

# IOT를 이용한 소규모 공간의 융합 잠금 장치 제안

박현주

상명대학교 스마트 정보통신공학과 조교수

## Design of Small Space Convergence Locking device Using IoT

Hyun-Joo Park

Assistant Professor, Department of Smart Information and Communication Engineering Sang-Myung University

**요약** 본 논문에서는 IoT를 이용하여 원격 개폐가 가능한 스마트 공간 보안에 대한 장치 개발을 제안한다. 기존의 공간 보안 장치는 하드웨어를 부수거나 버튼 장치 또는 복제된 열쇠를 사용하여 개폐를 제어할 수 있었다. 최근 COVID-19 사태로 비접촉 장치에 대한 여러 응용 분야가 생겨났다. 본 연구에서는 장치에 접촉하지 않아도 앱을 통해 잠금을 해제 하는 기능을 가진 소형 공간 보안 장치 개발을 제안한다. 제어의 권한을 스마트폰으로 이전하여 사용자의 선택에 따라 하드웨어 조작만으로는 개폐할 수 없는 기능을 가진 장치를 고안하였다. 잠금 장치 접촉을 하지 않아도 앱을 이용하여 개폐가 가능하므로 편리하고 위생적이다. 스마트폰의 지문 인식 및 패턴 입력으로 사용자 인증 후 앱을 이용하므로 다중보안 기능을 가지고 있다. 사용자가 원한다면 앱 보안 해제 후 금고 또는 공간에 장착된 버튼을 직접 터치하거나 열쇠로 열면 보안이 해제된다. 또한 앱에 비활성 기능을 추가시켜 열쇠를 분실하거나 소형의 금고를 분실했을 경우 사용이 불가능하게 되어 금고의 문이 열리지 않도록 설계하였다. 본 연구는 보안이 필요한 사물에 다양하게 응용하여 효과적으로 확장할 수 있을 것으로 기대한다.

**주제어** : 사물인터넷 융합, 보안, 앱, 안전, 사용자 인터페이스 디자인, 사용자 편리성, 다중 보안

**Abstract** In this paper, we propose the development of a smart space security device that can be opened and closed remotely using IoT. Existing space security devices can control opening and closing by breaking hardware or only using button devices or replicated keys. The recent COVID-19 crisis has created several applications for non-contact devices. In this study, we propose the development of a small space security device that has the function of unlocking through an app without touching the device. By transferring the control authority to a smartphone, device that cannot be opened or closed by only operating hardware at the user's option. It is convenient and hygienic because it can be opened and closed using an app without touching the locking device. Multiple security is possible because security can be released using an app after user authentication by fingerprint recognition and pattern input on a smartphone. If the user wishes, after using the app security, the security is released by directly touching a button installed in the safe or space or opening it with a key. In addition, by adding an inactive function to the app, it is designed so that the door of the safe cannot be opened when the key is lost or the small safe is lost. This study is expected to be able to effectively expand the security system by applying variously to objects that require security.

**Key Words** : Converged IoT, Security, App, Safety, UI Design, User Convenience, Enhance Security

\*This research was supported by a 2020 Research Grant from SangMyung University.

\*Corresponding Author : Hyun-Joo Park(cathy2369@smu.ac.kr)

Received January 15, 2021

Accepted February 20, 2021

Revised February 10, 2021

Published February 28, 2021

## 1. 서론

### 1.1 공간 및 사물 보안

#### 1.1.1 소형 공간 및 사물 보안 현황

4차 산업혁명 시대가 도래함에 따라 상호작용이 없던 사물들이 IoT 기술을 이용하여 연결되면서 사물간 정보를 서로 공유하고 사용자에게 도움이 되는 정보를 제공하게 되었다. 사물 간 통신이 사람의 개입 없이 이루어지면서 많은 변화가 생겨났는데, 원격 조정의 경우, 사용자의 시야 안에 있는 것을 조정하거나 시야 밖에 있더라도 근거리 신호가 잡히는 범위 내에서 무선 네트워크만 연결되면 어디서든지 사용자의 의도에 따라 사물이 동작할 수 있게 되었다. 도어락에 대한 전자기기의 접목은 여러 방면에서 시도 되었다[1-4]. IoT의 사용이 일반화 되면서 실시간 원격조절 장치에 대한 구현이 가능해 지자 이를 도어락에 접목 시켜 실생활에서 보안을 한층 더 강화시켰다[5,6]. 소형 가전뿐 아니라 스마트 홈 분야에서 개념 단계의 모든 것이 실제로 구현되어 출현하였다. 생체 인증에 대한 연구가 활발히 진행되어 지문인식[7], 얼굴인식[8,9] 등 여러 기기와 인증방식이 결합 되었다. 공간 보안은 편리함을 추구하는 소수의 선택이 아닌 공간 이용자나 소유자에게는 필수 장치가 될 것으로 전망된다. 공간 보안 관련 연구 또한 여러 분야로 확대될 것으로 기대된다.

COVID-19는 비접촉 시스템의 응용 분야를 다양하게 확장 시켰다. 기기에 접촉을 하지 않고도 체온을 측정하거나 본인 인증을 하는 것은 방역 시스템에서 일반적인 활용 예로 볼 수 있다. 사용자는 다양한 전자 시스템을 이용하는데, 비접촉 방식의 실시간 원격조정 가능 기기에 대한 요구가 점점 많아 지고 있다[10,11]. 제안하는 시스템은 앱을 이용하여 보안 장치에 접촉하지 않고도 잠금을 해제 할 수 있도록 구현하였다. 사용자가 원한다면 앱으로 해제 한 후 키패드나 지문 인식기를 통해 다시 한번 잠금 장치를 해제 할 수도 있다.

#### 1.2 소형 공간 보안 시스템 현황

공간 보안 설치비용의 절감 및 1인 가구의 증가로 인해 소규모 공간에 대한 보안 설치 수요가 높아지고 있다 [12,13]. 소형 공간의 보안은 중요한 기물 및 서류를 보관하기 위해 설계된다. 보통 가정집에서 사용하는 금고는 소형이고 고정되어 있지 않으므로 도난의 위험성이 높다 [13]. 개폐 장치가 열쇠나 카드 방식이 아닌 key-pad 방

식의 경우 패드에 남겨져 있는 지문을 추적하여 쉽게 여는 것도 가능하다. 개방 전문가의 도움만 있으면 간단한 조작만으로 개폐 장치를 작동시키거나 보안 해제가 가능하여, 타인이 보안을 해제 하려고 하는 경우 마음대로 개방이 가능하다는 단점이 있다[13].

실용성을 높이기 위해 집안의 소규모 공간에 귀중품을 보관하거나 서재 내 특별 공간에 대해 금고처럼 부분적인 보안이 필요한 경우 본 시스템을 이용하는 것을 제안한다. 집안의 보안이 해제되더라도 소형 공간을 보안 설정해 놓으면 다중 보안 효과가 있으므로 비용대비 활용도가 높을 것으로 기대된다.

#### 1.3 소형 공간 보안 시스템 제안

본 시스템은 IoT를 활용한 소형 공간 보안에 대한 제안으로 하드웨어 시스템 구현 및 활용에 대한 것이다. 물리적으로 가까운 거리에 있거나 장치 접촉이 자유로운 경우 일반 개폐 방식인 Key-pad에 비밀번호를 입력하는 방식으로 개폐 장치를 동작시키고, 거리가 멀거나 key-pad 입력이 원활하게 진행되지 않은 노인들 또는 시력 저하나 손가락 사용의 불편함이 있는 사용자에게는 App을 이용하여 개폐 장치를 동작시킬 수 있도록 구현하였다. App을 이용한 개폐 장치의 조절은 소형 금고 도난 발생 시 인증된 사용자 본인만이 개폐 장치를 동작시킬 수 있어 보안의 효과를 높일 수 있다. 전체 하드웨어 및 App의 동작 방식에 대한 시스템 구조도는 Fig. 1과 같다.

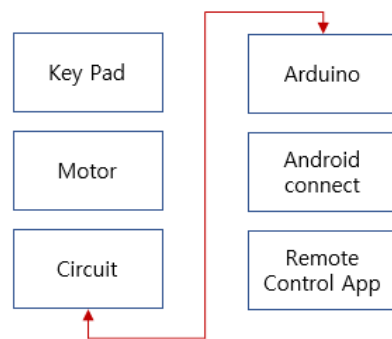


Fig. 1. Structure Diagram of Small Space Security System

본 논문의 구성은 다음과 같다. 관련 연구에서는 공간 보안에 관한 기존연구를 분석하고, 본론에서는 본 연구의 시스템 구현 설명을 하고 구현 기술 분석으로 끝맺음을 한다.

## 2. 본론

### 2.1 관련 연구

잠금장치에 대한 신뢰성이 높지 않아 범죄노출에 대한 불안감이 높아지고 있어 잠금 장치의 기술 고도화에 대한 연구는 계속 되고 있다.

휴대폰을 이용한 도어락 개발 논문[3]에서 소개한 내용은 방문자가 누구인지 파악할 수 있도록 하고, 홈 서버를 이용하는 응용인 경우 서버를 통해 DTMF 신호를 이용하여 잠금을 제어하였다. 잠금 제어 시 패스워드 및 화자 인종으로 혼합하여 보안을 증대시키도록 하였다. 화자인식은 DTW 알고리즘을 사용하여 구현하였는데, 방문자가 초인종을 누르면 집안에 사람이 있는지 여부를 센서로 판단하여 상황에 따라 인터폰이나 휴대폰으로 연결될지 판단하여 알린다. 연결 매체가 휴대폰에서 스마트폰으로 바뀌었지만 개념에 대한 참고가 되었다.

Ahmad 외 3인은 휴대전화와 마이크로 컨트롤러를 시리얼 포트에 연결하였다[15]. 칩입을 검출하면 센서의 작동으로 사용자는 메시지를 받는다. 이 논문은 센서값과 원격 메시지 수신 연동이 실시간으로 가능하다는 면에서 본 연구에 도움이 되었다.

Zigbee를 통한 스마트 디지털 도어록 시스템을 제안한 논문[16]에서는 가스 누출, 도난, 화재 방지 등의 응용에 활용 되도록 하였다. 잠금 제어는 TFT LCD 비밀번호 다이얼패드와 RFID 판독기로 가능하다. 이 연구는 원격 제어보다 위험 감지 및 사용자 알림에 초점을 두어 제안한 연구로 사용자 알림 부분에 참고가 되었다.

앱기반 도어락은 앱을 통해 문 잠금을 해제 한다[21]. 이는 스마트폰의 내부에 저장되어 있는 NFC 고유 번호를 이용하여 기존의 도어락에서 키패드가 존재하는 것 대신 휴대폰의 NFC번호를 인식하는 방식으로 도어락과 일정 거리를 유지해야 동작하는 단점이 있다.

### 2.2 관련 기술

#### 2.2.1 사물인터넷(Internet Of Things)

사람들에 의해서 생성되는 기존 데이터의 성격과 달리 사물 간 네트워크를 기반으로 한 사물인터넷(IoT: Internet of Things)은 가정 내의 다양한 가전기기 및 센서들의 상호 연결로 수많은 데이터를 생성한다[17]. 생성된 데이터는 여러 가지 분석 알고리즘을 통해 보안, 영상, 음성 처리 등 다양한 분야에 적용되고 있다.

#### 2.2.2 아두이노(Arduino)

아두이노는 사용하기 쉬운 하드웨어 및 소프트웨어를 기반으로 하는 오픈 소스 전자 플랫폼이다[18]. 아두이노 보드는 조명, 버튼 등에 연결된 센서가 측정하는 값을 입력받을 수 있고, 반대로 모터를 활성화하거나 LED를 점등시켜 출력시킬 수 있다. 보드의 마이크로 컨트롤러에 일련의 명령을 보내 보드에서 수행할 작업을 알리는데, 이를 위해 아두이노 프로그래밍 언어와 IDE를 사용한다. 아두이노 보드들은 여러 형태의 제품군이 존재하며 Fig. 2는 가장 많이 쓰이는 표준인 UNO 보드이다. 아두이노에 내장할 소프트웨어는 무료 개발 플랫폼인 IDE를 이용하여 개발한다[18].



Fig. 2. Arduino UNO Board

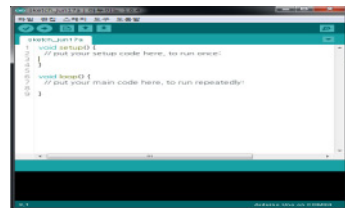


Fig. 3. Arduino IDE

## 3. 시스템 구현 및 결과

### 3.1 하드웨어 구현

Fig. 4는 지문 인식기와 숫자 key-pad가 부착되어있는 스마트 금고의 외부 사진이다. 비밀번호 입력 장치는 key-pad와 지문 인식기이며, key-pad에 설정된 비밀번호나 지문 인식기를 이용하여 잠금 및 해제가 가능하다. 하드웨어 시스템은 크게 3부분으로 나눌 수 있는데, 잠금과 해제 명령을 전달하고 표시해주는 입출력 장치, 받은 명령을 처리하는 CPU, 자물쇠의 가장 중요한 부분인 잠금장치이다.

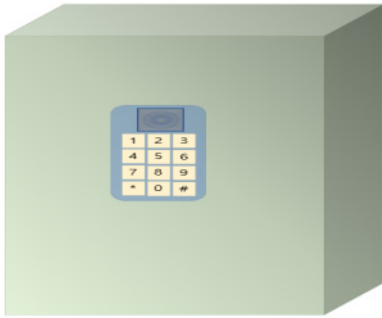


Fig. 4. Hard Ware Structure of Small Space Security System

Fig. 5와 Fig. 6은 스마트 금고의 동작 방식을 test 하기 위한 모형을 제작하여 동작을 확인하는 사진이다. 기기 접촉에 문제가 없고 가까운 거리에 사용자가 있는 경우에 이용할 수 있는 key-pad 입력 방식과 앱 사용만으로 잠금을 해제 하고 싶어하거나 거리가 멀어 key-pad 이용이 어려운 경우 비접촉 잠금 해제 방식인 앱 사용 방식을 선택하여 금고를 열 수 있다. 접촉식으로 잠금 해제를 하려는 경우 숫자 패드를 이용하여 사용자가 비밀번호를 입력 하면 서보모터가 움직이면서 Fig. 5와 같이 열리는 방식이며, '\*' 버튼을 누르면 Fig. 6과 같이 닫히게 제작 되었다.



Fig. 5. Door Open

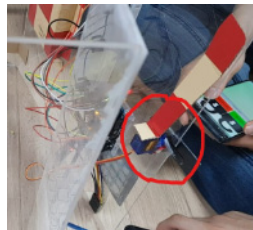


Fig. 6. Door Close

### 3.2 블루투스 연결을 이용한 앱 연동

아두이노를 활용하면 앱을 활용하기 위해서 무선통신 방식인 블루투스 연결을 설정하여 조작이 가능하다. BTSerial 변수의 값에 따라 phone에서 받은 신호로 모터를 제어하는 코드의 일부 이다. 신호에 의해 열림, 잠금이 가능하도록 coding 하였다. uno 보드에서 간단한 test 구현을 위해 통신 방식 중 블루투스 방식을 이용하였다. 실제 제품으로 구현될 시 상황에 따라 다양한 통신 방식으로 구현 가능하다.

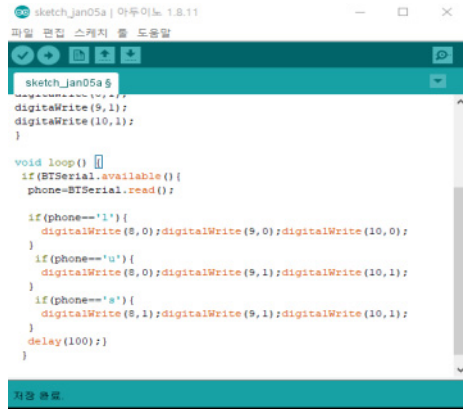


Fig. 7. Arduino bluetooth serial connect

### 3.3 App 구현

본 시스템의 소개 부분에서 언급되었듯이 하드웨어 잠금장치의 단독 사용만으로는 완벽한 보안을 기대하기 어렵다. 또한 비접촉 방식의 장치 구현으로 세균이나 다른 위험으로부터 안전하게 기기 조작을 원하는 경우에도 App을 이용하는 것이 안전하다. 사용자와 기기가 먼 거리 떨어져 있는 경우, 또는 금고 등의 도난, 분실에 의해 귀중품에 대한 보존 여부가 확실하지 않을 때, 본인 인증과 같은 기능을 할 수 있는 보조 시스템의 구현이 효과적이다[17]. 보조 시스템은 앱을 통해 잠금을 해제하거나 잠금을 설정하는 기능을 주로 이용한다. 스마트폰에서 본인 인증을 통해 인가된 사용자만이 앱을 이용할 수 있고, 앱에서 전송된 신호로 보안 장치의 동작을 제어하므로 보안 측면에서도 강화된 효과를 볼 수 있다.

Fig. 8은 전체 시스템의 동작 방식을 다이어그램으로 나타낸 것이다.

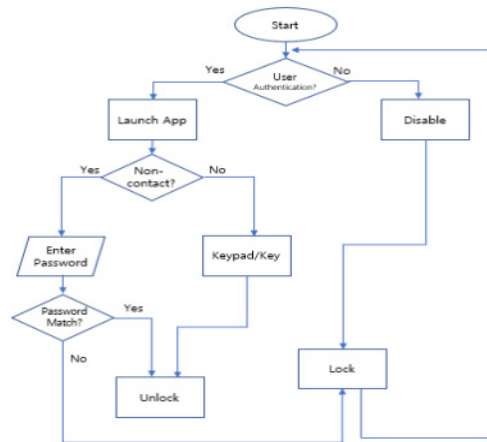


Fig. 8. Small space security device operation diagram

2중 잠금 구현을 위한 스마트폰 앱은 Fig. 9와 같이 단순한 UI(User Interface) Design으로 구현되었다. UI Design은 지속적인 변화를 거듭하게 되었는데, 기존의 GUI(Graphical User Interface)방식에서 NUI(Natural User Interface)방식으로 또, TUI(Tangible User Interface) 방식으로 변화가 진행되었다. 본 연구에서는 GUI 방식의 UI를 구현하였는데 이는 이용하는 앱 디자인이 금고나 소형 공간의 개폐에 관련된 앱이므로 사용자에게 여러 가지 기능은 필요하지 않고, 복잡한 기능구현으로 오작동 또는 입력 오류를 발생하여 동작 명령이 잘못 전달되는 경우 큰 문제가 발생할 것을 우려해 단순한 기능만을 구현한 것이다.



Fig. 9. User Interface of Implemented App

구현된 앱의 동작 방식은 다음 Fig. 10과 같다.

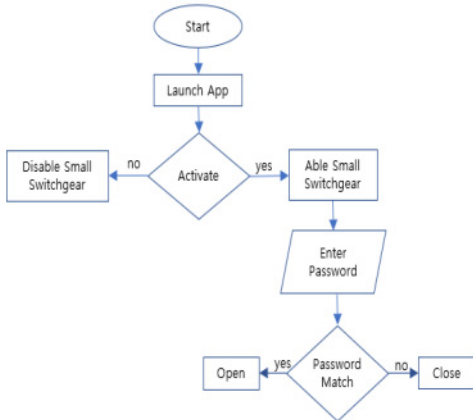


Fig. 10. Diagram of app works

앱의 활성화(Activate)를 선택하면 스마트폰으로 금고의 문을 제어할 수 있게 되고, 터치할 때마다 음성을 출력하여 편리하게 사용하도록 제작하였다. 사용자 본인이 아닌 경우 시스템을 제어할 수 없도록 비활성화 모듈을 동작시켜 보안성을 높인다.

앱에서 선택할 수 있는 비활성화(Deactivate) 부분에서는 비밀번호를 입력하여도 폐쇄 상태가 지속되어 열 수 없도록 하였다. 스마트폰 앱에서의 개폐 명령과 하드웨어적 보안 해제 설정이 일관적으로 같은 경우에만 보안을 해제할 수 있도록 하여 보안성을 높였다. 이는 소형 공간(예: 금고)의 분실 및 비밀번호의 유출에 대처할 수 있는 장점이 있다.

#### 4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 아두이노와 지문 인식장치, 앱을 이용한 다중 보안이 가능한 장치 개발을 제안하였다. 또한, 소형 공간 보안이 필요한 사용자에게 편리함과 안전성을 강화한 장치를 제공함으로써 다양한 분야에서 쓰일 가능성을 높였다[8-10]. 물리적으로 보안이 된 장치와 거리가 멀거나 COVID-19 같은 상황이 발생하여 사물 접촉에 대한 우려가 발생하는 상황이면 직접 금고에 손대지 않아도 앱을 통해 금고의 개폐 여부를 제어할 수 있고, 비활성화 기능을 통해 안전성을 더 높인 본 장치는 여러 분야에서 사용성이 높아질 것으로 전망된다.

원격 장치를 이용한 시스템 개발 연구는 COVID-19로 시작된 비접촉 시대에 성장이 예상되는 분야로 활용범위가 확대될 것이다. 어쩔 수 없이 접촉을 통해서만 조작할 수 있거나 생체 인증을 통하지 않은 채 조작이 가능한 장치들은 추가적인 보안 장치를 요구하는 경우 본 논문에서 제시한 방식을 포함한 여러 방식의 비접촉 장치를 제공할 것이다. 생체 정보를 이용한 독립 사용자 인증 기능을 통해 일부 보안 설정을 제어하고 비접촉 장치를 통해 공간 전체의 보안 시스템에 연결한다면 안전성이 확장되어 소비자들에게 더욱 도움이 될 것으로 예상된다.

사진으로 제시된 하드웨어와 앱은 연구용 개발품으로 디자인이나 기능이 물리적으로 다소 견고하지 못해 보인다는 단점이 있지만 향후 연구를 계속해서 보완할 계획이다. 앱과 관련된 보안의 취약점으로 앱을 사용하는 동안 제 3자에게 개인정보 유출 및 금융정보 유출이 가능함이 확인되었다[19]. 다른 연구에서는 앱 캐시 파일 변조 공격에 취약하여 사용자가 모르는 사이 개인정보가 노출됨을 알 수 있었다[20]. 이에 대응하기 위해 본 연구에서 구현된 앱에는

개인 정보 보호를 위하여 최신 전송 기술인 최신버전 TLS(Transport Layer Security) 암호화 프로토콜을 적용한다. 앱 구현 시 발생할 수 있는 정보 유출에 대한 취약점을 보완하기 위해 보안 관련 연구는 향후 연구 분야에 포함할 계획이다. 또한 시스템 고도화를 위해 실시간 도난 예측 알림 서비스 제공 및 금고 분실 시 위치 전송을 위해 GPS를 부착하여 관련 기능을 추가할 것이다. 앱의 비접촉 보안 해제 또한 음성 인식이나 얼굴인식 등의 분야를 접목해 보안이 강화된 시스템을 구현할 계획이다.

## REFERENCES

- [1] J. H. Yang, J. S. Lee, S. W. Ko, K. W. Lee & Y. S. Shin. (2018). Design and implementation of electronic control-based locking system. *KOREA INFORMATION SCIENCE SOCIETY*, pp. 337-339.
- [2] S. W. Lee, J. H. Yoo & K. B. Shim. (2015). IoT-based real-time streaming and remote control for smart door lock systems. *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems 25(6)*, 565-570.
- [3] O. Doh & I. Ha. (2015). A digital Door Lock System for the Internet of Things with Improved Security and Usability. *Advanced Science and Technology Letters, 109*, 33-38.
- [4] H. J. Seo & H. W. Kim. (2016). Design and implementation of multi-channel authentication based security card. *Journal of the Korea Information and Communication Society, 20(1)*, 81-86.
- [5] H. J. Song, T. K. Park, S. S. Ham, K. H. Park & Y. H. Kim (2016). Design of multiple security safe system using remote control. *Proceedings of KIIT Conference*, pp. 220-222.
- [6] J. S. Ahn, M. S. Park & J. I. Park. (2015). Remote control smart lock. *KISS Conference*, pp. 294-296.
- [7] M. S. Jang, T. M. Park, J. K. Lee & B. H. Wang. (2016). One grip-based door lock integrated door lock system using fingerprint recognition and touch patterns. *Journal of the Korean Intelligent Systems Society, 26(1)*, 30-36.
- [8] J. Lim, C. Kim, W. cha, T. Han, G. Huh, S. Song & S. Lee. (2013). Reliable Digital Door Lock Control System using Face Recognition. *Journal of IKEE, 17*, 499-504.
- [9] M. Sahinani, C. Nanda, A. K. Sahu & B. Pattnaik. (2015). Web-based online embedded door access control and home security system based on face recognition. *International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies*, pp. 19-20.
- [10] M. K. Lee. (2010). Implementation of remote physical security system using smartphone. *Korean Society of Electronics Engineers Conference*, pp. 1630-1631.
- [11] B. Yuksekkaya, A. A. Kayalar, M. B. Tosun, M. K. Ozcan & A. Z. Alkar. (2006). A GSM, internet and speech controlled wireless interactive home automation system, *IEEE Transactions on Consumer Electronics, 52*, 837-843.
- [12] Y. W. Park & Digital doorlock. (2010). A method to expand market for small and medium companies, *KISTI Market Report, 6*, pp. 11-14.
- [13] Peter Ha. (2015). Are smart locks secure, or just dumb? <http://gizmodo.com/aresmart-locks-secure-or-just-dumb-511093690,2013>
- [14] S. R. Kwon. (2005). Study on development of the remote control door lock system including speaker verification function in real time. *Korean Institute of Intelligent Systems, 15* pp. 714-719.
- [15] A. W. Ahmad, N. Jan, S. Iqbal & C. Lee. (2011). Implementation of ZigBee-GSM based home security monitoring and remote control system. *International Midwest Symposium on Circuits and System*, pp. 1-4.
- [16] Y. T. Park, P. Sthapit & J. Y. Pyun. (2009). Smart digital door lock for the home automation", *TENCON 2009 - 2009 IEEE Region 10 Conferene*, pp. 1-6.
- [17] S. W. Cho & S. W. YEOM. (2016). Realization of smart vault using IoT technology. *iee.IEEK\_Magazine*, pp. 851-852.
- [18] "Arduino", <https://www.arduino.cc/>
- [19] S. J. Kim & J. B. Heo. (2019). Mobile Application Leak Detection and Security Enhancement. *Journal of the Society for Information Protection, 29(1)*, 195-203.
- [20] S. Hong, D. W. Kim & H. S. Kim. (2019). Design and implementation of Android app cache modulation attacks. *Journal of the Society for Information Protection, 29(1)*, 205-214.
- [21] H. E. Ju, J. H. Park, C. H. Lee, D. W. Kang & J. H. Jung. (2015). Digital door lock using NFC and app. *Journal of the Korean Society of Machinery and Machinery Engineering Spring Conference*, pp. 191-192.

### 박 현 주(Hyun-Joo Park)

[정회원]



- 1998년 2월 : 상명대학교 전자계산학과(이학사)
- 2001년 2월 : 홍익대학교 정보공학과 (공학석사)
- 2011년 2월 : 상명대학교 컴퓨터과학 (이학박사)
- 2017년 9월 ~ 현재 : 상명대학교 스마트정보통신공학과 조교수

· 관심분야 : 앱보안, 사물인터넷 융합, 네트워크 응용  
· E-Mail : cathy2369@smu.ac.kr