
Zigbee 통신 solution을 이용한 거리 측정

김영근*, 허창우*

Distance measurement using Zigbee communication solution

Young-Keun Kim*, Chang-Wu Hur*

요 약

현대에 컴퓨터를 기반으로 무선으로 데이터를 측정하고 제어하는 device들이 보편화 되어있으며, 낮은 가격으로 높은 성능을 낼 수 있는 device들이 각광 받고 있다. 그리고 산업 환경에서 유선 이용이 불가능한 곳이나 직접 사람이 들어갈 수 없는 위험한 장소의 거리 측정할 때 Zigbee 통신 Solution을 이용한다면 공간의 제약 없이 컴퓨터로 데이터를 분석 처리할 수 있다. Zigbee 통신은 기존의 RF나 bluetooth등에 비해 전력 소모에서 효율적이고 battery 사용을 장시간 사용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 시스템 구현 비용이 아주 저렴하기 때문에 네트워크에 많은 노드들을 설치 할 수 있다. 이에 본 논문에서 구현한 거리 측정 무선 송/수신 시스템은 여러 개의 LMC(Laser Measuring Control)와 이에 상응하는 여러 개의 Slave Zigbee에서 하나의 Master Zigbee 까지 무선으로 데이터를 송신한다. Master Zigbee는 LMC에서 측정한 데이터들을 수신 받아 컴퓨터로의 처리를 하고자 하였다.

ABSTRACT

At the present day, devices for measurement and control of data by wireless based computer have been generalized. The devices with low cost and high performance have been spotlighted. If Zigbee communication solution is used in dangerous places and places that can not in use wire communication, computer can process data without limitation. Zigbee communication solution is effective in power consumption as compared with RF or bluetooth and can use battery. System cost of Zigbee also is very low, so can install lots of nodes. The system made in this paper transmit by wireless many LMCs(Laser Measuring Control) of wireless transmission system for distance measurement and many slave Zigbee to a master Zigbee.

키워드

Zigbee 통신, 전력 소모, 거리 측정, 무선 송/수신 시스템, LMC

I. 서 론

무선통신은 유선통신이 제공할 수 없는 다양한 환경과 사용자의 편의를 위해 신속하게 제공되는 장점으로 급속하게 확대되었다. 소규모영역 내에 대다수 사용자끼리, 그리고 긴급한 데이터 처리를 위한 무선 네트워크의 필요성이 대두되었다.

ZigBee는 IEEE 802.15.4 표준중 하나이며 가정 사무실 등의 무선 네트워킹 분야, 송수신기를 센서와 결합한 대규모의 무선센서네트워크 분야에서 반경 30m 내외의 근거리 통신과 Monitoring & Controlling을 목표로 개발된 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 기술이다. 응용분야에는 홈 네트워크, 공장 및 산업 현장에서의 컨트롤, 빌딩 자동화에서 사용되어 지며, 현대의 건강을 중요시 되면서

환자와 의사가 자유롭게 이동하면서 의료서비스를 주고받는 Health Care 분야에서 활용되어 지고 있다.

본 연구에서는 위와 같이 ZigBee를 적용할 수 있는 다양한 응용분야 중 하나인 Industrial Control Network를 ZigBee를 이용하여 구현하였다. 거리측정 장치는 현재 상용된 제품이 많이 출시 되어져있다. 그러나 고가이며 직접 사람이 들고 다니면서 측정해야 하는 경우와 여러 지점을 동시에 측정 후 산출해야 하는 경우의 문제점이 발생한다. 산업 현장에서 사람들이 직접 측정하기 어려운 장소에서나 오차 범위를 최대한 작게 하여 정확한 거리를 필요로 할 때 LMC (Laser Measuring Control)라는 장치와 ZigBee를 연동하여 본 시스템을 구현하였다.

II. Zigbee Module의 구성

ZigBee는 저전력, 저가격, 사용의 편리성을 가진 근거리 무선네트워크의 대표적 기술 중의 하나로 IEEE 802.15.4 표준의 PHY층과 MAC층을 기반으로 상위 프로토콜 (Protocol)과 응용을 규격화한 기술로 원격제어 및 관리의 응용에 적합한 홈오토메이션 등의 적용되며, 유비쿼터스 센서 네트워크 환경 구축에 중추적 역할을 담당할 기술이다.

ZigBee는 WPAN의 국제표준 중의 하나로 무선이 갖는 장점뿐 아니라 구조까지 간단해서 크기가 작으며 설치가 쉽고 개발비용도 적게 든다. 칩셋 가격이 저가격이며 저 전력인 반면 통신은 매우 안정적이다.

IEEE 802.15.4에서는 두 개의 물리계층이 존재하며 이들 물리계층은 Low-Duty_Cycle과 Low-Power-Operation을 위해 동일한 패킷 구조를 갖는다. 두 물리계층의 차이는 전 세계에 사용하는 ISM 밴드인 2.4GHz 대역과 미국에서 사용하는 915MHz와 유럽에서 사용하는 868MHz로 구분된다. 3개의 주파수 대역은 BPSK 변조 방식을 사용하며 1개의 채널과 20kbps를 갖는 868MHz와 10개의 채널과 915MHz 그리고 O-QPSK 변조 방식을 사용하여 16개의 채널과 250kbps인 2.4GHz로 구분된다.

표 1. 주파수 밴드별 비교
Table 1. comparison by frequency band

구분	2.4GHz	868MHz	915MHz
Data Rate	250Kbps	20Kbps	40Kbps
Channel	11~26	1	10
DSSS	32-chip PN	15-chip PN	
Coverage	World wide	Europe	America
Channel	16	1	10
Sensitivity	-85dBm	-92dBm	

ZigBee 네트워크를 구성하는 기능에 따라 ZigBee Coordinator, ZigBee End Device로 구분한다. ZigBee Coordinator은 ZigBee 네트워크 마다 단 하나만 존재하는 네트워크 관리자로 내장된 Zigbee Module을 통해 Zig Node측 Module과의 무선통신을 통해 각 디바이스의 정보를 획득하고 제어하는 역할을 하며, ZigBee End Device은 ZigBee Module과 디바이스로 구성되며, 각종 device에 무선제어 신호를 실행/제어하는 역할을 한다.

IEEE 802.15.4의 주소필드는 0~20바이트의 가변길이의 응용에 따라 유연성을 가지고 있다. 주소지정방법에 따라 코디네이터로부터 16비트 주소를 할당 받아 사용하거나 노드에 부여된 고정된 64비트 주소를 사용할 수 있다. Destination PAN ID와 Source PAN ID가 존재하여 서로 다른 이종 PAN간의 데이터 전송이 가능하도록 여지를 두었다. 이와 같은 필드의 존재는 다양한 PAN을 연결하여 하나의 클러스터트리 네트워크를 형성할 수 있다. 주소필드는 일반적인 Star 형태와 Mesh 형태를 비롯하여 Peer-to Peer 형태의 네트워크 형성에 제약이 없도록 유연하게 구성되어 있다.

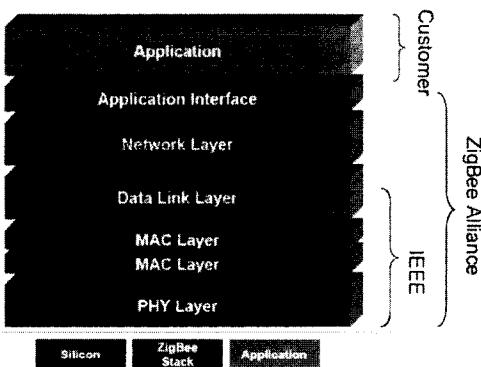


그림 1. ZigBee Protocol Stack
Fig. 1. ZigBee Protocol Stack

Bytes:	0/2	0/2/8	0/2	0/2/8
Address	Destination PAN ID	Destination Address	Source PAN ID	Source Address
info	Addressing fields			

그림 2. MAC 주소필드의 구성
Fig. 2. structure of MAC address field

ZigBee 네트워크에서 구성요소들의 특징을 살펴보면 노드 번호 할당에 16비트 주소를 사용하므로 65,536개까지 연결 될 수 있다. 그림 2에서 보는 바와 같이 Star, Cluster-Tree, Mesh의 세 가지 네트워크 형태가 지원되며, 네트워크에 가입하는데 시간이 짧게 걸리고, 휴면에서 빠르게 깨어난다. Star네트워크 형태는 가장 단순한 네트워크 형태이며 저 가격의 네트워크를 구성할 수 있다. Mesh네트워크 형태는 라우터와 코디네이터가 하나 이상의 경로를 선택할 수 있다. 전송에서 이상이 발생하면 다른 경로로 연결하여 전송할 수 있다.

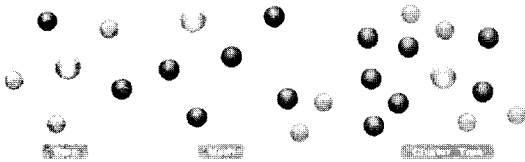


그림 3. ZigBee Topology Model
Fig. 3. ZigBee Topology Model

ZigBee 전송거리 및 송/수신 power를 보면 2.4GHz 대역에서는 수신감도가 -85dBm이고, 868/915MHz 대역에서는 -92dBm이다. 신호의 전송거리는 수신 감도와 송신 power에 비례하며 1mW 출력시 10 ~ 20m의 전송거리가 된다.

III. ZigBee 거리측정 시스템 구현

본 연구에 거리측정 시스템은 크게 3가지로 구분할 수 있다. 첫 번째로 거리측정을 위한 LMC(Laser Measurement Control)라는 Laser 장치를 사용한 부분과 두 번째로 zigbee를 이용한 무선 네트워크 시스템을 구현을 위하여 제작한 Coordinator Module, EndDevice Module

부분 세 번째로 사용자의 Application을 위한 시리얼 통신 프로그램으로 구분된다.

ZigBee를 이용 무선 전송 시스템 구현하기 위해 MaxStream사의 XBee Pro Module을 사용하여 본 연구를 하였으며 이 연구에서는 무선으로 패킷을 전송하는 Wireless UART 통신용 프로그램을 사용하였다. ZigBee 모듈은 주로 Zigbee RF 칩과 MCU 및 주변 회로로 구성되며 최근에는 RF 및 MCU가 단일 칩화 되어 주변 RF 회로와 I/O 인터페이스를 포함하는 모듈로 구성된다. 그림 4은 사용한 Data Flow Diagram이다.

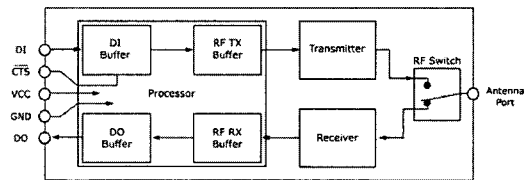


그림 4. Internal Data Flow Diagram
Fig. 4. Internal Data Flow Diagram

본 실험에 사용된 ZigBee Module의 사양은 ZigBee/802.15.4 OEM RF Module로 주파수 대역은 ISM 2.4GHz 대역을 사용하며 실내에서의 전송거리는 100m이지만 실외에서의 전송거리는 10mW ~ 100mW Power로 1.2Km까지 가능하다. 250 kbps의 전송속도를 가지고 있으며, 네트워크 topology의 형태는 Peer-to-Peer, Point-To-Point, Point-to-Multipoint topology 방식으로 사용 가능하다. 또한 전송 출력 전력이 60mW or 100mW로 여러 곳에서의 측정할 많은 데이터들을 정확하게 송/수신이 가능하다.

Laser를 이용한 거리 측정 장치로 Loke사의 KHU-LMC-J-0040-1/2-RS232-CC82 모델을 사용하였으며, 일반적으로 LMC라 불린다. LMC의 사양은 전압 DC 10V를 사용하며 최대 100m까지 거리측정을 할 수 있다. 또한 Baud rate는 9600bps이며 RS-232 or RS-422 방식으로 컴퓨터, Micro Controller와 연동할 수 있다.

이 연구에서 사용한 zigbee device는 RF(Radio Frequency) 모듈으로는 Freescale의 MC13193을 사용하였고, Micro Controller는 MC9S08GT60을 사용한 단일 칩화 되어있는 형태이다. 그리고 LMC에서 ZigBee, PC에서 ZigBee 제어를 위해 Atmega128L인 Micro Controller를 사용하였으며 무선으로 데이터를 전송시키기 위해 우

선 고려할 사항으로 데이터의 손실과 전파의 통달거리이다. EndDevice Module에서 측정된 수많은 데이터들은 ZigBee Coordinator까지의 데이터 손실과 한꺼번에 수신되는 많은 데이터의 처리과정에서의 데이터 손실에 따른 실제 값과 측정값의 오차율이 커질 수 있으므로 LMC에서 전송된 제어 데이터가 정확히 전달되는지 PC 프로그램에서 검증하는 과정 까지 실험을 하였다. 전체 시스템 블록도는 그림 5와 같다.

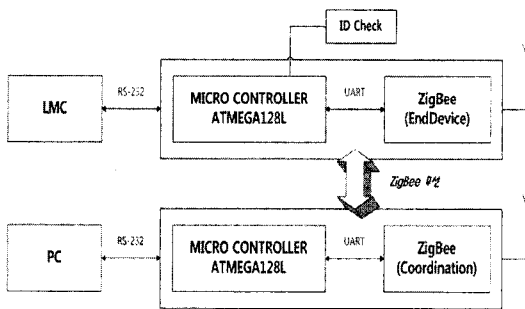


그림 5. 거리측정 시스템의 전체 블록도
Fig. 5. whole block diagram of distance measurement system

본 논문에서 Coordinator Module 시스템은 ZigBee Coordinator로 동작하며 PC에서 LMC 컨트롤 데이터를 UART로 받아 EndDevice Module 시스템으로 Broadcast Mode로 전송하는 역할을 하며 ZigBee의 EndDevice Channel과 PAN ID가 같은 모든 ZigBee의 송/수신이 가능하다. 구현된 보드는 그림 6과 같다.

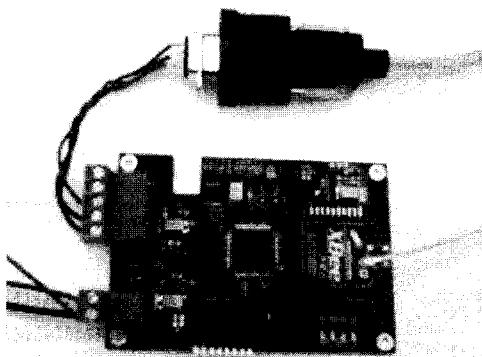


그림 6. ZigBee Coordinator System
Fig. 6. ZigBee Coordinator System

구현한 EndDevice Module 시스템은 ZigBee 통신 시스템에서 END 노드로 동작하며 이 시스템은 Coordinator Module 시스템으로부터 전송 받아서 LMC에 RS-232 통신으로 컨트롤 데이터를 보낸다. 측정된 거리 데이터를 Coordinator Module로 실시간으로 보내 PC에 데이터 값을 저장한다. 구현된 보드는 그림 7과 같다.

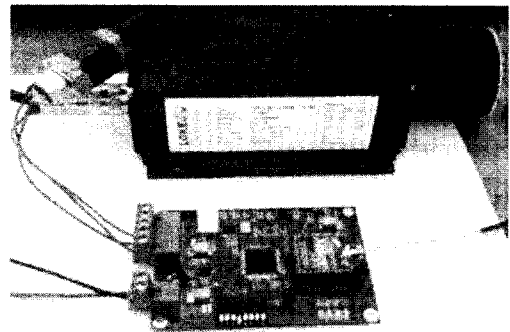


그림 7. ZigBee EndDevice System
Fig. 7. ZigBee EndDevice System

IV. 실험 및 고찰

이 실험에서 ZigBee EndDevice 시스템에서 LMC에서 측정된 데이터를 ZigBee Coordinator 시스템으로 정확히 전송 되는지 PC 프로그램에서 검증하였다. 모든 시스템에 전송 baud rate를 9,600 bps 속도로 통신을 하였다. 여러 곳에서의 측정된 데이터들이 ZigBee의 Coordinator로 한꺼번에 들어오게 되면 데이터의 손실 발생률이 높아질 수 있다. Coordinator System에서 End Device System으로 컨트롤 데이터의 Frame Protocol은 그림 8과 같다.

0	1	2~3	4
STX	ID	명령어	ETX

그림 8. Frame Protocol
Fig. 8. Frame Protocol

ID는 EndDevice Module 시스템에 ID를 각각 부여한 뒤 PC에서 보낸 ID와 비교하여 명령어의 실행여부에 따라 LMC 장치에서 측정된 거리 데이터를 Coordinator Module 시스템으로 전송 시키는 알고리즘으로 구현하

었다. 그림 9는 UART를 통하여 PC의 시리얼 프로그램에 Display한 그림으로서 각각의 ID와 그에 따른 거리 값을 나타내었다. Coordinator로 한꺼번에 많은 데이터가 들어오는 것보다 각각의 ID를 부여 후 데이터 수신시 오차를 이 더 적게 발생하는 것을 확인하였다.

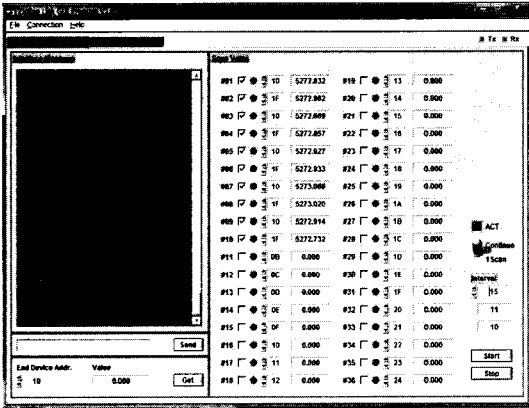


그림 9. Coordinator 시스템의 통신 프로그램
Fig. 9. communication program of coordinator system

또한 소비전력 실험결과 전송시 25mA, 수신시 20mA가 됨을 확인하였다. 이로 인하여 낮은 전송 전력으로 송/수신됨을 확인하였다.

V. 결론

본 논문에서는 ZigBee를 이용하여 거리측정 시스템을 구현하였다. 구현한 거리 측정 무선 송/수신 시스템은 여러 개의 LMC(Laser Measuring Control)와 이에 상응하는 여러 개의 Slave Zigbee에서 하나의 Master Zigbee 까지 무선으로 데이터를 송신하였다. Master Zigbee는 LMC에서 측정한 데이터들을 수신 받아 컴퓨터로 처리하였다. 실제 실험을 통하여 측정된 데이터가 전송됨을 확인하였고 유선이나 bluetooth를 사용하는 것보다 ZigBee를 이용하는 것이 소비 전력 측면에서나 네트워크 구성에 효율적인 측면을 보였다. 이 실험에서 3대의 시스템을 사용하였지만 더 많은 ZigBee와 여러 대의 LMC 장비를 사용한 시스템을 구현하면 여러 곳에 원하는 지점 데이터를 산출하리라 생각한다.

참고 문헌

- [1] ZigBee Alliance, <http://zigbee.org/>
- [2] Maxstream, <http://www.maxstream.net>
- [3] Loke, <http://www.loke.de>
- [4] 김국현, "Zigbee를 이용한 의료 정보 무선전송 시스템 설계 및 구현"
- [5] AVR ATmega128 마스터 - Ohm사 2004
- [6] Kun-Young Ahn, 'RFID/USN in Korea', Seoul Open House Keynote September, 28, 2006
- [7] Pilsoon Choi, Hyungchul Park, Ilku Nam, Kyuchel Kang, Kwyro Lee, "An experimental coin-sized radio for extremely low power WPAN(802.15.4) application at 2.4 GHz", IEEE Journal of Solid-state Circuits, DEC. 2003, vol.38 pp. 2258-2268.

저자소개



김영근 (Young-Keun Kim)

2008.2 목원대학교 전자공학과
공학사

2008.3 ~ 현재 : 목원대학교 IT
공학과 석사과정

※주요연구분야: 반도체통신 및 VLSI 설계



허창우 (Chang-wu Hur)

1991.2 연세대학교 전자공학과
공학박사

1986~1994 LG 중앙 연구소

1994.3 ~ 현재 목원대학교 IT공학부 교수

※ 주요연구분야: 반도체공학 및 VLSI 설계