

USN 기반의 무선 멀티 커뮤니케이션 회로 설계 및 구현

Design and Implementation of Wireless Multicommunication Circuit Based On USN

심갑식, 장재혁
국립경남과학기술대학교 교양학부

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

요약

본 논문에서는 RFID와 무선 통신 기술인 ZigBee를 통합하여 원격지 디바이스들을 원격 제어 가능한 무선 통신 회로를 설계하고 구현하였다. 본 시스템은 송신부와 수신부가 통합되었으며, RFID 태그의 데이터를 인식한 후, 인식된 데이터는 MCU에 의해 제어되며 ZigBee를 통해 원격지 디바이스에 전송되어 TinyOS 상에서 작동한다. 만약 이 시스템을 건물 출입 보안 시스템에 적용하면 출입 허가 여부뿐만 아니라 개인용 컴퓨터나 기타 전자 장치들을 제어할 수 있다.

실험 결과, 개방된 운동장과 한정된 공간과는 인식 데이터 전송이 확연히 다를 수 있다. 데이터 전송 시간은 건물 내부에서 더 안정적이고 데이터 전송 거리에서는 외부에서 더 멀었다. 구현된 시스템은 Wired LAN이나 IEEE 802.11x 계열의 WLAN과 결합하여 사무실 중심의 각종 영역에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

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

Abstract

In this paper we designed and implemented a wireless communication circuit which can control the remote devices integrating RFID and ZigBee. This system unifies transmit part and receive part. And this system recognizes RFID tag data, then the recognized information is controlled by MCU, and transmitted to a remote device through the ZigBee. This is operated on TinyOS. If this system is applied to a entrance security system, it can permit/deny one's entrance as well as control the personal computer or other electronic devices.

Our experiment shows the result of the recognized data transmission is very different according to a opened playground and a closed place. The data transmission time is stable in the indoor and the data transmission distance is long in the outdoor. We anticipate that our system be applied the various office oriented domains by connecting to the Wired LAN or the WLAN of IEEE 802.11x category.

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

* 이 논문은 2010년 경남과학기술대학교 기성회연구비 지원에 의하여 연구되었음.

접수번호 : #110512-002

접수일자 : 2011년 05월 12일

심사완료일 : 2011년 07월 26일

교신저자 : 장재혁, e-mail : jhyuk@gntech.ac.kr

I. 서론

현대사회에 접어들어 에너지는 무한한 것이 아니라 유한하다는 것이 밝혀지고 에너지 부족 현상이 큰 화두로 도래하였다. 한정된 에너지 자원에 대한 보다 높은 효율의 사용방법 또는 대체 에너지 개발 등의 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 이를 그린산업이라 부른다. 그린산업의 핵심 연구 분야로 대기전력 절감에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 국내의 대기전력 소비 규모는 일반 가정용 전원을 기준으로 볼 때 전체 사용량의 11% 수준에 육박하였다. 이는 다른 선진국에 비하여 상당히 높은 수준이며, 미국의 5% 경우와 비교하면 2배가 넘는 수치이다[1].

2005년 공식 발표된 도쿄 의정서에 따르면, 38개 선진국들은 1990년을 기준으로 2008 ~ 2012년까지 온실가스를 약 5% 감축해야 한다. 우리나라의 경우는 아직 법적 의무를 부담하고 있지는 않지만, 2차 의무감축 대상국이 될 가능성이 높다. 따라서 2013 ~ 2017년까지 온실가스를 감축해야 하는 실정이다. 이러한 이유로 정부는 '정부청사 에너지 10% 줄이기 캠페인'을 추진하였으며, 냉난방 온도 상한선을 낮추고 대기전력 소비를 줄이기 위해 전원콘센트를 교체하며, 2010년 7월 1일부터 신축건물에 대기전력 차단장치를 의무적으로 설치하도록 규정하였다[2].

최근에는 보다 청정하고 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[3].

스마트그리드 기술의 핵심으로 USN(Ubiquitous Sensor Network)기술을 들 수 있다. 최근의 USN은 현장에 설치된 각종 센서에서 수집한 정보를 사용자에게 보내기 위한 네트워크를 말하며 공용 주파수 2.4Ghz를 중심으로 발전하고 있다. 이 외에 ZigBee, BlueTooth, Wibro 등의 기술도 공용 주파수 대역 2.4Ghz에 혼재해 있는 상황이다. 따라서 USN 기반의 전자 장비들이 공

용 주파수 대역을 이용하여 통신하기 때문에 한 프로토콜을 사용하는 전자 장비에서 발생한 데이터 트래픽이 다른 프로토콜을 사용하는 전자 장비의 네트워크에는 간섭으로 작용하여 통신 장애가 발생하며, 그 정도가 심한 경우에는 전파적 차폐 지역이 생겨 하나의 무선 센서 네트워크를 서브 네트워크들로 분리하여 구축해야 한다[4][5].

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. RFID와 통신 요소와의 결합은 홈네트워크를 구성하여 각종 디바이스 상태를 체크하고, 상황에 맞는 실행이 일어날 수 있도록 DB와 연동시킴으로써 USN 기술을 구현하는데 폭넓게 사용될 것이다[6-8].

현재 IEEE 802.15.4f에서는 태그 데이터를 ZigBee 라우팅을 통해 전송하려는 목적의 RFID/ZigBee 통합 플랫폼 표준화가 진행 중이다[9][10]. 따라서 본 논문에서는 RFID와 무선 통신 기술인 ZigBee를 통합하여 원격지에 있는 디바이스들을 원격 제어 가능한 무선 통신 회로를 설계하고 구현하였다. 구현된 회로는 RFID 태그의 데이터를 리더에 인식시킨 후, ZigBee를 이용하여 인식된 데이터를 원격지 디바이스에 전송한다. 구현 회로는 무선 양방향 통신이 가능하고, TinyOS 상에서 동작한다. 논문의 구성을 살펴보면, 2장에서는 USN 기반의 무선 기술, 주파수 간섭을 회피하기 위한 기술 및 최근 표준화동향을 설명하고, 제 3장에서는 논문에서 제안하는 시스템과 특징에 대해 살펴본다. 제 4장에서는 실험 및 분석 결과를 설명하고, 제 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련연구

1. 무선기술

오늘날 다양한 분야에서 응용되고 있는 유비쿼터스 기술은 센서 기술과 무선인식 기술이 그 밑바탕에 깔려

있다고 볼 수 있다.

1.1 ZigBee

USN에서는 보편적으로 ZigBee 기술을 많이 사용하고 있다. ZigBee 기술은 IEEE 802.15.4 (PHY, MAC)를 기반으로 하는 무선 기술 스펙이다[8].

ZigBee는 근거리에서 낮은 데이터 전송율을 가지는 저가격, 저전력, 고효율의 장점을 가진 무선 네트워크 기술이며, 네트워크 당 255개의 노드 연결을 가진다.

ZigBee는 [표 1]과 같이 PHY로 2.4Ghz 대역 (QPSK 변조방식)의 16채널, 915Mhz 대역 (BPSK 변조방식)의 10채널, 868Mhz 대역의 1개 채널을 이용한다. 하지만, ZigBee는 최대 통신거리가 제한되기 때문에 그 응용 분야에 한계가 있다.

표 1. ZigBee 주파수와 데이터 전송율

주파수	밴드	영역	데이터 전송율	채널수
2.4 Ghz	ISM	전세계	250 Kbps	16
868 Mhz	-	유럽	20 Kbps	1
915 Mhz	ISM	미국	40 Kbps	10

ZigBee는 IEEE 802.15.4에서 표준화 되었으며 듀얼 물리 계층으로 주파수 대역은 2.4Ghz, 868/ 915Mhz를 사용한다[9]. 이 중 2.4Ghz는 공용 주파수 대역으로 와이브로, 무선랜 등의 다른 무선 네트워크 프로토콜과 함께 쓰인다. 이 때문에 한 프로토콜을 사용하는 전자 장비에서 발생한 데이터 트래픽이 다른 프로토콜을 사용하는 전자 장비의 네트워크에는 간섭으로 작용하여 통신 장애가 발생하며, 그 결과 전파적 차폐 지역이 생겨 하나의 무선 센서 네트워크를 서브 네트워크들로 분리하여 구축해야 한다.

ZigBee는 IEEE 802.15.4에서 표준화 되었으며 듀얼 물리 계층으로 주파수 대역은 2.4Ghz, 868/ 915Mhz를 사용한다[9]. 이 중 2.4Ghz는 공용 주파수 대역으로 와이브로, 무선랜 등의 다른 무선 네트워크 프로토콜과 함께 쓰인다. 이 때문에 한 프로토콜을 사용하는 전자 장비에서 발생한 데이터 트래픽이 다른 프로토콜을 사용하는 전자 장비의 네트워크에는 간섭으로 작용하여

통신 장애가 발생하며, 그 결과 전파적 차폐 지역이 생겨 하나의 무선 센서 네트워크를 서브 네트워크들로 분리하여 구축해야 한다.

USN에서 공용 주파수 대역의 전파적 간섭으로 인한 통신 장애 문제와 전파적 또는 물리적 차폐로 인한 네트워크 단절 문제를 해결하기 위해서 유선 통신을 이용하여 무선 센서 네트워크의 특정 노드들을 연결하는 것을 고려해 볼 수 있다.

1.2 RFID 기술 현황

RFID 리더기는 태그의 정보를 읽어내기 위해 태그와 송·수신하는 기기이며, 태그에서 수집된 정보를 네트워크로 전송하는 기능을 한다. RFID 리더기는 안테나 성능 및 주변 환경에 의해 인식 거리, 인식 정확도가 영향을 받는다. 종류로는 3.56MHz, 433MHz, 900MHz 등의 다양한 주파수 대역에서 동작하는 리더기와 EPC 코드 및 ISO18000 계열의 코드 등 다중코드를 인식하는 리더기가 있다. 현재 리더기는 인식성능을 높일 수 있도록 2-4개의 안테나를 배열하여 사용하고 있으나, 최근 주변 환경에 적응하여 빔을 제어할 수 있는 빔성형 (Beam forming) 안테나 기술이 적용되고 있다[4][7]. RFID의 채널 분포는 908.5Mhz ~ 914Mhz의 주파수 대역은 RFID/USN 용으로 사용할 수 있으며, 915Mhz ~ 923.5Mhz의 주파수 대역은 인접대역으로부터의 유해 간섭을 상호 허용하는 조건으로 사용할 수 있다[7][10]. RFID용 주파수는 125Khz/134Khz, 13.56 Mhz, 433.92Mhz, 860Mhz ~ 960Mhz, 2.45Ghz를 사용 중에 있으며, 125Khz/134Khz는 국제적으로 출입통제/보안용으로 사용 중이고, 13.56Mhz는 교통카드에 사용 중이고, 860Mhz ~ 960Mhz는 물류 유통 RFID용으로, 2.45Ghz는 ISM대역으로 사용이 가능하다. 우리나라는 현재 908.5Mhz ~ 914Mhz의 주파수 대역은 RFID/USN용으로 사용할 수 있으며, 915Mhz ~ 923.5Mhz의 주파수 대역은 RFID/USN 등의 무선 설비용으로 사용할 수 있다.

2. 주파수 회피 기술

2.1 채널 스캔 방법

기존의 연구에서는 주파수 간섭을 회피하기 위해 채

널 스캔 기능을 이용했다[11]. 이 방법은 먼저 네트워크 형성 초기 각 단말 노드들은 주변의 채널을 스캔하여 그 정보를 코디네이터에게 전달한다. 각 네트워크는 초기화, 노드 관리, 노드 정보 저장 기능을 제공하기 위해 코디네이터라 불리는 FFD(Full-Function Device)가 하나 이상 있어야 한다. 코디네이터는 채널 정보를 이용해 간섭이 없는 채널들을 추출하여 채널 테이블을 만든 후 모든 단말 노드들에게 전송하는 역할을 한다. 만약 통신이 불가능한 상황이 발생할 경우 단말 노드들과 코디네이터는 준비된 채널 테이블을 이용하여 채널들을 변경하며 통신을 한다. 하지만 이 방법은 간섭이 없는 채널 정보가 주기적으로 업데이트 되어야 하며, 채널 정보 업데이트를 위한 데이터 발생으로 인해 추가적인 전력의 소모가 발생하는 단점이 있다. 또한 한 단말 노드의 통신 장애로 인한 채널 변경 요청이 있을 경우 모든 단말 노드들이 채널 변경을 해야 하는 단점이 있다.

2.2 멀티 PAN 방법

기존의 연구는 주로 무선 PAN 하나로 네트워크가 구성되었지만 최근에는 멀티 PAN을 이용하여 네트워크가 구성되고 있다. 그 중 WSN에서 Wired Short Cuts라 하여 무선 PAN에 유선 PAN을 더하여 전체 시스템을 구축하는 방법이 있다[9][11]. 이는 유선 PAN을 이용하여 라우팅 경로를 변경함으로써 라우팅 홉 수를 줄이고 이로 인해 노드의 에너지 효율성을 증대시킴으로써 네트워크의 수명을 늘이는 목적으로 개발되었다. 그리고 유선 PAN을 사용함에 따라 지형의 제약을 덜 받고 노드를 설치할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 무선 PAN에 유선 PAN를 더하여 시스템을 구축하기 때문에 무선 PAN만을 이용하여 구축된 기존 시스템과의 호환성이 떨어지는 문제가 있다. 또한 유선 PAN에 맞춘 기능들을 시스템에 추가해야 하고 두 PAN의 양립에 따라 이종의 프로토콜로 통신해야 하는 문제가 있다.

이러한 문제들의 해결을 위해 ZigBee 통신 프로토콜과 Z-Wave 표준을 사용한 연구가 이루어지기도 하였다[12].

3. 최근 표준화 동향

최근 각 국가별로 상이한 주파수 대역을 사용하는 문제로 인해 표준화에 대한 필요성이 대두되어 RFID/USN의 주파수 대역과 프로토콜 등에 대한 국제 표준화가 진행되고 있다[13]. ISO/IEC 산하의 SC31에서 표준화를 주도하고 있다.

SC31은 WG1 ~ WG4 까지 4개의 워킹그룹을 두고 있으며 WG1에서는 1, 2차원 바코드를, WG2에서는 데이터 구조를, WG3에서는 시험방법에 대한 내용, WG4에서는 물류 RFID에 관한 내용을 다루고 있다. SC31에서 다루는 내용은 자동인식, 데이터 수집에 대한 기술 표준화 작업을 수행 중이다. [표 2]는 RFID/USN의 기술 표준화 작업을 진행 중인 ISO/IEC JTC1 - SC31의 구성을 나타낸 것이다.

표 2. ISO/IEC JTC1 - SC31 구성

그룹	그룹명	ISO/IEC	작업명	비고
SG1	Data 구분 표준	15961	Tag commands	데이터 프로토콜
		15962	Data syntax	
		24729	Data Value domain interpretation	
SG2	Tag 식별	15963	Tag 식별자	Tag ID 식별
SG3	통신	18000-1	Generic parameters	파라미터 규정
		18000-2	Below 135KHz	가속관리 TC23/SC19
		18000-3	13.56MHz	도서관리 JTC1/SC17
		18000-4	2.45GHz	u-chip 응용
		18000-6	860-960MHz	유통물류
		18000-7	433MHz (Active)	컨테이너 -100m
		24710	Elementary Tag Function	Read Only (EPC)
ARP	적용 기술	18001	ARP 요구사항	적용 조건 조사
SG3	통신	18000-1	Generic parameters	파라미터 규정

III. 시스템 설계 및 구현

본 논문에서는 무선 네트워크와 향후 센서 네트워크에 대한 활용 방안의 하나로 RFID와 ZigBee를 통합하여 시스템을 설계하고 구현하였다. 먼저 RFID 태그의 데이터를 리더에 인식시킨 후, ZigBee를 이용하여 원거리에는 디바이스들을 원격 제어 가능하도록 무선 통신 시스템을 설계하였다. 이 시스템은 작은 바이트만으로도 통신을 할 수 있는 분야라면 어디에든 적용이 가능할 것이다. 또한 기존의 Wired LAN 및 IEEE 802.11x 계열의 WLAN과 결합하여 오피스 중심의 각종 응용에 RFID가 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 아울러 무선통신과 RFID의 결합은 기존의 RFID 리더기가 고정된 위치에서 서비스하는 방식의 탈피를 기대할 수 있다.

구현된 시스템에서 ZigBee는 PHY 계층에서 응용 패킷의 데이터 길이는 30 ~ 60 바이트 정도이며, 대화형 게임, 컴퓨터 주변장치 등과 같은 경우에는 좀 더 긴 패킷 데이터 길이를 가진다.

1. 시스템 구성

시스템 구성에 사용된 RFID 리더는 13.56Mhz의 제품을 사용하였다. 이 장비는 인식거리가 짧은 단점이 있지만, 본 논문에서 구현한 시스템에서 가장 적합한 인식거리를 가졌다. RFID 리더의 인식 거리가 10cm라 한다면 인식거리 내에 있는 태그가 부착된 사물의 정보를 감지하여 통신할 수 있다. 이 때 자신이 선택하지 않은 정보를 전송 받게 되거나, 원하지 않는 정보의 송신 때문에 정작 필요한 정보를 수신하지 못하는 문제가 발생할 수 있어 인식거리는 짧지만 원하는 정확한 사물만을 인식하여 정확한 정보 전달이 가능한 13.56Mhz의 장비를 선택하였다.

무선통신 모듈 구성에 사용한 ZigBee는 USN 환경 기반의 기술로써 센서 네트워크 환경개발을 가능하도록 하였다. 구현된 시스템은 송신부와 수신부를 통합하여 구현되었다. 송신부에서는 RFID 태그와 디스플레이를 제어하기 위해 AT90S2313 타입의 MCU를 사용하였으며, 무선 데이터를 전송하기 위해 ZigBee 모듈을

사용하였다. 그리고 제어를 확인하기 위하여 모듈 외부에 LCD를 추가하여 구성하였다.

수신부에서는 ZigBee 모듈이 보낸 데이터를 수신 받아 MCU를 통해 LCD로 전송되게 하였다. 즉, RFID의 데이터를 받은 수신부에서는 각 모듈에 데이터가 안정적으로 수신되는지 확인할 수 있도록 하였다.

구현된 모듈은 전원으로 DC 5V 전압을 사용하며, RX의 경우 30mA 전후, TX의 경우 50mA 전후의 소모 전류를 필요로 한다. 통신 속도는 9600-8-1-N이며, 최고 속도는 1M bps이다. 이 모듈은 입력 값을 받아 A/D 변환하여 RF 모듈에 의해 무선으로 데이터를 주고받을 수 있고, RS-232C를 이용한 통신이 가능하다. 무선통신 디바이스를 네트워크로 통합 관리 가능하며, 원격지 통합관리가 가능하다. 일반 무선통신의 단점인 주파수 간섭이 없는 신뢰성을 보장하며, 각종 데이터 수집, 관리에 용이하다.

마이크로 컨트롤러는 AT90S2313을 사용하였다. 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 최소비용으로 개발이 가능한 장점이 있다.

1.1 ZogBee 모듈 설계

[그림 1]은 설계된 지그비 모듈의 회로도이다. 송신부는 MCU인 AT90S2313을 기준으로 RFID 모듈이 연결되어 있다. MCU는 입·출력 핀을 사용하여 RFID를 통하여 들어온 태그 데이터 값을 확인하고, 태그 데이터 값을 ZigBee 모듈을 이용하여 송신한다. 송신부 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.

수신부는 송신부와 마찬가지로 MCU를 기준으로 ZigBee 모듈, LCD가 연결되어 있다.

수신부에서는 송신부에서 ZigBee 모듈로 전송한 데이터 값을 ZigBee 모듈로 받아 MCU에 입력시키고 RFID 값에 따라 출력하게 된다. 무선 데이터 제어의 경우 입력된 전자태그의 정보를 시스템이 인식하는데 용

이하도록 구성하였다.

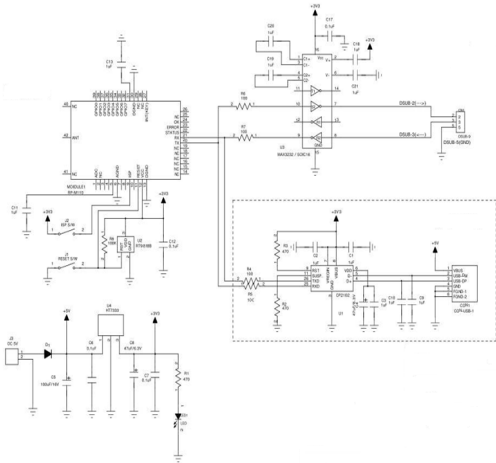


그림 1. 지그비 모듈 설계도

[그림 2]는 설계된 ZigBee 모듈을 사용하여 구현한 송·수신부 ZigBee PCB이다.

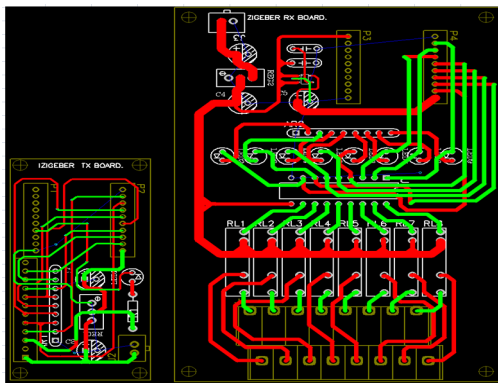


그림 2. ZigBee 모듈 PCB

ZigBee는 무선통신 모듈로써 데이터를 무선으로 송·수신하는 역할을 한다. 위 그림은 RFID 데이터를 무선 전송하는 ZigBee 모듈을 나타낸 것이다. 이 모듈은 장애물이 없을 경우 최대 거리 2500m까지 통신이 가능하며, LCD를 통해 작동 상태를 쉽게 파악할 수 있다. 또한 일반 무선통신의 단점인 주파수 간섭이 없는 신뢰성을 제공한다.

2. 미들웨어

2.1 RFID 미들웨어

개발된 시스템에서 적용된 RFID 미들웨어는 EPCglobal 표준을 준수하며 Edge 미들웨어와 ALE(Application Level Event) 미들웨어로 구성된다. Edge 미들웨어는 EPCglobal RP(Reader Protocol)의 관리 및 모니터링 기능을 담당한다. RP의 관리를 위해 RP의 구성 모듈에 대한 설정 정보를 파일로 관리하며, 이를 쉽게 조작하고 활용할 수 있는 관리 툴을 제공한다. 또한 모니터링 기능을 사용하여 현재 RP의 동작 상태 및 오류보고 사항을 확인 조치할 수 있는 기능을 제공한다. EPCglobal RP는 물리적 Reader장치를 이용해 태그 데이터를 읽고 정보를 보고하는 방법 및 범용적인 인터페이스를 제공한다.

2.2 ZigBee 제어

본 논문에서 구현한 ZigBee 모듈은 입력 값을 받아 A/D 변환하여 RF 모듈에 의해 무선으로 데이터를 주고받을 수 있다. 또한 주파수 간섭이 없는 신뢰성의 제공으로 각종 데이터 수집, 관리에 용이하다. Bluetooth 장치들이 기본적으로 통신이 가능하려면 통신 초기 설정치가 통신을 하고자 하는 주변 장치의 고유 주소를 설정, 저장하고 이런 설정이 끝난 다음에 비로소 주변 해당 장치의 주소로 접속하여 통신이 가능한 상태가 되는 것과 달리 본 논문에서 구현한 ZigBee 모듈은 기본적으로 다른 802.15.4 무선통신에 연결되도록 설계되어 전원을 켜 후에 기본 설정인 38,400 baud rate 에 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.

본 논문에서 설계하고 구현한 ZigBee 모듈을 지원하는 초기 프로그램은 자동 연결 모드 즉, 전원 인가 시 통신을 하고자 하는 802.15.4 무선통신 디바이스에 자동적으로 따로 설정 없이 바로 연결되도록 하였다. 장치의 무선통신 연결을 해제하고자 하면 연결된 장치 중 하나의 연결해제 버튼을 누른 후 연결을 해제하고 직렬

연결 장치 포트를 제거하면 된다.

2.3 수신부 제어

[그림 3]은 시스템 수신부의 상태 플로차트이다. 송신부에 전송된 데이터는 수신부의 MCU, LCD, ZigBee 초기 설정 후 RFID의 데이터 입력을 받아 데이터 값이 있을 경우에 MCU가 데이터를 LCD에 디스플레이 하고 전송된 데이터가 없을 경우에는 RFID를 대기 상태로 둔다.

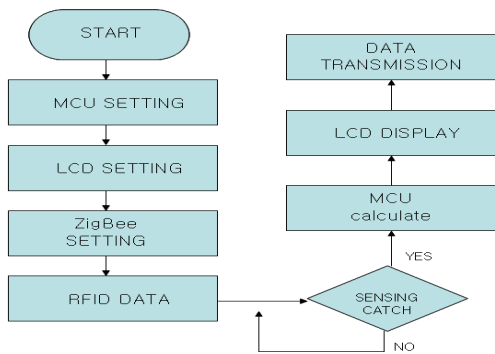


그림 3. 수신부 플로차트

IV. 실험

개발된 시스템의 성능을 실험하기 위하여 실험환경을 설정하였다. 전파 간섭에 따른 변화를 측정하기 위해 강의실, 운동장, 복도에서 실험을 하였다. 실험에 있어 장애물의 존재 여부와 장애물 종류에 따라 신호의 세기가 감쇄되거나 간섭을 받을 수 있기 때문에 실험의 편의상 장애물은 없는 상태를 가정하여 실험하였다.

1. RFID 데이터 실험

RF 신호의 경우 인식 범위가 원하지 않는 범위까지 영향을 미쳐 오인식 되는 경우가 발생할 수 있으며 이런 문제 해결은 리더와 태그 외 전파를 차단할 수 있는 환경이 구성되어야 한다.

[표 3]은 시스템의 동작 실험 결과이다.

표 3. 성능 실험

항목	성능	동작	비고
동작 성능	ok	100%	
제어 거리	8cm 이내	100%	
인식 속도	106kbps	100%	
전압 변동	+(-)5%	100%	
카드체크 소비시간	200 μ s	100%	
카드체크 소비전류	7mA	100%	

이 실험은 시스템의 성능을 KS규격의 항목 중 직접 실험장비로 확인 가능한 항목만을 포함하였으며, 그 동작 성능에서는 오인식, 오작동의 문제는 발생하지 않았다.

다음으로 리더기로부터 태그 데이터를 입력 받아 들이는 거리를 측정하였다. 이는 태그가 어느 정도 거리에 존재하여야 데이터 인식을 할 수 있는지 실험한 것이다.

[표 4]는 태그 인식 거리 측정 결과이다.

표 4. 태그 인식 거리

실험거리 (mm)	35	40	45	50	55	60	65
인식여부	o	o	o	o	o	o	o
실험거리 (mm)	70	75	80	85	90	95	100
인식여부	o	o	o	x	x	x	x

앞에서 언급한 바와 같이 RFID 리더는 13.56Mhz의 단거리 주파수 제품을 사용하였다. 제품의 제원에는 10cm까지 인식이 가능하다고 하였지만 실제 인식 거리 실험에서는 총 10회 실험에서 인식 거리는 8cm를 넘지 못하였다. 이는 환경과 모듈간의 다소의 오차가 있기 때문이라 판단되며, 측정거리와 무관하게 인식시간은 동일하게 측정되었다.

2. ZigBee모듈 실험

구현된 ZigBee모듈은 장애물이 없을 경우 최대 거리 2500m까지 통신이 가능하며, 700m까지 안정적인 통신이 가능하고, LCD를 통하여 작동 상태를 쉽게 파악할 수 있다. 실험 환경은 강의실, 운동장, 복도에서 실험하였으며 환경적 제약은 배제하였다.

[그림 4]는 실험 환경별 인식 데이터 전송 시간 및 거리를 측정하였다. 운동장에서의 측정 실험은 넓은 공간에서의 데이터 인식 성능을 측정한 것이며, 대략 450m까지 인식이 가능하였다.

0 ~ 250m 구간에서는 비교적 안정적인 인식이 이루어졌으며, 250m ~ 350m 구간에서는 다소 불안정한 인식이 이루어졌다. 강의실에서의 데이터 측정은 80m정도까지 인식할 수 있다는 것을 보여주고 있으며, 최적 거리는 60m 정도였다. 그 이상의 거리에서는 매우 불안정한 인식을 보여주고 있다. 건물 복도에서의 데이터 측정은 100m 거리까지 비교적 안정적인 인식이 이루어졌으며, 70m까지는 상당히 안정적이고 빠른 데이터 인식이 이루어졌다. 그리고 100m 이상 거리에서도 불안정 하기는 하지만 데이터 인식이 이루어져 150m 거리까지 인식이 이루어졌다.

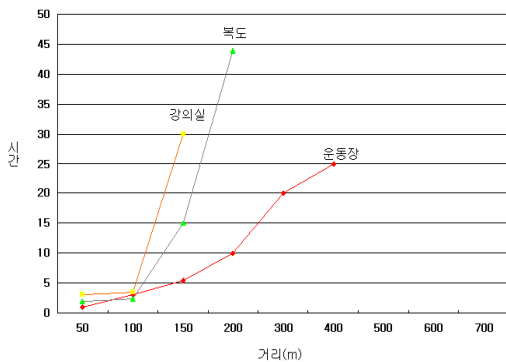


그림 4. 환경별 인식 데이터 전송 시간과 거리

[표 5]는 기존 연구[12]와 제안 시스템 ZigBee 모듈 전송성능 비교 결과이다. 실험 환경의 차이는 있지만 기존 연구의 ZigBee와 Z-Wave 모듈의 전송 결과와 구현 시스템 ZigBee 실내 환경에서의 전송 결과를 비교하였다.

표 5. 성능 비교

모듈	최대 전송 거리(m)	최적 거리(m)	비고
구현 시스템 ZigBee Tx	80	60	강의실
Z-wave 3 re Tx	30	22	실내
Z-wave no re Tx	30	21	실내
ZigBee 4 re Tx	21	20	실내
ZigBee no re Tx	30	23	실내

V. 결론

본 논문에서는 RFID와 무선 통신 기술인 ZigBee를 통합하여 원거리에 있는 디바이스들을 원격 제어 가능한 무선 통신 회로를 설계하고 구현하였다. 구현된 시스템은 건물 출입 시스템과 연동하여 출입 승인을 하거나 최근에 본격적으로 사용되고 있는 대기전력 절감 장치들을 제어할 수 있다. 이를 위해 RFID를 이용한 거리별 데이터 입력 실험을 통해 단거리 인식에 적합하다는 사실과 데이터 통신이 가능하다는 것을 증명하였다.

실험 결과에서 살펴보면 개방된 운동장과 한정된 공간과는 데이터 인식 결과가 확연히 다를 수 있다. 인식 거리를 보면 운동장이 450m, 강의실이 80m, 복도가 150m까지 인식이 이루어졌다. 이를 보면 전체적인 인식 시간은 건물 내부가 더 안정적인긴 하지만 거리에서는 외부가 더 멀었다. 그리고 모든 실험 결과는 실험 환경에 상관없이 모든 구간이 5초 이내에 ZigBee 통신 모듈의 연결이 이루어지는 것을 알 수 있다. 이를 토대로 무선 통신 기반에서 ZigBee를 사용하는데 주변 환경의 영향이 있기는 하지만 일정한 거리에서는 별다른 문제가 없이 사용이 가능하다고 볼 수 있다.

기존 연구와 실내 환경에서의 전송 거리를 비교해 보면 구현 시스템은 60m 정도가 ZigBee 모듈의 전송 최적 거리이지만 기존 연구의 실험에서는 22m 내외가 전송 최적 거리였다. 실험 환경의 차이를 배제하고 단순히 전송 거리를 측정할 결과임을 감안하더라도 구현 시스템의 성능이 상당히 개선되었음을 알 수 있다.

전체 실험 결과로 보면, 본 논문에서 구현된 RFID와

ZigBee를 이용한 원격 무선 통신 시스템은 수신 데이터를 MCU로 제어 하고 ZigBee를 통해 무선 통신이 가능하다. 따라서 기존의 기자재관리 시스템과 연동하여 사용한다면 전산화된 프로세스를 이용하여 관리 프로세스를 개선할 수 있고, 시간적인 측면, 대기 전력 관리 등 비용적인 측면에서도 그 효율성이 상당할 것이다.

추후 더 연구해야할 과제로는 공간적인 제약 없이 사용이 가능하도록 ZigBee 중계기 등을 사용하여 각각 여러 독립된 공간에 대한 적용 방법이 연구 되어야 할 것이며 다양한 환경의 신뢰성 확보에도 연구가 더 있어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] D. S. Choi, J. M. Han, and S. T. Park, "Research of Standby Power Reduction Device using Isolated Keying-circuit for Transformer input side switching," Journal of Korean Institute of Electrical Engineers, Vol.2008, No.9, 2008(5).
- [2] <http://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20100108023010>
- [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, 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] S. H. Rhee, J. H. Chun, and J. A. Park, "Performance Improvement in Passive Tag Based RFID Reader," Journal of the Korean institute of communication sciences, Vol.31, No.11A, pp.1159-1166, 2006.
- [6] D. H. Jung, J. H. Kim, D. H. Ji, and Y. J. Baek, "Design and Implementation of RTLS using Active RFID," Journal of the Korean institute of communication sciences, Vol.31, No.12A, pp.1238-1245, 2006.
- [7] C. H. Quan, W. K. Hong, Y. D. Lee, and H. C. Kim, "Performance Evaluation of Anti-collision Algorithms in the Low-cost RFID System," Journal of the Korean institute of communication sciences, Vol.30, No.1B, pp.17-25, 2005.
- [8] J. S. Lee, "Performance evaluation of IEEE 802.14.3 for low-rate wireless personal area network," IEEE Trans. Consumer Electron, Vol.52, No.3, 2006(8).
- [9] <http://www.zigbee.org/en/index.asp>
- [10] ZigBee Alliance, "ZigBee Specification Document 053474r13," 2006(10).
- [11] IEEE standard for information Technology Part 15.4 "Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Network (LR-WPANs)," IEEE Std 802.15.4, No.4, 2003.
- [12] G. Ferrari, P. Medagliani, S. D. Piazza, and M. Martalo, "Wireless Sensor Networks: Performance Analysis in Indoor Scenarios, EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking," Vol.21, 2007(4).
- [13] http://www.riss.kr/search/download/FullTextDownload.do?viewcode=2aa0be2d0465dbefbfe0bdc3ef48d419&orgcode=bb44b591d3808efe&p_m at_type=1a0202e37d52c72d&loginFlag=1

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 ~ 2011년 현재 : 국립경남과학기술대학교 교양학부 교수

<관심분야> : 유비쿼터스 컴퓨팅, 정보보안, 인터넷 윤리

장 재 혁(Jae-Hyuk Jang)

정회원



- 2006년 2월 : 경상대학교 컴퓨터 과학부 공학박사
- 현 재 : 국립경남과학기술대학교 교양학부

<관심분야> : 유비쿼터스 컴퓨팅, 소프트웨어공학, 네트워크 보안