

대전광역시 전기차 충전소 인프라 분석 및 최적 배치를 위한 교통 흐름 분석, 시뮬레이션

조민준 박성욱 백승우

2024년 8월 18일

요약

본 연구는 대전광역시 내 전기차 충전소 인프라를 분석하고 효율적 배치를 위해 교통 흐름을 분석한다. Python과 Infraworks 등의 도구를 활용하여 최적의 충전소 위치를 제안한다. 최근 기후 변화와 그에 따른 정부에 지원으로 전기차 보급이 급증함에 따라 전기차 충전소의 인프라의 중요성이 더욱 부각되고 있으며, 특히 python을 통해 교통량이 많은 지역에서는 전기차 충전소와 주유소의 배치가 집중되어 있음을 확인했다. 또한, Infraworks를 활용한 교통 시뮬레이션을 구동해 주요 건물이 많은 지역이나 유입 부분에서의 교통량 증가를 확인하였다. 이러한 과정을 통해 충전소 설치의 필요성을 식별하였으며 이를 바탕으로 향후 타 지역에서도 적용 가능한 충전소 배치의 방향성을 제시했다. 이를 통해 대전광역시의 전기차 충전소의 인프라를 최적화하여 전기차 사용자의 편의성을 증진시키고 활용도를 높이는데 기여한다.

1.서론

최근 기후변화에 대한 우려와 탄소 배출 저감의 필요성이 전 세계적으로 대두된다. 이런 환경 문제에 해결책인 전기차는

내연기관을 사용하지 않아 이산화탄소와 같은 온실가스를 배출하지 않으며, 연료비용이 낮아 차량 유지비 절감의 장점이 있기에 많은 주목을 받고 있다. 이로 인해 우리나라에서도 이러한 흐름에 발맞춰 환경부는 제1차 국가 탄소중립·녹색성장 기본 계획을 수립하였고, 이 정책의 일환으로 전기차 보조금 지원을 확대하는 등 도로위에서도 전기차 보급을 위해 힘쓰고 있는 상황이다. 이와 같은 탄소중립 및 녹색성장 계획으로 전기차의 보급을 확대를 목표로한다. 그리하여 현재 다양한 정책이 시행되고 있으며, 전기차의 보급을 촉진한다.

한국환경공단에서 발표한 '전기차 및 충전 인프라 보급 확대를 위한 사용자 설문조사 보고서'에 따르면 전기차 이용자들이 겪는 불편함은 충전 시설의 부족을 38.6%, 충전 질서 부족(21.2%), 기기 고장(14.3%), 충전 속도(9.2%), 충전 비용(8.7%) 등으로 충전시설의 부족의 문제가 가장 많이 꼽혔다.

전기차 충전 관련 애로 사항

[위: %, 자료: 한국환경공단, *충전기 이용 갈등 등



[참고] 전기차 충전 관련 애로 사항

국내에 30만기 이상의 전기차 충전기가 운영되고 있지만 실질적으로 전체 충전기의 49%가 서울, 경기, 인천에 설치되어 있다. 이러한 충전시설 인프라의 부족 및 불균형 문제가 전기차 사용에 가장 큰 문제로 손꼽히고 있는 만큼, 효율적인 전기차 충전기의 배치의 필요성이 더욱 중요해지고 있다.

따라서 이 연구를 통해 대전광역시 내 전기차 충전소 인프라의 최적 배치를 분석하고 제안하고자 한다. 충전 인프라의 효율적인 배치를 위해 다양한 기술을 활용하여 대전광역시의 교통 흐름과 전기차 충전소의 현황을 분석하고, 보다 효과적인 충전소 배치 방안을 모색하고자 한다. 특히, Python 라이브러리를 활용하여 데이터를 처리하고 시각화함으로써 전기차 충전소와 교통량 간의 상관관계를 도출하고, 이를 바탕으로 효율적이고 사용자 친화적인 충전

인프라 배치 방안을 제시하여 전기차 사용자의 편의를 증진시키고, 나아가 대전광역시의 탄소 중립 목표 달성에 기여하는 것을 목표로 한다. 또한, 이 결과를 통해 대전광역시뿐만 아니라 타 지역에 전기차 충전소 인프라의 확장 및 최적화에 중요한 참고 자료가 될 것이다

2.python을 통한 인프라 분석

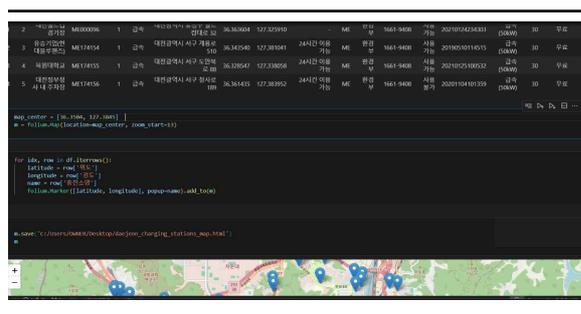
Pandas는 파이썬 데이터 분석 라이브러리 중 하나로, 데이터 조작, 정제, 분석, 시각화 등에 다양한 기능을 제공한다. Pandas는 시리즈(Series)와 데이터프레임(DataFrame)이란 자료형을 이용해 데이터를 처리한다. 이번에 사용할 자료형은 데이터프레임 자료형이다. 데이터프레임 객체는 행과 열로 이루어진 2차원 데이터를 다루기 위한 객체이다. 열은 각각의 변수를 나타내고 행은 각각의 관측치를 나타내게 된다. 본 작품에서 학습을 진행하기 위해 csv 파일을 사용하였기에 Pandas를 사용한다.

(1)folium은 파이썬에서 사용할 수 있는 지도 시각화 라이브러리로 다양한 지도 타일을 사용하여 상호작용이 가능한 지도를 생성할 수 있다.

데이터 전처리된 데이터를 분석 및 처리에 적합한 형태로 만드는 과정을 총칭한다.

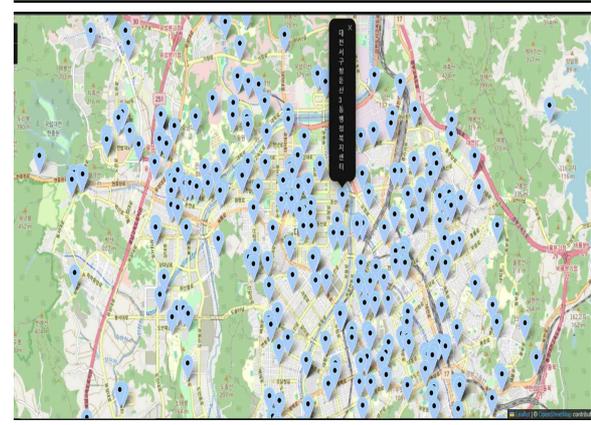
데이터 전처리는 데이터 분석 및 처리 과정에서 중요한 단계이고 데이터 분석, 데이터 마이닝, 머신러닝 프로젝트에 적용한다. 전처리를 완료하게 된다. 공공데이터 포털에서 '한국환경공단_전기차 충전소 위치 및 운영정보' 데이터를 가져와 충전소명과 위치 데이터에 대해 전처리 해 사용한다.

Pandas 라이브러리에서 전처리 해둔 데이터셋을 불러오고 folium을 사용해 충전소 명과 충전소에 위도, 경도를 기반으로 Open Street Map에 분포를 시각화 하도록 하는 python 코드를 작성한다. 전기 자동차 충전소가 표시된 Open Street Map을 html형태로 저장한다.



1림2)python코드로 작성한 전기 자동차 충전소 표시 맵

Open Street Map에 충전소가 표시 된 채 html로 구현하였고 gps아이콘을 클릭시 충전소 명이 출력 된다. 유성구와 서구에서 충전소에 분포 많았고 대덕구에서는 가장 적은 분포를 보여주었다.



1림3)Open Street Map에 전기 자동차 충전소 표시 맵

(2)공공데이터 포털에서 '대전광역시 전기 자동차 등록 대수' 데이터를 가져와 대전시 각 구에 배치한 자동차에 수에 대해 전처리 한다.

Pandas 라이브러리에서 전처리 된 각 구의 전기차 충전소에 수와 등록된 전기차 수에 데이터를 가져온 후 등록된 전기차 수를 전기차 충전소 수로 나누어서 보급률을 구하는 python 코드를 작성한다.



1림4)python코드로 작성한 각 구별 전기 자동차 충전소 보급률

서구가 25.9로 보급률이 가장높고 그 뒤로 유성구가 18.8, 대덕구 14.2, 중구 11.6, 동구 11의 보급률이 나타났다.

동구	11.063291
중구	11.684211
서구	25.991071
유성구	18.825000
대덕구	14.263158

1림5)각 구별 전기 자동차 충전소 보급률

3.heatmap을 통한 전기 자동차 충전소와 교통량의 상관관계 분석

matplotlib은 파이썬에서 데이터 시각화를 위해 사용되는 라이브러리 중 하나로 다양한 형식의 그래프와 차트를 그릴 수 있으며, 데이터의 패턴 및 관계를 시각적으로 이해하도록 제공한다. matplotlib은 3D그래프, 산점도, 히트맵, 파이 차트, 히스토그램, 등의 기능이 있다.

matplotlib에서 사용할 heatmap은 데이터 분석에서 많이 사용되는 시각화 기법이다. 일반적으로 데이터셋의 값을 색상으로 나타내어 시각적으로 이해하기 쉽게 만든다 히트맵은 2차원 배열 형태의 데이터를 시각화할 수 있으며, 각각의 값에 대해 색상을 지정한다.

$$\begin{aligned} \rho_{X,Y} &= \frac{cov(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \\ &= \frac{E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)]}{\sigma_X \sigma_Y} \\ &= \frac{E(XY) - E(X)E(Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \end{aligned}$$

주로 사용되는 데이터는 두 변수 간의 상관관계수이다. 이 상관관계수는 두 변수 간의 선형 관계를 나타내며, -1에서 1 사이의 값을 가진다. 1의 가까울수록 양의 상관관계를 나타내고 -1의 가까울수록 음의 상관관계를 띈다.

국토교통부에서 2022년 평일 간 승용차, 대중 교통 들의 대덕구, 동구, 서구, 유성구, 중구에 고속도로, 도시 고속도로, 일반국도, 특별광역시도, 국가지원지방도, 지방도, 시군도, 연결로 교통량에 대한 데이터이다. 이 데이터에서 대덕구 5백만, 동구 3백만, 서구 7백만, 유성구 7칠백만, 중구 3백만의 교통량을 나타낸다. 이와 더불어 구 별 전기 자동차 충전소 데이터와 일반 자동차 주유소 데이터를 전처리 해 가져왔다.

python에 pandas라이브러리를 통해 데이터를 불러오고 matplotlib 속 heatmap 기능을 통해 교통량과 전기자동차 충전소와 교통량과 주유소의 수에 대한 상관관계에 대한 코드를 작성했다.

```

import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# 데이터 불러오기
df_traffic = pd.read_csv('data/traffic.csv')
df_gas = pd.read_csv('data/gas.csv')
df_charging = pd.read_csv('data/charging.csv')

# 불필요한 열 제거
df_traffic = df_traffic.drop(columns=['Unnamed: 0'])

# 열 이름을 하나로 변경
df_traffic.columns = ['교통량', '주유소', '충전소']

# 데이터셋 생성
df = pd.merge(df_traffic, df_gas, on='구', how='left')
df = df.merge(df_charging, on='구', how='left')

# 히트맵 생성
fig, ax = plt.subplots(2, 1)
df[['교통량', '주유소']].corr().axvlines('column', Rot=270)
ax[0].set_title('Correlation between Traffic Volume, Gas Stations, and Charging Stations')
ax[0].show()

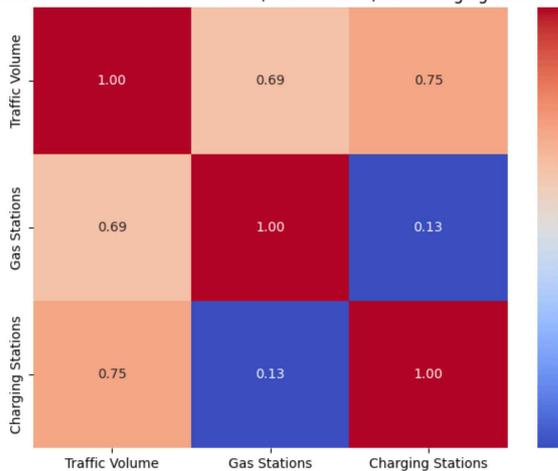
# 히트맵 생성
fig, ax = plt.subplots(2, 1)
df[['충전소', '주유소']].corr().axvlines('column', Rot=270)
ax[1].set_title('Correlation between Gas Stations, and Charging Stations')
ax[1].show()

```

1림6)교통량과 전기자동차충전소, 교통량과 주유소 수에 대한 python 코드

코드를 구동해본 결과 교통량과 전기자동차 충전소에 수는 0.75, 교통량과 주유소에 수는 0.69로 높은 상관관계를 보이고 있다. 이는 교통량이 많은 지역일수록 전기차 충전소와 주유소가 더 많이 배치되어 있음을 의미한다. 교통량이 많은 지역은 주유에 대한 수요가 높기 때문에, 이들 인프라가 집중됨을 볼 수 있으므로 교통량 데이터를 전기차 충전소 설치 시 중요한 고려 요소로 삼을 필요가 있다.

Correlation between Traffic Volume, Gas Stations, and Charging Stations



1림7]교통량과 전기자동차충전소, 교통량과 주유소 수에 대한 히트맵

4.Infraworks를 활용한 교통량 시뮬레이션

Infrawork는 현실 세계 컨텍스트에 맞게 건물 및 인프라의 설계 컨셉을 모델링할 수 있는 소프트웨어이다. 이 소프트웨어는 CAD 및 GIS플랫폼에 기반하여 설계 기획단계에 주로 화용될 수 있는

3D모델링과 비주얼라이제이션

기술도구이다. 주요 기능은 데이터를 집계하여 프로젝트의 건축 환경 및 자연을 나타낼 수 있는 컨텍스트 모델링과 기본적인 도로 설계를 사용하여 프로젝트의 기초적인 뷰를 얻는 방식으로 설계를 가속할 수 있고 교통 시뮬레이션을 이용할 수 있어 실제 교통의 흐름을 분석하고 분석 결과를 시각화하기 상당히 유용하다.

주유소와 전기차 충전소 데이터를 보았을때 대덕구에서 주유소는 많았지만 전기차 충전소가 없는점에서 의문점을 느끼고 시뮬레이션을 진행했다. 국토정보플랫폼에서 제공하는 대전시 지형파일을 활용하였다.

시뮬레이션을 구동한 결과 주요한 건물들 주변이나 차량이 유입되는 곳에서 차량이 많이 분포 한 것을 보게 되었다.

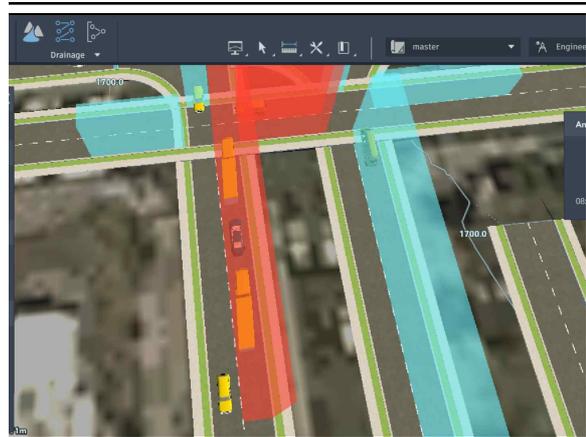


그림8]Infraworks를 활용한 시뮬레이션

5. 결론

최근 전기차 수가 2022년 대비 39.5% 증가하여 2023년에는 50만 대에 이르렀으며, 이에 따라 전기차 충전소 인프라의 중요성이 더욱이 부각되고 있다. 이 연구를 통해 대전광역시의 전기차 충전소 인프라와 교통 흐름을 분석하여, 효율적인 충전소 배치 방안을 제시하고자 Python을 활용한 데이터 분석을 통하여 각 구별 보급률을 구하였고 교통량과의 상관관계를 시각화 결과, 교통량이 많은 지역에 전기차 충전소와 주유소가 집중적으로 배치되어 있음을 확인할 수 있었다. 특히, 대덕구는 주유소는 많지만 전기차 충전소가 상대적으로 부족한 것으로 나타났다. 이러한 인프라 불균형은 전기차 사용자의 불편을 초래할 수 있으며, 이를 해소하기 위해 교통량을 고려한 충전소 배치가 필요함을 시사한다.

또한, Infraworks를 활용한 교통 시뮬레이션을 통해 주요 건물과 차량이 많이 유입되는 지점에서의 교통량에 증가를 볼 수 있었고 이를 바탕으로 타지역에서 충전소 설치가 필요한 지역을 식별해 볼 수 있다.

앞으로의 연구에서는 다음과 같은 방향으로 나아갈 것이다.

-Open Street Map, Python, InfraWorks를 통해 보다 많은 데이터를 활용해 최적화 된 충전소

위치를 제안한다.

-대전외에 타 지역에 데이터를 활용해 타지역인들의 전기차의 활용을 늘리도록 돕는다.

.결론적으로, 이 연구를 통해 전기차 충전소 인프라를 효율적으로 배치한다면, 전기차 사용자의 편의성이 크게 증대되고 전기차 이용자 만족도를 높여 전기차의 활용도를 극대화할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

[1]전기차 구매 걸림돌은 '충전 인프라 부족'?...실상은(경향신문, 2024)

[2]전기차 및 충전 인프라 보급 확대를 위한 사용자 설문조사 보고서(환경공단)

[3]주유소 가격과 고속도로 통행량의 상관성(한국도로공사, 2021)

[4]시리즈(Series)와 데이터프레임(Dataframe)(Yonggeun Shin, 2019)

[5]대전광역시 2023년 교통현황조사 분석보고서(대전광역시, 2022)