

오픈소스 사물인터넷(OSIoT) 동향 및 전망

전종홍, 차흥기, 이원석, 김형준
한국전자통신연구원

요약

인터넷 빅뱅은 세상의 모든 컴퓨터들을 연결하는 단계를 넘어 이제는 모든 사물들을 연결하는 사물인터넷(Internet of Things) 수준으로까지 확대되고 있다. 2020년이면 500억개 이상의 사물과 기기들이 연결되고, 이러한 사물들의 다양한 정보를 연동하고 제어함으로써 새로운 IT 시대가 열릴 것으로 전망되고 있다. 이러한 사물인터넷 확산에는 인터넷 기술뿐 아니라 고성능 디바이스 기술의 발달과 초고속 유무선 통신 기술, 클라우드/빅데이터와 같은 데이터 기술, 그리고 오픈소스와 같은 사용자 참여형 개방 기술의 발전도 중요한 밑거름이 되고 있다. 이에 본 고에서는 “오픈소스 사물인터넷(OSIoT: Open Source Internet of Things)” 동향과 전망을 살피고 거시적 관점에서의 사용자 참여와 개방 기술 중심의 사물인터넷의 발전 방향을 함께 살피고자 하였다.

I. 서론

1999년 MIT Auto-ID 센터의 Kevin Ashton에 의해 RFID 기술을 통한 사물의 인터넷 연결을 비전으로 처음 언급되었던 IoT는 2005년 ITU-T의 보고서에 의해 기술적으로 체계화되었다. 이후 EU FP7, IETF, IEEE, 3GPP 등 다양한 표준기구 및 연구단체에서 IoT에 대해 연구를 진행하기 시작하였고, 현재는 많은 표준화 조직 및 기구들이 관련 표준을 개발하고 있다[1].

IoT는 하나의 글로벌 개념으로써 일반적인 정의를 내리기가 쉽지 않지만, 일반적으로 사물인터넷(Internet of Things)은 사람을 포함하는 모든 것들(Things)이 인터넷(Internet)으로 서로 연결되고, 모든 것들에 대한 정보가 생성·수집되고 공유·활용되는 것을 말한다. 이러한 사물인터넷의 개념은 M2M(Machine to Machine), IoT(Internet of Things)를 거쳐 IoE(Internet of Everything)로 까지 확장되고 있으며, 향후 10년간(2013~2020년) 총 19조 달러의 경제적 효과가 사물인터넷

를 통해 창출될 것으로 추정(Cisco, 2013)되는 등 사물 인터넷을 통해 기존 산업의 생산성이 향상되고 새로운 시장이 창출될 것으로 기대되고 있다[2].

사물인터넷에 대한 최근의 대중적 관심의 폭발과는 달리, 사물 인터넷의 아이디어는 이미 오래전부터 등장하였던 것이지만, 기술적인 발전수준, 경제적 조건 등이 복합적으로 작용하면서 단계적으로 확대 발전되고 있다고 할 수 있다. 특히 서로 다른 네트워크 환경과 기기, 플랫폼, 서비스 등을 연동해야 하는 특성상 개방형 기술과 개방형 표준은 사물인터넷의 중요한 기반이라고 할 수 있다.

본 고에서는 “오픈소스 사물인터넷(Open Source Internet of Things)” 동향과 전망을 살피고 거시적 관점에서의 사용자 참여와 개방 기술 중심의 사물인터넷의 발전 방향을 함께 살피고자 하였다. 관련하여 2장에서는 오픈소스 사물인터넷의 개념과 현황, 3장과 4장에서는 OSIoT의 글로벌 동향으로서 OIC 표준화와 오픈소스 인프라 기술동향을 살펴 보고자 한다. 마지막으로 5장에서는 동향 정리 결과를 바탕으로 오픈소스 사물인터넷이 지니고 있는 의미와 나아가야 할 방향에 대해 종합 정리하면서 6장을 통해 결론짓고자 한다.

II. 오픈소스 사물인터넷(OSIoT) 개념 및 현황

1. 오픈 소스와 오픈 이노베이션

오픈 소스(open source)는 소프트웨어 혹은 하드웨어의 제작자의 권리를 지키면서 원시 코드를 누구나 열람할 수 있도록 한 소프트웨어 혹은 오픈 소스 라이선스를 기반으로 하는 결과물들을 통칭한다. 오픈 소스의 어원은 1998년 2월 3일에 넷스케이프 브라우저의 원시 코드에 대해 어떠한 형태로 공개할까하는 전략회의에서 붙여진 새로운 용어라고 알려져 있다.

오픈 소스는 70년대부터 시작되었던 개방형 생태계의 확산 흐름과 연결되어 있다. 70~80년대 오픈 테크놀로지, 오픈 스

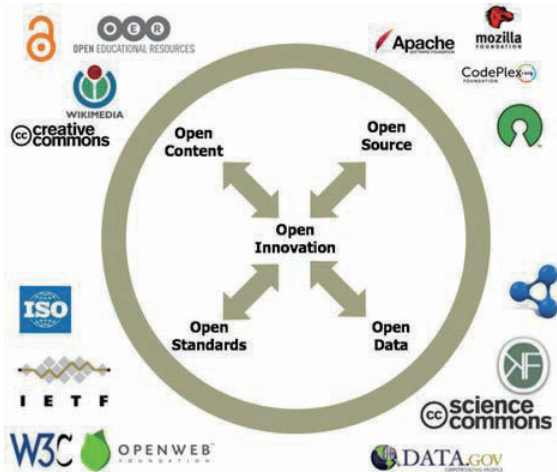


그림 1. 오픈 이노베이션과 오픈 생태계 [22]

탠다드와 오픈 아키텍처, 90년대의 오픈 소프트웨어와 오픈 네트워크, 2000년대의 오픈 플랫폼의 흐름을 거치면서 <그림 1>과 같이 오픈 생태계와 오픈 이노베이션에 대한 흐름들은 더욱 커져왔다고 할 수 있다.

오픈 생태계는 기술적 측면에서는 소스를 공개함으로써 누구든 큰 비용 없이 다운로드 받아 개선하면서 사용할 수 있기에 적은 초기 개발 비용이 소요되고, 오픈소스 프로젝트를 통해 최신 기술 정보 및 문제점과 해결책을 공유하는 형태로 자유롭게 운영되기에 독점 프로그램에 비해 기술 혁신 속도가 빠르며, 다른 오픈소스 프로젝트들을 함께 활용함으로써 새로운 응용들을 손쉽게 확장 개발 가능할 수 있다는 특징을 갖고 있다.

경제적 측면에서 빠른 기술 발전에 따르는 개발 비용을 절감하고 투자 위험 부담을 나누며, 개발된 결과물을 통해 이익들을 공유할 수 있으며, 협력 모델을 통해 보다 계속되는 혁신이 가능하도록 한다는 점이 가장 큰 특징이라 할 수 있다.

2. 오픈 소스 사물인터넷(OSIoT)의 정의

OSIoT는 오픈 스탠다드와 오픈 소스를 기반으로 하는 사물인터넷 환경을 통칭한다. 즉, 개방형 표준을 기반으로 상호 연동되는 다양한 응용 서비스 제공이 가능하도록 하면서, 실제 시스템 구동에 필요한 핵심적인 소프트웨어 및 하드웨어 요소들에 대해서는 원시 코드를 공개하고 공동 활용이 가능할 수 있도록 오픈소스화하고 이를 적극 활용한다는 특징을 갖는다.

OSIoT에서의 오픈 소스 활용은 그 오픈 범위와 철학에 따라 단순히 최소 핵심 SW 구성요소에 대한 오픈 활용하는 협의의 유형에서부터, 오픈 데이터와 오픈 API, 그리고 오픈소스 하드웨어까지 포괄하는 광의의 유형까지 모두 포괄한다. OSIoT는 오픈소스 소프트웨어(Open Source Software, 이하 OSS)만이

아니라, 물리적인 제품, 기계, 시스템 등을 개발해 그 디자인을 공유하는 오픈소스 하드웨어까지 포괄한다는 광범위한 오픈 문화에 뿌리를 두고 있다고 할 수 있다.

OSIoT에서의 또다른 축인 오픈 스탠다드(open standard), 개방형 표준은 기술 표준이 표준 개발과 활용을 개방형으로 진행하는 방식을 통칭한다. 그러나 동일하게 개방형 표준을 지향하더라도 표준화 기구별로 표준 개발의 참여 조건, 표준 문서의 공개 정도, 제정된 표준 활용 시에 비용 부가 여부, 표준 활용 시 조건, 특허와 IPR(Intellectual Property and Rights)이 포함되는 표준특허 허용 여부에 따라 다양한 스펙트럼이 존재한다.

3. 오픈 소스 사물인터넷(OSIoT)의 목적과 기대효과

OSIoT의 기본적인 목적은 수많은 사물인터넷 구성 요소들의 갖고 있는 이질성(Heterogeneity)을 극복하고, 사물인터넷의 핵심인 기기 간 연결성(Connectivity)과 상호호환성(Interoperability)을 확보하여 동작할 수 있도록 함으로써, 보다 유용한 사물인터넷 응용과 서비스를 제공할 수 있도록 하는데 있다[3]-[6].

오픈소스 사물인터넷 환경을 통해 기대할 수 있는 효과들은 다음과 같다.

- 낮은 진입비용: 일반적으로 오픈소스는 대부분 별도의 비용 없이 다운로드 및 소스코드 수정·재배포가 가능한 것이 특징이다. 따라서 초기 개발 비용이 적게 요구 된다는 장점이 있다.
- 빠르고 유연한 개발: 오픈소스 프로젝트는 보통 최신 기술 정보 및 문제점과 해결책을 공유하는 형태로 자유롭게 운영되기에 독점 프로그램에 비해 기술 혁신 속도가 빠르다.
- 결합 확장성: 오픈소스 프로젝트들은 다른 오픈소스 프로젝트를 함께 활용함으로써 새로운 응용들을 손쉽게 확장 개발 가능할 수 있다. 또한 다양한 정보를 개발자들에게 손쉽게 제공할 수 있어 다양한 응용 개발이 빠르게 진행될 수 있다.
- 다양한 기술 기여도: 오픈소스 프로젝트에는 다양한 멤버들이 참여하여 자유롭게 자신의 생각과 요구사항에 맞는 제한과 기여를 하기에 다양한 관점을 수용하는 변화가 가능하다.
- 오픈 포맷과 프로토콜: 오픈소스 프로젝트는 주로 오픈포맷 또는 프로토콜을 사용하기 때문에 서로 다른 SW간 상호연동성이 보장되는 장점이 있다. 다수의 기기들이 서로 다른 네트워크를 통해 연결되는 사물인터넷 환경은 오픈소스 기반으로 보다 유연하게 연동될 수 있다.
- 신뢰성과 안정성: 오픈소스 개발 과정에는 전세계에 있는 수많은 우수한 개발자들이 직접개발과 디버깅 과정에 참여하기 때문에 In-house에서 폐쇄적으로 개발되는 독점 프로그램에

비해 비교적 안정적으로 동작 가능하다. 그러나 이러한 신뢰성과 안정성은 많은 개발자들의 적극적인 참여가 있을 때에만 가능한 것이다.

4. 오픈 소스 사물인터넷(OSIoT)의 구성 요소

OSIoT의 구성 요소를 명확하게 정의하기는 어렵지만, <그림2>와 같이 IoT를 위해 필요한 요소들에 적용되는 오픈소스 기술들을 포괄하여 정의할 수 있다. 여기에는 다양한 오픈소스 소프트웨어(OSS:Open Source Software) 뿐만이 아니라, 오픈소스 하드웨어(OSHW: Open Source Hardware), 오픈 데이터, 오픈 API 등과 더불어 클라우드와 네트워크를 위한 오픈스택, 오픈플로우 등과 같은 다양한 오픈 소스 요소들이 함께

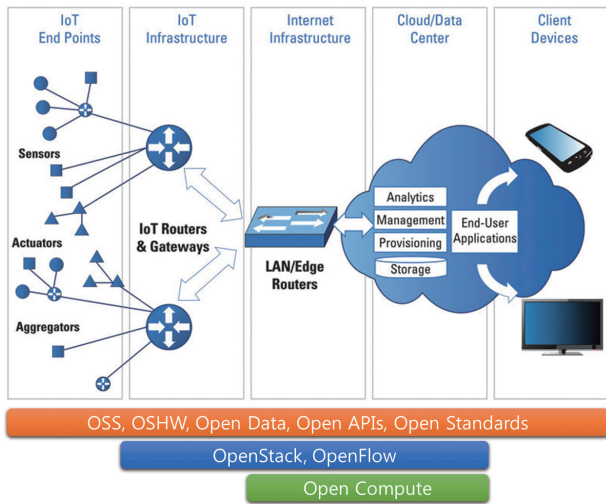


그림 2. 오픈 소스 사물인터넷의 구성 요소 [21 그림 일부 참조]

포함된다.

이러한 OSIoT 구성요소들은 단지 원시 코드를 이용할 수 있도록 하는 것만이 아니라, 오픈소스의 정의(The Open Source Definition)에 명시된 오픈소스 배포 조건들을 만족시킬 수 있어야 한다[7].

- 1) 자유로운 배포(Free Redistribution)
- 2) 소스코드 공개 (Source Code Open)
- 3) 2차적 저작물 허용(Derived Works)
- 4) 소스코드 수정 제한(Integrity of the Author's Source Code)
- 5) 개인 및 단체에 대한 차별 금지
(No Discrimination Against Persons or Groups)
- 6) 사용 분야에 대한 차별 금지
(No Discrimination Against Fields of Endeavor)
- 7) 라이선스의 배포 (Distribution of License)

- 8) 라이선스 적용상의 동일성 유지
(License must not be specific to a product)
- 9) 다른 라이선스의 포괄적 수용
(License must not contaminate other software)
- 10) 라이선스의 기술적 중립성
(License must be Technology-Neutral)

III. OSIoT 표준화 동향 - OIC

1. OIC 개요

오픈소스 사물인터넷을 위한 대표적 조직 중 하나가 OIC(Open Interconnect Consortium)이다. OIC는 다양한 IoT 응용서비스 시장 환경에서 OS, 플랫폼 및 통신방법 간 상호운용성 및 호환성을 확보하고자 삼성전자와 인텔 등 7개 회사들이 모여 공동으로 설립(2014년 7월)한 사실 표준화 컨소시엄이다. OIC는 기업 중심의 표준화 컨소시엄 형태로 기업 중심의 표준을 개발하고 오픈소스를 활용한 시장 보급/확산을 추진한다는 점에서 퀄컴 주도의 AllSeen Alliance, 구글 주도의 Thread Group 과 유사하다.

가. OIC 표준화

OIC는 이사회(Board of Directors)를 중심으로 <표 1>과 같이 총 여섯 개의 작업반(Work Group; WG)으로 구성된다. 각 작업반은 필요시 작업반 권한 내의 역할을 수행하는 실무반(Task Group)을 구성할 수 있다. OIC의 실질적인 표준 제정 작업은 기술기획(Technology Planning: 유스 케이스 개발) 작업반, 표준(Standards: 표준 개발) 작업반 및 오픈소스(Open Source: 오픈소스 코드 개발)에서 이뤄진다[8].

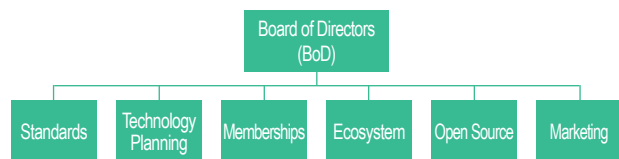


표 1. OIC 조직 구성

OIC의 주요 산출물로는 크게 표준 및 오픈소스 코드로 나눌 수 있다. OIC의 표준 개발은 표준 작업반(이하, SWG)이 담당한다. SWG에서는 기술기획 작업반에서 제안한 유스 케이스 및 관련 요구사항들을 검토하고 이를 바탕으로 기술사양을 정의하고 개발하여 궁극적으로 표준을 발간한다. SWG은 <표 2>와 같이 일곱 개의 실무반으로 구성되어 있고, 각 실무반에서는 해당

표 2. 표준 작업반 산하 실무반 명단

표준 작업반 산하 실무반 명단
Certification Task Group
Core Framework Task Group
Industrial Task Group
New Work Item Task Group
Remote Access Task Group
Security Task Group
Smart Home Task Group

표준의 기술사양을 개발한다.

나. OIC 오픈소스 프로젝트 - IoTivity

OIC에서는 OIC 표준을 구현하는 오픈소스 IoTivity 프로젝트 관리하고 있다. Apache 프로젝트로 운영되고 있는 IoTivity는 현재(2015년 4월) v0.9.0을 배포 중이고, 누구나 다운로드 받아 설치 사용 가능하다. <그림 3>에서와 같이 IoTivity에서는 다양한 산업 분야별 프로파일과 핵심 프레임워크를 정의하고, 개발자가 IoT 애플리케이션을 개발하는 과정에서 필요한 여러 가지 API를 제공할 수 있도록 하며, 다양한 운영체제(현재 리눅스, 아두이노, 타이젠)를 지원한다. API는 RESTful 방식으로 되어 있으며, 다음 네 가지 빌딩 블록을 제공한다.

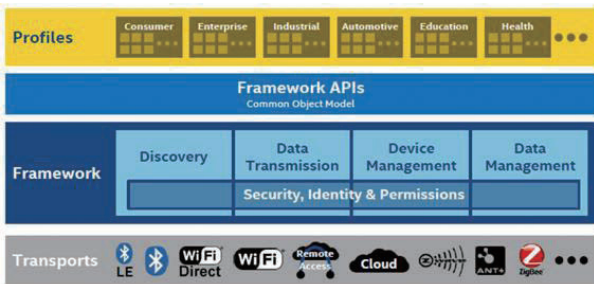


그림 3. OIC Framework 표준과 IoTivity 연관도[8]

- Discovery: 근접/원격에 있는 장비와 자원을 탐색하는 메커니즘을 지원
- Data Transmission: 메시지와 스트림 모델 기반으로 정보 교환과 컨트롤 지원
- Device Management: 장치 구성, 권한 설정, 진단 지원
- Data Management: 다양한 장치로부터 데이터를 수집/저장/분석하는 기능 지원

OIC에서 IoTivity 프로젝트를 총괄하면서 OIC 표준을 오픈소스 코드로 실제로 구현하고 배포하는 역할은 오픈소스 작업반

(이하, OSWG)에서 담당한다. 즉, OSWG에서는 OIC 소스코드 코드를 관리하고, 퀄리티 및 배포시점을 확인하며, SWG에 피드백을 제공한다. OSWG은 OIC 내에서 유일하게 비회원도 참여 가능한 작업반이다. 그 이유는, OSWG은 OIC가 스폰서하는 오픈소스 프로젝트를 관리하고, 그 오픈소스 프로젝트에서 실질적인 오픈소스 코드 작성이 이루어지는데, 오픈소스 프로젝트에는 회원/비회원 누구나 참여 가능하기 때문이다.

다. IPR과 라이선스 이슈

OIC의 가장 큰 특징 중의 하나는 로열티를 면제하는 지식재산권(IPR) 정책에 있다. 이러한 이유로 OIC는 스스로를 RF(Royalty Free) 조직이라고 부르고 있다. OIC의 표준 및 오픈소스 코드에 대한 IPR 정책은 각각 RAND-Z 및 Apache 2.0로 구별된다.

OIC 표준은 RAND(Reasonable and non-discriminatory)-Z(Zero) 정책을 준수하고, 이는 회원사의 특허가 관여된 기술이 OIC 표준으로 최종적으로 선정이 되더라도 합리적(reasonable)이고 비차별적(non-discriminatory)인 조건으로 다른 회원사들의 사용을 로열티 없이 무료(zero)로 허용해야 한다는 의미이다. 한편, OIC 오픈소스 코드는 Apache 2.0 라이선스 정책을 적용하여 소스 코드를 원본 그대로 배포하거나 수정하여 배포하더라도 상업적 이용에 제한을 두지 않으나, 배포할 경우 Apache 2.0 라이선스 정책 수용 여부, 저작권 표시 등에 대해 의무적으로 명시해야만 한다.

IV. OSIoT 구성 요소별 기술 동향

1. 오픈소스 하드웨어(Open Source Hardware)

오픈소스 하드웨어란 각종 HW 제작에 필요한 회로도 및 관련 설명서, 인쇄회로 기판 도면 등을 공개함으로써 누구나 이를 동일하거나 혹은 이를 활용한 제품을 개발할 수 있도록 지원하는 HW를 의미한다. OSS가 소스 코드를 무료로 제공하고 공개하는 것처럼, OSHW는 특정 HW의 디자인을 공개함으로써 누구나든지 이를 바탕으로 HW 제작 방법을 익힐 수 있도록 하는 동시에 수정, 배포 혹은 제조할 수 있도록 허용한다[9].

OSHW의 가장 큰 특징은 기술에 대한 특허 라이선스가 없고 제품 개발에 필요한 리소스가 공개되어 있다는 점이다. 부품을 직접 구매해 조립하기 때문에 완성형 또는 표준형 제품에 비해 가격도 저렴하며, 형태 변경을 통해 전혀 새로운 형태의 커넥티드 기기를 탄생시킬 수도 있다. 제어나 조작에 필요한 소프트웨어 역시 주로 오픈소스 형태로 공개되어 용도에 맞춰 직접 프로

그래밍도 가능하다.

OSHW는 1970년 미국에서 맹아적인 형태로 시작되었다가 80~90년대의 소프트웨어 분야의 오픈소스 철학을 이어받아 90년대 중반부터 다양한 부문에서 적용되기 시작했다. 이후 2005년 아두이노, 라즈베리파이 등의 확산과 함께 급속한 속도로 확산되고 있다. 특히 최근에는 다양한 사물인터넷을 직접 사용자가 설계하고 개발하기 위해 오픈소스 하드웨어를 적극적으로 활용하면서 오픈소스 사물인터넷의 중요한 요소가 되고 있다.

가. 아두이노(Arduino)

2005년 인터랙션 디자이너인 Massimo Banzid와 Davide Cuatielles에 의해 이탈리아에서 탄생한 아두이노는 현재 가장 널리 활용되고 있는 OSHW 플랫폼 중 하나이다. Atmel사의 AVR MCU(Micro Control Unit)을 사용하는 보드로서 임베디드 개발 경험이 전혀 없는 이용자들이 쉽게 활용할 수 있도록 개발툴이나 회로도 등을 오픈소스 형태로 제공하고 있다. 아두이노는 저사양의 보드이지만, 센서와 액츄에이터를 이용할 수 있는 여러 개의 디지털핀과 아날로그 핀들을 제공하여, 조도/온도/습도 등의 다양한 센서 등을 연결할 수 있고, 확장 모듈인 '셸드(Sheild)'등을 손쉽게 결합할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 현재 아두이노의 HW 버전은 Due, Diecimila, UNO, Leonardo, Mega, Nano, Yun 등의 버전으로 다양하게 분화되어 발전되고 있고, 판매량과 사용량이 급성장하고 있다. 이러한 이유로 새로 등장하는 OSHW들도 아두이노 호환 보드의 특징을 제공하거나, 아두이노와 연계성을 강조하는 형태로 출시되고 있다[5][9][10].

나. 라즈베리 파이(Raspberry Pi)

라즈베리 파이는 영국의 라즈베리 파이 재단이 교육 목적으로 개발한 초소형 싱글 보드 컴퓨터로, 기존의 PC와 유사하게 키보드와 모니터 등을 연결해 사용할 수 있는 형태로 개발되었다. 라즈베리 파이의 장점은 최소 256MB 이상의 RAM을 사용할 수 있으며, 리눅스 운영체제를 기반으로 하고 있어 실생활의 다양한 분야에 적용할 수 있다는 점이 특징이다. 2012년 2월까지 수차례의 모델 개선을 거쳐 정식으로 발매를 시작하였고, 계속된 기능 개선과 성능 향상 노력을 기울이고 있다.

라즈베리 파이는 아두이노와 마찬가지로 다양한 센서와 액츄에이터를 연결해 다양한 기능을 구현할 수 있도록 하는 특징을 갖고 있으며, 고성능 CPU와 운영체제의 특징 덕분에 교육용 뿐 아니라 연구용으로도 활용되고 있다. 특히 아두이노와 연계하여 아두이노를 통해 다양한 센서를 연계하고, 라즈베리 파이를 이용한 로직 처리와 네트워크 연계 등을 하는 방식의 프로토타입 개발도 다양하게 시도되고 있다[5][9][10].

다. 인텔 에디슨(Edison)

인텔 에디슨은 갈릴레오 보드에 이어 인텔에서 두 번째로 출시한 보드이다. 에디슨은 초소형으로 다양한 IoT 관련 서비스에 적용하기 위한 범용 플랫폼을 목표로 등장하였다. 표준 SD 카드와 크기가 같아 SD 카드 슬롯에 장착 가능하며, 작은 크기와 저전력, 풍부한 기능, 그리고 다양한 SDK 제공이 큰 장점이 될 수 있다.

에디슨은 개선된 Quark 프로세서를 사용하고 있으며, WiFi, BLE(Bluetooth Low Energy), 메모리, 스토리지 등이 통합되어 있으며 70핀 커넥터를 통해 30개 이상의 산업표준 I/O 인터페이스를 지원한다. 에디슨은 아두이노와의 호환성을 갖는 확장보드도 함께 출시하여 호환성을 갖도록 하고 있다[5][9][10].

2. 오픈소스 네트워크 및 인프라

다양한 장치와 데이터를 통합하는 IoT 환경이 더욱더 광범위해지고 거대해지면서 IoT 데이터를 보다 빠르게 전송/유통/보관/분석할 수 있도록 하기 위해 네트워크 분야와 서버, 클라우드, 빅데이터 분야에서도 다양한 오픈소스 프로젝트들이 추진되고 있다.

오픈 소스 기반의 개방형 네트워크 및 인프라 개발 환경을 요구하는 첫 번째 요인은 애플리케이션 서비스가 사용자 참여 개발에 의하여 다양하게 발전함에 따라, 서로 다른 애플리케이션 서비스를 최적으로 제공하기 위한 인프라 기술도 맞춤형으로 개발되어야 한다는 점이다. 두 번째로는 애플리케이션 서비스 순환 주기가 짧아지고 있다는 점을 들 수 있다. 기존과 다른 방식으로 네트워크 트래픽을 유발하거나 보다 지능적인 인프라의 지원을 요구하는 새로운 애플리케이션 서비스의 등장과 확산이 빈번하게 일어나고 있다. 이러한 애플리케이션 각각이 요구하는 서로 다른 네트워크 및 인프라를 동적으로 적시에 제공하기 위하여 신속한 네트워크 및 인프라 개발 환경이 필요하다

가. 오픈소스 클라우드 - 오픈 스택(OpenStack)

2010년 7월 Rackspace사와 미국 항공우주국에 의해 오픈소스 프로젝트로 시작된 오픈스택(OpenStack)은 일반적인 서버에서 클라우드 컴퓨팅 서비스에 필요한 서버가상화, 네트워크 가상화, 스토리지 가상화 그리고 웹기반 통합 UI등 클라우드 인프라를 구성하는데 필요한 모든 것들을 포함한 통합 클라우드 플랫폼을 제공해준다. 현재는 Rackspace, HP, IBM, Dell, RedHat, Canonical, Cisco, VMware 등 200 개 이상의 회사들이 참여 하고 있고, 2012년 창설된 비영리 단체인 OpenStack Foundation에서 유지, 보수하고 있으며 아파치 라이선스하에 배포되고 있다[11].

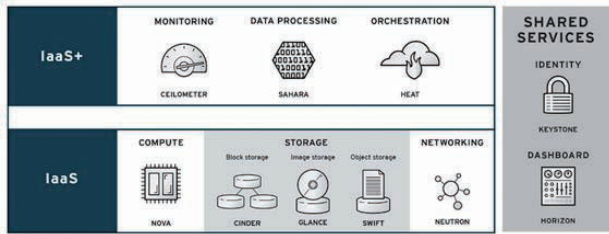


그림 4. 오픈스택의 구조 및 주요 구성 요소

오픈스택의 주요 구성 요소에는 <그림 4>와 같이 노바(Nova), 스위프트(Swift), 신더(Cinder), 뉴트론(Neutron) 등이 있다. 오픈스택 노바는 클라우드를 구성하는 가상머신(VM, Virtual Machine)을 생성하고 삭제하는 등의 관리 기능을 하는 부분으로 오픈스택에서 기본 핵심 기능에 해당한다. 스위프트와 신더는 스토리지 자원을 관리한다. 스위프트는 데이터를 오브젝트(object) 단위로 관리하며, 신더는 블록(block) 단위로 관리한다. 뉴트론은 가상 네트워크 주소 할당과 같은 네트워킹 관리를 담당한다[12].

나. 오픈소스 네트워크 관리 - 오픈 플로우(Open Flow)

SDN(Software Defined Networking)과 NFV(Network Function Virtualization)가 급부상한 이후로 네트워크 관리 분야에서 오픈소스가 그 핵심으로 부상하고 있다. 네트워크 제어를 위한 오픈 소스는 산업체나 연구소가 개발한 네트워크 제어 소프트웨어를 오픈 소스화한 트레마(Trema), 류(Ryu), 플러드라이트(Floodlight) 등을 비롯하여 학계와 산업계를 중심으로 다양한 커뮤니티가 등장하고 발전해 왔다. 류, 플러드라이트 등은 오픈플로우(OpenFlow) 프로토콜을 기반으로 네트워크 제어 기능을 지원한다. 오픈플로우는 ONF(Open Networking Foundation)에서 표준화한 SDN 표준 프로토콜로 캐리어급 네트워크 제어를 위한 표준화가 계속 진행되고 있다. ONF는 전세계 약 150여 곳의 회원을 보유하고 있으며, 국내 기업은 한국전자통신연구원(ETRI), 삼성전자, KT, SKT 등이 참여하고 있다[12][13][14].

오픈 플로우 표준에 제약을 두지 않고 네트워크를 제어하려는 오픈 소스 커뮤니티들도 등장하고 있다. 글로벌 제조업체 중심의 오픈 데이라이트(ODL:OpenDaylight)와 학계를 중심으로 진행되는 오픈 네트워크 운영 체제(ONOS: Open Network Operating System)는 오픈플로우 표준을 지원하는 네트워크 장비뿐 아니라 오픈플로우를 지원하지 않는 장비도 제어하는 기능을 제공하고자 하고 있다[12].

NFV를 위한 오픈소스 프로젝트로는 개방형 플랫폼(OPNFV, Open Platform for NFV) 프로젝트도 진행되고 있다. OPNFV에서는 NFV표준화를 주도하던 유럽통신표준기구(ETSI) 산하

NFV 산업표준그룹(ISG)과 긴밀히 협력하며 개방형의 NFV 레퍼런스 플랫폼 표준을 구현해 나갈 계획으로 있다.

다. 오픈소스 데이터센터 - 오픈 컴퓨트(Open Compute)

OCP(Open Compute Project)는 최소한의 비용으로 가장 효율적인 컴퓨팅 인프라를 구축하겠다는 취지로 2011년 4월에 페이스북이 발표하면서 시작되었다. OCP는 페이스북의 거대한 데이터센터를 구축하고 운영하면서 얻은 경험과 기술들을 모두 공유하고 전 세계의 엔지니어들이 참여하여 개선하고 발전시키는 오픈소스 데이터 센터 프로젝트이다.

OCP는 저렴하고 실용적인 서버와 오픈 랙(Open Rack, 데이터 센터 인프라를 랙에 통합하기 위해 데이터센터용으로 설계된 랙 표준)을 위한 모듈형 I/O 스토리지, 그리고 기존보다 '친환경'적인 데이터센터 설계를 목표로 하고 있다. 초기에는 단순한 서버설계 정보 공유에서 출발하여 현재는 <그림 5>에서와 같이 데이터센터에 필요한 대부분에 대한 사항은 오픈소스화하고 있다.

OCP 프로젝트는 페이스북은 3년 동안 20억 달러 이상의 비용을 절약할 수 있었고, 8만 채의 가구에 1년 동안 전력을 공급할 수 있을 정도의 에너지를 절감하였다고 하며, 탄소 배출량도 40만톤 가량 줄어들었는데, 이는 도로에서 9만 5,000대의 차량이 줄어든 것과 동일한 정도라 할 수 있다.

Network	Interconnect	SDN	Hardware	Operating System	
Storage	HDFS	Swift	Posix (ext / xfs)	Open Vault	Cold Storage
Server	Linux	Open Stack	IPMI	2-socket Intel/AMD	Group Hug + ARM SOCS
Rack	Co-lo		Open Rack		
Data Center	Co-lo		Greenfield	Cold Storage	

그림 5. OCP 프로젝트 현황

V. OSIoT의 미래

빠르게 변화되는 기술 환경 속에서 사물인터넷이 다양한 기기들을 효과적으로 연결하고 통합하기 위해서는 독자적이고 폐쇄적인 기술이 아닌 다양한 오픈소스 중심의 환경이 되어야 하는데 공감대가 커지고 있다[15].

클라우드 분야의 오픈 스택, 네트워크 분야의 오픈 플로우, 오픈 NFV를 비롯한 다양한 오픈소스 기술들이 활용되고 있고, 새로운 센싱 모듈 개발과 응용서비스를 위해 아두이노/비글본/에디슨 등

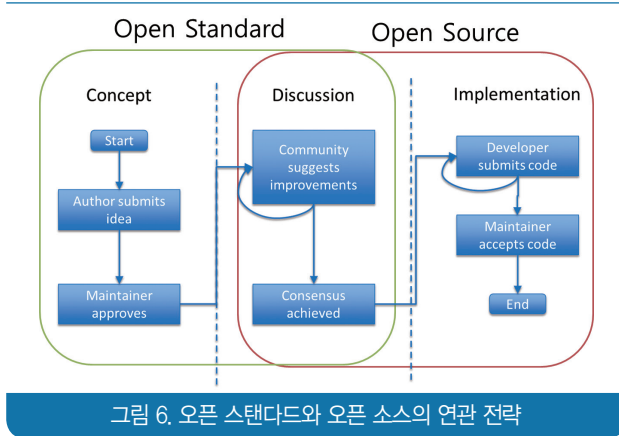


그림 6. 오픈 스탠다드와 오픈 소스의 연관 전략

의 오픈소스 하드웨어를 사용하는 다양한 프로젝트들도 진행되고 있다. 사물인터넷 기기와 서비스들을 연동하기 위한 오픈소스 IoT 서비스 프레임워크와 오픈 API 들도 개발되고 있고, 오픈 데이터를 통해 다양한 공공 데이터를 공개하고 서로 다른 데이터들을 연계하여 활용할 수 있는 기술들도 개발되고 있으며, 다양한 오픈 스탠다드들이 동시에 개발되고 있다. 바야흐로 오픈소스 사물인터넷 시대의 서막이 열릴 준비를 하고 있다[16]~[20].

또 다른 한편에서는 <그림 6>과 같이 표준 개발과 동시에 시장과 제품에 보다 빠르고 호환성 있게 확산될 수 있도록 하기 위해 오픈소스 프로젝트를 시작하여 관련 구성요소들을 공동 참조 구현하여 배포하는 경향도 확산되고 있다.

표준화 단계에서는 다양한 논의를 통해 공통의 요구를 수렴하고 해당 기술과 실행 방식 등을 합의 결과물인 표준으로써 만들고, 오픈소스 단계에서는 오픈소스 프로젝트를 통해 다양한 개발자들이 참여하여 표준 규격을 실행할 수 있는 성능 효율성이 높고 효과적인 코드를 함께 구현하고 합의 결과물인 오픈소스 코드로 만드는 과정이다.

오픈소스와 오픈 스탠다드를 결합하는 형태는 <그림 6>과 같이 표준 규격 제정과 제정된 규격을 실행할 수 있는 환경을 함께 제공함으로써 상호호환성 문제를 근본적으로 해결하고, 보다 빠르게 시장에 배포할 수 있는 환경을 제공한다는 의미를 갖는다. 이를 통해 구현 가능하고 실행 가능한 표준을 만들면서, 시장친화적 표준화를 추진한다는 장점 또한 갖게 된다.

VI. 결론 및 시사점

사물인터넷은 단말 센서 노드에서부터 네트워크, 데이터 센터, 클라우드 그리고 사용자 단말까지를 모두 아우르는 거대한 환경이라 할 수 있다. 이에 본 논문에서는 사물인터넷의 전체 구성요소의 관점에서 오픈소스 기반의 오픈소스 사물인터넷의

현황과 가능성을 살펴보았다.

사물인터넷은 수많은 형태의 프로토콜과 플랫폼, 소프트웨어와 하드웨어 기술들이 결합되며, 이를 기반으로 다양한 데이터들과 서비스들이 연계되는 어플리케이션 환경도 함께 제공될 수 있어야 한다. 이러한 복잡한 환경은 결코 단일 기업의 폐쇄적인 기술로 개발할 수 없는 것이며, 개방형 협력 모델을 기반으로 하는 오픈소스 사물인터넷이 절대적으로 필요하다.

오픈소스 사물인터넷이 필요한 두 번째 이유는 보급/확산에 있다. 오늘날 가장 많이 활용되고 있는 웹 기술이 다른 인터넷 기술들에 비해 빠르게 시장에 보급되었던 중요한 이유는 핵심기술이 공개되고 특허 로얄티 없는 표준 환경이 제공되었기 때문이라 할 수 있다. 사물인터넷이 보다 폭넓게 보급되기 위해서는 이처럼 공개되고 특허 로얄티 없는 환경이 적극 보장될 필요성이 있다.

오픈소스 사물인터넷이 필요한 세 번째 이유는 사물인터넷의 궁극적인 비전이 “모든 사물의 연동과 이를 통해 인류를 위한 편의성 제공”에 있기 때문이다. 이러한 연결성과 공공성을 만족시키기 위해서는 정보의 공개와 공유, 자유로운 유통이 보장될 수 있어야 하며, 이를 기반으로 오픈 이노베이션을 적극 유도해야 한다.

지금까지 살펴본 것처럼 오픈 소스와 오픈 생태계는 단순 일시적인 유행이 아닌 본질적이면서도 계속 커져가는 대세적 흐름이라 할 수 있다. 과거에도 유비쿼터스, RFID/USN, M2M, 그리고 사물인터넷까지 개방형 구조에 대한 관심과 시도는 있었으나, 실제적으로는 적극적인 개방을 하지는 않았었다고 할 수 있다. 소극적인 일부 개방과 적극적인 오픈소스화에는 큰 철학의 차이가 있다. 이제라도 사물인터넷의 전체 구조 속에서 오픈 스탠다드와 오픈소스, 그리고 오픈 생태계 확산을 적극 고려하면서, 관련 기술 개발과 표준 개발을 통해 오픈소스 사물인터넷에 대한 경쟁력을 확보하는 것이 필요한 시점이다.

Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부의 지원을 받는 정보통신방송표준 개발지원사업의 연구결과로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] 이형규, 김말희, 방효찬, “사물인터넷(Internet of Things) 기술 동향 및 발전 방향”, 정보처리학회 제21권 제2호, 2014.3
- [2] 정혁, 이대호, “사물인터넷의 진화와 정책적 제언”, KISDI

Premium Report 14-03, 2014년 4월

- [3] 강민수, “개방형 IoT 플랫폼 기술 동향”, KEIT PD ISSUE REPORT, VOL 12-10, 2012.12
- [4] 박수홍, “사물인터넷을 위한 오픈 소스 움직임”, 주간기술동향, 2013.12.25.
- [5] 오유미, 이성원, “IoT와 오픈소스 개발 플랫폼”, 정보과학회지, 2014.6
- [6] 강윤희, “사물인터넷 환경 구축을 위한 응용 프레임워크 연구 동향”, 전자공학회지, 2015.3
- [7] 정보통신부, 컴퓨터프로그램보호위원회, “오픈소스SW 라이선스 가이드”, 2007
- [8] David Brenner, “Introduction to the Open Interconnect Consortium (OIC)”, SOSCON, 2014.9
- [9] 유재필, “오픈소스 하드웨어 플랫폼(OPHW) 동향 및 전망”, Internet & Security Focus, 2013.8
- [10] 유영창, “오픈소스 하드웨어 동향과 기업적용 전략”, KESSIA 이슈 리포트, 임베디드소프트웨어.시스템산업협회, 2014.7
- [11] 백동명, 강동재, 정성인, 이범철, “오픈스택 및 오픈소스 영향력”, 주간기술동향, 2013.12.4.
- [12] 백은경, “소프트웨어 기반 NFV 상용화와 오픈 소스 기반 개발 동향”, TTA Journal, Vol.157, 2015년 1월/2월
- [13] 이성원, “OPNFV: 오픈소스 소프트웨어 NFV 플랫폼”, TTA Journal, Vol.157, 2015년 1월/2월
- [14] 유재형, 김우성, 윤찬현, “SDN/OpenFlow 기술 동향 및 전망”, KNOM Review, Vol. 15, No. 2, 2012년 12월
- [15] 정진용, 이재학, “사물인터넷과 주변 생태계의 변화”, 주간기술동향, 2014.2.12.
- [16] 윤주상, 최영환, 홍용근, “사물인터넷을 위한 IETF 표준화 기술 동향”, 한국통신학회, 정보와 통신, 2014.9
- [17] IPv6 Focus, “IPv6 기반 Internet of Things(사물인터넷) 기술 동향”, KISA, 2014.8
- [18] 전중홍, “사물 웹(Web of Things) 표준화 동향”, TTA Journal, Vol.155, 2014.9
- [19] 신동형, “IoT 시대, 모바일 시대와 달라지는 3가지”, LG Business Insight, 2014.7.16.
- [20] 전승우, “사물 인터넷 시대 앞두고 네트워크가 진화하고 있다”, LG Business Insight, 2014.10.29.
- [21] BILL WEINBERG, “Open Source and the Internet of Things: Roles, Reach and Rationale for Deploying OSS”, <http://rtcmagazine.com/articles/view/105734>
- [22] Scott Wilson's Workblog, <http://zope.cetis.ac.uk/members/scott/>

약 력



전 중 홍

1996년 한림대학교 컴퓨터공학과 석사
 1996년~1999년 한국정보시스템 기술개발연구소
 주임연구원
 1999년 ETRI 표준연구센터 근무
 2004년 TTA 웹 프로젝트 그룹(PG605) 부의장
 2006년 TTA 국제표준전문가
 2011년 정보과학회 CG&I 소사이어티 운영이사
 2012년~2013년 TTA 휴대폰 촬영음
 실무반(WG703) 의장
 2014년 HTML5융합기술포럼 표준기술위원장,
 사물웹 WG 의장
 관심분야: 모바일 웹, 모바일 응용, IoT/WoT, 시스템
 웹, 스마트 웨어러블



차 홍 기

2010년 KAIST 전자공학과 석사
 2010년~2012년 ETRI 정보통신부품소재연구소
 2013년 ETRI 표준연구센터 근무
 2013년~2014년 미래창조과학부 2014 ITU
 전권회의 준비기획단
 2015년 TTA 국제표준전문가
 관심분야: 웹표준, HTML5, Javascript, IoT,
 웨어러블 디바이스



이 원 석

2008년 충남대학교 컴퓨터공학과 박사
 2003년~2011년 한국전자통신연구원
 표준연구센터, 선임연구원
 2005년 W3C 대한민국 사무국 코디네이터
 2008년 W3C Spec 에디터
 2010년 W3C HTML5 대한민국 관심그룹 의장
 2011년~2015년 삼성전자 무선사업부,
 수석연구원
 2012년~2015년 W3C System Applications WG
 의장
 2014년 HTML5융합기술포럼 HTML5 & Hybrid
 App 분과장
 2015년 한국전자통신연구원 표준연구센터,
 선임연구원
 2015년 TTA IT 국제표준전문가
 관심분야: HTML5, Web Platform, Web of Things,
 Internet of Things 표준 기술 개발



김 형 준

1988년 광운대 컴퓨터공학과 석사
 2007년 충남대 컴퓨터공학과 박사
 1994년~1997년 브뤼셀대학교 전산학과
 방문연구원
 2007년~2008년 버지니아 주립대학교 전산학과
 방문연구원
 2013~현재 ETRI 표준연구센터 센터장, ITU-T
 SG13 부의장, ITU-T FG on M2M
 국제부의장
 2014~현재 TTA 사물인터넷
 특별기술위원회(STC01) 의장
 관심분야: 모바일RFID, USN, M2M, IoT,
 미래네트워크 분야