

열차종합제어장치 데이터를 활용한 예지정비 적용 방향

Directions for the Application of Predictive Maintenance based on the Data of Train Control and Monitoring System of EMU

한석윤*†, 박기준*

Seok-Youn Han**†, Ki-Jun, Park*

초 록 전동차의 열차종합제어장치는 열차를 제어하고 감시하는 장치로 화면장치, 편성제어컴퓨터, 차량 제어컴퓨터로 구성되며, 차량의 운행 및 고장을 기록하고, 차량운영과 관련된 상태정보를 화면장치에 표시한다. 예지정비는 차량 장애 전 이상 징후 및 요인의 품질결함을 사전에 찾고 조치할 수 있도록 하는 것으로 운행 중에 발생하는 고장을 예방하여 열차 안전성 향상 및 유지보수비를 절감하고 운영가능성을 향상할 수 있다. 그러나 국내 도시철도운영기관에서는 주기정비를 기반으로 하는 예방정비를 수행하고 있다. 본 논문에서는 현재의 국내 주기정비를 보완할 수 있도록 열차종합제어장치에서 발생하는 데이터 정보를 활용하여 예지정비 하는 방안을 모색한다. 이러한 방안을 더욱 구체적으로 적용한다면 국내의 전동차 유지보수 경쟁력은 한층 향상될 것이다.

주요어 : 전동차 열차종합제어장치, 예방정비, 예지정비,

1. 서 론

전동차의 열차종합제어장치(TCMS, Train Control and Monitoring System)는 열차를 제어하고 감시하는 장치로 화면장치, 편성제어컴퓨터, 차량제어컴퓨터로 구성되며, 차량의 운행 및 고장을 기록하고, 차량운영과 관련된 상태정보를 화면장치에 표시한다. 예지정비는 차량 장애 전 이상 징후 및 요인의 품질결함을 사전에 찾고 조치할 수 있도록 하는 것으로 운행 중에 발생하는 고장을 예방하여 열차 안전성 향상 및 유지보수비를 절감하고 운영가능성을 향상할 수 있다. 예지정비를 적용하기 위해서는 전동차에서 발생하는 데이터를 활용하거나 또는 데이터 수집을 위한

장치를 추가하여야 분석하여야 한다. 전동차에 수집되는 데이터는 열차종합제어장치에서 수집되는 것과 추진제어장치 등 핵심장치에서 저장되는 트레이스 데이터 등이 있다. 본 연구에서는 열차종합제어장치에서 기록되는 데이터를 활용하여 예지정비를 수행하는 방안을 모색한다.

2. 본 론

2.1 열차종합제어장치의 구성 및 데이터 정보

열차종합제어장치의 데이터 정보는 차량 제작사 및 노선별로 조금씩 상이하나, 일반적으로 화면장치에는 열차 상태 및 고장정보와 고장경고(alarm)가 표시된다. 또한 기록정보로는 주행기록과 운행기록이 있다.

Fig.1은 D사가 제작한 전동차의 열차종합제어장치의 구성도 사례이다.

2.2. 예방정비와 예지정비

유지보수는 물리적 자산이 사용자가 요구하는 기능을 계속 수행할 수 있게 만드는

† 교신저자: 한국철도기술연구원 도시철도연구팀
(syhan@krrri.re.kr)

* 한국철도기술연구원 도시철도연구팀

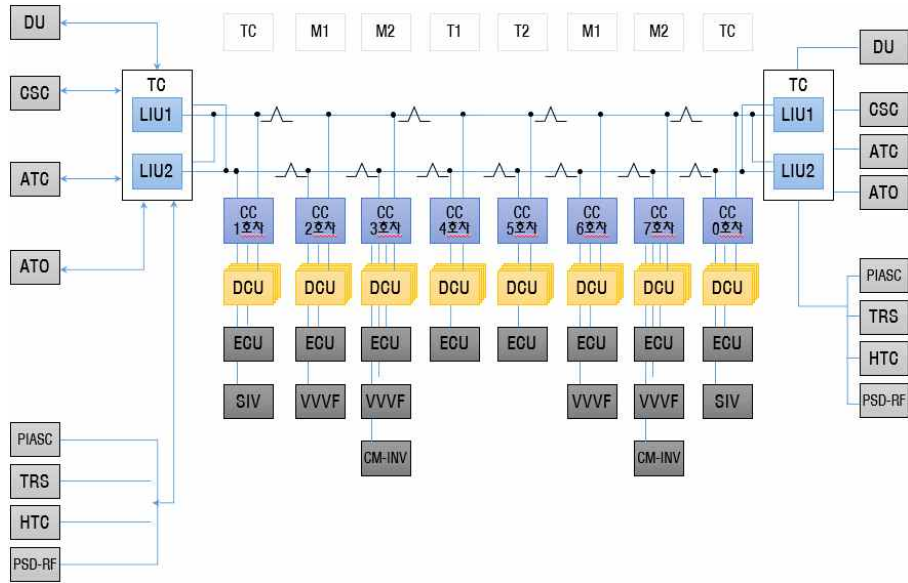


Fig. 1 TCMS configuration diagram

것으로 사후정비(reactive maintenance) → 예방정비(preventive maintenance) → 예지정비(predictive maintenance)로 발전하고 있으며, 예지정비를 위해서는 데이터 활용이 무엇보다 중요하다.[1] Gatner는 데이터 활용 4단계로 “① 기술 분석(Descriptive analytics) : 무슨 일이 발생했나?, ② 진단분석(Diagnostic analytics) : 왜 발생했나? ③ 예측분석(Predictive analytics) : 무슨 일이 발생할까?”로 제시했다.[2]

GE는 기관차 예지정비를 위해 시스템을 구축하고 전 세계에서 운행되고 있는 현장 데이터를 수집하여 분석하고 그 결과를 현장에 송부하여 조치토록 한다. Fig.2는 GE의 예지정비시스템 아키텍처이다.

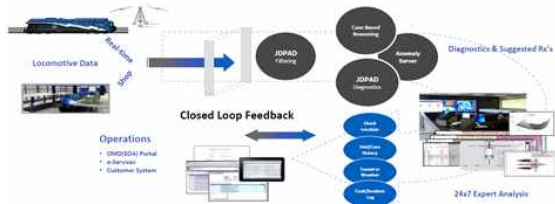


Fig.2 GE Expert on Alert

2.3. 열차종합제어장치 데이터 분석 개념

데이터 분석은 변수들간의 상관성을 분석하고, on-line상의 시계열 데이터와 off-line

상의 이력데이터 및 유지보수 데이터를 활용하여 모델링하여 고장을 예측한다. 즉 유지보수이력 및 장치의 고장 이력 데이터와 유지보수지침서의 고장처치 정보를 기준정보(off-line정보)로 하여 예지정비 데이터베이스에 저장한다. 인공지능학습장치는 저장된 데이터를 활용하여 학습모델을 구성한다.

열차종합제어장치에서 수집되는 운행 및 기록정보(on-line정보)는 전술한 학습모델을 활용하여 진단 및 예측을 수행하고 그 결과를 예지 정비 의사결정시스템으로 출력한다. Fig.3은 열차종합제어장치 데이터 분석모델의 개념 아키텍처이다.

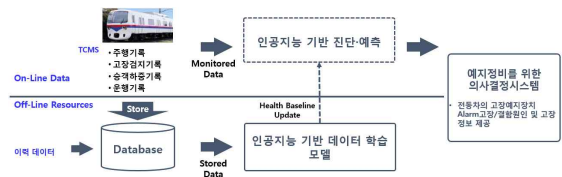


Fig.3 Concept architecture for TCMS data analysis

3. 결론

전동차의 안전성향상과 유지보수비 절감을 위해서는 열차가 고장이 발생하기 전에 이상 징후 및 요인의 결함을 사전에 찾고

조치할 수 있도록 하는 예지정비가 매우 중요하다. 예지정비를 효과적으로 적용하기 위해서는 신조차량의 경우 발주를 위한 제작사양에 데이터 수집이 용이하도록 관련 사항을 명기하고, 기존 차량의 경우에는 차량개조를 최소화 하면서 예지정비가 가능하도록 방안을 적용하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 전동차 열차종합제어장치의 구성 및 데이터 종류를 식별하고, 이를 활용하여 예지정비를 수행하는 아키텍처를 제시하였다. 향후 저자들은 열차종합제어장치 기반의 예지정비 플랫폼을 연구하여 국내 운영기관의 유지보수 체계가 예지정비로 발전할 수 있도록 노력할 것이다.

후 기

본 연구는 한국철도기술연구원의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Seok Youn Han et al (2017), Directions for the Application of PHM to Equipments of EMU, *Proceedings of the 2017 Fall Conference of the Korean Society for Urban Railway*
- [2] 데이터과학 설명자료,
<https://statklee.github.io/data-science/ds-tidyverse.html>