개인선호 기반 최적 여행일정 스케줄링 알고리즘 개발

세종대학교 호텔관광경영학전공

이우진 (발표자, 제1저자)

세종대학교 호텔관광경영학전공

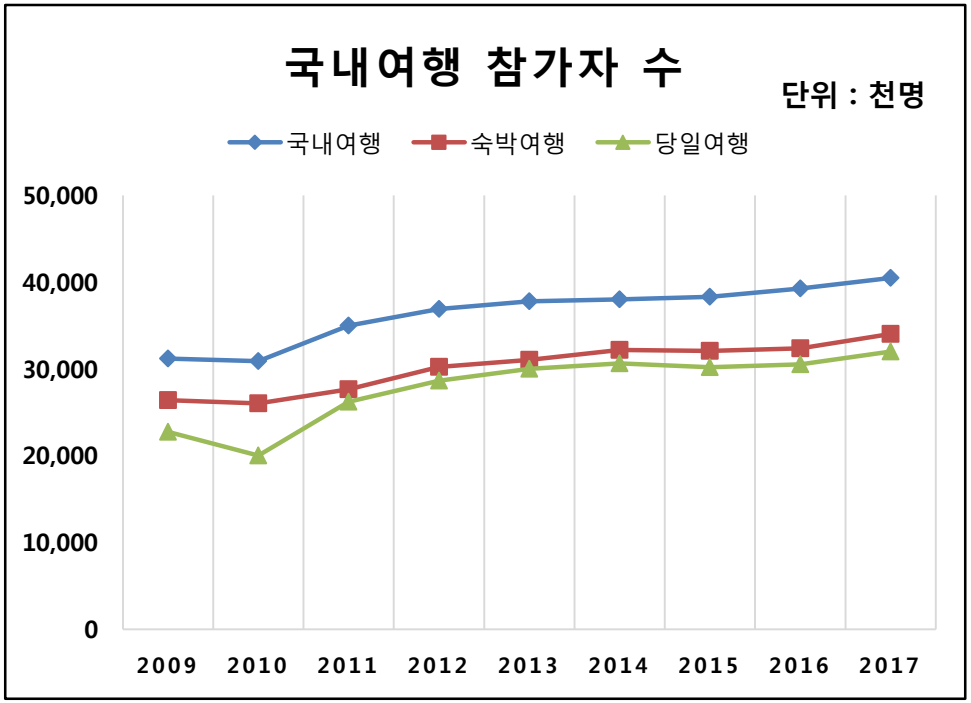
고영대 교수 (교신저자)

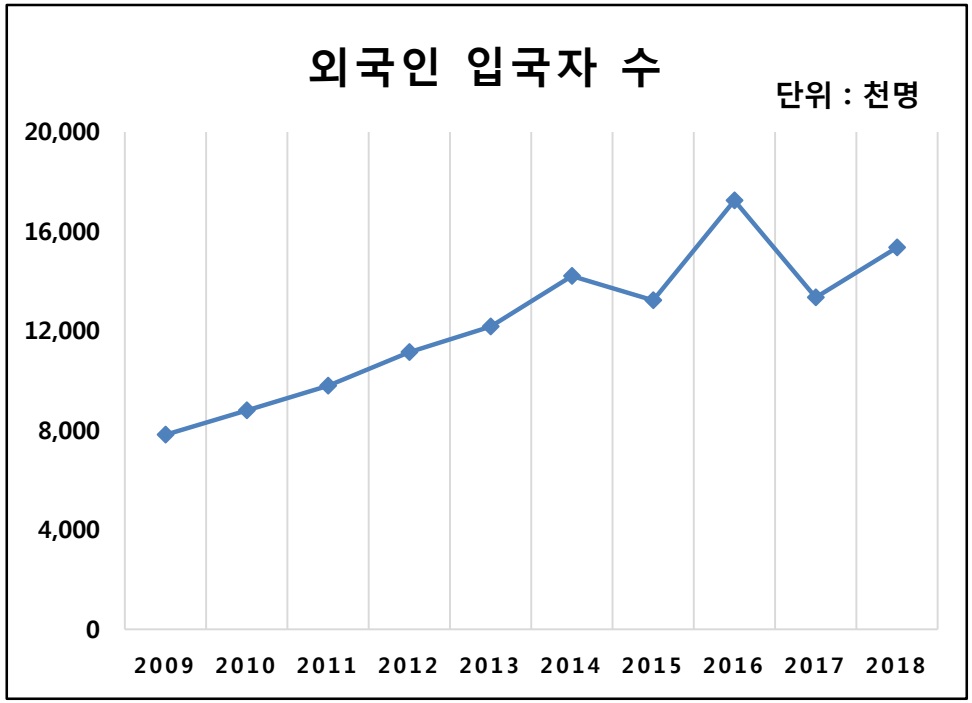
Contents

1. 연구 배경
2. 문제 상황
3. 수리 모형
4. 수치 예제
5. 결론

연구 배경

대한민국 국민의 국내 여행 경험율은 매년 증가하는 추세이며, 외국인 여행객의 국내 방문 수요 역시 꾸준히 유지되고 있음.





→ 총 국내 여행 참가자 수는 앞으로도 증가할 것으로 전망

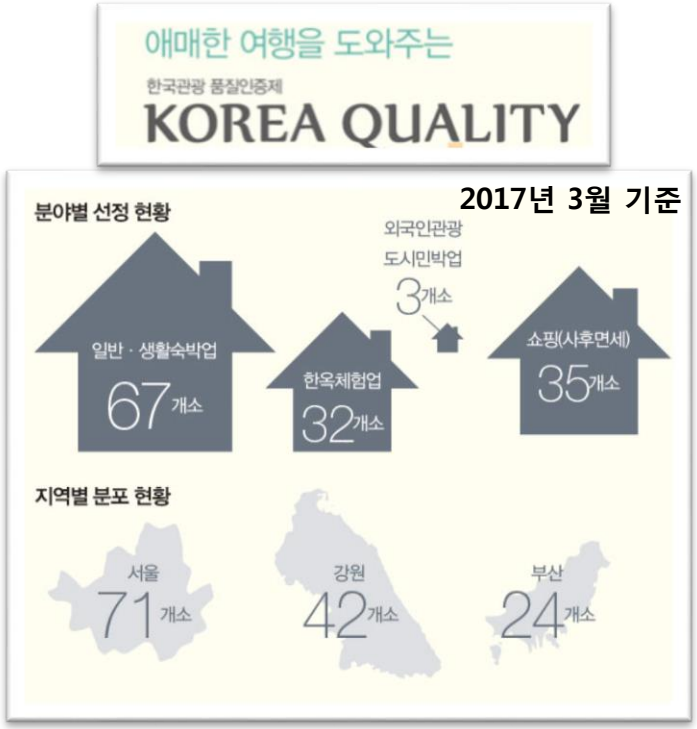
연구 배경

최근 여행은 여행의 질이 훨씬 중요하며, 한국관광공사 등은 이러한 관광품질관리를 위한 여러 노력들을 시행하고 있음.

넘쳐나는 정보로 인해 여행 과정에서의 올바른 의사 결정이 어려움

여행에는 수많은 연속적인 선택 과정 필요

어디를 갈까?
무엇을 먹을까?
잠자리는 어떻게 할까?



! 각 개인이 자신에게 높은 만족을 가져올 관광지를 찾는 것은 어려움.

연구 배경

실제 여행 스케줄링에 있어서 기존 방법은 여러 한계점을 가지고 있음.

출처 : 2016 국민여행 실태조사

국내 여행객들이 여행계획을 세울 때 주로 참고하는 인터넷 사이트

NAVER

Google

포털 사이트(83.5%)

SNS(10.2%)

개별 관광지 또는
관광시설 홈페이지(2.8%)

블로그나 커뮤니티를 통한 단편적인 정보의 검색은 다양한 개인의 선호나 성향을 반영하지 못하며, 계절, 숙박 기간, 이동 수단 등 특정 개인의 상황에 적용되기 어렵다

연구 배경

- 각 개인의 선호와 상황을 복합적으로 고려한 최적화된 여행 일정 스케줄링 방법에 대한 연구 미비

➔ 운영연구(operations research)를 기반으로 한 자동화된 개인화 여행 일정 스케줄링 알고리즘의 개발을 제안

- 기대 효과

- ✓ 관광지를 효율적으로 이용할 수 있어 여행객의 관광 만족도를 제고
- ✓ 국내 관광 소득 증가
- ✓ 관광지 주민의 소득 증대 및 삶의 질 향상
- ✓ 복지 증진 등 다양한 사회경제적 편익

목차

1. 연구 배경
2. 문제 상황
3. 수리 모형
4. 수치 예제
5. 결론

문제 상황

- 전체 노드 : 각 일자 별 숙소 노드 + 관광지 노드
  - ✓ p_d : d 일에 출발할 숙소 (여행 종료 시 p_1 으로 복귀)
  - ✓ i, j : 각 관광지

- 개인 선호 기반 여행 일정 스케줄링 방식
  - ✓ 각 관광객은 각 일자 별 (d)로 입력한 숙소 (p_d)에서 출발하여 <u>자신에게 가장 높은 총 효용</u>을 갖는 i 개의 관광지를 방문하고 숙소로 돌아옴.
  - ✓ 각 관광지 이동 시에는 k 교통수단을 사용하여 이동하며, 관광지 순회가 여행객이 입력한 일자 별 최대 여행 가능 시간 (T_d) 내에 이루어지도록 일정이 짜여짐.

문제 상황

- 총 효용 : 1. 관광객이 평균적으로 느끼는 i 관광지의 객관적 만족도 2. i 관광지와 개별 관광객 간 스타일 유사성 3. 관광객 위치 기준 이동 시간

- i 관광지와 개별 관광객 간 스타일 유사성 (f_i)

  ✓ 여행객의 여행 스타일, 각 관광지 특성을 길이 S 의 벡터의 형태로 나타냄

  ✓ 여행객의 여행 스타일을 S 가지 특성으로 분류, 각 특성에 0-10 사이값 할당

<개별 여행객 A>

요소	선호도
체험	8
식도락	6
휴식	5

<관광지 1>

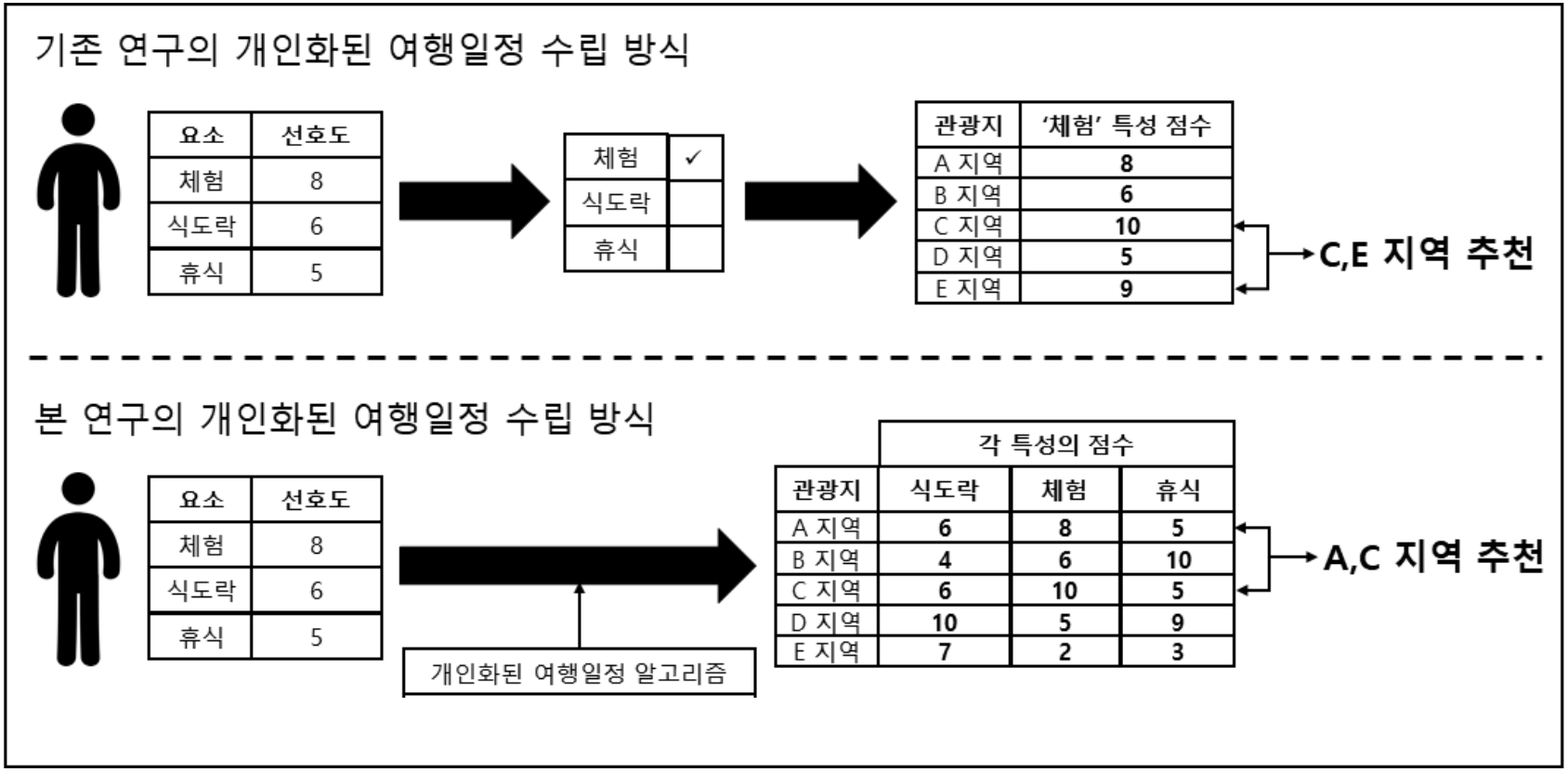
요소	선호도
체험	6
식도락	6
휴식	5

<관광지 2>

요소	선호도
체험	7
식도락	4
휴식	7

문제 상황

- 개인화된 여행 일정 수립 방식



→ 개별 여행객에게 관광지 추천 시, 설정한 벡터의 차이를 기반으로 기본 알고리즘 개발

문제 상황

- 총 효용 산출 :

관광객과 i 관광지의 스타일 차이와 이동 시간이 모두 0일 때 관광객이 느끼는 효용(q_i)

i 관광지와 개별 관광객 간 스타일 차이 (f_i)

관광객 현재 위치에서 i 관광지까지의 이동 거리 (t_{ij}^k)

➔ 개별 관광객이 i 관광지에 느끼는 전체 효용 (u_i)

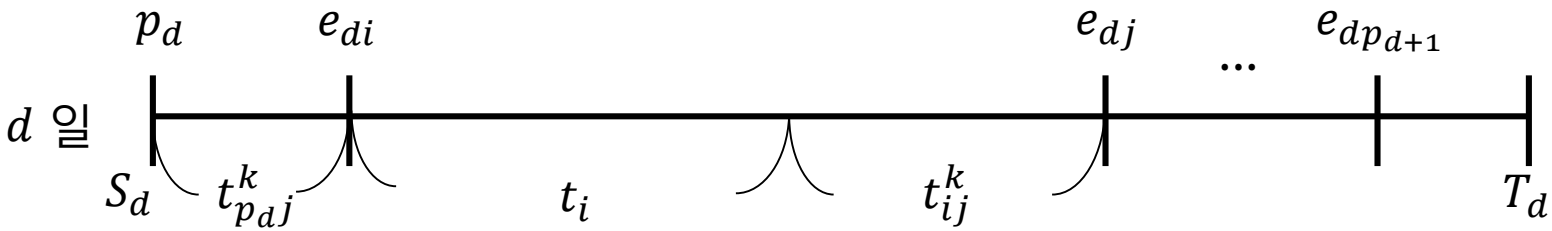
- 개인 선호 기반 체류 시간 산출:

t_i = 스타일 차이가 증가할수록 개별 여행객의 체류 시간은 감소

문제 상황

- 각 관광객은 일별로 관광 시작 시간, 종료시간을 선택 가능 $(S_d\ , T_d)$

  숙소 (p_d) 출발 → 관광지 도착 → 관광지 체류 → 다음 관광지로 이동 → ⋯ → 숙소(p_{d+1}) 도착



  ➢ 따라서 일별 전체 여행 일정은 관광객이 설정한 여행에 투자할 수 있는 최대 시간보다 짧도록 구성되어야 함.

- 관광지 개 폐장 시간 반영

  특정 관광지 도착 시간은 개장 시간과 폐장 시간 사이에 있어야 함.

목차

1. 연구 배경
2. 문제 상황
3. 수리 모형
4. 수치 예제
5. 결론

수리 모형

- 가정
  - 관광객이 특정 관광지에 느끼는 효용은 이동 시간, 스타일에 따라 달라지며, 체류 시간 또한 스타일에 따라 달라질 수 있음.
  - 여행객은 해당 관광지에 존재하는 교통 수단 중 효율적인 교통수단을 선택하여 이동함
  - 관광지마다 개/폐장 시간이 존재함
  - 관광객이 관광을 하고자 하는 시간은 일별로 정해져 있음.
  - 관광객의 선호 방문 시간은 고려하지 않음
  - 일자별 여행일정은 최소 하나의 관광지를 방문해야 함.

수리 모형

- Notation

s : 각 선호 스타일을 나타내는 색인 ($s \in S$)

k : 교통편을 나타내는 색인 ($k \in K$)

i, j : 관광지를 나타내는 색인 ($i, j \in I$)

d : 여행일자를 나타내는 색인 ($d \in D$ or D^-) , ($D = 1,\ldots,D$ and $D^- = 1,\ldots,D-1$)

p_d: d 일에 출발할 숙소를 나타내는 색인 ($p_D = p_1$)

N : 관광지 및 숙소 노드 집합 ($N = I \cup p_D$)

a^s : 개별 관광객 선호 특성 벡터

b_i^s : i 관광지 선호 특성 벡터

q_i : 관광객과 i 관광지의 스타일 차이와 이동 시간이 모두 0일 때 관광객이 느끼는 효용

f_i : 관광객과 i 관광지의 스타일 차이

u_{ij} : j 지점에 위치한 개별 관광객이 i 관광지에 느끼는 전체 효용

수리 모형

S_d : 여행객이 설정한 d 일의 여행 시작 시간

T_d: 여행객이 설정한 d 일의 여행 종료 시간

ot_i: i 관광지 개장 시간

ct_i : i 관광지 폐장 시간

t_{ij}^k : k 교통편 이용 시 관광지 i 에서 관광지 j 로 이동하는데 소요되는 시간 (분)

α : 개별 효용 산출 시 f_i 값의 계수

β : 효용 산출 시 t_{ij}^k 값의 계수

γ : 체류시간 산출 시 f_i 값의 계수

$t0_i$: 관광객과 i 관광지의 스타일 차이가 0일 때 관광객의 체류 시간

t_i : 관광객의 스타일 차이를 고려한 i 관광지에서의 체류 시간

M : 무수히 큰 수

- Decision variables

x_{dij}^k : d 날짜에 k 교통편을 이용하여 노드 i에서 j를 순차적으로 이동하는 경우 1, 아니면 0의 값을 갖는 이진 변수

e_{di}: i 관광지 도착 예정 시간

수리 모형

- 관광객과 i 관광지의 스타일 차이(f_i) 계산 :

  ✓ 선호 스타일 s : 각 스타일 마다 만족도 10점 척도로 설정

	관광객	관광지1	관광지2
체험	8	8	6
식도락	6	5	6
휴식	5	8	6

a^s = < 8 , 6 , 5 >

b_1^s = < 8 , 5 , 8 >

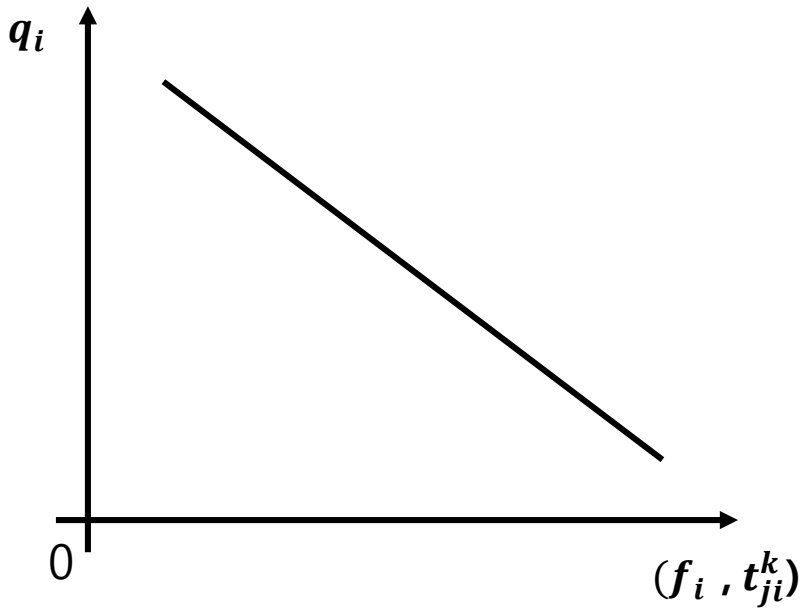
b_2^s = < 6 , 6 , 6 >

$$f_i = \sqrt{\sum_s \left(a^s - b_i^s\right)^2} \qquad (i \in I)$$

수리 모형

- j 지점에 위치한 관광객이 i 관광지에 느끼는 전체 효용 (u_{ij})

  ✓ i 관광지에 대해 느낄 효용은 해당 관광지와 자신의 스타일 차이 , 해당 관광지까지의 이동 시간에 따라 감소



q_i : 관광객과 i 관광지의 스타일 차이와 이동 시간이 모두 0일 때 관광객이 느끼는 i 관광지 최대 효용

u_{ij} : 관광객과 i 관광지의 <u>스타일 차이</u>와 <u>이동 시간</u>이 증가함에 따라 감소

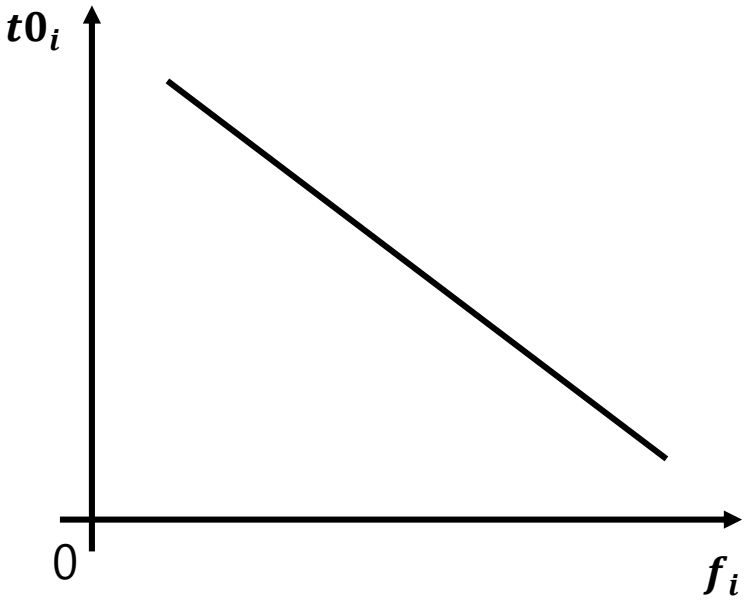
$$u_{ji} = q_i - \alpha \cdot f_i - \beta \cdot (t_{ji}^k \cdot x_{dji}^k)$$

$$(i \in I\ ,\ j \in I)$$

수리 모형

- i 관광지 체류 시간 (t_i)

  ✓ i 관광지에서의 체류 시간 → 관광지 스타일 차이 증가에 따라 감소



$t0_i$: 관광객과 i 관광지의 스타일 차이가 0일 때 관광객의 i 관광지 최대 체류 시간

t_i : 관광객과 i 관광지의 <u>스타일 차이</u>가 증가함에 따라 감소

$$t_i = t0_i - \gamma \cdot f_i \qquad (i \in I)$$

수리 모형

- 목적식 :

Maximize) $$\sum_{d\in D}\sum_{k}\sum_{i\in N}\sum_{j\in N} u_{ij}\cdot x_{dij}^{k}$$

- 제약식 :

관광지 이동 제약

$$\sum_{d\in D}\sum_{k}\sum_{i\in N} x_{dij}^{k} \le 1 \qquad (j \in N)$$

$$\sum_{d\in D}\sum_{k}\sum_{j\in N} x_{dij}^{k} \le 1 \qquad (i \in N)$$

$$\sum_{k}\sum_{i\in N} x_{dij}^{k} = \sum_{k}\sum_{i\in N} x_{dji}^{k} \qquad (d \in D, j \in I)$$

$$x_{dii}^{k} = 0 \qquad (d \in D, \forall k, i \in N)$$

숙소 이동 제약

$$\sum_{k}\sum_{j\in I} x_{dp_{dj}}^{k} = 1 \qquad (d \in D)$$

$$\sum_{k}\sum_{i\in I} x_{Dip_{1}}^{k} = 1$$

$$\sum_{k}\sum_{i\in I} x_{dip_{d+1}}^{k} = 1 \qquad (d \in D^{-})$$

수리 모형

- 제약식 :

도착 시간 제약

$$e_{dj} + \left(1 - x_{dij}^{k}\right) \cdot M \geq e_{di} + (t_{ij}^{k} + t_i) \cdot x_{dij}^{k} \qquad (d \in D, \forall\, k\,,\ i \in N, j \in N)$$

개 / 폐장 시간 제약

$$ot_j \leq e_{dj} \qquad (d \in D\,, j \in N)$$

$$e_{dj} + t_j \leq ct_j \qquad (d \in D\,, j \in N)$$

여행자 여행 출발, 종료 시간 관련 제약

$$e_{dp_{d+1}} \leq T_d \qquad (d \in D)$$

$$S_d + \sum_{k \in K} t_{p_d j}^{k} \cdot x_{p_d j}^{k} \leq e_{dj} \qquad (d \in D\,, j \in N)$$

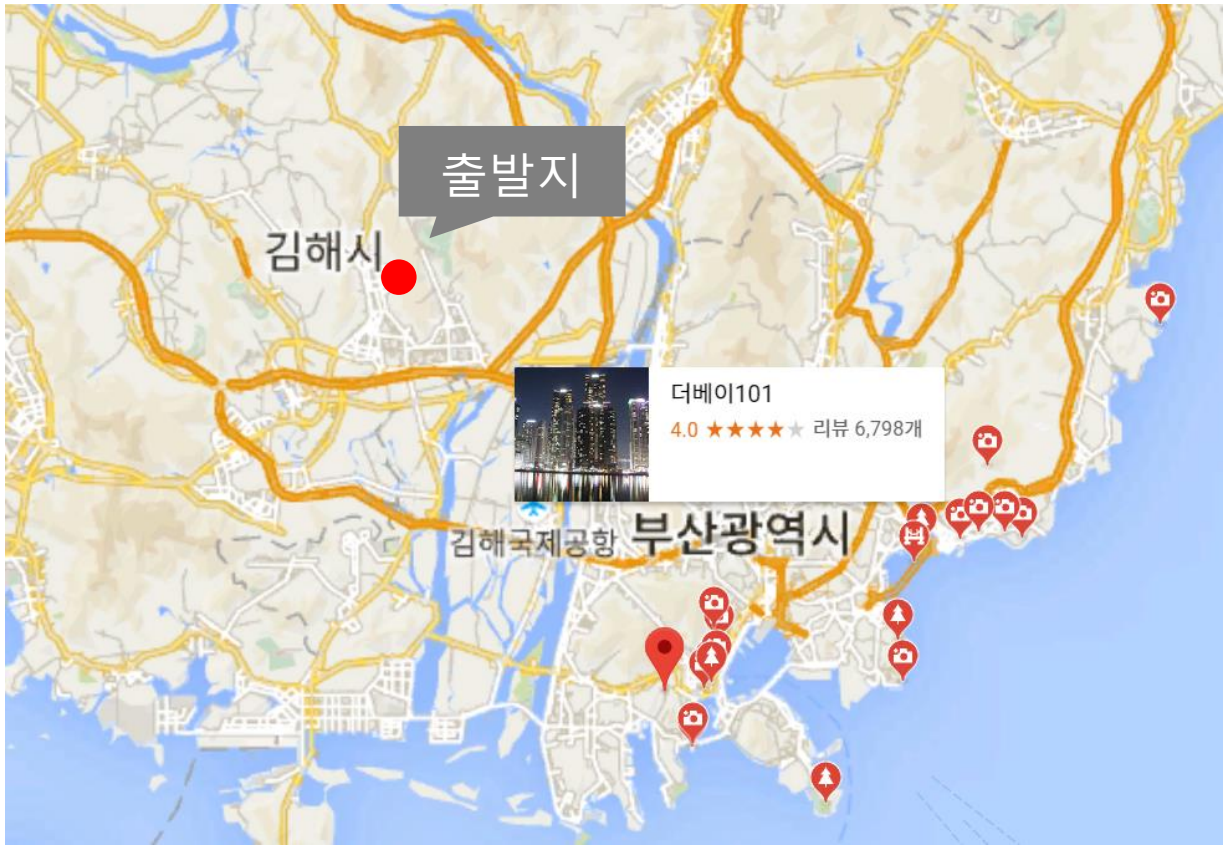
목차

1. 연구 배경
2. 문제 상황
3. 수리 모형
4. 수치 예제
5. 결론

수치 예제 (toy case)

- k 교통편 이용 시 관광지 i 에서 관광지 j 로 이동하는데 소요되는 시간 (분) (t_{ij}^{k})

산출 기준 : 네이버 지도 예상 이동 소요 시간 참조



- 관광지 (i)

1. 달맞이동산
2. 해운대해수욕장
3. 더베이101
4. 동백섬
5. 국제시장
6. 부산항
7. 감천문화마을
8. 오륙도
9. 광안리해수욕장
10. 장산

p_1 : 자택
p_2 : 롯데호텔부산
p_3 : 파라다이스호텔부산

수치 예제 (toy case)

- k 교통편 이용 시 관광지 i 에서 관광지 j 로 이동하는데 소요되는 시간 (분) (t_{ij}^{k})

산출 기준 : 네이버 지도 예상 이동 소요 시간 참조

nt[i][j]	1	3	4	5	9	10	13	16	19	20	21	22	23
1	0	10	12	13	37	24	43	28	23	13	150	29	8
3	10	0	4	4	32	16	37	24	14	12	150	24	3
4	12	4	0	1	29	14	35	21	12	12	150	21	5
5	13	4	1	0	29	14	35	21	12	12	150	21	5
9	37	32	29	29	0	6	9	27	27	32	150	20	34
10	24	16	14	14	6	0	20	70	70	70	100	60	60
13	43	37	35	35	9	15	0	30	32	36	150	27	38
16	28	24	21	21	27	22	30	0	18	23	150	23	25
19	23	14	12	12	27	19	32	18	0	16	150	15	16
20	13	12	12	12	32	25	36	23	16	0	150	20	12
21	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	0	150	150
22	29	24	21	21	20	14	27	23	15	20	150	0	25
23	8	3	5	5	34	26	38	25	16	12	150	25	0

수치 예제

- 선호 스타일 수 (s) = 5개 (액티비티, 식도락, 휴식, 관람, 쇼핑)　　교통 수단 $(k) = 1$
- 개별 효용 산출 시 f_i 값의 계수 $(\alpha) = 1$　　효용 산출 시 t_{ij}^k 값의 계수 $(\beta) = 0.04$
- 체류시간 산출 시 f_i 값의 계수 $(\gamma) = 0.9$　　관광지 수 (i) = 10개
- 관광객과 i 관광지의 스타일 차이와 이동 시간이 모두 0일 때 관광객이 느끼는 효용 (q_i)

	$q1$	$q2$	$q3$	$q4$	$q5$	$q6$	$q7$	$q8$	$q9$	$q10$
q_i	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

- 개별 관광객 선호 특성 벡터 및 i 관광지 선호 특성 벡터

	a^s	b_1^s	b_2^s	b_3^s	b_4^s	b_5^s	b_6^s	b_7^s	b_8^s	b_9^s	b_{10}^s
액티비티	8	6	8	4	6	6	5	5	5	8	8
식도락	4	6	7	6	6	7	5	6	6	7	7
휴식	4	3	3	6	6	5	5	4	4	3	3
관람	6	8	6	7	6	7	8	8	8	6	6
쇼핑	5	5	6	6	5	7	5	4	4	6	6

- 관광객과 i 관광지의 스타일 차이 (f_i) :

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}
f_i	3.605551	3.316625	5.09902	3.464102	4.358899	3.872983	4.242641	4.242641	3.316625	3.316625

수치 예제

- j 지점에 위치한 개별 관광객이 i 관광지에 느끼는 전체 효용 (u_{ij})

u[i][j]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	6.283375	4.42098	6.015898	4.161101	5.167017	4.037359	4.637359	5.763375	6.163375
2	5.994449	0	4.74098	6.375898	4.361101	5.487017	4.277359	4.797359	6.123375	6.203375
3	5.914449	6.523375	0	6.495898	4.481101	5.567017	4.357359	4.917359	6.203375	6.203375
4	5.874449	6.523375	4.86098	0	4.481101	5.567017	4.357359	4.917359	6.203375	6.203375
5	4.914449	5.403375	3.74098	5.375898	0	5.887017	5.397359	4.677359	5.603375	5.403375
6	5.434449	6.043375	4.34098	5.975898	5.401101	0	4.957359	2.957359	3.883375	3.883375
7	4.674449	5.203375	3.50098	5.135898	5.281101	5.527017	0	4.557359	5.403375	5.243375
8	5.274449	5.723375	4.06098	5.695898	4.561101	5.247017	4.557359	0	5.963375	5.763375
9	5.474449	6.123375	4.42098	6.055898	4.561101	5.367017	4.477359	5.037359	0	6.043375
10	5.874449	6.203375	4.42098	6.055898	4.361101	5.127017	4.317359	4.837359	6.043375	0

수치 예제

- 여행객이 설정한 d 일의 여행 시작 시간 및 종료 시간(S_d , T_d) :

	$d = 1$	$d = 2$	$d = 3$
시작 시간 (S_d)	9 : 00	12 : 00	10 : 00
종료 시간 (T_d)	22 : 00	22 : 00	17 : 00

- i 관광지 개장 시간 및 폐장 시간 :

	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$	$i = 5$	$i = 6$	$i = 7$	$i = 8$	$i = 9$	$i = 10$
개장 시간 (ot_i)	9 : 00	24시간	10 : 00	24시간	7 : 00	24시간	9 : 00	9 : 00	24시간	5:00
폐장 시간 (ct_i)	19 : 00		12 : 00		22 : 00		18 : 00	18 : 00		18 : 00

- 관광객과 i 관광지의 스타일 차이가 0일 때 관광객의 체류 시간 ($t0_i$)

	$t0_1$	$t0_2$	$t0_3$	$t0_4$	$t0_5$	$t0_6$	$t0_7$	$t0_8$	$t0_9$	$t0_{10}$
$t0_i$	180	300	180	360	180	180	180	180	300	300

- 관광객의 스타일 차이를 고려한 i 관광지에서의 체류 시간(t_i)

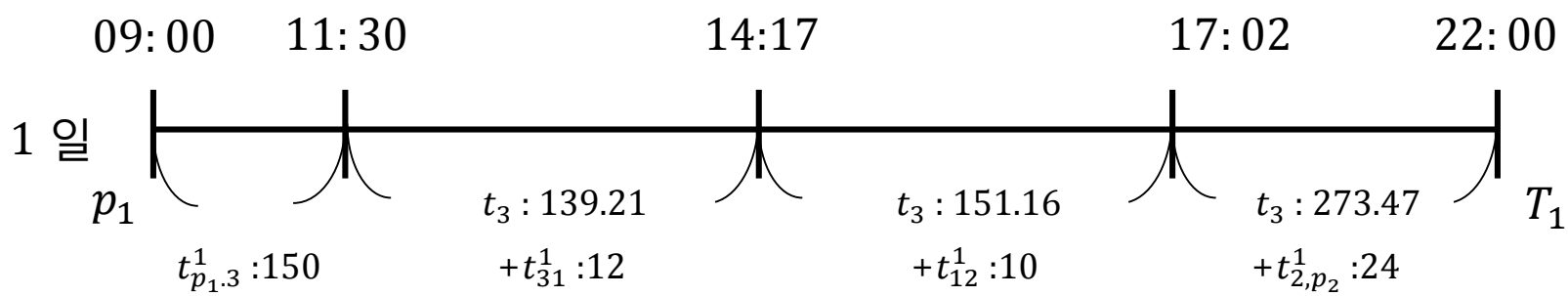
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}
t_i	151.16	273.47	139.21	332.29	145.13	149.02	146.06	146.06	273.47	273.47

수치 예제

- 결과
- 관광지 할당 결과

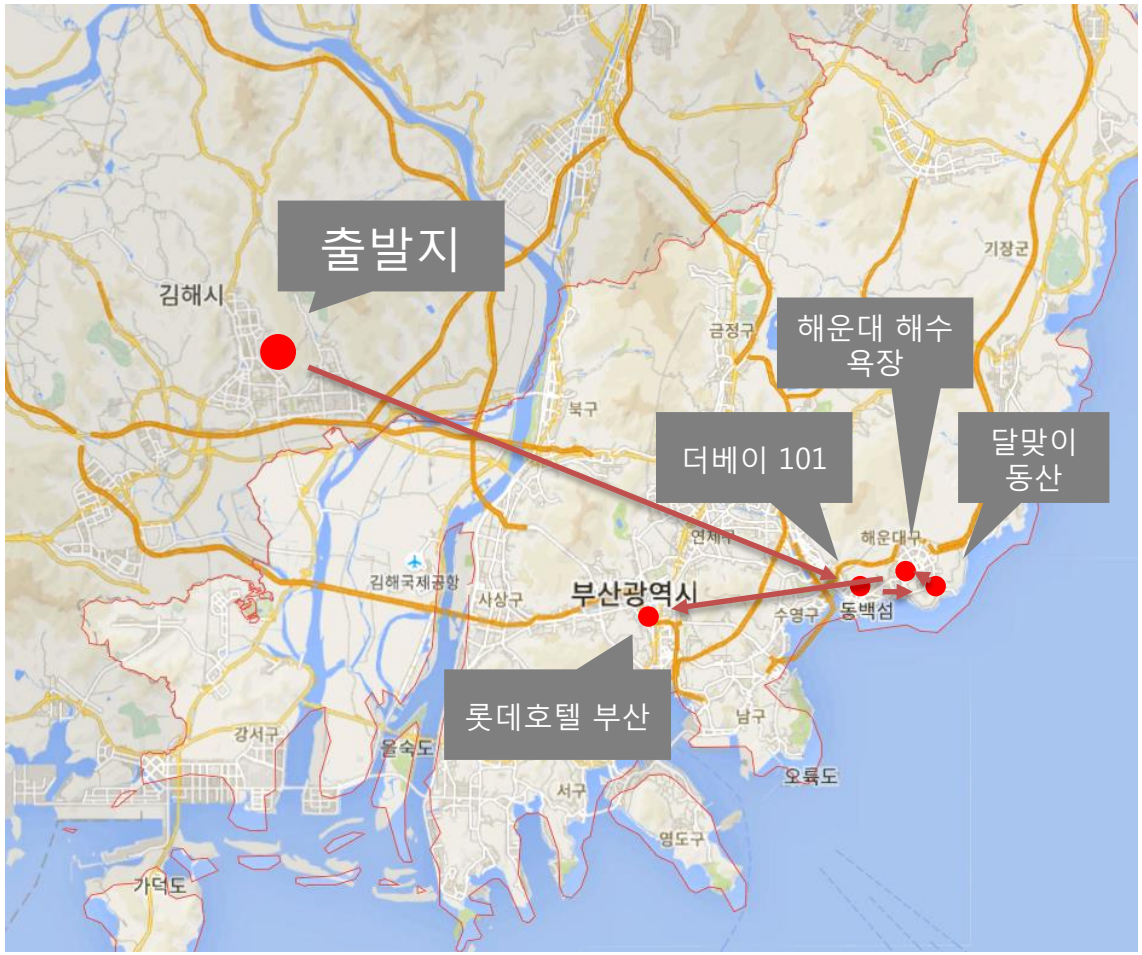
일자 (d)	p_d	할당된 관광지 i , j			p_{d+1}
1	p_1 (자택)	더베이 101	달맞이동산	해운대해수욕장	p_2 (롯데호텔)
2	p_2 (롯데호텔)	감천문화마을	국제시장	부산항	p_3 (파라다이스 호텔부산)
3	p_3 (파라다이스 호텔부산)	오륙도			p_1 (자택)

- 각 노드 도착 시간 (e_{di})



수치 예제 (toy case)

- 결과



- 관광지 (i)

1. 달맞이동산
2. 해운대해수욕장
3. 더베이101
4. 동백섬
5. 국제시장
6. 부산항
7. 감천문화마을
8. 오륙도
9. 광안리해수욕장
10. 장산

p_1 : 자택
p_2 : 롯데호텔부산
p_3 : 파라다이스호텔부산

day 1

p_1 : 자택

3. 더베이101

1. 달맞이동산

2. 해운대해수욕장

p_2 : 롯데호텔부산

관광지 전체 효용 : 23.366

수치 예제

- 본 수치예제에서 제시한 예제는 제출을 위한 토이 케이스로 학회 발표 시에는 실제 Numerical example을 만들어 제시할 예정입니다.

목차

1. 연구 배경
2. 문제 상황
3. 수리 모형
4. 수치 예제
5. 결론

결론

- 본 연구에서는 개별관광객의 국내 여행 만족도 제고를 위해 복합적이고 개인화된 정보를 기반으로 한 개인선호 기반 최적 여행일정 스케줄링 알고리즘을 개발함.
- 다양한 개인의 선호나 성향을 비롯하여 관광지 개/폐장 시간, 숙박 기간, 이동 수단 등 특정 개인의 상황을 고려한 여행 일정을 수립 및 제공함.

✓ 향후 연구 방향

- ✓ 실제 프로토콜을 활용한 여행 일정 제공을 위해 관광지 데이터 및 개별 고객 선호 데이터 수집
- ✓ 여행객의 변화된 선호 및 상황을 고려한 개인화된 여행 일정 재스케쥴링 방법 개발

END

Q & A

woojin937@gmail.com