

## CAN을 이용한 농업기계 무인화 기술

### Autonomous Operation of Agricultural Machinery based on Controller Area Network

신 범 수\*      김 상 현\*      박 대 순\*

정회원                  정회원

B. S. Shin      S. H. Kim      D. S. Park

#### 1. 서론

미래의 농업기계는 임무수행용 컴퓨터, 가상터미널, 작업기 제어기, 센서 및 조작기 등과 같은 다양한 장치들 간에 정보 교환을 위한 데이터 버스를 장착하게 될 것이다(Hofstee 와 Goense, 1999). 이미 ISO11783에서 트랙터 및 작업기에 관한 직렬통신 규정이 제정되어 있으며 미국의 존디어사는 1992년 7000시리즈 트랙터부터 ECU기반 제어네트워크를 장착하고 있으며 홀랜드사도 1994년 Genesis 시리즈 트랙터에 CAN기반 네트워크를 사용하는 등 CAN 버스가 장착된 트랙터를 생산하고 있는 실정으로 앞으로 그 적용이 확대될 것으로 예상된다. 일본에서도 2002년 농업기계 분야에서 CAN 연구회(2002)가 구성되어 트랙터, 콤파인, 과수방제기 등에 CAN 네트워크를 적용하여 그 가능성을 규명하려는 연구결과가 보고된 바 있다.

본 연구는 농업기계에서도 CAN 네트워크의 이용이 활성화되고 있는 시점에서 국내에서도 CAN 버스 시스템의 적용 가능성을 검토하기 위하여 시도되었다. 공시 농업기계는 궤도형 과수방제기로서 주행 및 약액살포작업, 안전장치의 무인화를 위하여 필요한 센서 및 조작기와 ECU를 CAN 버스를 이용하여 네트워크화하였으며 경우에 따라 리모콘 제어가 가능하도록 제어 시스템을 구성하여 기본적인 작동 상황을 점검하였다.

#### 2. 재료 및 방법

##### 1) ECU의 설계

Microchip 사의 PIC18F448을 사용하여 ECU를 구성하였다. 이것은 고성능 RISC 아키텍처를 갖으며 16K Byte의 Flash Memory, 256 Byte On-chip RAM 등의 메모리를 갖고 있으며 20MHz 클럭을 사용하여 최대 40MHz의 속도로 작동이 가능하다. 한편 이것은 10-bit 분해능으로 8개의 AD 채널을 갖고 있으며, 2개의 외부 인터럽트, 3개의 타이머/카운터와 RS232C 시리얼포트를 갖추고 있으며, CAN 컨트롤러가 내장된 마이크로컨트롤러이며, 다수의 일반 I/O포트를 통해 다양한 외부장치와의 인터페이스가 가능하다. 특히 CAN

---

\* 강원대학교 농업생명과학대학 생물산업공학전공

통신을 위하여 다른 마이크로컨트롤러에 비해 상대적으로 적은 메모리를 사용하여 비교적 큰 용량의 응용프로그램이 무리없이 작동할 수 있다. 20MHz의 크리스탈이 사용된 본 시스템은 CAN 버스상에서 500 kbps의 속도로 통신이 가능하도록 하였다. 그림 1은 PIC18F448을 기본 CPU로 하는 ECU의 기판 모습으로 본 연구에서 설계, 제작하였다.

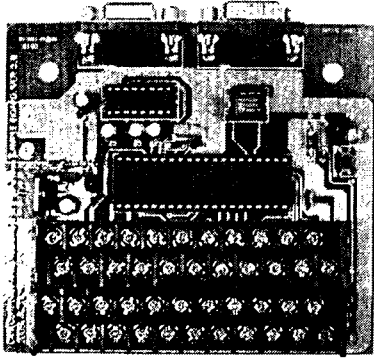


Fig. 1 Electronic control unit.

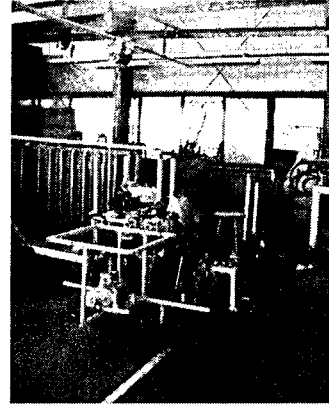


Fig. 2 Experimental SpeedSprayer

## 2) 센서 및 조작기 인터페이스

### 센서

마이크로프로세서에 대한 아날로그 입력으로서 본 연구에서 개발한 측면 옵션과 방향각 등 차량의 자세 측정 장치, 피치 및 롤 축에 대한 차량의 기울어짐에 의한 자세 보정을 위한 경사 센서(DAS) 등을 전압분배 입력회로를 거쳐 해당 ECU의 A/D converter 채널로 입력하였다. 측정된 값들은 50msec마다 CAN 버스를 통해 송신되도록 하였다. 과수방제기의 진행거리 및 주행속도를 측정하기 위하여 좌우 궤도의 구동 스프로킷에 각각 로타리엔코더를 설치하고 ECU의 외부 인터럽트에 입력하여 주행거리 및 주행속도를 계산한 후 100msec마다 CAN 버스에 송신하였다. 또한 과수열의 시작과 끝을 감지하기 위하여 방제기의 전면부 좌우에 설치한 초음파센서로부터 거리 정보는 100msec마다, 긴급상황 발생시 엔진을 정지시킬 수 있는 비상 버튼은 작동되는 순간 즉시 CAN 버스를 통해 송신된다. 성능평가를 위해서 설치한 GPS 및 지자기센서로부터의 정보는 RS232C 시리얼통신으로 ECU에 입력된 후 일정시간마다 CAN 버스에 송신되도록 하였다. 한편, 제어시스템의 가동 여부를 결정하고 또한 모든 작동 상황을 파악할 수 있도록 터치스크린이 있는 단일보드컴퓨터(Arm 9.0)를 CAN-RS232C bridge 기능을 하는 별도의 ECU를 사용하여 무인제어 시작/끝에 관한 명령이 CAN 버스로 출력되고 또한 전체 시스템에서 필요한 주요 작동 상황을 알 수 있는 정보들을 CAN 버스로부터 입력 받아 모니터에 출력될 수 있도록 하였다.

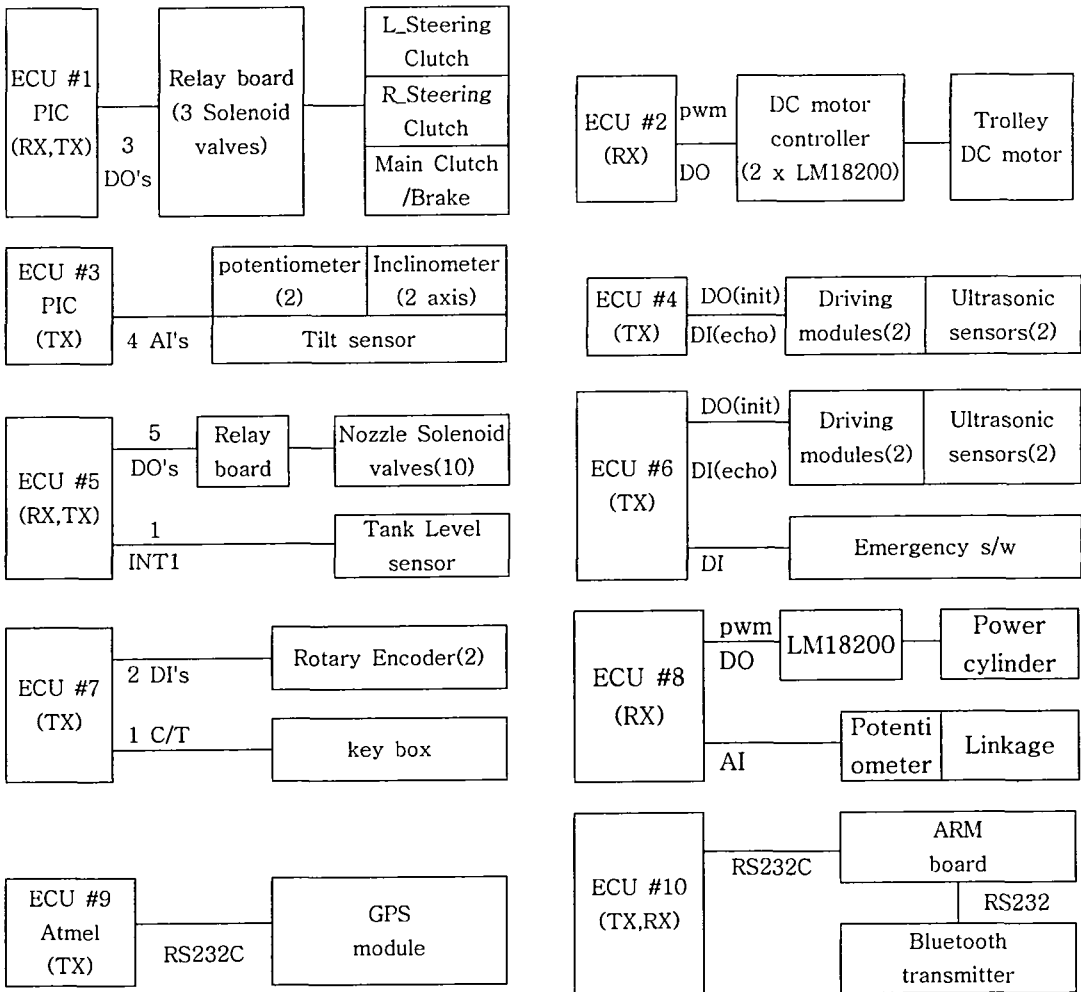
### 조작기

본 연구에서 사용한 조작기로는 과수방제기의 조향 클러치 레버와 주클러치/브레이크 페달을 위한 3개의 복동형 유압실린더와 가속기 레버를 조작하는 1개의 전동실린더를 사용하

었다. 유압실린더는 12V 코일이 장착된 방향제어밸브 블록에 의해 제어되므로 릴레이를 사용하여 인터페이스 회로를 구성하고 이것을 ECU로부터의 디지털 출력으로 제어하였다. 가속기레버에는 선형 가변 저항기를 부착하여 전동실린더의 위치정보를 피드백하고 DC모터 제어용 IC로 구성된 인터페이스 회로를 통해 3단계의 정해진 주행속도로 세팅될 수 있도록 하였다.

### 3) 전체 네트워크의 구성

총 12개의 ECU가 센서 및 조작기와 인터페이스되어 CAN 버스 상에 데이터를 올린다거나 버스 상에서 필요한 데이터를 수신하도록 되어 있다. CAN 버스는 직렬통신을 위한 두 가닥의 TP선이 있으며 각 ECU는 CAN 트랜시버를 통해 버스와 연결된다. 그림 2는 ECU들이 공시기인 과수방제기에 탑재된 모습이다. 그림 3은 각각의 ECU의 인터페이스 상태를 나타낸다.



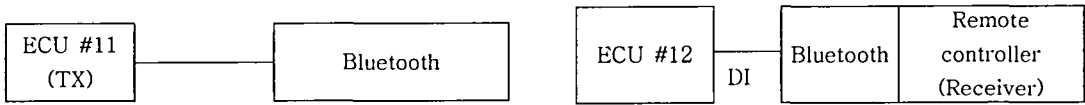


Fig. 3 ECU's used in autonomous controller.

### 3. 결과 및 고찰

#### 1) ECU 간 데이터 통신

CAN 분석기를 통하여 CAN 버스상의 데이터 통신 상황을 점검한 결과 전체적으로 버스의 유용 가능 대역폭에 대하여 2%이내의 부하가 걸린상태로 ECU간 통신이 가능함을 확인하였다. 50 msec 및 100 msec마다 데이터를 송신하고 필요한 ECU에서 수신함에 있어서 통신 에러가 발생하지 않았으며 단발성 송신 데이터의 경우에도 손실되는 경우는 발생하지 않았다.

#### 2) 조향클러치 조작기인 유압실린더의 작동

본 연구에서 사용한 케도형 주행장치를 갖는 과수방제기의 경우 조향클러치가 Jaw 형식 이므로 클러치를 분리하고 재결합하는데 시간이 소요된다. 즉, 클러치가 분리되기 시작하고 130 msec 이상 경과해야만 동력전달이 차단되어 조향 작용이 가능한 것으로 나타났다.

#### 3) 가속기레버 조작기인 power cylinder

P 제어를 사용하여 power cylinder의 위치제어를 수행한 결과 저속, 중속 및 고속 위치에 대한 재현성은 가속기 레버 전체 작동거리에 대하여 1% 이내로 나타났다.

#### 4) 주행속도 측정

케도 구동 스프로킷 축에 직결된 로타리엔코더로부터의 펄스 신호를 이용한 주행속도 측정결과가 매 100 msec 마다 CAN 버스를 통해 송신될 때, 수신 측 ECU에서 수신한 결과 주어진 속도에서 펄스 하나 이내의 오차로 정확히 속도를 측정할 수 있었다.

### 4. 요약 및 결론

PIC18F448을 기본 CPU로 하여 ECU를 설계, 제작하였으며, 센서 및 조작기를 인터페이스 회로를 통해 ECU에 입출력되도록 하였다. 총 12개의 ECU가 사용되었으며 CAN 분석기를 통해 버스 상의 데이터 통신을 점검한 결과 송, 수신 에러가 나는 경우는 단 한 차례도 없었으며 이때 버스 상의 부하는 2% 이내로 나타났다.

### 5. 참고문헌

Hofstee J.W. and D. Goense. 1999. Simulation of a Controller Area Network-based Tractor-Implement Data Bus according to ISO 11783. J. Agric. Engng Res. 73, 383-394

\_\_\_\_\_.2002. International Workshop on On-vehicle Data Communication Network - Application and Adaptation of ISO 11783 protocols in Japan. Working Group of CAN-LBS in Japan.