

# 특히 데이터 분석을 통한 클라우드 기반 철도 운영/제어 분야 기술 동향 분석 연구

김성진\*, 이강미, 박성수  
한국철도기술연구원 열차제어통신연구실

## Research on Technology Trend Analysis in the Field of Cloud-based Railway Operation/Control through Patent Data Analysis

Seong Jin Kim\*, Kangmi Lee, Sungsoo Park  
Train Control and Communications Research Department, Korea Railroad Research Institute

**요 약** 클라우드 컴퓨팅 기술은 인터넷 기술을 활용하여 가상화된 정보기술 자원을 제공하는 기술로, 글로벌 퍼블릭 클라우드 시장 규모가 2021년에 1,200억 달러가 될 것으로 예상하고 있다. 이와 같이 클라우드 컴퓨팅 기술은 사회의 다양한 분야에서 혁신을 위한 핵심기술 중 하나가 되었으며, 이제는 철도 운영제어 분야에까지 적용되고 있다. 본 논문에서는 클라우드 컴퓨팅 기술을 활용한 철도 운영 및 제어 분야의 기술동향을 분석하였다. 이를 위해 국내외 관련 기업들의 클라우드를 활용한 철도 적용 사례를 정리하였으며, 키워트 특히 데이터베이스를 활용하여 클라우드 기반 철도 운영/제어와 관련된 특허 데이터를 수집하였다. 수집된 특허 데이터를 연도별, 국가별, 주요 출원인별로 특허동향을 분석하였다.

**Abstract** Cloud computing technology is a technology that provides virtualized information technology resources utilizing Internet technology. The global public cloud market is expected to reach \$120 billion in 2021. Hence, cloud-computing technology has become one of the core technologies for innovation in various fields and is now being applied in railway operation and control. This study analyzed the technology trends in railway operations and control using cloud-computing technologies. To this end, the railway application cases of domestic and international companies were investigated using cloud-computing technology. The Keyword database was utilized to collect patent data related to cloud-based railway operation/control. The collected patent data were analyzed according to year, country, and major applicant.

**Keywords** : Railway Operation/Control, Cloud Computing, Patent Analysis, Technology Trend, Keyword

### 1. 서론

클라우드 컴퓨팅은 인터넷 기술을 활용하여 가상화된 정보 기술(IT: Information Technology, 이하 IT) 자원을 서비스로 제공함으로써, 사용자는 IT 자원(네트워크, 데이터베이스, 서버, 스토리지, 애플리케이션, 서비스 등)을 필요한 만큼 사용하고, 서비스 부하에 따라서 실시

간 확장성을 지원받으며, 사용한 만큼 비용을 지불하는 컴퓨팅 기술이다 [1].

클라우드 컴퓨팅 기술은 세계적인 팬데믹 상황에서 해당 기술의 엄청난 가치와 필요성을 세계 경제와 기업에 각인시켰다. 공공분야, 민간분야 가리지 않고 클라우드 애플리케이션을 비롯한 해당 기술 도구와 서비스 없이는 수백만 명이 재택근무를 하거나, 글로벌 공급망을 관리하

본 논문은 한국철도기술연구원 주요사업의 연구비 지원으로 수행되었음.

\*Corresponding Author : Seong Jin Kim(Korea Railroad Research Institute)

email: sjkim@krri.re.kr

Received May 31, 2021

Accepted July 2, 2021

Revised June 30, 2021

Published July 31, 2021

거나, 또는 수 주 만에 전체 산업 비즈니스 모델의 전환은 하지 못했을 것이다. 이에 포레스터 리서치는 글로벌 퍼블릭 클라우드 인프라 시장 규모가 2021년에 35% 성장하여 1,200억 달러가 될 것으로 예상하고 있다. 클라우드 컴퓨팅 기술은 사회 다양한 분야에서 혁신을 위한 핵심기술 중 하나가 되었으며, 이제는 철도 운영제어 분야에까지 적용되고 있다 [2].

한편, 철도 분야의 시스템 또는 장치에 관한 기술을 분석하고, 국내의 기술 동향을 조사하며 더 나아가 미래 기술 방향을 제시하기 위해 특허 데이터 분석이 활용되어 왔다 [3,4]. 이와 유사하게 본 논문에서는 혁신적인 클라우드 컴퓨팅 기술을 철도 분야 특히, 철도 운영 및 제어 분야에의 응용을 위해 특허 정량분석을 수행하여, R&D 방향 및 지식재산권 확보 전략을 구축하는 데 목적을 두고자 한다.

본 논문에서는 클라우드 기반 철도 운영/제어 분야 기술과 관련하여 국내의 기술개발 동향을 조사하여 기술하였다. 그리고 특허 DB는 키워드 [5]를 이용하여 한국, 미국, 유럽, 중국, 일본에 대한 특허를 조사 및 분석하였다. 클라우드 플랫폼과 이를 이용한 철도 차량, 철도 시설물의 상태 모니터링, 진단 및 고장예측 기술 등에 대한 특허 동향을 조사하였다. 조사한 결과를 분석하여 주요 핵심 특허를 추출하였고 이에 대한 상세 분석을 실시하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 클라우드 기반 철도 운영/제어 분야에 대한 유럽, 미국, 중국, 한국의 기술 동향을 기술하고, 3장에서 특허 데이터 수집을 위한 기술분류와 분석범위를 기술하고, 이를 기반으로 특허 동향에 관한 내용을 기술하였다. 4장 결론으로 클라우드 기반 철도 운영/제어 분야의 향후 발전 방향에 관하여 기술한다.

## 2. 기술개발 동향

### 2.1 국외 기술개발 동향

클라우드 컴퓨팅 기술은 주로 철도 차량 및 시설물의 상태 모니터링 및 유지보수 용도로 적용되고 있다.

독일 Siemens社의 마인드스피어(MindSphere)는 클라우드 기반 및 개방형 IoT(Internet of Things) 운영체제이다. 이 솔루션은 철도 차량과 시설뿐만 아니라 제조기업의 각종 제품, 설비, 시스템 등에 연결하여 이로부터 발생하는 IoT 데이터에 대한 보안성 있는 데이터 수집, 모니터링, 기능 자동화, 공정 최적화를 지원한다. 또한 고

급 분석 알고리즘, 고성능 컴퓨팅, 강화된 연결성, 클라우드 데이터 저장을 통해 아마존, 마이크로소프트의 클라우드 환경에 접속하여 애플리케이션을 개발할 수 있는 개방형 PaaS (Platform as a Service) 플랫폼 환경을 제공하고 있다 [6].

미국 GE(General Electric)社의 Tier 4 디젤기관차는 달리는 데이터 센터로서 200개 이상의 센서를 장착하고 엔진 성능, 배출 가스, 연료 혼합 그리고 레일 상태 등의 상태 데이터를 기가바이트 수준으로 생산한다. 이처럼 전 세계 50여 개국에서 화물과 승객을 실어 나르는 21,000여 대의 기관차를 클라우드 기반의 개방형 산업 인터넷 플랫폼인 프리디스(Predix)와 연결하여 이를 기반으로 트립 옵티마이저(trip optimizer), 야드 플래너(yard planner), 무브먼트 플래너(movement planner)와 같은 철도 애플리케이션을 개발하여 적용하려는 계획을 가지고 있다 [7,8].

중국 화웨이社는 2020년 8월 개통된 Shenzhen 지하철 6호선과 10호선에 도시 철도 클라우드 솔루션(urban rail cloud solution)을 중국 최초로 포괄적으로 적용하였다. 이는 노선 간 소통 단절이라는 기존의 사일로(silo) 기반 수직 구조를 변경하여 ICT(Information and Communication Technology) 인프라 자원의 통합 계획, 동시 구축, 주문형(on-demand) 할당 및 사용, 효과적인 공유를 실현하고 있다 [9].

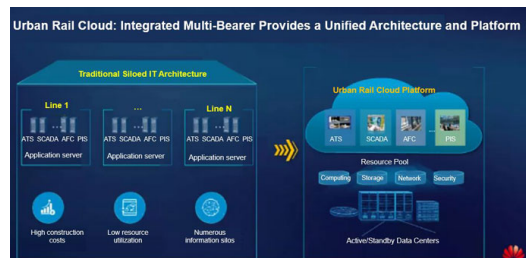


Fig. 1. Urban Rail Cloud Solution of Huawei [9]

스페인 Talgo社는 철도 차량 제작업체로 구글 클라우드 플랫폼을 활용하여 센서 데이터를 실시간으로 스트리밍하고 기계 학습을 적용하여 운영을 중단하지 않고 문제를 해결하는 등 차량 유지보수를 혁신하고 있다. 고속 열차는 전압, 유압, 가속도 및 온도 정보와 기관사의 시야 비디오를 포함한 초당 2,000개의 신호를 스트리밍하고, 매일 2GB의 데이터를 생산하고 있다. 구글 머신러닝 모델의 결과를 모바일 기기로 쉽게 전송할 수 있다. 그리고, 열차 상태에 대한 예측, 권고, 평가 등에 대해 어디에서나

해당 기술자에게 직접 보낼 수 있고, 구글 데이터 도구로 자동 보고서 생성이 가능하여 효과적인 유지보수를 실현하고 있다 [10].

위와 같은 클라우드를 활용한 철도 차량 및 시설물의 상태 모니터링 및 유지보수 외에도 철도 신호제어장치를 클라우드 기반으로 구현하는 연구가 진행 중이다. Siemens社は 세계 최초로 2020년 11월 오스트리아 연방철도와 협력하여 연동장치를 하드웨어에 독립적인 클라우드 기반으로 구축하여 시험 설치하였다 [11]. 연동장치는 역 구내의 열차 운행과 차량의 입환에 안전한 진로 조건을 제공하기 위하여 관계되는 신호기, 선로전환기, 궤도회로 등의 장치를 상호 연동하여 동작하도록 하는 장치이다. 어떠한 경우라도 안전측 동작(Fail-safe)의 기능을 보유하여야만 하는 중요한 시스템이다.

## 2.2 국내 기술개발 동향

국가철도공단은 KT와 '철도교통 분야 빅데이터 활용을 위한 업무협약'을 체결하고 국가철도망의 효율적 구축과 안전한 철도 서비스 구현을 추진하고 있다. 이를 위해 철도사업 계획 수립 시 빅데이터 컨설팅 및 검증, 빅데이터 및 ICT 활용한 시설 관리 업무 체계화, AI 기반의 대국민 철도 서비스 모델 개발 등의 분야에 협력을 강화하고 있다 [12].

한국철도는 한국철도형 '데이터 댐'의 역할을 위한 새 전산센터를 추진하고 있다. 이 사업으로 승차권 예매, 교통카드, 관광, 교통 안내, 물류, 철도 시설물의 IoT 센서 등 철도 관련 데이터를 통합 관리하고, 인공지능과 빅데이터, 클라우드와 같은 기술을 융합해 전산 정보를 분석하여 디지털 전환 확대와 안전성 강화를 추진 중이다 [13].

현대로템은 네이버 비즈니스 플랫폼과 '클라우드 기반의 철도차량 빅데이터 분석 플랫폼 구축을 위한 상호협력 협약'을 체결하고 유지보수 비용 저감을 위한 상태기반 유지보수 시스템을 구축하고 있다. 상태기반 유지보수 시스템은 각종 센서와 IoT 기술을 활용해 열차 주요장치의 상태 및 운행정보와 고장 이력 등을 빅데이터를 통해 실시간으로 분석하고, 이를 이용하여 차량 정비 주기를 최적화하는 기술이다. 클라우드를 통한 빅데이터 분석 플랫폼을 구축하여 최적화된 주기의 예방 및 예지 정비를 지원할 예정이다 [14].

## 3. 특허 현황 분석

### 3.1 기술분류 및 특허분석 범위

클라우드 기반 철도 운영/제어 분야의 기술 동향 분석을 위해 키워드 [5]를 활용하여 특허 데이터를 수집하였다. 데이터의 선정은 2020년 11월 이전까지 공개된 한국, 미국, 유럽, 중국, 일본에 출원 및 등록된 특허들을 대상으로 하였다.

검색 조합식은 '철도(railway)'와 '클라우드(cloud)'를 핵심 키워드로 우선 선정하여 검색하였다. 검색 결과 1,500여 개의 데이터가 검색되었으나 기술 동향 분석하기에 노이즈 제거 후 유효 데이터 개수가 적어 클라우드와 연관된 기술인 '빅데이터(big data)'와 '인공지능(artificial intelligence)'을 핵심 키워드로 추가하였다. 그리고 자동차 및 철도 분야에서 신형 기술 분야인 '자율주행 차량(autonomous vehicle)'도 핵심 키워드로 추가하였다 [15,16]. 이는 자율주행 차량의 운영/제어 분야 기술이 열차의 운영/제어 분야와 연계가 가능하기 때문이다.

이들 핵심 키워드의 동의어와 유사어를 이용해 검색 조합식을 확장하여 검색한 결과 31,000여 건이 검색되었다. 검색된 원시 데이터에서 노이즈 및 중복 데이터를 제거 후 유효 특허를 선정하였고, 선정된 유효 특허를 중심으로 인용 및 피인용 특허를 추가로 검색하여 총 203건의 유효 데이터를 선별 및 확정하였다. 이들 유효 데이터에 대해 Table 1에서 보는 바와 같이 기술범위를 체계화하여 분류하였다. 또한 기술범위와 유효 데이터 간의 유사도를 산정하여 주요 핵심특허를 선별하였다.

Table 1. Technical classification

| Category  | Division  |
|---|---|
| Cloud platform (A)<br>(including big data, artificial intelligence) | Railway system using cloud platform, big data, and artificial intelligence (AA) |
|   | Autonomous vehicles using cloud platform (AB)                                   |

### 3.2 특허 출원 동향

#### 3.2.1 연도별 및 국가별 특허현황 분석

1992년부터 2020년까지 클라우드 기반 철도 운영/제어 기술과 자율주행 차량 기술과 관련된 유효 특허에 대한 연도별 특허 동향은 Fig. 2와 같다. 1990년대 초반부터 관련 출원이 등장하기 시작하였으며, 클라우드 및 인공지능 관련 기술이 본격적으로 등장하는 2013년부터 관련 특허 출원이 증가하는 것을 볼 수 있다. Fig. 2의 점선은 출원 건수의 추세선을 나타낸다.

2019년과 2020년 특허 출원 건수는 예년 특허 출원 건수에 비해 적어 보일 수 있지만, 특허 출원 이후 최대 18개월까지 비공개로 데이터베이스에 수록되지 않기 때문에 이러한 감소는 실제 특허 출원 건수를 정확히 나타내지 못한다.

국가별로는 미국이 37%로 가장 비중이 높았고, 한국 20%, 일본 18%, 중국 13%, 유럽 12%의 순으로 Fig. 3과 같이 파악되었다. 특히, 미국을 중심으로 2013년 이후부터 특허 출원이 증가하는 추세를 나타내고 있으며, 나머지 국가에서도 대체로 완만하게 증가하는 추세를 나타내고 있다.

### 3.2.2 주요 출원인 특허현황 분석

클라우드 기반 철도 운영/제어 기술과 자율주행 차량 기술과 관련된 상위 10개 주요 출원인에 대해 Fig. 4와 같이 분석하였다. 개인 출원인으로 Nabil N. Ghaly가 미국과 유럽에 7건의 출원을 진행하고 있으며 GE, INTEL, XEVO, Siemens 등이 순차적으로 다수의 출원을 진행하고 있는 것으로 나타났다.

시장을 선도하고 있는 주체가 등장하지 않은 시점으로 보이며, 다수의 출원인이 연구개발에 기반한 특허 출원 경쟁을 진행하고 있는 시점으로 판단된다.

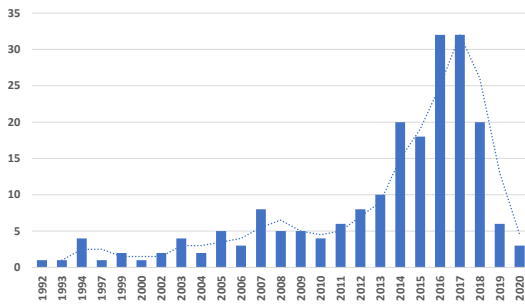


Fig. 2. Numbers of patents filed each year

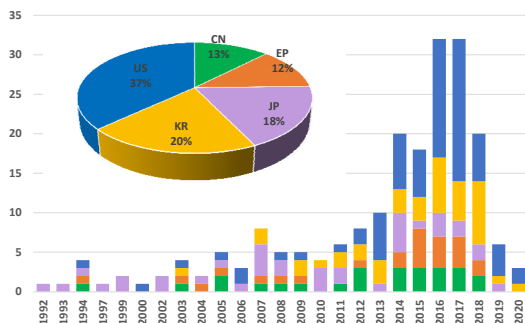


Fig. 3. Number of patents filed by country

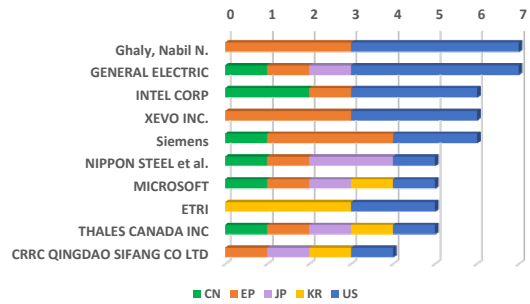


Fig. 4. Top 10 patent holders of major patents

IPC(international patent classification) 대표 코드에 의한 기술 분야에 대하여 상위 10개 대표 코드에 대해 분석하였다. B61L 코드 27건, G06Q 코드 14건, G06F 코드 13건 G05D 코드 10건의 순으로 나타났다. B61이 철도교통의 안내 및 보안, G06Q가 데이터 처리 시스템 또는 방법, G06F는 디지털 데이터 처리, G05D는 비전기적 변량의 제어 또는 조정과 관련된 내용을 다루고 있다.

주요 출원인과 주요 IPC 코드 관련 분석할 때, Table 1의 기술범위와 유사도가 낮은 특허를 보유한 출원인 또는 IPC 코드가 상위 10에 포함되는 경우가 있어, 전체 유효 특허가 아닌 유사도를 기준으로 선별된 주요 핵심 특허를 대상으로 Fig. 5와 같이 분석을 수행하였다.

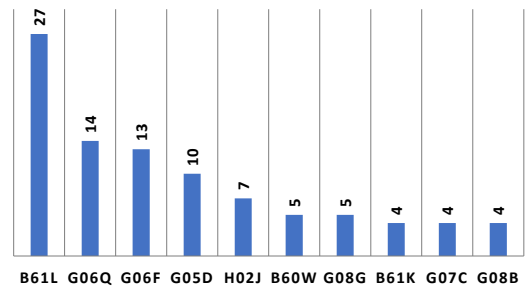


Fig. 5. Top 10 IPC codes of major patents

### 3.2.3 세부기술별 크로스 매트릭스 분석

Table 1의 기술범위를 세부기술 분야로 나누어 세부 기술-출원연도 크로스 매트릭스 분석을 Table 2와 Table 3과 같이 수행하였다.

철도 운행 스케줄 관리, 철도 운행 관제, 철도 시설물 모니터링 기술, 철도 차량 상태 정보 관리 기술 등은 전통적으로 데이터 처리 시스템 및 컴퓨팅 기술을 기반으로 수행하던 기술분야임을 알 수 있다. 해당 세부기술

분야에 클라우드 및 인공지능 기술이 접목되는 형태로 기술이 진화하는 것을 Table 2와 Table 3에서 볼 수 있다.

2016~2018년도에 접어들어 클라우드 컴퓨팅 관련 기술이나 인공지능 기술이 접목되는 기술 분야가 증가하고 있으며, 이를 이용한 응용 기술이 다양한 분야로 세분화되고 있음을 확인할 수 있다. 예를 들어, 철도 차량 상

태 정보관리 기술은 철도 부품 이력 관리와 철도 고장 정보 관리 등의 기술로 구체화 되었고, 철도 시설물 모니터링 기술은 철도 궤도 모니터링으로 구체화되는 등 보다 세분화된 기술을 중심으로 특허 출원이 진행되고 있음을 확인할 수 있다.

Table 2. Cross matrix analysis for AA (detailed technology-filed year)

| Detailed technology                 | '03 | '06 | '07 | '09 | '11 | '12 | '13 | '14 | '15 | '16 | '17 | '18 | '19 | '20 | Sum |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Operation schedule                  |     | 2   | 3   |     |     |     | 1   | 4   |     |     | 2   | 1   |     |     | 13  |
| Operation center                    |     |     |     |     |     | 1   |     |     | 3   | 2   | 1   | 1   | 1   |     | 9   |
| Infrastructure monitoring           |     |     | 1   |     |     |     | 1   |     |     | 1   | 1   | 3   |     | 1   | 8   |
| Train status information management |     |     |     | 1   |     |     |     | 1   | 3   |     |     | 1   |     |     | 6   |
| Autonomous train                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 2   |     |     | 5   |
| Parts records management            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 4   | 1   |     |     | 5   |
| Fire alarm                          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 4   |     |     |     | 4   |
| Track monitoring                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   | 2   | 1   |     | 4   |
| Train collision avoidance           | 3   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 3   |
| Fault management                    |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     | 1   |     |     | 2   |
| Congestion information              |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     | 2   |
| Passenger service                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 2   |     |     | 2   |
| Driver assistance                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     | 1   |
| Delay prediction during operation   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     | 1   |
| Total                               | 3   | 2   | 4   | 1   | 1   | 2   | 2   | 5   | 6   | 11  | 9   | 15  | 3   | 1   | 65  |

Table 3. Cross matrix analysis for AB (detailed technology-filed year)

| Detailed technology                        | '12 | '13 | '14 | '15 | '16 | '17 | '18 | '19 | '20 | Sum |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Vehicle status information management      |     |     |     |     |     | 7   |     | 2   | 1   | 10  |
| Electric vehicle charging management       |     | 1   | 1   |     | 3   | 2   |     |     |     | 7   |
| Communication security                     |     |     | 1   |     |     | 4   |     |     |     | 5   |
| In-vehicle information                     |     |     | 1   | 4   |     |     |     |     |     | 5   |
| Autonomous driving map building            |     |     |     |     | 2   | 1   | 1   |     |     | 4   |
| Hazards identification during driving      |     |     |     |     | 1   | 1   |     | 1   |     | 3   |
| Driver information management              |     |     |     |     |     |     | 3   |     |     | 3   |
| Machine learning for autonomous vehicles   |     |     |     |     | 1   | 1   |     |     |     | 2   |
| Safety improvement for autonomous vehicles |     |     |     |     | 2   |     |     |     |     | 2   |
| Autonomous vehicle tests                   |     |     |     |     | 2   |     |     |     |     | 2   |
| Traffic rule management                    |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     | 1   |
| Suspension dynamic control                 |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     | 1   |
| Accident detection                         | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |
| Velocity estimation                        |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     | 1   |
| Pedestrian safety                          |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     | 1   |
| Total                                      | 1   | 2   | 3   | 4   | 12  | 18  | 4   | 3   | 1   | 48  |

## 4. 결론

본 논문에서는 클라우드 기반 철도 운영 및 제어 분야의 기술 동향을 분석하였다. 이를 위해 국외 및 국내 관련 기업들의 클라우드를 활용한 철도 적용 사례를 수집하여 정리하였고, 키워트의 데이터베이스를 활용하여 특허 데이터를 수집 및 분석하였다.

국외 기업들의 경우 클라우드 플랫폼을 활용하여 데이터의 수집과 고급 분석 알고리즘을 적용하여 철도 차량 및 시설물의 상태 모니터링과 유지보수를 수행하거나, ICT 인프라의 통합 계획과 주문형 할당 및 사용에 활용하고 있다. 최근에는 안전측 동작 기능이 필수적인 철도 신호제어 장치에도 적용중에 있다. 국내 철도시설관리자 및 운영사, 철도차량 제작사의 경우, 차량/시설물 관리와 유지보수를 위해 클라우드 기반의 빅데이터 플랫폼 구축을 일부 진행하고 있거나 추진중에 있다.

키워트의 데이터베이스에 수록된 1992년부터 2020년까지의 클라우드 기반 철도 운영/제어 기술을 중심으로 추가적으로 클라우드 기반 자율주행 차량 기술을 대상으로 하여 연도별, 국가별, 주요 출원인별, 기술분야별 특허동향을 분석하였다.

연도별 특허동향을 살펴본 결과, 1990년대 초반부터 관련 출원이 등장한 이후 2013년부터 출원이 증가하기 시작하여 2016년과 2017년에는 가장 많이 출원되었다. 국가별 특허출원 비중은 미국 37%, 한국 20%, 일본 18%, 중국 13%, 유럽 12%의 순으로 조사되었다. 2016년부터 미국, 한국, 유럽 순으로 특허를 출원하는 것으로 나타났다. 상위 10개 주요 출원인을 분석한 결과, 개인 출원인으로 Nabil N. Ghaly가 미국과 유럽에 7건의 출원을 진행하고 있으며 GE, INTEL, XEVO, Siemens 등이 순차적으로 다수의 출원을 진행하고 있는 것으로 나타났다. 열차 및 자율주행 차량을 위한 클라우드 기반 운영/제어 분야에 대한 특허를 출원하고 있는 것으로 나타났다. 상위 10개 IPC 대표 코드에 의한 기술분야에 대해 분석한 결과, B61L 코드 27건, G06Q 코드 14건, G06F 코드 13건 G05D 코드 10건의 순으로 나타났다.

기술분야별로 세부기술-출원연도 크로스 매트릭스 분석을 통한 특허동향을 살펴본 결과, 철도 운행 스케줄 관리, 철도 운행 관제, 철도 시설물 모니터링 기술, 철도 차량 상태 정보 관리 기술 등이 기존의 데이터 처리 및 컴퓨팅 기술 기반에서 클라우드 및 인공지능 기술이 접목되는 형태로 기술이 진화하는 것을 볼 수 있다.

본 논문의 클라우드 기반 철도 운영/제어 분야 기술

동향 분석 결과로부터, 전통적인 데이터 처리 기반의 기술인 철도 운행 스케줄 관리, 철도 시설물 및 차량 모니터링 기술 등은 클라우드 및 인공지능 기술과의 접목을 통해 국내 철도 운영/제어 분야의 기술 수준 향상에 기여가 가능할 것으로 판단된다.

## References

- [1] TTA's Information and Communication Terminology Dictionary, "Cloud Computing," [https://terms.tta.or.kr/dictionary/dictionaryView.do?word\\_seq=038679-2](https://terms.tta.or.kr/dictionary/dictionaryView.do?word_seq=038679-2) (accessed May 21, 2021).
- [2] "Predictions 2021: Cloud Computing Powers Pandemic Recovery," Available From: <https://go.forrester.com/blogs/predictions-2021-cloud-computing-powers-pandemic-recovery/> (accessed May 21, 2021).
- [3] Y.-J. Han, J.-M. Jo, J.-H. Lee, and C.-U. Lee, "The Trend Analysis of Technology Development for Auxiliary Power Supply of Electric Vehicle," *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 16, no. 11, pp. 7957-7963, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.11.7957>
- [4] Y.-J. Han, S.-G. Lee, C.-K. Park, Y.-G. Kim, and C.-H. Bae, "The Trend Analysis of Propulsion System for Railway Vehicle Using Patent Analysis," *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 19, no. 5, pp. 131-138, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.5.131>
- [5] KEYWERT, Available From: <https://www.keywert.com> (accessed Feb. 23, 2021).
- [6] "Siemens MindSphere," MindSphere, Available From: <https://siemens.mindsphere.io/en/about> (accessed May 21, 2021).
- [7] "GE's Got A Ticket To Ride: How The Cloud Will Take Trains Into A New Era | GE News." Available From: <http://www.ge.com/news/reports/the-digital-railroad-how-the-cloud-will-take-trains-into-a-new-era> (accessed May 21, 2021).
- [8] "Predix Platform | Industrial Cloud Based Platform (PaaS)." Available From: <https://www.ge.com/digital/iiot-platform> (accessed May. 21, 2021).
- [9] "Transforming how we move: Huawei's Urban Rail Cloud Solution." Available From: <https://www.globalrailwayreview.com/article/109719/huawei-urban-rail-cloud-solution/> (accessed May 21, 2021).
- [10] "Talga Case Study," Google Cloud. Available From: <https://cloud.google.com/customers/talga?hl=ko> (accessed May 21, 2021).

- [11] "First hardware independent cloud-enabled interlocking in operation." Available From: <https://press.siemens.com/global/en/pressrelease/firs-t-signalling-cloud-operation> (accessed May 21, 2021).
- [12] "KT-National Railroad Corporation, Smart Railway Project based on Big Data 'Join Hands' " *New Daily Economy*. Available From: <http://biz.newdaily.co.kr/site/data/html/2020/12/24/2020122400046.html> (accessed Feb. 02, 2021).
- [13] "Creating an Integrated Big Data Management Center... Leading 'Green New Deal' for Eco-friendly Business," *Maeil Business News Korea*, Oct. 28, 2020. Available From: <https://www.mk.co.kr/news/special-edition/view/2020/10/1103431/> (accessed Feb. 18, 2021).
- [14] "Cloud-based Railway Age! Hyundai Rotem-NBP signed Big Data Analysis Platform MOU," Hyundai Rotem Official Blog, Feb. 18, 2020. Available From: <https://blog.hyundai-rotem.co.kr/416> (accessed Feb. 02, 2021).
- [15] Sang-Min Lee, "Electric Vehicle Autonomous Driving Technology Trends," *The Proceedings of the KIEE (World of Electricity)*, vol. 69, no. 5, pp. 31-35, May 2020.
- [16] Jong-Hyen Baek, "Future Autonomous Train Control System Technology Outlook," *The Proceedings of the KIEE (World of Electricity)*, vol. 68, no. 6, pp. 4-9, Jun. 2019.

김 성 진(Seong Jin Kim)

[정회원]



- 2003년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 (전기및전자공학 석사)
- 2011년 8월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 (전기및전자공학 박사)
- 2011년 9월 ~ 2013년 3월 : 포항 산업과학연구원 선임연구원
- 2013년 4월 ~ 현재 : 한국철도기술연구원 선임연구원

<관심분야>

클라우드 기반 열차제어, 열차 위치검지

이 강 미(Kangmi Lee)

[정회원]



- 2005년 2월 : 충북대학교 전자공학과(전자공학 석사)
- 2021년 2월 : 아주대학교 기계공학과(기계공학 박사)
- 2005년 8월 ~ 현재 : 한국철도기술연구원 선임연구원

<관심분야>

열차제어, 차량 전장기술

박 성 수(Sungsoo Park)

[정회원]



- 2008년 2월 : 연세대학교 전기전자공학과 (전기전자공학석사)
- 2010년 8월 ~ 2011년 2월 : Purdue Univ. 방문연구원
- 2012년 2월 : 연세대학교 전기전자공학과 (전기전자공학박사)
- 2012년 3월 ~ 2013년 2월 : 연세대학교 박사후연구원
- 2013년 3월 ~ 현재 : 한국철도기술연구원 선임연구원

<관심분야>

클라우드 기반 열차제어, 철도통신(LTE-R, FRMCS)