

오픈 소스 하드웨어 기반의 IoT 게이트웨이 개발

류대현*

Development of IoT Gateway based on Open Source H/W

Dae-Hyun Ryu*

요 약

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 플랫폼을 위해 오픈 소스 하드웨어인 라즈베리파이를 활용하는 게이트웨이를 개발하였다. 개발한 게이트웨이는 다양한 무선인터페이스를 지원하고 사물인터넷 표준 메시징 프로토콜인 MQTT를 탑재하였다. 게이트웨이의 주요 기능을 검증하기 위하여 IoT 테스트베드를 구축하고 동작을 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 services platform is very important. In this paper, we developed a gateway that utilize the Raspberry Pi which is open source hardware for IoT open service platform. The gateway supports a variety of wireless interface and equipped with MQTT, a standard messaging protocol for IoT. To confirm main function of developed gateway, we built a IoT test bed and verified normal operation of our gateway.

키워드

IoT, Platform, Gateway, Sensor, Open Source
사물 인터넷, 플랫폼, 게이트웨이, 센서, 오픈 소스

1. 서 론

센서, 프로세서, 통신 모듈 등 전자 부품이 초소형화, 저전력화 되고, 빅데이터, 클라우드 등 플랫폼 기술과 LTE 등 네트워크 기술이 발전되면서 모든 사물이 지능화되고 인터넷과 연결되는 IoT(Internet of Things : 사물 인터넷) 시대가 열리고 있다[1-2]. 최근 IoT에 대한 관심은 가히 폭발적이라 할 수 있으며 주변의 모든 사물들이 연결되어 다양한 서비스를 제공하는 초연결 사회(Hyper Connected Society)에 대

한 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 우리의 삶은 편의성, 안전성, 생산성 등의 측면에서 혁신적으로 변화될 것이다. 인간 중심의 인터넷이 사물 중심의 인터넷으로 발전함에 따라 네트워크 트래픽의 대부분을 사물간의 통신이 차지하게 될 것이다. 사물들은 보다 지능화되어 인간의 삶은 보다 스마트해질 것이다.

* 교신저자(corresponding author) : 한세대학교 IT학부 교수 (dhryu@hansei.ac.kr)
접수일자 : 2015. 08. 04

심사(수정)일자 : 2015. 09. 13

게재확정일자 : 2015. 09. 23

IoT는 현재의 이동통신 음성시장의 포화상태를 해결할 수 있는 중요한 융합서비스로 자리 잡을 것이며, 스마트 홈, 스마트 그리드, 헬스케어, 지능형 교통서비스 등을 중심으로 서비스가 다각화될 것으로 전망된다. IoT가 새로운 시장을 창출할 수 있는 분야로 각광받으면서, 미국, 유럽, 일본, 중국 등에서도 정부 주도의 다양한 정책들이 추진되고 있다. 우리 정부도 사물지능통신 기반구축 기본계획, 인터넷 신산업 로드맵 등을 통해 사물인터넷 시장 활성화를 위한 정책을 지속적으로 추진 중이다[4].

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].

IoT를 활성화하기 위해서는 다양한 사물의 개발이 선행되어야 하는데 오픈 소스 하드웨어를 이용하여 손쉽게 아이디어를 실현화할 수 있는 ICT DIY(: Do It Yourself)는 중요한 역할을 할 것으로 판단된다[5-6]. 그러나 ICT DIY로 개발된 디바이스가 인터넷이나 모바일 서비스와 연결되지 못하면 취미 이상으로 발전하기 어려우며, 이러한 상황을 극복하기 위해서는 다양한 IoT 플랫폼과의 연동이 필수적이다.

본 논문에서는 개방형 IoT 서비스 플랫폼을 위해 오픈 소스 하드웨어인 라즈베리파이를 활용하는 게이트웨이를 개발하였다. 개발한 게이트웨이는 다양한 무선인터페이스를 지원하고 사물인터넷 표준 메시징 프로토콜인 MQTT(: MQ Telemetry Transport)를 탑재하였다. 본 논문에서는 개발한 게이트웨이를 적용한 IoT 테스트베드를 구축하고 동작을 확인하였다.

오픈 소스 하드웨어인 라즈베리파이는 리눅스 커널 기반 운영체제를 사용한다. 본 논문에서는 라즈베리파이 2를 사용하였는데 이는 이전 모델보다 6배 빠르고 윈도우 10을 무료로 구동할 수도 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 관련

기술로서 오픈 소스 하드웨어와 상용의 IoT 게이트웨이 제품인 메쉬리움(Meshlium), 그리고 IoT를 위한 표준 메시지 프로토콜 중의 하나인 MQTT에 대해 간단히 설명한다. 3장에서는 전체 시스템 구성을 제시하고 본 연구에서 개발한 IoT 게이트웨이에 대해 기술하였다. 4장에서는 3장에서 개발된 게이트웨이를 적용 시험하기 위한 테스트베드 구축한 내용과 몇 가지 기능 시험 결과들을 기술하고 5장에서 결론을 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 제어해주는 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 파이(Raspberry Pi)나 아두이노(Arduino)와 같은 오픈 소스 하드웨어가 소개되면서 다양한 분야의 사람들이 손쉽게 자신의 아이디어를 사물로 실현화할 수 있게 되었다.

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.

2.2 메쉬리움(Meshlium)

메쉬리움은 리벨리움(Libelium)사에서 공급하는 IoT 플랫폼을 구성하고 있다. 왓스모트(Waspmote)라고 부르는 센서 네트워크의 게이트웨이로 작동하는 리눅스 라우터이다. 그림 1에 메쉬리움의 외형을 나타내었다.

왓스모트는 60개 이상의 센서로 조합된 9개 모델의 센서노드로, 메쉬리움과 연동하여 Smart City, Smart

Environment, Smart Metering, Smart Water용 다양한 IoT 응용 분야에 적용될 수 있다. 메쉬리움은 외부 DB 또는 외부의 IoT 클라우드 서비스와의 연동을 위한 게이트웨이 역할 뿐 아니라, Local DB를 제공하고 공유기 역할까지 하여 스마트폰 등과도 연동이 가능하다

메쉬리움은 다양한 무선 인터페이스(2.4GHz, 5GHz의 와이파이, 3G/GPRS, 블루투스 및 XBee)를 지원한다. 뿐만 아니라 메쉬리움은 모바일 및 차량용 애플리케이션을 위한 GPS 모듈을 통합하고 태양열과 배터리를 이용하여 전원을 공급할 수 있다. 메쉬리움은 웹 기반의 관리자 시스템을 이용하여 쉽게 와이파이, XBee, 로라, 블루투스, 3G / GPRS 데이터 수신 센서의 스토리지 옵션 등을 설정할 수 있다.



그림 1. 메쉬리움
Fig. 1 Meshlium

2.3 MQTT

MQTT(Message Queue Telemetry Transport)는 M2M(Machine-to-Machine)과 IoT에서의 사용을 목적으로 만들어진 경량의 메시징 프로토콜이다. 이를 위하여 저전력, 저대역폭(low bandwidth) 환경에서도 사용할 수 있도록 설계되어, 신뢰할 수 없는 네트워크, 비 TCP/IP 기반에서 운용할 수 있다는 장점이 있다. 소형기기의 제어와 센서정보 수집에 유리하다는 이런 특징들로 특히 IoT 영역에서 주목받고 있다.

MQTT는 HTTP와 마찬가지로 TCP/IP 프로토콜 위에서 동작하나, HTTP의 request/response 방식 대신 그림 2와 같이 브로커를 사용한 publish/subscribe 방식으로 메시지를 주고받는다.

이 프로토콜의 첫번째 버전은 1999년 Andy Stanford-Clark와 Arlen Nipper에 의해 발표되었고, 2013년 IBM이 OASIS 표준화 기구에 MQTT v3.1을 제출하여 승인받았다. 또한 비 TCP/IP 네트워크 상에서 동작하는 MQTT의 변종도 존재한다. MQTT-SN은 ZigBee 기반 네트워크 상에서 사용된다.

MQTT는 최소한의 프로토콜 오버헤드만으로 동작할 수 있기 때문에 임베디드 시스템같이 한정된 자원을 가진 시스템이나 저대역폭 또는 불안정한 네트워크 환경에서도 사용할 수 있다. 또한 다양한 언어를 지원하는 라이브러리들이 공개되어 있다. mbed에서라면 mbed MQTT library, 아두이노에서는 arduino client for MQTT를 사용할 수 있다.

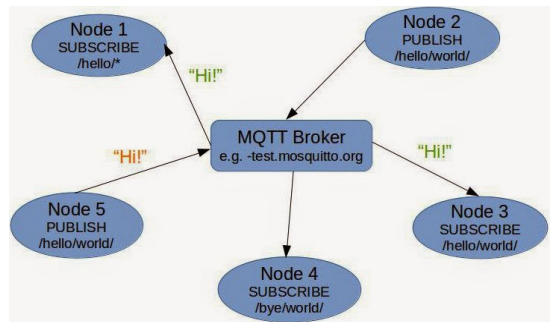


그림 2. MQTT 개념
Fig. 2 Concept of MQTT

III. 시스템 구성 및 구현

3.1 전체 시스템 구성

본 연구에서 개발한 오픈 소스 기반의 IoT 플랫폼의 전체 구성은 그림3과 같다. 라즈베리파이를 게이트웨이로 BLE 모듈과 지그비 통신 모듈을 탑재한 아두이노를 센서 모듈로 이용하였다.

본 연구의 선행 연구에서 개발한 BLE 센서 모듈은 Bluetooth Low Energy를 지원하는 초소형 아두이노 호환 모듈인 RFduino를 이용하여 BLE 센서 모듈을 적용하였다. Arm Cortex-M0 32bit Processor 를 내장한 RFduino는 BT4.0 SOC를 탑재하고 있고 아두이노 스케치 통합프로그램이 호환이 가능하다. 10 비트 ADC, I2C, SPI, UART와 GPIO 등 다양한 인터페이

스를 갖도록 하여 아날로그와 디지털 출력을 갖는 다양한 센서를 인터페이스 할 수 있도록 하였다[8].

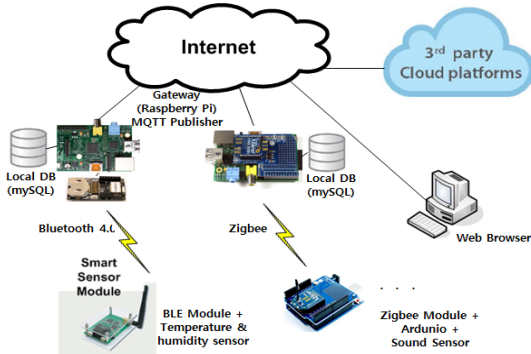


그림 3. 전체 시스템 구성
Fig. 3 Total system configuration

라즈베리파이에도 BLE 모듈을 BLE 모듈로 인터페이스하여 다수의 BLE 센서 모듈로부터 생성되는 데이터들을 서버 또는 클라우드로 전송되도록 하였다. 서버에서는 DB를 구성하여 전송되어오는 센싱 데이터를 관리하도록 하였고, 클라이언트에서는 웹 브라우저를 통해 데이터에 접근할 수 있도록 하였다. 향후 IoT 상용화를 위한 퍼블릭 클라우드 플랫폼 컨설팅 서비스인 Xively 등과도 연동할 계획이다. 국내에서도 통신 사업자들이 퍼블릭 클라우드 플랫폼 컨설팅 서비스를 준비하고 있는 실정이므로 조만간 국내의 클라우드 서비스와의 연동도 가능할 것이다.

현재 각 전산실의 구역마다 온, 습도를 체크하는 센서를 설치하여 실시간으로 본 논문에서 개발된 게이트웨이를 거쳐 서버에 전송을 한다. 게이트웨이를 거쳐 서버에 전송된 데이터는 서버에 올린 웹페이지를 통해 실시간으로 온도·습도의 최대, 최소치, 편차, 감지한 시간과 각 센서들의 수명기간 까지 직접 모니터링을 할 수 있다.

3.2 라즈베리파이 게이트웨이

본 연구에서 게이트웨이로 사용한 라즈베리파이는 리눅스 운영체제 기반의 소형 컴퓨터이다. 2012년 7월에 출시 라즈비안(Raspbian)이라는 라즈베리파이에 최적화된 데비안 계열의 무료 운영체제를 적용하였다. 라즈베리파이 2는 브로드컴 BCM2836 칩을 채택해 성

능을 개선했다. 브로드컴 BCM2836 칩에는 애플리케이션 프로세서 코어가 4개, 즉 쿼드 코어 PC로 동작한다. 라즈베리파이에서 사용되는 프로그래밍 언어에는 파이썬, 자바스크립트, 코볼, C++, 자바가 있다.

라즈베리파이에는 Bluetooth 4.0을 지원하는 통신모듈이 탑재되어 있지 않으므로 본 연구에서 개발된 BLE 모듈을 시리얼로 라즈베리파이와 인터페이스하여 BLE 모듈로 활용하였다. 라즈베리파이 게이트웨이는 다양한 센서 모듈에서 전송되는 센싱 데이터를 모아서 인터넷을 통해 서버로 전송하는 것이 기본적인 기능이다. 또한 게이트웨이는 MQTT 프로토콜로 MQTT를 지원하는(broker) 외부의 IoT 클라우드 서비스와 연동도 가능하다.

뿐만 아니라 라즈베리파이에는 MySQL 과 같은 Local DB를 탑재하고 PHP 서버를 구동하여 외부에서 브라우저로 데이터에 접근할 수 있도록 하였다.

IV. 시험 및 평가

본 연구에서 개발한 게이트웨이를 시험하기 위해 그림 4와 같이 테스트베드를 구축하였다. 먼저 AM2302 온습도 센서를 Digital I/O로 연결하여 온습도 센서 모듈을 구성하였다. 아두이노나 BLE 센서 모듈에는 다수의 GPIO가 있어서 여러 개의 AM2302 온습도 센서를 사용하는 것이 가능하다. AM2302 센서의 데이터시트에 표시된 규격은 다음과 같다.

- 전원 전압 : 3.3 ~ 5.5V
- 인터페이스 : 1-Wire Bus
- 측정범위 : 습도 0 ~100%, 온도 -40 ~ 85°C
- 측정오차 : 습도 +/- 2% (최대 5%), 온도 +/- 0.5도
- 해상도 : 습도 0.1 %, 온도 0.1 °C
- 출력신호 최대전송거리 : 100 m

DB는 mysql, 웹 언어는 PHP5를 사용하였다. 온습도 센서 모듈은 온습도 및 각 센서 모듈들의 ID, 설치날짜 등을 게이트웨이(라즈베리파이)를 통해 서버에 구축된 DB의 테이블에 값을 Insert 한다. DB에 저장된 센서 데이터들은 그림 5와 같이 클라이언트에서 웹브라우저로 그 값을 확인할 수 있다.

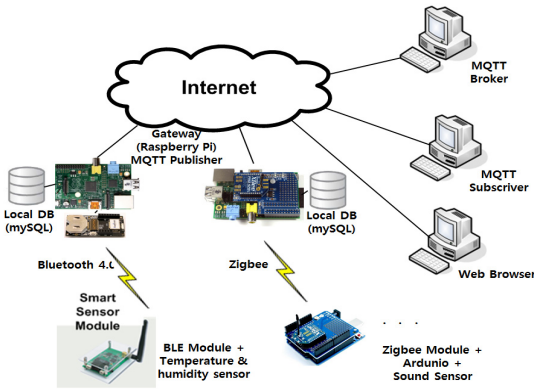


그림 4. IoT 테스트베드
Fig. 4 Test bed for IoT

python의 DB접근 API를 사용해야 하기 때문에, python과 DB연동을 위한 'python-mysqldb'를 설치하고, shell script 혹은 .py 파일을 만들어 'import MySQLdb'를 입력하여 제대로 동작하는지 확인하였다.

testDB1 접속완료
ktsensordb table

idx	mesurementnumber	GW (id)	movestatement	equimentnumber	heightlength (x)	width (x)	height (z)	temperature	humidity
1	2014-10-21 23:20:42	111	111	aaa	1	2	3	11	11
2	2014-10-21 23:27:42	111	111	aaa	1	2	3	11	11
3	2014-10-21 23:28:46	222	222	bbb	4	5	6	22	22
4	2014-10-21 23:28:56	222	222	bbb	4	5	6	22	22
5	2014-10-21 23:29:31	333	333	ccc	7	8	9	33	33
6	2014-10-21 23:30:27	444	444	ddd	10	11	12	44	44
7	2014-10-21 23:30:27	555	555	eee	13	14	15	55	55

그림 5. 게이트웨이 UI
Fig. 5 UI of server

MQTT 브로커는 mosquitto나 rsmbl같이 무료로 쉽게 구해 설치할 수 있지만 본 논문에서는 테스트를 위해 공개되어 있는 브로커를 사용하였다. 공개 브로커 목록은 http://mqtt.org/wiki/doku.php/public_brokers 에서 확인할 수 있다. MQTT 클라이언트는 publisher이건 subscriber이건 모두 다 브로커에 연결해야 한다. 브로커는 누구나 글을 붙이거나 읽을 수 있는 일종의 게시판이라 할 수 있다.

본 논문에서는 파이썬 2.7을 사용해 게이트웨이에서 간단한 MQTT 클라이언트를 만들어 공개 브로커로 센싱 데이터를 전송(publish)하고 클라이언트 PC에서 데이터를 확인(subscribe)하는 방식으로 MQTT 프로토콜이 동작을 확인 하였다. 그림 6에 센싱데이터가 표시되는 subscriber의 화면을 나타내었다.

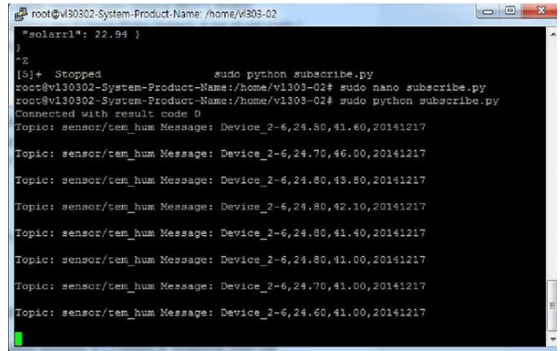


그림 6. 서브스크라이브 화면
Fig. 6 Screenshot of subscriber

V. 결 론

IoT의 활성화에 있어서 오픈 소스 하드웨어는 중요한 역할을 하고 있다. 최근 오픈 소스 하드웨어를 이용하여 개발된 다양한 디바이스나 하드웨어 플랫폼이 인터넷이나 모바일 서비스와 연결되고 IoT 서비스 플랫폼과 연동되고 있다.

본 논문에서는 오픈 소스 하드웨어인 라즈베리파이를 활용하여 개방형 IoT 서비스 플랫폼에 적용될 수 있는 게이트웨이를 개발하였다. 개발된 게이트웨이는 다양한 무선 인터페이스를 지원하고 사물인터넷 표준 메시징 프로토콜인 MQTT를 탑재하였다. 본 논문에서는 게이트웨이의 주요 기능을 확인하기 위하여 IoT 테스트 베드를 구축하였다. 선행연구에서 개발한 BLE 모듈과 지그비 통신 모듈을 탑재한 아두이노 센서 모듈에서 전송되는 센싱 데이터가 게이트웨이 내의 Local DB에 저장되어 웹브라우저를 통해 접근 가능할 뿐 아니라 MQTT를 이용하여 외부로도 원할히 전송됨을 확인하였다.

본 연구가 향후 사물 인터넷의 하드웨어 플랫폼이나 신규 서비스로 발전하기 하기 위해서는 이를 통합적인 차원에서 연결해줄 수 있는 클라우드 서비스 플랫폼과 이를 통한 생태계 구축이 매우 중요할 것이다.

감사의 글

본 논문은 2013년도 한세대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

References

- [1] D. Bandyopadhyay and J. Sen, "Internet of things: applications and challenges in technology and standardization," *Wireless Personal Communications*, vol.58, Issue 1, May 2011, 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, Sep. 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)," *Internet & Security Issues*, KISA, vol. 2012, no. 9, Sep. 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] 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