

철도통합무선망(LTE-R)의 안정적인 운영을 위한 이중화 구축 방안 연구

표승호

한국산업기술대학교 정보통신학과

A Study on the Establishment of Redundancy for Stable Operation of Integrated Railway Network (LTE-R)

Seung-ho Pyo

Department of information & communication, korea Polytechnic university

요약 LTE 시스템은 2014년 4월 16일 세월호 참사이후 정부는 재난 상황에 신속한 대처를 위하여 통합된 재난안전 통신망을 조속히 구축하기로 결정하고 8대분야 333개 기관이 통합된 재난안전통신망을 구축하기로 하였다(미래창조 과학부 재난망 기술 방식 선정완료). 주파수는 700MHz 대역으로 철도통합무선망인 LTE-R, 연근해통신망인 LTE-M을 통합 운용하기로 하였다. 철도 무선통합망인 LTE-R과 관련 국토 교통부는 현재 음성통신 위주의 통신시스템인 VHF, TRS를 사용하고 있는 국내 철도통신시스템이 앞으로는 첨단화-지능화 되어가는 철도서비스 수요에 대응하기 위해 고속에서 대용량 정보전송이 가능한 LTE-R이 구축됨에 따라 무선기반 열차제어 등 첨단 서비스 제공이 가능해지고 철도안전 향상이 가능 하다. 2018년 이후 개통되는 신규 노선과 개량시기가 도래하는 기존 노선에 총 1조 1천억 원을 투입하여 2027년까지 일반·고속철도의 모든 노선을 LTE-R로 구축하는 것을 목표로 한다.

Abstract The LTE system decided to build an integrated disaster safety communication network in order to cope with disasters quickly after the April 16, 2014 disaster, and 333 agencies in 8 areas will build a unified disaster safety communication network. It plans to integrate LTE-R, a railway integrated wireless network, and LTE-M, a land-based communication network, in the 700MHz band. LTE-R, a wireless integrated network, and the Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, are currently using VHF and TRS, which are voice communication-oriented communication systems, in order to cope with demand for high-speed railway service, With this possible LTE-R, it is possible to provide advanced services such as radio-based train control and improve railway safety. The company plans to invest KRW 1.1 trillion in new routes to be launched in 2018 and the existing route to be improved in the future, and to build up all routes of general and high-speed railways to LTE-R by 2027.

Keywords : Railway Integrated Radio Network, LTE-R, Redundancy System, DU, RU

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

1.1.1 연구 배경

정부는 대구 지하철 화재사건 이후 재난 및 안전사고 발생 시 효율적인 지휘 통제를 통해 인명의 피해와 재산

의 손실을 최소화하기 위한 국가통합지휘 무선통신망 구축의 필요성이 대두 되어 TETRA방식 TRS으로 규격을 정하여 추진함으로써 철도분야에서도 경부고속철도 2단계 대구~부산간 사업, 호남고속철도사업, 수서평택 고속철도사업에 TETRA방식 TRS을 구축하여 운용하였으며 현재의 철도무선통신망 구축은 음성 위주의 VHF, TRS

*Corresponding Author : Seung-ho Pyo(Korea Polytechnic Univ.)

Tel: +82-10-2803-1730 email: a0102803@naver.com

Received October 17, 2018

Accepted February 1, 2019

Revised (1st November 26, 2018, 2nd December 20, 2018, 3rd January 23, 2019)

Published February 28, 2019

방식에서 국가 재난안전통신망PS LTE 기반의 대용량의 데이터·영상정보 전송이 가능한 철도통합무선망인 LTE-R로 통합하여 구축하고 있으며 철도 운행에 필요한 무선기반 열차제어 등 첨단 서비스 제공을 목표로 하고 있어 무엇보다도 안정성과 신뢰성 있는 망 구축이 필요 하다.

이에 고속으로 운행하는 철도 통신망의 환경에 있어 구축될 장비는 보다 신뢰성, 안정성 있는 방안으로 구축 되어야 하며 그에 대한 망 구축시 이중화 시스템 구축과 시스템 절체, 운용 방안에 대한 결과를 제시 하고자 한다.

1.1.2 연구 목적

현재에는 철도교통관제를 위한 음성 지령통신서비스와 열차제어용 데이터서비스를 철도통합무선망에 우선적으로 수용할 계획에 있으나, 철도통합무선망의 대용량 데이터 트래픽을 활용하여 기존 유선통신기반의 노반, 전력, 신호, 통신 등 선로변 현장설비를 700MHz 대역 LTE-R 철도통합무선망에 통합 수용함이 필요하고, 더 나아가 선로변안전 설비등 다른 철도 설비들을 철도통합 무선망과 근거리 무선통신, 4차 산업의 사물 인터넷인 IOT 등과 연계를 통한 지능형 철도 응용서비스를 지원 하기 위한 LTE-R 철도통합무선망은 부산 지하철을 비롯하여 김포 도시철도 , 원주~강릉망등을 구축 하였으며 2027년까지 전국 철도 망에 구축 계획을 추진하고 있다.

2014년 4월 세월호 참사 이후 정부는 재난 상황에 신속한 대처를 위하여 통합된 재난안전 통신망을 조속히 구축 하기로 하였으며 재난망 구축 기술방식을 LTE 기술기반의 PS-LTE로 결정 하였으며, 주파수는 700MHz 대역의 20MHz 폭으로 수요 제기하였다. 그리고 향후 구축하게 될 철도망통신망인 LTE-R, 연근해 해상 통신망인 LTE-M과 통합 · 운영하도록 하였다.

2014년 11월 17일 통합 운용을 위한 국민 안전처 출범과 2015년 3월 31일 국무회의에서 공통 8대 분야인 경찰, 소방, 의료, 해경, 군, 지자체, 전기, 가스 관련 기관 등 330개 기관이 통합된 통신망으로 운용 하기위한 국가 재난 통신망 구축 계획보고이후 2015년~2016년 평창, 강릉에서 시범 사업을 마무리 하였으며, 이후 3차년 계획으로 2018년~2020년에 걸쳐 구축 하기로 하였다.

국가 재난안전통신망과 연계 통합되어 운용되는 철도 통합무선망은 안정적인 운용을 위하여 LTE-R 핵심 장비인 EPC(Evolved Packet Core), DU(Digital Unit),

RRU(Remote Radio Unit)의 이중화 구축 방안을 제시 하고자 한다.

2. 본론

2.1 철도 통신망 구현 현황 및 문제점

고속철도 도입에 맞추어 현재 운용중인 철도 통신망인 Tetra망의 구성 현황을 파악 하고 Tetra 망 대체로 신규로 구축 되고 있는 재난 안전 통신망과 연계 방안으로 구축되고 있는 LTE-R 망에 대한 망 구성을 파악하고 문제점을 제시 하고자 한다

2.1.1 Tetra 망

경부고속철도 도입과 맞추어 300km/h로 운행하는 열차의 유일한 차상과 지상간 음성통신의 중요성과 프랑스 TGV 열차에서 요구하는 열차고장정보 무선전송의 필요성에 따라 KTX용 무선통신방식도 무선 데이터 통신이 가능하고 사령원과 운행중인 열차와 기관사 및 승무원, 유지보수원간 개별통화, 그룹통화, 지령통화가 즉시 가능한 주파수공용무선통신시스템인 디지털TRS 방식으로 구축 운용하게 되었다.

TRS 망 구성도를 보면 아래와 같이 Tetra 망의 교환망인 주 제어 장치MSO 및 기지국 장치인 EBTS는 각각이 주/예비 구조의 이중화로 구성되어 있으며 Repeater Part 부분도 모장치인MOR과 자장치인SOR이 각각 주/예비 구조의 이중화로 구성 되어있어 어느 한쪽이 Fail 발생시 절체를 통하여 신속한 운용을 유지 할 수 있는 구조이다.

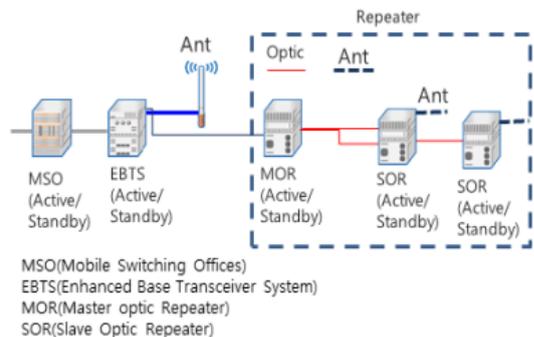


Fig. 1. Figure title - Tetra network configuration

2.1.2 현재 구축되고 있는 LTE-R 구조

현재 구축되고 있는 LTE-R 구조는 주제어 장치인 EPC는 물리적으로 이중화 구성이며 기지국 장치인 디지털 처리 장치인 DU와 원격지 송수신 장치인 RU 구조에서 DU를 2개 구조로 분리하여 구축 하고 RU는 이중화 개념이 아니라 셀 중첩으로 구축되고 있다

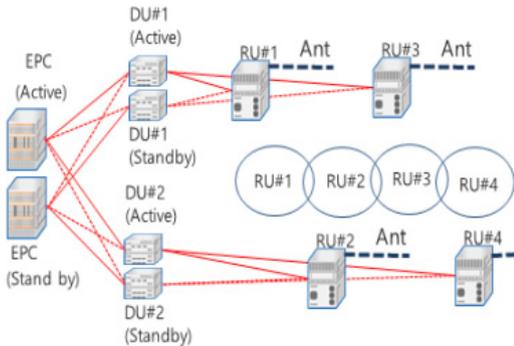


Fig. 2. Figure title - Current LTE-R network configuration

위 구조는 현재 구축 되고 있는 LTE-R 구조로서 DU는 Active 와 standby로 구성되어 있어 active 장비가 Fail시 stand by로 절체되어 동작 하고 있음, RU인 Cell의 입장에서 보면 RU#1과 RU#2가 연속으로 Fail이 발생하면 RU#1 및 RU#2 지역은 통신이 불가능한 구간이 발생 하게되며 신속한 복구가 불가하고 현장에 동일 장비를 1:1로 교체해야 하는 구조이다.

이러한 장비 구성은 일반 상용망에 적용되는 장비 구성에서 출발되어 구축되고 있는 상황이다

현재 구축한 김포 도시철도 및 원주 강릉 구간의 구축 상황도 DU는 이중화 개념으로 구축되어 있으나 RU는 Fig.2와 같이 교번셀 개념으로 구축되었음

2.2 철도 통신망 및 장비 이중화 필요성

철도 열차 제어용 신호는 높은 신뢰도와 안정성을 요구하는 신호로서 이를 지원하는 시스템이나 무선통신 방식도 높은 신뢰도의 시스템 요구사항을 만족시켜야 한다. 특히 유사시 장애에 즉각 대응이 가능한 장비 이중화는 열차 제어 신호를 지원하기 위한 무선통신망에서 중요한 요구사항 중 하나이다.

유럽 GSM-R에서는 철도 통신에 대한 높은 네트워크 요구사항이 다음과 같다.

Table 1. Table title (GSM-R Network requirements)

| ETCS 2/3 | Other voice/data services |
|---|--|
| 4 hours per 10 years (i.e. 99.995% availability) | 8 hours per 1 year (i.e. 99.91% availability) |

유럽 GSM-R에서는 높은 네트워크 요구사항을 충족시키기 위하여 통신 네트워크의 이중화 및 커버리지 이중화를 반영하고 있다

우리나라 철도 시설공단의 기술 요구사항에도 중단 없는 철도 통합무선망 구축방안을 요구 하고 있다.

2.2.1 LTE 기반 철도 통신망 이중화 방안

고속철도 열차는 시속 약 350km/h의 매우 빠른 속도로 이동하기 때문에 열차 제어 및 통신 시스템에서 일시적인 연결의 단절 같은 문제 상황이 발생할 경우 열차의 안전한 운행과 쾌적한 승차감에 매우 심각한 위험을 야기할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안이 이중화 네트워크 구조이다.

2.2.2 LTE 기반 철도 통신망 이중화시 고려 사항

도시철도용 무선통신 기반 열차제어시스템 표준 체계 구축 최종보고서, 국토교통부 및 국토교통과학기술진흥원, 한국철도기술연구원

2.2.2.1 핸드오버

고속철도의 빠른 속력 때문에 핸드오버의 처리 역시 더 짧은 시간 안에 이루어져야하기 때문에 일반적인 이동통신에서의 핸드오버 환경보다 고속철도 환경에서는 더 큰 문제가 될 것이다. 핸드오버가 발생할 때마다 무선 통신 시스템의 성능 저하가 생긴다.

2.2.2.2 셀 사이 간섭

셀 사이 간섭 문제는 열차가 각 셀의 경계를 지나갈 때 발생해 무선통신의 성능 저하를 일으킨다. 셀 사이 간섭 문제를 해결하기 위해서는 인접한 셀들에 서로 다른 주파수 대역을 부여하면 되지만 LTE 기반 통신 환경에서는 대역대가 한정되어 있기 때문에 일반적인 방법을 사용할 수 없다.

2.2.3 이중화시 우려사항 해소 방안

-한국철도 기술 연구원

2.2.3.1 이중화 네트워크 구조의 도입

고속철도 환경에서 통신의 신뢰성과 안정성을 보장하기 위해 이중화된 네트워크 구조를 기반으로 구축 한다

2.2.3.2 핸드오버 개선

한국철도기술연구원은 핸드오버 문제를 개선하기 위해서 이중 링크 모델과 핸드오버 과정에 있어서의 RSRP와 RSRQ 값의 적정치를 실험을 통해 찾아서 적용하여 개선하였다. 이중 링크는 열차의 진방과 후방에 각각 한 세트씩의 안테나를 설치해서 열차 내 CCS의 제어에 따라 기본적으로 서로 다른 서브 네트워크와 연결을 성립하게 된다. RSRP와 RSRP Threshold는 핸드오버의 과정에서 Serving eNodeB와 Target eNodeB로부터 충분히 강한 신호를 받는 것을 보장할 수 있도록 도와줘서 핸드오버가 성공적으로 이루어질 수 있도록 한다.

2.2.3.3 셀 사이 간섭 문제 개선

한국철도기술연구원은 셀 사이 간섭 문제를 통신 대역과 전송 전력의 동적인 할당을 통해 해결하였다. 셀 사이 간섭을 회피하기 위해서는 열차가 한 번에 하나의 셀 과만 연결하도록 해야 한다.

2.2.4 철도무선통신 및 열차 제어시스템 현황

2.2.4.1 철도무선통신 시스템 현재 상황

국내 철도 무선통신망은 VHF, TRS-ASTRO, TRS-TEIRA 등 음성, 데이터 통신 이기종망을 혼용하여 사용하고 있는 상황이며, 철도 제어시스템도 지상신호 궤도회로, 차상신호 궤도회로, 지상차 ATC/ATP, 무선통신 CBTC/ETCS 등이 비체계적으로 구축되어 있기 때문에 상호운용성 저하로 인해 열차 운행에 항시 위험요소를 내포하고 있으며 비용 및 운영의 비효율성을 발생시키고 있다. 국가 철도 통합무선망을 LTE-R로 구축 완료하면 향상된 철도 특화 기능을 제공할 수 있으며 상호운용성 향상으로 안전성과 신뢰성을 크게 증가시킬 수 있기 때문에 전국 단일망 형태의 철도통합무선망 구축이 시급하다고 할 수 있어 이중화 시스템으로의 구축이 중요하다 할 수 있다.

2.2.4.2 한국형 무선통신 기반 열차제어 시스템 추진 현황

철도 열차제어 분야는 고속철도 열차제어 시스템과

도시철도에서 사용중인 무선통신 기반 열차제어 시스템인 CBTC이 외국 기술 위주로 구축되는 형태를 탈피하기 위하여 국토교통부와 철도기술연구원은 한국형 무선통신 기반 열차제어 시스템 규격으로 KRTCS 규격을 정하였고, 국내 기술로 서울 도시철도 신림선부터 LTE-R을 기반으로 하는 한국형 열차제어 시스템인 KRTCS을 적용하여 구축하려고 추진 중에 있다.

2.2.4.3 철도통합무선망에 반영해야 하는 철도신호 열차제어 시스템 수용 요구조건

철도 통신망은 일반 상용 통신망과는 다르게 신뢰성과 안전성이 크게 강조되고 있으며, 기존 철도 통신망 기술과의 상호운용성과 다른 철도 시스템과 보조를 맞출 수 있도록 장기간 라이프사이클 지원도 중요한 요구사항으로 제시되고 있다.

철도 환경에서의 안전성 보장은 임무, 역할 중심적인 철도 무선통신망의 가장 큰 특징으로 SIL(Safety Integration Level)로 구분하여 표현한다. SIL은 어떤 필수적인 기능도 없는 Level 0 시스템부터 아주 중요한 시스템을 의미하는 Level 4까지 표현한다.

Table 2. Table title(Future Railway Radio Communication Technology)

| Future Railway Radio communication technology | |
|---|---|
| Technology unification | Advanced Function |
| .Increase interoperability .Strengthen stability .Capacity enhancement .Increased availability .cut down the money .Promoting unification of railway radio communication technology considering economies of scale .Early burial of existing technology Leading and early spreading of global standards considering inter-country and inter-continental railway communications | · Converted to hybrid IP network .Function enhancement and integration (railway communication + train control) .Simplification and efficiency of railway wireless communication system structure .Introduced next-generation wireless data communication technology capable of processing large data traffic to expand intelligent real-time rail application service .Combine with IOT, AI and Big Data to create new economic value models such as maintenance, operation, service provision and creation of additional service |

Table 3. Table title(SIL Table)

| SIL-Table(EN 50129,2003) (RAMS STD (IEC 62425,2005)) | |
|---|------------------------|
| tolerable hazard rate The per hour and per function | Safety integrity level |
| $10^{-9} \leq \text{THR} < 10^{-8}$ | 4 |
| $10^{-8} \leq \text{THR} < 10^{-7}$ | 3 |
| $10^{-7} \leq \text{THR} < 10^{-6}$ | 2 |
| $10^{-6} \leq \text{THR} < 10^{-5}$ | 1 |

더불어 철도 환경에서는 무선통신이 저하된(degraded) 상태에서 열차를 운행할 경우 철도 운행 시 위험을 증가시키고 간접적으로는 철도 운행 시스템의 안전성을 저하시킬 수 있기 때문에 신뢰성과 가용성이 매우 중요한 요소로 인지되고 있다. 이에 따라 철도에서는 신뢰성을 증진시키기

위해 필드에서 검증된 기술을 선호하는 경향이 높다. E2E 네트워크에서 99.9% 이상의 신뢰성을 요구하기도 한다.

철도 무선통신 시스템의 라이프사이클은 철도차량의 일반적인 내구년한이 30년 이상이기 때문에 직접적인 수익을 발생하지 않는 지원 인프라로서 수익 없이 비용만 발생시키기에 짧은 Life cycle을 제공하는 것은 비용 측면에서 바람직하지 않아서 제기되는 요구사항이다.

뿐만 아니라 철도 통신환경이 고주파 전력 컨버터와 고전압으로 인해 전자기적 결합에 의한 전자파와 유도전압 간섭에 노출되어 있는 상태여서 전자기 내성과 차폐성도 중요한 요구사항이며, 철도 연변에 설치되는 환경적인 요인에서 야기되는 철도차량에 의한 진동과 개활지, 터널, 교량 등 다양한 기후환경에 노출되어 있기 때문에 서로 상이한 온도 습도 염분에도 잘 견뎌야 하는 환경적인 요구가 있다. 더불어 최근에는 악의적인 IT 해킹 공격으로 인한 사고 발생 시 피해가 매우 커질 수 있어 IT 시스템으로서의 보안대책도 중요해 지고 있다.

정부 정책에도 정보통신 기반보호법 제1조에 의하면 전자적 침해행위에 대비하여 주요정보통신 기반시설의 보호에 관한 대책을 수립 시행함을 목적으로 하고 있다.

이러한 핵심 장비의 구축에 있어 보다 안정적인 망 운용을 할 수 있는 방안으로 이중화 시스템으로의 구축이 선행 되어야 가능 하다고 할 수 있다.

2.3 중단 없는 철도통합무선망(LTE-R) 서비스를 제공하기 위한 방안

2.3.1 이중화 구조

철도 시설공단에서 제시하는 중단 없는 철도통합무선망(LTE-R) 서비스를 제공하기 위한 방안

LTE-R 환경의 적합한 최소 요구 조건

- 이중화 구조의 시스템
주제어 장치:EPC (Evolved packet core)
디지털 장치 :DU(Digital Unit)
무선 송수신장치 :RU(Radio Unit)
- 모듈 탈 실장 구조 : 유지보수자가 현장에서 신속한 교체 가능 구조
현행 방식: 장비 교체 , 검토 방식:모듈 교체
- 이중화 시스템에 대한 원격 집중 관리용 EMS
- 철도 환경에 적합하도록 진동, 온도, 습도, 분진을 고려한 외장 합체

2.3.1.1 DU (Digital Unit)

Digital 신호처리 모듈과 이중화된 전원부를 분리한 구조

- 논리적 판단에 의한 절체 방식 구현
- 모듈 및 전원부 탈실장이 가능한 구조로서 현장 교체 가능
- 각각의 DU는 L2 S/W를 통하여 EPC와 연동

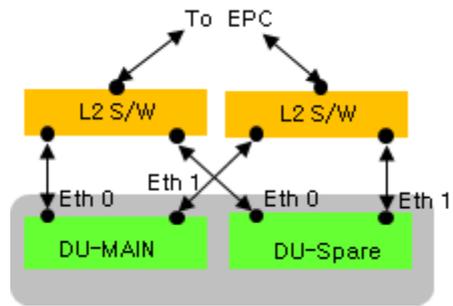


Fig. 3. Figure title -DU redundancy configuration diagram

2.3.1.2 RU (Radio Unit)

- 논리적 판단에 의한 절체 방식 구현
- 모듈 각각이 이중화 구조
- 모듈 및 전원부 탈실장이 가능한 구조로서 현장 교체 가능

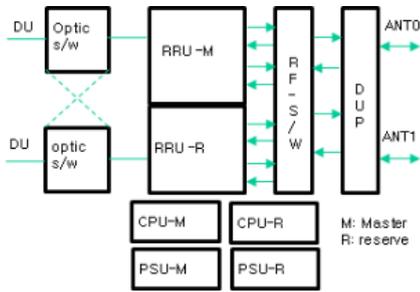


Fig. 4. Figure title -RRU redundancy configuration diagram

2.3.1.3 장비 및 광 선로의 이중화 구성으로 무선 통신망 서비스 안정성 확보
DU와 RU 간 광케이블 이중화 구성

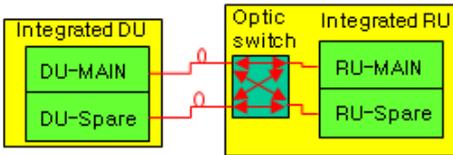


Fig. 5. Figure title-Optic path redundancy

위 그림에서 DU와 RU간의 연동을 위한 광케이블 선로가 이중화로 구성되어 어느 선로가 불량되어도 절체되어 안정성을 확보하게 된다.

2.3.2 장비 이중화 구성으로 장애 발생 시 서비스 경로 구성도

2.3.2.1 Initial(Normal) State

- 주제어 장치:EPC (Evolved packet core)
- 디지털 장치 :DU(Digital Unit)
- 무선 송수신장치 :RU(Radio Unit)
- 단말 : UE (User Equipment)
- 물리계층 cell ID : PCI (Physical cell ID)

Network core망과 단말까지의 정상적인 전체 망 연결과 통화로 구성을 나타낸다.

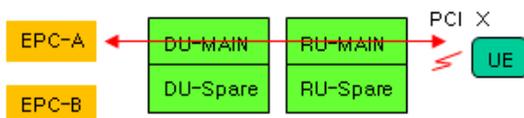


Fig. 6. Figure title -System Initial state

2.3.2.2 EPC-A Fault

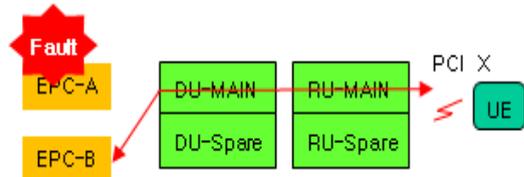


Fig. 7. Figure title -EPC-A Fault

위 구성에서 Network core망 EPC-A가 Fail시 예비 EPC-B로 절체되어 통신망 구성을 완료 한다

2.3.2.3 DU-Main Fault

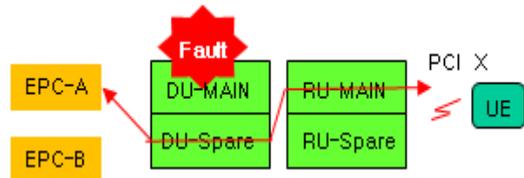


Fig. 8. Figure title -DU-Main Fault

위 그림에서 DU-Mail이 Fail시에는 DU의 예비인 DU-Space로 절체되어 통신망을 복구하여 사용한다

2.3.2.4 RU-Main Fault

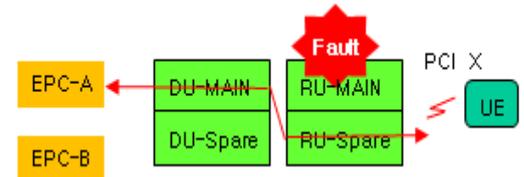


Fig. 9. Figure title -RU-Main Fault

위 그림에서 무선 환경을 제공하는 RU-Main이 Fail 시에는 RU 예비 장비인 RU-Space로 절체하여 통신망을 구성한다

2.3.2.5. EPC-A, DU-Main Fault

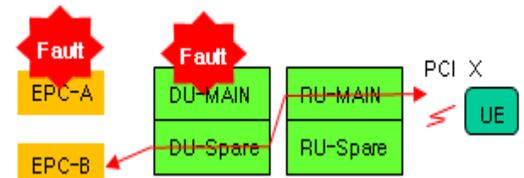


Fig. 10. Figure title-EPC-A, DU-Main Fault)

위 그림에서 Network core EPC-A와 DU-Main Fail 시에는 DU-Space와 EPC-B로 절체하여 동작한다

2.4 현재 구축되고 있는 철도통합 무선망과 중단 없는 철도 통합무선망을 구현 하기 위한 검증 방안

현재 구축되고 있는 구조 Figure 11의 current LTE-R Network configuration 에서 EPC 및 DU는 물리적인 형태의 이중화 구성으로 구축되고 있어 그나마 동작중인 장비가 불량시 수초 이내에 예비 장비로 절체되는 구조 이나 RU는 교번셀로 구축되어 있어 RU#1과 RU#2가 연속으로 Fail이 발생할 경우를 가정 하면 긴급 조치가 불가능 하다. 근거로는 지상 구간의 경우 불량 국소의 Fail 경보 발생시 운용 유지보수를 위한 복구 시간은 현장 출동에 발생하는 시간과 장비를 수리 복구 하는데 소요되는 시간이 최소 수시간이상은 발생한다. 특히 지하 터널의 경우는 불량이 발생 하면 RU가 설치된 지역 이 터널내에 있어 차량이 운행중으로 운행중에는 터널내 에 접근이 불가하여 철도 차량 운행이 마감된 시간 이후 에나 현장에 투입되어 처리 할 수 있어 지상보다 정상 복구 시간이 몇배 이상으로 증가 한다 . 특히 터널의 길 이가 수 km 이상의 장대 터널의 경우 약 22Kg 정도의 RU 장비를 운반하고 처리 하는데 있어 어려움이 발생된 다. 운용 유지보수 인원이 장비 22kg을 운반하여 철도 터널을 2km를 걸어서 접근 할 경우 약 40분 이상 소요 되며 처리후 복구 까지에도 비슷한 시간이 소요 된다. 이 러한 현행 구조의 구축 방식은 구축 초기에는 안정적으 로 운행이 가능하나 지속 운영을 유지 해야 하는 철도 통신망에는 항상 장비의 Fail 발생 할지 모르는 위험 상 황에 노출되어 있다.

중단 없는 철도 통합 무선망을 구현 하기위한 LTE-R 구조는 Figure 11의 suggest LTE-R Network configuration에서 EPC 및 DU를 물리적인 형태의 이중화 구성과 RU를 하나의 함체에 물리적인 모듈 형태의 이중화 구성으로 구축 하면 RU가 어느 단계에서 Fail이 발생되어도 수초이내에는 항상 복구가 가능하다. 지상의 RU 경우에 있어도 RU 자체가 함체내에 이중화로 구축 되어 있어 Fail 발생시 수초 이내에 복구되며 현재 구축 되고 있는 방식은 장비 전체를 교체 해야 하는 구조이나 중단 없는 철도 통합 무선망을 구현하기 위하여 모듈 단 위 교체가 가능한 구조는 특히 터널에서 장비의 불량이

발생되어도 불량 모듈만 교체로 복구가 가능 하여 운용 의 편리성을 제공 할 수 있다

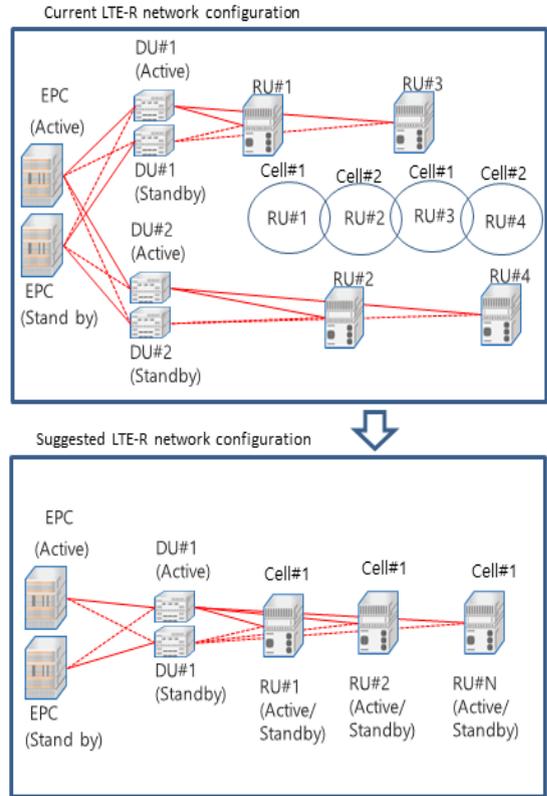


Fig. 11. Figure Title- Current LTE-R Network Configuration And Suggested LTE-R Network Configuration

3. 결론

본 논문에서는 철도 통합무선망의 이해와 신뢰성 및 안정성에 대한 중요도를 알게 되었다. 현재 구축되고 있는 LTE-R 시스템에서 교번셀 구축 방식으로 무선 송수신 장치인 RU를 구축 하고 있어 연속으로 RU가 불량으로 발생할 경우에는 서비스가 불가하여 신속한 복구가 불가능한 사실을 확인 하게 되었으며, 특히 중심 역사 주변에서 통신 불통으로 복구 시간이 길어 짐에 따라 앞 열차 및 뒤 열차 간의 차상 열차 통신망이 불통으로 발생 할 경우에는 추돌 사고등의 심각한 사고 상황을 맞을 수 있다.

기간 통신망으로서의 역할을 담당하고 중단 없는 철

도 무선 통합망 서비스를 구현 하기 위하여 LTE-R 시스템을 구축 방안은 주 제어 장치인 EPC, 디지털 신호 장치인 DU, 무선 송수신 장치인 RU를 물리적으로 이중화로 구축해야 중단없는 철도통합무선망 서비스 시 안정적으로 음성, 영상, 데이터 통신을 제공할 수 있다.

현재 구조와 중단 없는 철도 통합 무선망 구축 방안에 있어 검증을 통하여 복구 시간 개념을 확인 하게 되었으며 특히 철도 노선이 터널, 교량, 산악지역 등으로서 무선통신망 장애 시 터널 내 열차의 지속적인 운행으로 신속한 복구가 불가능한 사항에 대한 검증 부분을 앞서 확인 하게 되었다.

이러한 검증 결과에 대한 결론이 현재 LTE-R 망 구축과 국가 재난안전통신망 구축에 유용한 정보가 되었으면 한다.

References

- [1] Railway Facilities Corporation, Railway Integrated Wireless Network LTE-R Technical Specification, 2013
DOI: http://www.kric.go.kr/jsp/industry/tei/techdocList.jsp?q_menuId=M01010104&q_docId=M010107&q_docId=M010107&q_menuId=M01010104&q_firstKey=1703220900271a801f7a07&q_lastKey=1311050900271a80132f23&q_totalPage=292&q_frPage=4&pageNo=3
- [2] National Security Agency, National Disaster Safety Network Technology Policy Research, 2014, 2015
DOI: <http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201500006322>
- [3] National Security Agency, Disaster safety communication network plan, 2015
DOI: http://www.mpss.go.kr/board/file/bbs_000000000000041/8554/FILE_000000000002377/2016040809554914.hwp
- [4] Busan Transportation Corporation, Proposal Request for Installation of Line 1 Train Radio Equipment, 2015,5
- [5] TTA.KO-06.0369, Telecommunications Technology Association, 2014
DOI: http://www.tta.or.kr/data/ttas_list_N.jsp
- [6] KDS475040, Train radio equipment Railway Design Standard Railway Information Communication Design, 2018
DOI: <http://www.kcsc.re.kr/file/DownloadGrp/4e9bba7b-d6e7-485e-844d-d195b27d69c6>
- [7] Ministry of Land Transport - 제2017-460호Railway Design Standard Railway Information Communication Design, 2017
- [8] Ministry of Land Transport, Ministry of Land Transport Technology Promotion, Korea Railroad Research Institute, Establishment of Standard System for Train Control System Based on Radio Communication for Urban Railroad Final Report, 2014
DOI: <https://www.kaia.re.kr/portal/landmark/readTaskFinalView.do?taskId=56851&yearCnt=4&menuNo=200100>
- [9] Ministry of Land Transport, Construction of LTE railway communication system for all routes until, 2018
DOI: http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?cmspage=6&id=95080188
- [10] KISDI, Railway wireless communication network construction and its implications, 2013
DOI: http://m.kisdi.re.kr/mobile/repo/com_view.m?key1=13146&selectPage=
- [11] Railway Facilities Corporation Railway Integrated Wireless Network (LTE-R) between Wonju and Gangneung, 2017, 10
DOI: <http://ebid.kr.or.kr/km/kmBidList.do>
- [12] TTA Standard LTE based Railway Communication System Architecture (Conventional and High Speed Railway), 2016.4
DOI: http://www.tta.or.kr/data/ttas_view.jsp?rn=1&pk_num=TTAK.KO-06.0437
- [13] TTA.KO-06.0407, LTE based railway communication System requirements, Telecommunications Technology Association, 2015, 12.
DOI: <https://committee.tta.or.kr/include/Download.jsp?filename=choan%2FTTAK.KO-06.0407.pdf>
- [14] W. Cho, H. Choi, and H. Cho, "A Study on Integration Scheme of Wireless Communications in Railway Wireless Network," J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences, vol. 10, no. 6, pp. 659-664, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.13067/JKIECS.2015.10.6.659>

표 승 호(Pyo-Seung Ho)

[정회원]



- 2007년 2월 : 호원대건축학과 학사 졸업
- 2008년 2월 : 광운대학교 경영대학원 석사 졸업
- 2012년 2월 : 한국산학기술대학교 정보통신 (박사) 수료
- 1997년 ~ 2012년 : 삼삼엔지니어링(주) 대표이사 역임
- 2016년 ~ 현재 : 서울시 계약심사와 정보통신관련 자문위원

<관심분야>

CCTV, A/V, 재난안전통신망, 광통신, 재난방송