

고속 카메라를 이용한 전차선 형상 검측 시스템 구현

Implementation of Image Monitoring system using High Speed Camera for Overhead Contact Wire

박영* 조용현** 권삼영** 이기원** 박현준** 나해경*** 고병훈****
Young Park*, Hyeon Young** Cho, Samyoung Kwon**, Kiwon Lee**, Hyunjune Park**,
Hae Kyoung Na***, Byeong Hun Ko****

ABSTRACT

In electric railway, image monitoring using high speed camera provides reliable, timely information of wear and geometry status, important in taking decisions for overhead contact wire maintenance. The contribution of this research is the development of a simple real-time monitoring system for use in measurement subsystem of contact wire and geometry of overhead contact wire in electric railway. The system has been consists of a high speed CMOS camera with resolution 1024×1280 pixels, line type laser source and PC-based image acquisition system with PCI Express slot. Vision acquisition software have been used in application programming interface for image acquisition, display, and storage with a frequency of sampling of 500 acquisitions per second.

1. 서론

전차선로 유지 보수를 위한 전차선의 마모, 높이, 편위등의 형상 검측은 안정적인 전기철도를 위한 필수 조건이다.[1] 특히 국내 전차선로 검측의 경우 특이구간 및 전차선의 선종에 따라 측정 시스템을 적용하기가 어렵고 실용적인 유지보수를 위해 시스템 개발이 요구되어 지고 있다.[2] 현재 전차선로 검측을 위한 방법은 이탈리아와 독일, 일본에서 레이저와 화상카메라를 이용하여 측정하는 방법이 연구되어지고 있으며 실제 국내에서는 이탈리아 화상시스템을 검측시스템으로 사용 중에 있다. [3]

* 책임저자, 정희원, 한국철도기술연구원, 전기신호연구본부

E-mail : ypark@krri.re.kr TEL : (031)460-5424 FAX : (031)460-5459

** 한국철도기술연구원 전기신호연구본부

*** 성균관대학교 정보통신공학부

**** 과학기술연합대학원대학교, 미래첨단교통시스템공학

국내에서 개발된 검측시스템은 KTX 36호차, G7 열차 및 일부 단품형식으로 그림과 같이 집전장치 화상감시 시스템 등이 구축되었으며 국외의 전차선로 검측차 운행은 고속선과 기존선에 따라 다양한 전차선로 검측차가 운행되고 있으며 다양한 시스템이 적용되고 있다. 특히 화상시스템을 이용하여 전차선의 높이, 편위, 마모, 구배 및 오버랩현상 측정이 가능하다. 본 논문에서는 전차선로의 편위, 높이, 마모등 검측을 위한 실시간 화상처리 시스템을 구현을 위하여 CMOS 카메라를 이용하여 초당 500개의 이미지를 PCI Express 를 이용 데이터를 획득하였다. 또한 비전 소프트웨어를 이용하여 영상이미지 획득 프로그램을 개발하였으며 라인형태의 레이저를 이용하여 전차선의 형상을 측정하였다.

2. 시험방법

그림 1에 전차선로 검측을 위한 화상시스템 계략도를 나타내었다.[4] 전차선 측정은 전차선 Cu150과 Cu170을 이용하였으며 화상 모니터링 및 저장장치는 라인 형태의 레이저를 전차선 아래에서 조사하고 초당 500개의 영상을 취득할 수 있는 초고속카메라를 이용하여 구현하였다. 획득한 데이터는 초당 약 500장의 영상신호를 획득하기 위하여 고속 이미지 획득을 위한 인터페이스를 이용하여 PC와 통신하였으며 영상획득 및 저장을 위해 화상 저장 및 획득 프로그램을 개발 하였다. 전차선로 화상시스템 장치의 영상획득은 초당 500개의 영상 신호를 RAM에 일시 저장 후 이를 하드웨어에 영구 저장하였다. CMOS 카메라의 해상도는 1280 (H) x1024 (V) Pixel 이고 프레임 속도는 최대 485Fps, Full Frame Shutter, FPGA에 의한 실시간 이미지 프로세싱 환경, 프로그램에 의한 이미지 구획 설정 가능 (ROI), CMOS 센서, Exposure time 조절 : $2\mu s \sim 1s$, 특이 사항 : 1280x512 취득 시 1000Fps 기능을 가지고 있는 카메라를 이용하였고 Camera Cable & Power Supply는 전용 Cable - 37Pin to 26Pin x 2EA (Full Comfig. 용)과 Power Supply 12V 전원 공급, RS-232 통신 케이블 통합을 이용하였다. Lens의 경우 AF Zoom 35-70mm f/2.8D (2.0x)를 이용하였고, IR Filter는 가시 광선 대역을 차단하는 Band pass Filter를 이용하였다. Line type Laser는 광출력 구동 전류(APC 회로)를 이용하였다.

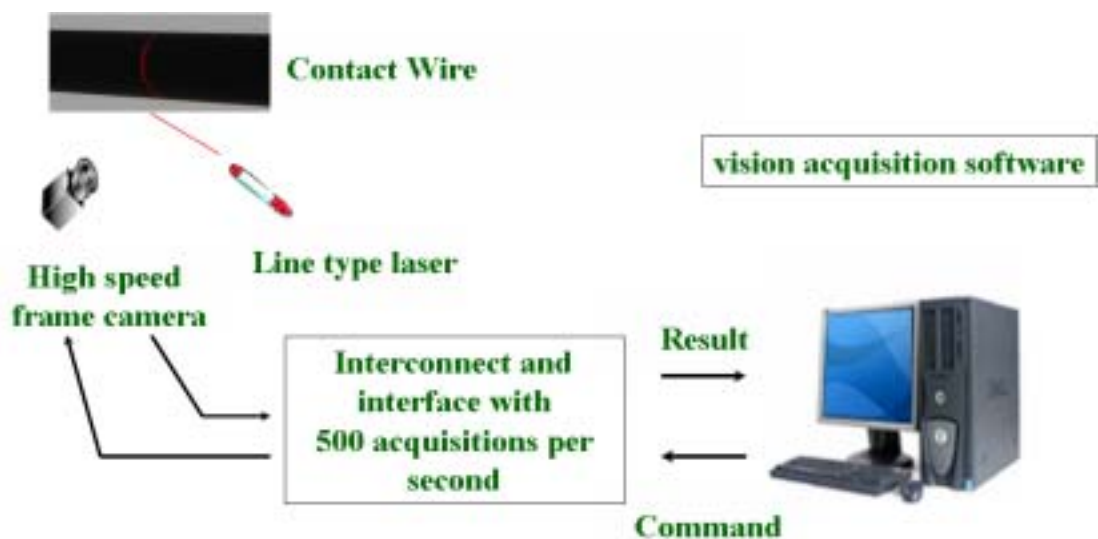


그림 1. 전차선로 화상 측정을 위한 시스템 계략도 [4]

3. 본문

운행중인 전차선로의 이미지를 받아 이를 처리하여 편위, 높이, 마모등 전차선로의 정보를 나타내기 위해서는 고속카메라와 레이저를 연동하여 고속으로 저장하는 알고리즘이 필요하나, 시스템을 개발하기 위해서는 예비시험을 거쳐 알고리즘을 추출하는것이 효율적이므로 정지된 전차선로 영상을 얻어 이를 이용하여 알고리즘 및 다양한 정보를 얻기 위해 고속 카메라를 이용한 전차선 형상 검측 시스템을 먼저 구성하고 고속 카메라를 이용한 이미지 획득 및 디스플레이 프로그램을 제작 하였다. 그림 2에 전차선로 영상 검측을 위한 프로그램을 나타내었다. 프로그램은 고속카메라를 이용한 영상이 500 Fps 까지 가능하므로 이를 조절하고 획득한 이미지를 단순 프로세싱 할 수 있는 프로그램으로 나타내었다. 영상이 500 Fps일 경우 획득 한 데이터를 모두 영상에 나타내지는 못하고 저장한 데이터는 jpg형태나 bmp형태이 이미지 파일로 RAM에 일시 저장 후 하드에 영구적으로 저장된다.



(a) 60 Fps



(b) 250 Fps

그림 2. 전차선로 검측을 위한 LabVIEW 프론트 패널.

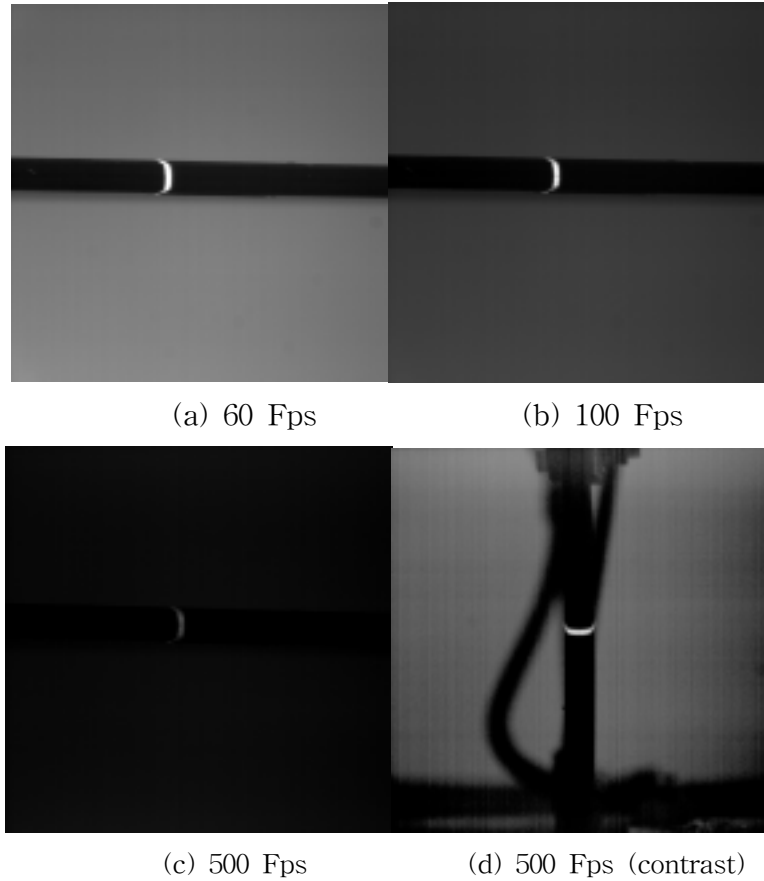


그림 3. 고속카메라를 이용한 영상 획득 수에 따른 전차선로 이미지

그림 3에 고속카메라를 이용한 영상 획득 수에 따른 전차선로 이미지를 나타내었다. 그림에서 나타낸 바와 같이 초당 영상 이미지 획득 수가 증가할 수 록 이미지의 명암비가 떨어짐을 알 수 있다. 그러나 획득된 이미지는 명암 비에 따라 바이너리 타입으로 영상 처리가 가능 하고 이를 이미지 프로세싱 함으로서 보다 완벽한 전차선로 정보를 얻을 수 있으리라 사료된다. 그림 4에 레이저 및 환경의 변화에 따라 획득한 전차선로 영상 이미지를 나타내었다. (a), (b)의 경우에는 실외에서 전차선을 측정 한 것으로 605nm 파장의 레이저를 이용하여 획득하였고, (b)의 경우 렌즈를 이용하여 배율을 높인 것이다. 그림 (c)와 (d)의 경우는 별도로 제작한 전차선로를 실내에서 측정한 것으로 레이저의 파장은 808 nm이며 (d)의 경우 IR 필터를 이용하여 레이저 부분만을 강조하여 이미지 처리 시 다양한 외부 조건을 필터링한 것이다. 영상의 각도에 따라 전차선로의 이미지가 영향을 받고 라인 타입의 레이저의 초점에 따라 이미지의 선명도가 나타나므로 이는 더욱 연구되어야 할 대상이다. 특히 전차선 검측 시스템은 열차가 200 km/h의 속도로 진행할 때 고속카메라를 이용 레이저로 비추진 전차선의 영상을 획득하는 시스템이므로 고속으로 영상을 획득하고 이를 처리하여야 하므로 측정 기술뿐만 아니라 측정 시 열차에 흔들림에 따른 진동 및 궤도 정보 또한 측정된 이미지를 즉시 프로세싱하는 Real-Time 처리를 위한 FPGA (Field-programmable gate array)를 이용한 영상처리부등 종합적 기술을 필요로 한다.

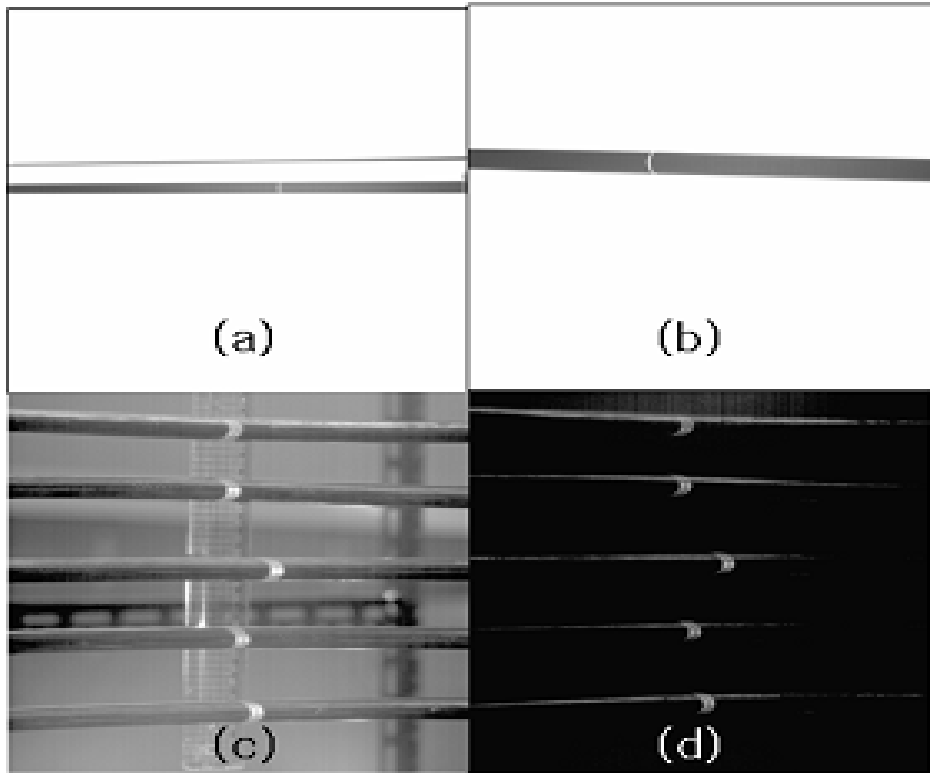


그림 4. 이저 및 환경의 변화에 따라 획득한 전차선로 영상 이미지

4. 결론

본 논문에서는 전차선로의 이미지를 받아 이를 처리하여 편위, 높이, 마모등 전차선로의 정보를 나타내기 위해 고속 카메라를 이용한 전차선 형상 검측 시스템을 먼저 구성하고 고속 카메라를 이용한 이미지 획득 및 디스플레이 프로그램을 제작 하였다. 특히 초당 500개의 이미지를 고속카메라 시스템을 이용하여 안정적으로 처리하였고, 전차선 이미지를 획득할 수 있었다. 또한 영상이미지 획득 프로그램을 개발하여 전차선의 형상 검측이 가능한 이미지를 레이저를 이용하여 측정할 수 있었다. 향후 측정된 전차선 영상은 이미지프로세싱을 통해 마모, 높이, 편위등 유지보수를 위한 화상시스템의 하드웨어로 사용될 것이다.

참고문헌

- [1] S. Borromeo and J. L. Aparicio, "Automatic system for wear measurement of contact wire in railways", IECON 02, Vol 4, p. 2700, .2002.
- [2] 서승일, 박춘수, 조용현, 목진용, 강부병, "고속전철 집전장치의 성능 계측 결과 및 분석", 한국철도학회춘계학술대회 논문집, p.574-579, 2003.
- [3] R. Muller, "Contact wire wear measurement devices. A system Comparison" WCRR'97, November. 1997.
- [4] 박 영, 조 용현, 이 기원, 권 삼영, 박 현준, 장 동욱, 전차선로 검측을 위한 실시간 화상처리 시스템 구현, 한국전기전자재료학회 하계학술대회, 2006.