

# GIS 기반 AI와 센서를 이용한 스마트시티 통합관제 모니터링 시스템 설계 및 구현

문형진<sup>1</sup>, 류갑상<sup>2</sup>, 박성일<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>동신대학교 컴퓨터공학과 박사과정, <sup>2</sup>동신대학교 컴퓨터공학과 교수

## Design and Implementation of a GIS-Based Smart City Integrated Control Monitoring System using AI and Sensors

Hyung-Jin Moon<sup>1</sup>, Gab-Sang Ryu<sup>2</sup>, Seong-Il Park<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Doctor's Course, Student, Dept. of Computer Engineering, Dongshin University

<sup>2</sup>Professor, Dept. of Computer Engineering, Dongshin University

**요약** 본 논문은 현대 도시의 인구 과밀화와 인프라 노후화로 인한 정보 파편화 및 수직적 관제 시스템의 한계를 극복하기 위해 GIS 기반의 스마트시티 통합 모니터링 시스템을 제안한다. 기존의 단순 영상 모니터링 방식에서 벗어나 지능형 선별 관제와 GIS 지도를 유기적으로 결합한 아키텍처를 설계하고 그 유효성을 검증하였다. 연구 결과, 다양한 프로토콜의 통합 수집을 통해 정보의 파편화를 해소하였으며, AI와 센서 기반의 이벤트 표출로 관제 요원의 인지 부하를 줄이고 대응 속도를 향상시켰다. 또한 효율적인 시스템 운용을 통해 에너지 소비 최적화와 탄소 배출 저감이라는 지속 가능한 스마트시티의 목표를 제시하였다. 결과적으로 공간 정보 시각화를 통해 관제 사각지대를 최소화하고 업무 효율성을 극대화하는 성과를 거두었다. 향후 연구에서는 이를 디지털 트윈 기반의 3D 시뮬레이션으로 확장하여 실시간 재난 대응 예측 시스템을 고도화할 계획이다.

**주제어** : 스마트시티, 통합관제, 모니터링, GIS, IOT

**Abstract** This paper proposes a GIS-based smart city integrated monitoring platform designed to overcome the limitations of vertical control systems and information fragmentation caused by urban overpopulation and aging infrastructure. Moving away from conventional video monitoring methods, this study designed and verified the effectiveness of an architecture that organically integrates intelligent selective control with GIS maps. The research results demonstrated that integrating data collection across various protocols resolved information fragmentation, while AI- and sensor-based event displays reduced the cognitive load on control personnel and improved response speeds. Additionally, by ensuring efficient system operation, the platform contributes to the sustainable smart city goals of optimizing energy consumption and reducing carbon emissions. Consequently, spatial information visualization minimized monitoring blind spots and maximized operational efficiency. For future research, we plan to expand this system into a digital twin-based 3D simulation to further advance the real-time disaster response prediction system.

**Key Words** : SmartCity, Enterprise Management System, Monitoring, GIS, IOT

\*교신저자 : 박성일(psi@dsu.ac.kr)

접수일 2026년 03월 03일

수정일 2026년 04월 07일

심사완료일 2026년 04월 22일

## 1. 서론

현대 도시는 인구 과밀화와 인프라의 노후화로 인해 각종 범죄, 재난, 교통 정체 등 복잡한 사회 문제에 직면해 있다. 이를 해결하기 위해서는 통합 모니터링 시스템을 구축해 공공 데이터를 하나로 연결하여 정보의 파편화를 해소하고, 부서별, 시설물 별 산재된 데이터 기반의 통합 관리 체계를 구축하는 것이 필수적이다[1]. 스마트 시티 통합플랫폼은 도시의 교통, 환경, 안전, 방범, 시설물 등 여러 분산된 데이터를 효율적으로 관리하여 도시 전체의 유기적 대응을 위해 국토부에서 국가 R&D 사업을 통해 구축하였고, 이후 수년간 스마트 도시 안전망 시스템과 스마트 시티 사업을 통해 전국에 보급하였다[2]. 현재의 통합관제센터의 운영 방식은 각 목적(방법, 교통, 환경 등)에 따라 시스템이 개별적으로 운영되는 수직적 실로(Vertical Silo) 구조에 갇혀 있고 평면적 영상 모니터링에 의존하여 지리적 맥락(Context) 파악이 어렵고, 사건 발생 시 정확한 위치 정보를 기반으로 한 즉각적인 대응에 한계가 있다[3].

본 논문에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 GIS 기술을 스마트 시티 통합플랫폼에 이식하여 도시 공간 정보를 통합하고, 연계 시스템을 구축하여 시민의 안전 골든타임을 확보하고 운영 효율성을 극대화하는 방안을 제시하는 데 목표를 두었다. 이를 실현하기 위해 시공간적 인지가 가능한 지능형 관제 모니터링 시스템을 제안하고, 지능형 선별 관제와 GIS 지도가 유기적으로 결합된 시스템 아키텍처를 설계하며 그 유효성을 검증하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 기존 통합플랫폼 및 통합관제의 현황 및 한계점을 정리하였다. 제 3장에서는 통합 모니터링 시스템의 하드웨어 및 네트워크 구성 그리고 소프트웨어와 데이터베이스의 설계를 통해 각각의 분산된 데이터의 통합 방안을 기술한다. 제 4장에서는 설계된 통합 모니터링 시스템을 구현하고 이의 실행 화면을 제시한다. 제 5장은 결론으로 스마트 시티 통합관제 연구에 대한 고찰과 앞으로의 연구 방향에 대하여 기술하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 스마트 시티 통합관제 모니터링 시스템

통합관제란 지자체가 운영하는 방범, 방재, 교통 등 각종 정보시스템을 연계하여 도시 운영의 효율성을 높이

는 핵심 인프라이며, 스마트 시티의 기초가 되는 도시 공간 내 물리적 기반 시설물을 지능화하고 정보통신 인프라를 활용하는 시스템이다[4]. 이는 단지 하드웨어를 합친 것이 아니라, 데이터를 표준화된 규격으로 통합 관리하는 소프트웨어 아키텍처를 의미한다. 도시 내 통합관제센터를 통해 지능화된 도시 기반 시설, 영상정보 시스템, 공간정보시스템 등과 같은 연계시스템으로부터 정보를 수집하고 시스템에서 가공되어 플랫폼을 통해 사용자에게 전달 및 연계 시스템과 자료를 공유하는 구조이다.

스마트 시티 통합관제 모니터링 시스템은 다음 세가지 핵심 요소로 구성되어 있다. ① 도시정보를 수집하기 위한 CCTV, IoT센서, 가로등 및 신호등 등과 같은 H/W ② 수집된 영상데이터, 센서 데이터, 기상데이터 등을 분석하고 처리하기 위한 서버 및 영상저장장치 ③ 영상 데이터를 관제하고 도시안전망과 연계하여 방범 시스템을 컨트롤하는 통합 모니터링 SW 시스템이다.

〈Table 1〉 System Configuration

Category	Description
Information collection devices	CCTV, IoT Sensor, Lights, Crosswalk, Emergency bell
Servers and video storage devices	Video Data, IoT Sensor Data, Weather Data, Emergency bell Event
Integrated monitoring software system	GIS Coordinates, CCTV Monitoring, Weather Data, Statistical

### 2.2 기존 통합관제 모니터링의 한계

기존의 통합관제 플랫폼은 방범, 교통 등 목적별로 시스템이 분리된 수직적 사일로(Vertical Silo) 구조로 운영 되어왔다[5]. 특히 관제 요원 1인당 관리 대수가 행정안전부 권고 기준인 50대를 크게 초과함에 따라, 육안 감시 집중도 저하로 인한 미탐지율이 증가한다는 연구 결과가 있다[6]. 또한, 단순 영상 중심의 모니터링은 사고 발생 시 정확한 좌표 기반의 위치 파악과 주변 소방·경찰 인프라와 연계를 어렵게 하여 골든타임 확보를 저해하는 주요 원인으로 지적된다[7].

### 2.3 GIS 기반의 통합 모니터링 시스템 연구 배경

과거의 도시 관제는 각 목적에 따라 CCTV를 개별적으로 설치하고 전용망을 통해 방범, 불법주정차 단속 등 단일 목적의 폐쇄적 구조로 운영되었다[8]. 이러한 방식은 긴급 상황 발생 시 기관 간 정보 공유가 단절되고 인프라 중복 투자로 인한 예산 낭비가 발생하는 한계를 보

였다. 이를 해결하기 위해 정부는 '스마트시티 통합플랫폼 기능 명세 및 검증 규격' TTA-KO-101130 표준을 수립하여 시스템 간 상호 운용성을 확보하였다[9].

### 2.4 GIS 기반 스마트시티 통합관제 모니터링

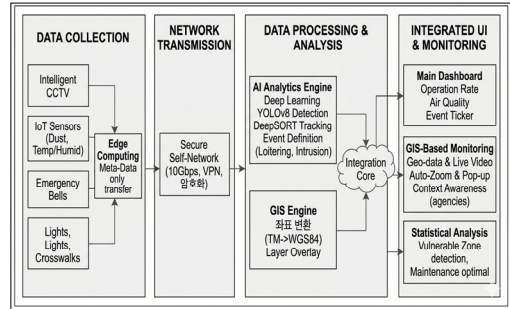
GIS 기반의 통합관제는 기존의 리스트 위주 또는 평면적 영상 나열 방식의 관제 시스템과 비교하여 다음과 같은 기술적 이점을 가진다.

- ① 시공간적 상황 인지의 극대화 : GIS 기반 시스템은 단편적인 영상 정보만을 제공하는 한계를 넘어, CCTV의 지리적 좌표, 화각(FOV), 그리고 주변 시설물 속성 데이터를 GIS 맵 위에 정밀하게 투영한다[10,11]. 이러한 시각화 기술은 이벤트 발생 시 관제 요원이 현장의 지형지물(인접 건물의 위치, 예상 도주 경로, 골목길의 연결성 등)을 직관적으로 파악하게 함으로써, 기존의 평면적 육안 관제 대비 입체적이고 신속한 의사결정을 강력하게 지원한다[12].
- ② 데이터의 가시화 및 의사결정 지원 : 지도상의 레이어(Layer) 기능을 통해 범죄 발생 빈도, 유동 인구, 재난 취약 지구 등을 겹쳐서 확인할 수 있다[10]. 예로, 야간의 여성 안심 귀갓길 레이어와 실시간 CCTV 영상을 결합하면 사고 가능성이 높은 지역을 집중적으로 선별 관제할 수 있는 장점이 있다[13].
- ③ 도시 기반 시설(IoT) 및 스마트 솔루션과의 상호 연계성 : 단순한 CCTV 영상 관제의 범위를 넘어, 화재 센서, 환경 센서 등 다양한 IoT 인프라와 유기적으로 결합함으로써 실질적인 '데이터 기반의 지능형 도시 운영'을 구현한다[14]. 이를 통해 미세먼지, 온-습도 등 환경 정보와 실시간 교통 트래픽 데이터를 통합 대시보드에서 즉시 모니터링할 수 있으며, 이상 징후 감지 시 해당 위치 좌표를 기반으로 가장 적합한 대응 시나리오를 즉각적으로 가동할 수 있다[15]. 본 논문에서는 TTA 표준 플랫폼에 GIS기술을 결합하여 농어촌 사회적 약자의 골든타임 확보를 우선으로 하는 공간 인지 중심의 관제 환경을 제시한다.

## 3. 시스템 설계

본 시스템은 대규모 영상 데이터와 공간 데이터를 실시간으로 처리하기 위해 계층적 아키텍처를 채택하고, 데이

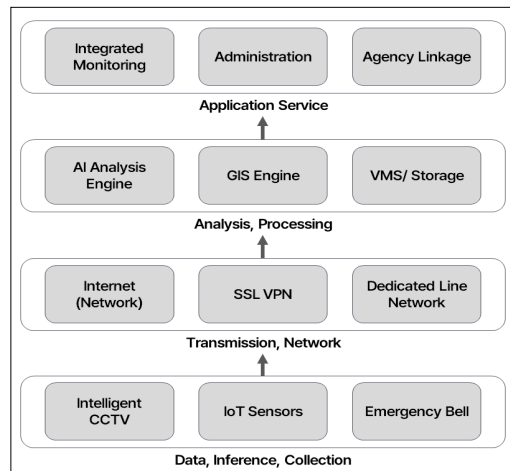
터의 일관성과 확장성을 보장할 수 있는 GIS 기반 스마트 시티 통합관제 모니터링 시스템으로 설계한다.[Fig. 1]



[Fig. 1] Proposed AI and Sensor-Based Integrated Control Monitoring Method

### 3.1 시스템 아키텍처 설계

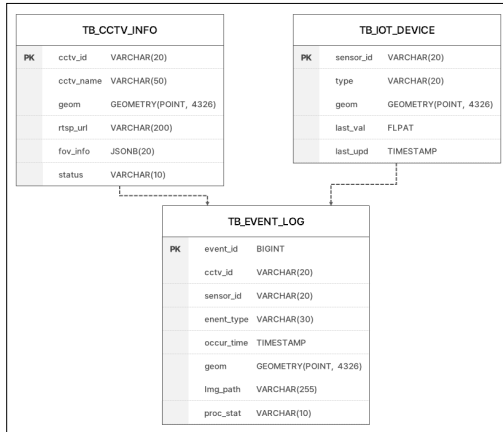
본 시스템은 데이터의 수집부터 서비스 제공까지의 전 과정을 [Fig. 2]과 같이 4개의 계층으로 설계하였다. ① 데이터 수집 계층은 도시 전역에 배치된 지능형 CCTV, IoT 센서, 비상벨 등으로 구성되며, 엣지컴퓨팅을 통해 분석된 메타데이터만 전송하여 네트워크 부하를 최소화한다. ② 네트워크 전송 계층 10Gbps급 전용 광대역 자가망을 기반으로 하며, IPsec VPN 및 구간 암호로 보안을 강화하였다. ③ 데이터 처리 및 분석 계층은 GIS엔진, VMS AI분석 엔진이 위치하며, 딥러닝으로 분류된 객체 데이터를 수치 지도 좌표와 매핑한다. ④ 서비스 계층은 관제 요원용 통합 모니터링 및 유관기관 연계 인터페이스를 제공한다.



[Fig. 2] System Architecture

### 3.2 GIS 기반 공간 데이터베이스 설계

시스템의 핵심인 GIS 연동을 위해 공간정보와 속성 정보를 효율적으로 관리할 수 있는 DB 스키마를 설계하였다. 공간 데이터 엔진은 오픈소스인 PostgreSQL 과 공간 확장 모듈인 PostGIS를 활용하며, 이는 OGC(Open Geospatial Consortium) 표준을 준수하여 타 시스템과의 상호 운용성을 확보하기 위함이다.



[Fig. 3] Entity Relationship Diagram (ERD)

[Fig. 3]의 테이블 구조는 다음과 같이 설계하였다.

- 1 TB\_CCTV\_INFO 데이터는 장비 ID, 설치 위치 및 위경도 좌표(GEOM), 영상 스트리밍 주소(rtsp\_url), 화각(fov\_info), 장비 상태(status)를 저장한다. 이중 화각 데이터는 GIS 상에서 카메라의 가시 범위를 시각화 하는데 활용된다.
- 2 TB\_EVENT\_LOG 데이터는 발생한 이벤트의 종류(event\_type), 발생 시간(occur\_time), 발생 지점 좌표(geom), 현장 캡처 이미지 경로(img\_path), 조치 상태(proc\_stat)를 기록한다. 또한, 어떤 장비에서 발생한 이벤트인지 추적하기 위해 CCTV ID 및 센서 ID를 외래키로 연결하여 관리하였다.
- 3 TB\_IOT\_DEVICE 데이터는 환경 센서 등 다양한 IoT 기기의 고유 ID(sensor\_id), 센서 유형(type), 설치 좌표(geom)와 함께 최근 측정값(last\_val) 및 마지막 통신 시간(last\_upd) 정보를 저장하여 실시간 상태 모니터링을 지원하도록 하였다.

### 3.3 AI 기반 지능형 관제 알고리즘 설계

공간 정보의 효율적 관리를 위해 PostgreSQL 과 PostGIS 확장 모듈을 사용하고 OGC 표준을 준수하는

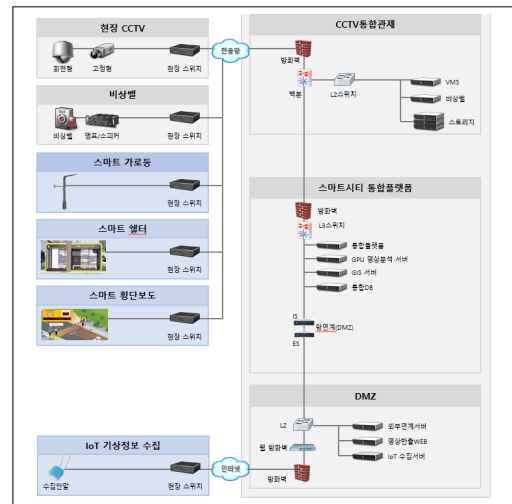
DB 스키마를 다음과 같이 설계하였다.

첫째, 객체 탐지 및 추적은 YOLOv8(You Only Look Once) 모델을 기반으로 사람, 차량, 이륜차 등을 실시간 탐지한다. DeepSORT 알고리즘을 결합하여 가려짐(Occlusion) 현상이 발생하더라도 동일 객체를 지속적으로 추적할 수 있도록 설계하였다.

둘째, 이벤트 탐지는 배회와 침입으로 구분한다. 배회(Loitering)는 동일 객체가 설정된 영역 내에서 특정 시간 이상 머무를 경우에 이벤트로 정의한다. 침입(Intrusion)은 GIS 상에 설정된 가상의 라인을 객체가 통과하는 순간을 벡터 연산을 통해 감지한다.

셋째, GIS 가시화 연계 알고리즘에 의해 감지된 좌표(x,y)는 GIS엔진의 좌표 변환 과정을 거쳐 지도상의 절대 좌표(WGS84)로 변환된다. 이를 통해 관제 지도에서 해당 위치가 자동으로 확대(Auto-Zoom)되며 팝업창 및 이벤트창이 활성화된다.

### 3.4 하드웨어 구성



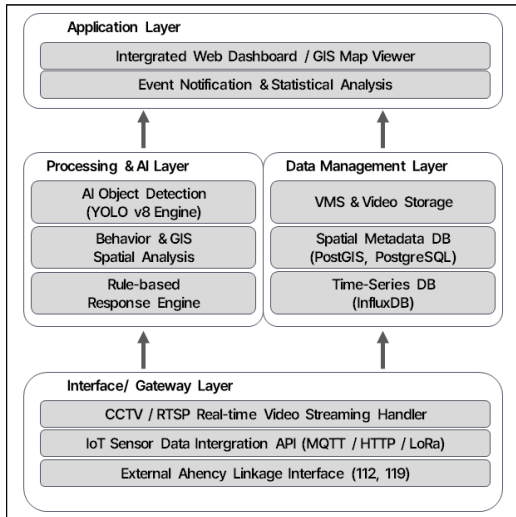
[Fig. 4] Hardware Configuration Diagram

본 시스템은 GIS기반 AI와 센서를 이용한 스마트시티 통합관제 모니터링을 기반으로 하드웨어 구성도는 다음 [Fig. 4]와 같다. ① CCTV 카메라, 비상벨은 전용망을 통해 VMS 및 비상벨 서버에 연계·관리하고, 영상 데이터는 스토리지에 저장한다. 가로등, 쉘터, 횡단보도의 데이터는 통합플랫폼에 연계한다. ② 고성능 GPU 영상분석 서버를 통해 AI 추론 및 영상을 분석하여 Application에서 이벤트를 정의한다. ③ 3D GIS 데이터를 처리하고 실시간 렌더링은 GIS 서버로 구동하며 고용량의

RAM(128GB)으로 원활한 데이터 처리가 가능하게 구성한다. ④ IoT 기상정보는 인터넷망으로 IoT 수집서버로 데이터를 수집하고 망연계를 통해 통합플랫폼 서버로 데이터를 전송한다. 또한 DMZ존에는 영상반출 서버 및 외부 연계서버(도시안전망) 서버를 구축하였다.

### 3.5 소프트웨어 구성

[Fig. 5]와 같이 데이터 수집 및 Application 시스템은 기본적으로 리눅스 기반의 운영체제를 운영하며, Ubuntu 22.04버전의 OS를 사용한다. 영상분석 관제 서버는 상용화된 VMS 엔진을 기반으로 하는 NVR 서버를 도입하여 CCTV 스트리밍 연동을 위한 RTSP/ONVif 프로토콜을 기반으로 한다.



[Fig. 5] Software Configuration Architecture

GIS 엔진은 GeoServer 2.23을 기반으로 WMS(Web Map Service) 및 WFS(Web Feature Service) 표준을 지원하여 웹 기반 대시보드에 공간 데이터를 전송하고 Map Client는 OpenLayers를 통해 플랫폼에서 2D/3D 지도를 렌더링하고 장비 위치를 오버레이 하는 방식으로 구성하였다.

미들웨어는 Apache Kafka로 구성하여 IoT 센서 및 비정형 데이터를 수집하고 분석 서버로 전달하는 역할을 수행하며, 연계 프로토콜은 MQTT 및 HTTP, LoRa 스택으로 설치하였다.

데이터베이스는 공간정보 구현에 적합한 PostgreSQL과 PostGIS를 기반으로 시설물의 좌표 정보와 속성 데이터를 관리하며, 공간 쿼리(Spatial Query)를 통해 특정 반

경 내 장비 검색 등을 수행하며, IoT 센서 데이터는 InfluxDB를 통해 시간에 따라 변하는 대량의 데이터를 압축 저장하고 고속 조회하는 방식을 사용하였다.

### 3.6 시스템 메뉴 구성도

메뉴 구성은 각 시설물 정보확인이 가능한 대시보드를 기본으로 하며, GIS 기반의 CCTV 통합관제 및 시설물 모니터링이 가능한 모니터링 메뉴, 그리고 각 시설물 및 이벤트 정보의 통계 확인이 가능한 통계 메뉴, 시설물 등록 및 관리가 가능한 시스템 관리로 구성하였다.

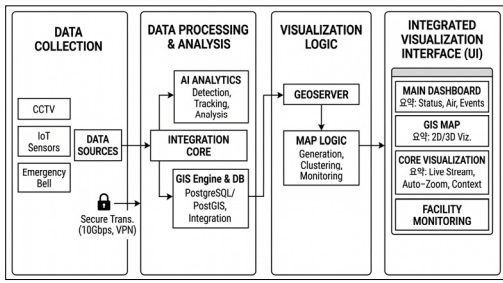
기본적으로 대시보드에서는 안전·방법 현황, 교통 현황, 스마트시티의 시설물 및 IoT 장비 현황 등을 종합적으로 확인할 수 있고, 모니터링에서는 연계된 CCTV 모니터링 및 각종 이벤트 로그, 비상벨, IoT 센서 등의 위치 기반의 시설물 현황을 통합적으로 모니터링 할 수 있다. 그리고 통계 메뉴에서는 스마트시티 통합플랫폼 이벤트 통계, 비상벨 알람 로그, 기타 IoT 장비 및 시설물 여러 데이터 등 유지관리 이력 및 상황 발생 통계를 확인할 수 있으며, 시스템 관리 메뉴에서는 시설물 신규 등록 및 수정 GIS 좌표 입력 및 현황 정보 등을 입력하고 연계 할 수 있는 항목으로 구성하였다.

## 4. 구현

GIS 기반 스마트시티 통합모니터링 시스템은 기존의 CCTV 통합관제 시스템에 GIS 기반의 맵 환경에 CCTV를 비롯한 스마트시티 구조물을 포함하여 지역 내 구축되어 있는 장비를 연계하여 복합적으로 모니터링 할 수 있는 시스템으로 구현하였다. 본 시스템에서는 CCTV, 비상벨, IoT센서(온도, 습도, 미세먼지, 초미세먼지 센서)를 활용하여 대시보드, 모니터링, 통계, 시스템관리의 메뉴로 구성하여 실시간으로 장비의 상태를 모니터링 할 수 있도록 구현하였다.

### 4.1 GIS 기반 통합모니터링 시스템

GIS 구현은 지도 위에 시설물을 정확히 배치하고, 이벤트 발생 시 시각적 피드백을 주는 것이 핵심이기 때문에 공간 데이터(GeoServer)를 설정하기 위해 PostgreSQL/PostGIS과 연동하여 CCTV 및 시설물 위치(point), 구역(polygon) 레이어를 생성하고 WMS(Web Map Service) 표준을 사용하여 웹 브라우저에서 지도가 타일 형태로 빠르게 렌더링 되도록 구성하였다. [Fig. 6]



[Fig. 6] Proposed GIS-Based Smart city Intergrated Control Visualization Method

2D/3D 맵은 공공 데이터의 TM 좌표계를 웹 표준인 EPSG:3857(WGS84)로 실시간 변환하여 매핑하고 지도 축소 시 CCTV 및 시설물 아이콘이 겹치지 않도록 숫자 형태로 뭉쳐서 보여주는 클러스팅 알고리즘을 적용하였다.

[Fig. 7]과 같이 Python 기반의 '이상 행동' 결과값(JSON)을 받아 GIS 상의 좌표로 변환하고 프론트엔드에 실시간으로 전송하는 로직을 구현하고, 연계 장비의 상태를 주기적으로 체크하여 대시보드에 표시할 가동률을 계산한 가동률 산출 로직(Status Monitoring)을 [Fig. 8]과 같이 적용하였으며, 실시간 모니터링을 위한 특정 반경 내 장비를 조회하는 공간 쿼리(Spatial Query)는 [Fig. 9]와 같이 사건발생 지점(Point)으로부터 가장 가까운 CCTV를 우선 조회하는 방식으로 적용하였다.

```

Python
# [메시 로직] AI 이벤트 수집 및 WebSocket 전송
import json
from kafka import KafkaConsumer

def process_event():
    consumer = KafkaConsumer('smart_city_events', bootstrap_servers='localhost:
    for message in consumer:
        event_data = json.loads(message.value)
        # 이벤트 타입이 'Intrusion'일 경우 GIS 좌표 추출
        if event_data['type'] == 'Intrusion':
            lat, lon = event_data['lat'], event_data['lon']
            # 프론트엔드로 WebSocket을 통해 실시간 위치 및 영상 판권 명령 전송
            emit_to_dashboard(lat, lon, event_data['cctv_id'])
    
```

[Fig. 7] AI Event Collection and GIS Mapping Logic

```

JavaScript
// [메시 로직] 장비 가동률 계산 (Node.js/Javascript)
const calculateUptime = (devices) => {
    const total = devices.length;
    const active = devices.filter(d => d.status === 'online').length;
    const uptimeRate = (active / total) * 100;
    return uptimeRate.toFixed(2); // 가동률 % 반환
};
    
```

[Fig. 8] Operation Rate Calculation Logic

```

SQL
SELECT cctv_id, ST_Distance(geom, ST_SetSRID(ST_Point(127.0, 37.5), 4326)) as dist
FROM cctv_table
WHERE ST_DWithin(geom, ST_SetSRID(ST_Point(127.0, 37.5), 4326), 100)
ORDER BY dist ASC;
    
```

[Fig. 9] Database Integration and Query Optimization

### 4.2 대시보드 기능

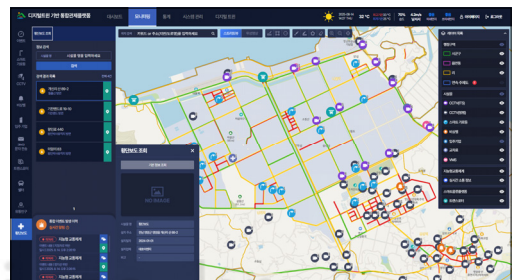
대시보드에서는 [Fig. 10]과 같이 연계 장비의 작동 유무를 스캔하여 가동률을 %로 표시하는 시설물 가동률 집계와 CCTV 채널, IoT 센서의 대기질, 비상벨 호출 건수, 그리고 실시간 이벤트 티커를 확인 할 수 있다.



[Fig. 10] Main Dashboard

### 4.3 모니터링 기능

모니터링에서는 본 연구의 핵심 기술로, 지오데이터(Geo-Data)와 실시간 영상을 결합한 인터페이스를 제공한다. GIS 맵 기반 위치 뷰를 통해 맵의 CCTV를 클릭 시 해당 지점의 실시간 스트리밍 영상이 레이어로 투사되며, 각 지점의 IoT 센서는 현재 센서의 값(기상상태 등)을 확인할 수 있도록 구현하였다. 또한, 모니터링 중 발생한 CCTV 이벤트가 발생하면 GIS 맵이 해당 위치로 자동 이동(Pan&Zoom)하고, 맵을 통해 인근 경찰, 소방서 등의 위치를 [Fig. 11]과 같이 즉각적으로 확인할 수 있도록 구현하였다.

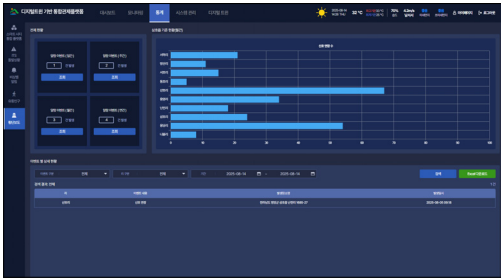


[Fig. 11] Monitoring Interface

#### 4.4 통계분석 및 관리기능

[Fig. 12]와 같이 통계 분석에서는 도시 정책 결정의 근거가 되는 빅데이터 분석 기능을 제공하며, 이벤트 종류별(방법, 재난, 교통), 시간대별, 지역별 발생 빈도를 분석하여 취약지역을 확인할 수 있다.

시스템관리 항목은 [Fig. 13]와 같이 시설물의 자산관리, 연계 데이터 매니저, 사용자 권한 및 로그 관리, 기타 시스템의 기능을 관리할 수 있도록 구현하였다.



[Fig. 12] Statistical Analysis View



[Fig. 13] System Management Menu

### 5. 결론

본 논문에서는 GIS 기술과 AI 선별 관제 기술을 융합하여 기존의 수직적이고 파편화된 도시 관제 시스템의 한계를 극복하는 통합 모니터링 시스템을 설계하고 구현하였다. 데이터 연계 및 이벤트 표출 방안은 다음과 같은 특징을 제공한다.

본 논문은 기존의 평면적 영상 나열 위주 관제 연구와 달리, TTA 표준 플랫폼 아키텍처 상에 GIS 엔진과 AI 분석 기술을 긴밀하게 결합하여 시공간적 상황 인지 기능을 극대화했다는 점에서 차별성을 가진다. 특히, AI가 탐지한 이벤트 좌표를 공간 데이터베이스와 동기화하여 관계 시각지대를 최소화하고, 엣지 컴퓨팅을 활용해 정보 파편화 해소와 운영 효율성을 동시에 달성하였다.

시스템의 실효성을 검증하기 위해 기존 단순 영상 관제와 GIS기반 AI통합 모니터링 환경 간의 비교 평가를 수행하였으며, 임의로 전파 시간을 측정한 결과, AI가 이벤트를 자동 탐지하고 GIS 맵 상에 즉각 표출 함으로써 골든타임 확보에 소요되는 시간이 기존 대비 단축됨을 확인하였다.

공간 정보 기반의 시각화를 통해 기존의 단순 영상 관제 방식에서 벗어나 시각지대를 최소화하고, 이벤트 중심의 자동화된 화면 전환을 통해 대응 속도를 향상시키는 효과를 보였다.

향후 연구에서는 GIS 통합모니터링 시스템의 도시 데이터를 활용하여 디지털 트윈(Digital Twin) 기반의 3D 시뮬레이션 기능을 도입할 계획이다. 이를 통해 실시간 재난 대응 예측 시스템을 기반으로 기술을 고도화하는 방향으로 연구를 확장하고자 한다.

### REFERENCES

- [1] Park, J.H., et al., "A Study on Vertical Silo Problem Solving in Smart City using Open Data Platform," IEEE Access, 2020.
- [2] National Information Society Agency (NIA), "2024 Smart City Technology Trends Report," 2024.
- [3] Kim, Eun-Hyoung, Smart City Standardization Forum, "Requirements of Platform Software for Integrated Management of Smart City Information," 2020.
- [4] Yoon, Byung-Ho, Korea Information Management Evaluation, "A Final Report on the Study of Operational Improvement and Efficiency for the Innovation of CCTV Integrated Control Center," 2024.
- [5] National Information Society Agency (NIA), "2024 Digital Service and Smart City Policy Trend Report," 2024.
- [6] Green, M. W., The Appropriate and Effective Use of Security Technologies in U.S. Schools, Sandia National Laboratories, 1999.
- [7] Kim, Chul-Soo, "A Study on the Efficient Operation Method of Intelligent Selective Control System," The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences (J-KICS), 2022.
- [8] Lee, Jae-Yong, et al., "Analysis of Promotion Strategy and Current Status of Korean Smart City," Information and Communications Magazine, 2019.
- [9] Telecommunications Technology Association (TTA), "Functional Specification and Verification Standard for Smart City Integrated Platform (TTAK.KO-10.1130)," 2020.

- [10] Lee, Hye-Sun, Lim, Seon-Hwa, Kim, Eun-Ju, et al., "A Decision Support System for Situation Management based on the Variability of Disaster Situations," Proceedings of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers (KIISE), 2022.
- [11] Reddy, A.G., "Smart City Surveillance: Leveraging AI and GIS for Safer Urban Environments," Sensors, 2023.
- [12] Kim, Min-Soo, and Jung, Woo-Sung, "A Study on Urban Problem Solving and Decision Support Model based on Smart City Data Hub," Journal of Korea Spatial Information Society, Vol.30, No.3, pp.15-24, 2022.
- [13] Choi, Min-Woo, "Analysis of the Crime Prevention Effect of the Smart City Integrated Platform: Focusing on 112 Emergency Video Support," Korean Journal of Public Safety and Criminal Justice, 2021.
- [14] Lee, Jun-Young, "Early Urban Fire Detection System through the Fusion of IoT Sensor Data and CCTV Video," Journal of Korea Multimedia Society, 2022.
- [15] Jung, Woo-Sung, "A Plan for Advancing Smart City Control Services Based on Digital Twin," Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies (KAGIS), 2023.

**박 성 일(Seong-II Park)**

[정회원]



- 2014년 ~ 현재 : 동신대학교 컴퓨터학과 교수
- 2025년 ~ 현재 : 기획처장/대학 혁신지원사업단장/국책사업총괄 관리본부장

<관심분야>

블록체인, SW품질, 정보처리

**문 형 진(Hyung-Jin Moon)**

[정회원]



- 2014년 3월 ~ 2018년 10월 : (주)지엔티 대표이사
- 2018년 10월 ~ 2024년 5월 : (주)조인트리 차장
- 2025년 10월 ~ 현재 : (주)굿퍼스트정보기술 차장
- 2025년 3월 ~ 현재 : 동신대학교 컴퓨터공학과 박사과정

<관심분야>

AI, 플랫폼, SW, 정보통신, 스마트시티

**류 갑 상(Gab-Sang Ryu)**

[종신회원]



- 1985년 3월 ~ 1996년 2월 : 한국기계연구원, 선임연구원
- 1996년 3월 ~ 현재 : 동신대학교 컴퓨터학과 교수
- 2020년 1월 ~ 2021년 1월 : 한국소프트웨어품질안전포럼, 의장

<관심분야>

블록체인, SW품질, 정보처리