

Open Hardware Platforms for Internet of Things : Evaluation & Analysis

Jae-Yeon Seo*, Myung-Hwi Kim**, Beakcheol Jang***

Abstract

In this paper, we present open hardware platforms for Internet of Things (IoT) emphasizing their strengths and weaknesses. We introduce six representative platforms, Raspberry PI, Arduino, Garileo, Edison, Beagle board and Artik. We define important performance issues for open hardware platforms for IoTs and analyze recent platforms according to the performance issues. We present recent research project using open hardware platforms introduced in this paper. We believe that this paper provide wise view and necessary information for open hardware platforms for Internet of Things (IoT).

▶Keyword: IoT, Open, Hardware, Platform

I. Introduction

사물인터넷이란 (Internet of Things (IoT)) 지능화된 사물들이 연결되어 형성되는 네트워크상에서 사람과 사물, 사물과 사물 사이에 상호 소통하고 상황인식 기반의 지식이 결합하여 지능적인 서비스를 제공하는 글로벌 인프라이다. 구글, 삼성 등과 같은 세계적 기업에서 IoT 산업에 참여함으로써 사물인터넷 시장은 점점 더 커지고 있는데, 다양한 정보 통신 기술의 발달로 사물이 소형화 및 스마트화되면서 앞으로 사물인터넷 시대가 도래할 것으로 전망된다. 또, 모바일이 보편화 되면서 모바일 플랫폼을 통해 많은 사람이 더 쉽게 IoT에 접근할 수 있게 됨에 따른 활용이 더욱더 기대되는 분야이다[1].

본문에서는 사물인터넷에 쓰일 수 있는 개방형 플랫폼을 소개한다. 개방형 하드웨어는 하드웨어 제작에 필요한 회로도나 도면 등을 공개함으로써 누구나 하드웨어를 수정 배포하거나 제조할 수 있도록 한다. 또한 기술에 대한 특허 라이선스가 없고 제품 개발에 필요한 리소스가 공개되어있어 일반인도 쉽게 개발할 수 있다. 즉, 개방형 하드웨어는 복잡한 회로 구성 등에 따른 제작의 어려움을 해소함으로써 하드웨어 시장의 진입 장벽을 낮춘다는 데 의의가 있다[2].

먼저 가장 많이 쓰이고 있는 플랫폼인 영국의 라즈베리 재단

에서 학생들의 컴퓨터 교육을 위해 개발한 초소형 싱글보드 컴퓨터 라즈베리파이와 리눅스 기반의 싱글보드 마이크로 컨트롤러인 아두이노를 설명한다. 이어서 Intel에서 자체적으로 개발한 SoC인 인텔® Quark™ SoC X1000 기반의 마이크로 컨트롤러 보드 갈릴레오와 에디슨을 설명한다. 또, 라즈베리파이와 마찬가지로 초소형 싱글 보드 컴퓨터인 비글보드를 설명하고, 마지막으로 가장 최근에 발표되었으며 아직 정식 출시된 상품이 아닌 삼성의 아티클을 설명한다. 아티클은 성능에 따라 세 가지 버전으로 나누어져서 발표된 제품으로 자체 내장된 보안 시스템을 강조한 것이 특징이다. 분석에서는 앞서 언급한 플랫폼들을 비용, 편리성, 확장성, 성능과 다른 플랫폼과 구분되는 특징을 기준으로 평가하며, 이어서 연관된 프로젝트에서 본문에서 소개한 플랫폼들을 이용한 최근의 프로젝트들을 소개한다.

II. Open IoT Platforms

본문에서는 IoT 기술에 사용될 수 있는 플랫폼을 본격적으로 다루며 그 장단점을 정리한다. 최근 플랫폼들은 높은 호환성과

• First Author: Jae-Yeon Seo, Corresponding Author: Beakcheol Jang
*Jae-Yeon Seo (a1010100z@naver.com), Dept. of Media Software, Sangmyung University
**Myung-Hwi Kim (nopkgogo3@gmail.com), Dept. of Media Software, Sangmyung University
***Beakcheol Jang (bjang@smu.ac.kr), Dept of Computer Science, Sangmyung University
• Received: 2016. 04. 21, Revised: 2016. 11. 22, Accepted: 2017. 07. 26.
• This work was supported by Sangmyung University Research Grant.

넓은 개발 방향을 제공하는 개방형 플랫폼으로 출시되고 있다. 이곳에서 설명하는 플랫폼들은 모두 개방형 하드웨어 플랫폼이다.

1. Raspberry Pi

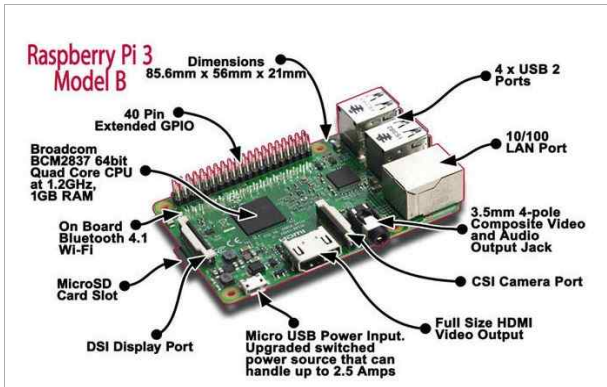


Fig. 1. Raspberry Pi 3 Model B[3]

라즈베리파이는 사물인터넷에 활용되는 대표적인 개방형 하드웨어 플랫폼 중 하나이다. 라즈베리파이는 영국의 라즈베리파이 재단이 기초 컴퓨터 과학 교육 증진 및 취미를 위해 만든 ARM 기반의 싱글 보드 컴퓨터로 물리적 컴퓨팅, 미디어 센터, 게임 개발 등의 목적으로 쓰일 수 있다. 라즈베리파이의 프로세서인 ARM은 리눅스 기반의 OS에 최적화되어있는데, 일반적으로 리눅스 배포버전인 데비안의 축소판인 라즈비안을 사용한다[4]. 리눅스 기반의 OS를 지원하는 라즈베리파이의 특징은 개방형 OS의 특징을 통해 플랫폼의 낮은 가격에 큰 도움을 주며, 낮춰진 가격을 통해 부가적인 하드웨어 또는 소프트웨어로 더 뛰어난 기능을 갖게 돕는다[5]. Fig. 1은 가장 최근에 출시된 Raspberry Pi 3 Model B 사진이다. 라즈베리파이 3은

1.2GHz 속도를 구현한 Broadcom BCM2837 64bit ARMv8 프로세서를 기반으로 한다. 또 해당 라즈베리파이는 최대 2.5Amps의 전력만을 사용하는 동시에 강력한 외부 USB기기를 더욱 많이 지원할 수 있다. 바로 이전 버전인 Raspberry Pi 2와 비교했을 때에는 가장 큰 변화는 저전력 블루투스(Bluetooth Low Energy)와 무선 LAN을 지원하게 되었다. 이로써 구입 즉시 IoT, 블루투스 헤드폰 또는 스피커, 와이파이가이트웨이, 홈 클라우드 스토리지 등에 사용할 수 있다. 또한 이전 버전과 같은 가격인 35USD(출고기준)으로 발매되었다.

[6][7] 이렇듯 라즈베리파이는 전력이나 메모리 등과 같은 성능측면에서 저비용 고성능을 창출할 수 있어 효율이 매우 큰 하드웨어이다[8].

장점: 25-35USD의 가격을 갖는 싱글보드 컴퓨터로 매우 저렴하며 5V-2A이라는 저전력(Raspberry Pi 2 Model B 기준)의 전원 공급으로도 작동이 가능한 플랫폼이다. GPIO핀을 통해 데이터 입력과 출력뿐 아니라 시리얼 통신이 가능하다. 또, 1GB의 매우 큰 RAM을 내장하며 오버클럭이 가능한 CPU성능

을 가졌다. 뿐만 아니라 오디오 잭, HDMI 포트와 같은 개발의 범위를 넓힐 수 있는 장치가 있다. 라즈베리파이는 C/C++, Java, Python 등의 다양한 개발환경을 지원하여 개발에 관한 편리성을 제공한다. 무선네트워크와 저전력블루투스4.1이 탑재되어 통신에 대한 다양성이 실현가능하다.

단점: 백업배터리의 역할을 하는 리얼타임 클럭이 없기 때문에 전원을 지속적으로 공급해주어야 작동이 가능하다. 그러나 이 문제는 네트워크 서버를 통해 충분히 해결 가능하다. 또한, 라즈베리파이는 리눅스를 지원하지만 라즈비안을 포함한 일부의 OS를 제외하고 대부분의 리눅스의 호환에 약간의 문제가 있어 주의가 요구된다. 뿐만 아니라 Analog to Digital 변환기가 없어 별도의 외부장치가 필요하다[9].

2. Arduino

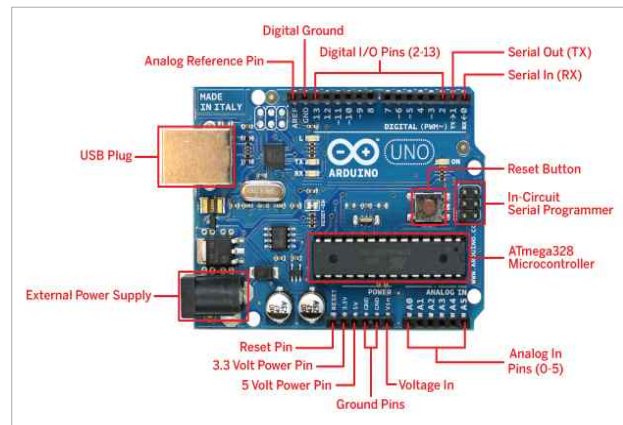


Fig. 2. Genuino Uno Rev3[15]

아두이노는 가장 많이 이용되는 대표적인 개방형 하드웨어 플랫폼으로 아두이노 SW 개발환경(IDE)을 공개하여 센서, LED, 모터 등의 액추에이터를 통제할 수 있는 환경을 제공한다 [11]. 아두이노IDE는 자체적으로 디버깅 환경을 제공하고 리눅스, 윈도우, 맥OS 환경에서 실행 가능하다[12]. 즉, 아두이노는 개발자를 위한 최적의 환경을 제공한다. 아두이노의 가장 큰 장점은 개발 경험이 없는 초보자도 쉽게 개발할 수 있는 환경을 제공한다는 점인데, 프로토타입으로 이미 공개된 보드 위에 새롭게 기능을 추가할 수 있어 개발 비용을 감소시키고 더 쉬운 개발을 가능하게 한다[12]. 또, 아두이노는 하드웨어 버전이 다양하게 분화되어있어 제품의 특징에 따라 적절하게 선택하여 개발할 수 있고, 발표된 모든 버전은 표준 보드 기반의 제품이기에 때문에 특정한 제품 개발을 위해 새로운 버전을 기다릴 필요가 없다[13]. 또한, 아두이노는 추가 기능을 위해 다른 회로 보드나 액추에이터를 확장 쉴드를 통해 아두이노와 연결하여 더 폭넓은 개발이 가능하게 한다[14]. 아두이노는 ATmega328P 16MHz의 CPU를 장착하고, 5V의 전력 공급을 통해 동작 가능하다. Flash Memory는 32KB, SRAM은 2KB,

EEPROM은 1 KB 로 라즈베리파이에 비해 크지 않기 때문에 메모리 사용 측면에서 자유로울 수 없다. 또, 아두이노 보드 GPIO는 14개의 디지털 입출력핀과 6개의 아날로그 인풋 핀으로 구성되어있으며, UART, SPI, I²C와 같은 시리얼 통신을 제공한다[15].

장점: 다른 개방형 하드웨어에 비해 가격이 3 USD -20 USD로 저렴하며, LED, LCD, 모터 등을 활용한 개발에 적합한 하드웨어이며 웹에서 아두이노 개발에 대한 정보를 쉽게 찾아볼 수 있기 때문에 초보자가 개발하기에 매우 적합한 플랫폼이다. 또, 아날로그 입력과 PWM 출력이 가능하기 때문에 더 섬세한 데이터 처리가 가능하다[16].

단점: 메모리가 매우 작기 때문에 개발할 때 메모리에 대해 자유로울 수 없어 제약이 있을 수 있다. 또한 적절한 오디오, 비디오, 인터넷 장치가 없기 때문에 설드를 이용하여 장치를 연결해야 한다는 번거로움이 있다[16].

3. Intel Galileo and Edison

갈릴레오와 에디슨은 인텔에서 IoT에 적합하게 자체 개발하였으며 400MHz 클럭속도의 프로세서인 인텔® Quark™ SoC X1000를 장착한 플랫폼이다. 인텔은 갈릴레오를 개발 할 때 아두이노와 체계를 맺어 아두이노 설드와 하드웨어, 소프트웨어 등과 호환 가능하도록 개발하여 그 호환성을 높였다[17]. 갈릴레오와 에디슨은 기능면에서 뚜렷한 차이가 있지 않고 후에 출시된 에디슨이 갈릴레오 보다 더 향상된 성능을 지닌다. 이 곳에서는 갈릴레오와 에디슨 각각에 대한 성능과 분석을 기술하고, 에디슨의 장단점을 설명한다.

(1) Galileo

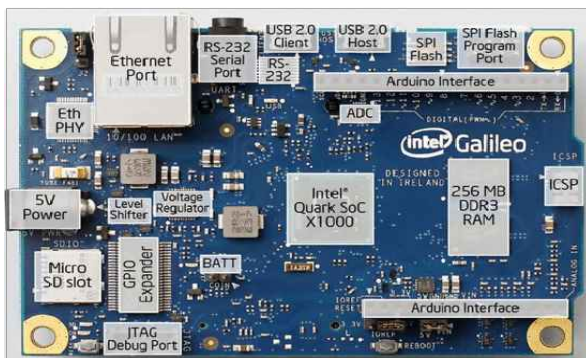


Fig. 3. Galileo Gen 2[19]

갈릴레오는 인텔에서 사물인터넷에 적합도록 개발한 최초의 하드웨어 플랫폼이다. Fig 3의 제품은 갈릴레오의 두 번째 버전으로 임베디드 SRAM 512KB, DRAM 256MB로 메모리 크기가 크다고 할 수는 없지만 SD카드 32GB를 선택적으로 추가하여 그 크기를 늘릴 수 있다. 20개의 디지털 입출력핀, 6개의 아날로그 입력을 받을 수 있는 핀이 있어, 디지털과 아날로그

두 신호 모두 입력으로 받아들일 수 있으며 출력이 가능하다. 또, UART와 I²C와 같은 시리얼 통신이 가능하다. 아두이노에서 사용하던 ATmega 대신 Quark SoC x1000 프로세서를 탑재하여 보다 강력한 성능을 보인다. 아두이노 UNO나 라즈베리파이에는 없는 RTC(Real Time Clock)가 있어 오프라인 환경에서 시간 정보를 활용할 때 유용하다. PCI Express Mini Card 확장 슬롯 또한 있어 기존에 사용하던, Bluetooth SSD 등 다양한 종류의 모듈을 연결해 사용가능하다. 윈도우 맥킨토시 리눅스 호스트 운영체제 등을 지원하므로 SSH Node.js OpenCV Python 등의 언어를 사용하여 시리얼 포트나 보드 핀들에 접근이 가능하다[18].

(2) Edison

갈릴레오보다 더 최근에 출시된 모델인 인텔의 에디슨은 갈릴레오가 33nm 공정의 싱글코어 SoC를 장착한 반면에 22nm의 초절전 듀얼코어 CPU를 장착한 SoC칩을 장착하면서 에너지 효율면에서 훨씬 더 발전된 제품이다. 에디슨은 아두이노, 이클립스 등의 개발환경은 물론이고, C, C++, Python 등의 지원을 추가하였다. 따라서 개발자의 편의에 따라 더 개발하기 쉬운 개발환경을 선택할 수 있다는 장점이 있다. 인텔의 에디슨은 웨어러블 기기 시장을 공략하기 위해 개발한 초소형 보드이다.

에디슨은 16개의 디지털 입출력 핀과 6개의 아날로그 입력 핀, 4개의 PWM 출력핀이 있고, 갈릴레오와 마찬가지로 UART, I²C시리얼 통신이 가능하다[21].

장점: Wi-fi 와 블루투스가 내장되어 있어 추가로 구매 할 필요가 없다. 또, RAM크기가 다른 플랫폼에 비해 큰 편이고 지원하는 프로그램과 OS가 다양해서 개발자의 편의에 따라 쉽게 개발 가능하다. 디지털/아날로그 모두 입출력이 가능하다. 아두이노와의 큰 호환성으로 확장된 개발이 가능하다.

단점: 에디슨은 약 50USD의 가격으로 다른 플랫폼에 비해 높은 가격이기 때문에 보편적으로 쓰이는데 한계가 있다. 또한, 비디오를 기본으로 지원하지 않는다. 뿐만 아니라 라즈베리파이와 아두이노에 비해 널리 사용되는 플랫폼이 아니기 때문에 개발을 위한 정보 습득에 어려움이 있다.



Fig. 4. Edison[20]

4. Beagle Board

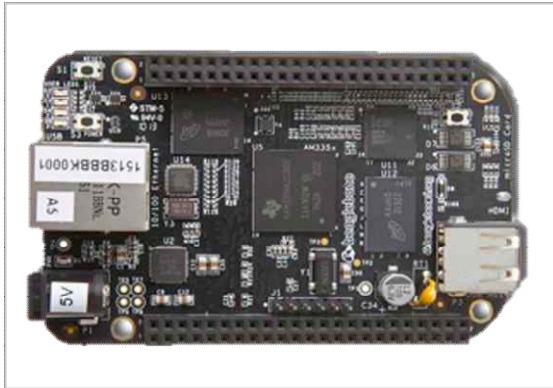


Fig. 5. Beaglebone black[22]

Fig 5의 비글본 블랙은 비글보드에서 출시한 1GHz의 클럭 속도를 지닌 AM335x ARM Cortex-A8의 SoC를 장착한 마이크로 싱글보드 컴퓨터이다. RAM크기는 512MB로 큰 편이고, 5V의 저전력 공급을 통해 작동 가능하다. 또, 리눅스 기반의 데비안, 우분투와 안드로이드 등의 운영체제를 지원하기 때문에 개발자의 편의에 맞춰 적절한 운영체제를 선택할 수 있다. 비글본 블랙의 특징은 고속 3D 그래픽 장치가 탑재되어 있다는 것인데 이를 통해 3D 화상 처리 기능을 활용한 개발이 가능하다. 또, 46 x 2개의 핀 헤더를 통해 외부장치와 연결 가능하며, 그 중 65개의 GPIO핀으로 디지털 입출력, 7개의 핀으로 아날로그 입력이 가능하다[22].

장점: CPU 클럭속도나 RAM크기 등 여러 면에서 뛰어난 성능을 지니며 리눅스, 안드로이드 등의 다양한 운영체제를 지원하여 개발의 편리성을 제공한다. 또한, 그래픽 처리 장치가 있어 이를 활용한 개발이 가능하고 디지털/아날로그 입출력이 가능하다.

단점: 60.3USD의 높은 비용을 요구하기 때문에 보편적으로 쓰이기에 부담이 될 수 있다.

5. SAMSUNG ARTIK



Fig. 6. SAMSUNG ARTIK Series[23]

Table 1. ARTIK Product contents[23]

	ARTIK 030	ARTIK 5	ARTIK 7	ARTIK 10
size(mm ²)	13x15	29x25	30x31	29x39
CPU	ARM based Dual Core @ 1 G H z each ARM Mali 400 MP2	Dual Core @ Cortex® -A7@ 1.0GHz	8x ARM @ Cortex® -A53@ 1.4GHz	A R M b a s e d O c t a C o r e 4@1.3GHz + 4@1.0GHz ARM M a l i T 6 2 8 MP6
Memory	32kB	5 1 2 M B LPDDR3	1GB DDR3	2 G B LPDDR3 D
Connectivity	zigbee. thread	WiFi/BT/ BLE + ZigBee	WiFi/BT/ BLE + ZigBee/T h r e a d (802.11 b/g/n)	WiFi/BT/ BLE + ZigBee/T h r e a d (802.11 b/g/n)

아틱은 기존 플랫폼의 개발자 키트가 하드웨어와 소프트웨어 각각 따로 제공한 것과 달리 소프트웨어와 드라이버, 저장장치, 보안솔루션, 클라우드 등을 종합 지원하기 때문에 개발시간이 매우 단축된다. 아틱의 특징은 성능에 따라 4 가지 제품으로 구성된 시리즈로 구분된다는 것인데 Fig 6이 네 제품의 단면이다. 이러한 아틱의 특징은 사용자 하여금 그들의 편의에 따라 적합한 제품을 선택할 수 있도록 도와준다.

아틱 1은 저전력 경량화 저비용의 특성을 갖춘 모듈로 주로 HVAC(Heating, Ventilation, Air Conditioning), 조명, 건강 정보를 모니터링 할 수 있는 제품 등에 특화된 개발 모듈이다. 개발자들의 요구에 따라 지그비 또는 블루투스 등 저전력 무선 통신 표준 기능과 저전력 마이크로컨트롤러가 탑재되어 쉽게 네트워크 기능을 구현할 수 있도록 했다. 웨어러블 기기부터 스마트홈 허브 등 소비자용 기기에 적합한 아틱 5는 크기, 전력소모, 저장공간의 성능 면에서 균형을 맞춘 개발보드이며 ARM 프로세서를 통합하여 장착했기 때문에 역시 저전력의 특성을 가지고 있다. 또한, 삼성이 내세우는 특징인 고성능의 안전시스템과 무선연결 옵션을 가진다. 아틱 7은 강력한 무선 통신 기능은 물론 고사양의 멀티미디어 프로세서와 리눅스 OS, 보안 기능등이 탑재되어 복수의 컴퓨터와 근거리 통신망 등을 서로 연결하고 컨트롤하는 고성능 게이트웨이에 적합하다.마지막으로 삼성 갤럭시 스마트폰과 연동되고 비디오 인코딩, 디코딩, 오디오 기능까지 포함하며 클라우드 서버 성능까지 지원하는 아틱 10은 다른 시리즈에 비해 큰 크기만큼 높은 성능을 갖고 있으며 47개의 GPIO를 내장한 아틱 5보다 더 많은 51개의 GPIO를 내장하였고 아틱 5와 마찬가지로 와이파와 블루투스 기능을 제공한다[24]. Table 1은 각 제품의 세부 사양을 표기한 표이다. 아틱1에서 아틱10으로 갈수록 크기는 더 커지고 사양도 더 높아지는 것을 볼 수 있다.

III. Analysis

본문에서 보았던 라즈베리파이, 아두이노, 에디슨, 비글보드, 아틱 등 일반적인 개방형 하드웨어 플랫폼은 엔지니어링 전문가 뿐만 아니라 일반인들도 기본적인 SW 및 HW 지식만으로 새로운 SW와 HW 제작을 시도할 수 있도록 한다는 점에 혁신적인 HW제작의 대중화를 견인하는 요인으로 주목받고 있다 [25]. 일반인들도 쉽게 접근 할 수 있다는 점을 바탕으로 4가지 평가항목을 정했는데, 이는 개방형 하드웨어 플랫폼의 잠재력과 관련되어 있다[26]. 가격, 개발의 용이성, 확장성, 성능 측면에서 평가하고 분석한다. 평가는 본문에서 제시된 각 플랫폼의 모델을 기준으로 하였으며 평가 기준에 대한 설명은 다음과 같다.

- **가격 (Cost)** : 일반적으로 사용되는 센서, 커넥터 등의 장치는 공통적이기 때문에 플랫폼을 단독으로 구입하는데 드는 비용을 통해 평가한다.

- **개발의 용이성 (Easy of Development)** : 개발환경, 지원하는 운영체제가 다양하거나 개발에 필요한 하드웨어·소프트웨어에 대해 공유된 정보가 많아서 개발자가 개발하는데 편리함을 얻을 수 있는지를 평가한다.

- **확장성 (Expandibility)** : 또 다른 플랫폼, 다양한 센서와 액추에이터를 연결하여 플랫폼을 얼마나 크게 확장할 수 있는지를 평가한다.

- **성능 (Performance)** : CPU 와 RAM을 기준으로 비교하며 하드웨어의 성능을 평가한다.

하단의 표 2는 각각의 기준에 따라 좋음(O), 보통(△), 좋지 않음(X)으로 평가한 표이다.

Table 2. Evaluation of each platforms

	Raspb erry Pi	Arduino	Edison	Beagle Board	ARTIK
Cost	O	O	△	△	-
Easy of Development	O	O	△	O	△
Expandibility	△	O	O	O	O
Performance	O	X	O	O	O

우선 비용의 측면에서 보면, 라즈베리파이는 35USD, 아두이노는 21.8USD, 에디슨은 49.9USD, 비글보드는 60.35USD 이며 아틱은 아직 가격이 정해지지 않았다. 사물인터넷 플랫폼의 비용은 개발자들의 접근성, 곧 사용자의 접근성과도 관련이 있기 때문에 아주 중요한 항목이다. 라즈베리파이와 아두이노는 매우 저렴한 비용으로 사용자의 부담을 덜어주는 반면 에디슨과 비글보드는 비교적 높은 비용을 요구한다. 아틱은 현재 버전에 따라 차이가 있겠지만 \$10~\$100 사이의 가격으로 출시될 것이라고 밝혔다.

다음은 편리성 측면이다. 라즈베리파이는 한정된 Linux 운영체제를 지원하고 C/C++, Java, Sketch, Python 등의 개발환경을 지원한다. 또, 아두이노는 Linux, Mac OS, Windows의

운영체제와 아두이노IDE 통합 개발환경을 제공하며, 비글보드는 Linux와 안드로이드를 지원함과 더불어 앞선 세 플랫폼은 다른 두 플랫폼에 비해 상용화가 잘 되어있기 때문에 많은 개발 정보를 공유할 수 있어 개발하는데 편리하다는 평가를 하였다. 에디슨은 Linux, Mac OS, Windows와 아두이노 개발환경을 지원하고, 아틱은 시리즈에 따라 Nucleus RTOS, Fedora, Yocto 1.6 (Fedora)의 운영체제와 아두이노, 안드로이드 Samsung SDK, C/C++, Java, Groovy의 개발환경을 제공하고 자체적으로 소스코드를 공유하지만 앞선 두 플랫폼에 비해 상용화가 되어있지 않아 많은 개발 정보를 공유하지 못하기 때문에 편리성 면에서 부족하다.

대부분의 플랫폼은 데이터 입출력과 시리얼 통신, 추가 메모리 확장을 위한 슬롯 등과 같이 플랫폼에 다른 장치를 추가하여 확장 개발할 수 있는 조건이 갖추어져 있어 편리성 면에서 좋다. 하지만 다른 플랫폼과 달리 라즈베리파이는 아날로그 입력 및 PWM 출력이 불가능했기 때문에 확장성이 떨어진다고 할 수 있다.

아두이노를 제외한 4개의 플랫폼은 500MHz~1GHz의 클럭속도를 지니며, 라즈베리파이와 에디슨은 1GB, 비글보드와 아틱(ARTIK 5 기준)은 512 MB의 메모리를 지닌다. 반면 아두이노는 16MHz의 클럭속도와 2KB SRAM의 성능을 지니기 때문에 성능 면에서 좋지 않다고 평가하였다. 아두이노의 이러한 성능 때문에 일반적으로 아두이노는 소형제어장치로 쓰이며 각종 장치를 빠르게 제어하는데 사용한다.

다른 플랫폼과 비교했을 때 아두이노는 자체적인 아두이노 IDE 개발환경을 통해 통합적으로 개발을 한다는 것이 특징이다. 이 개발환경은 에디슨, 아틱 등 다른 플랫폼에도 활용될 수 있다. 아틱의 다른 플랫폼과 구분되는 특징은 보안솔루션과 클라우드 등의 소프트웨어를 제공하여 개발 시간을 단축하게 해주며 개발의 목적에 따라 제품을 선택하여 사용할 수 있도록 시리즈를 개발한 것이다. 에디슨은 아두이노와 협력하여 아두이노 셸드, 아두이노 IDE를 활용할 수 있고, 비글보드는 고속 3D 그래픽 장치가 있다는 특징이 있고, 라즈베리파이는 저전력 고성능의 플랫폼이라는 특징이 있다.

IV. Related Project

사물인터넷은 이미 다양한 곳에서 발견할 수 있다. 이 곳에서는 사물인터넷과 관련된 기술과 프로젝트 몇 가지를 소개하고자 한다. 오픈하드웨어 플랫폼의 발전과 관련하여, 같이 부각되고 있는 것이 센서기술, 음성 인식 기술 GPS기술 제품의 소형화 등 다양한 센서 및 주변 기술의 발전이다. 이는 사물인터넷의 완벽한 형태로 구현되기 위하여 필요한 것이며 이와 관련하여 하드웨어플랫폼 뿐만 아니라 주변기술과 연관되어 진행된 프로젝트를 선택하였다.

Pi In The Sky Project with Raspberry Pi: 라즈베리파이를 활용한 프로젝트로 특수 풍선에 라즈베리파이를 담아 상공

으로 띄워 우주 근처의 사진을 촬영하여 실시간으로 서버에 전송한다. 이 프로젝트에서 라즈베리파이 보드는 GPS 신호 수신 기이전과 송신기로 사용되며 GPS 안테나, SMA 피그테일, 배터리 커넥터를 포함한다. 이 프로젝트를 성공하기 위해서 20 시간 이상 실행 가능한 전원과 배터리 모니터링 장치, 50km 고도까지 측정할 수 있는 Ublox GPS 수신기 등의 조건을 충족하였으며, 오픈소스 소프트웨어를 통해 전파상, GPS를 활용한 원격 측정, 고도에 따른 다양한 이미지 크기 등을 제공받아 프로젝트를 수행하였다[27].

Home Automation Project with Raspberry pi and Arduino: 1개의 라즈베리파이와 마스터 장치로 동작하고 Automation을 필요로 하는 방에 슬레이브 역할을 하는 아두이노를 설치하여 동작을 제어한다. 두 장치의 통신은 I²C 버스를 통해서 연결하며 각각의 아두이노는 고유한 주소를 지닌다. 이러한 설계 하에서 라즈베리파이는 주기적으로 아두이노에 수집된 데이터를 요청하고, 아두이노는 장치를 제어하고 센서 데이터를 수집하여 자동화 시스템을 수행한다[28].

Smart Green House with Edison: Smart Green House는 식물이 최적의 환경에서 자랄 수 있는 조건을 충족시켜주는 것으로 본 프로젝트는 인텔 에디슨을 활용하였다. 시스템은 온도, 습도, 광도, 토양의 습도와 같은 조건들을 계속해서 모니터링한 후 큰 변동이 일어나면 올바르게 대처한다. 필요한 센서와 액추에이터가 에디슨에 연결되고, 플랫폼은 데이터를 전송하고 AWS(Amazon Web Service) 관리센터로부터 적절한 명령을 받고 수행한다. 유저는 어플리케이션을 통해 이 시스템과 소통할 수 있고, 필요에 따라 직접 제어 명령을 내릴 수도 있다[29].

The Development of Automatic Boarding and Alighting BUS System: 비콘은 다양한 통신 기술을 통해 실내 사용자의 위치를 알려주는 무선통신 장치며 최근에는 BLE(Bluetooth Low Energy) 기반의 블루투스 비콘이 주를 이루고 있다. 비콘의 동작 원리는 스마트 폰 앱이 비콘의 신호를 획득하고 전용 서버에 신호를 전달하고 그에 적합한 정보를 획득하여 다시 앱에 전달하는 것이다.[30] 이러한 기술의 한 예로 현재의 버스 승하차 시스템은 이전에 비해 기술의 발전으로 편리함이 증대 되었으나 아직까지 승하차 시 단말기에 카드 또는 스마트폰을 가져가야 한다는 불편함과 위험성이 존재한다. 기존 버스의 승하차 시스템을 개선하기 위해 BLE기반의 비콘 기술을 사용하여 승하차 시 태그가 필요없는 시스템을 제안한다. 또한 버스 내에서 사용자의 편의를 증대시키기 위해 여러 기능 들을 제안한다.[31]

V. Conclusions

본 논문에서는 사물 인터넷의 의미와 개방형의 가치를 시작으로 라즈베리파이, 아두이노, 인텔의 갈릴레오와 에디슨, 비글 보드, 삼성의 아티크를 설명하고 분석하였다.

개방형 하드웨어 플랫폼의 목적은 지식을 공유하고 개방함으로써 엔지니어뿐만 아니라 일반인들의 작업이 장기적으로 과

학발전의 도움이 된다는 것이고, 자신들이 개발한 제품을 대중에게 개방함으로써, 더 좋은 제품을 만들고자 하는데 노력한다는 점이다. 일반인들에게 개방됨으로써, 가격과 개발의 용이성이 더욱 중요한 사항이 되었으며, 다양한 제품과 서비스에 접목하려는 시도가 이어지고 있다. 클라우드 및 빅데이터 기술등의 결합을 통해 활용범위가 물리적인 HW제품 개발을 넘어서 사물인터넷과 같은 분야로까지 확대되고 있다. 하지만 완벽한 형태로 구현되기 위해서는 센서기술이나 음성 인식 기술, 제품의 소형화 등 다양한 센서 및 주변 기술의 발전도 함께 뒷받침되어야 한다. 이처럼 개방형 하드웨어 플랫폼의 발전은 확장성과 성능의 잠재적 가치가 내재되어 있으며 본 논문에서는 이를 바탕으로 가격 개발의 용이성 확장성 성능 4가지 측면에서 평가하고 설명하였으며, 연관된 프로젝트에서 본문에서 소개된 플랫폼을 이용한 프로젝트들을 소개하였다. 향후 하드웨어 플랫폼은 고성능만을 지향하는 것이 아닌 각자가 지원, 개발 목적에 따라 평가항목을 분석하여 전문성을 띠어야 할 것이다.

REFERENCES

- [1] Shanzhi Chen, Hui Xu, Dake Liu, Bo Hu, and Hucheng Wang, "A Vision of IoT: Applications, Challenges and Opportunities With China Perspective", IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 1, NO. 4, p350, August 2014
- [2] Yoo Jae-pil, "Open source hardware platform (OPHW) Trends and Prospects, Internet & Security Focus ", pp24-33, August 2013
- [3] Nehete, Rekha Onkar, and A.S. Bhide. "Raspberry PI 3 Based Control and Monitor Remote Machine Automation". 2016
- [4] "Raspberry Pi using the open-source R&D platform", Telecommunications Training Institute, pp5-13, August 2013
- [5] Vladimir Vujovic and Mirjana Maksimovic, "Raspberry Pi as a Wireless Sensor node: Performances and constraints" , International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), 2014
- [6] Bharathi, M., and Suraya Mubeen. "WIRELESS INDUSTRIAL PARAMETER MONITORING USING RASPBERRY PI 3." IJTR 4.4 (2016)
- [7] Mirjana Maksimović, Vladimir Vujović, Nikola Davidović, Vladimir Milošević and Branko Perišić, "Raspberry Pi as Internet of Things hardware: Performances and Constraints", p4, At Vrnjacka Banja, Serbia
- [8] Jörg Walter, Maher Fakh, and Kim Grüttner, "Hardware-Based Real-Time Simulation on the Raspberry Pi", Institute for Information Technology, pp1-11, January 2014

- [9] Mirjana Maksimović, Vladimir Vujović, Nikola Davidović, Vladimir Milošević and Branko Perišić "Raspberry Pi as Internet of Things hardware: Performances and Constraints", p7, At Vrnjacka Banja, Serbia
- [10] Boopathy, S., and N. Ramkumar. "Controlling the Boiler Temperature of Tea leaves by using Android Application and Arduino UNO." Proceedings of International Journal of Modern Computer Science (IJMCS) (2016)
- [11] Sun Tae Kim, Jong Soo Jeong and Jun Gun Song, Hae Yong Kim, "Trends of IoT Device Platforms and Building its Ecosystems", Analysis of electronic communication trends, VOL. 29, ISSUE 4, p86, August 2014
- [12] Hyunwoo Nam, Jan Janak and Henning Schulzrinne, "Connecting the Physical World with Arduino in SECE", p2, 2013
- [13] Yoo Jae-pil, "Open source hardware platform(OPHW) Trends and Prospects", Internet & Security Focus, p.35, August 2013
- [14] Mellis, D., Banzi, M., Cuartielles, D., and Igoe, T., "Arduino: An open electronic prototyping platform.", In Proc. CHI, Vol. 2007, April 2007
- [15] Boopathy, S., and N. Ramkumar. "Controlling the Boiler Temperature of Tea leaves by using Android Application and Arduino UNO." Proceedings of International Journal of Modern Computer Science (IJMCS) (2016)
- [16] Rukhiyah Adnan, Nor Hafiza Abd Samad and Siti Faizah Miserom, "Raspberry Pi & Arduino: What Makes Them Awesom!!!", Faculty of Computing and Technological Science, November 2015
- [17] "Intel Galileo Gen 2 & Edison Performance", <http://www.intel.com/>
- [18] Oyumi, Lee sungwon, "IoT and Open Source Development Platform" Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers Vol.6 June 2014
- [19] Ramon, Manoel Carlos. "Intel galileo and intel galileo gen 2." Intel® Galileo and Intel® Galileo Gen 2. Apress, 2014
- [20] "Edison Photo section", <http://www.intel.com/>
- [21] "Intel Edison Performance", <http://www.intel.co.kr/content/www/kr/ko/do-it-yourself/edison.html>
- [22]"Beagle bone Black Spec & Photo section", <http://beagleboard.org/>
- [23]"SAMSUNG ARTIK Photo section & spec", <https://www.artik.io/hardware>
- [24] "Article:Samsung debuts Artik, its new software n' chips for the Internet of Stuff", http://www.theregister.co.uk/2015/05/13/samsung_artik/
- [25] Yu jae fil "Open Source Hardware Platform(OPHW) trends and prospects" Internet & Security Focus 8 (2013).
- [26]Lock, Jonathan. Open source hardware. Technical Report, Department of Technology Management and Economics, Chalmers University of Technology, 2013.
- [27] "Pi In The Sky Project", <http://www.pi-in-the-sky.com/>
- [28] "Home Automation Project using Raspberry Pi and Arduino UNO", https://www.hackster.io/windowsiot/basic-windows-remote-arduino-47eeb9?ref=platform&ref_id=424_popular__&offset=0
- [29] "Smart Green House Project with intel Edison", https://www.hackster.io/synergy-flynn-9ffb33/smart-greenhouse-the-future-of-agriculture-5d0e68?ref=part&ref_id=8232&offset=11
- [30] Nia, "Emerging Beacon service & Spread of a new business", IT & Future Strategy, ISSUE 8, December 2014
- [31] Junho Kim, Sungwon Lee "The Development of Automatic Boarding and Alighting Bus System", 2015

Authors



Jae-Yeon Seo is expected to receive the B.S. degree in Media Software from Sangmyung University, Seoul, Korea in 2019. Ms. Seo is interested in internet of things and computer networks.



Myung-Hwi Kim is expected to receive the B.S. degree in Media Software from Sangmyung University, Seoul, Korea in 2018. Mr. Kim is interested in machine Learning and computer networks.



Beakcheol Jang received the B.S. degree from Yonsei University in 2001, the M.S. degree from Korea Advanced Institute of Science and Technology in 2002, and the Ph.D. degree from North Carolina State University in 2009, all in

Computer Science. Dr. Jang joined the faculty member of the department of Media software at sangmyung University, Seoul, Korea, in 2012. He is currently an assistant professor in the Department of Media Software, Sangmyung Univerisy. He is interested in wireless networking with an emphasis on ad hoc networking, wireless local area networks, and mobile network technologies.