

# 사물인터넷 프로토콜 기반의 미세먼지 측정 플랫폼 설계와 기능해석

<sup>1</sup>조용찬, <sup>2\*</sup>김정호

## Design and Function Analysis of Dust Measurement Platform based on IoT protocol

<sup>1</sup>Youngchan Cho, <sup>2\*</sup>Jeongho Kim

### 요약

본 논문은 사물인터넷 국제 표준 oneM2M을 활용하여 미세먼지(PM10)와 초미세먼지(PM2.5) 측정 플랫폼을 이동식과 고정식으로 설계하였다. 미세먼지 측정 플랫폼은 미세먼지 측정 디바이스, 에이전트, oneM2M 플랫폼, oneM2M IPE, 모니터링 시스템으로 구성하고 설계하였다. 이동식과 고정식의 주요 차이는 이동식은 LTE 연결을 기반으로 사각지대 없이 디바이스와 서비스간에 상호연결을 위해 MQTT 프로토콜을 사용하였고, 고정식은 저전력과 넓은 통신 범위를 가진 LoRaWAN 프로토콜을 사용하였다. 미세먼지뿐만 아니라 일상생활과 연관된 온도, 습도, 대기압, 휘발성 유기화합물(VOC), 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 소음 데이터를 수집하였다. 수집된 센서 값들은 에이전트와 oneM2M IPE를 통해 oneM2M이 제공하는 공통 API를 활용하여 관리하였고, AE, container 등 4가지 리소스 타입으로 설계하였다. 미세먼지 측정 플랫폼 설계를 통해 동작성, 유연성, 편의성, 안전성, 개방성, 확장성의 6가지 기능을 해석하였다.

### Abstract

*In this paper, the fine dust (PM10) and ultrafine dust (PM2.5) measurement platforms are designed to be mobile and fixed using oneM2M, the international standard for IoT. The fine dust measurement platform is composed and designed with a fine dust measurement device, agent, oneM2M platform, oneM2M IPE, and monitoring system. The main difference between mobile and fixed is that the mobile uses the MQTT protocol for interconnection between devices and services without blind spots based on LTE connection, and the fixed uses the LoRaWAN protocol with low power and wide communication range. Not only fine dust, but also temperature, humidity, atmospheric pressure, volatile organic compounds (VOC), carbon monoxide (CO), sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>), and noise data related to daily life were collected. The collected sensor values were managed using the common API provided by oneM2M through the agent and oneM2M IPE, and it was designed into four resource types: AE and container. Six functions of operability, flexibility, convenience, safety, reusability, and scalability were analyzed through the fine dust measurement platform design.*

**Keywords:** oneM2M, Internet of things, MQTT, LoraWAN, Dust, Platform

<sup>1</sup> 한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학과 박사과정 (youngchanmmm@naver.com)

<sup>2\*</sup>교신저자 한밭대학교 컴퓨터공학과 교수 (jhkim@hanbat.ac.kr)

## I. 서론

사물인터넷 기술은 전력 발전, 자동화 시스템, 의료, 물류, 가전, 공장 등에서 서로 다른 도메인들에서 경계를 초월하여 사람의 개입 없이 디바이스와 어플리케이션 간 데이터를 공유하며 발전하고 있다[1].

사물인터넷이 등장하기 이전에도 이미 다양한 영역에서 솔루션들이 나와 있는 상태였지만 정해진 표준이 없어 갈수록 기술들이 파편화되고 수직적이 되고 있었다[2]. 이러한 문제를 해결하기 위해 oneM2M 이 출범하여, 한국을 비롯하여 일본, 미국, 중국, 유럽, 인도의 8 개의 표준단체와 200 개 이상의 참여 파트너들이 회원으로 참여하여 사물인터넷 표준 개발을 진행하고 있다[3].

본 논문은 oneM2M 의 표준을 활용하여 미세먼지(PM10)와 초미세먼지(PM2.5) 측정 디바이스 플랫폼을 고정식과 이동식의 두 가지로 설계하였다. 고정식은 측정 디바이스를 실내에 고정된 위치에 설치하여 미세먼지를 측정하고, 이동식은 실외 차량에 부착하여 미세먼지가 측정이 되고 있지 않은 사각지대까지 범위를 넓혀 측정하였다. 미세먼지 측정 플랫폼을 설계하여 측정된 센서 값들은 oneM2M 의 공통 API 를 통해 관리되고, 웹 브라우저를 통한 모니터링 시스템에 나타내어 동작성, 유연성, 편의성, 안전성, 개방성, 확장성의 6 가지 기능을 해석하였다.

## II. 관련 연구

### 2.1 사물인터넷과 oneM2M 표준 플랫폼

사물인터넷이 등장함에 따라 초연결사회에 접어들어, 사물인터넷 디바이스, 플랫폼, 서비스간에 상호 연동이 필수적인 요소이다[4].

개방형 사물인터넷 oneM2M 표준 플랫폼이 등장하기 이전에는 비즈니스 모델에 따라 상호연동 고려 없이 수직적인 모델이었다면, oneM2M 플랫폼이 미들웨어 소프트웨어로 위치함으로써 디바이스와 서비스 상호간의 관계를 수평적으로 확장할 수 있음을 그림 1 에 나타내었다[5].

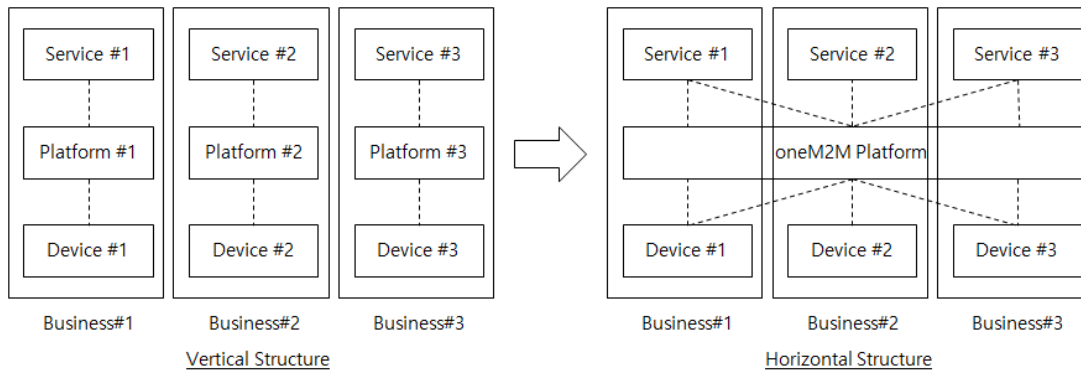


Figure 1. The evolution of the IoT from vertical to horizontal

oneM2M 의 API 를 통해 종속적(수직적)으로 구현된 부분들을 수평적으로 가져감으로써 각 서비스간 상호연동을 통해 사물인터넷 시장을 보다 더 활성화할 수 있다. 그리고 oneM2M 에 대해 전문적인 지식이 없더라도 사물인터넷 디바이스를 oneM2M 플랫폼에 등록하고 서비스를 구현하는데 필요한 12 가지 기능을 표 1 에 나타내었다. 공통 서비스 기능을 이용하면 개발의 복잡성을 낮추고 개발된 컴포넌트들을 재사용하여 개발 및 운영 관리 비용을 절약할 수 있다[6].

Table 1. oneM2M common service function

Function	Explanation
Registration	Registration of applications and devices on the platform
Discovery	Explore specific information
Security	Authentication & authorization setting, end-to-end secure connection
Group Management	Group management
Data Management & Repository	Data storage and management, data analysis
Subscription & Notification	Subscription & Notification of information change
Device Management	Device management through interlocking with OMA DM, OMA Lightweight M2M, and B2M TR-069
Application & Service Management	Software management
Communication Management & Delivery Handling	Message delivery management and policy-based QoS control
Network Service Exposure	Access network (3GPP) interworking technology
Location	Device location information provision & management
Service Charging & Accounting	Service tier billing

### 2.2 Interworking Proxy Entity

IPE(Interworking Proxy Entity)는 oneM2M 에서 AE(Application Entity)로서 역할을 하며 특정 데이터의 형태를 oneM2M 에서 사용할 수 있도록 변환하는 로직을 제공한다. 그림 2 는 IPE 가 non-oneM2M domain 과 CSE 사이에 위치하여 non-oneM2M 인터페이스와 oneM2M 인터페이스를 통해 서로 간에 데이터 매핑 역할을 함을 나타내었다[7].

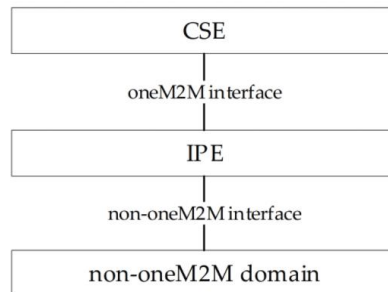


Figure 2. Interworking Proxy Entity Location

### 2.3 MQTT 프로토콜

MQTT(Message Queuing Telemetry Transport)는 IBM 에서 개발된 프로토콜로 사물인터넷처럼 제한된 환경에서의 동작을 고려하여 설계된 메시지 전송 프로토콜이다. 오버헤드를 최소화하여 에너지 소모 관점에서 효율적인 프로토콜로 사물인터넷에서 많이 사용되고 있다[8]. 특징은 메시지 전달 방식이 서버/클라이언트 구조가 아닌 publish(발행, 송신)/subscribe(구독, 수신) 구조를 가지고 있고, MQTT 브로커를 거쳐 전달되는 과정을 그림 3 에 나타내었다.

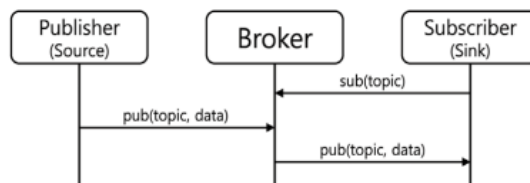


Figure 3. MQTT message delivery method

## 2.4 LoRaWAN

LoRaWAN 은 2015 년 초에 Semtech, Microchip, IBM, SKT 등을 멤버로 구성된 LoRa Alliance 에서 LPWAN(Low-power wide-area network) 사양을 기반으로 저전력 장거리 통신으로 발표한 표준이다[9]. LoRaWAN 의 시스템 구성은 엔드 노드, 게이트웨이, 네트워크 서버, 어플리케이션 서버로 구성됨을 그림 4 에 나타내었다.

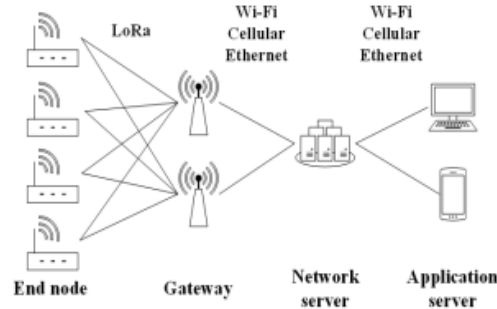


Figure 4. LoRaWAN schematic

## III. 미세먼지 측정 플랫폼 설계

### 3.1 이동식 미세먼지 측정 플랫폼의 설계

이동식 미세먼지 측정 플랫폼 구성 요소로 미세먼지 측정 디바이스, 에이전트, oneM2M 플랫폼, oneM2M IPE, 웹 브라우저를 활용한 모니터링 시스템 수행을 그림 5 에 나타내었다.

도메인은 필드 도메인(Field Domain)과 인프라스트럭처 도메인(Infrastructure Domain)으로 분류할 수 있다. 필드 도메인에는 미세먼지 측정 디바이스, 에이전트가 있고, 인프라스트럭처 도메인에는 oneM2M 플랫폼, oneM2M IPE, 모니터링 시스템이 있으며 개방형 소프트웨어를 활용하여 설계하였다. 그리고 LTE(Long-Term Evolution) 연결은 사각지대 없이 디바이스와 서비스간에 상호연결을 위해 MQTT 를 사용하였다.

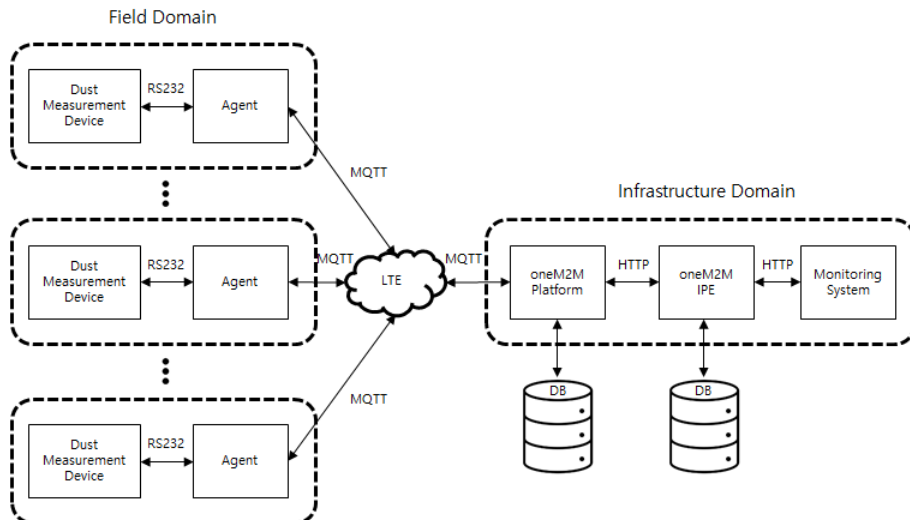


Figure 5. Diagram of mobile fine dust measurement platform

### 3.2 고정식 미세먼지 측정 플랫폼의 설계

그림 6 은 고정식 미세먼지 측정 플랫폼 구성 요소로 미세먼지 측정 디바이스, LoRaWAN Gateway, LoRaWAN Server, oneM2M IPE, oneM2M 플랫폼, 모니터링 시스템을 나타내었다.

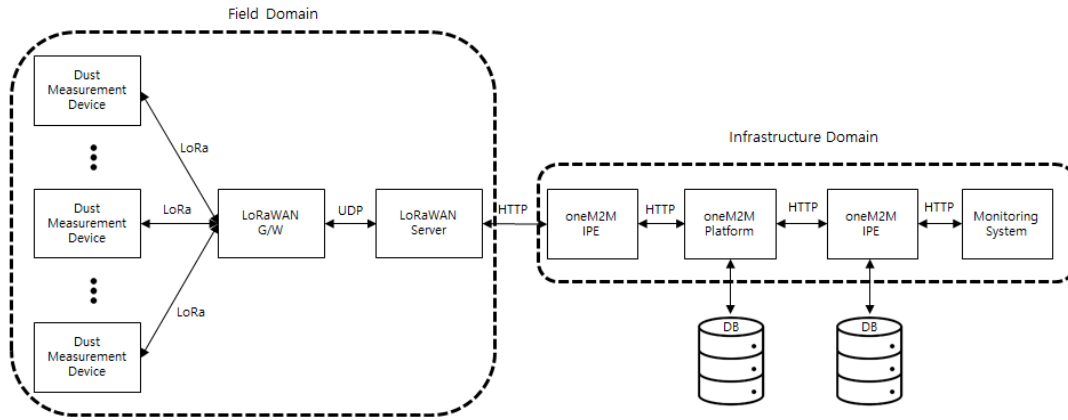


Figure 6. Diagram of fixed fine dust measurement platform

### 3.3 미세먼지 측정 디바이스 설계

미세먼지 측정 디바이스는 미세먼지(PM10), 초미세먼지(PM2.5), 온도, 습도, 대기압, 휘발성 유기화합물(VOC), 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 소음 측정하고 각 특성을 표 2 에 나타내었다. 또한 10 가지의 센서 값들은 센서의 응답속도에 따라 최소 10 초 간격으로 데이터를 전송하였다.

Table 2. Sensor type for fine dust measurement device

Sensor	Model	Measurement Range	Resolution	Response speed
Dust	SEN0177	0~500µg/m3	1µg/m3	<10s
Temperature	BME280	40~90°C	0.015°C	<2s
Humidity		0~100%RH	0.001%RH	<8s
Atmospheric pressure		300~1100 hPa	-	-
VOC	GSBT11	0~100ppm	0.1ppm	<5s
CO	MQ-7	0~1000ppm	0.08±0.02µA/ppm	<30s
SO2	3SP_SO2_20-P	0~20ppm	0.02ppm	<15s
NO2	MiCS-2714	0.05~10ppm	-	-
Noise	SPV1840LR5H-B	-	-	-

### 3.4 에이전트 설계

에이전트는 게이트웨이 역할로서 미세먼지 측정 디바이스로부터 데이터를 전달 받아 LTE 망을 통해 MQTT 프로토콜로 oneM2M 플랫폼과 통신한다. MQTT 는 oneM2M 플랫폼과는 Uplink(데이터 저장)외에 Downlink(미세먼지 측정 디바이스 제어)를 위한 상호연결에 필요하며 제공해주는 REST(Representational State Transfer) API 를 활용하여 설계하였다.

### 3.5 oneM2M 기반의 플랫폼 설계

oneM2M 기반의 개방형 플랫폼인 OpenMobius 를 활용하여 설계하였고, 디바이스와 모니터링 시스템 간에 미들웨어 역할을 하며, 에이전트로부터 전달받은 데이터는 계층적 형태의 정해진 리소스 타입으로 관리됨을 그림 7 과 각 리소스 타입에 대한 설계를 표 3 에 나타내었다.

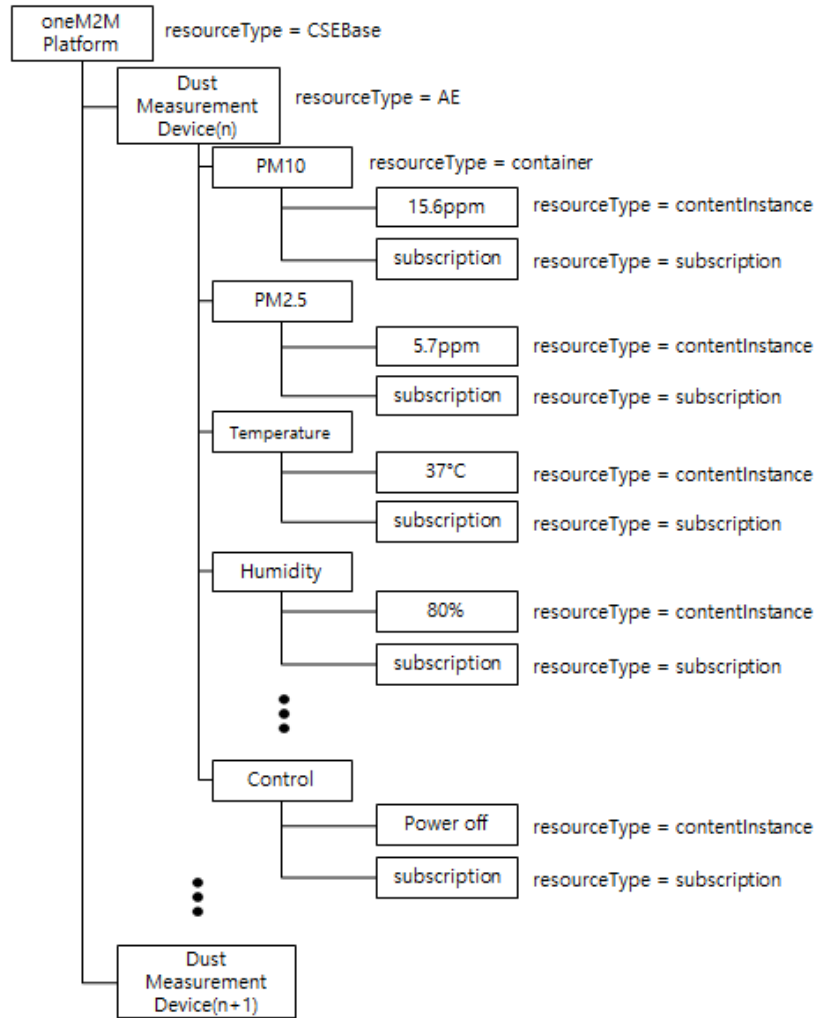


Figure 7. Example of oneM2M resource mapping

Table 3. Resource type design

Resource Type	Explanation
CSEBase	CSEBase is the top-level resource in oneM2M Platform
AE	Numerous fine dust measurement devices are classified by AE-ID and registered as an application (AE) on the CSEBase. In addition, the sensor selection can be set by the administrator according to regional characteristics, and in the case of a clean area, only fine dust can be measured, excluding CO and SO2.
container	As a storage for data, it stores fine PM10, PM2.5, temperature, humidity, atmospheric pressure, VOC, CO, SO2, NO2, noise and control information. To save it, it was registered as a storage in the AE
contentInstance	The measured sensor values are stored as integers or strings in the container.
subscription	Receiving notifications when sensor data is created, modified, or deleted

### 3.6 oneM2M IPE 설계

oneM2M 플랫폼에 저장되어 있는 수많은 데이터 중에 모니터링 시스템이 필요로 하는 데이터를 구독하였다. 데이터가 oneM2M 플랫폼에 생성, 삭제, 수정될 때 마다 업데이트되는 정보를 전달받아 모니터링 시스템에 전달하고 과거 데이터 조회와 분석을 위해 별도의 데이터베이스에 저장하도록 설계하였다.

그리고 제어 메시지(전송주기, 전원 ON/OFF 등)를 모니터링 시스템으로부터 전달받아 oneM2M 플랫폼에 전달하여 디바이스를 제어할 수 있도록 설계하였다.

### 3.7 미세먼지 모니터링 시스템

oneM2M IPE 로부터 데이터를 전송받아 실시간으로 갱신하였고, 실시간이 아닌 통계데이터와 과거데이터가 필요한 경우에는 데이터베이스에서 조회하거나 oneM2M 에 검색 요청 기능으로 획득하여 GIS 기반으로 지역별로 대기질 상태를 확인할 수 있도록 그림 8 에 나타내었다. 편집 가능한 대시보드로 사용자는 화면에 디바이스 정보, 지역별 실시간 분석 차트, 운행 정보 등의 위젯을 자유롭게 추가, 삭제, 이동할 수 있고, 특정 디바이스만 검색하거나 트래킹하여 보다 자세한 정보를 확인할 수 있도록 설계하였다. 또한, 사용자의 요구사항에 따라 관심 있는 센서 항목들만 모니터링 가능하도록 설계하였다.

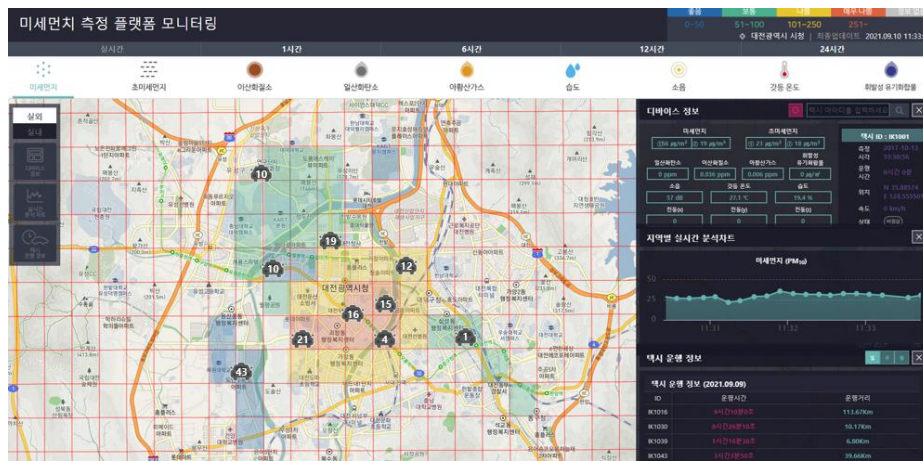


Figure 8. Fine dust monitoring system

### 3.8 미세먼지 측정 디바이스 제어 방법 설계

미세먼지 측정 디바이스의 전원, 전송주기 등을 제어하기 위해 oneM2M 에서 제공하는 subscription 리소스를 활용하여 설계하였다. 미세먼지 측정 디바이스가 oneM2M 플랫폼에 등록이 되면 제어 전용 컨테이너를 생성하고 구독 링크를 미세먼지 측정 디바이스를 바라보도록 설정하였다. 모니터링 시스템에서 제어 명령을 요청하고 oneM2M 의 제어 컨테이너에 데이터를 생성하면 oneM2M 은 제어 데이터 생성을 감지하고 이벤트를 미세먼지 측정 디바이스로 전달하게 됨을 그림 9 에 나타내었다.

### 3.9 Open API 설계

HTTP 기반의 RESTful 형태로 API 를 호출하며 Method 에는 GET, PUT, POST, DELETE 를 활용하여 설계하였다. 사용자는 자신이 올바른 사용자임과 권한을 Open API 서버로부터 확인 받기 위해 OAuth2.0 의 인증 방법을 사용하였다.

사용자 계정, 클라이언트 아이디, 클라이언트 비밀번호를 사용하여 인증 토큰을 부여 받고, 최종적으로 사용자는 인증 토큰을 사용하여 RESTful 형태의 API 를 호출하여 데이터를 취득하게 설계하였다.

토큰이 만료되면 Open API 를 이용할 수 없으며 만료되기 전에 갱신 요청을 하거나 만료가 됐다면 새롭게 인증 토큰을 부여 받게 설계하였다.

설계는 다음과 같은 규칙에 의거하여 설계하였고, 표 4 에 나타내었다. 첫째, 마지막에는 '/'를 포함하지 않고, 둘째, 소문자를 사용하였다. 셋째, 메소드는 URL 에 포함시키지 않고, 넷째, 의미에 맞는 HTTP status 를 리턴 하도록 설계하였다.

Table 4. Open API design

Method	URL	Explanation
POST	/login	Login
DELETE	/logout	Logout
POST	/refresh	Token reissue
GET	/latest	Retrieve the latest values of all the device's measured sensor values
GET	/latest/{device_id}	Retrieve the latest value of the measurement sensor values of a specific device
GET	/latest/{device_id}/pm10	Retrieve the latest value of fine dust for a specific device
GET	/latest/{device_id}/pm25	Retrieve the latest value of ultrafine dust for a specific device
GET	/latest/{device_id}/temp	Retrieve the latest temperature value of a specific device
GET	/latest/{device_id}/humi	Retrieve the latest humidity value of a specific device
GET	/latest/{device_id}/press	Inquire the latest atmospheric pressure value of a specific device
GET	/latest/{device_id}/voc	Search for the latest value of volatile organic compounds for a specific device
GET	/latest/{device_id}/co	Retrieve the latest carbon monoxide value for a specific device
GET	/stats/{device_id}/time/{hours}	Retrieve measurement sensor values for hours of a specific device

## IV. 미세먼지 측정 플랫폼 기능해석

### 4.1 동작성

그림 10은 이동식 차량이 사각지대까지 측정한 값들을 미세먼지 측정 디바이스 기준 반경 1km 내 격자모양을 지형화면에 표현하여 센서의 특성에 따라 측정한 값을 센서의 측정 범위 내로 정확하게 동작했음을 알 수 있다. 또한 대기질의 상태에 따라 청색(좋음), 녹색(보통), 황색(나쁨), 적색(매우 나쁨)으로 나타내었다.



Figure 10. Example of GIS-based monitoring

### 4.2 유연성 및 편의성

그림 11은 모니터링 관리자의 요구사항에 따라 미세먼지(PM10, PM2.5), 일산화탄소, 이산화질소, 아황산가스, 휘발성 유기 화합물, 소음, 온도, 습도 등 센서 항목을 라디오 버튼으로 선택할 수 있는 유연성 및 편의성을 나타내었다.



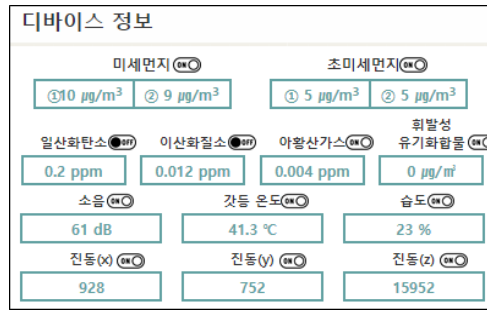


Figure 11. Example of sensor selection according to the manager's requirements

### 4.3 안전성

주요 센서인 미세먼지(PM10)와 초미세먼지(PM2.5)는 센서 오작동을 대비하여 이중화 설계를 그림 12에 나타내었다. PM10의 이중화한 값은 4;10으로 저장이 되고, 첫 번째 값인 4ppm은 정상범위임을 판단하여 4ppm을 모니터링 화면에 표현하도록 설계하였다.

id	gateway_id	node_id	timestamp	name	value
1436064621	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:19:05	PM10	10;8
1436064651	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:19:15	PM10	3;3
1436064681	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:19:24	PM10	5;6
1436064711	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:19:35	PM10	3;5
1436064741	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:19:45	PM10	5;5
1436064771	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:19:54	PM10	3;7
1436064786	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:20:04	PM10	6;3
1436064816	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:20:13	PM10	3;1
1436064861	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:20:24	PM10	4;4
1436064891	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:20:34	PM10	4;6
1436064906	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:20:43	PM10	5;4
1436064936	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:20:53	PM10	3;6
1436064966	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:21:03	PM10	6;10
1436064996	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:21:13	PM10	6;7
1436065026	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:21:23	PM10	3;3
1436065056	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:21:32	PM10	6;6
1436065101	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:21:43	PM10	4;5
1436065131	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:21:53	PM10	5;5
1436065161	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:22:02	PM10	4;7
1436065176	SERVER	IK1030	2021-09-20 15:22:12	PM10	4;10

Figure 12. Example of fine dust (PM10) redundancy

### 4.4 개방성

미세먼지 측정 플랫폼을 통해 저장된 미세먼지, 초미세먼지와 같은 대기질 정보를 이용하여 개발자들이 직접 응용프로그램과 서비스를 손쉽게 개발할 수 있도록 Open API를 제공함을 그림 13에 최근 값 획득 API 사례를 나타내었다.

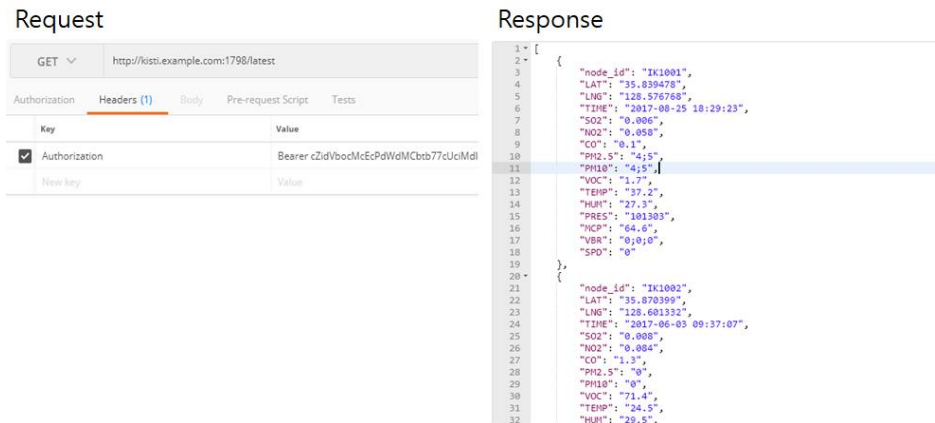


Figure 13. Example of get latest value API

### 4.5 확장성

oneM2M 플랫폼이 제공하는 공통 서비스 기능을 기반으로 공통적으로 사용되는 구성 요소와 아키텍처를 일반화하고 손쉽게 구현할 수 있도록 하여 OpenMobius 외에 다른 oneM2M 플랫폼과도 연계하여 소프트웨어 재사용성을 확인하였다. 그리고 고정식 디바이스와 이동식 디바이스는 서로 다른 프로토콜을 사용하지만 다형성을 통한 인터페이스 확장을 통해 다양한 형태의 기능을 가진 서비스들이 수평적으로 확장할 수 있음을 확인하였다. 그림 14 는 구성요소들을 일반화하여 재사용성과 확장성 사례를 나타내었다.

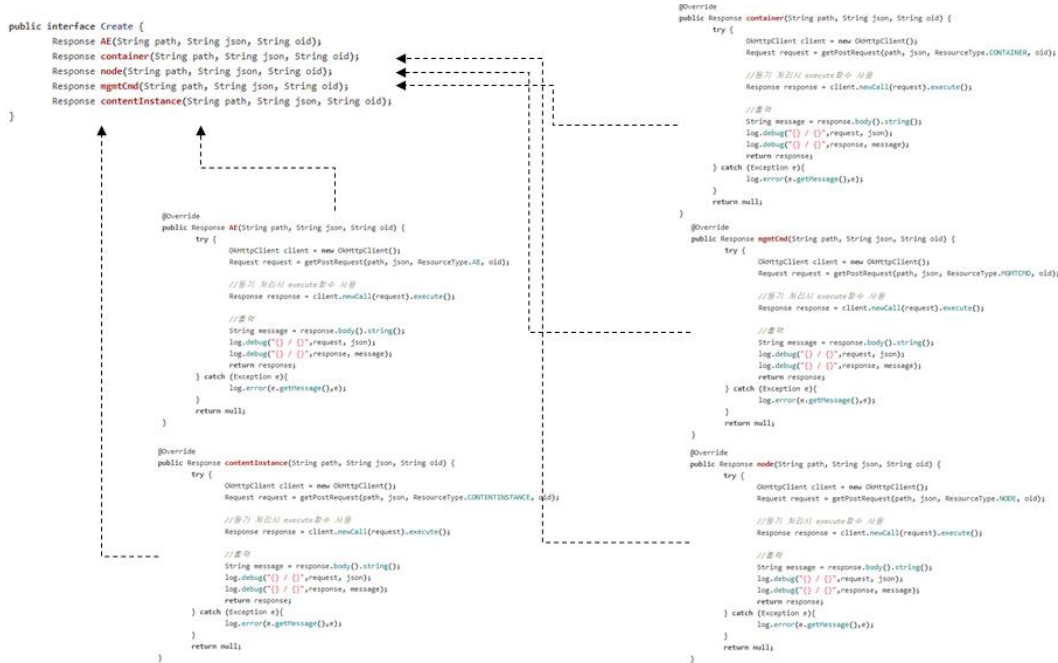


Figure 14. Examples of reusability and extensibility

## V. 결론

4차 산업의 사물인터넷은 일상생활 속에 밀접한 관계에 있고 통합되는 초연결사회의 필수 기술이다. 사물들이 독립적이고 수직화한 기능들이 사물인터넷 oneM2M 표준이 등장하면서 시스템을 변경하거나 연계에서 많은 노력과 시간이 해결되고 있다.

본 논문은 스마트 시티의 구축으로 oneM2M 기반의 미세먼지 측정 플랫폼을 설계하고 기능을 해석하였다. 이동식은 차량에 부착하여 미세먼지가 측정이 되고 있지 않은 사각지대까지 범위를 넓혀 측정이 가능하였다. 또한 미세먼지만 아니라 일상생활과 연관된 온도, 습도, 대기압, 휘발성 유기화합물, 일산화탄소, 아황산가스, 이산화질소, 소음을 측정이 가능하다. 수집된 센서 값들은 에이전트와 oneM2M IPE 를 통해 oneM2M 이 제공하는 공통 API 를 활용하여 관리하였고, AE, container, contentInstance, subscription 리소스 타입으로 구현하여 모니터링을 수행하였다. 또한, 이동식은 LTE 연결을 기반으로 사각지대 없이 디바이스와 서비스간에 상호연결을 위해 MQTT 프로토콜을, 고정식은 저전력과 넓은 통신 범위를 가진 LoRaWAN 프로토콜을 사용하였다.

oneM2M 기반의 미세먼지 측정 플랫폼의 기능해석은 센서의 응답속도에 따라 최소 10 초 간격으로 수집하여 지형 화면에 실시간으로 표현되는 동작성을 확인할 수 있었다. 관리자의 요구에 따라 모니터링에서 10 개의 센서를 선택할 수 있는 유연성과 편의성을 제공하였다. Open

API 를 통한 제 3 자에게 데이터를 배포하는 개방성과 oneM2M 이 제공해주는 공통 서비스 기능을 구현하여 이기종 디바이스와 상호 연동하는 확장성을 확인하였다.

따라서 향후 미세먼지 뿐만 아니라 다양한 이종 데이터를 oneM2M 기반의 빅데이터로 수집하여 이를 기반으로 예측 및 진단 등 인공지능을 활용하여 의사결정까지 가능 할 수 있도록 연구가 필요하다.

## VI. 참고문헌

- [1] H. S. Son, "A study on interworking model using oneM2M standard-based proxy for integration of various IoT protocols", Master's Thesis, Sejong University, Feb. 2021.
- [2] TTA, "oneM2M Service Platform Standard Manual", Nov. 2014.
- [3] TTA, "oneM2M Application Developer's Guide Standard Commentary", Nov. 2015.
- [4] K. D. Kwon, "IoT service self-configuration middleware platform", Doctor's Thesis, Busan University, Feb. 2016.
- [5] oneM2M, "TTS-0001-Functional\_Architecture-V1\_18\_0", Apr. 2018.
- [6] M. K. Han, "Internet of Things Standardization Trends and Strategies", Korea Institute of Communication Sciences, Vol 38, No. 5, pp.32-39, May. 2021.
- [7] C. Y. Eom, "A study on the design and implementation of oneM2M standard system based on container", Master's Thesis, Sungkyunkwan University, Feb. 2019.
- [8] S. C. Oh, "A Study on Priority-based MQTT Algorithm for IIoT Application", Doctor's Thesis, Korea Polytechnic University, Feb. 2020.
- [9] H. Kwon, "Resource allocation algorithm for improving the speed of data transmission in LoRaWAN communication", Doctor's Thesis, Korea Polytechnic University, Feb. 2020.

## 저자 소개



**조용찬 (Youngchan Cho)**

2014. 2 한밭대학교 컴퓨터공학과 학사  
 2021. 12- 한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학과 전공  
 관심분야 : 사물인터넷, 데이터통신, 데이터 시각화, 오픈소스



**김정호 (Jeongho Kim)**

1983.3-1996.2 한국전자통신연구원(실장, 책임연구원)  
 1996.3- 현재 한밭대학교 컴퓨터공학과(교수)  
 2020.8- 현재 한밭대학교 정보기술대학장, 대학원장  
 관심분야 : 프로토콜공학, IoT 설계, 정보보호