

계측 시스템의 무선통신을 위한 RF모듈 개발

박석현, 심우혁, 서영조, 김병진, 전희중
 송실대학교 전기공학과

A Development on Universal RF based Module for Wireless Network

Suk-Hyun Park, Woo-Hyuk Shim, Young-Jo Seo, Beung-Jin Kim, Hee-Jong Jeon
 Dept. of Electrical Engineering, Soongsil University

Abstract - The existing equipment with wire communication can expect the stability of data transmission. However, according to increasing a number of DTE(Data Terminal Equipment), wiring work becomes a heavy burden. Restriction to application about portable DTE and the lack of flexibility are another drawback of wire communication.

This paper presents the design and implementation of a RF(Radio Frequency) based wireless communication system. The RF based module is designed to the multi communication between DTEs. The RF based module consists of RF circuit and microprocessor. The main properties of RF circuit are maximum 5Kbps transmission rate, maximum 90m transmission distance and 433MHz frequency band. The microprocessor rearrange the data into AHDLC(Advanced High level Data Link Control) format and then instructs RF circuits to transmit/receive the data. The RF module have a wide application field such as fire/security alarm, remote control/measurement etc..

1. 서론

산업화와 정보화가 가속됨에 따라 공장이나 연구소 등에 사용되는 전자 계측기 및 측정장치는 외부 장치와의 통신 기능을 부가적으로 갖고 있다. 이러한 통신 기능은 측정장치의 출력을 외부장치로 전송하거나 원격으로 장비를 조정하는데 사용되고 있다. 이와 같은 원격감시/제어 기능은 제품에 고부가가치성을 갖게하고 사용자에게 편리한 제어를 가능하게 한다.

통신 기술의 발달과 더불어 전송방식도 여러가지 형태를 갖는다. 다양한 분류가 가능하겠지만 크게 전송방식은 유선(wire)방식과 무선(wireless)방식으로 나눌 수 있다. 지금까지는 전송율이나 전송에러, 설치경비 등 모든 면에서 유선방식이 무선방식의 성능을 능가해 왔다. 그러나 전송장치의 수가 증가함에 따라서 설치가 어렵고 선로증설에 따른 비용증가의 문제와 전송장치의 이동이 어렵다는 이유 등으로 무선 전송방식의 필요성이 대두되고 있다. 또한 일반 공장의 통신망에서 각 센서들의 신호들을 제어하는 시스템을 구축할 때, 기존의 유선통신을 사용한 방식은 데이터 전송의 안정성을 기할 수는 있었으나 다수의 센서들을 제어하기 위해서는 선로의 증설과 변경이 어렵고 그에 따른 비용증가의 단점으로 인하여 유동적인 센서들을 사용하는데 많은 제약이 따랐다. [1]

본 논문에서는 RF모듈을 개발하여 센서, 계측기와 컴퓨터간의 무선 통신을 가능하게 하였다. 신뢰성 있는 전송을 위하여 데이터 링크 계층의 프로토콜인 HDLC[2](High Level Data Link Control)를 변형

한 새로운 AHDLC(Advanced High Level Data Link Control)방식을 개발하였다. 또한 전송 데이터의 패킷화와 AHDLC 프로토콜에 맞는 전송을 위하여 마이크로프로세서를 사용하였다. 마이크로프로세서에는 자체적으로 비동기 포트를 내장하고 있어 외부 장치와의 시리얼 통신이 용이하며 A/D변환기를 갖고 있어서 센서의 아날로그 신호를 직접 받아 전송이 가능하다.

본 논문을 통하여 개발된 RF모듈 방식은 케이블이 없는 이점을 살려 이동체에 데이터를 보내거나 layout을 빈번히 하는 공장내의 정보담당가나 로봇들 간의 데이터를 전송하는 경우에도 효과적이므로 FA분야에도 적용성 있게 적용할 수 있다. 또한 화재/보안경보, 원격제어/감시/측정 등으로 여러분야에 응용하여 사용할 수 있으므로 앞으로 사용범위가 넓어질 것이다.

2. 본론

2.1 개발된 RF모듈의 구성도

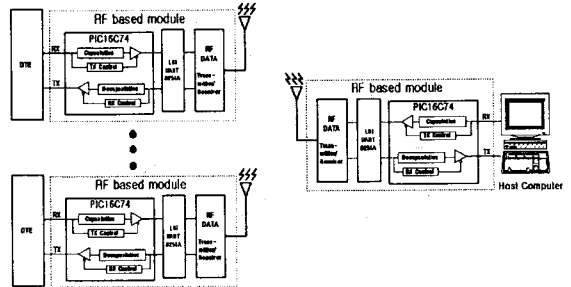


그림 1. RF모듈의 블럭도

그림 1은 무선통신을 위한 RF모듈의 세부 구성도를 보여준다. 본 RF모듈의 송·수신부는 5000 bit/second에 이르는 속도로 직렬 데이터를 전송할 수 있는 CPCA(Carrier-Present Carrier-Absent) 송신기에 기반을 둔 고안정성의 SAW(Surface Acoustic Wave) 구조로 구성되어 있다. 통신제어부로 사용된 마이크로프로세서부는 AHDLC 통신 프로토콜방식으로 데이터를 패킷화하는 프로그램을 제어하고 데이터의 송·수신 기능을 관리하기 위해 사용되었으며, 시리얼 통신을 위해 LSI UART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) 8251A 통신전용 소자를 사용하였다.

RF모듈의 각 블럭들에 대한 기능 및 구조는 다음과 같다.

2.2 통신 제어부와 AHDLC 통신 프로토콜

(1) 통신 제어부(Communication Manager)

본 연구에서는 패킷화, 에러제어(Error Control) 및 흐름제어(Flow Control)를 위하여 8 bit 마이크로프로

세서인 PIC16C74를 사용하였다. 사용된 마이크로프로세서부의 특징은 내부적으로 명령버스(14비트)와 데이터버스(8비트)가 분리되어 있는 havard 구조를 가지며 비동기 통신 포트를 내장하고 있고 자체 ROM과 RAM을 내장하고 있어 외부 장치의 부담을 줄일 수 있다. 또한 3개의 타이머가 내장되어 있어 흐름제어(Flow Control)와 에러제어(Error Control)에 사용하였다. 내장된 비동기 통신을 이용하여 계측장비나 컴퓨터와의 통신을 수행하며 시리얼 포트의 확장을 위해 UART(8251A)를 마이크로프로세서에 첨가하여 RF 모듈과의 전송을 가능하게 하였다.

계측장비와 RF모듈간의 통신은 RS232C 방식을 사용하고 각 RF모듈은 RF 무선방식을 이용하여 데이터를 전송한다. 계측장비로부터 전송된 데이터는 마이크로프로세서에 내장된 UART로 입력되어 버퍼에 저장된다. 마이크로프로세서는 버퍼에 저장된 데이터를 AHDL 포맷에 맞추어 패킷화 한다. 패킷화된 데이터는 CSMA/CD 방식의 MAC(Medium Access Control) 방식에 맞추어 제어된다. 제어된 데이터는 통신 전용칩인 8251A를 통하여 RF 송신단에 전달되어 RF 형태로 전송된다. RF 수신단에 수신된 데이터는 전송부의 반대 과정을 통하여 계측장비나 컴퓨터에 수신된다.

마이크로프로세서에는 8비트 8채널로 구성된 A/D 컨버터를 내장하고 있어 각종 센서로부터 직접 측정된 입력값을 디지털화하여 전송이 가능하다.

(2) AHDL 통신 프로토콜

본 개발에서는 ISO(International standards Organization)에서 표준으로 채택한 기존의 HDLC 방식의 에러검출(Error Detection) 기능과 흐름제어(Flow Control) 기능을 보강한 AHDL 방식을 사용하였다. 그림 2에는 AHDL 방식의 데이터 프레임을 표현하였다.

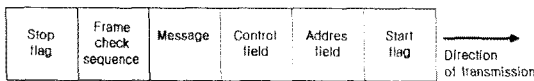


그림 2. AHDL 데이터 프레임

전체 데이터 프레임의 구성은 그림 2에서 알 수 있듯이 메시지의 시작과 끝은 "01111110"의 1바이트 형태로 구성된 시작 및 정지 플래그로 표시된다. 번지필드 부분은 각각 전송장비와 수신장비의 ID를 가리킨다. 제어필드에는 전송되는 패킷이 데이터를 포함하는지, 명령을 갖고 있는지를 나타내며 전송순서와 응답순서를 나타낸다. 메시지 필드는 전송될 실제 데이터를 나타내며 FCS(Frame Check Sequence)필드는 에러검사를 위해 사용된다. 에러검사 방식은 BCC(Block Check Character)방식을 사용하여 양방향 통신에 대한 신뢰성을 높였다.

(3) 데이터 패킷화 프로그램

본 논문에서는 AHDL 프로토콜 방식을 사용하여 데이터를 패킷화하는 프로그램을 구현하였다. 프로그램의 송·수신에 대한 전반적인 흐름은 그림 3, 4와 같다.

우선 송·수신부의 ID, 통신속도 그리고 포트부분을 초기화 시킨다. 송신측은 데이터를 전송하기 위해 데이터가 계측기로부터 마이크로프로세서로 전송되는지를 검사한다. 데이터가 전송되면 버퍼에 데이터를 저장한다. 저장된 데이터를 마이크로프로세서에서 AHDL 포맷으로 패킷을 만들고 CSMA/CD 방식으로 송신하게 된다. 송신이 제대로 되었는지 여부를 검사하기 위해서 수신측에서 보내오는 제어신호를 기다리는 타이머와 수신 에러시 재전송 횟수를 세는 카운터가 있다. 데이터를 전송하

면 송신부에서는 타이머를 동작시키고 타이머에 셋팅된 시간내에 제어 신호가 들어오는지를 검사한다. 제한 시간안에 송신부로부터 제어신호가 들어오지 않는다면 수신부에 데이터를 재전송하게 된다. 재전송을 할 때에는 송신부의 타이머 셋팅 시간을 증가시킨다. 그리고 재전송시 전송횟수를 검사하여 설정된 최대허용 횟수이상일 경우 전송에러를 발생시킨다. 데이터 전송에 에러가 없으면 버퍼에 저장된 데이터를 지우고 재전송 할 수 있도록 대기상태로 돌아간다.

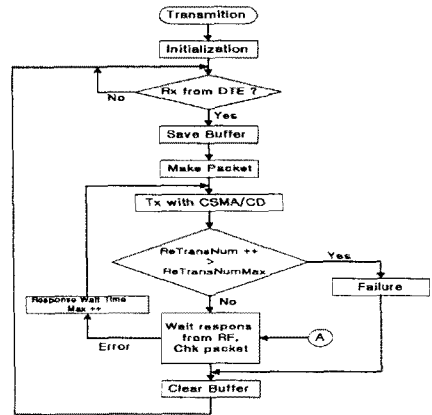


그림 3. AHDL 프로그램의 송신부 흐름도

수신부는 전송된 데이터가 AHDL 형태인지 검사를 하고 ID를 검사하므로써 원하는 데이터인지를 판단한다. 전송된 데이터의 종류(정보, 제어)를 판단하고 정보 데이터일 경우 버퍼에 데이터를 저장하고 BCC방식을 사용하여 FCS(에러검사)를 수행한다.

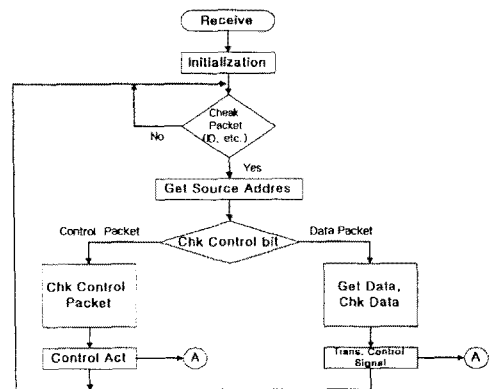


그림 4. AHDL 프로그램의 수신부 흐름도

에러검사에 따른 제어 신호를 보내고 에러가 없을 경우는 수신측 계측기나 호스트 컴퓨터에 응답패킷을 전송한다. 수신된 데이터가 제어 신호이면 데이터 재전송, 저장 등의 동작을 한다.

2.3 RF 송·수신단

무선 전송방식은 전송매체에 따라서 협대역 방식, 적외선 방식 그리고 확산대역 방식이 있다. 확산대역 방식은 전송하려는 데이터를 확산 대역 변조를 통하여 넓은 주파수 대역으로 전송하는 방식이다. 이 방식은 보안성이 강하고 사물 투과성이 좋으므로 군사용 등에서 사용되고 있다. 적외선 방식은 전송하고자 하는 데이터를 적

외선 빔으로 전송을 하는 방식이다. 이 방식의 특징은 속도가 빠르고 신호 간섭 문제가 없다는 특성 때문에 개방된 사무실 환경 등에서 사용되고 있다. 협대역 방식은 전송하려는 데이터 신호를 여러 특정 주파수 중 하나의 주파수를 선택하여 전송하는 방식이다. 이 방식은 투과성이 좋고 다중 전송에 알맞다. 또한 이 방식은 ISM(Industrial Scientific Medical)대역으로 허가없이 사용할 수 있는 대역으로 여러 통신 제조업체들에게 유용하게 사용되고 있다.[3]

본 연구에서 사용한 RF 송·수신단은 송·수신 칩이 한 조를 이루어서 양방향 통신이 가능하도록 구성되어 있다.

(1) RF 송신단

AHDLC 프로토콜 방식으로 패킷화된 데이터를 RF방식으로 송신하기 위하여 그림 5와 같이 RF 송신칩을 사용하였다.

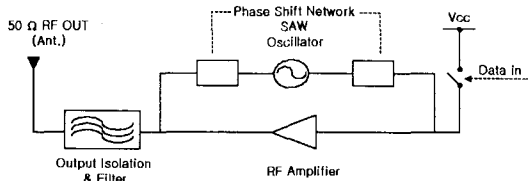


그림 5. RF 송신기의 블럭도

사용된 송신칩은 CPCA변조를 사용하여 데이터를 전송하는 SAW(Surface Acoustic Wave) 구조로 구성되어 있다. 대기 상태이거나 논리적 low의 입력에서는 캐리어가 전체적으로 억제되고, 송신기는 2 μ A 이하의 전력을 소비한다. 논리적 high 상태에서 송신기는 수신기에 논리적 '1'의 상태를 나타내기 위하여 0dBm의 캐리어를 발생시킨다. 송신칩은 데이터를 433MHz의 RF 신호로 전송하도록 되어 있다.

(2) RF 수신단

무선으로 전송되어온 신호를 입력받아 송신기에서 보내진 데이터를 복원하기 위해 그림 6과 같이 RF 수신칩을 사용하였다. 수신측은 CPCA 지정에 따라 논리적 low '0'은 캐리어가 없는 것을, 논리적 high '1'은 캐리어가 존재하는 것을 나타낸다.

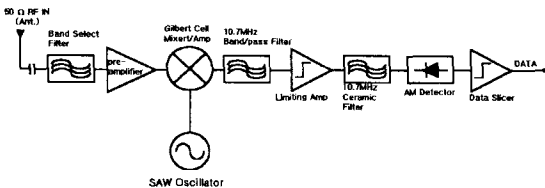


그림 6. RF 수신기의 블럭도

3. 실험방법 및 결과

본 실험에서는 구현된 RF모듈에 대한 데이터 전송의 정밀성, 신뢰성, 유용성을 입증하기 위하여 두 대의 PC와 산업현장에서 데이터를 기록, 분석하는 장치로 많이 사용되고 있는 Data Logger장비를 시뮬레이션 대상으로 선정하였다. RF모듈을 선정된 PC와 Data Logger에 장착하여 다중점 통신(Multi-point Communication)을 이루었다. 전송거리에 대한 성능시험을 위해 장비들

을 RF 송·수신단의 최대유효거리인 90m를 유지하여 통신망을 구축하였다. 통신성능을 확인하기 위해서 구현된 AHDLC 패킷 프레임으로 데이터를 분할하여 전송하는 방법과 송신부에서 전송되는 데이터에 인위적으로 오류를 발생시켜 오류 데이터에 대한 처리방법을 비교하여 실험하였다.

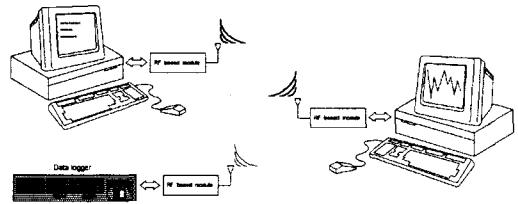


그림 7. 실험 구성도

4. 결 론

본 논문은 계측장비들과 컴퓨터간의 무선통신을 위한 RF 모듈의 개발에 관하여 연구하였다. 개발된 RF 모듈은 데이터의 송·수신 기능을 관리하고 에러제어를 위해 마이크로프로세서를 사용하였고 데이터 전송의 신뢰성을 기하기 위해 HDLC를 변형한 AHDLC방식을 구현하여 데이터를 패킷화하였다. RF 송·수신단에서는 433MHz의 주파수로 패킷화된 데이터를 송·수신하도록 하여 양방향 통신이 가능하도록 하였다.

구현된 RF모듈을 두 대의 PC와 산업현장에서 많이 쓰이고 있는 Data Logger에 장착하여 데이터 전송의 성능실험을 하였다.

개발된 RF모듈에서는 433MHz 대역의 주파수를 사용하여 데이터를 송·수신하였으나 900MHz 대역의 주파수를 이용하여 잡음에 대한 영향을 더욱 줄이고 전송거리와 전송률을 증가시킬 수 있으므로 향후 더욱 많은 응용분야에 사용할 수 있을 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] F. Halsall, Data Communications, Computer Networks and Open Systems, Addison-Wesley, 1996.
- [2] James Martin, Data Communication Technology, Prentice-Hall, 1988.
- [3] Behzad Razavi, RF Micro Electronics, Prentice-Hall, 1998.
- [4] L. Goldberg, "MAC Protocols: The Key To Robust Wireless Systems", Electronic Design, pp.63-74, June 26, 1995.
- [5] 강분식, 고우근, 이상배, "생산자동화 네트워크를 위한 MMS 프로토콜에 관한 연구", 대한전자공학회 논문지, 제28권, 제10호, 1991년 10월
- [6] 엄지운, 조성배, 조병록, 최형진, "패킷 전송용 무선모뎀 구현에 관한 연구", 한국통신학회 논문지, Vol. 19, No 8, pp. 1536-1547, 1994