

무선 데이터 전송을 위한 IoT 플랫폼과 제어 앱 설계

IoT Platform and Control App Design for Wireless Data Transmission

노재성^{1*} · 조영준²

¹서일대학교 정보통신공학과

²한국폴리텍대학 메카트로닉스과

Jae-sung Roh^{1*} · Young-joon Cho²

¹Department of Information & Communication Engineering, Seoil University, Seoul 02192, Korea

²Department of Mechatronics, Korea Polytechnic Collage, Seoul 04392, Korea

[요 약]

최근 수년간 IoT (internet of things) 기술은 급격히 발달하였고 많은 분야에 적용되고 있다. IoT 디바이스는 다양한 환경에서 정보를 수집하고 분석하여 사용자에게 유용한 정보를 제공하는 역할을 수행한다. 최근에 IoT 디바이스 증가로 인하여, 가격이 저렴하고 사용하기 쉬운 하드웨어와 소프트웨어 기반의 오픈 소스 플랫폼들이 많이 개발되어 제공되고 있다. 본 논문에서는 블루투스 무선 데이터를 스마트 폰과 실시간으로 통신할 수 있는 아두이노 기반의 IoT 시스템을 연구하였다. 그리고 안드로이드 스마트폰과의 통신을 위하여 앱 인벤터 2 기반의 무선 시스템 제어 앱을 개발하였다. 또한, 디바이스를 제어할 수 있는 아두이노 기반의 IoT 시스템을 제작하여 디바이스 사이의 연결성 측면의 기능을 구현하고자 한다.

[Abstract]

In recent years, internet of things (IoT) technology has developed rapidly and has been applied in many fields. IoT devices collect and analyze information in various environments and provide useful information to users. Due to the recent increase in IoT devices, many open source platforms based on hardware and software that are cheap and easy to use have been developed and provided. In this paper, we have studied the IoT system based on Arduino which can communicate Bluetooth wireless data with smart phone in real time. And we have developed a wireless system control app based on App Inventor 2 for communication with Android smart phone. Also, we propose an IoT system based on Arduino which can control the devices and implement the function of connectivity between devices.

Key word : Wireless data, Bluetooth, Internet of things, Arduino, App inventor 2.

<https://doi.org/10.12673/jant.2017.21.1.72>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 19 January 2017; Revised 2 February 2017
Accepted (Publication) 20 February 2017 (28 February 2017)

*Corresponding Author; Jae-sung Roh

Tel: +82-2-490-7206

E-mail: jsroh@seoil.ac.kr

I. 서론

현대 사회에서는 컴퓨터의 연결뿐만 아니라 사물 사이의 인터넷 연결을 통하여 사물 주변에서 일어나는 상황을 관찰, 정보 수집, 환경 제어 등을 할 수 있는 사물 인터넷 (IoT; internet of things) 기술이 주목받고 있다. 사물 인터넷에서의 개별적인 디바이스는 유무선 인터넷을 이용하여 시간과 공간의 제약 없이 데이터 통신이 가능하며 이러한 디바이스는 다양한 환경에서 정보를 수집하고 분석하여 사용자에게 유용한 정보를 제공하는 역할을 수행한다. 최근 사물 인터넷 디바이스는 가격이 저렴하고 사용하기 쉬운 하드웨어와 소프트웨어 기반의 오픈 소스 플랫폼들이 많이 개발되어 제공되고 있는 상황이다. 특히, 외부 상황을 관찰하는 다양한 센서를 활용하여 정보를 수집하고 사물 인터넷 클라우드 서버나 스마트 기기에 직접 데이터를 전송하는 기술이 활발히 연구되고 있다[1]-[3]. 또한 사물 인터넷 하드웨어와 플랫폼은 네트워크와 연결된 사물의 복잡성을 처리하는 다양한 기능을 하고 있으며 점차 표준화된 인터넷 프로토콜을 사용하여 연결성을 지원하는 방향으로 진화해오고 있다. 소프트웨어 측면에서도 디바이스 관리, 데이터 수집/분석 등 기능 개선이 되고 있으며 특히 안드로이드 스마트 디바이스 기반에서 애플리케이션 수준의 데이터 분석, 가시화, 리포트 기능이 사물 인터넷의 가치를 높이고 있다[4]-[6].

사물 인터넷은 하드웨어 기반의 단순한 제품에서부터 안드로이드 스마트 디바이스에서 활용이 가능한 애플리케이션을 제공하는 제품까지 존재하고 있다. 현재는 클라우드를 통해 서비스를 제공하는 연구가 진행되고 있으며 시장이 아직 초기 단계이나 곧 개화할 것으로 예상하고 있다. 현재 모든 산업을 지원하는 표준 기술에 대한 연구개발이 진행되고 있는 상황이다. 따라서, 본 논문에서는 가격이 저렴하고 사용하기 쉬운 아두이노 기반의 하드웨어와 웹 기반 환경에서 개발 할 수 있는 구글 앱 인벤터 2를 사용하여 소프트웨어 기반의 오픈 소스 플랫폼을 활용하여 사물 인터넷 디바이스에 접근하고, 디바이스를 제어할 수 있는 아두이노 기반의 사물 인터넷 시스템을 제작하여 디바이스 사이의 연결성과 관련 기능을 구현하고자 한다.

II. IoT 플랫폼 연구 동향

본 절에서는 국내외 IoT 시스템 및 관련 플랫폼의 연구 동향에 대해서 알아보려고 한다. IoT 플랫폼은 연결된 사물의 복잡성을 처리하는 다양한 기능을 보유하고 있으며 데이터가 수집되면 앱 개발, 수집 데이터의 가시화, 빅 데이터 처리기술 등이 이용된다. 현재 기업용 IoT 플랫폼을 선도하는 업체는 Axeda, IBM, Cisco, Oracle, Microsoft, Intel 등이며 향후 본격적인 시장 개화에 준비하고 있다. 향후에는 IoT 시장이 소프트웨어와 서비스 중심으로 재편될 것이며 실제 사물과 서비스를 중계하는 IoT 게이트웨이 플랫폼이 기대되며 클라우드 기반으로 실세계

사물뿐 아니라 SNS (social network service)까지 포함한 서비스의 제공 및 비즈니스 모델이 예상된다. 국내에서도 대규모 IoT 플랫폼 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 전자부품연구원의 모비어스 플랫폼은 IoT 디바이스 플랫폼, 개방형 IoT 서비스 플랫폼, IoT 생태계 플랫폼으로 구성되며 ETRI가 개발한 IoT 미들웨어는 IoT 자원 연동, 센싱 데이터 명령/보고 처리, 구동기 제어 처리, IoT 자원 모니터링 및 외부 서비스를 위한 연계 모듈로 점차 진화하고 있는 상태이다.

본 논문에서 적용한 아두이노 오픈소스 하드웨어 플랫폼은 전자회로 및 하드웨어에 대한 지식이 없어도 전자장치를 개발할 수 있으며 소형 하드웨어 보드와 소프트웨어 통합개발환경으로 구성되어 있다. 프로그래밍이 가능한 마이크로 컨트롤러, 외부 확장핀, USB (universal serial bus) 컴포넌트로 구성되며 개발자, 디자이너, 예술가, 학생들이 로봇, 가전, 의류, 미디어 아트, 사물 등 분야에서 활용되고 있다. 아두이노 플랫폼의 연구 동향으로 레고사의 경우 미국과 캐나다에서 아두이노와 레고 제품을 연계한 로봇 과정을 진행하고 있고 포드사는 스마트 카를 위한 차량용 하드웨어 및 소프트웨어를 개발하는 아두이노/안드로이드 기반의 OpenXC 프로그램을 추진하고 있다. 구글은 수백개의 아두이노 센서 네트워크를 통해 행사장의 온도, 습도, 공기상태, 소음, 밝기 등의 환경 정보와 발자국 감지를 통한 참가자의 이동 경로를 실시간으로 수집하고 분석해 시각화하였다. 그림 1은 다양한 아두이노 플랫폼 모델(아두이노 우노, 아두이노 마이크로, 아두이노 나노, 아두이노 릴리페드)을 제시하고 있다[7]-[9].

III. 시스템 설계 및 분석

3-1 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 아두이노 기반의 IoT 시스템은 그림 2와 같은 구성으로 설계되었다. 다양한 IoT 디바이스에서 수집되는 센서 및 구동 정보를 각 IoT 플랫폼에서 수집하고 제어한다. 그리고 스마트폰의 안드로이드 앱을 통하여 제어 정보를 시리얼 블루투스 통신 방식으로 통신하며 데이터를 모니터링한다.

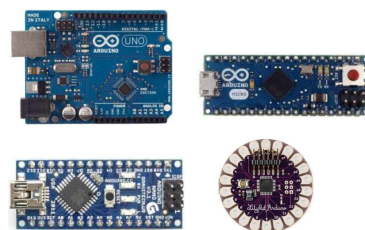


그림 1. IoT 아두이노 플랫폼
Fig. 1. IoT Arduino platform.

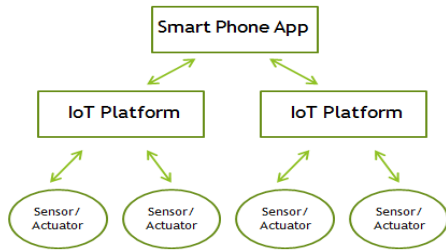


그림 2. 시스템 구성도
Fig. 2. System configuration.

본 논문에서 제작된 IoT 플랫폼은 스마트폰의 안드로이드 앱과의 통신을 통해 수신된 데이터를 이용하여 IoT 디바이스를 제어한다. IoT 시스템의 각 구성에 대한 자세한 내용은 아두이노 기반 IoT 하드웨어 구성, 아두이노 응용 프로그램, 블루투스 시리얼 통신, 안드로이드 앱 개발 부분으로 나누어 설명한다.

3-2 아두이노 기반 IoT 시스템 하드웨어 구현

본 논문에서 제작한 아두이노 기반의 IoT 플랫폼은 다양한 기초/응용 실습을 할 수 있으며 아두이노 부트로더를 올려서 구동이 가능하다. 그림 3과 같이 아두이노 기반의 IoT 시스템 하드웨어는 모터 구동부, 초음파 센서부, 가속도 센서부, 블루투스 통신부, OLED (organic light emitting device) 디스플레이부, 아날로그 입력 스위치부로 구성된다[7]. 그림 4는 ATmega328P MCU (micro controller unit) 블록의 주변 회로도를 나타내며 시스템 하드웨어를 통해서 IoT 플랫폼으로 부터의 데이터를 이용하여 센서 및 구동장치를 제어할 수 있다.



그림 3. 아두이노 기반 IoT 플랫폼
Fig. 3. Arduino based IoT platform.

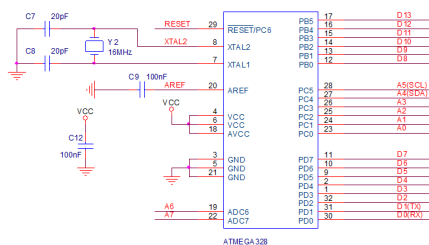


그림 4. MCU 블록 회로
Fig. 4. MCU block circuit.

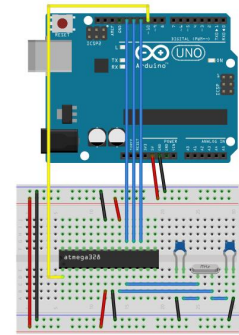


그림 5. 아두이노 부트로더 업로드
Fig. 5. Arduino bootloader upload.

본 논문에서 제작한 아두이노 기반 IoT 플랫폼은 ATmega328P 아두이노 MCU 제어부, BC-04 기반의 블루투스 통신부, L293D 모터 드라이버 IC (integrated circuit) 기반의 DC (direct current) 모터 구동부, FT232R IC 기반의 USB/시리얼 변환통신부로 구성된다. 본 개발에서는 아두이노 UNO 보드에 아두이노 부트로더를 올린 ATmega328P 기반의 아두이노 응용 IoT 보드를 제작하였다. 기존에 사용하던 UNO 보드를 이용하여 부트로더를 올릴 수 있으며 아두이노 통합개발환경에서 직접 수행이 가능하다. 그림 5와 같은 회로를 구성하여 제작하고 테스트를 수행하였다.

3-3 아두이노 응용 프로그램 개발

본 논문에서 제작한 아두이노 기반의 IoT 시스템은 스마트폰 앱과의 블루투스 연동에 의하여 구동된다. 스마트폰 앱에서 전송된 데이터에 따라서 아두이노 기반의 IoT 시스템은 수신 데이터에 따라서 전진, 좌회전, 우회전, 후진, 정지에 해당하는 동작을 수행한다. 그림 6은 아두이노 기반의 IoT 시스템에서 수행되는 ATmega328P 아두이노 MCU 응용 프로그램의 데이터 흐름도를 나타낸다. 본 논문에서 제작한 아두이노 응용 IoT 보드에는 2개의 감속기어형 DC 모터가 장착되어 있으며 각각의 모터는 정회전, 역회전, 정지의 기능을 위해 2핀씩 디지털 출력 포트가 할당되어 있다.

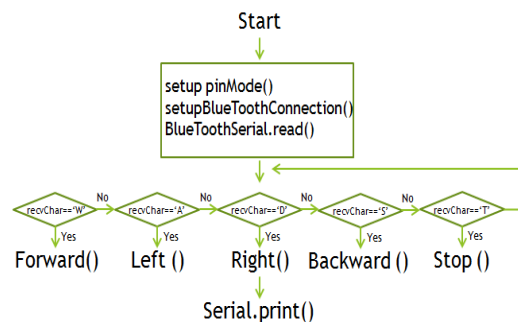


그림 6. 아두이노 응용 프로그램 데이터 흐름도
Fig. 6. Arduino application program data flow diagram.

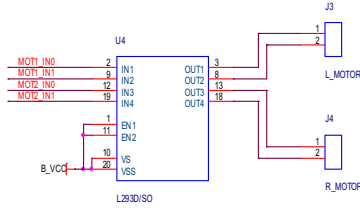


그림 7. DC 모터 드라이버 회로
Fig. 7. DC Motor driver circuit.

표 1. 디지털 출력과 모터 동작

Table 1. Digital output and motor operation.

	MOT1 _INO	MOT1 _IN1	MOT2 _INO	MOT1 _IN1
L_MOTOR Forward	0	1	x	x
L_MOTOR Reverse	1	0	x	x
L_MOTOR Stop	0	0	x	x
R_MOTOR Forward	x	x	0	1
R_MOTOR Reverse	x	x	1	0
R_MOTOR Stop	x	x	0	0

총 4개의 전용 포트를 사용하여 그림 7 및 표 1의 회로 및 모터 동작 방식을 구현하였으며 DC 모터 구동을 위한 L293D 모터 드라이버 IC를 사용하였다.

3-4 블루투스 시리얼 통신

본 논문에서 제안한 IoT 시스템의 무선제어를 위해 블루투스 시리얼 통신 기능을 구현하였다. 그림 8은 블루투스 BC-04 모듈과 회로도를 나타낸다. 아두이노 응용 IoT 보드에 사용되는 블루투스 모듈은 마스터와 슬레이브 모드로 사용이 가능하다. 슬레이브 모드로 사용할 경우에는 스마트폰의 전용 앱과 연동이 가능하며 무선으로 각 기능의 조작이 가능하다. 아두이노 응용 IoT 보드는 USB를 통한 시리얼 통신 이외에 블루투스 모듈을 이용한 무선 통신을 지원하며 사용된 블루투스 모듈은 BC-04모듈로 마스터와 슬레이브 모드로 동작이 가능하고 앱 인벤터 2로 제작된 스마트폰 앱과 연동하여 제작된 보드를 구동할 수 있다. 아두이노 응용 IoT 보드에 내장된 블루투스 모듈은 UART (universal asynchronous receiver transmitter) 통신으로 데이터를 주고 받게 된다. 시리얼 모니터링으로 UART 포트를 사용하고 있기 때문에, 제작된 시스템의 무선제어를 위해서는 블루투스 시리얼 통신 기능을 구현하기 위해서는 소프트웨어 시리얼 포트를 구현해서 통신을 해야 된다.

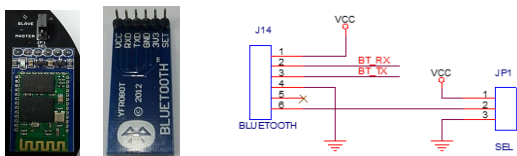


그림 8. 블루투스 BC-04 모듈/회로
Fig. 8. Bluetooth BC-04 module/circuit.

회로도에서 JP1 점퍼는 마스터와 슬레이브 기능을 선택하기 위해서 사용하며, 마스터로 동작을 원할 경우에는 1-2번, 슬레이브로 동작을 원할 경우에는 2-3번을 연결하여 사용한다. 블루투스 모듈과 스마트폰을 연결하여 통신을 하기 위해서는 제작된 보드에서 JP1은 슬레이브로 선택한 후에 전원을 켜면 블루투스 모듈의 적색 LED (light emitting diode)가 1초 주기로 깜박거린다. 사용자의 스마트폰과 페어링이 되지 않은 상태 또는 연결이 되어 있지 않은 상태에서는 계속 깜박거리는 것을 확인할 수 있다.

3-5 안드로이드 앱 개발

안드로이드 환경에서 사용할 수 있는 스마트폰 앱을 개발하는 방법은 크게 두가지 방식이 있다. 그림 9는 안드로이드 앱 개발 과정을 비교하고 있다. 하나는 안드로이드 스튜디오를 이용하는 것이고 다른 방식은 앱 인벤터 2를 사용하는 것이다. 본 연구에서는 복잡한 안드로이드 스튜디오가 아닌 웹 기반 환경에서 개발 할 수 있는 앱 인벤터 2를 사용하여 코딩 방법을 몰라도 준비된 블록으로 구성된 아이템들의 조합으로 쉽게 앱을 개발할 수 있는 안드로이드 기반의 앱을 개발한다.

일반적으로 안드로이드 앱 개발은 Java 기반 안드로이드 스튜디오 환경에서 앱을 개발하며 결과물은 APK 파일을 생성하게 된다. 하지만 환경구축 시간 단축 및 개발의 편의성을 위해서 구글에서는 Java 텍스트 기반 안드로이드 스튜디오 환경을 준비된 블록으로 구성된 아이템 연결 방식을 사용한 앱 인벤터 2를 개발하여 앱 개발의 방식을 개선하였다.

아두이노와 안드로이드 스마트폰의 연동을 위해서는 안드로이드 프로그래밍 환경을 갖추고 스마트폰 앱을 개발해야 한다. 이 경우에는 소프트웨어 개발에 대한 사전지식과 환경구축을 갖추어야 한다. 본 개발에서는 안드로이드 스마트폰 앱을 쉽게 하기 위하여 앱 인벤터 2를 사용하였고 프로그램 제작 도구인 블록을 이용하여 누구나 쉽고 편리하게 안드로이드 앱을 개발할 수 있다.

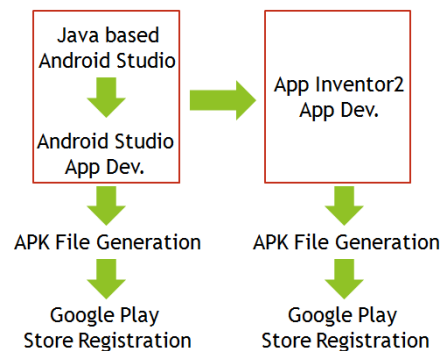


그림 9. 안드로이드 앱 개발 과정
Fig. 9. Android App development process.

앱 인벤터 2를 사용하기 위해서는 구글 계정이 필요하며 웹 페이지를 통하여 프로그램을 작성하며 완성된 안드로이드 앱 프로그램을 원격 서버에서 빌드 후 자동적으로 생성된 QR 코드나 실행 APK파일을 스마트폰에 다운로드하여 스마트폰에 설치하는 구조로 동작하기 때문에 복잡한 개발환경의 설치가 필요치 않는 장점을 가지고 있다. 앱 인벤터 2를 실행하려면 자바 실행환경 외에 추가로 앱 인벤터 2 설치 프로그램이 설치되어야 하며 앱 인벤터 2와 협력하여 안드로이드 앱을 배포/테스트/실행하는데 필요한 기능을 제공한다.

그림 10은 구글 앱 인벤터 2 개발환경을 나타낸다. 구글 앱 인벤터 2의 안드로이드 앱 프로그램 개발 환경 창은 팔레트 (palette), 뷰어(viewer), 컴포넌트 리스트 (components list), 프로퍼티(properties)창으로 구성되며 드래그/동작추가/부분연결, 아이콘 클릭/선택, 속성 변경 등을 수행하며 앱 프로그램을 개발하게 된다. 특히, 뷰어창을 통하여 스마트폰의 UI(user interface) 상태를 확인할 수 있다.

구글 앱 인벤터 2의 개발 도구들은 크게 디자이너와 블록 에디터로 구성되며 디자이너는 웹브라우저에서 실행되며 자바로 만들어진 블록 에디터는 별도의 창에서 실행된다. 디자이너와 블록 에디터를 실행하려면 컴퓨터에 반드시 자바 실행환경이 설치되어야 하며 앱 인벤터 2를 실행하는 동안에는 지속적인 인터넷의 연결이 필요하다. 앱 인벤터 2는 앱 인벤터 서버와 협력하여 작업을 수행하며 앱 인벤터 서버는 구글에서 제공하는 것으로 앱 프로젝트 관리에서부터 사용자가 생성한 데이터를 받아 분석하고 결과를 만드는 역할을 수행한다.

안드로이드 앱을 통해서 블루투스 시리얼 통신 기능을 동작을 시킬 경우에는 각 버튼에 할당된 키 값을 전송하게 된다. 아두이노 응용 IoT 보드에서의 프로그램에서는 그 키 값을 받아서 정해진 동작을 하게 된다. 그림 11과 그림 12는 본 논문에서 제작한 안드로이드 앱을 위한 블록 및 디자이너 개발화면이다. 블록은 디자이너에서 구성한 앱의 동작을 정의하는 도구이며 텍스트 기반의 개발에서는 코딩부분에 해당하며 디자이너의 개발은 스마트폰의 화면 UI의 개발에 해당된다.

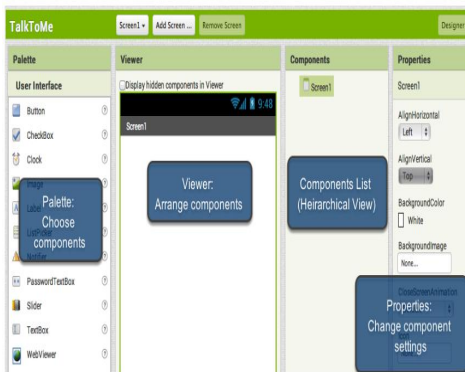


그림 10. 구글 앱 인벤터 2 개발 환경
Fig. 10. Google App Inventor 2 development environment.



그림 11. 안드로이드 앱 인벤터 2 블록
Fig. 11. Anroid App Inventor 2 blocks.

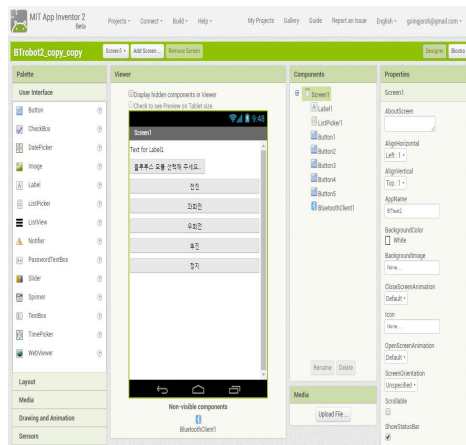


그림 12. 안드로이드 앱 인벤터 2 디자이너
Fig. 12. Anroid App Inventor 2 designer.

UI 화면에서 해당 블루투스 모듈 선택 기능 및 전진/좌회전/우회전/후진/정지기능 등이 배치되어 블록의 기능과 연동되어 최종 안드로이드 앱이 완성된다.

IV. 결 론

본 논문에서는 개방 하드웨어 기반에서 다양한 응용을 할 수 있는 아두이노 오픈소스 하드웨어 플랫폼을 제작하고 스마트폰 앱과의 블루투스 통신 기능을 앱 인벤터 2를 통하여 구현하였다. 본 논문에서 제작된 IoT 플랫폼은 스마트폰의 안드로이드 앱과의 블루투스 시리얼 무선통신을 통해 수신된 데이터를 이용하여 아두이노 기반의 IoT 디바이스를 제어하였다. 안드로이드 앱을 통해서 블루투스 시리얼 통신 기능을 동작을 시킬 경우에는 각 버튼에 할당된 키 값을 전송하게 되며 아두이노 기반의 응용 IoT 보드에서는 MCU 프로그램에서 키 값을 받아서 정해진 동작을 정확하게 수행하였다. 향후 연구로는 선택된 IoT 보드에서 받은 새로운 센서 데이터 정보를 보다 쉽게 센서 정보를 등록할 수 있는 구조를 연구할 예정이며 기존 IoT 시스

템과의 성능비교 및 연동방안에 대해 연구를 진행하고자 한다.

감사의 글

본 논문은 2017년도 서일대학교 학술연구비에 의해 연구되었음.

참고 문헌

[1] S. H. Kim, "Internet of things technology," *The Institute of Electronics and Information Engineers*, Vol. 43, No. 3, pp. 64-71, 2016.

[2] D. Zeng, S. Guo, and Z. Cheng, "The Web of Things: A Survey," *Journal of Communications*, Vol. 6, No. 6, pp. 424-438, 2011.

[3] M. K. In, K. C. Lee, and S. Y. Lee, "Web of things (WoT)

standardization trends," *Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers*, Vol. 138, pp.79-84, 2011.

[4] H. Cai, et al., "IoT-based configurable information service platform for product lifecycle management," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol. 10, No. 2, pp. 1558-1567, 2014.

[5] Y. Fan, et al., "IoT-Based smart rehabilitation system", *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol. 10, No. 2, pp. 1568~1577, 2014.

[6] L. Jiang, et al., "An IoT-oriented data storage framework in Cloud computing platformx," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, Vol. 10, No. 2, pp. 1443~1451, 2014.

[7] Y. J. Cho and Y. S. Lee, *Arduino Basic and Application*, 1st ed. Seoul, Korea: Ohm Publishing, 2016.

[8] M. Margolis, *Arduino Cookbook*, 2nd ed. California, CA: O'Reilly Media, 2012.

[9] M. Schwartz, *Internet of Things with the Arduino Yun*, 1st ed. Birmingham, United Kingdom: Packt Publishing, 2014.



노재성 (Jae-Sung Roh)

2000년 8월 :한국항공대학교 정보통신공학과 (공학박사)
2000년 9월 ~ 현재 : 서일대학교 정보통신공학과 교수
※관심분야 : 무선 임베디드 시스템 설계, IoT 서비스개발, 무선 네트워크 응용



조영준 (Young-Joon Cho)

2000년 8월 한국기술교육대학 전기전자공학과 (공학석사)
2015년 2월 ~ 현재 한국폴리텍대학 메카트로닉스과 교수
※관심분야 : 영상처리