

# 700 MHz 대역 통합공공망의 전파간섭 해결 방안

## Solution of Radio Interference for the Integrated Public Network in the 700-MHz Spectrum Band

김 창 주

Chang-Joo Kim

요 약

700 MHz 대역의 통합공공망은 재난안전망(PS-LTE), 철도망(LTE-R), 그리고 초고속해상망(LTE-M)이 동일 주파수를 공동으로 사용함으로써 주파수 간섭 문제가 심각한 사안으로 대두되고 있다. 재난안전망은 재난 발생 시에 재난을 해결하기 위하여 소방, 경찰, 그리고 구급대원 등이 재난 대응 및 인명 구조 등의 업무를 신속하고, 원활하게 수행할 수 있는 주파수로 현장 상황을 실시간에 영상으로 보면서 재난에 대응하는 광대역 통신망이다. 이처럼 중요한 주파수를 LTE-R과 LTE-M이 이를 공동으로 사용함으로써 철도망 인근이나 해안 지역에서 재난이 발생하면 심각한 전파간섭이 발생한다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 재난안전망은 물론 철도망의 국제적 이용 동향을 분석하고, 이를 토대로 통합공공망의 주파수 간섭 문제의 해결 방안을 제안한다. 제안된 정책 방안은 현재 통합공공망용 주파수를 재난안전망 전용 주파수로 분배하고, 비어 있는 710~718 MHz 대역과 748~753 MHz 대역, 그리고 사용하지 않는 EBS UHD(ultra high definition) 방송대역을 회수하여 철도망과 해상망에 5MHz 대역폭의 주파수를 공동 사용하도록 분배하는 것이다. 철도망과 해상망은 서비스 영역이 서로 달라서 주파수 공동 사용이 가능하다. 철도망이 primary user가 되고 해상망은 secondary user로써 주파수를 사용하는 방안이다. 제안된 정책 방안은 재난안전망과 철도망 간에 발생하는 심각한 간섭 문제를 근본적으로 해결할 수 있다.

### Abstract

Radio interference arises because of the shared use of the same spectrum by public safety-LTE (PS-LTE), LTE-railway (LTE-R), and LTE-marine (LTE-M) networks in the 700-MHz integrated public network (IPN) spectrum band. PS-LTE is a broadband communication network used for rapid and efficient communication during disasters, enabling tasks such as search and rescue by firefighters, police, and emergency responders. However, when PS-LTE shares its spectrum with railway and high-speed maritime networks, serious radio interference becomes inevitable in coastal areas or near railway infrastructure during emergencies. To address this challenge, this study analyzes the international spectrum trends of public safety networks, railroad communications networks, and e-navigation networks and proposes a solution to avoid interference. The proposed policy measure reallocates the current IPN spectrum to an exclusive PS-LTE spectrum. Additionally, it aims to reclaim the vacant 710~718-MHz band, the 748~753-MHz band, and the unused EBS ultra-high definition (UHD) broadcasting band. Under this approach, the railway and maritime networks would share a 5-MHz bandwidth of the spectrum. These networks have separate service areas, allowing spectrum sharing with the railway and maritime networks used as the primary and secondary users, respectively. The proposed policy approach fundamentally addresses the serious interference issues between PS-LTE and LTE-R. The proposed policy measure is expected to effectively resolve the serious interference issues currently occurring between public safety and railway networks.

Key words: Integrated Public Network, PS-LTE, LTE-R, LTE-M, Radio Interference

「본 연구는 중소기업 기술개발 지원사업[고경력연구인력 채용]의 일환으로 수행하였음.」

(주)휴라(Hub of Radio Technology, HURA)

· Manuscript received December 9, 2024 ; Revised January 7, 2025 ; Accepted January 19, 2025. (ID No. 20241209-133)

· Corresponding Author: Chang-Joo Kim (e-mail: cjkim@hura.co.kr)

## I. 서 론

재난안전통신망은 각종 중대형 재난사고를 효율적으로 예방하고 대응하기 위해 광대역 무선통신 기술인 LTE 기술과 전통적인 재난 안전 mission critical service를 융합한 PS(public safety)-LTE(long term evolution) 기술로 구축한 무선통신망이다. 이를 통해 재난 발생 시 재난 현장의 지휘체계를 질서 정연하게 유지할 수 있고, 재난 대응 기관 간 긴밀하게 상호협력하여 재난에 효율적으로 대처할 수 있다. 우리나라에서는 2014년 세월호 사고를 계기로 재난 구조활동에 참여하는 여러 기관이 함께 쓸 수 있는 일원화한 무선통신망의 필요성이 제기되었다. 재난 구조활동에 참여하는 경찰, 소방, 응급 구조대원들이 하나의 통신망을 통하여 광대역 정보를 공유하면 재난 상황에 일사불란하게 대응할 수 있기 때문이다. 특히 재난 현장 상황을 실시간에 영상으로 보면서 구조활동을 한다면 재난 구조활동을 더욱 신속하고, 효율적으로 수행할 수 있다. 이러한 목적을 달성하기 위해 과학기술정보통신부에서는 재난 안전 활동에 적합한 700 MHz 대역을 선정하여 통합공공망 주파수를 분배하였다. 대한민국 주파수 분배표에 따르면 “718~728 MHz 및 773~783 MHz 주파수 대역은 재난안전통신망, 철도통합무선통신망, 해상초고속 무선통신망 등의 통합공공망 전용 주파수로 사용한다”라고 되어 있다<sup>[1]</sup>. 이에 따라 행정안전부에서는 PS-LTE 기술을 사용하여 전국에 재난안전통신망을 구축하고 있고, 철도청에서는 철도를 따라 철도의 안전 운행을 위하여 LTE-R(railway)을 구축하고 있다. 물론 LTE-R 기술도 기본적으로 3GPP의 PS-LTE 기술을 사용한다. 한편 해양수산부에서는 항만이나 연안에서 e-navigation을 위하여 LTE-M(LTE-marine) 초고속 해상망을 구축하고 있다. 재난안전통신망은 경찰, 소방, 응급 의료, 국방, 해경, 지방자치단체 등 8대 분야 333개 국가기관의 무선통신망을 하나로 통합하여 전국의 국토와 해상을 포괄하는 국가재난안전통신망이다<sup>[2]</sup>.

그러나 재난 안전, 철도, 그리고 해상망이 동일한 주파수를 사용함으로써 인하여 철도 인근이나 해상에서 재난이 발생하는 경우 전파간섭이 발생하여 재난 구조활동은 물론 철도나 해상 업무를 마비시킬 수도 있다. 이러한 문제

를 해결하기 위하여 행정안전부, 해양수산부, 국토교통부는 '통합공공망 정책협의회'를 구성하여 3개 공공통합망의 공동 설계와 안전 기술을 적용하자는 원칙에 합의하고, 설계도를 공유하는 것은 물론 RAN(radio access network)sharing (무선망 공유) 기술을 적용하여 간섭 문제를 해결하려고 추진하고 있다<sup>[3]~[8]</sup>. 정부에서는 전파간섭을 해결하기 위하여 철도 구간을 따라 철도망을 우선 구축하고, 재난망 및 해상망을 철도망으로부터 최대한 이격시켜 구축하고 있다. 또한 RAN sharing 기술을 사용하여 하나의 무선 기지국이 재난망과 철도망을 공유하여 서로 다른 통신망을 상호 연동하는 기술을 통하여 전파간섭 문제를 해결하려고 한다. 그러나 RAN sharing 기술도 대형 재난이 철도 인근이나 해안의 부두에서 발생하면 폭주하는 트래픽(traffic)을 처리하는데 한계가 있어 골든타임을 놓칠 수 있을 뿐만 아니라 철도망에도 치명적인 영향을 주기 때문에 근본적인 해결 방안이 될 수 없다<sup>[3]~[8]</sup>. 또한 철도망은 철도변을 따라 서비스를 제공하는 반면에 PS-LTE는 모든 방향으로 서비스를 제공해야 한다. 따라서 철도망의 LTE-R eNodeB로 RAN sharing을 하면 재난망에 전파 음영지역이 생겨 재난 구호 활동에 심각한 장애를 준다.

이상 기술한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 PS-LTE와 LTE-R의 전파간섭 문제를 해결하여 PS-LTE, LTE-R, 그리고 LTE-M이 깨끗한 전파환경에서 본연의 임무를 원활하게 수행하는 방안을 분석한다. 서론에 이어 제 II절에서 재난안전망과 철도망의 이용 동향을 분석한다. 제 III절에서 통합공공망 분배의 문제점을 도출하고, 전파간섭 문제를 근본적으로 해결하기 위한 해결 방안을 제안한다. 제 IV절에서는 제 III절의 문제점 및 해결 방안을 토대로 결론을 맺는다.

## II. 재난망 및 철도망의 이용동향 분석

### 2.1 재난망 이용동향

재난 안전 통신에서는 각각의 재난 및 응급 서비스에 따라 데이터의 전달 지연 시간과 대역폭에 대한 요구 사항이 서로 다를 뿐만 아니라 많은 트래픽 정보를 신속하

표 1. 재난통신용 주파수 분배표

Table. 1. Spectrum allocation for PS communications.

| ITU Regions | Major countries | Frequency band  | Bandwidth (MHz)  |
|-------------|-----------------|---|--|
| Region 1    | Europe          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 410~430/450~470 MHz</li> <li>• 733/758~788 MHz (700 MHz)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 (20 + 20)</li> <li>• 60 (30 + 30)</li> </ul>   |
| Region 2    | Americas        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 470~512 MHz (T-band)</li> <li>• 758~769/788~799 MHz</li> <li>• 768~775/798~805 (700 MHz)</li> <li>• 4940~4990 MHz (4.9 GHz)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 to 12 blocks (contiguous)</li> <li>• 22 (11 + 11) (contiguous)</li> <li>• 14 (contiguous)</li> <li>• 50 (contiguous)</li> </ul> |
| Region 3    | Australia       | • 4940~4990 MHz (4.9 GHz)   | • 50 (contiguous)  |
|             | Japan           | • 4940~4990 MHz (4.9 GHz)   | • 50 (contiguous)  |
|             | South Korea     | • 718~728/773~783 (700 MHz)   | • 20 (10 + 10)   |

게 전달해야 하는 공통점이 있기 때문에 재난안전 사용자(user)를 위한 전용(dedicated)의 광대역 스펙트럼이 요구된다. 따라서 주요 국가에서는 표 1에 나타난 바와 같이 재난 안전 통신을 위해 전용의 주파수를 배타적으로 분배하고 있다<sup>[9]</sup>. 이 중에서도 세계 전파통신 회의(WRC-15)에서는 재난 안전 통신의 서비스 특성을 고려하여 694~894 MHz 주파수 범위를 사용하도록 권장하고 있다. 이에 따라 우리나라와 미국은 700 MHz 대역에 재난안전통신망을 위한 전용 주파수를 분배하고, 재난안전통신망을 구축하여 운영하고 있다. 유럽이나 기타 지역에서도 PS-LTE 재난통신망 구축 계획을 수립하고, 망 구축 및 서비스를 추진하고 있다<sup>[9]</sup>.

먼저 세계에서 가장 먼저 PS-LTE를 구축한 미국의 재난안전망의 이용 동향을 살펴보자. 미국에서 광대역 재난통신망이 탄생한 배경은 2001년 9/11 테러 공격이 발생하였을 때 소방과 경찰 등이 서로 다른 통신망을 사용하여 기관 간 재난 상황에 대한 정보를 공유하지 못하여 소방관의 인명 피해가 많이 발생하였다. 이를 계기로 2003년 6월 부시 대통령이 “Presidential Memo on Spectrum Policy”를 발표하면서 21세기를 대비하여 미국의 스펙트럼 관리 정책을 개선하고 경제 성장을 촉진하며 통신 기술 및 서비스 분야에서 미국의 글로벌 리더십을 유지할 수 있도록 국가안보, 재난 안전, 과학 연구, 연방 교통 인프라 및 법 집행과 같은 중요한 업무의 요구 사항을 충족시키기 위해 미국 스펙트럼 정책을 개발하라는 메모를 발표하면서 시작되었다<sup>[10]</sup>. 이후 2012년 중산층 감세 및

고용 창출법(middle class tax relief and job creation act of 2012)에 따라 2012년 8월 NTIA(national telecommunications and information administration) 산하에 독립기관인 FirstNet(the first responder network) authority를 설립하였다. 중산층 감세 및 고용 창출 법안의 목표는 비상 대응, 재난 관리 및 기타 공공 안전 임무의 요구를 충족하기 위해 공공안전기관에 전국적인 통신서비스를 제공하는 전용 네트워크를 구축하는 것이다. 이에 따라 미국 FCC는 국가안보와 재난 안전 등에 관한 광대역 스펙트럼, Band 14를 그림 1과 같이 FirstNet에 할당하고<sup>[11]</sup>, 전국을 커버하는 광대역 재난안전망을 구축하여 재난에 관련된 모든 기관이 재난정보를 공유하여 재난을 일사불란하게 대처할 수 있도록 하였다. FirstNet authority는 이 네트워크의 구축과 유지를 감독하기 위해 AT&T와 공공-민간 협력(public private cooperation)을 통하여 네트워크를 구축하고 관리한다<sup>[12],[13]</sup>.

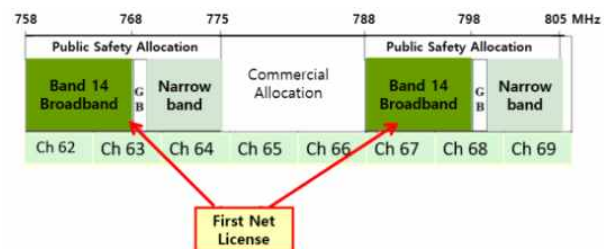


그림 1. 미국의 700 MHz 대역 주파수 분배

Fig. 1. Frequency allocation for the 700 MHz spectrum band in USA.

FirstNet는 Band 14 뿐만 아니라 AT&T의 상업용 이동 통신망과 연결되어 미국의 거의 모든 지역(시골 및 원격 지역 포함)에서 first responder와 연결이 되도록 설계되어 있다. 특히 Band 14는 필요한 경우 FirstNet 사용자만 해당 스펙트럼에 접속할 수 있도록 하여 first responder 들이 상업적 트래픽과 경쟁할 필요 없이 안전하고 효율적인 통신을 할 수 있도록 하였다. 또한 연결성(connectivity)을 향상시키기 위하여 고출력 단말(high-powered user equipment)을 사용하도록 허용하여 FirstNet의 서비스 coverage를 확대하였다<sup>[12],[13]</sup>.

한편 유럽을 비롯하여 호주, 중국, 일본 등 많은 국가도 PS-LTE 기반의 재난안전망을 구축하기 위한 계획을 수립하고 있다.

## 2.2 철도망 이용동향

유럽은 GSM-R(global system for mobile communications-railway) 표준을 제정하고, 이를 토대로 그림 2와 같이 유럽 전체가 통일된 주파수를 배타적으로 분배(exclusive allocation)하고, 철도 전용망(dedicated communications network)을 구축하여 운용하고 있다. GSM-R의 주파수 대역은 uplink 876~880 MHz, downlink 921~925 MHz 이다<sup>[14],[15]</sup>. GSM-R 기지국은 통상 7~15 km마다 설치하기 때문에 지역에 따라서는 수신신호의 세기가 약하게 수신될 수 있다. 이러한 상황으로 유럽의 많은 국가에서 GSM 이동통신망에서 GSM-R 통신망으로 전파간섭이 발생하고 있으나 간섭이 발생할 때마다 GSM 이동통신망의 출력이나 위치, 또는 전파의 복사 방향을 조절하여 철도 운행에 지장이 없도록 조정하고 있다<sup>[16],[17]</sup>.

그림 3은 독일의 O2사가 설치한 GSM 이동통신 기지국이 GSM-R에 간섭을 초래하여 간섭 기준인 -79 dBm 이하가 되도록 조정한 사례이다. 간섭 발생 시점에서는

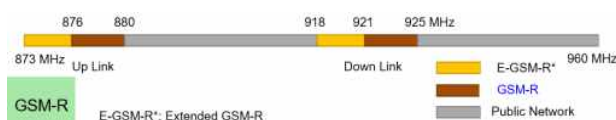


그림 2. 유럽의 GSM-R 스펙트럼 분배  
Fig. 2. Spectrum allocation for GSM-R in Europe.

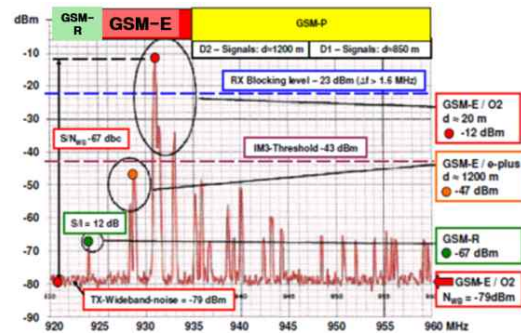


그림 3. GSM-E 대역의 신호가 GSM-R에 미치는 간섭 영향  
Fig. 3. Interference effects of GSM-R by GSM-E signals.

-79 dBm보다 큰 신호가 들어와 GSM-R에 장애를 주었는데 이를 조정하여 GSM-R의 SIR(signal-to-interference)이 12 dB가 되도록 조정한 사례이다. 이와같이 철도망은 철도의 안전 운행을 위하여 반드시 보호해야 하는 통신망으로 주파수를 배타적으로 사용하는 것은 물론 인접 대역의 신호로 인하여 조금만 전파간섭을 받아도 이를 조정하여 간섭이 없도록 유지해야 하는 통신망이다<sup>[17]</sup>.

중국은 GSM-R을 위하여 uplink 885~889 MHz, downlink 930~934 MHz를 분배하였고, 호주는 uplink 1,770~1,785 MHz, downlink 1,865~1,880 MHz를 분배하여 철도 통신에 사용하고 있다. 한편 유럽은 물론 중국에서도 GSM-R을 LTE-R로 전환하는 작업을 진행하고 있다<sup>[14]</sup>.

## 2.3 초고속 해상망 이용동향

초고속해상망은 IMO(국제해사기구)에서 정의한 e-navigation을 구현하기 위한 초고속 해양 무선 통신망이다. e-navigation은 해상에서 안전한 항행과 해상 보안을 강화하고, 해양 환경을 보호하며 나아가 해상 무역 및 선박의 운송 효율을 향상시키기 위한 차세대 해상항법체계이다. 우리나라는 2013년 경제장관 회의에서 해양에서의 안전 증진과 관련 산업의 육성을 위해 'e-navigation 대응 전략'을 수립하고, 2016년 3월부터 약 5년간 IMO의 e-navigation 도입의 선제적 대응과 한국형 e-navigation 서비스 체계 구축을 위해 해양수산부에서 'SMART-navigation 사업'을 추진하였다. 한국형 e-navigation은 IMO의 e-nav-

igation 개념에 어선이나 연안을 항해하는 소형선을 대상으로도 서비스를 제공하는 등 우리나라의 해상 환경에 최적화된 시스템이다<sup>[18]</sup>. 이상의 내용을 토대로 볼 때 해양에서의 안전한 항행과 해양 환경의 보호를 위하여 반드시 필요한 무선통신 서비스이다. 따라서 해양 업무를 위해 주파수 공급이 원활하다면 배타적으로 공급하는 것이 타당하다. 그런데 초고속해상통신망은 100 km 이상의 장거리 통신도 고려하기 때문에 1 GHz 이하의 주파수가 필요하여 주파수 공급이 원활하지 않다. 따라서 배타적 주파수 분배가 필요하나 그림 4에 나타난 바와 같이 주파수 이용이 육지가 아닌 바다에서 사용된다는 점을 고려하여 육지에서 사용하는 주파수를 공동으로 사용할 수 있다.

### Ⅲ. 문제점 도출 및 정책 제언

#### 3-1 문제점 도출

그림 5에 나타난 바와 같이 철도통합무선망(LTE-R)과 재난안전통신망(PS-LTE), 그리고 초고속 해상망은 700

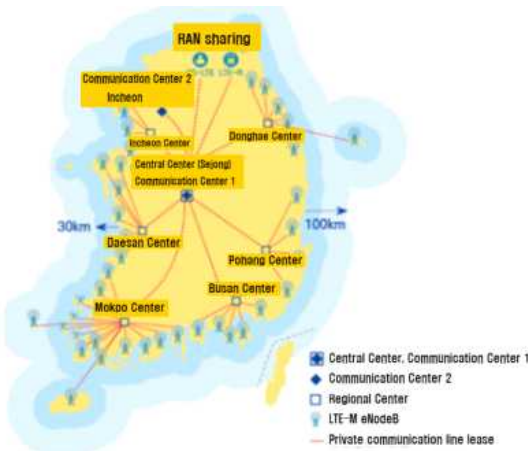
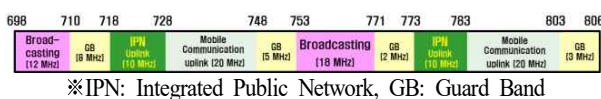


그림 4. 우리나라의 초고속해상망 서비스 영역<sup>[19]</sup>

Fig. 4. Service coverage of LTE-M in Korea<sup>[19]</sup>.



※IPN: Integrated Public Network, GB: Guard Band

그림 5. 통합 공공용 주파수 분배

Fig. 5. Frequency allocation for integrated public affairs.

MHz 대역의 통합공공용 주파수를 공동으로 사용한다. 이에 따라 서비스 지역이 겹치는 재난안전망과 철도망 사이에 전파간섭이 심각하게 발생하고 있다. 이러한 사유로 인하여 시속 300 km 이상으로 달리는 KTX 등 철도의 안전 운행이 심각하게 위협받고 있는 것은 물론 재난이 철도 인근 지역에서 발생하는 경우 재난 구조도 제대로 하지 못하는 상황이 발생할 것으로 예측된다. 국가철도공단 분석 자료에 따르면 KTX 강릉선의 대관령과 남강릉 구간에서 선로를 따라 설치된 LTE-R 기지국이 PS-LTE 주파수와 간섭이 생겨 LTE-R의 통신에 장애를 주는 것으로 나타났다<sup>[7]</sup>. 현재도 LTE-R 철도망을 계속 구축하는 상황에서 철로변을 따라 전국적으로 설치하게 되면 LTE-R의 전파간섭은 더욱 늘어날 것으로 예측된다.

이와같이 철도통신에 심각한 전파간섭 현상이 계속 발생함에 따라 행정안전부는 문제가 생긴 PS-LTE 기지국을 옮겨서 간섭 문제를 해결하는 미봉책을 사용하고 있다. 그리고 철로 인근에서 PS-LTE 단말기를 사용할 때는 LTE-R 기지국의 RAN sharing을 통해 문제를 해결하고자 하나 대형 재난이 철도망 인근에서 발생하면 트래픽이 폭주하여 재난 활동에 지장을 줄 뿐만 아니라 철도 운행에도 영향을 줄 것으로 판단된다.

특히 그림 6과 같이 앞으로도 철도망은 전국적으로 계속 구축할 예정이기 때문에 기존에 설치된 PS-LTE를 계속 옮겨야 하는 상황이 발생하고, PS-LTE의 service coverage도 점점 줄어들게 된다.

PS-LTE와 LTE-R 사이에 발생하는 전파간섭 문제를 해결하기 위한 RAN Sharing 기술은 그림 7에 나타난 바와 같이 MNO(mobile network operator), EPC(evolved packet core)의 PLMN(public land mobile network), ID(identification)에 따라 eNodeB가 해당 EPC에 연결하여 관련 서비스를 제공할 수 있도록 하는 기술이다<sup>[4],[9],[21]~[23]</sup>. 즉, LTE의 기지국인 eNodeB 무선 자원을 재난안전망과 철도망이 공동으로 사용하는 것이다. 예를 들어 철도망 인근 지역에 재난이 발생하여 PS-LTE 단말기를 보유한 재난 안전 요원이 해당 지역에 진입하면 LTE-R 기지국을 통해 PS-LTE EPC에 연결하여 재난 안전 서비스를 제공하는 방법이다.

이러한 방법으로 LTE-R과 PS-LTE간에 간섭 문제는 해



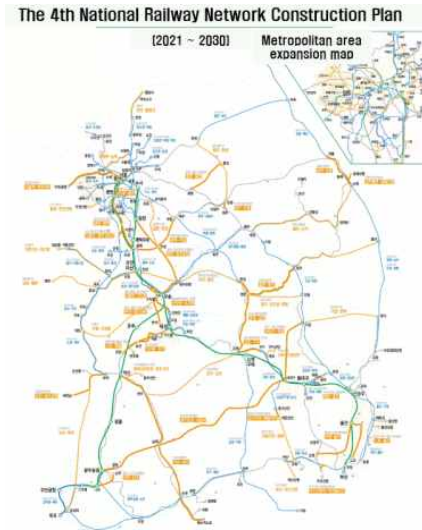


그림 6. 2021~2030 국가 철도망 구축 계획<sup>[20]</sup>  
Fig. 6. Construction plan of 2021-2030 national rail network<sup>[20]</sup>.

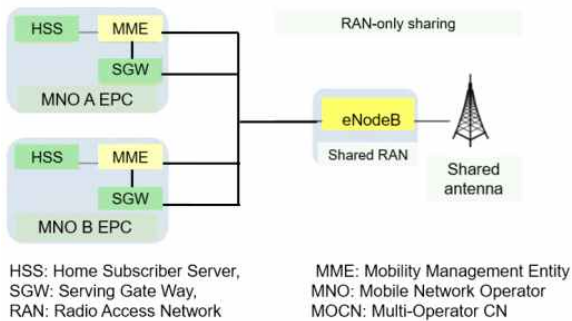


그림 7. MOCN 기반의 무선접속망 공동사용을 통한 전파간섭 해소 방안  
Fig. 7. Solution of interference problem with RAN sharing based on MOCN.

결할 수는 있으나 철도 인근에서 재난이 발생하면 재난 안전망의 service coverage와 traffic이 제한되는 것은 물론 철도망의 트래픽 처리 용량도 떨어질 수 있다. 통합공공망 정책협의회는 1차로 PS-LTE의 안테나 방향 및 각도 조정, 기지국의 출력조정, LTE-R과 PS-LTE 기지국 간의 이격거리 조정 등을 통해 문제를 해결하고, 2차로 RAN sharing을 통해 간섭 문제를 해결한다는 것이다. 행정안전부는 전파간섭이 발생하는 철도 인근 지역에서 PS-LTE와

LTE-R망 간 양방향 RAN sharing 기술을 통해 전파간섭을 해소할 수 있다는 주장이나 국가철도공단은 철도망의 데이터 손실과 데이터 전달 시간의 지연으로 열차 사고가 발생할 수 있어 양방향 RAN sharing은 적절한 해법이 아니라는 것이다<sup>[7]</sup>. 더욱이 철도망은 그림 8에 나타난 바와 같이 철로변을 따라 서비스를 제공하는 반면에 PS-LTE는 모든 방향으로 통신서비스를 제공하는 cellular 이동통신망이다. 따라서 PS-LTE 단말이 철도 인근에 진입할 때 RAN sharing 기술로는 PS-LTE의 서비스 coverage를 만족시키지 못한다. 또한 철로를 증설하게 되면 PS-LTE 기지국을 계속해서 옮겨야 하는 문제로 PS-LTE의 service coverage는 계속 줄어든다. 더욱이 철도 인근에서 대형 재난이 발생하는 경우 급격히 늘어나는 트래픽을 처리하지 못할 뿐만 아니라 철도 운행에도 심각한 장애를 줄 가능성이 있다.

### 3-2 주파수 정책 제안

700 MHz UHD 방송대역은 2015년에 지상파 UHD 방송으로 분배 및 할당된 후 2017년부터 KBS, MBC, SBS 등이 세계 최초로 지상파 UHD 방송을 시작하였다. 그러나 2023년 11월 기준으로 KBS1 12국, KBS2 1국, MBC 8국, 그리고 SBS 송출국에서 UHD 방송하고 있다. 반면에 EBS는 UHD 방송을 하지 않고 있어 주파수가 비어 있다<sup>[26]~[28]</sup>. 특히 2022년을 기준으로 지상파 UHD 방송의 직접 수신율이 1%에 불과해 지상파 UHD에 대한 시청자들의 관심이 낮아 지상파 방송사에서도 UHD 방송을 통해 추가 수익을 올리지 못하고 있다<sup>[28]</sup>. 더욱이 케이블 TV나

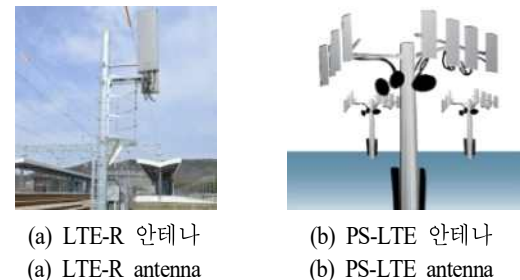


그림 8. LTE-R 안테나<sup>[24]</sup>와 PS-LTE 안테나<sup>[25]</sup> 비교  
Fig. 8. Comparison between LTE-R antenna<sup>[24]</sup> and PS-LTE antenna<sup>[25]</sup>.

IPTV는 물론 기존 방송사가 아닌 유튜브나 넷플릭스 등의 온라인 동영상 서비스를 통해 UHD 콘텐츠를 시청하는 문화가 자리를 잡고 있다<sup>[29]</sup>. 이러한 현실을 고려하면 EBS가 지상파 UHD 방송을 송출할 가능성은 매우 낮다. 따라서 기존에 비어 있는 710~718 MHz 대역과 748~753 MHz 대역, 그리고 사용하지 않는 EBS UHD 주파수(753~759 MHz)를 회수하여 통합공공용 주파수를 재배치하는 방안을 검토한다. 특히 재난안전망은 전국의 모든 지역에서 무선통신서비스를 제공해야 하므로 전용 대역을 분배한다. 반면에 철도망은 육상에서 철도변을 따라 통신서비스를 제공하고, 해상망은 바다에서 서비스를 제공하는 점을 고려하여 그림 9와 같이 주파수 정책 방안을 제안한다.

다시 말하면 기존에 통합공공용 주파수를 재난 안전 전용 주파수로 변경하고, 비어 있는 대역과 EBS UHD 방송 대역을 회수하여 그 대역에 5 MHz 대역폭의 철도&해상 주파수를 분배하되 철도망이 PU(primary user)로 사용하고, 해상망은 SU(secondary user)로 할당한다. 철도망을 PU로 정하는 이유는 유럽의 사례에서 보듯이 철도망은 300 km/h 이상의 고속으로 달리는 특성으로 통신이 끊기면 대형 참사로 연결될 수 있어 절대적으로 보호되어야 하기 때문이다. 다행히 철도망과 초고속해상망은 서비스 영역이 서로 달라 해상망에 이를 SU로 주는 방안이 가능하다.

#### IV. 결 론

700 MHz 대역의 통합공공망은 재난안전망, 철도망, 그리고 초고속해상망이 동일한 주파수를 공동으로 사용함으로써 주파수 간섭 문제가 심각한 문제로 대두되고 있다. 제 II 절에서 검토한 바와 같이 재난 안전, 철도, 그리고 해상망은 업무 영역이 서로 다를 뿐만 아니라 안전 및 생명에 관련된 분야이기 때문에 가용 주파수가 있다면 모두 전용 주파수 대역을 분배하는 것이 합리적이다. 다

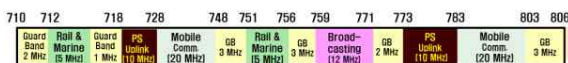


그림 9. 통합공공망 주파수 재배치 방안

Fig. 9. Proposal of frequency reallocation of the integrated public network.

만 세 가지 서비스 특성에 적합한 1 GHz 이하의 주파수가 부족한 점을 고려하면 철도 서비스는 육지에서 제공되고, 초고속해상망은 바다에 서비스를 제공하므로 지리적으로 분리된다. 따라서 철도망과 해상망은 동일 주파수를 사용할 수 있으나 철도망에게 우선 사용권을 주어야 한다. 즉, 철도망이 PU가 되고 해상망이 SU가 된다. 따라서 해상망은 철도망에 간섭을 주지 않는 조건으로 주파수 이용권을 주는 것이 합리적이다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하는 방안으로 현재 통합공공망용 주파수를 재난안전망 전용 주파수로 분배하고, 현재 UHD 방송을 하지 않고 있는 EBS 주파수 대역을 활용하여 uplink 712~717 MHz, downlink 751~756 MHz 대역을 철도와 해상망이 주파수 공동 사용을 하는 용도로 변경하는 방안이다. 새로 분배되는 5 MHz 대역은 철도망이 PU가 되고, 해상망이 SU라는 조건으로 주파수 공동 사용을 한다. 이러한 방안으로 주파수를 재배치하면 재난안전망, 철도망, 그리고 초고속해상통신망 간의 주파수 간섭 문제를 완전하게 해결할 수 있을 뿐만 아니라 재난안전망, 철도망, 그리고 초고속해상망이 본연의 역할을 정상적으로 수행함으로써 재난으로부터 국민의 안전을 보호하고, 철도 안전과 해상에서의 e-navigation은 물론 해양에서 안전을 도모할 수 있다.

#### References

- [1] MSIT, "Administrative notice of amendment to the national frequency allocation table," Ministry of Science and ICT(MSIT), No. 2024-1018, Nov. 2024.
- [2] J. J. Park, "World's first nationwide public safety communication network launched," Electronic Times, Apr. 2021. Available: <https://www.etnews.com/20210-426000183>
- [3] J. S. Park, "Urgent need for joint design to prevent interference in disaster, railway, and maritime networks," Electronic Times, 2020. Available: <https://www.etnews.com/20200127000099>
- [4] C. Joo, "Analysis of integrated public communication network usage and interconnection construction plan,"

- Information and Communications Magazine*, vol. 33, no. 3, pp. 53-65, Mar. 2016.
- [5] B. G. Jang, "LTE-R threatened by interference from PS-LTE... Is there a solution?," *Land Daily*, 2019. Available: <https://www.pmnnews.co.kr/100573>
- [6] MOIS, "Resolving interference in some sections of the railway network through the national integrated public Network policy council," Ministry of the Interior and Safety(MOIS), 2021. Available: [https://www.mois.go.kr/firt/bbs/type001/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR\\_000000000009&nttId=87703#none](https://www.mois.go.kr/firt/bbs/type001/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000009&nttId=87703#none)
- [7] Y. G. Kim, "Physical measures vs. RAN sharing: Divergent views on interference," *Information and Communication Newspaper*, 2021. Available: <https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=89754>
- [8] J. H. Cha, "700MHz Public safety network interference 'on the surface of the water'," *Information and Communication Newspaper*, 2020. Available: <https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=78011>
- [9] Z. Kaleem, M. Yousaf, A. Qamar, A. Ahmad, T. Q. Duong, and W. Choi, et al, "Public-safety LTE: Communication services, standardization status, and disaster-resilient architecture," Sep. 2018. Available: <https://arxiv.org/pdf/1809.09617v1>
- [10] The White House, *Presidential Memo on Spectrum Policy*, The White House, 2003.
- [11] FCC, "700 MHz public safety spectrum," 2020. Available: <https://www.fcc.gov/700-mhz-public-safety-narrowband-spectrum>
- [12] J. Locke, "What Is FirstNet Band 14?," *DIGI*, 2022. Available: <https://www.digi.com/blog/post/what-is-firstnet-band-14>
- [13] S. Devine, "Demystifying band 14 Spectrum: Why it exists and what it means for public safety," *FirstNet*. 2023. Available: <https://www.firstnet.com/content/dam/firstnet/white-papers/firstnet-demystify-band-14.pdf#:~:text=Band%2014%20is%20the%20spectrum%20licensed%20by%20Congress,just%20for%20creation%20of%20America%E2%80%99s%20public%20safety%20network>
- [14] Wikipedia, "GSM-R," 2025. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/GSM-R>
- [15] R. He, B. Ai, G. Wang, K. Guan, Z. Zhong, and A. F. Molisch, et al, "High-speed railway communications: from GSM-R to LTE-R," *IEEE Vehicular Technology Magazine*, vol. 11, no. 3, pp. 49-58, Sep. 2016.
- [16] European Union Agency for Railways, "GSM-R and interferences: Managing the co-existence." Available: <https://www.era.europa.eu/system/files/2022-11/GSM-R%20and%20Interferences%20-%20Managing%20the%20co-existence.pdf?t=1716282982>
- [17] CER, EIM, and UIC, "Interferences into GSM-R due to public mobile radio networks," 2011. Available: [https://circabc.europa.eu/sd/a/ff53dd07-3121-4b48-8724-d0aa478ec3f5/gsmr\\_interferences\\_12](https://circabc.europa.eu/sd/a/ff53dd07-3121-4b48-8724-d0aa478ec3f5/gsmr_interferences_12)
- [18] H. Lim, Y. G. Cho, "A study on policy making for e-navigation from the viewpoint of a maritime digital communication network," *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, vol. 24, no. 6, pp. 679-685, Oct. 2018.
- [19] Ministry of Oceans and Fisheries, "Maritime wireless communication network(LTE-M) - e-Nav portal," 2024. Available: <https://e-navigation.mof.go.kr/service/introduction/lte.do>
- [20] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "The Fourth National Railway Network Plan (2021 - 2030)," June 2021.
- [21] S. G. An, P. S. Park, and S. H. Park, "Network sharing plan in domestic public networks," *Information and Communications Magazine*, vol. 33, no. 3, pp. 46-52, 2016.
- [22] *Technical Specification Group Services and System Aspects; Telecommunication Management; Network Sharing; Concepts and Requirements*, 3GPP TS



- 32.130, v17.1.0, Jun. 2021.
- [23] K. Samdanis, X. Costa-Perez, and V. Sciancalepore, "From network sharing to multi-tenancy: The 5G network slice broker," *IEEE Communications Magazine*, vol. 54, no. 7, pp. 32-39, Jul. 2016.
- [24] Kukto Daily, "The key to uninterrupted LTE-R service: Direct connection to railway safety," May 2021. Available: <https://m.blog.naver.com/byt101/222336997217>
- [25] E. Reynold, FirstNet, Aug. 2013.
- [26] G. Lee, "Status of terrestrial HD/UHD broadcasting transmitters by region - comprehensive (summary)," Costco Wholesale, 2023. Available: <https://m.cafe-d-aum.net/HDTV/DEKX/1884>
- [27] G. H. Park, "EBS UHD Broadcasting 606 episodes made with 10 billion won, zero transmission performance," Information and Communication Newspaper, 2021. Available: <https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=89679>
- [28] J. Y. Seo, "5 Years Since the Introduction of Terrestrial UHD, Direct Reception Rate 1%.. Industry Needs Support," ZDNET Korea, 2022. Available: <https://zdnet.co.kr/view/?no=20220928170312>
- [29] Y. W. Kim, "5 Years of terrestrial UHD broadcasting, but no viewers?," IT Donga, 2022. Available: <https://it.donga.com/102442/>

김 창 주 [(주)휴라/수석연구위원]

<https://orcid.org/0000-0002-3689-8137>



1980년 2월: 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학사)

1988년 2월: 한국과학기술원 전기및전자공학과 (공학석사)

1993년 2월: 한국과학기술원 전기및전자공학과 (공학박사)

1979년 12월~1983년 3월: ADD 연구원

1983년 3월~2018년 12월: ETRI 책임연구원

1994년 3월~1998년 12월: ETRI 전파신호처리연구실장

1999년 1월~2001년 4월: ETRI 이동통신모델연구부장

2003년 2월~2010년 12월: ETRI 전파기술연구부장

2018년 12월~2021년 12월: ETRI 연구전문위원

2019년 3월~2022년 2월: 한동대학교 전산전자공학부 초빙교수

2022년 3월~현재: (주)휴라 수석연구위원

[주 관심분야] 이동통신, 무선통신, 인지 무선 등