

# 간이형 IAQ센서 적용 사례

## - 대중교통 중 시내버스 적용 사례를 중심으로 -

○ 김 호 현 | 평택대학교 ICT융합학부 ICT환경융합전공  
 조교수  
 E-Mail : ho4sh@ptu.ac.kr

### 1. 서론

2013년 제정된 환경부 고시 「실내공기질 관리를 위한 대중교통차량의 제작·운영 관리지침」이 2014년 3월부터 시행됨에 따라, 대중교통수단인 시내버스에 대한 실내공기질(IAQ : Indoor Air Quality) 관리의 중요성이 강조되고, 쾌적한 실내공기질은 가정에서 출발하여 대중교통수단으로 점차 확대되고 있다. 아직까지 시내버스 실내공기질에 대해서는 별도

의 관리기준이 마련되지 않았으나, 시외버스 및 다른 대중교통수단에 대해서는 환경부 ‘대중교통수단 실내공기질 관리 가이드라인’을 2006년 12월 말에 제시하여 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)와 미세먼지(PM10)의 농도를 관리하도록 권장하고 있다. 대중교통수단을 이용하는 승객들은 이용 승객수와 대중교통수단을 이용하는 시간이 증가함에 따라 교통수단 실내에서 발생하는 공기오염물질에 의해 직·간접적으로 노출되며, 대중교통수단의 특성상 공간이 협소하고 계



그림 1. 시내버스 내 TV 또는 버스 정류장 알림 정보 서비스 제공 (예시)

### < 스마트 종합 지수 예시 >

5등급	5등급	Air Quality Index (AQI) Values	Levels of Health Concern	Colors
양호 (0-20)	양호 (파란)	When the AQI is in this range:	air quality conditions are:	...as symbolized by this color:
보통 (21-40)	보통 (초록)	0 to 50	Good	Green
나쁨 (41-60)	나쁨 (노랑)	51 to 100	Moderate	Yellow
매우나쁨 (61-80)	매우나쁨 (빨강)	101 to 150	Unhealthy for Sensitive Groups	Orange
위해 (81-100)	위해 (빨강)	151 to 200	Unhealthy	Red
		201 to 300	Very Unhealthy	Purple
		301 to 500	Hazardous	Maroon

< 미세먼지 PM<sub>10</sub> 예보 등급 > ※ 예측농도(μg/m<sup>3</sup>·일)

구간	좋음	보통	약간 나쁨	나쁨	매우나쁨	
예측농도 (μg/m <sup>3</sup> ·일)	0~30	31~80	81~120	121~200	201~300	301~
행동 요령	-	-	장시간 실외활동 기피(특히 호흡기, 심장환자, 노인자)	무리한 실외활동 자제(특히 호흡기, 심장환자, 노인자)	실외활동 제한	실내생활
일반인	-	-	-	장시간 무리한 실외활동 자제	실외활동 자제	실외활동 자제

※ 미세먼지 PM<sub>10</sub>, 환경기준 : 24시간 100 μg/m<sup>3</sup>, 연간 50 μg/m<sup>3</sup>

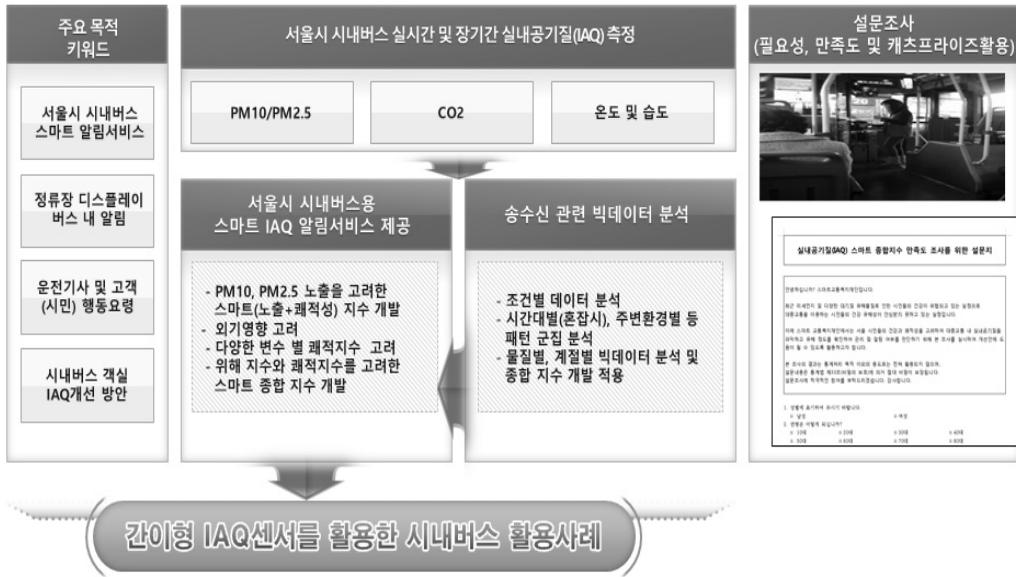


그림 2. 간이형IAQ센서를 활용한 실시간 및 장기 시내버스 활용사례

절별 운행특성에 따라 밀폐된 경우가 많으므로 오염물질이 축적되어 농도가 높아지는 경향이 있다.

최근에는 황사, 초미세먼지의 잦은 출현으로 실내공기질에 영향을 미치는 대기환경에 대처하는 운행 관리가 필요한 시점이다. 이에 따라 오염된 대중교통 실내공기질은 승객들의 불편을 초래하고 노출취약계층의 건강에 위해한 환경이 될 우려가 있다.

따라서, 본 고에서는 스마트교통재단 우수연구기관선정을 위한 학술연구지원사업(2016. 9 ~ 2017. 8)을 통해 수행된 간이형IAQ센서를 활용한 서울시를 운행하는 시내버스를 대상으로 실시간 측정이 가능한 센서 기기를 이용하여 실내공기질(IAQ)을 파악하고 빅데이터를 활용하여 대중교통수단에 활용 및 적용한 일부 사례를 소개하고자 한다.

## 2. 본 론

본 연구에서는 간이형 IAQ측정 센서를 이용하여 대중교통수단 중 시내버스 실내에 측정센서를 부착

하여 실내공기질(IAQ)에 대한 미세먼지(PM-10)와 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)농도를 수집하여 송출기를 이용한 데이터 전송방식을 택하였고, 실시간 및 장기 빅 데이터(PM-10, CO<sub>2</sub>, 온도 및 습도)수집을 위한 기반 구축을 위해 대중교통 실내 IAQ 측정기 모듈 특정 위치(앞문, 뒷문, 중앙, 창문 등)에 설치하여, 측정된 대중교통 실내공기질(IAQ)에 대한 미세먼지(PM-10)와 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)농도를 수집하여 노선별, 시간대별(혼잡시 외), 계절별 빅 데이터의 시계열 패턴 분석을 실시하였다. 시간대별(혼잡시 외), 계절별, 주변 환경별(중앙차로, 도로변 등)로 패턴군집을 통하여 분석하고 패턴 군집을 통하여 분석 후 패턴의 대표성을 확보하여 일반화하였다.

시내버스 차량에 스마트센서 설치 방법 및 규모는 서울특별시 버스정책과 담당자와 상의하여 추천해 주신 'A운수'에 먼저 시내버스 1대에 센서 및 장비를 시범 설치한 부분이 약 1달동안 지켜본 결과, 다른 여러 장치와의 충돌이 없는 것을 확인하였다. 따라서 서울특별시 버스정책과 담당자께서 'B운수',

‘C운수’, ‘D운수’에 버스 12대를 설치 할 수 있도록 운수회사와 협의하여 진행하였다. 약 6개월간의 노

선별 간이형IAQ센서 측정자료의 개략적인 현황은 그림 4와 같다.

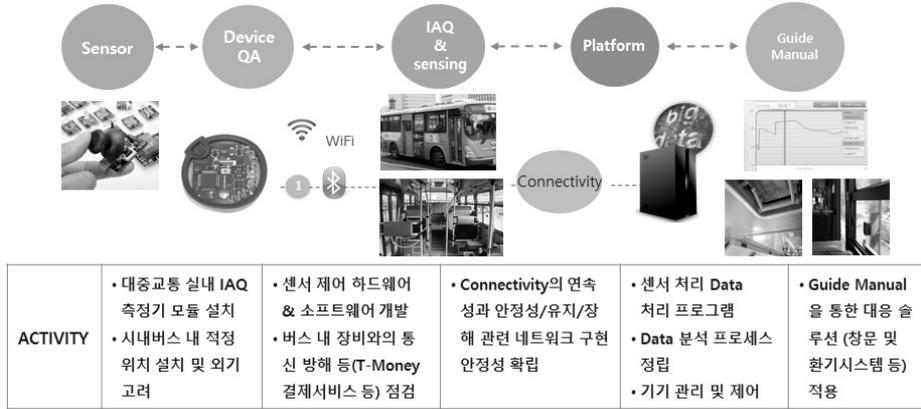


그림 3. 간이형센서를 활용한 대중교통 사례 체계

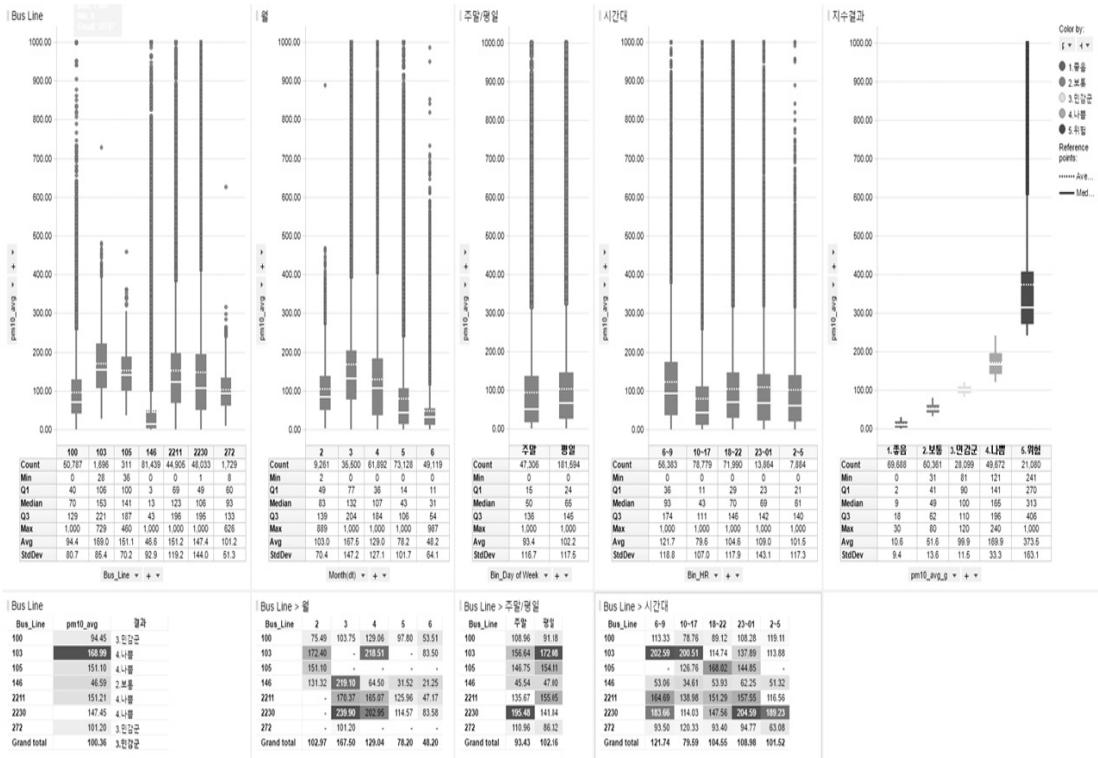


그림 4. 서울시 시내버스 일부 노선별 월별 농도분포현황, 주말, 평일 빅데이터 분석 샘플 현황

위 개별물질 빅데이터 자료 분석을 활용하여 마련한 스마트지수(노출+쾌적성)를 활용한 노선별

일부 도식한 그림 5는 다음과 같다.

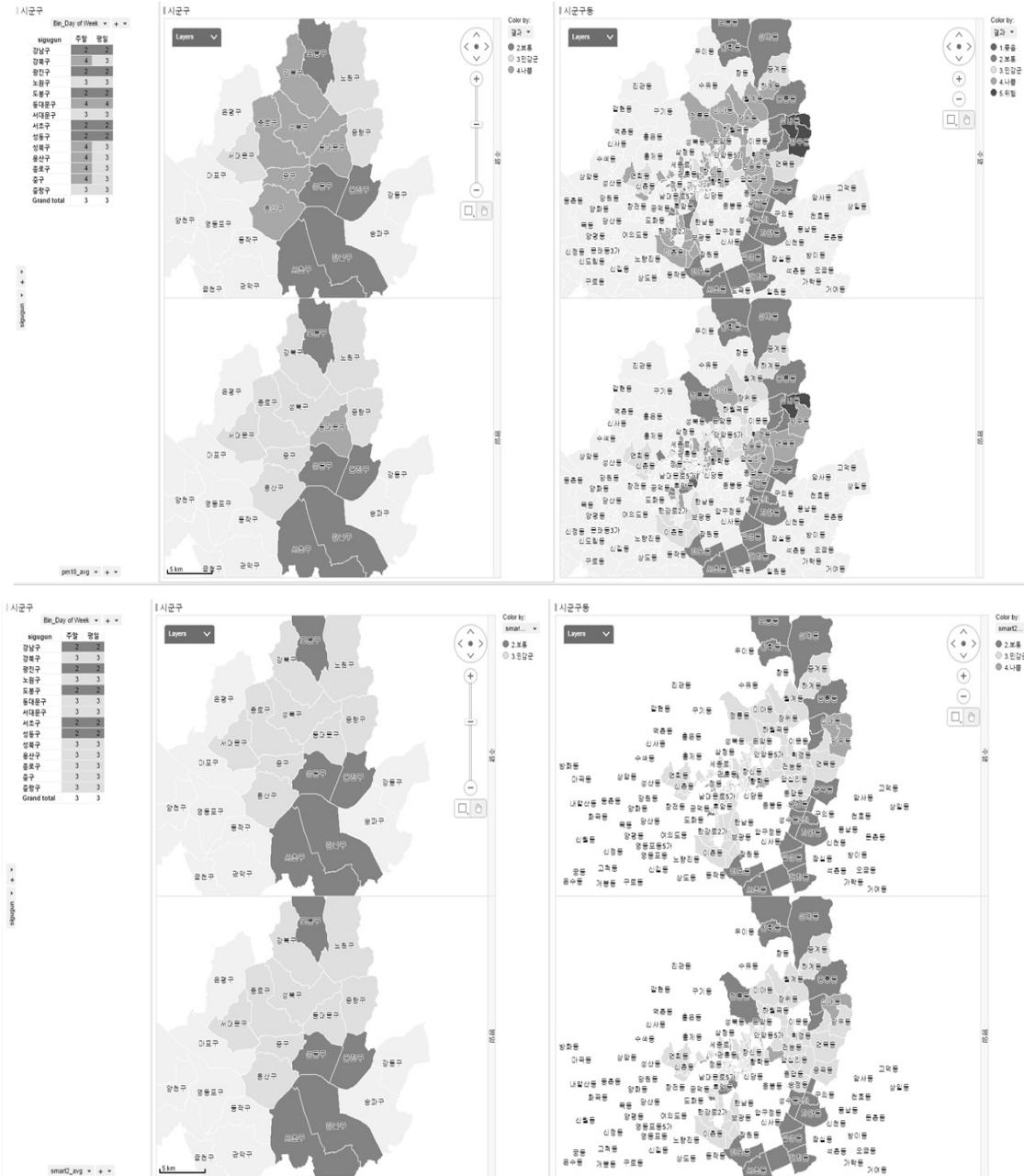


그림 5. 센서자료를 활용한 빅데이터 분석 스마트지수 구현 지역별 샘플

Bus\_Line per Bus\_Line

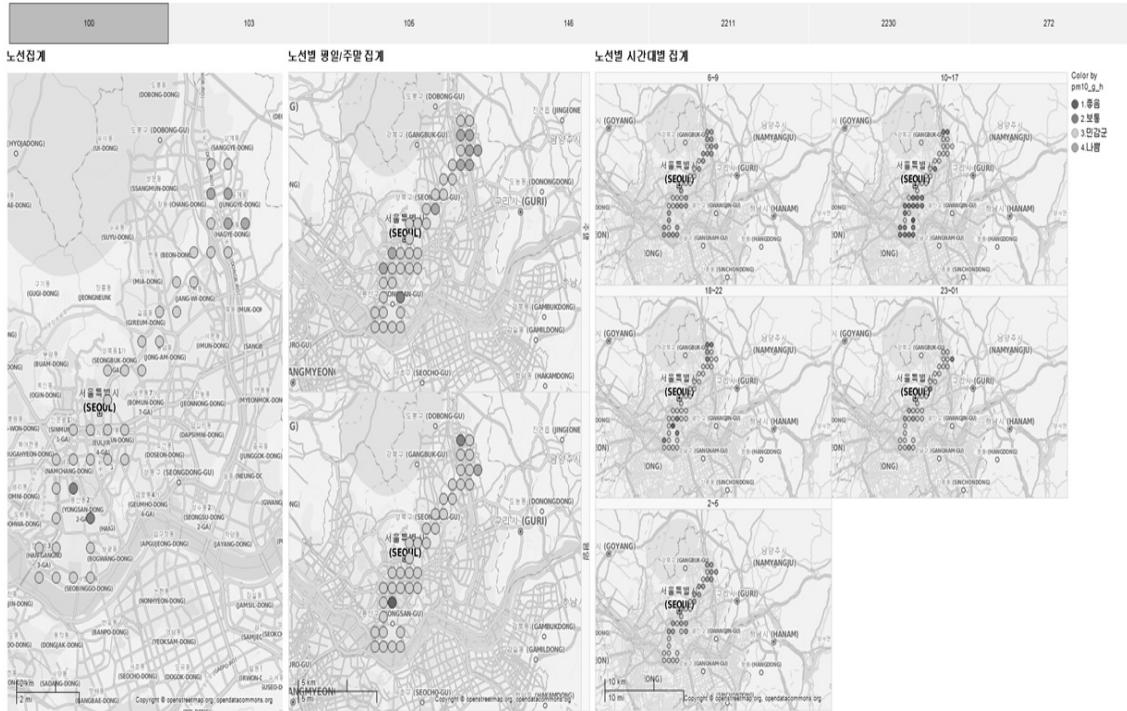


그림 6. 센서자료를 활용한 빅데이터 분석 스마트지수 구현 버스 개별 노선별 샘플

### 3. 결론

본 연구에서 운행 중 공기질 인식 등에 대한 이용자 설문 조사를 위해 서울시에 거주하고 주로 시내버스를 이용하는 이용자를 대상으로 남, 여 총인원 약 160명 규모의 설문조사를 실시하였다.

설문조사 결과, 성별의 경우 남성 75명, 여성 85명으로 구분되었다. 연령층은 10대부터 60대 이상까지 다양하게 조사하였으며, 20~30대가 111명으로 대부분을 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 설문조사 응답자의 거주지를 수집하여, 여러 지역의 의견을 듣고자 실시하였다. 거주지 응답 중 금천구, 서초구, 두 지역의 응답자 수가 21명, 18명으로 제일 많았으며, 송파구, 강동구, 성동구, 노원구의 경우도 15명, 13명, 10명, 11명으로 파악되었다.

시내버스 용 스마트 IAQ 종합지수를 개발하며

대기지수와 같이 시민에게 정보를 제공하는 거에 대한 응답은 매우 필요하다고 응답한 56명, 필요하다고 응답한 80명, 총 160명 중의 136명 (85.0%)의 응답이 긍정적으로 생각한다는 것으로 나타났다. 또한 그에 따른 알람서비스 역시 매우 필요하다고 응답한 42명, 필요하다고 응답한 78명, 총 130명 (75.1%)의 응답이 긍정적으로 생각한다는 것으로 나타났다. 향후 대중교통 전반에 확대하여 스마트 IAQ 종합지수를 개발하며 대기지수와 같이 시민에게 정보를 제공함에 대한 전반적인 인식을 알 수 있었다.

이상 간이형 센서를 활용한 대중교통 중 서울시 시내버스 적용사례에 대해 개략적인 내용 소개를 하였다. 최근 센서에 대한 자료의 논란은 충분히 있을 수 있고, 센서기술의 발전은 꼭 필요한 부분이다. 향후 센서기술의 비약적인 발전과 함께 다양한 활용에 대한 모색이 요구된다.