

열차무결성 검지시스템 구조, 기능 및 성능에 관한 연구

A Study on Architecture, Functions and Performance of Train Integrity Detection System

조한벽*† 곽동용* 오현서* 전치훈* 박주훈**

Hanbyeog Cho*† Dongyong Kwak* Hyeon Seo Oh* Chi-Hoon Jun* Ju-Hoon Park**

초 록 TIDS (Train Integrity Detection System) is one of key technology to achieve automatic driving in interoperable system to European Train Control System (ETCS) Level 3. TIDS will be applied to whole line without loop circuit including open space and weak spot of GPS signals such as tunnel. In this paper, we describe architecture of TIDS and analysis on functions and performance of TIDS to railway operators so it can be operated in whole railway.

주요어 : railway, train integrity, ETCS Level 3, interoperability, wireless communication

1. 서 론

국내 철도기술 분야는 KTCS-2 개발을 성공적으로 완성하고, 이어서 ETCS-L3 연계 기술 개발을 수행하여 왔다. 국토교통부에서는 철도운행의 기본요소라고 하는 궤도회로를 대체하고 자율운행이 가능한 유럽철도제어시스템(ETCS, European Train Control System) Level 3와 연계하는 프로젝트를 국내에서 추진하고 있다. 자율주행이 가능한 운영환경에서 가장 핵심적인 기술은 열차무결성을 확인하는 기술이다. 한국철도시설공단은 한국철도공사와 함께 열차점유정보를 제공하는 궤도회로를 사용하는 대신 무선통신을 통하여 주행 중인 열차의 위치와 무결성 상태를 지속적으로 모니터링하고 사건 발생시 조치를 취하는 열차 무결성 검지시스템(TIDS : Train Integrity Detection System) 개발이 진행 중이다.

본 논문에서는 실제 철도 환경에서 열차간 통신과 열차와 센터간 무선통신시스템의 구조를

기술하여 현재 개발 중인 열차무결성 검지시스템이 열차 분리를 검지하는데 적용할 수 있는지를 분석하고 평가한다. 이에 따라 현재까지 연구한 TIDS의 성능분석 내용을 기술하였다.

2. 열차무결성 검지시스템

2.1 열차무결성 검지시스템 개요

열차무결성 검지시스템의 대상은 고정편성과 가변편성으로 구분된다. 고정편성의 경우에는 열차분리검지만을 위한 검지정보는 없으며, 아래 정보 등을 통해 열차 분리의 판단이 가능하다.

① 열차분리검지 회로는 없으며, 공기관을 통한 비상제동 체결 확인

② 전동차량 31번 루프회로를 통해 분리 시 비상제동 그리고 열차종합관리시스템(TCMS)의 검지를 통하여 분리 혹은 단선을 확인

③ 최근 전동차량의 경우 상호 전원검지로 분리 검지

가변편성의 경우에는 열차 조성이 수시로 변경되기 때문에 고정편성에서 사용하는 방법을 적용하기 어렵다. 따라서 편성된 열차의 무결성을 검지하기 위하여 열차무결성

† 교신저자: 한국전자통신연구원 책임연구원 (hbcho@etri.re.kr)

* 한국전자통신연구원 책임연구원

** 한국철도공사 책임연구원

검지시스템(TIDS)을 활용한다. 그러므로 TIDS는 열차의 길이, 현재 위치와 속도를 실시간으로 파악할 수 있어야 한다. 전원이 없는 화물열차에 장착될 경우, 배터리를 통하여 최소 12시간 이상 전원을 공급할 수 있어야 하며, 탈부착을 용이하도록 무게가 가벼워야 한다.

2.2 TIDS 시스템 구조

열차의 분리를 검지하는 TIDS는 (그림 1)과 같이 LTE 기반 통신과 Lora 기반 단말간 직접통신(T2T)을 결합하여 사용한다.[1]

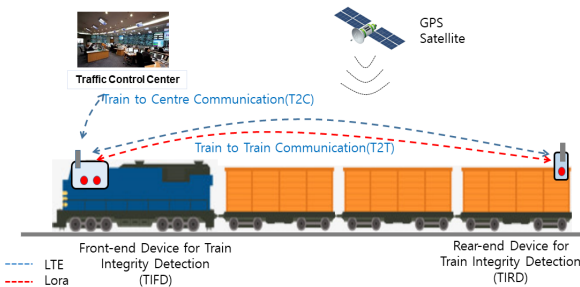


Figure 1 Train Integrity Detection System

열차의 선두차량에 장착된 장치(TIFD: Front-end Device of Train Integrity System)와 열차의 후미차량에 장착된 장치(TIRD: Rear-end Device of Train Integrity System)는 열차 운행 중에 발생할 수 있는 열차차량의 분리 검지를 위한 열차정보 인식과 구성장치간의 데이터를 무선통신으로 송수신한다. TIDS에 내장된 통신 모듈은 TIFD-TIRD간 직접 통신과 TIFD, TIRD와 열차 관제센터(TCC: Train Control Center)간의 LTE 통신을 지원한다. 열차무결성 검지시스템(TIDS)이 구비하여야 할 주요 기능은 열차가 운행되는 전구간에 대해서 활용되도록 시스템의 적용성을 높이고 신뢰성을 향상시키는 일이다.[2]

2.3 LTE 통신 특성 분석

GPS 신호 수신에 양호하고 LTE 신호가 정상적으로 수신되는 개방구간에서는 LTE 신호의 측위값이 나타내는 거리 차이로 열차의 분리를 판별할 수 있다. GPS 신호 수신에 10개를 넘는 경우에는 대부분의 측위 오차가 30m 이내로 범위로 적용할 수 있다.[3]

2.4 Lora 통신 특성 분석

Lora 통신은 GPS 신호의 수신에 원활한 개방구간보다는 원활하지 않은 경우에 판별기준으로 적용될 수 있으며, LTE 신호가 정상적으로 수신되지 않는 터널구간 같은 열악한 전파수신환경에서 거리에 따라 수신 신호가 감쇄하는 특성을 이용하여 Lora 신호의 수신신호세기 차이로 열차의 분리를 판별할 수 있다. 전파환경에 따른 특성값을 도출하여 평균값보다 20dB 차이인 경우나 지속적으로 최소 수신신호레벨 값이나 0으로 표시되는 경우에는 열차분리를 경고하도록 한다.[3]

3. 결론

국내에서 ETCS Level 3 호환시스템 운영을 준비하기 위하여 열차무결성 검지시스템에 대한 개발을 추진해 왔다. 현재 추진중인 TIDS는 GPS 신호 수신에 원활한 지역과 원활하지 않은 지역에 모두 적용할 수 있으며 여러 번의 시험을 거쳐 데이터를 확인하고 있다.

TIDS는 LTE와 Lora 통신을 동시에 사용하며 정해진 한계에 도달하면 열차분리를 기관실에 장착된 TCMS로 전달하여 적절한 조치를 한다. 향후 구체적인 알고리즘 개발과 파라미터 도출을 통하여 최적화된 시스템 개발을 추진할 것이다.

후 기

본 논문은 국토교통부(MOLIT)와 국토교통과학기술진흥원(KAIA)이 지원하는 철도기술연구사업 (20KTRP-B145987-03)의 일환으로 수행되었다.

참고문헌

- [1] 조한벽 외, 열차무결성 검지시스템 구조 및 시험, ITS 학회 춘계학술대회, pp. 545~550, 2019
- [2] Hanbyeog Cho, et al, "Train Integrity System Requirements for ETCS Level 3", ART 2018.
- [3] 광동용 외, ETCS Level 3 기반 화물 열차 무결성 검지 시스템 구현에 관한 연구, 한국통신학회논문지 Vol.45 No.09, pp1597-1603, 2020