



감성 경로 라우팅

딥러닝 기반 가로경관 이미지 분석

가로본능 (황예찬, 강봉구, 신승현, 이정현, 정예성)

목차

01 주제선정

02 관련 연구

03 진행 과정

04 결론

05 한계

01 주제선정

요구사항

가로경관 이미지를 정량적으로 데이터 기반의 분석

쾌적하고 안전한 보행 환경을 위한 딥러닝 기반의 모델 개발

도시민들의 보행로 활성화 및 지역주민의 삶의 질 개선

주제

딥러닝 모델을 활용한 가로경관 이미지의 감성 점수 예측

예측 점수를 바탕으로 **감성 경로 라우팅**

활용 방안

딥러닝 기반

가로경관 이미지 분석

감성 경로 라우팅

02 관련 연구

딥러닝 활용 감성 점수 예측 연구

Predicting and Understanding Urban Perception with Convolutional Neural Networks(L.Porzi, et al., 2015)

- CNN 기반, 입력 이미지의 감성 점수를 예측하는 모델
- 크라우드 소싱으로 평가한 GSV 이미지로 학습 데이터셋 구축 (Place-Pulse 1.0 데이터셋)

Deep Learning the City(A. Dubey et al., 2016)

- 개선된 CNN 기반, 입력 이미지의 감성 점수를 예측하는 모델
- 크라우드 소싱으로 평가한 GSV 이미지로 학습 데이터셋 구축 (Place-Pulse 2.0 데이터셋)

A human machine adversarial scoring framework for urban perception assessment using street view images(Y. Yao et al., 2019)

- 입력 이미지로부터 Segmentation 예측, Segmentation 결과로부터 감성 점수를 예측하는 모델
- ADE-20K 데이터셋으로 Segmentation 모델 학습
- 20명의 평가자가 Annotation한 Tencent Map SV 이미지로 학습 데이터셋 구축

기존 연구들은 딥러닝을 활용하여 감성 점수를 예측하는데 초점

02 관련 연구

라우팅 관련 연구

A System for Generating Customized Pleasant Pedestrian Routes Based on OpenStreetMap Data(T. Novack et al., 2018)

- 녹지, 사회적 장소, 조용함 요소가 OSM에서 정의된 feature와 상관관계를 분석하고 이를 사용한 라우팅 연구

HappyRouting: Learning Emotion-Aware Route Trajectories for Scalable In-The-Wild Navigation(D. Bethge et al., 2024)

- Weather, traffic, road, greeness 등 여러 feature들을 가지고 감성 라우팅
- OSM 뿐만 아니라 다른 API도 많이 사용

SocRoutes: Safe Route Based on Tweet Sentiments(J. Kim et al., 2014)

- 트위터에 실시간으로 올라오는 위치와 메세지에 따른 감성 라우팅 연구
- 범죄율과 관련이 있음을 확인

기존 라우팅 관련 연구 중 가로경관 이미지와 딥러닝을 기반으로 하여, 감성 점수
라우팅을 한 연구 사례는 없음

03 진행 과정



03 진행 과정 - 모델 선정

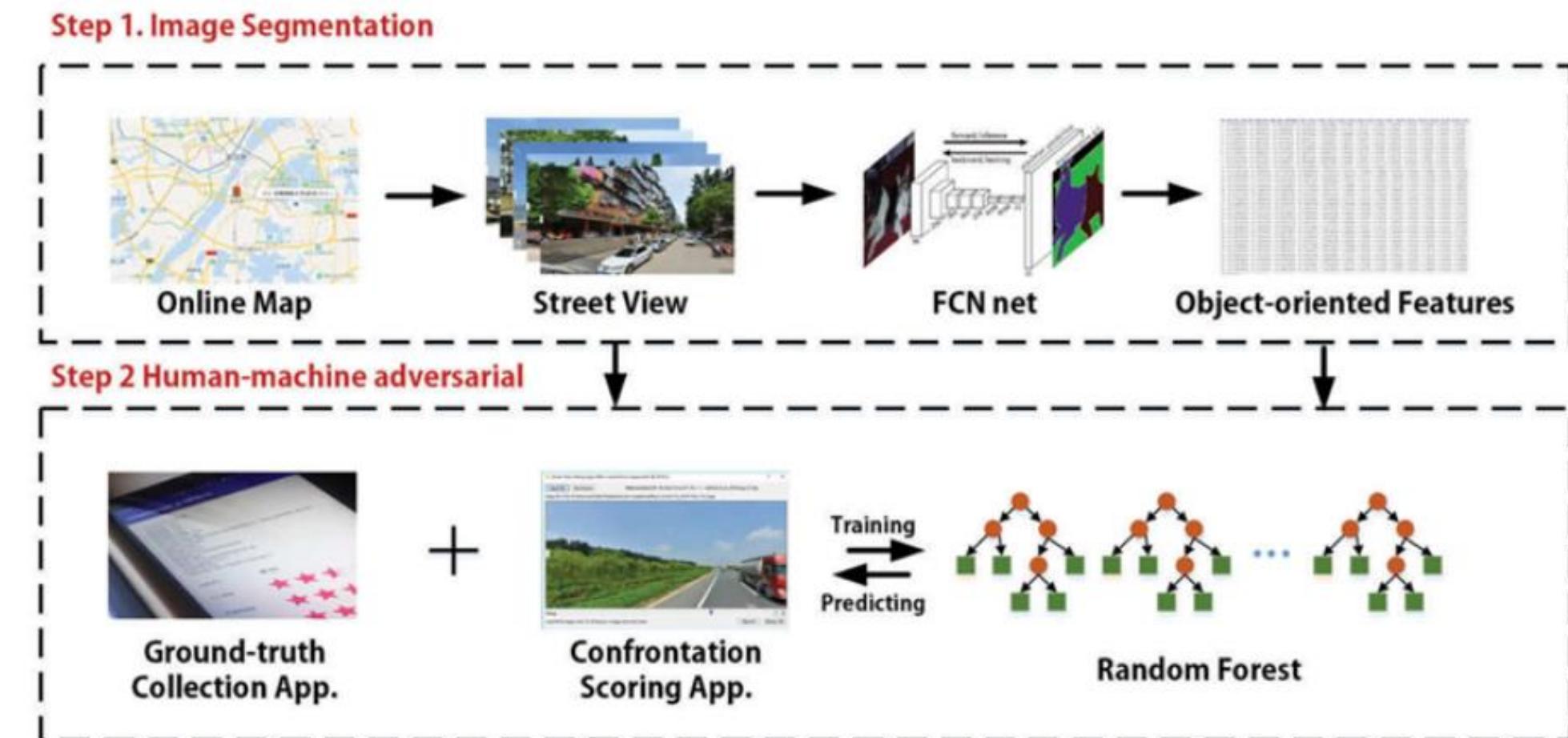
라우팅 관련 연구

A human machine adversarial scoring framework for urban perception assessment using street view images(Y. Yao et al., 2019)
- 20명의 평가자가 Annotation한 Tencent Map StreetView 이미지를 학습 데이터셋으로 사용한 모델

예측 과정

Step 1 : ADE-20K 데이터셋으로 학습된
FCN 모델을 통해 Segmentation 예측

Step 2 : Segmentation 결과로 Random Forest를
통해 감성 점수를 최종 예측



03 진행 과정 - 모델 선정

감정 점수 선정 이유

선정 모델 6개의 감성 점수와 도시 보행환경 평가 관련 선행 연구의 항목 대조 후 유의미한 항목 채택

- Beautiful
- Safety
- Lively
- Depressing
- Boring
- Wealthy

	Zhou <i>et al.</i> (2019)	Li <i>et al.</i> (2020)	Blečić <i>et al.</i> (2018)	Li <i>et al.</i> (2018)	이수기 등(2016)	박근덕· 이수기 (2018)	Kim <i>et al.</i> (2014)	Quercia <i>et al.</i> (2015)	Mateo- Babiano (2016)
안전성 (Safety)	●	○			○		○	○	○
편리성 (Convenience)	●	●			○		○	○	○
쾌적성 (Comfort)	●	●○		●	○		○	○	○
접근성 (Accessibility)		○	○	○	○	○	○		○
연결성/연속성 (Connectivity)					○		○		○
정성적 평가 (Perceptibility)		○					○		
생동성 (Conviviality)								○	○
다양성 (Diversity)							○		

(● : 영상 분석, ○ : 영상 외 분석)

03 진행 과정 - 모델 선정

모델 동작 결과

가로경관 이미지 \equiv 감성 점수 예측

감성 점수 항목

- Beautiful
- Safety
- Lively

	Low	→	High
Beautiful	 3.752675	 30.754972	 61.519814
Safety	 16.784946	 40.527374	 63.759987
Lively	 5.605356	 40.362804	 71.67185

03 진행 과정 - OSM 파일 구성

(범위 설정 및 선정 지역 추출)

대한민국

국내 대상 감성 경로 라우팅에 대한 연구 적음

감성 점수 항목

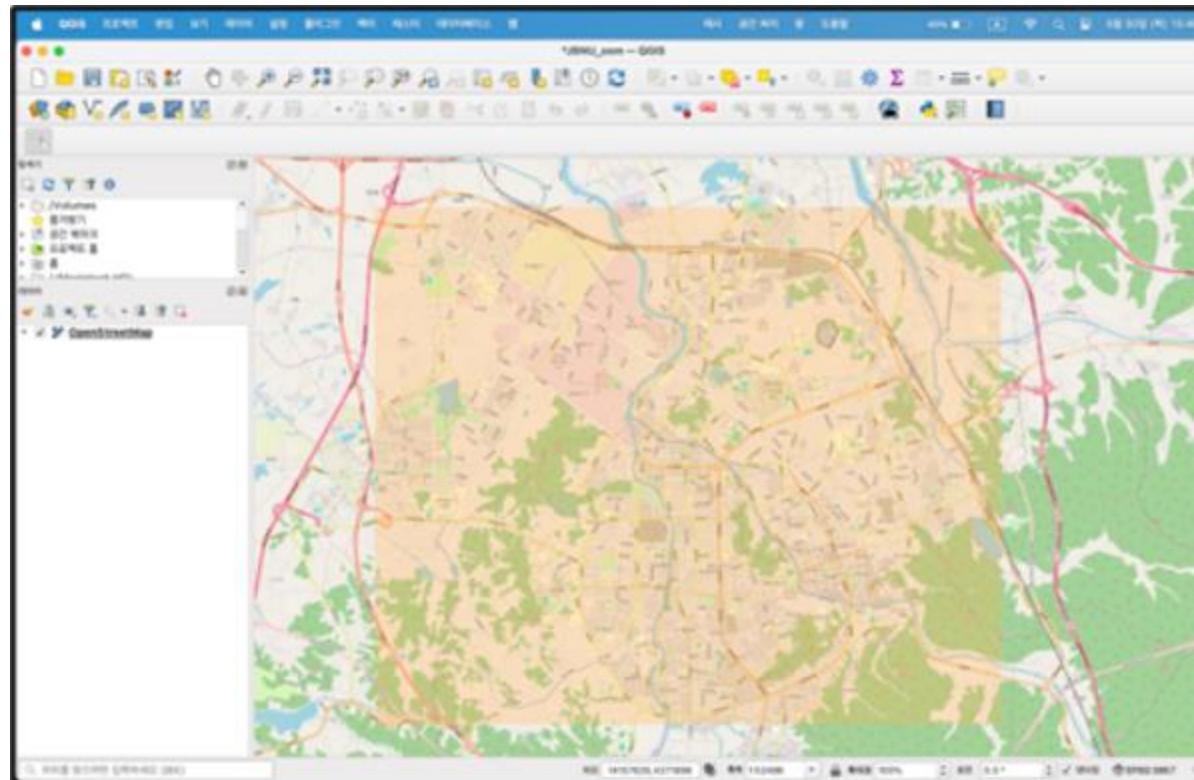
전주시

현 거주지이므로 성능 유추와 평가에 용이



전주시

추출과정



OSM 파일
(OpenStreetMap)

03 진행 과정 - OSM 파일 구성

(선정 지역 GSV 이미지 추출)



03 진행 과정 - OSM 파일 구성 (GSV 이미지 이용 감성점수 획득)



JPG 파일



A screenshot of a Google Colab notebook titled "Pipeline.ipynb". The notebook contains three sections: "Preprocessing", "Path Setting", and "Inference Code". The "Inference Code" section contains the following Python code:

```
[ ] import tensorflow as tf
import numpy as np
import os
from PIL import Image
import csv

def create_model():
    model_name = MODEL_PATH
    if os.path.exists(model_name):
        print("Reading model parameters from %s" % model_name)
        model = tf.keras.models.load_model(model_name)
        return model
    else:
        print("There is no model")
        exit(0)

def predict(model, data):
    prediction = model.predict(data)
    return prediction[0][0]
```

Pipeline.ipynb



A screenshot of a CSV file with columns labeled A, B, and C. The data consists of multiple rows of values. The first few rows are:

G29	x	y	f(x)	
1	A	B	C	
9120230267	0	35.462368		
9120230268	A1			
9120230268	1	id	degree	score
9120230268	2	1224814906	180	39.117146
9120230268	3	12248149	A1	
9120230268	4	12248149		
9120230268	5	12248149	1	id
9120230268	6	12248149	degree	score
9120230268	7	9120230267	0	32.69752
9120230268	1	id	degree	score
9120230268	2	9120230267	0	32.69752
9120230268	3	9120230268	180	34.99821
9120230268	4	9120230268	90	41.131912
9120230268	5	9120230267	270	28.3558
9120230268	6	9120230268	0	32.69752
9120230268	7	9120230268	270	28.3558
12319292	18	9120230286	180	42.12882
12319292	19	9120230286	0	23.975115
12319292	20	9120230286	270	36.563396
12319292	21	9120230286	90	29.802862
12319292	22	9120230295	90	27.910292
12319292	23	9120230295	0	37.746593
12319292	24	9120230295	180	29.544954
12319292	25	9120230296	90	27.910292
12319292	26	9120230296	0	37.746593

CSV 파일

03 진행 과정 - OSM 파일 구성 (노드에 감성 점수 태깅)

```
<node id="314265879" lat="35.8543815" lon="127.1197553" version="6"  
    timestamp="2023-06-24T11:42:49Z" changeset="137718516"  
    uid="14366776" user="GBA0">  
    <tag k="crossing" v="marked" />  
    <tag k="crossing:markings" v="yes" />  
    <tag k="highway" v="crossing" />  
</node>  
<way id="474108534" version="1" timestamp="2017-02-12T07:23:54Z"  
    changeset="46012899" uid="118851" user="generalred">  
    <nd ref="4681261785" />  
    <nd ref="4681261784" />  
    <nd ref="4681261783" />  
    <nd ref="4681261782" />  
    <nd ref="4681261785" />  
    <tag k="building" v="yes" />  
</way>  
<way id="474108535" version="1" timestamp="2017-02-12T07:23:54Z"  
    changeset="46012899" uid="118851" user="generalred">  
    <nd ref="4681261789" />  
    <nd ref="4681261788" />  
    <nd ref="4681261787" />  
    <nd ref="4681261786" />  
    <nd ref="4681261789" />  
    <tag k="building" v="yes" />  
</way>
```



```
<node id="314265879" lat="35.8543815" lon="127.1197553" version="6"  
    timestamp="2023-06-24T11:42:49Z" changeset="137718516"  
    uid="14366776" user="GBA0">  
    <tag k="crossing" v="marked" />  
    <tag k="crossing:markings" v="yes" />  
    <tag k="highway" v="crossing" />  
    <tag k="safety" v="34.10864249999995" />  
</node>  
<node id="314265976" timestamp="2019-  
    user="Jockhyeng1">  
    <tag k="highway" />  
    <tag k="safety" />  
</node>  
<way id="474108534" version="1" timestamp="2017-02-12T07:23:54Z"  
    changeset="46012899" uid="118851" user="generalred">  
    <nd ref="4681261785" />  
    <nd ref="4681261784" />  
    <nd ref="4681261783" />  
    <nd ref="4681261782" />  
    <nd ref="4681261785" />  
    <tag k="building" v="yes" />  
    <tag k="safety" v="24.6208285" />  
</way>  
<way id="474108535" version="1" timestamp="2017-02-12T07:23:54Z"  
    changeset="46012899" uid="118851" user="generalred">  
    <nd ref="4681261789" />  
    <nd ref="4681261788" />  
    <nd ref="4681261787" />  
    <nd ref="4681261786" />  
    <nd ref="4681261789" />  
    <tag k="building" v="yes" />  
    <tag k="safety" v="22.201676" />  
</way>
```

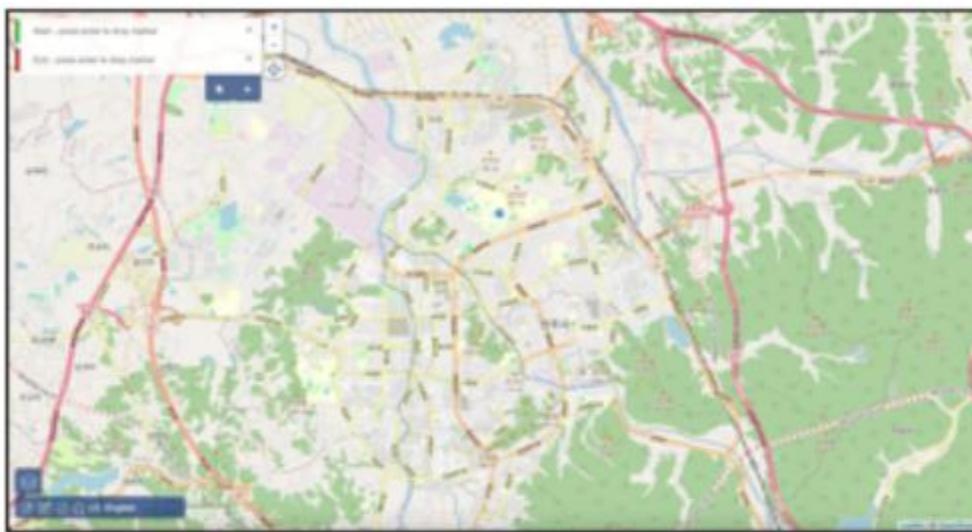
<node>

- 경도와 위도 값에 의한 고유 위치

<way>

- 여러 개의 <node>로 구성

03 진행 과정 - 프론트엔드, 백엔드 구축



프론트엔드

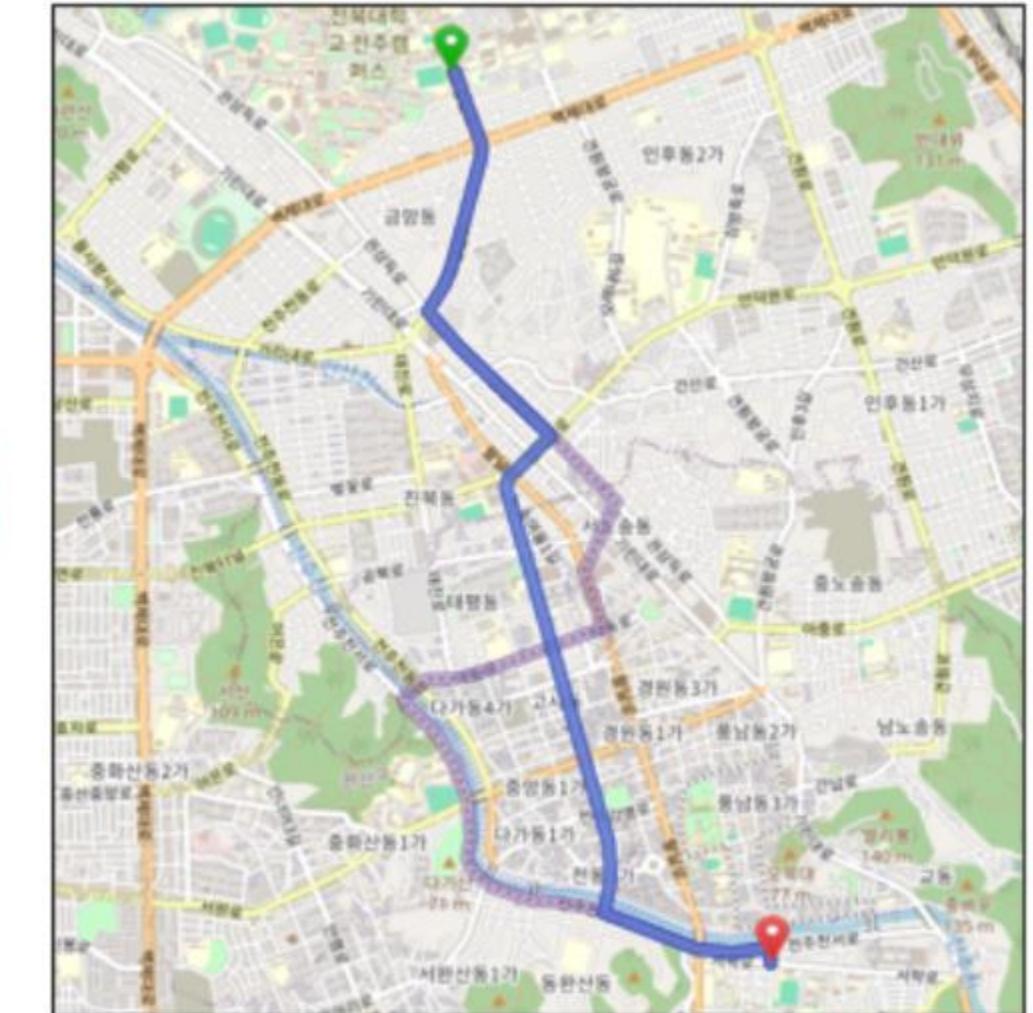


```
pretty print JSON [x]

{
  "code": "OK",
  "routes": [
    {
      "geometry": "(osmFetowVT)",
      "legs": [
        {
          "steps": [
            {
              "geometry": "(osmFetowVT)",
              "maneuver": {
                "bearing_after": 343,
                "bearing_before": 0,
                "location": [124.61395, 37.972299],
                "type": "depart"
              },
              "mode": "driving",
              "striking_side": "right",
              "name": "",
              "intersections": [
                {
                  "out": 0,
                  "entry": [true],
                  "name": "yechan"
                }
              ],
              "weight": 500
            }
          ],
          "duration": 0,
          "distance": 0
        }
      ],
      "geometry": "(osmFetowVT)",
      "name": "yechan"
    }
  ]
}

[2024-05-30T06:35:49.359299759] [info] starting up engines, v5.27.1
[2024-05-30T06:35:49.359302448] [info] Threads: 8
[2024-05-30T06:35:49.359400218] [info] IP address: 0.0.0.0
[2024-05-30T06:35:49.359405218] [info] IP port: 5000
[2024-05-30T06:35:50.226111426] [info] http 1.1 compression handled by zlib version 1.2.11
[2024-05-30T06:35:50.226303818] [info] Listening on: 0.0.0.0:5000
[2024-05-30T06:35:50.226304301] [info] running and waiting for requests
[2024-05-30T06:36:09.406181046] [info] 30-05-2024 06:36:09 3.984ms 192.168.65.1 - curl/8.4.0 200 /route/v1/driving/13.388860,52.517037;13.385983,52.496891?steps=true
[2024-05-30T06:36:17.034778425] [info] 30-05-2024 06:36:17 1.00517ms 192.168.65.1 - Mozilla/5.0(Macintosh;IntelMacOSX10_15_7)AppleWebKit/537.36(KHTML, likeGecko) Chrome/125.0.0.0Safari/537.36 200 /route/v1/driving/13.388860,52.517037;13.385983,52.496891?steps=true
[2024-05-30T06:36:17.034778341] [info] 30-05-2024 06:36:17 6.68575ms 192.168.65.1 - http://127.0.0.1:5000/route/v1/driving/13.388860,52.517037;13.385983,52.496891?steps=true Mozilla/5.0(Macintosh;IntelMacOSX10_15_7)AppleWebKit/537.36(KHTML, likeGecko) Chrome/125.0.0.0Safari/537.36 408 /favicon.ico
```

백엔드



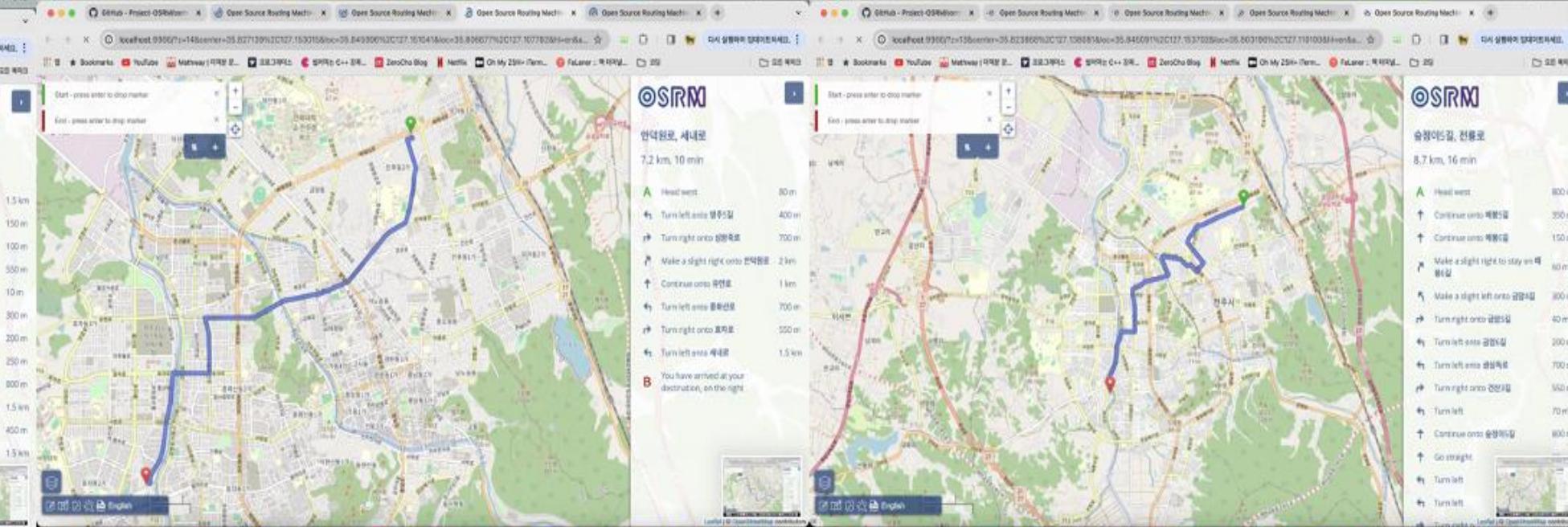
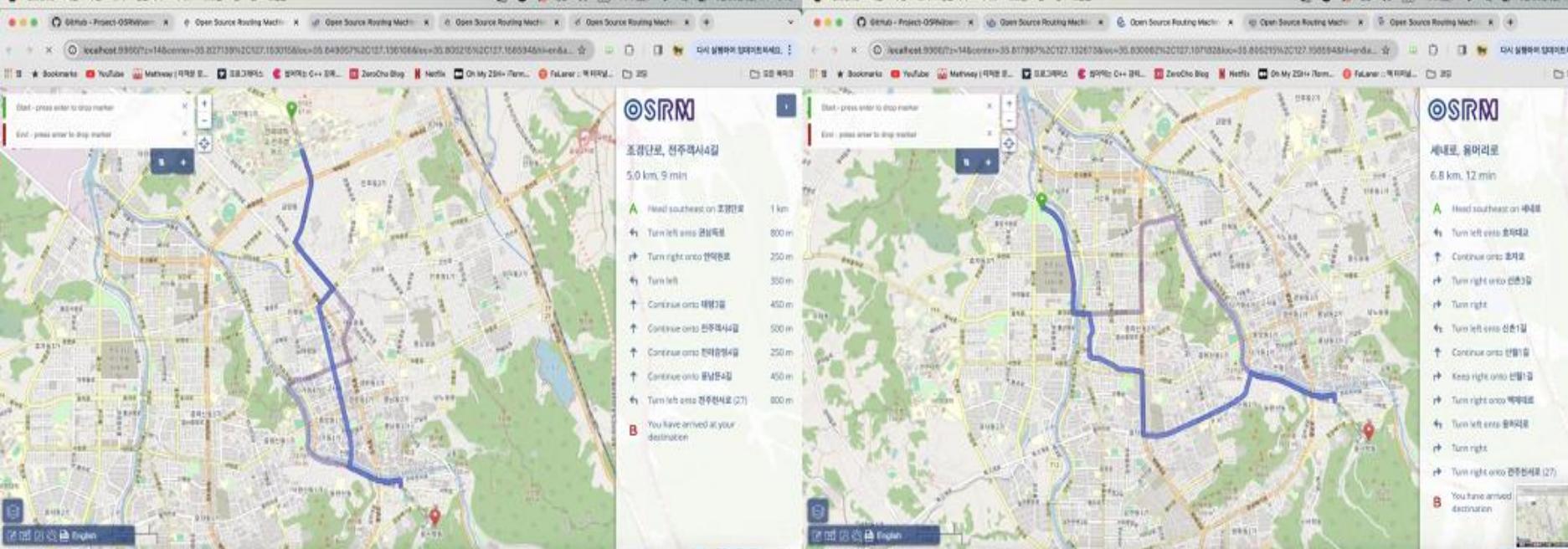
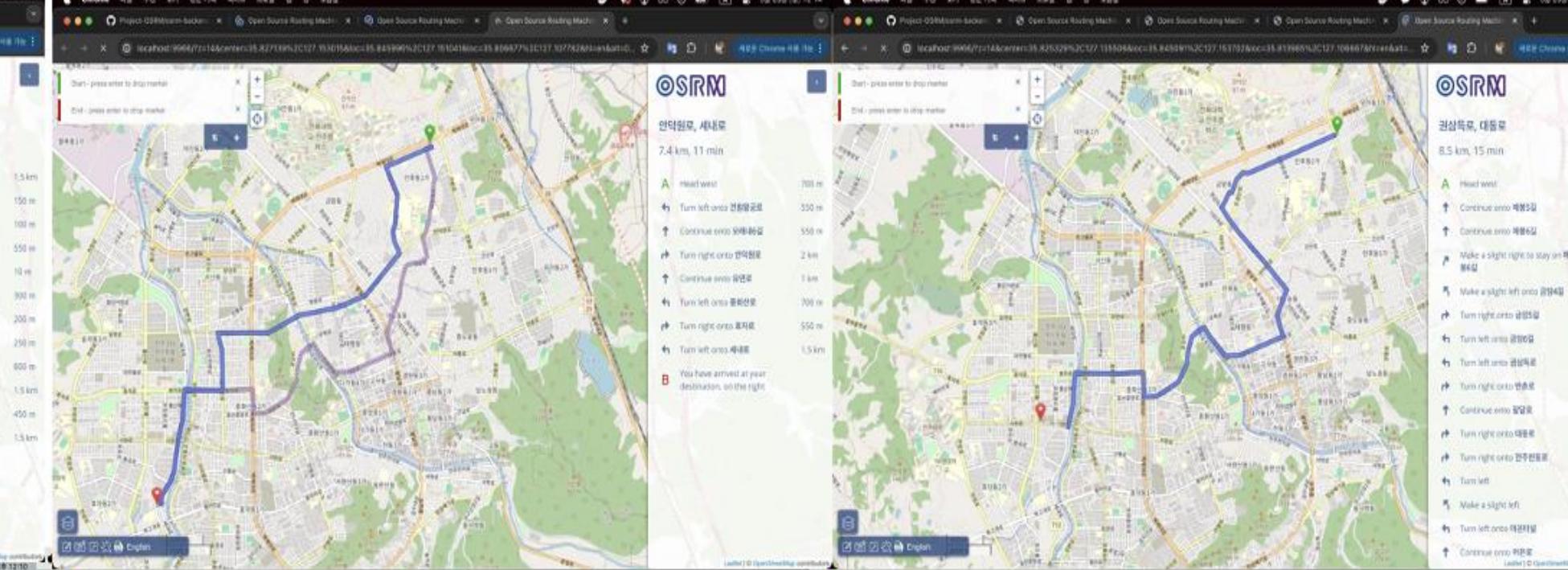
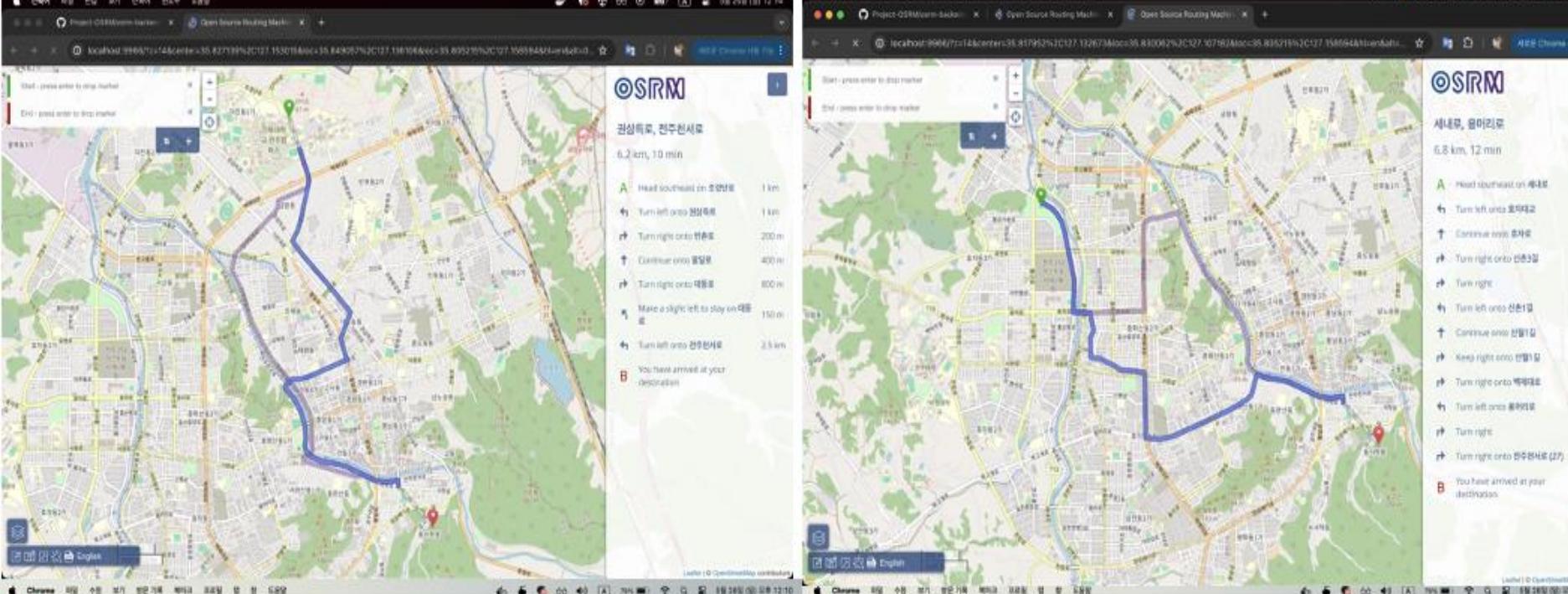
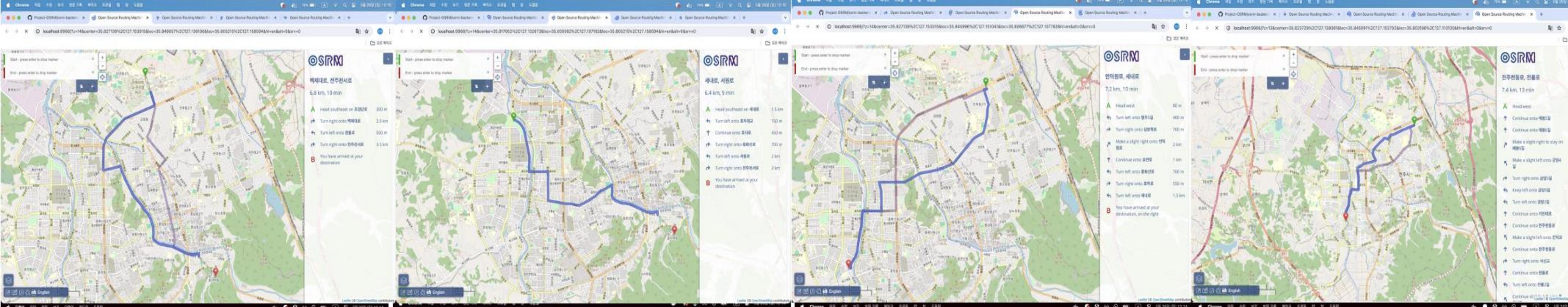
03 진행 과정 - 백엔드 구축

(Weight 설정을 위한 테스트(1))

OSRM 라우팅 알고리즘

Rate: 높을수록 선호함

Weight: 낮을수록 선호함



03 진행 과정 - 백엔드 구축

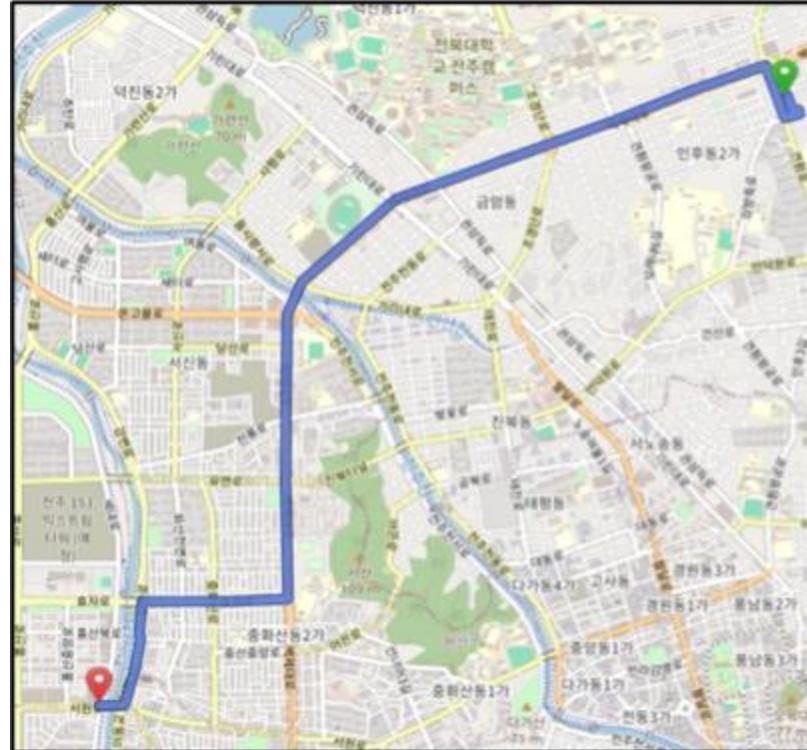
(Weight 설정을 위한 테스트(3))

```
local safety_value = tonumber(data.safety) / 10.0

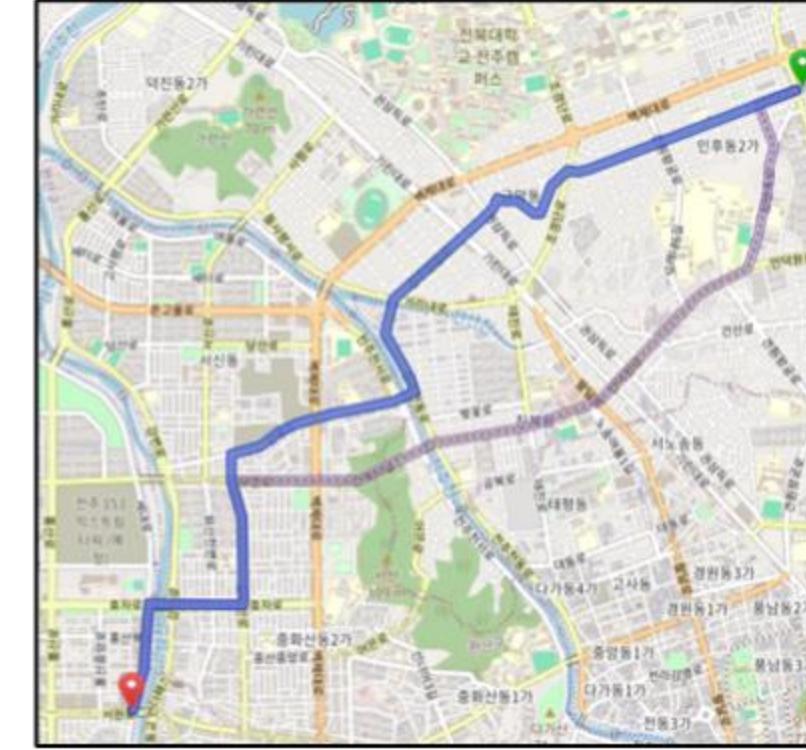
if profile.properties.weight_name == 'routability' then
    if result.forward_speed > 0 then
        result.forward_rate = ((result.forward_speed * forward_penalty) / 3.6) * (safety_value ^ 3)
    end
    if result.backward_speed > 0 then
        result.backward_rate = ((result.backward_speed * backward_penalty) / 3.6) * (safety_value ^ 3)
    end
end
```

(value/10)³ 채택

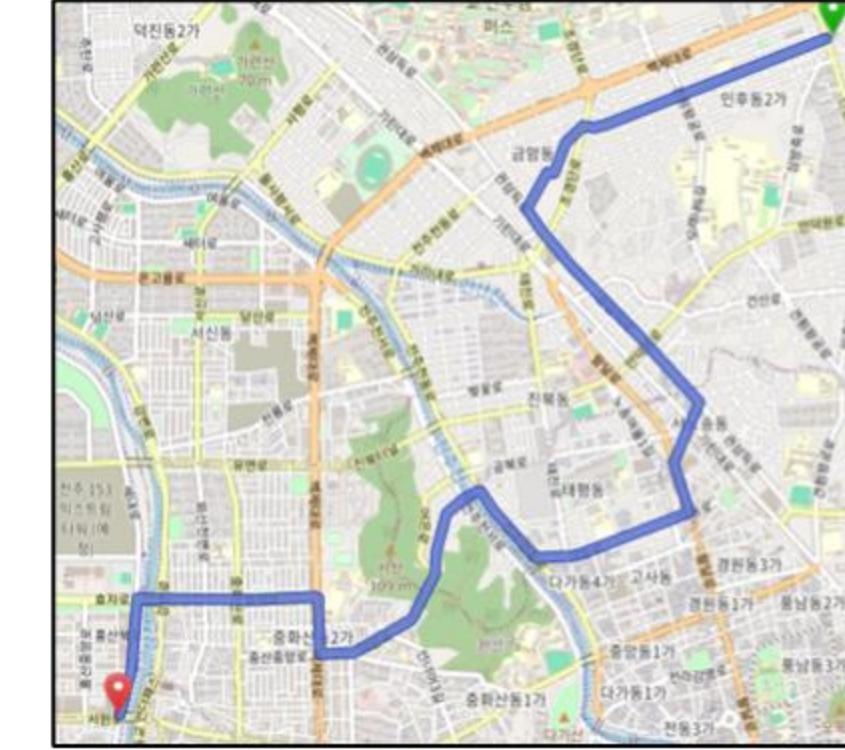
03 진행 과정 - 라우팅 결과 확인



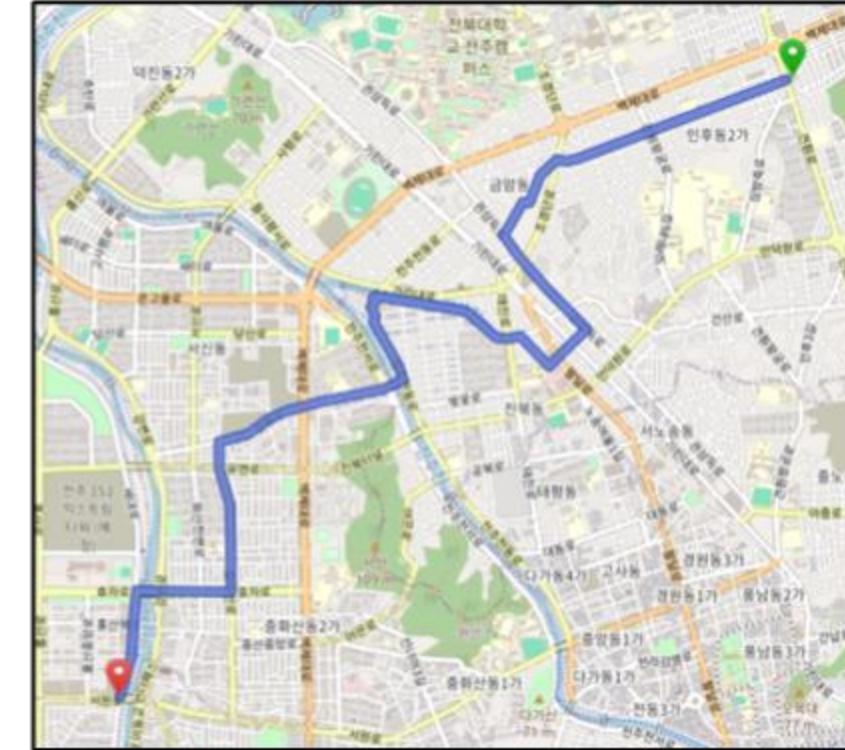
최단 경로



아름다운 경로



안전한 경로



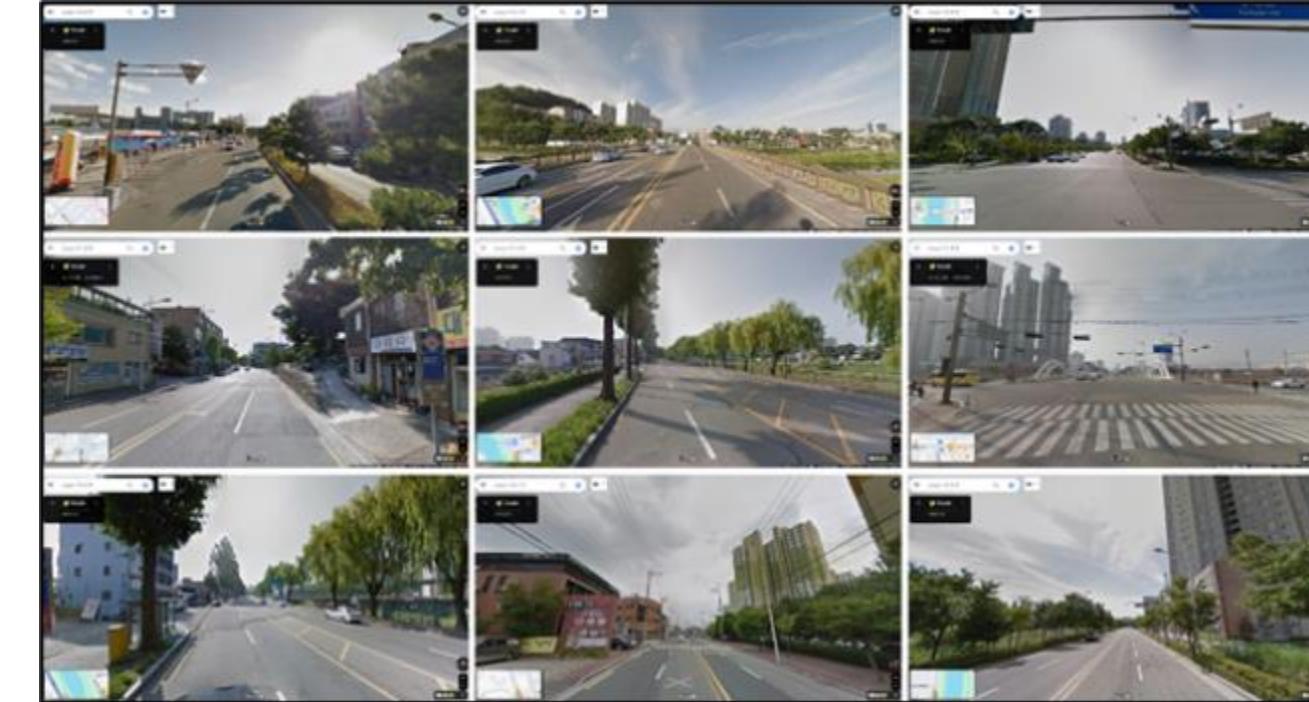
활기찬 경로

03 진행 과정 - 설문

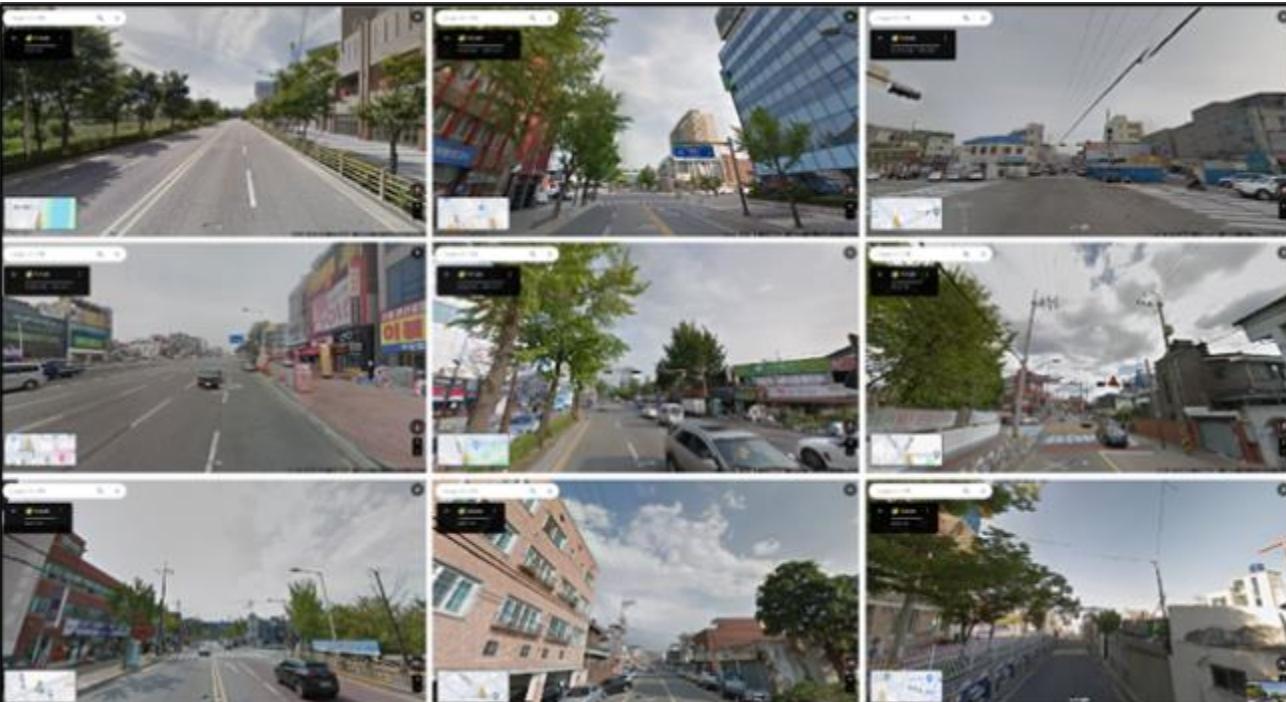
(질문을 위한 경로 내 이미지 추출)



최단 경로



아름다운 경로



안전한 경로



활기찬 경로

03 진행 과정 - 설문

(추출한 이미지를 이용해 설문)

모델의 성능 평가를 위한 질문

최단경로(A)과 감성 경로(B, C, D)의 감성 점수를 5점 척도로 비교

2가지 경로에 대해 각기 다른 4가지 경로 제시(A1,B1,C1,D1,A2,B2,C2,D2)

- 숫자가 같으면 시작지와 도착지 동일

A 질문

- 경로의 경관이 아름다워(beautiful) 보이나요?
- 경로의 경관이 안전해(safety) 보이나요?
- 경로의 경관이 활기차(lively) 보이나요?

B, C, D 질문

- 경로의 경관이 A보다 아름다워(beautiful) 보이나요?
- 경로의 경관이 A보다 안전해(safety) 보이나요?
- 경로의 경관이 A보다 활기차(lively) 보이나요?

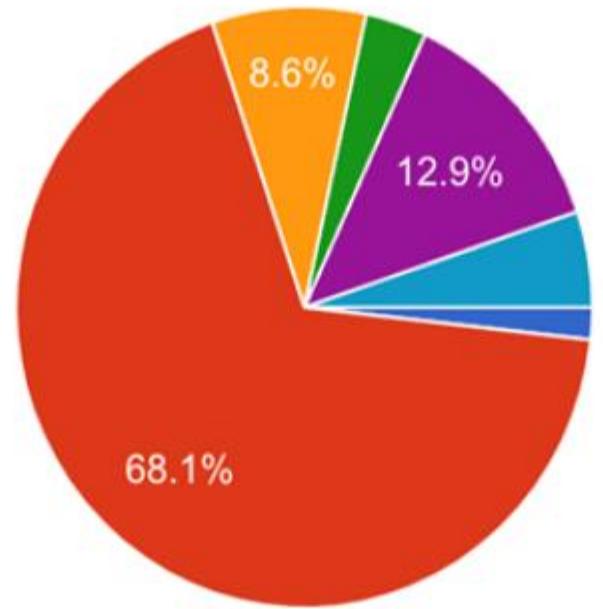
03 진행 과정 - 설문 결과

설문자 통계

- 116명의 표본을 획득

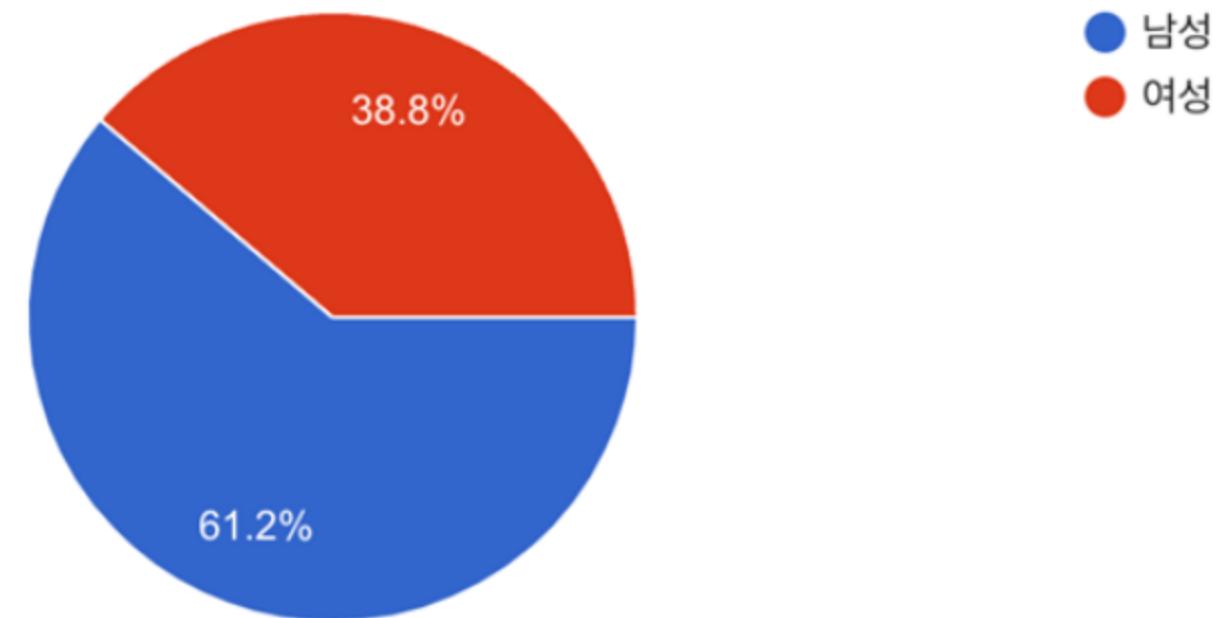
나이

응답 116개

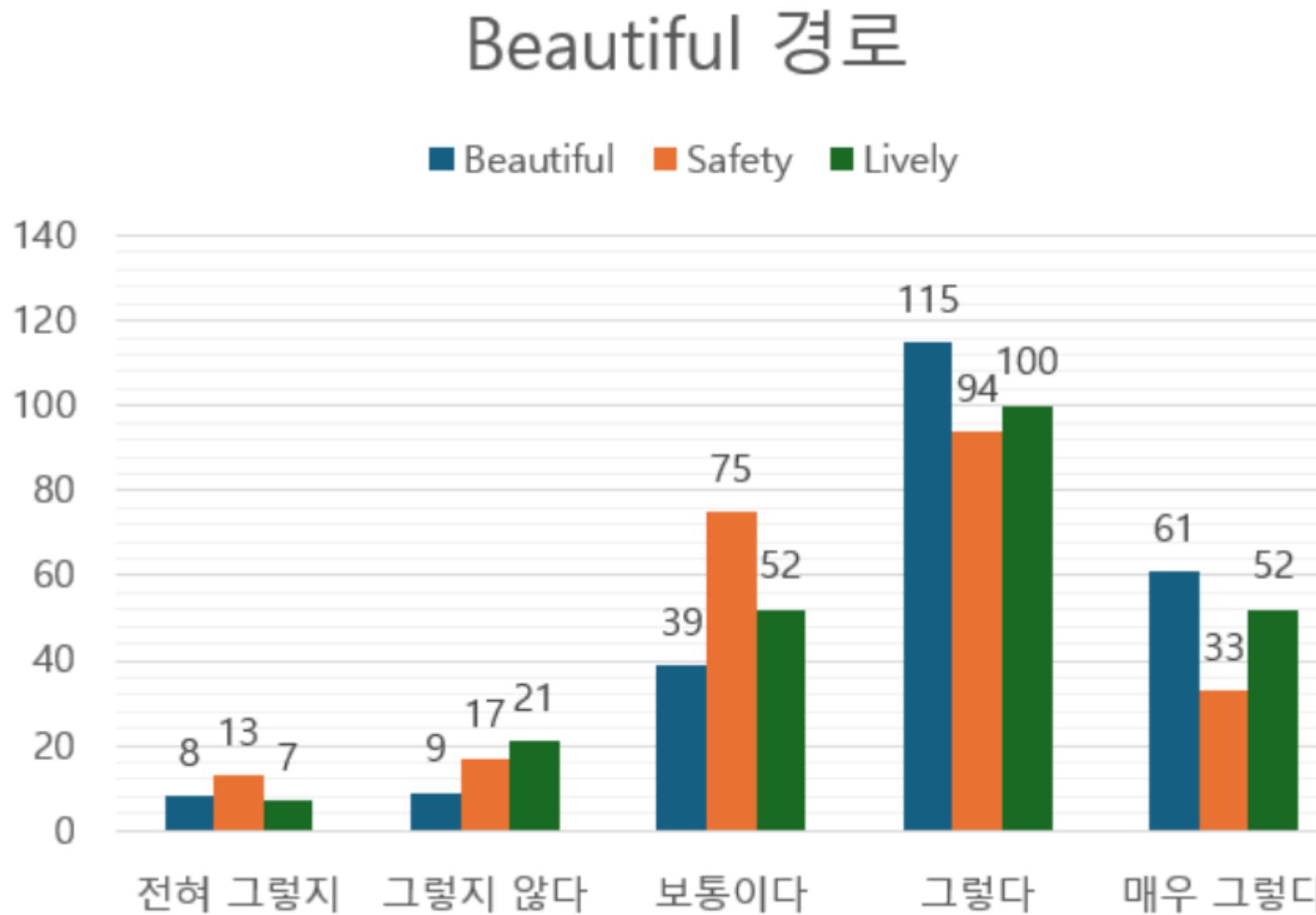


성별

응답 116개



03 진행 과정 - 설문 결과



B1, B2 경로 설문 조사 합계

	1	2	3	4	5
Beautiful	6	5	22	55	28
Safety	7	8	33	48	20
Lively	6	12	22	48	28

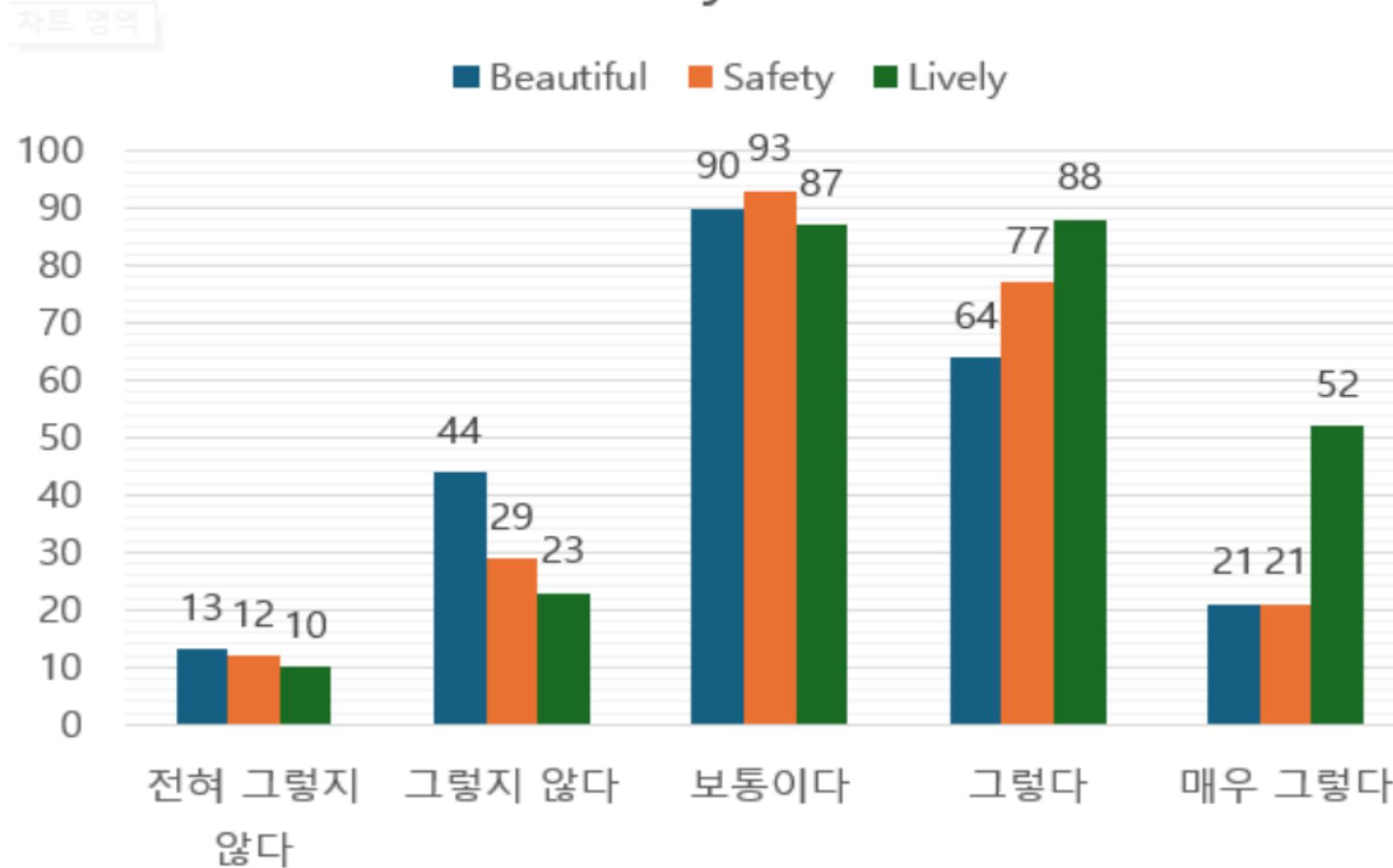
B1 경로 설문 결과

	1	2	3	4	5
Beautiful	2	4	17	60	33
Safety	6	9	42	46	13
Lively	1	9	30	52	24

B2 경로 설문 결과

03 진행 과정 - 설문 결과

Safety 경로



C1, C2 경로 설문 조사 합계

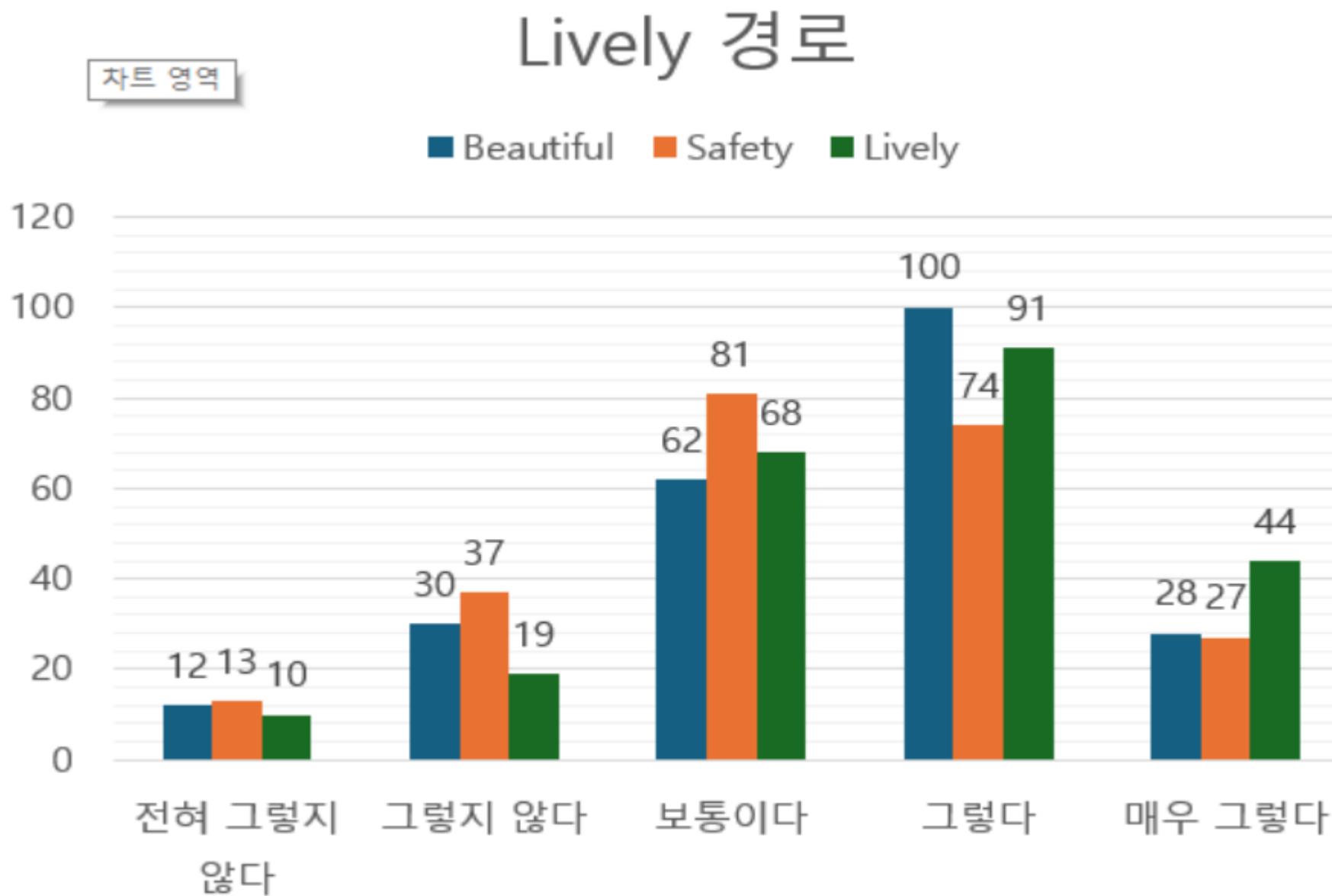
	1	2	3	4	5
Beautiful	5	24	36	38	13
Safety	6	15	45	38	12
Lively	5	9	33	57	12

C1 경로 설문 결과

	1	2	3	4	5
Beautiful	8	20	54	26	8
Safety	6	14	48	39	9
Lively	5	14	54	31	12

C2 경로 설문 결과

03 진행 과정 - 설문 결과



D1, D2 경로 설문 조사 합계

	1	2	3	4	5
Beautiful	7	18	24	52	15
Safety	8	20	36	36	16
Lively	7	10	35	42	22

D1 경로 설문 결과

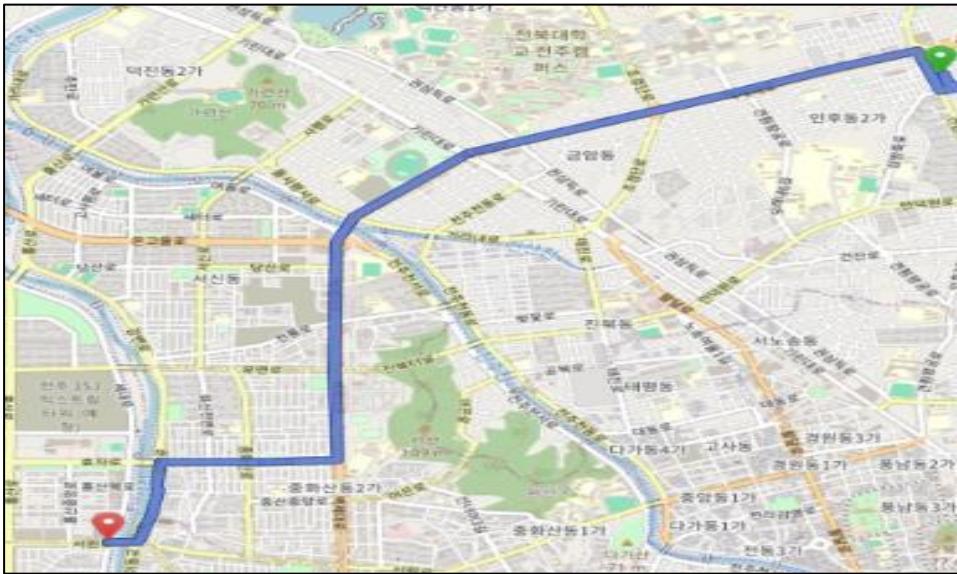
	1	2	3	4	5
Beautiful	5	12	38	48	13
Safety	5	17	45	38	11
Lively	3	9	33	49	22

D2 경로 설문 결과

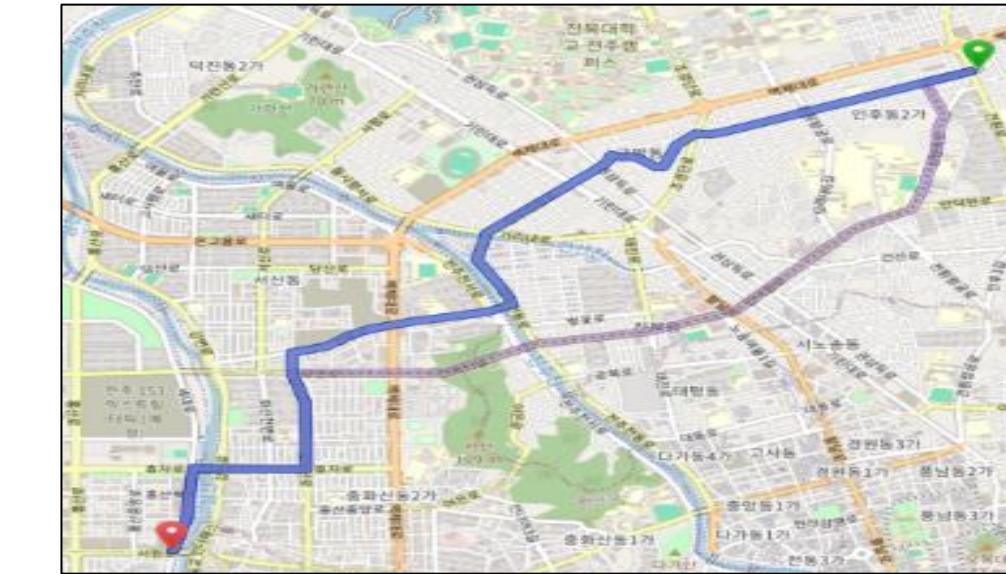
03 진행 과정 - 설문

(감성 경로 수요조사)

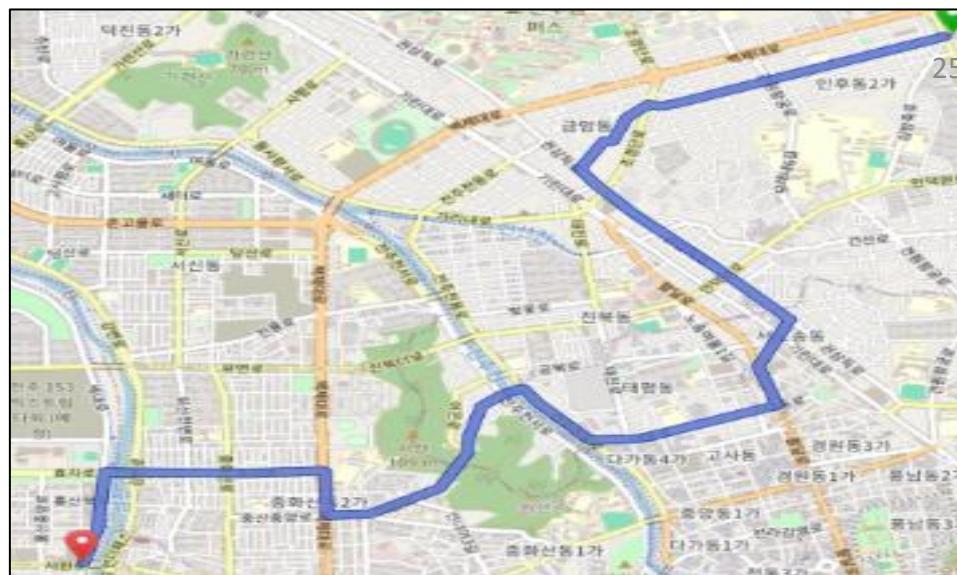
상황(시나리오)에 따른 선호 경로 설문



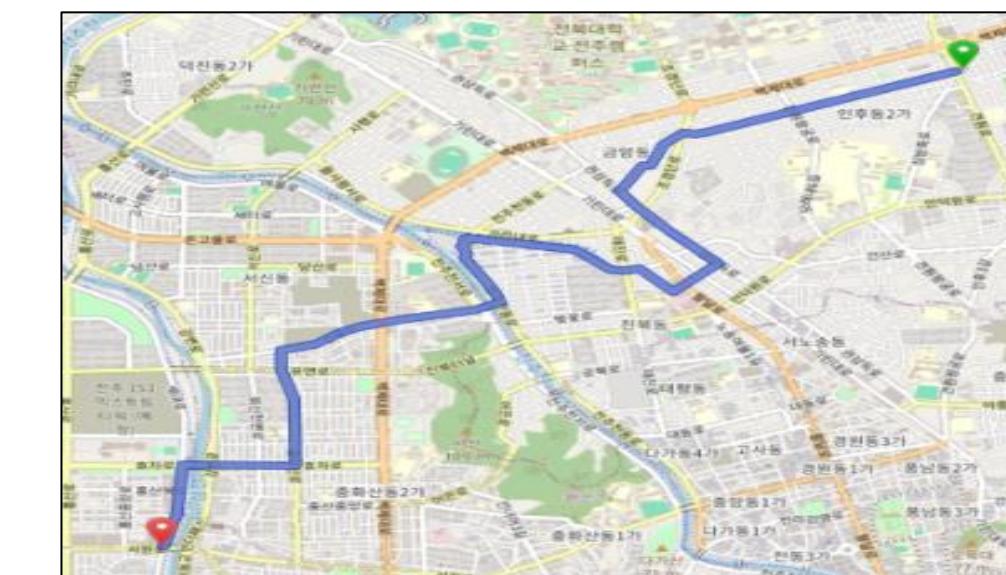
최단 경로



아름다운 경로



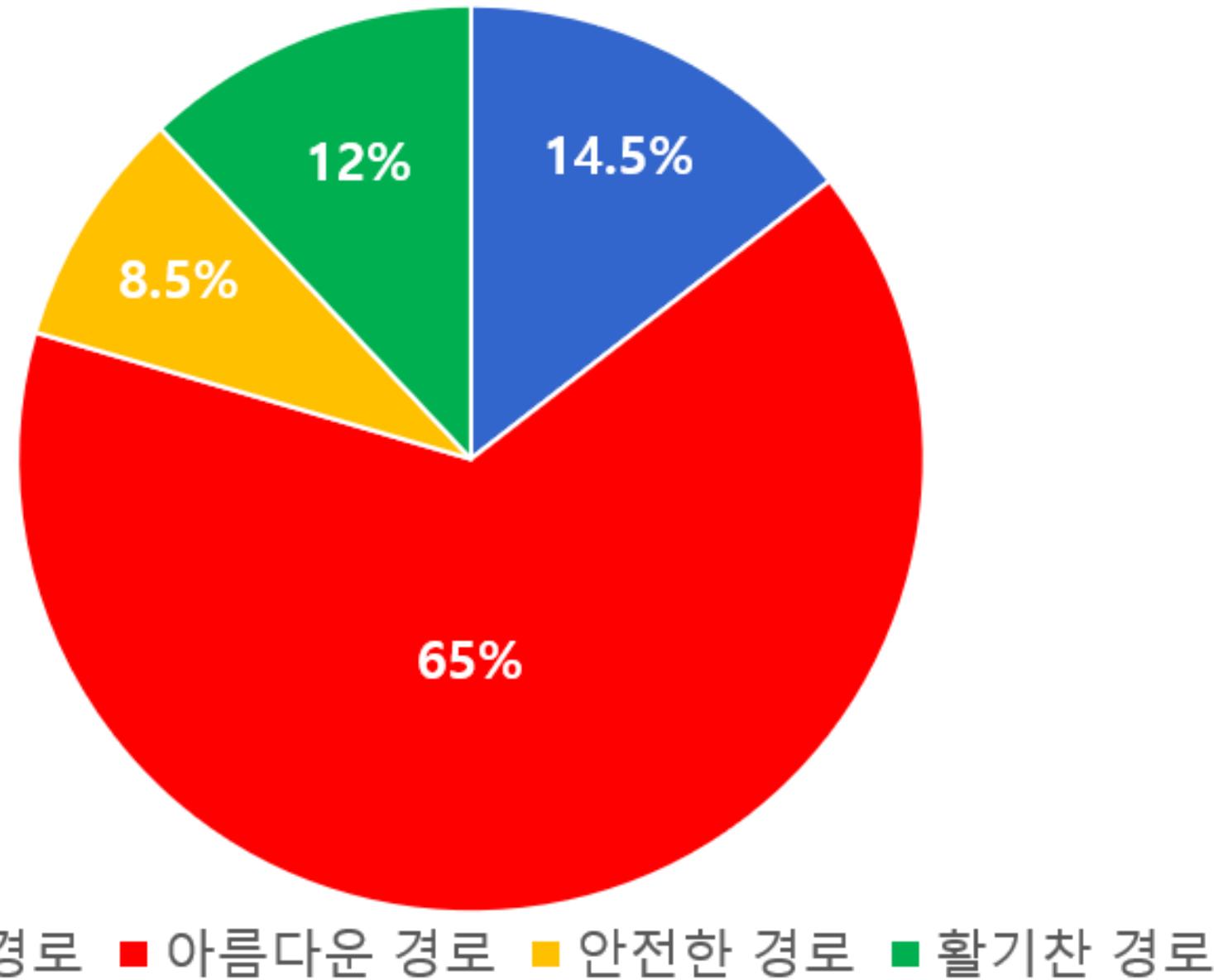
안전한 경로



활기찬 경로

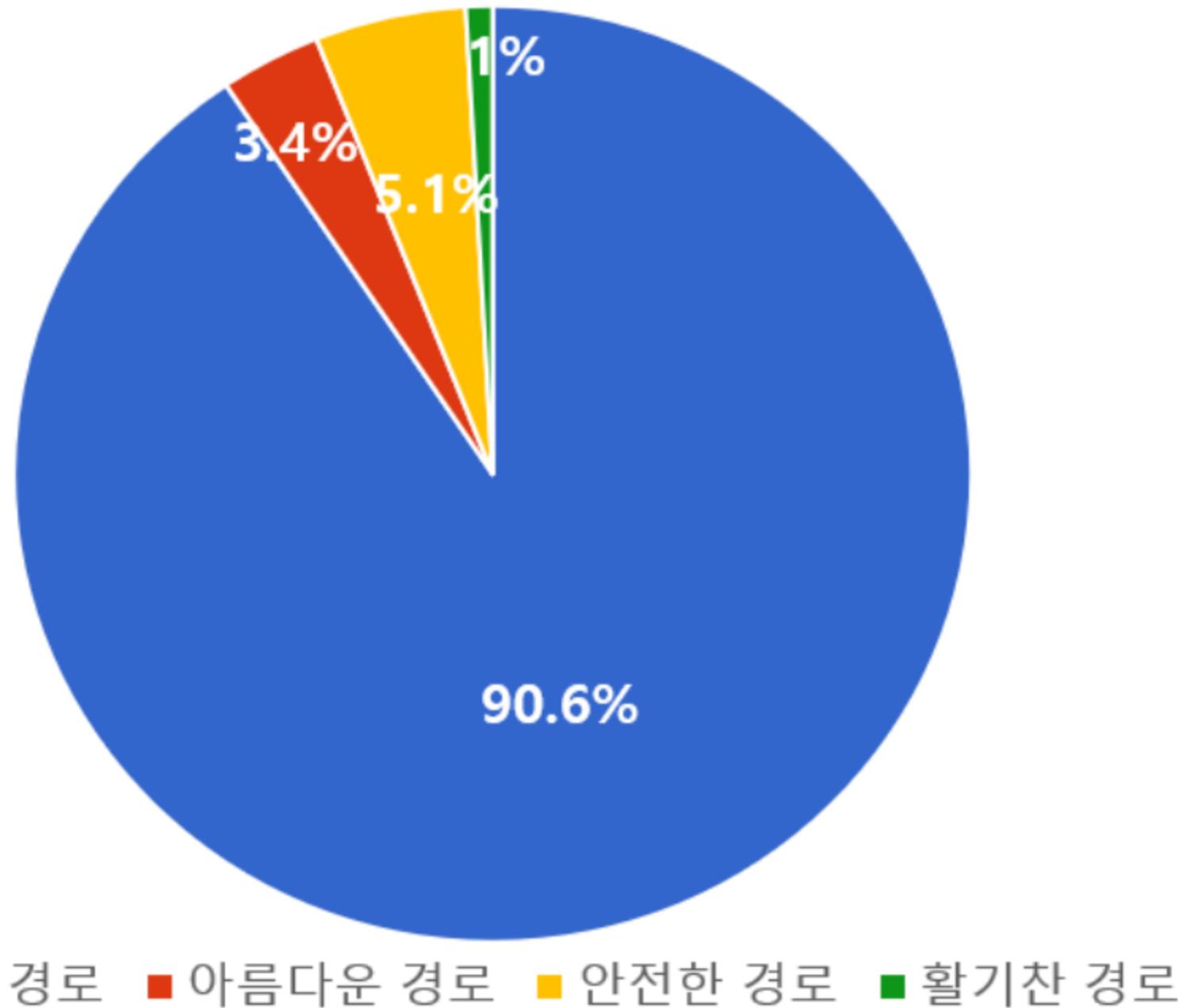
03 감성 경로 수요조사 결과

당신은 오늘, 25년째 결혼 생활 중인 배우자와
드라이브를 나왔다.



03 감성 경로 수요조사 결과

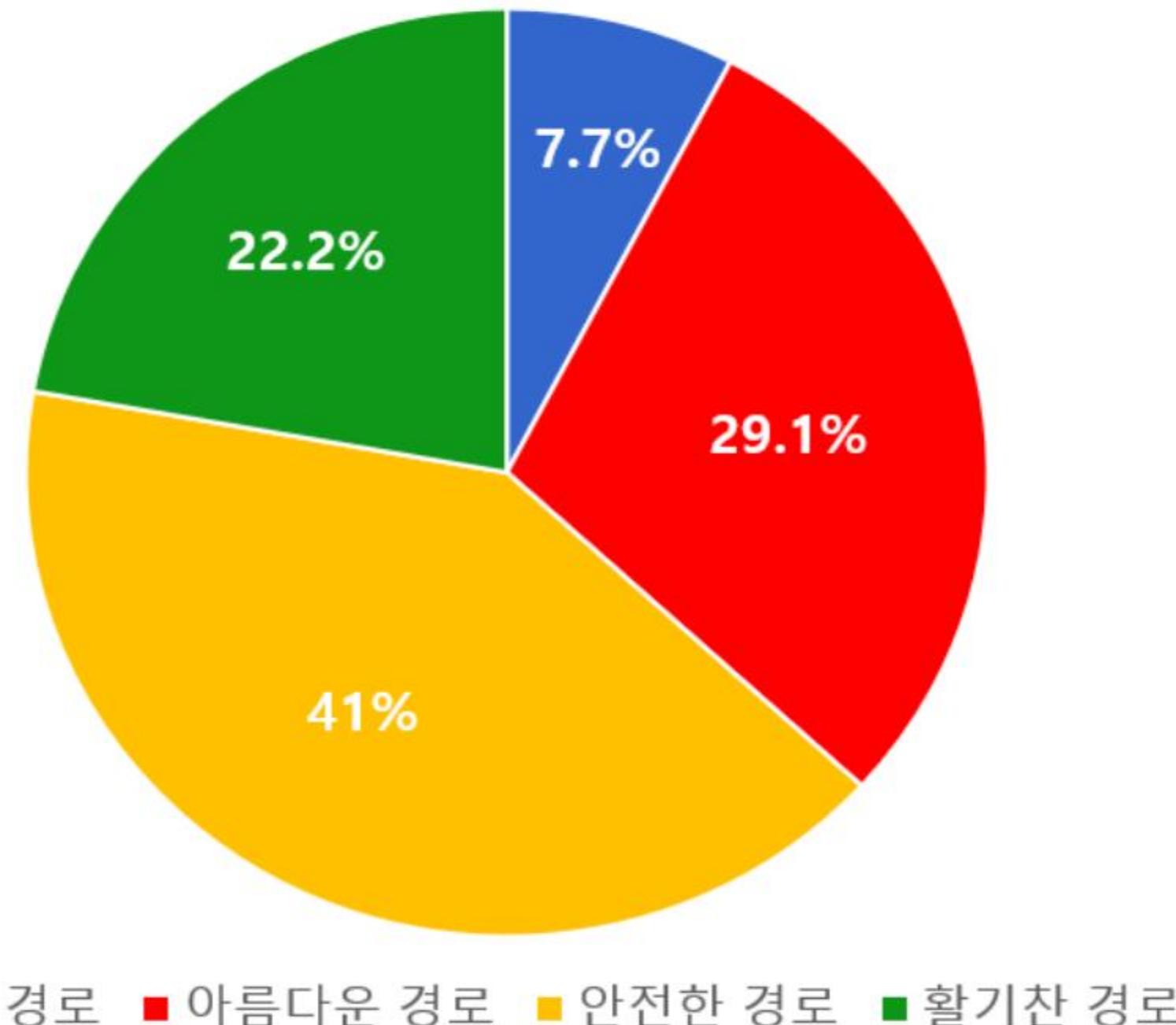
당신은 어느 때와 다름없이 출근하고
있다.



03 감성 경로 수요조사 결과

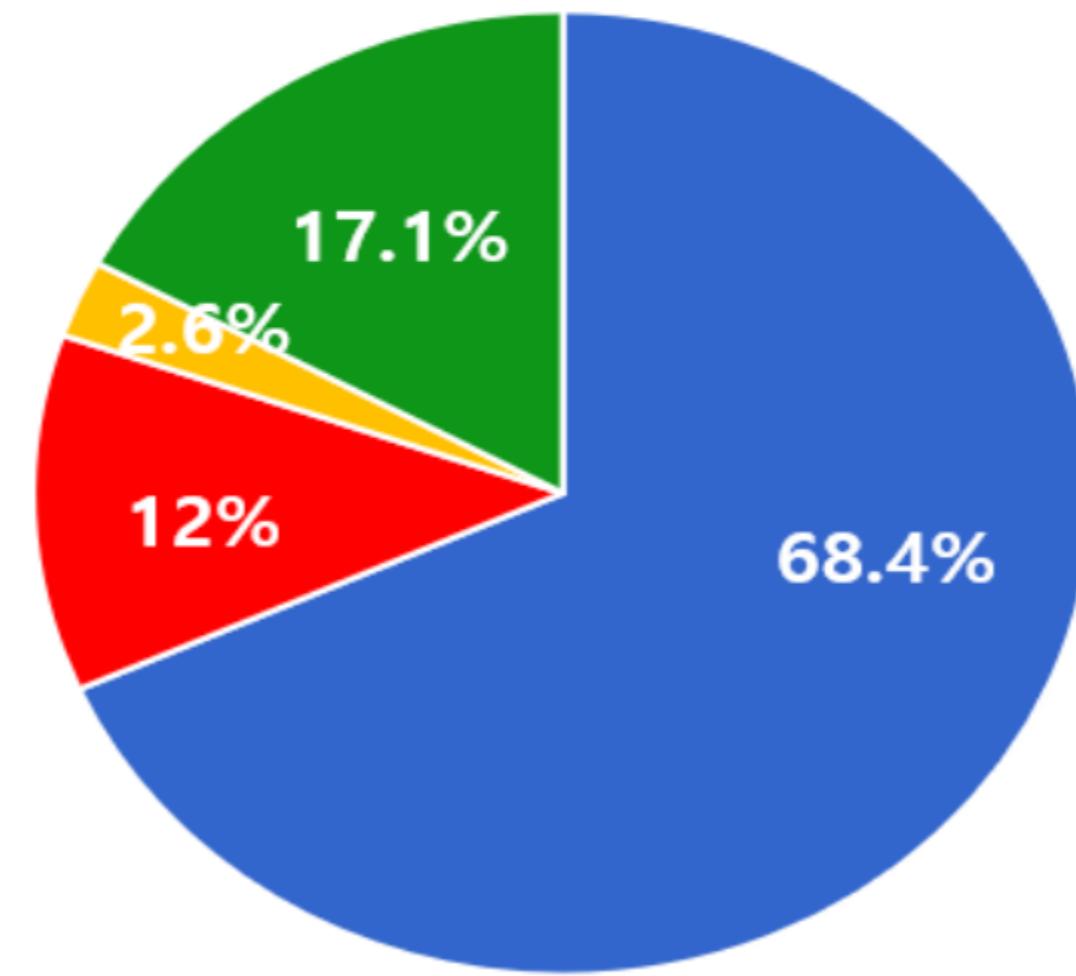
당신은 런닝과 조깅을 즐기는 사람이다.

오늘도 어김없이 달려볼까 한다.



03 감성 경로 수요조사 결과

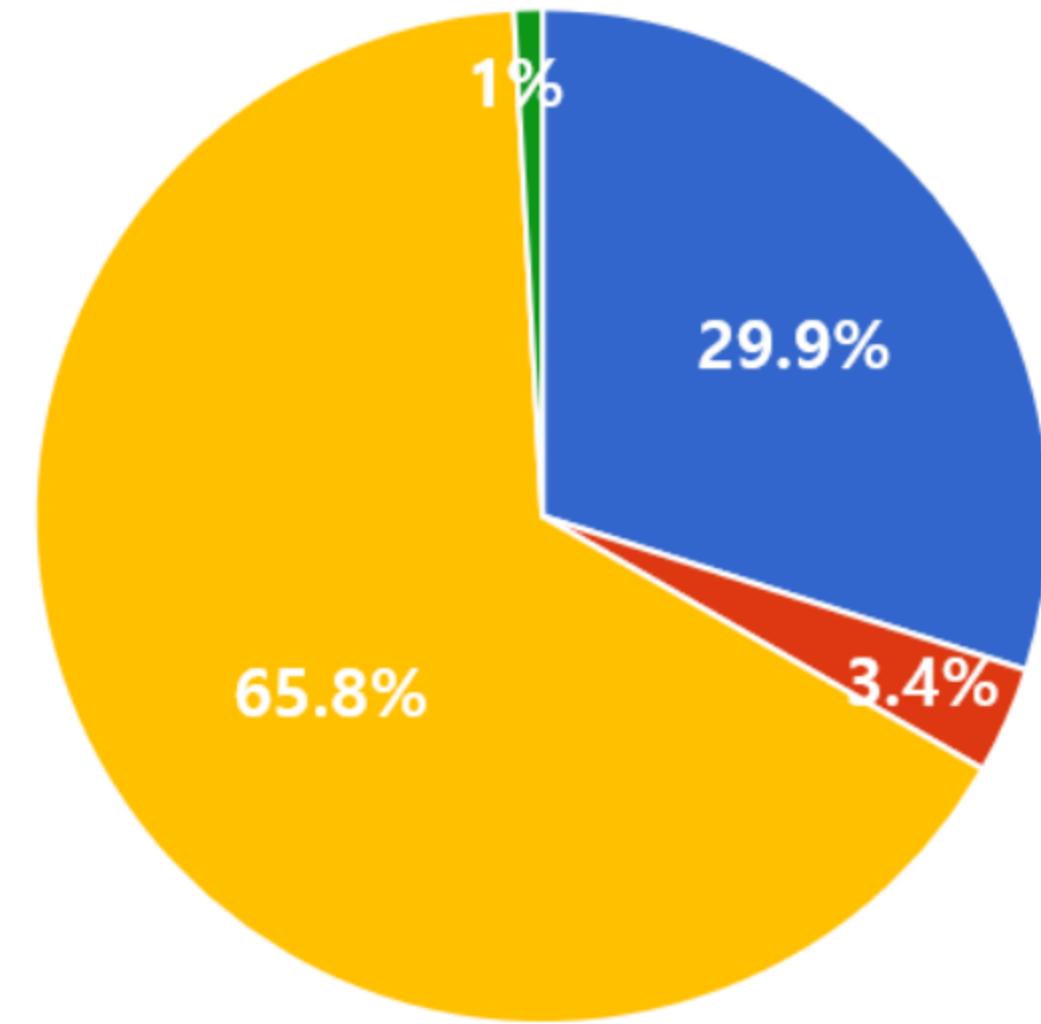
당신은 20대 남자다. 친한 친구가
전북대에 재학중이라 놀러 왔다가
전주교대가 축제를 한다는 소식을 듣고
놀러가려 한다.



■ 최단 경로 ■ 아름다운 경로 ■ 안전한 경로 ■ 활기찬 경로

03 감성 경로 수요조사 결과

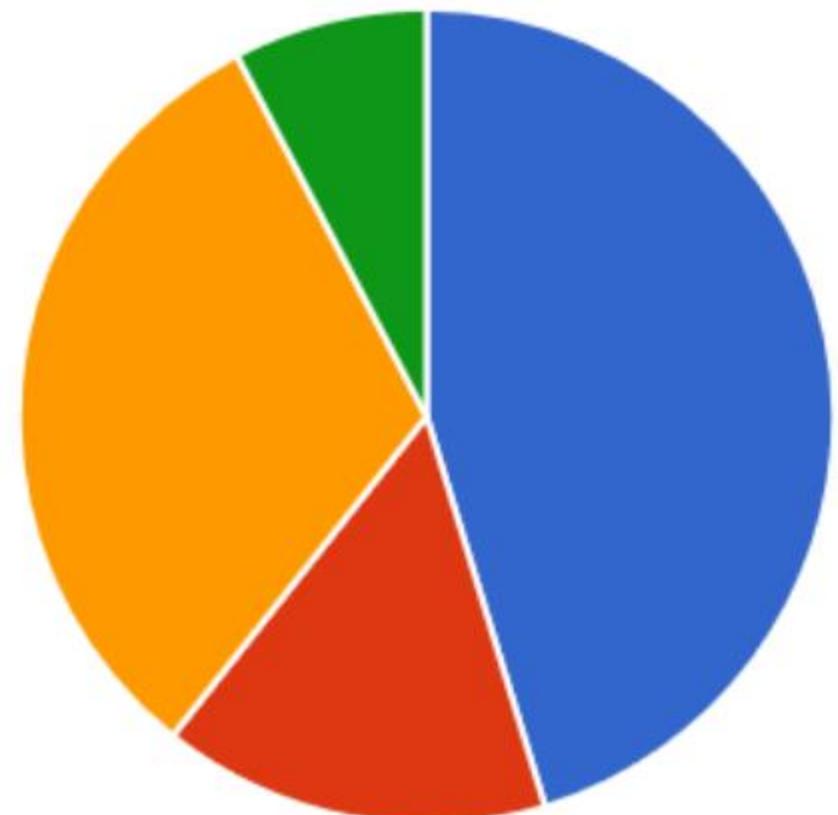
당신은 20대 여대생이다. 전주교대에서
축제를 즐기고 술에 취한 상태로 귀가하는
길이다.



■ 최단 경로 ■ 아름다운 경로 ■ 안전한 경로 ■ 활기찬 경로

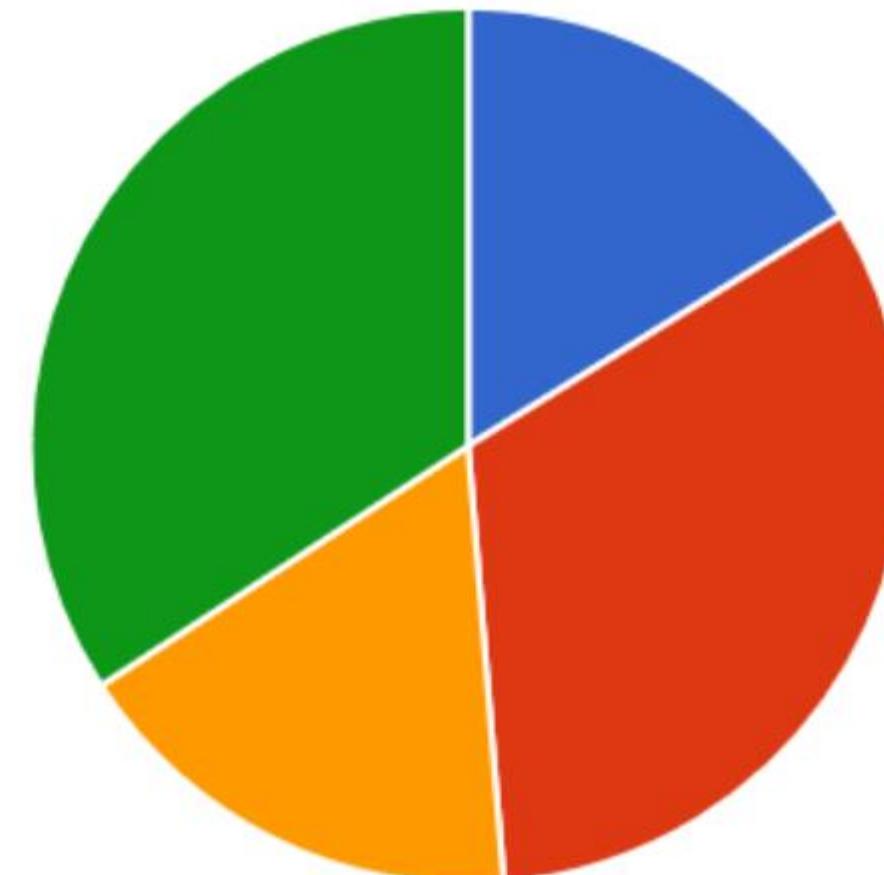
03 감성 경로 수요조사 결과

당신은 20대 중반의 혼자 여행을 온
부산 여성 김두팔씨이다. 역에
도착하여 숙소로 가려고 한다.



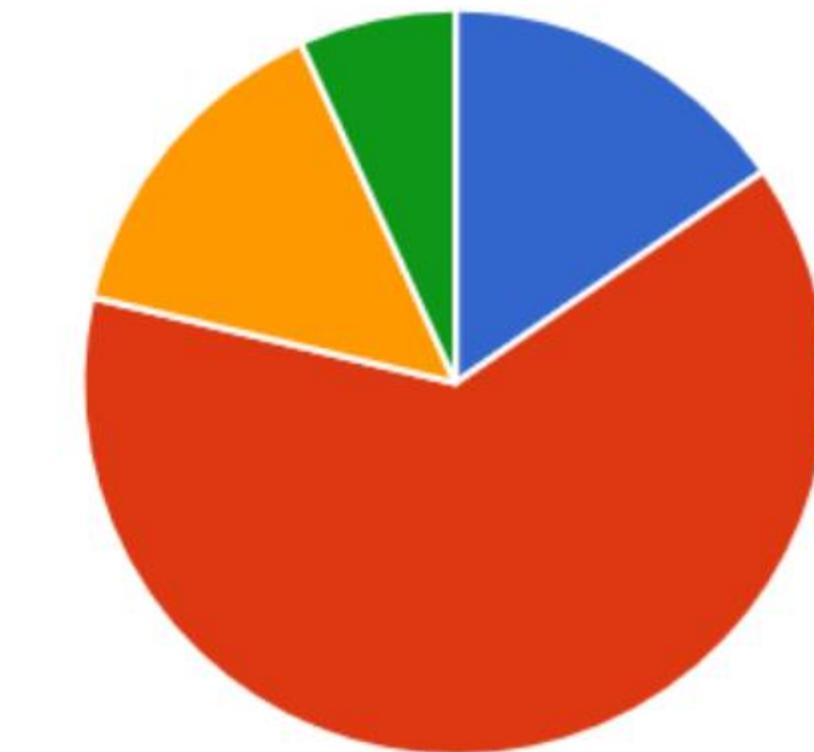
- 최단 경로
- 안전한 경로
- 아름다운 경로
- 활기찬 경로

오늘은 당신의 사춘기
아들과 드라이브를 나왔다.



- 최단 경로
- 활기찬 경로
- 아름다운 경로
- 안전한 경로

맘에 드는 후배(회사 혹은
학교)를 집에 데려다주는
상황



- 최단 경로
- 활기찬 경로
- 아름다운 경로
- 안전한 경로

04 결론 및 의의

결론

딥러닝 기반 가로경관 이미지 분석 활용에 대해 라우팅이라는 새로운 방향 제시

의의

설문을 통한 수요 확인으로 상품성 확인

기존 라우팅 서비스(ex. Google, kakao 등)에 탑재하여 감성 경로 라우팅 제공 가능

설문조사로만 진행하던 보행만족도 조사 중 일부에 대해 정성적 지표 제시 가능

(다양성, 심미성, 안전성)

경로 뿐만 아니라 도시 경관 개선(ex. 도시계획 수립, 관광 등)에 대한 지표가 될 수 있음

05 한계

데이터셋 문제

국내 가로경관 평가 데이터셋의 부재

골목길 데이터 부재

- 차를 통해 수집하는 로드뷰 이미지의 한계

GSV(Google Street View) 이미지의 노후화

- 네이버, 카카오 API 정책 제한

비용 문제

전주시 규모로 제한

06 향후 연구방향

K-Place Pulse Dataset 구축

크라우드 소싱을 통해 국내 가로경관 평가에 대한 데이터셋을 구축함으로써 성능 향상 기대

로드뷰 API 변경

정식 요청하여 승인 받을 시 네이버맵 API 또는 카카오맵 API를 사용하여 최신 Street View 이미지 호출 가능

Segmentation 모델 추가 학습

국내 Segmentation 데이터셋으로 추가 학습을 진행하여 성능 향상 기대

QnA

Ref.

논문

<https://arxiv.org/abs/1608.01769>

<https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1643024>

Github

<https://github.com/abhimanyudubey/dlcity>

https://github.com/whuyao/Urban_Perception_CNN_Model

<https://github.com/Project-OSRM/osrm-frontend>

<https://github.com/Project-OSRM/osrm-backend>