

컨벌루션 부호를 적용한 무선 모뎀 구현에 관한 연구

김선구 · 이규선 · 강병권
순천향대학교 정보기술공학부

A Study on The Wireless Modem with Convolution Coding application

sun-gu kim · Kyu-Sun Lee · Byeong-Gwon Kang
Division of Information Technology Engineerikng
Soonchunhyang University

요 약

무선통신은 현재 우리 삶의 일부분을 차지하고 있으며, 유선 통신의 한계인 공간적 제약성을 극복함으로써 일상 또는 산업현장에서 없어서는 안되는 아주 중요한 부분이 되어 있다. 현재 산업현장에서 사용되고 있는 유선과 무선컨트롤러의 성능을 향상시키기 위해 컨벌루션 부호와 CRC부호를 적용한 무선 컨트롤러를 구현하였다. 400Mhz대역의 RF모뎀을 사용하여 송수신 프로그램에 컨벌루션 부호를 적용하였을때와 적용하지 않았을때의 각각의 수신율을 테스트 비교해보았다. 컨벌루션 부호는 POLYNOMIAL함수를 $g1(X)=1+X+X^2$, $g2(X)=1+X^2$ 로 사용하였고 구속장 $K=3$, 부호율 1/2인 부호를 사용하였다. CRC부호는 POLYNOMIAL 함수를 $X^{15}+X^2+1$ 로 사용하여 총 CRC비트는 16bit가 되게 하였다.

1. 서론

현재, 우리가 살고 있는 정보화 사회에서 통신서비스는 하나의 기술적 개념을 넘어 많은 부가가치를 창출하는 사업적인 측면이 강하고, 통신 서비스 이용자들은 상대방과 단순히 음성을 교환하고, 데이터를 주고 받는 욕구를 넘어 하나의 단말을 통해 음성, 데이터 및 비디오 등 다양한 서비스를 시간과 위치에 관계없이 이용자가 원하는 시기에 어디서든지 충족받기를 원하고 있다. 또한, 이러한 정보화 사회에서는 디지털 데이터의 효율적이고 신뢰성 있는 전송 및 저장 기법에 대한 중요성이 증대되고 있으며, 이에 따라 신뢰성 있는 데이터 전송 시스템을 설계하기 위한 여러 제어 코딩 방식에 대한 연구가 필요하게 되었다. 여러 제어를 위한 부호로는 블록부호(block code)와 길쌈부호(convolutional code)로 나눌 수 있다. 블록부호는 k 비트의 정보를 n비트의 부호워드로 만들어 내는 것으로 선형부호와 순회부호로 나눌수 있다. 반면, 길쌈부호는 출력 시퀀스가 현재의 입력 뿐만 아니라 과거의

입력 시퀀스에 의해서도 영향을 받는 부호를 말한다. CRC(Cyclic Redundancy Check)는 순회부호의 일종으로 인코더 및 디코더의 구현이 대단히 간단하고, 에러 검출을 위한 오버헤드가 적고, 버스트 에러를 포함한 여러검출에 매우 좋은 성능을 갖는 것을 특징으로 한다.

최근 산업 현장에서는 유선으로 조작하는 기기들이 무선으로의 전환을 피하고 있다. 이는 생산 또는 건설 현장에서의 유선 사용은 작업에 방해가 될 뿐만 아니라 사고의 위험성이 항상 내재되어 있기 때문이다. 그러나, 무선으로의 전환은 신호의 송수신이 정확하여 동작시에 오류가 없어야 한다는 전제 조건이 요구되고, 이에 대한 확신의 부족으로 현재도 유선이 널리 사용되고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 이들 무선 컨트롤러의 신뢰성 향상을 위해 무선 컨트롤러에 컨벌루션 부호와 CRC부호를 적용하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 컨벌루션 부호의 인코딩과 디코딩 이론을 설명하고 3장에서는

구현된 송수신 무선 컨트롤러의 구조와 프로그램에 사용된 송수신 프레임의 구조에 대해 설명하고, 4장에서는 구현된 무선 컨트롤러의 결과를 검토하였고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 컨볼루션 부호의 인코딩과 디코딩

- 구축장 K=3, 부호화율 1/2인 컨볼루션 부호를 사용하였다.

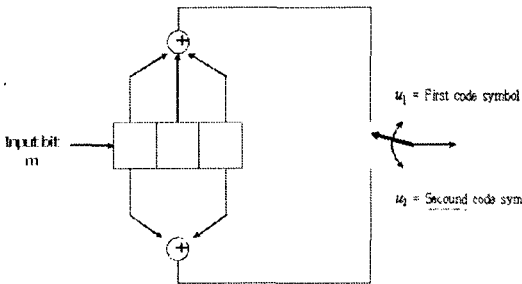


그림 1. 컨볼루션 부호의 인코딩

- 비터비 알고리즘은 수신된 시퀀스와 트랜스미션에서 존재 가능한 시퀀스와의 해밍 거리를 계속해서 더해주고 이러한 해밍 거리 누적이 가장 작은 시퀀스를 결정함으로써 이루어진다.

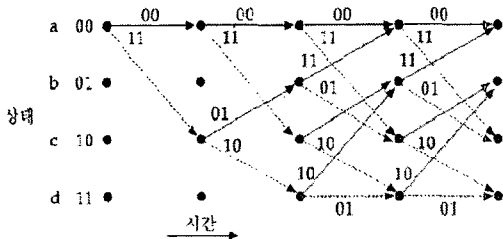


그림 2. 컨볼루션 부호의 디코딩(비터비 알고리즘)

3. 컨트롤러의 구조와 프레임 구조

3.1 송수신 무선 컨트롤러의 구조

송수신 무선 컨트롤러는 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.

3.2 송수신 프레임 구조

1) 기본 프레임

data	data	data	data	data	data	data	data	data	data
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- 기본 프레임으로 총 10byte를 전송했으며 data bit가 10byte이다.

2) CRC16을 추가한 프레임

data	data	data	.....	data	data	data	data	CRC	CRC
1	2	3		7	8	9	10	상위	하위

- 기본 프레임에 CRC16을 추가하여 총 12byte를 전송하였으며, 이 중 data bit는 10byte CRC는 2byte이다.

- CRC16을 사용하여 총 16bit의 CRC bit가 형성되며 이에 따라 상위 8bit를 1byte로 하위 8bit를 1byte로 처리하여 전송한다.

- 추가된 CRC 2byte를 제외한 나머지 byte는 기본 프레임과 동일하다.

3) 컨볼루션 인코딩후에 프레임상태

data	data	.....	data	data	data	data	data
1	2		20	21	22	23	24

- 컨볼루션 인코딩후 프레임이 총 24bit로 확장되었으며 data bit(data1~data20)가 20byte, CRC bit (data21~data24)가 4byte 이다.

4) 최종 송신 프레임

STX	STX	STX	data	.....	data	data	data	data	data	ETX
			1		20	21	22	23	24	

- 최종적으로 총 28byte를 전송하였는데 세부적으로 보면 data bit는 20byte이고, CRC bit는 4byte, STX bit는 3byte, ETX bit는 1byte를 전송하였다.

4. 구현된 무선 컨트롤러의 성능 테스트 결과

4.1 테스트 결과

송수신 테스트는 전송속도 9600bps로 유선테스트와 무선테스트로 진행하였으며, 무선 테스트는 송수신 시스템을 동일한 장소에서 line of sight 상태로 시스템간 거리를 15m로 했을때(1)와, 송신기와 수신기를 각각 직선거리가 30m인 서로 막힌 다른 장소에 두었을때(2)에 관해 측정하였다. 측정된 장소는 그림 3과 같은 구조이다. 그림 3에서 1위치는 송신기의 위치이고 2,3은 각각

의 수신기의 위치이다.

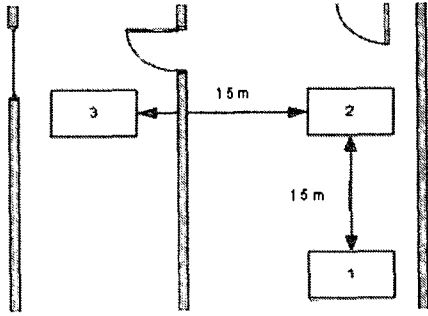


그림 3. 측정 장소 구조

측정시 송신측 안테나 전단에서 측정한 송신 전력은 평균적으로 그림 4와 같이 0.455dBm였으며 15m 거리에서 수신 전력은 그림 5과 같이 -48.56dBm, 30m 거리에서의 수신 전력은 그림 6과 같이 -77.56dBm이었다.

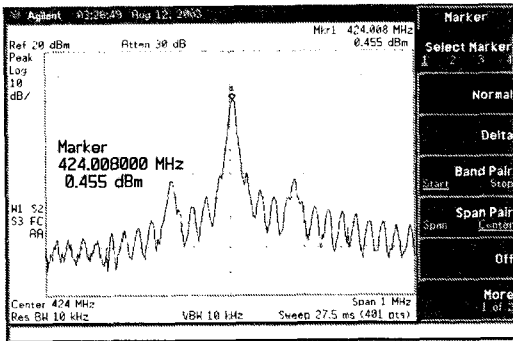


그림 4. 송신전력(0.455dBm)

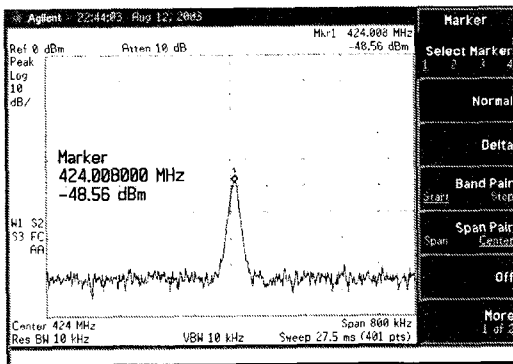


그림 5. 수신전력(15m거리에서의 수신전력-48.56dBm)

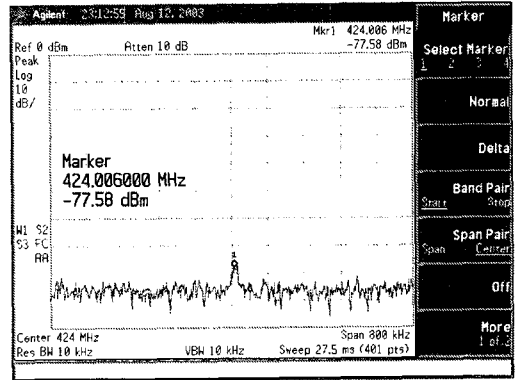


그림 6. 수신전력(30m거리에서의 수신전력-77.58dBm)

컨볼루션 부호를 적용하지 않은 송수신 테스트화면은 그림7(송신)과 그림 8(수신)과 같으며, 컨볼루션 부호를 적용한 송수신 테스트 화면은 그림 9(송신), 그림 10(수신)과 같다.

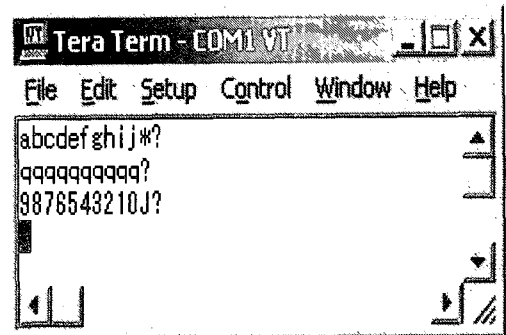


그림 7. 컨볼루션 부호를 적용하지 않은 시스템의 송신화면

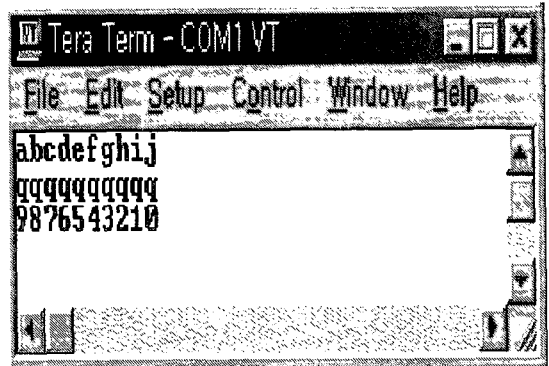


그림 8. 컨볼루션 부호를 적용하지 않은 시스템의 수신화면

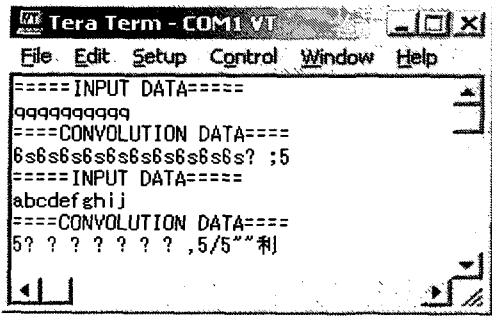


그림 9. 컨볼루션 부호를 적용한 시스템의 송신화면

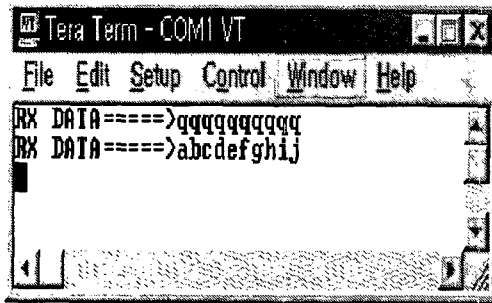


그림 10. 컨볼루션 부호를 적용한 시스템의 수신화면

각 테스트는 모두 1000프레임에 데이터를 전송하여 에러가 나타난 횟수를 측정하였고, 결과는 표1에 나타내었다. 표를 살펴보면 컨볼루션을 적용하지 않은 시스템에서는 약 200/1000 frame의 오류가 있는 것을 볼수 있고, 컨볼루션을 적용한 시스템에서는 1000 frame중 오류가 정정되어 오류가 없는 것을 볼 수 있다.

표 1. 송수신 테스트 결과

	컨볼루션을 적용하지 않은 시스템	컨볼루션을 적용한 시스템
유선테스트	12/1000 frame	0/1000 frame
무선테스트(1)	197/1000 frame	0/1000 frame
무선테스트(2)	213/1000 frame	0/1000 frame

5. 결론

본 논문에서는 프로세서로서 8051을 사용하는 경우 최적의 채널 부호를 선정 및 코딩하여 동작의 오류를

최소화 할 수 있는 모뎀을 설계하였다. 8051의 내부 메모리는 약 2Kbyte이고, 메모리 범위를 넘는 경우에는 별도의 메모리를 사용 하여야 한다. 그리고 송신전력과 수신전력을 Spectrum Analyzer로 거리 15m와 30m에서 측정하였고 그 결과를 보였다. 프로세서에 코딩한 후 RF모뎀과 연결하여 전송 시험한 결과를 표 1에 송수신 테스트 결과로 나타내었는데 무선 채널에서 컨볼루션 부호를 적용하지 않았을때와 적용하였을때를 각각 테스트하여 비교해 보았고, 컨볼루션 부호를 적용하였을 때 수신 데이터의 에러율이 현저히 떨어짐을 확인하였으며,본 실험에서는 오류를 완벽하게 복구하였다.

[참고문헌]

- [1] 윤덕용, “어셈블리와 C언어로 익히는 8051마스터”, Ohm사, 2002
- [2] 이문호, “갈루이스필드, 리드 솔로몬, 비터비, 터보 부호기의 설계”, 도서출판 영일, 2000
- [3] Behrouz A. Forouzan, “Data Communications and Networking”, McGraw-Hill, 2001
- [4] MACKENZIE, “8051 마이크로 컨트롤러”, 도서출판 그린, 1996
- [5] 정용원, “8051 기초 +d” 성안당, 1999
- [6] 신대섭/정상봉, “8051+CDJSDJ를 이용한 초보자가 만드는 로봇”, 도서출판 세화, 2001
- [7] 정상봉/전경일/홍승홍/한기수, “마이크로프로세서 응용로봇제작 8051” 도서출판 세화
- [8] SKLAR, “Digital Communications Second Edition”
- [9] 안종근/최관순/이순흠, “C언어의 이해와 실습” 도서출판 신화전산기획, 2002