



A Study on Internet of Things Implementation

Byung-Oh Goh¹, Seung-Eui Yang², Tak-Cheon Kim³

¹*Gongju National Univ. of Education*

²*INTERMEDIA Co.*

³*Korea Technology Commercialization Association*

A B S T R A C T

As the fourth industrial revolution, a new industrial structure, has become an issue, the concept of artificial intelligence like Alpha go, the virtual currency created based on block chaining with strong functions in terms of security and decentralization, and Internet of Things (IoT) is getting more and more interesting. On the other hand, in the elementary, middle and high school education field, programming education is being activated based on physical computing using Arduino. Therefore, in this study, IoT prototype system is implemented using Arduino board and Smart Gateway, which is an IoT platform based on OpenWRT. In other words, it is possible to control the external electronic devices such as the LED and the motor in various forms by receiving the value from the end point which is limited intelligence such as various sensors such as temperature and humidity sensor, optical sensor, camera, and RFID tag to implement an IoT prototype that can interact with objects. The IoT prototype system based on Arduino board and OpenWRT can be used as educational contents. Also, Because creative thinking can be easily implemented by connecting with hardware, it can contribute to development of fusion education. On the other hand, the program source and the circuit diagram can be utilized as education contents in the physical computing education course using the board such as Arduino or the IoT related education course.

© 2017 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : Fourth industrial revolution, Artificial intelligence, Security, Decentralization, Internet of things (IoT), Smart gateway, Fusion education.

ARTICLE INFO: Received 20 October 2017, Revised 19 November 2017, Accepted 8 December 2017.

*Corresponding author is with the Department of
Computer Education, Gongju National University of
Education, 376 Ponghwang-Dong, Gongju, Chung-nam

314-711, KOREA.

E-mail address: bokoh@gjue.ac.kr

1. 서론

21세기에 들어와서 새로운 산업 구조인 4차 산업혁명이 이슈화되면서 알파고 같은 인공지능, 보안성(Secure)과 분산화(Decentralized) 측면에서 강력한 기능을 지닌 블록체인(Block Chain)을 기반으로 탄생한 가상화폐의 활용, 그리고 모든 사물이 인터넷과 연결되는 사물인터넷(Internet Of Things;IoT) 등에 대한 관심과 개발이 점점 고조되면서 4차 산업혁명시대로 이어지고 있다. 4차 산업혁명은 인간의 사고와 행위에 대한 다양한 데이터가 온라인으로 연결된 클라우드 컴퓨터에 저장된 빅 데이터를 분석하여 필요로 하는 각각의 수요자에게 맞춤형 형태로 적절한 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 4차 산업혁명의 도래와 더불어 부가가치를 창출할 수 있는 소프트웨어가 다양한 분야에서 폭넓게 활용되고 있으며, 교육 분야에서도 서서히 도입되고 있다. 산업 구조의 변화와 사회적 변화의 요구에 맞추기 위해 지식을 암기하는 기존의 교육 방식 보다는 다양한 소프트웨어를 활용하여 문제 해결력을 향상시킬 수 있는 컴퓨팅 사고력을 지닌 교육이 필요할 실정이다. 이에 2015년에 개정된 교육과정에 초등학교에서 고등학교까지 소프트웨어 교육을 위한 운영 지침을 마련하였다. 특히, 초등학교에서는 “생활과 소프트웨어”와 “알고리즘과 프로그래밍” 영역으로 구분하였다. 이러한 교육과정 변화에 따라 초·중·고 교육 현장에서는 아두이노를 활용한 피지컬 컴퓨팅을 기반으로 프로그래밍 교육이 활성화되고 있는 추세이다. 따라서, 본 연구에서는 아두이노 보드 계열과 OpenWRT를 기반으로 한 IoT 플랫폼인 스마트 게이트웨이를 활용해 IoT 프로토타입 시스템을 구현한다.

본 연구에서 구현하려는 사물 인터넷 프로토타입 시스템의 일반적인 구조도는 사용자, 스마트게이트웨이, 그리고 제한된 인텔리전스를 포함한 제

품(각종 센서)등으로 구성된다.

사용자는 다양한 응용 프로그램과 인터페이스를 지닌 스마트폰과 태블릿 등과 같은 인텔리전트 디바이스로 스마트게이트웨이 또는 인프라 구조를 활용해 원격에 있는 다양한 사물(제품)을 제어할 수 있다. 스마트게이트웨이는 데이터를 전송 및 처리하기 위한 기기로 네트워킹과 컴퓨팅 등 다양한 장비들이 활용될 수 있다. 수집한 데이터 값을 활용해 LED나 모터 등과 같은 외부 전자 장치들을 통제할 수 있어 IoT 프로토타입 시스템을 개발할 수 있다. 제안된 인텔리전트는 필요한 데이터 값을 읽어오기 위해 온·습도 센서, 광센서 등 다양한 센서, 카메라, 그리고 RFID 태그 등을 활용한다[6]. 제안된 인텔리전트에 연결하여 활용하는 아두이노(Arduino)는 오픈소스를 기반으로 완성된 마이크로컨트롤러 보드(상품)와 통합 개발 환경을 의미하며, 프로그램을 작성할 수 있는 통합 개발 환경(IDE)을 제공하여 비전문가도 쉽게 프로그래밍이 가능하다 [13]. 한편, 아두이노 보드의 회로도가 공개되어 있어 누구나 직접 보드를 만들고 수정하여 활용할 수 있다. 원하는 동작을 수행하도록 프로그래밍하고, 아두이노 보드에 업로드하면 아두이노는 바로 동작한다. 아두이노 MCU 보드는 마이크로컨트롤러 기능만 있어 각종 센서나 기타 입·출력 장치가 필요한 경우, 추가적으로 쉴드를 활용하여 연결하면 커넥터를 통해 모든 핀에 제한된 인텔리전스 부품을 연결하여 활용한다. 본 연구에서 연구한 아두이노 보드와 OpenWRT를 기반으로 구현한 IoT 프로토타입 시스템은 교육용 콘텐츠로 활용할 수도 있고, 창의적 사고를 하드웨어와 연결하여 쉽게 구현할 수 있기 때문에 융합교육 발전에도 이바지 할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 이론적 배경 및 선행 연구에 대해 살펴보고, 제 3장에서는 사물 인터넷 구현대해 기술한다. 끝으로, 결론을 기술한다.

2. 이론적 배경 및 선행 연구

2.1 OpenWRT

무선랜 라우터를 위한 리눅스(Linux) 배포판 일종의 운영 체제로 오픈 소스이며, 임베디드 시스템에서 많이 활용한다. 본 연구에서는 OpenWRT를 기반으로 스마트게이트웨이를 개발하고, 스마트 게이트웨이를 활용해 IoT 프로토타입 시스템을 구현한다.

2.2 웹 통신용 Node.js 플랫폼

자바스크립트(javascript) 엔진으로 구현된 서버 프로그램인 Node.js는 확장성 있는 네트워크 애플리케이션 중 서버 사이드 상에서 많이 활용되는 소프트웨어 플랫폼이다. 본 연구에서는 IoT 프로토타입 시스템을 구현 시에 Node.js를 기반으로 웹 통신을 수행한다. 즉, 서버(Server) 모듈에서 사용자의 요청을 받는다. 이때, 클라이언트의 요청을 받고, URL 모듈을 활용하여 경로(path) 추출하여 라우터(router) 모듈에게 경로를 전달한다. 다음은 라우터 모듈에서 전달 받은 경로(path)를 분석한 후 요청을 실제로 처리하는 요청 처리자(request handler) 모듈로 전달한다. 즉, 클라이언트가 요청한 경로(path)에 따라서 주어진 일을 처리할 수 있도록 “키(key):값(value)” 처럼 쌍으로 제공하여 라우터 모듈이 핸들러(handler)를 쉽게 구분할 수 있도록 제공한다. 이때, 키(key)는 요청 경로(path)를 의미하고, 값(value)은 처리하는 함수(function)을 의미한다.

한편, 클라이언트가 요청할 때, 처리할 핸들러가 없을 경우에는 라우터 모듈에서 에러메시지를 출력한다. 클라이언트가 요청을 한 경로에 맵핑되는 핸들러 함수(handler function)가 없을 경우에는

라우터에서 에러 메시지로 응답한다. 끝으로, “키(key):값(value)” 처럼 쌍으로 전달 받은 요청 처리자(request handler) 모듈은 경로에 해당하는 함수를 실행한 후 결과를 클라이언트에게 전달하여 처리를 완료한다.

2.3 제어 시스템 보드

아두이노 기반에 각종 센서 및 가전 제품 모듈을 구현하고, 이를 BLE, RF433, Zigbee 등의 무선 통신으로 연동하여 제어를 모의하기 위해 아두이노 UNO, NANO, MEGA 그리고 라즈베리파이에 적용하였고, 스마트 게이트웨이와 연동하여 IoT 기반으로 동작할 수 있도록 하였다.

2.4 선행 연구

21세기에 접어들면서 모든 조직이 소프트웨어 중심으로 운영되고, 사물인터넷을 기반으로 연결되는 디지털 시대가 도래 하면서 대부분의 분야들이 컴퓨팅 기반의 융합적 성격을 띠게 되었다. 이러한 변화로 적용하기 위해 사물인터넷에 대한 교육이 반드시 필요한데 이를 위한 직접적인 콘텐츠가 아주 미비한 실정이다. 즉, 피지컬 컴퓨팅 교육을 통해 학습자들이 실생활과 밀접하게 관련된 사물인터넷 시스템들을 생각하고 고안해낼 수 있도록 지도하여 학습자들의 창의·융합적 사고력을 높여 주고자 하였다. 따라서, 사물인터넷에 가장 기본이 되는 피지컬 컴퓨팅 교육 교육에 대해 일선 교육 현장에서 이루어진 기존의 연구들을 살펴본다.

고병오(2017)는 STEAM과 컴퓨팅 사고력의 구성 요소인 분해, 패턴 인식, 추상화, 그리고 알고리즘 설계 등을 반영하여 아두이노를 기반으로 한 디지털 옷놀이 시스템을 개발하였다. 개발한 시스템을 체험하고, 이를 교육에 활용함으로써 프로그래밍

교육에 대한 관심과 흥미를 고취시키고, 융합적 사고와 컴퓨팅 사고력을 향상 시키도록 하였으나 사물 인터넷의 한 구성 요소인 피지컬 컴퓨팅에 초점을 맞추었다[6].

최속영(2016)의 연구에서는 공업계 고등학생을 대상으로 앱 인벤터를 이용하여 아두이노를 제어하는 안드로이드 어플리케이션 프로그래밍 교육을 실시하고 학생들의 창의·융합적 사고능력에 어떤 변화가 있었는지를 분석하였다. 분석 결과 앱 인벤터와 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 교육은 학생들의 창의·융합적인 사고 능력에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다[7].

김지현(2016)은 아두이노를 기반으로 한 로봇 조립 및 보드 연결과 프로그래밍 학습이 중등 수학과 과학 영재 학생들의 융합적 역량 향상에 미치는 영향과 컴퓨팅적 사고력(CT) 기반의 융합학습에 대한 학생들의 흥미와 역량 향상과의 상관관계도 알아봄으로써 CT 융합교육의 가능성을 알아보고자 하였다. 연구 결과, 학습자들이 문제를 해결하는 학습과정에서 다양한 사고 활동이 이루어지며, 융합적 역량도 의미미하게 향상되었음을 제시하였다 [8]. 이와 같이 앱 인벤터를 활용한 프로그래밍 교육과 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 기반의 프로그래밍 교육에 연구들이 각각 존재하지만 이를 기반으로 한 사물 인터넷 구현에 대한 연구결과는 아직까지 존재하지 않는다. 따라서 본 연구에서는 아두이노 기반의 피지컬 컴퓨팅, 게이트웨이 등을 활용한 사물인터넷 구현에 대한 프로토타입을 구현한다.

3. 사물 인터넷 구현

구현하려는 사물 인터넷의 일반적인 구조도는 <그림 1>과 같고, 이를 위해 아두이노 기반의 제어 모듈 구현과 OpenWRT 기반의 스마트 게이트웨이

플랫폼 구축에 대해 서술하고, 이들을 연동하여 사물 인터넷을 구현하고, 체험한다.

3.1 아두이노 보드 기반의 제어 시스템 설계 및 구현

아두이노를 기반으로 한 보드에 다양한 센서 모듈을 활용하여 블루투스, RF433, Zigbee, LoRa 등의 무선통신으로 연동하였다. 다음은 제어 시스템에 구현 모듈들이다.

3.1.1 인체 감지, 공기 오염도 측정 및 가스누출 감지 시스템 구현

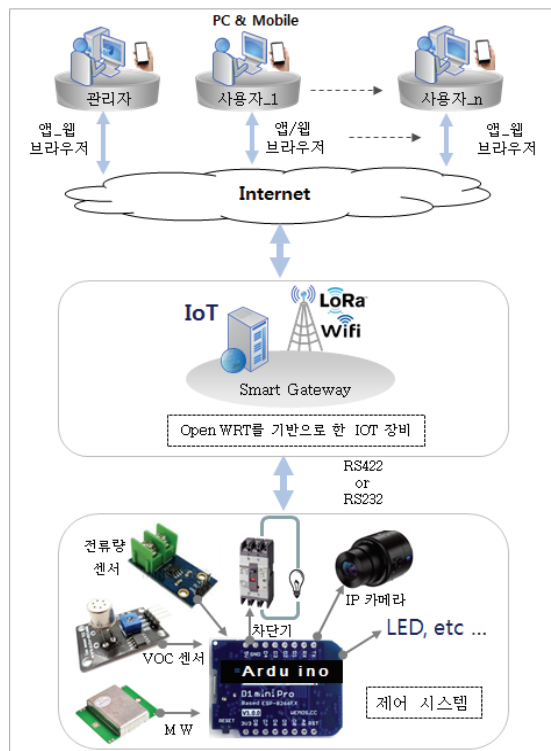


그림 1. 전체적인 시스템 구성도
Figure 1. Overall system configuration diagram

아두이노 나노(Arduino Nano)보드에 블루투스(Bluetooth)를 연결한 후 PIR 센서를 활용하여 인체를 감지할 수 있고, GAS 센서로 공기 오염도 측정 및 가스 누출을 감지하여 상황을 보고할 수 있는 인체 감지, 공기 오염도 측정 및 가스 누출 감지 시스템을 <그림1>처럼 설계하고 구현하였다.

개발한 본 시스템은 <그림 2>처럼 전체적인 메뉴에서 원하는 메뉴를 클릭하면 동작을 확인할 수 있다.

<그림 3>에서 보여준 것처럼 스마트폰으로 스마트게이트웨이를 통해 온·습도를 원격으로 모니터링 할 수 있다.



그림 2. 게이트웨이를 활용한 IoT 구현 리스트
Figure 2. IoT Implementation List Using the Gateway

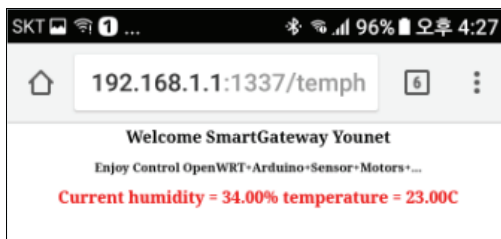


그림 3. 스마트폰으로 온·습도 모니터링 실행
Figure 3. Temperature and humidity monitoring with smartphone

3.1.2 테스트베드 원격 가전 제어 시스템 구현

아두이노 나노(Arduino Nano)보드에 블루투스(Bluetooth)를 연결한 후 RELAY를 이용해서 원격으로 DC 모터를 제어할 수 있고, 220V 가전제품을 제어할 수 있는 테스트베드 원격 가전 제어 시스템을 아래 그림처럼 설계하고 구현하였다.

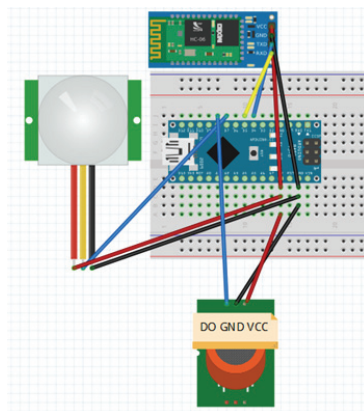


그림 4. 인체 감지, 공기 오염도 측정 및 가스누출 감지 시스템 회로도

Figure 4. Human body detection, air pollution measurement and gas leak detection system Schematic

3.1.3 센서 네트워크 시스템 구현

무선통신은 Bluetooth부터 RF433, Zigbee, LoRa 까지 대부분의 센서 네트워크를 지원하도록 구현하였다. 10여 종의 센서 제어기능을 아두이노 UNO, NANO, MEGA 그리고 라즈베리파이 플랫폼에 적용하였고, 이렇게 구현된 모듈들은 스마트 게이트웨이와 연동되어 동작할 수 있다.

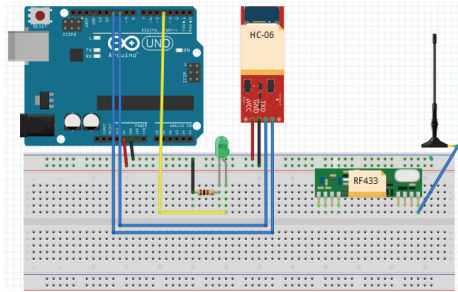


그림 5. RF433을 활용한 센서 네트워크 시스템 회로도
Figure 5. Schematic of sensor network system using RF433

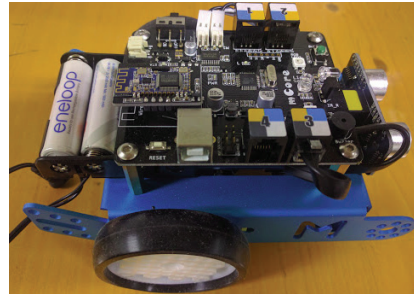


그림 8. 로봇 제어 모듈 구현
Figure 8. Robot control module implementation

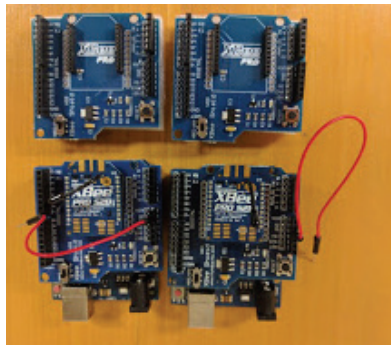


그림 6. Zigbee을 활용한 센서 네트워크 시스템 회로도
Figure 6. Schematic of sensor network system using Zigbee

광센서를 이용하여 어두워지면 LED 켜고, 밝아지면 LED를 끄는 스마트 LED을 구현하였고, 온·습도 센서를 활용하여 현재 온·습도에 대해 웹으로 결과를 나타내준다. 서버 모터 제어는 아두이노에 1개의 서보 모터를 연결한 후 입력하는 값이 1이면, 서보 모터가 0도에서 1도씩 시계 방향으로 180도까지 천천히 움직이도록 제어한다.

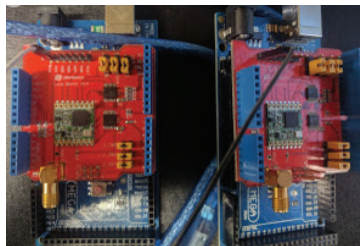


그림 7. LoRa을 활용한 센서 네트워크 시스템 회로도
Figure 7. Circuit diagram of sensor network system using LoRa

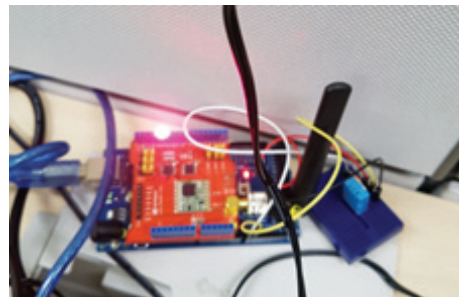


그림 9. 스마트 LED 및 온도·습도 시스템 회로도
Figure 9. Smart LED and Temperature·Humidity System Schematic



그림 10. 온도·습도 측정 결과
Figure 10. Results of temperature and humidity measurement

3.1.4 스마트 LED 및 온·습도 시스템과 모터 제어 시스템

한편, 입력하는 값이 2이면 서보 모터가 180도에서 1도씩 감소하여 시계 반대 방향으로 0도까지 빠르게 움직임을 제어하는 구현 과정을 다음과 같다.

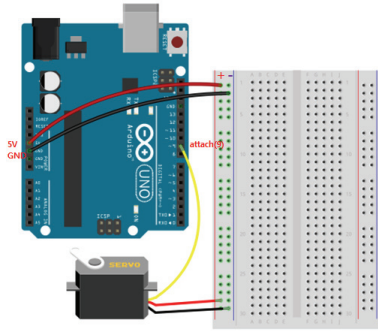


그림 11. 서보 모터 제어 시스템 회로도
Figure 11. servo motor control circuit System Schematic

스마트게이트웨이와 아두이노(arduino) 사이의 웹 통신용 자바엔진 모듈을 활용하여 사물 인터넷을 구현하기 위해서는 기본적으로 4개의 파일을 필요하다. index.js은 파일의 경로와 함수명으로 핸들을 추가하여야하며, server.js는 서버 상에서 사용할 포트 번호를 지정한다. router.js는 각각 필요한 경로를 지정하고, requestHandlers.js는 경로명과 동일한 함수를 추가하여 동작하도록 한다. index.js에 소스는 다음과 같으며 모터와 직접적인 관계가 있는 소스는 8~12번 라인이다.

```
01 var server = require("./server");
02 var router = require("./router");
03 var requestHandlers =
04 require("./requestHandlers");
05 var handle = { }
06 handle["/"] = requestHandlers.index;
07 handle["/start"] = requestHandlers.start;
08 handle["/upload"] = requestHandlers.upload;
09 handle["/servoslow"] =
10 requestHandlers.servoslow;
11 handle["/servofast"] =
12 requestHandlers.servofast;
13 server.start(router.route, handle);
```

requestHandlers.js 파일에서 중요한 일부 프로그램을 소개하면 다음과 같다. 특히, 4~5번과 17~18번 라인 소스는 스마트 게이트웨이에서 아두이노 보드와 통신하는 역할을 수행하는 것으로 통신 프로그램이 스마트게이트웨이에 동작 중에 있다.

```
01 function servoslow(response) { //추가
02 console.log("Request handler 'servoslow'
03 was called.");
04 exec("/root/ttyACM0/writeread22
05 1",function(error, stdout, stderr) {
06 response.write(body1);
07 response.write(stdout);
08 response.write("<p>");
09 response.write(body2);
10 response.end();
11 });
12 }
13 function servofast(response) { //추가
14 console.log("Request handler 'servofast'
15 was called.");
16
17 exec("/root/ttyACM0/writeread22
18 2",function(error, stdout, stderr) {
19 response.write(body1);
20 response.write(stdout);
21 response.write("<p>");
22 response.write(body2);
23 response.end();
24 });
25 }
```

server.js은 소스 13번 라인에서처럼 서버 상에서 사용할 포트 번호를 지정한다.

```
01 var http = require("http");
02 var url = require("url");
03 function start(route, handle) {
04 function onRequest(request, response)
05 {
06 var pathname =
07 url.parse(request.url).pathname;
```

```

08 console.log("Request for " +
09 pathname + " received.");
10 route(handle, pathname, response);
11 }
12
13 http.createServer(onRequest).listen(1337);
14 console.log("Server has started.");
15 }
16 exports.start = start;
    
```

router.js는 웹상에서 사용할 메시지를 지정할 수 있다. 소스는 다음과 같다.

```

01 function route(handle, pathname, response)
02 {
03 console.log("About to route a request for "
04 + pathname);
05 if (typeof handle[pathname] == 'function') {
06 return handle[pathname](response);
07 } else {
08 console.log("No request handler found
09 for " + pathname);
10 response.writeHead(404, {"Content-Type":
11 "text/plain"});
12 response.write("404 Not found");
13 response.end();
14 }
15 }
16 exports.route = route;
    
```

끝으로, node 명령문에 의하여 index.js를 시행시 키면 웹 서버가 실행한 후 PC/스마트 폰으로 크롬 브라우저를 실행한 후 http://****.225.***.***:1337/ 처럼 해당 IP 주소와 포트 번호를 입력하면 IoT 개념처럼 동작한다.

3.2 OpenWRT를 기반으로 한 스마트 게이트웨이

스마트 게이트웨이는 앞에서 구현한 센서 제어

시스템과 연동하고, 원격지에서 VPN 기법을 활용 해 인터넷을 통해 접근 가능하도록 하는 플랫폼을 구현하고, 이 플랫폼에 보안 기능을 구현 한다[1].

3.2.1 타깃 하드웨어 선정 및 OpenWRT Chaos Calmer 15.05 포팅

IoT 장비를 위한 타깃 하드웨어는 상대적으로 가성비가 우수한 3종의 타깃 시스템 상에 구현한다. 중·소규모의 네트워크 장비로 SOHO에서 사용하기에 가격 부담이 없고, 성능은 VPN 및 트래픽 셰이핑 까지 가능하도록 구현하였다. MT7621, MT7628AN, 그리고 QCA9558+9880을 타깃 시스템으로 활용하였다.

스마트 게이트웨이로 개발을 하려면 기본적으로 VPN, BLE4.0, Bluez 그리고 이와 호환되는 node.js 구현을 구현하여야한다. Linux에서 버전 업그레이드는 아주 중요한 개념 중 하나이다. 실제로 OpenWRT Chaos Calmer로 버전 업그레이드 되면서 특히 node.js와 Bluetooth 관련 커널 및 패키지 프로토콜이 많이 바뀌어 타깃 컴파일부터 컴파일레이션 등 다양한 부분에서 문제가 발생하고 있다. 본 연구에서 해당 부분은 모두 해결을 하여 3종의 타깃 시스템에 이식이 가능하게 하였다[2].

3.2.2 VPN 프로토콜 구현

네트워크 터널링을 통한 안전한 접근을 지원하는 VPN은 OpenVPN 기술을 적용하여 구현한다. VPN관련 오픈소스인 OpenVPN은 암호화, 인증, 네트워킹, 보안 등을 모두 지원하며 새로운 기술의 빠른 적용이 가능하도록 한다. VPN프로토콜 구현 방법은 L2TP, PPTP등 네트워크 계층2에서 구현하는 방법과 IPSec, SSL 등 네트워크 계층3에서 구현하는 방법이 있다. 각 방법은 장단점을 가지고 있

고, 본 논문에서는 플랫폼 간 이식성이 우수하고 이전 버전에서 구현경험이 있는 SSL방법을 적용하여 네트워크 계층 3에서 구현하였다. 구현 플랫폼인 OpenWRT가 Chaos Calmer로 업그레이드 되면서 관련 기술도 모두 다시 구현을 하였으며, 커널 성능도 튜닝업 하였다[3][4].

3.2.3 IoT 연동을 위한 FTDI, EHCI, UVC, Bluetooth 프로토콜 스택 구현

IoT 연동을 위해서는 스마트 게이트웨이 커널 및 프로토콜 레이어에서 관련 통신 프로토콜을 지원하도록 세팅하였다[9]. 특히, USB 시리얼 통신을 위해 FTDI, EHCI 지원을 해야 하고, IP 카메라 지원을 위해서 UVC를 지원해야 한다. 또한, 아래 그림처럼 블루투스 통신을 지원하기 위해 관련 커널 모듈을 구현하였다.

3.2.4 VPN터널을 기반으로 한 다중큐잉을 통한 트래픽 셰이핑

원격지에서 VPN을 통한 센서 제어 가상화를 위해 ToS, QoS를 지원하는 대부분의 유·무선 게이트웨이는 단일 큐잉에서 동작한다. ToS를 기준으로 QoS를 제어해 주기 때문에 어느 정도 성능 향상은 기대할 수 있지만, 동일 ToS의 서비스 종류가 여러 개 있을 경우에는 문제가 발생한다. 이를 해결할 수 있는 방법이 다중 큐잉 지원 커널이다[5].

본 연구에서는 센서 제어 및 VPN 접속에 최적화 된 다중 큐잉과 터널링을 지원하도록 커널을 수정하고, 프로그램을 구현 하였다. 특히 ToS, QoS에 따른 우선순위가 있지만 센서 제어 및 VPN 터널링에 우수한 성능을 발휘하도록 IP, 서비스 포트별로 원하는 대로 배치시킨 각 큐에 대해서도 우선순위를 할당할 수 있고, 각 큐의 대역폭도 원

하는 대로 지정할 수 있도록 했다.

3.2.5 구현 시험 결과

본 연구의 구현에 대한 시험 결과는 외부 기관에 의뢰하였다. 첫째, 정량적인 성능 향상으로 커널 튜닝 및 VPN 터널링 알고리즘 최적화를 통해 동급 H/W에 비교하여 성능이 향상된 것을 확인 할 수 있다.

```

alex@localhost:~$
색(S)  터미널(T)  도움말(H)
-----
2. 168.8.66, TCP port 5001
Byte (default)
-----
08 port 55572 connected with 192.168.8.66 port 5001
ansfer      Bandwidth
  8 MBytes  22.3 Mbits/sec
rf -c 192.168.8.66
-----
2. 168.8.66, TCP port 5001
Byte (default)
-----
08 port 55574 connected with 192.168.8.66 port 5001
ansfer      Bandwidth
  8 MBytes  23.2 Mbits/sec
rf -c 192.168.8.66
-----
2. 168.8.66, TCP port 5001
Byte (default)
-----
08 port 55576 connected with 192.168.8.66 port 5001
ansfer      Bandwidth
  0 MBytes  23.4 Mbits/sec
  
```

그림 12. VPN 속도 실험 결과
Figure 12. VPN speed experiment result

즉, VPN 기능 및 터널링 속도 측면에서 시험하였다. 실험 결과 전용 VPN 속도인 30~100 Mb보다는 속도가 떨어지나 동급인 제품의 성능 5~10Mb 보다는 우수한 23 ~ 28 Mb이다. 구체적인 시험 결과는 그림 15와 같다. 두 번째로는 정성적인 성능 향상이다. 즉, 유·무선게이트웨이의 지원 RF 종류와 유·무선 게이트웨이를 기반으로 IoT 원격제어 가능 여부를 시험하였다. 시험 결과 센서제어용 RF에 대해 5종류(Wiifi, Zigbee, Bluetooth, RF433, LoRa)를 모두 지원하였다. 또한, 유·무선게이트웨

이를 기반으로 IoT 형식의 원격제어에 대해 로봇서보, 로봇스테핑, LED, Buzz, Co2, 온습도, 인체감지, 빛, relay, DC Motor, 양방향 alert 등이 정상적인 동작하는 것을 확인하여 교육용 콘텐츠를 활용할 수 있다.

본 연구에서 개발한 게이트웨이 플랫폼은 OpenWRT를 활용하기 때문에 지원하는 타깃 CPU가 많고, H/W에 대한 이식성이 높으며, 업그레이드가 우수하고, VPN 등 각종 S/W 포팅을 용이하게 수행할 수 있으며, 연구소, 학교 전산소, 그리고 업체 등에서 활용하는 고가의 게이트웨이와는 다르게 개인이나 소호 업체들이 저렴한 가격으로 사물인터넷 개발 장비로 유용하게 활용할 수 있다. 또한, 많은 학생들이 사물인터넷에 대한 추상적인 개념만을 가지고 있었으나 본 연구에서 제공하는 콘텐츠를 활용하는 경우 구체적이고, 실생활 중심의 사물인터넷을 체험할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서 개발한 시제품을 교육용 장비로 활용하기 위해 IoT를 교육을 위한 콘텐츠가 아직 빈약한 실정이다. 또한, 향후 다양한 분야에서 상용 및 IoT 개발 장비로 활용하기 위해 타 시스템과의 연동 제품이 부족할 실정이다.

4. 결 론

본 논문에서는 OpenWRT 기반으로 사물인터넷을 지원하는 스마트 게이트웨이를 개발하여 보안을 유지하면서 원격지에서 좀 더 쉽고 편리하게 접근할 수 있도록 연구하였다. 즉, 다양한 각종 센서, 카메라, 그리고 RFID 태그등과 같은 제한된 인텔리전스를 포함한 엔드 포인트(End Point)로부터 값을 받아들여, LED나 모터와 같은 외부 전자 장치들을 통제함으로써 사물과 상호작용이 가능한 다양한 활용 시스템을 개발할 수 있어 많이 사용하고 있는 아두이노와 스마트 게이트웨이를 기반

으로 사물 인터넷의 구현 방법에 연구하였다. 이를 위해 첫째, PC상에서 스마트게이트웨이를 활용해 인터넷을 활용할 수 있도록 환경 설정과 직렬 통신이 가능하도록 설정하였다. 즉, 10종 이상의 다양한 제어 모듈을 구현하여 사물인터넷 구현 사례를 제시하고, 프로그램 소스나 회로도에 대해 아두이노와 같은 보드를 활용한 피지컬 컴퓨팅 교육과정이나 IoT 관련 교육과정에서 교육용 콘텐츠로 활용할 수 있다. 한편, 무선 통신을 위해 BLE, Zigbee, RF433에서 LoRa까지 지원하도록 하였다. 둘째, 원격지에서 용이하게 접근할 수 있도록 스마트 게이트웨이 플랫폼을 개발하여 이를 활용해 인터넷을 접속함으로써 안전하게 제어하도록 하였다. 추후 연구 사항으로는 사물 인터넷에 대한 이론에 만 그치지 않고 지속적인 사물 인터넷의 활용 분야를 찾아 실생활에서 활용할 수 있는 방안을 모색하고, STEAM 교육과 연관된 지속적인 연구가 필요하다. 또한, 시제품을 개발한 후 교육용 임베디드 네트워크 실습 장비로 활용할 수 있도록 콘텐츠 개발이 필요하다.

References

- [1] *OpenWrt Chaos Calmer*, <http://www.openwrt.org>, 15.05, May 2015.
- [2] T Jin. *OpenWrt development guide*, Wireless Networks Lab, CCIS, NEU. Retrieved, Oct, 2013.
- [3] *Introduction to iproute2*, The Linux Foundation. Retrieved, <http://www.linuxfoundation.org/collaborate/workgroups/networking/iproute2>, Jun. 30, 2014,
- [4] B Hubert, *Linux advanced routing & traffic control HOWTO*, <http://lartc.org/>, DocBook Edition, May 2012.

- [5] S-E. Yang, B-O. Goh, J-K. Choi, and H-k. Jung, *Wired/wireless gateway system supporting LAN-to-LAN VPN with multi-queuing realtime traffic shaping*, Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 19, No.5, May 2015.
- [6] B-O. Goh, *A study on the development of digital yut paying system based on physical computing*, Journal of The Korean association of information education, Vol. 21, No. 3, pp. 334-342, 2017.
- [7] S-Y. Choi, and S-M. Kim, *Effects of physical computing education using app inventor and arduino on industrial high school students' creative and integrative thinking*, Journal of The Korean association of computer education, Vol. 19, No. 6, pp. 45-54, 2016.
- [8] J-H. Kim, and T-Y. Kim, *The effect of physical computing education to improve the convergence capability of secondary mathematics-science gifted students*, Journal of The Korean association of computer education, Vol. 19, No. 2, pp. 87-98, 2016.
- [9] S-E. Yang, I-S. Kang, B-O. Goh, and H-K. Jung, *A realtime traffic shaping method for VPN tunneling on smart gateway supporting IoT*, Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 21, No. 6, Jun. 2017.
- [10] T. Bell, L. H. Witten, M. Fellows, R. Adams, J. McKenzie, *Computer science unplugged: An enrichment and extension programme for primary-aged children*. University of Canterbury. Computer Science and Software Engineering, 2005.
- [11] G-S. Moon. *On the direction of the computer algorithm education based on conceptual algorithms*, Journal of The Korean association of information education, Vol. 11, No. 1, pp. 29-38, 2007.
- [12] S-K. Han, S-H. Kim, and J-B. Seo. *The development of the game addiction remedy program based on scratch programming*. Journal of the Korean Association of Information Education, Vol. 14, No. 1, pp. 61-68, 2010.
- [13] Y-S. Jeong. *A study on the content framework of algorithm education in primary and middle schools*, Journal of The Korean association of information education, Vol. 18, No. 2, pp. 275-284, 2014.
- [14] Y-S. Jeong, and C. Kim. *A study on the learning objectives, instructional design, and evaluation methods in the software developing education*. Journal of the Korean Association of Information Education, Vol. 18, No. 1, pp. 185-193, 2014.
- [15] IoT-I consortium, *The internet of things initiative ? IoT-i: internet of things Initiative*, [Online]. Available: <http://www.iot-i.eu/public>, May 2013.

사물 인터넷 구현에 관한 연구

고병오¹, 양승의², 김택천³

¹공주교육대학교 컴퓨터교육과

²인터미디어

³한국기술사업화진흥협회

요 약

새로운 산업 구조인 4차 산업 혁명이 이슈화되면서 알파고 같은 인공지능 개념, 보안성과 분산화측면에서

강력한 기능을 지닌 블록체인(Block Chain)을 기반으로 탄생한 가상화폐, 그리고 모든 사물이 인터넷과 연결되는 사물인터넷(Internet Of Things;IoT)이 점점 관심이 높아지고 있는 상황이다. 한편, 초·중·고 교육 현장에서는 아두이노를 활용한 피지컬 컴퓨팅을 기반으로 프로그래밍 교육이 활성화되고 있는 추세이다. 따라서, 본 연구에서는 아두이노 보드와 OpenWRT를 기반으로 한 IoT 플랫폼인 스마트 게이트웨이를 활용하여 IoT 프로토타입 시스템을 구현한다. 즉, 온습도 센서, 광 센서 등과 같은 다양한 센서, 카메라, 그리고 RFID 태그등과 같은 제한된 인텔리전스인 엔드 포인트(End Point)로부터 값을 받아들여, LED나 모터와 같은 외부 전자 장치들을 다양한 형태로 통제할 수 있도록 하여 사물과 상호작용이 가능한 IoT 프로토타입을 구현한다. 한편, 프로그램 소스나 회로도에 대해 아두이노와 같은 보드를 활용한 피지컬 컴퓨팅 교육과정이나 IoT 관련 교육과정에서 교육용 콘텐츠로 활용할 수 있다.



Seung Eui Yang received the bachelor's degree and M.S. degree in the Department of Computer Engineering from the Hongik University in 1989 and 1991, respectively. He received the Ph.D. degree in the Department of Computer Engineering from Pai Chai University in 2016. He has been a researcher at the Agency for Defence Development during 1991~1996, and a research fellow at the CEWIT Korea during 2010~2014, and a CTO at the INTERMEDIA since 1996. His current research interests include OpenWRT, Embedded Linux, VPN, UPnP, DLNA, OLSR, USN, IPROUTE.

E-mail address: alex@im.co.kr



Byung Oh Goh received the bachelor's degree in the Department of Computational statistics from the ChungNam National University in 1986. He received the M.S. degree and the Ph.D. degree in the Department of Computer Engineering from Hongik University in 1989 and 1996, respectively. He has been a professor in the Department of Computer Education at Gongju National University of Education since 1997. His current research interests include embedded system, computer education, STEAM education.

E-mail address: bokoh@gjue.ac.kr



Tak Cheon Kim received the B.S., M.S., and Ph.D. degrees in Computer Engineering from Paichai University in 2001, 2003, and 2007, respectively. He is currently working on Korea's Technology Commercialization Association. His main research interests include data mining, embedded system, computer education, and STEAM education

E-mail address: ktc3373@naver.com