

# oneM2M 기반의 이동식 미세먼지 측정 플랫폼 설계

조용찬\*, 김정호\*\*

\*한밭대학교 컴퓨터공학과

\*\*한밭대학교 컴퓨터공학과

youngchanmmm@naver.com, jhkim@hanbat.ac.kr

## A Design of Moved Dust Measurement Platform based on oneM2M

Young-Chan Jo\*, Jeong-Ho Kim\*\*

\*Dept. of Computer Engineering, Han-bat University

\*\*Dept. of Computer Engineering, Han-bat University

### 요 약

본 논문은 oneM2M을 활용하여 스마트시티의 일환으로 사회적 이슈가 되고 있는 미세먼지(PM10, PM2.5) 측정 플랫폼을 설계하였다. 미세먼지 측정 디바이스를 이동식 차량에 부착하여 미세먼지가 측정되고 있지 않은 사각지대까지 범위를 넓혀 측정하였다. 또한 미세먼지뿐만 아니라 일상생활과 연관된 온도, 습도, 대기압, 휘발성 유기화합물(VOC), 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 소음을 센서의 응답 시간에 따라 최소 10초 간격으로 수집하였다. 수집된 정보들은 미세먼지 측정 디바이스 기준으로 반경 1km내 격자모양으로 지형 화면에 실시간으로 표시하고 모니터링함으로써 동작성을 확인하였다.

### 1. 서론

인공지능, 사물인터넷, 빅데이터 등 4차 산업이 현실화 되어 일상생활 속에 밀접한 관계에 있다. 그 중 사물인터넷은 인터넷에 연결되어 있는 디바이스, 애플리케이션 등 다른 사물들과 사람의 개입 없이 데이터를 공유하고 경계를 초월하여 통합되는 초연결사회에 접어들는데 필수 기술이며, 스마트 시티, 스마트 그리드, 커넥티드 카 등 서로 다른 도메인에서 인공지능 및 5G 이동통신 기술과 함께 발전하고 있다.

사물인터넷이 등장하기 이전에도 이미 다양한 영역에서 솔루션들이 나와 있는 상태였지만 정해진 표준이 없어 갈수록 기술들이 파편화되고 수직적이 되고 있었다[1]. 이러한 문제를 해결하기 위해 2012년 7월 oneM2M이 출범했고, 한국의 TTA를 비롯하여 일본의 ARIB 및 TTC, 미국의 ATIS 및 TIA, 중국의 CCSA, 유럽의 ETSI, 인도의 TDSI까지 총 8개의 표준단체와 200개 이상의 참여 파트너들이 회원으로 참여하여 사물인터넷 표준 개발을 진행하고 있다[2].

본 논문은 oneM2M 표준 플랫폼을 활용하여 미세먼지 측정 플랫폼을 설계하였다. 미세먼지 측정 디

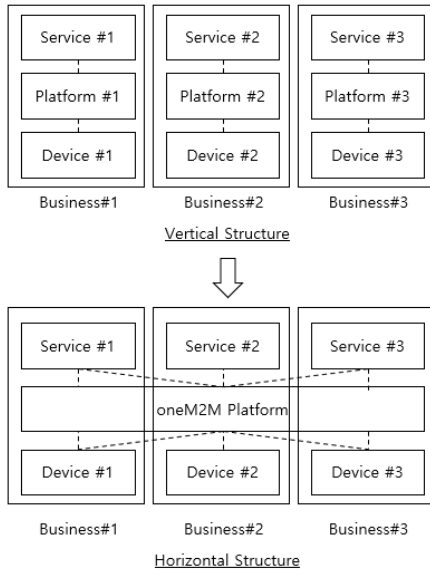
바이스를 이동식 차량에 부착하여 사각지대까지 범위를 넓혀 측정하고 지형 화면에 실시간으로 모니터링하여 동작성을 확인하였다.

### 2. oneM2M 표준 플랫폼

사물인터넷이 발전하면서 초연결사회에 접어들었고 사물인터넷 디바이스, 플랫폼, 서비스 간에 상호 연동이 필수적인 요소로 자리 잡고 있다[3].

이를 위해 oneM2M은 공통으로 이용할 수 있는 사물인터넷 서비스 플랫폼 표준 개발을 위한 사용사례(Use Case)와 요구사항을 발굴하고 사물인터넷 아키텍처 및 서비스 계층 개발, 사물인터넷 단말/모듈 측면에서 공통으로 사용할 수 있는 인터페이스 및 API의 규격을 개발하는 활동을 하고 있다[4].

(그림 1)은 개방형 사물인터넷 oneM2M 표준 플랫폼이 미들웨어 소프트웨어로 위치함으로써 디바이스와 서비스 상호간의 관계를 수평적으로 확장할 수 있음을 나타내었다[4]. 그리고 oneM2M 표준 플랫폼은 서비스, 디바이스 측면에서 수평적인 확장을 위한 12가지의 공통 서비스 기능을 <표 1>에 나타내었다[5].



(그림 1) 사물인터넷의 수직 구조에서 수평 구조로의 발전

<표 1> oneM2M 공통 서비스 기능

Registration	플랫폼에 어플리케이션 및 디바이스 등록
Discovery	특정 정보 탐색
Security	인증&권한 설정, 단대 단 보안 연결 제공
Group Management	그룹 관리
Data Management & Repository	데이터 저장 및 관리, 데이터 분석
Subscription & Notification	정보 변경에 따른 구독&통지
Device Management	OMA DM, OMA Lightweight M2M, BBF TR-069 연동을 통한 장치관리
Application & Service Management	소프트웨어 관리
Communication Management & Delivery Handling	메시지 전달 관리 및 정책에 기반한 QoS 제어
Network Service Exposure	액세스 네트워크(3GPP) 연동 기술
Location	디바이스 위치 정보 제공 & 관리
Service Charging & Accounting	서비스 계층 과금

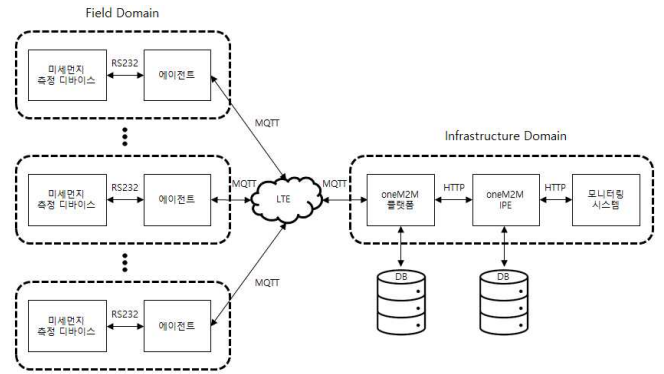
### 3. 미세먼지 측정 플랫폼 설계

이동식 미세먼지 측정 플랫폼 구성 요소로 미세먼지 측정 디바이스, 에이전트, oneM2M 플랫폼, oneM2M IPE(Interworking Proxy Entity), 웹 브라우저를 활용한 모니터링 시스템 수행을 (그림 2)에 나타내었다.

도메인은 필드 도메인(Field Domain)과 인프라스트럭처 도메인(Infrastructure Domain)으로 분류할 수 있다. 필드 도메인에는 미세먼지 측정 디바이스와 게이트웨이 역할을 하는 에이전트가 위치하고 인프라스트럭처 도메인에는 oneM2M 플랫폼, oneM2M IPE, 모니터링 시스템(AE)이 위치하며 개방형 소프트웨어를 활용하여 설계하였다.

또한, LTE(Long-Term Evolution) 연결은 음영지역 없이 디바이스와 서비스간에 상호연결을 위해

MQTT(Message Queuing Telemetry Transport)를 사용하였다.



(그림 2) 이동식 미세먼지 측정 플랫폼 구성도

### 3.1 미세먼지 측정 디바이스 설계

미세먼지 측정 디바이스는 미세먼지(PM10, 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. 8가지의 센서 값들은 센서의 응답속도에 따라 최소 10초 간격으로 RS232 통신으로 에이전트에게 전송하고 안정적인 전원 공급을 위해 차량 전원을 이용하였다.

<표 2> 미세먼지 측정 디바이스 센서 종류

측정항목	센서 명	측정범위	분해능	응답속도	운전조건
미세먼지	SEN0177	0~500µg/m <sup>3</sup>	1µg/m <sup>3</sup>	<10s	-20~50°C
온도/습도/대기압	BME280	온도 -40~90°C 습도 0~100%RH 대기압 300~1100 hPa	온도 0.015°C 습도 0.001%RH	온도 <2s 습도 <8s	-40~90°C
휘발성 유기 화합물	GSBT11	0~100ppm	0.1ppm	<5s	0~50°C
일산화탄소	MQ-7	0~1000ppm	0.08±0.02µA/ppm	<30s	-20~50°C
아황산가스	3SP_SO2_20-P	0~20ppm	0.02ppm	<15s	-30~50°C
이산화질소	MICS-2714	0.05~10ppm	-	-	-30~85°C
소음	SPV1840LR5H-B	-	-	-	-40~100°C

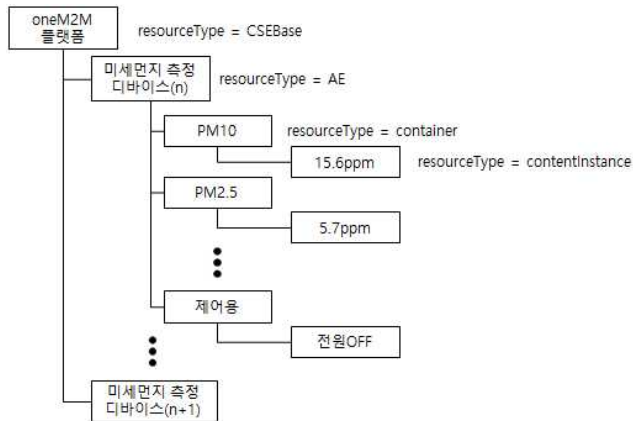
### 3.2 oneM2M 플랫폼 설계

oneM2M 기반의 개방형 플랫폼 중에 OpenMobius를 활용하여 설계했고, 디바이스와 모니터링 시스템간에 미들웨어 역할을 하게 된다. 에이전트로부터 전달 받은 데이터는 계층적 형태의 정해진 리소스타입으로 관리됨을 (그림 3)에 나타낸다.

- oneM2M 플랫폼: 최상위 리소스로 CSEBase를 의미한다.
- 미세먼지 측정 디바이스(n): 미세먼지 측정 디바이스는 oneM2M 플랫폼(CSEBase)에 어플리케이션(AE)으로 등록한다.
- 저장소: 미세먼지(PM10, PM2.5), 온도, 습도, 대

기압, 휘발성 유기화합물(VOC), 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO2), 이산화질소(NO2), 소음 및 제어 데이터를 저장하기 위해 어플리케이션(AE)에 저장소(container)로 등록을 한다.

- 값: 미세먼지(PM10, PM2.5), 온도, 습도, 대기압, 휘발성 유기화합물(VOC), 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO2), 이산화질소(NO2), 소음, 제어값들은 저장소(container)에 값(contentInstance)으로 저장한다.



(그림 3) oneM2M 리소스 매핑

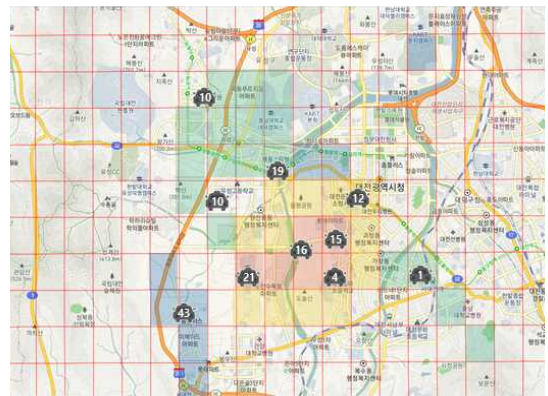
4. 동작성 확인

미세먼지 측정 디바이스의 데이터가 oneM2M 플랫폼을 통해 시간(TIME), 속도(SPD), 경도(LNG), 위도(LAT), 진동(VBR), 소음(MCP), 대기압(PRES), 습도(HUM), 온도(TEMP), 휘발성 유기화합물(VOC), 아황산가스(SO2), 이산화질소(NO2), 일산화탄소(CO), 미세먼지(PM10, PM2.5) 센서 값들이 데이터베이스에 10초 간격으로 정상적으로 저장되고 있음을 (그림 4)에 나타내었다.

id	gateway_id	node_id	timestamp	name	value
1436058948	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	TIME	2021-09-20 14:53:06
1436058948	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	SPD	49
1436058947	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	LNG	128.622338
1436058946	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	LAT	35.882899
1436058945	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	VBR	-512;512;17424
1436058944	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	MCP	74.2
1436058943	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	PRES	101381
1436058942	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	HUM	21
1436058941	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	TEMP	46.9
1436058940	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	VOC	1.4
1436058939	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	SO2	0.002
1436058938	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	NO2	0.015
1436058937	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	CO	0.2
1436058936	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	PM10	5.4
1436058935	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:53:05	PM25	2.3
1436058934	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	TIME	2021-09-20 14:52:55
1436058933	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	SPD	26
1436058932	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	LNG	128.623725
1436058931	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	LAT	35.883262
1436058930	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	VBR	-1648;-2064;15728
1436058929	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	MCP	69.4
1436058928	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	PRES	101386
1436058927	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	HUM	21
1436058926	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	TEMP	47.1
1436058925	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	VOC	1.3
1436058924	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	SO2	0.004
1436058923	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	NO2	0.015
1436058922	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	CO	0.2
1436058921	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	PM10	4.5
1436058920	SERVER	IK1030	2021-09-20 14:52:55	PM25	4.5

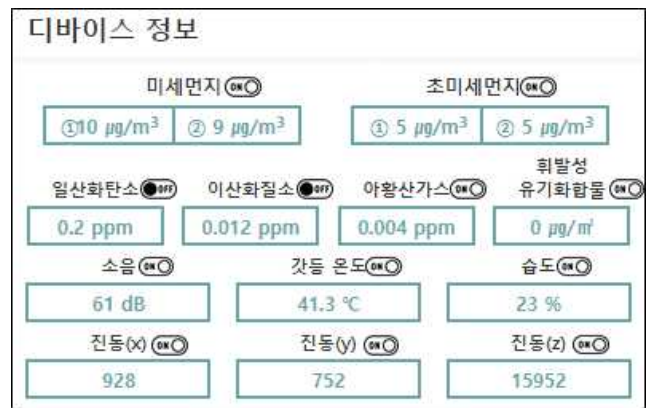
(그림 4) 10초 간격으로 저장된 센서값 리스트

(그림 5)는 웹 브라우저를 통해 미세먼지 측정 디바이스 기준으로 반경 1km내 격자모양을 지형 화면에 표시함으로써 미세먼지가 측정되고 있지 않은 사각지대까지 실시간(10초 간격)으로 대기질 상태를 나타내었다. 또한 대기질의 상태에 따라 청색(좋음), 녹색(보통), 황색(나쁨), 적색(매우나쁨)으로 나타내었다



(그림 5) 웹 브라우저 모니터링

(그림 6)은 모니터링 관리자의 요구사항에 따라 미세먼지(PM10, PM2.5), 일산화탄소, 이산화질소, 아황산가스, 휘발성 유기 화합물, 소음, 온도, 습도 등 센서 항목을 선택할 수 있음을 나타내었다.



(그림 6) 관리자의 요구사항에 따른 센서 선택

주요 센서인 미세먼지(PM2.5, PM10)는 센서 오작동을 대비하여 이중화하였고, (그림 7)에 PM10을 이중화한 것을 확인할 수 있다. 예를 들어 PM10의 이중화한 값이 4ppm, 10ppm이라면 세미콜론으로 구분하여 4:10으로 저장 되고, 첫 번째 값인 4ppm은 정상범위임을 판단하여 4ppm을 이용한다. 반대로 첫 번째 값이 마이너스 값으로 저장이 된다면 두 번째 값을 이용한다.

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

(그림 7) 미세먼지(PM10) 이중화

### 5. 결론

사물인터넷 기술은 스마트 시티, 스마트 그리드, 커넥티드 카 등 다양한 영역에서 솔루션들이 나와 있지만, 기술들이 독립적이고 수직화 현상이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 2012년 7월 oneM2M 이 출범하였고, 스마트 시티를 위한 미세먼지 측정을 시도하였다.

oneM2M 기반의 이동식 미세먼지 측정 플랫폼을 개방형 소프트웨어를 활용하고 설계하여 미세먼지가 측정되고 있지 않은 사각지대까지 측정하였다. 또한, 일상생활과 연관이 있는 온도, 습도, 대기압, 휘발성 유기화합물(VOC), 소음, 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO2), 이산화질소(NO2) 데이터를 센서 응답시간에 따라 최소 10초 간격으로 수집하였다. 주요 센서인 미세먼지는 이중화를 통해 센서 오작동을 대비했으며, 측정된 값들은 실시간으로 미세먼지 측정 디바이스 기준으로 반경 1km내 격자모양으로 지형 화면에 표시하고 모니터링 하여 동작성을 검증하였다.

따라서 추후 실내 미세먼지 측정을 위한 고정식 플랫폼 설계하고 이동식과 고정식을 oneM2M 플랫폼과 연계하여 기기종 디바이스간 상호연계 및 확장성의 연구가 필요하다.

### 참고문헌

[1] 이지은, 김재호, 정승명, 송재승, "oneM2M 글로벌 사물인터넷(IoT) 표준 동향", 한국정보통신학회지, 19권 1호, pp.31-43, 2018.

[2] TTA, "oneM2M 어플리케이션 개발자 가이드 표준 해설서", 2015.11.

[3] 한민규, "사물인터넷 표준화 동향과 전략", 한국통신학회, 38권 5호, pp.32-39, 2021.04.

[4] 김성윤, 김기영, "oneM2M 사물 인터넷 플랫폼 기술 동향", 정보과학회지, 32권 6호, 2014.06.

[5] oneM2M, "TS-0004-Service\_Layer\_Core\_Protocol-V1\_13\_0", 2018.04.

[6] oneM2M, "TTS-0001-Functional\_Architecture-V1\_18\_0", 2018.04.