The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC)
Vol. 16, No. 1, pp.89-95, Feb. 29, 2016. pISSN 2289-0238, eISSN 2289-0246

http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2016.16.1.89
JIIBC 2016-1-12

스마트폰과 아두이노를 이용한 사물함 개폐 관리 시스템

Locker Management System using Smartphone and Arduino

이승준*, 전현욱*, 안병구**

Seungjun Lee, Hyunwook Jun, Beongku An

요 약 본 논문에서는 스마트폰으로 사물함을 편리하게 원격조종하고 관리하는 시스템을 제안한다. 본 논문에서 제안한 시스템의 주요한 특징은 다음과 같다. 첫째, 사물함을 서버와 연결시켜 인증절차를 거친 후 자신의 사물함을 개폐한다. 둘째, 스마트폰 기반 사물함 관리 시스템을 이용해 사물함 관리자가 사물함을 더 체계적으로 관리 한다. 셋째, 인스턴트 사물함을 만들어 평소에는 필요 없지만 잠깐 사용해야 할 사용자에게 임시로 사물함을 부여하여 편의성을 높인다. 넷째, 기존 아날로그 방식의 사물함과 달리 인증 절차 및 로그 데이터를 남겨 보안성이 더 우수하다. 제안된 시스템의 성능 평가는 더미 모델을 제작하여 시뮬레이션을 하였다. 성능평가 결과 제안된 시스템은 스마트폰을 사용하여 효과적으로 사물함 개폐를 관리 지원 할 수 있음을 보여 주었다.

Abstract In this paper, we propose a locker system that can remotely control and manage locker. The main features of the proposed system are follows. First, connect the locker with server and then open the locker after passing through the certification process in server. Second, locker manager can more systematically manage a locker by using locker management system based on smart phone. Third, provide an instant locker for temporary using lockers to increase the ease of use. Fourth, unlike traditional analog locker, can support better security by using authentication process and log data. Performance evaluation is performed via simulation by making the dummy model. The results of performance evaluation show the proposed system can support efficiently the locker management.

Key Words : Locker management system, Smarphone, Arduino, Database server

I. 서 론

2012년부터 현재 까지 사물인터넷 (IoT: Internet of Things)[1-3]의 관심이 높아지면서 모바일 어플리케이션과 함께 통신기능을 접목 할 수 있는 사물에 대한 연구가 활발히 이루지고 있다. 먼저 이동 사물인터넷이란 각종 사물에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷에 연결하는 기술을 의미하며, 여기서 사물이란 가전제품, 모바일 장비, 웨어러블 컴퓨터 등 다양한 임베디드 시스템이다.

본 논문에서는 기존의 취약한 사물함(Locker)의 보안성 문제와 사물함 주인 허가하에 대여 할 수 있는 인증절차가 포함되어있다. 그리고 아두이노와 스마트폰[4]을 이용하여 언제 어디서든 인터넷 환경만 제공 된다면 자신의 사물함을 자유롭게 이용 할 수 있게 하며 학기, 학년마다 사물함 관리를 해야 하는 관리자의 편의성도 제공할 수 있게 하는 것을 목표로 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. Ⅱ장에서는 관련 연구에 관해 기술하고, Ⅲ장에서는 본 연구에서 제안

*준회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과
**종신회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과
접수일자: 2015년 12월 29일, 수정완료: 2016년 1월 29일
게재확정일자: 2016년 2월 5일

Received: 29 December, 2015 / Revised: 29 January, 2016 / Accepted: 5 February, 2016
**Corresponding Author: beongku@hongik.ac.kr
Dept. of Computer & Information Communications Engineering, Hongik University

된 시스템의 기본 개념에 대해서 설명한다. Ⅳ장에서는 본 연구에서 제안한 시스템을 안드로이드와 하드웨어 장치를 통한 구현과 개발된 코드분석에 대해 설명하고, 시뮬레이션을 통한 결과 분석 및 성능평가에 대해 기술한다. 마지막으로 Ⅴ장에서는 결론을 맺으면서 향후 연구 방향을 제시한다.

Ⅱ. 관 련 연 구

사물함은 군대, 학교, 도서관 등에서 제각기 물품을 넣어 둘 수 있게 만든 곳을 사물함이라고 한다. 사물함은 기본적으로 개인의 사적인 재산을 보호할 필요성이 있을 경우 잠금장치가 달려있다. 잠금장치의 경우 크게 두 가지로 분류되는데

열쇠 또는 가벼운 버튼으로 이루어진 아날로그 잠금장치와 암호, 지문인식, 카드 등을 이용하여 잠금을 해제하는 디지털 잠금장치가 있다. 논문[5]에서는 스마트폰과 아두이노를 연동하여 제어하는 스마트 홈 시스템을 제안하고 있다. 통신을 하기 위하여 블루투스와 스마트폰을 무선연결하고 아두이노로 제어 명령을 할 수 있음을 보였다. 논문[6]에서는 일반도어락에 인증절차를 걸쳐 집에 있는 도어락을 제어 할 수 있는 시스템을 제안하였다. 와이파이 지그비 모듈을 이용하여 원격으로 도어락을 관리할 수 있으며 카메라가 달려있어 침입상황에 대처가능하다. 논문[7]에서는 논문[5]과 비슷하게 블루투스를 이용하여 도어락을 온-오프 하는데 목적이 있지만 일반도어락에 장착하는 간편한 형태를 띄고있어 효과적이고 편리하게 활용될 수 있게 설계 하였다. 논문[8]는 비

접촉식 근거리 무선통신을 통하여 획득한 사용자 데이터를 이용한 도어락 시스템을 설계하였으며, 스마트폰에 있는 비접촉식 근거리 무선통신 태그를 이용하여 도어락의 개폐를 제어한다.

Ⅲ. 제안된 시스템의 기본 개념

본 논문에서 제안 개발하는 사물함 개폐 관리시스템의 제안동기와 아이디어는 다음과 같다.

- 기존 사물함의 잠금 장치는 비밀번호를 무작위로 돌리다가 맞추어질 정도로 보안이 취약하며, 사물함을 새로 배정할 때 관리가 어렵다.
- 부득이한 사정으로 사물함 주인이 멀리 있을 때 사물함을 열어야할 경우 1회성이라고 해도 사물함 주인은 비밀번호를 노출 시킬 수밖에 없으며, 비밀번호를 잊어 버렸을 때 찾기 쉽다.
- 사물함을 서버와 연동시켜 웹과 스마트폰을 이용해 원격으로 잠금장치를 제어하며, 사물함 배치 또는 이동을 간편하게 하기 위해 서버와 사물함을 무선으로 연결한다.

본 논문에서 제안한 시스템의 기본 개념 및 구조는 그림 1과 같이 나타 낼 수 있고 이를 간단히 설명하면 다음과 같다.

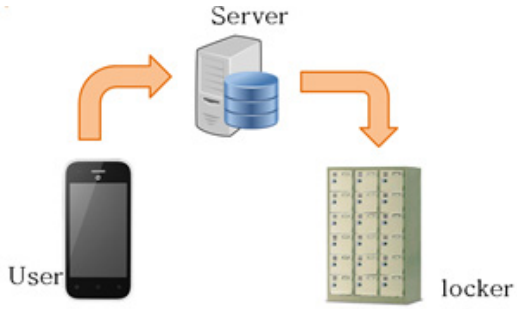


그림 1. 제안된 시스템의 기본 개념
Fig. 1. Basic concepts of the proposed system

- **첫째**: 사용자(User)는 사용자가 사용하는 안드로이드 앱(Android Application)을 의미하며 ID와 PW를 가지고 서버(Server)를 통해 인증 후 저장되어있는 사물함에 대한 권한을 얻는다.
- **둘째**: 서버는 사용자에게서 받은 정보와 사물함에 대한 정보를 모두 가지고 있으며 둘의 연결을 담당한다.
- **셋째**: 사용자 중 관리자 권한을 가지고 있는 사용자가 서버에 요청을 보내면 사용자와 사물함을 연결해준다.

Ⅳ. 제안된 시스템의 구현

1. 하드웨어 구성

그림 2 아두이노(Wifi Sheild)는 서버에서 받아온 신호를 통하여 약 12개 정도의 High 및 Low값을 입력 할 수 있다. 하지만 본 연구에서 사용하려는 값은 최소 50개 이상의 신호가 필요하다. 그림 3 DMUX를 사용하여 신

호를 입력하면 입력값 2개에 출력값 4개를 출력 할 수 있다[9]. 그래서 본 연구에 필요하게끔 분할 시켜 4개의 신호로 16개의 분할된 신호를 얻었다. 여기에 DMUX를 더 연결시키면 더 많은 분할된 신호를 얻을 수 있다. 본 연구에서 사용한 모터의 구조는 한 개의 Open Close 신호를 받는데 분할된 신호 2개를 사용하여 신호에 전류를 약 3~4초간 흐르게 하면 모터가 작동하여 사물함이 열리고 닫히는 동작이 구현 가능 하다

그림 2. 와이파이 실드
Fig. 2. WiFi Sheild

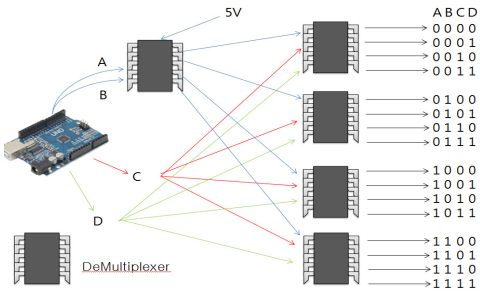


그림 3. DMUX를 통한 신호 분할
Fig. 3. Signal transmission using DMUX

2. 서버 구성 및 동작

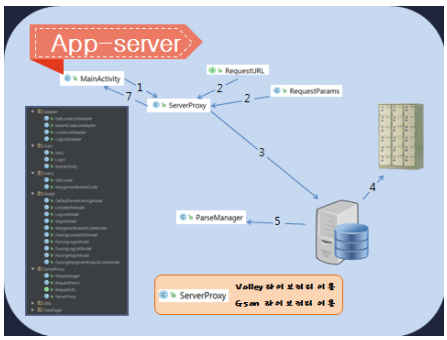


그림 4. 스마트폰과 서버사이의 동작구성
Fig. 4. Operations between smartphone and server

그림 4에서 보여주고 있는 스마트폰과 서버 사이의 동작 구성을 간략하게 설명하면 다음과 같다. Main에서 버튼을 누르면 서버프록시가 작동을 하고 서버프록시 작동 과정에서 변수값과 RequstURL에서 받아온 URL을 RequestParams로 보내서 요청메시지를 만든다. 서버프록시는 만들어진 요청메시지를 서버로 보낸다. 이때 서버는 클라이언트로부터 오는 요청메시지를 처리하여 사물함으로 신호를 보내고 이 요청을 처리하였다는 확인메시지를 클라이언트로 보낸다.

서버는 PHP5와 Mysql을 사용 하였고 사용자에게서 들어오는 신호를 바탕으로 작동한다. 사용자는 POST 메시지를 이용하여 서버에 값을 전달하고 전달받은 값을 이용하여 데이터베이스(DB)에서 인증절차 및 사물함의 동작을 실행한다. 데이터베이스에 Log를 저장하면서 응답 메시지를 Json형식의 메시지로 되돌려 주어 사용자가 보낸 요청이 정상적으로 작동 되었는지를 확인시켜준다. 예를 들어 POST메시지로 사용자의 정보와 사물함의 정보를 가지고 서버에 Action.php에 요청을 보내면 서버는 받아온 정보를 이용하여 사용자가 맞는지 확인하고 사물의 작동 신호를 보내며 Log를 쌓는다. 그리고 "success":1, "message": "success action", 이란 메시지를 사용자에게 되돌려 주게 된다.

3. 어플리케이션 구성 및 동작

사용자가 사용하는 어플리케이션은 다음과 같이 구성되어있다. 즉, “Login 화면, 자신이 가진 사물함의 정보를 가진 화면, 사물함의 로그, 1회용 사물함” 설정으로 구성되어 있으며, 다음 표 1의 내용과 같이 서버에 요청을 보낸다.

표 1. 화면에 따른 서버요청
Table 1. Sever request according to view

화면	요청
login	user_id, user_pw 확인요청
나의 사물함	사용 가능한 사물함 목록 Open요청, Close요청 일회용 코드 요청
로그	사물함의 들어온 요청에 대한 목록 리스트 요청
1회용 코드 입력	다른유저에게 요청받은 일회용 코드의 사물함을 Open Close 할 수 있는 요청
설정	비밀번호 요청,사물함 사용신청

- **첫째:** 그림 5(a) 로그인 화면에는 로그인과 사용신청(회원가입) 버튼이 존재하며 ID저장 PW저장 기능도 추가되어있다. 로그인 버튼의 경우 PHP 내의 base64_ encode함수를 사용해 이진 데이터를 더욱 안전하게 전송하도록 설계 되어있으며 내장된 SHA-1 알고리즘을 이용해 암호화하여 저장된다.
- **둘째:** 그림 5(b) 내 사물함 관리에서는 내 사물함의 목록과 사물함을 열고 닫을 수 있는 동작에 대한버튼이 존재한다.

(a) 로그인 화면 (b) 내 사물함 관리

그림 5. 로그인 화면 및 내 사물함 관리

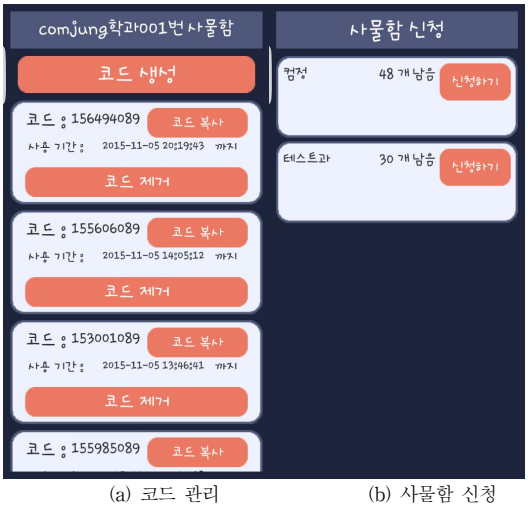
Fig. 5. View of login and my locker management

- **셋째:** 그림 6(a) 로그화면에서는 내가 관리하고 있는 사물함의 동작상태를 DataRow로 남겨 누가 언제 어떤 동작을 실행 하였는지 기록으로 남겨 출력해 준다.
- **넷째:** 그림 6(b) 1회용 코드 입력 화면은 내가 아닌 지인이 1회용 코드를 생성하였을 때 지인이 생성한 코드를 이용해 대상 사물함을 열 수 있게 구성되어 있다. 코드는 1일 사용 할 수 있고 사물함 주인이 원할 때 삭제할 수 있다.
- **다섯째:** 그림 7(a) 1회용 코드라고 할 수 있는 인스턴트 코드에 대한 관리를 할 수 있다. 추가적으로 1회용 코드관리는 날짜와 학과 정보를 담고 있는 코드 그리고 무작위로 뽑힌 4자리 숫자의 조합으로 이루어져 있다.
- **여섯째:** 마지막으로 설정의 경우 비밀번호를 변경과 사물함 신청을 할 수 있다. 비밀번호 변경의 경우 로그인 할 때와 동일한 암호와 방식을 이용하였고 그림 7(b) 사물함 사용신청은 원하는 학과를 입력하여 신청하면 남은 사물함 개수를 표시해주며 관리자의 승인에 의해 사물함이 배정된다.

(a) 사용내역 (b) 1회용 코드

그림 6. 사물함 사용내역 및 1회용 코드

Fig. 6. Usage statement and one time code



(a) 코드 관리 (b) 사물함 신청

그림 7. 코드관리 및 사물함신청

Fig. 7. Code management and locker application

V. 시뮬레이션

1. 시뮬레이션 환경

본 시뮬레이션에서는 서버, 하드웨어(아두이노), 스마트폰을 사용하며 어디서든 인터넷에 접속 할 수 있다고

가정한다. 표 2는 시뮬레이션 환경을 보여주고 있다.

표 2. 시뮬레이션 환경
Table 2. Simulation environments

DataBase Server	Mysql
PHP Server	PHP 5
HardWare	Arduino(Wifi Sheild)
Android	Icecream Sandwich
AP	IPTIME N2E +
Locker	MI-2300

2. 성능측정 파라미터

- Delay : 사용자가 서버에 요청을 보냈을 때 사물함이 동작하기 까지 걸리는 시간지연 및 동작상태 측정
- Distance : 사용자가 서버에 요청을 보내는 위치에 대한 거리 및 동작 상태를 측정

그림 8은 스마트폰에 닫기 신호가 들어왔을 때 상태, 그림 9는 스마트폰에 열기 신호가 들어왔을 때 상태를 각각 보여준다.

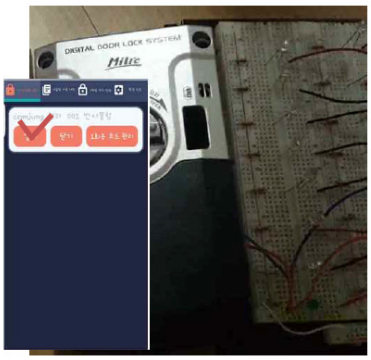


그림 8. 열기버튼에 신호 입력
Fig. 8. Signal input to open button

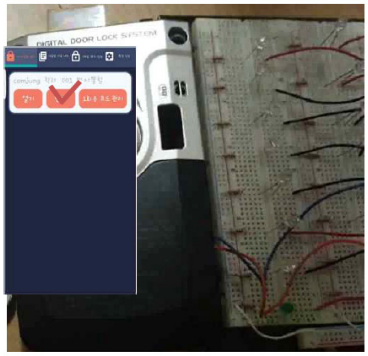


그림 9. 닫기버튼에 신호 입력
Fig. 9. Signal input to close button

첫 번째 실험 결과 표 3은 사용자가 서버에 요청을 보냈을 때 사물함이 동작하기 까지 걸리는 시간지연을 보여준다. 서버에 요청을 보내면 하드웨어는 약 3~4초간 사물함을 여는 동작을 한다. 그러나 요청이 2개 이상 들어 왔을 시 서버는 요청을 할 수 있지만 하드웨어는 동작을 할 수가 없다. 신호를 분할하지 않고 동작을 하였다면 동시에 여러 사물함을 제어 할 수 있지만 한 대의 하드웨어로 여러 사물함을 제어하려면 큐에 담에 두었다가 제어하여 요청한번에 다음요청까지 시간지연이 생긴다는 걸 의미한다.

표 3. 사물함 동작 지연시간
Table 3. Operation delay of locker

입력신호 번호	지연시간(sec)
1	5
2	5
3, 4	12
4, 5, 6	18

표 3을 살펴보면 1번신호가 들어오면 약 5초간 작업을 수행하고 2번 신호는 1번신호가 끝난 시점에 요청이 들어와 1번 신호와 같은 시간동안 작업하지만 두 가지신호 3번 4신호가 들어오면 약 12초간 수행하는 것을 볼 수 있다. 작업을 수행하는데 4초정도의 수행시간이 필요한데 1~2초 씩 더 지연되는 현상을 볼 수 있는데 이러한 현상은 하드웨어가 WiFi 장비를 기반으로 하여 무선인터넷을 수시로 체크하면서 작동하기 때문이다.

두 번 째 실험으로는 사용자가 서버에 요청을 보내는 위치에 대한 거리 및 동작 상태를 측정 확인 하였다. 성능측정 결과 사용자의 위치와 거리에 관계없이 동일한 동작 상태를 보였다.

VI. 결 론 및 고찰

본 논문에서는 인터넷이 되는 환경이라면 어디서든 자신의 사물함을 열고 닫으면서 관리하는 시스템을 제안하였다. 제안된 사물함 제어 시스템은 언제 어디에서든 본인의 사물함을 원격으로 제어 할 수 있게 하고 기존 사물함 보다 좀더 보안성 있는 사물함을 운영 하는게 가능하다. 성능평가를 위한 시뮬레이션은 이론적으로 설계하였던 방식 그대로 구현이 되었다. 즉 인터넷이 가능한 환경에 사물함을 설치하고 인터넷에 접속이 가능한 스마

트폰으로 앱을 설치하면 언제 어디서든 사물함을 제어할 수 있으며 사물함 관리자도 어디서든 원격으로 사용자와 사물함을 관리할 수 있다. 향후 연구방향으로는 학교를 대상으로 할뿐만 아니라 어디서든 사용할 수 있게 개선할 수도 있으며 LTE 라우터 기술과 접목시키면 와이파이 환경에서 벗어나 전국 LTE사용권 내에서 기기를 설치 할 수 있을 것이다.

References

[1] Andrea Zanella, Nicola Bui, Angelo Castellani, Lorenzo Vangelista, and Michele Zorzi, "Internet of Things for Smart Cities," IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 1, NO. 1, pp.22-32, February 2014.

[2] Ala Al-Fuqaha, Mohsen Guizani, Mehdi Mohammadi, Aledhari, and Moussa Ayyash, "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications," IEEE COMMUNICATION SURVEYS & TUTORIALS, VOL. 17, NO. 4, pp.2347-2375, FOURTH QUARTER 2015.

[3] Dhananjay Singh, Gaurav Tripathi, Antonio J. Jara, "A survey of Internet-of-Things: Future Vision, Architecture, Challenges and Services," Proc. of 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT), pp.287-292, March 2014.

[4] Hideki Matsuoka, Junbo Wang, Lei Jing, Yinghui Zhou, Yilang Wu, Zixue Cheng, "Development of A Control System for Home Appliances Based on BLE Technique," Proc. of ISIC2014, pp.1-5, December 2014.

[5] In-Gu Lee, Myeon-Gyun Cho, "Arduino Based Smart Home System for the Elderly Living Alone," IEMEK Journal of Embedded Systems and Applications, v.10, no.5, 2015년, pp.307-315, October 2015.

[6] Yeon-Sang Choi, Yong-Tae Park, Woon Sung Baek, Dong-hun Lee, Jae-Young Pyun, "Development of Home Automation System using Digital Doorlock based on Wireless Sensor Network," Proc. of KIIT Summer Conference, pp. 189-193, May 2011.

[7] Dae Gyu Seo, Han Shin Ko, Yong Deok Noh, "Design and Implementation of Digital Door Lock by IoT," KIISE Transactions on Computing Practices, vol.21, no.3, pp.215-222., March 2015.

[8] Dong-Hyun Kim, Chae-Hoon Ban, "The Design and Implementation of a Door-Lock System using a smart phone on Near Field Communication environments," The Korea Institute of Electronic Communication Sciences, vol10, no.11, pp.1217-1223, November 2015.

[9] Jung-Hyuck Lee, Sang-Hyun Kim, Chang-Se Oh, Min-Seok Seo, Young-Don Kim, Hyun-Ju Park, "Implementation of Smart Multi-tap System based on Zigbee Communication," The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences, vol.39, no.10, pp. 930-936, October 2014.

저자 소개

안 병 구(종신회원)

- 1988년 : 경북대학교 전자공학과 (B.S)
- 1996년 : New York University (Polytechnic) Dept. of Computer and Electrical Eng., NY, USA (M.S)
- 2002년 : (미)New Jersey Institute of Technology (NJIT), Dept. of Computer and Electrical Eng., NJ, USA (Ph.D)
- 1989년 ~ 1994년 : 포항산업과학기술연구원(RIST), 선임연구원
- 2012년 : 대한전자공학회 컴퓨터소사이어티 회장
- 2003년 ~ 현재 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수

<주관심분야: Mobile Wireless Networks & Communications, Ad-hoc & Sensor Networks, Multicast Routing, QoS Routing, VLC, Cognitive Radio Networks, Energy Harvesting, Physical Layer Security, Mobile Cloud Computing, Cross-Layer Technology, Network Coding, Cooperative Communication, Bioinformatics>

이 승 준(준회원)

• 2015년 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신 공학과 재학 (BS)
<주관심분야: 무선통신, 무선네트워크>

전 현 욱(준회원)

• 2015년 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신 공학과 재학 (BS)
<주관심분야: 무선통신, 무선네트워크>

※본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 ICT/SW창의연구과정사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2015-R2212-15-0026)