

## 필드버스를 이용한 다중 BLDC모터 구동에 관한 연구

노윤성, 강민수, 임동기, 전희중  
숭실대학교

### A Study on Control of Multiple BLDC Motors Using Fieldbus

Y.S. Rho, M.S. Kang, D.G. Im, H.J. Jeon  
Soongsil University

#### ABSTRACT

유지 보수가 용이하고 제어 성능이 좋은 BLDC 모터가 최근 자동화 공정에서 많이 사용되고 있다. 이와 같은 자동화 환경에서 분산되어 있는 각종 장치들을 제어하고 감시하기 위해서는 네트워크 시스템이 필수적이다. 여러 대의 전동기가 연계하여 단일 작업을 수행하는 경우 네트워크 기반의 실시간 제어가 더욱 중요하다. 본 논문에서는 CAN 네트워크를 사용한 다중 BLDC모터의 속도제어 시스템을 구현하여 개별 노드로 구성된 각각의 모터가 같은 정속도 회전을 하도록 한다.

#### 1. 서 론

분산 제어시스템(Distributed Control System)에서는 산업현장에 산재해 있는 각종 장치들을 각각의 마이크로프로세서가 제어하고 있다. 이러한 프로세서들 사이의 통신이 필수적이며 이를 위해 개발된 네트워크가 필드버스(Fieldbus)이다.

분산 제어시스템을 위한 다양한 통신 프로토콜이 제안되고 있다. Profibus, Interbus-S, LON, FIP, CAN 등과 같은 필드버스가 개발되어 실시간 제어용으로 사용되고 있다. 이들 중에서 자동차의 각종 계측 장치들 간의 통신을 위해 개발된 CAN은 비용이 저렴하고 배선 작업이 간단하며 각 노드는 독립적으로 동작하므로 노드의 변경이나 추가 시 기존 시스템에 영향을 주지 않아 공정 변화에 따른 시스템 확장 및 재구성이 쉽게 이루어진다. 또한 OSI 모델 중 최하위 두 계층만을 사용하여 연결하므로 시스템이 간단하고 실시간 제어가 우수하다. 본 논문에서는 이러한 CAN 네트워크를 이용하여 자동화 시스템에서 사용이 증가하고 있는 BLDC모터의 다중 제어를 구현하고 분산 제어를 위한 효율적인 구동 방법을 제안한다.<sup>[4]</sup>

#### 2. CAN(Controller Area Network)

1986년 독일의 Bosch에 의해 개발된 CAN은 자동차내의 각종 계측과 제어 장비들 간의 네트워크를 위해 사용되었다. 두 선만으로 연결되는 직렬통신으로 가격 대 성능이 우수하고 오류검사와 수정기능으로 신뢰도가 높아 최근에는 자동화 네트워크 분야에 적용되고 있다. CAN은 국제 표준규격 ISO11898에 등록되어 있고 Intel, Philips, NEC 등이 CAN 칩을 생산하고 있다.

CAN의 통신 프로토콜은 OSI 7계층 중 최하위 두 계층인 물리 계층(Physical Layer)과 데이터 링크 계층(Data Link Layer)만을 사용하며 최상위 응용 계층(Application Layer)의 설계가 필요하다. 대표적으로 DeviceNet, SDS, CANOpen 등이 있으며 이들 모두 데이터 링크 계층으로 CAN을 사용하나 서로 다른 응용계층을 가지고 있다.

식별자(Identifier)의 길이에 따라 두가지 메시지 형식으로 나누는데 버전 2.0A의 표준 형식(Standard Frame)은 식별자 길이가 11bit로 되어있고 버전 2.0B는 확장 형식(Extended Frame)으로 29bit의 식별자를 가진다. 메시지를 통해 데이터를 전송하는 CAN은 4가지 형태의 메시지 프레임이 있다. 한번에 8byte까지 데이터를 보낼 수 있는 데이터 프레임(Data Frame), 데이터 전송 요구에 사용되는 전송요청 프레임(Remote Frame), 에러 프레임(Error Frame), 오버로더 프레임(Overload Frame)으로 구분된다. 그림 1은 데이터 프레임의 필드 구성을 나타내고 있다.

송수신 메시지에 고유한 번호를 부여하는데 이를 식별자라 한다. 한 노드에서 메시지를 보낼 때 수신 대기 상태에 있는 다른 노드들은 메시지를 수신하여 식별자를 필터링 하고 그 데이터를 받을 것인지 결정한다. 이와 같이 CAN은 메시지 필터링에 의한 주소 지정 방식을 사용한다.<sup>[3]</sup>

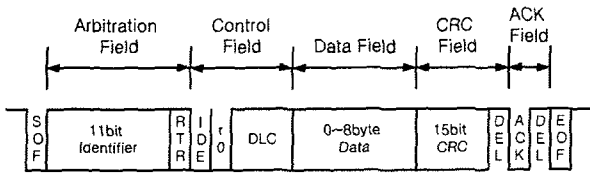


그림 1 데이터 프레임

버스 상에서 여러 개의 노드가 동시에 메시지를 보낼 경우 충돌이 일어나고 이 경우 식별자에 의해 메시지의 우선순위를 결정한다. 통상 식별자의 각 비트가 모두 0으로 되어 있는 메시지의 우선순위가 가장 높다.<sup>[2]</sup>

CAN의 데이터 통신에서 1비트는 4개의 세그먼트로 구성된다. 이것을 비트 세그먼트라 부르며 버스 상의 비트 편차를 흡수하거나 비트 샘플링 위치를 설정하는데 사용한다. 비트 세그먼트의 구성을 그림 2에 나타낸다.<sup>[1]</sup>

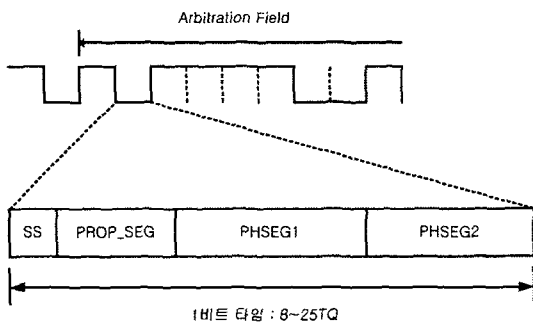


그림 2 비트 세그먼트의 구성

### 3. BLDC모터 제어

#### 3.1 제어 시스템 구성

전체 시스템은 크게 두 부분으로 나누어 사용자의 명령을 전달하고 모터의 상태를 모니터링 하는 노드와 BLDC모터의 구동을 위한 노드로 구성된다. 각각의 노드는 CAN 통신부를 통해 연결된다. 그림 3은 전체 시스템 구성도이다.

BLDC모터의 구동 프로그램을 수행하는 프로세서는 40MHz로 동작하고 CAN 컨트롤러를 내장한 Texas Instrument사의 TMS320LF2407을 사용하였다. DSP는 처리 속도가 빠르고 통신 모듈을 내장하고 있기 때문에 시스템 구성에 유리하다.

#### 3.2 CAN 통신부 구성

CAN 버스는 두 선만으로 이루어진 시리얼 통신이다. 모니터링 노드의 컴퓨터에는 ISA 버스에 CAN 컨트롤러를 가진 통신 보드를 장착했다. 이 보드를 통해 CAN 버스에 데이터를 올릴 수 있다. 전동기 구동 노드의 DSP는 CAN 통신 모듈이 내

장되어 있기 때문에 외부에는 CAN 버스에 신호를 올리기 위한 트랜시버만 구성하면 된다.

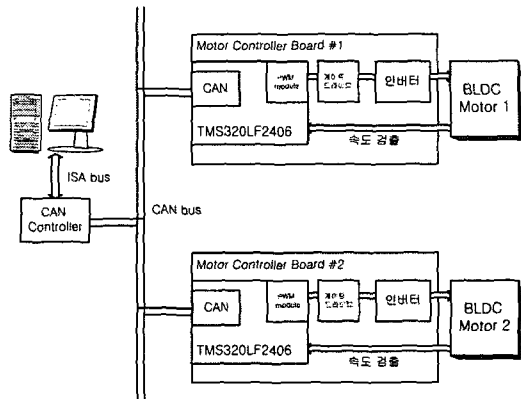


그림 3 시스템 구성도

### 3.3 구동 드라이브 및 MMI

전동기 구동 드라이브는 IGBT를 내장하고 있는 IPM을 사용하였고 IPM 구동을 위한 게이트 드라이브는 포토커플러를 사용하여 스위칭 시 잡음과 회로 파괴를 방지하였다. 인버터의 각 상의 IGBT가 동시에 온/오프 될 경우 순간적인 단락이 일어나 소자가 파괴될 위험이 있으므로 3us의 데드 타임을 두었다.

여러 대의 BLDC모터를 제어하기 위한 사용자의 명령을 입력 받고 모터의 상태를 확인할 모니터링 프로그램을 작성하였다. 각 노드로부터 받은 모터의 속도 데이터를 표시하고 모터 구동 노드로 기준 속도를 전달할 수 있게 구성했다.<sup>[5]</sup>

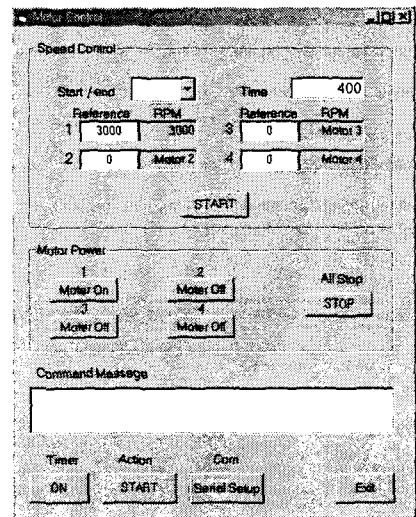


그림 4 모니터링 프로그램

### 4. 실험 결과

그림 5는 실제 CAN 버스상의 데이터를 보여준

다. 이와 같이 CAN 버스를 통해 실시간으로 속도 정보가 전달된다.

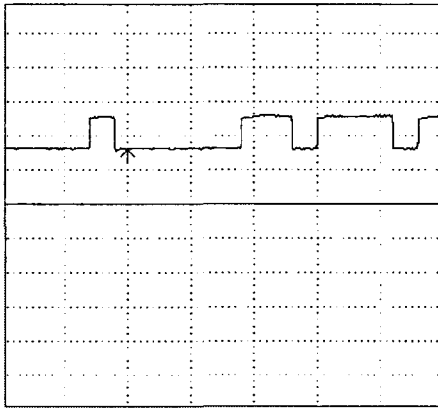


그림 5 CAN 통신 데이터

그림 6과 그림7은 분산되어 있는 두 모터가 네트워크를 통해 실시간으로 제어 되어 같은 속도로 운전되는 파형이다.

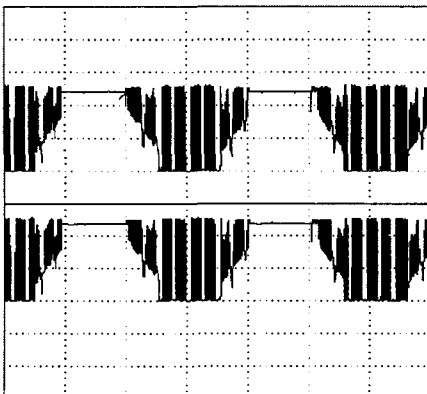


그림 6 저속 회전 시 모터의 전압 파형

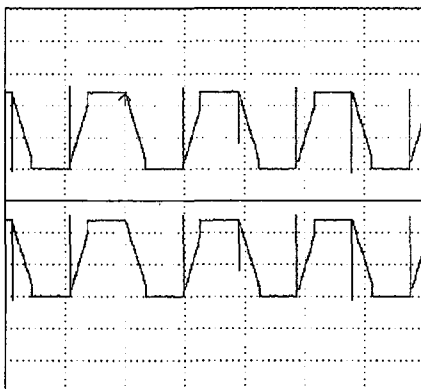


그림 7 고속 회전 시 모터의 전압 파형

## 5. 결 론

본 연구에서는 분산 자동화 시스템에서 사용될

수 있는 BLDC모터의 다중 속도 제어를 구현하였다. CAN 네트워크를 사용하여 실시간 제어가 이루어지고 컴퓨터를 통해 이를 모니터링 할 수 있는 시스템을 구성했다. CAN 네트워크로 연결된 두 모터가 정속도 제어됨을 확인하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] CAN Specification Version 2.0, Robert Bosch GmbH, 1991
- [2] K. M. Zuberi and K. G. Shin, "Scheduling Messages on Controller Area Network for Real-Time CIM Application", IEEE Trans. Robotics and automation, Vol. 13, No 2, pp. 310-314, Apr., 1997
- [3] J. Rufino and P. Verissimo, "A Study on the Inaccessibility Characteristics of the CAN", 2nd International CAN Conference, 1995
- [4] Takashi Kenjo, "Permanent Magnet And Brushless DC Motors", Electronics Publishing Company, 1984.
- [5] "DC Motors, Speed Controls, Servo Systems", Electro-craft Corp. 1977.
- [6] G. Cena and A. Valenzano, "An improved CAN fieldbus for industrial applications," Industrial Electronics, IEEE Transactions on Vol.44, pp.553-564, 1997