

# 원격제어 트랙터 개발

## Development of remote controlled tractor

정인규*	김상철*	박우풍*	성제훈*	황성준*
정회원	정회원	정회원	정회원	정회원
I.G. Jung	S.C. Kim	W.P Park	J.H. Sung	S.J. Hwang

### 1. 서론

최근 원격제어와 무선통신 기술은 일반산업분야 뿐만 아니라 농업분야에서도 이용이 점차 확대되고 있으며 중요한 기술수단이 되고 있다.

그리고, 농용 트랙터는 농작업에 다목적으로 쓰이는 유용한 농기계이나 농작업의 종류에 따라서는 작업자에게 위험을 초래하거나 작업의 부담을 주기도 한다. 즉 방제작업이나 경사지 작업등은 작업이 고되고 위험성이 커서 원격제어를 통한 무인화가 이루어지면 보다 농작업을 편하고 안전하게 할 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 기초기술로서 반이중 통신용 RF모듈을 사용하여 농업용 기계나 장치들을 제어할 때 안정된 수신신호를 확보할 수 있는 무선통신 프로토콜과 송수신 제어장치를 개발하고자 하였다. 그리고 여기에 트랙터의 주변 상황을 관측할 수 있도록 조절이 가능한 카메라로 연속적인 영상을 멀리 떨어져 있는 원격지로 전파에 실어 전송하면 사람은 TV 수상기를 보며 트랙터를 타고 있는 것처럼 레버와 핸들 등을 조작하여 원격지에서 트랙터를 조종 및 작업할 수 있는 트랙터를 개발하여 시험하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 원격제어기 제작

무선원격제어기는 사람이 트랙터를 운전하며 작업하기 위해서 필요로 하는 트랙터 시동·정지, 조향, 속도조절, 브레이크 조작, 카메라 조작, 작업기 조작 등 대부분의 기능을 제어할 수 있도록 설계하였으며, 필요에 따라 아날로그 및 디지털 신호처리를 통하여 제어를 하게 하였는데, 주요제어기능별 제어방법은 표 1과 같다. 그리고, 그림 1은 원격제어 트랙터 구동 드라이브의 회로도이다. 여기서 조향제어, 카메라 팬 틸트 제어, 속도제어, 작업기 리프트 제어 등에는 아날로그 I/O를 사용하였으며, P.T.O, 브레이크, 등화장치, 경보장치 제어 등에는 디지털 I/O를 사용하였다.

\* 농업기계화연구소(National Agricultural Mechanization Research Institute, R.D.A)

표 1. 무선제어기능별 제어방법

제어기능	제어방법
조향제어	비례제어
전후진 제어	비례제어
작업기 승·하강	비례제어
엔진시동·정지	ON-OFF 제어
P.T.O	ON-OFF 제어
비상정지	ON-OFF 제어

조향제어, 전후진 제어 및 작업기 승하강 조작은 입력전압을 가변적으로 조절하여 제어하고, 브레이크는 좌 및 우 릴레이를 동시에 ON시켜 작동한다. 카메라는 8배 줌 조작이 가능하며 카메라의 시야를 조절할 수 있는 PAN & TILT 는 좌우로는 300°, 상하로는 45° 가 조절 가능하다.

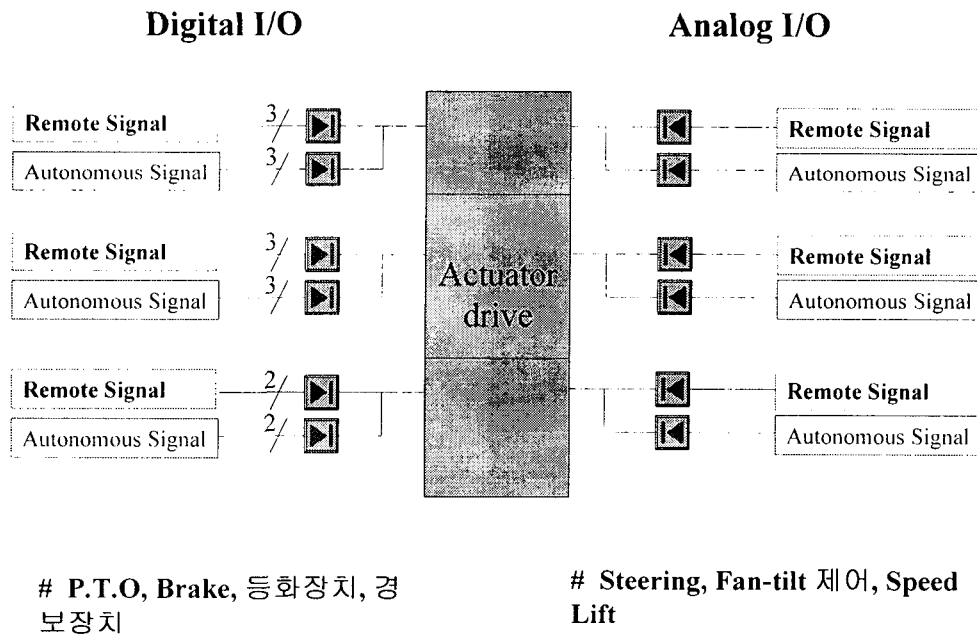


그림 1. 원격제어 트랙터 구동 드라이브 회로도

무선 송수신기는 447MHz 대의 주파수를 사용하며 송신 출력은 약 10mW로서 제어가능범위는 반경 약 1.5km 이다. 통신방식은 반이중 방식이며, 안테나는 헬리컬 안테나를 사용하고 송수신기의 변조속도는 4,800bps, 변조방식은 주파수 변조방식을 사용한다.

안전장치로서 저전압 검출장치 및 비상정지 기능이 내장되어 있다. 표 2에 무선 송신기와 수신기의 주요 제원을 각각 나타내었다. 그림 2 및 그림 3은 각각 제작된 원격제어 송신기 내부구성도 및 원격제어 수신기 외관이다.

표 2. 무선 송수신기의 주요 제원

구분	항목	사양	비고
일반제원	주파수	447.8625MHz~447.9875MHz	
	작업반경	1,500m 이내	
	어드레스	65,536개(16BIT)	
	변조속도	4,800bps	
	전원전압	DC 12V(1.2Ah), 연축전지	약 20시간연속사용 가능.
RF MODULE	송신출력	약 10mw	
	변조방식	FSK	
	통신방식	반이중 통신(HALF DUPLEX)	
	안테나	HELICAL ANTENNA	내장
안전장치		저전압 검출 기능	
		비상 정지 기능	

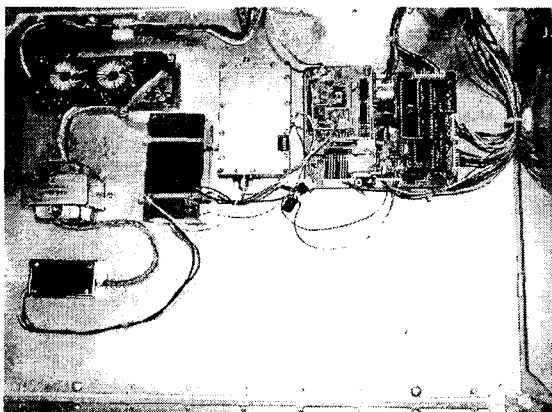


그림 2. 원격제어 송신기 내부구성도

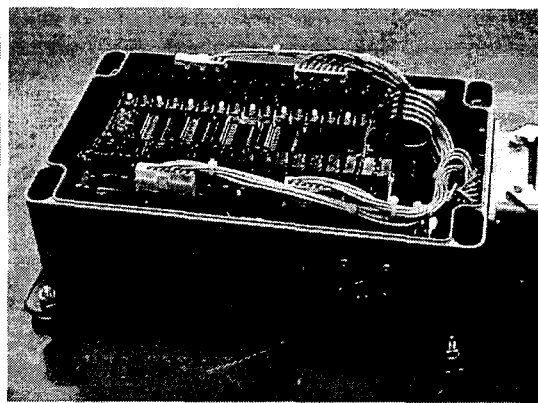


그림 3. 원격제어 수신기

원격제어 송수신기는 같은 장소에서 여러 대의 무선 제어시스템을 사용하고 있을 때, 안전한 사용을 보장하기 위해 각각의 무선 제어시스템은 고정된 고유의 어드레스를 가지고 있으며, 각 시스템은 제어명령을 실행하기 전에 먼저 어드레스를 검증하여 서로 다른 무선제어 시스템간의 혼신으로 인한 기계의 돌발적인 작동이 일어나지 않도록 한다. 또한 사용하는 주파수에 혼신이 발생하면 수신기는 현재 동작을 멈추고 경음을 발생시켜 혼신 유무를 사용자에게 알려주어 트랙터의 오동작으로 인한 사고를 사전에 예방할 수 있게 한다.

#### 나. 영상무선 송수신장치 개발

작업기 주변 영상을 카메라를 통해 보면서 무선으로 조종 및 작업할 수 있도록 하기 위하여 영상 무선 송수신 장치를 개발하였는데, 영상 송수신을 위한 사용 주파수는 2.4GHz 이며 최대출력은 100mW로서 영상전송 가능 거리는 약 200m 정도이나 영상증폭기를 사용하면 영상을 최대 1.5km 까지 전송할 수 있다. 이 때 사용한 안테나는 무지향성의 패치(patch) 안테나이며 영상의 수신은 TV 모니터나 머리에 쓰고 영상을 볼 수 있는 Head mount display를 사용하였다. 그림 4는 영상 송수신 모델의 외관이다.



그림 4. 영상송수신 모델

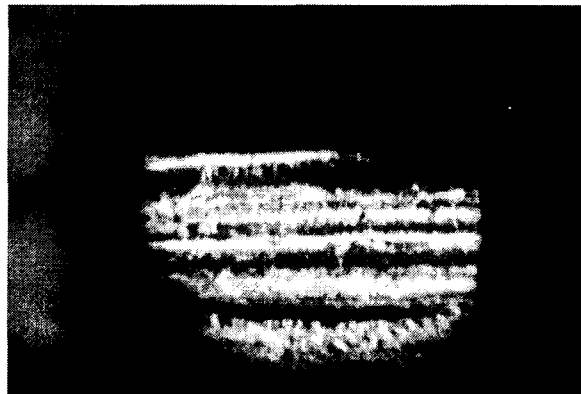


그림 5. 원격제어를 위한 영상수신 상태

#### 다. 원격제어 트랙터 개발

개발된 원격제어 송수신기 및 영상 송수신 장치를 기 개발된 트랙터 전자제어 장치에 연결 장착하여 원격지에서 작업기 주변 영상을 팬틸트에 부착된 카메라를 통해 보면서 무선으로 조종 및 작업할 수 있도록 원격제어 트랙터를 개발하여 성능 시험하였다.

원격제어 트랙터는 전자제어를 위하여 HST(Hydrostatic Transmission)를 장착한 33마력 트랙터를 사용하였으며 트랙터의 제원은 표 3과 같고, 작업기로는 500ℓ 용량의 비료살포기를 부착하였다.

표 3 . 원격제어 트랙터의 제원

항 목	제 원
Engine power(HP)	33
Engine speed(rpm)	3,200
Width(mm)	1,275
Overall length(mm)	2,802
Transmission type	Hydrostatic 2-range (infinite)
Wheel drive	4WD

### 3. 결과 및 고찰

개발한 원격제어 트랙터로 무선제어 성능을 구내 포장에서 실시하였는데, 원격제어시험 거리는 약 250m 로서, 시험 결과 원격제어시 반응지체 시간은 0.8초 이내로 거의 시간 지체가 없이 무선조작이 가능하였으며, 포장작업의 정밀도와 밀접한 관계가 있는 주행오차 시험에서는 운전자의 숙련도에 따라 다소 차이가 있으나 도로와 같이 노면상태가 양호한 곳에서는 직진 주행시 오차 10cm이내, 포장과 같이 노면에 굴곡이 있는 곳에서는 약 20cm 이내로 조향제어가 가능하였다.

영상 모니터링을 위한 영상수신 시험 결과, CCD 카메라를 사용하여 포장 및 주변의 영상을 포착하여 무선으로 전송한 영상을 수신하였을 때, 수신된 영상은 원격제어를 위한 영상 수신 및 영상 구분이 가능하였으나, 영상은 진동에 큰 영향을 받는 것으로 나타나 안정된 영상 송수신을 위해서는 카메라에 전달되는 진동을 경감시키는 것이 매우 중요한 것으로 나타났다. 그림 5는 헤드 마운트 디스플레이(Head mount display)를 통해 영상을 수신한 화면으로서 수신된 영상을 통해 포장의 상태를 확인하고 작업이 가능함을 보여주고 있다.

원격제어 가능 범위에 대한 시험 결과, 제어를 위한 제어신호 전송 거리보다, 고주파로 인한 장애물의 영향이나 카메라의 진동의 영향 등으로 영상 송수신 성능이 이에 못미쳐 원격제어 거리가 짧아지는 결과를 초래하여 보완이 필요하였다. 그림 6은 개발된 원격제어 트랙터의 외관이며, 그림 7은 트랙터의 포장성능 시험 장면이다.

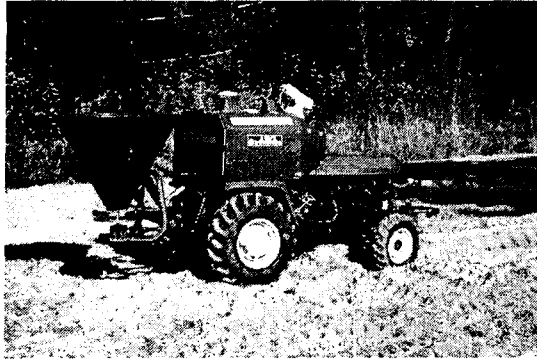


그림 157. 원격제어 트랙터 외관

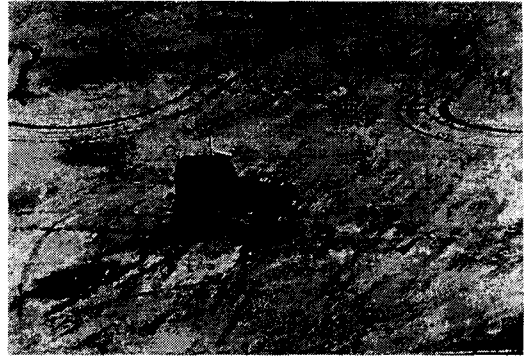


그림 158. 포장 성능시험 장면

#### 4. 요약 및 결론

본 연구에서는 반이중 통신용 RF모듈을 사용하여 트랙터의 주변 상황을 원격지에서 보며 레버와 핸들 등을 조작하여 원거리에서 조종 및 작업할 수 있는 원격제어 트랙터를 개발하여 시험하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 사용주파수 2.4GHz, 최대출력 100mW 급의 영상 모뎀과 트랙터 조향, 전후진, 시동, 작업기 승하강, 카메라·팬틸트 제어 등의 기능을 갖는 447MHz 대의 원격제어 송수신기를 개발하였다.

- 원격제어 직진주행 시험결과, 도로와 같이 노면상태가 양호한 곳에서는 10cm 이내의 주행오차로 제어가 가능하였고, 포장에서는 20cm 이내의 주행오차를 나타내었다.

- 영상 모니터링을 위한 영상수신 시험 결과 원격제어를 위한 영상 수신 및 구분이 가능하였으나 진동의 영향이 큰 것으로 나타났다.

- 원격제어 가능 범위에 대한 시험 결과, 데이터 전송 거리보다 영상 송수신 성능이 이에 못미쳐 원격제어 거리가 짧아지는 결과를 초래하여 보완이 필요하였다.

#### 5. 참고문헌

1. 김상철 외. 1999. 한국농업기계학회 하계학술대회 논문집 Vol. 4 No. 2. pp 177~182
2. 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
3. 박선호. 1994. 무선전송제어시스템. 국제테크노정보연구소. pp 229~292.
4. 컴파일 테크놀로지. 1997. PIC16C8X 테크니컬 핸드북. pp 129~153
5. 한사테크 기술자료. 1996. 산업용 무선원격제어장치. (주)테크월드. pp 46~61
6. Microchip. 1997. PIC16/17 Micro controller Data Book. Microchip. pp 11:7~11:84