

유동인구추정데이터를 활용한 대기오염노출과의 상관관계

박진우, 박진홍, 최진무

목차

I. 서론

II. 영등포 지역의 대기오염 현황

III. 유동인구 분포와 대기오염 노출의 관계

IV. 결론

연구의 배경

- 우리나라 국민은 자동차, 산업에서 발생하는 대기오염에 관하여 3.7~3.9점(5점 만점)으로 평가
(한국일반사회조사, 2010)
- 대기오염 물질 중, 일산화탄소, 질소산화물, 미세먼지는 도로이동오염원에서 배출되는 비중이 높음
(국립환경과학원, 2011)
- 대기오염은 뇌혈관계, 호흡계 질병을 유발시키며, **정신건강 및 사망률에 심각한 영향**
- 하지만, 이를 측정하는 대기오염측정소는 **충분하지 않은** 상태
 - 서울에는 40개(도시대기: 25개, 도로변: 15개)의 대기오염측정소가 존재
 - 내삽을 통한 대기오염을 추정하기에는 정확도, 정밀도에서 한계점
- 대기오염의 노출에 대한 파악을 하기 위하여 보다 새로운 접근이 필요



대기오염측정소(도시대기)



대기오염측정소(도로변) 3

연구의 목적 및 방법

- 연구의 목적
 - 유동인구의 특성(연령/성)별 대기오염에 노출되는 정도를 공간적 분포를 통하여 **상관분석**을 수행
- 연구 방법
 - 대기오염확산현황에 대한 **고해상도 데이터** 생성
 - 선형대기오염확산모델인 CALINE4를 활용하여 도로이동오염원에서 발생하는 대기오염 시뮬레이션
 - 유동인구추정 데이터와의 **상관분석** 수행
 - SKT Geovision의 고해상도 유동인구추정자료와 대기오염농도의 공간적 상관분석을 통하여 연령별/성별 대기오염 노출정도 분석

연구지역 개괄

- 영등포는..
 - 서울의 부도심 중 하나
 - 대중교통(기차역, 지하철, 버스)이 집적되는 지역
 - 쇼핑센터 (타임스퀘어, 롯데백화점, 영등포 지하상가, 영등포시장) 가 밀집된 지역
- 많은 교통량, 많은 유동인구, 공공데이터를 취득하기 용이하여 연구대상지역으로 선정



연구지역 조감도(영등포)

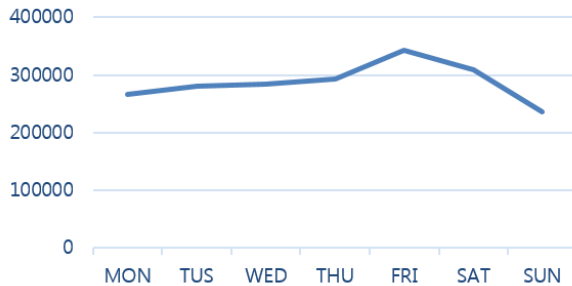


연구지역 지도(영등포)

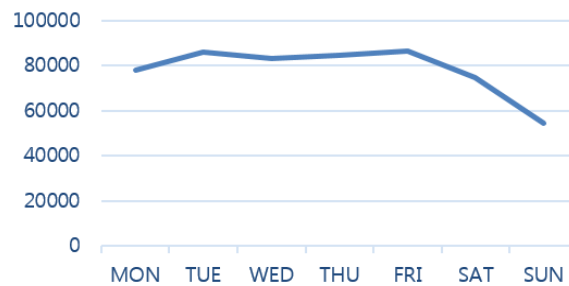
분석 대상 일시 선정

- 데이터 수집 일시: 2015년 8월 14일 17:00 - 20:00 (3시간)
- 금요일 - 가장 높은 유동인구추정량(SKT Geovision)과 교통량(서울특별시 정기교통량 조사)
- 금요일 중, 유동인구는 저녁시간(퇴근시간)이 가장 ↑, 교통량은 오전시간(출근시간)이 가장 ↑

요일별 유동인구

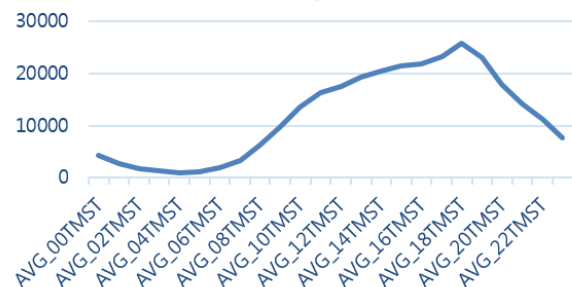


요일별 교통량

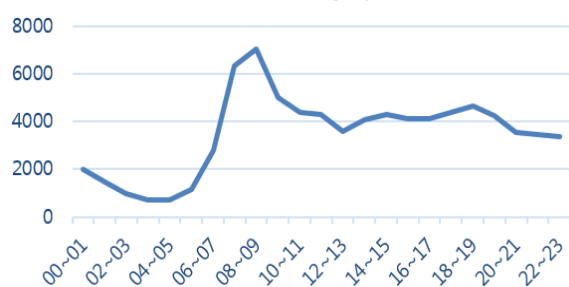


- 유동인구
 - 350,215(Fri)
 - 312,432(Sat)
- 교통량
 - 86,606(Fri)
 - 85,986(Tue)

시간대별 유동인구(금)



시간대별 교통량(금)

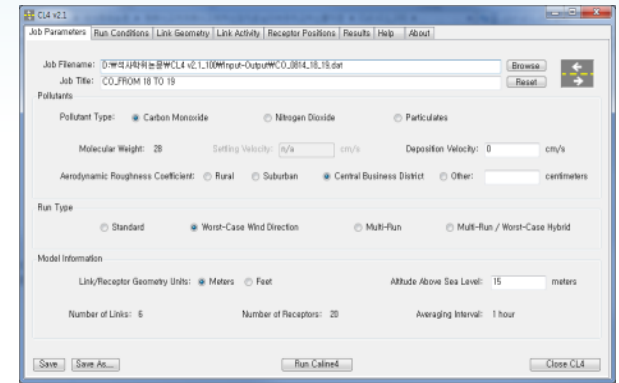


- 유동인구
 - 25,600(6pm)
 - 21,234(5pm)
- 교통량
 - 7,153(8am)
 - 4,321(6pm)

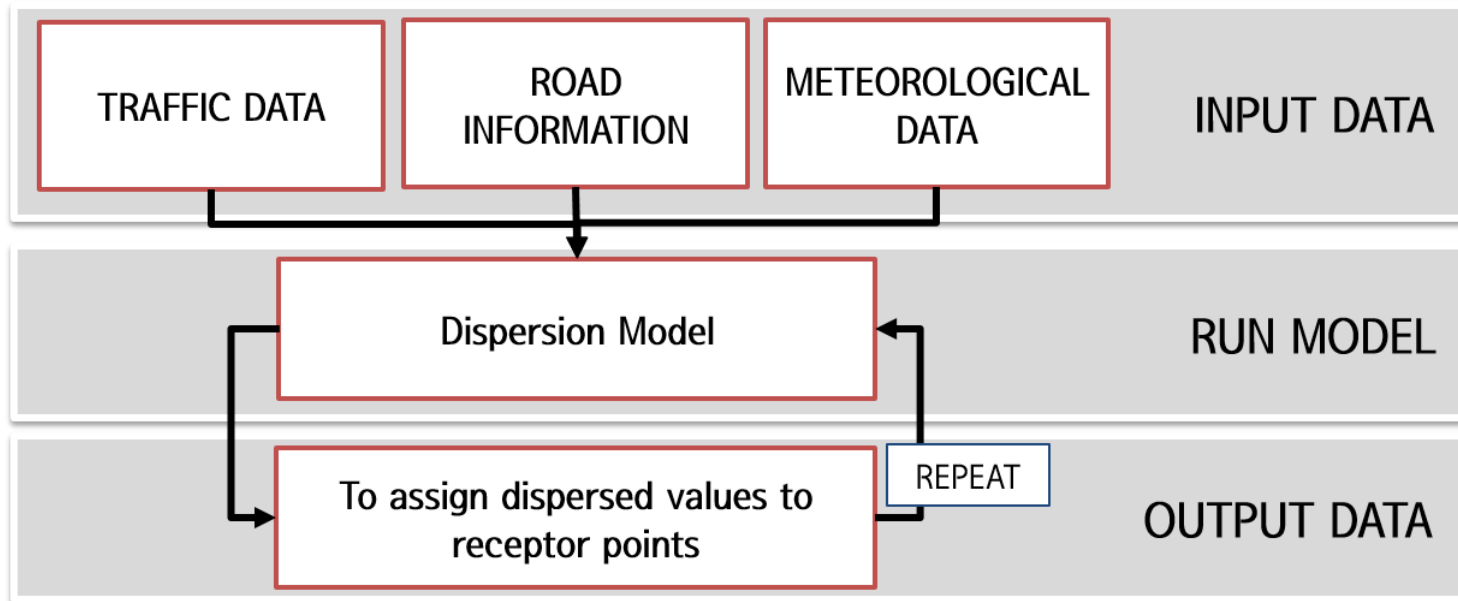
II. 영등포 지역의 대기오염 현황

대기오염확산모델(CALINE4)

- 캘리포니아 교통국(CALTRANS)에서 개발된 선형 대기오염확산모델
- CO, NO₂, PM에 대하여 도로에서 발생하는 오염확산 시뮬레이션
- 미국 환경청(EPA)에서 검증된 모델, 환경영향평가 등에서도 활용



CALINE4



CALINE4 Schema

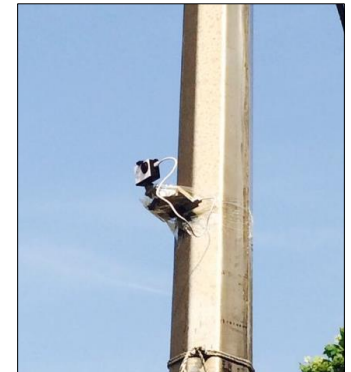
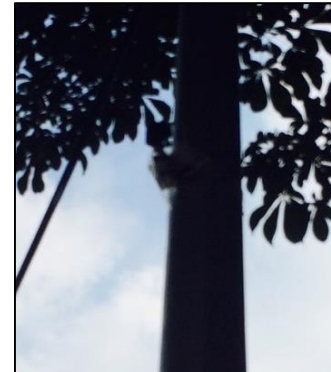
데이터 수집 - 교통량 데이터

- 현지조사를 통한 교통량 취득
 - 교통량 수집 일시: 8월 14일, 17시~20시
 - 교통량이 가장 많은 시간대인 18시~19시 사이를 Input Data로 사용
 - 각 도로의 1지점에서 카메라 설치, 양방향의 교통량 취득



도로별 교통량

도로명	방향	17~18시	18시~19시	19시~20시
영중로	북->남	565	635	730
	속도		6	
	남->북	870	980	1030
	속도		29	
	합계	1435	1615	1760
영등포로	동->서	1045	1150	990
	속도		18	
	서->동	1045	990	1205
	속도		18	
	합계	2090	2140	2195
경인로	동->서	2015	2180	1705
	속도		9	
	서->동	1535	1675	1830
	속도		43	
	합계	3550	3855	3535



데이터 수집 - 기상데이터

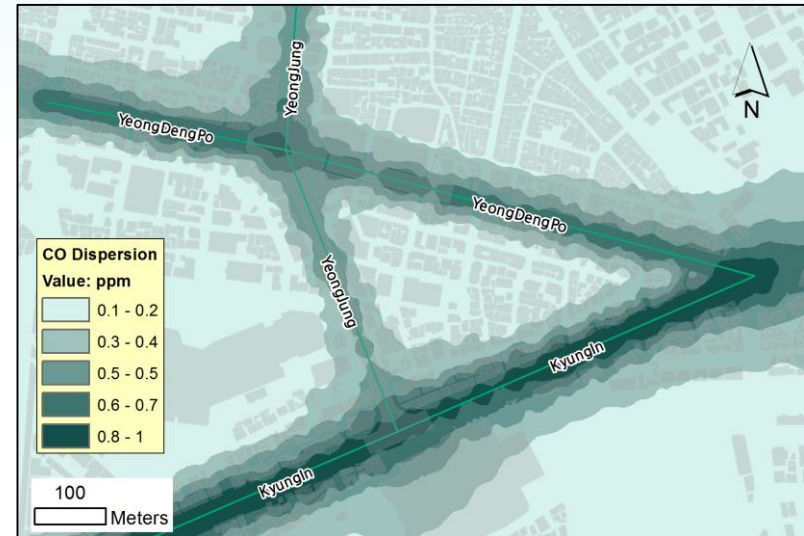
- 기상청 AWS 데이터를 이용하여 기상데이터 취득
 - 8월 14일 18시~19시 (분당 데이터)
 - 영등포구 AWS 데이터
- 계산방식
 - 풍속, 기온 \Rightarrow 산술평균
 - 평균풍향 및 표준편차 \Rightarrow Yamartino Method
 - 대기안정도 \Rightarrow Pasquill의 안정도

기상데이터 파라미터별 계수

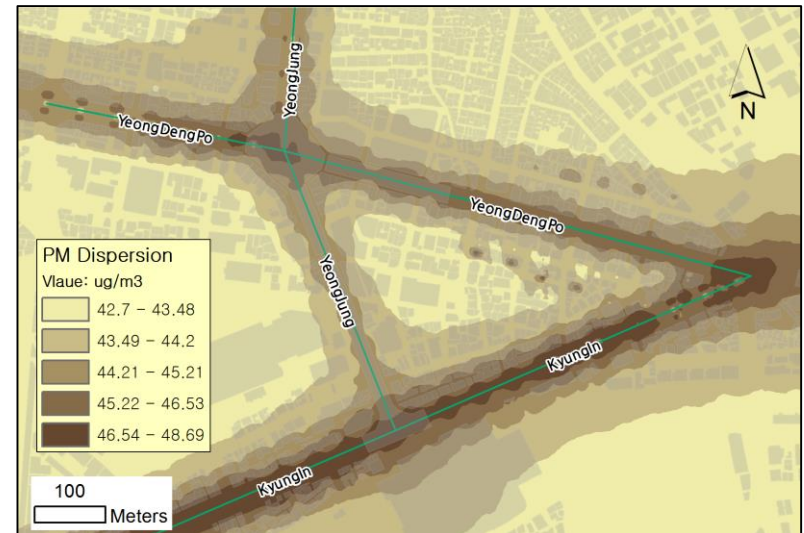
항목	계수
풍속	1.218 m/s
평균풍향	282.40°
풍향의 표준편차	16.67°
대기안정도	7(G)
혼합층고도	1230m
기온	29.4°C

대기오염확산 시뮬레이션

- 대기오염확산모델의 추정 좌표로 연구대상지역에 가상의 추정위치를 4,816개 선정
- 오염물질의 추정을 높은 해상도로 수행하기 위하여, 각 도로를 중심으로 좌표를 계산
 - 도로의 수직방향 10m 해상도
 - 도로의 수평방향 50m 해상도
- 대기오염은 교차로에서 집적
- 대기오염농도 \uparrow = 교통량 \uparrow , 통행속도 \downarrow
 - 영등포터리 - 약 1ppm, 약 $48\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - 영등포역 교차로 - 약 0.8 ppm, 약 $48\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - 영등포시장 사거리 - 약 0.7 ppm, 약 $47\mu\text{g}/\text{m}^3$



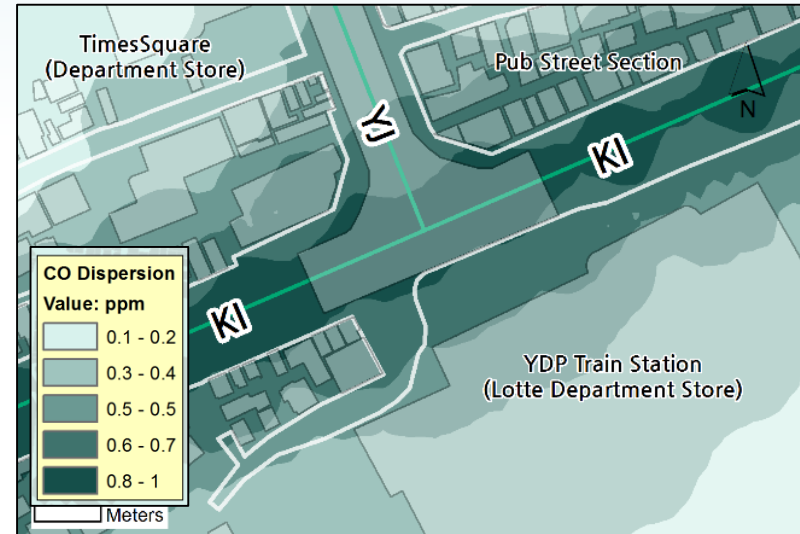
일산화탄소 확산 지도



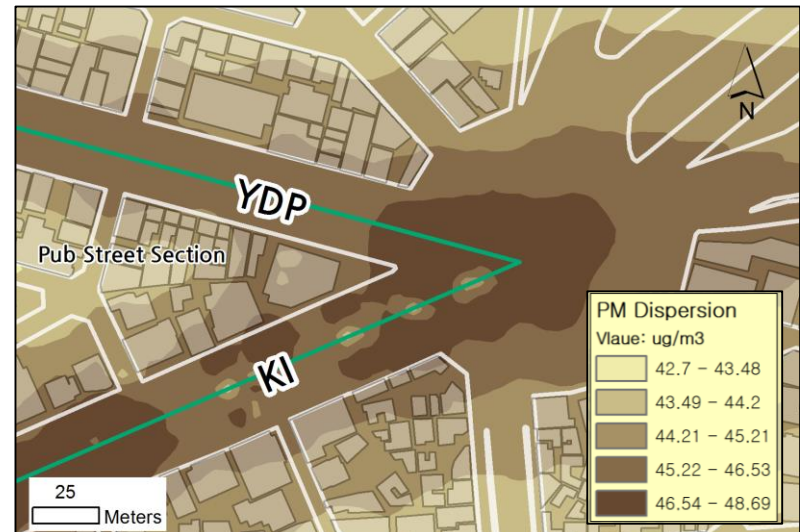
미세먼지 확산 지도

대기오염확산 시뮬레이션

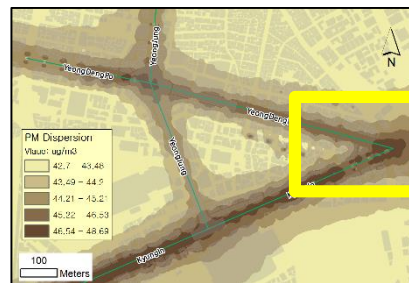
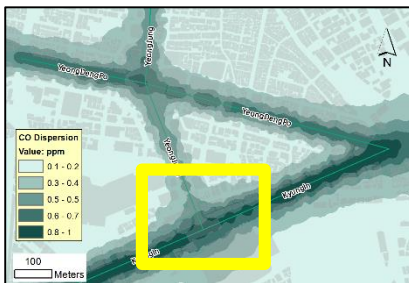
- 오염농도는
 - 도로에서 50m 사이에 집적
 - 100m 이상에서 영향이 미비
 - 도로에서의 **거리조락이 큰 물질**이므로,
모델링을 이용하여 고해상도의 분포 파악 필요
- 도로에서의 거리에 따라 급간이 급격히 달라짐



일산화탄소 확산 지도(확대)



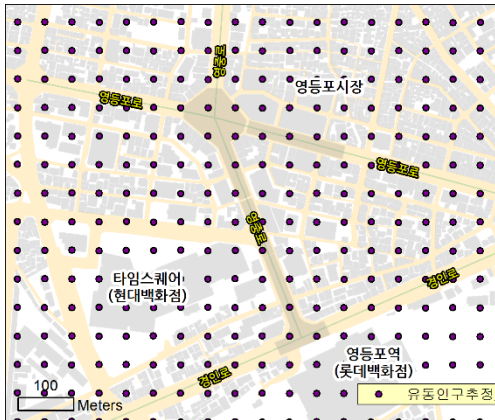
미세먼지 확산 지도(확대)



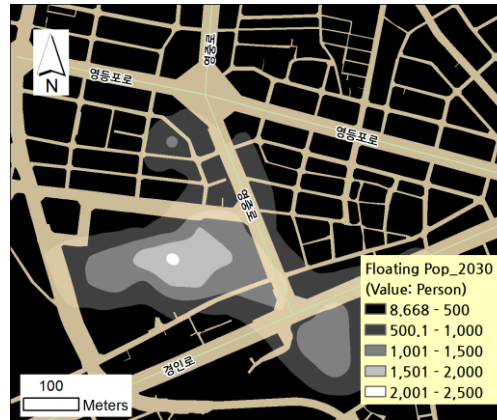
III. 유동인구 분포와 대기오염 노출의 관계

유동인구 추정자료의 특성

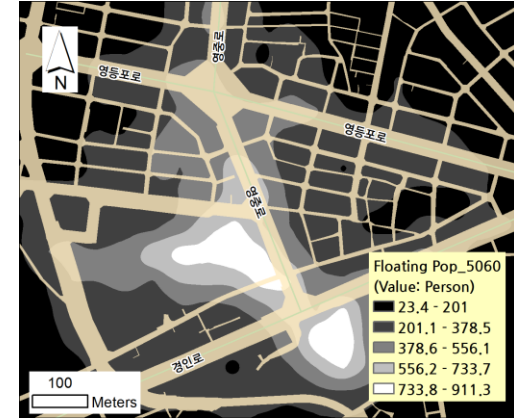
- 2013년 4월 데이터를 이용하여, Kriging을 이용한 내삽 수행
- 유동인구는 타임스퀘어, 영등포역, 영중로에 집중
- 연령별: 20~30대 건물 내 분포, 50~60대 건물 외 분포
- 성별: 남성의 분포가 더 넓게 나타나며, 건물 외에 위치



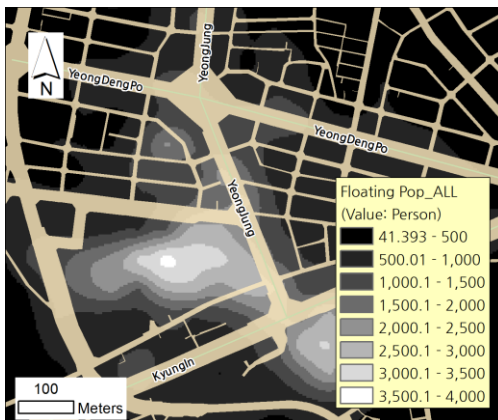
유동인구 원데이터



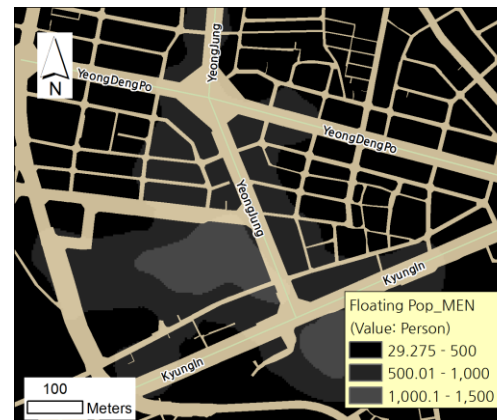
20,30대 분포



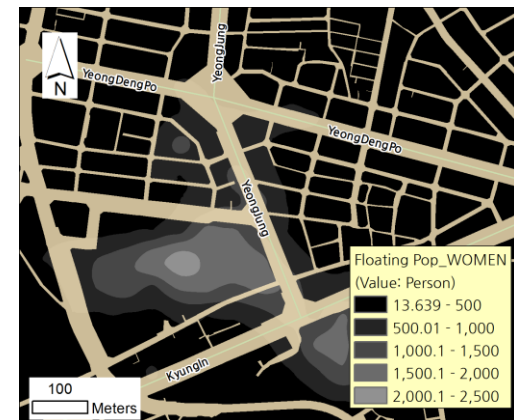
50,60대 분포



유동인구 전체 분포



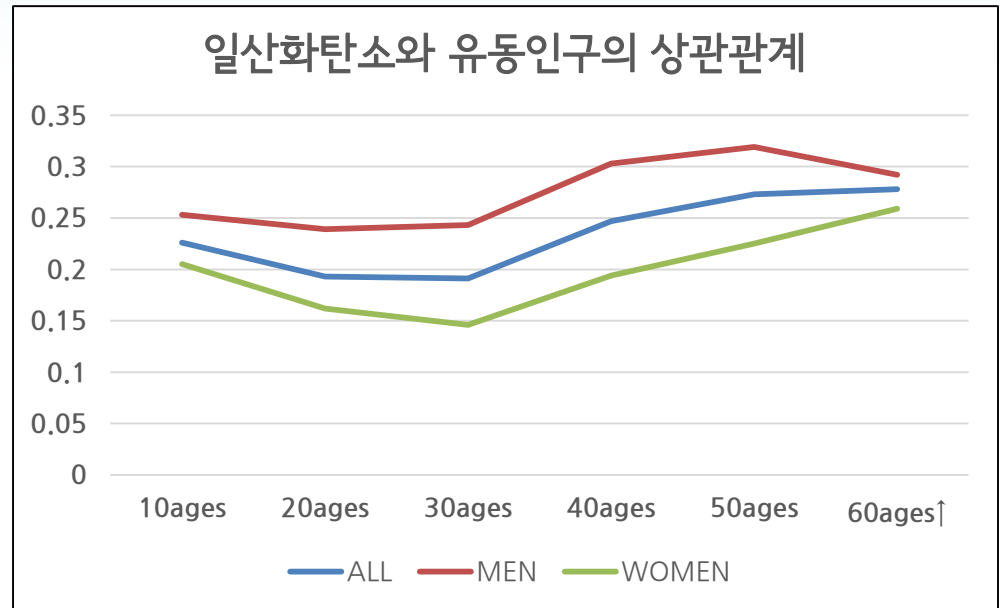
남성 분포



여성 분포

유동인구와 대기오염의 관계 - 일산화탄소

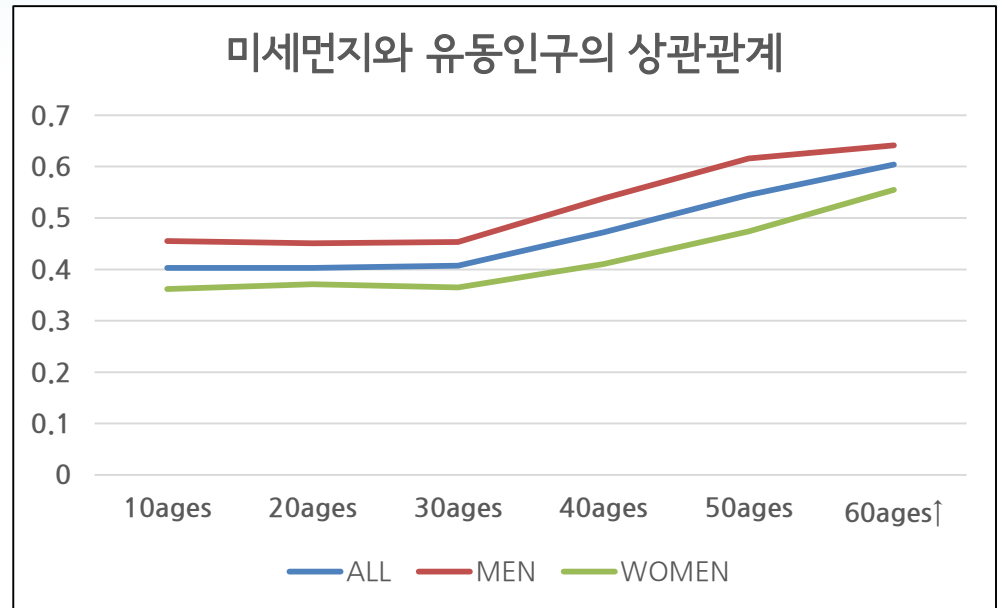
- 전역적 상관계수: 0.229
- 10대 및 50대 이상의 상관계수 ↑
- 20대 ~ 40대 상관계수 ↓
- 남성 상관계수 > 여성 상관계수



CO	전체	10대	20대	30대	40대	50대	60대 ↑
전체	0.229	0.226	0.193	0.191	0.247	0.273	0.278
남성	0.279	0.253	0.239	0.243	0.303	0.319	0.292
여성	0.186	0.205	0.162	0.146	0.194	0.225	0.259

유동인구와 대기오염의 관계 - 미세먼지

- 전역적 상관계수: 0.468
- 연령의 증가에 따른 상관계수 ↑
- 40대 이상의 상관계수 ↑
- 남성 상관계수 > 여성 상관계수



PM	전체	10대	20대	30대	40대	50대	60대 ↑
전체	0.468	0.403	0.403	0.407	0.472	0.545	0.604
남성	0.529	0.455	0.451	0.453	0.538	0.616	0.641
여성	0.413	0.362	0.371	0.365	0.41	0.474	0.555

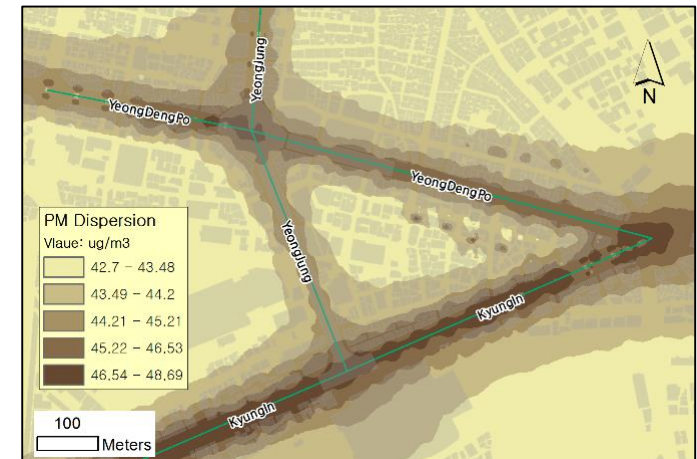
IV. 결론

연구 요약

- 연구의 목적
 - 유동인구추정자료와 도로이동오염원에 의한 대기오염노출 상관관계 분석
- 결과
 - 대기오염확산 시뮬레이션통한 대기오염농도 분포 파악
 - 대기오염농도는 교통량에 비례, 통행속도에 반비례, 교차로에서 집적되는 경향
 - 추정된 대기오염 농도: 경인로 > 영등포로 > 영중로
 - 유동인구와 대기오염분포 상관관계 분석
 - 상관계수가 성별, 연령별로 다르게 도출됨
 - 유년층과 고령층의 인구가 대기오염농도와 더 높은 상관계수를 가짐
 - 남성이 여성보다 대기오염농도와의 상관분석에서 더 높은 상관계수를 가짐
- 향후 연구 방향
 - 제한된 지역(영등포)에서 얻어진 결과로써 전역적인 상관관계로 해석하기에 한계
 - 향후 다양한 특성을 가지는 지역에 대하여 유동인구와 대기오염노출의 상관관계 분석 필요

서울시 정책에 대한 제언

- 밀집된 지역의 대기오염분포와 유동인구의 대기오염노출분석을 수행하기 위하여,
기존의 대기오염 **측정망의 숫자 부족**
- 고령인구와 대기오염 노출
 - 고령인구는 대기오염에 노출에 취약, 정신건강 및 사망률에 심각한 영향
 - 영등포의 경우, 20-30대는 타임스퀘어 등 건물 내에 위치하나, 고령인구는 도로주변 재래시장에 밀집되는 경향
- 지역의 특성을 고려한 계획 수립 필요
 - 기존의 거시적 차원에서의 교통/환경/보건/고령화/상권 정책의 시행과는 별도로 **미시적 분석**을 통하여 유동인구 등 지역적 특성을 고려한 정책의 수립 필요
 - **Braess's Paradox**를 이용한 영종로 교통량 절감 정책 시행 예정



테이터 공개 정책에 감사드립니다.

zawoon96@khu.ac.kr