제주 관광지 경로 추천 시스템

컴퓨터공학과 17학번 김관중 / 컴퓨터공학과 17학번 조윤재 / 컴퓨터공학과 19학번 김도훈

목차

서론

1. 프로젝트 배경
2. 문제 정의
3. 목표 설정

본론

1. 프로그램 설계 (System Flow Chart)
2. 알고리즘 상세 설명
3. 결과물 설명

결론

1. 결론
2. 기대효과

서론

- 프로젝트 배경

-문제 정의

-목표 설정

프로젝트 배경

국제선 하늘길 열리자 제주 외국인 관광객 소비 62% 증가

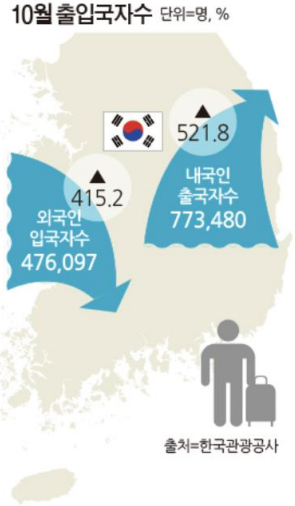
김봉현 기자 (mailju30@naver.com) | 입력 2022.11.10 15:04 | 댓글 0

올해 3분기(7~9월)까지 제주를 찾은 외국인 관광객은 지난해 같은 기간보다
자료사진

10월 출입국자도 성장률도 올해 들어 최고치

김선주 기자 | 승인 2022.12.01 00:10

출입국자 125만명으로 476%↑…올해 최고
522% 많은 77만명 출국, 일본인 방한도 급증



문제 정의

문제 정의

→ 여행에 대한 수요가 급증하는 상황

→ 사용자의 더욱 효율적인 여행 계획 수립을 위해, 효율적인 관광지 방문 경로를 산출하여 사용자에게 제시하는 기술이 필요

목표 설정

"내가 방문하기를 원하는 관광지들을
주어진 시간 안에 다 돌아 볼 수 있을까?"

우리의 목표 출력

1. 최단 시간 폐쇄 경로
2. 주어진 시간 안에 전부 돌아볼 수 있는지 여부
3. 전부 돌아볼 수 없다면 어떤 관광지를 먼저 제외해야 하는지

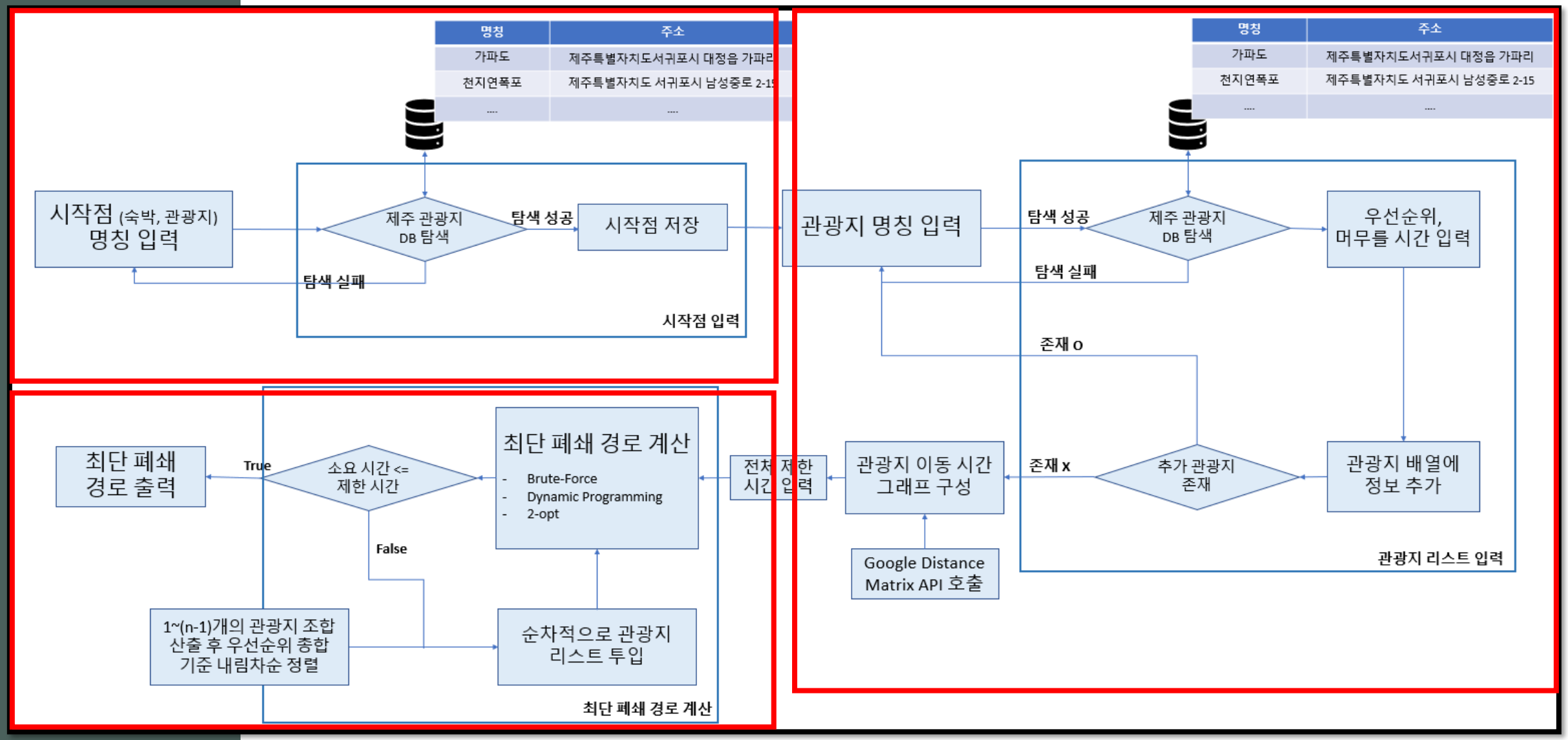
본론

- 프로그램 설계 (System Flow Chart)

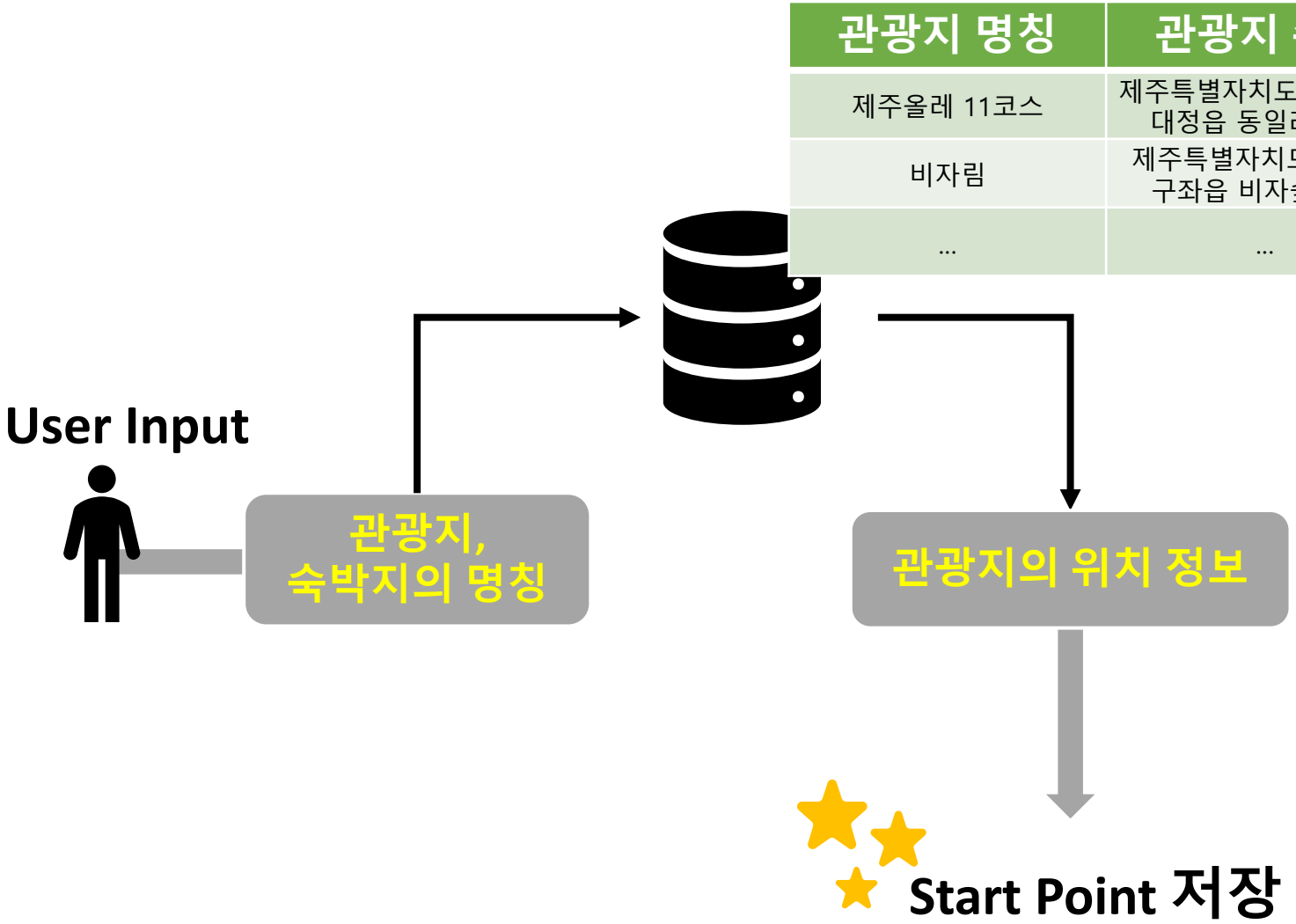
-알고리즘 상세 설명

-결과물 설명

System Flow Chart

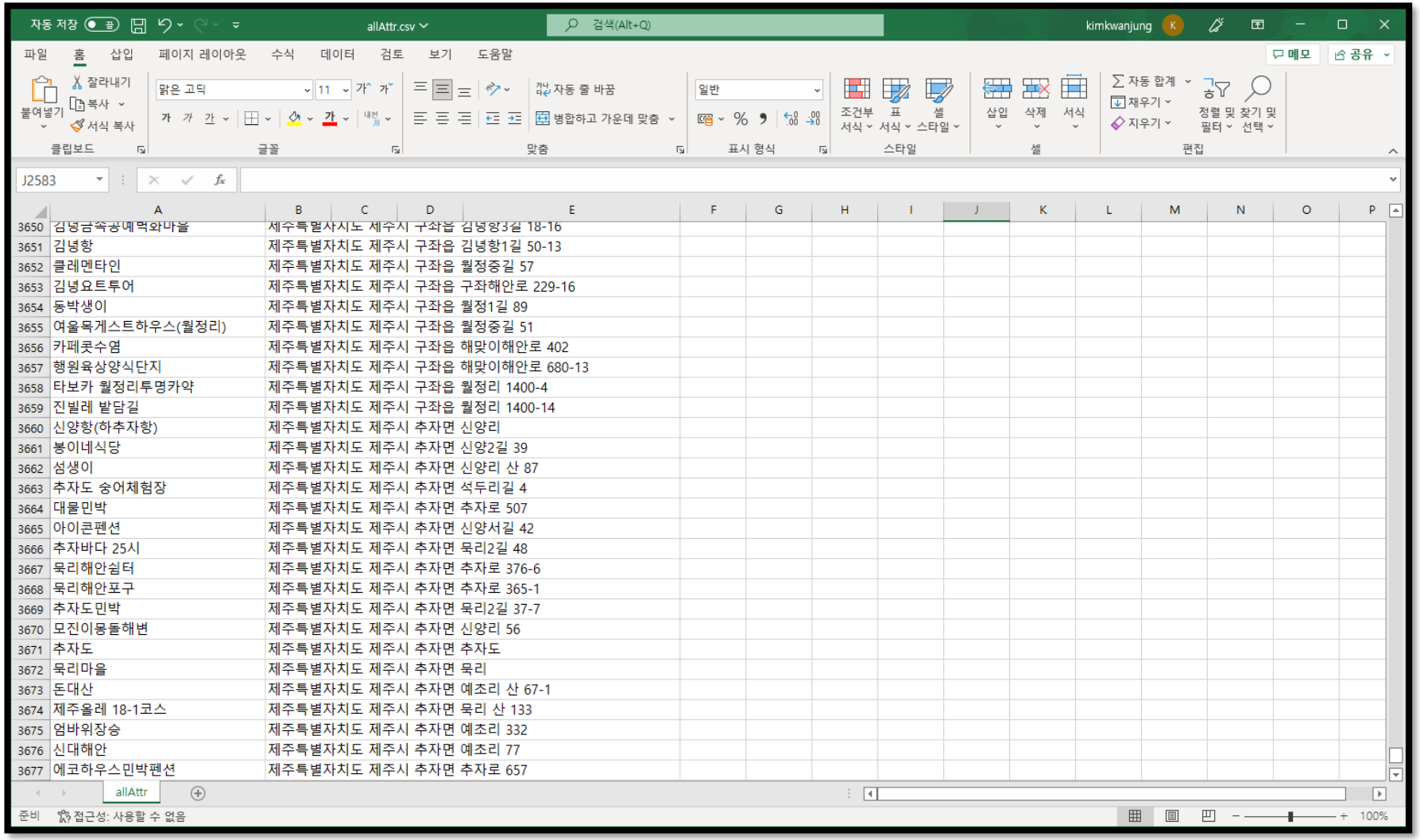


1. 시작점 입력



관광지 명칭	관광지 주소
제주올레 11코스	제주특별자치도 서귀포시 대정읍 동일리 3168
비자림	제주특별자치도 제주시 구좌읍 비자숲길 55
…	…

3710 개



	A	B
3650	김녕금속공예박와마을	제주특별자치도 제주시 구좌읍 김녕항3길 18-16
3651	김녕항	제주특별자치도 제주시 구좌읍 김녕항1길 50-13
3652	클레멘타인	제주특별자치도 제주시 구좌읍 월정중길 57
3653	김녕요트투어	제주특별자치도 제주시 구좌읍 구좌해안로 229-16
3654	동박생이	제주특별자치도 제주시 구좌읍 월정1길 89
3655	여울목게스트하우스(월정리)	제주특별자치도 제주시 구좌읍 월정중길 51
3656	카페콧수염	제주특별자치도 제주시 구좌읍 해맞이해안로 402
3657	행원육상양식단지	제주특별자치도 제주시 구좌읍 해맞이해안로 680-13
3658	타보카 월정리투명카약	제주특별자치도 제주시 구좌읍 월정리 1400-4
3659	진빌레 밭담길	제주특별자치도 제주시 구좌읍 월정리 1400-14
3660	신양항(하추자항)	제주특별자치도 제주시 추자면 신양리
3661	봉이네식당	제주특별자치도 제주시 추자면 신양2길 39
3662	섬생이	제주특별자치도 제주시 추자면 신양리 산 87
3663	추자도 숭어체험장	제주특별자치도 제주시 추자면 석두리길 4
3664	대물민박	제주특별자치도 제주시 추자면 추자로 507
3665	아이콘펜션	제주특별자치도 제주시 추자면 신양서길 42
3666	추자바다 25시	제주특별자치도 제주시 추자면 묵리2길 48
3667	묵리해안쉼터	제주특별자치도 제주시 추자면 추자로 376-6
3668	묵리해안포구	제주특별자치도 제주시 추자면 추자로 365-1
3669	추자도민박	제주특별자치도 제주시 추자면 묵리2길 37-7
3670	모진이몽돌해변	제주특별자치도 제주시 추자면 신양리 56
3671	추자도	제주특별자치도 제주시 추자면 추자도
3672	묵리마을	제주특별자치도 제주시 추자면 묵리
3673	돈대산	제주특별자치도 제주시 추자면 예초리 산 67-1
3674	제주올레 18-1코스	제주특별자치도 제주시 추자면 묵리 산 133
3675	엄바위장승	제주특별자치도 제주시 추자면 예초리 332
3676	신대해안	제주특별자치도 제주시 추자면 예초리 77
3677	에코하우스민박펜션	제주특별자치도 제주시 추자면 추자로 657

출처 : 제주관광공사

2-1. 관광지 입력

관광지 명칭	관광지 주소
제주올레 11코스	제주특별자치도 서귀포시 대정읍 동일리 3168
비자림	제주특별자치도 제주시 구좌읍 비자숲길 55
…	…

User Input

관광지의 명칭

관광지의 위치 정보

관광지의 방문 우선순위, 머무를 시간

관광지 정보

(명칭, 주소, 우선순위, 머무를 시간)

[
TourAttraction1,
TourAttraction2,
TourAttraction3,
…
]

2-2. 관광지 그래프 구성

```
[
  TourAttraction1(명칭, 주소..),
  TourAttraction2(명칭, 주소..),
  TourAttraction3(명칭, 주소..),
  ...
]
```

request → **Google Distance Matrix API**

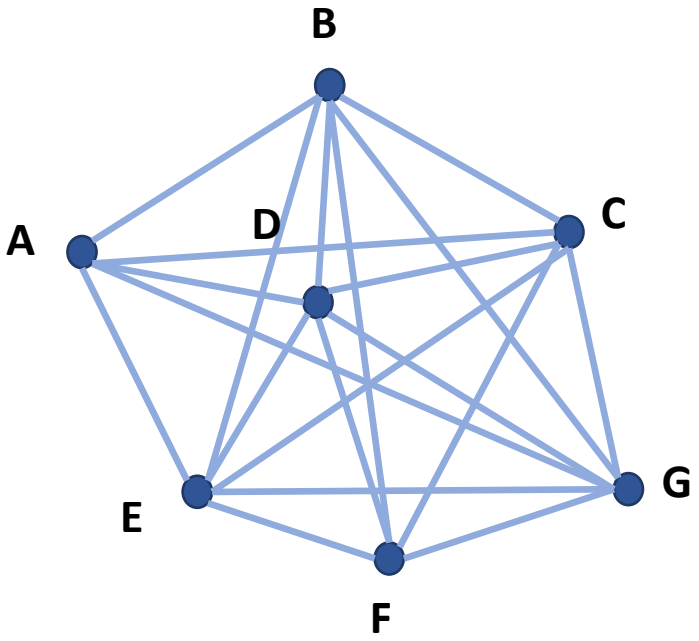

```
{
  "destination_addresses": ["New York, NY, USA"],
  "origin_addresses": ["Washington, DC, USA"],
  "rows":
    [
      {
        "elements":
          [
            {
              "distance": { "text": "228 mi", "value": 367654 },
              "duration": { "text": "3 hours 55 mins", "value": 14078 },
              "status": "OK",
            },
          ],
      },
    ],
  "status": "OK",
}
```


이동 시간 (분단위 변환)

Graph 구성 배열

V	A	B	..
A	0	53	..
B	60	0	..
C	..	..	..

2-2. 관광지 그래프 구성

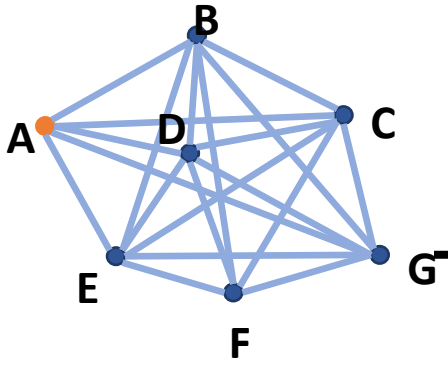


1. 정점: 관광지
2. 간선의 가중치: 이동시간(분)
3. 가중치는 비대칭적이다.

V	A	B	C	D	E	F	G
A	0	53	196	87	23	71	44
B	60	0	97	101	39	21	47
C	174	90	0	31	67	51	77
D	80	99	27	0	141	92	29
E	30	45	59	135	0	41	25
F	69	19	53	88	39	0	14
G	39	50	82	26	25	13	0

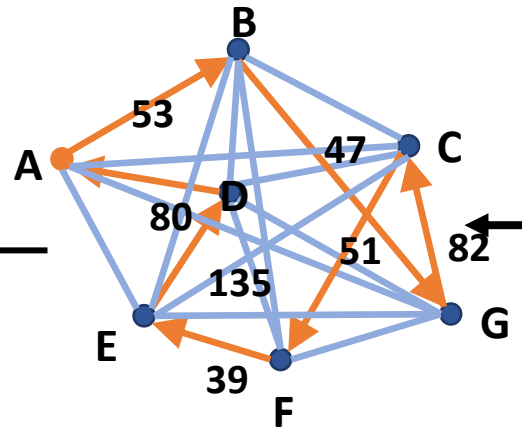
3. 최단 폐쇄 경로 계산

전체 제한 시간



최단 폐쇄 경로 계산

1. Brute-Force
2. Dynamic Programming
3. 2-opt



소요 시간 < 제한 시간

True

경로 추천 진행

False

3. 최단 폐쇄 경로 계산

[
TourAttraction1,
TourAttraction2,
TourAttraction3,
TourAttraction4,
]

Combinations →

[
[T1,T2,T3],
[T1,T3,T4],
[T2,T3,T4],
[T1,T2],
…
]

Descending sort →

[
[T2,T3,T4],
[T1,T2,T3],
[T1,T2]
[T1,T3,T4],
…
]

순차적으로 투입

최단 폐쇄 경로 계산

1. Brute-Force
2. Dynamic Programming
3. 2-opt

…

1. Brute-Force Approach

Algorithm 1.
<Brute Force>

	가중치 합
BCDEFG	= 416
BCDEGF	= 429
BCDFEG	= 376
BCDFGE	= 342
BCDGEF	= 345
BCDGFE	= 292
…	…
EGDCFB	= 231
…	…
GFEDCB	= 408

6! = 720

N : 관광지의 수

$O(N*(N-1)!)$

$=O(N!)$

2. Dynamic Programming Approach

Algorithm 2.
<DP>

<Memoization Array 설계>

1. **2차원 배열**
2. **행: 현재 위치**
3. **열: 지금까지 방문한 관광지 집합**

   >> 비트마스크로 표현
4. **점화식 :**

$$find_path(start, last, V) = MIN\left(\forall c \in V^{\complement} | find_path(start, c, V \cup c) + D[last][c]\right)$$

Algorithm 2.
<DP>

Memo[][]	…	$1011001_{(2)}$	…
…	…	…	…
3	…	130	…
…	…	…	…

0 1 2 3 4 5 6
A B C D E F G

행 인덱스가 3이라는 것의 의미:

현재 D에 위치하고 있다

Algorithm 2.
<DP>

Memo[][]	…	$1011001_{(2)}$	…
…	…	…	…
3	…	130	…
…	…	…	…

G F E D C B A

$1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1_{(2)}$

열 인덱스가 89(이진수로 1011001)라는 것의 의미:

현재 관광지 A, D, E, G를 방문한 상태이고

B, C, F를 방문해야 한다는 의미이다.

Algorithm 2.
<DP>

Memo[][]	…	$1011001_{(2)}$	…
…	…	…	…
3	…	130	…
…	…	…	…

Memo[3][1011001(2)]: 관광지 A, E, G를 방문하고 현재 D에 있는 상태에서 앞으로 남은 관광지를 다 돌아 A로 돌아가는 최소 시간

Algorithm 2.
<DP>

A E G D

- B … A graph[3][1] + Memo[1][$1011011_{(2)}$]
- C … A graph[3][2] + Memo[2][$1011101_{(2)}$]
- F … A graph[3][5] + Memo[5][$1111001_{(2)}$]

중 최솟값

↓

Memo[3][$1011001_{(2)}$]

Algorithm 2.
<DP>

$$\left.\begin{array}{l}\textbf{ABGCD}\\ \textbf{ABCGD}\\ \textbf{ACBGD}\\ \textbf{ACGBD}\\ \textbf{AGBCD}\\ \textbf{AGCBD}\end{array}\right\} \textbf{+ Memo[3][1001111}_{(2)}\textbf{]}$$

Algorithm 2.
<DP>

Memo[i][$1111111_{(2)}$] = graph[i][0]

(i = 0, 1, 2, …, 관광지 수 – 1)

Memo[0][$0000001_{(2)}$] = ???

Algorithm 2.
<DP>

2^N

Memo[][]	…	$1011001_{(2)}$	…
…	…	…	…
3	…	130	…
…	…	…	…

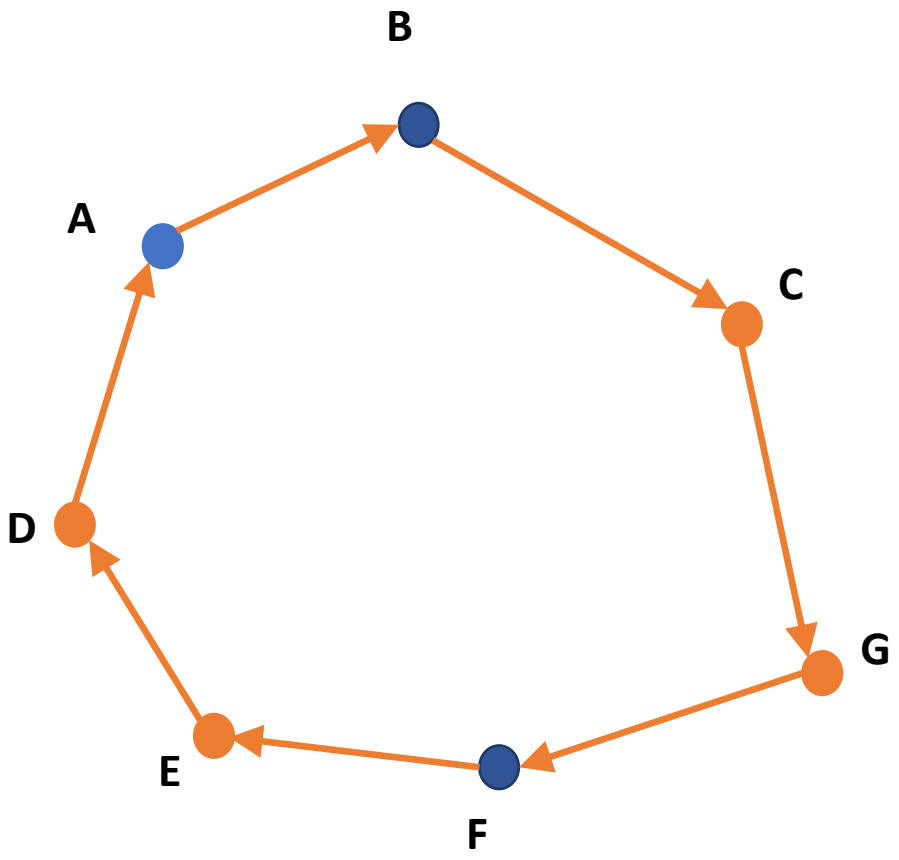
N

N : 관광지의 수

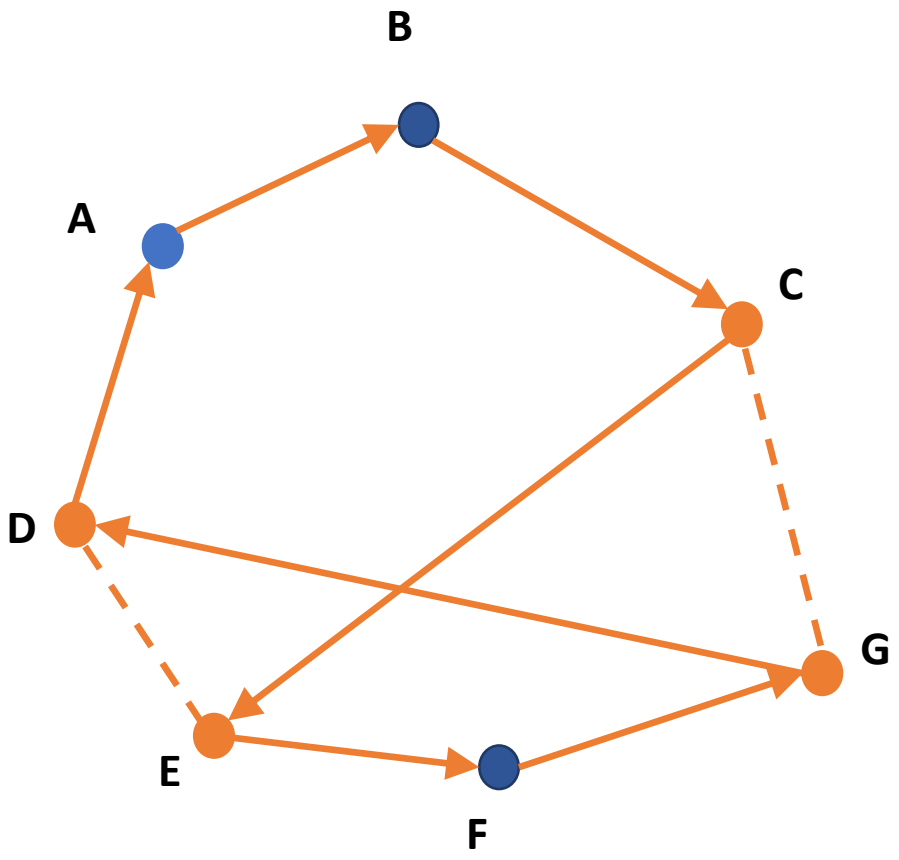
$$O(N*2^N)$$

3. 2-opt heuristic

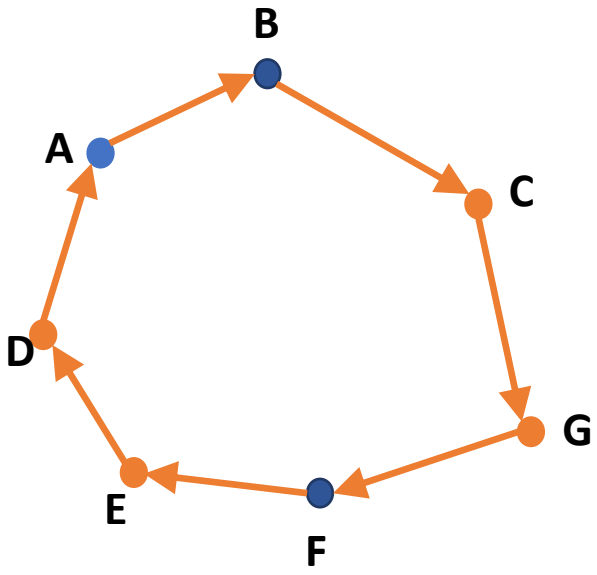
Algorithm 3.
<2-opt>

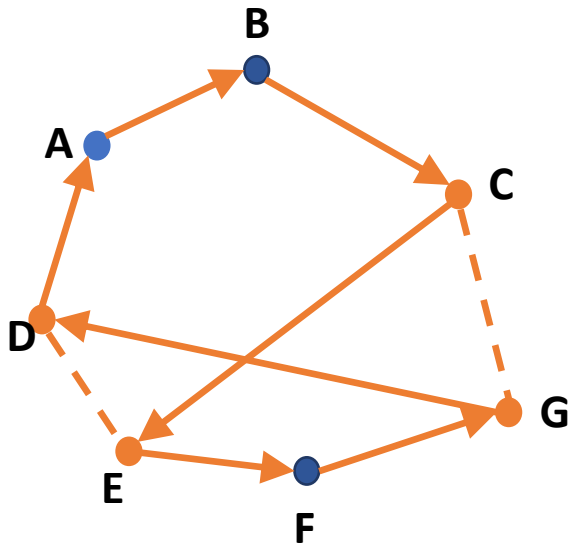


Algorithm 3. <2-opt>



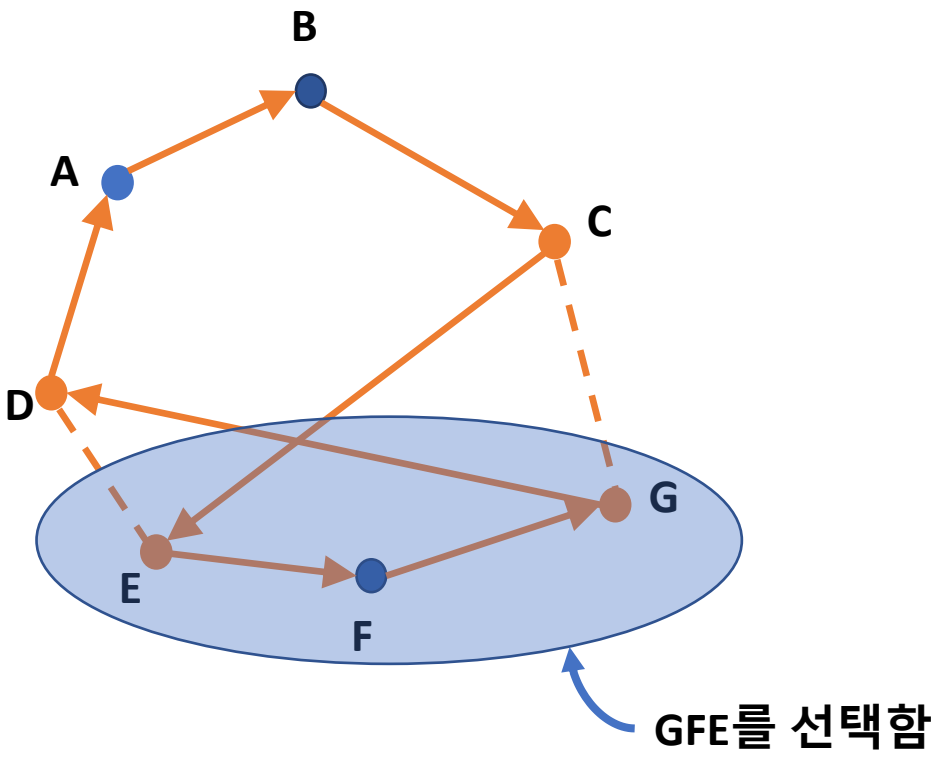
Algorithm 3. <2-opt>





이 중 작은 것을 택함!

Algorithm 3.
<2-opt>



N : 관광지의 수

$$O(N*(N-1)/2)$$

$$=O(N^2)$$

→ 부분 경로를 선택해서 뒤집는다.

결과물 설명

Input 1.

시작점 = 제주국제공항 (제주특별자치도 제주시 공항로 2)

방문 관광지 = [

비자림 (제주특별자치도 제주시 구좌읍 비자숲길 55),
제주김녕미로공원 (제주특별자치도 제주시 구좌읍 만장굴길 122),
평대해변 (제주특별자치도 제주시 구좌읍 평대리 1994-20),
돌담마을 (제주특별자치도 제주시 조천읍 북촌남4길 160),
제주아트하우스 (제주특별자치도 제주시 구좌읍 일주동로 2410),
제주바다체험장 (제주특별자치도 제주시 구좌읍 동복리 608-3)

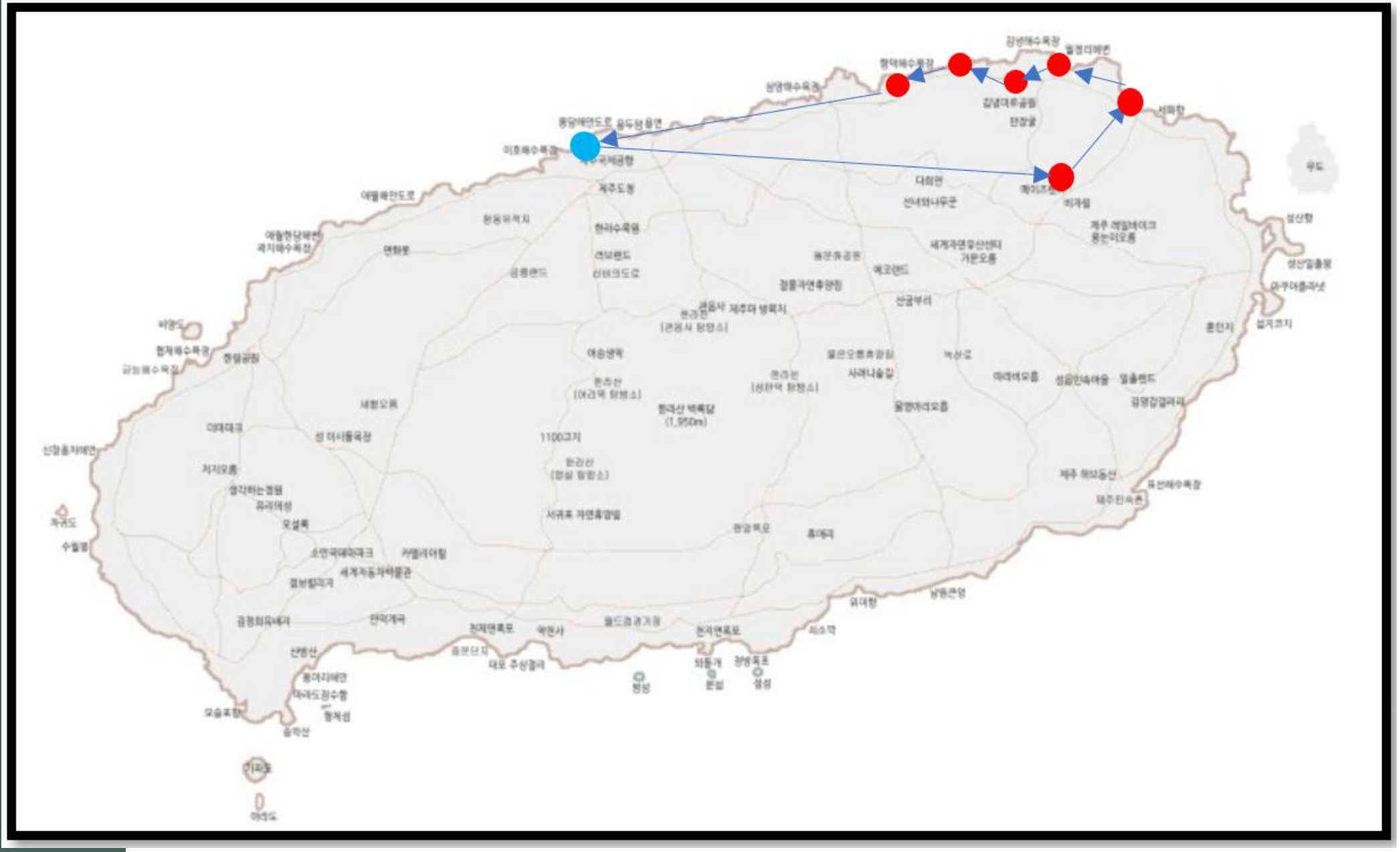
] → 총 6개의 관광지

우선순위 = [2, 1, 4, 3, 5, 3]

머무를 시간 = [150, 50, 30, 180, 30, 60]

제한 시간 = 1300분

```
Brute Force:
제주국제공항 비자림 평대해변 제주아트하우스 돌담마을 제주바다체험장 제주김녕미로공원 제주국제공항
전체시간 : 894
0.00201 sec

Dynamic Programming:
제주국제공항 비자림 평대해변 제주아트하우스 돌담마을 제주바다체험장 제주김녕미로공원 제주국제공항
전체시간 : 894
0.00098 sec

2-opt heuristic:
제주국제공항 비자림 평대해변 제주아트하우스 제주김녕미로공원 돌담마을 제주바다체험장 제주국제공항
전체시간 : 899
0.00000 sec

2-opt 오차: 5

할당된 시간: 1300분

모든 관광지 탐색 가능
가장 짧은 경로 : 제주국제공항 비자림 평대해변 제주아트하우스 돌담마을 제주바다체험장 제주김녕미로공원 제주국제공항
총 소요 시간 : 894분
```


제주도청
한라수목원
한라산 백록담
(1,950m)
1100고지
서귀포 자연휴양림
성산항
우도
비양도
추자도
마라도
가파도

결과물 설명

Input 2.

시작점 = 제주국제공항 (제주특별자치도 제주시 공항로 2)

방문 관광지 = [

비자림 (제주특별자치도 제주시 구좌읍 비자숲길 55),
제주김녕미로공원 (제주특별자치도 제주시 구좌읍 만장굴길 122),
평대해변 (제주특별자치도 제주시 구좌읍 평대리 1994-20),
돌담마을 (제주특별자치도 제주시 조천읍 북촌남4길 160),
제주아트하우스 (제주특별자치도 제주시 구좌읍 일주동로 2410),
제주바다체험장 (제주특별자치도 제주시 구좌읍 동복리 608-3)

] → 총 6개의 관광지

우선순위 = [2, 1, 4, 3, 5, 3]

머무를 시간 = [150, 50, 30, 180, 30, 60]

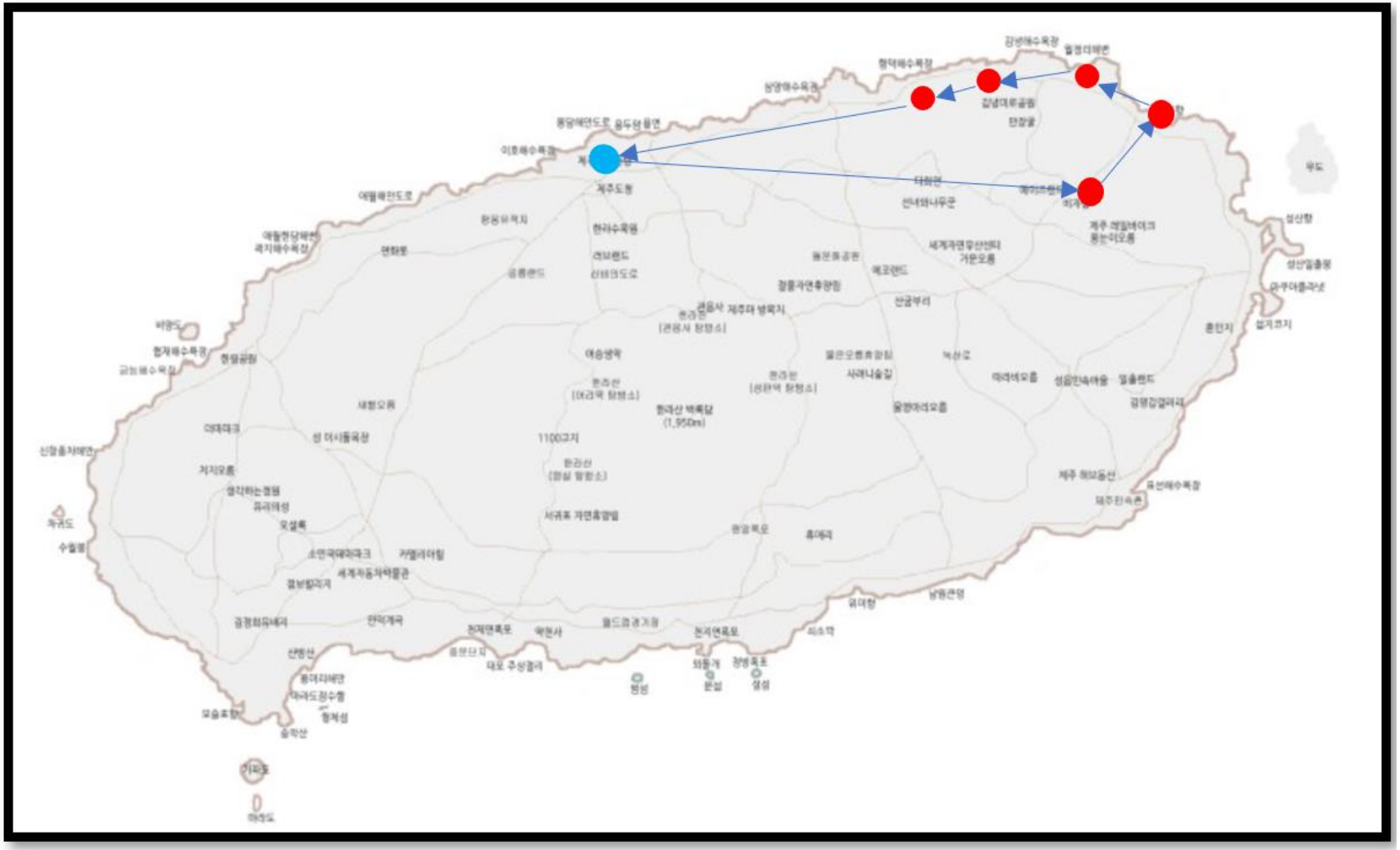
제한 시간 = 700분

```
할당된 시간: 700분

모든 관광지 탐색 불가능
가장 짧은 경로 : 제주국제공항 비자림 평대해변 제주아트하우스 돌담마을 제주바다체험장 제주김녕미로공원 제주국제공항
총 소요 시간 : 894분
```

```
모든 관광지 탐색 가능
가장 짧은 경로 : 제주국제공항 비자림 평대해변 제주아트하우스 제주바다체험장 제주김녕미로공원 제주국제공항
총 소요 시간 : 688분
```

→ **돌담마을이 경로상에서 제거**된 것을 확인할 수 있다.

→ 즉, **[비자림, 평대해변, 제주아트하우스, 제주바다체험장, 제주김녕미로공원]** 조합이 우선순위의 합이 가장 크면서 (우선순위 합 = 15) 제한 시간 700분을 만족하는 경로


제주도청
한라수목원
연화못
공룡랜드
산타랜드
산타크로즈
한라산 백록담
(1,950m)
1100고지
성 이시돌목장
새별오름
사려니숲길
선녀와나무꾼
세계자연유산센터
거문오름
비자림
성산일출봉
우도
섭지코지
표선해수욕장
중문해안도로
애월해안도로
이호해수욕장
함덕해수욕장
김녕해수욕장
협재해수욕장
금능해수욕장
한림공원
신창풍차해안
차귀도
수월봉
산방산
용머리해안
송악산
마라도
가파도
범섬
문섬
섶섬
서귀포
천지연폭포
정방폭포
외돌개
중문단지
대포 주상절리
월드컵경기장
남원큰엉
쇠소깍
김녕사굴
만장굴
성읍민속마을
표선해수욕장
제주 허브동산
제주 레일바이크
동문시장
동문재래시장
제주시
애월
한림
대정
남원
성산
표선
조천
구좌
한경
추자도
비양도

결과물 설명

Input 3.

시작점 = 제주다이브게스트하우스 (제주특별자치도 서귀포시 월드컵로 84)

방문 관광지 = [

서귀포자연휴양림 (제주특별자치도 서귀포시 1100로 882),

천제연폭포 (제주특별자치도 서귀포시 천제연로 132(중문동)),

갯깍주상절리(제주특별자치도 서귀포시 예래해안로 357),

정방폭포 (제주특별자치도 서귀포시 칠십리로214번길 37),

이중섭거주지 (제주특별자치도 서귀포시 이중섭로 29),

오설록티뮤지엄 (제주특별자치도 서귀포시 안덕면 신화역사로 15)

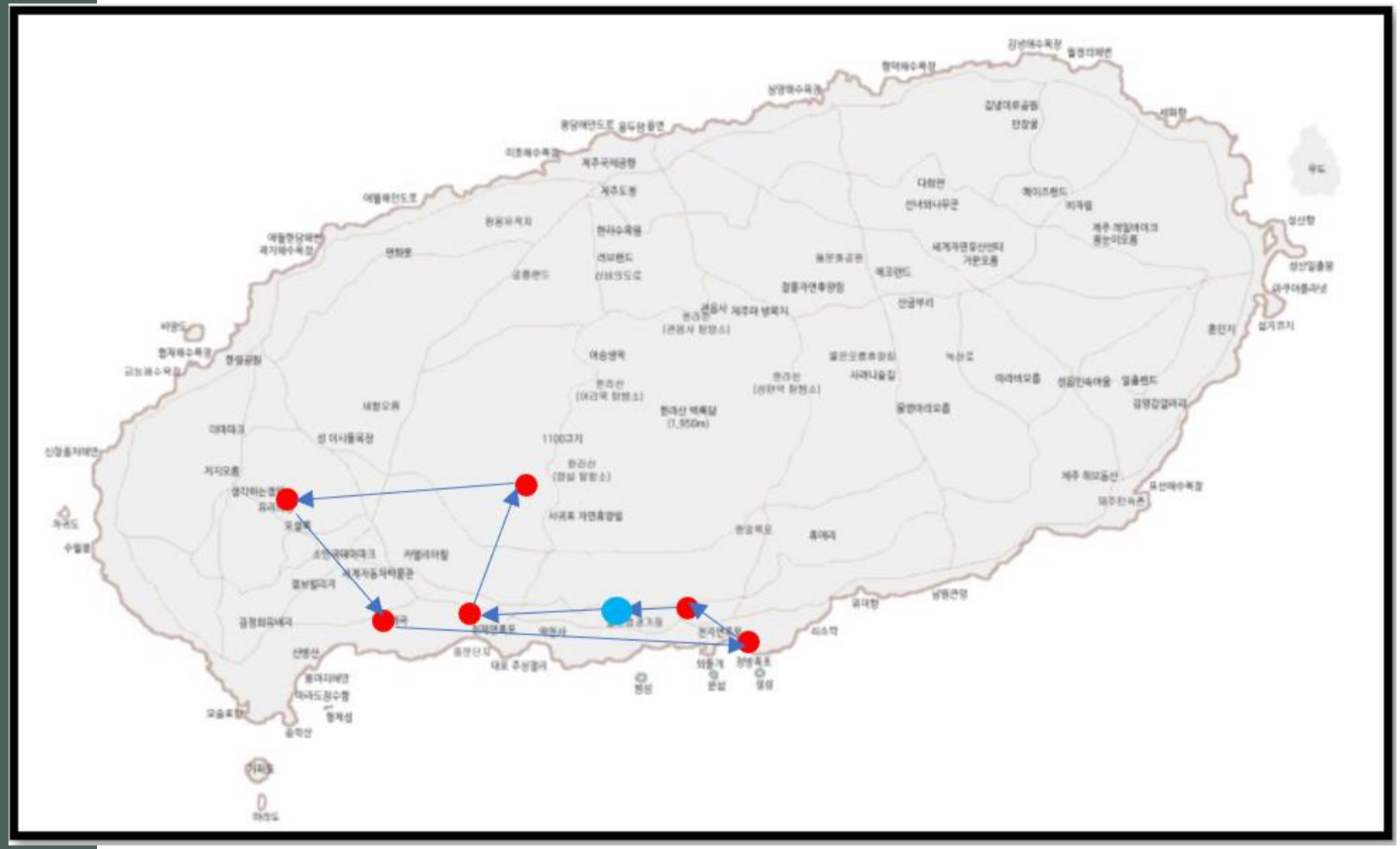
] → 총 6개의 관광지

우선순위 = [3, 1, 5, 1, 2, 5],

머무를 시간 = [200, 20, 20, 20, 30, 60]

제한 시간 = 800분

```
Brute Force:
제주다이브 게스트하우스 천제연폭포 서귀포자연휴양림 오설록티뮤지엄 갯깍주상절리 정방폭포 이중섭거주지 제주다이브 게스트하우스
전체시간 : 702
0.00399 sec

Dynamic Programming:
제주다이브 게스트하우스 천제연폭포 서귀포자연휴양림 오설록티뮤지엄 갯깍주상절리 정방폭포 이중섭거주지 제주다이브 게스트하우스
전체시간 : 702
0.00100 sec

2-opt heuristic:
제주다이브 게스트하우스 정방폭포 이중섭거주지 천제연폭포 서귀포자연휴양림 갯깍주상절리 오설록티뮤지엄 제주다이브 게스트하우스
전체시간 : 728
0.00000 sec

2-opt 오차: 26

할당된 시간: 800분

모든 관광지 탐색 가능
가장 짧은 경로 : 제주다이브 게스트하우스 천제연폭포 서귀포자연휴양림 오설록티뮤지엄 갯깍주상절리 정방폭포 이중섭거주지 제주다이브 게스트하
우스
총 소요 시간 : 702분
```



결과물 설명

Input 4.

시작점 = 제주다이브게스트하우스 (제주특별자치도 서귀포시 월드컵로 84)

방문 관광지 = [

서귀포자연휴양림 (제주특별자치도 서귀포시 1100로 882),

천제연폭포 (제주특별자치도 서귀포시 천제연로 132(중문동)),

갯깍주상절리(제주특별자치도 서귀포시 예래해안로 357),

정방폭포 (제주특별자치도 서귀포시 칠십리로214번길 37),

이중섭거주지 (제주특별자치도 서귀포시 이중섭로 29),

오설록티뮤지엄 (제주특별자치도 서귀포시 안덕면 신화역사로 15)

] → 총 6개의 관광지

우선순위 = [3, 1, 5, 1, 2, 5],

머무를 시간 = [200, 20, 20, 20, 30, 60]

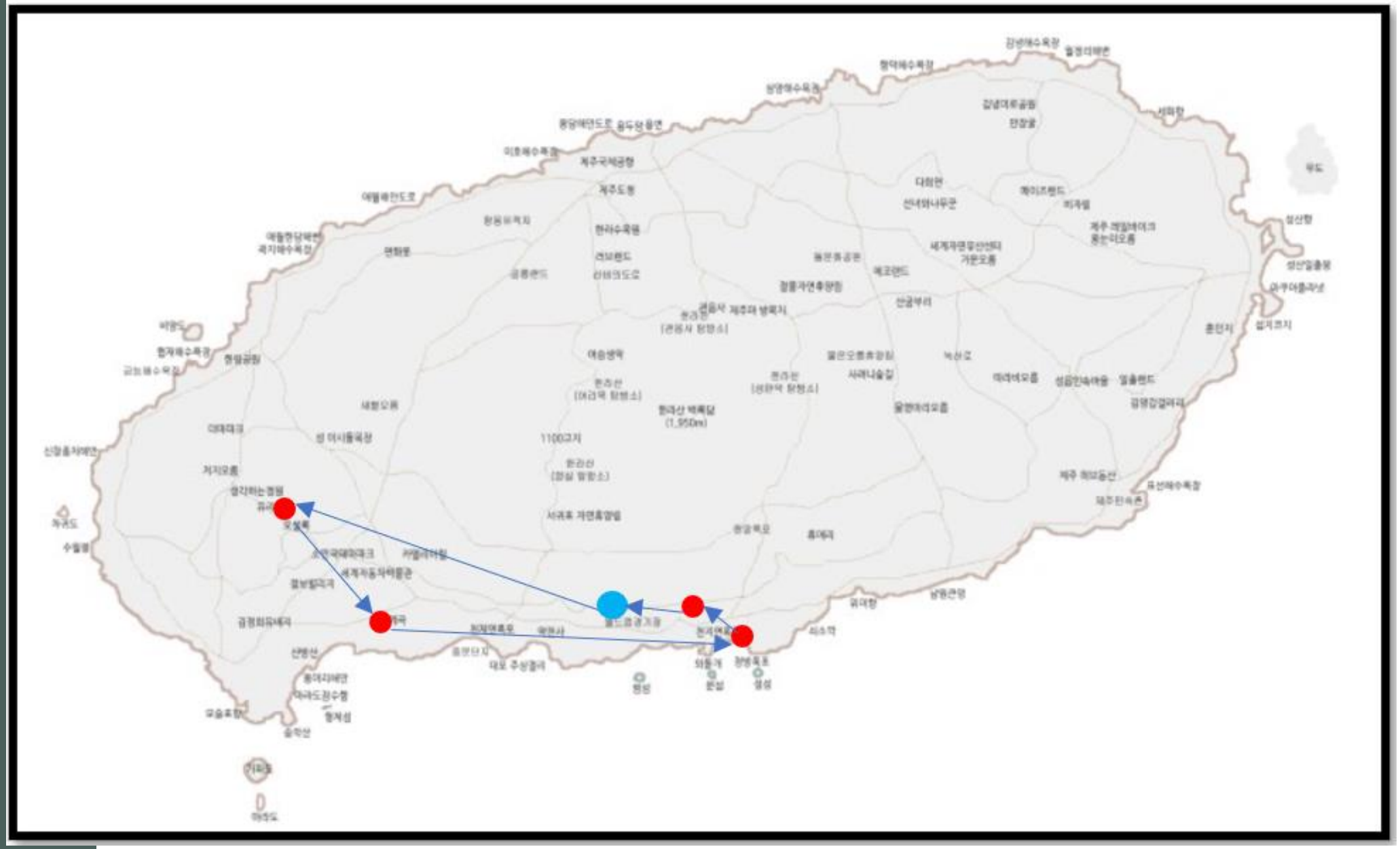
제한 시간 = 600분

```
할당된 시간: 600분

모든 관광지 탐색 불가능
가장 짧은 경로 : 제주다이브 게스트하우스 천제연폭포 서귀포자연휴양림 오설록티뮤지엄 갯깍주상절리 정방폭포 이중섭거주지 제주다이브 게스트하우스
총 소요 시간 : 702분
```

```
모든 관광지 탐색 가능
가장 짧은 경로 : 제주다이브 게스트하우스 오설록티뮤지엄 갯깍주상절리 정방폭포 이중섭거주지 제주다이브 게스트하우스
총 소요 시간 : 557분
```

→ **천제연폭포, 서귀포자연휴양림**이 경로상에서 제거된 것을 확인할 수 있다.

→ 즉, **[오설록티뮤지엄, 갯깍주상절리, 정방폭포, 이중섭거주지]** 조합이 우선순위의 합이 가장 크면서 (우선순위 합 = 13) 제한 시간 600분을 만족하는 경로



결과물 설명

Input 5.

시작점 = 제주다이브게스트하우스 (제주특별자치도 서귀포시 월드컵로 84)

방문 관광지 = [

서귀포자연휴양림 (제주특별자치도 서귀포시 1100로 882),

천제연폭포 (제주특별자치도 서귀포시 천제연로 132(중문동)),

갯깍주상절리(제주특별자치도 서귀포시 예래해안로 357),

정방폭포 (제주특별자치도 서귀포시 칠십리로214번길 37),

이중섭거주지 (제주특별자치도 서귀포시 이중섭로 29),

오설록티뮤지엄 (제주특별자치도 서귀포시 안덕면 신화역사로 15),

롯데호텔 제주 (제주특별자치도 서귀포시 중문관광로72번길 35),

경성통닭 (제주특별자치도 서귀포시 중앙로42번길 17),

홍익샤모니리조트 (제주특별자치도 서귀포시 중산간서로 68),

스쿠버스토리 (제주특별자치도 서귀포시 태평로536번길 17)

] → 총 10개의 관광지

우선순위 = [3, 1, 5, 1, 2, 5, 1, 2, 3, 4]

머무를 시간 = [200, 20, 20, 20, 30, 200, 20, 20, 20, 30]

제한 시간 = 5000분

```
Brute Force:
제주다이브 게스트하우스 정방폭포 스쿠버스토리 이중섭거주지 경성통닭 천제연폭포 서귀포자연휴양림 오설록티뮤지엄 홍익샤모니리조트 갯깍주상절리 롯데호텔 제주 제주다이브 게스트하우스
전체시간 : 960
11.26752 sec

Dynamic Programming:
제주다이브 게스트하우스 정방폭포 스쿠버스토리 이중섭거주지 경성통닭 천제연폭포 서귀포자연휴양림 오설록티뮤지엄 홍익샤모니리조트 갯깍주상절리 롯데호텔 제주 제주다이브 게스트하우스
전체시간 : 960
0.01995 sec

2-opt heuristic:
제주다이브 게스트하우스 정방폭포 스쿠버스토리 이중섭거주지 경성통닭 천제연폭포 서귀포자연휴양림 롯데호텔 제주 갯깍주상절리 홍익샤모니리조트 오설록티뮤지엄 제주다이브 게스트하우스
전체시간 : 975
0.00199 sec

2-opt 오차: 15

할당된 시간: 5000분

모든 관광지 탐색 가능
가장 짧은 경로 : 제주다이브 게스트하우스 정방폭포 스쿠버스토리 이중섭거주지 경성통닭 천제연폭포 서귀포자연휴양림 오설록티뮤지엄 홍익샤모니리조트 갯깍주상절리 롯데호텔 제주 제주다이브 게스트하우스
총 소요 시간 : 960분
```

결론

-결론

-기대효과

결론

Brute-Force	Dynamic Programming	2-opt heuristic
최적해 보장	최적해 보장	최적해를 보장하지 않음
O(N!)	$O(N*2^N)$	$O(MN^2)$

1. 최적해를 보장하는 알고리즘, 단순, 구현이 간편

But,

2. 시간복잡도가 O(N!)로 관광지의 수가 많아질 수록 결과 도출에 기하급수적인 시간이 소모

Brute-Force	Dynamic Programming	2-opt heuristic
최적해 보장	최적해 보장	최적해를 보장하지 않음
O(N!)	$O(N*2^N)$	$O(MN^2)$

결론

1. 근사값 도출로 가장 빠른 알고리즘

But,

2. 입력값에 따라 결과의 오차가 커질 우려가 있음
→ 경로 추천이라는 시스템 목적에 부합하지 않음

결론

Brute-Force	Dynamic Programming	2-opt heuristic
최적해 보장	최적해 보장	최적해를 보장하지 않음
O(N!)	$O(N*2^N)$	$O(MN^2)$

1. 최적해를 보장
2. Brute-Force의 중복 요소 제거로 시간 복잡도 측면에서 상대적인 우위

→ 3가지 알고리즘 중에서 본 시스템에 가장 적합한 알고리즘

기대효과

효율적인 경로 추천

현실을 반영한 데이터
(API, 관광지 DB)

→ **신뢰할 수 있는 데이터 + 최단 경로 추천의 조합**

→ **효율적인 여행 계획 수립에 기여**

Thank You.