

# 비접촉식 근거리 무선통신 환경에서 스마트폰을 이용한 도어락 시스템의 설계 및 구현

김동현\* · 반재훈\*\*

The Design and Implementation of a Door-Lock System using a smart phone  
on Near Field Communication environments

Dong-Hyun Kim\* · Chae-Hoon Ban\*\*

## 요 약

버튼입력식 도어락은 물리적인 열쇠가 사용하지 않고 기능에 비하여 저렴하기 때문에 정문이나 사무실 문의 개폐를 제어하기 위하여 많이 사용되어진다. 그러나 사용자의 기억에 의존하기 때문에 비밀번호를 잊기 쉽고 하나의 비밀번호를 계속 사용할 때 보안을 유지하기 어려운 단점이 있다. 이 논문에서는 이를 해결하기 위하여 비접촉식 근거리 무선통신을 통하여 획득한 사용자 데이터를 이용한 도어락 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 스마트폰에 있는 비접촉식 근거리 무선통신 태그를 이용하여 도어락의 개폐를 제어한다. 구현된 시스템은 비밀번호를 사용하지 않고 도어락을 제어할 수 있는 장점이 있다.

## ABSTRACT

The doorlock using buttons has been widely used since it does not exploit the physical key and has much functions though it is cheap. However, the doorlock has problems where it is easy to forget the secret number since the user has to remember the number and difficult to keep secure when the one secret number has been used for a long time. In this paper, we propose the doorlock system using the near field communication. The proposed system controls the open and close of the doorlock using user data acquired by the near field communication tag. The implemented doorlock system has the benefit to control the doorlock without a secret number.

## 키워드

Near Field Communication, Doorlock System, Arduino, Nfc, Smart Phone  
비접촉식 근거리 무선 통신, 도어락 시스템, 아두이노, NFC, 스마트폰

## 1. 서 론

도어락 시스템은 문의 개폐를 제어하기 위한 시스템으로 과거에는 물리적인 자물쇠와 열쇠의 조합을 이용하여 문의 개폐를 조정하였다. 열쇠를 이용한 시

스템은 시스템의 구성이 간편하고 휴대가 용이한 장점이 있으나 열쇠의 분실과 도난의 단점이 있다. 이러한 단점을 개선한 것이 최근 들어 많이 사용되고 있는 전자식 도어락 시스템이다[1-3].

전자식 도어락 시스템은 물리적인 열쇠없이 전자회

\* 동서대학교 컴퓨터공학부(pusrover@dongseo.ac.kr) · Received : Sep. 18, 2015, Revised : Nov. 13, 2015, Accepted : Nov. 23, 2015  
 \*\* 교신저자 : 고신대학교 인터넷비즈니스학과 · Corresponding Author : ChaeHoon Ban  
 Dept. of Internet Business, Kosin University,  
 Email : chabn@kosin.ac.kr  
 · 접수일 : 2015. 09. 18  
 · 수정완료일 : 2015. 11. 13  
 · 게재확정일 : 2015. 11. 23

로에 저장된 사용자의 보안 데이터를 이용하여 문을 개폐할 수 있는 편리함이 가장 큰 장점이다. 이러한 전자식 도어락은 비밀번호를 버튼형식으로 입력하는 버튼입력식 도어락과 물리적인 전자열쇠와 비밀번호를 조합한 복합형 도어락이 있다. 그리고 마지막으로 홍채나 지문 등의 생체정보를 이용한 생체정보형 도어락이 있다. 그러나 복합형 또는 생체정보형은 초기 설치 비용이 많이 소요되기 때문에 최근에는 버튼입력식 도어락을 회사 또는 개인이 많이 사용하고 있다[3-9].

버튼입력식 도어락 시스템은 사용자가 미리 메모리에 저장한 비밀번호와 현재 입력된 비밀번호를 비교하여 문의 개폐를 조정하기 때문에 사용자는 별도의 열쇠를 소지하지 않고 저렴한 초기 설치 비용으로 문의 개폐를 조절할 수 있다. 그러나 사용자의 기억에 의존하기 때문에 비밀번호를 잊기가 쉽고 비밀번호가 여러 번 틀릴 경우 오랜 시간 동안 대기하여야 한다. 특히 하나의 비밀번호를 지속적으로 사용할 경우에 타인에게 노출될 위험성이 매우 증가하는 문제가 있다.

전자식 도어락 시스템을 개선하기 위하여 [1]에서 이동통신과 공중전화망을 연동한다. 그리고 DTMF 신호를 송신하여 원격으로 도어락을 제어하기 위한 시스템을 제안하였다. [2]는 지그비통신을 이용하여 가전제품을 연결하는 홈네트워크를 제안하였고 [3]에서는 스마트폰과 지그비를 이용하여 도어락과 보일러를 연결하고 위치 데이터를 이용하여 자동으로 제어하였다. [4]는 홈네트워크를 구성하기 위한 지그비 프로토콜을 제안하였다.

이 논문에서는 전자식 도어락 시스템의 단점을 개선하기 위하여 비접촉식 근거리 무선통신(NFC)을 사용한 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 스마트폰에 내장되어 있는 NFC 태그를 이용하여 비밀번호 대신에 도어락과 스마트폰의 NFC 고유 데이터를 서버에 전송한다. 서버는 전송받은 데이터를 이용하여 허가받은 사용자인지 판단한 후에 원격으로 도어락을 제어한다. 그리고 이를 위하여 오픈소스 하드웨어인 아두이노를 이용하여 와이파이 설드와 NFC 설드를 구축하고 제안한 도어락 시스템을 구현한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 전자식 도어락 시스템의 원격 제어에 대한 관련 연구를 기술한다. 그리고 3장에서는 NFC를 이용한 도어락 시스템의 설계를 제안한다. 4장에서는 제안한 시스템의 구현 결과에 대하여 기술하고 마지막으로 5장에서 결론을 기술한다.

## II. 관련연구

기존의 도어락에서 생기는 문제점들을 보완하고 좀 더 편리하게 사용하기 위해 많은 연구가 이루어져 왔다. [1]에서는 CDMA모듈과 PSTN모듈을 장착해 이동통신망과 공중통신망을 연동하고 통화 중 DTMF 신호를 주입해 도어락을 실시간으로 제어하는 방식을 제안하였다. 이러한 방식은 원격으로 도어락을 제어하기 위해선 전화를 걸어 안내 음성을 들으며 사용해야 한다는 단점이 있다.

참고문헌 [2-4]에서는 스마트폰을 이용한 홈네트워크 시스템에 대하여 제안하였다. [2]에서는 스마트폰과 홈서버를 구성하고 가전제품들을 지그비 통신을 이용하여 연결하였다. 사용자는 스마트폰의 애플리케이션을 이용하여 홈서버에 접속하고 연결된 가전제품들을 원격으로 제어한다. [3]에서는 스마트폰과 지그비 통신을 이용하여 보일러와 전등을 연결하였다. 그리고 전역위치시스템(GPS)를 이용하여 사용자의 위치를 측정된 후에 사용자가 집의 일정 범위 안에 들어왔을 때 연결된 제품들을 자동으로 제어한다. [4]에서는 스마트홈을 구성하기 위한 지그비 통신 프로토콜을 제안하였다. 그러나 기존의 연구들은 원격으로 도어락을 제어하는 기법만을 제공하는 단점이 있다.

## III. NFC를 이용한 도어락 제어 시스템 설계

### 3.1 시스템 구성도

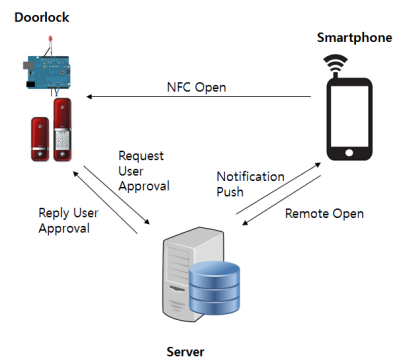


그림 1. 도어락 시스템 개념도

Fig. 1 System diagram of door lock system

그림 1은 본 논문에서 제안한 NFC를 이용한 도어락 시스템의 개념도를 보여준다. 사용자는 도어락을 해제할 때 2가지 중 하나의 방식을 선택할 수 있다. 첫 번째는 NFC를 이용하여 도어락을 해제하는 방식이고 두 번째는 스마트폰에 설치된 어플리케이션을 이용해 원격으로 도어락을 해제하는 방식이다. 첫 번째 방식을 사용할 경우에 스마트폰을 도어락 기기에 접촉시키면 도어락은 NFC를 이용하여 스마트폰에 있는 유심(USIM)카드의 고유 식별자를 획득한다. 획득한 스마트폰의 고유 식별자와 자신의 고유 식별자를 TCP 통신을 이용하여 서버에 전송한다. 서버에서는 도어락으로부터 넘어온 데이터를 이용하여 허가받은 도어락 사용자인지 확인한다. 허가받은 사용자로 확인되면 도어락에 승인확인 메시지를 전송하여 도어락을 해제한다. 두 번째 방식은 스마트폰의 어플리케이션이 NFC를 이용하여 도어락의 고유 식별자를 획득한 후에 스마트폰과 도어락의 고유식별자를 서버에게 전송한다. 그리고 첫 번째 방식과 유사하게 서버가 허가된 사용자인지 검사한 후에 도어락을 원격으로 해제한다. 그림 2는 시스템 개념도를 이용하여 정의한 도어락 시스템의 제어 흐름도를 보여준다.

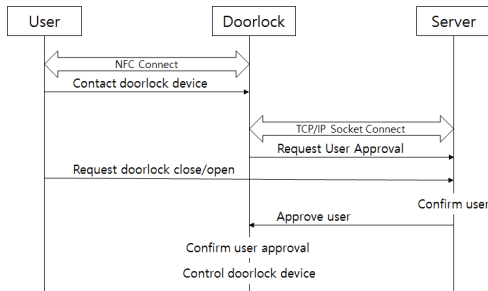


그림 2. 도어락 시스템 흐름도  
Fig. 2 System control flow of door lock system

### 3.2 클래스 정의

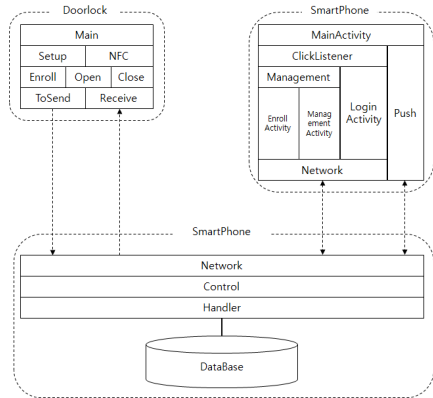


그림 3. 클래스 구성도  
Fig. 3 Class diagram

그림 3은 도어락 시스템의 클래스 구성도를 보여준다. 스마트폰에서 운영되는 앱은 MainActivity, ClickListener, Management, Push, LoginActivity, EnrollActivity, ManagementActivity 그리고 Network인 9개의 클래스로 구성된다. Push 클래스는 구글 클라우드 메시지 서버를 사용하기 위한 클래스이고 Network는 TCP/IP 통신을 위한 클래스이다. EnrollActivity는 NFC를 이용하여 도어락의 고유번호를 획득하기 위한 클래스이고 LoginActivity는 사용자 로그인을 위한 클래스이다.

도어락은 아두이노를 개발하기 때문에 클래스가 아닌 함수 모듈로 구성된다. 도어락은 Main, Setup, NFC, Enroll, Open, Close, ToSend 그리고 Receive인 8개의 모듈로 구성된다. NFC와 Enroll은 NFC를 활성화 또는 비활성화시키고 스마트폰과 연결하여 도어락의 식별자를 전송하거나 또는 스마트폰의 식별자를 전송하기 위한 모듈이다. Open과 Close는 도어락의 개폐를 조정하기 위한 모듈이며 ToSend와 Receive는 TCP/IP 통신을 이용하여 서버와 데이터를 전송하기 위한 모듈이다.

서버는 Network, Control 그리고 Handler인 3개의 클래스로 구성된다. Network는 스마트폰 또는 도어락으로부터 식별자 데이터를 전송받고 제어 데이터를 전송하기 위한 클래스이고 Control은 전송받은 데이터를 이용하여 도어락의 개폐를 결정하기 위한 클레

스이다. 그리고 Handler는 사용자와 식별자 데이터를 데이터베이스에 저장하고 접근하기 위한 클래스이다.

### 3.3 패킷 및 데이터베이스

Control type	Doorlock ID	Phone ID
--------------	-------------	----------

그림 4. 도어락 데이터 형식  
Fig. 4 Doorlock data format

그림 4는 도어락에서 서버로 전송하는 데이터 패킷의 형식을 보여준다. 사용자가 스마트폰을 도어락에 접촉하면 NFC를 이용하여 스마트폰의 식별자를 획득하고 도어락의 식별자와 함께 그림 4의 형식으로 서버에게 전송한다.

Control type	Doorlock ID	Phone ID	Action type
--------------	-------------	----------	-------------

그림 5. 스마트폰 데이터 형식  
Fig. 5 Smartphone data format

그림 5는 스마트폰에서 서버로 전송하는 데이터 패킷의 형식을 보여준다. 사용자가 스마트폰의 어플리케이션을 이용하여 도어락을 개폐하고자 할 때 그림 5의 데이터 패킷의 형식으로 서버에게 전송한다.

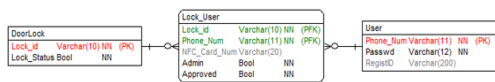


그림 6. 도어락시스템 ER 다이어그램  
Fig. 6 Doorlock system ER diagram

그림 6은 도어락 시스템의 ER 다이어그램을 보여준다. DoorLock, Lock\_User 그리고 User 인 3개의 테이블로 구성된다. DoorLock은 물리적인 도어락의 정보를 저장하기 위한 테이블로 도어락의 고유 식별자와 도어락의 상태를 알기 위한 상태 정보를 저장한다. User는 시스템을 사용하는 사용자의 정보를 저장하기 위한 테이블이다. 사용자의 고유 식별자인 스마트폰의 번호와 사용자의 비밀번호를 저장한다.

Lock\_User는 도어락과 실 사용자를 연결하기 위한

테이블이다. 도어락의 식별자, 사용자 식별자, NFC 카드번호, 사용자들 중 관리자(Super User)지정을 위한 관리자 구분 그리고 도어락을 사용할 수 있는지 알기 위한 승인상태 정보를 저장한다. 표 1은 Lock\_User 테이블 정의를 보여준다.

표 1. Lock\_User 테이블  
Table 1. Lock\_User table

No	Col ID	Col Name	Type	Len	NULL	Key
1	Lock_id	ID	Varchar	10	X	PFK
2	Phone_Num	CP No.	Varchar	11	X	PFK
3	NFC_Card_Num	NFC No.	Varchar	20		
5	Approved	Approval status	Bool		X	
6	Admin	Admin	Bool		X	

## IV. 시스템 구현

제안한 시스템은 스마트폰과 NFC를 이용하여 도어락에 스마트폰을 직접 접촉하여 도어락을 개폐하거나 또는 스마트폰의 어플리케이션을 이용하여 원격으로 도어락을 제어한다. 이를 위하여 전자식 도어락에 아두이노 모듈을 부착하여 NFC 통신과 물리적인 도어락의 제어를 수행한다. 그리고 와이파이 모듈을 추가로 부착하여 서버와 통신할 수 있도록 하였다.

스마트폰의 어플리케이션은 안드로이드 2.2 프로요 이상에서 운용될 수 있도록 구현하였다. 그리고 서버는 3GHz의 제온 CPU와 4G의 메인메모리를 사용하는 IBM 5770 워크스테이션을 이용하였으며 데이터베이스로 MySQL을 사용하였다.



그림 7. 도어락 시스템 구현물  
Fig. 7 Doorlock system implementation

그림 7은 제안한 도어락 시스템을 구현한 화면을 보여준다. 전자식 도어락에 아두이노와 와이파이 모듈을 부착하고 스마트폰 애플리케이션을 구현하였다. 그림 8은 일반 전자식 도어락에 아두이노 회로를 장착한 화면을 보여준다. 도어락에 장착되어 있는 모터를 제어하기 위해 부가적으로 모터제어 칩을 연결하여 구현하였다.

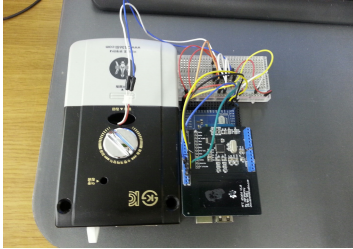


그림 8 아두이노 회로를 부착한 도어락  
Fig. 8 Doorlock with a arduino circuit

시스템을 사용하기 위하여 스마트폰 애플리케이션에서 사용자 등록을 하고 로그인을 하면 원격으로 제어할 도어락 리스트를 선택할 수 있다. 도어락을 선택하면 선택한 도어락의 번호와 승인상태가 표시되고 OPEN, CLOSE 버튼을 이용해 도어락을 제어할 수 있다. 그림 9는 제어하고자 하는 도어락을 선택하는 화면을 보여준다.

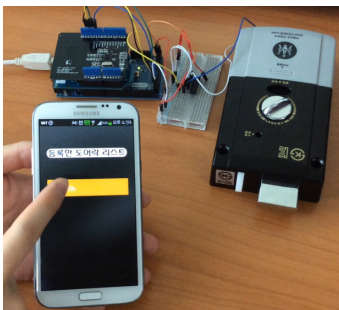


그림 9. 도어락 선택 화면  
Fig. 9 Doorlock selection view

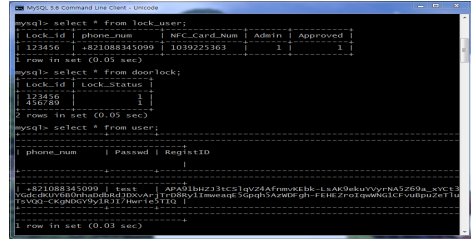


그림 10. 데이터베이스 테이블 정의  
Fig. 10 Database table definition

그림 10은 IBM 워크스테이션에 구축되어 있는 데이터베이스의 테이블 정의 화면을 보여준다.



그림 11. 도어락 초기상태(잠금상태)  
Fig. 11 Doorlock initial state(locked state)

그림 11은 NFC를 이용하여 도어락을 제어하는 화면을 보여준다. 그림 11에서 보듯이 초기에는 도어락이 잠겨있는 상태이다. 그림 12는 스마트폰의 NFC를 도어락의 아두이노 회로에 접촉시키자 도어락이 해제되는 화면을 보여준다.

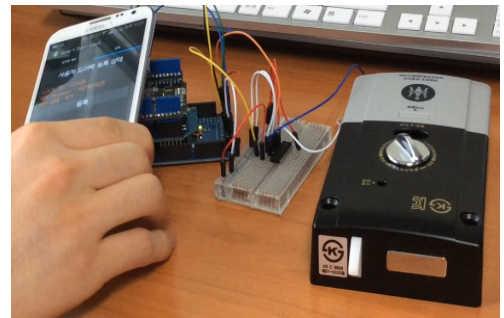


그림 12. 스마트폰 NFC를 이용한 도어락 해제  
Fig. 12 Doorlock released using smartphone NFC



그림 13. 도어락 잠금상태  
Fig. 13 Doorlock locked state

그림 13은 와이파이를 이용하여 도어락을 제어하기 위한 초기상태를 보여준다. 초기에는 잠금 상태이다. 그림 14는 스마트폰의 애플리케이션과 와이파이 통신을 이용하여 원격으로 도어락을 해제한 상태를 보여준다.



그림 14. 와이파이를 이용한 도어락 해제  
Fig. 14 Doorlock released using WiFi

### V. 결 론

버튼입력식 전자식 도어락은 물리적인 열쇠없이 전자회로를 이용하여 문의 개폐를 제어할 수 있고 설치 비용이 기능에 비하여 저렴하기 때문에 일반적인 집의 정문이나 사무실의 문에서 많이 사용되어 진다. 그러나 사용자의 기억에 의존하기 때문에 비밀번호를

잊기 쉽고 하나의 비밀번호를 오랜 기간동안 사용할 때 비밀번호가 노출될 위험성이 매우 증가하는 문제가 있다.

이 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 비접촉식 근거리 통신을 이용한 도어락 시스템에 대하여 제안하였다. 제안한 시스템은 스마트폰에 내장되어 있는 NFC 통신 기능을 이용하여 허가된 사용자에 대하여 문의 개폐를 제어할 수 있도록 한다. 이를 위하여 도어락은 사용자 식별자와 도어락 식별자를 서버로 전송하여 허가된 사용자인지 검사한다. 그리고 제안한 도어락 시스템의 사용자를 위한 데이터베이스 서버를 구축하고 아두이노를 이용하여 도어락을 구현하였다. 제안한 시스템은 비밀번호를 기억할 필요없이 사용자의 스마트폰을 이용하여 도어락을 편리하게 제어할 수 있는 장점이 있다. 향후 연구로는 스마트폰의 분실에 대비한 보안 정책에 대한 연구가 필요하다.

#### 감사의 글

본 연구는 2014년도 동서대학교 학술연구조성비 지원으로 수행되었음.

#### Reference

- [1] K. Ryang, "Study on development of the remote control door lock system including speaker verification function in real time," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 6, 2005, pp. 714-719.
- [2] Y. Jang, K. Park, and S. Lee, "A Home Automation system based on Smart phone," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 6, no. 4, 2011, pp. 589-594.
- [3] T. Lee, C. Son, and W. Kim, "The Implement of Intelligent Home Network System on Smart Phone," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 6, 2011, pp. 505-509.
- [4] L. Dan, G. Kim, and J. Lee, "Design of Smart Home Network System based on Zigbee

Topology," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 6, 2012, pp. 537-543.

- [5] M. Varchola and M. Srutarovsky, "Zigbee based Home Automation Wireless Sensor Network," *Acta Electrotechnica et Information*, vol. 7, no. 4, 2007, pp. 1-8.
- [6] V. Riquebourg, D. Menga, D. Durand, B. Marhic, L. Delahoche, and C. Loge, "The smart home concept: Our immediate future," *Proc. of 1st IEEE Int. Conf. on E-Learn in Industrial Electronics*, Hammamet, Tunisia, 18 Dec. 2006, pp. 23-28.
- [7] I. F. Akyildiz and I. H. Kasimoglu, "Wireless Sensor and Actor Networks: Research Challenges," *Elsevier Ad Hoc Networks*, vol. 2, no. 4, 2004, pp. 351-367.
- [8] B. J. Bennington and C. R. Bartel, "Wireless Andrew: Building a High Speed, Campus-Wide Wireless Data Network," *Mobile Networks and Applications*, vol. 6, no. 1, 2001, pp. 9-22.
- [9] Coutaz J., Crowley J. L., Dobson S. and Garland D., "Context is key", *Communication of the ACM*, vol. 48, No. 3, 2005, pp. 49-53.



**반재훈(Chae-Hoon Ban)**

1997년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)

1999년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2006년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

2008년~현재 고신대학교 인터넷비즈니스학과 교수

※ 관심분야 : 인터넷응용, RFID, 모바일

저자 소개



**김동현(Dong-Hyun Kim)**

1995년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업 (공학사)

1997년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2003년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

2004년 ~ 현재 동서대학교 컴퓨터공학부 교수

※ 관심분야 : 데이터베이스, 공간 데이터베이스, GIS, 센서데이터베이스

