

## CAN2.0B 통신을 이용한 BLDC 전동기 제어시스템

오대석, 김일환  
 강원대학교 전기전자공학부 전자통신공학과

### The Control System of BLDC Motor using CAN 2.0B

Tae-Seok Oh, Il-Hwan Kim

Department of Electronic Communication Engineering, College of Information and Technology, Kangwon National University

**Abstract** - BLDC 모터는 DC모터에 비하여 부과대 출력이 크고 고장여거의 없기 때문에 로봇과 같은 다수의 모터가 사용되는 분야에 사용이 급증하고 있다. 또한 다수의 모터를 효율적으로 제어하기 위하여 통신 기능을 갖춘 모터 제어가 필수적으로 요구되어지고 있다. 본 연구에서는 CAN2.0B 통신으로 제어가 가능하도록 모터제어기와 통신 인터페이스 제어 보드를 구성하고 PC에서 USB포트를 이용하여 제어가 가능하도록 통신 프로그램을 개발하여 전체적인 시스템을 구성하였다. BLDC모터 제어기는 TMS320F2801을 이용하여 최소의 크기로 고성능 제어기를 구성하였으며 전류제어와 속도제어가 가능하도록 하였다. 통신 인터페이스는 CAN통신 기능이 내장된 마이크로프로세서를 이용하여 PC와 여러 대의 모터제어기 사이에 연결되어진다. PC프로그램은 모터드라이버의 모든 파라미터를 설정, 변경할 수 있으며 지령 값과 실제 값을 시각적으로 확인할 수 있도록 그래픽 화면을 제공하도록 하였다. 이러한 연구 결과는 휴머노이드 로봇, 서비스 로봇 등과 같이 소형의 모터제어기가 필요하고 최소의 배선으로 효율적인 제어가 필요한 분야에 적용될 수 있다.

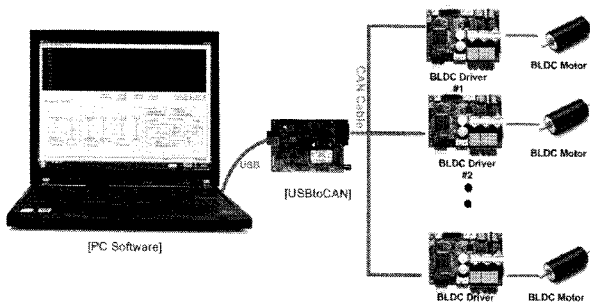
#### 1. 서 론

로봇과 같이 많은 수의 모터를 이용하는 분야에서는 소형 고출력의 모터와 소형의 모터제어기, 그리고 많은 수의 모터를 통신을 이용하여 제어 방법이 필요하다. 휴머노이드 로봇, 서비스 로봇 등 로봇 개발에 있어 구동기가 차지하는 비중은 매우 높다. 일반 벌용 모터제어기의 경우 모터제어기 자체의 크기가 크고 배선 방법 등이 복잡하여 로봇의 하드웨어 플랫폼을 만들 때 어려움이 많이 있다[1-3]. 따라서 본 연구에서는 TI사의 32bit DSP인 TMS320F2801을 이용하여 소형의 200W급 BLDC 모터 제어를 개발하였으며 이를 PC에서 통신으로 제어하기 위한 통신 인터페이스 보드를 개발하였고 그리고 PC에서 여러 대의 모터를 제어하기 위한 통신 응용 프로그램을 개발하였다. 본 논문에서는 전체적인 시스템의 구성에 대한 설명과 제어에 사용된 CAN2.0B 통신에 대한 방법 등에 대하여 설명한다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 전체적인 시스템 구성.

그림1은 전체적인 제어시스템의 구성을 보여준다. 여러 대의 BLDC 모터 드라이버와 1대의 통신 인터페이스 그리고 PC 통신 응용프로그램으로 구성된다.



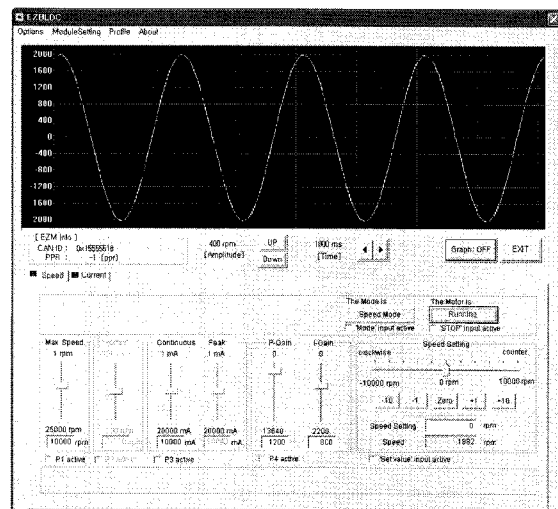
〈그림 1〉 CAN2.0B를 이용한 BLDC 모터제어 시스템 구성

PC 소프트웨어 부분은 모터드라이버 장치들을 제어하기위한 데이터를 전송하고 상태정보를 입력받는 부분으로 현재의 시스템에서는 제어기의 이득, 지령, 엔코더 정도(PPR) 등을 설정하도록 구성되었으며 실제 로봇 시스템에서는 로봇제어 알고리즘으로부터 생성된 지령 출력하고 실제 값을 수신하도록 구성되어진다. USBtoCAN은 PC의 USB 단자를 통하여 수신된 정보를 CAN2.0B 통신으로 변환하여 각 드라이버와 정보를 교환한다. BLDC 모터 드라이버는 각각의 모터를 제어하도록 구성되어 있다.

##### 2.2 PC 소프트웨어

PC 소프트웨어는 PC에서 모터드라이버의 상태를 모니터링 할 수 있으며 모터제어에 필요한 파라미터를 설정할 수 있도록 구성되어 있다. 이러한 설

정 파라미터들을 살펴보면 다음과 같다. 모터제어를 위하여 필요한 속도 PI 제어 이득과 엔코더 PPR(Pulse Per Revolution), 제한속도, 제한전류, CANID, 연속 전류치, 통신 파라미터 등을 설정할 수 있고 또한 설정된 값을 읽어올 수 있도록 구성하였다.



〈그림 2〉 PC 소프트웨어

제어모드는 속도제어, 전류제어 모드가 있다. 그림2는 속도제어 모드에서 PC프로그램의 동작 상태를 보여준다. 2000rpm 사이와 속도 지령을 인가한 경우이고 파란색 파형은 지령속도 흰색파형은 실제의 속도를 나타낸다.

##### 2.3 CAN2.0B 통신과 통신보드.

S	S	I	R	R	D	Data	C	A	E
O	11bit	R	D	18bit	T	r	r	L	C
F	ID	R	E	ID	R	1	0	C	K
								8 byte	F

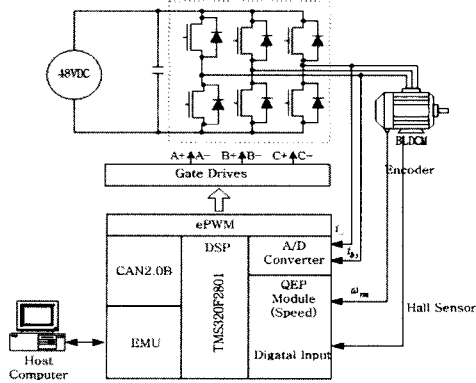
〈그림 3〉 CAN2.0B 통신 Format

그림 3과 같이 CAN2.0B 통신에서 ID는 29비트로 18비트 ID와 11비트 ID를 합쳐서 ID로 사용한다. DLC는 통신데이터의 길이를 표시하고 데이터는 8byte까지 전송이 가능하다. Microchip 사의 CAN모듈을 내장하고 있는 마이크로 프로세서(PIC18F2480)와 고속 CAN Transceiver (MCP2551)을 사용하여 CAN 통신 모듈을 구현하였다. USB 포트를 통하여 시리얼 통신이 가능하도록 CP2102 칩을 사용하고 DC-DC 컨버터와 포토커플러를 사용하여 전원 노이즈에 강하도록 설계하였다. 통신보드에서 하는 일은 PC에서 전송받은 데이터를 CAN2.0B 포맷으로 데이터를 수정하고 수정된 데이터를 모터드라이버로 전송하는 기능과 모터 드라이버로부터 받은 데이터를 PC로 전송하는 인터페이스 기능을 한다.

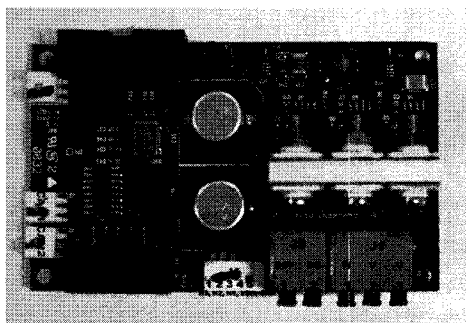
##### 2.4 BLDC 모터 제어기 구성

BLDC 모터제어기의 하드웨어 구성은 파워모듈, TMS320F2801, 그리고 파워모듈 구동 드라이버로 구성된다. 파워모듈은 MOSFET로 구성하였고 FET 구동 드라이버는 IR사의 하이브리드 칩을 사용하였다. TMS320F2801은 32비트 DSP로 내부에 ePWM, QEP, ADC, DIO, CAN2.0B 기능이 내장되어 있고 고속으로 데이터를 처리하기 때문에 모터제어와 같은 제어용으로 적합하다. 소프트웨어는 PI 속도제어기와 PI전류제어기로 구성을 하였다. PWM 주기는 40KHz로 구동이 되고 전류제어 주기와 같다. 속도제어 주기는 1KHz로 구성을 하였다. 그림 4는 BLDC 모터 드라이버의 하드웨어

구성을 보여준다. 개발된 모터드라이버는 휴머노이드, 서비스로봇 등에서 사용하기 위한 것으로 24V 또는 48V 배터리로 구동이 되기 때문에 단일 전원을 입력 받아 필요한 전압을 만들도록 구성을 하였다. 입력 전압의 범위는 12V에서 50V까지 사용가능하도록 하였다.



〈그림 4〉 BLDC 모터드라이버 구성

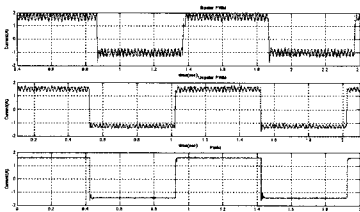


〈그림 5〉 로봇 제어용 BLDC 모터드라이버

그림 5는 실제 개발된 BLDC 모터제어기의 사진이다. 크기는 가로 83mm, 세로 50mm로 소형이며 다른 모터드라이버와 CAN 통신선을 연결하기 위하여 CAN 커넥터를 2개 부착하고 홀센서와 엔코더를 연결할 수 있는 단자와 전원과 모터를 연결하는 단자로 구성되어 있다. 드라이버의 동작 상태를 확인 할 수 있도록 LED 지시등(indicator)을 2개를 부착하였다.

### 2.5 BLDC 모터 제어기 성능 실험

일반적으로 BLDC 모터제어에 사용되는 PWM 방식은 유니폴라 PWM 또는 바이폴라 PWM 방식을 사용한다. 그림 6은 BLDC 모터제어기의 제어 성능을 비교한 것으로 각 PWM 방법에 따른 전류 제어 결과 파형을 보여 준다. PWM 주파수는 모두 같고 전류제어도 모두 같은 조건에서 실험한 결과이다. 그림 6에서 첫 번째 파형은 바이폴라 PWM 방식에서 실제 전류 파형이고 가운데 파형은 유니폴라 PWM 방식에서의 실제 전류 파형이다. 세 번째 파형은 두 PWM 방식을 결합한 형태의 PWM 방식에서의 실제 전류 파형이다.



〈그림 6〉 PWM방법에 따른 전류제어 파형

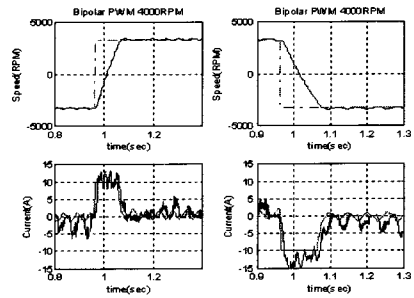
그림 6에서와 같이 PWM 방법에 따라 모터전류의 특성은 약간씩 차이가 있으며 제한된 방식에서 전류의 리플이 가장 적음을 알 수 있다.

그림 7은 속도제어기와 전류 제어를 설계하여 그 성능을 실험한 파형이다. 그림 7의 첫 번째 그림은 바이폴라 PWM 방법을 이용한 결과이고 두 번째 파형은 유니폴라 PWM 방법을 사용한 속도제어와 전류제어의 결과 파형이다. 그림 (C)는 유니폴라와 바이폴라의 장점을 결합한 제한된 PWM 방법을 사용한 결과 파형이다.

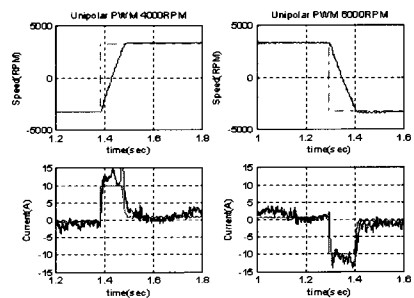
그리고 그림 7 (a)(b)(c)에서 위에 2개의 파형은 4000rpm의 스텝 속도와 실제 응답 속도를 나타낸 것이고 아래 파형은 그 때의 전류 리플과 실제 전류를 나타낸 것이다. 그림 6에서와 마찬가지로 제한된 방식에서 속도

및 전류 리플이 최소화됨을 알 수 있다.

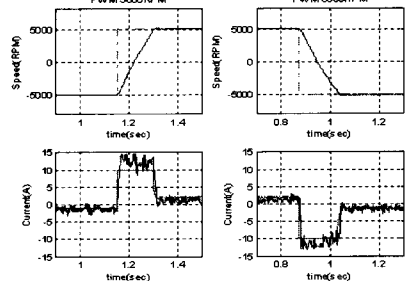
바이폴라 PWM의 경우 전체적으로 전류의 리플이 크고 유니폴라의 경우도 제한된 방식에 비하여 리플이 크게 발생함을 알 수 있다.



(a) 바이폴라 PWM 사용한 제어 결과



(b) 유니폴라 PWM 사용한 제어 결과



(c) 유니폴라와 바이폴라를 결합한 PWM 방식의 제어 결과

〈그림 6〉 PWM 방법에 따른 속도 와 전류제어 파형

### 3. 결 론

본 논문에서는 휴머노이드 로봇과 같이 많은 수의 모터를 사용하는 곳에 적용 가능하도록 로봇 제어기와 모터드라이버들을 효율적으로 연결할 수 있는 방법을 제안하였고 이를 위하여 CAN 통신보드와 소형이면서 고성능의 BLDC 모터 드라이버를 개발하였고 응용 소프트웨어를 제작하여 전체적으로 통신을 통하여 제어 가능하도록 모터제어 시스템을 구성하였다. 이러한 시스템은 기존의 시스템에 비하여 최소의 공간에 많은 수의 모터와 드라이버를 내장하는데 편리하며 배선을 간단히 할 수 있어 로봇, 의료기기 등 소형 정밀 제어를 요구하는 분야에 많이 적용 될 것으로 기대한다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 강석주, 김준석, 홍석준, 설승기, "저가형 BLDC 구동장치를 이용한 정밀 위치제어", 대한전기학회지, 제44권 제4호, pp.447-452, 1995
- [2] 이동훈, 오태석, 김일환, 남부희, "하이브리드 PWM을 이용한 BLDC 전동기의 속도제어 성능향상", 대한전기학회지, 제54권 7호, pp.491-500, 2004
- [3] 오태석, 신윤수, 허남익, 김일환, "BLDC 모터 제어를 위한 PWM 분석과 전류리플 최소화", 대한전기학회 학술대회, 정보 및 제어 심포지엄 논문집, pp.242-243, 2008
- [4] Tae-Sung Kim, Sung-Chan Ahn, Dong-Seok Hyun, "A new current control algorithm for torque ripple reduction of BLDC motors", Industrial Electronics Society, 2001. IECON '01. The 27th Annual Conference of the IEEE, Volume 2, pp. IECON, 2001.