

컨볼루션 부호를 적용한 산업용 무선 컨트롤러에 관한 연구

이규선 · 강병권 · 김선형
순천향대학교 정보기술공학부

A Study on the Radio Controller with Convolution Coding for Industry application

Kyu-Sun Lee · Byeong-Gwon Kang · Sun-Hyung Kim

Division of Information Technology Engineerikng
Soonchunhyang University

요약

본 논문에서는 현재 산업현장에서 사용되고 있는 유선 컨트롤러와 무선 컨트롤러의 문제점을 보완하기 위해 컨볼루션 부호와 CRC부호를 적용한 무선 컨트롤러를 구현하였다. 컨트롤러의 제어를 위해 마이크로프로세서를 이용하였으며, 송수신 프로그램에 컨볼루션 부호를 적용하였을 때와 적용하지 않았을 때의 각각의 경우에 데이터 수신율을 테스트하여 비교해 보았다. 무선 컨트롤러의 신뢰도 향상을 위해 적용한 컨볼루션 부호는 구속장 $k=3$, 부호율 1/2인 부호를 사용하였고, CRC 부호는 POLYNOMIAL함수를 $X^{15} + X^2 + 1$ 로 사용하여 총 CRC비트는 16비트(2바이트)가 되게 하였다.

Abstract

In this paper, we realized radio controller with Convolution code and CRC code to solve the wired and wireless controller's problem that is present industry spot. We used microprocessor as a controller, and analyzed testing data with and without Convolution code. Convolution code of constraint length $k=3$, symbols rate 1/2 dramatically improves the radio controller's fidelity, and the number of CRC bit is 16bit(2byte) and the polynomial of $X^{15} + X^2 + 1$ is used.

I. 서론

현재 산업현장에서 호이스트, 크레인등의 장비들이 사용되고 있는데, 이들 장비의 제어를 대부분 유선으로 수행하고 있다. 그러나 이들 장비의 제어를 유선으로 하면 wire 자체가 장비의 동작의 제어를 방해 할 수 있을 뿐만 아니라 이로 인해 자칫 장비의 파손이나 안전사고등의 위험을 초래 할 수 있다.

이런 이유로 현재 무선 컨트롤러등 산업 분야에서의 무선 통신기기에 대한 수요가 점차 증가하고 있다. 그러나 현재 생산되고 있는 무선 컨트롤러가 매우 드물

고, 또한 무선 컨트롤러의 신뢰성이 많이 떨어지는 경향을 보이 있어, 산업 현장에서 아직까지 무선 컨트롤러가 널리 보급되지 못한 상태이다. 따라서 본 논문에서는 이들 무선 컨트롤러의 신뢰성 향상을 위해 무선 컨트롤러에 컨볼루션 부호와 CRC 부호를 적용하고자 한다.

본 논문에서는 컨트롤러의 제어에 마이크로 프로세서를 사용하였고, 송수신 프레임은 프로세서간의 동기화를 위한 STX 5바이트, 프레임 끝을 알려주는 ETX 1바이트, 데이터 프레임 10바이트, CRC부호 2바이트를 사용하였다. 컨볼루션 부호는 구속장 $k=3$, 부호화율 1/2인 부호를 사용하여 위에서 언급된 송수신 프레임에 적용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 구현된 송수신 무선 컨트롤러의 구조와 프로그램에 사용된 송수신 프레임에 구조에 대해 설명하고, 3장에서는 구현된 무선 컨트롤러의 송수신 알고리즘과 성능테스트 결과를 검토하였고 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

II. 컨트롤러의 구조와 프레임 구조

2.1 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. 실제 측정된 송수신 시스템은 그림 1과 그림 2와 같다.

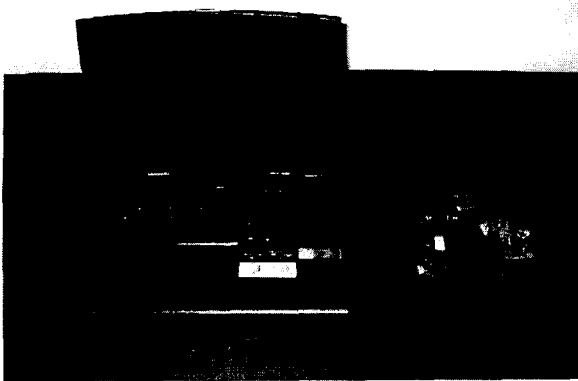


그림 1. 송신 시스템

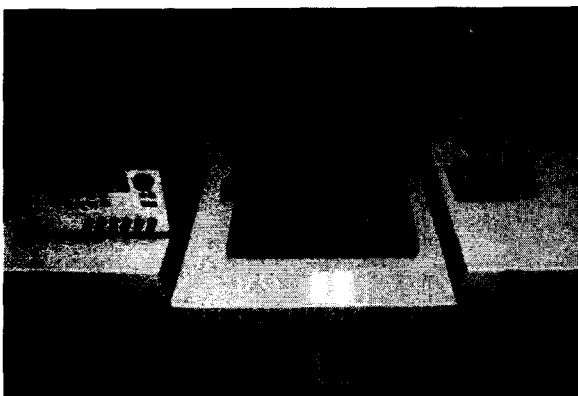


그림 2 수신 시스템

2.2 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

- 총 10byte
- data bit : 10byte

2) CRC16을 추가한 프레임

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

- 총 12byte
- data bit : 10byte
- CRC 2byte
- ※CRC16을 사용하여 총 16bit의 CRC bit가 형성되며 이에 따라 상위 8bit를 1byte로 하위 8bit를 1byte로 처리하여 전송함.
- 추가된 CRC 2byte를 제외한 나머지 byte는 기본 프레임과 동일.

3) 컨볼루션 인코딩후에 프레임상태

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

- 코딩후 총 24bit로 확장
- data bit(data1~data20) : 20byte
- CRC bit(data21~data24) : 4byte

4) 최종 송신 프레임

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

- 총 28byte
- data bit : 20byte
- CRC bit : 4byte
- STX bit : 3byte
- ETX bit : 1byte

III. 구현된 무선 컨트롤러의 송·수신 알고리즘과 성능 테스트 결과

3.1 송신 알고리즘

송신 프레임은 위에 언급된 프레임 구조에서와 같이 총 28byte를 한 프레임으로 하며, 전송속도는 9600bps로 하였다. 송신 프로그램에 대한 플로어 차트는 다음과 같다.

송신 프로그램

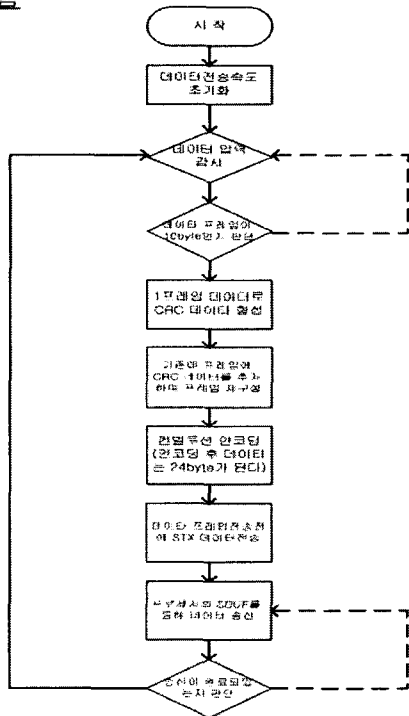


그림 3. 송신 알고리즘

3.3 테스트 결과

송수신 테스트는 전송속도 9600bps로 유선테스트와 무선테스트로 진행하였으며, 무선 테스트는 송수신 시스템을 동일한 장소에서 line of sight 상태로 시스템간 거리를 3m로 했을때(1)와, 송신기와 수신기를 각각 서로 막힌 다른 장소에 두었을때(2)에 관해 측정하였다. 측정한 장소는 그림 5와 같은 구조이다. 그림 5에서 1위치는 송신기의 위치이고 2,3은 각각의 수신기의 위치이다.

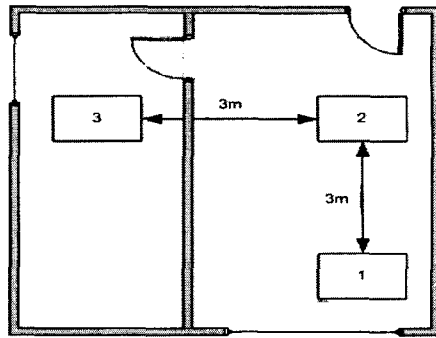


그림 5. 측정 장소 구조

3.2 수신 알고리즘

수신 프레임은 송신부에서 송신한 프레임과 동일하며 수신 프로그램에 대한 플로우 차트는 다음과 같다.

수신 프로그램

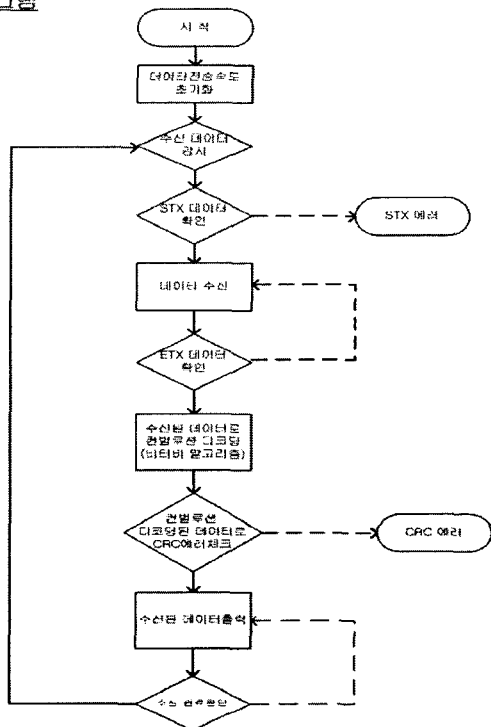


그림 4 수신 알고리즘

컨볼루션을 적용하지 않은 송수신 테스트화면은 그림6(송신)과 그림 7(수신)과 같으며, 컨볼루션을 적용한 송수신 테스트 화면은 그림 8(송신)과 그림 9(수신)와 같다.

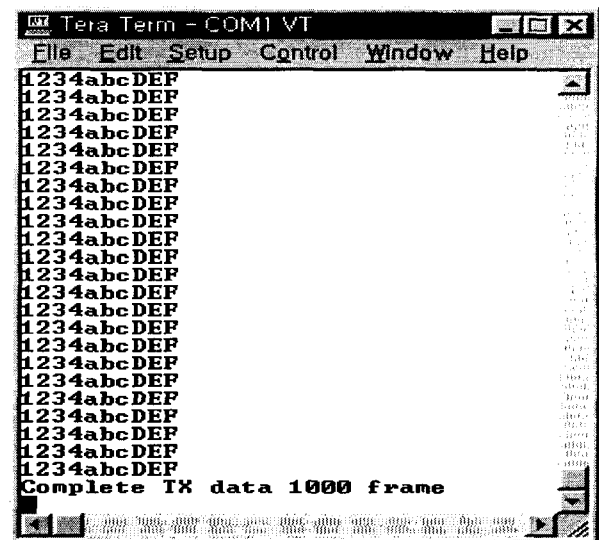


그림 6. 컨볼루션을 적용하지 않은 시스템의 송신화면

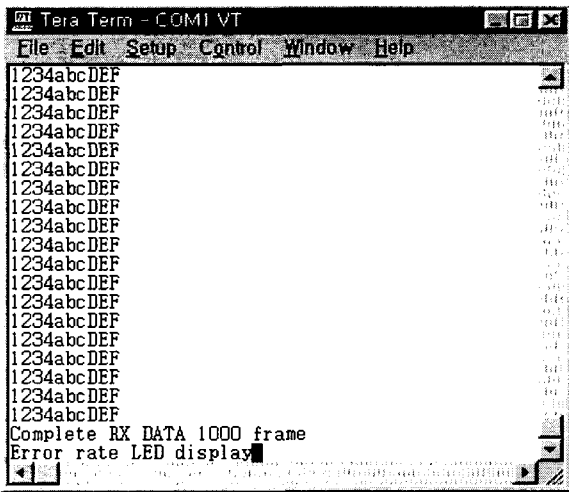


그림 7. 컨볼루션을 적용하지 않은 시스템의 수신화면

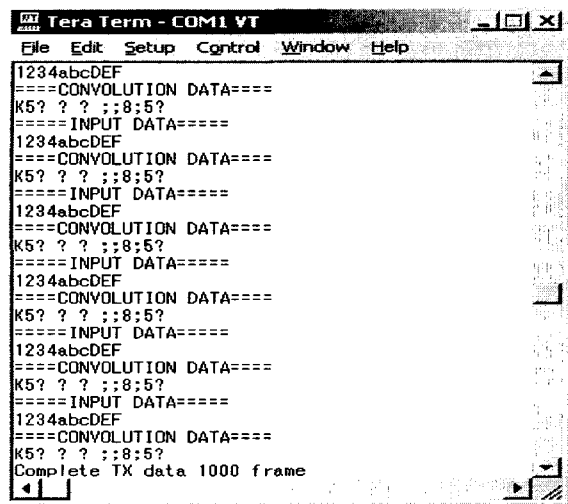


그림 8. 컨볼루션을 적용한 시스템 송신화면

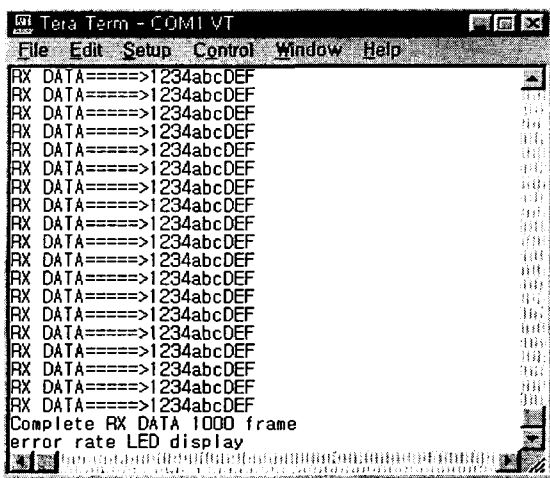


그림 9. 컨볼루션을 적용한 시스템의 수신화면

각 테스트는 모두 1000프레임에 데이터를 전송하여 에러가 나타난 횟수를 측정하였고, 결과는 표1에 나타내었다.

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

IV. 결론

본 논문에서는 현재 산업현장에서 사용되고 있는 유선 콘트롤러의 문제점 보완과 무선 콘트롤러의 신뢰도 향상을 위해 컨볼루션 부호를 적용하여 무선 콘트롤러를 구현하였다. 무선 콘트롤러의 제어를 위해 마이크로 프로세서를 사용하였으며 송수신 프레임은 STX신호와 ETX 신호를 포함하여 총 28바이트의 프레임 구조를 사용하였다. 컨볼루션 부호는 구속장 $k=3$, 부호화율이 $1/2$ 인 부호를 사용하였고, 송수신 데이터의 신뢰도를 더 높이기 위해 CRC부호를 사용하였다.

또한, 구현된 콘트롤러의 성능을 평가하기 위해 무선모듈을 연결하여 무선 채널에서 컨볼루션을 적용하지 않았을 때와 적용하였을 때를 각각 테스트하여 비교해보았고, 컨볼루션을 적용하였을 때 수신데이터의 에러율이 현저하게 떨어짐을 확인하였다.

참고문헌

- [1] 이병수, 염홍렬, "Communication Systems", 신화
- [2] Avtar Sin호 & W.A.Triebel, "16bit and 32bit Microprocessor" Prentice Hall.
- [3] Mackenzie 저, 이상구 역, "8051 마이크로 콘트롤러" 도서출판 그린.
- [4] Samuel C. Yang 저, 김남수 역, "CDMA 이동통신 공학", 대영사.
- [5] Jhong Sam Lee, Leonard E. Miller "CDMA SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK", Artech House.
- [6] Bernard Sklar, "Digital communications", Prentice Hall.