

# 오픈소스 하드웨어와 클라우드 서비스 기반의 개방형 IoT 플랫폼 구축

류대현\* · 최태완\*\*

Development of Open IoT platform based on Open Source Hardware & Cloud Service

Dae-Hyun Ryu\*, Tae-Wan Choi\*\*

요약

모든 사물이 지능화되고 인터넷과 연결되는 IoT의 시대가 열리고 있다. IoT 생태계 구축과 활성화를 위해서는 개방형 IoT 서비스 플랫폼이 무엇보다도 중요하다. 본 논문에서는 개방형 IoT 서비스 플랫폼의 한 요소로서 오픈 소스 하드웨어와 대표적인 상용 클라우드 서비스인 AWS를 기반으로 하는 개방형 IoT 플랫폼을 개발하고 테스트베드를 구축하여 그 기능을 확인하였다.

ABSTRACT

The era of IoT in which all objects are intelligent and are connected to the internet has been started. In order to establish and activate an IoT eco system, open IoT services platform is very important. In this paper, we develop an open IoT services platform and verified the function by building a testbed. Our platform based on the open source hardware and commercial cloud services such as AWS which is a component of an open service IoT platform.

키워드

IoT services platform, Sensor, Open Source, Arduino, Cloud Service  
사물 인터넷 서비스 플랫폼, 센서, 오픈 소스, 아두이노, 클라우드 서비스

## 1. 서론

사물인터넷(IoT: Internet of Things)은 센싱기술과 무선통신기술을 융합하고 인터넷을 통해 기기·기계·장비뿐 아니라 사람·자원·상품 등 모든 사물을 양방향으로 연결하고 관련 데이터의 상호 공유·활용을 실현하는 인프라를 제공할 수 있다. 이를 통하여 이전에는 상상하기 어려웠던 실시간 상태 파악과 실

제 데이터에 기반한 최적화가 가능해 지고 있다[1-2].

최근 IoT에 대한 관심은 가히 폭발적이라 할 수 있으며 주변의 모든 사물들이 연결되어 다양한 서비스를 제공하는 초연결 사회에 대한 기대감이 어느 때보다 커지고 있다[3]. IoT 시대가 본격적으로 열리게 되면, 사용자가 직접 개입하지 않아도 필요한 정보가 자동적으로 전달되고 주변 사물이 스스로 필요한 작업을 수행하게 될 것으로 보인다. 이러한 IoT를 통해

\* 한세대학교 IT학부 교수(dhryu@hansci.ac.kr)

\*\* 교신저자 : 경남과학기술대학교 메카트로닉스공학과

• 접수일 : 2016. 04. 21

• 수정완료일 : 2016. 05. 13

• 게재확정일 : 2016. 05. 24

• Received : Apr. 21, 2016, Revised : May. 13, 2016, Accepted : May. 24, 2016

• Corresponding Author : Taewan Choi

Dept. of Mechatronics Eng., Gyeongnam Nat'l Univ. of Sci. & Tech.

Email : twchoi@gntech.ac.kr

우리의 삶은 편의성, 안전성, 생산성 등의 측면에서 혁신적으로 변화될 것이다.

그러나 이러한 지능적인 IoT 서비스 시나리오는 여러 문제점으로 인해 아직 현실화되지 못하고 있다. 그 이유는 여러 가지가 있지만 사물의 센싱에서 발생하는 수많은 서비스를 공통적으로 처리할 수 있는 개방형 IoT 서비스 플랫폼 부재를 중요한 이유로 들 수 있다. 2020년 500억 개가 된다고 하는 사물의 특성, 위치 정보 등을 등록할 수 있는 개방형 서버, 응용서비스를 만들기 위한 개방형 API, 다양한 서비스를 관리하고 제공하는 개방형 서버를 통한 개방형 시스템이 바로 IoT 생태계 구축과 활성화의 중요한 요소라 할 수 있다[3-4].

본 연구에서는 오픈 소스 하드웨어와 상용 클라우드 서비스 기반의 개방형 IoT 플랫폼을 구축하고, 대표적인 상용 클라우드 서비스인 아마존 웹 서비스(AWS: Amazon Web Service)를 이용하여 IoT 클라우드 서비스를 구현하고 라즈베리 파이나 아두이노(Arduino)와 같은 다양한 오픈소스 하드웨어를 적용하였다.

AWS는 아마존에서 제공하는 클라우드 서비스로 아마존이 온라인 서점 회사에서 세계 제 1의 클라우드 회사로 발돋움하면서 개발한 다량의 클라우드 API들을 사용할 수 있다. 아마존 자체도 AWS를 기반으로 구축되어 있으며, 많은 스타트업들이 자체적으로 서버를 구축하고 서비스를 제공하는 것보다, AWS를 이용하여 서비스를 구축하는 것이 비용도 훨씬 싸게 들고 AWS의 수많은 API들이 개발 비용을 절감시켜 주므로, 많은 스타트업들이 AWS를 기반으로 개발을 시작한다. 즉, AWS는 일종의 IaaS(Infrastructure as a Service) 라고 볼 수 있으며, PaaS(Platform as a Service), SaaS(Software as a Service) 형태의 서비스로 확장해 나가고 있다. 본 연구에서는 AWS 클라우드를 이용하기 위해 제공하는 EC2(Elastic Cloud Computing), RDS(Relational Database Service) 서비스 기능을 이용하였다. EC2 서비스는 AWS의 핵심 서비스로서 가상의 서버를 제공하는 서비스이다. 또한 오픈 소스 하드웨어인 아두이노와 라즈베리파이를 적용하여 온도, 습도, 조도 및 영상을 모니터링하고 LED를 제어 할 수 있도록 구성하였다. 센싱 데이터는 구글 차트를 이용하여 시

각적으로 표현될 수 있도록 하였다.

IoT를 활성화하기 위해서는 다양한 사물의 개발이 선행되어야 하는데, 최근 활성화 되고 있는 오픈 소스 하드웨어를 이용한다면 개방형 생태계 구축에 도움이 될 것으로 판단된다. 본 연구에서는 AWS를 백엔드 데이터 처리 인프라로, 오픈 소스 하드웨어인 아두이노를 센싱 디바이스로, 라즈베리파이를 게이트웨이로 하는 IoT 플랫폼을 구성하여 전산실 내의 온·습도를 모니터링 하는 시스템을 구성하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 관련 기술 및 동향을 간단히 설명한다. 3장에서는 전체 시스템 구성을 제시하고 본 연구에서 개발한 AWS 기반의 IoT 테스트베드 구축에 관해 기술하였다. 4장에서는 3장에서 개발된 모듈을 적용 시험하기 위한 시험 환경을 구축한 내용과 몇 가지 구현 결과들을 기술하고, 5장에서 결론과 향후 연구방향을 제시하였다.

## II. 관련 연구

### 2.1 오픈 소스 하드웨어

IoT가 제대로 가치를 만들기 위해서는 통신이 가능한 사물, 사물간의 통신을 연결해주는 통신 네트워크, 사물간의 통신으로 수집된 정보로 판단 및 제어를 해주는 서비스의 3가지 요소가 효과적으로 결합되어야 한다[6-7].

이 중에서 사물은 주변의 데이터를 수집할 수 있는 능력과 통신 기능을 갖고 있어야 하는데, 기존에는 이러한 정도의 기능을 가진 사물을 제조할 수 있는 것은 대기업의 영역으로 간주되었다. 그러나 최근에 라즈베리 파이나 아두이노와 같은 오픈 소스 하드웨어가 소개되면서 다양한 분야의 사람들이 손쉽게 자신의 아이디어를 사물로 실현화할 수 있게 되었다[8-9].

오픈 소스 하드웨어는 디자인이 공개된 하드웨어로써, 누구나 하드웨어를 배우고, 수정하고, 배포하고, 제조하고, 판매도 가능하다. 최근 각광받는 오픈 소스 하드웨어 보드로는 아두이노, 저렴한 가격이지만 강력한 오픈 소스의 지원을 받고 있는 라즈베리 파이, 인텔 갈릴레오 등이 있다.

본 논문에서는 Bluetooth 4.0 Low Energy를 지원하는 초소형 아두이노 호환 모듈인 RFduino를 이용

하여 BLE RF 센서 모듈을 개발하였다. RFDuino는 Arm Cortex-M0 32bit Processor 를 내장하고 있고 아두이노 스케치 통합프로그램이 호환이 가능하다.

## 2.2 AWS

AWS는 아마존 닷컴이 제공하는 각종 원격 컴퓨팅 서비스이다. AWS에서는 다양한 클라이언트 디바이스에서 필요한 시점에 인터넷을 이용해 공유 풀에 있는 서버, 스토리지, 애플리케이션, 서비스 등과 같은 IT 리소스에 쉽게 접근이 가능하다. API의 집합으로 이루어진 AWS는 어떤 개발자든지 아마존의 외부에서 아마존의 내부 데이터와 기술을 프로그래밍적으로 접근할 수 있게 해준다. AWS는 2.0 기반의 서비스 중 가장 성공적인 사업 모델을 구축한 대표적인 사례로 꼽히며, 아마존에 축적된 DB 와 기술을 공개하여 사용자의 요구에 맞게 재구성할 수 있는 웹서비스 모델을 제시한다.

아마존에서 제공하는 신뢰할 수 있고 효율적인 비용 기능을 활용하여 복잡하고 다양한 애플리케이션을 만들 수 있고, 웹 서비스 자체는 사용자의 환경 외부에 있는 클라우드에 상존하며 고가용성을 지원가능한 시스템이다.

애플리케이션을 개발, 관리 및 운영하기 위해서는 다양한 기술 서비스가 필요하다. AWS에서는 보안, 글로벌 인프라, 컴퓨팅, 스토리지, 콘텐츠 배포, 데이터베이스, 애플리케이션 서비스, 배포 및 관리, 개발 지원, 기존 인프라와 통합, 빅 데이터, 에코 시스템의 여러 가지 서비스를 제공하고 있다.

지난 10월 8일, 미국에서 개최된 AWS Invent 2015의 기조연설에서는 AWS CTO인 워너 보겔즈가 등장했다. 그는 디바이스로부터의 통신이나 보안, 데이터의 라우팅 필터링 등을 다루는 통합 IoT 서비스 'AWS IoT'를 발표했다.

AWS IoT는 디바이스를 AWS 서비스 및 다른 디바이스에 연결하고, 데이터 및 상호 작용을 보안하며, 디바이스 데이터를 처리하고 이를 기반으로 운영하고, 디바이스가 오프라인일 때도 애플리케이션이 디바이스와 상호 작용할 수 있도록 해주는 플랫폼이다.

또한 AWS IoT는 IoT용 기기 또는 모바일 앱과 서비스를 쉽고 빠르게 연결하기 위한 소프트웨어개발 도구(SDK)도 지원한다. SDK는 'AWS IoT 디바이스

SDK'라는 이름으로 제공된다. 이걸로 MQTT, HTTP, 웹소켓 프로토콜 기반의 기기와 AWS IoT간 연결, 인증, 메시지 송수신이 가능하다. 임베디드 운영체제(OS) 환경을 위한 C-SDK, 임베디드 리눅스 환경을 위한 자바스크립트SDK, 아두이노 Yun(Yun) 환경을 위한 아두이노 라이브러리, 3가지로 나누어진다.

## 2.3 MQTT

MQTT(Message Queue Telemetry Transport)는 경량의 Publish/Subscribe(Pub/Sub) 메시징 프로토콜이다. M2M(Machine-to-Machine)과 IoT에서의 사용을 목적으로 만들었다. 이를 위해서 저전력, 낮은 대역폭 환경에서도 사용할 수 있도록 설계되었다. MQTT는 저전력, 신뢰할 수 없는 네트워크, No TCP/IP 기반에서 운용할 수 있다는 장점이 있다. 소형기기의 제어와 센서정보 수집에 유리하다. 이런 특징들로 특히 IoT 영역에서 주목받고 있다.

가전기기, 빌딩, 도시, 산업, 개인 등 다양한 영역에서의 센서 정보를 수집할 수 있다. 네트워크 영역으로 보자면 LAN(가정/소규모 사무실), PAN(개인 네트워크), BAN(빌딩 네트워크), MAN(도시영역 네트워크) 등에서 사용할 수 있다. 즉, 모든 센서 네트워크 영역에서 사용이 가능하다. 센서로부터 받은 데이터를 토대로 기기들을 제어할 수도 있다. 기기제어 역시 MQTT를 이용하면 된다. 이를 위해서는 각 기기에 MQTT broker를 설치하거나 혹은 중앙에 있는 MQTT broker에 bind할 수 있어야 한다. 모바일 애플리케이션을 위한 메시지 Push 서버로도 사용할 수 있다. MQTT의 특징을 살려서 낮은 전력에서 작동하는 Push 서비스를 만들 수 있다. 페이스북의 경우 MQTT를 이용해서 메시지를 push 하고 있다.

AWS IoT의 아키텍처에는 'Device Gateway'가 IoT 디바이스와 클라우드의 통신을 중개한다. Device Gateway는 디바이스의 등록(Subscription)과 데이터 배포(Publish)를 위해 HTTP와 MQTT를 이용해 통신을 한다. 디바이스를 등록할 때에는 X.509의 증명서를 이용한 상호증명이 이뤄지고 데이터도 암호화된다. AWS 인증 기반인 IAM(Identity and Access Management)와 통합되어 있으므로, 다른 AWS의 서비스와도 편하게 연계할 수 있다고 한다.

### III. 시스템 구성 및 구현

본 연구에서 개발한 AWS 기반의 IoT 테스트베드의 전체 구성은 그림 1과 같다. 라즈베리파이를 게이트웨이로 BLE 모듈을 센서 모듈로 이용하였다. AWS 클라우드를 이용하기 위해 제공하는 EC2, RDS 서비스 기능을 이용하였고, BLE 모듈과 라즈베리파이간에는 블루투스4.0으로, 라즈베리파이와 EC2 서버와의 통신에는 TCP/IP와 MQTT 프로토콜이 적용되었다.

본 연구의 선행연구[10]에서 개발한 BLE 센서 모듈은 10 비트 ADC, I2C, SPI, UART와 GPIO 등 다양한 인터페이스를 갖도록 하여 아날로그와 디지털 출력을 갖는 다양한 센서를 인터페이스 할 수 있도록 하였다. 라즈베리파이에도 BLE 모듈을 BLE 모뎀으로 인터페이스하여 다수의 BLE 센서 모듈로부터 생성되는 데이터들을 AWS로 전송되도록 하였다.

AWS에서는 PaaS 서비스인 EC2와 RDS를 제공하는데 EC2는 컴퓨팅 서비스 기능이고, RDS는 MySQL 기반의 DB 서비스 기능이다. EC2에는 받은 센싱 데이터를 제어하는 어플리케이션을 올려놓았고, RDS에서는 제어된 데이터들을 관리하도록 하였다. 클라이언트에서는 AWS의 public DNS를 받아 웹브라우저로 접근할 수 있도록 하였다.

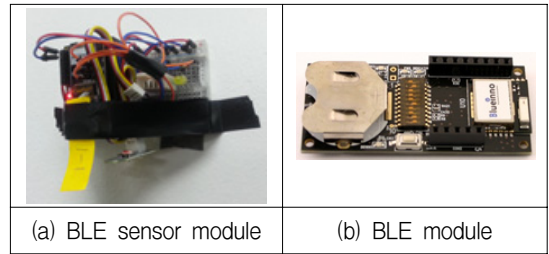


그림 2. BLE 센서 모듈(a)과 BLE 모듈(b)  
Fig. 2 BLE sensor module(a) and BLE module(b)

본 연구에서 게이트웨이로 사용한 라즈베리파이는 리눅스 운영체제 기반의 소형 컴퓨터이다. 라즈베리파이에서 사용되는 프로그래밍 언어에는 파이썬, 자바스크립트, 코볼, C++, 자바가 있다. BLE 센서 모듈과 AWS 서버의 게이트웨이로 BLE 센서 모듈로부터 받은 데이터를 파이썬으로 작성된 어플리케이션을 통해 AWS서버로 전송한다.

### IV. 시험 및 평가

본 연구에서는 저자가 재직하는 대학교의 이공관 건물에 BLE 센서모듈을 부착하여 실시간으로 온도, 습도, 조도 등의 데이터들을 받아오도록 하였다. 이들 센싱 데이터는 이공관 도면과 구글차트를 이용하여 시각적으로 표현될 수 있도록 하였고 맵, 차트, 트위터알림, 웹캠 모니터링, LED 제어 기능 등도 구현하였다.

이들 데이터들을 시각화시켜 사용자가 필요한 정보를 찾도록 돕고, 누적된 데이터를 모니터링하여 분석하고, 분석된 데이터들을 토대로 서비스를 제공한다.

원하는 층에 해당하는 탭을 클릭하면 그림 3과 같이 그 층의 도면이 나타난다. 도면 위에는 센서가 설치된 위치에 센서로부터 수신된 센서의 값들을 테이블로 보여주고 전등의 온오프 상태를 색으로 표시해주고 있다.

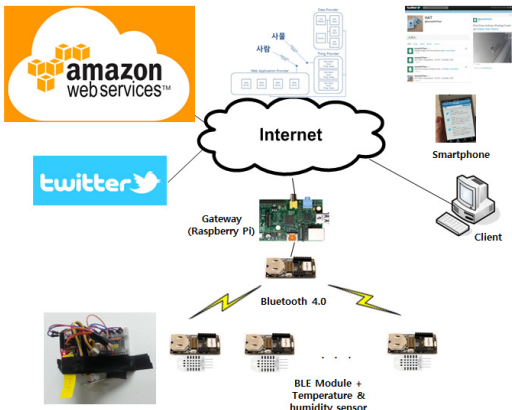


그림 1. 전체 시스템 구성  
Fig. 1 Total system configuration

그림 2는 BLE 모듈과 이 모듈을 이용하여 구성한 온습도 센서 모듈의 외형을 나타낸다[10].

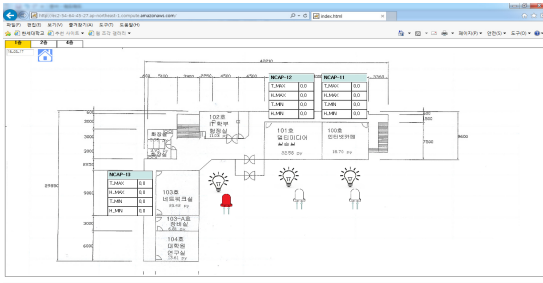


그림 3. 사용자 화면  
Fig. 3 UI

그림 3에서 차트 탭을 클릭하면 차트 화면이 팝업 되고 차트 메인에서 월 별, 일 별, 시간 별, 분 별로 볼 수 있도록 버튼으로 선택할 수 있도록 하였다. 원하는 상황을 클릭하면 그림 4처럼 페이지가 바뀌는데, 디바이스와 날짜를 콤보 박스에서 정하고 검색 버튼을 누르면 위 부분은 온.습도 차트 아래 부분은 데이터가 표로 나타난다.

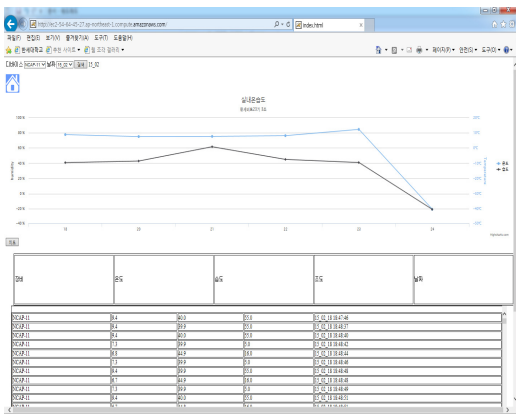


그림 4. 차트 UI  
Fig. 4 UI of Chart

### V. 결 론

IoT 서비스를 개발 과정에서 IoT 기기와 서비스를 연결시 그 과정에 발생하는 데이터를 어디에 두고 어떻게 처리할 것인지가 매우 중요하다. 이러한 백엔드 데이터 처리 인프라를 따로 둘 필요 없이 상용 클라우드 서비스를 활용하다면 서비스를 효율적으로 개발

할 수 있다. 기기와 서비스에서 발생한 데이터를 클라우드에 두고, 클라우드에서 돌아가는 코드가 그걸 처리한 뒤 의사결정을 수행하게 할 수 있다. 개발자는 눈에 보이는 결과물 구현에 집중할 수 있다.

본 연구에서는 AWS를 백엔드 데이터 처리 인프라로, 오픈 소스 하드웨어인 아두이노를 센싱 디바이스로, 라즈베리파이를 게이트웨이로 하는 IoT 플랫폼을 구성하여 전산실 내의 온습도를 모니터링 하는 시스템을 구성하였다.

AWS IoT는 디바이스를 AWS 서비스 및 다른 디바이스에 연결하고, 데이터 및 상호 작용을 보안하며, 디바이스 데이터를 처리하고 이를 기반으로 운영하고, 디바이스가 오프라인일 때도 애플리케이션이 디바이스와 상호 작용할 수 있도록 해주는 플랫폼이다.

BLE 기반의 스마트 센서 모듈은 다양한 센서들과 쉽게 인터페이스 할 수 있고 아두이노 개발 환경을 그대로 이용할 수 있다는 장점을 갖는다. 또한 Bluetooth 4.0을 지원하므로 아이폰이나 안드로이드를 기반으로 하는 스마트 디바이스들과도 쉽게 연동할 수 있다.

**감사의 글**

이 논문은 2015년도 경남과학기술대학교 대학 회계 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

### References

- [1] D. Bandyopadhyay and J. Sen, "Internet of things: applications and challenges in technology and standardization," *Wireless Personal Communications*, May 2011, vol. 58, Issue 1, pp. 49-69.
- [2] H. Sundmaeker, P. Guillemin, P. Friess, and S. Woelffle, "Vision and challenges for realizing the internet of things," *Future Generation Computer Systems archive*, vol. 29 Issue 7, Sept. 2013, pp. 1645-1660.
- [3] Y. Oh and S. Lee, "IoT and the open source development platform," *J. of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, vol. 32, no. 6, June 2014, pp. 25-30.
- [4] K. Min, "Market policy trend analysis of

Internet of Things (IoT)," *KISA: Internet & Security Issues*, vol. 2012, no. 9, Sept. 2012, pp. 3-33.

- [5] K. Nam, "A Study on the Office Management Service Platform based on M2M/IoT," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 12, Dec. 2014, pp. 1405-1413.
- [6] K. Jeong and W. Kim, "The Implementation of Smart Raising Environment Management System based on Sensor Network and 3G Telecommunication," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 6, no. 4, Aug. 2011, pp. 595-601.
- [7] J. Kim, "A cluster head replacement based on threshold in the Internet of Things," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 11, Nov. 2014, pp. 1241-1248.
- [8] Y. Oh and S. Lee, "IoT and the open source development platform," *J. of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, vol. 32, no. 6, June 2014, pp. 25-30.
- [9] J. Kim, "A cluster head replacement based on threshold in the Internet of Things," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 11, Nov. 2014, pp. 1241-1248.
- [10] D. Ryu, "Development of BLE Sensor Module based on Open Source for IoT Applications," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 3, Mar. 2015, pp. 419-424.

## 저자 소개

### 류대현(Dae-Hyun Ryu)



1983년 부산대학교 전기기계공학과 졸업(공학사)

1985년 부산대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1997년 부산대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

1987년 - 1998년 2월 전자통신연구원 선임연구원

1998년 3월 - 현재 한세대학교 IT 학부 교수

※ 관심분야 : IoT, M2M, 정보보호, 영상처리

### 최태완(Tae-Wan Choi)



1983년 2월 : 부산대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사)

1996년 2월 : 부산대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학박사)

1984년 12월 - 1991년 2월 : (주)LG전자 디지털 어플라이언스연구소 선임연구원(팀장)

1997년 3월 - 현재 : 국립 경남과학기술대학교 메카트로닉스공학과 교수

※ 관심분야 : 신호처리, 정보통신, 영상처리, Computer Vision, IoT