

모션 네트워크를 위한 임베디드 리눅스 기반 EtherCAT 슬레이브 드라이버 설계 Design of EtherCAT Slave Driver for Motion-Network based on Embedded Linux Platform

*송영훈¹, #이경창², 박지훈¹, 이석¹

*Y.H.Song¹, #K.C.Lee(gclee@pknu.ac.kr)², J.H.Park¹, S.Lee¹

¹부산대학교 기계공학부, ²부경대학교 제어계측공학과

Key words : Real-time Control, Fieldbus, Motion Network, EtherCAT, Embedded Linux

1. 서론

제조·생산 시스템은 많은 연구와 발전을 하였으며, 이러한 지능형 시스템은 성능향상을 위해 시스템이 복잡화 되고 다양화 되면서 시스템의 효과적인 제어를 위한 방안이 요구되고 있다. 그중 필드버스 기술은 시스템의 성능을 만족시키기 위해 그 기능이 점차 증가하고 있으며, 필드 디바이스의 실시간 요구사항을 만족시키기 위해 여러 가지 필드버스 프로토콜이 개발되었다. 최근에는 Ethernet기반의 고속 통신이 가능한 필드 버스 시스템이 적용된 시스템이 많이 연구 되고 있으며 EtherCAT 프로토콜은 실시간 산업 응용을 위해 Ethernet을 기반으로 개발된 대표적인 산업용 프로토콜이다.

또한 자동화 시스템에서 필드디바이스의 수행 능력이 점점 높아짐에 따라 높은 성능의 SoC와 OS를 이용한 복잡한 제어 알고리즘의 연산이 필요하게 되었다. 임베디드 시스템에 사용되는 OS는 Embedded WinCE, Linux등 다양한 시스템이 개발되고 있으며, 최근 Embedded Linux는 Linux가 가지는 장점을 활용하여 SoC를 위한 실시간 OS로 널리 사용되고 있다.[1,2]

본 논문에서는 제어 연산을 수행하면서 동시에 시스템의 실시간 요구사항을 만족 하도록 EtherCAT 슬레이브 제어기를 운용하기 위한 Embedded linux 기반 구조를 제안한다. 본 논문은 총 4장으로 구성되어 있으며, 2장에서는 EtherCAT 제어기와 Embedded linux의 구조에 대해 기술하였으며, 3장에서는 EtherCAT 슬레이브 제어를 위한 Embedded Linux 기반 운용 구조에 대해 기술하였다. 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 과제에 대해 기술하였다.

2. EtherCAT 및 Embedded Linux

EtherCAT 프로토콜은 2002년 독일 Beckhoff사에서 개발된 개방형 산업용 Ethernet 프로토콜이다. EtherCAT 프로토콜은 100Mbps 이상의 통신 속도를 제공하여 256개의 분산 디지털 I/O를 제공한다. EtherCAT 프로토콜의 전송 방법은 브로드캐스트(broadcast) 방식으로 마스터에서 데이터 프레임을 전송한다. 마스터와 연결된 각각의 슬레이브는 데이터 프레임을 수신 받아 해석 및 처리하고 다음 슬레이브로 전송한다. 여기서, 하나의 슬레이브 모듈에서 데이터 송수신에 의해 지연되는 시간은 수 nsec(10^{-9} 초)정도이다. 이와 같이 매우 짧은 시간에 데이터 교환을 하기 위해서 EtherCAT 슬레이브는 전용 하드웨어 구조를 사용한다.

Embedded Linux는 기존의 Linux시스템이 가지고 있는 확장가능성, 가격 경쟁력, 품질 경쟁력과 범용성을 그대로 이어오면서, 펌웨어 기반의 Embedded 시스템에서는 사용하지 않는 멀티유저 기능, 메모리 및 디스크 관리 기능 등을 삭제하여 그 크기와 사용범위를 Embedded OS 시스템에 맞도록 수정한 Linux이다. 기존의 Linux의 어플리케이션의 활용이 가능하여 시스템의 개발폭이 넓으며, 시스템 정보가 개방되어 있다.

Embedded Linux의 구조는 커널 영역과 유저 영역, 시스템 영역 세영역으로 나누어진다. 첫 번째, 유저 영역은 사용자의 데이터 입출력을 위한 인터페이스 부분이고, 두 번째, 시스템 영역은 하드웨어를 직접 제어하기 위한 인터페이스 부분이며, 세 번째, 유저 영역에서 시스템영역을 제어하기 위한 디바이스 드라이버를 비롯한 파일시스템, 네트워크 등이 커널에 위치한다.

3. Embedded Linux 운용 구조

본 논문에서 제안하는 Embedded Linux 시스템 기반의 EtherCAT 슬레이브 제어기를 운용하기 위한 개발환경은 Fig. 1과 같이 구성하였다. EtherCAT 프로토콜 제어를 위한 슬레이브 컨트롤러는 Beckhoff사의 ET1100을 이용하였으며, Embedded Linux가 실제 운용되는 메인 제어기는 ARM926EJ 코어의 삼성전자의 ARM S3C2450을 사용하였다. EtherCAT Slave Controller와 S3C2450은 SPI 인터페이스와 인터럽트 처리를 위한 IRQ 신호 선으로 구성 하였다.

EtherCAT 슬레이브 제어기를 운용하기 위해서는 EtherCAT 프로토콜의 표준에 따른 시스템 구성이 필요 하며, Embedded Linux에서 EtherCAT 프로토콜을 사용하기 위해서는 시스템을 Fig. 2와 같은 구성하여 EtherCAT 슬레이브 제어기를 사용하기 위한 I/O, SPI, 타이머, 그리고 인터럽트 4종류의 시스템 인터페이스를 사용하였으며, 데이터 입출력 및 초기화를 위한 디바이스 드라이버를 제작하였다. 이와 같이 Embedded Linux를 기반으로 필드 디바이스를 구성하는 경우 기존의 펌웨어 기반의 시스

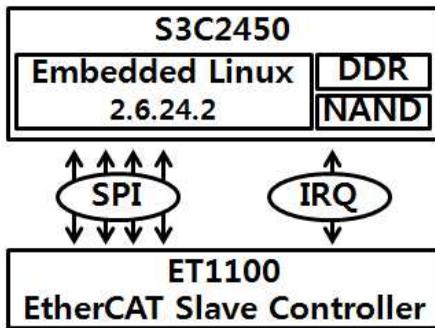


Fig.1 Hardware architecture for EtherCAT slave system

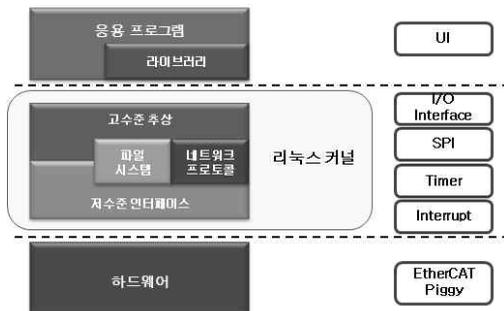


Fig.2 System architecture for EtherCAT slave system

템에 비하여 응용 프로그램의 개발이 쉽고, 시스템 구조에 대한 확장성 및 범용성을 가질 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 펌웨어 기반의 프로토콜시스템의 단점을 보완하기 위해 OS 기반의 시스템을 제안 하였다. 다양한 Embedded OS중 Embedded Linux 시스템에서 EtherCAT 슬레이브 제어기 개발을 위한 구조를 소개하였으며, 설계시 구성되어야 하는 개발 환경 및 시스템 구조를 정의 하였다. 하지만, 본 논문은 하드웨어의 구조와 커널 영역에서 고려해야 하는 일부분에 대해서만 간략히 서술하였으며, EtherCAT 프로토콜의 기본적인 통신 기능만을 구현하여 시스템 성능을 비교 하였다. 시스템의 정량적인 성능을 위해서는 Embedded Linux 기반의 EtherCAT 슬레이브 제어에 대한 비교 분석이 필요 하며, 유저 인터페이스와 같은 사용자 레벨의 구성과 데이터 입출력을 위한 제어 구조에 대한 연구가 추가적으로 필요하다.

후기

본 논문은 지식경제기술혁신사업 "로봇산업융합 원천기술개발사업(project:10040106)"의 지원을 받아 수행된 연구결과임

참고문헌

1. Sorin Potra, Fheorghe Sebestyen, "EtherCAT Protocol Implementation Issues on an Embedded Linux Platform," Automation, Quality and Testing, Robotics, 2006 IEEE International Conference on, pp. 420-425, 2006.
2. Eui-Chan Jung, Jae-Wook Jeon, "Embedded Linux Platform Several Slave Communication," Control Automation and Systems, 2010 International Conference on, pp. 2413-2417, 2010.
3. 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.