LTE-R 기반 철도 통신 서비스 동향

김영동*

동양대학교

Trends of Railway Communication Services based on LTE-R

Young-Dong Kim*

Dongyang University

E-mail : ydkim@dyu.ac.kr

요 약

고속철도 시스템은 열차의 운행에 요구되는 각종 제어 신호의 공급을 위해 LTE(Long Term Evolution)를 기반으로 하는 LTE-R(LTE-Railway) 방식의 이동통신 기술을 사용하고 있다. 본 논문에서는 LTE-R 기반 철도통신시스템에서 사용되는 응용서비스를 중심으로 철도통신의 기술 동향에 대하여 살펴보고, LTE-R 기술의 표준화 동향에 대해서도 고찰해 본다. 본 연구의 결과는 LTE-R 및 철도 이동통신의 연구 및 개발에 있어 기본 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

ABSTRACT

In high speed railway system, LTE(Long Term Evolution) based LTE-R(LTE-Railray) mobile technology is used to supply various control signal required for safty operation of train. In this paper, railway communication technology be used in railway communication system based on LTE-R is investigated in focused on application services. Standardization trends for LTE-R technology are also considered. Results of this study can be used as basic data for research and development of LTE-R and railway mobile communication.

키워드

LTE-R, GSM-R, Railway communication, Standardization

Ⅰ. 서 론

전기철도를 기반으로 하는 고속철도 시스템은 대량 및 안전 운송 수단을 대표하고 있다. 철도의 고속화는 다량의 열차를 조화롭게 운용하기 위해서 제어 수단의 확보를 필요로 한다. 열차의 고속 이동성이 증가함에 따라 운행 중에 발생될 수 있는 사고나 불미스런 일을 방지하기 위해서 열차와 열차, 열차와 제어센터 사이의 정보교환 및 신호의 송수신에 정교함이 요구된다.

고속열차의 제어 고도화는 전기적 방법에 기반한 통신 수단을 사용함으로서 가능하게 되었다. 전기철도시스템은 최근 들어 급속한 발전을 이루고 있는 이동통신 기술과 더불어 획기적인 변화를 맞고 있다. 유럽에서 개발된 ETCS(European Train Control System), ERTMS(European Rail Traffic Control System), 미국과 캐나다가 도입한 ACTS(Automatic Train Control System), CBTC(Computer Based Train Control system) 등이 대표적인 열차제어 시스템의 사례이며, 이 열차제어 시스템들은 이동통신 기술을 기반으로 제어 시스템을 구축하고 있다.

철도통신에서 사용되는 이동통신 기술은 열차제어 정보의 증가로 통신량이 늘어남에 따라 초창기 열차제어 시스템에서 사용하던 GSM(Global System for Mobile) 기반 GSM-R(GSM-Railway)을 넘어 최근 들어서는 LTE(Long Term Evolution)에 기반한 LTE-R(LTE-Railway)이 채택되고 있다.[1]

본 논문에서는 이와 같이 고속철도 시스템과 관련된 LTE-R 기반 철도통신 기술 및 통신 서비스에 대하여 살펴보고, 표준화 동향에 대해서도 고찰해 본다. 이를 통하여 철도통신 시스템의 이해 및 표준화 활동에 요구되는 기본적인 자료를

제공하고자 한다.

본 논문은 II장에 LTE-R, III장에 철도통신서비스, IV장에 철도통신표준화를 기술하고 V장에서 결론을 맺는다.

II. LTE-R

고속철도는 대량운송과 열차운행의 안정성을 확보하기 위해서 전기철도를 기반으로 하고 있다. 특히 열차운행의 안정성을 확보하기 위해 TCS(Train Control System)을 활용한 제어센터와 열차간, 열차와 열차간 제어 신호의 송수신을 비롯하여 음성통신, 화상통신, 통신망 관리를 위해서 고도화된 이동 통신 시스템의 지원을 필요로 한다.

TCS에서 사용되고 있는 이동통신 시스템에는 표 1에 제시한 바와 같이 GSM-R을 비롯하여 Wi/Fi, WiMax, 위성통신 등 다양한 방식이 있다. 표 1에 의하면 TCS에 사용되는 통신기술로는 GSM-R, Wi/Fi, WiMAX가 주로 사용되고 있으며, 그 외에 RoF(Raio over Fiber), LCX(Leaky Coaxial Cable) 등이 사용되고 있다.[1]

이 열차 궤도를 따라 구성되는 체인-셀 형의 LTE 기술이 사용된다.

LTE-R이 GSM-R에 대하여 가지는 장점을 살펴보면 통신속도에서 GSM-R의 10kbps에 비하여 10Mpbs로 월등히 고속일 뿐 아니라 표 2와 같은 특성이 있다.

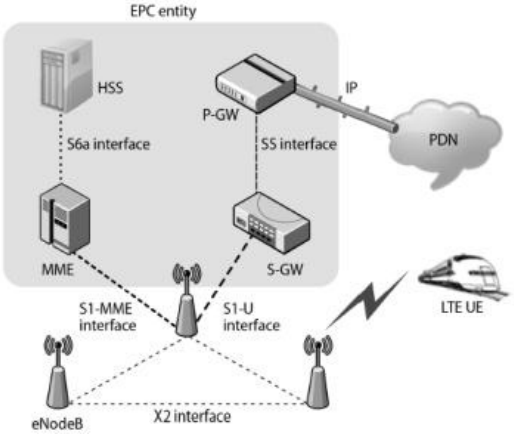

그림 1. LTE-R 네트워크 구성[3]

표 1. 철도통신시스템[1][2]

열차시스템	국가	속도: 평균/최대[km/H]	통신기술
TGV-POS	프랑스	320/574.8	위성(ETCS-2)
CRH380A/AL	중 국	300/487.3	GSM-R
AVE(RENFE)	스페인	310/403.7	GSM-R(ETCS-2)
ICE 3	독 일	330/362	GSM-R, Wi/Fi, Radiating Cables
ETR 500(Trenitalia)	이탈리아	300/362	GSM-R, Wi/Fi, Radiating Cables
KTX-I	대한민국	330	Wi/Fi(ATC)
Eurostar	유 럽	330/334.7	Wi/Fi, WiMAX(ETCS-2)
N700 Shinkansen	일 본	275/332	LCX
THSR 700T	대 만	300	RoF, WiMAX
Acela(Amtrak)	미 국	240/265	GSM-R, Wi/Fi
Pendolino	핀란드	250	Flash-OFDM, WiMAX

표 1에서 제시된 바와 같이 여러 나라의 TCS에 도입되어 있는 GSM-R 방식은 호설정시간, 호설정실패율, 데이터전송지연, 에러율, 데이터전송실패기간 등과 같은 전송성능의 척도와 관련하여 양호한 성능을 보여주고 있다.[1]

한편 이동통신 기술의 발달로 GSM 기술이 LTE 기술로 대체됨에 따라 철도통신 분야에서도 GSM-R 기술의 단점을 보완하고 안정성을 확보하기 위해 LTE를 기반으로 LTE-R 기술이 도입되고 있다.

LTE-R은 그림 1과 같이 LTE 기반 이동통신 시스템을 사용하여 고속으로 이동하는 열차의 운행에 요구되는 각종 데이터, 신호 및 정보의 송수신을 지원하는 기술이다. 철도통신에서 사용되는 LTE-R은 셀룰라형 LTE 기술과 달리 그림 2와 같

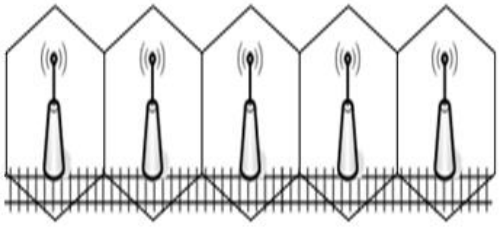

그림 2. LTE-R의 체인-셀

표 2. GSM-R과 LTE-R 비교[1][4]

파라미터	GSM-R	LTE-R
주파수	400/900/1800㎒	718-728, 773-783
사용자	ATC	ATC
표 준	ERTMS, EIRENE	UIC, 3GPP LTE
데이터율	<10kbps	~10Mbps
영 역	1~10㎞	0.2~1㎞
이동성	~500㎞	~350㎞
음성 서비스	그룹호출/방송호출 철도비상호출 기타	그룹호출 철도비상호출 기타

Ⅲ. 철도통신서비스

LTE-R 기반 철도통신은 열차제어 서비스 이외에 표 3과 같은 서비스가 가능하다.

표 3에 의하면 LTE-R 기반 철도통신의 주요 서비스에는 열차제어서비스, 열차 운행 및 유지관리서비스, 실시간 열차/설비 감시 서비스, 실시간 열차안전 서비스, 차내 승객 서비스, 화물 열차 정보서비스, 건널목 정보 서비스 등이 있으며, 이외에 기타 서비스로 e-티켓팅 서비스, 영상 서비스, 각종 어플리케이션 제공 서비스, 네트워크 감시 서비스, 멀티미디어 서비스 등이 있다.

표 3. LTE-R 기반 철도 통신 서비스

구 분	서비스
열차제어 서비스	- 열차 위치 정보전송 - 열차속도제어 정보전송 - 열차진로제어 정보전송
열차운행 및 유지관리 서비스	- 관제 무선통신 - 역내 무선통신 - 휴대 무선통신 - 차량내 무선통신 - 승강장 무선통신
실시간 열차/설비 감시 서비스	- 주행중인 열차상태 감시 - 철도 설비 모니터링 - 안전 설비 모니터링
실시간 열차안전 서비스	- 역사내 상황 모니터링 - 승강장내 상황 모니터링 - 기관실내 상황 모니터링 - 차량내 상황 모니터링 - 사고 발생시 상황 전파 - 유지보수시스템과 연계
차내 승객서비스	- 차량내 승객 서비스
화물열차 정보 서비스	- 화물 이동경로 추적 - 철도 CY내 화물 속성인식 및 실시간 정보확인
건널목 정보 서비스	- 차량제어기반 신호연동 건널목
기타 서비스	- e-티케팅 - 영상 서비스 - 각종 어플리케이션 제공 - 네트워크 감시(유지보수) - 멀티미디어 서비스

Ⅳ. 철도통신표준화

철도 환경 및 철도 통신 환경은 나라와 도시에 따라 각기 다른 특성을 가진다. 따라서 표준화된 LTE-R 기술 및 서비스를 제정하는 것은 철도 산업의 표준 뿐만 아니라 철도통신의 표준을 확보한다는 의미에서 매우 중요한 일이다.

LTE-R의 표준에 관한 연구는 국제표준기구로서 ITU (International Telecommunication Unit), 국제철도기구 및 철도 관련 분야 산업체 등이 참가하여 활동 중에 있으며, 국내 기구로서는 TTA(Telecommunication Technology Association)가 LTE-R에 관한 표준을 제정 관리하고 있다.

TTA가 제정한 LTE-R에 관한 표준은 표 4와 같이 LTE 기반 철도 통신에 관한 기능 요구 사항, 사용자 요구 사항, 철도통신시스템 요구 사항 등이 있다.

LTE-R과 관련한 서비스 요구 사항에는 음성호 서비스, 데이터 서비스, 비디오 서비스, 호 서비스, 철도 서비스 등으로 분류되어 각각에 대한 서비스 요구 사항이 규정되어 있다.

표 4. LTE-R 관련 TTA 표준[5][6][7]

번 호	제 목	날 짜
TTAK.KO -06.0369	LTE 기반 철도통신 기능 요구사항	2014.10.13
TTAK.KO -06.0370	LTE 기반 철도통신 사용자 요구사항	2014.10.10
TTAK.KO -06.0407	LTE 기반 철도통신 시스템 요구사항 (일반·고속철도)	2015.12.16

Ⅴ. 결 론

본 논문에서 전기철도 기반 고속철도의 대량 수송과 안전 운행을 위한 각종 제어 시스템을 지원할 기반 수단으로서 LTE-R에 대하여 기술, 서비스 및 표준화 활동의 동향에 대하여 고찰하여 보았다.

2025년 완성을 목표로 개발이 진행 중에 있는 LTE-R에 요구되거나 사용되어질 철도통신 표준 및 부가 서비스를 정의하고 이를 지원할 기술의 표준을 확보하는 것은 철도통신의 국내 및 국제 경쟁력 확보를 위해 매우 중요한 과정이다.

국내에서 활발하게 연구가 진행중인 사물인터넷인 IoT(Internet of Things) 기술 및 교통관련 센서네트워크 기술을 철도통신에 활용하고 이를 LTE-R 기반으로 최적화하는 일련의 연구가 철도통신의 기술의 발전을 위해서 필요하다.

참고문헌

[1] Y. Kim, "Trends of Mobile Communication Technologies for Electric Railway Systems", Proceedings of ICFICE2016, June, 2016.
[2] S. Banerjee, M. Hempel, H. Sharif, "A Survey of Wireless Communication Technologies & Their Performance for High Speed Railways", Journal of Transportation Technologies 6, pp.15-29, 2016.
[3] Y. Kim, H. Hwang, B. Lee, M. Lim, K. Choi, "A study on LTE-R network utilization for test line tram building", Proceeding of KICS2014, pp.632-633, 2014.
[4] J. Choi, H. Cho, H. Oh, K. Kim, M. Bhang, I. Yu, H. Ryu, "Challenges of LTE High-Speed Railway Network to Coexist with LTE Public Safety Network", Proceeding of ICACT2015, 2015.
[5] TTA, "Functional Requirements for LTE based Railway Communication System", Standards, TTAK.KO-06.0369, 2014
[6] TTA, "User Requirements for LTE based Railway Communication System", Standards, TTAK.KO-06.0370, 2014
[7] TTA, "LTE based Railway Communication System Requirements (Coventional and High Speed Railway)", Standards, TTAK.KO-06.0407, 2015.