

MCLP 모델을 이용한 은평구, 마포구, 서대문구 노인 복지 시설 재배치 지도 제작

김서진 · 김승준 · 이준영A · 조자룡

하나고등학교

Finding Map of the Redistributed Welfare Facilities for the Elderly in Eunpyeong-gu, Mapo-gu, and Seodaemun-gu using MCLP Model

Seo-Jin Kim · **Seung-Jun Kim** · **Jun-Yeong Lee** · **Ja-Ryong Cho**

Hana Academy Seoul

Abstract As Korea enters an aging society, discussions are taking place on the accessibility of medical welfare facilities needed by the elderly. However, most of the studies did not deal with the specificity of one region. Therefore, this study aims to stabilize the accessibility by relocating medical welfare facilities in the region, especially targeting Eunpyeong-gu, Mapo-gu, Seodaemun-gu. To this end, the difference in facility accessibility between densely populated areas and sparse areas was minimized by investigating the number of people eligible for those facilities in each region and calculating the population and accessibility figures for public transportation by the region using MCLP model. As a result, a map of redistributed facilities was drawn through a model that optimized the difference in access to medical welfare facilities by region. This study proposed a method of mitigating the difference in accessibility of facilities between regions through the applied MCLP model, which suggests that it can be used in future studies targeting other regions.

Key words: MCLP, Accessibility, Medical welfare facility, Rearrangement

1. 서론

최근 몇 년간 급격한 노인 인구의 증가로 대한민국은 고령화 사회를 넘어 고령 사회에 진입하였다. 이에 따라 노년층에게 필요한 의료 시설과 복지 시설의 접근성에 대한 논의는 계속되어 왔으나(홍현미라, 2008), 그 논의는 어느 한 지역의 특수성과 개별성을 고려하지 않은 보편적인 연구에 머물러 있다.

또, 전세계적으로 노년층이 전체 인구에서 차지하는 비율이 높아짐에 따라 ‘돌봄의 연속성(continuum of care)’이라는 개념이 등장하였다. 돌봄의 연속성이란 노년층의 욕구에 따라 필요한 의료, 보건, 복지 서비스가 적절하게 제공되는 것을 뜻하는 용어이다(Liebowitz & Brody, 1970). 이러한 관점에서 돌봄의 연속성을 실현하기 위해 의료, 보건, 복지 모두를 보장할 수 있는 노인 의료 복지 시설의 접근성에 대한 논의는 복지사회의 구축을 위해 필수적이다.

최대 커버링 입지 문제(Maximal Covering Location Problems; MCLP) 모델을 사용해 편의 시설을 재배치하고자 하는 시도는 줄곧 이루어져 왔다. 최경인 & 문지훈(2024)에 따르면, MCLP 모델의 핵심 목적은 재배치 대상 선정 기준에 따라 도출된 표적 시설을 가능한 한 많은 수요를 포함하는 면적 내에 최적 입지시키는 것이다.

본 연구는 은평구, 마포구, 서대문구의 노인 대상 의료 복지 시설의 수용 가능 인원을 각 시설이 감당할 수 있는 지역의 반경으로 가정하고 각 구별 자치동의 대중교통(버스, 지하철) 접근성 수치를 MCLP 모델에서의 가중치로 설정하여 각 자치구의 노인 의료 복지 시설 분포에 따른 시설 접근성 편차를 최소화하는 입지 시나리오를 제시하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1. MCLP(Maximal Covering Location Problem)

최대 커버링 입지 문제(MCLP) 모델은 특정 제약 조건 하에 목적 함수를 최대화하는 알고리즘이다. 최적 배치와 같이 자원의 효율적 분배가 중요한 상황에서 자주 사용된다. MCLP의 목적 함수와 제약 조건은 아래와 같다 (Zarandi et al, 2011).

$$\begin{aligned} \text{Maximize } Z &= \text{Max} \sum_{i \in I} a_i y_i \\ \text{Condition 1: } \sum_{j \in N_i} x_j &\geq y_i, \quad \forall i \in I \\ \text{Condition 2: } y_i &\in \{0, 1\}, \quad \forall i \in I \\ \text{Condition 3: } x_j &\in \{0, 1\}, \quad \forall j \in J \\ \text{Condition 4: } \sum_{j \in J} x_j &= P \end{aligned}$$

MCLP 모델을 사용해 실생활 속 최적 입지 선정 문제를 해결한 선행 연구는 특히 대한민국에서 활발한 것으로 나타났다. 김지윤 외(2023)는 서울시 안심귀가 서비스의 효율적인 운영을 위해 MCLP를

활용하여 만남 거점의 최적 입지를 제안하였다. 이 연구는 서울 관악구를 사례로 설정하여 대중교통 정류장을 주요 후보지로 삼고, 서비스 이용자의 실제 수요를 반영하기 위해 20~30대 여성의 최종 하차 인구와 생활 인구 데이터를 결합하였다. 그 결과, 기존 만남 거점의 개수를 유지하면서도 서비스의 잠재적 수요 충족량을 51.4% 증가시키고, 서비스 제공 권역을 약 16% 확장할 수 있음을 보였다. 이는 MCLP 모델이 제한된 자원을 기반으로 안전 서비스의 효율성을 극대화하는 데 효과적임을 입증하며, 공공 안전 서비스에서 공간적 불균형을 해결할 수 있는 가능성을 제시한다.

2.2. 대중교통 접근성 수치

$$W_t = k \times B + (1 - k) \times S$$

W_t : 교통 가중치 (Traffic Weight)

$$B_d(\text{개}/\text{km}^2) = \frac{\text{동별버스개수(개)}}{\text{동면적}(\text{km}^2)}$$

$$B = B_d \times \frac{1}{\max(B_d)}$$

$$k = \frac{(\text{버스 이용 선호도})}{(\text{버스 이용 선호도}) + (\text{지하철 이용 선호도})} = \frac{1}{5.5}$$

$$S_d(\text{개}/\text{km}^2) = \frac{\text{동별지하철노선수(개)}}{\text{동면적}(\text{km}^2)}$$

$$S = S_d \times \frac{1}{\max(S_d)}$$

위의 대중교통 접근성 수치는 각 지역의 가중치를 의미한다. 교통 접근성 수치가 높을수록 해당 지역에 노인 복지시설을 적게 배치해야 함을 의미한다. 본 연구는 노인 복지 시설의 효율적 배치에 주안을 두고 있기에, 교통이 원활할수록 65세 이상의 노인의 이동이 수월하기 때문에 수용인원이 적절한 노인 복지시설을 소수만 배치해도 된다는 의미이다. 이러한 기준에 따라 대중교통 접근성 수치의 식을 구성했는데, 이때 사용한 대중교통은 65세 이상 노인이 2023년 서울시의 교통 카드 데이터를 기준으로 전체의 83% 이상 활용한 버스와 지하철로 설정했다. 이와 같이 이용 가능한 대중교통을 버스와 지하철로 국한해 식을 구성했을 때, 지하철의 이용횟수가 버스의 이용횟수보다 4.5배 많다는 점을 고려해서 버스 이용 선호 비율 상수(k)을 계산했다. 버스 이용 선호 비율은 버스 이용 선호도를 지하철 이용 선호도와 버스 이용 선호도의 합으로 나눈 값으로 정의했다. 또한 동별 면적이 다르기 때문에 해당 동에 개통되어 있는 지하철 노선과 버스 역의 개수를 면적으로 나누어 교통 밀도를 구함으로써, 비교가 용이하도록 하였다. 이후 교통 밀도의 값을 0에서 1사이의 값으로 조정하기 위해 정규화를 진행했다. 정규화의 과정은 각 교통 밀도 값을 해당 자료의 최대값으로 나누는 방식으로 계산하였다. 위와 같은 방법으로 변수들을 조합하여 대중교통 접근성 수치의 식을 완성하였다.

3. 연구 방법 및 절차

3.1. 연구 방법

현재 은평구, 마포구, 서대문구 인구의 특성과 각 구의 면적, 복지시설 수에 대한 통계자료를 구한다. 서울시의 구별 인구수를 조사하고, 65세 이상의 고령인구 수를 파악해 보니 은평구와 마포구, 서대문구는 모두 65세 이상의 노인 비율이 높은 편에 속하였고 연구를 진행하기에 적합하다고 생각하였다. 연구를 진행하기 위해 은평구, 마포구, 서대문구의 각 구의 면적, 동별 면적, 동별 인구수, 복지시설 수, 대중교통 수 등에 대한 통계자료를 구했다. 이후 복지 시설이 최대의 효율을 가질 수 있게 재배치를 할 계획을 세웠다. 이를 위해 동별 지하철역 수, 동별 버스 정류장 수, 동별 복지시설의 수용인원 수를 기반으로 각 복지시설의 가중치를 부여하였으며, MCLP를 이용해 각 지역에서 최적의 위치를 재배치하여 지도에 시각화하였다.

3.2. 연구 절차

본 연구는 다음과 같은 절차로 진행되었다. 연구는 먼저 은평구, 서대문구, 마포구의 자치동별 특성을 조사하고 연구 주제와의 연관 정도를 고려하여 가중치를 설정한 후, 다음으로 각 자치구의 특성을 고려하여 자치구별 최적의 의료 복지 시설 재배치 지도를 제작하였다. 먼저 연구의 대상으로 정한 3개의 자치구들의 인구 특성에 대한 가중치를 설정한 과정은 다음과 같다. 첫째, 자치구의 특성을 대중교통 접근성과 시설 적합성의 2가지 측면으로 나누어 각 자치구의 자치동별 지하철역 당 지하철 노선 개수, 버스 정류장 개수를 대중교통 접근성에 관한 특성으로, 모든 의료 복지 시설의 최대 수용 가능 인원을 시설 적합성에 관한 특성으로 분류했다. 이에 대한 통계 자료를 수집하기 위해 각 자치구의 구청 웹사이트에 있는 ‘공공데이터개방’ 란과 자치구별 ‘열린데이터광장’을 이용했다. 둘째, 각 자치구의 특수성을 고려하며 버스 정류장 개수를 가중치 계산에 적용하는 과정에서 자치동별 면적에 따른 불균형을 배제하기 위해 각 동별 면적에 대한 자료를 조사하고 버스 정류장 개수를 면적으로 나누었다. 셋째, 대한민국 65세 이상 노년층의 버스와 지하철 사용 비율을 사용해 버스, 지하철 사용 선호도 수치를 각각 계산한다. 넷째, 동별 버스 정류장 수와 동별 지하철역 당 지하철 노선 개수를 각각 동별 면적으로 나누어 각 자치동 당 버스 및 지하철에 대한 접근성 변수를 설정하고 앞서 계산한 선호도 수치를 각각 곱하여 동별 대중교통 접근성 수치를 계산한다.

이후 MCLP 모델을 이용해 최적의 의료 복지 시설 위치를 입지를 확정한 과정은 다음과 같다. 첫째, 교통 접근성(가중치 수식)을 바탕으로 동별로 들어갈 시설 개수를 정하고, 필요 시설 개수가 현재 시설 개수보다 많을 때, 그 차이만큼의 시설을 이미 있는 시설들의 최대 수요 가능 인원의 평균값으로 어렵하여 추가한다. 둘째, 필요한 개수만큼의 시설을 지도에 임의로 나타내고 최대 수용 가능 인원에 따라 원의 크기를 조정한다. 셋째, MCLP 알고리즘을 반복적으로 시행하여 커버리지 수치가 커지는 방향으로 수요 지점의 위치를 조정한다. 넷째, 커버리지 수치가 최대가 될 때의 노인 의료 복지 시설들의 위치를 지도에 나타내고 이를 입지 최적화 지도라고 한다.

4. 연구 결과

버스 이용에 대한 대중교통 접근성 수치를 계산하기 위해 은평구, 마포구, 서대문구의 동별 버스 정류장 개수와 동별 면적을 조사하고 버스 정류장의 개수를 동별 면적으로 나누어 각 동별로 버스 정류장의 밀도를 계산했다. 밀도 계산식은 아래와 같다.

$$\text{Bus Station Density} = \frac{\text{Number of bus stations}}{\text{District area}}$$

Table 1. Number of Bus Stations and Bus Station Density for each Districts in Eunpyeong-gu

District	Number of Bus Stations	District Area(km ²)	Bus Station Density
Gal-hyeon Dong	45	1.93	23.316
Gu-san Dong	16	1.38	11.594
Noek-bon Dong	20	1.79	11.173
Dae-jo Dong	23	0.85	27.059
Bul-Guang Dong	35	4.51	7.7605
Su-saek Dong	12	1.29	9.3023
Shin-sa Dong	33	1.84	17.935
Yeok-chon Dong	28	1.16	24.138
Eung-am Dong	52	2.61	19.923
Jeung-san Dong	2	0.81	2.4691
Jin-gwan Dong	56	11.53	4.8569
Total	322	29.7	10.842

Table 2. Number of Bus Stations and Bus Station Density for each Districts in Seodaemun-gu

District	Number of Bus Stations	District Area(km ²)	Bus Station Density
----------	---------------------------	---------------------------------	---------------------

Nam-gaja Dong	34	1.28	26.772
Buk-gaja Dong	34	1.39	24.460
Buk-ahyun Dong	19	0.46	41.304
Shin-chon Dong	28	2.63	10.646
Yoen-hyi Dong	36	3.05	11.803
Chun-yeon Dong	9	0.97	9.2784
Chung-hyun Dong	35	1.08	32.407
Hong-en Dong	63	3.64	17.308
Hong-je Dong	67	3.11	21.543
Total	325	17.6	18.466

Table 3. Number of Bus Stations and Bus Station Density for each Districts in Mapo-gu

District	Number of Bus Stations	District Area(km ²)	Bus Station Density
Gong-deok Dong	23	1.01	22.772
Dae-heung Dong	21	0.88	23.864
Do-ha Dong	21	0.62	33.871
Mang-one Dong	26	1.81	14.365
Sang-am Dong	51	1.69	6.0714
Seo-gang Dong	34	1.45	23.448
Seo-gyo Dong	37	1.65	22.424
Sung-san Dong	37	2.15	12.892
Shin-su Dong	14	0.78	17.949
A-hyun Dong	11	0.76	14.474
Yeon-nam Dong	14	0.65	21.538
Yeom-li Dong	13	0.43	30.233
Yong-gang Dong	9	0.84	10.714
Hap-jeong Dong	20	1.69	11.834

Total	331	13.884
-------	-----	--------

다음은 지하철 이용에 대한 접근성 수치를 계산하기 위해 은평구, 마포구, 서대문구의 동별 지하철 노선 개수를 앞서 조사한 동별 면적으로 나누어 단위 면적 당 지하철 노선 개수를 계산했다. 계산식은 아래와 같다.

$$\text{Subway Line Density} = \frac{\text{Number of subway lines in district}}{\text{district Area}}$$

Table 4. Number of Subway Lines and Subway Line Density for each Districts in Eunpyeong-gu

Districts	Number of		Subway Line Density
	Subway Lines	District Area(km ²)	
Gal-hyeon Dong	2	1.93	1.0363
Gu-san Dong	1	1.38	0.72464
Noek-bon Dong	1	1.79	0.55866
Dae-jo Dong	4	0.85	4.7059
Bul-Guang Dong	5	4.51	1.1086
Su-saek Dong	1	1.29	0.77519
Shin-sa Dong	1	1.84	0.54348
Yeok-chon Dong	1	1.16	0.86207
Eung-am Dong	3	2.61	1.1494
Jeung-san Dong	4	0.81	4.9583
Jin-gwan Dong	1	11.53	0.086730
Total	24		

Table 5. Number of Subway Lines and Subway Line Density for each Districts in Seodaemun-gu

Districts	Number of		Subway Line Density
	Subway Lines	District Area(km ²)	
Nam-gajwa Dong	1	1.28	0.78125
Buk-gajwa Dong	2	1.39	2.8777
Buk-ahyun Dong	1	0.46	2.1739

Shin-chon Dong	1	2.63	0.76046
Yeon-hui Dong	2	3.05	1.3115
Cheon-yeon Dong	1	0.97	1.0309
Chung-hyun Dong	1	1.08	1.7857
Hong-eun Dong	2	3.64	1.6667
Hong-je Dong	1	3.11	3.125
Total	17		

Table 6. Number of Subway Lines and Subway Line Density for each Districts in Mapo-gu

Districts	Number of		Subway Line Density
	Subway Lines	District Area(km ²)	
Gong-deok Dong	10	1.01	9.9010
Dae-heung Dong	1	0.88	1.1364
Do-ha Dong	5	0.62	8.0645
Mang-one Dong	3	1.81	1.6575
Sang-am Dong	4	8.4	0.47620
Seo-gang Dong	4	1.45	2.7586
Seo-gyo Dong	10	1.65	6.0606
Sung-san Dong	4	2.15	1.8605
Shin-su Dong	3	0.78	3.8462
A-hyun Dong	1	0.76	1.3158
Yeon-nam Dong	5	0.65	7.6923
Yeom-li Dong	4	0.43	9.3023
Yong-gang Dong	2	0.84	2.3810
Hap-jeong Dong	3	1.69	1.7751
Total	59		

이때 노년층의 버스 또는 지하철 선호도를 대중교통 접근성 수치에 반영하기 위해 노년층의 대중교통 이용 비율을 조사한 결과 65세 이상 노인의 연간 대중교통 이용 횟수는 버스가 4719만 2095건 (18%), 지하철이 2억 1323만 6682건(82%)로 지하철 이용 횟수가 약 4.5배 더 많은 것으로 나타났다.

이에 버스 선호도(k)를 총 대중교통 이용 횟수에 대한 버스 이용 횟수로 두어 계산했다.

$$\text{Bus Preference } k = \frac{\text{Bus Usage of Elderly in 2023}}{\text{Public Transport Usage of Elderly in 2023}} \approx 0.182$$

마지막으로 각 자치동별 대중교통 접근성 수치를 계산하기 위해 이론적 배경에서 언급한 식을 사용했다. 이를 위해 각 자치구별로 자치동별 버스 및 지하철 밀도를 각각의 최댓값으로 나누어 모든 값을 0에서 1 사이의 값으로 한정시키는 정규화 과정을 거쳤다.

$$\text{Bus Availability } B = \frac{\text{Bus station density for each district}}{\text{Maximum value of bus station density}}$$

$$\text{Subway Availability } S = \frac{\text{Subway line density for each district}}{\text{Maximum value of bus station density}}$$

이후 k값에 따른 버스 및 지하철 사이의 가중을 더하여 대중교통 접근성 식을 제작했다.

$$\text{Public Transport Availability } A = kB + (1 - k)S$$

각 자치동별로 계산한 최종적인 대중교통 접근성 수치는 아래 표와 같다.

Table 7. Public Transport Availability Value for each District in Eunpyeong-gu

Districts	Public Transport Availability Value
Gal-hyeon Dong	0.3284
Gu-san Dong	0.198
Noek-bon Dong	0.1676
Dae-jo Dong	0.9615
Bul-Guang Dong	0.2358
Su-saek Dong	0.1909
Shin-sa Dong	0.2106
Yeok-chon Dong	0.305
Eung-am Dong	0.3243
Jeung-san Dong	0.8348
Jin-gwan Dong	0.047

Table 8. Public Transport Availability Value for each District in Seodaemun-gu

Districts	Public Transport Availability Value
Nam-gajwa Dong	0.6052
Buk-gajwa Dong	1.903

Buk-ahyun Dong	1.538
Shin-chon Dong	0.5213
Yeon-hui Dong	0.8701
Cheon-yeon Dong	0.684
Chung-hyun Dong	1.2567
Hong-eun Dong	0.2476
Hong-je Dong	0.2967

Table 9. Public Transport Availability Value for each District in Mapo-gu

Districts	Public Transport Availability Value
Gong-deok Dong	1.4589
Dae-heung Dong	0.2815
Do-ha Dong	1.2705
Mang-one Dong	0.3009
Sang-am Dong	0.0969
Seo-gang Dong	0.4983
Seo-gyo Dong	0.9386
Sung-san Dong	0.3204
Shin-su Dong	0.6156
A-hyun Dong	0.2553
Yeon-nam Dong	1.1541
Yeom-li Dong	1.4181
Yong-gang Dong	0.3789
Hap-jeong Dong	0.3032

마포구와 서대문구의 경우 행정동과 법정동의 차이가 커 동별 대중교통 접근성 수치를 대입하기 어려운 측면이 존재하여 부득이하게 은평구의 노인 의료 복지 시설 재배치 지도만을 제작하기로 하였다. 은평구의 노인 의료 복지 시설 재배치 지도를 제작하기 위해 은평구의 의료 복지 시설의 위도와 경도를 조사하여 최대 수용 가능 인원에 따라 지도에 표시한 결과는 아래와 같다. 또, Python의 folium

라이브러리를 이용해 지도에 표현한 원을 pyplot.scatter 모듈을 이용해 표현한 결과도 아래에 첨부하였다.

Figure 1. Senior Medical Welfare Facilities in Eunpyeong-gu in map

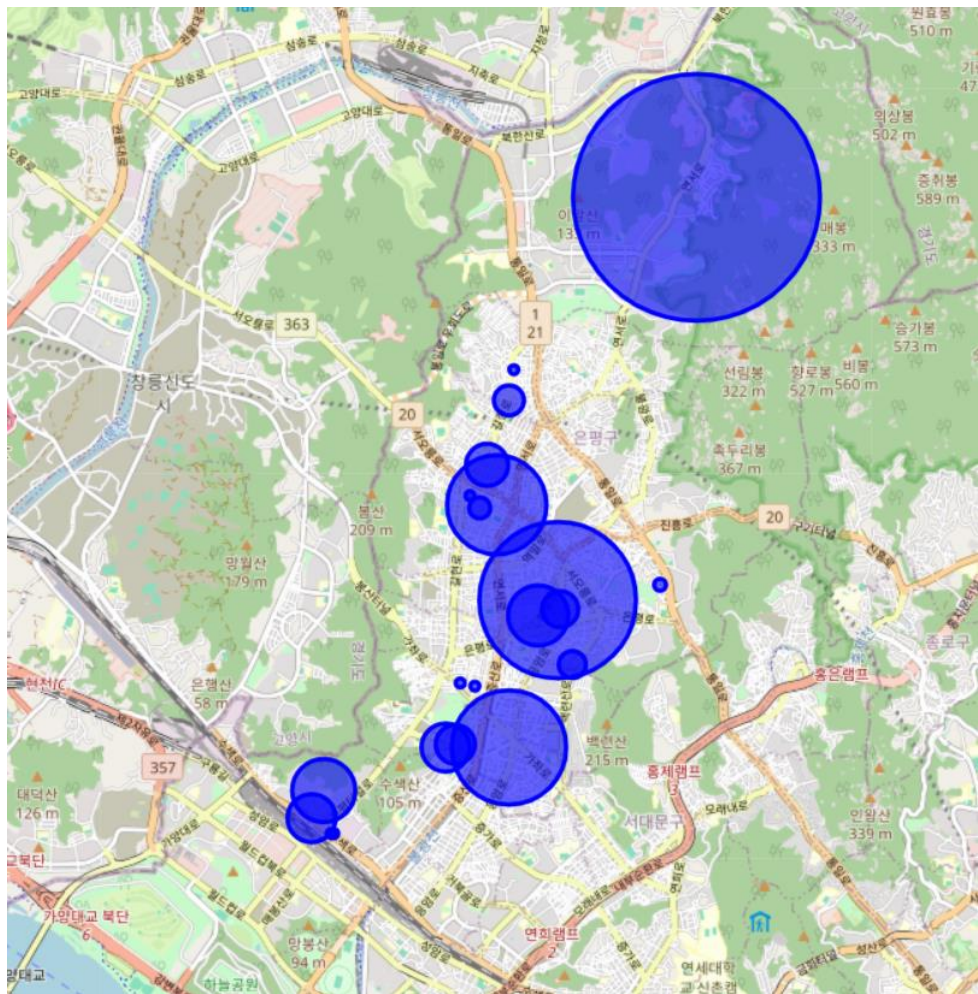
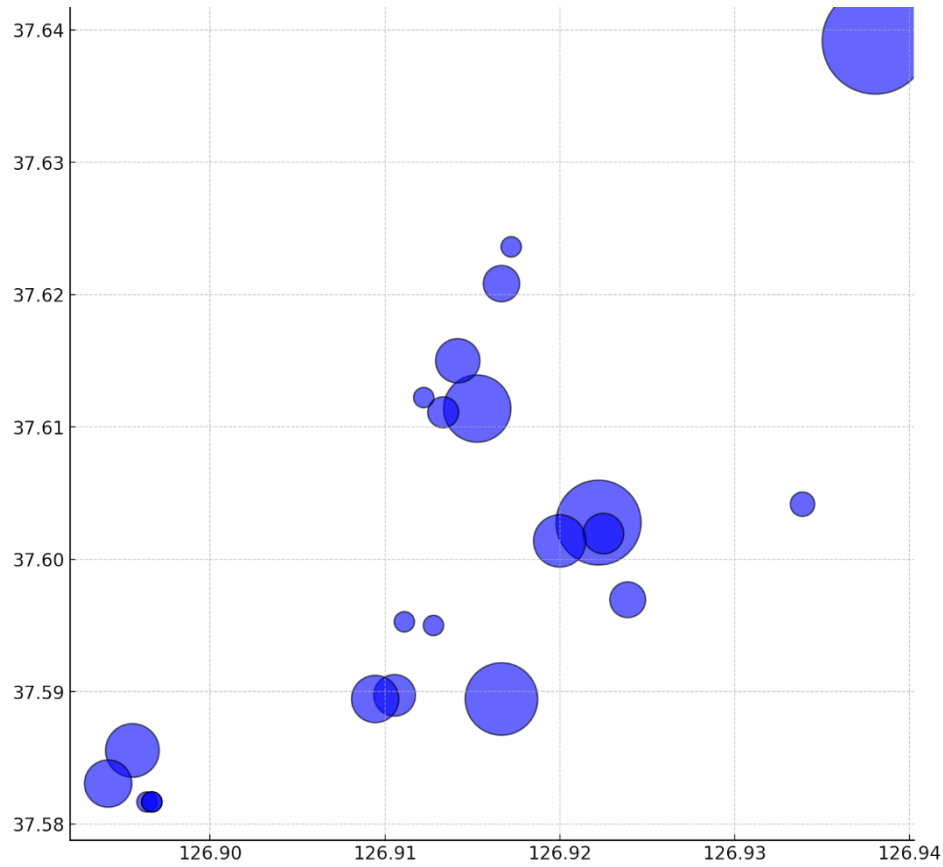
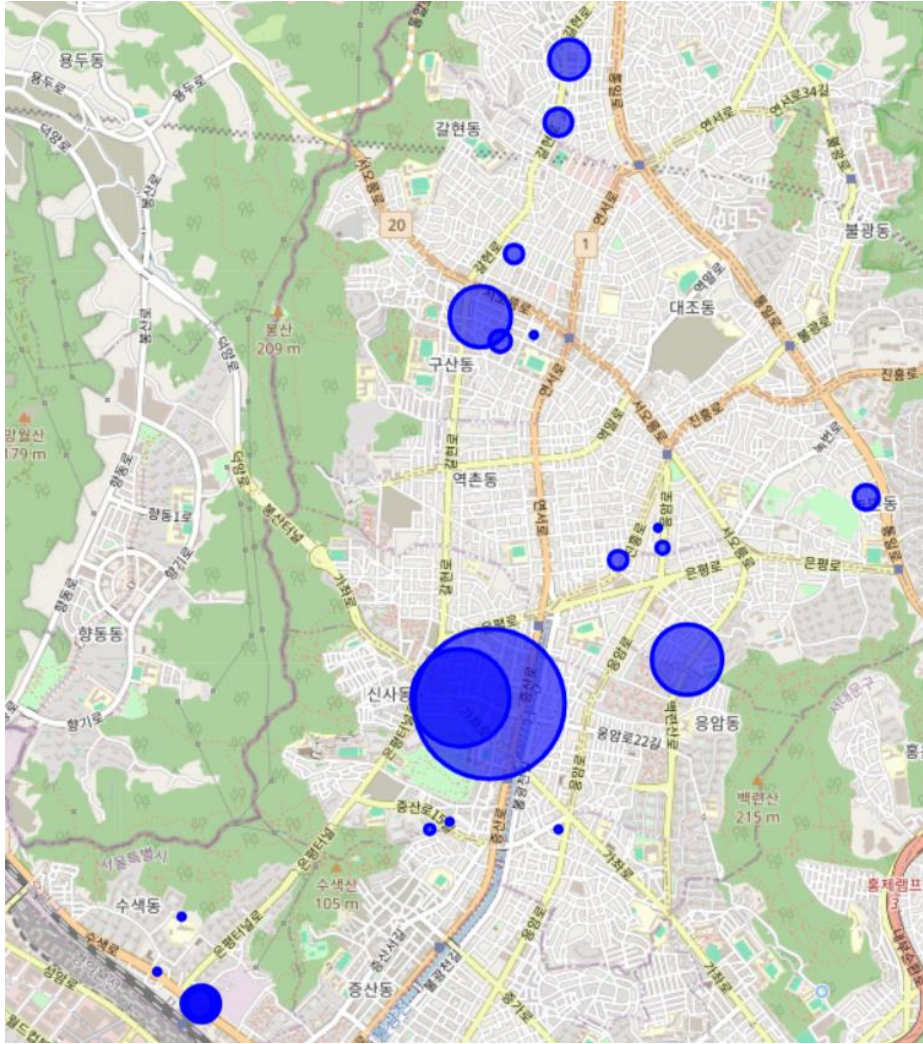


Figure 2. Senior Medical Welfare Facilities in Eunpyeong-gu in plot



동별 대중교통 접근성 수치가 높을수록 시설의 배치를 적게 하도록 지시한 뒤 MCLP 모델을 사용하여 위치를 조정한 첫 번째 결과는 아래와 같다.

Figure 3. Rearranged Senior Medical Welfare Map in Eunpyeong-gu



위 자료를 바탕으로 부족한 노인 복지 시설의 개수를 확충하여 은평구, 서대문구, 마포구의 지도에 각 노인 복지 시설의 위치를 좌표로 표시하였다. 새롭게 추가된 노인 복지 시설은 각 동에서 임의로 좌표를 선정하여 배치하였다. 이후 각 노인 복지 시설이 포괄할 수 있는 범위인 원의 크기를 수용인원에 따라 정하였다. 앞선 조사에서 동별 교통가중치를 구했기에 동 간의 이동은 무의미하다고 판단했고, 이에 따라 동 내에서만 고려하기 위해서 각 동 별로 MCLP 알고리즘을 사용한 후 동별 결과를 합쳐서 전체 구의 결과를 나타내었다. 각 동에 대해 MCLP 알고리즘을 사용했으며 최대가 되는 지점을 찾기 위해 노인 복지 시설의 위치를 조정하며 알고리즘을 실행했다.

MCLP 모델을 적용한 결과 대중교통 접근성 수치가 높았던 대조동과 증산동에는 시설이 배치되지 않았으며 대중교통 접근성 수치가 낮았던 구산동, 신사동에는 시설이 2개 이상 배치된 것을 알 수 있다.

5. 결론 및 논의

본 연구에서는 노인 의료 복지 시설의 위치가 65세 이상의 노인이 접근할 수 있는 가장 효율적인 위치가 아니라는 것을 인지하고, 이를 보다 나은 방향으로 개선하기 위해 MCLP 알고리즘을 활용하여 노인 의료 복지 시설 재배치를 진행하였다. 자료 분석 결과 대중교통 접근성 수치가 낮았던 구산동, 신사동은 추가적인 의료 복지 시설 배치가 필요하다고 판단되는 주요 수요 지역이었으며 대중교통 접근성 수치가 높았던 대조동과 증산동은 효율적인 배치를 위해서 의료 복지 시설의 입지를 양보해야 하는 위치였다. 본 연구에서 도출한 은평구 복지 시설 재배치 지도는 대중교통 접근성과 같은 추가적인 수치와 수요 지점의 커버 정도를 동시에 고려하여 복지 시설뿐만 아니라 만남 거점(김지윤 et al., 2023)과 자전거 주차장 입지(박보라 et al., 2013) 등 수요가 명확한 시설을 효율적으로 재배치할 수 있음을 시사한다.

본 연구의 한계점으로는 노인 요양시설과 노인요양공동생활 가정만 누계에 넣어서 MCLP 알고리즘을 활용한 것을 들 수 있다. 실제 조사 결과 마포구는 타 지역에 비해 노인 요양시설과 노인요양공동생활 가정의 숫자는 적으나 노인 재가 복지 시설이 많아 이를 보완하고 있는 것을 볼 수 있었다. 이에 따라 본 연구를 발전시킨다면 노인 재가 시설이 포괄할 수 있는 범위를 고려해서 연구를 진행할 수 있을 것으로 보인다. 또한 지하철과 버스의 가중치를 계산할 때 단순히 대중교통이 버스와 지하철만 있다는 가정 하에 계산했는데, 실제로는 택시 등 타 대중교통을 이용하여 이동하는 경우도 고려하여야 하며 그에 대해 노인이 이동하는 비율을 이용해서 계산해야 될 것이다. 추가적으로 현재 MCLP 알고리즘을 사용하는 과정에서 노인 복지 시설의 원의 크기를 수용 인원에만 기반했는데, 노인 복지시설의 범주를 객관적으로 기술할 수 있는 지표를 이용한다면 연구의 신빙성을 높일 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 김지윤, 최예은, 김선웅 & 이진학. (2023). MCLP 모델을 이용한 서울시 안심귀가 서비스의 만남 거점 최적화. *한국도시지리학회지*, 26(1), 133-148.
- [2] 박보라, 이규진, 최기주 (2013). 휴리스틱 P-중심 알고리즘을 이용한 자전거 주차장 최적 위치 선정. *KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, 33(5), 1989-1998.
- [3] 전창우 & 이진학 (2017). 고령인구의 이동편의 증진을 위한 무료셔틀버스 노선 최적화 연구: 서울시 관악구를 사례로. *한국지리학회지*, 6(2), 291-304.
- [4] 최경인 & 문지훈 (2024). 최대 커버링 입지 문제(MCLP) 모델을 이용한 김해시 역사문화도심의 공공와이파이 재배치 최적화 연구. *국토계획*, 59(5), 167-177.
- [5] 한종구 & 박동소 (2011). 소도시 재래시장의 공간분석 - 충남 홍성읍 재래시장을 중심으로 -. *한국농촌건축학회논문집*, 13(4), 43-50.
- [6] 핫스팟 분석기법(Hot Spot Analysis): 공간분석의 기초, 최근원군집분석과 국지모란지수의 이해와 활용. (2008). *국토연구*.
- [7] 홍현미라 (2008). 사회복지시설의 공간접근성에 관한 실증연구 - 거리측정과 시간거리측정에 대한 비교분석 -. *사회복지연구*, 37, 35-62.
- [8] Liebowitz, B., & Brody, E. M. (1970). Integration of research and practice in creating a continuum of care for the elderly. *Gerontologist*, 10, 11-17.
- [9] Zarandi, M. H. F., Davari, S., & Haddad Sisakht, S. A. (2011). The large scale maximal covering location problem. *Scientia Iranica*, 18(6), 1564-1570.