

Giải Thuật Tìm Kiếm

Nhập Môn Trí Tuệ Nhân Tạo

Triệu Tấn Hùng - 1812475
La Quốc Nhật Huân - 1812327
Nguyễn Long Nhật - 1813367

- ★ Depth First Search \rightsquigarrow The N - Puzzle
- ★ Genetic Algorithm \rightsquigarrow Sudoku
- ★ A star Algorithm \rightsquigarrow Path Finding

The N-Puzzle Problem

The N - Puzzle

- Định nghĩa trạng thái bài toán
 - ◆ Xét bài toán đơn giản n - puzzle gồm một bảng $k \times k$ với các ô số được đánh từ $1 \rightarrow n$ và một ô trống.
 - ◆ Trạng thái bài toán là vị trí của các ô số và ô trống ở thời điểm đang xét.

The N - Puzzle

● Định nghĩa trạng thái bài toán

- ◆ Xét bài toán đơn giản n - puzzle gồm một bảng $k \times k$ với các ô số được đánh từ $1 \rightarrow n$ và một ô trống.
- ◆ Trạng thái bài toán là vị trí của các ô số và ô trống ở thời điểm đang xét.

● Trạng thái khởi đầu

- ◆ Ở trạng thái bắt đầu, các ô và ô trống được sắp đặt ngẫu nhiên.

The N - Puzzle

● Định nghĩa trạng thái bài toán

- ◆ Xét bài toán đơn giản n - puzzle gồm một bảng $k \times k$ với các ô số được đánh từ $1 \rightarrow n$ và một ô trống.
- ◆ Trạng thái bài toán là vị trí của các ô số và ô trống ở thời điểm đang xét.

● Trạng thái khởi đầu

- ◆ Ở trạng thái bắt đầu, các ô và ô trống được sắp đặt ngẫu nhiên.

● Trạng thái kết thúc

- ◆ Trạng thái mà các ô và ô trống đúng thứ tự bất kỳ mà mình mong muốn.

The N - Puzzle

- Trạng thái khởi đầu

| | | |
|---|---|---|
| 5 | 2 | 7 |
| 8 | 4 | |
| 1 | 3 | 6 |

| | | |
|---|---|---|
| | 3 | 2 |
| 8 | 7 | 1 |
| 4 | 5 | 6 |

- Trạng thái kết thúc

| | | | |
|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 9 | 7 | 8 |
| 6 | 5 | 12 | 15 |
| 13 | 10 | 14 | 11 |

| | | | |
|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | |

The N - Puzzle

● Các luật di chuyển

- ◆ Để đơn giản trong cách tiếp cận bài toán, người ta giả định chỉ có 4 ô trống là có thể di chuyển lên - xuống - trái - phải.

The N - Puzzle

● Các luật di chuyển

- ◆ Để đơn giản trong cách tiếp cận bài toán, người ta giả định chỉ có 4 ô trống là có thể di chuyển lên - xuống - trái - phải.
- ◆ Trái: Vị trí của ô trống không thể ở cột bên trái ngoài cùng.

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 8 | 4 |
| 7 | 5 | 6 |

The N - Puzzle

● Các luật di chuyển

- ◆ Để đơn giản trong cách tiếp cận bài toán, người ta giả định chỉ có 4 ô trống là có thể di chuyển lên - xuống - trái - phải.
- ◆ Trái: Vị trí của ô trống không thể ở cột bên trái ngoài cùng.

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 8 | 4 |
| 7 | 5 | 6 |

Ví dụ hợp lệ:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 8 | | 4 |
| 7 | 5 | 6 |



| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 8 | 4 |
| 7 | 5 | 6 |

The N - Puzzle

● Các luật di chuyển

◆ Phải: Vị trí của ô trống không thể ở cột bên phải ngoài cùng.

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 8 | 4 | |
| 7 | 5 | 6 |

The N - Puzzle

● Các luật di chuyển

◆ Phải: Vị trí của ô trống không thể ở cột bên phải ngoài cùng.

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 8 | 4 | |
| 7 | 5 | 6 |

Ví dụ hợp lệ:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 8 | | 4 |
| 7 | 5 | 6 |



| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 8 | 4 | |
| 7 | 5 | 6 |

The N - Puzzle

● Các luật di chuyển

◆ Lên: Vị trí của ô trống không thể ở dòng trên cùng.

| | | |
|---|---|---|
| 1 | | 3 |
| 8 | 2 | 4 |
| 7 | 5 | 6 |

The N - Puzzle

● Các luật di chuyển

◆ Lên: Vị trí của ô trống không thể ở dòng trên cùng.

| | | |
|---|---|---|
| 1 | | 3 |
| 8 | 2 | 4 |
| 7 | 5 | 6 |

Ví dụ hợp lệ:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 8 | | 4 |
| 7 | 5 | 6 |

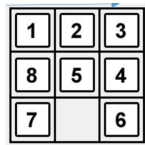


| | | |
|---|---|---|
| 1 | | 3 |
| 8 | 2 | 4 |
| 7 | 5 | 6 |

The N - Puzzle

● Các luật di chuyển

◆ Xuống: Vị trí của ô trống không thể ở dòng dưới cùng.

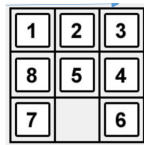


| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 8 | 5 | 4 |
| 7 | | 6 |

The N - Puzzle

● Các luật di chuyển

◆ Xuống: Vị trí của ô trống không thể ở dòng dưới cùng.



| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 8 | 5 | 4 |
| 7 | | 6 |

Ví dụ hợp lệ:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 8 | | 4 |
| 7 | 5 | 6 |



| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 8 | 5 | 4 |
| 7 | | 6 |

Demo

The N - Puzzle

- Trạng thái khởi đầu

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | 3 | 4 |
| 7 | | 8 |

- Trạng thái kết thúc

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 | |

- Các bước di chuyển: ['Up', 'Up', 'Right', 'Down', 'Down', 'Left', 'Up', 'Up', 'Left', 'Down', 'Down', 'Right', 'Up', 'Right', 'Down', 'Left', 'Up', 'Right', 'Up', 'Left', 'Down', 'Left', 'Down', 'Right', 'Right', 'Up', 'Up', 'Left', 'Down', 'Down', 'Right', 'Up', 'Left', 'Up', 'Left', 'Down', 'Right', 'Down', 'Left', 'Up', 'Right', 'Right', 'Down']

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 5 |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 5 |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

right

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 5 |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | |
| 7 | 3 | 8 |

down

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 5 |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | |
| 7 | 3 | 8 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | 3 | |

down

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 5 |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | |
| 7 | 3 | 8 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | 3 | |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | | 3 |

left

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 5 |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | |
| 7 | 3 | 8 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | 3 | |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 5 |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | |
| 7 | 3 | 8 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | 3 | |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 5 |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | |
| 7 | 3 | 8 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | 3 | |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 6 | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

left

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 5 |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | |
| 7 | 3 | 8 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | 3 | |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 6 | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

down

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 5 |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | |
| 7 | 3 | 8 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | 3 | |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 6 | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 5 | 8 |
| | 1 | 3 |

down

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 5 |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | |
| 7 | 3 | 8 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | 3 | |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 6 | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 5 | 8 |
| | 1 | 3 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 5 | 8 |
| 1 | | 3 |

right

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 5 |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | |
| 7 | 3 | 8 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | 3 | |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 6 | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 5 | 8 |
| | 1 | 3 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 5 | 8 |
| 1 | | 3 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 8 |
| 1 | 5 | 3 |

up

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 5 |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | |
| 7 | 3 | 8 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | 3 | |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 6 | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 5 | 8 |
| | 1 | 3 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 5 | 8 |
| 1 | | 3 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 8 |
| 1 | 5 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | |
| 1 | 5 | 3 |

right

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 1 | 5 |
| 2 | | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 5 |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | |
| 2 | 1 | 4 |
| 7 | 3 | 8 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | |
| 7 | 3 | 8 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | 3 | |

down

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | 1 | 8 |
| 7 | | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 5 | 4 |
| 2 | | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 6 | | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 6 | 4 |
| 2 | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| | 5 | 8 |
| 7 | 1 | 3 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 5 | 8 |
| | 1 | 3 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 5 | 8 |
| 1 | | 3 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 8 |
| 1 | 5 | 3 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | |
| 1 | 5 | 3 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | 5 | |

down

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 3 |
| 1 | 8 | 5 |

up

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 3 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 3 | |
| 1 | 8 | 5 |

right

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 3 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 3 | |
| 1 | 8 | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

up

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 3 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 3 | |
| 1 | 8 | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 6 |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 3 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 3 | |
| 1 | 8 | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 6 |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 7 | | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

down

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 3 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 3 | |
| 1 | 8 | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 6 |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 7 | | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| | 7 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 3 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 3 | |
| 1 | 8 | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 6 |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 7 | | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| | 7 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| | 8 | 5 |

down

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 3 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 3 | |
| 1 | 8 | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 6 |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 7 | | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| | 7 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| 8 | | 5 |

right

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 3 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 3 | |
| 1 | 8 | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 6 |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 7 | | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| | 7 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| 8 | | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| 8 | 5 | |

right

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 3 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 3 | |
| 1 | 8 | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 6 |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 7 | | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| | 7 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| 8 | | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| 8 | 5 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | |
| 8 | 5 | 4 |

up

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 3 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 3 | |
| 1 | 8 | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 6 |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 7 | | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| | 7 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| 8 | | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| 8 | 5 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | |
| 8 | 5 | 4 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | |
| 1 | 7 | 6 |
| 8 | 5 | 4 |

up

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 3 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 3 | |
| 1 | 8 | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 6 |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 7 | | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| | 7 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| 8 | | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| 8 | 5 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | |
| 8 | 5 | 4 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | |
| 1 | 7 | 6 |
| 8 | 5 | 4 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 3 |
| 1 | 7 | 6 |
| 8 | 5 | 4 |

left

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 3 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 3 | |
| 1 | 8 | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 6 |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 7 | | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| | 7 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| 8 | | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| 8 | 5 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | |
| 8 | 5 | 4 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | |
| 1 | 7 | 6 |
| 8 | 5 | 4 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 3 |
| 1 | 7 | 6 |
| 8 | 5 | 4 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | | 6 |
| 8 | 5 | 4 |

down

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 8 | 3 |
| 1 | | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | | 3 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | 4 |
| 7 | 3 | |
| 1 | 8 | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 6 | |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 6 |
| 7 | 3 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 7 | | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| | 7 | 4 |
| 1 | 8 | 5 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| | 8 | 5 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| 8 | | 5 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | 4 |
| 8 | 5 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 6 |
| 1 | 7 | |
| 8 | 5 | 4 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | |
| 1 | 7 | 6 |
| 8 | 5 | 4 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 3 |
| 1 | 7 | 6 |
| 8 | 5 | 4 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | | 6 |
| 8 | 5 | 4 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | 6 |
| 8 | | 4 |

down

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | 6 |
| 8 | 4 | |

right

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | 6 |
| 8 | 4 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | |
| 8 | 4 | 6 |

up

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | 6 |
| 8 | 4 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | 6 |
| 8 | 4 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

up

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | 6 |
| 8 | 4 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 2 | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | 6 |
| 8 | 4 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 2 | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

down

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | 6 |
| 8 | 4 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 2 | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

right

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | 6 |
| 8 | 4 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 2 | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | 4 | 5 |
| 8 | | 6 |

down

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | 6 |
| 8 | 4 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 2 | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | 4 | 5 |
| 8 | | 6 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | 4 | 5 |
| | 8 | 6 |

left

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | 6 |
| 8 | 4 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 2 | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | 4 | 5 |
| 8 | | 6 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | 4 | 5 |
| | 8 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 4 | 5 |
| 7 | 8 | 6 |

up

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | 6 |
| 8 | 4 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 2 | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | 4 | 5 |
| 8 | | 6 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | 4 | 5 |
| | 8 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 4 | 5 |
| 7 | 8 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | | 5 |
| 7 | 8 | 6 |

right

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | 6 |
| 8 | 4 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 2 | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | 4 | 5 |
| 8 | | 6 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | 4 | 5 |
| | 8 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 4 | 5 |
| 7 | 8 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | | 5 |
| 7 | 8 | 6 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | |
| 7 | 8 | 6 |

right

The N - Puzzle

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | 6 |
| 8 | 4 | |

right

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | 5 | |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 7 | 3 |
| 1 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 2 | | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| | 2 | 3 |
| 1 | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 7 | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | | 5 |
| 8 | 4 | 6 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | 4 | 5 |
| 8 | | 6 |

down

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 7 | 4 | 5 |
| | 8 | 6 |

left

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 4 | 5 |
| 7 | 8 | 6 |

up

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | | 5 |
| 7 | 8 | 6 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | |
| 7 | 8 | 6 |

right

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 | |

down

Sudoku Problem

- Định nghĩa trạng thái bài toán
 - ◆ Trạng thái bài toán là quần thể với mỗi cá thể là lời giải bài toán tại thời điểm đang xét.

- Định nghĩa trạng thái bài toán
 - ◆ Trạng thái bài toán là quần thể với mỗi cá thể là lời giải bài toán tại thời điểm đang xét.
- Trạng thái khởi đầu
 - ◆ Trạng thái khởi đầu là quần thể với mỗi cá thể là lời giải bài toán được khởi tạo ngẫu nhiên (có thể có chứa lời giải tối ưu).

- Định nghĩa trạng thái bài toán

- ◆ Trạng thái bài toán là quần thể với mỗi cá thể là lời giải bài toán tại thời điểm đang xét.

- Trạng thái khởi đầu

- ◆ Trạng thái khởi đầu là quần thể với mỗi cá thể là lời giải bài toán được khởi tạo ngẫu nhiên (có thể có chứa lời giải tối ưu).

- Trạng thái kết thúc

- ◆ Trạng thái mà trong quần thể có ít nhất một cá thể là lời giải tối ưu của bài toán.

● Hàm lượng giá

- ◆ Số phần tử phân biệt ở mỗi hàng được 1 điểm \rightarrow tối đa 9 điểm \rightarrow tổng của các hàng tối đa 81 điểm.

● Hàm lượng giá

- ◆ Số phần tử phân biệt ở mỗi hàng được 1 điểm \rightarrow tối đa 9 điểm \rightarrow tổng của các hàng tối đa 81 điểm.
- ◆ Số phần tử phân biệt ở mỗi cột được 1 điểm \rightarrow tối đa 9 điểm \rightarrow tổng của các cột tối đa 81 điểm.

● Hàm lượng giá

- ◆ Số phần tử phân biệt ở mỗi hàng được 1 điểm \rightarrow tối đa 9 điểm \rightarrow tổng của các hàng tối đa 81 điểm.
- ◆ Số phần tử phân biệt ở mỗi cột được 1 điểm \rightarrow tối đa 9 điểm \rightarrow tổng của các cột tối đa 81 điểm.
- ◆ Số phần tử phân biệt ở mỗi lưới 3×3 được 1 điểm \rightarrow tối đa 9 điểm \rightarrow tổng của các lưới tối đa 81 điểm.

● Hàm lượng giá

- ◆ Số phần tử phân biệt ở mỗi hàng được 1 điểm \rightarrow tối đa 9 điểm \rightarrow tổng của các hàng tối đa 81 điểm.
- ◆ Số phần tử phân biệt ở mỗi cột được 1 điểm \rightarrow tối đa 9 điểm \rightarrow tổng của các cột tối đa 81 điểm.
- ◆ Số phần tử phân biệt ở mỗi lưới 3×3 được 1 điểm \rightarrow tối đa 9 điểm \rightarrow tổng của các lưới tối đa 81 điểm.

\Rightarrow Lời giải tối ưu của bài toán khi hàm lượng giá đạt 243 điểm.

● Hàm lượng giá

- ◆ Số phần tử phân biệt ở mỗi hàng được 1 điểm \rightarrow tối đa 9 điểm \rightarrow tổng của các hàng tối đa 81 điểm.
- ◆ Số phần tử phân biệt ở mỗi cột được 1 điểm \rightarrow tối đa 9 điểm \rightarrow tổng của các cột tối đa 81 điểm.
- ◆ Số phần tử phân biệt ở mỗi lưới 3×3 được 1 điểm \rightarrow tối đa 9 điểm \rightarrow tổng của các lưới tối đa 81 điểm.

\Rightarrow Lời giải tối ưu của bài toán khi hàm lượng giá đạt 243 điểm.

\Rightarrow Chọn cách khởi tạo ngẫu nhiên lời giải bài toán có mỗi hàng đều chứa 9 giá trị phân biệt 1-9 \rightarrow Lời giải tối ưu của bài toán khi hàm lượng giá đạt 162 điểm (do luôn thỏa ràng buộc về hàng).

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).
- ◆ Chọn thể hệ tiếp theo

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

◆ Chọn thể hệ tiếp theo

- ① Chọn ngẫu nhiên 2 cá thể khác nhau trong quần thể.

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

◆ Chọn thể hệ tiếp theo

- ① Chọn ngẫu nhiên 2 cá thể khác nhau trong quần thể.
- ② Tính toán độ tốt cho mỗi cá thể đó.

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

◆ Chọn thể hệ tiếp theo

- ① Chọn ngẫu nhiên 2 cá thể khác nhau trong quần thể.
- ② Tính toán độ tốt cho mỗi cá thể đó.
- ③ Cá thể tốt hơn sẽ có xác suất được chọn nhiều hơn.

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

◆ Chọn thể hệ tiếp theo

- ① Chọn ngẫu nhiên 2 cá thể khác nhau trong quần thể.
- ② Tính toán độ tốt cho mỗi cá thể đó.
- ③ Cá thể tốt hơn sẽ có xác suất được chọn nhiều hơn.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 4 | 4 | 7 | 9 | 6 | 8 | 5 |
| 6 | 9 | 8 | 1 | 6 | 2 | 7 | 3 | 4 |
| 7 | 6 | 2 | 5 | 3 | 8 | 2 | 1 | 9 |
| 8 | 7 | 1 | 2 | 4 | 5 | 9 | 2 | 6 |
| 3 | 6 | 9 | 7 | 2 | 6 | 8 | 5 | 1 |
| 2 | 5 | 6 | 8 | 9 | 1 | 4 | 7 | 3 |
| 4 | 2 | 7 | 9 | 1 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| 9 | 1 | 5 | 6 | 8 | 7 | 3 | 4 | 2 |
| 6 | 8 | 3 | 2 | 5 | 4 | 1 | 9 | 7 |



80%

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 4 | 4 | 7 | 9 | 6 | 8 | 5 |
| 6 | 9 | 8 | 1 | 6 | 2 | 7 | 1 | 4 |
| 7 | 6 | 2 | 5 | 3 | 8 | 2 | 1 | 9 |
| 8 | 7 | 1 | 2 | 4 | 5 | 9 | 2 | 6 |
| 3 | 6 | 9 | 7 | 2 | 6 | 8 | 5 | 1 |
| 2 | 5 | 6 | 8 | 9 | 1 | 4 | 7 | 5 |
| 8 | 2 | 7 | 9 | 1 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| 9 | 1 | 5 | 6 | 8 | 7 | 9 | 4 | 2 |
| 6 | 8 | 3 | 2 | 5 | 4 | 1 | 9 | 7 |



20%

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

◆ Lai tạo

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

◆ Lai tạo

- 1 Chọn được một cặp thể hệ tiếp theo.

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

◆ Lai tạo

- ① Chọn được một cặp thể hệ tiếp theo.
- ② Lựa chọn lưu lại cặp này hoặc lai tạo chúng với nhau cho thể hệ tiếp theo.

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

◆ Lai tạo

- ① Chọn được một cặp thể hệ tiếp theo.
- ② Lựa chọn lưu lại cặp này hoặc lai tạo chúng với nhau cho thể hệ tiếp theo.
- ③ Lai tạo kiểu **Uniform Crossover**.

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

◆ Lai tạo

- ① Chọn được một cặp thể hệ tiếp theo.
- ② Lựa chọn lưu lại cặp này hoặc lai tạo chúng với nhau cho thể hệ tiếp theo.
- ③ Lai tạo kiểu **Uniform Crossover**.
- ④ Các kết quả lai tạo sẽ có xác suất bị đột biến.

- Các luật di chuyển

● Các luật di chuyển

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 4 | 2 | 6 | 8 | 7 | 1 | 9 | 5 |
| 1 | 9 | 7 | 2 | 5 | 4 | 8 | 6 | 3 |
| 5 | 6 | 8 | 9 | 1 | 3 | 2 | 4 | 7 |
| 6 | 8 | 5 | 4 | 7 | 9 | 3 | 1 | 2 |
| 7 | 3 | 4 | 1 | 6 | 2 | 9 | 5 | 8 |
| 2 | 1 | 9 | 5 | 3 | 8 | 6 | 7 | 4 |
| 1 | 2 | 6 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 1 |
| 8 | 5 | 1 | 7 | 2 | 6 | 4 | 3 | 9 |
| 4 | 7 | 3 | 8 | 9 | 1 | 5 | 2 | 6 |



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 | 6 | 9 | 7 |
| 3 | 9 | 6 | 7 | 8 | 2 | 4 | 1 | 5 |
| 4 | 1 | 7 | 9 | 6 | 5 | 3 | 2 | 8 |
| 9 | 7 | 1 | 8 | 5 | 3 | 2 | 4 | 6 |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 7 | 6 | 9 | 8 | 1 |
| 6 | 8 | 2 | 4 | 9 | 1 | 5 | 7 | 3 |
| 2 | 6 | 9 | 1 | 3 | 8 | 7 | 5 | 4 |
| 1 | 5 | 4 | 6 | 2 | 7 | 8 | 3 | 9 |
| 7 | 3 | 8 | 5 | 4 | 9 | 1 | 6 | 2 |



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Sudoku

● Các luật di chuyển

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 4 | 2 | 6 | 8 | 7 | 1 | 9 | 5 |
| 1 | 9 | 7 | 2 | 5 | 4 | 8 | 6 | 3 |
| 5 | 6 | 8 | 9 | 1 | 3 | 2 | 4 | 7 |
| 6 | 8 | 5 | 4 | 7 | 9 | 3 | 1 | 2 |
| 7 | 3 | 4 | 1 | 6 | 2 | 9 | 5 | 8 |
| 2 | 1 | 9 | 5 | 3 | 8 | 6 | 7 | 4 |
| 1 | 2 | 6 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 1 |
| 8 | 5 | 1 | 7 | 2 | 6 | 4 | 3 | 9 |
| 4 | 7 | 3 | 8 | 9 | 1 | 5 | 2 | 6 |



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 | 6 | 9 | 7 |
| 3 | 9 | 6 | 7 | 8 | 2 | 4 | 1 | 5 |
| 4 | 1 | 7 | 9 | 6 | 5 | 3 | 2 | 8 |
| 9 | 7 | 1 | 8 | 5 | 3 | 2 | 4 | 6 |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 7 | 6 | 9 | 8 | 1 |
| 6 | 8 | 2 | 4 | 9 | 1 | 5 | 7 | 3 |
| 2 | 6 | 9 | 1 | 3 | 8 | 7 | 5 | 4 |
| 1 | 5 | 4 | 6 | 2 | 7 | 8 | 3 | 9 |
| 7 | 3 | 8 | 5 | 4 | 9 | 1 | 6 | 2 |



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 4 | 2 | 6 | 8 | 7 | 1 | 9 | 5 |
| 1 | 9 | 7 | 2 | 5 | 4 | 8 | 6 | 3 |
| 4 | 1 | 7 | 9 | 6 | 5 | 3 | 2 | 8 |
| 6 | 8 | 5 | 4 | 7 | 9 | 3 | 1 | 2 |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 7 | 6 | 9 | 8 | 1 |
| 6 | 8 | 2 | 4 | 9 | 1 | 5 | 7 | 3 |
| 2 | 6 | 9 | 1 | 3 | 8 | 7 | 5 | 4 |
| 8 | 5 | 1 | 7 | 2 | 6 | 4 | 3 | 9 |
| 7 | 3 | 8 | 5 | 4 | 9 | 1 | 6 | 2 |



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 | 6 | 9 | 7 |
| 3 | 9 | 6 | 7 | 8 | 2 | 4 | 1 | 5 |
| 5 | 6 | 8 | 9 | 1 | 3 | 2 | 4 | 7 |
| 9 | 7 | 1 | 8 | 5 | 3 | 2 | 4 | 6 |
| 7 | 3 | 4 | 1 | 6 | 2 | 9 | 5 | 8 |
| 2 | 1 | 9 | 5 | 3 | 8 | 6 | 7 | 4 |
| 1 | 2 | 6 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 1 |
| 1 | 5 | 4 | 6 | 2 | 7 | 8 | 3 | 9 |
| 4 | 7 | 3 | 8 | 9 | 1 | 5 | 2 | 6 |

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).
- ◆ Đột biến (random resetting)

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

◆ Đột biến (random resetting)

- ① Lấy kết quả lai tạo thành công ở giai đoạn trước.

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

◆ Đột biến (random resetting)

- ① Lấy kết quả lai tạo thành công ở giai đoạn trước.
- ② Chọn ngẫu nhiên 1 hàng (1-9).

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

◆ Đột biến (random resetting)

- ① Lấy kết quả lai tạo thành công ở giai đoạn trước.
- ② Chọn ngẫu nhiên 1 hàng (1-9).
- ③ Xáo trộn thứ tự của các phần tử không cố định.

● Các luật di chuyển

- Chọn thể hệ tiếp theo (dựa trên xác suất) → lai tạo (dựa trên xác suất) → đột biến (dựa trên xác suất).

◆ Đột biến (random resetting)

- ① Lấy kết quả lai tạo thành công ở giai đoạn trước.
- ② Chọn ngẫu nhiên 1 hàng (1-9).
- ③ Xáo trộn thứ tự của các phần tử không cố định.

⇒ Đột biến là thành công nếu cá thể tốt hơn lúc chưa đột biến.

- Các luật di chuyển

● Các luật di chuyển

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 4 | 2 | 6 | 8 | 7 | 1 | 9 | 5 |
| 1 | 9 | 7 | 2 | 5 | 4 | 8 | 6 | 3 |
| 5 | 6 | 8 | 9 | 1 | 3 | 2 | 4 | 7 |
| 6 | 8 | 5 | 4 | 7 | 9 | 3 | 1 | 2 |
| 7 | 3 | 4 | 1 | 6 | 2 | 9 | 5 | 8 |
| 2 | 1 | 9 | 5 | 3 | 8 | 6 | 7 | 4 |
| 1 | 2 | 6 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 1 |
| 8 | 5 | 1 | 7 | 2 | 6 | 4 | 3 | 9 |
| 4 | 7 | 3 | 8 | 9 | 1 | 5 | 2 | 6 |



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 6 | 8 | 9 | 1 | 3 | 2 | 4 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

● Các luật di chuyển

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 4 | 2 | 6 | 8 | 7 | 1 | 9 | 5 |
| 1 | 9 | 7 | 2 | 5 | 4 | 8 | 6 | 3 |
| 5 | 6 | 8 | 9 | 1 | 3 | 2 | 4 | 7 |
| 6 | 8 | 5 | 4 | 7 | 9 | 3 | 1 | 2 |
| 7 | 3 | 4 | 1 | 6 | 2 | 9 | 5 | 8 |
| 2 | 1 | 9 | 5 | 3 | 8 | 6 | 7 | 4 |
| 1 | 2 | 6 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 1 |
| 8 | 5 | 1 | 7 | 2 | 6 | 4 | 3 | 9 |
| 4 | 7 | 3 | 8 | 9 | 1 | 5 | 2 | 6 |



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 6 | 8 | 9 | 1 | 3 | 2 | 4 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

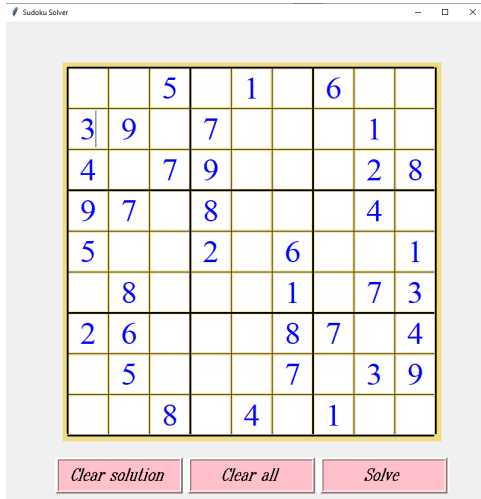
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 2 | 8 | 7 | 1 | 9 | 6 | 4 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 4 | 2 | 6 | 8 | 7 | 1 | 9 | 5 |
| 1 | 9 | 7 | 2 | 5 | 4 | 8 | 6 | 3 |
| 5 | 2 | 8 | 7 | 1 | 9 | 6 | 4 | 3 |
| 6 | 8 | 5 | 4 | 7 | 9 | 3 | 1 | 2 |
| 7 | 3 | 4 | 1 | 6 | 2 | 9 | 5 | 8 |
| 2 | 1 | 9 | 5 | 3 | 8 | 6 | 7 | 4 |
| 1 | 2 | 6 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 1 |
| 8 | 5 | 1 | 7 | 2 | 6 | 4 | 3 | 9 |
| 4 | 7 | 3 | 8 | 9 | 1 | 5 | 2 | 6 |

Demo

Sudoku



Hình: Khởi tạo giá trị cố định cho sudoku

Sudoku

Sudoku Solver

Solution Found at 328 generation
Time: 57.72670531272888 s

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 | 6 | 9 | 7 |
| 3 | 9 | 6 | 7 | 8 | 2 | 4 | 1 | 5 |
| 4 | 1 | 7 | 9 | 6 | 5 | 3 | 2 | 8 |
| 9 | 7 | 1 | 8 | 5 | 3 | 2 | 4 | 6 |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 7 | 6 | 9 | 8 | 1 |
| 6 | 8 | 2 | 4 | 9 | 1 | 5 | 7 | 3 |
| 2 | 6 | 9 | 1 | 3 | 8 | 7 | 5 | 4 |
| 1 | 5 | 4 | 6 | 2 | 7 | 8 | 3 | 9 |
| 7 | 3 | 8 | 5 | 4 | 9 | 1 | 6 | 2 |

Clear solution *Clear all* *Solve*

Hình: Giải thành công sudoku

Path Finding

Gọi vật đang đi tìm đường là Star. Star sẽ tìm đường đi trên một mạng lưới là tập hợp các điểm (point), với kích thước chiều ngang và chiều dọc cố định. Ngoài ra trên mạng lưới còn tồn tại các bức tường (di chuyển vào hoặc xuyên qua bức tường là không được phép).

- Định nghĩa trạng thái bài toán
 - ◆ Star đang ở điểm có tọa độ (x, y) .
 - ◆ (x, y) không vượt quá kích thước của lưới.
 - ◆ (x, y) không nằm ở vị trí của tường.

● Định nghĩa trạng thái bài toán

- ◆ Star đang ở điểm có tọa độ (x, y) .
- ◆ (x, y) không vượt quá kích thước của lưới.
- ◆ (x, y) không nằm ở vị trí của tường.

● Trạng thái khởi đầu

- ◆ Star đang ở một điểm có tọa độ (x_0, y_0) bất kì, kí hiệu điểm đó là A.
- ◆ A không phải là tường và A nằm trong phạm vi của mạng lưới.

● Định nghĩa trạng thái bài toán

- ◆ Star đang ở điểm có tọa độ (x, y) .
- ◆ (x, y) không vượt quá kích thước của lưới.
- ◆ (x, y) không nằm ở vị trí của tường.

● Trạng thái khởi đầu

- ◆ Star đang ở một điểm có tọa độ (x_0, y_0) bất kì, kí hiệu điểm đó là A.
- ◆ A không phải là tường và A nằm trong phạm vi của mạng lưới.

● Trạng thái kết thúc

- ◆ Star đang ở vị trí có tọa độ (x_n, y_n) là đích đến của bài toán, kí hiệu là Z.
- ◆ Z không phải là tường và Z nằm trong phạm vi của mạng lưới.

- Hàm lượng giá

- ◆ A^* sử dụng hàm lượng giá $f(p) = g(p) + h(p)$.

● Hàm lượng giá

- ◆ A^* sử dụng hàm lượng giá $f(p) = g(p) + h(p)$.
- ◆ $g(p)$: là chi phí di chuyển ngắn nhất từ $A \rightarrow p$.
- ◆ $h(p)$: là chi phí ước tính để đi từ $p \rightarrow Z$.

● Hàm lượng giá

- ◆ A^* sử dụng hàm lượng giá $f(p) = g(p) + h(p)$.
- ◆ $g(p)$: là chi phí di chuyển ngắn nhất từ $A \rightarrow p$.
- ◆ $h(p)$: là chi phí ước tính để đi từ $p \rightarrow Z$.

\Rightarrow Tại mỗi bước, ta cố gắng lựa chọn một điểm sao cho $f(p)$ tại điểm đó là nhỏ nhất.

● Hàm lượng giá

- ◆ A^* sử dụng hàm lượng giá $f(p) = g(p) + h(p)$.
- ◆ $g(p)$: là chi phí di chuyển ngắn nhất từ $A \rightarrow p$.
- ◆ $h(p)$: là chi phí ước tính để đi từ $p \rightarrow Z$.

⇒ Tại mỗi bước, ta cố gắng lựa chọn một điểm sao cho $f(p)$ tại điểm đó là nhỏ nhất.

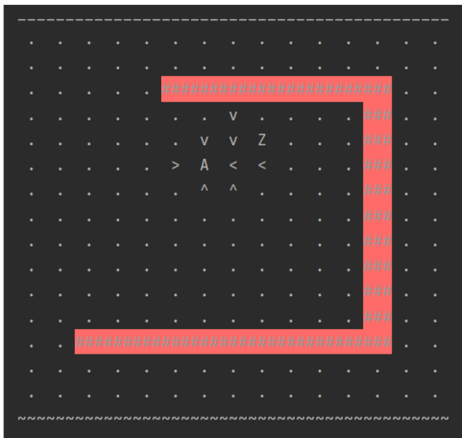
● Các luật di chuyển: $\uparrow, \downarrow, \rightarrow, \leftarrow$.

- ◆ Không được di chuyển quá phạm vi của mạng lưới.
- ◆ Mỗi lần chỉ di chuyển đúng một điểm.
- ◆ Không được di chuyển vào hoặc xuyên qua tường.

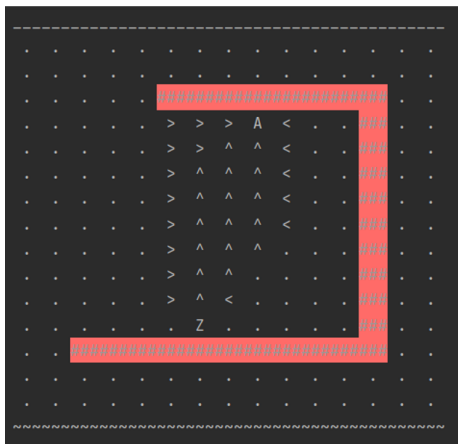
Demo

- Mạng lưới $15 * 15$ với A là điểm bắt đầu, Z là điểm mục tiêu. Kí hiệu ### đại diện cho một điểm trong bức tường và được tô màu đỏ.
- Các kí tự mũi tên biểu hiện mức độ lan truyền các điểm cho đến khi đạt đến mục tiêu, trong đó hướng mũi tên thể hiện cách từ một điểm bất kì đi ngược đến A.

Path Finding

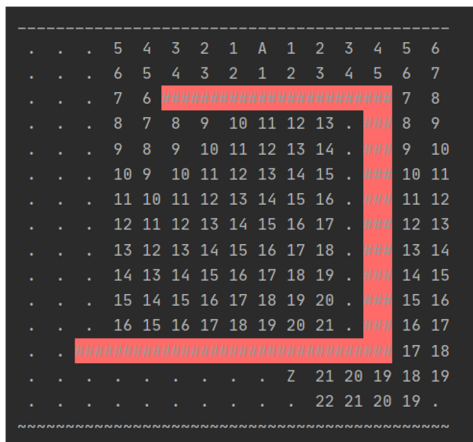


Path Finding



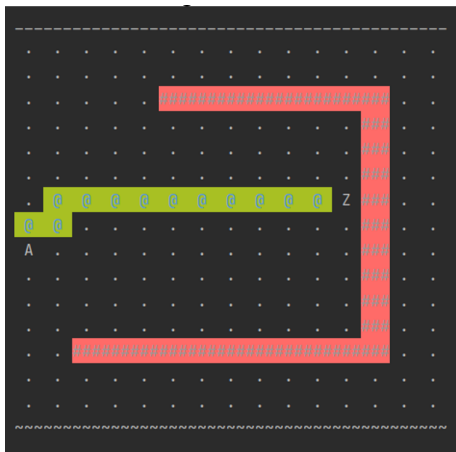
Hình: Một ví dụ khác

Path Finding



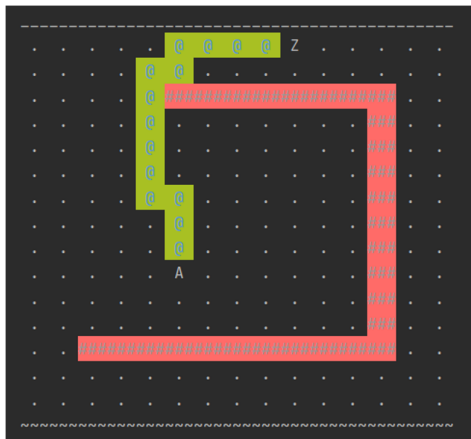
Hình: Số bước di chuyển cần để đi từ một điểm về điểm bắt đầu

Path Finding



Hình: Kí hiệu @ và được tô màu xanh mỗi điểm trên đường đi

Path Finding



Hình: Một ví dụ khác

***Cảm ơn thầy và các bạn
đã lắng nghe***