

도시 지역 대기오염물질 배출의 잠재적 건강 위해도 시각화 실험

An Experiment for Visualizing the Potential Health Risk by Air Pollutant Emissions in City Areas

김용기*, 김현국*, 김형석*, 이주영*, 조한기*,
최기철*, 이경욱**
건국대학교*, SK C&C**

Kim yong-kye*, Kim hyeon-kook*,
Kim huong-seok*, Lee ju-yong*,
Jo han-gi*, Choi ki-chul*, Lee kyung-wook**
Konkuk University*, SK C&C**

요약

도시지역 대기오염에 의한 건강 위해도 정보는 시민들 삶의 질을 점검하는데 중요하다. 이에 따라 대도시 지역의 여러 오염원들로부터 배출되는 대기오염물질의 양과 그로 인한 인체 위해도를 시민들이 스마트 폰과 같은 일상적인 통신수단으로 확인할 수 있는 시스템을 설계하고 우리나라 대도시 지역에 적용하는 실험을 하였다. 설계된 시스템에서는 도시 대기로 배출되는 오염물질의 일별 배출량 값들을 산출하고 건강 위해도 인자들을 적용하여 잠재적(potential) 수명 단축 일 수로 정량화한 뒤, 사용자 모델을 통한 적용형 데이터로의 경화량 과정을 거친 후 모바일 기기로 전달되게 된다.

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

산업화와 도시화로 인해 유발되는 환경오염문제 중의 하나인 대기오염은 그 심각성이 계속적으로 증가되고 있으며 시민들의 건강을 위협하고 있다. 특히 사람들이 밀집한 대도시 지역에서 이러한 문제는 심각하다. 우리나라의 경우 서울을 포함한 대도시를 중심으로 인구가 꾸준히 증가하여 총 인구의 약 45% 이상이 수도권에 집중되어 있으며, 자동차도 꾸준히 증가하여 6,878천대가 등록되어 있다. 이로 인해 PM10과 O3농도는 점차 증가하고 있다. 수도권지역 85개 측정소중에 O3의 경우 1시간 환경기준을 25개 측정소가 초과했으며, 8시간환경기준은 76개 측정소가 초과했다. 또한 PM10은 71개 측정소가 24시간환경기준을 초과하여 초과율 83%를 보였다 [1]. 이러한 상황에서 대기오염에 의한 건강 위해도에 관한 정보를 시민들이 언제 어디서나 확인할 수 있다면, 거주하는 도시 공간에 삶의 질을 점검하는데 도움이 될 수 있다. 특히 무선 인터넷과 같은 정보제공 인프라가 잘 갖추어진 유비쿼터스 도시(U-City) 환경에서는 이러한 대기오염물질에 따른 위해도 정보는 유용한 콘텐츠로 활용될 것이다. 이러한 필요성에 의해서 본 연구에서는 국내 대도시 지역에서 배출되는 대기오염물질로 인한 인체 위해도를 시민들이 스마트 폰과 같은 일상적인 통신수단으로 확인할 수 있는 시스템을 설계하고 적용하는 실험을 하였다.

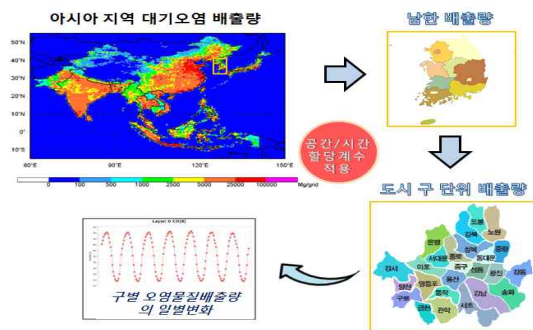
2. 연구방법

서울의 25개의 구와 5개의 도시를 선정하여 2009년 10월에 측정된 대기오염물질의 배출량을 산정한다. 배출

값들을 Eco-indicator 99 방법론을 이용하여 건강 위해도 인자를 토출한다. 이 결과 값을 이용하여 시각화 작업을 거쳐 도시별, 구별로 위해도 인자를 나타낸다.

2.1 도시지역 대기오염 배출량 산출

국제적인 아시아 배출목록 INTEX 2006[2]에서 대기오염물질(PM10, VOC, NOx, SO2)들에 대해서 산정한 국내 연간 총 배출량을 관심대상 도시의 배출원, 사회기반 시설들에 대한 통계정보 등을 활용하여 시공간적으로 재할당하여 구 단위의 일별 배출량으로 산출한다(그림 1). 본 연구에서는 대기질 모델의 배출량 자료로 대기정책지원 시스템(Clean Air Polict Support System: CAPSS)의 인벤토리 자료를 활용하여 배출량(ton/yr) 계산 결과 값을 토대로 실제 수도권 지역의 발생하는 오염물질별 대기오염 자동측정망의 관측 자료를 이용하여 적절한 비를 산출 하였다.



▶▶ 그림 1. 도시지역 일별 배출량 산정

2.2 Eco-indicator 99

1) 정의 및 Damage factor

Eco-indicator 99 (이하 ‘에코인디케이터’)는 Life Cycle Assessment(LCA)에서 제품 및 서비스의 전 과정을 고려하여 배출되는 물질들이 환경에 미치는 잠재적인 영향을 도출하는 방법론이다. 본 연구에서 대기 환경오염 물질 배출량이 인체에 미치는 영향을 계산하기 위하여 에코인디케이터의 영향 범주 중 인간보건(Human Health)호흡기 질환 인자를 도입하여 잠재적 환경영향을 분석한다. 에코인디케이터의 인자는 3가지과정인 fate analysis, effect analysis, damage analysis을 거쳐 DALY값으로 도출된다. 여기서 DALY값이란 Disability Adjusted Life Year로써 조기사망(Years of Life Lost, YLL)과 비치명적건강결과인장애(Years Lost due to Disability, YLD)로 인한 질병부담을 종합한 측정지표이다. 호흡기 질환의 에코인디케이터 인자는 Hofstetter[3]를 기초로 하여 값을 도출하였으며, 이 인자를 본 연구에 적용하였다.

2.3 시각화

1) 오염 물질 관리 서버 모듈

넓은 지역 전반에 걸쳐 수집된 대규모 오염 물질 농도 데이터를 날짜 별, 지역 별로 데이터 베이스를 구축한다. 시각화를 위한 최소한의 필요 데이터를 우선적으로 선별, 경량화 과정을 거친 후 모바일 단말기에 전송 된다.

2) 3차원 시각화

오염도 측정의 기준이 되는 지역 단위 별로 3차원 폴리곤 메시로 지형을 생성, 오염 정도에 따라 각 메시의 색상 및 높이 값을 부여한다. 또한 화면에 픽도그램을 표시하여 사용자 하여금 직관적으로 위해도를 알 수 있도록 하였다.

3) 사용자 인터페이스

모바일의 상대적으로 작은 화면을 통해 효과적인 정보 전달을 위해 가장 우선시 되는 DALY 값이 우선적으로 시각화 하고, 지역을 지정 할 경우 지역별 보다 자세한 오염 물질 별 오염 농도 정보를 검색 할 수 있다.

II. 연구결과

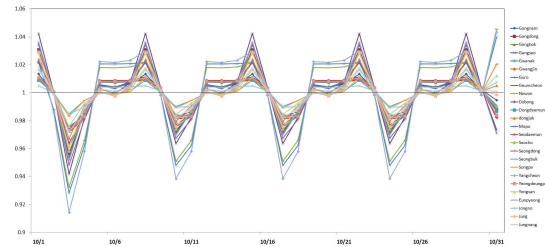
1. 배출량 산출결과

도시지역에 대한 건강 위해도 정보를 시간 흐름에 따라 연속적으로 제공하기 위하여, 필요한 배출량 정보를 통계자료에 기반하여 일별로 추정하였다. 그림 2는 대표적으로 2009년 10월에 대해 서울지역의 구별, 일별 SO2 배출량에 대해 각 구별 10월에 대한 평균값 대비 상대적인 변화율을 나타낸 것이다. 이와 같은 도시지역의 대기 오염배출정보는 과거와 현재에 대한 상세한 건강위해도 정보를 제공할 수 있도록 할 뿐 만 아니라, 이에 근거한 미래 전망까지 수행할 수 있는 근거자료를 제공하여 시민들의 주거 및 생활환경에 대한 종합적인 정보 제공과 평가가 가능할 것으로 기대된다.

2. 시각화 결과

그림 3은 안드로이드 폰 기반으로 OpenGL es API를 통해서 시각화가 구현 되었다. GPS 정보를 이용하여 사용자의 현재 위치 좌표를 얻고, 현재 사용자가 있는 지역의 상세 오염 농도를 우선적으로 디스플레이 한다. 화면상에 다른 지역을 선택하면 해당위치의 상세 오염 농

도를 볼 수 있다. 또한 화면 하단 왼쪽의 버튼으로 원하는 날짜를 검색, 오염 농도를 확인 할 수 있다. 3차원 가상 공간을 이용하여 시각화 된 정보는 화면의 터치 pinch 제스처를 통해서 네비게이트 할 수 있다.



▶▶ 그림 2. 추정된 서울지역 구별 오염물질 배출변화 패턴(2009년 10월, SO2)



▶▶ 그림 3. 핸드폰에 구현된 시각화 정보

III. 결론

서울 대도시 지역에 대해 한달 분량의 배출량을 에코인디케이터를 이용하여 DALY 값을 계산한 후 사용자 인터페이스에 맞게 시각화하여 제공하였다. 이 시스템을 더 발전 시켜 도시별이 아닌 도시의 세부지역까지 축소시켜 사용자의 현재 위치의 위해도를 실시간으로 알 수 있는 시각화 서비스를 하게 된다면 유비쿼터스 도시와 같은 미래도시 환경에서 적용될 수 있을 것으로 전망된다.

■ 감사의 글 ■

이 논문은 국토해양부의 U-City 석·박사과정 지원사업으로 지원되었습니다.

■ 참고 문헌 ■

[1] 국립환경연구원(2003a) 대기환경연보 (2003)
 [2] Zhang, Q., Streets, D. G., Carmichael, G. R., He, K. B., Huo, H., Kannari, A., Klimont, Z., Park, I. S., Reddy, S., Fu, J. S., Chen, D., Duan, L., Lei, Y., Wang, L. T., and Yao, Z. L., "Asian emissions in 2006 for the NASA INTEX-B mission," Atmos. Chem. Phys., Vol. 9, pp. 5131-5153, 2009.
 [3] Mark Goedkoop & Renilde Spriensma. (2001). The Eco-indicator 99 A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment - Methodology report -