JKSCI

한국컴퓨터정보학회논문지
Journal of The Korea Society of Computer and Information
Vol. 30 No. 12, pp. 159-166, December 2025
https://doi.org/10.9708/jksci.2025.30.12.159

Implementation of an IoT Sensor-based Real-time Monitoring and Control System for Water Facilities

Myeong-Chul Park*, Ik-Joon Park**

*Professor, School of Software, Kyungwoon University, Gumi, Korea
**Head of the Division, Content Business Division, INPLAB Inc., Gimcheon, Korea

[Abstract]

In this paper, we propose an IoT sensor-based constant measurement control system for real-time status check and risk factor control of water system facilities. The existing system is a control system through static photo-based user check, and there are many restrictions on constant monitoring due to state fluctuations. In this paper, to solve this problem, we implement a control system that enables constant measurement based on IoT sensor. The implemented system was implemented as an open source-based GIS library such as V-world and Openlayers to improve applicability and construct a three-dimensional topographic model for predicting damage from storms and floods. In the future, it is intended to develop into an integrated platform for management of water facilities against the risk of storms and floods through the application of a water pressure calculation model.

▸ **Key words**: IoT sensor, Real-time Monitoring, Control System, Water Facilities

[요 약]

본 논문은 수계시설의 실시간 상태 점검 및 위험 요소 관제를 위한 IoT 센서 기반의 상시 계측 관제 시스템을 제안한다. 기존 시스템은 정적인 사진 기반의 사용자 점검을 통한 관제 시스템으로 상태 변이에 따른 상시 모니터링에 많은 제약을 가지고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 IoT 센서 기반의 상시 계측이 가능한 관제 시스템을 구현한다. 구현된 시스템은 V-world 및 Openlayers와 같은 오픈 소스 기반의 GIS 라이브러리로 구현되어 적용성을 향상시켰고 풍수해 피해 예측을 위한 3차원 지형 모델을 구축하였다. 향후, 수압 연산모델 적용을 통하여 풍수해 위험 대비 수계시설 관리 통합 플랫폼으로 발전시키고자 한다.

▸ **주제어**: IoT 센서, 실시간 모니터링, 관제 시스템, 수계시설

• First Author: Myeong-Chul Park, Corresponding Author: Myeong-Chul Park
*Myeong-Chul Park (africa@ikw.ac.kr), School of Software, Kyungwoon University
**Ik-Joon Park (ikzora@inplab.com), Content Business Division, INPLAB Inc.
• Received: 2025. 10. 28, Revised: 2025. 11. 28, Accepted: 2025. 12. 01.

Copyright © 2025 The Korea Society of Computer and Information
http://www.ksci.re.kr pISSN:1598-849X | eISSN:2383-9945
www.kci.go.kr

I. Introduction

기후 변화와 기상 이변으로 인한 홍수 위험도가 점차 증가하고 있는 추세이다. 연 강수량은 과거 30년 대비 최근 30년 동안 135.4mm가 증가하였고 강수일수는 21.2일 감소하는 경향을 보인다. 2014~2025년 기상 자료의 월별 강수량 추이를 분석한 결과, 여름철(6~9월) 강수량이 평균치를 크게 웃도는 해가 최근 들어 반복적으로 관측되고 있으며, 2014년 7월과 8월 강수량이 연평균 수준에서 적거나 크게 변동되지 않은 데 비해, 2020년에는 7월 427.7mm, 8월 420.8mm의 기록적인 폭우가 집중되었다. 또한, 2023년에는 7월 506.1mm, 8월 299.6mm로 더욱 큰 규모의 집중호우가 발생했으며 이는 평균 강수량(7월 278.1mm, 8월 241.2mm) 대비 1.2~1.8배를 초과하는 수치로, 최근 그 강도가 강해지고 있음을 보여준다[1].

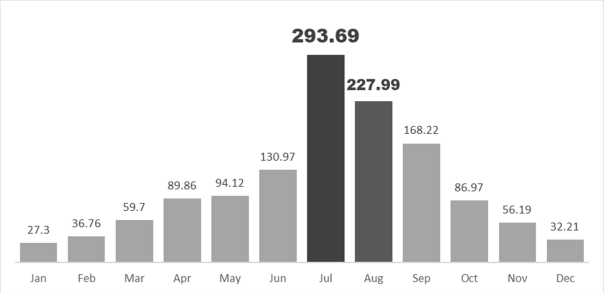


Fig. 1. Monthly precipitation averages over the past 10 years (2015-2024)

하지만, 국내 저수지 17,427개 중 준공 50년 이상 저수지가 69.4%로 저수지 노후화로 집중호우로 인한 저수지, 댐, 우수 처리시설 붕괴 및 파손의 우려가 증가하고 있다[2]. 이에 첨단 센서 및 지형 데이터를 활용한 재난 시뮬레이션 개발이 요구되며 이를 통하여 위험 구역 사전 파악 및 대책 수립이 이루어져야 한다. 본 논문에서는 인프라 자율 진단 및 의사결정, 실시간 데이터 분석을 통한 이벤트 발생 예측, 저장된 알고리즘에 따른 특정 조건이나 환경 변화에 따른 대응, 데이터 센싱을 통한 대상 인프라와 외부 환경의 변화 경고 등의 수계시설 모니터링 도구를 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 재난정보 공유 시스템과 관련 연구에 대해 살펴보고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 상시 계측 관제 시스템의 설계와 구현에 관해 기술한다. 마지막 4장에서 결론을 기술한다.

II. Preliminaries

2.1 Disaster Information Sharing System

현행 재난정보 공유 체계는 SNS 단체 대화방 보고 혹은 유선보고를 정리하여 전자문서 형태의 비자동화된 문서화 작업 방식과 제한된 소통회선 운영은 대규모 재난에 부적합한 관리 체계이다[3-4].

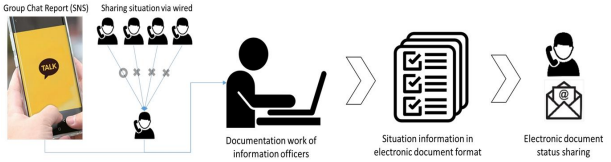


Fig. 2. Current disaster information sharing system

재난피해상황, 재난전개양상 등의 상황정보를 외부 기관과 공유하는 체계의 시스템화가 부족하여 직원들의 피로도가 높고 여러 업무에 불필요한 에너지 소모가 발생한다[5]. 또한, 현재 재난상황 관리 체계로 활용되는 국가재난관리정보시스템(NDMS, National Disaster Management System)의 백화점식 정보 분류는 [Table 1]과같이 여러 출처에서 중복된 정보를 수집하게 하거나 중요한 정보를 빠뜨리게 할 수 있어 자원 낭비 및 상황판단의 오류를 초래할 수 있다[6]. 특히, 체계적이지 못한 기능·형태 중심의 분류로 지자체 등 일선 기관이 활용할 수 있는 상황정보는 매우 제한적임, 적시 상황판단과 의사결정을 뒷받침할 수 있는 정보 활용 체계가 빈약한 것이 현실이다. 이러한 구조화되지 않은 정보는 일선 기관의 실질적 의사결정을 위한 정보의 해석 및 활용의 어려움으로 이어지며 긴급상황에서 대응 속도와 효율성 저하의 원인이 된다. 위의 문제를 해결하기 위해서는 재난상황정보 공유 시스템 자동화 및 지휘부의 정확한 의사결정을 지원하는 재난상황정보 활용 체계 및 이를 활용할 수 있는 체계 구축이 필요하다.

2.2 Related Works

다양한 유형의 재난상황정보 중 HAZARD 정보는 인적·물적 피해 등의 재난 상황을 유발할 수 있는 위험 요인에 대한 정보에 해당한다. 재난의 특성과 전개 양상에 따른 위험(혹은 위험도)을 예측하기 위해서는 유형별 HAZARD 정보를 생산하여 공유할 필요가 있으며, 대표적인 HAZARD 정보로는 태풍의 진로, 강수량 현황, 지진의 규모와 진도 등을 들 수 있으며 재난을 유발할 수 있는 현상의 위치와 이동 상황, 영향력 등으로 구성된다[7].

www.kci.go.kr

Table 1. Detail data in the situation management functions of NDMS

Functions	Details
Disaster Area	Disater area GIS display, nationwide damage status by province and city, response resource deployment status
SNS Management	Real-time alarm monitoring, keyword management by disaster type, accident number management
Disaster Situation	Disaster situation information by disaster type, task, and area
Observation	Rainfall, wind, temperature, weather warnings, radar images, satellite images, typhoon paths, past typhoons
CCTV Video	National Traffic Information Center, National Police Agency, Ministry of Public Safety and Security, Flood Control Center, Korea Water Resources Corporation
Dam	Dam operation status, dam water level, river water level
Disaster Linkage	Situation report management, fire truck information, mobile on-site information, accident location, breaking news (Yonhap News, KTV)
Disaster Contro	On-site investigator control location, weather control settings, disaster/accident information display
Disaster Video	Multi-party conference video - on-site video
Reporting Support	Disaster situation report management, on-site aggregate information
Accident Time	Accident information management, 119 firefighting information management, NDMS disaster Information Management, Status Dissemination List View
Status Dissemination	Recipient Management, Message Registration, Disaster Location Registration, Transmission, National Integrated Dissemination, Automatic Dissemination

Fig. 3의 미국 오리건주의 RAPTOR(Real-time Assessment and Planning Tool for Oregon)는 실시간 위험평가 및 계획 도구로서 다양한 자원으로부터 수집한 공간정보와 기타 정보를 하나의 지도에 표시할 수 있는 웹 매핑 애플리케이션으로써 재난, 사고와 같은 이벤트 전후의 정보를 공유함으로써 재난 관리용 업무 수행을 효과적으로 지원하고 있다. 오리건주 정부와 오리건 교통부 및 행정서비스부와 재난관리부서는 GIS 기반 상황인식 프로토타입 시스템을 개발에 합의하여 기관별 보유 공간정보와 기타 자원을 통합하여 각종 재난·사고 상황과 리스크를 공간정보를 기반으로 조회·전파할 수 있는 시스템을 구축하였으며 2011년부터 RAPTOR란 명칭의 시스템으로 운영하고 있다[8].

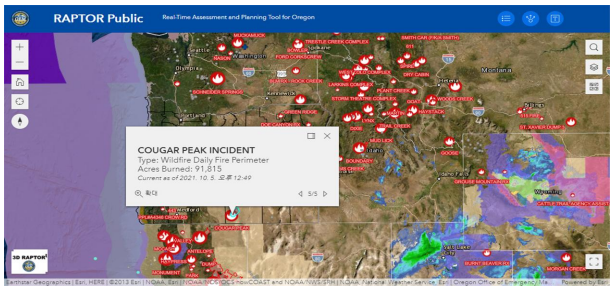


Fig. 3. RAPTOR's real-time disaster and accident spatial information provision interface

RISK 정보는 HAZARD와 지역사회가 접촉하여 피해를 발생시킬 가능성을 나타내는 정보로써 위험 요인에 대한 노출 빈도와 발생 가능한 피해를 모두 고려한 정보이다[9]. 평상시 지역에 대한 재난유형별 RISK 정보를 생산하여 예방, 보호, 경감 조치의 수행을 위한 기초자료로 활용하거나 재난 상황에서 실시간 RISK 정보를 계산하여 대응 작전 수립을 위한 의사결정 근거자료로 활용할 수 있다. Fig. 4는 미국 FEMA의 자연 재난 RISK 정보 지도를 보이고 있다[10].

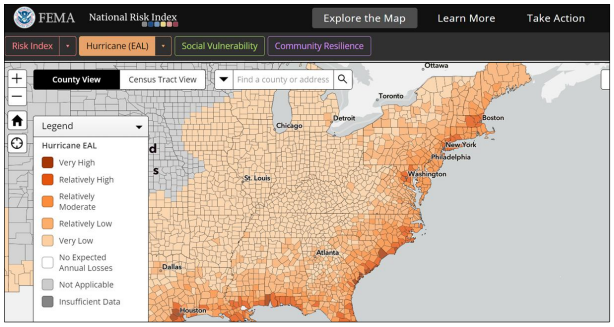


Fig. 4. FEMA's Natural Disaster Risk Information Map

HAZARD나 RISK 정보와 함께 재난 상황의 시작과 전개로 인한 피해 상황정보를 수집하여 공유하는 체계의 운영이 필요하다. 미국 FEMA는 Fig. 5와 같이 ArcGIS를 활용하여 재난 피해 상황정보를 실시간 수집·분석·평가하는 체계를 갖추고 있으며 이를 통하여 재난 발생 시 신속하게 피해 정보를 수집하고 이를 지도화하여 재난 대응에 활용한다[11].

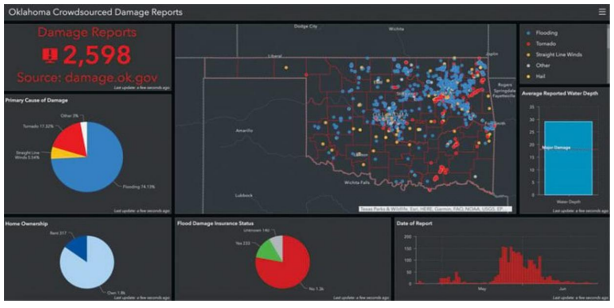


Fig. 5. Damage assessment and analysis tools used to recover from the 2019 Oklahoma floods

www.kci.go.kr

III. Design & Implementation

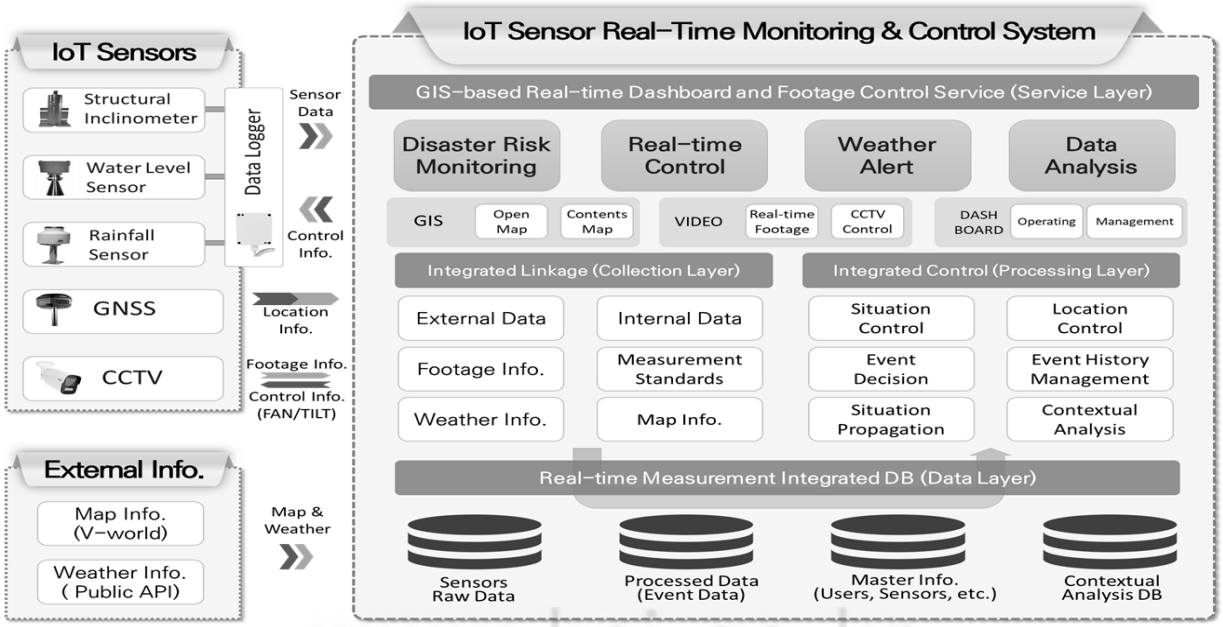
3.1 Design of System

제안하는 수계시설 관제를 위한 모니터링 시스템의 전체적인 구성은 Fig. 6과 같다. 상시 계측을 위한 IoT 센서는 구성도의 좌측 요소와 같이 구조물 경사계, 수위계, 강우량계와 측위 정보를 위한 GNSS(Global Navigation Satellite System)[12]와 영상정보 취득을 위한 제어 가능한 CCTV로 구성된다. 그리고 외부의 지도 정보(V-world)와 기상 정보(공공 API)가 추가적인 시스템의 입력 자원이 된다[13]. 내부 관제 시스템은 크게 3개의 레이어로 구성된다. 수집 레이어는 데이터를 통합 연계하는 영역으로 내외부 데이터 및 영상정보, 계측기, 기상정보, 지도정보를 상호 연계 및 수집하여 하위의 데이터 레이어에 저장한다. Fig. 6 하단에 있는 데이터 레이어는 상위의 수집 레이어와 가공 레이어에서 사용되는 데이터를 통합하여 운영하는 DB 레이어에 해당하며, 센서의 Raw 데이터와 각종 이벤트 데이터, 사용자 및 센서 관리를 위한 마스터 정보, 이벤트 판단과 이력 관리를 위한 맥락 분석 DB로 구성된다. 가공 레이어에서는 수집 및 저장된 데이터를 대상으로 상황을 관제하기 위한 제어정보, 위치관제, 이벤트 판단 및 이력관리, 데이터 기반 맥락분석, 상황전파 관리 등을 위한 처리가 이루어진다. Fig. 6의 우측 상단은 실제적인 서비스가 이루어지는 영역으로 재해 위험, 감시 관제, 기상특보 현황, 데이터 분석 등의 서비스를 위한 레이어로 Open Map을 통한 GIS, 영상 및 대시보드 형태로 제공된다. 데이터 레이어의 데이터베이스 구축은 공통 테이블, 서비스 테이블(웹/모바일 앱) 등으로 주요 서비스 위주로 분류하여 설계하였다.

시스템 공통 사용 기반 테이블은 전자정부 표준 프레임워크 기반의 공통 컴포넌트 활용 기반으로 설계하였고 웹 시스템 서비스는 재난 상황정보 공유 및 관제를 위한 테이블, 모바일 앱 서비스는 현장 대응 사용자 맞춤 모바일 서비스 테이블, 재난 대응 및 상황 공유를 위한 보고 체계 기반 테이블, 재난 정보와 위치 정보 연계를 위한 공간정보 테이블, 지자체별 재난 담당자 연락망 테이블, 기상청 및 행정안전부 등의 외부 제공 데이터 연계를 위한 테이블, 재난 정보 연계 지리정보 서비스를 위한 공간정보 테이블 등으로 구성된다. 재난 대응을 위한 긴급상황 정보 공유 시스템의 데이터베이스 구축을 위한 데이터베이스 ERD의 중요 일부분은 Fig. 7과 같다.

3.2 Design for water level measurement

수위계는 취수장에서 물을 취수하여 물탱크에 저장 시 수위 변동을 감지하여 그 결과를 RF 통신을 이용하여 취수장 또는 공급 펌프의 모터를 자동으로 제어하는 장치이다. 무선 수위 조절기로부터 수집된 취수장 및 배수지의 수위 데이터, 펌프 상태, 지하수 사용량, 탱크 유수 여부, 전력량, 침입상태 등을 메인 제어기에 표시하여 수집된 데이터를 인터넷(CDMA, LTE) 통신방식을 통해 원격 모니터링하는 장치로 설계되었다. 데이터 전송 주기는 5분 단위이며, 구성은 메인 제어기, 수위 측정 센서, 태양광 충전 모듈, RF 모듈 및 안테나, 배터리로 이루어져 있다.



www.kci.go.kr

Fig. 6. Diagram of the proposed system

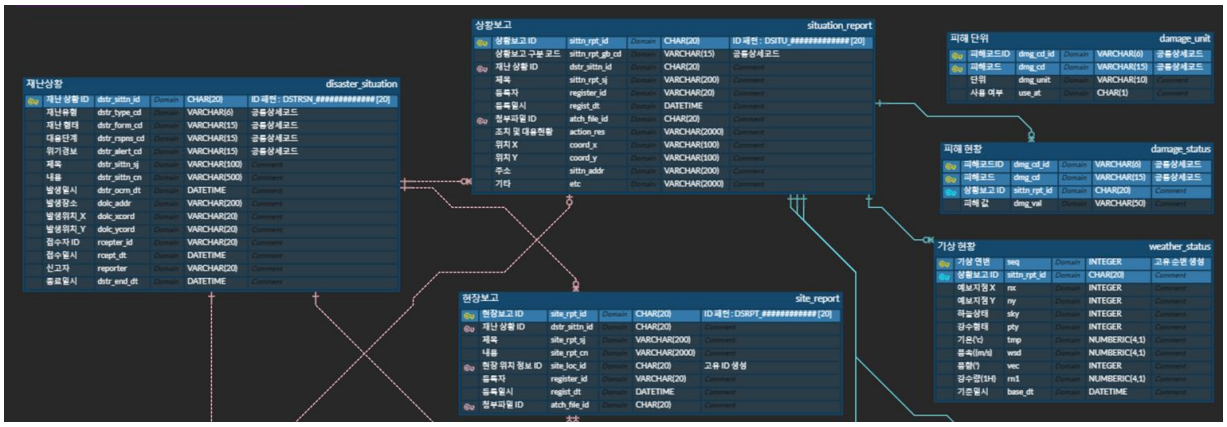


Fig. 7. Part of ERD for designing a picture database

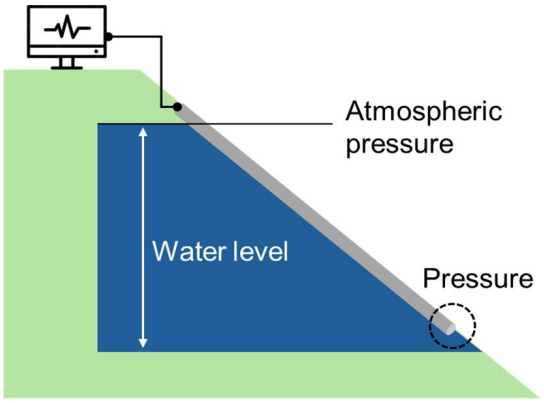


Fig. 8. Pressure measurement method for water level measurement

저수지의 수위는 Fig. 8과 같이 압력측정식으로 수위 변화를 측정하였다. 수압은 수위가 높을수록 커지는 원리를 이용하며 물속에 잠긴 압력 센서가 수압 변화를 감지한 미세 전류의 변화로 측정되는 방식이다. 변환된 전기적 신호는 데이터 로거를 통해 수위로 환산되어 수집단으로 전달되게 된다.

$$P_{total} = P_{atm} + pgh \quad (1)$$

P_{atm}: 대기압, p:물의 밀도, g:중력가속도, h: 수위

$$P_h = P_{total} - P_{atm} = pgh$$
$$h = \frac{P_{total} - P_{atm}}{pg} \quad (2)$$

수압은 대기압 압력이 포함된 압력을 측정하므로 대기압 변화 제거를 통해 실제 수위를 산출해야 한다. 10m 수위 측정 시 대기압의 변동이 1%가량만 되어도 수위 오차가 10cm 이상 발생하므로 저수지 수위 및 홍수 관리의 신뢰성을 저하시키는 원인이 된다. 식 (1)과 같이 수압은 대기압, 물의 밀도, 중력가속도, 수위로 구성되며, 이 중에 수위만을 구하는 것이 목적이므로 수위 측정기 주변 또는 기반에 별도의 대기압 측정 센서를 설치하여 실시간 대기압 값을 측정 후 식 (2)와 같이 보정하여야 한다. Fig. 9는 저수지에 설치된 수위계이다.

Fig. 9. Water level gauge installed in a reservoir

3.3 Implementation of System

수계시설 관제를 위한 플랫폼 구현을 위한 주요 도구는 Table 2와 같다. 웹 서버는 오픈 소스 프레임워크와 아파치 톰캣 환경에서 구현되었으며, 데이터베이스는 신뢰성 높은 오픈 소스 객체-관계형 데이터베이스 관리 시스템(RDBMS)으로 트랜잭션의 안정성, 확장성 그 외 다양한 기능을 제공하는 Postgresql를 사용하였다. 그리고 웹 기반 2D 지도 및 공간 데이터 시각화를 위한 오픈 소스 자바스크립트 라이브러리로, 다양한 지도 서비스와 데이터 소스를 지원하고 향후 모바일 앱 서비스를 고려하여 공용으로 사용할 수 있는 Openlayers 라이브러리를 이용하였다.

Table 2. Development Environment of System

Items	Specification
WEB Server	e-Government Standard Framework(v4.2) Apach Tomcat(v9.x)
Database	Pogstgresql(v12.x) / PostGIS(v3.0.x)
GIS Library	Openlayers(v7.x)

www.kci.go.kr

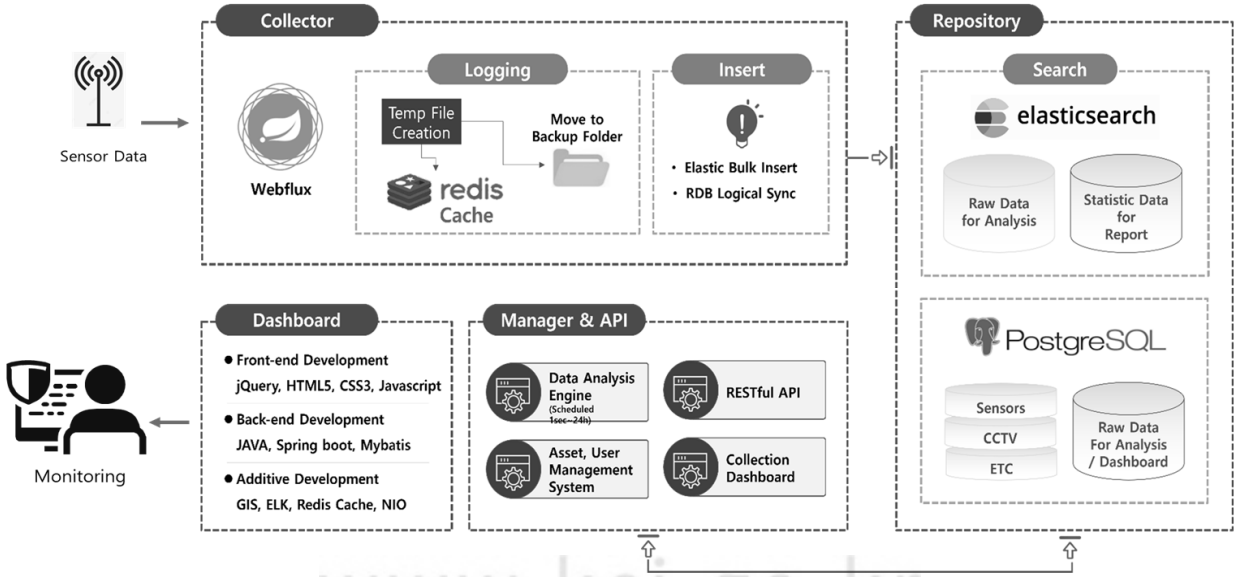
Fig. 10은 구현한 시스템의 데이터 차원의 아키텍쳐를 도식화한 것이다. 데이터 수집을 위한 Collector 영역의 WebFlux는 비동기, 논블로킹(Non-blocking) 리액티브 웹 프레임워크이다[14]. Reactive Streams를 기반으로 하며 Netty, Undertow 같은 논블로킹 네트워크 라이브러리를 지원하며, IoT 센서 등에서 지속적으로 생성되는 데이터를 실시간으로 수집하고 빈도 및 데이터양이 많은 본 시스템에 적합한 아키텍쳐이다.

Redis[15]는 Open Source BSD License를 가지고 있으며, 가장 잘 알려진 오픈 소스 기반의 Key-Value 데이터베이스 중 하나로, Remote dictionary server를 의미한다. 기존 센서 네트워크 환경에서는 장치로부터 생성된 센서 데이터를 WAS(Web Application Server)나 Web을 사용하여 관계형 데이터베이스에 저장하는 방식을 취하고 있다. 이는 대용량의 데이터를 저장할 때 Row 단위로 lock을 하기 때문에 DB Connection 문제가 발생할 수 있다. 본 시스템에서는 빈번한 센싱 데이터의 쓰기 속도를 향상하고자 Cache Database인 Redis를 사용하여 Fig. 10과 같이 구성한 데이터 저장소 구현 모델을 제안한다. Reds에 저장된 데이터는 Data Layer를 통해 Repository 영역의 elasticsearch 및 RDBMS에 저장한다. elasticsearch는 Collector 영역에서 받은 데이터를 검색 및 집계하여 필요한 관심 있는 정보를 획득한다. elasticsearch는 텍스트를 파싱해서 검색어 사전을 만든 다음에 역색인(Inverted Index) 방식으로 텍스트를 저장하여 기존 Index 방식에 비해 속도가 빠른 특성을 가진다. easticsearch는 Restful API로 document를 추가하고 조회하는 용도로 이용되게 된다. Elasticsearch는 RESTful API를 기본으로 지원하며 모든 데이터 조회, 입력, 삭제를 http 프로토콜을 통해 RESTful API로 처리한다.

대시보드와 분석 엔진의 데이터 전달을 위한 REST(Representational State Transfer)는 HTTP 프로토콜을 기반으로 하는 아키텍처 스타일이며 클라이언트와 서버 간 요청과 응답을 통해 데이터를 주고받는 방식이다. 기본적으로 REST API는 센서에서 생성된 데이터를 서버로 전송하는 역할을 하는데 클라이언트는 센서 데이터를 JSON으로 POST 요청하여 서버에 전송하고 서버는 Mono를 통해 비동기적으로 처리하고, 성공 시 HTTP(code 200) 응답을 보내는 방식이다. SSE(Server-Sent Events)는 웹 표준 기술로, 서버에서 클라이언트로 실시간 단방향 이벤트 스트림을 전송하는 방식으로 HTTP 프로토콜 기반이며, 클라이언트는 HTTP 연결을 유지하면서 서버가 보내는 이벤트를 지속적으로 수신한다. 또한 WebSocket과 달리 서버에서 클라이언트로의 단방향 통신에 특화된 특징이 있다. SSE는 수집된 센서 데이터를 실시간으로 모니터링하는 대시보드 또는 클라이언트에게 전송할 때 유용하며 서버가 수집된 데이터를 이벤트 스트림 형식으로 푸시하여 클라이언트가 즉시 반응할 수 있게 한다. 센서는 REST API로 데이터를 서버에 보내고 대시보드와 모니터링 클라이언트가 SSE를 통해 최신 센서 데이터를 실시간 받아서 시각화를 가능하게 한다.

3.4 Implementation of Dashboard

Fig. 11은 제안하는 상시 계측 관제 시스템에 로그인 완료 후 표시되는 대시보드와 센서의 상태를 확인할 수 있는 화면을 보이고이다. 연동되고 있는 센서 목록 및 각 데이



www.kci.go.kr

Fig. 10. Data-based architecture of the system

터의 위험도는 사용자의 요구사항에 따라 관심, 주의, 경계, 심각으로 분류하여 표출하고 있다.

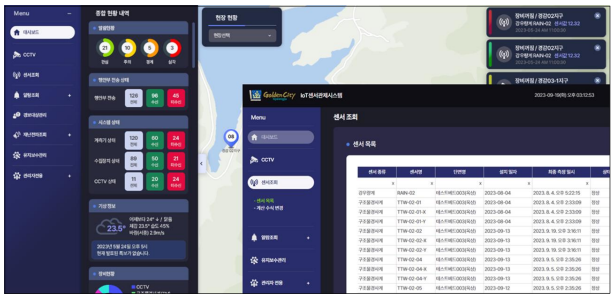


Fig. 11. Monitoring screen for checking dashboard and sensor status

Fig. 12는 3차원 지도를 적용하여 관심 지구의 상태를 보인다.

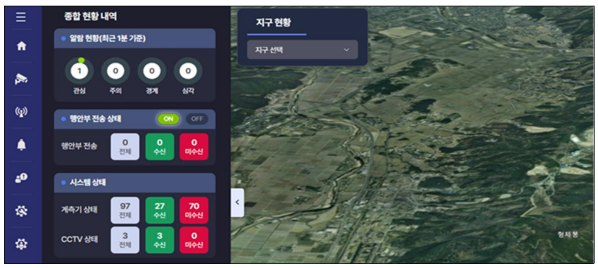


Fig. 12. Displays 3D maps and system status of specific regions

Fig. 12의 좌측 시스템 상태 레이어의 계측기 상태는 수위계 및 경사계, 강우량계와 측위기에서 전송되는 데이터의 주기 내에서 누락된 횟수가 '미수신'으로 표기된 것이다.

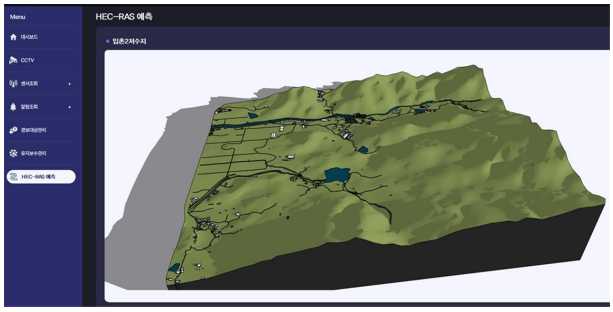


Fig. 13. 3D geometry model for flood prediction simulation

Fig. 13은 저수지별 범람 예측 시뮬레이션 결과를 표출하기 위한 3차원 지형 데이터를 구축하여 표출한 예이며, 향후 HEC-RAS 오픈 소프트웨어를 통한 수압 연산모델을 적용하여 풍수해 위험으로 인한 수계시설 및 2차 피해를 예측하는 기능을 추가할 계획이다.

IV. Conclusion

본 논문은 각종 수계시설의 상태 분석과 재난 발생 상황을 조기에 인지하기 위한 IoT 기반 상시 계측 관제 시스템을 제안하였다. 기존 시스템은 현장의 지도를 사진으로 적용하는 반면, 제안하는 시스템은 V-world 맵을 적용하여 현장을 입체적으로 표현되는 지형과 구조물 사이의 공간적 관계를 더 정확하게 식별할 수 있도록 구현하였다. 또한, 사용자가 수시로 점검해야 하는 원격지의 시스템을 센터 데이터 변이 시 실시간 알람으로 문제점을 파악할 수 있도록 하였다. 아울러 대시보드 지도에서 해당 단면에 속해있는 센서 및 자산의 수신 상태를 직관적으로 확인할 수 있고 이를 재난 발생 대응을 위한 전파 시스템으로 연계할 수 있다. 또한, 강우 시뮬레이션을 위한 저수지별 실공간 데이터를 측정하여 3차원 지형 모델을 구축하였다.

본 연구의 결과는 실시간 계측 데이터를 기반으로 빠른 풍수해 예측과 대응에 기여할 것으로 사료되며, 향후 수압 연산모델 적용을 통하여 저수지 및 주변 농지의 범람 가능성을 예측하는 시뮬레이션 기능을 추가하여 풍수해 위험 대비 수계시설 관리 통합 플랫폼으로 확장하고자 한다.

REFERENCES

[1] The Korea Meteorological Administration, Open MET Data Portal(https://data.kma.go.kr/), Search Date: Sep. 21, 2025.

[2] Duckgil Kim et al., "A Study of Decision-making Support Method based on System Dynamics for Reservoir Risk Judgment," Journal of Wetlands Research, Vol. 26(3), pp. 279-284, August 2024. DOI : 10.17663/JWR.2024.26.3.279

[3] Jeong, Chan-Gwon, "A Study on Directions for Improving the National Disaster Response System," Korean Journal of Military Affairs, Vol. 16, pp. 82-105. December 2024. DOI : 10.33528/kjma.2024.12.16.82

[4] H.S. Shim, "Implementation of Crisis Alert System based on Disaster and Safety Data Sharing Platform", Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference, pp. 303-304, Jeju, Korea, July, 2022.

[5] C.Y. Lee, G.J. Park, J.G. Kim, and T.H. Kim, "A Design of the Social Disasters Safety Platform based on the Structured and Unstructured Data", Journal of the Society of Disaster Information, Vol. 18, Issue. 3, pp. 609-621, September. 2022. DOI: 10.15683/kosdi.2022.9.30.609

[6] ChangYeol Leea, TaeHwan Kimb, ChangSeong Lee, "A development of the integrated model for the disaster field response and situation information management," Journal of the

www.kci.go.kr

Society of Disaster Information, Vol. 14(1), pp. 36-42, March 2018. DOI : 10.15683/kosdi.2018.03.31.36

[7] Gang, Su Myung etal., “A Plan for a Prompt Disaster Response System Using a 3D Disaster Management System Based on High-Capacity Geographic and Disaster Information,” Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, Vol. 19(1), pp. 180-196. Mar 2016. DOI : 10.11108/KAGIS.2016.19.1.180

[8] RAPTOR USER MANUAL, https://www.oregon.gov/oem/Documents/RAPTOR_User_Guide.pdf

[9] Risk Components, https://drmims.sadc.int/en/sendai-framework/risk-components

[10] FEMA, National Risk Index, https://hazards.fema.gov/nri/map

[11] FEMA(2020), National Risk Index Technical Documentation, https://fema.maps.arcgis.com/home/index.html

[12] Hyo-Young Jung, Se-Jun Park, “A Study on High-Precision Position Estimation Using State- Space Correction and Observation-Space Correction in Global Navigation Satellite System,” JOURNAL OF PLATFORM TECHNOLOGY, Vol. 13(3), pp. 71-80. June 2025. DOI : 10.23023/JPT.2025.13.3.071

[13] W-world, https://map.vworld.kr/map/maps.do

[14] Minsol Kim, Jongha Kim, & Sehoon Lee, “Performance Comparison of RDB and NoSQL in Real-Time Data Processing Systems Based on Spring WebFlux,” Journal of the Korea Society of Computer and Information , Vol. 30(7), pp. 1-10, July 2025. DOI : 10.9708/jksci.2025.30.07.001

[15] Jing Han, Haihong E, Guan Le and Jian Du, "Survey on NoSQL database," 2011 6th International Conference on Pervasive Computing and Applications, Port Elizabeth, pp. 363-366, December 2011. DOI : 10.1109/ICPCA.2011.6106531

Authors

Myeong-Chul Park received a B.S. degree in Computer Science from Korea National Open University in 1999, and the M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from GyeongSang National University in 2002 and 2007, respectively. He is currently a Professor in the School of Software at Kyungwoon University. He is interested in Visualization, Simulation, Education of Software, Healthcare, and DTx(Digital Therapeutics).

Ik-Joon Park received a B.A. degree in Department of Theater and Film from Hanyang University in 2001. He is currently a Head of Content Business Division at INPLAB Inc. He is interested in Disaster Safety Technology, AI Transformation, Educational Software and Time-Series Data Detection and Analysis.

www.kci.go.kr