

농기계 원격관제를 위한 무선통신 제어장치 개발

Development of Wireless Communication Controller for Remote Operating of Agricultural Machinery

김상철*	정인규*	박우풍*	정선옥*
정회원	정회원	정회원	정회원
S.C. Kim	I.G. Jung	W.P. Park	S.O. Chung

1. 서 론

시설농업의 정치식 자동화장치들을 비롯하여 노지 재배를 위한 자율주행형 로봇에 이르기까지 무인화를 위한 노력이 농업의 전반에 확대 되고 있으며 원격제어와 무선통신은 이를 실현하기 위한 중요한 기술수단으로 인식되고 있다

일반적인 무선제어 장치의 발전과정을 보면 보다 많은 제어채널에 대한 정보전송, 확실하고 오류 없는 신호의 전송을 위한 전파방해 대책, 소형 경량화라는 3가지의 기술적 실현과정으로 집약할 수 있다. 제어채널의 확장을 위해 개발된 다중신호의 전송방식은 주파수분할 방식과 시분할 방식으로 크게 나눌 수 있다. 1967년 안리츠사가 개발한 UTC-201형 시분할 방식은 조작 채널의 수만큼 발진기와 대역통과필터(BPF)를 포함한 신호 식별기가 필요하였고 특히 제어기에 다수의 발진기를 내장하는 것은 공간적으로나 중량적으로도 곤란한 점이 많았다. 1978년에 CMOS를 사용한 시분할 다중방식에 의한 사이클릭 디지털 전송방식의 텔레콘 장치가 개발됨에 따라 조작항목이 많아져도 유닛수가 증가하지 않는 소형 제어기가 실현되어, 다항목의 조작이 가능하게 되었고 1982년의 UTC-261 타입에서는 마이크로프로세서를 응용한 무선제어장치 전용 LSI를 채용하여 부품 개수와 조정 개소를 대폭으로 삭감하여 신뢰성을 높였고 이 1982년 모델이 현재의 미약 무선제어기(3m 측정범 대응 기기)와 특정 소전력무선국을 이용한 무선제어장치의 기본장치로 되었다. 그러나 다중전송 방식에 있어서 경우 트러블의 대부분은 발진회로와 대역통과필터 및 신호변별기 등의 주파수 특성과 출력 레벨이 온도변화, 경년변화나 진동, 충격 등에 의해 크게 좌우된다고 하는 문제가 있었기 때문에 주기적인 점검이 반드시 필요했으며 수신한 전파에 포함된 잡음성분으로 인한 영향을 충분히 피할 수 없었기 때문에 주변 노이즈에 기인한 트러블이 많았다. 특히 인간이 직접 운전하지 않는 무인농기계의 경우는 기계와의 의사소통을 위해 신호전달의 신뢰성이 필수적으로 요구된다.

본 연구에서는 반이중 통신용 RF모듈을 사용하여 농업용 기계나 장치들을 제어할 때 안정된 수신신호를 확보할 수 있는 무선통신 프로토콜과 송수신 제어장치를 개발하고자 했으며 구체적 목적은 다음과 같다.

1. 원격관제장치의 operating console로부터 데이터를 입력받을 수 있는 장치의 개발
2. 무선모뎀의 송수신 제어장치 개발
3. 안정된 데이터 송수신을 위한 통신프로토콜의 개발

* 농업기계화연구소(National Agricultural Mechanization Research Institute, RDA)

2.재료 및 방법

2.1. 시작기의 제작

시작기는 데이터 입력을 제어하는 입력 제어장치와 송수신 모듈 그리고 모듈 제어 장치로 구성된다. 관제장치의 console로부터 데이터를 읽어 들이기 위해 입력 제어장치에서는 정해진 시간 간격마다 console 값을 읽어 이전의 값들이 저장된 버퍼의 내용과 비교하여 값이 다른 경우에만 송신할 버퍼에 저장한다. 송수신 모듈은 데이터를 변복조하여 모듈 제어기에 의해 신호를 송수신 할 수 있도록 구성했다

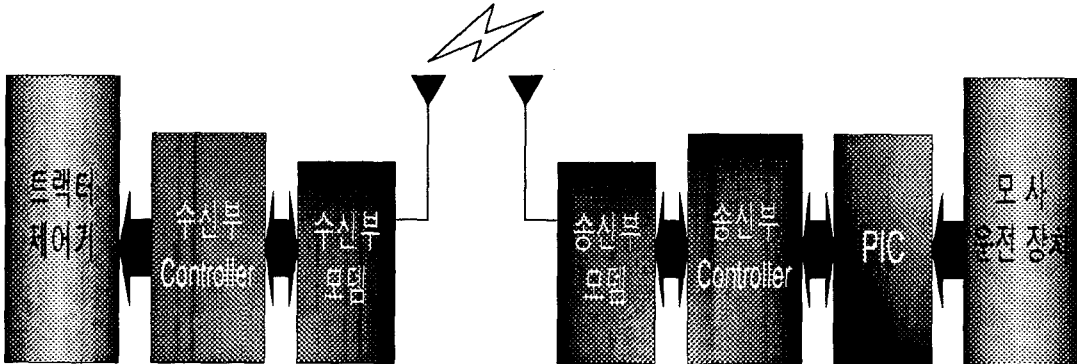


Fig.1. Block Diagram of RF Communication Controller

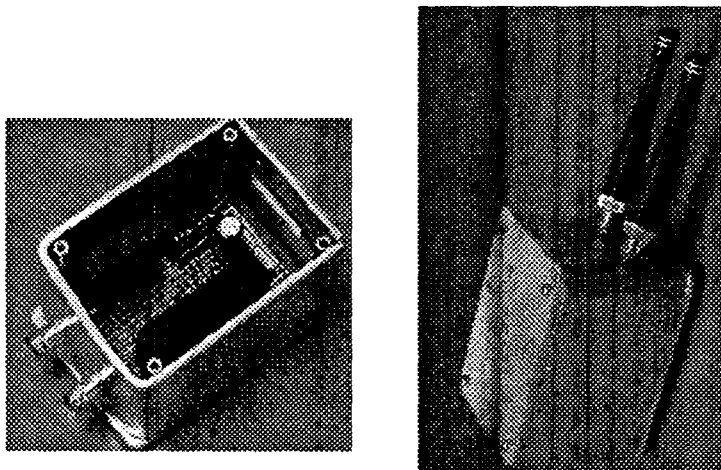


Fig.2. Picture of Prototype RF Communication Module

2.1.1 입력제어장치

마이크로칩 사의 PIC16C84를 프로세서로 사용하여 Glitching을 제거하기 위한 RC회로, Schmitt Trigger Inverter, 로직 IC등으로 H/W를 구성하였으며 설정한 Time 인터럽트에 의해 입력을 scanning하여 변화있는 data만 버퍼에 저장하고 controller(80c320)에서 데이터를 요구하는 신호(request signal)에 반응하여 버퍼의 데이터를 전송한다

2.1.2 송수신 제어기

송수신 제어기는 인텔사의 80C320프로세서와 직렬통신 IC, 로직IC 등으로 구성했으며

RF송수신 모뎀을 제어하도록 하였다. 송수신시에는 모뎀의 SQL과 Rx를 ANDing하여 80c320의 RxD단자에 입력시켜 쓰레기값을 제거할 수 있도록 하였다

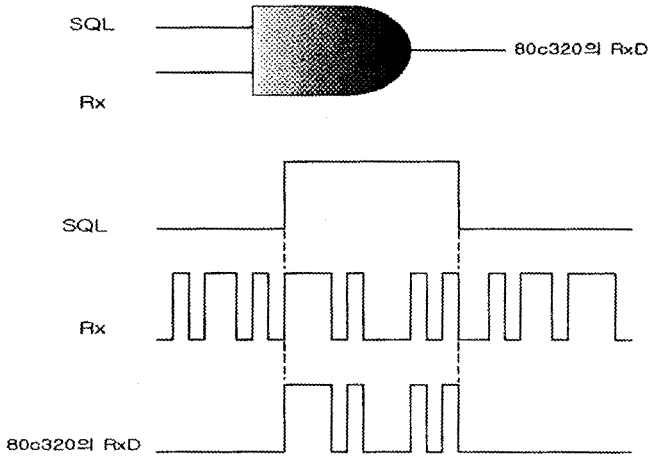


Fig.3. Timming Chart of Receiving Data

2.1.2 RF모뎀

TOKO사의 TMX556J를 사용했으며 TxEN을 'low'로 enable시키면 해당측은 송신 모드가 되고 상대측은 SQL이 'high'로 되면서 수신모드가 되어 채널이 형성된다. 송신모드에서 수신모드로 수신모드에서 송신모드로 전환시 약 50ms 이상의 delay time이 필요하였다

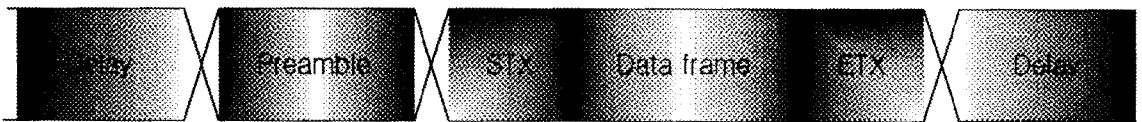


Fig.4. Data Format for RF module

2.2 통신 프로토콜

2.2.1 송신제어

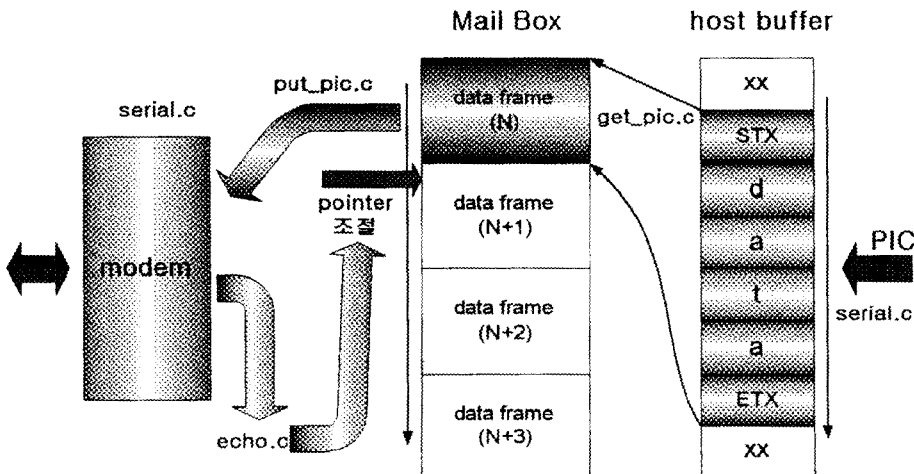


Fig.5. Block Diagram of Transmitting Control

2.2.1 serial.c

통신속도의 조정과 버퍼관리를 위해 다음과 같은 기능을 두었다

- timer 1,2 → baud rate 생성 기능
- timer 0 → time out 체크용(watch dog 기능)
- serial port → interrupt service routine 설정
- put_xx();(data를 serial포트로 내보냄)
- get_xx();(serial포트로부터 들어온 data를 수신버퍼에 쌓음)
- xx_check();(수신 또는 송신 버퍼에 새로운 data가 들어왔는지 체크)

2.2.2 get_pic.c

입력장치로부터 읽어온 데이터를 관리하기 위하여 PIC에서부터 온 data를 쌓아 놓은 버퍼에서 유용한 data frame만을 추출하여 mailbox에 저장하고 checksum error checker를 2byte 생성하도록 하였다

2.2.3 echo.c

echo를 받아 ACK, ERROR, NACK인지를 리턴하고 각각의 event에 따라 status를 handling한다

2.3. 수신제어

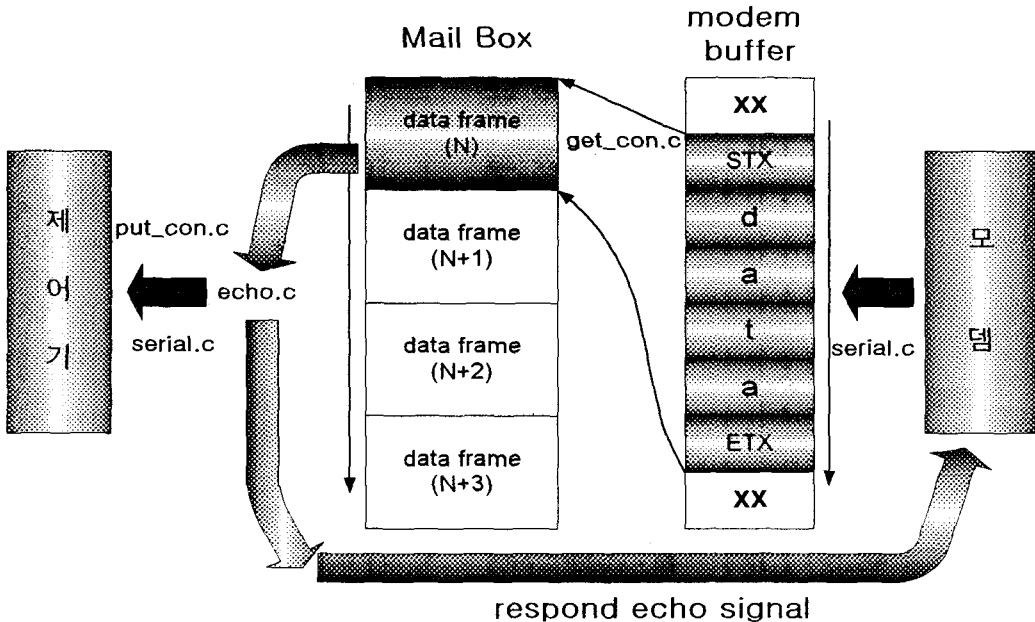


Fig.5. Block Diagram of Receiving Control

2.3.1. get_con.c

수신데이터의 양부를 판단하고 양호한 데이터를 메모리에 저장하도록 하였다

- 모뎀을 통해 수신부로부터 들어온 data가 수신버퍼에 쌓이는 데 valid한 data frame만을 mailbox에 저장
- deinserting하고 checksum check하여 good인지 no good인지 리턴

2.3.2. echo.c

error check시 넘겨준 값과 time out을 보고 ACK, ERROR, NACK결정하고 송신부에 ACK, ERROR, NACK를 응답한다.

2.3.3. put_con.c

checking결과가 good일 때만 mailbox의 data frame을 트랙터제어기에 전송한다

3. 결과 및 고찰

시험 제작한 통신장치의 성능을 시험하기 위하여 원격제어신호 및 통신데이터를 송신 입력단과 수신 출력단에서 각각 모니터링하였다. 다음 그림은 수신부의 동작을 모니터에서 살펴본 것이다. 송신된 데이터 값을 받아 화면에 뿌려주고 있음을 알 수 있다. 수신된 데이터가 반복해서 일치할 때는 ACK를 리턴하지만 헤더나 데이터가 일치하지 않을 때는 ERROR를 리턴하고 있음을 볼수 있다.

```
success serial
----- RECEIVE PART TEST!!!! -----

FIND sof FRAME(sof_check)!!!!
GOOD
RECEIVE FRAME DATA
reponse ACK

===response send===!!
iiTESTj
FIND sof FRAME(sof_check)!!!!
GOOD
RECEIVE FRAME DATA
reponse ACK

FIND sof FRAME(sof_check)!!!!
GOOD
RECEIVE FRAME DATA
reponse ACK

FIND sof FRAME(sof_check)!!!!
GOOD
RECEIVE FRAME DATA
reponse ACK

FIND sof FRAME(sof_check)!!!!
GOOD
RECEIVE FRAME DATA
reponse ACK

FIND sof FRAME(sof_check)!!!!
GOOD
RECEIVE FRAME DATA
reponse ACK

FIND sof FRAME(sof_check)!!!!
GOOD
RECEIVE FRAME DATA
reponse ACK

FIND sof FRAME(sof_check)!!!!
GOOD
RECEIVE FRAME DATA
reponse ACK

FIND sof FRAME(sof_check)!!!!
NO GOOD
RECEIVE FRAME DATA
reponse ERROR
```

Fig.6. Pictures of Captured Display for Transmitting Monitoring

다음그림은 송신부를 모니터링 한 것이다.첫번째 화면은 echo를 성공적으로 받아 다음 데이터를 요구하는 것을 볼 수 있다.두번째 화면은 안테나 주위에 반사물체가 있을 경우 송신 모드에서 수신모드로 전환될 때 자신이 송신한 데이터를 다시 수신하는 경우가 발생하였다. 수목등과 같은 다양한 전파장애가 존재하는 농기계의 통신환경을 고려할 때 기술적 보완이 필요한 것으로 판단되었다.

```
!!!!!! ACK ACK ACK !!!!!!!(echo)
echo Process(echo)
GET FRAME DATA(get_pic)
put FRAME DATA(put_pic)
S
ACK(status_handling)
@ \L173657269616c M^q
FIND sof FRAME(sof_check)!!!!

!!!!!! ACK ACK ACK !!!!!!!(echo)
echo Process(echo)
GET FRAME DATA(get_pic)
put FRAME DATA(put_pic)
S
ACK(status_handling)

전$80
----- TRANS PART TEST!!!!-----
GET FRAME DATA(get_pic)
put FRAME DATA(put_pic)
 \L154455354줄@ \ \ \ q
FIND sof FRAME(sof_check)!!!!

!!!!!! ACK ACK ACK !!!!!!!(echo)
echo Process(echo)
GET FRAME DATA(get_pic)
put FRAME DATA(put_pic)
S
ACK(status_handling)
```

Fig.7. Pictures of Captured Display for Transmitting Monitoring

송수신 시험과정에서 발견된 통신 알고리즘의 오류는 수신기가 정확히 신호를 수신하고 echo 신호를 리턴 하였음에도 송신기가 이를 놓치는 경우가 발생하였다. 주로 echo를 못 받는 이유는 2개의 serial interrupt가 동시에 enable 될 때였다. 즉, PIC측에서 data를 받는 일을 하고 있는 데 modem측으로부터 echo가 오면 잃어버리게 되는 것이다. 이를 해결하기 위하여 모뎀의 송·수신 전환 시 필요로 하는 delay time을 이용하였다. 송신부에서 data를 날려보내고 다음 data를 get하는 동안 수신부에서는 data를 받고 error check를 한 후 dalay job을 하고 있는 것이다. 송신부에서는 사실상 하나의 data frame만 미리 가져다 놓으므로 한번 get한 후에 echo를 기다리는 동안에는 다른 일(echo 받는 일)과 겹치는 일이 발생하지 않았다.

또한 송수신시에 STX를 두 바이트를 사용하면 노이즈의 영향을 현저히 감소시킬 수 있었다. 노이즈의 예로 노이즈가 STX로 인식되어 계속 쓰레기값을 읽어 들이거나 실제 data frame을 읽기 전에 거짓 STX를 읽게 되어 실제 data가 수신부에서 error 체크를 할 때 error로 인식되는 경우이다. 송수신 전환시의 delay를 100mS로 주고 STX를 한 바이트를 할당하고 실험하였을 때 약 10%의 수신 에러가 발생하였으나 STX를 두 바이트를 할당한 결과 시간은 더 걸리지만 수신 에러는 크게 감소하여 송수신 reliability는 거의100%에 가까웠다

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 반이중 통신용 RF모듈을 사용하여 농업용 기계나 장치들을 제어할 때 안정된 수신신호를 확보할 수 있는 무선통신 프로토콜과 송수신 제어장치를 개발하고자 했으며 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 원격관제와 데이터의 안정된 무선 송수신을 위하여 송수신 제어장치와 통신 프로토콜을 개발하여 시험하였다.
2. 장애가 없는 통신환경에서는 매우 안정된 송수신 상태를 나타냈으나 안테나 주위에 반사물체가 있을 경우 송신모드에서 수신모드로 전환될 때 자신이 송신한 데이터를 다시 수신하는 경우가 발생하였다
3. 송수신 전환시의 delay를 100mS로 주고 STX를 한 바이트를 할당하고 실험하였을 때 약 10%의 수신 에러가 발생하였으나 STX를 두 바이트를 할당한 결과 시간은 더 걸리지만 수신 에러는 크게 감소하여 송수신 reliability는 거의100%에 가까웠다

5. 참고문헌

1. 박선호. 1994. 무선전송제어시스템. 국제테크노정보연구소. pp 229~292.
2. 한사테크 기술자료. 1996. 산업용 무선원격제어장치. (주)테크월드, pp 46~61
3. 컴파일 테크놀로지.1997. PIC16C8X 테크니컬 핸드북. (주)컴파일 테크놀로지. pp129~153
4. Microchip. 1997, PIC16/17 Microcontroller Data Book. Microchip. pp 11-7~11-84
5. 東光株式會社 技術資料. 1995. RF モジュール用 インターフェース. 東光株式會社. pp 1~6