

# 빅데이터 플랫폼 기반 도로 시설물 안전관리 모니터링 시스템

임준성\*<sup>1</sup>, 유세복\*<sup>2</sup>, 김양수\*\*

## Monitoring System based on Bigdata Platform for Safety Management of Road Facilities

Lim Joonsung\*<sup>1</sup>, You Sebok\*<sup>2</sup>, and Kim Yangsoo\*\*

---

본 연구는 2020년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국정보통신진흥원의 지원을 받아 수행된 국가인프라 지능정보화사업 중 인공지능 기반 시설물 스마트 모니터링 체계 구축 과제의 결과물입니다.

---

### 요 약

본 연구는 도로 시설물인 교량의 일상 유지보수를 위한 실시간 상시 안전점검을 수행하기 위하여 IoT 플랫폼을 통해 수집된 빅데이터를 가공 분석하여 시설물 관리자의 신속한 의사결정을 지원하기 위한 방법을 제안한다. 이를 위해, 우선적으로 기반 시설물 관리에 관한 법제도 동향을 조사·분석하였다. 이후 빅데이터 플랫폼 시스템 개발에 필요한 기술을 정의하였으며, 다양하고 방대한 빅데이터 정보를 수집, 저장, 가공, 분석, 시각화까지 전 과정을 일관성 있게 지원하는 모델을 제안하였다. 본 연구가 제시한 모델이 적용되면, 도로 시설물 관리를 위한 효과적인 안전점검을 위한 스마트 모니터링 시스템을 구축 할 수 있으며, 이를 이용한 시설물 유지관리 체계를 구축 할 수 있다. 또한, 연구결과는 향후 도로 시설물 안전관리를 위한 디지털 트윈 기반의 지능형 시설물 안전관리 서비스 플랫폼 개발 및 구축에 선도적인 수단으로 활용이 가능할 것이다.

### Abstract

This study suggests ways of supporting system for facility managers' rapid decision making by the development of service model based on IoT Bigdata Platform for real-time safety diagnosis of urban facilities; bridges. First, this study investigated and analyzed the legal system trends of national SOC management. After that this study defined the necessary technologies for development of IoT Bigdata Platform, and suggested a service model to consistently support the various and massive information collection, storage, analysis and visualization. Using the model in this study, a smart monitoring system for effective safety management of urban facilities can be built and a risk-aware facility maintenance system can be constructed. Also, the findings could be used as a initiative tool for the development and construction of an intelligent service platform for the safety of urban facilities in the future such as Digital Twin.

### Keywords

bigdata platform, intelligent, portable, wireless

---

\* (주)오파스넷 (\*<sup>2</sup> 교신저자)

- ORCID<sup>1</sup>: <http://orcid.org/0000-0001-8236-1739>

- ORCID<sup>2</sup>: <http://orcid.org/0000-0002-5842-0847>

\*\* (주)아와소프트 대표

- ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2035-903X>

· Received: Oct. 26, 2020, Revised: Nov. 24, 2020, Accepted: Nov. 27 2020

· Corresponding Author: You Sebok

Dept. of Business Strategy, 10F Shinan Building 512. Teheran-ro, Gangnam-gu, Seoul, Korea. 06179

Tel.: +82-2-2193-8600, Email: [ljsung2014@gmail.com](mailto:ljsung2014@gmail.com)

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

KT 통신구 화재('18.11), 백석역 열수송관 파열('18.12) 등 사고로 인해 기반시설 노후화에 대한 관심과 생활안전에 대한 요구가 증가하여, 노후 기반시설 전반에 대한 총괄관리 상태 점검이 필요한 시점으로 정부는 선제적·종합적 관점의 노후 기반시설 관리 체계 구축의 기반은 마련하고 국민들이 체감할 수 있도록 지하 시설물에 중점을 두고 노후 기반시설에 대한 안전강화를 적극 추진하고 있다.

이를 위해 정부 차원의 통합 대응 필요성에 대한 공감대를 형성하고 노후 기반시설 안전강화 범부처 TF를 구성·운영('18.12~)하고, 각 부처 담당자 중심의 실무 작업반을 구성('19.1)하여 현황 분석 및 긴급조치·투자확대·제도개선 등 세부 과제(안) 도출·검토하였으며, 부처별 긴급점검('18.11~'19.1), 국가안전대진단('19.2~4) 등을 통해 노후 기반시설의 안전관리 현황을 중점 점검하였다.

정부는 향후 안전하고 지속가능한 기반시설 관리 실현을 위해 선제적 투자·관리로 수명연장과 안전 확보 및 관리 시스템 확립으로 안전사고 예방을 목표로 생활안전을 위협하는 요소들은 긴급점검 후 즉시 발굴·개선하고, 안전관리 규정 강화·제도개선 등을 통해 안전사각 지대 해소하고, 국가·공공기관·민간 등의 SOC 중장기 안전투자를 확대하여 노후 기반시설의 적기 개선을 적극 지원하고, 국가는 선제적 안전투자 확대를 중기재정계획('19~'23)에 반영하고, 공공기관·민간은 자율적 중장기 계획을 통해 안전투자를 확대하며, 주요 지하시설물을 포함한 15종 기반시설에 대한 일관된 관리 체계를 마련하고, 입체적 이행 체계를 구축하고, 빅데이터(Bigdata)·3D 지하지도·미래 기술 등을 활용한 스마트 관리 체계를 구축하고, 운영 SW 시스템은 보다 안전하게 관리해 나갈 계획이다[1].

또한 정부는 지속가능한 기반시설 관리 기본법(이하 “기반시설관리법”)을 제정('18.12) 및 시행('20.1)하고, 같은 법 제8조에 따라 수립되는 법정계획으로 같은 법 제9조에 따라 수립되는 기반시설에 대한 관리계획(이하 “관리계획”)의 기본이 되는 계획

인 제1차 기반시설관리 기본계획을 수립·시행하여 기반시설의 체계적인 유지 관리 및 성능 개선을 위한 대한민국 기반시설 관리의 종합적 추진방향을 제시하였다.

이 기본계획을 통하여 70년대 집중적으로 건설된 기반시설의 노후화로 관리 비용이 증가하고 있는 상황에서, 기반시설 관리정책에 대한 새로운 비전을 제시할 것으로 기대된다.

이 기본계획에서는 ‘세계 일류의 기반시설 관리로 강한 경제, 고품격 생활안전 실현’이라는 비전 아래, 1)기반시설 관리 거버넌스 정립, 2)기반시설 안전등급을 “미흡” 및 “불량” 없도록 관리, 3)스마트 유지관리 신기술 개발을 통한 일자리 확대, 4)선제적 투자를 통한 미래부담 경감을 4대 목표로 제시하였다.

이 계획에 따르면, 종합적·선제적 유지관리체계 구축을 위해 시설별로 산발적으로 수립되었던 15종 기반시설의 유지관리계획을 「기본계획(국토부, 5년 단위)-관리계획(관리감독기관, 5년 단위)-실행계획(관리주체, 1년 단위)」의 입체적·종합적 관리체계로 개편하고, 시설별 상이한 관리기준도 공통된 최소유지관리 및 성능개선 기준 설정을 통해 상향 일원화하여, 관리주체의 선제적이고 체계적인 유지보수를 촉진한다. 아울러, 관리감독기관 간 유기적 협력과 효율적 이행을 위해 국무총리를 위원장으로 하는 기반시설관리위원회 운영('20~)을 비롯해 국토안전관리원\* 설립('20), 민·관 합동 기반시설관리협의체 구축('20~) 등 이행 조직도 정비한다.

생활안전 관리수준 상향 및 안전사각 지대 해소를 위해 모든 기반시설의 개별 법령과 규정에서 정밀점검 및 안전등급 부여를 의무화('20~'21)하여, 경과연수가 아닌 관리 상태를 기반으로 기반시설 안전등급을 일정 수준이상으로 유지하고, 준공 후 20년을 초과하는 지하시설물은 정밀안전점검(매 5년), 30년 이상 경과한 지하시설물은 성능개선 또는 교체 원칙에 따라 관리('20~)하고, 주요 통신·전력 및 수도·가스관 등의 이중화·네트워크화('20~'25, 수도 '30)를 통해 사고 발생 시 광역적 서비스 중단이 발생하지 않도록 대비한다. 또한, 교량·터널 등 주요 시설의 안전정보를 공개('20~'21)하고, 전국단위 지하 공간 통합지도 구축(~'23), 지하지도 정확성 검증

(20~) 등 기반시설 관리정보체계도 강화한다.

스마트 유지관리 기반 구축과 관련 산업 육성을 위해 기반시설 통합관리시스템 구축과 인프라 총조사를 통해 시설물 상태 등을 DB화(20~24)하고, 빅데이터 분석을 통해 취약지역·시설요소를 과학적으로 규명하고, 노후SOC 등 기반시설에 사물인터넷(IoT)·드론·로봇 등 디지털 기술을 활용한 스마트 유지관리 시스템도 본격적으로 구축한다. 이에 따라 관련 연구과제(R&D)를 확대(20~)하고, 첨단 기술을 활용한 진단·유지관리 기술교육 프로그램을 개발하는 한편, 유지관리 새싹기업 활성화를 통해 신규인력을 육성하고 양질의 일자리를 창출한다. 또한, 기반시설 「유지관리 산업 해외진출 중·장기 로드맵(24)」을 통해 선진국·개도국 맞춤형 진출 전략과 지원체계를 마련한다.

선제적 기반시설 안전투자 및 투자재원 다각화를 위해 '20년부터 '25년까지 노후 기반시설 관리 강화에 연평균 13조 원 내외\*(국비 5조원 내외, 지자체 5조원 내외, 공공·민간 3조원 내외)를 투자하여 안전하고 지속가능한 기반시설 관리를 실현한다. 국가·지자체는 관리주체에 비용을 출자·출연·보조·유자 등으로 지원(20~)하고, 관리주체는 성능개선 충당금을 적립하여, 기반 시설 유지관리·성능개선 투자에 선제적으로 대비한다. 또한, 관리감독기관은 관리계획 수립 등을 통해 민간자본 활용 등 추가적인 재원조달 방안을 마련('21~)하고, 기반시설관리 위원회는 이를 바탕으로 「기반시설관리 종합투자계획」을 수립('21~)한다.

본 연구에서는 4차 산업혁명시대의 ICT 융합기술을 중심으로 한 새로운 시대가 본격화되고, SW, 인공지능, IoT, 5G, 빅데이터 등 각 분야의 기술개발이 급속히 발전함에 따라 안전사고 사전 예방을 위한 ICT 융합형 안전관리 기술의 중요성이 증대되고 있어 기존의 단순 계측 데이터의 수집, 사람에 의한 외관 조사, CCTV 감시 등 안전관리 업무를 지능형 정보기술 중심으로 전환한 인공지능 기반의 시설물 스마트 모니터링 체계를 구축함에 있어 지능형 센싱장비 및 IoT 플랫폼을 통하여 수집된 다양하고 방대한 IoT 빅데이터를 수집, 저장, 가공, 분석, 가시화의 전 과정을 거쳐 도로 시설물의 안전점검 및 일상 유지보수에 필요한 유의미한 인사이트

정보를 도출함으로써 인공지능 기반의 시설물 스마트 모니터링 체계를 효과적으로 지원 할 수 있는 모델을 제안하였다.

## 1.2 연구의 필요성

최근에 발생하고 있는 재난은 대형화, 복합화 등의 특성을 지니며 재난안전관리 환경 또한 크게 변화하고 있다. 즉, ICT 기술의 발달에 따라 첨단화된 기술 활용을 통한 대안 마련에 대한 요구가 늘어나고 있으며, 복잡한 현대사회에서 재난관리와 관련한 예측가능성이 상당히 낮아지고 있다[2].

기술적인 측면에서도 도시 시설물 안전관리가 사고의 유형에 따라 복잡다기한 양태를 띠고 있어 대상 특성을 고려한 맞춤형 안전관리 방식의 필요성이 제기되어 왔다. 특히, 교량계측 시스템은 1995년 김포대교에 처음 설치된 후 2000년도부터 본격적으로 설치가 되었으나, 주로 특수교량인 사장교, 현수교 등이 대부분이고 데이터 수집 방식 또한 케이블 기반의 유선방식으로 이루어져 많은 구축비용이 들었을 뿐만 아니라 이동성이 떨어지고 서로 다른 시스템 구축으로 상호운용성 저하, 데이터 통합분석 및 확장성이 보장되지 않고 있다.

또한, 현재 시설물 안전점검은 현장 접근성이 떨어지고 사람에 의한 육안점검 위주로 되어 있어 안전사고 위험 상존 및 비용과 시간이 과도하게 소요되는 비효율 구조를 띠고 있다. 고속도로 터널 네 교통사고가 매년 약 600여 건 발생하고 있으나 사고발생을 실시간으로 감지하여 뒤따라오는 차량에 사고정보를 제공함으로써 2차, 3차사고 등 대형 사고를 예방하는 터널교통사고 관리시스템이 부재한 상태이다. 무선통신 기반 IoT 빅데이터 플랫폼 구축을 통하여 개별화되거나, 육안으로 수행되는 기반 시설물의 안전관리 통합 서비스 및 사전예측 시스템으로 활용할 수 있다.

## 1.3 연구의 방법 및 범위

기반 시설물 안전을 위한 IoT 빅데이터 플랫폼 기반 스마트 모니터링 시스템 구축을 위하여 그림 1과 같은 도로 시설물 안전관리 모니터링 시스템에 대한 기본 구성안을 바탕으로 연구를 진행하였다.



그림 1. 스마트 시설물 모니터링 시스템 구성  
 Fig. 1. Smart facility monitoring system configuration

본 논문은 IoT 빅데이터 플랫폼 기반 시스템 개발에 필요한 현장 데이터 수집용 센싱 모듈과 수집된 데이터를 인공지능 알고리즘으로 분석하여 자동으로 상황인지·판단 기술, 분석된 정보를 시설물 모니터링 시스템에서 시설물 관리자에게 실시간 상황전파를 하는 스마트 모니터링 시스템 구축에 필요한 기술을 제시하였으며, 향후, 기반 시설물 안전관리를 위한 빅데이터 플랫폼 기반 스마트 모니터링 시스템을 통한 시설물 안전관리에 필요한 적시의 의사결정 도구로써 활용될 예정이다.

## II. 연구 동향

기반 시설물의 실시간 안전점검을 위한 ICT 기반의 핵심기술 연구개발의 동향은 주로 안전진단 기술 분야에서 센서와 비파괴 검사를 이용한 건물 구조 분석으로 이루어졌으며, 특히, 비파괴 검사 경우 영상처리 기술의 발전으로 인한 구조물 모니터링 분야의 적용 사례가 증가 하고 있었다[3]. 국내의 경우 주로 센싱, 비파괴 검사 위주의 모니터링 시스템에서 센서 네트워크를 이용한 빅데이터 기반 관리 기술의 개발이 연구되기 시작하였으며, 최근

BIM 기반의 안전관리 및 의사결정을 위한 플랫폼 구축 연구가 빠르게 증가하고 있다. 해외의 경우 BIM 기반 유지관리 기술은 상대적으로 연구가 미진하지만 이 분야의 연구는 최근 연구가 과거에 비하여 증가하고 있는 추세이다. 특히, 시설물 유지관리 분야의 기술을 선도하고 있는 북미, 유럽, 아시아 주요 국가는 정부 차원에서 정책적, 제도적으로 BIM 도입을 추진하고 있으며 ISO는 시설물 유지관리를 위한 가이드(ISO 13822)를 제시하였다[4].

기반 시설물 안전을 위한 빅데이터 기반 시스템 연구는 스마트 시티 분야에서 스마트 안전관리라는 측면에서 연구되고 있으며, 에너지, 빌딩, 기반시설에 대하여 사물인터넷 기술 및 빅데이터를 이용한 센싱정보 기반의 도시 시설물 안전을 위한 중요한 기술 분야로 연구되고 있다[5].

앞서 조사된 국내외 연구를 분석해 보면, 본 연구에서 대상을 삼고 있는 기반 시설물 안전을 위한 빅데이터 플랫폼 기반 도로 시설물 안전관리 모니터링 시스템과는 데이터 분석을 통한 연구에서는 부분적 또는 모니터링을 위한 개념적인 유사성을 가질 수 있으나 실제 현장 활용에 필요한 플랫폼 기반 구성은 차이가 있다.

본 연구에서는 기반 시설물 안전을 위한 빅데이터 기반 시스템으로 정의되는 주요 핵심 요소 기술과 지능형 센싱장비 기반의 IoT 빅데이터 수집 모델, 개방형 오픈소스 기반의 빅데이터 처리기술을 활용한 시설물 모니터링 시스템을 도출한다.

### III. 빅데이터 플랫폼 기술 연구개발 동향

#### 3.1 빅데이터 플랫폼의 개념 정의

빅데이터란 형식과 규모가 다양하고 데이터 축적 속도가 매우 빨라 기존의 데이터베이스로 처리할 수 있는 역량을 넘어서는 초대용량(테라바이트 또는 페타바이트급)의 정형, 비정형 데이터를 모두 포함하는 것을 말하며, 데이터의 생성, 수집, 저장, 관리 및 분석하여 가치를 추출하고 지능화 서비스의 기반을 지원하는 기술을 말하며, 빅데이터는 정형, 비정형을 포함한 다양한 종류의 대규모 데이터로부터 효율적으로 가치를 추출하고, 데이터의 초고속 수집, 발굴, 분석을 지원하도록 고안된 차세대 기술 및 아키텍처로 이전에는 거대한 데이터 집합 자체만을 의미하였으나, 점차 그 범위가 확대되어, 도구, 플랫폼, 분석 기법 등을 포함한 포괄적 의미로 확대되고 있으며, 빅데이터 분석 솔루션은 대용량의 정형 혹은 비정형 데이터로부터 숨겨진 패턴과 알려지지 않은 정보 간의 관계를 찾아내어, 비즈니스 의사결정을 지원할 수 있는 인사이트를 발굴하고 예측하는 소프트웨어 또는 하드웨어를 의미한다.

#### 3.2 빅데이터 플랫폼 기술의 필요성

빅데이터 기술은 초연결 사회, 4차 산업혁명 등 기존 사회에 획기적인 변화를 가져오는 기술의 진보를 위한 기반 기술로 관련 수요가 지속적으로 증가하고 있으며, 전 세계적 디지털 트랜스포메이션 추세로 인해 데이터량이 급격히 증가하여 빅데이터 수집·분석 기술에 대한 니즈가 대폭 증대할 것으로 예상된다.

민간·공공에서 축적되는 빅데이터의 활용으로 생산성을 향상시키고 비용을 대폭 절감할 수 있으며, 빅데이터 산업은 오픈소스 중심의 소프트웨어 산업으로 중소기업에 적합한 산업인 동시에 비즈니스에

활용하려는 수요가 시장 성장을 견인하는 현 우리나라에 적합한 산업이라 할 수 있다.

#### 3.3 빅데이터 플랫폼 기술 연구 동향

- IoT 시스템: 모든 사물이 연결되는 초연결시대와 더불어 DT(Data Technology) 시대에서 IoT 기술이 데이터 수집에 핵심적인 역할을 할 것으로 전망된다.

- 빅데이터 지식처리 플랫폼: 딥러닝 및 인공지능과 결합된 형태의 빅데이터 분석 플랫폼이 등장하면서 심층 질의응답이 가능하고 고속병렬처리 방식으로 연산소요시간을 대폭 단축시킨 차세대 지능형 지식처리 플랫폼으로의 진화가 진행 중이다.

- 분석/시각화 상용 솔루션 개발: 하둡(Hadoop)에 의해 주도되었던 빅데이터 플랫폼에서, 기능과 성능을 개선하기 위한 클러스터 컴퓨팅 프레임워크방식의 스파크(Spark)로 대변되는 고속 메모리기반 분석 등 분석/시각화를 강조한 상용 솔루션들이 부각되고 있다.

- 클라우드형 빅데이터 플랫폼 서비스: IoT의 증가로 특히 시계열 빅데이터 처리 전용 솔루션들이 증가하고 있고, 특히 클라우드 형태로 빅데이터 플랫폼을 제공하는 서비스가 증가하는 추세이다.

- 음성언어 처리기술: 최근 스마트폰 중심으로 한 모바일 인터넷 환경에서의 많은 사람들이 음성인식을 사용함으로써 엄청난 규모의 사용자 로그 데이터를 확보하고 있는 상황이다.

- 영상 빅데이터 분석기술: 기존 영상 자체에 대한 인식의 범위를 뛰어넘는 의미 있는 정보추출과 내용분석을 통해 새로운 가치를 창출하며 미래 변화를 예측하는 좋은 기회로 작용할 것으로 예상된다.

#### 3.4 빅데이터 플랫폼 기술 개발 동향

- 영상분석: 영상인식기술은 ObjectVideo, iOmni-Scient, AgentVi, Bosch 등 해외 업체들이 절대 강세를 보이고 있으며, 물체와 상황 인지 및 추적 기술 개발이 활발히 진행 중에 있다[6].

- 공간분석: 미국을 중심으로 한 세계 각국의 공

공 데이터 개방이 있고, Google, 야후, 트위터 등 기업들과 연구기관 및 정부기관에서 다양한 플랫폼과 시스템 구축 서비스를 제공하고 있다.

- 스트림분석: 스트림 분석 플랫폼으로는 Oracle, Microsoft, IBM, Streambase 등의 외산 상용 솔루션이 주로 있으며, 데이터 스트림 마이닝을 위한 오픈소스 SW인 RapidMiner, MOA도 존재한다.

- 고급분석: 해외업체들이 예측분석 솔루션 분야에서 강세를 보이고 있으며, 특히 IBM, SAS는 포레스터가 선정한 가장 경쟁력 있는 솔루션 업체이다.

- 시각화기술: IBM, SAS, SAP, 오라클 등 대형 IT 기업들과 타블로나 스팟파이어 등 시각화 전문 업체들이 솔루션을 출시하였다[7].

- 빅데이터 서비스 기술(BDaaS): Amazon, Google, Oracle, Microsoft는 클라우드형 빅데이터 분석 플랫폼을 제공한다.

Amazon은 Amazon 웹 및 알렉사를 통해 클라우드 기반의 인공지능 기반분석 서비스와 음성인식 서비스를 융합적으로 제공 중이며, 빅데이터 분석기술이 결합된 플랫폼의 주요 플레이어는 IBM, Google, Microsoft가 센싱디바이스, 웹, 음성 등의 데이터들을 결합하고 분석하여 플랫폼 서비스를 제공하고 있다[8]

Amazon은 온라인 구매추천 및 예측에 빅데이터를 활용하고, 클라우드 기반의 빅데이터 분석 서비스 제공하고 있으며, 후지쯔는 농지작물 및 작업에 대한 이미지 등의 데이터를 분석하는 플랫폼서비스를 제공 중이다.

인프라 측면에서는 시스코가- IT 아키텍처, 네트워킹, 클라우드 인프라, 실시간 분석, 보안 플랫폼, 벤처 투자 등으로 신산업 생태계를 창출하고 있다.

Intel은 IoT 환경에 적합한 퀴크(Quark) 프로세서를 기반으로 윈드리버의 클라우드 서비스, 다양한 분석 기능 등을 포함한 새로운 제품군을 공개하였다.

#### IV. 빅데이터 기반의 스마트 모니터링 시스템

##### 4.1 빅데이터 기반 시스템의 개념 정의

빅데이터 기반의 스마트 모니터링 시스템은 빅데이터 분석 및 시각화 플랫폼으로 구성되며 통상적

으로 사용하는 소프트웨어가 수용할 수 없는 크기의 데이터인 빅데이터로부터 가치를 추출하고 결과를 분석하는 기술과 데이터 분석 결과를 유의미한 정보로 표현하는 기술의 총체를 의미한다.

데이터 시각화는 빅데이터를 분석하여 이용자가 필요로 하는 정보를 도출, 정보를 쉽게 이해할 수 있도록 텍스트 혹은 이미지 등, 내용 전달에 효과적인 시각적 형태를 활용한다.

##### 4.2 빅데이터 기반 시스템의 필요성

빅데이터 분석 및 시각화 플랫폼은 기계학습과 인공지능을 활용한 분석 영역을 확대하고 있으며 분석 결과 정보 전달 측면에서 계속 연구 및 개발 중에 있다.

지능화 관점에서 인공지능 기술을 적용하기 위한 수요는 증가하고 있으며 이의 기반이 되는 빅데이터 분석 기술은 지능정보사회에서 대표적인 기술로 부상하고 있다.

미국의 정보기술 연구 및 자문회사인 가트너는 지능(Intelligence) 분야, 디지털(Digital) 분야, 메시(Mesh) 분야를 2019년 전략 기술의 3대 핵심 주제로 선정하였고, 지능 분야의 개별적인 기술로 자율사물(Autonomous things), 증강 분석(Augmented analytics), 인공지능 주도 개발(AI-driven development)을 선정하였다.

자율 사물은 로봇, 드론, 자율주행차 등과 같은 사물이며 인간이 수행하던 일을 인공지능을 이용하여 자동화하는 것이다.

증강 분석은 특정 영역의 증강 지능에 초점을 맞추어 기계학습을 활용하여 분석 콘텐츠 개발, 소비, 공유의 혁신을 의미하며, 인공지능 주도 개발은 전문 데이터 과학자와 앱 개발자가 협력하는 기존 방식이 아닌 전문 개발자들이 단독으로 개발 및 운영할 수 있도록 인공지능을 앱에 내장하기 위한 도구, 기술, 최적화된 프로세스에 관한 연구와 개발과정 자체에서 사용되는 인공지능 기반의 도구 개발 연구를 의미한다.

최근 빅데이터 분석은 기계학습과 인공지능 기술을 이용한 예측 분석 영역으로 확장되고 있다.

### 4.3 빅데이터 기반 시스템의 핵심기술

표 1은 본문에 서술된 빅데이터 기반 시스템의 핵심기술을 요약 정리한 것이다.

### 4.4 빅데이터 기반 시스템의 활용사례

데이터 시각화를 활용할 수 있는 분야와 방법이 무궁무진하며, 한 예로 정부의 데이터 개방 정책과 맞물려 데이터 활용 활성화 방법으로 제공되고 있는 시각화 서비스를 들 수 있다.

산업 및 기업 차원에서는 보유 데이터의 활용도를 높이기 위해 데이터 시각화를 도입하여 사내 KPI 지표 등 성과지표 추적, 데이터 기반의 마케팅 활성화 등을 위한 목적으로 데이터 대시보드를 구축하고 활용한다.

그림 2와 3은 빅데이터 시각화 표현을 어떻게 하고 있는지 사례를 제시한 것이다.

### 4.5 스마트 모니터링 시스템 적용사례

서울시설공단 컨소시엄이 수행하고 있는 인공지능 기반 시설물 스마트 모니터링 체계 구축 과제의 경우 교량받침 이상기동 탐지 서비스 화면을 대시보드 형식으로 구성하여 빅데이터 분석결과를 일목요연하게 볼 수 있도록 서비스를 제공하고 있다.

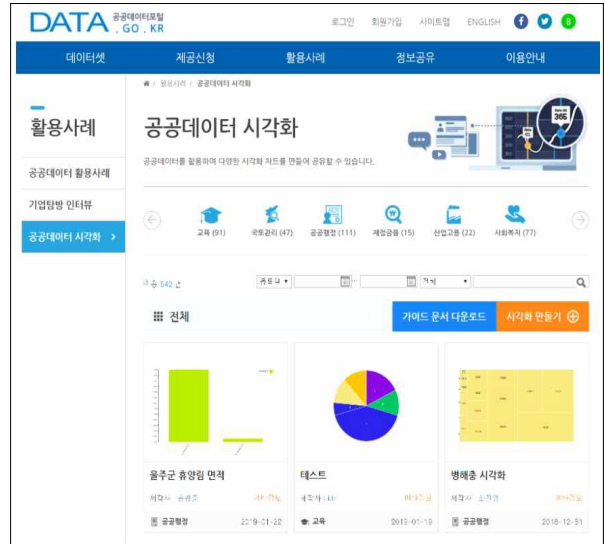


그림 2. 공공데이터 포털 시각화 서비스  
Fig. 2. Public data portal visualization service



그림 3. 하나은행의 하나빅 인사이트  
Fig. 3. Hanabig insight of Hanabank

표 1. 빅데이터 핵심기술 내용

Table 1. Contents of Bigdata technology

핵심기술	상세내용
분산 스토리지 기술	대용량 파일을 다양한 형식으로 저장하는 기술로 분산 파일 시스템과 오브젝트 스토리지가 대표적인 솔루션
NoSQL 데이터베이스 기술	관계형 데이터베이스와 달리 비정형, 반정형 데이터를 빠르게 분석하도록 데이터 형태에 따라 Columnar DB, Document DB, Key-Value DB, Graph DB 등으로 나뉘는 저장 기술
배치 데이터 처리 기술	대용량 데이터를 MapReduce와 같이 분산병렬 처리하여 상대적으로 장시간에 걸쳐 원하는 데이터를 추출하는 기술
실시간 데이터 처리 기술	주어진 짧은 시간(보통 0.1초~1분) 내에 데이터 처리를 보장하는 기술
기계학습 기반 데이터 분석 기술	기존 통계 기반 데이터 분석 기술과 달리 기계학습과 인공지능 기술을 이용해 예측 분석 등을 하는 기술
데이터 시각화 기술	유용한 데이터 분석 결과를 시각적으로 표현하는 기술로 기업용 보고 도구부터 시작해 최근 오픈 소스 이용 확대로 R, Python을 이용한 다양한 시각화 도구로 확장

### V. 스마트 모니터링 시스템의 발전방향

#### 5.1 기반시설물 스마트 유지관리 연구사업

정부는 기반시설의 안전하고 지속가능한 유지관리를 위한 혁신적인 스마트 기술개발 및 생태계 조성을 목표로 기반시설 유지관리 진단계 (디지털화-모니터링-성능 평가·예측-의사결정-보수보강)에 걸쳐 생성되는 정보를 디지털화하여 「스마트 유지관리 디지털 플랫폼」 네트워크로 연결하고 BIM, IoT, Big Data & AI, 드론, 로봇 등의 스마트 기술을 활용하여 기반시설을 선제적으로 유지관리함으로써 기반시설을 안전하고 지속 가능하도록 관리하기 위해 도로실증을 통한 기반시설 스마트 유지관리 연구사업을 추진하고 있다. 이에 본 연구는 정부의 국가인프라 지능정보화 사업을 수행하면서 서울시설공단이 관리하고 있는 도로시설물에 IoT 센싱장비를 설치하고 빅데이터 플랫폼을 개발 구축하는 등 모니터링 시스템을 개발 제안하였다.

그림 4는 자체 개발한 모니터링 화면이며, 그림 5는 플랫폼 개념도입니다.

#### 5.2 기반시설물 스마트 유지관리 핵심기술

- 스마트 유지관리 데이터 디지털화 기술
 

기존 공간정보 및 도로시설물 등 유지관리 기본 데이터를 디지털화(BIM, 정형화)하고, 기존 MS의 유지관리 데이터의 오류 제거 및 연계방법 구축을 통해 스마트 유지관리 프로세스 상에 디지털 데이터 활용을 극대화하도록 지원하는 기술이다.
- 스마트 유지관리 모니터링 및 성능평가 기술
 

스마트 기술을 활용한 디지털 데이터 기반 모니터링 시스템의 구축으로 도로시설물의 모니터링 및 상시점검 신뢰도 제고를 통해 위험요소를 사전에 인지하고, 이를 첨단 고성능/자동화 진단장비를 이용하여 신속 점검/진단함으로써 시설물의 성능을 정확하게 평가하는 기술이다.



그림 4. 교량받침 마상거동 탐지 서비스  
Fig. 4. Shoe(Bridge Bearing) abnormal movement sensing



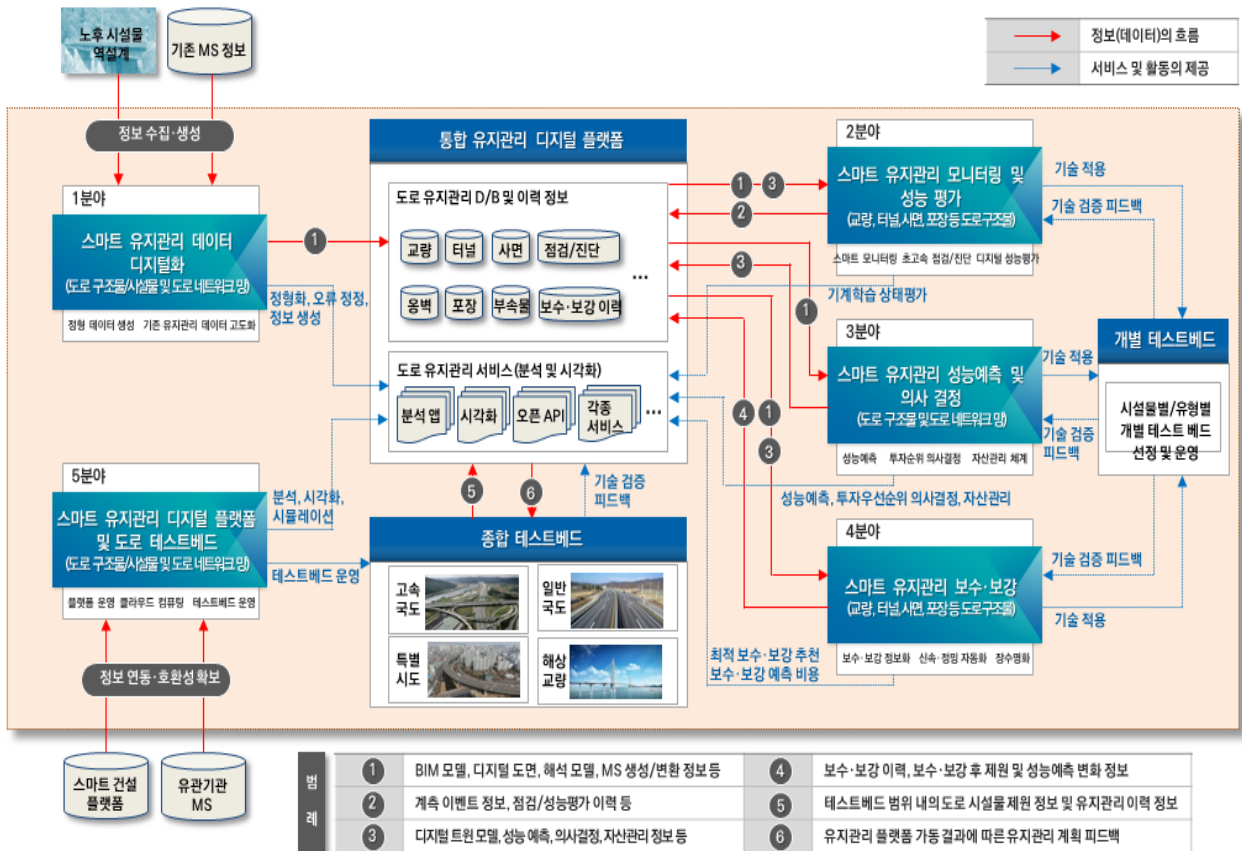


그림 5. 스마트 유지관리 디지털 플랫폼  
Fig. 5. Digital platform for smart maintenance

- 스마트 유지관리 성능예측 및 의사결정 기술

확보된 유지관리 빅데이터(이력)와 스마트 모니터링/점검/진단 결과를 통해 도로 네트워크의 종합 성능을 예측하고 이를 통해 효과적인 유지관리 의사결정 및 자산관리를 실현하는 기술이다.
- 스마트 유지관리 보수보강 기술

구조물 상태 및 환경조건에 따른 보수보강 재료 및 공법에 대한 DB를 구축하고, 이를 바탕으로 신속·정밀 보수보강을 위한 자동화 기술개발을 통하여 열화/노후 구조물에 성능향상 및 공용수명 연장을 실현하는 기술이다.
- 스마트 유지관리 디지털 플랫폼 및 도로 테스트베드

스마트 유지관리 데이터 표준화, 센서 정보 모니터링 시각화 등 예방적 유지관리 실현을 위한 의사결정 알고리즘 실행 및 유지관리 보수보강 데이터

를 반영한 통합 플랫폼 구축과 테스트 베드 운용을 통한 모니터링/점검/진단 기술의 실증 및 유지관리 표준·절차를 수립한 플랫폼이다.

### 5.3 데이터 3D 변환 시각화 기술 활용 방안

데이터 3D 변환 시각화란 2D-3D BIM 매핑, 가상현실(VR, Virtual Reality), 증강현실(AR, Augmented Reality), 빅데이터 수집/처리/분석/시각화/저장하는 기술을 이용하여 수많은 데이터를 인간이 쉽게 알아볼 수 있도록 표현해주는 기술을 의미하며, 데이터 시각화란 인지를 증폭시키기 위해 인간의 시각 능력을 이용하는 데이터의 표현과 설명방식으로 정의하며, 데이터의 표현, 데이터의 설명방식, 시각 능력의 이용, 인지 증폭의 속성을 포함한다.

표 2는 빅데이터 시각화 요소기술을 요약 정리한 것이며, 표 3은 국내 도입 및 활용사례를 정리한 것이다.

표 2. 데이터 3D 변환 시각화 요소기술

Table 2. Data 3D transformation visualization element technologies

요소기술	상세내용
2D-3D BIM 맵핑	2D 시각 데이터를 BIM (Building Image Modeling)을 이용하여 3D로 변환하는 기술
가상현실 (VR)	현실 공간과 사물에 증강된 디지털 콘텐츠를 내재시킴으로써 사용자에게 보다 많은 체험 서비스를 제공하는 기술
증강현실 (AR)	컴퓨터로 만든 가상공간 내에서 사용자의 시각, 청각, 촉각 등 감각정보를 확장 공유함으로써 공간적, 물리적 제약에 의해 현실 세계에서 실질적으로 경험하지 못하는 상황을 실감적으로 체험할 수 있게 하는 총체적 기술
빅데이터 수집 기술	외부 데이터 저장소 종류, 데이터 형식, 데이터 타입, 해당 스키마, 해당 테이블, 해당 컬럼, 데이터 크기 등의 정보를 기반으로 데이터를 수집하는 빅데이터 수집 기술
빅데이터 시각화 처리 기술	적어도 하나의 3D 템플릿 레이아웃과 분석된 유효 데이터들을 매칭시켜 3D 인포그래픽 데이터 파일을 생성하는 시각화 처리기술
빅데이터 시각화 서버 기술	복수의 3D 템플릿 레이아웃 모델들을 생성하거나 네트워크를 통해 외부로부터 불러들여 복수의 3D 템플릿 레이아웃 모델을 형성하고 각각의 3D 템플릿 레이아웃 모델들을 저장하는 서버 기술

표 3. 데이터 3D 변환 시각화 활용분야

Table 3. Data 3D transformation visualization cases

기관명	주요 데이터	적용 사례
심사평가원/ 건강보험공단	수진자 인적 사항, 진료과목, 병명, 급여비용, 투약 정보 등	환자별 맞춤형 진단·치료서비스 제공 및 정밀의료 솔루션 개발 등
교통연구원/ 교통안전공단	도로 현황, 도로시설물 관리, 교통량, 사고지점, 피해 상황 등	교통 혼잡 완화를 위한 분석서비스 및 교통사고 원인 분석 서비스 제공
한국은행/ 신용정보원	경제·금융 통계, 개인·법인 대출, 세금체납, 채무불이행, 부도 등	맞춤형 금융 서비스 개발 및 보험사기 분석, 연체자 예측 모델 개발 등
언론진흥재단/ 방송광고진흥공사	종사자, 광고시장 현황, 구독/시청 패턴, 디지털 콘텐츠, 매출 등	감염병 차단 서비스, 상권 분석, 콘텐츠 추천 서비스, 광고 전략 개발 등
지자체(광역/기초)	도로/가로등 위치, 전력/가스 공급 체계, CCTV, 주차/횡단보도 정보 등	지능형 도시 서비스, CCTV 기반 보안 서비스, 입지분석, 부동산 가격 예측 등
국토연구원/ 한국토지주택공사	지형, 산업입지, 택지, 부동산거래, 3차원 공간정보 등	
한전/지역가스/ 한국에너지공단	전력 판매, 전력 시설물, 전력 계량, 과금, 태양광 정보, 소비 패턴 등	에너지 공급 제어·관리 서비스, 전력 소비 패턴 분석, 자연재해 예측 등
기상청/수자원공사	기상 정보, 도로날씨, 기후변화, 자연재해, 가뭄/지하수 정보 등	
과학기술정보연구원	바이오, 소재 등 기초과학 데이터 및 대형연구장비, 연구노트 등	신약 후보 물질 발굴, 신소재 연구 등에 활용
참조표준데이터센터	건강지수, 수질, 인체치수 등	
문화정보원	예술 작품, 문화재, 역사자료, 문화 산업, 도서, 체육 정보 등	문화재 위험관리 분석, AI 기반 관광 안내서비스 등
한국관광공사	관광지, 다국어 관광 정보, 숙박, 음식점, 축제 정보 등	

엠블리-리들항공대학교(Embry-Riddle Aeronautical University)의 VCL(Virtual Crash Lab)에서는 전 세계 2만 2,000명의 온라인, 캠퍼스, 군사기지 학생들이 실제 비행기 추락 현장을 가상으로 살펴볼 수 있는 서비스를 제공하고 있다.

파이어포인트(Firepoint)는 혼합 현실 소방관 교육 시뮬레이터를 통해 교육생은 연기가 가득 찬 창고,

도끼 휘두르기, 호스 사용하기, 사람 구출하기 등의 시나리오를 살펴볼 수 있다.

KPMG는 홀로렌즈를 사용하여 인사이트 센터 (Insight center)를 방문하는 임원 그룹들이 프레젠테이션의 데이터를 쉽게 볼 수 있도록 하는 역할을 수행한다.

미국 전문가용 3D 지리 데이터와 3D 가상화 솔루션

투선을 공급하는 기업인 브리콘(Vricon)은 공공안전 응답센터(PASP)에 긴급 구조 요청 전화가 접수되면 Vricon 3D 데이터를 이용하여 911 상담요원들이 보다 정확하게 발신자 위치를 추적, 특히 다층구조나 여러 건물 밀집 지역에서도 위치 파악이 가능하도록 지원한다.

각 산업 분야에서 쏟아지는 방대한 대용량 데이터를 누가 얼마나 보유하고 있는지가 중요하지 않고, 이를 어떻게 분석해서 활용할 것이냐가 중요해짐에 따라, 방대한 데이터를 쉽게 파악할 수 있는 시각화 기술이 요구되고 있으며, 데이터 3D 시각화를 활용하면 많은 양의 데이터를 한눈에 파악 가능하고, 데이터 분석 전문가가 아니어도 데이터에서 쉽게 인사이트 도출이 가능하고, 요약 통계보다 정확한 데이터 분석 결과의 도출이 가능하고, 효과적인 데이터 인사이트 공유로 데이터 기반의 의사결정이 가능해짐으로써 정부의 데이터 개방 정책과 맞물려 데이터 활용 활성화 방법으로 제공되고 있는 시각화 서비스 등 데이터가 존재하는 다양한 분야에서 활용이 가능하다.

#### 5.4 세종특별자치시의 디지털 트윈 활용 사례

세종특별자치시는 2020년 말까지 지하 공동구 전 구간에 ‘디지털 트윈 안전사고 예방시스템’을 구축키로 하고 디지털 트윈 기술을 생활기반 시설물 관리에 적극 활용함으로써 업무효율을 획기적으로 향상시키고 있다.

지하 공동구는 전기·가스·수도 등의 공급설비와 통신시설, 하수도시설 등 지하매설물을 공동으로 수용하는 기능을 제공하는데, 디지털 트윈을 활용함으로써 도시미관을 개선하고 도로구조를 보전하는 한편, 교통의 원활한 소통을 도모할 수 있다. 아울러 공동구 설치를 통해 각종 지하매설물을 통합 수용하고 체계적으로 관리함으로써 잦은 도로굴착공사를 방지할 수 있다.

특히 세종시 행정중심복합도시 내에 중앙정부 청사, 국책연구단지 등이 밀집해 있어 세종시 공동구의 경우 국가 중요시설 및 국가 보안시설로 지정·관리되고 있다.

세종시는 2019년 과학기술정보통신부가 국가인프라 지능정보화 사업으로 시행한 ‘디지털트윈 안전사고 예방시스템 구축사업’에 선정되어 공동구 사각지대의 실시간 안전을 위한 새로운 인공지능(AI) 시스템을 구축하고 있다.

세종시가 구축하는 ‘디지털 트윈 안전사고 예방시스템’은 진동·온도·습도를 측정할 수 있는 센서를 활용해 공동구 내부 이상징후를 사전에 감지하는 기능을 한다며, 특히 센서를 통해 확보된 공동구 내부 고유값을 AI가 분석·관리할 수 있으며, 이에 따라 위험 발생 시에는 실시간으로 경보가 울리고 위급상황이 관련부서로 전파돼 즉각적인 대처가 가능하다. 이로써 공동구의 안전사고를 사전에 방지할 수 있다.

2020년은 2차년도 사업으로 잔여 5km 구간에 대한 진동감지 센서를 설치하는 등 디지털트윈 시스템 구축을 추진하여, 공동구 전 구간에 대한 AI 안전관리 서비스 구축을 완료할 계획이다.

또한, 세종시는 한전 전력연구원과 협력해 디지털 트윈을 이용한 ‘지중전력 모니터링 기술’을 활용해 레이저와 이미지 획득방식을 혼용한 맨홀전용 스캐너를 통해 지하와 지상의 이미지가 결합된 가상세계를 구현하고, 관리자의 휴대용 태블릿을 현장에 비추는 것만으로도 지상 건물과 지하의 온도와 습도, 배선 방향 등이 결합된 입체적인 데이터를 육안으로 확인할 수 있다.

이와 함께 세종시는 증강현실 기반의 에너지 관리기술을 업무에 활용하여, 스마트폰 또는 태블릿으로 맨홀 내부의 모습과 배전시설 정보, 전력설비를 가상의 공간에 구현할 수 있게 하는 것으로, 이 기술을 활용하면 맨홀을 직접 열고 닫지 않아도 전력 시설에 대한 세밀한 관찰과 관리가 가능하다.

이 밖에도 세종시는 한국전자통신연구원(ETRI)과 협력해 도시환경과 도시인프라 등이 복잡하게 얽혀 있는 현실의 도시를 디지털 트윈 기반의 가상도시로 구현하는 방안을 강구하고 있다.

#### 5.5 디지털 트윈 기반 도로 시설물 관리 사례

중국 구이저우성의 교통 개발을 위한 제13차 5개년 계획의 핵심 프로젝트인 중국의 메티안-시취안

고속도로는 공사 및 관리에 대한 규모별 모든 분야에 걸쳐 BIM 방법론을 적용하는 중국 최초의 고속도로로 매우 높은 산악 지역에 위치한 이 고속도로의 길이는 113km이며 교량, 고가도로 및 터널 구간은 총 길이의 54.92%이다.

이 프로젝트에는 복잡한 지형과 지질, 수많은 구조물, 긴 공사 기간, 많은 장애 요소 및 유지하기 어려운 프로젝트 일정 등의 해결 과제가 포함되었습니다. 충칭 교통 계획, 조사 및 설계 연구소는 고속도로의 설계 및 시공 품질을 개선하고 전체 수명주기 관리 개념을 구현하기 위해 디지털 트윈을 활용했습니다. 총 투자액은 178억 8천만 위안이며, 이 라인은 2021년에 완공되어 개통될 것으로 예상된다.

설계 준비를 위해 무인 항공기가 비행하면서 기존 현장을 조사했으며 ContextCapture가 3D 현실 모델을 만드는 데 사용되었습니다. 이러한 현실 컨텍스트를 통해 이 팀은 벤틀리의 개방형 모델링 및 시뮬레이션 애플리케이션으로 생성된 설계를 가속화하고 최적화하여 공사 기간을 89일 단축하였다..

설계팀은 OpenRoads를 사용하여 다분야 BIM 모델을 구축함으로써 시공 전에 100건 이상의 충돌을 식별할 수 있었으며, LumenRT는 건축업자들이 설계 의도를 이해할 수 있도록 팀이 몰입형 가상 환경을 개발하도록 지원하였으며, 경량 iModel 파일을 OpenRoads Navigator로 내보내어 설계 검토가 용이해짐으로써 전체적으로 기여 분야에서 61기가 바이트의 디지털 자산 데이터를 축적하여 미래의 운영 및 유지보수 지원을 위한 디지털 트윈을 생성했다.

디지털 트윈을 활용하는 다분야 모델링을 사용함으로써 이 프로젝트의 전통적인 공사 수명주기가 바뀌었으며, 프로젝트 팀은 이전 방법을 사용해서는 공사 단계 전까지 발견 및 해결하지 못했던 문제를 설계 단계에서 식별함으로써 설계 노력과 시간이 절반으로 단축되었고 공사 품질이 향상되었으며 시공비용이 절감되었으며, 프로젝트 중에 수집된 BIM 모델은 유지보수 및 향후 자산 성과의 모델링 및 예측을 위한 기반을 제공하였다.

이 프로젝트는 BIM 방법론을 적용하면 프로젝트 공사의 품질과 안전성이 향상되고 계획, 설계, 시공, 운영 및 유지보수를 포함한 전체 자산 수명주기에

대한 완전한 디지털 전략이 가속화된다는 것을 입증하였다.

그림 6은 중국의 디지털 트윈 구축 사례를 제시한 것이다.



그림 6. 중국 메이탄-시취안 고속도로  
Fig. 6. Meitan-Siquian highway in China

## VI. 결 론

본 연구에서 제시한 빅데이터 플랫폼 기반 시설물 안전관리 모니터링 시스템은 일반적인 기반 시설물인 건물이나 도로 안전관리보다 높은 난이도를 지니고 있으며 안전사고 시 인명피해 및 경제적 손실이 큰 구조물을 대상으로 실시간 데이터 및 인공지능 알고리즘을 활용하여 사고가 난 후 대응하는 방식이 아닌 사전에 사고예방을 위한 통합형 예측 서비스 시스템으로 제시하였다.

현행 대부분의 기반 시설물 안전관리가 데이터 기반의 통합 서비스의 한계에 머물러 있는 점을 감안할 때, 빅데이터 기반 도로 시설물 안전관리 모니터링 시스템을 활용할 경우, 실시간 안전관리 서비스가 가능하여 안전사고 예방에 효과적일 것으로 판단한다.

또한, 다양한 도시 시설물이 생산하는 데이터 활용 측면에서 방대한 양의 데이터(로그데이터 포함) 수집, 분석이 가능함으로써 이러한 양질의 데이터를 도시 시설물 안전 예측 도구로 활용될 수 있을 것으로 판단하며 앞으로 이에 대해 보다 많은 연구가 필요할 것으로 보인다.

향후, 빅데이터 플랫폼 기반 도로 시설물 안전관

리 모니터링 시스템 측면에서의 적용 기술, 분석기법, 모델 활용 등에 대한 연구와 더불어 기반 시설물의 설계 시점에서부터 빅데이터, 인공지능 기반의 안전관리 지원 시스템에 대한 연구가 필요하며, 분석기법의 고도화를 위한 개별 기술에 대한 연구도 수반할 필요가 있다. 이러한 연구가 데이터 기반 시설물 안전관리 시스템 구축 및 서비스 모델의 고도화 및 예측 정확도 제고를 위해서는 기반 시설물이 생산하는 다양하고 방대한 양의 데이터 셋 확보, 인공지능을 통한 학습 등이 반드시 필요하다고 보며, 축적된 데이터의 양이 많으면 많을수록 시스템의 정확도는 더욱 향상될 수 있을 것이다.

### References

- [1] Korea State Affairs Planning Advisory Committee, "5-year plan for state affairs", 2017.
- [2] KISTI, "Expanding the Public Safety Service Based on the Fourth Industrial Revolution", 2017.
- [3] Road Transport Research Planning, "Research on the ICT-based Core Technology Development for Real-Time Safety Diagnosis of Buildings", 2016.
- [4] Tae-Wook Kang, Ji-Eun Kim, Jin-Woong Jang, and Chang-Hee Hong, "BIM-based Data Mining Model for Effective Energy Management", Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol. 16, No. 8, pp. 5591-5599, Aug. 2015.
- [5] SpaceN, "Research on the Application of Intelligent Facility Monitoring System Based on Spatial Information", 2017.
- [6] H. Kim, E Ahn, S. Cho, M. Shin, and S. H. Sim, "Comparative analysis of image binarization methods for crack identification in concrete structures", Cement and Concrete Research, Vol. 99, pp. 53-61. Sep. 2017.
- [7] Ammar Ahmed, Nicholas E. Korres, Joern Ploennigs, Haithum Elhadi, and Karsten Menzela, "Mining building performance data for energy-efficient operation", Advanced Engineering Informatics, Vol. 25, No. 2, pp. 341-354, Apr. 2011.

- [8] Qi Hao, Yunjiao Xue, Weiming Shen, Brian Jones, and Jie Zhu, "A Decision Support System for Integrating Corrective Maintenance, Preventive Maintenance, and Condition-Based Maintenance", In Proceedings of Construction Research Congress, Banff, Alberta, Canada, pp. 8-11, May 2010.

### 저자소개

#### 임 준 성 (Lim Joonsung)



1990년 2월 : 성균관대학교  
행정학과(행정학사)  
2019년 7월 ~ 현재 : (주) 오파스넷  
부장  
관심분야 : 인공지능/빅데이터,  
IoT, Cloud

#### 유 세 복 (You Sebok)



1992년 2월 : 광운대학교  
전자공학과(공학사)  
2019년 7월 ~ 현재 : (주) 오파스넷  
상무  
관심분야 : 네트워크, 클라우드,  
IoT, 빅데이터

#### 김 양 수 (Kim Yangsoo)



1998년 2월 : 서울과학기술대학교  
토목공학과(공학사)  
2003년 8월 ~ 현재 : (주)아와소프트  
대표  
관심분야 : 인공지능, IoT,  
국가인프라관리, 디지털트윈,