CCTV카메라를 활용한 선로전환감시시스템의 신뢰성 향상에 관한 연구

문채영[1] · 김세민[2] ·류광기[1*]

[1]한밭대학교· [2]전주교육대학교

A Study on the Improvement of Reliability of Line Conversion Monitoring System using CCTV Camera

Chae-young Moon[1] · Se-min Kim[2] · Kwang-ki Ryoo[1*]

[1]Hanbat National University· [2]Jeonju National University of Education

E-mail : mooncy1@naver.co.kr / imsil303@hotmail.co.kr / kkryoo@gmail.com

요 약

철도 레일의 선로 변경을 위해 사용되는 분기기의 제어를 담당하는 전기선로전환기는 철도시스템 중에서 매우 중요하게 관리되고 있다. 선로전환기의 상태를 확인하기 위해 다양한 유무선 실시간 모니터링 시스템이 사용되고 있으나 센서 또는 네트워크 오류 등으로 인한 오작동 가능성이 존재하고 있다. 본 논문에서는 선로전환기 작동상태를 이중으로 확인하기 위하여 선로전환감시시스템과 CCTV카메라 관제 시스템이 통합된 이중화 감시시스템을 설계하였다. 선로전환감시시스템에서는 전로전환기의 작동상태를 감시, 경보 그리고 네트워크를 통해 전송한다. 그리고 이 정보를 전달받은 CCTV카메라 관제시스템에서는 해당 선로전환기와 분기기의 상태를 촬영하여 관리자에게 전송하도록 하였다. 선로 관리자는 선로전환기용 모니터링 화면을 통해 선로 전환상태를 1차적으로 확인하고 이어서 CCTV카메라 영상을 통해 전환상태를 직접 확인함으로써 선로전환기의 작동에 대한 신뢰성을 향상 시킬 수 있다. 또한 관리를 위한 인력 운용을 안전하고 효율적으로 수행할 수 있게 된다. 이를 통해 선로전환기의 오작동으로 인해 선로 분기기에서 발생되는 선로 이탈사고 예방에 기여될 것으로 기대된다.

ABSTRACT

The electric point machine, which is used for the control of the turnout used to change the track of the train, is very important in the railway system. Various wired and wireless real-time monitoring systems are used to check the status of the point machine, but there is a possibility of malfunction due to sensor or network error. In this paper, a redundant monitoring system was designed that incorporates the point machine monitoring system and the CCTV camera control system to double check the operation of the point machine. In the point machine monitoring system, the operating state of the railway converter is monitored, alarmed and transmitted over the network. The CCTV camera control system, which received this information, was required to record the status of the turnout and the point machine in question and send it to the administrator. The manager of the railway line can check the conversion status of the railway through the monitoring screen for the railway line switcher first, and then confirm the switching status directly through the CCTV camera image, thereby improving the reliability of the point machine operation. It will also enable the safe and efficient operation of personnel for management. It is expected to contribute to preventing a derailment caused by a malfunction of the point machine.

키워드

Point machine, Turnout, CCTV camera, Derailment

* corresponding author

Ⅰ. 서 론

정거장 구내에서 열차의 선로를 다른 선로로 분기하기 위하여 설치한 궤도 설비를 분기기라 하며, 분기기의 방향을 전환시키는 것이 선로전환기이다. 선로전환기는 분기기를 전환시키는 역할을 하지만 정상기능을 다하지 못할 경우 열차 탈선 등의 대형 사고를 유발할 수 있는 중요한 설비이다[1].

선로전환기의 장애 오작동은 열차운행의 지연을 초래 할 뿐만 아니라 열차의 탈선 및 추· 충돌 등의 사고들로 이어질 수 있어서 다양한 점검 방식들이 적용되어 활용되고 있다. 점검을 위해 멀티미터에 의한 측정개소를 수동으로 측정하고 도면을 통해 점검 위치를 찾아서 정상동작 범위 및 고장개소를 판단한다. 그러나 유지보수요원이 잘못된 고장원인 판단의 경우, 장애복구 시간지연, 열차운행지연 그리고 대형 사고가 발생될 확률이 매우 크기 때문에 이를 개선할 수 있는 있는 선로전환기 감시시스템들이 개발 개발되고 있다[2,3].

다양한 선행연구들에서는 유무선 방식의 실시간 선로전환기 감시시스템을 통해 유지보수와 신속한 장애처리를 가능하게 하고 있다.[3,4] 그리고 빅 데이터(Big Data)분석이나 신뢰성에 기반을 둔 체계적인 분석기법을 통한 진단 및 예측 시스템 등이 개발되어 적용되고 있으며 철도, 항공 등의 교통제어시스템에서는 시스템의 이중화를 통해 신뢰성을 높이는 다양한 연구들이 진행되고 있다[5,6].

현재의 철도 운영기관에서 위험영역과 보안영역 등의 감시를 위해 널리 도입되고 있는 CCTV카메라는 역무원에 의해서 지속적으로 모니터링 되고 있으며 설치 또한 지속적으로 증가되고 있다.[7]

따라서 본 논문에서는 자동화된 선로전환감시 시스템을 보완하기 위하여 CCTV카메라 관제 시스템을 접목하여 통합형 이중화 감시시스템을 설계하였다.

Ⅱ. 선행연구

1. 선로전환기

선로전환기는 동력원에 따라 크게 전기식 선로전환기와 기계식 선로전환기로 나뉜다. 기계식 선로전환기는 인력에 의한 수동방식으로 현재는 거의 사용되지 않고 전기식 선로전환기가 사용되고 있다. 전기선로전환기는 선로의 전환과 쇄정을 전동기를 통해 수행하며 제어계전기, 회로제어기, 전동기, 클러치, 감속기어장치 그리고 전환쇄정장치 등으로 구성되어 있다[3][4].

국내에서 주로 사용되는 전기식 선로전환기의 형식에는 NS, NS-AM, MJ81형이 있으며 국외에는 TS형과 침목형 등이 있다[5].

2. 선로전환기 감시시스템

선로전환기는 전동기과 감속 및 전환기어를 통해 선로를 전환시키고 전환이 완료되면 회로제어기 구성접점을 개방하여 전동기 전원을 차단한다. 과거에는 이러한 선로전환기의 전동기 전압과 전류를 직접 측정하여 개통방향과 작동상태를 확인하였다[3]. 2012~1016년간 서울메트로 1~4호선의 선로전환기 고장발생 원인의 유형별 분석자료에 의하면 유지보수 및 부품의 재질결함으로 인해 전체고장의 86.84%인 33건이 발생하였다[8]. 이처럼 수작업을 통한 점검은 측정과정에서의 안전문제와 측정오류 그리고 시간지연 등의 문제점으로 인해 다양한 개선책이 제안되고 있다.

그림 1. 직접측정방식(상)과 자동감시시스템(하)

먼저 선로전환기 제어계통 출력부에 감시시스템을 설치하여 각종 상태정보를 감시센터로 전송하여 유지보수요원이 실시간으로 운영상태를 감시할 수 있도록 자동감시시스템들이 도입되었다.

다음으로 단위 역마다 설치된 이러한 감시시스템들을 중앙관제소에서도 통합 감시할 수 있도록 원격감시시스템이 도입되어 운영되고 있다. 그림1은 선로전환기의 작동상태를 계측기를 이용하여 점검하는 기존방식(상)과 자동감시 및 원격감시시스템(하)을 적용한 방식을 나타내고 있다.

3. CCTV카메라 관제시스템

CCTV카메라는 철도의 안전운행과 시설보호 등을 위해 지속적으로 도입하고 있다. CCTV카메라의 영상 정보는 관리운영자에 의해 모니터링 되고 있다. 최근 CCTV카메라는 네트워크 기반의 IP 카메라가 사용되고 있다. 촬영된 고화질 영상은 디지털로 변환되어 UTP케이블을 통해 네트워크로 전송된다. 영상의 저장, 감시 그리고 PTZ(Pan Tilt Zoom)과 같은 카메라 제어는 NVR(Network Video Recorder)를 통해 이루어지고 있다[9].

IP카메라의 영상과 제어 데이터들은 IP기반 보안제품의 인터페이스를 위한 글로벌 개방형 표준의 개발과 사용을 촉진할 목적으로 2008년 시작된 글로벌 및 개방형 산업 포럼으로 IP 제품 내의 비디오 감시 및 기타 물리적 보안 영역들의 개방형 인터페이스 표준인 ONVIF(Open Network Video

Interface Forum) 프로토콜을 이용하고 있다[10]. ONVIF에서는 카메라 정보, 설정, PTZ제어, 모션 등과 같은 간단한 서비스는 WSDL(Web Service Description Language)과 SOAP(Simple Object Access Protocol)를 통해 송수한다. 그리고 영상과 음성은 RTSP(Real Time Streaming Protocol)을 통해 전송한다.

Ⅲ. 통합형 감시 시스템

선로전환기는 연동장치의 명령에 의해 단자대의 제어 전원이 인가된다. 이 전원은 제어계전기, 회로제어기의 접점 상태에 따라 전동기를 작동시킨다. 선로전환기의 작동상태 파악을 위해서는 표시전원(DC 28V), 전동기전원(AC110V), 제어전원(DC 28V) 그리고 전동기 동작전류 및 슬립전류(5~16A)를 필요로 한다. 이 정보들은 선로전환기 감시장치를 통해 측정 및 표시된다. 측정된 전압, 전류 그리고 선로전환기 정보 등은 네트워크를 통해 CCTV 영상확인을 위해 설치된 NVR에 전송된다. 이를 위해 선로전환기 감시장치에 UART to Ethernet 변환기를 추가 장착하였다.

그림2. 선로전환기 이중화 감시시스템

Ⅳ. 결 론

선로전환기의 작동상태를 정확히 검점하는 것은 철도안전에 있어서 매우 중용한 요소이다. 이를 위해 다양한 점검 방법이 연구되고 적용되고 있다. 그러나 자동화된 점검시스템의 센서나 네트워크 오류 등으로 인한 점검시스템의 오작동은 대형사고로 이어질 수 있다.

따라서 본 논문에서는 자동화된 선로전환감시시스템을 철도 시설감시를 목적으로 설치된 CCTV카메라 관제시스템과 통합한 이중화 감시시스템을 설계하였다. 설계된 시스템은 선로전환기의 작동상태를 선로전환기감시시스템의 전압과 전류를 통해 1차로 확인한다. 그리고 CCTV카메라를 통해 촬영된 선로전환기의 영상을 통해 2차로 확인할 수 있도록 하였다. 이를 통해 선로전환기의 오작동으로 인한 사고 발생을 미연에 방지할 수 있어 철도안전에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

References

[1] J. Y. Park, W. S. Hong, B. R. Jeon, *Railway signal engineering,* 1th ed. Seoul, Korea, pp. 96-99, 2016.

[2] J. H. Lee, Y. K. Kim, “A Study on Switching Power Measurement of an Electrical Point Machine Using a Sensor” *Journal of The Korean Society for Railway*, Vol. 18, No. 4, pp. 335-343, Aug. 2015.

[3] I. T. Lim, *A study on the reliability improvement methods through the development of Points-monitoring-system,* Master Thesis. Woosong University, DeaJeon, pp. 20-24, 2012.

[4] S. Y. Park, *The design of wireless sensor network system for monitoring of the point-machine,* Master Thesis. Chonnam National University, Chonnam, pp. 1-33, 2015.

[5] L. J. Hyun, *A Study on the Real-time Fault detection and Diagnosis of Point machines using Big data analysis,* Ph. D. dissertation. Woosong University, DeaJeon, pp. 140-141, 2017.

[6] D. W. Lee, J. W. Na, N. S. Kim, "Implementation of the Traffic Control System based Low Cost Dual Modular Redundancy", *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 21, No. 5, pp.491-500, Oct, 2017.

[7] S. C. Oh, Y. K. Yoon, J. H. Baek, and H. J. Jo, “Train detection in railway platform area using image processing technology” *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 13, No. 12, pp. 6098-6104, Dec. 2012.

[8] M. K. Lee, *A Reliability based Maintenance Management of Switch Points at Urban Railway*, Master Thesis. Seoul National University of Science and Technology, Seoul, pp. 17-18, 2016.

[9] K. W. Lee, "Implementation of Video Surveillance System with Motion Detection based on Network Camera Facilities", *The Journal of IIBC*, Vol. 14, No. 1, pp.169-177, Feb, 2014.

[10] Y. D. Hwang, *A Study on the Implementation and Security Framework for the IP-based Video Surveillance System*, Ph. D. dissertation, Soonchunhyang University, Asan, pp. 9-13, 2017.