

# 시맨틱 기술을 활용한 글로벌 사물인터넷 상호연동 기술 개발 및 적용

황재영\*, 안종관\*, 주호택\*, 이찬형\*, 송재승°

## Development and Application of Interoperability Techniques with Semantics for Global Internet of Things (GIoTs)

JaeYoung Hwang\*, JongGwan An\*, HoTack Joo\*, ChanHyung Lee\*, JaeSeung Song°

### 요 약

사물인터넷 (Internet of Things)은 인터넷을 통해 다양한 장치가 액세스하고 서로 상호작용 할 수 있도록 하여 스마트 홈, 스마트 팩토리, 의료 및 공공 부문과 같은 분야에서 다양한 서비스를 제공하고 있으며 또한 사회적인 문제를 해결하기 위한 잠재적 기술로 간주되고 있으나 서로 다른 데이터 모델 및 데이터 액세스 메커니즘으로 인해 다른 플랫폼과 통신 할 수 없는 독립적인 IoT 플랫폼은 상호운용성이라는 새로운 문제를 야기하고 있다. 따라서, 한국과 유럽연합은 상호운용성 문제를 해결하기 위한 시맨틱을 기반으로 한 다양한 IoT 플랫폼 간의 상호연동을 지원하는 새로운 아키텍처를 개발하기 위해 Worldwide Interoperability for SEMantics Internet of Things (Wise-IoT) 프로젝트라는 공동 ICT R&D 프로그램을 진행하고 있다. 본 프로젝트에서 개발 된 인터위킹 기술은 전 세계에서 운영되는 다양한 IoT 장치와 데이터를 사용하는 IoT 서비스에 사용될 것으로 예상된다. 본 논문에서는 유럽 및 한국에서 사용되는 IoT 표준 및 플랫폼을 분석하고 oneM2M 및 FIWARE를 중심으로 하여 다양한 IoT 표준을 상호운용 하는 Wise-IoT 아키텍처에 대한 소개와 함께 글로벌 IoT 서비스를 지원하는 Wise-IoT의 시맨틱 인터위킹 기술의 타당성을 검증하는데 활용되는 테스트베드 및 유스케이스를 소개한다.

**Key Words** : Docker, Internet of Things, Interoperability, Semantics, Standard

### ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) is considered as a potential technology for solving a wide range of social problems and providing services in a variety of fields such as smart homes, smart factories, healthcare and the public sector by allowing various devices to access and interact with each other through the Internet. However, proprietary IoT platforms which are not able to communicate with other platforms because of the different data model and data access mechanisms cause an interoperability problem. In order to resolve the interoperability issue, Korea and the European Union started a joint ICT R&D program called Worldwide Interoperability for SEMantics Internet of Thing (Wise-IoT) project to develop a novel architecture that supports interworking between various IoT platforms using semantics. The developed interworking technologies are expected to be used in innovative IoT services which use IoT devices and data distributed all around the world. In this paper, we

\* This work was supported by Institute for Information & communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIP) (No. 2016-0-00067, Wise-IoT)

• First Author : Department of Information Security, Sejong University, forest62590@sju.ac.kr, 정희원

° Corresponding Author : Department of Information Security, Sejong University, jssong@sejong.ac.kr, 정희원

\* 전자부품연구원

논문번호 : KICS2017-09-231, Received September 1, 2017; Revised November 7, 2017; Accepted November 14, 2017

analyze IoT standards and platforms used in Europe and Korea and introduce the Wise-IoT architecture that interoperates various IoT standards such as mainly oneM2M and FIWARE. In addition, we introduce testbeds and use cases that use the semantics interworking technologies from Wise-IoT to see the feasibility of supporting global IoT services (GIoTs).

## I. 서론

오늘날 사물인터넷 (Internet of Things) 기술은 다양한 사회적 문제점들을 해결하고, 인공지능과 함께 4차 산업혁명을 이끌 수 있는 주요 기술로<sup>[1]</sup> 간주되고 있다. 또한 가전제품, 센서, 액추에이터, 무인 차량과 같이 다양한 사물들이 서로 인터넷을 통해 연결되고 상호작용을 할 수 있게 함으로써 홈 오토메이션, 스마트 그리드, 교통 관리 및 의료분야 등 다양한 영역에서 활용되고 있다<sup>[2]</sup>. 그러나 지금까지 개발된 대부분의 사물인터넷 플랫폼 및 시스템들은 해당 플랫폼 제조업체의 독자적인 표준과 데이터모델 등을 활용하여 사물인터넷 서비스를 제공하기 때문에, 타 플랫폼과는 호환성이 보장되지 않는 문제를 발생시켰다<sup>[3][4]</sup>. 상호운용성이 보장되지 않을 경우, 사물인터넷 디바이스는 서로 다른 표준에 따라 개발된 사물과 연동이 되거나 데이터를 교환할 수 없으며, 대규모 사물인터넷 기술 도입 지연, 운영 비용증가 등의 기술적 및 경제적인 문제를 발생시킬 수 있다<sup>[5]</sup>. 또한, 맥킨지의 ‘2015 THE INTERNET OF THINGS MAPPING THE VALUE BEYOND THE HYPE’<sup>[6]</sup> 보고서에 따르면, 연간 4조원 이상의 추가적인 경제적 효과를 보기 위해 사물인터넷 플랫폼의 상호운용성을 지원해야 한다고 분석하였다.

현재 구축되어 있는 기존의 사물인터넷 플랫폼과 구축 예정인 사물인터넷 플랫폼들은 하나의 통일된 표준을 사용해서 구축된 것이 아니기 때문에, 서로 상호운용 될 수 없으며 다른 표준을 지원하기 위해서는 이미 구축된 시스템을 바꾸는 비용이 상당할 수밖에 없다. 이러한 환경에서는 유럽에서 개발된 사물인터넷 서비스를 한국에서 동작시키기 위해서는 서비스에 대한 개발이 새롭게 이루어져야 한다. 이러한 문제점을 해결하고자 한국과 유럽정부는 글로벌 사물인터넷 서비스를 제공할 수 있는 새로운 플랫폼 개발을 구상하게 되었고, 이를 위해, 한국 및 유럽의 각 산·학·연이 (유럽 9개 기관, 한국 10개 기관) 연합하여 Worldwide Interoperability for SEMantics IoT (Wise-IoT)<sup>1)</sup> 라는 컨소시엄을 구성하고 2016년 6월 프로젝트를 시작하였다.

Wise-IoT 프로젝트는 기존의 사물인터넷 표준을 활용하여 상호운용성을 제공할 수 있는 신개념 사물인터넷 아키텍처 모델을 설계하고, 이를 한국과 유럽의 사물인터넷 실증단지에 여러 개의 유스케이스를 통해 구현해 봄으로써, 개발된 기술의 활용성을 확인하고, 이를 통해 글로벌 사물인터넷 서비스의 개발을 촉진시키는데 그 목적이 있다. 특히, Wise-IoT 프로젝트는 글로벌 표준 개발 단체들이 파트너 협을 통해 개발하고 있는 사물인터넷 표준인 oneM2M을 통해 사물들과 이들로부터 수집되는 데이터들을 관리하며, 유럽의 미래 인터넷 프레임워크인 FIWARE 프로젝트에서 개발된 상황인지 지원 기술을 활용하여 시맨틱 (Semantics) 검색 기능 등을 지원하도록 설계되었다. 이를 통해 서로 다른 사물인터넷 플랫폼 및 표준을 연동하고, 서비스들에게는 시맨틱을 통해 동일한 의미를 사용할 수 있도록 함으로써, 글로벌하게 연동이 가능한 IoT 서비스를 지원한다. 본 프로젝트를 통하여 개발된 시맨틱 기반 글로벌 단위의 사물인터넷 플랫폼 실증단지 상호연동 기술 및 서비스 인프라는 사물인터넷 융·복합 서비스 및 공공, 개인 분야 등 전 산업 분야에 글로벌 하게 적용 가능할 것으로 예상된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 본 프로젝트에서 사용된 사물인터넷 표준 및 플랫폼들에 대해 기술하며 (II장), 테스트베드 및 유스케이스 소개를 통해 상호연동 기술이 적용될 수 있는 예를 제시하였다. 이어서 해당 유스케이스를 지원하기 위해 프로젝트에서 설계한 상호연동 아키텍처 및 기술에 대한 소개가 이루어진다 (III, IV장). 마지막으로 현재 프로젝트에서 진행 및 구현한 내용과 차년도 진행사항에 대해서 기술 한다 (V장).

## II. 상호운용 기술 적용 표준 및 플랫폼

사물인터넷 산업의 발전과 더불어 사물인터넷을 위한 다양한 표준 및 기술들이 발표 되고 있다. 하지만, 서로 상이한 사물인터넷 표준 및 기술들의 경우 연동 문제가 발생하기 때문에, 이를 해결할 수 있는 상호운용성 연구에 대한 관심이 지속적으로 높아지고 있다.

1) Wise-IoT: <http://wise-iot.eu/en/home>

사물인터넷 공통 플랫폼 표준에는 oneM2M, Next Generation Standard Interface (NGSI), Open Connectivity Foundation (OCF), Global Standard 1 (GS1)과 같은 다양한 표준들이 있으며 또한 LoRa, Z-Wave, Bluetooth 및 ZigBee 같은 통신 프로토콜들이 존재한다. 위와 같은 다양한 표준 및 통신기술을 사용하여 개발된 플랫폼에 대한 상호운용성을 지원하기 위해서는 해당 표준 및 기술에 대한 분석이 필요하다. 한국과 유럽에서는 스마트 시티와 같은 실증단지에서 oneM2M과 FIWARE (NGSI)가 사용되고 있으므로, 이러한 기술 및 표준에 대한 내용을 다음과 같이 알아보고자 한다.

FIWARE는 유럽의 Future Internet Platform으로 미래 인터넷 기술에 대한 핵심 기술들과 간단하고 유용한 Application Programming Interface (API)의 집합으로 이루어진 오픈소스 컴포넌트를 제공하는 것을 지향하는 플랫폼이다. FIWARE는 빅데이터, 사물인터넷과 같은 서비스를 Generic Enabler (GE)라고 하는 컴포넌트를 제공하여 각 컴포넌트를 조합한 다양한 서비스를 제공할 수 있으며<sup>7)</sup>, FIWARE에서는 Open Mobile Alliance (OMA) 에서 정의한 NGSI 9, 10 표준을 사용하여 문맥 (Context)기반의 정보를 이용한다. 본 프로젝트에서는 다양한 디바이스로부터 전달된 데이터들이 저장된 oneM2M 기반 플랫폼의 데이터를 이용하여 NGSI 표준에 적합한 시맨틱 데이터로 변환된 것을 저장 및 액세스 가능한 형태로 제공하는 역할을 담당한다.

oneM2M은 글로벌 단위의 적용가능한 수평적 서비스를 제공하는 IoT/Machine-to-Machine (M2M) 서비스 레이어 표준개발을 위한 파트너십 프로젝트로 약 270여 멤버사가 활동하고 있으며 OMA, Broadband Forum (BBF)와 같은 산업 얼라이언스도 oneM2M 표준 개발에 참여하며 oneM2M 글로벌 사물인터넷 표준의 범위를 넓혀가고 있다. 특히 oneM2M의 경우 다양한 사물인터넷 통신 프로토콜과의 연동, 표준과의 인터워킹 기능 제공, 그리고 데이터 및 사물에 대한 관리 기능을 제공하고 있는 구현 수준의 유일한 표준으로, 본 Wise-IoT 프로젝트에서 oneM2M을 통해 유럽과 한국의 다양한 사물들을 관리하고 연동하는 목적으로 활용한다.

Insator는 Wise-IoT 멤버인 삼성 SDS가 개발한 전사공통 IoT플랫폼으로 데이터의 수집, 운영, 관리 체계의 최적화를 통해 IoT 디바이스와 빅데이터 솔루션 및 개별 레거시 (Legacy) 시스템 간의 원활한 연계를 가능하게 하며, 표준 통신 프로토콜 기반의 지능형 애

플리케이션 개발을 지원한다. LoRa 및 OCF 표준을 사용한 다양한 디바이스로부터 수신되는 데이터들을 oneM2M 표준과 호환성 있게 관리하기 위해 oneM2M 어댑터를 개발하였으며, 2017년 7월 oneM2M 표준 프로토콜 HTTP 바인딩 구현에 대한 인증을 oneM2M 인증기관인 TTA로부터 획득하였다.

Global Standard 1 (GS1)은 글로벌 단위의 수요공급, 물류체인을 위한 바코드와 Radio Frequency Identification (RFID) 기술을 활용한 식별 및 유통물류 표준을 개발하는 국제기구이다. GS1 국제표준기구의 산하 국제공동연구소인 Auto-ID Labs, KAIST에서는 GS1 표준을 개발하기 위한 오픈소스 프로젝트로서 Open Language for Internet of Things (Oliot)을 개발 하였고, 본 Wise-IoT 프로젝트에서는 oneM2M 표준 기반의 플랫폼과의 연동을 통해 GS1 표준 기반의 다양한 디바이스의 데이터가 글로벌 단위의 사물인터넷 서비스를 통하여 제공될 수 있도록, GS1-oneM2M (GO) 표준 변환 컴포넌트를 개발하였다.

sensiNact는 프로토콜의 종류에 상관없이 다양한 환경에서 사용할 수 있는 IoT 게이트웨이 플랫폼으로, HTTP, LoRa, NGSI와 같은 다양한 프로토콜에 대한 브릿지를 제공하는 방식으로 프로토콜의 다양성을 지원하고 있다. 각 브릿지를 이루는 핵심요소는 엣지 게이트웨이 (Edge Gateway)라고 불리는 요소들인데, 특정 프로토콜을 사용하는 센서 또는 액추에이터가 해당 프로토콜을 처리할 수 있는 각 엣지 게이트웨이와 통신하는 방식으로 동작하는 플랫폼이다.

본 프로젝트에서는 이러한 다양한 플랫폼들이 서로 연계가 되어 글로벌 사물인터넷 서비스가 제공 될 수 있도록, 유스케이스를 (III장) 정의하였다.

### III. 시맨틱 상호연동 기술 테스트 베드 및 유스케이스

Wise-IoT 프로젝트의 목표는 글로벌 단위의 사물인터넷 플랫폼 상호운용성 제공을 위한 아키텍처를 개발하고 이를 통해 글로벌 사물인터넷 서비스를 유럽과 한국에 적용하는 것이다. 본 장에서는 사물인터넷 상호연동 기술을 적용하고 있는 테스트베드 및 유스케이스에 대한 소개를 통해 어떠한 사물인터넷 관련 기술들이 적용될 수 있는지에 대하여 설명한다. 현재 유럽 스페인의 산텐더 (Santander)와 프랑스의 샬루스 (Charmrousse) 그리고 대한민국의 부산과 평창, 총 네 곳의 테스트 베드가 Wise-IoT 프로젝트에서 활용되고 있으며, 스마트 시티와 스마트 스키 같은 사물

인터넷의 대표적인 라이프스타일 유스케이스가 적용되고 있다.

### 3.1 스마트 시티 유스케이스

사물인터넷은 도시에 거주하는 시민과 관광객이 보다 나은 교통 환경을 경험하도록 도울 수 있으며 버스나 지하철과 같은 대중교통뿐만 아니라, 자전거와 자가용 등의 개인 교통수단 모두 사물인터넷을 활용하여 보다 편리하게 이용할 수 있도록 개선될 수 있다. 스마트 시티 유스케이스에서는 두 가지 시나리오를 통해 사물인터넷이 도시 생활을 얼마나 더 편리하게 바꾸어줄 수 있는지에 대해 보여주며 두 곳의 테스트베드가 유스케이스 적용을 위해 선정되었다<sup>[8]</sup>.

스페인의 도시 중 한곳인 샌텐더는 스페인 통신사업자 텔레포니카와 여러 곳의 회사 및 지역 대학교가 합작하여 도시전체가 스마트 시티로 탈바꿈한 도시이다. FIWARE 플랫폼을 기반으로 IEEE 802.15.4 무선 통신이 적용된 300여개의 디바이스와 GPS/GPRS 기반의 위치정보 제공 기능이 탑재된 디바이스, RFID 태그/QR코드 라벨 및 약 2000개의 디바이스가 운영되고 있다. 이를 바탕으로 스마트 가로등, 버스 운행, 택시정보, 주차 공간 등의 정보를 실시간으로 수집하고 웹 기반 모니터링 및 관제 서비스를 제공하고 있으며, 모바일 디바이스 기반 환경 모니터링, 공원 관제 시설, 교통흐름 모니터링에 대한 서비스를 제공한다.

부산 스마트 시티 실증단지는 oneM2M 표준 플랫폼 기반으로 네트워크 연결성, 상호연동 플랫폼 기술을 중심으로 교통, 보안, 인프라 등 IoT 생태계 제공을 위한 다양한 실증서비스를 운영하고 있으며, 현재 이 테스트 베드에는 스마트 가로등, 스마트 횡단보도, 스마트 파킹, 빌딩 에너지 관리, Low Power Wide Area (LPWA) 기반 사회약자 안전관리서비스 및 아동보호 서비스, 스마트 매장관리 서비스를 포함한 8개 실증서비스를 운영하고 있다.

현대 대부분의 도시에서 거주하거나 업무를 보고 있는 시민들이 가장 빈번하게 겪는 문제가 바로 주차 문제이다. 이미 다양한 서비스들이 주차장으로 운전자를 안내해 주는 서비스를 제공하고 있지만, 사물인터넷을 활용하여 실시간으로 주차 공간 정보를 사용자에게 제공해주거나, 도시 간 또는 국가 간 이동시에도 동작하는 서비스는 상호운용성 문제로 개발이 이루어지지 않고 있다. 본 프로젝트의 주차 유스케이스는 실시간으로 가까운 주차장 검색 및 주차장으로 가기 위한 최단경로의 교통 정보를 제공하여 운전자의 편의를 도모하는 서비스 제공을 하고 있다. 해당 주차 유

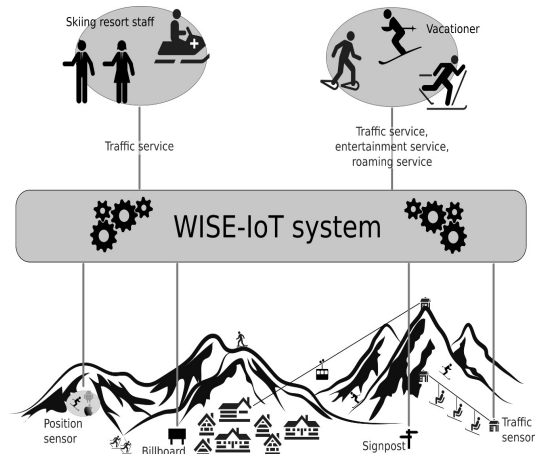


그림 1. Wise-IoT 스키 유스케이스  
Fig. 1. Wise-IoT ski use case

스케이스를 위해 샌텐더 스마트 시티에 현재 100여개의 LoRa 기반의 주차센서가 설치 및 운영되고 있으며, LoRa-oneM2M (LO) 표준 변환 컴포넌트를 통한 상호운용성 검증도 함께 이루어지고 있다. 또한, 한국에서는 부산 스마트 시티의 oneM2M 표준 기반 주차정보를 FIWARE 플랫폼에서 사용가능하게 하는 시맨틱 표준 변환 컴포넌트를 통해 상호운용성 검증을 수행하고 있다.

Wise-IoT 프로젝트에서는 추가로 유럽과 한국에서 공통적으로 사용 가능한 버스 교통정보 제공 서비스를 유스케이스로 정의 및 운영하고 있다. 이러한 교통정보 시스템을 제공하기 위해 샌텐더 스마트 시티 및 부산 스마트 시티의 버스 정보를 활용하며, GS1 표준을 적용한 Olliot 플랫폼을 통하여 버스운행 정보를 수집 후 상호운용성 지원을 위한 일련의 표준 변환 과정을 수행 후 최종적으로 FIWARE 플랫폼을 통하여 유럽과 공유할 수 있도록 하는 방식을 사용한다.

### 3.2 스마트 스키 유스케이스

스키 리조트 방문객의 꾸준한 증가는 방문자들의 대기시간을 길게 만들며, 스키어의 충돌사고를 증가시킬 수 있는 등의 문제를 야기한다. 또한, 스키 슬로프에 대한 정보를 제공하여 스키어들이 경로를 사용하는데 도움을 주고 있지만, 이러한 전광판은 특정 지역에만 설치되어 있어, 전광판 주변을 벗어난 스키어들의 경우 각종 사고에 노출되는 문제점을 가지고 있다. 위와 같은 문제점들을 사물인터넷 기술을 통해 해결하기 위하여 Wise-IoT에서는 스마트 스키 유스케이스와 스마트 리조트 관리 유스케이스를 정의하였다.

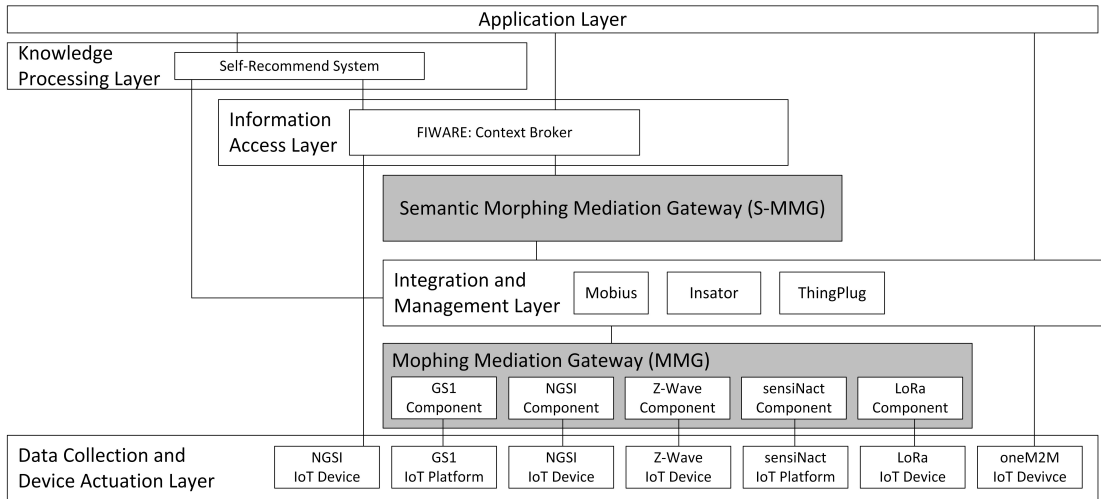


그림 2. Wise-IoT 계층 아키텍처  
Fig. 2. Wise-IoT layered architecture

특히, 한국과 유럽의 스키 리조트를 연동하기 위하여 프랑스의 샴루스와 평창의 알펜시아 리조트를 테스트 베드로 활용하였다.

샴루스 스키 리조트는 프랑스에 위치하며, 유럽에서 600km 이상의 주행거리를 자랑하는 스키장이다. ICT 기반의 최첨단 환경 친화적 스키 리조트로의 혁신을 계획하고 있으며, Wise-IoT 프로젝트에서는 사물인터넷 기반의 스키 리조트 테스트베드로 활용되어진다.

평창 알펜시아는 한국의 강원도 평창군에 위치 한 스키리조트로 2018년 평창 동계올림픽의 주 개최지로 포함되어있다. 현재 Wise-IoT는 유럽 스키리조트와 연계를 통해 리조트 관리 서비스, 스키 리조트 사용자 서비스 등과 같은 글로벌 사물인터넷 서비스를 제공하는 것을 유스케이스로 정의하였으며, 이러한 서비스 실증 테스트베드로 알펜시아를 활용하고 있다.

그림 1에서 보는 바와 같이 스마트 리조트 관리 유스케이스는 Wise-IoT에서 개발한 위치 추적 트래커를 활용한 어린이/노약자 위치추적, 시설물 관리, 사고지점 관리, 에너지 사용량 관리 등 관광객 및 리조트 매니저에게 그룹 간 위치공유, 응급상황 알림, 귀중품 위치 추적 서비스, 리조트 운영 효율을 높이기 위한 서비스 제공을 정의하고 있다.

Wise-IoT 프로젝트에서는 글로벌 사물인터넷 서비스 연동을 목표로 하므로, 유럽에서 제작된 상기 유스케이스 애플리케이션을 사용하고 있는 사용자가 평창에 도착했을 때, 새로운 애플리케이션의 설치 없이 평

창 알펜시아에 설치된 모든 사물인터넷 기기들을 문제없이 활용하고 사용할 수 있게 된다.

#### IV. 시맨틱 상호연동 기술 아키텍처

현재 사물인터넷 플랫폼 및 디바이스들은 다양한 표준을 기반으로 개발 및 배치되고 있으며 이러한 다양성에 기인한 사물인터넷 플랫폼 및 디바이스간의 상호연동이 되지 않는 문제점은 사물인터넷 산업 성장을 저해하는 요소이며 또한 새로운 문제로 대두되고 있다. 따라서, 본 Wise-IoT 프로젝트에서는 한국과 유럽에서 사용되는 다양한 사물인터넷 플랫폼 및 디바이스간의 상호운용성을 확보하기 위한 아키텍처를 연구 및 개발하는 것이 목표이며, 각각의 표준에 대한 데이터 및 의미 (Semantics) 모델을 완전히 획일화하는 것은 비효율적이므로 각각의 표준사이의 연결을 동적으로 가능하게 하는 구성요소인 Morphing Mediation Gateway (MMG)라는 표준 변환 컴포넌트를 개발하였다. 이러한 MMG 컴포넌트를 통해 기존의 사물인터넷 플랫폼들뿐만 아니라 새로이 도입되는 플랫폼들도 사물인터넷의 표준에 대한 상호운용성을 지원할 수 있을 것으로 기대된다.

##### 4.1 Wise-IoT 계층 아키텍처

그림 2는 다양한 프로토콜, 표준 및 기술을 상호연동하기 위해 프로젝트에서 정의한 계층화 된 아키텍처를 보여주며 상호운용성을 지원하기 위하여 다음과

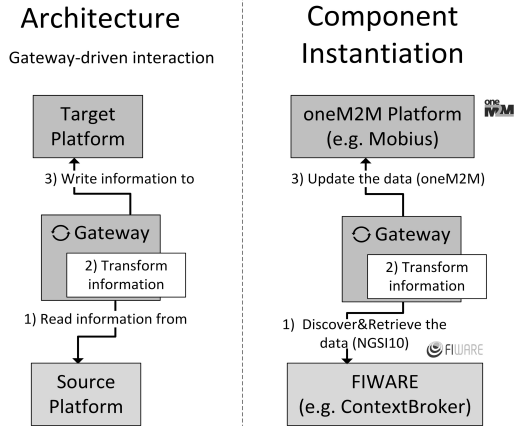


그림 3. MMG 상호연용 절차 및 FIWARE-oneM2M 예  
Fig. 3. MMG interoperability procedures with FIWARE-oneM2M example

같이 3종류의 핵심적인 계층이 정의되었다<sup>9)</sup>.

먼저 가장 하부에 위치하고 있는 데이터 수집 및 디바이스 액추에이터 계층 (Data Collection and Device Actuation Layer)은 실제 디바이스와의 연결을 담당하며 다양한 표준 및 디바이스 통신 기술을 사용한다. LoRa 및 Z-Wave를 사용하는 디바이스와 Olliot (GS1), sensiNact 및 Insator 플랫폼을 통해 데이터들이 수집되며, 해당 계층에서 생성된 데이터들은 MMG를 통해 oneM2M 표준으로 변환되어 통합 및 관리 계층 (Integration and Management Layer)에 전달된다.

통합 및 관리 계층 (Integration and Management layer)은 디바이스 액추에이터 계층에서 제공하는 데이터 수집 및 데이터에 대한 액세스를 제공하며, 해당 데이터들은 oneM2M 표준 기반의 다양한 플랫폼들 (예, Mobius, Instator 및 ThingPlug 플랫폼)에 저장되어 관리된다. 표준 기반의 플랫폼을 통해서 하위 계층에서 수집되는 서로 다른 데이터 표준 및 통신 기술들은 표준화된 방식으로 통합 및 관리 계층에 저장되고 활용될 수 있다. 그러나, 데이터의 의미는 표준화 되어있지 않으므로, 이를 위해 데이터를 추상화 시키고, 의미를 추가할 수 있는 시맨틱 주석화 (Semantics Annotation) 기능을 제공한다.

정보 액세스 계층 (Information Access Layer)은 더 향상된 공통 추상화에 대한 정보 구성 및 액세스를 제공한다. 데이터 표현방식의 이질성과 사물인터넷 플랫폼 구조의 차이로 인해 다른 구성 요소와 레이어를 직접 간단하게 연결할 수는 없기 때문에 다른 프로토콜과 데이터 간 변환을 가능하게 하는 시맨틱 기반의

MMG (Semantics Morphing Mediation Gateway, S-MMG)를 사용한다. oneM2M 플랫폼에 저장되어 있는 시맨틱 기반의 데이터들은 원시 (Raw) 디바이스 데이터를 NGSI 표준에 맞는 데이터 모델로 변환할 수 있게 하는 데 필요한 메타 정보를 제공하는데 사용되며, 가능한 경우 추가적인 NGSI 표준에 대한 특성 정보를 추가하여 FIWARE 플랫폼에 NGSI에 적합한 시맨틱 모델로 변환 후 저장한다. 새로운 디바이스 정보가 제공되거나 다른 온톨로지를 사용하여 주석화된 정보 일지라도 S-MMG는 해당 리포지토리 (Repository)에서 적합한 구성 요소를 확인하고 동적으로 인스턴스를 생성하며, 해당 정보를 다시 컴파일하거나 수동으로 재구성 할 필요 없이 새로운 종류의 정보에 대한 변환 프로세스를 구성한다. 다음 장에서는 이러한 MMG의 동작 방식에 대해 구체적으로 알아본다.

#### 4.2 Morphing Mediation Gateway (MMG)

MMG는 인터워킹 프록시 (Interworking Proxy)의 개념을 기초로 하는 컴포넌트들을 관리하는 확장형 모델이다. 인터워킹 프록시는 제조사에 따라서 통신 표준이나 네트워크 인터페이스가 서로 다르기 때문에 디바이스 대 플랫폼 또는 플랫폼 대 플랫폼에 대하여 상호운용성을 지원하기 위해 개발 된 모델이다. 하지만 인터워킹에 대한 수요가 증가 할수록 인터워킹 프록시의 개수도 비례하여 증가하므로 규모가 커질수록 자원 관리에 대한 문제점이 발생한다. 이는 사물인터넷의 표준에 대한 확장성을 막고, 자원을 효율적으로 관리 할 수 없게 하여 사물인터넷 서비스를 제공하는 데 심각한 문제를 일으킨다. 따라서 앞서 언급된 문제점을 해결하기 위해 공통된 인터페이스를 통한 여러 인터워킹 프록시 컴포넌트들을 관리하는 MMG 개념을 Wise-IoT에서는 정의하였다.

그림 3에서는 기본적인 MMG의 구조 및 절차와 함께 oneM2M과 FIWARE 플랫폼을 상호연동하는 MMG의 절차를 설명한다<sup>10)</sup>. MMG에서 동작하는 표준 변환 컴포넌트는 소스 플랫폼 (Source Platform)에서 정보를 읽은 뒤, 이를 타겟 플랫폼 (Target Platform)의 데이터 표현 모델에 맞게 표준을 변환 후 저장하는 역할을 한다. 예를 들어 FIWARE-oneM2M (FO) MMG 컴포넌트는 FIWARE 플랫폼을 소스 플랫폼으로, oneM2M 표준 플랫폼을 타겟 플랫폼으로 활용한다. 소스 및 타겟 플랫폼 정보가 제공이 되면, FO MMG는 표준 기반의 FIWARE 플랫폼에 저장된 엔티티 (Entity) 기반의 데이터들 수집하고, 이를

oneM2M 표준 기반의 데이터 모델로 변환 후 타겟 플랫폼에 저장한다. 이를 통해 oneM2M 어플리케이션들이 FIWARE 플랫폼을 통해 저장된 데이터들에 대한 활용을 할 수 있게 해준다.

MMG 컴포넌트의 예로는, 앞에서 소개된 FO MMG 컴포넌트뿐만 아니라 다양한 표준간의 연동을 위한 Zwave-oneM2M (ZO), OCF-oneM2M (OO), LoRa-oneM2M (LO), GS1-oneM2M (GO) 컴포넌트 등이 존재할 수 있다. Wise-IoT에서는 해당 컴포넌트들을 필요시에만 효과적으로 운영하기 위하여 각 컴포넌트들을 도커화 (Dockerization) 시켜서 관리한다. 도커는 응용 프로그램을 보다 쉽게 배포하고 관리할 수 있도록 일련의 도구 및 워크플로우로 둘러싸인 경량 컨테이너 가상화 플랫폼을 제공하기 때문에 응용 프로그램을 보다 빠르고 쉽게 제공할 수 있다<sup>[11]</sup>. 즉, 가상화된 컴포넌트를 로딩 함으로써 해당 컴포넌트를 실행하기 위한 설치환경 및 종속성 (Dependency)을 고려하지 않고 유연하게 사용할 수 있게 된다.

그림 4와 같이 최종적으로 도커 컨테이너화 된 다양한 컴포넌트들은 웹 기반의 MMG Manager에 의해 온 디맨드 (On-demand) 방식으로 관리되는데, MMG 도커 리파지토리 (Repository)에서 소스 및 타겟 플랫폼에 따라 적합한 컨테이너를 구성하고 인스턴스화 또는 제거 할 수 있으므로 MMG가 운영하는 시스템 자원을 효율적으로 관리할 수 있게 된다. 즉, 시스템 관리자의 필요에 따라, 불필요하게 모든 인터위킹 프로세스를 설치한 무거운 게이트웨이를 운용할 필요 없이, 특정 서비스 운용에 필요한 MMG 컴포넌트만을 동적으로 MMG Manager에서 동작시켜 최소한의 리소스만을 운영하여 필요한 사물인터넷 서비스를 제공할 수 있는 기반을 Wise-IoT에서는 제공한다.

4.3 시맨틱 상호운용성 (Semantic Interoperability)

시맨틱 상호운용성은 이기종 시스템의 의미론적 (Semantics)인 통합을 가능하게 해주는 Wise-IoT 아키텍처의 핵심 기능 중 하나이다<sup>[10,12]</sup>. 시맨틱 상호운용성은 서로 다른 에이전트, 서비스 및 응용 프로그램이 동일한 의미를 가지고 정보 및 데이터를 교환 가능하게 하고 상호 작용하는 시스템들은 개별 데이터 형식에 관계없이 동일한 의미를 교환할 수 있으며, 시스템 전반에 걸쳐 데이터의 일관성을 보장할 수 있게 한다.

서로 다른 IoT 기술을 사용하는 디바이스에서 수집되는 데이터가 의미론적으로 호환되는 내용으로 표현될 수 없기 때문에, 공통적으로 이해할 수 있는 정보

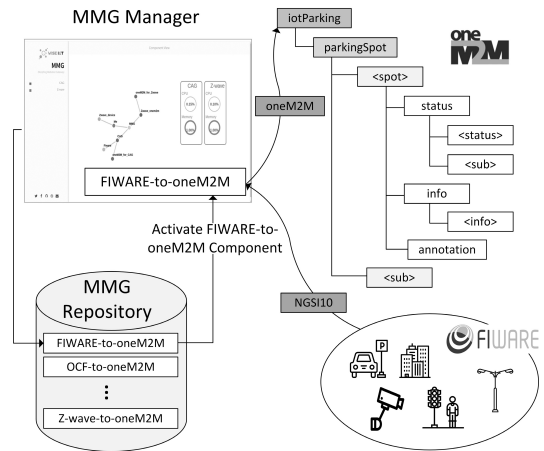


그림 4. 상호운용성 지원 컴포넌트의 도커라이징  
Fig. 4. Dockerizing components for interoperability

를 상위 계층, 특히 통합 및 관리 계층에 추가하기 위해서는 공통적으로 사용되는 의미를 온톨로지 (Ontology)로 정의하고, 이를 활용하여 데이터의 의미를 oneM2M 플랫폼에 있는 IoT 리소스에 추가하는 시맨틱 주석화 과정이 요구된다. 이후 정보 액세스 계층과의 시맨틱 데이터 교환을 위해 oneM2M 플랫폼의 주석화 된 정보를 동적으로 발견 할 수 있는 시맨틱 기반 게이트웨이 (S-MMG)를 사용하여 표준 변환을 통한 시맨틱 상호운용성을 제공한다.

V. 결 론

홈 오토메이션, 스마트 그리드, 교통 관리, 의료분야 및 스마트 인더스트리 등 사물인터넷은 다양한 분야에서 핵심기술로 사용되고 있으며 그 중요성은 점점 더 증가하고 있다. 하지만, 독자적인 개발 표준을 이용한 사물인터넷 플랫폼 구성 및 다양한 사물인터넷 표준을 활용한 플랫폼들 간에는 상호운용성이 지원되지 않기 때문에, 기술적으로는 물론 경제적으로도 사물인터넷 발전에 장애물이 되고 있다.

이러한 문제점을 해결하고자 한국 및 유럽에서 사물인터넷 기술을 선도하고 있는 산·학·연이 한국과 유럽 정부의 지원을 받아 시작한 Wise-IoT 프로젝트는 시맨틱 기술을 기반으로 글로벌 단위의 상호연동 사물인터넷 서비스를 제공하기 위한 기술들을 연구하고 개발하는 것을 목적으로 시작되었다. 본고에서는 Wise-IoT 프로젝트의 일환으로 개발된 아키텍처 및 주요 표준 변환 컴포넌트, 이를 검증하고 실증하기 위한 유스케이스 및 한국과 유럽의 다양한 테스트베

드들에 대하여 소개 하였다.

Wise-IoT 프로젝트에서는 상호운용성 지원을 위한 사물인터넷 표준 및 플랫폼에 대한 분석, 테스트 베드 선정, 유스케이스 시나리오 및 상호운용성 지원 아키텍처에 대한 설계가 이루어졌으며, MMG 컴포넌트, 시맨틱 주석기 등과 같은 Wise-IoT 아키텍처 구현을 위한 기본적인 기술들에 대한 개발이 완료되어 부산, 샌텐더, 샴루스, 알펜시아와 같은 테스트베드에 구축 및 운영을 통해 기술의 가능성을 검증하였다. 추후 개발된 각 표준 변환 컴포넌트의 개선 및 추가 기술의 적용을 통해 시스템에 대한 안정화를 시킴과 동시에 글로벌 단위의 Wise-IoT 서비스 확산을 진행하여, 평창올림픽 개최국인 한국을 방문하는 유럽의 Wise-IoT 기술 사용자들이 동일한 인터페이스 환경을 통해 한국에서도 사물인터넷 서비스를 즐길 수 있게 할 예정이다.

## References

[1] B. Ahlgren, M. Hidell, and E. C-H. Ngai, "Internet of things for smart cities: Interoperability and open data," *IEEE Internet Computing*, vol. 20, no. 6, pp. 52-56, 2016.

[2] A. Zanella, et al., "Internet of things for smart cities," *IEEE Internet of Things J.*, vol. 1, no. 1, pp. 22-32, 2014.

[3] J. Yun, et al., "Interworking of oneM2M-based IoT systems and legacy systems for consumer products," *IEEE ICTC*, pp. 423-428, Jeju, South Korea, Oct. 2016.

[4] National Institute of Standards and Technology (NIST), *The Internet of Things-Enabled Smart City Framework, or IES-City Framework (pronounced "YES-City")*, Retrieved Oct. 23, 2017, from <https://pages.nist.gov/smartcitiesarchitecture/>

[5] AFT and V. Foundation, *Stakeholders and market analysis report final v1.1*, Retrieved Oct. 23, 2017, from <http://www.inter-iot-project.eu/deliverables>

[6] J. Manyika, et al., *The internet of things: Mapping the value beyond the hype*, Retrieved Oct. 23, 2017, from <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing>

-the-physical-world

[7] P. Fernández, et al., "SmartPort: a platform for sensor data monitoring in a seaport based on FIWARE," *Sensors*, vol. 16, no. 3, pp. 417, 2016.

[8] S. A. Fricker, et al., *Wise-IoT Pilot Use Case Technical Description, Business Requirements, and Draft High-Level Architecture*, Retrieved Oct. 23, 2017, from <http://wise-iot.eu/en/deliverables/>

[9] M. Bauer, et al., *WISE-IoT high level architecture and reference technologies and standards*, Retrieved Oct. 23, 2017, from <http://wise-iot.eu/en/deliverables/>

[10] D. Rémi et al., *Morphing Mediation Gateway with Management and Configuration Functions RI*, Retrieved Oct. 23, 2017, from <http://wise-iot.eu/en/deliverables/>

[11] D. Jaramillo, Duy V. Nguyen, and R. Smart, "Leveraging microservices architecture by using Docker technology" *IEEE SoutheastCon 2016*, pp. 1-5, Norfolk, VA, USA, Jul. 2016.

[12] M. Bauer, et al., *Semantic Interoperability Components RI*, Retrieved Oct. 23, 2017, from <http://wise-iot.eu/en/deliverables/>

## 황재영 (JaeYoung Hwang)



2015년 세종대학교 공학사  
 2015년~현재 : 세종대학교 석박  
 사통합과정  
 2016년~현재 : 전자부품연구원  
 IoT 플랫폼센터 위촉연구원  
 <관심분야> 사물인터넷, 소프  
 트웨어 테스트, 미래 인터넷



**안 종 관 (JongGwan An)**



2015년 : 우송대학교 공학사  
2015년~현재 : 세종대학교 석박  
사통합과정  
2016년~현재 : 전자부품연구원  
IoT 플랫폼센터 위촉연구원  
<관심분야> IoT 플랫폼,  
Interworking, Docker,  
Cloud Computing

**이 찬 형 (ChanHyung Lee)**



2017년 : 세종대학교 공학사  
2017년~현재 : 세종대학교 석사  
과정  
2017년~현재 : 전자부품연구원  
IoT 플랫폼센터 위촉연구원  
<관심분야> 사물인터넷, 블록  
체인

**주 호 택 (HoTaek Joo)**



2015년 : 고려대학교 공학사  
2016년~현재 : 세종대학교 석사  
과정  
2017년~현재 : 전자부품연구원  
IoT 플랫폼센터 위촉연구원  
<관심분야> 사물인터넷, 머신  
러닝, 딥 러닝

**송 재 승 (JaeSeung Song)**



1996년 : 연세대학교 공학사  
2002년 : 서강대학교 공학석사  
2013년 : Imperial College  
London 공학박사  
2002년~2008년 : LG전자 이동  
통신연구소 선임연구원  
2012년~2013년 : NEC Europe,  
네트워크 연구소 선임연구원  
2013년~현재 : 세종대학교 정보보호학부 부교수  
<관심분야> 사물인터넷, 소프트웨어 테스트, 미래  
인터넷