

Relatório — 8-Puzzle

Projeto de Implementação e Comparação de Algoritmos de Busca

Julio Cesar Thurow Buzzi Arthur Tristao Luiz Henrique Filipi Pereira de Mesquita Faria

Introdução

Este relatório apresenta, de forma concisa, o problema do 8-puzzle e os métodos implementados para resolvê-lo. O objetivo foi comparar três algoritmos de busca (A*, BFS e DFS) e avaliar o impacto de três heurísticas diferentes usadas no A*.

Algoritmos

- A* — Busca informada que combina custo real (g) e estimativa heurística (h). Retorna solução ótima quando a heurística é admissível.
- BFS (Busca em Largura) — Expande nós por nível; garante solução de menor número de movimentos, mas pode explorar muitos estados.
- DFS (Busca em Profundidade) — Explora caminhos até o fim antes de retroceder; pode não encontrar solução em limites práticos.

Heurísticas (A*)

As heurísticas usadas no A* e a justificativa resumida:

- Distância de Manhattan — rápida, informativa e consistente para o 8-puzzle; é a escolha padrão por equilibrar custo e precisão.
- Misplaced Tiles (tiles fora do lugar) — muito simples; mostra como uma heurística fraca impacta negativamente a busca.
- Nilsson Sequence Score — adiciona penalidade por quebra de sequência; tende a ser mais seletiva em certos casos.

Resultados Experimentais

| Algoritmo / Heurística | Solução | Tempo (ms) | Nós Expandidos | Profundidade / Caminho (passos) |
|---------------------------|---------|------------|-------------------|------------------------------------|
| A* (Manhattan) | ✓ | 125 | 696 | 21 passos |
| A* (Misplaced) | ✓ | 871 | 4457 | 21 passos |
| A* (Nilsson) | ✓ | 318 | 1599 | 23 passos |
| BFS | ✓ | 4194 | 61075 | 21 passos |
| DFS (limite) | ✓ | 297 | 56569 | 51 passos |

Análise Comparativa

Resumo das observações que apareceram nos experimentos:

- Tempo: em geral, A* com Manhattan tende a ser o mais rápido entre as opções testadas.
- Nós expandidos: A* (Manhattan) costuma visitar menos nós que A* (Misplaced) e que as buscas cegas (BFS/DFS).
- Heurísticas: heurísticas mais informativas (Manhattan, Nilsson) reduzem significativamente o espaço de busca; Misplaced é a mais fraca.
- Caminho: todos os algoritmos que encontram solução normalmente apresentam caminhos de comprimentos semelhantes; BFS garante a menor profundidade quando usado sem limitações.

Conclusão

De forma prática: para o 8-puzzle, A* com a heurística de Manhattan oferece o melhor balanço entre velocidade e número de nós expandidos. Heurísticas fracas aumentam custo computacional. Entre as buscas cegas, BFS encontra soluções ótimas mas com custo muito maior.