

다축 로봇 시스템을 위한 IEC 61800 기반 EtherCAT 통신 모듈 설계

Design of IEC61800 based EtherCAT communication module for multi shaft robot systems

*송영훈¹, #이석¹, 김만호¹, 이경창²

*Y. H. Song¹, #S. Lee(slee@pnu.edu)¹, M. H. Kim¹, K. C. Lee²

¹부산대학교 기계공학부, ²부경대학교 제어계측공학과

Key words : manufacturing system, manufacturing robot, EtherCAT, IEC 61800

1. 서론

생산 시스템은 생산성을 높이기 위하여 끊임없는 발전을 거듭하고 있다. 산업 현장의 지속적인 생산성 향상 요구를 충족시키기 위해서 더욱 높은 수준의 지능화가 필요하게 되어, 사용되는 장치 수가 급격히 증가하였다. 이러한 필드 장치를 연결하기 위해 산업용 네트워크 시스템(industry network system)을 도입하였다.

최근, 산업용 네트워크 시스템에 Ethernet을 기반으로 하는 통신 프로토콜을 적용하는 사례가 증가하고 있다. 이 중 EtherCAT 프로토콜은 완전 개방형 기술 제공과, 표준 Ethernet 프레임과의 뛰어난 호환성, 기존의 NIC(Network Interface Card)를 이용한 시스템 구성 비용의 감소를 이유로, 실시간 산업용 네트워크로서 많은 관심을 받고 있다.

본 논문에서는 높은 실시간 전송 특성을 가지는 EtherCAT 슬레이브 모듈을 구현하는 방법을 제안한다. 특히, 제안하는 EtherCAT 슬레이브 모듈은 지능형 스마트 드라이버 표준인 IEC 61800을 기준으로 설계하여 산업용 다축 로봇 시스템에 활용할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

2. EtherCAT 프로토콜 및 IEC 61800 개요

1. EtherCAT 프로토콜 개요

EtherCAT 프로토콜은 2002년에 독일 BeckHoff사에서 개발된 이후 2003년 11월에 EtherCAT technology group을 결성해서 기술을 공개한 개방형 산업용 Ethernet 기술이다. 또한,

IEC 규격과 ISO 규격으로 인증된 국제표준 프로토콜로 뛰어난 동기화 특성과 함께 제한된 토폴로지에 의존하지 않는 성능을 가진다. 특히, EtherCAT 프로토콜은 뛰어난 Ethernet 호환성, 간단한 디바이스에서도 구현이 가능한 인터넷 기술, Ethernet에서 제공하는 대역폭을 최대한 활용할 수 있는 특성과 낮은 비용으로 뛰어난 실시간 특성을 구현할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

EtherCAT 프로토콜에서는 브로드캐스트 방식으로 마스터에서 데이터 프레임을 전송한다. 마스터와 연결된 각각의 슬레이브는 데이터 프레임이 슬레이브 모듈을 통과하는 동안 해당 모듈에 전달된 데이터를 읽어 데이터를 수신하고 전송할 데이터가 있으면 해당되는 텔레그램에 삽입하여 전송한다. 여기서, 해당되는 슬레이브 모듈에서 지연되는 시간은 거의 몇 ns가 소요된다.

2. IEC 61800 표준

SERCOS 인터페이스는 모션 컨트롤 어플리케이션을 위한 고성능 실시간 통신 인터페이스로 세계적으로 인정받고 있다. 서보 드라이브와 통신 기술에 대한 SERCOS 프로파일은 IEC 61800-7 표준에서 지원하고 있으며, IEC 61800-7 part3에서 EtherCAT에 대한 매핑을 다루고 있다. EtherCAT에서는 Fig. 1과 같이 SoE(SERCOS over EtherCAT) 프로파일을 통해 이러한 기능을 지원하고 있다.

서비스 채널은 EtherCAT mail-box를 사용하여 모든 매개 변수 및 드라이브의 기능에 접근

할 수 있으며, 기존의 프로토콜에 대한 호환성과 확장성에 초점을 맞추고 있다. SERCOS 의 프로세스 데이터는 EtherCAT 슬레이브 제어기 메커니즘을 사용하여 AT(Acknowledge Telegram) 와 MDT(Master Data Telegram) 의 형식으로 전송된다. 매핑은 SERCOS 의 매핑과 비슷하기 때문에 EtherCAT 슬레이브 상태 머신을 SERCOS 프로토콜로 매핑 가능하다.

고속 전기 파워 드라이버 장치 프로파일의 지원을 위해 EtherCAT 은 고성능 실시간 Ethernet 기술을 사용하며, CNC 응용 프로그램에서 그 사용이 확대되고 있다.

3. 다축 로봇 시스템을 위한 EtherCAT 슬레이브 모듈 설계

EtherCAT 슬레이브 모듈은 다축 로봇 시스템을 위한 모터 제어기와 함께 구성되어 있으며, 산업용 로봇 시스템의 서보 드라이버 제어기를 담당하는 EtherCAT 마스터와 함께 EtherCAT 네트워크를 구성하였다.

파워 드라이버 시스템은 EtherCAT 슬레이브 제어기(ESC, EtherCAT Slaver Controller), EtherCAT 통신 MCU 와 서보모터 드라이버 MCU 로 구성 하였으며, 설계된 EtherCAT 슬레이브 모듈은 Fig. 2 와 같다. 서보모터 제어 정보는 네트워크를 통해서 주기적으로 슬레이브 모듈에 전송된다. 이 때 로봇 제어기 마스터와 파워 드라이버 슬레이브 모듈 사이의 정보 교환은 IEC 61800-7-301 에 정의되어 있는 객체 정보를 사용하였다.

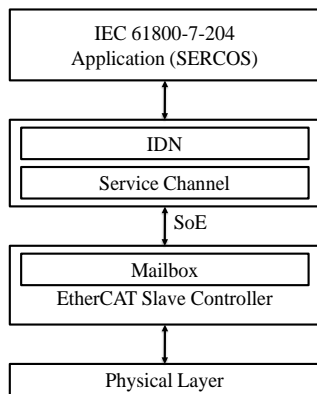


Fig. 1 Device Profiles and Protocols for SoE

본 논문에서는 Ethernet transceiver 와 ESC 사이에는 MII 를 사용하였고, ESC 와 통신 MCU 및 드라이버 MCU 사이에는 SPI 를 사용하였다. 통신 MCU 는 Microchip 사의 PIC18F452 를 사용하였다.¹

4. 결론

본 논문에서는 EtherCAT 슬레이브 모듈을 설계하는 방법에 대해 기술하였다. 특히, 제한하는 EtherCAT 슬레이브 모듈은 스마트 드라이버 표준인 IEC 61800 표준을 기준으로 설계하였다. 따라서 동일한 표준을 이용한 산업용 생산 시스템 및 로봇의 다축 모터 드라이버로 활용할 수 있다는 장점을 가질 수 있다.

그러나 본 논문은 IEC 61800 표준을 지원하는 EtherCAT 슬레이브 모듈의 설계에 대해서만 초점을 맞추고 있다. 따라서 보다 실용적인 연구결과를 도출하기 위해서는 IEC 61800 표준 시스템과의 호환성에 대한 실험과 IEC 61800 표준 지원에 의한 제어 성능을 평가하기 위한 연구가 추가적으로 필요하다.

후기

본 연구는 지식경제부의 지원을 받아 수행된 지역전략기획기술개발사업(과제명: 제조용 로봇을 위한 스마트 구동기 모듈 개발)의 연구결과입니다.

참고문헌

1. 배용경, 박지훈, 이경창, 이석, “다축 스마트 드라이버를 위한 EtherCAT 슬레이브 모듈의 설계,” 한국정밀공학회 2010 년도 춘계학술대회 논문집, 69-70, 2000



Fig. 2 Picture of the EtherCAT slave module