

치매안심병원 입지 선정

2024.08

Team 우주지진

우지민 12211262

이주연 12214243

이진유 12214246

임지수 12214248

1. 서론

1-1. 치매 관련 시설의 필요성

오늘날 대한민국은 빠르게 초고령화 사회로 향해가고 있으며, 고령 인구의 비율이 급격히 증가함에 따라 여러 사회적 문제들이 발생한다. 그 중 특히 치매와 관련된 문제가 두드러지고 있다. 치매는 고령자에게 흔히 발생하는 질환으로, 환자와 가족에게 심각한 영향을 미친다. 이러한 상황에서 치매 환자를 위한 적절한 시설과 지원의 필요성은 어느 때보다도 대두되고 있다. 이에 정부는 '치매 국가책임제'를 통해 치매 예방 및 관리 시설을 확충하고, 지원 체계를 마련하고자 노력하고 있다. 이러한 배경 속에서 보건복지부는 2019년부터 치매안심병원 지정제도를 도입하여 치매 환자들에게 전문적이고 통합적인 의료 서비스를 제공하고 있지만, 여전히 시설부족 문제가 존재한다.

1-2. 치매안심병원 정의

치매는 기억 상실, 언어 및 활동 수행의 어려움뿐만 아니라, 파괴적인 행동 및 심리적 증상(BPSD)으로 나타나기도 한다. BPSD는 공격성, 불안 등 다양한 증상을 포함하며, 이는 치매 환자와 가족의 삶의 질을 크게 저하시킨다. 따라서 이러한 증상들을 전문적으로 관리하고 치료할 수 있는 시설의 필요성이 매우 크다. 치매안심병원은 이러한 BPSD 환자들을 위해 전문적인 의료와 돌봄 서비스를 제공하는 시설로, 치매환자 전용병동에 치매환자의 특성을 고려한 시설과 장비를 갖추 치매 치료와 관리에 전문성이 있기에 질 높은 의료서비스를 제공할 수 있는 인력을 배치하고 있는 의료기관이다. 치매안심병원은 치매환자가 안전하게 생활할 수 있도록 설계되어있으며 치매안심병원은 BPSD환자가 일상생활이 가능해지도록 치료하는 것을 목표로 한다.

하지만 전국적으로 운영 중인 치매안심병원은 단 20개에 불과하여 BPSD 환자에게 전문적인 의료서비스를 충분히 제공하지 못하고 있다. 이러한 상황에서 치매안심병원의 추가설립은 불가피하다. 따라서 본 프로젝트는 치매안심병원의 입지선정에 대해 분석하고 효과적인 치매안심병원 설립을 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 본론

본 프로젝트는 두 가지 주요 단계로 진행된다. STEP 1에서는 전국의 시군구를 대상으로 치매안심병원의 우선적 선정이 필요한 지역을 도출한다. STEP 2에서는 앞서 선정된 시군구 내의 모든 병원을 대상으로, 보건복지부가 제시한 기준과 부가적인 요소들을 종합적으로 고려하여 최종적으로 최적 입지로 고려되는 병원을 선정한다.

2-1. STEP 1 : 시군구 선정

기준에 치매안심병원이 지정되었던 시군구들의 데이터에 PCA 방법론을 적용하여, 주요 주성분들의 설명 분산의 비율을 구하였다. 그리고 해당 비율을 가중치로 하여, 현재 안심병원이 없는 시군구들에 대해 주성분별 합산 스코어를 구해 최적의 시군구를 선정하였다.

2-1-1. 데이터 수집 및 전처리

| 파일명 | 변수명 |
|--------------|---|
| 시군구별 치매현황 | 시도, 시군구, 노인인구수, 여성노인인구수, 치매환자수, 치매환자 유병률, 중증환자, 경도인지장애 환자수, 경도인지 장애 환자 유병률, 노인평균연령 |
| 독거노인가구비율 | 시군구, 독거노인가구비율 |
| 시군구별 수급권자 현황 | 시군구, 기초연금 수급권자수 |
| 노인복지시설 | 시군구, 노인주거복지시설 수, 노인의료복지시설 수, 노인 여가복지시설 수, 재가노인복지시설 수, 노인주거복지시설 종사자 수, 노인의료복지시설 종사자 수, 재가 노인복지시설 종사자, 치매전담형 장기요양 |

▲ 분석에 활용한 최종 변수

원본 데이터에서 '연령'의 경우 노인의 기준이 되는 나이인 '65세 이상'을 기준으로 하였고, 데이터들은 2022년도에서 2023년도에 해당하는 데이터들을 수집하였다. 또한, 각 시군구별 데이터를 사용하기 위해 '시군구' 칼럼을 기준으로 모든 데이터를 병합하였다. 이 과정에서 '시군구'칼럼에는 '서울특별시 중구'와 '부산광역시 중구'와 같이 '구'의 이름이 중복되는 경우가 있어, 칼럼의 값을 '부산_중구'와 같이 '시도_시군구' 형태로 변경하였다.

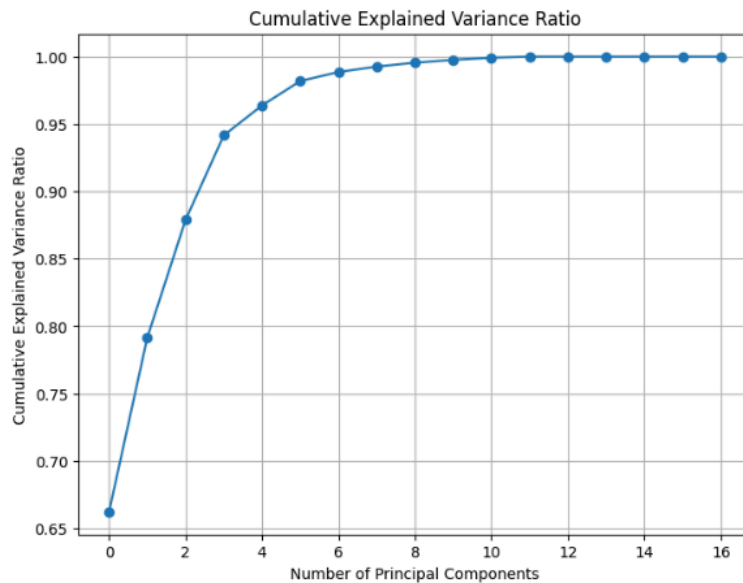
2-1-2. PCA 기반 시군구 선정

1) 데이터 정규화

치매안심병원이 존재하는 시군구의 데이터를 대상으로 PCA를 수행하기 전, StandardScaler를 사용하여 데이터의 분산을 균형 있게 조정해주었다. 이 과정은 모든 특성의 스케일을 통일하여, PCA의 결과가 특정 변수의 스케일에 영향을 받지 않도록 하기 위함이다.

2) PCA 수행

전체 데이터를 치매안심병원 유무에 따라 두 집단으로 나누어 주었다. 먼저, 치매안심병원이 있는 지역의 데이터에서 PCA를 수행했다.



▲ PCA 누적분산설명비율

누적 분산 설명 비율을 시각화한 결과, 주성분의 개수가 4개일 때 그래프의 기울기가 완만해지는 현상을 확인할 수 있었다. 이는 주성분이 4개일 때 추가적인 주성분이 데이터의 설명력을 많이 증가시키지 않는다는 것을 의미한다. 또한, 이 4개의 주성분이 전체 데이터의 90%를 설명하여 충분한 설명력을 가진다. 따라서 PCA에서 주성분의 개수를 4로 설정하여 데이터를 분석하는 것이 적절하다고 판단하였으며, 이를 통해 주성분을 추출하였다.

각 4개의 주성분의 구성과 특성에 대한 설명은 아래와 같다.

| 주성분 | 구성 변수 | 설명 | 설명분산비율(*) |
|-----|--|--|-----------|
| PC1 | 치매전담형 장기요양기관 종사자수 치매전담형 장기요양기관 수 치매전담형 장기요양기관 정원 | 치매 관련 시설의 규모와 인력 자원, 그리고 해당 지역의 노인 복지 수준을 반영 | 0.66 |
| PC2 | 치매환자유병률 경도인지장애 환자유병률 치매환자수 | 지역 내 치매 및 경도인지장애의 건강 상태와 관련된 패턴을 나타내며, 노인 인구의 건강 문제 주로 반영 | 0.13 |
| PC3 | 노인평균연령 치매환자유병률 중증환자 | 노인 인구의 평균 연령과 치매 관련 지표들 간의 관계를 설명하며, 인구의 노화와 건강 상태를 포괄적으로 반영 | 0.09 |
| PC4 | 정원 시설 수 치매전담형 장기요양기관 정원 | 치매전담형 장기요양기관의 자원과 관련된 특성 주로 설명하며, 지역 내 치매 관련 시설의 자원 배치와 규모를 반영 | 0.06 |

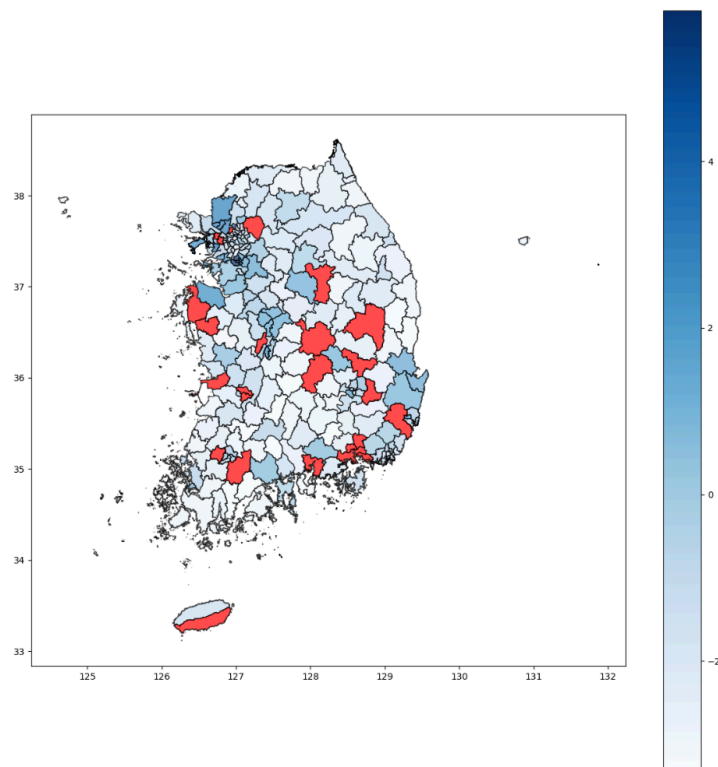
* 설명분산비율은 소수 셋째자리에서 반올림함

3) 주성분 점수 계산

치매안심병원이 있는 지역에서 학습한 PCA을 병원이 없는 지역의 데이터에 적용하여 주성분 점수를 계산하였다. 주성분 점수를 계산할 때 각 주성분에 대한 설명분산비율을 가중치로 부여하였다.

$$\text{score} = 0.66 * PC1 + 0.13 * PC2 + 0.09 * PC3 + 0.06 * PC4$$

치매안심병원이 있는 지역에서 도출한 주성분 구조를 바탕으로, 치매안심병원이 없는 지역의 데이터 포인트에 이를 적용하여 해당 시군구의 치매안심병원 적합도를 평가할 수 있었다.



▲ 시군구별 주성분점수 시각화

위 이미지는 시군구별 주성분 점수를 시각화한 것이다. 치매안심병원이 있는 지역은 빨간색으로, 없는 지역은 파란색으로 표시했으며, 주성분 점수가 높을수록 색깔이 더 진해지도록 시각화하였다. 주성분 점수가 높았던 시군구로는 경기도 수원시(5.8), 인천 남동구(3.14), 경기도 파주시(3.05) 등이 있었다. 결과적으로 점수가 가장 높았던 **경기도 수원시**를 최종 시군구로 선정하였다.

2-2. STEP 2-1 : 1차 병원 선정

2-2-1. 보건복지부 기준 충족하는 병원 필터링

| 치매안심병원 주요 지정 기준 | |
|-----------------|---|
| 인력 | <ul style="list-style-type: none"> • 신경과, 신경외과, 정신건강의학과 또는 한방신경정신과 전문의 1명 이상 • 간호등급제 1등급 수준 간호사 배치 • 치매환자를 전담하는 작업치료사 1명 이상 • 임상심리사 또는 정신건강사회복지사 각 1명 이상 |
| 시설 | <ul style="list-style-type: none"> • 행동심리증상 집중치료를 위한 치매환자 전용병동 • 치매안심병동당 병상 수 30개 이상 60개 이하 • 4인실 이하의 입원병실 • 환자 안정성을 고려한 공간 구성, 충격흡수 소재의 벽·바닥 등 • 인지치료, 가족 프로그램 운영 등을 위한 프로그램실 |
| 장비 | <ul style="list-style-type: none"> • 작업치료 도구, 보행보조장비, 목욕침대 등 |

▲ 보건복지부 - 치매안심병원 주요 지정 기준 (치매관리법 시행규칙 [별표 2의2]))

보건복지부에서 제시한 주요 기준을 바탕으로 필터링을 진행한 결과, 수원시 내에서 총 14개의 병원이 선정되었다. 이번 필터링은 다음과 같은 세부 기준을 적용하여 수행하였다:

- **종별 코드명:** '상급종합병원', '종합병원', '병원', '요양병원', '정신병원', '한방병원'
- **진료과목 코드명:** '신경과', '신경외과', '정신건강의학과', '한방신경정신과'
- **간호등급:** '1', 'A', 'S'
- **기타 인력 코드명:** '작업치료사'

위 기준을 충족하는 병원들이 최종적으로 14개 선정되었다.

2-3. STEP 2-2 : 2차 병원 선정

2-3-1. 데이터 수집

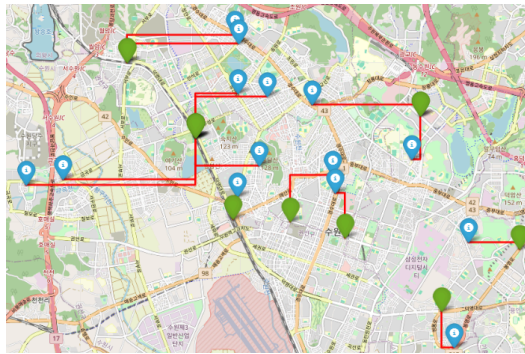
앞서 1차 병원 선정 단계에서 구한 후보군 병원들에 대해 접근성, 수요성, 녹지환경, 복지성 등을 측정하기 위한 데이터를 수집하였다.

| 병원입지선정 요인 | |
|-----------|----------------|
| 접근성 측면 | 버스정류장, 지하철역 위치 |
| 수요성 측면 | 행정동별 노인 수 |
| 녹지환경 측면 | 녹지 개수 및 면적 |
| 복지성 측면 | 노인복지시설 위치 |

2-3-2. 전처리

1) 접근성 측면

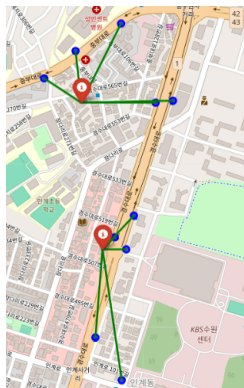
(1) 지하철역



병원별 좌표 데이터와 수원시에 존재하는 지하철역 좌표 데이터를 활용하여 병원에서 가장 가까운 지하철역의 거리를 계산하였다. 도시나 실제 이동 경로를 고려하여 유클리디안이 아닌 맨해튼 거리 지표를 사용하였다.

▲ 병원별 최단거리의 지하철역 시각화

(2) 버스정류장

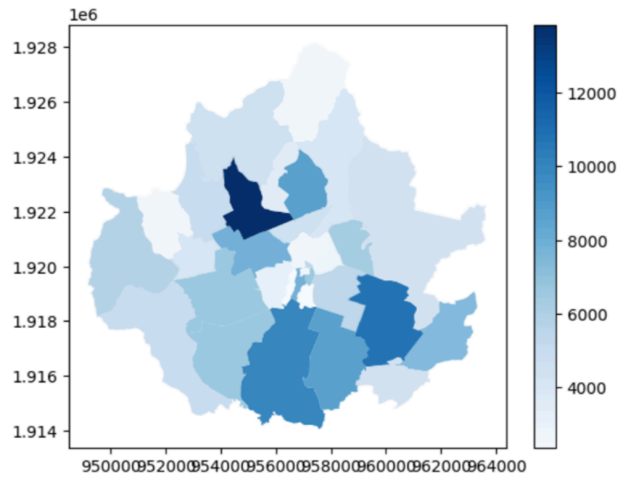


병원별 좌표 데이터와 수원시 내에 있는 버스 정류장 데이터를 사용하여, 위치 간의 거리를 geopy 라이브러리의 geodesic 함수로 계산하였다. 병원별로 가장 가깝게 위치한 5개의 버스 정류장을 선정하고, 해당 거리 정보를 포함한 데이터를 저장하였다.

▲ 병원별 최단거리의 5개의 정류장 시각화

2) 수요성 측면

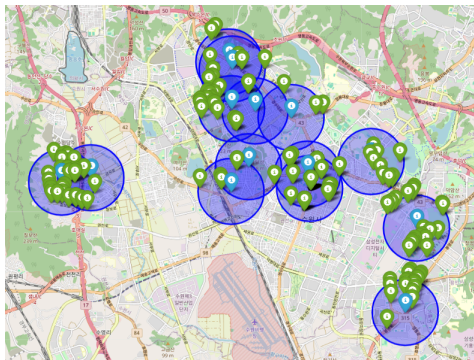
수원시 내에서 노인 인구가 집중된 지역을 파악하여, 해당 지역의 수요성을 알아보고자 수원시 행정동별 노인 인구수 시각화를 진행하였다.



▲ 수원시 노인인구수 시각화

수원시를 행정동별로 나누기 위해 사용한 데이터는 GPKG 파일 형태로, 각 행정동과 해당 행정동의 Multipolygon 데이터를 포함하였다. 전처리를 통해 각 행정동의 인구수를 병합하여 하나의 데이터로 통합한 후, Folium과 GeoJSON을 활용해 노인 인구수가 많을수록 색상이 진해지도록 시각화하였다.

3) 녹지환경 측면



▲ 수원시의 녹지환경 분포

병원별 주변 녹지 환경을 고려하기 위해 수원시 병원별 좌표데이터와 녹지 데이터를 활용하여 병원의 총 1km 반경을 기준으로 총 녹지 면적과 녹지 개수를 계산하고 정규화하였다. 정규화한 녹지 면적과 녹지 개수를 평균을 계산하여 새로운 녹지 변수를 생성하였다.

4) 복지성 측면



병원별 복지성을 측정하기 위해 병원별 좌표데이터와 노인복지시설별 좌표데이터를 활용하여 각 시설물 사이의 거리를 계산하였다. 병원별로 도보로 이동 가능한 거리인 1km 반경을 기준으로 노인복지시설의 개수를 세었다.

◀ 수원시의 노인복지시설 상위 3개 병원의 분포

2-3-3. MCDM TOPSIS 기반 최종 병원 선정

MCDM(Multi-Criteria Decision Making)은 여러 가지 기준을 고려하여 최선의 결정을 내리는 방법론이다. TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)은 MCDM 기법의 하나로, 각 대안이 "최악의 해"에 얼마나 멀리 떨어져 있는지를 기준으로 순위를 매기는 방법이다. TOPSIS의 계산 단계는 다음과 같다.

(1) 각 기준의 값을 정규화하여 서로 다른 척도의 기준을 같은 척도로 비교할 수 있도록 한다.

(2) 병원 입지에 대한 이상적인 해와 최악의 해는 아래와 같이 정의할 수 있다.

- 이상적인 해 (v_j^+): 가장 낮은 접근성(가장 가까운 거리), 가장 높은 수요성, 가장 높은 녹지환경, 가장 높은 복지성
- 최악의 해 (v_j^-): 가장 높은 접근성(가장 먼 거리), 가장 낮은 수요성, 가장 낮은 녹지환경, 가장 낮은 복지성

따라서 이상적인 해와 최악의 해는 각 기준에서의 최댓값 또는 최솟값으로 계산한다.

(3) 각 병원의 이상적인 해와 최악의 해와의 거리 계산

정규화된 값인 v_{ij} 과 각 v_j^+ , v_j^- 를 유클리드 거리로 계산하여 이상적인 해와의 거리 (S_i^+) 와 최악의 해와의 거리(S_i^-)를 구한다.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

(4) TOPSIS 점수 C_i 는 밑의 수식을 통해 계산되며, 1에 가까울수록 이상적인 해에

가깝다.

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}$$

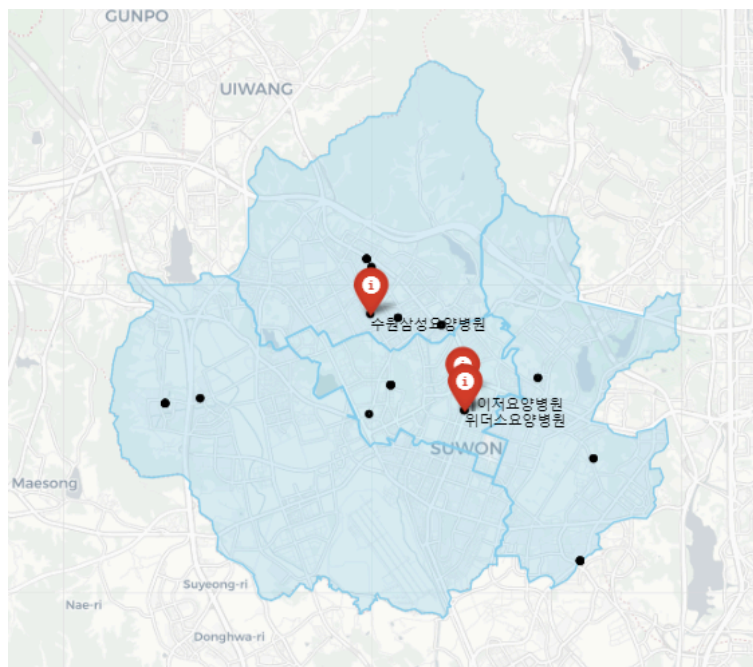
| 병원명 | 접근성1 (버스정류장) | 접근성2 (지하철역) | 수요성 (노인인구수) | 녹지환경 | 복지성 (노인복지시설) | 최종 TOPSIS 점수 |
|----------|-----------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 위더스요양병원 | 0.4406793754 | 0.2487158744 | 0.9335410177 | 1 | 1 | 0.791392 |
| 메이저요양병원 | 0.6153388597 | 0.4618500315 | 0.9335410177 | 0.7368421053 | 0.7692 | 0.648346 |
| 수원삼성요양병원 | 0.1711469998 | 0.4076426833 | 0.3870716511 | 0.1842105263 | 0.7692 | 0.610233 |
| ... | | ... | ... | ... | ... | ... |

MCDM TOPSIS로 분석한 결과, TOPSIS 점수 기반으로 상위 3곳의 병원은 순서대로 위더스요양병원(0.791392), 메이저요양병원(0.648346), 수원삼성요양병원 (0.610233)이었다.

3. 결론

3-1. 분석 결과

STEP1 시군구 선정 분석 결과, 경기도 수원시가 최종 시군구로 선정되었고, 수원시 내의 후보 병원들에 대하여 STEP2 병원입지분석을 위하여 보건복지부 치매안심병원 지정기준을 충족하는 병원을 1차적으로 필터링하고, 2차적으로 MCDM TOPSIS 기반 분석을 진행한 결과, **위더스요양병원**이 최적의 치매안심병원 입지로 선정되었다.



▲ 수원시 내 최종 상위 3개의 병원 분포

3-2. 기대효과

- 기대효과 1: 추가 치매안심병원 선정 방향성 제시
2019년부터 보건복지부에서 추진 중인 치매안심병원 지정 제도를 기반으로, 추가 치매안심병원 선정을 위한 구체적인 방향성을 제시할 수 있다.
- 기대효과 2: 의료 자원의 효율적 배치 및 운영 비용 절감
보고서에서 제시한 방법에 따라 선정된 병원들은 이미 필요한 인프라와 자원을 갖추고 있어, 추가적인 투자 없이도 치매안심병원으로 전환이 가능하며, 이를 통해 의료 자원의 효율적인 배치와 운영 비용 절감이 가능하다.

3-3. 한계

기존 치매안심병원의 조건들을 함께 분석에 활용하기 위해 서울, 인천 등 다른 시도의 데이터들을 수집하여 변수 간 상대적 중요도를 판단하기 위한 분석을 진행하고자 하였으나 공공데이터 수집에서 한계가 있었다. 또한, 치매안심병원의 전문가 집단의 설문을 통한 AHP 계층화 분석법을 통해 더 신뢰도가 높은 변수 가중치를 산정하고자 하였으나 설문 데이터 수집에 한계가 있었다.

4. 참고문헌

김기현, 신광수, 김응도. (2020). 최적의 병원입지선정을 위한 분석방법 연구. *기술경영*, 5(2), 121-149.
보건복지부, 치매안심병원 성과기반 인센티브 제공 시범사업 지침 ,
https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10409020000&bid=0026&act=view&list_no=364305
보건복지부, 서울지역 치매환자 전문치료 위한 치매안심병원 첫지정,
https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10503000000&bid=0027&list_no=1480571&act=view
대한치매학회, https://www.dementia.or.kr/general/info/outline/?sub_num=1&sub_depth=1