

먼지센서와 저전력 IoT통신을 활용한 미세먼지 검출 모듈 개발

배동규, 정규창*, 오성문*, 박병철*

전자부품연구원

cake10@keti.re.kr, *kchang@keti.re.kr, *sm91@keti.re.kr, *bcpark@keti.re.kr

Development of fine dust detection module using dust sensor and low power IoT communication

Dong Gyu Bae, Kyu Chang Jeong*, Seong Mun Oh*, Byeong Cheol Park*

Korea Electronics Technology Institute

요약

본 논문은 미세먼지와 초미세먼지를 측정할 수 있는 미세먼지 검출 모듈을 개발한다. 먼지센서에서 측정된 PM10과 PM2.5 등의 미세먼지 데이터를 라즈베리파이에서 수집하고, 사용자가 미세먼지 데이터를 실시간으로 파악할 수 있게 무선 IoT(Internet of Things) 통신으로 데이터를 전송한다. 저전력 IoT 통신 프로토콜인 MQTT(Message Queuing Telemetry Transport)를 사용하여 모듈에서 사용되는 전력 소모를 줄이며 통신이 가능하도록 구현하였다. 일반 가정집이나 회사 등 실내에서도 사용할 수 있으며, 미세먼지에 민감한 전자통신장비 등이 사용되는 곳에도 설치하여 사용자가 미세먼지 변화에 대한 즉각적인 대처가 가능하다.

I. 서 론

최근까지도 중국에서 유입되는 황사와 미세먼지에 의한 환경 문제가 대두되고 있다. 미세먼지는 지름이 $10\mu\text{m}$ 이하인 먼지를 의미하며 PM10으로 표기하고, 지름이 $2.5\mu\text{m}$ 이하인 먼지는 초미세먼지라고도 부르며 PM2.5로 표기한다[1]. 이러한 미세먼지는 인체의 깊숙이 침투하여 호흡기와 면역계에 급격한 악영향을 주며, 각종 질환을 유발한다. 또한, 최근 미세먼지는 미세한 중금속을 다수 함유하여 서버 등 먼지에 민감한 전자통신장비에도 큰 영향을 미치게 된다. 미세먼지 수치가 제대로 관리가 되지 않는다면 서버 오작동을 일으키거나, 심하면 화재가 발생할 수 있는 등의 위협이 존재한다[2].

본 논문에서는 먼지센서를 활용하여 미세먼지 수치를 측정하고, 원거리에서 수치를 바로 관측할 수 있는 미세먼지 검출 모듈을 개발하였다. 데이터를 수집하는 모듈 특성상 항상 전력을 소모하고, 데이터를 전송하기 위한 통신에 추가적인 전력 소모가 존재한다. 모듈의 전력 소모를 감축하기 위하여 IoT(Internet of Things)에 적합한 저전력 프로토콜인 MQTT(Message Queuing Telemetry Transport)를 사용하여 모듈 통신을 구현하였다. 미세먼지에 민감한 가정, 사무실, 서버실 등 실내 곳곳에 설치하여 공기질 수치를 관측할 수 있다.

II. 본론

1. 전체 시스템 구조

그림 1은 모듈에서 사용자에게까지 데이터가 전송되는 전체 시스템 구조를 나타낸다. 먼지센서에서 측정되는 데이터는 시리얼 통신으로 연결된 라즈베리파이에게 전송된다[3]. 라즈베리파이는 측정된 데이터를 수치화한 후 MQTT 프로토콜을 사용하여 서버에게 먼지 데이터를 퍼블리싱한

다. 서버에 설치된 MQTT 브로커는 동일한 토픽을 구독한 사용자에게 곧바로 데이터를 전송하게 되며, 사용자는 실시간으로 먼지센서가 측정한 데이터를 관측할 수 있게 구성하였다.

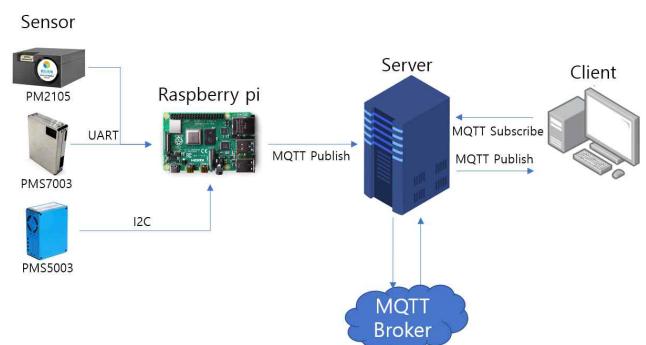


그림 1. 전체 시스템 구조

2. 하드웨어 구성

먼지센서는 Cubic사의 PM2105 센서와 PLANTOWER사의 PMS5003, PMS7003 센서를 사용하였다. 각 센서들은 PM10 미세먼지와 PM2.5 초미세먼지를 모두 검출할 수 있으며, 각 센서들의 오차나 이상값을 최소화하기 위하여 여러 개의 센서를 사용하였다.

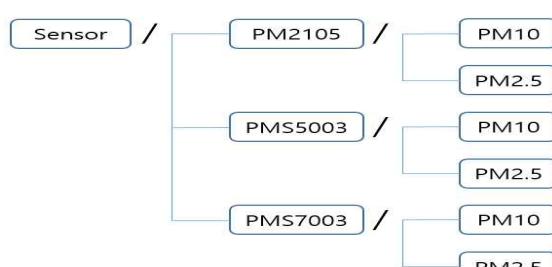
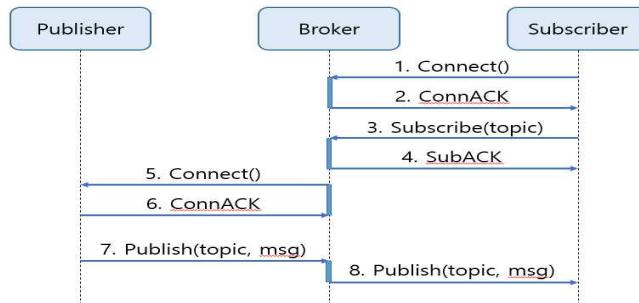
메인 모듈로 라즈베리파이 4 Model B를 사용하였다. Wi-Fi 모듈이 탑재되어 있으며, 기가비트 이더넷까지 지원한다. 본 논문에서는 서버와 통신하기 위해 Wi-Fi를 사용하였다.

각 센서들은 시리얼 통신 프로토콜인 UART와 I2C를 사용하여 라즈베리파이에 연결하였다.

3. MQTT

MQTT는 ISO(국제 표준화 기구; International Organization for Standardization) 표준 발행-구독 기반의 경량화된 메시징 프로토콜이다. 최소한의 전력과 트래픽으로 통신이 가능한 장점이 있어, IoT나 모바일 통신에 적합한 프로토콜이다[4]. Client-Server 방식의 프로토콜들과 달리, Publisher-Broker-Subscriber 구조로 작동한다. 그림 2에서 MQTT 통신 구조를 보인다. Publisher는 해당 토픽으로 메시지를 발행하고, Subscriber는 자신이 구독한 토픽에 대한 메시지를 받아볼 수 있다. Broker는 그 사이에서 메시지를 전달하는 역할을 담당한다.

그림 3은 MQTT 토픽의 계층 구조를 나타낸다[5]. Publish/Subscribe는 토픽을 기준으로 작동하며, 토픽은 슬래시(/)를 이용하여 계층적 구성을 가능하다. 이러한 구조 덕분에 대량의 서로 다른 센서 데이터를 효율적으로 수집하고 관리할 수 있다.



4. 구현

본 논문에서 구현한 미세먼지 측정 모듈은 그림 4와 같다. 먼지가 심한 환경에 센서가 그대로 노출된다면 정상적인 데이터 검출이 힘들 것으로 판단하여 적정 크기의 케이스에 모듈을 적재하였다. 케이스의 양 옆면에 구멍을 뚫고 철망을 부착하여, 센서와 메인모듈을 보호할 수 있게 제작하였다. PM2105와 PMS7003 센서는 UART, PMS5003 센서는 I2C를 사용하여 라즈베리파이와 연결하였다. 센서의 오작동으로 인해 데이터가 뛰는 것을 방지하기 위하여, 5초 동안 측정된 데이터 중에서 최댓값, 최솟값을 제외하고 평균을 계산하여 데이터를 추출하였다. 추출된 데이터는 파이썬 스크립트를 통하여 문자열로 가공되고, 문자열은 MQTT 프로토콜을 사용하여 서버로 전송된다. 사용자는 해당 토픽을 구독한 상태로 대기하면 일정 간격으로 가공된 데이터를 전송받을 수 있도록 구현하였다. 그림 5는 모듈에서 전송된 5초마다의 미세먼지 평균 데이터이다.

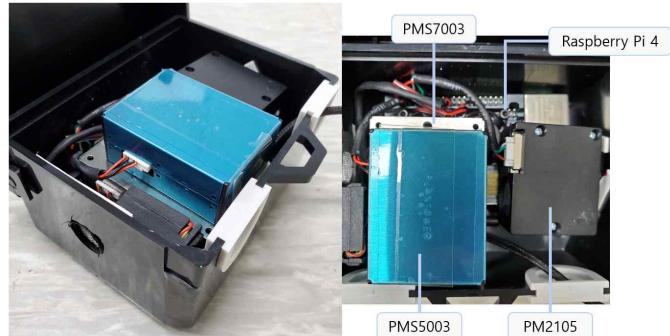


그림 4. 구현된 미세먼지 측정 모듈

2020-07-13 15:40:39
 [01] PM1.0 GRIMM mass concentration = 3
 [02] PM2.5 GRIMM mass concentration = 15
 [03] PM10 GRIMM mass concentration = 27
 [04] PM1.0 TSI mass concentration = 2
 [05] PM2.5 TSI mass concentration = 3
 [06] PM10 TSI mass concentration = 3
 [07] Particles number > 0.3um = 293
 [08] Particles number > 0.5um = 92
 [09] Particles number > 1.0um = 32
 [10] Particles number > 2.5um = 22
 [11] Particles number > 5.0um = 7
 [12] Particles number > 10um = 2

그림 5. MQTT로 전송되는 미세먼지 데이터

III. 결론

본 논문에서는 MQTT 프로토콜을 활용한 미세먼지 검출 모듈을 개발하였다. 미세먼지 데이터 오차를 줄이기 위하여 여러 종류의 먼지센서를 적재하며, 오류값을 제외하여 정확도를 높였다. 모듈의 통신에서 소모되는 전력을 낮추기 위하여 저전력 IoT 프로토콜인 MQTT를 사용하여 전력 효율을 높였다. 본 논문에서 제안한 모듈을 먼지에 민감한 장소에 사용할 경우, 실시간으로 해당 위치의 환경 상태를 파악할 수 있고, 즉각적 대처가 가능함으로써 쾌적한 환경을 유지할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년도 과학기술정보통신부의 지원으로 정보통신산업진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.20200402-006760, 인공지능중심 산업융합 집적단지 조성사업)

참 고 문 헌

- [1] Korea Environment Corporation(KECO). Dictionary of the airkorea [Internet]. Available: http://www.airkorea.or.kr/dictionary_3.
- [2] 이동호 (2019). [CEO COLUMN] 전기전자통신장비 속 미세먼지 적절적 안전사고의 원인이다. 전기저널, 60-61
- [3] 김지윤, 김기현, 조승희, 문미경 (2015). 내 주변 미세먼지농도 측정 시스템. 한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집, 23(2), 91-92
- [4] 하승현, 김관형 (2019). MQTT 기반 데이터 관리시스템. 한국정보통신학회 종합학술대회 논문집, 23(2), 168-169
- [5] 이근혁, 김동휘, 전철호, 전현식, 박현주 (2019). MQTT 프로토콜 기반 IoT 환경 및 솔루션의 효율성 향상을 위한 연구. 한국통신학회논문지, 44(7), 1318-1326