

# 데이터기반 유지보수를 위한 원격검수모듈을 탑재한 도시철도차량용 제동작용장치 및 원격검수서비스 개발

이정도\*, 박부식, 손정현, 윤종호

\*전자부품연구원, 스마텍(주), 한국항공대학교

\*ljdhhi@keti.re.kr, pusik.park@keti.re.kr, jdson@smartecinc.com, yoonch@kau.ac.kr

## Development of braking operating unit and remote inspection service for urban railway vehicle equipped with remote inspection module for data-based maintenance

Jeong-do Lee\*, Pu-sik Park, Jeong-hyun Son, Chong-ho Yoon

\*Korea Electronics Technology Institute, SMARTEC., Korea Aerospace University

### 요약

4차 산업혁명 시대에 철도산업과 관련된 기술은 빅데이터, IoT, 인공지능 등이 있다. 이 기술들은 철도차량의 많은 데이터들을 수집하여 머신러닝을 통해 데이터를 분석하여 철도차량 관리 및 유지보수에 활용할 수 있고 이러한 것들을 효율적으로 하기 위해서는 차량과 부품의 상태 정보를 실시간으로 분석하여 진단하는 과정이 필요하다. 하지만 기존의 유지보수 체계는 정해진 유지보수 주기에 부품 및 장치를 검사, 교환, 시험 등을 수행하고 교체한다. 그래서 갑작스러운 고장이나 결함에 대응하지 못하거나 주기별로 부품을 교체하다 보니 유지보수 비용이 필요 이상으로 많이 발생하는 문제가 발생한다.

본 논문에서는 유지보수 시스템의 신뢰성 향상과 유지보수 비용 절감을 위해 여러 종류의 차량에서 설치 가능한 호환성 있는 제동작용장치(BOU)와 제동작용장치에 탑재하여 실시간 데이터를 수집, 처리 및 분석 할 수 있는 원격검수모듈을 개발하였다. 이 장치들을 활용하여 철도차량 및 제동작용장치의 상태를 실시간으로 모니터링함으로써 철도차량과 부품을 효율적으로 관리하고 유지보수 할 수 있다. 실제 제동작용장치를 원격검수모듈과 연결하여 철도차량 데이터가 서버에 저장되는 것을 확인하고 수집된 차량 데이터를 웹, 앱 등과 같은 다양한 플랫폼에서 시각화 하였다.

### I. 서론

기존의 유지보수 체계는 정해진 유지보수 주기에 부품 및 장치를 검사, 교환, 시험 등을 수행하고 교체한다. 그래서 갑작스러운 고장이나 결함에 대응하지 못하거나 주기별로 고장이 나지 않더라도 부품을 교체하다 보니 유지보수 비용이 필요 이상으로 많이 발생하는 문제가 발생한다[1].

이러한 문제점으로 인해 부품 이력 관리와 대규모 빅데이터의 자동화된 분석기술을 활용한 부품 상태 진단 기술 수요가 점점 증가 하고 있으며[2], 부품의 상태에 따라서 최적의 교체시기를 결정하고 부품의 수명예측을 통해 고장이 발생하기 이전에 부품을 교환 및 수리하는 CBM(Condition Based Maintenance) 기술의 개발 필요성이 제기되었다.

반면 국내 철도 차량 유지보수 시스템은 안정성과 긴 철도 차량의 수명으로 인해 아직 CBM 기술을 신속하게 받아들이지 않고 있다. 실제 철도 차량 데이터는 실시간으로 관리되지 않으며 철도 차량으로부터 얻을 수 있는 데이터 크기 또한 매우 작고 쓰임새도 제한적이다. 이러한 상황을 극복하기 위해 철도 차량의 부품을 모두 바꾸는 것보다 핵심부품만 별도로 개량하여 CBM 기술을 활용할 필요가 있다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 이중 차량 간 호환 가능한 표준 제동작용장치와 이에 탑재할 수 있는 데이터 기반 유지보수가 가능한 원격검수모듈을 개발하여, 효율적인 철도차량관리 및 유지보수 비용을 감소할 수 있는 방안을 제안한다.

철도차량 관리 및 유지보수 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 원격검수 모듈은 제동작용장치의 ECU와 신뢰성 있는 데이터 통신을 위해 이더넷(TCP/IP)을 사용한다. 또한 서버와는 오버헤드 최소화 및 미니멀한 메시징 포맷의 특징을 가지고 있는 MQTT(Message Queuing Telemetry Transport) 프로토콜을 사용하여 여러 원격검수모듈이 동시에 서버에 전송해야 하는 다 대 일 환경에서 통신이 용이하게 하였다. 서버는 원격검수 모듈로부터 MQTT 프로토콜을 통해 수신한 철도 차량 데이터를 시계열성 데이터를 저장하는 데에 특화되어 있는 InfluxDB에 저장한다. 웹서버는 편의성을 위해 백엔드, 프론트엔드에서 동시에 사용할 수 있는 Node.js를 사용하였고 프론트엔드 서비스에서는 InfluxDB에 있는 차량 데이터를 웹과 앱에서 쉽고 간편하게 시각화하기 위해 Grafana와 Google Chart API를 활용한다.

### 2.2. 제동작용장치(BOU)의 ECU

제동작용장치는 제동종합밸브(BIV)와 제동전자제어기(ECU)의 모듈화를 통해 H/W, S/W 이기종간 호환성을 확보하였다.

제동종합밸브는 호환성을 위해 그림 2와 같이 중계밸브, 상용제동밸브, 응하중밸브, 비상제동밸브를 일체화모듈로 구성하고 보안제동 밸브 및 강제 완해밸브의 선택적 결합이 가능토록 구성하였다.

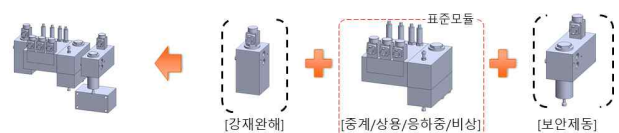


그림 2 제동종합밸브 모듈화

### II. 본론

#### 2.1. 철도차량 관리 및 유지보수 시스템 구성

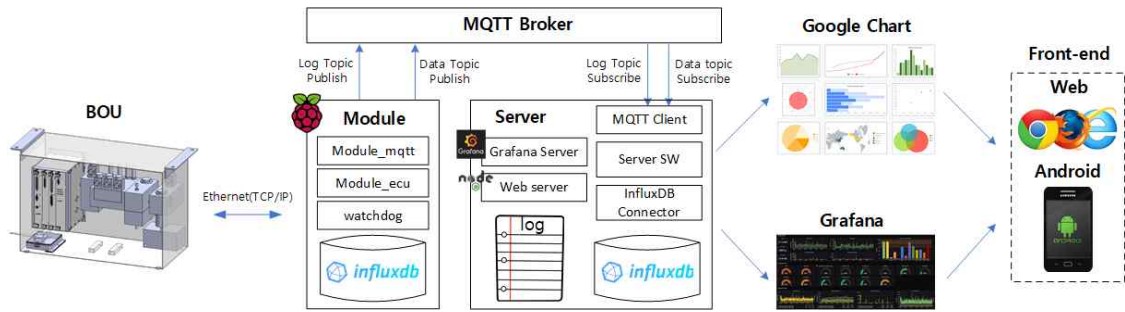


그림 1 철도 차량 관리 및 유지보수 시스템 구성도

제동전자제어기는 그림 2와 같이 범용성 확보 가능한 파워보드 및 제어보드와 철도 운영사별 통신 프로토콜 인터페이스를 통해 이중 차량간 호환이 가능하도록 개발하였다.

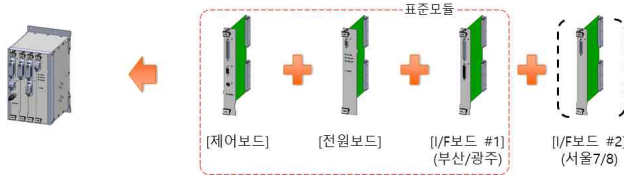


그림 3 원격검수모듈 구성도

### 2.3. 원격검수모듈

원격검수 모듈은 BOU의 ECU로부터 받은 철도 차량 데이터를 DB에 저장한 후 서버로 전송한다. 원격검수 모듈은 구성은 그림 4와 같다. module\_ecu는 DB에 차량 데이터를 write하고 module\_mqtt는 DB에서 차량 데이터를 쿼리한다. ECU로부터 수신한 데이터를 바로 서버로 전송하지 않고 module\_ecu, module\_mqtt, DB로 나눈 이유는 ECU가 데이터 저장 공간을 초과하여 데이터 손실이 날 수 있기 때문이다.

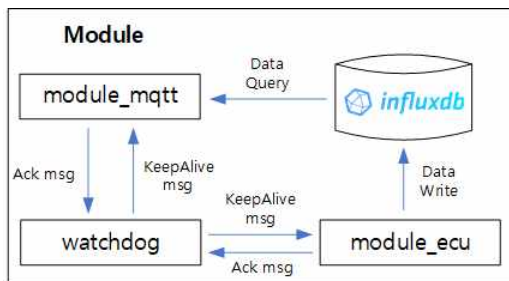


그림 4 원격검수모듈 구성도

### 2.4 원격검수모듈 백엔드 서비스

백엔드 서비스는 원격검수모듈로부터 MQTT Broker를 통해 철도 차량 데이터와 로그를 수신하고 저장하기 위한 서버 프로그램과 수신한 철도 차량 데이터가 저장되는 DB, 그리고 DB에 저장된 데이터를 시각화하기 위한 웹서버, Grafana 서버 등으로 구성된다.

DB에 들어가는 철도 차량 데이터는 아래 표1과 같이 BC 압력, 차축 1/2/3/4 속도신호 등 과 같은 현재 차량 정보와 AC 압력센서 고장, 전자 밸브 고장 등 과 같은 고장 감지 데이터를 포함 총 64종류의 데이터로 구성되어 있다.

표 1 철도 차량 데이터 종류

데이터	설명
BC압력	제동실린더 압력
차축1/2/3/4 속도신호	차축 1/2/3/4 속도신호
AC 압력센서 고장	ECU가 AC 센서의 이상 출력전압 감지
전자 밸브 고장	ECU가 전자밸브 과전류 감지

### 2.5 원격검수모듈 프론트엔드 서비스

프론트엔드 서비스에서 Grafana, Google Chart API 등과 같은 툴을 통해 InfluxDB에 있는 철도 차량 데이터를 가져와 시각화 할 수 있다. 이런 툴을 활용하여 웹, 앱 등과 같은 사용자가 원하는 플랫폼에서 종속성 없이 철도 차량 데이터를 볼 수 있다.

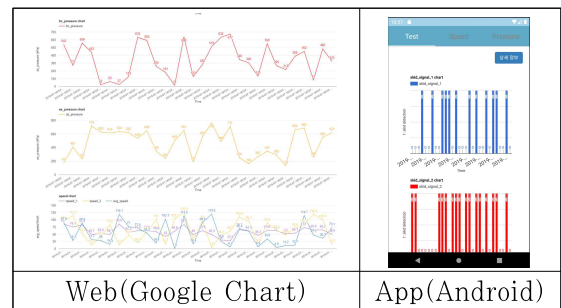


그림 4 웹과 앱으로 본 철도 차량 데이터

### III. 결론

본 논문에서는 다양한 종류의 철도 차량에 설치 가능한 호환성 있는 제동작용장치와 제동작용장치에 탑재할 수 있는 데이터 기반 유지보수가 가능한 원격검수모듈을 개발 하였다. 개발한 제동작용장치의 여러 노선 차량에서 작동 할 수 있는 호환성과 원격검수모듈의 CBM 기술 활용을 통해 철도차량과 부품을 효율적으로 관리하고 유지보수 할 수 있다. 여기에 더해 원격검수모듈은 사용자의 원격검수모듈 서비스 필요유무에 따라 탈부착이 가능하게 설계하여 구입비용을 감소시킬 수 있고 ECU와의 실시간 통신에 있어 철도 차량 데이터를 원격검수모듈의 DB에 저장한 후 서버로 보내 철도 차량 데이터의 손실을 방지하였다.

실제 제동작용장치를 원격검수모듈과 연결하여 철도차량 데이터가 서버에 저장되는 것을 확인하고 수집된 차량 데이터를 웹, 앱 등과 같은 다양한 플랫폼에서 시각화 하였다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 국토교통부·국토교통과학기술진흥원이 공동 지원한 ‘철도기술 연구사업’으로 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다. [과제명: 도시철도차량용 제동작용장치 모듈 개발 및 표준화 연구 / 과제고유번호: 20RTRP-B123310-06]

### 참 고 문 헌

- [1] <https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=18486628&memberNo=38158951>
- [2] 정훈, 박문성. (2018). 차륜 및 차축베어링 고장진단을 위한 빅데이터 기반 머신러닝 기법 연구, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society Vol. 19, No. 1 pp. 75-84, 2018