

아두이노와 적외선 센서를 이용한 스마트 도어락과 앱 개발에 대한 연구

전형준* · 나윤수* · 윤여균* · 김경호* · 안희운* · 김재욱**

Study on Development for Smart Door Lock
and App. using Arduino and Infrared Sensor

Hyeong-Jun Jeon* · Yoon-Soo Na* · Yeo-Gyun Youn* · Kyeong-Ho Kim* ·
Hee-Woon Ahn* · Jae-Wook Kim**

요약

본 논문에서는 현대사회에서 전자기기를 스마트폰의 앱을 통해 쉽게 작동시킬 수 있다는 것에 의해 기존의 키패드로만 제어되는 도어락과는 달리 스마트폰을 이용하여 도어락을 제어할 수 있게 앱 인벤터를 이용하여 앱을 제작하였다. 블루투스 모듈 실험을 통해 장애물이 없을 시 스마트폰과 통신거리가 최대 10m까지 제어가 되었고, 음성인식 실험을 통해 60dB의 소음 시 주파수가 500~1000Hz와 1000~1500Hz에서는 인식률이 각각 85%와 90%로 나왔으며, 80dB 소음 시 500~1000Hz와 1000~1500Hz일 때는 각각 70%와 80%의 인식률을 보였다. 실험 평가 결과를 통해 편의성과 보안성을 향상할 수 있음을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, unlike door locks that are controlled only by the existing keypad because electronic devices can be easily operated through apps on smartphones in modern society, an app was created using app inventory so that door locks can be controlled using smartphones. Through the Bluetooth module experiment, the communication distance with the smartphone was controlled up to 10m when there were no obstacles, and through the voice recognition experiment, the recognition rate was 85% and 90% at 500~1000Hz and 1000~1500Hz, respectively, and 70% and 80% at 80dB noise. Through the results of the experimental evaluation, it was confirmed that convenience and security could be improved.

키워드

Arduino, Blue Tooth, IR Sensor, Servo Motor, Application
아두이노, 블루투스, 적외선 센서, 서보 모터, 애플리케이션

* 남서울대학교 전자공학과 (jih4259@naver.com,
foald4405@naver.com, ykeaskg0705@gmail.com,
kaose1234@naver.com, ahw0104@naver.com)

** 교신저자 : 남서울대학교 전자공학과

• 접수일 : 2022. 09. 29
• 수정완료일 : 2022. 11. 05
• 게재확정일 : 2022. 12. 17

• Received : Sep. 29, 2022, Revised : Nov. 05, 2022, Accepted : Dec. 17, 2022

• Corresponding Author : Jae-Wook Kim

Dept. of Electronic Engineering, Namseoul University,
Email : jwkim@nsu.ac.kr

1. 서 론

현대사회에서 급격한 사회발전과 4차 산업혁명에 의해 전자기기들도 급격히 발전하듯이 도어락도 마찬가지로 급격히 변해감을 보이고 있고, 스마트폰의 적용 분야가 도어락까지 확대되고 있다. 그리고 특허청에 따르면 특히 스마트폰이 도어락과 결합함에 따라 보안 기술 또한 발맞춰 빠르게 변화하고 있으며 지속적으로 증가하고 있는 스마트폰 가입자들과 스마트폰의 용도가 편의 서비스의 목적으로 이용함이 늘고 있음에 따라 가구와 연동되는 스마트 홈 애플리케이션의 개발도 중요하다[1]. 가정집뿐만 아닌 실생활에서 자주 볼 수 있는 도어락은 여러 가지가 있고 현재는 도어락만이 아닌 전자제품, 농업에서도 스마트폰을 접목한다[2]. 그중에서도 사용자의 행동 특징과 신체 특징을 이용한 바이오 매트릭스(biometric)가 주목 받고 있다[3]. 하지만 사용자의 편리함을 토대로 널리 사용되고 있는 바이오 매트릭스에도 문제점이 존재한다. 근래 실생활에서 가장 많이 접할 수 있는 도어락은 숫자 버튼 형식의 키패드를 가진 도어락과 터치스크린으로 이루어진 터치식 도어락이 많이 사용된다. 현재 도어락은 과거와 다르게 열쇠를 가지고 다니지 않아도 되는 편리한 휴대성이 존재한다[4]. 하지만 하나의 비밀번호를 지속해서 사용할 경우에 타인에게 노출될 위험성이 매우 증가한다[5]. 특정 버튼만을 누를 때의 마모율과 터치를 했을 때 남는 지문과 흔적에 의해 외부에 쉽게 노출될 수 있다. 최근 도어락들은 지문 흔적을 통한 노출을 방지하기 위해 난수와 함께 비밀번호를 입력하게 하고 지문인식 및 안면인식 등을 적용하여 보안성을 강화하고 있다. 이와 같은 보안성 강화 및 편의성을 위해 본 논문에서는 스마트폰에 있는 앱을 도어락과 블루투스로 연결만 하여 바로 열 수 있는 기능 및 음성인식으로 열 수 있는 기능과 비밀번호 변경 기능 그리고 출입명부 기능을 넣어 실용적이고 간편한 스마트 도어락을 구현하고자 한다.

II. 시스템 설계

2.1 도어락 회로도 및 시스템 구성도

그림 1은 도어락 하드웨어의 설계도와 회로도를 나타낸다. 그림 1(a)은 블루투스를 통하여 스마트폰과

아두이노가 신호를 주고받는다. 앱에서 신호를 주고 적외선 센서가 감지되면 모터가 작동하여 문이 열린다. 키패드 입력값이 아두이노에 입력되고 적외선 센서가 감지되면 모터가 작동한다. 모터가 열림에 따라 LCD panel에 ‘door open’, ‘door close’ 등 문의 상태가 나타난다. 그림 1(b)은 도어락 회로도를 나타내며, 4x4 키패드, 아두이노, 서보모터, 블루투스 모듈, 적외선 센서, LCD, 10kΩ 저항과 0.1μF 캐패시터로 구성되어 있다. 블루투스 모듈과 스마트폰이 실시간으로 블루투스 통신하며, 데이터값을 주고받는다. 4x4 키패드로 입력하면 LCD 화면에 입력한 번호가 입력되고 번호가 맞으면 모터가 180° 돌아가고 블루투스 모듈을 통해 앱에 신호가 전달된다. 적외선 센서가 물체를 감지하면 모터가 -180° 돌아간다.

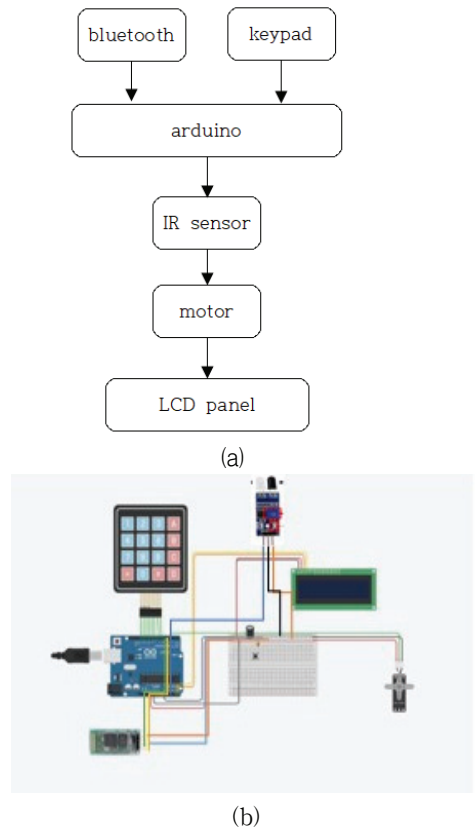


그림 1. 도어락의 (a) 하드웨어 설계도와 (b) 회로도
 Fig. 1 (a) Hardware design and (b) circuit diagram of door lock

2.2 블루투스 시스템 구성도

그림 2는 블루투스의 동작 방식을 나타내는 구성도이다. 블루투스는 기본적으로 Master와 Slave의 주종인 역할로 동작하게 되며 통상적으로 Inquiry, Page를 하는 쪽을 Master라고 하며, Inquiry Scan을 하는 쪽을 Slave라 한다[6]. Master가 Slave를 찾으면 Slave는 자신의 정보를 Master에 송신한다. Slave에 정보가 Master와 일치하면 상호연결이 이루어지며, 데이터 전송이 가능하게 된다.

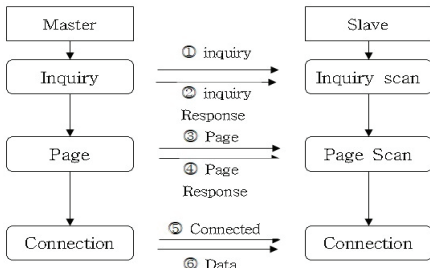


그림 2. 블루투스 구동 방식
Fig. 2 Bluetooth drive method

2.3 음성 인식 알고리즘

사람이 의사소통하는 일반적인 방식은 언어이며 음성은 가장 효과적인 의사소통 방식이다. 음성 인식은 바이오 매트릭스가 보편화된 요즘 편리함의 가장 큰 장점이자 강점으로 어디에서나 사용할 수 있는 요소로 자리 잡고 있다. 음성인식 시스템은 음성신호를 받아 텍스트 형태로 처리되기까지 크게 전처리, 패턴 인식, 후처리의 과정이 필요하다[7].

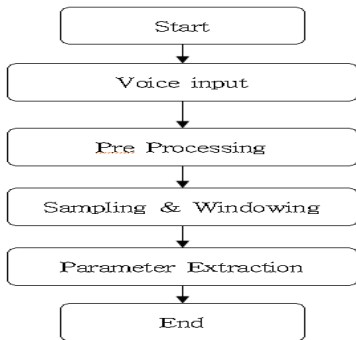


그림 3. 음성 인식 알고리즘 순서도
Fig. 3 Algorithm flowchart for speech recognition

그림 3은 음성 인식 알고리즘 순서도이다. 그림은 음성신호가 입력되면 전처리 과정을 걸쳐 패턴 인식 후 패턴이 일치하면 후처리 과정을 걸쳐 음성신호가 텍스트 신호로 변환된다.

2.4 IR 적외선 센서 시스템 구성도

적외선 센서는 대상물이 가지고 있는 적외선의 정보를 감지하는 소자이다[8]. 그림 4는 IR 적외선 센서 모듈이다. 적외선 센서는 크게 Infrared ray LED, Photo transistor, Notice LED, Variable resistor로 구성되어 있으며, Infrared ray LED가 적외선을 방출하고 적외선이 반사체에 반사되어 Photo transistor에 입력이 되면 Notice LED에 불이 들어오는 방식으로 물체를 감지한다. IR 적외선 센서는 적외선으로 물체를 감지하기 때문에 적외선 센서로 불리기도 하지만 짧은 거리에 주로 사용되기 때문에 근접 센서라고도 불리며 적외선 신호는 색이 밝을수록 반사되는 성질이 있으며 색이 어두울수록 반사되지 않는 성질이 있다.

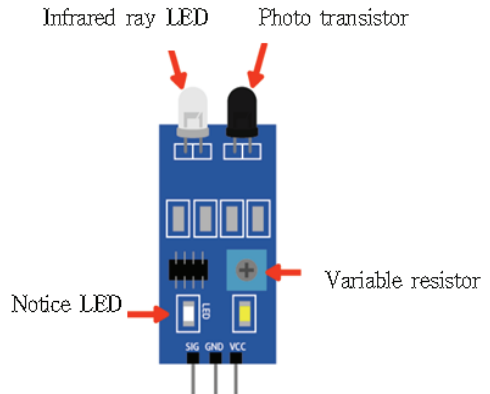


그림 4. IR 적외선 센서 모듈
Fig. 4 IR infrared sensor module

2.5 도어락 전체 구동 알고리즘

그림 5는 도어락의 전체 구동 알고리즘을 나타낸다. 그림은 입력한 비밀번호가 다르다면 비밀번호를 재입력하고 만약 입력한 비밀번호가 저장된 비밀번호와 같거나 버튼이 눌린다면 신호가 아두이노에 전송이 되고, 아두이노에서 신호가 읽힌다. 아두이노에서 신호를 인식하면 모터가 180° 회전하여 문이 열리게 된다. 문이 열린 후 적외선 센서가 3초 이상 감지되면 감지된 신호를 아두이노에 전송하고 신호를 읽

어 모터를 -180° 회전하여 문이 닫히게 된다. 문이 닫힌 후 알고리즘 가장 처음으로 돌아가 비밀번호 비교 및 버튼 누름 여부를 판단하게 된다.

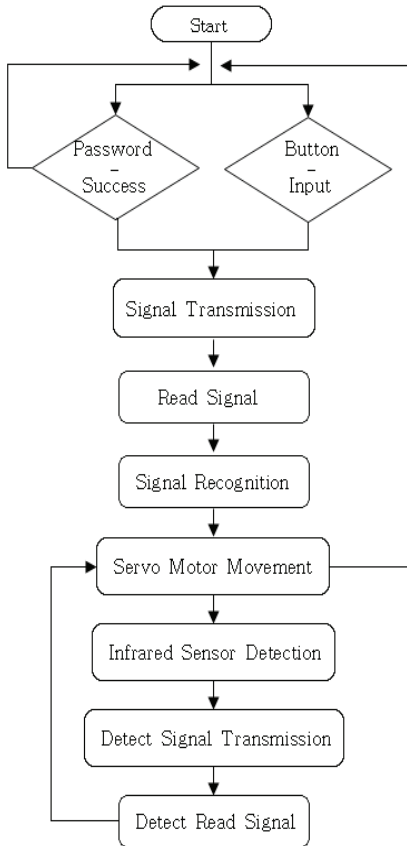


그림 5. 도어락 전체 구동 알고리즘
Fig. 5 General drive algorithm of door lock

2.6 설계 및 제작

그림 6은 실제 제작한 도어락의 외형도를 나타내며, 가로×세로×높이가 45cm×5cm×40cm인 틀을 만들고 LCD패널과 4×4 키패드 및 손잡이를 부착시켜 외형도를 제작하였다.

그림 7은 그림 6을 토대로 제작한 스마트 도어락이다. 그림 7은 스마트 도어락으로 그림 1과 그림 6을 참고하여 스마트폰과 아두이노가 블루투스로 실시간 통신이 되는 스마트 도어락을 실제로 설계한 모습이다.

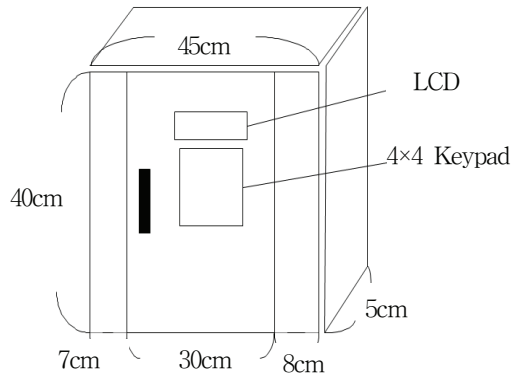


그림 6. 도어락 외형도
Fig. 6 Structure of door lock

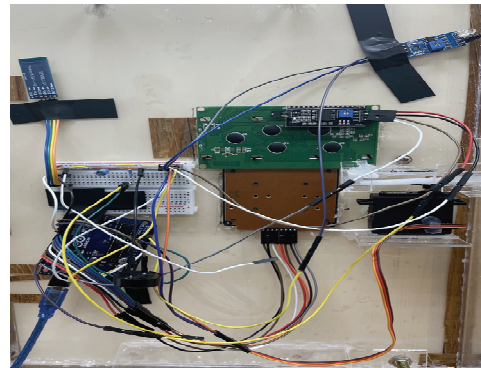


그림 7. 스마트 도어락 회로도
Fig. 7 Circuit diagram for smart door lock

2.7 어플리케이션

앱 인벤터는 안드로이드 OS에 기반을 둔 모바일 프로그램을 개발할 수 있는 일종의 개발 Tool이라 할 수 있다. 초보자도 쉽게 드래그 앤드 드롭으로 블록을 조합하여 원하는 앱을 제작할 수 있는 무료 웹 서비스이다[9,10]. 이러한 앱 인벤터를 사용하여 앱을 제작하여 도어락을 제어할 수 있도록 설계하였다. 제작한 앱으로 사용자의 스마트폰으로 쉽게 도어락의 제어가 가능하다. 아두이노와 앱의 연동은 블루투스를 이용하였다.

III. 실험 및 결과

3.1 적외선 센서 실험

그림 8은 적외선 센서의 감지를 위한 회로도 및 실험 화면을 나타낸다. 실험에 사용된 IR 적외선 센서

는 물체가 감지되면 Notice LED에 불이 점등된다. 물체가 감지되지 않았을 경우에는 Notice LED에 불이 점등되지 않고 물체가 감지되었을 때 Notice LED에 불이 점등된다.

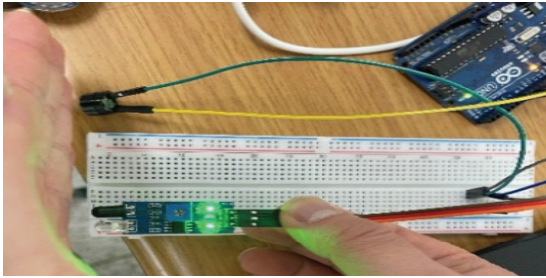


그림 8. 물체 감지 시 적외선 센서
Fig. 8 Infrared sensor for object detection

표 1은 가변저항의 변화에 따른 측정 거리 실험 결과표를 나타낸다. IR 적외선 센서의 경우 가변저항을 이용하여 내부 저항을 임의로 변경할 수 있다. 내부 저항을 5Ω에서부터 5Ω씩 증가시키며 30Ω이 될 때까지 실험을 진행하였다. 5Ω에서는 15cm까지 감지되었으며, 10Ω에서는 9cm, 15Ω에서는 4cm, 22Ω에서는 2cm, 30Ω에서는 0.8cm까지 감지되었다. 도어락 설계 시 적외선 센서는 문틈 사이의 1.5cm 정도의 거리를 측정하고 필요 이상의 거리는 감지되어서는 안 되기 때문에 실험 결과를 통해 2cm 거리 이내를 감지가 가능한 저항 값인 22Ω으로 회로를 설계하였다.

표 1. 가변저항의 변화에 따른 측정 거리
Table 1. Measurement distance according to variation of variable resistance

	Resistor [Ω]				
	5	10	15	22	30
Distance [cm]	15	9	4	2	0.8

3.2 거리별 블루투스 모듈 인식 실험

표 2는 거리별 블루투스 모듈 인식 가능 여부 실험이다. 아두이노 코딩으로 블루투스 모듈과 스마트폰이 실시간 양방향으로 통신이 가능하도록 구현하였다. 거리마다 총 4번의 반복 실험을 하였으며, 1m부터 2m씩 증가시켜 실험을 진행하였다. 1m부터 7m까지는 블루투스 모듈과 스마트폰이 실시간 통신이 가능하였

고, 10m에서는 75%의 신뢰도로 통신이 가능하였다. 15m에서는 실시간 통신이 불가능하였다.

표 2. 거리별 블루투스 모듈 인식 가능 여부
Table 2. Bluetooth module recognizing for distance

Distance [m]	Times				Success Rate [%]
	1st	2nd	3rd	4th	
1	○	○	○	○	100
3	○	○	○	○	100
5	○	○	○	○	100
7	○	○	○	○	100
10	○	○	×	○	75
15	×	×	×	×	0

표 3은 장애물이 있을 시 거리별 블루투스 모듈 인식 가능 여부 실험이다. 거리마다 총 4번의 반복 실험을 하였으며, 1m부터 2m씩 증가시켜 실험을 진행하였다. 1m부터 5m까지는 블루투스 모듈과 스마트폰이 실시간 통신이 가능하였고, 7m에서는 75%의 신뢰도로 통신이 가능하였다. 8m부터는 현격히 신뢰도가 떨어졌으며, 10m부터는 통신이 불가능하였다.

표 3. 거리별 블루투스 모듈 인식 가능 여부(장애물)
Table 3. Bluetooth module recognizing for distance (with obstacles)

Distance [m]	Times				Success Rate [%]
	1st	2nd	3rd	4th	
1	○	○	○	○	100
3	○	○	○	○	100
5	○	○	○	○	100
7	○	○	×	○	75
8	○	×	×	×	25
10	×	×	×	×	0

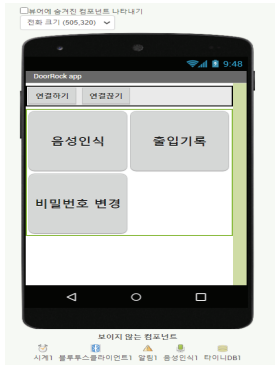
3.3 앱 인벤터 실험

그림 9는 앱 인벤터 실험을 나타낸다. 그림 9(a)는 앱 인벤터 메인화면으로 블루투스 연결, 비밀번호 변경, 출입 기록 등이 있다. 연결하기 버튼을 통해 아두이노와 스마트폰이 블루투스 연결이 되면 모터가 180° 회전하여 문이 열린다.

그림 9(b)는 메인화면에서 비밀번호 변경 버튼을

클릭하면 넘어가는 화면으로 실시간으로 아두이노의 저장된 6자리의 비밀번호가 앱에 저장이 되고 확인란 옆에 있는 텍스트와 비교하여 일치하면 변경 버튼이 활성화가 된다. 이때 새로운 비밀번호를 입력 후 변경을 누르면 입력된 비밀번호가 아두이노에 저장이 된다.

그림 9(c)는 메인화면에서 출입기록 버튼을 클릭하면 넘어가는 화면으로 아두이노와 연결된 키패드에 비밀번호를 입력하고 #을 누르면 블루투스 모듈에서 실시간으로 스마트폰으로 신호를 보낸다. 이 신호를 트리거로 하여 앱 내의 현재시간을 저장하고 이를 화면에 띄워 아두이노에서 #이 눌리면 현재시간이 기록되는 화면이다.



(a) Main screen of app inventor



(b) Password change screen



(c) Access record screen

그림 9. 앱 인벤터 실험
Fig. 9 Experiment for app inventor

IV. 결 론

본 논문에서는 먼저 문을 열 수 있도록 앱 인벤터와 블루투스 통신을 이용하여 스마트폰 앱으로 통제 연결 및 연결 끊기가 가능하도록 구현하였으며, 그림 2의 회로도도 같이 제작 및 점검하여 문제 유무를 확인하였다. 기존 도어락의 키패드에 남아있는 지문의 흔적과 마모율을 방지하여 비밀번호 노출에 의한 보안의 취약성을 강화하기 위하여 음성인식 기능을 추가하여 음성에 따라 문이 열리게 설계하였다. 실험결과 블루투스 통신거리가 장애물이 없을 시 10m까지 스마트폰으로 제어가 되는 것을 확인했다. IR 적외선 센서는 가변저항을 22Ω으로 설정해 최대 감지거리를 2cm로 제한하였으며, 음성인식은 60dB의 소음인 경우에 대해 500~1000Hz, 1000~1500Hz에서 각각 85%와 90%의 인식률을 보였고, 80dB의 소음인 경우에 대해 500~1000Hz, 1000~1500Hz에서 각각 70%와 80%의 인식률을 보였다.

References

[1] T. Lee, H. Jeong, J. Kwon, P. Beak, and B. Lee, "Weather Data-Based Coordination Recommendation Smart Wardrobe System," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 17, no. 4, Aug. 2022, pp. 729-738.

[2] J. Jang and D. Jang, "A Study on the Consumer's Preference of Digital and Analog Door in Lock Design," *J. of Digital Design*, vol. 12, no. 3, July 2012, pp. 135-146.

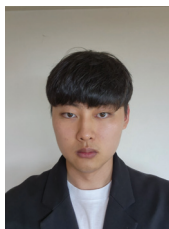
[3] Y. Na, S. Cho, and S. Kim, "Improving Customer Information Management System by Using

Blockchain and Biometric Authentication," *J. of The Korean Institute of Information Security & Cryptology*, vol. 28, no. 3, Aug. 2018, pp. 1021-1030.

- [4] M. Jang, "One Grip based Doorpull Shaped Doorlock System using Fingerprint Recognition and Touch Pattern," *J. of Korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 26, no. 1, Feb. 2016, pp. 30-36.
- [5] D. Kim and C. Ban, "The Design and Implementation of a Door-Lock System using a Smart Phone on Near Field Communication Environment," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 10, no. 11, 2015, pp. 1217-1224.
- [6] Y. Kim, H. Kim, H. Nam, N. Lee, and Y. Ko, "A Study on the Autonomous Driving Algorithm Using Bluetooth and Raspberry Pi," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 16, no. 4, Aug. 2021, pp. 689-698.
- [7] J. Zhang and M. Zhang, "A Speech Recognition System Based Improved Algorithm of Dual-template HMM," *Procedia Engineering*, vol. 15, 2011, pp. 2286-2290.
- [8] S. Park and J. Jeong, "A Study on Characteristics of an Terrestrial Magnetism Sensor with Bluetooth," *J. of Convergence Security*, vol. 6, no. 3, Sept. 2006, pp. 37-47.
- [9] H. Lee and J. Oh, "Design and Development of Health Screening Data Input Mobile Application using App-Inventor," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 13, no. 1, Feb. 2018, pp. 193-198.
- [10] Y. Kim and J. Kim, "Development and Application of S/W Education Programs using App Invents to Enhance Computing Thinking Skills of Elementary School Girls," *J. of The Korea Association of Information Education*, vol. 19, no. 4, Dec. 2015, pp. 385-398.

저자 소개

전형준(Hyeong-Jun Jeon)



2017년 3월~남서울대학교
전자공학과 4학년 재학중
※ 주 관심분야 : 전자기학, 전력
전자

나윤수(Yoon-Soo Na)



2019년 3월~남서울대학
전자공학과 4학년 재학중
※ 주 관심분야 : 디스플레이 공
학

윤여균(Yeo-Gyun Youn)



2019년 3월~남서울대학교
전자공학과 4학년 재학중
※ 주 관심분야 : 디스플레이공학,
논리회로

김경호(Kyeong-Ho Kim)



2017년 3월~남서울대학교
전자공학과 4학년 재학중
※ 주 관심분야 : 통신시스템, 센
서응용

안희운(Hee-Woon Ahn)



2017년 3월~남서울대학교
전자공학과 4학년 재학중
※ 주 관심분야 : 회로이론

김재욱(Jae-Wook Kim)



2006년 3월~현재 : 남서울대학교
전자공학과 부교수
※ 주 관심분야 : chip inductor
개발, 자성박막 및 소자 개발

