

산업용 유도전동기의 네트워크 운영을 위한 인터넷과 CAN을 이용한 원격분산 Embedded System 설계

(Design of a Remote Distributed Embedded System Using Internet and CAN for multi-induction
motor of Building and Industrial fields)

홍원표, 김중곤

(Won-Pyo Hong*, Jung-Gon Kim)

Abstract

We introduce the concept of a remote distributed embedded system to integrated fieldbus based control systems in internet/Intranet. As a result fieldbus systems are opened up for remote monitoring, remote maintenance, and remote control applications using state of the art Web-technology. This paper addresses the design of a remote distributed embedded system using Internet and CAN for multi-induction motor of Building and Industrial field. The fieldbus used the CAN based networked intelligent multi-motor control system using DSP2812 microprocessor. To build such a system, the TCP/IP-CAN Gateway which convert a CAN protocol to TCP/IP protocol and vice versa, was designed. A experimental simulation system consists of a TCP/IP-CAN Gateway in remote place and a command PC to be connected to Ethernet.

Key Words: Internet, TCP/IP, gateway, DSP2812 microprocessor, Networked intelligent multi-control, CAN, Inverter driving system.

1. 서론

산업계의 발전소, 제지, 철강, 상하수도 등의 plant와 가정 및 빌딩에 동력원으로 전동기의 핵심적인 역할을 하고 있으며 그 수요는 점점 증대할 것으로 전망된다. 전동기의 제어, 감시, 유지관리 및 Data 이력관리 등은 산업계의 제품의 질과 경제성을 제고하는 데 핵심적인 사항이 될 것이다. 산업계 전동기 운전현황의 한 예로 보령복합화력 발전소의 고저압 전동기는 561대가 운전되고 있다 [1]. 인버터 등 반도체 전력회로로 구동되는 전동기 구동시스템도 기존의 1대의 전동기를 단독으로 제어하는 고립적인 구성에서 벗어나 서로 연관성 있는 전동기를 모두 네트워크로 연결하고 상호간의 효율적인 제어를 위하여 정보와 데이터를 교환하며 호스트 컴퓨터에서 이를 통합관리 하는 시스템을 구성하면 많은 장점을 가지게 된다. 각 필드버스 지능형 노드에 연결된 전동기는 각 전동기의 동작상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있고 고장 진단도 제어 알고리즘에 특성에 따라 실시간으로 이루어지는 등 필드버스를 통하여 여러 전동기를 통합적으로 제어함으로써 전동기의 운전효율 향상은 물론 유지보수 비용의 절감 등을 통하여 신뢰성을 제고시킴으로서 전체 산업계에 큰 기여를 할 수 있다. 따라서 향후 인버터 설정 및 동작상태 정보 및 고장이력 정보 등을 네트워크를 통하여 양방향 통신이 가능할 수 있도록

필드버스 네트워크의 필요성과 현장 설치 운영이 점차 증가 될 것이다. CAN은 다른 자동화 통신망들에 비하여 가격대 성능비가 우수하며 지난 수년간 차량내의 열악한 환경에서 성공적으로 동작되어 신뢰도가 검증된 통신망이다. 이러한 장점들로 인하여 최근에 와서는 공장자동화와 공정 분산제어 등 각종 산업 설비에서 제어 및 자동화 관련 장비들 간에 데이터 교환을 위한 통신망으로 널리 사용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 인터넷 원격제어 이러한 장점과 분산네트워크의 다중실시간 제어장점을 함께 구동할 수 있을 뿐만 아니라 소형 경량으로 제작하여 컴퓨터가 아닌 프로세스레벨에서 인터넷과 분산네트워크를 변환하는 시스템을 개발하였다. CAN 필드버스를 다수 전동기 네트워크 제어시스템 구축을 위한 CAN이 내장되어 있는 TI사의 TMS320LF28X 전동기구동 전용칩을 사용하여 TCP/IP, IPMP, ARP, 및 UDP 프로토콜을 구현하여 인터넷 컨트롤러(IM7010B)와 인터페이스 할 수 있도록 하였다. [2]에서 CAN기반 지능형 Multi-motor 제어시스템을 구축한 기반 위에 구현된 TCP/IP-CAN gateway의 성능을 확인하기 위하여 실험하였다. 본연구에서는 2대의 유도전동기의 구동을 이용하여 실험하였다. 모니터링 컴퓨터에서 속도지령치를 주었을 때 원격지에서 각 CAN ID를 할당받아 2대의 유도전동기가 동시에 속도지령치에 도달하는 것을 보이고 TCP/IP gateway의 송신여부를 파악하기 위하여 모터의 속도 데이터를 TCP/IP gateway가 모니터링 PC로 데이터를 전송하는 것을 확인 하였다.

2. CAN 기반 복수전동기 제어 네트워크 구성

2.1 CAN 통신 특성

CAN 통신 프로토콜은 다바이스 간의 정보교환방식을 ISO의 OSI모델에 의거하여 7개 층 중에서 하위 2개 층인 물리계층과 데이터 링크계층에 걸쳐 정의하였다. 응용계층은 밴드에 따라 서로 다른 프로토콜을 개발하여 산업응용 분야에 출시하여 사용하고 있다. CAN은 5kbps(kilobits per second)에서 1Mbps(megabits per second)까지 다양한 전송속도를 제공하며 토폴로지는 버스형(bus structure)과 스타형(star structure)을 지원한다. CAN 프로토콜은 데이터 링크 계층에서의 미디어 접근을 위해 충돌을 감지하고 중재할 수 있는 CSMA/AMP(Carrier Sense Multiple Access/ Arbitration on Message Priority)방식을 사용하고 있다. 일반적으로 CAN은 BACnet의 하위계층으로 사용되는 Ethernet이나 ARCNET 등에 비하여, 센서단계에서 구현이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 즉, CAN의 경우 대다수 반도체 제조 회사에서 원칙으로 구현이 가능한 저가의 마이크로 컨트롤러가 출시되고 있으며 CAN노드를 구성하기 위한 다양한 저가의 개발 툴이 존재하기 때문에 센서단계에서 구현이 매우 용이하다는 장점을 가지고 있다[4]. CAN프로토콜은 고속의 통신 인터페이스를 제공하고 데이터 프레임의 오버헤드가 적기 때문에 빠른 응답 특성을 갖고 있다. 또한 식별자(identifier)를 이용한 충돌방지과 전송중재(arbitration)기능을 갖고 있어 실시간 제어 네트워크 프로토콜로서 피드백제어를 요구하는 시스템 환경에도 적합할 뿐만 아니라 모듈 개발에 매우 저렴한 비용으로 구축할 수 있는 장점을 가지고 있다. 따라서 열악한 환경조건하에서 입출력형태가 비교적 고도의 정밀한 운전이 필요치 않는 저전압 유도전동기 시스템 운전을 위한 네트워크 기반 제어 및 모니터링 시스템에는 매우 중요한 필드버스로 평가할 수 있다. 특히 최근에는 CAN을 홈 네트워크 및 홈 자동화용 프로토콜로서 적용하기 위한 논의가 CiA(CAN in Automation)를 중심으로 활발하게 논의되고 있다[5]. 또한 CAN은 인텔사의 16비트 마이크로제어기 80C196CA와 TI사의 DSP인 TMS320X243, TMS320LF240X, TMS320LF28X는 CAN이 내장되어 있어 전동기 제어에 DSP 칩을 사용하는 경우 1개의 DSP 칩으로 전동기 제어 뿐만 아니라 CAN 네트워크까지도 쉽게 할 수 있다[6].

2.2 CAN 노드의 구성

그림 1은 통합 CAN 컨트롤러를 이용한 CAN 인터페이스의 구조로 구성된 CAN 기반 제어시스템의 통신 응용계층의 모델링을 나타낸다. 트랜시버를 통해 들어오고 나가는 메시지를 관리하는 통신 관리 부분과 공유 메모리를 이용한 메시지 필터링 기능 및 송신과 수신 식별자를 저장할 레지스터를 제어하는 부분, 그리고 제어 알고리즘이나 데이터 처리 등의 프로세스를 담당하는 애플리케이션 관리 부분으로 이루어진다. 두 노드간에 발생하는 지연시간은 계산지연 시간과 통신지연 시간으로 구분할 수 있다. 계산지연 시간은 로컬노드에서의 CAN 컨트롤러, 또는 트랜시버와 같은 하드웨어의 수행으로 인한 하드웨어적인 지연요소와 메시지의 입출력, 또는 제어프로세스의 처리를 위한 소프트웨어의 지연요소로 구성된다. 또한 통신지연시간은 메시지가 다른 노드에서 전송되기 위하여 매체를 점유하기 위하여 지연되는 매체 접근 지연요소와 메시지가 네트워크 매체를 통해 전송되는 전송지연요소로 이루어진다. 일반적으로 많이 사용되고 있는 Integrated CAN 컨트롤러 인터페이스를 이용하여 제어시스템을 구성하였을 때 소프트웨어 프로세스와 CAN 컨트롤러 사이의 메시지 처리를 위한 ISR(Interrupt Service Routine)수행 지연 시간은 개략적으로 40 μ s에서 50 μ s까지 걸린다. 그림 1에서 보면 독립 CAN 노드로부터 전송된 메시지는 트랜시버를 통하여 CAN 컨트롤러에 전달된다. 수신된 메시지는 우선 통신관리(communication management)서비스에 의하여 메모리에 저장되고 식별자를 이용한 메시지 필터링을 통해 응용프로그램에 전달된다. 그리고 응용관리자에 의하여 제어프로세스가 수행된다. 반대로 송신 메시지의 처리는 응용프로그램의 CAN API 프로세스에 의하여 메시지를 필터링한 후 통신관리서비스에 의하여 트랜시버에 전달되고 네트워크 매체를 통하여 다른 노드에 전달된다. 오른쪽의 독립CAN 노드에는 센서나 액추에이터가 하드 커플링(Hard coupling)되어 있으므로 플랜트를 제어하기 위한 정보 교환이 이루어진다.

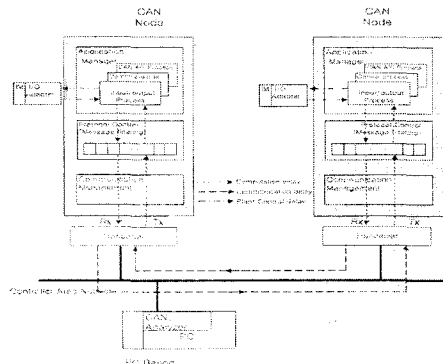


그림 1 CAN 통신 응용계층 구조

2.3 TCP/IP

TCP(Transmission Control Protocol)과 IP(Internet Protocol)는 각각 OSI 모델의 계층 4와 계층 3에 대응된다. IP는 스테이션간의 데이터그램 서비스를 제공하기 위하여 설계된 네트워크 계층의 프로토콜이며 TCP는 사용자들 사이에 Connection-oriented 서비스를 제공하며 Connection 설정, 유지와 해제를 담당하는 프로토콜이다.

3. 전체 시스템 구성

3.1 TCP/IP-CAN 네트워크 구성

시스템 구성은 TCP/IP-CAN Gateway를 기준으로 모니터링 컴퓨터에서 인터넷을 통하여 접속되었으며 다수의 장비와 TCP/IP-CAN 게이트웨이간에는 CAN 네트워크로 연결되어 있다. 모니터링 컴퓨터에서 사용자 위주의 응용프로그램을 이용하여 사용자가 TCP/IP-CAN 게이트웨이에 접속하여 다수의 장비를 제어 가능하도록 하였다. 실제 CAN에서는 1000여개의 ID를 할당 받아 분산네트워크를 구성할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 TCP/IP-CAN 게이트웨이에 2대의 인버터로 구동되는 유도전동기를 설치하여 모니터링 PC에서 제어가 가능하고 데이터를 전송받을 수 있도록 하였다. 그림 2는 전체시스템의 구성도를 블록다이어그램으로 나타낸 것이다. TCP/IP-CAN게이트웨이를 중심으로 CAN 네트워크는 DSP 2812로 구현하여 인버터시스템에 속도지령명령을 수행하고 모니터링시스템은 인터넷에 연결되어 있어 전체시스템을 모니터링한다. 한번에 실행되는 버퍼링의 양은 데이터 메모리의 크기가 64Kbyte로 제한되어 있고 한번에 보내는 패킷은 인터넷을 사용하고 있으므로 1500byte의 크기로 제한되어 있다. 또한 가변적인 각 헤더를 임시 저장해야 하고 CAN으로부터의 데이터를 저장해야한다. 이러한 것을 고려할 때 버퍼링사이즈를 32kbyte로 제한하여 사용하면 충분한 버퍼링공간이 되어 패킷을 처리하는 데 문제가 발생되지 않는다. 그림 3은 W3150 블록다이어그램을 나타낸 것이다. 이 트랜시버는 10/100Base-T Ethernet을 지원하며 물계층은 표준 MII인터페이스와 다양한 MCU사용이 가능한 특징이 있다. 또한 TOP(TCP/IP offload platform)를 통하여 TCP/IP 프로세싱을 offloading하기 때문에 전체시스템의 성능을 크게 개선할 수 있다.

TCP/IP-CAN 게이트웨이는 CAN에서 수신한 데이터, 즉 CAN의 송신요구를 받아서 인터넷으로 패킷을 전송하도록 구성되어 있다.

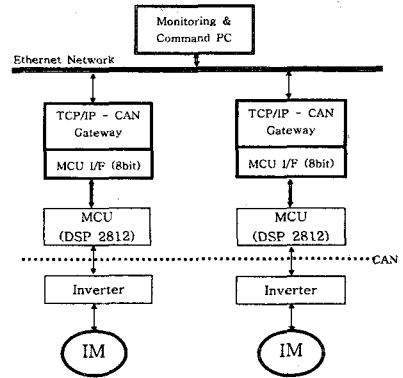


그림 2 원격제어 시스템 블록선도

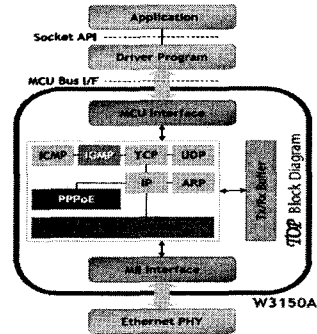


그림 3. W3150 Block Diagram

3.2 CAN기반 Multi-motor 제어모듈 제작 및 실험시스템 구현

CAN이 내장된 DSP2812를 이용하여 Multi-motor제어 시스템을 구축하기 위하여 그림 4와 같이 시스템을 설계하고 이를 근거로 제작하였다. CAN를 이용하여 여러 대의 전동기를 제어하기 위하여 각종 제어명령이나 속도, 위치정보 및 감시제어 정보 및 현장에서 발생하는 고장정보를 검출 실시간으로 진단하는 것이 필드버스 네트워크로 가능하게 되었다. 2대의 인버터 전동기 구동 시스템을 구축하고 이를 CAN 네트워크 기반 제어 시스템을 구축하였다. 따라서 Host노드에서 Master노드에 임의의 속도 명령을 주면 DSP2812 마스터 제어기는 host의 명령신호를 받아 인버터 시스템의 입력에 이 명령신호를 입력시키면 전동기의 속도는 정해진 속도에 추종하여 운전하게 된다. 또한 마스터 제어기는 슬레이브 시스템에 같은 속도의 명령을 CAN 통신을 통하여 슬레이브 제어기에 전달하면 이 명령신호는 인버터시스템의 입력에 전달되어 마스터와 같은 속도로 동기 되어 운전되게 된다. 본 실험에서는 피드백제어에서 실

험을 수행하였다.

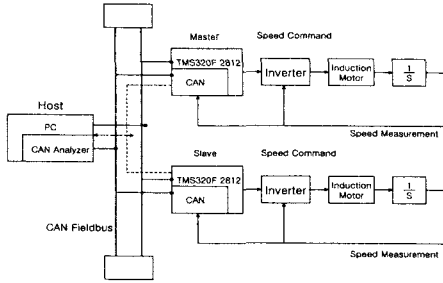


그림 4 CAN기반 Multi-motor 제어시스템 구성 블록도

그림 5는 위치제어 시스템 블록도를 나타낸 것이다. CAN기반 복수전동기의 속도 CAN 네트워크 기반 추종시스템은 Host제어기, DSP2812마스터제어기, DSP2812 슬레이브 제어기를 이용하여 버스 인터페이스를 구현하였다. 각각의 슬레이브제어기와 마스터제어기는 입출력보드를 겸하게 제작하였다. 즉, 입출력보드에서 전동기의 속도정보를 얻고 CAN 네트워크를 통하여 이를 호스트에 전송하는 역할을 하며 호스트에는 마스터 속도정보를 이용하여 계산된 슬레이브 속도명령을 출력하여 CAN 통신을 통하여 슬레이브 전동기에 인버터구동드라이브에 입력을 명령함으로써 슬레이브 전동기는 마스터의 속도를 추종하게 된다. 이는 통하여 엔코더를 속도를 검출하여 인버터프로세스와 마스터 제어기와 슬레이브제어기의 입력으로 받아드림으로써 피드백제어를 할 수 있도록 구성되어 있다.

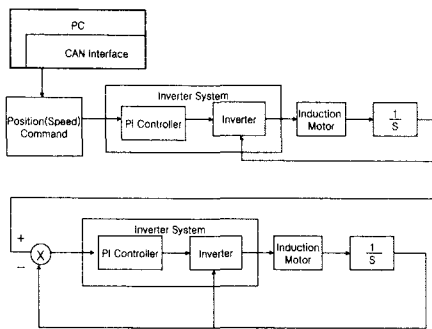


그림 5 위치제어시스템 블록도

그림 6은 CAN기반 Multi-motor 실험셋트의 제어시스템을 구현하여 실험장치의 전경이다. 전동기 2대를 제어하기 위하여 2대의 DSP2812 제어모듈을 제작하였으며 host에서 임의의 속도명령을 받은 마스터 모듈은 즉시 마스터 구동시스템에 명령받은 속도로 구동시키고 이 속도를 CAN 통신을 통하여 전송받아서 슬레이브 모듈에 전송하여 슬레이브 모

듈은 실시간으로 슬레이브 구동시스템에 명령을 수행하여 추종 속도제어 하도록 구성한 것이다. 여기에 에뮬레이터 2대를 설치하여 각각의 전동기 속도 데이터와 운전명령데이터를 실시간으로 받기 위한 기능을 수행하기 위한 것이다. PC는 CAN Converter로 USB 포트에 연결시키기 위한 인터페이스 장치로 본 실험에서는 host 제어기로 CAN 통신을 통하여 마스터 모듈에 임의의 제어명령을 수행할 수 있도록 하였다. [3]에서 베어링 고장진단 실험실용 set를 구축하기 위하여 3대의 전동기를 구축하였으며 이번 실험에서는 2대의 인버터 구동시스템을 가진 전동기를 대상으로 실험하였다. 본 실험에서 사용된 전동기와 인버터 구동시스템 사양은 [3,7,8]에 표시하였다.



그림 6 CAN 기반 Multi-motor 제어실험시스템 전경

(1) CAN 기반 제어모듈 사양 및 회로도

DSP2812 칩으로 기반으로 제작된 CAN기반 복수전동기용 제어모듈을 그림 7에 나타내었다. 2대의 전동기를 제어하기 위하여 2대의 DSP2812 제어모듈을 제작하였다. 이 한개의 모듈당 2개의 보드로 되어 있으며 1개의 보드(A 보드)는 DSP2812, D/A converter, CAN 트랜시버가 주요 디바이스로 구성되어 있다. 다른 하나의 보드(B 보드)는 D/A 변환기에서 나온 4.09V 신호를 증폭하여 8.18V로 출력된 값을 인버터 입력단에 접속시킨다.

- A 보드 : DSP 제어보드

1) DSP2812 회로도 및 사양

- 클럭 : 30MHz 크리스탈 사용, 내부 PLL에서 5배 증가시켜 150MHz로 동작 리셋시에 XF_XPLLDIS상태가 0이면 PLL 기능을 사용하지 않는다. 본 회로에서는 PLL기능을 사용하여 30MHz를 5배 증가시킨 150MHz 동작을 시키기 위함으로 XF_XPLLDIS핀을 1(High)상태로 해야 한다.

2) JTAG커넥터

XDS510과 같은 에뮬레이터를 접속하기 위한 커넥터로 TI에서는 14핀 2열 커넥터를 사용한다. 여기서 TRST핀을 pull-up하면 DSP가 동작하지 않는다.

3) 전원 리셋회로

TI사의 TPS767D38 소자를 사용하여 5V 전원을 입력

하여 3.3V, 1.8V, 리셋트 신호를 생성한다

5) D/A 변환기 인터페이스 회로

DAC7612는 BB사에서 만든 직렬(SPI 통신) 12bit 2채널 D/A변환기로 단일 전원 5V로 동작하고 4개 신호만을 필요로 하며 소형 8핀 크기이다. 주요특징으로 12bit 2채널, 저소비전력(3.7mW), 셋들링시간(7usec), 출력전압영역 (0-4.09V) 및 SPI클럭속도는 20MHz에서 동작한다.

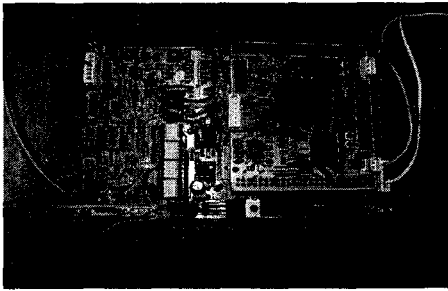


그림 7 DSP2812보드(A)와 아날로그회로보드(B)의 전경

• B보드(아날로그 회로)

아날로그 파트는 B보드에 설치했다. 이 보드는 실험을 위하여 PCB를 설계하여 제작한 것이다.

1) D/A 변환기 인터페이스 회로

그림 8은 DSP2812로부터 디지털 값으로 출력된 값이 DAC7612 변환기에 SPI통신을 통하여 입력되어 DAC0와 DAC1이 출력되어진다. 본 연구에서는 DAC0 출력 포트를 사용하였으며 이 출력은 그림 9의 DA0에 입력된후 2배로 증폭되어 필터를 거친 후 인버터의 입력단에 접속된다.

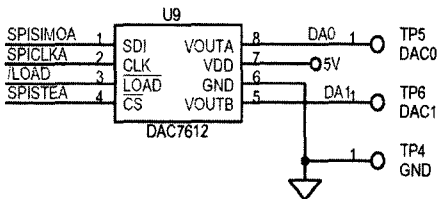


그림 6 DAC의 입출력 포트

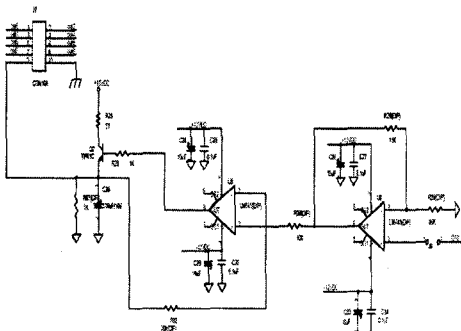


그림 8 D/A 변환기 신호의 증폭 및 필터회로

2) 엔코더 인터페이스

엔코더에서 출력된 5V의 펄스를 3.3V로 변화시켜 DSP2812의 입력단자에 입력시킨다. 그림 8은 3.3V 입력을 발생시켜 DSP입력포트로 연결되는 회로도 를 나타낸 것이다. 또한 그림 10은 유도전동기 속도를 검출하기위하여 사용한 엔코더 설치 전경이며 사양은 표 1과 같다.

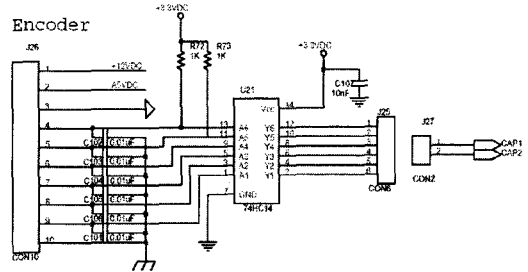


그림 9 엔코더 출력(5V)를 3.3V로 변환하는 회로

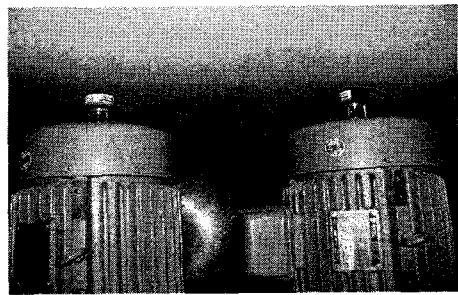


그림 10 엔코더 설치 예

표 1 로터리 엔코더 사양

제작사	Metronix사
외경	40mm
pulse 수	512
형식 Line	Line drive(차동형)
전원전압	5V± 5%

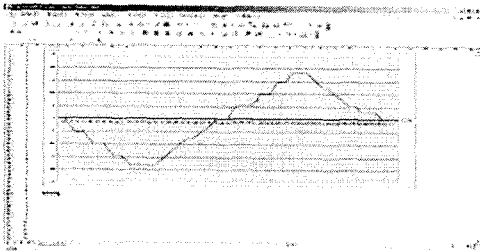
3.3 인터넷과 CAN을 이용한 원격분산 Embedded System 제작

유도전동기와 모타드라이브 구동기 컨트롤러로 구성된 유도전동기 모듈로서 DSP 2812의 CAN을 이용한 제어가하여 제어하도록 하였다. 본 실험에서는 유도전동기와 인버터 구동시스템 각각 2대와 TCP/IP-CAN 게이트웨이 모듈 2개를 이용하여 시스템을 구성하였다.

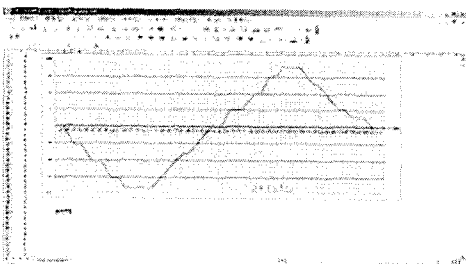
3.4 실험결과

(1) CAN 네트워크상에서의 속도추종실험

CAN이 내장된 TMS320F2812 DSP칩을 이용하여 제어모듈을 개발하고 Multi-motor제어 시스템을 구축하여 실험을 수행하였다. CAN 제어를 이용하여 버스 네트워크를 그림 6과 같이 구축하였다. Host 노드(PC)에서 임의의 제어명령을 Master 전동기 구동시스템의 DSP제어모듈에 명령하여 임의의 속도를 제어하도록 하였다. 이 속도를 엔코더로 피드백하여 Master제어장치가 슬레이브 제어장치에 CAN통신을 통하여 전송하여 슬레이브 구동시스템에서 Master시스템의 회전속도를 실시간으로 추종하도록 하였다. 마지막으로 그림 11은 정역을 연속적으로 운전한 위치제어 실험한 결과이다. 이 실험에서도 구동시스템은 정역운전 전 영역에서도 실시간으로 잘 추종하는 것을 알 수 있다. 이때 반주기는 인버터제어시스템의 사양에 맞추어 6초로 설정하여 시험하였다. 이 실험 Data는 DSP2812 외부메모리에 XINTF Zone(0x100000-0x180000)메모리에 16진수로 저장된 Data를 인티저 Data로 변환하여 엑셀 툴로 그림을 그린 것이다. 이 결과 Master전동기의 회전속도(정역운전)를 광범위한 운전범위에서 Slave 전동기가 지연 없이 실시간으로 추종하고 있음을 확인할 수 있다. CAN 통신은 비교적 적은 노드를 가진 소규모시스템의 전동기 구동시스템에 적합한 것을 알 수 있다.



(a) Master 전동기 정역회전 운전모드



(b) Slave 전동기 정역회전 운전모드

그림 11. 유도전동기 위치제어 운전모드

(2) 인터넷과 CAN을 이용한 원격분산 Embedded

System에 의한 유도전동기 속도추종실험

그림 12와 그림 13은 모니터링 PC에서 리모트 측의 유도전동기 1과 2로 TCP/IP-CAN게이트웨이를 통해 각각 ,1000[rpm]의 지령치를 전달하고 각각의 유도전동기의 속도를 되돌려 받은 것과 TCP/IP-CAN 게이트웨이를 통하지 않고 바로 CAN 네트워크에 연결된 모니터링PC를 통해 유도전동기를 제어한 결과를 비교한 것이다. CAN 네트워크는 시간지연 없이 실시간으로 제어가 가능한 것을 알 수 있으나 반면 그림 12와 그림 13에서 보는 바와 같이 시간지연이 20ms가 각각 발생하고 있다. 이는 CAN의 전송지연과 TCP/IP-CAN게이트웨이에서 처리시간, 이더넷 전송지연시간, 모니터링PC 처리시간 등이 모두 합쳐져서 찌그러짐 현상을 볼 수 있다. 찌그러짐 현상을 알기위하여 그래프를 분석하면 동일 시간대에 찌그러짐이 일어남을 알 수 있다. 이것은 패킷의 재전송에 의한 데이터가 수신되지 못하여 생기는 현상이다.

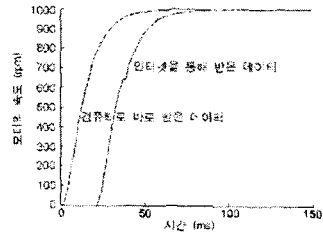


그림 12 유도전동기 1의 속도제어 곡선

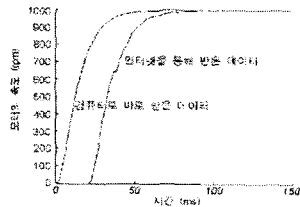


그림 13 유도전동기 2의 속도제어 곡선

4. 결론 및 고찰

본 논문에서는 복수대의 유도전동기를 원격지에서 분산제어가 가능하도록 CAN 통신이 내장된 DSP2812 고성능 마이크로프로세서를 이용하여 복수전동기 네트워크제어 시스템을 구축하고 또한 TCP/IP프로토콜의 변환을 지원하는 소형·경량의 TCP/IP-CAN 게이트웨이를 설계하고 실험을 수행한 결과 아래와 같은 결과를 얻었다.

- 1) 복수전동기를 간단한 TCP/IP-CAN 게이트웨이를 개발하고 이를 통하여 원격지제어 및 모니터링이 가능한 신뢰성이 우수한 시스템을 개발하였다.
- 2) 국내에서 최초로 DSP2812를 이용하여CAN기반 복수모타 제어알고리즘을 개발하고 제어시스템을 구축하였다.
- 3) 복수모타를 다양한 전동속도범위와 모타위치제어에서 실험한 결과 실시간으로 신뢰성있는 운전 성능을 확인하였다.
- 4) 네트워크기반 복수전동기 피드백제어시스템 구축기술을 개발하였다.

추후 통신트래픽 지연 메카니즘을 분석하여 현장 대규모 전동기를 네트워크로제어하는 현장제어기술을 개발할 예정이다. 또한 TCP/IP-CAN 게이트웨이 임베디드 시스템의 효율적인 메모리관리 및 이벤트관리를 위해 보다 개선된 스케줄링 알고리즘을 개발하여야 한다.

Acknowledgment

The authors would like to gratefully acknowledge the financial support of KESRI (Korea Electrical Engineering & Science Research Institute) under project R-2003-B-285 and also ETPT of KEPRI under the project number A3050.

References

- [1] 홍원표, "지능형전동기 구동시스템개발(2차년도 중간보고서)", 기초전력연구원(산업자원부), 2005. 8. 26.
- [2] 홍원표, "빌딩자동제어시스템용 CAN 필드버스 모듈개발 및 적용기술에 관한 연구", KIIEE Vol. 18, No 6, pp. 121-127 Nov.2004.
- [3] 홍원표, " DSP 마이크로컨트롤러를 사용한 CAN 네트워크기반 유도전동기 고장진단 시스템 설계", KIIEE Vol. 19, No. 5, pp. 80-86 July 2005.
- [4] W. Lawrenz, " CAN system Engineering", Springer-Verlag, New-York, Inc. 1977.
- [5] M.Farsi, " CANopen Implementation application to industrial networks", Research Studies press co. 2000.
- [6] EDU2812Kit, <http://www.realsys.co.kr>.
- [7] Won-Pyo Hong, "Induction Motor Bearing Damage Detection Using Stator Current Monitoring", KIIEE Vol. 19, No. 7, pp. 70-77 Sep. 2005.
- [8] Won-Pyo Hong, " Stator Current processing-Based Technique for Bearing Damage Detection in Induction Motor", ICCAS2005, June2-5, 2005, Korea.
- [9] Won-Pyo Hong, "Networked Intelligent

Motor-Control Systems Using IEEE/EIA 709.1 Fieldbus", International Symposium on Computational Intelligence and Industrial Applications (ISCIIA2004), DEC.20-24, Hainan Univ., Haikou, China, 2004.

- [10] Hyun-suk Lee, et al., "Design of a remote distributed embedded system using the Internet and CAN", Journal of Control Automation and Systems Engineering, Vol.8, No. 5, May 2002.
- [11] 홍성수, " 분산실시간 제어시스템의 개발", CASE 기술특집: 실시간제어시스템(3), ICASE, 1, 1998.

◇ 저자소개 ◇

홍원표(洪元杓)

한밭대학교 건축설비공학과 교수, 서울대학교 대학원공학박사, 1979-1993년 한전전력연구원 선임연구원. 당학회 편수이사. 설비공학회 에너지전문위원. 주요 연구분야는 필드버스제어네트워크 적용, IBS 및 Smart space 구축기술 임.

김중곤(金重坤)

한밭대학교 대학원 졸업(2005), 현대엘리베이터 재직, 주요 관심분야는 엘리베이터 지능형제어 및 산업용 네트워크제어 임