

# IoT 기술의 철도 부문 적용 국내외 동향 사례 조사 연구

## Study on IoT technology applied in the railway sector

노 상 태\*\*                      이 원 균\*  
Sang-Tae No\*\*+,      Won-Gyun Lee\*

### Abstract

'Smart construction' is attracting attention as a new trend to create new value by integrating with the fourth industrial revolution technology. It is a concept to integrate IoT, cloud, and big data technology in the entire planning, design, procurement, construction and maintenance of the construction business. The convergence of IoT technology has been emphasized in the railway industry, which is the base industry of the country. Therefore, this study investigates and analyzes the application method of IoT in the railway sector through overseas and Korean cases. IoT technology is currently being applied to railway vehicle operation and track maintenance. However, even in railway station, IoT applications for passenger service fields such as identification of passengers' access, train entry and departure time information, safety, storage of goods, sales, and ticketing are becoming commonplace.

키워드 : 사물인터넷, 4차 산업혁명, 철도 역사, 스마트 건설  
Keywords : IoT, Fourth Industrial Revolution, Railway Station, Smart Construction

## 1. 서론

### 1.1 연구 목적 및 방법

IoT(Internet of Things)는 사람, 사물, 공간 등 모든 것이 인터넷으로 연결되어 정보를 수집, 생성, 활용이 되는 것을 뜻한다. '4차 산업혁명의 이해(Mastering the forth industrial revolution)' 를 이슈로 다룬 2016 다보스 포럼 이후로 IoT는 신규 시장의 창출과 기존 산업의 경쟁력을 높일 수 있는 기반 기술로 각광받고 있다.

건설 분야에서도 4차 산업혁명 기술과 융합해 새로운 가치를 창출하려는 새로운 흐름으로서 '스마트 건설'에 주목하고 있다. 건설사업의 기획, 설계, 조달, 시공, 유지관리의 전과정에 IoT, 클라우드, 빅데이터 기술을 융합하는 개념이다. 국가 기반 산업인 철도 분야에서도 IoT 기술 융합이 부각되고 있는데, 본 연구에서는 철도 분야의 IoT 적용 사례를 기존 문헌 연구를 통해 조사 및 분석하고자 한다.

## 2. IoT와 철도 산업

### 2.1 IoT 산업 현황 및 전망

Machina Research(2015) 보고서에 따르면, IoT 시장은 2024년까지 4.3조 달러 이상의 규모가 될 것이며, 플랫폼, 어플리케이션, 시스템 및 서비스 4개 분야의 시장 규모도 1.8조 달러 수준이 될 것으로 예상된다.<sup>1)</sup>

산업부문에서의 IoT에 대한 관심이 증가함에 따라 투자액도 증가하고 있다. 제조업, 운송업에서 두드러지는데, 그 중 운송부문에서는 화물 모니터링과 차량관리가 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 국내 IoT 관련 시장의 경우 그림 1에 나타난 바와 같이 급격한 성장세를 보이면서 2020년 경에는 16조원 규모로 성장할 것으로 예측된다. Table 1에는 IoT의 개념과 인터넷 서비스 발전에 대한 내용을 나타내었다. IoT의 첫단계에서 컴퓨터간의 연결을 의미하는 인터넷에서 출발하여, IoD(장치), IoS(서비스), IoT(사물 인터넷), IIoT(산업), IoE(만물 인터넷), IoTSP(사물/서비스/인간), IoRT(로봇), IoET(감성 인터넷)으로 발전하는 단계를 보여준다.<sup>2)</sup>

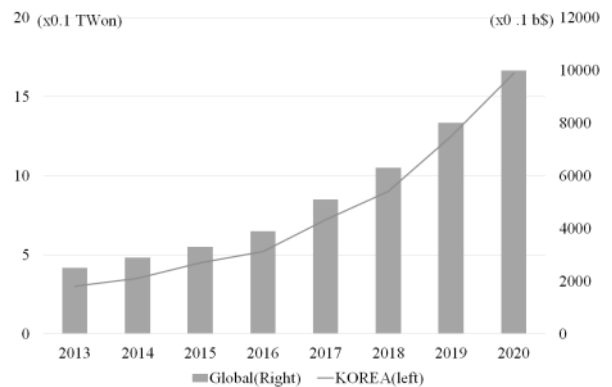


Fig. 1 Global IoT Market Outlook(Machina Research)

\*\* 한국교통대학교 건축공학과 교수, 공학박사  
(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Korea National University of Transportation, stno@ut.ac.kr)

\* 한국교통대학교 대학원 석사과정  
2018년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음  
본 연구는 한국철도시설공단의 지원을 받아 수행하였음(ICT 기반 스마트 역사 건설방안 연구(3차))

## 2.2 IoT의 철도 산업 적용

철도 산업 분야에 적용 가능한 다양한 IoT 기반 서비스를 Table 2에 나타내었다.<sup>3)</sup> 분야는 크게 정보(승객, 화물), 열차 컨트롤 시스템, 스마트 기반시설, 예측 유지관리, 에너지 효율 분야의 서비스로 나눌 수 있다. 이중 안전관리 서비스와 에너지 효율 서비스는 철도역사 관련 IoT 기반 서비스이다.

Table 1 The evolution of the Internet

AT THE CONNECTIVITY AND INFRASTRUCTURE LEVEL	AT THE CONTENT AND SERVICE LEVEL
The Internet of Computers (IoC)	Web 1.0 : The simple web - reading only
The Internet of Devices (IoD)	Web 2.0 : The social and co - created web-reading and writing
The Internet of Services (IoS)	
The Internet of Things (IoT)	Web 3.0 : The semantic and smart web-it combines human and increasingly available machine intelligence to make information more relevant, timely and accessible
The Industrial Internet of Things (IIoT)	
The Internet of Everything (IoE)	Web 4.0 : The mobile, machine and objective web a mobile space where users and real and virtual objects are integrated together to create value
Internet of Things, Services and People (IoTSP)	
The Internet of Robotic Things (IoRT)	Web 5.0 : The sensory-emotive web-where people are able to move the web from an emotionally flat environment to a space of rich interactions
The Internet of Emotional Things (IoET)	

Table 2 Industrial IoT-enabled services relevant to the rail industry

Main Service Category		Sub services
Information	Passenger Information Systems(PIS)	Multimedia and entertainment solutions
		Network connectivity
		Smart ticketing systems
	Freight Information System(FIS)	Operation Management
		Tracking
Train Control Systems	Balise data	
	GSM-R, LTE-R, 4G/5G, Wi-Fi, WIMAX, RoF, WSN	
	ETCS, autonomous systems	
	GPS, GNSS	
Smart infrastructure	Safety assurance(emergency communication)	
	Advanced monitoring of assets	
	Surveillance & video analytics	
	Integrated security systems, cyber security	
	Track condition monitoring	
	Signaling systems(multimedia dispatching)	
Predictive maintenance	Real-time re-scheduling	
	Analytics(cause and effect)	
	Rail decision-support system	
Energy efficiency	Intelligent power supply	
	Smart metering	

## 2.3 철도 산업 적용 IoT 기술

Table 3에는 Table 2의 철도 산업 부문의 서비스를 가능하게 하는 IIoT 기술을 나타내었다. 이미지 프로세싱/컴퓨터 비전, 알고리즘/기법, 센서, 모델링/시뮬레이션, 커뮤니케이션 시스템, 컴퓨팅, 빅데이터 및 분석, 인공지능 등의 기술이 향후 스마트 철도를 실현하는 핵심 기술이 될 것이다.

현 스마트 철도 산업 적용 IoT 기술 관련 기존 연구 문헌<sup>4)</sup>을 조사한 결과, 현재 IoT의 기술은 철도 차량의 유지보수, 차량원격 모니터링, 최적화 운전이 집중되어 적용되고 있는 것으로 나타났다. 철도 역사와 관련된 IoT 기술은 역사 플랫폼에서 RFID 기술을 활용한 개찰구 자동결재, 무임승차 방지 등에 적용되고 있으며 아울러 승객편의 사항으로 예약 발권 및 티켓 결제 시스템, 혼잡 방지, 유실물 방지, 역사 편의시설 현황 정보 안내 등에 적용되고 있었다.<sup>2)</sup>

Table 3 Enabling technologies for IIoT for railways<sup>3)</sup>

Category	Sub category
Image Processing and Computer Vision	Wavelet methods
	Object recognition
	Statistical pattern-recognition
	Feature extraction
Algorithms and methods	Video analysis
	Monte Carlo
	Bayesian networks
	Particle swarm optimization
Sensors	Numerical methods and simulation
	Multi-level and Multi-grid methods
	Strain gauge
	Acoustic emission
Sensors	Fiber-optic(Bragg strain gauge, interferometric fibre)
	Accelerometer/Inclinometers
	Ultrasonic
	Piezometer, Tensiometer, Wire Potentiometer
Sensors	Temperature
	Information retrieval systems and databases
	Ontology engineering, sharing and reuse
	Natural language processing
Modeling and simulation	Agent-based techniques and systems
	Intelligent knowledge-based systems
	Broadband networks
	Signaling and traffic management systems
Communication Systems	WSN
	Satellite solutions
	RFID, UWB, Bluetooth, NFC, Zigbee
	Petri nets
Computing	Real-time and embedded systems
	Performance analysis, evaluation and monitoring
	Web-based simulation and computing
	Parallel/distributed architectures and algorithms
Big Data and Data Analytics	Cloud and fog computing
	Intelligent information systems
	Machine learning
	Knowledge extraction and business processes
Artificial intelligence	Information mining
	Decision support and expert systems
	Data fusion using fuzzy techniques
	Advanced robotics
Artificial intelligence	Social network intelligence
	Heuristics

### 3. 국내외 철도 IoT 적용 사례

본 연구에서는 영국, 일본, 중국, 대만의 철도 역사에 적용되고 있는 IoT 기술 사례에 대해 다음과 같이 조사하였다.

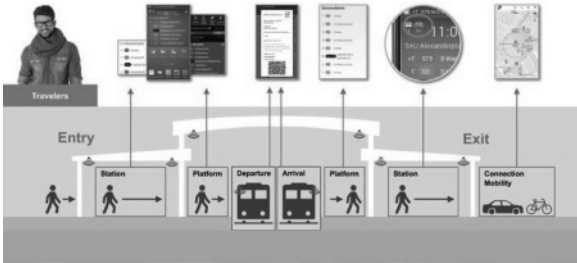


Fig. 2 Simobility Bibo ticketing concept(Siemens)<sup>2)</sup>

#### 3.1 영국

런던 지하철에서는 IoT를 이용하여 역사 내의 에스컬레이터나 엘리베이터 등의 장소에서 온도, 습도, 진동, 시스템 경보, 센서 고장 등 센서가 수집한 데이터를 취합 및 관찰한다. 이를 통해 실시간으로 센서 고장을 인식할 수 있으며, 모든 데이터를 일원화하여 관리할 수 있게 하였다. 또한 PC나 모바일 어플리케이션으로 정보를 명시한다. 이를 통해 승객이 열차내의 온도나 혼잡도, 열차 위치 등의 정보를 파악하여 열차에 탑승하도록 도와준다. (그림 2)

#### 3.2 일본

일본에서는 IoT 기술을 설비시스템의 감시와 승객안내 분야에 활용하고 있다. 또한 센서로부터 수집된 데이터는 Machine Learning 및 Deep Learning 기법을 통해 실시간 해석을 통해 승객의 위치감지 및 구역안내 등 각 분야에 적용될 예정이다.



Fig. 3 Robot system under development(Japan)

이외에도 역내의 안전성 향상과 직원의 역내 순찰업무 부담을 줄이기 위해 경비로봇 개발연구를 진행하기 시작했다. 로봇은 역내 감시카메라 사각지대 순찰 및 미확인 물질을 감지하는 역할을 수행한다. 또한 로봇은 이용객들 중 수상한 행동을 하는 이용객을 감지하여 사고를 미연에 방지하는 목적 및 청소, 화물 추적용 등으로 개발 중이다.<sup>6)</sup> (그림 3)

JR East에서 개발한 스마트폰용 앱을 이용하여 차량 내

의 온도나 혼잡도 등의 정보를 파악할 수 있다. 이 정보는 먼저 열차로부터 지상 서버에 전송되어 이후 인터넷을 경유, 승객에게 전송된다. 또한 열차의 위치정보나 지연 정보 등이 전송된다. 이를 통해 승객이 어느 열차의 어느 호차에 승차하면 되는지를 판단할 수 있다.(그림 4) 이 외에도 시판되고 있는 분실태그를 이용한 우산이나 가방 등 분실물 감지 서비스도 실시되고 있다. 또한 승객의 위치를 감지하는 센서 디바이스를 이용하여 역구내의 적절한 경로를 안내하는 서비스를 실시할 예정이다.(그림 5)<sup>6)</sup>

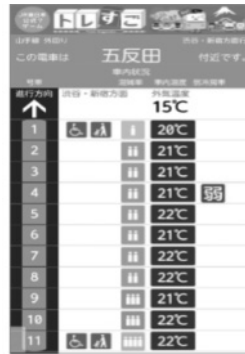


Fig. 4 Train information App



Fig. 5 Electronic tag for preventing lost and found(Mamorial)

#### 3.3 중국

중국에서는 알리바바가 최근 개발한 음성 승차권 예매, 안면인식 지하철 진입, 스마트 승객 흐름 분석 등 여러 종류의 기술이 상하이 선통 지하철 그룹에서 시험운영 중에 있으며, 향후 상하이 지하철에 점차적으로 도입될 예정이다.



Fig. 6 Voice Ticketing Service(China)

화웨이는 eLTE-IoT 솔루션을 설계하여 전체 철도 지역에서 사각지대를 줄이는 연구를 진행하고 있다. eLTE-IoT 솔루션에는 차량 자동 검사, 실시간 차량위치 확인, 센서 데이터 저장 등과 같은 전반적인 요소가 포함이 된다. 이를 통해 조기에 장비 고장을 예방할 수 있으며, 설비시설의 상태 확인 및 대규모 데이터를 통해 예측·분석이 가능한 프로그램을 개발 중에 있다.<sup>8)</sup>

#### 3.4 대만

대만의 IT 솔루션 업체에서는 철도역사에 적용 가능한 IoT 디바이스를 서비스와 연계해 서비스별/디바이스별로 시판 중에 있다.(그림 7)

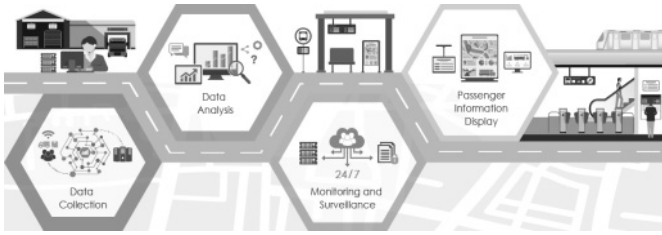


Fig. 7 Concept of In-Station Solution (VIA, Taiwan)

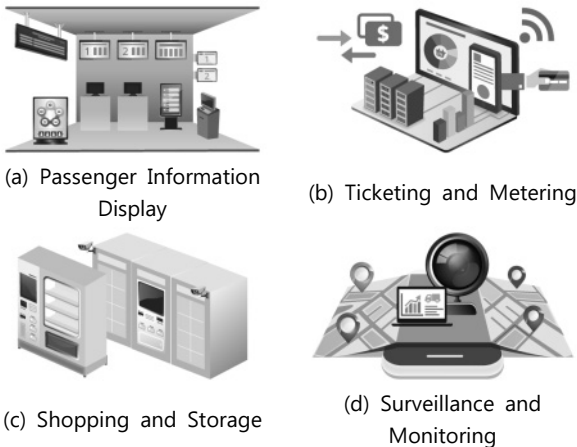


Fig. 8 IoT Platforms(VIA, Taiwan)

이 업체에서는 그림 8에 나타난 개별 플랫폼을 통해 승객에게 정보를 제공하는 키오스크 등과 같은 디스플레이, 티켓팅, 자동판매기, 물품보관, 승객 안전 감시 서비스를 구성하는 IoT 디바이스 및 솔루션을 제공하고 있다.<sup>9)</sup>

### 3.5 국내 철도 IoT 현황 및 정책

현재 국내 철도 안전 분야에 각 첨단기술들을 활용 및 도입하고 있으나, 주로 작업자의 경험에 기반한 방식으로 진행되고 있다. 또한 국내 철도 안전지표는 주요 선진국 수준에 도달하였으나, 감소율은 한계에 도달하였다. 이에 사고·사망자 수를 감소시키기 위한 기술적 진보의 필요성이 부각되고 있다.

이에 따라 국내에서는 철도 사건·사고를 방지하기 위해 다양한 연구개발을 1단계(2018-2022년), 2단계(2023-2027)로 나누어 진행할 예정이다. 한국 철도기술연구원에서 수행한 ‘스마트 철도안전관리 시스템 구축 기본 계획 수립 연구’에서는 스마트 철도 분야를 차량관리, 시설관리, 인적관리, 위험관리, 운행관리, 보안관리로 나누었다. 각 분야별로 IoT, 빅데이터를 이용한 기술들이 접목될 예정이며 세부사항은 Table 4에 나타내었다.<sup>10)</sup>

6개 분야 중 철도역사와 밀접한 관련이 있는 ‘안전관리 분야의 스마트 철도보안체계 구축’의 주요 내용 중 하나는 지능형 CCTV, 순찰·보안 로봇, 위험 물품 자동 판독 시스템 등을 통해 스마트 보안검색을 실시하는 것이다. 지능형 CCTV는 위험인물이나 이용객의 특이 패턴을 파악하여 스스로 경보를 작동시키는 것으로, 현재 연

구가 진행 중에 있으며 향후 지능형 CCTV를 적용한 순찰·보안 로봇을 도입할 예정이다.(그림 9, 10)

Table 4 Major Projects by Sector(Korea)

Section	Major Project
vehicle management	Major parts Real-time fault detection-prediction
	Development of railway vehicle high safety control system platform
	Introduction smart factory of vehicle maintenance
	State-based maintenance through smart vehicle history management
Facility Management	Supply IoT, drones and other advanced inspection equipment
	Mechanization of railway facility maintenance work
	Introduction of railway facility history management system
Manpower management	Establishment of infrastructure for advanced railway
	Monitoring employee, prevention of human errors due to training
	Strengthening Emergency Response Capabilities Using VR and AR
	Strengthening the capacity of employees through evaluation and education
Risk management	Nurturing professional manpower in the 4th industrial revolution
	Big data-based safety management
	Introduction of scientific maintenance system
	Introduction of systematic risk assessment
Operation management	Establishment of supervision support system
	Real-time railroad safety control construction
	Real-time safety monitoring
	Smart train operation control
Security management	Emergency response system improvement
	Smart railway security system construction
	Establishment of railway security management system
	Secure railway facilities
	Strengthen cyber security system



Fig. 9 Intelligent cctv



Fig. 10 Robot with intelligent cctv

## 4. 결론

본 연구에서는 철도 역사와 관련된 IoT 기술 적용 동향 사례에 대해 문헌 조사를 실시하였다. IoT 기술은 현재 철도 차량 운전 및 궤도 유지관리 분야에 집중되어 적용되고 있다. 그러나 철도 역사 내에서도 승객의 출입 파악, 열차 진입 및 출발 시각 정보, 안전, 물품보관, 판

매, 티켓팅 등 승객 서비스 분야에 대한 IoT 적용이 보편화 되고 있다. 아울러 철도 역사의 시설물 모니터링, 실내환경 조절, 공조기기 조절, 혼잡도 파악 및 대처 등 철도 역사 유지관리 부문에 IoT 기술이 도입될 필요성이 있다. 향후 철도 역사 내에서의 IoT 기술 적용 분야와 서비스 방법 발굴에 관한 연구가 필요할 것이다.

## REFERENCES

1. Machina Research (2015) IoT Global Forecast & Analysis 2015-2025
2. J. Pierigud (2018) Digital Transformation of Railways, Siemens Sp. z.o.o., Poland
3. P. Fraga-Lamas et al. (2017) Towards the Internet of Smart Trains: A Review on Industrial IoT-Connected Railways, Sensors 2017,17,1457
4. A. Benjamin Joseph et al, *SMART RAILWAY AUTOMATION SYSTEM USING IOT- A LITERATURE SURVEY, INTERNATIONAL JOURNAL OF CURRENT ENGINEERING AND SCIENTIFIC RESEARCH*, 2018, vol 5, no 4
5. iReviews (2017) Robots Fighting Crime, *Toting Luggage Coming to Rail Stations in Japan*, <https://www.ireviews.com/news/2017/07/12/crime-luggage-robots-rail-stations-japan>
6. 鐵道トレンドウォッチング , No.7 IoT 現状と活用に関する動向, RRR 2017.12, vol.74 No.12
7. Alibaba (2018) Future Plans for IoT and Intelligent Voice Systems, [https://www.alibabacloud.com/blog/alibaba-discloses-future-plans-for-iot-and-intelligent-voice-systems\\_593893](https://www.alibabacloud.com/blog/alibaba-discloses-future-plans-for-iot-and-intelligent-voice-systems_593893)
8. Huawei, (2018) eLTE Smart Metro Solution, [https://e.huawei.com/us/marketing-material/global/products/..../elte/hw\\_333153](https://e.huawei.com/us/marketing-material/global/products/..../elte/hw_333153)
9. VIA (2018) <https://www.viatech.com/en/solutions/smart-transportation/in-station/>
10. Korea Railroad Research Institute(2017), *A Study on the Basic Plan of Smart Railway Safety Management System (Summary)*