

RS-2021  
-IP321069

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )  
농업기반 및 재해대응 기술 개발 연구개발사업 2023년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004579-01

IoT  
센서를  
활용한  
빅데이터  
기반  
양배수장  
진단관리  
시스템  
개발

# IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양배수장 진단관리시스템 개발

2024. 05. 31

최  
종  
보  
고  
서

주관연구기관 / 달리웍스(주)  
공동연구기관 / (주)퓨처아이씨티  
공동연구기관 / 충북대학교 산학협력단

2024

농림축산식품부  
농림식품기술기획평가원

농림축산식품부  
(전문기관)농림식품기술기획평가원

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양배수장 진단관리시스템 개발”(개발기간 : 2021.04.01. ~ 2023.12.31.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

납본일자 2024.05.31

주관연구기관명 : 달리웍스(주) (대표자) 이순호



공동연구기관명 : (주)퓨처아이씨티 (대표자) 이인호



공동연구기관명 : 충북대학교 산학협력단 (대표자) 김양훈



주관연구책임자 : 이순호

공동연구책임자 : 이인호

공동연구책임자 : 윤성수

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

최종보고서										보안등급		
										일반[√], 보안[ ]		
중앙행정기관명		농림축산식품부			사업명		사업명			농업기반 및 재해대응 기술개발사업		
전문기관명 (해당 시 작성)					내역사업명 (해당 시 작성)					농업응용 및 기반시설관리 효율화 기술		
공고번호		제2021-30호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)							
					연구개발과제번호					RS-2021-IP321069		
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0903	70%	EE0904	30%					%		
	농림식품과학기술분류	RC0102	70%	RA0102	30%					%		
총괄연구개발명 (해당 시 기재)		국문										
		영문										
연구개발과제명		국문		IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양-배수장 진단관리시스템 개발								
		영문		Development of pumping and drainage diagnosis management system and big data analytics using IoT sensors								
주관연구개발기관		기관명			달리웍스㈜			사업자등록번호				
		주소						법인등록번호				
연구책임자		성명		이순호		직위		대표				
		연락처		직장전화		휴대전화						
				전자우편		국가연구자번호						
연구개발기간		전체		2021. 04. 01 - 2023. 12. 31 (2년 9개월)								
		단계		1단계		2021. 04. 01 - 2022. 12. 31 (1년 9개월)						
				2단계		2023. 01. 01 - 2023. 12. 31 (12개월)						
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원		기관부담		그 외 기관 등의 지원금		합계			연구개발비의	
		연구개발비		연구개발비		지방자치단체 기타( )					지원금	
		현금		현금		현금		현금		현금		
총계		1,188,000		19,000		261,700		0		0		
1단계		324,000		0		90,700		0		0		
2단계		432,000		9,500		85,500		0		0		
공통연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편		
공통연구개발기관		㈜퓨처ICT		이인호		대표이사				비고		
		충북대학교		윤성수		교수				역할		
										기관유형		
연구개발과제 실무담당자		성명		박주훈		직위				이사		
		연락처		직장전화		휴대전화						
				전자우편		국가연구자번호						

이 단계보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 연구개발과제 중단, 협약 해약, 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2024년 02월 27일

연구책임자: 이 순 호 (인)

주관연구개발기관의 장: 달리웍스㈜

공통연구개발기관의 장: ㈜퓨처아이씨티

공통연구개발기관의 장: 충북대학교산학협력단

이 순 호

이 인 호 (직인)

김 양 훈 (직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

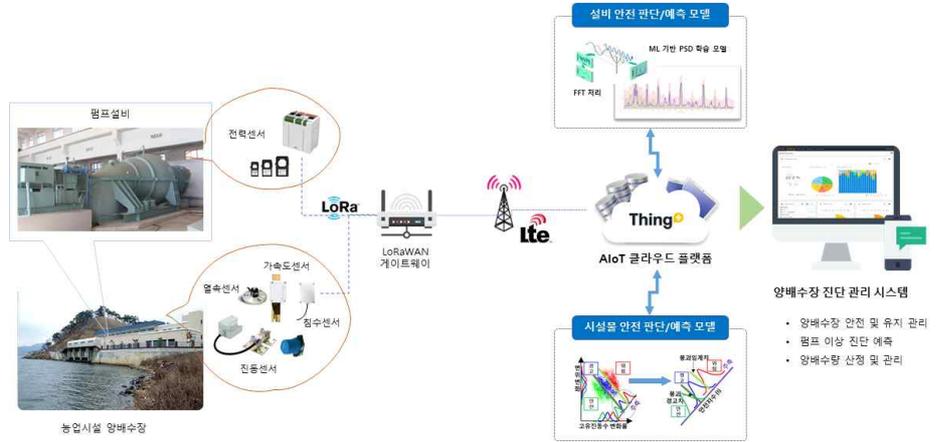
## < 요약 문 >

사업명	농업기반 및 재해대응 기술개발사업			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		
내역사업명 (해당 시 작성)	농업용수 및 기반시설관리 효율화 기술			연구개발과제번호		RS-2021-IP321069
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB0903	70%	EE0904	30%	%
	농림식품 과학기술분류	RC0102	70%	RA0102	30%	%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)						
연구개발과제명	IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양·배수장 진단관리 시스템 개발					
전체 연구개발기간	2021. 04. 01 - 2023. 12. 31 (2년 9개월)					
총 연구개발비	총 1,468,700천원 (정부지원연구개발비: 1,188,000천원, 기관부담연구개발비: 280,700천원)					
연구개발단계	기초[ ] 응용[ √ ] 개발[ ] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]			기술성숙도 (해당 시 작성)		착수시점 기준( 5 ) 종료시점 목표( 7 )
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)						
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)						

연구개발 목표 및 내용	최종 목표	<p><b>최종 목표:</b> 농업 기반시설 양·배수장의 효율적인 운영 및 안전·유지 관리를 위한 <b>IoT 기반 양·배수장 진단 관리 시스템 기술 개발</b></p> <p>▶ 적용분야 : 양·배수장을 포함한 농업 기반시설 이외에 오·폐수 처리 기반 시설 진단 관리에 활용 가능하며, 제조 공정에서 주로 사용되는 압축기, 블로워 등의 장비 모니터링과 함께 제조 공정 상의 다양한 모터 설비의 진단 관리에도 활용 가능</p> <p>▶ 이를 위하여 <b>양·배수장 진단 관리 요소기술을 확보</b>하고, 이를 기반으로 <b>시스템 구축 및 현장 실증을 통한 검증</b>을 진행함</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>▶ 양·배수장 현장의 요구사항과 도메인 지식을 바탕으로 <b>양·배수장 진단관리 시스템</b>을 구축하고, 현장 실증을 통해 시스템을 검증하는 것을 목표로 함</p>
-----------------	-------	---

연구개발  
목표 및  
내용

전체 내용



▶ 본 과제의 양·배수장 진단관리 시스템 기술은 아래와 같은 **4개의 최종 결과물**을 도출

관련 기술	최종 결과물	
	최종 결과물	주요 기능
H/W 기술	양·배수장 데이터 수집을 위한 IoT 센서 디바이스	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 산업용 프로토콜 지원과 웹서버 인터페이스 제공</li> <li>IoT 전용 관리 기능 탑재</li> <li>하부 디바이스 연동을 위한 다중 인터페이스 제공</li> </ul>
	센서 네트워크 구축을 위한 광대역 게이트웨이	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 산업 프로토콜 지원</li> <li>산업 IoT 전용 관리 기능 탑재</li> <li>저비용/ 고효율의 게이트웨이 이중화 구현</li> </ul>
플랫폼 기술	양·배수장 진단관리 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>IoT 데이터 중심의 시계열 통합 데이터 활용 플랫폼</li> <li>시스템 안정성 및 확장성 보장을 위한 마이크로서비스 구조</li> <li>안정적인 데이터 전송을 위한 멀티 메시지 큐 구조</li> <li>손쉬운 사용 및 직관적인 시각화 정보 제공</li> </ul>
	양·배수장 설비고장 진단 예측 및 경보 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>전력 데이터 분석을 통한 설비고장 진단 예측</li> <li>LSTM+Autoencoder 결합 모델 적용</li> <li>규칙 엔진 기반 실시간 경보 시스템 제공</li> </ul>

1단계	목표	양·배수장 진단관리 시스템 설계 및 요소 기술 개발
	내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 양·배수장 진단관리 요구사항 분석 및 시스템 설계</li> <li>▶ 양·배수장 진단관리 효율화를 위한 디지털 트윈 구축 방안 도출</li> <li>▶ 양·배수장 데이터 수집을 위한 센서/디바이스 프로토타입 개발</li> <li>▶ 광대역 게이트웨이 개발 및 센서 네트워크 구축</li> <li>▶ 양·배수장 펌프 설비 이상 진단 판단 및 예측 시스템 개발</li> <li>▶ 양·배수장 진단관리 모니터링 및 실시간 알림 서비스 개발</li> <li>▶ AIoT 클라우드 플랫폼 기반 양·배수장 진단관리 시스템 개발</li> </ul>
2단계	목표	양·배수장 진단관리 시스템 현장 실증 테스트베드 구축 및 검증
	내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 현장 실증 테스트베드 구축 및 검증</li> <li>▶ 양·배수장 데이터 수집을 위한 센서/디바이스 개발</li> <li>▶ 양·배수량 산정 기술 개발 및 활용 방안 도출</li> <li>▶ IoT 클라우드 플랫폼 기반 양·배수장 진단관리 시스템 고도화</li> </ul>

- 양배수장 현장 답사 및 조사
  - 양·배수장 진단관리를 위한 현장 답사 및 조사 (4곳)
    - 서촌 양배수장(청주) 현장 답사
    - 은산 양배수장(평택) 현장 답사
    - 노양 양수장(평택) 현장 답사
    - 옥산 양배수장(청주) 현장 답사
- 양배수장 진단/점검 항목 조사 및 분석
  - 양·배수장 진단관리를 위한 자동 데이터 수집을 위한 항목 조사
    - 갑산 양배수장의 정기 점검 항목 확인을 통한 점검항목을 1차로 정리
    - 이를 기반으로 전체 수집 데이터 항목을 정리
    - 데이터 자동 수집을 위한 센서 선정 및 무선 기술 선정
- 양·배수장 진단관리 요구사항 분석 및 시스템 설계
  - 양배수장 진단관리 요구사항 분석 및 정의서 작성
  - 양배수장 진단관리 서비스 기획 및 설계서 작성
  - 양배수장 진단관리 UI/UX 기획 설계서 작성
  - 양배수장 진단관리 시스템 설계서 작성
- 데이터 수집 및 시각화 모듈 개발
  - 모터 펌프 진단을 위한 설비(진동, 소리 센서, 전력 품질 계측기 등)로부터 측정되는 데이터(진동, 소리, 전력 품질 데이터 등)를 수집하기 위한 모듈 작성
  - 측정된 데이터를 MQTT 프로토콜을 통해 Thingplus 플랫폼으로 수집
- 양 배수장 진단관리 서비스 시나리오 분석 및 서비스 UI/UX 개발
  - 서비스 사용 시나리오 분석 및 메뉴 구성도 작성
  - 디바이스 데이터 수치화 및 표현 방법 설계
  - 관리자 메뉴 구조도 및 대시보드 UI 설계서 작성
- 양 배수장 안전진단 모니터링 및 실시간 경보 기술 개발
  - 양·배수장 모터 펌프 안전진단을 위한 모니터링 기술 개발
  - 안전 진단 실시간 경보 알람 기술 개발 (알람 발생 Rule 엔진 개발)
- AIoT 클라우드 플랫폼 기반 양 배수장 진단관리 시스템 구축
  - 아마존 AWS 기반 진단관리 클라우드 시스템 구축
  - 아마존 ELB 기반 로드밸런싱 제공 및 아마존 ACM 기반 인증 서비스 제공
  - 아마존 RDS 기반 PostgreSQL DB 구성 및 Cassandra DB 클러스터 구성
- 데이터 수집을 위한 디바이스 및 게이트웨이 설계
  - 모터 진단용 IoT 센서 디바이스 프로토타입 설계 및 개발
  - 광대역 게이트웨이 프로토타입 설계 및 개발
  - 양·배수장 진단관리를 위한 센서 조사 및 선정
- 양배수장 데이터 수집을 위한 IoT 센서 디바이스 설계 및 개발
  - 전류, 진동, 온습도, 침수센서 연동 센서 디바이스 설계 및 개발
- 광대역 무선센서 게이트웨이 설계 및 개발
  - LoRaWAN 기반 무선망을 사용한 광대역 무선 센서 게이트웨이 설계 및 개발
- 양·배수장 진단관리 기준 및 평가 방안 조사/도출
  - IoT 도입에 따른 양배수장 설비 진단 관리규정 검토/제안
  - IoT 도입에 따른 평가시트 작성
  - IoT 센서기반 양배수장 진단요소 정의 및 부착 위치 선정
- 양배수장 진단 요소의 도출과 진단효율화를 위한 디지털 트윈 구축 방안 도출
  - 양배수장 디지털 트윈 적용을 위한 데이터 정의, 수집, 분석 방법 제안
  - 양배수장 디지털 트윈 적용을 위한 3D 모델링 방법론 제안
- 양배수장 디지털 트윈을 통한 양배수장 진단 운영 시나리오 분석
  - 양배수장 진단을 위한 성능평가 요인 추출 및 분석
  - 생애주기비용을 고려한 양배수장 운영 평가 지표 설정
  - 양배수장 디지털 트윈을 통한 진단 운영 시나리오
- 시스템 확장성 및 가용성 확보를 위한 인프라 기능 추가 개발
  - Load balancer를 적용하여 부하 분산 기술 개발
  - Kafka 클러스터링을 통한 다중 메시지 큐 처리
  - Cassandra 클러스터링 및 Redis caching을 통한 시계열 DB 성능 개선

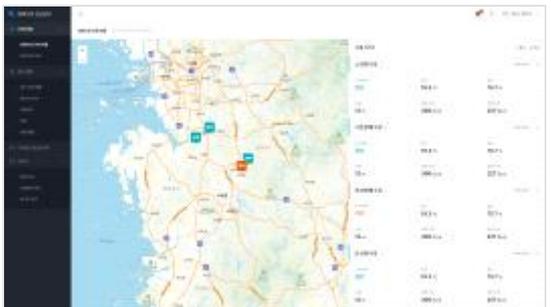
- MSA 구조와 Kubernetes 기술을 적용하여 시스템 확장성을 제공하는 인프라 기능 확장
- 양·배수장 시설 및 펌프 설비 이상 진단 예측 및 경고 시스템 개발
  - 펌프 시설에 전력 센서를 설치하여, 전력 사용 패턴을 분석하여 모터의 이상 진단 예측
  - 시계열을 고려한 LSTM과 라벨이 없는 비지도학습 AutoEncoder 융합모델 적용
  - Short Term Analysis(1차진단)와 Long Term Analysis(2차진단)로 설비 이상 진단 및 예측
- 현장 실증을 통한 양·배수장 진단관리 시스템 고도화 개발
  - 양배수장 진단관리 서비스 매뉴얼 작성
  - 양배수장 진단관리 시스템 추가 리뉴얼 고도화
- 양배수장 현장 실증을 위한 테스트베드 구축 및 운영을 통한 기능 개선
  - 4곳의 테스트베드(은산, 노양(옥동), 서촌, 옥산) 구축 및 실증
  - 모터 펌프 진단을 위한 설비(진동/소리 센서, 전력 품질 계측기, 기타 네트워크 장비) 설치 완료 및 검증
- IoT 센서 디바이스 안정성 시험 및 상용 인증
  - IoT 센서 디바이스 KC 인증 획득
- 광대역 게이트웨이 안정성 시험 및 상용 인증
  - 광대역 게이트웨이 KC 인증 획득
- 양·배수장 실제 운영자료 및 산정 자료를 통한 양·배수량 산정 모델 개발
  - 개수로 수위 기반 양배수량 산정 기술개발 및 개활지 IoT 센서 네트워크 환경선택 기준
  - IoT센싱 데이터 기반 유체역학 및 수리학적 이론 방법론을 적용하여 양배수량 산정 모델 개발
- 양·배수장 운영고도화를 위한 최적 운영모델 개발 및 활용방안 도출
  - 다중 목표 최적화 방법을 적용한 에너지, 펌프, 시간, 양수 용량 비용 최적화
  - 펌프 에너지 소비 및 유지관리 비용 절감을 위한 프레임워크



<양배수장 진단관리 시스템 메뉴 구조도(IA)>



<양배수장 진단관리 시스템 구조도>



연구개발성과

연구개발성과  
활용계획 및  
기대 효과

- ▶ **활용 서비스**
  - (양배수장 진단관리 서비스) 농어촌공사가 관리하는 약 8,000개 양배수장 대상으로 시설 안전 및 진단 관리 서비스 제공 가능
  - (산업 IoT 서비스) 양배수장을 포함한 농업 기반시설 이외에 오·폐수 처리 기반 시설 진단 관리에 활용 가능하며, 제조 공정에서 주로 사용되는 압축기, 블로워 등의 장비 모니터링과 함께 제조 공정 상의 다양한 모터 설비의 진단 서비스 제공 가능
  - (광대역 무선시설망 서비스) LoRaWan 기술을 활용한 광대역 센서 네트워크 구축과 이를 활용한 다양한 IoT 서비스 구축 가능
  - (IoT 기반 활용 플랫폼 서비스) IoT 기기가 수집하는 다양한 특성(수집 주기, 기간 등)을 극복하여 손쉬운 결합 및 분석 활용 가능한 응용 서비스
- ▶ **적용 분야**
  - (설비진단 산업) 양배수장을 포함한 농업 기반시설 이외에 오·폐수 처리 기반 시설 진단 관리에 활용 가능하며, 제조 공정에서 주로 사용되는 압축기, 블로워 등의 장비 모니터링과 함께 제조 공정 상의 다양한 모터 설비의 예지 분석에 활용 가능
  - (스마트 산업) 스마트 빌딩, 스마트 팩토리, 스마트 에너지 등 IoT 센서 데이터를 통한 디지털 트랜스포메이션 적용이 가능한 산업군에서 활용 가능
- ▶ 해당 기술의 특징점은 다음과 같음



- ▶ 해당 기술의 기대효과는 다음과 같음

분야	기대효과
기술적 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 양·배수장을 포함한 시설 구조물의 딥러닝 기반 데이터 분석을 통해 <b>시설물 진단 관리 및 이상 진단 예측 모델 등 핵심 기술 확보</b> 가능</li> <li>▪ 전력 신호의 PSD 분석을 통한 <b>설비의 이상 징후를 판단하는 예측 모델</b>에 대한 핵심 기술 확보하여 스마트팩토리 시장으로 확대 적용 가능</li> <li>▪ 다양한 IoT 센서 연결이 용이한 <b>무선 광대역 센서 네트워크 기술 확보</b>를 통해 IoT 서비스 구축 비용 절감</li> </ul>
경제산업 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 고도화된 양배수장 관리 시스템은 정확한 용수 사용에 대한 예측과 자연재해 대응을 통해, <b>효율적으로 용수를 관리하고 홍수 피해를 최소화하여 경제적 손실의 최소화</b> 가능함</li> <li>▪ 기존 해외 기술 중심의 설비 이상 진단 기술을 내재화함으로써 <b>국내 산업 시설에 가격 경쟁력 있는 솔루션 제공</b> 가능</li> <li>▪ <b>시설물 안전진단 관련 IoT 시장 진출을 통한 시장 점유율 확대</b> (20% 이상) 및 신규 서비스를 통한 매출 증대 (50% 이상)</li> <li>▪ 다양한 산업간의 융합 서비스 확대를 통한 <b>직접/간접 고용 창출</b> 기대</li> </ul>
사회적 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 전국 8천여개의 양·배수장 관리를 정기적으로 실시함에 있어서 부족한 점검 전문 인력의 업무를 일부 대체함으로써 <b>안전한 양·배수장 관리</b> 지원</li> <li>▪ 양배수장을 포함한 시설물의 진단관리 서비스를 통해 시설물 붕괴 사고로 인한 <b>재산 및 인명 피해 감소에 기여</b>하고, 환경/안전/복지 관련 사회 문제를 효과적으로 해결함</li> </ul>

연구개발성과의 비공개여부 및 사유												
연구개발성과의 등록·기탁 건 수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
		5	19									
연구시설·장 비 종합정보시스 템 등록 현황	구입기관	연구시설 ·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	양수장		빅데이터 분석		사물인터넷		센서 디바이스		진단			
영문핵심어 (5개 이내)	Pump Station		Bigdata Analytics		IoT		Sensor Device		Diagnosis			

## < 목 차 >

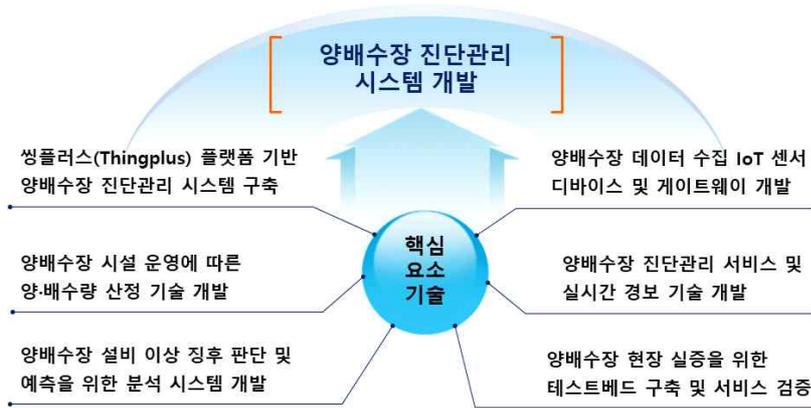
1. 연구개발과제의 개요 .....	10
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용 .....	12
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 .....	35
4. 목표 미달 시 원인분석 .....	114
5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도 .....	114
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 .....	115
7. 붙임 1. 특허 출원 및 등록서 .....	117
8. 붙임 2. KC 인증 및 공인 시험 인증서 .....	123
9. 붙임 3. 자체시험 결과서 .....	134

# 1. 연구개발과제의 개요

**최종 목표:** 농업 기반시설 양·배수장의 효율적인 운영 및 안전·유지 관리를 위한 **IoT 기반 양·배수장 진단 관리 시스템 기술 개발**

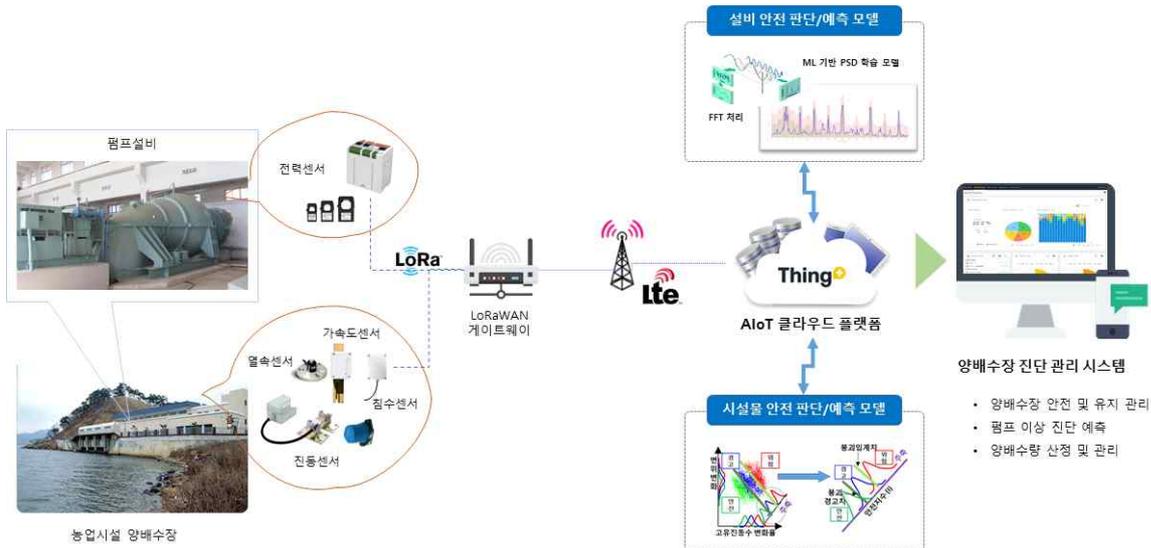
▶ 적용분야 : 양·배수장을 포함한 농업 기반시설 이외에 오·폐수 처리 기반 시설 진단 관리에 활용 가능하며, 제조 공정에서 주로 사용되는 압축기, 블로워 등의 장비 모니터링과 함께 제조 공정 상의 다양한 모터 설비의 진단 관리에도 활용 가능

- ▶ 이를 위하여 **양·배수장 진단관리 요소기술을 확보**하고, 이를 기반으로 **시스템 구축 및 현장 실증을 통한 검증**을 진행함



<그림 1> 양배수장 진단관리 요소기술

- ▶ 양·배수장 현장의 요구사항과 도메인 지식을 바탕으로 양·배수장 진단관리 시스템을 구축하고, 현장 실증을 통해 시스템을 검증하는 것을 목표로 함

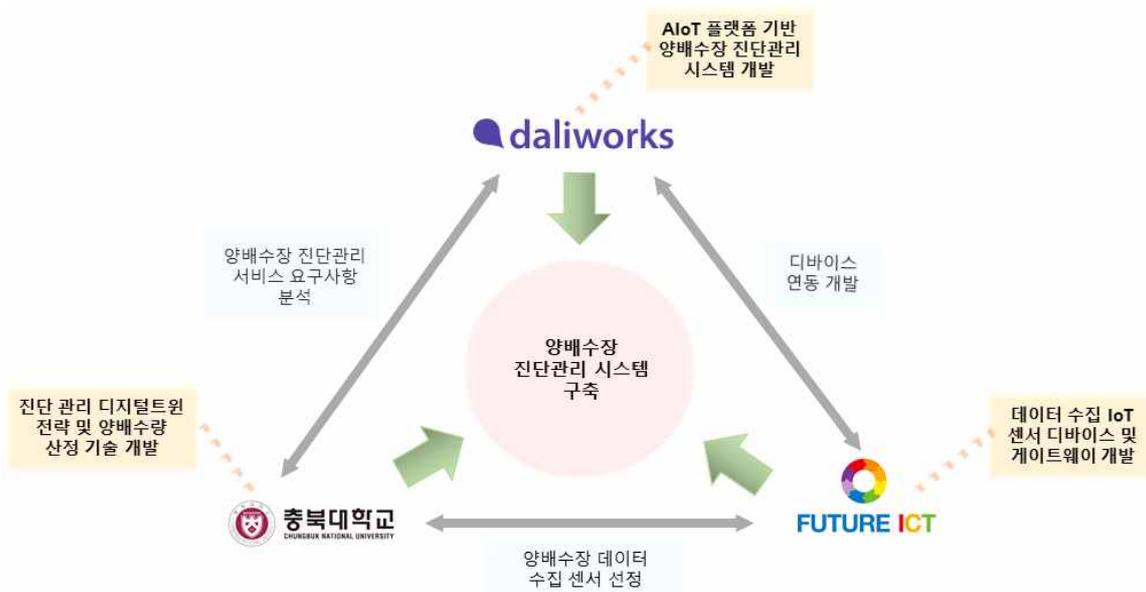


<그림 2> 양배수장 진단관리 서비스 구조

▶ 본 과제 of 양·배수장 진단관리 시스템 기술은 아래와 같은 4개의 최종 결과물을 도출

관련 기술	최종 결과물	
	최종 결과물	주요 기능
H/W 기술	양·배수장 데이터 수집을 위한 IoT 센서 디바이스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 산업용 프로토콜 지원과 웹서버 인터페이스 제공</li> <li>• IoT 전용 관리 기능 탑재</li> <li>• 하부 디바이스 연동을 위한 다중 인터페이스 제공</li> </ul>
	센서 네트워크 구축을 위한 광대역 게이트웨이	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 산업 프로토콜 지원</li> <li>• 산업 IoT 전용 관리 기능 탑재</li> <li>• 저비용/ 고효율의 게이트웨이 이중화 구현</li> </ul>
플랫폼 기술	양·배수장 진단관리 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IoT 데이터 중심의 시계열 통합 데이터 활용 플랫폼</li> <li>• 시스템 안정성 및 확장성 보장을 위한 마이크로서비스 구조</li> <li>• 안정적인 데이터 전송을 위한 멀티 메시지 큐 구조</li> <li>• 손쉬운 사용 및 직관적인 시각화 정보 제공</li> </ul>
	양·배수장 설비고장 진단 예측 및 경보 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전력 데이터 분석을 통한 설비고장 진단 예측</li> <li>• LSTM+Autoencoder 결합 모델 적용</li> <li>• 규칙 엔진 기반 실시간 경보 시스템 제공</li> </ul>

▶ 3개의 주관 및 공동 연구개발 기관은 개별 전문영역에서 양·배수장 진단관리 시스템의 요소 및 플랫폼 기술 개발을 위해 유기적으로 협력하고 최종 결과물을 도출함

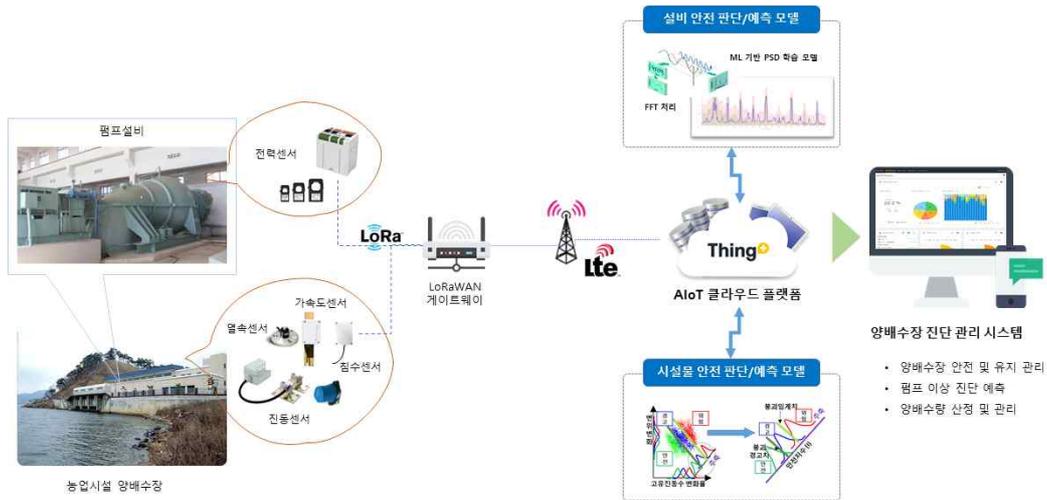


<그림 3> 연구개발 기관 역할 및 협업 방안

## 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

### 1) 최종 수행 목표

- **최종 목표:** 농업 기반시설 양·배수장의 효율적인 운영 및 안전·유지 관리를 위한 IoT 기반 양·배수장 진단 관리 시스템 기술 개발



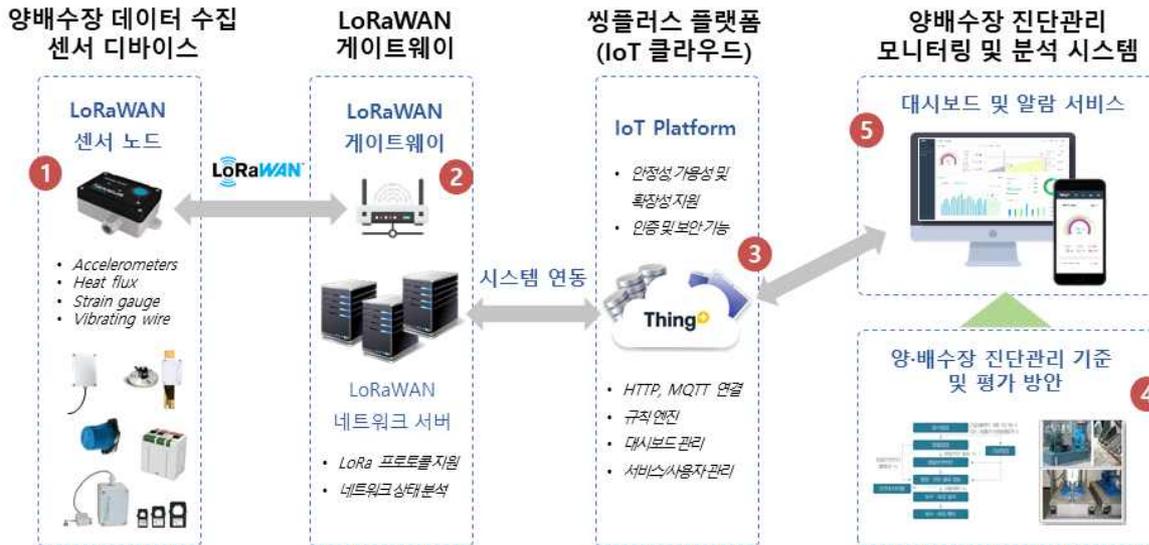
<양·배수장 진단관리 시스템 구조>

- 세부 연구 개발 목표 :

- 1) 양·배수장 진단관리 효율화를 위한 디지털 트윈 구축 방안 도출
  - 양·배수장 진단관리 요소의 도출과 진단관리 효율화를 위한 디지털 트윈 구축 방안 도출
  - 양·배수장 디지털 트윈을 통한 양·배수장 진단관리 운영 시나리오 분석
- 2) 양·배수장 데이터 수집을 위한 디바이스 및 게이트웨이 개발
  - 양·배수장 진단관리를 위한 센서 기술 조사 및 선정
  - LoRaWAN 기반 IoT 센서 디바이스 설계 및 개발
  - LoRaWAN 광대역 게이트웨이 설계 및 개발
- 3) 양·배수장 진단관리 시스템 개발 및 검증
  - 양·배수장 진단관리 서비스 시나리오 분석 및 서비스 UI/UX 개발
  - AIoT 클라우드 플랫폼 기반 양·배수장 진단관리 서비스 구축
  - 양·배수장 안전진단 모니터링 및 실시간 경보 기술 개발
  - 현장 실증을 통한 테스트베드 구축 및 검증
- 4) 양·배수장 시설 및 펌프 설비 이상 진단 예측 및 경보 시스템 개발
  - 양·배수장 설비고장 예지를 위한 신호처리 기법 개발
  - 설비 이상진단 기법과 연계한 AI 기반 데이터 분석 모델 및 시스템 개발
- 5) 시설 운영에 따른 양·배수량 산정 기술 개발
  - 양·배수장 실제 운영자료를 통한 산정 자료를 통한 양·배수량 산정 모델 개발
  - 양·배수장 운영고도화를 위한 최적 운영모델 개발 및 활용방안 도출

2) 1단계 1차년도 연구개발 결과

- (주요 목표) 1차년도는 연구 개발을 위한 양·배수장 진단관리 요구사항 분석 및 시스템 설계를 진행 하고, 데이터 수집을 위한 센서 네트워크 구축 및 시스템 요소 기술을 개발함



<1차년도 연구 개발 구조>

주관연구개발기관 (달리웍스(주)): 양·배수장 진단관리 요구사항 분석 및 시스템 설계

- 양·배수장 안전 및 유지 관리를 위한 서비스 요구사항 도출
- 양·배수장 진단관리 서비스 요구사항 분석 및 UI/UX 설계
- 양·배수장 진단관리 시스템 설계 및 요소 기술 개발

공동연구개발기관 1 (㈜퓨처ICT): 데이터 수집을 위한 디바이스 및 게이트웨이 설계

- 양·배수장 진단관리를 위한 센서 조사 및 선정
- IoT 센서 디바이스 프로토타입 설계 및 개발
- 광대역 게이트웨이 프로토타입 설계 및 개발

공동연구개발기관 2 (충북대학교): 양·배수장 진단관리 기준 및 평가 방안 조사/도출

- 양·배수장 설비 진단관리 기준 및 평가 방안 조사/도출
- 양·배수장 설비 진단관리를 위한 규정 검토/제안
- 양·배수장 시설 데이터 수집을 위한 센서 조사 및 설치 방안 도출

○ 기관별 주요 연구 개발 결과 및 수행 내용 (1차년도)

(달리웍스) 양·배수장 진단관리 요구사항 분석 및 시스템 설계

○ 양배수장 안전 및 유지 관리를 위한 서비스 요구사항 도출

- 서촌 양배수장, 은산 양배수장을 4회에 걸쳐 현장답사 진행
- 갑산양배수장의 정기 점검 항목 확인을 통한 점검항목 분석/검토
- 정기점검 항목중 원격지 자동화를 통한 수집가능한 데이터 정리
- 분석 내용을 토대로 요구사항 도출
- 양배수장 진단관리를 위한 서비스 요구사항 도출
- 양배수장 진단관리를 위한 IoT 센서 디바이스 요구사항 도출
- 양배수장 진단관리를 위한 광대역 Gateway 요구사항 도출
- 위의 내용을 정리하여 양배수장 안전 및 유지 관리를 위한 서비스 요구사항 정의서 작성

### 양배수장 진단관리 요구사항 정의서

2021년 농업기반 및 재해대응 기술 개발사업

**양배수장 진단관리 요구사항 정의서**

IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양배수장 진단관리시스템 개발  
PDMSPumping and Drainage Management System

2021. 06

daliworks

양배수장 진단관리 서비스 요구사항

**2. 요구사항 ID 정의**

- Req: Functional Requirement (기능 요구사항)
- SRF: System Function Requirement (시스템 기능 요구사항)
- SRP: System Requirement (시스템 요구사항)
- SRH: Hardware Requirement (하드웨어 요구사항)
- SRM: Software Requirement (소프트웨어 요구사항)
- SRG: Gateway Requirement (Gateway 요구사항)
- SRU: User Requirement (사용자 요구사항)

**3. 양배수장 진단관리 서비스 요구사항 정의**

요구사항 ID	구분	요구사항	내용
SRH_01	기부	IoT 센서 통합	IoT 센서를 통합하여 원격에서 양배수장 시설을 관리 할 수 있다. (필수사항)
SRH_02	기부	데이터 통신	클라우드 상에서 원격에서 양배수장 시설을 관리 할 수 있다. (필수사항)
SRM_01	시스템	서비스/관리	기존 서비스(Platform)를 활용하여 IoT 센서 데이터를 수집한다.
SRM_02	시스템	서비스/관리	기존 서비스(Platform)를 활용하여 IoT 센서 데이터를 수집한다. (필수사항)
SRM_03	시스템	데이터 관리	데이터를 수집하여 저장하고, 분석하고, 시각화할 수 있다.
SRM_04	시스템	데이터 관리	데이터를 수집하여 저장하고, 분석하고, 시각화할 수 있다. (필수사항)
SRM_05	시스템	데이터 관리	데이터를 수집하여 저장하고, 분석하고, 시각화할 수 있다. (필수사항)
SRM_06	시스템	데이터 관리	데이터를 수집하여 저장하고, 분석하고, 시각화할 수 있다. (필수사항)
SRM_07	시스템	데이터 관리	데이터를 수집하여 저장하고, 분석하고, 시각화할 수 있다. (필수사항)
SRM_08	시스템	데이터 관리	데이터를 수집하여 저장하고, 분석하고, 시각화할 수 있다. (필수사항)
SRM_09	시스템	데이터 관리	데이터를 수집하여 저장하고, 분석하고, 시각화할 수 있다. (필수사항)
SRM_10	시스템	데이터 관리	데이터를 수집하여 저장하고, 분석하고, 시각화할 수 있다. (필수사항)
SRM_11	시스템	데이터 관리	데이터를 수집하여 저장하고, 분석하고, 시각화할 수 있다. (필수사항)
SRM_12	시스템	데이터 관리	데이터를 수집하여 저장하고, 분석하고, 시각화할 수 있다. (필수사항)
SRM_13	시스템	데이터 관리	데이터를 수집하여 저장하고, 분석하고, 시각화할 수 있다. (필수사항)
SRM_14	시스템	데이터 관리	데이터를 수집하여 저장하고, 분석하고, 시각화할 수 있다. (필수사항)
SRM_15	시스템	데이터 관리	데이터를 수집하여 저장하고, 분석하고, 시각화할 수 있다. (필수사항)

양배수장 진단관리 서비스 요구사항

**4. IoT 센서 디바이스 요구사항 정의**

요구사항 ID	구분	요구사항	내용
SRH_01	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.
SRH_02	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.
SRH_03	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.
SRH_04	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.
SRH_05	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.
SRH_06	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.
SRH_07	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.
SRH_08	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.
SRH_09	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.
SRH_10	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.
SRH_11	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.
SRH_12	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.
SRH_13	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.
SRH_14	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.
SRH_15	하드웨어	IoT 센서 디바이스	기존에 사용하던 IoT 센서 디바이스를 대체하여, IoT 센서 디바이스를 사용한다.

양배수장 진단관리 서비스 요구사항

**5. 광대역 Gateway 요구사항 정의**

요구사항 ID	구분	요구사항	내용
SRH_01	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.
SRH_02	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.
SRH_03	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.
SRH_04	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.
SRH_05	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.
SRH_06	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.
SRH_07	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.
SRH_08	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.
SRH_09	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.
SRH_10	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.
SRH_11	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.
SRH_12	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.
SRH_13	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.
SRH_14	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.
SRH_15	하드웨어	Gateway 디바이스	기존에 사용하던 Gateway 디바이스를 대체하여, Gateway 디바이스를 사용한다.

○ 양배수장 진단관리 서비스 요구사항 분석 및 UI/UX 설계

- 양배수장 진단관리 서비스 기획 진행
- 양배수장 진단관리 UI/UX 기획 설계 진행

### 양배수장 진단관리 서비스 설계서

2021년 농업기반 및 재해대응 기술 개발사업

**양배수장 진단관리 서비스 설계서**

IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양배수장 진단관리시스템 개발  
PDMSPumping and Drainage Management System

2021. 09

daliworks

양배수장 진단관리 서비스 설계

**2. 서비스 구조**

2.1 서비스 개요

2.2 엔티티 구분

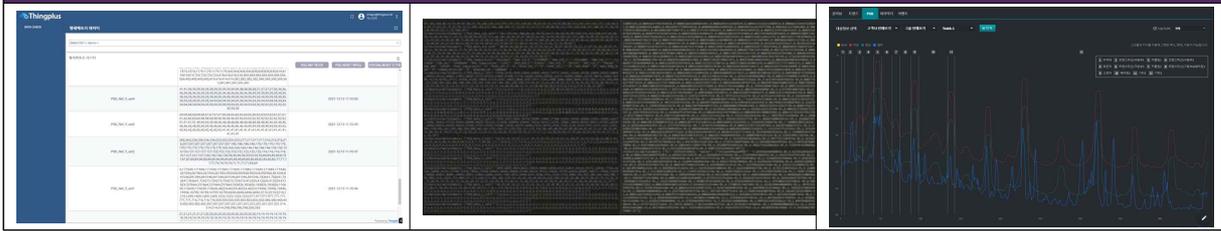
양배수장 진단관리 서비스 설계

**2.4 모티프 및 인터페이스 화면**

역할	설명
관리자	시스템의 모든 기능을 관리하고, 사용자 권한을 부여하고, 시스템 상태를 모니터링한다.
운영자	시스템의 일상적인 운영을 담당하고, 사용자 문의를 처리한다.
점검자	시스템의 정기 점검을 담당하고, 점검 결과를 기록한다.
유지보수 담당자	시스템의 유지보수를 담당하고, 고장 발생 시 조치를 취한다.
고객	시스템을 사용하는 사용자이다.
파트너	시스템을 사용하는 파트너이다.
제조사	시스템을 제조하는 회사이다.
공급자	시스템을 공급하는 회사이다.
계약자	시스템을 계약한 회사이다.
유지보수 담당자	시스템의 유지보수를 담당하는 회사이다.



## 데이터 수집 및 시각화 모듈



## (퓨처이씨티) 데이터 수집을 위한 디바이스 및 게이트웨이 설계

- 양배수장 진단관리를 위한 센서 조사 및 선정
  - 갑산양 배수장의 정기 점검 항목 확인을 통한 점검항목을 정리하고 이를 기반으로 전체 수집 데이터 항목을 정리하여 자동화를 통한 수집데이터 항목을 정리
  - 전류/전압, 진동, 소음 데이터, 양배수장 온습도 데이터, 누수감지 데이터
- IoT 센서 디바이스 프로토타입 설계 및 개발
  - 오픈 하드웨어를 활용한 전류/전압, 진동, 소음 데이터를 수집 가능하도록 구성하여 1차년도 설치를 통한 데이터 수집이 가능하도록 프로토타입 개발 완료
- 광대역 게이트웨이 프로토타입 설계 및 개발
  - 펌프 진단 데이터 외의 양배수장 환경 데이터 수집을 위하여 FTM80을 LoRaGateway로 확장하여 무선 센서게이트웨이 프로토타입으로 활용
  - LoRa무선 노드에 센서를 연동하여 온습도 데이터, 누수감지 무선 센서노드 활용

## IoT 센서 디바이스 프로토타입/광대역 게이트웨이 프로토타입



## (충북대학교) 양·배수장 진단관리 기준 및 평가 방안 조사/도출

### ○ 양·배수장 설비 진단관리 기준 및 평가방안 도출

- 양·배수장 진단관리를 위한 IoT 센서를 도입하기 위하여 기존 안전진단 기준을 준수하는 범위 안에서 관련 농어촌공사 양·배수장 담당자를 대상으로 설문조사를 실시함
- IoT 센서를 양·배수장 진단관리 프로세스에 도입하기 위하여 기존 농어촌정비법에 따른 농업기반시설물의 안전 점검 및 정밀 안전진단 관리 기준을 따라 IoT센싱 기술이 적용될 수 있는 기준안을 제안함

### ○ 양·배수장 설비 진단관리를 위한 규정 검토 및 제언

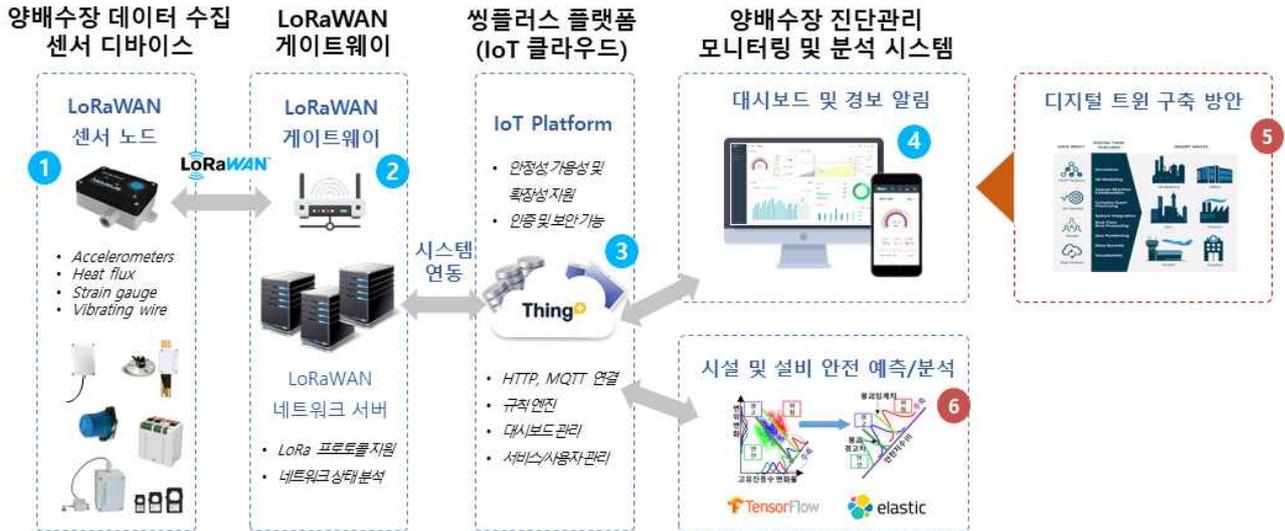
- 양·배수장 안전진단 규정의 평가항목을 분석하고 IoT센서를 도입한 평가 규정을 제언함

### ○ 양·배수장 시설 데이터 수집을 위한 센서 조사 및 설치 방안 도출

- IoT 센서 기반 양·배수장 진단요소를 정의하고 부착 센서의 요구 제원 항목을 정리함
- 양·배수장에 설치되는 IoT센서의 위치 설정 및 설치 방안 도출함

3) 1단계 2차년도 연구개발 결과

- (주요 목표) 2차년도는 1차년도의 결과물을 바탕으로 양·배수장 진단관리 시스템을 구축하고, 시설 및 펌프 설비에 대한 이상 진단 예측을 위한 분석 시스템을 개발함



<2차년도 연구개발 구조>

<p><b>주관연구개발기관 (달리웍스㈜): 양·배수장 진단관리 서비스 UI/UX 및 시스템 개발</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 양·배수장 진단관리 서비스 시나리오 분석 및 서비스 UI/UX 개발</li> <li>• 양·배수장 안전진단 모니터링 및 실시간 경보 기술 개발</li> <li>• AIoT 클라우드 플랫폼 기반 양·배수장 진단관리 시스템 구축</li> </ul>
<p><b>공동연구개발기관 1 (㈜퓨처ICT): 데이터 수집을 위한 디바이스 및 게이트웨이 개발</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 디바이스 프로토타입 개발을 통한 문제점 및 개선 방안 도출</li> <li>• 양배수장 데이터 수집을 위한 IoT 센서 디바이스 설계 및 개발</li> <li>• LoRaWAN 기반 광대역 네트워크 구성을 위한 게이트웨이 설계 및 개발</li> </ul>
<p><b>공동연구개발기관 2 (충북대학교): 진단관리 효율화를 위한 디지털 트윈 구축 방안 도출</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 양·배수장 진단 요소의 도출과 진단 효율화를 위한 디지털 트윈 구축 방안 도출</li> <li>• 양·배수장 디지털 트윈을 통한 양배수장 진단 운영 시나리오 분석</li> </ul>

○ 기관별 주요 연구 개발 결과 및 수행 내용 (2차년도)

(달리웍스) 양·배수장 진단관리 서비스 UI/UX 및 시스템 개발

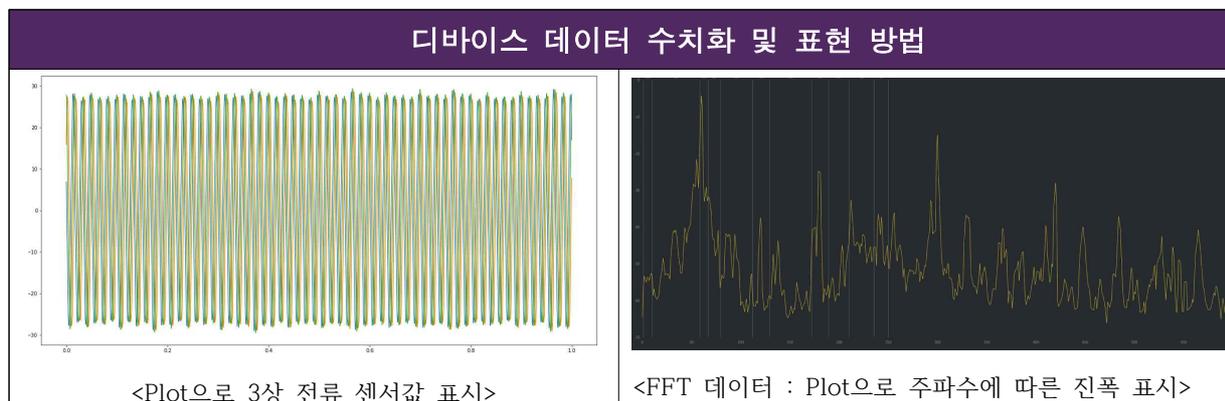
○ 양배수장 진단관리 서비스 시나리오 분석 및 서비스 UI/UX 개발

- 서비스 사용 시나리오 분석 및 메뉴 구성도 작성



<양배수장 진단관리 시스템 메뉴 구조도(IA)>

- 1차년도 요구사항 분석 결과를 토대로 양배수장 진단관리 시스템의 메뉴 구조도 (IA) 작성
  - 모든 기능을 총괄하는 '서비스관리자'와 해당 양배수장의 관리를 수행할 '양배수장 관리자'로 사용자 계정에 따른 기능 분리
- 디바이스 데이터 수치화 및 표현 방법 설계
- 계측 데이터의 수집 및 AI 진단 분석을 위한 데이터 수치화 처리 및 표현 방법에 대해 설계 진행
  - 센서 raw 데이터에 대한 Plot으로 3상 전류의 센서값 표시
  - RMS / Signal frequency / Current fluctuation / Current unbalance : 실시간 값을 볼 수 있게 화면 구성



- 관리자 메뉴 구조도 및 대시보드 UI 설계서 작성

### 양배수장 진단관리 시스템 UI/UX

2021년 농업기반 및 지역대응 기술 개발사업

**양배수장 진단관리 서비스 구조도**

IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양 배수장 진단관리시스템 개발  
PDMS(Pumping and Drainage Management System)

2022. 07

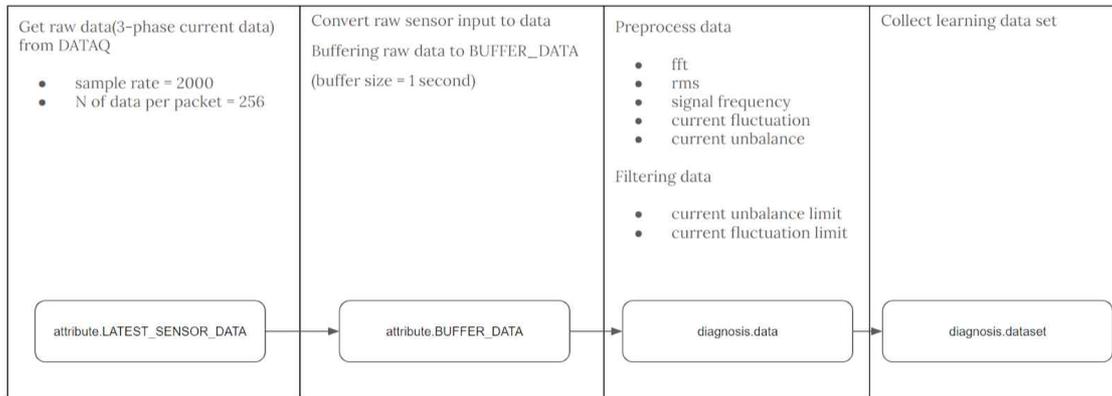
daliworks

2. 서비스 구조도(A)

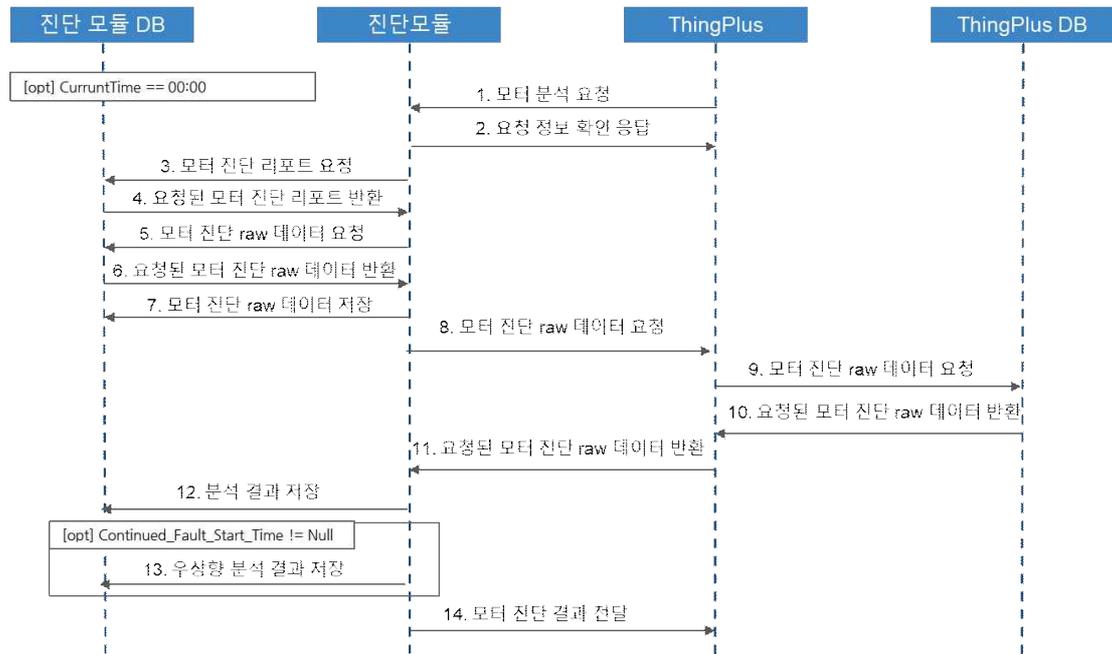
3.2 전체 화면

○ 양배수장 안전진단 모니터링 및 실시간 경보 기술 개발

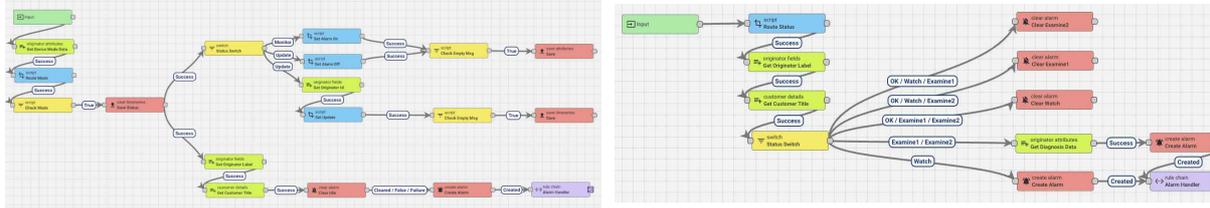
- 양·배수장 모터 펌프 안전진단을 위한 모니터링 기술 개발
- 안전 진단 실시간 경보 알람 기술 개발 (알람 발생 Rule 엔진 개발)



<센싱 데이터 전처리 과정>



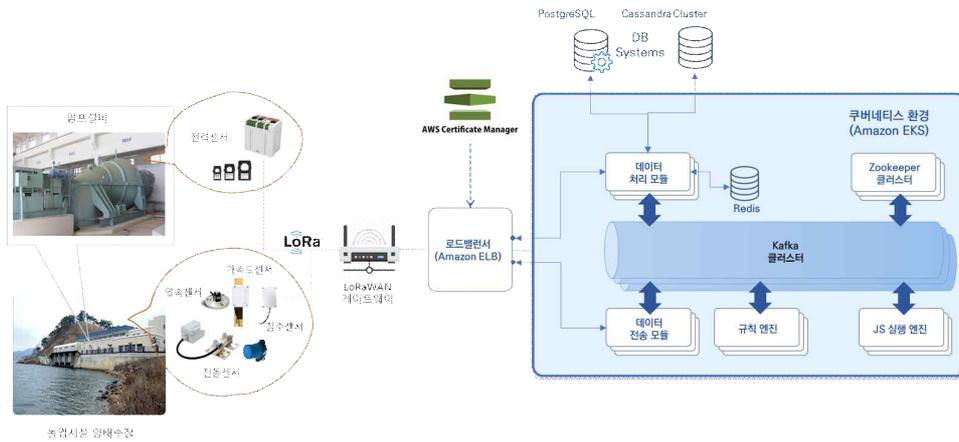
<모터 진단 처리 과정>



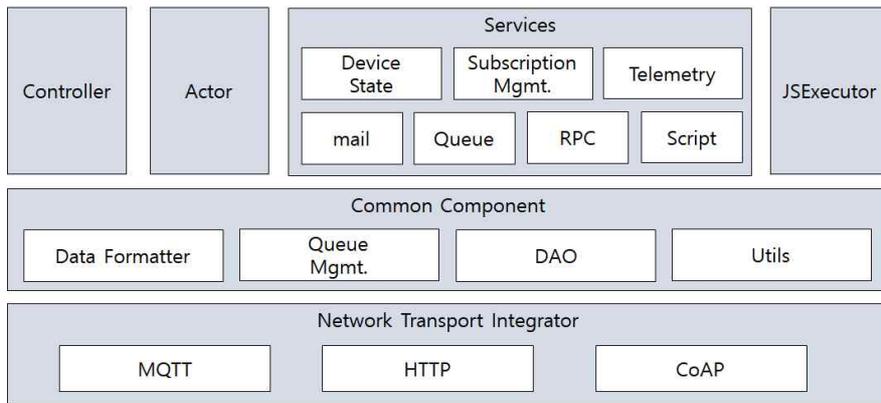
<진단모드/진단변수에 따른 실시간 발생 알람 Rule>

○ AIoT 클라우드 플랫폼 기반 양배수장 진단관리 시스템 구축

- 아마존 AWS 기반 진단관리 클라우드 시스템 구축
- 아마존 ELB 기반 로드밸런싱 제공 및 아마존 ACM 기반 인증 서비스 제공
- 아마존 RDS 기반 PostgreSQL DB 구성 및 Cassandra DB 클러스터 구성



<양배수장 진단관리 시스템 구조도>



<양배수장 진단관리 시스템 기능 아키텍처>

## 양배수장 진단관리 시스템 구조도

2022년 융합기반 및 재해대응 기술 개발사업

### 양배수장 진단관리 시스템 구조도

IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양배수장 진단관리시스템 개발  
POMS(Pumping and Drainage Management System)

2022. 09

daliworks

양배수장 진단관리 시스템 구조도

### 2. 양배수장 진단관리 시스템 구조

#### 2.1 시스템 구조

양배수장 진단관리 시스템은 다양한 AWS 기반의 클라우드 서비스를 활용하여, AWS Certificate Manager, Amazon ELB, Amazon IAM, Amazon RDS 등의 기능을 사용하여 서비스를 안정적으로 운영하고 있다.

#### 2.1.1 ELB 기반 로드밸런싱 (Amazon Elastic Load Balancing)

Elastic Load Balancing: Amazon EC2 인스턴스, 엔드포인트 및 IP 주소의 공중 여러 대상에 대해, 수간 적용가능한 모든 네트워크 종단점을 위한 기능 제공. 확장성, 유연성, 가용성, 내구성, 성능, 보안, 모니터링, 그리고 다양한 애플리케이션을 위한 다양한 구성 옵션을 제공한다. Elastic Load Balancing은 애플리케이션의 가용성을 높이고, 트래픽을 여러 대상으로 분산하여 애플리케이션의 가용성을 높여준다.

로드 밸런서는 워크로드를 가장 적절하고 균등하게 여러 리소스에 분산한다. 로드 밸런서를 사용하여 애플리케이션의 가용성과 내구성을 높인다. 애플리케이션에 대한 요청이 안정적인 흐름을 유지하고 있고 유효한 응답을 받아들이는 리소스에 추가 요청을 제공할 수 있다. 로드 밸런서는 애플리케이션의 가용성을 높이고, 트래픽을 여러 리소스에 분산하여 애플리케이션의 가용성을 높여준다. 또한 애플리케이션이 주어진 요청에 응답할 수 있도록 도와주고, 백로그 작업을 로드 밸런서로 전송할 수 있다.

www.daliworks.net

양배수장 진단관리 시스템 구조도

### 2.2 Database 시스템 구조

#### 2.2.1 PostgreSQL DB

PostgreSQL은 개방형 관계형 데이터베이스로서 ACID가 기본적으로 갖춰져 있고 ACID 준수성, 일관성, 고성능, 영구성 등을 지향하며, 특히 데이터 무결성과 용이성에 매우 강력한 능력을 가지고 있다. 또한 다양한 플러그인이 제공되어 있어 다양한 기능적인 기능을 제공한다. PostgreSQL은 데이터베이스의 용이성, 성능, 확장성, 그리고 높은 성능을 자랑하는 다양한 기능을 제공한다. PostgreSQL은 데이터베이스의 용이성, 성능, 확장성, 그리고 높은 성능을 자랑하는 다양한 기능을 제공한다. PostgreSQL은 데이터베이스의 용이성, 성능, 확장성, 그리고 높은 성능을 자랑하는 다양한 기능을 제공한다.

#### 2.2.2 ACM 기반 인증 서비스(AWS Certificate Manager)

AWS Certificate Manager: AWS 서비스 및 연결된 내부 리소스에 사용할 공인 및 사설 SSL/TLS(Secure Sockets Layer) 인증서를 손쉽게 프로비저닝, 관리 및 배포할 수 있도록 지원하는 서비스이다. SSL/TLS 인증서는 네트워크 통신을 보호하고 암호화되어 웹 사이트의 각 클라이언트와 네트워크에서 리소스의 각 클라이언트를 연결하는 데 사용된다. AWS Certificate Manager는 SSL/TLS 인증서를 구매, 업로드 및 갱신하는 데 온-사이드 소프트웨어를 사용하지 않고도 사용할 수 있다.

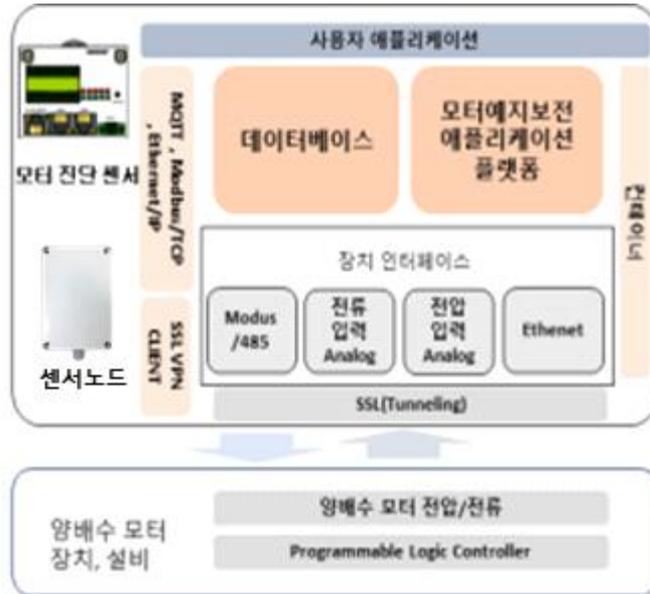
www.daliworks.net



**(퓨처아이씨티) 데이터 수집을 위한 디바이스 및 게이트웨이 개발**

○ 센서 디바이스 개발

- 양배수장 펌프 진단을 위한 프로토타입 기반으로 센서 디바이스 개발



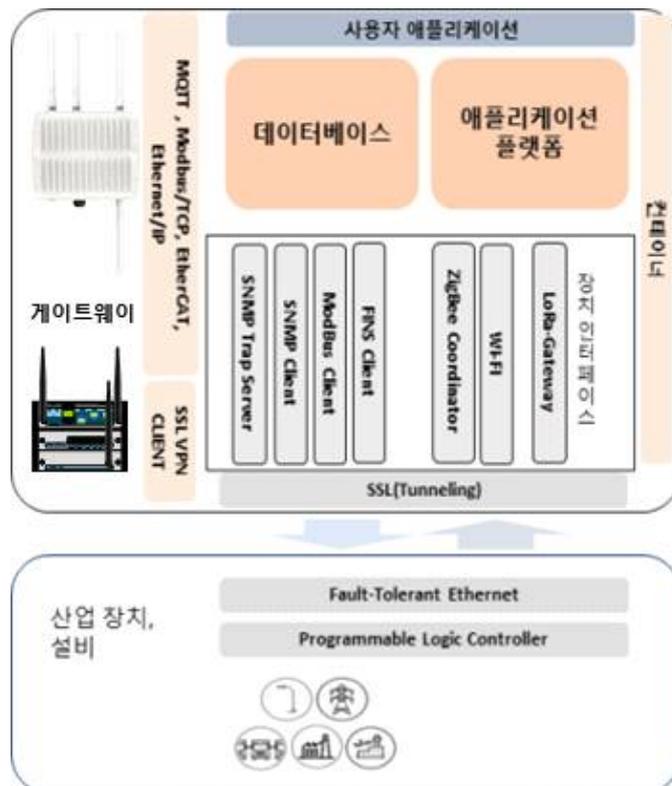
<디바이스 구조>

- 전류, 진동, 온습도, 침수센서 연동

- 상용화 및 사업화

- 온도센서 2개를 연결할 수 있는 2CH 센서노드를 개발하여 사업화 진행(스팀트랩 표면온도측정 시스템 구축사업 진행)

○ 광대역 무선 센서 게이트웨이 개발



<게이트웨이 구조>

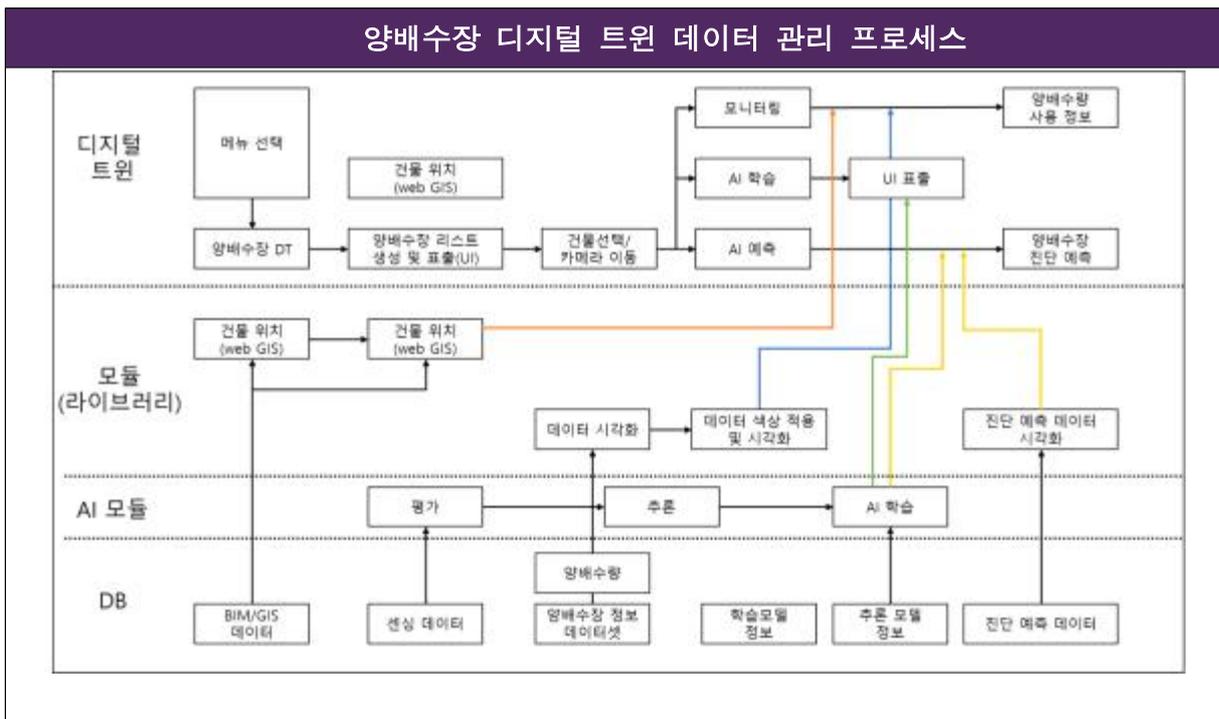
- 모터 진단의 양배수장 내 환경 데이터 자동 수집을 위한 광대역 무선 센서게이트웨이 개발
- LoRaWAN 모듈 탑재, LoRaWAN 무선망을 사용한 Sensor Network 구성가능 (LoRa 무선 디바이스와 연동하여 양배수장내 온습도 센서 등 환경정보 수집가능)
- LTE통신 보드 개발 및 탑재하여 무선 광대역 Sensor Gateway로 확장
- 내구성이 뛰어난 Steel 소재 산업용 케이스 적용 (IP65등급 방수/방진 케이스 적용예정)



**(충북대학교) 진단관리 효율화를 위한 디지털 트윈 구축 방안 도출**

○ 양배수장 디지털 트윈 구축 방안 작성

- 양배수장 디지털 트윈 구축을 위한 데이터 정의, 데이터 수집, 데이터 분석, 3D 모델링 방안들에 대한 기술적 방법론 제언
- 양배수장 운영관리를 위한 디지털트윈 데이터 관리 프로세스 개발



○ 디지털 트윈을 적용한 양배수장 진단 운영 시나리오

- 양배수장의 디지털 트윈을 구현하기 위해 정의된 데이터를 바탕으로 펌프 및 기계의 내구연환을 분석하기 위한 진단 운영 시나리오 작성
- 양배수장의 디지털 트윈 적용 프로세스를 개발하고 이를 통한 진단관리의 효율화 방안 도출

## 양배수장 디지털 트윈 적용 프로세스

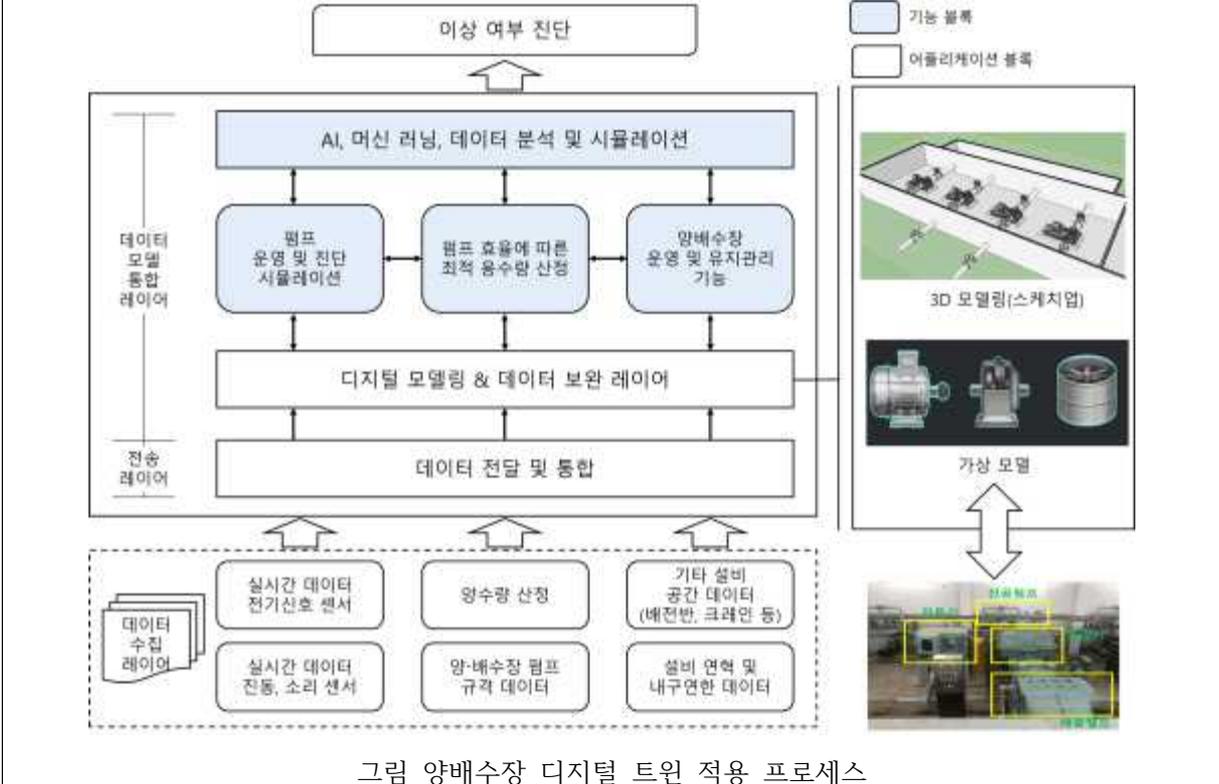
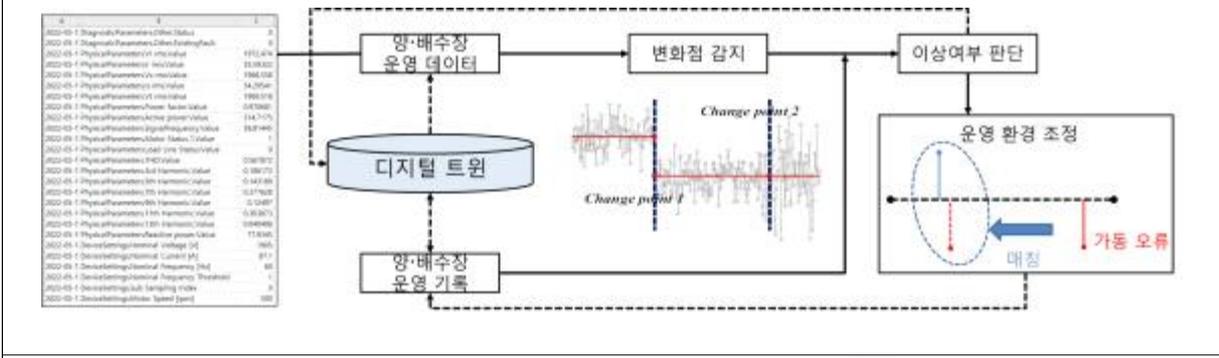
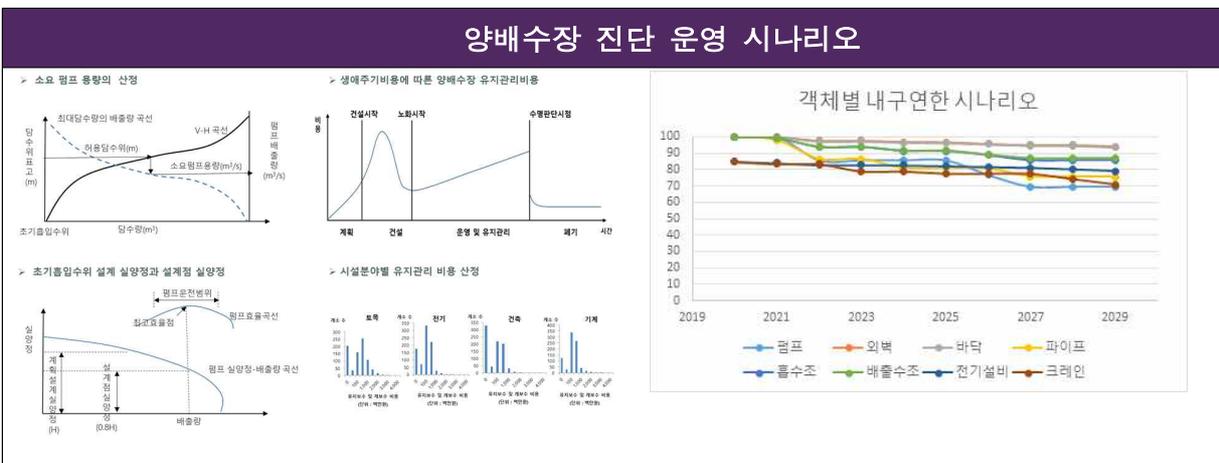


그림 양배수장 디지털 트윈 적용 프로세스

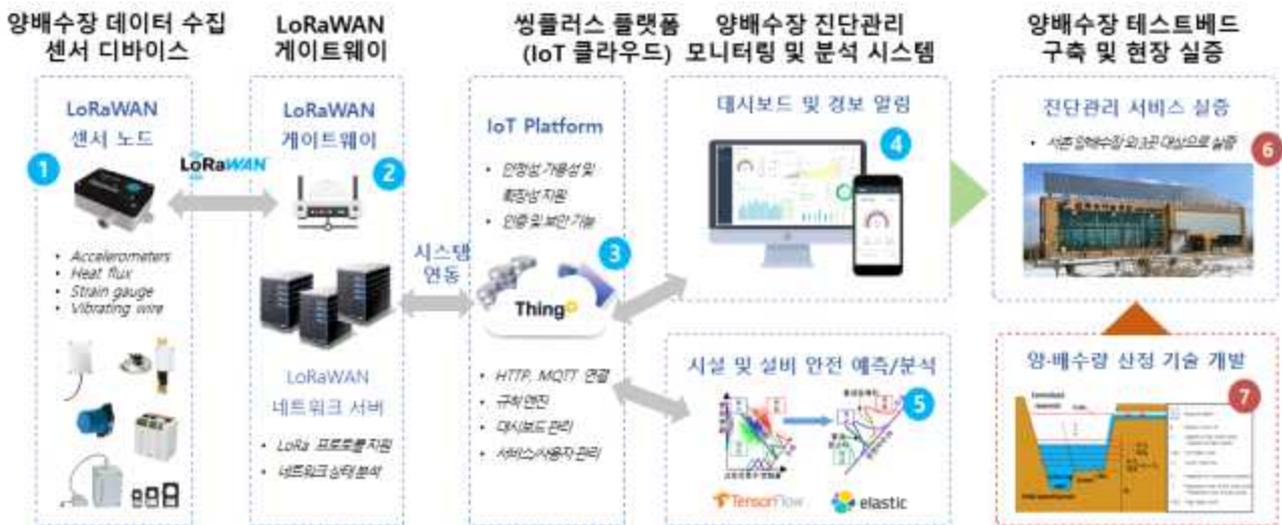
### ○ 객체별 내구연한 시나리오 작성

- 양배수장의 객체요소별 내구연한 시나리오를 작성
- 내구연한 시나리오는 객체요소별 수치적 모델을 적용하며, IoT 센싱을 통한 실측값과 비교될 수 있는 형태의 시나리오 모델을 구성함



4) 2단계 1차년도(3차년도) 연구개발 결과

- (주요 목표) 3차년도는 기술의 최종 검증 단계로서 양·배수장 진단관리 시스템의 현장 실증을 위한 테스트베드 구축 및 검증을 통해 시스템 고도화 및 안정성을 확보하고 사업화를 준비함



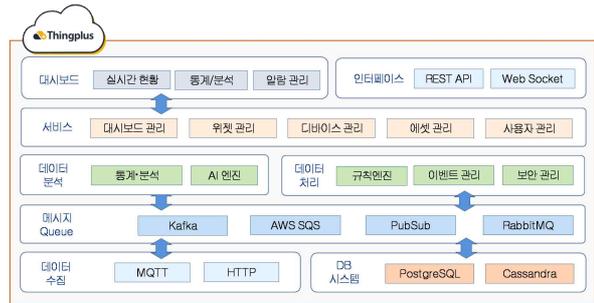
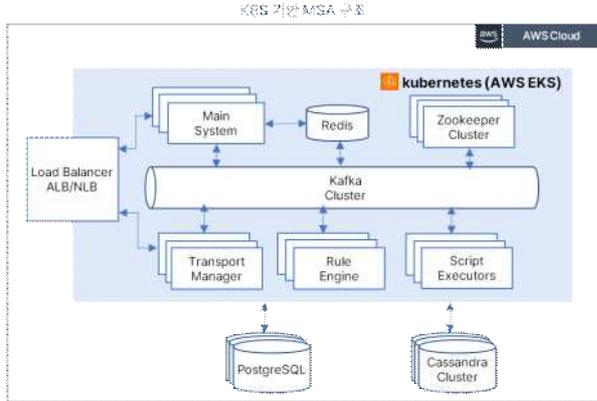
<3차년도 연구개발 구조>

주관연구개발기관 (달리웍스㈜): 양·배수장 진단관리 시스템 고도화 및 안전성 확보
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시스템 확장성 및 가용성 확보를 위한 인프라 기능 추가 개발</li> <li>• 양·배수장 시설 및 펌프 설비 이상 진단 예측 및 경고 시스템 개발</li> <li>• 현장 실증을 통한 양·배수장 진단관리 시스템 고도화 개발</li> </ul>
공동연구개발기관 1 (㈜퓨처ICT): 현장 실증을 통한 테스트베드 구축 및 검증
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현장 실증을 위한 테스트베드 구축 및 운영을 통한 기능 개선</li> <li>• IoT 센서 디바이스 안정성 시험 및 상용 인증</li> <li>• 광대역 게이트웨이 안정성 시험 및 상용 인증</li> </ul>
공동연구개발기관 2 (충북대학교): 시설 운영에 따른 양·배수량 산정 기술 개발
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양·배수장 실제 운영자료를 통한 산정 자료를 통한 양·배수량 산정 모델 개발</li> <li>• 양·배수장 운영고도화를 위한 최적 운영모델 개발 및 활용방안 도출</li> </ul>

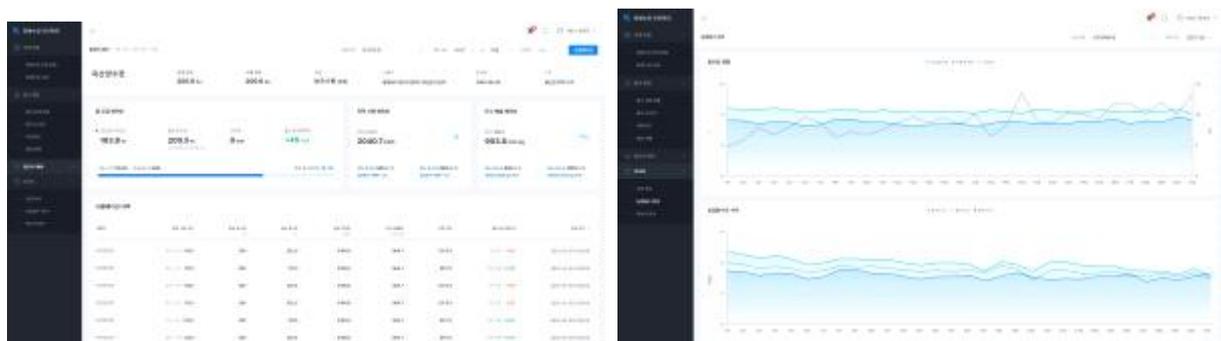
○ 기관별 주요 연구 개발 결과 및 수행 내용 (3차년도)

(달리웍스㈜): 양·배수장 진단관리 시스템 고도화 및 안전성 확보

○ 시스템 확장성 및 가용성 확보를 위한 인프라 기능 추가 개발

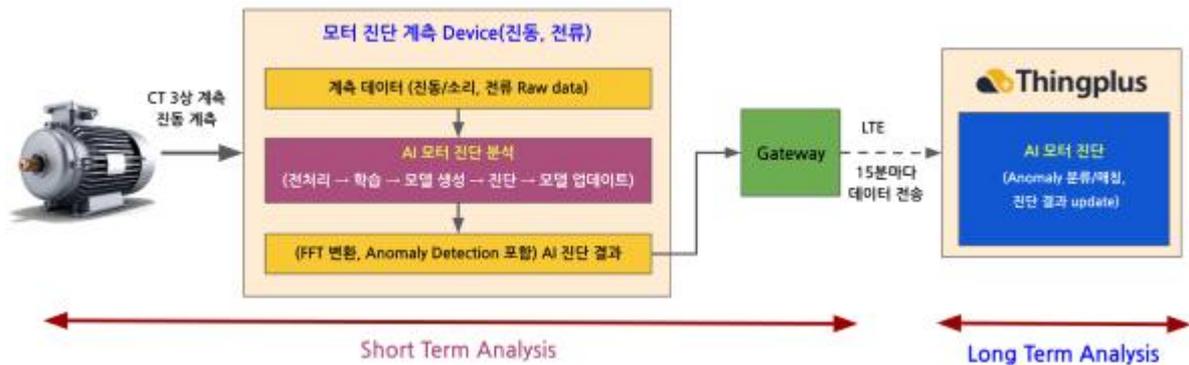


- Load balancer를 적용하여 부하 분산 기술 개발
  - Kafka 클러스터링을 통한 다중 메시지 큐 처리
    - 모듈간 안정적인 메시지 전송
    - 비동기식 데이터 처리 지원
  - Cassandra 클러스터링 및 Redis caching을 통한 시계열 DB 성능 개선
    - DB 액세스 속도 향상
    - Redis Caching을 통한 데이터 속도 향상
  - MSA 구조와 Kubernetes 기술을 적용하여 시스템 확장성을 제공하도록 인프라 기능 확장
    - 자동 장애 대응 및 시스템 부하 증가시 자동 스케일업(탄력적 자원 활용), 수평적 확장 가능
    - 안정적인 실시간 서비스 업그레이드 가능
  - 시스템 모니터링 기술 적용을 적용하여 인프라 기능 추가 개발
    - 관련 모든 서비스 인프라 및 어플리케이션들의 모든 로그들을 중앙에서 취합 및 관리
    - 사용 자원들에 대한 효과적인 모니터링 기능 제공
- 양·배수량 현황 모니터링 및 산정 기술 적용
- 양·배수장 펌프 가동 시간과 강우량을 고려하여 필요용수량과 공급가능용수량을 다양하게 시뮬레이션 해 볼 수 있는 물관리 예측 모델 적용
  - 양·배수량 현황 모니터링 관련 대시보드 추가 개발



○ 양배수장 시설 및 펌프 설비 이상 진단 예측 및 경고 시스템 개발

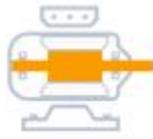
- 펌프 시설에 전력 센서를 설치하여, 전력 사용 패턴을 분석하여 모터의 이상 진단 예측
- 시계열을 고려한 LSTM과 라벨이 없는 비지도학습 AutoEncoder 융합모델 적용



- 진동/소리 센서와 전류 센서를 활용하여 펌프를 구동시키는 모터에 대한 진단 과정은 크게 Short Term Analysis(1차진단)와 Long Term Analysis(2차진단)로 구성됨.

- Short Term Analysis(1차 진단) : Anomaly Detection
  - ▷ 진동/소리 센서와 전류센서로부터 계측한 데이터를 취득
  - ▷ 취득한 Raw 데이터에 대해 AI 모터진단 수행
    - : 전처리 → 학습 → 모델 생성 → 진단 → 모델 업데이트
  - ▷ 계측 데이터에 대한 FFT 변환
- Long Term Analysis(2차 진단) : 진단 결과 정확도 향상
  - ▷ Anomaly 분류 및 매칭
  - ▷ 진단 결과의 지속 여부(이상향 여부) 판단
    - 유의미한 알람 결과의 선별적 생성
    - 진단 결과의 정확도 향상
  - ▷ 진단 결과에 따른 지속적인 업데이트 수행





회전 상태

회전자



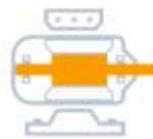
정지 상태

정지



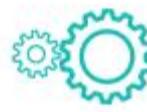
정지 상태

정지



회전 상태

회전자



정상 상태

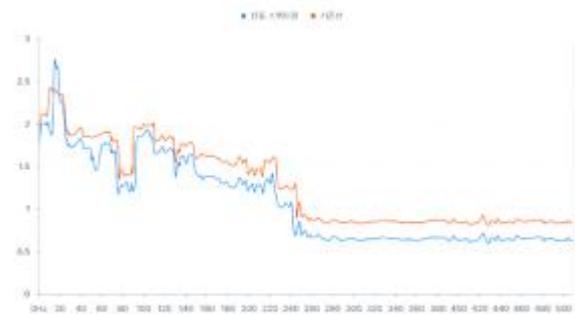
정상



변동 상태

변동

분기



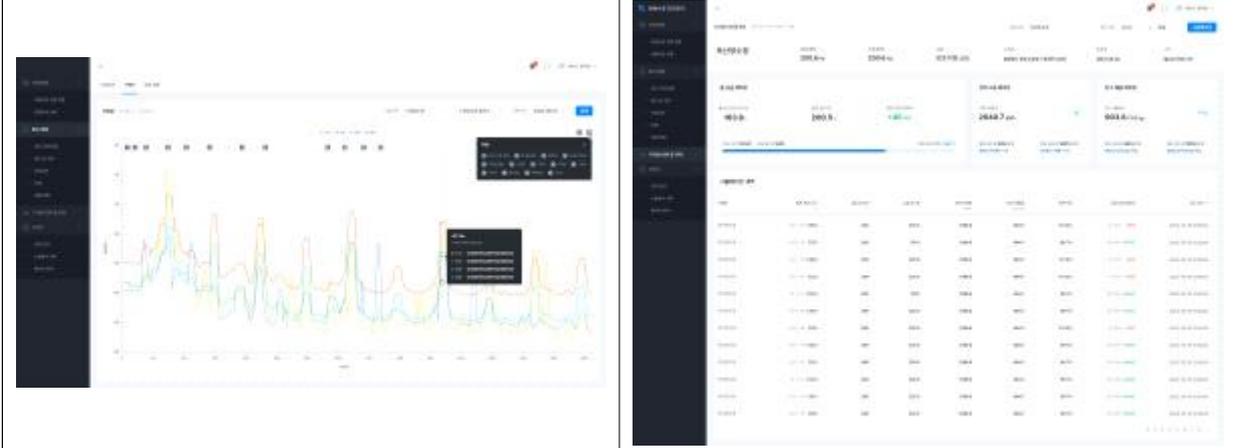
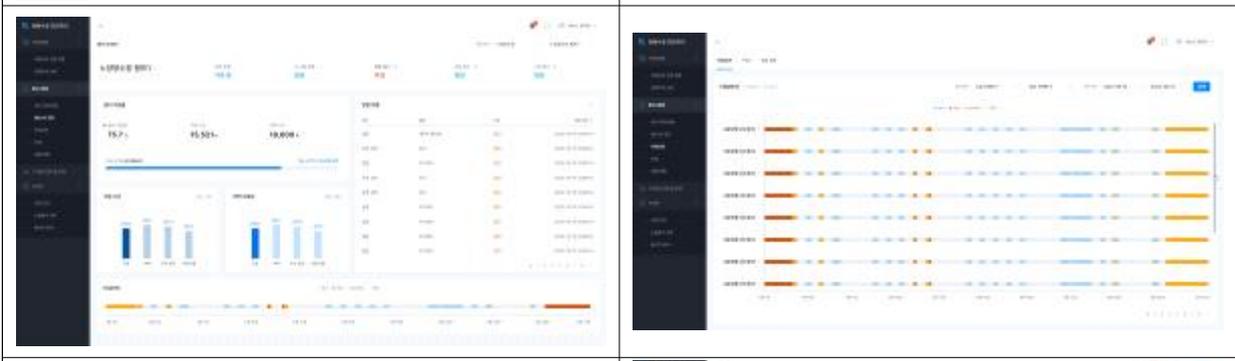
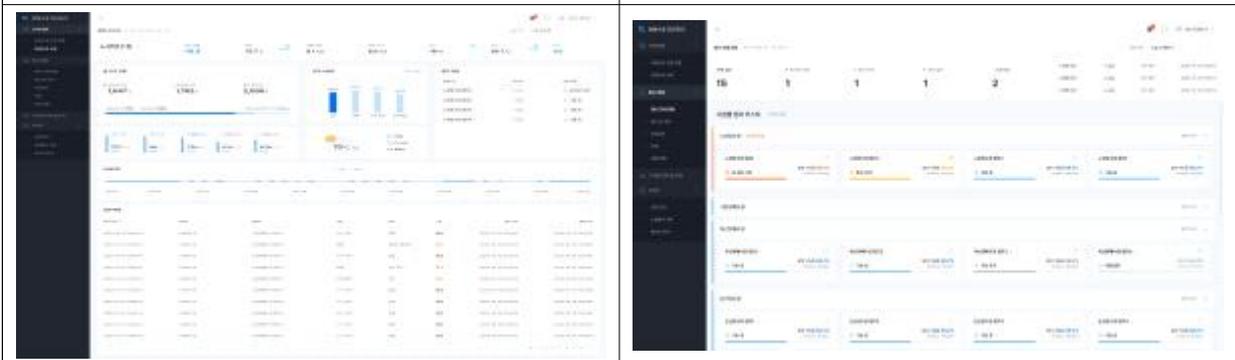
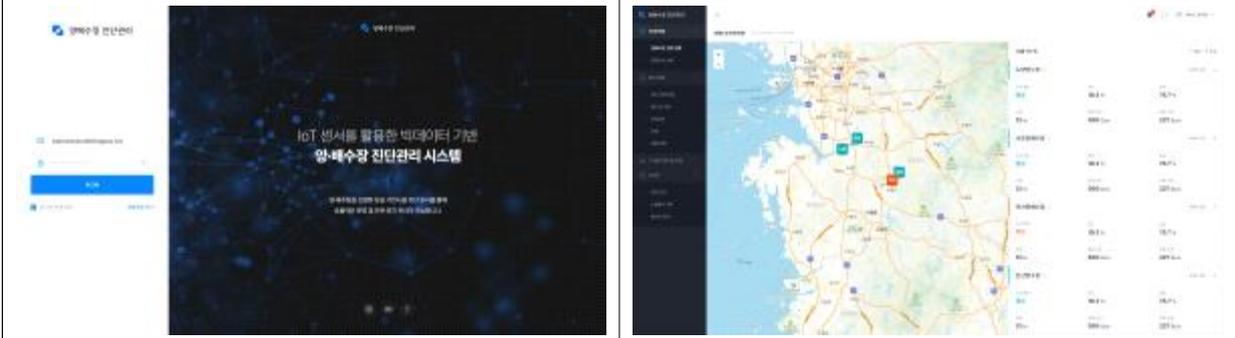
분기

- 현장 실증을 통한 양배수장 진단관리 시스템 고도화 개발
  - 양배수장 진단관리 서비스 매뉴얼 작성

## 양배수장 진단관리 서비스 매뉴얼

- 양배수장 진단관리 시스템 추가 리뉴얼 고도화

양배수장 진단관리 서비스 추가 리뉴얼 고도화



(㈜퓨처ICT): 현장 실증을 통한 테스트베드 구축 및 검증

○ 테스트베드 구축현황

설치센서 목록	테스트베드 Site				
	온산 양수장(용인)	노영양수장(용인)	서촌양배수장(청주)	옥산양배수장(청주)	옥동양배수장(음성)
GEM55500 (엔텍시스템)	○	NA	NA	NA	NA
진동/소리센서	○	○	○	○	○
온/습도센서 (실외 1개) 누수센서	○	○	○	○	○
(누수 온도 습도) 전류센서 (퓨처ICT)	○	○	○	○	○
Gateway	○	○	○	○	○
운영상태	설치 운용중	가중중단으로 철거	설치 운용중	설치 운용중	이전설치후 운용중

- 양배수장 진단 활용 데이터

- 모터진단 데이터 : 전류, 전력 사용량, 진동, 소리 데이터
- 양배수장 환경 데이터 : 양배수장 내부/외부 온도, 습도 데이터, 누수 데이터
- 양배수장 지역 기상 데이터 : 기온, 습도, 강수확률, 바람세기
- 하천 수위, 농업 용수로 수위, 펌프 가동시간

- 모터 펌프 진단을 위한 설비(진동/소리 센서, 전력 품질 계측기, 기타 네트워크 장비) 설치 완료 및 검증

- 모터 전류측정을 위한 전류센서 설치 완료 및 검증
- 중요 모터에 대한 누수센서 설치
- 양배수장 환경분석을 위한 실내/실외 온/습도센서 구축

- 통신 게이트웨이 설치 완료

- 데이터 수집을 위한 시스템 구성 완료 검증

모터 펌프 전류 측정용 센서 설치



● 설치 장비 사양

**특징 (Feature)**

- SCT013 AC 전류 측정 센서
- 3.5인치 3심 플러그 출력 4배에

**사양 (Specification)**

- 동적 입력/ 출력 : 100A/ 50mA
- 대전압 : 6000V AC 1minute (between the shell and output)
- 저격적 온도 : 제해 함수 1,000회 이상 (at 20°C)
- 단면 특성 : UL94-V0
- 코어 재료 : 페라이트
- Nonlinearity : ±3% (10%~120% rated input current)
- 작동 온도 : -25°C ~ +70°C

**상세 (detail)**



모터 펌프 진단용 계측 설비 설치



● 설치 장비 사양

Noise Sensor Spec.	
Element	High Quality Square Box / Shield Line
Supply Voltage	1.5 - 3.6V
Frequency Response	80KHz
Sensitivity	-38dBV / Pa
Operating Temp.	-40 - 85 ℃
Sampling Rate	10bit / 192KHz

Vibration Sensor Spec.	
Element	High Quality Square Box / Shield Line
Supply Voltage	3.3 - 7.0V
Data Output Rate	Up to 26.667KHz
Operating Temp.	-40 - 85 ℃
Interface	SPI
User Selectable Scale	±2 / ±4 / ±8 / ±16g



○ IoT 센서 디바이스 안정성 시험 및 상용 인증/광대역 게이트웨이 안정성 시험 및 상용 인증

IoT 센서 디바이스 KC 인증  
(모델명 : FML20S)



광대역 게이트웨이 KC 인증  
(모델명 : FTM80-LoRa(R2))



발송통신기자재등의 적합등록 필증 Registration of Broadcasting and Communication Equipments	
상호 또는 명칭 Trade Name or Registration	주식회사 동체이씨씨(Pattee ICT Co., Ltd.)
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	유무선방송기
기자재호/추가 기자재호 Equipment code (Additional Equipment code)	U991
기본모델명 Basic Model Number	FDL28
시리즈 모델명 Series Model Number	FDL28S
등록번호 Registration No.	주.호-04-FDL28
제조국/제조사 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 동체이씨씨(Pattee ICT Co., Ltd.)한국
등록연월일 Date of Registration	2024-11-17
기타 Others	
<p>회 기자재는 「전기법」 제18조의2 제3항에 따라 등록필증을 증명합니다. It is verified that foregoing equipment has been registered under the Class 3, Article 58c of Radio Waves Act.</p> <p>2024년(Year) 11월(Month) 17일(Day)</p> <p>국립전파연구원 Director General of National Radio Research Agency</p> <p>* 적합등록필증은 등록번호와 함께 "적합등록필증"을 부착하여 사용하여야 합니다. 별첨이 기재된 필증 및 등록필증 표시를 부착하여야 합니다.</p>	

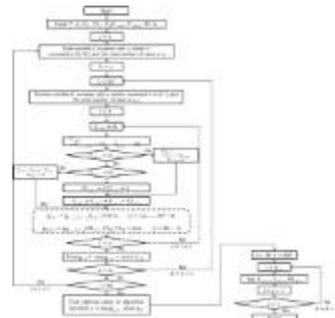
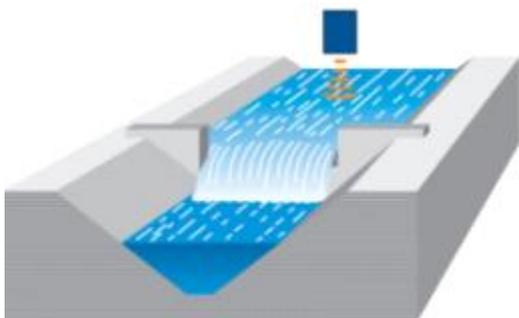
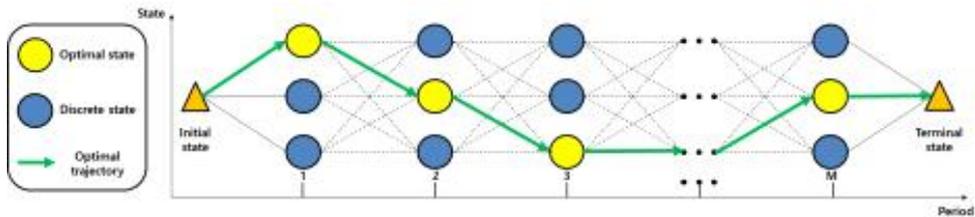
  

발송통신기자재등의 적합등록 필증 Registration of Broadcasting and Communication Equipments	
상호 또는 명칭 Trade Name or Registration	주식회사 동체이씨씨(Pattee ICT Co., Ltd.)
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	유무선방송기
기자재호/추가 기자재호 Equipment code (Additional Equipment code)	AE2/U991,LT89
기본모델명 Basic Model Number	FTM80
시리즈 모델명 Series Model Number	FTM80-L02a, FTM80-L02aR03
등록번호 Registration No.	주.호-04-FTM80
제조국/제조사 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 동체이씨씨(Pattee ICT Co., Ltd.)한국
등록연월일 Date of Registration	2024-11-07
기타 Others	
<p>회 기자재는 「전기법」 제18조의2 제3항에 따라 등록필증을 증명합니다. It is verified that foregoing equipment has been registered under the Class 3, Article 58c of Radio Waves Act.</p> <p>2024년(Year) 11월(Month) 07일(Day)</p> <p>국립전파연구원 Director General of National Radio Research Agency</p> <p>* 적합등록필증은 등록번호와 함께 "적합등록필증"을 부착하여 사용하여야 합니다. 별첨이 기재된 필증 및 등록필증 표시를 부착하여야 합니다.</p>	

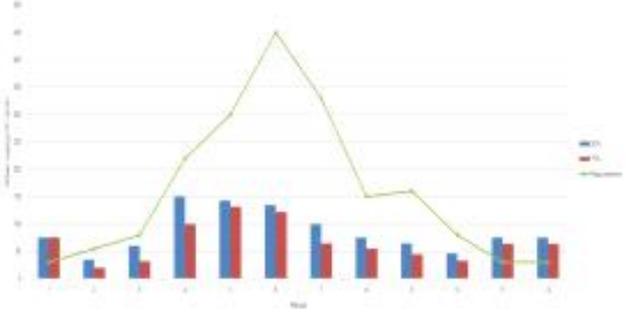
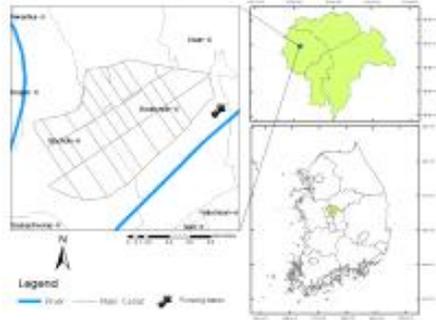
(충북대학교): 시설 운영에 따른 양·배수량 산정 기술 개발

○ 양·배수장 실제 운영자료를 통한 산정 자료를 통한 양·배수량 산정 모델 개발

- 개수로 수위 기반 양·배수량 산정 기술개발
  - DP(동적계획법)을 활용한 월별 스케줄링 제어 모델
  - 데이터 분석 및 모델링 방안 제안
  - 재배 유형별 관개 용수량 및 생육시기별 관개용수량 고려
- 개활지 IoT 센서 네트워크 환경선택 기준
  - 환경 탄력성, 전력 효율성, 보안, 비용 효율성에 대한 기준
  - 데이터 수집 및 전송기술, 포맷과 프로토콜 선택
- IoT센싱 데이터 기반 유체역학 및 수리학적 이론 방법론을 적용
- 데이터 분석 및 모델링 전처리 과정에 대한 제안



- 대상지 사례 연구로 모델 적용

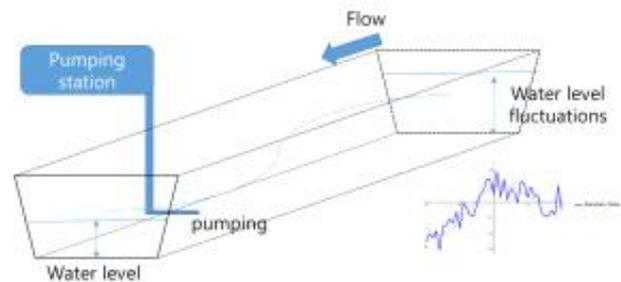
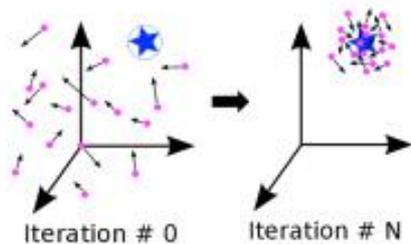


- 가용용수량 및 강수에 따른 월별 필요용수량 산정
- 관개 용수량에 따른 양배수장 스케줄링 제어

○ 양배수장 운영고도화를 위한 최적 운영모델 개발 및 활용방안 도출

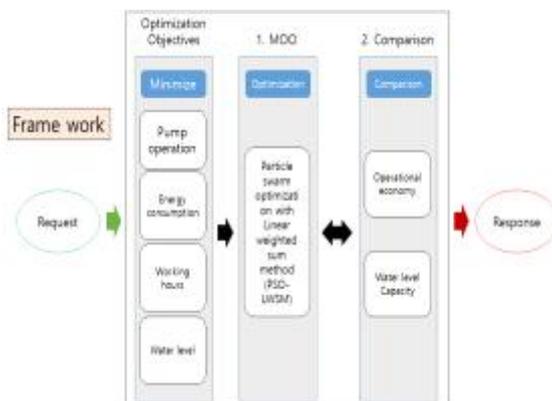
- 다중 목표 최적화 방법(Multi-Objective Optimization) 기법을 적용

- 양배수장 운영, 주변 하천 수위 등 여러 목적을 해결하기 위한 최적화 기술 적용
- PSO와 LWSM을 적용하여 에너지, 펌프 시동, 작동 시간, 양수 용량 최적화
  - ▷ 양배수장 운영 비용 최소화를 목표로 최적화 분석
  - ▷ 하천 수위에 따른 물관리 비용 최소화
  - ▷ 가용용수량 확보를 위한 최적 물관리 기술



- 펌프 에너지 소비 및 유지관리 비용 절감을 위한 프레임워크

- 양배수장 운영 경제성 및 펌프 용량 최적화 비교
  - ▷ 년 단위 비교를 통한 경제성 검토
  - ▷ 최소비용 최대효율을 위한 최적운영 및 유지관리 방안
  - ▷ 가뭄 및 홍수와 같은 자연재해 대응 비교대안으로 의사결정 지원
  - ▷ MOO 알고리즘 민감도 분석



### 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

#### 1) 연구수행 결과

##### (1) 정성적 연구개발성과

##### ○ 양배수장 현장 답사 및 조사

- 양·배수장 진단관리를 위한 자동 데이터 수집을 위한 항목 조사
  - 서촌 양배수장(청주) 현장 답사



서촌 양배수장 현장 답사

- 현장 답사
  - 2021년 2월 19일 : 1차 방문 (사전 현장 답사)
  - 2021년 9월 9일 (주요 시설, 설비 현황, 운영 현황 답사)
  - 2021년 11월 19일 (모터 펌프 계측 장비 설치)
- 시설 설비 현황

지구명	서촌	시공회사	유진건설	준공일자	2009-12-18
수원공구분	주수원	시설종별	2종		
행정구역	충청북도 청주시 흥덕구 신촌동				

##### >>면적

유역면적	365.4	보강면적	282	순관개면적	282
구역면적	282	관개면적	282	준공면적	282
수혜면적	282				
수혜구역	신촌동				
수계명	금강-미호천	유역배출	0	한발빈도	20년
홍수위	31.92 EL.m	홍수량	0	홍수빈도	20년
평수위	24.32 EL.m	갈수량	0		
갈수위	27.10 EL.m	토출수위	33.14 EL.m	초기흡입수위	27.1 EL.m

##### >>건물/시설

폭	13m	길이	43m	최고높이	10m
층수	1층	도수로	0m	승수로	0m
흡입축용벽	1.2*8.1(H*L)	토출축용벽	9.3*7(H*L)		
부지표고	34.9 EL.m	기계실바닥	30.6 EL.m	전기실바닥	64.8 EL.m

##### >>양배수량

최대양수량	0.88m <sup>3</sup> /sec	최대배수량	12.4m <sup>3</sup> /sec		
단위용수량	0.73m <sup>3</sup> /sec	1일평균운전시간	20hr		

은산 양배수장 현장 답사



● 현장 답사

- 2021년 8월 19일 (주요 시설, 설비 현황, 운영 현황 답사)
- 2022년 4월 13일 주요 계측 장비 설치

● 시설 설비 현황

지구명	기호	시공회사	롯데건설	준공일자	1976-01-01
수원공구분	부속시설	시설종별	1종		
행정구역	경기도 평택시 진위면 은산리				

>>면적

유역면적	-	보강면적	-	순관개면적	1,102
구역면적	1,102	관개면적	1,102	준공면적	1,102
수해면적	1,102				
수해구역	평택시진위면은산리				
수계명	안성천	유역배율	0	한발빈도	1년
홍수위	0 EL.m	홍수량	0m <sup>3</sup> /sec	홍수빈도	0년
평수위	0 EL.m	갈수량	0m <sup>3</sup> /sec		
갈수위	0 EL.m	토출수위	44 EL.m	초기흡입수위	23.2 EL.m

>>건물/시설

폭	11m	길이	35m	최고높이	10m
층수	1층	도수로	5m	승수로	70m
흡입측옹벽	0(H*L)	토출측옹벽	0(H*L)		
부지표고	24.5 EL.m	기계실바닥	23 EL.m	전기실바닥	10 EL.m

>>양배수량

최대양수량	4.678m <sup>3</sup> /sec	최대배수량	0m <sup>3</sup> /sec		
단위용수량	0m <sup>3</sup> /sec	1일평균운전시간	8hr		

- 노양 양배수장(평택) 현장 답사

**노양 양수장 현장 답사**



● 현장 답사

- 2022년 3월 23일 : 1차 방문 (사전 현장 답사: 주요 시설, 설비 현황, 운영 현황 답사)
- 2022년 4월 13일 : 주요 계측 장비 설치

● 시설 설비 현황

지구명	길음연화	시공회사	한영공업	준공일자	1974-10-20
수원공구분	주수원	시설종별	2종		
행정구역	평택시 팽성읍 노양리				

>>면적

유역면적	-	보강면적	-	순관개면적	1,804
구역면적	3,671	관개면적	3,671	준공면적	3,671
수해면적	1,804				
수해구역	평택시 팽성읍 노양리				
수계명	-	유역배율	0	한발빈도	-
홍수위	0 EL.m	홍수량	0m <sup>3</sup> /sec	홍수빈도	-
평수위	0 EL.m	갈수량	0m <sup>3</sup> /sec		
갈수위	0 EL.m	토출수위	-	초기흡입수위	-

>>건물/시설

폭	8m	길이	25m	최고높이	8m
층수	2층	도수로	2m	승수로	10m
흡입측옹벽	0(H*L)	토출측옹벽	0(H*L)		
부지표고	7 EL.m	기계실바닥	4.5 EL/m	전기실바닥	7 EL.m

>>양배수량

최대양수량	7.099m <sup>3</sup> /sec	최대배수량	0m <sup>3</sup> /sec		
단위용수량	0m <sup>3</sup> /sec	1일평균운전시간	20hr		

- 옥산 양배수장(청주) 현장 답사



옥산 양배수장 현장 답사

- 현장 답사
  - 2022년 8월 19일 : 현장 답사 (주요 시설, 설비 현황, 운영 현황 답사)
  - 2022년 10월 13일 : 주요 계측 장비 설치
- 시설 설비 현황

지구명	옥산	시공회사	농업기반공사	준공일자	2001-09-28
수원공구분	보조수원	시설종별	3종		
행정구역	청원군 옥산면 오산리				

>>면적

유역면적	320	보강면적	200.6	순관개면적	150
구역면적	180	관개면적	180	준공면적	180
수해면적	200.6				
수해구역	옥산면 오산리 일원				
수계명	-	유역배율	0	한발빈도	-
홍수위	0 EL.m	홍수량	0m <sup>3</sup> /sec	홍수빈도	-
평수위	0 EL.m	갈수량	0m <sup>3</sup> /sec		
갈수위	0 EL.m	토출수위	-	초기흡입수위	-

>>건물/시설

폭	10m	길이	33m	최고높이	10m
층수	1층	도수로	0	승수로	0
흡입측옹벽	0(H*L)	토출측옹벽	0(H*L)		
부지표고	31.95 EL.m	기계실바닥	28.7 EL.m	전기실바닥	32 EL.m

>>양배수량

최대양수량	0.31m <sup>3</sup> /sec	최대배수량	4m <sup>3</sup> /sec		
단위용수량	0m <sup>3</sup> /sec	1일평균운전시간	8hr		

- 옥동 양배수장(음성) 현장 답사

**옥동 양배수장 현장 답사**



- 현장 답사
  - 2023년 11월 12일 : 현장 답사 (주요 시설, 설비 현황, 운영 현황 답사)
  - 2023년 11월 15일 : 주요 계측 장비 설치
- 시설 설비 현황

지구명	옥동	시공회사	대현건설	준공일자	2002-12-30
수원공구분	보조수원	시설종별	3종		
행정구역	충북 진천군 덕산읍				

>>면적

유역면적	6,337	보강면적	56	순관개면적	56
구역면적	0	관개면적	0	준공면적	56
수혜면적	56				
수혜구역	옥동리				
수계명	한천	유역배율	6,337	한발빈도	1년
홍수위	63 EL.m	홍수량	1,000m <sup>3</sup> /sec	홍수빈도	100년
평수위	61 EL.m	갈수량	0m <sup>3</sup> /sec		
갈수위	60.4 EL.m	토출수위	65.5 EL.m	초기흡입수위	60 EL.m

>>건물/시설

폭	16m	길이	27m	최고높이	5m
층수	1층	도수로	50m	승수로	0
흡입측옹벽	0(H*L)	토출측옹벽	0(H*L)		
부지표고	63 EL.m	기계실바닥	61.5 EL.m	전기실바닥	63 EL.m

>>양배수량

최대양수량	0.097m <sup>3</sup> /sec	최대배수량	0m <sup>3</sup> /sec		
단위용수량	0.01m <sup>3</sup> /sec	1일평균운전시간	8hr		

○ 양배수장 진단/점검 항목 조사 및 분석

- 양·배수장 진단관리를 위한 자동 데이터 수집을 위한 항목 조사
  - 갑산양 배수장의 정기 점검 항목 확인을 통한 점검항목을 1차로 정리
  - 이를 기반으로 전체 수집 데이터 항목을 정리함(수집데이터 항목 정리.xlsx)
  - 정기점검 항목중 원격지 자동화를 통한 수집가능한 데이터를 별도로 정리함.
  - 데이터 자동 수집을 위한 센서 선정 및 무선 기술 선정

구분	구분	구분	구분	구분	구분	
1	특수시정물	유수기(유백)	오염도	전압	전압	가동률
			내구성도	전압	전압	가동률
		유입수	오염도	전압	전압	가동률
			내구성도	전압	전압	가동률
		기정물	오염도	전압	전압	가동률
			내구성도	전압	전압	가동률
	표준수	유수기(유백)	오염도	전압	전압	가동률
			내구성도	전압	전압	가동률
		유입수	오염도	전압	전압	가동률
			내구성도	전압	전압	가동률
		기정물	오염도	전압	전압	가동률
			내구성도	전압	전압	가동률
2	특수시정물	배수장인물	오염도	전압	가동률	
			내구성도	전압	가동률	
3	기정물	유수기	유수기	유수기	가동률	
			유수기	유수기	가동률	
			유수기	유수기	가동률	
			유수기	유수기	가동률	
			유수기	유수기	가동률	
			유수기	유수기	가동률	
			유수기	유수기	가동률	
			유수기	유수기	가동률	
			유수기	유수기	가동률	
			유수기	유수기	가동률	
			유수기	유수기	가동률	
			유수기	유수기	가동률	
		유입수	유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			기정물	기정물	기정물	가동률
		기정물		기정물	가동률	
		기정물		기정물	가동률	
		기정물		기정물	가동률	
		기정물		기정물	가동률	
		기정물		기정물	가동률	
		기정물		기정물	가동률	
		기정물		기정물	가동률	
		기정물		기정물	가동률	
		기정물		기정물	가동률	
		기정물		기정물	가동률	
		배수장		배수장	배수장	가동률
			배수장	배수장	가동률	
배수장	배수장		가동률			
배수장	배수장		가동률			
배수장	배수장		가동률			
배수장	배수장		가동률			
배수장	배수장		가동률			
배수장	배수장		가동률			
배수장	배수장		가동률			
배수장	배수장		가동률			
배수장	배수장		가동률			
4	배수장		배수장	배수장	배수장	가동률
		배수장		배수장	가동률	
		배수장		배수장	가동률	
		배수장		배수장	가동률	
		배수장		배수장	가동률	
		배수장		배수장	가동률	
		유입수	유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
5	배수장	배수장	배수장	배수장	가동률	
			배수장	배수장	가동률	
			배수장	배수장	가동률	
			배수장	배수장	가동률	
			배수장	배수장	가동률	
			배수장	배수장	가동률	
		유입수	유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	
			유입수	유입수	가동률	

○ 양·배수장 진단관리 요구사항 분석 및 시스템 설계

• 양배수장 진단관리 요구사항 분석 및 정의서 작성

- (기술문서 1) PDMS-01-양배수장 진단관리 요구사항 정의서

PDMS-01-양배수장 진단관리 요구사항 정의서

2021년 농업기반 및 재해대응 기술 개발사업

양배수장 진단관리 요구사항 정의서

IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양·배수장  
진단관리시스템 개발

PDMS(Pumping and Drainage Management System)

2021.06

daliworks

www.daliworks.com

양배수장 진단관리 요구사항 정의서

### 1. 문서의 개요

#### 1.1. 목적

본 양배수장 관리 서비스 및 시스템에 대한 사전 조사와 양배수장 현장 답사와 현장 실무자에 대한 인터뷰를 통해 도출된 내용을 토대로 자재비가 가능한 부분을 상단로 양배수장의 시공 및 설비와 진단관리 서비스를 위한 요구사항을 정의하는 것을 목적으로 한다.

#### 1.2. 문서의 구성

- 양배수장 진단관리 서비스 요구사항
  - 양배수장 진단관리 서비스하기 위해 필요한 기능 요구사항, 시스템 요구사항, 서비스 요구사항을 정의한다.
- IoT 센서 디바이스 요구사항
  - 양배수장의 시공, 설비에 대한 자동화된 진단관리를 적용하기 위해 필요한 IoT 센서 디바이스에 대한 요구사항을 정의한다.
- 광대역 Gateway 요구사항
  - IoT 센서로부터 계측된 telemetry data를 양배수장 진단 관리 시스템에 전달하기 위한 통신 연계 디바이스인 Gateway에 대한 요구사항을 정의한다.

www.daliworks.com

---

양배수장 진단관리 요구사항 정의서

### 2. 요구사항 ID 정의

- FR : Function Requirement (기능 요구사항)
- SFR : System Function Requirement (시스템 기능 요구사항)
- SVR : Service Requirement (서비스 요구사항)
- IoT\_HWR : IoT Hardware Requirement (IoT 센서 하드웨어 요구사항)
- IoT\_SWR : IoT Firmware Requirement (IoT 센서 펌웨어 요구사항)
- GW\_HWR : Gateway Hardware Requirement (Gateway 하드웨어 요구사항)
- GW\_SWR : Gateway Firmware Requirement (Gateway 펌웨어 요구사항)

### 3. 양배수장 진단관리 서비스 요구사항 정의

요구사항ID	구분	요구사항	내용
FR_01	기능	IoT 센서 활용	IoT 센서를 활용하여 원격에서 양배수장 시설물에 대한 관리가 가능해야 한다.
FR_02	기능	데이터 통신	계측된 IoT 센서로부터 계측되는 데이터를 중앙의 제어실까지 전송하여 클라우드 서버로 전송한다.
SVR_01	시스템	서비스 URL	개발 서비스(Temart)마다 별도의 서비스 URL을 제공한다.
SVR_02	시스템	서비스(Temart) 관리	개발 서비스이다 White Labeling을 통해 로고 및 서비스 마크(Logo 및 Color) 변경을 제공한다.
SVR_03	시스템	Rule 관리	필할 할당 조건에 대한 Rule를 생성하고 관리한다.
SVR_04	시스템	통신 설정 관리	통신 키(Key)에 대한 설정을 제공한다.
SVR_05	시스템	통신 전송	다양한 방식(SMS, 카카오톡, 이메일, etc)으로 통보를 전송할 수 있다.
SVR_06	시스템	연계망	계측된 IoT 센서의 값을 표시할 수 있다.
SVR_07	시스템	통신도 카드	센서 데이터 값의 통신도를 자동으로 제공한다.
SVR_08	시스템	Device 관리	장비를 IoT 센서 디바이스의 등록 및 관리 기능을 제공한다.
SVR_09	서비스	수질로 예지보전	계측된 수질 데이터를 통해 수질예측기능을 설치하여 수질을 측정하여 무효로 예지보전에 활용한다.
SVR_10	서비스	수질로 예지보전	계측된 수질 데이터를 통해 수질예측기능을 설치하여 수질을 측정하여 무효로 예지보전에 활용한다. (온도, pH, 전도도, 용존 산소 등)
SVR_11	서비스	수질로 예지보전	계측된 수질 데이터를 통해 수질예측기능을 설치하여 수질을 측정하여 무효로 예지보전에 활용한다.
SVR_12	서비스	수질로 예지보전	계측된 수질 데이터를 통해 수질예측기능을 설치하여 수질을 측정하여 무효로 예지보전에 활용한다.

www.daliworks.com

양배수장 진단관리 요구사항 정의서

### 4. IoT 센서 디바이스 요구사항 정의

요구사항ID	구분	요구사항	내용
IoT_HWR_01	Hardware	IoT 센서 하드웨어 사양	전송 타입(전압, 전류) 자동로그 입력 호환, IoT 이식 및 자동로그 입력 가능, 전송, 연동, 연결, 수동, 센서 전송 가능
IoT_HWR_02	Hardware	IoT 센서 하드웨어 사양	30/100/3000 구동용 통신 가능, RS485 통신의 사용 가능, 1년 또는 2년 이상을 통한 내구성과 설정 가능 범위
IoT_HWR_03	Hardware	IoT 센서 하드웨어 사양	센서 전송을 위한 시리얼 포트, RS232C/RS485C 인터페이스, 내 습도 환경을 통한 내구성과 설정 가능 범위
IoT_HWR_04	Hardware	IoT 센서 하드웨어 사양	제어 또는 설정 확인을 위한 QVDO, 스위치 제어용 버튼 IO Open, 설정 확인용 핀 IO Pin
IoT_HWR_05	Hardware	IoT 센서 하드웨어 사양	무선으로 내보내고 전송, 이더넷, Wi-Fi, 무선 LTE
IoT_SWR_01	Firmware	IoT 센서 펌웨어 사양	센서 관리용 원격 관리, 센서 정보, 전송 주기 설정, 유무선 네트워크 설정
IoT_SWR_02	Firmware	IoT 센서 펌웨어 사양	센서 관리용 원격 관리, 센서 정보, 전송 주기 설정, 유무선 네트워크 설정
IoT_SWR_03	Firmware	IoT 센서 펌웨어 사양	센서 관리용 원격 관리, 센서 정보, 전송 주기 설정, 유무선 네트워크 설정
IoT_SWR_04	Firmware	IoT 센서 펌웨어 사양	센서 관리용 원격 관리, 센서 정보, 전송 주기 설정, 유무선 네트워크 설정
IoT_SWR_05	Firmware	IoT 센서 펌웨어 사양	센서 관리용 원격 관리, 센서 정보, 전송 주기 설정, 유무선 네트워크 설정

www.daliworks.com

### 5. 광대역 Gateway 요구사항 정의

요구사항ID	구분	요구사항	내용
GN_HWR_01	Hardware	Gateway 하드웨어 사양	10/100/1000 이더넷 통신 기능 - 1Port 이상 이더넷 채널 - USB는 운영을 통한 네트워크 세팅 기능 제공
GN_HWR_02	Hardware	Gateway 하드웨어 사양	안티바이러스를 위한 시리얼 포트 - RS232C, RS485 - RS422, ZigBee, 485, LoRa - USB는 운영을 통한 시리얼 설정 및 설정
GN_HWR_03	Hardware	Gateway 하드웨어 사양	제어 또는 상태 통신을 위한 DI/DO - 스위치 제어를 위한 DO 4port - 상태 확인을 위한 DI 4Port
GN_HWR_04	Hardware	Gateway 하드웨어 사양	이탈로그 처리를 위한 로그 제공 - 2개 이상 로그 제공
GN_HWR_05	Hardware	Gateway 하드웨어 사양	외부선 대용량용 제공 - 4개 이상 Port - 로스 LTE - 5G 기능 제공을 위한 인터페이스 제공
GN_HWR_06	Hardware	Gateway 하드웨어 사양	물대량 유입서비스를 위한 LoRagateway - 표준 게이트웨이 방식 - 네트워크 서비스의 안정 - 이더넷 LoRa와도 연결 가능 - 무선인 LoRa와도 연결 서비스 가능
GN_HWR_07	Hardware	Gateway 하드웨어 사양	외부선 기능을 위한 방화벽 서비스 - IPsec
GW_FWR_01	Firmware	Gateway 펌웨어 사양	안티 바이러스를 위한 펌웨어 - 데이터 수집, 저장, 전송 - 센터 등록, 상태 - 관리자 비밀번호를 위한 인증 프로그램을 위한
GW_FWR_02	Firmware	Gateway 펌웨어 사양	이탈로그 수집관리 펌웨어 - 유무선 네트워크 기능 사용을 위한 설정관리 기능 제공
GW_FWR_03	Firmware	Gateway 펌웨어 사양	물대량 유입을 위한 LoRaX - 펌웨어 인터페이스 - 설정, 센터 추가 삭제 기능
GW_FWR_04	Firmware	Gateway 펌웨어 사양	통신 보안 기능 - SSL, VPN 기능 - CC ECU 인증, 인증관리 인터페이스

## • 양배수장 진단관리 서비스 기획 및 설계서 작성

- (기술문서 2) PDMS-02-양배수장 진단관리 서비스 설계서

### PDMS-02-양배수장 진단관리 서비스 설계서

2021년 농업기반 및 재해대응 기술 개발사업

## 양배수장 진단관리 서비스 설계서

IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양배수장  
진단관리시스템 개발

(PDMS(Pumping and Drainage Management System))

2021. 09

daliworks

양배수장 진단관리 서비스 설계서

### 1. 문서의 개요

1.1 목적

본 문서는 물수급도 기반의 통합 AIoT 플랫폼인 Thingspark를 기반으로 양배수장 진단관리 서비스의 구성 및 기능을 정의하고 설명하는 것을 목적으로 한다.

양배수장 진단관리 시스템에서 제공하는 기본 서비스 개념과 함께 커스텀(Customer) 등록, 디바이스(Device) 등록, 사용자(User) 등록, 자산(Asset) 등록 및 대시보드(Dashboard) 설정 방법을 설명한다.

1.2 용어와 약어

**엔티티**

- 엔티티(Entity)는 양배수장 진단관리 시스템 상에서 관리되는 모든 요소를 의미하며, 자산, 커스텀, 자산, 디바이스, 사용자, 대시보드, 알림 등이 모두 엔티티에 속한다.

**서비스**

- 서비스(Service)는 시스템 관리자 외에서 플랫폼 상에 독립적인 테넌트(Tenant)로 생성되며, 서비스 관리자(Tenant Admin)에 의해 관리된다.
- 서비스에 공통 적용되는 규칙(Rule chain) 설정을 통해 데이터 수집 및 처리, 알림 생성 및 관리를 지원한다.

**커스텀어**

- 커스텀어(Customer)는 서비스를 제공하는 고객 단위를 의미하며, 개별 커스텀어는 독립적으로 관리된다.
- 커스텀어는 자산, 디바이스, 사용자, 대시보드를 구성한다.

**자산**

- 자산(Asset)은 서비스 관리를 위한 기본 단위이며, 자산 및 디바이스와 관계(Relation)를 통해 계층적으로 관리된다.
- 역할들이 정의, 공급, 생산적인 용을 포함한다.

**디바이스**

- 디바이스(Device)는 IoT 서비스의 가장 기본이 되는 텔레메트리(Telemetry) 데이터를 생성하고, KPI를 모니터링을 수행한다.
- 일반적으로 센서 디바이스, 원격제어, 스위치 등을 포함한다.

**사용자**

- 사용자(User)는 대시보드와 자산, 디바이스 등의 엔티티를 사용한다.

**대시보드**

- 대시보드(Dashboard)는 다양한 위젯들로 구성되며, IoT 데이터를 시각화하고, 사용자 인터페이스를 통해서 디바이스를 제어한다.

www.daliworks.net







### 2.2 설비 종합



- 본 화면은 사용자가 기본 설비에 대한 종합 현황 확인하는 화면임
- expert 버튼 클릭 시, 본 화면의 데이터를 엑셀로 다운로드 할 수 있음
- 설비를 비교할 수 있는 요소를 최대 4개까지 선택 가능

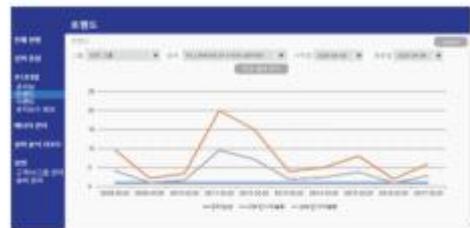
- 진짜 현황' 대비보통에서 설비 아이콘 클릭후 진입할 경우, 해당 설비 정보 출력
- 이해정보 클릭시 해당 설비 유지보수 정보 대비보통으로 이동
- 전단정보 알림부, 전체 이상정보출력시 OK Green 표시
- 표준 이상, 부하설비 3개 항목에 대한 표시화 및 이상정보 표시
  - 표준 (고장이미지) / 저전대 / 배어형 / 회전자 / 고정자 / 내부전기결합
  - 표준스 이상 / 표준스 미션 / 구동부
  - 부하설비, 부하설비
- 관리부 제공
  - 설비 클릭 시, 기간 설정 기능 제공
  - 관리부 클릭후서, 해당 시점 정보 출력정보 출력
  - 알림장 내 표준스 선택 시 이동
- 설비정보 제공
  - 부하설비 클릭시 설비 분석정보로 대비보통으로 이동
- 전기적사항이후 제공
  - 이상 파라미터 값 출력 할때 표시

### 2.3 관리부



- 본 화면은 사용자가 설비에 상태를 판단하고 상태에 구인된 자료를 확인하는 기능을 제공함
- 그래프 클릭 시, 해당 자료를 그룹 리스트를 출력하고, 최근 그룹 선택 시, 최근 그룹의 표준 정보를 리스트로 출력
- Motor Status 값을 색상으로 표시
- 특정 설비지 시간 내 상태를 출력하면, 전단 정보를 출력하고, 해당 내 기사제 정보를 출력하면, 해당 대비보통으로 이동

### 2.4 트랜드



- 본 화면은 사용자가 설비에 요소별 수치를 트렌드로 확인하는 화면임
- expert 버튼 클릭 시, 본 화면의 데이터를 엑셀로 다운로드 할 수 있음
- 설비를 비교할 수 있는 요소를 최대 4개까지 선택 가능

### 2.5 이벤트



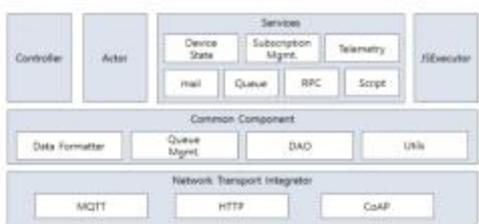
- 본 화면은 사용자가 이벤트 발생 내역을 확인하는 화면임
- 그래프 클릭 시, 일정한 그룹 리스트를 출력하고, '최근 그룹' 선택 시, 최근 그룹의

### 2.7 에너지 관리



- 본 화면은 현재 설비에 대한 에너지 관련 요소를 확인하는 기능을 제공함
- 본 화면 설비 또는 일정 설비에 선택할 수 있음
- 조회 조건(날짜)에 따라 화면 내용이 변경됨

- 양배수장 진단관리 시스템 설계서 작성
  - (기술문서 6) PDMS-06-양배수장 진단관리 시스템 설계서

PDMS-06-양배수장 진단관리 시스템 설계서	
<div style="text-align: center; margin-bottom: 20px;"> <p>2021년 논문기반 및 과제대응 기술 개발사업</p> <h2 style="background-color: #003366; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">양배수장 진단관리 시스템 설계서</h2> <p>IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양배수장 진단관리시스템 개발 PDMS(Pumping and Drainage Management System)</p> <p>2021. 09</p>  </div>	<div style="text-align: center; margin-bottom: 20px;"> <p>양배수장 진단관리 시스템 설계서</p> <h2>2. 기능 설계</h2> <h3>2.1 Thingplus 플랫폼</h3> <h4>2.1.1 Thingplus 플랫폼 개요</h4> <p>Thingplus는 IoT 클라우드 플랫폼으로서, 고객들이 가입한 비용으로 쉽고 빠르게 IoT 서비스를 도입할 수 있도록 개발된 SaaS 플랫폼이다. Thingplus는 다양한 사업 영역에 적용 가능한 SaaS 형태로 개발되었으며, 고객의 니즈에 맞춰 쉽게 활용이 가능한 구조를 지니고 있다.</p> <p>본 문서에서는 Thingplus를 기반으로 양배수장 진단관리 시스템을 설계하고 개발할 요구사항을 정리한다.</p>  <p>다양한 디바이스 연결을 위한 엣지와 워털루로 구성된 다지보드를 제공하는 Thingplus 플랫폼을 활용해서 엣지나 수집/저장 및 분석, 규칙 설정을 통한 자동 제어 및 알림 기능을 클라우드 환경에서 제공한다.</p>  <p>Thingplus는 Asset(자산), Device(디바이스), User(사용자) 관리를 통해 IoT 서비스를 제공한다.</p> <p style="text-align: right;">www.daliworks.net</p> </div>
<div style="text-align: center; margin-bottom: 20px;"> <p>양배수장 진단관리 시스템 설계서</p> <p>다지보드를 통한 데이터 수집, 규칙연동을 통한 원격 제어 및 알림 발송(Email, SMS, Slack 등), 리포트 생성 기능 등을 포함하고 있다.</p> <p>Thingplus 플랫폼에서 제공하는 주요 기능은 아래와 같다.</p> <h4>데이터 시간화 제공</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>Telemetry 데이터 값을 기반으로 센서 상태를 보여주는 기본 위젯을 포함해서 지도 분석, 통계 분석 등 다양한 형태의 위젯을 통한 데이터 시각화를 제공한다.</li> <li>위젯의 위치, 크기, 데이터를 구성 등 사용자가 원하는 형태로 구성이 가능하다.</li> </ul> <h4>실시간 알림 제공</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>규칙 설정 도구(Rule Editor)를 통해 세션 구조 기반 복잡한 형태의 규칙 설정이 가능하며, 이메일, SMS, Slack 등 다양한 채널로 알림 전송을 제공한다.</li> <li>시스템 운영 상에 발생한 오류 이벤트 알림, 설정된 임계치를 벗어나는 이벤트 알림, 게이트웨이(디바이스) 내트워크 오류 이벤트 알림 등 다양한 알림을 제공한다.</li> <li>알림 헤더를 통해 알림 구분, 알림 메시지, 등도 정보 설정이 가능하며, 알림 발송시간, 확인시간, 처리시간 등의 관리기능을 제공한다.</li> </ul> <h4>스케줄러 제공</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>스케줄에 따른 시스템 자동 운영을 지원하고, 일간, 주간, 월간 보고서를 자동 생성해서 이메일로 제공한다.</li> <li>원격 디바이스의 설정 값 변경 및 제어를 지원하며, 시스템 설정 값에 대한 초기화 기능을 제공한다.</li> </ul> <h3>2.1.2 MSA 기반 Thingplus 플랫폼</h3> <p>Thingplus는 마이크로서비스 구조(MSA, Microservice Architecture)를 기반으로 구축하여, 기존 IoT 서비스 플랫폼 제품들과는 시스템 안정성과 확장성 측면에서 기술적인 차별화 요구를 제공한다.</p>  <p style="text-align: right;">www.daliworks.net</p> </div>	<div style="text-align: center; margin-bottom: 20px;"> <p>양배수장 진단관리 시스템 설계서</p> <p>첫째, 다양한 디바이스로부터의 데이터 수집 모듈, 시스템 내부적인 API 처리 모듈, 사용자의 질 접속요구 처리 모듈 등을 포함하여 부속 분산 시스템을 적용하여 시스템의 안정성을 보장한다. 둘째, 데이터 수집, 규칙 엔진, 메인 서비스, 웹 접속, 제어 등의 개별 모듈은 마이크로 서비스 기반으로 구성하여, 시스템의 자동 복구 및 확장을 통해 시스템 확장성을 보장한다. 셋째, 시스템 내부 모듈 간의 메시징은 다중 메시지 큐를 통해 안정적인 메시지 처리를 제공함으로써, 시스템 안정성을 보장한다.</p> <p>Thingplus는 사용자 요구사항에 따른 화이트레이아웃 기능을 위해서 widget Composer, Dashboard Organizer, Rule Editor를 함께 제공함으로써, 고객 맞춤형 서비스를 제공한다.</p> <h2>2.2 양배수장 진단관리 시스템</h2> <h3>2.2.1 시스템 구조</h3> <p>양배수장 진단관리 시스템의 기능 아키텍처 구조는 다음과 같다.</p>  <p>양배수장 진단관리 시스템은 크게 controller, actor, service, jsExecutor 및 공통 모듈과 다양한 네트워크 환경 처리를 위한 network transport integrator로 구성되어 있다.</p> <h4>Controller</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>양배수장 진단관리 시스템은 Rest 구조를 지원한다. 시스템에서 지원하는 API는 요청 자원에 따라 표준, 요청 주체가 따라 세부적으로 분류된다.</li> <li>entity가 관리, admin, alarm, asset, customer, dashboard, device controller 등</li> <li>요청 및 응답 데이터에 따라, telemetry, rpc controller 등</li> <li>그외 로그인 및 인증을 위한 auth controller, queue 정보 관련된 queue controller, rule정보 관리에서 rulechain controller등을 지원한다.</li> </ul> <p style="text-align: right;">www.daliworks.net</p> </div>

- MQTT 프로토콜 및 UDP 기반인 CoAP 내보내기로 프로토콜을 지원한다.
- 이외에 다양한 기존 프로토콜들도 물리적으로만 탑재로 사용가능하도록 지원한다.

### 2.2.2 Database 시스템 구조

양해수장 진단관리 시스템의 DB 시스템 구조는 다음과 같다.

데이터들 사이의 관계를 구성함에 있어 복잡도 최소화를 위해 싼트 조인관계를 제거하여 DB나 데이터 테이블은 독립적으로 존재가능하도록 하였다. 따라서 테이블들을 각각 다른 DB로 손쉽게 분리가능하도록 하여 향후 MSA 구조 변경에 따른 유연한 대처가 가능하도록 구성하였다.

#### 각 entity 데이터를 위한 테이블

- alarm: rule에서 설정된 alarm 정보들을 관리하기 위한 테이블. alarm 발생 및 종료 timestamp, cause, lateststatus, 각각 status, alarm type 등을 관리
- asset: asset 이름, type, 로 asset 이 속하는 customer 로 tenant 나 등을 관리
- dashboard: dashboard 이름 및 보, 중간 widget 정보들과 dashboard가 속하는 customer 등을 관리
- customer: tenant에 의해 생성된 customer 정보들을 관리. customer 이름, 보, 추가적인 정보 등
- device: device 등록 시간, 이름, 보 및 device가 속하는 customer들을 관리
- tenant: system admin에 의해 생성된 tenant group에 대한 정보들 관리(id 및 tenant 그룹 명)
- tk\_user: 시스템 관리자 부하 사용자들 정보를 관리(email, 각 사용자의 권한(authority)등을 관리)

#### user 및 device들의 각 계정을 관리하기 위한 테이블

- device\_credential: 등록된 device들의 credential들을 관리
- user\_credential: 시스템에 등록된 사용자들의 credential들을 관리

#### widget 관련 테이블

- widget\_type: 시스템내의 widget alias와 어떤 bundle에 속하는지에 대한 정보를 관리
- widgets\_bundle: 시스템내에 기본적으로 저장된 widget bundle 정보들을 관리

#### telemetry data 관리 테이블

- ts\_kv: telemetry 정보들을 관리 (id, 생성 시간, key/value 값 등)

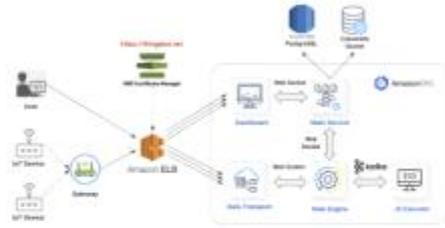
#### 부가정보 데이터 관리 테이블

- admin\_setting
- attribute\_kv: 각 entity들에서 설정된 속성값들을 관리
- event: 시스템내에서 발생한 event들을 저장하기 위한 테이블
- audit\_log: audit를 위한 각종 로그 기록들을 관리

## 2.3 양해수장 진단관리 시스템 구성

### 2.3.1 AWS 기반 클라우드 서비스 구조

ThingPlus 플랫폼은 여러온 AWS 기반으로 클라우드 서비스를 구성하고 있으며, AWS Certificate Manager, Amazon ELB, Amazon EKS, Amazon RDS 등의 기능을 사용하여 서비스를 안정적으로 관리하고 있다.



### 2.3.2 서비스 관리/운영

서비스 페이지(<https://thingplus.net>)은 AWS Certificate Manager를 통해 인증서를 관리하며, 사용자 및 서비스 접근과 디바이스 연결을 통한 데이터 수집은 Amazon ELB를 통해서 부하 분산을 처리한다.

- 사용자 및 접속 요청은 Amazon ELB에서 부하 분산을 통해 Dashboard 모듈들로 전달되어 처리됨
- IoT 디바이스로부터의 데이터 전송 요청은 Amazon ELB에서 부하 분산을 통해 Data Transport 모듈들로 전달되어 처리됨

ThingPlus의 개별 서비스 모듈들은 Amazon EKS 기반으로 마이크로서비스 구조로 구성되어 있으며, Data Transport 모듈을 통해 수집되는 데이터는 Rule Engine을 통해 데이터 처리 과정을 거쳐 Main Service로 전송된다.

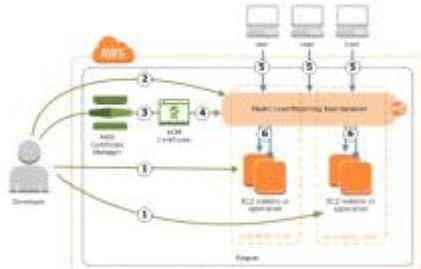
- Rule Engine의 데이터 처리를 위한 JS Executor 실행 요청(메시지)은 Kafka 기반으로 처리되고 있음

Main Service 구조는 Web Socket 및 REST API 처리를 담당하며, PostgreSQL과 Cassandra DB를 활용하고 있다. PostgreSQL은 Amazon RDS 서비스 형태로 사용하고 있다.

## 2.4 서비스 관리/운영 Framework 구성

### 2.4.1 AWS Certificate Manager

AWS Certificate Manager는 AWS 서비스 및 연결된 내부 리소스에 사용할 공인 및 사설 SSL/TLS(Secure Sockets Layer) 인증서를 손쉽게 발급/갱신/관리 및 배포할 수 있도록 지원하는 서비스입니다. SSL/TLS 인증서는 네트워크 통신을 보호하고 인터넷상에서 웹 사이트의 자격 증명과 프라이빗 네트워크상에서 리소스의 자격 증명을 증명하는 데 사용됩니다. AWS Certificate Manager는 SSL/TLS 인증서를 구매, 업로드 및 갱신하는 데 모든 시간 소모적인 수동 프로세스를 대신 처리합니다.



### 2.4.2 Amazon ELB(Elastic Load Balancing)

Elastic Load Balancing은 Amazon EC2 인스턴스, 컨테이너 및 S3 주스와 같은 여러 대상에 대해 수신 애플리케이션 또는 네트워크 트래픽을 여러 가용 영역에 배포합니다. 애플리케이션에 대한 트래픽이 시간이 지남에 따라 변경되도록 Elastic Load Balancing가 로드 밸런서를 확장하고, 대다수의 워크로드에 맞게 자동으로 조정할 수 있습니다.

로드 밸런서는 워크로드를 가용 서버와 같은 다수의 컴퓨터 리소스로 분산합니다. 로드

밸런서를 사용하면 애플리케이션의 가용성과 내결함성이 높아집니다. 애플리케이션에 대한 요청의 전체적인 흐름을 방해하지 않고 필요에 따라 로드 밸런서에서 컴퓨터 리소스를 추가 및 제거할 수 있습니다. 로드 밸런서가 정상적인 운영에 필요한 요청을 보내도록 집중형 리소스의 상태를 모니터링하는 상태 확인을 구성할 수 있습니다. 또한 집중형 리소스가 주요 작업에 집중할 수 있도록 일종의 및 체크포인트 작업을 로드 밸런서로 보낼 수도 있습니다.



### 2.4.3 Amazon EKS

Amazon EKS는 Kubernetes를 쉽게 실행할 수 있는 관리형 서비스입니다. AWS 자체 Kubernetes 제어 평면 또는 노드를 설치, 작동 및 유지 관리할 필요 없이 Kubernetes는 컨테이너화된 애플리케이션의 배포, 조정 및 관리 자동화를 위한 오픈 소스 시스템입니다.

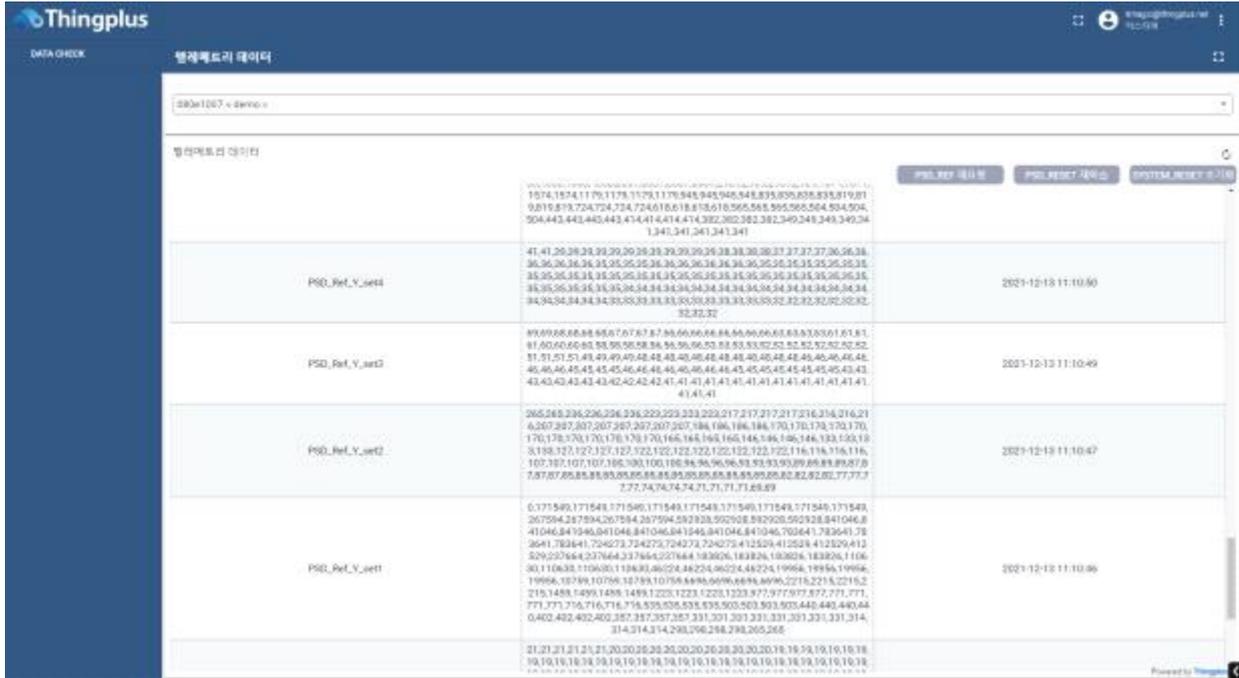
Amazon EKS는 여러 가용 영역에서 Kubernetes 제어 평면 인스턴스를 실행하여 고가용성을 보장합니다. Amazon EKS는 비정상 제어 평면 인스턴스를 자동으로 감지하고 교체하며, 자동화된 보안 업데이트도 릴리스를 제공합니다.

Amazon EKS 다양한 AWS 기능을 포함하여 애플리케이션의 확장성과 보안을 제공하는 서비스

- 컨테이너 이미지 저장 Amazon ECR
- 로드 밸런서 Elastic Load Balancing
- 인증용 IAM
- 각 가용 영역 Amazon VPC

○ 데이터 수집 및 시각화 모듈 개발

- 모터 펌프 진단을 위한 설비(진동, 소리 센서, 전력 품질 계측기 등)로부터 계측되는 데이터(진동, 소리, 전력 품질 데이터 등)를 수집하기 위한 모듈 작성
- 계측된 데이터를 MQTT 프로토콜을 통해 Thingplus 플랫폼으로 수집

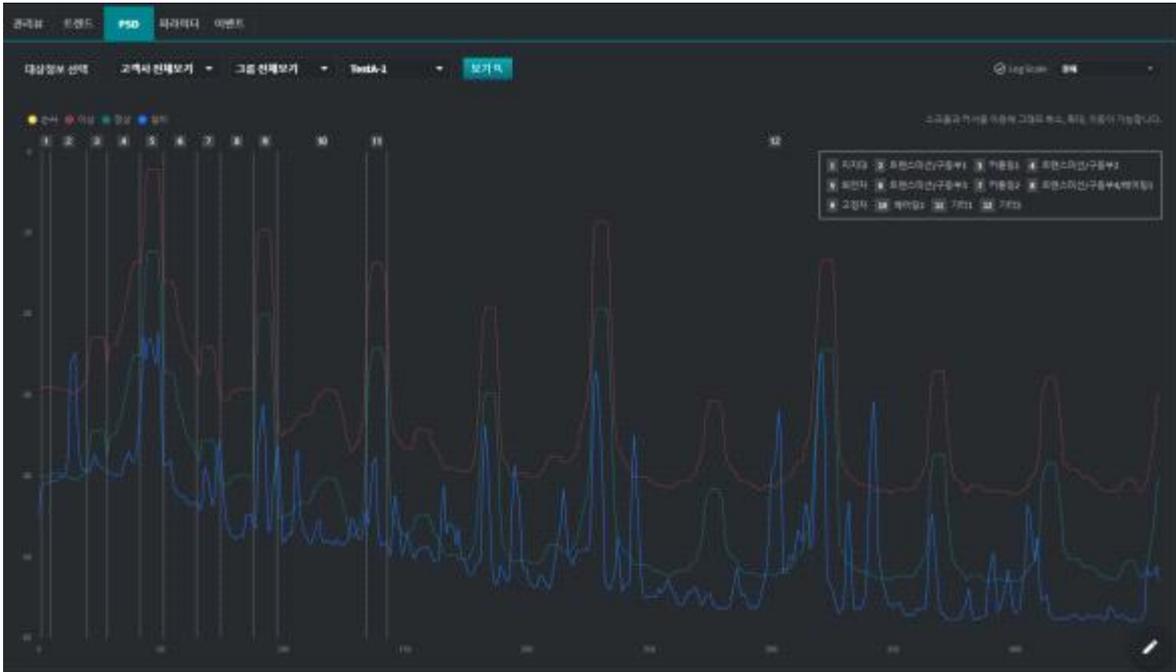


<데이터 수집을 위한 Data Check 페이지>



<모터 펌프의 계측 데이터 전송 상태 모니터링 로그 파일>

- 수집된 데이터를 바탕으로 모터의 펌프 진단을 위한 시각화 모듈 개발



<모터 펌프의 계측 데이터 시각화 모듈>

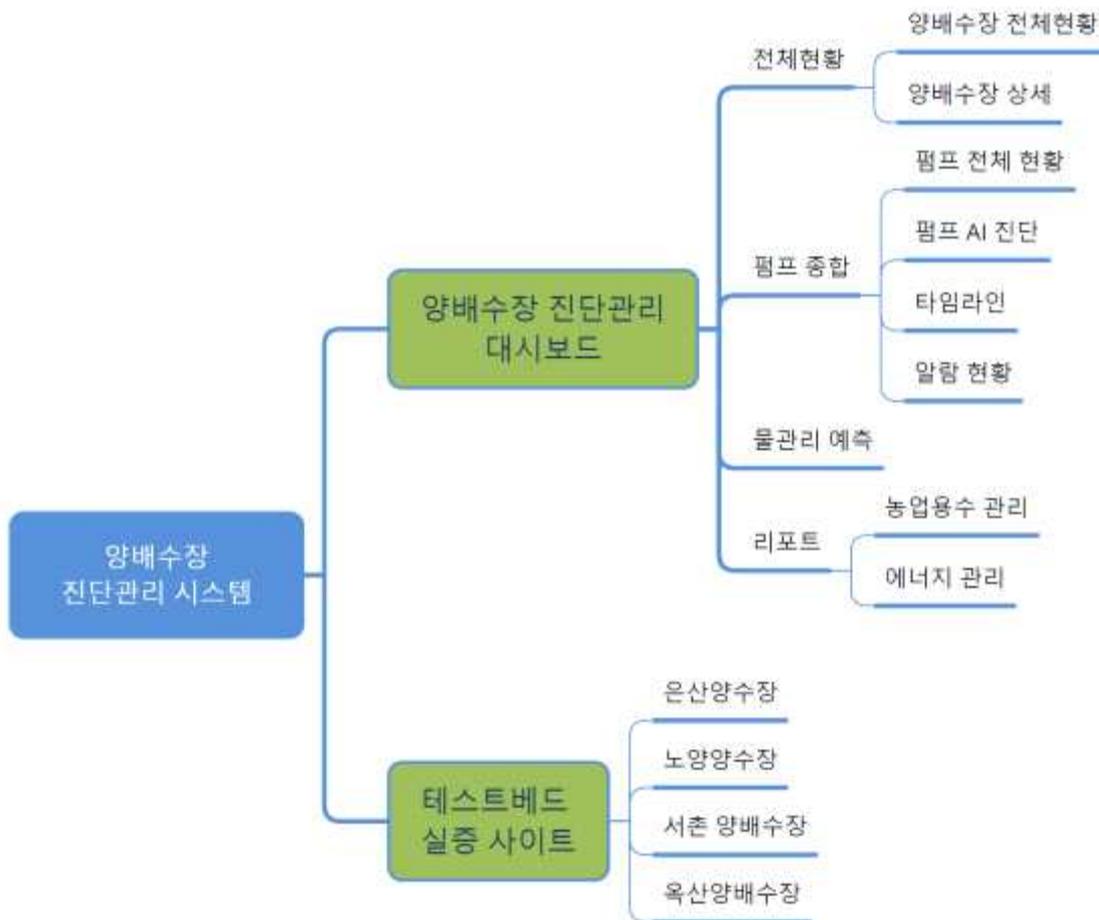
○ 양 배수장 진단관리 서비스 시나리오 분석 및 서비스 UI/UX 개발

- 서비스 사용 시나리오 분석 및 메뉴 구성도 작성

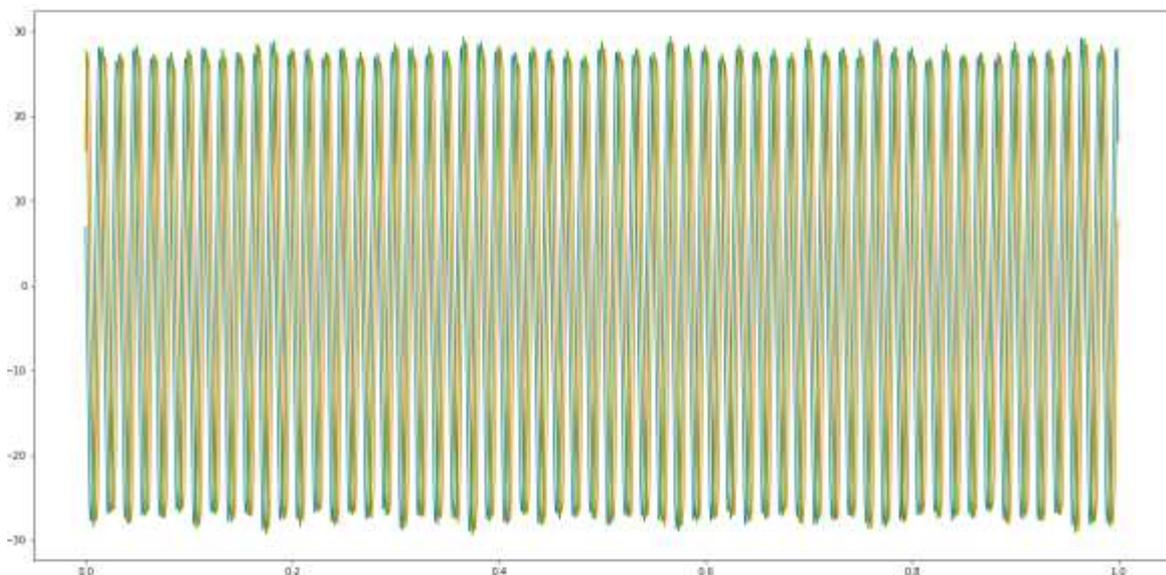


<양배수장 진단관리 시스템 메뉴 구조도(IA)>

- 1차년도 요구사항 분석 결과를 토대로 양배수장 진단관리 시스템의 메뉴 구조도(IA) 작성
- 모든 기능을 총괄하는 '서비스관리자'와 해당 양배수장의 관리를 수행할 '양배수장 관리자'로 사용자 계정에 따른 기능 분리



- 디바이스 데이터 수치화 및 표현 방법 설계
  - 계측 데이터의 수집 및 AI 진단 분석을 위한 데이터 수치화 처리 및 표현 방법에 대해 설계 진행
  - 센서 raw 데이터에 대한 Plot으로 3상 전류의 센서값 표시
  - RMS / Signal frequency / Current fluctuation / Current unbalance : 실시간 값을 볼 수 있게 화면 구성



<Plot으로 3상 전류 센서값 표시>





### 3. 대시보드 화면 UI 설계

#### 3.1 로그인 화면

양배수장 진단관리 시스템 로그인 화면입니다.



#### 3.2 전체 현황

본 화면은 특정 양배수장의 상세 정보를 확인하는 대시보드입니다.



- 전체 현황 대시보드에서 특정 양배수장 클릭 시, 해당 시설 상세 대시보드로 이동.
- 해당 양배수장의 번호인자로 하이라이프 처리.
- 해당 양배수장의 제목 정보 나열.
  - 시설 관리 대시보드에서 등록된 내역
- 해당 양배수장의 평면도 및 주요 시설물 위치 표시.
  - 시설 관리 대시보드에서 등록된 내역
  - 시설 관리 대시보드에서 평면도 선택도 및 주요 시설물 선택을 완료하고, 전체 현황 대시보드에서 주요 시설물 위치를 변경함.

#### 3.3 탭드 통합

##### 3.3.1 탭드 현황

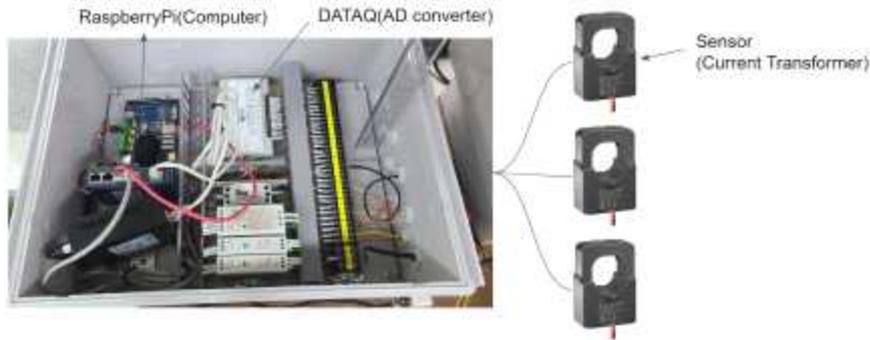
본 화면은 전체 양배수장의 탭드 현황을 확인하는 대시보드입니다.



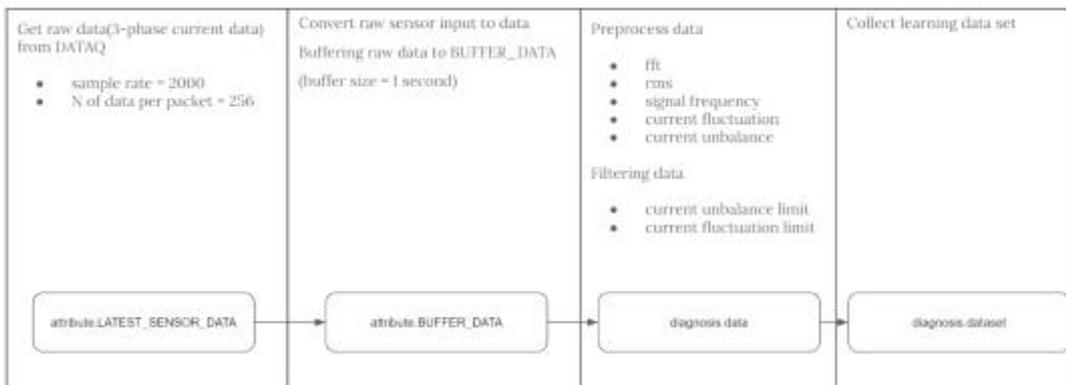
- 탭드 현황 대시보드로 이동.
- 탭드 상태 구분별 개수를 출력.
- 가장 최근에 발생한 이벤트 발생 내역을 나열.
- 각 시설별 탭드 현황 리스트를 제공.
- 특정 시설 선택 시 해당 시설의 탭드명, 시설명을 기준으로 오름차순 정렬.
- '물거르기' 추가된 양배수장 및 탭드명 나열되도록 함.
- 탭드 리스트를 보는 형식을 전환.
  - 아이콘형 / 리스트형
  - 현재는 아이콘형 보기
- 각 양배수장에 해당되는 탭드 상태 구분별 개수를 출력.
  - 전체 / AI 진단 이상 / 가동 중지 / 통신 이상 / 비활성화 등
  - 특정 상태 선택 시 해당 상태의 탭드명 정렬되어 나타남
  - 각 상태 위에 거서를 올리면 해당 상태를 표시.
- 각 탭드마다 상태 구분에 따라 색깔로 표시, 각 탭드에 해당하는 아이콘을 클릭 시, 해당 탭드 상세 대시보드로 이동.

○ 양 배수장 안전진단 모니터링 및 실시간 경보 기술 개발

- 양·배수장 모터 펌프 안전진단을 위한 모니터링 기술 개발



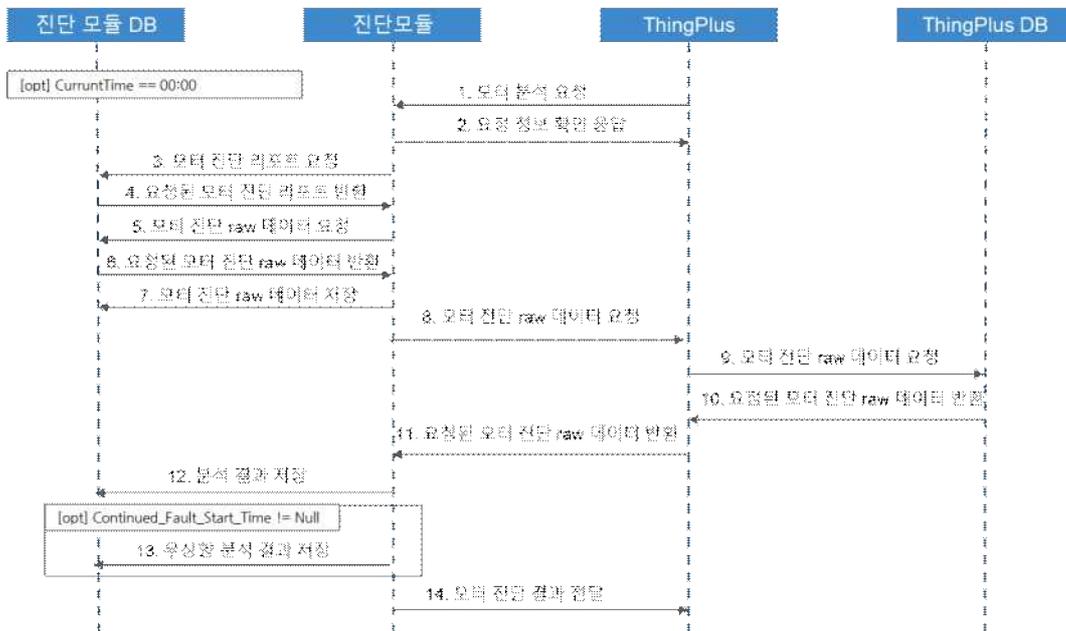
- 센서데이터 전처리 과정



<센싱 데이터 전처리 과정>

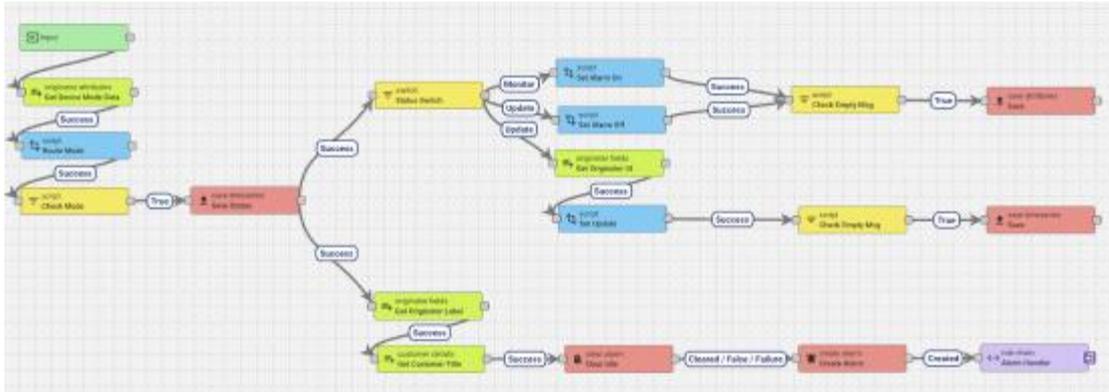
- 센서에서 raw 데이터 수집
- Raw 데이터를 채널별, 시간순서별 데이터로 가공하여 버퍼에 입력
- 버퍼의 데이터를 가공하여 특성값(FFT, RMS, 전류 주파수, 전류 변동률, 전류 불평형률) 추출, 변동률과 불평형률이 큰 데이터는 필터링
- 가공된 데이터들을 모아서 AI 학습과 진단에 활용

- 모터진단 처리과정

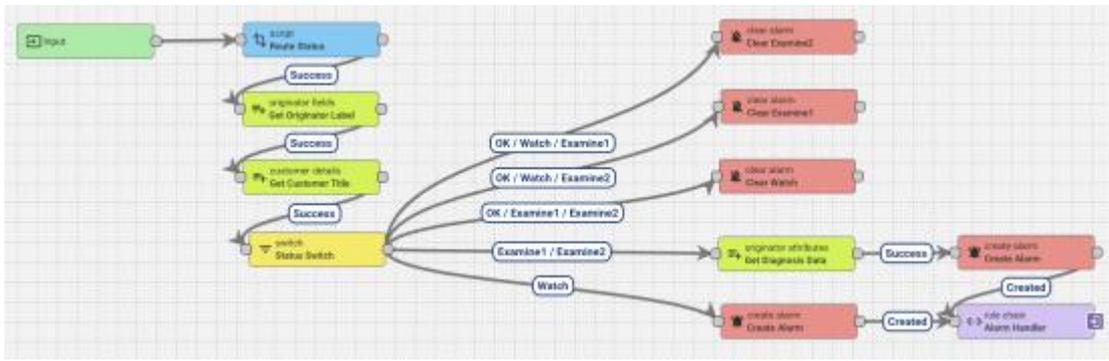


<모터 진단 처리 과정>

- 안전 진단 실시간 경보 알람 기술 개발 (알람 발생 Rule 엔진 개발)
  - 진단 모드에 따른 알람 규칙

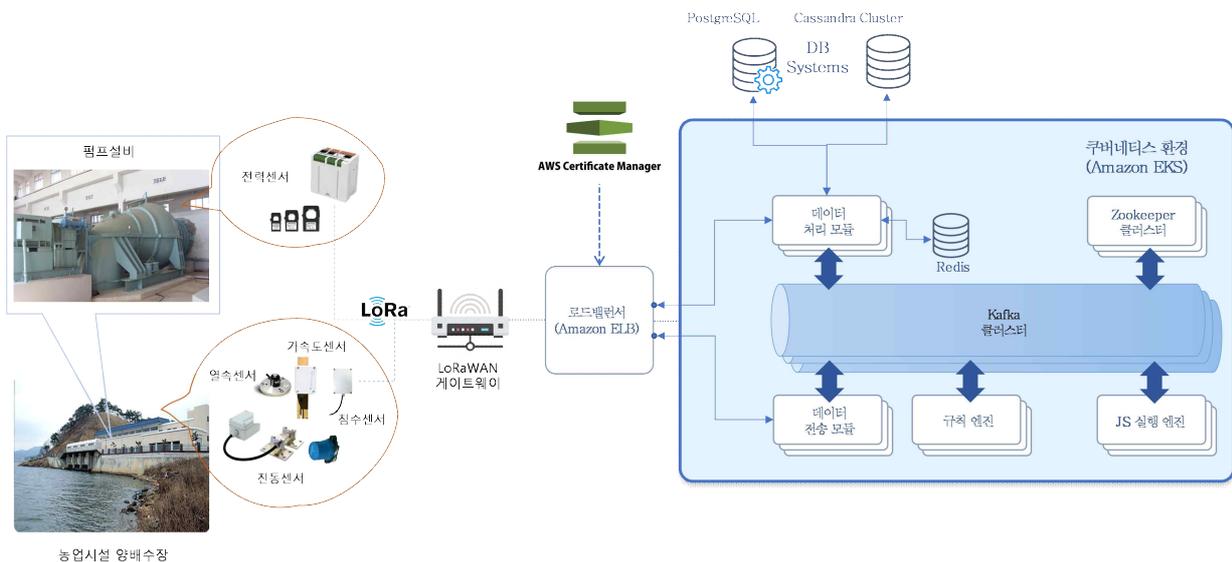


- 진단변수에 따른 알람 규칙

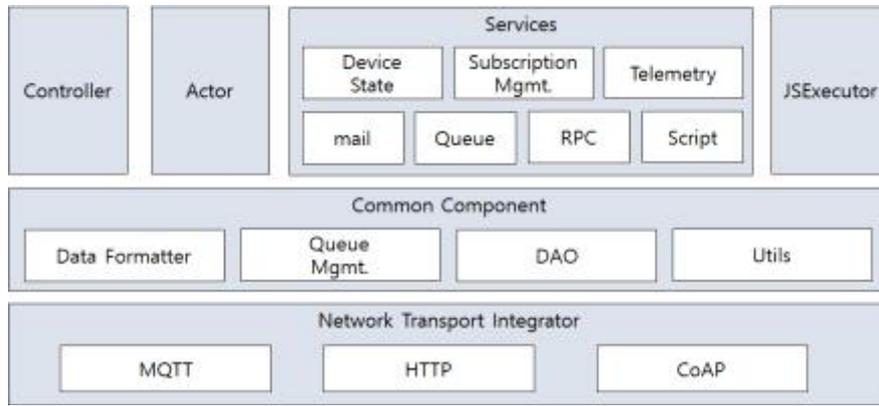


### ○ AIoT 클라우드 플랫폼 기반 양 배수장 진단관리 시스템 구축

- 아마존 AWS 기반 진단관리 클라우드 시스템 구축
- 아마존 ELB 기반 로드밸런싱 제공 및 아마존 ACM 기반 인증 서비스 제공
- 아마존 RDS 기반 PostgreSQL DB 구성 및 Cassandra DB 클러스터 구성



<양배수장 진단관리 시스템 구조도>



<양배수장 진단관리 시스템 기능 아키텍처>

- 양배수장 진단관리 시스템 구조도
  - (기술문서 8) PDMS-08-양배수장 진단관리 시스템 구조도

## PDMS-08-양배수장 진단관리 시스템 구조도

2021년 농업기반 및 차세대농 기술 개발사업

### 양배수장 진단관리 시스템 구조도

IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양배수장  
진단관리시스템 개발  
*PDMS(Pumping and Drainage Management System)*

2022. 09

daliworks

양배수장 진단관리 시스템 구조도

### 2. 양배수장 진단관리 시스템 구조

#### 2.1 시스템 구조

양배수장 진단관리 시스템은 애저슨 AWS 기반의 클라우드 시스템으로 구축되며, AWS Certificate Manager, Amazon ELB, Amazon EKS, Amazon RDS 등의 기능을 사용하여 서비스를 안정적으로 관리하고 있다.

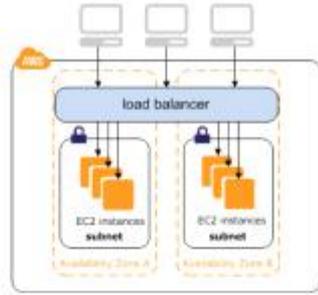
<양배수장 진단관리 시스템 구조>

#### 2.1.1 ELB 기반 로드밸런싱 (Amazon ELB(Elastic Load Balancing))

Elastic Load Balancing은 Amazon EC2 인스턴스, 컨테이너 및 IP 주소와 같은 여러 대상에 대해 수신 애플리케이션 또는 네트워크 트래픽을 여러 가용 영역에 배포합니다. 애플리케이션에 대한 트래픽이 시간이 지남에 따라 변경되므로 Elastic Load Balancing가 로드 밸런서를 확장하고, 대다수의 워크로드에 맞게 자동으로 조정할 수 있습니다.

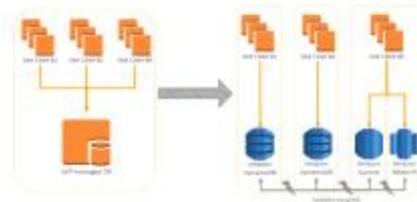
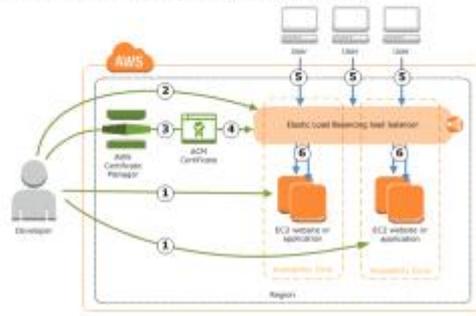
로드 밸런서는 워크로드를 가상 서버와 같은 다수의 컴퓨팅 리소스로 분산합니다. 로드 밸런서를 사용하면 애플리케이션의 가용성과 내결함성이 높아집니다. 애플리케이션에 대한 요청이 전체적인 흐름을 방해하지 않고 필요에 따라 로드 밸런서에서 컴퓨팅 리소스를 추가 및 제거할 수 있습니다. 로드 밸런서가 정상적인 대상에만 요청을 보내도록 컴퓨팅 리소스의 상태를 모니터링하는 상태 확인을 구성할 수 있습니다. 또한 컴퓨팅 리소스가 주요 작업에 집중할 수 있도록 임의화 및 특수화 작업을 로드 밸런서로 오프로드할 수 있습니다.

www.daliworks.net 5



2.1.2 ACM 기반 인증 서비스(AWS Certificate Manager)

AWS Certificate Manager는 AWS 서비스 및 연결된 내부 리소스에 사용할 공인 및 사설 SSL/TLS(Secure Sockets Layer/전송 계층 보안) 인증서를 손쉽게 프로비저닝, 관리 및 배포할 수 있도록 지원하는 서비스입니다. SSL/TLS 인증서는 네트워크 통신을 보호하고 인터넷상에서 웹 사이트의 자격 증명과 프라이빗 네트워크상에서 리소스의 자격 증명을 설정하는 데 사용됩니다. AWS Certificate Manager는 SSL/TLS 인증서를 구매, 업로드 및 갱신하는 데 드는 시간 소모적인 수동 프로세스를 대신 처리합니다.



2.1.5 데이터 전송 모듈 (Transport Manager)

- 전송 디바이스들이 다양한 프로토콜(mqtt, http, coap 등)을 통해 측정된 값을 전송하도록 전송 프로토콜 지리를 담당하는 모듈
- 해당 전송 프로토콜에 맞게 지어진 페이로드(payload)들은 키드카(kafka) 클러스터 내의 미리 지정된 토픽(topic)에 전송 및 저장

2.1.6 규칙 엔진 (Rule Engine)

- IoT 서비스는 기본적으로 서비스 이용자 혹은 서비스별로 다양한 요구사항이 존재하므로, 복잡한 데이터는 즉시 저장도 되지않, 서비스의 요구사항에 따라 다양한 조건으로 필터링, 변환, 추가적인 데이터 추가 및 기존 저장 데이터 용량의 조정, 알림 발생 등의 기능이 요구됨
- 규칙엔진은 전송된 디바이스 데이터를 통해 서비스별 특정 작업 및 이벤트 등에 대한 처리를 담당하는 컴포넌트로서 카프카 클러스터의 특정 토픽으로부터 데이터를 가져와서 작업을 수행함

2.1.7 JS 실행엔진 (JS Executors)

- 규칙엔진 중에서는 서비스 요구사항에 따라 미리 고정된 작업이 아닌 다양한 사용자 정의 기능(데이터 구분분석, 필터링 및 정의된 조건 부합 여부 등)을 수행함
- 사용자 정의 기능에서 요구되는 사항은 즉시 변경 가능한 스크립트 기반에서 동작하도록 해야 할 필요성이 요구되므로, 본 시스템에서는 이를 위해 경량의 자바스크립트 엔진을 사용하여 이를 처리하도록 구성함
- 또한 이러한 작업은 주 작업(main processing) 처리에 대한 영향을 피하기 위해 격리된 컨테이너에서 실행해야 하므로, 규칙엔진과 분리된 별도의 컴포넌트에서 이를 수행토록 구조화함

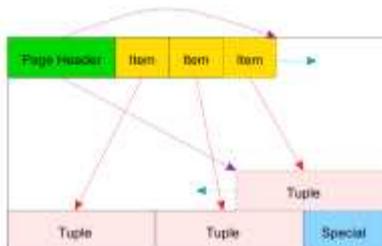
2.2 Database 시스템 구조

2.2.1 PostgreSQL DB

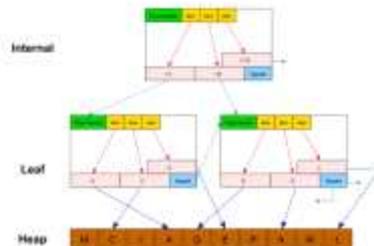
오픈소스로 개발된 관계형 데이터베이스로 RDBMS가 기본적으로 갖추어야 할 ACID (원자성, 일관성, 고립성, 영구성) 등을 지원하며, 특히 데이터 무결성과 동시에 매우 강력한 성능을 가지고 있다. 또한 다양한 플러그인이 개발되어 있어 다양한 기능개선이 가능하다. postgresql은 더 DBMS보다 최근에 가장 지극히 발전하고 있으며, 표준 SQL정도를 가장 많이 충족하고 있다. 양해수정전담관리 시스템에서 각종 엔터티(디바이스, 애셋, 커스터머, 대리보도 등) 관련 데이터를 저장하기 위해 PostgreSQL을 사용한다.



- 데이터 페이지 구조



- 인덱스 페이지 구조



2.2.2 Cassandra DB Cluster

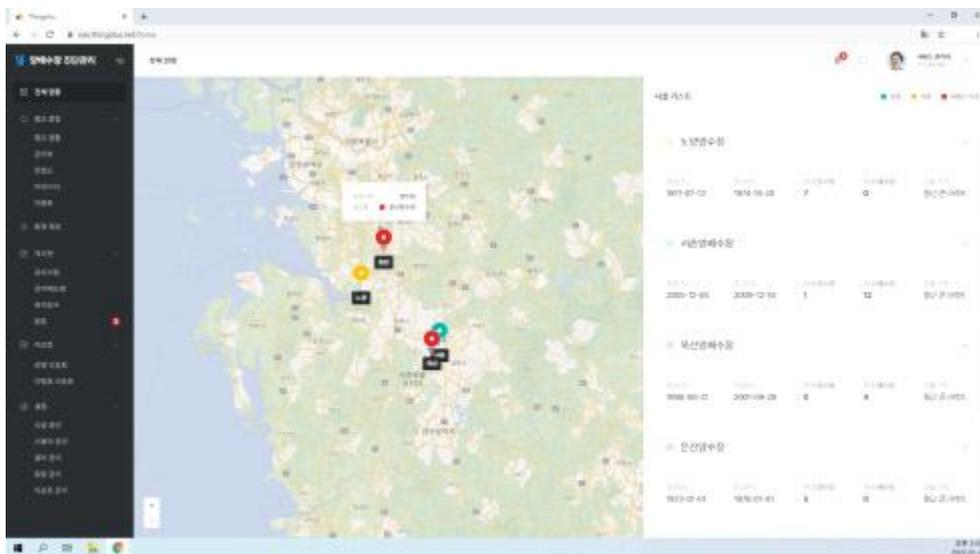
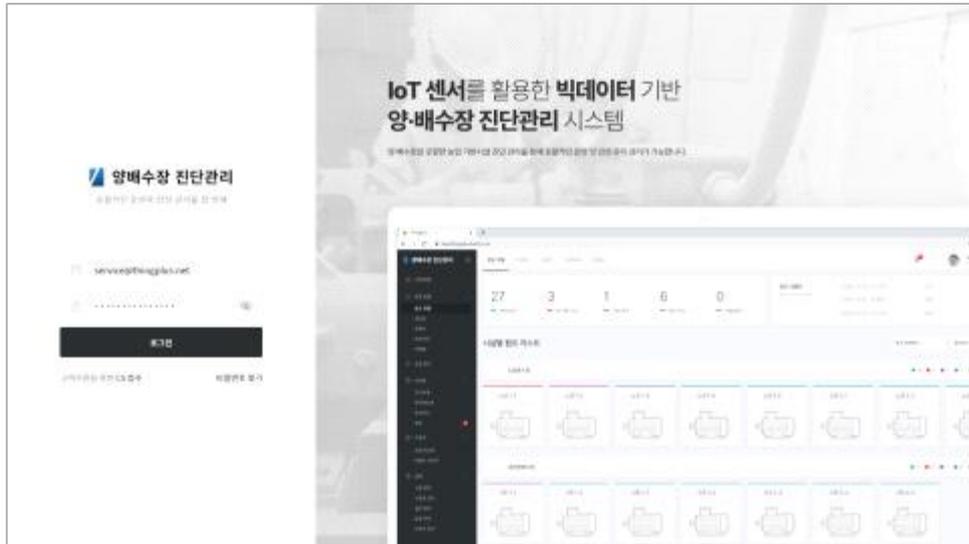
대규모 확장 (클러스터링) 가능한 분산 NoSQL DB로서 중단없이 지속적인 가용성과 고성능 및 선형 확장성을 기본적으로 제공하고 있다. 또한 대량의 시계열 데이터에 적합하도록 높은 우선 데이터 처리 속도를 보유하고 있어 양해수정 전담 관리시스템에서 계속 되는 시계열 데이터를 저장하기 위해 cassandra에 데이터를 저장하도록 구성한다. 특정 노드가 특약 역할을 하는 것이 아니므로 DB 체계가 고가용성을 보유했다. 동등한 구조 때문에 문제가 발생한 노드를 서비스 중단없이 쉽고 자유롭게 교체가능하다.

- 확장성



- 데이터 모델 구조

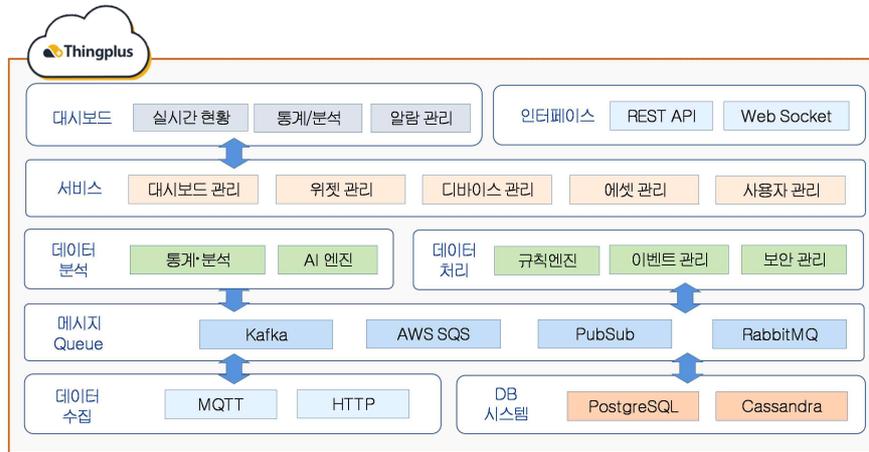
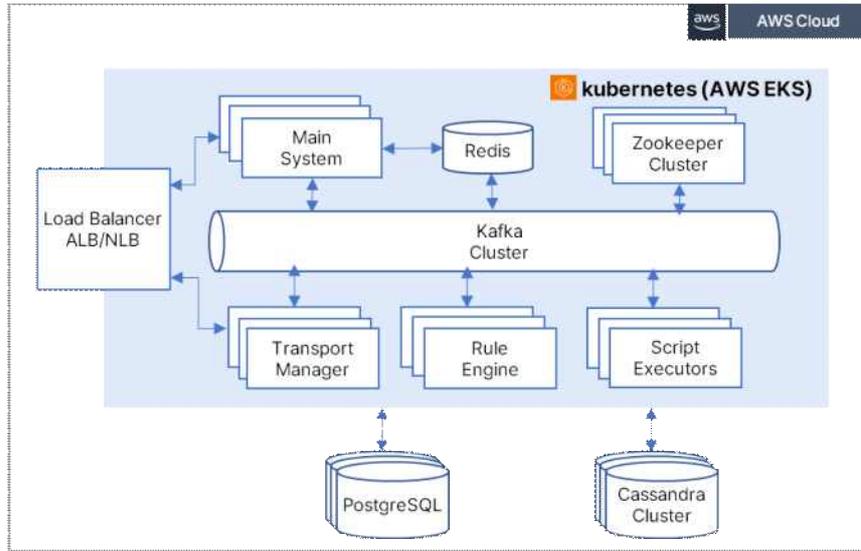
- 양배수장진단관리 시스템 구축





○ 시스템 확장성 및 가용성 확보를 위한 인프라 기능 추가 개발

K8S 기반 MSA 구조

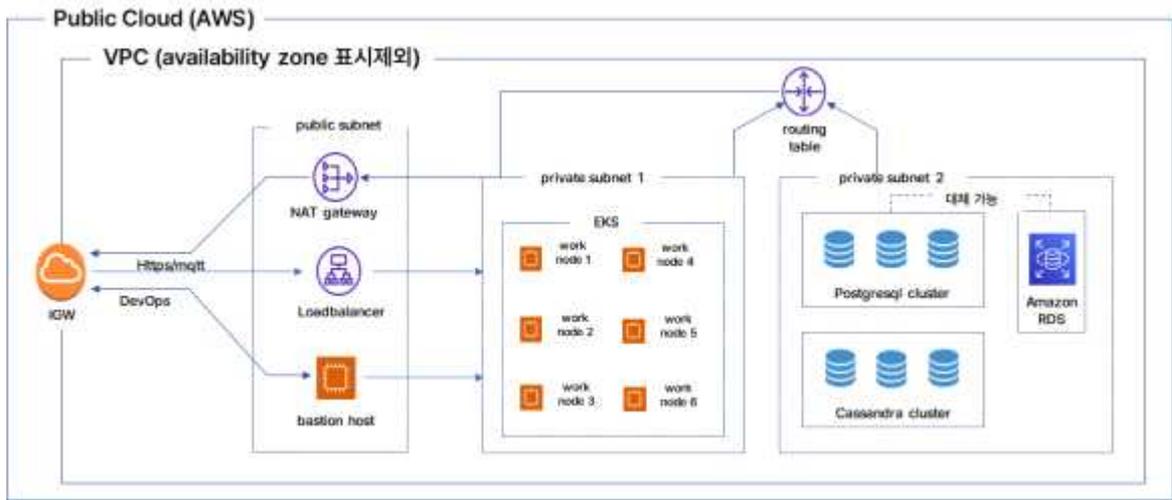


- Load balancer를 적용하여 부하 분산 기술 개발
- Kafka 클러스터링을 통한 다중 메시지 큐 처리
  - 모듈간 안정적인 메시지 전송
  - 비동기식 데이터 처리 지원



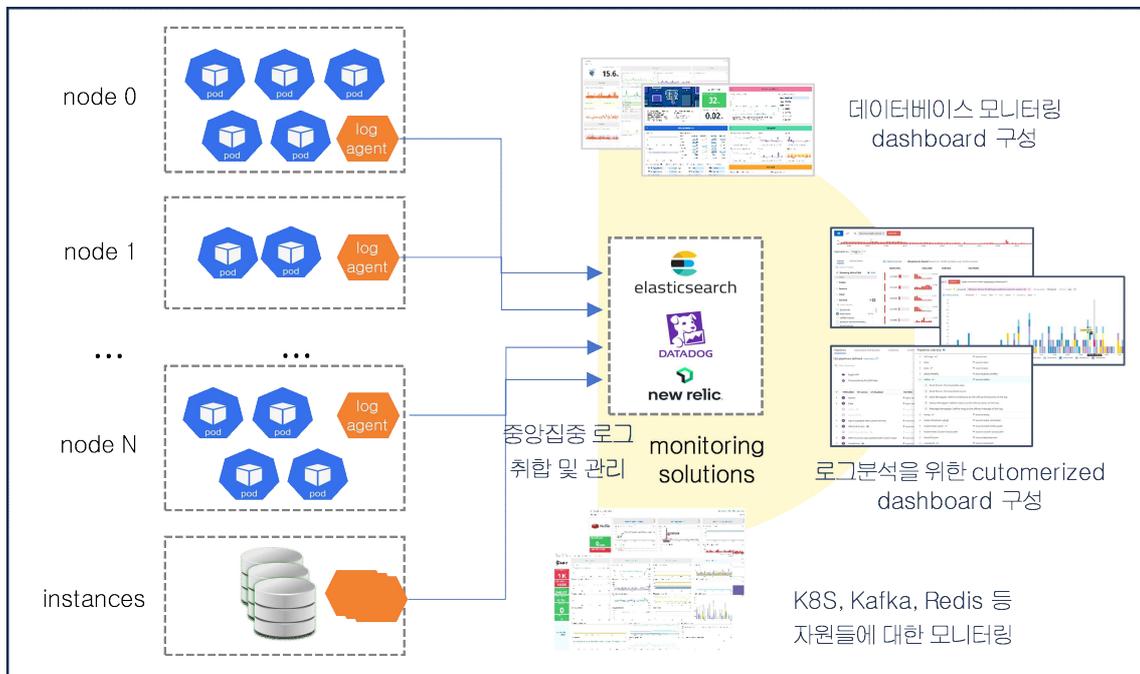
<Redis Caching>

- Cassandra 클러스터링 및 Redis caching을 통한 시계열 DB 성능 개선
  - DB 액세스 속도 향상
  - Redis Caching을 통한 데이터 속도 향상



<클라우드 인프라 아키텍처>

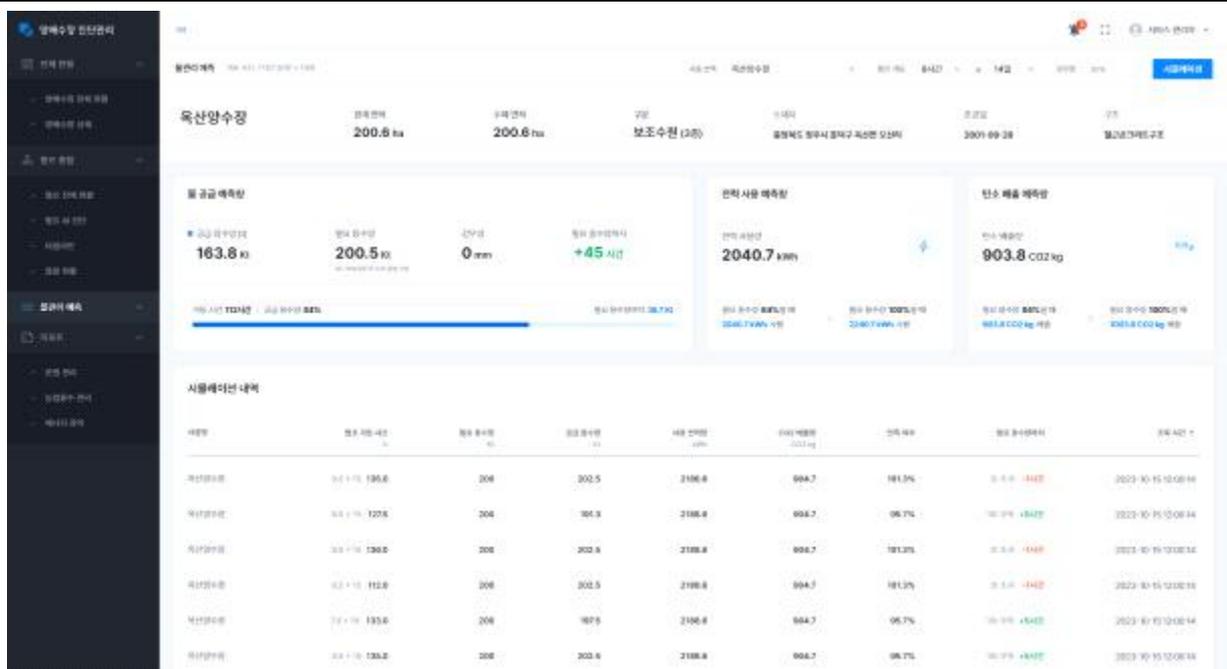
- MSA 구조와 Kubernetes 기술을 적용하여 시스템 확장성을 제공하도록 인프라 기능 확장
  - 자동 장애 대응 및 시스템 부하 증가시 자동 스케일업(탄력적 자원 활용), 수평적 확장 가능
  - 안정적인 실시간 서비스 업그레이드 가능



- 시스템 모니터링 기술 적용을 적용하여 인프라 기능 추가 개발
  - 관련 모든 서비스 인프라 및 어플리케이션들의 모든 로그들을 중앙에서 취합 및 관리
  - 사용 자원들에 대한 효과적인 모니터링 기능 제공

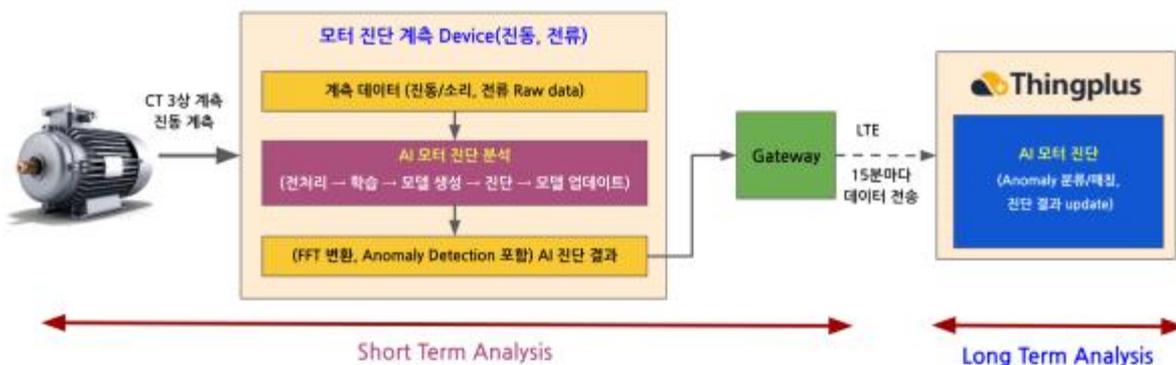
○ 양배수량 현황 모니터링 및 산정 기술 적용

- 양배수장 펌프 가동 시간과 강우량을 고려하여 필요용수량과 공급가능용수량을 다양하게 시뮬레이션 해 볼 수 있는 물관리 예측 모델 적용
- 양배수량 현황 모니터링 관련 대시보드 추가 개발



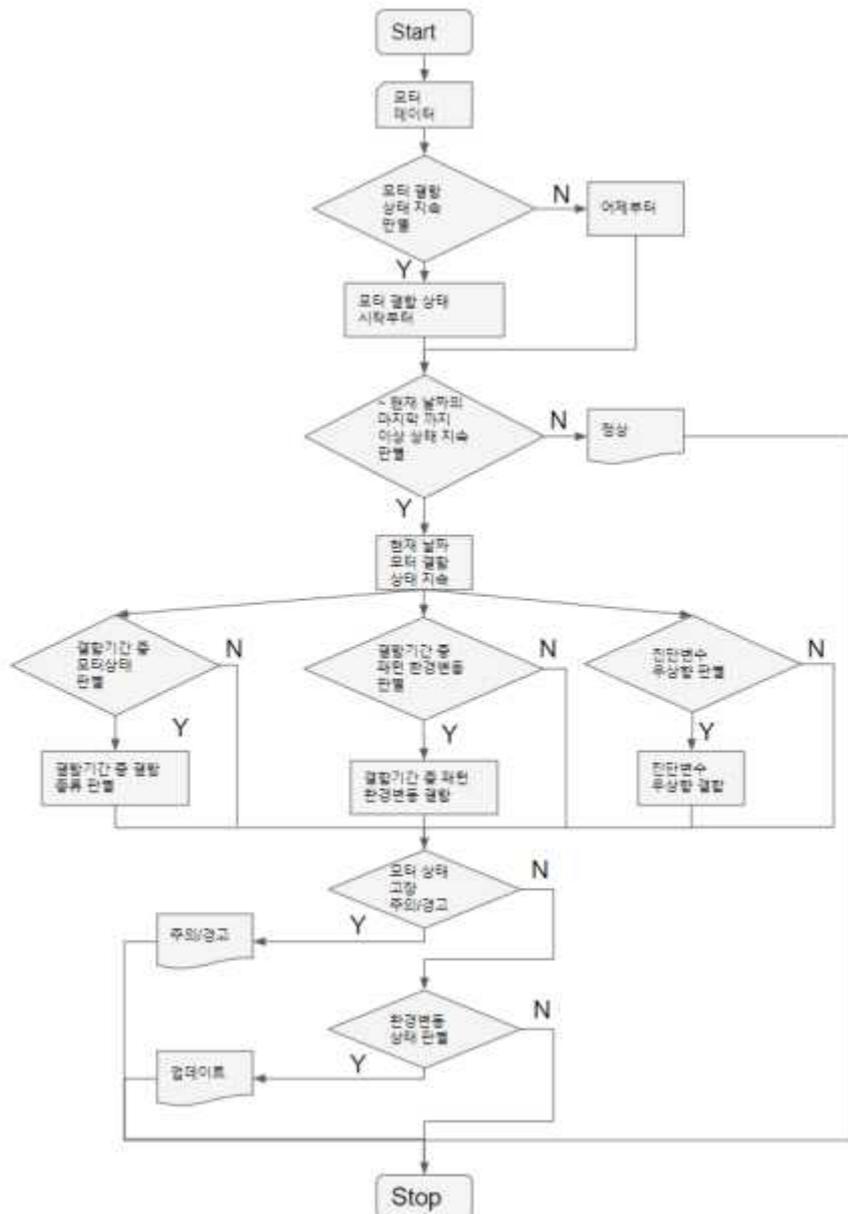
○ 양배수장 시설 및 펌프 설비 이상 진단 예측 및 경보 시스템 개발

- 펌프 시설에 전력 센서를 설치하여, 전력 사용 패턴을 분석하여 모터의 이상 진단 예측
- 시계열을 고려한 LSTM과 라벨이 없는 비지도학습 AutoEncoder 융합모델 적용



- 진동/소리 센서와 전류 센서를 활용하여 펌프를 구동시키는 모터에 대한 진단 과정은 크게 Short Term Analysis(1차진단)와 Long Term Analysis(2차진단)로 구성됨.

- Short Term Analysis(1차 진단) : Anomaly Detection
  - ▷ 진동/소리 센서와 전류센서로부터 계측한 데이터를 취득
  - ▷ 취득한 Raw 데이터에 대해 AI 모터진단 수행
    - : 전처리 → 학습 → 모델 생성 → 진단 → 모델 업데이트
  - ▷ 계측 데이터에 대한 FFT 변환
- Long Term Analysis(2차 진단) : 진단 결과 정확도 향상
  - ▷ Anomaly 분류 및 매칭
  - ▷ 진단 결과의 지속 여부(이상향 여부) 판단
    - 유의미한 알람 결과의 선별적 생성
    - 진단 결과의 정확도 향상
  - ▷ 진단 결과에 따른 지속적인 업데이트 수행



<그림 AI 모터진단 Flow>



- 현장 실증을 통한 양배수장 진단관리 시스템 고도화 개발
  - 양배수장 진단관리 서비스 매뉴얼 작성

**양배수장 진단관리 서비스 매뉴얼**

2021년 농업기반 및 피해대응 기술 개발사업

**양배수장 진단관리 시스템 매뉴얼**

IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양·배수장  
진단관리시스템 개발  
*PDMS(Pumping and Drainage Management System)*

2023. 11

daliworks

양배수장 진단관리 시스템 매뉴얼

## 2. 로그인

계정 정보를 로그인합니다.



## 3. 전체 현황

### 3.1. 양배수장 전체 현황

본 화면은 양배수장의 사용 및 상태 정보를 확인하는 데 사용됩니다.



www.daliworks.net

---

양배수장 진단관리 시스템 매뉴얼

### 3.1.1. 양배수장 위치

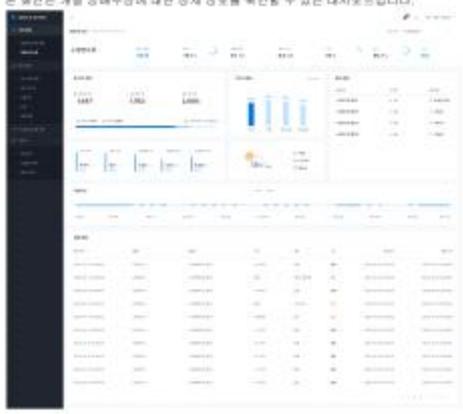
- 지도에 양배수장의 위치를 표시합니다.
- 각 양배수장 클릭 시, 해당 시설 '전체 현황' 대시보드로 이동합니다.

### 3.1.2. 시설 리스트

- 지도에 표시한 양배수장 리스트를 제공합니다.
- 각 양배수장에 해당하는 '용·골짜기, 해당 시설 '전체 현황' 대시보드'로 이동합니다.

## 3.2. 양배수장 상세

본 화면은 개별 양배수장에 대한 상세 정보를 확인할 수 있는 데 사용됩니다.



### 3.2.1. 양배수장 정보

www.daliworks.net

양배수장 진단관리 시스템 매뉴얼

- 시설 상세 시, 해당 양배수장의 데이터가 로드되고 양배수장의 용·골짜기 현황과 보유한 용·골짜기 전체의 용·골짜기 가동률, 가동 시간, 목표 시간을 보여줍니다.
- 온도, 습도, 누수 여부 등 운영 정보도 보여줍니다.

### 3.2.2. 용 관리 현황 및 수위 현황



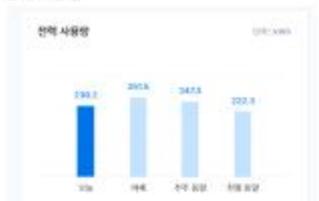
- 해당 양배수장의 사용 용수량, 공급 용수량, 필요 용수량을 보여줍니다.

### 3.2.3. 수위 관리



- 선택한 양배수장의 용·골짜기 및 용·골짜기 수위를 보여줍니다.

### 3.2.4. 전력 사용량



- 해당 양배수장에 보유한 용·골짜기의 전력 사용량을 일일/월간/연간/전월/전월 평균과 비교하여 확인할 수 있습니다.

www.daliworks.net

### 4. 펌프 종합

#### 4.1. 펌프 전체 현황

본 화면은 보유한 모든 펌프의 모터 현황을 확인하는 데시보입니다.



#### 4.1.1. 실시간 펌프 현황

- 15
  - 1
  - 1
  - 1
  - 2
- 모두한 모든 펌프의 모터에 대하여 상태 구분(AI 진단 이상, 통신 이상, 기동 중지, 비활성화)값 수를 출력합니다.

#### 4.1.2. 최근 알람 현황

노명/상태	모터	비대 정지	2023-10-18 12:00:04
노명/상태	모터	비대 정지	2023-10-18 12:00:04
노명/상태	모터	비대 정지	2023-10-18 12:00:04

- 최근 알람 내역을 확인할 수 있습니다.

#### 4.1.3. 시정별 펌프 리스트



- 모두한 모든 펌프의 모터를 일괄수정할 수 있습니다.
- 각 펌프를 클릭하면 해당 펌프를 종합적으로 볼 수 있는 '펌프 AI 진단' 데시보로 이동합니다.

#### 4.2. 펌프 AI 진단

본 화면은 개별 펌프 모터에 대한 종합적인 현황 데시보입니다.



#### 4.2.1. 펌프 모터 상태

- 펌프 실행 시, 해당 펌프의 모터에 대한 정보가 반영됩니다.
  - 기동 상태: 실제 펌프 가동 여부
  - 시스템 상태: 통신 및 모터의 상태
  - AI 진단: 전류, 진동, 소각 데이터 분석을 통해 이상 징후 탐지

#### 4.2.5. AI 진단 상세



- 이 화면은 AI 진단 상세 결과를 보여줍니다.

#### 4.3. 타임라인

본 화면은 특정 모터의 상태를 다중기간 형태로 구성한 차트로 보여주는 데시보입니다.



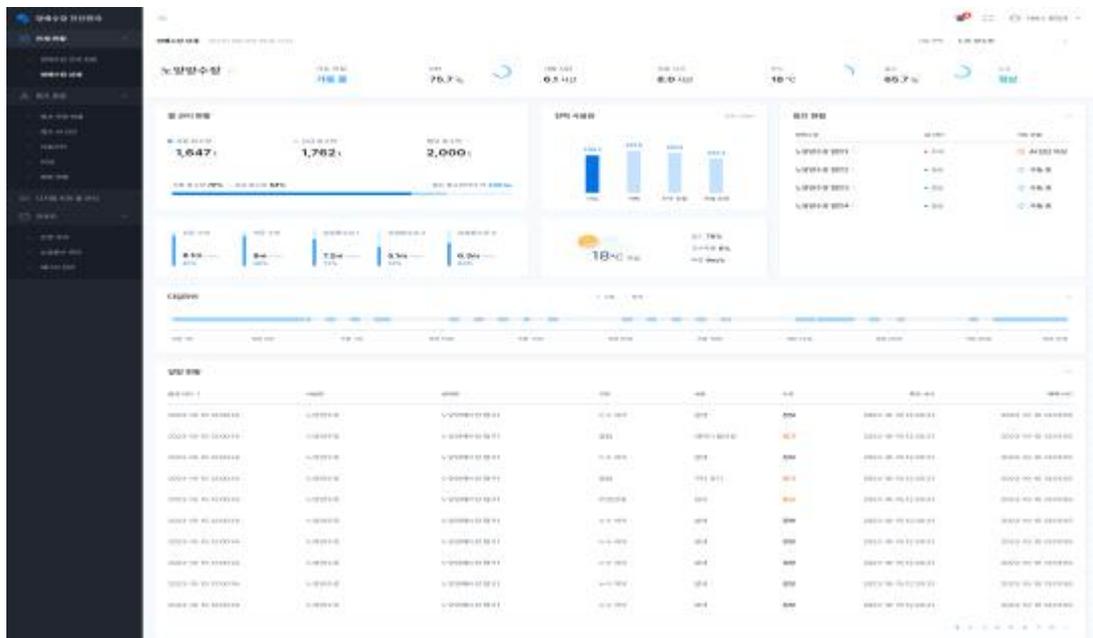
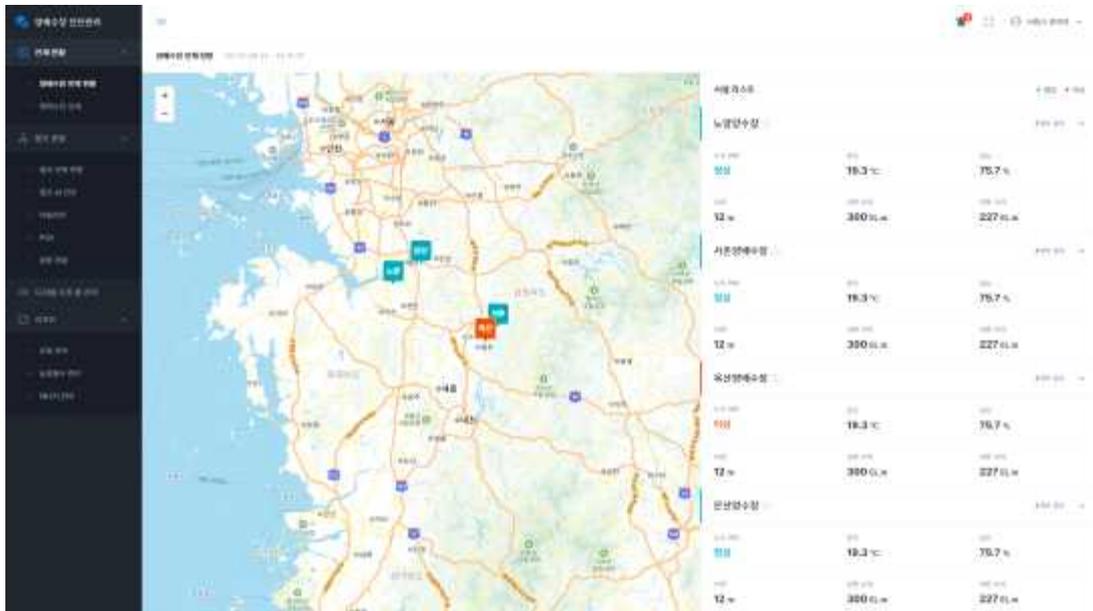
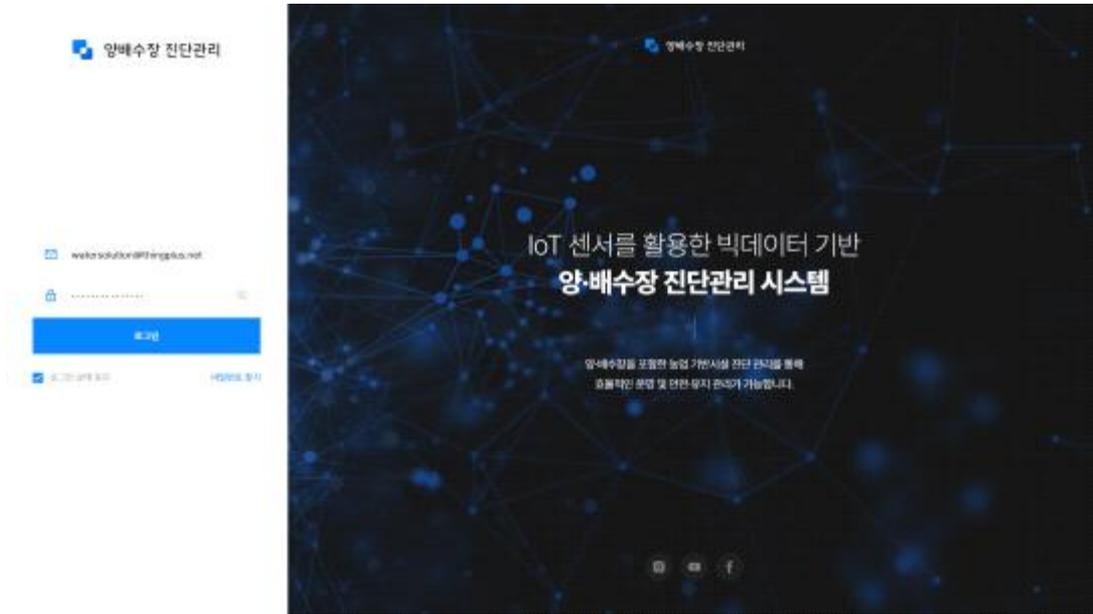
- 각 상태 위에 커서를 올리면 차트 시간, 상태를 표시합니다.

#### 4.4. PSD

본 화면은 해당 펌프 모터의 PSD를 확인할 수 있는 데시보입니다.



- 양배수장 진단관리 시스템 추가 리뉴얼 고도화









## ○ 데이터 수집을 위한 디바이스 및 게이트웨이 설계

1차년도에 양 배수장의 모터 진단을 위한 디바이스와 시설물 안전진단 관리를 위한 센서를 조사하고 하드웨어 프로토타입을 설계함. 양 배수장 대형모터 진단에 필요한 전류 데이터 수집을 위한 디바이스 하드웨어를 설계함. 기존 시설물 관제용 기기와 연동에 대한 고려, 시설물 관리 진단을 위한 다양한 센서들을 선정하고 무선 기술을 활용하여 데이터를 수집. 다양한 센서로부터 데이터를 수집하기 위한 센서 네트워크 구축에 필요한 산업용 광대역 무선 게이트웨이를 개발 설치함.

### • 모터 진단용 IoT 센서 디바이스 프로토타입 설계 및 개발

- 전류와 전압의 파형을 수집하여 모터 가동 상태 파악
- 다양한 인터페이스를 활용하여 데이터 출력 또는 배전반 상태 데이터 수집
- 원거리 데이터 전송을 위한 이더넷 및 LTE 기능 지원
- 보안망 구성을 위한 SSL 클라이언트 포팅(CC EAL4 인증)



### • 광대역 게이트웨이 프로토타입 설계 및 개발

- FTM-80의 고성능 CPU 활용
- LoRaWAN 네트워크 구축에 필요한 LoRaWAN Gateway 기능
- 유무선 원거리 데이터 전송에 필요한 이더넷 및 LTE 기능 지원
- 보안망 구성을 위한 SSL 클라이언트 포팅(CC EAL4 인증)
- 양배수장 환경 데이터 수집을 위한 프로토타입의 조기 설치 운영



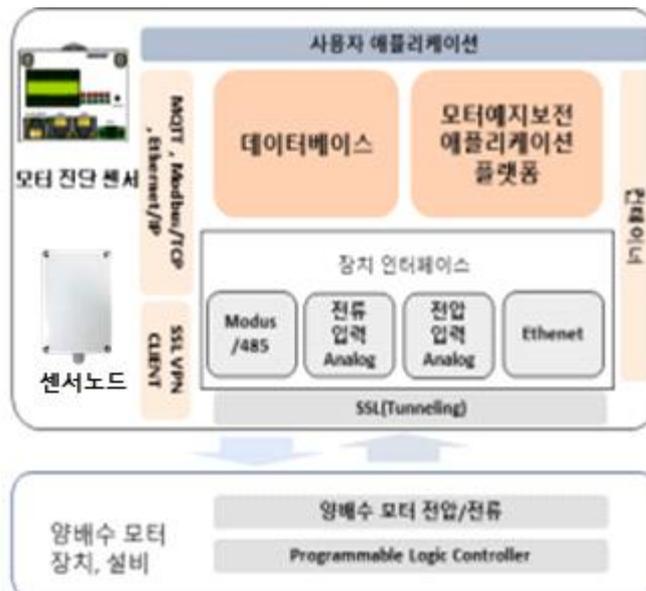
- 양·배수장 진단관리를 위한 센서 조사 및 선정

- 양배수장 운영 주체에 대한 요구조사를 통한 센서 선정
- 양 배수장 시설 관리에 필요한 다양한 센서를 연동할 수 있는 무선센서 노드 사용
- 양 배수장 모니터링 관련 시스템에 영향을 주지 않고 설비 관련 데이터 수집
- 배터리 운영을 통한 설치비 절감과 운영 유지보수 유연화
- 방진/방수 기능을 통한 열악한 환경에 대응



○ 센서 디바이스 개발

- 양·배수장 펌프 진단을 위한 프로토타입 기반으로 센서 디바이스 개발

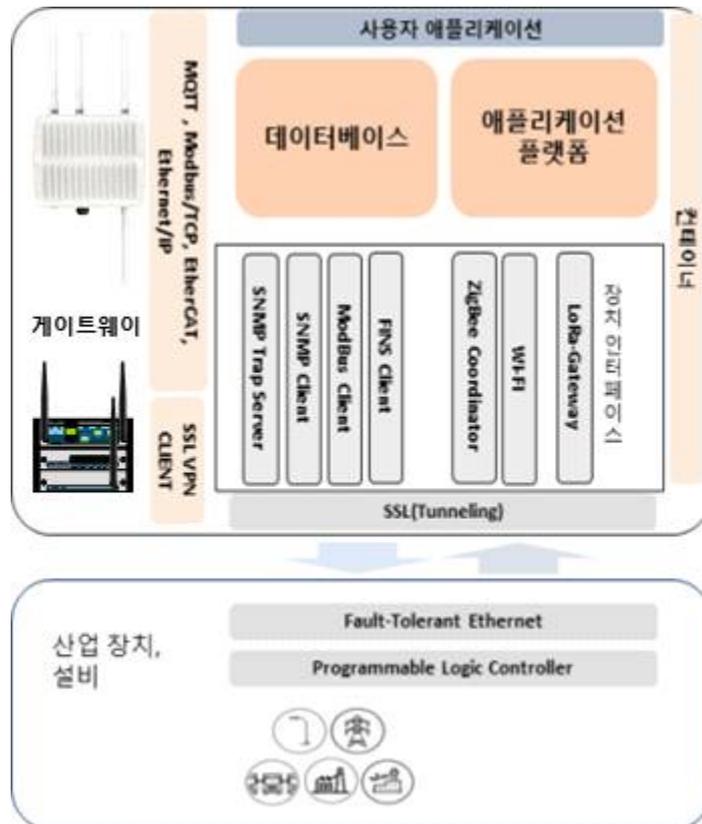


- 전류, 진동, 온습도, 침수센서 연동
- 상용화 및 사업화
  - 센서 데이터 연동 검증을 위해 개발중인 센서노드 (센서 디바이스)를 기반으로 온도센서 2개를 연결할 수 있는 CH 센서노드 개발하여 사용화 및 사업화 진행(스팀트랩 표면온도측정 시스템 구축사업 진행)



○ 광대역 무선센서 게이트웨이 개발

- 모터 진단의 양배수장 내 환경 데이터 자동 수집을 위한 광대역 무선 센서게이트웨이 개발



<게이트 웨이 구조>

- LoRaWAN 모듈 탑재 , LoRaWAN 무선망을 사용한 Sensor Network 구성가능 (LoRa 무선 디바이스와 연동하여 양배수장내 온습도 센서 등 환경정보 수집가능)
- LTE통신 보드 개발 및 탑재하여 무선 광대역 Sensor Gateway로 확장
- 상용화 및 사업화 진행 (스팀트랩 표면온도측정 시스템 구축 사업진행)

- 내구성이 뛰어난 Steel 소재 산업용 케이스 적용(IP65등급 방수/방진 케이스 적용예정)



- 양배수장 현장 실증을 위한 테스트베드 구축
  - 데이터 수집을 위한 시스템 구성 완료
  - 모터 계측 장비(진동, 소리 센서), 통신게이트웨이 설치
  - 테스트베드 구축 장소 : 서촌 양배수장(청주, 2021년 11월 19일), 노양 양배수장(평택, 2022년, 4월 13일), 은산 양배수장(평택, 2022년 4월 13일)

모터 펌프 진단용 계측 설비 설치 (2021.11.19.) - 서촌 양배수장



모터 펌프 진단용 계측 설비 설치 (2022.04.13.) - 노양 양수장



모터 펌프 진단용 계측 설비 설치 (2022.04.13.) - 은산 양배수장



전류측정용 계측장비 설치 (2022.10.13.) - 옥산 양배수장





○ 현장 실증을 위한 테스트베드 구축 및 운영을 통한 기능 개선

- 실제환경에서 TEST를 통해 기능개선 및 안정성 확보
  - 센싱정보를 무선(LoRA)으로 보내는 환경에서의 Gateway 기능개선(센싱주기 조정 등)
  - 전류센서와 연동을 위한 센서디바이스 인터페이스 개선
  - 현장TEST 통해 저렴하고 경쟁력있는 전류센서(CT) 확보

○ IoT 센서 디바이스 안정성 시험 및 상용 인증

- 모델명 : FML20S
- 전류/전압/온습도/누수측정가능



FA124E8C42FE948881

<b>방송통신기자재등의 적합등록 필증</b> Registration of Broadcasting and Communication Equipments	
상호 또는 설명 Trade Name or Registrant	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT.Co.,Ltd.)
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	무선랜서노드
기기부호/추가 기기부호 Equipment code /Additional Equipment code	USN1
기본모델명 Basic Model Number	FDL20
파생모델명 Series Model Number	FDL20S
등록번호 Registration No.	R-R-fot-FDL20
제조사/제조국가 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT.Co.,Ltd.)/한국
등록연월일 Date of Registration	2020-11-17
기타 Others	
<p>위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다.            It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.</p> <p style="text-align: right;">2024년(Year) 02월(Month) 14일(Day)</p> <p style="text-align: center;">국립전파연구원장              Director General of National Radio Research Agency</p> <p style="text-align: center; color: red;">※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시" 를 부착하여 사용되어야 합니다.            위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.</p>	



○ 광대역 게이트웨이 안정성 시험 및 상용 인증

- 모델명 : FTM80-LoRa(R2)
- 무선 Sensor Network 구성가능
- LoRaWAN 모듈탑재/ LTE통신 지원



E2E842CA60D56A32F

<b>방송통신기자재등의 적합등록 필증</b> <i>Registration of Broadcasting and Communication Equipments</i>	
상호 또는 성명 Trade Name or Registrant	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT.Co.,Ltd.)
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	유무선라우터
기기부호/추가 기기부호 Equipment code /Additional Equipment code	A82 / USN1,LTE9
기본모델명 Basic Model Number	FTM80
파생모델명 Series Model Number	FTM80-LoRa, FTM80-LoRa(R2)
등록번호 Registration No.	R-R-fet-FTM80
제조사/제조국가 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT.Co.,Ltd.)/한국
등록연월일 Date of Registration	2020-11-17
기타 Others	
<p>위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다.                      It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.</p> <p style="text-align: right;">2024년(Year) 02월(Month) 14일(Day)</p> <p style="text-align: center;">국립전파연구원장                        Director General of National Radio Research Agency</p> <p style="text-align: center; color: red; font-size: small;">※ 적합등록 인증종신기자재는 반드시 "적합성평가표시" 를 부착하여 유통하여야 합니다.                      위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.</p>	



○ 양·배수장 진단관리 기준 및 평가 방안 조사/도출

- 양·배수장 설비 진단관리 기준 및 평가 방안 조사/도출
- 양·배수장 설비 진단관리를 위한 규정 검토/제안
- 양·배수장 시설 데이터 수집을 위한 센서 조사 및 설치 방안 도출

IoT 센서를 활용한 양배수장 진단관리 기준 및 평가방안

### IoT 센서를 활용한 양·배수장 진단관리 기준 및 평가 방안

2021년 12월






**충북대학교**

### 제2장 기초 이론

#### 2.1 기존 양배수장 법령

본 보고서는 「농어촌 정비법」(법률 제18107호, 2021. 5. 18.)과 「농업생산기반시설관리규약」(농림축산식품부령 제334호, 2020. 12. 21.)을 참조한다.

#### 2.1.1 농어촌 정비법 제18조

- ① 농업생산기반시설관리자는 농업생산기반시설에 대하여 정밀·정밀한 관리에 의하여 하역, 대수정수로 정하는 지역·작목 농업생산기반시설의 안전관리계획을 수립하여야 한다.
- ② 농업생산기반시설관리자는 농업생산기반시설의 정비, 시설물의 보수·보수 등의 조치를 하여야 하고, 제1항의 안전관리계획에 따라 안전점검을 실시할 안전점검을 하여야 한다.
- ③ 누구든지 자연적재해·인간 피해의 방지 및 시설 구조를 위하여 긴급한 조치가 필요한 경우 등 특별한경우로 정하는 정당한 사유 없이 다음 각 조의 어느 하나에 해당하는 행위를 하여서는 아니 된다.
  1. 농업생산기반시설의 구조상 주요 부분을 손괴(損壞)하여 그 본래의 목적 또는 사용에 지장을 주는 행위
  2. 농업생산기반시설관리계획에 위반 없이 수중에 초장하거나 중수를 인수할 것으로 농어촌공사가 이를 관리에 지장을 주는 행위
  3. 농업생산기반시설을 불법으로 점유하거나 사용하는 행위

· 제18조의2(농업생산기반시설의 구조·시설 기준 등) 농업생산기반시설의 구조·시설, 유지·보수 및 안전관리 기준은 농림축산식품부령으로 정하며, 농업생산기반 시설사업에 따르는 자연재해방지 계획 및 안전 관리 등에

IoT 센서를 활용한 양배수장 진단관리 기준 도출방안 연구보고서 10

---

### 제3장 양·배수장 설비 진단기준

#### 3.1 현장조사

##### 3.1.1. 현장조사 방법 및 기간

가. 현장조사 방법

- 조사 목적 : 양·배수장의 진단관리를 IoT 센서를 도입하기 위하여 기존 안전진단기준을 준수하는 범위 안에서 관련 농어촌공사 양·배수장 현장 방문 대상으로 설문조사를 실시함.
- 설문대상 : 농어촌공사 기계, 전기직을 대상으로 일반설문 30명씩으로 하였으며, Focusing Group Interview는 20인 이상을 정하여 1시간 가량의 인터뷰 11명을 대상으로 하였음.
- 시간적 범위 : 2021. 09. ~ 2021. 11.
- 설문서의 설계 및 분석방법  
설문서의 구성은 1) 양·배수장 진단요율 연구 관련 인터뷰 일지서, 2) 양·배수장 진단요율서 설문 양식조사서로 구성됨.

표 3-1 설문서의 설계

부분	구성	세부내용
양·배수장 진단요율서 설문 양식조사서	양·배수장 유무와 시설	○
	양·배수장의 시설과 토양과 관련된 조사내용	○
	양·배수장 시설의 운영	○
	양·배수장 운영의 어려움 등 운영	○
	양·배수장 운영에 따른 안전관리	○
	양·배수장의 유무, 양·배수장	○

IoT 센서를 활용한 양배수장 진단관리 기준 도출방안 연구보고서 11

안전진단
IoT 분석 방법
정밀안전진단



IoT 센서를 활용한 양배수장 진단관리 기준 도출방안 연구보고서 12

### 제4장 양배수장 설비 진단관리를 위한 규정 검토

#### 4.1. IoT 도입에 따른 기존 관리규정의 변경 필요성

농업생산기반시설 안전진단은 농업기반시설 안전진단 실무지침을 통해 수행하는 것으로, 기본적인 사항이 정해져 있다. 기존 관리규정에서는 시설물의 구조적 안전성 및 기능성에 대한 종합적인 조사, 평가 및 진단을 실시함으로써 시설물의 안전을 확보하여 재해발생 시연에 국한하고, 시설물의 기능 회복과 효율적인 시설물 이용 및 관리가 될 수 있도록 기초조사 및 평가 방법을 규정하고 있다. 농업기반시설 안전진단 실무지침은 농어촌정비법 및 농업기반시설관리규칙, 시설물안전관리규칙을 바탕으로, 시설물의 안전 점검 및 정밀안전진단 직접, 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 건설기술 관리법령, 건설공사 안전점검 지침 등에 의한 시설물 안전진단 관련규정에 따른 농업기반시설 안전진단에 관한 일반적 기준사항이 기술되어 있으며, 안전점검 및 안전진단 필요성 항목이 있다. 기술적인 안전점검에 상세를 나타내는 표는 다음과 같다(표 4-1).

상대평가의 객관성 및 신뢰성을 위해 시설물의 2차 부재로부터 발생한 상태변화(균열, 손상, 결핵)를 근거로 하여 시설물별 세분화형의 상태평가 기준에 따라 실시한다. 정밀안전진단에서는 시설물의 존재 목적에 대하여 피관조사요소를 작성하여 표제영역 상세의 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 존재에 대한 상태평가 결과를 결정한다.

표 4-1 시설 안전에 관한 IoT 센서의 도입

표 4-1 시설 안전에 관한 IoT 센서의 도입 (계속)

구분	구분명	활용처	IoT 센서 도입방안
구조안전	구조소요	균열, 변위, 온도, 습도, 진동	이동형 센서
	구조소요	구조물 변위, 온도, 습도, 진동	이동형 센서
	구조소요	구조물 변위, 온도, 습도, 진동	이동형 센서
	구조소요	구조물 변위, 온도, 습도, 진동	이동형 센서
	구조소요	구조물 변위, 온도, 습도, 진동	이동형 센서
	구조소요	구조물 변위, 온도, 습도, 진동	이동형 센서
	구조소요	구조물 변위, 온도, 습도, 진동	이동형 센서
	구조소요	구조물 변위, 온도, 습도, 진동	이동형 센서
	구조소요	구조물 변위, 온도, 습도, 진동	이동형 센서
	구조소요	구조물 변위, 온도, 습도, 진동	이동형 센서
기능	기능	수위, 온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	기능	수위, 온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	기능	수위, 온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	기능	수위, 온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	기능	수위, 온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	기능	수위, 온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	기능	수위, 온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	기능	수위, 온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	기능	수위, 온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	기능	수위, 온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
환경	환경	온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	환경	온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	환경	온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	환경	온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	환경	온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	환경	온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	환경	온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	환경	온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	환경	온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서
	환경	온도, 습도, pH, 용존산소	이동형 센서

표 4-1 시설 안전에 관한 IoT 센서의 도입 (계속)

### 제5장 양배수장 시설 데이터 수집을 위한 센서 조사 및 설치 방안

#### 5.1. IoT 센서기반 양배수장 진단요소 범위

##### 5.1.1. 목적, 센서, 요구 범위

본 연구에서는 양배수장의 진단요소를 위한 데이터 수집 방안으로 IoT 센서를 부착하고자 한다. 연구를 통해 양배수장 시설물에 기계적, 환경적 영향을 판단하기 위한 센서는 온도센서, 진동센서, 온도 및 습도센서로 본 되었다. 2 센서를 통하여 수집되는 데이터는 중앙처리 장치에서의 저장 여부를 판단할 수 있으며, 요구되는 기본 사항은 다음과 같다(표 5-1).

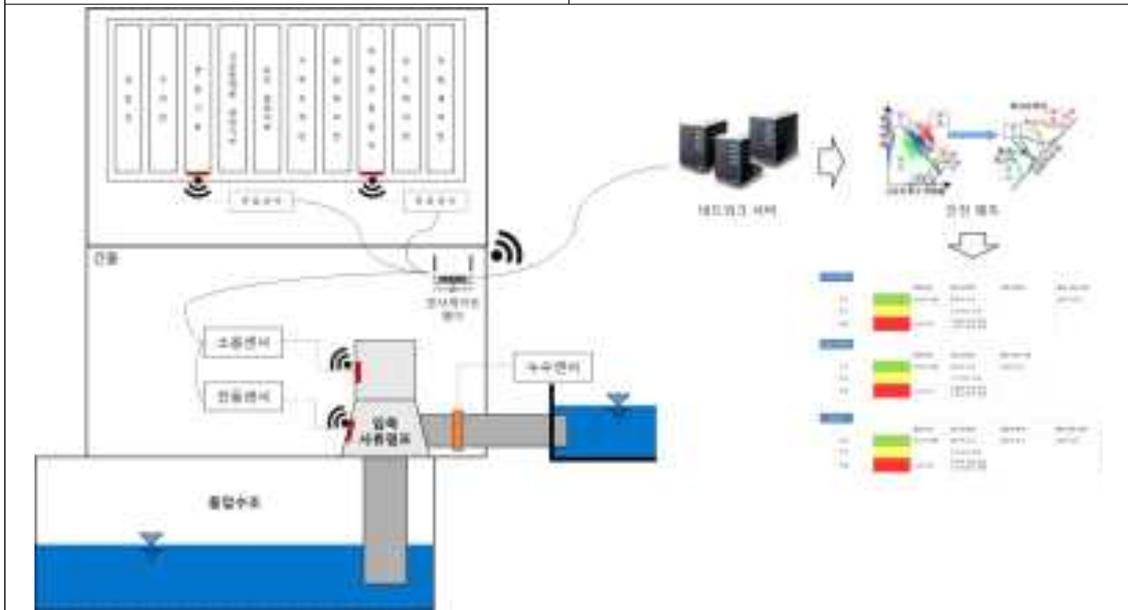
센서의 수집장치는 기본적으로 소음, 진동, 온도를 수집할 수 있어야 하며, 추가적으로 CT, 입력, 가스, 습도 측정 기능을 포함할 수 있어야 한다. 센서 중 온도 수집할 장치의 사양을 통해 AI 분석을 실시 할 수 있다. AI 엔진은 딥러닝(DL)이 가능해야하며, 사용자에 따라 Auto Threshold, 기계학습 등의 기능이 추가되어야 한다. 또한 커스터마이징을 통해 목표값을 개량적으로 개량하여 운영할 수 있어야 보안을 확보 할 수 있다. 소프트웨어 진단에는 필요해서 발생하는 소음 주파수를 포함할 수 있는 정도의 크기인 -30dBV/Pa로 설정되어야 하며, 진동에서는 목표치 진동수를 확보 할 수 있도록 20-60Hz의 공진관 주파수 범위를 포함할 수 있어야 한다. 단, 이/시절되는 부하 및 관리가 용이한 크기여야하며, 기존 양배수장에 현재에 보정을 대체지 위치의 설치로 실행되어야 한다.

표 5-1 시설 안전에 관한 IoT 센서의 도입

표 5-1 센서 설치 요구 범위

구분	항목	범위
수집장치	Supply Voltage	12 ~ 24V
	Dimension	150mm x 80 x 40mm 이하
	OS	ARM, IoT-Box Dual Core-ARM64 이상
	OS	통신 모듈이 750MHz 이상
	Sensor	소음, 온도, 습도, 진동
	Interface	구분, 입력, 가스, 습도, 온도, 진동
	Block	소음, 진동, 온도, 습도, 가스
	Function	Frequency Domain
	Monitoring Content	Auto Threshold, Machine Learning, Deep Learning, AI, Analytics
	AI Engine	Deep Learning, Machine Learning, Deep Learning, AI, Analytics
수집장치	Monitoring Algorithm	Deep Learning, Machine Learning, Deep Learning, AI, Analytics
	Protocol	Customizing 7bit
	Dimension	High Quality Square Box / Shield Case
	Supply Voltage	1.5 ~ 3.0V
	Sensitivity	-16dBV/Pa
	Operating Temp.	-40 ~ 85°C
	Sampling Rate	1000 / 1000Hz
	Dimension	High Quality Square Box / Shield Case
	Supply Voltage	3.3 ~ 5.0V
	Temp. Range	0p to 100.0°C
수집장치	Operating Temp.	-40 ~ 85°C
	Interface	UART
	User Interface	UI/UX, AI/ML, IoT
	Function	AI, Analytics, Deep Learning
	Temp. Range	0p to 100.0°C
	Supply Voltage	3.3 ~ 5.0V / 5V
	Dimension	100 x 100 x 100mm
	Cable Length	100m 이상
	Weight	100g 이하

표 5-1 시설 안전에 관한 IoT 센서의 도입



○ 현장조사 설문조사

**현장조사 및 설문조사 표**

**양배수장 진단고도화 연구 대면 인터뷰 질문서**

1. 양배수장의 규모와 시설에 관하여는?

2. 양배수장의 시설에 진단과 안전과 관련된 문제점이나 개선의 있는가?

3. 양배수장 진단을 고도화를 위해 IoT센서를 활용하고자 한다. 진단고도화의 필요성? 궁극적?

4. 양배수장 운영에 어려움(문제점, 개선점)은 무엇인가? (조치, 인력, 운영비, 유지관리비 등)

5. 양배수장과 운영에 따른 주민들과 관련된 것은가?

6. 양배수장 운영과 관련하여 조사 또는 농식품부 등에 배라고 싶은 의견이 있으십니까?

7. 양배수장의 진단고도화를 위해 더 찾고 싶은 의견이 있으십니까?

8. 본인의 경험에서 수렴적으로 양배수장의 용량도, 전폭도는 어느 정도입니까(항목에 를 해 주십시오.)

	매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족
용량도					
전폭도					

**양배수장 진단고도화 시설 현장조사 확인**

사업명					
위치	구	시	군	읍면	리
조사일자(시간)	2021. ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) AM/PM ( ) ( )				
조사	담당자				
	주최자				
시설 현황	<p>시설명</p> <p>용수부족 해결</p> <p>시설안전 문제</p> <p>지형문제 여부</p> <p>용역상 점</p> <p>불편한 점</p> <p>문제점</p> <p>기타</p>				
시설 용기	적용성				
	효율성				
	유용성				
	경제성				
	지속가능				
	비밀성				
기타 현상사항	<p>고민</p>				

**양배수장 진단고도화 시설 현장조사 확인**

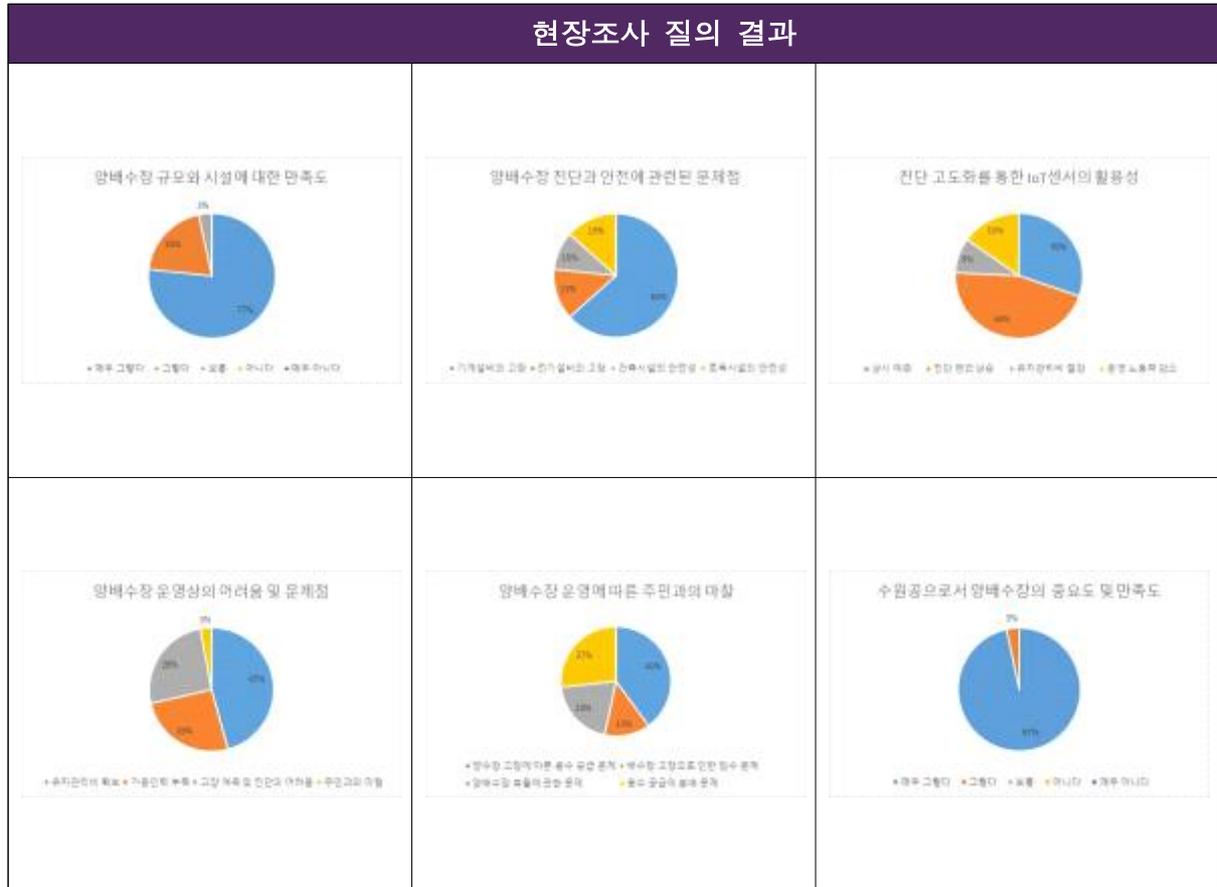
■ 전체

분류	단위	조사내용	조사 결과
양배수장 구분			
양배수장 용량	Year		
수배면적	ha		지역 전폭도 증가
육지 관리 예산	₩/Year		관리예산, 개이브, 절곡, 본관, 폐 육지관리비용구분
보수 예산 금액	₩/Year		
보수예산 사업비	₩/Year		관리예산, 개이브, 절곡, 본관, 폐 육지관리비용구분
연평균 기온	°C		
습도 평균	day/year		40~60% 이하 습도
연 강수량	mm/year		
연강수량	mm		
연평균 강수량	mm		
일당부족 강수량	day/year		
연 1시간 최대 강수량	mm/hr (max)		
2월 이상 최대강수량	월중/Year, mm (max 강수량)		일제기간(최대강수량) : 월중 최강수량 기준 27.5mm/월중(24시간) 기준 20.5mm/최대강수량(최대강수량) : 월중최대강수량 : 월중최대강수량(24시간 기준)
연평균, 최대 강수량	day/year		
연비 무강수량 일수	day/year		
연평균 강수량	mm		연평균 강수량(2월~8월) : 강수량이 100mm 이상인 월 수
연평균 강수량	°C		연평균 강수량(2월~8월) : 2월의 월 강수량의 평균
기온변동성	mm/Day		$T_{max} - T_{min}$ $T_{max}$ : 일 최고온도(2월~8월) $T_{min}$ : 일 최저온도(2월~8월) $T_{max}$ : 일 최고온도(2월~8월) $T_{min}$ : 일 최저온도(2월~8월) $T_{max}$ : 일 최고온도(2월~8월) $T_{min}$ : 일 최저온도(2월~8월) $T_{max}$ : 일 최고온도(2월~8월) $T_{min}$ : 일 최저온도(2월~8월)
100년 강수량	mm/year		현재 시, 지역, 강수량
태풍발생빈도	Year		현재 시, 지역, 강수량
직접강수량	mm/year		

**양배수장 조사 자료의 명수**

번호	지역	면적	용량	면적	면적	면적	면적
101	충청						
	충청						
102	충청						
	충청						
103	충청						
	충청						

○ 현장조사 설문조사



- 양배수장의 진단관리의 IoT 센서를 도입하기 위하여 기존 안전진단기준을 준수하는 범위 안에서 관련 농어촌공사 양배수장 담당자를 대상으로 설문조사를 실시함.

○ 양배수장 소개 팸플릿 제작



○ 양배수장 진단 요소의 도출과 진단효율화를 위한 디지털 트윈 구축 방안 도출

- 양배수장 디지털 트윈 도입의 필요성
- 디지털 트윈 기술 국내외 현황 검토
- 디지털 트윈 적용기술 표준안 기술
- 양배수장 디지털 트윈 적용을 위한 데이터 정의, 수집, 분석 방법 제언
- 양배수장 디지털 트윈 적용을 위한 3D 모델링 방법론 제언

양배수장 진단 요소 도출과 진단효율화를 위한 디지털 트윈 구축 방안 도출

양배수장 진단효율화를 위한  
디지털 트윈 구축 방안 도출

2022년 12월



제2장 디지털 트윈 기술 국내외 현황

2.1 국내 디지털 트윈 기술 동향

국내 디지털 트윈의 기술 동향은 대부분 도시 모델을 중심으로 이뤄졌으며, SOC 시설물에 관한 연구는 초기단계에 머무르고 있다. 교량, 터널 등과 같은 단위 시설물의 유지관리를 위해 IoT와 빅데이터 등을 활용한 연구를 바탕으로 이를 가상현실에 접목시키는 연구가 진행되고 있다. 국내 디지털 트윈 시장은 2023년까지 연평균 16.3%의 성장세를 보일 것으로 전망되지만, 세계 디지털 트윈 시장의 2/3수준에 불과한 실정이다. 국내의 디지털 트윈 개발은 호환성을 확보 중인 글로벌 기업과의 격차가 벌어진 상황이며, 데이터 수집체계와 요소기술 기업 간 협업을 통해 디지털 트윈의 표준화된 기준이 마련될 필요성 있다.

표 1 디지털 트윈 국내외 동향 (디지털트윈 활성화 전략, 2021)

분류	해외	국내
정책	• 주요 국가들은 미래 국가경쟁력을 좌우하는 핵심기술로 디지털 트윈을 선정하여 구체적인 성장전략을 추진	• 디지털 트윈을 한국판 뉴딜 대표과제로 선정하며 투자를 확대하고, 분야별 육성정책을 통해 산업 및 요소기술 경쟁력 강화
시장	• 약 3조 5천억원 규모의 관련시장이 형성되었으며, 20년~26년까지 연평균 57.6% 성장 전망	• 관련 시장은 약 690억원 수준으로 소규모이나, 주요국 중 가장 높은 수준인 연평균 70%의 성장 전망
기업	• 글로벌 주도권에 효과 집중 후, 디지털 트윈 분야에 성장성 향상 및 비용절감을 위한 수요 증가	• 대기업 중심으로 수요 확대 중이며, 중소기업은 공간정보 등 요소기술의 공급 비즈니스를 확장해 가는 추세

3.2 디지털 트윈 표준 기술

디지털 트윈의 확장성을 위해서는 국제적으로 표준화 된 기술을 적용할 필요성이 있다. 3D 모델의 구성 데이터 분류체계 중 최상위 부분은 시설물 정보와 지형정보이며, 디지털 트윈 모델의 요소들 소스 데이터별로 분류하고, 각각의 정보에 해당하는 표준 수문으로 별용성을 높인다.

표준화의 범위는 자원, 정보, 객체, 사물을 연결한 사물인터넷(IoT, Internet of Things)과 서비스 인터넷(IoS, Internet of Services), 네트워크에 연결된 기기끼리 자율적으로 공동작업하는 M2M(Machine to Machine), 네트워크를 통해 얻을 수 있는 빅데이터의 활용 및 ERP(전자자원관리)/PLM(제품생명주기관리)/SCM(공급망관리) 등 업무시스템과의 연계성을 포함한다.

CityGML(City Geography Markup Language)은 인터넷 환경에서 3차원 공간정보를 표현하고 저장 및 공유할 수 있는 XML기반 언어이자 데이터 구조로 정의된다. CityGML은 3차원 공간객체 간의 관계를 기하(geometry), 위상(topology), 의미(semantics) 및 모습(appearance) 등의 속성들로 정의하고 있으며, HTML이 태그를 활용해 인터넷 페이지를 표현하고 구성하는 것처럼 3차원 공간정보를 인터넷에 연결된 시스템끼리 쉽게 주고받을 수 있도록 하는 국제표준이다.

2021년 1월 CityGML 3.0이 공개되었으며, 3차원 실내 정보 및 내외부를 구분할 수 있는 LoD(Level of Detail)개념이 추가되었으며, BIM 데이터와의 통합이 가능해졌다. 이를 통해 도시계획, 건축설계, 환경 시뮬레이션 등을 포함하여 명시하고 있으며, 디지털 트윈 분야에서 가장 필수적이고 핵심적인 요소로 이용된다.

그림 20 BIM 데이터 작성 프레임 워크

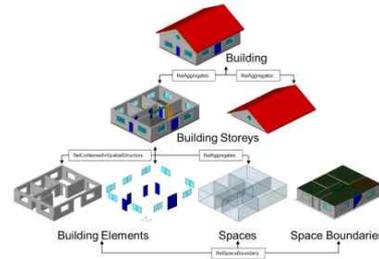


그림 21 IFC 데이터 모델 건축물의 기본 구조(Avichal, 2022)

## 제4장 양배수장 디지털 트윈 구축 전략

### 3.1 양배수장 데이터 정의

디지털 트윈에서는 다양한 데이터에 대한 상호 운용성이 확보되어야 하며, 표준을 통한 데이터의 복잡한 관계를 연결해야 한다. 예를 들어, 스마트시티 개발을 위한 BIM-GIS 통합기술의 경우 필요한 데이터 소스는 BIM, GIS, 시설물 관리 시스템 같은 서로 다른 시스템에 분산되어 있다. 분산된 데이터들을 서로 연결하여, 필요한 데이터만 추출하고, 이를 정보로 가공하여 효과적으로 서비스를 구현하기 위한 상호운용 기술이 핵심이 된다.(그림 14)

이처럼 양배수장의 운영 및 진단관리를 위한 디지털 트윈의 구현을 위해서는 ERD(Entity Relationship Diagram)이 정의되어야 한다. ERD는 개체-관계 모델로 데이터 간의 관계를 설명해주는 다이어그램이다. 디지털 트윈 구현을 위한 양배수장의 ERD는 GIS data(GIS 건물 속성정보), BIM data(BIM 속성정보), Building info(건물정보), Pump operation data(펌프 운영정보)로 나뉘며, 각 부분에 해당되는 데이터들을 용도별로 태깅하여 구성한다. GIS-BIM 개념의 맵핑은 ISO 19166의 메커니즘을 통해 연계한다.

양배수장의 진단관리 측면에서는 시설물 관리와 펌프의 관리 등의 서비스 시설물 부위별 객체모델의 정보가 필요하다. 시설물관리는 건물정보를 다루는 BIM 표준인 IFC를 적용하여 건축물 객체지향 기법을 통해 분석한다. IFC 구조는 건축물의 기본적인 구성요소인 건물, 지붕, 벽, 문 등의 객체와 객체들 간의 다양한 관계로 구성되어 있다.

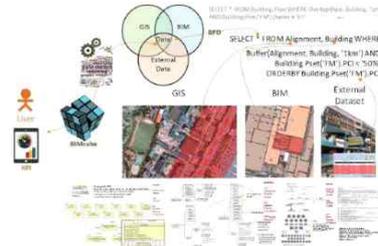


그림 24 BIM을 활용한 스마트시티 시설물 관리 서비스 유스케이스

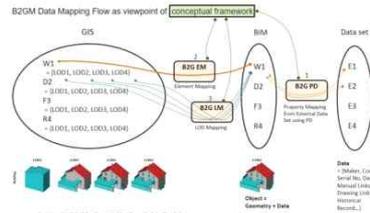


그림 25 ISO 19166 국제표준 구조(한국건설기술연구원, 2021)

### 3.4 양배수장 3D 모델링

ISO\_TS\_19166(2021)에서는 BIM-GIS 간 정보 맵핑 및 맵핑에 관한 필수 메커니즘을 위한 개념적 프레임워크를 제시하였고, 본 연구에서는 양배수장 대상 건물의 IFC 데이터와 국가에서 오픈소스로 제공하는 GIS 데이터를 연계하는 방안을 제시하였다. 동일한 형태의 객체는 하나의 기하정보를 입력하여 이에 대한 참조 정보를 이용하여 실제 위치에 가시화 할 수 있도록 정의하였음. 펌프, 배전반, 크레인 등 시설물 부위별 객체모델 정보가 필요하므로, 농업기반시설물 기준법령에 근거하여 적용하였다.

BIM 표준인 IFC는 건축물을 객체지향 기법을 적용하여 분석한 것으로 IFC 구조는 건축물의 구성요소인 건물, 지붕, 벽, 문, 등의 객체와 객체들 간의 다양한 관계로 구성되어 있다. 본 연구에서의 BIM은 IFC의 기준안에서 양배수장 건축구조 형식에 맞는 형식을 따른 형태로 각 요소들에 대한 매핑을 중심으로 설계하였다.

#### BIM (e.g., IFC) Constructive Solid Geometry

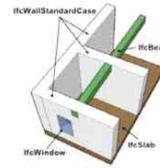


그림 3.4.1 BIM IFC 3D 형상

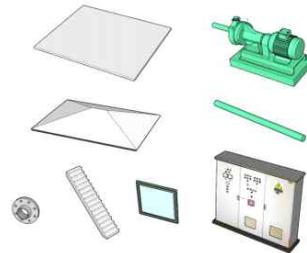


그림 3.4.2 양배수장 디지털트윈 적용을 위한 3D 객체 요소

## ○ 양배수장 디지털 트윈을 통한 양배수장 진단 운영 시나리오 분석

- 양배수장 진단을 위한 성능평가 요인 추출 및 분석
- 생애주기비용을 고려한 양배수장 운영 평가 지표 설정
- 양배수장 디지털 트윈을 통한 진단 운영 시나리오

## 양배수장 디지털 트윈 진단 운영 시나리오 분석

양배수장 디지털 트윈을 통한  
진단 운영 시나리오

2022년 12월



3.2 양배수장 성능저하 요인 분석

양배수장 시나리오에서 성능저하 요인을 평가하기 위한 변수는 입력 및 출력 변수로 분리되어 작성한다. 하층자로는 성능저하를 유발하는 요인들로써 성능저하 평가자료는 결과에 해당한다.

가) 통합최소제곱법 (POLS)

$X_{it}$ 를 독립변수들의 벡터,  $y_{it}$ 를 종속변수,  $u_{it}$ 를 오차라 할 때, 다음과 같은 회귀식을 설정한다.

$$y_{it} = X_{it}\beta + u_{it}$$

위 모형에서  $\beta$ 가 개체 및 시간에 관계없이 일정하고, 오차항과 독립변수가 독립이라고 가정하면 보통최소제곱 (OLS) 추정량을 도출할 수 있다. 패널데이터에서 여러 시점의 데이터를 통합하여 OLS에 의해 추정량을 도출하는 방법을 통합최소제곱법 (POLS)이라 한다. 각 시기에 따라 OLS 추정량  $\hat{\beta}_i$ 를 도출하였을 때, POLS 추정량  $\hat{\beta}$ 은  $\hat{\beta}_i$ 들의 가중평균으로 도출됨이 알려져 있다. 따라서 POLS는 시기별 횡단면 함수관계의 가중평균으로 이해할 수 있다.

나) 패널데이터 임의효과 모형 (RE)

오차항  $u_{it}$ 에 시계열 상관성이 존재할 경우, POLS 추정량은 효율적이지 않다. 이 경우, 오차항이 다음과 같이 두 성분으로 이루어졌다고 가정하면 더 효율적인 (분산이 작은) 추정량을 계산할 수 있다.

제3장 양배수장 진단 운영 시나리오

3.1 양배수장의 설계 기준

양배수장의 설계의 기본방향은 설치 목적, 운전 조건과 일치하는 기능을 확보하고 안전하며, 경제적인 시설이 되도록 기장 및 펌프설비와 이에 부수된 설비를 포함한 시설 전체로서의 조적적인 수리조건과 환경조건, 운전관리조건 등 종합적 관제를 파악하여 위치, 구조형식, 펌프기준, 부대시설 등에 대하여 검토하는 것이다.

양배수장의 구조형식은 주로 지형, 지질, 수문 등 물리적 조건 및 펌프 기준의 특성에 대한 기능을 확보할 수 있어야 한다. 또한 기장, 펌프 설비, 운전관리 설비, 연결수로 부대설비가 조화를 이루도록 구성되어야 한다. 펌프 기준은 양수의 수력학적 기준에 의해서 분류되는 형식과 펌프의 형식에 의해서 분류되는 형상으로 나뉜다. 기장은 흡입수로, 펌프설비 등을 수용, 보호하는 건물 및 부대설비로 이루어지며, 양수 기능에 적합하도록 환경 조건을 고려하여 기초공 선정, 건물 구조, 부대설비규모 등을 검토해야 한다.

펌프 설비는 원동기, 보조기계류를 말하며, 펌프설비의 규모, 규격을 선정할 때에는 계획 양수량을 정확하고 효율이 높게 양수 할 수 있으며, 안전하고 경제적인 시설이 되도록 검토해야 한다. 양배수장의 디지털 트윈 적용은 양배수장의 가동에 따른 운전관리 및 관리 체계에 대한 시뮬레이션을 통해 최적화된 진단 및 운영을 달성할 수 있어야 한다. 양배수장의 디지털 트윈 구축을 위한 일반적인 설계조건은 다음 표와 같다.

양배수장 디지털 트윈을 통한 진단 운영 시나리오 41

효율적인 (분산이 작은) 추정량을 계산할 수 있다.

$$u_{it} = \mu_i + \epsilon_{it}$$

여기서,  $\mu_i$ 는 시간에 걸쳐 변하지 않으며 개체의 특성에 의해 결정되는 개별효과 (individual effect)이고  $\epsilon_{it}$ 는 개체와 시간에 걸쳐 변화하는 고유오차 (idiosyncratic error)이다.

$\mu_i$ 와  $\epsilon_{it}$ 가 서로 비상관이며,  $\mu_i$ 가  $i$ 에 걸쳐 동일한 분산을 가지며,  $\epsilon_{it}$ 가  $i$ 와  $t$ 에 걸쳐 비상관이며 동분산이라는 임의효과 가정을 만족한다면 추오차  $u_{it}$ 의 분산과 공분산은 다음의 구조를 가진다.

$$E(u_{it}u_{js}) = \begin{cases} \sigma_{\mu}^2 + \sigma_{\epsilon}^2 & i=j, t=s \\ \sigma_{\mu}^2 & i=j, t \neq s \\ 0 & i \neq j \end{cases}$$

해당 오차항의 분산-공분산 행렬을 통해 일반최소자승추정법 (Generalized Least Square)으로 추정량을 도출하는 것이 임의효과 추정법 (RE)이다. 임의효과 추정량은 임의효과 가정이 만족된다면 BLUE (Best Linear Unbiased Estimator)이며, 패널데이터의 집단내 효과 (Within Effect, 각 개체 내에서 시간에 걸쳐 일어나는 변화에 의한 효과)와 집단간 효과 (Between Effect, 각 시간 내에서 개체 간 효과)를 모두 반영한다는 특징이 있다. 그러나  $n$ (개체 수)과  $T$ (기간 수)이 적은 경우 POLS에 비해 효율적인 추정량을 제공하지 않을 수도 있다.

양배수장 디지털 트윈을 통한 진단 운영 시나리오 44

물의 생애주기 동안 발생하는 총 비용을 고려하여 최적의 대안을 선정하기 위한 방법이다. LCC 분석을 통해 농업기반시설물의 시공, 성능, 유지관리, 폐기에 대한 의사결정에 최적의 방안을 가능하게 할 수 있으며, 향후 비용을 예측하여 재정을 효율적으로 사용할 수 있다.

LCC 분석은 사용환경, 유지관리 개념, 어떤 제약조건 또는 한계를 포함하여 해석되는 시설물의 특징을 반영해야한다. 시설물에 관련된 인자들 모두 포함 할 수 있도록 충분히 포괄적이어야 하며, 미래의 갱신과 수정을 위해 작성되고, 각각의 완전히 독립된 LCC 구성요소의 평가가 가능하도록 한다. 본 연구에서 농업기반시설물의 자산 가치를 평가하기 위해 사용된 LCC 모델은 NIST (Ehlen & Marshall, 1996)의 모델을 기반으로 <식 1.2.1>과 같이 정식화 하였다.

$$LCC = C_{CI} + C_{OM\&M} + C_{DP}$$

여기서, LCC = 총 생애주기비용 (Life Cycle Cost)  
 $C_{CI}$  = 초기투자비용 (Initial Cost)  
 $C_{OM\&M}$  = 운영 및 유지관리 비용 (Operation & Maintenance Cost)  
 $C_{DP}$  = 해체 및 폐기비용 (Disposal Cost)

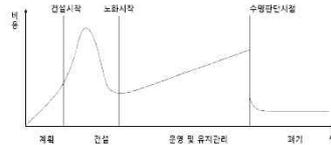


그림 3.3 생애주기비용 도식화

### 2) 양배수장 유지관리 비용 분석

한국농어촌공사에서 관리하고 있는 양배수장은 양수장 7,052개소, 양배수장 126개소이다. 한국농어촌공사는 이 시설물의 운영 및 관리, 보수보강 비용, 안전진단 결과 등을 데이터베이스화 하여 관리하고, 지속적으로 모니터링하고 있다.

본 연구에서는 이들 중 전국에 분포하고 있는 양수장 834개소의 유지관리 비용을 기술동계분석 하였고, 그 결과는 아래의 그림과 같다.

양수장 유지관리는 토목, 기계, 전기, 건축 부분으로 구분할 수 있고, 각 항목에 대한 유지관리는 해당 시설의 운영에 필요한 우선순위에 따라 선택적으로 이루어진다.

총 834개소의 양수장의 데이터를 이용하여 각 분야별 유지관리 비용 자료를 히스토그램을 작성하여 살펴 본 결과 유지관리의 비용이 없는 구간의 분야 수는 건축, 토목, 전기, 기계 순으로 많았다. 이들 토목 양수장의 유지관리는 기계, 전기, 토목, 건축 부분의 순으로 이루어지는 것을 알 수 있었다. 모든 분야는 전체적으로 소액의 비용이 소요되는 상시적 유지관리뿐만 아니라 대규모 보수보강도 이루어지고 있으며, 토목분야는 상대적으로 다른 분야보다 높은 금액의 유지관리비용이 집계되어 토목분야의 유지보수비용이 다른 분야에 비해 더 많이 들고 있음을 분석하였다.

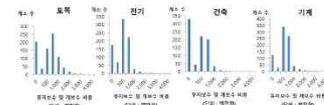


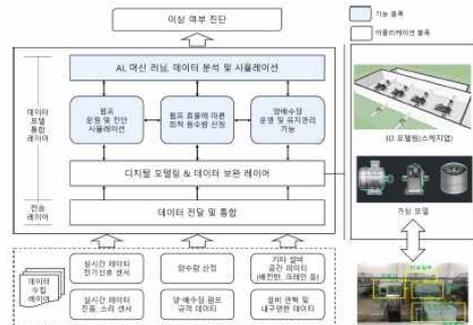
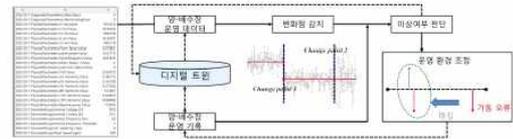
그림 3.5 분야별 유지관리비용 히스토그램 분석 결과(백만 원)

습도는 '평균상대습도', 풍속은 '평균풍속', '폭풍일수', '최대풍속'을, 강수량은 '연강수량총량', '관개기간강수량', '1일최대강수량', '3일이상 저속강수량', '1시간최대강수량', '일강수량 80mm 이상 일수', '적설일수'를 포함하였다.

생동적 평가 자료는 '안전점검결과'와 '정밀안전진단결과'를 수집하였으나, 정밀안전진단결과가 모든 시설에 대하여 존재하지 않아 실제 통계분석에는 안전점검결과만을 활용하였다.

표 3.4 성능평가 요인

성능 지표명	핵심자료	성능평가 평가 자료	가중치
공급 효율	계측 수위, 운영 시간	안전점검결과 - 전체	30%
필드 운영 효율	필드 사용량	안전점검결과 - 토목	30%
총 필드 용량	필드 면적	안전점검결과 - 토목, 건축	30%
총 양수 가능량	필드 분기 위치	안전점검결과 - 토목, 토목	5%
수확면적	필드 면적 운영일수	안전점검결과 - 토목, 토목	5%
양/배수장 구분	양배수, 양수장	안전점검결과 - 건축	25%
태양적보합률	태양적보합률	안전점검결과 - 기계	30%
시정보합률 및 그 규모	시정보합률	안전점검결과 - 전기	25%
연 1시간 최대 강수량			
3일 이상 최대강수량			가중치
일강수량 80mm 이상 일수		정밀안전진단결과 - 전체	30%
적설일수		정밀안전진단결과 - 토목	-
기후대 구분(7개)		정밀안전진단결과 - 토목, 건축	30%
연강수량		정밀안전진단결과 - 토목, 토목	5%
연 강설량		정밀안전진단결과 - 토목, 토목	5%
수확면적 빈도 수		정밀안전진단결과 - 건축	25%
1000원도 홍수량		정밀안전진단결과 - 기계	30%
습도 일수		정밀안전진단결과 - 전기	25%



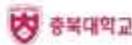
## ○ 양배수장 실제 운영자료를 통한 산정 자료를 통한 양배수량 산정 모델 개발

- 개수로 수위 기반 양배수량 산정 기술개발
- 개활지 IoT 센서 네트워크 환경선택 기준
- IoT센싱 데이터 기반 유체역학 및 수리학적 이론 방법론을 적용 양배수량 산정 모델 개발

양·배수장 실제 운영자료를 통한 산정 자료를 통한 양·배수량 산정 모델 개발

2023년 12월

IPET 농림식품기술기획평가원 농림축산식품부



제1장 서론

1.1 연구의 배경 및 필요성

농업 분야에서 물은 직물종 재배하는데 필수적인 자원으로서 중요한 역할을 하며, 효과적인 물관리는 농업의 지속 가능성을 보장하는데 필수적이고, 특히, 양배수장은 농업용수를 공급하고 관리하는데 중요한 역할을 한다. 농업용수의 관리는 직물 재배의 최적 조건을 유지하고, 수리함을 효율적으로 사용하기 위한 연구가 필요하다. 기후변화의 영향으로 강수량의 변동성이 커지고 있는 상황에서 농업용수의 관리를 통해 생산성을 유지하고 자원을 보호해야 한다.

IoT(Internet of Things)는 사물 인터넷을 의미하며, 사물에 센서와 네트워크 기능을 부여하여 정보를 수집, 교환하고, 이를 바탕으로 의사결정을 지원하는 기술이다. IoT 기술은 급속도로 발전하며, 다양한 산업 분야에 적용하기 위한 연구가 진행 중에 있다. 농업 분야에서 IoT 활용은 작물의 성장 조건 모니터링, 자동화된 관개 시스템 등 다양한 분야에서 가능성을 보이고 있다. IoT 기반의 정밀 농업은 농업의 지속 가능성과 효율성을 향상 시킬 수 있는 잠재력을 가지고 있다.

IoT 기술의 발전은 농업분야에서 물관리 시스템의 실시간 데이터 수집, 분석 및 자동관리를 가능하게 하여 물 자원의 효율적 사용과 관리를 지원할 수 있게 되었다. 효율적인 물관리는 기후변화의 오지 비용의 변화, 작물의 변화에 대응하기 위해 필요하며, IoT 기술을 통해 정확한 사용 조건 데이터를 확보하여 농업 용수 사용의 효율성을 높일 수 있다. 또한, 농업연구의 새로운 기술 용수량 확보에 주목을 요할 수 있으며, 생산 기술을 통한 정확한 양의 공급 산정은 최적

양배수량 실제 운영자료를 통한 산정 자료를 통한 양배수량 산정 모델 개발 1

제3장 기초 이론

3.1 농업 분야의 기존 유량 측정 방법

농업에 공급되는 물의 양을 측정하기 위한 방법으로는 제1 접근 방식과 변위-속도 방법, 수량계를 통해 직접적인 측정을 하는 방법이 있다. 제1 접근 방식은 수로나 곡물 사용자에게 일반적으로 전달되는 물을 측정하는 방법으로, 여기저기 흐름은 장력을 통과하는 물의 높이와 상관 관계가 있다. 변위-속도 방법은 수로의 단면적과 유속을 사용하여 물의 양을 계산한다. 일반적으로 큰 수로와 운하에 사용된다. 수량계는 두꺼운 강에서 사용되는 것과 유사하게 물의 흐름을 직접적으로 측정할 수 있지만, 농업 환경에서는 구현하기가 어렵고 비용이 많이 드는 경우가 많아 사용성이 어렵다.

3.1 IoT 센서를 이용한 수위 측정

IoT 기술은 농업을 포함한 다양한 분야의 데이터 수집 및 관리에 기여를 하고 있다. 센서 네트워크를 활용하여 센서의 운영에 따라 수위, 수질, 용량 등에 대한 데이터를 실시간으로 지속적으로 수집하고 분석하여 더 많은 정보를 바탕으로 의사결정을 내릴 수 있다. 그 중 IoT 센서를 이용한 수위 측정은 물리적 환경에서 수위를 측정하고 데이터를 수집하여 전송, 분석하는 기술이다. 이 기술은 다음과 같은 구성 요소로 이루어진다.

3.1.1 수위 센서

수위를 측정하기 위한 기기로, 초음파 센서, 압력 트랜스듀서, 부유식 센서

양배수량 실제 운영자료를 통한 산정 자료를 통한 양배수량 산정 모델 개발 1

등 다양한 유형이 있다. 초음파 센서는 물표면으로부터 반사되는 초음파의 시간 차이를 측정하여 수위를 전송한다. 압력 트랜스듀서는 물의 압력을 측정하여 깊이를 측정하며, 물이 깊이가 깊어질수록 압력이 증가하는 원리를 이용한다. 부유식 센서는 물의 수위에 따라 부유체의 위치가 변하며, 이를 통해 수위를 측정한다.

수위측정을 위한 IoT 센서 종류는 대략적으로 초음파 센서, 압력 변환기, 레이저 센서 등이 있다. 해당 센서에 대한 기술은 다음과 같다.

- 초음파 센서 : 초음파 센서는 초음파 변조된 비음 시간을 측정하여 수위를 결정하고 저전력 소비를 측정방법을 제공한다.
- 압력 변환기 : 압력 변환기는 물 깊이에 의해 가해지는 압력을 측정하여 수위를 측정할 수 있으며, 동일한 수위공에서 주로 사용한다.
- 레이저 센서 : 레이저 센서는 초음파 센서와 유사하게 원리를 사용하며 수면까지의 거리를 측정하여 정확하고 신뢰할 수 있는 데이터를 제공한다.

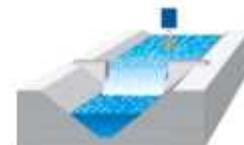
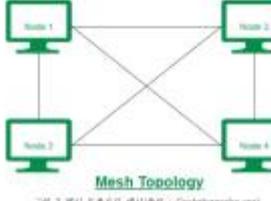


그림 1. 초음파 레이저 센서 기반의 수위 측정 시스템

양배수량 실제 운영자료를 통한 산정 자료를 통한 양배수량 산정 모델 개발 1

<p>노드 센터 네트워크의 구성</p> <p>센터는 특정 토폴로지에 따라 네트워크를 구성한다. 각각의 토폴로지는 제어, 에너지 효율, 네트워크 안정성 등에 영향을 미친다. 게이트웨이는 센터 네트워크의 외부 인터널 간의 데이터 전송을 담당하는 중간 장치로 여러 센터의 데이터를 수집, 편지시켜 전송한다. 센터들은 대부분 메시지로 작동하므로, 에너지에 효율적인 설계가 중요하다. 전력 소비량이 적은 경우 안전성을 통해 데이터를 공급하며, 일부 센터는 태양광 패널을 이용한 자가 충전 시스템을 구축하기도 한다.</p> <p>1) 네트워크 토폴로지</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>스타 토폴로지(Star topology)</li> </ul> <p>스타 토폴로지에서는 각 센터 노드가 중앙 게이트웨이 또는 허브에 직접 연결된다. 이 중심 허브는 노드와 중앙 시스템 간의 통신을 관리하고 노드는 서로 통신하지 않는 특징을 가지고 있다.</p> <p>스타 토폴로지의 장점으로는 단순성과 관리 용이성이 있다. 스타 토폴로지는 단순한 구조로 인해 설정 및 관리가 간단하다. 노드를 추가하거나 제거하는 것은 비교적 쉽고 네트워크의 나머지 부분에는 영향을 미치지 않는 특징을 가지고 있다. 또한 신뢰성이 높은 특징을 가지고 있으며, 각 연결이 독립적이므로 한 노드에 장애가 발생하더라도 다른 노드에 영향을 주지 않는다.</p> <p>하지만 중앙 허브는 핵심이 되는 가장 중요한 구성 요소로 허브가 다운되면 전체 네트워크의 통신이 중단될 수 있다. 또한, 확장성이 어려운 특징을 가지</p> <p style="text-align: right;">양배수장 설계 운영지도를 통한 신장 기록을 통한 양배수장 운영 모델 개발 (1)  </p>	<p>메시 토폴로지의 장점으로는 신뢰성 및 견고성이 뛰어나다. 하나의 노드나 연결이 실패하면 데이터가 대체 경로를 사용하여 목적지에 도달할 수 있으므로 네트워크의 신뢰성이 높아진다. 또한 확장성이 용이한 특징을 가지는데 노드를 추가하면 노드가 다른 사람에게 데이터를 전달할 수 있으므로 네트워크의 범위의 용해력이 증가할 수 있다.</p> <p>단점으로는 수많은 연결로 인해 네트워크 설정 및 유지 관리가 복잡할 수 있다. 또한, 리소스 집약적인 특징으로 각 노드에는 프래그먼트 및 데이터 패킷을 처리할 수 있는 기능이 필요하며, 이는 전력 및 계산 리소스 측면에서 어려움이 있다.</p> <p>메시 토폴로지는 시스템 신뢰성과 복구 범위가 중요한 대규모 농업 분야 복잡한 환경에 적합합니다. 장일 농업 및 광범위한 보타리엄 시스템에 자주 사용됩니다.</p>  <p style="text-align: right;">양배수장 설계 운영지도를 통한 신장 기록을 통한 양배수장 운영 모델 개발 (1)  </p>
<p>2) 게이트웨이</p> <p>게이트웨이는 IoT 메시지를 작동하기 위하여 센터 노드와 같은 통신 프로토콜을 사용할 수 있도록 중앙 시스템 또는 클라우드 서버와 통신 브리지 역할을 하는 중요한 장치이다. 데이터 트래픽을 관리하고 보안을 보장하며 종종 데이터 처리 작업을 수행한다.</p> <p>게이트웨이의 핵심기능은 데이터 집계 및 다양한 프로토콜을 사용하여 여러 센터로부터 데이터를 수집하고 이를 중앙 시스템의 표준 형식으로 변환하는 역할을 한다. 또한 네트워크 관리를 통하여 네트워크 트래픽을 관리하여 효율적이고 안정적인 데이터 전송을 보장한다. 또한 데이터 처리 및 저장의 기능을 위해 일부 게이트웨이에는 몇몇 응용 프로그램을 수행하고 로컬에서 데이터를 처리하여 대기 시간과 네트워크 부하를 줄이는 기능이 있다. 게이트웨이는 보안 기능도 포함하며, 암호화, 인증 및 침입 탐지를 포함한 보안 프로토콜을 실행하는 데 중요하다. 이와 같은 게이트웨이 유형은 다음과 같다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>셀룰러 게이트웨이(Cellular gateways)</li> </ul> <p>셀룰러 네트워크(3G, 4G, 5G)를 활용하여 센터 노드에서 중앙 시스템으로 데이터를 전송한다. 광범위한 커버리지를 신뢰성으로 인해 널리 사용되며, 장점은 넓은 커버리지와 고속 데이터 전송, 그리고 다양한 환경에서 작동이 가능하다. 하지만 단점으로는 데이터 요금제로 인해 반복적인 비용이 발생할 수 있으며 안정적인 셀룰러 서비스가 없는 원격 지역에는 적합하지 않다.</p> <p style="text-align: right;">양배수장 설계 운영지도를 통한 신장 기록을 통한 양배수장 운영 모델 개발 (1)  </p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>위성 게이트웨이(Satellite gateways)</li> </ul> <p>위성 게이트웨이는 위성을 통해 데이터를 전송하므로 높은 셀룰러 네트워크의 도달 범위를 입어치는 지역을 이상적이다. 장점은 넓은 지역적으로 적용이 가능하며, 가장 먼 지역에서도 안정적으로 사용이 가능하다. 하지만 위성 네트워크에 의해 대기시간이 길고 비용이 높으며 처리량이 낮은 단점이 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>LPWAN 게이트웨이(LoRaWAN, Sigfox 등)</li> </ul> <p>LPWAN 게이트웨이는 저전력 광역 네트워크 기술으로 설계된 게이트웨이로 최소한의 전력 사용으로 장거리 통신을 지원하므로 넓은 농경지에 이상적이다. 장점은 장거리 전송 범위이며, 낮은 전력 소비, 많은 수의 노드를 연결할 수 있지만, 데이터 속도가 낮고 네트워크 구조가 복잡한 상황 및 관리가 필요할 수 있는 단점이 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wi-Fi/블루투스 게이트웨이(Wi-Fi/Bluetooth gateways)</li> </ul> <p>Wi-Fi/블루투스 게이트웨이는 단거리 무선 통신 기술을 사용한다. 이는 일반적으로 더 작고 저비용 센터 배포에 사용된다. 장점은 높은 데이터 전송률을 가지며, 상대적으로 저렴한 비용과 기존 인프라와 통합이 용이하다. 하지만 넓은 농업 지역에서는 제한이 될 수 있는 제한된 범위와 일반적으로 LPWAN 범위에 비해 전력 소비가 더 높은 단점이 있다.</p> <p style="text-align: right;">양배수장 설계 운영지도를 통한 신장 기록을 통한 양배수장 운영 모델 개발 (1)  </p>

○ 양배수장 운영고도화를 위한 최적 운영모델 개발 및 활용방안 도출

- 다중 목표 최적화 방법을 적용한 에너지, 펌프, 시간, 양수 용량 비용 최적화
- 펌프 에너지 소비 및 유지관리 비용 절감을 위한 프레임워크

**양배수장 최적 운영모델 개발 및 활용방안**

## 양배수장 최적 운영모델 개발 및 활용방안

2023년 12월

농림식품기술기획평가원 농림축산식품부

홍북대학교

## 제1장 서론

### 1.1 연구의 배경 및 필요성

농업에서 수자원 최적화는 중요한 과제이다. 특히 물을 생산의 지속가능성이 효율적인 관개에 크게 의존하는 농촌에서는 더욱 중요하다. 우리나라의 수자원 및 관개과정에 있어 상당한 양의 물은 필요로 하기 때문에 양수장과 같은 수자원으로부터 물을 대어준다. 하지만 물 사용량을 최적화하는 기후변화의 대응이 농업 안정성 및 증대시키는 과제에 직면해 있다. 높은 에너지 소비 및 유지 관리 비용이 수자원이 지속 가능한 보양 필요성으로 양수장 시스템을 관리하기 위한 최적화 전략을 필요로 한다.

본 연구의 주요 목적은 양배수장 시스템에 대한 최적화 접근 방식을 비교하고 구현하기 위한 프레임워크를 제공하는 것이다. MOO(Multi-Objective Optimization) 기술을 활용하여 양배수장의 효율성을 향상시키고 에너지 소비와 운영비용을 최소화 하면서 비-재래지 운영 및 공급을 보장하는 데 중점을 두고 있다. MOO 기술을 종합함으로써 이 연구는 에너지 사용과 비용을 최소화하는 동시에 비-재래지 위한 물 공급의 효율성을 신장시킬 수 있도록 운영을 향상하는 운영 전략을 목적으로 한다.

본 연구에서는 농업 지역과 비-관개 지역 양배수장의 최적화 분석을 하기 위해 농업 환경을 반영하는 데이터와 시나리오를 사용하여 시뮬레이션을 통해 새로운 최적화 모델을 개발하고 테스트한다. 다양한 최적화 방식에 대한 비교 분석을 통해 실제 구현과 농업에 대한 효율적이고 지속가능한 최적화 방식을 제공한다.

양배수장 최적 운영모델 개발 및 활용방안 1 | 1

### 3.2 최적화 모듈

최적화 모듈은 양배수장 운영을 최적화하여 농업 운영 효율성을 향상시키는 것을 목표로 한다. 최적화 목적을 달성하기 위해 사용되는 MOO에 중점을 두고 접근 방식의 이론적 배경을 작성하였다.

#### 3.2.1 최적화 목표

본 연구에서는 최적화를 통해 양배수장 운영의 지속 가능성과 효율성에 대한 영향을 기준으로 목적을 설정하였다.

- **물 사용/비용 최소화:** 연평균 기후 및 정지는 물 사용 및 물리 구성 요소에 스트레스를 가해 비용을 증가시키고 유지 관리 비용을 증가시킬 수 있다. 물 사용량을 최소화하고 운영 비용을 절감하기 위해서는 물 사용량을 최적화하는 것이 필수적이다.
- **에너지 소비(ES):** 양배수장에 에너지 수요는 물 사용이 증가하고 정지되는 것 중 수질에 의해 크게 영향을 받는다. 이러한 위험 수위를 최적화함으로써 우리는 에너지 소비를 최소화하여 양배수장의 운영 비용과 환경 영향을 줄이는 것을 목표로 한다.
- **물 사용 시간(TS):** 작물 기간이 연장되면 물 사용 요구가 과도하게 이루어져 더 많은 유지 관리 및 교체에 필요할 수 있다. 물 사용 시간을 최적화함으로써 에너지 효율성과 물 사용 수명을 보존할 필요성이 있다.

양배수장 최적 운영모델 개발 및 활용방안 1 | 1

### 3.2.2 다중 목표 최적화 방법(MOO: Multi-Objective Optimization Method)

양배수장의 운영에서는 작물 수확, 물 사용 등 여러 목적을 해결하기 위해 여러 목표 설정을 해결하는 MOO 최적화 기술을 사용하였다. 이러한 방법은 최적화 문제의 비선형 제약 및 다중 목표 목적을 처리하는 능력을 위해 사용하였다.

- **입자 군집 최적화(PSO: Particle Swarm Optimization):** PSO는 입자군집은 모 집단 기반 알고리즘이다. 입자로 부르는 개체들의 집단이 한 영역 전체를 스캔하며 이동한다. 알고리즘은 개체들이 각 입자에서의 목적 함수를 평가하고 평가 후에 알고리즘은 각 입자의 새로운 속도를 결정한다. 입자들이 이동하면 알고리즘은 다시 평가를 수행한다. 이러한 PSO는 솔루션 공간 전체에 전이하여 비선형 목표 최적화의 효율성을 위해 활용된다. PSO는 시뮬레이션함으로써 최적의 목표 가능 및 차단 값에 대한 최적 개체를 허용하고 에너지 효율성과 작물 요구의 균형을 맞출 수 있다.
- **비지배 정렬 유전자 알고리즘(NSGA-II: Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm-II):** NSGA-II는 다중 목표 최적화 문제에 특히 적합하며 목표 간 충돌을 감지하여 나타내는 차등된 최적 솔루션 세트 제공한다. 이 방법은 물 사용 효율성, 에너지 소비 및 물 사용량 등 여러 최적화 목표를 해결할 수 있다.

양배수장 최적 운영모델 개발 및 활용방안 1 | 1

**2.1.3 펄스 작동과 펄스 수위의 영향**

펄스수상에서 펄스의 작용 길이는 운영에 영향을 미친다. 이러한 길이를 조절하면 제어기 조사의 펄스의 작용 시간뿐만 아니라 피선에서 효율적으로 펄스되는 물의 양에도 영향을 미치게 된다. 이러한 조도에 대한 시작 길이의 영향을 분석하려면 다른 운영 매개변수를 일정하게 유지하여 최적화 결과의 변화가 시작 길이의 변화에 직접적으로 의존할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

운영 전략 및 수위 관리로 펄스가 작동하기 시작하면 펄스 수위가 급속히 시작하여 일반적으로 빠른 가능한 펄스 길이에 도달한다고 가정한다. 이러한 운영은 물 가용성을 저하시킬 수 있는 펄스의 수위가 과도하게 낮아지는 것을 방지하기 위해 펄스 속도 값이 전략적으로 최적화 필요하다. 차단 길이를 고정하면서 펄스 작동 길이를 최적화하는 데 승인을 두는 것임은, 펄스 작업의 중단은 일반적으로 지속적인 물 가용성을 보장하기 위해 미리 정의된 조건에 따라 결정된다고 가정한다.

펄스 작동 길이가 최적화 목표 간에 동적 상호 작용으로 작동 길이 변화는 펄스의 작동 조건을 비록 한번 아니라 길어 수위에도 영향을 미쳐 펄스의 작동 효율성에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 복잡성으로 인해 펄스 작동 길이와 최적화 목표 간의 관계를 직접 탐색하는 것이 어렵기 때문에 이 문제를 해결하기 위해 최적화 모델은 최소(Peak) 및 최대(Peak) 임계값 사이에서 작동하는 시작 길이 범위를 제한하여 운영 조정이 실행 가능하도록 지속 가능한 한도 내에서 유지하도록 설정한다. 이 범위는 수학적적으로 다음과 같이 표현된다.

$$Minimize F = f(x_{min}, x_0, \dots, x_0, x_{max}) \quad (1)$$

여기서,  $f$ 는 목적함수 모델링 중 목적값을 나타내고,  $x_0$ 는 펄스의 작동 길이를 나타낸다.  $x_{min}$  및  $x_{max}$ 는 각각 최소와 최대의 수위  $x_{min}$  및  $x_{max}$ 에 의해 수위를 나타낸다. 이 목적함수에서 초기 목표와 펄스 수를 결정하는 물의 양 최적화 사이에서 최적의 균형 값을 찾는 것을 목적으로 한다.

**2.1.4 펄스수상 최적화 PSO 적용**

PSO는 자연에서 관찰되는 사회적 행위의 시뮬레이션을 기반으로 하며, 위치와 속도의 두 가지 매개변수 그룹을 형성한다. 입자 위치는 최적화 매개변수의 값이다. 여기서 무작위 입자의 위치는 펄스 시작 길이를 목적으로 잠재적인 행위를 나타낸다. 이러한 입자는 미리 정의된 최적화 기준을 충족하는 최적의 구성을 향해 속도에 따라 다양한 솔루션 공간을 탐색한다. 예를 들어 솔루션 공간에서 각 입자는 속도에 따라 위치가 변경되며, 각 시간 단계에서 작성된 최상의 위치가 각 입자에 대해 개별적으로 기록되고 전체 모집단에 걸쳐 최적화된 위치의 인력을 기반으로 공유된다.

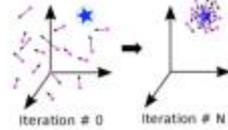


그림 1 PSO 알고리즘 예시

PSO 프레임워크에 통합된 핵심 목표에는 에너지 소비 최소화, 장비 수명 연장을 위한 펄스 작동 주기 최적화, 농업 영농의 관계 수요를 충족하기 위한 물 추종 효율성 극대화가 포함된다. 알고리즘은 항상 지속 가능성과 운영 실행을 핵심으로 이러한 목표를 조화시키기 위해 수요 결정 변수 역활을 하는 펄스 작동 길이를 동적으로 조정한다.

동적 작동 매개변수로 PSO 알고리즘은 정교한 동적 작동 매개변수를 사용하는데, 여기서 각 입자의 속도와 위치는 개인 최고 성과와 펄스(Swain)가 일정한 글로벌 최고 솔루션의 혼합을 기반으로 반복적으로 업데이트된다. 이 매개변수는 관심 가중치(w), 개인 및 사회적 학습 계수(c1) 및 c2), 확률론적 구성 요소(r1 및 r2)를 통합하는 임의적 세트에 의해 수학적적으로 뒷받침되어 솔루션 탐색 내에서 탐색-이용 균형을 촉진시킨다.

알고리즘 매개변수 및 변경되는 관심 가중치 및 가속도 값을 포함한 PSO 매개변수 전략은 알고리즘이 전체 검색(탐색)에 보편적인(가용) 기능 간의 효과적인 균형을 보장하기 위해 정밀하게 설정된다. 이러한 균형은 안정적인 목표와 가변적인 수문학적 조건으로 특징지어지는 복잡한 최적화 환경을 탐색하는 데 중요하다. 또한, 운영의 이기적(비)은 분할적으로 작동 가능하므로 농업 수요의 변화 또는 기술 역학의 변화에 대응하여 PSO 매개변수를 실시간으로 조정할 수 있다. 이에 대한 식은 다음과 같다.

$$V_i = V_i + C_1 \cdot (P_{best} - x_i) + C_2 \cdot (G_{best} - x_i) \quad (2)$$

$$x_{i+1} = x_i + V_{i+1}$$

$$fit_i = fit_i \cdot (fit_i / fit_i)^{C_3 \cdot C_4}$$

여기서,  $x_i$ 는 입자 위치이며,  $V_i$ 는 입자 속도를 나타낸다.  $P_{best}$ 는 개별 입자의 최상의 위치를 의미하며,  $G_{best}$ 는 전체에서 최상의 입자 위치를 의미한다.  $C_1$ 는 학습계수를 의미하며,  $C_2$ 는 사회적 학습 계수를 의미한다.  $C_3$ 는 입자 위치의 수를 의미하며,  $C_4$ 는 입자 위치의 수를 의미하며,  $fit_i$ 는 입자 위치의 적합도이다. 초기 적합도는 0.4로 설정하였다. 이때 그림2에 같이 PSO 알고리즘이 반복을 통해 전체 입자에 대해 새로운 위치 탐색과 물 양이론을 위한 개인 최적 위치를 찾는 것을 보여준다.

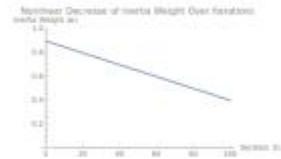


그림 2 운영 가중치 감소

## (2) 정량적 연구개발성과

---

상기의 연구활동에 기반하여 연구개발 기간 동안 아래와 같은 정량적 연구개발 성과를 도출하였음.

### ○ 기술문서

타 양배수장 관리 서비스 및 시스템을 조사하고, 양배수장 진단 검사를 위한 다양한 기술 검토 및 관련 자료의 분석과 인터뷰를 통해 양배수장 진단관리 요구사항 분석 및 시스템 설계, 양배수장 데이터 수집을 위한 디바이스/게이트웨이 설계, 양배수장 진단관리 기준 및 평가 방안 조사를 수행하였음.

- 기술문서 19건(2021년 7건, 2022년 6건, 2023년 6건)
  - PDMS-01-양배수장 진단관리 요구사항 정의서
  - PDMS-02-양배수장 진단관리 서비스 설계서
  - PDMS-03-양배수장 진단관리 UI UX 설계서
  - PDMS-04-IoT 센서 디바이스 설계서
  - PDMS-05-IoT 게이트웨이 설계서
  - PDMS-06-양배수장 진단관리 시스템 설계서
  - PDMS-07-IoT 센서를 활용한 양·배수장 진단관리 기준 및 평가 방안
  - PDMS-08-양배수장 진단관리 시스템 구조도
  - PDMS-09-양배수장 진단관리 서비스 구조도
  - PDMS-10-IoT 센서 디바이스 설계서
  - PDMS-11-광대역 게이트웨이 설계서
  - PDMS-12-양배수장 진단효율화를 위한 디지털 트윈 구축 방안 도출
  - PDMS-13-양배수장 디지털 트윈을 통한 진단 운영 시나리오
  - PDMS-14-양배수장 진단관리 테스트베드 구축 보고서
  - PDMS-15-양배수장 진단관리 시스템 매뉴얼
  - PDMS-16-광대역 게이트웨이 개발 완료 보고서
  - PDMS-17-IoT 센서 디바이스 개발 완료 보고서
  - PDMS-18-양·배수장 실제 운영자료를 통한 산정 자료를 통한 양·배수량 산정 모델 개발
  - PDMS-19-양·배수장 최적 운영모델 개발 및 활용방안

### ○ 논문 / 특허 / 학술 발표

상기 과정에서 도출된 아이디어 및 설계안에 대한 논문, 특허 출원, 학술 발표가 진행됨.

- 국내특허 등록 1건 (2023년 1건)
- 국내특허 출원 4건(2021년 1건, 2022년 2건, 2023년 1건)
- 국내학술대회 발표 3건(2021년 1건, 2022년 1건, 2023년 1건)

### ○ 홍보

- 국내 전시 6건
  - 2021 클라우드 엑스포 코리아 (2021, 9.1 ~ 9.3, 벅스코)
  - 2022 ICT 기술사업화 페스티벌 (2022.04.20 ~ 2022.04.22, 코엑스)
  - 2022년도 제3회 중견기업-스타트업 DX 상생라운지 (2022.09.23., 코엑스)
  - 2023 ICT 기술사업화 페스티벌 (2023.04.19 ~ 2023.04.21., 코엑스)
  - 2023 클라우드 엑스포 코리아 (2023, 9.6 ~ 9.8, 벅스코)
  - AIoT Korea 2023 (2023.10.11 ~ 2023.10.13., 코엑스)
- 국제 전시 2건

- IFA 2022 (2022.09.02. ~ 2022.09.06., 독일 베를린)
- 2023 Japan IT Week Autumn (2023.10.25 ~ 2023.10.27, 일본 MAKUHARI MESSE)
- 유튜브 홍보 영상 게재 2건
  - (2021년) 달리웁스, 클라우드 엑스포 코리아 2021서 비즈니스별 맞춤형 AIoT 솔루션 씽플러스 알렸다 (<https://www.youtube.com/watch?v=2EyxruON010>)
  - (2022년) [유퀴즈X달리웁스] 씽플러스 (<https://www.youtube.com/watch?v=t4cop8YpPL4&t=2s>)
- 인터넷 신문 기사 게재 2건
  - (2021년) 달리웁스, 클라우드 엑스포 코리아 2021서 비즈니스별 맞춤형 AIoT 솔루션 씽플러스 알렸다 ([http://kr.aving.net/news/view.php?mn\\_name=exhi&articleId=1631712&sp\\_num=1191](http://kr.aving.net/news/view.php?mn_name=exhi&articleId=1631712&sp_num=1191))
  - (2022년) 달리웁스, ICT 기술사업화 페스티벌에서 씽플러스 플랫폼 선보여 (<http://www.wip-news.com/news/articleView.html?idxno=13222>)
- 학술대회 홍보
  - 한국농공학회, 농업토목 구조물 설계기준 마련 학술대회(2023.10.05.)

○ 고용 창출/ 인력 양성

- 고용 창출 5명(2021년 2명, 2022년 2명, 2023년 1명)
- 인력 양성 3명(2021년 1명, 2022년 1명, 2023년 1명)

○ 사업화(제품화)

- 제품화 4건
  - (2022년) FDL20 (2CH 무선센서노드)
  - (2023년) FDL20S (양배수장 펌프 진단을 센서 디바이스)
  - (2023년) FTM80\_LoRa(R2) (광대역 무선 센서 게이트웨이)
  - (2023년) 모터진단 클라우드 플랫폼

○ 사업화(매출액) : 143,655,000원

- 무선센서노드 매출 실적 : 49,626,000원
- 모터진단 클라우드 플랫폼 개발 매출 실적 : 50,979,000원
- 무선초음파센서 매출 실적 : 43,050,000원

○ SW 시제품, HW 시제품

- 시제품 6건 (SW 시제품 2건, HW 시제품 4건)
  - 데이터 수집 및 시각화 모듈(S/W) 1건 (2021년)
  - 센서 디바이스 및 게이트웨이 프로토타입(H/W) 2건 (2021년)
  - 안전 진단 실시간 경보 알람 발생 Rule 엔진(SW) 1건 (2022년)
  - 센서 디바이스 및 게이트웨이 시제품(H/W) 2건 (2022년)

시제품명	시제품 설명
데이터 수집 및 시각화 모듈(S/W)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양배수장 진단관리 시스템으로의 모터 펌프 계측 데이터 전송 모듈 구성</li> <li>• 모터펌프의 진동, 소리 센서 데이터 수집 모듈 구성</li> </ul>

모터 진단용 IoT 센서 디바이스 프로토타입(H/W)	<ul style="list-style-type: none"> <li>MQTT 포맷으로 진동, 소리 센서의 계측 데이터 전송, 수집</li> <li>모터의 가동 상태 파악을 위한 전류와 전압의 파형 수집</li> <li>SSL Client 포팅(CC EAL4 인증)</li> <li>Ethernet/LTE 지원</li> </ul>
광대역 게이트웨이 프로토타입(H/W)	<ul style="list-style-type: none"> <li>FTM-80 활용</li> <li>LoRa WAN Gateway 기능 지원</li> <li>Ethernet/LTE 지원</li> <li>SSL Client 포팅(CC EAL4 인증)</li> </ul>
안전 진단 실시간 경보 알람 발생 Rule 엔진(SW)	<ul style="list-style-type: none"> <li>진단 모드에 따른 실시간 알람 발생 Rule 엔진</li> <li>진단변수에 따른 실시간 알람 발생 Rule 엔진</li> </ul>
모터 진단용 IoT 센서 디바이스 시제품 (H/W)	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업 설비와 연결 가능하도록 다양한 인터페이스를 제공</li> <li>(RS-232, RS-485, I2C, AIN, DO, DI, 2Wire)</li> <li>산업용 전원 사용을 위한 DC 5V 상전 사용 가능</li> <li>배터리 사용 가능( 3.6V 19A ) : 배터리 교체 가능</li> </ul>
광대역 게이트웨이 시제품(H/W)	<ul style="list-style-type: none"> <li>LoRaWAN모듈 탑재</li> <li>방진 방수 등급 획득(IP65)</li> <li>LTE 통신사 망사용을 위한 사용성 인증 진행(LG U+)</li> <li>SSL VPN 클라이언트 포팅을 통한 CC인증된 SSLVPN서버와의 연동</li> </ul>

## ○ 기술인증

- KC인증 2건

<센서 디바이스 KC인증>

<센서 게이트웨이 KC 인증>

방송통신기자재등의 적합등록 필증 Registration of Broadcasting and Communication Equipments	
상호 또는 성명 Trade Name or Registrant	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT Co., Ltd.)
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	무선센서노드
기자재료/추가기자재료 Equipment code (Additional Equipment code)	USN1
기본모델명 Basic Model Number	FDL20
파생모델명 Series Model Number	FDL20S
등록번호 Registration No.	R-R-66-FDL20
제조지/제조국가 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT Co., Ltd.)/한국
등록연월일 Date of Registration	2020-11-17
기타 Others	
<p>위 기자재는 「전자파」 제58조제2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다. It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.</p> <p style="text-align: right;">2024년(Year) 02월(Month) 14일(Day)</p> <p style="text-align: center;">국립전파연구원 Director General of National Radio Research Agency</p> <p style="font-size: small; color: red;">※ 적정등록 인증을 신청하시려는 반드시 "적합성평가표서"를 부착하여 제출하여야 합니다. 최간이 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.</p>	

방송통신기자재등의 적합등록 필증 Registration of Broadcasting and Communication Equipments	
상호 또는 성명 Trade Name or Registrant	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT Co., Ltd.)
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	유무선라우터
기자재료/추가기자재료 Equipment code (Additional Equipment code)	AK1 / USN1, LTE9
기본모델명 Basic Model Number	FTM80
파생모델명 Series Model Number	FTM80-LoRa, FTM80-LoRa(R2)
등록번호 Registration No.	R-R-66-FTM80
제조지/제조국가 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT Co., Ltd.)/한국
등록연월일 Date of Registration	2020-11-17
기타 Others	
<p>위 기자재는 「전자파」 제58조제2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다. It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.</p> <p style="text-align: right;">2024년(Year) 02월(Month) 14일(Day)</p> <p style="text-align: center;">국립전파연구원 Director General of National Radio Research Agency</p> <p style="font-size: small; color: red;">※ 적정등록 인증을 신청하시려는 반드시 "적합성평가표서"를 부착하여 제출하여야 합니다. 최간이 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.</p>	

○ 연구개발 성과 성능 인증 및 시험

< 연구개발성과 성능지표 >

평가 항목 (주요성능 <sup>1)</sup> )	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 <sup>2)</sup> (%)	세계 최고수준 보유국/보유기관	연구개발 전 국내 수준	연구개발 목표치		목표 설정 근거
			성능수준	성능수준	1단계 (2021~2022)	2단계 (2023)	
1. 센서 디바이스 KC 인증	-	10	-	-	-	KC 인증 획득	과제를 통해 얻은 결과를 즉시 실제 서비스에 적용
2. 센서 게이트웨이 KC 인증	-	10	-	-	-	KC 인증 획득	과제를 통해 얻은 결과를 즉시 실제 서비스에 적용
3. 센서게이트웨이 방진/방수	IP	10	-	-	-	IP65 인증	서비스를 운영한 설치 환경 고려
4. 센서 디바이스 데이터 백업	시간	10	-	-	-	168 시간	서비스 운영 중 발생할 수 있는 장애 대응
5. 플랫폼 시계열 데이터 처리 부하	건/초	20	-	-	1,000	5,000	
6. 플랫폼 클라우드 API 처리 속도	ms	20	-	-	500	100	
7. 양배수장 테스트베드를 통한 디지털 트윈 구축 모의	부	10	-	-	-	SCI 1부	
8. 양배수장의 최적 양배수량 산정모델 개발	부	10	-	-	KSCI 2부	KSCI 1부	

\* 1) 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 의미합니다.

\* 2) 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 합니다.

1. 센서 디바이스 KC 인증 (모델명 : FDL20S)

FA12-4E8C-2FE9-B881

<b>방송통신기자재등의 적합등록 필증</b> <i>Registration of Broadcasting and Communication Equipments</i>	
상호 또는 성명 Trade Name or Registrant	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT.Co.,Ltd.)
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	무선센서노드
기기부호/추가 기기부호 Equipment code /Additional Equipment code	USN1
기본모델명 Basic Model Number	FDL20
파생모델명 Series Model Number	FDL20S
등록번호 Registration No.	R-R-fct-FDL20
제조사/제조국가 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT.Co.,Ltd.)/한국
등록연월일 Date of Registration	2020-11-17
기타 Others	
<p>위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다.                      It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.</p> <p style="text-align: right;">2024년(Year) 02월(Month) 14일(Day)</p> <p style="text-align: center;">국립전파연구원장</p> <p style="text-align: center;">                       Director General of National Radio Research Agency                 </p> <p style="text-align: center; color: red;">※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 <b>“적합성평가표시”</b> 를 부착하여 유통하여야 합니다.                      위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.</p>	



2. 센서 게이트웨이 KC 인증(모델명 : FTM80-LoRa(R2))

E2E8•F2CA•6D56•A32F

<b>방송통신기자재등의 적합등록 필증</b> <i>Registration of Broadcasting and Communication Equipments</i>	
상호 또는 성명 Trade Name or Registrant	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT.Co.,Ltd.)
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	유무선라우터
기기부호/추가 기기부호 Equipment code /Additional Equipment code	A82 / USN1,LTE9
기본모델명 Basic Model Number	FTM80
파생모델명 Series Model Number	FTM80-LoRa, FTM80-LoRa(R2)
등록번호 Registration No.	R-R-fct-FTM80
제조사/제조국가 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT.Co.,Ltd.)/한국
등록연월일 Date of Registration	2020-11-17
기타 Others	
<p>위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다.                      It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.</p> <p style="text-align: right;">2024년(Year) 02월(Month) 14일(Day)</p> <p style="text-align: center;">국립전파연구원장                        Director General of National Radio Research Agency</p> <p style="text-align: center; color: red;">※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 <b>*적합성평가표시*</b> 를 부착하여 유통하여야 합니다.                      위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.</p>	





## 4. 센서 디바이스 데이터 백업 시험 결과서

2024년 농업기반 및 재해 대응 기술 개발사업

### 센서 디바이스 데이터 백업 시험 결과서

IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양·배수장  
진단관리시스템 개발  
POMS(Pumping and Drainage Management System)

2024. 2

### 1. 시험 환경

#### 1.1. 시험 구성도

#### 1.2. 소프트웨어 시험 환경 및 상세 내용

시험 제품명	시험 환경 상세내용 (연속호, 하드웨어, OS, version 등)
ThingPlus edge	제조사: FTMB0 (Future System: FutureICT) OS: ubuntu 22.04, kernel: 4.19.02-bone64

---

### 2. ThingPlus Edge 기능 검증

#### 2.1. 시험 목적

- IoT 서버와의 네트워크 연결 이상으로 인해 취득한 센서 데이터 전송 불가능시 재송 데이터 임시 저장 가능
- 네트워크 재연결시 저장된 데이터 IoT 서버로 전송 여부

#### 2.2. 시험 범위

##### 2.2.1. 정상 상태

센서 디바이스 시뮬레이터를 통해 센서 데이터를 ThingPlus edge 가 설치된 FTMB0 장비로 데이터 전달, 전달된 데이터 저장, 해당 데이터들이 IoT 서버상에도 전달 및 저장

##### 2.2.2. 네트워크 이상 상태

IoT 서버와 인터넷 연결 단절 후, 센서 디바이스 시뮬레이터를 통해 센서 데이터를 ThingPlus edge 가 설치된 FTMB0 장비로 데이터 전달, IoT 서버는 해당 데이터를 받지 못해서 어떤 데이터들인 그대로 저장된 상태

##### 2.2.3. 네트워크 재연결 상태

IoT 서버 인터넷 재연결 후, ThingPlus edge 는 저장된 데이터들을 내려 IoT 서버로 전송, IoT 서버는 데이터 그 문제로 취득하지 못했던 데이터들을 전송 받고 저장

<원격 데이터 전송 최대 확인>

<접속 시간 (시스템 시간) 최대 확인>

<이동 데이터 및 위치 시간>

원격 데이터	Pt FSO_audio, value: [0.00112, ...]
위치 데이터	-
전송 시간	Pt wait, value: 7903
	2024-02-26 16:17:35

### 6. 시험 결과

네트워크 disconnect 시간	2024-02-19 14:17 ~ 2024-02-26 16:25 (7일 2시간 8분)
네트워크 reconnect 시간	2024-02-26 16:25

\*표시시간(100시간)에 지난 후 통신 연결 시 누락된 데이터 전송을 통한 복구 확인

- 5. 플랫폼 시계열 데이터 처리 부하 시험 결과서
- 6. 플랫폼 클라우드 API 처리 속도 시험 결과서

5. 플랫폼 시계열 데이터 처리 부하, 6. 플랫폼 클라우드 API 처리 속도 시험 결과서

verify No:495238030277

**BWS** Testing Laboratory

TEST REPORT

### 신뢰성 시험 성적서

발급 번호: BWS-22-5R-0057

의뢰자: 달래텍스 주식회사

의뢰자 주소: [비밀]

제조사: 달래텍스 주식회사

제조사 주소: [비밀]

접수 일자	2022년 12월 09일	시험 일자	2022년 12월 07일
제품명	실물서비스	모델명	원물서비스
적용규격	의뢰자 제시규격	시험결과	적합
시험환경	아래 참조	시험서 명도	제출됨

본 시험 성적서는 성적서 용도 외에 사용을 금합니다.

이 시험결과는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료 명에만 한정됩니다.  
본 시험성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인증에 준하여 있습니다.

2022년 12월 13일

확인: [인선자] [기술책임자]

성명: 박재현 (서명) 성명: 김기훈 (서명)

\*본 시험성적서의 전부 또는 일부를 컴퓨터 파일 "DOCUMENT" 또는 www.docuon.com에서 확인할 수 있습니다.

**주식회사 비더블유에스텍**

경기도 용인시 처인구 부흥읍 곡천로48번길 23

TEL: 031-333-5887 FAX: 031-333-0817 http://www.bws.co.kr

BWS TECH INC. 경기도 용인시 처인구 부흥읍 곡천로48번길 23  
 발급번호: BWS-22-5R-0057  
 F-LQP-15-28(1)

**BWS** Testing Laboratory

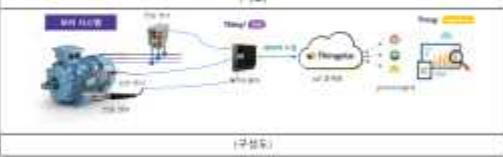
경기도 용인시 처인구 부흥읍 곡천로48번길 23  
 TEL: 031-333-5887 / FAX: 031-333-0817

## 2. 시험 환경

### 2.1 시험 시료 및 구성도



(사료)



(구성도)

### 2.2 소프트웨어 시험환경 및 상세내용

시험 내용명	시험환경 상세내용
시험대상	(의뢰용-용해 확인용) 원격 OS (Docker, Jenkins 등)
시험구분	데스크톱 컴퓨터 및 OS (Intel(R) Core(TM) i7-10510U CPU / windows 10 / 크롬 브라우저)

BWS TECH INC. 경기도 용인시 처인구 부흥읍 곡천로48번길 23  
 발급번호: BWS-22-5R-0057  
 F-LQP-15-28(1)

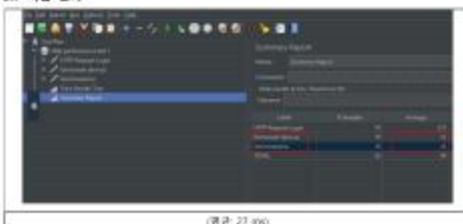
**BWS** Testing Laboratory

경기도 용인시 처인구 부흥읍 곡천로48번길 23  
 TEL: 031-333-5887 / FAX: 031-333-0817

- 21의 결과 목록 중 일련된 데이터스에 대해 특장 시강동원 시스템에 저장된 데이터를 가져오는 REST API 중점



### 3.7 시험 결과



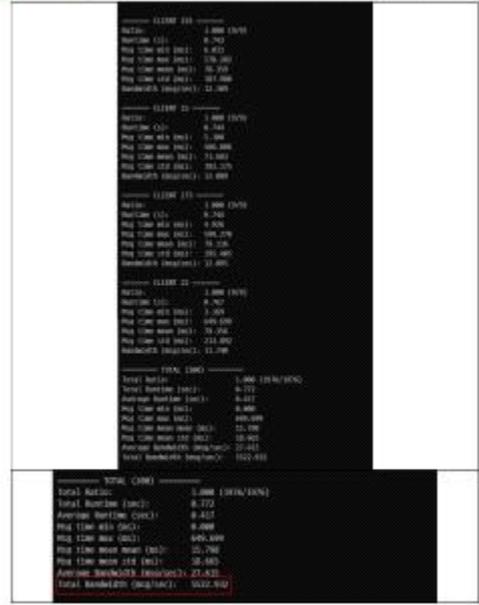
(평균: 27.4%)

적용 규격	시험 기준	시험 결과	적합/부적합
의뢰자 제시 규격	100 ms 이하	27 ms	적합

BWS TECH INC. 경기도 용인시 처인구 부흥읍 곡천로48번길 23  
 발급번호: BWS-22-5R-0057  
 F-LQP-15-28(1)

**BWS** Testing Laboratory

경기도 용인시 처인구 부흥읍 곡천로48번길 23  
 TEL: 031-333-5887 / FAX: 031-333-0817



적용 규격	시험 기준	시험 결과	적합/부적합
의뢰자 제시 규격	5000 건/초 이상	5622 건	적합

BWS TECH INC. 경기도 용인시 처인구 부흥읍 곡천로48번길 23  
 발급번호: BWS-22-5R-0057  
 F-LQP-15-28(1)

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	한국농공학회	이병준	2021.11.05.	진도솔비치	대한민국
2	한국농공학회	이병준	2022.10.13.	대구 인터볼고호텔	대한민국
3	한국농공학회	이병준	2023.10.06	금호통영마리나리조트	대한민국

2021 한국 농공학회 학술발표회 참석	2022 한국 농공학회 학술발표회 참석

2023 한국 농공학회 학술발표회 참석

2023 한국 농공학회 학술발표회 참석	2023 한국 농공학회 학술발표회 참석

□ 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호
2021	기술 문서	2021.06	PDMS-01-양배수장 진단관리 요구사항 정의서
2021	기술 문서	2021.09	PDMS-02-양배수장 진단관리 서비스 설계서
2021	기술 문서	2021.09	PDMS-03-양배수장 진단관리 UI UX 설계서
2021	기술 문서	2021.09	PDMS-04-IoT 센서 디바이스 설계서
2021	기술 문서	2021.11	PDMS-05-IoT 게이트웨이 설계서
2021	기술 문서	2021.09	PDMS-06-양배수장 진단관리 시스템 설계서
2021	기술 문서	2021.11	PDMS-07-IoT 센서를 활용한 양배수장 진단관리 기준 및 평가 방안
2022	기술 문서	2022.09	PDMS-08-양배수장 진단관리 시스템 구조도
2022	기술 문서	2022.07	PDMS-09-양배수장 진단관리 서비스 구조도
2022	기술 문서	2022.07	PDMS-10-IoT 센서 디바이스 설계서
2022	기술 문서	2022.08	PDMS-11-광대역 게이트웨이 설계서
2022	기술 문서	2022.10	PDMS-12-양배수장 진단효율화를 위한 디지털 트윈 구축 방안 도출
2022	기술 문서	2022.11	PDMS-13-양배수장 디지털 트윈을 통한 진단 운영 시나리오
2023	기술 문서	2023.10	PDMS-14-양배수장 진단관리 테스트베드 구축 보고서
2023	기술 문서	2023.11	PDMS-15-양배수장 진단관리 시스템 매뉴얼
2023	기술 문서	2023. 11	PDMS-16-광대역 게이트웨이 개발 완료 보고서
2023	기술 문서	2023.11	PDMS-17-IoT 센서 디바이스 개발 완료 보고서
2023	기술 문서	2023.12	PDMS-18-양배수장 실제 운영자료를 통한 산정 자료를 통한 양배수량 산정 모델 개발
2023	기술 문서	2023.12	PDMS-19-양배수장 최적 운영모델 개발 및 활용방안

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	지능형 양배수장 모터 관리 시스템 및 방법	대한민국	달리웍스(주)	2021.12 .13	10-2021- 0177495				100%		
2	디지털 트윈 기반의 양배수장 진단 관리 시스템 및 방법	대한민국	달리웍스(주)	2022.11 .11	10-2022- 0150304				100%		
3	센서 기반 양배수장 설비 모니터링 방법, 장치 및 시스템	대한민국	(주)퓨처아이 씨티	2022.11 .14	10-2022- 0151199				100%		
4	IoT 센서 기반 양배수장 설비 이상 진단 및 모니터링 방법, 장치 및 시스템	대한민국	(주)퓨처아이 씨티	2022.11 .17		(주)퓨처 아이씨티	2023.02 .27	10-250 5770	100%		
5	디지털 트윈 기반 양배수장의 물 관리 시스템 및 방법	대한민국	달리웍스(주)	2023.11 .06	10-2023- 0151835				100%		

## 특허 출원 (지능형 양배수장 모터 관리 시스템 및 방법) - 2021년

Keap07.4 2021-12-13



특허출원서

【참조번호】 DP21456  
 【출원구분】 특허출원  
 【출원인】  
 【명칭】 달리엑스 주식회사  
 【특허고려번호】 1-2014-060923-1  
 【대리인】  
 【명칭】 특허법인 영인  
 【대리인번호】 9-2006-100001-6  
 【지정된 변리사】 조홍오  
 【표광위임등록번호】 2016-112094-2  
 【발명의 국문영칭】 지능형 양배수장 모터 관리 시스템 및 방법  
 【발명의 영문영칭】 INTELLIGENT SYSTEM AND METHOD FOR ADMINISTRATING MOTORS OF WATER PUMPING AND RESERVOIR SYSTEM  
 【발명자】  
 【성명의 국문표기】 이순호  
 【성명의 영문표기】 LEE, Soon Ho  
 【주민등록번호】 [REDACTED]  
 【우편번호】 06663  
 【주소】 [REDACTED]  
 [REDACTED]  
 【출원언어】 국어  
 【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】  
 【과제고유번호】 1545023170  
 【과제번호】 321069031SB010

2-1



【부차명】 농림축산식품부  
 【과제관리(전문)기관명】 농림식품기술기획평가원  
 【연구사업명】 농업기반및재해대응기술개발(R&D)  
 【연구과제명】 IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양·배수장 진단관리시스템 개발  
 【기여율】 1/1  
 【과제수행기관명】 달리엑스(주)  
 【연구기간】 2021.04.01 ~ 2021.12.31  
 위와 같이 특허청장에게 제출합니다.  
 대리인 특허법인 영인 (서명 또는 인)  
 【수수료】  
 【기본출원료】 0 면 46,000 원  
 【가산출원료】 16 면 0 원  
 【우선권주장료】 0 건 0 원  
 【심사청구료】 0 항 0 원  
 【합계】 46,000 원  
 【감면사유】 소기업(70%감면)[1]  
 【감면후 수수료】 13,800 원  
 【수수료 자동납부번호】 592-022891-01-010

2-2

## 특허 출원 (디지털 트윈 기반의 양배수장 진단 관리 시스템 및 방법) - 2022년

Keap07.1 2022-11-11



특허출원서

【참조번호】 DP22432  
 【출원구분】 특허출원  
 【출원인】  
 【명칭】 달리엑스 주식회사  
 【특허고려번호】 1-2014-060923-1  
 【대리인】  
 【명칭】 특허법인 영인  
 【대리인번호】 9-2006-100001-6  
 【지정된 변리사】 조홍오  
 【표광위임등록번호】 2016-112094-2  
 【발명의 국문영칭】 디지털 트윈 기반의 양배수장 진단 관리 시스템 및 방법  
 【발명의 영문영칭】 SYSTEM AND METHOD FOR DIAGNOSING AND MANAGING WATER PUMPING AND RESERVOIR SYSTEM BASED ON DIGITAL TWIN  
 【발명자】  
 【성명의 국문표기】 이순호  
 【성명의 영문표기】 LEE, Soon Ho  
 【주민등록번호】 [REDACTED]  
 【우편번호】 06663  
 【주소】 [REDACTED]  
 12  
 【발명자】  
 【성명의 국문표기】 박주준

1 / 2



【성명의 영문표기】 PARK, Joo Hun  
 【주민등록번호】 [REDACTED]  
 【우편번호】 05831  
 【주소】 [REDACTED]  
 3C  
 【출원언어】 국어  
 【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】  
 【과제고유번호】 1545025139  
 【과제번호】 321069032SB010  
 【부차명】 농림축산식품부  
 【과제관리(전문)기관명】 농림식품기술기획평가원  
 【연구사업명】 농업기반및재해대응기술개발  
 【연구과제명】 IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양·배수장 진단관리시스템 개발  
 【기여율】 1/1  
 【과제수행기관명】 달리엑스(주)  
 【연구기간】 2022.01.01 ~ 2022.12.31  
 위와 같이 특허청장에게 제출합니다.  
 대리인 특허법인 영인 (서명 또는 인)  
 【수수료】  
 【기본출원료】 0 면 46,000 원  
 【가산출원료】 28 면 0 원  
 【우선권주장료】 0 건 0 원  
 【심사청구료】 0 항 0 원  
 【합계】 46,000 원  
 【감면사유】 소기업(70%감면)[1]  
 【감면후 수수료】 13,800 원  
 【수수료 자동납부번호】 592-022891-01-010

2 / 2



## 특허 출원 (센서 기반 양배수장 설비 모니터링 방법, 장치 및 시스템) - 2022년



HeadP1.2.2023-11-06



특허출원서

【청구번호】 DP23425  
 【출원구분】 특허출원  
 【출원인】  
 【발명】 달리텍스 주식회사  
 【특허고려번호】 1-2014-060923-1  
 【대리인】  
 【주소】 특허법인 법안  
 【대리인번호】 9-2008-100001-6  
 【지정된 변리사】 조흥도  
 【포괄위임특약번호】 2016-112094-2  
 【발명의 국문영역】 디지털 트윈 기반 양배수장의 물 관리 시스템 및 방법  
 【발명의 영문영역】 SYSTEM AND METHOD FOR WATER MANAGING IN WATER PUMPING AND RESERVOIR SYSTEM BASED ON DIGITAL TWIN  
 【발명자】  
 【성명의 국문표기】 박주훈  
 【성명의 영문표기】 PARK, Joo Hun  
 【주민등록번호】  
 【우편번호】 12999  
 【주소】  
 【발명자】  
 【성명의 국문표기】 이순호  
 【성명의 영문표기】 LEE, Soon Hu

1 / 2

【주민등록번호】  
 【우편번호】 08863  
 【주소】  
 【발명인】  
 【출원언어】 국어  
 【심사청구】 청구  
 【이 발명물 관련된 국가연구개발사업】  
 【과제고유번호】 1545026856  
 【과제번호】 3210690329B010  
 【부처명】 농림축산식품부  
 【과제관리(전문)기관명】 농업식품기술기획평가원  
 【연구사업명】 농업기반및농촌진흥기술개발(IF&D)  
 【연구과목명】 IoT 센서를 활용한 베타이다 기반 양·배수장 진단관리시스템 개발  
 【기여율】 1/1  
 【과제수행기관명】 달리텍스(주)  
 【연구기간】 2023.01.01 ~ 2023.12.31  
 위와 같이 해당출원에게 제출합니다.  
 대리인 특허법인 법안 (서명 또는 인)  
 【수수료】  
 【기본출원료】 0 원 46,000 원  
 【가산출원료】 31 원 0 원  
 【우선권우대료】 0 원 0 원  
 【심사청구료】 0 원 625,000 원  
 【형제】 671,000원  
 【감면사유】 소기업(70%감면)1)  
 【감면후 수수료】 201,300 원  
 【수수료 자동납부번호】 592-022891-01-010

2 / 2

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	kc	국립전파연구원	FTM80-LoRa(R2)	R-R-fct-FTM80	2월14일	대한민국
2	kc	국립전파연구원	FML20S	R-R-fct-FDL20	2월14일	대한민국

기술 및 제품 인증(KC 인증 2건)

방송통신기자재등의 적합등록 필증  
Registration of Broadcasting and Communication Equipments

상호 또는 성명 Trade Name or Registrant	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT Co.,Ltd.)
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	특수센서모뎀
기자재부호/추가 기자재부호 Equipment code /Additional Equipment code	AR2 / USN1,LT89
기본모델명 Basic Model Number	FTM80
파생모델명 Series Model Number	FTM80-LoRa, FTM80-LoRa(R2)
등록번호 Registration No.	R-R-fct-FTM80
제조자/제조국가 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT Co.,Ltd.)한국
등록연월일 Date of Registration	2024-11-17
기타 Others	

위 기자재는 「신라법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다.  
It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.

2024년(Year) 02월(Month) 14일(Day)

국립전파연구원장  
Director General of National Radio Research Agency

\* 적합등록 신청을 한 기자재는 반드시 「적합성평가표서」를 첨부하여 제출하여야 합니다.  
취한지 최대 6개월 및 등록이 취소될 수 있습니다.

방송통신기자재등의 적합등록 필증  
Registration of Broadcasting and Communication Equipments

상호 또는 성명 Trade Name or Registrant	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT Co.,Ltd.)
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	무선센서노드
기자재부호/추가 기자재부호 Equipment code /Additional Equipment code	USN1
기본모델명 Basic Model Number	FDL20
파생모델명 Series Model Number	FDL20S
등록번호 Registration No.	R-R-fct-FDL20
제조자/제조국가 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT Co.,Ltd.)한국
등록연월일 Date of Registration	2024-11-17
기타 Others	

위 기자재는 「신라법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다.  
It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.

2024년(Year) 02월(Month) 14일(Day)

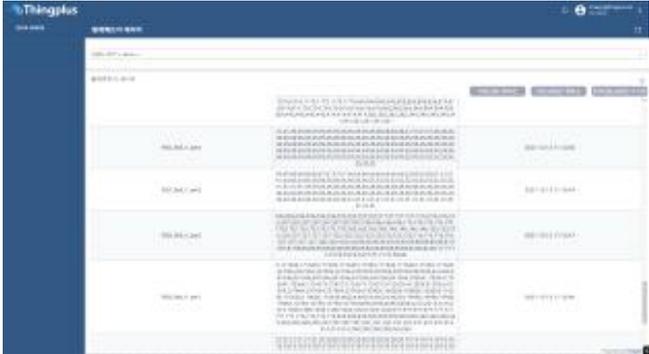
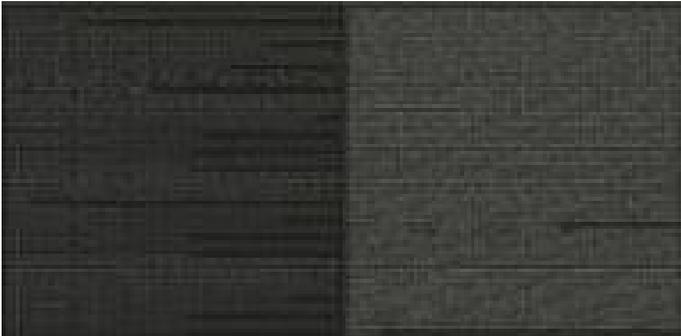
국립전파연구원장  
Director General of National Radio Research Agency

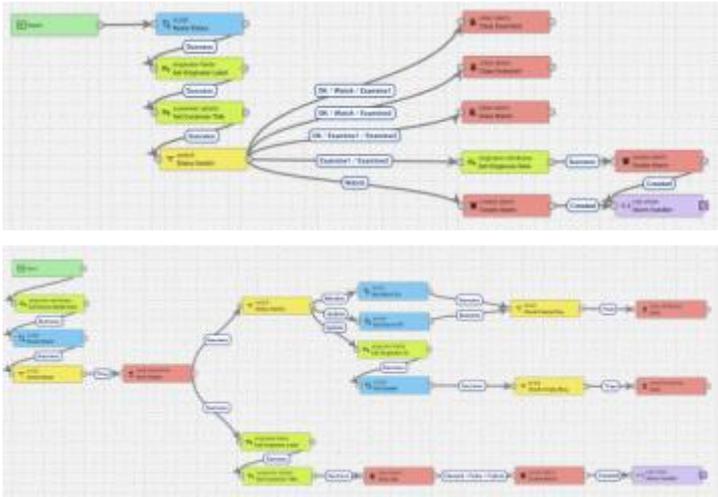
\* 적합등록 신청을 한 기자재는 반드시 「적합성평가표서」를 첨부하여 제출하여야 합니다.  
취한지 최대 6개월 및 등록이 취소될 수 있습니다.

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	데이터 수집 및 시각화 모듈	2021.11.30	달리웍스(주)	AWS 클라우드	진동/소리 센싱 데이터 수집	12개월		
2	모터 진단용 IoT 센서 디바이스 프로토타입	2021.12.09	(주)퓨처아이 시티	서촌양배수장	전류/진동/소리 센서 데이터 수집	12개월		
3	광대역 게이트웨이 프로토타입	2021.11.08	(주)퓨처아이 씨티	서촌양배수장	온습도 데이터 수집	12개월		
4	안전 진단 실시간 경보 알람 발생 Rule 엔진(SW)	2022.10.31	달리웍스(주)	AWS 클라우드	안전 진단 경보 기술	12개월		
5	모터 진단용 IoT 센서 디바이스 시제품 (H/W)	2022.07.07	(주)퓨처아이 시티	롯데칠성 안성1공장	온도/온습도 데이터 수집	12개월		
6	광대역 게이트웨이 시제품(H/W)	2022.08.07	(주)퓨처아이 시티	롯데칠성 안성1공장	온도/온습도 데이터 수집	12개월		

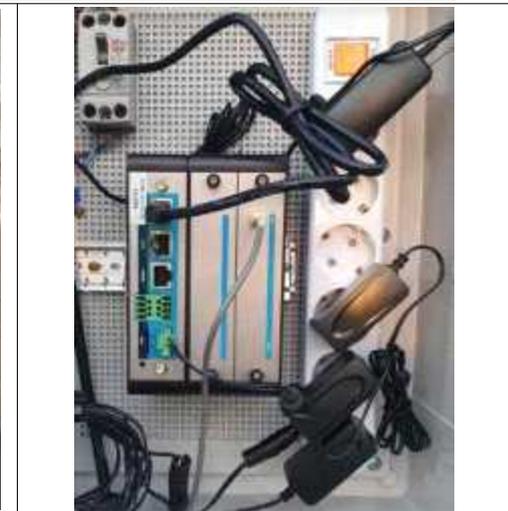
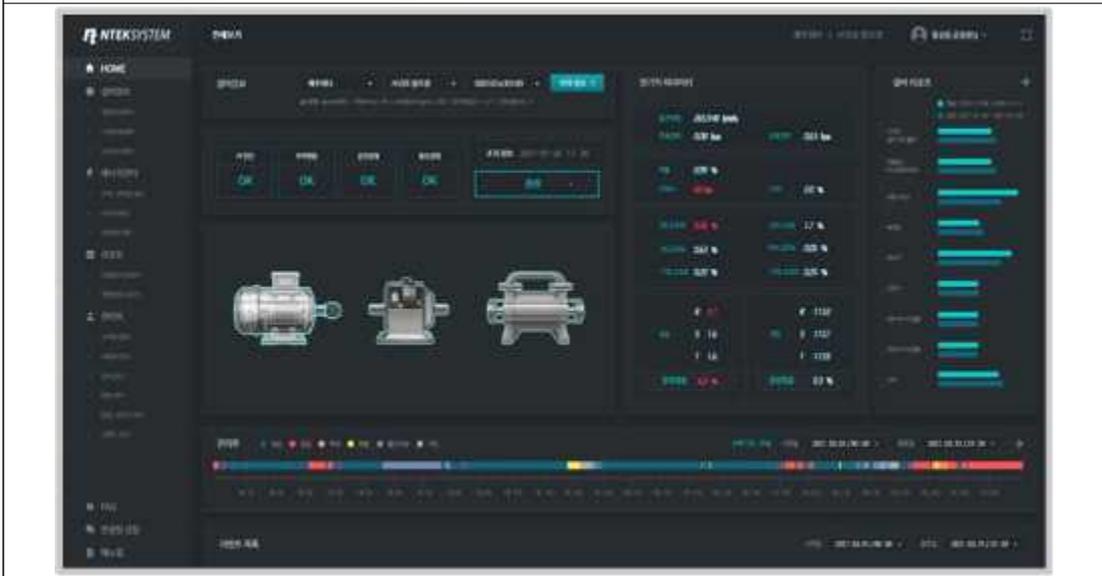
시제품명	시제품 사진
데이터 수집 및 시각화 모듈(SW)	  

<p>모터 진단용 IoT 센서 디바이스 프로토타입(H/W)</p>	
<p>광대역 게이트웨이 프로토타입(H/W)</p>	
<p>안전 진단 실시간 경보 알람 발생 Rule 엔진(SW)</p>	
<p>모터 진단용 IoT 센서 디바이스 시제품 (H/W)</p>	
<p>광대역 게이트웨이 시제품(H/W)</p>	

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 <sup>1)</sup>	사업화 형태 <sup>2)</sup>	지역 <sup>3)</sup>	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자기 실시	신제품 개발	국내	2CH 센서노드 개발	고온 (200 이상을 측정할 수 있는 2CH 표면온도측정	(주)퓨처아이씨티	49,626		2022년	
2	자기 실시	신제품 개발	국내	모터진단 클라우드 플랫폼 개발	모터진단 및 이상탐지(anomaly detection)을 위한 핵심 모듈 개발 및 서비스를 위한 클라우드 플랫폼 개발	달리웍스 (주)	50,979		2023년	
3	자기 실시	신제품 개발	국내	광대역 센서게이트웨이	양배수장 내 환경 데이터 자동 수집을 위한 광대역 무선 센서게이트웨이	(주)퓨처아이씨티			2023년	
4	자기 실시	신제품 개발	국내	IoT 센서 디바이스 개발	양배수장 펌프 진단을 위한 센서 디바이스 개발	(주)퓨처아이씨티	43,050		2023년	

제품 사진



□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
무선센서노드 (2CH 무선표면온도센서)	2022	49,626		49,626	
모터진단 클라우드 플랫폼 개발	2023	50,979		50,979	
IoT 센서 디바이스 개발	2023	43,050		43,050	
합계		143,655		143,655	

매출액 증빙

전자세금계산서				승인번호		20221020-10221020-50664836		
등록번호 상호 (법인명) 사업장 주소 업태 이해일	주식회사 퓨처아이티(Future ICT Co., Ltd.) 성명 이인호	사업장 주소 업태 이해일	주식회사 인포지어 성명 남상훈	등록번호 상호 (법인명) 사업장 주소 업태 이해일	주식회사 인포지어 성명 남상훈	업태 이해일	정보통신업 종목 소프트웨어 개발 및 공급업	
작성일자	공급가액	세액	수량	단가	공급가액	세액	비고	
2022-10-20	24,813,000	2,481,300	해당없음					
월	일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고
10	20	스마트럼 무선 온습도 구축(한국)		1	24,813,000	24,813,000	2,481,300	
합계금액	현금	수표	어음	외상미수금	이 금액을 (총구) 합			
27,294,300								

전자세금계산서				승인번호		20220705-10000000-36275338		
등록번호 상호 (법인명) 사업장 주소 업태 이해일	주식회사 퓨처아이티(Future ICT Co., Ltd.) 성명 이인호	사업장 주소 업태 이해일	주식회사 인포지어 성명 남상훈	등록번호 상호 (법인명) 사업장 주소 업태 이해일	주식회사 인포지어 성명 남상훈	업태 이해일	정보통신업 종목 소프트웨어 개발 및 공급업	
작성일자	공급가액	세액	수량	단가	공급가액	세액	비고	
2022-07-05	24,813,000	2,481,300	해당없음					
월	일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고
07	05	스마트럼 무선 온습도 구축(한국)		1	24,813,000	24,813,000	2,481,300	
합계금액	현금	수표	어음	외상미수금	이 금액을 (총구) 합			
27,294,300								

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 홈택스로 전송된 전자(세금)계산서입니다.  
발급사실 확인은 상기 홈페이지의 "조회/발급" 전자세금계산서 > 제3차 발급사실 조회"를 이용하시기 바랍니다.

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 홈택스로 전송된 전자(세금)계산서입니다.  
발급사실 확인은 상기 홈페이지의 "조회/발급" 전자세금계산서 > 제3차 발급사실 조회"를 이용하시기 바랍니다.

전자세금계산서				승인번호		20230705-10230724-34516306		
등록번호 상호 (법인명) 사업장 주소 업태 이해일	주식회사 퓨처아이티(Future ICT Co., Ltd.) 성명 이인호	사업장 주소 업태 이해일	주식회사 인포지어 성명 남상훈	등록번호 상호 (법인명) 사업장 주소 업태 이해일	주식회사 인포지어 성명 남상훈	업태 이해일	정보통신업 종목 소프트웨어 개발 및 공급업	
작성일자	공급가액	세액	수량	단가	공급가액	세액	비고	
2023-07-05	30,000,000	3,000,000	해당없음					
월	일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고
07	05	전자(세금)계산서 전송 및 전자(세금)계산서 전송		1	30,000,000	30,000,000	3,000,000	
합계금액	현금	수표	어음	외상미수금	이 금액을 (총구) 합			
33,000,000								

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 홈택스로 전송된 전자(세금)계산서입니다.  
발급사실 확인은 상기 홈페이지의 "조회/발급" 전자세금계산서 > 제3차 발급사실 조회"를 이용하시기 바랍니다.

전자세금계산서				승인번호		20230925-10231006-15001308		
등록번호 상호 (법인명) 사업장 주소 업태 이해일	주식회사 퓨처아이티(Future ICT Co., Ltd.) 성명 이인호	사업장 주소 업태 이해일	주식회사 인포지어 성명 남상훈	등록번호 상호 (법인명) 사업장 주소 업태 이해일	주식회사 인포지어 성명 남상훈	업태 이해일	정보통신업 종목 소프트웨어 개발 및 공급업	
작성일자	공급가액	세액	수량	단가	공급가액	세액	비고	
2023-09-25	20,000,000	2,000,000	해당없음					
월	일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고
09	25	전자(세금)계산서 전송 및 전자(세금)계산서 전송		1	20,000,000	20,000,000	2,000,000	
합계금액	현금	수표	어음	외상미수금	이 금액을 (총구) 합			
22,000,000								

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 홈택스로 전송된 전자(세금)계산서입니다.  
발급사실 확인은 상기 홈페이지의 "조회/발급" 전자세금계산서 > 제3차 발급사실 조회"를 이용하시기 바랍니다.  
QR코드를 통해 홈택스에서 쉽게 확인할 수 있습니다.

전자세금계산서				승인번호		20231222-10231222-90485583		
등록번호 상호 (법인명) 사업장 주소 업태 이해일	주식회사 퓨처아이티(Future ICT Co., Ltd.) 성명 이인호	사업장 주소 업태 이해일	주식회사 인포지어 성명 남상훈	등록번호 상호 (법인명) 사업장 주소 업태 이해일	주식회사 인포지어 성명 남상훈	업태 이해일	정보통신업 종목 소프트웨어 개발 및 공급업	
작성일자	공급가액	세액	수량	단가	공급가액	세액	비고	
2023-12-22	43,050,000	4,305,000	해당없음					
월	일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고
12	22	해수부 발판IoT 센서양 구축		1	43,050,000	43,050,000	4,305,000	
합계금액	현금	수표	어음	외상미수금	이 금액을 (총구) 합			
47,355,000								



본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 홈택스로 전송된 전자(세금)계산서입니다.  
발급사실 확인은 상기 홈페이지의 "조회/발급" 전자세금계산서 > 제3차 발급사실 조회"를 이용하시기 바랍니다.  
QR코드를 통해 홈택스에서 쉽게 확인할 수 있습니다.

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)			합계
			2021년	2022년	2023년	
1	씽플러스 서비스	달리웍스(주)	1			1
2	LTE무선라우터	(주)퓨처아이씨티	1			1
3	씽플러스 서비스	달리웍스(주)		1		1
4	IoT 센서 디바이스 설계/개발	(주)퓨처아이씨티		1		1
5	씽플러스 서비스	달리웍스(주)			1	1
합계			2	2	1	5

□ 고용 효과

- 달리웍스(주)

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	8
		생산인력	0
	개발 후	연구인력	10
		생산인력	0

- (주)퓨처아이씨티

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	6
		생산인력	0
	개발 후	연구인력	7
		생산인력	0

[사회적 성과]

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
01	석사과정	2021		○				○		○			
02	농토목분야 사회인력양성	2022	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
					○		○			○			
03	농토목분야 사회인력양성	2023	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
					○		○			○			

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	전시회	부산 Bexco	클라우드 엑스포 코리아 2021 전시회 참석	2021.09.01. ~ 2021.09.03
2	유튜브	유튜브	달리웍스, 클라우드 엑스포 코리아 2021서 비즈니스별 맞춤형 AIoT 솔루션 씽플러스 알렸다: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=2EyxruON010">https://www.youtube.com/watch?v=2EyxruON010</a>	2021.09.27
3	인터넷 신문	aving	달리웍스, 클라우드 엑스포 코리아 2021서 비즈니스별 맞춤형 AIoT 솔루션 씽플러스 알렸다 <a href="http://kr.aving.net/news/view.php?mn_name=exhi&amp;articleId=1631712&amp;sp_num=1191">http://kr.aving.net/news/view.php?mn_name=exhi&amp;articleId=1631712&amp;sp_num=1191</a>	2021.09.03
4	전시회	코엑스	2022 ICT 기술사업화 페스티벌	2022.04.20 ~ 2022.04.22
5	전시회	코엑스	2022년도 제3회 중견기업-스타트업 DX 상생라운지	2022.09.23
6	전시회(국제)	독일 베를린	IFA 2022	022.09.02. ~ 2022.09.06
7	유튜브	유튜브	[유퀴즈X달리웍스] 씽플러스 ( <a href="https://www.youtube.com/watch?v=t4cop8YpPL4&amp;t=2s">https://www.youtube.com/watch?v=t4cop8YpPL4&amp;t=2s</a> )	2022.04.23
8	인터넷 신문	윌뉴스	달리웍스, ICT 기술사업화 페스티벌에서 씽플러스 플랫폼 선보여( <a href="http://www.wip-news.com/news/articleView.html?idxno=13222">http://www.wip-news.com/news/articleView.html?idxno=13222</a> )	2022.05.26
9	학술대회	한국농공학회	농업토목 구조물 설계기준 마련 - 미래방향	2023.10.05
10	전시회	코엑스	2023 ICT 기술사업화 페스티벌	2023.04.19 ~ 2023.04.21
11	전시회	부산 벅스코	2023 클라우드 엑스포 코리아	2023, 9.6 ~ 9.8
12	전시회	코엑스	AIoT Korea 2023	2023.10.11 ~ 2023.10.13
13	전시회	일본 MAKUHARI MESSE	2023 Japan IT Week Autumn	2023.10.25 ~ 2023.10.27

클라우드 엑스포 코리아 2021 전시회 참가  
(2021.09.01. ~ 2021.09.03.)



Youtube 홍보: 엑스포코리아 2021 전시회 참가  
Youtube 홍보:



2022년도 제3회 중견기업-스타트업 DX  
상생라운지 참가 (2022.09.23)



[유퀴즈X달리웍스] 씽플러스



농업토목 구조물 설계기준 마련 - 미래방향

시계열 데이터 분석 중심의 IoT 서비스 사례



2022 ICT 기술사업화 페스티벌 참가  
(2022.04.20 ~ 2022.04.22)



IFA 2022 (독일, 베를린)  
(2022.09.02. ~ 2022.09.06.)



달리웍스, ICT 기술사업화 페스티벌에서 씽플러스 플랫폼



2023 ICT 기술사업화 페스티벌

(2023.04.19 ~ 2023.04.21., 코엑스)



2023 클라우드 엑스포 코리아  
(2023, 9.6 ~ 9.8, 벅스코)

AIoT Korea 2023  
(2023.10.11 ~ 2023.10.13., 코엑스)



2023 Japan IT Week Autumn  
(2023.10.25 ~ 2023.10.27, 일본 MAKUHARI MESSE)



□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	학술발표	우수논문발표상	우수상	이병준, 김단영, 윤성수	2021.11.05	한국농공학회

**학술발표 우수논문발표상(한국농공학회)**



농공학 제 2021-41호

## 우수 논문 발표상

논문제목: IoT 센서를 이용한 양배수장 진단관리 시스템 적용  
저 자: 이병준(충북대), 김단영, 윤성수

2021년도 한국농공학회학술발표회에 발표된 위 논문은 연구  
구색의 독창성은 물론이고 연구 내용이 우수하여 학문적 기술  
의 발전에 기여할 것으로 사료되어 이 우수논문발표상을 드립니다.

2021년 11월 5일

사단법인 한국농공학회 회장 **최진홍**



IoT 센서를 이용한 양배수장 진단관리 시스템 적용  
Application of The Diagnosis Management System  
for Pump Station Using IoT Sensor

이병준, 김단영, 윤성수  
Byungjoon Lee, Nanyeong Kim, Seongsu Yoon

**요 기**

농업기반시설은 양 배수장은 농업기반시설로서 농업유류물 제거는 수질정화장치에 의해 정화된 시설  
에 포함된다. 농업인에게 잘 물을 관리하기 위해 관리자가 부담하는 유지관리비도 계속적인 감  
가가 예상된다. 물고 보호 관측은 갈수록 두각이 없고 전의유에 대한 진단 방법에는 한계가 있다. 진단된 비  
우수로 고조를 추적관리를 수행하여 하는 어려움이 있다. 여기에 보수보양은 수질관리 또한 시정물이 수질  
문제 있어 전반적인 관리관리가 요구되는 실정이다. 이를 위해서는 고조화된 시설 및 장비 개발이 필요  
한 실정이다.

기술적 고조화된 IoT 센서 적용을 통한 추적관리 자료의 획득이 가능해지고, 빅데이터 및 AI 분석을 통해  
추진할 있는 결과를 도출할 수 있는 방법론의 연구가 진행되며 양배수장의 진단 및 추적관리, 운영관리  
최종할 수 있는 기술과 적용이 예상된다. 이에 따라 진단관리를 위한 기술과 평가 방법이 새로운 국  
면 필요성이 있다.

본 연구에서는 양배수장을 대상으로 고조화된 장비의 진단관리 기술 및 평가 방법을 도출하는 것은 적  
조이다.

**핵심말어** : 양배수장, 농업기반시설물, IoT, 진단관리

본 결과물은 농림축산식품부 재정교의 농림식품기술기획개발사업의 "농업기반 및 경제개발 기  
공개발사업의" 과제를 통해 개발되었으며 연구번호는 : 021000-01

\* 발행처 : 출판사 한국 농공학회 지사(서울) - E-mail : 0000@knaem.co.kr  
 \* 발행처 : 출판사 한국 농공학회 지사(대전) - E-mail : 0000@knaem.co.kr  
 \* 발행처 : 출판사 한국 농공학회 지사(부산) - E-mail : 0000@knaem.co.kr

## 2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
<b>(1단계-1차년도)</b>		
○ 양배수장 진단관리 요구사항 분석 및 시스템 설계와 데이터 수집을 위한 센서 네트워크 구축 및 시스템 요소 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>양배수장 진단관리 서비스 요구사항 분석 및 도출</li> <li>양배수장 진단관리 서비스 UI/UX 설계</li> <li>양배수장 진단관리 시스템 설계 및 요소 기술 개발</li> </ul>	100%
<ul style="list-style-type: none"> <li>양배수장 진단관리 요구사항 분석 및 시스템 설계</li> <li>데이터 수집을 위한 디바이스 및 게이트웨이 설계</li> <li>양배수장 진단관리 기준 및 평가 방안 조사/도출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>양배수장 데이터 수집 디바이스 개발을 위한 센서 조사 및 선정</li> <li>IoT 센서 디바이스 프로토타입 설계 및 개발</li> <li>광대역 게이트웨이 프로토타입 설계 및 개발</li> <li>양배수장 진단관리 기준 및 평가 방안 조사/도출</li> </ul>	100%
<b>(1단계-2차년도)</b>		
○ 양배수장 진단관리 시스템을 구축하고, 시설 및 펌프 설비에 대한 이상 진단 예측을 위한 분석 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>양배수장 진단관리 서비스 시나리오 분석 및 서비스 UI/UX 개발</li> <li>양배수장 안전진단 모니터링 및 실시간 경보 기술 개발</li> </ul>	100%
<ul style="list-style-type: none"> <li>양배수장 진단관리 서비스 UI/UX 및 시스템 개발</li> <li>데이터 수집을 위한 디바이스 및 게이트웨이 개발</li> <li>진단관리 효율화를 위한 디지털 트윈 구축 방안 도출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AIoT 클라우드 플랫폼 기반 양배수장 진단관리 시스템 구축</li> <li>양배수장 데이터 수집을 위한 IoT 센서 디바이스 설계 및 개발</li> <li>LoRaWAN 기반 광대역 네트워크 구성을 위한 게이트웨이 설계 및 개발</li> <li>양배수장 진단 요소의 도출과 진단 효율화를 위한 디지털 트윈 구축 방안 도출</li> <li>양배수장 디지털 트윈을 통한 양배수장 진단 운영 시나리오 분석</li> </ul>	100%
<b>(2단계-1차년도)</b>		
○ 양배수장 진단관리 시스템의 현장 실증을 위한 테스트베드 구축 및 검증을 통해 시스템 고도화 및 안정성을 확보하고 사업화 준비	<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템 확장성 및 가용성 확보를 위한 인프라 기능 추가 개발</li> <li>양배수장 시설 및 펌프 설비 이상 진단 예측 및 경보 시스템 개발</li> <li>현장 실증을 통한 양배수장 진단관리 시스템 고도화 개발</li> <li>현장 실증을 위한 테스트베드 구축 및 운영을 통한 기능 개선</li> <li>IoT 센서 디바이스 안정성 시험 및 상용 인증</li> <li>광대역 게이트웨이 안정성 시험 및 상용 인증</li> <li>양배수장 실제 운영자료를 통한 산정 자료를 통한 양배수량 산정 모델 개발</li> <li>양배수장 운영고도화를 위한 최적 운영모델 개발 및 활용방안 도출</li> </ul>	100%
<ul style="list-style-type: none"> <li>양배수장 진단관리 시스템 고도화 및 안정성 확보</li> <li>현장 실증을 통한 테스트베드 구축 및 검증</li> <li>시설 운영에 따른 양배수량 산정 기술 개발</li> </ul>		

## 4. 목표 미달 시 원인분석

### 1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

---

- 양배수장 테스트베드를 통한 디지털 트윈 구축 모의(SCI급 논문 1부)
    - 국외 논문 1건에 대한 심사가 진행 중이며, 연구 기간 내 학술지 게재 확정을 받지 못함
    - 본 연구에서는 양배수장의 디지털 트윈에 대한 구축 방안을 중점적으로 다루고 있지만, 3D 모델링과 같은 실제 디지털 트윈환경을 구축하는데 연구자의 기술적 한계 있었음.
  - 양배수장의 최적 양배수량 산정모델 개발(KSCI급 논문 3부)
    - 국내 논문 3건에 대한 심사가 진행 중이며, 연구 기간 내 학술지 게재 확정을 받지 못함
    - 연구에서 개발된 모델은 다양한 기후조건과 운영 조건을 고려하여 양배수량을 예측하였으나, 모델은 특정 지역의 데이터에 기반하여 개발되었기 때문에 일반화에 제한이 있음
- 

### 2) 자체 보완활동

---

- 양배수장 테스트베드를 통한 디지털 트윈 구축 모의(SCI급 논문 1부)
    - 현재 국외 논문 1건에 대한 논문 심사 진행 중
    - 양배수장의 디지털 트윈 구현을 위한 IoT 센싱기술을 중점적으로 논문을 재작성하였으며, 데이터 수집 및 데이터 분석에 사용된 모델링 기술을 중점적으로 작성하였으며, 또한, 우리나라의 양배수장 운영에 대한 현실과 IoT 기술의 중요성을 강조하며, 데이터 기반의 운영 최적화에 기여할 것으로 관련 연구 문헌 등을 통해 연구의 필요성을 검증하고 적용성의 한계를 명확히 제시하였음
  - 양배수장의 최적 양배수량 산정모델 개발(KSCI급 논문 3부)
    - 현재 국내 논문 3건에 대한 논문 심사 진행 중
    - 본 연구에서 개발된 모델의 보완을 위해 국내외 문헌을 통해 연구의 타당성을 보완하였으며, 국제적으로 인정받는 성능 지표와의 교차 검증을 포함하여 논문의 완성도를 높이는 방향으로 제시하였음
- 

### 3) 연구개발 과정의 성실성

---

- 양배수장 테스트베드를 통한 디지털 트윈 구축 모의(SCI급 논문 1부)
    - 본 연구는 양배수장의 디지털 트윈 기술의 적용을 위한 필요 요인과 IoT 기기를 통한 데이터 수집을 포함하며, 각 기술과 방법론은 기술문서에 상세히 기술되어 있음
  - 양배수장의 최적 양배수량 산정모델 개발(KSCI급 논문 3부)
    - 양배수장의 다양한 운영 조건과 환경 데이터를 기반으로 최적 양배수량을 산정할 수 있는 모델을 개발하였으며, 이를 통해 수자원 관리의 효율성을 높이고 농업 지역의 지속가능한 발전을 지원하고자 함
    - 데이터 분석에 사용된 다중목적최적화 방식 및 통계적 모델은 기술문서에 명확히 기술되어 있으며, 이를 통해 연구 결과를 검증하였음
- 

## 5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

---

- 본 과제를 통해 개발된 양배수장의 서비스의 농업기반시설물인 수원공 서비스로 확대 가능
  - 전류·전압 확인을 통한 모터 진단 기술은 다양한 응용이 가능, 모터 뿐 아니라 전기를 사용한 다양한 기기의 전류 전압 파형의 분석을 통한 기기 예지 보전기술로 확대 가능
  - 본 과제를 통해 파편화된 시계열 데이터 분석과 관련된 핵심 기술 확보가 가능하며, 이를 통해 IoT 서비스 경쟁력 제고 및 서비스 수익성 확대
  - 다양한 IoT 서비스를 위한 맞춤형 AI 분석 모델 도입이 가능해짐으로써 새로운 AI 기술의 적용 확대를 통한 사회적 가치 증대 가능
-

## 6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내
국외논문	SCIE	0
	비SCIE	0
	계	0
국내논문	SCIE	1
	비SCIE	2
	계	3
특허출원	국내	1
	국외	
	계	1
특허등록	국내	3
	국외	
	계	3
인력양성	학사	
	석사	2
	박사	1
	계	3
사업화	상품출시	3
	기술이전	
	공정개발	
제품개발	시제품개발	2
성과홍보		3
포상 및 수상실적		
정성적 성과 주요 내용		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양배수장 진단관리 시스템 기술 사업화</li> <li>• 센서 디바이스 및 광대역 게이트웨이 제품 사업화</li> <li>• 양배수장 시설 및 설비 이상진단 예측 분석 시스템 사업화</li> <li>• 양배수장 객체요소 단위 3D 모델링을 구현하여 연구의 범용성 및 확장성 확보</li> <li>• 농업토목분야 전공 대학생들의 IoT센싱, 디지털 트윈 적용 교육 기회 제공</li> </ul>

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	붙임(별첨) 자료
1. 공통요구자료	1) 자체평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서
	3) 연구부정행위 예방 확인서

[붙임1] 특허 출원 및 등록서

Keaps7.4 2021-12-13



특허출원서

【참조번호】 DP21456

【출원구분】 특허출원

【출원인】

【명칭】 달리웍스 주식회사

【특허고객번호】 1-2014-060923-1

【대리인】

【명칭】 특허법인 명인

【대리인번호】 9-2006-100001-6

【지정된 변리사】 조흠오

【포괄위임등록번호】 2016-112094-2

【발명의 국문명칭】 지능형 양배수장 모터 관리 시스템 및 방법

【발명의 영문명칭】 INTELLIGENT SYSTEM AND METHOD FOR ADMINISTRATING  
MOTORS OF WATER PUMPING AND RESERVOIR SYSTEM

【발명자】

【성명의 국문표기】 이순호

【성명의 영문표기】 LEE, Soon Ho

【주민등록번호】

【우편번호】 06663

【주소】

분

【출원언어】 국어

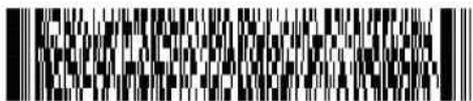
【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】

【과제고유번호】 1545023170

【과제번호】 321069031SB010

2-1





9200610000161011101000001380000000

## 특허출원서

【참조번호】 DP22432

【출원구분】 특허출원

【출원인】

【명칭】 달리웍스 주식회사

【특허고객번호】 1-2014-060923-1

【대리인】

【명칭】 특허법인 명인

【대리인번호】 9-2006-100001-6

【지정된 변리사】 조흥오

【포괄위임등록번호】 2016-112094-2

【발명의 국문명칭】 디지털 트윈 기반의 양배수장 진단 관리 시스템  
및 방법

【발명의 영문명칭】 SYSTEM AND METHOD FOR DIAGNOSING AND MANAGING  
WATER PUMPING AND RESERVOIR SYSTEM BASED ON  
DIGITAL TWON

【발명자】

【성명의 국문표기】 이순호

【성명의 영문표기】 LEE, Soon Ho

【주민등록번호】

【우편번호】 06663

【주소】

12

【발명자】

【성명의 국문표기】 박주훈



<b>【서류명】</b>	특허출원서
<b>【참조번호】</b>	P22643
<b>【출원구분】</b>	특허출원
<b>【출원인】</b>	
<b>【명칭】</b>	(주)퓨처아이씨티
<b>【특허고객번호】</b>	1-2021-008702-3
<b>【대리인】</b>	
<b>【성명】</b>	전정욱
<b>【대리인번호】</b>	9-2018-000180-7
<b>【발명의 국문명칭】</b>	센서 기반 양배수장 설비 모니터링 방법, 장치 및 시스템
<b>【발명의 영문명칭】</b>	INTELLIGENT PUMPING PLANT MONITORING METHOD, DEVICE AND SYSTEM
<b>【발명자】</b>	
<b>【성명】</b>	이인호
<b>【성명의 영문표기】</b>	LEE, In ho
<b>【주민등록번호】</b>	
<b>【우편번호】</b>	15866
<b>【주소】</b>	
<b>【출원언어】</b>	국어
<b>【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】</b>	
<b>【과제고유번호】</b>	1545024297

## 특허등록원부

<b>특 허 번 호</b>	제 2505770 호
----------------	-------------

### [ 권 리 란 ]

표시번호	등 록 사 항			
1번	출원연월일	2022년 11월 17일	출원번호	2022-0154100
	공개연월일	2023년 03월 07일	공개번호	-
	특허결정(심결)연월일	2023년 02월 22일	청구범위의 항수	1
	분류기호	G06Q 50/06, G06Q 50/1000, G06T 7/00, G08B 21/18, G05B 23/02, B64C 39/02, G16Y 10/35, G16Y 20/10		
	발명의 명칭	IoT 센서 기반 양배수장 설비 이상 진단 및 모니터링 방법, 장치 및 시스템		
	존속기간(예정)만료일	2042년 11월 17일	2023년 02월 27일 등록	

### [ 특 허 료 란 ]

제 01 - 03 년분 (2023.02.27 - 2026.02.27) 금액 25,200 원(소기업)	2023년 02월 27일 납입
---	------------------

### [ 특 허 권 자 란 ]

(최종권리자) (주)프론티어씨티 (110111-*****)	
순위번호	등 록 사 항
1번	(등록권리자) (주)프론티어씨티 (110111-*****)  2023년 02월 27일 등록
1번 부기1	(등록권리자의 표시통합관리) 접수 연월일 : 2023년 02월 27일      접수 번호 : 2023-5048046 변경 권리자 : (주)프론티어씨티 (110111-*****)  변경 사항 변경권 : 변경후 :  2023년 02월 27일 등록

이하여백

# 특허증

CERTIFICATE OF PATENT

특허

Patent Number

제 10-2505770 호

출원번호

Application Number

제 10-2022-0154100 호

출원일  
Filing Date

2022년 11월 17일

등록일  
Registration Date

2023년 02월 27일



발명의 명칭 Title of the Invention

IoT 센서 기반 양배수장 설비 이상 진단 및 모니터링 방법, 장치 및 시스템

특허권자 Patentee

(주)퓨쳐아이씨티

발명자 Inventor

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



특허청

Korean Intellectual  
Property Office

2023년 02월 27일



QR코드로 현재기준  
등록사항을 확인하세요

특허청장

COMMISSIONER,  
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

이 인 신





9200610000161011101000020130000000

## 특허출원서

【참조번호】 DP23425

【출원구분】 특허출원

【출원인】

【명칭】 달리웍스 주식회사

【특허고객번호】 1-2014-060923-1

【대리인】

【명칭】 특허법인 명인

【대리인번호】 9-2006-100001-6

【지정된 변리사】 조흥오

【포괄위임등록번호】 2016-112094-2

【발명의 국문명칭】 디지털 트윈 기반 양배수장의 물 관리 시스템 및 방법

【발명의 영문명칭】 SYSTEM AND METHOD FOR WATER MANAGING IN WATER  
PUMPING  
AND RESERVOIR SYSTEM BASED ON DIGITAL TWIN

【발명자】

【성명의 국문표기】 박주훈

【성명의 영문표기】 PARK, Joo Hun

【주민등록번호】

【우편번호】 12999

【주소】

푸

【발명자】

【성명의 국문표기】 이순호

【성명의 영문표기】 LEE, Soon Ho



[붙임2] KC 인증 및 공인 시험 인증서

FA12-4E8C-2FE9-B881

<b>방송통신기자재등의 적합등록 필증</b> <i>Registration of Broadcasting and Communication Equipments</i>	
상호 또는 성명 Trade Name or Registrant	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT.Co.,Ltd.)
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	무선센서노드
기기부호/추가 기기부호 Equipment code /Additional Equipment code	USN1
기본모델명 Basic Model Number	FDL20
파생모델명 Series Model Number	FDL20S
등록번호 Registration No.	R-R-fct-FDL20
제조사/제조국가 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT.Co.,Ltd.)/한국
등록연월일 Date of Registration	2020-11-17
기타 Others	
<p>위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다.                      It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.</p> <p style="text-align: right;">2024년(Year) 02월(Month) 14일(Day)</p> <p style="text-align: center;">국립전파연구원장  </p> <p style="text-align: center;">Director General of National Radio Research Agency</p> <p style="text-align: center; color: red;">※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시" 를 부착하여 유통하여야 합니다.                      위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.</p>	



## 방송통신기자재등의 적합등록 필증

### Registration of Broadcasting and Communication Equipments

상호 또는 성명 Trade Name or Registrant	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT.Co.,Ltd.)
기자재명칭(제품명칭) Equipment Name	유무선라우터
기기부호/추가 기기부호 Equipment code /Additional Equipment code	A82 / USN1,LTE9
기본모델명 Basic Model Number	FTM80
파생모델명 Series Model Number	FTM80-LoRa, FTM80-LoRa(R2)
등록번호 Registration No.	R-R- <b>ftc</b> -FTM80
제조사/제조국가 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT.Co.,Ltd.)/한국
등록연월일 Date of Registration	2020-11-17
기타 Others	

위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다.  
It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.

2024년(Year) 02월(Month) 14일(Day)

국립전파연구원장



Director General of National Radio Research Agency

※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시" 를 부착하여 유통하여야 합니다.  
위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.





# 시험성적서

성적서 번호 : GT2024-01543

회사명 : 주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT.Co.,Ltd.)

대표자 : 이인호

주소 :

- 1. 시료명 : 유무선라우터  
- 규격 및 형식 : FTM80-LoRa(R2)
- 2. 성적서의 용도 : 제출용[농림식품기술기획평가원]
- 3. 접수일자 : 2024년 02월 16일
- 4. 시험일자 : 2024년 03월 13일 ~ 2024년 03월 18일
- 5. 시험방법 : 의뢰자 제시 규격
- 6. 시험결과 : 시험결과 참조

시험자 : **반정현** 반정현

승인자 : **형재필** 형재필

- 1. 이 성적서의 결과는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인정과 관련이 없으며, 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않습니다.
- 2. 이 성적서는 우리 시험연구원의 사전 동의 없이 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며 용도 이외의 사용을 금합니다.
- 3. 이 성적서의 진위여부는 홈페이지(www.ktc.re.kr)에서 확인할 수 있습니다.

2024년 03월 18일



## 한국기계전기전자시험연구원장



www.ktc.re.kr [15809] 경기도 군포시 흥안대로27번길 22  
TEL : 1899-7654 FAX : 031-455-7307

서식P708-05(Rev.4)

Page : 1 of 5

이 성적서 발급으로 고객님께서 100kg의 CO2를 저감하였습니다



# 시험 결과

성적서 번호 : GT2024-01543

## 1. 개요

본 시험성적서는 의뢰자가 제시한 시료, 시험조건 및 방법에 따라 진행한 결과임.

## 2. 적용 또는 인용규격

의뢰자 제시규격

## 3. 시험시료

- (1) 시 료 명 : 유무선라우터
- (2) 모 델 명 : FTM80-LoRa(R2)
- (3) 정 격 : -
- (4) 제조회사 : 주식회사 퓨처아이씨티(Future ICT.Co.,Ltd.)
- (5) 시 료 수 : 1 EA



그림 1. 시료 사진



# 시험 결과

성적서 번호 : GT2024-01543

## 4. 시험 결과

시험항목	시험조건 및 방법		시험기준	시험 결과
방진	KS C IEC 60529: 2013의 IP 6X 참조	위험한 부분으로의 접근에 대한 보호	해당 프로브의 침투가 없을 것	적합
		외부 분진에 대한 보호	먼지 침투가 없을 것	적합
방수	KS C IEC 60529: 2013의 IP X5 참조	방수에 대한 보호	모든 방향에서 외함에 분사하여 내뿜어진 물은 해로운 영향을 미치지 않을 것	적합



(a) 시험 후 시료 사진 ①



(b) 시험 후 시료 사진 ②



(c) 시험 후 시료 사진 ③



(d) 시험 사진

그림 2. 방수 시험 사진

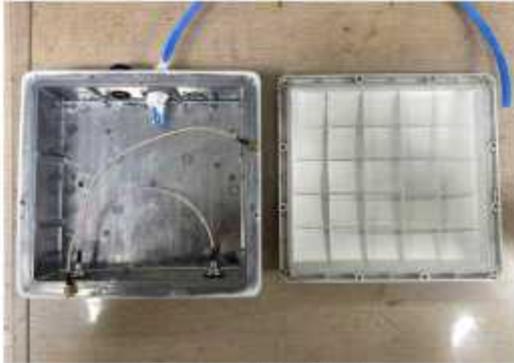
서식P708-06 (Rev.2)

Page : 3 of 5



# 시험 결과

성적서 번호 : GT2024-01543



(a) 시험 후 시료 사진 ①



(b) 시험 후 시료 사진 ②



(c) 시험 후 시료 사진 ③



(d) 시험 사진 ①



(e) 시험 사진 ②



(f) 시험 사진 ③

그림 3. 방진 시험 사진

서식P708-06 (Rev.2)

Page : 4 of 5



# 시험결과

성적서 번호 : GT2024-01543

## 5. 시험에 사용된 장비

장비명	장비번호	모델명	제조사
방수시험기	6820	JFMA-008-1	(주)제이에프엠엔지니어링
Stop Watch	787	HS-5	Casio
Test Steel wire	1230	P10.27	PTL
표준채(분진망)	2268-06	P14.83	PTL
Dust Test Chamber	4831	P14.45	PTL

## 6. 비고

- 진행된 시험은 특별한 언급이 없는 한 IEC 60068-1에 따른 다음의 대기 조건에서 실시됨.
- (1) 온도 :  $(25 \pm 10) ^\circ\text{C}$
  - (2) 상대습도 :  $(50 \pm 25) \% \text{ R.H.}$



verify No.495238030277



TEST REPORT



## 신뢰성 시험 성적서

발급 번호	BWS-22-SR-0057		
의뢰자	달리웍스 주식회사		
의뢰자 주소			
제조사	달리웍스 주식회사		
제조사 주소			
접수 일자	2022년 12월 06일	시험 일자	2022년 12월 07일
제품명	샘플러스	모델명	샘플러스
적용 규격	의뢰자 제시규격	시험 결과	적합
시험 환경	아래 참조	성적서 용도	제출용

본 시험 성적서는 성적서 용도 외에 사용을 금합니다.

이 시험결과는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료 명에만 한정됩니다.  
본 시험성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인정과 관련이 없습니다.

2022년 12월 13일

확 인	작성자	기술책임자
	성명: 박재인 (서명)	성명: 권기훈 (서명)

\*본 시험성적서의 진위 여부는 안드로이드 앱 'DOCUOR' 또는 www.docuqr.com에서 확인할 수 있습니다.

### 주식회사 비더블유에스텍

경기도 용인시 처인구 모현읍 곡현로480번길 23

TEL: 031-333-5997 FAX: 031-333-0017 http://www.bws.co.kr



BWS TECH INC.  
발급번호 : BWS-22-SR-0057  
F-LQP-15-20(1)

페이지: 1 of 10  
발급일 : 2022년 12월 13일

목 차

1. 시험 기관 ..... 3

1.1 시험 기관 ..... 3

1.2 시험 기관 지정 현황 ..... 3

2. 시험 환경 ..... 4

2.1 시험 시료 및 구성도 ..... 4

2.2 소프트웨어 시험환경 및 상세내용 ..... 4

3. 플랫폼 클라우드(Rest) API 처리 속도 ..... 5

3.1 시험 목적 ..... 5

3.2 시험 방법 ..... 5

3.3 시험 기준 ..... 5

3.4 시험 반복수 ..... 5

3.5 시험 도구 ..... 5

3.6 시험 절차 ..... 6-7

3.7 시험 결과 ..... 7

4. 플랫폼 시계열 데이터 처리 부하 ..... 8

4.1 시험 목적 ..... 8

4.2 시험 기준 ..... 8

4.3 시험 반복수 ..... 8

4.4 시험 도구 ..... 8

4.5 시험 절차 ..... 9

4.6 시험 결과 ..... 9-10

1. 시험 기관

1.1 시험 기관

상 호	대표자	주 소	전화번호
주식회사 비 테블유 테스 랩	남태현	경기도 용인시 처인구 보현읍 국전로 489번길 21	031-333-5997

1.2 시험 기관 지정 현황

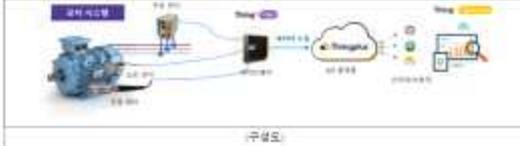
1. 국제공인시험기관(KCALAG) : K7174
2. 과학기술정보통신부 산하 국립전파연구원 : KR0017
3. FCC MRA 지정시험기관 : KR0017
4. DSP Research, Inc. : No H015

2. 시험 환경

2.1 시험 시료 및 구성도



(시료)



(구성도)

2.2 소프트웨어 시험환경 및 상세내용

시험 적용물	시험환경 상세내용
인텔리제스	(시험을 통해 확인됨 범위 OS, browser, sensor, 등) 윈도우즈, 마이크로소프트 엑셀, OS: Intel(R) Core(TM) i7-10510U CPU / windows 10 / 크롬 브라우저

3. 플랫폼 클라우드(Rest) API 처리 속도

3.1 시험 목적

- 클라우드 API 처리속도에 대한 테스트

3.2 시험 방법

- 사용자 10명이 동시에 시스템 로그인하여 1) device를 목록을 가지고 요청, 해당 목록 중에서 2) 특정 device의 특정 key값에 대해 일정의 시간 동안 지정된 대미터를 가져오는 시나리오를 검증하고 각 API 호출에 대한 평균 응답시간이 100ms 이내임을 검증한다.

3.3 시험 기준

- 100ms 이하

3.4 시험 반복수

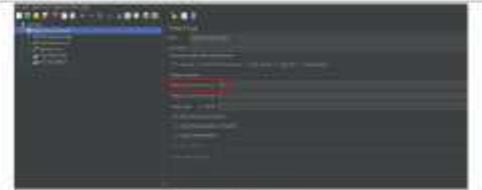
- 10회

3.5 시험 도구



3.6 시험 절차

- 10명의 사용자(10개의 Thread) 동시 접근 및 로그인 성공 후, JWT 인증 방식으로 REST API 호출



10명 사용자 10개의 Thread



JWT 인증 방식으로 REST API 호출

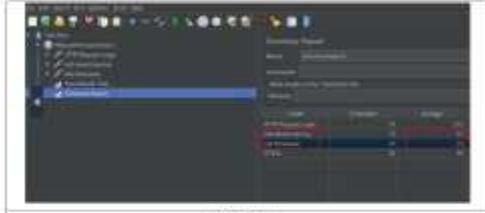
- 시스템내의 디바이스 목록을 가져오는 REST API 호출



- 200명 접근 목록 중 임의의 디바이스에 대해 특정 시간동안 시스템에 저장된 데이터를 가져오는 REST API 호출



3.7 시험 결과



대평균 27 ms

특성 규격	시험 기준	시험 결과	비판/비적합
최대치 제시 규격	500 ms 이하	27 ms	적합

4. 플랫폼 시계열 데이터 처리 부하

4.1 시험 목적

- 디바이스가 데이터를 시스템으로 전송시 시스템에서 해당 메시지를 어느정도 받을 수 있는지를 측정하여 5000건 이상임을 검증한다.

4.2 시험 기준

- 5000건/초 이상

4.3 시험 반복수

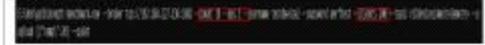
- 10회

4.4 시험 도구

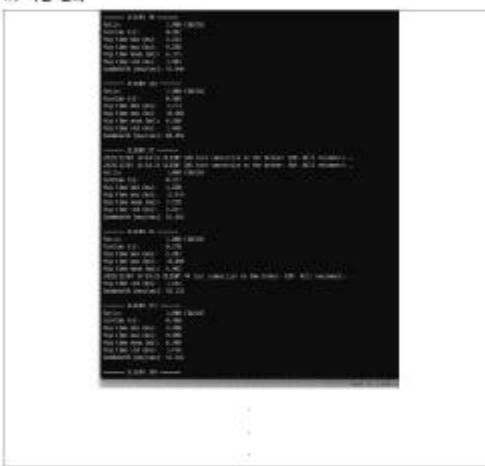


4.5 시험 절차

- 200명 디바이스가 연속적으로 10개의 메시지를 (qosQuality Of Service) : 1로 동시에 전송시 이에 대한 응답 평균건수/초



4.6 시험 결과



<pre> ===== 0.200T 1D ===== Metric: 1.000 (15%) Metric (1): 0.202 Mid Line Min (Sec): 0.202 Mid Line Max (Sec): 1.76 (Sec) Mid Line Mean (Sec): 0.202 Mid Line 1st (Sec): 0.202 Mid Line 2nd (Sec): 12.000  ===== 0.200T 1D ===== Metric: 1.000 (15%) Metric (1): 0.204 Mid Line Min (Sec): 0.204 Mid Line Max (Sec): 1.80 (Sec) Mid Line Mean (Sec): 0.204 Mid Line 1st (Sec): 0.204 Mid Line 2nd (Sec): 12.000  ===== 0.200T 1D ===== Metric: 1.000 (15%) Metric (1): 0.204 Mid Line Min (Sec): 0.204 Mid Line Max (Sec): 1.80 (Sec) Mid Line Mean (Sec): 0.204 Mid Line 1st (Sec): 0.204 Mid Line 2nd (Sec): 12.000  ===== 0.200T 1D ===== Metric: 1.000 (15%) Metric (1): 0.202 Mid Line Min (Sec): 0.202 Mid Line Max (Sec): 1.80 (Sec) Mid Line Mean (Sec): 0.202 Mid Line 1st (Sec): 0.202 Mid Line 2nd (Sec): 12.000  ===== TOTAL (100) ===== Total Metric: 1.000 (100%) Total Metric (Sec): 0.202 Average Metric (Sec): 0.202 Mid Line Min (Sec): 0.202 Mid Line Max (Sec): 1.80 (Sec) Mid Line Mean (Sec): 0.202 Mid Line 1st (Sec): 0.202 Mid Line 2nd (Sec): 12.000 Total Benchmark (Sec): 12.000 Total Benchmark (Sec): 12.000  ===== TOTAL (100) ===== TOTAL Metric: 1.000 (100%) TOTAL Metric (Sec): 0.202 Average Metric (Sec): 0.202 Mid Line Min (Sec): 0.202 Mid Line Max (Sec): 1.80 (Sec) Mid Line Mean (Sec): 0.202 Mid Line 1st (Sec): 0.202 Mid Line 2nd (Sec): 12.000 TOTAL Benchmark (Sec): 12.000 TOTAL Benchmark (Sec): 12.000 </pre>	
<pre> ===== TOTAL (100) ===== TOTAL Metric: 1.000 (100%) TOTAL Metric (Sec): 0.202 Average Metric (Sec): 0.202 Mid Line Min (Sec): 0.202 Mid Line Max (Sec): 1.80 (Sec) Mid Line Mean (Sec): 0.202 Mid Line 1st (Sec): 0.202 Mid Line 2nd (Sec): 12.000 TOTAL Benchmark (Sec): 12.000 TOTAL Benchmark (Sec): 12.000 </pre>	

적용 규격	시험 기준	시험 결과	적합/부적합
의뢰자 제시 규격	5000 칸/초 이상	8322 칸	적합

-끝-

2021 년 농업기반 및 재해대응 기술 개발사업

센서 디바이스 데이터 백업  
시험 결과서

IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양·배수장  
진단관리시스템 개발  
*PDMS(Pumping and Drainage Management System)*

2024. 2



## 1. 시험 환경

### 1.1. 시험 구성도



### 1.2. 소프트웨어 시험 환경 및 상세 내용

시험 제품명	시험 환경 상세내용 (테스트 하드웨어, OS, version 등)
ThingPlus edge	테스트 하드웨어: FTM80 (Future System, FutureCT) OS: Ubuntu 22.04, kernel: 4.19.82-bone11

## 2. ThingPlus Edge 기능 검증

### 2.1. 시험 목적

- IoT 서버와의 네트워크 연결 이상으로 인해 획득한 센서 데이터 전송 불가능시 해당 데이터 임시 저장 기능
- 네트워크 재연결시 저장된 데이터 IoT 서버로 전송 여부

### 2.2. 시험 범위

#### 2.2.1. 정상 상태

센서 데이터스 시분해 데이터를 통해 센서 데이터를 ThingPlus edge 가 설치된 FTM80 장치로 데이터 전달, 전달된 데이터 저장, 해당 데이터들이 IoT 서버상에도 전달 및 저장

#### 2.2.2. 네트워크 이상 상태

IoT 서버의 인터넷 연결 단락 후, 센서 데이터스 시분해 데이터를 통해 센서 데이터를 ThingPlus edge 가 설치된 FTM80 장치로 데이터 전달, IoT 서버는 해당 데이터를 받지 못해서 이전 데이터들만 그대로 저장된 상태

#### 2.2.3. 네트워크 재연결 상태

IoT 서버 인터넷 재연결 후, ThingPlus edge 는 저장된 데이터를 바로 IoT 서버로 전송, IoT 서버는 네트워크 문제로 획득하지 못했던 데이터를 전송 받고 저장

## 3. 정상 상태 시험

### 3.1. 시험 목적

ThingPlus edge 가 설치된 FTM80에서 취득한 센서 데이터가 정상적으로 IoT 서버로 송기후 이어 전송되고 있는지 확인

### 3.2. 시험 방법

모든 대상물의 시험 환경이동 (테스트)가 정상적으로 완료되어있는 상태에서 센서 데이터를 ThingPlus edge로 모으기 전후 후, 해당 센서 데이터가 ThingPlus edge 및 IoT 서버에서 적어 동일하게 저장되어 있음을 확인

### 3.3. 시험 결과

- 1) ThingPlus edge (FTM80 에 설치된 IP 주소 (192.168.88.254)로 접속해서 취득 데이터 취득 시간 확인



<ThingPlus edge 접속 화면>

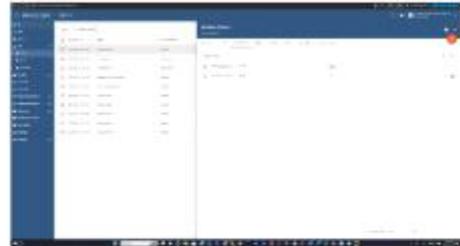


<취득 데이터 리스트 화면 확인>

#### <취득 데이터 및 취득 시간>

취득 데이터	키 = temp, value = 42
취득 시간	2024-02-19 13:39:17

- 2) IoT 서버 (gndslagnos.thingplus.net)에서도 같은 데이터 취득되었고, 취득 시간도 동일함을 확인



<IoT 서버 접속 화면>



<취득 데이터 리스트 화면 확인>

#### <취득 데이터 및 취득 시간>

취득 데이터	키 = temp, value = 42
취득 시간	2024-02-19 13:39:17

#### 4. 네트워크 이상 상태

##### 4.1. 시험 목적

ThingPlus edge의 IoT 서버와의 네트워크 연결이 문제가 있는 상태에서 센서 데이터들은 유실되지 않고 ThingPlus edge에 그대로 저장되어 있는지를 확인하기 위한 목적

##### 4.2. 시험 방법

ThingPlus edge로부터 IoT 서버로의 네트워크 연결을 끊은 상태에서 ThingPlus edge로 센서 데이터들을 전송 후, 1) 해당 데이터가 ThingPlus edge에 그대로 저장되어 있는지 확인하고, 2) IoT 서버에서 해당 데이터들이 취득이 되지 않고 있는 것을 확인한 후, 3) 10분 이상 지난 후에 연결을 복구 한 후, 이전의 복구 전과 센서 데이터들은 ThingPlus edge에 저장되고 있고, 4) IoT 서버에서는 해당 센서 데이터들이 취득되지 못하고 있음을 확인

##### 4.3. 시험 결과

- 1) ThingPlus edge (FTM90) 의 할래의 IP 주소 (192.168.88.254)로 접속해서 원격 데이터와 원격 시간 확인



<ThingPlus edge 접속 화면>

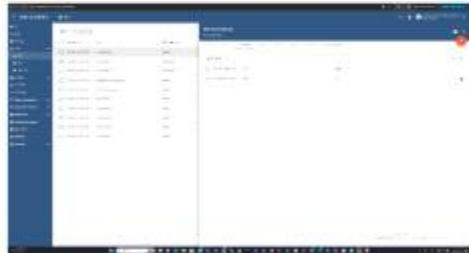


<원격 데이터 리스트 확대 화면>

<원격 데이터 및 원격 시간>

원격 데이터	키: PSD.audio, value: [0.00223,...0.00002]
	키: wall, value: 8042
원격 시간	2024-02-19 14:15:30

- 2) IoT 서버 [prod@prodns.thingplus.net]에 2024-02-19 오후 2:22 (ThingPlus에서 데이터 취득 시점으로부터 5분 지난 후에 접속해서 해당 센서의 데이터가 존재하지 않는 것을 확인



<IoT 서버 접속 화면>



<원격 데이터 리스트 확대 화면>



<접속 시간 (시스템 시간) 확대 화면>

<원격 데이터 및 원격 시간>

원격 데이터	
원격 시간	

- 3) 네트워크 문제가 발생 후, 10시간 이상에 지난 후 ThingPlus edge (FTM90) 의 할래의 IP 주소 (192.168.88.254)로 접속해서 원격 데이터와 원격 시간 확인 (2024-02-26 16:10) 에 접속



<ThingPlus edge 접속 화면>

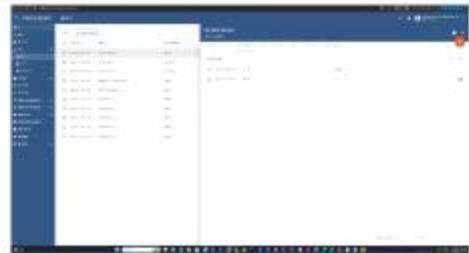


<원격 데이터 리스트 확대 화면>

<원격 데이터 및 원격 시간>

원격 데이터	키: PSD.audio, value: [0.00112,...]
	키: wall, value: 7903
원격 시간	2024-02-26 16:17:30

- 4) IoT 서버 [prod@prodns.thingplus.net]에 2024-02-26 오후 4:25 (ThingPlus에서 데이터 취득 접속해서 해당 센서의 데이터가 존재하지 않는 것을 확인



<IoT 서버 접속 화면>



## 5. 네트워크 재연결 상태

### 5.1. 시정 목적

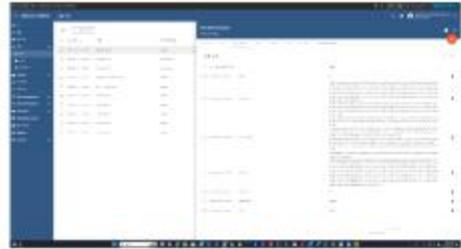
ThingPlus edge과 IoT 서버와의 네트워크 연결이 문제가 되는 상황에서 정상적 연결 상태로 회복된 후, ThingPlus edge에 저장된 센서 데이터들은 무실되지 않고 IoT 서버에 동기화 되어 저장되고 있는지 확인 목적

### 5.2. 시정 방법

ThingPlus edge로부터 IoT 서버로의 네트워크 재연결 후, ThingPlus edge에 저장된 센서 데이터가 IoT 서버에서도 디테 보여지는 것을 확인

### 5.3. 시정 결과

- ① 네트워크 재연결 이후 시정 (2024-02-26 16:25)에 IoT 서버에 접속해서 ThingPlus edge (FTMD) 에 탑재해한 존재하던 센서 데이터들이 전송되어 보여지는 것을 확인



## 6. 시험 결과

네트워크 disconnect 시간	2024-02-19 14:17 ~ 2024-02-26 16:25 (7일 2시간 8분)
네트워크 reconnect 시간	2024-02-26 16:25

복표시간(106시간)이 지난 후 통신 연결 시 누락된 데이터 전송을 통한 복구 확인

## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농업용수 및 기반시설 관리 효율화 기술 연구개발사업 IoT 센서를 활용한 빅데이터 기반 양·배수장 진단관리시스템 개발 연구개발과제 최종보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 농업용수 및 기반시설 관리 효율화 기술 연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.