

(안양시) 도시데이터 수집을 위한 IoT센서 설치 위치 선정

2020. 11. 19

조수경

☑ 정부와 지자체 IoT 설치 관련 정책을 바탕으로 분석 목표 설정

정부·지자체 정책
국가 정책미세먼지 관리 종합계획 (2020-2024) <ul style="list-style-type: none">국내 미세먼지는 초미세먼지·황산화물은 사업장, 질소산화물은 수송 부문에서 다량 배출<ul style="list-style-type: none">경기도는 특히 질소산화물이 다량 배출되며, 이는 자동차 수송에 의해 발생됨미세먼지는 호흡기에 침착 또는 체내에 흡수되어 건강 영향 발생<ul style="list-style-type: none">실내 공기질 관리와 취약계층에 대한 집중 보호 조치 마련이 요구
안양시 스마트도시계획 (2020.06) <ul style="list-style-type: none">안양시 생활 환경 특징<ul style="list-style-type: none">(소음 민원) 공장소음은 배출원이 고정되어 있어 지속적인 피해를 주게 되며, 취약지역에 한하여 배출시설 설치허가제를 시행(재난사고) 도로교통사고가 85.2%, 화재는 14.3%를 차지함절도범은 감소하는 추세이나 강력범 및 지능범죄가 점차 증가 추세2030 안양 도시기본 계획<ul style="list-style-type: none">지역주민이 건강하고 안전한 안양 (CCTV 확충 및 안전교육 실시 등 안전한 도시 실현)진화하는 정보통신 수요에의 대응과 CCTV 운영의 통합을 위한 플랫폼 도입의 필요성이 증대됨
안양시 보도 자료 <ul style="list-style-type: none">IoT(사물인터넷) 플랫폼으로 도시데이터 통합 추진 (2019. 06. 07)<ul style="list-style-type: none">통합 시스템 구축에 비용이 다소 요구되어 관련 논의 필요2020년도 스마트시티 사업 청사진 밝혀 (2020. 01. 14)<ul style="list-style-type: none">IoT기술을 활용하여 고령자·여성 안심서비스버스정류장 등 주요 도로변에 미세먼지 모니터링 측정기 설치 계획 수립2025년까지 일자리 14만여 개 창출한다. (2020. 08. 13)<ul style="list-style-type: none">(행정 지능화) 복합 IoT를 이용하여 도시데이터 수집과, 실종아동 복합인지 기술 개발(도시교통인프라 구축) 경고 안내 음성 서비스, 스마트 스쿨존 안심 서비스 개발

분석 목표
1 스마트시티 인프라 구축 <ul style="list-style-type: none">미세먼지 모니터링으로 시민 보건 향상소음과 같은 민원 감축을 위한 모니터링각종 재해 모니터링 및 알림치안을 위한 CCTV 역할 증대
2 IoT 구축 비용 절약 전략 도출 <ul style="list-style-type: none">IoT 기기 성능과 목표에 따른 설치 시나리오 필요
3 미세먼지 IoT 설치 목표 <ul style="list-style-type: none">도로변 미세먼지 모니터링공장 주변 미세먼지 모니터링
4 복합 IoT 설치 목표 <ul style="list-style-type: none">취약계층 (고령, 유소년) 보건, 응급안전 알림을 위한 모니터링치안을 위한 모니터링 (학교 주변, 주택 인근)시설물 장애 유지 보수를 위한 모니터링도시데이터 (인구 유동 패턴, 미세먼지, 소음) 수집

분석 목적

- 미세먼지 저감 정책 효과 검증 및 도로변 미세먼지 발생량 모니터링을 위한 미세먼지 측정 IoT센서 설치 위치 최적화
- 도시 정책에 활용될 수 있는 IoT복합센서 설치 위치 최적화

분석 프로세스

1. Data Preprocessing

- 분석 목적에 맞는 데이터 선택
- 분석을 위한 기준 Point 생성
- 기준 Point에 데이터 통합

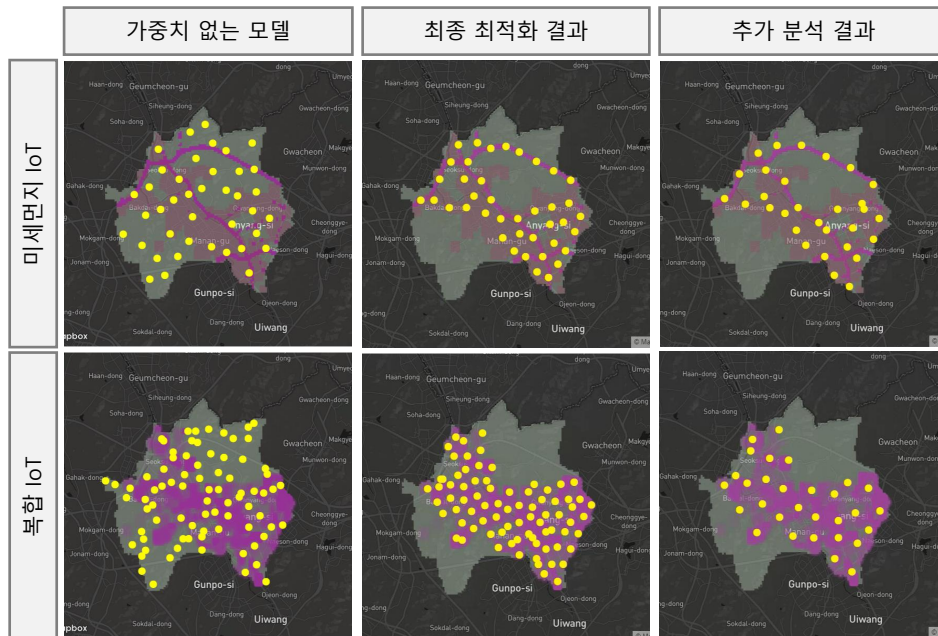
2. Exploratory Data Analysis

- 기준 Point에 할당된 정보 시각화
- 시사점 도출

3. 최적화 문제 정의

- 최적화 모델 선정
 - ✓ Maximal Covering Location Problem¹⁾
- 최종 최적화 모델 정의
 - ✓ 목적함수: 지역을 최대한 cover할 수 있는 IoT K개 설비 위치 선정
 - ✓ 결정 변수 분석 : covered distance 결정

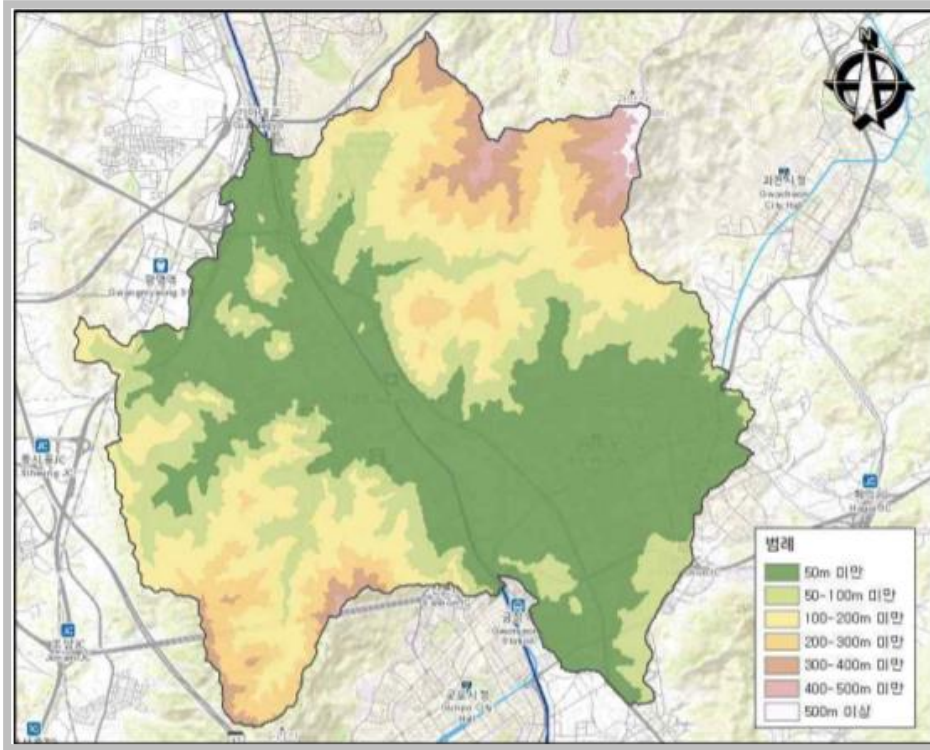
분석 결과



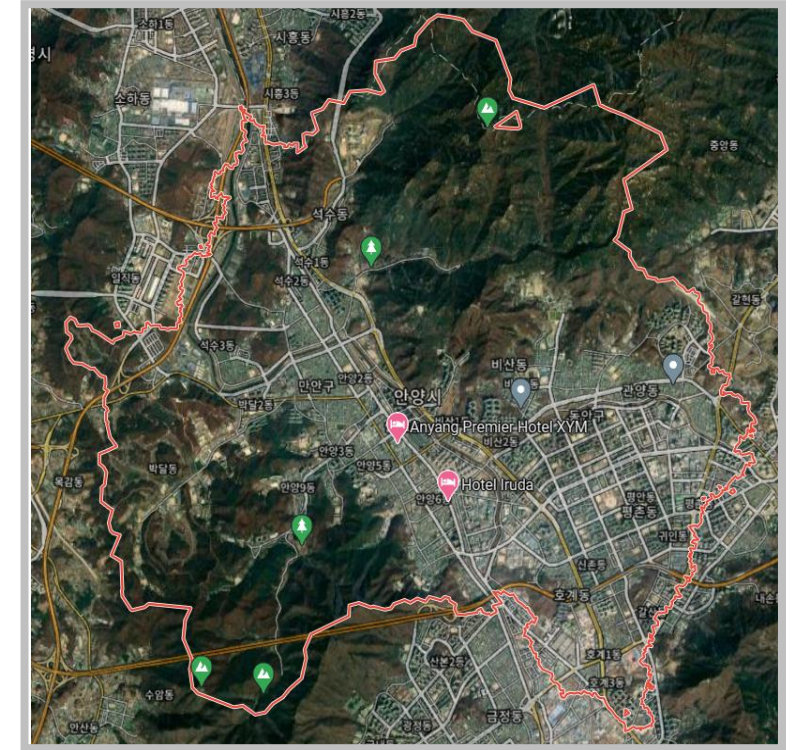
- 주어진 IoT 기기로 가장 효율적인 설치 위치 제안
- IoT 성능에 따른 최적화 모델 시나리오 제안
 - ✓ 특정 covered distance (: IoT 기기의 성능 반경)를 가정하여 효율적인 IoT 대수 제안
 - ✓ 한 대의 IoT 기기가 700m를 cover 할 수 있다면 각각 30대만으로 타깃 지역을 90% cover 가능
- 설치 시나리오 제안
 - ✓ 가중치에 따른 단계별 설치 대수 시나리오 제안
 - ✓ 설치 목적에 따른 시나리오 제안

- 안양시는 분지 지형이며, 산지는 IoT 설치 시 후순위가 되어 할 것으로 판단

안양시 지형 이미지



▲ 표고분석도



▲ 위성사진

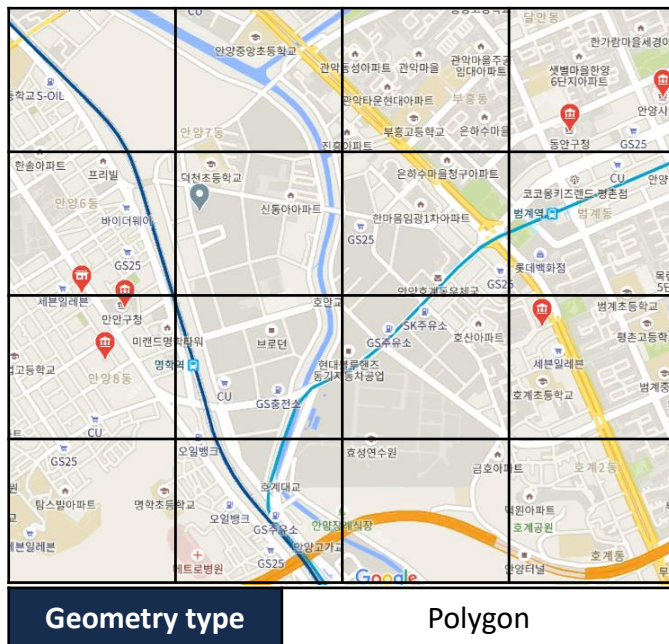
지형적 특징

- 안양시 면적은 58.46km²이며, 타원형의 분지를 이루고 있음
- 북동쪽으로 관악산과 삼성산, 남서쪽으로 수리산이 위치하고 있으며, 북서쪽에서 남동쪽으로 이어지는 사선형태
- 표고 50m 미만의 평지를 형성하고 있어 이 지역 대부분에 시가지가 형성되어 있음

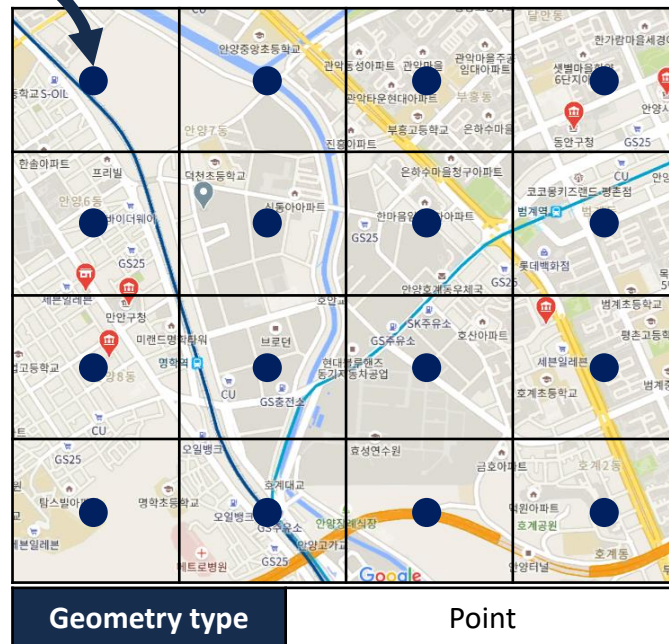
1. Data Preprocessing

인구 관련 요소와 공장 수 할당

기준 Point 생성



Point 할당 정보
인구 현황 수
고령 인구 수
생산가능인구 수
유소년 수
공장 수



사용 데이터

df_01: 01.안양시_격자별인구현황(전체),
df_02: 02.안양시_격자별인구현황(고령),
df_03: 03.안양시_격자별인구현황(생산가능인구),
df_04: 04.안양시_격자별인구현황(유소년),
df_10: 10.안양시_공장등록현황

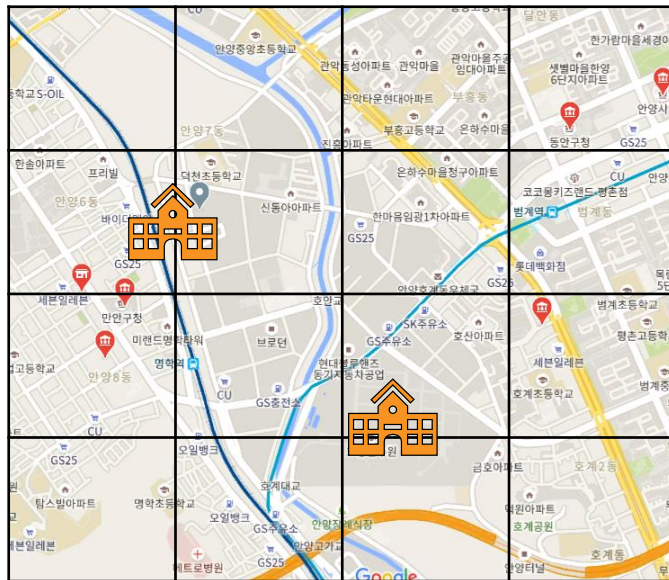
분석 설명

- 격자별 인구현황 관련 01~04 데이터와 공장 현황 관련 15 데이터는 'gid'이 공통이므로 한번에 할당
- 격자별 인구 현황의 grid 기준의 중심 (central point)를 기준 Point로 명명
- 기준 Point 마다 인구 현황과 공장 수 할당

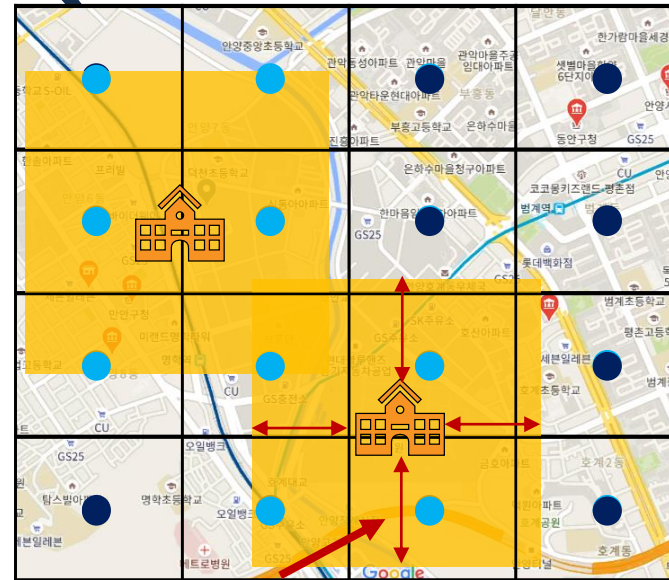
1. Data Preprocessing

주요 시설 요소 할당

교통량 할당



Point 할당 정보
인구 현황 수
고령 인구 수
생산가능인구 수
유소년 수
공장 수
학교
유치원
병원
보건소
지하철 역
승하차 수
공장



300m

사용 데이터

df_17: 17.안양시_링크정보,
df_18: 18.안양시_교통량정보

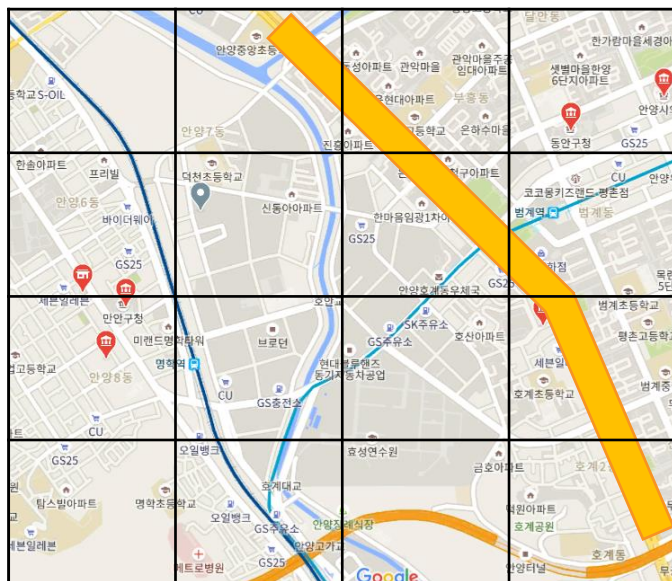
분석 설명

- 주요 시설 Point의 300m 주변에 해당하는
기준 Point에 1 부여

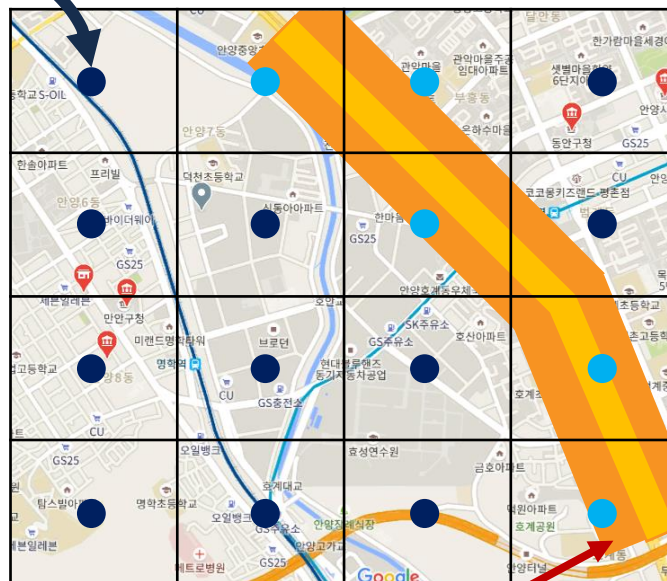
1. Data Preprocessing

교통량 할당

교통량 할당



Point 할당 정보
인구 현황 수
고령 인구 수
생산가능인구 수
유소년 수
공장 수
학교
유치원
병원
보건소
지하철 역
승하차 수
공장
07시 교통량
15시 교통량



Buffer

사용 데이터

df_17: 17.안양시_링크정보,
df_18: 18.안양시_교통량정보

분석 설명

- 미세먼지 중 질소산화물은 교통량이 많은 곳에 주로 발생하므로 출근 시간과 업무시간에 교통량이 많은 곳 정보 할당 필요
- MultiLineStyle 정보에 buffer를 적용, 도로 근방 약 50 m에 포함되는 기준 point에 MultiLineStyle 정보 할당

2. Exploratory Data Analysis

인구 현황 분석

시각화



적음  많음

상위 상세 정보

1. 전체 인구 현황				
gid		coord_cent	val_total	정규화_시각화
4140	다사508337	[126.94467258495793, 37.40156092995166]	2374.0	1.000000
5360	다사523333	[126.9616456192921, 37.39803394343237]	1724.0	0.726201
4927	다사518327	[126.9560358868015, 37.392600037709464]	1654.0	0.696714
2791	다사490338	[126.92432908694595, 37.40236500170467]	1606.0	0.676495
1282	다사470339	[126.90172554167748, 37.403154156893095]	1558.0	0.656276
2. 고령 인구 현황				
gid		coord_cent	val_senior	정규화_시각화
4140	다사508337	[126.94467258495793, 37.40156092995166]	2374.0	1.000000
5360	다사523333	[126.9616456192921, 37.39803394343237]	1724.0	0.726201
4927	다사518327	[126.9560358868015, 37.392600037709464]	1654.0	0.696714
2791	다사490338	[126.92432908694595, 37.40236500170467]	1606.0	0.676495
1282	다사470339	[126.90172554167748, 37.403154156893095]	1558.0	0.656276
3. 생산가능 인구 현황				
gid		coord_cent	val_work	정규화_시각화
4140	다사508337	[126.94467258495793, 37.40156092995166]	1758.0	1.000000
4927	다사518327	[126.9560358868015, 37.392600037709464]	1450.0	0.824801
5360	다사523333	[126.9616456192921, 37.39803394343237]	1406.0	0.799772
2791	다사490338	[126.92432908694595, 37.40236500170467]	1231.0	0.700228
5235	다사522296	[126.96075471260716, 37.36467903789415]	1207.0	0.686576
4. 유소년 인구 현황				
gid		coord_cent	val_junior	정규화_시각화
5075	다사520309	[126.95841195631212, 37.37638621867855]	251.0	1.000000
5521	다사525321	[126.96398217179078, 37.387228087123226]	246.0	0.980080
5360	다사523333	[126.9616456192921, 37.39803394343237]	236.0	0.940239
1282	다사470339	[126.90172554167748, 37.403154156893095]	229.0	0.912351
5598	다사526322	[126.96510537089685, 37.388134546436]	205.0	0.816733

시사점

- 생산가능인구와 고령인구 패턴이 비슷함
- 비산동에 가장 많은 인구가 있음
- 유소년인구는 호계동, 비산동 순으로 많음
- 산지를 제외하고 분포함을 확인,
인구 현황이 1명 이상 있는 곳을 추출,
복합 IoT 설치 후보지로 고려

2. Exploratory Data Analysis

주요시설 분석

시각화

1. 학교 & 유치원



2. 보건소 & 병원

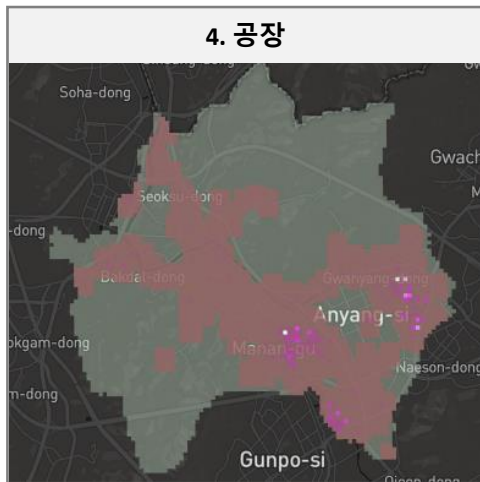


적음  많음

3. 버스 승하차 & 지하철 역



4. 공장



상위 상세 정보

3. 버스 승하차

	gid	coord_cent	승하차	정규화_승하차
6062	다사537340	[126.9774185334523, 37.404414308481506]	9221	1.0
6063	다사537341	[126.9774122733677, 37.40531565210724]	9221	1.0
5978	다사534336	[126.97405414595028, 37.40079390441669]	9221	1.0
6014	다사535341	[126.97515252106518, 37.40530564249703]	9221	1.0
6041	다사536341	[126.97628239707679, 37.40531065270043]	9221	1.0

4. 공장 등록 수

	gid	coord_cent	fac_cnt	정규화_시각화
3567	다사500324	[126.93572193414069, 37.389800728927746]	110	1.000000
5727	다사528337	[126.96726892268727, 37.40166489931617]	97	0.881818
5820	다사530337	[126.96952856279073, 37.40167505876133]	70	0.636364
5933	다사533325	[126.97299376363323, 37.39087408545011]	66	0.600000
5816	다사530333	[126.96955397583552, 37.39069698577225]	54	0.490909

시사점

- 학교와 유치원은 비슷한 곳에 분포
- 보건소와 병원은 비슷한 곳에 분포
- 버스 승하차가 가장 많은 곳은 **관양 1동**
- 지하철 역 근처는 승하차 수가 보통 많으므로, 유동인구가 많은 곳으로 기대
- 공장은 안양에 전반적으로 고르게 분포하며, 특히 **안양 7동, 관양 2동, 평촌동**에 많이 분포
- 복합 IoT는 환경 데이터와 도시 데이터 수집을 목적으로 하므로, 인구 현황이 높은 곳과 유동인구가 높은 곳, 주요 시설 근처에 설치되어야 한다고 판단

2. Exploratory Data Analysis

교통량 분석

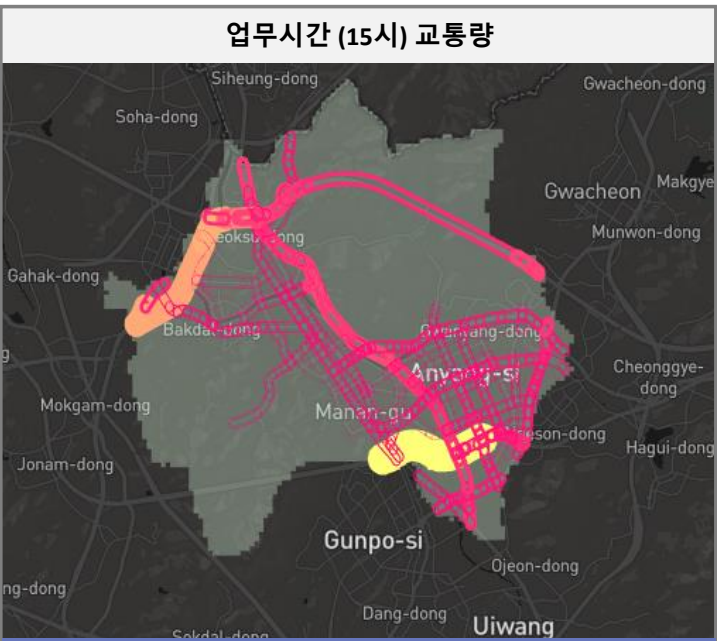
시각화

교통량 적음 교통량 많음



상위 상세 정보

	LINK_ID	ROAD_NAME	sum_probecount	정규화_교통량	
	0	2080000700	서울외곽순환고속도로	1683	1.000000
	344	2080062700	제2경인고속도로	1163	0.691028
	342	2080062500	제2경인고속도로	1163	0.691028
	3	2080001000	서해안고속도로	1117	0.663696
	7	2080001400	서해안고속도로	1117	0.663696



상위 상세 정보

	LINK_ID	ROAD_NAME	sum_probecount	정규화_교통량	
	1	2080000800	서울외곽순환고속도로	1832	1.000000
	0	2080000700	서울외곽순환고속도로	1350	0.736900
	10	2080001901	서해안고속도로	1289	0.703603
	6	2080001300	서해안고속도로	1273	0.694869
	41	2080005600	제2경인고속도로	1261	0.688319

시사점

- 출근 시간과 업무시간 패턴이 비슷함
- 서울외곽순환고속도로와 제2 경인고속도로, 서해안고속도로에 교통량 많음
- 석수동, 비산동, 호계동, 평촌동 일대 교통량이 많음
- 미세먼지 모니터링은 도로 주변에 설치 되어야 효과적이라 생각됨

3. 최적화 문제 정의

최적화 모델 선정

고려 사항

분석 문제 특징

- 설치해야 하는 기기 대수가 주어짐
 - 미세먼지 IoT는 40대, 복합 IoT는 80대를 설치해야 하는 조건이 주어짐
- 설치하는 기기 성능이 구체적으로 주어지지 않음
 - 특정 모델이 정해지지 않아 기기가 측정할 수 있는 범위를 구체적으로 알 수는 없었음
 - 따라서 여러가지 시나리오를 세워 추가 분석이 가능한 모델을 선호
- 이미 설치된 케이스 자료가 없음
 - IoT 기기를 이용한 스마트도시 정책은 전국적으로 초기 시작 단계이므로 설치 사례가 적음
 - 사례 바탕으로 학습하는 모델은 사용 불가

IoT 기기 특징

- 기기 설비는 일정 범위 수요를 무조건 cover 함
 - 유동 인구 수가 기기 설비 cover 능력에 영향을 끼치지 않고, 무조건 일정 범위를 수용 함
 - 따라서 기기의 커버가능 범위 (covered distance)는 모든 기기가 일정

목적에 맞는 가중치 부여

- 미세먼지 IoT와 복합 IoT는 목적이 다르므로, 각각의 목표를 반영 해야 함
 - 하나의 모델로 다양한 설치 목적을 반영할 수 있는 유연한 모델 선호
 - 목적에 따라 전문가 의견 반영이 용이한 모델 선호

활용성

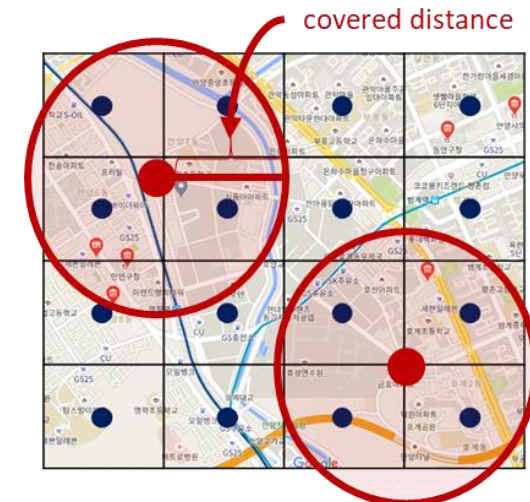
- 결과 도출 시간이 짧은 모델
 - 다양한 시나리오 분석 가능한 모델 선호

최종 선정 모델

Maximal Covering Location Problem (MCLP)

- Mixed Integer Linear Programming
- 기준 Point 를 최대한 cover하는 K개 설비 위치를 선정
- 가정: 설비 위치로부터 일정 거리 (covered distance) 수요 커버

Formulation	Mathematical statement
$\sum_{i \in I} w_i y_i \dots (1)$ $\text{s.t. } y_i \leq \sum_{j \in N_i} x_j \quad \text{for all } i \in I \dots (2)$ $\sum_{j \in J} x_j = K \dots (3)$ $x_j, y_i \in \{0, 1\} \quad \text{for all } i \in I, j \in J$	- i: 수요 포인트 index - j: 설비 후보지역 index - I: 수요 포인트 집합 - J: 설비 후보지역 집합 - K: 총 설치해야 하는 설비 개수 - x: 설비 후보 지역 중 위치 j에 설비가 설치되면 1, 그렇지 않으면 0 - y: 적어도 하나의 설비로 그 포인트가 커버가 되면 1, 그렇지 않으면 0 - w: 가중치
Describe	
	(1): 목적함수, 가중치 w인 수요 포인트를 최대한 많이 커버하게 해라 (2): 수요포인트 i는 설비 후보 지역이 커버하는 거리 안에서 적어도 하나 이상의 설비로 부터 커버가 된다. (3): 총 설치할 설비는 K개 이다.



3. 최적화 문제 정의

최적화 모델 선정

고려 사항

분석 문제 특징

- 설치해야 하는 기기 대수가 주어짐
 - 미세먼지 IoT는 40대, 복합 IoT는 80대를 설치해야 하는 조건이 주어짐
- 설치하는 기기 성능이 구체적으로 주어지지 않음
 - 특정 모델이 정해지지 않아 기기가 측정할 수 있는 범위를 구체적으로 알 수는 없었음
 - 따라서 여러가지 시나리오를 세워 추가 분석이 가능한 모델을 선호
- 이미 설치된 케이스 자료가 없음
 - IoT 기기를 이용한 스마트도시 정책은 전국적으로 초기 시작 단계이므로 설치 사례가 적음
 - 사례 바탕으로 학습하는 모델은 사용 불가

IoT 기기 특징

- 기기 설비는 일정 범위 수요를 무조건 cover 함
 - 유동 인구 수가 기기 설비 cover 능력에 영향을 끼치지 않고, 무조건 일정 범위를 수용 함
 - 따라서 기기의 커버가능 범위 (covered distance)는 모든 기기가 일정

목적에 맞는 가중치 부여

- 미세먼지 IoT와 복합 IoT는 목적이 다르므로, 각각의 목표를 반영 해야 함
 - 하나의 모델로 다양한 설치 목적을 반영할 수 있는 유연한 모델 선호
 - 목적에 따라 전문가 의견 반영이 용이한 모델 선호

활용성

- 결과 도출 시간이 짧은 모델
 - 다양한 시나리오 분석 가능한 모델 선호

최종 선정 모델

Maximal Covering Location Problem (MCLP)

- Mixed Integer Linear Programming
- 기준 Point 를 최대한 cover하는 K개 설비 위치를 선정
- 가정: 설비 위치로부터 일정 거리 (covered distance) 수요 커버

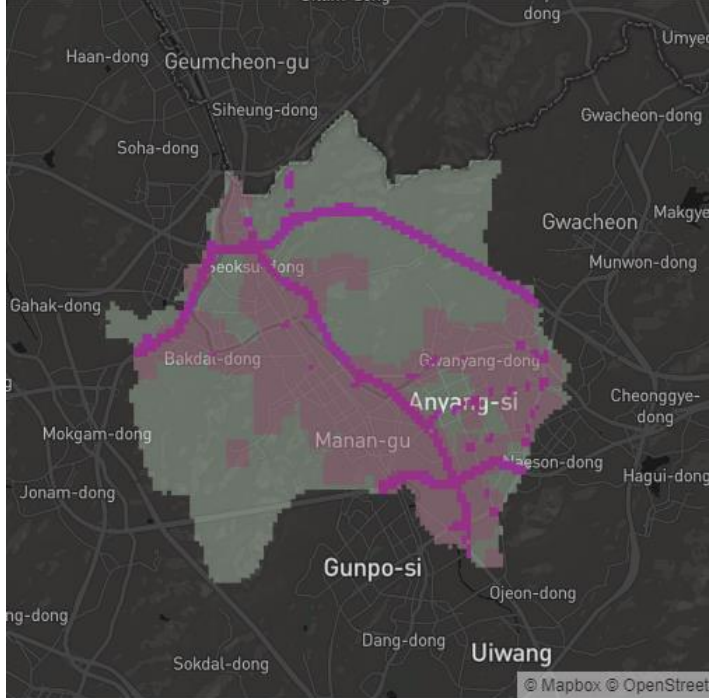
Formulation	Mathematical statement
$\sum_{i \in I} w_i y_i \dots (1)$ $\text{s.t. } y_i \leq \sum_{j \in N_i} x_j \quad \text{for all } i \in I \dots (2)$ $\sum_{j \in J} x_j = K \dots (3)$ $x_j, y_i \in \{0, 1\} \quad \text{for all } i \in I, j \in J$	<ul style="list-style-type: none"> - i: 수요 포인트 index - j: 설비 후보지역 index - I: 수요 포인트 집합 - J: 설비 후보지역 집합 - K: 총 설치해야 하는 설비 개수 - x: 설비 후보 지역 중 위치 j에 설비가 설치되면 1, 그렇지 않으면 0 - y: 적어도 하나의 설비로 그 포인트가 커버가 되면 1, 그렇지 않으면 0 - w: 가중치
Describe	
	<ul style="list-style-type: none"> (1): 목적함수, 가중치 w인 수요 포인트를 최대한 많이 커버하게 해라 (2): 수요포인트 i는 설비 후보 지역이 커버하는 거리 안에서 적어도 하나 이상의 설비로 부터 커버가 된다. (3): 총 설치할 설비는 K개 이다.

- 결정 변수
 - y: 설치 후보 기준 Point
 - K: IoT 설치 대수
 - w: 가중치, 각 IoT 설치 목적에 맞는 가중치를 정의
 - Covered distance: 한 설비가 cover 가능한 범위,
 - (1) 시나리오 분석을 통해 효과적으로 설치할 수 있는 범위 도출
 - (2) 특정 covered distance 하에 가장 효과적인 IoT 개수 분석

3. 최적화 문제 정의

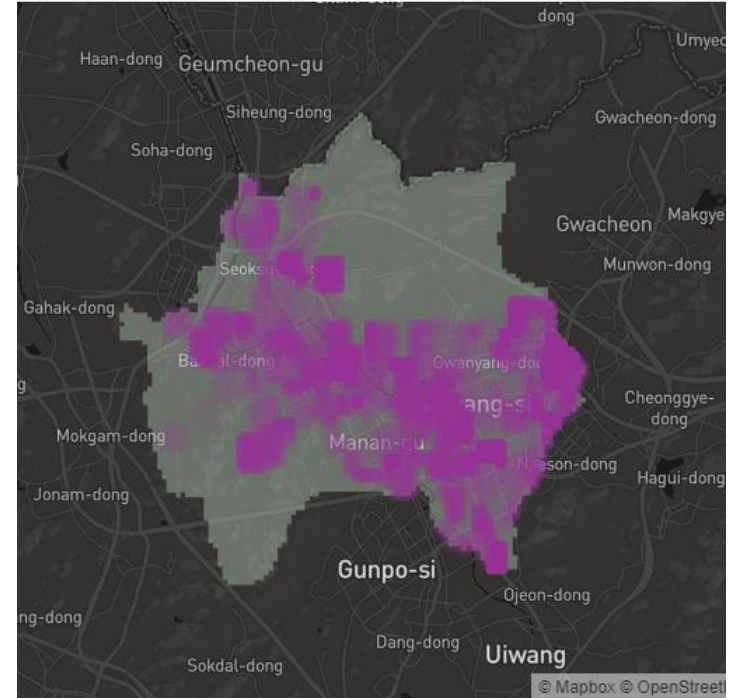
목적 함수

미세먼지 IoT



미세먼지 IoT는 **교통량이 많은 곳**과 **공장이 많은 곳**에 우선 설치 되어야 함

복합 IoT

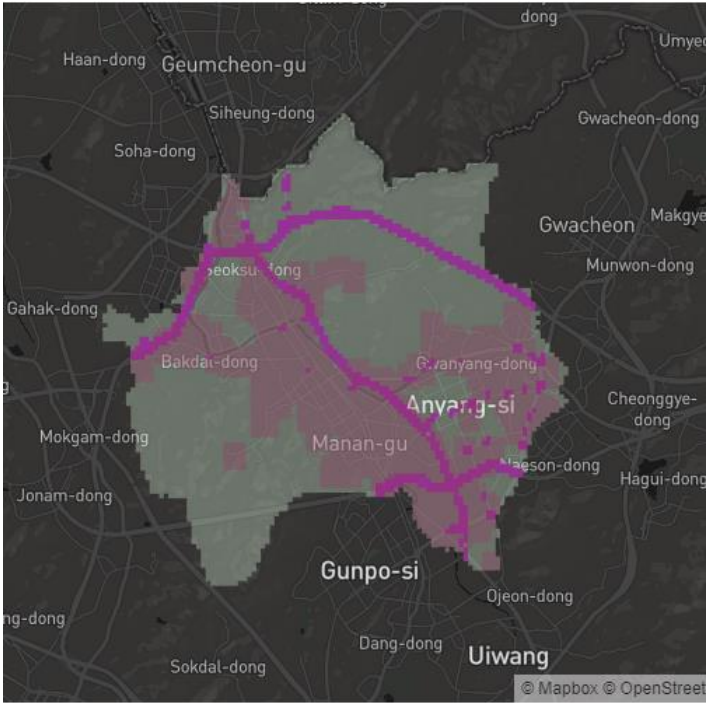


공기 질 모니터링과 방법을 위해, **취약계층이 많은 곳**과
도시 데이터 수집을 위해 **유동인구가 많은 곳**에 우선 설치 되어야 함

3. 최적화 문제 정의

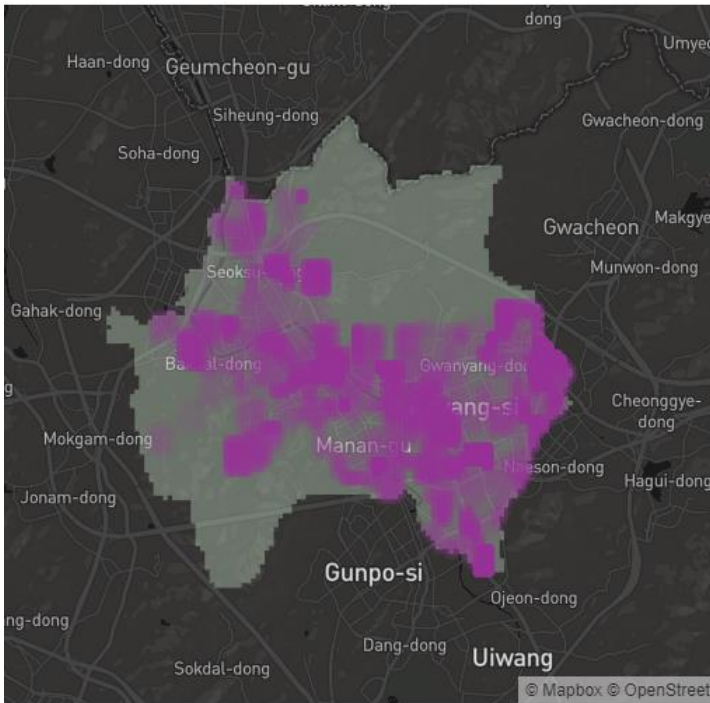
결정 변수 선정 (y, K, w)

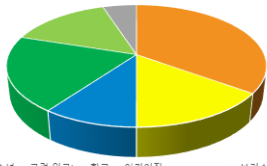
미세먼지 IoT



y	도로 주변과 공장이 1개 이상 있는 Point	K	40
w	교통량이 많고 공장 등록 개수가 많을 수록 가중치가 큼 <ul style="list-style-type: none">- 정규화된 07시/ 15시 교통량- 정규화된 공장 등록 개수		

복합 IoT

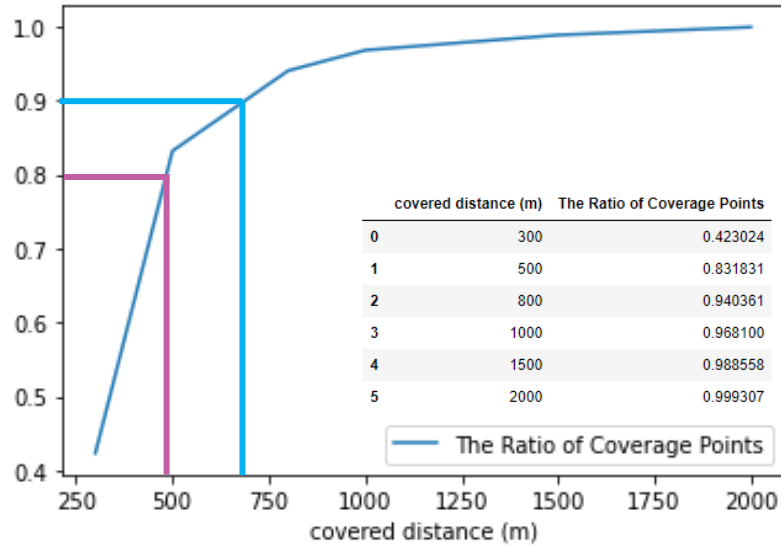


y	인구 현황과 승하차 기록이 1명 이상 있는 곳	K	80
w	<div><ul style="list-style-type: none">• 위약계열 (유소년 or 고령 인구)• 승하차 인구• 학교 or 어린이집• 지하철 역• 보건소 or 병원• 전체 인구</div> <ul style="list-style-type: none">- (공기 질 모니터링) 유소년 인구가 많은 곳 (정규화_ junior*0.20)- (공기 질 모니터링) 고령 인구가 많은 곳 (정규화_ senior*0.15)- (공기 질 모니터링) 학교 혹은 어린이집이 있는 곳 (kinder0.075, school0.075)- (공기 질 모니터링) 보건소 혹은 병원이 있는 곳 (pub_hos0.05, hos0.05)- (유동인구 모니터링) 승하차 인구가 많은 곳 (정규화_ 승하차*0.2)- (유동인구 모니터링) 지하철 역이 있는 곳 (sub*0.15)- (공기 질 모니터링) 인구가 많은 곳 (정규화_ 인구*0.05)		

3. 최적화 문제 정의

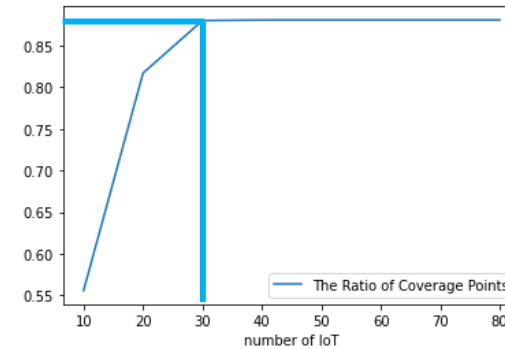
미세먼지 IoT covered distance 분석

(40대 일 때) Covered distance 에 따른 cover 가능성



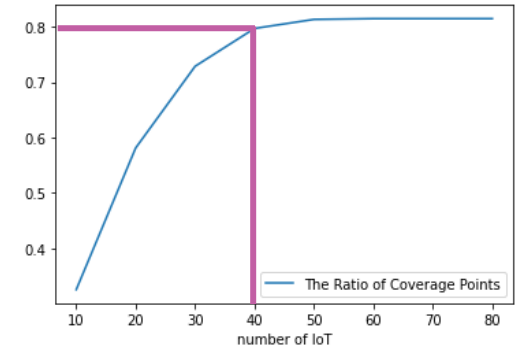
IoT 대수에 따른 cover 가능성

Covered distance 700m인 경우



30대가 가장 효율적

Covered distance 500m인 경우



40대가 가장 효율적

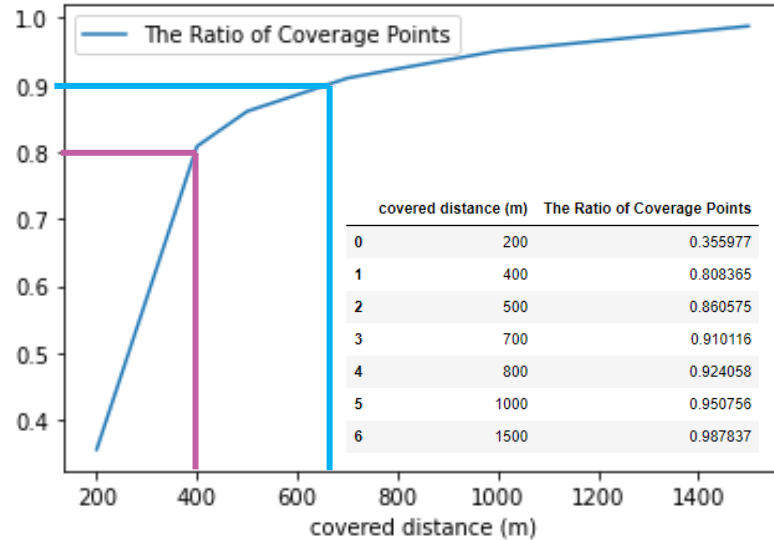
Covered distance	Cover 가능성	효율적인 IoT 설치 대수
700m	90%	30대
500m	80%	40대

미세먼지 IoT기기는 covered distance가 500m일 때 40대로 80%를 cover 하는 것이 가장 효율적이라 예상됨

3. 최적화 문제 정의

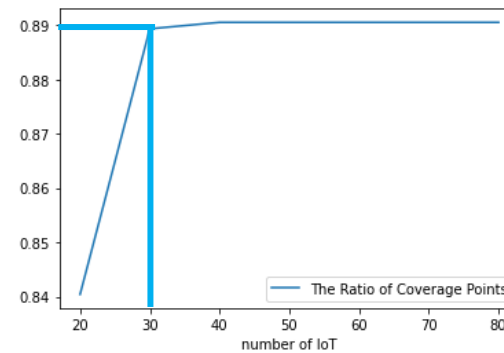
복합 IoT covered distance 분석

(80대 일 때) Covered distance 에 따른 cover 가능성



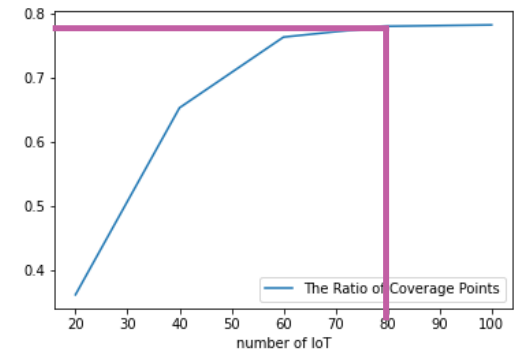
IoT 대수에 따른 cover 가능성

Covered distance 700m인 경우



30대가 가장 효율적

Covered distance 400m인 경우



80대가 가장 효율적

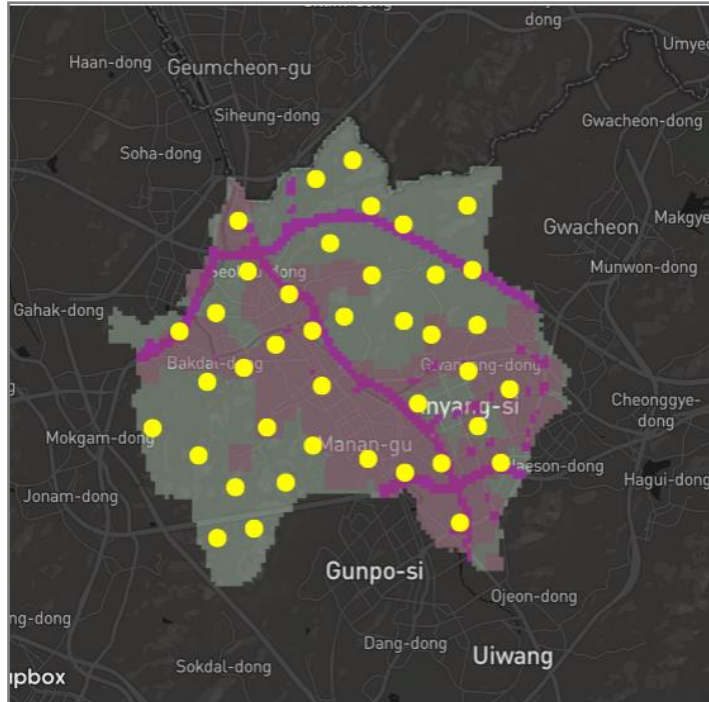
Covered distance	Cover 가능성	효율적인 IoT 설치 대수
700m	90%	30대
400m	80%	80대

복합 IoT기기는 covered distance가 400m일 때 80대로 80%를 cover 하는 것이 가장 효율적이라 예상됨

4. IoT 센서 설치 최적화 결론

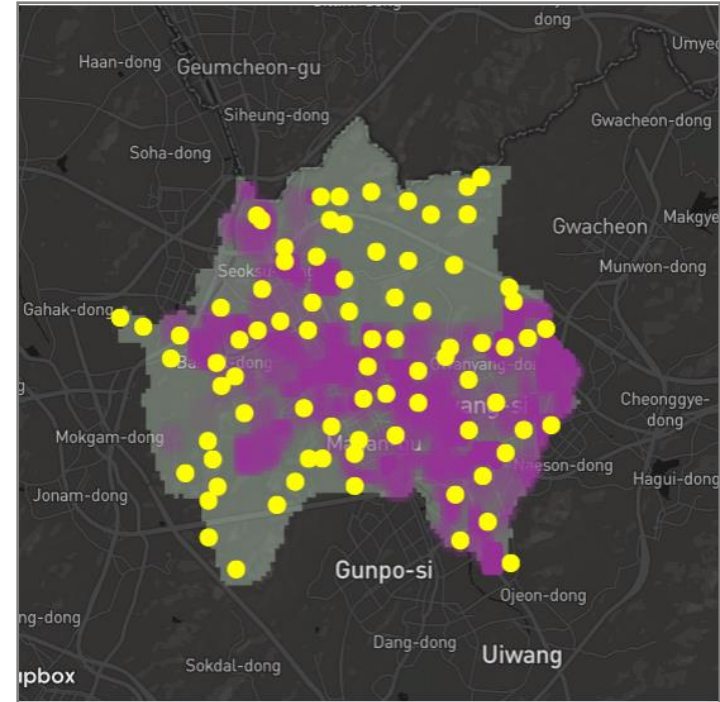
가중치를 고려하지 않을 때 최적화 결론

미세먼지 IoT



도로변과 공장 주변이 아닌 안양시 전체에 고르게 분포

복합 IoT

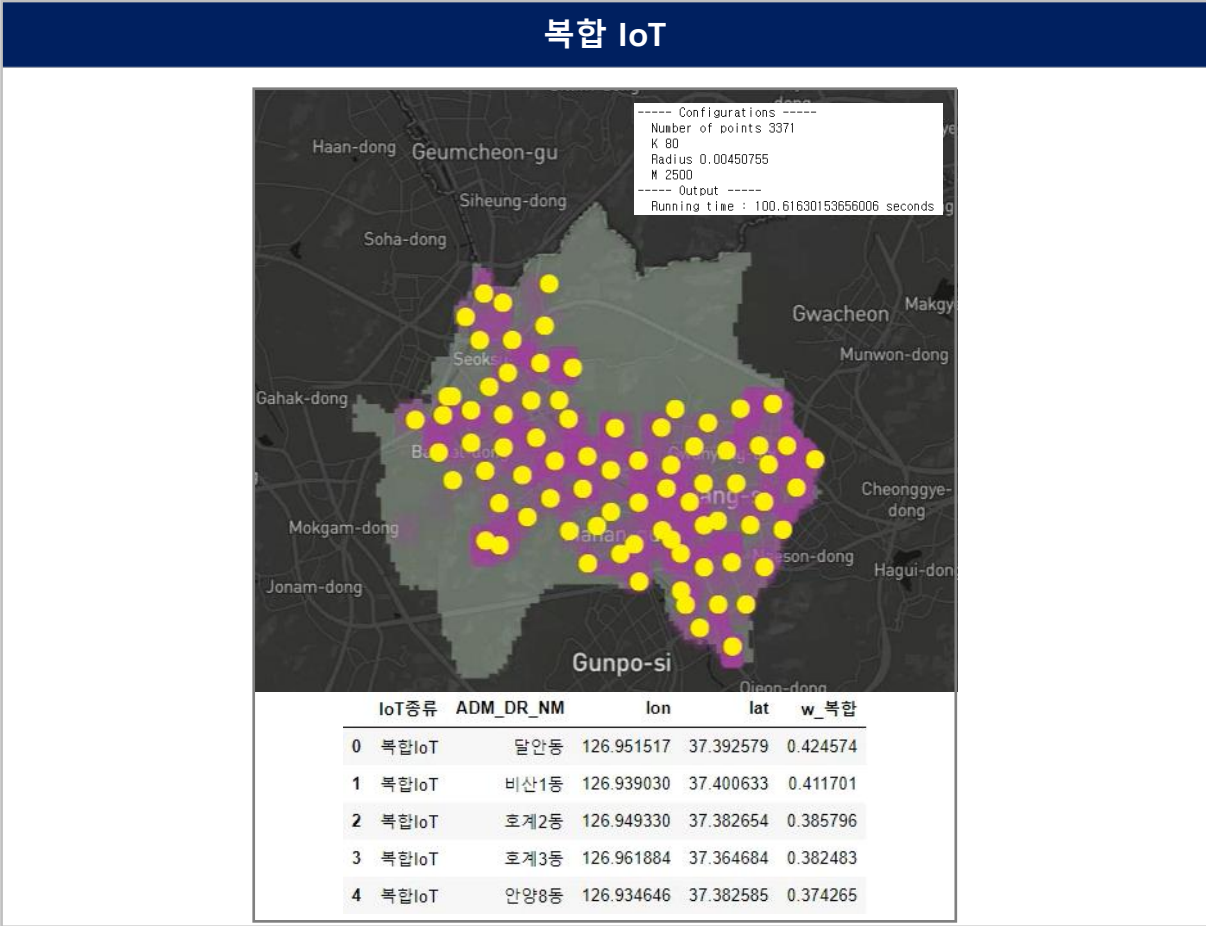
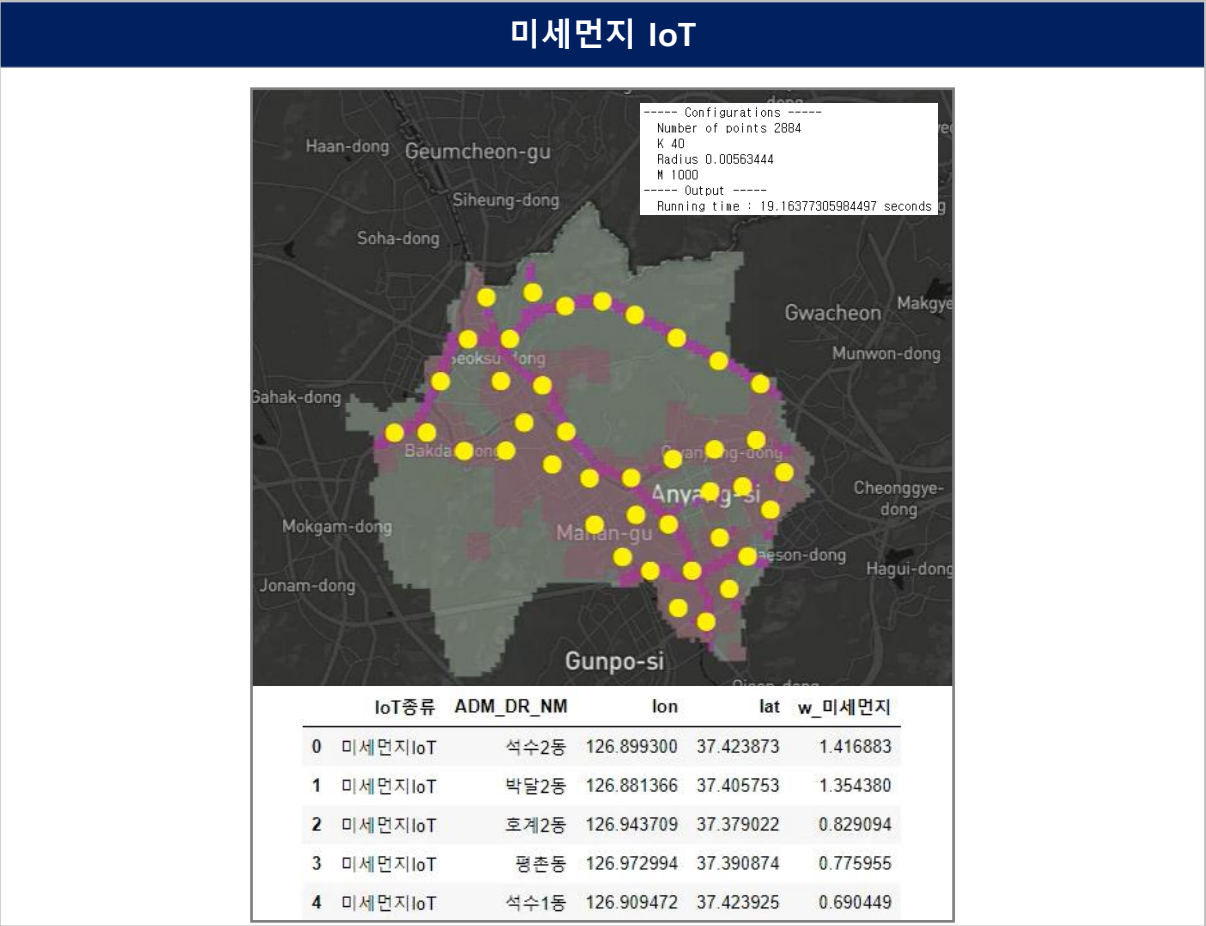


인구 현황과 유동인구 분포와는 상관 없이 고르게 분포

산지를 구분하지 않고, 목적에 맞지 않게 임의로 분포 됨

4. IoT 센서 설치 최적화 결론

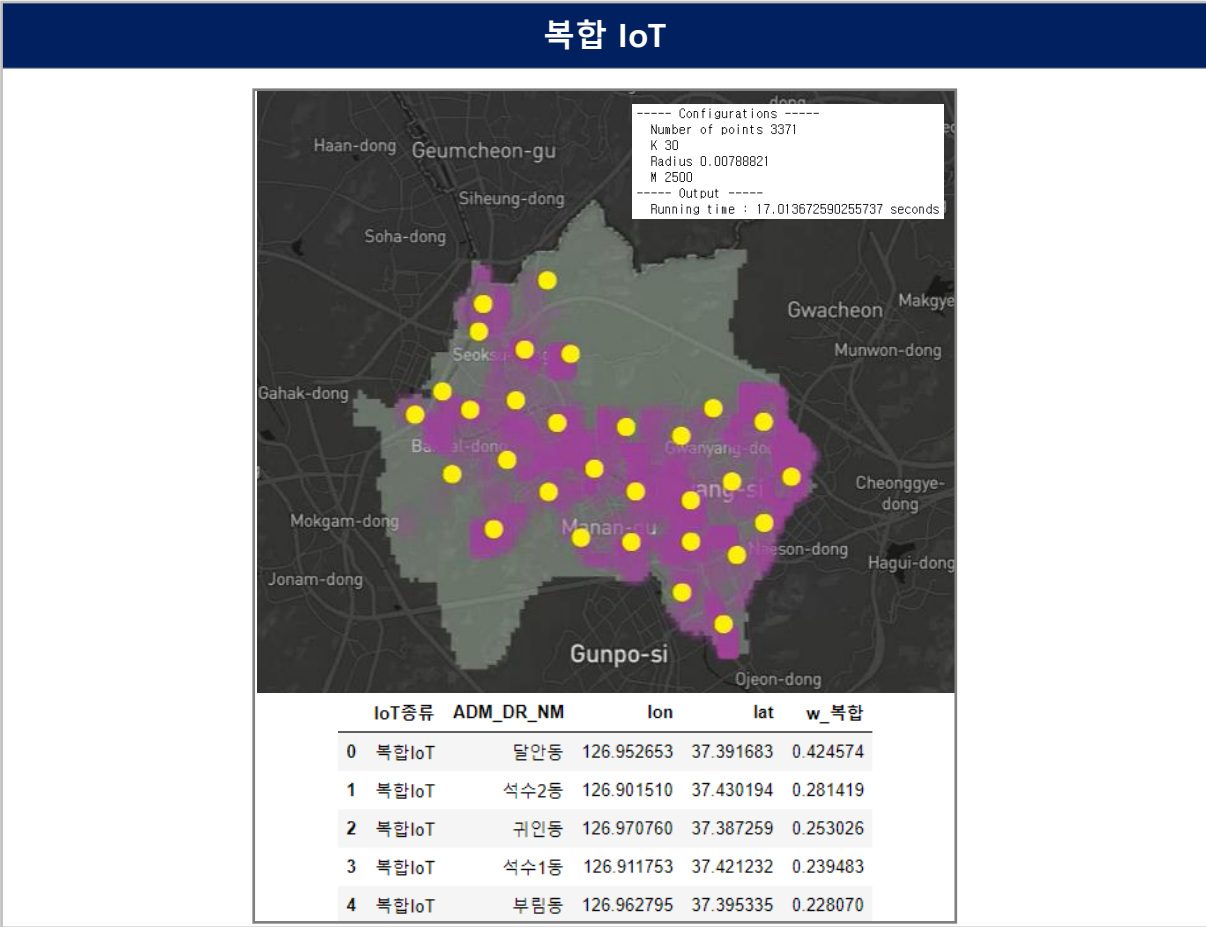
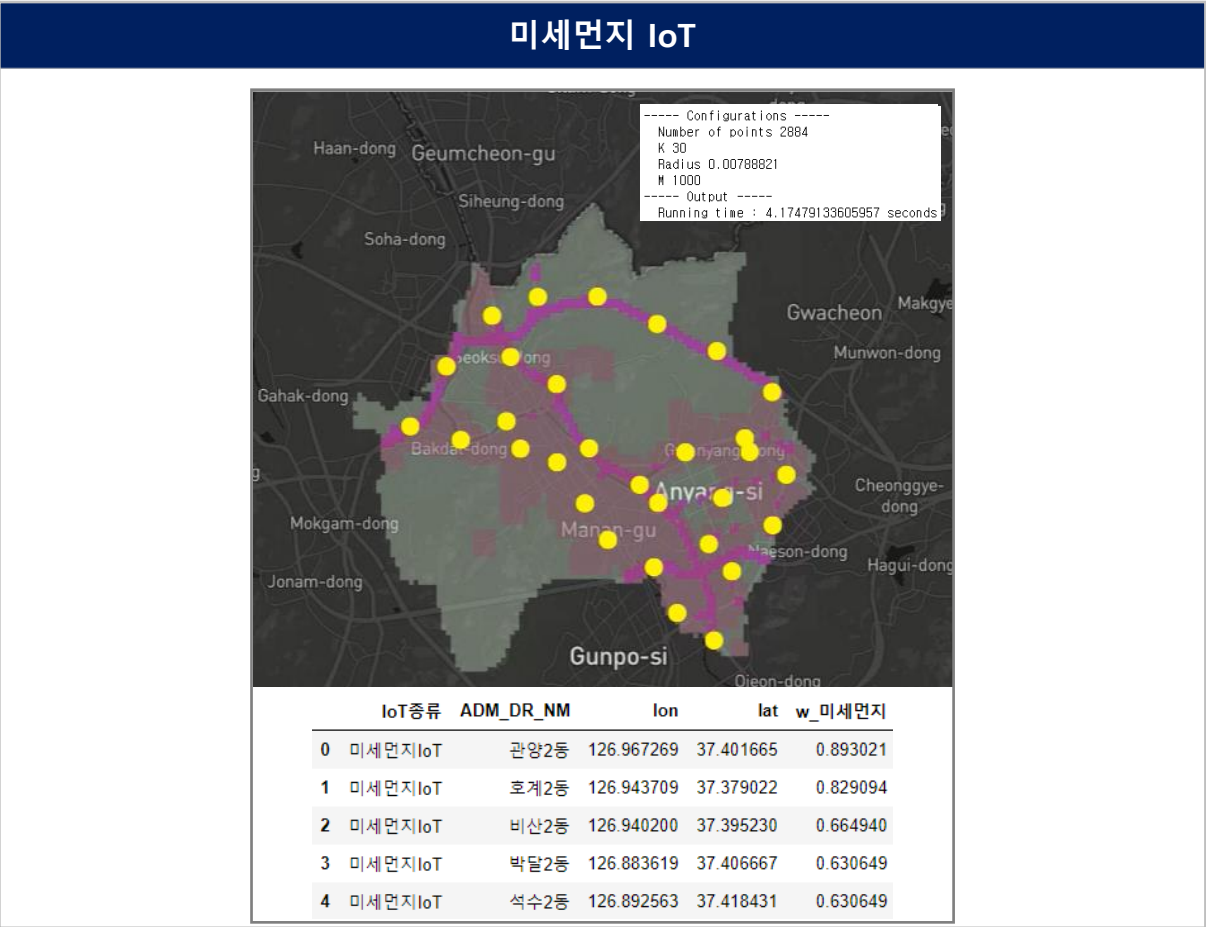
최종 선정 지역



미세먼지 IoT 기기는 도로변과 공장 주변으로, 복합 IoT는 주요 시설과 유동인구 주변에 고르게 분포

4. IoT 센서 설치 최적화 결론

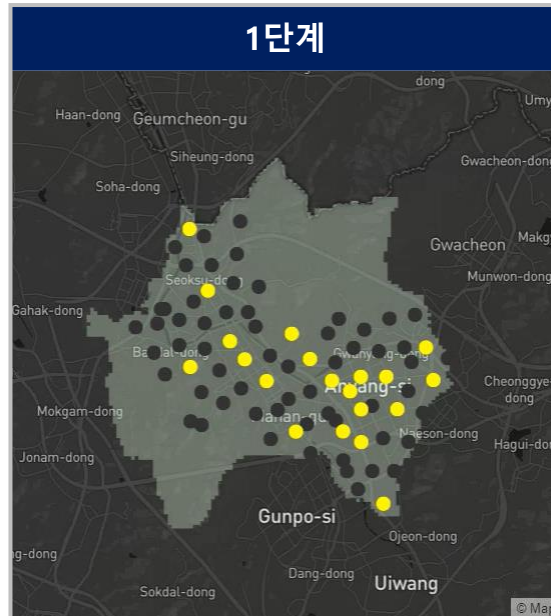
(추가) Covered distance 700m 가정



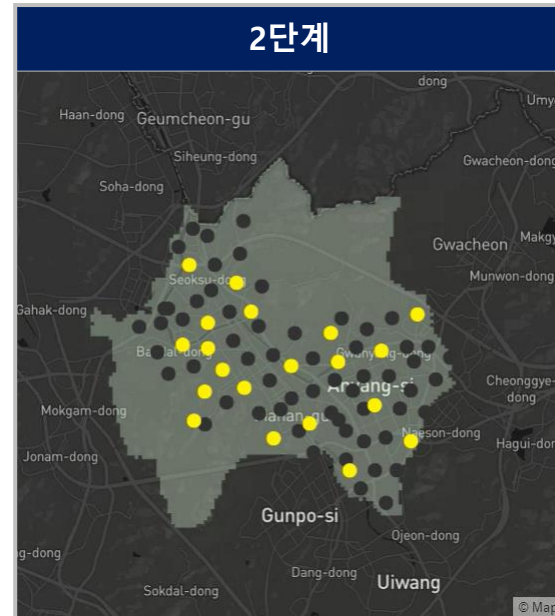
700m를 cover 할 수 있는 IoT 기기가 있다면 미세먼지와 복합 IoT 기기는 30대 만으로 90% cover 가능

4. IoT 센서 설치 최적화 결론

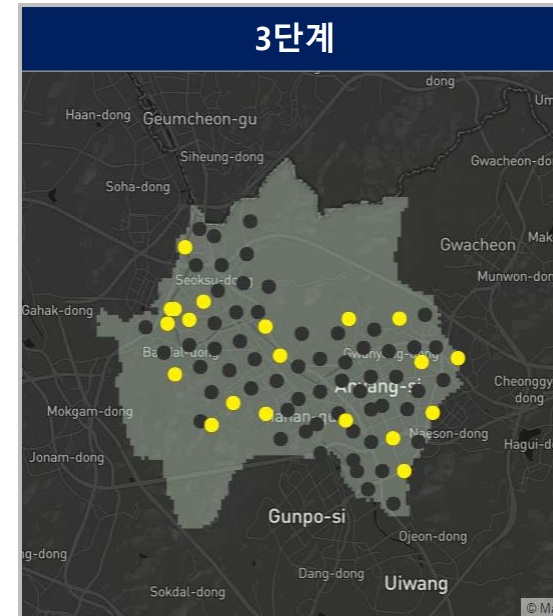
(추가) 복합 IoT 기기의 가중치 단계별 설치 시나리오



- 가중치 상위 1~20 개
- 총 20개



- 가중치 상위 21~40 개
- 총 20개



- 가중치 상위 41~60 개
- 총 20개

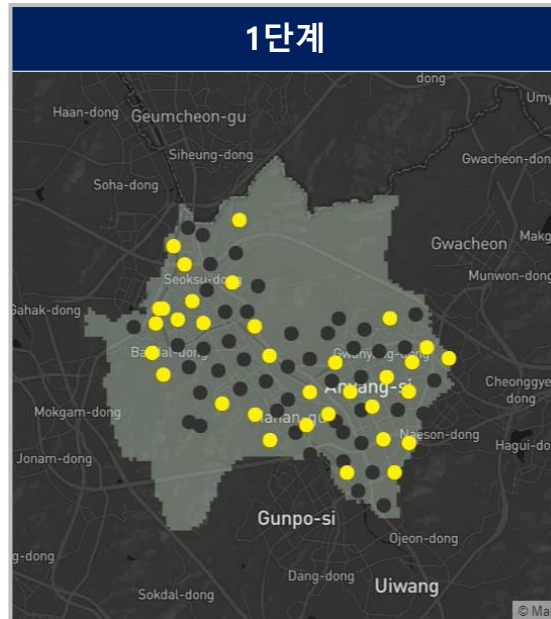


- 가중치 상위 61~80 개
- 총 20개

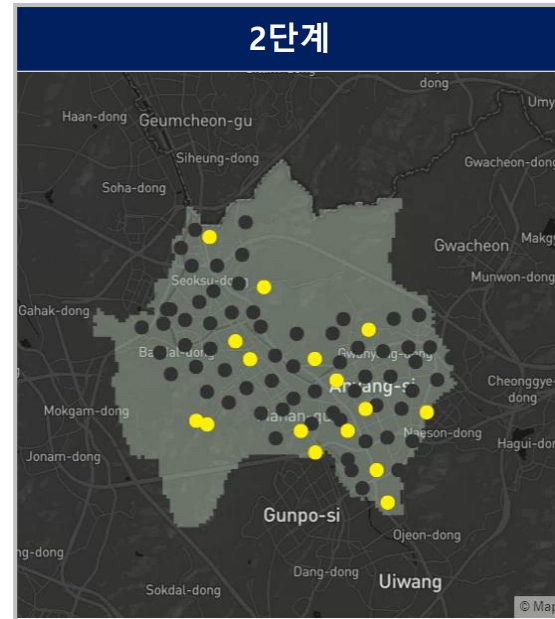
가중치가 높은 위치를 우선 선정한 단계별 설치 시나리오 제안

4. IoT 센서 설치 최적화 결론

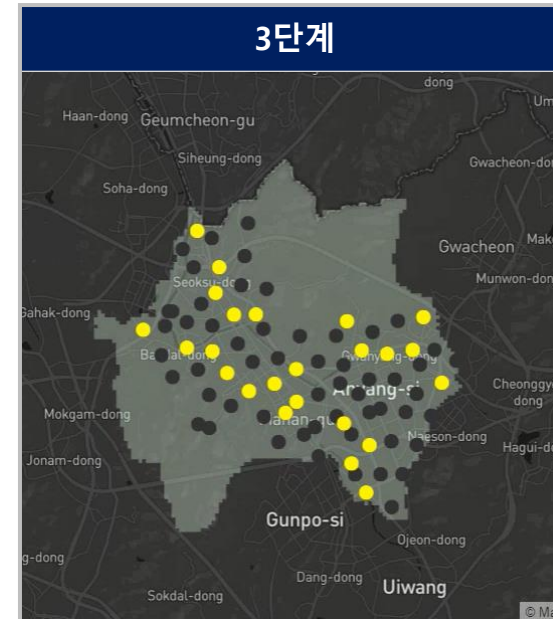
(추가) 복합 IoT 기기의 목적 단계별 설치 시나리오



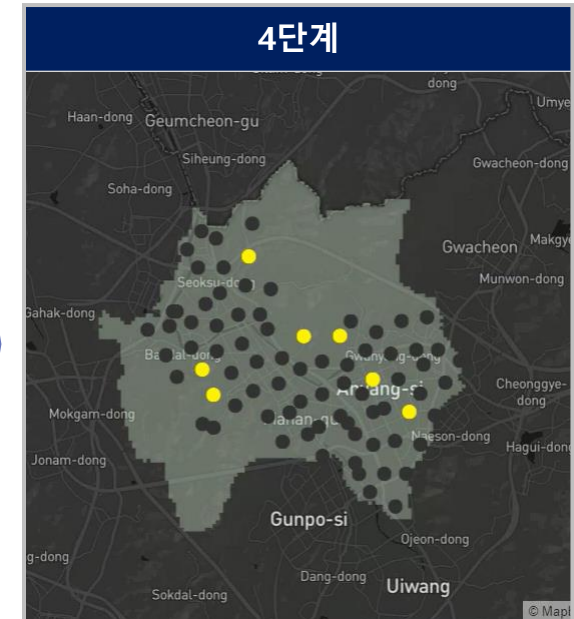
- **방범용**
 - 인구 등록 현황 하위 0.5%
- 총 33개



- **유동인구 수집용**
 - 승하차 기록 상위 5%
- 총 16개



- **미세먼지 측정용**
 - 공장 근방 300m
- 총 24개



- **기타**
- 총 7개

지역 특성을 이용한 특정 목적에 따른 단계별 설치 시나리오 제안

결과 유의성	<ul style="list-style-type: none"> 관련 정부·지자체 정책 및 지역 특성을 반영하여 미세먼지 IoT와 복합 IoT의 목적에 맞게 최적화 위치에 배치됨 <ul style="list-style-type: none"> 미세먼지 IoT는 도로변과 공장주변에, 복합 IoT는 주요 위치 주변과 유동인구가 많은 곳에 적절하게 배치됨
데이터 활용성	<ul style="list-style-type: none"> IoT 목적에 맞게 데이터를 활용함 <ul style="list-style-type: none"> 미세먼지 IoT 설치를 위해 교통량과 공장 현황 데이터를 활용했으며, 이는 미세먼지 관리 종합계획을 반영 복합 IoT 설치를 위해 학교·유치원·병원 위치, 고령·유소년 인구현황 등 데이터를 활용하여 취약계층을 고려 했으며, 전체 인구 현황, 지하철 역 위치, 버스 승하차 등 데이터를 활용하여 유동인구를 고려
분석 창의성	<ul style="list-style-type: none"> IoT 목적을 반영한 최적화 모델 정의로 해결 <ul style="list-style-type: none"> 미세먼지 IoT와 복합 IoT 목적을 반영한 적절한 가중치 부여 최적의 결정 변수 도출을 위한 다양한 시나리오 분석 <ul style="list-style-type: none"> 주어진 covered distance가 없어 시나리오 분석을 통해 주어진 IoT 설치에서 가장 효율적인 covered distance 도출 임의의 covered distance를 가정하여 효율적인 IoT 대수 제안 복합 IoT 설치에 대해 단계별 설치 시나리오 분석 <ul style="list-style-type: none"> 가중치를 고려하여 단계별 설치 대 수 시나리오 제안과 특수 목적을 반영한 시나리오 제안
공공 활용성	<ul style="list-style-type: none"> 모든 패키지는 오픈소스를 사용
경제성	<ul style="list-style-type: none"> 추가 모델 구현 없이 적은 결정변수 (후보지 (y), 가중치 (w), IoT 대수 (K), discovered distance) 수정으로 상황에 맞는 최적화 결과 도출 가능 한 IoT의 covered distance가 주어지면 타깃 범위를 cover하는 가장 효율적인 IoT 대 수를 유추, 예산 절약
활용 방안	<ul style="list-style-type: none"> 미세먼지나 복합 IoT 이외 특수 목적 기기 설치에 활용 가능 <ul style="list-style-type: none"> 밤길 안심 귀가를 위한 CCTV 설치, 범죄 빈도 높은 지역 방범용 CCTV 추가 설치 등

감사합니다.

조수경 (sugyeong.jo@unist.ac.kr)