ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN**

# Cơ sở trí tuệ nhân tạo

## Tìm kiếm mù

**Nguyễn Ngọc Đức**

**2021**

# Nội dung

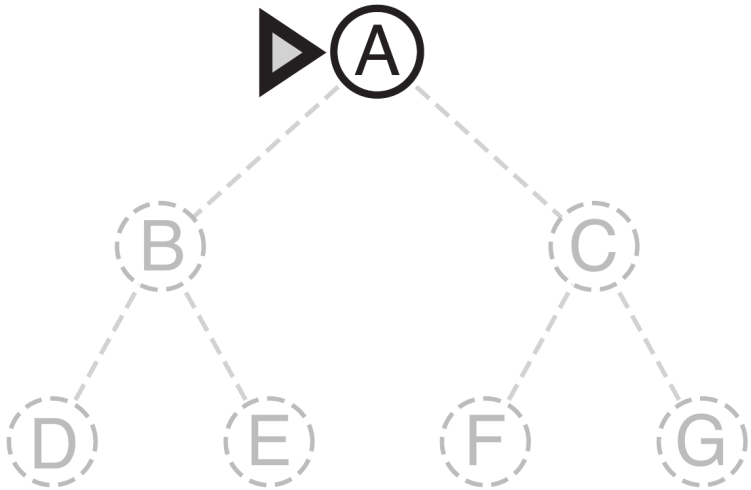
# Tìm kiếm mù

- Chiến lược tìm kiếm không dựa trên thông tin nào khác ngoài định nghĩa bài toán
- Các thuật toán tìm kiếm mù chỉ có khả năng sinh successor và phân biệt trạng thái đích
- Mỗi chiến lược tìm kiếm là một thể hiện (đồ thị/cây) của bài toán tìm kiếm tổng quát

# Breadth-first Search

# Breadth-first Search

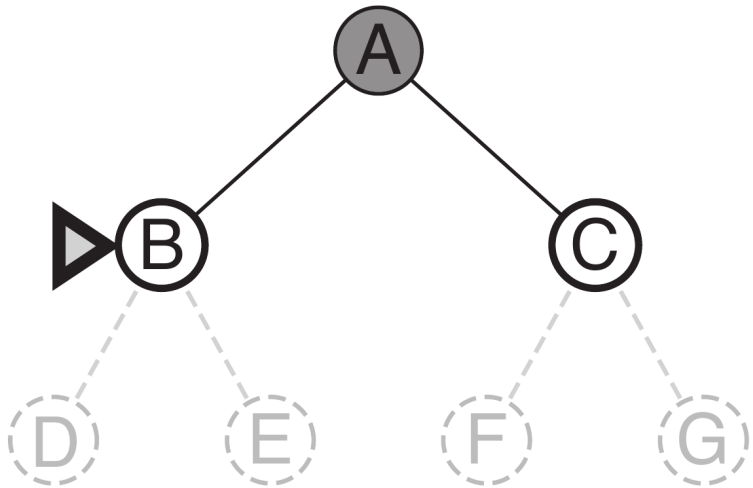
- Breadth-first Search (tìm kiếm theo chiều rộng - BFS) là chiến lược tìm kiếm đơn giản.
- Tất cả các nút ở một độ sâu nhất định phải được mở trước khi mở các nút ở độ sâu tiếp theo




Hình 1: Thuật toán BFS trên cây nhị phân

# Breadth-first Search

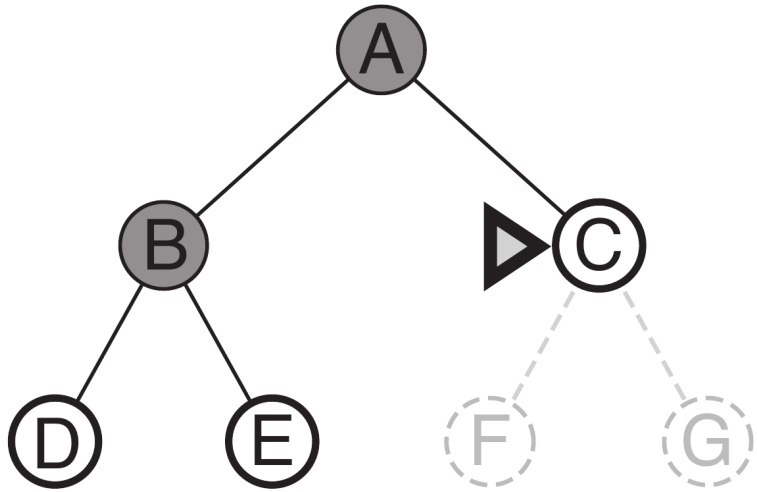
- Breadth-first Search (tìm kiếm theo chiều rộng - BFS) là chiến lược tìm kiếm đơn giản.
- Tất cả các nút ở một độ sâu nhất định phải được mở trước khi mở các nút ở độ sâu tiếp theo




Hình 1: Thuật toán BFS trên cây nhị phân

# Breadth-first Search

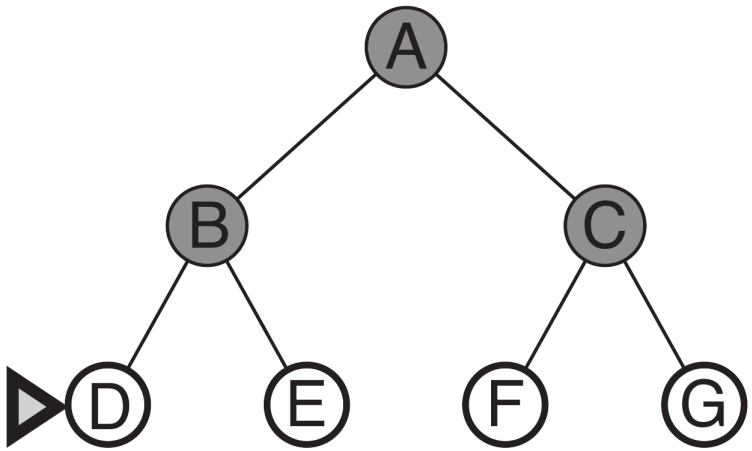
- Breadth-first Search (tìm kiếm theo chiều rộng - BFS) là chiến lược tìm kiếm đơn giản.
- Tất cả các nút ở một độ sâu nhất định phải được mở trước khi mở các nút ở độ sâu tiếp theo




Hình 1: Thuật toán BFS trên cây nhị phân

# Breadth-first Search

- Breadth-first Search (tìm kiếm theo chiều rộng - BFS) là chiến lược tìm kiếm đơn giản.
- Tất cả các nút ở một độ sâu nhất định phải được mở trước khi mở các nút ở độ sâu tiếp theo



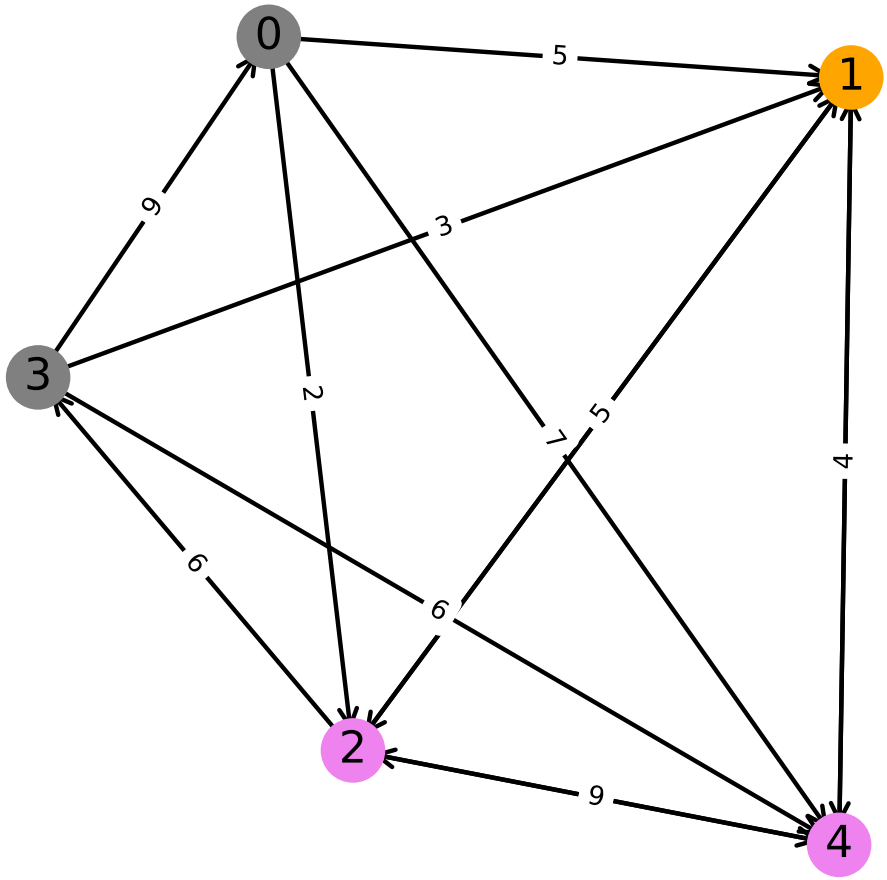

Hình 1: Thuật toán BFS trên cây nhị phân

# Ví dụ BFS

**Đỉnh bắt đầu 1**

**Đỉnh đích 2**

$$\begin{bmatrix} 0 & 5 & 2 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 5 \\ 0 & 5 & 0 & 6 & 2 \\ 9 & 3 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 4 & 9 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

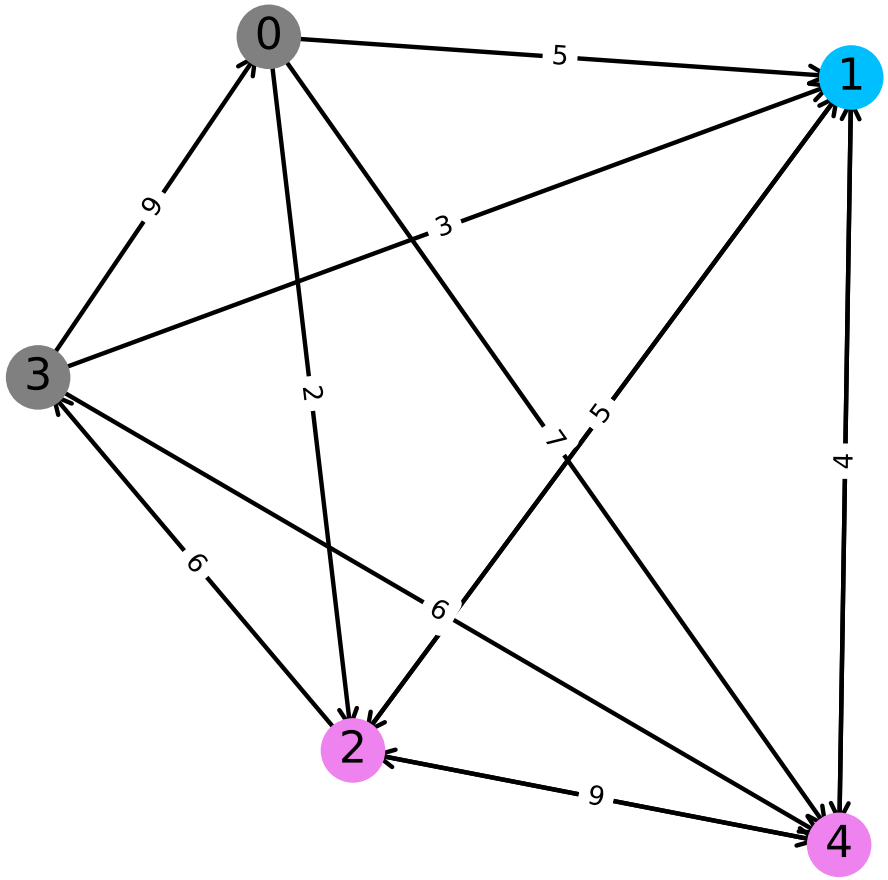


# Ví dụ BFS

**Đỉnh bắt đầu 1**

**Đỉnh đích 2**

$$\begin{bmatrix} 0 & 5 & 2 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 5 \\ 0 & 5 & 0 & 6 & 2 \\ 9 & 3 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 4 & 9 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

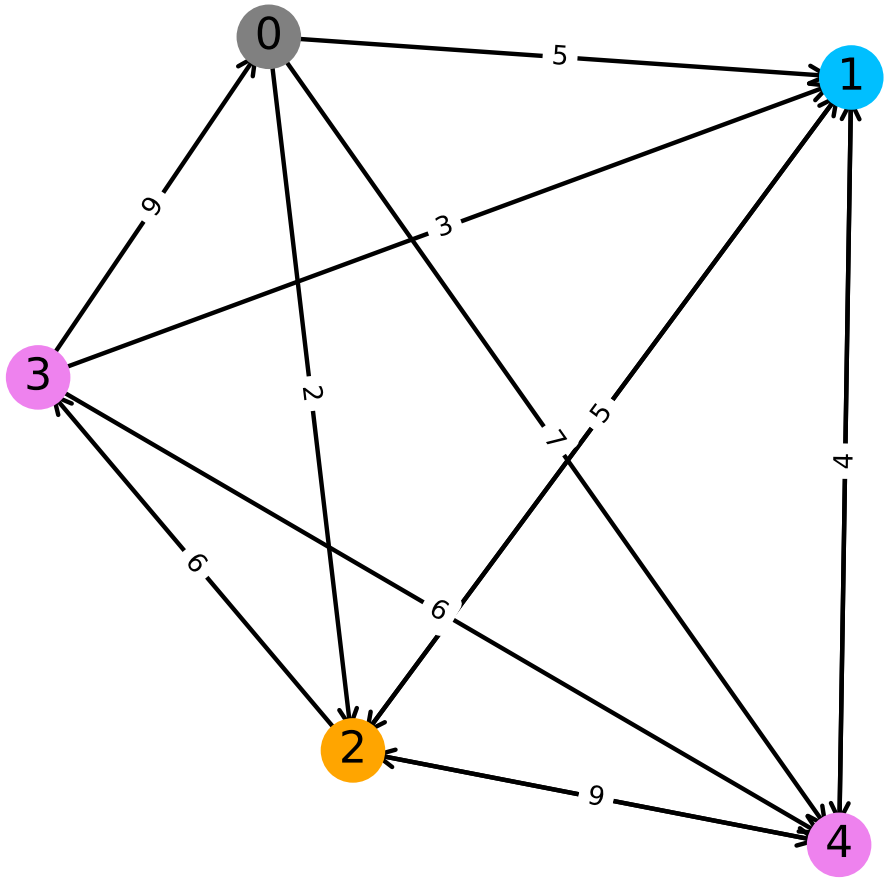


# Ví dụ BFS

**Đỉnh bắt đầu 1**

**Đỉnh đích 2**

$$\begin{bmatrix} 0 & 5 & 2 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 5 \\ 0 & 5 & 0 & 6 & 2 \\ 9 & 3 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 4 & 9 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

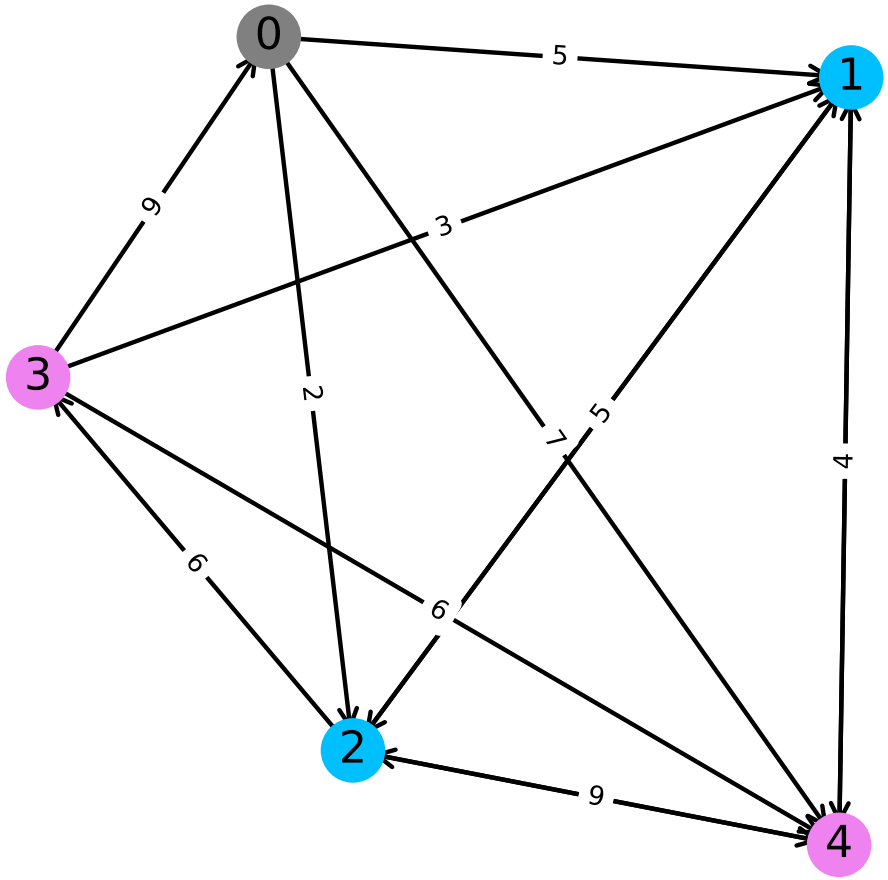


# Ví dụ BFS

**Đỉnh bắt đầu 1**

**Đỉnh đích 2**

$$\begin{bmatrix} 0 & 5 & 2 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 5 \\ 0 & 5 & 0 & 6 & 2 \\ 9 & 3 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 4 & 9 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

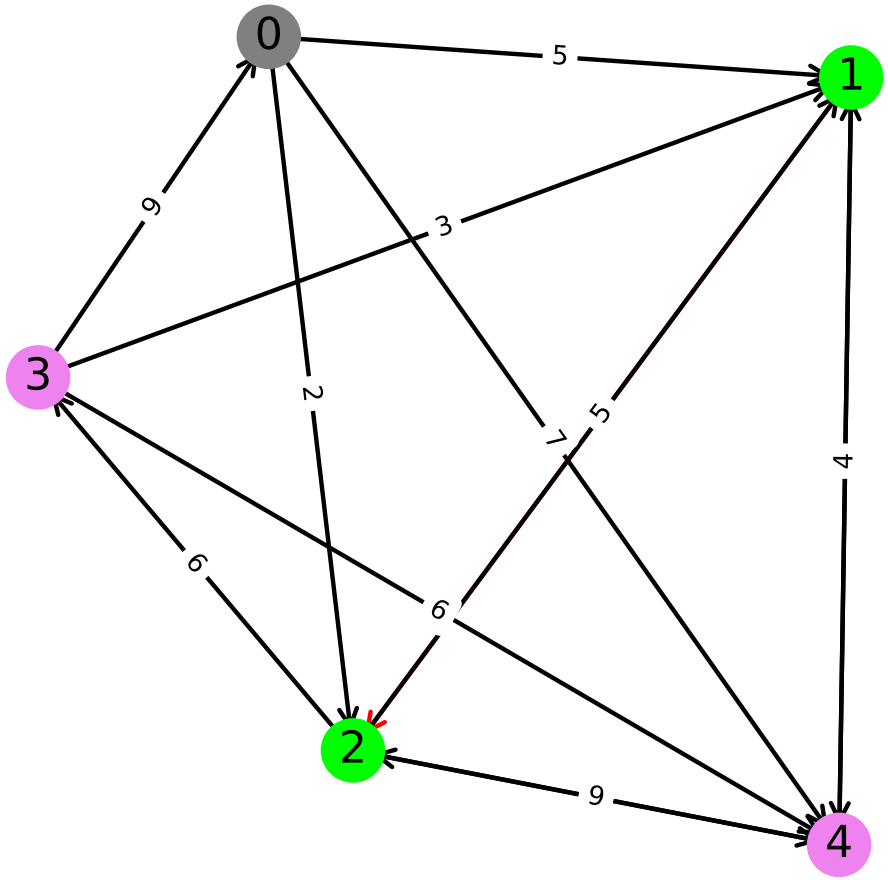


# Ví dụ BFS

**Đỉnh bắt đầu 1**

**Đỉnh đích 2**

$$\begin{bmatrix} 0 & 5 & 2 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 5 \\ 0 & 5 & 0 & 6 & 2 \\ 9 & 3 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 4 & 9 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



# Breadth-first Search

- **Time**: $1 + b + b^2 + b^3 + ... + b^d = O(b^d)$
- **Space**: $O(b^{d-1})$ cho tập mở và $O(b^d)$ cho biên
- **Complete**: có (nếu $b$ hữu hạn)
- **Optimal**: chi phí di chuyển như nhau

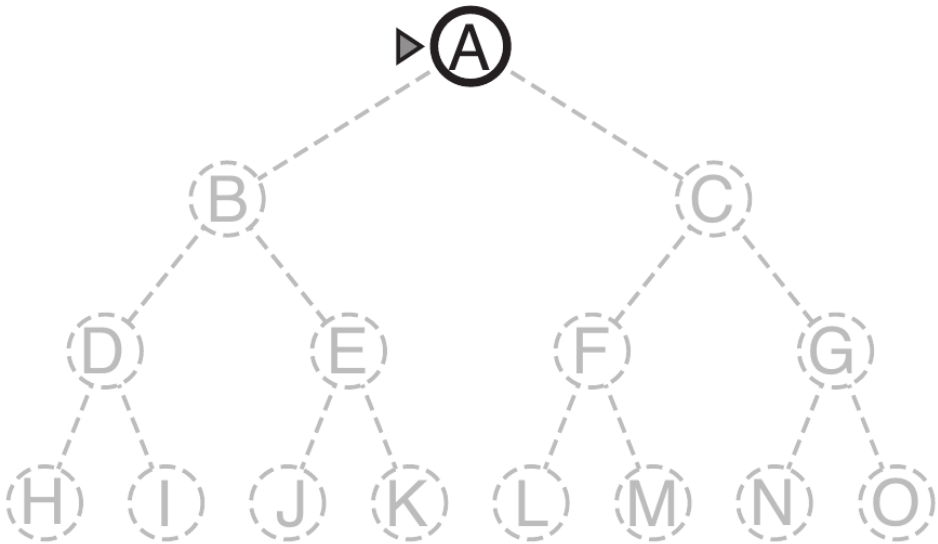
| Depth | Nodes | Time | Memory |
|---|---|---|---|
| 2 | 110 | .11 ms | 107 KB |
| 4 | 11110 | 11 ms | 10.6 MB |
| 6 | $10^6$ | 1.1 s | 1 GB |
| 8 | $10^8$ | 2 mins | 103 GB |
| 10 | $10^10$ | 3 hrs | 10 TB |
| 12 | $10^12$ | 13 days | 1 PB |
| 14 | $10^14$ | 3.5 yrs | 99 PB |
| 16 | $10^16$ | 350 yrs | 10 EB |

Giả sử $b$ = 10, tốc độ giải 1m nodes/s, lưu trữ 1000 bytes 1 node

# Depth-first Search

# Depth-first Search

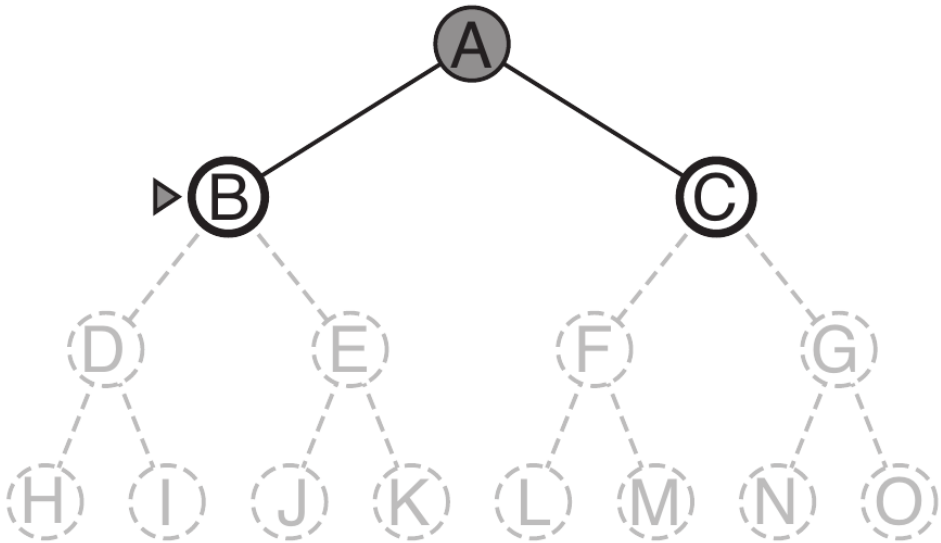
- Depth-first Search - DFS (tìm kiếm theo chiều sâu) mở các nút sâu nhất trước




Hình 2: DFS trên cây nhị phân

# Depth-first Search

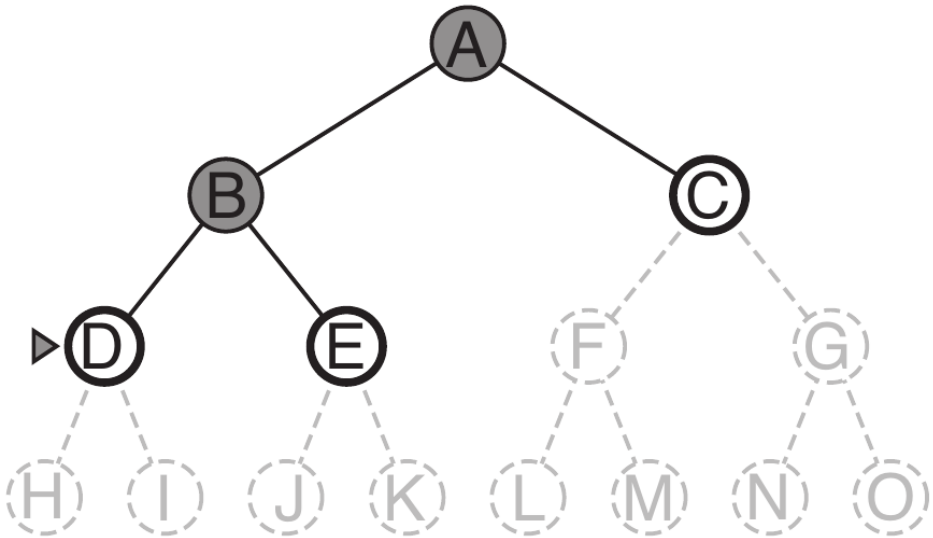
- Depth-first Search - DFS (tìm kiếm theo chiều sâu) mở các nút sâu nhất trước




Hình 2: DFS trên cây nhị phân

# Depth-first Search

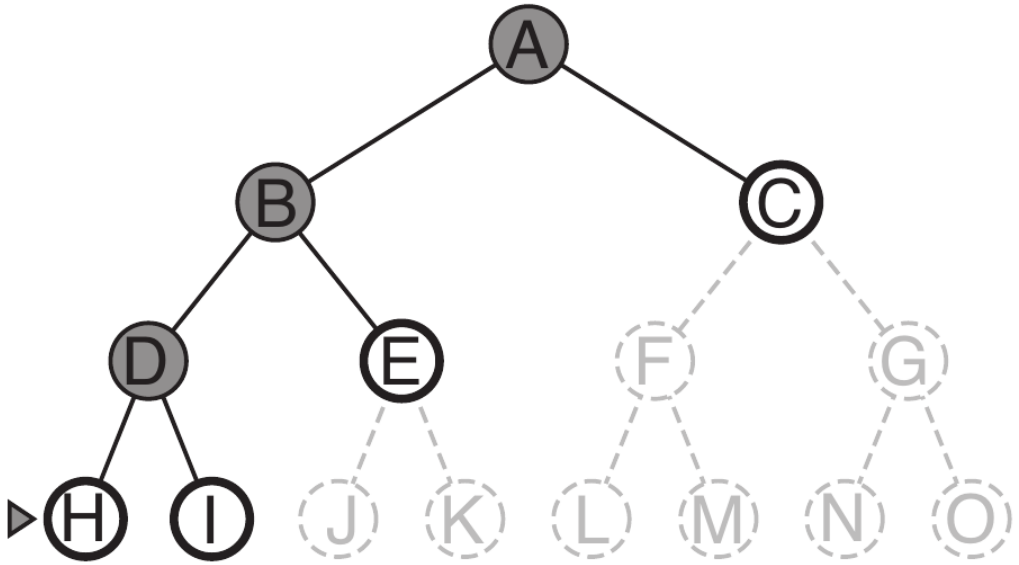
- Depth-first Search - DFS (tìm kiếm theo chiều sâu) mở các nút sâu nhất trước




Hình 2: DFS trên cây nhị phân

# Depth-first Search

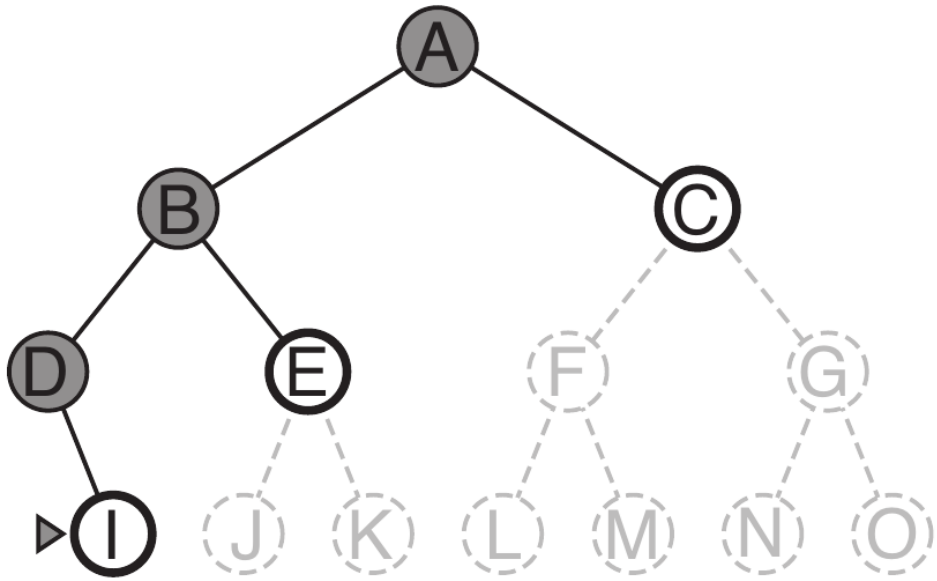
- Depth-first Search - DFS (tìm kiếm theo chiều sâu) mở các nút sâu nhất trước




Hình 2: DFS trên cây nhị phân

# Depth-first Search

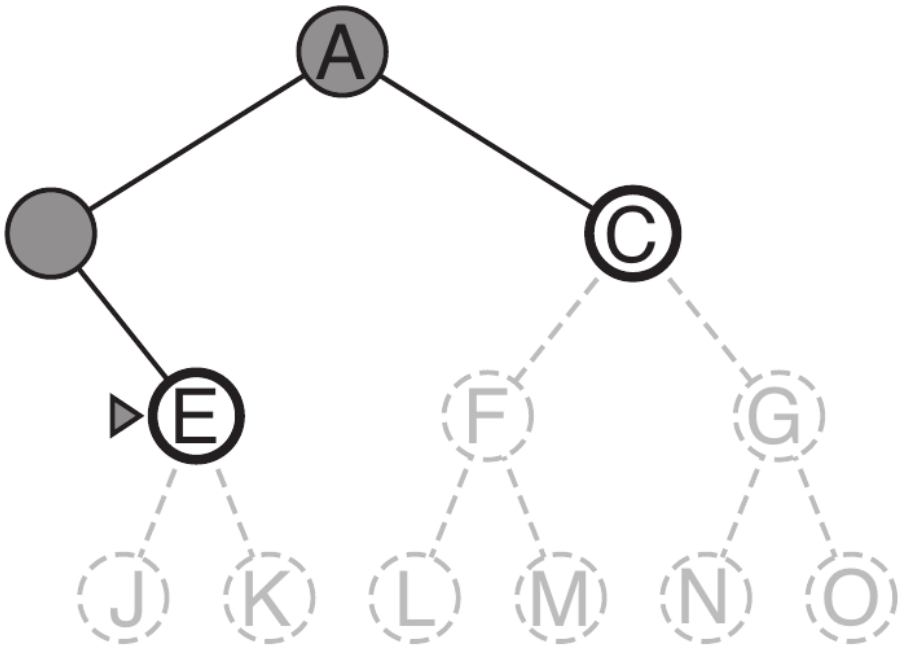
- Depth-first Search - DFS (tìm kiếm theo chiều sâu) mở các nút sâu nhất trước




Hình 2: DFS trên cây nhị phân

# Depth-first Search

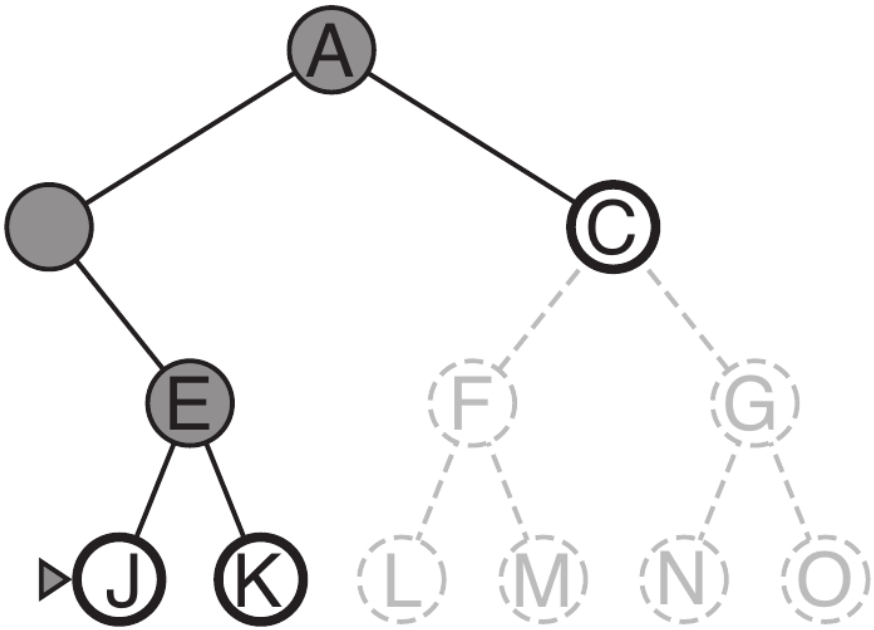
- Depth-first Search - DFS (tìm kiếm theo chiều sâu) mở các nút sâu nhất trước




Hình 2: DFS trên cây nhị phân

# Depth-first Search

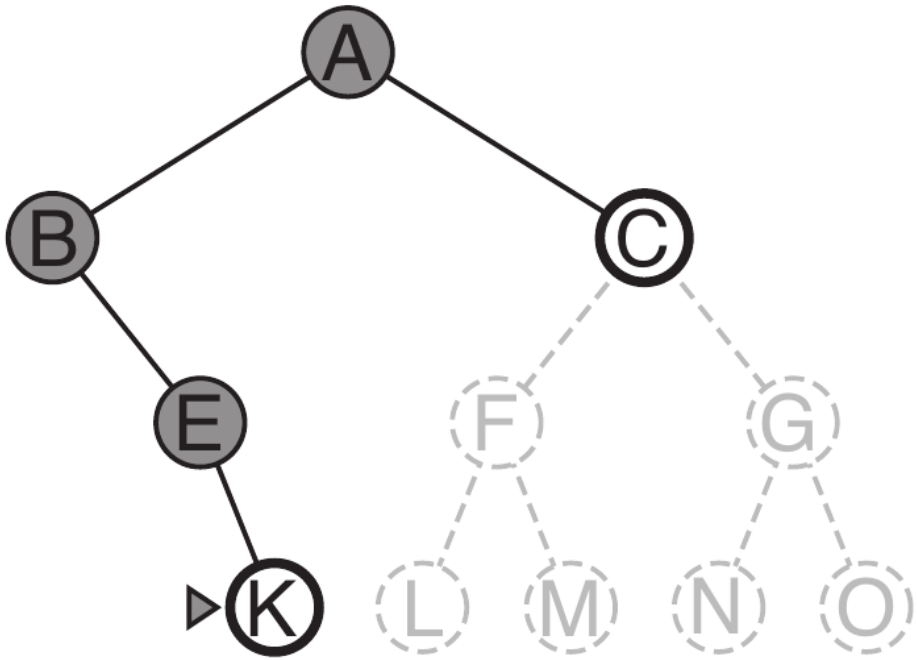
- Depth-first Search - DFS (tìm kiếm theo chiều sâu) mở các nút sâu nhất trước




Hình 2: DFS trên cây nhị phân

# Depth-first Search

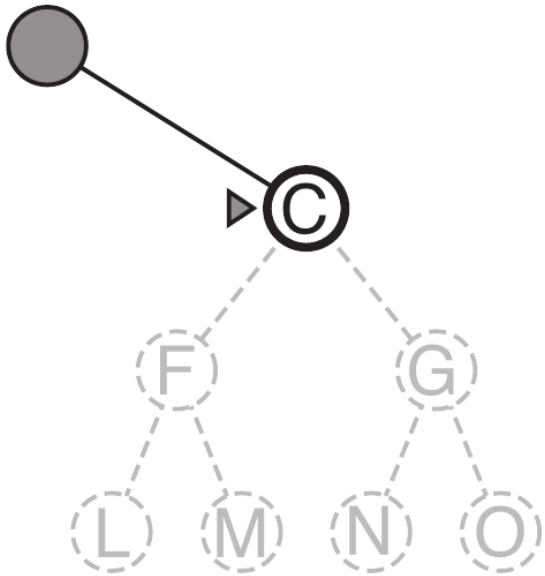
- Depth-first Search - DFS (tìm kiếm theo chiều sâu) mở các nút sâu nhất trước




Hình 2: DFS trên cây nhị phân

# Depth-first Search

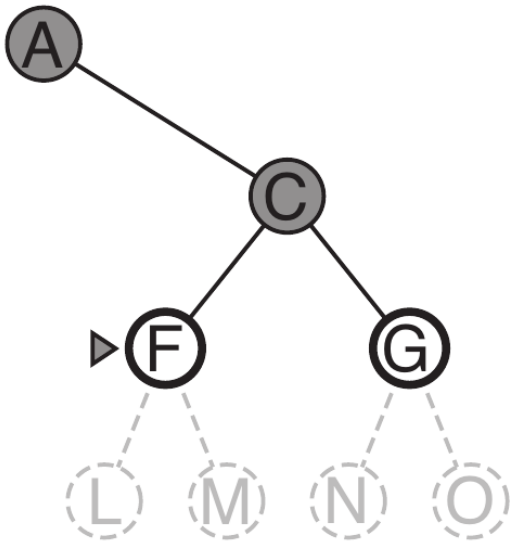
- Depth-first Search - DFS (tìm kiếm theo chiều sâu) mở các nút sâu nhất trước




Hình 2: DFS trên cây nhị phân

# Depth-first Search

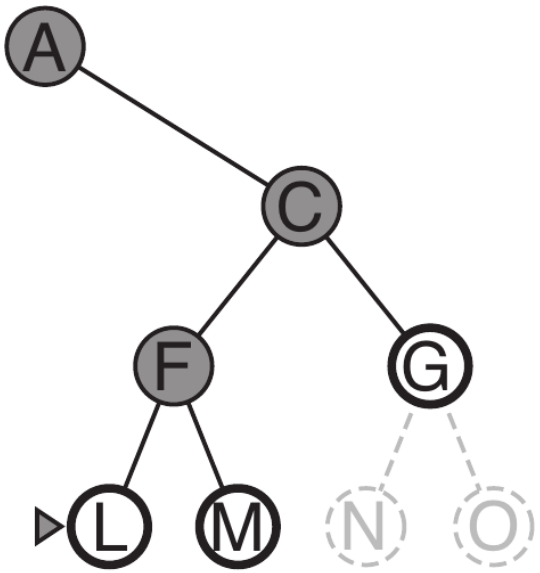
- Depth-first Search - DFS (tìm kiếm theo chiều sâu) mở các nút sâu nhất trước




Hình 2: DFS trên cây nhị phân

# Depth-first Search

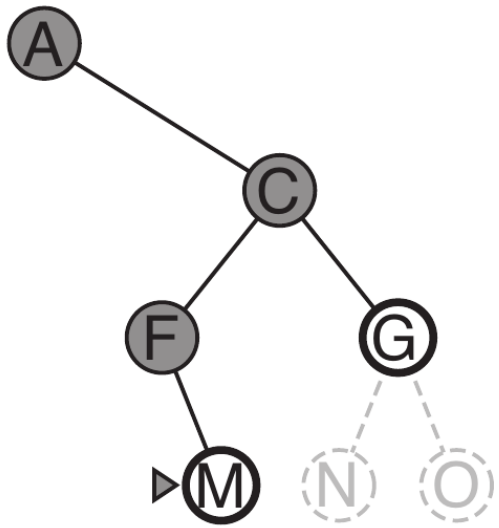
- Depth-first Search - DFS (tìm kiếm theo chiều sâu) mở các nút sâu nhất trước




Hình 2: DFS trên cây nhị phân

# Depth-first Search

- Depth-first Search - DFS (tìm kiếm theo chiều sâu) mở các nút sâu nhất trước



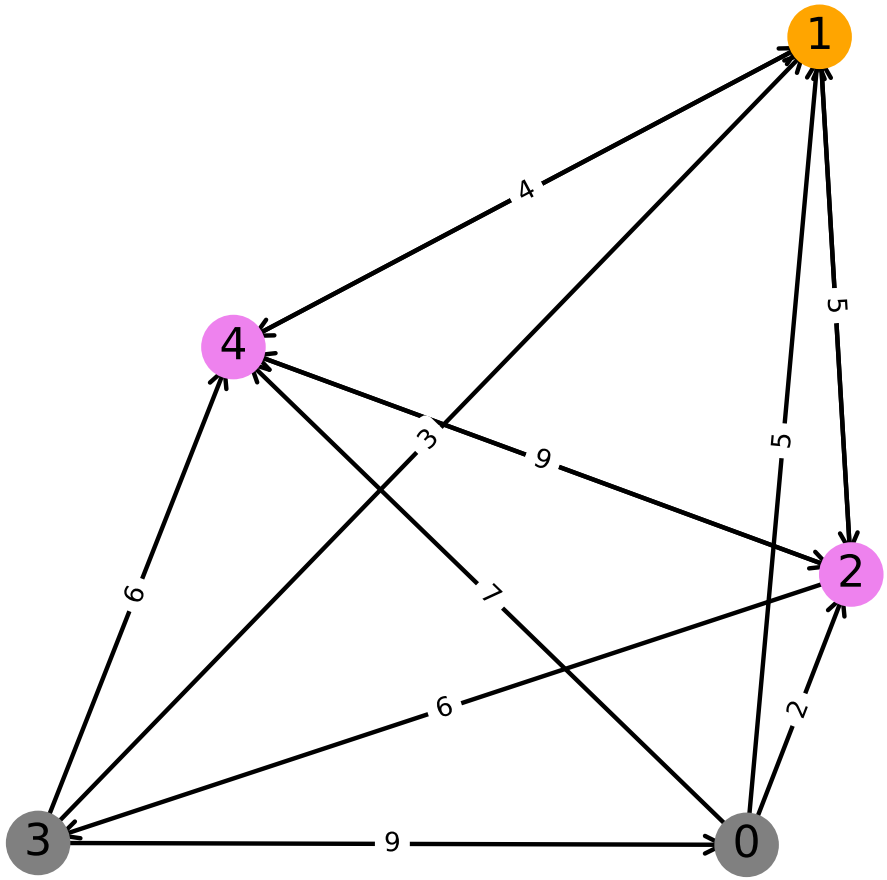

Hình 2: DFS trên cây nhị phân

# Ví dụ DFS

**Đỉnh bắt đầu 1**

**Đỉnh đích 2**

$$\begin{bmatrix} 0 & 5 & 2 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 5 \\ 0 & 5 & 0 & 6 & 2 \\ 9 & 3 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 4 & 9 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

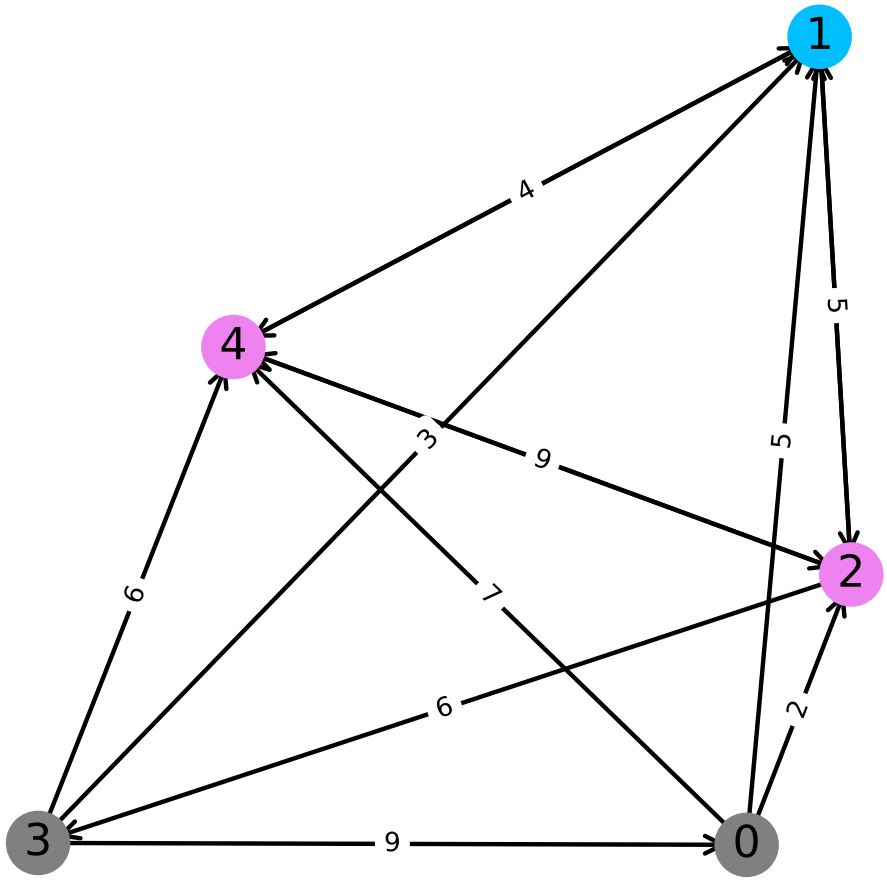


# Ví dụ DFS

**Đỉnh bắt đầu 1**

**Đỉnh đích 2**

$$\begin{bmatrix} 0 & 5 & 2 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 5 \\ 0 & 5 & 0 & 6 & 2 \\ 9 & 3 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 4 & 9 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

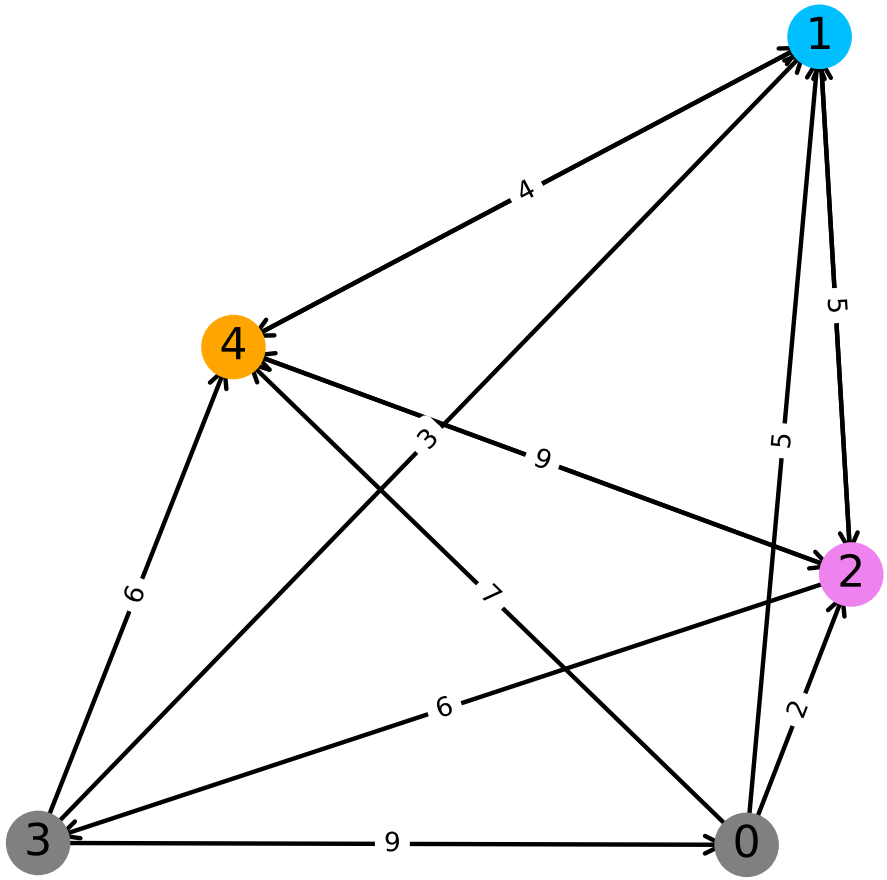


# Ví dụ DFS

**Đỉnh bắt đầu 1**

**Đỉnh đích 2**

$$\begin{bmatrix} 0 & 5 & 2 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 5 \\ 0 & 5 & 0 & 6 & 2 \\ 9 & 3 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 4 & 9 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

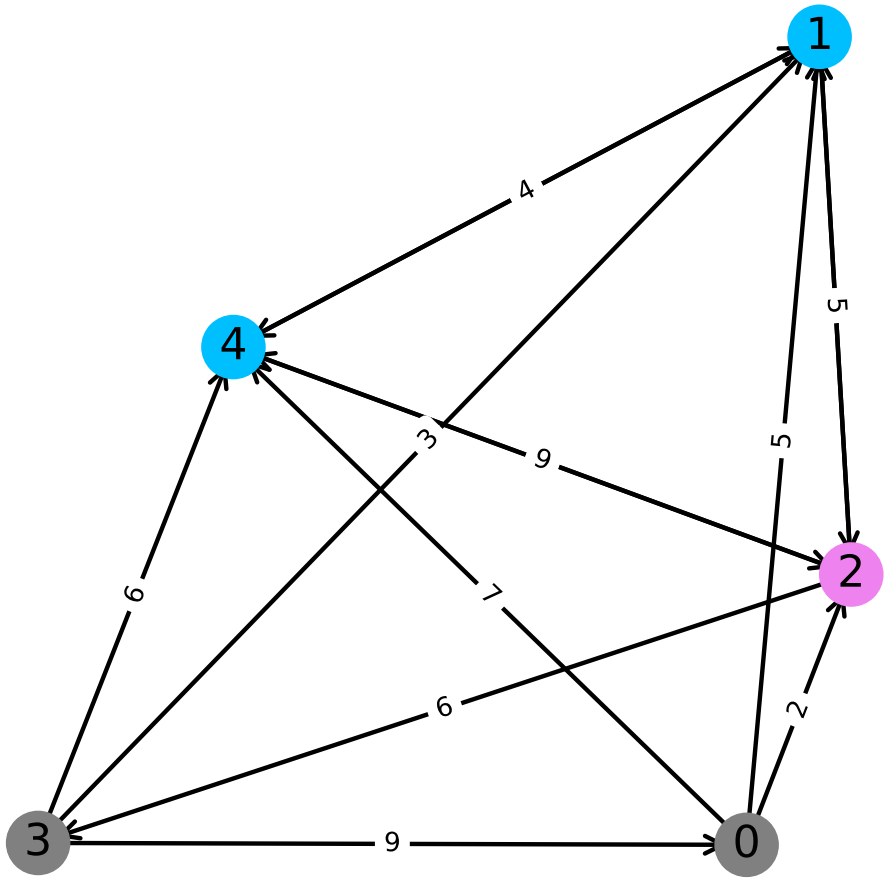


# Ví dụ DFS

**Đỉnh bắt đầu 1**

**Đỉnh đích 2**

$$\begin{bmatrix} 0 & 5 & 2 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 5 \\ 0 & 5 & 0 & 6 & 2 \\ 9 & 3 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 4 & 9 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

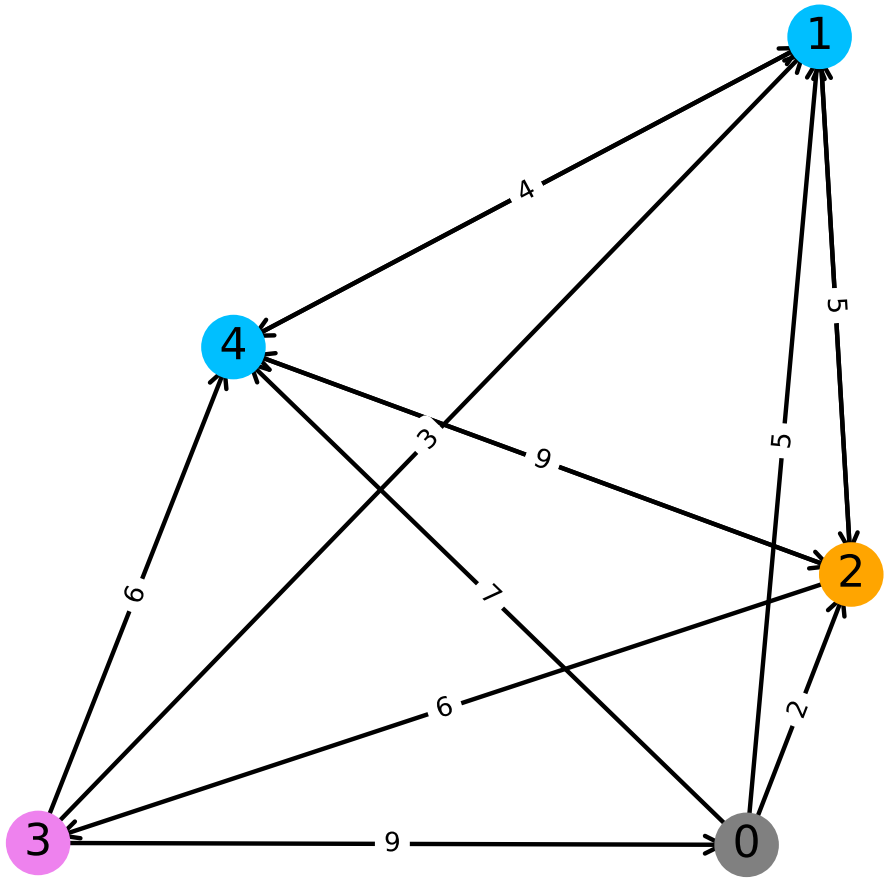


# Ví dụ DFS

**Đỉnh bắt đầu 1**

**Đỉnh đích 2**

$$\begin{bmatrix} 0 & 5 & 2 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 5 \\ 0 & 5 & 0 & 6 & 2 \\ 9 & 3 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 4 & 9 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

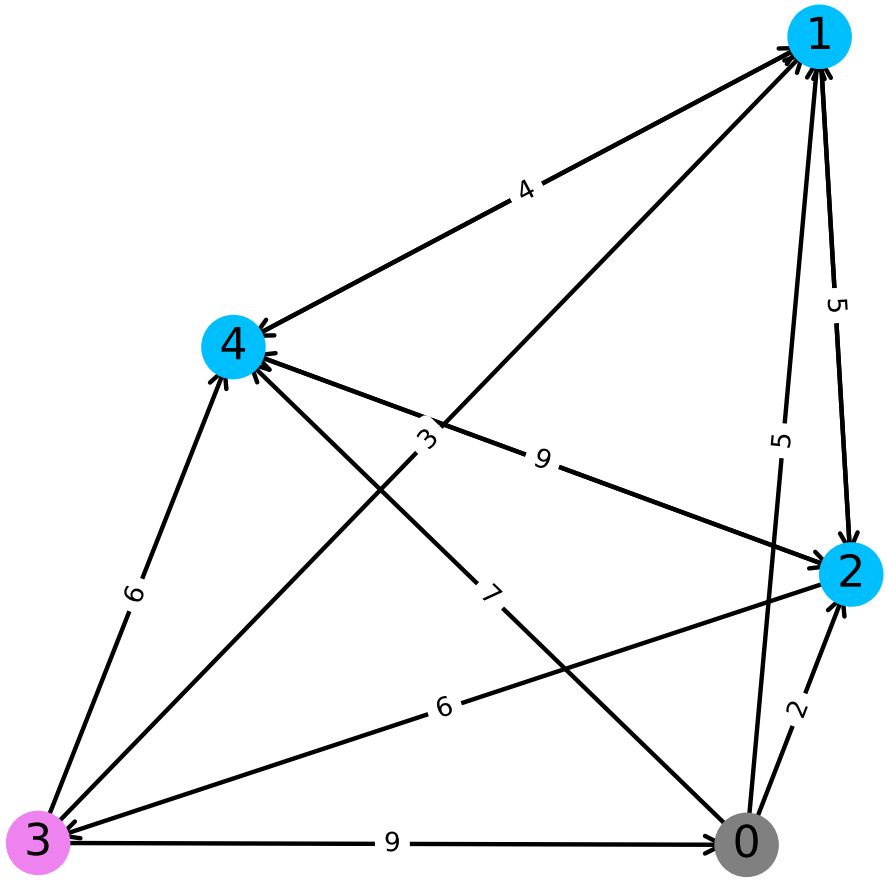


# Ví dụ DFS

**Đỉnh bắt đầu 1**

**Đỉnh đích 2**

$$\begin{bmatrix} 0 & 5 & 2 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 5 \\ 0 & 5 & 0 & 6 & 2 \\ 9 & 3 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 4 & 9 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

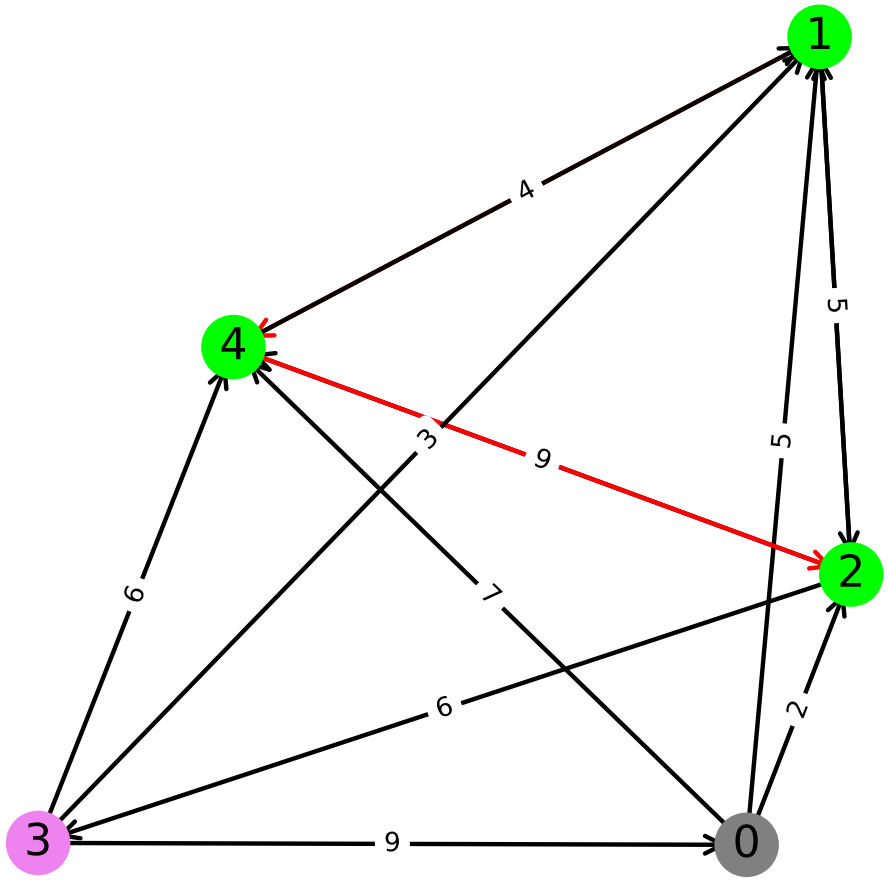


# Ví dụ DFS

**Đỉnh bắt đầu 1**

**Đỉnh đích 2**

$$\begin{bmatrix} 0 & 5 & 2 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 5 \\ 0 & 5 & 0 & 6 & 2 \\ 9 & 3 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 4 & 9 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



# Depth-first Search

- **Time**: $O(b^m)$

- **Space**: $O(bm)$ kích thước không gian tuyến tính!
- **Complete**: có (nếu không gian hữu hạn)
- **Optimal**: lời giải "phải nhất".

# Depth-first Search

- **Time**: $O(b^m)$
  - Tệ nếu $m$ lớn hơn nhiều so với $b$
- **Space**: $O(bm)$ kích thước không gian tuyến tính!
- **Complete**: có (nếu không gian hữu hạn)
- **Optimal**: lời giải "phải nhất".

# Uniform-cost Search

# Uniform-cost Search I

**Uniform-cost search (UCS)** mở nút $n$ với **chi phí đường đi thấp nhất** $g(n)$

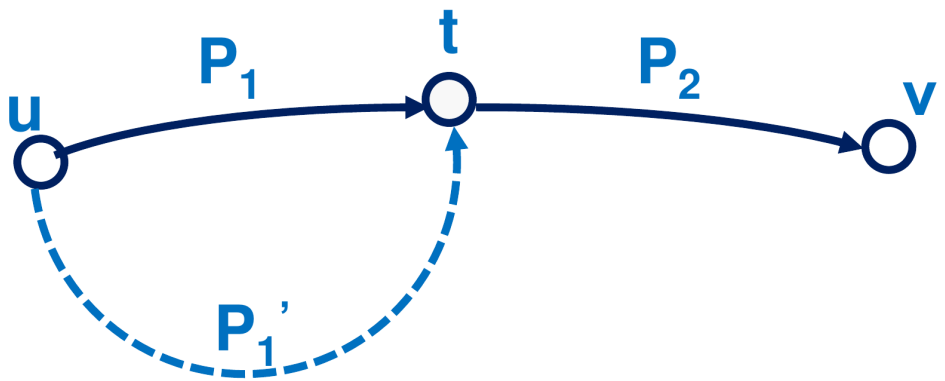
- Tương tự với thuật toán Dijkstra

## Nguyên lý Bellman

Gọi $P$ là đường đi ngắn nhất từ đỉnh $u$ đến đỉnh $v$ và $t \in P$. Giả sử $P = P_1 \oplus P_2$ với $P_1$ là đường đi con của $P$ từ $u$ đến $t$ và $P_2$ là đường đi con của $P$ từ $t$ đến $v$ khi đó $P_1$ cũng là đường đi ngắn nhất từ $u$ đến $t$

# Uniform-cost Search II

**Chứng minh.** Giả sử tồn tại $P_1'$ là đường đi ngắn hơn $P_1$ ta có




$$g(P_1') < g(P_1) \Rightarrow g(P_1' \oplus P_2) < g(P_1 \oplus P_2) = g(P)$$

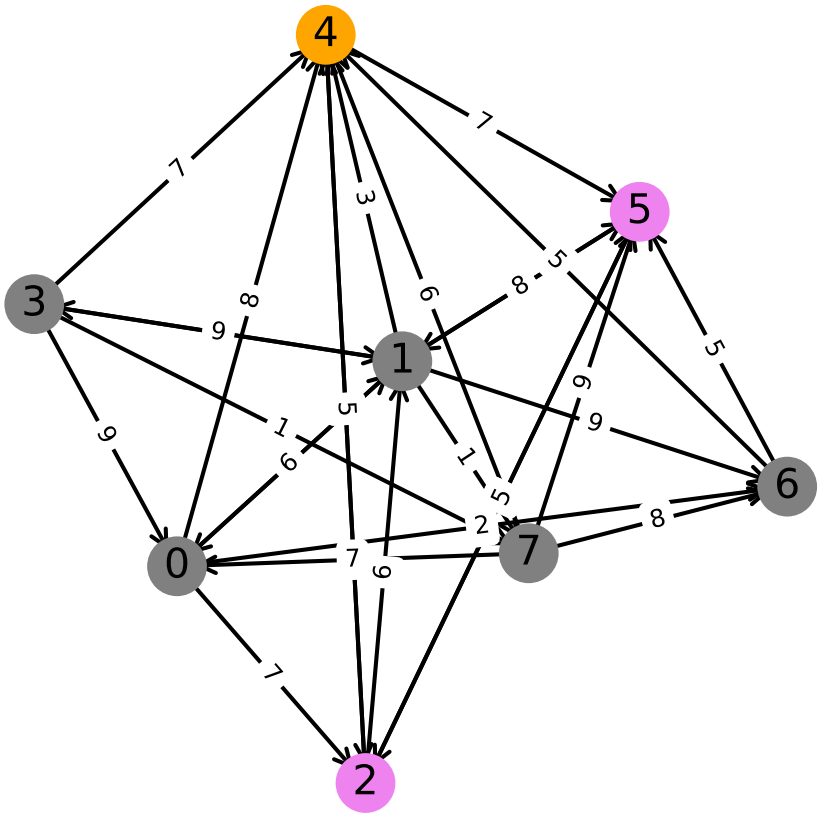
Vô lý vì P là đường đi ngắn nhất từ u đến v

# Ví dụ UCS

**Đỉnh bắt đầu 4**

**Đỉnh đích 3**

$$\begin{bmatrix} 0 & 6 & 7 & 0 & 8 & 0 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 4 & 3 & 4 & 9 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 4 & 0 & 0 \\ 9 & 9 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 & 6 & 9 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$




Queue: (5, 2, 4), (7, 5, 4)

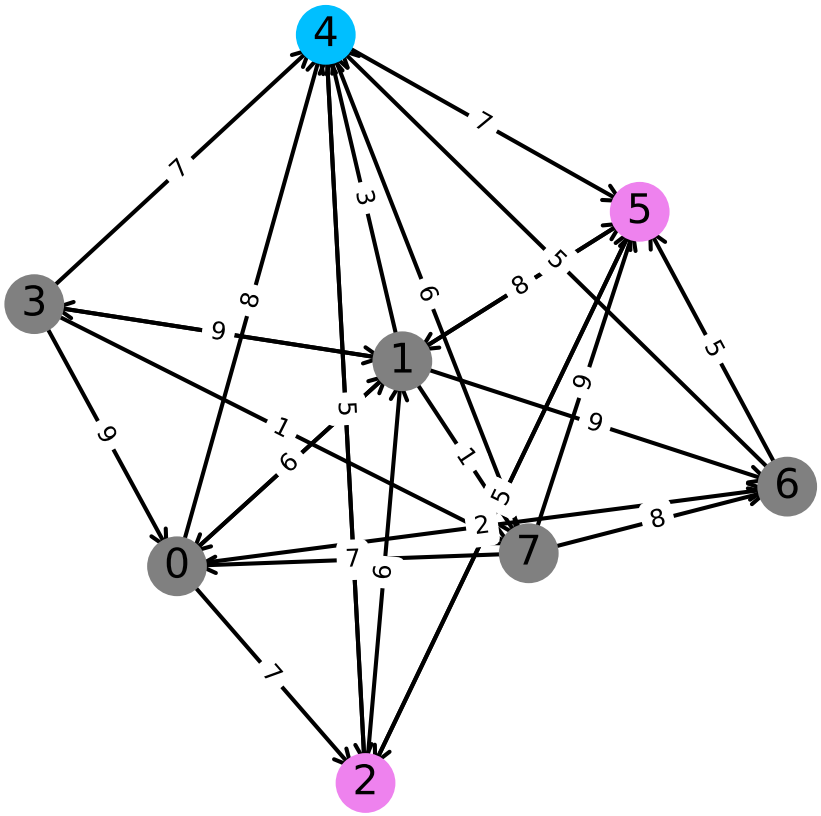
Explored: 4: 4

# Ví dụ UCS

**Đỉnh bắt đầu 4**

**Đỉnh đích 3**

$$\begin{bmatrix} 0 & 6 & 7 & 0 & 8 & 0 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 4 & 3 & 4 & 9 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 4 & 0 & 0 \\ 9 & 9 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 & 6 & 9 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$




Queue: (5, 2, 4), (7, 5, 4)

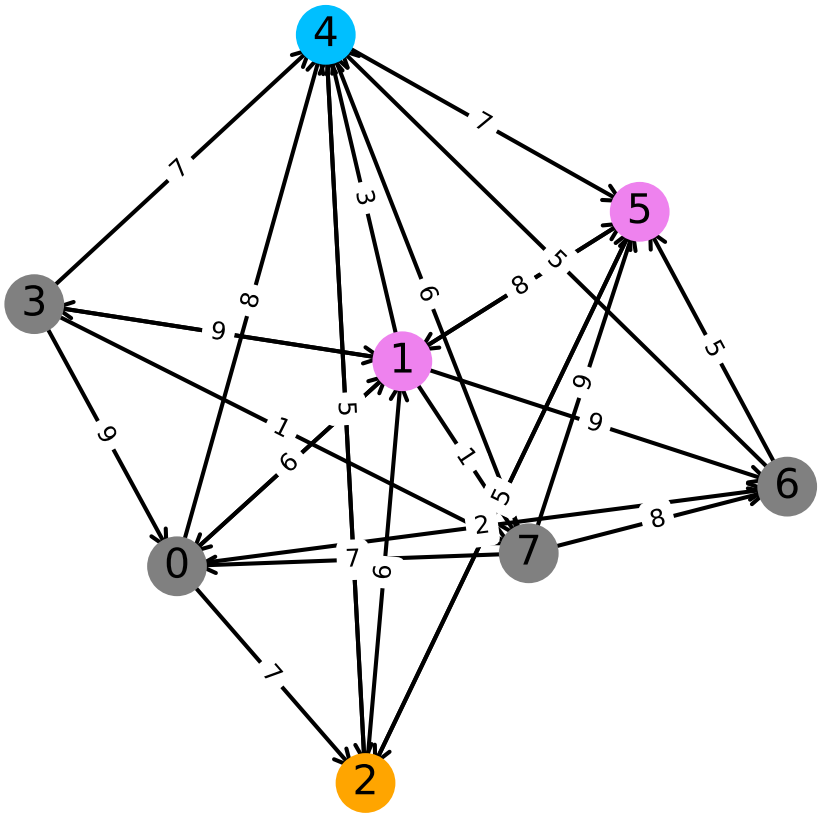
Explored: 4: 4

# Ví dụ UCS

**Đỉnh bắt đầu 4**

**Đỉnh đích 3**

$$\begin{bmatrix} 0 & 6 & 7 & 0 & 8 & 0 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 4 & 3 & 4 & 9 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 4 & 0 & 0 \\ 9 & 9 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 & 6 & 9 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$




Queue: (7, 5, 4), (9, 5, 2), (11, 1, 2)

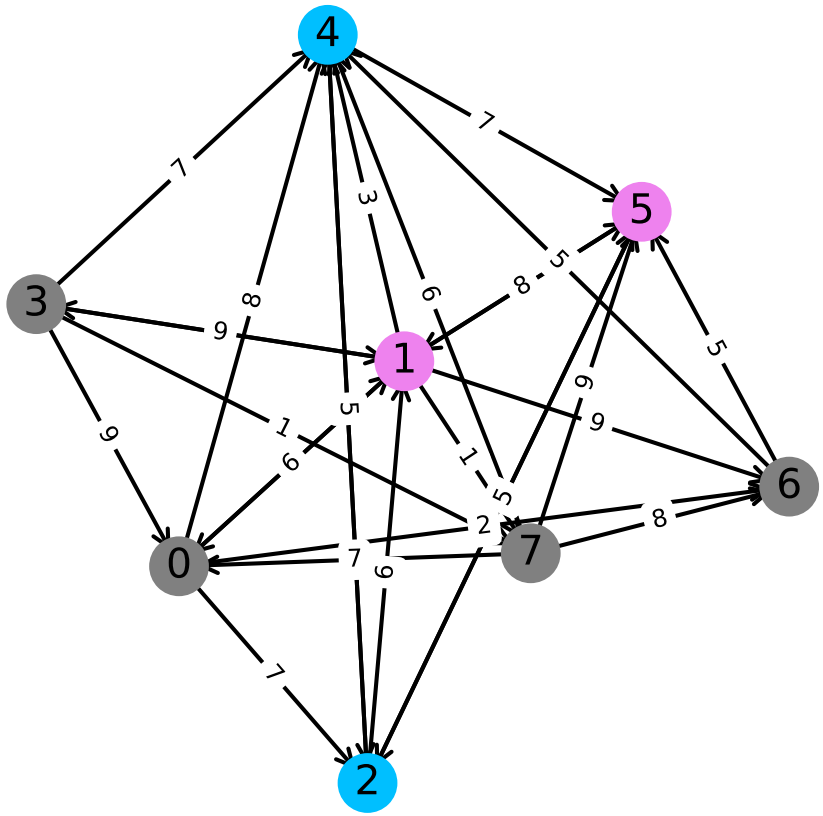
Explored: 4: 4, 2: 4

# Ví dụ UCS

**Đỉnh bắt đầu 4**

**Đỉnh đích 3**

$$\begin{bmatrix} 0 & 6 & 7 & 0 & 8 & 0 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 4 & 3 & 4 & 9 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 4 & 0 & 0 \\ 9 & 9 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 & 6 & 9 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$




Queue: (7, 5, 4), (9, 5, 2), (11, 1, 2)

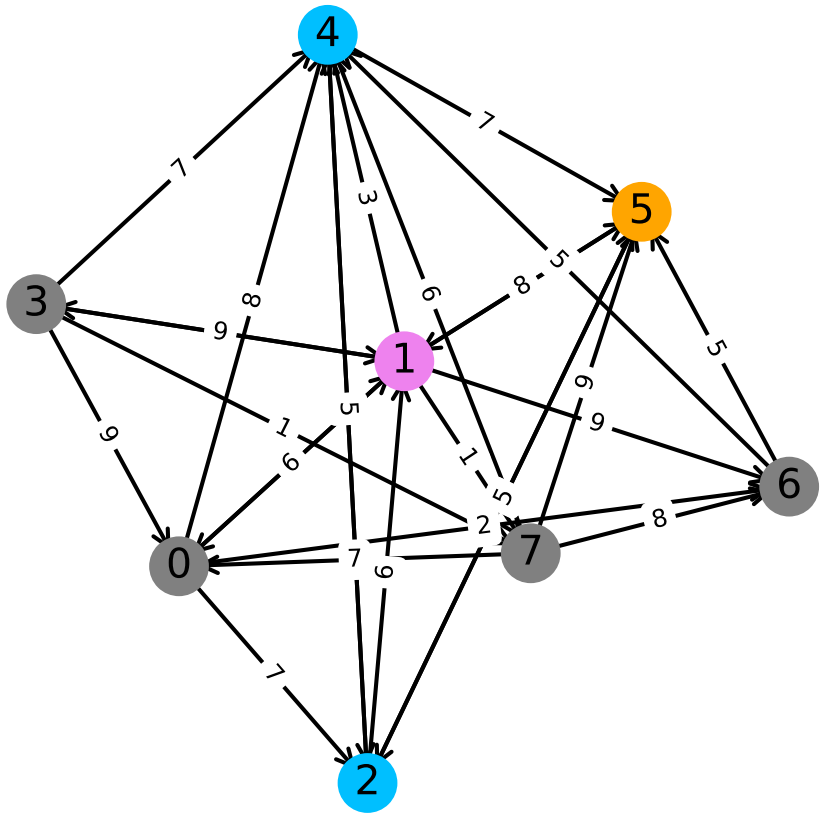
Explored: 4: 4, 2: 4

# Ví dụ UCS

**Đỉnh bắt đầu 4**

**Đỉnh đích 3**

$$\begin{bmatrix} 0 & 6 & 7 & 0 & 8 & 0 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 4 & 3 & 4 & 9 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 4 & 0 & 0 \\ 9 & 9 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 & 6 & 9 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$




Queue: (9, 5, 2), (11, 1, 2), (15, 1, 5)

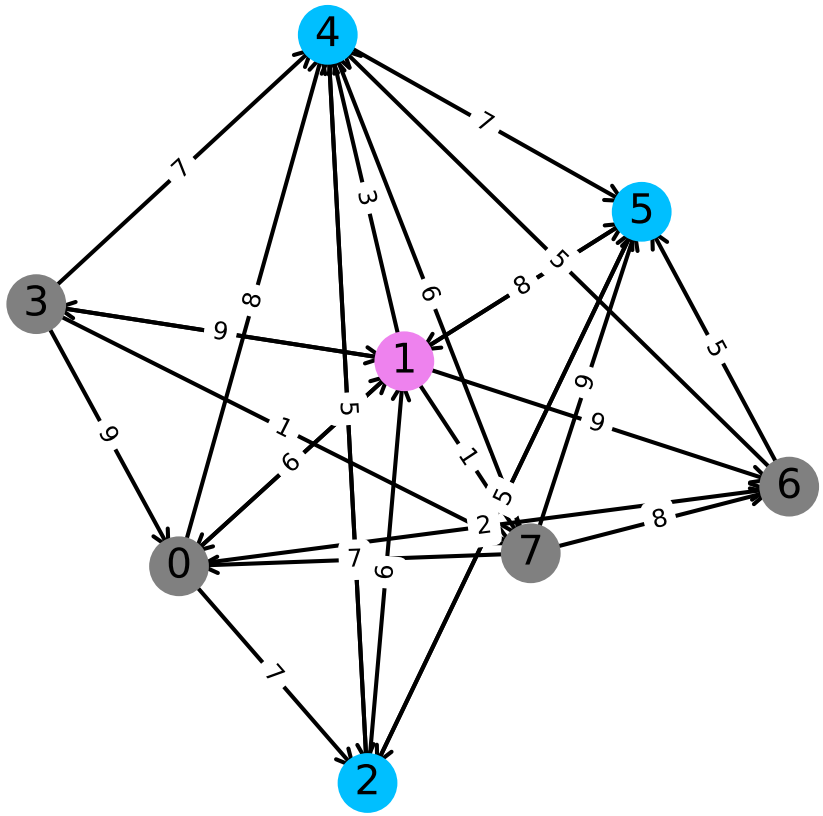
Explored: 4: 4, 2: 4, 5: 4

# Ví dụ UCS

**Đỉnh bắt đầu 4**

**Đỉnh đích 3**

$$\begin{bmatrix} 0 & 6 & 7 & 0 & 8 & 0 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 4 & 3 & 4 & 9 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 4 & 0 & 0 \\ 9 & 9 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 & 6 & 9 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$




Queue: (9, 5, 2), (11, 1, 2), (15, 1, 5)

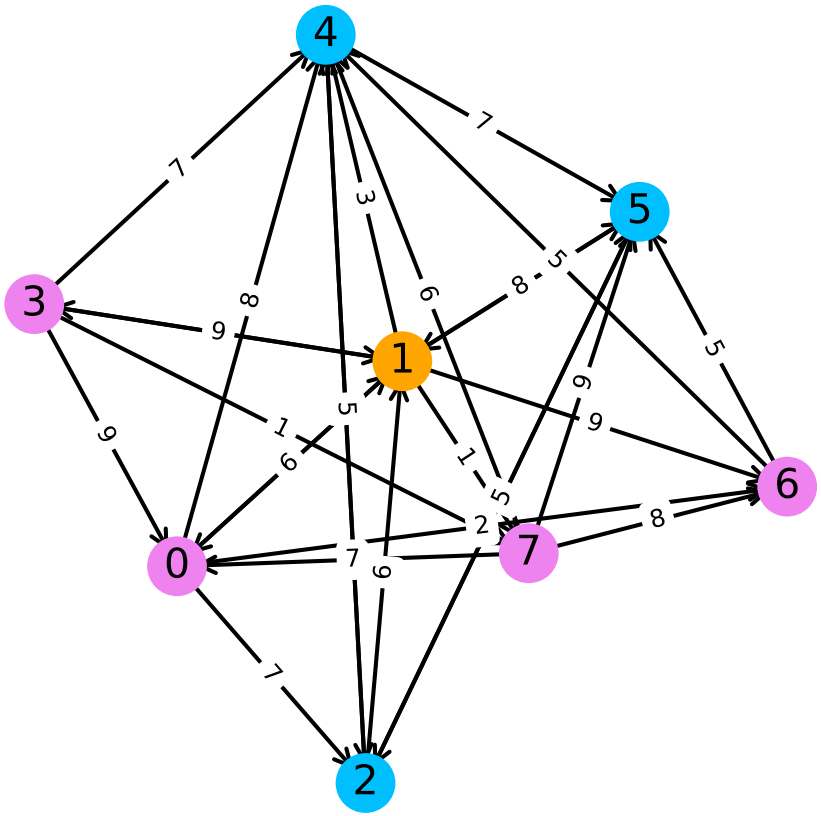
Explored: 4: 4, 2: 4, 5: 4

# Ví dụ UCS

**Đỉnh bắt đầu 4**

**Đỉnh đích 3**

$$\begin{bmatrix} 0 & 6 & 7 & 0 & 8 & 0 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 4 & 3 & 4 & 9 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 4 & 0 & 0 \\ 9 & 9 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 & 6 & 9 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$




Queue: (15, 1, 5)

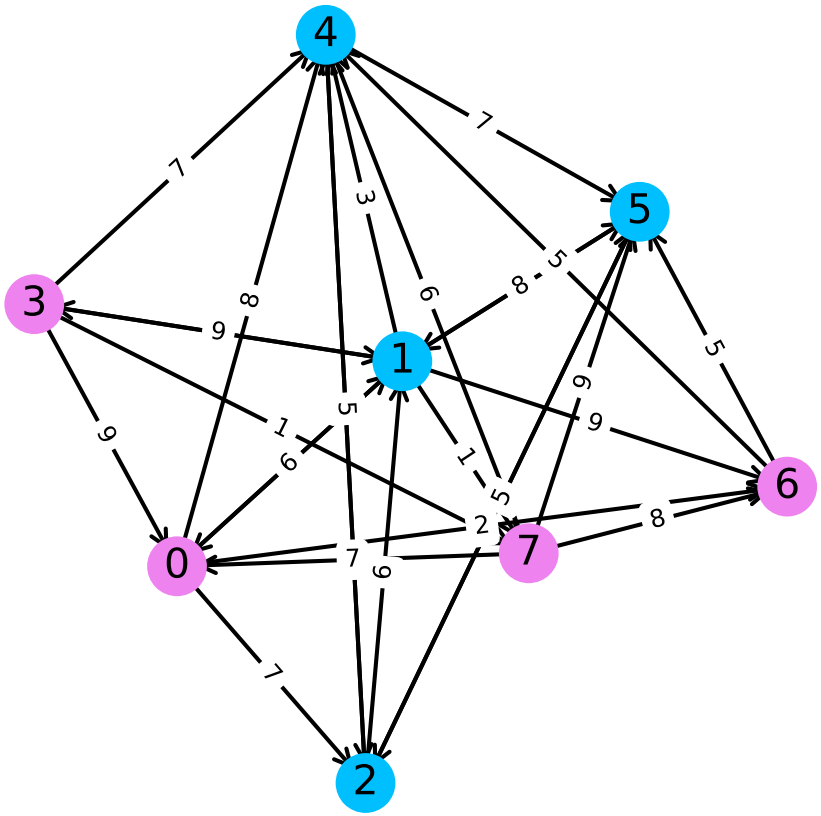
Explored: 4: 4, 2: 4, 5: 4

# Ví dụ UCS

**Đỉnh bắt đầu 4**

**Đỉnh đích 3**

$$\begin{bmatrix} 0 & 6 & 7 & 0 & 8 & 0 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 4 & 3 & 4 & 9 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 4 & 0 & 0 \\ 9 & 9 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 & 6 & 9 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$




Queue: (15, 1, 5)

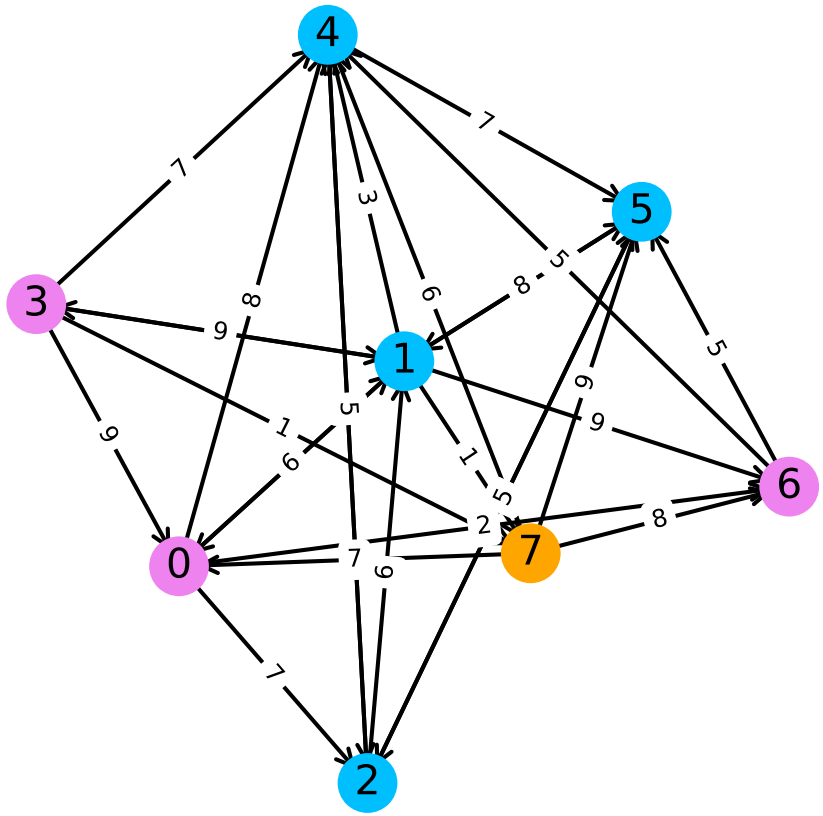
Explored: 4: 4, 2: 4, 5: 4

# Ví dụ UCS

**Đỉnh bắt đầu 4**

**Đỉnh đích 3**

$$\begin{bmatrix} 0 & 6 & 7 & 0 & 8 & 0 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 4 & 3 & 4 & 9 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 4 & 0 & 0 \\ 9 & 9 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 & 6 & 9 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$




Queue: (12, 7, 1), (15, 1, 5), (15, 3, 1), (17, 0, 1), (20, 6, 1)

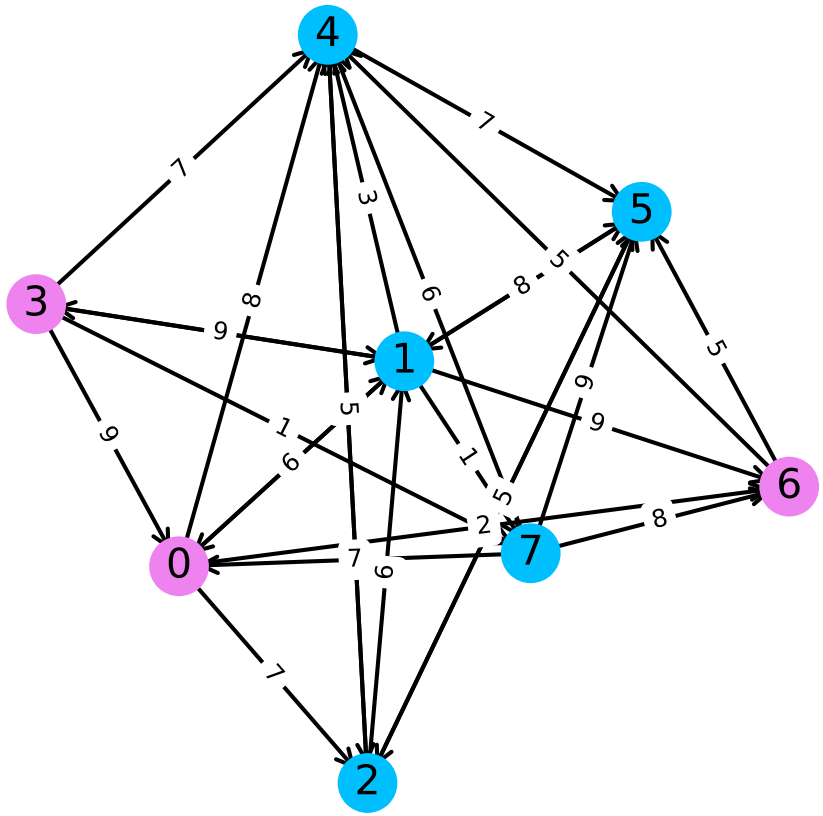
Explored: 4: 4, 2: 4, 5: 4, 1: 2

# Ví dụ UCS

**Đỉnh bắt đầu 4**

**Đỉnh đích 3**

$$\begin{bmatrix} 0 & 6 & 7 & 0 & 8 & 0 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 4 & 3 & 4 & 9 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 4 & 0 & 0 \\ 9 & 9 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 & 6 & 9 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$




Queue: (12, 7, 1), (15, 1, 5), (15, 3, 1), (17, 0, 1), (20, 6, 1)

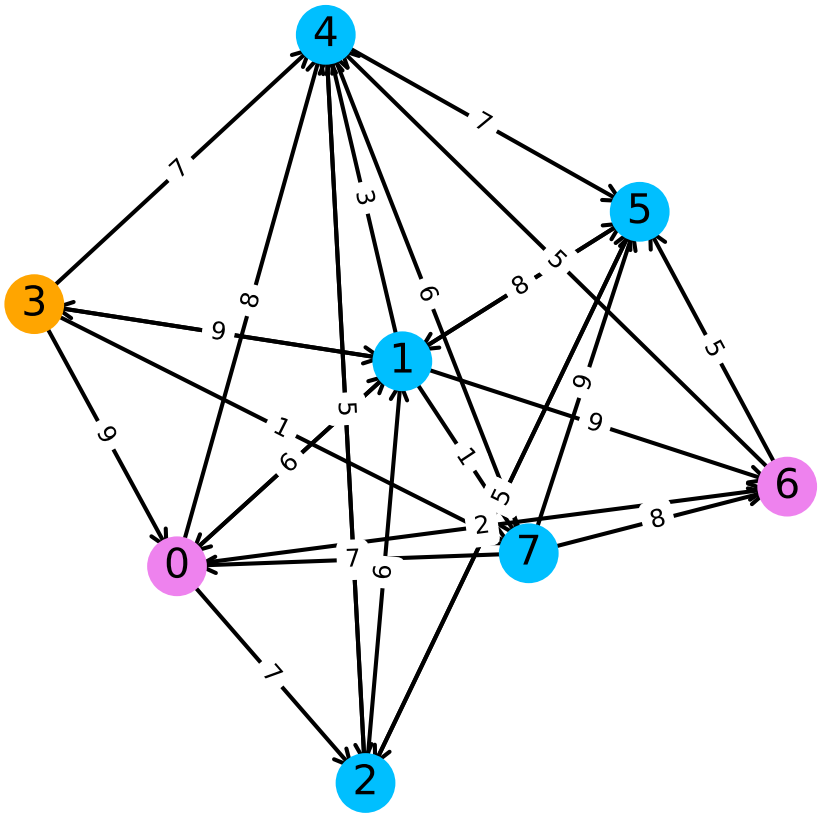
Explored: 4: 4, 2: 4, 5: 4, 1: 2

# Ví dụ UCS

**Đỉnh bắt đầu 4**

**Đỉnh đích 3**

$$\begin{bmatrix} 0 & 6 & 7 & 0 & 8 & 0 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 4 & 3 & 4 & 9 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 4 & 0 & 0 \\ 9 & 9 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 & 6 & 9 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$




Queue: (15, 3, 1), (17, 0, 1), (19, 0, 7), (20, 6, 1), (20, 6, 7)

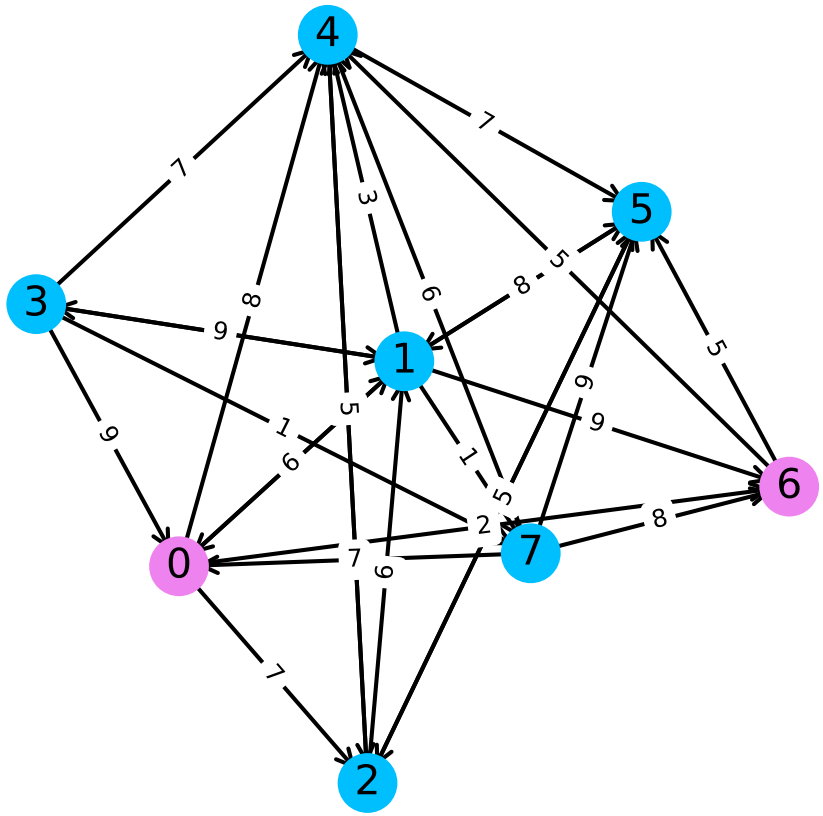
Explored: 4: 4, 2: 4, 5: 4, 1: 2, 7: 1

# Ví dụ UCS

**Đỉnh bắt đầu 4**

**Đỉnh đích 3**

$$\begin{bmatrix} 0 & 6 & 7 & 0 & 8 & 0 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 4 & 3 & 4 & 9 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 4 & 0 & 0 \\ 9 & 9 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 & 6 & 9 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$




Queue: (15, 3, 1), (17, 0, 1), (19, 0, 7), (20, 6, 1), (20, 6, 7)

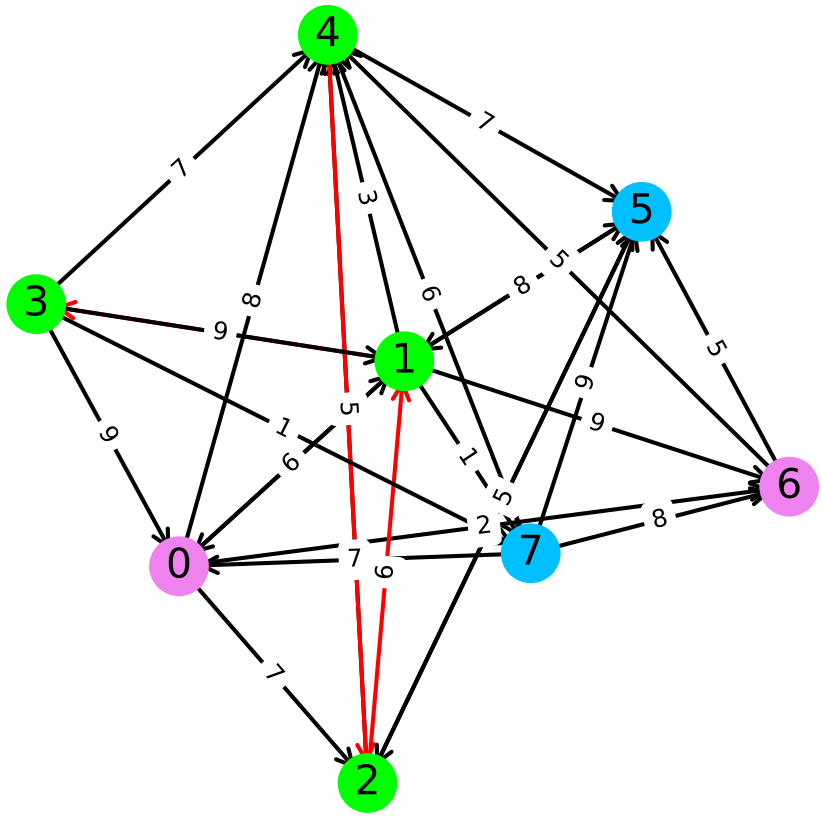
Explored: 4: 4, 2: 4, 5: 4, 1: 2, 7: 1

# Ví dụ UCS

**Đỉnh bắt đầu 4**

**Đỉnh đích 3**

$$\begin{bmatrix} 0 & 6 & 7 & 0 & 8 & 0 & 2 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 4 & 3 & 4 & 9 & 1 \\ 0 & 6 & 0 & 0 & 4 & 4 & 0 & 0 \\ 9 & 9 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 & 6 & 9 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$

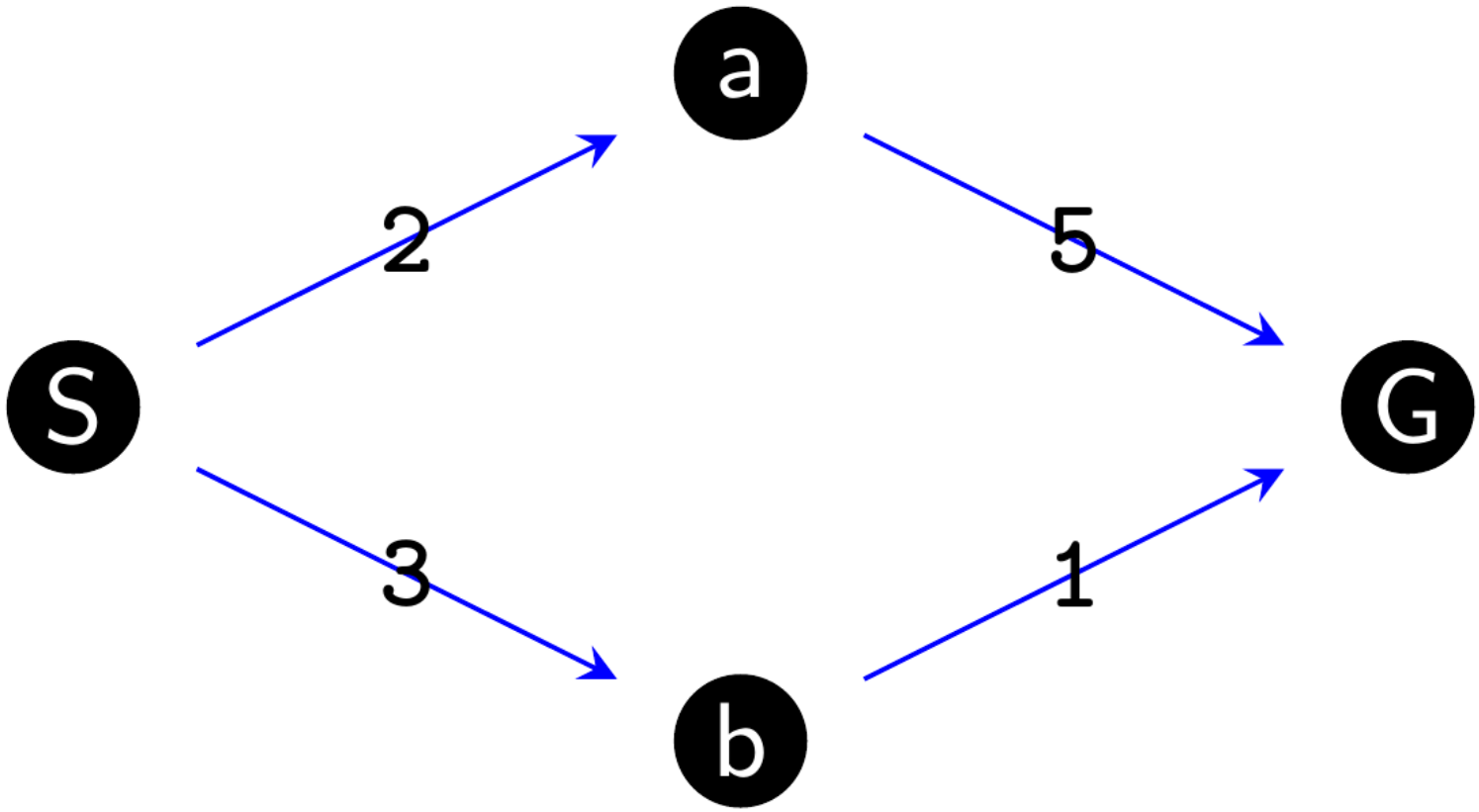



Queue: (19, 0, 7), (20, 6, 1), (20, 6, 7)

Explored: 4: 4, 2: 4, 5: 4, 1: 2, 7: 1, 3: 1

# Uniform-cost Search

Ta nên dừng khi ta enqueue hay dequeue đích?

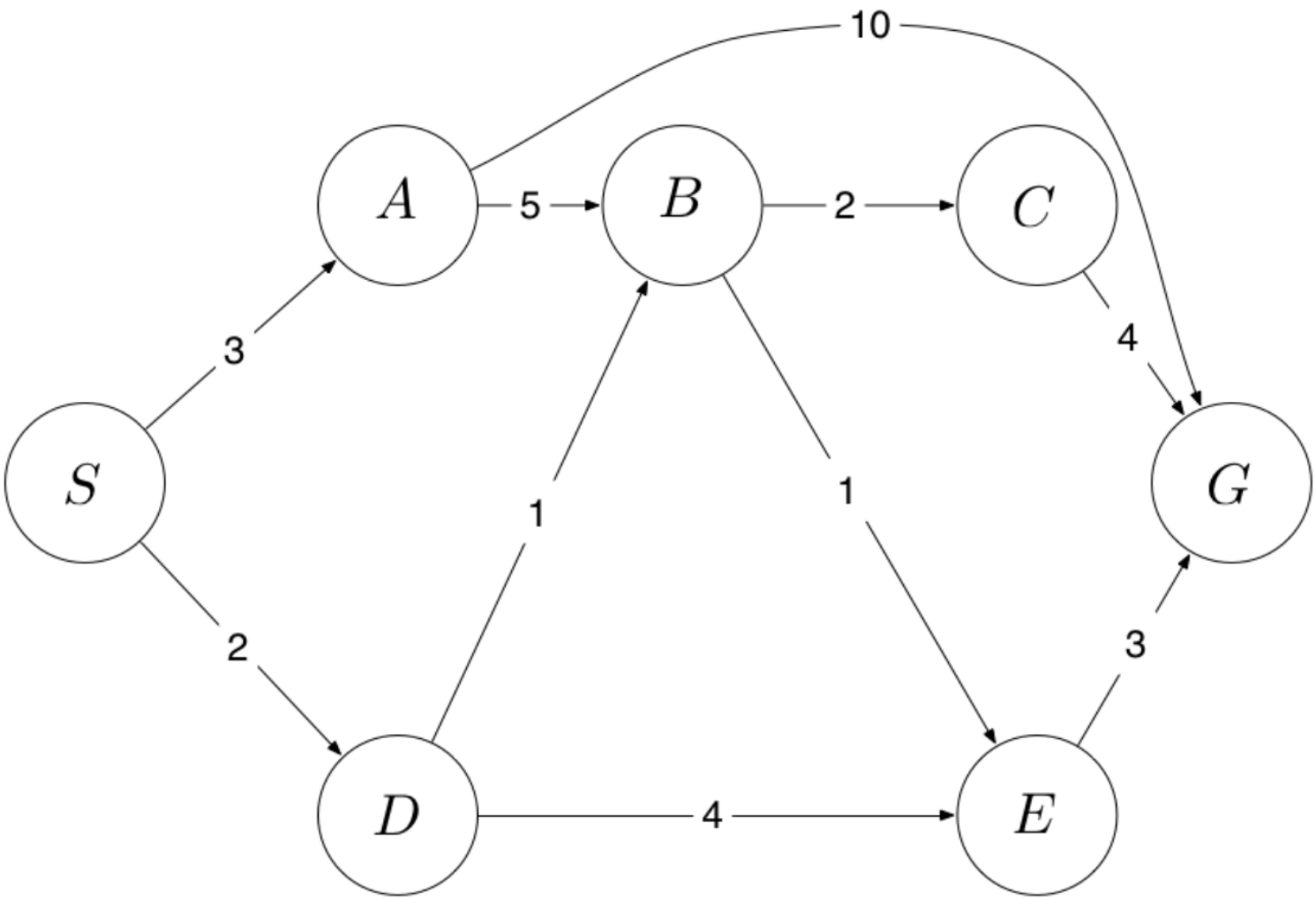



Hình 3: Tìm đường đi từ S đến G

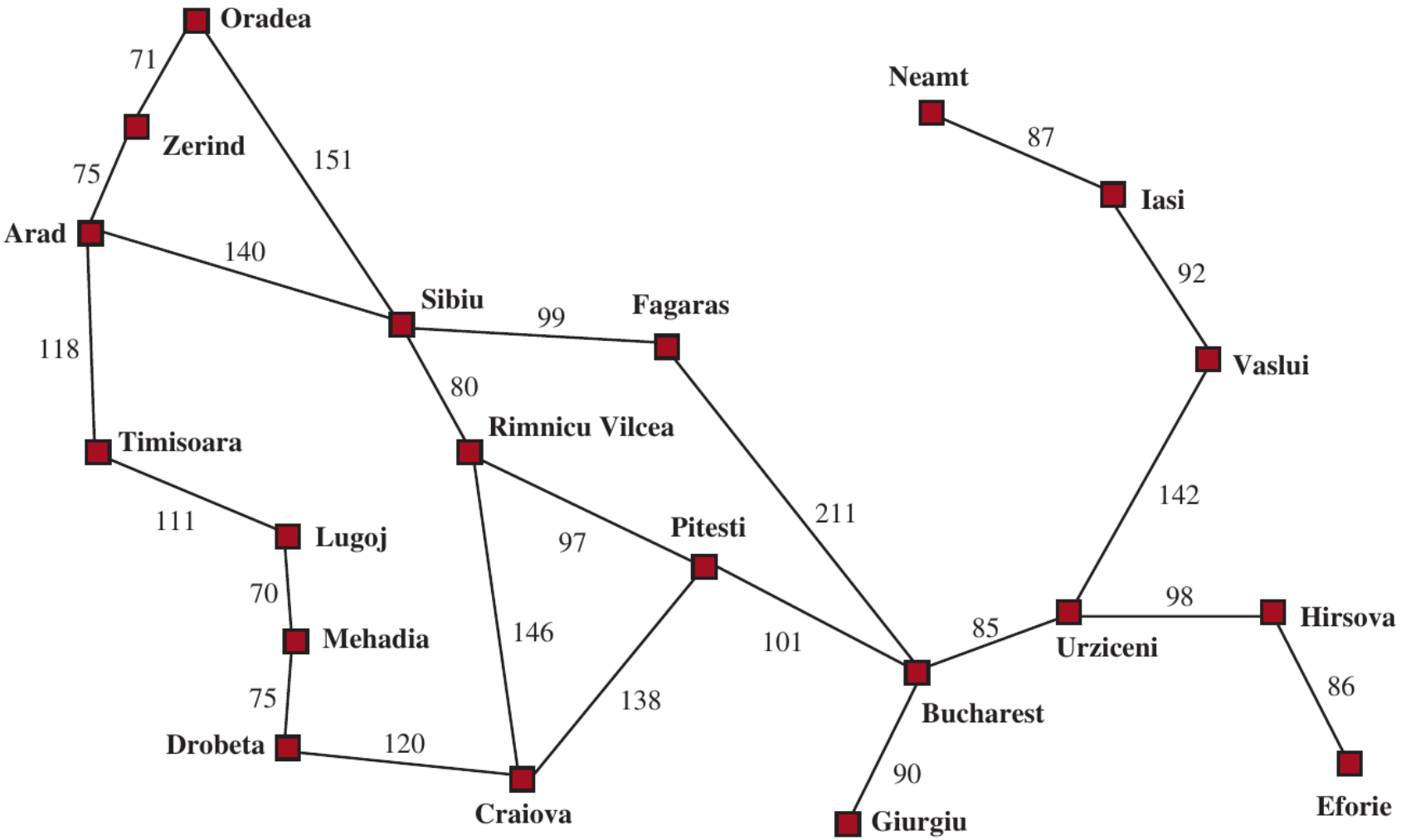
# Đánh giá

- Với chi phí di chuyển thấp nhất là $\epsilon$, $C^*$ là chi phí lời giải tối ưu
- **Time**: $O\left(b^{1+\lfloor C^*/\epsilon \rfloor}\right)$
- **Space**: $O\left(b^{1+\lfloor C^*/\epsilon \rfloor}\right)$
- **Complete**: có
- **Optimal**: có

# Bài tập I



# Bài tập II


Oradea
71
Zerind
151
75
Arad
140
Sibiu
99
Fagaras
118
80
Rimnicu Vilcea
Timisoara
111
Lugoj
97
Pitesti
211
70
Mehadia
146
101
75
138
Drobeta
120
Craiova
Neamt
87
Iasi
92
Vaslui
142
98
Hirsova
85
Urziceni
86
Bucharest
90
Giurgiu
Eforie

# Tổng kết

- Bài toán tìm kiếm
- Các thuật toán tìm kiếm mù: BFS, DFS, UCS

# Tài liệu tham khảo


[1] Bùi Tiến Lên, Bộ môn Khoa học máy tính

"Bài giảng môn Cơ sở trí tuệ nhân tạo"

[2] Michael Negnevitsky

"Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems (3rd Edition)"

[3] Russell, S. and Norvig, P. (2021).

"Artificial intelligence: a modern approach."