

DeviceNet을 이용한 BLDC모터형 FAN UNIT의 원격제어 연구

이종배^{○*}, 성하경[○], 김영옥[○], 임준홍[○]
 전자부품연구원[○], 한양대학교[○]

Remote control for Fan Unit with BLDC Motor using DeviceNet

J.B. Lee^{○*}, H.K. Sung[○], Y.O. Kim[○], J.H. Lim[○]
 Korea Electronics Technology Institute(KETI)[○], Hanyang University[○]

Abstract - 본 논문은 일반적으로 클린룸 시스템에서 사용되는 여러개의 BLDC모터를 장착한 Fan Unit를 산업용 네트워크인 DeviceNet을 이용하여 버스형태인 2Line으로 제어기에서 제어하고 또한 Local에서 발생하는 상황을 모니터링 하는 방식에 대한 것이다. 클린룸등에서 사용되는 Fan은 대부분 100여개 이상 사용되므로 Controller Area Network(CAN)기반인 DeviceNet으로 아주 효율적으로 제어가 가능하며 본 논문에서는 이를 실험을 통하여 제시하였다.

1. 서론

일반적으로 클린룸 시스템에서 사용되어지는 Fan Unit는 룸의 크기에 따라서 다르지만 수백대에서 수천대까지 사용되어 지는 데 과거에는 보통 AC 모터를 사용하였다. 그러나 최근에는 제어의 용이성과 기능의 다양성 요구가 확대되어 BLDC(Brushless DC) 모터를 채용한 Unit가 급격히 증가하고 있다. BLDC모터는 기동시 토크가 크다는 장점뿐만 아니라 정속운전이 가능하고, 속도제어가 용이하게 되며, 알람기능 및 다양한 통신기능까지 추가 할 수가 있다. DeviceNet은 자동화 부품 즉 모터, 밸브, 센서, 단일 제어기 등에도 Network모듈을 장착하여 부품까지 Network Line으로 묶기 위하여 제안된 표준화된 개방형 Network Protocol이다.

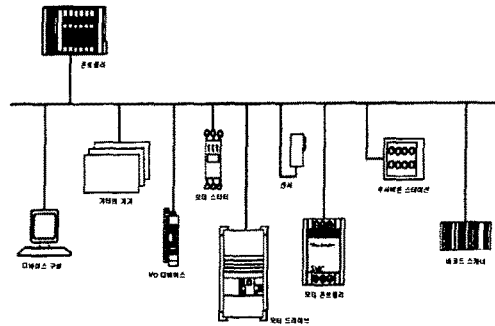
본 연구는 이러한 Unit를 제어하기 위하여 산업용 Network일종인 DeviceNet을 이용하여 다중의 Fan Unit를 제어하고 또한 실시간 모니터링을 계속하여 모터의 이상상태(과부하, 과전압등) 지능적으로 발견할 수 있는 구동 및 제어방법에 관한 것이다. Controller Area Network(CAN)에 기반을 둔 DeviceNet의 통신을 구현하였고 또한 이를 바탕으로 다중의 BLDC 모터형 Fan Unit를 속도별로 제어하고, 임의의 알람을 발생시켜 마스터측에서 로그 데이터로 저장하는 방법으로 모니터링을 하는 실험의 결과를 제시 하였다.

2. DeviceNet 모듈 설계

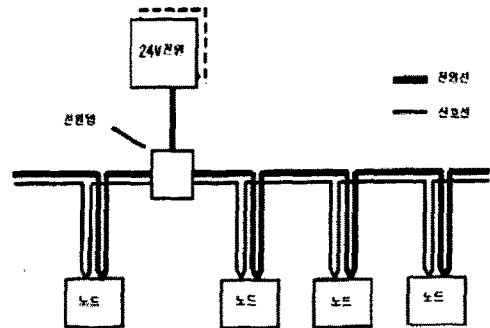
2.1 DeviceNet

DeviceNet은 산업용의 단순한 디바이스(센서나 액츄에이터)와 상위의 디바이스(Controller)와 접속하는 하위 네트워크로서 제안된 H/W 및 관련 프로토콜을 통하여 여러 가지 장점을 가지고 있는데 다음과 같다. 먼저 하위 디바이스의 네트워크화에 있어서 코스트 효율의 문제를 들수 있는데 이는 제어형 데이터만을 네트워크화 하였기 때문에 저가격의 네트워크화를 이룰 수 있다. 그리고 또한 마스터/슬레이브 통신 및 Peer-to-Peer 통신을 동일 라인에서 실현시킬 수가 있고 네트워크를 정지하지 않고 노드를 빼낼 수가 있으며 네트워크에서 전원공급을 받는 디바이스(센서)와 다른 곳에서 전원을 공급 받는

디바이스(액츄에이터)를 동시에 지원할 수가 있어서 하위 디바이스의 인텔리전트화를 이룰 수가 있다[2].



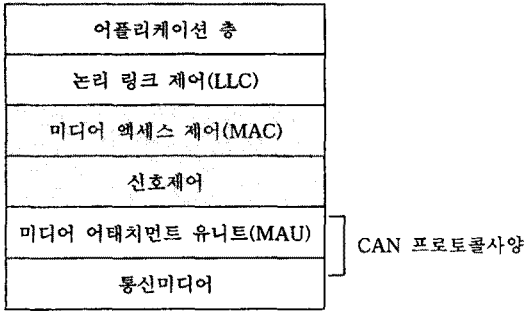
[그림 2.1] DeviceNet 통신링크의 예
 전원선에 대하여 자세히 설명하면 각각의 어플리케이션의 요구에 맞는 전원구성을 조정할 수 있는데 전원 탭을 사용하는 것에 따라 여러 Vendor가 제공하는 DeviceNet 규격에 준거한 전원을 복수 접속 할 수 있으므로 전원선 및 신호 선을 모두 간선 내에 수용하므로써 버스를 따라 전원을 이용할 수 있다[2].



[그림 2.2] DeviceNet의 전원활용 방법

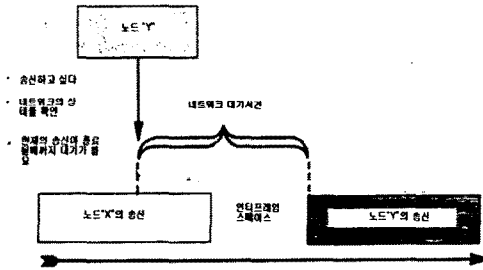
2.2 DeviceNet 과 CAN

기본적으로 DeviceNet에는 CAN(Controller Area Network) 기술이 사용되고 있다. CAN은 자동차분야의 용도에 사용되어온 기술로써 현재 관련 chip등은 여러 반도체 회사로부터 입수할 수가 있다[1]. DeviceNet에 있어서 CAN의 적용범위를 살펴보면 CAN은 통신프로토콜 사양으로서 미디어 액세스 제어(MAC)의 체계, 신호제어 사양을 사용한다[3]. CAN에는 CAN이 존재하는 물리층의 전체와 미디어, 또는 데이터 전송에 사용하는 어플리케이션 층의 프로토콜을 모두 규정하고 있지는 않다. 그림 2.3은 CAN 사양의 적용범위를 보여준다.



[그림 2.3] CAN의 적용 범위

CAN은 기본적으로 브로드캐스트 지향의 프로토콜이다. 네트워크로 송신되는 각종의 프레임에 ID를 할당하고 각 스테이션은 ID에 근거하여 프레임을 수신할 것인가 아닌가를 결정하며 이 ID는 CAN 프레임의 「ID 필드」에 지정된다. CAN상에서 노드가 행하는 송신은 네트워크상의 다른 모든 노드에 의해 수신되어 ACK가 되돌아 오는데 버스에서 아무것도 송신되고 있지 않으면 노드는 언제나 송신을 개시할 수가 있다. 그러나 송신을 행하고 있는 노드가 있으면 그 송신이 종료할 때 까지 다른 노드는 송신을 행할 수가 없다.

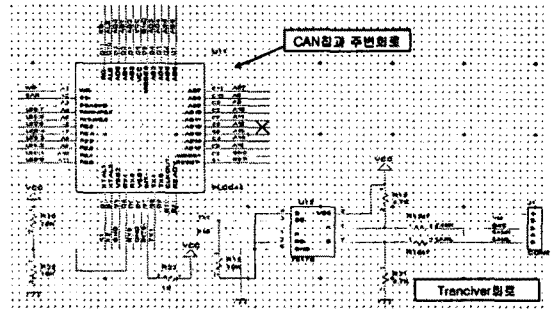


[그림 2.4] CAN의 미디어 액세스

2개 이상의 노드가 동시에 송신을 개시한 경우는 비파괴 비트 단위 아비트레이션 알고리즘이 아비트레이션 필드를 사용하여 충돌을 회피한다. 아비트레이션 필드는 모든 CAN 데이터 프레임에 포함되어 있는데 아비트레이션 필드는 11bit의 CAN ID 필드와 RTR비트로 구성되어 있다. RTR 비트에는 프레임이 실제의 데이터 프레임인가 또는 리모트 프레임인가를 나타내는 역할을 한다 [1].

2.3 DeviceNet모듈 설계

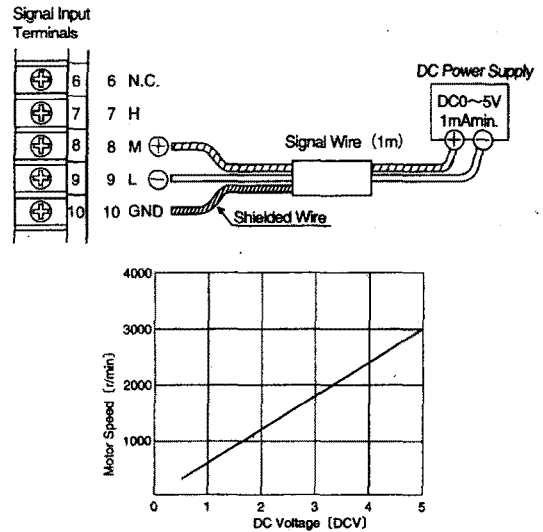
본 논문에서는 DeviceNet네트워크를 구현하기 위하여 Master와 Slave를 각각 설계하였다. Master는 DeviceNet 버스를 사용하여 다중의 Slave를 제어할 수 있게 하였다. Master와 Slave의 네트워크에 해당하는 기본적인 회로는 공통으로 사용하였는데 마이크로 컨트롤러는 AT89C51을 사용하였고 CAN칩은 Intel사의 AN82527를 사용하였다. AN82527은 CAN spec2.0을 지원하는 전용칩으로써 8051계열의 프로세서와는 쉽게 인터페이스가 가능하게 설계되어 있다[4]. 내부에는 8 Byte의 Data Length를 가진 15개의 Message Object로 구성되어 있고, 14개의 TX/RX Buffers, Programmable Mask를 가지는 1개의 RX buffer들로 구성되어 있으며 여러 가지 CPU Interface 모드를 또한 가지고 있다. 본 논문에서는 8 Bit Multiplexed Mode를 사용하였다.



[그림 2.5] 설계된 CAN칩 인터페이스 회로
3. BLDC모터형 Fan Unit구동제어

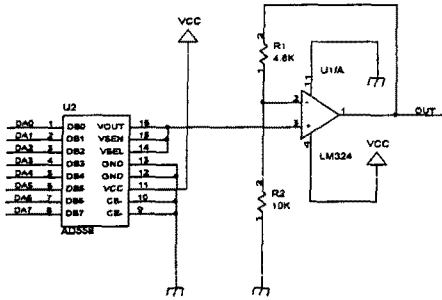
3.1 BLDC모터 제어

최근에 Fan Unit는 BLDC모터의 많은 장점으로 인하여 AC모터에서 BLDC모터로 전환이 되고 있다. 본 논문에서는 상용 BLDC모터와 드라이버를 이용하여 Fan Unit의 속도를 제어하고 RPM 및 Alarm상황등을 입력받는 제어기를 설계하였다. 상용 BLDC모터는 Oriental사의 FBL시리즈를 사용하였는데 속도변동율이 거의 없고 외부제어가 용이하다는 장점이 있다. 본 모터 드라이버는 외부속도제어 모드가 있는데 외부 아날로그값(0~5V)으로 모터의 속도를 변화시키는 방법으로 한다. 본 논문에서는 DeviceNet모듈이 장착된 Slave부에서 D/A Converter를 이용하여 마이크로 컨트롤러에서 속도를 제어하는 방법으로 구현하였다.



[그림 3.1] BLDC모터 드라이버의 외부속도 제어특성
그림 3.1은 BLDC모터의 외부속도 제어사양과 입력력 특성곡선을 나타낸다. 본 논문에서는 이 특성을 이용하여 DAC 및 주변회로를 설계하여 Master부에서 제어 명령을 받아 아날로그로 변환시켜 정속제어를 실현하였다.

여기서는 Fan Unit의 속도를 300~2000RPM까지 제어하는게 목표이어서 DA출력을 0~3.5V까지로 설계하여 속도제어의 정밀도를 높였다. DAC칩은 Analog Device사의 AD558를 사용하였는데 이 칩의 출력전압은 MAX가 2.5V이므로 여기에 비반전 증폭기를 이용하여 원하는 출력(0 ~ 3.5V)을 나오게 하였다. 그림 3.2는 이 회로의 주변회로를 보여준다.



[그림 3.2] DAC 및 주변회로

여기서 전압증폭율은

$$A_v = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

$$2.5V \times A_v = 3.5V$$

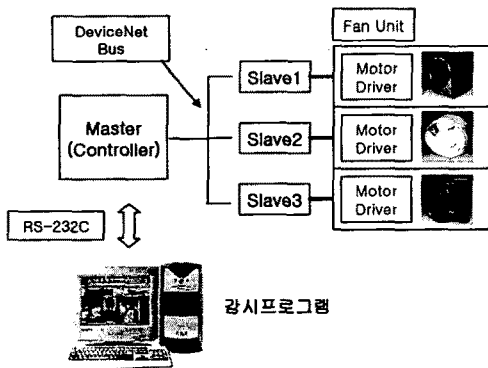
$$A_v = 1.4$$

이므로 저항값 R2 = 10K이면 R1 = 4K인데 여기서 전원의 변화 및 여러 가지 원인에 의해 실험상 가장 적절한 저항은 다음과 같다.

$$R2 = 10K$$

$$R1 = 4.6K$$

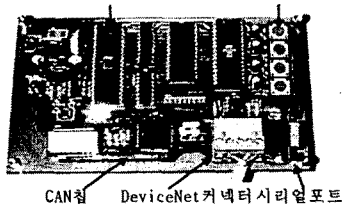
3.2 Fan Unit 제어 시스템



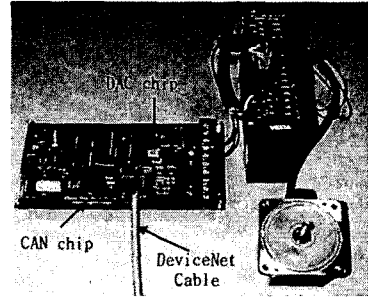
[그림 3.3] 실험용 제어시스템

그림 3.3은 본 논문에서 구현한 실험용 제어 시스템이다. PC를 이용하여 데이터 로깅기능을 구현하였는데 이는 시간별로 현재 각 노드의 상태 및 통신상태를 모니터링 하며 비상정지 기능도 병행으로 수행하고 있다.

마이크로컨트롤러 제어용 스위치



[그림 3.4] Master B/D 사진



[그림 3.5] Slave B/D를 이용한 BLDC모터 제어
그림 3.4와 3.5는 BLDC모터를 DeviceNet을 이용하여 제어한 실험 세트의 사진이다. Master B/D의 시리얼 커넥터를 이용하여 PC에 매 5분마다 현재 통신상태, RPM, 알람유무등을 전송해주어 모니터링 하였다.

노드번호	날짜	시간	Network	RPM	상태
No.1	02년04월12일	12:01a	정상	1520	정상
No.2	02년04월12일	12:01a	정상	1720	정상
No.3	02년04월12일	12:01a	정상	1550	정상
No.1	02년04월12일	12:06a	정상	1520	정상
No.2	02년04월12일	12:06a	정상	0858	오류
No.3	02년04월12일	12:06a	정상	1620	정상

[그림 3.6] PC를 이용한 감시제어 화면
위 그림에서는 각 노드의 현재 상태를 나타낸 것인데 상태를 불러오는 시간 및 현재 모니터링 해야할 노드의 개수등은 환경설정에서 설정할 수 있게 하였다.

3. 결론

본 논문에서는 DeviceNet을 이용하여 BLDC가 장착된 Fan Unit를 제어하고 이를 감시하는 방법에 대하여 제사하였다. DeviceNet은 산업용으로 현재 많이 사용되어지는 네트워크로서 적용성이 아주 넓고 확장성이 뛰어나다. 본 논문에서는 모터에 제어명령을 주는 Master 부까지 설계를 하였으므로 실제 상용 DeviceNet제거기의 호환에 대하여는 검증을 하지 못하였고 제어노드수를 3개로 실험을 했다. 추후에 상용 DeviceNet이 장착된 제어기에서의 실험이 필요하며 신뢰성 확보를 위해서는 더욱 많은 노드의 환경을 만들어 실험을 해야 할 것이다.

[참고 문헌]

- [1] Robert Bosch GmbH "CAN Specification Version2.0
- [2] "DeviceNet Specifications", Open DeviceNet Vendor Association, Inc.
- [3] H. Zeltwanger, "An Inside Look at the Fundamentals of CAN", Control Engineering, 1995
- [4] 차영배 "8051 기초부터 응용까지", 1996