CNI세미나 2022-066

디지털 트윈 기술을 활용한 하천관리체계 구축 방안 마련 워크숍

일시 : 2022. 10. 5.(수) 14:00~16:30
장소 : 충남연구원 4층 회의실

충청남도 Chungcheongnam-do

충남연구원 ChungNam Institute

디지털 트윈 기술을 활용한 하천관리체계 구축방안 마련
전문가 워크숍 개최계획(안)

1 개 요

❍ **목 적** : 안전한 스마트 물관리를 위해 최첨단 디지털 트윈 기술을 활용하여 하천관리체계 구축방안을 마련하기 위한 최신 기술 구축사례 발표 및 논의

❍ **일 시** : 2022년 10월 5일(수), 14:00~16:30

❍ **장 소** : 충남연구원 4층 회의실(충남 공주시 소재)

❍ **주최·주관** : 충청남도 · 충남연구원

❍ **참 석 자** : 충청남도 및 15개 시·군 하천부서 팀장 및 담당자, 발표자, 토론자, 충남연구원 등

2 추진일정

시 간	내 용	비 고
14:00~14:10	개회 및 참석자 소개	사회자
14:10~14:40	Digital Twin 물관리 Platform – Digital GARAM^{+}	K-water **권문혁**
14:40~15:10	이상홍수대응을 위한 홍수방어시설 초연결 최적운영기술 개발	단국대 **강부식**
15:10~15:30	휴식	
15:30~16:30	종합토론	토론자, 참석자
16:30~	폐회	사회자

3 참석자

소 속	성 명	직위/직급	비고
K-water	권문혁	부장	발표
단국대학교	강부식	교수	발표
충남연구원	이상진	박사	토론(좌장)
한국건설기술연구원	박문형	박사	토론
국토연구원	김준성	박사	토론
한국환경연구원	안종호	박사	토론
매그파이소프트	김형기	대표이사	토론
충청남도(하천과)	여형구	하천계획팀장	관련 부서
	오근영	주무관	"
충남 15개 시·군	-	팀장 및 주무관	"
충남연구원	김영일	연구위원	행사 주관
	유지민	연구원	"
	이지현	연구원	"

※ **위치** : 충청남도 공주시 연수원길 73-26(금흥동 101)

Digital Twin 물관리 Platform
Digital GARAM+

K-water 디지털사업부 권문혁 부장

Digital Twin 물관리 Platform

Digital GARAM+

2022. 8

디지털 트윈(Digital Twin)

A digital twin is a virtual representation that serves as the real-time digital counterpart of a physical object or process. Though the concept originated earlier the first practical definition of digital twin originated from NASA in an attempt to improve physical model simulation of spacecraft in 2010 (Wikipedia).

K water

Contents

Ⅰ 사업개요 및 목표

Ⅱ 주요 성과

Ⅲ 향후 계획

I

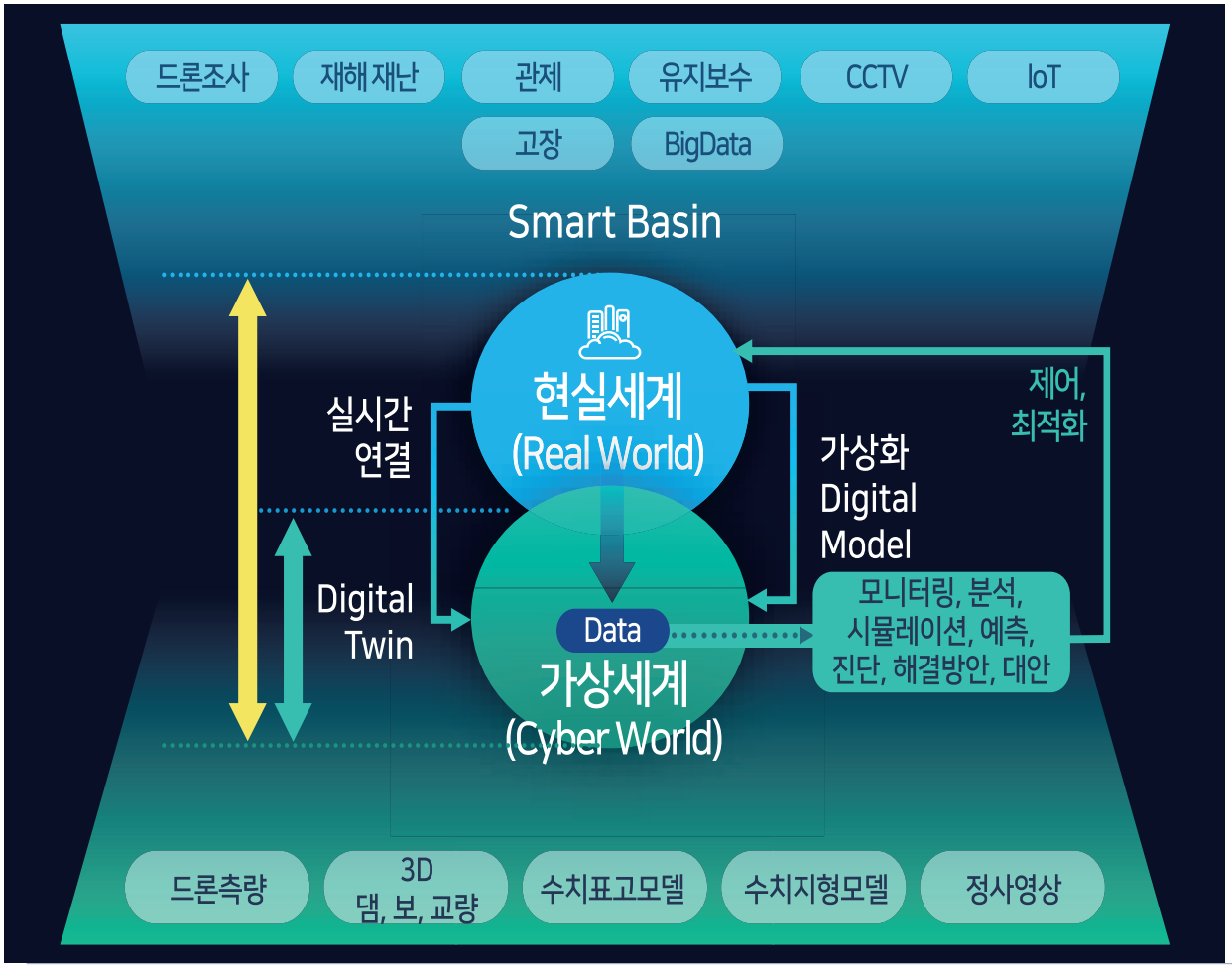
사업 개요 및 목표

기후변화로 물관리 복잡성·불확실성 지속적 증가,
물 관리 디지털 전환(Digital Transformation)을 통한 혁신적 변화 요구

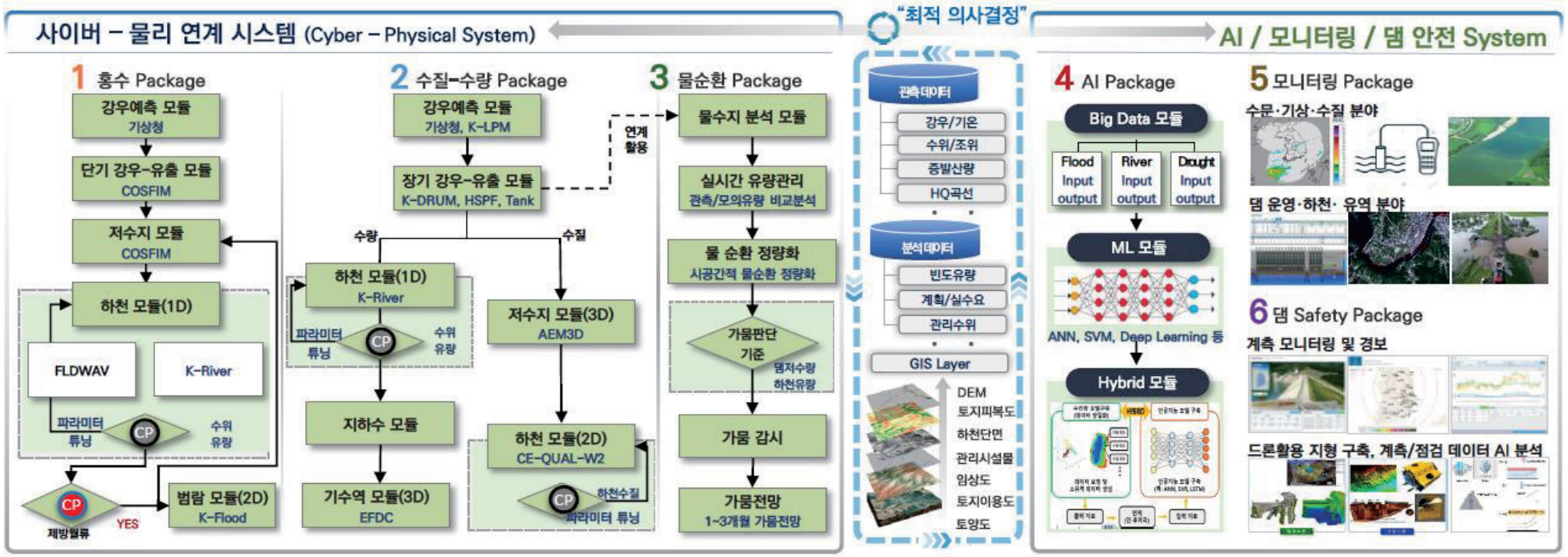
기후위기가 뉴 노멀이 된 시대	이상기후에 따른 수재해 빈발	전세계의 디지털 大 전환 열풍	디지털 전환의 핵심 'Digital Twin'
지난 133년간(1880~2012) 지구평균 기온 1℃ 상승	'20년, 역대 최장(55일) 장마와 집중호우	"2년간 일어날 디지털 전환을 2개월만에 경험(MS CEO)"	한국판 뉴딜 10대 대표과제 '디지털 트윈' 선정('20.7)

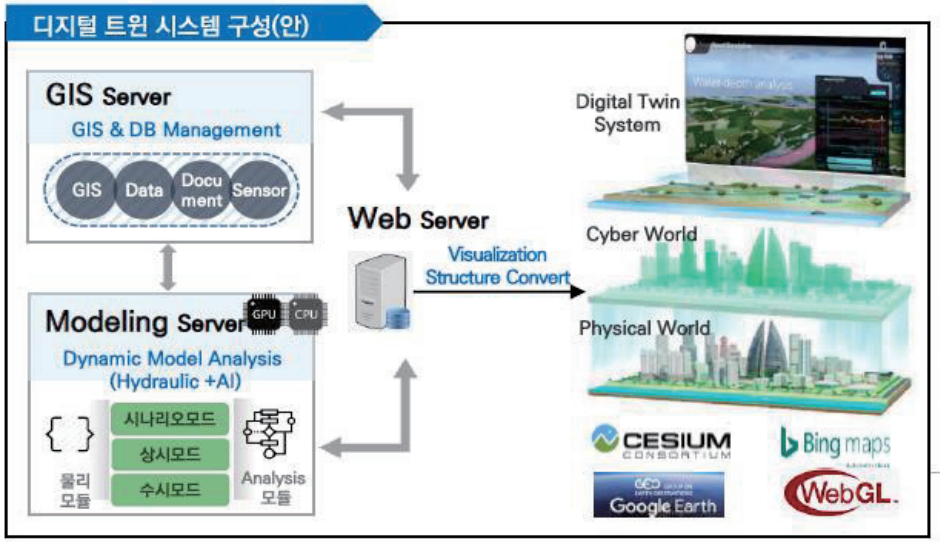
I - 02 디지털 트윈 개념

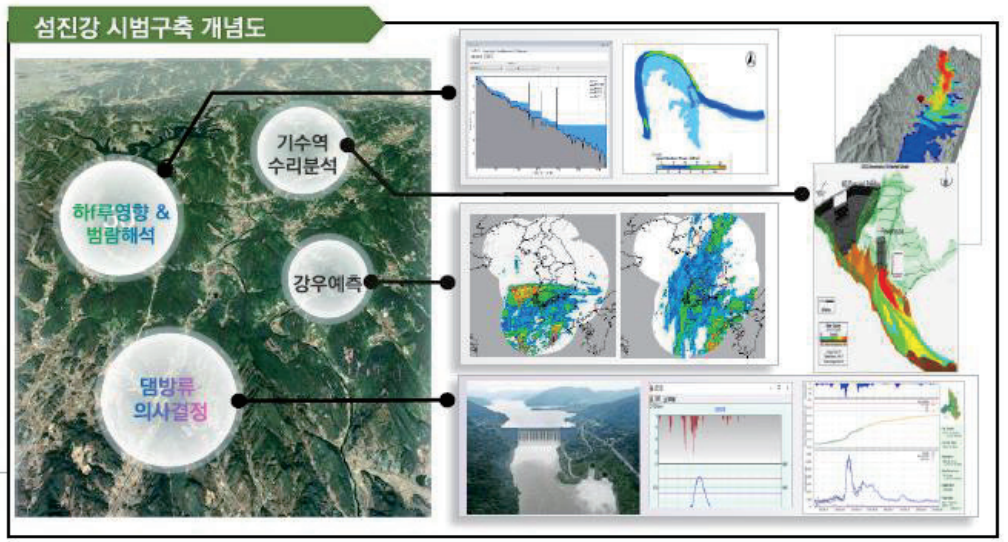
현실세계와 **가상세계**를 동기화, **사이버공간**에서 시뮬레이션하고
그 결과를 **Feedback**, 최적의 해를 찾는 **Cyber-Physical System**



I - 03 디지털 트윈 아키텍처







I - 04 사업 범위 및 목적

섬진강 유역(4,912 ㎢) 을 대상

댐·유역·하천 One System 플랫폼 구축, 수재해 예방 및 운영효율성 제고

공간적 범위

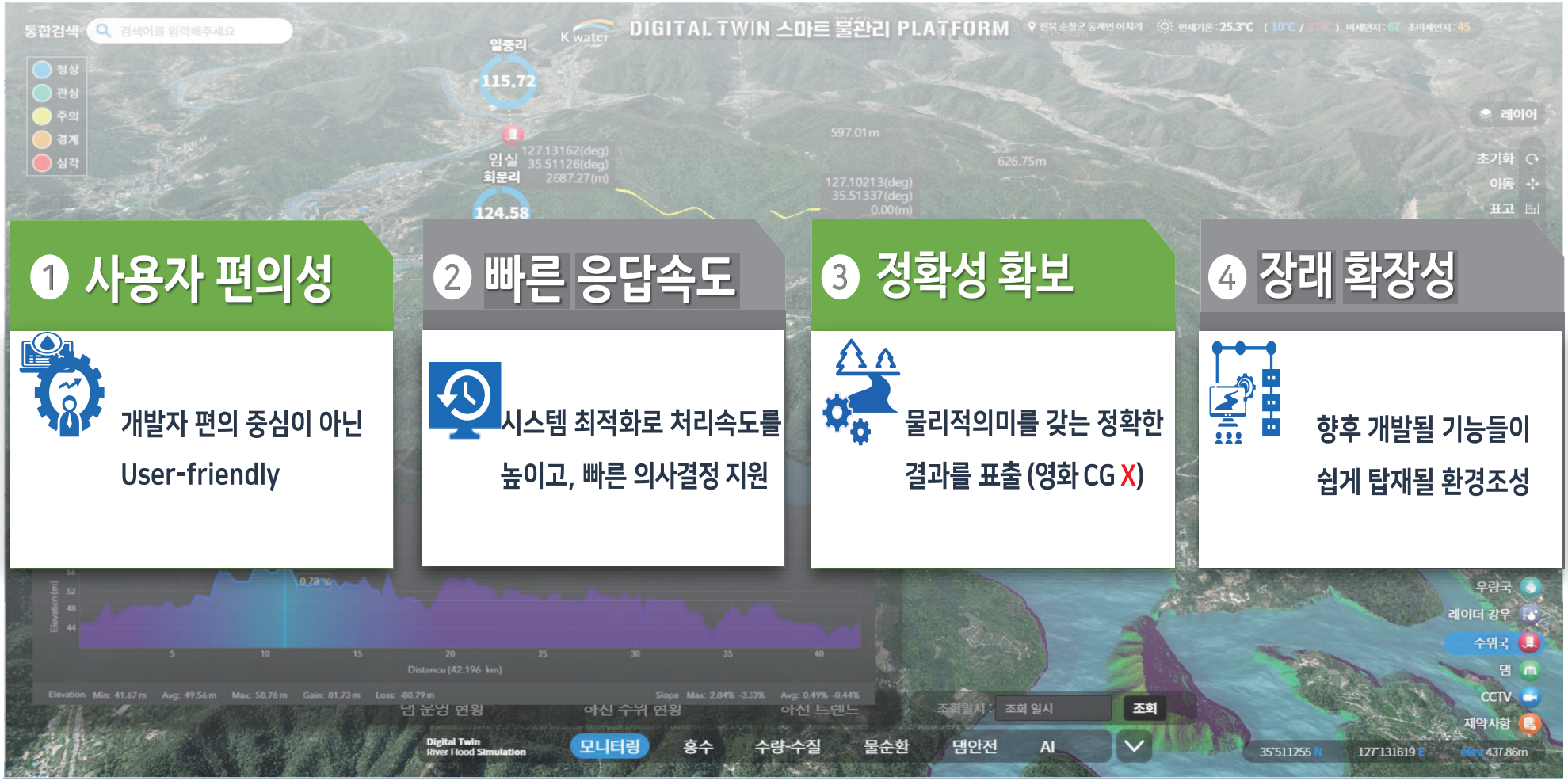
기술적 범위

Ⅱ

주요 성과

Ⅱ - 01 플랫폼 개발 원칙

Digital Twin의 핵심은 “실제와 동일한 가상모델 기반의 실험을 통해 최적화된 의사결정을 지원” 하는 것



Ⅱ - 02 3D Base Map 제작

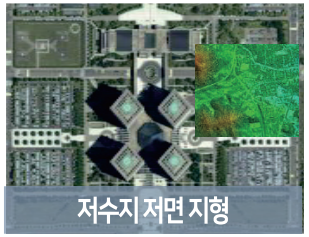
고해상도 3D Base Map, 3차원 Object, 고정밀 저수지 3D 지도 제작

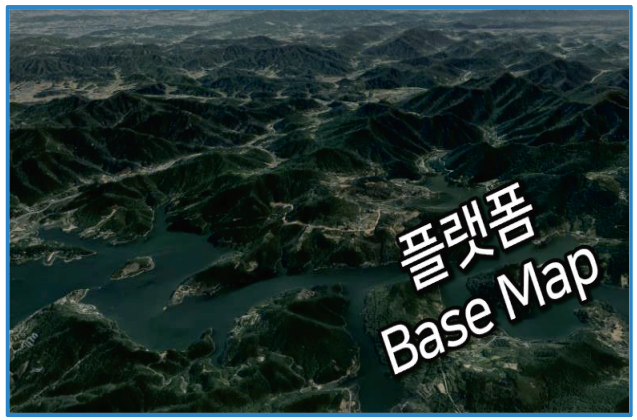
3D 지도제작

▪ 항공사진과 DEM 병합 3차원 지도 제작

항공 사진 & LiDAR ▸▸ **정사영상+DEM 병합**

- 항공기활용, 정사영상 및 수치표고모델(DEM) 제작
- 정사영상과 DEM 병합 3D Base Map 제작



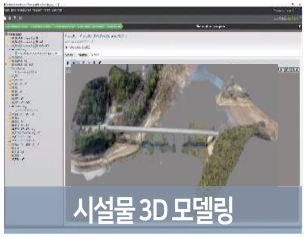


3차원 Object 탑재

▪ 드론 맵핑 후 3D 교량 제작 · 탑재

드론 촬영 ▸▸ **3D 모델링 제작**

- 초 근접 드론 촬영
- Context Capture



저수지 정밀 3D 지도제작

▪ 저수지 멀티빔 측량 후 LiDAR 성과 병합 · 탑재

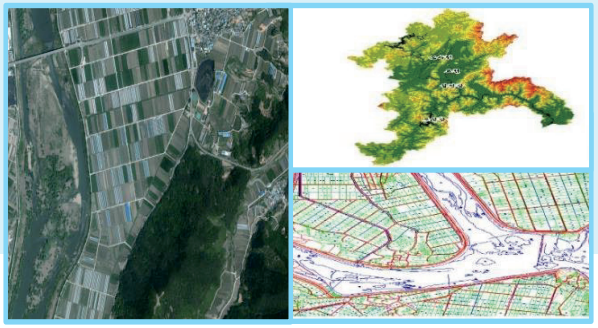
수심측량 ▸▸ **3D저수지 지형제작**

- 멀티빔 에코사운더 이용 정밀 수심측량
- 수심 데이터 편집 · 조합
- 수심 표고 수치모델 제작

하천 속성을 반영한 3D Map 개발

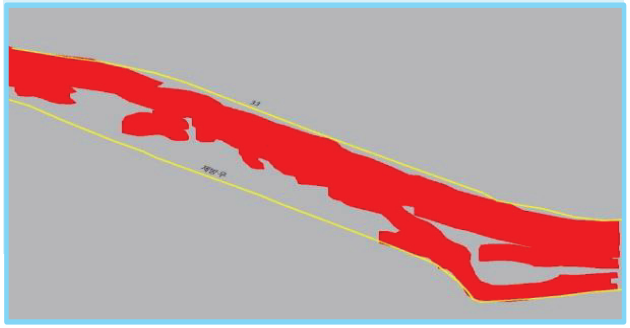
Task 3차원 지형 구축 (4,914㎢) : DEM 유역전체 + 정사영상 유역전체 + 수치지도 제외지 + 하천기본계획 하상 Data 제외지

공간데이터 수집
- 정사영상, DEM, 수치지도 등

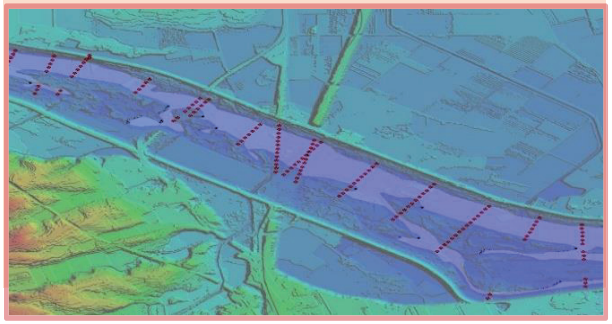


DEM&정사영상 하중도 확인
- 하천단면정보 없는 DEM Data 검토

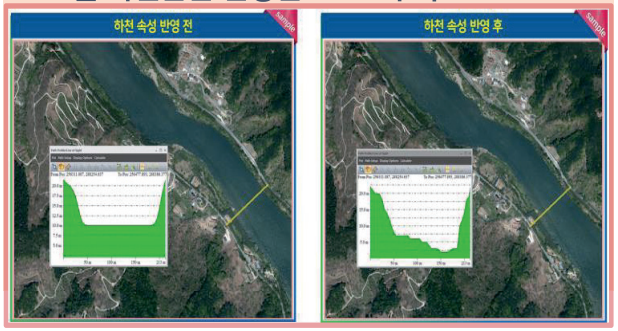
하천내 수면부 제거
- 하천 저수구역 Polyline 생성



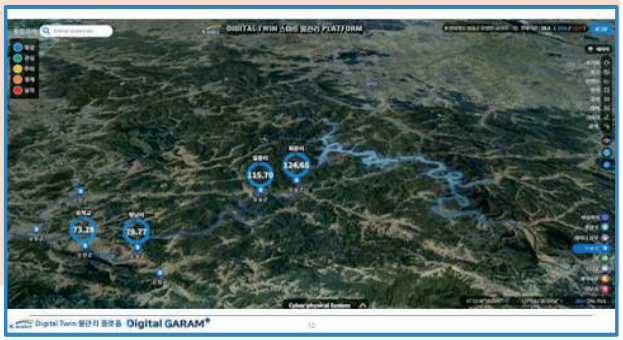
하천 단면 내삽 및 공간보간
- 기존 저수구역 제거 및 측량 Data 병합

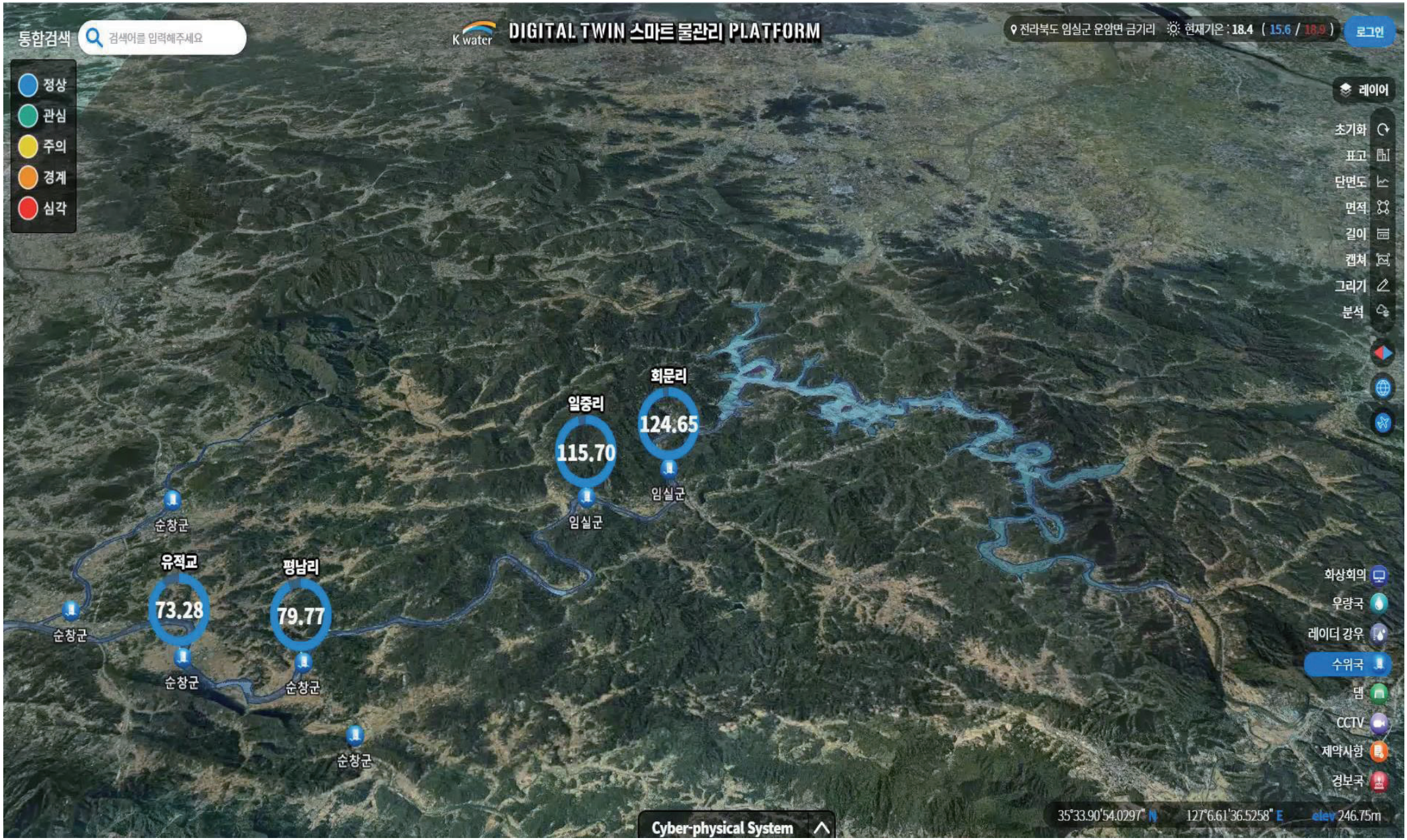


하천 하상 단면 보정
- 실 하천단면 반영한 DEM 구축



3D 지형 Beta Version
- 정사영상 + DEM + 하천속성 병합




통합검색
검색어를 입력해주세요
K water
DIGITAL TWIN 스마트 물관리 PLATFORM
전라북도 임실군 운암면 금기리
현재기온 : 18.4 (15.6 / 18.9)
로그인
정상
관심
주의
경계
심각
레이어
초기화
표고
단면도
면적
길이
캡쳐
그리기
분석
회문리
124.65
일중리
115.70
임실군
임실군
순창군
유적교
73.28
평남리
79.77
순창군
순창군
순창군
순창군
화상회의
우량국
레이더 강우
수위국
댐
CCTV
제약사항
경보국
Cyber-physical System
35°33'90'54.0297" N
127°6'61'36.5258" E
elev 246.75m

사용자 편의성을 고려 Web-GIS 기반 DT 플랫폼 개발

공간 데이터

- 정사영상
- 드론영상
- Geo 데이터

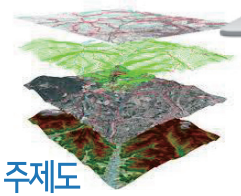
연계 데이터

- 기상 정보
- 수질 정보
- 수량 정보
- 기타 정보

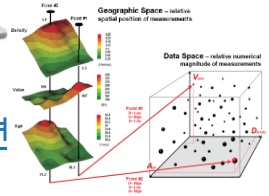
사용자 편의의 3D GIS 기능 제공

✓ 수리·수문, 범람, 수질 모형 등의 시뮬레이션 결과 3차원 표출

✓ 강우, 수위, 유량, 물순환 등 실시간 정보 시각화(표, 그래프) 표출



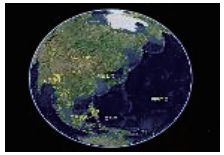
관련 주제도



시뮬레이션 분석결과

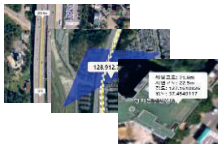
지도 영상 설정

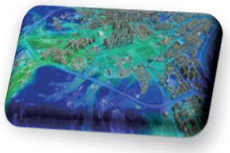
지도 종류 설정하는 기능



GIS 기능

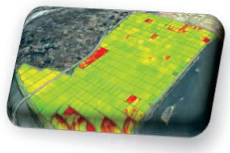
지도 화면의 거리/면적/고도를 측정하는 기능





지도 조작

마우스 및 키보드 조작으로 지도 화면을 조작하는 기능

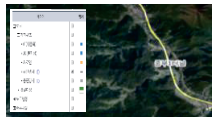


저장 기능

현재 지도 화면을 저장하는 기능

레이어 제어

레이어(WMS, 건물 레이어 등)의 ON/OFF 가시화 기능



시스템 관리

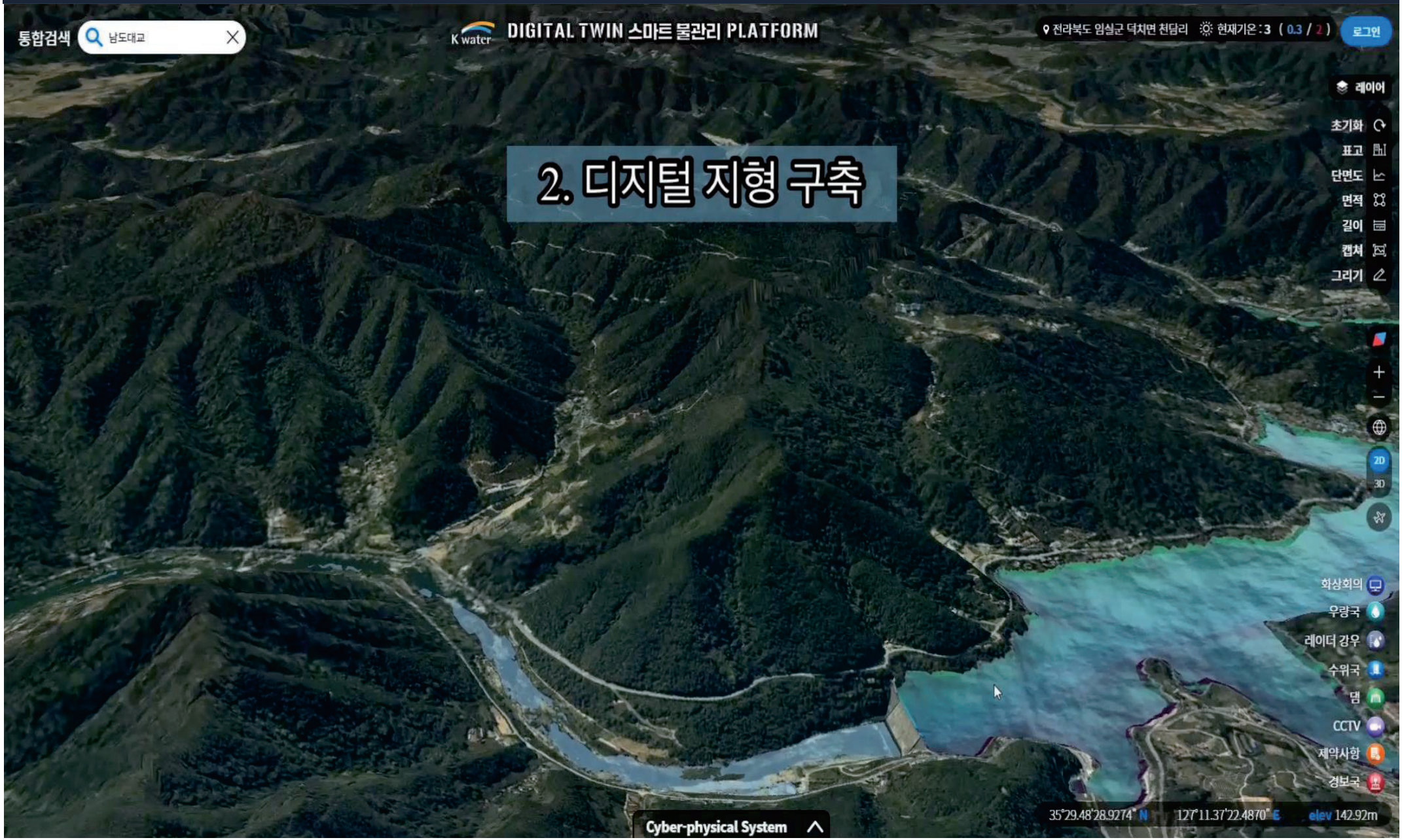
접속자 정보, 접속이력, 권한 관리 기능

Ⅱ - 04 Big Board 표출

물관리 담당자들이 함께 의사결정 Tool로 사용 가능 토록 Big Board 구축

[시연] Digital Twin 물관리 플랫폼 주요 기능

[시연] Digital Twin 물관리 플랫폼 주요 기능



[시연] Digital Twin 물관리 플랫폼 주요 기능

[시연] Digital Twin 물관리 플랫폼 주요 기능

[시연] Digital Twin 물관리 플랫폼 주요 기능

(시연 절차) Digital Twin Platform을 활용한 댐운영 의사결정 과정

1 섬진강 강우 예보

댐유역
현 강수량 : 160mm
강우 예보 : 300mm

하류하천
현 강수량 : 150mm
강우 예보 : 150mm

2 댐 수문 방류량 검토 (홍수모형)

댐 홍수조절용량 고려 방류량 검토

↓

계획 방류량의
50% 수준으로 방류

3 댐하류 하천 영향 확인(플랫폼)

댐방류에 따른 하천 피해여부 확인

↓

일부 제약사항
피해 우려

4 댐 수문 방류량 조정(홍수모형)

댐하류 하천 영향 고려 방류량 조정

↓

계획 방류량의
약 20% 수준으로 방류

5 댐하류 하천 영향 확인(플랫폼)

댐방류에 따른 하천 피해여부 확인

↓

하천 피해 우려지역 해소

Ⅲ

향후 계획

정부, 산·학·연 협력, "Digital Twin 기반 물관리 Global 기술 선도"

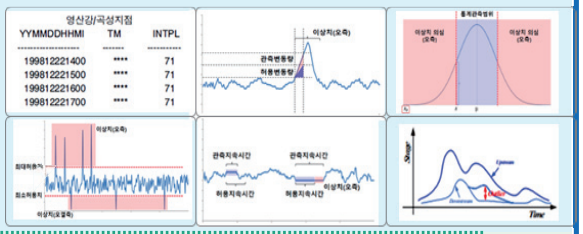
- DATA 구축, 미래 기술력 확보, 물산업 생태계 조성 -

01 Data

Time Series Data

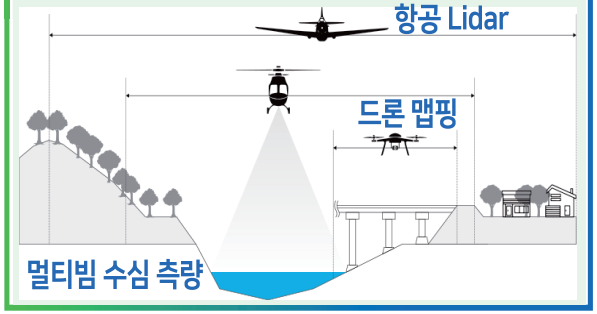
- 수리·수문 Data 품질관리 체계 구축

Data 품질검정 :허용한계,지속시간한계,공간적일치성등



Geospatial Data

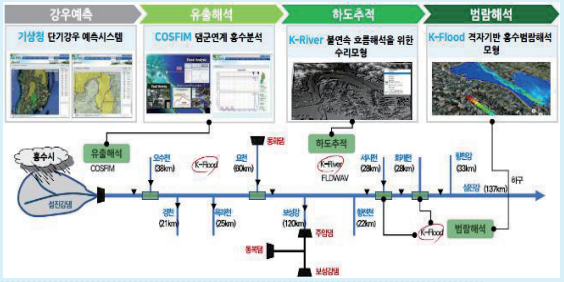
- 하천공간 정보 디지털 전환 Accuracy 제고



02 분석 Model

수리 · 수문 · 수질모형 고도화

- 모델 연계 Converter 개발 및 분석 속도 개선



데이터 기반 수자원분석 모델

- 4차산업기술 연계 Data-driven 모델 개발

03 3D 가시화

(Reality) 3차원 가시화 기술 고도화

(처리속도) 고용량 3차원 객체 경량화

세밀한 현실 묘사 ➡ 분석 정확도 개선 및 시간단축

Digital Twin Platform 고도화 및 5대강 유역 확대 구축

`22 섬진강 DT 고도화 및 5대강 확대

`21 섬진강 DT 플랫폼 개발

섬진강유역 DT 시범구축

- DT 시스템 구성(안) 설계
- 3D 지형(DEM, 정사영상 등) 구축
- DT 물관리 플랫폼 개발
- 모듈개발(모니터링, 홍수, 가뭄)
- 홍수범람 3D 가시화 엔진개발

5대강 유역 DT 시범구축

[한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강 유역]

- 섬진강 DT 기능 고도화 및 시범운영
  - → Smart View, 시설 3D 모델링, Date 업로드 등
- 5대강 유역 플랫폼 구축, 하구모델 탑재

홍수 패키지 중심

- 게임기반(Unity) 3D 가시화 엔진 개발
- 수질, 물 순환 등 Package 시범 구축

`23 DT 기반 물관리 전환

5대강 유역 DT 고도화

- 5대강 유역 DT 기능 고도화
- 플랫폼 3D 모델링 경량화
- 게임기반 3D 가시화 모델 구축
- 타 분야 Package 5대강 확대

감사합니다

이상홍수 대응을 위한 홍수방어시설 초연결 최적 운영기술 개발

단국대학교 토목환경공학과 강부식 교수

디지탈트윈 기술을 활용한 하천관리체계 구축방안 마련 워크샵, 2022.10.5(수)

환경부
Ministry of Environment

2022년도 환경기술 개발사업, 기후위기대응 홍수방어능력 혁신기술 개발사업

이상홍수 대응을 위한 홍수방어시설 초연결 최적 운영기술 개발

연구책임자 강 부 식 (단국대학교)

DKU 단국대학교 DANKOOK UNIVERSITY

환경부
Ministry of Environment

I 과제 개요

1. 연구과제 배경 및 필요성
2. 연구개발대상의 국내외 현황
3. 기술개발의 차별성
4. 연구개발의 최종 및 단계별 목표
5. 연구개발의 최종성과물

II 연구 내용 및 추진 전략

1. 목표기술개요(총괄)
2. 기술개발 분담체계
3. 기관별 목표기술개요 및 세부연구내용
4. 통합테스트베드 선정 및 운영전략
5. 연차별 추진체계
6. 연구수행일정

III 주관 및 참여기관 전문성 & 역량

1. 주관기관 연구책임자 소개
2. 해당분야 연구수행 실적
3. 주관기관 대표연구실적
4. 참여기관 대표연구실적

IV 과제 운영 및 성과관리 계획

1. 참여기관간 연계도
2. 연구과제 세부 운영 및 관리계획
3. 최종성과지표 및 목표치
4. 성능지표 및 측정방법
5. 단계별 성과검증계획(안)
6. 예상성과 및 성과관리계획

V 기대효과 및 활용방안

1. 예상되는 기대효과
2. 연구개발성과 활용방안

환경부
Ministry of Environment

I 과제 개요

1. 연구과제 배경 및 필요성
2. 연구개발대상의 국내외 현황
3. 기술개발의 차별성
4. 연구개발의 최종 및 단계별 목표
5. 연구개발의 최종성과물

II 연구 내용 및 추진 전략

1. 목표기술개요(총괄)
2. 기술개발 분담체계
3. 기관별 목표기술개요 및 세부연구내용
4. 통합테스트베드 선정 및 운영전략
5. 연차별 추진체계
6. 연구수행일정

III 주관 및 참여기관 전문성 & 역량

1. 주관연구책임자 후보
2. 해당분야 연구수행 실적
3. 주관연구기관 대표 실적
4. 참여기관 대표연구실적

IV 과제 운영 및 성과관리 계획

1. 참여기관간 연계도
2. 연구과제 세부 운영 및 관리계획
3. 최종성과지표 및 목표치
4. 성능지표 및 측정방법
5. 단계별 성과검증계획(안)
6. 예상성과 및 성과관리계획

V 기대효과 및 활용방안

1. 예상되는 기대효과
2. 연구개발성과 활용방안

Ⅰ 과제개요

연구개발 배경

[사람과 자연의 지속가능한 공존을 위한 통합 물관리]의 주요 정책과제 중
저류-방류, 수질-수량-수생태계를 연계한 종합적 댐 운영의 실현

홍수 방어시설 등의
유지·관리와 안정적 운영을 위한 액션플랜 수립 필요성

위기대처 능력 제고를 위한 기술개발 필요

'20년 기록적인 폭우로 댐 유역,
제방 인근 등 홍수 취약지점 관리 강화 가속화

기존 시설의 설계빈도 초과 강우 발생시 가능한
비상 운영 대응을 위한 기술개발 필요

댐-하천 디지털 물관리 플랫폼(~'27) 구축 추진이 예상됨에 따라
유역 내 홍수 관리 요소에 대한 공간적/물리적 고정밀·고품질 데이터 확보

"기후변화에 따른 이상홍수 대비
디지털 기술 기반 홍수관리 시스템 구현을 위한

**지능형
홍수관리 운영
시스템 구축 필요**"

Ⅰ 과제개요

연구개발 필요성

인공지능 의사결정 시스템 운영을 통한 신속하고 유기적인 대처 가능

충주댐 직하류의 G댐 사고 일지(2017)
(2명 사망, 147억원 재산피해)

- 05시 : 수위 EI. 134m
- 05시 50분 : 기상청 호우주의보 발령(6시간 163mm)
- 06시 40분 ~ 11시 50분 : 수문 7개 완전개방(초당 2489t) 에 이르기까지 단계적 방류승인(한강홍통)
- 13시 50분 : 산자부 재난관리수준 '경계'로 격상
- 14시 30분 : 국토부 '홍수경보' 발령
- 14시 30분 ~ 15시 20분 : G댐 수위 EI. 137.60m 유지

문제점

- 매뉴얼과 운영자의 경험적 판단에 의존한 돌발상황 대처 대응시간(8시간)이 존재하였으나, 제한된 정보 및 경험으로 대처에 한계 존재

연구개발대상의 국내외 현황

I 국내현황

섬진강댐 유역 Digital twin 구축 시범사업(K-water)

섬진강수계 스마트 물관리 Platform (COSFIM 모형 탑재사례)

연구개발대상의 국내외 현황

Ⅰ 학술연구현황

홍수관리분야 Smart 기술 학술연구개발 현황

- 이상기후로 인하여 가뭄과 극한홍수의 규모와 빈도가 점차 높아지는 가운데, 하천관리체계의 고도화와 시설투자의 지체로 인하여 **재해리스크가 점차 높아지고 있음**

- 기존 방식의 SOC 기획/운영 방식으로는 불필요한 **예산낭비의 리스크**와 **하천운영의 효율성 한계**에 직면

International Journal of Future Generation Communication and Networking
Vol. 11, No. 1 (2018), pp.55-62
http://dx.doi.org/10.14257/ijfgcn.2018.11.1.06

Internet of Things (IoT) Architecture for Flood Data Management

Azimah Abdul Ghapar, Salman Yussof and Asmidar Abu Bakar

Universiti Tenaga Nasional, Malaysia
azimah, salman, Asmidar@uniten.edu.my

24편의 최신 논문 인용

geosciences

MDPI

Review

Big Data in Natural Disaster Management: A Review

Manzhu Yu *, Chaowei Yang and Yun Li

NSF Spatiotemporal Innovation Center, George Mason University, 4400 University Drive, Fairfax, VA 22030, USA; cyang3@gmu.edu (C.Y.); yli38@gmu.edu (Y.L.)

154편의 최신 논문 이용

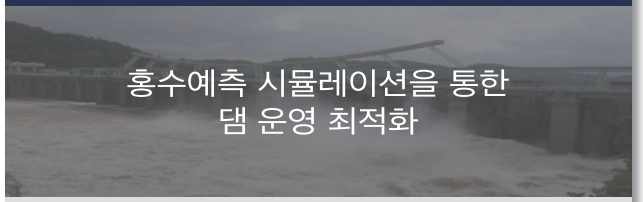
스마트 홍부관리분야의 **IoT센서와 인공지능(AI), 무인기(UAV) 활용**에 관한 연구는 학술논문의 주요 topic

현업에서의 **활용을 위한 ISP수립(홍수통제소, K-water)이 계획되어 있으나** 국내의 학술연구는 초보적 단계

Ⅰ 과제개요

기술개발의 차별성

1 스마트 홍수예측 시스템 분야



홍수예측 시뮬레이션을 통한
댐 운영 최적화

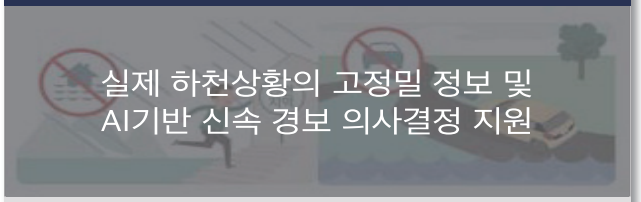
As-Is

- 전용 홍수 예측모델 사용 → **댐 운영 신뢰도 향상 지속 추진**
- 환경변화반영을 위한 변화 시 **별도 작업 필요**
- 홍수예측 외 다른 업무 **확대 적용 어려움**
- 홍수 시 데이터 **불확실 범위 고려한 예측수준 향상 필요**

To-Be

- 모델 직접 정의/다른 모델 복사 사용 기능
- 환경변화 조건 ↑, **일관성 유지 및 모델갱신 가능 외부 솔루션 활용 가능**(API 제공)
- 3D가상화 서비스를 통한 **홍수분석 시뮬레이션 3D 직관화**
- 극한 홍수사상 등을 고려한 **시스템 최적화 및 정확도 향상**

2 홍수 피해경보 분야



실제 하천상황의 고정밀 정보 및
AI기반 신속 경보 의사결정 지원

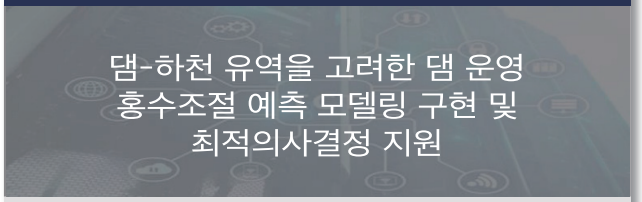
As-Is

- 돌발적인 **환경변화에 빠른 대응 어려움**
- 국지성 피해에 대한 **예측 정확도 낮음**
- 하천관측밀도의 부족으로 국지적 예측능력의 저하
- 복잡한 이론기반 분석, 의사결정권자 이해 ↓, 해석결과의 영향 ↑

To-Be

- 댐-하천-유역 연계된 **침수피해 판단 근거 제시**
- 실측 기반 실제 피해 발생 정보 연계 및 분석, **의사결정 지원 가능**
- AI 모형을 이용한 침수피해 위험 판단 신속히 제시, **AI 기반의 빠른 경보 의사결정 지원 가능**

3 사이버물리시스템 적용분야



댐-하천 유역을 고려한 댐 운영
홍수조절 예측 모델링 구현 및
최적의사결정 지원

As-Is

- 기후변화 대응 물 관리 의사결정 어려움 가중
- 단순 나열 식, 표형태의 **비 직관적 데이터 표출**
- 상·하류 제약사항 연계부재로 **의사결정 및 피드백 체계 부족**
- 수위, 유량 등 지점별 **단순 그래프 형태의 가시화**
- **안전 알림, 재난 안전 문자 제한적 발송**

To-Be

- **디지털 트윈 댐-하천 유역 통합연계플랫폼 구축**
- 3차원 공간정보 모델활용 → **시각화&직관적 이해**
- 융합적 **AI 모델링 적용**, 홍수분석 신뢰도 향상 및 사전운영 최적화로 **수재해 경감**
- 침수피해 조기경보 시스템 고도화로 사전 대응 시간 ↑

연구개발의 최종목표

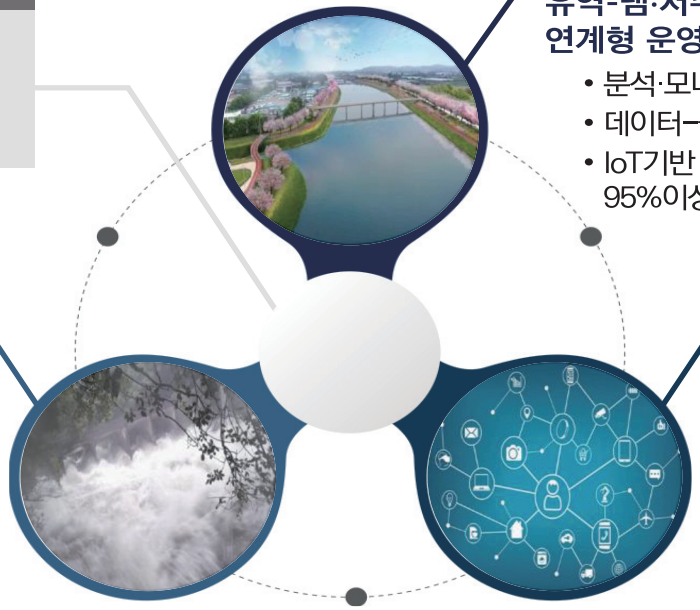
개발대상기술 총괄

통합 원스톱 홍수분석 / 스마트 의사결정을 위한 초연결기반 홍수대응 지능화 기반기술 및 플랫폼 개발 및 실증, 평가

개발대상 세부기술#1

유역-댐·저수지-하천공간 통합 연계형 운영·관리 지능화 기술개발

- 분석·모니터링 고도화
- 데이터-물리모형 연계 실시간 시뮬레이터 개발
- IoT기반 네트워크와 자료동화기법 활용 기존 대비 95%이상 신뢰도 확보



개발대상 세부기술#2

홍수대응 비상대처를 위한 홍수분석 및 스마트 의사결정지원 시스템 개발

- 유역-댐-저수지-하천공간의 시설연계 실시간 동기화기반 최적화 기술 확보
- 다중객체지향형 최적대피 등 비상대처계획 고도화 방안 제시

개발대상 세부기술#3

초연결 홍수 대응 최적운영 실증 및 평가기술 개발

- 개발기술의 실증을 위한 디지털트윈 연계 또는 기존 시스템 병행운전 등 실시
- 통합 최적운영 시뮬레이터 적용을 통한 홍수저감효과 평가

[최종목표] 이상홍수 대응 초연결 지능형 최적운영기술 개발

연구개발의 단계별 목표

데이터와 물리모형을 융합한 가상센서(Virtual Sensor) 기반 유역-댐-하천 홍수 모니터링 기술 및 자료동화 모의 요소기술 및 최적방류량 결정 AIS(AI-driven Surrogate) 모델 개발

통합홍수모형내 데이터-물리 합성모형 개발

홍수 관리 단위요소별 분석 및 통합형 예측 기술 개발 이상홍수 ICT 빅데이터를 활용한 K-series 통합 홍수모델링 플랫폼 구축

IoT 디바이스 연계 및 모니터링 기술,
IoT 플랫폼 서비스 연계 기술 개발

(하천/저수지)스마트폴 구축 계획 수립,
IoT 스마트폴 표준모델 설계, 설치 및 시공(저수지/하천),
대피시설 및 다중객체 특성 분석 및 기준 수립
대피 경로 체계 구축

통합홍수모형의 위성-지상 데이터 동기화 기술개발

초소형 군집 SAR 위성영상 홍수모형 연계 활용기법,
K-series 기반 유역-댐-하천 통합 연계형 지능화 홍수해석기술,
물리모형과 데이터 모형의 자료 동화 기술 개발

1단계 개발 목표 (요소기술개발)

테스트베드 선정 및 테스트베드 검증을 위한 실험 총괄 설계/ 검증결과 평가, 최적방류량 결정 AIS(AI-driven Surrogate) 모델 테스트베드 검증

통합홍수모형 내 데이터-물리 합성모형 Test-Bed 적용 및 검증

이상홍수 ICT 빅데이터를 활용한 K-series 통합 홍수모델링 플랫폼 구축, 상·하류 홍수피해 분담 및 저감을 고려한 실증운영 모의·검증

IoT 플랫폼 테스트베드 적용 및 테스트

IoT 스마트폴 실증 모델 테스트 및 고도화, 대피 최적 경로 알고리즘 기능 검토 및 대피 최적 경로 체계 구축 및 테스트

통합홍수모형의 위성-지상 데이터 동기화 기술 Test-Bed 적용 및 검증

K-series 모형과 데이터모형 연계 기반의
원스톱 홍수대응 실증 체계 구축

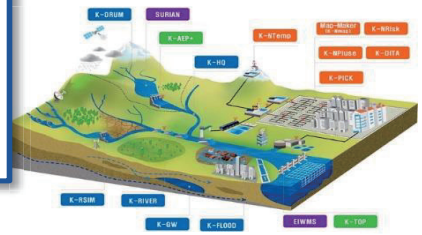
2단계 개발 목표 (테스트베드 검증)

Ⅰ 과제개요

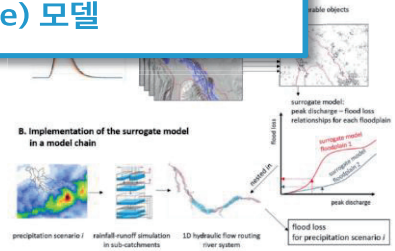
연구개발의 최종 성과물

- IoT 기반 유역-저수지-하천 내 홍수감시 장비**(스마트폴)**
- 수공시설물간 초연결 기반 지능형 통합 사이버물리기반 **홍수분석 시뮬레이션 플랫폼**

- K-water(위탁) 자체개발 모형 **기상예측모형, 분포형 홍수유출모형,** 1차원 하천수리모형 등을 **연계한 통합형 원스톱 홍수모델체인 개발**

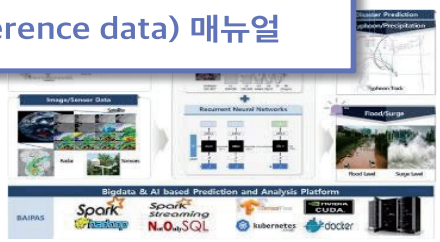


- 가상홍수 빅데이터로 하류부 제약사항을 고려한 **최적방류량 결정 인공지능 AIS(AI-driven Surrogate) 모델**



- 스마트기술활용 비상대처계획(EAP)고도화

- 홍수 맞춤형 빅데이터 분석용 표준 참조(reference data) 매뉴얼



- 이상홍수피해 저감을 위한 저수지, 다기능 보, 배수문 등 **기존/신규 데이터 연계 및 디지털 트윈 적용 가이드라인**

환경부
Ministry of Environment

I 과제 개요

1. 연구과제 배경 및 필요성
2. 연구개발대상의 국내외 현황
3. 기술개발의 차별성
4. 연구개발의 최종 및 단계별 목표
5. 연구개발의 최종성과물

II 연구 내용 및 추진 전략

1. 목표기술개요(총괄)
2. 기술개발 분담체계
3. 기관별 목표기술개요 및 세부연구내용
4. 통합테스트베드 선정 및 운영전략
5. 연차별 추진체계
6. 연구수행일정

III 주관 및 참여기관 전문성 & 역량

1. 주관연구책임자 후보
2. 해당분야 연구수행 실적
3. 주관연구기관 대표 실적
4. 참여기관 대표연구실적

IV 과제 운영 및 성과관리 계획

1. 참여기관간 연계도
2. 연구과제 세부 운영 및 관리계획
3. 최종성과지표 및 목표치
4. 성능지표 및 측정방법
5. 단계별 성과검증계획(안)
6. 예상성과 및 성과관리계획

V 기대효과 및 활용방안

1. 예상되는 기대효과
2. 연구개발성과 활용방안

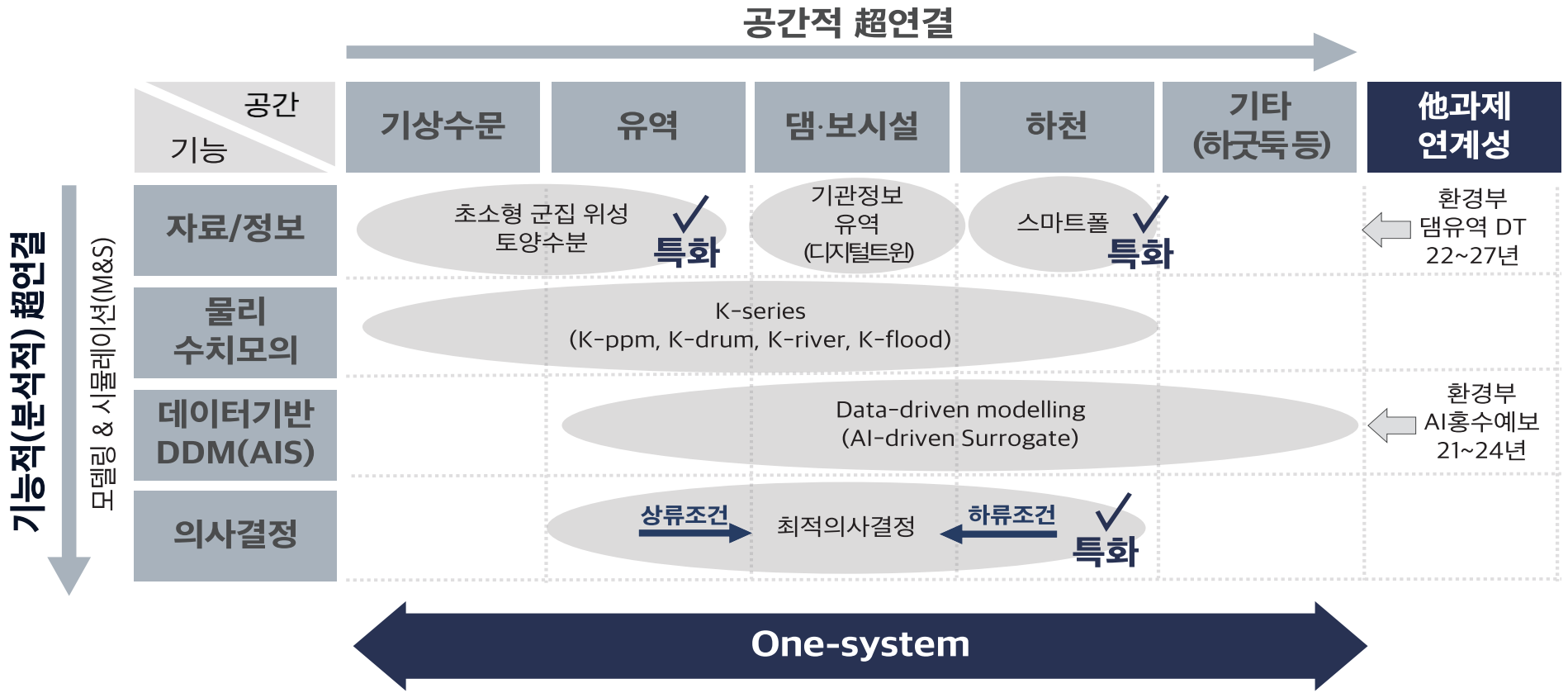
목표기술개요(총괄)

기능 및 공간적 초연결 개념을 도입한

의사결정지원 시스템

Digital Twin :

- 물리적 대상과 이를 모사한 디지털 대상을 (준)실시간으로 동기화하고, 다양한 목적에 따라 상황을 분석하고 모의결과를 기반으로 예측하여 물리적 대상을 최적화하기위한 지능형 기술 플랫폼
- 3D모델링과 IoT기반의 관제기술



II 연구내용 및 추진전략

목표기술 : 극한홍수 비상대처 지능형 최적운영기술

극한홍수 비상대처 의사결정

침수/범람 위험구역 실시간 모니터링/예측

3D 시각화를 통한 대피의사결정 (Web, XR)

사이버물리시스템(CPS) 마스터**

AI플랫폼

지능형 분석/예측 (AI-driven Surrogate model)

K-series 모델링 플랫폼

홍수유출모형 / 하천수리모형 / 범람해석 (K-Drum / K-River / 3D메쉬투영)

CPS Models

CPS live DB

계측/모니터링 (기존 관측망/ 하천 스마트폴)

드론 (정밀지형 3D메쉬)

국토지리/ 하류제약사항 (지형/토양/토지이용/ 시설물/하류치수제약)

Legacy System (홍수통제소, 기상청, K-water 등)

Data Gateway / Live Data Manager* (IoT Platform)

Data Hub

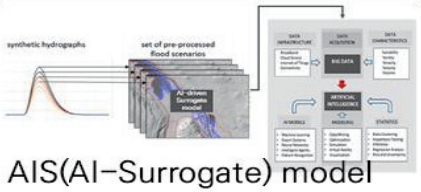
[보안이슈대안] Hyper-Converged Infrastructure (Hybrid cloud)

IoT 플랫폼 레이어 (데이터 전송/품질관리)

CPS 서비스 레이어 (AI기반 홍수피해예측/EAP)

CPS 통합/실증 레이어 (통합플랫폼/실증)

인텔리전트 플랫폼 레이어 (AI-Surrogate모형)



AIS(AI-Surrogate) model

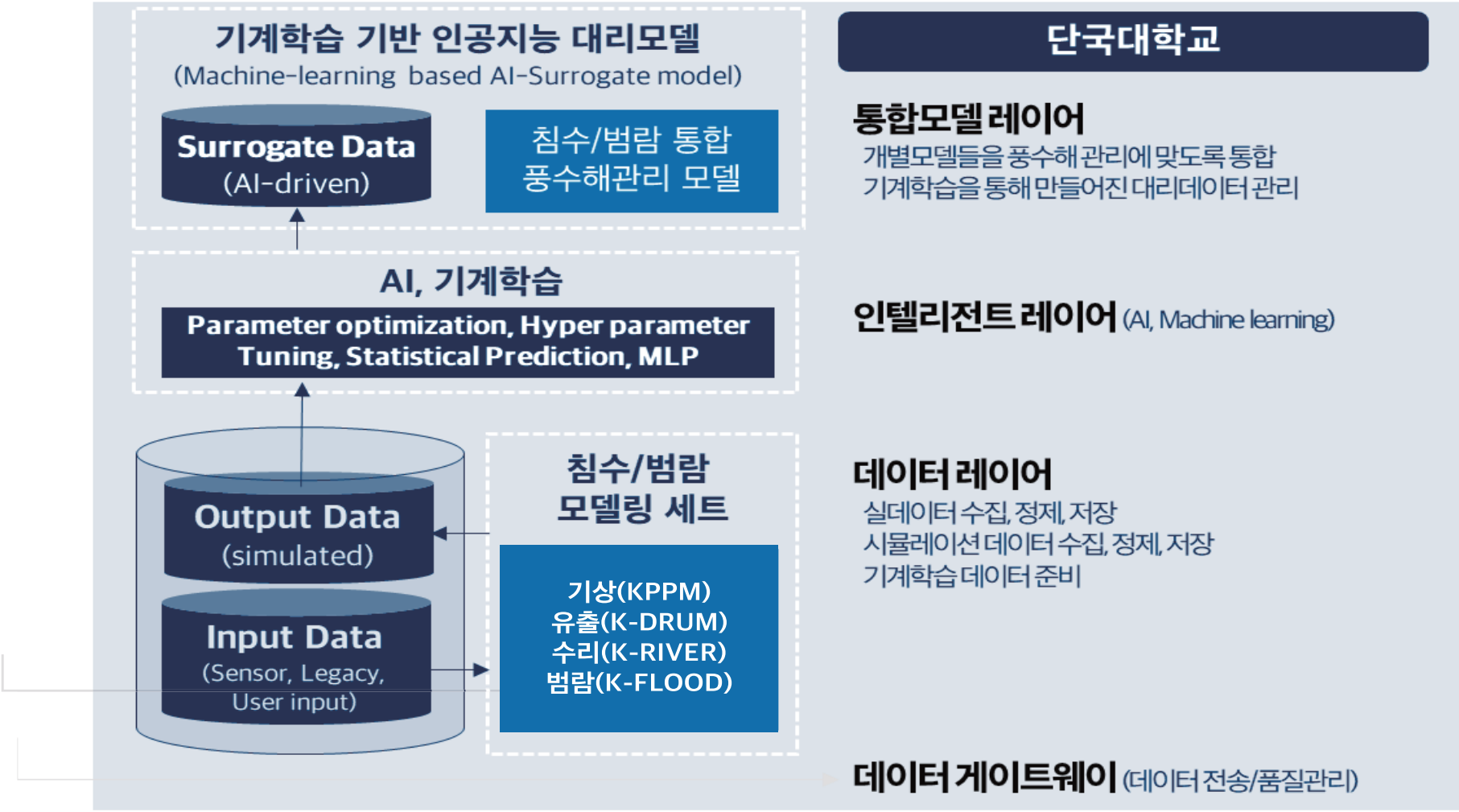
모델링 플랫폼 레이어 (원스톱모델체인 구동)

데이터 레이어 (빅데이터 표준화)

*라이브 데이터 매니저: Data 실시간 관리, 운영

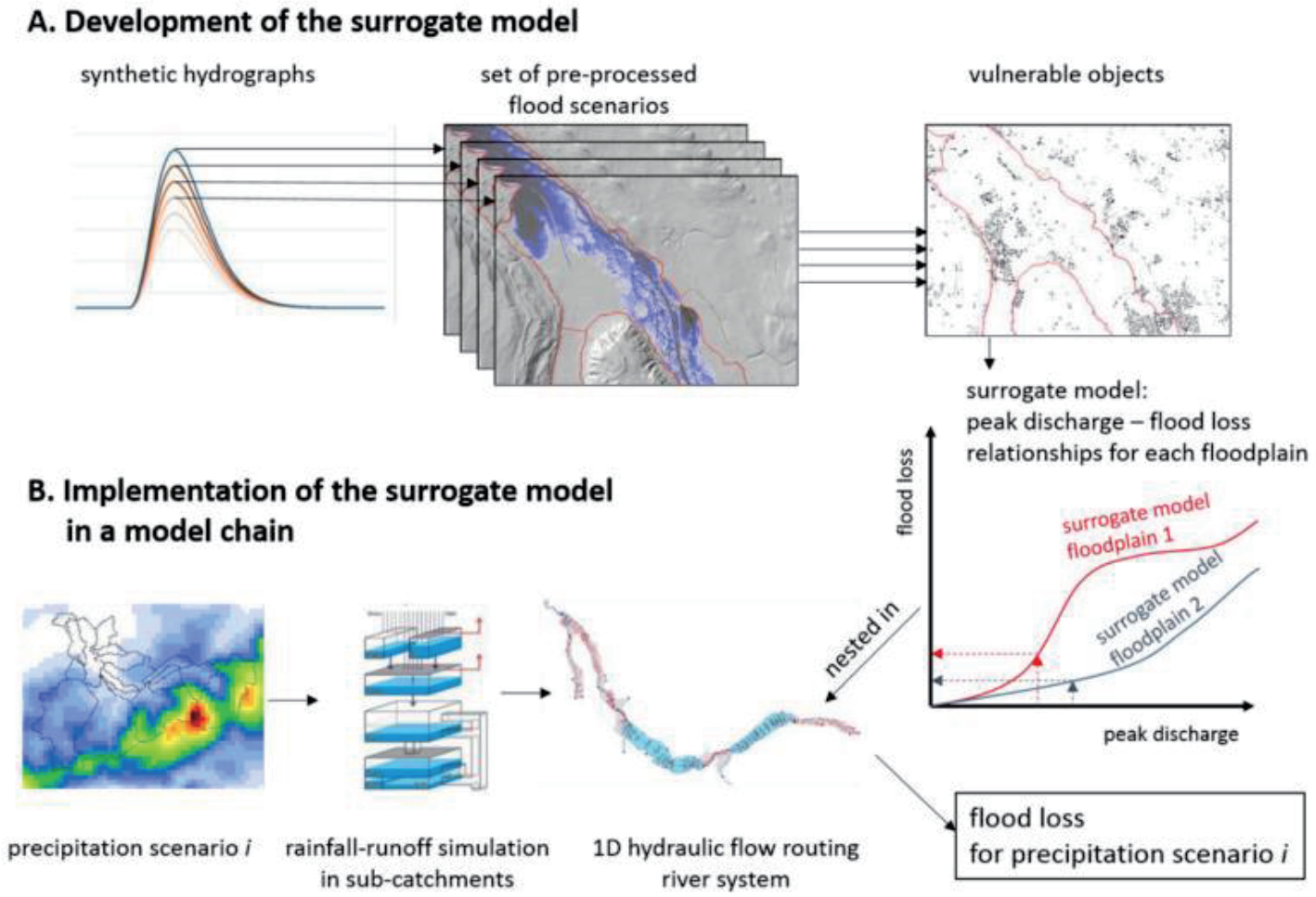
**디지털트윈마스터: 3D 정보기반 데이터빌드를 통해 디지털 실체 구성

목표기술개요 : 실시간 데이터 시뮬레이션 연계 인공지능기반 홍수 관리기술



Surrogate modeling

- 가상홍수 빅데이터로부터 하류부 제약사항을 고려한 최적방류량 결정 인공지능 AIS(AI-driven Surrogate) 모델
- 역학적 홍수모형을 메타모델의 홍수 simulation을 통하여 학습된 AI 데이터모델을 활용



수문-수리연계 모델체인을 이용한 SUMO(SUrrogate MOdelling) (사례, Zischg, 2018)

세부연구내용

I 주관연구개발기관(단국대학교)

저수지 스마트폴 다 지점 수위계측자료로부터 저수지 홍수 유입량 산정 기법 개발

- 기존의 댐 저수지 유입량 계측은 저수지내 물수지법에 의해 산정
- 실시간 홍수방어의 경우에도 저수지에 유입하는 홍수량 값을 정확히 산정하는 것이 전체적인 시스템의 신뢰도를 개선하는데 가장 중요한 요소 중 하나로 지적
- 배수영향 등의 영향이 최소화될 수 있는 지점을 다지점으로 설정하여 스마트폴로부터 정밀한 수위 값을 센싱, 정확한 유입량 값을 찾아내고자 함

레이다수위계를 이용한 하천/저수지 원격 정밀 수위계측

- 기존 : 교각에 설치된 목자판수위계 혹은 기포식 수위계로 부터 40-50km 간격의 수위자료 취득
- 제안 : 레이다수위계로부터 mm급 정밀수위를 1-5km 간격으로 취득. IoT기반 하천수문정보 빅데이터 구축

하천 스마트폴 다 지점 수위계측자료로부터 하천 측선 별 가상센터 구축 및 모의예측 값 생성기법 개발

계측 구간

스마트폴 계측을 통하여, 단편적 정보만 제공했던 하천 계측을 개선해 고밀도 고정밀 수위계측이 가능

미계측 구간

영상대신 스마트폴을 이용하여 하천수위자료를 취득, 스마트폴 지점에 기구축된 하천단면자료와 부등류해석모형(혹은 AI모형)을 이용하여 미계측하천구간에서의 정확한 유량을 산정하는 기법 개발

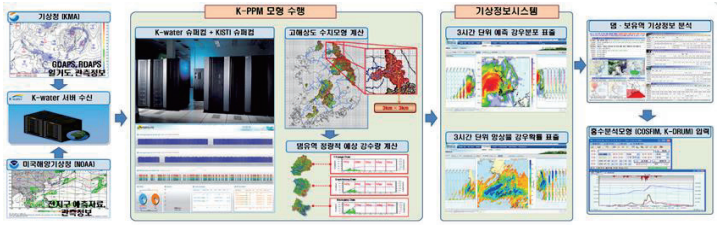
세부연구내용

I 주관연구개발기관(단국대학교)

K-PPM, K-DRUM, K-RIVER 모델체인 구축을 위한 실시간 자료동화기법 개발 (K-water와 협업)

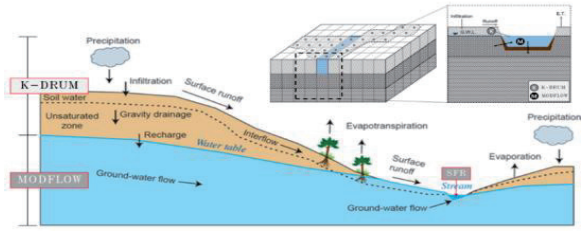
K-PPM

- 고해상도 격차 체계(3x3km단위)로 댐-보 유역의 상세 지형특성을 고려한 단기 강우예측모형
- 5일(총 120시간, 1시간 간격) 강우예측의 일 4회 현업 수행 → 6시간 마다 최신 예측자료 업데이트



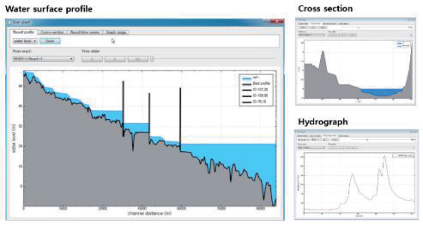
K-DRUM

- Kinematic wave EQ을 기반으로 격자단위 유역특성 및 강우분포를 반영한 장단기 유출해석모형
- 침투/증발산/융설 모의기능, 유사 및 수질모의기능, MODFLOW와 연계한 지하수 모의기능 탑재



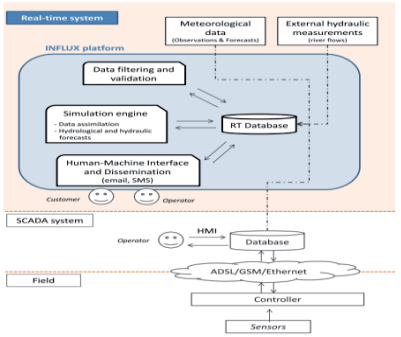
K-RIVER

- Saint-Venant EQ를 기반으로한 1차원 하천흐름해석 모형으로 보, 암거, 펌프 등의 수리구조물 운영을 고려한 흐름해석 가능
- 양해법을 이용한 홍수파 해석 정확도 향상 및 병렬처리를 통한 속도개선, Hydrostatic reconstruction기법 (Audusee et al., 2004) 적용을 통한 Wet/Dry 기능 강화



실시간 자료동화

- 수계의 수리.수문상태의 실시간 예측을 위해 시간이 경과함에 따라 매시간 현재상태로 모형의 초기장을 생성해주어야함
- 관측 센서마다 서로 다른 시간적 관측간격과 공간적 관측밀도를 모형의 계산격자에 맞추어 재구성하는 과정을 자료동화라 일컫음.

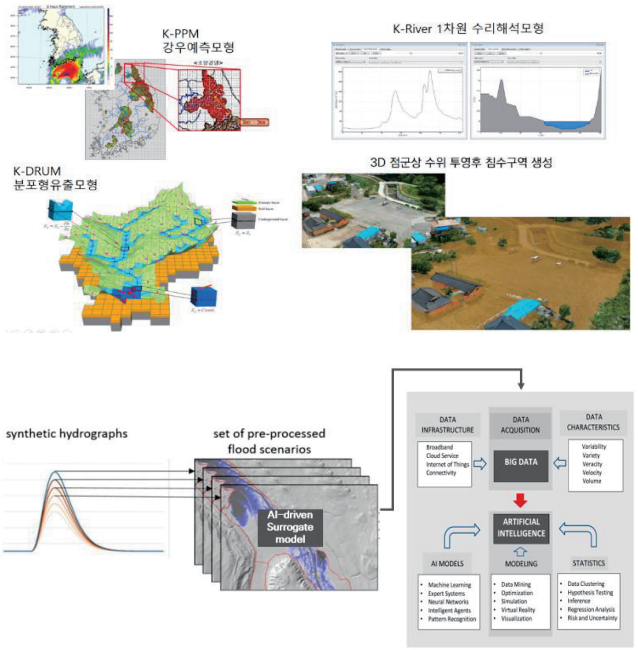


세부연구내용

I 주관연구개발기관(단국대학교)

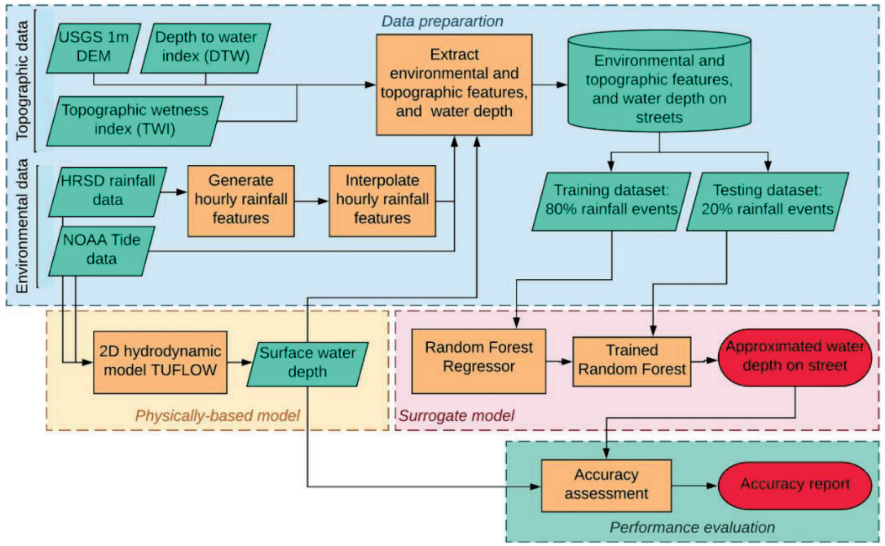
극한홍수 시나리오로부터 K-SERIES 모델체인 구동을 통한 가상 홍수 빅데이터 세트 구축

- 다양한 강우조건과 유역내 수분포화도, 수계 초기수위 시나리오에 대한 모델체인 구동 결과의 빅데이터 구축



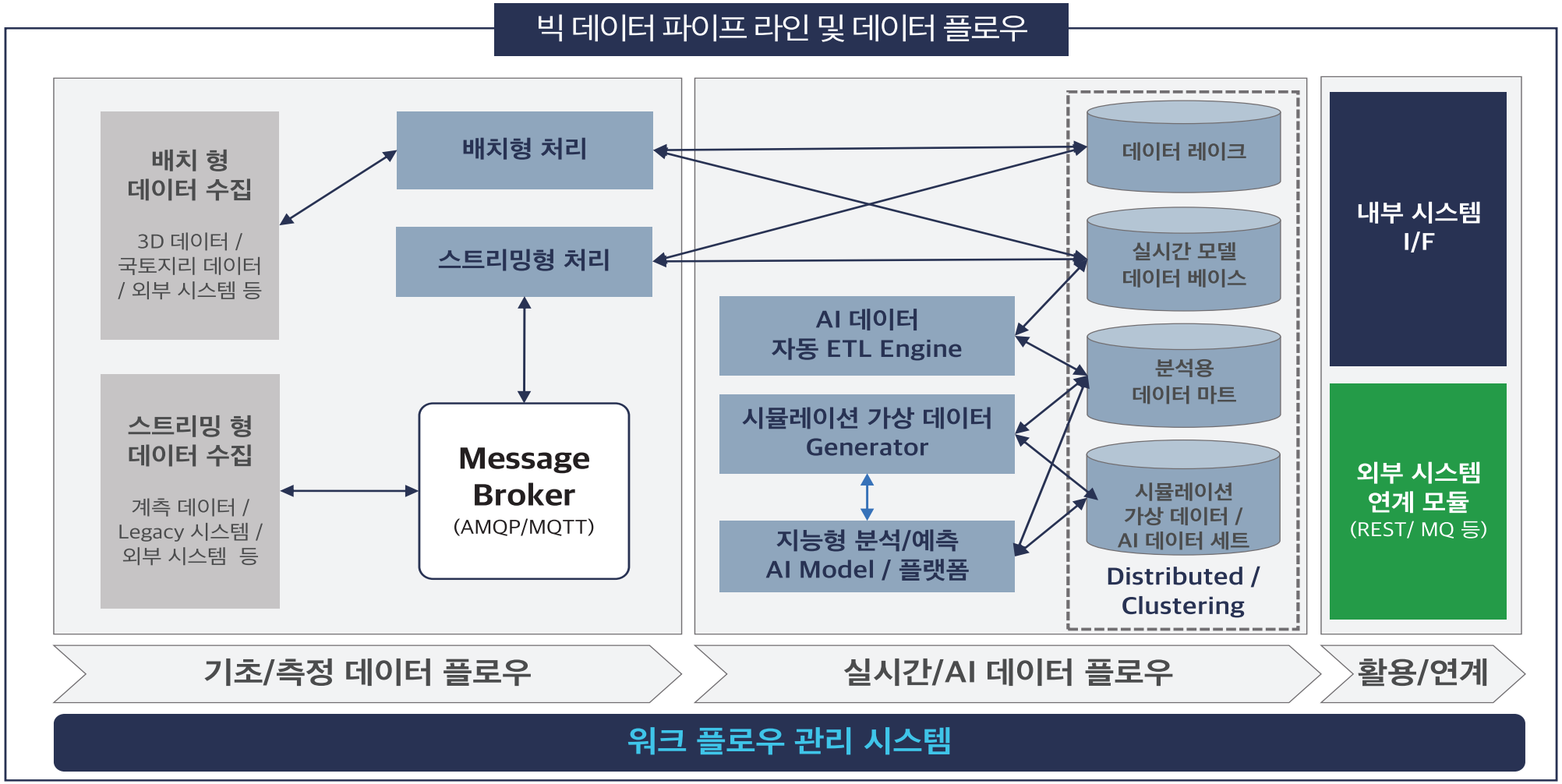
가상홍수 빅데이터로부터 하류부 제약사항을 고려한 최적방류량 결정 AIS(AI-driven Surrogate) 모델 학습 및 인퍼런싱

- 본 연구에서는 K-series 홍수모델체인으로부터 얻은 홍수시나리오별 모의데이터를 RNN(Recurrent Neural Network), LSTM(Long Short-Term Memory), GRU(Gated Recurrent Unit) 등 딥러닝 AI알고리즘에 학습
- 하류부 홍수 취약구간이나 방류제약 조건을 만족시키는 최적의 방류의사결정을 수행할 수 있는 대한 근사모델을 구축할 계획
- 기계학습대신 딥러닝 AI-driven surrogate(AIS) model을 구축하여 학습능력을 강화



세부연구내용

I 주관연구개발기관(단국대학교)



목표기술개요

I 위탁연구개발기관(K사)

유역-댐-하천 통합 연계형 지능화 홍수관리기술 개발

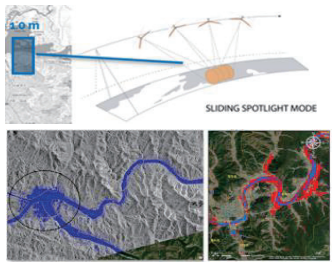
계측기술 고도화

초소형 군집 SAR 위성영상 확보 방안 설계

초소형 군집 SAR 위성영상 확보

SAR 위성영상 수체 탐지/분석

홍수모니터링 기술



홍수모의기술 지능화

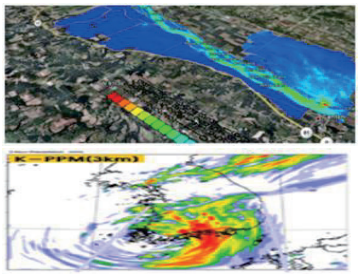
시뮬레이션 모형 선정 (K-drum, K-river, K-flood ⋯)

유역-댐-하천 연계 통합 극한 홍수 시뮬레이션

극한홍수 빅데이터

AIS 학습

AIS 극한 홍수 시뮬레이션



데이터 동화기술

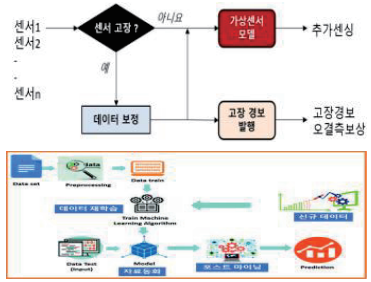
단일, 다중, 가상센서

Data Filtering and Pre Processing

Data Driven Model with On Line Leaning

결과 예측 및 Post Data Mining

예측 자료 보정 및 현행화



공간적·기능적 초연결 기술

- Precipitation Forecast
  Real-time Data Observation
- Flood Analysis
  Flood and channel routing
- Reservoir Simulation
- Decision Making
- Gate Open / Warning

세부연구내용

I 위탁연구개발기관(K사)

(위성활용기술) 초소형 군집 SAR 위성영상 수체 분석 및 홍수모니터링 적용 기술 개발

■ **초소형 군집 SAR 위성영상 확보 방안 검토**

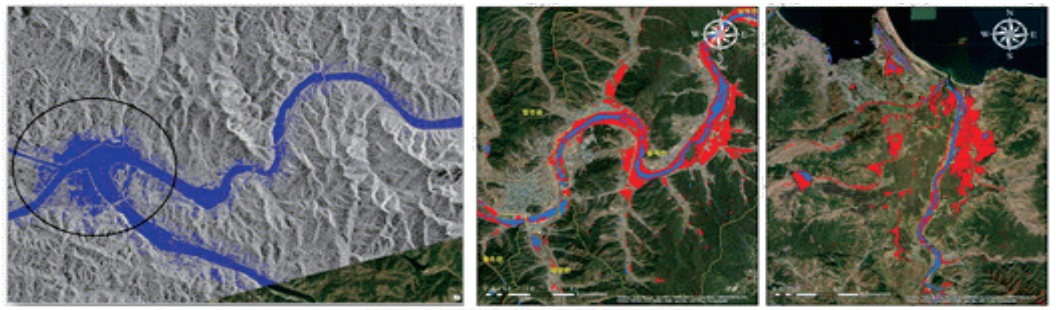
- 목표 수립 및 대상 위성 선정
- 위성영상 확보방법 검토 및 홍수모니터링 적용 방안 설계

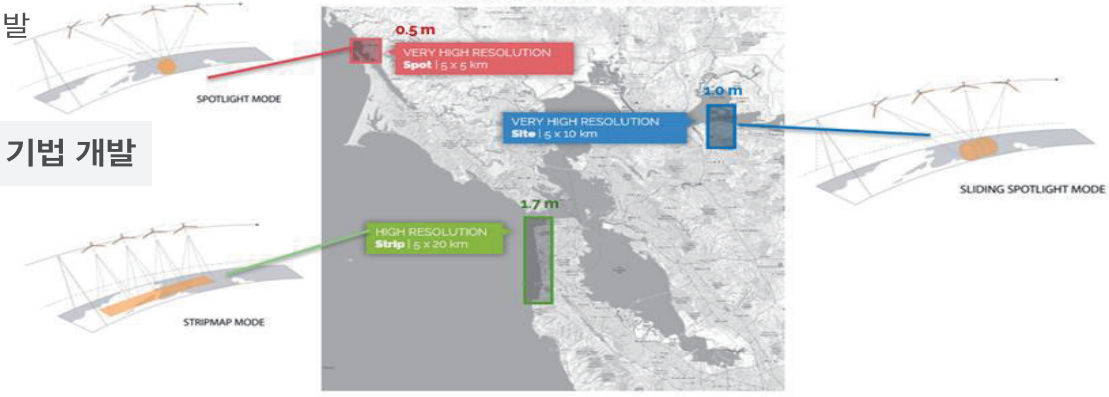
■ **SAR 위성영상기반 홍수모니터링 분석 기법 개발**

- SAR 위성영상 수체(홍수범람 지역 등) 탐지/분석 기법 검토 및 개발
- 홍수모니터링 적용 기술 개발

■ **초소형 SAR 위성영상 분석 및 시뮬레이션 결과 연계 검증 기법 개발**

- 주요 홍수 사상에 대한 시범지역 모의 적용/평가
- 홍수범람 시뮬레이션 결과와의 연계 검증 기법 개발
- 홍수범람 가시화 시스템 탑재 모듈기술 개발
- 탑재 모듈의 주요 홍수 사상에 대한 연계 구현/평가





세부연구내용

I 위탁연구개발기관(K사)

(홍수해석기술) 유역-댐-하천 연계 통합 극한홍수해석 요소기술 개발

■ 시뮬레이터 선정

- 유역-댐-하천 연계 통합 홍수분석시스템 현황, 운영사례 조사
- 극한홍수해석 시뮬레이터 선정 및 홍수분석 시나리오 수립

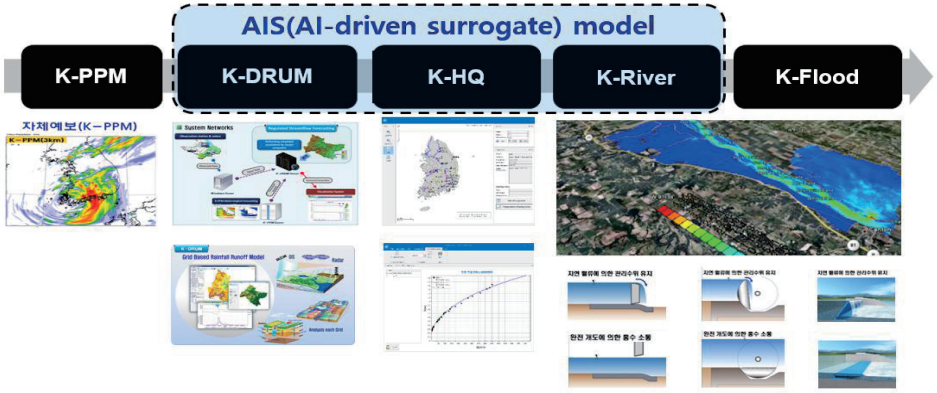
■ 유역-댐-하천 연계 통합 극한홍수 해석

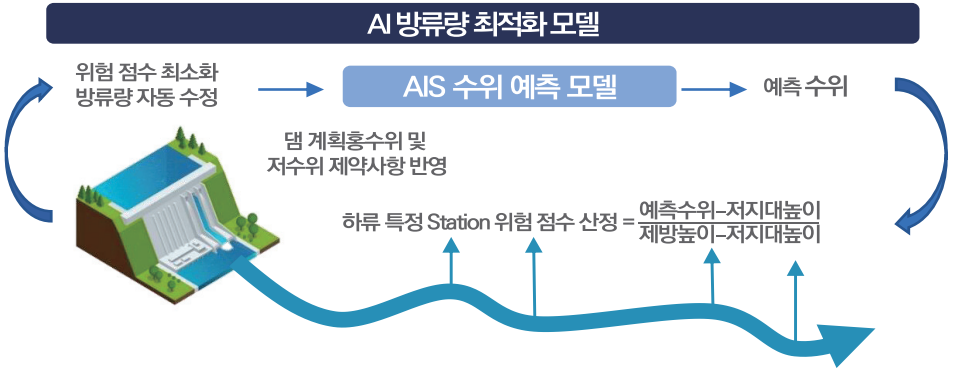
- 극한홍수 통합분석을 위한 요소기술 구성, 모형간 연계방안 구성
- 테스트베드 검토 및 선정
- 유역-댐-하천 연계 통합 극한홍수해석 적용 및 결과 고도화

■ AIS(AI-driven Surrogate) 학습 기술 개발

- K-series 가상홍수 빅데이터에 기반한 AIS 학습 기술 개발
- 물리모형과 AIS 모형을 연계한 통합 극한홍수해석 검증 및 고도화

* AIS 학습 기술 개발은 주관연구개발기관(단국대학교)과 협업으로 수행





세부연구내용

I 위탁연구개발기관(K사)

(자료동화기술) 초연결 모델의 공간적 해상도 확장 및 실시간 자료 동화 기술 개발

■ 원시자료 데이터 동화 기술 개발

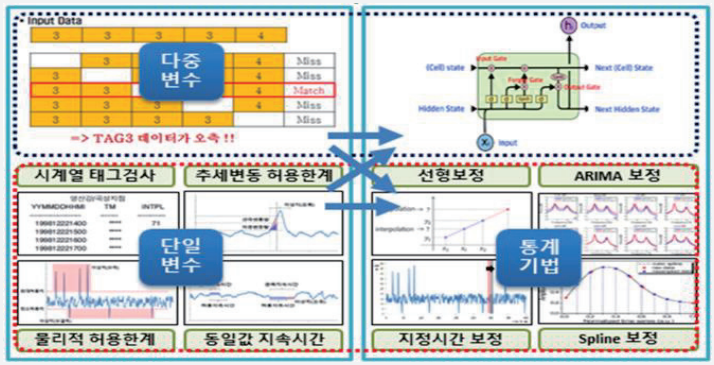
- 단일센서 및 센서간 연계를 통한 시간적/공간적 센싱 강화 기법 제시
- 단일 및 다중센서를 이용한 오류보정 및 가상센서 생성 기술 개발
- 공간 해상도 확장을 위한 이상치 제거 및 가상센서 생성 시스템 개발

■ 모델기반 데이터 동화 기술 개발

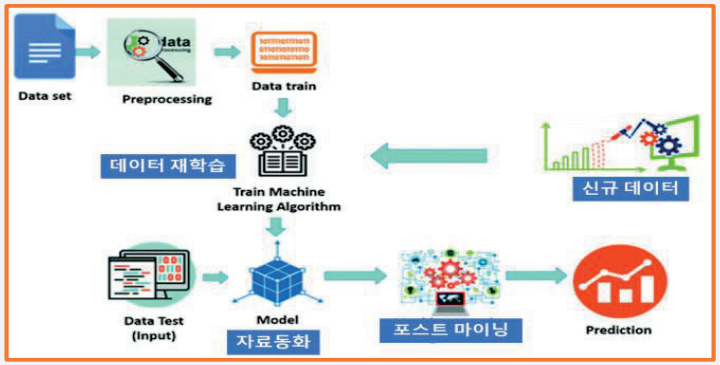
- 물리모델 및 데이터모델 상호 보완적 자료 동화 기법 검토 및 제시
- 배치기법 및 온라인 학습 기술을 활용한 자료 동화 기술 개발
- Post Mining 기법을 이용한 자료 동화 기술 및 시스템 개발

■ 개발성과 현장 적용, 검증 및 고도화

- 기존 시스템 연계 고려 소프트웨어 개발 및 현장 검증
- 실시간 자료 동화 기술 결과 검증 및 고도화



[원시자료 데이터 동화 기술 개발]



[모델기반 데이터 동화 기술 개발]

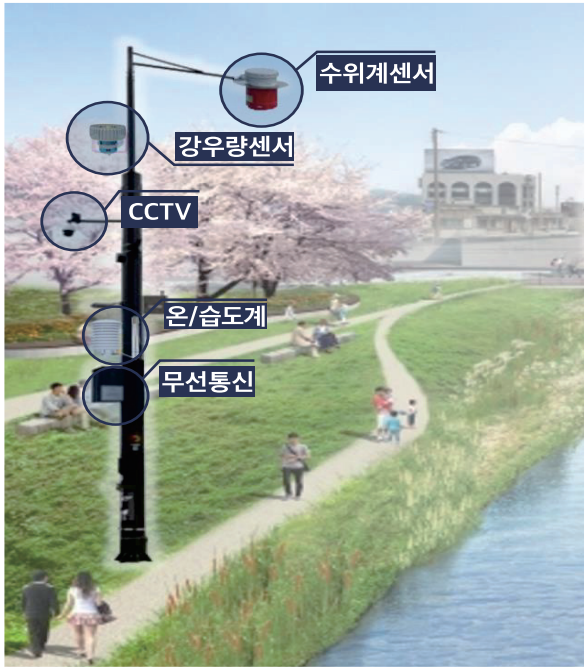
목표기술개요

I 공동연구개발기관(Z사)

IoT 스마트폴 구축

- IoT 기반의 통신을 베이스로 수위계 및 기타 센서를 일체형 장치로 개발
- IoT 수위 관측 장비 및 무선통신 장비 탑재로 각 센서의 측정값의 상시 모니터링 및 제어를 수행

[스마트폴 구성]



[IoT 센서]

- 수위계센서 (분해능: 1mm)
- 온도계 (측정범위: -50~+100℃)
- 습도계 (측정범위: 0~100% RH)
- 강우량센서 (분해능: 0.5mm or 1.0mm)
- CCTV (화소: 5메가픽셀)

[IoT 플랫폼]

- 수위 계측 데이터
- 강우 관측 데이터
- 원격 모니터링

[스마트폴 구축]

- 수위 / 온·습도 / 강우량 / CCTV 통합 스마트폴 개발
- IoT 기반의 다양한 통신 프로토콜 지원
- 계측 자료 수집 및 연계

하천 수위의 정확하고 신속한 데이터 습득 기술 개발

목표기술개요

I 공동연구개발기관(Z사)

비상대처계획 고도화

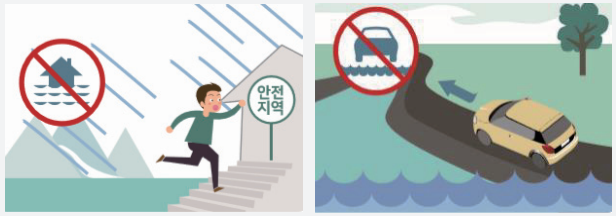
스마트폴

IoT 플랫폼

재난통합DB

다양한 기초 데이터를 활용하여 AI 기반으로 실시간 홍수 시뮬레이션을 수행하여 침수범위 재산성

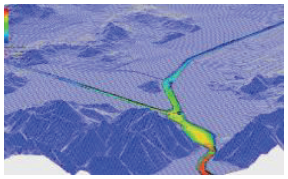
다중객체 별 대피경로 생성/조회



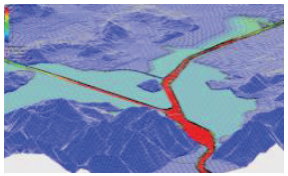
실시간 대피경로 시뮬레이션

다중객체에게 적절한 대피 관련 정보 제공

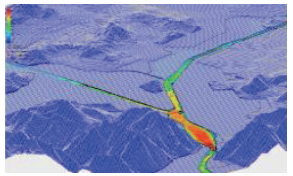
침수범위



침수범위



침수범위



TIME

다중객체 정의, 분류

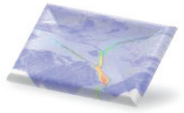
이동능력, 이동수단, 통보방법 등

침수위험 대피소 기준

위치, 규모 등 기준

노드-링크체계

테스트베드 지역 경로검색을 위한 노드 속성,, 링크 속성



세부연구내용

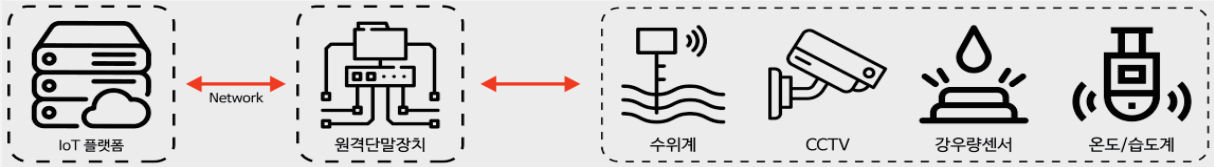
I 공동연구개발기관(Z사)

IoT 스마트폴 구축

스마트폴 시스템 구축

1차년도 스마트폴 구축 계획 수립	2차년도 스마트폴 개발	3차년도 운영·유지관리 지침 수립	4차년도 운영 및 대응 방안 수립	5차년도 운영 평가 및 고도화
IoT 센서 조사 및 분석	스마트폴 표준모델 개발	스마트폴 운영지침 수립	스마트폴 현장운영 실증	스마트폴 운영
IoT 센서 선정	운영지침 수립	스마트폴 유지관리지침 수립	스마트폴 운영장애 대응방안 수립	스마트폴 운영 평가
스마트폴 표준모델 설계	IoT 데이터 연계 프로토콜 개발			스마트폴 시스템 고도화

스마트폴 구성도



스마트폴 설치 예시

세부연구내용

I 공동연구개발기관(Z사)

비상대처계획 고도화

비상대처계획(EAP) 수립현황 분석

EAP 조사내용 분석

- 유역 및 하천 특성
- 기상 및 수문특성
- 하류부 유역내 인구현황
- 하류부 도로 및 교통현황
- 인구밀집 및 주요시설물 현황

하류부 영향평가(침수분석)

- 비상상황시 정보취득 및 보고방법
- 침수분석 방법론, 시뮬레이션s/w 활용

EAP 수립 항목

- 비상단계별 상황관리체계
- 비상상황 협조체계
- 비상대응기관의 임무와 역할
- 사전준비활동
- 비상상황 대처활동 (주민 대피계획 등)

대피시설 및 다중객체 특성 분석 및 기준수립

대피시설의 조건

- 일정고도 이상에 위치
- 침수위 이상에 위치
- 일정규모 이상 인원 수용
- 침수위험 대피시설 DB 구축방안

다중객체 특성 분석 및 체계화

- 객체별 통보방법
- 대피자별 이동능력
- 이동수단
- 다중객체와 이동수단에 대한 기준

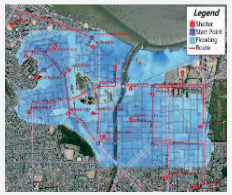
비상대처계획 고도화

침수지역 data 연계방안

- 홍수 시뮬레이터와의 데이터 연계기술
- 노드-링크 체계의 침수정보 반영기술

대피 최적경로 알고리즘 기술 개발

- 홍수시 대피객체 분류
- 대피 이동경로 체계 구축 기술
- 홍수 최적대피경로 탐색기술



대피정보 전달 기술

- 객체별 위치의 파악 방법
- 객체별 전달할 정보의 정의
- 전달할 대피 정보의 정의 및 방법
- 기존 전파 시스템 연계방안

목표기술개요

I ICT 빅데이터 기반 통합 홍수모델링 플랫폼 구축(M사)

ICT 빅데이터 기반 통합 홍수모델링 플랫폼 구축

· 실시간 계측자료 모니터링, K-Series 기반의 홍수분석 시뮬레이터, AI-driven surrogate(AIS) model 연계 모듈 등을 개발하여 하류부 홍수 취약구간이나 방류제약 조건을 만족시키는 최적의 홍수방어시설 운영 플랫폼 구축

세부연구내용

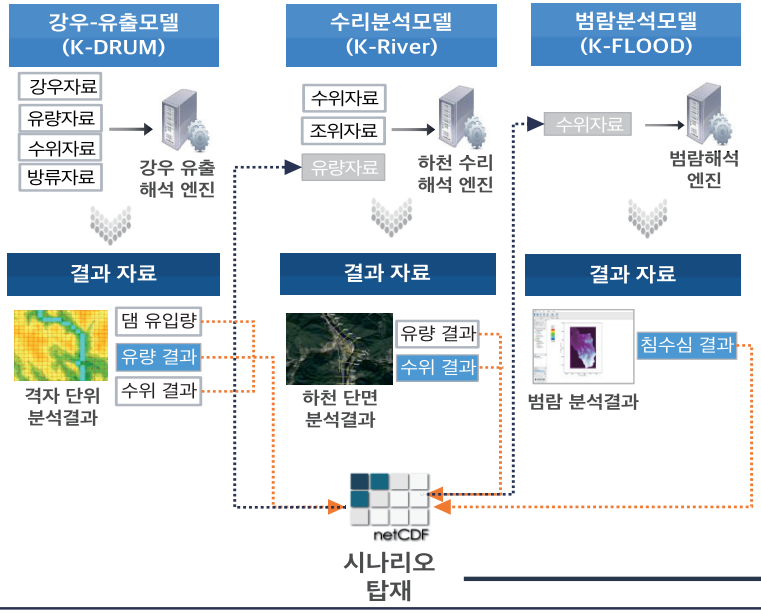
I ICT 빅데이터 기반 통합 홍수모델링 플랫폼 구축(M사)

K-Series 기반의 시뮬레이터 개발

- K-PPM(자동동화 기상자료)와 연계를 통한 AI 기반의 시뮬레이터 모듈 개발
- 과거 강우사상을 활용하여 K-Series 기반의 홍수분석 시뮬레이터 모듈 개발

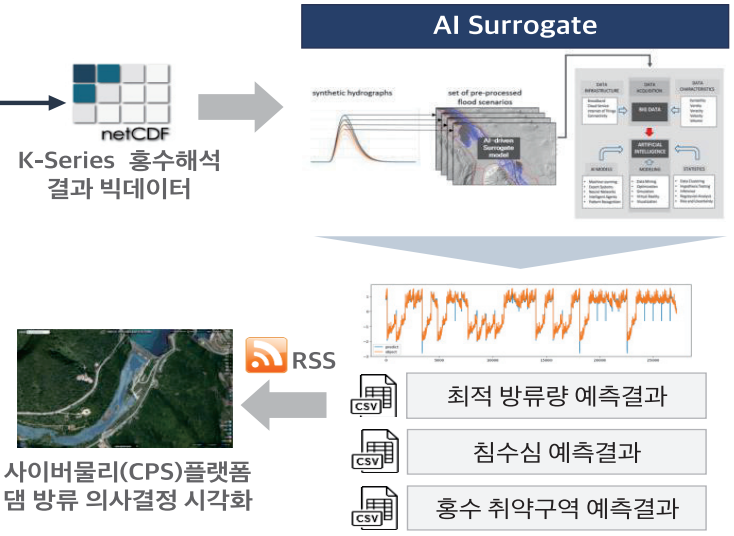
K-Series 시뮬레이터

- 재난 상황 발생 시, 강우-유출모델, 수리분석 모델, 범람분석 모델을 개발을 통한 이상홍수별 시나리오 탑재 시뮬레이터 개발



AI surrogate(AIS) 시뮬레이터

- K-Series 시뮬레이터기반 생성된 빅데이터를 AI 모델을 통해 학습시킴으로써 최적 방류 의사결정 수행가능한 시뮬레이터 개발



세부연구내용

I ICT 빅데이터 기반 통합 홍수모델링 플랫폼 구축(M사)

최적 홍수방어시설 운영 의사결정 지원

- 강우, 수위, 원격탐사 자료, 스마트폴 계측정보 등 실시간 하천정보에 대한 정보조회가 가능한 모니터링시스템 개발
- 하류제약사항을 고려한 댐 운영 시뮬레이션을 수행 및 분석결과 시각화를 통한 최적의 홍수 대응 의사결정 지원체계 마련

실시간 관측자료 연계
기상자료, 스마트폴 등 자료 연계

K-Series 시뮬레이터
K-Series 기반 이상 홍수 시나리오별 자동탑재

AI Surrogate (물리 시뮬레이터)
AI 학습을 통한 홍수 취약 구간, 범람 예측

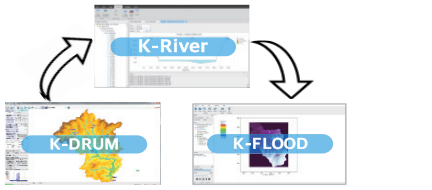
댐 운영 의사결정지원
사이버물리(CPS) 기반 시각화

실시간 계측자료

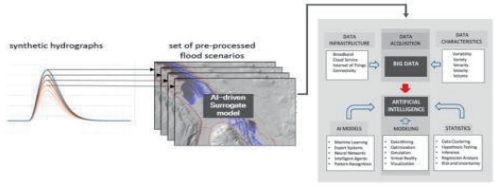
- 모의기간
- 초기조건
- K-PPM
- 방류량

홍수분석

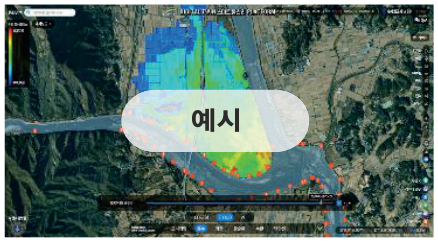
K-Series 시뮬레이터



AI Surrogate



홍수방어시설 운영 의사결정 지원



▲ 사이버물리(CPS) 플랫폼

- K-Series 기반 유역-댐-하천 연계 홍수해석 결과 시각화
- 최적의 홍수방어시설 운영 및 방류 의사결정 지원

세부연구내용

I ICT 빅데이터 기반 통합 홍수모델링 플랫폼 구축(M사)

홍수분석 및 대응 스마트 의사결정 지원을 위한 시각화기술 개발

· 홍수분석 및 대응 스마트 의사결정 지원을 위한 실시간 데이터정보 모니터링,
K-Series 및 AI Surrogate(AIS) 시뮬레이터 분석결과, 종·횡 단면 지점수위, 범람 결과 시각화 기술 개발

데이터

- 위성레이더
- 강우계
- 수위계
- 스마트폴

유관기관 연계

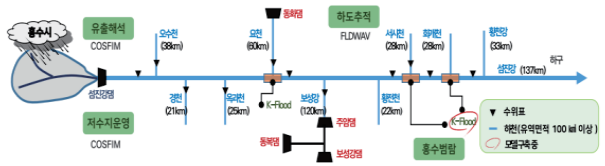
환경부

통합 홍수모델링 플랫폼 모니터링 화면

✓ 유량, 수리· 수문, 범람 등의 시뮬레이터 분석결과 시각화
✓ 강우, 수위, 유량, 댐 방류량 등 실시간 정보 모니터링

관련주제도 시뮬레이션 분석결과

홍수분석 결과 시각화기술



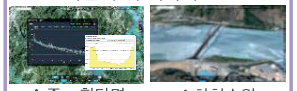
▲ 시범유역 모식도

시뮬레이터 분석 결과

- K-Series 및 AI Surrogate (AIS) 분석결과 시각화

주요지점 수위

- 종단면, 횡단면 지점 수위
- 하천 수위 시각화



▲종· 횡단면 도 ▲하천수위

범람 결과

- K-Series 및 AI Surrogate (AIS) 를 활용한 범람 분석결과 시각화

의사결정 지원

- 최적의 홍수방어시설 운영 및 댐 방류 의사결정 지원

목표기술개요

I 공동연구개발기관(C사)

IoT 플랫폼 구축

스마트폴 시스템의 계측 데이터 수집과 극한홍수 비상대처 의사결정 서비스의 데이터 공유를 위한

IoT 디바이스 데이터 수집 및 모니터링 플랫폼 구축

스마트폴

수위 계측 데이터

기상관측 데이터

CCTV 스트리밍

IoT 플랫폼

모니터링
이상탐지

데이터
공유 서비스

IoT 데이터 저장 및 관리

수위 계측 데이터
기상관측 데이터

DB

데이터 수집 및 디바이스 관리

IoT 프로토콜

디바이스 등록 관리

극한홍수 의사결정 서비스

사이버물리시스템

스마트 재난관리 서비스

AI 분석 환경 제공 서비스

세부연구내용

I 공동연구개발기관(C사)

IoT 플랫폼 구축

방안 수립 및 핵심 기술 개발 (1단계)

IoT 디바이스 연계 방안 수립

IoT 디바이스 연계 방안 수립

- 수집대상 도출
- 필요데이터 정의
- 인터페이스 설계
- 데이터 관리계획

IoT 플랫폼 핵심 기술 개발

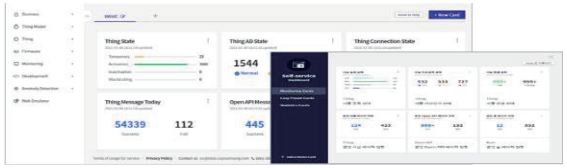
IoT 디바이스 연계 기술 개발

- MQTT
- COAP
- Websocket
- ⋮
- 데이터 변환

IoT 데이터 수집

테스트베드 적용 및 기능 검증 (2단계)

IoT 데이터 모니터링 및 공유 기술 개발



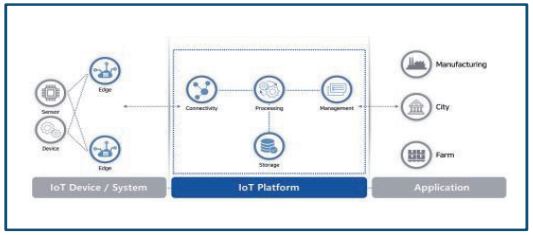
테스트베드 구축 및 기능 테스트

IoT 플랫폼 고도화 및 안정화

테스트베드 현장 적용 → 기능 테스트 및 실증 → 개선사항 도출 → 기능 개선 및 안정화

IoT 플랫폼 구축

- 스마트폴 계측 데이터 수집
- 계측 데이터 실시간 모니터링
- 서비스 시스템 데이터 공유
- AI 서비스 플랫폼 제공
- 테스트베드 실증



세부연구내용

I 공동연구개발기관(C사)

IoT 플랫폼 구축

■ **유역의 수위예측 및 기상관측 센서 등의 스마트폴 시스템과 연계하여 IoT 디바이스 계측 데이터를 수집하고, 극한홍수 비상대처 의사결정 서비스에 계측 데이터를 전달하기 위한 IoT 플랫폼을 구축하고자 함**

- 스마트폴 시스템의 계측 데이터 수집 기술 개발
- 계측 데이터 실시간 모니터링 기술 개발
- 계측 데이터의 서비스 시스템 공유 기술 개발

■ **스마트폴 계측 데이터 연계 방안 수립 및 데이터 수집 기술 개발**

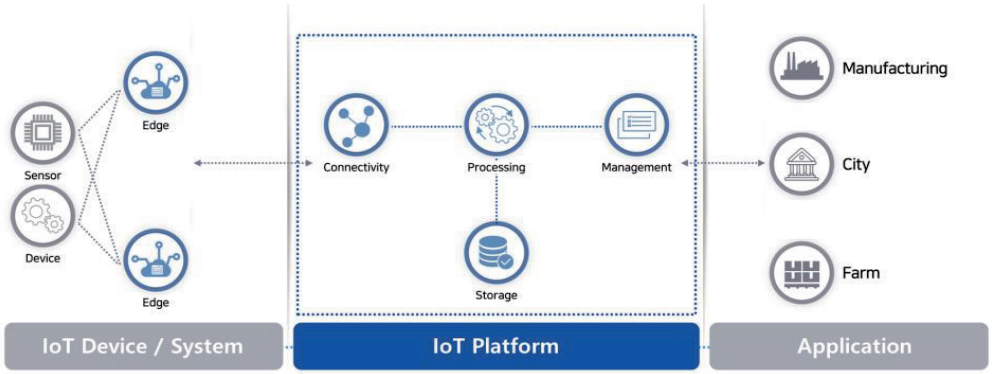
- IoT 디바이스 계측 데이터 수집 방안 설계
- IoT 디바이스 계측 데이터 연계 기술 개발

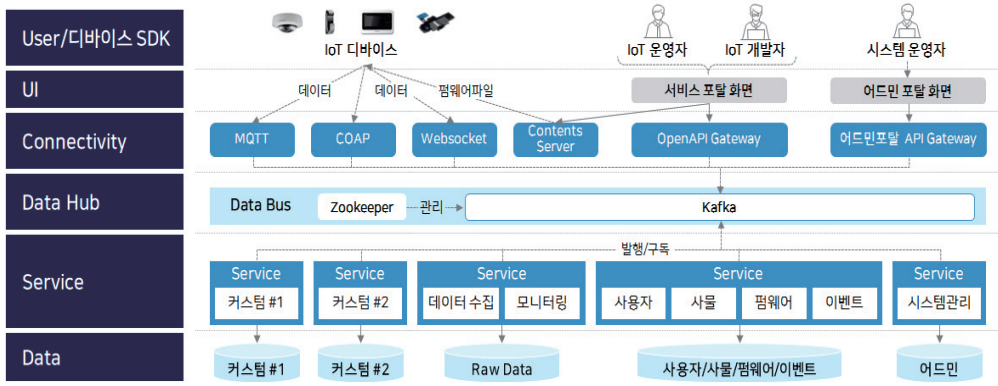
■ **계측 데이터 실시간 모니터링 기술 개발**

- 모니터링 대시보드 및 이상탐지 기술 개발

■ **계측 데이터 서비스 기술 개발**

- 데이터 공유 기술 개발
- AI 서비스 플랫폼 기술 개발





통합 테스트베드 선정 및 운영 전략

1안(낙동강)

2안(섬진강)

구분	1안 (남강댐-가화천)	2안 (섬진강댐-요천 합류부)
선정기준	▪ 댐, 보, 저수지, 하굿둑 등 **홍수방어시설 운영 및 홍수피해지역** 고려 ▪ 하천의 지형특성별 홍수/침수 취약성과 지역/유역 특성을 고려 ▪ 과거 **홍수 피해 발생 및 모니터링 자료** 수집 용이성 ▪ 기존 관측자료의 활용이 용이한 구간 ▪ 상하류 영향을 종합적으로 고려할 수 있는 구간 ▪ 댐유입량 산정이 불안정한 지역	
기초자료	▪ 센서: 강우, 수위, 유량, 유속, 온도, 습도, 카메라 영상정보 등 ▪ **스마트폴을 통한 하천 모니터링** ▪ IoT기반 일체형 측정장치 활용 (5G, LoRa, GSM 등) ▪ 정밀지형정보 ▪ 기타 국가DB 제공 항목	
추진일정	테스트베드 상세검토 및 확정 (1차년도) ▶ 스마트폴 설치 · 운영 플랫폼 개발 (2차년도) ▶ 플랫폼 운영 · 보완 (3차년도) ▶ 테스트베드상 플랫폼 검증 (4차년도) ▶ 플랫폼 검증 운영지침서 작성 (5차년도)	
활용계획	▪ 댐, 저수지, 보 운영에 따른 하류 수위 상태 계측 및 모니터링 ▪ 유역특성을 **고려한 하천별 실시간 강우 및 강우시나리오 기반 침수면적 및 침수심 데이터 작성** ▪ 시나리오 기반 범람해석 시 유역조건, 하도조건, 홍수규모, 홍수범람조건에 따른 테스트베드 대상 해석 실시 ▪ 예측 모델 **보정 및 검증**을 위한 자료 도출 ▪ 통합 모니터링 플랫폼 개발을 위한 **파일럿 테스트** 수행	
기타	• 1차년도 연구 수행시 **관리기관, 자문회의, 유관기관, 협의체와의 협의를 통해** 테스트베드 확정	

연차별 추진체계

단계별 목표	1단계 (1~3차년도) 기술개발		2단계 (4~5차년도) 실증화			최종성과
[주관] 단국대	저수지 스마트폴 다지점 수위계측자료로부터 저수지 홍수유입량 산정기법 개발	· 하천 스마트폴 다지점 수위계측자료로부터 하천측선별 가상센서 구축 및 모의계측값 생성기법 개발 · 모델체인 구축을 위한 실시간 자료동화기법 개발	· 홍수관리 모델체인 구동을 통한 가상홍수 빅데이터 세트 구축 · 하류부 제약사항을 고려한 최적방류 결정 AI Surrogate 모델 학습 및 인퍼런싱	· 테스트베드 선정 · 홍수시 최적방류 결정 AI Surrogate 모델 테스트베드 검증	이상홍수대응 초연결 지능화 플랫폼 테스트베드 실험 총괄 평가	· 가상센서기반 홍수 모니터링 자료동화기술 · 최적댐방류 의사결정 딥러닝모형 개발
[위탁] K사	테스트 베드 선정 및 홍수 모의를 위한 통합형 시뮬레이터 구축 기술 개발	물리모델과 데이터의 상호 보완적 자료 연계 기술 개발	홍수 관리를 위한 시설물 최적 연계운영 기법 적용기술 개발	원스톱 홍수대응 기술 실증 체계 구축 기술 개발	원스톱 홍수 대응기술의 현업 병행 모의 및 실증 평가 체계 구축	· 통합 원스톱 홍수대응 · 시설운영 최적화기법 · 시설연계 표준
[공동1] Z사	[스마트폴] 스마트폴 구축 계획수립/시범구축(저수지) [EAP] 비상대처계획 수립현황분석 및 고도화 방안 수립	[스마트폴] 스마트폴 구축 및 시범운영(하천1) [EAP] 비상대피 경로탐색 알고리즘 구현	[스마트폴] 스마트폴 구축 및 시범운영(하천2) [EAP] 비상대피 이동경로 체계 구축	[스마트폴] 테스트베드내 검증 [EAP] 홍수시뮬레이터와 침수결과 연계방안	[스마트폴] 테스트베드내 검증 [EAP] 비상대피 최적경로	· 스마트폴 구축 및 운영 · 스마트기술활용 EAP 고도화
[공동2] M사	홍수관리 단위요소 및 통합 예측 플랫폼 분석 및 설계	K-sereis 기반의 물리모델 시뮬레이터 개발	이상 홍수대응 통합 홍수모델링 플랫폼 구축	이상홍수 ICT 빅데이터를 활용한 K-series 통합 홍수모델링 플랫폼 고도화	상·하류 홍수피해 분담 및 저감을 고려한 실증운영 모의·검증 및 플랫폼 개선	· ICT 빅데이터를 활용한 K-series 통합 홍수모델링 플랫폼 구축
[공동3] C사	IoT 플랫폼 선정 및 IoT 디바이스 연계 방안 수립	IoT 플랫폼 핵심 기술 개발	IoT 플랫폼 기능 검증 및 데이터 공유 기술 개발	IoT 플랫폼 실증 및 검증	IoT 플랫폼 실증 및 고도화	· IoT지능화 플랫폼 기술 · IoT 디바이스 연계방안 및 이상홍수 모니터링
[공동4] S대	물리모형과 연계한 데이터 기반 강우-유출 모형 개발	수리학적 계산모형과 연계한 데이터 기반 하천 홍수예측 모형 개발	댐 하류 홍수피해 평가모형 구축 및 저수지 최적운영모형 개발	데이터 기반 저수지 운영모형 개발	실시간 홍수예측 및 저수지 운영 모의 및 통합모형 고도화	· 통합홍수모형내 데이터-물리 합성모형
[공동5] K대	유역 지표면 토양수분포화도 모니터링 계획 수립 및 선행연구 분석	지표면 토양수분포화도 관측 자료 수집	지표면 토양수분포화도 관측 위성자료의 보정	지표면 토양수분포화도에 따른 유역 유출량 분석	강우-유출 모델링 정확도 개선 및 유역 유출량 산정 순서도 제시	· 통합홍수모형의 위성 지상데이터 동기화

환경부
Ministry of Environment

I 과제 개요

1. 연구과제 배경 및 필요성
2. 연구개발대상의 국내외 현황
3. 기술개발의 차별성
4. 연구개발의 최종 및 단계별 목표
5. 연구개발의 최종성과물

II 연구 내용 및 추진 전략

1. 목표기술개요(총괄)
2. 기술개발 분담체계
3. 기관별 목표기술개요 및 세부연구내용
4. 통합테스트베드 선정 및 운영전략
5. 연차별 추진체계
6. 연구수행일정

III 주관 및 참여기관 전문성 & 역량

1. 주관연구책임자 후보
2. 해당분야 연구수행 실적
3. 주관연구기관 대표 실적
4. 참여기관 대표연구실적

IV 과제 운영 및 성과관리 계획

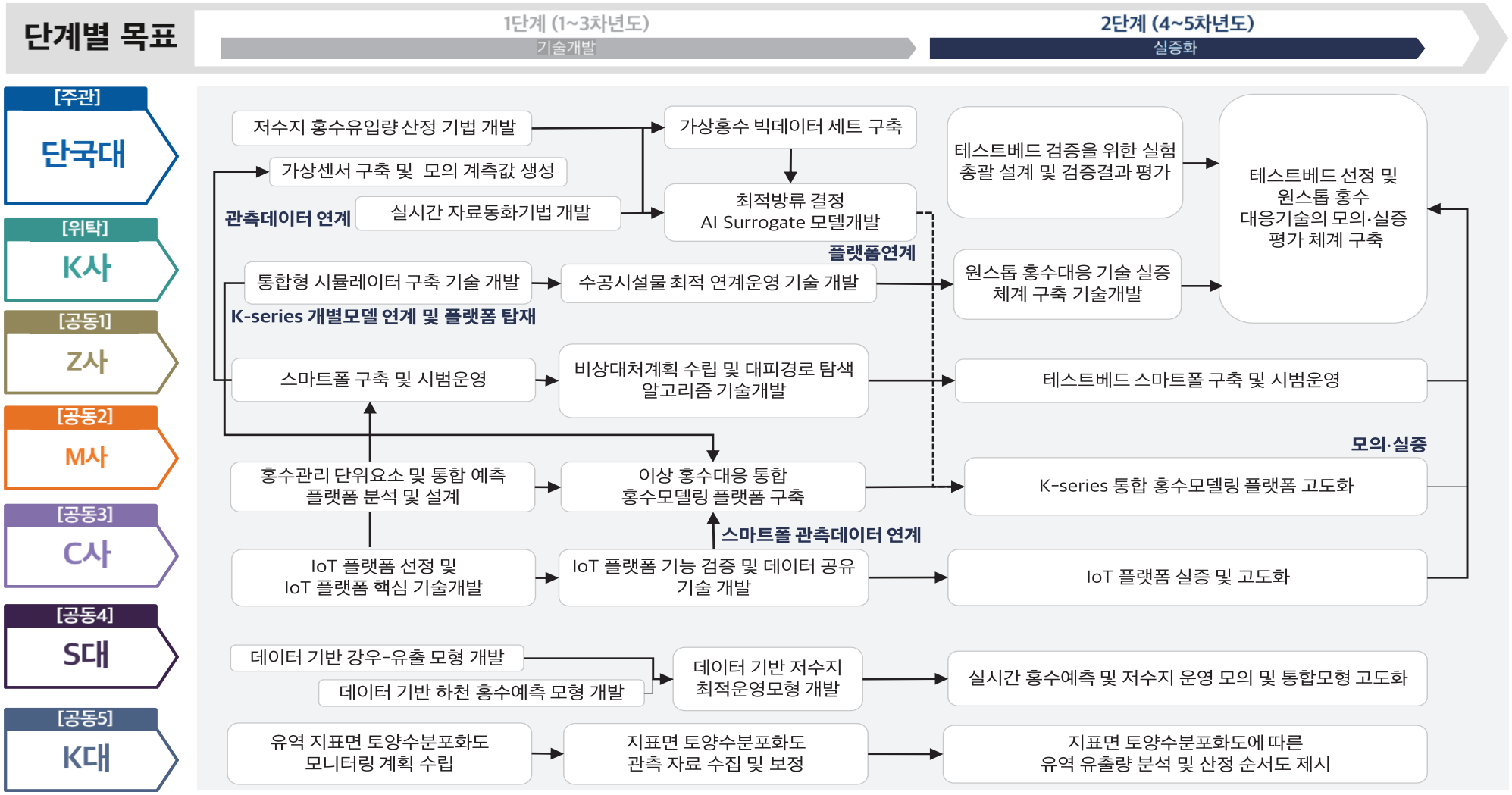
1. 참여기관간 연계도
2. 연구과제 세부 운영 및 관리계획
3. 최종성과지표 및 목표치
4. 성능지표 및 측정방법
5. 단계별 성과검증계획(안)
6. 예상성과 및 성과관리계획

V 기대효과 및 활용방안

1. 예상되는 기대효과
2. 연구개발성과 활용방안

Ⅳ 과제 운영 및 성과관리 계획

참여기관간 연계도



Ⅳ 과제 운영 및 성과관리 계획

단계별 검증

1차 검증 (Level 1)	**모델링**	• 홍수유출 : 준분포형 개념적 모형 (HEC-HMS) • 하천수리 : 1차원 St. Venant • 데이터 모형 : 인공신경망(ANN) • 침수범람 : River stage extended • 하천계측 : 기존 계측망
	지형정보	• 브이월드 (30m)
2차 검증 (Level 2)	**모델링**	• 홍수유출 : 물리기반 분포형 강우-유출모형 (K-DRUM) • 하천수리 : 1차원 St. Venant (K-River) • 데이터 모형 : AIS (AI Surrogate) 모형 • 침수범람 : K-River extended • 하천계측 : 기존계측망
	지형정보	• 국토지리정보원 고해상도 DSM (5-10m급)
3차 검증 (Level 3)	**모델링**	• 홍수유출 : 물리기반 분포형 강우-유출모형 (K-DRUM) • 하천수리 : 1차원 St. Venant (K-River) • 데이터 모형 : AIS (AI Surrogate) 모형 • 침수범람 : 2차원 Shallow water eq. (K-Flood) • 하천계측 : 기존계측망 + 스마트폴
	지형정보	• 현장 드론 3차원 광학 스캐닝

환경부
Ministry of Environment

I 과제 개요

1. 연구과제 배경 및 필요성
2. 연구개발대상의 국내외 현황
3. 기술개발의 차별성
4. 연구개발의 최종 및 단계별 목표
5. 연구개발의 최종성과물

II 연구 내용 및 추진 전략

1. 목표기술개요(총괄)
2. 기술개발 분담체계
3. 기관별 목표기술개요 및 세부연구내용
4. 통합테스트베드 선정 및 운영전략
5. 연차별 추진체계
6. 연구수행일정

III 주관 및 참여기관 전문성 & 역량

1. 주관연구책임자 후보
2. 해당분야 연구수행 실적
3. 연구과제 기획 및 조직관리 역량
4. 참여기관 대표연구실적

IV 과제 운영 및 성과관리 계획

1. 연구과제 운영목표 및 추진전략
2. 연구과제 세부 운영 및 관리계획
3. 참여기관 연구개발 대표성과
4. 예상성과 및 성과관리계획

V 기대효과 및 활용방안

1. 예상되는 기대효과
2. 연구개발성과 활용방안

예상되는 기대효과

1 과학적

- 하류부 제약, 피해상황을 고려한 **다목적댐 관리자간 협업 및 의사결정 지원**
- 사이버물리(CPS)를 활용한 **도시침수 시뮬레이션 기술**을 다양한 재난대응 분야 활용 기대
- 유역 IoT 디바이스 계측 데이터 수집 / **홍수 분석 및 예측 서비스 시스템과 연계 기술 마련**, 이상탐지 서비스 지원

2 경제적

- 댐 방류 의사결정 과학화·객관화를 통한 **피해규모 최소화, 명확한 책임소재의 규명 가능 및 손실보상 판정 근거자료로 활용**
- 이상 홍수 발생 전, **의사결정 지원 및 대응계획수립 달성** 가능, 사회·경제적 손실을 효과적으로 저감
- 계측 디바이스 데이터의 서비스 간 또는 도메인 간 연계·융합하여 **통합 비용절감 효과 기대**

3 현장실무적

- 사이버물리기반 홍수관리시스템 구축을 통한 **시각적공유 기반 합리적 의사결정 가능**
- 홍수예측 및 홍수조절 기법 고도화로 **이상 홍수 피해 대비 대응능력 강화**
- 사이버물리(CPS)플랫폼 현장적용을 통해 **신속/최적 의사결정 지원**

4 기술적

- IoT 스마트폴 표준모델 구축, 대피 최적경로 알고리즘 기술 개발로 인한 **재난대응에 효과적으로 대처**
- 유출량 산정 기법 개선 및 유역 모니터링/하천 관리 인프라 운영 최적화, **이상 홍수 선제적 대응 유출량 해석기술 제공**
- 홍수관리시설물 자료 실시간 공유 및 인공지능 기반 홍수관리시설물 연계운영을 통한 **홍수관리 대응 극대화 및 홍수피해 저감, 비상대처 최적화**

5 사회적

- 객체 별 최적화된 대피경로 제시, **경제적 대책 수립 가능**
- 부족한 지상 지점 관측망을 위성 기반의 간접산정 보완, **신규 지상 관측소 설치비용 절감**
- 홍수관리시설물 유지관리 기관의 인적 및 재정적 부담 감소기반 마련을 통해 국민 물 안전 확보를 통한 통합 **물관리 국민체감 성과 도출**

6 환경적

- IoT 플랫폼 통한 대시민서비스와 연계/활용, 시민의 하천재난 대응에 기여
- 다중객체를 고려한 실시간 상황에 맞는 대피경로의 제시로 **생활환경의 지속성 유지**
- 위성영상자료를 활용한 홍수 수문 정보 산출로 실제 관측시설 설치에 따른 **환경적 부담 해소에 기여**

연구개발성과 활용방안

01

CPS 기반 플랫폼 구축

- 신속성, 정확성, 신뢰성이 향상된 홍수 대처 의사결정 지원 기술 확보
- AI 홍수예보 통합플랫폼 및 댐-하천 디지털 물관리 플랫폼과 연계
- 비상운영 대처방안 마련에 활용

02

최적 통합운영 모의 시뮬레이터

- 홍수예경보 업무에 활용
- 홍수시 다목적댐 운영에 활용
- 홍수피해 저감방안 수립에 활용

03

IoT 기반 스마트폴 구축

- 실시간 위험성 전파에 따른 사전대피로 홍수피해 최소화
- 정확하고 신속한 데이터 습득 및 관리기술 확보
- 미래 지향적인 스마트폴 표준모델 수립

04

통합 홍수분석 시스템 요소기술 개발

- 디지털 트윈 유역 물관리 플랫폼에 활용
- 댐-하천 디지털 물관리 플랫폼에 활용
- 사이버 공간에서 3차원 모의 가시화
  → 의사결정 지원

환경부
Ministry of Environment

감사합니다

MEMO

MEMO

MEMO

MEMO