

FPGA를 이용한 전차선로 실시간 계측시스템 구현

나해경, 박 영*, 조용현*, 정호성*, 박현준*, 송준태

성균관대학교 정보통신공학부, *한국철도기술연구원 전기신호연구본부

Implementation of FPGA-Based Real-Time data acquisition system for overhead contact wire

Hae Kyung Na, Young Park, Yong Hyeon Cho, Ho Sung Jung, Hyun Jun Park, Joon Tae Song

SungKyunKwan University, Korea Railroad Research Institute

Abstract : This paper presents the implementation of Real-time data acquisition system for dynamic characteristics of overhead contact wire in electric railway. The reconfigurable field-programmable gate array (FPGA) and LabVIEW graphical development tools have been used to Real-time monitoring system. The results from a field test show that the proposed technique and developed system can be practically applied to measure the assessment quantity or quantities on overhead contact lines for the online real-time process monitoring.

Key Words : Real-time data acquisition, FPGA, monitoring

1. 서론

전차선로의 정적 또는 동적 상태를 정확히 감시하기 위해서는 열차가 운행되는 활선조건에서 전차선로의 동적 및 정적 상태량을 측정하여야 한다. 독일의 경우 전기철도에서의 차량 측에 있는 집전계 특성 측정을 전파를 사용한 전기절연방식과 광센서를 이용한 방식이 개발되었고, 다른 철도 관계자들에 의해 사용되어 왔다[1]. 국내의 경우 한국형 고속열차인 G7 열차의 판토타프 특성 측정에 일부 적용되고 있다[2]. 그러나 기존의 시스템은 측정 신호를 처리하는 신호처리부 등의 절연확보가 어려워 노이즈의 발생을 방지할 수 없기 때문에 측정신호를 정상적으로 수집할 수 없다는 문제점이 있다.

본 논문에서는 전차선로 거동을 실시간으로 측정하고 열차주행 시 동특성 측정을 위해 전차선로 실시간 계측 시스템을 구현하여 성능을 확인하였다. 특히 구현된 계측 시스템은 FPGA (field-programmable gate array)를 사용함으로써 고성능과 기호에 맞는 Reconfigurable I/O를 구현하였고 결함의 발생을 최소화하였다[3]. 또한 높은 생산성의 그래픽 LabVIEW 프로그래밍 툴과 안정적인 Stand-alone 임베디드와 분산형 어플리케이션을 위한 Real-time 프로세서를 사용하였다. 이렇게 구성된 계측 시스템을 현장시험을 실시함으로써 각 신호를 실시간으로 입력받아 모니터링 및 데이터를 저장하였고 안정성, 적용성 및 시스템의 성능을 확인하였다.

2. 실험

그림 1은 전차선로 실시간 계측시스템의 기본 구성을 나타내고 있다. 시스템은 센서부, 계측부 및 송수신부, 전원부로 구성되어 있다.

운영프로그램은 National Instruments사의 LabVIEW 프로그램을 기본으로 사용하였고, 장비를 구동하고 계측하

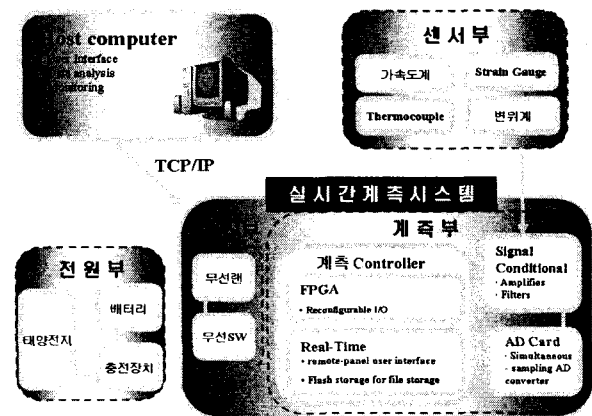


그림 1. 전차선로 실시간 계측시스템 구성

기 위한 프로그램으로 데이터 계측 및 송신 프로그램과 모니터링 프로그램으로 나누어 사용하였다.

LabVIEW 프로그램은 가상 계측기라고 불리는 소프트웨어 객체들을 그래픽으로 조합하는 프로그래밍 방법을 제공하고, 사용자들은 직관적인 그래픽 프론트 패널을 통해 시스템을 제어하고 결과를 표현할 수 있다.

데이터 계측 및 송신을 위한 계측 프로그램은 데이터 측정 및 전송, 통신 프로토콜 점검, 장비 점검과 전원 ON시 자동 Loading 및 실행하도록 구성하였다.

그림 2는 계측 프로그램 중 Stand-alone으로 동작하기 위해 센서로부터 데이터를 수집하여 데이터 측정, 채널의 구성, 데이터 버퍼구성 및 측정 속도를 정의하도록 구성되어있는 FPGA (field-programmable gate array) 프로그램의 블록도를 나타내고 있다. FIFO (First In First Out)를 지정해 주고 Host Computer로 데이터 전송, 데이터 연산, 채널 Calibration을 담당하고 있는 Real-Time OS (LabVIEW RT) 프로그램은 그림 3에 나타내었다.

Real-Time OS (LabVIEW RT) 프로그램은 FPGA

(field-programmable gate array)에 동기화 또는 비동기화로 수행된 기능을 전달한다.

모니터링 프로그램은 데이터 수신, 데이터 모니터링, 데이터 저장을 할 수 있게 구성되어 있다. 또한 계측의 시작/끝, 데이터 저장은 Host Computer의 지령에 따라 수행되며 각 센서의 데이터를 실시간으로 확인할 수 있다. 또한 저장된 데이터를 처리할 수 있도록 측정데이터를 *txt 파일로 저장하였다.

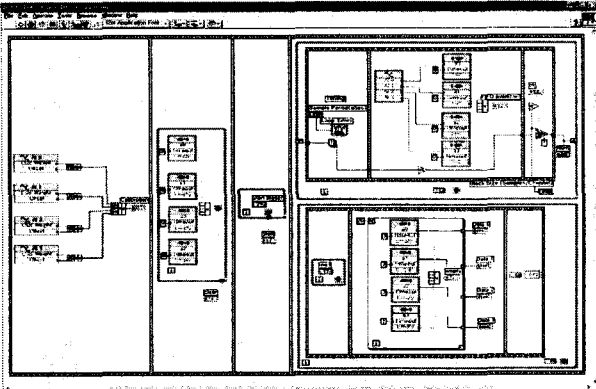


그림 2. Field-Programmable Gate Array 프로그램

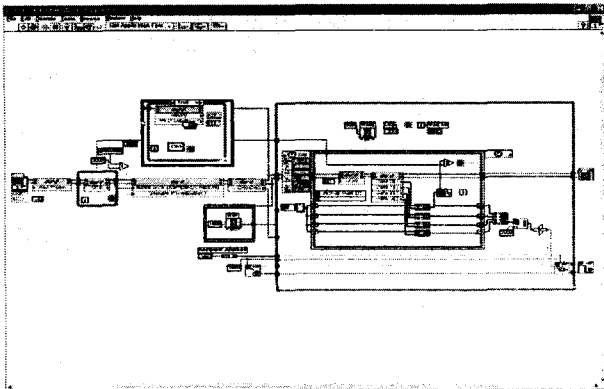


그림 3. Real-Time OS 프로그램

3. 결과 및 고찰

현장 시험 전에 프로그램 전송시험을 미리 실시함으로써 실시간 계측시스템의 구현을 위해 구성된 프로그램이 신호 전송 중 진동 등에 의해 잡음이 발생하는지를 확인하였다. 또한 전기 잡음과 간섭이 없는 주파수 대역에서 통신이 되는지를 판단하였다. 구로-오류 간 상 1선에 전차선로 실시간 계측시스템을 설치하였고 현장 적용성 여부와 안전성 등을 확인 하였다. 시험 결과 설치 후 열차 운행에 따른 전기적 기계적인 문제점이 발생하지 않았고 12시간 이상 데이터를 수집할 수 있었다. 또한 측정결과를 현장에서 즉시 모니터링 하여 그 결과를 지상의 Host Computer에서 확인하였고 측정된 값은 데이터로 저장하여 결과를 측정된 이후에도 분석이 가능하였다. 변형률과 가속도 값이 노이즈의 간섭 없이 측정할 수 있음을 입증

할 수 있었고, 현장시험에서의 변형률과 가속도에 대한 측정 결과 값을 그림 4에 나타내었다.

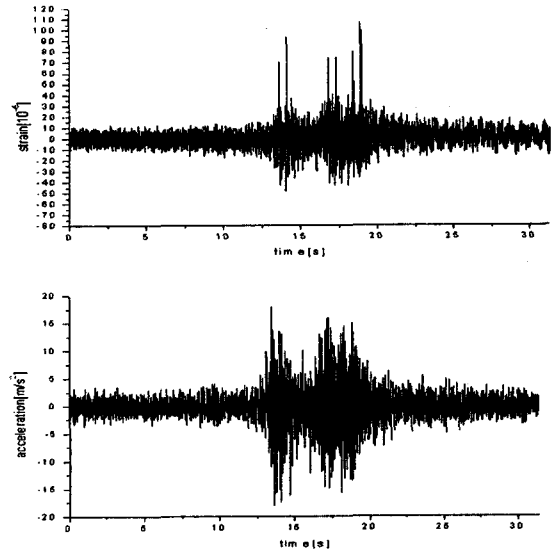


그림 4. 현장시험의 변형률과 가속도 측정결과

4. 결론

전차선로 실시간 계측시스템은 진동이나 아크등의 전기적, 기계적 잡음을 고려하여 가선 데이터 수집이 가능하도록 구현하였고 효율적인 데이터 수집 설계방법을 제시하였다. 또한 FPGA (field-programmable gate array)를 사용함으로써 세밀하고 원하는 대로 제어할 수 있었고 성능의 저하 없이 계측시스템을 구현할 수 있었다.

National Instruments사의 LabVIEW를 기본으로 한 운영 프로그램을 사용함으로써 프로그램의 구성을 데이터의 측정 및 분석표현에 적절하도록 고안하였고 짧은 시간에 프로그램 처리시간 측면에서 활용적이며 효율적이었다. 지상에서 데이터 수집을 모니터링 할 수 있도록 구현함으로써 변형률, 가속도, 힘 등의 측정을 실시간으로 확인할 수 있었다. 특히 현장의 AC구간 시험을 통해 가속도 및 변형률을 노이즈에 간섭 없이 측정할 수 있음을 입증하였고 이로부터 전차선로 실시간 계측시스템의 유용성을 입증할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] Friedrich K. Rainer P. Axel S. "Contact Lines for Electric Railway", Publicis, p.468-482, 2001.
- [2] 서승일, 박춘수, 조용현, 최강운, 목진용(2003), "한국형 고속전철 집전장치의 성능 계측 및 평가", 한국철도학회 논문집, Vol.6, No.2, pp.94-99.
- [3] J. Mendoza-Jasso, G. Ornelas-Vargas, R. Castañeda-Miranda, "FPGA-based real-time remote monitoring system", Computers and Electronics in Agriculture, Vol 49, Issue 2, November, p.272-285, 2005.