



ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
UIT-HCM

BÁO CÁO VIỆC ÁP DỤNG CÁC THUẬT TOÁN TÌM KIẾM DFS, BFS, UCS CHO SOKOBAN

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Duy Đạt

MSSV: 20520435

Lớp: CS106.M21.KHTN

Giảng viên: Lương Ngọc Hoàng

1. Sokoban đã được mô hình hóa ra sao? Trạng thái khởi đầu, trạng thái kết thúc, không gian trạng thái, các hành động hợp lệ, hàm tiến triển (successor function) là gì?

- Sokoban được mô hình hóa như một tác tử, nhiệm vụ trong trò chơi là đẩy các hộp(boxes) vào các đích(goals).

Trạng thái khởi đầu	Trò chơi được khởi tạo với các levels khác nhau, '#' là các bức tường(walls), 'B' là các hộp(boxes), '.' là các đích(goals), ' ' là không gian trống để Sokoban đi lại, '&' là trạng thái đứng bắt đầu chơi Sokoban.
---------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

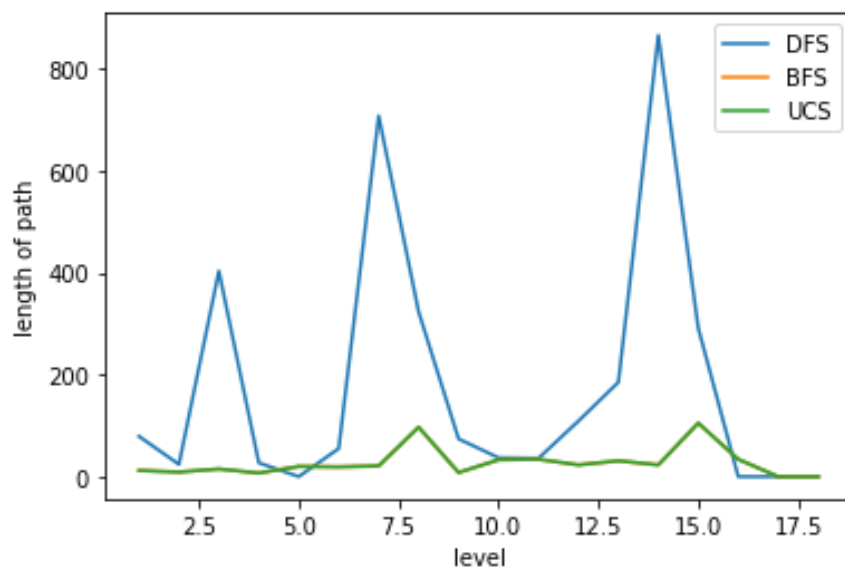
Trạng thái kết thúc	Trò chơi kết thúc khi tất cả các boxes được đặt đúng vị trí goals.
Không gian trạng thái	Vị trí của Sokoban và vị trí các boxes.
Các hành động hợp lệ	Có 8 hành động hợp lệ (đi lên, đi xuống, sang trái, sang phải, đẩy box lên, đẩy box xuống, đẩy box sang trái, đẩy box sang phải).
Hàm tiến triển (successor function)	Là vị trí của Sokoban sau khi thực hiện hành động hợp lệ từ không gian hành động hoặc vị trí của Sokoban và box khi Sokoban đẩy box.

2. Thống kê về độ dài đường đi tìm được bởi 3 thuật toán DFS, BFS, UCS tại tất cả các bản đồ có sẵn. Các em có nhận xét thế nào về lời giải tìm ra bởi mỗi thuật toán? Thuật toán nào là tốt hơn cả? Trong các bản đồ thì bản đồ nào khó giải nhất, tại sao?

a) Thống kê về độ dài đường đi tìm được bởi 3 thuật toán:

	DFS	BFS	UCS
Level 1	79 (0.25s)	12 (0.37s)	12 (0.37s)
Level 2	24 (0.01s)	9 (0.04s)	9 (0.04s)
Level 3	403 (0.58s)	15 (0.79s)	15 (0.70s)
Level 4	27 (0.01s)	7 (0.06s)	7 (0.04s)
Level 5	...	20 (626.80s)	20 (484.49s)
Level 6	55 (0.08s)	19 (0.09s)	19 (0.08s)
Level 7	707 (1.26s)	21 (2.99s)	21 (2.69s)
Level 8	323 (0.28s)	97 (1.14s)	97 (0.84s)

Level 9	74 (0.90s)	8 (0.06s)	8 (0.08s)
Level 10	37 (0.09s)	33 (0.09s)	33 (0.10s)
Level 11	36 (0.06s)	34 (0.08s)	34 (0.11s)
Level 12	109 (0.29s)	23 (0.53s)	23 (0.61s)
Level 13	185 (0.61s)	31 (0.57s)	31 (1.06s)
Level 14	865 (9.56s)	23 (11.89s)	23 (12.43s)
Level 15	291 (0.37s)	105 (1.39s)	105 (1.67s)
Level 16	...	34 (91.17s)	34 (81.64s)
Level 17
Level 18



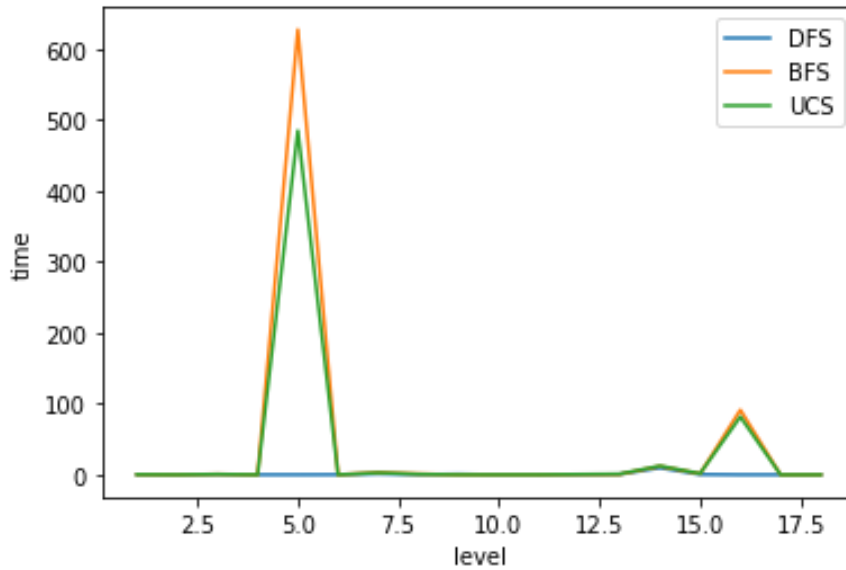
*Line BFS với UCS trùng nhau.

*DFS có độ dài đường đi ở các level cao nhất.

*Level trong bảng thống kê trên không giải được “...” quy ước độ dài là 0.

b) Nhận xét

DFS	BFS	UCS
<ul style="list-style-type: none"> - Lấy ý tưởng là backtracking, liên quan đến việc duyệt tất cả các node bằng dịch chuyển chuyên tiếp. - Trong trò chơi Sokoban được mô hình hóa, lời giải có khả năng tìm thấy rất nhanh nhưng không đảm bảo chất lượng. - Trong một số map đơn giản, lời giải tìm đường có thể dài nếu rơi vào trường hợp chọn vào nhánh đi không có lời giải và lời giải ở nhánh cuối cùng chọn. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lấy ý tưởng là từ một node đang chọn, duyệt ngang kiểu đồ thị, explore node lân cận mà nối trực tiếp đến node gốc. Sau đó phải dịch chuyển đến các node node lân cận ở cấp tiếp theo. - BFS dùng deque thay vì pop ở DFS. Deque ở đây là pop phần tử bên trái ngoài cùng. - Lời giải BFS tốt hơn so với DFS đáng kể trong trường hợp map đơn giản, việc tìm đường có thể dài như BFS được khắc phục. - BFS có điểm hạn chế là tốn bộ nhớ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lấy ý tưởng là tính toán chi phí quá khứ theo thứ tự tăng dần. - Giải pháp UCS đưa ra có điểm tương đồng BFS nhưng thực hiện với thời gian gần như là nhanh hơn. - Qua số liệu thống kê ở bảng trên, UCS là thuật toán tìm đường đi tốt hơn DFS và BFS.



*Level trong bảng thống kê trên không giải được “...” quy ước độ dài là 0.

*BFS sử dụng thời gian để tìm lời giải ở các level cao nhất.

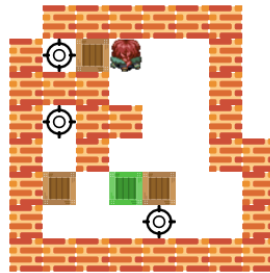
c) Một số ví dụ minh họa

+ So sánh về đường đi khi dùng BFS và DFS

Level 3

Restart level

Undo the last move
Auto



Level 3

➔ Lời giải DFS: ['r', 'r', 'd', 'l', 'd', 'r', 'd', 'l', 'l', 'D', 'R', 'l', 'l', 'd', 'l', 'U', 'r', 'r', 'r', 'd', 'r', 'r', 'u', 'L', 'r', 'd', 'l', 'l', 'L', 'r', 'r', 'r', 'u', 'l', 'u', 'l', 'l', 'd', 'R', 'l', 'l', 'l', 'd', 'R', 'l', 'u', 'r', 'r', 'r', 'd', 'r', 'r', 'u', 'L', 'r', 'd', 'l', 'l', 'U', 'r', 'r', 'd', 'l', 'l', 'L', 'r', 'r', 'r', 'u', 'l', 'l', 'l', 'l', 'l', 'd', 'R', 'R', 'R', 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'r', 'r', 'r', 'r', 'd', 'L', 'r', 'u', 'l', 'l', 'l', 'l', 'U', 'd', 'r', 'r', 'r', 'r', 'r', 'd', 'l', 'L', 'r', 'r', 'u', 'l', 'l', 'l', 'l', 'l', 'd', 'r', 'R', 'R', 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'r', 'r', 'r', 'r', 'd', 'L', 'r', 'u', 'l', 'l', 'l', 'u', 'R', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'd', 'l', 'L', 'r', 'r', 'u', 'l', 'l', 'l', 'l', 'l', 'd', 'r', 'R', 'R', 'l',

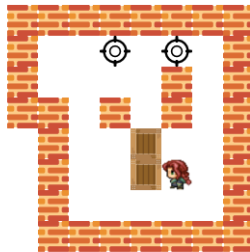
'l', 'l', 'u', 'r', 'r', 'r', 'r', 'r', 'd', 'L', 'r', 'u', 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'u', 'r', 'u', 'l', 'l', 'u',
 'L', 'r', 'r', 'r', 'd', 'l', 'd', 'd', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'd', 'l', 'L', 'r', 'r', 'u', 'l', 'l', 'l', 'l', 'l',
 'd', 'r', 'R', 'R', 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'r', 'r', 'r', 'r', 'd', 'L', 'r', 'u', 'l', 'U', 'l', 'l', 'd', 'r',
 'r', 'r', 'd', 'l', 'L', 'r', 'r', 'u', 'l', 'l', 'l', 'l', 'l', 'd', 'r', 'R', 'R', 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'r', 'r',
 'r', 'r', 'd', 'L', 'r', 'u', 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'r', 'U', 'l', 'd', 'r', 'd', 'r', 'd', 'l', 'L', 'r', 'r',
 'u', 'l', 'l', 'l', 'l', 'l', 'd', 'r', 'R', 'R', 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'r', 'r', 'r', 'r', 'd', 'L', 'r', 'u',
 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'r', 'u', 'l', 'u', 'l', 'u', 'r', 'r', 'D', 'D', 'l', 'd', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'd',
 'l', 'L', 'r', 'r', 'u', 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'u', 'r', 'D', 'l', 'l', 'd', 'r', 'd', 'r', 'r', 'u', 'L', 'r',
 'd', 'l', 'l', 'L', 'r', 'r', 'r', 'u', 'l', 'u', 'l', 'l', 'd', 'R', 'l', 'l', 'l', 'd', 'R', 'l', 'u', 'r', 'r',
 'r', 'd', 'L', 'r', 'r', 'r', 'u', 'L', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'u', 'l', 'l', 'd', 'R', 'R', 'R', 'l', 'l', 'l',
 'u', 'r', 'r', 'u', 'r', 'r', 'd', 'r', 'd', 'L', 'r', 'u', 'l', 'L']

➔ Lời giải BFS: ['L', 'r', 'd', 'r', 'd', 'd', 'D', 'L', 'd', 'l', 'l', 'U', 'U', 'd', 'R']

Level 7

Restart level

Undo the last move
Auto



Level 7

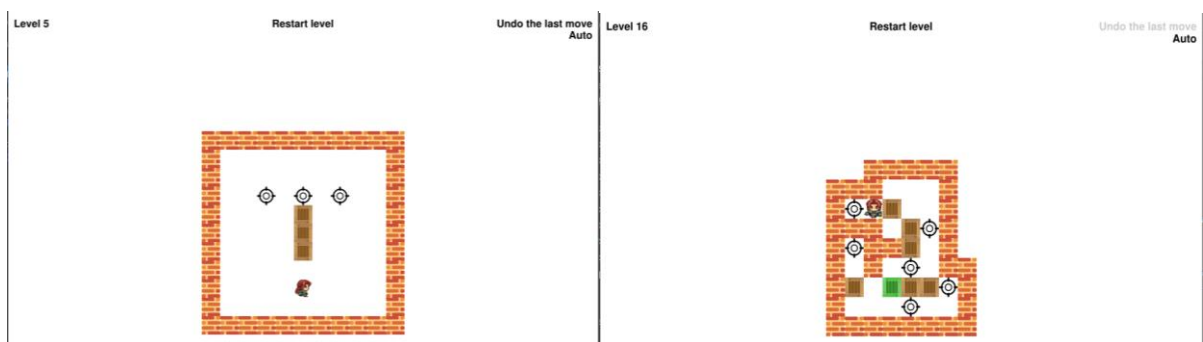
➔ Lời giải DFS: ['r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'R', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'r', 'u', 'u', 'l',
 'L', 'r', 'r', 'd', 'L', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'R', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'r', 'u', 'u',
 'l', 'l', 'L', 'r', 'r', 'r', 'd', 'L', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'R', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'r',
 'u', 'u', 'l', 'l', 'u', 'u', 'l', 'l', 'd', 'D', 'r', 'r', 'r', 'r', 'd', 'L', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'U',
 'r', 'd', 'r', 'r', 'r', 'u', 'l', 'L', 'r', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'U', 'r', 'r', 'r', 'r', 'd', 'l', 'l',
 'L', 'r', 'r', 'r', 'u', 'l', 'l', 'l', 'l', 'U', 'd', 'r', 'r', 'r', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'd', 'l', 'U', 'r',
 'r', 'r', 'r', 'u', 'l', 'l', 'u', 'u', 'l', 'u', 'l', 'l', 'd', 'R', 'R', 'l', 'l', 'u', 'r', 'r', 'r', 'r', 'r',
 'd', 'd', 'd', 'l', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'U', 'r', 'r', 'r', 'r', 'u', 'u',
 'u', 'l', 'l', 'l', 'l', 'l', 'd', 'r', 'D', 'D', 'r', 'r', 'r', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'd', 'l', 'U', 'r', 'r',
 'r', 'r', 'u', 'l', 'l', 'u', 'U', 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'r', 'R', 'l', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'd', 'd',
 'r', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'U', 'r', 'r', 'r', 'r', 'u', 'u', 'u', 'L', 'r', 'd', 'd', 'd', 'l', 'l', 'l',
 'l', 'U', 'd', 'r', 'r', 'u', 'u', 'l', 'u', 'R', 'l', 'l', 'l', 'd', 'R', 'R', 'l', 'l', 'u', 'r', 'r', 'r', 'D',
 'l', 'l', 'd', 'd', 'r', 'r', 'r', 'r', 'u', 'u', 'u', 'L', 'r', 'd', 'd', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'u', 'r',

r', 'D', 'D', 'r', 'r', 'd', 'l', 'L', 'r', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'R', 'R', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r',
 r', 'r', 'u', 'u', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'u', 'r', 'u', 'R', 'l', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'd', 'd', 'r',
 r', 'd', 'L', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'R', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'r', 'u', 'u', 'u', 'u',
 'u', 'L', 'r', 'd', 'd', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'd', 'r', 'U', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u',
 'r', 'r', 'u', 'l', 'l', 'u', 'u', 'r', 'u', 'R', 'l', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'd', 'd', 'l', 'l', 'd', 'r',
 'r', 'r', 'r', 'u', 'L', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'r', 'R', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'r', 'u', 'u',
 'u', 'u', 'L', 'r', 'd', 'd', 'd', 'L', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'u', 'u', 'r', 'u', 'R', 'l', 'l', 'l',
 'd', 'r', 'r', 'r', 'd', 'D', 'r', 'r', 'u', 'u', 'u', 'L', 'r', 'd', 'd', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'u', 'r',
 'u', 'R', 'l', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'd', 'd', 'r', 'r', 'd', 'l', 'L', 'r', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l',
 'u', 'u', 'r', 'r', 'r', 'r', 'u', 'u', 'u', 'L', 'r', 'd', 'd', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'd', 'd', 'r', 'r', 'r',
 'r', 'u', 'l', 'l', 'L', 'r', 'r', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'U', 'r', 'r', 'r', 'r', 'u', 'l', 'l', 'u', 'u', 'l',
 'l', 'd', 'D', 'r', 'r', 'r', 'r', 'u', 'u', 'u', 'l', 'L', 'r', 'r', 'd', 'd', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'u',
 'l', 'u', 'r', 'R', 'R', 'l', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'd', 'd', 'r', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'd', 'l', 'U',
 'r', 'r', 'r', 'r', 'u', 'u', 'u', 'u', 'L', 'r', 'd', 'd', 'd', 'l', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'd', 'l', 'l',
 'l', 'l', 'u', 'U', 'r', 'r', 'r', 'r', 'u', 'u', 'u', 'l', 'L', 'r', 'r', 'd', 'd', 'd', 'l', 'l', 'u', 'u', 'l',
 'l', 'l', 'u', 'r', 'R', 'R', 'l', 'l', 'l', 'd', 'r', 'r', 'r', 'd', 'd', 'r', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u',
 'U', 'd', 'r', 'r', 'r', 'r', 'u', 'u', 'u', 'L', 'r', 'd', 'd', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'U', 'r', 'u',
 'R', 'l', 'd', 'r', 'd', 'd', 'r', 'r', 'd', 'l', 'l', 'l', 'l', 'u', 'u', 'u', 'l', 'u', 'R']

➔ Lời giải BFS: ['L', 'U', 'U', 'U', 'l', 'u', 'R', 'd', 'd', 'd', 'd', 'L', 'd', 'l', 'U', 'U',
 'U', 'U', 'l', 'u', 'R']

- Ở level 3 và 7 , rõ ràng BFS hiệu quả hơn DFS rất nhiều qua thống kê và ví dụ minh họa trên.

+ So sánh về đường đi khi dùng DFS, BFS và UCS



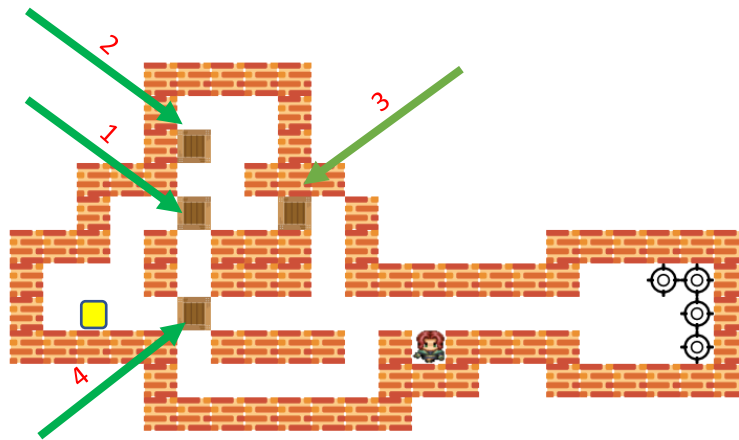
- Ở level 5 và 16, DFS không tìm được lời giải còn BFS và UCS tìm được. UCS tìm lời giải với thời gian tốt hơn.

- Trong các bản đồ thì level 17 (hình bên dưới) không có lời giải, ta giả sử đánh số cho box tương ứng mũi tên chỉ vào bên dưới.

Level 17

Restart level

Undo the last move
Auto



➔ Nguyên nhân do sự sắp xếp của map dẫn tới deadlock và ta xét box 1, Sokoban đẩy box 4 đến ô màu vàng:

- + Nếu đẩy box 1 lên trên 1 ô thì sẽ kẹt ô 1 và 2 -> không giải được
 - + Nếu đẩy box 1 qua phải 1 ô thì chỉ có thể đẩy tiếp box 1 gần box 3 hoặc đẩy box 3 gần box 1 -> không giải được
 - + Nếu đẩy box 1 qua trái 2 ô thì không giải được
- Level 18 là khó giải nhất, nó vẫn có lời giải nhưng cả 3 thuật toán trên thực hiện bị tràn RAM nguyên nhân có thể sự sắp xếp của map

Level 18

Restart level

Undo the last move
Auto

