

전동차용 임베디드 시스템 보드 설계

왕흥문, 김종태
성균관대학교 정보통신공학부

Embedded System Board Design for Electric Train System

Hongmoon Wang, Jong Tae Kim
School of Information and Communication Eng., Sungkyunkwan Univ.

Abstract -전동차의 안전성 확보를 위해서 차량 내 각종 기기의 상태를 모니터 하여 정보를 수집하는 기기가 필요하다. 수집된 정보는 저장장치에 보존되고 필요한 시기에 자유롭게 이용할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 전동차의 상태 점검과 차량 간 통신이 가능한 임베디드 시스템 보드를 설계 및 구현하였다. 임베디드 시스템 보드는 독립적으로 동작하며 중앙에서 고속의 데이터 통신 방식을 이용하여 각 임베디드 시스템 보드로부터의 정보를 수집하여 전체적인 전동차의 운영을 관리할 수 있다. 또한 각 임베디드 시스템 보드의 측정 정확도를 향상시켜 보다 정확한 판단이 가능하다.

1. 서 론

임베디드 시스템이 보편화 되면서 과거에 제작되어 사용되고 있는 시스템의 특정 기능을 임베디드 시스템이 담당하도록 설계의 변화가 이루어지고 있다. 각 부분의 임베디드 시스템이 개별적으로 동작함으로써 전체 시스템의 성능이 향상되며 유지보수 등 관리의 효율성이 증가하는 효과를 가져다. 이러한 패러다임은 각종 제어기기가 장착되어 있어 차량내의 정보수집이 필요한 전동차에도 적용되어 진다.

전동차는 수많은 제어장치 그리고 기능의 복잡도로 인해 고장원인의 분석 및 보수가 어려워지고 있다. 이러한 문제는 사고발생시 대처시간을 지연시키고 유지보수의 어려움을 유발시켜 잦은 사고를 발생시킨다. 전동차의 운행정지와 사고는 대중교통을 이용하는 시민들에게 불편뿐만 아니라 불신까지 심어주고 있다. 또한 전동차의 오랜 운행으로 노후화된 장비는 안전에 심각한 문제를 일으킬 수 있기 때문에 보다 향상된 성능의 장비의 교체가 필요한 시기이다. 새로운 장비는 기존 시스템과 호환이 가능한 구조여야 한다. 교체할 장비를 임베디드 시스템으로 새롭게 설계함으로써 기존 시스템을 유지하면서도 성능의 향상과 안전성을 높일 수 있다.

본 논문에서는 전동차의 각종 운행 상태를 나타내는 각종 기기들의 상태를 실시간으로 체크하고 각 전동차간의 고속 통신을 구현함으로써 전동차 운행 및 정비에 활용할 수 있도록 하는 임베디드 시스템을 구현하였다. 이 시스템은 RTOS인 임베디드 리눅스를 포팅하여 작업의 신뢰성을 높였으며, 기존의 시스템보다 저밀한 측정률 통해 전동차의 상태를 보다 정확하게 모니터링 할 수 있게 하였다.

2. 본 론

2.1 전동차 상태점검 및 통신 시스템의 개요

2.1.1 전동차 상태점검 시스템의 개요

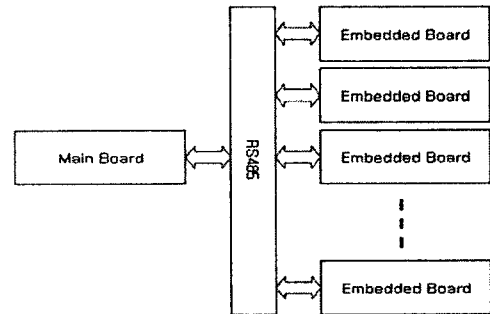
전동차의 각종 기기들의 상태는 아날로그 신호와 디지털 신호로 나타낼 수 있다. 전동차의 운행 중의 여러 기기들의 상태를 모니터링 함으로써 운행의 안전성을 보장할 수 있다. 따라서 전동차의 상태점검 시스템은 개별의 임베디드 시스템 보드가 각 차량의 여러 기기들의 상태를 실시간으로 점검하여 이상 유무를 중앙으로 알리는 방법으로 전동차의 전체 동작을 감시하는 구조로 되어있다. 그리고 운행 중 수집된 자료들은 차량을 정비하는 과정의 자료로 사용하기 위해 전동차의 운행이 끝나면 수집된다.

그림1과 같이 메인 보드는 개별의 임베디드 시스템 보드의 동작을 감시하여 전체 시스템의 동작을 유지하고 전반적인 시스템을 제어하는 기능을 한다. 각 임베디드 보드는 아날로그 신호와 디지털 입출력 신호를 이용하여 각종 기기들을 상태를 점검하고 각 차량의 운행 상태를 메인보드로 전송한다.

2.1.2 전동차의 통신 시스템의 개요

개별의 임베디드 시스템을 통해서 전체 시스템의 성능을 향상시키기 위해서는 서로 분리되어 있는 임베디드 시스템을 전체적으로 통합해야 한다. 이를 위해 본 시스템은 중앙에 있는 메인 보드를 이용하여 개별적으로 분리되어 있는 임베디드 시스템 보드를 각종 통신방식을 이용하여 중앙에서 모니터링 할 수 있도록 설계되어 있다.

중앙의 메인 보드는 각 임베디드 시스템 보드와의 지속적인 통신을 이용하여 전체 전동차의 운영을 관리할 수 있다. 또한 대량의 데이터를 고속으로 수신 함으로써 보다 정밀한 제어가 가능하게 되었다.



〈그림 1〉 상태 점검 시스템의 구조

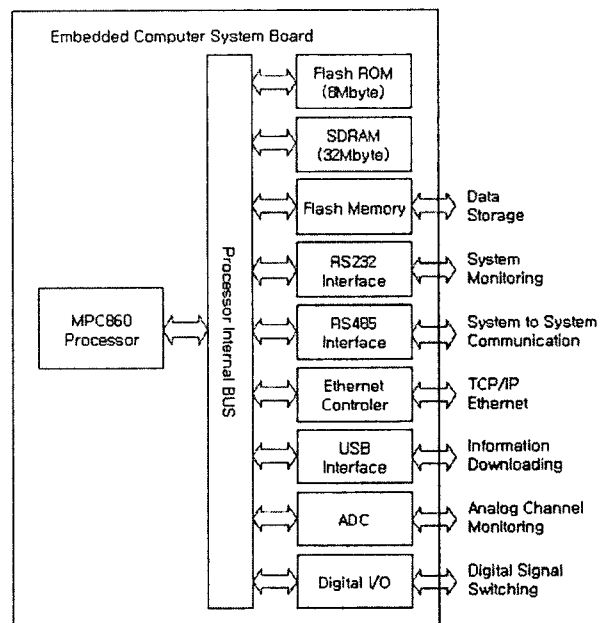
2.2 임베디드 시스템 보드 설계

2.2.1 하드웨어의 구성

본 논문에서 구현한 임베디드 시스템 보드의 하드웨어는 그림2와 같이 PowerPC 계열의 프로세서인 Freescale의 MPC860 PowerQUICC 프로세서를 기반으로 한다.

MPC860 PowerQUICC 프로세서는 네트워크와 데이터 통신 어플리케이션에 적합한 32bit 프로세서로서 각종 통신 장치의 확장이 용이하여 각종 네트워크 장비에 널리 쓰이는 임베디드 프로세서 이다. 또한 주변 기기의 회로 구성이 간단하고 가격이 저렴하다.

메모리 영역의 구성은 부팅과 임베디드 리눅스의 구동을 위하여 8Mbyte의 플래시 롬과 SDRAM을 탑재하였으며 전동차의 운행 중에 수집된 데이터를 저장하기 위해 플래시 메모리를 추가하였다. 전동차의 특성상 운행 중의 예기치 않은 사고에 의해 메인 전원이 차단되었을 경우 데이터 손실을 최소화 측정된 정보는 실시간으로 플래시 메모리에 저장된다. 메인 전원이 복구되었을 때 사고 직전의 각종 기기의 상태가 플래시 메모리로부터 복구될 수 있다.



〈그림 2〉 임베디드 시스템 보드의 하드웨어 구조

증상의 메인 보드와의 통신을 위해 3채널의 RS485 통신 포트를 포함하고 있다. Ethernet(TCP/IP)은 운행 중 메인 보드와의 고속 데이터 전송을 가능하게 하였다. 전동차의 운행 중 상태의 체크를 위해 운행 중 저장된 데이터를 다운로드 하기 위한 USB 포트가 구성되어 있다. RS232 통신 포트는 일반 PC로 임베디드 시스템 보드의 동작을 모니터링 하기 위해 장착되었다.

전동차의 운행 데이터를 외부 메모리에 다운로드하기 위해 USB 인터페이스를 이용한다.

전동차의 운행 상태를 나타내는 아날로그 신호를 디지털화하기 위한 Analog to Digital Converter(ADC)와 디지털 신호를 입출력하기 디지털 I/O를 포함한다.

2.2.2 소프트웨어의 구성

전동차의 운행 특성상 특정 이벤트의 실행이 보장되는 실시간 운영체제가 필요하다. 또한 전동차의 운행 상태를 나타내는 아날로그 신호와 디지털 신호는 일정한 시간간격으로 정밀하게 측정되어야 하기 때문에 운영체제는 이를 보장해야 한다. 이에 따라 운용 프로그램 동작의 신뢰성을 확보하기 위해 RTOS인 임베디드 리눅스(kernel version : 2.4.17)를 포팅 하였다[3].

임베디드 시스템 보드는 이를 기반으로 일정한 시간간격으로 아날로그 신호와 디지털 신호를 처리하고 이상 유무를 RS485 통신을 이용하여 메인 보드에 전송한다. 여러 개의 임베디드 시스템 보드가 모두 메인 보드와 통신을 해야 하기 때문에 통신 프로토콜이 필요하다. 각 임베디드 시스템 보드는 측정된 데이터를 Ethernet(TCP/IP)를 통해 고속으로 메인 보드로 전송할 수 있으며 또한 외부에서 다운로드도 가능하다. 운행 데이터는 USB 포트를 통해 쉽게 외부 메모에 다운로드가 가능하게 구성하였다.

이러한 모든 기능은 임베디드 리눅스 운영체제 위에서 모듈로서 작동함으로써 기존의 PC기반 환경보다 효율적인 자원 관리가 가능하다[4][5].

2.3 임베디드 시스템의 기능

임베디드 시스템은 상태점검 기능과 통신 기능을 가진다.

2.3.1 상태점검 기능

전동차의 안전한 운행을 위하여 운행 중 각종 기기의 동작 상태는 정확하게 모니터링 되어야 한다. 만약 전동차에 이상이 발생했을 때 정확한 상태를 증상에 보고하여 적당한 조치가 취해져야 한다.

이를 위해 본 임베디드 시스템 보드는 각종 기기들의 운행상태를 나타내는 아날로그 신호의 정밀한 측정을 위하여 디지털 신호로 변환하는 시스템을 구축하였다. 또한 각종 디지털입출력 신호를 받아들여 이를 다시 출력해 줌으로써 기기들의 제어도 가능하게 된다.

불의의 사고에 의해 전동차의 전원 중단에 따른 데이터 손실을 방지하기 위해 플래시 메모리를 사용하였다. 전원이 공급이 중단되어도 이전의 데이터를 저장하고 있기 때문에 사후에 원인을 분석하는 중요한 자료의 손실을 방지할 수 있다.

운행 중의 이런 일련의 작업들은 플래시 메모리에 저장되었다가 전동차의 운행이 끝났을 때 휴대용 USB메모리 또는 Ethernet을 이용하여 다운로드가 가능하다.

2.3.1 통신 기능

임베디드 보드는 운행 중의 통신을 위한 3채널의 RS485통신 그리고 데이터의 빠른 전송을 위한 1채널의 Ethernet통신을 갖는다.

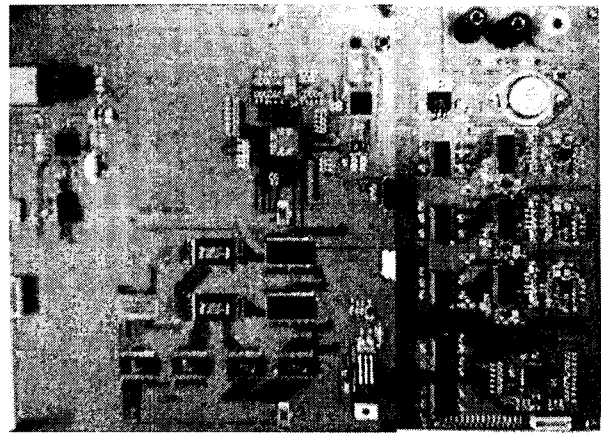
임베디드 시스템 보드는 운행 중 RS485 통신을 이용하여 메인 보드와 통신하여 시스템의 동작을 가능하게 한다. 각각의 임베디드 시스템 보드의 상태는 RS485 통신을 이용하여 메인 보드에 전해지고 이에 따른 컨트롤 명령이 RS485 통신을 이용하여 각각의 임베디드 시스템 보드에 전해지게 된다.

전동차의 운행 중에 수집된 대량의 정보를 빠르게 다운로드하기 위해 Ethernet 통신을 이용한다. 이는 모든 보드들이 네트워크화 되어 있기 때문에 중앙에서의 각 보드에서 수집된 정보의 다운로드를 가능하게 한다.

3. 결 론

대중교통으로서 전동차는 이미 현대인의 생활에 없어서는 안 되는 일부 분으로 인식되고 있다. 매일 수많은 사람이 이용하는 전동차의 노후화로 인해 발생하는 각종 사건에 의해 대중교통의 안전성에 대한 요구가 과거에 비해 더욱 부각되고 있다. 차량의 안전성 확보를 위해서 차량내의 수많은 정보를 수집하여 처리하고 수집된 정보를 보존하여 필요한 정보를 자유롭게 이용할 수 있는 모니터 시스템이 필요하다.

이러한 이유로 본 논문에서는 전동차의 상태점검 및 차량 간 통신을 위한 임베디드 시스템을 구현하였다. 구현된 임베디드 시스템 보드는 기존 시스템의 노후에 따른 안전문제 발생을 미연에 방지하기 하고 이를 대처하기 위해 기존 시스템과의 호환성과 성능 향상에 중점을 두었다. 임베디드 시스템 보드는 기존 시스템을 완벽하게 대체할 수 있고 보다 정밀한 측정을 통해서 전동차 운행의 안전성을 향상 시켰다. 또한 각종 통신 기능의 강화를 통해서 데이터의 유지 관리가 편리해져 유지보수의 생산성 향상이 기대된다.



〈그림 3〉 제작된 임베디드 보드

【감사의 글】

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI04-03-04) 지원으로 수행되었음

【참 고 문 헌】

- [1] K. Arvind, Krithi Ramamritham, and John A. Stankovic, "A Local Area Network Architecture for Communication in Distributed Real-Time System", Real-Time System, vol. 3, pp. 115-147, May, 1991
- [2] J. F. Kurose, M. Schwartz, and Y.Yeoni, "Multiple-access Protocol and Time-constrained Communication", Computing Surveys, Vol. 17, pp. 43-70, 1984
- [3] Frank Vahid, Tony Givargis, "Embedded System Design A Unified Hardware/Software Introduction", John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [4] Craig Hollabaugh, PH.D., "Embedded Linux Hardware, Software, and Interfacing", Addison-Wesley, March 2002.
- [5] John Lombardo, "Embedded linux" New Riders, June 2001.
- [6] DATA Sheet : Freescale MPC860 PowerQIOCC, Intel Flash TE28FXXXC3, Intel Flash TE28FXXXJ3D, Samsung K4S281632E, Burr-Brown ADS7805