

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP.HCM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



CS106: TRÍ TUỆ NHÂN TẠO
DFS/BFS/UCS for Sokoban

| | |
|--------------------|----------------------|
| Họ và tên | Huỳnh Viết Tuấn Kiệt |
| Mã số sinh viên | 20521494 |
| Môn học | Trí tuệ nhân tạo |
| Mã lớp | CS106.M21 |
| Giảng viên lớp học | TS. Lương Ngọc Hoàng |

CHƯƠNG 01. MỤC LỤC

| | |
|-------------------------------------------|----------|
| CHƯƠNG 01. MỤC LỤC | 2 |
| CHƯƠNG 02. GIỚI THIỆU | 2 |
| 02.01 TỔNG QUAN BÁO CÁO | 2 |
| 02.02 GIỚI THIỆU TRÒ CHƠI SOKOBAN | 3 |
| 02.03 MÔ HÌNH HÓA TRÒ CHƠI SOKOBAN | 3 |
| CHƯƠNG 03. THỰC NGHIỆM | 4 |
| 03.01 CẤU HÌNH MÁY THỰC NGHIỆM | 4 |
| 03.02 MÔI TRƯỜNG THỰC NGHIỆM | 5 |
| 03.03 QUY TRÌNH THỰC NGHIỆM | 5 |
| CHƯƠNG 04. ĐÁNH GIÁ CÁC GIẢI THUẬT | 6 |
| 04.01 KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM | 6 |
| 04.02 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ | 7 |
| CHƯƠNG 05. KẾT LUẬN | 8 |
| 05.01 LƯU TRỮ KẾT QUẢ | 8 |
| 05.02 MÔ HÌNH | 8 |

CHƯƠNG 02. GIỚI THIỆU

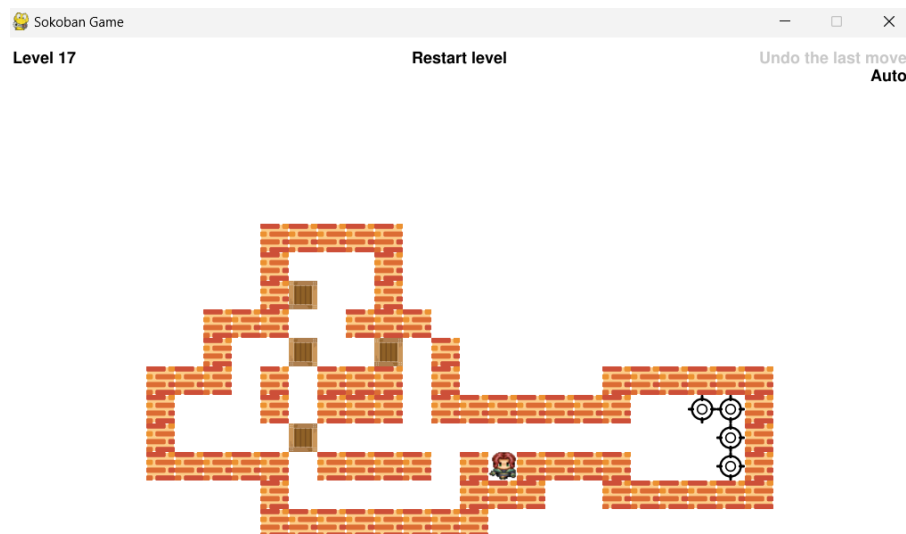
02.01 Tổng quan báo cáo

- **GIỚI THIỆU:** Giới thiệu sơ lược trò chơi Sokoban – bài toán cần giải quyết trong báo cáo, mô hình hóa trò chơi Sokoban.
- **THỰC NGHIỆM:** Mô tả cấu hình, môi trường, quy trình thực nghiệm
- **ĐÁNH GIÁ:** Đưa ra các đánh giá, phân tích kết quả thực nghiệm được trong trò chơi. Từ đó chọn được giải pháp tối ưu nhất cho trò chơi.
- **KẾT LUẬN:** Mô tả lưu trữ file kết quả và link truy cập toàn bộ mô hình trò chơi Sokoban đã thực hiện.

- Báo cáo gồm có:
 - + 3 hình ảnh
 - + 1 bảng
 - + 1 link liên kết

02.02 Giới thiệu trò chơi Sokoban

- Sokoban là một trò chơi giải đố cổ điển được phát minh ở Nhật Bản. Trò chơi gốc của Sokoban được viết bởi Hiroyuki Imabayashi
- Tên xuất phát từ Nhật Bản có nghĩa là “**warehouse keeper**”
- Ngày nay, Sokoban là một trong những trò chơi tư duy và logic phổ biến nhất
- **Cách chơi:** Trò chơi có dạng bảng ô vuông. Có một số khối vuông được đẩy đến đích (số ô đích đúng bằng số khối vuông). Chỉ có thể đẩy từng khối vuông một, và không thể kéo, cũng như không thể đẩy một dãy hai hay nhiều khối ¹.



Hình 1: Giao diện trò chơi Sokoban

02.03 Mô hình hóa trò chơi Sokoban

- Trò chơi Sokoban có thể được xem như là việc tự động lập kế hoạch được yêu cầu bởi robot tự hoạt động. Do đó, Sokoban có thể được mô hình hóa thành một bài toán

¹ [Sokoban – Wikipedia tiếng Việt](#)

tìm kiếm. Mục tiêu của bài toán ở góc độ xây dựng thuật toán là đưa tất cả các hộp về đúng vị trí đích sao cho lời giải là tối ưu nhất, tức là tìm đường đi ngắn nhất trong chi phí tính toán ít nhất.

- Một số định nghĩa cho bài toán:
 - + **Trạng thái khởi đầu (Start state):** Là vị trí khởi đầu của các đối tượng có trong trò chơi (nhân vật sokoban, các khối hộp)
 - + **Trạng thái kết thúc (End state):** Là trạng thái toàn bộ các khối hộp được đưa về đúng vị trí mục tiêu trên bản đồ
 - + **Không gian trạng thái (State space):** Toàn bộ tọa độ vị trí trên bản đồ
 - + **Các hành động hợp lệ (Valid actions):** Các hành động được phép di chuyển của nhân vật Sokoban trên bản đồ. Chẳng hạn nhân vật di chuyển không được vượt giới hạn biên, nhân vật không được phép đẩy khối hộp vượt giới hạn biên
 - + **Hàm tiến triển (Successor function):** Hành động tiếp theo của nhân vật mà chưa phải là trạng thái kết thúc màn chơi và trong hàng đợi vẫn còn chứa node trạng thái.

CHƯƠNG 03. THỰC NGHIỆM

03.01 Cấu hình máy thực nghiệm

| | |
|---------------|-----------------------------------------------------|
| Device name | DESKTOP-K82MV9G |
| Processor | Intel(R) Core(TM) i5-8265U CPU @ 1.60GHz 1.80 GHz |
| Installed RAM | 4.00 GB (3.85 GB usable) |
| Device ID | C9F1B82C-F81E-4D18-9E0F-CD06AE6D313A |
| Product ID | 00327-35078-54445-AAOEM |
| System type | 64-bit operating system, x64-based processor |
| Pen and touch | No pen or touch input is available for this display |

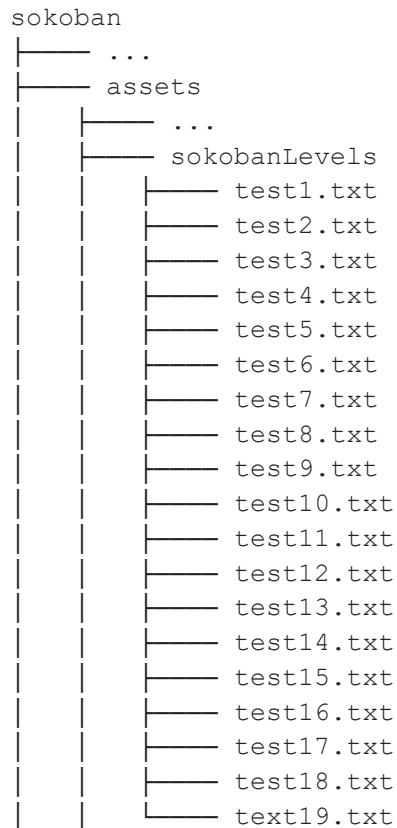
Hình 2: Cấu hình máy thực nghiệm

03.02 Môi trường thực nghiệm



03.03 Quy trình thực nghiệm

- Cấu trúc cây thư mục của các Levels trong trò chơi, gồm có 19 màn chơi, tương ứng với 19 file .txt



- Lệnh thực thi

```
cd D:\Workspace-Sokoban\sokoban
```

```
PS D:\Workspace-Sokoban\sokoban python Sokoban.py
```

CHƯƠNG 04. ĐÁNH GIÁ CÁC GIẢI THUẬT

04.01 Kết quả thực nghiệm

Bảng 1: kết quả thực nghiệm trò chơi Sokoban trên 3 phương pháp DFS, BFS, UCS

| Levels | DEPTH FIRST SEARCH | | BREADTH FIRST SEARCH | | UNIFORM COST SEARCH | |
|--------|--------------------|---------------|----------------------|---------------|---------------------|---------------|
| | Trạng thái | Thời gian (s) | Trạng thái | Thời gian (s) | Trạng thái | Thời gian (s) |
| 1 | | | | | | |
| 2 | 24 | 0.0158 | 9 | 0.0314 | 9 | 0.0319 |
| 3 | 403 | 0.8151 | 15 | 0.6117 | 15 | 0.282 |
| 4 | 27 | 0.0065 | 7 | 0.0267 | 7 | 0.0171 |
| 5 | × | × | 20 | 615.9078 | 20 | 220.8508 |
| 6 | 55 | 0.0415 | 19 | 0.0451 | 19 | 0.0507 |
| 7 | 707 | 1.7235 | 21 | 2.5804 | 21 | 1.6332 |
| 8 | 323 | 0.3815 | 97 | 0.6674 | 97 | 0.8057 |
| 9 | 74 | 0.8445 | 8 | 0.0308 | 8 | 0.0319 |
| 10 | 37 | 0.0573 | 33 | 0.0708 | 33 | 0.0695 |
| 11 | 36 | 0.0621 | 34 | 0.0616 | 34 | 0.0737 |
| 12 | 109 | 0.4506 | 23 | 0.2814 | 23 | 0.3055 |
| 13 | 185 | 0.6203 | 31 | 0.4803 | 31 | 0.6086 |
| 14 | 865 | 11.2511 | 23 | 7.7425 | 23 | 9.0978 |
| 15 | 291 | 0.628 | 105 | 0.8722 | 105 | 0.925 |
| 16 | × | × | 34 | 58.8394 | 34 | 45.1952 |
| 17 | × | × | × | × | × | × |
| 18 | × | × | × | × | × | × |
| 19 | × | × | × | × | × | × |

- Chú thích màu

| |
|------------------------------------|
| Độ phức tạp map: Đơn giản |
| Độ phức tạp map: Trung bình |
| Độ phức tạp map: Phức tạp |
| Thuật toán không thực hiện được |

* *Độ phức tạp map được đánh giá theo cái nhìn cá nhân*

04.02 **Đánh giá kết quả**

- Sau nhiều lần điều chỉnh và thử nghiệm mô hình Sokoban, kết quả chạy lần cuối cùng được thu lại trong Bảng 1. Kết quả có sự khác nhau sau mỗi lần chạy lại mô hình, nhưng nhìn chung, độ lệch thời gian không đáng kể và số bước đi ở mỗi thuật toán không thay đổi.
- Qua bảng 1, có thể thấy hai thuật toán **Breadth First Search (BFS)** và **Uniform Cost Search (UCS)** luôn có trạng thái và đường đi giống nhau và có thời gian tính toán thấp hơn nhiều so với thuật toán **Depth First Search (DFS)** ở mọi levels nó có thể thực hiện được. Mặt khác, **DFS** ở một vài level cụ thể có thể có thời gian tính toán tốt hơn so với cả **BFS** và **UCS** (level 2, level 4, level 8, ...). Tổng quát cho mô hình Sokoban, thời gian tính toán của cả 3 phương pháp không chênh lệch quá nhiều (trừ một số level) và trạng thái đường đi của **DFS** luôn lớn hơn nhiều so với **BFS** và **UCS**.
- Xét một số level đặc biệt có sự khác biệt về kết quả so với các level khác. Ở level 5, thuật toán **DFS** thực hiện khá lâu và cuối cùng vẫn không đưa ra kết quả, theo đánh giá cá nhân, thuật toán này xảy ra trường hợp vòng lặp vô tận và không đưa ra được đường đi chính xác. Trong khi đó, thực nghiệm **BFS** và **UCS** trên map thứ 5 (level 5), thời gian tính toán tương đối lâu, khoảng 600s và 200s nhưng cả hai thuật toán đều đưa ra được đường đi giải quyết bài toán, độ phức tạp của map 5 theo cái nhìn cá nhân được đánh giá là một bản đồ đơn giản. Tương tự map 5, map 16 không đưa ra được kết quả cuối cùng cho giải thuật **DFS**, trong khi giải thuật **BFS** và **UCS** đưa ra đường đi cuối sau khoảng gần 1 phút tính toán cho mỗi giải thuật. Map 17, 18, 19 với độ phức tạp của bản đồ được đánh giá dưới góc nhìn cá nhân là dạng bản đồ cực kì phức tạp, cả 3 thực toán đều không rõ đưa ra được kết quả cuối cùng hay không, thời gian chạy cực kì lâu.
- Qua thực nghiệm nhiều lần, thống kê và phân tích kết quả, có thể thấy map 5 (level 5) là thách thức nhất vì không thể thực hiện thực hiện trên **DFS** và tính toán cực kì lâu cho hai giải thuật **BSF**, **UCS**. Thuật toán **BFS** và **UCS** trả về chung trạng thái

đường đi cuối cùng ở mọi level, thời gian tính toán có thể thấy **BFS** nhanh hơn ở đa số level nhưng phần hơn lại không đáng kể (không quá 0.1s trừ map 7, 9 không quá 1s), trong khi ở các map thách thức hơn như map 5, map 16, thời gian tính toán **UCS** nhanh hơn rõ rệt. Do đó, theo như phân tích, có thể thấy **UCS** là thuật toán tối ưu hơn cả trong trò chơi này.

CHƯƠNG 05. KẾT LUẬN

05.01 Lưu trữ kết quả

- Các kết quả được lưu trữ dưới định dạng file .txt
- Thư mục SokobanSolver chứa 13 file .txt là giải pháp của 3 phương pháp **DFS**, **BFS**, **UCS** cho các level từ level 2 – level 15 (trừ level 5). Giải pháp cho level 5, 16, 17, 18 và 19 không được lưu trữ vì thuật toán **DFS** thực hiện trước, **DFS** không hoàn thành nên sẽ không thực hiện **BFS** và **UCS**.
- Thư mục SokobanSolver_BFS_UCS chứa 15 file .txt là giải pháp của 2 phương pháp **BFS**, **UCS** cho các level từ level 2 – level 16 (level 17, 18, 19 không thực hiện được).
- Nội dung lưu trữ trong file .txt :

```
[Sequence Action DFS] = ['r', 'r', 'r', 'U', 'l', 'l', 'd', 'l', 'U', 'r', 'r', 'r', 'U', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'u', 'U'],
[Length of path for DFS] = 24,
[Time action DFS] = 0.015756845474243164,

[Sequence Action BFS] = ['U', 'U', 'd', 'd', 'r', 'r', 'r', 'U', 'U'],
[Length of path for BFS] = 9,
[Time action BFS] = 0.031378984451293945,

[Sequence Action UCS] = ['U', 'U', 'd', 'd', 'r', 'r', 'r', 'U', 'U'],
[Length of path for UCS] = 9,
[Time action UCS] = 0.031853437423706055,
```

Hình 3: Minh họa nội dung lưu trữ trong file .txt (level 2)

05.02 Mô hình

- Link truy cập toàn bộ mô hình Sokoban: [HiImKing1509/Sokoban-Game: DFS/BFS/UCS for Sokoban \(github.com\)](https://github.com/HiImKing1509/Sokoban-Game-Dfs/BFS/UCS)

* Sources code có tham khảo từ tài liệu của một số thành viên khác và từ các nguồn tài liệu github có sẵn trên Internet

* Báo cáo được hoàn thành dựa trên những thực nghiệm và hiểu biết cá nhân, không có sự hỗ trợ từ các nguồn tài liệu bên ngoài