

---

# 전력선 통신과 RFID를 이용한 도서 관리 시스템 구현

김정식\* · 김호준\*\*  
전주대학교

Implement of a Bookshelf Management System using powerline communication and RF-ID

Jeong-sik Kim\* · Ho-joon Kim\*\*

## 요 약

오늘의 정보통신 사회에서는 빠르고 편리함을 추구하여 모든 일을 무선으로 통용하기위해 무선시스템 기술이 끊임없이 성장하고 있다. 이는 바로 광대역화를 기반으로 하는 유비쿼터스(ubiquitous)환경, 즉 언제 어디서나 원격으로 네트워크에 접속하여 이용자들의 편리성을 도모하는 솔루션의 기초가 된다. 본 논문은 전력선 통신과 RFID 모듈을 이용하여 수많은 적용분야들 중에서 도서관리 시스템을 개발한 내용이다. 본 연구는 900 MHz RFID 리더, Passive RFID-Tag, Atmega128 마이크로컨트롤러, 저속 PLC 모뎀 등을 사용함으로써 리더와 서버 PC의 통신과 PC와 Display보드의 통신이 전력선 망을 통해 데이터 전송이 원활이 이루어 졌다.

## ABSTRACT

In these information-communication society, the wireless system technologies are increasing to do all things with wireless solution for fast and convenient works. This trend drives ubiquitous solutions which are based on broadband wireless network that gives network connection whenever, everywhere. This paper deals a bookshelf management system using plower line communication and RFID module. This system includes a 900 MHz RFID reader, Passive RFID-Tags, an Atmeg128 microprocessor board attached LED Display Module, and a management PC with GUI Software. This system works well in power line communication, tag reading and LED display, and PC Management Software.

## 키워드

RFID reader, Tag, PLC MODEM, Bookshelf Management

## 1. 서 론

최근 유비쿼터스 컴퓨팅을 실현하기 위한 핵심 기술로서 RFID(Radio Frequency Identification) 기술이 주목 받고 있으며 RFID 기술을 도입하기 위한 연구가 다각도로 진행 중에 있다[1]. RFID 방식은 접촉하지 않고 태그의 정보를 관독하거나 인식하는 무 접촉 객체인식 기술로서 물류, 국방, 교통, 의료, 환경 분야에서 관련

연구가 다양하게 진행되고 있다. 최근 RFID 기술을 활용한 RFID 기반의 도서 관리 시스템 실현에 관심이 고조되고 있으며 시스템은 태그 입력 리더, 무인 대출 및 반납기, 사서용 데스크톱 리더, 분실 방지 게이트, 휴대용 리더 등으로 구분하고 있다. 기존 시스템에서는 이 모든 장치들을 별도의 통신 회선을 통해 데이터를 전송 하는 방식으로 시스템을 구축할 때 시간과 비용이 많이 소요되는 문제점이 있다. 이를 극복하기 위해 전

---

\* 전주대학교 전기전자정보통신공학부(akd122@naver.com)

\*\*교신저자, 전주대학교 전기전자정보통신공학부(junekim@jj.ac.kr)

접수일자 : 2010. 05. 18

심사(수정)일자 : 2010. 06. 04

게재확정일자 : 2010. 06. 14

력선을 매개체로 한 전력선 통신 방식을 적용하였다. 전력선 통신의 경우에는 전력선을 통해 네트워크가 구축되기 때문에 차단기를 내렸을때 전기가 차단되는 범위 내의 모든 전기 콘센트를 기준으로 네트워크 구성이 가능하여 별도의 배선 작업 없이 시스템 구성이 가능하다. 본 논문은 전력선을 통신 채널로 사용하는 RF-ID 리더 모듈, 동작 상황을 표시하는 LED 출력 모듈, 관리를 위한 PC 인터페이스 모듈 및 S/W를 개발하여 전력선 분산 네트워크 방식으로 구축하는 도서관 시스템을 구축하여 그 유용성을 확인하였다. 본 논문의 2장은 관련기술, 3장은 시스템 구성, 4장은 실험결과, 그리고 5장은 결론을 기술한다.

## II. 관련 기술

### 2.1 RFID 기술

기존 시스템들과 달리 RFID 시스템은 무선 주파수를 이용하여 접촉없이 사물에 부착된 태그를 식별하여 정보를 처리하는 인식 기술을 말한다[2].

RFID는 빠른 인식속도, 긴 인식거리, 장애물 투과, 장시간 사용이 가능하고, 데이터 처리능력 등에 있어서 기존 시스템에 비해 뛰어난 성능을 가진다.

현재 RFID는 135KHz에서 2.45GHz의 주파수까지 다양한 주파수 대역에서 사용가능한 시스템이 개발되었고, 이에 대한 표준화 작업은 ISO/IEC의 JTC1/SC31에서 담당하고 있다. 표 1은 JTC1/SC31중 물류 관리용 RFID 표준을 담당하는 WG4의 국제표준제정 현황이다[3].

표 1. JTC1/SC31 WG4의 국제표준 제정 현황  
Table 1. International Standards of JTC1/SC31 WG4

그룹명	ISO/IEC	작업명
데이터	15961	Tag Commands
구분표준	15962	Date Syntax
태그식별	15963	Tag 식별자
Air Interface (통신)	18000-1	Generic Parameters
	18000-2	135KHz이하
	18000-3	13.56MHz
	18000-4	2.45GHz
	18000-6	UHF860~960MHz
	18000-7	UHF433MHz(Active)

RFID의 구성은 태그, 리더기, 안테나, 미들웨어, 호스트 컴퓨터, 어플리케이션 소프트웨어 등으로 구성된다. 리더기에서 송신된 전파는 태그에서 수신전파를 받아 active 상태로 되고 태그는 정보를 리더기에 송신한다. 리더기에 수신된 전파는 디지털 신호로 변환하여 호스트 컴퓨터에 전달한다.

태그는 태그 내부의 동작전원 내장 여부에 따라 능동형과 수동형으로 구분되고, 능동형은 내부에 전원을 가지고 있는 형태로 리더기와의 인식거리를 늘릴수 있고, 리더기의 전력 손실을 줄일 수 있는 장점이 있으나 가격이 비싸고 사용기간의 제한 등에 관한 단점을 가지고 있다. 수동형 태그는 내부에 전원을 가지고 있지 않는 형태로 리더기와의 인식거리가 짧은 반면 사용기간이 길고, 가격이 저렴하다. RFID 시스템에 사용되는 주파수 대역은 125KHz, 13.56MHz, 433MHz 및 860~960KHz, 그리고 2.45GHz의 범위에서 사용되고 있다. 125KHz의 낮은 주파수 대역은 경제성이 우수하며 동물관리나 FA등에 적용된다.

13.56MHz의 대역은 교통카드나 보안영역에 사용되며, 도서관의 서적 관리 등에도 사용하고 있다. 433MHz 대역은 컨테이너의 관리에 사용하고 860~960KHz 대역은 인식거리가 3m 이상으로 유통, 물류분야에 적용되며, 거리적인 면이나 기타 성능 면에서 우수하여 가장 많은 분야에서 적용하고 있다. 2.45GHz의 경우 하이패스와 같은 특수한 분야의 처리속도가 빠른 분야에 사용하고 있다. 표 2는 RFID 시스템에서 사용하고 있는 주파수 대역에 따른 특성과 적용분야를 나타낸 것이다. 각 주파수 대역에 따라 인식거리가 다르게 나타나며, RFID 시스템에서 사용되는 주파수 대역은 크게 5가지로 분류한다.

표 2. 주파수 대역에 따른 특성  
Table 2. The Features at Each Frequency Band.

주파수 대역	특성
125kHz (50cm 이하)	경제성 우수 수동형태 FA, 근접보안 동물관리 등
13.56MHz (50cm 이하)	교통카드 보안분야에 활용

	도서정리
433MHz (50~100m 이하)	국방관련 응용 컨테이너 관리
860~960MHz (3m 이상)	유통, 물류분야 다중태그 인식 인식거리와 성능 우수 생산관리, 물류추적
2.45GHz (1m 이하)	제한적인 사용 수동 형태는 짧은 거리 특수 고속처리 분야 외부환경 영향 크다 Hi pass등에 적용

### 2.2 PLC(Power Line Communication) 기술

PLC(Power Line Communication)는 기존의 전력선을 이용한 통신을 총칭한다. 전력선 통신(Power line communication)이란 가정이나 사무실에 포설되어 있는 전력선을 통하여 통신 신호 100KHz~30MHz의 고주파 신호로 바뀌 실어 보내고 이를 고주파 필터를 이용, 따로 분리해 신호를 수신하는 방식을 말한다. 국내에서 사용되는 전력선은 60Hz의 교류신호로서 가전제품은 이를 전력 변환기(트랜스포머)를 통해 직류로 바꿔 사용하며, 전력선 통신에서의 고주파 신호는 저출력의 신호이므로 일반 가전기기 작동에는 어떠한 영향을 미치지 않는다. 따라서 전력선 통신은 별도의 통신 선로가 불필요하므로 선로구축에 필요한 비용절감을 할 수 있다. 또한 콘센트를 이용하여 간편하게 접근 가능하다. 하지만 제한된 전송 전력 과 높은 부하 간섭 및 잡음 그리고 가변하는 신호 감쇄 및 임피던스 특성을 지니고 있다. 전력선 통신 기술은 리모콘을 이용하여 전자기기를 원격으로 제어하거나 외부에서 이동전화나 인터넷을 통한 가전기기 제어를 가능하게 해주며, 조명제어, 침입탐지와 같은 방법, 가스 밸브 원격 차단과 같은 방재, 냉난방 기기의 제어와 같은 홈오토메이션, 자동 원격 검침, 원격 모니터링에 적합한 기술로 주목 받고 있다. 특히 최근 들어 사이버 아파트 설립 붐을 타고 고가의 아파트에 기본 설비로 장

차되는 등 가파른 성장세를 보이고 있다[5].

## III. 시스템 구성 및 구현

### 3.1 시스템 구성도

시스템은 그림1과 같이 RFID 리더기는 Tag정보를 받아 시리얼 신호를 TTL신호로 변환하여 전력선 보드(PSM20E-PM02)을 통해 전력선으로 RFID정보를 PC에게 송신하며 PC에서 처리한 정보를 또 다른 전력선 통신 모듈(PSM20E-PM01)을 통해 전력선으로 송신해주며 전력선 통신모듈(PSM20E-PM02)이 내장된 DISPLAY보드는 이정보를 수신 하여 DISPLAY하게 된다[6]. 이와 같은 시스템 구성을 통해 모든 정보를 전력선으로 송수신하며 DISPLAY 보드에서 간단한 Tag 정보를 나타낼 수 있고 PC에서는 구체적 Tag정보 수신과 제어를 통하여 도서 관리 시스템을 구성하였다.

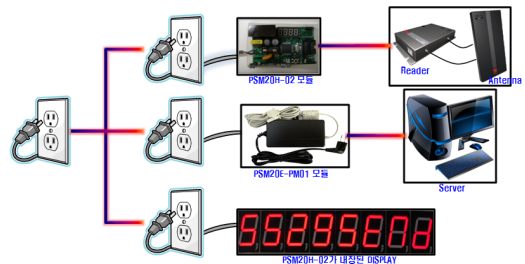


그림 1. 시스템 구성도  
Fig. 1 System Configuration Diagram

### 3.2 RFID

RFID를 이용한 도서 관리 시스템을 구현하기 위하여 그림 2와 같은 (주)Kiscom사의 910~914MHz에서 Frequency Hopping Spread Spectrum UHF RFID Scanner System인 KIS900RE 장비를 사용 하였다. KIS900RE RFID reader system은 EM4222 chip을 기본으로 한 Tag의 인증/관독을 위해 사용된다. 또한 Anti-collision protocol을 사용하여 다수의 Tag identification process를 지원한다. Tag의 적정 인식 거리(1W)는 3m로 리더의 사양, 안테나의 형태, 사용하는 Tag와 주변 환경에 따라서 Tag인식 거리는 변

화 된다. Tag의 인식할 수 있는 감지 거리는 30cm ~ 5m 정도 이다.



그림 2. RFID의 구성  
 Fig. 2 Configuration of RFID

### 3.3 전력선 통신

그림 1의 시스템 구성도와 같이 도서 관리 시스템은 모든 정보를 전력선을 통해 전송하기 위하여 전력선 통신 모델을 적용 하였다. 그림 3의 전력선 통신 모듈과 모델을 각각의 송수신부에 적용 하여 모든 정보를 전력선망을 통해 전송할 수 있다.

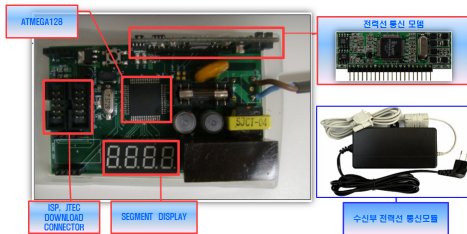


그림 3. 전력선 통신 보드  
 Fig. 3 Power-Line Communication Board

그림 4는 PLC 모듈의 구성도이다. PSM20H-02은 Hybrid IC 형태의 SIL(Single In-Line) Package로 PCB 내장용 전력선 통신 Solution에 적합하게 되어 있다. 전력선 통신의 Physical Layer 및 MAC layer, Network Layer가 내장되어 있어 별도의 Protocol없이 전력선 Network 구성이 가능하며, 입력 Filter 및 출력 Amp가 내장되어 있어 외부의 AC Coupling 회로만으로 전력선 통신이 가능하다. PSM20E-PM01은 입력 전원

부와 정류된 +5V 및 +3.3V를 공급할 수 있는 SMPS부 및 손실 없이 전력선의 신호를 송수신할 수 있는 Coupling Circuit부, 통신 캐리어 대역의 주파수 성분만을 걸러내는 Pre Filter부 및 Secondary filter부, Secondary Filter를 거쳐 들어온 신호를 증폭하는 입력 증폭부로 구성되어 있다. 또한 전송하고자 하는 데이터를 120k~400KHz의 캐리어 주파수로 Modulation을 거쳐 들어온 출력된 신호를 증폭하는 Transmit Drive Circuit부 및 제어하는 Control부로 구성되어 있다.

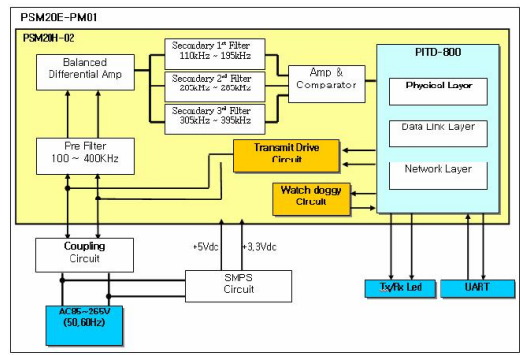


그림 4. PLC 모듈의 구성도  
 Fig. 4 Configuration of PLC Module

그림 5는 보드의 주요 회로도이며 USART포트와 TWI, SPI, JTAG 인터페이스가 제공되는 MCU에 7세그먼트 구동회로, 전원회로, AC 커플링 회로 및 PLC 모듈을 연결하였다.

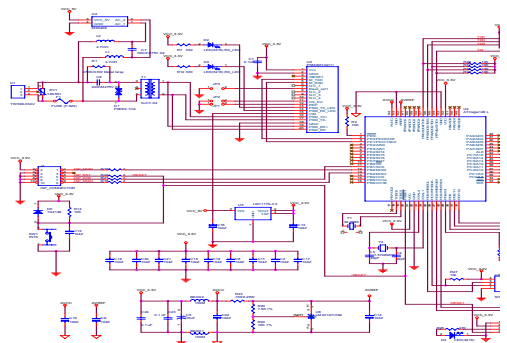


그림 5. 전력선 통신 보드 회로도  
 Fig. 5 Schematic Diagram of PLC Board

### 3.4 DISPLAY 보드

그림 6과 같이 DISPLAY회로는 AVR 마이크로 컨트롤러와 내장 Flash ROM, EEPROM이 존재하며 정전압 전원장치의 전원 공급을 받는다. 센서네트워크를 위해 PLC 통신 모듈이 장착된다. 8개의 7SEGMENT를 사용해서 RFID 리더기로부터 전력선망을 통해 Tag정보를 받아 DISPLAY 되도록 설계하였다.

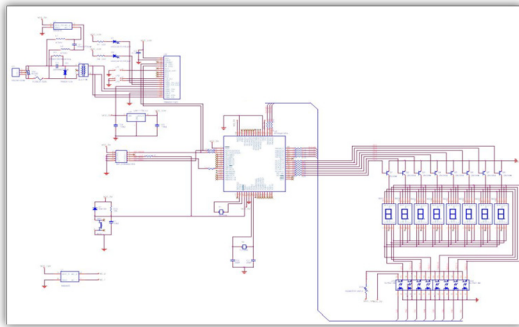


그림 6. 디스플레이 보드 회로도  
Fig. 6 Schematic Diagram of Display Board

전원은 220V의 교류전압을 받아 MS0412와 MS0405로 12V와 5V의 직류전압을 생성하고 레귤레이터를 통해 3.3V로 전력선 모듈을 구동되도록 설계하였다. 크게 보면 MCU, 전력선통신, 7-SEGMENT 부분으로 구성되어 있다. 이 보드는 도서관리 프로그램에서 처리한 정보를 수신하여 표시해 주는 역할을 한다.

### 3.5 도서관리 프로그램

Visual Studio 2008을 이용하여 MFC 기반으로 도서관리 프로그램을 개발하였다. RFID Tag 정보를 전력선을 통해 정보를 수신하여 도서의 대출 및 반납을 처리할 수 있는 간단한 도서관리 프로그램을 만들었으며 크게 RFID의 신호를 받기 위해 통신포트를 설정할 수 있는 기능과 도서 정보를 입력 하여 도서명으로 검색 할 수 있는 기능 도서의 도난을 가정하여 대출 불가로 설정할 경우 경고 메시지와 함께 경고음이 울리는 기능까지 구현하였다.



그림 7. 도서관리 프로그램  
Fig. 7 Bookshelf Management Program

## IV. 실험 및 성능

PLC 모듈은 Z256 프로토콜 방식으로 전력선 신호 전송 및 매체 접속이 이루어지며 디지털 데이터는 UART1 포트를 통해 MCU로 전달된다. 그림 8은 송신 데이터와 수신 데이터를 비교한 것으로 오류 없이 수신됨을 알 수 있다.

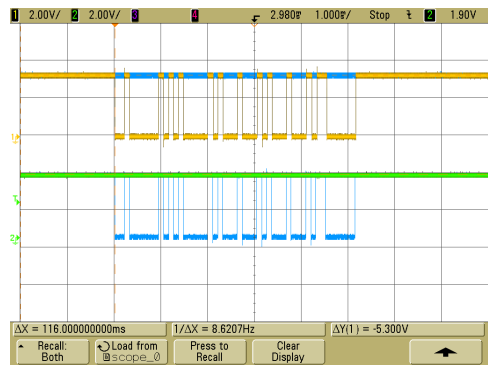


그림 8. 송신 데이터와 수신 데이터 파형  
Fig. 8 Transmit and Receive Data Signal

그림 9는 RFID Tag 정보의 수신을 확인하는 프로그램 화면이다. 인식된 Tag의 개수와 Data/Time, Tag Number, Count등의 정보가 수신 되는 것을 확인하였다.

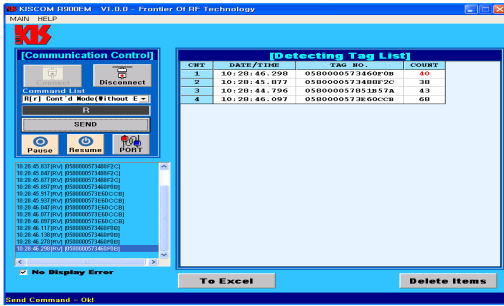


그림 9. RFID Tag 정보 수신 화면  
Fig. 9 Picture of reading RFID-Tag

그림 10은 RFID reader 신호를 전력선을 통해 전송되는 것을 모니터링 하는 S/W를 이용해 전력선으로 통신되는 정보를 보여주는 화면이다.

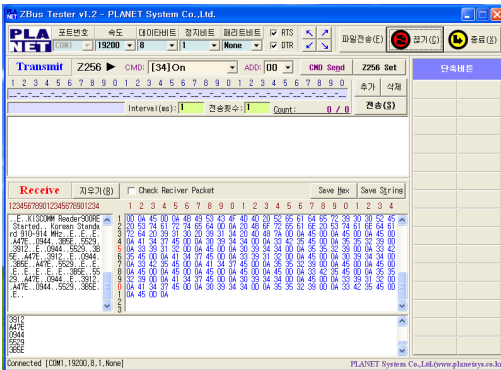


그림 10. PLC 데이터 모니터  
Fig. 10 Monitor of PLC Data

V. 결론

본 논문은 전력선 통신과 RFID 모듈을 이용하여 수많은 적용분야들 중에서 도서관리 시스템을 개발하였다. 본 연구를 위해 900 MHz RFID 리더, Passive RFID-Tag, Atmega128 마이크로컨트롤러, 저속 PLC 모뎀 등을 사용함으로써 리더와 서버 PC의 통신과 PC와 Display보드의 통신이 별도의 통신선로를 사용하지 않고 전력선 망을 통해 데이터 전송이 원활히 이루어 지는 것을 확인하였다. 전력선 통신과 RFID를 이용한 도서관리 시스템은 초기 시스템 구축 시 시간과 비용이 적게 들며 도서 관리를 편리하게 함으로써

사서들이 도서를 정리하는데 드는 시간이 현저하게 줄어들 것이다.

참고 문헌

- [1] Klaus, F. RFID Handbook, John Wiley & Sons, Ltd, 2003.
- [2] 이근호, “무선식별(RFID) 기술”, TTA저널 제 89호, 한국과학기술 정보연구원 2003.
- [3] 장동원, 조평등, RFID 기술기준 도입을 위한 기술 분석, 전자통신 동향분석, 제18권, 제16호, 2003.
- [4] 김희수, 조희곤, “전력선통신 CISRR전자파 장해 표준화 동향” 한국전기공학회 제15권 제4호 pp. 32-38, 2004.
- [5] 박종연, 장목순, “주파수 직접확산 기술을 이용한 전력선 통신 시스템의 개발” 대한 전기학회 논문집 제 47권 7호 pp.1023-1028, 1998. 11.
- [6] 플래넷 기술연구소, PSM20H-02, SpecificationsManual, <http://www.planetsys.co.kr>

저자 소개



김정식(Jeong-sik kim)

2010년 2월 전주대학교 정보통신학과 졸업 (공학사)  
2010년 3월~현재 전주대학교 대학원 정보통신학과 재학중  
※ 주관심분야 : 통신시스템, 마이크로컨트롤러 응용



김호준(Hoo-joon kim)

1986년 2월 연세대학교 전기공학과 졸업 (공학사)  
1988년 2월 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)  
1998년 8월 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)  
전주대학교 공과대학 부교수  
※ 주관심분야 : 통신시스템, 이동통신, 유비쿼터스 컴퓨팅