

에너지 절감을 위한 무선 대기전력 제어 시스템 설계 및 구현

Design and Implementation of Wireless standby Power Control System for Energy Saving

심갑식, 장재혁
국립경남과학기술대학교 교양학부

Gab-Sig Sim(gssim@gntech.ac.kr), Jae-Hyuk Jang(jhyuk@gnu.ac.kr)

요약

본 논문에서는 마스터 장치와 슬레이브 장치로 구성된 대기 전력 제어 시스템을 구현한다. 마스터 장치의 RFID 카드의 인증여부에 따라 슬레이브 장치의 릴레이를 제어한 후에 전원 공급을 차단함으로써 대기전력이 관리된다. 마스터 장치는 RFID 인터페이스 및 무선 통신 모듈을 내장하고 있고, 마스터 장치 1개에 대해 n개의 슬레이브 장치가 무선으로 연계되며 각각의 슬레이브 장치는 전력제어에 필요한 동작을 독립적으로 수행한다. 슬레이브 장치에 수동으로 전력을 on/off 할 수 있는 기능과 스위치 조작을 통해 마스터 장치에 사용자 ID를 등록하는 기능을 구현했다. 또한, 본 시스템은 무선으로 양방향 통신이 가능하고 TinyOS 상에서 실행된다.

실험 결과, 본 시스템은 마스터 장치에서 사용자 여부를 인식하고, 이에 대한 인식 정보를 무선 통신으로 슬레이브 장치에 전송함으로써, 릴레이를 제어하여 대기 전력이 차단된 것을 보여 주었다. 본 시스템을 건물이나 사무실에 설치할 경우 전력 절감을 기할 수 있다.

■ 중심어 : |유비쿼터스 | RFID | USN | 지그비 | 무선 |

Abstract

This paper implements the standby power control system composed of a master device and slave devices. The standby power is managed by cutting power supply after controlling the relay of a slave device based on the authentication of master device's RFID card. RFID interface and wireless communication module are embedded in a master device, and one master device is linked with many slave devices in wireless. Each slave device executes the operation needed in power control independently. We implements the function of manual power on/off system in a slave device, and the function of user ID enrollment by switch manipulation in a master device. Also this system can communicate bidirectionally in wireless and runs on TinyOS.

The result of experiment shows that the user authentication is executed in a master device and this authenticated information is transmitted to a slave device in wireless, and standby power is cutted by controlling the relay of a slave device. Installing this system in a building or an office, we can expect energy saving.

■ keyword : | Ubiquitous | RFID | USN | ZigBee | Wireless |

* 이 논문은 2012년 경남과학기술대학교 기성회연구비 지원에 의하여 연구되었음.

접수번호 : #130220-001

접수일자 : 2013년 02월 20일

심사완료일 : 2013년 04월 29일

교신저자 : 장재혁, e-mail : jhyuk@gnu.ac.kr

I. 서론

2011년 에너지경제연구원의 발표에 따르면 우리나라는 전체 에너지의 96.5%를 수입에 의존하고 있을 정도로 에너지 자원이 부족한 에너지 수입국이다. 특히 전체 에너지의 20%가량을 차지하는 전기 에너지의 경우, 사용량의 증가로 그 소비를 절감하기 위한 대책 마련이 시급한 실정이다[1][2]. 따라서, 한정된 에너지 자원에 대한 보다 높은 효율의 사용 방법으로 대기전력 절감에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다[3]. 대기전력은 실제로 사용하지 않는 상태에서 소비되는 전력으로서 타이머 또는 모니터 표시 등과 같이 사무기기 및 가전기기 본래의 작동과 무관하게 소비되는 전력을 말한다. 대기전력을 줄이는 방법은 사무기기 및 가전기기를 사용하지 않을 경우 플러그를 뽑아 대기전력을 줄이는 것이 제일 좋지만, 번거로움과 불편함이 많다. 이런 불편함을 해결하기 위해 전력센서와 대기전력 차단에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[3].

보다 효율적인 전력망 구축과 에너지 절감을 위하여 스마트그리드 기술이 연구되고 있다. 스마트그리드는 기존의 아날로그 전력망에 양방향 통신, 센서, 컴퓨팅, 소프트웨어와 같은 IT기술을 융합하여 공급자와 소비자가 양방향으로 통신 할 수 있게 함으로써 에너지 효율을 최적화하는 차세대 지능형 전력망이다[4].

스마트그리드 기술의 핵심으로 USN(Ubiquitous Sensor Network) 중 ZigBee, Bluetooth 기술을 들 수 있다. 최근 ZigBee, Bluetooth는 1m 이내 거리의 WBAN(Wireless Body Area Network) 및 수십 미터 이내 거리의 WPAN(Wireless Person Area Network) 통신 방법으로 각광받고 있고, 실제로 RFID의 센싱 데이터 송수신에 유선 인터페이스를 대체할 수 있는 대안이 될 것으로 보인다[5][6].

전기제품의 수요가 증가함에 따라 가정 및 사무실에서 대기전력 차단과 시스템 사용에 대한 관심 또한 증가하고 있다. 기존의 대기전력 차단 장치는 차단 콘센트, 멀티탭, 스위치 그리고 리모콘 등이 있다. 이러한 장치 중 콘센트와 멀티탭의 경우 대기전력을 차단하지만 해체나 제어의 경우 사용자가 직접해야하는 불편함

이 있다[7]. 또한 기존 중앙 제어식 절전 관리 시스템은 유선으로 모든 전자 기기와 연결하여 사용되는 시스템으로 설치비와 설치 공사의 어려운 점이 있었다[8].

이런 불편함과 어려움을 해결하기 위해, 본 논문에서는 RFID와 무선 통신 기술인 ZigBee를 이용하여 원격 제어 가능한 대기전력 제어 시스템을 설계하고 구현하였다. 이 시스템은 RFID 태그의 데이터를 리더에 인식시킨 후, ZigBee를 이용하여 인식된 데이터를 원격지 대기전력 제어 시스템에 전송한다. 구현된 시스템은 무선 양방향 통신이 가능하고, TinyOS 상에서 동작한다. 논문의 구성을 살펴보면, 제 2장에서는 논문에서 제안하는 시스템과 특징에 대해 살펴본다. 제 3장에서는 실험 및 분석 결과를 설명하고, 제 4장에서 결론을 맺는다.

II. 시스템 설계 및 구현

본 논문에서는 RFID와 ZigBee를 이용하여 송신부와 수신부를 나누어 시스템을 설계하고 구현하였다. [표 1]은 구현된 시스템의 송·수신부 사양표이다.

표 1. 시스템 사양표

항 목	송신부	수신부
전원 전압	AC220v입력 DC5v출력	AC220v입력 DC5v출력
통신 방식	시리얼방식	시리얼방식
동작 표시	LCD, 부저음	LED
MCU	ATMEGA-8L	ATMEGA-9
안테나	원칩내장	원칩내장
주파수 대역	2.4GHZ	2.4GHZ
신호 제어	릴레이ON/OFF	릴레이ON/OFF
초기값	RFID 입력방식	RFID 입력방식
사용 온도	-10~80도	-10~80도
제어 거리	0~3cm	50M이내
카드입 력	최대 50장	최대 50장
인터페이스	RS232	RS232
쓰기 속도	166Kbps	166Kbps

구현 시스템은 RFID 태그의 데이터를 리더에 인식시킨 후, ZigBee를 이용하여 원거리에 있는 대기전력 시스템을 원격 제어 가능토록 설계하였다. [그림 1]은 구

현된 시스템의 개념도이다. 구현 시스템은 RFID 카드의 인증여부에 따라 시스템의 릴레이를 제어하여 시스템의 전원 공급을 차단함으로써 대기전력을 제어한다.

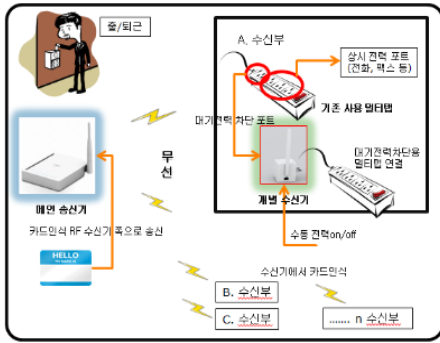


그림 1. 시스템 개념도

1. 시스템 설계

구현 시스템은 마스터·슬레이브 장치로 나누어 설계되었으며, 마스터 장치는 RFID 인터페이스 및 무선 통신 모듈을 내장하고 있다. 마스터 장치 1개에 대해 n개의 슬레이브 장치가 무선통신으로 연계하여 전력제어에 필요한 동작을 독립적으로 수행할 수 있도록 구성하였다. 그리고 슬레이브 장치에 수동으로 전력을 on/off할 수 있는 기능을 부여하고, 슬레이브 장치의 간단한 조작을 통해 마스터 장치에 사용자 ID를 등록할 수 있도록 하였다. [그림 2]는 개발된 무선 대기전력 제어 시스템 마스터 장치 RFID MCU 블록도이다.

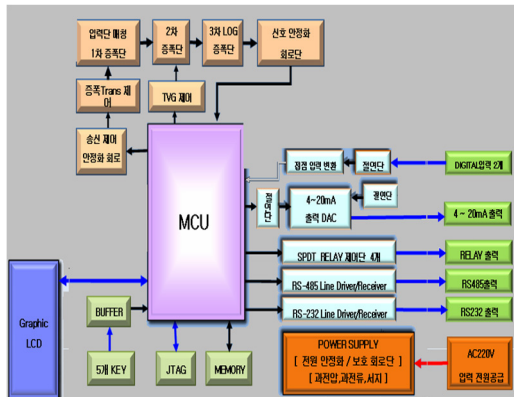


그림 2. RFID MCU 블록도

1.1 마스터 장치

[그림 2]에서 블록도 상단의 증폭단은 RFID 카드의 신호를 입력받는 역할을 한다. 입력된 각 카드의 신호들은 신호 안정화 회로단을 거쳐 MCU로 입력된다. MCU는 ATMEL사의 ATMEGA-8L을 사용하였으며, 이 모델은 효율적인 I/O포트 구조와 내부 발진회로, 타이머, 시리얼 통신(UART), SPI, AD변환기 등이 내장되어 있다. 또한, 내부에 플래쉬 메모리가 내장되어 있기 때문에 최단 시간 내에 최소 비용으로 개발이 가능한 장점이 있어 대기전력 감시제어, 소비전력 감시, 과전류 감시, WSP-WAP간 통신 프로토콜 처리기능을 수행한다. 또한 산술, 논리 요소뿐 아니라 데이터 저장을 위한 읽기 쓰기 메모리, 코드 저장을 위한 플래시와 같은 읽기 전용 메모리, 계속적인 데이터 저장을 위한 EEPROM, 주변 기기, 입출력 인터페이스 등의 부가 요소를 통합한다.

[그림 3]은 설계된 마스터 장치의 주회로도이며, 전원부, RFID 입력부, 데이터 KEY 입력부, TX부, 릴레이출력부, 입출력신호 제어를 위한 MCU부로 구성되었다.

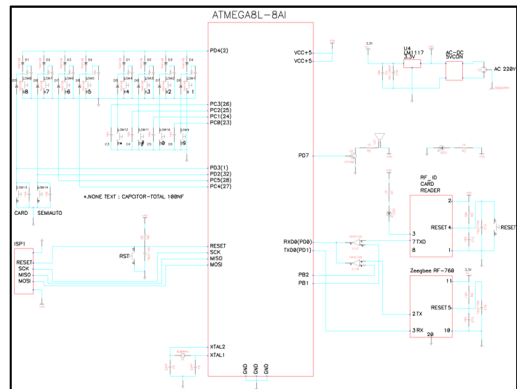


그림 3. 마스터 회로도

구현 시스템은 무선 데이터를 전송하기 위해 ZigBee 모듈을 사용하였다. 그리고 제어상태를 확인하기 위하여 모듈 외부에 LCD를 추가하여 구성하였다.

구현된 모듈의 전원부는 AC220V를 입력받아 surge로부터 회로를 보호하기 위해 observer를 삽입하여 정류기를 거친 후 DC전압으로 변환하여 본 기기의 컨트롤러를

구동한다. 데이터 KEY 입력부는 RFID 태그에 의해 입력된 신호를 최대 50 개까지 코딩할 수 있도록 입력값을 조정하였다. [그림 4]는 마스터 장치 구성도이다.

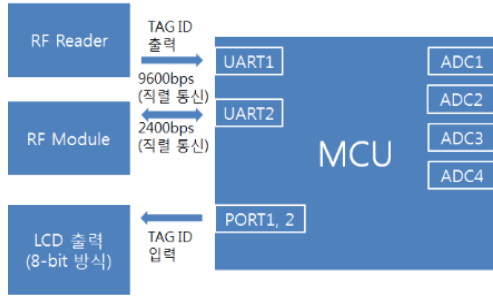


그림 4. 마스터 장치 구성도

마스터 장치는 RFID 태그의 정보를 전송하고 무선 대기전력 제어 시스템의 전체 기능을 원격 제어하는 부분으로, MCU인 ATMEGA-8L을 기준으로 RFID 모듈이 연결되어 있다. MCU는 입·출력 핀을 사용하여 RFID를 통하여 들어온 태그 데이터 값을 확인하고, 태그 데이터 값을 ZigBee 모듈을 이용하여 송신한다. 마스터 보드의 경우 PC 또는 RS-232C 포트를 연결하는 단자를 구성하였다. 또한 안테나 연결 단자(SMA 커넥트)로 ANT-con, 외부 장치 추가를 위한 포트를 구성하였다. ZigBee 모듈은 무선 대기전력 시스템과 무선 액세스 포인트간 데이터 송수신을 위한 근거리 무선 송수신 기능을 제공한다. 이를 위해 2.4GHZ 주파수를 사용하여 데이터 속도는 최대 240kbps, 통신거리는 최대 100m, IEEE 802.15.4 프로토콜과 호환기능을 가진다.

1.2 슬레이브 장치

구현된 시스템의 슬레이브 장치는 AC 전원을 DC로 변환하여 제어하는 정류부와 RFID 송신신호를 받아들이는 수신부, 그리고 수신된 신호를 판별하여 대기전력 시스템을 제어하는 릴레이부로 구성되었다. [그림 5]는 슬레이브 장치 구성도이다.

슬레이브 장치에서는 마스터 장치의 ZigBee 모듈이 보낸 데이터를 수신하여 슬레이브 장치의 수신부 MCU를 통해 릴레이부를 제어하고 그 결과를 LED로 출력되

게 하였다. 즉, RFID의 데이터를 받은 수신부에서는 각 모듈에 데이터가 안정적으로 수신되는지 확인할 수 있도록 하였다.

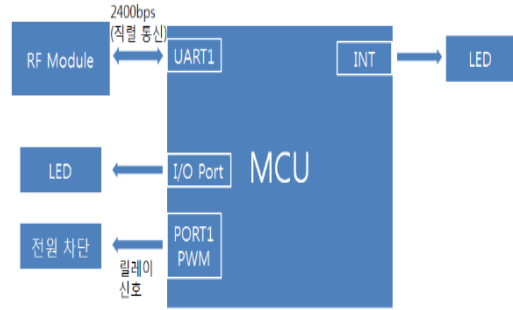


그림 5. 슬레이브 장치 구성도

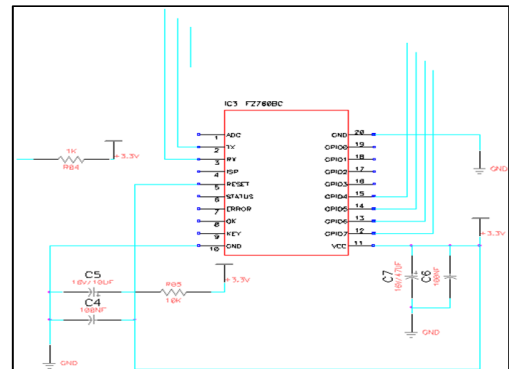


그림 6. 슬레이브 장치의 수신부 회로도

[그림 6]은 슬레이브 장치의 수신부 회로도이다. 수신부는 송신부의 RFID 태그 데이터 전송을 받아들이는 역할을 한다. 슬레이브 장치의 수신부는 사용자 판별을 위해 수신된 RFID 태그 데이터를 이용하여 시스템 주 전원을 제어하는 릴레이부에 시스템 전체 전원을 제어하는 FET와 FET의 게이트에 전류를 공급하기 위한 트랜지스터, 베이스에 외부자극을 받아들일 수 있도록 연결하는 저항소자 등으로 구성하였다.

[그림 7]은 대기전력을 제어하는 릴레이부이다. 릴레이부는 RFID신호를 마이크로프로세서의 각각 할당된 신호를 릴레이로 전달하여 대기전력 시스템을 제어한다.

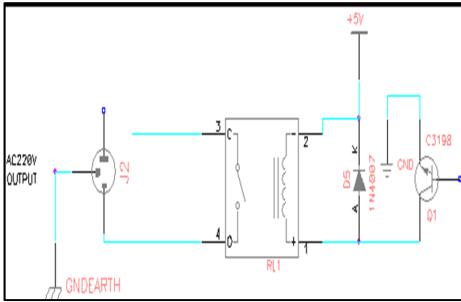


그림 7. 슬레이브 장치 릴레이부

2. 시스템 구현

[그림 8]은 본 논문에서 구현한 대기전력 제어 시스템의 전체 블록도이다.

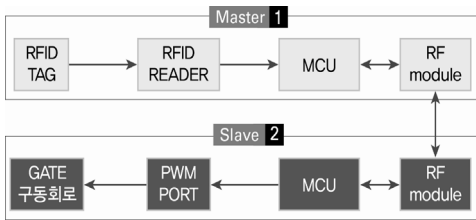


그림 8. 시스템 블록도

본 시스템은 무선 데이터 마스터·슬레이브 장치로 나누어 구현되었으며, 마스터 장치는 대기상태에서 RFID 태그 정보를 MCU에 저장한다. MCU는 입력된 태그의 ID를 판독하여 그 정보를 슬레이브 장치의 수신부로 전송한다.

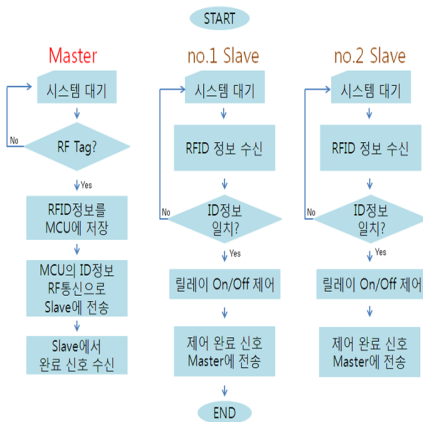


그림 9. 시스템 제어 흐름도

슬레이브 장치는 대기상태에서 마스터 장치에서 전송된 RFID 정보를 수신하여 ID정보의 일치여부를 확인한 후, 그 일치 여부에 따라 릴레이부 on/off를 제어하고 동작상태 신호를 마스터 장치에 전송한다.

[그림 9]는 본 논문에서 구현한 대기전력 제어 시스템의 전체 시스템 제어도이다.

구현된 시스템은 마스터 장치 1개에 대해 n개의 슬레이브 장치를 무선통신 방식으로 동작을 독립적으로 제어할 수 있도록 구성하였다. 그리고 슬레이브 장치에 수동으로 전력을 on/off 할 수 있는 기능을 부여하고, 간단한 스위치 조작을 통해 마스터 장치에 사용자 ID를 등록할 수 있도록 하였다. [그림 10]은 시스템 사용자 ID 등록 흐름도이다.

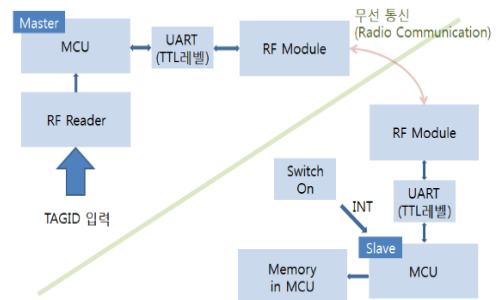


그림 10. 사용자 ID등록 흐름도

구현된 시스템의 사용자 ID 등록방식은 마스터 장치 1대에 대해 n개의 슬레이브 장치를 직접 등록할 수 있어 코드 ID 등록 방식의 간섭 문제를 해결하고, 슬레이브 장치의 사용자 ID 등록절차를 단순화하였다.

[그림 11]은 RF통신 인터페이스 동작 확인 및 송수신 흐름도이다.



그림 11. RF통신 인터페이스 동작 확인 및 송수신 흐름도

본 논문에서 구현한 수신 모듈은 마스터 장치 송신부에서 전송된 RFID 태그 입력값을 무선으로 주고받을 수 있다. ZigBee 모듈은 기본적으로 다른 802.15.4 무선 통신에 연결되도록 설계되어 전원을 켜 후에 기본 설정인 38,400 baud rate에 맞추면 무선 통신을 사용할 수 있다. 또한 PC, PDA, 산업용 기기 등 RS-232 인터페이스가 있는 기기에 연결하여 사용하며, ZigBee Protocol Stack이 내장되어 있어 기존의 RS-232 장치와 연결하여 주위의 디바이스를 제어할 수 있다.

[그림 12]는 구현된 마스터 장치이다.

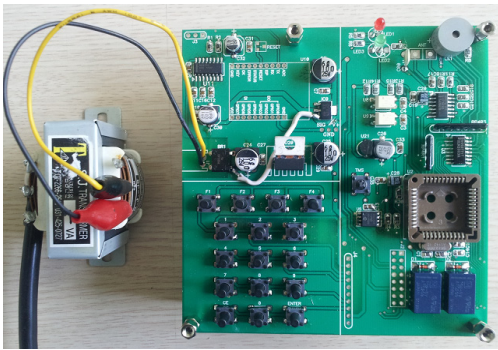


그림 12. 마스터 장치

[그림 13]은 구현된 슬레이브 장치이다.

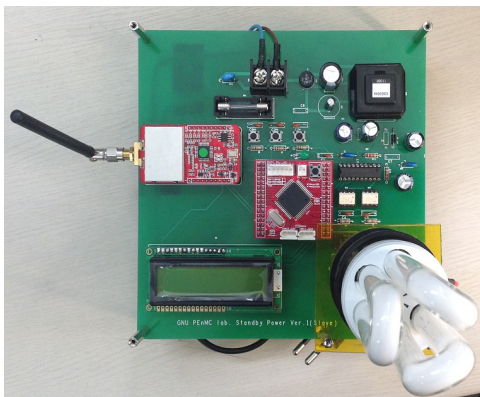


그림 13. 슬레이브 장치

구현된 시스템은 마스터 장치 및 슬레이브 장치간의 송·수신 통신이 가능하며, RFID 태그에 의한 사용자

인식을 통해 사용여부를 확인하고 이에 대한 정보를 마스터 장치에서 슬레이브 장치에 전달하여 릴레이 스위치를 제어하여 대기전력 제어 장치를 작동한다.

III. 실험

개발된 시스템의 성능을 실험하기 위하여 실험환경을 설정하였다. 전과 간섭에 따른 변화를 측정하기 위해 복도와 사무실에서 실험하였다. 실험에 있어 장애물의 존재 여부와 장애물 종류에 따라 신호의 세기가 감쇄되거나 간섭을 받을 수 있기 때문에 실험 상태를 가정하여 실험하였다.

1. RFID 태그에 따른 데이터 인식 실험

RFID 신호의 경우 태그의 종류에 따라 인식 정도가 영향을 미쳐 오인식 되는 경우가 발생할 수 있으며 이런 문제 해결은 리더와 태그 외에 전파를 차단할 수 있는 환경이 구성되어야 한다. [표 2]는 RFID 태그에 의한 인식을 결과이다.

표 2. RFID 태그에 의한 인식을 분석

no.	RFID TAG	태깅횟수	성공횟수	실패횟수	인식률 (%)
	태그 ID				
#1	A65A03C4	100	100	0	100
#2	D4A403C4	100	100	0	100
#3	31062224	100	100	0	100
#4	D40A2224	100	100	0	100
#5	61EE2124	100	100	0	100

이 실험에서는 시스템 성능에 대한 실험을 위해 5종의 KS규격 제품만을 사용하였으며, 그 동작 성능에서는 오인식, 오작동의 문제는 발생하지 않았다. RFID 리더는 13.56Mhz의 단거리 주파수 제품을 사용하였다. 제품의 제원에는 10cm까지 인식이 가능하다고 하였지만 실제 인식 거리 실험에서는 총 100회 실험에서 인식 거리는 8cm를 넘지 못하였다. 이는 환경과 모듈간의 다소의 오차가 있기 때문이라 판단되며, 측정거리와 무관하게 인식시간은 동일하게 측정되었다. 또한 상용 태그의

종류에 상관없이 인식 및 사용이 가능하였다.

2. 전송거리에 따른 인식률 실험

구현된 시스템의 송·수신 모듈은 장애물이 없을 경우 거리 60m까지 통신이 가능하며, 50m까지 안정적인 통신이 가능하고, LCD를 통하여 작동 상태를 쉽게 파악할 수 있다. 실험은 각 50회씩 복도와 사무실에서 하였으며 환경적 제약은 배제하였다. [그림 14]는 복도에서의 인식 데이터 전송거리 실험 모습이다.

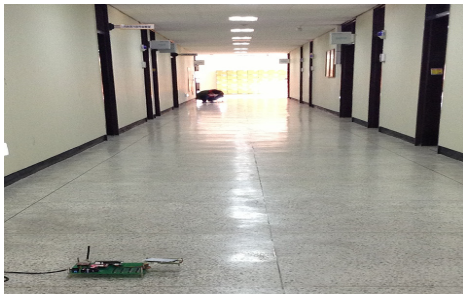


그림 14. 데이터 전송 실험

그 결과는 [그림 15]와 같다.

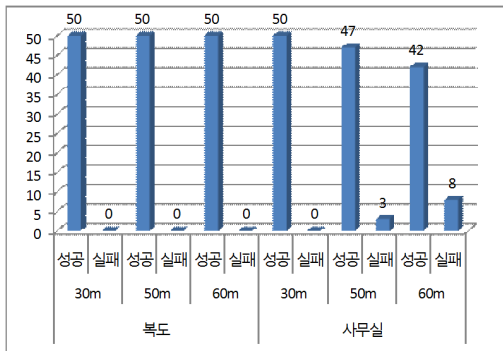


그림 15. 데이터 전송 결과

장애물이 없는 복도에서의 데이터 전송은 60m까지 아주 안정적으로 인식할 수 있다는 것을 보여주고 있으며, 인식 시간을 고려한 최적 거리는 50m 정도였다. 그 이상의 거리에서는 매우 불안정한 인식을 보였다. 100m 이상 거리에서도 불안정 하기는 하지만 데이터

인식이 이루어졌다. 장애물이 있는 사무실에서의 데이터 전송은 30m까지는 아주 안정적이었지만, 거리가 늘어남에 따라 그 전송률도 현저히 떨어졌다.

3. 대기전력 차단률 실험

[그림 16]은 대기전력 차단 실험 모습이다.

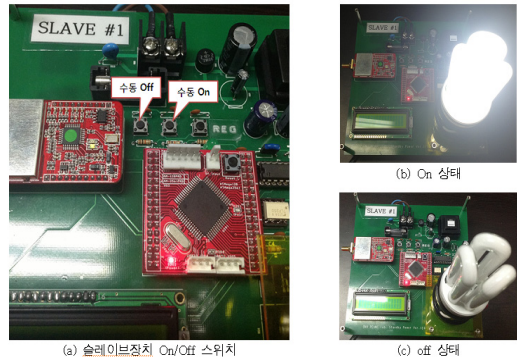


그림 16. 대기전력 차단 실험

마스터 장치에서 등록 태그 여부를 인식하고 이에 대한 정보를 무선 통신을 통해 사용자 ID가 등록된 슬레이브 장치에 전송하여 릴레이 스위치를 제어하여 대기전력을 차단하는 실험이다.

표 3. 대기 전력 차단률 실험결과

RFID TAG		태깅횟수	성공 횟수	실패 횟수	차단률 (%)
no.	태그ID				
#1	Slave	50	50	0	100
#5	Slave	50	50	0	100

[표 3]은 대기전력 차단률 실험결과이다. 실험은 데이터 전송실험에서 현저히 안정적인 전송률을 보인 30m 이내의 복도에서 실시하였다. 대기전력 차단률 실험에서는, RFID 태그를 통해 마스터 장치에서 사용자 여부를 인식하고, 이에 대한 정보를 무선통신을 통해 사용자 ID가 등록된 슬레이브 장치에 전송하여 릴레이스위치 제어를 통해 대기전력을 차단하였으며, 50회 실시하여 전부 성공하였다. 이를 통해 시스템능력이 비교적 안정적임을 확인하였다.

IV. 결론

본 논문에서는 RFID와 무선 통신 기술인 ZigBee를 통합하여 원거리에 있는 디바이스들을 원격 제어 가능한 무선 통신 회로를 설계하고, 이를 이용하여 대기전력을 차단할 수 있는 시스템을 구현하였다.

기존 중앙 제어식 절전 관리 시스템은 유선으로 모든 전자 기기와 연결하여 사용되는 시스템으로 설치비와 설치 공사의 어려운 점이 있었다[8]. 반면에, 이 시스템은 건물 출입 시스템과 연동하여 대기전력 절감 장치들을 제어할 수 있어 그 설치가 용이하다. 이는 거리별 RFID 태그 데이터 전송 실험을 통해, 단거리 데이터 전송에 사용이 적합하다는 것을 증명하였다.

실험 결과에서 전송 거리를 보면 복도에서의 데이터 전송은 60m까지 전송 할 수 있었고, 최적 거리는 50m 정도였다. 그리고 실험 환경에 상관없이 모든 구간이 5초 이내에 ZigBee 통신 모듈의 연결이 이루어졌다. 이를 통해 무선 통신 기반에서 ZigBee를 사용하는 것이 주변 환경의 영향이 있기는 하지만 일정한 거리에서는 비교적 안정적으로 사용 가능했다. 사무실 실내 환경에서의 전송 거리는 30m 거리에서 아주 안정적이었으며, 이는 실험 환경의 차이를 배제하고 단순히 전송 거리를 측정할 결과임을 감안하더라도 구현 시스템의 성능이 상당히 안정적임을 알 수 있다.

또한, 복도에서의 대기전력 차단 실험에서도 50회의 실험 실시 결과 100%의 대기전력 차단률을 보였다.

개발 시스템은 마스터 장치 1개 당 슬레이브 장치 n개를 제어가능하고, 마스터 장치를 여러 개로 분리하여 운용이 가능하다. 그리고 슬레이브 장치의 사용자ID 등록 단순화를 통한 사용자측면에서 편의성을 강화시켰다. 또한 내장안테나 혹은 기본 외장안테나를 장착한 시스템에 있어서 장애물이 없는 경우에는 약 50m까지 원거리 송수신이 가능하다.

본 논문에서 구현한 대기전력 차단시스템은 최적의 적용반경이 30m 전후이고 장애물이 겹쳐있지 않는 경우이기 때문에 내장형 안테나 통신모듈을 선택하여도 좋다고 볼 수 있다.

추후 더 연구해야할 과제로는 공간적인 제약 없이 사용이 가능하도록 ZigBee 중계기 등을 사용하여 각각 여

러 독립된 공간에 대한 적용 방법이 연구 되어야 할 것이며 다양한 환경의 신뢰성 확보에도 연구가 더 있어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 김진원, *에너지통계연보 2011*, 지식경제부 에너지 경제연구원, 2011.
- [2] Y. J. Kim, K. M. Im, and J. H. Lim, "Design and Implementation of Standby Power Control System based on the User's Location for Power Energy Saving," *Journal of KISS : Information networking*, Vol.39, No.1D, pp.378-380, 2012.
- [3] S. H. Kim, D. K. Kim, N. R. Kwak, and Y. C. Oh, "SPCS: Standby Power Control System to save energy," *Journal of the Korea Information Science Society*, Vol.37, No.2B, pp.375-379, 2010.
- [4] Y. H. Yang, S. Y. Kim, and P. J. Lee, "Improved Authentication and Data Protection Protocol of Passive RFID Security Tag and Reader," *Journal of Korea Institute Of Information Security And Cryptology*, Vol.20, No.1, pp.85-94, 2010.
- [5] 강경현, 정광수, "무선 센서 네트워크에서 전력 생산 환경을 위한 에너지 인식라우팅 프로토콜", *정보과학회논문지*, 제38권, 제3호, pp.207-217, 2011.
- [6] G. Ferrari, P. Medagliani, S. Di Piazza, and M. Martalo, "Wireless Sensor Networks: Performance Analysis in Indoor Scenarios," *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, Vol.21, No.1, pp.27-38, 2007.
- [7] 김원호, "에너지 센서 네트워크를 위한 무선 스마트 플러그 설계", *통신위성우주산업연구회논문지*, 제6권, 제2호, pp.131-135, 2011.
- [8] 정규석, 서동민, 박용민, 유재수, "RFID/USN 기술을 이용한 지능형 절전관리 시스템 설계 및 구현", *한국콘텐츠학회 2009 춘계 종합학술대회 논문집*, 제7권, 제1호, pp.526-531, 2009.

저 자 소 개

심 갑 식(Gab-Sig Sim)

정회원



- 1993년 8월 : 전남대학교 전산통계학과 이학박사
- 2004년 3월 ~ 2005년 2월 : San Jose State University, CA 방문 교수
- 1993년 10월 ~ 2013년 현재 : 국립경남과학기술대학교 교양학부 교수

<관심분야> : 유비쿼터스 컴퓨팅, 정보보안, 인터넷 윤리

장 재 혁(Jae-Hyuk Jang)

정회원



- 2006년 2월 : 경상대학교 컴퓨터과학부 공학박사
- 현재 : 국립경남과학기술대학교 교양학부

<관심분야> : 유비쿼터스 컴퓨팅, 소프트웨어공학, 네트워크 보안