

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SÀI GÒN
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



BÀI TẬP QUÁ TRÌNH

MÔN: SEMINAR CHUYÊN ĐỀ

LỚP: DKP1201 (Nhóm 02)

NĂM HỌC: 2024 - 2025, HỌC KỲ: 1

Họ và tên thành viên

3121410170 - Nguyễn Quang Hà

3121410392 - Lê Thiên Phúc

3121410544 - Trần Quang Trường

3121410101 - Phan Duy Cử

3121410411 - Quách Gia Quy

Giảng viên hướng dẫn: PGS. TS Nguyễn Tuấn Đăng

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 11 năm 2024

MỤC LỤC

BÀI 1:	3
BÀI LÀM	3
1. Số lượng đối tượng tham gia vào trạng thái của bài toán:	3
2. Biểu diễn trạng thái của bài toán:	3
3. Các thao tác / hành động có thể tác động lên các trạng thái:	4
4. Mô tả không gian trạng thái:	4
5. Áp dụng thuật toán DFS để tìm nghiệm:	6
6. Chương trình Prolog:	11
BÀI 2:	13
BÀI LÀM	13
1. Số lượng đối tượng tham gia vào trạng thái của bài toán:	13
2. Biểu diễn trạng thái của bài toán:	13
3. Các thao tác / hành động có thể tác động lên các trạng thái:	14
4. Mô tả không gian trạng thái:	14
5. Áp dụng thuật toán DFS để tìm nghiệm:	16
6. Chương trình Prolog:	21

BÀI 1:

Bài toán "Ba nhà truyền giáo và ba con quỷ ăn thịt người" yêu cầu đưa ba nhà truyền giáo và ba con quỷ ăn thịt người qua sông an toàn bằng một chiếc thuyền có tải trọng tối đa là 2 đối tượng. Điều kiện là tại bất kỳ thời điểm nào, số lượng con quỷ ăn thịt người không được nhiều hơn số lượng nhà truyền giáo ở bất kỳ bờ nào của sông, vì điều đó sẽ dẫn đến việc các nhà truyền giáo bị những con quỷ ăn thịt người (có số lượng đông hơn những nhà truyền giáo ở một bờ sông) tấn công và ăn thịt.

Hãy giải bài toán trên bằng lập trình logic.

BÀI LÀM

1. Số lượng đối tượng tham gia vào trạng thái của bài toán:

- Số nhà truyền giáo: 3
- Số con quỷ ăn thịt người: 3
- Sức chứa của thuyền: 2

2. Biểu diễn trạng thái của bài toán:

Định nghĩa một trạng thái: State(ML,DL,MR,DR,B).

Một trạng thái được biểu diễn dưới dạng danh sách [ML, DL, MR, DR, B] trong đó mỗi phần tử được định nghĩa là:

- ML: số lượng nhà truyền giáo ở bờ bên trái.
- DL: số lượng quỷ ở bờ bên trái.
- MR : số lượng nhà truyền giáo ở bờ bên phải
- DR: số lượng quỷ ở bờ bên phải.
- B: trạng thái 0 là con thuyền ở bờ bên trái, 1 là con thuyền ở bờ bên phải.

Ví dụ, State(3,2,0,1,1) có nghĩa là:

- 3: Là 3 nhà truyền giáo đang ở phía bên trái.
- 2: Là 2 con quỷ ở phía bên trái.
- 0: Là 0 nhà truyền giáo ở phía bên phải.
- 1: Là 1 con quỷ ở phía bên phải.
- 1: Là con thuyền đang ở phía bên phải.

Trạng thái ban đầu: State(3, 3, 0, 0, 0) - tất cả các đối tượng ở bờ bên trái.

Trạng thái đích: Goal(0, 0, 3, 3, 1) - tất cả các đối tượng qua đến bờ bên phải.

3. Các thao tác / hành động có thể tác động lên các trạng thái:

Các phép toán mô tả các thao tác di chuyển hợp lệ của nhà truyền giáo và con quỷ bao gồm:

- Di chuyển 1 nhà truyền giáo từ trái sang phải .
- Di chuyển 1 nhà truyền giáo từ phải sang trái.
- Di chuyển 2 nhà truyền giáo từ trái sang phải.
- Di chuyển 2 nhà truyền giáo từ phải sang trái.
- Di chuyển 1 con quỷ từ trái sang phải.
- Di chuyển 1 con quỷ từ phải sang trái.
- Di chuyển 2 con quỷ từ trái sang phải.
- Di chuyển 2 con quỷ từ phải sang trái.
- Di chuyển 1 nhà truyền giáo và 1 con quỷ từ trái sang phải.
- Di chuyển 1 nhà truyền giáo và 1 con quỷ từ phải sang trái.

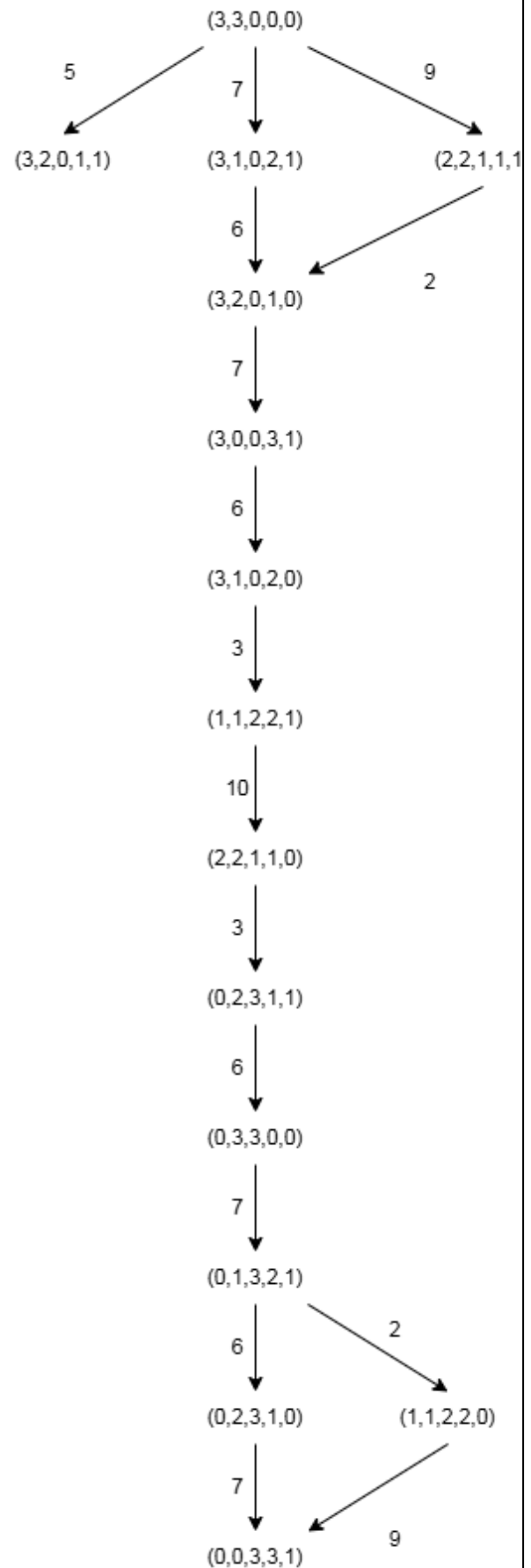
4. Mô tả không gian trạng thái:

Ràng buộc:

- Số lượng nhà truyền giáo không được ít hơn số lượng quỷ ở bất kỳ bờ nào khi cả hai đều có mặt ở đó.
 - Ví dụ minh họa:
 - Nếu số lượng nhà truyền giáo ở bờ trái là 1, Số lượng quỷ cùng bờ trái không được lớn hơn 1.
 - Nếu số lượng nhà truyền giáo ở bờ phải là 2, Số lượng quỷ cùng bờ phải không được lớn hơn 2.
- Mỗi phép toán trên có thể thực hiện nếu trạng thái tiếp theo là an toàn và chưa được thực hiện trước đó.

Hình ảnh:

1. Di chuyển 1 nhà truyền giáo từ trái sang phải .
2. Di chuyển 1 nhà truyền giáo từ phải sang trái.
3. Di chuyển 2 nhà truyền giáo từ trái sang phải.
4. Di chuyển 2 nhà truyền giáo từ phải sang trái.
5. Di chuyển 1 con quỷ từ trái sang phải.
6. Di chuyển 1 con quỷ từ phải sang trái.
7. Di chuyển 2 con quỷ từ trái sang phải.
8. Di chuyển 2 con quỷ từ phải sang trái.
9. Di chuyển 1 nhà truyền giáo và 1 con quỷ từ trái sang phải.
10. Di chuyển 1 nhà truyền giáo và 1 con quỷ từ phải sang trái.



Số lượng trạng thái trong không gian trạng thái: 15

- Các trạng thái là :

$\{(3,3,0,0,0), (3,2,0,1,1), (3,1,0,2,1), (2,2,1,1,1), (3,2,0,1,0), (3,0,0,3,1),$
 $(3,1,0,2,0), (1,1,2,2,1), (2,2,1,1,0), (0,2,3,1,1), (0,3,3,0,0), (0,1,3,2,1),$
 $(0,2,3,1,0), (1,1,2,2,0), (0,0,3,3,1)\}$

5. Áp dụng thuật toán DFS để tìm nghiệm:

- **Khởi tạo:**

- OPEN: $\{(3, 3, 0, 0, 0)\}$
- CLOSED: $\{\}$

- **Bước 1:**

- Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(3, 3, 0, 0, 0)$
- Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):
 - Di chuyển 1 nhà truyền giáo từ trái sang phải:
 $(3, 3, 0, 0, 0) \Rightarrow (2, 3, 1, 0, 1)$ (không hợp lệ).
 - Di chuyển 2 nhà truyền giáo từ trái sang phải:
 $(3, 3, 0, 0, 0) \Rightarrow (1, 3, 2, 0, 1)$ (không hợp lệ).
 - Di chuyển 1 con quỷ từ trái sang phải:
 $(3, 3, 0, 0, 0) \Rightarrow (3, 2, 0, 1, 1)$ (hợp lệ).
 - Di chuyển 2 con quỷ từ trái sang phải:
 $(3, 3, 0, 0, 0) \Rightarrow (3, 1, 0, 2, 1)$ (hợp lệ).
 - Di chuyển 1 con quỷ và 1 nhà truyền giáo từ trái sang phải:
 $(3, 3, 0, 0, 0) \Rightarrow (2, 2, 1, 1, 1)$ (hợp lệ).
- Trạng thái mới được sinh ra: $(3, 2, 0, 1, 1), (3, 1, 0, 2, 1), (2, 2, 1, 1, 1)$
- OPEN: $\{(3, 2, 0, 1, 1), (3, 1, 0, 2, 1), (2, 2, 1, 1, 1)\}$.
- CLOSED: $\{(3, 3, 0, 0, 0)\}$.

- **Bước 2:**

- Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(3, 2, 0, 1, 1)$
- Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):
 - Chuyển 1 con quỷ từ phải sang trái:
 $(3, 2, 0, 1, 1) \Rightarrow (3, 3, 0, 0, 0)$ (không hợp lệ).
- Trạng thái mới được sinh ra:
- OPEN: $\{(3, 1, 0, 2, 1), (2, 2, 1, 1, 1)\}$
- CLOSE: $\{(3, 3, 0, 0, 0), (3, 2, 0, 1, 1)\}$

- **Bước 3:**

- Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(3, 1, 0, 2, 1)$.
- Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):
 - Di chuyển 1 con quỷ từ phải sang trái:
 $(3, 1, 0, 2, 1) \Rightarrow (3, 2, 0, 1, 0)$ (hợp lệ)

- Di chuyển 2 con quỳ từ trái sang phải:
 $(3, 1, 0, 2, 1) \Rightarrow (3, 3, 0, 0, 0)$ (Không hợp lệ)
 - Trạng thái mới được sinh ra: $(3, 2, 0, 1, 0)$
 - OPEN: $\{ (3, 2, 0, 1, 0), (2, 2, 1, 1, 1) \}$
 - CLOSE: $\{ (3, 3, 0, 0, 0), (3, 2, 0, 1, 1), (3, 1, 0, 2, 1) \}$
 - **Bước 4:**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(3, 2, 0, 1, 0)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):
 - Di chuyển 1 nhà truyền giáo từ trái sang phải:
 $(3, 2, 0, 1, 0) \Rightarrow (2, 2, 1, 1, 1)$ (không hợp lệ).
 - Di chuyển 2 nhà truyền giáo từ trái sang phải:
 $(3, 2, 0, 1, 0) \Rightarrow (1, 2, 2, 1, 1)$ (không hợp lệ)
 - Di chuyển 1 con quỳ từ trái sang phải:
 $(3, 2, 0, 1, 0) \Rightarrow (3, 1, 0, 2, 1)$ (không hợp lệ)
 - Di chuyển 2 con quỳ từ trái sang phải:
 $(3, 2, 0, 1, 0) \Rightarrow (3, 0, 0, 3, 1)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 nhà truyền giáo và 1 con quỳ từ trái sang phải:
 $(3, 2, 0, 1, 0) \Rightarrow (2, 1, 1, 2, 1)$ (không hợp lệ)
 - Trạng thái mới được sinh ra: $(3, 0, 0, 3, 1)$
 - OPEN: $\{ (3, 0, 0, 3, 1), (2, 2, 1, 1, 1) \}$
 - CLOSE: $\{ (3, 3, 0, 0, 0), (3, 2, 0, 1, 1), (3, 1, 0, 2, 1), (3, 2, 0, 1, 0) \}$
 - **Bước 5:**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(3, 0, 0, 3, 1)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):
 - Di chuyển 1 con quỳ từ phải sang trái:
 $(3, 0, 0, 3, 1) \Rightarrow (3, 1, 0, 2, 0)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 2 con quỳ từ phải sang trái:
 $(3, 0, 0, 3, 1) \Rightarrow (3, 2, 0, 1, 0)$ (không hợp lệ)
 - Trạng thái mới được sinh ra : $(3, 1, 0, 2, 0)$
 - OPEN: $\{ (3, 1, 0, 2, 0), (2, 2, 1, 1, 1) \}$
 - CLOSE: $\{ (3, 3, 0, 0, 0), (3, 2, 0, 1, 1), (3, 1, 0, 2, 1), (3, 2, 0, 1, 0), (3, 0, 0, 3, 1) \}$
 - **Bước 6:**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(3, 1, 0, 2, 0)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):
 - Di chuyển 1 nhà truyền giáo từ trái sang phải:
 $(3, 1, 0, 2, 0) \Rightarrow (2, 1, 1, 2, 1)$ (không hợp lệ)
 - Di chuyển 2 nhà truyền giáo từ trái sang phải:
 $(3, 1, 0, 2, 0) \Rightarrow (1, 1, 2, 2, 1)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 con quỳ từ trái sang phải:
 $(3, 1, 0, 2, 0) \Rightarrow (3, 0, 0, 3, 1)$ (không hợp lệ)

- Di chuyển 1 nhà truyền giáo và 1 con quỷ từ trái sang phải:
 $(3, 1, 0, 2, 0) \Rightarrow (2, 0, 1, 3, 1)$ (không hợp lệ)
 - Trạng thái mới được sinh ra: $(1, 1, 2, 2, 1)$
 - OPEN: $\{ (1, 1, 2, 2, 1), (2, 2, 1, 1, 1) \}$
 - CLOSE: $\{ (3, 3, 0, 0, 0), (3, 2, 0, 1, 1), (3, 1, 0, 2, 1), (3, 2, 0, 1, 0), (3, 0, 0, 3, 1), (3, 1, 0, 2, 0) \}$
- **Bước 7:**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(1, 1, 2, 2, 1)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):
 - Di chuyển 1 nhà truyền giáo từ phải sang trái:
 $(1, 1, 2, 2, 1) \Rightarrow (2, 1, 1, 2, 0)$ (không hợp lệ).
 - Di chuyển 2 nhà truyền giáo từ phải sang trái:
 $(1, 1, 2, 2, 1) \Rightarrow (3, 1, 0, 2, 0)$ (không hợp lệ).
 - Di chuyển 1 con quỷ từ phải sang trái:
 $(1, 1, 2, 2, 1) \Rightarrow (1, 2, 2, 1, 0)$ (không hợp lệ).
 - Di chuyển 2 con quỷ từ phải sang trái:
 $(1, 1, 2, 2, 1) \Rightarrow (1, 3, 2, 0, 0)$ (không hợp lệ).
 - Di chuyển 1 nhà truyền giáo và 1 con quỷ từ phải sang trái:
 $(1, 1, 2, 2, 1) \Rightarrow (2, 2, 1, 1, 0)$ (hợp lệ).
 - Trạng thái mới được sinh ra $(2, 2, 1, 1, 0)$.
 - OPEN: $\{ (2, 2, 1, 1, 0), (2, 2, 1, 1, 1) \}$
 - CLOSE: $\{ (3, 3, 0, 0, 0), (3, 2, 0, 1, 1), (3, 1, 0, 2, 1), (3, 2, 0, 1, 0), (3, 0, 0, 3, 1), (3, 1, 0, 2, 0), (1, 1, 2, 2, 1) \}$.
- **Bước 8:**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(2, 2, 1, 1, 0)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):
 - Di chuyển 1 nhà truyền giáo từ trái sang phải:
 $(2, 2, 1, 1, 0) \Rightarrow (1, 2, 2, 1, 1)$ (không hợp lệ)
 - Di chuyển 2 nhà truyền giáo từ trái sang phải :
 $(2, 2, 1, 1, 0) \Rightarrow (0, 2, 3, 1, 1)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 con quỷ từ trái sang phải:
 $(2, 2, 1, 1, 0) \Rightarrow (2, 1, 1, 2, 1)$ (không hợp lệ)
 - Di chuyển 2 con quỷ từ trái sang phải:
 $(2, 2, 1, 1, 0) \Rightarrow (2, 0, 1, 3, 1)$ (không hợp lệ)
 - Di chuyển 1 nhà truyền giáo và 1 con quỷ từ trái sang phải:
 $(2, 2, 1, 1, 0) \Rightarrow (1, 1, 2, 2, 1)$ (không hợp lệ)
 - Trạng thái mới được sinh ra: $(0, 2, 3, 1, 1)$
 - OPEN $\{ (0, 2, 3, 1, 1), (2, 2, 1, 1, 1) \}$
 - CLOSE: $\{ (3, 3, 0, 0, 0), (3, 2, 0, 1, 1), (3, 1, 0, 2, 1), (3, 2, 0, 1, 0), (3, 0, 0, 3, 1), (3, 1, 0, 2, 0), (1, 1, 2, 2, 1), (2, 2, 1, 1, 0) \}$
- **Bước 9:**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(0, 2, 3, 1, 1)$

- Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):
 - Di chuyển 1 con quỳ từ phải sang trái:
 $(0, 2, 3, 1, 1) \Rightarrow (0, 3, 3, 0, 0)$ (hợp lệ).
 - Di chuyển 1 nhà truyền giáo từ phải sang trái:
 $(0, 2, 3, 1, 1) \Rightarrow (1, 2, 2, 1, 0)$ (không hợp lệ).
 - Di chuyển 2 nhà truyền giáo từ phải sang trái:
 $(0, 2, 3, 1, 1) \Rightarrow (2, 2, 1, 1, 0)$ (không hợp lệ).
 - Di chuyển 1 nhà truyền giáo và 1 con quỳ từ phải sang trái:
 $(0, 2, 3, 1, 1) \Rightarrow (1, 3, 2, 0, 0)$ (không hợp lệ).
- Trạng thái mới được sinh ra: $(0, 3, 3, 0, 0)$
- OPEN: $\{ (0, 3, 3, 0, 0), (2, 2, 1, 1, 1) \}$
- CLOSE: $\{ (3, 3, 0, 0, 0), (3, 2, 0, 1, 1), (3, 1, 0, 2, 1), (3, 2, 0, 1, 0), (3, 0, 0, 3, 1), (3, 1, 0, 2, 0), (1, 1, 2, 2, 1), (2, 2, 1, 1, 0), (0, 2, 3, 1, 1) \}$

● **Bước 10:**

- Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(0, 3, 3, 0, 0)$
- Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):
 - Di chuyển 1 con quỳ từ trái sang phải:
 $(0, 3, 3, 0, 0) \Rightarrow (0, 2, 3, 1, 1)$ (không hợp lệ)
 - Di chuyển 2 con quỳ từ trái sang phải:
 $(0, 3, 3, 0, 0) \Rightarrow (0, 1, 3, 2, 1)$ (hợp lệ).
- Trạng thái mới được sinh ra: $(0, 1, 3, 2, 0)$
- OPEN: $\{ (0, 1, 3, 2, 1), (2, 2, 1, 1, 1) \}$
- CLOSE: $\{ (3, 3, 0, 0, 0), (3, 2, 0, 1, 1), (3, 1, 0, 2, 1), (3, 2, 0, 1, 0), (3, 0, 0, 3, 1), (3, 1, 0, 2, 0), (1, 1, 2, 2, 1), (2, 2, 1, 1, 0), (0, 2, 3, 1, 1), (0, 3, 3, 0, 0) \}$

● **Bước 11:**

- Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(0, 1, 3, 2, 1)$
- Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):
 - Di chuyển 1 con quỳ từ phải sang trái:
 $(0, 1, 3, 2, 1) \Rightarrow (0, 2, 3, 1, 0)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 2 con quỳ từ phải sang trái:
 $(0, 1, 3, 2, 1) \Rightarrow (0, 3, 3, 0, 0)$ (không hợp lệ)
 - Di chuyển 1 nhà truyền giáo từ phải sang trái:
 $(0, 1, 3, 2, 1) \Rightarrow (1, 1, 2, 2, 0)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 2 nhà truyền giáo từ phải sang trái:
 $(0, 1, 3, 2, 1) \Rightarrow (2, 1, 1, 2, 0)$ (không hợp lệ)
 - Di chuyển 1 nhà truyền giáo và 1 con quỳ từ phải sang trái:
 $(0, 1, 3, 2, 1) \Rightarrow (1, 2, 2, 1, 0)$ (không hợp lệ)
- Trạng thái mới được sinh ra: $(0, 2, 3, 1, 0), (1, 1, 2, 2, 0)$
- OPEN: $\{ (0, 2, 3, 1, 0), (1, 1, 2, 2, 0), (2, 2, 1, 1, 1) \}$

- CLOSE: { (3, 3, 0, 0, 0) , (3, 2, 0, 1, 1) , (3, 1, 0, 2, 1) , (3, 2, 0, 1, 0) , (3, 0, 0, 3, 1) , (3, 1, 0, 2, 0) , (1, 1, 2, 2, 1) , (2, 2, 1, 1, 0), (0, 2, 3, 1, 1) , (0, 3, 3, 0, 0) , (0, 1, 3, 2, 1) }
- **Bước 12:**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): (0, 2, 3, 1, 0)
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):
 - Di chuyển 1 con quỳ từ trái sang phải:
(0, 2, 3, 1, 0) \Rightarrow (0, 1, 3, 2, 1) (không hợp lệ)
 - Di chuyển 2 con quỳ từ trái sang phải:
(0, 2, 3, 1, 0) \Rightarrow (0, 0, 3, 3, 1) (hợp lệ)
 - Trạng thái mới được sinh ra: (0, 0, 3, 3, 1)
 - OPEN: { (0, 0, 3, 3, 1), (1, 1, 2, 2, 0), (2, 2, 1, 1, 1) }
 - CLOSE: { (3, 3, 0, 0, 0) , (3, 2, 0, 1, 1) , (3, 1, 0, 2, 1) , (3, 2, 0, 1, 0) , (3, 0, 0, 3, 1) , (3, 1, 0, 2, 0) , (1, 1, 2, 2, 1) , (2, 2, 1, 1, 0), (0, 2, 3, 1, 1) , (0, 3, 3, 0, 0) , (0, 1, 3, 2, 1) , (0, 2, 3, 1, 0) }
- **Bước 13:**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): (0, 0, 3, 3, 1) **Đạt trạng thái đích**
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):
 - Trạng thái mới được sinh ra:
 - OPEN: { (1, 1, 2, 2, 0), (2, 2, 1, 1, 1) }
 - CLOSE: { (3, 3, 0, 0, 0) , (3, 2, 0, 1, 1) , (3, 1, 0, 2, 1) , (3, 2, 0, 1, 0) , (3, 0, 0, 3, 1) , (3, 1, 0, 2, 0) , (1, 1, 2, 2, 1) , (2, 2, 1, 1, 0), (0, 2, 3, 1, 1) , (0, 3, 3, 0, 0) , (0, 1, 3, 2, 1) , (0, 2, 3, 1, 0), (0, 0, 3, 3, 1) }
 -
- **Bước 14:**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): (1, 1, 2, 2, 0)
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):
 - Di chuyển 1 nhà truyền giáo từ trái sang phải:
(1, 1, 2, 2, 0) \Rightarrow (0, 1, 3, 2, 1) (không hợp lệ)
 - Di chuyển 1 con quỳ từ trái sang phải:
(1, 1, 2, 2, 0) \Rightarrow (1, 0, 2, 3, 1) (không hợp lệ)
 - Di chuyển 1 nhà truyền giáo và 1 con quỳ từ trái sang phải:
(1, 1, 2, 2, 0) \Rightarrow (0, 0, 3, 3, 1) (không hợp lệ, trùng)
 - Trạng thái mới được sinh ra:
 - OPEN: { (2, 2, 1, 1, 1) }
 - CLOSE: { (3, 3, 0, 0, 0) , (3, 2, 0, 1, 1) , (3, 1, 0, 2, 1) , (3, 2, 0, 1, 0) , (3, 0, 0, 3, 1) , (3, 1, 0, 2, 0) , (1, 1, 2, 2, 1) , (2, 2, 1, 1, 0), (0, 2, 3, 1, 1) , (0, 3, 3, 0, 0) , (0, 1, 3, 2, 1) , (0, 2, 3, 1, 0) , (0, 0, 3, 3, 1), (1, 1, 2, 2, 0) }
- **Bước 15:**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): (2, 2, 1, 1, 1)
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét):

- Di chuyển 1 con quỳ từ phải sang trái:
(2, 2, 1, 1, 1) \Rightarrow (2, 3, 1, 0, 0) (không hợp lệ)
- Di chuyển 2 con quỳ từ phải sang trái:
(2, 2, 1, 1, 1) \Rightarrow (3, 2, 0, 1, 0) (không hợp lệ, trùng)
- Di chuyển 1 nhà truyền giáo và 1 con quỳ từ trái sang phải:
(2, 2, 1, 1, 1) \Rightarrow (3, 3, 0, 0, 0) (không hợp lệ)
- Trạng thái mới được sinh ra:
- OPEN: { }
- CLOSE: { (3, 3, 0, 0, 0) , (3, 2, 0, 1, 1) , (3, 1, 0, 2, 1) , (3, 2, 0, 1, 0) , (3, 0, 0, 3, 1) , (3, 1, 0, 2, 0) , (1, 1, 2, 2, 1) , (2, 2, 1, 1, 0) , (0, 2, 3, 1, 1) , (0, 3, 3, 0, 0) , (0, 1, 3, 2, 1) , (0, 2, 3, 1, 0) , (0, 0, 3, 3, 1) , (1, 1, 2, 2, 0) , (2, 2, 1, 1, 1) }

6. Chương trình Prolog:

(x,y,0)

```
% Dieu kien an toan
safe(ML, DL, MR, DR) :-
    (ML >= DL ; ML == 0),
    (MR >= DR ; MR == 0),
    ML >= 0, DL >= 0, MR >= 0, DR >= 0,
    ML <= 3, DL <= 3, MR <= 3, DR <= 3.

% Trang thai dich
goal_state((0, 0, 3, 3, 1)).

% Cac buoc di chuyen
% Di chuyen 2 nguoi tu trai sang phai
move((ML, DL, MR, DR, 0), (ML2, DL, MR2, DR, 1)) :- ML2 is ML - 2, MR2 is
MR + 2, safe(ML2, DL, MR2, DR).

% Di chuyen 1 nguoi tu trai sang phai
move((ML, DL, MR, DR, 0), (ML2, DL, MR2, DR, 1)) :- ML2 is ML - 1, MR2 is
MR + 1, safe(ML2, DL, MR2, DR).

% Di chuyen 2 quy tu trai sang phai
move((ML, DL, MR, DR, 0), (ML, DL2, MR, DR2, 1)) :- DL2 is DL - 2, DR2 is DR
+ 2, safe(ML, DL2, MR, DR2).

% Di chuyen 1 quy tu trai sang phai
```

move((ML, DL, MR, DR, 0), (ML, DL2, MR, DR2, 1)) :- DL2 is DL - 1, DR2 is DR + 1, safe(ML, DL2, MR, DR2).

% Di chuyen 1 nguoi, 1 quy tu trai sang phai

move((ML, DL, MR, DR, 0), (ML2, DL2, MR2, DR2, 1)) :- ML2 is ML - 1, DL2 is DL - 1, MR2 is MR + 1, DR2 is DR + 1, safe(ML2, DL2, MR2, DR2).

% Di chuyen 2 nguoi tu phai sang trai

move((ML, DL, MR, DR, 1), (ML2, DL, MR2, DR, 0)) :- MR2 is MR - 2, ML2 is ML + 2, safe(ML2, DL, MR2, DR).

% Di chuyen 1 nguoi tu phai sang trai

move((ML, DL, MR, DR, 1), (ML2, DL, MR2, DR, 0)) :- MR2 is MR - 1, ML2 is ML + 1, safe(ML2, DL, MR2, DR).

% Di chuyen 2 quy tu phai sang trai

move((ML, DL, MR, DR, 1), (ML, DL2, MR, DR2, 0)) :- DR2 is DR - 2, DL2 is DL + 2, safe(ML, DL2, MR, DR2).

%Di chuyen 1 quy tu phai sang trai

move((ML, DL, MR, DR, 1), (ML, DL2, MR, DR2, 0)) :- DR2 is DR - 1, DL2 is DL + 1, safe(ML, DL2, MR, DR2).

% Di chuyen 1 nguoi, 1 quy tu phai sang trai

move((ML, DL, MR, DR, 1), (ML2, DL2, MR2, DR2, 0)) :- MR2 is MR - 1, DR2 is DR - 1, ML2 is ML + 1, DL2 is DL + 1, safe(ML2, DL2, MR2, DR2).

% Ham DFS tim kiem

dfs(State, Visited, Solution) :-

 (goal_state(State) ->

 reverse(Visited, Solution),!

 ;

 move(State, NextState),

 \+ member(NextState, Visited),

 dfs(NextState, [NextState | Visited], Solution)

).

% Ham chinh

```
missionaries_and_cannibals2 :-  
    setof(Solution, dfs((3, 3, 0, 0, 0), [(3, 3, 0, 0, 0)], Solution), UniqueSolutions),  
    print_solutions(UniqueSolutions).  
% Ham in ra ket qua  
print_solutions([]).  
print_solutions([H|T]) :-  
    write(H), nl,  
    print_solutions(T).
```

BÀI 2:

Bài toán "Gia đình thuê thuyền qua sông" yêu cầu một gia đình gồm có hai người lớn và hai đứa trẻ phải thuê một chiếc thuyền nhỏ để tự chèo qua sông.

Các quy tắc bao gồm:

1. Thuyền có sức chứa tối đa là 1 người lớn hoặc 2 đứa trẻ mỗi lần đi.
2. Sau khi cả gia đình đã qua sông, thuyền phải được trả lại cho người chủ thuyền.
3. Người lớn, đứa trẻ, và người chủ thuyền đều có thể tự chèo thuyền.

Hãy giải bài toán trên bằng lập trình logic.

BÀI LÀM

1. Số lượng đối tượng tham gia vào trạng thái của bài toán:

- Số người lớn: 3
- Số trẻ em: 2
- Sức chứa của thuyền: 1 người lớn hoặc 2 trẻ em

2. Biểu diễn trạng thái của bài toán

Định nghĩa một trạng thái: $State(A, C, B)$.

Mỗi trạng thái được biểu diễn bởi số lượng người lớn, trẻ em ở bờ bên phải và vị trí của chiếc thuyền, trong đó mỗi phần tử được định nghĩa là:

- A: Số người lớn ở bên phải sông.
- C: Số trẻ em ở bên phải sông.
- B: Vị trí của thuyền (0: là vị trí thuyền bên bờ trái, 1: là vị trí thuyền bên bờ phải).

Ví dụ: $State(1, 1, 0)$ có nghĩa là:

- 1: Là 1 người lớn đang ở bên phải
- 1: Là 1 trẻ em đang ở bên phải
- 0: Là chiếc thuyền đang ở bên trái

Trạng thái ban đầu: $state(0,0,0)$ (Không có người lớn và trẻ nhỏ nào ở bờ bên phải, thuyền ở bờ bên trái).

Trạng thái đích: $state(3,2,1)$ (Có 3 người lớn và 2 trẻ nhỏ ở bờ bên phải, thuyền ở bờ bên phải).

3. Các thao tác / hành động có thể tác động lên các trạng thái:

Các phép toán mô tả các thao tác di chuyển hợp lệ của các thành viên trong gia đình bao gồm:

- Di chuyển 1 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải.
- Di chuyển 2 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải.
- Di chuyển 1 người lớn từ bờ trái sang bờ phải.
- Di chuyển 1 trẻ em từ bờ phải sang bờ trái.
- Di chuyển 2 trẻ em từ bờ phải sang bờ trái.
- Di chuyển 1 người lớn từ bờ phải sang bờ trái.

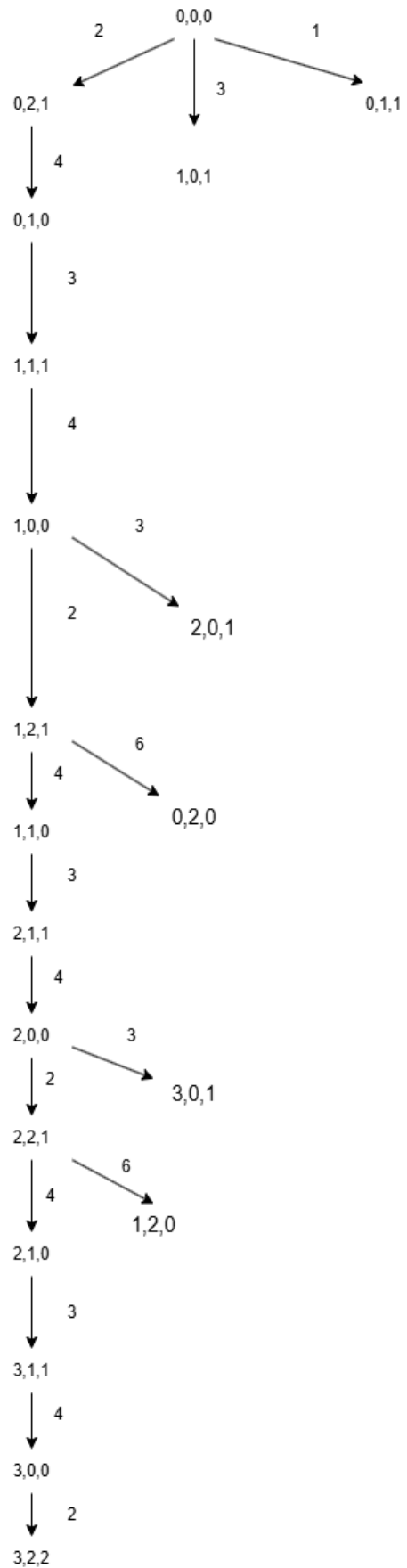
4. Mô tả không gian trạng thái:

Ràng buộc:

- Sức chứa của thuyền: Thuyền có sức chứa tối đa là 1 người lớn hoặc 2 đứa trẻ mỗi lần đi.
- Sau khi cả gia đình đã qua sông, thuyền phải được trả lại cho người chủ thuyền.

Hình vẽ:

1. Di chuyển 1 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải.
2. Di chuyển 2 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải.
3. Di chuyển 1 người lớn từ bờ trái sang bờ phải.
4. Di chuyển 1 trẻ em từ bờ phải sang bờ trái.
5. Di chuyển 2 trẻ em từ bờ phải sang bờ trái.
6. Di chuyển 1 người lớn từ bờ phải sang bờ trái.



Số lượng trạng thái trong không gian trạng thái: 20

- Các trạng thái là :

$\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 0), (2, 1, 1), (2, 0, 0), (2, 2, 1), (2, 1, 0), (3, 1, 1), (3, 0, 0), (3, 2, 1), (1, 2, 0), (3, 0, 1), (0, 2, 0), (2, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$

5. Áp dụng thuật toán DFS để tìm nghiệm:

- Khởi tạo :

- Open: $\{(0, 0, 0)\}$
- Close : $\{\}$

- Bước 1:

- Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(0, 0, 0)$
- Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 2 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải:
 $(0, 0, 0) \Rightarrow (0, 2, 1)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải:
 $(0, 0, 0) \Rightarrow (0, 1, 1)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ trái sang bờ phải:
 $(0, 0, 0) \Rightarrow (1, 0, 1)$ (hợp lệ)
- Trạng thái mới được sinh ra: $(0, 2, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)$
- Open : $\{(0, 2, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
- Close : $\{(0, 0, 0)\}$

- Bước 2:

- Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(0, 2, 1)$
- Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 1 trẻ em từ bờ phải sang bờ trái:
 $(0, 2, 1) \Rightarrow (0, 1, 0)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 2 trẻ em từ bờ phải sang bờ trái:
 $(0, 2, 1) \Rightarrow (0, 0, 0)$ (không hợp lệ, trùng)
- Trạng thái mới được sinh ra: $(0, 1, 0)$
- Open : $\{(0, 1, 0), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
- Close : $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1)\}$

- Bước 3 :

- Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(0, 1, 0)$
- Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 1 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải:
 $(0, 1, 0) \Rightarrow (0, 2, 1)$ (không hợp lệ, trùng)
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ trái sang bờ phải:
 $(0, 1, 0) \Rightarrow (1, 1, 1)$ (hợp lệ)
- Trạng thái mới được sinh ra: $(1, 1, 1)$

- Open : $\{(1, 1, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
- Close : $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0)\}$
- **Bước 4 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(1, 1, 1)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 1 trẻ em từ bờ phải sang bờ trái:
 $(1, 1, 1) \Rightarrow (1, 0, 0)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ phải sang bờ trái:
 $(1, 1, 1) \Rightarrow (0, 1, 0)$ (không hợp lệ, trùng)
 - Trạng thái mới được sinh ra: $(1, 0, 0)$
 - Open : $\{(1, 0, 0), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
 - Close : $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1)\}$
- **Bước 5 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(1, 0, 0)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 2 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải:
 $(1, 0, 0) \Rightarrow (1, 2, 1)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ trái sang bờ phải:
 $(1, 0, 0) \Rightarrow (2, 0, 1)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải:
 $(1, 0, 0) \Rightarrow (1, 1, 1)$ (không hợp lệ, trùng)
 - Trạng thái mới được sinh ra: $(1, 2, 1), (2, 0, 1)$
 - Open : $\{(1, 2, 1), (2, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
 - Close : $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0)\}$
- **Bước 6 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(1, 2, 1)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 1 trẻ em từ bờ phải sang bờ trái:
 $(1, 2, 1) \Rightarrow (1, 1, 0)$ (hợp lệ).
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ phải sang bờ trái:
 $(1, 2, 1) \Rightarrow (0, 2, 0)$ (hợp lệ)
 - Trạng thái mới được sinh ra: $(1, 1, 0), (0, 2, 0)$
 - Open : $\{(1, 1, 0), (0, 2, 0), (2, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
 - Close : $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1)\}$
- **Bước 7 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(1, 1, 0)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ trái sang bờ phải:
 $(1, 1, 0) \Rightarrow (2, 1, 1)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải:
 $(1, 1, 0) \Rightarrow (1, 2, 1)$ (không hợp lệ, trùng)
 - Trạng thái mới được sinh ra: $(2, 1, 1)$

- Open : $\{(2, 1, 1), (0, 2, 0), (2, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
- Close : $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 0)\}$
- **Bước 8 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(2, 1, 1)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 1 trẻ em từ bờ phải sang bờ trái:
 $(2, 1, 1) \Rightarrow (2, 0, 0)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ phải sang bờ trái:
 $(2, 1, 1) \Rightarrow (1, 1, 0)$ (không hợp lệ , trùng)
 - Trạng thái mới được sinh ra: $(2, 0, 0)$
 - Open : $\{(2, 0, 0), (0, 2, 0), (2, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
 - Close : $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 0), (2, 1, 1)\}$
- **Bước 9 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(2, 0, 0)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 2 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải:
 $(2, 0, 0) \Rightarrow (2, 2, 1)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải:
 $(2, 0, 0) \Rightarrow (2, 1, 0)$ (không hợp lệ , trùng)
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ trái sang bờ phải:
 $(2, 0, 0) \Rightarrow (3, 0, 1)$ (hợp lệ)
 - Trạng thái mới được sinh ra: $(2, 2, 1), (3, 0, 1)$
 - Open : $\{(2, 2, 1), (3, 0, 1), (0, 2, 0), (2, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
 - Close: $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 0), (2, 1, 1), (2, 0, 0)\}$
- **Bước 10 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(2, 2, 1)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 1 trẻ em từ bờ phải sang bờ trái:
 $(2, 2, 1) \Rightarrow (2, 1, 0)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ phải sang bờ trái:
 $(2, 2, 1) \Rightarrow (1, 2, 0)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 2 trẻ em từ bờ phải sang bờ trái:
 $(2, 2, 1) \Rightarrow (2, 0, 0)$ (không hợp lệ, trùng)
 - Trạng thái mới được sinh ra: $(2, 1, 0), (1, 2, 0)$
 - Open : $\{(2, 1, 0), (1, 2, 0), (3, 0, 1), (0, 2, 0), (2, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
 - Close : $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 0), (2, 1, 1), (2, 0, 0), (2, 2, 1)\}$
- **Bước 11 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(2, 1, 0)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :

- Di chuyển 1 người lớn từ bờ trái sang bờ phải:
 $(2, 1, 0) \Rightarrow (3, 1, 1)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải:
 $(2, 1, 0) \Rightarrow (2, 0, 0)$ (không hợp lệ, trùng)
- Trạng thái mới được sinh ra: $(3, 1, 1)$
- Open : $\{(3, 1, 1), (1, 2, 0), (3, 0, 1), (0, 2, 0), (2, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
- Close: $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 0), (2, 1, 1), (2, 0, 0), (2, 2, 1), (2, 1, 0)\}$
- **Bước 12 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(3, 1, 1)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 1 trẻ em từ bờ phải sang bờ trái:
 $(3, 1, 1) \Rightarrow (3, 0, 0)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ phải sang bờ trái:
 $(3, 1, 1) \Rightarrow (2, 1, 0)$ (không hợp lệ, trùng)
 - Trạng thái mới được sinh ra: $(3, 0, 0)$
 - Open : $\{(3, 0, 0), (1, 2, 0), (3, 0, 1), (0, 2, 0), (2, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
 - Close: $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 0), (2, 1, 1), (2, 0, 0), (2, 2, 1), (2, 1, 0), (3, 1, 1)\}$
- **Bước 13 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(3, 0, 0)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 2 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải:
 $(3, 0, 0) \Rightarrow (3, 2, 1)$ (hợp lệ)
 - Di chuyển 1 trẻ em từ bờ trái sang bờ phải:
 $(3, 0, 0) \Rightarrow (3, 1, 1)$ (không hợp lệ, trùng)
 - Trạng thái mới được sinh ra: $(3, 2, 1)$
 - Open : $\{(3, 2, 1), (1, 2, 0), (3, 0, 1), (0, 2, 0), (2, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
 - Close: $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 0), (2, 1, 1), (2, 0, 0), (2, 2, 1), (2, 1, 0), (3, 1, 1), (3, 0, 0)\}$
- **Bước 14 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(3, 2, 1)$ **Đạt trạng thái đích**
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Trạng thái mới được sinh ra:
 - Open : $\{(1, 2, 0), (3, 0, 1), (0, 2, 0), (2, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
 - Close: $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 0), (2, 1, 1), (2, 0, 0), (2, 2, 1), (2, 1, 0), (3, 1, 1), (3, 0, 0), (3, 2, 1)\}$
- **Bước 15 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(1, 2, 0)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ trái sang bờ phải.
 $(1, 2, 0) \Rightarrow (2, 2, 1)$ (không hợp lệ, trùng)

- Trạng thái mới được sinh ra:
- Open : $\{(3, 0, 1), (0, 2, 0), (2, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
- Close: $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 0), (2, 1, 1), (2, 0, 0), (2, 2, 1), (2, 1, 0), (3, 1, 1), (3, 0, 0), (3, 2, 1), (1, 2, 0)\}$
- **Bước 16 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(3, 0, 1)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ phải sang bờ trái:
 $(3, 0, 1) \Rightarrow (2, 0, 0)$ (không hợp lệ, trùng)
 - Trạng thái mới được sinh ra:
 - Open : $\{(0, 2, 0), (2, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
 - Close: $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 0), (2, 1, 1), (2, 0, 0), (2, 2, 1), (2, 1, 0), (3, 1, 1), (3, 0, 0), (3, 2, 1), (1, 2, 0), (3, 0, 1)\}$
- **Bước 17 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(0, 2, 0)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ trái sang bờ phải.
 $(0, 2, 0) \Rightarrow (1, 2, 1)$ (không hợp lệ, trùng)
 - Trạng thái mới được sinh ra:
 - Open : $\{(2, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
 - Close : $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 0), (2, 1, 1), (2, 0, 0), (2, 2, 1), (2, 1, 0), (3, 1, 1), (3, 0, 0), (3, 2, 1), (1, 2, 0), (3, 0, 1), (0, 2, 0)\}$
- **Bước 18 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(2, 0, 1)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ phải sang bờ trái.
 $(2, 0, 1) \Rightarrow (1, 0, 0)$ (không hợp lệ, trùng)
 - Trạng thái mới được sinh ra:
 - Open : $\{(0, 1, 1), (1, 0, 1)\}$
 - Close : $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 0), (2, 1, 1), (2, 0, 0), (2, 2, 1), (2, 1, 0), (3, 1, 1), (3, 0, 0), (3, 2, 1), (1, 2, 0), (3, 0, 1), (0, 2, 0), (2, 0, 1)\}$
- **Bước 19 :**
 - Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): $(0, 1, 1)$
 - Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 1 người lớn từ bờ trái sang bờ phải.
 $(0, 1, 1) \Rightarrow (0, 0, 0)$ (không hợp lệ, trùng)
 - Trạng thái mới được sinh ra:
 - Open : $\{(1, 0, 1)\}$
 - Close : $\{(0, 0, 0), (0, 2, 1), (0, 1, 0), (1, 1, 1), (1, 0, 0), (1, 2, 1), (1, 1, 0),$

(2, 1, 1),(2, 0, 0),(2, 2, 1),(2, 1, 0),(3, 1, 1),(3, 0, 0),(3, 2, 1),(1, 2, 0),(3, 0, 1),(0, 2, 0),(2, 0, 1),(0, 1, 1)}

● **Bước 20 :**

- Trạng thái đang xét (lấy từ OPEN): (1, 0, 1)
- Trạng thái sinh ra (áp dụng các thao tác vào trạng thái đang xét) :
 - Di chuyển 1 trẻ em từ bờ phải sang bờ trái.
(1, 0, 1) \Rightarrow (0, 0, 0) (không hợp lệ, trùng)
- Trạng thái mới được sinh ra:
- Open : { }
- Close: {(0, 0, 0),(0, 2, 1),(0, 1, 0),(1, 1, 1),(1, 0, 0),(1, 2, 1),(1, 1, 0),(2, 1, 1),(2, 0, 0),(2, 2, 1),(2, 1, 0),(3, 1, 1),(3, 0, 0),(3, 2, 1),(1, 2, 0),(3, 0, 1),(0, 2, 0),(2, 0, 1),(0, 1, 1),(1, 0, 1)}

6. Chương trình Prolog:

```
% Trạng thái đích
goal_state((3, 2, 1)).

% Các bước di chuyển

% Di chuyển 1 trẻ từ trái sang phải
move((A, C, 0), (A, C2, 1)) :- C2 is C + 1, C2 <= 2, C2 >= 0.

% Di chuyển 2 trẻ từ trái sang phải
move((A, C, 0), (A, C2, 1)) :- C2 is C + 2, C2 <= 2, C2 >= 0.

% Di chuyển 1 người lớn từ trái sang phải
move((A, C, 0), (A2, C, 1)) :- A2 is A + 1, A2 <= 3, A2 >= 0.

% Di chuyển 1 trẻ từ phải sang trái
move((A, C, 1), (A, C2, 0)) :- C2 is C - 1, C2 >= 0, C2 <= 2.

% Di chuyển 2 trẻ từ phải sang trái
move((A, C, 1), (A, C2, 0)) :- C2 is C - 2, C2 >= 0, C2 <= 2.

% Di chuyển 1 người lớn từ phải sang trái
move((A, C, 1), (A2, C, 0)) :- A2 is A - 1, A2 >= 0, A2 <= 3.

% Hàm DFS tìm kiếm
dfs(State, Visited, Solution) :-
```

```

(goal_state(State) ->
  reverse(Visited, Solution),!
;
  move(State, NextState),
  \+ member(NextState, Visited),
  dfs(NextState, [NextState | Visited], Solution)
).

% Ham chinh
family_crossing(Solution) :-
  dfs((0, 0, 0), [(0, 0, 0)], Solution).

```