

# 사물함 개폐 관리 시스템 연구

김진\*, 이재학\*, 지상림\*, 최태환\*, 이현\*  
\*선문대학교 컴퓨터공학부  
e-mail: mahyun91@sunmoon.ac.kr

## A Study on Locker Management System

Jin Kim\*, Jae-Hak Lee\*, Sang-Lim Chi\*, Tae-Hwan Choi, and Hyun Lee\*  
\*Division of Computer Science and Engineering, Sun Moon University

### 요 약

This paper proposes a system for convenient remote control and management of the lockers with a smart phone. The key features of the proposed system are as follows. First, we connect the lockers to the server and then use the authentication procedure to open and close their lockers. Second, we create instant lockers to increase convenience for users who need to use casual necessities. Unlike traditional analog methods, we finally develop certification procedures. Particularly, log data are better secured than traditional ones. The performance assessment of the proposed system is simulated by producing a dummy model. We will show that the proposed system could effectively support opening and closing the lockers using smart phones.

### 1. 서론

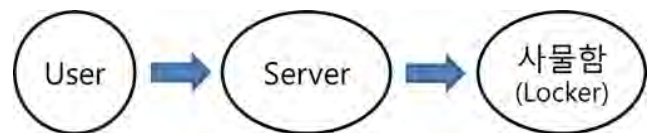
학교, 도서관, 공공기관 등에서 각각 개인의 물건을 보관할 수 있도록 사물함을 만들어 쓰고 있다. 지금까지 대부분 열쇠를 이용한 자물쇠나 비밀번호를 이용한 자물쇠 2가지로 사물함 시건장치를 사용해왔다. 최근에는 조금 더 발전한 방식으로 지문인식[2], 카드키[3], 터치암호[4] 등과 같은 다양한 방식으로 잠금을 해제하는 방법들이 생겨났다.

하지만, 위와 같은 방식들은 키(Key)를 분실했을 경우, 사용에 제한이 발생하거나 보안수준이 약하기 때문에 비밀번호가 노출되는 경우도 발생하게 된다. 또한 사물에 대한 정보제공이 없기 때문에 범죄 등에 이용될 수 있는 단점이 있으며, 전자사물함의 경우에는 긴급한 상황에서 대기행렬이 많을 경우, 신속하게 잠금장치를 해제할 수 없기도 한다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 문제점 등을 해결하기 위해, 임베디드 시스템[1]의 하나로 스마트폰의 블루투스 기능을 통해 사물함을 제어할 수 있는 사물함 개폐 관리 시스템을 만들고자 한다. 특히, 세마포어 알고리즘을 적용하여 사용자 계정에 사물함의 이용권한을 부여함으로써, 보안 및 범죄 예방에 높은 효과를 만들고자 한다. 그리고 블루투스 통신을 통한 아두이노 기반의 사물함을 제어하여 기존의 아날로그 방식이나 전자사물함에 비해 편의성을 높이고자 한다.

### 2. 세마포어 알고리즘이 적용된 사물함 개폐 관리 시스템 구성

본 연구에서 제안하는 시스템의 기본 구성은 다음 (그림 1)[5-6]과 같다.



(그림 1) 시스템 구성도

(그림 1)에서 User는 사용자의 스마트폰 애플리케이션(앱)을 의미하여 ID와 PW를 가지고 Server를 통해 인증 후 저장되어있는 사물함에 대한 권한을 얻는다. 그리고 Server는 User에서 받은 정보와 Locker에 대한 정보를 모두 가지고 있으며 둘의 연결을 담당한다. 그리고 User 중에서 관리자 권한을 가지고 있는 관리자 모드의 User가 Server에 요청을 보내면 User와 Locker를 연결해준다. Server는 PHP와 Mysql을 사용하고 User에서 들어오는 신호를 바탕으로 작동하도록 설계하였다. User는 POST 메시지를 이용하여 서버에 값을 전달하고 전달받은 값을 이용하여 DB에서 인증절차 및 Locker의 동작을 실행한다. DB에 Log를 저장하면서 Response 메시지를 Json형식의 메시지로 되돌려 주어 User가 보낸 요청이 정상적으로 작

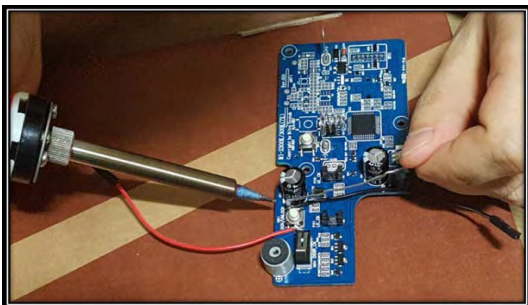
동 되었는지를 확인 시켜주는 방식을 기존 방식[5]과 동일하게 적용하였다.

그리고 세마포어 알고리즘[7]은 기본적으로 두 프로세스가 동시에 임계영역에 들어가려고 할 때, 하나의 프로세스가 이미 임계영역 안에 있으면 다른 프로세스는 전 프로세스가 끝나기를 기다리는 대기 알고리즘 방식이다. 이 알고리즘의 원리를 이용하여, 스마트 사물함 개폐 관리 시스템에서는 한 이용자가 1개의 사물함을 이용 중이라면, 다른 사용자가 그 사물함을 이용할 수 없도록 구성하고자 한다. 특히, 회원가입과 로그인 방식을 통해서, 할당된 권한을 철저히 관리하도록 설계하고자 하였다.

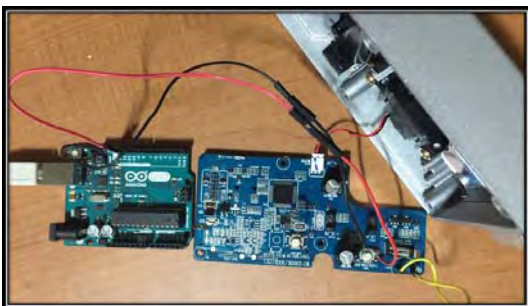
### 3. 실험 및 분석

#### 1) 하드웨어 구성

하드웨어 구성을 위해, 먼저 (그림 2)와 같이, 기존 도어락의 회로를 분석하여 전기신호에 따라서 도어락의 반응 위치를 찾아내고, 해당부분에 신호를 넣을 줄 수 있는 두 개의 선(+, -)을 납땜하여 추출하였다. 그리고 (그림 3)과 같이, 추출한 선으로 아두이노를 통해 특정 값을 주었을 때, 도어락이 동작하도록 설계하였다. 이는 아두이노 소스코드로 High 및 Low 값을 인가하였을 때, 동작하는 구조이다.



(그림 2) 회로분석 후, 선 추출과정



(그림 3) 아두이노 연동 과정

그리고 블루투스 모듈을 통해서 스마트폰에서 전송한 값을 받아서 동작하도록 설계하였다. (그림 4)와 같이, 각

각의 사물함에 대한 Open 값과 Close 값을 클릭 이벤트가 발생에 따라 연결하여 동작하도록 하였다. 예를 들어, 원화관 블루투스 는 a값을 보내면 Open 동작을 수행하고, b 값을 보내면 Close 동작을 수행하도록 구성하였다.

우리가 가장 처음 진행한 작업은 하드웨어 작업중에서 먼저 도어락 회로를 분석하는 것이다. 우리는 서보모터를 이용하여 직접 하드웨어를 설계한 것이 아니라 시중 도어락을 구매하여 분해했다. 그 후 도어락 회로를 분석하여 전기신호를 줌에 따라 도어락이 반응하는 위치를 찾기 위해 분석하였다. 해당 부분을 알아낸 후에 그 쪽 회로에서 신호를 넣어 줄 수 있는 두 개의 선(+, -)을 납땜하여 추출하였다.

```

if(thisChar=='a'){
  if(statel==false){
    Serial.write("open");
    digitalWrite(7,HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(7,LOW);
    statel=true;
  }
  //원화관 열기
}
else if(thisChar=='b'){
  if(statel==true){
    Serial.write("close!");
    digitalWrite(7,HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(7,LOW);

    statel=false;
  }
}
    
```

(그림 4) 아두이노 동작코드의 예

#### 2) 소프트웨어 구성

스마트폰의 앱을 통해 사물함 개폐 관리 시스템을 제어하기 위하여, 먼저 회원가입을 통해 사물함을 신청하고 권한을 할당받는 기능을 구현하고, 두 번째로 DB서버와의 연동을 통하여 현재 어떤 사물함이 비어 있는가를 확인할 수 있는 모니터링 기능을 구현하고, 마지막으로 비어있는 사물함을 사용하고자 할 경우, 신청하여 사물함을 열 수 있는 기능을 구현하였다.

특히, 한 개체가 사용중인 Critical Section을 끝날 때까지 다른 개체가 접근하지 못하게 하는 데커스 알고리즘 기반의 상호배제 개념을 적용하여 (그림 5)와 같이, 다른 사람이 먼저 사용 신청하여 사용 중인 사물함은 그 외의 사용자가 접근(신청)을 하지 못하도록 설계하였다. 또한 그러한 상호배제 처리로 인해 다른 사용자가 신청도 못 할뿐만 아니라 자신이 신청하지 않은 사물함에 대해서는 통신 자체가 되지 않도록 하여 도어락을 제어할 수 없도록 구성하였다.

그리고 사물함 신청에 있어서 관리의 편리성을 위하여

관리자 화면을 개인적으로 만들기 보다는 사물함 이용 기간을 설정하여 이용 기간이 지나게 되면, 자동으로 사용권한이 해제되도록 설계하였다.



(그림 5) 사물함 신청 및 현황 화면의 예

다음으로 아두이노로 구성된 개폐장치와 블루투스 통신을 위하여 (그림 6)과 같이 소스를 구성하였다. (그림 6)에서 빨간 테두리 안의 소스를 살펴보면, 원화관 사물함에 대하여 btn1 클릭의 이벤트를 통해 “a”값이 전송되고 btn2 클릭의 이벤트를 통해 “b” 값을 전송하는 방식으로 하드웨어 아두이노 소스코드에서 블루투스 통신을 통해 a값과 b값에 대하여 각각 open/close 동작을 처리하게 설계하였다.

```

tx1.setText(location);
tx2.setText(location_num);
tx3.setText(start_dt);
tx4.setText(end_dt);
if(location.equals("원화관")){
    btn1.setOnClickListener((v) -> {
        sendMessage("a");
    });
    btn2.setOnClickListener((v) -> { sendMessage("b"); });
}
else if(location.equals("공학관")){
    btn1.setOnClickListener((v) -> { sendMessage("c"); });
    btn2.setOnClickListener((v) -> { sendMessage("d"); });
}
else if(location.equals("인문관")){
    btn1.setOnClickListener((v) -> { sendMessage("e"); });
    btn2.setOnClickListener((v) -> { sendMessage("f"); });
}
else if(location.equals("자연관")){
    btn1.setOnClickListener((v) -> { sendMessage("g"); });
    btn2.setOnClickListener((v) -> { sendMessage("h"); });
}
    
```

(그림 6) btn 클릭에 의해 값을 전송하는 코드의 예

특히, 전기적 신호에 따라 Open 이벤트가 발생된 후, 다시 Open 이벤트가 발생할 경우 도어락이 잠기는 현상을 방지하기 위하여 state라는 상태 변수를 추가하여 처음상태를 false값으로 지정하고 회로에 High값을 한번 주게 되면 true 값으로 state값이 변경되도록 하였다. state 값이 true

인 상태는 open 동작을 하지 못하도록 알고리즘을 수정하여 소스 코드를 변경하여 정상 작동 되도록 하였다.

그리고 서버는 linux 웹호스팅을 사용하여 구축하였으며 MySQL기반으로 데이터베이스를 설계하였다. FTP프로그램인 File-zilla를 이용하여 php파일을 작성하여 웹 서버에 올려서 db와의 통신을 하는 방식이다. 아래의 쿼리문을 보면, insert 쿼리가 있는데 \$id나 \$location\_place는 php문 상단에 POST로 받게 설정하였다. 이것은 어플에서 값을 POST로 보냈다는 의미이다. 이런 구조로 db에 넣거나 select 해서 정보를 가져오는 통신을 구축하였다.

```

$query="insert into
smartLocker_box_info(hakbun,location,location_num,end_d
t,start_dt)
values('".$id."','".$location_place."','".$location_number."',
'".$send_dt."','".$start_dt."');
    
```

마지막으로 도어락 회로의 뒤 잠김 문제를 해결하기 위하여, Open한 후 7초가 경과하면 자동으로 도어락이 자동 잠김 상태로 변하는데, 이를 방지하기 위해, 사용자가 수동으로 제어할 수 있도록 구현하였다.

#### 4. 결론

지금까지 본 연구를 통해, 아두이노와 스마트폰 앱을 통한 사물함 개폐 관리 시스템을 구현해 보았다. 세마포어 알고리즘을 통해, 사용자의 권한과 보안기능을 추가하였고, 블루투스 통신을 통해 자동으로 제어 가능하도록 구현하였다.

향 후 연구방향으로는 블루투스 이외의 다양한 통신방법을 비교분석하여 보다 나은 통신모듈을 활용하여 스마트 도어락을 개발하고자 한다.

#### 참고문헌

- [1] 정재곤, Do it! 안드로이드 앱프로그래밍. 이지스퍼블리싱 (2017), p 125- p 654
- [2] 서영배, 아두이노 101. 한빛미디어 (2016), p 35- p 80
- [3] 우재남. 이것이 SQL Server다. 한빛미디어 (2016), p 20 - p 700
- [4] 나가타 요리노부, PHP+MySQL 웹 개발 마스터북. 남가람북스 (2016), p 15- p 480
- [5] 이승준, 전현욱, 안병구, “스마트폰과 아두이노를 이용한 사물함 개폐 관리 시스템”, 한국통신학회 2015년 추계 종합학술발표회, pp. 359-360, 2015
- [6] 이인구, 김기평, 조면균, “스마트폰을 이용한 아두이노 기반의 홈 시스템”, 2015년 대한전자공학회 하계학술대회 논문집, pp. 1667-1668. 2015
- [7] 세마포어(semaphore algorithm), resource available at [https://en.wikipedia.org/wiki/Semaphore\\_\(programming\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Semaphore_(programming))