

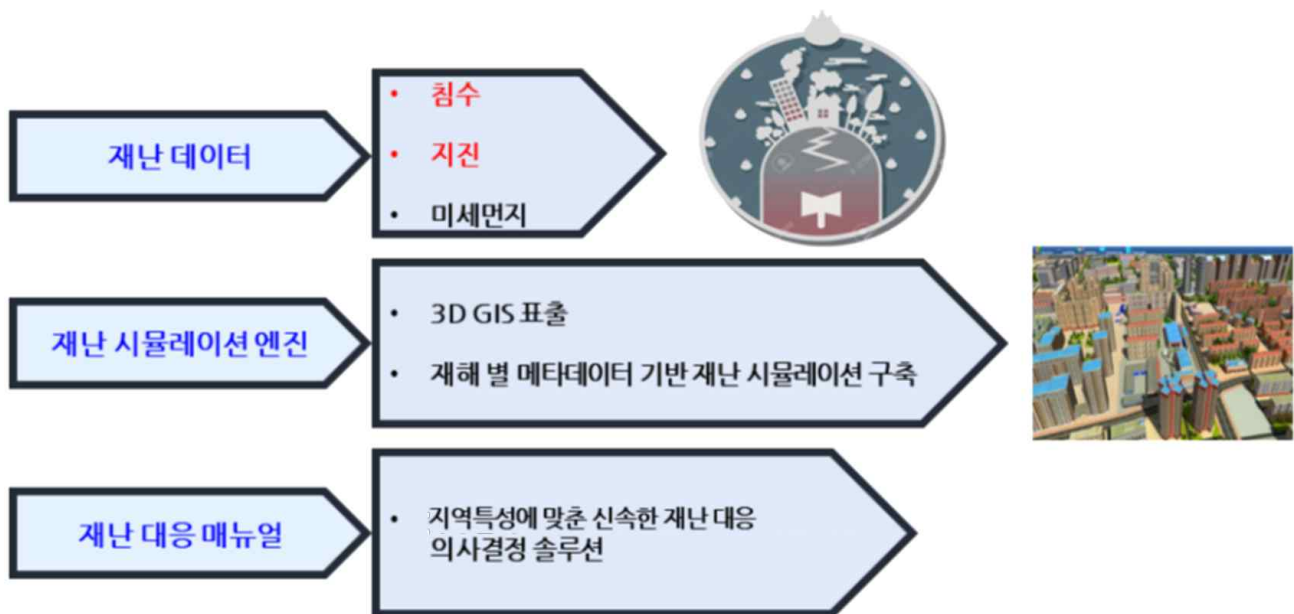
□ 예외상황 표출을 위한 의사결정지원 시스템(시뮬레이터) 기술 개발 연구

가. 연구목적

- 재난 발생 시 예외상황 표출을 통해 신속하고 정확한 의사결정을 지원하는 시스템을 개발하는 데 연구의 목적이 있습니다. 침수, 지진 등 다양한 재난 유형에서 실시간 데이터와 AI 예측 결과를 관리하고, 3D GIS 시각화를 통해 결과를 직관적으로 제공함으로써, 재난 피해를 최소화하고 효율적인 대응 프로세스를 구축

나. 기술 개발 개요

- 예외상황 표출 중심의 재난 시뮬레이션 엔진 설계
 - 실시간 재난 데이터를 기반으로 한 표준 메타데이터 구축.
 - 인공지능 학습모델을 통해 예외상황을 자동으로 감지 및 표출.
 - 재난 발생 시, 시뮬레이션 결과를 즉각적으로 시각화하여 의사결정을 지원.

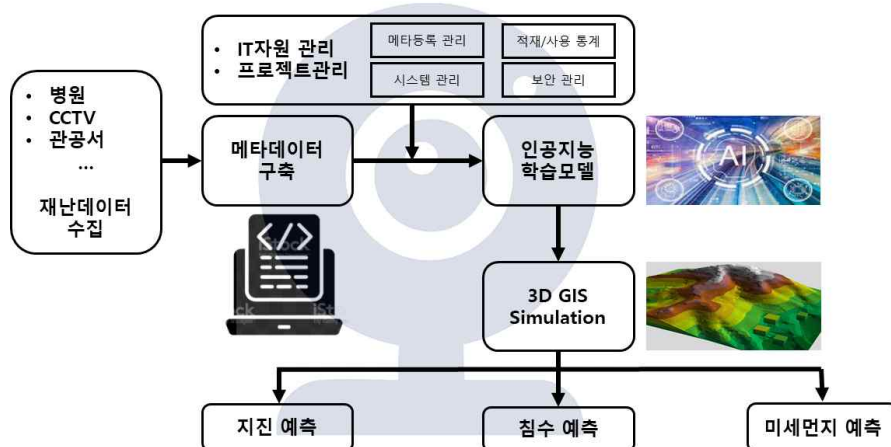


- 시각화 및 분석 기능 강화
 - Maptalks, Three.js, Cesium 등 오픈소스 GIS 기술을 활용한 3D 도시 시뮬레이션.
 - 예외상황 표출을 통해 침수, 지진, 미세먼지 등 다양한 재난 데이터를 실시간으로 분석하고 가시화.
 - 주요 위험 지역을 한눈에 확인할 수 있도록 예외상황 레이어를 추가하여 관리자의 의사결정을 지원.

- 데이터 자동 분류 및 표준화
 - 분석 결과를 자동으로 분류하고 CSV 파일로 저장하여 관리 효율성 극대화.
 - 표준화된 데이터 구조를 통해 재난 데이터의 활용성과 신뢰성을 향상

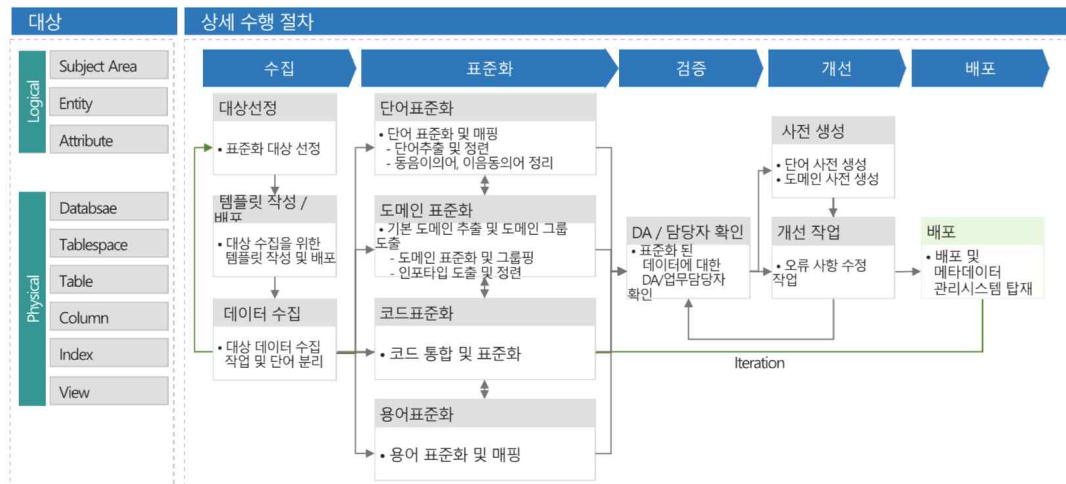
다. 예외상황 표출을 위한 메타데이터 구축 방안

- 메타데이터의 역할
 - 예외상황 표출에 필요한 데이터를 표준화하고, 논리적/물리적 데이터 모델을 통해 신속한 분석이 가능하도록 지원
- 구축 방식
 - 논리 모델 작성:
 - 재난별 표준 메타데이터를 기반으로 데이터 모델 작성.
 - 예: 지진 메타데이터(깊이, 위도, 경도), 침수 메타데이터(지형 높낮이, 토양 구성).
- 물리 모델 생성:
 - 표준화된 논리 모델을 기반으로 물리 모델 자동 생성.
 - DBMS와 연계된 스크립트 생성 및 반영.
 - 데이터 품질 관리 및 갭 분석:
 - 예외상황 표출을 위한 데이터 모델과 DBMS의 갭 분석 및 품질 검증 수행.
- 데이터 표준화의 필요성
 - 다양한 재난 상황에서 발생하는 데이터를 통합적으로 관리하기 위해 표준화된 메타데이터 필요.
 - 예외상황 표출 시 데이터의 신뢰성을 확보하여 의사결정의 정확성을 보장.
- 메타데이터는 조직 내외에서 관리하는 모든 데이터와 지식에 관한 정보임
- 재난 시뮬레이션 기능은 재난 데이터를 재난별 표준 메타데이터로 구축된 인공지능 재난학습모델에 입력하고 시계열 재난 시뮬레이션 데이터를 출력하도록 설계됨. 예를 들어, 지진 메타데이터는 지하의 암반 구성을 중심으로 구축될 수 있고, 침수 메타데이터는 지형의 높낮이, 토양구성을 중심으로 구축될 수 있음



METADATA

- 이에 국내 재난데이터 표준화를 제시하고, 재해 발생 시 즉각적인 대응을 위해 침수, 지진 등의 실시간 재난 데이터를 재해 시뮬레이션 엔진에 제공하여 재난별 표준 메타데이터로 구축된 인공지능 재난학습모델을 통해 재난 피해를 사전에 예지보전할 수 있는 재난예측 시스템을 제시하여 기존 재난시스템과의 차별성을 명확히 함



유형(Type)	목적(Purpose)	실 명(Examples)	사용자 (Audience)	원천(Origin)
업무(Business)	비즈니스 측면에서 데이터의 의미 이해를 돕기 위함	각종 문서, 보고서, 사용자 화면에 나타나는 업무용어 등	현업사용자	매뉴얼 (Manual)
기술 (Technical)	Development	기술적 구성요소 간의 상호참조 및 연결구조의 이해를 돕기 위함	개발자	시스템 이미지정보 System Captured
	Operational	운영시스템의 모델 및 품질관리 지원 데이터웨어하우스 운영처리를 지원	운영담당자 DW 관리자	시스템 생성정보 System Generated
	Relationships	모든 가능한 Object에 대한 연관성 추적 분석을 지원	모든 사용자	매뉴얼 / Agent 등

▲ 메타데이터 구조도

① 메타데이터를 활용한 논리 모델 작성

미리 정의된 메타데이터를 활용하여 데이터 모델을 작성하여 기업의 구성원들 간 명확한 의사소통을 가능하도록 함

예1) 지진 메타데이터 : depth, address, longitude, latitude 데이터 등

예2) 명확한 표준용어 : magnitude => 진도

예3) 지도연계 타입, 그래프 타입, 테이블 타입, OPEN API 타입 등의 데이터 종류별로 표준화

② 메타데이터에 의한 물리 모델 자동 생성

메타데이터의 표준 사전을 활용하여 작성된 논리 모델을 기반으로 자동화된 물리 모델을 생성

③ 모델링 도구에서 직접 모델 신청

모델러는 모델 작성을 완료하면 자동화된 표준 준수, 충실도 등을 수행하고 모델링 도구에서 현재 버전의 Publishing을 위한 승인 신청 수행

④ DBMS 반영 스크립트 자동 생성

직전 Publishing한 모델과의 갭분석을 통한 DDL 스크립트 생성
현재 DBMS와의 갭분석을 통한 DDL 스크립트 생성

⑤ DDL 스크립트 반영

명확한 작업 대상을 통한 DBMS 변경 작업 진행

⑥ DDL 반영된 DBMS 최종 정보 수집

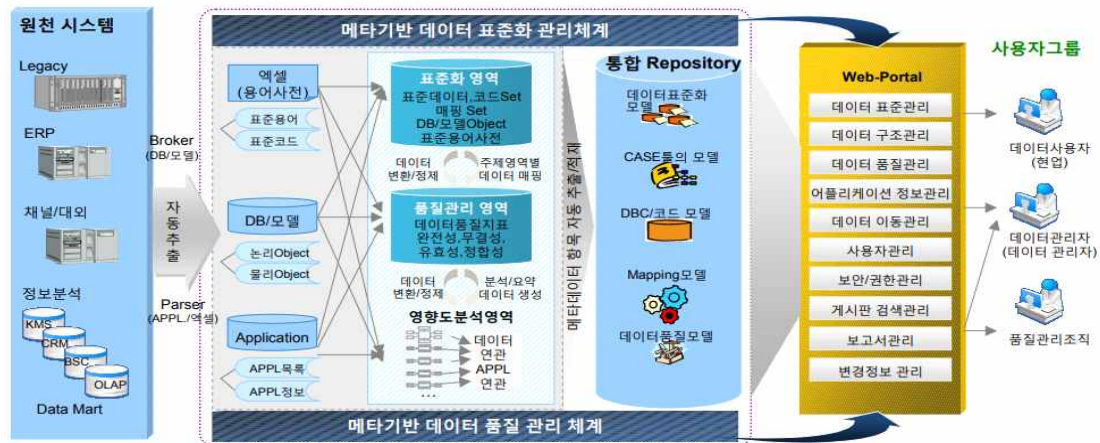
변경된 DBMS 카탈로그 정보 수집(배치/수시)

⑦ 물리 모델과 DBMS 정보 갭 분석

최종 Publishing 된 데이터 모델과 최신 DBMS 카탈로그 정보간 갭 분석 지원

⑧ 데이터 구조 기반의 품질 검증 및 데이터 흐름 관리

메타데이터를 활용한 데이터 모델 기반의 데이터 구조 관리가 확립되었다면 이를 데이터 품질 검증 및 흐름 관리로 확장

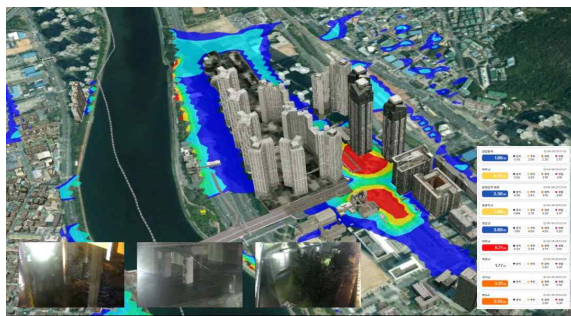


▲메타 기반 데이터 품질 관리체계

- 지역구 (방사능안전정보 공개센터 등)의 신속한 복합재난 적시대응 의사결정 체계 구축, 재난 취약지구 분석 및 재해별 메타데이터 표준 개발
 - 지역구 재난 관련 데이터 및 관리체계 분석을 통한 개선방안 도출
 - 3D GIS, 지형, 건물, 하천 등의 정보를 연계한 데이터 관리 표준 마련
 - ☞ 재난 데이터 표준화 관련 선행 연구조사, 문제해결을 위한 데이터 흐름 분석
 - ☞ 침수, 지진 문제해결을 위한 수집·생성된 데이터 특성을 분석하여 데이터 모델 정의
 - ☞ 재난 데이터 관리를 위한 표준 가이드라인을 정의하고 표준을 제정
- 기존 데이터 수집을 통한 지역특화 재난데이터 구축(연계) 및 표준화
 - 공공데이터, 부산군의 기 보유 각종 데이터 등을 활용한 지역 특화 DB 구축
 - ☞ (지형정보) 수치표고모델, 토지피복도, 경사도 등
 - ☞ (지하매설물 정보) 하수관망, 맨홀, 펌프시설 등
 - ☞ (하천, 지하차도 정보) 하천대장 및 지하차도 도면, CCTV/수위계 설치정보, 배수시설정보 등
 - ☞ (암반, 토양 정보) 지역별 지반 깊이, 지하의 암반과 토양 구성 정보 등
 - ☞ (기타 정보) 지역별 주요 시설 및 건축물 정보, 인구통계 정보, 관공서(주민센터, 경찰서, 소방서, 병원 등) 정보, GIS 정보

라. 시스템 주요 기능 및 특징

- 예외상황 표출 중심의 시뮬레이션 엔진
 - 재난별 예외상황을 자동으로 탐지하고, 신속히 시각화하여 표출.
 - 복합재난 상황에서도 예외상황을 우선 표출하여 대응 우선순위 설정 지원.
- 3D GIS 기반 시각화 및 데이터 분석
 - 도시 및 지역 단위의 예외상황을 3D GIS로 직관적으로 제공.
 - 위험 지역의 침수, 지진, 미세먼지 데이터를 레이어별로 구분하여 표출.
- AI 기반 예측 및 시나리오 분석
 - 예외상황 발생 가능성을 사전에 예측하여 사용자에게 경고 메시지 전송.
 - 시나리오별 대응 가이드를 통해 관리자의 의사결정을 지원.
- 실시간 데이터 통합 및 대시보드 제공
 - 실시간 재난 데이터(기상, CCTV, GIS 등)를 통합하여 하나의 대시보드에 표시.
 - 예외상황 표출 및 중요 데이터 우선 배치로 의사결정 효율화.
 - 재난 시뮬레이션 엔진은 재해별 표준 메타데이터를 구축하여 신속하고 정확한 시뮬레이션을 제공하고, 3D GIS 표출 기능으로 사용자에게 직관적인 가시 정보를 제공함
 - GIS(Geographic Information System)을 통해 지리적 위치를 갖고 있는 대상에 대한 위치자료(spatial data)와 속성자료(attribute data)를 통합·관리하여 지도, 도표 및 그림들과 같은 여러 형태의 정보를 제공함으로써 통합적 재난 관리 시스템을 구축하여 현장 상황 및 분석적 측면의 정확도를 높여 정확하고 신속한 재난 관리 및 의사결정을 제공함



시뮬레이션 기반 분석 시각화



시뮬레이션 기반 하천홍수 범람도

- AI 기반 재난 예측 및 지역에 최적화된 모델 개발 · 적용
 - 재해 상습 지역의 실시간 상황인지를 위한 시계열 기반 시뮬레이션 기술 개발
 - 재난영상감시장치(CCTV) 데이터 판독 및 딥러닝 기반 예측 기술 개발
 - 3차원 GIS 기반 신속한 재난 대응 의사결정 솔루션 구축
 - 상황 단계별 재난대응 프로세스 기술 구축
- ☞ 1단계 : 관심

- 재난 징후 접수 후 상황 전파 및 보고

☞ 2단계 : 주의

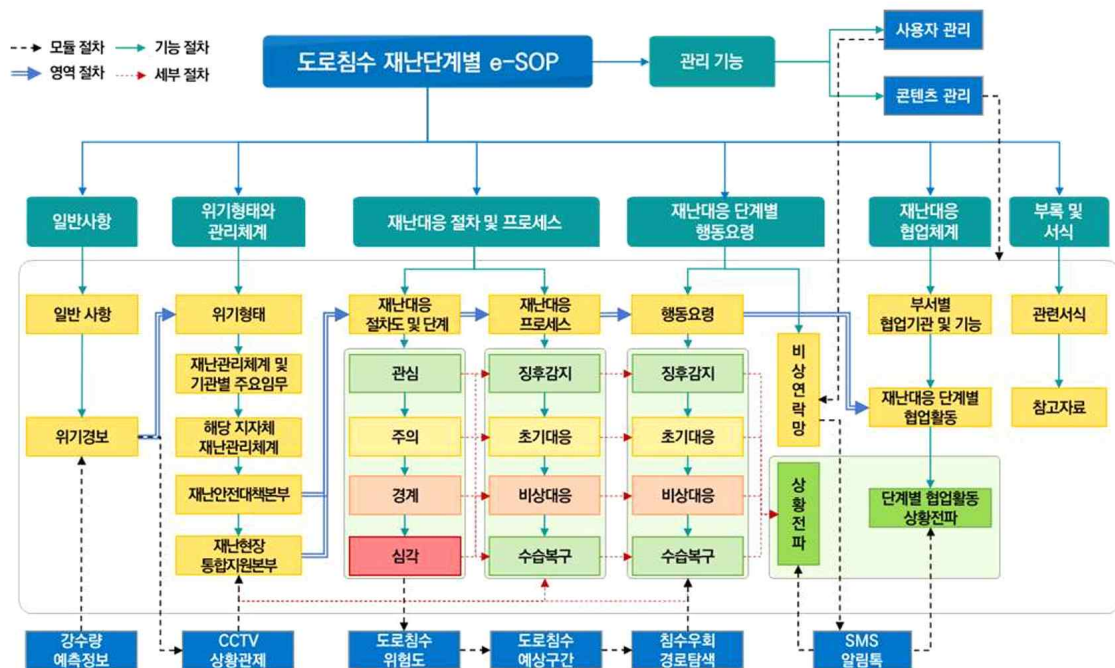
- 시민들에게 재난주의보 메시지 전송 및 상황 모니터링

☞ 3단계 : 경계

- 시민들에게 대피소 정보 메시지 전송 및 재난상황실 운영

☞ 4단계 : 심각

- 현장출동 대응을 통한 고립된 시민 구출 및 수습/복구 활동



• 대응 단계별 특징

- 국내·외 복합재난 발생 사례조사를 바탕으로 복합재난 대응단계를 크게 재해발생전 인 관심·주의·경계 단계, 재해가 발생한 직후 및 재해발생 후 단기복구와 장기복구가 필요한 심각 단계 등 4단계로 구분하고 각 단계별 주요 특징을 도출

☞ 관심·주의·경계 단계에서는 자연재해 발생 시 복합재난으로 악화될 수 있는 시설물이 밀집되어 있는 지역이 취약하다고 판단하고, 취약 지점을 예의 주시하고, 재난 상황을 시뮬레이션함으로써 신속한 인명구조와 더불어 피해확산 저감이 가능하도록 대응함

☞ 심각 단계는 단기복구단계와 장기복구단계로 구분하여, 단기복구단계에서는 피해를 받은 주민들의 기본적인 의식주를 지원하고, 장기복구단계에서는 주민들이 정상적인 경제생활 및 사회생활을 할 수 있도록 회복부분에 초점을 두고 관리함

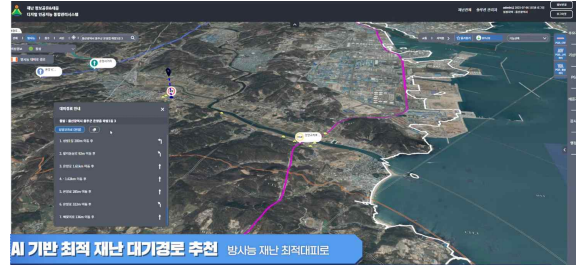
• 시민생활안전을 위한 3차원 GIS 기반 도시 예지보전 솔루션 개발 · 적용

- 시뮬레이션을 통한 실시간 도심지 재난위험 예측/분석
- 재난예측 및 모니터링 데이터를 기반으로 시민생활안전을 위한 다양한 서비스 제공

- ☞ 실시간 재난현황 모니터링으로 교통 혼잡 최소화(CCTV) : 교통통제, 우회경로 안내 등
- ☞ AI 기반 재난 대피경로 탐색 및 대응 지원으로 재난구역 시민 위험 대피로 안내 등
- ☞ 시각화, GIS 기반 재해정보 지도 제공(시민안전단리 내비게이션)으로 안전한 시민대피



실시간 재해도 표시



대피경로 시각화

- 대상공간 환경 센싱정보 기반 복합재난 전조 감지 및 자율학습 기술
 - 지상공간(전통시장, 역사, 다중이용시설 등), 지하공간(공동구, 일반구 등)
 - 대상공간 환경정보 수집 표준 입출력 인터페이스 개발
 - 표준격자 기반 재난 전조감지 경보 디지털트윈 공간 매핑 기술 개발
 - 자율·강화학습 기반 전조감지 모델 개발
- 복합재난 확산정보 및 요구조사 위치정보 기반 능동대응정보 전달기술
 - 복합재난 확산정보 기반 실내 지역(Zone) 단위 능동대응 정보 생성 및 전달 기술개발
 - 실내 지역 구조조건 복합재난 확산정보 공유 및 협업 기술개발
- 구조자 상황 맞춤형 디지털트윈 계층 정보 추출 및 전달 기술
 - 구조자 실내 지역(Zone) 기반 디지털트윈 정보 분할 및 계층정보 추출 통합 기술 개발
 - 구조자 상황 맞춤형 디지털트윈 정보 압축·전달 기술 개발
 - 구조자 집단 정보 공유 기술 개발
- 복합재난 능동대응 장치 원격제어 기술
 - 실내 지역 단위 능동대응 정보 기반 재난지역 IoT 장치 원격제어기술 개발
 - 실내 공간 모델링을 위한 대상지역 이동형 영상장치 원격제어 기술 개발
- 방사능 재난 표준 시나리오 모형 유형
 - 상황발생시 관심, 주의 단계에서 백색비상, 경계단계에서 청색비상, 심각단계에서 적색비상을 선포하고, 수소 폭발 등의 경계선을 넘어서면 재난으로 선포