

فرموله‌سازی مساله:

هر وضعیت از سیستم را به یک Node تبدیل می‌کنیم که شامل permutation موجود در آن مرحله، لوکیشن جعفر در صفحه، Node والد، عمق و آخرین حرکت منجر شده به آن Node را نگهداری می‌کند.

وضعیت اولیه: ورودی سیستم.

اکشن‌ها: جابه‌جا شدن جعفر با افرادی که در چهار جهت جغرافیایی او قرار دارند.

مدل تبدیل: حاصل هر حرکت یک جایگشت متفاوت از قرارگیری دانش‌آموزان است.

تابع هزینه: برای هر جابه‌جایی هزینه ۱ است.

سوال اول. Iterative Deepening Depth First Search

با استفاده از همان شبیه‌سازی و تبدیل سودوکد IDFS به کد پایتون، الگوریتم DFS را با عمق‌های مختلف اجرا می‌کنیم و در هر عمق اگر به جواب رسیدیم مستقیماً جواب را بر می‌گردانیم و اگر لیمیت عمق آن تمام شد و به جوابی نرسیدیم از تابع بدون جواب خارج می‌شویم و جستجوی بعدی را با یک واحد عمق بیش‌تر اجرا می‌کنیم.

نمونه ورودی:

3 4

180a 170a 165a

190b 180b 165b

178c 160c #

190d 180d 175d

نمونه خروجی:

```
C:\Users\there\Desktop\AI\Project\Code>py idfs.py
Depth: 2
180a 170a 165a
190b 180b 165b
178c 160c #
190d 180d 175d

180a 170a 165a
190b 180b 165b
178c # 160c
190d 180d 175d
left

180a 170a 165a
190b 180b 165b
# 178c 160c
190d 180d 175d
left
```

A* سوال دوم.

مثل قسمت قبل مدل‌سازی می‌کنیم با این تفاوت که ابتدا تمامی حالت‌های Goal را به دست می‌آوریم که به اندازه‌ی تعداد ستون فاکتوریل حالت Goal داریم.

With $p_{i,j} \in \text{permutations}$, $MD = \text{ManhattanDistance}$,
 $\text{Heuristic}(p) = \min (\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k \in \text{goals}} MD(p_{i,j,\text{current}}, p_{i,j,k}))$

نمونه ورودی:

3 4

180a 170a 165a
 190b 180b 165b
 178c 160c #
 190d 180d 175d

نمونه خروجی:

```
C:\Users\there\Desktop\AI\Project\Code>py A-Star.py
Depth: 2
180a 170a 165a
190b 180b 165b
178c 160c #
190d 180d 175d
None

180a 170a 165a
190b 180b 165b
178c # 160c
190d 180d 175d
left

180a 170a 165a
190b 180b 165b
# 178c 160c
190d 180d 175d
left
```

سوال دوم. Bidirectional Search

در این الگوریتم دو بار A* را اجرا می‌کنیم، یکی از ند شروع و با هدف یک سوپرند از ندهای Goal و یکی از سوپرند و با هدف ند شروع. در هر مرحله این الگوریتم‌ها را یک واحد پیش می‌بریم و چک می‌کنیم که ند آخر آن‌ها یکسان شده‌اند یا خیر.

نمونه ورودی:

3 4

180a 170a 165a
 190b 180b 165b
 178c 160c #
 190d 180d 175d

نمونه خروجی:

```
C:\Users\there\Desktop\AI\Project\Code>py Bidirectional.py
depth: 3
Forward nodes:
180a 170a 165a
190b 180b 165b
178c # 160c
190d 180d 175d

180a 170a 165a
190b 180b 165b
178c 180d 160c
190d # 175d
up

Backwards nodes:
180a 170a 165a
190b 180b 165b
178c 180d 160c
190d # 175d
up

180a 170a 165a
190b 180b 165b
178c # 160c
190d 180d 175d
right

180a 170a 165a
190b 180b 165b
# 178c 160c
190d 180d 175d
```