

서울의 숨겨진 철도 교통 그림자: 데이터가 드러낸 이동의 불평등 보고서

1. 분석 목적

이 연구는 서울시의 대중교통 이용 현황을 바탕으로 '철도교통 소외 지역'을 규명하는 것을 목적으로 한다. 그리고 행정학적 통찰력을 바탕으로 한 제안을 통해 소외지역을 찾고 실질적인 수요 조정의 기반을 마련하는 것을 목표로 한다. 연구는 각 단계별로 인사이트에 새로운 분석을 추가하는 식으로 분석을 진행했으며, 분석 순서는 다음과 같다.

- **철도교통 소외지역 실증적 규명:** 서울시 지하철의 출근시간대(오전 6시 ~ 9시) 이용 현황을 분석하여 승차 인원이 상대적으로 적은 역들을 식별하고, 철도교통이 비효율적인 지역을 객관적으로 도출한다.
- **버스 교통 수요 집중 현상 분석:** 지하철 이용이 불편한 지역의 주민들이 대체 교통수단으로 활용하는 버스 노선과 정류장의 이용 패턴을 분석한다. 철도교통 음영지역에서의 실제 교통 수요를 파악한다.
- **자치구별 교통정책 방향 제시:** 개별 역 및 정류장 단위의 미시적 분석과 자치구 단위의 거시적 분석을 질적으로 융합한다. 지역 특성에 맞는 맞춤형 교통정책 개선 방향을 제시함으로써 도시의 효율적인 관리와 시민 만족도 향상에 기여하고자 한다.

2. 분석 과정

본 연구는 서울시의 교통 불균형을 진단하기 위해 3 단계의 과정을 거쳤다. 모든 분석은 서울 열린 데이터 광장에서 제공하는 2025년 3월 기준의 지하철 및 버스 시간대별 승하차량 통계 CSV 파일을 활용하였다. 출근시간대는 오전 6시부터 9시까지로 설정하여 분석했다.

2.1. 1 단계: 지하철 이용 현황 분석

첫 번째 단계에서는 서울시의 지하철의 출근시간대 이용 패턴을 파악하여

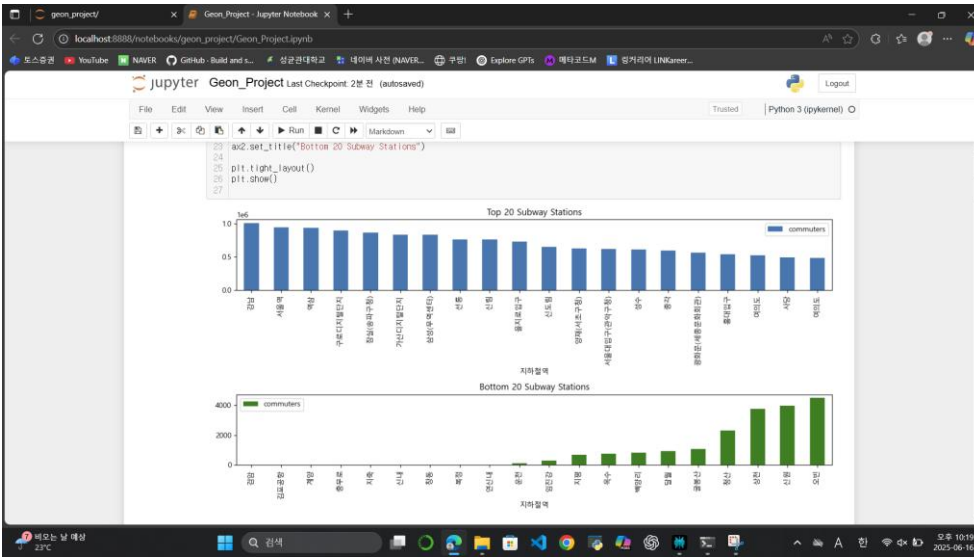
철도교통 소외 지역을 식별했다. 이 과정은 다음과 같은 데이터 분석 절차를 따랐다.

```

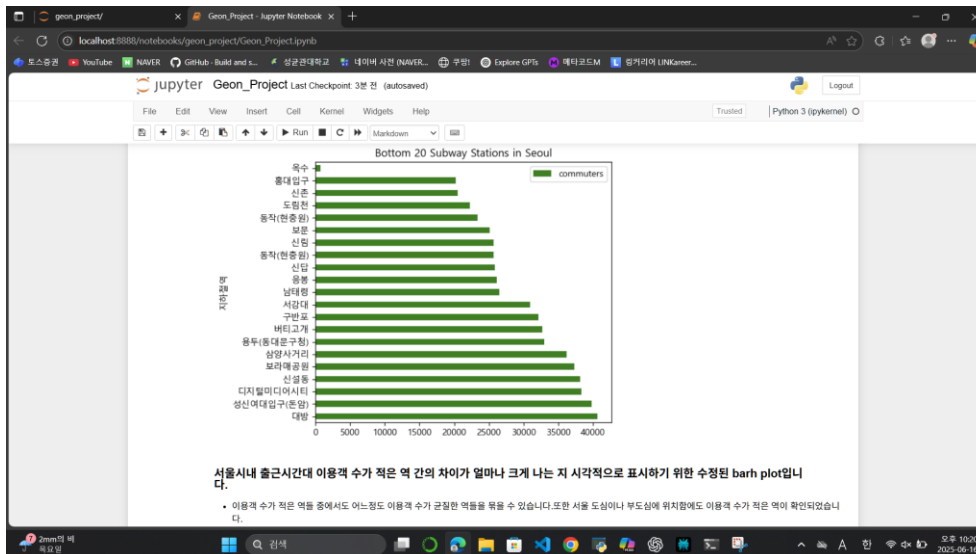
In [1]:
1 #데이터 중 출근시간대 데이터만 처리합니다.
2 import pandas as pd
3 import matplotlib.pyplot as plt
4
5 bus=pd.read_csv("Seoul_bus_statistics_Mar_2025.csv",encoding="cp949")
6 metro=pd.read_csv("Seoul_metro_statistics_Mar_2025.csv",encoding="cp949")
7
8 bus=bus.iloc[:,1:2,5]+1*list(range(18,26)) #데이터 줄리아싱은 "pd.DataFrame(bus.columns)"로 참고합니다.
9 metro=metro.iloc[:,1:2,5]+1*list(range(7,15)) #데이터 줄리아싱은 "pd.DataFrame(metro.columns)"로 참고합니다.

In [2]:
1 #교통량이 많은 지하철역과 적은 지하철역 20개를 추출해 비교해보고 표시합니다.
2
3 metro['counters']=metro.iloc[:,3:10].sum(axis=1)
4
5 metro=metro.sort_values(by='counters',ascending=False)
6
7 metro.head(metro.head(20))
8 metro.tail(metro.tail(20))
9 metro.tail(metro.tail().sort_values(by='counters',ascending=True))
10
11 import matplotlib.pyplot as plt
12 import matplotlib.font_manager as fm
13
14 plt.rc('font',family='Malgun Gothic')
15
16 fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(2, 1, figsize=(12, 6))
17
18 metro.head.plot(x='지하철역', y='counters', kind='bar', ax=ax1)
19 metro.tail.plot(x='지하철역', y='counters', kind='bar', ax=ax2,color='green')
20
21 ax1.set_title("Top 20 Subway Stations")
  
```

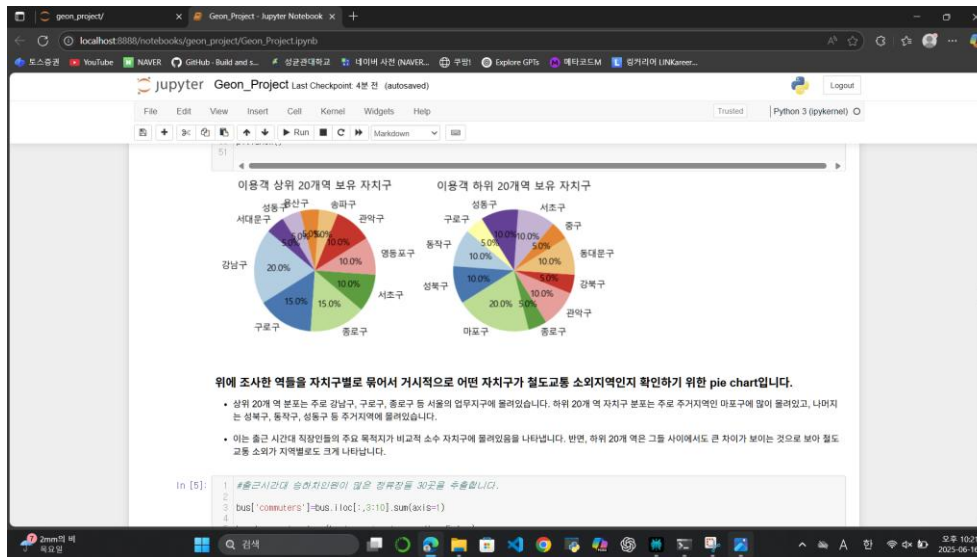
- **데이터 수집 및 전처리:** 서울시 지하철 시간대별 승하차량 통계 CSV 파일을 불러온 뒤 pandas 로 데이터프레임을 만들었다. 데이터 로드 시 출근시간대(6 시~9 시) 승차 인원 데이터만 .iloc 으로 필터링하였다. 각 역의 시간대별 승차 인원을 합산하여 총 승차 인원을 산출한 후, 승차 인원 기준 서울시 승하차 이용객 상위 20 개 역과 하위 20 개 역을 추출해 분류하고 추출하여 이용객 수 차이를 비교하였다. Geon_Project3 파일에서는 자치구별 분석을 위해 개별 역 단위 데이터를 자치구별로 그룹화했다. 그리고 서울시 승하차량 하위 90 개 지하철역을 도심권, 동북권, 서북권, 서남권, 동남권으로 수동 분류하여 권역별 분석을 위한 데이터셋을 구성하였다.
- **탐색적 데이터 분석 및 시각화:** 전처리가 된 데이터를 기반으로 seaborn 및 matplotlib 라이브러리를 사용하여 다양한 시각화 기법을 적용하였다.



- **막대 그래프:** 상위 20 개 역과 하위 20 개 역의 이용객 수 차이를 내장된 plot 함수를 사용해 표현하였다. 이를 통해 출근시간대 이용객 수가 많은 역을 확인할 수 있었다. 다만, 경기도 소속 역들이 필터링 되지 않아 서울 시내 역만 다시 필터링한 뒤 승하차량 하위 역들을 조사했다.



- **수평 막대 그래프:** 서울시내 출근시간대 이용객 수가 적은 역들을 구하기 위해 역들을 수동으로 20 개 역을 필터링 한 뒤에 같은 방식으로 바 차트를 만들었다. 김포공항, 충무로, 신내, 창동, 북정, 연신내역은 이상치로 판단해 수동으로 제거했다. 그 결과, 서울 외곽지역에 이용객이 적은 역들이 분포함을 대략 알 수 있었다.

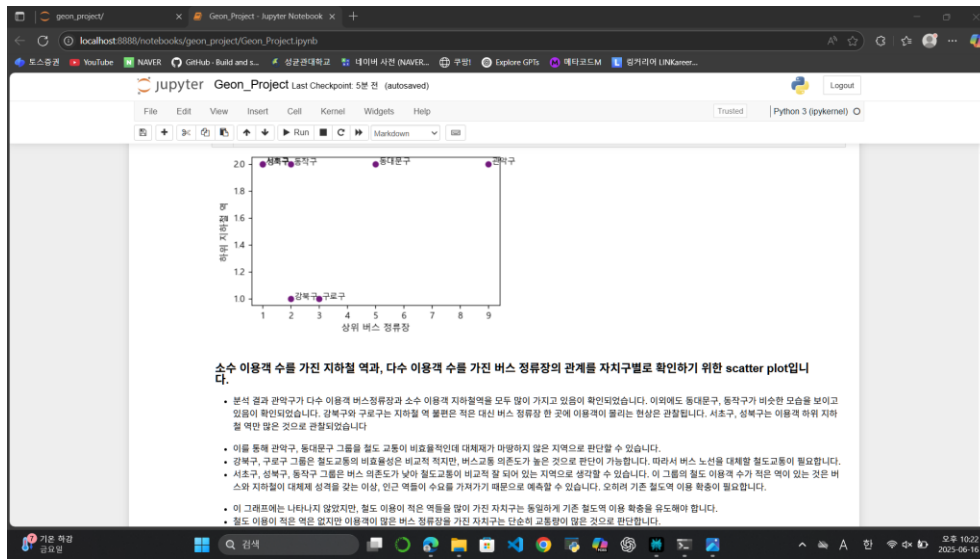


- **원형 차트**: 상위 20 개 역과 하위 20 개 역을 자치구별로 직접 카운팅 한 뒤 데이터프레임을 만들어 거시적인 분포 패턴을 표현하였다. 한 눈에 비교하기 위해 matplotlib 의 subplot 기능을 이용해 분류했다. 이용객 상위 20 개 역들 중 절반은 강남구, 구로구, 종로구 등 서울의 업무지구(CBD)에 몰려 있음을 확인했다. 반면, 이용객 하위 20 개 역들의 분포는 마포, 성북, 동작, 관악 등 주거지역에 분포해 있음을 확인할 수 있었다.

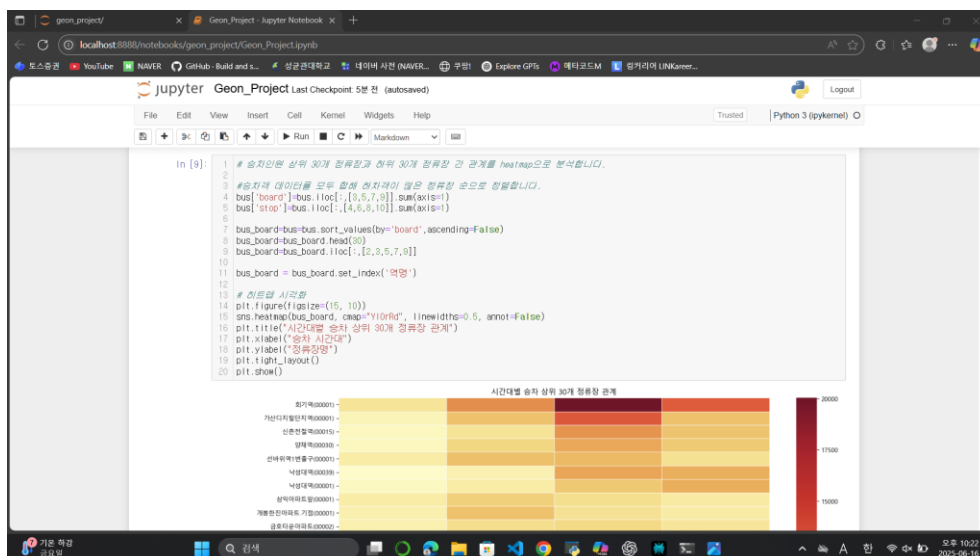
2.2. 2 단계: 버스 교통 수요 분석

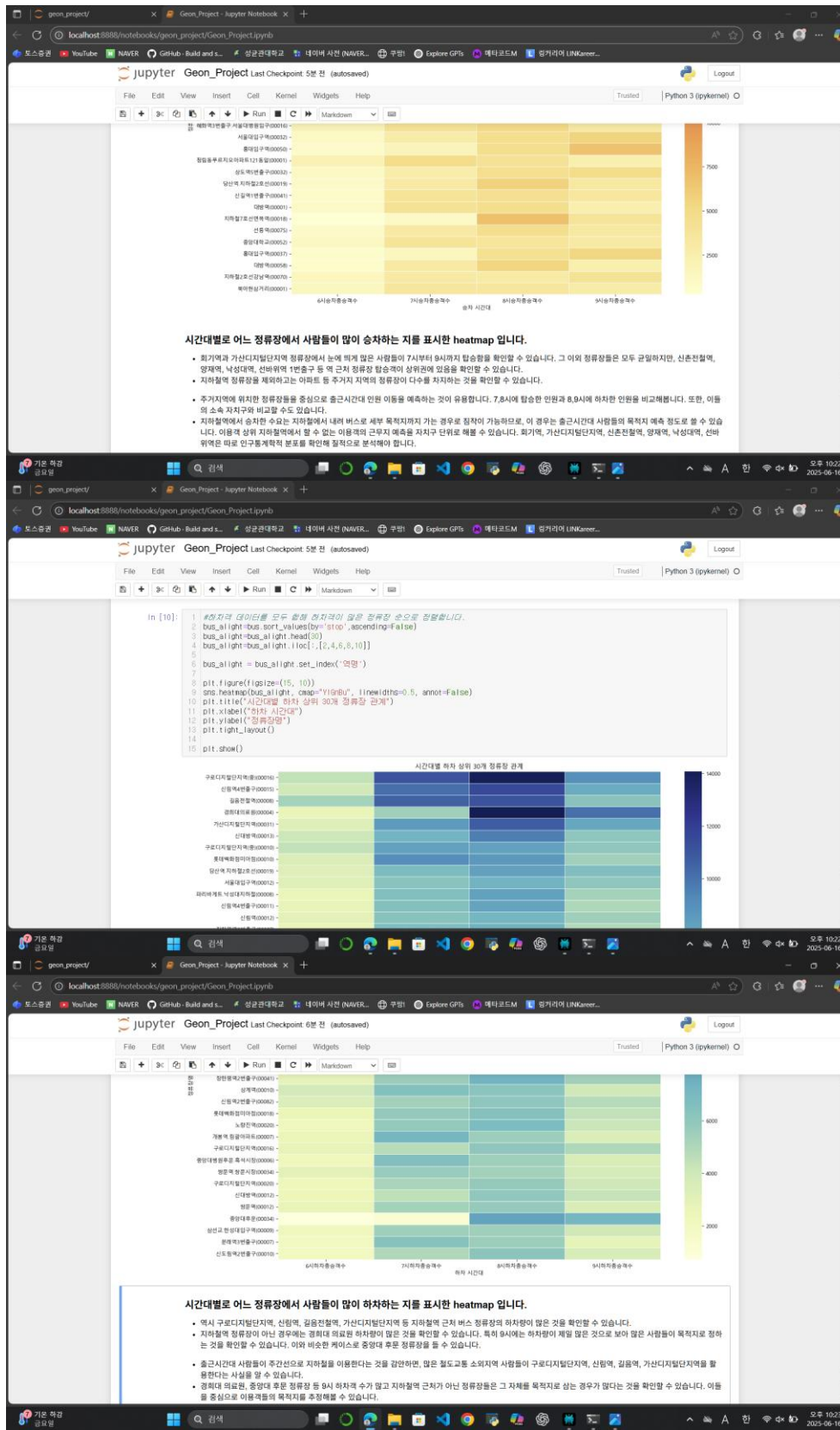
두 번째 단계에서는 지하철 교통이 비효율적인 지역에서 대체 교통수단으로 활용될 수 있는 버스 정류장의 이용 패턴을 분석하였다. 이는 철도교통 음영지역의 실제 교통 수요를 파악하는 데 중요한 과정이다.

- **데이터 수집 및 전처리**: pandas 및 numpy 를 사용해 버스 및 지하철 관련 데이터 파일을 불러왔다. 버스 승차량 컬럼을 기준으로 정렬한 후 승차 인원 상위 30 개 정류장을 선별하고, 이들 정류장의 노선별 승하차 패턴을 상세 분석하였다. 각 정류장의 출근시간대 승차량과 하차량 데이터를 시간대별로 정리하고, 시간대별 승차 인원을 합산하여 총 통근자수(commuters)를 산출하였다.



- **산점도 융합 분석:** 1 단계에서 식별된 지하철 하위 이용역과 2 단계에서 분석된 버스 상위 이용 정류장 간의 지역적 연관성을 분석하였다. 버스 이용객이 많은 정류장들은 역시 직접 자치구를 카운팅한 다음 데이터프레임으로 만들었다. 소수 이용객 수를 가진 지하철역과 다수 이용객 수를 가진 버스 정류장의 관계를 자치구별로 확인하기 위해 산점도를 활용하였다. 이를 통해 관악구, 동대문구, 동작구와 같이 철도교통이 비효율적임에도 대체재가 마땅치 않은 지역을 파악하고, 강북구, 구로구처럼 버스 교통 의존도가 높은 지역의 특성을 분석하였다.

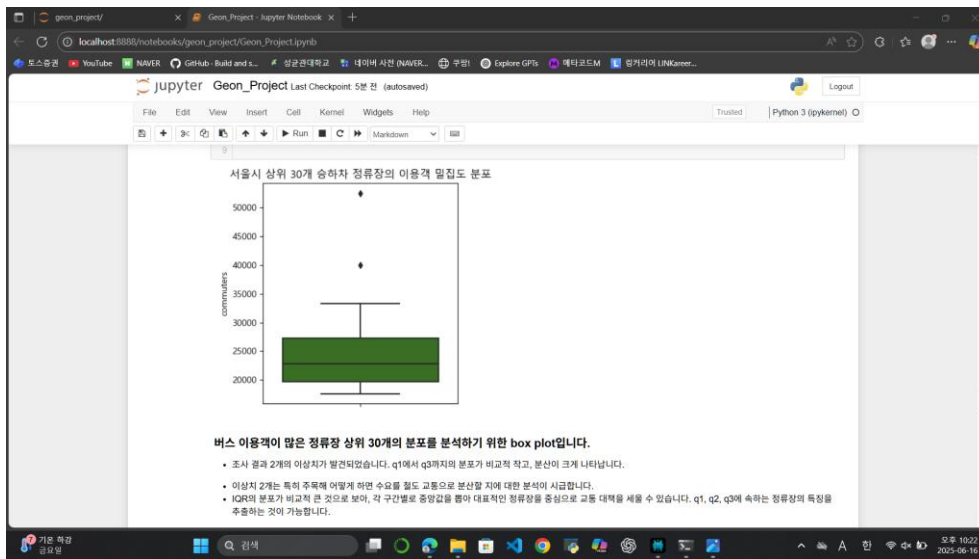




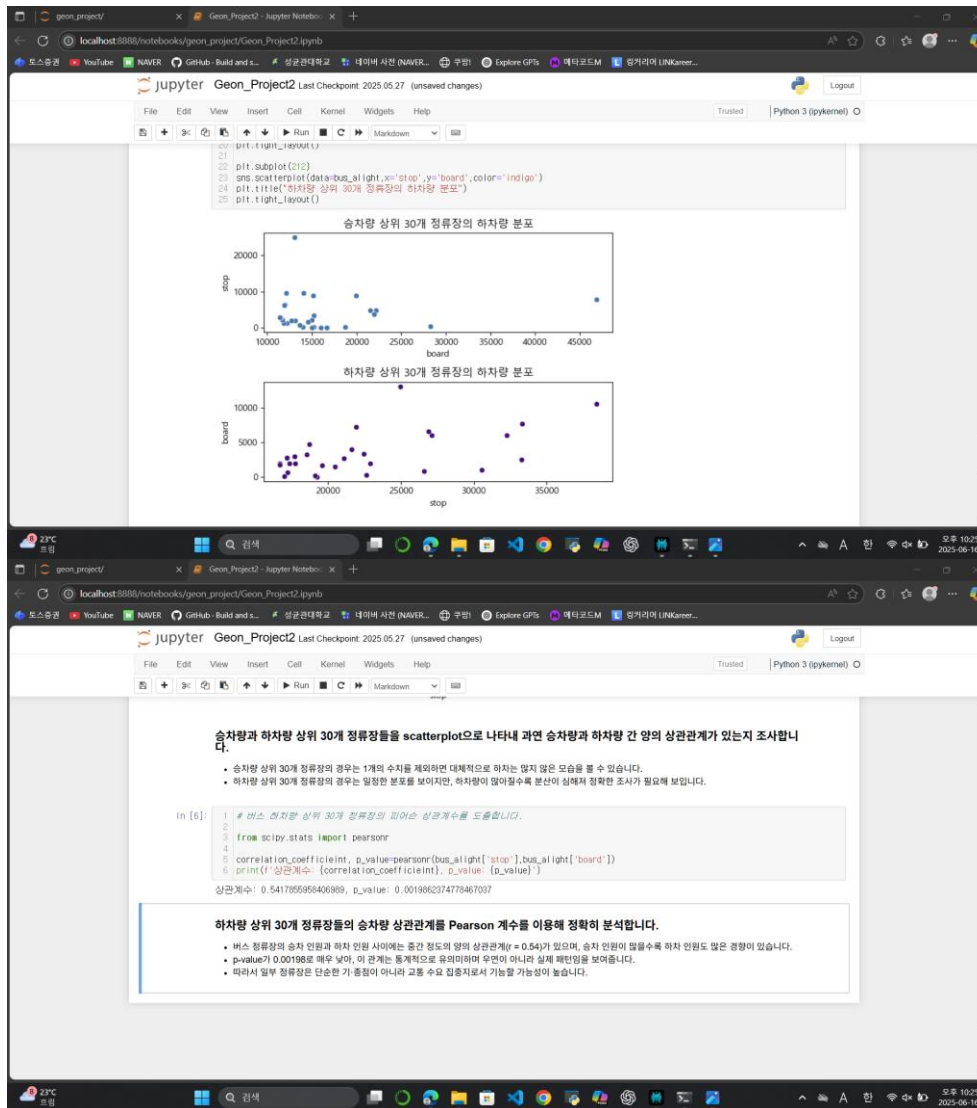
- 데이터 분석 및 시각화: 수집된 버스 데이터를 기반으로 seaborn, matplotlib,

scipy 의 pearsonr 를 사용하여 다음과 같은 분석 및 시각화를 수행하였다.

- **히트맵**: 시간대별로 어느 정류장에서 사람들이 많이 승차하고 하차하는지를 시각적으로 표현하였다. 이를 통해 회기역, 가산디지털단지역 정류장의 오전 7시부터 9시까지 집중적인 승차 패턴을 확인하고, 구로디지털단지역, 신림역, 길음전철역 등 지하철역 근처 버스 정류장의 높은 하차 집중 현상을 파악하였다. 특히 경희대, 중앙대 등 역세권 이외 지역에서 오전 9시경 하차량이 집중되는 현상은 해당 지역으로의 통근 목적이 명확함을 나타낸다.
- **자치구별 버스 정류장 집중도 분석**: 버스 정류장 데이터를 자치구별로 집계하여 특정 지역에 버스 이용객이 집중되는 현상을 분석하고, 이는 철도교통의 불편함과 연관 지어 해석하였다. 특정 시간대에 버스 이용이 많이 집중됨이 확인되었다.



- **박스 플롯**: seaborn 의 boxplot 기능을 이용해 버스 이용객이 많은 정류장 상위 30 개의 분포 특성을 분석하였다. 이를 통해 2 개의 이상치를 식별하고, Q1 에서 Q3 까지의 분포와 분산 정도를 파악하여 수요 분산 전략 수립의 기초 자료로 활용하였다. 두 개의 이상치가 발견되었고, 분산은 대체적으로 중심에 모여 있음이 확인되었다.

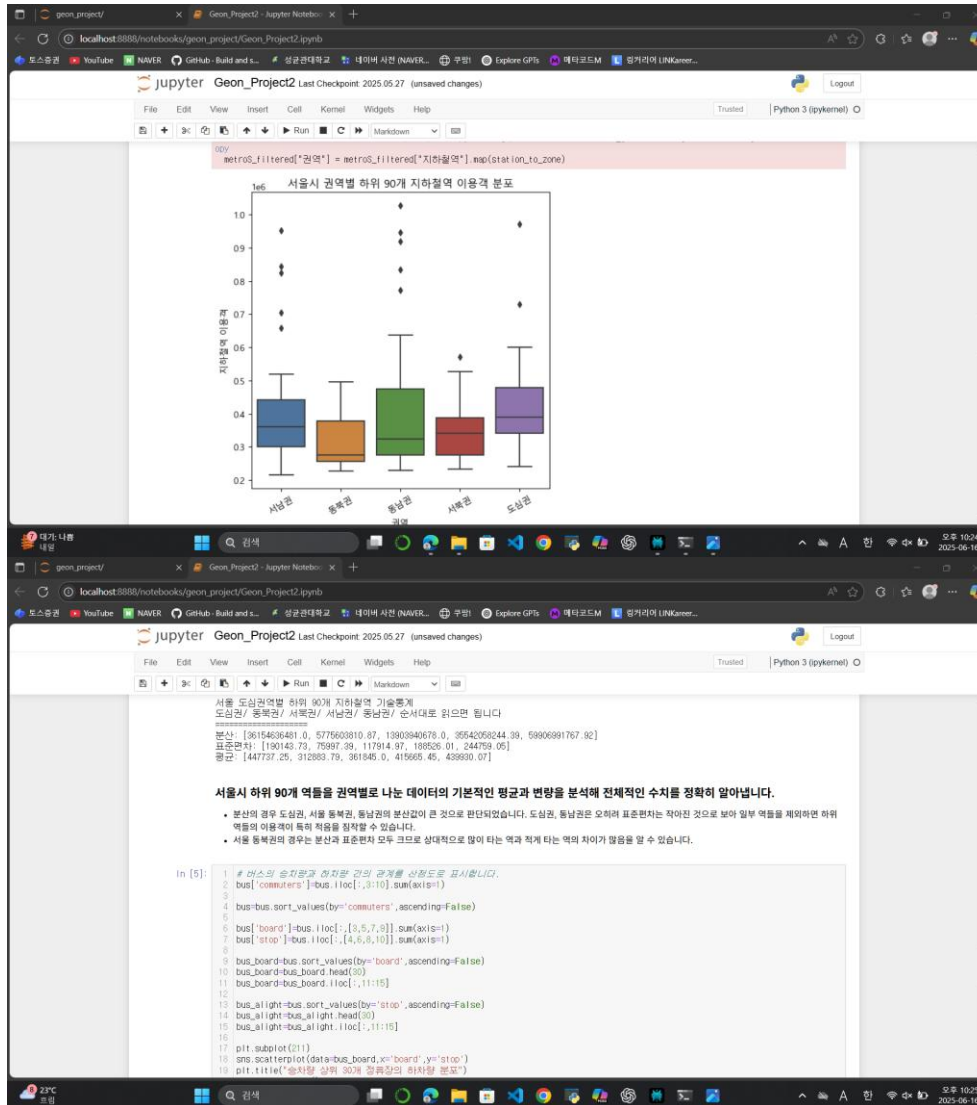


- **산점도와 피어슨 상관분석:** Geon_Project2 파일에서는 승차량과 하차량 상위 30개 정류장 간의 상관관계를 분석하였다. 산점도로 우선 인사이트를 구했는데, 비교의 용이성을 위해 역시 subplot 기능을 사용했다. 그 결과 하차량 상위 30개 정류장의 승차량이 더 유의미하다고 판단되어 정밀하게 조사할 필요가 있다고 판단되었다. 그래서 pearsonr 함수를 사용하여 상위 30개 하차량을 가진 버스 정류장의 승차량과 하차량 피어슨 상관분석 결과, 중간 정도의 양의 상관관계($r=0.54$, $p<0.002$)를 보였다. 이는 통계적으로 유의미한 수준이다. 이는 일부 정류장이 단순한 기/종점이 아니라 작은 교통 수요 집중지로서 기능할 가능성을 시사한다.

2.3. 3 단계: 통합 분석 및 정책 방향 도출 및 자연어 처리

3 단계에서는 1 단계와 2 단계에서 얻은 지하철 및 버스 데이터를 통합하여 철도교통 소외지역에 대한 심층적인 인사이트를 제공하고, 구체적인 정책 방향을 제시하였다. 또한, 서울시 교통정책 관련 기사 분석을 통해 정책 방향성을 검증하였다.

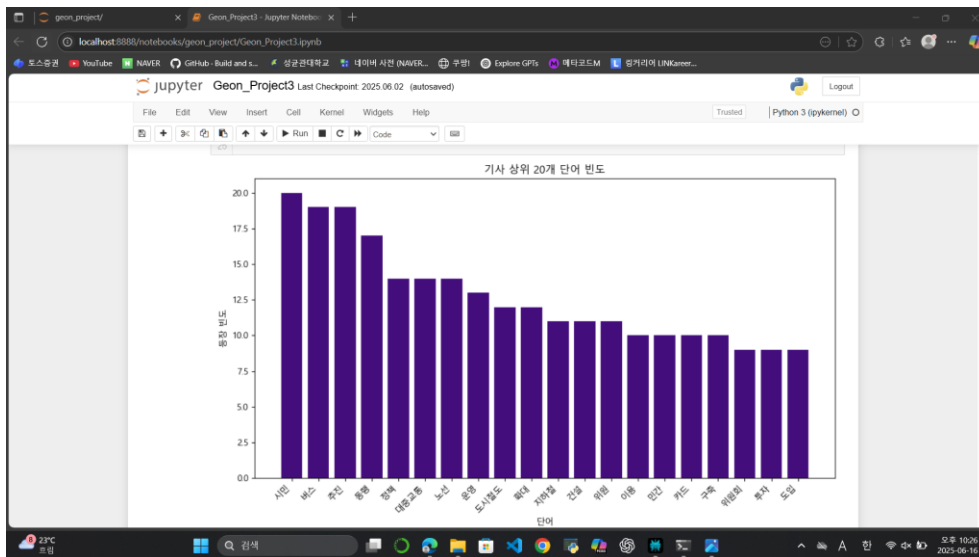
● 정책 인사이트 도출 과정:

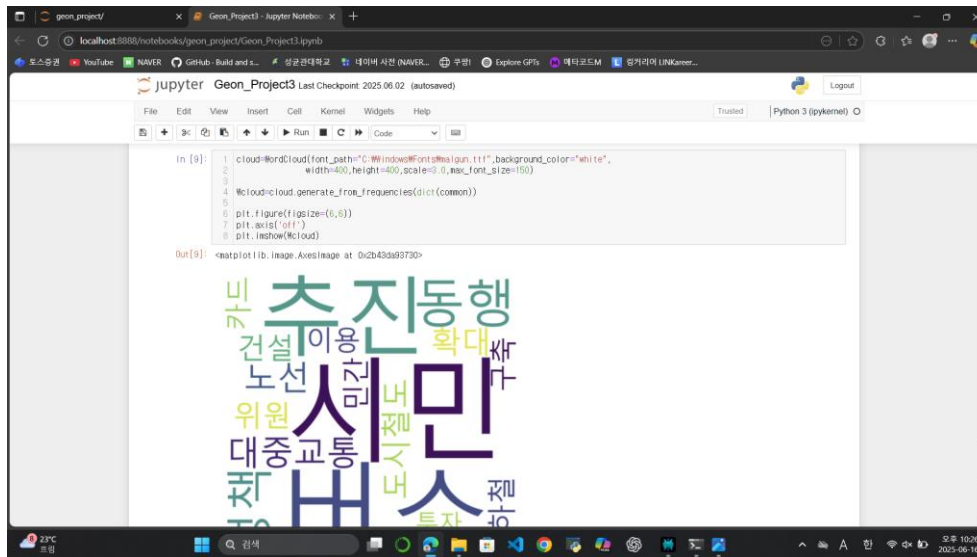


- 권역별 분포 특성 분석: 서울시 권역별(도심권, 동북권, 서북권, 서남권, 동남권) 하위 90 개 지하철역 이용자 분포를 박스 플롯으로 표현하여 철도교통 확충이 필요한 지역을 도출하였다. 도심 권역은 서울시 2030 도시계획에 따라 자치구를 기준으로 직접 매핑했다. 이후 별도의 열을 만들어 이들의 수를 센 뒤

분포를 분석했다. 분석 결과, 서울 서남권, 동남권은 분산이 커 철도교통이 대체적으로 수요분산을 잘 하는 모습을 보였다. 동북권의 경우 승하차량 하위 역들이 상대적으로 몰려 있어 철도교통 활성화 필요가 확인되었다. 동북권은 이용자 편차가 크고 철도교통 소외지역이 다수 존재한다. 이는 신규 철도노선 확충 및 역세권 활성화가 시급함을 의미한다. 도심 및 동남권은 과밀 역과 소외 역이 공존하는 특성을 보이며, 이는 역별 이용자 분산 정책이 필요함을 시사한다. 서남권은 대체로 교통망이 균형을 이루고 있으나, 특정 지역에 대해서는 추가적인 관리가 필요하다. 이후에는 각 권역별 기술통계(평균, 분산, 표준편차)를 산출하여 지역 간 격차를 수치로 이 추세 해석이 정확함을 확인했다.

- **사분위수 비교 분석:** 지하철역 이용객과 승하차량 상위 30 개 버스 정류장의 사분위수(Q1, Q2, Q3)를 추출하여 비교하였다. 대체적으로 지하철에 비해 버스의 사분위수가 높은 것을 확인하여, 출근시간대 지하철이 서울시민의 주간선 역할을 한다는 전제를 재확인하였다.





- 자연어 처리를 활용한 주요 정책 키워드 분석: requests, BeautifulSoup, re, collections, matplotlib 라이브러리를 사용하여 서울시 교통정책 관련 기사를 자연어 처리 기법으로 분석하였다. 먼저, 3 개의 교통정책 기사 URL 목록에 대해 requests.get 과 BeautifulSoup 를 사용하여 웹 요청 및 HTML 파싱을 수행하였다. re.sub 를 사용하여 불필요한 공백, 특수문자, HTML 잔여 태그를 제거하는 텍스트 전처리를 수행하였다. 전처리된 텍스트를 공백 기준으로 단어 리스트를 생성하고 Counter(word_list)를 사용하여 단어 빈도를 집계하였다. 그리고 matplotlib 을 사용하여 단어 빈도 상위 20 개를 막대 그래프로 시각화하고, 워드클라우드를 생성했다. 이를 통해 "시민", "버스", "대중교통"과 같은 키워드의 높은 빈도를 확인하며 서울시의 대중교통 분담 의지를 재확인하고, "민간", "투자"와 같은 키워드를 통해 최근 정책의 재원 조달 트렌드를 파악하였다. 또한, "건설", "도입", "구축", "운영" 등 철도교통의 적극적인 확대를 시사하는 단어들도 발견하여 예상과 다른 정책 방향성도 검증하였다.

보고서는 이 분석 과정을 통해 서울시의 철도교통을 자치구 특성에 맞게 개선하는 실현 가능한 개선 방안을 제안하려고 한다. 또한, 이를 바탕으로 실질적인 정책 개선 방안을 제시하고자 한다. 이어지는 장에서는 분석 결과와 제안을 기술한다.

3. 자치구별 교통망 현황 분석 및 시사점

다음 표는 각 자치구별 교통망의 주요 특징과 정책적 시사점을 요약하여 보여준다.

표 1 서울시 자치구별 교통 대책 요약

자치구	교통망 특징	상세 설명 및 시사점
강남구	업무지구, 혼잡심화	강남역, 역삼역, 삼성역 등 업무지구에 출근시간대 이용객 집중. 환승센터 확대와 출입구 증설, 스마트 혼잡관리 필요.
송파구	대규모 환승지	잠실역 중심으로 환승 집중. 환승센터 개선, 혼잡관리 및 시간대별 배차 최적화 필요.
관악구	소외지역과 환승수요 집중 동시 존재	지하철 접근성 낮아 버스 의존 심화. 신림역 등 일부 환승지역 극심 혼잡. 신규 철도노선 및 셔틀버스 확대 시급.
강서구	주거지 소외	버스정류장에 이용객 집중되나 지하철 접근성 미흡. 마을버스 연계 및 환승센터 신설 필요.
은평구	외곽지역 소외	지하철 이용 저조, 버스 과밀. 신규 철도 인프라 구축과 마을버스 네트워크 연계 필수.
노원구	대단지 주거지역, 소외 심화	대규모 주거단지임에도 철도 접근성 부족. 신규 노선 및 환승 허브 구축 필요.
동대문구	환승소외, 교통 대체 수단 부족	환승교통망 미흡하여 버스-지하철 연계성 부족. 환승 허브 신설 및 교통망 확장 필요.
강북구	버스 수요 집중	지하철보다 버스에 수요 쏠림. 버스 노선 재정비 및 철도 연계성 강화 필수.
서초구	대규모 환승 허브	고속터미널 등 주요 환승 거점에 이용자 몰림. 환승시설 확대 및 혼잡관리 시스템 도입 필요.

강남구는 강남역, 역삼역, 삼성역 등에 출근시간대 이용객이 집중되는 현상을 보인다. 이는 핵심 경제 활동 지역의 대중교통 인프라가 수요를 감당하지 못하고 있음을 나타낸다. 따라서 환승센터 확대와 출입구 증설, 스마트 혼잡관리 시스템 도입이 시급하다. **송파구** 역시 잠실역을 중심으로 대규모 환승 수요가 집중되는 특성을 지닌다. 이곳 역시 환승 센터 개선과 시간대별 배차 최적화를 통해 이러한 병목 현상을 완화할 필요가 있다. **서초구**도 고속터미널 등 주요 환승 거점에 이용자가 몰리는 대규모 환승

허브의 특성을 지닌다.

관악구는 지하철 접근성이 낮아 버스 의존도가 심화된 대표적인 철도교통 소외 지역이다. 특히 신림역 등 일부 환승 지역에서는 극심한 혼잡이 발생하여 주민들의 불편이 가중되고 있다. 이는 철도교통의 사각지대에서 대체 교통수단인 버스 네트워크에 과부하가 걸리고 있음을 보여주는 대표 사례이다. **강서구** 역시 버스정류장에 이용객이 집중되지만 지하철 접근성이 미흡하여 주거지 교통 소외 현상이 뚜렷하다.

은평구는 지하철 이용이 저조하고 버스 과밀 현상이 심각하다. 이는 강서구와 유사하게 주변부 주거 지역이 주요 업무 지구로의 직접적인 철도 연결이 부족하여 발생하는 문제이다. **노원구**는 대규모 주거단지임에도 불구하고 철도 접근성이 부족하여 소외 현상이 심화되고 있다. 이는 높은 인구 밀도에도 불구하고 교통 인프라가 주거 개발 속도를 따라가지 못했음을 의미한다.

동대문구는 환승 교통망이 미흡하여 버스-지하철 연계성이 부족한 특성을 보인다. 이는 기존 다중 모드 네트워크가 원활한 환승을 제공하지 못하는 시스템적인 문제를 시사한다. **강북구**는 관악구와 마찬가지로 철도 교통이 부족한 지역에서 버스 네트워크가 주요 통근 부담을 지고 있음을 나타낸다.

이러한 분석은 강한 철도 접근성을 가진 업무 중심지와 철도 소외로 인해 버스 네트워크가 과부하되는 주거 지역으로 양극화된 패턴을 지속적으로 드러낸다. 이 현상은 과거 계획이 경제 중심지의 연결성을 우선시하고 실제 주거 지역 접근성을 간과했을 가능성을 시사한다. 이를 통해 미래계획은 고밀도 인구 흐름을 관리하고 환승 경험을 최적화하는 전략(보행 흐름, 안내 시스템, 시간차 환승 등)이 중요하다는 점을 강조한다.

3.1. 동(노드)별 교통망 현황 분석 및 시사점

다음 표는 주요 동(노드)별 교통망 현황과 정책적 대응을 요약하여 보여준다.

개별 '동(노드)' 단위의 교통망 특성을 분석하는 것은 보다 정교하고 맞춤형 정책 수립에 유용한 정보를 제공한다.

표 2 동 노드 별 교통망 인사이트

동(노드) (자치구)	특징 및 현황	대표 역/정류장 예시	정책적 대응
불광동 (은평구)	버스 승차 집중, 지하철 이용 낮음	불광역 버스정류장, 불광역	복합환승센터 설립 및 마을버스 노선 확대
상계동 (노원구)	대규모 주거단지, 지하철 접근성 낮음	상계역, 중계동 버스정류장	신규 지하철 노선 구축 및 셔틀 확대
역삼동 (강남구)	업무·환승 허브, 극심한 혼잡	강남역, 역삼역	출입구 증설 및 환승센터 확충, 혼잡관리 도입
잠실동 (송파구)	대표적 환승 허브, 대규모 이용자 집중	잠실역, 잠실나루역	시간차 배차, 환승시설 개선, 보행 네트워크 강화
신림동 (관악구)	버스 환승 수요 높음, 지하철 소외 지역 포함	신림역 4번 출구, 관악 10번 버스정류장	셔틀버스 확대 및 신규 철도노선 검토
화곡동 (강서구)	주거지 버스 과밀, 지하철 이용 낮음	화곡역, 화곡역 버스정류장	환승시설 강화 및 버스노선 재정비
회기동 (동대문구)	대학·의료원 인근 하차 집중	회기역, 경희대의료원 정류장	셔틀 서비스, 환승 안내 패널 설치
마곡동 (강서구)	신도시 개발지역, 철도 접근성 보완 필요	마곡역	마을버스 연계 강화, BRT 도입 검토

불광동은 버스 승차가 집중되지만 지하철 이용이 낮은 외곽지역의 철도 소외를 보여준다. 반면 상계동은 대규모 주거단지임에도 불구하고 지하철 접근성이 낮아 심각한 교통 불편을 겪고 있다. 이는 인구 밀도가 높은 주거 지역에서 인프라 부족이 미치는 영향을 명확히 보여준다. 신림동은 버스 환승 수요가 높고 지하철 소외 지역을 포함한다. 이는 버스 의존도가 높은 지역에서 철도 접근성 부족으로 인한 문제가 있음을 확인해준다. 화곡동은 상계동과 유사하게 버스 네트워크 최적화에 초점을 맞춘 정책이 필요하며, 환승 시설 강화 및 버스노선 재정비가 요구된다.

회기동은 대학 및 의료원 인근에 하차 수요가 집중되는 특성을 보인다. 이는

특정 기관 밀집 지역의 특수한 수요 패턴을 반영하며, 승하차 이동 동선 분리를 통해 이용 편의를 증진해야 한다. 마곡동은 신도시 개발 지역으로 철도 접근성 보완이 필요하다. 이는 새로운 도시 개발 지역에서 선제적인 교통 계획이 얼마나 중요한지를 보여주며, 마을버스 연계 강화 및 BRT 도입 검토가 필요하다.

반면 역삼동과 잠실동은 대표적인 업무 및 환승 허브로서 극심한 혼잡이 특징이다. 이는 강남구 전체의 혼잡 문제가 동 단위에서 어떻게 발현되는지를 보여준다. 이러한 지역에서는 출입구 증설 및 환승센터 확충, 혼잡 관리 시스템 도입이 필수적이다.

이러한 동 단위 분석은 서울시 교통 문제의 다면성을 드러낸다. 불광동, 상계동, 화곡동, 신림동과 같은 동들은 주요 철도망으로의 연결성 격차가 광범위하게 존재함을 나타낸다. 이는 철도 계획은 마을버스나 셔틀과 같은 연계 교통수단을 주간선 철도망과 통합적으로 계획하는 것이 중요하다는 점을 시사한다. 이러한 연결성 부족은 대중교통의 매력을 감소시켜, 결국 자가용 이용을 유발할 수 있다.

또한, 역삼동과 잠실동은 업무 및 환승 허브, 회기동은 대학 및 의료원 인근, 그리고 상계동과 화곡동은 주로 주거단지라는 점에서 각동이 수행하는 기능이 다르며, 이에 따라 교통 문제와 해결책 또한 매우 전문화되어야 한다는 점이 분명해진다. 이는 일률적인 정책 접근 방식이 비효율적임을 의미하며, 도시 교통 계획이 각 지역의 다양한 기능적 역할을 인식하고 그에 맞춰 해결책을 맞춤화해야 함을 보여준다.

그리고 하차가 많은 버스 정류장에서 승차량과 하차량 사이에 중간 정도의 양의 상관관계가 있다는 점이 발견되었다 2.2.에서 제시되었듯 여기서는 양의 상관관계($r=0.54$, $p<0.002$)가 존재한다. 이 결과는 이들 정류장들이 동적인 환승 지점 또는 중간 지점의 역할을 한다는 점을 보여준다. 이는 순수한 출발지나 순수한 목적지 정류장의 특성과는 상반된다. 이러한 '마이크로 허브'의 존재를 인식하는 것은 단순한 정류장 관리를 넘어 환승 효율성, 정류장 주변 보행 흐름, 실시간 정보 제공 등을 최적화하는 관리 전략의 전환을 필요로 한다.

4. 동 단위 노드별 이동 패턴 예상 및 시사점

이 부분에선 서울시 내 '동' 단위에서 가능한 대중교통 이용 패턴을 분석한다. 여기서는 복잡한 연결망 보다는 각 동이 출근 시간대 이동에서 어떤 역할을 하는지 확인하는 것을 목표로 한다.

4.1. 주요 승차 노드 (출발지) 및 하차 노드 (목적지) 분석

주요 승차 노드 (출발지):

주로 주거 밀집 지역에 위치한 동들은 출근 시간대에 대중교통 승차량이 집중되는 경향을 보인다. 상계동(노원구), 불광동(은평구), 응암동(은평구), 화곡동(강서구), 신내동(중랑구) 등은 높은 승차 수요를 보이는 대표적인 주거 밀집 지역으로 파악된다.

주요 하차 노드 (목적지):

업무 지구, 상업 지구, 교육 시설 밀집 지역에 위치한 동들은 출근 시간대에 대중교통 하차량이 집중되는 경향을 보인다. 이용객 많은 지하철 역까지 분석해본다면, 역삼동(강남구), 광화문/종로구 일대, 가산동(금천구), 영등포동(영등포구), 신촌 등은 높은 하차 수요를 보이는 대표적인 업무 및 상업 지역으로 파악된다.

4.2. 주요 연결축 분석 및 정책적 대응

동 단위 연결망 분석을 통해 식별된 주요 연결축은 도시 이동성의 핵심을 구성한다. 다음은 서울의 승차 집중 노드들을 지리적 권역에 맞추어 격자형으로 배치했을 때 출근시간대 가능한 노드의 선택의 예시이다.

서울 동북-동남 상계동에서 역삼동으로의 연결은 상계동의 높은 승차 수요(주거지)와 역삼동의 높은 하차 수요(업무지구)가 결합된 통근 흐름이다. 거리 및 교통 편의성을 고려할 때, 우선 셔틀 도입을 검토할 필요가 있다. 단기적으로는 출퇴근 시간대 임시 셔틀버스 시범 운행, 버스 정류장 안내표지판에 환승 정보 제공, 모바일 앱 알림 서비스를 통한 최적 경로 안내 등의 대책이 효과적이다. 장기적으로는 수인분당선

연장 등 서울 동부를 잇는 간선철도망이 필요하다.

서울 서북-도심 일대 불광동에서 광화문/종로구 일대로의 흐름은 불광동의 주거 수요와 광화문 권역의 하차 수요를 결합한 장거리 통근 흐름을 나타낸다. 환승 경로 및 혼잡도 분석 후 심야 셔틀 또는 직행 버스 노선 계획을 고려할 수 있다. 이 구간에는 GTX-A 선이 존재하지만, 비싼 요금 특성상 추가로 완행 노선을 배치하는 것이 필요해 보인다.

서울 서북-서남 응암동에서 가산동으로의 연결은 응암동 주거지에서 가산디지털단지 지역 업무 밀집 지역으로의 주요 업무 흐름을 보여준다. 그리고 중간에 가능한 노드로는 화곡동에서 영등포동으로의 흐름이 있다. 이 경우 역시 서울 동부와 비슷하게 화곡동 출발(주거지) 및 영등포 하차(업무/상업 지역)가 집중되는 통근 흐름이다. 환승센터 확장 및 직행 버스 노선 우선순위 배치가 필요하다. 현재 이 구간은 서울역-구로 구간이 신안산선으로 건설 중이지만, 서울 서북권으로의 직접 연결은 미흡해 이에 대한 대책이 시급해 보인다.

서울 동북-도심 일대 신내동/회기동에서 신촌/종로구 일대로의 흐름은 신내동과 같은 주거 소외 지역의 출근 흐름을 예측한 것으로, 셔틀과 환승을 최적화하는 시나리오 마련이 중요하다. 이것을 위에서 제시된 불광동-종로 일대 루트와 연결하면 강북을 횡단하는 노선이 필요하다는 결론을 얻을 수 있다. 현재 강북횡단선이 이 수요의 일환으로 추진중에 있다.

4.3. 한계와 주의사항

단순히 격자형으로 노드들을 연결한 것은 실제 이용자의 선택을 완벽하게 반영하기 어렵다는 한계가 있다. 실제 통행 패턴은 개인의 선호도, 교통수단 선택 요인 등 복합적인 요소에 의해 결정되기 때문이다. 따라서 모델의 보완을 위해서는 정확한 기종점(OD) 데이터 확보가 필수적이다. 현재 모델은 집계된 데이터와 단순히 노드를 연결한 가정에 의존하고 있어, 선택의 복잡성을 포착하지 못할 수 있다. 이외에도 연구가 가질 수 있는 한계사항들은 다음과 같다.

- **시점의 제한:** 2025 년 3 월 한 달 데이터만 활용, 계절적 변동 미반영
- **개별 통행 정보 부족:** 집계 데이터로 인한 개인별 이동 경로 추적 불가
- **단순화된 연결망 모델:** 실제 환승 행태와 개인 선호도 미반영
- **정성적 분석 부족:** 현장 조사나 시민 설문조사 결과 부재

5. 결론

서울시의 교통망은 지역별 불균형, 소외, 혼잡이라는 복합적인 문제들을 동시에 안고 있다. 이 보고서의 데이터 기반의 심층 분석은 각 지역의 특성에 맞는 교통 정책을 수립하는 데 정보를 제공하였다. 이를 통해서는 데이터 수집, 분석 역량이 조사에서 필요하다는 것을 알 수 있다. 이러한 접근 방식은 도시의 복잡한 역동성을 해결하기 위해선 양적 데이터 분석이 필수적이라는 의미이기도 하다.

7. 참고문헌과 데이터 출처

서울 열린데이터 광장, 「지하철 시간대별 승하차 인원 통계」, 2025.03

서울 열린데이터 광장, 「버스 정류장별 승하차 인원 통계」, 2025.03

[비즈월드] [2025 서울시의회④] 교통위원회 “2025 년 시민들이 안전하고 편리하게 이용할 수 있는 교통정책 추진할 것,

<https://www.bizwnews.com/news/articleView.html?idxno=96271>

[서울시 미디어허브] 서울시, 2025 년까지 도시철도 10 개 노선 신설

<https://mediahub.seoul.go.kr/archives/887661>,

[CBNN] 서울시, 2024 대중교통 혁신 성과...시민 삶의 질 대폭 향상,

<https://cbnn.co.kr/news/view.php?idx=735>