

서울시 스마트쉘터 우선 설치 지역 제안에 대한 연구

유상현¹, 김민정², 김윤화³, 정철희⁴, 한고은⁵

¹명지대학교 융합소프트웨어학부 학부생

²세종대학교 데이터사이언스학과 학부생

³상명대학교 지능·데이터융합학부 학부생

⁴충실대학교 정보통계보험수리학과 학부생

⁵한국공학대학교 IT경영학과 학부생

sanghyun425@naver.com, minz_s@naver.com, kyhh9124@naver.com,

cjfgml8824@naver.com, cscs963@naver.com

A Study on Proposal of the Priority Installation Area of Smart Shelter in Seoul

Sang-Hyun Yoo¹, Min-Jeong Kim², Yun-Hwa Kim³,

Chul-Hee Jung⁴, Go-Eun Han⁵

¹Dept. of Convergence Software, Myong-Ji University

²Dept. of Data Science, Se-Jong University

³Faculty of Artificial Intelligence and Data Engineering, Sangmyung University

⁴Dept. of Statistics and Actuarial Science, Soong-Sill University

⁵Dept. of IT Business Administration, Tech University of Korea

요 약

본 연구에서는 서울시에서 시범 운영을 진행 중인 스마트쉘터를 우선으로 설치해야 하는 지역을 제안한다. 행정동별 유동 인구뿐만 아니라 교통약자, 폭염, 대기오염을 고려한 클러스터링을 통해 우선순위를 부여한 서울시 스마트쉘터 설치 지역을 제안하였고, 이를 통해 스마트쉘터를 효율적으로 설치할 수 있을 것으로 기대한다.

1. 서론

서울시는 2023년에 버스정보안내단말기를 마을버스정류소 200곳에 설치하고, 2025년까지 이를 약 17~40% 확대 및 개선할 계획이다. 이를 위한 핵심은 스마트쉘터로, 정보 통신과 신재생 에너지를 활용한 미래형 버스정류장이다. 현재 2021년 8월부터 7개 지역, 10개 정류소에서 시범운영 중이며, 이 지역은 유동 인구와 버스 이용객 수 등을 고려하여 선택되었다.

이에 본 연구에서는 행정동별로 교통약자, 폭염, 대기오염을 추가 고려한 클러스터링 4가지 모델을 통해 서울시 스마트쉘터 추가 우선 설치 지역을 제안하여 우선순위를 통한 효율적인 스마트쉘터 설치를 기대할 수 있다.

2. 연구 방법

2-1. 변수 선정

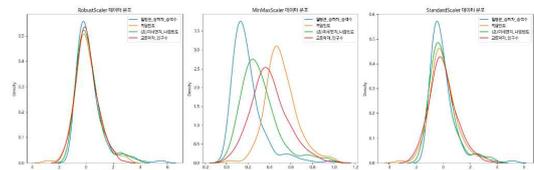
본 연구에서는 2020년부터 2022년까지의 서울시 미세먼지, 만 65세 이상, 만 12세 이하, 장애인 인구 수 데이터와 5월에서 9월까지의 폭염 데이터, 2019년부터 2023년 6월까지의 코로나 19 팬데믹 기간을 제외한 유동 인구 데이터를 수집하여 전처리하였다.

변수 간 상관관계를 분석하여 상관관계가 높은 만 65세 이상, 만 12세 이하, 장애인 인구수를 교통약자로 통합하였고, 폭염 빈도를 주요 요소로 선택하였

다. 따라서 최종적으로 월평균 승하차 승객수, 폭염 빈도, (초) 미세먼지 나쁨 빈도, 그리고 교통약자 인구를 변수로 사용하였다.

2-2. 스케일러 선정

데이터 분포에 따른 클러스터링 오류를 최소화하기 위해 StandardScaler, MinMaxScaler, RobustScaler를 <그림 1>과 같이 비교하였고, 그 중 RobustScaler가 변수 간의 분포 차이를 가장 적게 나타냈기 때문에 선택하였다.



(그림 1) 스케일러별 데이터 분포

2-3. 모델별 클러스터 수 결정

본 연구에서는 K-means, K-medoids, Gaussian, HKmeans 클러스터링 알고리즘을 사용해 최적 클러스터 수를 결정했다. 이를 위해 Elbow Method와 Silhouette score를 활용하여 각 알고리즘에 대한 최적 클러스터 수를 결정하였다. 그 결과 K-means에는 2개, K-medoids에는 3개, Gaussian에는 2개,

HKmeans에는 2개의 클러스터를 결정하였다.

2-4. 모델별 클러스터링

선정한 변수를 이용해 클러스터링을 수행했다. 본 연구에서는 스마트쉘터 담당자와의 전화인터뷰를 통해 <표 1>과 같이 가중치를 결정하여 클러스터를 결정하는 가중합 처리 과정에서 사용하였다.

<표 1> 변수별 적용 가중치

	유동인구	교통약자	폭염	대기오염
가중치	0.4	0.2	0.2	0.2

K-means 클러스터링을 진행한 후, <표 1>의 가중치를 적용한 가중합과 클러스터 내 거리 평균을 확인하여 클러스터를 결정했다. <표 2>의 결과를 통해 K-means 클러스터링에서는 Cluster 0를 선택하였다.

<표 2> K-means 클러스터링의 클러스터 결정 요소

	가중합	클러스터 내 거리 평균
Cluster 0	-33.494593	1.6967
Cluster 1	109.351774	2.7833

Gaussian Mixture Model(GMM) 클러스터링을 진행한 후, 클러스터를 결정하기 위해 <표 1>의 가중치를 적용한 가중합과 클러스터 내 거리 평균을 확인하였다. <표 3>의 결과를 통해 Gaussian Mixture Model 클러스터링에서는 Cluster 1을 선택하였다.

<표 3> GMM 클러스터링의 클러스터 결정 요소

	가중합	클러스터 내 거리 평균
Cluster 0	73.273911	2.3956
Cluster 1	2.583270	2.0379

HKmeans 클러스터링을 진행한 후, 클러스터를 결정하기 위해 <표 1>의 가중치를 적용한 가중합과 클러스터 내 거리 평균을 확인하였다. <표 4>를 통해 HKmeans 클러스터링에서는 Cluster 0을 선택하였다.

<표 4> HKmeans 클러스터링의 클러스터 결정 요소

	가중합	클러스터 내 거리 평균
Cluster 0	-10.687816	1.9866
Cluster 1	86.544996	2.3630

K-Medoids 클러스터링을 진행한 후, 클러스터를 결정하기 위해 <표 1>의 가중치를 적용한 가중합과 클러스터 내 거리 평균을 확인하였다. <표 5>를 통해 K-Medoids 클러스터링에서는 Cluster 0을 선택하였다.

<표 5> K-Medoids 클러스터링의 클러스터 결정 요소

	가중합	클러스터 내 거리 평균
Cluster 0	-35.404320	1.4769
Cluster 1	34.544447	1.9811
Cluster 2	76.717054	2.4204

3. 연구 결과

3-1. 군집화 결과와 행정동 순위

총 4개의 군집에서 공통된 행정동을 추출하여 가중치에 따라 순위를 매겼다. 이 과정을 거쳐 총 30개의 행정동이 선정됐다.

3-2. 유동인구 중요성 확인

우선, 유동 인구가 스마트쉘터 설치에 가장 중요한 요소다. 회기동, 능동, 이태원2동이 유동 인구 상위 3개 행정동으로 선정됐다. 이 지역의 스마트쉘터는 유동 인구가 많으므로 버스정류장 옥외/옥내 광고나 공공예술 공간으로 활용하는 것이 효과적이다.

3-3. 폭염 빈도에 따른 지역 특성

폭염 빈도를 고려한 상위 지역으로 염리동, 동화동, 이태원2동이 선택되었다. 이들 지역의 스마트쉘터는 폭염 대비를 위해 냉방 시스템 또는 태양광 발전을 활용한 조명 시스템과 같은 기능이 필요하다.

3-4. 대기오염 지역 특성

대기오염 상위 지역으로는 개포3동, 신당동, 신길4동이 선정되었다. 해당 지역의 스마트쉘터 설치 시 대기질 측정기나 대기질 정보 전광판 등의 설비가 필요하다는 결론을 내렸다.

3-5. 교통약자 중심 지역 특성

교통약자 상위 지역으로 잠실4동, 미아동, 상계8동이 선정되었다. 이 지역은 교통약자를 위한 음성 안내 시스템과 저상 버스 정보 제공과 같은 서비스를 중점으로 제공해야 한다.

4. 결론

스마트쉘터는 도시 문제 해결을 목표로 하는 공공 시설로, 시민의 삶의 질 향상과 사회 포괄성 증진을 추구한다. 특히, 만 65세 이상, 만 12세 이하, 장애인 등 교통약자를 고려하여 정보제공과 안전강화 기능을 일부 지역에 적용하며, 양극화 문제 일부를 해결하는데 이바지한다. 대기환경 측정소의 확충은 실시간 대기 질 모니터링과 빅데이터 분석을 통해 체계적인 대기 질 대책 수립과 서비스 개선을 지원한다 [1].

추후 정류소 설치연도 데이터를 확보하면, 노후 정류소 정비를 우선 고려할 수 있다. 또한, 보도 폭과 지하매설물 설치 상황과 같은 구체적 설치 고려 사항을 조사해야 한다. 광고 효과를 평가하고 경제적 지속성을 확인해 서비스를 장기적으로 유지한다면 스마트쉘터의 역할을 확장할 수 있을 것이다.

* 이 논문은 2023년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국데이터산업진흥원-2023데이터청년캠퍼스 지원을 받았습니다.

참고문헌

[1] 최희원(Heewon Choi),고병현(Byunghyun Ko),원동욱(Donguk Won),여하영(Hayoung Yeo),and 윤원주(Wonjoo Yun). "공공데이터 분석을 통한 스마트 버스정류장 최적입지 선정 : 창원시를 사례를 중심으로." 글로벌경영연구 = Journal of global business research 33.2 (2021): 17-33.