - Ver o valor do i -ésimo elemento como a posição na sequência na qual o i -ésimo evento ocorre.
 - R.: [B, C, A, D]

Representação por permutação

Caixeiro Viajante

- Problema:
 - Dado n cidades
 - Encontrar um tour completo entre as cidades
- Codificação:
 - Rótulo das cidades $1, 2, \dots, n$
 - Um tour completo é uma permutação (e.g. para $n = 4$ $[1,2,3,4]$ ou $[3,4,2,1]$)
- Espaço de Busca é GRANDE:
para 30 cidades existem $30! \approx 10^{32}$ tours possíveis





Operadores de Mutação para Permutações

- Os operadores de mutação “normais” podem conduzir à soluções inadmissíveis
 - Exemplo: Mutação por bit - faz o bit i ter o valor j
 - A execução deste operador pode levar a uma representação sem sentido no problema
- A probabilidade de mutação deve agora refletir as chances de um operador ser aplicado em toda a String do genótipo

Mutação por Inserção para permutações

- Pegue dois genes aleatoriamente
- Mova o segundo gene para próximo do primeiro, e acomode o resto do cromossomo sem alteração
- Note que este preserva a maior parte da ordem da informação adjacente

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---



1	2	5	3	4	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---



Mutação por Troca para permutações

- Pegue dois genes aleatoriamente e troque suas posições
- Este operador preserva a maior parte da adjacência da informação

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---



1	5	3	4	2	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---



Mutação por Inversão para permutações

- Pegue dois genes de forma aleatória e inverta a ordem da sub-string entre estes genes
- Preserva a adjacência da informação, porém a modifica ordem da informação

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---



1	5	4	3	2	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---



Mutação por Perturbação para permutações

- Pegue um subconjunto de genes de forma aleatória
- Rearrume aleatoriamente o subconjunto selecionado
 - O subconjunto não necessariamente tem que ser contínuo

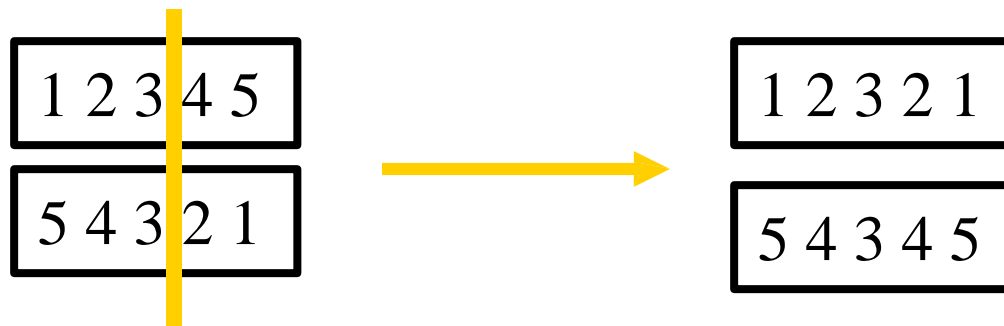
1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---



1	3	5	4	2	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Operadores de Cruzamento para permutação

- Os operadores de cruzamento irão frequentemente conduzir à soluções inadmissíveis



- Muito operadores especializados têm sido desenvolvidos para a combinação da ordem e adjacência da informação contidas em dois pais



Cruzamento de Ordem 1

- A ideia é preservar a ordem relativa a qual os elementos ocorrem
- Procedimento informal:
 1. Escolha uma parte arbitrária do primeiro pai
 2. Copie esta parte para o primeiro filho
 3. Copie os números que não estão na parte escolhida para o primeiro filho:
 - Começando da direita do ponto de corte
 - Usando a ordem do segundo pai
- Análogo para o segundo filho, com as regras invertidas

Exemplo do Operador de Cruzamento de Ordem 1

- Copie o subconjunto selecionado do pai 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---



			4	5	6	7		
--	--	--	---	---	---	---	--	--

9	3	7	8	2	6	5	1	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Copie o resto do pai 2 na ordem 1, 9, 3, 8, 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---



3	8	2	4	5	6	7	1	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

9	3	7	8	2	6	5	1	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---

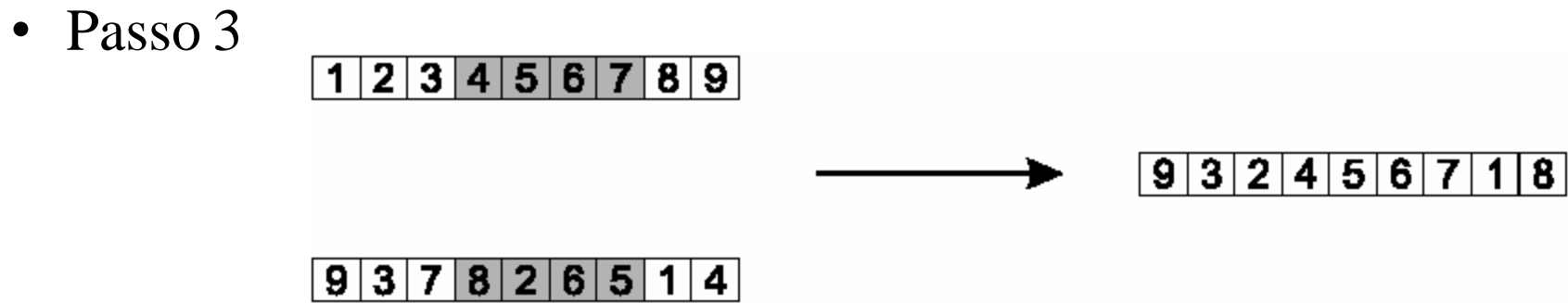
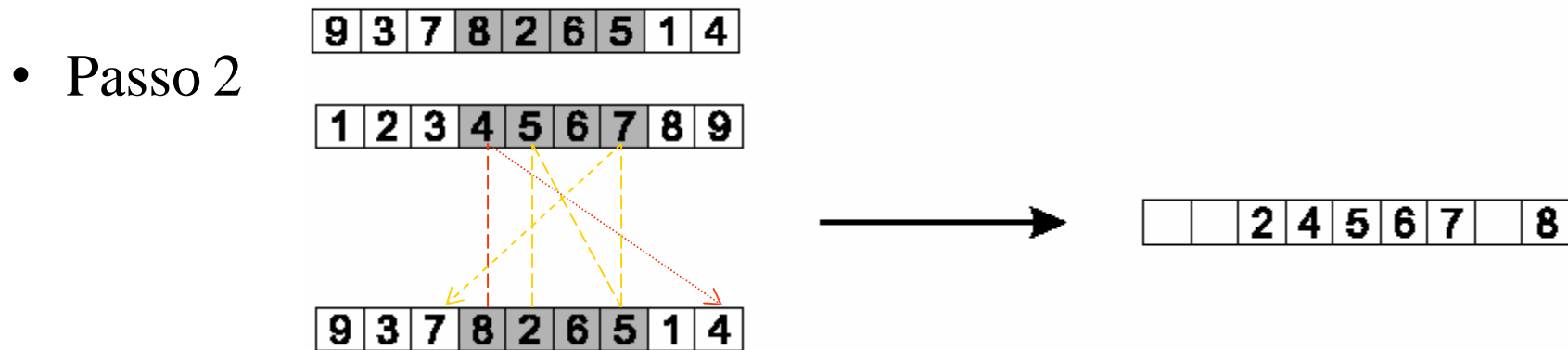
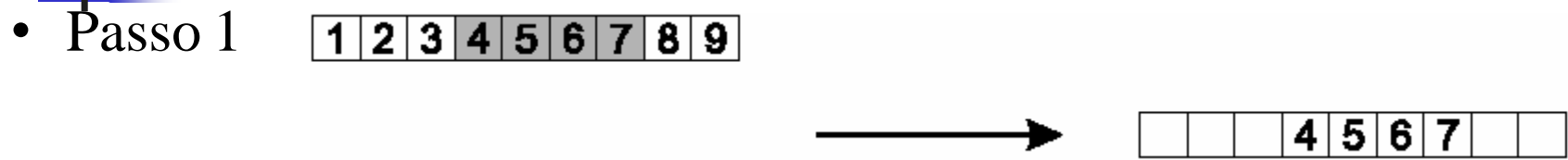


Cruzamento Parcialmente Mapeado (PMX - Partially-Mapped crossover)

- Procedimento Informal para os pais P1 e P2
 1. Escolha um segmento aleatório e copie este de P1
 2. Começando a partir do primeiro ponto de cruzamento, olhe para os elementos no segmento de P2 que ainda não tenham sido copiados
 3. Para cada posição i , na prole veja qual elemento j já foi copiado em seu lugar a partir P1
 4. Coloque i na posição ocupada por j em P2
 5. Se o local ocupado por j em P2 já esteja cheio na prole por k , coloque i na posição ocupada por k
 6. Tendo repartido os elementos da segmentação do cromossomo, o resto da prole pode ser completada por P2
 - Um segundo filho pode ser criado de forma análoga



Exemplo: PMX



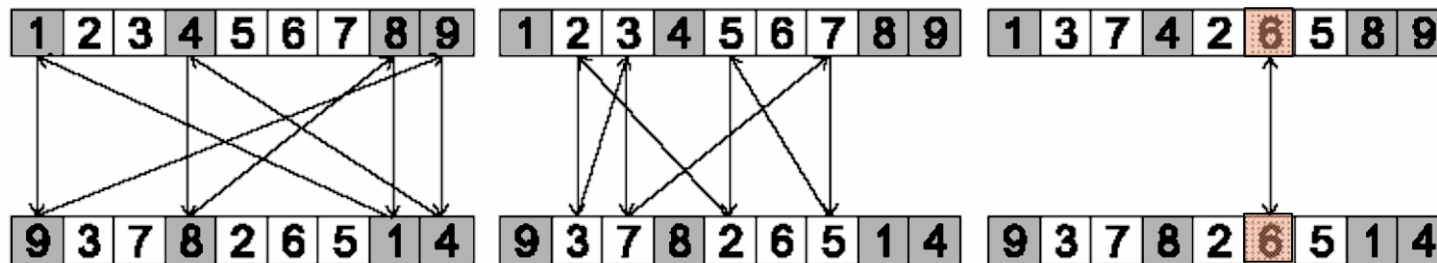


Cruzamento Cíclico

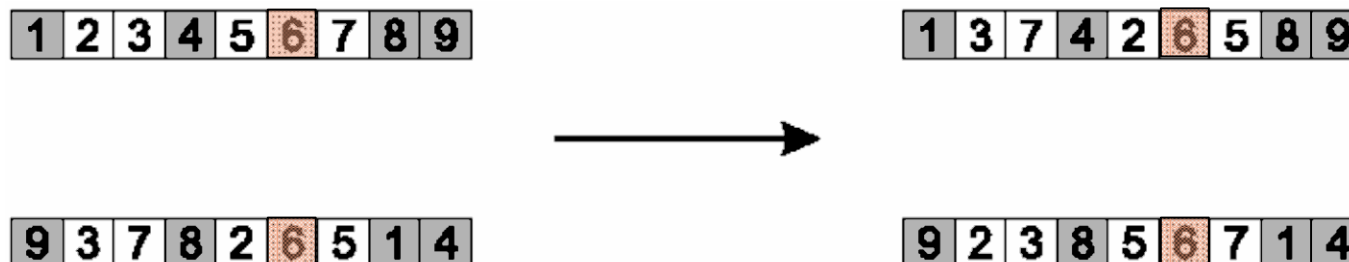
- Idéia Básica
 - Cada Gene vem de um pai trazendo sua posição
- Procedimento Informal:
 1. Faça um ciclo de Genes a partir do pai P1:
 - (a) Comece com o primeiro gene de P1
 - (b) Olhe para o mesmo gene do pai P2
 - (c) Vá para a posição em P1 com o mesmo gene
 - (d) Adicione este gene ao ciclo
 - (e) Repita do passo (b) ao (d) até chegar ao primeiro gene de P1
 2. Coloque os genes do ciclo no primeiro filho sobre as posições que estes aparecem no primeiro pai
 3. Comece um novo ciclo a partir do segundo pai

Exemplo: Cruzamento Cíclico

- Passo 1: Identifique ciclos



- Passo 2: Copie os ciclos alternados na prole





Recombinação de Bordas (Vizinhos)

- Construa uma tabela que liste as bordas que estão presentes nos dois pais
 - Se uma borda for comum a ambos os pais, marque-a com um “+”
 - Ex.: [1 2 3 4 5 6 7 8 9] e [9 3 7 8 2 6 5 1 4]

Element	Edges	Element	Edges
1	2,5,4,9	6	2,5+,7
2	1,3,6,8	7	3,6,8+
3	2,4,7,9	8	2,7+, 9
4	1,3,5,9	9	1,3,4,8
5	1,4,6+		



Recombinação de Borda

- Procedimento Informal

1. Construa a tabela de bordas
2. Pegue um elemento inicial aleatório e ponha este na prole
3. Ajuste a variável do elemento atual = entrada
4. Examina a lista para o elemento atual
 - Se existir uma borda em comum, pegue-a com próximo elemento
 - Caso contrário, pegue a entrada que tem a lista mais curta
 - Os laços são quebrados de forma aleatória
5. No caso de se alcançar uma lista vazia:
 - Examine se o outro final da prole pode ser expandido
 - Caso contrário, um novo elemento é escolhido de forma aleatória

Exemplo: Recombinação de Borda

Element	Edges	Element	Edges
1	2,5,4,9	6	2,5+,7
2	1,3,6,8	7	3,6,8+
3	2,4,7,9	8	2,7+, 9
4	1,3,5,9	9	1,3,4,8
5	1,4,6+		

Choices	Element selected	Reason	Partial result
All	1	Random	[1]
2,5,4,9	5	Shortest list	[1 5]
4,6	6	Common edge	[1 5 6]
2,7	2	Random choice (both have two items in list)	[1 5 6 2]
3,8	8	Shortest list	[1 5 6 2 8]
7,9	7	Common edge	[1 5 6 2 8 7]
3	3	Only item in list	[1 5 6 2 8 7 3]
4,9	9	Random choice	[1 5 6 2 8 7 3 9]
4	4	Last element	[1 5 6 2 8 7 3 9 4]



Tarefa

- Utilize a idéia de permutações e implemente um AG para a resolução do problema das 8 rainhas!