

대중교통을 이용한 도심의 환경 모니터링 시스템 설계

김용중, 정경권*, 정연만**

한국폴리텍대학 원주캠퍼스, *동신대학교, **강릉원주대

kyj11111@kopo.ac.kr, *kkjung@dsu.ac.kr, **ymjeong@gwnu.ac.kr

Design of Urban Environmental Monitoring System Using Public Transportation

Kim Yong Joong, *Jung Kyung Kwon, **Jeong Yeon Man

Korea Polytechnics Wonju-Campus, *Dongshin Univ., **GWNW

요약

본 논문은 도심 환경 모니터링을 위해 대중교통에 설치할 수 있는 시스템을 설계하였다. IoT센서모듈은 GPS를 통해 위도, 경도를 측정하고, 온도, 습도, 미세먼지, VOC, NOX를 측정한다. LTE-Cat.M1을 통해 측정데이터를 실시간으로 서버로 전송한다. 서버에서는 데이터를 클라우드 서버에 저장하고, 지도위에 측정경로와 현재 측정 데이터를 표시한다. 제안한 시스템을 통해 시민들은 더욱 신속하고 정확한 환경 데이터를 확인할 수 있게 되며, 환경 문제에 대한 인식과 대응을 강화하는 기회를 제공할 수 있다.

I. 서론





환경 모니터링은 현대 사회에서 매우 중요한 주제로 부상하고 있으며, 이는 우리의 삶과 생태계에 미치는 영향을 평가하고 관리하는 데 있어서 필수적인 요소이다. 특히 대중교통은 도시 환경에서 광범위한 영향을 미치며, 대기 오염, 소음, 인프라의 지속 가능성에 영향을 미친다. 이에 대중교통을 통한 환경 모니터링은 도시 환경의 특성을 이해하고 개선하기 위해 중요한 역할을 수행한다[1].

본 논문의 목적은 대중교통을 통한 환경 모니터링 시스템을 설계하여 도시 환경의 다양한 측면을 분석하고, 환경 오염과 그에 따른 영향을 평가하는 것으로, 이를 위해 이 연구는 대중교통 차량에 탑재될 센서들의 효과적인 배치와 데이터 수집 방법에 대한 설계를 진행한다.

제안한 IoT센서모듈은 GPS로부터 위치정보를 수집하고, 온도, 습도, 미세먼지, VOC, NOX를 측정하여 LTE망을 활용하여 실시간으로 서버로 전송한다. 서버에서는 데이터를 저장하고, 웹페이지를 구성하여 지도에 이동 경로와 측정데이터를 표시한다.

IoT센서모듈은 표 1과 같은 구성품으로 보드를 설계하였다. 메인 MCU는 ESP32를 사용하였고, 온도, 습도, 미세먼지(PM10, PM2.5), VOC(유기화합물) Index, NOX(질소산화물) Index를 측정할 수 있는 복합센서를 I2C로 연결하여 측정한다. GPS모듈에서는 위도, 경도를 수신하고, LTE-Cat.M1 모듈을 통해 서버로 데이터를 전송한다. LTE-Cat.M1을 이용한 통신은 대중교통 환경 모니터링 시스템에서 데이터의 안정적이고 신속한 전송이 가능하다. 데이터는 Vodafone Global IoT SIM을 사용하여 30MB/월 요금제를 사용하였다[2-5].

표1. IoT센서모듈 구성품

	ESP32-WROOM-32 Espressif Systems Xtensa® dual-core 32-bit LX6 microprocessor
	복합센서 SEN55 Sensirion 온도, 습도, 미세먼지, VOC, NOX
	GPS NEO-M8N
	LTE-Cat.M1 CodeZoo TYPE1SC 모듈 사용 30MB/Month

II. 본론

본 논문에서 제안한 시스템은 그림 1과 같다. 시스템 구성은 대중교통 수단에 부착이 가능한 IoT센서모듈과 서버로 구성된다. 서버는 전송된 위치정보와 센서정보를 저장하고 웹에서 확인할 수 있게 구성하였으며, 실시간 정보제공이 가능하다.

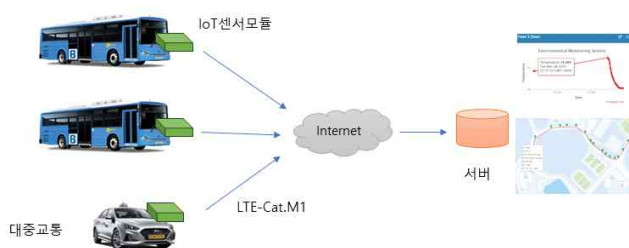


그림 1. 시스템 구성

제작한 IoT센서모듈은 그림 2와 같다. 전원은 차량용 시거잭 또는 보조 배터리 사용이 가능하다.

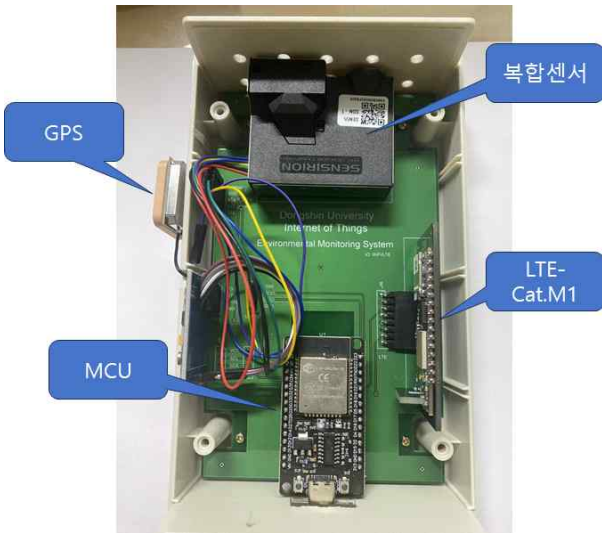


그림 2. IoT센서모듈

서버는 오픈 클라우드 서버(thingspeak)를 이용하여 위도, 경도와 6가지 센서를 저장하였다. 그림 3은 서버에 저장되는 데이터 화면으로 HTTP REST API를 통해 데이터 저장이 가능하다[6].

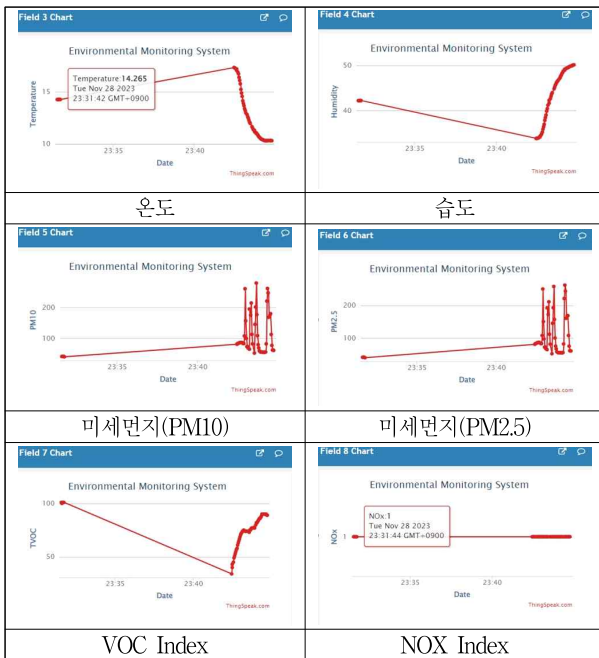


그림 3. 서버 저장 데이터

클라우드 서버에 저장된 데이터를 JSON형태로 읽어서 구글 지도 API를 활용하여 운행되는 대중교통의 위치와 현재 센서 값을 그림 4와 같이 표시하였다. 관리페이지를 통해 여러 대의 버스 표시가 가능하며 저장된 마커를 선택하면 시간과 센서값이 표시된다.

추후 별도 서버 운영을 통해 HTTP REST API를 MQTT로 변경하여 데이터 사용량을 줄이는 방법을 검토 중에 있다.



그림 4. 위치정보 표시 (네이버지도, 구글지도)

III. 결론

본 논문에서는 버스나 택시 등 대중교통을 이용하여 도심환경 모니터링을 위한 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 차량에 부착하는 IoT센서모듈과 서버로 구성되며 온도, 습도, 미세먼지(PM10, PM2.5), VOC Index, NOx Index를 차량 위치정보와 같이 LTE-Cat.M1으로 서버에 전송한다. 서버는 데이터를 저장하여 지도 API를 활용한 웹페이지 상에 차량의 위치와 측정된 센서값을 표시한다.

다양한 센서를 통합한 환경 모니터링 시스템은 대중교통 차량에서 실시간으로 환경 데이터를 수집하고 분석하여 도시 환경의 상태를 평가하고, 이를 통해 지속 가능한 도시 환경 개선을 위한 정책 및 개입을 제안하는데 기여할 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] I. Kousis, M. Manni, A.L. Pisello, "Environmental mobile monitoring of urban microclimates: A review," Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 169, 112847, 2022.
- [2] <http://www.espressif.com/>
- [3] <http://www.sensirion.com/>
- [4] <http://www.u-blox.com/>
- [5] <http://www.codezoo.co.kr/>
- [6] <http://thingspeak.com/>