

(광양시) 전기자동차 충전소 최적입지선정

2020. 11. 12

조수경

☑️ 전기자동차 충전소 설치 운영지침에 따른 충전소 설치 조건 추출

전기자동차 충전소 관련 정책 및 규정

『2020년 전기자동차 보급 및 충전인프라 구축사업』 충전인프라 설치·운영 지침 (2020.01)

- 충전기를 설치하고 운영하는데 필요한 사항을 정함을 목적
- 충전기 종류
 - 충전기는 완전 공용충전기와 부분 공용충전기로 구분
- 충전기 설치 기본 원칙
 - 충전기 보급 확대를 위해 전기자동차 보급실적 및 보급계획 물량이 많은 지역에 우선적으로 충전기를 설치하여야 한다.
- 공용 완속충전기 설치수량 산정기준
 - 대규모 공동주택(1,000세대 이상)은 최대 10기까지 지원 가능하며, 상시 이용 전기차 수가 10대 이상인 경우 해당 차량 대수 만큼 추가 지원할 수 있다.
 - 대규모 공동주택 등의 경우, 설치물량을 여러 장소에 분산 설치하여 전기차 소유자가 충전기 사용을 위해 원거리를 이동하는 등의 불편을 초래하여서는 아니된다.
 - 완전 공용충전기는 전력 인입 등의 사유로 공용 급속충전기의 설치가 곤란한 장소를 우선적으로 설치하여야 한다
- 충전기 설치를 위한 현장조사 검토항목
 - 침수, 빗물 합류, 배수불량, 역류 등 강우·강설에 의한 영향이 없는 장소
 - 하천 복개장소, 우수, 하수 관로의 상부 등 충전기 하부로부터 증발수분 유입 우려가 없는 장소
 - 고의적인 충전기 훼손을 방지하기 위하여 인적이 드문 곳이나 관리가 곤란한 지역은 배제

광양시 보도 자료

- 광양시, 비공용 전기자동차 완속 충전기 보조금 지원 (2020. 05. 19)
 - 공공부지 내 공용 완속 충전기 설치도 추진해 충전인프라를 확대해 나갈 예정

분석 목표

1 전기자동차 충전소 인프라 구축

- 미세먼지 저감정책과 환경 보존 정책의 일환으로 전기자동차 사업 확대
- 전기자동차 충전소 인프라 구축은 전기자동차 구매로 이어질 수 있음

2 충전소 설치 제약 조건 특성 파악

- 대규모 공동주택의 경우 단거리 설치 선호
- 수요가 많은 곳 부터 우선적으로 설치
- 설치 곤란 장소 제외
- 인적 드문 곳 제외

3 충전소 설치 적합성 지표 개발

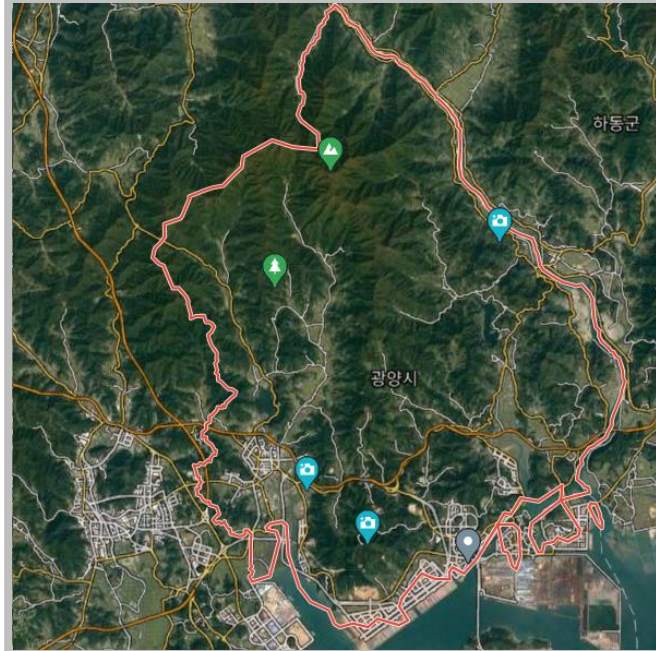
- 충전기 설치가 제외되는 제한위주의 가이드
- 충전소 설치 적합성 지표를 개발, 사용자가 요구하기 전, 수요가 많을 것으로 예상되는 곳에 지자체가 적극적으로 설치 유도

3 충전소 확장 시나리오 개발

- 관련 정책과 예산이 꾸준히 증가되고 있으므로 확장에 대한 시나리오 제안

- ☑ 광양시는 배산임해 지형이며, 산지가 많은 부분 차지, 시가지 위주 충전소 설치 필요

광양시 지형 이미지



▲ 위성사진

지형적 특징

- 중마동 지역은 남해고속도로를 중심으로 북측은 고지대
- 남측은 해발 497m의 가야산과 473m의 구봉산 남향 구릉지가 광양만의 해안선을 따라 동서축 방향으로 좁고, 길게 형성
- 기존시가지는 “배산임해형” 지형을 형성
- 지방도와 하천을 따라 “U”자형으로 입지 → “U”자형의 형상을 따라 개발될 것으로 전망됨

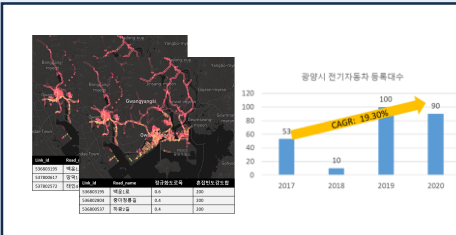
분석 목적

- 광양시는 전기차 수요 증가¹⁾로 인한 전기차 충전소 추가 설치가 필요하며, 적극적인 지원 사업²⁾을 하고 있음
- 광양시 지역특성을 반영한 객관적인 최적의 충전소 입지선정지수 개발 및 이를 통한 충전소 최적화 모델 구축

분석 프로세스

1. Exploratory Data Analysis

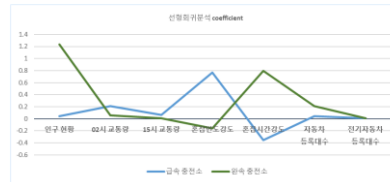
- 제공받은 데이터 중 광양시 지역 특성 파악이 가능한 요소 선택
- 광양시 지역 특성 시각화 및 시사점 제시



2. 충전소 입지선정지수 개발

- 광양시 지역특성 요소 추출
- 기존 급속/ 완속 충전소 위치와 광양시 지역특성간 연관성 분석
- 충전소 입지선정 지수 도출

- 급속 충전소 입지선정지수: FS_w
- 완속 충전소 입지선정지수: SS_w



3. 최적화 문제 정의 및 해결

- 최적화 모델 선정
 - ✓ Maximal Covering Location Problem³⁾
 - ✓ 목적함수: 입지선정지수를 최대화하는 충전소 위치 선정
- 급속/ 완속 충전소 최적화 위치 도출

- 최적의 충전소 각 20개 도출
- 위치 위도 경도 csv 결과물 생성



분석 강점 요소

- 급속 충전소와 완속 충전소의 최적화 위치는 정책과 데이터에서 요구한 바를 고려하여 할당 됨
- 입지선정지수를 바탕으로 우선 설치 순위 결정 가능
- 전기충전소가 cover가능한 효율적인 범위를 시나리오 분석을 통해 도출
- 추가 설치 전략 제안

1) 광양시 전기자동차 등록대수는 2017년에 비해 연평균 19.3% 증가함 (데이터: 06.전기차보급현황(연도별,읍면동별))

2) 출처: <http://www.newspim.com/news/view/20200519000760>

3) Church, Richard, and Charles ReVelle. "The maximal covering location problem." Papers of the Regional Science Association. Vol. 32. No. 1. Springer-Verlag, 1974.

1. Exploratory Data Analysis

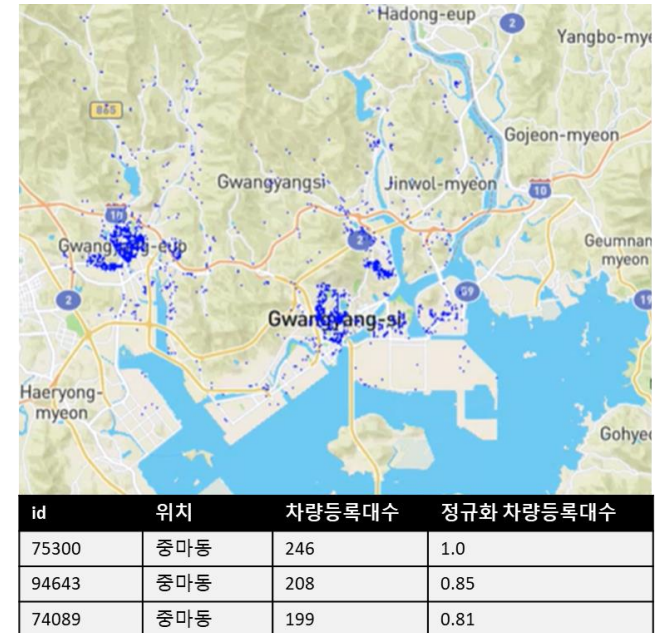
적음  많음

데이터

08. 격자별 인구현황(100X100)

03. 자동차등록현황 (100X100)

시각화



시사점

- 중마동에 인구가 가장 많이 분포, 주거지역으로 기대
- 완속 충전소는 충전 속도가 급속 충전소보다 느린 만큼 주거지역에 설치 하는 것이 효과적이라 판단
- 중마동 일대에 완속충전소를 설치하는 것이 효과적이라 기대

- 중마동과 금호동에 자동차 등록이 많음
- 자동차 등록 위치는 세대 위치와 비슷
- 중마동과 금호동에 완속충전소를 설치하는 것이 효과적일 것으로 기대

1. Exploratory Data Analysis

적음  많음

데이터

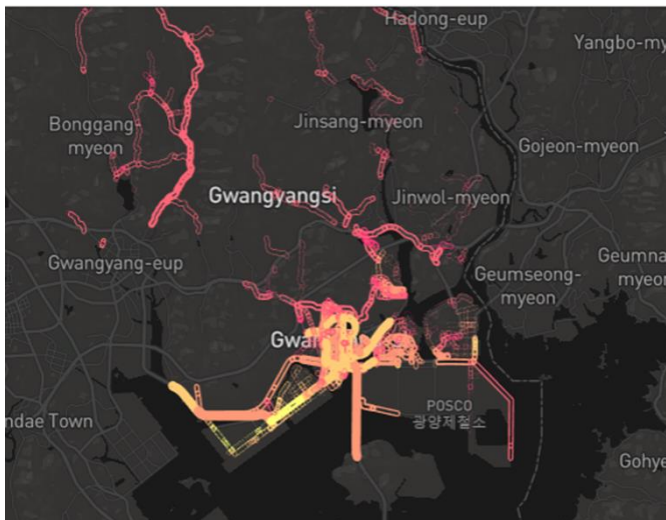
10. 상세도로망, 11. 평일_일별_시간대별_추정교통량

분석 목적

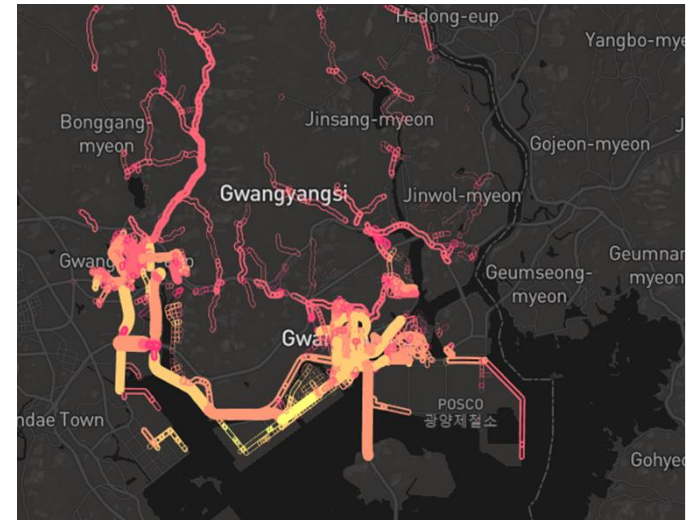
출근시간 (7시) 교통량 확인

업무시간 (15시) 교통량 확인

시각화



| Link_id | Road_name | 정규화도로폭 | 교통량 |
|-----------|-----------|--------|-------|
| 536803279 | 제철로 | 0.8 | 621.6 |
| 536807990 | 제철로 | 0.8 | 600.2 |
| 536807640 | 중마로 | 0.8 | 588.1 |



| Link_id | Road_name | 정규화도로폭 | 교통량 |
|-----------|-----------|--------|--------|
| 535807353 | 2호로 | 0.6 | 1085.1 |
| 535807350 | 2호로 | 0.6 | 1085.1 |
| 535812116 | 2호로 | 0.6 | 1084.5 |

시사점

- 7시에 교통량이 많은 곳은 주거지역으로 간주하였으며, 중마동, 마동은 주거지역일 것으로 기대

- 15시에 교통량이 많은 곳은 상업지역 혹은 차량이 가장 많이 지나는 중심 도로 간주하였으며, 광양읍은 업무 중심 지역일 것으로 기대

1. Exploratory Data Analysis

적음  많음

데이터

10. 상세도로망, 12. 평일_전일_혼잡빈도강도

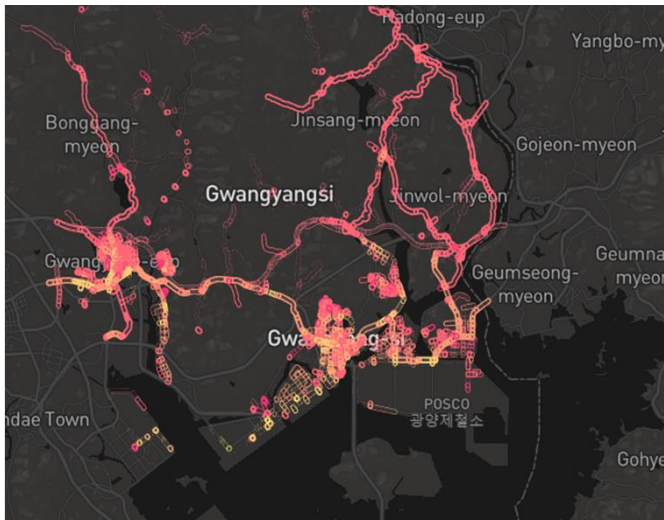
10. 상세도로망, 12. 평일_전일_혼잡시간강도

분석 목적

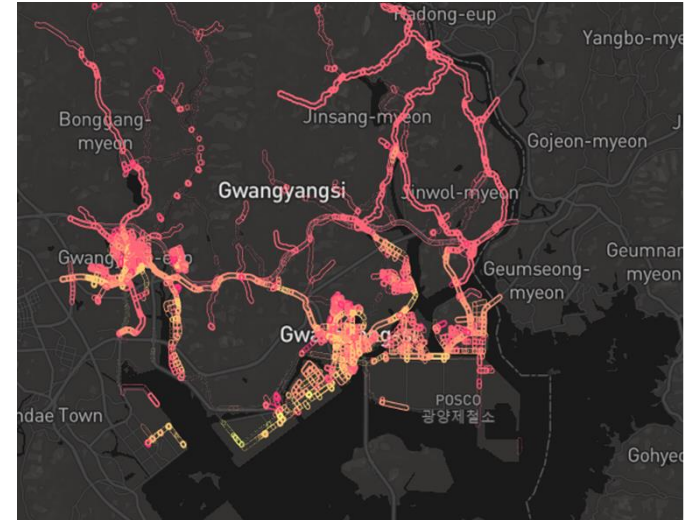
혼잡빈도강도 높은 도로 확인

혼잡시간강도 높은 도로 확인

시각화



| Link_id | Road_name | 정규화도로폭 | 혼잡빈도강도합 |
|-----------|-----------|--------|---------|
| 536803195 | 백운1로 | 0.6 | 200 |
| 537800617 | 망덕1길 | 0.2 | 200 |
| 537802572 | 태인4길 | 0.6 | 200 |



| Link_id | Road_name | 정규화도로폭 | 혼잡빈도강도합 |
|-----------|-----------|--------|---------|
| 536803195 | 백운1로 | 0.6 | 200 |
| 536802804 | 중마청통길 | 0.4 | 200 |
| 536800537 | 하광2길 | 0.4 | 200 |

시사점

- 태인동, 진월면, 광양읍, 중마동에 차량 흐름이 많음

- 태인동, 중마동, 광양읍에 차량 흐름이 많음

1. Exploratory Data Analysis

데이터

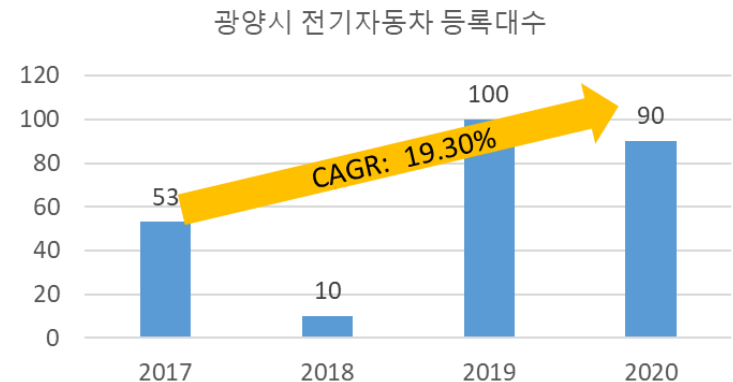
06. 전기차보급현황(연도별, 읍면동별), 20. 광양시_행정경계(읍면동)

분석 목적

전기자동차 등록이 많은 행정동 확인, 성장 추세 확인

시각화

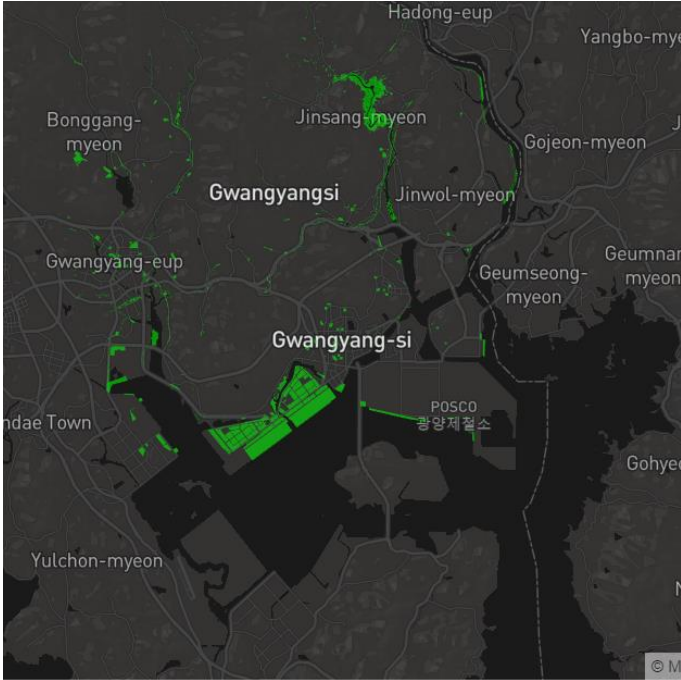
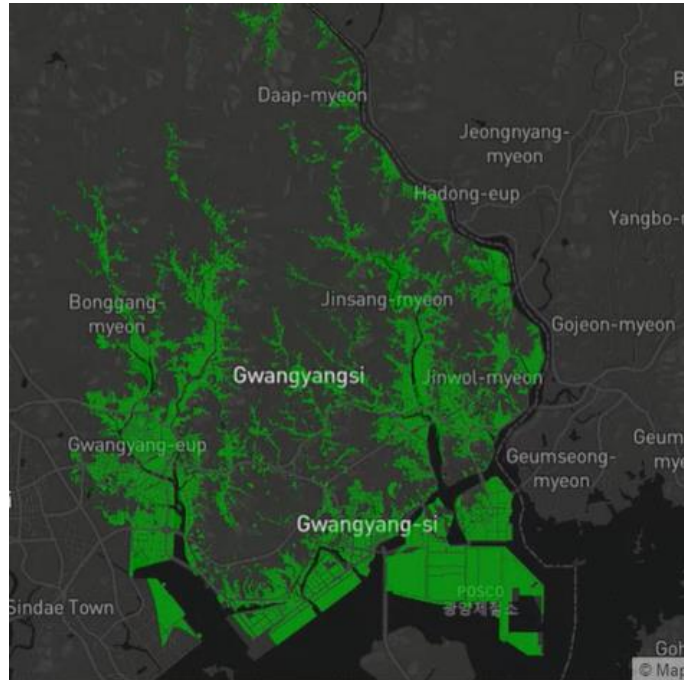
| | ADM_DR_NM | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | A |
|----|-----------|------|------|------|------|---|
| 0 | 광양읍 | 17 | 1 | 44 | 40 | |
| 1 | 중마동 | 17 | 8 | 27 | 26 | |
| 2 | 금호동 | 5 | 0 | 9 | 9 | |
| 3 | 광영동 | 3 | 0 | 6 | 3 | |
| 4 | 옥룡면 | 3 | 0 | 3 | 5 | |
| 5 | 옥곡면 | 3 | 0 | 2 | 3 | |
| 6 | 진월면 | 1 | 0 | 2 | 2 | |
| 7 | 진상면 | 1 | 0 | 2 | 2 | |
| 8 | 봉강면 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 9 | 골약동 | 2 | 1 | 1 | 0 | |
| 10 | 태인동 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 11 | 다압면 | 0 | 0 | 0 | 0 | |



시사점

- 2020년에는 광양읍, 중마동에 가장 많이 전기자동차가 등록 되었으므로 해당 지역에 충전소를 설치하는 것이 효과적일 것
- 전기자동차 등록대수는 연 평균 19.30% 증가 해 왔으며, 이는 추후 더 많은 충전소 설치가 필요함을 시사

1. Exploratory Data Analysis

| | | |
|-------|--|--|
| 데이터 | 14. 소유지정보 | |
| 분석 목적 | 급속충전소 설치 가능 장소 추출 | 완속충전소 설치 가능 장소 추출 |
| 분석 내용 | 소유구분 코드: 국유지, 시/군 선택, 지목코드: 임야, 염전, 도로, 철도 용지, 제방, 하천 제외 | 지목코드: 임야, 염전, 도로, 철도 용지, 제방, 하천 제외 |
| 시각화 |  |  |
| 시사점 | <ul style="list-style-type: none"> 설치가 가능한 장소가 적음 | <ul style="list-style-type: none"> 대부분 지역은 가능 |

2. 입지선정지수 개발

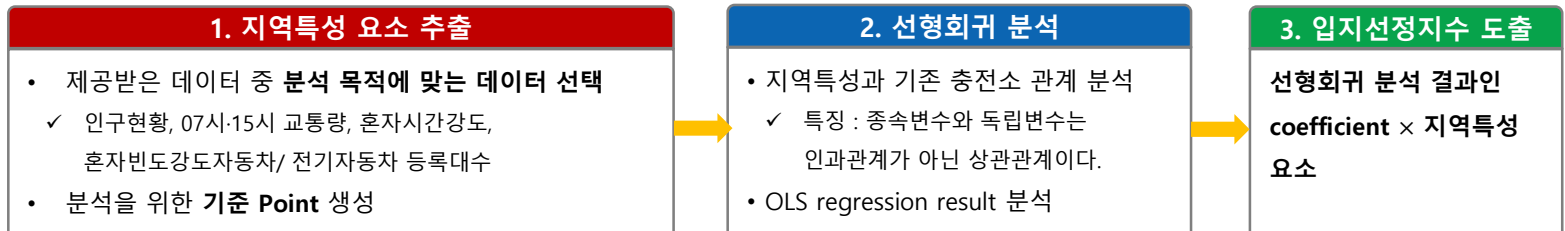
개발 목적

- ✓ **충전소 설치 적합성에 대한 객관적 지수 개발 필요**
 - 기존에는 설치가 제한되는 경우에 초점을 맞췄으나 적합성에 초점을 맞춘다면 **선제적으로 설치** 가능
 - 데이터 기반으로 만든 지수이므로 **객관적**이며, 이는 관련 **의사 결정자의 명료한 판단을 제공**
- ✓ **지역 특성을 반영한 지수 개발 필요**
 - 광양시 뿐만 아니라 **다른 지역의 특성도 반영 가능한 일반적 모델** 선호
- ✓ **최적화 모델 개발 시 가중치 사용**
 - 결과와 가중치를 활용하여 **설치 우선순위 할당** 용이

가정

- ✓ **기존 충전소는 제시한 지역특성요소를 반영하여 설치 하였음**
 - 보통 충전소는 사용자가 요구에 의해 만들어지므로 기존 충전소 위치는 사용자 요구를 충분히 반영한다고 가정
- ✓ **충전소는 제시한 지역특성요소만을 고려함**
 - 분석에서 고려한 요소는 주로 유동인구와 교통량을 고려하였으나 현실의 사용자는 좀 더 많은 것을 고려할 수 있으며, 이는 사용자 인터뷰를 통해 데이터만으로 알 수 없던 요구를 알 수 있음
 - 현재 고려한 요소들은 모두 OLS regression result (p-value, r square 등)를 확인하여 유의미한 관계 파악

개발 방법

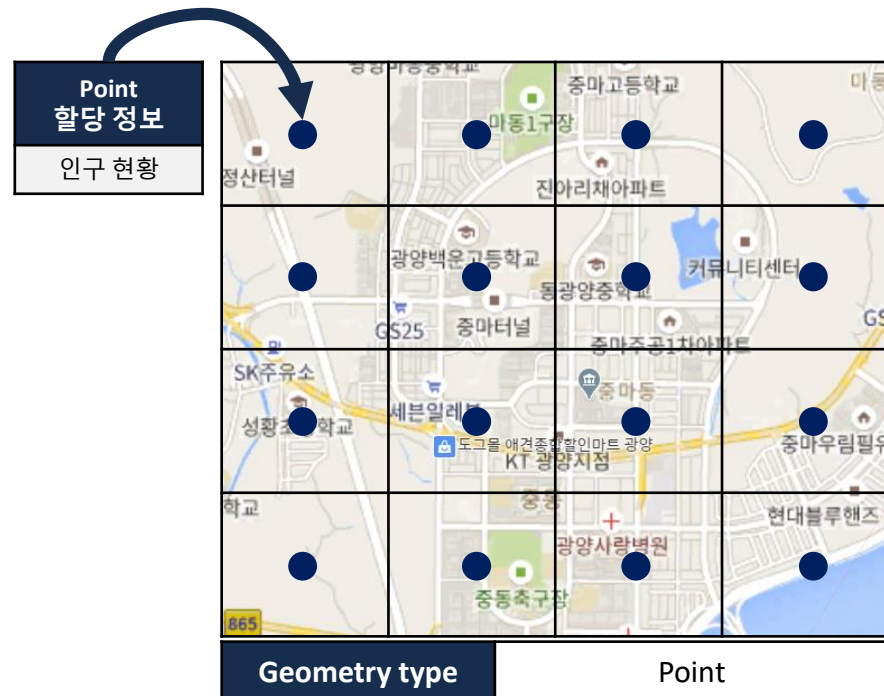
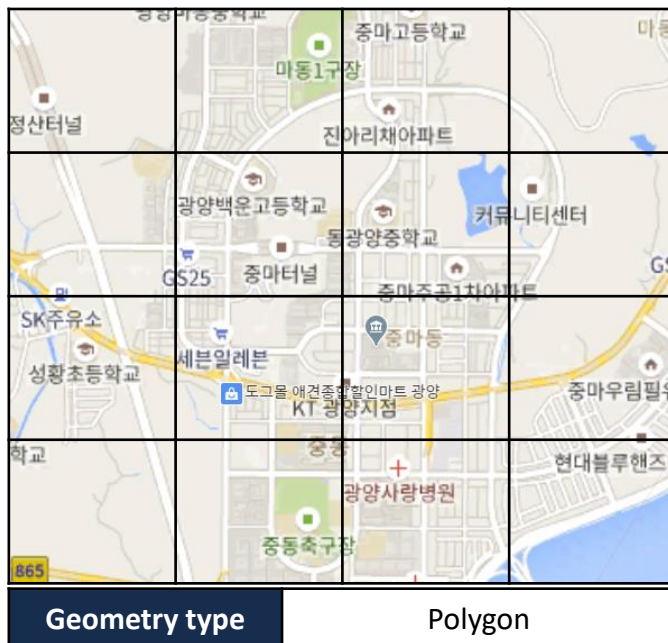


입지선정지수

2. 입지선정지수 개발

지역특성 요소 추출 (1)

☑ 기준 Point 생성

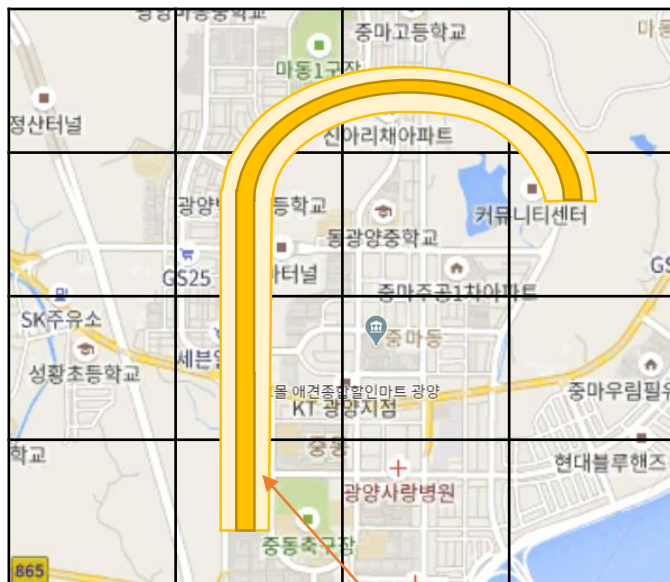


- 08. 격자별인구현황(100X100) 기준으로 central point 계산, 기준 Point 생성
- 기준 Point 마다 인구 현황 할당

2. 입지선정지수 개발

지역특성 요소 추출 (2)

☑ LineString 관련 요소, 기준 Point에 할당



Buffer

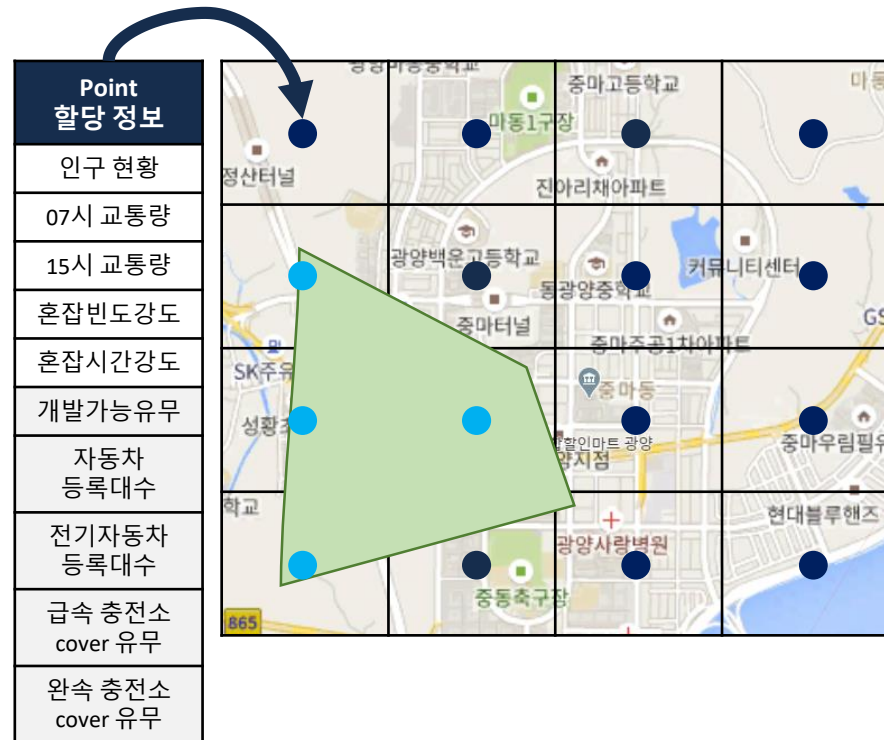


- LineString 정보에 buffer를 적용, 도로 근방 약 50 m에 포함되는 기준 point에 LineString 정보 할당
- 할당된 정보: 07시 교통량, 15시 교통량, 혼잡빈도강도, 혼잡시간강도

2. 입지선정지수 개발

지역특성 요소 추출 (3)

☑ Polygon 관련 요소, 기준 Point에 할당



- Polygon 정보에 포함되는 기준 point에 Polygon 정보 할당
- 할당된 정보: 개발가능 유무, 자동차 등록대수, 전기자동차 등록대수, 급속/완속 충전소 cover 유무,
 - 기존 설치된 급속/완속 충전소의 위치를 확인, 근방 300m는 cover 가능하다고 가정
 - 기존 충전소가 cover가능 한 곳에는 후보지에서 제외

2. 입지선정지수 개발

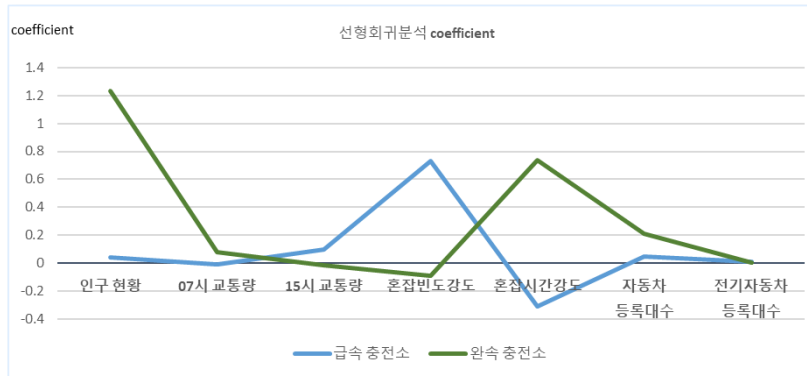
상관관계 분석

선형회귀 분석 (Linear regression)

$$Z_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_i X_i$$

- Z_i 를 설명하는 X_i 와의 상관관계인 β_i 를 선형 회귀로 학습
- X = 인구 현황, 07시 교통량, 15시 교통량, 혼잡빈도강도, 혼잡시간강도, 자동차 등록대수, 전기자동차 등록대수
- Z = 각 기준 point의 급속/완속 충전소 cover 유무

결과



| (정규화) | 급속 충전소 | 완속 충전소 |
|------------|---------|--------|
| 인구 현황 | -0.00 | 1.23 |
| 07시 교통량 | 0.04 | 0.08 |
| 15시 교통량 | 0.10 | 0.01 |
| 혼잡빈도강도 | 0.73 | -0.09 |
| 혼잡시간강도 | -0.32 | 0.74 |
| 자동차 등록대수 | 0.045 | 0.21 |
| 전기자동차 등록대수 | 0.008 | 0.0066 |
| Intersept | -0.0002 | 0.0066 |

OLS regression result ¹⁾

- 급속충전소의 경우 07시 교통량과 인구현황 요소와 유의미하지 않음 (각각 p-value는 0.153, 0.507)
- 완속충전소의 경우 15시 교통량과 혼잡빈도강도와 유의미하지 않음 (각각 p-value는 0.331, 0.324)

시사점

- ☑ 기존 급속충전소는 혼잡빈도강도가 높은 곳에, 완속 충전소는 인구 현황이 높은 곳에 설치되어 있으며, 이는 상식적으로 유의미한 결과라 생각됨

2. 입지선정지수 개발

입지선정지수

특징

- ☑ 데이터를 기반으로 지역특성을 충전소에 맞게 적절한 가중치 부여하여 객관성 부여
- ☑ 급속/ 완속 입지선정 지수 = 정규화된 지역특성 x 급속/ 완속 선형회귀 coefficient 결과
 - 급속충전소 입지선정지수 : w_{FS} , 완속충전소 입지선정지수: w_{SS}

도출 방법 도식화

| (정규화) 지역특성 | 급속 충전소 | | (정규화) 지역특성 | 완속 충전소 | |
|---------------|--------|----------|---------------|--------|----------|
| 인구 현황 | -- | | 인구 현황 | 1.23 | |
| 07시 교통량 | -- | | 07시 교통량 | 0.08 | |
| 15시 교통량 | 0.10 | | 15시 교통량 | --- | |
| 혼잡빈도강도 | 0.73 | \times | 혼잡빈도강도 | -- | \times |
| 혼잡시간강도 | -0.32 | $=$ | 혼잡시간강도 | 0.74 | $=$ |
| 자동차 등록대수 | 0.045 | | 자동차 등록대수 | 0.21 | |
| 전기자동차 등록대수 | 0.008 | | 전기자동차 등록대수 | 0.0066 | |
| | | w_{FS} | | | w_{SS} |
| | | ... | | | ... |

3. 최적화 문제 정의

최적화 모델 선정

분석 문제 특징

- ❑ 설치해야 하는 기기 대수가 주어짐
 - 급속충전소 20기, 완속 충전소 20기 설치
- ❑ 충전소가 cover하는 범위는 소비자 선호에 따름
 - 충전소의 cover 가능 범위는 객관적이지 않으며 이용자 수요에 따라 정성적으로 달리 질 수 있음
 - Cover 가능 범위를 가정하여 설치하였을 때, 범위 이외 수요는 이용자 만족감 감소는 있을 수 있지만 커버 가능
- ❑ 광양시특징을 반영한 케이스 자료가 많지 않음
 - 다른 지역 충전소 데이터를 학습한 모델은 광양시 지역 특성을 반영하지 못할 수 있음
 - 사례 바탕으로 학습하는 모델은 적절하지 않다고 판단

충전소 특징 반영

- ❑ 현재는 전기자동차가 많지 않으므로 충전소 설비는 일정 범위 수요를 어느정도 충분히 cover 할 수 있음
 - 충전소의 충전 설비는 인구에 따라 최대 10대까지 설치 할 수 있어 하나의 충전소는 어느정도 충분히 cover할 수 있다고 가정함
 - 따라서 기기의 커버가능 범위 (covered distance)를 모두 일정하게 가정
- ❑ covered distance 설정
 - Covered 전기자동차 등록대수 중 상위 70%를 수요를 가장 효율적으로 cover 할 수 있는 거리를 가정함

선호 모델 특성

- 하나의 모델로 다양한 설치 목적을 반영할 수 있는 유연한 모델 선호
- 목적에 따라 전문가 의견 반영이 용이한 모델 선호

Maximal Covering Location Problem (MCLP)



3. 최적화 문제 정의

최적화 문제 정의

정의

- ✓ MCLP는 최대지역커버문제로 Mixed Integer Linear Programming 문제
- ✓ 설비가 cover하는 수요 (covered demand)의 합을 최대화 하면서 K개 설비를 세울 위치를 선정하는 문제

가정

- 설비의 위치가 수요 발생 지점으로부터 일정 거리 Residual 이내에 수요를 커버함.
- 이때 거리 Residual은 커버리지 거리(covered distance) 라고 함
- cover되지 못 한 수요는 서비스를 받지 못하는 수요가 아니라 서비스를 받긴 하지만 서비스 받는 설비로부터의 거리가 커버리지 밖에 있어 만족할 만한 서비스 수준을 제공받지 못하는 수요를 의미

수식

| Formulation | Mathematical statement |
|--|--|
| $\text{maximize } \sum_{i \in I} w_i y_i \dots (1)$ $\text{s.t. } y_i \leq \sum_{j \in N_i} x_j \quad \text{for all } i \in I \dots (2)$ $\sum_{j \in J} x_j = K \dots (3)$ $x_j, y_i \in \{0, 1\} \quad \text{for all } i \in I, j \in J$ | <ul style="list-style-type: none">- i: 수요 포인트 index- j: 설비 후보지역 index- I: 수요 포인트 집합- J: 설비 후보지역 집합- K: 총 설치해야 하는 설비 개수- x: 설비 후보 지역 중 위치 j에 설비가 설치되면 1, 그렇지 않으면 0- y: 적어도 하나의 설비로 그 포인트가 커버가 되면 1, 그렇지 않으면 0- w: 입지선정지수 |
| Describe | |
| <ul style="list-style-type: none">-(1): 목적함수, 가중치 w인 수요 포인트를 최대한 많이 커버하게 해라-(2): 수요포인트 i는 설비 후보 지역이 커버하는 거리안에서 적어도 하나 이상의 설비로부터 커버가 된다.-(3): 총 설치할 설비는 K개 이다. | |

결정 변수

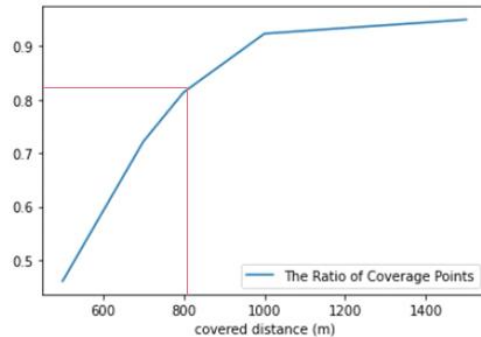
| | 급속충전소 | 완속충전소 |
|---|--|---------------------------------|
| y | 설치가능 장소 (하천, 염전 등 제외) 중 사유지를 제외한 Point | 설치가능 장소 (하천, 염전 등 제외)의 모든 Point |
| K | 20 | 20 |
| Covered distance (상위 70%의 전기자동차등록 을cover하는 효율적 거리) | 800 | 700 |

3. 최적화 문제 정의

Covered distance 분석

급속충전기

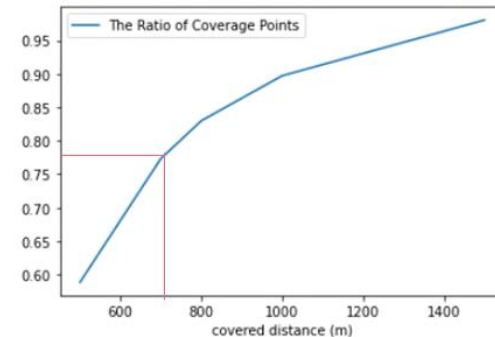
| | covered distance (m) | The Ratio of Coverage Points |
|---|----------------------|------------------------------|
| 0 | 500 | 0.460812 |
| 1 | 700 | 0.721726 |
| 2 | 800 | 0.813888 |
| 3 | 1000 | 0.923411 |
| 4 | 1500 | 0.949706 |



- 20대를 설치할 때, covered distance가 800m 이면 약 80%를 cover 할 수 있음
- Covered distance가 증가할 수록 cover하는 point의 수 증가. 이때, 800m 까지 기울기가 거의 비슷하게 상승하고 감소하므로 cover 효율성이 가장 좋다고 판단

완속충전기

| | covered distance (m) | The Ratio of Coverage Points |
|---|----------------------|------------------------------|
| 0 | 500 | 0.588571 |
| 1 | 700 | 0.773333 |
| 2 | 800 | 0.829841 |
| 3 | 1000 | 0.897143 |
| 4 | 1500 | 0.980317 |



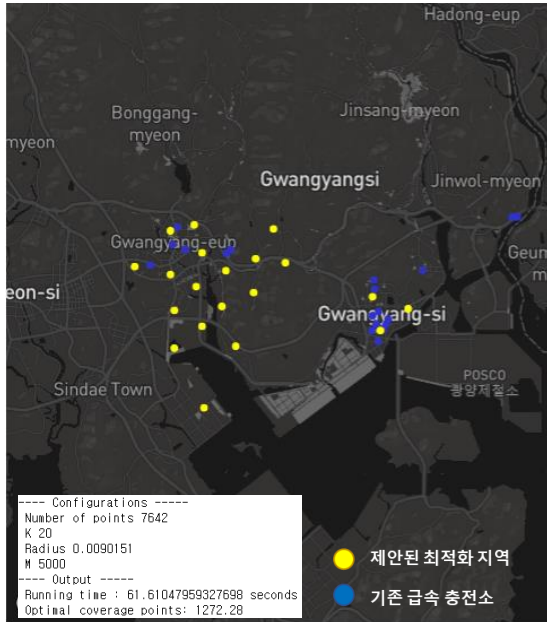
- 20대를 설치할 때, covered distance가 700m 이면 약 80%를 cover 할 수 있음
- Covered distance가 증가할 수록 cover하는 point의 수 증가. 이때, 700m 까지 기울기가 가장 가파르게 상승하므로 cover 효율성이 가장 좋다고 판단

급속 충전기와 완속충전기 각각 800m, 700m를 가정하여 80% cover를 목표로 하는 것이 효율적

3. 최적화 문제 정의

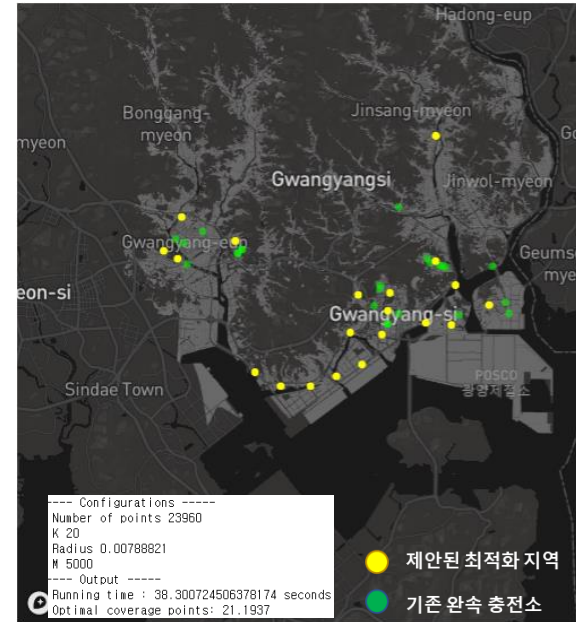
최종 결과

급속충전기



- 기존 급속 충전소가 커버하고 있는 곳은 제외됨
- 주로 혼잡빈도강도가 높은 업무지역인 광양읍 위주로 추천

완속충전기



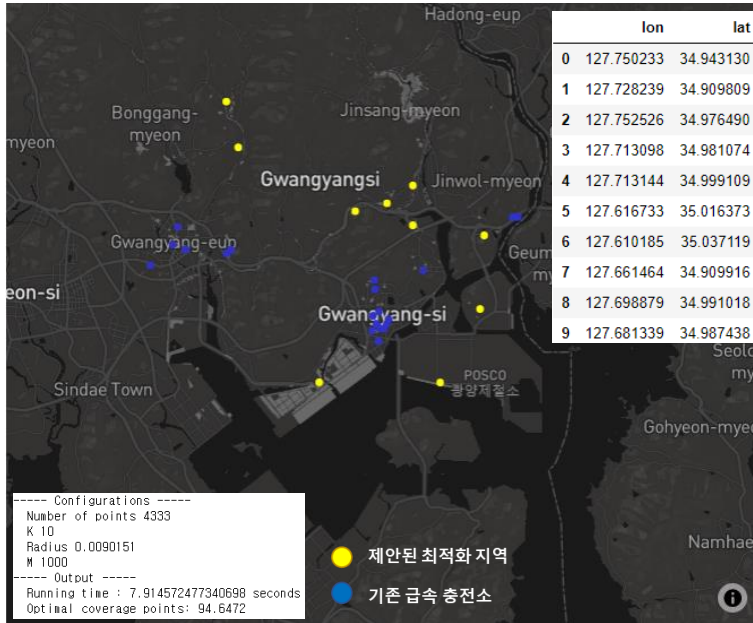
- 기존 완속 충전소 위치 위주로 추천하였으나 이는 수요에 비해 충분하지 않아 추가 설치 필요를 시사
- 주로 인구 현황이 높은 주거 지역인 중마동 위주로 추천

가중치를 바탕으로 우선 설치 순서 고려 가능

4. 추가 분석

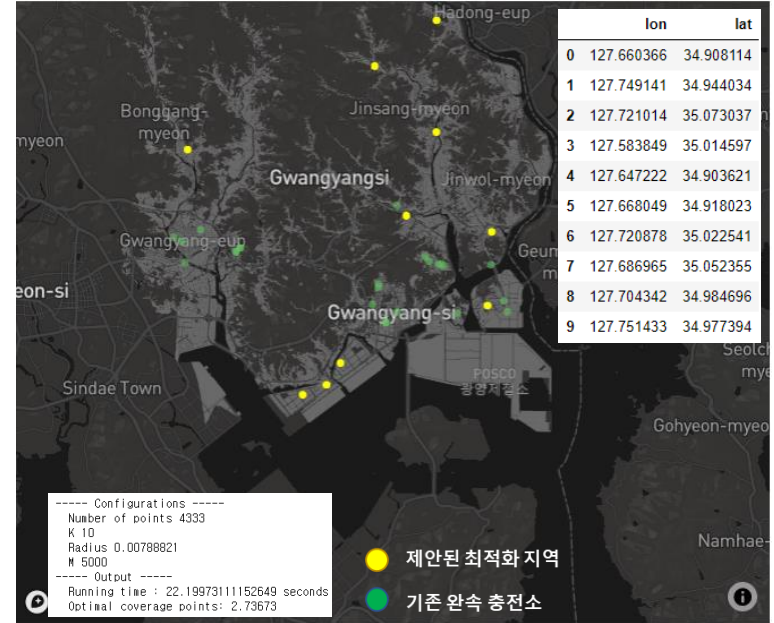
추가 10개 설치

급속충전기



- 기존 급속 충전소와 제안된 급속충전소가 cover하는 지역을 제외한 결과

완속충전기



- 기존 완속 충전소와 제안된 완속충전소가 cover하는 지역을 제외한 결과

기존 충전소가 cover 하는 지역을 제외한 위치 추천이 용이하므로 단계적 설치 전략에 효과적

| | |
|------------|---|
| 결과 유의성 | <ul style="list-style-type: none"> ❑ 급속 충전소와 완속 충전소의 최적화 위치는 정책과 데이터에서 요구한 바를 고려하여 할당 됨 <ul style="list-style-type: none"> • 급속 충전소는 업무 지역 위주로, 완속 충전소는 주거단지 위주로 할당됨 • 하천, 염전 등 사용할 수 없는 지형을 제외하였으며, 급속충전소의 경우 사유지도 제외함 ❑ 전기충전소가 cover가능한 효율적인 범위를 시나리오 분석을 통해 도출 |
| 데이터 활용성 | <ul style="list-style-type: none"> ❑ 주어진 데이터 중 충전소 입지선정과 관련된 풍부한 자료를 이용함 <ul style="list-style-type: none"> • 인구 현황, 교통량, 혼잡빈도강도, 혼잡시간강도, 자동차 등록대수, 전기자동차 등록대수 등을 활용 ❑ 정부 정책 가이드와 보도자료를 활용해 현실성 있는 분석을 함 |
| 분석 창의성 | <ul style="list-style-type: none"> ❑ 충전소 설치를 위한 입지선정지수를 개발하고, 이를 활용한 최적화 문제를 세움 <ul style="list-style-type: none"> • 입지선정지수를 만들기 위해 선형회귀 분석을 사용하였으며, 이는 데이터 기반의 객관적인 지표 ❑ 입지선정지수를 바탕으로 설치 우선순위 결정 가능 ❑ 요구한 충전소 설치 이후 10개 추가 설치에 대한 결과 도출 <ul style="list-style-type: none"> • 10개 뿐만 아니라 추가 설치에 모델 수정 없이 지속적으로 사용 가능 |
| 공공 활용성 | <ul style="list-style-type: none"> ❑ 모든 패키지는 오픈소스를 사용함 |
| 경제성 | <ul style="list-style-type: none"> ❑ 추가 모델 구현 없이 적은 결정변수 (K, discovered distance) 수정으로 상황에 맞는 최적화 결과 도출 가능 |
| 발전 방향 | <ul style="list-style-type: none"> ❑ 분석 용이성을 위해 100X100 polygon 형태가 아닌 point로도 데이터 수집을 제안 ❑ 추가적으로 다양한 정보를 입지선점지수에 반영한다면 최적화된 결론을 도출이 기대됨 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 전기 충전소 사용 로그, 전기 자세한 자동차 등록 위치 등 |

선형회귀분석 OLS Regression Result

❑ 급속충전기

| OLS Regression Results | | | | | | |
|------------------------|------------------|---------------------|--------------|-------|--------|--------|
| ===== | | | | | | |
| Dep. Variable: | FS_station | R-squared: | 0.077 | | | |
| Model: | OLS | Adj. R-squared: | 0.077 | | | |
| Method: | Least Squares | F-statistic: | 560.6 | | | |
| Date: | Tue, 10 Nov 2020 | Prob (F-statistic): | 0.00 | | | |
| Time: | 04:59:17 | Log-Likelihood: | 59484. | | | |
| No. Observations: | 47032 | AIC: | -1.190e+05 | | | |
| Df Residuals: | 47024 | BIC: | -1.189e+05 | | | |
| Df Model: | 7 | | | | | |
| Covariance Type: | nonrobust | | | | | |
| ===== | | | | | | |
| | coef | std err | t | P> t | [0.025 | 0.975] |
| ----- | | | | | | |
| const | -0.0002 | 0.000 | -0.640 | 0.522 | -0.001 | 0.000 |
| 정규화_인구 | 0.0416 | 0.029 | 1.431 | 0.153 | -0.015 | 0.099 |
| 정규화_교통량_07 | -0.0076 | 0.011 | -0.664 | 0.507 | -0.030 | 0.015 |
| 정규화_교통량_15 | 0.1028 | 0.011 | 9.533 | 0.000 | 0.082 | 0.124 |
| 정규화_혼잡빈도강도합 | 0.7351 | 0.066 | 11.197 | 0.000 | 0.606 | 0.864 |
| 정규화_혼잡시간강도합 | -0.3121 | 0.065 | -4.817 | 0.000 | -0.439 | -0.185 |
| 정규화_자동차등록 | 0.0451 | 0.026 | 1.740 | 0.082 | -0.006 | 0.096 |
| 정규화_전기자동차등록 | 0.0083 | 0.001 | 7.957 | 0.000 | 0.006 | 0.010 |
| ===== | | | | | | |
| Omnibus: | 81265.314 | Durbin-Watson: | 0.421 | | | |
| Prob(Omnibus): | 0.000 | Jarque-Bera (JB): | 58024609.515 | | | |
| Skew: | 12.433 | Prob(JB): | 0.00 | | | |
| Kurtosis: | 173.268 | Cond. No. | 297. | | | |

❑ 완속충전기

| OLS Regression Results | | | | | | |
|------------------------|------------------|---------------------|--------------|-------|--------|--------|
| Dep. Variable: | SS_station | R-squared: | 0.138 | | | |
| Model: | OLS | Adj. R-squared: | 0.138 | | | |
| Method: | Least Squares | F-statistic: | 1073. | | | |
| Date: | Tue, 10 Nov 2020 | Prob (F-statistic): | 0.00 | | | |
| Time: | 04:59:17 | Log-Likelihood: | 43532. | | | |
| No. Observations: | 47032 | AIC: | -8.705e+04 | | | |
| Df Residuals: | 47024 | BIC: | -8.698e+04 | | | |
| Df Model: | 7 | | | | | |
| Covariance Type: | nonrobust | | | | | |
| | coef | std err | t | P> t | [0.025 | 0.975] |
| const | 0.0021 | 0.001 | 4.176 | 0.000 | 0.001 | 0.003 |
| 정규화_인구 | 1.2266 | 0.041 | 30.013 | 0.000 | 1.146 | 1.307 |
| 정규화_교통량_07 | 0.0784 | 0.016 | 4.879 | 0.000 | 0.047 | 0.110 |
| 정규화_교통량_15 | -0.0147 | 0.015 | -0.972 | 0.331 | -0.044 | 0.015 |
| 정규화_혼잡빈도강도합 | -0.0909 | 0.092 | -0.986 | 0.324 | -0.272 | 0.090 |
| 정규화_혼잡시간강도합 | 0.7368 | 0.091 | 8.100 | 0.000 | 0.559 | 0.915 |
| 정규화_자동차등록 | 0.2079 | 0.036 | 5.714 | 0.000 | 0.137 | 0.279 |
| 정규화_전기자동차등록 | 0.0066 | 0.001 | 4.468 | 0.000 | 0.004 | 0.009 |
| Omnibus: | 62783.415 | Durbin-Watson: | 0.454 | | | |
| Prob(Omnibus): | 0.000 | Jarque-Bera (JB): | 12170669.577 | | | |
| Skew: | 7.763 | Prob(JB): | 0.00 | | | |
| Kurtosis: | 80.263 | Cond. No. | 297. | | | |

분석 소요 시간

☑ 분석 소요 시간

- 분석에는 총 1일 5시간 씩 20일 소요
- 제출 코드의 running time은 약 1시간 가량 소요됨
 - Part1: EDA (약 15분)
 - 제공받은 데이터 분석
 - 시각화 렌더링이 시간이 다소 소요
 - Part2: Optimization (약 45분)
 - 최적화에 필요한 데이터로 가공
 - Point마다 값 부여에 시간 다소 소요

감사합니다.

조수경 (sugyeong.jo@unist.ac.kr)