

04

서울특별시 광진구

자전거 공기 주입기 설치 장소 분석



04

자전거 공기 주입기 설치 장소 분석

서울특별시 광진구

스마트정보담당관 스마트데이터팀 양경섭, 엄정호

요약

코로나 일상 회복 영향으로 공공 자전거(따릉이) 이용이 꾸준히 증가할 것으로 예상되며, 올해 자전거 공기 주입기를 5기~7기 설치할 예정으로 최대한 많은 사람이 이용할 수 있는 설치 장소 선정이 필요하여 분석을 추진하게 되었다.

우선 현황을 파악하기 위해 자전거 공기 주입기 설치 현황, 공공 자전거 대여 현황, 유동 인구, 버스 정류소 및 하차 승객수 현황 분석을 진행하였다. 현황 분석을 통해 자전거 공기 주입기 간 평균 거리를 구하여 가중치 설정에 활용하였다.

설치 장소를 선정하기 위해 한정된 수량의 설치물로 수요를 최대한 만족시키기에 적합한 최대커버링 입지모델(MCLP: Maximal Covering Location Problem) 알고리즘을 활용하였다.

분석에 앞서 가중치를 정하고 수요를 계산하였다. 가중치는 자전거 공기 주입기 사용량 데이터가 없어 기존 자전거 공기 주입기 설치 위치 및 대중교통 연동성을 고려하여 구하였다. 현황 분석에서 구한 자전거 공기 주입기 간 평균 거리를 활용하여 거리 가중치를 두어 거리가 멀수록 수요가 낮도록 계산하였다. 가중치를 바탕으로 공공 자전거 대여 건수, 유동 인구, 버스 하차 승객수를 최소-최대 정규화(Min-Max Normalization) 후 가중치를 곱하여 100m × 100m 격자 단위로 수요를 계산하였다.

자전거 공기 주입기 수요지 및 설치 후보지를 자전거도로가 있는 격자로 제한하고 최대커버링입지 모델(MCLP) 알고리즘을 통해 앞에서 구한 수요량을 최대한 만족시킬 수 있는 장소 7곳을 선정하였다. 선정된 장소를 담당 부서에서 검토하여 보도가 협소하거나 주변에 자전거 보관대가 없어 설치가 어려운 3곳을 제외한 4곳과 부서에서 자체 선정한 2곳에 자전거 공기 주입기 설치를 완료하였다.



가 | 분석 개요



추진 배경

- 자전거 공기 주입기 5기~7기 신규 설치를 위한 설치 장소 선정 필요
 - 현재 운영 중인 자전거 공기 주입기 81기 설치 장소를 고려하여 장소 선정
 - 코로나 일상 회복 영향으로 따릉이 이용이 꾸준히 증가할 것으로 예상
 - ※ 2021년 3,203만 건 → 2022년 4,095만 건, 약 30% 증가(서울특별시 보행자전거과 자료)

분석 필요성 및 목적

- 광진구 자전거 관련 시설 현황 및 수요 파악
 - 현재 설치된 자전거 공기 주입기 설치 현황 파악
 - 공공 자전거 대여 이력, 유동 인구 등 자전거 공기 주입기 수요에 영향을 미치는 요인 현황 파악
- 자전거 공기 주입기 수요량을 최대한 처리할 수 있는 설치 장소 선정
 - 현재 일부 지역에 집중되어 있어 신규 설치 시 수요량 고려 필요
 - 한정된 개수의 자전거 공기 주입기가 처리할 수 있는 수요량이 최대화되도록 최적의 설치 장소를 선정

기대 효과

- 자전거 공기 주입기 및 관련 현황 파악
 - 자전거 공기 주입기 설치 위치 및 공공 자전거 대여 이력 등을 분석하여 자전거 관련 현황 파악
- 효율적인 자전거 공기 주입기 설치 위치 선정
 - 예상 수요량 계산 후 수요량을 최대한 만족시키는 위치를 선정하므로 제한된 수량의 자전거 공기 주입기를 효율적으로 활용할 수 있음

나 | 분석 설계



요구 사항

- 현황 분석 및 수요 예측
 - 자전거 공기 주입기 설치 현황 분석
 - 자전거 공기 주입기 수요 분석
- 입지 선정
 - 100m × 100m 격자 단위의 최적 입지 7곳 선정

분석 목록

- 현황 분석
 - 자전거 공기 주입기 설치 현황 분석
 - 공공 자전거 대여 현황 분석
 - 자전거도로 현황 분석
 - 유동 인구 현황 분석
 - 버스 하차 승객 현황 분석
- 입지 선정 분석
 - 자전거 공기 주입기 수요 예측
 - 수요를 최대한으로 만족시킬 수 있는 입지 선정

분석 데이터

- 분석 대상
 - 자전거 공기 주입기 설치 위치 데이터
 - 따릉이 대여 이력 등 수요 관련 데이터
- 분석 범위
 - 공간적 범위: 서울특별시 광진구
 - 시간적 범위: 2022년 1월~12월

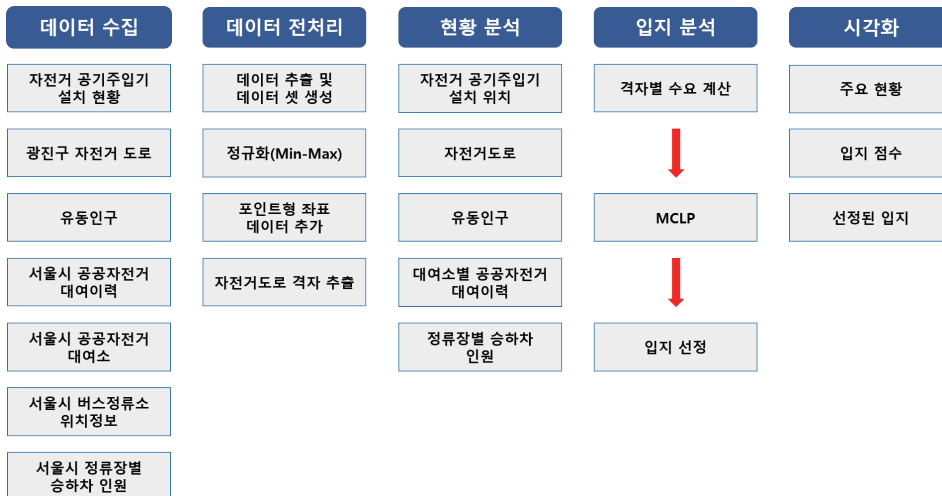


• 분석 활용 데이터

데이터명	형태	내용	출처	기준연도	내·외부 데이터
자전거 공기 주입기 설치 현황	csv	수량, 위도, 경도	광진구	2022.12.	내부
광진구 자전거도로	shp	자전거도로	광진구	2023.1.	내부
유동 인구	csv	격자별 유동 인구수	KT	2022	외부 (민간)
서울특별시 공공 자전거 대여 이력 정보	csv	대여소 번호, 이용 시간, 이용 거리	서울특별시	2022	외부 (공공)
서울특별시 공공 자전거 대여소 정보	csv	대여소번호, 대여소명, 위도, 경도	서울특별시	2022.12.	외부 (공공)
서울특별시 버스 정류소 위치 정보	csv	정류소번호, 정류소명, 위도, 경도	서울특별시	2022.11.	외부 (공공)
서울특별시 버스 노선별 정류소별 승하차 인원 정보	csv	사용일자, 정류소번호, 역명, 승차총승객수, 하차총승객수	서울특별시	2022.12.	외부 (공공)

〈 표 4-1 〉 활용 데이터 목록

전체 프로세스(도식화)



〈 그림 4-1 〉 전체 프로세스

세부 프로세스(분석 방법론)

• 데이터 수집

- 기존 현황을 파악하기 위한 자전거 공기 주입기 설치 현황 데이터 수집
- 자전거 공기 주입기 수요를 계산하기 위해 유동 인구, 서울특별시 공공 자전거 대여 이력, 서울특별시 정류소별 승하차 인원 데이터 수집

• 데이터 전처리

- 위치 정보와 이용 정보를 결합하여 데이터셋 생성

데이터셋명	결합 데이터
공공 자전거	서울특별시 공공 자전거 대여소 위치 정보, 서울특별시 공공 자전거 대여 건수
버스 정류소	서울특별시 버스 정류소 위치 정보, 서울특별시 정류소별 하차 승객수

〈 표 4-2 〉 데이터셋

- 최소-최대 정규화(Min-Max Normalization)를 통해 0~1 사이의 값으로 변환 후 점수로 활용
- 위-경도값으로 포인트형 좌표 데이터* 추가 및 좌표계 변환

* 포인트형 좌표 데이터: 지오데이터프레임(GeoDataframe)에서 사용하는 데이터형

• 데이터 탐색 및 분석 모델링

- 자전거 공기 주입기 설치 현황, 공공 자전거 대여 및 유동 인구 등 자전거 공기 주입기 수요에 영향을 주는 데이터 현황 분석
- 제한된 수량의 자전거 공기 주입기를 설치해야 하므로 수요를 최대한 충족할 수 있는 최대커버링입지 모델(MCLP)* 알고리즘 선정
- * MCLP: 시설물의 개수 혹은 예산이 제한되었을 때, 제약조건 하에서 시설물이 커버하는 수요량을 최대화하는 위치를 선정

• 데이터 분석 및 시각화

- 수요량을 계산하기 위한 가중치 결정
 - ▶ 데이터별 가중치, 거리별 가중치 구하여 계산
- 전체 격자에서 자전거도로가 있는 격자 추출
- 추출한 격자의 중심점을 후보지로 선정하고 반경 180m 이내의 수요량(격자별 점수) 계산
- 수요량을 가장 최대로 충족하는 위치 7곳 선정
 - ▶ 기존 자전거 공기 주입기 설치 주변 격자 제외
- 100m × 100m 격자 단위로 수요량 및 선정 위치 시각화

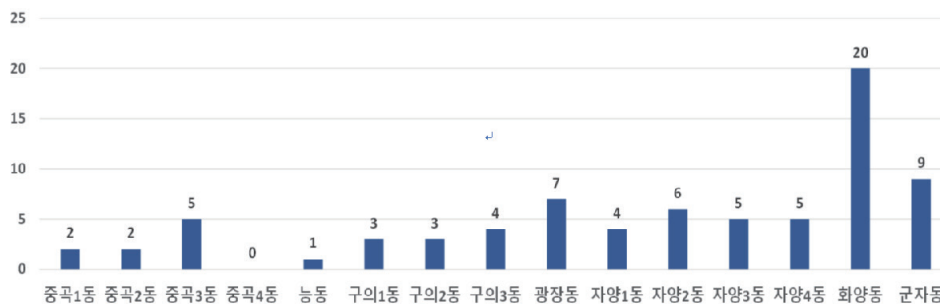


다 | 분석 결과

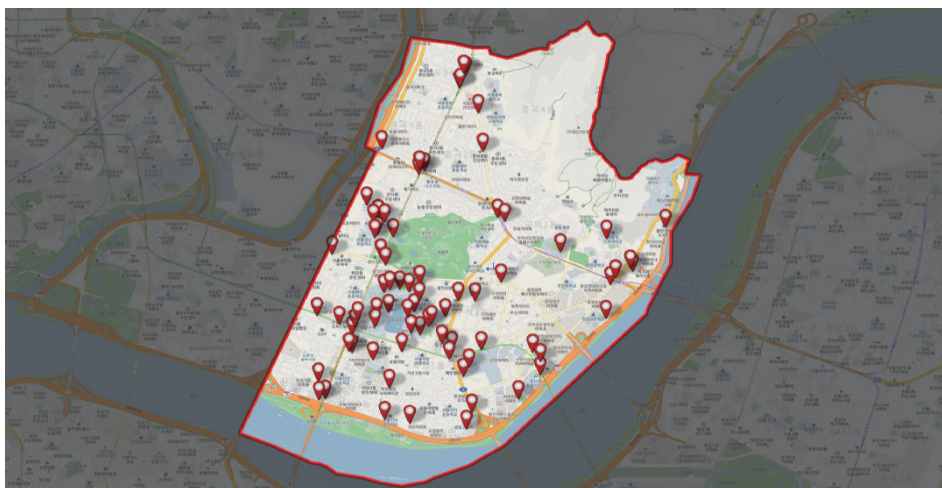


탐색적 데이터 분석 결과(EDA: Exploratory Data Analysis)

- 자전거 공기 주입기 설치 현황 분석
 - 총 76개소 81기 설치되어 있음
 - 자전거 공기 주입기 사이의 평균 거리는 약 180m
 - 행정동별 자전거 공기 주입기 개소 수의 차이가 큼



〈그림 4-2〉 행정동별 자전거 공기 주입기 설치 현황(개소)



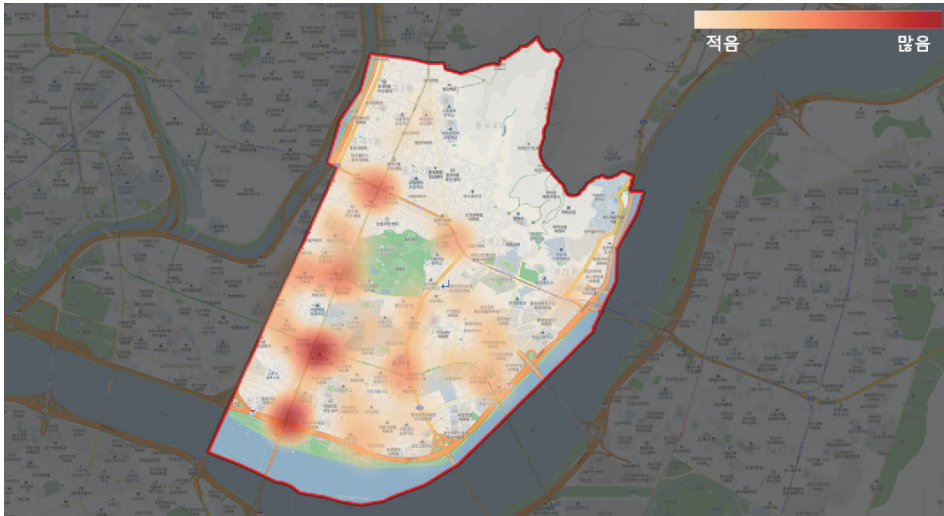
〈그림 4-3〉 자전거 공기 주입기 분포

• 서울특별시 공공 자전거 대여 이력 분석

- 광진구 내 86개 대여소에서 대여한 이력 분석

- 이상 데이터 제거 후 이용 건수 136,733건(269,913건 제거)

※ 이상 데이터: 이용 시간 0분 또는 120분(1회 대여 시 최대 이용 가능 시간) 초과, 이용 거리 0m, 속도가 3km/h 이하 또는 30km/h 초과인 데이터



〈그림 4-4〉 서울특별시 공공 자전거 대여소별 대여 이력 현황

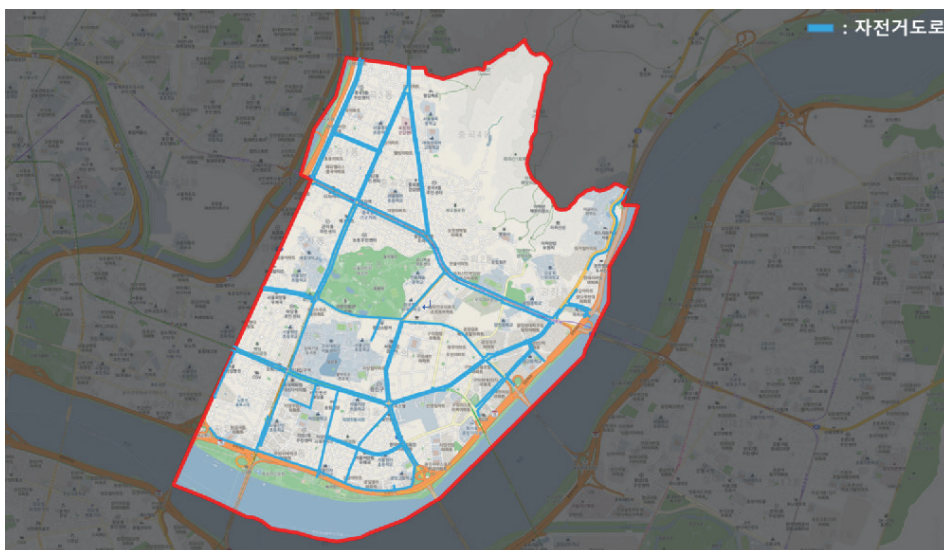
순위	대여소	대여 건수	순위	대여소	대여 건수
1	독섬유원지역 1번출구 앞	9,869	6	커먼그라운드	2,955
2	광진구청 앞	5,289	7	건대병원후문	2,955
3	군자역 7번출구 뒤	3,740	8	구의역 리버비스타 오피스텔	2,954
4	건대입구역 사거리 (롯데백화점)	3,725	9	화양 APT(횡단보도 옆)	2,666
5	건대입구역 5번출구 뒤	3,217	10	자양사거리(서원빌딩)	2,649

〈표 4-3〉 공공 자전거 월평균 대여 건수 상위 10개 대여소



• 자전거도로 현황 분석

- 위치 정보가 있는 데이터가 없어 도로 데이터 활용하여 자체 제작
- 한강 자전거도로는 광진구 관할이 아니므로 제외



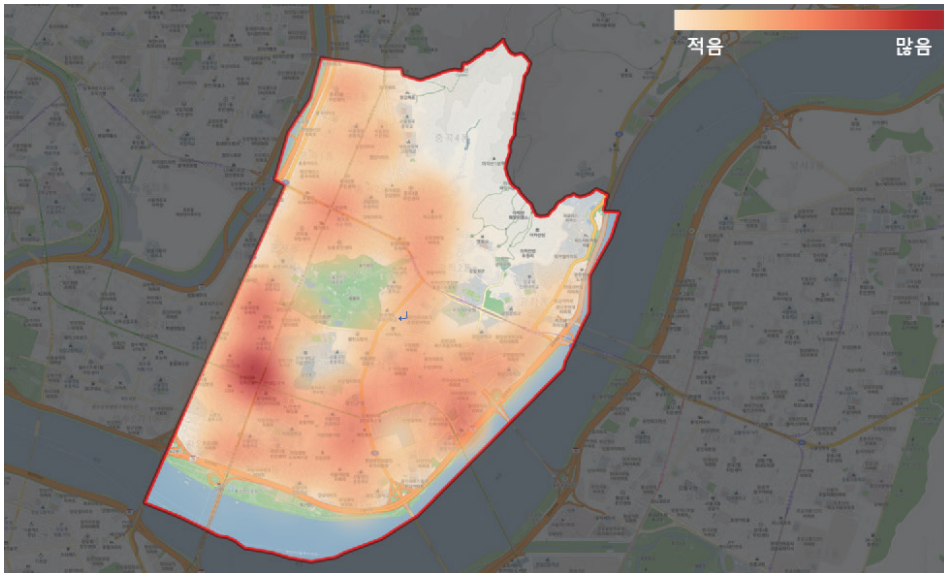
〈 그림 4-5 〉 자전거도로 현황

노선명	총연장(km)	노선명	총연장(km)
아차산로	8.6	광나루로	3.6
능동로	7.0	자양강변길	2.7
천호대로	6.4	자양변영로	1.9
자양로	4.0	독섬로	1.8
용마산로	3.7	중랑천	1.6

〈 표 4-4 〉 주요 자전거도로

• 유동 인구 현황 분석

- 지하철역(건대입구, 강변, 독섬유원지) 주변으로 유동 인구 밀집
- 건대입구역 주변 화양동 일대로 밀집



〈그림 4-6〉 월평균 유동 인구 현황

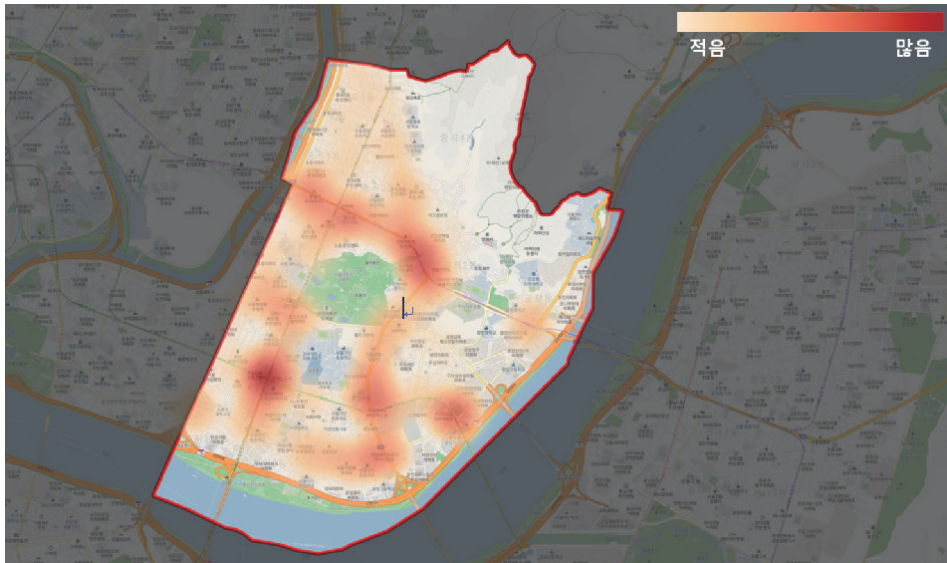
법정동(행정동)	유동 인구(명)	법정동(행정동)	유동 인구(명)
중곡동(1·2·3·4동)	16,902,873	자양동(1·2·3·4동)	24,089,227
능동	4,636,122	화양동	11,504,196
구의동(1·2·3동)	19,532,795	군자동	5,606,039
광장동	8,652,846		

〈표 4-5〉 동별 월평균 유동 인구



• 버스 정류소별 하차 승객 현황 분석

- 광진구 내 버스 정류소별 하차 승객수 분석
- 어린이대공원과 대학교 및 관공서 주변에서 하차 승객수 많음



〈그림 4-7〉 버스 정류소별 하차 승객수 현황

순위	ARS-ID	정류소명	하차 승객수(명)
1	5007	어린이대공원 후문 아차산역	69,893
2	5218	건대 로데오거리 입구	56,057
3	5229	건대입구역 사거리·건대병원	54,430
4	5175	광진구청	53,358
5	5220	영동대교 북단	50,369
6	5006	어린이대공원 후문 아차산역	50,166
7	5580	구의역 4번 출구	44,007
8	5002	군자교 입구	43,555
9	5145	광진경찰서	39,872
10	5004	군자역·용마초등학교	38,029

〈표 4-6〉 월평균 하차 승객수 상위 10개 정류소

분석 결과 요약(시각화)

• 공기 주입기 수요 계산

- 최소-최대 정규화(Min-Max Normalization)를 통해 공공 자전거 대여 건수, 버스 정류소별 하차 승객수, 유동 인구수를 0~1 사이의 값으로 변환하여 점수 칼럼 생성

$$x_{\text{정규화}} = \frac{(x - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})}$$

- 자전거 공기 주입기 사용량 데이터가 없어 회귀분석을 통한 데이터별 가중치값을 구하기 어려움. 차선택으로 기존 자전거 공기 주입기 설치 위치 및 대중교통 연동성을 고려하여 데이터별 가중치를 구함.

데이터명	가중치	데이터명	가중치
공공 자전거 점수	1.44	유동 인구 점수	1.56
버스 정류소 점수	2.30		

〈 표 4-7 〉 데이터별 가중치

- 추가로 공공 자전거 점수와 버스 정류소 점수는 거리에 따라 0점~1점의 가중치를 부여하여 거리가 멀수록 수요를 낮게 계산함

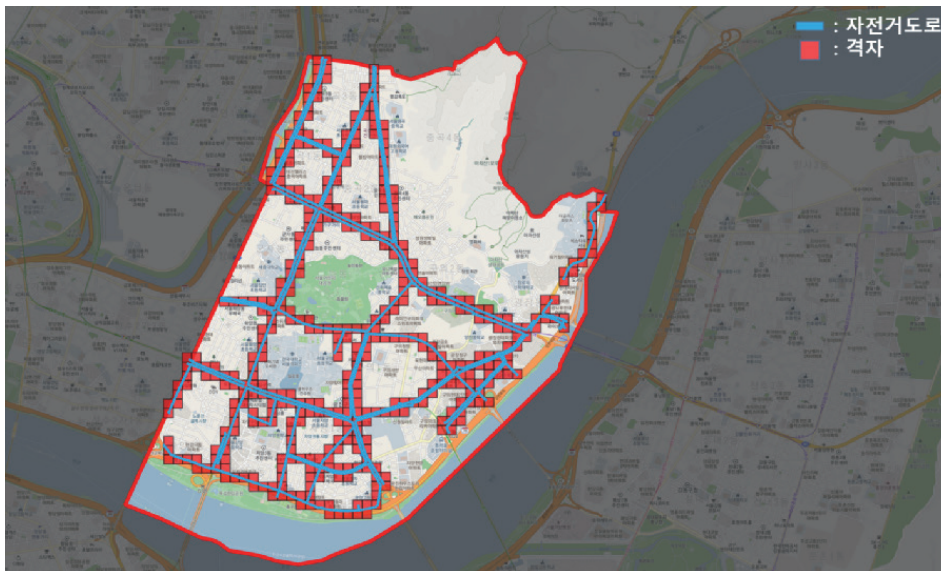
※ 자전거 공기 주입기 간 평균 거리(약 180m)를 고려하여 가중치 결정

거리	가중치	거리	가중치
0 ~ 60m	1	180 ~ 240m	0.4
60 ~ 120m	0.8	240 ~ 300m	0.2
120 ~ 180m	0.6	300m 이상	0

〈 표 4-8 〉 거리별 가중치

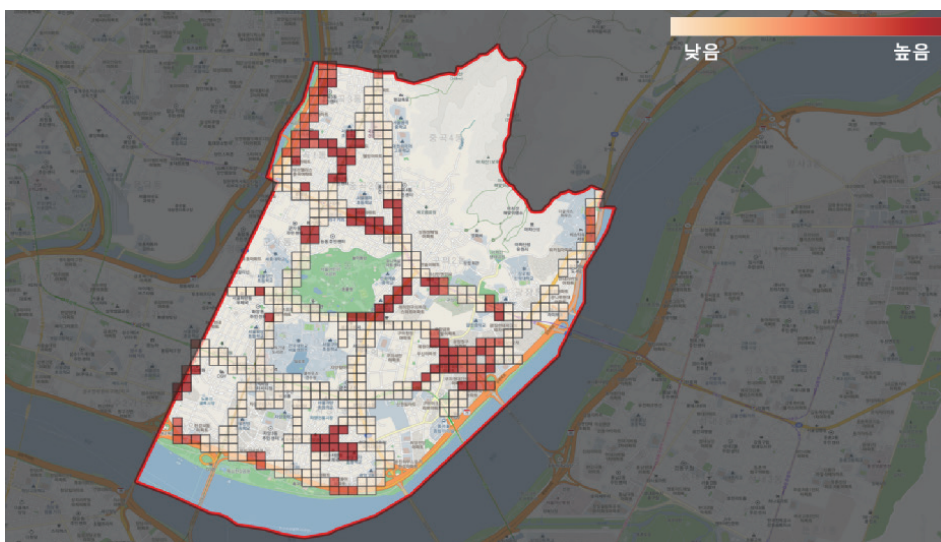


- 자전거도로가 포함된 격자를 추출하여 입지 선정에 활용



〈그림 4-8〉 자전거도로가 포함된 격자 추출

- 추출한 격자의 중심을 설치 후보지로 설정하고 반경 180m 내 수요량을 구함
- 수요량 계산식: $\text{공공 자전거 점수} \times 1.44 \times \text{거리 가중치} + \text{버스 정류소 점수} \times 2.3 \times \text{거리 가중치} + \text{유동 인구 점수} \times 1.56$
- 격자별 수요량 시각화



〈그림 4-9〉 격자별 점수 시각화

• 최대커버링입지모델(MCLP) 분석

- 목적함수: $Maximize Z = Max \sum_{i \in I} a_i y_i$

a_i : 수요지점 i 의 수요량

y_i : 수요지점 i 에 최소 한 개의 시설물로 커버되면 1, 안되면 0

시설물의 서비스를 받는 수요지점 수요량($a_i y_i$, $y_i = 1$)의 합 최대화

- 제한조건 1: $\sum_{j \in N_i} x_j \geq y_i, \forall i \in I$

N_i : 수요지와 후보지 사이의 거리가 커버리지(S)보다 작은 후보지 집합

수요지점 i 에서 커버리지 내에 시설물이 있을 때 수요지점 i 를 커버

- 제한조건 2: $y_i \in 0, 1, \forall i \in I$

- 제한조건 3: $x_j \in 0, 1, \forall j \in J$

x_j : 시설물이 j 에 설치되면 1, 안되면 0

- 제한조건 4: $\sum_{j \in J} x_j = P$

설치할 수 있는 시설물의 개수는 P 개

- 최대커버링입지모델(MCLP) 변수 설정

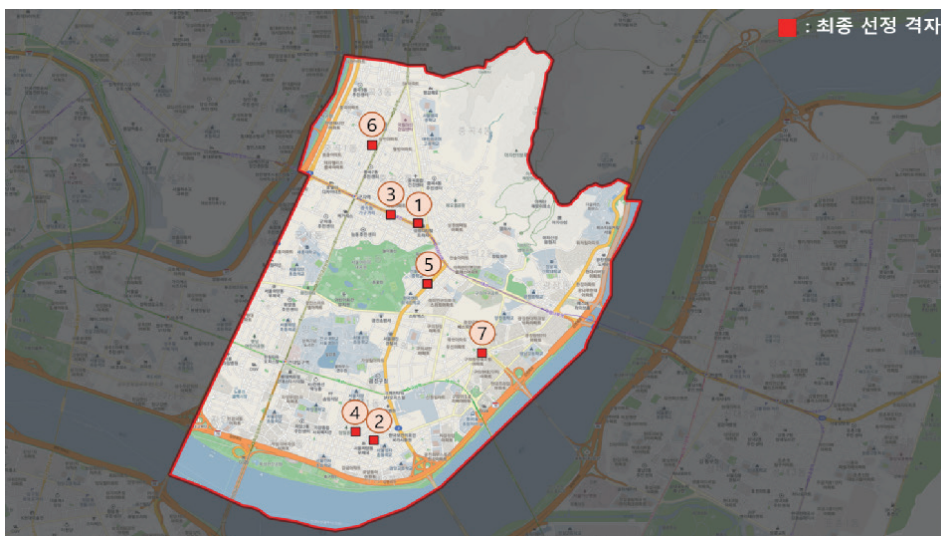
변수명	설명	값
I	자전거 공기 주입기 설치 수요지	자전거도로가 포함된 격자
J	자전거 공기 주입기 설치 후보지	
a	자전거 공기 주입기 수요량	격자별 계산값
S	자전거 공기 주입기 커버리지(m)	180
P	자전거 공기 주입기 설치 개수(기)	7

〈 표 4-9 〉 분석 변수



• 분석 결과 및 시각화

- 자전거도로가 있는 격자 428개의 중심점을 수요지 및 설치 후보지로 추출
- 수요를 최대한로 커버하는 자전거 공기 주입기 설치 최적 입지 7곳 선정
- 선정된 7개 격자 시각화



〈그림 4-10〉 MCLP 분석 결과 최종 선정 격자 시각화

순위	주소	점수
1	서울특별시 광진구 중곡동 116-9 부근	4.54
2	서울특별시 광진구 자양동 653-22 부근	4.10
3	서울특별시 광진구 능동 237-11 부근	3.87
4	서울특별시 광진구 자양동 616-30 부근	3.72
5	서울특별시 광진구 구의동 70-6 부근	2.58
6	서울특별시 광진구 중곡동 241-34 부근	1.60
7	서울특별시 광진구 구의동 199-6 부근	1.56

〈표 4-10〉 최적 입지 7곳

라 | 시사점 및 한계점



시사점

- 데이터에 기반한 자전거 공기 주입기 설치 장소 선정
 - 공공 자전거(따릉이) 대여 이력, 유동 인구, 버스 하차 승객수를 활용하여 자전거 공기 주입기 수요를 예측
 - 예측한 결과를 바탕으로 수요를 최대한 커버할 수 있는 장소를 선정하여 민원 및 담당자의 경험이 아닌 데이터에 기반한 정책 결정을 할 수 있음

한계점

- 자전거 공기 주입기 사용 데이터 부재
 - 자전거 공기 주입기 사용량 데이터 부재로 실제 수요값인 사용량에 영향을 주는 데이터 파악 및 가중치 선정이 어려워 분석의 신뢰도가 떨어질 수 있음
- 설치 장소에 대한 조건 추가 필요
 - 설치 장소에 대한 조건으로 자전거도로가 위치한 격자로만 제한을 하여 담당부서에서 검토했을 때 보도가 협소하거나 주변에 자전거 보관대가 없어 제외되는 경우가 발생
 - 자전거 관련 시설물 설치 현황이나 보도 폭 등 설치 장소 선정에 대한 제한조건을 추가하여 선정하면 활용 가능성이 높아질 것으로 보임



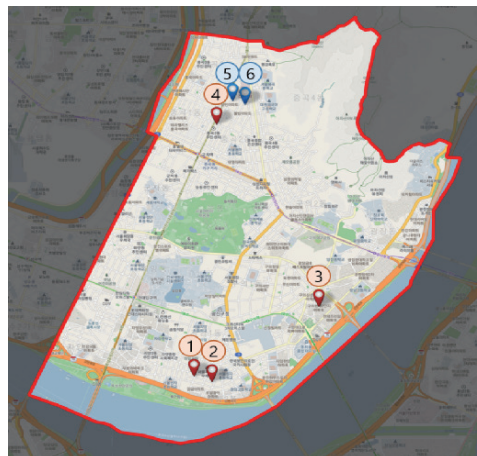
마 | 정책 활용 및 향후 계획



정책 활용 방안

- 분석 결과를 바탕으로 자전거 공기 주입기 신규 설치
 - 최종 선정된 7곳의 격자 중 설치 여건 등 담당 부서의 검토 후 4곳 선정하여 신규 설치
 - ※ 보도 협소 또는 주변에 자전거 보관대가 없어 설치가 어려운 3곳 제외
 - 2023. 3. 29. 자전거 공기 주입기 설치 완료

연번	주소	비고
1	서울특별시 광진구 자양동 616-37	빅데이터 분석 결과 활용
2	서울특별시 광진구 자양동 653-47	
3	서울특별시 광진구 구의동 199-1	
4	서울특별시 광진구 중곡동 164-5	
5	서울특별시 광진구 중곡동 30-1	
6	서울특별시 광진구 중곡동 273-2	



〈 표 4-11 〉 최종 설치 지역

향후 계획

- 자전거 공기 주입기 추가 설치 시 분석 지원
 - 향후 자전거 공기 주입기 추가 설치 시 수요에 영향을 미치는 요인 추가 발굴 및 설치 장소 제한조건을 추가하여 개선된 분석 수행
- 다른 설치물 장소 선정에 활용
 - 한정된 예산에 따라 신규 시설물의 설치 개수가 제한되어 있으므로 수요를 최대한 커버할 수 있는 장소 선정을 통해 효율적인 설치 도모
 - 자전거 공기 주입기 설치 장소 선정 분석과 유사하게 수요에 영향을 미치는 데이터 수집 및 최대 커버리징입지모델(MCLP) 분석을 통해 장소 선정 후 참고 자료로 활용