

# 인터넷을 이용한 트랙터 원격모니터링과 제어

## Remote Monitoring and Control of Tractor on Internet

김상철*	박우풍*	이용범*	한길수*	임동혁*	이운용**
정희원	정희원	정희원	정희원	정희원	정희원
S. C. Kim	W. P. Park	Y. B. Lee	G. S. Han	D. H. Im	W. Y. Lee

### 1. 서 론

자율주행 트랙터가 작업하는 동안 작동상태를 효과적으로 모니터링 할 수 있어야 하는데, 기계 스스로 해결할 수 없는 고장상황이나 장애물 등에 의한 주행 불능 상태가 발생했을 때 즉시 원격제어모드로 전환하여 관리자에 의해 시스템이 재설정되거나, 경로의 수정, 원격운전을 통해 봉착된 상황을 해소할 필요가 있다. 이를 위한 기술적 방법의 하나로 인터넷을 통한 자율주행 트랙터의 모니터링과 원격제어 기술을 적용하여 시험하였다..

인터넷 모니터링 기술은 자율주행 시스템을 모니터링 하고 제어하는데 뿐만 아니라 자율주행기술에 의존적이지 않고 오히려 독립적 기술분야로 농기계의 원격조종과 원격 농작업에 응용할 수 있다. 이러한 장점들로 인해 인터넷을 통한 원격지 농기계의 모니터링과 제어는 자율주행 차량의 안전적 운용뿐 아니라 경작지의 공간적 위치에 따른 영농의 제약을 완화하여 도시 거주자들의 영농을 가능하게 한다. 이 경우 웹 리모트 컨트롤 기술은 완전 자율주행 농기계의 실용화 이전단계에서도 영농현장의 적용이 가능하다. 또한 기업화된 영농시스템에서 뿐 아니라, 급속히 고령화 사회로 진입하고 있는 우리나라의 농촌현실을 고려할때 실버시대의 영농수단으로도 이용될 수 있을 것이다.

이 연구에서는 트랙터를 모니터링하고 제어하는 곳과 경작지가 있는 곳을 인터넷으로 연결하고, 경작지에 위치한 컴퓨터가 멀리 떨어진 운전자로부터 자율주행 또는 원격제어 명령을 수신하여 무선통신을 통해 그 명령을 전달하며 자율주행 농기계는 전달받은 명령을 수행하도록 농작업을 위한 자율주행 경로를 생성하여 추종 알고리즘을 실행하거나 원격제어 신호에 따라 제어함수를 실행하고 액츄에이터를 제어하고 운전자가 탑승하지 않은 무인 트랙터는 전송된 명령에 따라 제어되는 상황을 경작지에 위치한 카메라가 촬영하여 인터넷을 통하여 농민이 있는 쪽으로 전송하여 운전자는 자신의 제어결과를 인터넷을 통해 영상으로 피이백을 받으면서 목적으로 하는 농작업을 계속 수행할 수 있도록 시스템을 구성하고 실시간 모니터링과 제어 가능성에 대해 시험 했다.

---

\* 농업기계화연구소  
 \*\* 한국농업전문학교

## 2. 재료 및 방법

### 가. 시스템 구성

시험을 위한 시스템은 그림 1과 같이 크게 3부분으로 나누어 구성했다. 경작지에 설치되는 포장관측소는 원격지의 운전자로부터 자율주행 또는 원격제어 명령을 수신하여 무선통신을 통해 그 명령을 무인트랙터에 전달하며 관측소에 설치된 카메라는 트랙터를 촬영하여 인터넷을 통하여 운전자가 있는 쪽으로 전송하도록 함으로 트랙터를 모니터링하고 제어하는 곳과 경작지가 있는 곳의 트랙터를 인터넷으로 연결한다. 원격조종지의 운전자는 자신의 제어결과를 인터넷을 통해 영상으로 피이드 백(Feed Back) 받을 수 있도록 하여 운전자가 탑승하지 않은 무인 트랙터는 전달받은 명령에 따라 농작업을 위한 자율주행 경로를 생성하여 추종 알고리즘을 실행하거나 원격제어 신호에 따라 제어함수를 실행하고 액츄에이터를 제어할 수 있도록 했다.

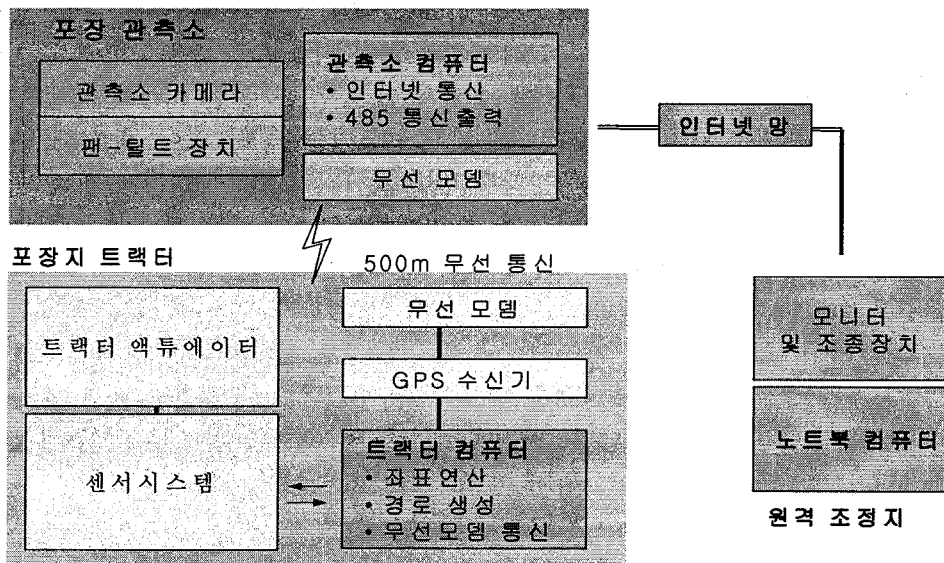


Fig. 2 Block diagram of remote control and monitoring system of unmanned tractor

구체적으로 살펴보면 경작지에 있는 트랙터는 전기적 신호에 따라 조종장치가 제어될 수 있도록 그림2와 같이 액츄에이터를 제작하여 시험용 트랙터에 장착하였다. 조향 제어를 위해서는 Danfoss사의 EHPS(Electro Hydraulic Proportional Spool)밸브를 트랙터에 장착된 유압 Orbit 밸브와 병렬로 연결하여 사용했으며 자동과 수동은 스위치 신호에 따라 절환 되도록 했다. 엔진 회전수 제어를 위한 조속기 제어장치는 거버너 핸들의 위치를 검출하기 위한 포텐쇼메터와 엔진 회전수 검출을 위한 펄스픽업센서, 가버너 위치제어를 위한 리니어 모터로 서보 액츄에이터를 구성했다. 전후진 및 속도는 트랙터 HST를 구성하고 있는 피스톤 펌프의 사판각을 제어하도록 포텐쇼메터와 로타리 액츄에이터로 서보제어가 되도록 했다. 리프트 장치도 리니어 모터와 포텐쇼메터를 이용해 위치제어를 하도록 액츄에이터를 구성하였다. 트랙터에는 항법장치가 장착되어 있으며 National Instrument사의 PXI 컴퓨터 시스템이 좌표연산과 경로계획, 무선통신 및 액츄에

이터를 감시하고 제어한다. 항법시스템으로 GPS, INS, 자기방위센서 등과 제어명령을 수신하고 트랙터의 운전상태를 전송하기 위한 무선통신 시스템, 액츄에이터의 제어와 신호연산을 위한 시스템 제어기 등이 탑재되어 있다.

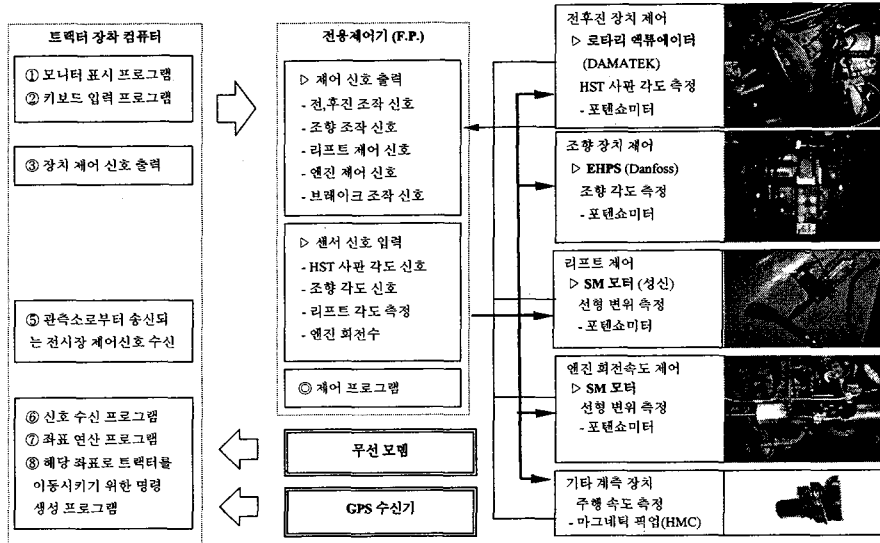


Fig. 2 Block diagram for operating actuator of unmanned tractor

### 나. 시험포장

포장 외곽에는 트랙터의 동작과 포장상태를 영상으로 전송할 수 있도록 카메라와 엡 서버를 설치했다. 인터넷을 통한 트랙터의 모니터링과 제어시험을 위해 연구소 시험포장(수원시 권선구 입북동 688-3번지)에 전자제어형 HST트랙터를 위치시키고 서울 COEX 빌딩에서 인터넷을 통해 제어 했다. 포장에 설치된 네트워크의 종류는 데이콤사가 서비스하고 있는 보라넷 BIZ(업로드 속도 약 2Mbps)을 설치하고 고정 IP(211.180.156.253)를 할당하였다 무선통신 시스템은 주파수447Mhz, 출력10mW로 RS232 데이터 포맷에 따라 자료를 주고 받을 수 있도록 했다. 포장영상은 초당 30프레임의 속도로 MJpeg 포맷으로 압축하여 TCP/IP 프로토콜을 이용하여 전송하였고, COEX빌딩의 전시장에서는 전용의 제어장치를 이용해 트랙터의 조종신호를 동일한 TCP/IP 프로토콜을 이용해 수원의 포장쪽으로 전송해 주도록 했다.



Fig. 3 Picture of remote monitoring and control of unmanned tractor

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 액츄에이터 성능시험

무인경운 시험을 위하여 HST 트랙터 조종장치로서 서보제어가 가능한 액츄에이터를 개발 장착하고 제어성능을 시험하였다. 전자유압제어(EHPS)식 조향액츄에이터는, 조향가능 각 100도의 전범위에 조향 제어가 가능했으며 전조향에 필요한 시간은 약 1.6초 정도였다. 피스톤 펌프의 사판각을 제어하는 전후진 제어기는 리니어 모터 구동식으로 총 제어 변위 50mm를 이동하는데 제어시간이 약 1.2초 소요되었다. 엔진 회전수를 제어하기 위한 스로틀 액츄에이터는 리니어 모터 구동식으로 제어변위 30mm에 대해 제어시간이 0.8초 소요되었다. 3점 링크에 부착된 작업기의 위치를 제어하는 리프트 제어기도 리니어 모터로 구동하였으며 제어거리 40mm에 대해 제어시간 0.9초정도가 소요되었다.

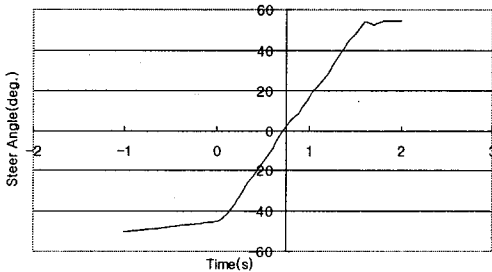


Fig.4. Test of Steering Actuator

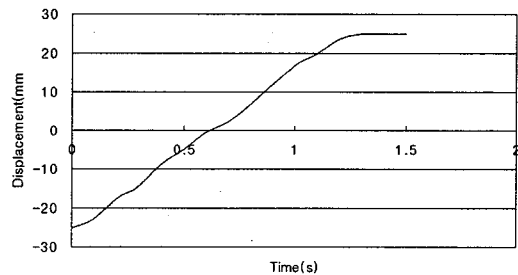


Fig.5. Test of Shuttle Actuator

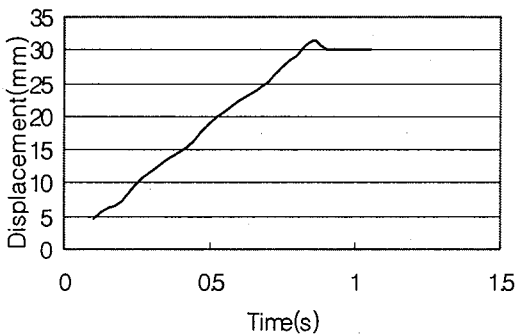


Fig.6. Test of Throttle Actuator

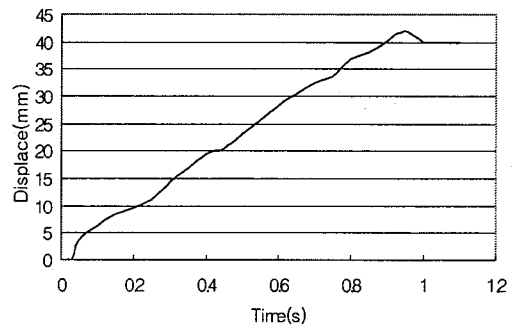


Fig.6. Test of Throttle Actuator

나. 제작된 HST 무인 트랙터를 인터넷과 무선통신 시스템을 이용하여 원격 모니터링과 제어 가능성에 대해 시험 했다. 인터넷을 통한 장거리 원격제어 및 모니터링 시험에서 제어신호의 전달지연은 0.3~0.5초정도로 제어신호의 피이드 백을 확인할 때까지는 약 1초정도의 대기 시간이 필요한 것으로 나타나 모니터링 및 제어 시스템의 개발 시 이를 고려할 설계가 필요한 것으로 나타났다.

다. 트랙터 자율주행 시험을 위하여 개발된 조속기 제어장치와 3점링크 위치제어를 위한 리프트 제어장치는 생산성과 경제성 요건이 충족되면 현재 생산되는 트랙터에도 독립적으로 적용이 가능한 것으로 나타났다.

#### 4. 적 요

가. 자율주행 트랙터가 작업하는 동안 작동상태를 효과적으로 모니터링하고 제어할 수 있도록 하기 위해 인터넷을 통한 자율주행 트랙터의 모니터링과 원격제어 기술에 대하여 시험하였다..

나. 트랙터를 모니터링하고 제어하는 곳과 경작지가 있는 곳을 인터넷으로 연결하고, 운전자가 탑승하지 않은 트랙터는 인터넷을 통해 전달받은 명령을 수행하도록 액츄에이터를 제어하고 제어되는 상황을 경작지에 위치한 카메라가 촬영하여 인터넷을 통하여 원격지의 운전자 쪽으로 전송하도록 시스템을 구성했다.

다. HST 트랙터 조종장치로서 서보제어가 가능한 액츄에이터를 개발 장착하고 제어성능을 시험하였다. 전자유압제어(EHPS)식 조향액츄에이터는, 조향가능각 100도의 전범위에 조향 제어가 가능했으며 전조향에 필요한 시간은 약 1.6초 정도 였다. 피스톤 펌프의 사판각을 제어하는 전후진 제어기는 리니어 모터 구동식으로 총 제어 변위 50mm를 이동하는데 제어시간이 약 1.2초 소요되었다. 엔진 회전수를 제어하기 위한 스톱틀 액츄에이터는 리니어 모터 구동식으로 제어변위 30mm에 대해 제어시간이 0.8초 소요되었다. 3점 링크에 부착된 작업기의 위치를 제어하는 리프트 제어기도 리니어 모터로 구동하였으며 제어거리 40mm에 대해 제어시간 0.9초정도가 소요되었다

라. 제작된 HST 무인 트랙터를 인터넷과 무선통신 시스템을 이용하여 원격 모니터링과 제어 가능성에 대해 시험 했다. 인터넷을 통한 장거리 원격제어 및 모니터링 시험에서 제어신호의 전달지연은 0.3~0.5초정도로 제어신호의 피이드 백을 확인할 때까지는 약 1초정도의 대기 시간이 필요한 것으로 나타나 모니터링 및 제어 시스템의 개발 시 이를 고려할 설계가 필요한 것으로 나타났다

#### 5. 인용문헌

1. Noboru Noguchi, 2002. Field Automation Using Robot Tractor. Automation Technology for Off-Road Equipment, pp239~245
2. 並河 清. 1996. 畫像處理による 無人追從方式の 研究. 第55回 日本農業機械學會 年次大會 講演要旨.pp. 299~300.
3. Osamu YUKIMOTO, Yosuke MATSUO, 1997, Navigation Technology for Tilling Robots, International Symposium On Agricultural LBS and PA