

IoT 기반의 건설현장 미세먼지 모니터링 시스템 개발에 관한 연구

Particulate Matter Monitoring System Based on IoT for Construction Sites

김 현 식* 태 성 호**
Kim, Hyunsik Tae, Sungho

Abstract

Recently, particulate matter(PM) caused by internal factors such as industrialization and urbanization as well as external factors such as Asian dust is a serious problem in Korea. In particular, while the emission due to construction appears to be very serious among the internal factors, it is necessary to manage PM in consideration of the characteristics of construction sites. Accordingly, in this study, a PM management system suitable for construction sites was developed to reduce civil complaints caused by PM and to minimize damage to field workers and nearby residents by supporting the fine dust management system of the state and local governments. The factors to be considered when measuring PM due to the specificity of construction sites were considered, and the system components were developed based on the considerations. As a result, an IoT based construction site PM monitoring system (CPMS) that integrates each component was established.

키 워 드 : 건설현장, 미세먼지, 모니터링, 사물인터넷
Keywords : construction site, particulate matter, monitoring, IoT

1. 서 론

산업화 및 도시화가 진행됨에 따라 대기오염이 전 세계적인 문제로 대두되고 있는 가운데 건설 과정에서 발생하는 먼지로 인한 문제 또한 해결되어야 할 중요한 사회적 문제로 인식되고 있으며, 건설현장에서 발생하는 먼지는 현장 인근 주민과 현장 근로자의 건강에 큰 위협이 된다.¹⁾ 특히, 건설현장의 경우 범위가 넓고 다양한 위치에서 먼지 발생 활동이 일어나기 때문에 실질적인 PM 관리를 위해서는 현장 내에 단일 지점이 아닌 다양한 지점에서 유기적으로 관리가 될 수 있어야 한다. 이에 본 연구에서는 건설현장 인근 주민 및 현장 근로자들이 건설현장에서 발생하는 먼지로부터 보호될 수 있도록 유기적인 현장관리가 가능한 IoT 기반의 먼지 관리 시스템 개발을 목표로 연구를 수행하였다.

2. 기존연구의 고찰

2.1 건설현장 모니터링 시 고려사항 고찰

건설현장의 경우 모니터링 범위가 매우 넓고 다양한 위치에서 먼지 발생 활동이 일어나는 특징이 있으며, 이에 따라 현장 관리자가 먼지 발생 위치를 확인하여 실시간으로 조치할 수 있도록 시스템을 구성해야 한다. 또한, 공사가 진행됨에 따라 주요 먼지 발생 위치가 변하고 실내뿐만 아니라 가혹한 실외 환경에 노출되기 때문에 다양한 위치에서 설치가 용이해야 하고 충분한 내구성이 확보 되어야 한다.

2.2 기존 연구 고찰

본 연구에서는 건설현장 모니터링 시 고려사항을 시스템 개발에 반영하기 위하여 기존 연구들을 통해 계측기 측면에서 이동성(소형화, 휴대성) 및 실내 내구성을 고찰하고 네트워크 측면에서는 통신방식에 따른 통신거리를 고찰했으며, 서비스 측면에서는 최종 사용자에게 제공되는 소프트웨어의 형태를 표 1과 같이 고찰하였다.

* 한양대학교 건축시스템공학과 박사과정

** 한양대학교 건축학부 교수, 공학박사, 교신저자(jnb55@hanyang.ac.kr)

표 1. IoT 기반의 미세먼지 모니터링 시스템 개발 연구 고찰

| 기존 연구 | 계측기 | | | 네트워크 | | 서비스 |
|---------------------------------------|-----|-----|--------|-------|------|--------|
| | 소형화 | 휴대성 | 실외 내구성 | 통신방식 | 통신거리 | 소프트웨어 |
| Smaoui. N et al. (2018) ²⁾ | O | O | X | - | X | 프로그램 |
| Marques. G et al (2018) ³⁾ | O | X | X | Wifi | X | 웹기반 |
| Kang. H et al. (2021) ⁴⁾ | X | X | X | RS485 | O | 웹, 모바일 |

3. 연구결과

계측기는 이동성을 확보하기 위해 소형화하고 전원 공급 방식으로는 플러그와 배터리를 모두 사용할 수 있도록 하여 현장 설치가 용이하도록 개발했으며, IP65 등급의 PM 센서 채용 및 방진·방수 아웃렛 개발을 통해 실외 환경에서의 내구성을 확보하였다. 또한, 네트워크는 건설현장의 구조와 규모를 고려하여 장거리 통신이 가능하면서 장애물에 의한 전파방해가 적은 RS485를 주요 통신방식으로 채택하고 부가적으로 별도의 허브 없이 일반적으로 실내에서 사용되고 있는 공유기를 활용할 수 있는 Wifi 방식을 채택하여 현장 사무소 또는 현장 인근 실내 공간에서 계측기를 적용하는 데에 편리하도록 하였다. 마지막으로 소프트웨어 서비스는 주 사용자인 건설현장 관리자의 편의를 위해 chart, report, SMS 등의 주요 기능과 함께 미세먼지 농도를 정량적인 수치로 정밀하게 관리할 수 있도록 지수화 방식 대신 농도 표기 방식을 기본 디스플레이 방식으로 채택하였다. 그 결과 최종적으로 IoT 기반의 건설현장 미세먼지 모니터링 시스템을 그림 1과 같이 개발하였다.

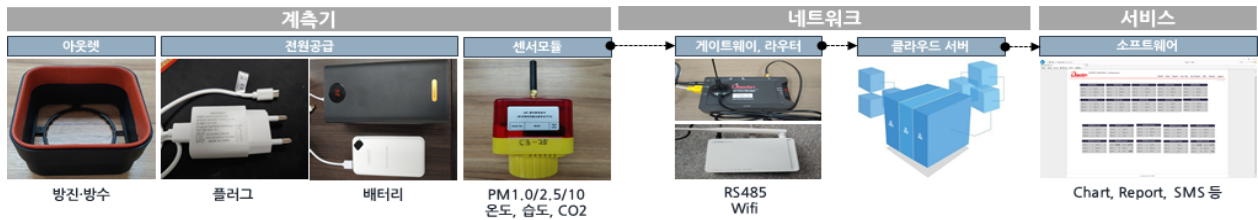


그림 1. IoT 기반의 건설현장 미세먼지 모니터링 시스템 구성

4. 결 론

본 연구에서는 건설현장 모니터링에 특화된 계측기, 네트워크, 그리고 소프트웨어 서비스로 구성된 IoT 기반 건설현장 미세먼지 모니터링 시스템을 개발하였다. 시스템의 계측성능을 검증하기 위하여 미세먼지 간이측정기 성능인증을 수행한 결과 종합 2등급의 성능인증을 획득하였으며, 현장 적용을 수행한 결과 시스템이 가혹한 건설현장 환경에서 안정적으로 작동함을 확인함과 함께 각 노드 위치 별로 주변에서 행해지는 고농도 PM 발생 상황을 계측하여 현장 관리자에게 실시간으로 상황을 알림으로써 실시간 현장 미세먼지 관리를 효과적으로 지원할 수 있는 것으로 나타났다.

Acknowledgement

본 논문은 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원(2015R1A5A1037548) 및 국토교통부의 재원으로 국토교통과학기술진흥원(21CTAP-C152276-03)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참 고 문 헌

1. Y. Du, H. Ren, W. Cai, B. Qin, X. Ma, Effect of construction dust on urban PM2.5 emission characteristics: a case study of the main urban area of Chongqing, China Nat. Environ. Pollut. Technol., 15, 2016.
2. Nour Smaoui, Kyunki Kim, Omprakash Gnawali, Young-Joo Lee, and Wonho Suh, Respirable Dust Monitoring in Construction Sites and Visualization in Building Information Modeling Using Real-time Sensor Data, Sens. Mater., 30(8), 2018.
3. Marques G, Roque Ferreira C, Pitarma R. A System Based on the Internet of Things for Real-Time Particle Monitoring in Buildings. Int J Environ Res Public Health. 2018;15(4):821. 2018.
4. Hyuna Kang, Seulki Sung, Juwon Hong, Seunghoon Jung, Taehoon Hong, Hyo Seon Park, Dong-Eun Lee, Development of a real-time automated monitoring system for managing the hazardous environmental pollutants at the construction site, Journal of Hazardous Materials, 402, 2021.