

공간정보 및 재난안전정보 기반 다차원 융복합정보 플랫폼 설계 및 구현

임 선 화[◦], 한 규 원^{*}, 김 수 철^{*}, 이 강 복^{*}, 홍 상 기^{*}

Design and Implementation of Multi-Dimensional Convergence Information Platform Based on Spatial and Disaster Safety Information

Sunhwa Lim[◦], Kyuwon Han^{*}, SooCheol Kim^{*}, Kang Bok Lee^{*}, Sang Gi Hong^{*}

요 약

국내 건축물은 점차 고층화, 대형화, 복잡화, 노후화되고 있으며 건물 유지 및 안전관리 부실 등으로 인해 화재 및 붕괴사고로 대규모 인명·재산피해가 발생하고 있다. 재난위험 요인 예측 및 재난 예방을 위해 4차 산업기술이 재난분야에 활발히 적용되고 있으나 3차원 공간정보와 실시간 재난안전정보를 활용한 연구는 미흡하다. 본 논문에서는 공간정보 및 재난안전정보를 디지털 트윈 기반 실시간 재난안전관리 서비스에 제공해줄 수 있는 다차원 융복합정보 플랫폼을 설계하고 구현한다. 제안하는 플랫폼은 1) 외부 정보 시스템 연계 및 수집 기능, 2) 기반정보 구축 및 관리 기능, 3) 다차원 융복합정보 가시화 기능, 4) 외부 서비스 시스템 연계 및 배포 기능, 5) 플랫폼 공통 운영 및 관리 기능으로 구분하여 설계한다. 이를 바탕으로 설계한 플랫폼을 구현하고 테스트베드 실증 데이터 및 시험 데이터를 사용하여 기능 요소를 검증한다.

키워드 : 공간정보, 재난안전정보, 융복합정보, 플랫폼 구조

Key Words : Spatial Information, Disaster Safety Information, Convergence Information, Platform Architecture

ABSTRACT

Large-scale human and property damage is occurring due to fire and collapse accidents due to poor building maintenance and safety management. Although the 4th industrial technology is actively applied to the disaster field, there is insufficient research utilizing three-dimensional spatial information and real-time disaster safety information. In this paper, we design and implement a multi-dimensional convergence information platform that can provide spatial information and disaster safety information to digital twin-based real-time disaster safety management service. The proposed platform consists of 1) external information system interface and collection function, 2) foundational information construction and management function, 3) multi-dimensional convergence information visualization function, 4) external service system interface and distribution function, and 5) platform common operation and management function. Based on this design, the platform is implemented and functional components are verified using testbed empirical data and test data.

※ 이 논문은 2024년 과학기술정보통신부의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(2021-0-00751, 0.5mm 급 이하 초정밀 가시·비가시 정보 표출을 위한 다차원 시각화 디지털 트윈 프레임워크 기술 개발)

◦ First and Corresponding Author: Electronics and Telecommunications Research Institute, limsh@etri.re.kr, 정회원

* Electronics and Telecommunications Research Institute, sghong@etri.re.kr, 정회원; {wally.han, skim88, kblee}@etri.re.kr

논문번호 : 202307-001-1-C-RN, Received July 5, 2023; Revised August 19, 2023; Accepted September 4, 2023

I. 서 론

'21년 사회재난 통계에 따르면 사회재난 발생수는 총 23건으로 재산피해는 6767.5억 원으로 집계되었다. 이 중 다중밀집시설 대형화재가 7건으로 가장 많이 발생하였으며 재산피해 또한 약 5,178억원으로 가장 많았다^[1]. 다중밀집시설 대형화재 재난발생 피해 최소화 및 재난발생 요인을 사전에 발견하고 징후 감지를 위해 사물인터넷^[2-4], 빅데이터·인공지능^[5-10], 디지털 트윈^[11-15] 등 4차 산업 시대의 주요 기술을 활용한 연구가 진행되어 오고 있다.

재난관리 및 예방을 위해 다양한 기술들이 활용되고 있으나 최근 발생한 요양병원, 물류센터, 아울렛 화재 등 화재발생 후, 스프링클러, 경보장치가 작동하지 않아 초기 화재 진압 실패로 막대한 인명·재산피해가 발생하였으며 이는 부실한 안전관리 등의 고질적인 문제로 대형사고가 끊임없이 발생하고 있다.

건물의 소방시설 정기점검만으로는 소방시설 관리상태 문제를 해결하는데 한계가 있어 서울소방재난본부에서는 소방시설 동작상태 관리를 위해 IoT 기반 실시간 소방시설 관리시스템을 구축 및 운영 중이다^[16]. 소방시설 관리시스템은 소방시설 오작동·정지상태 정보를 실시간으로 수집·모니터링·시각화하고 지도기반 화재발생위치를 표출하고 있다. 그러나 소방시설 관리시스템은 건물 내 정확한 화재발생위치 및 실시간 센싱정보 제공은 고려되지 않았다.

또한 우리나라는 빠른 경제성장으로 도시에 많은 건축물이 생겨났으며 준공 후 30년 이상된 노후 건축물 비율이 2005년 29.0%에서 2019년 37.8% 증가로^[17] 학교, 상가, 아파트 등 노후 건축물은 붕괴 위험에 노출되어 있다. 정부와 지자체에서도 노후 건축물 안전관리 대책에 많은 노력을 하고 있으나 건축물 관계자의 부실한 관리 문제 등으로 크고 작은 건축물 붕괴 사고가 발생하고 있다. 건축물 붕괴사고를 사전에 감지하고 예방하기 위해 IoT 센서를 기반으로 건물붕괴 위험, 안전도에 대한 실시간 건물안전관리 시스템이 제안되었으나^[18,19] 정확한 붕괴위치 제공을 위해 센서와 공간 위치정보가 고려되지 않았다.

건물에 대한 화재안전, 건축물안전 뿐만 아니라 재난발생 시 출동한 구조대원의 부상, 사망사고를 줄이기 위해 위치추적, 생체정보 등 구조대원 상태 모니터링에 대한 연구도 진행되고 있다^[20-22]. 그러나 화재/건축물/개인안전별로 실시간 모니터링 서비스가 개별관리시스템으로 제공될 경우, 복합재난 발생 시 신속한 재난상황 분석 및 대응이 어렵다는 한계가 있다.

따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하고 디지털 트윈 기반 재난관리서비스 시스템에 통합된 재난정보 제공을 위해 재난 도메인별 센서정보와 실내공간정보를 융합한 다차원 융복합정보 플랫폼 개발을 목적으로 한다. 본 연구는 화재/건물/개인안전 도메인에 있는 단일센서, 복합센서, 융복합센서(다수의 물리적 센서를 융복합하여 하나의 논리적 센서로 그룹화한 가상센서)의 특징을 분석하여 표준화된 센서 객체를 정의하고 센서 객체와 공간정보를 매핑한다. 도메인별 실시간 재난안전정보를 공간정보와 결합하여 최적화된 수집연계 및 데이터 제공이 가능한 다차원 융복합정보 플랫폼 구조 및 프로세스를 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 다차원 융복합정보 플랫폼 개발을 위해 설계 및 구현 기술에 대해서 설명한다. III장에서는 플랫폼을 구현하기 위한 개발 환경, 구현 결과와 기존 시스템과의 비교분석에 대해 기술한다. 마지막 IV장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 기술한다.

II. 다차원 융복합정보 플랫폼 설계

2.1 플랫폼 구조

그림 1은 제안하는 다차원 융복합정보 플랫폼 구조를 나타내며 플랫폼은 외부 정보 시스템(External Information System, 화재수신기, 단일/복합/융복합센서 등) 및 외부 서비스 시스템(External Service System, 디지털 트윈 프레임워크, 디지털 트윈 화재안전 관리 시스템)과 연계하고 주요 기능은 다음과 같다.

- 외부 정보 시스템 연계 및 수집: 외부 정보 시스템으로부터 실시간 센싱정보, 이벤트정보, 위치정보 수집 및 관리 기능
- 기반정보 구축 및 관리: 외부 정보 시스템 또는 사용자로부터 기반정보(공간정보 및 센서정보) 수집 및 관리 기능
- 다차원 융복합정보 가시화: 데이터베이스에 구축된 다차원 융복합정보를 사용자에게 웹 GUI를 통해 정보 표출 기능
- 외부 서비스 시스템 연계 및 배포: 외부 서비스 시스템에 실시간 정보를 표준 데이터 모델로 변환 후 제공 기능
- 플랫폼 운영 및 관리: 사용자 등록, 플랫폼 환경설정 및 관리 기능

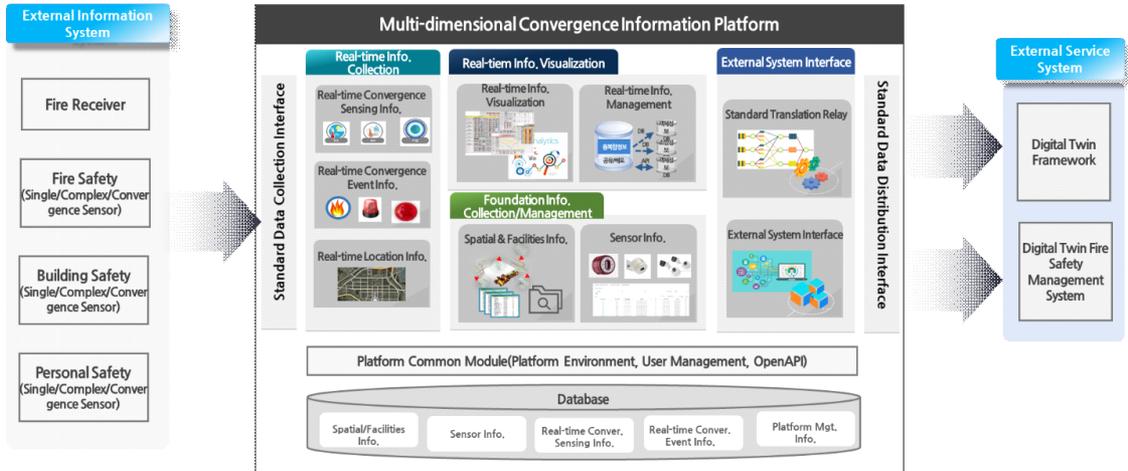


그림 1. 다차원 융복합정보 플랫폼 구조
Fig. 1. Platform architecture.

2.2 플랫폼 프로세스

그림 2는 다차원 융복합정보 플랫폼의 전체 프로세스 구조를 나타내며 웹 접근을 위해 웹 클라이언트 기능을 수행하는 프론트엔드(Frontend)와 외부 정보 시스템을, 외부 서비스 시스템 및 프론트엔드 요청을 처리하는 백엔드(Backend)로 구성된다. 프론트엔드는 사용자 요청에 따라 다양한 정보(공간정보, 센서정보, 실

시간 정보 등)를 가시화하는 기능을 제공하며 내부 API 인터페이스를 사용하여 백엔드와 연계한다.

백엔드는 프론트엔드로부터 수신한 요청에 따라 다차원 융복합정보 조회 처리와 기반정보 등록 처리를 수행한다. 백엔드는 화재수신기 및 센서로부터 오픈 API를 통해 센서정보 및 실시간 정보 수집 처리를 수행하고 외부 서비스 시스템에 오픈 API를 통해 정보

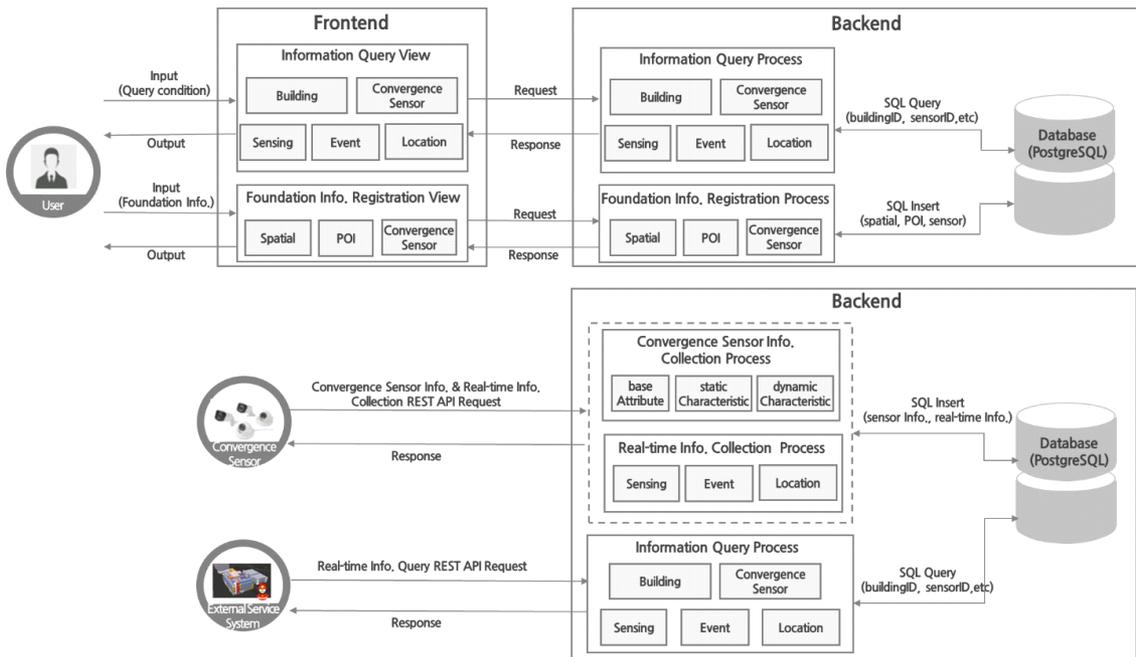


그림 2. 다차원 융복합정보 플랫폼 프로세스
Fig. 2. Platform process.

조회 결과를 제공한다. 백엔드는 데이터베이스와 연계하여 정보를 조회하고 저장한다.

2.3 객체 및 표준 데이터 모델링

공간정보 기반 실시간 재난안전관리 서비스 제공을 위해 다차원 융복합정보 플랫폼의 정보요소는 공간정보, 시설물정보, POI(Point of Interest)정보, 센서정보 등이 있으며 이러한 정보의 개념적 객체 모델링은 그림 3과 같다. 정의한 정보 객체 중 POI 객체는 실내 공간정보에서 시설물(소방시설, 센서 등)의 상대 좌표값과 시설물 분류 코드 속성을 가진다.

정확한 이벤트(화재, 이상감지 등) 발생 위치정보(건물, 층, 경계구역) 제공을 위해 소방시설 고유주소와 공간정보 내 소방시설 식별정보(POI)간 매핑이 필요하다. 소방시설 고유주소는 건물 식별정보, 층 식별정보, 경계구역 식별정보, 소방시설 POI로 매핑되며 그림 4는 소방시설과 공간정보간 매핑 관계를 보여준다.

화재/건물/개인안전 도메인에 있는 센서들은 제조사별로 프로토콜이 상이하고 표준이 없어 정보수집·통합관리·제공을 위해 규격화된 데이터 모델 정의가 필요하다. 센서의 물리적 속성과 실시간 속성 정보 수집을 위한 표준 데이터 포맷 정의는 표 1과 같다. 센서는 세부적으로 물리적 속성을 갖는 객체(baseAttribute, staticCharacteristics, dynamicCharacteristics)와 실시간 속성을 갖는 객체(sensing

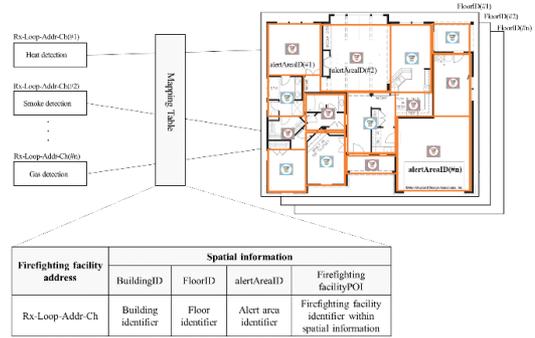


그림 4. 소방시설과 공간정보 매핑 관계도
Fig. 4. Relationship between firefighting facilities and spatial information mapping.

data, event data, location data)로 구성된다. 센서의 물리적 속성은 기본속성, 정적특징, 동적특징으로 정의되고 실시간 속성은 센서에서 측정된 센싱값, 감지된 이벤트, 구조대원의 위치값을 기반으로 정의된다. 이들 객체는 공통적으로 건물 식별자(buildingId)와 센서 식별자(sensorId)를 포함한다. 기본속성에 있는 domainId 속성은 화재/건축물/개인안전 도메인 식별자이고 sensorClass 속성은 단일센서/복합센서/융복합센서 식별자를 나타낸다.

플랫폼은 수집 및 저장하고 있는 센서정보 및 실시간 정보를 외부 서비스 시스템에 제공하기 위해 표 2와 같이 배포 데이터 포맷으로 변환한다.

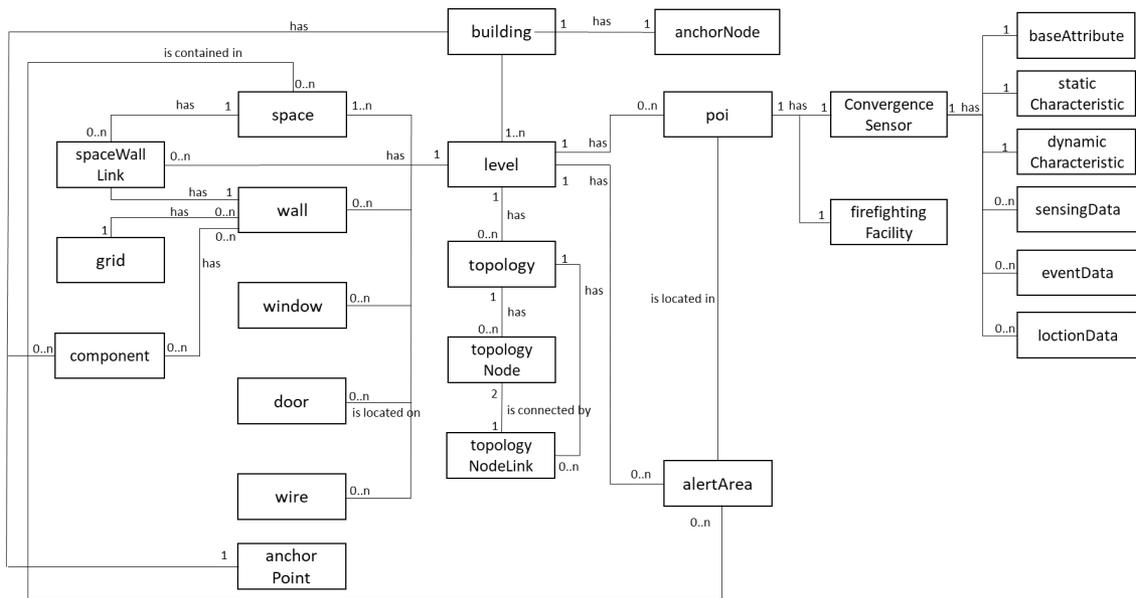


그림 3. 다차원 융복합정보 플랫폼 객체 모델링
Fig. 3. Platform object modeling.

표 1. 수집 데이터 포맷
Table 1. Collection data format.

Category	Object	Attributes
Physical attribute	base Attributes	“domainId”: “string”, “poilId”: “string”, “groupId”: “string”, “childId”: “string”, “sensorName”: “string”, “sensorType”: “string”, “sensorClass”: “string”, “activate”: boolean, “priority”: int, “rx-loop-addr-ch”: “string”, “alertArea”: “string”
	static Characteristics	“numOfValues” : integer, “unit” : array, “maxValue” : array, “minValue” : array, “accuracy” : array, “sensitivity” : array, “resolution” : array
	dynamic Characteristics	“samplingRate” : array, “txPeriod” : integer, “aboveThresholdValue” : array, “belowThresholdValue” : array
Real-time attribute	sensingData	“value”: array
	eventData	“event”: “string”, “eventDetail”: “string”
	locationData	“location”: array

표 2. 배포 데이터 포맷
Table 2. Distribution data format.

Category	Object	Attributes
Physical attribute	sensor Properties	“buildingId”: “string”, “sensorId”: “string”, “sensorCapability”: { attributes of basicAttribute, attributes of staticCharacteristics, attributes of dynamicCharacteristics }
Real-time attribute	sensorData	“buildingId”: “string”, “sensorId”: “string”, “timeStamp”: “string”, “sensingORlocationData” : { “value”: array } “eventData”: { “event”: “string”, “eventDetail”: “string”, “floor”: “string”, “alertArea”: “string” }

2.4 인터페이스

다차원 융복합정보 플랫폼은 인터넷을 통해 센서정보, 실시간 정보, 공간정보를 수집·조회·배포 기능을 위해 REST API를 사용한다. 표 3에서는 REST API를 서비스별로 분류하여 정의한다.

정보 수집은 PUT 메소드로 정의하고 정보 조회 및 배포는 GET과 POST 메소드로 정의한다. 또한 공간정보 xml 파일을 플랫폼에 업로드 및 다운로드를 위해 POST 및 GET 메소드로 정의한다. REST API 입력과 출력 형식은 JSON 타입을 사용한다.

표 3. 다차원 융복합정보 플랫폼 REST API
Table 3. Platform REST API.

Service category	URI	Method type
Sensor information collection	/sensor/baseAttribute	PUT
	/sensor/staticCharacteristic	PUT
	/sensor/dynamicCharacteristic	PUT
Real-time information collection	/sensing/event	PUT
	/sensing/data	PUT
	/sensing/location	PUT
Sensor information query	/open-api/sensor/{building-id}	GET
Real-time information query	/open-api/sensing/event	GET
	/open-api/sensing/data	GET
	/open-api/sensing/location	GET
Sensor information distribution	/api/SensorCapability	POST
Real-time information distribution	/api/SensorData	POST
Spatial information upload	/open-api/space/upload/{building-id}	POST
Spatial information download	/open-api/space/download/{building-id}	GET

2.5 플랫폼 동작 절차

그림 5는 클라이언트(사용자)와 다차원 융복합정보 플랫폼간 서비스 요청 및 응답 처리 절차를 나타낸다. 클라이언트는 웹 브라우저를 통해 조회하고자 하는 정보(센서정보, 센싱정보, 이벤트정보 등)를 외부 연동 블록(External Interface Block)에 요청한다. 외부 연동 블록은 요청 메시지 분석 후 내부 비즈니스 로직

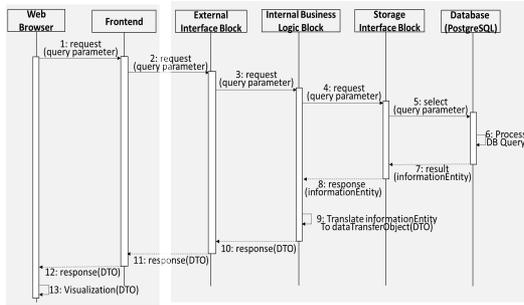


그림 5. 다차원 융복합정보 플랫폼 동작 절차
Fig. 5. Platform sequence diagram.

블록(Internal Business Logic Block)의 해당 메소드를 호출한다. 내부 비즈니스 로직 블록은 스토리지 연동 블록(Storage Interface Block)에게 요청 정보를 전달한다. 스토리지 연동 블록은 서비스 요청에 따라 데이터베이스에 조회를 요청하고 해당 조회 결과를 정보개체(Information Entity)로 생성하여 내부 비즈니스 로직 블록에게 전송한다. 내부 비즈니스 로직 블록은 수신한 정보개체를 가시화 포맷에 맞게 데이터 전송 객체(Data Transfer Object)로 변환하여 외부 연동 블록에 전송한다. 외부 연동 블록은 응답 결과를 클라이언트에 전송하고 클라이언트는 수신한 응답 결과를 가시화한다.

III. 다차원 융복합정보 플랫폼 구현

3.1 구현 환경

본 논문에서 제안하는 다차원 융복합정보 플랫폼 구현 환경은 표 4와 같다. 서버용 컴퓨터를 활용하고 리눅스 상에서 Undertow를 사용하여 웹 어플리케이션 서버(WAS)를 구축하였다. 데이터베이스는 PostgreSQL를 이용하였으며 Spring Framework 기반

표 4. 다차원 융복합정보 플랫폼 개발 환경
Table 4. Platform development environment.

Category	Specification
Hardware Performance	Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60GHz
Operation System	CentOS Linux 7
WAS	Undertow
Database	PostgreSQL 11.3
Development Framework	Spring Framework
Development Language	Java, Javascript, HTML, CSS

으로 Java, Javascript, HTML, CSS를 사용하여 기능을 개발하고 화면을 디자인하였다.

3.2 시험 데이터

다차원 융복합정보 플랫폼 기능 검증을 위한 시험 데이터는 표 5와 같다. 화재수신기 연계를 위해 실증 테스트베드인 안양시 만안중합사회복지관 화재수신기 데이터를 활용하였다. 화재와 건축물안전의 센서정보는 개발한 REST API를 활용하여 시험 데이터를 생성하였으며 개인안전은 스마트워치의 생체데이터를 활용하였다.

표 5. 다차원 융복합정보 플랫폼 시험 데이터
Table 5. Platform test data.

Category	Sensor type	Test data
Fire receiver	·Temperature sensor ·Smoke sensor	Empirical data
Fire safety	·Flame sensor ·Fire sensor	Simulation data
Building safety	·RADAR displacement sensor ·Acceleration sensor	Simulation data
Personal safety	·Load response ·Accident detection ·Heart rate ·Blood oxygen level ·Number of steps	Smart watch biometric data

3.3 구현 결과

개발한 다차원 융복합정보 플랫폼은 사용자에게 웹 기반 인터페이스를 제공하고 외부 시스템에게 REST API 인터페이스를 제공한다. 플랫폼에 로그인 후, 그림 6은 플랫폼의 메인 화면을 나타낸다. 메뉴는 대시보드, 실시간 정보 모니터링, 센싱정보 분석, 건물정보 관리, 플랫폼 관리 등으로 구성되며 우측에는 좌측에서 선택된 서비스의 상세 정보가 표출된다.

그림 7은 대시보드 서비스를 선택했을 때 건물에서 발생한 이벤트 목록, 센싱정보, 건물위치 등 정보를 하나의 화면에서 확인할 수 있도록 표출한다. 이벤트 발생 위치를 건물/층/경계구역 정보까지 가시화함으로써 정확한 위치를 파악할 수 있다.

실시간 정보 모니터링 서비스에는 센싱정보, 이벤트정보, 위치정보 세부 메뉴로 구성되며 그림 8은 만안중합사회복지관 화재수신기로부터 수집한 실시간 센싱정보 가시화를 나타낸다.

그림 9는 센싱정보 분석 서비스를 선택했을 때 과거에 발생한 실시간 센싱정보를 그래프로 가시화하고



그림 6. 다차원 융복합정보 플랫폼 메인 화면
Fig. 6. Platform main web view.

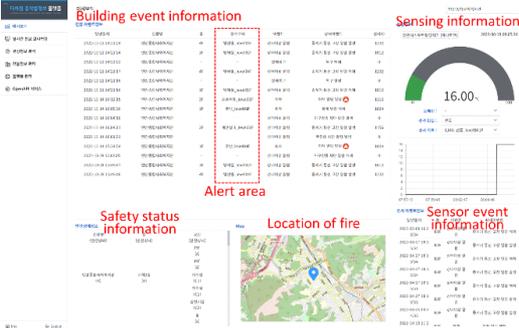


그림 7. 대시보드 서비스
Fig. 7. Dashboard service web view.



그림 8. 실시간 정보 모니터링 서비스
Fig. 8. Real-time information monitoring service web view.

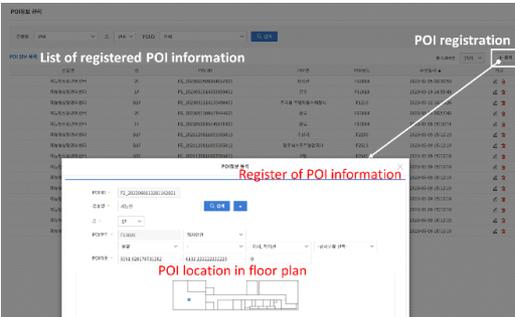


그림 9. 센싱정보 분석 서비스
Fig. 9. Sensing information analysis web view.

데이터 분석을 위해 파일 다운로드 기능을 제공한다. 건물정보 관리 서비스는 기반정보 구축을 위해 공간정보 xml 파일 등록, POI 등록, 센서 등록 메뉴로 구성되며 그림 10과 그림 11은 등록된 공간정보를 기반으로 POI 및 센서 등록 가시화를 나타낸다.

그림 12는 플랫폼에서 개발한 API 중 화재안전 도메인의 이벤트 정보 수집 REST API 테스트 결과를 나타낸다.

그림 13은 디지털 트윈 재난관리서비스 시스템이 플랫폼으로부터 안전중합사회복지관의 공간정보, 실시간 센싱·이벤트정보를 조회한 후, 3D 실내 공간에 정보를 표출하는 활용 예를 보여준다.

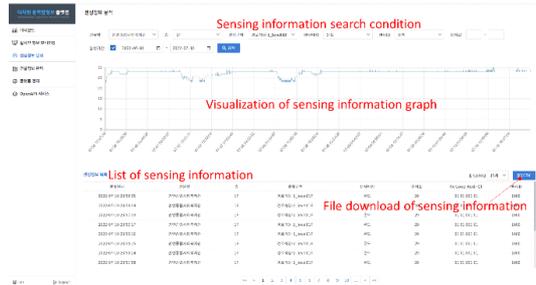


그림 10. POI 등록 서비스
Fig. 10. POI registration web view.

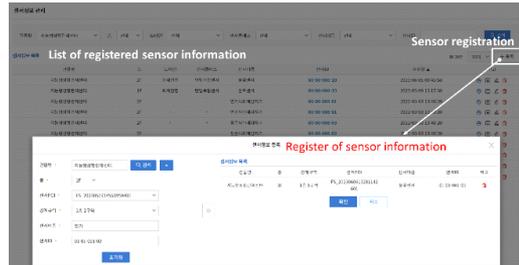


그림 11. 센서 등록 서비스
Fig. 11. Sensor registration web view.

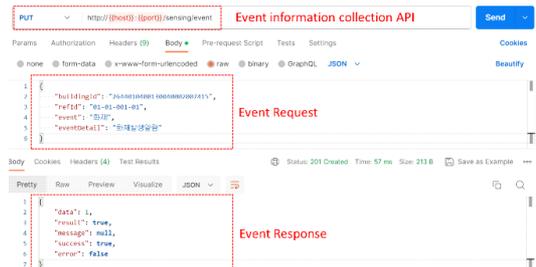


그림 12. 이벤트 수집 REST API 테스트 결과
Fig. 12. Event collection REST API test result.

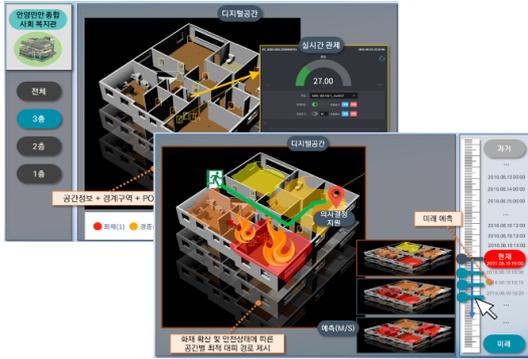


그림 13. 디지털 트윈 재난관리서비스 화면
Fig. 13. Digital twin disaster management service web view.

3.4 고찰

표 6은 서울시에서 운영하고 있는 실시간 소방시설 관리시스템과 본 연구에서 개발한 다차원 융복합정보 플랫폼과의 비교분석을 나타낸다.

첫째, 재난범위 측면에서 비교하면 소방시설 관리 시스템은 소방시설 상태와 화재발생에 대해 처리를

표 6. 기존 시스템과의 비교
Table 6. Comparison with existing system.

System	Seoul real-time firefighting facilities management system	Multi-dimensional convergence information platform
Category		
Disaster coverage	Fire safety	·Fire safety ·Building safety ·Personal safety
Supported sensor types	Single sensor	·Single sensor ·Complex sensor ·Convergence sensor
Spatial information utilization	None	Utilization
Ability to provide disaster information	Low	High
Accuracy of fire location	Low	High
Information utilization service	·119 fire station, ·Fire integrated control service, ·Building integrated safety management service	·119 fire station ·Fire integrated control service ·Building integrated safety management service ·Disaster scene response service

하는 반면 제안한 플랫폼은 소방시설 상태, 화재발생, 건축물안전, 현장구조대원 개인안전에 대한 정보를 통합적으로 처리함으로써 복합재난 발생시, 신속한 상황 분석 및 대응이 가능하다.

둘째, 지원센서장비 측면에서 비교하면 소방시설 관리시스템은 건축물에 설치된 단일센서장치(온도, 연기, 불꽃)의 정보만을 활용하며 제안한 플랫폼은 단일 센서 뿐만 아니라 복합센서, 융복합센서장치를 통해 다양한 센싱정보를 활용할 수 있다.

셋째, 공간정보활용 측면에서 비교하면 소방시설 관리시스템은 건축물 소방시설의 정상동작 및 화재발생정보 제공을 위해 공간정보를 활용하고 있지 않으며 제안한 플랫폼은 소방시설과 공간정보 매핑을 통해 소방시설 오작동 및 정지 시, 소방시설의 정확한 위치를 파악할 수 있다.

넷째, 재난정보제공능력 측면에서 비교하면 소방시설 관리시스템은 센서장치가 감지한 화재발생정보만을 제공하지만 제안한 플랫폼은 센서장치의 센싱값도 수집함으로써 빅데이터 분석을 통해 화재 예측, 예방에 활용할 수 있다.

다섯째, 화재발생위치 정확도 측면에서 비교하면 소방시설 관리시스템은 지도상에 화재발생 위치정보만을 표출하고 있으며 제안한 플랫폼은 지도상의 화재발생 위치뿐 아니라 건축물 내 경계구역 단위까지 화재발생 위치정보 표출이 가능하다.

여섯째, 정보활용 서비스 측면에서 비교하면 소방시설 관리시스템에서 제공하는 정보는 관할 소방서의 화재통합관제 서비스 및 건물 통합안전관리 서비스에서 사용할 수 있으며 제안한 플랫폼은 이들 서비스 뿐만 아니라 현장출동 구조대원 상황 모니터링을 위한 재난현장대응 서비스에서도 활용할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 디지털 트윈 기반 실시간 재난안전 관리 서비스 제공을 위한 다차원 융복합정보 플랫폼을 설계하고 구현 사례를 제시하였다. 플랫폼은 공간 정보와 센서정보를 융합한 다차원 융복합정보를 수집·관리·배포하기 위해 1) 외부 정보 시스템 연계 및 수집 기능 2) 기반 정보 구축 및 관리 기능, 3) 다차원 융복합정보 가시화 기능, 4) 외부 시스템 연계 및 배포 기능, 5) 플랫폼 공통 운영 및 관리 기능으로 구분하여 설계하였다. 설계된 플랫폼은 안양시 만안중합사회복지관 테스트베드 실증 데이터와 시험 데이터를 활용하여 정보를 수집하고 관리하며 외부 서비스

시스템에 정보를 제공할 수 있음을 검증하였다.

제안한 플랫폼은 센서 및 실시간 정보를 표준화된 데이터 모델로 설계함으로써 향후 다양한 재난분야의 확장성을 고려하였다. 또한 플랫폼은 외부 서비스 시스템에 공간정보 기반 정확한 재난발생 위치 정보와 재난관련 정보를 제공함으로써 신속하고 효율적으로 재난 상황을 파악하는데 도움을 줄 것으로 기대한다.

향후 연구에서는 플랫폼 고도화 방안에 관한 연구를 진행할 계획이며, 여러 테스트베드 실증 데이터를 활용하여 플랫폼 성능 향상 및 안정화에 대해 연구할 계획이다. 또한 개발된 플랫폼을 활용하여 다양한 시설물(교량 등) 데이터를 수집·관리·배포할 수 있는 시스템으로 확장하여 서비스할 계획이다.

References

- [1] Ministry of the Interior and Safety, “2021 Disaster Yearbook(social disaster),” Dec. 2022.
- [2] S. E. Yang, S. O. Lee, and H. Y. Jung, “IoT platform system for electric fire prediction and prevention,” *J. KIICE*, vol. 26, no. 2, pp. 223-229, Feb. 2022.
(<https://doi.org/10.6109/jkiice.2022.26.2.223>)
- [3] T. Y. Kim, M. S. Kim, and K. S. Chung, “Context-aware IoT system for real-time fire detection,” in *Proc. KICS Conf.*, pp. 423-424, Seoul, Korea, Nov. 2019.
- [4] C. W. Park, “Development of disaster management system(DMS) for public facilities of based on IoT,” in *Proc. Korean Inst. Architectural Inst. Conf.*, pp. 711-712, Jeju, Korea, Apr. 2021.
- [5] J. Y. Yim, H. H. Park, W. J. Lee, S. H. Kim, and Y. T. Lee, “Deep learning based CCTV fire detection system,” in *Proc. Korean Inst. Broadcast and Media Engineers Conf.*, pp. 139-141, Jeju, Korea, Nov. 2017.
- [6] J. K. Ryu, K. K. Kwak, J. J. Kim, and J. K. Choi, “A study on fire recognition algorithm using deep learning artificial intelligence,” in *Proc. Power Electronics Conf.*, pp. 275-277, Gangwon, Korea, Jul. 2018.
- [7] Y. J. Kim and E. G. Kim, “Image based fire detection using convolutional neural network,” *J. KIICE*, vol. 20, no. 9, pp. 1649-1656, Sep. 2016.
(<https://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2016.20.9.1649>)
- [8] J. H. Ahn, K. S. Kim, Y. J. Lee, H. W. Seo, S. H. Yoon, and K. W. Koo, “IoT platform based intelligent fire safety management system,” in *Proc. KIEE Conf.*, pp. 218-219, Jeju, Korea, Oct. 2022.
- [9] E. S. Park, “A study on the development of fire prediction platform by analyzing fire occurrence characteristics,” M.S. Thesis, Feb. 2020.
- [10] D. H. Kim and B. W. Jo, “A study on the development of a fire site risk prediction model based on initial information using big data analysis,” *J. Soc. Disaster Inf.*, vol. 17, no. 2, pp. 245-253, Jun. 2021.
(<https://doi.org/10.15683/kosdi.2021.6.30.245>)
- [11] J. J. Hye, S. H. Lee, and M. J. Seo, “Establishment of digital twin-based social infrastructure disaster safety integrated management technology,” *J. KICS*, vol. 39, no. 6, pp. 26-31, May 2022.
- [12] M. W. Jeong, H. S. Lee, and D. B. Shin, “A study on the design of digital twin system and required function for underground lifelines,” *J. Korea Contents Assoc.*, vol. 21, no. 7, pp. 248-258, Jul. 2021.
(<https://doi.org/10.5392/JKCA.2021.21.07.248>)
- [13] J. H. park, J. H. Jeon, and G. M. Park, “Design of data generating for fast searching and customized service for underground utility facilities,” *J. Korean Inst. Broadcast and Media Eng.*, vol. 26, no. 4, pp. 390-397, Jul. 2021.
(<https://doi.org/10.5909/JBE.2021.26.4.390>)
- [14] S. G. Hong, S. H. Lim, S. C. Kim, and K. B. Lee, “Development of fire safety management system using standardized data transformation on digital twin,” *Korean Inst. Architectural Inst. Conf.*, pp. 15-17, On-line, Nov. 2021.
- [15] S. G. Yum and Y. J. Park, “Investigating on the necessity of integrated project management system for effective facility management utilizing digital twin technology,” *J. Civil and Environ. Eng. Res.*, vol. 42, no. 5, pp. 711-

721, Oct. 2022.

(<https://doi.org/10.12652/Ksce.2022.42.5.0711>)

- [16] S. Kim, *Seoul opens Korea's first IoT-based 'safety first car'*(2020), Retrieved Aug. 10, 2023, from <http://seoul.go.kr>.
- [17] Y. S. Kim, *Current status of old buildings and future tasks*(2020), Retrieved Aug. 12, 2023, from <http://www.nars.go.kr>.
- [18] C. W. Park, G. W. Lee, and J. S. Lee, "Development of sensor monitoring system for emergency response of old school buildings," *J. Korean Inst. Edu. Facilities*, vol. 27, no. 1, pp. 3-10, Jan. 2020.
(<https://dx.doi.org/10.7859/kief.2020.27.1.003>)
- [19] J. S. Lee, S. C. Sim, S. H. Lee, and S. J. Choi, "Smart sensor IoT platform for building safety," in *Proc. KICS Conf.*, pp. 1055-1056, Yongpyong, Korea, Feb. 2020.
- [20] T. W. Lee, B. K. Son, H. S. Kim, and J. H. Lee, "Study of portable indoor positioning method for firefighter monitoring system," in *Proc. KICS Conf.*, pp. 396-397, Kangwon, Korea, Jan. 2018.
- [21] E. S. Lee, H. S. Ji, and K. J. Lee, "A real-time indoor tracking system in fire situation," *J. Digital Contents Soc.*, vol. 23, no. 11, pp. 2293-2298, Nov. 2022.
(<https://dx.doi.org/10.9728/dcs.2022.23.11.2293>)
- [22] G. C. Moon, "Firefighters to prevent accidents from choking-A study on improvement method of air respirator," Ph.D. dissertation, Kangwon Univ., Korea, 2019.

임 선 화 (Sunhwa Lim)



1996년 8월 : 건국대학교 컴퓨터공학과 석사

2000년 8월 : 건국대학교 컴퓨터공학과 박사

2000년 8월~현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원

<관심분야> IoT 센서 네트워크

크, 통신 프로토콜, 재난안전 응용기술

[ORCID:0009-0001-8513-3894]

한 규 원 (Kyuwon Han)



2009년 8월 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 학사

2011년 2월 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 석사

2011년 2월~현재 : 한국전자통신연구원 선임연구원

<관심분야> ICT 기술, 통신 시스템, 안전 AI

[ORCID:0000-0003-1959-2045]

김 수 철 (SooCheol Kim)



2015년 8월 : 연세대학교 기계공학과 석사

2020년 8월 : 연세대학교 기계공학과 박사

2020년 8월~현재 : 한국전자통신연구원 선임연구원

<관심분야> 광학 영상 기술, 광학 센서

[ORCID:0000-0003-4577-3931]

이 강 복 (Kang Bok Lee)



2002년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정 수료
1993년~2000년 : LG 반도체 근무
2000년~현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원

<관심분야> 정보통신공학, RFID/USN, ROIC, 생체신호처리, IoT 센서

[ORCID:0000-0001-9508-5577]

홍 상 기 (Sang Gi Hong)



2013년 8월 : 충남대학교 전자공학과 박사
2001년~현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원
2016년~현재 : 과학기술연합대학원대학교 인공지능전공 부교수

<관심분야> 센서데이터 처리 및 융합기술, IoT플랫폼, 디지털 트윈

[ORCID:0000-0001-8135-3286]