

Algoritmos Genéticos para o Problema do Caixeiro Viajante

Carolina Ribeiro Xavier

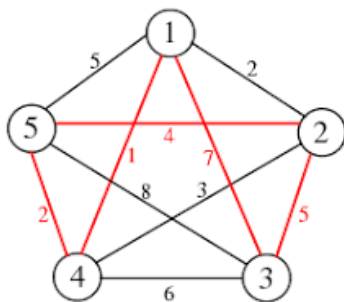
Maio de 2025

Problema do Caixeiro Viajante (TSP)

- ▶ Encontrar o menor circuito que visita todas as cidades uma única vez e retorna à origem.
- ▶ Dado:
 - ▶ Conjunto de cidades $C = \{c_1, \dots, c_n\}$
 - ▶ Matriz de distâncias simétrica ρ_{ij}

$$f(\pi) = \sum_{i=1}^{n-1} \rho(\pi(i), \pi(i+1)) + \rho(\pi(n), \pi(1)) \quad (1)$$

Exemplo Visual do Problema



Grafo completo para aplicação do TSP

Questões de Projeto em AG para Permutação

- ▶ Função objetivo
- ▶ Representação (permutação)
- ▶ Estratégia de seleção ✓
- ▶ Cruzamento
- ▶ Mutação
- ▶ Elitismo ✓

Representação

Vetor de n posições contendo uma permutação dos vértices do grafo.

Função Objetivo

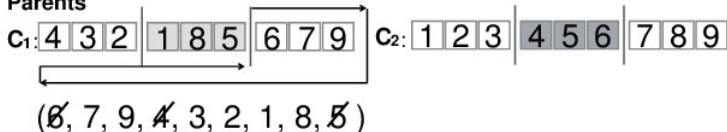
Distância total do percurso conforme a equação do TSP:

$$f(\pi) = \sum_{i=1}^{n-1} \rho(\pi(i), \pi(i+1)) + \rho(\pi(n), \pi(1)) \quad (2)$$

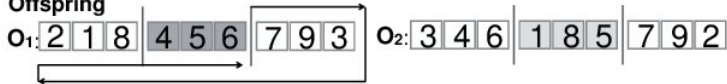
Operador de Cruzamento: OX (Order Crossover)

- ▶ Dois pontos são sorteados e os genes entre eles são copiados diretamente.
- ▶ Os demais genes são preenchidos na ordem do outro pai, sem repetições.

Parents



Offspring



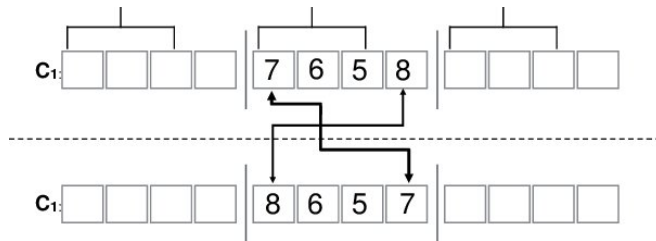
Cruzamento baseado em ordem (OX)

Exemplo: OX com permutação de 8 elementos

- ▶ Pais:
 - ▶ P1: [1 2 3 4 5 6 7 8]
 - ▶ P2: [5 6 1 8 7 2 4 3]
- ▶ Ponto de corte: posições 3 a 5
- ▶ Filho herda [3 4 5] de P1 nas mesmas posições
- ▶ Resto vem de P2 em ordem: [6 1 8 7 2] ignorando os já usados
- ▶ Resultado: [6 1 3 4 5 8 7 2]

Operador de Mutação: Troca de Posição

- ▶ Para cada gene: sorteia-se $r \in [0, 1]$
- ▶ Se $r \leq p_m$, troca-se com outro gene aleatório
- ▶ Permutação sempre válida (sem repetição)

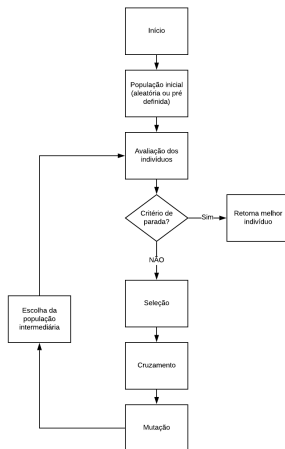


Implementação do AG

Siga os passos do fluxograma:

- ▶ Inicializa população
- ▶ Avalia fitness
- ▶ Aplica seleção, cruzamento e mutação
- ▶ Aplica elitismo (se usado)
- ▶ Itera até critério de parada

Fluxograma do AG



Instâncias de Teste

- ▶ LAU15, SGB128
- ▶ TSP datasets (simétricos)

Parâmetros a Serem Definidos

- ▶ Tamanho da população
- ▶ Número máximo de gerações
- ▶ Critério de seleção de pais
- ▶ Taxa de cruzamento e mutação
- ▶ Elitismo

Proposta de Tarefa Prática

Desenvolva um algoritmo genético para o TSP utilizando as seguintes etapas:

- ▶ Escolha uma instância (por exemplo, LAU15 ou SGB128)
- ▶ Implemente o operador de cruzamento: OX e pesquise e implemente algum dos outros operadores: PMX e CX
- ▶ Faça o teste fatorial
- ▶ Execute múltiplos experimentos com cada um dos conjuntos de parâmetros
- ▶ Compare o desempenho (melhor fitness, média e desvio) de cada conjunto

Entregue um relatório com os resultados, gráficos e **análise das diferenças observadas**.