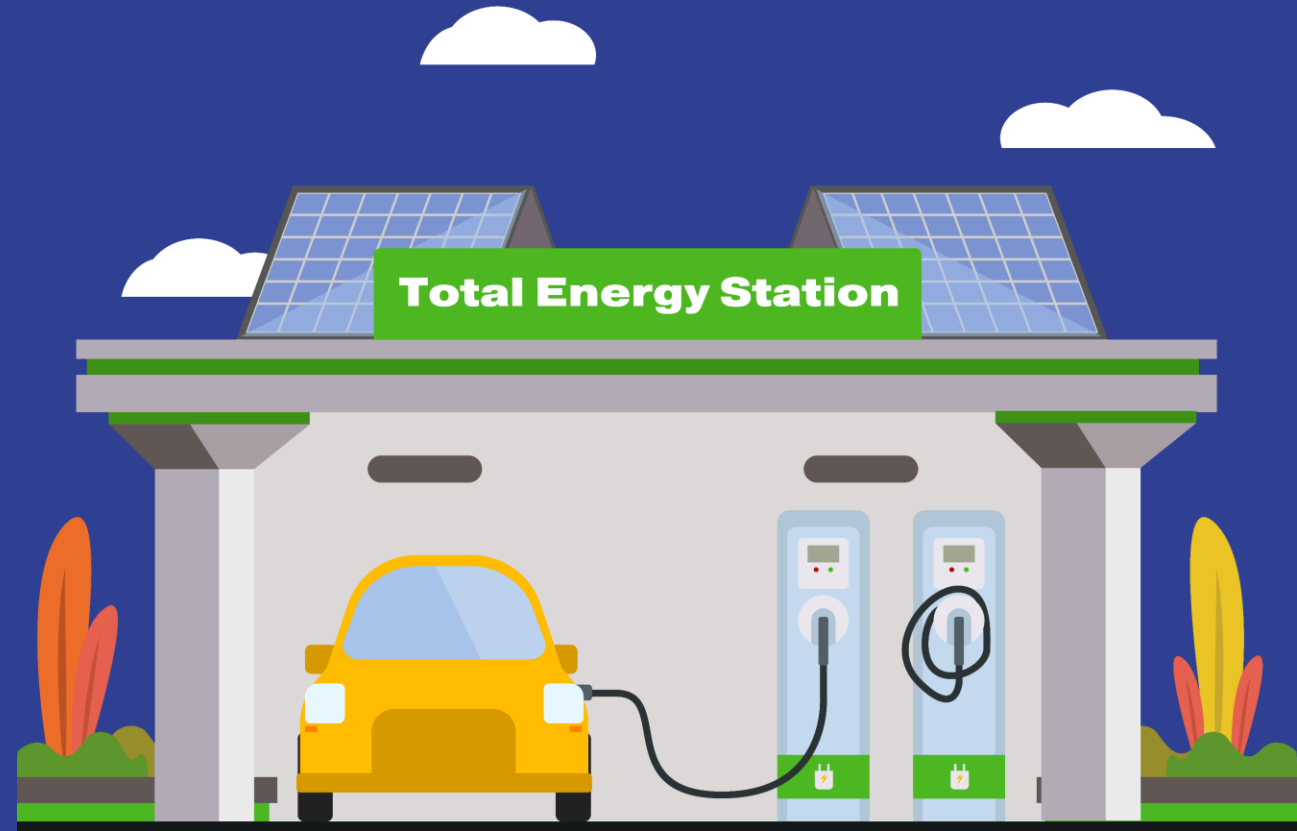


탄소중립 선도를 위한

서울시 종합에너지스테이션 우선 입지 선정

| 고분회귀 | 유종석 김진혁 윤경선 안은선 채소연



Contents.

서론

| 주제 선정 배경

| 목적 및 필요성

| 유사연구사례 및 개선점

본론

| 순서도

| 데이터 수집 및 전처리

| EDA

| 클러스터링

| 입지 기준 도출

| 우선 입지 주유소 선정

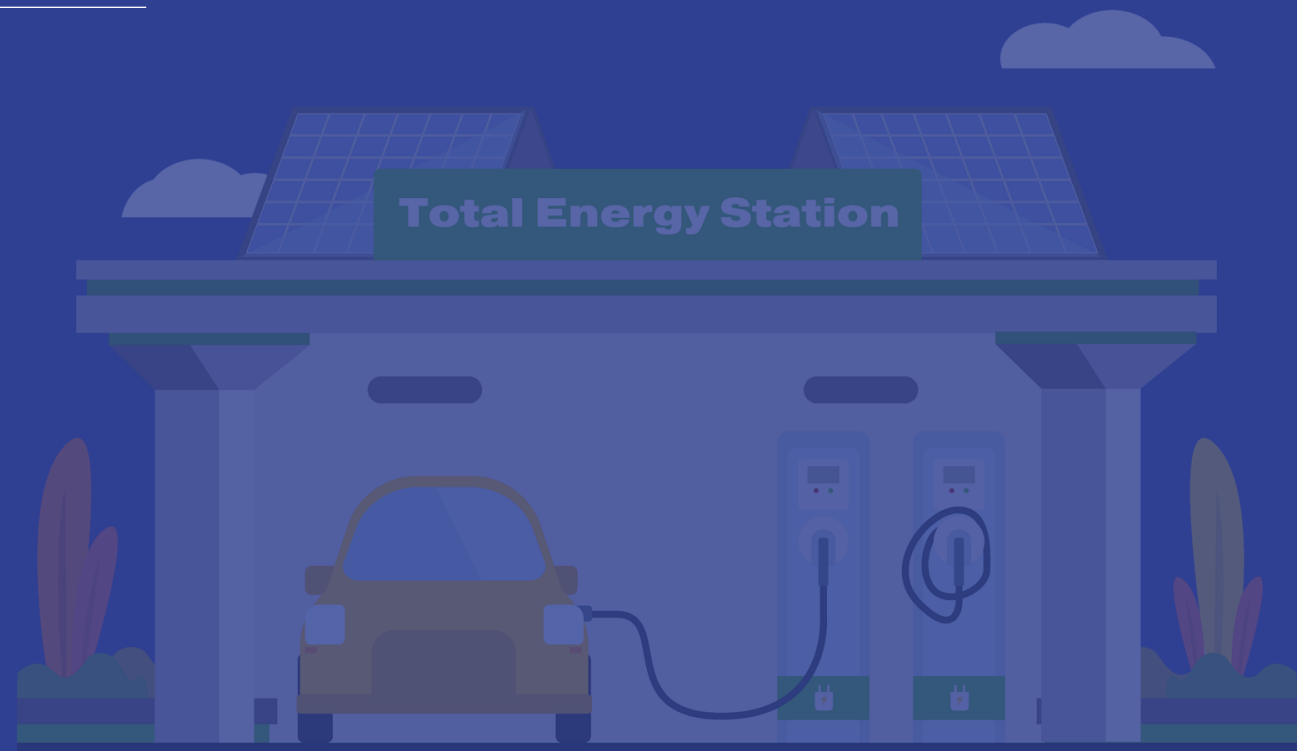
결론

| 입지 분석 결과

| 기대효과

| 의의 및 한계

| 참고문헌



탄소중립 추구

“서울시 기후변화대응 2050 탄소중립 종합계획 발표”

서울시가 2026년까지 온실가스를 30% 줄여

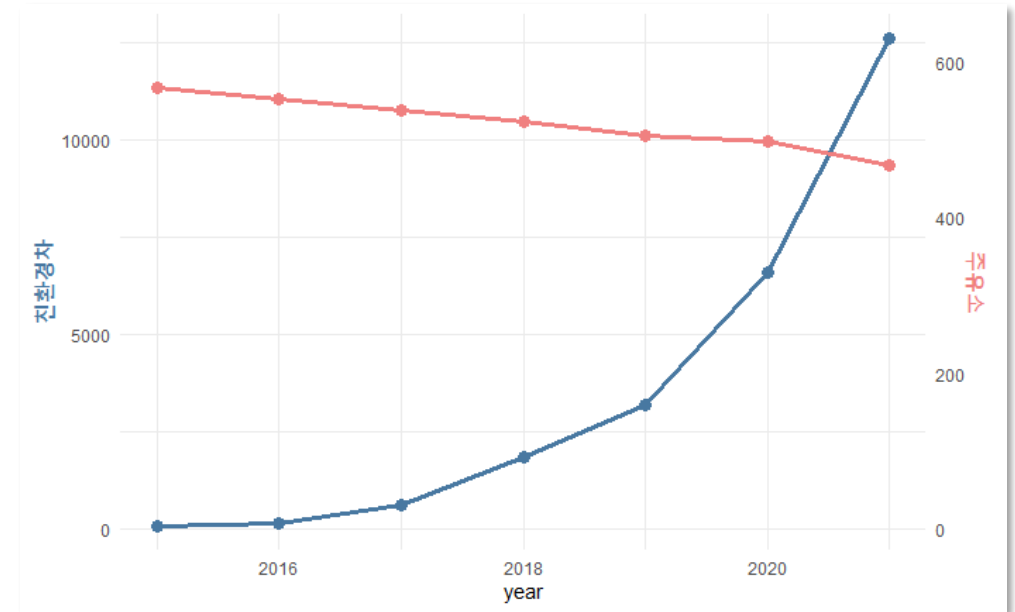
기후위기로부터 안전한 도시를 구축한다는 목표로
올해부터 5년간 서울시 기후변화대응 종합계획을 추진한다

서울의 특성상 전체 온실가스 배출량의 88%로
절대적 비중을 차지하는 건물과 교통부문의 배출량 감축에 역점을 둔다

전기차 보급률 증가

전기차 + 하이브리드 차량 증가 / 주유소 감소

2015 - 2021



환경문제가 대두되면서 탄소중립을 향한 움직임이 활발 + 전기차 보급률 증가
시장 환경 변화로 인한 주유소 영업 이익 감소로 주유소 폐업 증가

종합에너지스테이션 (TES) 등장 Total Energy Station의 약자

“주유소에서 전기차 충전
종합에너지스테이션 1호 오픈”

서울시가 연료전지와 태양광으로
전기를 생산하고 전기차 충전시설을 갖춘

종합에너지스테이션 1호점을
금천구 SK박미주유소에 전국 최초로 오픈했다.



주유소 생존 전략 중 하나로 종합에너지스테이션 등장

종합에너지스테이션 (TES) 정의



연료전지와 태양광으로 전기를 생산하고 급속 전기차 충전시설을 갖춘 주유소

- ▶ 연료전지 · 태양광과 같은 신재생에너지를 활용한 전기 생산
- ▶ 생산된 전기를 전기차 충전에 활용 · 남은 전력은 한국전력공사에 판매

종합에너지스테이션은 주유소 폐업 위기를 극복함과 동시에 탄소중립 정책을 효과적으로 추진할 수 있는 방안

서울시 종합에너지스테이션 확대 계획

“주유소에서 전기차 충전 종합에너지스테이션 1호 오픈”

SK에너지와의 실증 사업을 시작으로 타 정유사와의 협약을 통해
서울시 내 주유소의 대부분을 차지하는 자영주유소가
(종합에너지스테이션 사업에) 적극적으로 참여할 수 있도록
정유사와 협력할 예정이다.

(서울)시는 민관협력체계 구축으로 규제개선을 주도해
관련 산업 기반을 마련하고 2030년까지 이와 같은
종합에너지스테이션을 서울시 전체로 확대한다는 계획이다.

주유소 규제 완화

제2차 경제 규제혁신 방안 (2022.09.05)

3. 주유소 내 이격거리 관련 기준을 전기차 충전기 설치가
가능하도록 개선
4. 전기차 충전소에서 태양광 발전 등 재생에너지발전설비를
통해 생산한 전기의 충전·판매 허용
5. 주유소 내 설치 가능한 건축물, 시설에 연료전지를 추가하여
주유소에서 전기 생산 후 전력시장에 판매할 수 있도록 허용

주유소에 대한 규제 완화로 종합에너지스테이션으로 전환 가능성 증가

서울시가 2030년까지 종합에너지스테이션을 확대해 나갈 예정

✓ 종합에너지스테이션 우선 입지 분석이 필요한 시점

주제

서울시 종합에너지스테이션 우선 입지 선정

세부주제

서울시 행정동별 전력 수급 · 전기차 충전소 수요를 고려한 종합에너지스테이션 우선 입지 행정동 및 장소 제시

기대효과

서울시 탄소중립 정책 추진방안 마련 · 친환경적 교통환경 조성 · 주유소 생존 방안 제시

필요성

1. 선행 연구 미비



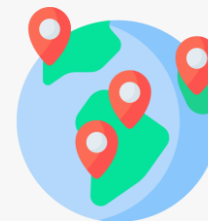
공간적 분석을 통한
추후 유의미한 종합 에너지 스테이션
입지 선정의 판단 근거 제시

2. 현황에 맞는 입지 제시



서울시의 현황을 분석하여
서울시의 요구를 충족할 수 있는
합리적인 방안 모색

3. 지역적 특성 반영



통계적 방법론을 활용하여
지역적 특성을 반영한 우선 입지 고려 필요

선행연구

최적의 종합에너지스테이션 입지 분석을 위해
기존의 전기차 충전소 · 수소차 충전소에 관한 선행 연구 참고

교통량 데이터를 활용한
전기차 충전소 위치 최적화 방안 연구
(김경현, 2020)

P-median과 P-center를 활용해
안양시 전기차 충전소 우선 입지 선정

공간적 접근성 및 통행비용을 고려한
천연가스 충전소 최적 입지 선정 모형
(유정훈·이무영·오세형, 2008)

Heuristic 알고리즘을 활용해
천연가스 충전소 입지선정 모델 개발

수소 충전소 최적 위치 선정을 위한
기계 학습 기반 방법론
(김수환·류준형, 2020)

K-medoids 클러스터링을 이용해
예상 수요에 대응하는
서울시 수소 충전소 입지 선정

머신러닝 기반
고속도로 내 수소충전소 최적입지 선정 연구
(조재혁·김성수, 2021)

Random Forest 모형을 이용해
고속도로 휴게소 내 수소 충전소
필요성 여부 검토

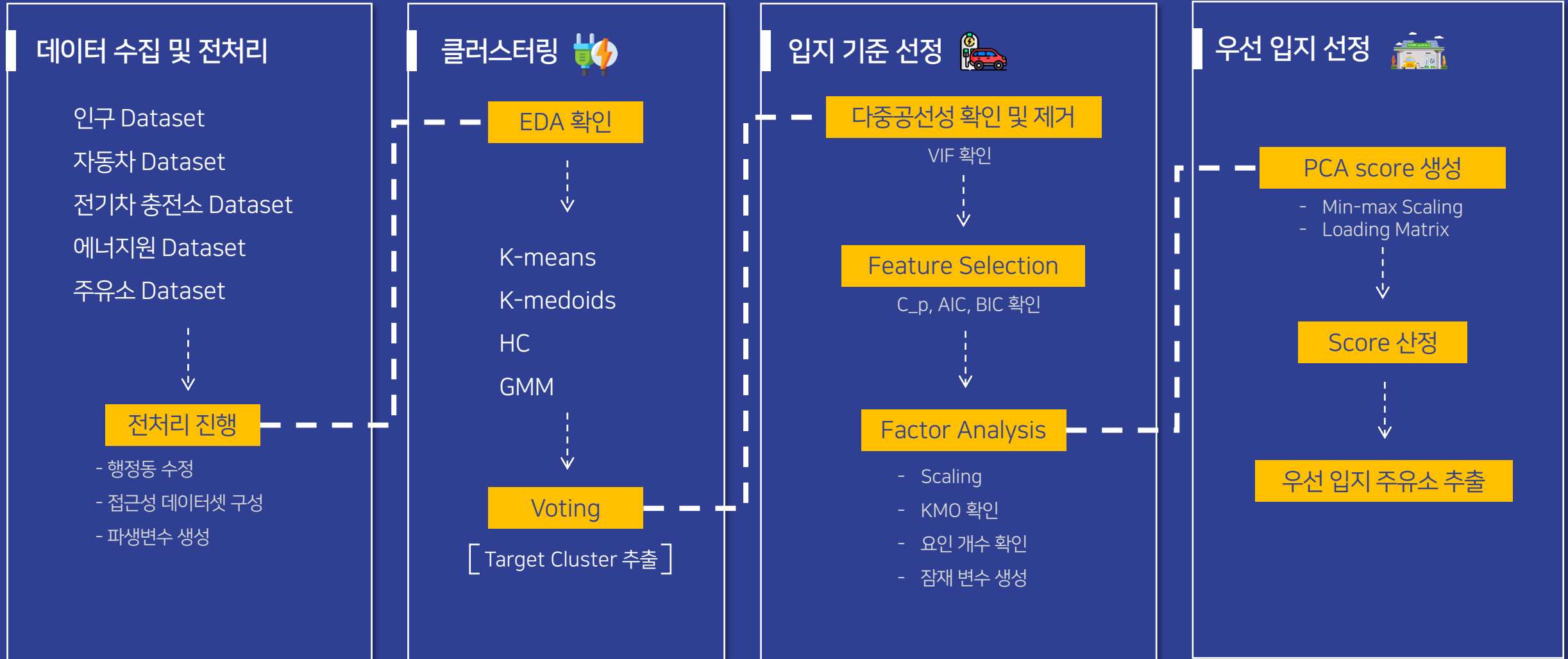
선행연구 분석

- 1. 교통량·충전소 접근성을 기반으로 최적 입지 선정
- 2. 자동차 사용자의 수요 예측에 초점
- 3. 공간적 특성을 포함한 데이터 활용



개선점

- 1. 주유소 감소 추세 반영
- 2. 주유소와 전기 충전소가 공존하는 방향으로 진행
- 3. 인근 편의시설을 고려해 이용자의 편의성 고려



인구

파일 이름	출처	전처리 결과
서울시 행정동 단위 거주인구 데이터	서울시 빅데이터 캠퍼스	거주인구 데이터셋
서울시 행정동 단위 생활인구 데이터		생활인구 데이터셋
서울시민 KCB 생활금융 통계_2021		평균총소득 데이터셋
서울시 행정구역(동별) 통계	서울 열린 데이터 광장	면적 데이터셋

자동차

파일 이름	출처	전처리 결과
서울시 행정동별 친환경자동차 현황 (2015-2021)	서울 열린 데이터 광장	전기차대수 데이터셋
행정동별 연료별 자동차 등록 현황 (2015-2021)		전체차량대수 데이터셋

주유소

파일 이름	출처	전처리 결과
서울특별시 주유소 현황	공공데이터포털	주유소개수 데이터셋

에너지원

파일 이름	출처	전처리 결과
서울시 행정동별 에너지 소비현황	서울시 에너지 정보 플랫폼	전기사용량 데이터셋

전기차 충전소

파일 이름	출처	전처리 결과
서울시 전기차 충전소 현황	환경부	충전소개수 데이터셋 (충전소개수/급속/완속)

행정동

행정동코드	시군구명	행정동	면적(km ²)
11710631	송파구	가락본동	1.34
11380551	은평구	갈현2동	0.96
⋮	⋮	⋮	⋮
11110580	종로구	교남동	1
11620775	관악구	난곡동	0.81
11350600	노원구	공릉2동	1.49

서울시 행정동 : 426개 (2021기준)

기존 데이터 행정동 개수 : 424개

- 강일동 → 강일동 / 상일2동 분리(면적기준)
- 오류2동 → 오류2동 / 향동 분리(면적기준)
- 상일동 → 상일1동(이름변경)
- 신사동 → 신사동_강(강남구), 신사동_관(관악구)

인구

인구밀도	거주인구	생활인구	평균총소득	거주비율	거주대비생활인구
20434.53	27832.27	26330.94	1055.62	0.286862	0.961604
29687.78	22476	38481.63	777.75	0.245061	1.447314
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
29062.59	10171.90	37037.89	821.49	0.377822	2.062683
28226.04	28226.04	28884.81	541.03	0.198676	0.980596
5761.22	39291.54	15463.63	561.35	0.133055	1.241990

서울시 행정동 : 426개 (2021기준)

$$\text{거주비율} = \frac{\text{거주인구 수}}{\text{서울시 총 거주인구 수}}$$

$$\text{거주대비생활인구} = \frac{\text{생활인구 수}}{\text{거주인구 수}}$$

거주인구 : 특정 지역에 자리를 잡고 머물러 있는 사람의 총수

생활인구 : 조사 시점에서 개인이 위치한 지역을 기반으로 집계된 서울의 현주인구 데이터로 서울에 거주하거나 출퇴근 등의 목적으로 서울을 찾는 인구를 모두 포함 (서울시가 KT와 합동으로 인구 추계를 한 새로운 모델)

주유소 및 에너지원

주유소개수	전기사용량
0	11781.48
3	69812.02
⋮	⋮
1	3553.68
2	13087.18
1	4376.57

서울시 행정동 : 426개 (2021기준)

주유소개수

: 2021년 기준 서울시 행정동별 주유소 개수

전기사용량

: 2021년의 전기사용량을 행정동별로 평균 낸 수치

접근성

충전시간이 비교적 오래 걸리는 전기차의 특성 상, 충전을 하는 동안 잠시 들릴 수 있는 상권이 있다면 긍정적이라 판단하여 충전소 또는 주유소 기준 주변 상권발달 정도 확인

<접근성 파생변수 생성 방법>

충전소 또는 주유소 주변에 음식점, 카페, 문화시설, 대형마트, 학교, 학원 병원, 지하철 등이 많을수록 상권발달 정도가 높다고 가정



카카오 API를 통해 주유소 또는 충전소를 기준으로 500m 반경(도보10분)에 있는 음식점, 카페, 문화시설, 대형마트, 병원, 편의점 등의 개수 추출

주유소명	행정동	카페	...	문화시설	대형마트	편의점
현대오일뱅크(주) 직영소월길주유소	후암동	107	...	0	0	24
선익상사(주)동 자동주유소	남영동	83	...	0	0	



Standard Scaling 진행 후 주유소 또는 충전소 별 취합



전기차

충전소개수	전기차대수	전체차량대수	급속	완속
7	229	10234	11	11
10	96	22807	6	78
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
99	533	15400	61	459
70	44	4609	0	44
19	23	3039	5	14

+

전기차보급률	차한대당충전소개수	상권발달
0.02237	0.0305	-7.056
0.01261	0.0806	0.754
⋮	⋮	⋮
0.00963	0.1839	0.339
0.01382	0.2006	-2.791
0.00694	0.09	-1.983



서울시 행정동 : 426개 (2021기준)

전기차보급률

: 서울시 전체차량대수 중 해당 행정동의 전기차가 차지하는 비율을 확인

차한대당충전소개수

: 해당 행정동이 충전소 인프라 얼마나 잘 구축되어 있는지 비율로 확인하기 위함

상권발달

: 충전기는 이용시간이 길다는 점을 고려하여, 충전소 기준 주변 상권발달 정도 확인

충전소개수 : 해당 행정동의 충전기가 위치하는 장소 개수

전기차대수 : 전기차 + 플러그인 하이브리드 차량 대수
(2021.12 기준)

급속 / 완속 : 해당 행정동의 급속 / 완속 충전기 개수

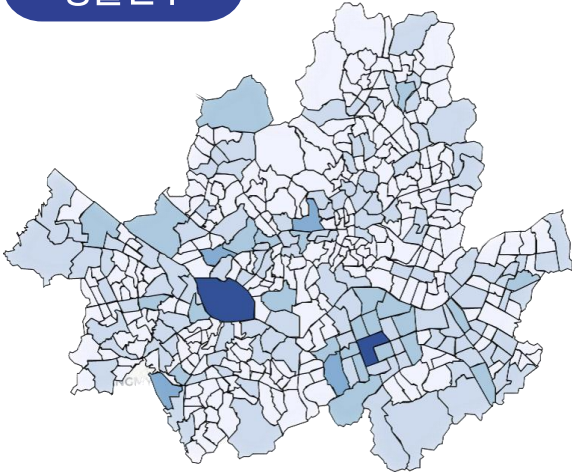
전기차보급률 : $\frac{\text{전기차 대수}}{\text{서울시 전체차량대수}}$

차한대당충전소개수 : $\frac{\text{충전소 개수}}{\text{전기차 대수}}$

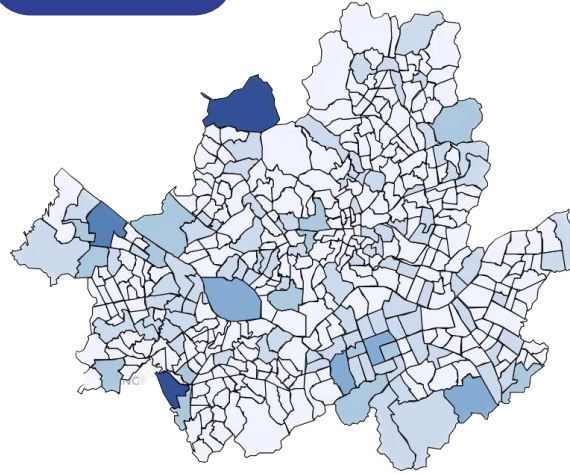
상권발달 : 충전소 중심 반경 500m(도보 10분)에 속하는 상권 개수, 행정동별 취합

- 종합에너지스테이션 입지에 충전기가 영향을 미치기 때문에
현재 충전소가 설치되어 있는 곳을 기준으로 주변 상권 발달정도를 파악하고자 함.

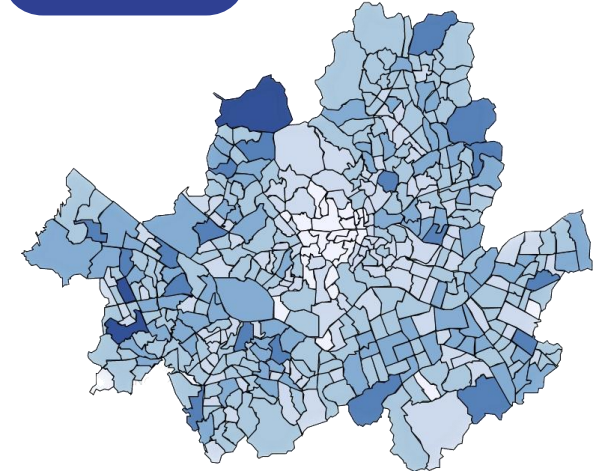
생활인구



충전소개수



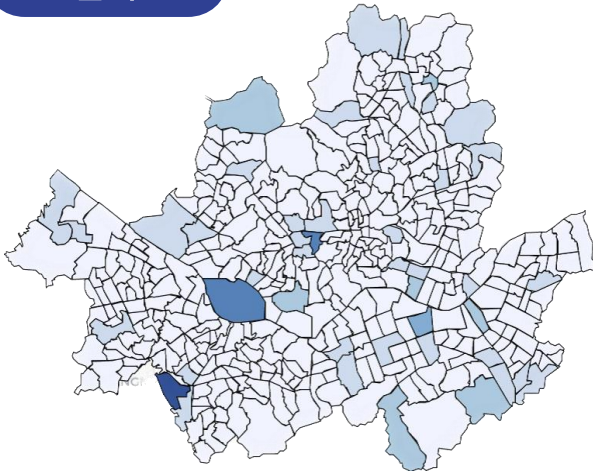
거주인구



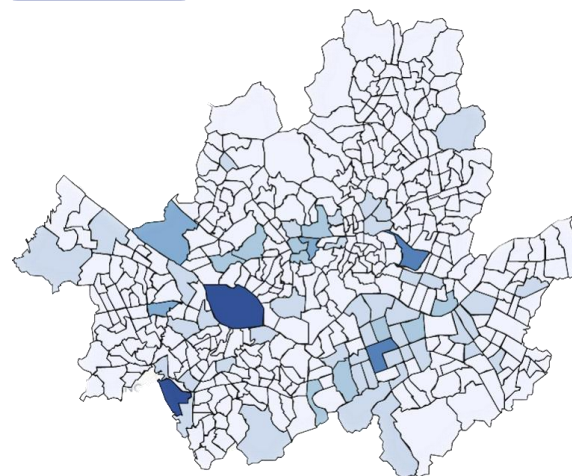
특정 행정동의 값들이 **상대적으로 두드러지는** 것을 확인할 수 있음

고르게 분포되어 있는 것을 확인 가능

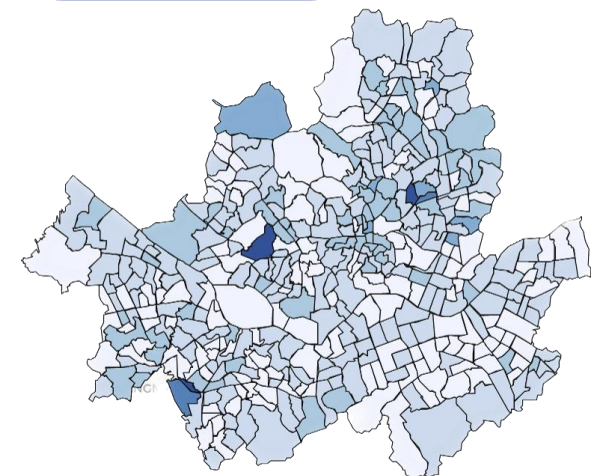
급속



전기사용량



차한대당충전소개수



행정동 코드	시군구명	행정동	...	인구밀도	거주인구	거주인구 비율
11710631	송파구	가락본동	...	20434.5	27832.27	0.286862
11380551	은평구	갈현2동	...	29687.7	22476	0.245061
...
11350600	노원구	공릉2동	...	5761.22	39291.54	0.133055

취합된 데이터셋 : 426 X 20



'주유소 개수 = 0'인 행 제거
'주유소 공간의 재활용'의 관점에서 분석 진행

현재 주유소가 없는 행정동

: 상황 + 환경의 복합적 이유로 과거에는 존재했다가 폐업으로 없어짐

행정동 코드	시군구명	행정동	...	인구밀도	거주인구	거주인구 비율
11710631	송파구	가락본동	...	20434.5	27832.27	0.286862
11380551	은평구	갈현2동	...	29687.7	22476	0.245061
...
11350600	노원구	공릉2동	...	5761.22	39291.54	0.133055

[최종 데이터셋 : 267 X 20]

클러스터링

현재 주유소가 존재하는 행정동 중 어느 곳을 우선적으로 '종합에너지스테이션'으로 전환 시킬 것인지 판단하기 위해 클러스터링 진행

종합에너지스테이션 특징

1. 급속 충전기가 설치됨

급속 충전기의 사용자는 해당 동의 거주민이 아닌 생활인구

2. 직접 전기를 생산하는 발전기도 같이 설치됨

연료전지에서 생산된 전기로 전기차 충전이 가능하고 한국전력공사에 전력 판매를 통한
부가적 수익 창출 가능

	급속 충전기	완속 충전기
전력용량	50·100kW (2,700원/100kW)	6~7kW (1,100원/100kW)
충전시간	약 55분 (20%~100% 기준)	약 7시간 (20%~100% 기준)
특징	주로 고속도로 휴게소, 공공기관 등 유동인구가 많은 외부 장소에 설치	주로 주택이나 아파트 등 거주인구가 많은 장소에 설치

무공해차 통합누리집 > 전기차 소개 > 전기차 충전정보

행정동 코드	시군구명	행정동	...	인구밀도	거주인구	거주인구 비율
11710631	송파구	가락본동	...	20434.5	27832.27	0.286862
11380551	은평구	갈현2동	...	29687.7	22476	0.245061
...
11350600	노원구	공릉2동	...	5761.22	39291.54	0.133055

취합된 데이터셋 : 426 X 20



'주유소 개수 = 0'인 행 제거
'주유소 공간의 재활용'의 관점에서 분석 진행

현재 주유소가 없는 행정동

: 상황 + 환경의 복합적 이유로 과거에는 존재했다가 폐업으로 없어짐

행정동 코드	시군구명	행정동	...	인구밀도	거주인구	거주인구 비율
11710631	송파구	가락본동	...	20434.5	27832.27	0.286862
11380551	은평구	갈현2동	...	29687.7	22476	0.245061
...
11350600	노원구	공릉2동	...	5761.22	39291.54	0.133055

[최종 데이터셋 : 267 X 20]

클러스터링

현재 주유소가 존재하는 행정동 중 어느 곳을 우선적으로 '종합에너지스테이션'으로 전환 시킬 것인지 판단하기 위해 클러스터링 진행

종합에너지스테이션 특징

1. 급속 충전기가 설치됨

급속 충전기의 사용자는 해당 동의 거주민이 아닌 생활인구

2. 직접 전기를 생산하는 발전기도 같이 설치됨

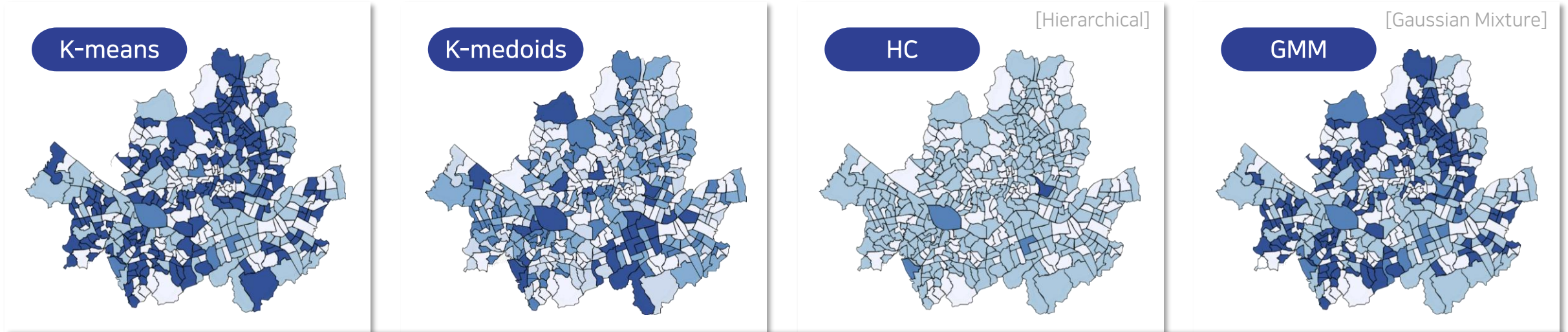
연료전지에서 생산된 전기로 전기차 충전이 가능하고 한국전력공사에 전력 판매를 통한
부가적 수익 창출 가능

클러스터링 변수

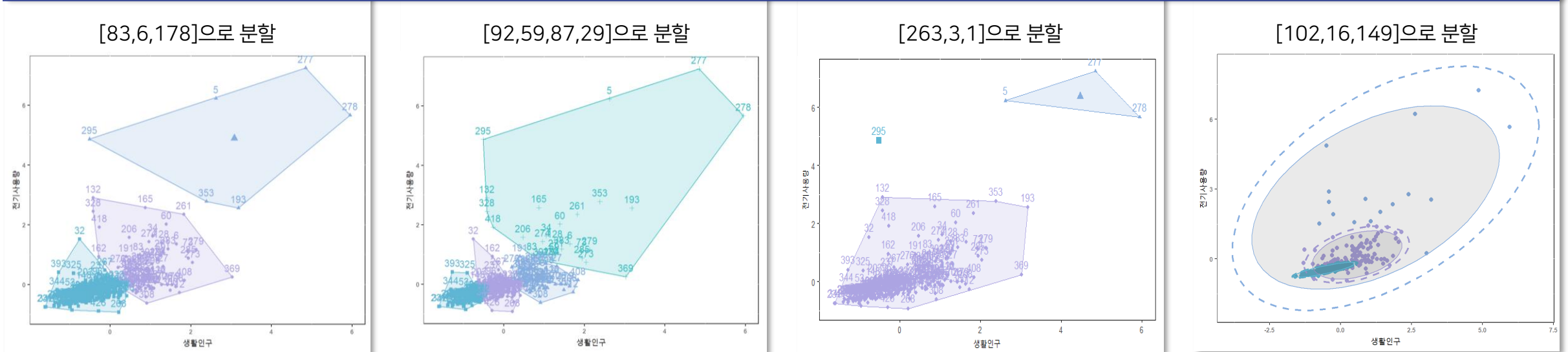
	급속 충전기	완속 충전기
전력용량	생활인구 (2,700원/100kW)	생활인구 수가 많은 행정동 선택 (1,100원/100kW)
충전시간	약 55분	약 7시간
특징	전기사용량 주로 고속도로 휴게소, 공공기관 등 유동인구가 많은 외부 장소에 설치	전기사용량이 많은 행정동 선택 주로 주택이나 아파트 등 거주인구가 많은 장소에 설치

무공해차 통합누리집 > 전기차 소개 > 전기차 충전정보

클러스터링 기법 및 결과



각 클러스터링 방법별 Elbow 기법과 Silhouette 계수 파악을 통해 **최적의 클러스터 개수 도출** 후 클러스터링 진행



Voting이란?

서로 다른 모델들을 데이터 셋으로 학습시키고 각 모델들 예측값의 평균 혹은 최빈값을 계산하는 방식으로 최종 예측값을 계산

Hard Voting

Majority Voting이라고도 하며, 각각의 모델들이 결과를 예측하면 단순히 가장 많이 표를 얻은 결과 선택

이 방법을 활용하여 target cluster 추출

Soft Voting

Probability Voting이라고도 하며, 각 class 별로 모델들이 예측한 probability를 합산해서 가장 높은 class 선택

Voting 결과

K-means cluster2

K-medoids cluster4

HC cluster2

GMM cluster2

가산동, 여의동, 역삼1동, 서초3동, 용답동, 종로1.2.3.4가동, 구로3동, 논현2동, 방배2동, 삼성1동, 성수2가3동, 신촌동, 자양2동, 진관동, 회현동

Target cluster

297.8

39.26

19.26

전기차 대수(대)

충전소 개수(개)

급속 충전기 개수(개)

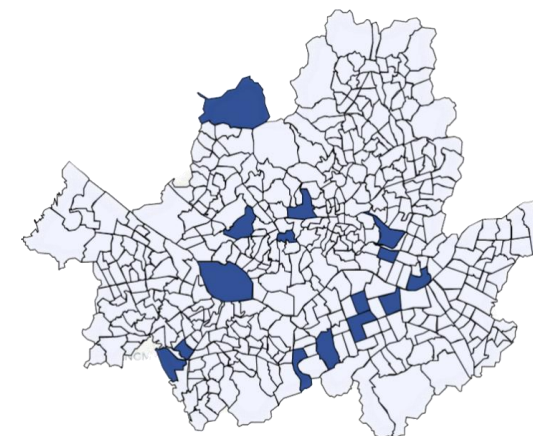
Non-Target

118.04

12.38

4.14

전기차와 전기차 충전소 관련 변수에서 두드러지는 차이를 보임



급속 전기차 충전기 설치

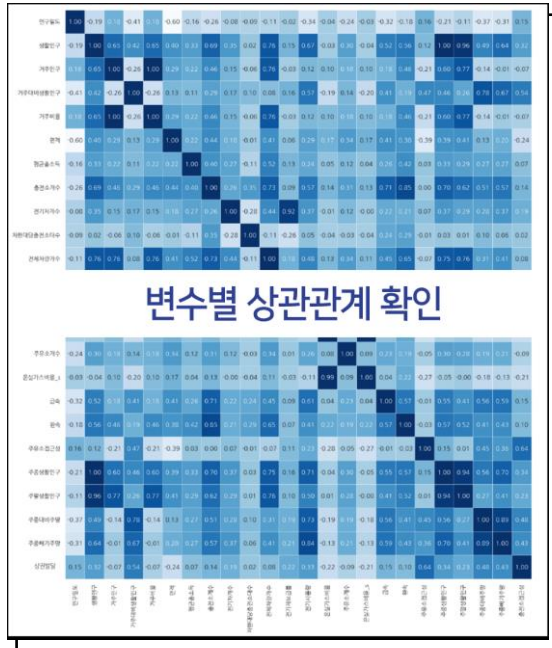
종합에너지스테이션

Target cluster로 선정된 행정동에 있는 주유소에 추가적으로 급속 전기차 충전을 설치

입지 기준을 설정하고자, 많은 변수 중 Y = 급속일 때 이를 가장 잘 설명하는 변수 확인 ▶ 급속 충전기 개수가 0인 행 제거

1) 다중공선성 제거

* 다중공선성 : 회귀분석에서 사용된 모형의 일부 설명 변수가 다른 설명 변수와 상관 정도가 높아, 데이터 분석 시 부정적인 영향을 미치는 것으로, VIF를 통해 제거



인구밀도	거주대비 생활인구	면적	평균총소득	차한대당 충전소개수	전기사용량	주유소 개수	전기차 비율_s	급속	완속	상권발달
333949.5	0.858	0.96	777.7	0.081	6942.6	3	0.022	6	78	0.754
23529.28	1.427	1.13	720.4	0.25	13485.4	1	0.013	1	118	2.728
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

227 X 11

- ▶ 서로 높은 상관관계를 지니고 있는 독립변수들을 제거
- ▶ VIF가 10 이상인 변수 제거

2) Feature Selection

* Best Subset Selection : 가능한 모든 변수들의 조합을 다 고려하는 방법

Best Subset Selection 결과	Features	RSS	R_squared	Number features	C_p	AIC	BIC	R_squared_adj
	[전기사용량, 완속, 면적, 차한대당충전소개수]	5557.72	0.5274	4	25.3722	1.0059	1.0663	0.5189

- ▶ C_p (Mallow's C_p), AIC, BIC 모두 값이 작을수록 더 좋은 모형이라고 해석
- ▶ 변수의 개수를 줄이는 것이 목적이기 때문에 변수 증가에 민감한 BIC를 변수 선택 지표로 선택
- ▶ BIC값이 제일 작은 경우인, Features = [전기사용량, 완속, 면적, 차한대당충전소개수] 선택

$$BIC = -2 \log(\text{Likelihood}) + p \times \log(n)$$

AIC와 달리 데이터의 개수를 모수의 개수에 곱함으로써
AIC보다 더 큰 패널티 부과

3) Factor Analysis

● KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) : 변수들 간의 상관관계가 다른 변수에 의해 잘 설명되는 정도를 나타내는 값

● 상관관계 plot을 참고해서 분류

01

Scaling 진행

- ▶ Feature Selection에서 뽑힌 변수들 진행

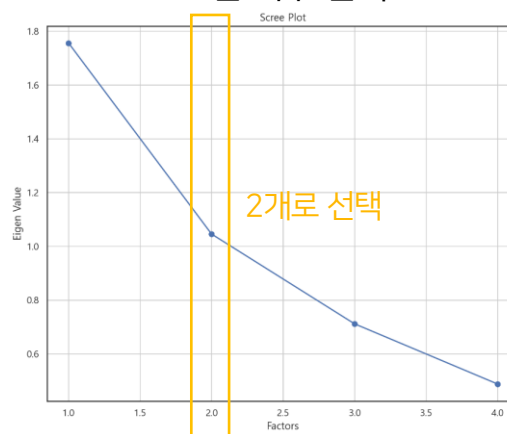
02

KMO 검정 진행

- ▶ 0.57 ----- 사용 가능
< 0.50이면, 사용 불가능

03

요인 개수 선택



04

잠재요인 변수 생성

	0	1	생활활성화	충전환경
전기사용량	0.513	0.079	-0.23	-0.35
완속	0.728	0.448	0.49	0.52
면적	0.552	-0.07	⋮	⋮
차한대당충전소개수	0.026	0.566	1.45	0.11

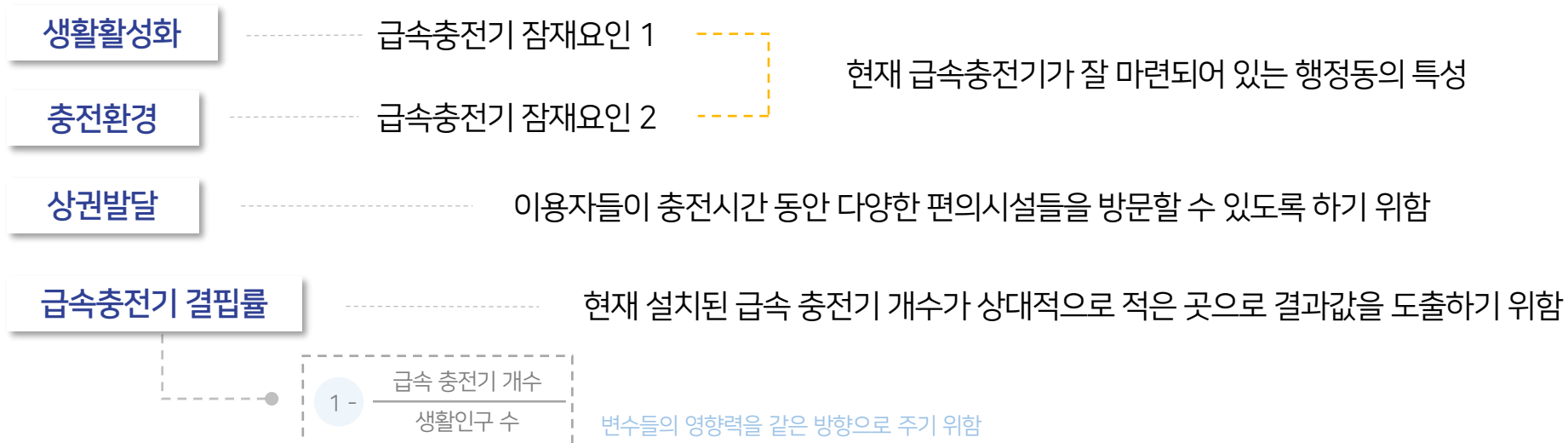
- 전기사용량 + 완속 + 면적 → 생활활성화
- 완속 + 차한대당충전소개수 → 충전환경

267 X 2

행정동 추출 과정 정리



입지 분석 - 최종 변수 설명



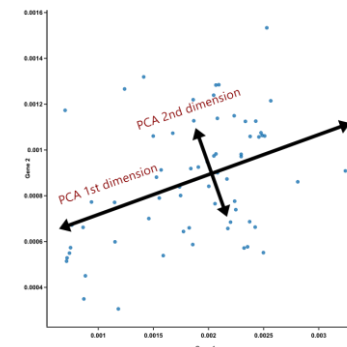
✓ 급속 충전기에 대한 수요도 있지만, 이를 완전하게 충족시킬 만한 공급이 부족한 행정동을 도출해내고자 함

PCA를 통한 평가지표 개발

주성분분석(PCA)

원 데이터의 분산을 최대한 보존할 수 있는 방향으로 변수를 변형시켜 '주성분' 들을 찾는 차원 축소 기법

- ▶ loading을 평가지표 **가중치**로 사용 * PCA의 loading : 단위 척도화된 주성분 혹은 요인들이 한 변수를 정의 혹은 적재(load)하는 선형 결합된 가중치
PC1의 PVE가 충분히 높다면 PC1의 loading을 평가지표의 가중치로 사용 가능



평가지표 적용

01

Min-Max Scaling

$$\frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

다르게 주어진 feature 변수를 모두 동일한 크기 단위로 비교하기 위해 최소값 0, 최대값 1로 변환하는 방법

02

Loading Matrix

	PC1	PC2	PC3	PC4
생활활성화	-0.46	-0.78	-0.26	0.22
충전환경	-0.34	-0.09	0.93	0.07
상권발달	-0.37	-0.15	-0.08	-0.92
급속충전기 결핍률	-0.74	0.6	-0.22	0.22
Proportion of Variance	0.7927	0.0863	0.0728	0.0481

- ▶ PCA에서 loading은 PC에 대한 각 변수의 영향력 의미
- ▶ PCA는 Y 변수가 없으므로 음수가 나왔을 때
절댓값을 씌운 후 영향력 파악 가능



PCA에서 loading의 절댓값을 가중치로 사용

가중치가 곱해지는 값에 대해서도 min-max scaling을 통해 0과 1 사이의 값으로 만들



$$Score = 0.46 \times \text{생활활성화} + 0.34 \times \text{충전환경} + 0.37 \times \text{상권발달} + 0.74 \times \text{급속충전기 결핍률}$$

입지분석 - 주유소 선정

행정동	급속	입지지수
역삼1동	16	100
종로1.2.3.4가동	18	88.88
방배2동	1	81.43
신촌동	5	78.47
여의동	47	76.27
서초3동	15	73.91
논현2동	7	73.15
자양2동	3	67.56
용답동	6	66.44
구로3동	16	66.24
진관동	28	59.45
성수2가3동	16	54.71
가산동	61	53.39
회현동	19	40.08
삼성1동	31	34.74

01

행정동 추출

입지지수 80점 이상인 **역삼1동, 종로1.2.3.4가동, 방배2동**에 최종 입지

$$\text{입지지수} = \frac{\text{Score}}{\max(\text{Score})} \times 100$$

02

고려 1. 각 주유소에서 가장 가까운 충전소까지의 거리

가장 가까운 충전소까지의 거리가 먼 주유소일수록 급속충전기 설치 필요

- ▶ 각 주유소에서 해당 행정동에 위치한 모든 충전소까지의 거리 계산

R의 'dustHaversine' 함수 사용 [haversine method를 통한 좌표 거리 계산]

- ▶ 각 주유소에서 가장 가까운 충전소까지의 거리 뽑기 ➡ 거리가 먼 주유소 선정

고려 2. 주유소 접근성

주유소 접근성이 높다는 것 = 주변 상권이 활발하다는 뜻 = 급속충전기에 대한 수요가 높다고 이해



충전소까지의 거리가 먼 주유소 중 주유소 접근성이 높은 주유소를 최종 선택

입지분석 - 주유소 선정

행정동	급속	입지지수
역삼1동	16	100
종로1.2.3.4가동	18	88.88
방배2동	1	81.43
신촌동	5	78.47
여의동	47	76.27
서초3동	15	73.91
논현2동	7	73.15
자양2동	3	67.56
용답동	6	66.44
구로3동	16	66.24
진관동	28	59.45
성수2가3동	16	54.71
가산동	61	53.39
회현동	19	40.08
삼성1동	31	34.74

03

최종 선택 주유소

역삼1동



가까운 충전소까지 거리가 먼 "SK엔크린 서광주유소" 선택

- ▶ 에너지플러스 허브 GS타워 [거리 : 1.2 / 주유소접근성 : 15.75]
- ▶ 서광주유소 [거리 : 288.89 / 주유소접근성 : 13.78]

종로1.2.3.4가동



가까운 충전소까지 거리가 멀고 주유소 접근성이 높은 "현대오일뱅크직영 재동주유소" 선택

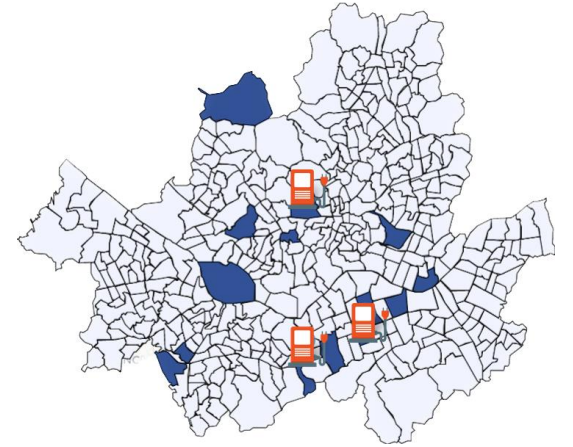
- ▶ 현대오일뱅크직영 재동주유소 [거리 : 493.14 / 주유소접근성 : 25.78]
- ▶ 대양씨앤씨 경북궁주유소 [거리 : 2.18 / 주유소접근성 : 24.47]

방배2동



남태령주유소 인근에 군부대가 있다는 점을 고려하여 "SK엔크린 방배동주유소" 선택

- ▶ 대농석유 남태령주유소 [거리 : 1393.45 / 주유소접근성 : -11.55]
- ▶ 방배동주유소 [거리 : 512.43 / 주유소접근성 : -3.8]



분석결과

방배2동 - SK엔크린 방배동주유소

거주민

- ▶ 주유소 주변 아파트에 충분한 전기차 충전소가 위치해 있어 해당 시설이 거주민들에게 매력적인 장소가 아닐 수 있음
- ▶ 전기사용량이 많음 (상위 2%)
- ➡ 커뮤니티 솔라* 도입의 필요성 제언 및 장기적인 관점에서의 인식 재고 필요

종로1.2.3.4가동 - 현대오일뱅크(주)직영 재동주유소

이상적인 에너지스테이션 입지 지역

- ▶ 생활인구가 매우 많고 관광명소, 문화시설 등이 집결해 있음
- ➡ 주유소가 있는 227개 행정동 중 주유소접근성 1위 & 거주대비생활인구 1위
- ➡ 설치 후 주차, 상권이용 등 다양한 효과를 볼 수 있음

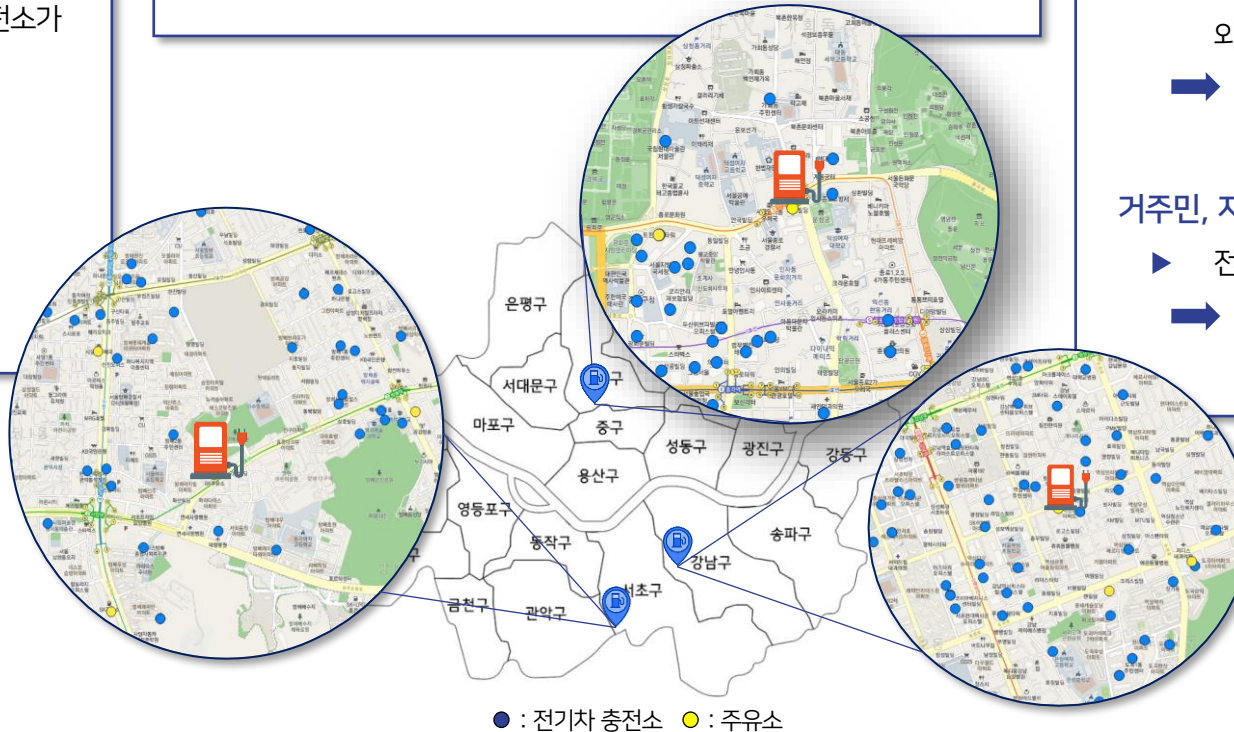
역삼1동 - SK엔크린 서광주유소

외부인

- ▶ 주유소 주변 인프라가 잘 구축되어 있어 외부인들이 시설을 이용하기 편리함
- ➡ 전기차 이용자들의 경우 전기차를 충전하는 동안 주차 문제를 해결할 수 있음

거주민, 자영업자

- ▶ 전기사용량이 많음 (상위 1%)
- ➡ 전기 생산 가능
: 효율성이 높아짐 + 탄소중립(친환경) 비전에 다가감



● : 전기차 충전소 ● : 주유소

* 신재생에너지 사업에 소비자가 일정 비용을 부담하고 전력량 또는 수익을 공유하는 방식

정책 관련성

정책 추진이 필요한 현 시점에서 입지 분석을 통해 정책 방향성 제시



01 서울비전2030 전기차 인프라 구축 확대 계획

- ▶ 늘어나는 전기차 수요에 대비해 2025년까지 급속충전기 약 1만 7000기 구축 예정
- ▶ 인프라 구축을 위해 원자력발전소 2기 규모의 전력 추가 필요
 - ➡ 전국 주유소·충전소 1만 3000개소에 300kw 연료전지 설치 시 약 4GW 전력 생산 가능

02 2050 서울시 기후행동계획 온실가스 감축 및 신재생에너지 확대

- ▶ 서울 에너지소비의 67%를 차지하는 화석연료를 신재생에너지로 전환 가능하도록 신재생에너지 보급을 지속적으로 확대할 예정
- ▶ 서울시는 수소연료전지 보급을 확대해 2050년까지 연료 전지 설비를 1GW 보급할 계획
 - ➡ 종합에너지스테이션이 연료전지 발전소 역할 가능
 - ➡ 다른 발전원 대비 적은 대기오염 물질 배출

» 서울시 추진정책과 상응하여 서울시의 목표인 친환경 도시 선두주자로 자리매김 가능

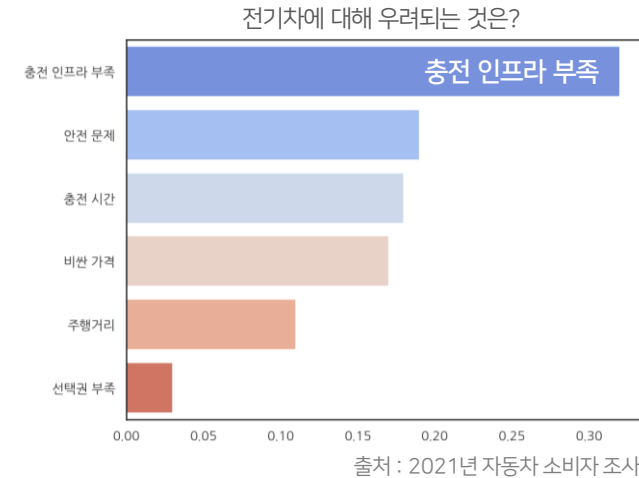
공공 활용성

공공활용성을 극대화할 수 있는 방향으로 입지 분석 진행



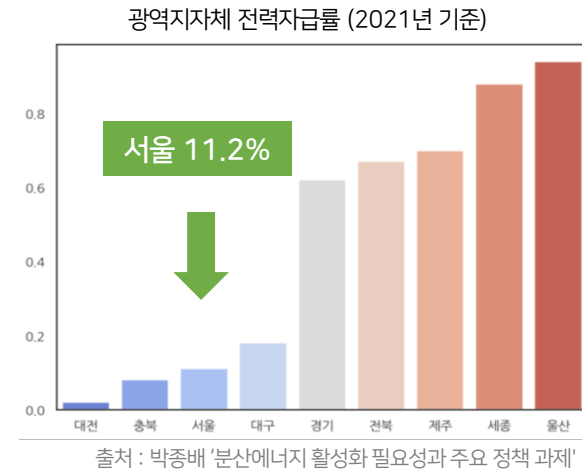
01 정부 주도 충전 인프라 구축 기여

- ▶ 소비자 체감 전기차 충전소 인프라 구축 미흡
- ▶ 급속 충전기 설치를 통해 주유소 공간 효율적 활용 가능
 - ➡ 별도의 상면 확보 없이 효율적으로 전기차 충전 인프라로 활용 가능
 - ➡ 추가 부지 구매 필요성이 없기에 충전 인프라 구축 비용 절감



02 서울시 전력 자급률 향상

- ▶ 서울시 전력 자급률이 11.2%로 낮은 상황
 - ➡ 분산 발전 활성화를 통해 송·배전 손실을 낮추고 전력 자급률 향상 가능
 - ➡ 공간 차지가 적어 서울시에도 충분히 연료 전지 설비 가능



실현 가능성

종합에너지스테이션을 둘러싼 다양한 이해관계를 고려한 갈등 해결 방안 제시



지역주민

주민수용성 확보

안전성 우려와 주민 참여 계기 부재로 인한
낮은 주민수용성

- ▶ 커뮤니티 솔라 프로그램을 통한 수익 공유로 주민 참여 유도
- ▶ 종합에너지스테이션 시범사례를 바탕으로 안전성 부분에 대한 주민 이해도 제고



서울시

자영주유소 참여 독려책 제안

자영주유소가 적극적으로 참여할 수 있도록
종합에너지스테이션으로 전환한 주유소들의
노하우, 컨설팅 제공 예정

- ▶ 입지선정 결과 SK에너지 2곳, 현대오일 1곳으로 대기업 차원에서의 가이드라인 마련 가능
- ▶ 폐업 위기에 처한 주유소를 지원하여 기존 석유 판매사업자들이 경제활동을 지속할 수 있도록 지원 가능



주유소 사업자

주유소 부가 이익 창출

시장 환경 변화로 인한 이익 감소로
주유소 폐업 위기 증가

- ▶ 잉여 전력 한국전력공사에 판매 가능
- ▶ 급속충전기 설치 시 발생비용 50%를 서울시가 지원하기에 상대적으로 낮은 투자비 부담

의의

✓ 현황에 맞는 입지 제시

행정동별 인구 현황과 상권, 자동차 현황 등 다양한 변수를 반영하여
현재 행정동 상황에 맞는 최적의 입지 제공

✓ 통계적 기법을 활용한 평가지표 생성

다양한 파생변수 및 가중치 고려하여 타당한 입지 평가지표 개발

✓ 주유소 생존 방향에 대한 고민

탄소중립 추구 및 전기차 보급률 증가 시점에서
종합에너지스테이션으로의 전환으로 주유소 폐업 위기 극복 가능

✓ 사회경제적 효과를 극대화할 수 있는 방향 제시

단순히 종합에너지스테이션을 설립하는 것에 그치지 않고,
해당 시설 설치 후 거주인구와 생활인구 모두에게 이점을 제공할 수 있는 방향 제시

한계

✓ 정성적 측면 간과

거리의 측면에서 최적화된 종합에너지스테이션을 고려하였지만,
거주민들의 에너지스테이션에 대한 선호도,
전기차 충전의 관심도 등 정성적 요소는 고려하지 못함

✓ Raw Data가 지닌 한계

행정동의 분동이 데이터셋에 반영되지 않아
면적 기준으로 비율 산정해서 해결하였지만,
정확한 수치로는 여길 수 없다는 측면에서 한계를 지님

* 강일동 → 강일동/상일2동 (2021)

* 오류2동 → 오류2동/향동 (2020)

분석 활용 데이터

데이터명	기준년도	출처
서울시 행정동 단위 거주인구 데이터	2021	서울시 빅데이터 캠퍼스
서울시 행정동 단위 생활인구 데이터	2021	서울시 빅데이터 캠퍼스
서울시민 KCB 생활금융 통계_2021	2021	서울시 빅데이터 캠퍼스
서울시 행정구역(동별) 통계	2021	서울 열린 데이터 광장
서울시 행정동별 친환경자동차 현황	2015-2021	서울 열린 데이터 광장
행정동별 연료별 자동차 등록 현황	2015-2021	서울 열린 데이터 광장
서울시 전기차 충전소 현황	2021	환경부
서울시 행정동별 에너지 소비현황	2021	서울시 에너지 정보 플랫폼
서울특별시 주유소 현황	2021	공공데이터포털

참고문헌

- 도시가스 소외지역 연계 수소연료전지 발전 보급 방안. 2022.10. 울산연구원.
- 미래 위한 선택 에너지슈퍼스테이션, 규제 없애고 지원 늘려야. 유기준. 2022.04.29. 에너지플랫폼뉴스.
- 서울시 2030년까지 신재생에너지 보급률 4%에서 21%로 확대한다. 김기범. 2022.03.21. 경향신문
- 서울시, 기후변화 '2050 탄소중립' 종합계획 발표... 저탄소 건물 100만호 - 전기차 10% 추진. 김미소. 2022.01.20. 뉴스로.
- 서울시, 기후위기 대응 신재생에너지 대폭 확대. 양인범. 2022.03.22. 가스신문
- "주유소에서 전기차 충전" 종합에너지스테이션 1호 오픈. 2022.02.10. 내 손 안에 서울.
- 전력자급률, 서울 11% vs 충남 228%. 이재호. 2022.10.20. 내일신문.
- 제2차 경제 규제혁신 방안. 2022.09.05. 대한민국 정책 브리핑.
- 탈원전 대안 '커뮤니티 솔라' 뜬다. 윤병효. 2017.08.11. EBN산업경제.
- 공간적 접근성 및 통행비용을 고려한 천연가스 충전소 최적 입지선정 모형. 유정훈 · 이무영 · 오세창. 2008.
- 교통량 데이터를 활용한 전기차 충전소 위치 최적화 방안 연구. 김경현. 2020.
- 머신러닝 기반 고속도로 내 수소충전소 최적입지 선정 연구. 조재혁 · 김성수. 2021.
- 수소 충전소 최적 위치 선정을 위한 기계 학습 기반 방법론. 김수환 · 류준형. 2020.

분석툴



깃허브

<https://github.com/JongseokYu/Seoul-Bigdata-Campus-Competition>