

# LTE를 기반으로 하는 차세대 철도 통합무선망 및 표준화 기술연구

## A Study on Technologies and Standards of Future Railway Mobile Telecommunication Based on LTE

박 덕 규, 윤 병 식\*, 김 준 식\*, 이 숙 진\*, 김 경 희\*\*, 김 용 규\*\*  
 목원대학교, 한국전자통신연구원\*, 한국철도기술연구원\*

Duk-kyu Park, Byungsik Yoon\*, Junsik Kim\*, Sukjin Lee\*, Kyung-Hee Kim\*\*, Yong-Kyu Kim\*\*  
 Mokwon University, ETRI\*, KRRI\*\*

### 요약

본 논문에서는 미래 철도통신에서 필요로 하는 통신요구사항과 기능에 대해 분석하고, 가장 적합한 통신방식으로 예상되는 LTE 무선통신기술이 분석한 철도통신 요구사항을 만족하는지를 검토하였다. 또한 최근 유럽에서 진행되는 차세대 철도 무선망의 표준화 동향과 구축일정에 대해 설명하고 국내 추진방향을 제안한다.

## 1. 서론

우리나라 국토해양부는 「제2차 국가철도망 구축계획(2011~2021)」을 발표하여, 의욕적으로 낙후된 국내철도 시설의 선진화 및 철도운영의 효율화를 계획하고 있다. 특히 2012년 10월에 「철도 통합무선망 구축기본계획」을 수립하여 철도무선망에 대한 국가 R&D를 통해 관련 설비의 개발 및 성능 확인을 통한 상용화를 조기에 확보하고, 국내 제조사 및 국내기술력을 기반으로 철도통신·신호·관제 관련 기술의 산업화를 지원할 예정이다[1][2].

여기에서는 철도통합무선망을 구축하기 위한 요구사항을 분석하고, 「철도 통합무선망 구축기본계획」에서 무선망 구축을 위한 통신방식으로 결정한 LTE (Long-Term Evolution)을 기반으로 국제 표준화기술과 동향을 분석한다. 또한 유럽을 중심으로 관련 통신방식의 표준화 현황과 구축일정을 설명한다.

## 2. 철도 통합무선망 요구사항

### 2.1 철도 통합무선망 일반적 요구사항[3]

- (1) 높은 이동속도: 500 km/h이상의 운행속도, 마주 오는 열차 간 직접통신을 고려하여 1000 km/h의 이동성 보장.
- (2) 광대역 무선 전송기술: 다양한 승객서비스 뿐 아니라 무인운전을 위한 객실상황 모니터링 등의 영상 전송기능
- (3) 짧은 통신 지연시간: 긴급 상황에서 음성통화 연결 시 1초 이내의 호 설정 필요.
- (4) 높은 신뢰성 및 가용성(Network Reliability and Availability)  
: 통신신뢰성과 다양한 장애시 연속적인 통신이 가능한 무선망
- (5) Quality of Service (QoS) 지원 기능: 다양한 서비스 혹은 트래픽 종류에 따라 QoS 지원.
- (6) 전용 주파수 및 네트워크 : 상용망과 분리된 전용 유무선 네트워크 구성을 통한 높은 안정성유지.

- (7) 공개 표준(Open standard) : 무선통신 규격을 기반으로 검증된 장비를 통한 안정성확보 및 상호운용 기능.

### 2.2 철도 통합무선망 기능적 요구사항

상용통신망과 달리 특별한 기능을 요구하며, 이것은 안전성, 정시성, 효율성, 고장 및 재난대응에 긴밀하게 연관된다.

- (1) 열차제어를 위한 통신기능 : 운행 중인 열차와 관제 센터간 열차위치 및 상태정보, 전송에러 확률 시간당 1%미만
- (2) 네트워크 및 커버리지 이중화기능 : 특정 망 혹은 특정 기지국에서 장애발생 시 자장을 주지 않도록 설계.
- (3) 영상 감시기능 : 객실 영상 실시간 감시, 열차 선로 주요 시설에 대한 영상 전송 기능을 통한 모니터링 수행.
- (4) 철도전용 음성통화 기능 : 기관사와 관제소간의 관제 음성, 비상, 그룹통화, 철도 종사자를 위한 방송 등을 지원.
- (5) 철도전용 음성 호처리 기능 : 사고·에 발생시 기관사 혹은 관제사가 즉시 대응할 수 있는 기능(표 1) 참조

표 1. GSM-R의 호 설정 시간

Item	Communication Type	Demand value
Class I	Railway emergency call	≤ 1s
Class Ia	M to M urgent group call	≤ 2s
Class II	General operation call	≤ 5s
Class III	Low priority call	≤ 10s

## 3. 표준화 동향

### 3.1 세계 이동통신(3GPP) 표준화 동향

철도 통신망의 요구사항과 유사하고, 정부가 지원하는 특수 목적의 자가 통신망이라는 특징을 가지고 있는 재난통신망 (Public Safety Network)과 연계하여 LTE 기반

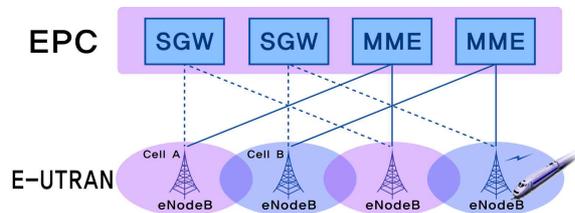
의 차세대 철도 통신 표준화가 진행 중에 있다. 현재 3GPP에서 표준화가 진행 중인 항목들 중 철도통신과 연관된 기능은 다음과 같다.

- (1) 그룹통화 기능 : 3GPP에서는 그룹 통화의 요구사항을 수용하는 LTE기반 그룹통화 규격을 현재 제정 중이며, 이 규격은 2014년까지 완성될 3GPP Rel-12 규격에 포함될 예정.
- (2) 단말간 직접통신 기능: 3GPP에서는 근접통신(ProSe : Proximity-based Services) 개념으로 직접통신 규격을 제정하고 있으나, 단말간 직접통신을 위한 무선접속 규격까지 변경할 경우, 2014년까지 마무리하여야 하는 3GPP Rel-12 기간 내에 규격이 마무리되기 어려울 수도 있다.
- (3) PTT (Push to Talk) 기능: 현재의 PTT over Cellular 규격은 특수 임무통신을 지원하기에는 부족하다. 따라서 활용 가능하도록 PTT 규격 변경이 이루어질 예정이다.
- (4) 고속열차를 위한 모바일 릴레이 기능: 300km/h 이상의 고속 열차에서 원활한 핸드오버와 각종 승객 서비스를 위한 Mobile Relay for Train 규격 연구가 진행 중이며, 현재는 활용사례, 요구사항 등 기초 연구가 진행 중이다.

### 3.2 세계 철도연맹(UIC:) 표준화 현황[4]

2013년 UIC(International Union of railway)는 차세대 철도 통신 솔루션 개발을 목표로 Future Railway Mobile Tele communication System(FRMTS) 프로젝트를 진행 중이다. 특히 UIC는 2013년부터 3GPP 표준화단체와 협력하여 통합무선망 요구사항을 LTE 기반의 통신규격에 반영하도록 노력하고 있으며, 핵심적으로 논의 중인 사항은 다음과 같다.

- (1) LTE 네트워크 가용성 및 신뢰성: 알카텔 루슨트 벨 연구소에서는 LTE의 네트워크 가용성과 신뢰성에 대한 분석을 하였으며, 그 결과 GSM-R 보다 높은 네트워크 가용성과 신뢰성을 보장한다고 발표하였다.
- (2) 철도전용 음성 통화 기능: LTE의 무선접속 규격과 코어 네트워크의 대규모 변화 없이 IMS(IP Multimedia Sub -system)에서 각종 음성통화 서비스가 지원될 것으로 예측.
- (3) 고속 이동속도에서 무선통신 기능: LTE는 낮은 주파수 대역에서 최대 500km/h의 무선 접속이 가능하지만 다양한 이동속도 및 주파수 변화에 따른 무선링크 성능을 검증할 필요가 있다.
- (4) 셀 커버리지 이중화 기능 : [그림 1]과 같이 인접 기지국과 다른 주파수밴드를 사용하여 이중화하여야 한다.

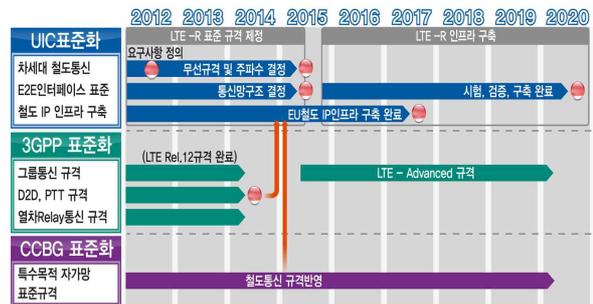


▶▶ 그림 1. 셀 커버리지 이중화 기능

- (5) LTE/LTE-R 기능비교 : 현재까지 기술 및 표준화 동향과 과거 GSM-R 표준 규격분석을 기반으로 향후 LTE-R의 규격을 고려하면 <표 2>와 같이 발전할 것으로 예상된다. LTE-R에 대한 표준화 및 유럽 구축일정은 [그림2]와 같다.

표 2. LTE와 LTE-R의 성능 및 기능비교

Function/Performance	LTE	LTE-R	Note
Speed	350 km/h	500 km/h	
Railway voice service	Not available	Group call, Broadcast call, Railway Emergency call	IMS based
Railway call process	Not available	FA, LDA, Fast call setup	IMS based
Network	Public network	Dedicated network	IP based
Duplicate cell coverage	Not available	LTE based duplicated cell coverage scheme	
QoS for mission critical application	Not available	QoS control for railway application	



▶▶ 그림 2. LTE-R 표준화 및 유럽의 LTE-R 구축일정

### 4. 국내 향후 추진방향

2012년 국토교통부는 “국가 철도망 구축 기본계획”을 수립하여, 철도 전용 주파수 소요제기를 방통위에 신청하였다. 방통위의 “철도 전용주파수 연구반”에서는 다음과 같은 결론을 도출하였다. 첫째, LTE 무선통신 방식을 제안하였다. 둘째, 소요주파수 대역폭은 상·하향 각각 5MHz의 대역폭이 검토되었다. 셋째, 후보주파수 대역으로 700MHz, 1.8GHz, 2.5/2.6GHz 대역으로 판단하였고, 가능한 낮은 주파수 대역을 권고하였다. 이러한 제안을 바탕으로 2012년 하반기부터 2.6GHz 대역의 시험주파수 10MHz 대역을 방통위로부터 할당을 받아 일로역~대불역간 11km 구간에서 LTE 기반 철도 통합무선망의 각종 기능들에 대한 시험을 진행 중에 있다

### 5. 결론

국내에서 LTE를 기반으로 하는 차세대 철도 무선통합망 구축 계획은 매우 적절한 결정으로 추정되며, 조속히 구축되어야할 국가적인 과제라고 할 수 있다.

### ■ 참고 문헌 ■

- [1] 김사혁, 정보통신정책연구원, “국가 철도전용 통합무선망 구축 방안 및 효과 분석 보고서”, 2012
- [2] 박덕규, 한국방송통신전파진흥원, “차세대 철도 통합무선망 구축을 위한 철도 전용주파수 할당에 관한 연구”, 2012
- [3] M. Aguado, etc. “Broadband communication in the high mobility scenario: the WiMAX opportunity”, WiMAX New Developments, pp. 429-441, 2009.
- [4] UIC Spec., Railway Mobile Communication System User Requirement Specification, 2010.