

논문 2010-6-42

RFID를 이용한 학습시스템 설계 및 구현

The Learning System Design and the Implementation using RFID

이덕주*, 임동균**, 신승중***

Duck-Ju Lee, Dong-Kyun Lim, Seung-Jung Shin

요 약 최근 유통물류를 비롯한 산업 전반에 걸쳐 RFID (Radio Frequency Identification) 기술이 새로운 성장 동력으로 각광을 받고 있다. RFID 시스템을 대부분 수입에 의존하고 있고, 기술 인력도 현재 부족하여 어려움을 겪고 있다. 이런 문제점을 보완하기 위하여 공부하는 학생들이 RFID 시스템을 쉽게 접근할 수 있도록 제작하였다. 여러 가지 규약에 의해 제안되었던 문제점을 해결하는데 의의가 있다. 별도의 RFID 전용칩을 사용하지 않고, 마이크로컨트롤러를 사용하여 저가격 RFID 학습 시스템을 구현하였다. 구현한 RFID 시스템을 활용하여, 학생증 발급 시스템을 구현하였다.

Abstract Thesis is about RFID(Radio Frequency Identification) technology which is recently in the spotlight of overall industry including physical distribution. Most RFID systems in Korea are imported, and there are also problems in manpower. In order to prevent these kinds of problems, students made to get and easy access to RFID system. The purpose of is to solve the regulation problems. We made an application software to practice RFID system implemented, which have several modules so that it can be easy for users to understand RFID system. We also invented a system which makes student ID to help users understand how RFID system is implemented in real life.

Key Words : RFID, Radio Frequency Identification, 13.56MHz, Reader, ISO14443A

I. 서 론

최근 전세계적으로 유통물류를 비롯한 산업 전반에 걸쳐 RFID(Radio Frequency Identification) 기술이 새로운 성장 동력으로 각광을 받고 있다.

최근 한국전자거래진흥원 부설 RFID/USN 센터의 주관연구 아래 한국RFID/USN협회가 실시한 '2008년도 국내 RFID/USN산업 실태조사'에서도, RFID/USN산업은 고성장을 이룩할 수 있는 유망분야인 것으로 나타났다. 조사결과 어려운 시장상황에도 2009년 RFID/USN 업계

는 9천억 원대의 매출을 올렸다. RFID/USN 사업 추진시 애로사항으로는 ㉠ 불확실한 시장성 ㉡ 표준화 미비 ㉢ 사업추진 자금 부족 ㉣ 태그 및 칩의 가격 부담 ㉤ 보유 기술력 및 인력 부족 ㉥ 비즈니스 모델 부재 ㉦ RFID에 대한 인식 부족 ㉧ 정부의 정책지원 미비 순으로 꼽혔다. 이러한 결과는 RFID시스템 연구개발의 초기상태이며, 많은 인력이 아직까지는 부족한 상태를 보여준다고 할 수 있다^[3].

RFID 분야가 유망함에도 불구하고 학생들에게는 대부분 자료를 제공하지 않고 있어 공부하기에 현재 어려운 상황에 있다. 타 업체에서 출시한 학습용 KIT는 가격이 고가이므로 구입하여 공부하기 어려운 실정이다. 본 논문에서는, 마이크로컨트롤러를 사용하여 저가격 RFID 학습 시스템을 구현하기로 하였다. 13.56MHz RFID 시스

*정회원, 한양대학교

**정회원, 한양사이버대학교 컴퓨터공학과

***정회원, 한세대학교 IT학과

접수일자 2010.11.18 수정일자 2010.12.10

게재확정일자 2010.12.15

템의 ISO14443A 읽기/쓰기 방법 및 HF 대역의 13.56MHz RFID 시스템의 구성에 대해서 소개 한다. RFID 전용칩을 사용하지 않기 때문에 누구나 쉽게 접근 가능 하도록 구현하였다. 구현한 RFID 시스템을 활용하여 응용 프로그램을 제작하여 실습을 진행하였다. 제 2장에서는 RFID 시스템 이론적 배경에 대해서 논하고, 제 3장에서는 13.56MHz RFID 시스템의 하드웨어 설계로 각각의 모듈을 설명한다. 제 4장에서는 13.56MHz RFID 시스템 구현 및 응용 프로그램으로 제작된 C#으로 구현된 RFID 13.56MHz 리더와 ISO14443A 태그를 사용하여 RFID 시스템을 실습을 한다. 마지막으로 제 5장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 연구 목적

1. 관련 연구

RFID(Radio Frequency Identification)란 마이크로 칩이 내장된 태그(Tag), 라벨(Label), 카드(Card) 등의 장치와 리더기간에 무선주파수를 이용하여 데이터를 송수신하는 자동인식 기술을 의미한다. RFID 기본 시스템은 카드와 리더 사이에 데이터 교환이 전기적 접촉 없이 자계 또는 전자계 영역을 이용하여 이루어지며, 그림 1과 같이 고유 정보를 저장하는 RFID 태그(트랜스폰더), 판독 및 해독 기능을 수행하는 RFID 리더, 태그로부터 읽어 들인 데이터를 처리할 수 있는 호스트컴퓨터(서버), 응용 소프트웨어 로 구성된다^[6].

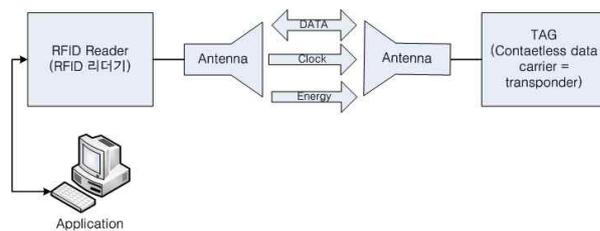


그림 1. RFID 시스템 구성

Fig 1. The RFID system configuration

리더에는 안테나 코일, 수신된 파형의 최고치 추출 H/W, 비교기 등이 있으며, 마이크로 컨트롤러(MCU)의 펌웨어(Firmware)신호에 의해 안테나 코일은 태그로 에너지를 공급한다. 리더에는 태그에서 Back-scatter 변조 혹은 다른 변조방법으로 보내온 태그 정보를 복조 하는

기능의 마이크로 컨트롤러(MUC)가 있다.

태그의 구성은 실리콘 메모리칩(브리지정류기, RF 입출력장치), PCB 위의 입·출력 안테나 코일 그리고 저주파용 동조 콘덴서로 구성된 장치이다. 태그는 Backscattering 방식에 의해 태그정보를 리더로 보낸다. 리더는 이 신호의 추출로 인해 태그안에 저장된 데이터를 인식할 수 있다^[1].

RF 반송파는 리더에서 태그의 에너지가 전송되는 것이며, 태그로부터 정보를 되받는다. Passive RFID 시스템에서는 태그로부터 리더쪽으로 전송되는 데이터는 반송파의 주기적인 변화의 진폭변조방식을 사용하여 양방향 통신을 한다. 13.56MHz 태그는 최대인식거리(5[Vpp])에서 최저 인식 거리(200[mVpp])내에서 반송파를 공급받아 동작하도록 되어 있다. 동기 클럭 소스를 맞추기 위해서 RFID 태그는 반송파 주파수를 이용하여 카운터를 위해서 분할 발진하며, 분할된 반송파는 태그에서 리더로 데이터를 보내기 위한 전송 bit rate가 된다. 어떤 태그는 클럭 발진을 위해 내장된 발진기를 사용하기도 한다.

RFID 시스템에서 안테나는 무선 주파수를 이용하여 태그 또는 카드에 데이터를 읽고, 쓰기 위해 사용하는 장치이다. 어떤 시스템에서는 안테나와 컨트롤러가 분리되어 사용되고, 또 다른 시스템에서는 하나의 Reader 또는 Reader/Writer 속에 안테나와 컨트롤러가 내장되어 있는 경우도 있다. 13.56MHz RFID 태그는 의류, 주류, 가구, 차량, 사원증, 회원증, 학생증, 교통카드까지 폭넓게 사용되고 있다.

시중에 판매되고 있는 13.56MHz RFID Reader IC의 데이터를 입수해서 RFID 태그를 읽으려 했으나, 3종류의 카드를 지원한다는 IC의 사용 설명서가 다른 IC와 비교하면, 필요한 내용들이 많이 부족했다.

13.56MHz용 RFID 태그의 호출에서 활성화까지의 하드웨어의 규격과 처리방법은 FCD-14443-3에 있다. 또한 활성화된 이후의 RFID 태그의 데이터 읽기, 쓰기에 대한 소프트웨어의 규격과 처리방법은 FCD-14443-4에 있다^{[8][9][10]}.

본 논문에서는 전용칩을 사용하지 않고 마이크로 컨트롤러(MUC)와 주변 아날로그회로를 설계하여 RFID 학습 시스템을 제시하고자 한다.

III. 연구 방법

1. 13.56MHz RFID 시스템의 하드웨어설계

본장에서는 실험장치 설계 및 구현에 관하여 설명한다. 실험장치는 유럽의 elektor사의 실험용 RFID 리더를 참고 하여 제작 하였다^[5].

13.56MHz의 읽기/쓰기 장치의 하드웨어는 TTL소자 및 마이크로컨트롤러를 사용하고 있으며, 별도의 RFID 전용 칩을 사용하지 않고 구현하였다.

그림 2은 구현될 RFID 시스템 블록도 이다. RFID 시스템을 쉽게 학습하기 위하여 각각 모듈화로 제작 하였다. 시스템에 전원을 공급하기 위한 전원부와 MCU부를 중심으로 응용 프로그램으로 연동할 수 있는

USB-to-serial부로 되어 있다. MCU 동기화 및 반송파 (CLK)를 공급하기 위한 클럭 발생부와 ISO / IEC 14443 타입 A의 ASK 100% 변조신호를 송신하기 위한 송신부와 전파를 날려 주기 위한 안테나는 13.56[MHz]에 맞도록 설계하였다.

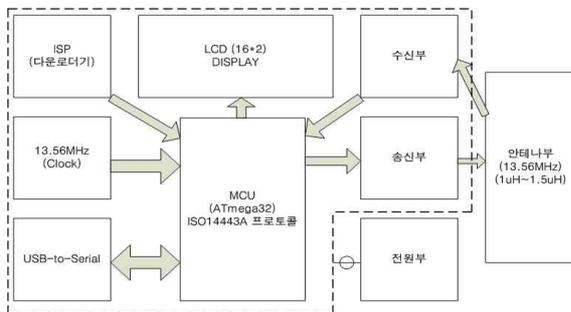


그림 2. 구현될 RFID 시스템 블록도
Fig 2. The Implemented an RFID system block diagram

IV. 연구 결과

1. 시스템 구현

본장에서 각각 구성된 모듈을 구현하고, 응용 프로그램을 사용하여 학습하는 방법을 설명 한다.



그림 3. 구현된 RFID 시스템
Fig 3. The implemented RFID system

그림 3은 학습하기 위해 구현된 13.56[MHz] RFID 시스템이다. 액정디스플레이 초기 화면 상태에서 학습자는 RFID 시스템을 실험할 수 있는 환경이 만들어 졌다.

먼저 액정디스플레이를 통한 학습을 진행한다.

RFID 읽기/쓰기장치에 사용될 태그는 구 필립스 (Phillips)사인 NXP사의 Mifare Ultra Right IC 'MF0 IC U1'을 내장한 카드형 Tag를 UPM Raflatac사에서 제작 한 Mifare Ultra Right 카드를 사용하였다^[12].(ISO/IEC14443A 표준 태그이다.)

표 1. DIP 스위치 프로그램 옵션
Table 1. The DIP switch program options

DIP 스위치설정						프로그램 동작
1	2	3	4	5	6	
0	0	0	0	0	0	응용프로그램 및 하이퍼 터미널 사용 가능(RS232 통신)
1	0	0	0	0	0	Fast REQA 테스트
0	1	0	0	0	0	액정디스플레이로 REQA 테스트
0	0	1	0	0	0	Fast WUPA 테스트
0	0	0	1	0	0	태그 4Byte 블록 0 읽기 및 액정디스플레이 UID 표시, error 코드 표시
0	0	0	0	1	0	태그 4Byte 블록 4 읽기 및 액정디스플레이 UID 표시, error 코드 표시
0	0	0	0	0	1	None

Windows 환경에서 실행 가능한 RFID 리더 학습용 응용프로그램은 C#을 사용하여 RFID 시스템을 쉽게 습득할 수 있게 구현하였다.

RFID 리더를 학습하기 위하여 제작된 터미널 창과 태그의 메모리 블록으로 나누어 태그의 EEPROM 메모리 블록을 학습한다. RFID 시스템의 이해를 돕기 위하여 Mifare Ultra light와 Application 메뉴로 되어 있다.

터미널 실습은 윈도우즈에서 기본으로 제공하는 보조 프로그램의 통신 하이퍼터미널과 비슷한 기능으로 구현 하였다.



(a) REQA 테스트 전 (b) REQA 테스트 후

그림 4. REQA 테스트 화면
Fig 4. The REQA Test Screen

그림 4는 태그를 사용하여 REQA 명령의 응답으로부터 복조된 신호를 바르게 처리되는지 보여준다. 데이터 시트에 따라 정확하게 수신된 바이트는 44H와 00H이다.



그림 5. 카드 메모리 0 페이지 읽기 화면
Fig 5. 0 page reads the screen memory card

사용자는 태그 EEPROM 메모리 512bit의 4Byte 5~15Page를 읽기/쓰기를 할 수 있다.

그림 7은 RFID 태그의 EEPROM 메모리 블록을 쉽게 이해하기 위하여 터미널 창을 좀더 쉽게 제작하였다.

메뉴바에서 [Window]->[Mifare Ultra light]를 설정하여 실습 한다.

그림 7의 Ultra Light Read 학습 영역에서는 각각 메모리 블록을 선택하여 Page 0~15까지의 메모리 블록으로 할당하여 태그의 데이터를 확인 할 수 있다. Read All를 선택하면 태그의 정보가 그림 7과 같이 태그의 EEPROM 데이터가 출력 된다.

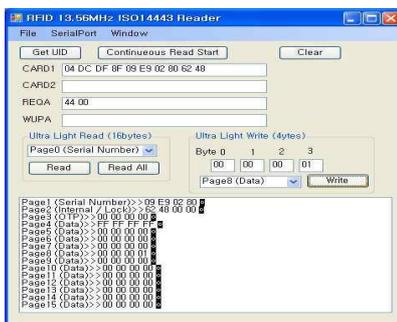


그림 6. 태그 EEPROM페이지 데이터 읽기실습
Fig 6. The training to read the data EEPROM page tags

태그에 고유의 값을 저장하기 위해서는 그림 7의 Ultr Light white(4byte)에 각각 두자리 숫자를 적고, EEPROM 메모리 페이지 5~15를 선택한다.

실습 내용을 가지고 응용력을 향상시키기 위하여 학

생증 발급 시스템을 제작하였다.

메뉴바에서 [Window]->[Application]-> [Tag Read_wirte]를 설정하여 실습 한다. 카드읽기와 쓰기로 구분되어져 있다. 먼저 태그에 원하는 값을 쓰기로 한다. 응용프로그램에서는 쓰기 페이지를 8번 영역으로 한정시켜 놓았다.

태그 쓰기에 Card Number를 두자리씩 4byte를 적어 준다.

예시) Card Numver : 00 00 00 02로 설정 하였다.



그림 7. 태그 읽기 쓰기 실습 화면
Fig 7. The tag reading and writing training screen

Write를 누르면 Card Number의 이름으로 텍스트 파일이 생성되며, 작성한 데이터가 저장된다.

Card Number와 데이터베이스가 정확히 저장되었는지 확인하기 위하여 Read를 누르면 텍스트에 저장된 내용을 표시 해 준다.

Crad Number를 적고 쓰기 버튼을 누르면, C드라이버의 RFID_test 폴더에 Crad Number로 파일명이 생성되고, 텍스트로 데이터베이스를 구축한다.

태그에 ID 부여가 끝나면 학생증 발급 시스템을 사용하여 부여한 카드 ID를 확인한다.

메뉴바에서 [Window]->[Application]-> [System]를 설정하여 실습 한다.

그림 9는 태그 읽기/쓰기에서 부여된 태그 ID를 확인하기 위한 프로그램이다. ReadData를 누르면 RFID 리더가 태그의 UID 및 부여한 ID를 읽어 표시해 준다.

태그의 EEPROM 메모리의 페이지 8번째 영역에 저장된 값과 텍스트파일로 생성된 데이터베이스 ID를 비교하여 응용프로그램에 표시하게 된다.

각각의 태그에 ID를 부여하여 데이터베이스에 저장된 내용과 일치하는지 확인한다. 카드 읽기 쓰기 및 RFID

시스템을 이용하여 여러 산업분야에서 사용하는 방법을 예시로 학생증 발급시스템을 구현 하였다.



그림 8. 학생증 발급시스템 실습화면
Fig 8. The student ID card system training screen

V. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 공부하는 학생들이 RFID 시스템을 쉽게 접근할 수 있도록 제작되었으며, 여러 가지 규약에 의해 제안되었던 문제점을 해결하였다. 별도의 RFID 전용 칩을 사용하지 않고, 마이크로컨트롤러를 사용하여 저가 격 RFID 학습 시스템을 구현하였다.

13.56MHz RFID 시스템의 ISO14443A 읽기/쓰기 방법에 대해 설명하고, HF 대역의 13.56MHz RFID 시스템의 구성에 대해서 소개하였다. 구현한 RFID 시스템을 활용하여 응용 프로그램을 제작하여 실습을 진행하였다. RFID 시스템의 구조를 쉽게 이해하기 위하여 각각의 모듈로 분류하여 전원부, 클럭부, ISP부, 마이크로컨트롤러부, 액정디스플레이부, 송신부, 수신부로 나누어 제작하였다. 구현된 RFID 시스템을 사용하여 태그의 정보를 읽은 데이터를 액정디스플레이에 표시하였다. 학습자들의 이해를 돕기 위하여 응용프로그램을 사용하여 태그의 EEPROM 메모리의 영역을 할당하여 읽기/쓰기를 학습할 수 있다. RFID 시스템의 사용분야를 공부하기 위하여 학생증발급시스템을 구현하였다. 학생증발급시스템을 구현할 때 데이터베이스 구축 문제 및 사진 저장방법 등 몇가지 보완해야 할 부분들이 남아있으나 응용프로그램을 개선하면 좋은 실습장치가 될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 변상기(2004), “RFID Tag 기술” 한국전자과학회, 전자과학기술 제15권 제2호, 2004. 4, pp. 32~43
- [2] 한국RFID/USN협회(2009), “2008년도 국내 RFID/USN산업 실태조사” 2008년 12월 31일
URL : <http://www.karus.or.kr/>
- [3] 전자신문(2008), “정보통신 미래모임, RFID/ USN 현황과 전망”전자신문, 정소영기자, 2008년 10월 2일
- [4] RFDH(2007), “RF 기초 강의실“ 컨버전스미디어, 2007. URL : www.rfdh.com
- [5] Martin Ossmann(2006). Experimental RFID-Reader. Elektor Electronics September 2006, P.34
- [6] K. Finkenzeller(2003). RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification. John Wiley and Sons, 2nd edition, 2003.
- [7] ISO/IEC 10373 - 6(2001). Identification cards - test methods-part 6: Proximity cards, 2001.
- [8] Draft-Version der Norm ISO 14443A. Data sheet: 2007.
URL : <http://www.waazaa.org/14443/>
- [9] International standard ISO/IEC 14443 -1, -2, -3, International Standardization Organization, April 2003
- [10] ISO/IEC 14443(2001). Identification cards - Contactless integrated circuit(s) cards-Proximity cards - part 1-4.
URL : www.iso.ch, 2001.
- [11] UPM RAFLATAC. 13.56MHZ ISO14443A TAG
URL: <http://www.upmraflatac.com/asia/eng/RFIDProducts/HFProducts/>
- [12] Sonnet software. sonnet Suites V9.52
URL : <http://www.sonnetsoftware.com/products/em/index.asp>

저자 소개

이 덕 주(정회원)



- 2004년 서울산업대학교 공학사
- 2006년 서울산업대학교 공학석사
- 2010년 한양대학교 교육학석사

<주관심분야 : RFID/USN 기술, 이동 무선통신, 안테나 및 전파전파, 통방 융합기술>

임 동 균 (정회원)



- 1985년 한양대학교 공학사
- 1987년 한양대학교 공학석사
- 2001년 한양대학교 공학박사
- 2003년 ~ 현재 한양 사이버 대학교 컴퓨터공학과 교수

<주관심분야 : 인터넷 교육, 자동제어, 마이크로프로세서>

신 승 중(정회원)



- 1988년 세종대 경영학석사
- 1994년 건국대 공학석사
- 2000년 국민대 정보학박사
- 2003년 ~ 현재 한세대 IT학과 교수

<주관심분야 : 정보전, 지식공학, 정보융합관리>