

빅데이터를 활용한 서울시 **그린루프** 입지 선정

김경은 김민경 이새봄 함상훈

목차

1. 연구 배경 및 목적

- 문제의식
- 해결방안
- 분석목적

2. 분석과정

- 데이터 수집 및 전처리
- 기준설정 및 추출
- 시각화

3. 분석결과

4. 기대효과

5. 사용데이터와 분석 틀

6. 참고문헌



문제의식 : 전력사용량 증가와 미세먼지를 심화, 급격한 온난화로 이어지는 악순환

해결할 방법이 없을까?



우리나라 에너지 발전량
66.9% = 화력발전
특히 43.1% = 석탄화력

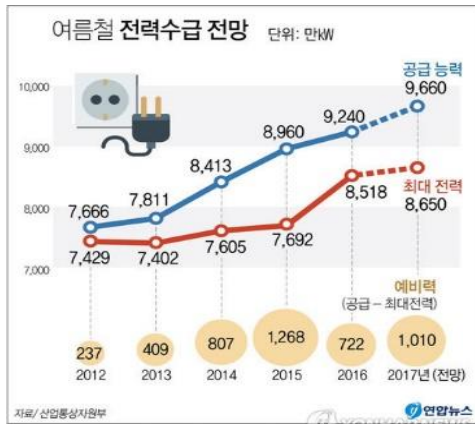
에어컨 사용 ↑
-> 미세먼지 배출 온실가스 ↑

에어컨 보급 ↑
-> CO2 <<<< 1만배 온실가스
냉매(HFC) 사용 ↑

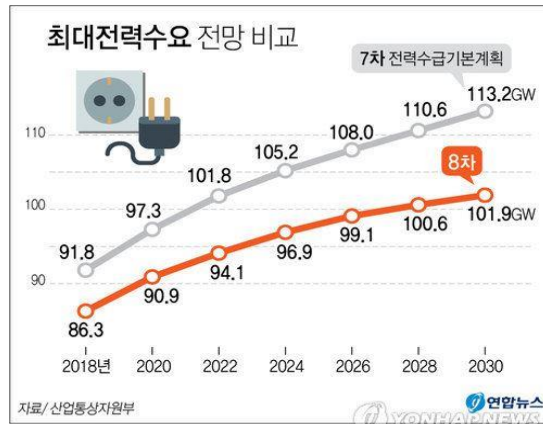
에어컨 보급과 가동 증가
-> 조기 사망자+지구온난화 ↑

문제의식 : 전력 수요량 급증으로 건강을 위협하는 대기오염 심화

해결할 방법이 없을까?



장예진 기자 / 20170707 트위터 @yonhap_graphics, 페이스북 tuneey.kr/LeYN1



장예진 기자 / 20170713 트위터 @yonhap_graphics, 페이스북 tuneey.kr/LeYN1

[사회]

게재 일자 : 2018년 08월 08일(수)

폭염 → 사용급증 → 온난화... 에어컨을 어떻게 하나

- 英버밍엄대 보고서

알수록 온난화·대기오염 부추겨

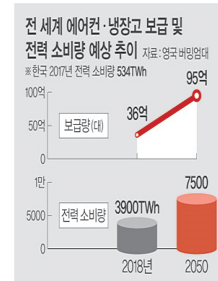
냉매 온실가스 배출 피해 심각

이산화탄소보다 1만배 악영향

냉각장치 30년뒤 2.5배 증가

에너지효율 향상 노력 급선무

지구온난화로 갈수록 여름이 뜨거워지면서



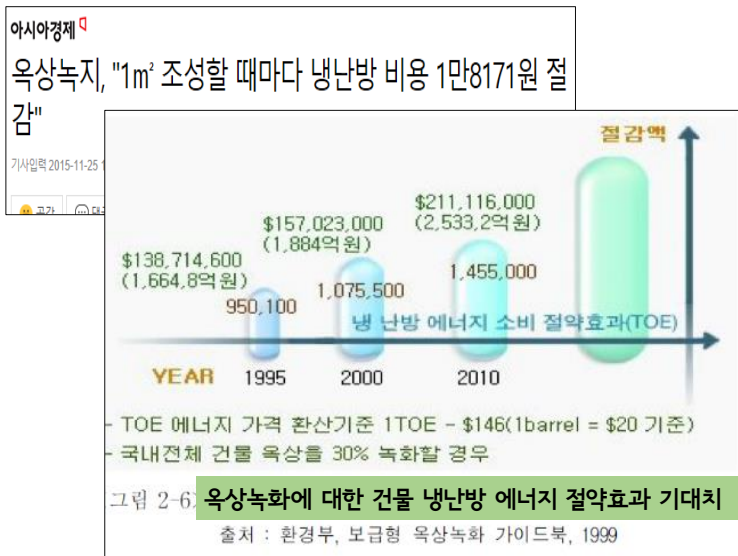
미국 위스콘신 대학교 (Abel et al., 2018)

에어컨 가동 위한
추가 전기 생산

여름철 초미세먼지 농도 61.1%
오존 농도 15.9% 각각 상승 전망

미국 동부 지역
초미세먼지(PM2.5) → 1만3547명
오존 → 3514명 추가 사망

해결방안 : **그린루프** 로 전력사용, 대기오염 감소 선순환



외곽지보다 2~3℃가량 높은
열섬현상 감소
겨울철 실내온도 약 1℃ 상승
여름철 4℃ 정도 낮아



여름철 건물 기온 감소

전력사용 대기오염
선순환



냉난방 에너지 연간 16.6%까지
줄여 에너지낭비 예방



미세먼지감소
온난화 해소

서울시 : 옥상녹화 1㎡ 조성=
1만8171원의 냉난방 에너지 비용 절감

서울가정법원 : 이에 따라 연간 1500만원,
보건환경연구원: 연간 1100만원의 예산 절감 예상

해결방안 : **그린루프** 로 전력사용, 대기오염 감소 선순환



2003년 처음 실시한 나사의 연구

“옥상 녹지화가 열섬효과를 완화 할 수 있다”

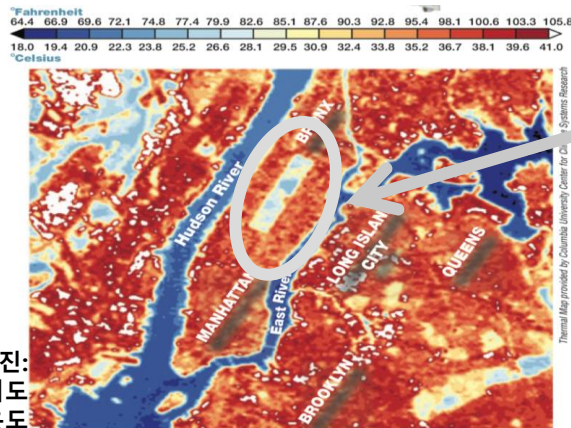
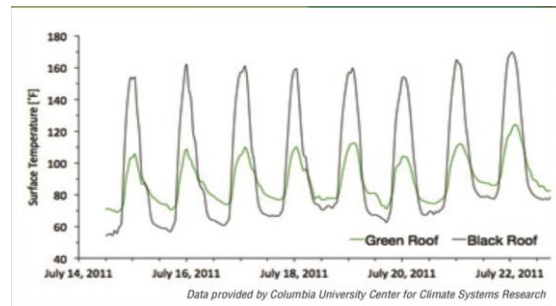


사진:
랜드셋 위성 촬영 열지도
한 여름 뉴욕의 표면 온도

한 가운데 가장 낮은 온도 :
뉴욕에서 가장 **녹지화**가 잘 되어 있는
센트럴 파크



그래프:
녹지화와 비녹지화의
옥상 표면 온도 차이

NASA's study also showed peak surface temperatures on NYC rooftops to be on average, 34°F (20°C) warmer than those of green roofs during the day and 14°F (8°C) cooler at night. Indoor summer building temperatures were 4°F cooler for buildings with green roofs.

나사의 연구 결과

뉴욕의 일반 옥상 건물의 표면 온도 > 옥상정원을 설치한 옥상들의 온도

낮에는 평균적으로 20도 정도 더 높고 밤에는 8도 정도 더 낮다고 보여줌
옥상 녹지화를 한 건물의 여름철 실내 온도가 4도 정도 더 낮다

분석 목적 : 전력사용량과 미세먼지 감소를 위한
서울시내 그린루프 설치 입지를 선정한다



데이터 수집과 전처리 및 시각화

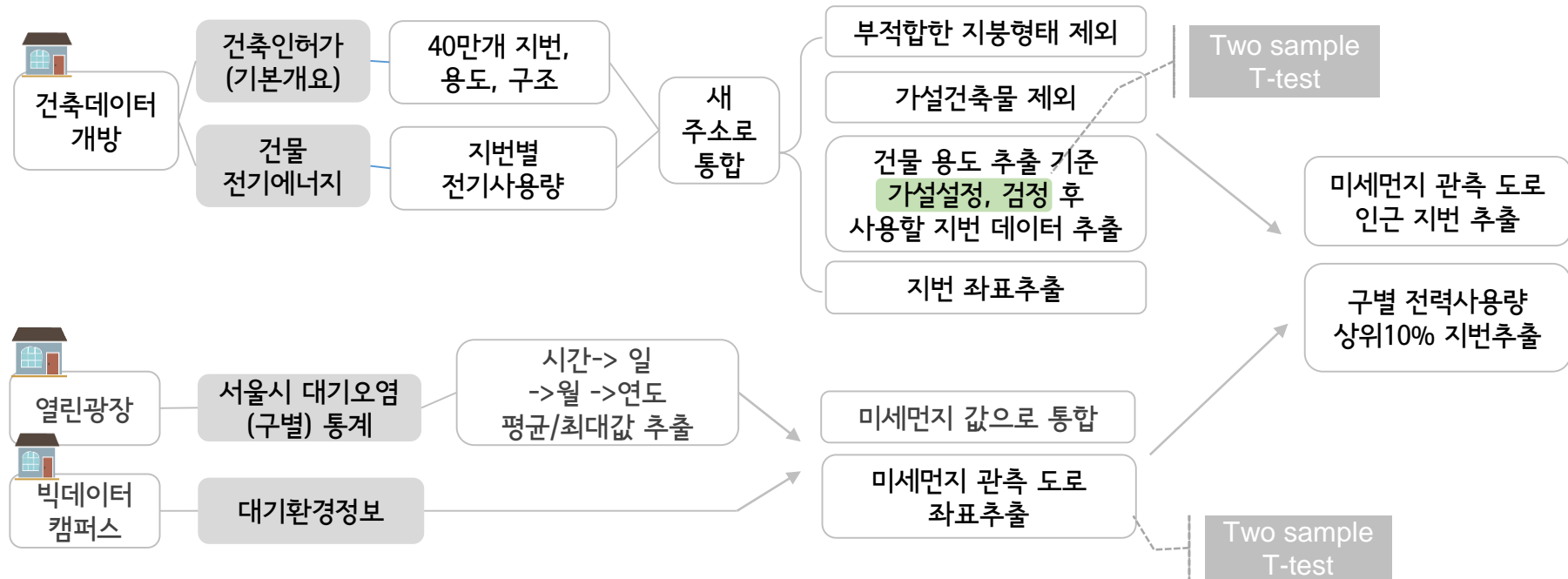
출처

데이터셋명

내용선별

| - 전처리 및 분석에 사용할 데이터 추출 - |

시각화 및 결론



건물지번추출 : 건물 용도에 따른 전력량을 비교 하여 분석에 필요한 건물 용도 선정

귀무가설 : 상업용도건물의 전력량 평균값 = 주택용도건물의 전력량 평균값

대립가설: 상업용도건물의 전력량 평균값 \neq 주택용도건물의 전력량 평균값

검정을 위해 변수 설정

상업용도: Co, 주택용도: Hos

> head(data3)

	address	use	elec_mean	use_group
1	서울특별시 강남구 언주로 616	공공용시설	7859834	Co
2	서울특별시 강남구 테헤란로 152	업무시설	3391784	Co
3	서울특별시 강남구 테헤란로 521	업무시설	2666189	Co
4	서울특별시 강남구 테헤란로 517	판매시설	2578380	Co
5	서울특별시 강남구 삼성로 212	아파트	2396649	Hos
6	서울특별시 강남구 테헤란로 440	업무시설	2260428	Co

> str(data3)

```
'data.frame': 100061 obs. of 4 variables:
 $ address : chr "서울특별시 강남구 언주로 616" "서울특별시 강남구 테헤란로 152" "서울특별시 강남구 테헤란로 521" ...
 $ use : chr "공공용시설" "업무시설" "업무시설" "판매시설" ...
 $ elec_mean: num 7859834 3391784 2666189 2578380 2396649 ...
 $ use_group: chr "Co" "Co" "Co" "Co" ...
```

가설 검정을 위해 two sample t-test 실행

```
> t.test(elec_mean~use_group,data=data3)
```

Welch Two Sample t-test

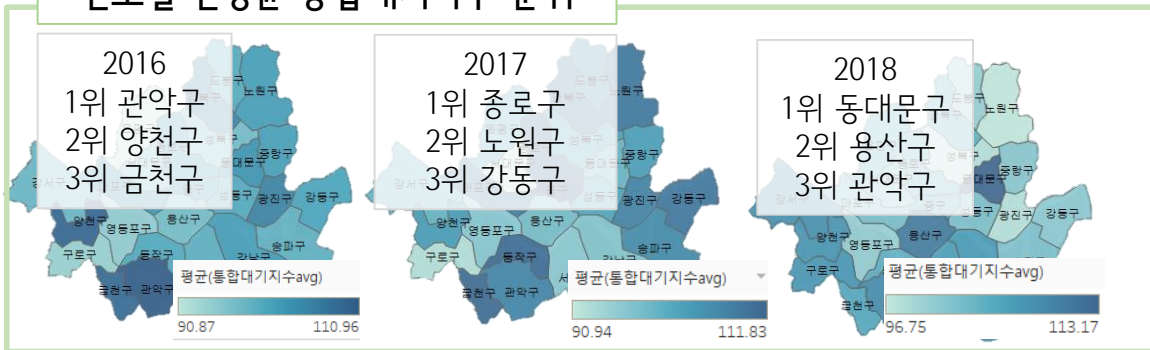
```
data: elec_mean by use_group
t = 15.579, df = 3970.9, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 79207.06 102012.23
sample estimates:
 mean in group Co mean in group Hos
 105041.0      14431.4
```

결론: p-value가 0.05보다 작아 귀무가설 기각 즉, <상업용도 건물의 평균 전력사용량 \neq 주택용도 건물의 평균전력량>

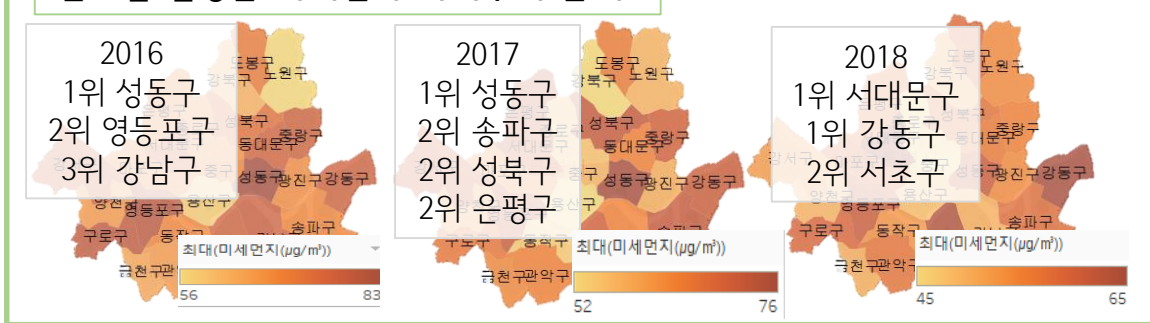
[상업용도 건물의 평균 전력사용량이 높다]

대기오염 수치가 높은 구 선정을 위한 시각화 과정 중 **의문점** 발생

연도별 연평균 통합대기질수 순위



연도별 월평균 미세먼지 최대수치 순위



‘구’를
선정하는것이
옳은가?

의문점 1


미세먼지 순위 = 월별 연도별 상이한 값
특정 구를 선정하기 어렵다

의문점 2

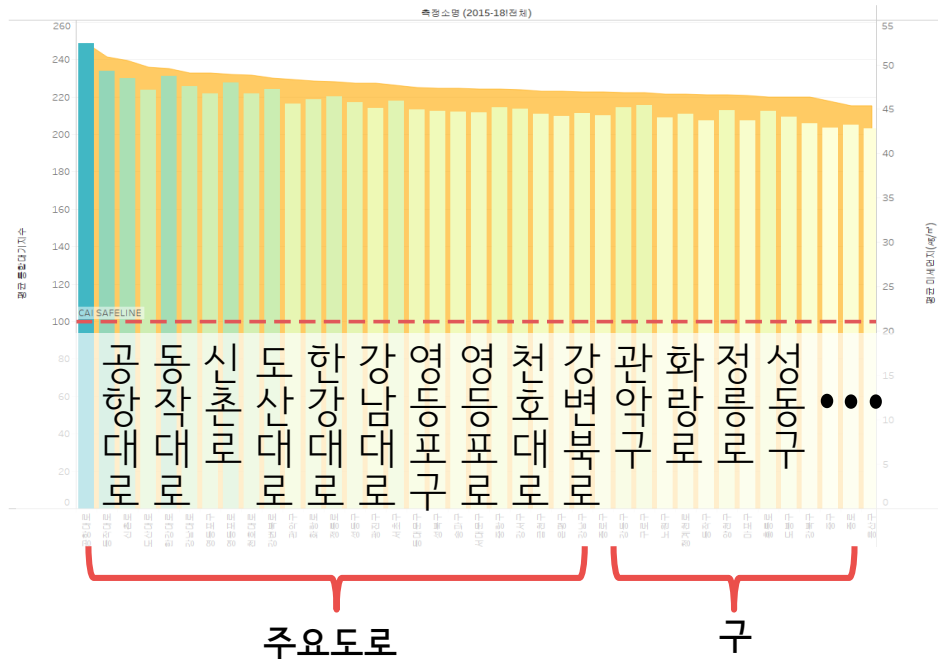
특정 구를 선정하더라도
사실상 오염 수치의 차이가 크지 않다



이전 공모전 결과와
기타 미세먼지감소, 녹지화를 위한
연구결과들도 각각 다른 구 선정

새로운 관점 : 서울시내 주요 도로 주변의 미세먼지 농도는 연도별 꾸준하게 높다
 도로 재비산먼지는 전국 미세먼지(PM₁₀) 배출량에서 44.3 %로 가장 높은 비율 차지
~~특정 구 선정 대신~~ **주요 도로 인근으로 입지선정** (출처:  도로 재비산먼지 분석시스템)

2016-18 CAI & 미세먼지 평균



2016-18 평균 미세먼지 최대값



새 기준 검정 : 실제 도로와 구의 미세먼지 수치가 차이가 나는지 검정

귀무가설 : 도로주변의 미세먼지 평균값 = 구의 미세먼지 평균값

대립가설: 도로주변의 미세먼지 평균값 \neq 구의 미세먼지 평균값

검정을 위해 변수 설정 (도로: doro, 구: gu)

```
> head(data3)
  date location dust group
1 201810 강남대로 35 doro
2 201809 강남대로 25 doro
3 201808 강남대로 26 doro
4 201807 강남대로 25 doro
5 201806 강남대로 40 doro

> str(data)
'data.frame': 1794 obs. of 4 variables:
 $ date : num 201810 201809 201808 201807 201806 ...
 $ location: chr "강남대로" "강남대로" "강남대로" "강남대로" ...
 $ dust : num 35 25 26 25 40 49 62 53 64 64 ...
 $ group : chr "doro" "doro" "doro" "doro" ...
```

가설 검정을 위해 two sample t-test 실행

```
> t.test(dust~group,data=data)

Welch Two Sample t-test

data: dust by group
t = 10.038, df = 1231.8, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 6.06538 9.01226
sample estimates:
mean in group doro mean in group gu
 51.47360          43.93478
```

결론: p-value가 0.05보다 작아 귀무가설 기각 즉, 도로 미세먼지 수치 \neq 구 미세먼지 수치

[도로의 미세먼지 수치가 구 전체의 미세먼지 수치보다 높다]

주요도로 인근 전력사용량이 높은 건물 추출을 위해 지번을 좌표로 변환하여 시각화

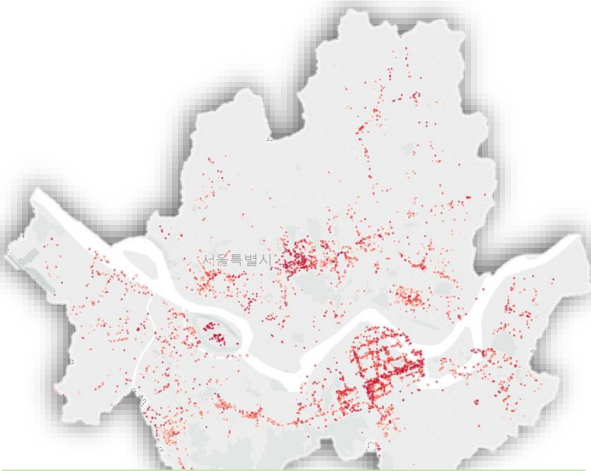
서울시 40만개 건물지번 중
요인분석을 통해 4,070개 추출



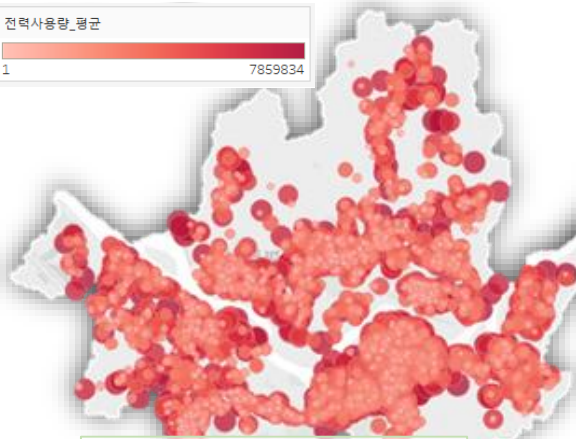
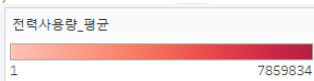
추출된 지번별
2015-18년 전력사용량 평균



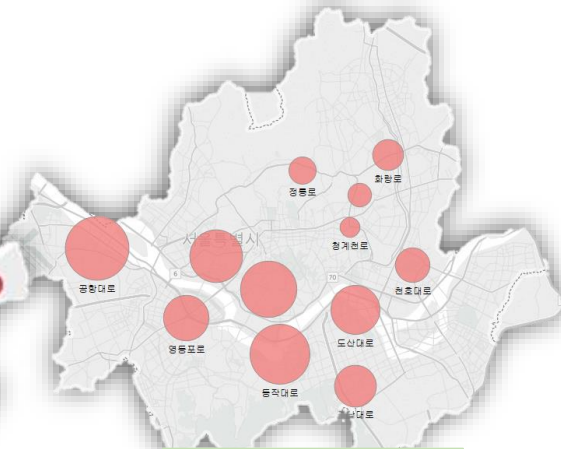
주요도로 2015-18
미세먼지평균 파악



옥상녹지에 부적합한 요소를 가지고 있는
건물을 제외한
산업+상업(업무시설포함)+공공용도+방송통신
건물 4,070개의 지번 좌표



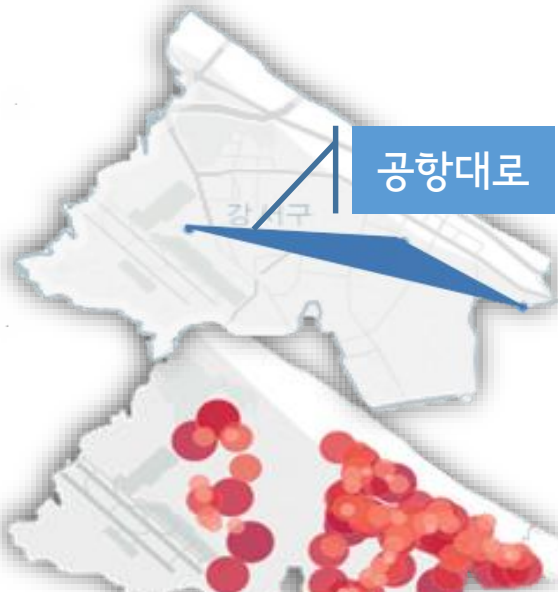
4,070개 건물의
전력사용량 평균



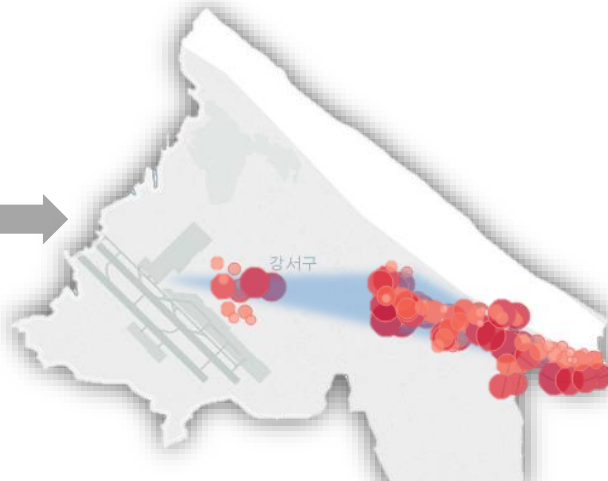
주요도로의 위치와
미세먼지 정도

도로 인근 건물명을 추출하여 전력사용량 내림차순

예시 1. 미세먼지와 통합대기지수가 가장 높은 공항대로



공항대로가 속한 강서구의
부적합건물제외+산업
+상업(업무시설포함)+공공용
+방송통신 건물 119개

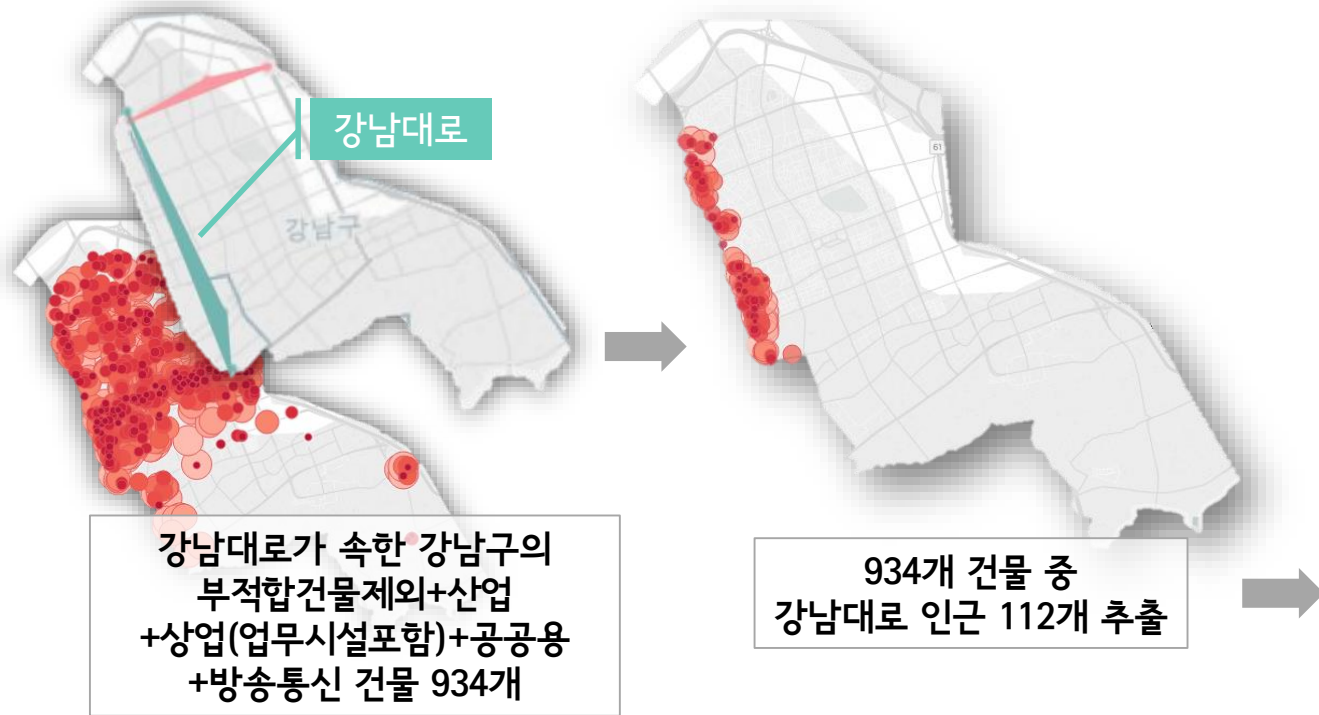


119개 건물 중
공항대로 인근 54개 추출

사용량_평	도로명대지위치	건물명
1,016,944	서울특별시 강서구 강서로 348	우장산힐스테이트
184,883	서울특별시 강서구 공항대로 607	서울도시가스사옥
177,651	서울특별시 강서구 공항대로 509	우림보보카운티뷰
141,232	서울특별시 강서구 공항대로 290	순봉빌딩
140,401	서울특별시 강서구 공항대로 453	등촌동 KAL 빌딩
133,520	서울특별시 강서구 공항대로 69	케이티공항지점
103,469	서울특별시 강서구 공항대로 340	서울지사 사옥
91,487	서울특별시 강서구 공항대로 475	등촌동 651-1 의료
87,996	서울특별시 강서구 화곡로 336	소암빌딩
81,869	서울특별시 강서구 공항대로 627	신명빌딩
78,109	서울특별시 강서구 양천로 574	서울축협청사
78,040	서울특별시 강서구 강서로 406	동광빌딩
76,671	서울특별시 강서구 공항대로 659	도래미빌딩
56,117	서울특별시 강서구 공항대로 541	#N/A
53,362	서울특별시 강서구 공항대로 329	등촌동근생화사
50,377	서울특별시 강서구 강서로 402	재영빌딩
48,170	서울특별시 강서구 등촌로 183	세스빌딩
46,346	서울특별시 강서구 화곡로 330	미래에셋증권
41,799	서울특별시 강서구 송정로 67	훼미리마트
38,935	서울특별시 강서구 공항대로 332	르네상스빌딩
34,516	서울특별시 강서구 공항대로 411	비에스티빌딩
30,357	서울특별시 강서구 화곡로64길 23	티제이미디어
27,194	서울특별시 강서구 강서로56길 84	서릉빌딩
26,685	서울특별시 강서구 공항대로 375	등촌동 660-6 업무
26,221	서울특별시 강서구 화곡로 350	고려빌딩증축공사
25,911	서울특별시 강서구 등촌로 223	협쇼메이빌딩
25,017	서울특별시 강서구 공항대로 334	백상빌딩
24,799	서울특별시 강서구 강서로56길 16	연준빌딩
24,778	서울특별시 강서구 양천로 77길 13	염창동 257-3 제2
22,230	서울특별시 강서구 공항대로 417	아고라 강서타워
18,351	서울특별시 강서구 화곡로 334	에셋타워
18,245	서울특별시 강서구 공항대로59다길	기아대점

도로 인근 건물명을 추출하여 전력사용량 내림차순

예시 2. 전력사용량이 높은 건물이 가장 많은 강남구의 강남대로



전력사용량_공	도로명대지위치	건물명
721,912	서울특별시 강남구 강남대로 382	동양화재 신사옥
554,861	서울특별시 강남구 강남대로 308	대명역삼벤처센터
379,812	서울특별시 강남구 강남대로 84길	대우디오빌플러스
359,106	서울특별시 강남구 강남대로 362	대림강남타워
323,292	서울특별시 강남구 강남대로 358	강남 358타워
257,388	서울특별시 강남구 강남대로 84길	강남역 효성해링
256,184	서울특별시 강남구 역삼로 4길 16	성우스타우스오피스
243,078	서울특별시 강남구 봉은사로 129	거평타운오피스텔
233,874	서울특별시 강남구 테헤란로 4길	미림타워
206,793	서울특별시 강남구 강남대로 442	홍국생명빌딩
199,762	서울특별시 강남구 강남대로 372	역삼동 화인타워
186,262	서울특별시 강남구 도산대로 139	제이타워
182,636	서울특별시 강남구 강남대로 556	논현빌딩
174,094	서울특별시 강남구 도산대로 128	논현동 4-15 업무
140,640	서울특별시 강남구 테헤란로 109	강남제일빌딩
139,366	서울특별시 강남구 도곡로 3길 19	강남역 서희스타
136,425	서울특별시 강남구 강남대로 492	논현동 한맥빌딩
129,265	서울특별시 강남구 강남대로 476	urbanhive
122,836	서울특별시 강남구 강남대로 318	Tower 837
122,409	서울특별시 강남구 강남대로 292	뱅뱅빌딩
117,538	서울특별시 강남구 역삼로 115	아워홈 역삼빌딩
114,258	서울특별시 강남구 역삼로 4길 8	유신빌딩
111,448	서울특별시 강남구 역삼로 120	성보역삼빌딩
96,433	서울특별시 강남구 남부순환로 2	하늘빌딩
95,303	서울특별시 강남구 강남대로 624	신사동 502-6 업무
84,803	서울특별시 강남구 강남대로 566	신영빌딩
84,367	서울특별시 강남구 테헤란로 8길	한동빌딩 사옥
82,495	서울특별시 강남구 역삼로 113	오성빌딩
79,912	서울특별시 강남구 강남대로 596	극동빌딩
78,109	서울특별시 강남구 테헤란로 105	강남 A타워
74,921	서울특별시 강남구 강남대로 402	시계탑빌딩
72,948	서울특별시 강남구 강남대로 42길	호성빌딩
72,025	서울특별시 강남구 강남대로 590	논현동 18 업무

서울시 13개 도로에 적용

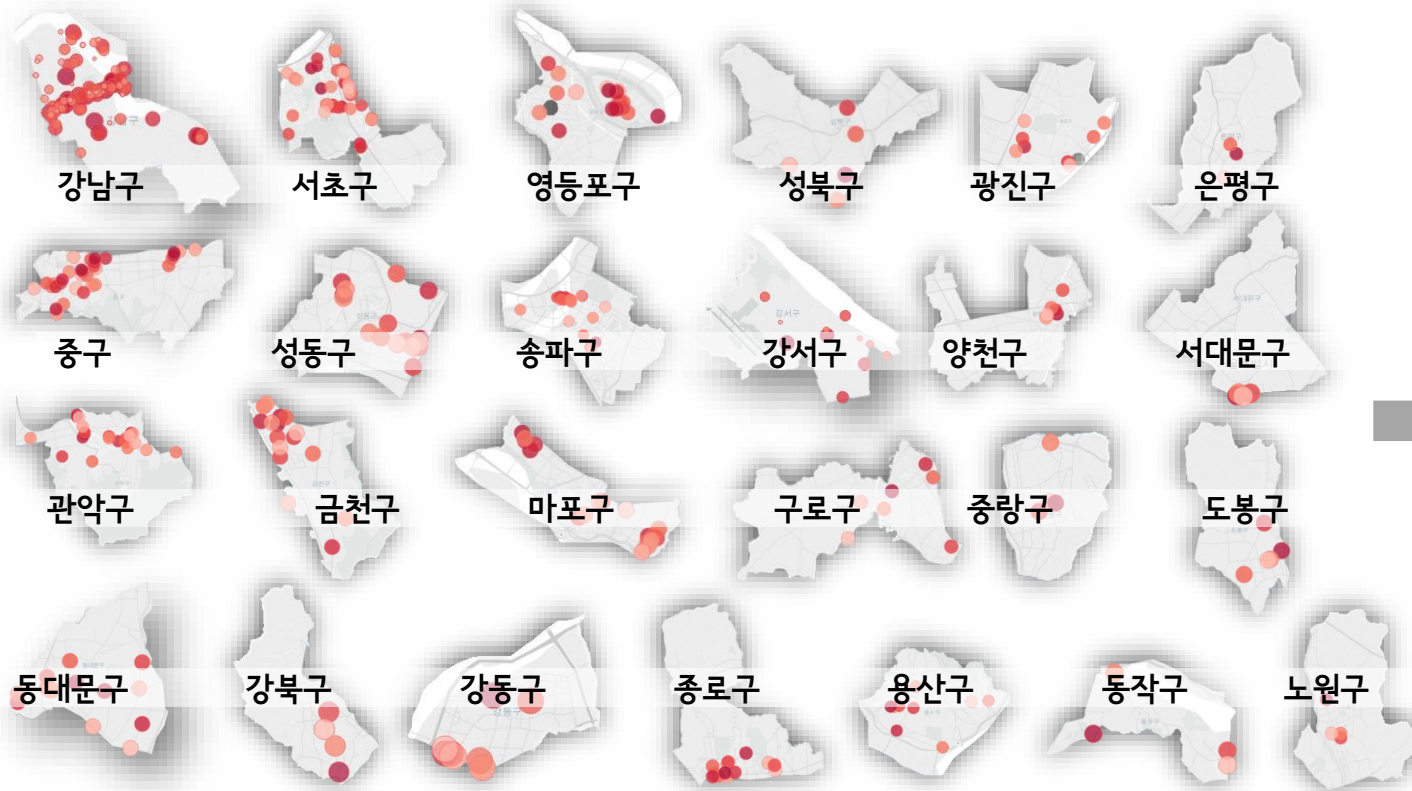


도로명	건물수
강남대로	112
도산대로	92
공항대로	54
천호대로	25
강변북로	23
청계천로	22
동작대로	16
화랑로	11
홍릉로	9
정릉로	7
종로	4
영등포로	4
신촌로	0
한강대로	0
합계	379

너무 적은 수 이거나
관측치가 0인 값 발생

도로인근 지번 추출 시 너무 적은 수 이거나 관측치가 0인 값 발생

구별 전력사용량이 상위 10%내 속하는 건물 추출로 보완



구명	상위10%개수
강남구	93
서초구	46
중구	33
관악구	24
영등포구	23
마포구	20
송파구	20
성동구	19
금천구	16
동대문구	14
종로구	14
강서구	12
광진구	9
용산구	9
강동구	8
구로구	7
양천구	6
도봉구	5
성북구	5
강북구	4
노원구	4
동작구	4
서대문구	4
은평구	4
중랑구	4

분석결과 1. 서울시 그린루프 입지선정

도로 인근 그린루프 설치에 적합한
전력사용량이 많은 건물 지번 379개 목록화

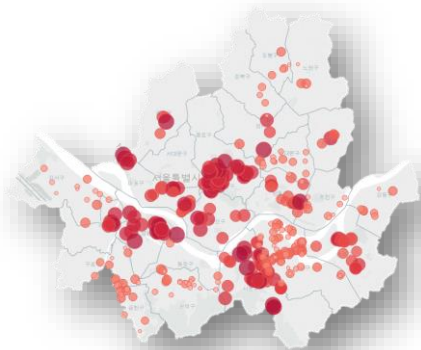


미세먼지 수치에 따라 특정 구를 선정하기엔
기준에 따라 선정된 구의 편차가 큰 단점이 있다

▶ 구와 비교하여 대기오염지수가 꾸준히 높고
미세먼지 생성 기여율이 높은 도로인근으로 변경

▶ 주요도로 인근 전력사용량이 많은
상업(업무시설포함) + 산업 + 공공용 + 방송통신 건물
지번 선정-> 목록화

구별 그린루프 설치에 적합한
전력사용량 상위 10% 건물 지번 407개 목록화



도로 인근이 아니더라도
구 별로 전력사용량 매우 큰 건물이 존재

▶ 구별 전력사용량 상위 10%의
상업(업무시설포함) + 산업 + 공공용 + 방송통신 건물
지번 선정-> 목록화

분석결과 2. 그린루프를 통해 예상되는 비용절감 효과 (예: 강남구, 강서구)

서울시 : 서울가정법원, 보건환경연구원에 옥상 녹지 사업 완료 후
 옥상녹화 1㎡를 조성= 1만8171원의 냉난방 에너지 비용 절감할 것으로 분석

강남구 183개 (입지선정 273개 - 면적결측치 90개)	총면적	30%조성	50%조성	70%조성	절약비용
	1178987m ²	6,427,010,07원	10,711,683,463원	12,996,356,848원	연간
		535,584,173원	892,640,289원	1,249,696,404원	월간
강서구 54개 (입지선정 66개 - 중복6개 - 결측치 6개)	총면적	30%조성	50%조성	70%조성	
	154575m ²	842,634,632원	1,404,391,053원	1,966,147,475원	연간
		70,219,553원	117,032,588원	163,845,623원	월간

기대효과

- 선정된 건물의 지번과 건물명 목록화
기타 연구에 활용
- 서울시 입지 분석과정을 다른 도시에 적용
타 도시 그린루프 설치 입지 선정에 도움
-

한계점

- 건물 노후 데이터 상세 목록 부재
-
-

사용 데이터 정보와
분석 툴

사용 데이터	데이터 파일 명	형식	출처	데이터 기간	시간 단위	지역 단위
통합대기오염	대기환경정보	.txt	서울시 빅데이터 캠퍼스	2015-2018	시간	구
미세먼지	서울시 대기오염 (구별) 통계	.xlsx	서울 열린데이터광장	2015-2018	일	구, 도로
하루 평균 기온	일별기상관측	.csv	자동기상관측소	2015-2018	일	구
건물 전력량	건물전기에너지	.xlsx	건축데이터 민간개방	2015-2018	월	동
건물 용도	건축인허가 기본개요	.xlsx	건축데이터 민간개방	2018	-	동



- 엑셀
자료정리 및 자료 추출
Index, match 함수 사용



- R 프로그램
자료정리 및 자료추출, dplyr 구문
통계분석 t-test, 상관분석



- Biz-gis.com
주요도로 시작점, 끝점 위도 경도 추출
건물위치 위도, 경도 추출



- Tableau
지도 시각화

미세먼지, 옥상녹화, 그린루프, 전력사용량 관련 신문기사 참고 (대표 기사)

옥상녹지, "1㎡ 조성할 때마다 냉난방 비용 1만8171원 절감"
 나무가 '초미세먼지' 최대 40% ↓...韓 '도시숲' 턱없이 부족
 미세먼지 감소·폭염 완화에 도움...도시숲 아파트 '인기'
 올 여름 최대전력수요 역대 최고치 전망

<https://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&oid=277&aid=0003633266&sid1=001>
<http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=3629661&ref=A>
<http://m.segyefn.com/newsView/20180817004753>
<http://m.yna.co.kr/kr/contents/?cid=GYH20170707000800044>

참고문헌

NASA and Green Roof Research Revised, 9. 6. 2012

Issa Jaffal, Salah-Eddine Ouldboukhite, Rafik Belarbi, A comprehensive study of the impact of green roofs on building energy performance, 2012, Renewable Energy 43 p.157-164, 2012

H.F. Castletona,, V. Stovinb, S.B.M. Beckc, J.B. Davisonb, Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit ,Energy and Buildings 42 p.1582-1591, 2010

김희주, 오규식, 이승재, "중규모 기상모델(WRF-ARW)을 활용한 서울시 옥상녹화와 쿨루프의 기온저감 효과 분석", 서울도시연구 제19권 제2호 논문 pp. 39~57, 2018. 6

황정숙, "옥상녹화 표면의 온도 분포 분석 및 단열성능에 관한 연구", 서울시립대학교 산업대학원 석사학위 논문, 2010

김원주, 조용모, "에너지 절감을 위한 옥상녹화의 활성화 방안과 모니터링", 서울시정개발연구원, 2008

참고자료

서울특별시 한국건설기술연구원 - 옥상녹화시스템 상세설계 및 관련도서 작성 지침, 2011
 전력데이터센터- 건물 용도별, 계약 구분별 전력 사용량 자료