

# 파워 드라이버 시스템의 신뢰성 향상을 위한 Redundant EtherCAT 네트워크 설계 Design of Redundant EtherCAT network for Improve Reliability of Power Driver System

\*송영훈<sup>1</sup>, #이경창<sup>2</sup>, 박지훈<sup>1</sup>, 이석<sup>1</sup>

\*Y. H. Song<sup>1</sup>, #K. C. Lee(gclec@pknu.ac.kr)<sup>2</sup>, J. H. Park<sup>1</sup>, S. Lee<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>부산대학교 기계공학부, <sup>2</sup>부경대학교 제어계측공학과

Key words : intelligent manufacturing system, power river, fieldbus, EtherCAT, redundant

## 1. 서론

컴퓨터 및 통신 기술의 발전에 따라 공장 자동화 시스템 및 생산 시스템은 지능화, 자율화 되었으며, 정보들이 분산되어 관리되는 지능형 생산 시스템(IMS : Intelligent Manufacturing System)으로 발전되고 있다. 이러한 지능 생산 시스템에서 사용되는 자동화 시스템은 다수의 센서와 제어기 같은 필드장치(Field device)를 사용하며, 이를 연결하는 네트워크를 필드버스라고 한다<sup>1-2</sup>. 2000년대 이후 인터넷의 보급과 발전으로 인해 Ethernet을 기반으로 하는 ProfiNet, Ethernet/IP, EtherCAT과 같은 프로토콜도 표준으로 제정되어 산업용 네트워크로 사용되고 있다<sup>3</sup>.

여기서, 파워 드라이버 시스템과 같은 시스템에서는 네트워크의 오류가 발생하는 경우 시스템에 큰 문제가 발생하기 때문에 네트워크의 신뢰성 확보가 중요하게 다루어지고 있다.

본 논문에서는 EtherCAT 기반 파워 드라이버 시스템의 신뢰성을 확보하기 위한 방법의 하나로 두 개의 채널을 사용하는 redundant EtherCAT 네트워크 시스템을 구현하는 방법을 제안한다.

본 논문은 총 4 장으로 구성되어 있다. 2 장에서는 EtherCAT 프로토콜에 대해서 설명한다. 3 장에서는 중복 구조의 설계 방법 및 구현에 대해서 설명하고 마지막으로 4 장에서 요약과 결론을 제시한다.

## 2. EtherCAT 프로토콜의 개요

EtherCAT 프로토콜은 2002년에 독일 Beckhoff사에서 개발된 이후 2003년 11월에 EtherCAT technology group을 결성하여 기술을 공개한 개방형 산업용 Ethernet 기술이다. 또한, IEC규격(IEC/PAS 62407)

과 ISO규격(ISO15745-4)으로 인증된 국제표준 프로토콜로 뛰어난 동기화 특성과 함께 제한된 토폴로지에 의존하지 않는 성능을 가진다.<sup>6-7</sup> 특히 EtherCAT 프로토콜은 뛰어난 Ethernet 호환성뿐만 아니라, 유럽 국가를 중심으로 산업용 네트워크로 널리 사용되고 있는 CANopen이나 SERCOS의 자료 구조를 지원하여 호환성 및 편의성을 높이고 있다.

EtherCAT 프로토콜의 전송 방법은 브로드캐스트(broadcast) 방식으로 마스터에서 데이터 프레임을 전송한다. 하나의 슬레이브 모듈에서 데이터 송수신에 의해 지연되는 시간은 수 nsec( $10^{-9}$ 초) 정도이다.

EtherCAT 마스터는 일반적으로 PC에 사용하는 NIC를 사용하여 구성할 수 있으며, NDIS(Network Driver Interface Specification) 인터페이스를 이용하여 하부 계층과 통신할 수 있다. EtherCAT 슬레이브 모듈은 Beckhoff사에서 제공하는 EtherCAT 컨트롤러(controller)와 이를 제어하는 MCU로 구성된다.

## 3. Redundant EtherCAT 설계

EtherCAT에서 지원하는 케이블 이중화 구조를 적용하기 위해서는 마스터인 PC에서 2개의 ethernet 포트를 사용한다. 본 논문에서는 EtherCAT의 redundancy 기능을 사용하기 위해 OS를 windows-7을 사용하는 Pentium-IV PC에서 Beckhoff사의 TwinCAT 소프트웨어를 사용하였으며, 슬레이브 노드로는 Beckhoff사의 ET1100을 EtherCAT slave controller(ESC)로 사용하고, Microchip사의 PIC18F452 MCU를 slave 제어용 MCU로 사용하였으며, SPI 버스를 사용하여 이를 연결 하였다. 하나의 슬레이브 노드에는 ethernet 케이블을 연결할

수 있는 RJ45 커넥터가 2개 씩 있으며, 각각 입력 포트와 출력 포트에 사용된다. 슬레이브 모듈 여러 개를 마스터 노드에 함께 연결하여 네트워크를 구성하는 경우 마스터 노드의 EtherCAT용 ethernet 포트로부터 첫 번째 슬레이브 노드의 입력 포트에 케이블을 연결한다. 이후, 슬레이브 노드의 출력 포트와 다음 슬레이브 노드의 입력 포트를 연결하여 직렬 네트워크를 구성한다. 마지막 슬레이브 노드의 출력 포트는 아무 것도 연결하지 않는다. 하지만, redundancy 기능을 사용하는 경우에는 그림 1 (a)와 같이 마스터 PC의 redundancy용 ethernet 포트와 마지막 슬레이브 노드의 출력 포트를 연결하여 페루프를 구성한다.

Redundancy 기능을 사용하는 경우 케이블이나 모듈의 오류가 발생하지 않으면 단일 경로로 구성된 EtherCAT 네트워크와 동일하게 동작한다. 하지만, 그림 1 (b)와 같이 단일 경로로 네트워크를 구성하는 경우, 케이블이나 슬레이브 모듈에 오류가 생기는 경우, 오류가 발생한 이후에 위치한 모든 슬레이브 노드는 제어 불가능하게 된다. 하지만, redundancy 기능을 사용하는 경우, 그림 1(c)와 같이 케이블에 오류가 발생하면, 즉시 redundancy용 ethernet 포트를 통해 새로운 통신 경로가 구성되어 모든 슬레이브 노드를 이상 없이 제어가 가능하다. 또한, 하나의 슬레이브 모듈에 이상이 발생한 경우 이상이 발생한 슬레이브 모듈은 제어가 불가능하지만, 나머지 모든 슬레이브 모듈은 정상적으로 동작이 가능하다.

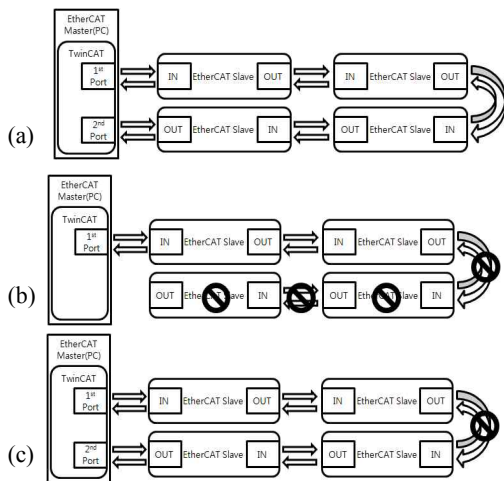


Fig. 1 Redundant EtherCAT의 슬레이브 연결 도식도

#### 4. 요약 및 결론

본 논문에서는 EtherCAT 기반 파워 드라이버 시스템의 신뢰성 향상을 위한 redundant 구조의 EtherCAT 설계 방법 및 구현에 대해 기술하였다. 신뢰성 확보 및 이를 위한 이중화 기술은 산업용 네트워크에서 특히 중요하게 다루어지고 있는 분야 중 하나로, 통신 노이즈 환경뿐만 아니라, 케이블 절단 등의 경우에도 안정적인 통신을 유지할 수 있도록 한다. 특히, EtherCAT에서 사용하고 있는 이중화 기술은 특수한 인터페이스 카드가 필요 없고, 단지 하나의 ethernet 포트 추가로 손쉽게 구현 가능하다. 그러나, 본 연구에서는 EtherCAT 프로토콜을 이용하여 이중 데이터 경로를 가지는 redundant EtherCAT 시스템의 설계와 단순한 기능 구현에만 초점을 맞추었기에 보다 실용적인 결과를 도출하기 위한 다양한 평가가 부족하다. 향후에는 이러한 연구 결과를 확장하여 다양한 조건에 대한 성능 평가와 추가적인 연구가 필요하다.

#### 후기

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

#### 참고문헌

1. 박지훈, 이석, 송영훈, 이경창, "IEEE 1451.0 기반 스마트 센서에서 CANopen을 이용한 다중 접속 기능의 구현," 한국정밀공학회 논문지, 28, 436-445, 2011
2. 김만호, 박지훈, 이석, 이경창, "IEC 61800 기반 파워 드라이버 시스템을 위한 EtherCAT 슬레이브 모듈 구현," 제어로봇시스템공학회 논문지, 17, 176-189, 2011
3. H. S. Park, and W. H. Kwon, "Industrial network and application," Journal of Control, Automation and Systems Engineering, 2, 4, 4-18, 1996.
4. Y. S. Moon, G. S. Lee D. J. Seo, and Y. C. Bae, "The development of motor controller based on network using optic- EtherCAT," Journal of Korea Multimedia Society, vol. 14, no. 5, pp. 467-472, 2008.
5. G. Beckmann, EtherCAT communication specification, version 1.0, EtherCAT technology group, 2004.