

통계데이터 분석 활용대회

데이터분석 보고서

강서구 소방 안전센터 최적 입지 선정



분석 개요



강서구 소방 안전센터 최적 입지 선정

서론

- 주제 선정 배경
- 선행 연구 분석
- 기존 안전센터 현황
- 사용 데이터
- 분석 방법론

클러스터링

- 변수 설정
- 클러스터링 실행
- 최종 자치구 선정

최적화

- 최적화 모델
- 입력 변수 설정
- 가중치 설정
- 최적화 결과

결론

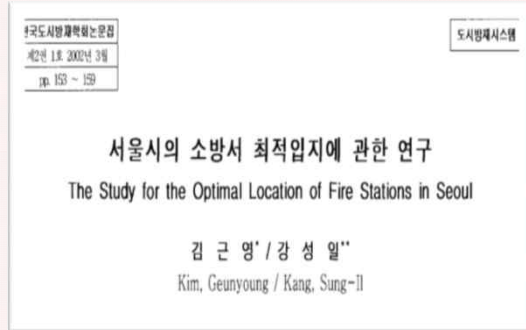
- 최종 결론
- 활용 방안
- 보완점

서론

주제 선정 배경 / 선행 연구 분석 / 기존 안전센터 현황 / 사용 데이터 / 분석 방법론

문제 현황 및 분석 필요성

문제 현황



- 2000년대 이후로 서울시는 인구와 건물의 증가로 화재 피해가 점점 증가하고 있음
- 하지만 서울시 소방 안전센터 입지에 대한 연구는 2000년대 초반 이후로 이루어지지 않고 있음
- 또한 현재 소방 안전센터들은 지역의 인구 수 또는 면적을 기준으로 설치하고 있음. 이는 지역특성을 고려하지 않는 1차원적인 방법임

분석 필요성

화재영향 인자를 통한 화재 예측 프로그램의 성능 향상을 위한 연구

민세홍, 이재문, 박은석, 임성빈, 김재범, 최대현

연도	논문 목록
2020	YU, Wenhao; CHEN, Yulie; GUAN, Menglin. Hierarchical siting of macro fire station and micro fire station. <i>Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science</i> , 2020, 2399808320958424.
	ZARRINPANJEH, M., et al. Optimum path determination to facilitate fire station rescue missions using ant colony optimization algorithms (case study: City of Karaj). <i>The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i> , 2020, 43, 1285-1291.
	UDDIN, Md Shahab; WARNITCHAI, Penning. Decision support for infrastructure planning: a comprehensive location-allocation model for fire station in complex urban system. <i>Natural Hazards</i> , 2020, 102.3.
	NYIMBILI, Penjani Hopkins; ERDEN, Turan. GIS-based fuzzy multi-criteria approach for optimal site selection of fire stations in Istanbul, Turkey. <i>Socio-Economic Planning Sciences</i> , 2020, 71, 100860.
	SONG, Jialia; LI, Xiang; MANGO, Joseph. Location Optimization of Urban Emergency Medical Service Stations: A Hierarchical Multi-objective Model with a New Encoding Method of Genetic Algorithm Solution. In: <i>International Symposium on Web and Wireless Geographical Information Systems</i> . Springer, Cham, 2020, p. 68-82.
2021	GENG, Shaoqing; HOU, Hanning; YANG, Jianliang. Optimization of Urban Emergency Refuge Location Based on the Needs of Disaster Victims. In: <i>LISS2019</i> . Springer, Singapore, 2020, p. 485-497.
	WANG, Wenda, et al. Spatial Optimization of Mega-City Fire Stations Based on Multi-Source Geospatial Data: A Case Study in Beijing. <i>ISPRS International Journal of Geo-Information</i> , 2021, 10.5, 282.
	LIU, Dingli, et al. Estimation of effective coverage rate of fire station services based on real-time travel times. <i>Fire Safety Journal</i> , 2021, 120, 103021.
	YU, Wenhao; GUAN, Menglin; CHEN, Yulie. Fire stations siting with multiple objectives and geospatial big data. <i>Earth Science Informatics</i> , 2021, 14.1, 141-160.

- 화재 예측 모델을 수립하는 연구는 활발히 이루어지고 있지만, 화재에 실질적으로 대응할 수 있는 소방 안전센터 입지 선정 연구는 이루어지지 않고 있음
- 게다가 기존 연구들을 분석해보면, 인구 밀도나 건물의 개수를 기준으로 연구를 했었다. 이 또한 다양한 변수를 활용하지 못한 1차원적인 방법으로 보임
- 한국과 달리 해외에서는 이와 관련된 연구가 활발히 진행 중임

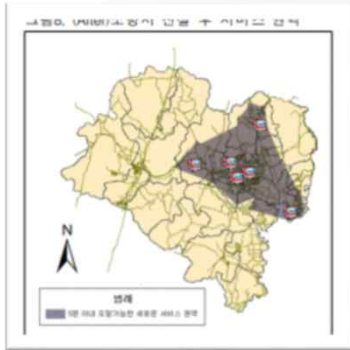
✓ 기존 연구들과 차별점으로, 다양한 데이터들을 분석하고 최적화를 통해 좀 더 실효성 있는 입지 선정을 하고자 함

서론

주제 선정 배경 / 선행 연구 분석 / 기존 안전센터 현황 / 사용 데이터 / 분석 방법론

선행 연구들의 입지 기준과 알고리즘

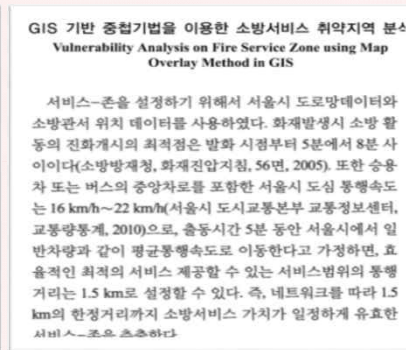
최적 입지 조건



한국주거학회, 2016년



한국도시방재학회, 2002년



한국주거학회, 2020년

- 안전센터가 커버하는 면적을 기준으로 연구
- 생활 인구 수, 인구 밀도를 기준으로 연구
- 건물의 개수를 기준으로 연구
- 소방서비스 범위를 1.5km로 설정

최적화 알고리즘

$$\text{Maximize } Z = \sum_{i \in I} a_i y_i$$

$$\text{Subject to } \sum_{j \in J} x_j \geq y_i \text{ for all } i \in I \quad (1)$$

$$\sum_{j \in J} x_j = P \quad (2)$$

$$x_j = (0, 1) \text{ for all } j \in J \quad (3)$$

$$y_i = (0, 1) \text{ for all } i \in I \quad (4)$$

- 최적 입지 연구에 자주 사용되는 MCLP 모델
 - 한정된 자원과 비용으로 수요를 최대한 커버(충족)하는 알고리즘
 - 수요 포인트에 가중치를 설정할 수 있음 (건물 수, 인구 밀도, 화재건수, ...)
- ➡ 개수 제한 및 중요 포인트에 가중치를 설정할 수 있기 때문에 현실성을 반영할 수 있다.

서론

주제 선정 배경 / 선행 연구 분석 / 기존 안전센터 현황 / 사용 데이터 / 분석 방법론

기존 입지 기준

1. 소방서의 설치기준

가. 시(「제주특별자치도 설치 및 국제자유도시 조성을 위한 특별법」 제15조 제2항에 따른 행정시를 포함한다. 이하 같다)·군·구(지방자치단체인 구를 말한다. 이하 같다) 단위로 설치하되, 소방업무의 효율적인 수행을 위하여 특히 필요한 경우에는 인·군·구·구를 포함한 지역을 단위로 설치할 수 있다.

나. 가목에 따라 설치된 소방서의 관할구역에 설치된 119안전센터의 수가 5개를 초과하는 경우에는 소방서를 추가로 설치할 수 있다.

다. 가목 및 나목에도 불구하고 석유화학단지·공업단지·주택단지 또는 문화관광단지의 개발 등으로 대형 화재의 위험이 있거나 소방 수요가 급증하여 특별한 소방대력이 필요한 경우에는 해당 지역마다 소방서를 설치할 수 있다.

2. 119안전센터의 설치기준

가. 소방업무의 효율적인 수행을 위하여 다음 기준에 따라 119안전센터를 설치할 수 있다.

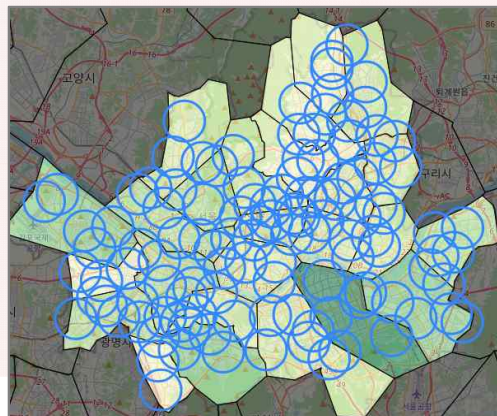
- 1) 특별시: 인구 5만명 이상 또는 면적 2㎢ 이상
- 2) 광역시, 인구 50만명 이상의 시: 인구 3만명 이상 또는 면적 5㎢ 이상
- 3) 인구 10만명 이상 50만명 미만의 시·군: 인구 2만명 이상 또는 면적 10㎢ 이상
- 4) 인구 5만명 이상 10만명 미만의 시·군: 인구 1만 5천명 이상 또는 면적 15㎢ 이상
- 5) 인구 5만명 미만의 지역: 인구 1만명 이상 또는 면적 20㎢ 이상

나. 가목에도 불구하고 석유화학단지·공업단지·주택단지 또는 문화관광단지의 개발 등으로 대형 화재의 위험이 있거나 소방 수요가 급증하여 특별한 소방대력이 필요한 경우에는 해당 지역마다 119안전센터를 설치할 수 있다.

- 각 '구'에 소방서 1개씩 설치한 상태
- 각 관할 소방서에 안전센터 최대 5개 설치 가능
- 인구 수 또는 면적을 기준으로 안전센터를 설치

지역별로 필요한 경우에는 추가로 설치가 가능하지만 5개 이상 설치한 자치구가 거의 없음. 지역 특성을 고려해서 안전센터 개수를 조절할 수 있어 보인다.

소방소와 안전센터 위치 및 면적



- 안전센터가 전체적으로 고르게 분포되어 있음
- 인구밀도가 특히 높은 강서지역과 서울 중앙에 안전센터가 많이 설치되어 있음

안전센터 반경 1.5km (파란 원)

서론

주제 선정 배경 / 선행 연구 분석 / 기존 안전센터 현황 / **사용 데이터** / 분석 방법론

활용 데이터

활용 데이터명	출처	사용 이유
서울시 주민등록인구 통계	서울 열린데이터 광장	서울시용 상세 데이터
서울시 독거노인 현황	서울 열린데이터 광장	
서울시 전력사용량	서울 열린데이터 광장	
서울시 흡연구역 수	서울특별시청	
서울시 재개발 재건축 현황	서울 열린데이터 광장	
서울시 노후기간별 주택현황	서울 열린데이터 광장	
서울시 주택종류별 통계	서울 열린데이터 광장	
서울시 화재 현황	서울 열린데이터 광장	
소방 평균 출동도착 시간	서울연구원	

활용 데이터명	출처	사용 이유
강서구 주택 현황 (2020년)	공공용 마이크로 데이터 (MDIS)	강서구용 상세 데이터
지점별 교통량 데이터	서울시 교통정보 시스템	
도로별 교통속도 데이터	서울시 교통정보 시스템	
강서구 점포수	서울특별시 상권분석서비스	
서울시 도시가스 사용량	서울 열린데이터 광장	
행정동 SHP 데이터	국가공간정보포털	지도 시각화
행정동 Geojson 데이터	국가공간정보포털	
서울시 건물 위치정보	서울 열린데이터 광장	
강서구 공공와이파이 서비스 위치정보	서울 열린데이터 광장	
안전센터 위치 데이터	서울 열린데이터 광장	

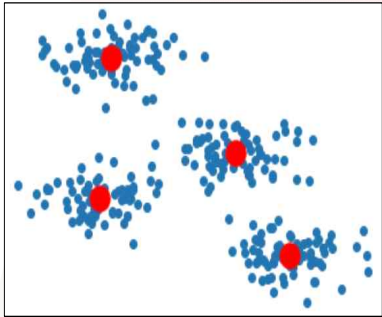
위의 통계청, 공공데이터와 별개로, 최적화 알고리즘을 사용하기 위해
구글맵에서 크롤링을 통해서 위치 데이터를 수집했음

서론

주제 선정 배경 / 선행 연구 분석 / 기존 안전센터 현황 / 사용 데이터 / 분석 방법론

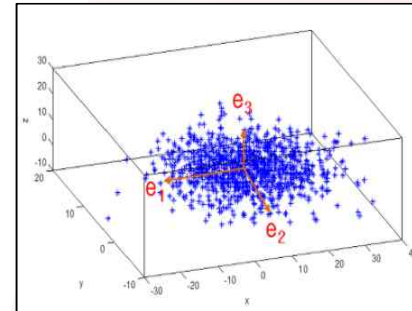
분석 방법론 개요

클러스터링 (Clustering)



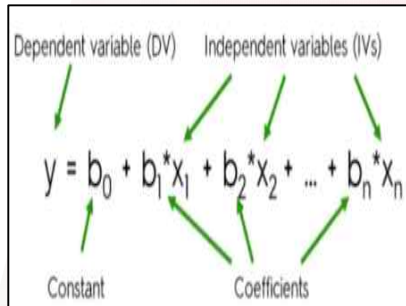
- 클러스터링은 주어진 데이터셋으로부터 cluster(군집)를 찾는 기법이다.
- 서울시 25개 자치구에 대해 클러스터링 진행
- 이를 통해, 화재에 취약한 자치구와 도시의 변화율이 높은 자치구를 추출할 수 있음

PCA (주성분 분석)



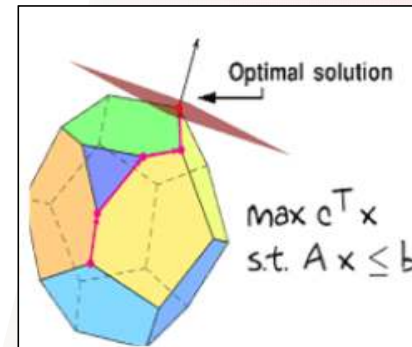
- 변수(feature)들의 선형 변환을 통해 서로 상관관계가 없는 새로운 feature들을 생성하는 방법이다.
- 클러스터링을 진행할 때, 차원의 저주 문제를 PCA로 해결함
- 다중회귀분석에서 다중공선성 문제를 PCA를 사용해서 해결함

다중 회귀분석



- 2개 이상의 독립변수들과 하나의 종속변수의 관계를 분석하는 기법
- 독립변수들 간의 상관관계가 낮아야 좋음 (다중공선성 문제 회피)
- 다중 회귀분석을 통해 화재에 유의미한 변수를 파악할 수 있음

최적화 알고리즘



- 입지 선정 문제를 풀기 위해, MCLP 최적화 알고리즘을 사용함
- 안전센터를 설치할 수 있는 다양한 후보지들이 있음 (예, 후보지 100 군데)
- 그 중 최종 후보지 K개를 선정하기 위해 MCLP 알고리즘을 사용함 (예, 최종 후보지 5 군데)

클러스터링 변수 설정 / 클러스터링 실행 / 최종 자치구 선정

유사한 자치구끼리 그룹으로 분류하고, 원하는 특성의 클러스터를 선정함으로써 최적화 범위를 축소하기 위함.

취약률 클러스터링

- 독거 노인 수
- 기초생활수급자 수
- 장애인 수
- 전기사용량
- 건물 노후도
- 흡연구역 수
- 재개발 현황

변화율 클러스터링

- 주택(건물) 개수
- 주민등록 인구 수

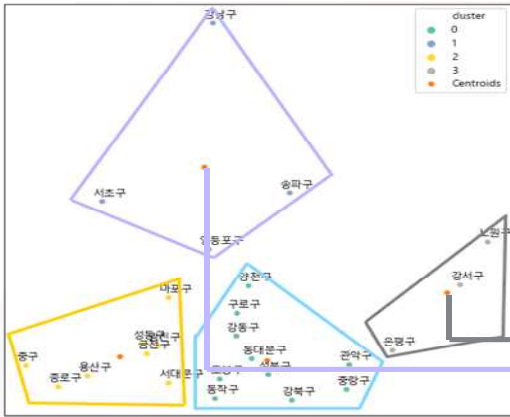


2000년대 초반 vs 2020년

- 선행 연구를 통해서 화재에 취약한 요인들을 파악하고 데이터를 수집함
- 취약률 클러스터링: 25개 자치구들 중에서 화재에 취약한 자치구들을 파악할 수 있음
- 변화율 클러스터링: 2000년대 초반과 비교해서 가장 많은 변화가 일어난 자치구들을 파악할 수 있음
- 두 클러스터링에서 공통으로 뽑힌 자치구에 대해서 우선적으로 입지 최적화를 진행함

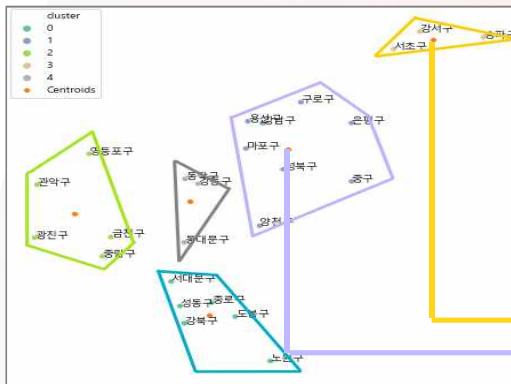
변수 설정 / 클러스터링 실행 / 최종 자치구 선정

클러스터링 실행 및 결과



- '취약계층'과 '취약요인' 2차원으로 클러스터링을 하기 위해서 변수들에 대해 PCA를 적용했음
- X축(취약 계층) : 독거 노인 수, 기초생활수급자 수, 장애인 수 변수들을 PCA로 차원축소 함
- Y축(취약 요인) : 전기사용량, 건물 노후도, 흡연구역 수, 재개발 현황 변수들을 PCA로 차원축소 함
- 화재에 취약한(위험도 上) 클러스터 2개를 후보로 선정

강남구, 송파구, 서초구, 영등포구, 노원구, 강서구, 은평구



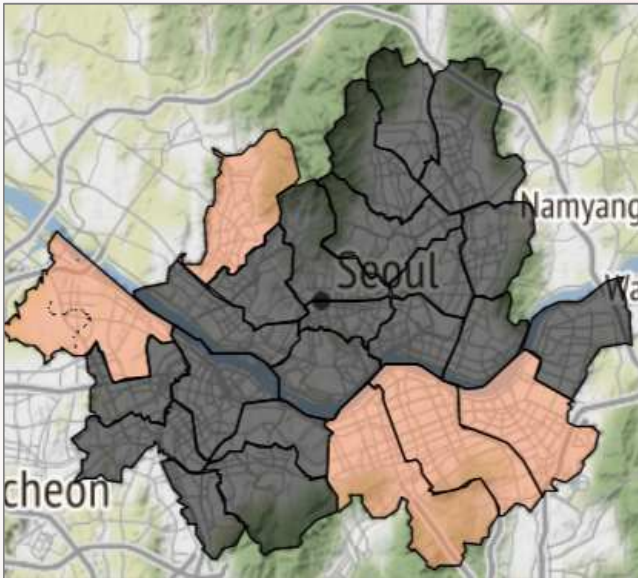
- 인구 변화율과 주택 변화율을 기준으로 클러스터링 실행
- X축(인구 변화율)
- Y축(주택 변화율)
- 2000년대 초반과 비교해서 현재 가장 많이 변화한 클러스터 2개를 후보로 선정

강서구, 서초구, 송파구, 구로구, 용산구, 강남구, 은평구, 마포구, 성북구, 중구, 양천구

클러스터링

변수 설정 / 클러스터링 실행 / 최종 자치구 선정

대표 자치구 선정



- 두 클러스터에서 중복으로 선택된 자치구 5개
=> 강남구, 송파구, 서초구, 강서구, 은평구
- 위의 5개 자치구들은 화재에 취약하면서도
2000년대 초반 대비 변화가 가장 많은 자치구라고 볼 수 있음
- 최우선 자치구 1개를 선정하기 위해 5가지 자치구들의 특징을
파악할 수 있는 변수들을 추가한 후에 비교를 진행



평균 출동도착 시간, 소방인력 1인당 담당 인구, 평균 화재 건수, 인구 밀도, 자치구 면적

클러스터링

변수 설정 / 클러스터링 실행 / 최종 자치구 선정

대표 자치구 선정

자치구	평균 출동도착 시간	담당 인구 수	평균 화재 건수	구별 면적(㎢)	인구 밀도(명/㎢)
강남구	4	4	450	39.5	13,773
송파구	2	5	310	33.8	19,896
서초구	5	2	220	46.9	9,132
강서구	5	5	360	41.4	14,140
은평구	1	5	180	29.7	16,292

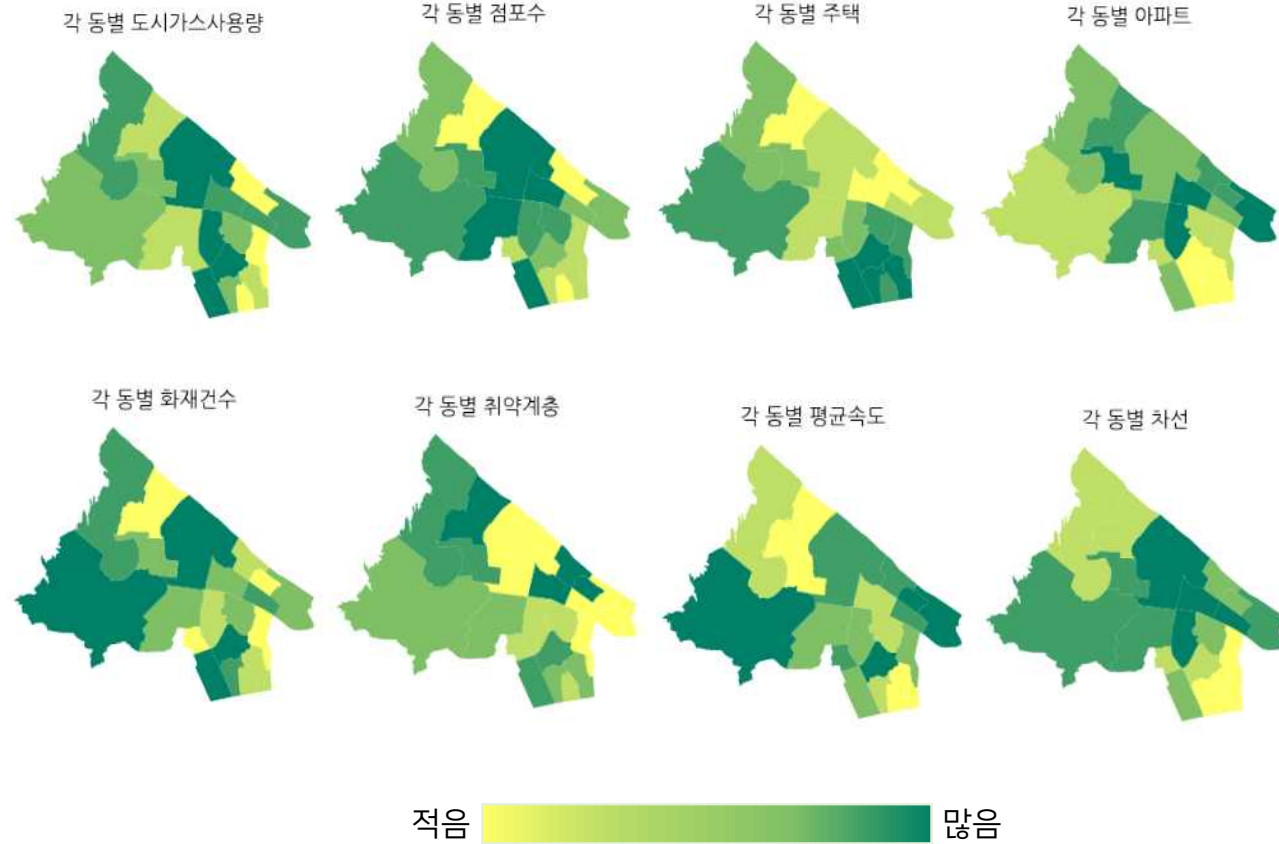
1: 적음 ~ 5: 많음
출처: 서울연구원



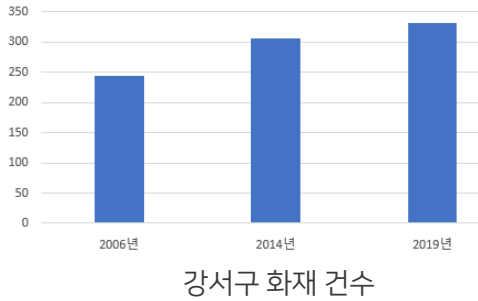
클러스터링

변수 설정 / 클러스터링 실행 / 최종 자치구 선정

강서구 지역특성 시각화



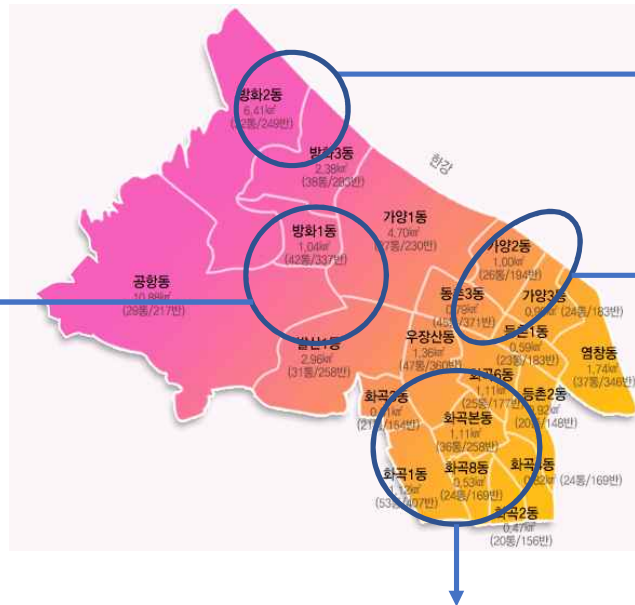
클러스터링 변수 설정 / 클러스터링 실행 / 최종 자치구 선정



- 건물, 상권이 많이 증가하고 있는 추세
- 마곡동 재개발 구역, 기업 연구 단지
- 교통속도가 느린 편
- 취약계층이 적은 동네



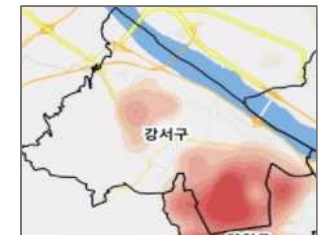
강서구 지역특성 파악



- 산간 지역
- 주택, 상권, 인구 수 자체가 제일 적은 동네

- 대부분의 주거 형태가 아파트이고 강서구에서 제일 많음
- 도로 폭이 넓으며 교통 속도가 빠른 편
- 취약계층이 많은 동네

- 취약계층이 꾸준히 증가하고 있는 추세
- 아파트 외 주택과 빌라가 가장 많으며 큰 폭으로 증가하고 있음
- 노후 건물이 제일 많음
- 강서구에서 매년 화재가 제일 많은 동네
- 큰 도로가 다른 행정동보다 많지 않아서 차선 수와 교통 속도가 느린 편



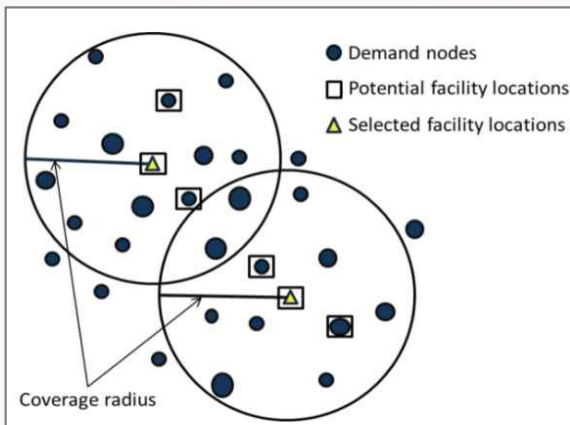
스마트서울맵, 강서구 건물노후도

최적화

최적화 모델 / 입력 변수 설정 / 가중치 설정 / 최적화 결과

MCLP 모델

$$\begin{aligned} \text{Maximize } Z &= \sum_{i \in I} a_i y_i \\ \text{Subject to } \sum_{j \in N_i} x_j &\geq y_i \text{ for all } i \in I \quad (1) \\ \sum_{j \in J} x_j &= P \quad (2) \\ x_j &= (0, 1) \text{ for all } j \in J \quad (3) \\ y_i &= (0, 1) \text{ for all } i \in I \quad (4) \end{aligned}$$

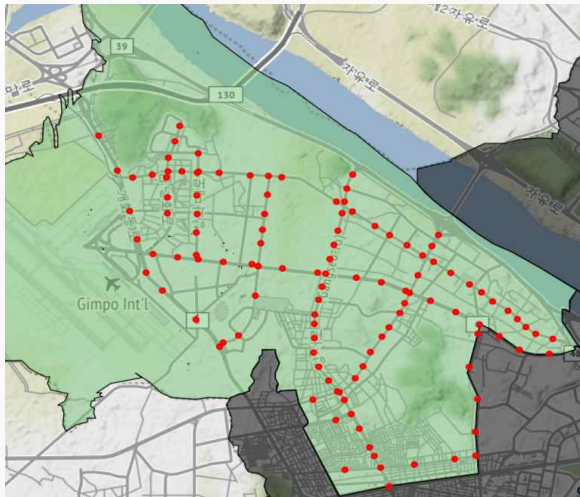


- 수요 포인트: 최적 입지 포인트로부터 커버가 되면 1, 아니면 0
- 최종 후보지: 설치가 되면 1, 아니면 0
- 수요 범위(길이): 선행연구를 통해서 1.5km를 적정 길이로 설정함. 1.5km 밖에 있어도 소방서비스를 받을 수는 있지만 화재를 신속하게 진압할 수 있는 확률이 떨어질 수 있음.
- 포인트간 거리행렬: 임의의 포인트 i와 j의 거리 정보를 담고 있는 행렬, 이를 활용해서 임의의 포인트 i와 1.5km이하의 거리를 갖는 포인트들을 파악할 수 있음
- 최종 후보지 개수(K or P): 4개~7개로 설정함, K값의 변화에 따라 최종 후보지의 변화를 파악할 예정
- 가중치: 강서구의 지역특성을 나타낼 수 있는 변수를 활용

최적화

최적화 모델 / 입력 변수 설정 / 가중치 설정 / 최적화 결과

수요 포인트 데이터 생성



	도로명	인덱스	위도	경도	차선	속도
0	가로공원로	2	37.537510	126.839946	4	18
1	강서로	3	37.572991	126.842768	5	25
2	강서로	4	37.570968	126.841794	5	25
3	강서로	5	37.569079	126.841392	6	20
4	강서로	6	37.567402	126.840989	6	25
...

- 수요 포인트: 강서구의 간선도로 위에 포인트를 찍음 (총 115개), 김포공항과 산간지역을 제외한 모든 간선도로에 수요 포인트들을 고르게 분포시킴.

↓
골목길이나 이면도로 같이 좁은 도로에 소방시설을 설치하는 것은 출동시간에 지장을 주기 때문에, 도시의 주요 도로이자 상대적으로 도로폭이 큰 간선도로를 사용함

- 구글 맵을 활용해서 각 수요 포인트마다 해당 도로명, 위도, 경도, 차선 개수와 평균 교통 속도를 크롤링을 통해 직접 수집함.

↓
서울시 교통속도 데이터를 사용해서 각 수요 포인트와 일치하는 부근의 도로 차선과 속도를 구함

- 각 수요 포인트마다 지역 특성 변수들을 매핑해주는 작업을 진행함

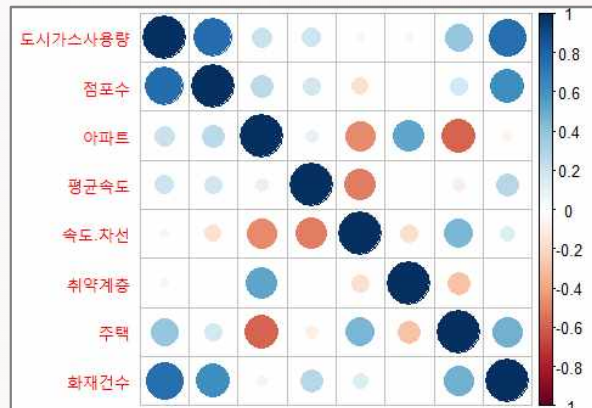
↓
취약계층, 가스사용량, 주택현황, 점포 수.. 등

최적화

최적화 모델 / 입력 변수 설정 / **가중치 설정** / 최적화 결과

강서구 지역특성 가중치 설정

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	17.9667	0.6440	27.897	< 2e-16 ***
도시가스사용량	4.1035	1.3217	3.105	0.00308 **
점포수	2.1190	1.0922	1.940	0.05780 .
아파트	-1.7560	1.1969	-1.467	0.14838
평균속도	2.0428	0.8303	2.460	0.01724 *
속도, 차선	1.2425	0.9664	1.286	0.20422
취약계층	1.3928	0.7807	1.784	0.08026 .
주택	0.9880	1.0822	0.913	0.36548



- 강서구 지역특성을 반영할 수 있는 변수들을 가중치로 사용함
- 다중회귀분석을 사용해서 화재에 대해 유의한 변수들을 파악하고 회귀계수(Coefficients)를 가중치 값으로 사용
- 다중 공선성(Multicollinearity) 문제로 인해 변수들이 유의하지 않은 결과가 나옴. 독립변수들 간에 상관관계가 높은 상태
- PCA(주성분분석)을 하거나 파생변수를 만들어서 새로운 변수로 Regression을 진행하는 작업을 반복함.

최적화

최적화 모델 / 입력 변수 설정 / **가중치 설정** / 최적화 결과

강서구 지역특성 가중치 설정

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	17.9667	0.7595	23.655	< 2e-16 ***
취약계층	1.9199	0.8546	2.247	0.0286 *
주거	2.9393	0.6795	4.326	6.32e-05 ***
점포수	5.3485	0.7613	7.026	3.14e-09 ***



	주거	취약계층	점포수
0	24686	4959	12762
1	7852	1055	12086
2	7852	1055	12086
3	21317	10150	18951
4	21317	10150	18951
...



가중치
148650.1
88831.1
88831.1
181544.6
181544.6
...

- 변수들이 통계적으로 유의한 결과를 보임.

취약계층: 기초생활수급자 수 & 장애인 수

주거: 강서구 주택 총합 (아파트, 공공주택, 단독주택 등..)

점포 수: 강서구 상권 총합 & 도시가스 사용량

- 취약계층, 주거 건물, 점포 수가 많을수록 화재발생이 높아진다는 우리의 일반적인 상식과도 부합함.
- 각 수요 포인트마다 가중치들을 내적해서 하나의 스칼라 값이 나오도록 함

첫번째 수요포인트(0번 행)의 가중치는 148650.1 이다.

$$(24686 * 1.9199) + (4959 * 2.9393) + (12762 * 5.3485) = 148650.1$$

최적화

최적화 모델 / 입력 변수 설정 / 가중치 설정 / 최적화 결과

Xpress로 최적화 진행

```
! binary
forall(i in N) point(i) is_binary
forall(i in N) select(i) is_binary

fopen('data/distance.csv', F_INPUT)
while(not iseof)
  readln(ii, ', ', jj, ', ', distance_matrix(ii, jj))
fclose(F_INPUT)

fopen('data/weights.csv', F_INPUT)
while(not iseof)
  readln(ii, ', ', demand_weight(ii))
fclose(F_INPUT)

! N_i: distance_matrix < COVER
forall(j in N, i in N | i <> j)
  if distance_matrix(i, j) < 1.5 then
    N_i(j) += {i}
  end-if
```

```
! MCLP
forall(i in N)
  sum(j in N_i(i)) select(j) >= point(i)

sum(j in N) select(j) = K

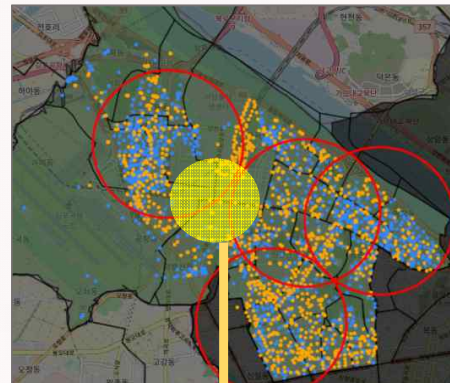
obj := sum(i in N) demand_weight(i)*point(i)

maximise(obj)
writeln(getobjval)

forall(i in N)
  if select(i).sol = 1 then
    writeln('x_', i, ' : ', select(i).sol)
```

N	select
No filter	1
1	1.0
41	1.0
68	1.0
94	1.0

설치된 수요포인트



주택과 상권 밀집 지역이지만
데이터 부재로 점이 안 찍힘

- Xpress(최적화 소프트웨어)에서 MCLP 모델을 구현
- 어느 수요 포인트에 설치가 되는지 확인
- 해당 포인트의 반경 1.5km을 지도에 시각화 (빨간 원)
- 강서구의 건물, 주거, 상권 등을 표현하기 위해 점으로 지도 위에 찍음
- K값(안전센터 개수)을 변경하면서 위의 작업을 반복

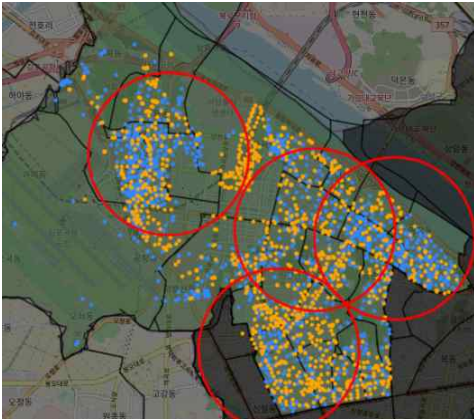
→ 공공 와이파이 데이터

→ 2017년 강서구 건물 데이터

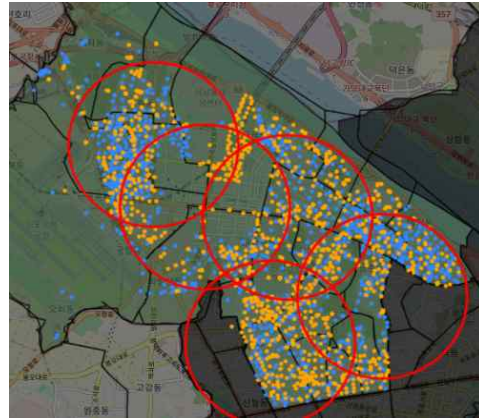
최적화

최적화 모델 / 입력 변수 설정 / 가중치 설정 / 최적화 결과

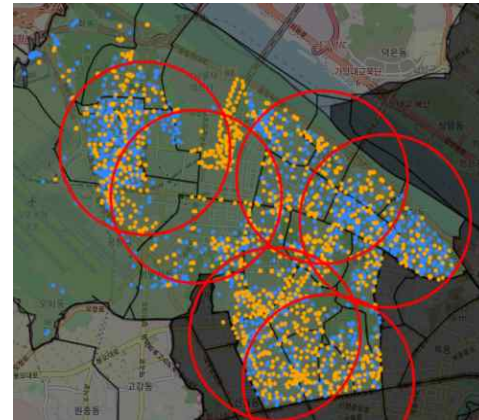
최적화 결과 시각화



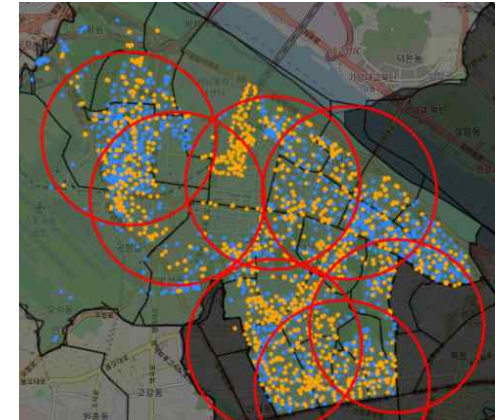
K=4



K=5



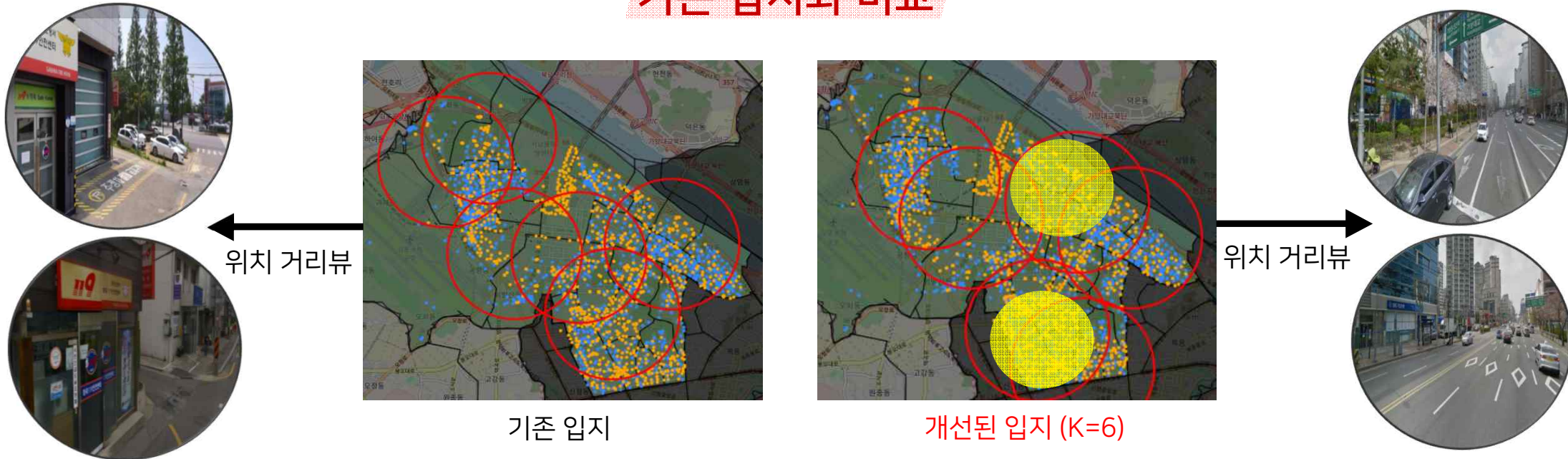
K=6



K=7

- K가 증가할수록 화곡동 주택 지역과 한강 근처 아파트 단지의 커버율이 높아짐
- K가 6 이상부터는 커버하는 점의 개수가 유의미하게 달라지질 않음
- 현재 안전센터 개수가 6개 이므로, K가 6일 때와 기존 입지와의 차이를 비교할 필요가 있음

기존 입지와 비교



- 기존 입지에 비해 화곡동 주택 지역과 한강 근처 가양동 아파트 단지를 잘 커버하고 있음 (노란 원)
- 안전센터 반경 1.5km(빨간 원)가 겹쳐지는 지역이 둘이 완전히 상이함
- 기존 입지 포인트들은 좁은 도로(평균 4차선)에 위치했기 때문에 빠른 출동에 불리함
- 반면에 최적 입지 포인트들은 평균 6차선 도로에 위치했기 때문에 빠른 출동에 유리함

장기적인 관점에서의 적합성

- 10년, 20년 뒤의 강서구의 환경에도 적합한 입지인가?
- 기존 입지와 개선된 입지 각각 미래 환경에 얼마나 적합한가?

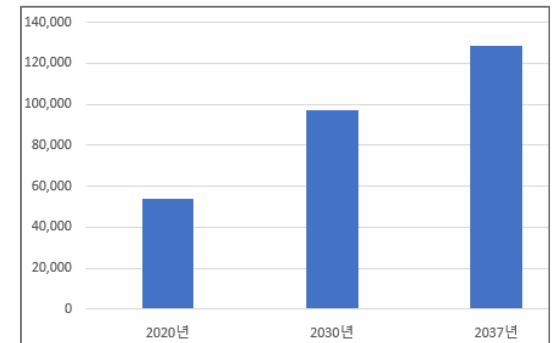


- 화곡동의 노후 공공주택 재개발 가능성 상
- 공공주택 재개발에 따른 인구 증가가 예상됨
- 도로 개선과 불법 주정차 문제 해결 가능



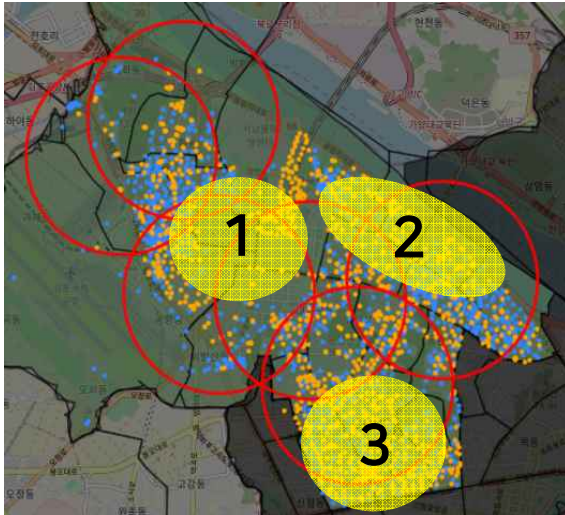
- 가양동, 방화동 재개발이 현재 진행중
- 주거건물, 상권, 인구 수 증가가 예상됨

강서구 고령인구 (추계)

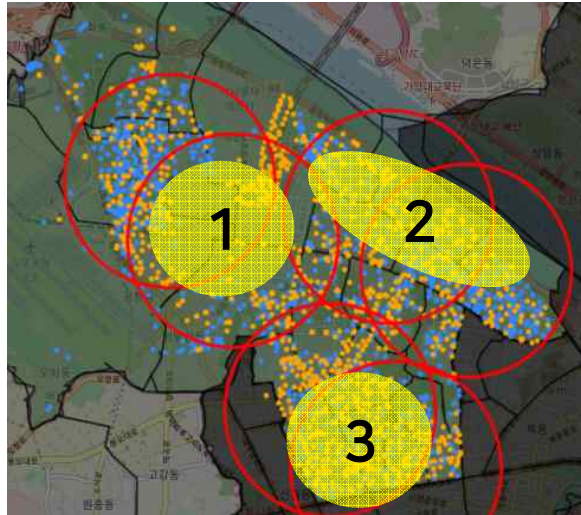


- 취약계층 인구의 증가가 예상됨

장기적인 관점에서의 적합성



기존 입지



개선된 입지

1. 신도시 재개발 구역

- 기업, 상권, 아파트가 많이 증가할 것으로 예상

2. 한강 주변 아파트 단지 구역

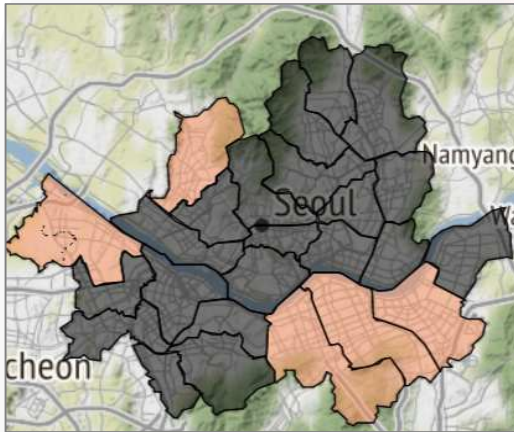
- 취약 계층이 많이 증가할 것으로 예상

3. 화곡동 주택 지역

- 공공주택과 상권이 많이 증가할 것으로 예상
- 도로가 개선될 것으로 예상

- 중요 지역(노란 원)에 많은 변화가 예상되고, 화재가 발생할 경우 타 행정동에 비해 큰 피해를 입을 가능성이 높음
- 기존 입지에서도 중요 지역을 어느정도 커버하고 있으나, 안전센터와의 거리가 멀다고 볼 수 있음
- 개선된 입지는 오히려 중요 지역을 이중으로 겹치면서 커버하고 있음
- 따라서, 개선된 입지가 미래에도 유효한 입지 조건을 갖고 있다고 볼 수 있음

1. 지역별로 모델 수립이 가능



- 강서구에 최적 입지를 선택한 것과 동일한 방식으로 다른 자치구에도 적용이 쉽게 가능함
- 또한 하나의 자치구에만 적용하는 것이 아닌, 인접한 자치구나 비슷한 지역특징을 가진 자치구들에 대해서 동일한 모델을 적용할 수도 있음
- 예를 들어, '강남 3구'(강남구, 송파구, 서초구)에 대해서 최적화 알고리즘을 동시에 진행함
- 더 나아가서, 대량의 데이터가 구축이 된다면 서울시 전체에 대해 최적화를 진행할 수 있음



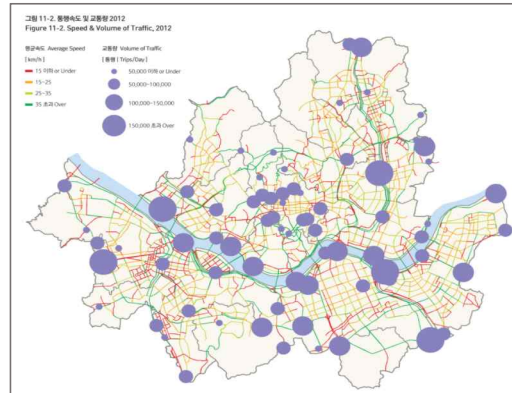
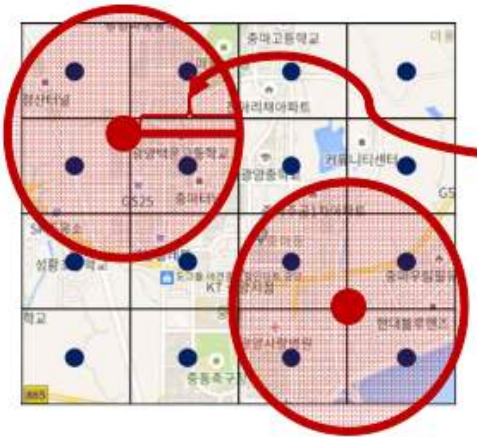
- 기존 도시, 신도시, 지방도시 등.. 각 지역마다 특성이 다르고 이에 최적화된 입지를 선정할 수 있음
- 현재 시점 또는 미래 시점에서 지역의 특성들을 파악하여 안전센터의 입지를 새로 선정할 수 있음
- 또한 추가 설립이 필요할 경우, 기존 모델에서 K값을 변경하면 됨. 즉, 기존의 모델을 활용하면 되기 때문에 추가 비용이나 노력이 많이 들지 않음

2. 다른 도메인에 적용 가능



- 경찰서와 보건소와 같이 다른 공공 서비스에도 적용이 가능함
- 예를 들어, 경찰서는 신속한 출동이 중요하기 때문에 그에 관련된 요인들에 따라서 입지를 선정하고, 보건소는 취약계층의 접근성이 중요하기 때문에 그에 관련된 요인들에 따라 입지를 선정한다.
- 그 외에도 물류센터, 프랜차이즈 지점.. 등의 다양한 민간 서비스에서 적용이 가능함

데이터 수집의 한계



- 행정동 단위보다 더 작은 단위의 데이터 부재
 - ✓ 데이터의 범위가 너무 커서 왜곡되거나 최적화 결과에 오류가 생길 가능성이 높음
 - ✓ Ex) 같은 행정동에 포함되는 일부 수요 포인트들은 중복되는 값을 갖게 됨
- 최신 건물 위치, 화재 발생 위치, 도로 교통량, 속도, 불법 주정차.. 등 상세한 데이터의 부재
 - ✓ 관련 데이터 또는 평균치로 추정할 수밖에 없음
 - ✓ 수요 포인트를 직접 생성, 더 정교한 가중치 설정, 모델 수립과 분석이 힘들

참고문헌

- 손봉세. (2001)/ 소방의 역할과 최근 동향/한국방재학회, 1(1) 21-24.
- 최명진, 이상헌(2009)/ 유동인구를 고려한 확률적 최대지역커버문제/ 경영과학, 26(1)
- Church, R. & ReVelle, C.(1974)/The maximal covering location problem./Pap. Reg. Sci. Assoc., 32, 101-18.
- 김근영, 강성일. (2002)/The Study for the Optimal Location of Fire Stations in Seoul./한국도시 방재학회 논문집 2(1), 153-159.
- 민세홍, 이재문, 박은석, 임성빈, 김재범, 최대현. (2018)/화재영향 인자를 통한 화재 예측 프로그램의 성능 향상을 위한 연구/한국재난정보학회 2018년 정기학술대회 및 특별세미나, 37-38.
- 김윤희, 한민지, 김은정. (2016)/시민의 안전한 주거생활권 보장을 위한 소방서의 최적입지 선정에 관한 연구/한국주거학회 학술대회논문집 221-224.
- 김근영, 송철호, 강성일. (2003)/Siting fire Stations Based on the Maximal Covering Location Theory in the Seoul Metropolitan Region/국토계획, 38(3), 317-324