

Relatório — Implementação dos Algoritmos de Busca BFS e A* no Jogo dos 8

Maria Eduarda Ferreira da Silva

Vitória Christie Amaral Santos

O objetivo deste trabalho foi desenvolver e comparar dois métodos clássicos de busca — Busca em Largura (BFS) e Busca A* — aplicados ao problema do Jogo dos 8, um quebra-cabeça de oito peças numeradas e um espaço vazio em uma grade 3x3. O desafio consiste em mover as peças até atingir a configuração objetivo, partindo de um estado inicial arbitrário.

A Busca em Largura (BFS) foi escolhida como representante dos métodos não informados (ou cegos), pois não utiliza nenhuma informação adicional sobre o problema além dos estados e suas transições. Ela expande os nós em ordem de profundidade crescente, garantindo encontrar a solução com o menor número de movimentos em grafos com custos uniformes. Entretanto, a BFS tende a explorar um número muito grande de estados, tornando-se ineficiente em problemas com alto fator de ramificação, como o Jogo dos 8.

O A*, por outro lado, é um algoritmo de busca informada (heurística). Ele utiliza uma função de avaliação $f(n) = g(n) + h(n)$, onde $g(n)$ representa o custo real do caminho percorrido até o nó atual e $h(n)$ é uma estimativa do custo restante até o objetivo. Essa estimativa é fornecida por uma heurística, que guia a busca de forma mais inteligente, priorizando os caminhos que aparecem levar mais rapidamente à solução.

Neste trabalho, foi utilizada a heurística da distância de Manhattan, que soma, para cada peça, o número de movimentos horizontais e verticais necessários para colocá-la em sua posição final. Essa heurística é admissível, pois nunca superestima o número real de movimentos restantes, garantindo que o A* mantenha a optimalidade (encontre sempre a solução de menor custo). Além disso, é simples de calcular e reflete bem o comportamento real do problema, já que cada movimento desloca uma única peça por vez.

No código, a heurística foi implementada pelas funções `calcular_posicoes_objetivo()` — que mapeia as posições corretas de cada peça no estado final — e `h_manhattan()`, que percorre o tabuleiro somando as distâncias de Manhattan de todas as peças. O A* usa uma fila de prioridade (`heapq`) para selecionar o nó mais promissor (menor valor de f), armazenando também os custos acumulados e os estados visitados.

Os resultados mostraram claramente o contraste entre os dois métodos: embora a BFS garanta a solução mínima em número de passos, o A* com heurística de Manhattan encontra a solução muito mais rapidamente, explorando um número significativamente menor de estados. Essa diferença evidencia o impacto do uso de heurísticas bem definidas em algoritmos de busca, equilibrando eficiência e precisão. Conclui-se que a combinação do A* com a heurística de Manhattan é ideal para o Jogo dos 8, pois mantém as propriedades teóricas de completude e optimalidade da busca enquanto reduz drasticamente o custo computacional em relação aos métodos não informados.