400MHz 대역 신호의 건물내 전달 특성에 관한 연구

차용성 · 강병권
순천향대학교 정보기술공학부

A Study on the Transmission Characteristics of 400MHz Signal in a Building

Yong-Sung Cha · Byeong-Gwon Kang
Dept. of Information and Technology, Soonchunhyang University

요 약

본 논문에서는 마이크로프로세서와 ISM 대역에서 동작하는 RF 모듈을 사용하여 근거리 통신용 송수신 시스템을 구현하였고, 그 성능을 측정하였다. 기저 대역 데이터(random number)를 발생시켜 데이터 전송하고, 수신측에서는 RF 모듈에서 복조된 데이터를 PC를 사용하여 확인하였고, 수신 감도는 스펙트럼으로 측정하였다. 본 실험에서 사용한 RF 모듈은 400MHz대역에서 동작하며, FM 방식을 사용한다. 본 대학의 산학협동관 건물내에서 측정한 결과 거리에 따른 신호 감쇠와 신호 수신 감도 그리고 비트 오율을 측정할 수 있었으며, 이를 이용하여 건물 내에서의 근거리 통신 성능을 확인하였다.

Abstract

In this paper, we realized a transceiver system for short distance communication with a commercial RF module working in ISM band. Also we measured system performance by transmitting baseband data in a building and then we compared the demodulated data bits with stored data bits in a PC connected with demodulator. The RF module in the experiments works only in the bandwidth of 424MHz - 429MHz. The signal level degrades as the distance between transmitter and receiver increases. We measured the signal level and bit error and present the measured results with various locations in the building. And it is concluded that the measured data may be used in the design of short distance network in a building.

I. 서 론

최근 근거리 무선 통신의 응용분야가 다양하게 개발되고 연구됨에 따라 근거리 무선을 위한 송수신 시스템의 개발 필요성이 대두되고 있다.

본 논문에서는 마이크로프로세서를 이용한 기저대역 부분과 ISM(Industrial Scientific Medical) 대역에서 FM방식으로 동작하는 RF 모듈을 연결하여 근거리 무선 데이터 송수신 시스템 구현하였으며, 신호의 건물내 전달 특성을 측정하였다. 기저대역 부분인 마이크로프로세서는 데이터 송수신을 제어하도록 하였고, 데이터를 보내기에 앞서 PC를 이용하여 Random Number 약 10^5개(115200bit)를 발생시켜 HEX 파일로 변환 후 메모리에 다운로드 하여 송신 데이터로 이용하였으며, RF 모듈은 ISM(Industrial Scientific Medical) 대역 424MHz부터 429MHz까지의 범위에서 동작하는 상용화된 FM방식의 RF 모듈을 사용하여 근거리 무선 데이터 송수신 시스템을 제작한 후 송수신기 사이의 거리와 위

치를 변화시켜 가면서 수신 신호 레벨과 비트 오율을 측정함으로써 마이크로프로세서를 이용한 근거리 무선 송수신 시스템의 건물내 전달 특성을 파악하였다. 따라서 본 논문에서 측정된 결과는 원하는 형태의 근거리 무선 데이터망을 구축하는데 사용될 수 있다. 최근에는 2.4GHz ISM 대역에서의 고속 데이터 송수신을 위한 블루투스 응용 분야에 많은 관심이 집중되고 있으나, 1Mbps까지 지원되는 블루투스 망에 비하여 비교적 저속의 데이터 전송망이 필요한 경우에는 상대적으로 저렴한 가격으로 본 시스템이 대안이 될 수 있을 것으로 사료된다.

II. 시스템 구현

2.1 송수신기 구조

송수신기는 송수신할 데이터를 다운로드 또는 업로드하여 확인할 수 있는 PC와 데이터를 전송하는 송수신기 모듈로 구성되어있다. 송수신기 모듈은 PC와 인터페이스 할 수 있는 RS-232블록과 송수신을 제어하는 마이크로프로세서(CPU 80c51)블록, 프로그램 메모리(ROM), 데이터 메모리(RAM), 어드레스 Latch 그리고 Decoder IC로 구성된 기저대역 부분과 무선 전송을 위한 RF 모듈 부분으로 설계되어 있다. 실제 측정한 송수신 시스템은 그림 1과 그림 2와 같다.

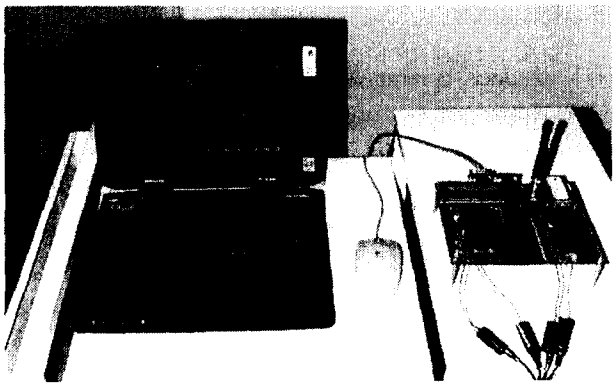

그림 1. 송신 시스템

2.2 기본 프로토콜

기본적으로 송신기에서의 프로토콜의 시작점은 STX(start transmission text)를 2바이트로 설정하여 스크레치 잡음(RF 모듈에서 발생되는 잡음)과 실제의 송신 데이터를 분리할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 사용한 전송데이터 형식은 다음과 같다.

STX+STX+DATA

aah/aah/Random Number/Random Numberh/·····

수신기에서는 STX와 STX가 일치해야만 수신되는 데이터를 받아들이며 만약 일치하지 않으면 송신기에서 전송되는 정보가 아닌 것으로 판단하여 데이터를 받아들이지 않는다. 구현된 송수신기는 비동기식 통신모드로 보레이트는 4800bps이다.

그림 2. 수신 시스템

III. 시스템 모의 실험

시스템의 성능을 측정하기 위해 구성된 그림 3은 시스템 성능측정을 위한 실험 구성도이며, 측정에 사용된 장비로 PC1은 노트북 266MHz, PC2는 펜티엄 266MHz, Spectrum Analyser는 HP 8592L을 사용하였다. 전송할 데이터는 C 프로그램으로 랜덤한 숫자 10^5개(115200bit)를 발생시켜 hex 파일로 변환시킨 후 PC를 통해 데이터를 마이크로프로세서의 외부 메모리로 다운로드 하여 데이터 저장 후 전송하도록 하였으며 수신기에서는 수신된 데이터 정보를 확인하기 위하여 수신된 값을 PC 모니터 상에 출력하도록 구현하여 비트 오율을 확인하였다.

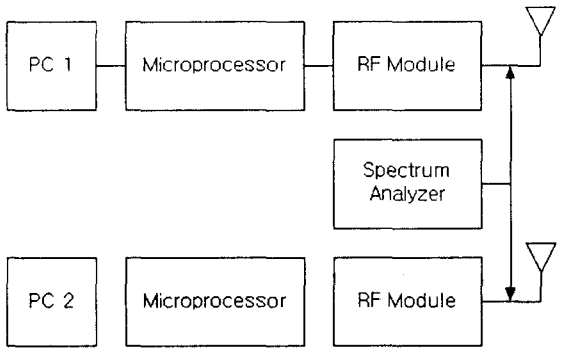

그림 3. 시스템 성능 측정을 위한 구성도

본 논문에서 구현한 송수신기의 동작 프로그램 알고리즘은 그림 4와 같다.

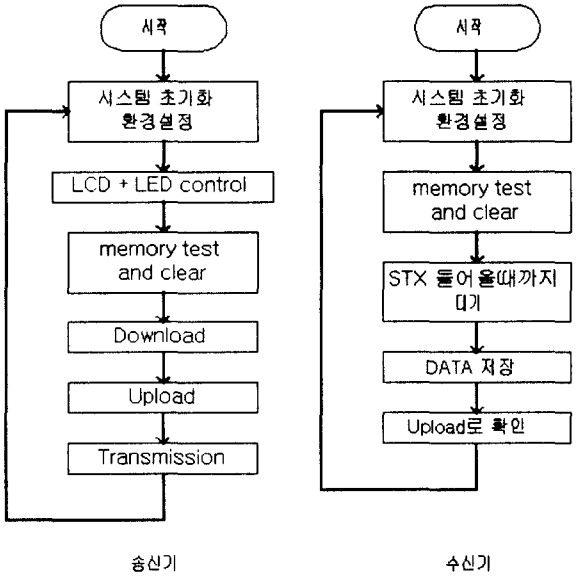

그림 4. 동작 프로그램 알고리즘

Ⅳ. RF 모듈 규격

본 논문에서 사용한 RF 모듈의 특징과 규격은 다음과 같다. 주파수를 5비트의 이진수의 조합으로 선택함으로써 24개 또는 최대 32까지의 주파수 채널을 이용할 수 있다. 수신 감도는 -95dBm까지 지원되며, 디지털 형태의 데이터 즉, 0과 5볼트로 이루어지는 이진 데이터가 그대로 RF모듈로 입력된다. 입력 데이터에 별도의 신호 처리 과정을 필요로 하지 않으므로 사용하기에 매우 용이하다. 또한, 안테나를 제외하면 별도의 RF 부품이 필요하지 않는다. 본 실험에서는 RF 모듈에 안테나를 연결하여 사용하였다. 최대 12 kbps의 직렬 데이터를 사용할 수 있으며, 출력 전력은 9mW이다.

이는 ISM 규격인 채널 당 10mW이하의 출력 전력이라는 조건을 만족한다. 외형적으로는 40핀이 있어 데이터 송수신 및 주파수 선택에 사용되고, 철케이스로 쉴딩되어있다.

Ⅴ. 실험 결과

본 논문에서 수행한 400MHz 신호의 건물내 전달 특성 시험은 다음과 같다. 우선 핀 선택에 의한 주파수 선택과 송신측에서의 주파수별 출력 전력을 측정하였다. 이들 주파수 중에서 적절한 주파수를 선정하여 송수신 성능 실험을 수행하였다. 송수신 실험은 본교의 산학협동관 건물 내에서 동일 층간에서 위치와 거리를 변화시키며 수행하였고, 타 층간에도 동일한 실험을 수행하였다.

그림 5는 본 대학교 산학협동관 건물 내에서 측정된 송수신시간의 위치를 나타낸 것으로서 A, B, B′, C는 3층에서의 위치이며, D, D′, F는 2층에서의 위치, G, G′, I 는 4층에서의 위치이다. 각 위치간의 거리와 측정 결과를 표1에 제시하였다.

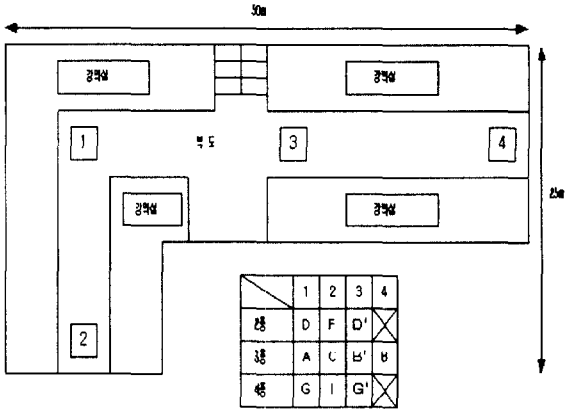

그림 5. 측정점 위치

본 논문에서 측정 실험한 환경은 다음과 같다.
먼저 1m거리에서 송수신 전력을 측정하였으며, 건물내 각 위치에서 측정된 수신 전력을 그림 6, 7, 8, 9 에 나타내었다. 송신측 안테나 전단에서 측정된 송신 전력은 -7.82dBm이었으며, 1m 거리에서 수신된 전력은 -38.15dBm으로 측정되었다.

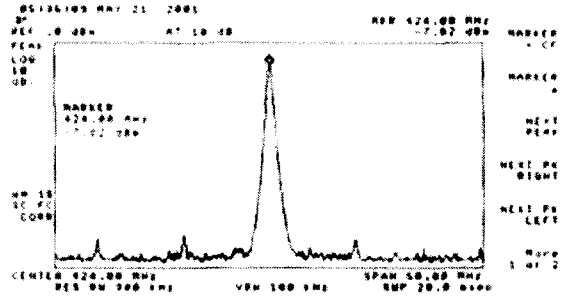

그림 6. 1m 거리의 송신 전력 -7.82dBm

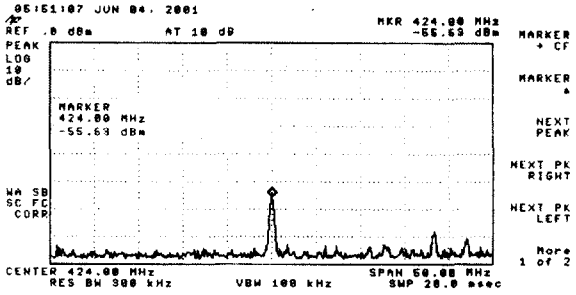

그림 7. A-C 거리(15m)의 수신 전력 -55.63dBm

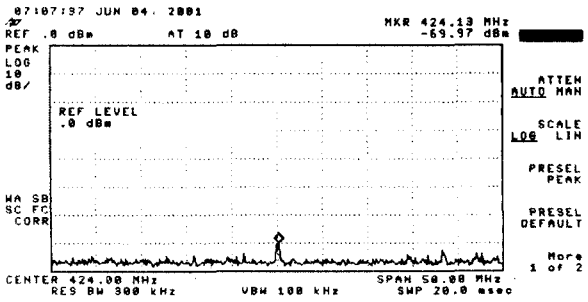

그림 8. A-B 거리(40m)의 수신전력 -69.97dBm

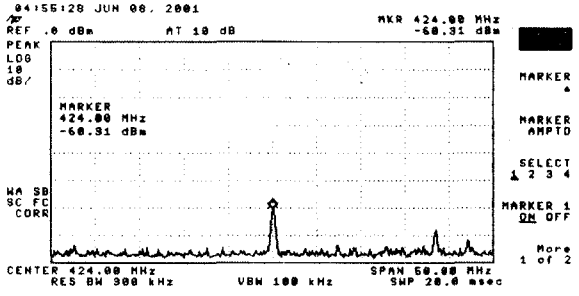

그림 9. A-D 거리의 수신 전력 -60.31dBm

5.1 비트 오율 측정

송수신간의 거리와 위치에 따른 수신 감도 및 비트 오율을 측정한 결과는 표1과 같다. 동일환경에서 장애물이 있을 때와 장애물이 없을 때의 비트 오율을 측정하였으며, 장애물은 사람과 반사 물체를 동원하여 장애를 가하였다.

표 1. 송수신간의 거리위치별 수신 감도 및 성능 측정

송수신 위치	거리	수신레벨 (dBm)	비트 오율 (115200bit)	임의적인 장애물에 의한 비트 오율
A - B	40m	-69.97	없음	80bit error
A - C	15m	-55.63	없음	16bit error
A - B′	17m	-60.08	없음	64bit error
A - D	층간5m	-60.31	없음	32bit error
A - D′	20m	-70.06	없음	48bit error
A - F	16m	-68.80	없음	32bit error

Ⅵ. 결론

본 논문은 마이크로프로세서를 이용한 ISM 대역에서 FM 방식으로 동작하는 RF 모듈을 사용하여 본교 산학협동관 건물 내에서 거리에 따른 신호의 감쇠와 신호 수신 감도, 비트 오류의 유·무와 비트 오율을 측정함으로써 시스템의 성능을 파악하였고 기저대역 처리부와 RF를 연결하여 원하는 형태의 근거리 무선 데이터망에 적용할 수 있는 시스템을 개발하였다. 측정 결과 건물 내에서 반경 15m 거리의 측정점에서는 48000bps의 송신 신호의 복구가 이루어졌으며 층간 실험에서도 또한 같은 거리에서 신호의 복구가 가능하였다. 향후 이를 기초로 하여 별도의 RF 부품을 사용하지 않고, 최대 12Kbps의 데이터를 전송할 수 있는 근거리 무선 데이터 전송망을 비교적 저렴한 가격으로 구축할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] Risingtech, Pin descriptions.

[2] Bernard Sklar, Digital Communications, Prentic-Hall, 1998.

[3] R. E. Ziemer, W. H. Tranter, Principles of Communications, John Wiley & Sons, 1998.

[4] Martin S. Rodem, Analog and Digital communication systems, 1998.

[5] 진달복, 8051 마이크로콘트롤러, 양서각, 1999.