LTE-R 기반 철도 통신 표준화 동향

김영동
동양대학교

Standardization Trends of Railway Communication based on LTE-R

Young-Dong Kim
Dongyang University
E-mail : ydkim@dyu.ac.kr

요 약

LTE(Long Term Evolution)를 기반으로 한 LTE-R(LTE-Railway)은 철도통신기술의 하나로 열차운행에 필요한 각종 제어 신호 공급 및 다양한 통신 서비스 제공을 위해 활발하게 도입되고 있다. 본 논문에서는 LTE-R을 기반으로 하는 철도통신기술 및 서비스에 대하여 살펴보고, 철도통신과 관련한 국내외 LTE-R 표준화 동향에 대해서 고찰한다. 본 연구 결과는 LTE-R 기반 철도통신의 연구 및 시스템 개발을 위한 기본 자료로 활용될 수 있다.

ABSTRACT

One of railway communication technology, LTE(Long Term Evolution) based LTE-R(LTE-Railway) is rapidily adopted to supply various control signal and to supply diverse communication service be needed for safety operation of train. In this paper, railway communication technology and service based on LTE-R is studied. And domestic an international standardization trends of related on railway communications are investigated. Results of this study can be used as basic data for research of railway communication based on LTE-R and development of railway communication systems.

키워드
LTE-R, Railway, Communication, Technology, Service, Standardization

Ⅰ. 서 론

대용량의 안전한 육상운송수단으로 자리한 전기철도시스템은 열차의 신속, 정확, 안전한 운영을 위해 적절한 수준의 열차 제어시스템의 사용을 필요로 한다.

고속열차 제어시스템은 열차 운행에 필요한 열차와 열차, 열차와 제어센터 간의 신호 송수신 및 정보 교환을 지원하며, 열차제어 시스템의 고도화는 고속열차의 안전운행을 위한 필수적 조건이다.

고도화된 열차 제어시스템에는 대표적으로 ETCS (European Train Control System), ERTMS(European Rail Traffic Control System), ACTS(Automatic Train Control System), CBTC(Computer Based Train Control system) 등이 있다.[1][2]

철도통신시스템에는 고속열차 제어시스템의 기반기술로서 GSM-R(Global System for Mobile - Railway), LTE-R(Long Term Evolution - Railway) 등의 이동통신기술이 주로 사용되고 있으며, 최근 들어 GSM-R에서 LTE-R로 전환 추세에 있다.[1][2]

고속철도 시스템에 적합한 핵심기반술로서 LTE-R 기술의 표준화는 철도 통신 기술의 국제화 및 국내 기술의 규격 확립을 위해 매우 중요한 일이다.

본 논문에서는 이와 같은 철도통신기술의 하나로 LTE-R의 발전 동향 및 이 기술의 표준화 동향을 개략적으로 고찰한다. 이를 통하여 본 논문은 철도통신 시스템의 발전 및 표준화에 대한 기본적인 자료를 제공하고자 한다.

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

Ⅱ. 철도통신기술

전기철도에 기반한 대량운송 체계로서 고속철

도는 열차운행의 안정성과 정확성을 확보하기 위하여 이동통신기술을 중심으로 하는 철도통신 시스템을 사용하고 있다.

철도통신 시스템은 열차제어체계인 TCS(Train Control System)의 기반 기술로서 열차운행 및 제어에 요구되는 제어센터와 열차간, 열차와 열차간 신호 송수신 뿐아니라 음성 및 영상 통신, 통신 네트워크 관리 등의 통신 서비스를 열차제어 시스템에 지원한다.

TCS에 사용되고 있는 이동통신기술에는 표1과 같이 Wi/Fi, WiMac, 위성통신, RoF(Raio over Fiber), LCX(Leaky Coaxial Cable), GSM-R 등여러 기술이 있다.[1][2]

표 1에서 대표적인 철도통신기술로서 GSM-R은 육상이통통신기술인 GSM을 기반으로 개발된 기술로서 호설정시간, 호설정실패율, 데이터전송지연, 에러율, 데이터전송실패기간 등의 전송성능 척도와 관련하여 비교적 양호한 성능을 나타낸다.[1][2]

GSM-R은 전송과 관련하여 일정 정도 양호한 성능을 제공함에도 불구하고 일반통신망과의 인터페이스 문제, 200㎑급 19채널의 채널 용량 문제, 채널 단위 9.6kbps의 전송속도, 400㎳의 지연 등으로 인한 고급 및 신규 서비스 수용 문제 등에서 한계점을 들어내고 있다.[3]

표 1. 철도통신기술의 예[1][2][4]

국 가	속도[km/H] 평균/최대	통신기술(제어방식)
프랑스	320/574	위성(ETCS-2)
중 국	300/487	GSM-R(CTCS-3)
스페인	310/403	GSM-R(ETCS-2)
독 일	330/362	GSM-R, Wi/Fi, Radiating Cable
이탈리아	300/362	GSM-R, Wi/Fi, Radiating Cable
대한민국	330	Wi/Fi(ATC)
유 럽	330/334	Wi/Fi, WiMAX(ETCS-2)
일 본	275/332	LCX(ATACS)
대 만	300	RoF, WiMAX, TETRA(D-ATCS)
미 국	240/265	GSM-R, Wi/Fi(PTC)
핀란드	250	Flash-OFDM, WiMAX

III. LTE-R

GSM 기술이 LTE 기술로 대체되는 추세에 따라 철토통신기술에서도 GSM-R 기술의 단점을 보완하기 위해 LTE 기반 철도통신 기술인 LTE-R이 점차 도입되고 있다.

LTE-R은 그림 1과 같이 MME(Moblity Management Entity), HSS(Home Subscriber Server), GW(Gateway), eNB(Evoloved Node B), LTE-UE(LTE-User Equipment), 인터페이스 등으로 구성되며, PDN(Packet Data Network)과 연결되어 열차 운행에 요구되는 각종 데이터, 신호 및 정보의 송수신을 지원하는 기술로 그림 2와 같이 철로를 따라 체인-셀의 형태로 구축되어 운영된다.

LTE-R은 GSM-R과 달리 신호변조, 셀크기, 데이터속도 및 전송방법, 핸드오버 등에서 여러 통신 성능 파라미터에서 상당히 강한 특징을 보여 열차운행과 관련하여 요구되는 각종 정보의 송수신, 기존의 통신 서비스 지원, 신규 통신 서비스 도입 및 구축에 매우 유리한 장점이 있다. GSM-R과 비교한 LTE-R의 특징은 표 2와 같다.

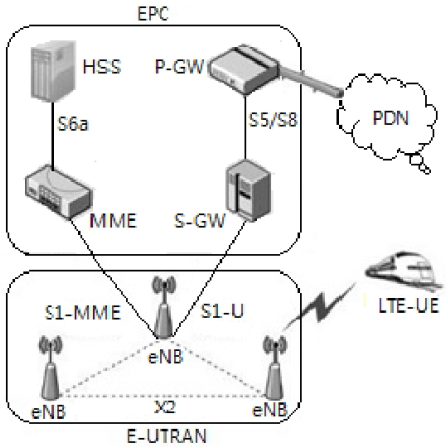

그림 1. LTE-R 네트워크 구성[5]

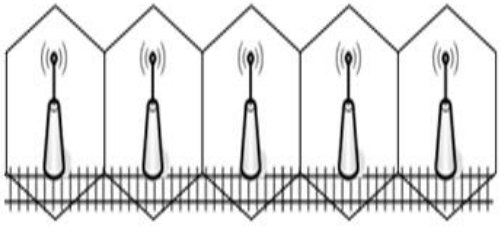

그림 2. LTE-R의 체인-셀[1][2][5]

LTE-R이 제공하는 철도통신 서비스로는 열차제어 서비스, 열차운행/유지관리 서비스, 실시간 열차/설비 감시서비스, 실시간 열차안전 서비스, 차내 승객 서비스, 화물열차 정보 서비스, 건널목 정보 서비스 등의 주요 서비스가 있다.

열차제어 서비스는 열차위치, 속도 및 진로 등의 제어와 관련되며, 열차운행/유지관리 서비스는 관내, 역내 및 휴대 무선통신을 지원하는 서비스로 차량내 및 승강장 무선통신 등이 포함된다. 실시간 열차/설비 감시 서비스는 열차상태, 철도설비, 안전설비 등의 감시 기능을 제공하며, 실시간 열차안전 서비스는 역사, 승강장, 기관실, 차량 등의 내부 상황을 모니터링하고 사고 발생을 전파한다. 화물열차 정보 서비스는 화물의 이동경로

추적 등을 제공하며, 건널목 서비스는 차량 제어기반 신호연 결 건널목 관리를 담당한다. 차량승객 서비스는 차량내 승객에 대한 서비를 제공한다.

기타 부가 서비스로 e-티케팅, 영상 및 멀티미디어 서비스, 어플레케이션 제공 서비스, 네트워크 유지보수 서비스 등이 있다.

표 2. GSM-R과 LTE-R 비교[1][2][3][6][7]

파라미터	GSM-R	LTE-R
주파수	870~880/921~925㎒	718~728/773~783㎒
대역폭	0.2㎒	10㎒
변 조	GMSK	SC-FDMA/OFDMA
셀크기	8㎞	4-12㎞
데이터 속도	(DL/UL)172/ 172kbps	(DL/UL)75/37Mbps
데이터 전송	음성호연결	패킷교환 (UDP데이터)
MIMO	-	2×2
이동성	≤500㎞/h	≤500㎞/h
핸드오버	하드	소프트
	성공율≥99.5%	성공율≥99.9%
사용자	ATC	ATC
표 준	ERTMS, EIRENE	UIC, 3GPP LTE
음성 서비스	그룹/방송/비상호출	그룹/비상호출

Ⅳ. 철도통신표준화

철도분야의 시설 및 운영환경은 철도통신환경을 포함하여 나라, 도시 및 자연적 조건에 따라 매우 상이한 특성을 가진다. LTE-R 통신 기술의 표준의 제정은 철도산업의 표준화 뿐만 아니라 철도통신 환경의 설치 및 운영의 표준을 구축하는 것으로 철도산업 전반에 미치는 영향이 매우 크다.

LTE-R의 표준은 통신분야 국제표준기구인 ITU(International Telecommunication Union)을 비롯하여, 국제철도기구, 철도관련분야 연구소 및 산업체 등에서 제정에 관여하고 있다. 국내에서는 IT 관련 전분야에 대한 표준업무를 담당하는 한국정보통신기술협회 TTA(Telecommunication Technology Association)가 LTE-R 관련하여서도 주도적으로 국내표준을 제정 및 관리하고 있다.

표 3에 제시된 LTE-R과 관련한 철도통신 분야 국내 표준으로는 LTE-R 기반 철도통신에 관한 요구사항으로 기능 요구사항, 사용자 요구사항, 시스템 요구사항, LTE 기반 철도 통신 구조, LTE 기반 철도통신시스템과 기존 철도통신시스템과의 상호연동 규격, LTE 기반 철도통신 시험 규격 등이 있으며, 기술보고서로 철도통신 시스템의 차량 이동국 등이 발표되어 있다.

이외에 TTA가 주도하는 표준 활용/개발 맵 Ver.2018의 10대전략 및 22대 중점기술분야의 공공안전/재해분야 ICT[8]와 5G 이동통신분야[9]에 철도통신과 철도통신망이 포함되어 있다.

국제표준활동으로는 ITU-R SG5가 주도하는 차량 및 철도통신 시스템 기술권고 및 보고 제/개정 논의 등이 있다.[8] ITU-R WP5A에서는 미래 철도통신에 적용될 주파수 관련 논의가 진행중에 있다.[9] 또한 ITU-R 보고서 ITU-R M.2395-0에는 우리나라의 원주-강릉 노선의 LTE-R 기술이 구성도 및 기술 규격과 더불어 제시되어 있다.[7]

표 3. LTE-R 관련 TTA 표준[1][2][10]

번 호	제 목	제개정일
TTAK.K-06.0369	LTE 기반 철도통신 기능 요구사항	2014.10.13
TTAK.KO-06.0370	LTE 기반 철도통신 사용자 요구사항	2014.10.13
TTAK.KO-06.0437	LTE 기반 철도통신 시스템 요구사항(일반·고속철도)	2016.12.27
TTAK.KO-06.438	LTE 기반 철도통신 시스템 구조(일반·고속철도)	2016.12.27
TTAK.KO-06.457	LTE 기반 철도통신시스템과 기존철도 통신시스탬과의 상호연동 규격	2017.12.13
TTAK.KO-06.458	LTE 기반 철도통신 시스템 성능 시험 규격	2017.12.13
TTAR-06.0175	LTE 기반 철도통신 시스템의 차량 이동국(기술보고서)	2016.11.4

한편, 미래 기술로서 5G(Generation) 통신에서 철도통신분야의 기술에 관한 특허출원은 1992년부터 2017년 기간에 총 85건으로 같은 기간 5G 이동통신분야 전체 특허 24,904건에 비해 0.34%로 매우 미약한 것으로 나타나 연구 결과 및 표준의 보호를 위한 활동의 활성화가 절실히 필요한 것으로 나타났다.[9]

Ⅴ. 결 론

본 논문에서는 2025년 완성을 목표로 개발이 진행중에 있는 LTE-R을 기반으로 하는 철도통신 시스템의 기술, 서비스 및 표준화 활동의 동향에 대하여 고찰하여 보았다.

미래 고속철도시스템의 핵심 기술인 LTE-R에 관한 표준의 개발 및 확보는 철도산업전반 뿐아니라 철도통신의 국내외 경쟁력 제고에 있어서 매우 중요한 일이다.

표준의 제/개정을 비롯한 표준화 활동이 일정 수준 진행되는데 반해 개발된 연구 결과 및 표준 관련 특허 등록 등의 기술 보호 활동은 매우 미약한 것으로 나타나 이에 대한 활성화가 절실히 필요한 것으로 보인다.

본 연구의 결과는 철도교통을 포함하여 고속 대량 교통과 관련한 사물인터넷, 센서네트워크 등으로 LTE-R 기술을 확장함에 있어 기본 자료로 활용될수 있을 것으로 생각되며, 철도통신과 관련한 국내 표준화 연구에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] Y.Kim, "Trends of Railway Communication Services based on LTE-R", Proceedings of KIICE2016, May, 2016.

[2] Y. Kim, "Trends of Mobile Communication Technologies for Electric Railway Systems", Proceedings of ICFICE2016, June, 2016.

[3] R. He, B. Ai, G. Wang, K. Guan, "High-Speed Railway Communications : From GSM-R to LTE-R", IEEE Vechicular Technology Magazine, Sept., 2016.

[4] 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.

[5] Y. Kim, "Transmission Performance of Application Traffices on High Speed Railway Communications", Journal of KIECS, Vol.12, No.5, Oct., 2017.

[6] 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.

[7] ITU-R, Introduction to railway communication systems, Report ITU-R M.2395-0, Nov., 2016

[8] TTA, ICT Standardization Strategy Map Ver.2018, 1-V, Dec., 2017

[9] TTA, ICT Standardization Strategy Map Ver.2018, 2-I, Dec., 2017.

[10] TTA Homepage, www.tta.or.kr