

전동차 검수용 모니터링 알고리즘에 관한 연구

김연충*, 박영민*, 원충연*, 김길동**, 한영재**
 *성균관대학교, **한국철도기술연구원

The Study of the Monitoring Algorithm for Electric Car Inspection and Repair

Y.C. Kim*, Y.M. Park*, C.Y. Won*, K.D. Kim**, Y.J. Han**
 *Sung Kyun Kwan Univ., **Korea Railroad Research Institute

Abstract

In this paper, We carried out investigation of monitoring algorithm development for electric car inspection and repair. For transmitting a data, reliable RS-422 is adopted. The LabWindows/CVI development tool of National Instruments Co. is used for the formation of monitoring screen. The experimental set-up is composed of a PC to PC system. It is applicable to electric car inspection and repair.

1. 서론

최근 교통난을 해소하기 위한 방법으로 점차적으로 대도시를 중심으로 지하철에 대한 의존도가 증가하고 있다. 이러한 때에 국내에서는 지하철을 운행하는 각 전동차의 국산화작업이 진행되고 있지만, 그 진행상황은 미흡한 실정이다[1][2].

또한, 추진 제어 장치에 장착되는 인버터 시스템 및 보조 전원 장치와 같은 전동차 시스템의 중요한 부분은 주로 외국업체에 의존을 하고 있다. 이와 같은 현상으로 인하여 지하철 각 노선마다 시스템의 호환성이 떨어지게 되고 유지보수를 하는데 어려움이 따르고 있다. 본 연구는 이러한 문제점을 극복하기 위한 지하철 표준화 사업의 일부인 추진 제어 장치 개발에 관련된 모니터링 알고리즘에 대한 연구를 진행하였다.

모니터링 알고리즘 구현의 목적은 전동차가 운행시 구동과 관련된 인버터 시스템의 고장으로 인한 운행상의 문제점과 승객 운송의 안정성 확보 및 검수시 검수자가 시스템 고장 부분을 손쉽게 찾을 수 있도록 하는데 그 목적을 두고 있다. 또한, 부수적으로 인버터 시스템 개발시 성능 시험을 위한 단계에서 제측기에 의존할 수 없는 상황이 발생할 수 있으므로 이를 극복하기 위한 인버터 제어 보드와의 통신을 이용하여 시스템 각 부분의 동작 상태를 쉽게 파악할 수

있도록 하는 각종 그래픽 화면을 구성하였다.

본 연구에서는 구현된 모니터링 알고리즘의 타당성을 검증하기 위하여 두 대의 PC를 이용한 간이 실험을 수행하였다. 한쪽 PC에는 시험용 프로그램을 저장하였고, 다른 PC에는 모니터링 프로그램을 저장하여 실험을 수행하였다.

2. 모니터링 알고리즘 개발

2.1 통신 방식

RS-232C통신은 하드웨어 구성 및 프로토콜이 다른 방식에 비해 비교적 간단하여 널리 사용되고 있는 직렬 통신 방식이다. 그러나, 이 방식은 전송 속도가 느리고, 전송 거리가 짧으며, 노이즈에 민감

하며, ±12V의 전원 사용해야 하는 단점을 가지고 있다.

따라서, 프로토콜은 RS-232C방식과 동일하게 사용하면서 전송속도가 빠르고 노이즈에 강한 평형 전송 방식을 채택하여 사용하고 있는 RS-422방식을 사용하여 모니터링 알고리즘을 위해 인버터 제어 보드와 모니터링 PC간의 통신을 수행한다.

2.2 오류 검출 방식

신호 전달에는 노이즈가 문제가 된다. 아무리 노이즈 대책을 세워도 완전히 모든 노이즈를 방지할 수 없으며, 실제의 동작 환경에서는 여러 장소에서 노이즈가 발생할 가능성이 있다. 일반적으로 노이즈 등에 의해 전송로의 송신측과 수신측에서 데이터의 0과 1이 잠식되는 기현상을 전송 오류라고 한다. 본격적인 오류 정정의 대상은 이 전송 오류이다.

대표적인 오류 검출 방식으로는 수직 패리티 검출 방식, 수평 패리티 검출 방식, 수직·수평 패리티 검출 방식, BCC(Block Check Code) 검출 방식, CRC(Cyclic Redundancy Code/Check) 검출 방식 등이 있다. 본 연구에서는 비교적 구현하기 쉬운 BCC 검출 방식을 사용하였다.

이 오류 검출 방식은 전송 이전의 데이터 중 홀수번째 데이터끼리 배타적 논리합(Exclusive OR)의 연산을 수행하고, 짝수번째 데이터끼리 배타적 논리합의 연산을 수행하여 연산된 데이터를 전송하고자 하는 데이터와 같이 전송한다. 데이터를 전송받은 PC는 정보에 대한 데이터를 전송한 PC에서 데이터 오류 검출을 위해 수행한 것과 같은 방식으로 연산을 수행하여 전송되어온 오류 검출용 데이터와 비교하여 타당한 데이터라고 판명되면 전송 종료 데이터를 상대편 PC측에 전송을 하고, 그렇지 않으면 재전송을 요구하는 데이터를 상대편 PC에 전송한다.

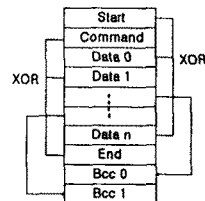


그림 1. 데이터 오류 검출 방식 예

2.3 개발 프로그램

시스템 진단 및 개발용 프로그램을 개발하기 위해서 National Instruments사의 LabWindows/CVI 개발 툴을 사용하였다. 기존에는 프로그램을 개발하기 위해서 텍스트 모드상에서 작업을 한다. 그

래픽 화면을 구성하기 위해서는 화면상의 각 좌표를 적절히 계산하여야 하는 번거로운 작업을 수행하여야 한다.

그러나, 이 개발 툴은 모니터 화면상에 그림을 그리면 그림에 맞는 라이브러리 함수를 호출하여 하나의 코드로 구성해준다. 특히, 이 개발툴은 현재 가장 많이 사용되고 있는 프로그래밍 언어인 C++언어로 코드를 구성해준다.

본 연구에서는 최종으로 나온 코드는 Visual C++언어로 구성된 C++ source 파일과 header 파일, 화면상에 디스플레이하게 될 그림에 대한 정보를 가지고 있는 uir파일로 구성되어 있다. 각각의 이 파일들을 project파일에 의해서 종합적으로 수행되게 된다.

이 프로그램의 구조는 아래 그림 2와 같이 크게 4부분으로 나눌 수 있다[3].

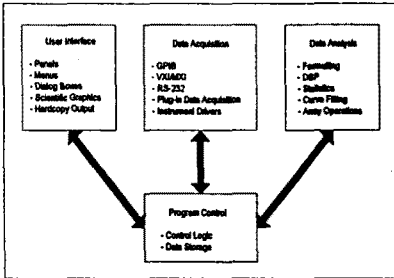


그림 2. LabWindows/CVI 프로그램의 구성

① User Interface

LabWindows/CVI User Interface 편집기를 가지고 쉽게 정교하게 서로 관련이 있는 패널들을 만들 수 있으며, 사용자에게 메뉴, 패널, 제어, 다이얼 로그 박스 등을 통하여 출력 데이터를 보여주거나 사용자가 입력한 데이터를 받아들이는 역할을 수행한다.

② 프로그램 제어

사용자가 작성한 프로그램의 제어 부분은 데이터 습득, 데이터 분석, user interface를 잘 조정하여 운영하고 있다. 사용자가 정의한 함수뿐만 아니라, 프로그램의 실행의 흐름을 위한 제어 논리를 포함하고 있다. LabWindows/CVI 프로그램의 제어 성분의 대부분은 사용자가 작성한 코드로 구성되어 있으며, 응용 프로그램의 흐름을 제어하는데 LabWindows/CVI에서 제공하는 callback함수를 사용하면 더욱 쉽게 프로그램을 제어할 수 있다.

③ 데이터 습득

데이터 습득 보드나 계측기로부터 얻은 데이터는 필요에 따라 처리하는 과정을 제어할 필요가 있다. 이러한 경우에 사용되는 요소이며, 데이터의 습득을 위해 제공되는 함수는 사용자로 하여금 GPIB, RS-232C, VXI 장치들을 제어할 수 있도록 해준다.

④ 데이터 분석

데이터를 습득한 후에 데이터를 분석할 필요가 있다. 데이터 분석은 유행, 크기, 신호 처리, 통계 등을 포함하게 되며, 이에 해당하는 함수를 제공하고 있다.

3. 시스템 구성

3.1 시스템 구성도

본 연구에서 진행될 전체적인 시스템 구성은 그림 3과 같다. 그림에서와 같이 인버터 제어 보드상에 통신을 전문으로 담당할 전용 마이크로 컨트롤러를 사용하여 인버터를 제어하는 TMS320C31 DSP 칩의 부하량을 증가시키지 않도록 구성할 예정이다.

다. 본 연구에서 사용될 마이크로 컨트롤러는 ATMEL사의 8952로 인텔사의 8비트 마이크로 컨트롤러인 8051과 호환이 되는 칩으로 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

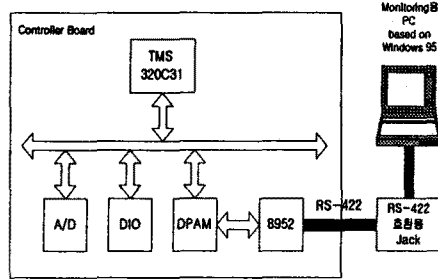


그림 3. 모니터링 시스템을 위한 전체적인 구성도

- MCS-51(8051, 8751, 8951)과 호환
- 8kbytes의 내장 플래시 메모리
수명 : 1000 Write/Erase Cycles
- 256×8-Bit의 내부 메모리
- 3개의 16비트 타이머/카운터
- 동작 속도 : 0~24[MHz]
- 발전회로 내장
- 전이중방식의 serial port 채용

3.2 간이 실험 구성도

현재 통신 시험을 위한 전반적인 시스템이 아직 구성되어 있지 않은 상태로 인해 본 연구에서는 통신 프로토콜의 구현이 올바르게 되었는지, 모니터링 화면의 구성 상태가 잘 되었는지를 확인하기 위해 두 대의 PC를 이용한 간이 실험을 수행하였다.

한쪽 PC에는 간이 실험을 위한 테스트 프로그램을 구성하여 실행하

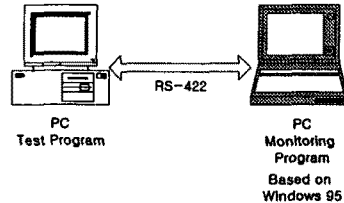


그림 3. 간이 실험 구성도

고 다른 한쪽 PC에는 LabWindows/CVI로 구성된 모니터링 화면을 실행하여 테스트 프로그램에서 실행된 결과들을 디스플레이할 수 있도록 구성하였다. 또한, 통신 방식은 전송 거리가 비교적 길며, 노이즈에 강인한 평형 전송 방식을 채택하고 있는 RS-422통신을 사용하였다. 이 통신은 RS-232통신과 호환이 되므로 하드웨어적인 구동 부분만 다른 기본적으로 통신 프로토콜과는 큰 관련이 없다. 따라서, 본 연구에서는 PC상에서 제공되고 있는 RS-232C포트를 사용하여 실험을 수행하였다.

3.3 프로그램 흐름도

모니터링 알고리즘의 전체적인 흐름도는 아래 그림 4와 같다. 모니터링을 위한 프로그램은 여러 개의 파일로 나누어서 구성하였으며, 각 기능별로 별도로 구성하였다.

3.4 모니터링 화면

모니터링 화면은 크게 2가지 모드로 나누어서 구성하였다. 제 1모드는 전동차가 운행중 고장 발생시 인버터에 대한 정보를 인버터

제어 보드의 메모리에 저장된다. 이 저장된 데이터를 전동차가 차량 기지에 입고하였을 때 제어 보드 상의 통신 포트를 이용하여 검수

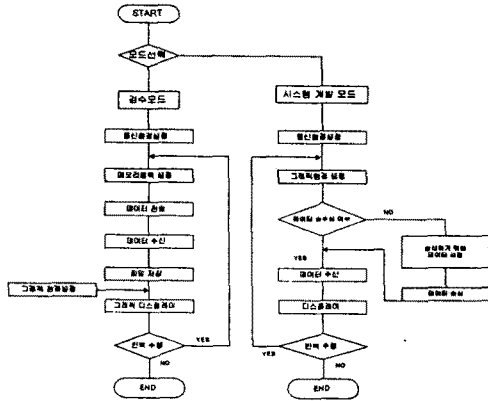


그림 4. 전체적인 프로그램 흐름도

자가 제어 보드상의 메모리에 저장된 데이터를 모니터이 프로그램이 장착된 PC로 전송하여 해당되는 고장의 상태를 파악할 수 있도록 하는 검수를 위한 모드이다.

제 2모드는 추진용 인버터 개발시 차량에 장착하여 시험운전을 행할 시에 오실로스코프와 같은 계측장비를 탑재하여 인버터 시스템의 각 동작상태를 파악하는 것이 어려운 경우가 발생할 수 있다. 이와 같은 경우제어 보드상의 통신포트를 이용하여 오실로스코프와 유사한 기능을 하도록 구성한 모니터링용 PC를 이용하게 되면 계측장비의 도움없이도 시스템의 각 동작상태를 PC상의 화면을 통하여 파악할 수 있게 할 수 있으며, 전송되어온 데이터를 파일로 구성하여 시운전이 완료된 후에 전반적인 시스템의 동작상태를 파악할 수도 있도록 구성한 모드이다.

세부적인 화면 구성은 아래와 같다.

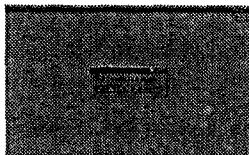


그림 5. 모드 설정 화면

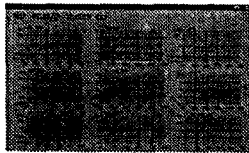


그림 6. 그래프 출력 화면



그림 7. 그래프 확대 출력 화면

4. 실험 결과

아래의 그림들은 테스트 프로그램을 실행하여 전송되어온 데이터를 모니터링 프로그램이 저장된 PC상에서 디스플레이되는 모습을 나타낸 것이다.

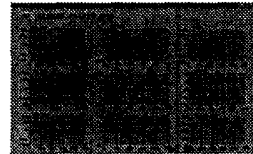


그림 8. 주 그래프 출력 화면



그림 9. 그래프 확대 출력 화면

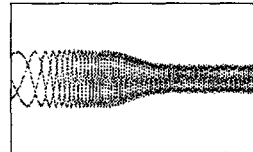


그림 10. 테스트 프로그램 출력 화면

5. 결론

전동차 시스템의 상태를 파악하고 검수 및 시스템 개발을 위한 모니터링 알고리즘을 구성하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 평형전송방식을 채택하여 비교적 전송거리가 길며, 노이즈에 강인한 RS-422통신으로 전송 데이터의 손실을 최소화 하는 하드웨어를 구성하였다.
- (2) 실험의 결과는 양호하게 데이터를 전송받아서 모니터링 화면상에 그래프로 전송된 데이터를 디스플레이하였다. 계측장비를 사용할 수 없는 환경에서 근사적으로 시스템의 상태를 파악할 수 있음을 실험실 수준의 간이 실험을 통하여 확인하였다.

향후 연구과제로는 데이터의 전송 속도 향상을 위한 방법과 아울러 전동차에 검수용으로 연결하였을 때의 동작 상태가 성공적으로 되는지 확인하여야할 것이다.

본 연구는 전동차 표준화·국산화 공동연구개발을 위한 인버터의 기본 설계의 연구결과 중 일부이며 한국철도기술연구원의 연구비지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 전기차제어연구실, "전동차용 모니터링 시스템 개발", 현대중전연보 제8권 1호.
2. 전기차제어연구실, "전동차용 모니터링 시스템 개발", 현대중전연보 제8권 2호.
3. National Instruments Co., LabWidows/CVI Manual, 1996.