

공유 전동킥보드 탑재형 미세먼지 측정 단말기 개발에 관한 연구

정인택*, 장봉주**, 윤성삼**, 김진국***

*한국건설기술연구원 기획조정본부 경영기획실

**한국건설기술연구원 국토보전연구본부 돌발홍수연구센터

***한국건설기술연구원 인프라안전연구본부 차세대인프라연구센터

e-mail: jungintaek@kict.re.kr

A Study on the Development of the Particulate Matter Measurement Terminal for Installation on Shared Electric Kickboards

In-Taek Jung*, Bong-Joo Jang**, Seong-Sim, Yoon**, Jin-Guk Kim***

*Management Planning Division, Planning and Coordination Department, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

**Flash Flood Research Center, Department of Land, Water and Environment Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

***Future Infrastructure Research Center, Department of Infrastructure Safety Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요약

본 연구는 내 주변의 실질적인 미세먼지 농도를 측정하기 위한 공유 전동킥보드 탑재형 미세먼지 측정 단말기를 개발하였다. 본 단말기는 플랫폼 형태의 이동형 IoT 센서 단말기이며, 컨트롤 보드와 센서 보드로 분리하여 설치 장치들 간의 간섭을 최소화하도록 설계하였다. 현장 테스트 수행 결과, 동일한 지역 내라도 시·공간에 따라서 미세먼지가 국부적으로 차이가 발생함을 확인하였다. 아울러 비포장도로 등과 같이 특정 미세먼지 유발원으로 인해 해당 구간의 미세먼지 농도가 주변 미세먼지 농도보다 극명하게 차이가 발생하는 것도 확인하였다. 향후 본 장비를 고도화하여 다수의 공유 전동킥보드에 탑재한 후 시스템을 운영한다면, 지역 내 국부적인 미세먼지 정보, 미세먼지 이벤트 정보, 미세먼지 원인 규명 등과 같이 실질적인 스마트시티 대기환경 모니터링을 위한 새로운 서비스를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

1. 연구의 배경 및 목적

최근 날이 갈수록 심각해지고 있는 미세먼지 문제로 인해 우리는 실시간 미세먼지 상황을 과거보다 훨씬 더 많이 확인하는 빈도가 높아졌다. 이는 미세먼지 정보를 인터넷(에어코리아 등), 스마트폰(미세미세, 원기날씨 등), 도로전광판(VMS) 등 주변의 다양한 IT기기 또는 매체를 통하여 손쉽게 제공받을 수 있기 때문이다.

우리가 일반적으로 제공 받고 있는 미세먼지 정보는 전국 164개 시, 군에 설치된 558개(2020년 10월 기준)의 고정식 대기 측정망에서 관측된 데이터를 이용하여 각 지역 단위(읍면동, 시군구 등)로 가공된 정보를 말한다[1]. 하지만 본인이 매일 다니는 내 주변의 길, 도로, 장소 등에 대한 실제 미세먼지 정보는 개별적으로 측정하지 않는 이상 전혀 알 수가 없다. 즉, 미세먼지는 동일한 지역 내라고 하더라도 공장 인근, 차량 혼잡, 비포장도로, 공사장, 소각장, 환기구 등과 같이 도시의 다양한 미세먼지 유발원들로 인해 시·공간에 따라 국부적으로 크게 달라질 수가 있다.

따라서 본 연구에서는 내 주변의 실질적인 미세먼지 농도를 측정하기 위하여 공유 전동킥보드에 탑재할 수 있는 IoT 센서 기반의 이동형 미세먼지 측정 단말기를 개발하고자 한다.

2. 선행연구 고찰

먼지란 대기 중에 떠다니거나 흩날려 내려오는 입자상 물질을 말하며, 화석연료(석탄, 석유 등)를 태우거나 각종 배출가스(공장, 자동차 등)에서 많이 발생한다. 먼지는 입자의 크기에 따라 PM 10(미세먼지)는 PM 2.5(초미세먼지)로 구분된다. PM₁₀은 지름이 10 μ m보다 작은 미세먼지를, PM_{2.5}는 지름이 2.5 μ m보다 작은 미세먼지를 의미한다. 이는 사람 머리카락의 1/5~1/30에 불과할 정도로 매우 작다[2].

미세먼지 측정방법은 측정방식에 따라 직접(수동) 측정 방법과 간접 측정 방법으로 나눌 수 있다. 직접 측정 방법은 미세먼지의 질량을 저울로 직접 재는 중량농도법을 말하며, 간접 측정방법은 방사선을 이용하는 베타선 흡수법과 빛의 물리적 특성을 이용하는 광산란법으로 구분된다[3]. 또한 미세먼지 측정기 설치 위치에 따라 실내와 실외로, 설치 방법에 따라 고정형과 이동·휴대형으로도 구분된다.

관련 선행연구 고찰 결과는 [표 1]과 같으며, 일부 차량용 측정 장비는 존재하나 공유 전동킥보드에 탑재하여 미세먼지를 측정할 수 있는 저비용 고효율의 장비를 개발한 사례는 전무하다.

[표 1] 미세먼지 측정 장비 개발 관련 선행연구 고찰[4-8]

구분	고정형	이동·휴대형	실내용	실외용	IoT활용	키패드 탑재형
김지윤 등 (2015)	×	○	○	×	○	×
노병국 등 (2017)	×	○	○	○	○	×
박덕신 등 (2011)	○	×	○	×	×	×
이태현 등 (2016)	×	○	○	×	○	×
환경부 (2020)	×	○ (차량)	×	○	×	×

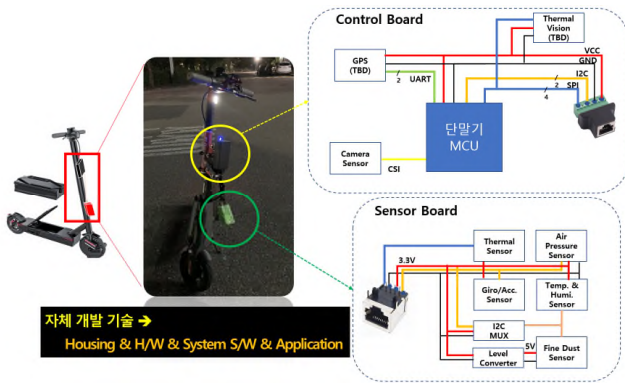


[그림 2] 현장 테스트 위치 및 수행 화면

3. 전동 키패드용 미세먼지 측정 단말기 개발

본 연구는 공유 전동키패드 탑재형 IoT 센서 기반의 이동형 미세먼지 측정 단말기를 개발하였다. 본 단말기는 [그림 1]과 같이 컨트롤 보드와 센서 보드로 구성되고, 이를 물리적으로 분리하여 설치 장치들 간의 간섭을 최소화하도록 설계하였다. 컨트롤 보드는 Arduino MEGA를 이용하였으며, 센서 보드에는 미세먼지 측정기뿐만 아니라 대기온도, 습도, 적외선 온도 등 다양한 IoT 센서 설치가 가능하도록 플랫폼 형태로 개발하였다.

본 단말기를 탑재한 전동 키패드가 이동하지 않고 주차되어 있을 경우는 고정형 미세먼지 수집원(Sensing While Parking)이 되고, 이동 중인 경우는 이동형 미세먼지 수집원(Sensing While Driving)이 된다.



[그림 1] 미세먼지 측정 단말기 구조

4. 현장 테스트 결과 및 시사점

본 연구에서는 개발된 단말기를 탑재한 전동키패드를 이용하여 [그림 2]와 같이 경기도 고양시에 위치한 한국건설기술연구원 내부 도로에서 양일 간(2020년 10월 8일, 21일) 동일한 경로로 현장 실증 테스트를 진행하였다.

현장 테스트 결과는 <그림 3>, <그림 4>와 같으며, 동일한 지역 내라도 시·공간에 따라서 미세먼지가 국부적으로 차이가 발생함을 확인하였다. 특히 비포장도로 등과 같이 특정 미세먼지 유발원으로 인해 해당 구간의 미세먼지 농도가 주변 미세먼지 농도보다 무려 300배 이상까지 극명하게 차이가 발생하는 것도 확인하였다. 아울러 해당 지역(일산서구 주엽동 관측치)의 미세먼지가 양호(10월 8일)하거나 나쁨(10월 21일) 모두 고양대로와 인접한 내부 도로의 미세먼지 농도가 고양대로와 떨어진 내부도로 보다 약 2배 가량 높은 결과를 보였다. 즉, 고양대로 교통량이 대화로 교통량 보다 훨씬 많기 때문에 지나가는 차량들로 인한 배기가스의 영향이 고양대로가 더 큰 것으로 판단된다.



[그림 3] 현장 테스트 결과(10월 8일, 미세먼지“양호”)



[그림 4] 현장 테스트 결과(10월 21일, 미세먼지“나쁨”)

5. 결론 및 향후 연구

본 연구는 지역 단위의 거시적인 미세먼지 정보가 아닌 내 주변의 국부적인 미세먼지 농도를 측정할 수 있는 공유 전동킥보드 탑재형 IoT 센서 기반의 미세먼지 측정 단말기를 개발하였다. 현장 테스트를 통하여 지역 내 시·공간에 따라 미세먼지 농도의 국부적인 변화가 발생함을 확인하였으며, 특히 비포장도로 등과 같이 특정 미세먼지 유발원으로 인해 미세먼지의 농도가 주변 보다 현격하게 차이가 나는 이벤트 상황도 발생함을 확인하였다.

현재는 전동 킥보드에 탑재하여 미세먼지를 측정할 수 있는 핵심기술을 개발한 상태이다. 향후 성능 인증, 장비 소형화, H/W와 S/W 최적화 등과 같이 본 개발 장비의 고도화가 지속적으로 필요하다. 그 이후 다수의 공유 전동킥보드에 개발 장비를 탑재하여 시스템을 운영한다면, 지역 내 국부적인 미세먼지 정보, 미세먼지 이벤트 정보, 미세먼지 원인 규명 등과 같이 실질적인 스마트시티 대기환경 모니터링을 위한 새로운 서비스를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원의 연구개발적립금사업 국제매칭 공동연구과제(“개인용 스마트 모빌리티를 활용한 도시환경 관측 요소기술”)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 환경관리공단, “에어코리아”, <https://www.airkorea.or.kr>
- [2] 환경부, “바로 알면 보인다. 미세먼지, 도대체 뭘까”, pp. 5-6, 4월, 2016년
- [3] 환경부 국립환경과학원, “초미세먼지(PM-2.5) 간이측정기 가이드북”, pp. 4-8, 10월, 2018년
- [4] 김지윤·김기현·조승희·문미경, “내 주변 미세먼지농도 측정 시스템”, 한국컴퓨터정보학회 하계학술대회 논문집, 제23권 제2호, pp. 91-92, 7월, 2015년.
- [5] 노병국·최기홍, “사물인터넷 기반 초미세먼지(PM2.5) 측정 장치 개발”, Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 32, No. 1, pp. 21-26, February 2017.
- [6] 박덕신·방연근·권순박·정우태·조영민·신창현, “도시철도 터널에서의 미세먼지 특성 파악 및 측정 장치 개발”, 한국철도학회 학술발표대회논문집, pp. 1289-1297, 10월, 2011년
- [7] 이태현·문미경, “IoT플랫폼 기반의 휴대용 공기질 측정 시스템의 설계 및 구현”, 한국차세대컴퓨팅학회 논문지, 제12권 제3호, pp. 75-84, 6월, 2016년.
- [8] 환경부 보도자료, “한강청, 미세먼지 이동식측정차량 첨단 장비로 감시한다”, pp. 1-3, 4월, 2020년.