

Busca Informada - Quebra-Cabeça de 8 Peças

1. Descrição

O projeto aplica os algoritmos de busca informada **Busca Gulosa pelo Melhor Primeiro** e **A*** para resolver o **Quebra-Cabeça de 8 Peças**. O objetivo é comparar a eficiência e a otimalidade de cada método, que utilizam heurísticas para guiar a busca pela solução.

2. Modelagem

- **Estado:** Uma tupla 3x3 representando a configuração do tabuleiro.
 - **Inicial:** Uma configuração embaralhada, por exemplo: $((1, 2, 3), (0, 4, 6), (7, 5, 8))$.
 - **Objetivo:** Alcançar o estado ordenado: $((1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 0))$.
 - **Ações:** Mover a peça vazia (0) para CIMA, BAIXO, ESQUERDA, DIREITA.
 - **Sucessora:** Gera os estados resultantes de uma ação válida.
 - **Custo $g(n)$:** 1 por movimento (profundidade do nó).
 - **Heurística $h(n)$:** Estimativa de custo até o objetivo (ex: Distância de Manhattan).
-

3. Algoritmos

- **Busca Gulosa:** Avalia os nós com $f(n) = h(n)$, usando uma **fila de prioridade**.
 - É "gananciosa", focando apenas na estimativa futura. **Não garante otimalidade**.
 - **A* (A-Star):** Avalia os nós com $f(n) = g(n) + h(n)$, usando uma **fila de prioridade**.
 - Equilibra o custo passado ($g(n)$) com a estimativa futura ($h(n)$).
 - Garante a **solução ótima** (caminho mais curto) se a heurística for admissível.
-

4. Resultados

```
=====
RESOLVENDO O QUEBRA-CABEÇA DE 8 PEÇAS
=====
Estado Inicial:
-----
| 1 2 3 |
| _ 4 6 |
| 7 5 8 |
-----

Estado Objetivo:
-----
| 1 2 3 |
| 4 5 6 |
| 7 8 _ |
-----

=====
--- Executando: Busca Gulosa (Heurística: Manhattan) ---
=====
✓ Solução encontrada!
  Profundidade (Passos): 3
  Nós explorados: 4
  Tempo: 0.16ms
  Sequência: DIREITA → BAIXO → DIREITA
```

```
-----
VISUALIZAÇÃO DA SOLUÇÃO
-----
Passo 0: Estado Inicial
-----
| 1 2 3 |
| _ 4 6 |
| 7 5 8 |
-----

Passo 1: Ação -> DIREITA
-----
| 1 2 3 |
| 4 _ 6 |
| 7 5 8 |
-----

Passo 2: Ação -> BAIXO
-----
| 1 2 3 |
| 4 5 6 |
| 7 _ 8 |
-----

Passo 3: Ação -> DIREITA
-----
| 1 2 3 |
| 4 5 6 |
| 7 8 _ |
-----
```

```

=====
--- Executando: Busca A*Estrela (Heurística: Manhattan) ---
=====
✓ Solução encontrada!
  Profundidade (Passos): 3
  Nós explorados: 4
  Tempo: 0.04ms
  Sequência: DIREITA → BAIXO → DIREITA

-----
VISUALIZAÇÃO DA SOLUÇÃO
-----
Passo 0: Estado Inicial
-----
| 1 2 3 |
| _ 4 6 |
| 7 5 8 |
-----

Passo 1: Ação -> DIREITA
-----
| 1 2 3 |
| 4 _ 6 |
| 7 5 8 |
-----

Passo 2: Ação -> BAIXO
-----
| 1 2 3 |
| 4 5 6 |
| 7 _ 8 |
-----

Passo 3: Ação -> DIREITA
-----
| 1 2 3 |
| 4 5 6 |
| 7 8 _ |
-----

```

5. Conclusão

O algoritmo **A*** é completo e ótimo, sempre encontrando a solução com o menor número de movimentos, embora possa explorar mais nós. A **Busca Gulosa** é mais rápida e explora menos nós, mas pode ser enganada por "mínimos locais", resultando em um caminho mais longo. A escolha depende de priorizar a **garantia de otimalidade (A*)** ou a **velocidade para uma solução "boa o suficiente" (Gulosa)**.