

속도향상을 위한 이동권한 설계방안 연구

Study on Design of Movement Authority for Improvement of Speed

윤동건[†], 안진^{*}, 용성완^{*}, 고재호^{*}

Dong-Geon Yun, Jin Ahn, Sung-Wan Yong, Jae-Ho Ko

초 록 ERTMS/ETCS Level 1, 2 시스템은 유럽에서 실용화되어 운영되고 있으며, Level 3는 지속적인 연구와 시험이 진행되고 있다. 국내에서는 Level 1 시스템이 도입되어 운영되고 있으며, Level 2 시스템은 실용화 연구가 종료되었다. 또한 Level 3 시스템도 현재 연구 진행 단계에 있다. ERTMS/ETCS Level 2,3 시스템은 지상·차상 장치간 무선통신을 이용한 메시지 송·수신이 안전과 직결된 핵심 사항이다. 본 논문에서는 지상장치와 차상장치간 인터페이스 중 Movement Authority Message의 설계 방안을 제시하여 열차가 특정 구간에서 불필요한 감속을 해소함으로써 일정한 속도로 운행이 가능하고 열차운행의 최고속도 향상을 기대할 수 있다.

주요어 : ERTMS/ETCS, KTCS, 이동권한, Section, 열차제어

1. 서 론

ERTMS/ETCS(European Railway Traffic Management System / European Train Control System)은 유럽표준 열차 신호제어 시스템으로 3단계(Level 1,2,3)로 구분된다. 유럽에서는 Level 1,2 시스템이 도입되어 운영되고 있다. 국내에서도 Level 1 시스템이 전라선, 경춘선등 구간에서 운영중에 있으며 [1], ERTMS/ETCS Level 2의 요구사항을 기반으로 유럽표준(GSM-R) 통신시스템과 상이한 LET-R 통신 시스템이 적용된 KTCS(Korean Train Control System)-2의 연구가 완료되어 실용화될 예정이며, ETCS Level 3 기반 연구에 착수한 상황이다. 본 논문은 KTCS-3의 이동권한 정보인 “Movement Authority Message” 설계 방법에 대한 연구결과를 제시한다. ETCS Level 1 시스템의 이동권한은 열차가 특정역의 본선 운행시에도 감속의 제

약이 따르지만 라디오 통신을 이용하는 KTCS-3의 이점을 이용하여 특정역을 통과할 경우에도 감속이 필요 없는 Movement Authority Message 설계 방안을 제시하고 그에 따른 시뮬레이션을 수행하여 연구의 효율성을 입증 하였다.

2. 본 론

2.1 KTCS-3 시스템

ETCS Level 3는 라디오 통신(GSM-R)을 사용하여 안전한 이동권한 정보를 차상장치로 전송하는 시스템이다[2]. KTCS-3 시스템은 GSM-R 대신 LTE-R 라디오 통신을 사용한다. 지상장치인 RBC(Radio Block Center)는 라디오 통신 (LTE-R)을 사용하여 안전한 이동권한 정보를 차상장치로 전송한다. KTCS-3 시스템은 선로 변 신호기가 필요하지 않으며 기관사는 DMI(Driver Machine Interface)를 통하여 열차 제어정보를 확인한다. 선로변 설비는 연동장치, RBC, Balise로 구성된다. KTCS-3 구간에서 운행되는 열차는 열차 무결성 정보와 열차의 위치 정보를 RBC에게 보고해야 한다[3][4].

[†] 교신저자: 대아티아이(주) 철도기술연구소
(shybw@daeat i.co.kr)

^{*} 대아티아이(주) 철도기술연구소

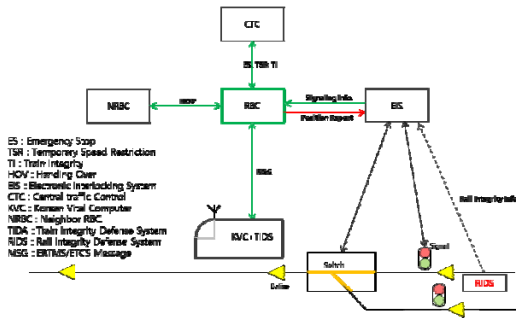


Fig. 1 KTCS-3 System

2.2 Section 및 이동권한 설계

2.1.1 Section 설계

이동권한은 Section으로 나누어 구성하므로 [2] Section 설계가 선행되어야 한다. 역간 이동 폐색 구간에서는 Balise를 기준으로 Section을 설계하며, 역 구내에서는 장내 신호기와 출발 신호기 사이의 거리를 기준으로 Section을 설계한다. ETCS Level 3는 Timeout 정보를 사용하지 않아 Section을 분할하지 않아도 무방하나 국내 여건상 역 구내에서 궤도정보 사용이 필수 적이므로 Section을 분할하는 방법을 선택하였다.

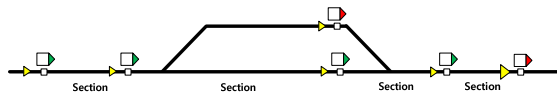


Fig. 2 Section Design

2.1.2 이동권한 설계

이동권한 설계는 역 구내를 통과하는 진로가 포함되어 있으면 역 구내 진로를 통과하는 진로 개수에 따라 이동권한을 설계해야 한다. Fig.3 과 같이 두 개의 진로로 되어 있으면 각각의 진로를 포함하는 이동권한이 설계되어야 한다.

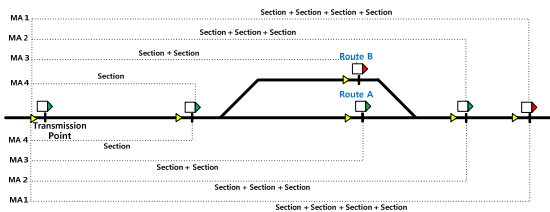


Fig.3 Movement Authority Design

본선 A 방향에 대한 이동권한 다음과 같이 설계한다. MA는 Movement Authority의 약어이다.

- A 방향 MA 1 : 4개 Section 이동
- A 방향 이동권한 MA 2 : 3개 Section 이동

- A 방향 이동권한 MA 3 : 2개 Section 이동
 - A 방향 이동권한 MA 4 : 1개 Section 이동
- 부본선 B 방향 진로가 있으면 B 방향에 대한 이동권한을 설계한다.

- B 방향 이동권한 MA 1 : 4개 Section 이동
- B 방향 이동권한 MA 2 : 3개 Section 이동
- B 방향 이동권한 MA 3 : 2개 Section 이동
- B 방향 이동권한 MA 4 : 1개 Section 이동

2.1.2 메시지 설계 검증

이동권한 설계 검증은 이동권한 메시지에 해당하는 4개의 Packet(Packet 15, Packet 21, Packet 27, Packet 5)을 설계하여 검증 테스트를 하였다[1][2]. 설계 검증을 위한 시험장비는 유럽 공인시험 기관인 Multitel사의 지·차상 통합 시뮬레이터를 사용하였다. Multitel사의 지·차상 시뮬레이터는 실제 RBC와 테스트를 진행하기 위한 시나리오 어플리케이션(MRL: Multi Rail Lab), 차상 장치 시뮬레이터(VCD: Vital Computer Debugger), DMI(Driver Machine Interface)로 구성된다.

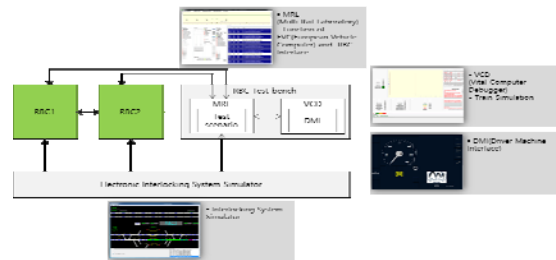


Fig.4 Test Equipment configuration

2.1.2.1 테스트 방법

테스트 방법은 MRL을 실행하여 RBC로부터 이동권한 정보를 수신 받을 수 있도록 하며, VCD와 DMI를 구동시킨 후 진행하였다. 시험 시나리오는 강릉선 만중~횡성 구간의 실제 열차 운행환경과 동일한 조건으로 수행하였다. 첫 번째 시험은 역간 폐색 구간에서 차상장치로 이동권한 전송 시 진로 정보를 사용하지 않고 설계한 경우와 두 번째 시험은 본 논문에서 제시한 진로정보가 포함된 이동권한을 설계하였다.

2.1.2.2 시뮬레이션 결과

폐색구간에서 역 구내의 진로 정보를 가지고 있지 않은 이동권한이 주어진 경우 열차

는 역구내 진입 전까지 선로전환기 속도에 영향을 받아 가장 제한적인 속도(30km/h)로 감속해야 한다. 하지만 진로 정보를 포함하고 있는 이동권한이 주어지면 열차는 역 구내에서도 감속 없이 운행 선구의 속도를 유지할 수 있다.

Fig.5 (a)는 폐색구간에서 역 구내의 진로 정보를 가지고 있지 않은 이동권한 설계의 결과를 나타내고 있다. KTCS 시험 열차는 역구내 진입 전까지 감속되어 운행되고 다시 기존 속도로 회복되는 시험 결과를 확인할 수 있다. Fig.5 (b)는 진로 정보를 가지고 있는 이동권한 설계의 결과를 나타내고 있다. KTCS 시험 열차는 역구내 진입시 감속 없이 운행되는 시험 결과를 확인할 수 있다.



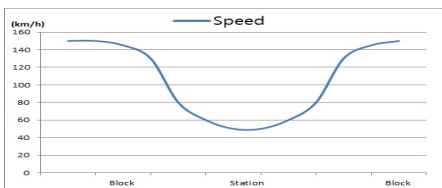
(a) Movement authority design test without route information



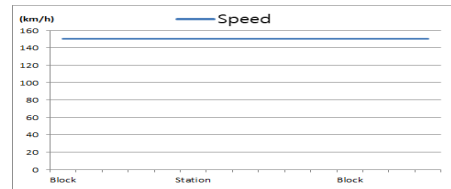
(b) Movement authority design test with route information

Fig.5 Simulation test

Fig.6은 시뮬레이터로 시험한 결과를 속도와 거리 값에 따른 결과값을 작성한 그래프이다. 진로 정보를 고려하지 않은 이동권한을 가지고 있는 (a)는 역 구내 진입 시 가장 제한적인 속도로 감속을 하게 되고 역 구내를 벗어나면서 기존 속도를 회복하게 된다. 반면 (b)는 진로 정보를 고려하고 있는 이동권한을 가지고 있으므로 역 진입 전부터 일정한 속도를 유지할 수 있다.



(a) MA without route information



(b) MA Containing route information

Fig.6 Comparison of test results

3. 결론

본 논문은 KTCS Level 3에서 속도의 효율성을 높일 수 있는 Movement Authority Message 설계 방법에 대한 연구결과를 제시하였다. 테스트는 실제 운영환경과 동일하게 시뮬레이션을 진행하였다. 본 연구를 통해 열차가 역 구내를 본선으로 통과할 경우 열차가 감속이 이루어지지 않은 결과를 제시함으로써 연구의 효과 및 효율성을 입증하였다. 본 논문의 메시지 설계 방법은 신호시스템 기반의 KTCS-3 노선에서 효과적으로 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 논문은 국토교통부 사업 “자동운전을 지원하는 ETCS L3급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체기술 개발” 사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Sun-ho Yoon, Jong-heon Lee, Jae-ok Jung, 2015, A Study on the ETCS L1 MA expansion using Automatic Block System, Proceeding of 2015 Spring Conference of Korean Society for Railway, Mokpo, Republic of Korea, pp 90.
- [2] ERA*UNISIG*EEIG ERTMS USER GROUP, 2006, ERTMS/ETCS Subset-026, Chap. 3, 7, 8.
- [3] Peter Winter. UIC, 2009, Eurail press, Compendium on ERTMS Chap. 5.3.
- [4] Peter Stanley, 2011, IRSE, Eurailpress, Chap. 2.1.