USN과 RFID 기술이 적용된 디지털 도어락 및 출입통제 시스템

하은용*, 손 혁, 성수현
*안양대학교 컴퓨터공학과
e-mail:eyha@anyang.ac.kr

Entrance Management System using RFID and USN technology

Eun-Yong Ha*, Hyuk Son, Su-Hyun Sung
*Dept of Computer Engineering, Anyang University

요 약

본 논문에서는 RFID 기술과 유비쿼터스 센서네트워크 기술이 적용된 도어락과 출입에 필요한 카드 및 무선 도어락 정보를 관리하고 모니터링 하는 출입 통제 시스템(EMS:Entrance Management System)을 개발하였다. 근거리 무선통신 표준인 Zigbee와 비접촉식 RFID 기술이 적용된 도어락 그리고 무선 도어락과 Zigbee로 통신하는 ARM코어 기반의 도어락 제어 모듈을 개발하였고 출입통제에 사용되는 응용프로램을 웹기반으로 개발함으로써 출입통제 시스템의 접근과 관리가 용의하도록 하였다.

1. 서론

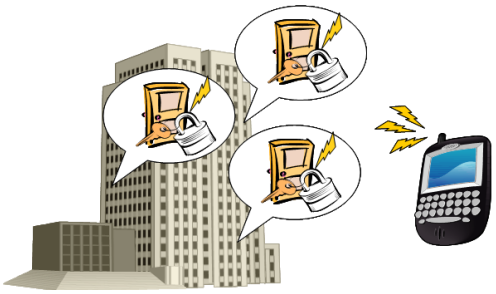
RFID[1]기술이 적용된 도어락의 경우 출입에 필요한 카드를 도어락 자체에 저장시키는 방식을 사용함으로써 다수의 도어락에 일일이 카드를 저장시켜야하는 문제점이 있으며 분실 카드에 대한 처리방법도 개별적으로 데이터를 갱신시켜야 하는 관리상의 문제점이 발생한다. 다수의 도어락이 설치됐을 경우 개별적으로 도어락에 사용 카드를 등록시키면 전체 사용 카드에 대한 관리가 어렵게 되고 천편일률적인 카드 등록은 사용자별 보안등급을 세세히 설정 할 수 없게 만듦으로써 출입통제라는 의미를 상실하게 된다.

이러한 이유로 네트워크 기능이 포함된 도어락 시스템이 나오고 있지만 데이터 통신을 위해 대체적으로 유선을 많이 사용하고 있다. 이는 초기 건물 설계 시 출입통제 시스템을 포함시키지 않을 경우 배선 공사 등의 추가적인 문제를 야기한다. 이러한 문제들을 해결하고자 근거리 무선 통신인 Zigbee[2,3]를 적용된 도어락과 다수의 무선 데이터를 처리하기 위한 Zigbee가 적용된 중계제어모듈을 만들었다. 그리고 도어락의 정보와 사용 카드정보를 중앙집중식으로 관리하기 위해 데이터베이스를 사용함으로써 카드별 보안등급설정과 도어락의 등급설정도 가능하게 하였다. 도어락의 정보를 서버에서 설정할 수 있음으로써 보안등급이 낮은 기존의 사무실을 연구실로 변경할 경우 간단한 설정만으로도 변경된 장소에 맞게 보안등급의 변경이 가능하다. 또한 출입문 개폐여부를 확인하기위해 중계제어모듈이 서버에 접속하여 데이터를 처리 시 출입에 관한 로그를 추가적으로 기록함으로써 출입 후 발생한 문제에 즉각적으로 대처할 수 있는 정보를 제공하게 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 전체 시스템 구성, 설계 및 구현에 대해서 설명하고, 3장에서는 USN Mote에 대한 구현과 설명을 하고, 끝으로 결론을 맺는다.

2. 무선 통신 도어락과 출입통제시스템 설계

2.1. 적용 환경 및 각 모듈 배치

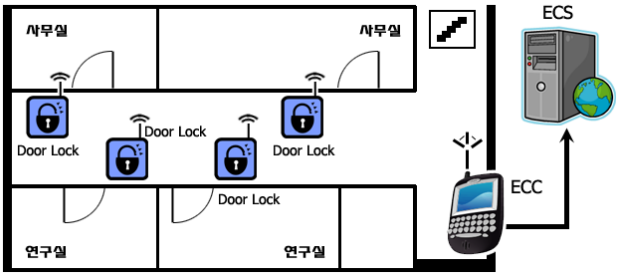


(그림 1) EMS 적용환경

(그림1)과 같이 출입통제가 필요한 사무실 문에 무선 디지털 도어락이 설치되며 복도에는 도어락으로 부터 수신받은 데이타를 ECS(Entrance Control Server)로 전달하는 ECC(Entrance Control Client)가 설치되고 전체 데이터베이스를 가지고 있는 ECS로 EMS(Entrance Management System)가 구성된다.

구체적으로 보면 (그림2)와 같이 통제가 필요한 사무실에 무선 도어락이 각각 설치되고 각 층 복도에는 도어락이 보내는 데이타를 수신하고 제어명령어를 전달하는 ECC가 설치된다. 각 층마다 설치된 ECC는 유선 랜으로

사설 또는 공인 인터넷 망에 접속하게 되며 이 망을 통해 도어락과 ECC는 ECS에 접속하게 된다.

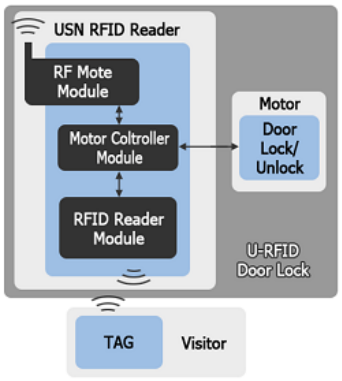


(그림 2) 모듈별 배치도

ECS에는 회사가 보유한 카드아이디와 도어락의 정보를 저장하는 데이터베이스가 설치되 있으며 이들 정보를 관리할 수 있는 웹서비스가 설치 운영 된다.

2.2. 무선 디지털 도어락 설계

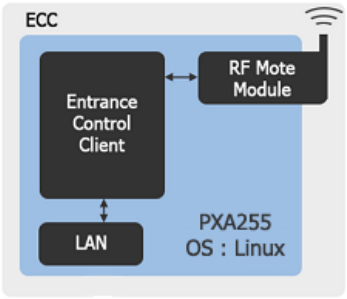
무선 디지털 도어락은 (그림 3)과 같이 구성하였다. 독립적인 Zigbee 모듈, 13.56Mhz RFID 리더기 모듈, 모터 컨트롤러 모듈로 구성되며, Zigbee와 RFID 리더기 모듈은 Motor Controller모듈과 UART로 서로 연결되어 있다. 모터컨트롤러는 2개의 UART를 가지고 있고 128KB의 플래시 메모리를 가지는 ATMEL社의 ATMEGA128 MCU를 사용하였다.



(그림 3) 도어락 하드웨어 구성도

모터 컨트롤러는 타이머를 이용하여 RFID 리더기에게 TAG를 인식할 수 있도록 하는 명령어를 지속적으로 전달시킨다. RFID 리더기에서 TAG를 인식하게 되면 인식한 TAG ID를 UART1로 모터 컨트롤러에게 전달한다. UART1로 TAG ID를 입력받은 모터 컨트롤러는 타이머를 중지시키고 더 이상 리더기에게 인식 명령어를 전송시키지 않게 한다. 모터 컨트롤러는 제공받은 TAG ID를 현재 도어락번호와 ECC에게 데이터를 요청할 수 있는 명령어로 TO SMsg 형식을 구성한 뒤 USN Mote의 UART0로 전송한다. 이 때 RFID로 들어오는 데이터를 막기위해 UART1 인터럽트를 중지 시킨다. USN Mote가 RF무선으로 데이터를 전송 후 ECC의 USN Mote로부터 데이터가 수신되면 도어락의 USN Mote에서 모터 컨트롤러 모듈의 UART0으로 데이터를 보내며 그 데이터를 모터 컨트롤러 모듈에서 데이터를 파싱하여 물리적인 잠금 장치의 개폐 신호를 주게 된다. ECC로부터 데이터를 수신 후 물리적인 장치의 동작이 완료되면 중지시켰던 타이머와 UART1을 재 동작시켜 RFID리더기가 TAG를 인식 할 수 있도록 하고 USN Mote와 연결된 UART0 인터럽트는 중지시킨다.

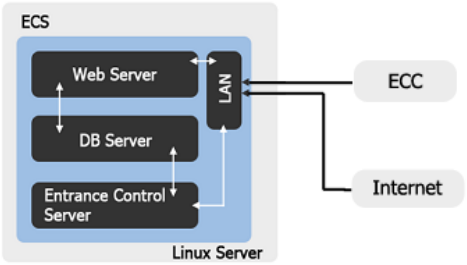
2.3. 중계 제어 모듈 설계



(그림 4) ECC 하드웨어 구성도

(그림 4)는 중계 제어 모듈의 하드웨어 구성도이다. ARM코어 기반의 MCU PXA255에 64Mb의 플래시 메모리, 32Mb SDRAM과 1개의 LAN포트, 1개의 시리얼 포트로 구성된다. 중계제어 모듈에는 리눅스를 포팅 하였으며 Zigbee 모듈에서 데이터를 수신하기 위한 시리얼 응용프로그램과 ECS와 TCP/IP 소켓통신을 하는 응용프로그램이 포함되어 있다. 소켓통신 응용프로그램은 ECS의 데이터베이스에 직접적으로 연결되지 않고 ECS에 응용프로그램을 추가하여 서버/클라이언트로 데이터를 주고받게 한다. 중계 제어 모듈에서 ECC는 클라이언트 프로그램에 해당한다. ECS에서 출입허가에 대한 메시지를 받게 되면 ECC는 시리얼로 TOS Msg[4]에 맞게 출입문 개폐 명령어와 대상 도어락 번호를 포함한 메시지를 전송하게 된다. USN Mote에서는 시리얼로 받은 TOS Msg를 해당 도어락으로 전송한다.

2.4. 데이터 서버

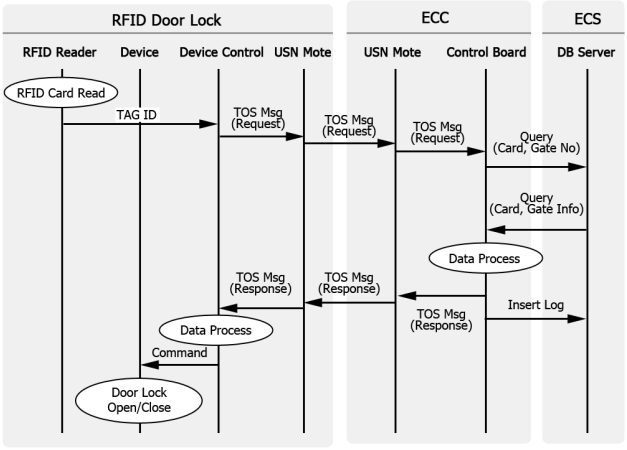


(그림 5) ECS 데이터 서버 구성도

ECS는 (그림 5)와 같이 데이터를 저장하는 데이터베

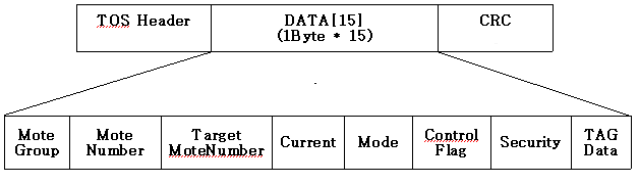
이스와 웹상에서 도어락과 출입카드를 관리 할 수 있는 웹서비스를 위한 웹서버가 있으며 ECC와 통신을 하는 ECS 서버 응용프로그램이 포함되어 있다. ECC에서 출입카드와 도어락 번호 확인을 요청하면 ECS에서는 데이터베이스에게 직접 쿼리을 전송하고 결과 값을 ECC에게 전송시킨다. 만약 정상적인 출입이 가능한 상태라면 ECS는 ECC에게 출입허가에 해당하는 메시지를 전달하면서 그와 동시에 현재 TAG ID와 출입 도어락 번호를 출입시간과 함께 데이터베이스에 저장시킨다. 외부 인터넷 브라우저에서 ECS로 접속할 경우 웹서버에서는 저장 된 웹서비스가 보여지게 되며 웹프로그램은 데이터베이스에 저장된 도어락 보안등급과 카드 등록 정보, 보안등급을 사용자가 원하는 대로 갱신, 저장시키게 된다. 또한 이 웹서비스에서 ECC에서 출입요청이 허가됐을 시 저장하는 로그내용을 보여줌으로써 출입 후 발생한 문제에 즉각적으로 대처할 수 있는 정보를 제공해 준다.

2.5. 메시지 흐름



(그림 6) 메시지 흐름도

전체 시스템에서 주고받는 메시지의 흐름은 (그림 6)과 같다. 무선 도어락에 부착된 RFID 리더기는 현재 읽어들인 RFID카드의 TAG ID를 UART를 통해 Device Controller로 전송한다. Device Controller는 전송받은 RFID 카드의 TAG ID를 TOS Msg 형식에 맞게 메시지를 구성하며 UART를 통하여 USN Mote로 전송한다. USN 모트는 전송받은 TOS Msg를 무선으로 ECC의 USN Mote에게 전송한다. ECC에 부착된 USN Mote는 수신된 TOS Msg를 RS232를 통해 ECC로 전송하고, ECC는 수신된 메시지를 분석하여 TAG ID와 도어락 ID로 파싱한다. 파싱된 ID를 사용하여 ECS DB 서버로 쿼리를 전송하고, 그 응답 데이터를 전송받는다. 쿼리 전송과 응답 데이터의 수신이 완료되면 ECC는 RFID카드 정보와 사용자 정보, 도어락 정보를 바탕으로 출입문 개폐 여부를 포함한 도어락의 동작명령을 TOS Msg 형식에 맞게 구성한다. 구성된 동작 명령은 RS232를 통하여 ECC의 USN Mote로 전송한다. ECC의 USN Mote는 수신된 메시지를 도어락의 USN Mote로 전송하고 USN Mote는 수신 받은 메시지를 UART를 통하여 Device Controller에 전송한다. Device Controller는 수신된 메시지를 파싱하여 필요한 명령을 얻어낸 후, 명령에 따라 장금장치의 Open/Close, Buzzer Signal 등의 동작 신로를 각 Device에 전송한다. 전송받은 도어락, Buzzer 장치들은 신호에 맞는 동작을 수행한다.

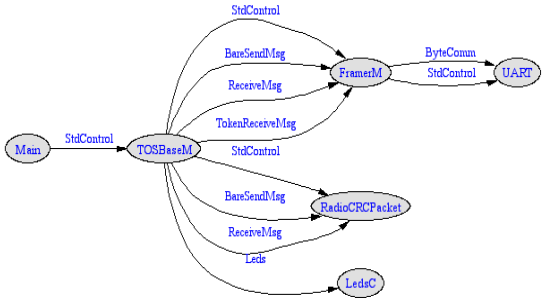


(그림 7) 메시지 구조

전달되는 메시지의 구조는 (그림 7) 과 같다. TOS Msg Data 부분의 MoteGroup과 MoteNumber, Target 필드는 발신 모트와 수신 모트의 그룹 ID 및 도어락의 번호이다. Control Flag와 Security 필드는 무선 도어락에서 처리할 명령 필드로 Security 필드의 값이 0x00이고, Control Flag 필드의 값이 0x01 일 경우에 잠금장치가 해제된다. 그 이외의 명령으로는 Security 값이 0x01일 경우에는 분실카드, 0x02일 경우에는 미등록된 카드 사용, 0x03 일 경우에는 출입할 수 없는 사용자 보안등급, 0x04일 경우에는 사용할 수 없는 카드 등이다.

3. USN Mote 모듈 구현

ECC의 USN Mote는 Control Board에 RS232로 연결되고 양측에 메시지를 전송하여 주는 기능을 가지고 있다. 기존의 GenericComm모듈과 다르게 UART와 Radio의 하위 모듈로 구성된다. FramerM은 UART 부분을 담당하는 모듈이며, RadioCRCPacket은 Radio부분을 담당하는 역할을 한다.



(그림 8) ECC의 USN Mote에서의 모듈 구성도

(그림 8)은 TOSBase 모듈의 구성도로서 모든 메시지는 TOS Msg의 형태로 전송되는데 그 주소 값을 0xffff(RF 방송) 또는 0x007e(UART 방향)의 값으로 지정하여 전송 방향을 결정한다.

USN Mote는 24개의 버퍼(UART 12개, Radio 12개)를 가지고 있으며, 다른 이벤트가 발생하지 않으면 받은 메시지는 바로 보내도록 구성되어 있다. 중간에 이벤트가 발생을 하면 실행하던 Task 함수를 중지하고, 이벤트 처리 후 진행 중이던 Task 함수를 다시 실행하게 된다. 다른 모트로부터 메시지를 받으면 RadioReceive.receive 이벤트가 발생되어 UART를 통해 Control Board로 전송하게 되며(알고리즘 1), Control Board로부터 메시지를 받으면 UARTReceive.receive 이벤트가 발생되어 Radio 메시지를 통해 U-RFID DooLock의 USN 모트로 전송된다(알고리즘 2).

```
event TOS_MsgPtr UARTReceive.receive(TOS_MsgPtr Msg) {
    TOS_MsgPtr  pBuf;

    //UART에서 데이터가 수신되면 임시 저장 시킨다
    pBuf = gpTxMsg;
    gpTxMsg = Msg;

    //임시 저장한 데이터를 RF로 전송한다.
    call RadioSend.send(pBuf);

    return pBuf;
}
```

(알고리즘 1) UART 수신 이벤트 처리 알고리즘

```
event TOS_MsgPtr RadioReceive.receive(TOS_MsgPtr Msg) {
    TOS_MsgPtr pBuf;

    if (메세지의 CRC가 정상적이면) {
      atomic {
        pBuf = gRxBufPoolTbl[gRxHeadIndex];
        if (pBuf->length == 0) {
          gRxBufPoolTbl[gRxHeadIndex] = Msg;
          gRxHeadIndex++; gRxHeadIndex %= QUEUE_SIZE;
        }
      }
      if (RF로 수신된 데이터가 있으면) {
        //UART로 데이터를 전송
         call UARTSend.send(pMsg);
      }
    }
    return pBuf;
}
```

(알고리즘 2) 라디오 수신 이벤트 처리 알고리즘

4. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 기존의 RFID기술이 적용된 네트워크 도어락이 가지고 있는 기능을 개선, 좀 더 확대된 장소에 효율적인 출입통제가 가능하도록 하는 무선 도어락, 다수의 도어락 정보를 수신하여 처리하는 중계제어모듈과 함께 연동되는 출입통제시스템을 개발하였다. 이는 하나의 현실적인 응용 시스템으로써 의미를 갖는다.

근거리 무선 통신인 Zigbee와 비접촉식 13.56Mhz RFID가 적용된 무선 도어락과 이 들을 제어하는 제어모듈, 도어락과 카드의 보안등급, 출입로그를 저장하는 데이타베이스를 구축, 출입로그를 모니터링하고 카드와 도어락을 관리 할 수 있는 웹서비스를 개발하였다.

불법침입자에 대한 모니터링 이외에 외부에서 침입자를 파악할 수 있는 경보장치 및 출입문 원격제어, 무선 데이터에 대한 암호화 기술을 추가로 개발하고 본 논문의 출입통제시스템을 좀 더 확장, 환경 센서 등을 추가로 부착한다면 재해에 관리와 함께 건물 전체에 대한 관리시스템으로도 적용해 볼 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] 한국RFID/USN협회, http://www.karus.or.kr, 2007
[2] ZigBee, http://www.zigbee.org, 2007
[3] 고형준, 박채민, 류대현, 이상진, Zigbee 기반의 홈 네트워크 기기 보안을 위한 플랫폼 개발, 한국정보보호학회 하계정보보호학술대회 논문집, 2006
[4] TinyOS, http://www.tinyos.net, 2007