

Análise de Resultados de Algoritmo Genético com Variação de Probabilidade de Mutação

METODOLOGIA EXPERIMENTAL:

Para validar o impacto da probabilidade de mutação (pm) no desempenho do algoritmo genético, foi implementada uma estratégia experimental robusta com os seguintes parâmetros:

Parâmetros fixos: tamanho_populacao, valor_min, valor_max;

Variável testada: pm (Probabilidade de mutação);

Estrutura de teste: 10 execuções de 100 runs cada, totalizando 1000 runs por configuração;

Condição experimental: Cada run utiliza uma população inicial aleatória independente.

JUSTIFICATIVA METODOLÓGICA:

A validação dos resultados através de múltiplos espaços de busca e extensa amostragem (1000 runs) é fundamental para garantir a confiabilidade das conclusões. A estratégia de apresentar resultados a cada 100 runs com taxa de sucesso em porcentagem permite identificar padrões consistentes e evita conclusões baseadas em resultados pontuais ("outliers").

CONFIGURAÇÕES EXPERIMENTAIS:

Teste 1 - Espaço de busca restrito:

População total: 1000 indivíduos (espaço [0,100]);

População amostral: 100 indivíduos (10% do espaço total);

Objetivo: Avaliar impacto da mutação em espaço de busca pequeno.

Probabilidade de mutação: 0,1

```
probabilidade de mutação: 10.0 %  
  
Conforme parâmetros atuais: 16/100 runs (16.0%) atingiram fitness >= 980.0  
Conforme parâmetros atuais: 9/100 runs (9.0%) atingiram fitness >= 980.0  
Conforme parâmetros atuais: 14/100 runs (14.0%) atingiram fitness >= 980.0  
Conforme parâmetros atuais: 15/100 runs (15.0%) atingiram fitness >= 980.0  
Conforme parâmetros atuais: 15/100 runs (15.0%) atingiram fitness >= 980.0  
Conforme parâmetros atuais: 21/100 runs (21.0%) atingiram fitness >= 980.0  
Conforme parâmetros atuais: 10/100 runs (10.0%) atingiram fitness >= 980.0  
Conforme parâmetros atuais: 6/100 runs (6.0%) atingiram fitness >= 980.0  
Conforme parâmetros atuais: 7/100 runs (7.0%) atingiram fitness >= 980.0  
Conforme parâmetros atuais: 16/100 runs (16.0%) atingiram fitness >= 980.0
```

Média de 12,9%

Probabilidade de mutação: 0,8

```
probabilidade de mutação: 80.0 %
```

```
Conforme parâmetros atuais: 17/100 runs (17.0%) atingiram fitness >= 980.0
Conforme parâmetros atuais: 16/100 runs (16.0%) atingiram fitness >= 980.0
Conforme parâmetros atuais: 20/100 runs (20.0%) atingiram fitness >= 980.0
Conforme parâmetros atuais: 17/100 runs (17.0%) atingiram fitness >= 980.0
Conforme parâmetros atuais: 12/100 runs (12.0%) atingiram fitness >= 980.0
Conforme parâmetros atuais: 12/100 runs (12.0%) atingiram fitness >= 980.0
Conforme parâmetros atuais: 16/100 runs (16.0%) atingiram fitness >= 980.0
Conforme parâmetros atuais: 20/100 runs (20.0%) atingiram fitness >= 980.0
Conforme parâmetros atuais: 15/100 runs (15.0%) atingiram fitness >= 980.0
Conforme parâmetros atuais: 19/100 runs (19.0%) atingiram fitness >= 980.0
```

Média de 16,4%

Teste 2 - Espaço de busca extenso:

População total: 1.000.000 indivíduos (espaço [0,1.000.000]);

População amostral: 100 indivíduos (0,01% do espaço total);

Objetivo: Avaliar impacto da mutação em espaço de busca vasto.

Probabilidade de mutação: 0,1

```
probabilidade de mutação: 10.0 %
```

```
Conforme parâmetros atuais: 7/100 runs (7.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 17/100 runs (17.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 14/100 runs (14.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 10/100 runs (10.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 10/100 runs (10.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 7/100 runs (7.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 11/100 runs (11.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 9/100 runs (9.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 8/100 runs (8.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 9/100 runs (9.0%) atingiram fitness >= 980000.0
```

Média de 10,2%

Probabilidade de mutação: 0,8

```
probabilidade de mutação: 80.0 %
```

```
Conforme parâmetros atuais: 16/100 runs (16.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 10/100 runs (10.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 13/100 runs (13.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 8/100 runs (8.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 10/100 runs (10.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 17/100 runs (17.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 15/100 runs (15.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 12/100 runs (12.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 22/100 runs (22.0%) atingiram fitness >= 980000.0
Conforme parâmetros atuais: 13/100 runs (13.0%) atingiram fitness >= 980000.0
```

Média de 13,6%

CRITÉRIOS DE ANÁLISE:

Taxa de sucesso: Percentual de runs que atingem threshold de fitness predefinido

Consistência: Repetibilidade dos resultados em múltiplos blocos

Eficiência: Relação entre tamanho do espaço de busca e performance do algoritmo

ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS:

No Teste 1, o percentual de runs que atingem o threshold de fitness predefinido é significativamente maior que no Teste 2. Esta diferença é atribuída diretamente ao tamanho do espaço de busca: enquanto ambos os testes utilizam população amostral de 100 indivíduos, o Teste 2 enfrenta o desafio de encontrar o ótimo global em um espaço 10.000 vezes maior (1.000.000 vs 100 possibilidades).

A diferença nos resultados era estatisticamente esperada e representa uma dificuldade computacional natural proporcional ao tamanho do espaço. Esta observação valida a escalabilidade do algoritmo e demonstra seu comportamento coerente em diferentes ordens de magnitude.

IMPACTO DA PROBABILIDADE DE MUTAÇÃO:

Os resultados evidenciam claramente o impacto da variabilidade da probabilidade de mutação, com performance superior observada para valores maiores de pm. Este comportamento confirma o papel fundamental da mutação na:

Diversificação genética: Previne convergência prematura;

Escape de ótimos locais: Introduz variabilidade necessária para exploração;

Manutenção da robustez: Evita estagnação em soluções subótimas.

CONSIDERAÇÕES SOBRE SATURAÇÃO:

A implementação de saturação nos limites [valor_min, valor_max] é necessária para manter a validade dos indivíduos dentro do domínio estabelecido. Contudo, este mecanismo pode gerar efeitos adversos:

Acúmulo nas extremidades: Concentração artificial de indivíduos nos limites;

Redução da diversidade: Perda de variabilidade genética nas bordas;

Falsos picos máximos: Convergência para ótimos locais próximos aos limites