

# 스마트 철도 통신 네트워크 구조

김영동 · 김종기 · 이상학 · 박은경\*

동양대학교

## Smart Railway Communication Network Structure

Young-dong Kim · Jongki Kim · Sanghak Lee · Eunkyung Park\*

Dongyang University

E-mail : ydkim@dyu.ac.kr / jkkim1@dyu.ac.kr / Lsh@dyu.ac.kr / repek2014@dyu.ac.kr

### 요 약

대량 운송 수단인 철도 시스템은 고속화 및 자동화 시대를 넘어 이를 통합한 스마트 철도 시스템으로 진화하고 있다. 이와 같은 스마트 철도 시스템을 구축 및 운용하기 위해서는 5G-R과 같은 모바일 통신 기술과 빅데이터, 딥러닝, 인공지능 및 블록체인과 같은 융복합 정보기술 등이 포괄되는 통신 네트워크 기술이 활용되어야 한다. 본 논문에서는 이와 같은 스마트 철도 시스템을 위한 통신 네트워크 구조를 제안한다. 본 논문에서 제안하는 스마트 철도 통신 네트워크 구조는 고속철도의 안전 운행, 철도 관리, 고객 서비스를 포괄하는 평면단위의 계층구조로 구성되며 필요에 따라 이를 평면간 혼합한 기능을 가질 수도 있다. 본 연구의 결과는 스마트 철도 통신 네트워크의 구축, 운영 및 유지 관리와 철도통신 시스템 표준화 연구 등에 활용될 수 있다.

### ABSTRACT

Railway system as a mass transportation is under progress to smart railway system beyond high speed and automation era. Communication network technology including 5G-R(5th Generation - Railway) mobile communication technology and information convergence technology of Big Data, Deep Learnig, AI(Artificial Intelliegnce) and Block Chain have to be used for implementation and operation of this smart railway system. In this paper, a communication network structure is suggested for this smart railway system. This suggested smart railway commuication network structure is composed with layered structure of plane unit for safety operation of high speed railway, railway system management and customer services, and also have some complexed function of each plane. Results of this study can be used for smart railway communication network implementation, operation and managements, development of railway communication standards.

### 키워드

Communication, Network, Railway, Smart, Structure

### 1. 서 론

초연결, 초지능, 초융합을 특징으로 하는 4차 산업혁명은 ICT(Information & Communications Technology)를 기반으로 산업기술 전반을 스마트화하고 있다. 산업기술의 스마트화는 IoT(Internet of Things), 빅데이터, 딥러닝, 인공지능, 블록체인 등을 활용하여 모든 산업 분야에 다양한 변화를 일으키고 있다[1][2].

CBTC(Communication Based Train Control) 등 전기 철도의 자동화 시스템은 ICT 기술을 기반으

로 한다. 전기 철도 시스템의 자동화는 운행 차량 관리를 위한 관제분야, 정비 및 유지 보수를 위한 전자 감시 체계 분야, 기타 운영 데이터 수집 및 분석 분야 등의 고도화를 위한 기술이다[3][4].

고속화 단계에 진입한 최근의 전기 철도 시스템은 각 요소 시스템의 자동화를 넘어 철도 시스템 구성 요소들을 포괄하여 전체 시스템의 자동화를 추구하는 스마트 철도로 발전하고 있다[3].

스마트 철도는 LTE-R(Long Term Evolution - Railway), 5G-R(5Generation - Railway) 과 같은 이동 통신기술 및 UDN-R(Ultra Dense Network - Railway)과 같은 네트워크 기술을 기반으로 IoT, 빅데이터, 딥러닝, 인공지능, 블록체인 등의 정보기

\* speaker / \*\* corresponding author

술을 활용하여 자동화되고 융복합된 철도 시스템으로 유튜브 등 미래 초고속 철도 시스템을 위한 필수 기술이다[4].

스마트 철도에 관한 연구가 최근들어 비교적 활발하게 진행되고 있다[3-5]. 그럼에도 불구하고 스마트 철도의 기반이 될 수 있는 철도 통신 및 통신 네트워크의 구조에 대한 연구는 다소 미흡한 형편이다[4].

본 연구에서는 스마트 철도 시스템을 위한 통신 구조를 살펴보고 네트워크 구조 및 철도 통신 응용 서비스를 제안한다.

본 논문에서는 II장에서 스마트철도 시스템을 소개하고, III장에서 스마트 철도 시스템을 위한 통신 네트워크 구조를 제안하며, IV장에서 결론을 맺는다.

## II. 스마트 철도 시스템

스마트 철도 시스템은 열차 운항 및 관리체계 자동화를 넘어 철도 시스템의 고속화, 대형화 및 정밀화와 고객 서비스의 고품질화를 추구하는 지능화된 새로운 형태의 철도 시스템으로 정의할 수 있다.

이와 같은 스마트 철도 시스템 구축에는 그림 1과 같이 LTE-R이나 5G-R과 같은 이동통신기술과 UDN-R과 같은 네트워크 기술을 기반으로 IoT, 빅데이터, 딥러닝, 인공지능, 블록체인 등의 ICT 기술의 활용이 필수적이다.

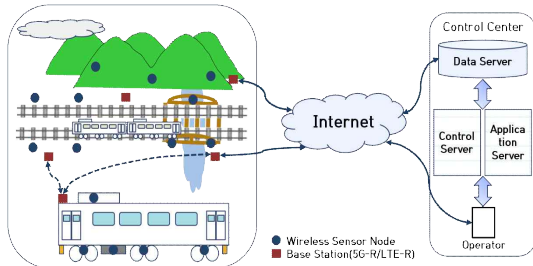


그림 1. 스마트 철도 시스템의 예[2][3]

그림 1의 스마트 철도 시스템은 이동통신 및 네트워크 기술을 기반으로 열차운행 자동화하여 열차운행 관련 각종 데이터 수집/분배/분석에 기반한 운행 관련 각종 조치 및 대응을 중앙 관제 서버 및 열차내 로컬 서버와 연동된 인공지능, 빅데이터, 딥러닝 및 블록체인 등의 기술을 활용하여 수행하고 부가적으로 장애진단 및 유지 보수, 역사운영 및 승객서비스를 제공한다[3].

## III. 스마트 철도 네트워크 구조

본 연구에서 살펴 볼 스마트 철도 시스템의 통

신 서비스는 그림 2와 같이 철도통신, 관리통신 및 승객통신 서비스, 이 서비스들 간 교차 통신 서비스 및 그 상위의 융합 응용 서비스로 구성된다.

철도통신 서비스는 철도 운행과 관련된 열차와 관제센터, 열차와 열차간의 통신 서비스이며, 관리통신은 IoT를 활용한 각종 데이터의 수집/분배/분석 서비스 및 서버 기술 관련 서비스이며, 승객통신은 승객지원을 위한 통신 서비스이다. 교차통신 서비스는 필요에 따라 열차통신 서비스, 관리통신 서비스 및 승객통신 서비스 영역의 교차통신을 지원하는 서비스로 예를 들면 열차통신과 관련된 운행 화면정보 등을 승객에게 서비스하는 통신이다.

융합응용 서비스는 빅데이터, 딥러닝, 인공지능 및 블록체인등 통신 신기술을 활용하여 하위 계층의 통신 서비스를 구체화하고 체계화하는 서비스로 관제 센터 서버 기술 및 열차/역사 로컬 서버 기술과 밀접하게 관련되며 스마트 철도 시스템의 핵심 서비스 및 신규 서비스를 관리한다.



그림 2. 스마트 철도 통신 서비스

그림 2의 스마트 철도 통신 서비스는 그림 3의 스마트 철도 통신 구조를 통하여 구현될 수 있다. 그림 3의 스마트 철도 통신 구조는 5G-R에 기반한 UDN-R 네트워크, 범용 인터넷 구조인 TCP/IP 네트워크 및 응용 기능으로 구성된다.

전송 네트워크로서 패킷 네트워크인 TCP/IP를 사용할 경우 문자 서비스, 음향/영상 등의 실시간 통신 서비스를 일정 수준에서 적절한 품질로 구현할 수 있다.

최선전송(Best-effort Transmission)을 기반으로 하는 IP 프로토콜의 경우 초고속철도 통신 서비스의 고품질과 안정성 제고를 위해 투명한전송(Transparent Transmission)을 지원하도록 유연성을 확보할 필요가 있다[6]. 이는 IP 프로토콜 자체의 개선이나 상위계층의 활용을 통하여 달성할 수 있다.

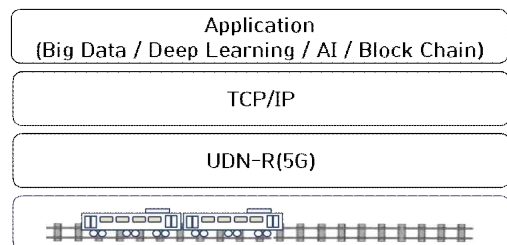


그림 3. 스마트 철도 통신 구조[3][4]

그림 3의 스마트 철도 통신을 구현하기 위한 네

트위크 구조는 그림 4와 같이 TCP/IP 계층구조 프로토콜 스택을 기반으로 열차평면, 관리평면, 승객평면, 교차평면 및 응용평면의 5개 평면으로 구성될 수 있다.

각 평면은 TCP/IP 5계층 구조 전체를 활용하거나 또는 계층의 일부를 활용하는 계층 구조로 구현될 수 있으며, 범용의 TCP/IP 프로토콜 이외에 스마트 철도 통신을 위한 전용 프로토콜을 사용한 전용 계층으로 구성될 수 있다.

그림 3과 4의 응용계층은 스마트 철도 시스템에서 중요 요소 기술로 사용되어야 할 빅데이터, 딥러닝, 인공지능 및 블록체인 등의 사용될수 있어야 하며 이 기술을 활용한 스마트 철도 응용 서비스는 그림 5와 같다.

그림 5에서 스마트 철도 응용 서비스는 유지/보수 서비스, 신호/관제, 방송 서비스, VR(Virtual Reality), 영상 및 멀티미디어 서비스, e-티케팅 서비스 등이 있을 수 있으며 이 서비스들은 중앙 관제 센터 또는 열차 및 역사의 로컬 서버 등이 제공하는 빅데이터, 딥러닝, 인공지능 및 블록체인 기술을 활용하여 구현되어야 한다.

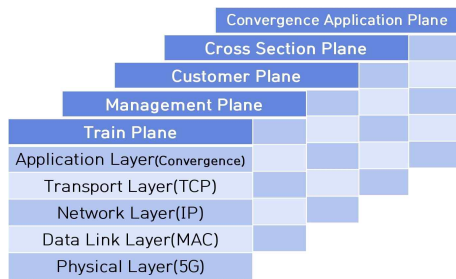


그림 4. 스마트 철도 통신 네트워크 계층 구조

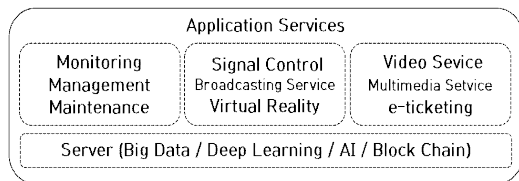


그림 5. 스마트 철도 응용 서비스

#### IV. 결 론

본 논문에서는 최근 연구되고 있는 스마트 철도 시스템의 통신 구조를 살펴보고 이를 토대로 스마트 철도 시스템의 통신 네트워크 구조 및 응용 서비스 구성에 대하여 제안하였다.

본 연구에서 제안한 스마트 철도 응용 서비스는 5G 기반 UDN-R, TCP/IP의 네트워크 기능과 빅데이터, 딥러닝, 인공지능, 블록체인 기술을 기반으로 관리 서비스, 제어서비스, 영상/멀티미디어 서비스 등으로 구성된다.

이 스마트 철도 응용 서비스는 본 연구에서 제

안한 열차평면, 관리통평면, 승객평면, 교차평면 및 응용평면의 5개 평면을 기반으로 구현될수 있다.

본 연구의 결과는 철도 시스템 및 철도통신 시스템의 구축, 철도통신의 표준화 등에 활용될 수 있다.

본 연구는 스마트 철도 시스템을 위한 통신 네트워크 구조를 이론적 관점에서 고찰한 것으로 통신 네트워크 구조의 구체화를 통한 보완 및 요소 기술의 정의 및 이와 관련한 프로토콜의 제정이 요구되며 철도 시스템의 현장 운영 결과를 반영한 보완이 필요하다.

#### References

- [1] Y. Kim, "Trends of Mobile Communication Technologies for Electric Railway System," In *Proc. of ICFICE2016*, vol. 8, no. 1, pp. 359-362, Jun. 2016.
- [2] Y. Kim, "Transmission Performance of Sensor Network based on LTE-R", In *Journal of KIECS*, Vol. 15, No. 3, pp. 473-478, Jun. 2020.
- [3] Y. Kim, "Communication Structure for Smart Railway Network", In *Proc. of KIICE Conf.*, Vol. 25, No. 1, pp. 197-199, May, 2021.
- [4] Y. Kim, "Railway Communication Architecture for Smart Railway System", In *Proc. of KIECS Conf.*, Vol. 15, No. 1, pp. 228-230, Jun. 2021.
- [5] B. Ai, A. Molisch, M. Rupp, Z. Zhong, "5G Key Technologies for Smart Railways", In *Proc. of IEEE*, Vol. 108, No. 6, pp. 856-893, Jun. 2020.