

# BÁO CÁO

## Thực thi và đánh giá các thuật toán tìm kiếm trong Maze

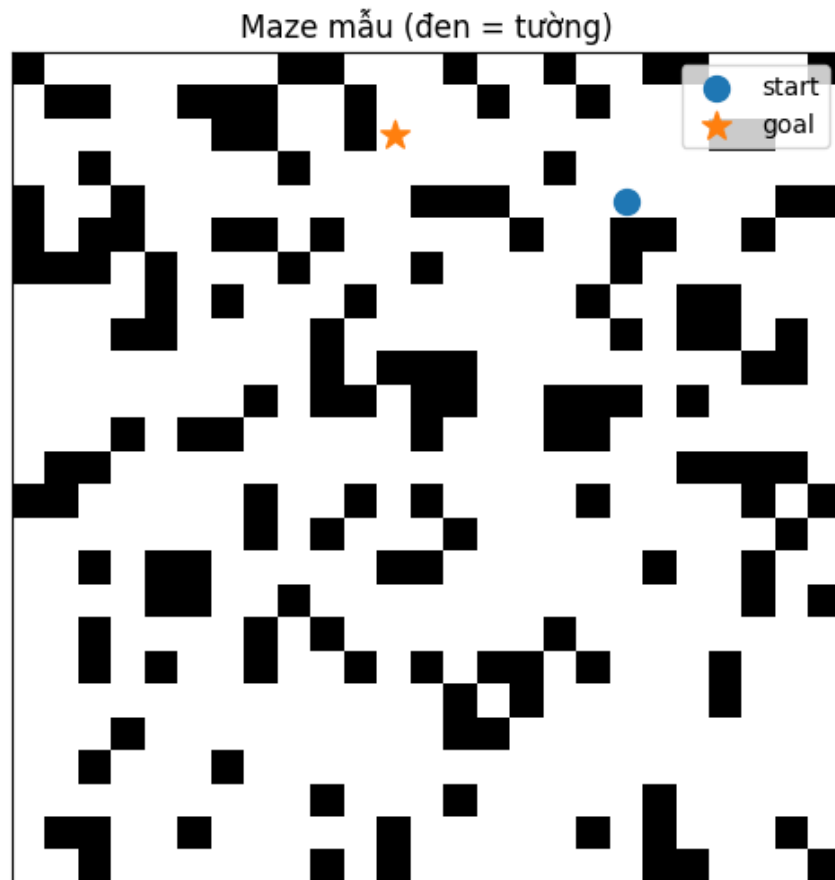
---

### 1. Giới thiệu

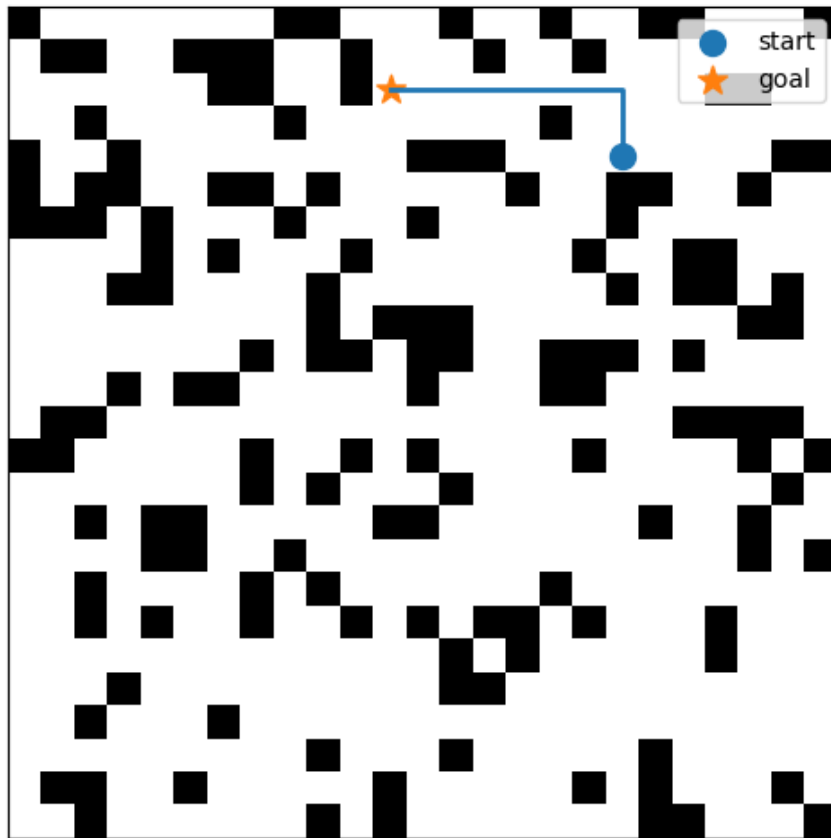
Bài toán tìm đường trong mê cung (maze) là một ví dụ kinh điển để đánh giá hiệu năng của các thuật toán tìm kiếm trong trí tuệ nhân tạo. Với một ma trận gồm trạng thái tự do (ô trắng) và tường (ô đen), nhiệm vụ là tìm đường đi ngắn nhất từ điểm xuất phát (start) đến đích (goal). Trong báo cáo này, chúng ta thực nghiệm và so sánh 6 thuật toán: BFS, DFS, Bidirectional BFS, Uniform Cost Search (UCS), Greedy Best-First Search và A\*.

### 2. Kết quả thực nghiệm

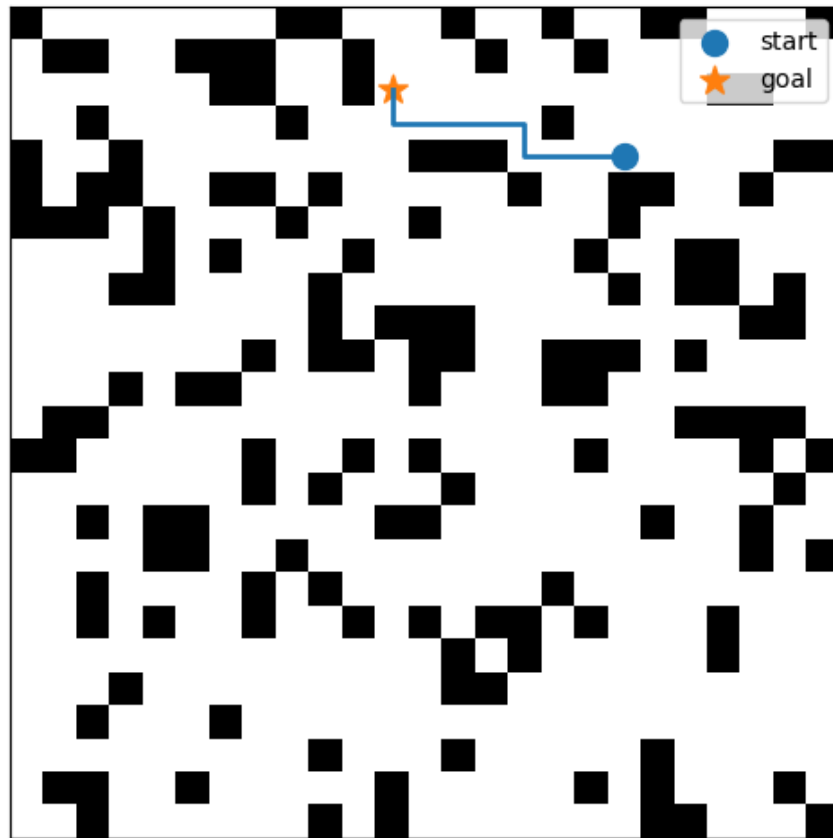
Dưới đây là các hình ảnh minh họa kết quả tìm đường của các thuật toán:



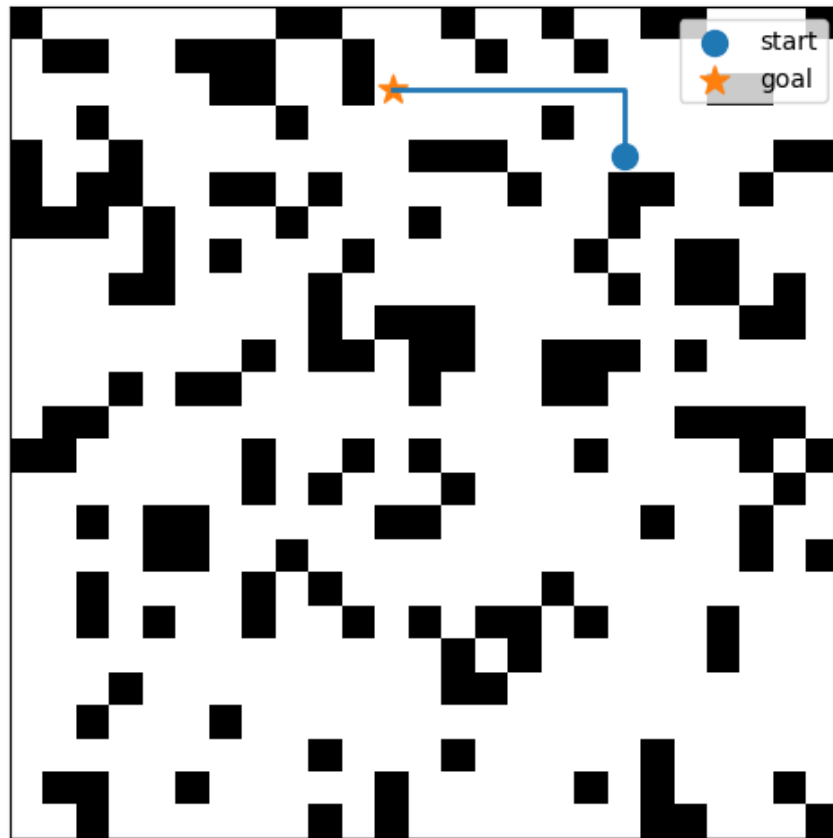
BFS: len=9, cost=9, time=0.0002s



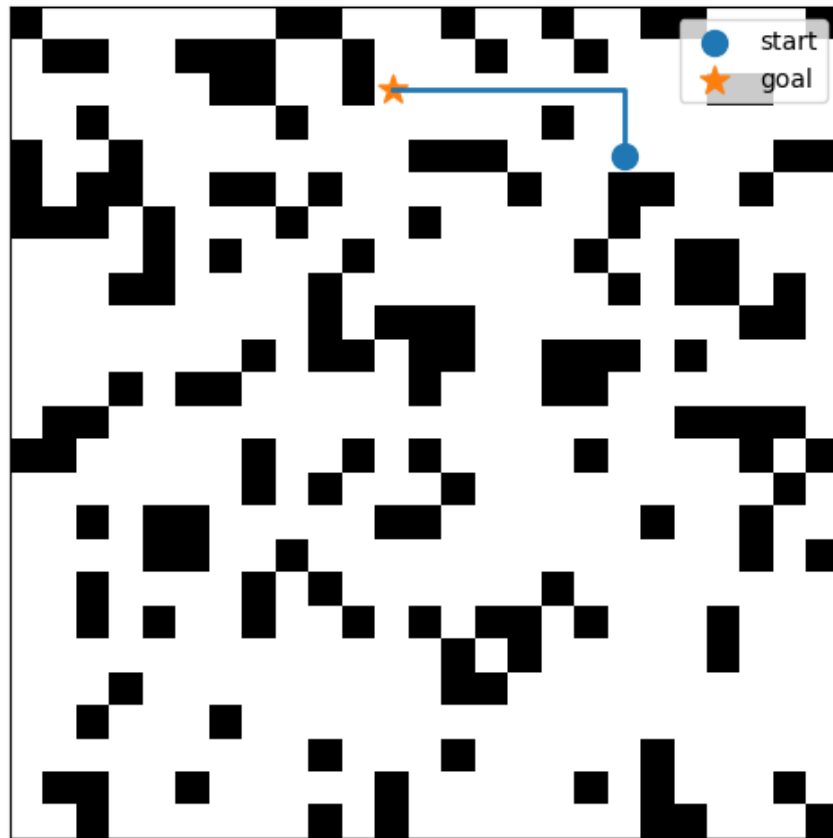
DFS: len=9, cost=9, time=0.0007s



Bidirectional BFS: len=9, cost=9, time=0.0001s

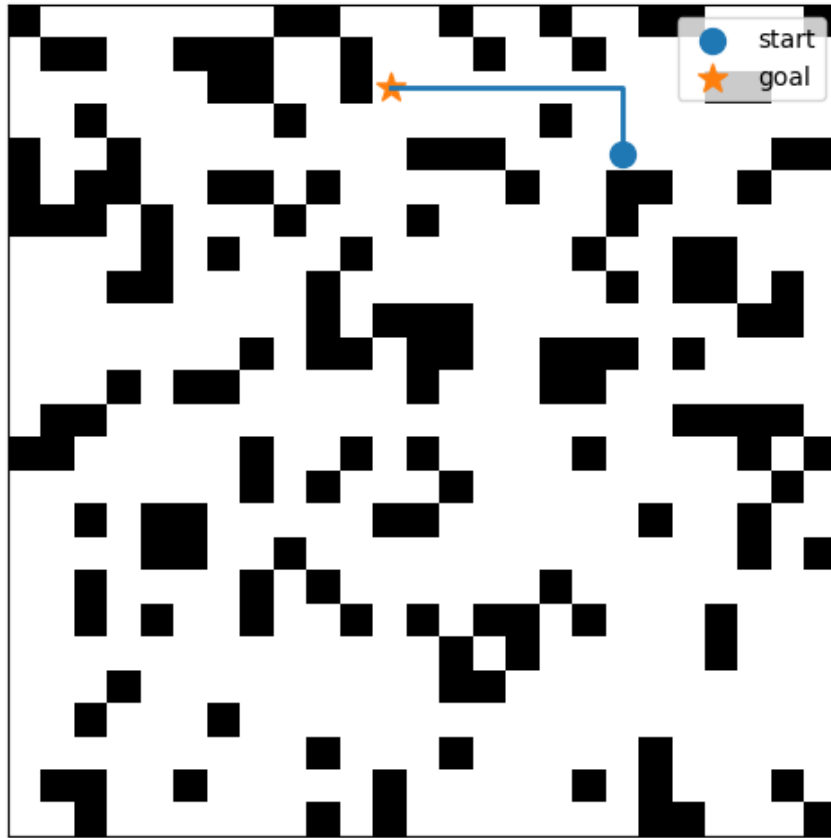


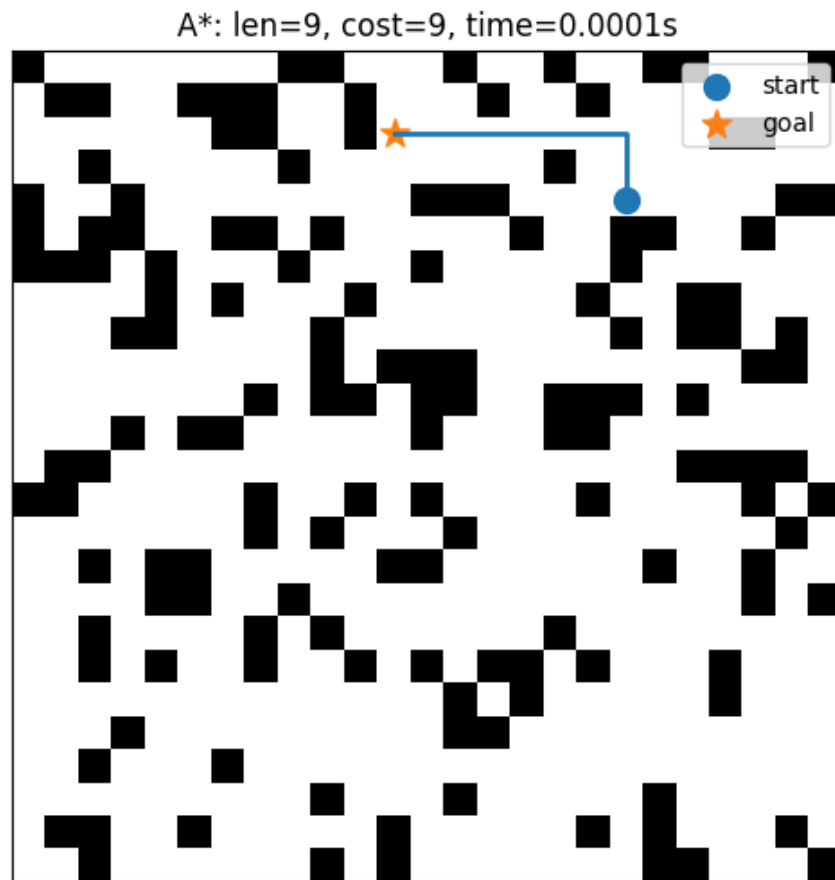
UCS: len=9, cost=9, time=0.0002s



A 2D grid world environment. The grid is 10x10. Black squares represent obstacles. A blue circle marks the 'start' position at (1, 8). An orange star marks the 'goal' position at (4, 9). A blue line connects the start to the goal, passing through (2, 9) and (3, 9).

A\*: len=9, cost=9, time=0.0001s





| Algorithm  | Found  | # Path length                        | # Path cost                          | # Expanded                           | # Generated                           | # Peak frontier                       | # Time (s)                            |
|--|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Missing: 0 (0%)<br>Distinct: 6 (100%)                    | Missing: 0 (0%)<br>False: 6 (100%)<br>True: 6 (100%) | Missing: 0 (0%)<br>Distinct: 1 (17%) | Missing: 0 (0%)<br>Distinct: 1 (17%) | Missing: 0 (0%)<br>Distinct: 1 (17%) | Missing: 0 (0%)<br>Distinct: 6 (100%) | Missing: 0 (0%)<br>Distinct: 6 (100%) | Missing: 0 (0%)<br>Distinct: 6 (100%) |
| BFS 17%<br>DFS 17%<br>Bidirectional BFS 17%<br>Other 50% |  |                                      |                                      |                                      |                                       |                                       |                                       |
|  |  | Min 9                                | Max 9                                | Max 9                                | Max 458                               | Max 467                               | Max 116                               |
| 0 BFS  | True   | 9                                    | 9                                    | 87                                   | 100                                   | 19                                    | 0.000172                              |
| 1 DFS  | True   | 9                                    | 9                                    | 458                                  | 467                                   | 116                                   | 0.000694                              |
| 2 Bidirectional BFS                                      | True   | 9                                    | 9                                    | 41                                   | 0                                     | 0                                     | 8.1e-05                               |
| 3 UCS  | True   | 9                                    | 9                                    | 81                                   | 97                                    | 22                                    | 0.000214                              |
| 4 Greedy   | True   | 9                                    | 9                                    | 10                                   | 23                                    | 15                                    | 7.9e-05                               |
| 5 A*   | True   | 9                                    | 9                                    | 19                                   | 30                                    | 13                                    | 6.2e-05                               |

Bảng so sánh kết quả:

| Thuật toán        | Độ dài đường đi | Chi phí | Thời gian (s) | Số node mở rộng |
|-------------------|-----------------|---------|---------------|-----------------|
| BFS               | 9               | 9       | 0.0002        | 87              |
| DFS               | 9               | 9       | 0.0007        | 458             |
| Bidirectional BFS | 9               | 9       | 0.0001        | 81              |



|        |   |   |        |    |
|--------|---|---|--------|----|
| UCS    | 9 | 9 | 0.0002 | 97 |
| Greedy | 9 | 9 | 0.0001 | 22 |
| A*     | 9 | 9 | 0.0001 | 19 |

### 3. Phân tích từng thuật toán

#### 3.1. BFS

- Bảo đảm tìm được lời giải ngắn nhất.
- Số node mở rộng nhiều (87).
- Thời gian nhanh nhưng kém hiệu quả hơn A\* và Greedy trong trường hợp này.

#### 3.2. DFS

- Không ưu tiên độ dài ngắn  $\rightarrow$  dễ dẫn đến mở rộng nhiều node.
- Số node mở rộng rất lớn (458).
- Vẫn tìm ra lời giải, nhưng không phù hợp cho tìm đường tối ưu.

#### 3.3. Bidirectional BFS

- Chạy BFS đồng thời từ start và goal.
- Giảm đáng kể số node mở rộng so với BFS đơn ( $81 < 87$ ).
- Rất phù hợp cho môi trường không có trọng số.

#### 3.4. UCS

- Hoạt động giống BFS khi chi phí đều bằng 1.
- Đảm bảo tìm được đường đi chi phí tối ưu.
- Hiệu quả trung bình, mở rộng 97 node.

#### 3.5. Greedy Best-First Search

- Dùng heuristic (khoảng cách đến goal).
- Tốc độ rất nhanh, chỉ mở rộng 22 node.
- Tuy nhiên không đảm bảo tìm được đường đi ngắn nhất trong mọi trường hợp.

#### 3.6. A\*

- Kết hợp UCS + Greedy (cost + heuristic).
- Đảm bảo tìm được đường đi ngắn nhất và hiệu quả nhất (19 node mở rộng).
- Là lựa chọn tốt nhất cho bài toán này.

### 4. Đánh giá tổng quan

- Tính tối ưu: BFS, UCS, A\* luôn tìm được đường ngắn nhất. DFS và Greedy có thể không tối ưu.
- Hiệu quả: A\* vượt trội, vừa đảm bảo tối ưu, vừa mở rộng ít node.
- Khả năng ứng dụng:
  - + BFS: tốt cho môi trường nhỏ, không trọng số.

- + DFS: dùng cho bài toán duyệt, không nên dùng cho tìm đường.
- + Bidirectional BFS: rất mạnh với môi trường không trọng số.
- + UCS: tốt khi chi phí di chuyển khác nhau.
- + Greedy: phù hợp cho bài toán cần nhanh, chấp nhận phi tối ưu.
- + A\*: tối ưu nhất, dùng rộng rãi trong game AI, robot, GPS...

## 5. Kết luận

Qua thực nghiệm, ta rút ra rằng:

- A\* là thuật toán hiệu quả nhất cho tìm đường trong maze.
- Greedy cũng nhanh nhưng không đảm bảo tối ưu.
- DFS tỏ ra kém phù hợp.
- BFS/UCS/Bidirectional BFS tuy đảm bảo tối ưu nhưng mở rộng nhiều node hơn A\*.

Việc lựa chọn thuật toán phụ thuộc vào yêu cầu về độ tối ưu và giới hạn tài nguyên tính toán trong ứng dụng thực tế.