

멀티턴 엔코더의 다축 제어를 위한 EtherCAT 슬레이브 시스템 설계

Design of EtherCAT Slave System for Multi-Axis Control of Multi-Turn Encoder

*진승호¹, #이경창², 이주경¹, 이석¹

*S. H. Jin¹, #K. C. Lee(gclee@pknu.ac.kr)², K. J. Lee¹, S. Lee

¹부산대학교 기계공학부, ²부경대학교 제어계측공학과

Key words : EtherCAT, Ethernet, Fieldbus, Multi-turn Encoder, CANopen

1. 서론

최근 산업 현장에서 공장 자동화 시스템 및 생산 시스템의 발전으로 높은 수준의 지능화가 요구되고 있으며, 필드 장치의 성능 향상과 더불어 사용되는 필드 장치의 수도 급속히 증가하고 있다. 이와 같은 추세로 인하여 산업현장에 높은 대역폭, 실시간 데이터 전송과 동기화를 만족시킬 수 있는 방안에 대하여 많은 연구중이며, 특히 산업용 Ethernet 기반의 통신 프로토콜 시스템에 대한 연구가 다양하게 진행 중이다.

본 논문에서는 높은 실시간 전송 특성을 가지는 EtherCAT 을 이용하여 멀티턴 엔코더(Multi-Turn Encoder)의 분산 제어를 위한 방안을 제안 한다. 이 EtherCAT 기반의 제어기는 엔코더와의 호환성을 위하여 CANopen 표준을 기준으로 자료를 매핑하여 산업 표준에 대한 호환성이 보장되도록 구현 하였다.

본 논문은 총 4장으로 구성되어, 2장에서 EtherCAT과 멀티턴 엔코더에 대하여 설명하고, 3 장에서는 EtherCAT 기반의 제어기 설계 방법 및 구현에 대해 설명한다. 마지막으로 4장에서는 요약과 결론을 제시한다.

2. EtherCAT 및 멀티턴 엔코더 의 개요

EtherCAT 프로토콜은 2002년에 독일 Beckhoff 사에서 개발 된 이후 2003년, EtherCAT technology group이 결성되어 공개한 개방형 산업용 Ethernet 기술이다. EtherCAT은 IEC 규격(IEC/PAS 62407)과 ISO 규격(ISO15745-4)으로 인증된 국제표준 프로토콜로써 산업용 Ethernet 기술 중 뛰어난 동기화 특성, 빠른 속도와 함께 특정 토폴로지에 제한되지

않는 등의 특징을 가지고 있다. 또한 뛰어난 Ethernet과의 호환성, 간단한 디바이스에서도 구현 가능, Ethernet에서 제공하는 최대한의 대역폭을 활용할 수 있다는 등의 특징을 가진다. EtherCAT 프로토콜은 100Mbps 이상의 통신 속도를 제공하며 256개의 분산 디지털 I/O에 약 11us의 업데이트 속도를 지원한다.

멀티턴 엔코더는 1회전할 때, 절대 위치값과 회전수를 카운트한 값을 출력하는 엔코더를 말하며, 회전을 감지하는 방법은 전원을 ON 할 때, 외부 데이터 저장 장치에 저장되어 있는 싱글턴 데이터와 원점 데이터를 읽어와 현재의 슬릿코드의 위치와 비교 및 연산할 후에 싱글턴과 멀티턴의 데이터를 출력한다. 따라서 멀티턴 엔코더는 고 정밀 제어가 필요한 군수, 항공우주 등의 산업에 사용된다.

3. EtherCAT 기반 제어기 설계

엔코더의 위치를 계산하는 엔코더 제어기는 EtherCAT 마스터 S/W인 TwinCAT과 일반 NIC(Network Interface Card)을 가지고 있는 PC를 사용하여 구성하였다. 엔코더 제어기에서 생성된 위치 제어 정보는 EtherCAT 네트워크를 통해서 주기적으로 EtherCAT 슬레이브 모듈에 전송되고 그 값에 따라 슬레이브 모듈에 연결되어 있는 엔코더가 제어 된다. EtherCAT의 MAC(Media Access Control)과 물리계층을 연결하기 위한 인터페이스는 MII(Media Independent Interface)와 EBUS가 있다. 본 논문에서는 MII/BUS 방식과 EBUS/EBUS 방식을 이용하여 구성하였는데 MII는 Ethernet과의 연계를 위한 인터페이스로 여러 물리 계층을 선택적으로 지원이 가능하다. EBUS는 LVDS(Low

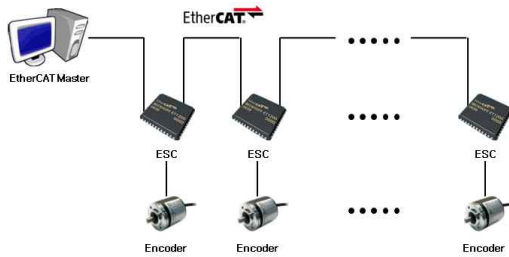


Fig. 1 Structure of EtherCAT slave system

Voltage Differential Signaling) 기반의 인터페이스로 최대 1Gbps의 고속 데이터 전송이 가능하다.

Fig.1에서 본 논문에서 제안하는 분산제어를 위한 EtherCAT 시스템 구조를 나타내고 있다. 여러개의 멀티턴 엔코더를 제어하기 위하여 EtherCAT 시스템으로 전체 시스템이 구성되어 있으며, EtherCAT 네트워크는 하나의 마스터와 다수의 슬레이브 모듈로 네트워크 시스템이 구성되어 있으며, 구성된 시스템은 다축제어를 위한 분산제어 시스템으로 구성이 된다. 본 논문에서 설계한 EtherCAT. 슬레이브 모듈의 ESC(EtherCAT Slave Controller)는 Beckhoff 사의 ET1100과 Microchip 사의 PIC18F452(MCU)로 구성되었다. 앞서 설명한 MII 방식은 Transceiver와 ESC 사이에 사용되었고, ESC와 엔코더 드라이버 사이에는 SPI 방식이 사용되었다. 또한 모듈 간의 연결에 EBUS 방식이 사용되어 통신을 하게 된다.

Fig.2 은 엔코더를 제어하는 EtherCAT 제어기의 동작 순서를 나타낸 것이다. 마스터인 PC에서 ESC로 시작프레임이 전송된 후, MCU(PIC18F452)는 ESC를 선택하여 데이터를 수신한다. Rx로 수신된 데이터를 Tx로 맵핑해준 뒤, 이번에는 엔코더를 선택하여 MCU는 엔코더와 데이터 교환을 한다. MCU는 엔코더에서 받은 데이터를 맵핑하여 ESC를 선택한 후, 데이터를 교환한다. 이 일련의 과정이 계속 반복이 된다.

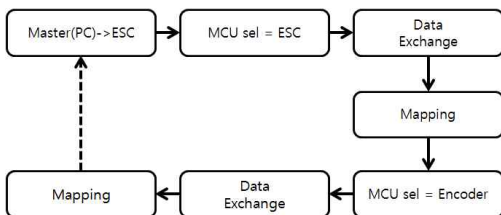


Fig. 2 Chart of EtherCAT slave stack

4. 결론

본 논문은 멀티턴 엔코더를 제어하기 위한 산업용 Ethernet 기술 중 하나인 EtherCAT를 기반으로 하여 슬레이브 모듈을 설계하였다. 엔코더 제어 시스템을 EtherCAT 프로토콜과 연계함으로써 Ethernet 기반 멀티턴 엔코더 제어 시스템 설계의 가능성을 확인하였다.

기술들이 발달함에 따라 산업 현장에서 센서, 액추에이터 등과 같은 필드장치들의 고속, 고정밀 제어가 요구된다. 이를 위해서는 보다 많은 데이터의 교환과 빠른 통신이 필요로 하게 된다. 이를 만족시키기 위하여 Ethernet 기술의 표준화와 보급이 이루어지고 있다. 본 논문에서 설계한 EtherCAT 기반 엔코더 제어 시스템은 기존의 필드버스 시스템 비해 보다 빠른 속도로 통신을 할 수 있었지만, 실제 산업 현장에 적용하기 위한 기존의 상용 엔코더와의 호환성 및 성능 테스트가 이루어 지지 않았다. 따라서 기존의 엔코더 시스템과의 호환성을 위한 시스템의 표준화 및 성능테스트에 대한 연구가 추가적으로 필요하다.

후기

본 연구는 지역지정사업의(과제명 : PIN Photodiode 를 내장한 ASIC 기반 초정밀 멀티턴 엔코더개발)의 연구결과입니다.

참고문헌

1. 송영훈, 박지훈, 이석, 이경창, "EtherCAT 기반 파워드라이버 시스템을 위한 IEC61800 자료 매핑 설계," 제어로봇시스템학회, 26, 517-520, 2011
2. 문용선, 이광석, 서동진, 이성호, 배영철, "모듈로봇 구현을 위한 네트워크 기반 모터제어 드라이버 개발" 퍼지 및 지능 시스템 학회 논문지 17(7), 887-892, 2007
3. Gunnar Prytz, "A performance analysis of EtherCAT and PROFINET IRT," IEEE international conf, 08, 408-415, 2008
4. A. Wiling, "Polling-based MAC protocols for improving real-time performance in a wireless PROFIBUS," IEEE Transactions of Industrial Electronics, 50(4), 806-817, 2003