

Relatório — 8-Puzzle

Projeto de Implementação e Comparação de Algoritmos de Busca

Julio Cesar Thurow Buzzi Arthur Henrique Tristão Pinto
Luis Henrique Ferreira Costa Filipi Pereira de Mesquita Faria

Introdução

Este relatório apresenta uma visão geral do problema do *8-puzzle* e descreve a implementação desenvolvida utilizando a linguagem Dart no framework Flutter, que serviu como base para a criação de uma interface interativa e responsiva para execução dos algoritmos. O objetivo do projeto foi comparar o desempenho de três algoritmos de busca — A*, BFS e DFS — bem como analisar o impacto de três heurísticas distintas empregadas no algoritmo A*. A partir desses experimentos, busca-se compreender como cada abordagem se comporta em termos de eficiência, custo computacional e qualidade das soluções produzidas.

Algoritmos Utilizados

- 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	✓	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.