

# 오픈소스 하드웨어 기반의 IoT 교육 시스템 설계 및 구현

최 선 오\*, 이 영 준\*, 최 재 혁\*, 김 중 배<sup>o</sup>

## Design and Implementation of IoT Training System Based on Open Source Hardware

Sun-O Choi\*, Young-Joon Lee\*, Jae-Hyuk Choi\*, Jong-Bae Kim<sup>o</sup>

요 약

초연결, 초지능, 초실감 등의 기술을 기반으로 새로운 변화를 가져올 4차 산업혁명 시대를 이끄는 근간은 ICT이며, 그 중 대표적인 핵심기술 분야가 IoT이다. 이러한 인식에 기반하여 최근 소프트웨어 및 전자, 기계, 융합 교육의 중요성이 대두되고 있으며, 이에 힘입어 IoT 교육장비에 대한 연구 개발이 광범위하게 진행되고 있다. 하지만 현재 교육현장에서는 IoT 교육을 위한 실습장치, 즉 각종 센서, 브레드보드, 아두이노, 라즈베리파이 등을 각각 구매하여 활용하고 있는 실정이다. 이러한 문제는 IoT 교육 및 실습을 위한 통합 장비와 통합 시스템의 부재에서 기인한다. 본 연구에서는 오픈소스 하드웨어에 기반한 통합 IoT 교육 시스템을 개발하였다. 또한, 실제로 각종 센서 및 디바이스 모듈을 장착하고 이를 제어, 관리할 수 있는 IoT 플랫폼을 구축하여 그 동작과 성능을 검증하였다. 본 연구에서 제시한 IoT 교육 시스템은 확장성, 개방성, 호환성, 고가용성 등의 장점을 가지고 있어, 향후 교육 현장에서의 비용, 시간, 공간의 낭비를 최소화 시키고, IoT 교육의 효율성을 크게 제고시킬 수 있을 것으로 기대한다.

**키워드** : 오픈소스 하드웨어, 사물인터넷, IoT 교육 시스템, IoT 플랫폼, IoT 실습

**Key Words** : Open Source Hardware, Internet of thing, IoT Training System, IoT Platform, IoT practice

### ABSTRACT

ICT is the cornerstone of the 4th Industrial Revolution, which will bring about new changes based on technologies such as super-connectivity, super-intelligence and super-realism. IoT is the core technology amongst them. Based on this recognition, the importance of software, electronics, machine, and convergence education has recently emerged, and thanks to this, research and development of IoT education equipment has been extensively conducted. However, at current training sites, it is common for practice equipment such as sensors, breadboards, Arduino and Raspberry Pi to be individually purchased and used. The reason for this problem is that there is no integrated equipment and integrated system for IoT education and practice. In this study, an integrated IoT education system based on open source hardware was developed. In addition, various sensors and device modules were actually installed, and an IoT platform capable of controlling and managing them was constructed, and its operation and performance were verified. The IoT education system presented in this study has advantages such as scalability, openness, compatibility, and high availability, so it is expected that it will minimize waste of cost, time and space in the field of education in the future and greatly enhance the efficiency of IoT education.

\* First Author : Department of IT Policy & Management, Soongsil University, South Korea, sun2033@daum.net, 정희원

<sup>o</sup> Corresponding Author : Professor, Startup Support Foundation, Soongsil University, South Korea, kjb123@ssu.ac.kr, 정희원

\* Department of IT Policy & Management, Soongsil University, South Korea, joon1750@daum.net, 정희원; checks2@naver.com, 정희원

논문번호 : 202007-141-0-SE, Revised June 22, 2020; Revised July 24, 2020; Accepted August 12, 2020

## I. 서론

현재 우리가 살고 있는 이 시기를 4차 산업혁명 시대로 표현하고 있다. 4차 산업혁명의 핵심 분야인 IoT 산업은 5G로 대표되는 엄청난 속도의 통신환경의 변화와 ICT 기술 기반의 SW 지원으로 전 산업 영역에서 혁명적 발전 성장의 꽃을 피우고 있다.

한편, 국제전기통신협회 산하의 전기통신 표준화 참여 부문 ITU-T 권장사항에 따르면, 사물 인터넷(IoT : Internet of Things)은 “정보사회를 위한 글로벌 인프라, 기존의 상호 운용 가능한 정보통신 기술에 기반하여 물리와 가상의 사물간에 상호 접속함으로써 고도의 서비스를 실현하는 것”<sup>[1]</sup>으로 정의되고 있다.

최근 전 세계 각국은 4차 산업혁명 시대를 주도하는 창의·융합형 인재 양성을 위해 교육(Education)과 기술(Technology)을 결합한 개념으로, 교육 부문에서 인공지능(AI), AR·VR(증강·가상현실), IoT(사물인터넷) 등의 ICT기술을 적극적으로 활용하는 것을 의미하는 에듀테크(EduTech)<sup>[2]</sup>에 주목하고 있다. 4차 산업혁명 시대를 주도하는 창의·융합형 인재를 육성하고 선진국 수준의 교육환경을 만들어 가는데 필수적인 요소로 인식되고 있는 에듀테크 기술은 시장규모는 500조 가량으로 예측되고 있는데<sup>[3]</sup> ICT 기반 교육 서비스의 신남방 국가 진출<sup>[4]</sup>을 위한 주력 산업의 하나이고, COVID19 위기 비대면 온라인 교육 및 에듀테크에 대한 관심이 높아지고 있어 핵심산업으로 성장하고 있으며<sup>[5]</sup>, 그 중심에 사물인터넷(IoT) 교육이 기본으로 자리 잡고 있다. 현재, 사물인터넷 교육 장비 대부분은 다음과 같은 기능의 핵심부품으로<sup>[6]</sup> 구성되고 있다.

기존의 에듀테크 시장에서의 사물인터넷 교육 장비들의 단점은 별도의 단품 마이크로컨트롤러를 기반으로 제작되어 특정 기능에 한정되어 작동되는 문제가 있다. 이는, IoT 교육과 실습을 위해서 각종 센서, 브레드보드(breadboard), 아두이노(arduino), 라즈베리파이(raspberry pi) 등의 실습 장치를 별도로 구입해야 함을 의미한다. 또, 기존의 IoT 센서 및 마이크로프로세스 실습장치 각각의 모듈을 제어 장치에 직접 연결해야 하기 때문에 별도의 PC가 필요할 수 밖에 없다. 이에, 본 연구에서는 기존의 IoT 교육장비의 문제적 단점을 해결하기 위해, 국내외 특정 회사 및 특정 제품에 독립적이고 유연한 오픈소스 기반 IoT 교육장비를 설계, 개발한다. 또한, 오픈소스 하드웨어(OSHW)의 개발 방식의 장점인 개방성과 확장성을 활용하여 아두이노(arduino), 라즈베리 파이(raspberry pi) 등 다

표 1. 사물인터넷 로봇 교육장비 기능의 핵심부품 전문용어  
Table 1. Terminology for core components of the Internet of Things robot education equipment function

BreadBoard	사용자가 자신의 필요에 따라 컴퓨터 부품들을 설치하여 사용할 수 있도록 서로 연결된 작은 구멍들이 뚫려 있는 플라스틱 회로 기판
Sensor	여러 가지 물리량(物理量), 곧 소리·빛·온도·압력 따위를 검출하는 소자(素子). 또는 그 소자를 갖춘 기계 장치
Actuator	조절관, 모터 구동 밸브 등에서, 조작 신호에 의해 외부에서 공급되는 에너지를 이용하여 구동력을 발생시켜, 관체에 변위를 주는 일
GateWay	구조가 서로 다른 두 개의 통신 네트워크를 연결하는 장치
Cloud	인터넷상에 마련한 개인용 서버에 각종 문서, 사진, 음악 따위의 파일 및 정보를 저장하여 두는 시스템
Micro controller	가전제품 또는 공장 기계 등과 같은 장치에서 계측 및 제어 기능을 수행할 수 있도록 구성된 마이크로프로세서의 기본적인 장치

양한 센서 및 디바이스 모듈이 부착 될 수 있고 브레드보드가 일체화된 장비, 그리고 별도의 PC가 필요 없는 디스플레이(Display) 일체형 IoT 교육 장비를 설계, 개발한다. 본 논문의 전체적인 구성은 다음과 같다. 2장에서 오픈소스 하드웨어와 IoT 관련 기술에 관하여 설명한다. 3장에서는 시스템의 설계 및 구현 결과를 설명하고, 4장에서는 개발한 시스템의 성능평가의 결과를 기술하고, 마지막으로 5장에서 결론을 정리하였다.

## II. 관련 연구

본 연구에서는 오픈소스 하드웨어(OSHW)의 원칙에 입각하여 대표적인 오픈소스 하드웨어인 아두이노(Arduino)와 라즈베리 파이(Raspber pi)를 적용하여 다양한 센서 및 디바이스 모듈 등을 통합, 제어할 수 있는 기능을 구현 하였다. 오픈소스 하드웨어는 디자인이 공개되어 누구나 이 디자인에 근거한 하드웨어를 배우고 수정하고 배포하고 제조하여 판매할 수 있는 하드웨어이다. 하드웨어를 만들기 위한 디자인 소스는 그것을 수정하기에 적합한 형태로 구할 수 있어야 한다. 오픈소스 하드웨어는 각 개인들이 하드웨어를 만들고 이 하드웨어의 사용을 극대화하기 위하여 쉽게 구할 수 있는 부품과 재료, 표준 가공 방법, 개발

된 시설, 제약이 없는 콘텐츠 그리고 오픈소스 디자인 툴을 사용하는 것이 이상적이다. 오픈소스 하드웨어는 디자인을 자유롭게 교환함으로써 지식을 공유하고 상호화를 장려하여 사람들이 자유롭게 기술을 제어할 수 있도록 한다.<sup>[7]</sup> 아두이노는 사용하기 쉬운 하드웨어와 소프트웨어를 기반으로 한 오픈소스 전자제품 플랫폼이다.<sup>[8]</sup> 라즈베리 파이는 우리들이 실생활에서 사용하는 컴퓨터와 동일한 기능과 성능을 갖추고 있는, 휴대폰 보다 작은 명함 크기의 OS 탑재가 가능하며, 다양한 응용 SW를 설치하여 컴퓨팅 서비스를 지원할 수 있는 소형 컴퓨터 이다.<sup>[9]</sup>

한편, 본 연구에서는 개방형 IoT Platform 방식을 채택하여 오픈소스 하드웨어(OSHW)의 원칙에 입각하여 IoT 교육장비 시스템을 개발 하였다. 사물 인터넷(IoT)이란 자동차, 기계, 가정용 어플라이언스 등 센서 및 API를 사용하여 인터넷에서 데이터를 연결하고 교환하는 물리적 개체의 네트워크이다.<sup>[10]</sup>

또, IoT란 인터넷에 연결되어 IoT 애플리케이션이나 네트워크에 연결된 장치, 또는 산업 장비 등의 다른 사물들과 데이터를 공유할 수 있는 수많은 ‘사물’을 의미하기도 한다. 인터넷에 연결된 장치는 내장 센서를 사용하여 데이터를 수집하고 경우에 따라 그에 맞게 반응한다. IoT 연결 디바이스와 기계는 업무 및 생활 방식을 개선하는 데 유용하다.<sup>[11]</sup>

현재, IoT는 난방과 조명을 자동으로 조절하는 스마트 홈 기기부터 산업 장비를 모니터링 하여 문제를 찾은 후 고장 예방을 위해 자동으로 해결하는 스마트 팩토리에 이르기까지 다양한 분야에 응용되고 있다.<sup>[12]</sup>

IoT는 통신이 가능한 사물간의 통신을 연결해주는 통신네트워크 사물간의 통신으로 수집된 정보로 판단 및 제어를 해주는 서비스의 3가지 요소가 효과적으로 결합 되어야 한다.<sup>[13]</sup>

한편, IoT 플랫폼은 모든 것을 IoT 시스템에 연결하는 지원 소프트웨어이다.<sup>[14]</sup> IoT 플랫폼은 센서나 디바이스 등의 하드웨어 연결, 서로 다른 하드웨어 및 소프트웨어 통신 프로토콜 처리, 디바이스 및 사용자용 보안과 인증 제공, 센서와 디바이스가 수집하는 데이터의 취합, 시각화, 분석, 그리고 다른 웹 서비스와 통합 등의 역할을 한다.

또, IoT Platform은 OCEAN의(Open alliance for IoT standards)기능과 가치사슬에 따라 분류하면 Open H/W 플랫폼, Device S/W 플랫폼, Connectivity 플랫폼, Service 플랫폼 등 4종류의 플랫폼으로 분류<sup>[15]</sup>할 수 있는데, 본 연구에서는 네 번째의 Service 플

랫폼 개념에 기반하여 오픈소스 하드웨어 기반 사물 인터넷(IoT) 교육 시스템을 개발 하였다.

최근까지 전 세계의 IoT Platform은 2016년 기준만 하여도 450종 이상으로, 매우 빠른 속도로 증가하고 있는데, 해외의 IoT Platform 회사로는 구글, 아마존, 마이크로소프트, 페이스북, 알리바바 등이 있으며, 국내의 경우 삼성, 엘지, kt, sk등에서 IoT Service 플랫폼 사업을 하고 있다. 본 연구에서는 데이터 확인 및 원격 통합관리 기능을 구현하는 시스템으로 kt의 IoT Makers Platform<sup>[16]</sup>을 채택 하였다.

### III. 오픈소스 하드웨어 기반 IoT 교육 시스템 설계 및 구현

#### 3.1 시스템 구조

본 연구에서 설계, 개발한 오픈소스 하드웨어 기반 IoT 교육 시스템의 블록 구조도는 그림 1과 같다. 본 연구에서의 시스템 설계는 IoT 교육 장비로서의 개방성과 범용성을 확보하기 위해, 하드웨어와 소프트웨어를 분리하여 설계하는 방식으로 2단계로 접근하였다. 이렇게 함으로써, 다른 교육 프로그램을 기획하고자 하는 경우, 본 시스템의 하드웨어를 변경하지 않고도 소프트웨어 부분을 새롭게 개발하거나 수정하여 자유롭게 적용할 수 있게 된다. 1단계는 오픈소스 하드웨어를 기반으로 한 전자적, 기계적, 구조적 하드웨어 설계이고, 2단계는 오픈소스 소프트웨어에 기반한 IoT 플랫폼 설계이다.

먼저, 하드웨어 측면에서는 교육 실습장 여건을 고려하여 별도의 실습용 PC가 필요하지 않도록 Main PCB Board를 설계함으로써, 하나의 장비에서 각종 센서(Sensor) 뿐만 아니라 다양한 IoT Device module 등을 모두 실습할 수 있도록 시스템을 통합하였다.

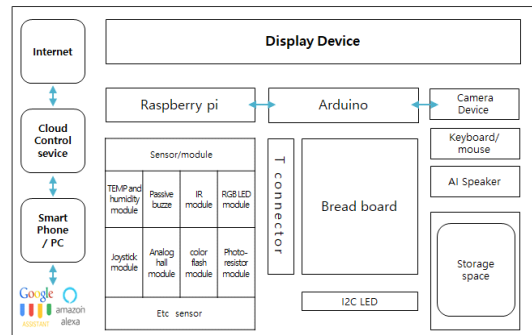


그림 1. 시스템 블록 구조도  
Fig. 1. System Block structure diagram.

다음으로, 소프트웨어 측면에서는 개방형 IoT 플랫폼 기반의 설계로 라즈베리파이 리눅스OS 뿐만 아니라 아두이노 등과 같이 다양한 IoT 소프트웨어 실습 방향에 맞춰 타켓 보드를 선택하여 하나의 장치에서 다양한 IoT 응용 프로그램을 실습할 수 있도록 설계하였다. 이를 위해, IoT 플랫폼 API를 기능적으로 응용하여 각 장치(센서 모듈, 디바이스 모듈, 통신 모듈)를 클라우드 환경에서 제어할 수 있도록 하였다.

### 3.2 하드웨어 설계

그림 2는 별도의 PC가 필요 없는 일체형 (All-In-One) IoT 교육 시스템으로 설계한 MAIN PCB CAD 설계도<sup>17)</sup>의 일부이다.

본 연구에서는 하드웨어를 별도의 PC없이 실습 가능한 형태의 장비(17.3" Wide type 16:9 Full HD LCD)로 설계하였고, MAIN PCB에 탈부착 가능한 다양한 센서 및 디바이스 모듈 장착이 가능하도록 설계하였다. 또, 전자회로 실습이 가능한 형태의 브레드 보드를 실장하도록 하였고, 라즈베리파이의 AC/DC on chip(12bit 8port)으로 설계하여 Arduino 데이터의 변환 및 접속이 가능하도록 하였다. 이와 더불어, 무선 키보드, 마우스 뿐만 아니라 기타 부품 박스 등의

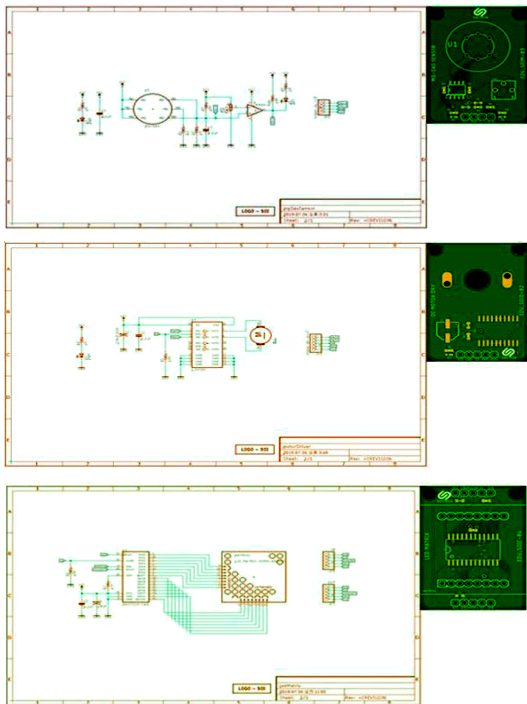


그림 2. IoT 시스템 HW MAIN PCB CAD 디자인  
Fig. 2. IoT System HW MAIN PCB CAD Design.

저장 공간을 확보할 수 있도록 설계하였다. 또, 유/무선 네트워크 접속이 가능한 형태의 레이아웃을 제공하면서 외부 케이블의 최소화(Power 케이블 외 외부 케이블의 내장화)를 고려하였고, 전원은 AC, 220V, 50Hz를 제공할 수 있도록 하였다.

### 3.3 소프트웨어 설계

그림 3은 본 연구에서 제시한 IoT 교육 시스템의 각종 센서 및 디바이스 모듈을 실시간으로 제어할 수 있고, 데이터를 확인할 수 있도록 해주는 클라우드 기반 IoT 플랫폼의 개념도이다.

소프트웨어 측면에서 이 시스템은 IoT 교육장비에 통신용 SW와 웹 클라이언트 응용SW를 탑재하는 시스템을 구현한다. 따라서, IoT 교육 시스템에 장착된 Raspberry pi module을 응용하여 GateWay를 설계하였고, 인터넷 망과 웹을 통하여 클라우드와 인터페이스 할 수 있도록 개방형 IoT 플랫폼을 설계하였다. 이를 통해 언제든지 IoT 교육 시스템을 원격지에서 컴퓨터 및 스마트 폰 등으로 제어, 관리 할 수 있다.

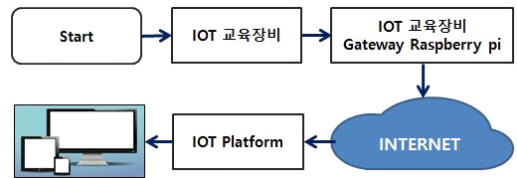


그림 3. IoT 교육 시스템 SW 개념도  
Fig. 3. IoT Educational System SW Concept Diagram.

### 3.4 라즈베리 파이 게이트웨이 구현

본 연구에서는 IoT 교육 시스템(장비)에 장착된 다양한 IoT센서, 디바이스 모듈 및 Arduino, PLC에서 취합된 데이터 등을 인터넷을 통해 서버 시스템에 전송하도록 라즈베리 파이 게이트웨이(Raspberry\_pi GateWay)를 구현하였고, IoT 교육 시스템과 kt의 개방형 IoT Platform(IoTMakers)의 Connecting interface 기능을 구현하였다.



그림 4. IoT 교육장비 Gateway 등록 UI  
Fig. 4. IoT education system Gateway Registration UI.

그림 4는 본 연구에서 개발한 IoT 교육 시스템(장비)을 kt의 클라우드 기반 개방형 IoT 플랫폼인 IoT Makers를 통해 제어하는 화면이다.

아래는 본 연구에서 개발한 IoT 교육 시스템의 기능 중 LED 모듈을 구동하기 위한 코드의 일부분이다.

```
// LED TEST //
int LED0 = 2;
int LED1 = 3;
int LED2 = 4;
int blinkTime = 250;
// SETUP ROUTINE
void setup()
{
    pinMode(LED0, OUTPUT);
    pinMode(LED1, OUTPUT);
    pinMode(LED2, OUTPUT);
}

// MAIN LOOP
void loop()
{
    digitalWrite(LED0, HIGH);
    delay(blinkTime);
    digitalWrite(LED0, LOW);
    delay(blinkTime);
    digitalWrite(LED1, HIGH);
    delay(blinkTime);
    digitalWrite(LED1, LOW);
    delay(blinkTime);
    digitalWrite(LED2, HIGH);
    delay(blinkTime);
    digitalWrite(LED2, LOW);
    delay(blinkTime);
}
```

또한, 그림 5는 IoT 교육 시스템과 kt의 개방형 IoT Platform cloud IoT Makers와 Connecting interface 기능에 LED 디바이스 정보를 등록하고 WEB기반 원격지 데이터 제어관리와 통제를 위한 환경 설정 화면이다.

그림 6은 본 연구에서 개발한 IoT 교육 시스템 장비를 이용하여 Arduino IDE를 실행하여 실제 구동하는 모습을 보여주고 있다.

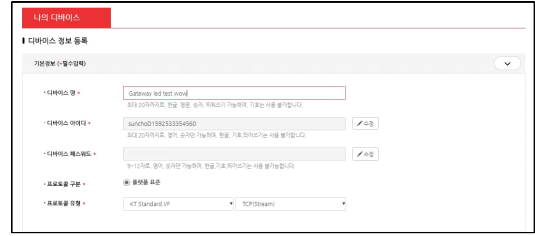


그림 5. 시스템 디바이스 정보등록 UI  
Fig. 5. System Device Information Registration UI.

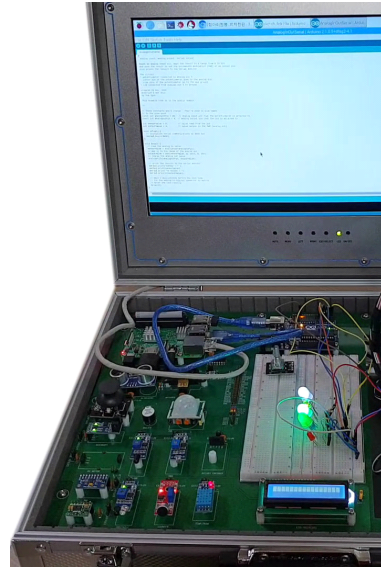


그림 6. 시스템 디바이스 실행화면  
Fig. 6. System device execution screen.

#### IV. 시험 및 평가

본 연구에서는 설계, 개발한 오픈소스 하드웨어 기반 사물인터넷(IoT) 교육 시스템을 kt의 개방형 IoT Platform 이용하여 WEB 기반 원격지 데이터 제어관리와 통제 구동 시험을 수행하여 정상적으로 동작하고 있음을 그림 7과 같이 확인하였다.

TIME STAMP	VALUE
14:48:05.823	OFF
14:47:38.514	OFF
14:47:21.523	OFF
14:47:10.336	ON
14:47:05.447	ON
14:46:21.239	ON

그림 7. LED on/off 제어 UI  
Fig. 7. LED on/off control UI.

또, 본 연구에서 설계, 개발한 오픈소스 하드웨어 기반 사물인터넷(IoT) 교육 시스템의 성능시험 및 평가 결과는 표 2와 같다.

시스템 성능평가는 하드웨어와 소프트웨어 평가로 구분하여 시행하였는데, 하드웨어의 환경적 평가 항목으로, 첫째 고온, 저온, 습도 환경적인 변수 요인에서 시스템을 일정시간 동안 얼마만큼 장시간 노출 하였는가, 둘째 환경적인 변수 요인에 본 시스템이 오작동이나 시스템 결함 없이 장시간 동안 정상적으로 작동하는 것을 관찰하고 항목을 평가 하였다. 그리고 소프트웨어의 오픈소스 기반 이식성, 기능성, 호환성, 원격 통합제어 평가 항목으로, 첫째 본 시스템에서 오픈소스 소프트웨어가 정상적으로 작동 하였는가, 둘째 오픈소스 하드웨어 부품과 센서, 디바이스 모듈 등이 다양한 오픈소스 응용 소프트웨어 결함 없이 이식되어 기능이 정상적으로 작동되고 시스템과 충돌 없이 호환되는가를 확인하고 평가 하였다. 셋째 오픈소스 체제의 본 시스템을 kt의 IoT Platform인 IoT Makers을 이용하여 원격 통합제어가 정상적으로 작동되는 것을 평가하고 확인 하였다.

본 연구에서는 오픈소스 하드웨어인 아두이노와 라즈베리 파이를 활용하여 별도의 PC가 필요 없는 일체형 IoT 교육 시스템을 설계 하였으며, 개방형 IoT Platform cloud system방식을 채택하여 IoT 교육장비의 데이터 확인 및 통합 관리가 원격지의 컴퓨터 혹은 스마트 폰 등으로 제어할 수 있도록 개발 하였다. 본 연구에서 설계, 개발한 오픈소스 하드웨어 기반의 IoT 교육장비 시스템은 확장성, 개방성, 호환성, 고가용성 등의 장점을 추구 하였다. 하지만 교육현장에서 다양한 전공분야에서 활용해야 하는 IoT 교육장비의 특성상 각각의 분야에 활용 시나리오를 모두 반영하기에는 한계가 있다. 또한, 특정 상황을 염두하여 세부 기능을 특화하여 개발하는 것 또한 교육장비로서의 범용적 특성에 맞지 않다. 따라서 향후 본 연구에서 제시한 설계를 토대로 다양한 분야에서 각각의 필요에 맞는 확장 모듈이나 확장 쉘드, 응용 프로그램 등이 개발되어야 할 것이다. 본 연구의 결과는 그것을 위한 출발점으로서의 의미가 있으며, 이후 교육계 뿐만 아니라 산업계의 스마트 팩토리 분야에도 충분히 확장 가능할 것으로 판단한다.

표 2 시스템 성능평가  
Table 2. System Performance test.

<Development System Performance Test and Evaluation Item>					
Key Performance Spec			Unit	Development Goals	pre-development level
Hard Ware	Environment Test	high/low temperature storage test	Time	24	16
		temperature-humidity immunity test	Time	24	16
		normal temperature tolerance test	Time	24	24
Soft Ware	OPEN SOURCE portability		Y/N	Y	N
	OPEN SOURCE functionality		Y/N	Y	N
	Communications Network Compatibility		Y/N	Y	Y
	IOT Platform Remote Integrated Control		Y/N	Y	N

### V. 결 론

4차 산업혁명의 핵심인 IoT 기술의 진보는 전 세계 산업계의 핵심 성장 동력으로 작용하고 있다. 또, 최근의 오픈소스는 다양한 IoT 플랫폼들과 융합되면서 비약적인 발전의 역사를 새롭게 갱신하고 있다.

### References

- [1] ITU-T Recommendations, “*Overview of the Internet of things*,” Rec. ITU-T Y.2060, pp.1, May 30, 2020, form <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=y.2060>
- [2] J. Lee, “Crisis and opportunity of higher education triggered by edutech,” *Korea Business Rev.*, vol. 24, pp. 151-171, 2020.
- [3] ECONOMYChosun, *EduTechField Repo*, May 30, 2020, form <http://economychosun.com/>
- [4] H.-G. Lee, “An analysis of edu-tech market in Korea’s ICT-based education service for new southern countries,” *Trade Info. Res.*, vol. 21, no. 4, pp. 237-256, 2019.
- [5] H. Lee, “Edutech market status and time view,” *Korea Int. Trade Assoc. Inst., Trade Focus 16*, 2020.
- [6] National Institute of Korean Language, *A Korean spring of Korean language*, May 30, 2020, form <https://opendict.korean.go.kr/main>
- [7] J. Kim, Open Source Hardware Association, “*Principles of Open Source Hardware (OSHW) 1.0*,” May 30, 2020, form <https://>



www.oshwa.org/definition/korean/  
 [8] Arduino, *What is Arduino*, May 30, 2020, form <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>  
 [9] The Raspberry Pi Foundation, Raspberry pi “*Ourmission*,” May 30, 2020, form <https://www.raspberrypi.org/>  
 [10] K. Jeong and W. Kim, “The implementation of smart raising environment management system based on sensor network and 3G telecommunication,” *J. KIECS*, vol. 6, no. 4, pp. 595-601, Aug. 2011.  
 [11] SAS® insight, *Definition and Importance of Internet of Things (IoT) IoT*, May 30, 2020, form [https://www.sas.com/ko\\_kr/insights/big-data/internet-of-things.html](https://www.sas.com/ko_kr/insights/big-data/internet-of-things.html)  
 [12] J. Kim, “A cluster head replacement based on threshold in the Internet of Things,” *J. KIECS*, vol. 9, no. 11, pp. 1241-1248, Nov. 2014.  
 [13] Calum McClelland, IoT For All “*What is an IoT Platform?*,” May 30, 2020, form <https://www.iotforall.com/>  
 [14] Korea IDG From ITWorld Fredric Paul, *Why the definition of an IoT platform is so confusing*, May 30, 2020, form <http://www.itworld.co.kr/news/116439csidx2896ee97ea12962b4eabd0054de9413>  
 [15] Ocean Developers, *Ocean Developers*, May 30, 2020, form <http://www.iotocean.org/main/>  
 [16] GIGAIoTMakers, *What is IoTMakers?* May 30, 2020, form <http://iotmakers.kt.com/openp/index.html#/introduce>,  
 [17] S. Choi and H. Kim, “*Apparatus for internet on things and robot education practice*,” Patent Application KIPO (Korean Intellectual Property Office), p. 1, May 2019.

최 선 오 (Sun-O Choi)



2006년 8월 : 아주대학교 정보통신대학원 정보통신학과 석사

2009년 3월 : 아주대학교 정보통신 전문대학원 정보통신학과 박사과정 제적

2020년 5월~현재 : 송실대학교 일반대학원 IT정책경영학과 박사과정

2020년 5월~현재 : AIoTRobot 대표

<관심분야> IoT보안, cloud Robot 보안, IoT교육, 스마트 팩토리 시스템

[ORCID:0000-0002-5144-0116]

이 영 준 (Young-Joon Lee)



1992년 2월 : 금오공과대학 전자공학과 학사

2006년 2월 : 세종대학교 정보통신대학원 정보보호학과 석사

2019년 9월~현재 : 송실대학교 일반대학원 IT정책 경영학과 박사과정

1992년 3월~현재 : 육군 정보통신장교로 근무하고 있으며, 현재 국군지휘통신사령부에서 재직 중

<관심분야> 인공지능, 드론, 클라우드

[ORCID:0000-0003-0071-4858]

최 재 혁 (Jae-Hyuk Choi)



1999년 : 육군사관학교 무기공학과 학사

2004년 : 한국과학기술원(KAIST) 산업공학과 석사

2019년~현재 : 송실대학교 일반대학원 IT정책경영학과 박사과정

1999년~현재 : 육군 현역장교

<관심분야> 국방 M&S, 빅데이터분석, 인공지능, 네트워크 보안, SW 개발 및 유지보수 비용 산정

[ORCID:0000-0002-0639-7841]

김 종 배 (Jong-Bae kim)



1996년 : 서울시립대학교 경영학  
과 학사

2002년 : 숭실대학교 정보과학대  
학원 컴퓨터공학 석사

2006년 : 숭실대학교 대학원 컴  
퓨터공학 박사

2012년~현재 : 숭실대학교 교수

<관심분야> 오픈소스, 실시간 센서네트워크 운영체제,  
데이터 분석, 클라우드, 센서네트워크 위치 추적

[ORCID:0000-0003-4682-5617]