

지하철 9호선 혼잡도 분석 및 수요인원 예측모델 개발

이서영

"출근길 지하철에 오를 때마다 공포감이 듭니다."

- 이태원 참사를 계기로 압사사고에 대한 우려가 높아진 가운데, 출퇴근 시간대 서울 일부 지하철 내부가 이태원 참사 사고 당시와 비슷한 수준의 혼잡도를 기록했다.
- 이태원 참사 이후, 9호선의 혼잡도 완화를 위해 2024년까지 6칸을 8대 증편 추진 중이다.
- 가장 먼저 9호선에 대비책이 적용 된 것은, 28년에 아무런 추가 정책 없이 **9호선 신설역**을 개통하는 것에 대한 경고 메시지로 간주 할 수 있다.

"출·퇴근 지하철도 두려워"...'압사 사고' 트라우마에 밀집지역 공포

머니투데이 | 김지현 기자, 기성훈 기자

VIEW : 7729 | 2022.11.02 18:10

<https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2022110214341316685&type=1>

기사주소 복사

| 160명 탈 수 있는 한 칸에 300명 탑승



지하철 9호선 숨통 트일까...2024년까지 전동차 8대 추가 투입

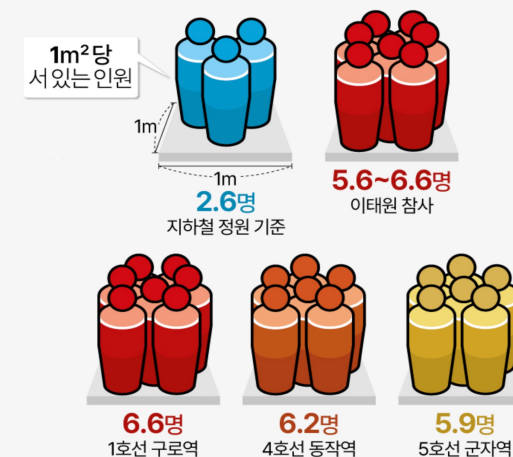
등록 : 2022-11-10 17:01 수정 : 2022-11-10

현



퇴근시간 지하철 혼잡도, 이태원 참사 때와 비교

8월 1일~10월 31일 데이터(수요일 오후 6시 40분 기준)



자료: 서울메트로, SKT

연합뉴스

지하철 혼잡도란?

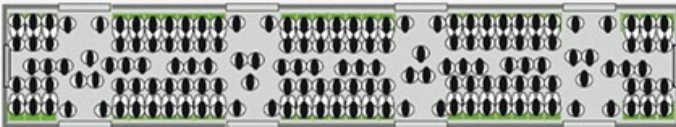
지하철 혼잡도 기준

인원(명)	38	54	94	120	160	184	216	240	280	320	368	400	432
혼잡도(%)	24	34	59	75	100	115	135	150	175	200	230	250	270

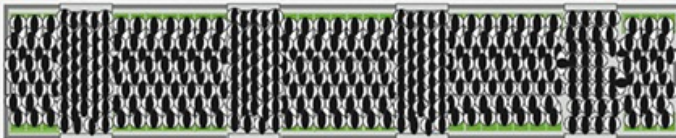
34% : 좌석에 모두 앉은 상태



100% : 객실통로 3열 입석, 각 출입문에 2명씩 서 있는 상태



230% : 객실통로 5열 입석, 각 출입문에 30~40명(8열) 입석, **승차한계**



1. 9호선 개통
예측 실패로 인한 **혼잡률 200% 상승** 초래
2. 급행열차만 6량화
급행열차 6대로 증량, 하지만 여전히 **혼잡률 162% 기록**
3. 모든 열차 6량화
일반열차 혼잡도 **악화**, 급행열차도 일부 구간에서 **혼잡도 증가**
4. 4개 신설역 개통 예정
2028년에는 신설역 개통으로 인해 9호선 수요는 **약 8만여 명 이상** 증가할 것
기존 정채 유지한 채 신설역 개통시 9호선 **내부 혼잡도는 다시 극심해질 것**

안전문제 예방

끼임, 넘어짐, 압사 등 사고 예방

‘지옥철 9호선’, 승객들 너무 많고
혼잡해 안전사고 우려



적절한 출입구 입지 선정

유동인구 분석을 통한
최적의 출입구 설치

서울지하철 출입구 개선 요구...
“시민 불편, 가중·안전사고 우려”



9호선 8대 추진화

승하차수 예측을 통한 8량화
추진으로 혼잡화 예방

서울시, 9호선 8량 신규열차
2023년말 투입 추진



데이터 수집

데이터 정제

분석 모델 선정

분석 결과

인원
적합성

서울시 지하철
시간대 별 승객 수
데이터

서울시 지하철 30분
단위 이용 통계
데이터

서울시 지하철
호선별, 역별 승하차
인원 정보 데이터

교통
접근성

서울시 버스정류장
공간 데이터

위치
적합성

서울시 우수 중소기업
공간데이터

서울시 주요시설,
집객시설 주요 데이터

서울시 중,고,대학교
인원수 데이터

컬럼 추출

컬럼 병합

변수 추출

변수 선정

현황 분석

탐색적 자료 분석
(EDA)

군집 분석

K-means
Clustering

성능 평가

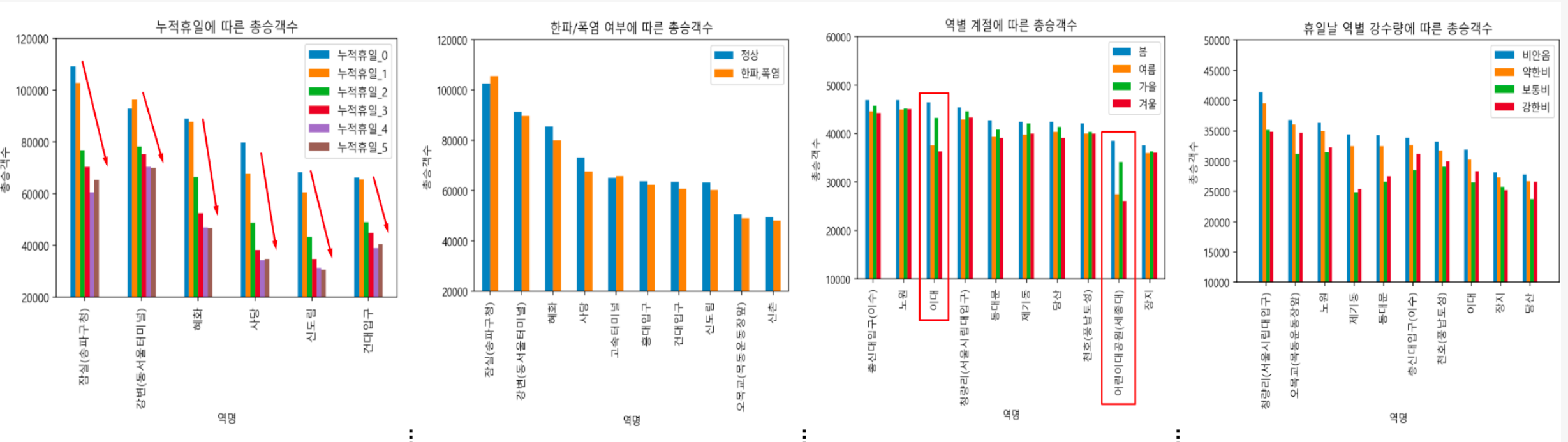
LGBM

그룹과 결과 적용



9호선 수요 예측

EDA – 승하차 수에 영향을 주는 요인들 확인



**휴일이 많아질 수록
승하차 수 감소**

연휴 첫날에는 승하차 수가 많다가,
연휴가 끝나갈 때 쯤 승하차 수가
줄어듦

**날씨의 영향으로
수 감소**

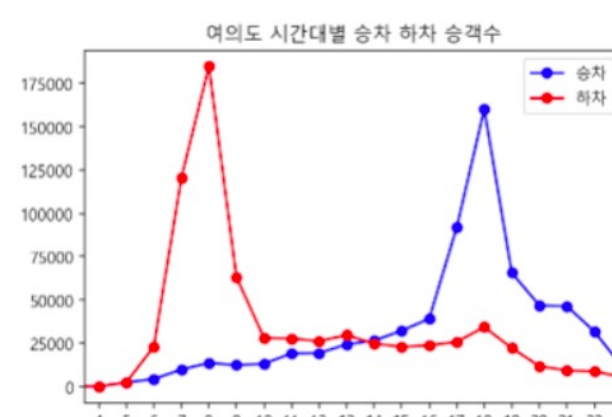
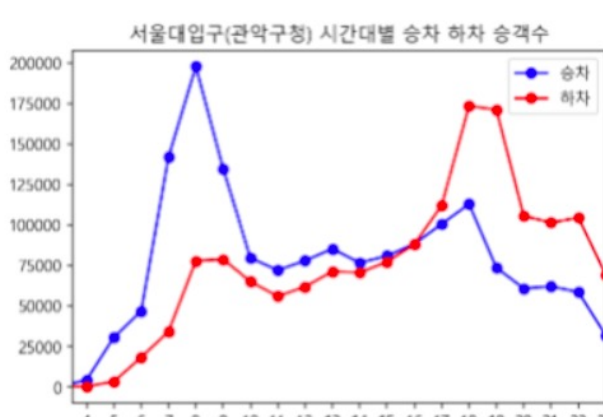
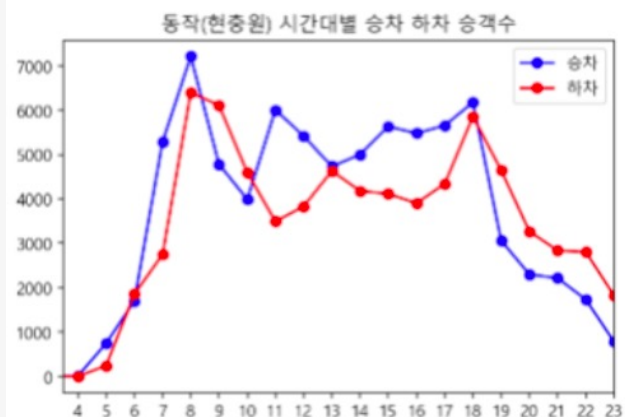
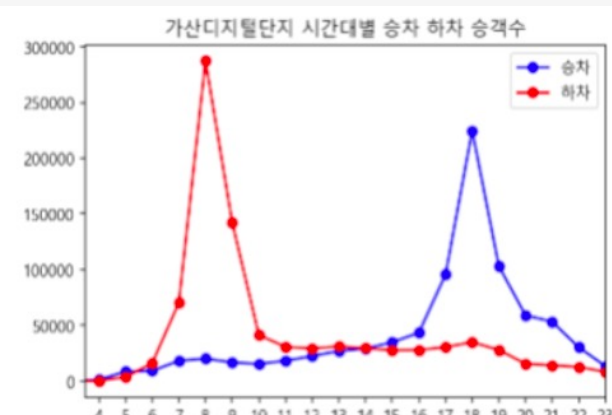
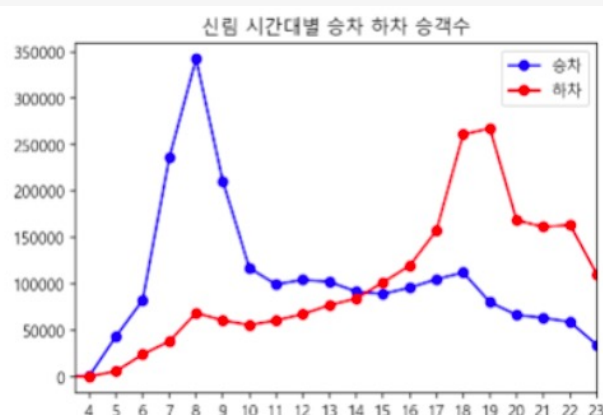
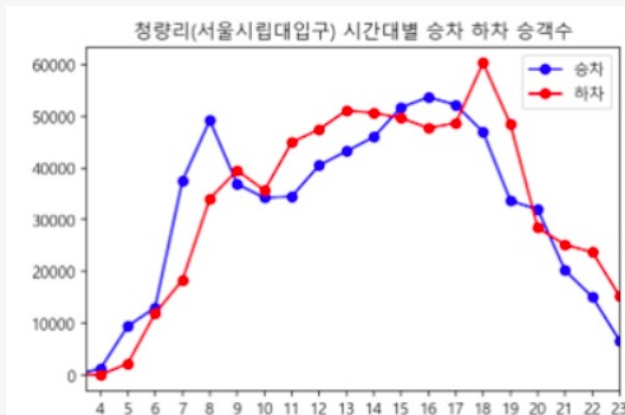
**대학교 역 주변은
방학 시즌에 승하차 수가
눈에 띄게 감소**

**강수량이 높아질수록
승하차 수 감소**

예외적으로, 매우 강한 비가
내릴 땐 승하차 수가 많은
특이한 현상 발생

EDA – 역별 시간대별 승하차 인원 확인

● : 승차 승객 수
● : 하차 승객 수



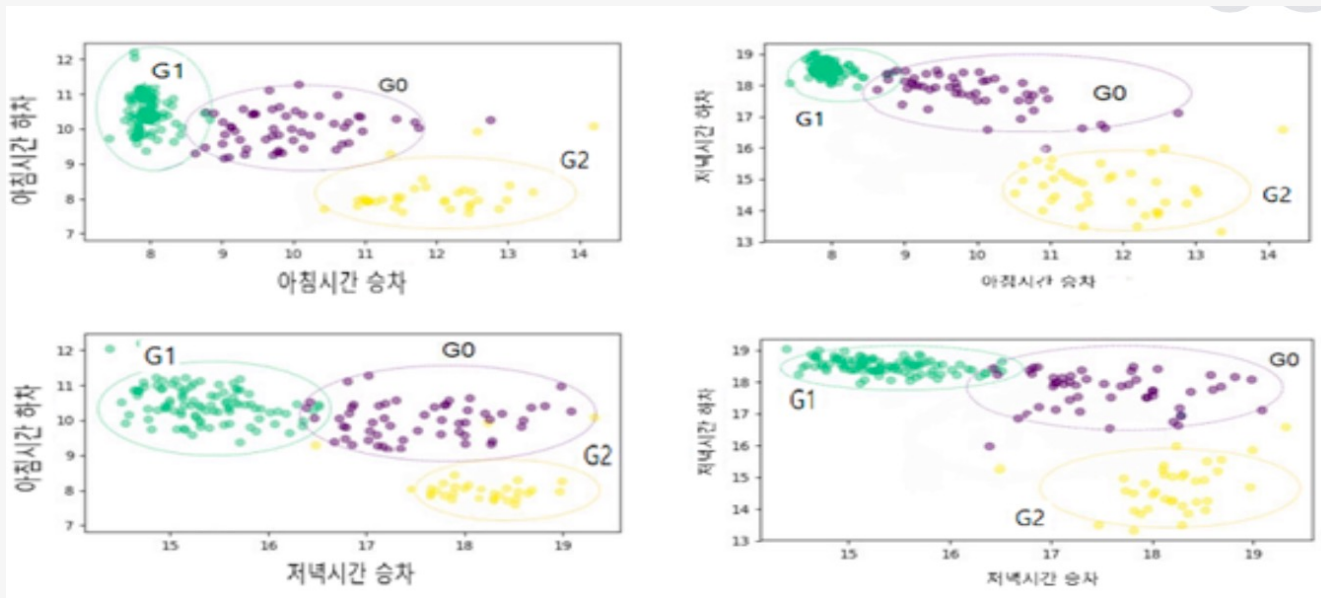
[상업지역 시간별 승하차 선 그래프]
시간과 관계없이
유동인구 분포

[주거지역 시간별 승하차 선 그래프]
출근 시간에는 승차가,
퇴근 시간에는 하차가 많음

[상업지역 시간별 승하차 선 그래프]
출근 시간에는 하차가,
퇴근 시간에는 승차가 많음

K-means Clustering

- 상업 군집, 업무 주거 군집으로 분류하였고, 두 군집의 서로 다른 특징 때문에 input 변수 또한 차이를 두어 진행



상업 그룹 : Group 0
업무주거 그룹 : Group1

Group 0

- 52개 역
- 시간 유무 X 승하차 분포 고름

→ 상업 그룹

Group 1

- 82개 역
- 오전엔 승차, 오후엔 하차 분포

→ 주거 그룹

Group 2

- 37개 역
- 오전엔 하차, 오후엔 승차에 분포

→ 업무 그룹

→ EDA 과정에서 업무지역과 주거지역은 출퇴근 시간에 유동인구가 밀집되어 있다는 근거를 통해 Group 1, Group2 통합

ANOVA 검정 및 분석

- 클러스터링을 통해 상업 군집, 업무/주거 군집으로 분류
- 두 군집의 서로 다른 특징 → input 변수 차이 두어 예측 진행

상업 그룹

- 산업
- 숙박/음식
- 레저/관광/예술
- 영화관 개수
- 백화점 개수

업무주거 그룹

- 행정
- 대학생 수
- 학생 수 (중고등)
- 교육 / 보건
- 중소기업 개수

공통 그룹

- 노선명
- 버스정류장 개수
- 노선 수
- 계절
- 기온
- 공원 개수
- 요일
- 휴일 여부
- 누적 휴일
- 1일 우량

지하철 수요에 영향을 미치는 요인

백화점 영화관 주거시설 학교 회사 버스 정류장

백화점 / 영화관

- 쇼핑, 문화생활 등과 같은 해당역의 통행 목적 특성 반영

주거시설

- 아침, 저녁에 유동인구가 가장 많음 (출퇴근)

학교, 회사

- 회사, 학교가 많은 곳은 유입(하차)이 많음
- 지하철은 출퇴근시 큰 비중이 있음

버스 정류장

- 역 주변 버스정류장 수는 지하철 - 버스 간 환승의 용이성을 나타내는 지표
- 해당 역에 정차하는 버스 노선이 많다는 것 = 역의 접근성 좋음

출입구 개수

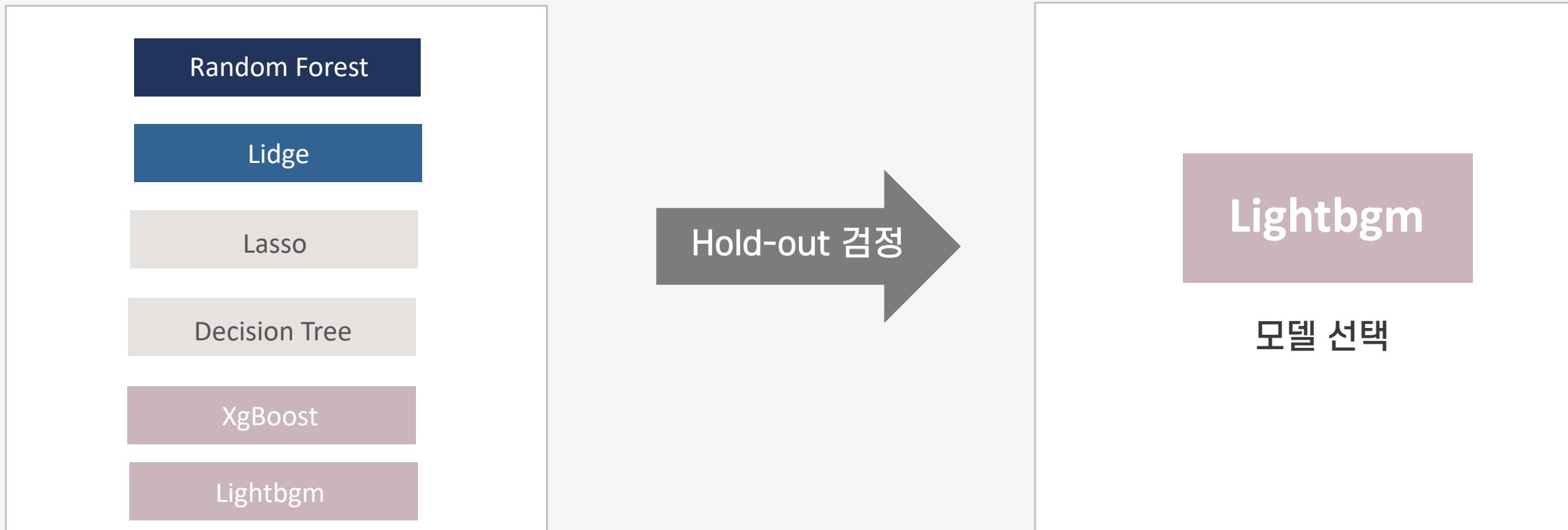
- 역의 출입구 수는 역사의 크기 가늠 -> 해당 역의 접근성과 관련
- 출입구 개수 증가 → 평균, 최대 승차 인원 모두 증가추세

학생 수, 종사자 수, 대학 병원

- 최대 승차 인원 기록하는 시간대의 통행목적 → 통근, 통학
- 학생 수 경우, 역 주변 중, 고, 대학교 재학생 수 관련

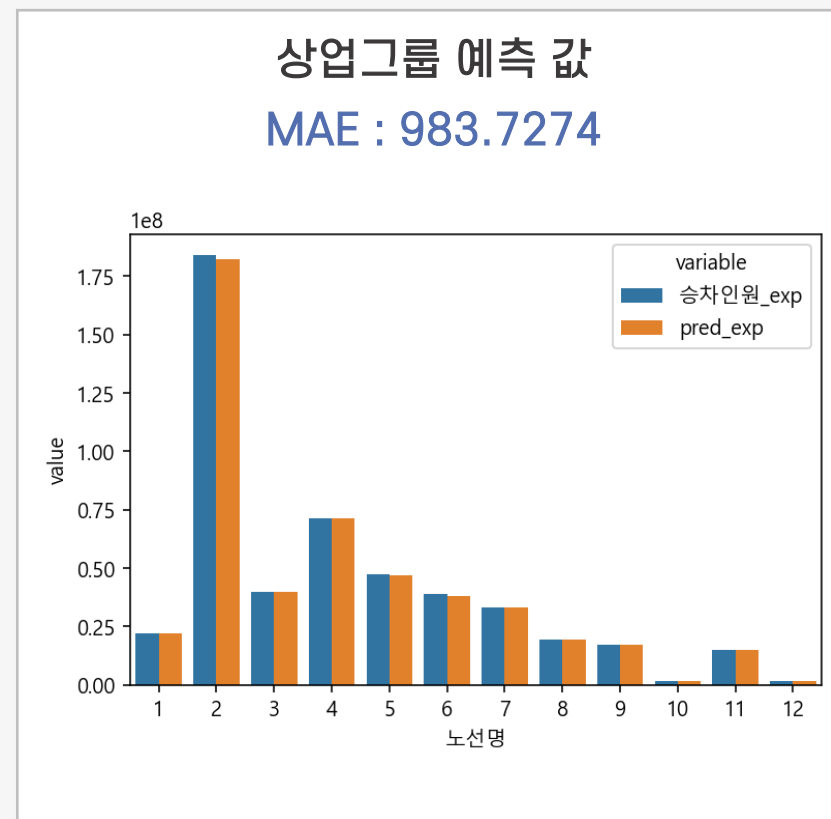
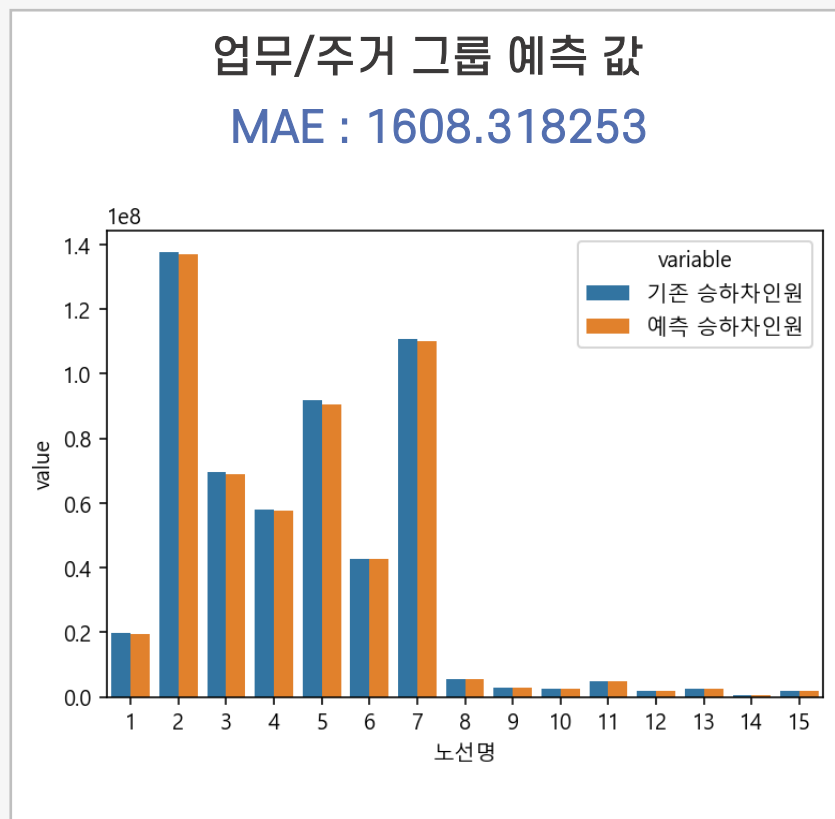
Hold-Out 검정

- 주어진 원천 데이터를 랜덤하게 두 분류로 분리하여 교차 검정을 실시하는 방법



K-Fold 교차검증

- 하이퍼 파라미터 튜닝을 통해 최적의 파라미터 값을 지정해주었고, 5차 k-fold 를 이용해 노이즈 값을 최소화
- 최종적으로 1차 결과에 비해 두 그룹의 MAE 값이 1000명 정도 줄어 성능 향상



신설역 그룹핑



✓ 업무주거 그룹

- **길동생태공원**
: 주변의 공원과 더불어 아파트가 밀집
- **명일공원역**
: 공원과 중고등학교 등 각종 교육시설, 일반 주택 및 아파트 밀집
- **고덕역 - 환승역**
: 고등학교 및 각종 주거시설, 병원 및 아파트 밀집

✓ 상업 그룹

- **샘터공원역**
: 고덕 강일 공공 주택 1지구 위치
고덕 비즈 밸리 중심 상업지역에 위치

9호선 예측

- 9호선 신설역 4개의 수요예측 인원은 아래와 같다.
- 수요인원을 확인해본 결과, 앞으로 9호선에 약 9만명 정도의 추가 이용객이 생길 예정이다.
- 1년치를 예측하여 평균 낸 값



길동생태공원(939)
11124.0명



명일공원역(940)
14240.0명



고덕역(941) - 환승역
38651.0명



샘터공원역(942)
24221.0명

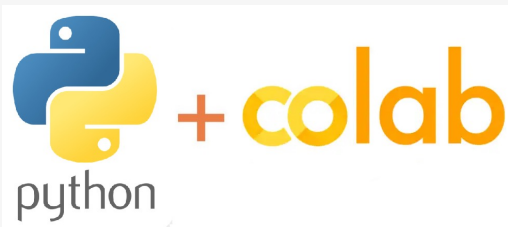
	길동생태(939)	명일공원역(940)	고덕역(941)	샘터공원역(942)
승하차인원	11124.0	14240.0	38651.0	24221.0

- **길동생태공원, 명일공원역** : 비교적 원활
- **샘터공원역** : 9호선 일평균 수치와 비슷
- **고덕역** : 기존 5호선이 존재하고 역세권 내 백화점, 학교, 대학병원 등 다양한 인프라 형성
→ 3.8만명 (1일 승하차 평균 초과)
→ 유동인구 복잡 예상

[사용 데이터]

분석 데이터	기간	제공기관
서울시 지하철 시간대 별 승객수	2018-2019	서울 빅데이터 캠퍼스
서울시 지하철 30분 단위 이용 통계	2018-2019	서울 빅데이터 캠퍼스
서울시 버스정류장 공간데이터	2018-2019	서울 빅데이터 캠퍼스
우수중소기업 공간데이터	2018-2019	서울 빅데이터 캠퍼스
서울시 주요시설과 집객시설 공간데이터	2018-2019	서울 빅데이터 캠퍼스
서울시 대학교 공간데이터	2018-2019	서울 빅데이터 캠퍼스
지상관측 데이터	2018-2019	기상청
서울시 지하철 역별 승하차 인원 정보	2018-2019	공공데이터 포털

[분석툴]



[참고문헌]

-논문

[1] Yong-Hyun Cho, "Metropolitan commuting time in half", Koera Railroad Research Institute, 2013.

[2] Keun-Won Kim, Dong-Woo Kim, Kyoo-Sung Noh, Joo-Yeoun Lee, "An Exploratory Study on Improvement Method of the Subway Congestion Based Big Data Convergence", JOURNAL OF DIGITAL CONVERGENCE, Vol.13, No.2, pp.35-42, 2015

[3] Jin-su Kim, Subway Congestion Prediction and Recommendation System using Big Data Analysis, 2016

A dark, atmospheric photograph of a train interior. The scene is dimly lit, with light coming from windows on the right, showing a cityscape outside. The train has blue seats and overhead handrails. A large white text "Thank you" is centered over the image. Below it, the name "이서영" is written in a smaller white font. The entire image is framed by a thin white border.

Thank you

이서영