

# 견인 데이터 기반 퍼스널 모빌리티 스테이션 입지 분석 연구

심 국 용<sup>1)</sup>

한양대학교 미래자동차공학과<sup>1)</sup>

## Location Analysis for Personal Mobility Station based on Towing Data

Kookyong Shim<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Automotive Engineering, Hanyang University, Seoul 04763, Korea

**Abstract** : As of 2023, Personal Mobility(PM), represented by electric scooter, is becoming a new means of transportation beyond public transportation. However, the PM operation method is still mainly operated in a non-fixed (dockless) method, which not only hinders the beauty of the city and causes inconvenience to citizens, but also increases unnecessary costs due to towing problems in Korea. Therefore, in recent years, the need to operate PM in a fixed manner has emerged. In this study, we intend to derive the optimal location of a personal mobility (PM) station in Seongdong-gu using towing data in this situation and present a methodology. In order to extract the location and number of optimal locations for PM stations in Seongdong-gu, a MCLP model called the maximum covering model was applied. When the cover radius applied as 350m, the optimal number of PM stations was 167, showing that it was an appropriate range by covering 95.24% of the PM operation demand of Seongdong-gu. In addition, 10 final location candidates were selected by conducting K-means clustering-based location analysis after selecting high demand groups based on towing frequency in the optimal buffer. In order to increase feasibility by reflecting geographic factors, the optimal location of personal mobility (PM) stations in Seongdong-gu was derived by applying data from Ttareungyi rental stations and Seongdong-type smart shelters, and it is proposed as one of the data-based station expansion methods needed in the era of fixed-type personal mobility.

**초록** : 2023년 현재, 전동킥보드로 대표되는 퍼스널 모빌리티(PM)는 대중교통을 넘어 새로운 이동수단으로 자리잡고 있다. 하지만, 아직까지 PM 운영방식은 비고정형(독리스) 방식으로 주로 운영되어, 도시 미관 저해 및 시민들의 불편을 초래할 뿐 아니라, 한국에서는 견인 문제로 인해 불필요한 비용이 증가하고 있는 실정이다. 따라서, 최근 들어 고정형 방식으로 PM을 운영해야 한다는 필요성이 대두된다. 본 연구는 이러한 상황을 타개하고자, 견인데이터를 활용하여 성동구 내 퍼스널 모빌리티(PM) 스테이션의 최적 위치를 도출하고 방법론을 제시하고자 한다. 성동구 지역의 PM 스테이션 최적 입지의 위치 및 개수를 추출하기 위해, 최대 커버링 모델로 불리는 MCLP 모델을 적용했다. 커버 범위를 350m로 적용하였을 때 최적 PM 스테이션의 개수는 167개로 성동구의 PM 운영 수요를 95.24% 커버하여 적절한 범위임을 보였다. 또한, 최적 버퍼 내 견인 빈도 기반 고수요군을 선정한 후, K-means 클러스터링 기반 입지 분석을 진행하여 최종 입지 후보군을 10곳 선정하였다. 지리적 요소를 반영하여 실현가능성을 높이고자 따릉이 대여소와 성동형 스마트쉼터 데이터를 적용해 성동구 내 퍼스널 모빌리티(PM) 스테이션의 최적 입지를 도출했으며, 고정형 스테이션 방식의 퍼스널 모빌리티 시대에 필요한 데이터 기반 스테이션 증설 방법론 중 하나로 제안한다.

**Key words** : Personal mobility(퍼스널 모빌리티), Towing data(견인데이터), QGIS(입지분석 툴), MCLP-Maximal Covering Location Problems(최대커버링 모델), K-means Clustering(K-평균 클러스터링), Cover Radius(커버 반경)

### 1. 서론

본 연구에서는 견인데이터 기반 퍼스널 모빌리티 스테이션 입지 분석 연구를 진행하였다. 현재, 퍼스널 모빌리티 즉 PM의 주정차 위반 및 견인

사례로 인하여 시민들의 불편과 사회적, 경제적 비용이 증가하고 있다. 이는 무분별한 dockless(독리스) 방식의 PM 이용현황 때문인데, 이를 타개하고자 고정형 방식의 PM 스테이션의 필요성이 증가하고 그 목소리가 높아지고 있다.

따라서, 본 연구는 이러한 상황을 타개하고자, 견인데이터를 활용하여 성동구 내 퍼스널 모빌리티(PM) 스테이션의 최적 위치를 도출하고 방법을 제시하고자 한다.

견인 데이터셋을 적극 활용하여 공유형 PM스태이션의 최적 위치와 개수를 도출하고자, 1차적으로 커버범위, 수요정도를 고려해 MCLP 모형을 적용했다. 150m/250m/350m의 Cover Radius로 분석 결과, 350m일 때 95.24%의 커버비율을 보인 350m를 최적 버퍼로 선정했다.

최적 버퍼 내 견인 빈도 기반 고수요군을 선정하기 위해, 4타입으로 demand를 나눠 정의하고, 색깔에 따라 시각화를 진행했다.

이후, High-Very High Demand Sites 데이터를 확보하여, K-means 클러스터링을 적용한 군집 별 최적 스테이션 입지를 선정했다. 적정 군집 개수인 K값 선정의 경우, 법적 환승 거리로 버퍼를 생성하여 84개의 고수요 사이트를 커버 가능한 최소 K값으로 선정하여 경제성/효율성을 고려했다.

이렇게 하게 된다면, 성동구 PM 스테이션 입지가 선정된다. 연구를 끝낼 수도 있지만, 본 연구진은 조금 더 실현할 수 있고 지리적 요건에 부합하는 입지를 선정하고자 고민한 결과, 따릉이 대여소와 스마트쉼터 데이터를 활용했다.

기존 따릉이 대여소/스마트쉼터는 인도 폭이 4m 이상 및 시설물을 설치하기 적합한 지역에 자리 잡고 있기에, 이것들과 더욱 근접한 위치에 pm 스테이션을 두게 된다면 효율성이 높다고 판단했습니다. 따라서, 최근접 허브까지의 거리 및 벡터 분석을 이용해 최근접 위치를 탐색했고, 최종 10개의 입지를 도출할 수 있었다.

## 2. 연구의 필요성

대한민국은 이제 퍼스널 모빌리티 스테이션을 구축하려는 모습을 보이고 있다. 경기도 또한 퍼스널 모빌리티(PM) 이용의 안전 인식을 높이기 위해 적극적인 정책 사업을 진행 중이다. 크게 4

가지로, '안전한 PM 주행 도로 조성/PM 전용 주차장 조성/주차장 설계 가이드라인 보급/안전 교육 및 연수 실시'이다. 4가지 중 2가지 본 연구에서 하고자 하는 퍼스널 모빌리티 스테이션과 연관이 있다. 즉, 경기도를 포함한 지자체에서는 이미 기존 dockless 방식의 PM 운영의 단점과 한계를 인지하고 고정형 방식의 스테이션(주차구역 및 주차장)을 공급하고자 한다. 따라서, PM 스테이션의 원활한 활용을 위해 입지분석을 진행하고, 이를 초기 설치와 증설 시에 적극적으로 활용해야 하기에 본 연구는 필요하다.

해외에서는, 국가 지자체 자체적으로 퍼스널 모빌리티의 주차구역을 구축하고 있는 실정이다. 영국의 경우, 브리스톨 교통부에서 전동킥보드 운영을 위한 주차 시스템을 마련했다. 퍼스널 모빌리티의 주차구역을 인도를 넘어 도로와 노면으로 적극 확대하면서 영국의 시범구역 중 가장 높은 퍼스널 모빌리티 이용량과 주차 편의를 보여주었다.

## 3. 선행연구 분석

기존에 진행된 선행연구들을 분석했다. 각각을 자료에서 가져와서 정리하는 것이 목적이 아니라 팀에서 제안하는 목적과 비교해서 방법 또는 결론의 장점과 단점으로 분석하고자 하였다.

어떤 부분은 활용할 것이고 어떤 부분은 팀에서 새로 만들어야 하는지 연구 내용 및 방법의 범위를 결정하기 위하여 선행연구를 분석하였다. 결국, 선행연구로는 팀에서 추구하는 목적 달성이 안 되는 근거로 활용하고자 하였다.

선행연구 1) 킥보드 불법 주차 문제 해결을 위한 도착지 중심 스테이션 증설 알고리즘

선행연구 2) GIS 공간분석을 활용한 전동킥보드 대여소 입지선정

선행연구 3) 빅데이터 기반 최적 퍼스널 모빌리티 서비스지역 도출 연구

선행연구 4) Personal Mobility Station 입지 분석

선행연구 5) 공유 퍼스널 모빌리티 주차공간 입지 분석

선행연구에서 공통으로 입지 선정의 기본원리

를 찾을 수 있었다.

1) 기존 전동킥보드, 자전거(PM) 이용형태에 따른 대여소 상호연계성 고려

2) 대중교통 공공시설 등 주요 생활거점 위주로 고려

3) 횡단보도 버스정류장 건물출입구 등 보행 안전을 위한 주변환경 고려

4) 권역 내 형평성 있는 교통서비스 고려

5) 보행 교통 인근 상권을 고려한 장소 고려

6) 견인 신고 빈번 장소를 고려하여 불법 견인 발생 수 개선 고려

선행연구2에 해당하는 연구를 집중적으로 분석하였다. 본 논문의 장단점은 다음과 같다.

장점 1) 공간적 분포 이해: 그리드 밀도를 사용하면 대여소를 설치하기 전에 전동 킥보드의 수요가 어떻게 공간적으로 분포되어 있는지 이해할 수 있다. 높은 밀도를 가진 그리드 셀은 대여 수요가 많은 지역을 나타내며, 이를 고려해서 대여소를 최적의 위치에 선정할 수 있다.

장점2) 그리드 밀도를 사용하여 대여 수요가 예상보다는 낮거나 높은 지역을 식별 가능하다. 이러한 이상치나 희소 지역은 대여소 설치에 있어서 주의를 기울여야 한다.

단점 1) 그리드 이용하면 밀도를 계산하기 위해 그리드의 크기를 선택해야 한다. 그리드가 작으면 세부정보를 잃을 수 있고, 그리드가 크면 전체적인 특성을 파악하기 까다롭다. 크기를 어떻게 선정하느냐에 따라 결과에 영향을 준다.

단점 2) 데이터 부족하면 불균형한 분포로 인해 결과에 오류가 발생할 수 있다. 또한, 데이터의 정확성이 떨어진다.

#### 4. 연구 계획 설정 및 업무 구체화

1학기 종합설계 교과목을 본격적으로 마무리하며, 프로젝트 매니징 역할을 맡음으로써, 추진 일정을 구체화하였다. 비록, 중간에 변동사항이 있을지라도 실시간으로 업데이트하여 프로젝트 일정의 지연을 방지하고자 하였다. 그 결과, 비록 완벽하게 일정이 맞아떨어지는 않았지만, 효율적인 연구 운영을 이룰 수 있었다.

구분	주요내용	추진일정															
		8/1	8/2	8/3	8/4	8/5	8/6	8/7	8/8	8/9	8/10	8/11	8/12	8/13	8/14	8/15	8/16
계획	팀 구성 및 프로젝트 계획 수립	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
선행연구	프로젝트 리딩, KPI, Milestone, 중간보고, 최종보고, DISCAN 모형링 (params 서치 및 비교)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
데이터수집 및 제형	데이터수집 및 제형, 데이터 분석, 데이터 시각화, KPI 분석	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Feature engineering	이상치 처리, K-means, DBSCAN, SVM, Logistic Regression, Random Forest, XGBoost, LightGBM, CatBoost, PySpark, Hadoop, Hive, Impala, Tez, Pig, Mahout, HBase, ZooKeeper, Ambari, Cloudera Manager, Databricks, Snowflake, AWS, Azure, GCP, Oracle, SAP, Salesforce, Tableau, PowerBI, QlikView, Alteryx, SAS, IBM SPSS, SPSS Modeler, SAS Viya, SAS Analytics, SAS Visual Analytics, SAS Enterprise Miner, SAS Text Analytics, SAS Fraud Detection, SAS Risk Management, SAS Customer Intelligence, SAS Marketing Optimization, SAS Decision Management, SAS Operational Analytics, SAS Supply Chain Analytics, SAS Retail Analytics, SAS Healthcare Analytics, SAS Financial Services Analytics, SAS Government Analytics, SAS Non-Profit Analytics, SAS Energy Analytics, SAS Manufacturing Analytics, SAS Transportation Analytics, SAS Logistics Analytics, SAS Retail Analytics, SAS Healthcare Analytics, SAS Financial Services Analytics, SAS Government Analytics, SAS Non-Profit Analytics, SAS Energy Analytics, SAS Manufacturing Analytics, SAS Transportation Analytics, SAS Logistics Analytics	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
보고리듬 개발	보고리듬 개발, KPI 분석, 데이터 시각화, KPI 분석	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
모형링	모형링, K-means, DBSCAN, SVM, Logistic Regression, Random Forest, XGBoost, LightGBM, CatBoost, PySpark, Hadoop, Hive, Impala, Tez, Pig, Mahout, HBase, ZooKeeper, Ambari, Cloudera Manager, Databricks, Snowflake, AWS, Azure, GCP, Oracle, SAP, Salesforce, Tableau, PowerBI, QlikView, Alteryx, SAS, IBM SPSS, SPSS Modeler, SAS Viya, SAS Analytics, SAS Visual Analytics, SAS Enterprise Miner, SAS Text Analytics, SAS Fraud Detection, SAS Risk Management, SAS Customer Intelligence, SAS Marketing Optimization, SAS Decision Management, SAS Operational Analytics, SAS Supply Chain Analytics, SAS Retail Analytics, SAS Healthcare Analytics, SAS Financial Services Analytics, SAS Government Analytics, SAS Non-Profit Analytics, SAS Energy Analytics, SAS Manufacturing Analytics, SAS Transportation Analytics, SAS Logistics Analytics	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
모형평가	모형평가, K-means, DBSCAN, SVM, Logistic Regression, Random Forest, XGBoost, LightGBM, CatBoost, PySpark, Hadoop, Hive, Impala, Tez, Pig, Mahout, HBase, ZooKeeper, Ambari, Cloudera Manager, Databricks, Snowflake, AWS, Azure, GCP, Oracle, SAP, Salesforce, Tableau, PowerBI, QlikView, Alteryx, SAS, IBM SPSS, SPSS Modeler, SAS Viya, SAS Analytics, SAS Visual Analytics, SAS Enterprise Miner, SAS Text Analytics, SAS Fraud Detection, SAS Risk Management, SAS Customer Intelligence, SAS Marketing Optimization, SAS Decision Management, SAS Operational Analytics, SAS Supply Chain Analytics, SAS Retail Analytics, SAS Healthcare Analytics, SAS Financial Services Analytics, SAS Government Analytics, SAS Non-Profit Analytics, SAS Energy Analytics, SAS Manufacturing Analytics, SAS Transportation Analytics, SAS Logistics Analytics	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
발표자료	발표자료 준비, KPI 분석, 데이터 시각화, KPI 분석	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
중요리뷰인	중요리뷰인, K-means, DBSCAN, SVM, Logistic Regression, Random Forest, XGBoost, LightGBM, CatBoost, PySpark, Hadoop, Hive, Impala, Tez, Pig, Mahout, HBase, ZooKeeper, Ambari, Cloudera Manager, Databricks, Snowflake, AWS, Azure, GCP, Oracle, SAP, Salesforce, Tableau, PowerBI, QlikView, Alteryx, SAS, IBM SPSS, SPSS Modeler, SAS Viya, SAS Analytics, SAS Visual Analytics, SAS Enterprise Miner, SAS Text Analytics, SAS Fraud Detection, SAS Risk Management, SAS Customer Intelligence, SAS Marketing Optimization, SAS Decision Management, SAS Operational Analytics, SAS Supply Chain Analytics, SAS Retail Analytics, SAS Healthcare Analytics, SAS Financial Services Analytics, SAS Government Analytics, SAS Non-Profit Analytics, SAS Energy Analytics, SAS Manufacturing Analytics, SAS Transportation Analytics, SAS Logistics Analytics	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
리뷰제출	리뷰제출, K-means, DBSCAN, SVM, Logistic Regression, Random Forest, XGBoost, LightGBM, CatBoost, PySpark, Hadoop, Hive, Impala, Tez, Pig, Mahout, HBase, ZooKeeper, Ambari, Cloudera Manager, Databricks, Snowflake, AWS, Azure, GCP, Oracle, SAP, Salesforce, Tableau, PowerBI, QlikView, Alteryx, SAS, IBM SPSS, SPSS Modeler, SAS Viya, SAS Analytics, SAS Visual Analytics, SAS Enterprise Miner, SAS Text Analytics, SAS Fraud Detection, SAS Risk Management, SAS Customer Intelligence, SAS Marketing Optimization, SAS Decision Management, SAS Operational Analytics, SAS Supply Chain Analytics, SAS Retail Analytics, SAS Healthcare Analytics, SAS Financial Services Analytics, SAS Government Analytics, SAS Non-Profit Analytics, SAS Energy Analytics, SAS Manufacturing Analytics, SAS Transportation Analytics, SAS Logistics Analytics	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Photo. 1 Project Schedule

추가적으로 팀원별 장점을 최대화할 수 있는 R&R 또한 배분하였다. 역할 분배를 통해 3명에서 진행하는 팀 연구의 KPI를 구체화하였다.

김병현	■	데이터분석 리딩, Feature engineering, 모형링 후보치용 특성명 규정, 구분
심국용	■	프로젝트 리딩/리뷰, KPI, Milestone, 중간보고, 최종보고, DISCAN 모형링 (params 서치 및 비교)
차요한	■	데이터수집 및 제형, K-means, 모형링(params 서치 및 비교)
김형민, 심국용, 차요한	■	계획, 선행연구, 보고리듬 개발, 모형평가, 발표자료, 리뷰제출

\*용역받은 인턴들 주 역할은 의미합니다.

Photo. 2 Project Role allocation

#### 5. 데이터 정의 및 연구 흐름도

실제 PM 운영 데이터를 얻기 위해 퍼스널 모빌리티 운영사에 컨택하고자 노력하였다. 썬썬, 더스윙, 일레클, 디어 4개사와 컨택하였고 썬썬의 경우 구체적인 논의까지 오갔지만, 대학 학부생이 데이터를 얻기에는 데이터를 과제 형태로 판매하는 기업의 특성상, 진행하지 못하는 한계가 있었기에 이를 성사시키지는 못하였다.

따라서, 주어진 상황에서 가장 효과적인 연구를 진행하고 결론까지 도출하기 위해 주요 사용 데이터를 다음과 같이 정의하였다.

#### ■ 주요 사용 데이터 정의

데이터 목록	데이터 출처
서울특별시 전동킥보드 견인 현황	서울 열린데이터 광장
서울시 버스정류소 위치정보	서울 열린데이터 광장
서울교통공사 노선별 지하철역 정보	서울교통공사
성동형 스마트쉼터	스마트 성동지도
서울자전거 따릉이 대여소	스마트 성동지도

Photo. 3 Define key usage data

우선, 건인 발생 문제를 해소하고, 실제 이용자의 수요를 반영한 입지를 도출하기 위해 ‘성동구 내 공유 전동킵보드 건인데이터’를 활용했다. 서울 열린데이터 광장의 서울특별시 전동킵보드 건인 현황 데이터에서 성동구 목록을 추출하였고, 2022년 1월부터 2023년 1월까지 1개년의 6217개 데이터를 이용하였다.

나아가, 끊김 없는 Seamless한 통합모빌리티 서비스를 구축하기 위해 대중교통과의 연계성이 고려되어야 한다. 따라서, 서울시 버스정류소 위치정보와 서울교통공사 노선별 지하철역 정보 데이터를 통해 성동구에 해당하는 데이터를 추출해 활용하였다.

이 3가지 주요 데이터만으로도 충분히 입지를 도출할 수 있지만, 실제 최종 입지 선정에 있어서 설치가 가능한 지형적 요소를 추가 고려할 뿐 아니라, 기업/지자체에서 스테이션을 설치하는 만큼, 비용 효과적인 요소를 고려하고자 성동형 스마트쉼터 및 따릉이 대여소 데이터를 활용하였다.



Photo. 4 Research flow chart

연구 흐름은 크게 6단계로 요약했다. 데이터를 수집한 이후, 데이터 전처리를 통해 수집한 데이터의 위경도 좌표를 추출했다. 이후 입지분석을 위해 QGIS 환경을 구축했고 성동구 데이터를 시각화하였다.

입지분석을 위한 알고리즘으로 MCLP 모델 즉, Maximal Covering Location Problems 알고리즘을 적용해 분석하고자 하였다. MCLP 분석을 통해 최적의 Cover Radius를 선정했다. 이후, 건인 빈도 수 기반 고수요군을 4가지 섹터로 나눠 선정하였다.

도출된 입지 후보들 중에서도 중심점 및 최적점을 도출하기 위해, K-means 클러스터링을 적용해 군집별 최적 입지선정을 진행하였다. 최종적으로

로선 선정된 입지와 더불어 지형적 요소 및 기존 성동구 내 시설물 데이터를 반영해 입지 선정 타당성을 확보한 최종 입지를 도출하였다.

## 6. MCLP 모델 적용

건인 발생 문제를 해소하고 서울시 공공 건인데이터셋을 적극 활용하여, 공유형 퍼스널모빌리티 스테이션의 최적 위치와 개수를 도출하기 위해 일차적으로 커버범위와 수요 정도를 고려해 MCLP 모델을 적용하였다. MCLP 모델은 최대커버링 모델로 불리며 시설물 및 설치해야 하는 것의 개수로 해당 지역의 수요를 최대한으로 고려할 수 있는, 커버할 수 있는지를 알아내는 입지 선정 방법론 중 하나이다.

본 연구에서는 이와 같은 MCLP 모델을 성동구 지역에 적용하여, 성동구 지자체의 모든 범위를 최대한으로 커버할 수 있는 퍼스널 모빌리티 스테이션의 입지 개수와 위치를 분석하고자 하였다. 커버 반경인 Cover Radius를 150m, 250m, 350m로 구분하여 분석을 진행한 결과, Cover Radius를 350m로 적용하였을 때 최적 PM 스테이션의 개수는 167개로 성동구의 퍼스널 모빌리티 건인 및 운영 수요를 95.24% 커버하여 적절한 범위를 보였다.

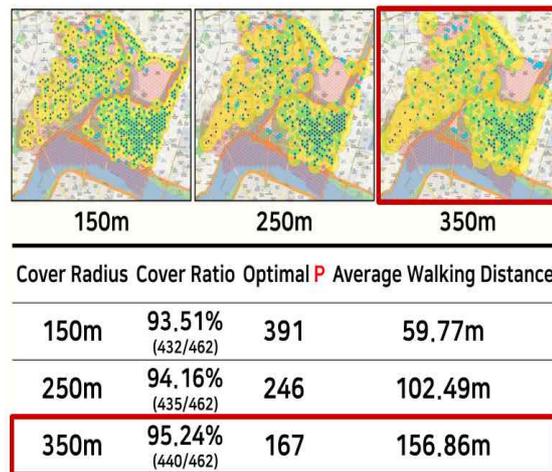


Photo. 5 Result of applying MCLP Model

1학기에 분석한 선행연구는 MCLP 모델을 적용하지 않았었지만, 하계 방학 기간 동안 본 연구를 위해 추가적인 연구방법론을 고민하였고, MCLP 모델을 적용해 성공적인 결과를 도출했다.

### 7. 실현 가능한 실제 스테이션 위치 구체화

MCLP 모델을 적용해 최적의 Cover Radius를 선정하고 최적 버퍼 내 견인 데이터 기반 고수요 군을 선정한 후, K-means 클러스터링 기반 입지 분석을 진행하였다.

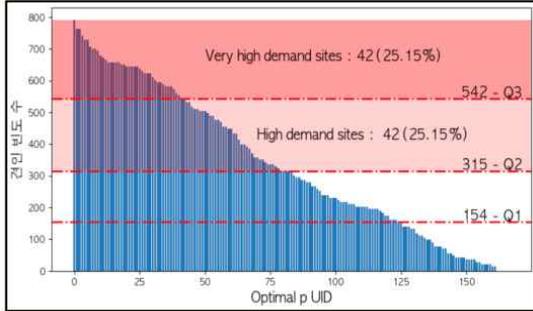


Photo. 6 Number of Tows by each optimal buffer

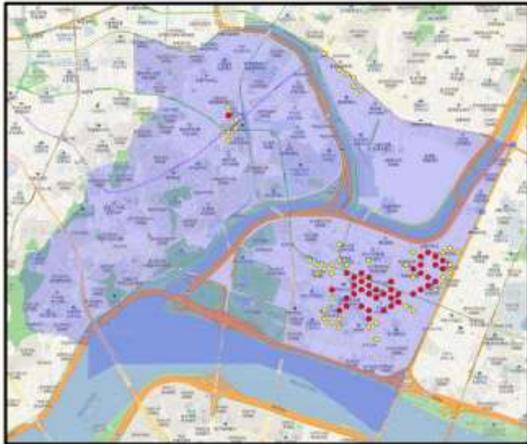


Photo. 7 High-Very High Demand Sites result

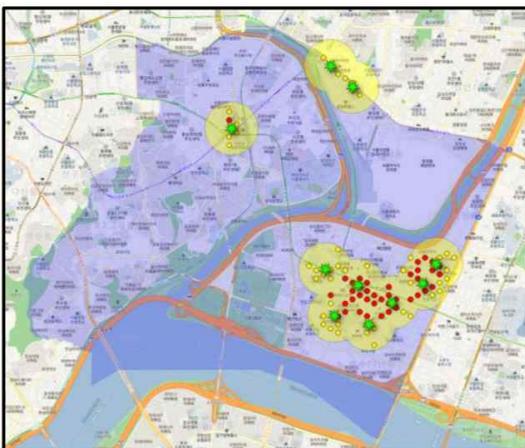


Photo. 8 Result of applying k-means clustering

이렇게 하여, 성동구 퍼스널 모빌리티(PM) 스테이션 입지 선정을 완료할 수도 있지만, 지리적으로 조금 더 실현이 가능한 최적 위치를 선정하

고자 주도적으로 고민하였다.

고민 끝에, 성동구에는 자체적인 성동형 스마트쉽터가 도입되었다는 점에 착안하였다. 버스 정류장 주변 지형적으로 완만하고 인도의 폭이 넓은 곳에 성동형 스마트쉽터를 자리해 놓은 만큼, 이 주변에 퍼스널 모빌리티 스테이션을 설치한다면, 충분히 실현가능하다고 판단했다.

또한, 따릉이 대여소와의 거리도 고려하였다. 따릉이 대여소와 멀지 않은 곳에 있다면, 공공자전거 서비스인 따릉이와도 연계될 수 있는 통합모빌리티서비스를 구축함으로써, 시민들 또한 자신의 상황에 맞는 모빌리티 서비스를 편리하게 이용할 수 있다.

따라서, QGIS로 구축한 입지분석 환경을 통해 벡터 분석 및 최근접 허브까지의 거리를 이용했고, 법적 환승 고려 거리 300m 내 성동형 스마트쉽터 혹은 따릉이 대여소와의 최근접 위치를 탐색한 결과, 최종 10개의 입지를 도출할 수 있었다.

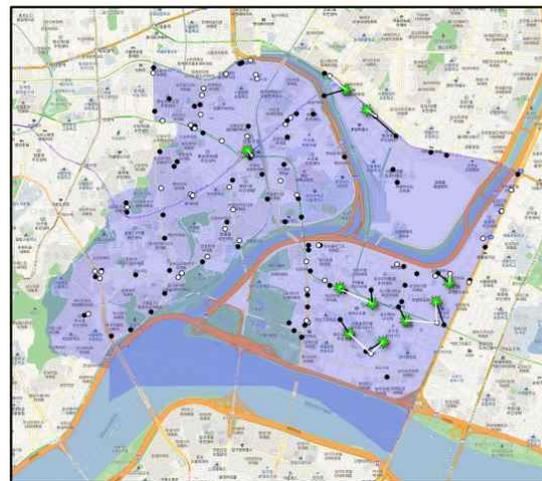


Photo. 9 Initial station selection location

정확한 지형적 요소 및 모든 고려사항을 고려한 것은 아니지만, 가용할 수 있는 조건 안에서 입지를 도출하고자 했다. 그 결과, 성동구만의 특색인 성동형 스마트쉽터 데이터 및 서울시만의 공공자전거 따릉이 데이터를 사용하여 입지선정 과정에서의 비용 및 설치 편의 효율성을 높이고 입지 분석 과정의 타당성을 높이고자 하였다.

## 8. 결 론

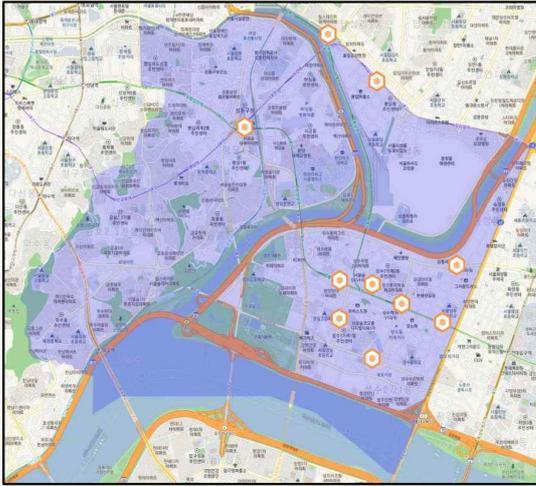


Photo. 10 Final Location Derivation Results

성동구 PM 스테이션 최적 입지
서울특별시 성동구 행당동 192-3
서울특별시 성동구 천호대로 232
서울특별시 성동구 천호대로 302
서울특별시 성동구 광나루로 311
서울특별시 성동구 아차산로 163
서울특별시 성동구 뚝섬로 377
서울특별시 성동구 아차산로 41
서울특별시 성동구 성수일로 10길 26
서울특별시 성동구 아차산로 113
서울특별시 성동구 성수일로 27

Photo. 11 List of Optimal Locations for PM Stations

- 1) MCLP 모델 적용 결과, 커버 반경을 뜻하는 Cover Radius가 350m일 때 최적 입지 개수 대비 최대 커버 성능을 보였다.
- 2) 대중교통 연계성 및 이용자 수요를 고려하여 각 최적 입지 범위 내 건인 빈도 수 기반 고수 요건을 선정하였다.
- 3) K-means 클러스터링을 활용하여, High Demand, Very High Demand 지역을 커버하는 최소 입지 10곳을 선정하였다.
- 4) 추가적으로 따릉이 대여소 및 스마트쉼터 데이터를 적용하여, 지리적 특성 및 실현가능성을 고려한 성동구 내 퍼스널 모빌리티(PM) 스테이션 최종 입지를 도출하였다.
- 5) 향후 성동구 내 퍼스널 모빌리티 스테이션 도입 및 증설 시, 해당 지역을 우선 설치하는 것으

로 기대된다.

6) 고정형 스테이션 방식의 퍼스널 모빌리티 시대에 필요한 데이터 기반 스테이션 증설 방법론을 제시하였다. 이를 지자체 및 기업에 방법론으로 제공하고자 하여 참고자료로 활용할 수 있게 하고자 한다.

7) 전동 킥보드를 세워두면 충전이 되고 앱과 연계해 사용할 수 있는 스마트 스테이션과 연계할 수 있다. 이용자에게는 할인 및 인센티브를 제공해 고정형 방식의 PM 스테이션 이용을 적극적으로 유도할 수 있다.

## 9. 고 찰

1) 서울시 전동킥보드 주차구역 현황 데이터를 활용해 기존 설치된 퍼스널 모빌리티 스테이션과 본 연구에서 도출한 스테이션의 위치를 비교하고 특징을 분석하고자 하였다. 다만, 성동구에 입각해 진행한 연구였으며, 서울시 전동킥보드 주차구역 현황 데이터 셋에는 공공 데이터인 만큼 성동구 데이터가 존재하지 않았기에, 본 활동을 수행하지 못해 아쉽다. 추가적으로 서울시 전동킥보드 주차구역 현황 데이터가 확보된다면, 본 연구에서 제안한 위치를 효과적으로 검증할 수 있다.

2) 초기 연구를 설계할 때에는 정확도 분석 방안으로 여러 가지를 고려하고자 하였다. 특히, 기존의 전동킥보드 주차장의 위치는 타당한가에 관한 연구 또한 수행하고자 하였지만, 입지분석 및 데이터 분석에 관해 지식이 부족했기에 이를 추가적으로 더 진행하지 못해 아쉽다.

3) 비록 본 연구는 퍼스널 모빌리티 스테이션을 증설하는 과정에서 데이터적 근거에 입각해 위치를 제안하는 것에 국한되었지만, 이를 다른 분야로도 적용할 수 있을 것이라 기대된다. 예를 들자면, 전기자동차의 충전소 신규 설치 및 지역의 충전소 시설 증설을 위해 사용 가능한 방법론이 될 수 있다.

## 후 기

1학기, 2학기 연계되는 미래자동차공학융합설계 교과목이었던 만큼, 많은 시행착오와 어려움이 있었다. 해보지 않았던 주제로 패기 있게 주제를 선정하고 1학기 중간발표를 진행할 때에만 해도 이 정도는 충분하겠지, 진행한다면 이런 결과가 도출될 수 있겠

지리는 생각을 했다.

하지만, 주제가 처음 해보는 시도였고 QGIS 입지 분석 툴 또한 처음 다뤄보는 것이었기 때문에 어려움이 많았다. 그럼에도 결국 팀원 2명과 힘을 합쳐 확실한 역할 배분과 최종 포스터발표까지 성공적으로 진행 완료하여 보람차다

미래자동차공학과에 4년간 재학하며 기계, 전기 전자, SW 교과목을 수강할 뿐 아니라 이번 미래자동차공학융합설계 교과목을 통해서는 데이터적 사고를 통해 모빌리티 서비스에 적용하는 연구를 진행하였다. 졸업 후, 모빌리티 산업의 종사자로 활약할 앞날이 기대된다.

### References

- J.E. Song, Y.A. Sing and Z.K. Lee, "Station Extension Algorithm Considering Destinations to Solve Illegal Parking of E-Scooters", 2023.
- J.W. Moon, D.M. Lee. "Selection of Electric Scooters' parking lot using GIS Spatial Analysis", 2021.
- S.J.Lee, S.O.Son and J.Y.Park. "dentification of optimal personal mobility service area using big data", 2021.
- N.H. Choi and J.H. Kim, "Optimizing Locations for Micro-mobility Parking Area based on User Big-data Analysis", Int. J. KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research. Vol. 43, No. 2: 195-206. 2023.
- Y.J. Yun. seoul economics, 경기도, 전동킥보드 안전사고 감소 추진 주행도로·전용주차장 설치 <https://www.sedaily.com/NewsView/1ZBRQFV4HB>. 2020.
- J.H. Son, etnews, PM 주차장 300m마다... <https://www.etnews.com/20231103000233>. 2023.
- H.K. Seong, seoul economics, 서울 강동구, 개인 이동수단 보관 스마트 스테이션 10곳 조성, <https://m.sedaily.com/NewsView/1Z2NPGLW2R>. 2020.