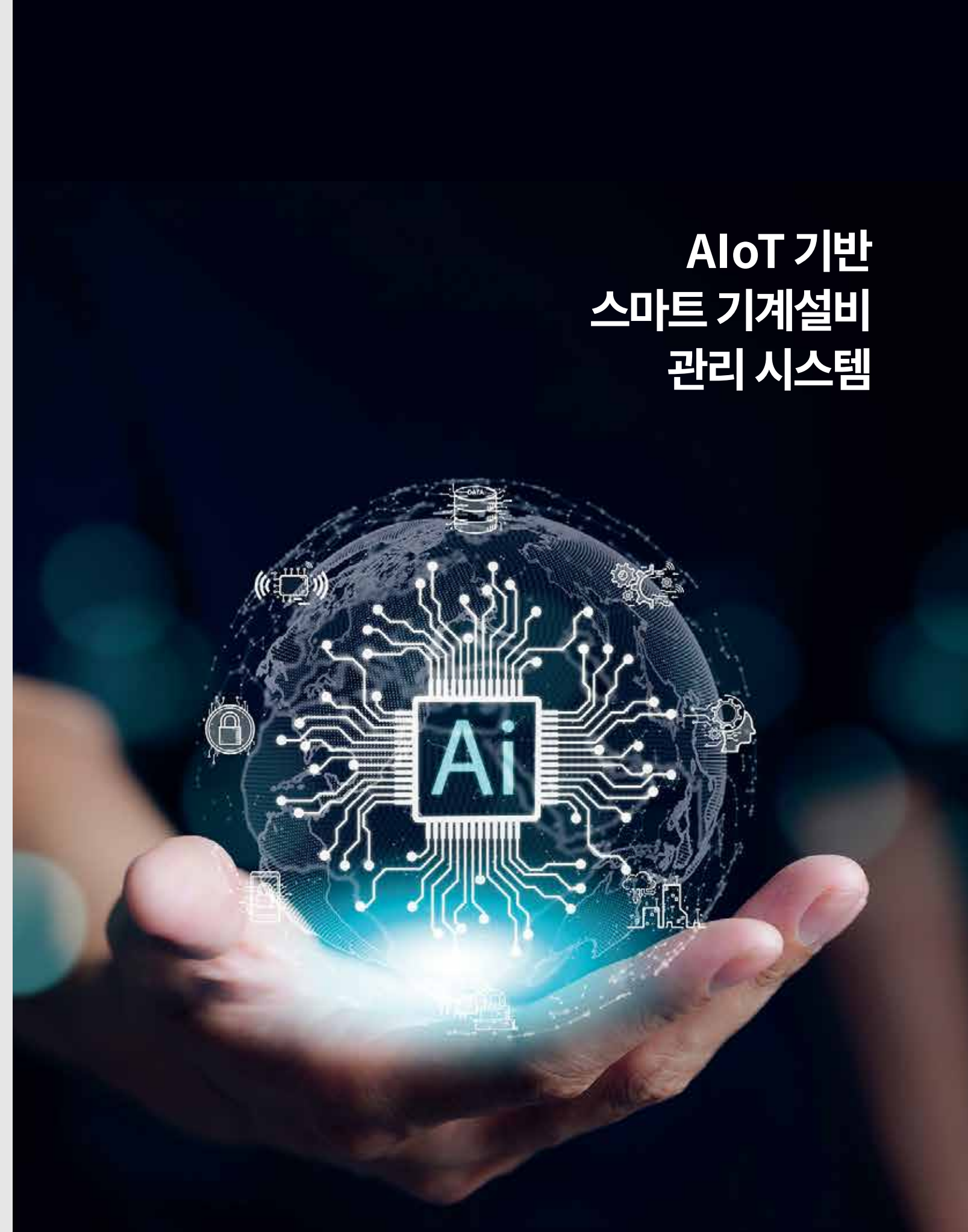


AIoT 기반 스마트 기계설비 관리 시스템





contents

1. 추진배경	02
1.1 정부정책과제 - 기계설비 발전 기본계획 (국토부 2020.12)	
1.2 기계설비 발전 기본계획 3대 추진 전략	
2. AIoT 기반 기계설비 스마트 관리 시스템 소개	05
2.1 AIoT 공조설비 예지보전	
2.2 기계설비 스마트 유지관리	
3. AIoT 공조설비 예지보전	07
3.1 시스템 주요 구성 설비	
3.2 시스템 진단기술	
3.2.1 설비 진단(Diagnostics) 소프트웨어 (Gateway 탑재 S/W)	
3.2.2 수명예측(Prognostics) 소프트웨어 (서버 탑재 S/W)	
3.3 시스템 운영	
3.4 시스템 모니터링	
3.5 시스템 진단사례	
4. 기계설비 스마트 유지관리 시스템	12
4.1 스마트 유지관리 순서도	
4.2 스마트 유지관리 운영	
4.3 운영효과	
4.3.1 빅데이터 기반 주요부품 평균수명 예측을 통한 선제적 부품관리 및 스마트 유지관리	
4.3.2 기계설비법 기반 관리체계 구축을 통한 체계적 시설물 관리	
4.3.3 QR코드 활용 원격관리(모바일)를 통한 업무효율 증대	
5. AIoT기반 기계설비 스마트 관리 시스템 도입효과	17
5.1 안정적 시설물 운영을 통한 최적의 성능확보	
5.2 원격점검을 통한 유해한 작업환경 직접노출 경감	
6. 개발특허 및 학술논문	19
6.1 특허	
6.2 논문	
7. 주요성과 및 언론보도	21
7.1 24년 철도10대 기술상 수상	
7.2 언론보도	



01 추진배경

기계설비 산업발전 기본계획

1.1 정부정책과제 - 기계설비 발전 기본계획 (국토부 2020.12)

국토교통부에서 기계설비의 기준 체계를 구축하고, 기계설비산업의 발전 기반을 조성하기 위한 기계설비법 이 제정('18.4)·시행('20.4).

기계설비법 제5조(기계설비 발전 기본계획의 수립)
국토교통부장관은 기계설비산업의 육성과 기계설비의 효율적인 유지관리 및 성능확보를 위하여 기계설비 발전기본계획을 5년마다 수립·시행하여야 한다.

기본 계획	주요 내용
제1차 기본계획 (2021-2025) <기반구축 및 제도 정착>	○산업 발전 지원을 위한 제도 기반 구축 ○신기술 개발을 위한 R&D 지원 기반 마련 ○기계설비 전문인력
제2차 기본계획 (2026-2030) <저변 확대 및 고도화>	○유지관리 적용 대상 확대로 각종 사고 예방 ○차세대 기계설비 기술개발 및 실증사업 지원 ○벤처기업 창업 및 해외진출 지원 확대

3대 전략	중점과제
1. 제도적 지원 기반 구축	1-1 기계설비산업 지속성장 환경 구축
	1-2 기계설비산업 기반 조성
	1-3 기계설비 안전 및 유지관리 제도 개선
2. 기술혁신 기반 경쟁력 강화	2-1 기계설비 혁신기술 개발
	2-2 기계설비산업발의 생산성 및 품질 향상
	2-3 연구개발 및 보급 활성화
3. 시장개척 및 일자리 창출	3-1 전문인력 양성 및 관리체계 구축
	3-2 해외시장 개척 및 창업 지원

전략 1 제도적 지원 기반 구축	전략 2 기술혁신 기반 경쟁력 강화
안전 및 유지관리 효율성 강화 * (유지관리 통합전산망) 기계설비 정보시스템 내에 개별 건축물의 점검이력 및 점검 결과가 수집·연동되는 유지관리 통합전산망 구축 □ 스마트폰으로 점검주기 확인, 점검 결과 입력, 과거이력 검토 등 유지관리 업무를 편리하게 수행할 수 있는 전용 APP 개발 □ 수집된 일상·정밀점검 결과에 대한 빅데이터 분석을 통해 유지관리기준 개정, 성능점검 업무절차 개선 등에 활용	ICT활용 스마트 기계설비 개발 * (플랫폼 구축) 정보시스템과 연계하여, 설비의 운전·보수·정비·점검 결과 및 에너지 사용량 등 각종 정보가 수집·관리 되는 플랫폼 구축 □ 고도화된 국내 ICT·모바일 인프라, 신기술에 대한 높은 수용성 등을 활용하여 스마트 기계설비 기술에 대한 테스트베드 구축 ~ (스마트 기술 사례) 에너지 소비패턴 분석·예측을 통한 실시간 운전제어로 에너지 절감, 장비이력 분석을 통한 보수·점검 등 선제적 유지관리 수행 * (기계설비 IoT) 냉·난방, 환기설비 등 건축물 기계설비에 센서를 부착하여 네트워크로 연결하는 IoT 기술 도입·확산 □ 열·소음·진동 등 설비 상태를 실시간으로 확인하고, 축적된 자료를 활용한 고장 예측 프로그램을 개발하여 유지관리비용 절감



02

AIoT 기계설비 스마트관리 시스템

2.1 AIoT 공조설비 예지보전

AIoT 예지보전의 필요성

정밀 진단: 상태진단 알고리즘을 통한 기계설비 정밀진단
고장 예측: 고장 예측을 통한 선제적 조치로 중대 고장 예방
업무 효율 증대: 원격점검을 통한 유지관리 시간절감

AIoT 예지보전의 특징

설비의 상태 및 이상변화 실시간 감지
AI분석을 통해 고장발생 사전예측
딥러닝을 통한 공조설비 잔여수명 예측

AIoT 예지보전을 통한 안전한 작업환경 구축

현대 산업 현장에서 안전은 모든것을 우선하는 핵심가치
AIoT 예지보전 기술을 통한 비접촉 원격점검으로 안전한 산업환경 구축

2.2 기계설비 스마트 유지관리

빅데이터 기반의 스마트 통계분석

빅데이터 통계분석

유지관리 이력 빅데이터 통계분석을 통한 기계설비 최적관리

스마트 유지관리

모바일 활용 기계설비 현황 및 이력 통합관리
기계설비 주요부품 평균교체주기 산정 (유지보수 이력 빅데이터 분석)
기술자료(도면 및 응급조치 매뉴얼 등) 원격관리를 통한 업무효율 증대



기계설비 유지관리 시스템

시스템 적용대상

기계설비(기계설비법 기준)

열원 및 냉난방설비
공기조화설비
환기설비
위생기구설비
급수·급탕설비
오·배수 통기 및 우수배수설비

오수정화 및 물재이용설비
배관설비
덕트설비
보온설비
자동제어설비
방음·방진·내진설비

기계설비법 외 운영설비

승강설비
승강장안전문설비
소방설비



유지보수 이력 원격관리

원격으로 데이터 입력



빅데이터

빅데이터를 이용해 평균 수명 예측



주요부품 교체주기 예측

유지보수 이력 원격 관리

유지보수 이력 모니터링



유지보수 이력 통계분석

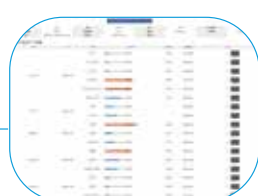


주요부품 교체 주기 예측

설비별 주요부품 관리



부품별 교체 주기 예측



AIoT기술과 스마트 유지관리의 결합

혁신적인 AIoT 기술과 스마트 관리 시스템의 결합은

설비 운영의 패러다임을 바꾸고 있습니다.

미래 지향적인 기술로 고객의 비즈니스 가치를 높여드립니다.

03 AIoT 공조설비 예지보전

시스템 구성도

전체 계통도 및 설비위치

공조실

WIFI 통신(무선)
BLE 통신(무선)
LTE 통신(무선)
광통신(유선)
LAN통신(유선)

1 Happygo-IoT 진동센서

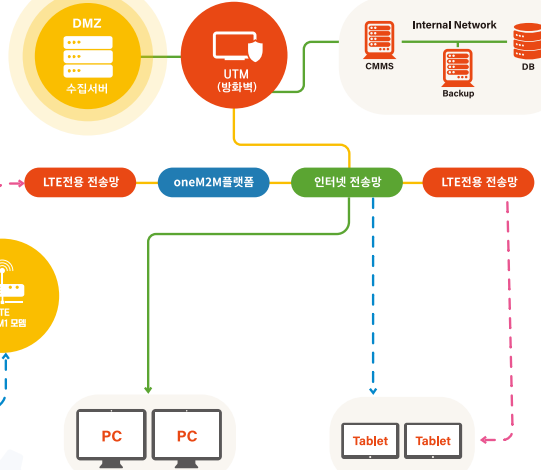
- WiFi / BLE RF 통신
- 최대 1KHz 주파수 지원
- 상태 표시 LED
- 배터리 충전 지원
- 저전력 설계
- 78.1mm(L) X 42.2mm(W) X 33.5mm(H)

2 Happygo-IoT 소음센서

- WiFi / BLE RF 통신
- 20Hz ~ 20KHz 주파수 지원
- LPF 지원
- 상태 표시 LED
- 배터리 충전 지원
- 저전력 설계
- 78.1mm(L) X 42.2mm(W) X 33.5mm(H)

3 Happygo-Dr IoT 게이트웨이

- WiFi / BLE / 이더넷 통신
- 20Hz ~ 20KHz 주파수 지원 -37dB 민감도
- 실시간 데이터 측정
- 주기적 데이터 측정
- 운행 정보 로그 지원
- 센서 데이터 측정 및 수집
- 이상소음감지 : 초기 이상징후 검출
- 설비상태진단 : ISO 기준으로 상태 진단
- 설비결함진단 : 42가지 결함 분석
- 체인 / 벨트진단 : 인장여부 판단
- 216mm(L) X 132mm(W) X 38.5mm(H)



CMMS UI

Dashboard UI

3.1 시스템 주요 구성 설비

IoT 진단기기

IoT 진동센서

1



상태진단 게이트웨이 (Edge Computer)

3



IoT 소음센서

2



통신용 LTE용 모듈

4

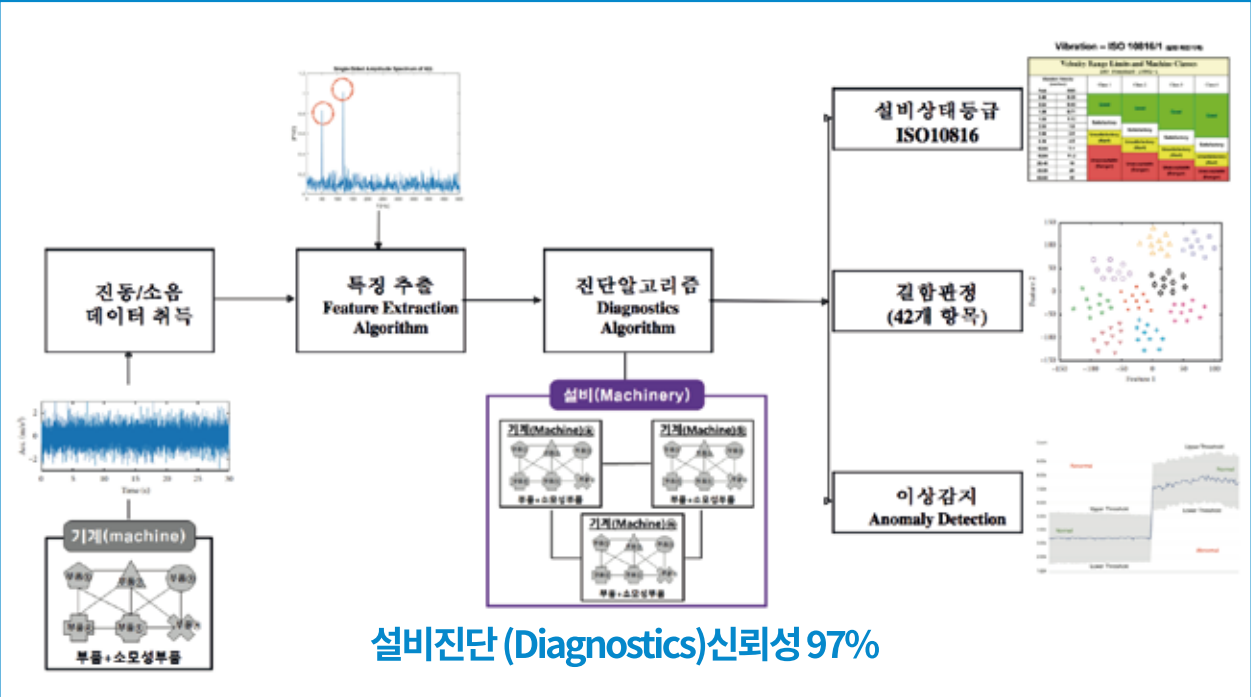


현장 설치



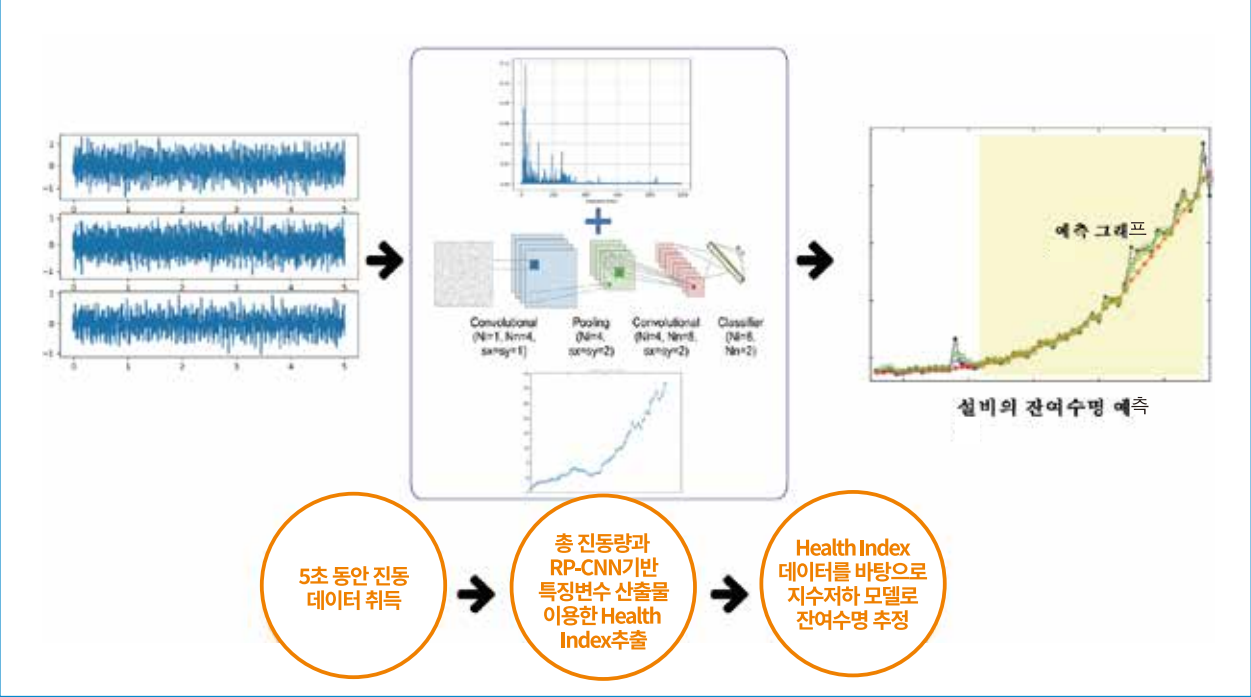
3.2. 시스템 진단기술

3.2.1. 설비 진단(Diagnostics) 소프트웨어 (Gateway 탑재 S/W)



IoT 소음센서를 이용한 고장예측진단시스템 (한국산업기술시험원) 인증서 번호 19-078148-01-1
회전기계설비 상태진단 S/W (한국산업기술시험원) 인증서 번호 21-011224-01-1

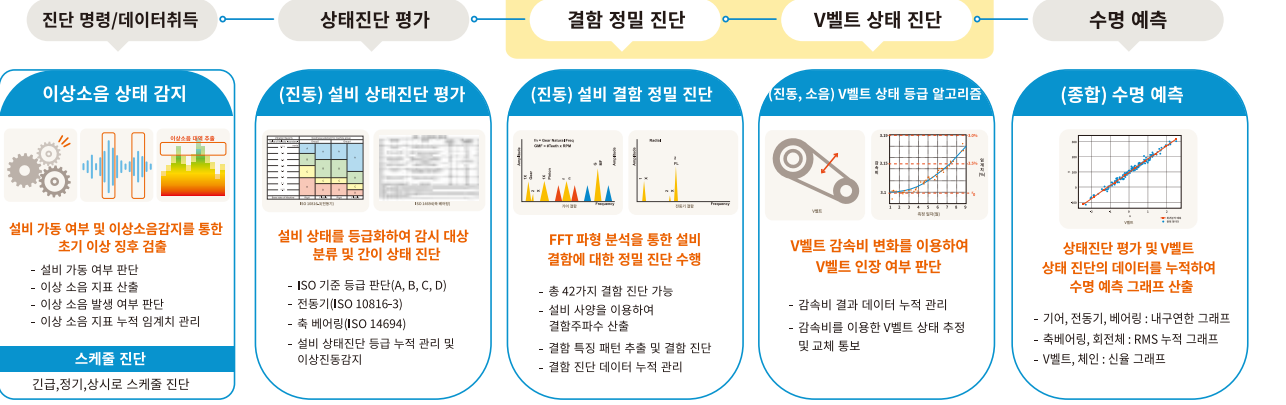
3.2.2.수명예측(Prognostics) 소프트웨어 (서버 탑재 S/W)



3.3. 시스템 운영

진단 알고리즘 순서도

설비 현장데이터를 활용하여 데이터 분석 및 누적관리를 통해 이상소음 감지, 상태진단평가, 결함 정밀진단, V벨트 상태 진단, 수명 예측 수행



3.4. 시스템 모니터링

대시보드

진단대상설비, 점검필요설비, 경보유예설비, 점검내역추적관리와 같이 현재설비 상태 모니터링

진단대상설비

IoT 센서가 설치된 설비조회 및 설비별 상태 및 고장예측 진단

점검필요설비

설비별 경보 발생 상태 및 IoT 경보 상세 내역 조회

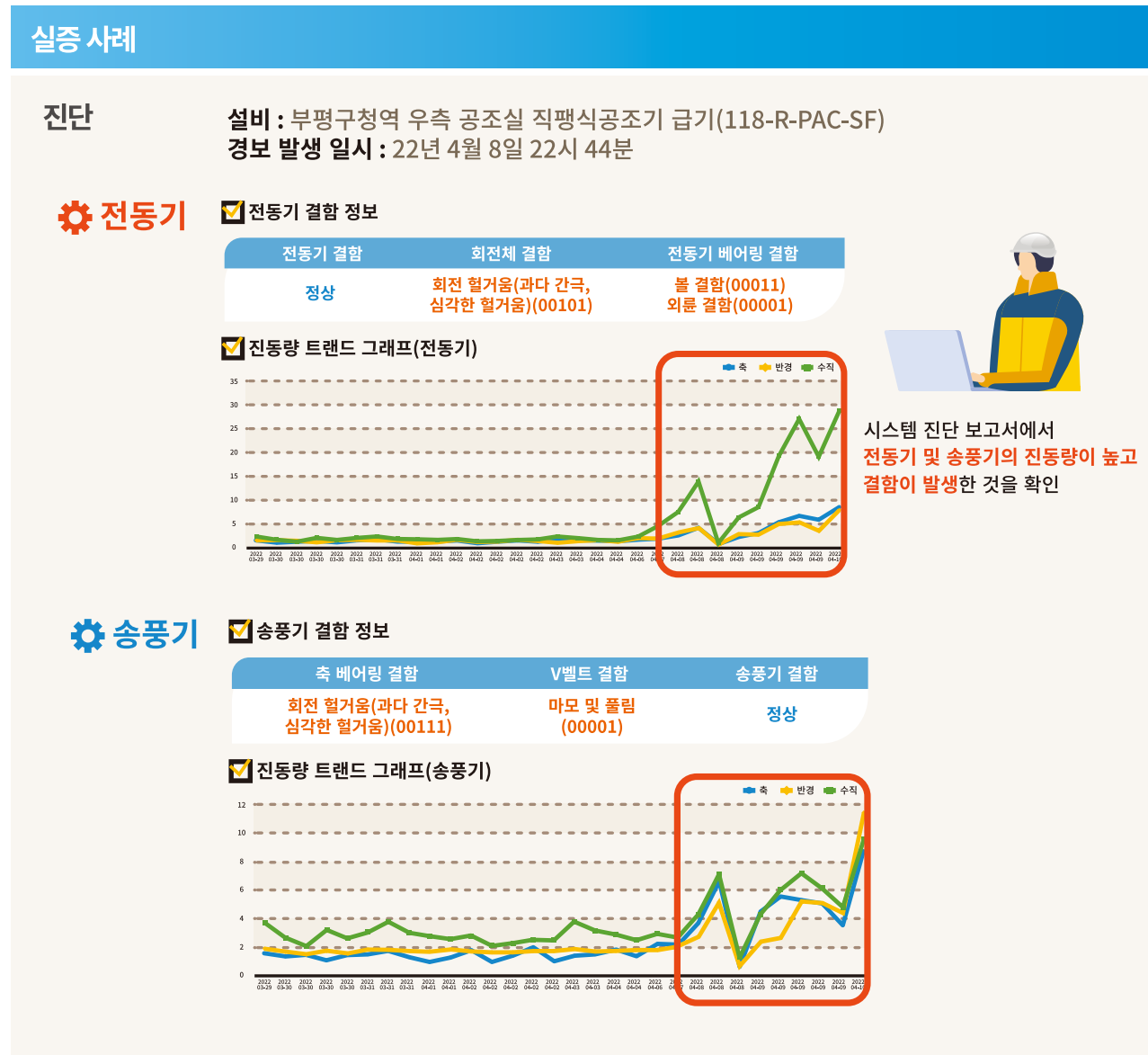
경보유예설비

경보유예 설정 설비 상세 조회

점검내역추적관리

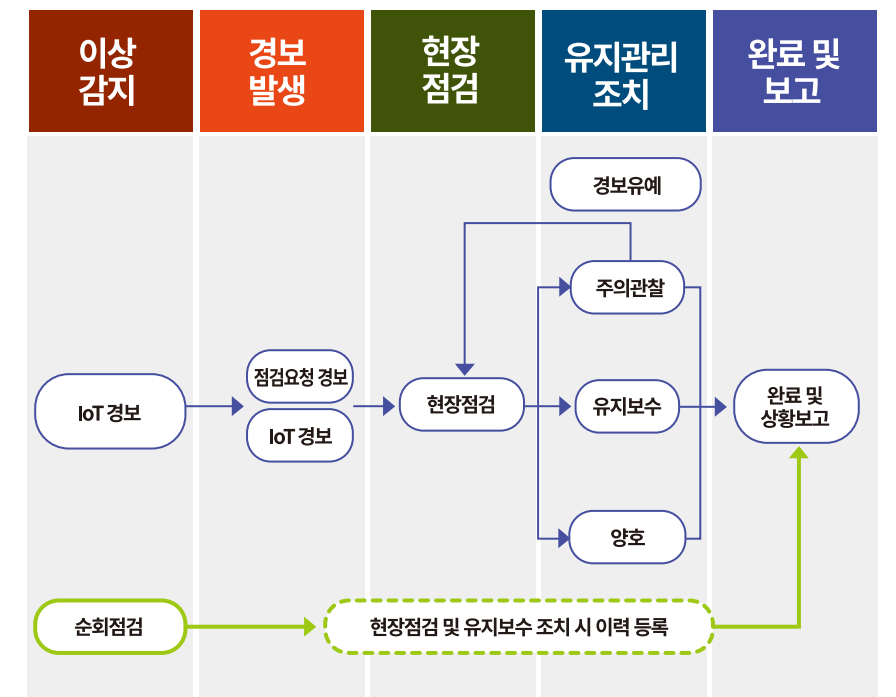
IoT 경보 상세 내역 조회

3.5. 시스템 진단사례



04 기계설비 스마트 유지관리

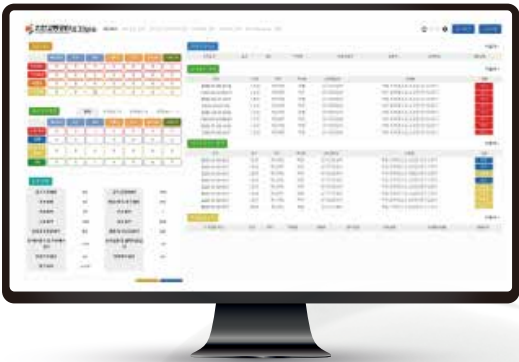
4.1 스마트 유지관리 순서도



주요 유지관리 대상 선정	유지보수 사전 정보확인	자재 수급 계획 수립
-주요부품 평균수명 경과 조회 -유지보수 이력 조회 -사규에 따른 일상점검	-유지보수 이력 조회 -유지보수 매뉴얼, 도면 등 기술자료 자료 -유지보수, 장애조치 동영상 조회 -기술참조 동영상 조회	-유지보수 통계 조회 -부품별 예상수명 조회 -유지보수 조치사항 입력 -주요사항 (기술자료) 등재

4.2 스마트 유지관리 운영

기계설비법 기반 시설물 관리체계 구축 및 현황관리로 업무효율 증대



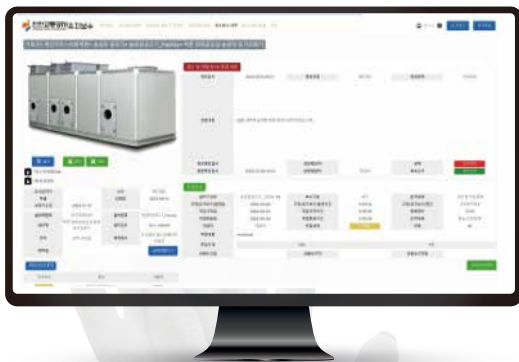
유지보수 대시보드

점검 대상, 유지보수내역, 주의관찰설비와 같이
현재 설비의 유지보수 현황 모니터링



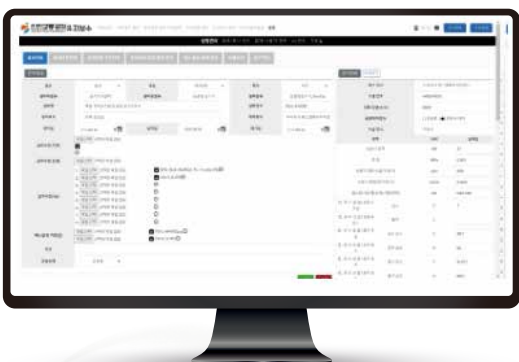
유지관리 설비

관리하는 설비의 전체 목록 및 설비 정보, 유지보수 스케줄 등
상세 조회, 설비의 상태 진단 보고서 조회



유지보수 내역

담당자가 작업한 유지보수 내역 관리



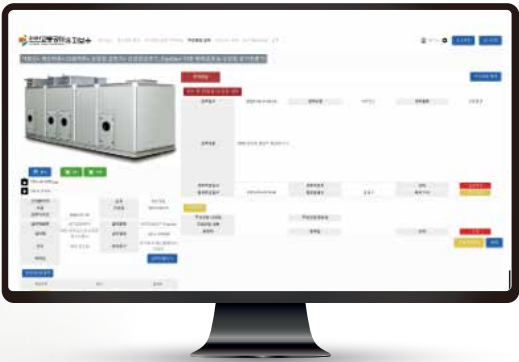
설정

설비 사양 정보, IoT 장치 관리 및 시스템 운영 정보 관리



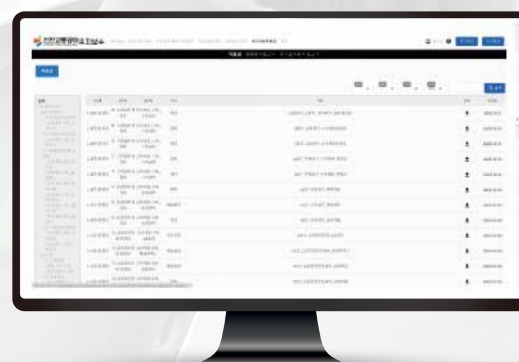
현장점검내역

고장신고 등 경보 발생 설비 상세 조회



주의관찰 설비

경보 또는 점검 일정에 의한 현장 점검 완료 후
지속적인 주의관찰이 필요한 설비등록 관리



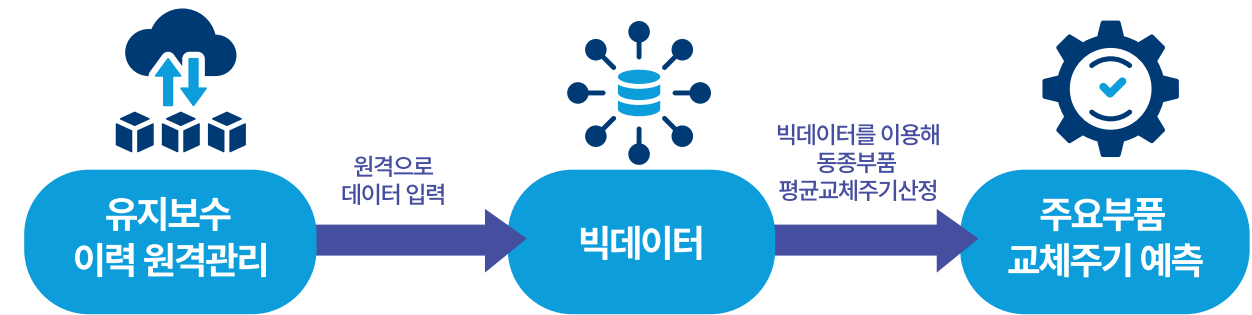
보고서&자료실

메뉴얼, 유지보수 동영상과 같은
관리 데이터 자료 조회 및 유지보수 통계 보고서 조회



4.3 운영효과

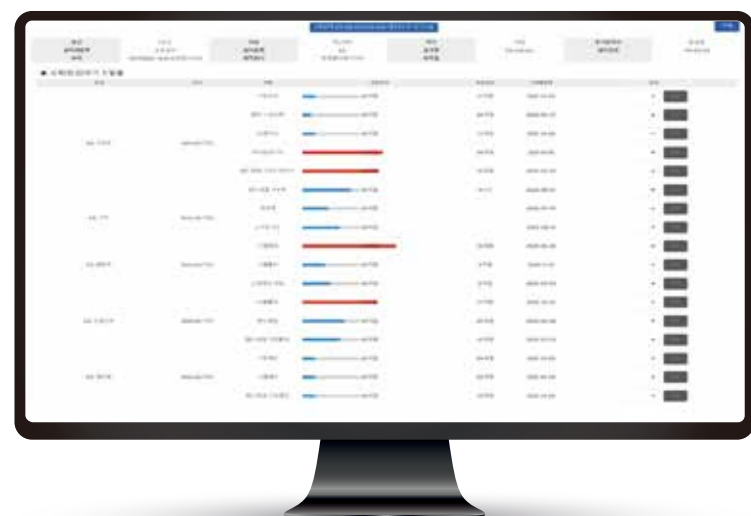
4.3.1 빅데이터 기반 주요부품 평균 교체주기 예측을 통한 선제적 부품관리 및 스마트 유지관리



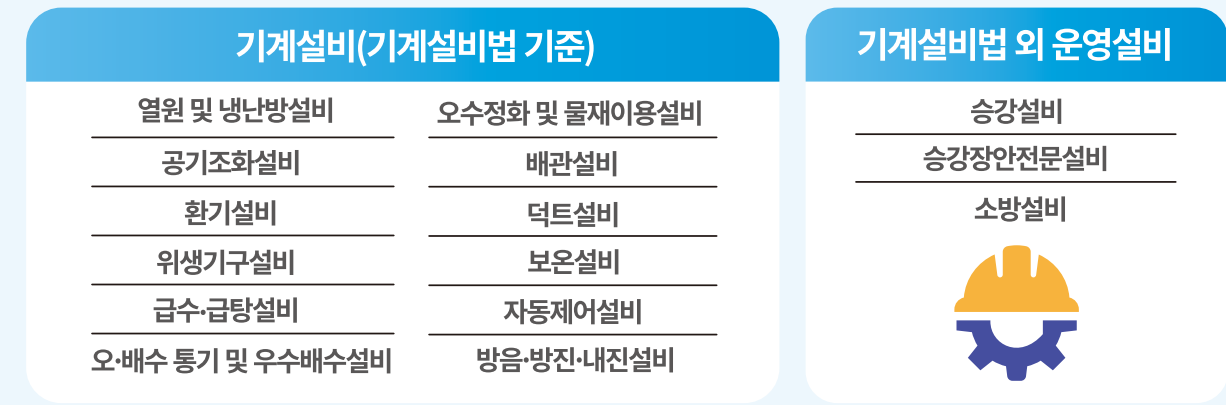
주요 부품 관리



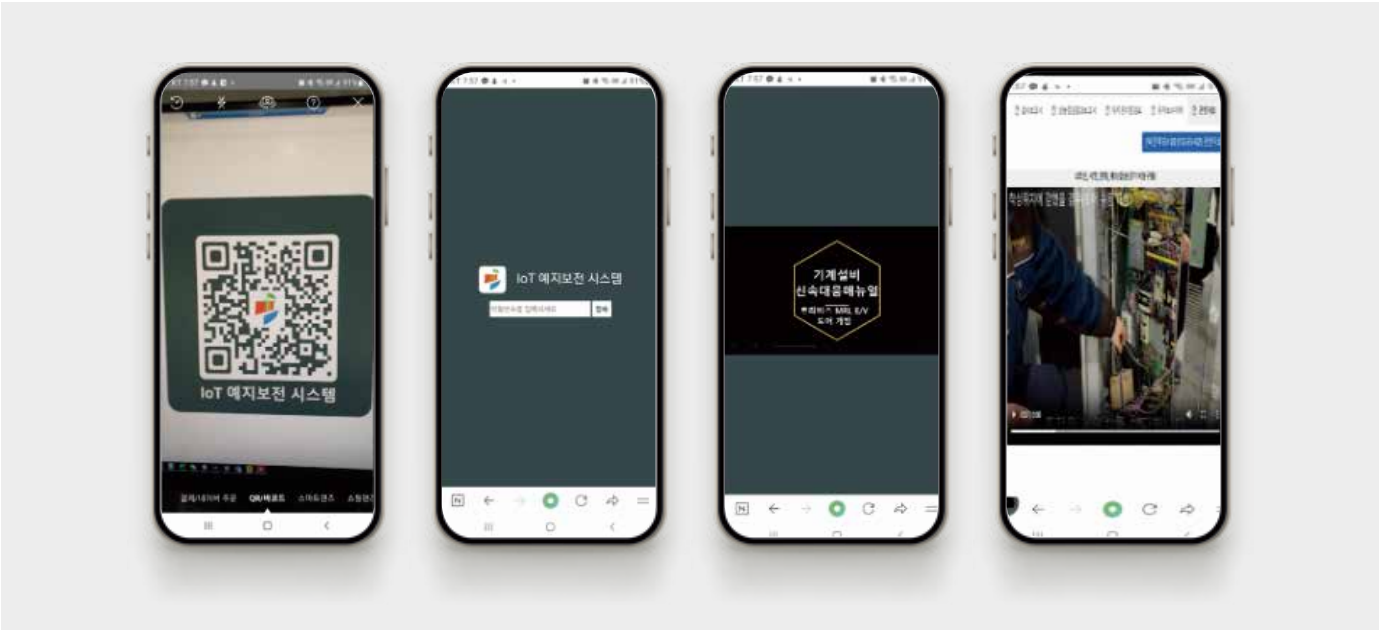
부품별 교체 주기



4.3.2 기계설비법 기반 관리체계 구축을 통한 체계적 시설물 관리



4.3.3 QR코드 활용 원격관리(모바일)를 통한 업무효율 증대



05

AIoT 기계설비 스마트관리시스템 도입효과

기계설비, 그 심장을 살펴보세요.
AIoT가 그것을 가능하게 합니다.

5.1 안정적 시설물 운영을 통한 최적의 성능확보

장기적 안정성 및 신뢰성 확보

원격 점검 시스템을 통한 시설물의 안정적 운영 및 신뢰성 보장.
정기적 모니터링 및 적시 유지보수를 통한 장기적 안정성 강화

고장률 감소 및 선제적 유지보수

실시간 모니터링 및 데이터 분석을 통한 잠재적 문제 조기감지 및 선제적 조치.
예방적 유지보수 접근법을 통한 고장률 감소, 긴급 수리 비용 및 작업 중단 최소화.

기계설비 수명 연장

지속적인 모니터링 및 적절한 유지보수로 기계설비 수명 연장.
장비 조기마모 및 고장방지로 장기적 시설물 가치 유지.

5.2 원격 점검을 통한 유해한 작업환경 직접 노출 경감

위험한 환경 노출 감소

원격 점검을 통한 위험한 화학물질 및 유해한 작업 환경 직접 노출 경감.

사고 및 부상 위험 감소

비대면 점검을 통한 사고 및 부상 위험 감소.

긴급 상황 대응 개선

원격 감시를 통한 문제발생 즉각 조치로 긴급 대응 가능.

인적 오류 감소

센서 기반의 원격 모니터링 시스템을 통한 정확한 데이터 제공으로 주관적 판단에 따른 인적 오류 감소.

06

특허 및 학술논문

특허

1. 등록번호:10-2651571 (2024.03.21)
발명의 명칭: 전동기 운전효율 산출 장치 및 방법



2. 등록번호:10-2651572 (2024.03.21)
발명의 명칭: 전동기의 잔존수명 예측 장치 및 방법



논문

- 1. 딥러닝 기반의 회전기계설비 건전성 예측 및 관리 시스템** (한국소음진동공학회 2022년 춘계)
음향신호를 이용하여 회전기계설비의 전동기·기어, 베어링, 회전축, 체인, v벨트 등 주요 부품의 결함유형을 분류하는 인공지능 모델 개발 및 적용
- 2. 기계학습을 이용한 음향기반 공조설비 결함 분류에 관한 연구** (한국소음진동공학회 2022년 추계)
실험실의 통제된 환경이 아닌 실제 현장 적용 환경을 고려하여 가동/비가동 분류, 설비 사양 정규화, 결함 유형 분류의 기계학습 모델을 개발 및 적용
- 3. 딥러닝 기반 기계설비 회전속도 추정에 관한 연구** (한국소음진동공학회 2022년 추계)
회전속도를 측정을 위한 회전계의 설치 공간이 제한적인 문제와 진동데이터를 이용하여 회전속도를 추정하는 통계적 방법의 경우 회전속도가 존재할 수 있는 범위를 제한해야만 하는 문제점을 개선하기 위해 STFT이미지를 이용한 CNN 기반 딥러닝 회귀 모델의 회전속도 추정 알고리즘을 개발
- 4. 딥러닝 기반의 회전기계 속도 추정 시스템** (한국융합기술연구학회 2023년 6월호)
설비의 회전속도를 측정 또는 추정하는 기존의 방법들의 문제점을 개선하고 엣지디바이스를 이용하여 가변하는 설비 회전속도를 추정할 수 있는 시스템을 개발 및 현장 적용
- 5. 도시철도구간 공조설비예지보전시스템 적용에 관한 연구** (한국철도학회 2024년 추계)

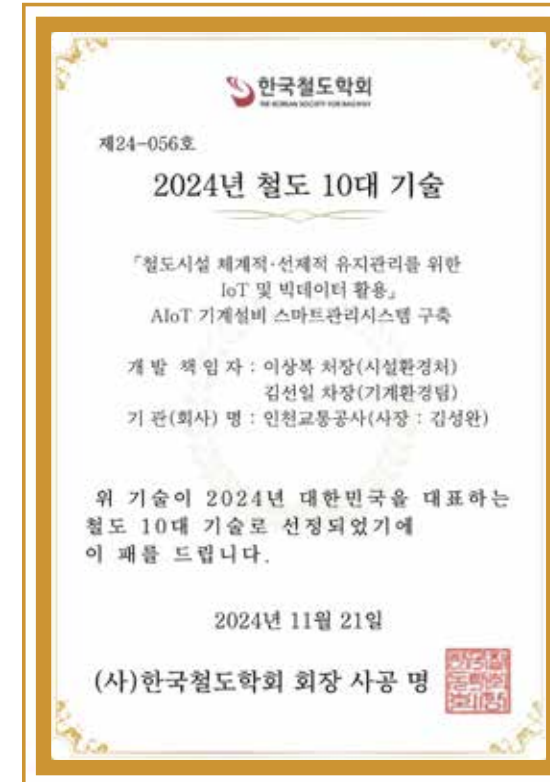


07

주요성과 및 언론보도

주요성과 (24년 철도 10대 기술상 수상)

수상실적 2024년 철도 10대 기술 (한국철도학회)



방송(BTV) 및 언론보도



주요신문사

인천교통공사, 동종기관 최초 IoT 기반 공조설비 예지보전 시스템 구축



4차산업 지속 발전 기반마련

인천교통공사, '관·산·학' 연계 실무형 4차산업 MOU 체결



날짜	언론사	기사내용
2020.12.23	철도경제신문	인천교통공사, 공조설비 예지보전 시스템 도입
2021.12.07	아주경제	인천교통공사, 최첨단 공조 예지보전 시스템 구축
2021.12.08	보안뉴스	인천교통공사, 동종 기관 최초 IoT 기반 공조설비 예지보전 시스템 구축
2024.01.05	기계설비신문	인천교통공사, 지하철역사에 공조설비 예지보전 시스템 구축
2024.01.07	경기신문	인천교통공사, IoT기반 공조설비 예지보전 시스템 구축...철도운영기관 최초
2024.01.07	중부일보	인천교통공사, '철도운영기관 최초' IoT 기반 공조설비 예지보전 시스템 구축
2024.04.01	디스커버리뉴스	인천교통공사, IoT 공조설비 시스템 운용 기술 관련 특허 2건 등록
2024.04.02	보안뉴스	인천교통공사, 기계설비 스마트관리 기술 특허로 도시철도 4차 산업 견인한다.
2024.06.20	인천일보	인천교통공사, 4차 산업 미래 기술 교육업무 협약
2024.11.22	인천뉴스	인천교통공사, 2024철도 10대 기술상 2년 연속 수상
2024.11.25	철도경제신문	도시철도협회, 송년 세미나 개최... '스마트 철도기술 논의'
2024.12.09	전기신문	'스마트 기술로 철도 디지털 전환'...미래 도시철도 첨단기술 논의
2024.12.18	인천뉴스	인천교통공사, 제4회 연구개발 성과보고회 개최
2024.12.18	일간경기	인천교통공사, 연구개발 성과보고회 개최
2024.12.18	철도경제신문	인천교통공사, 제4회 연구개발 성과보고회... '현장중심형 R&D 강화'

08

스마트 기계설비 관리 시스템 확대구축

그간 추진 사례

IoT 실시간 소방시설관리시스템(인천소방본부 연계)구축 및 운영

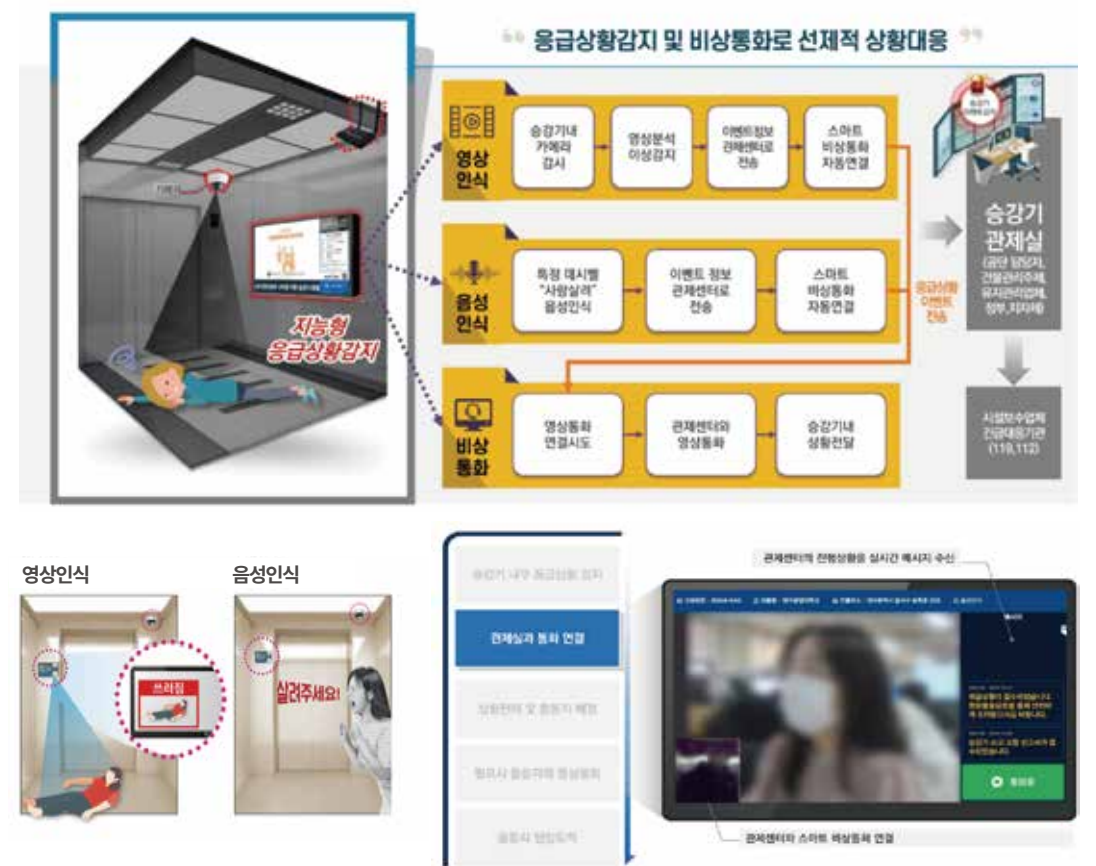
출처: 인천소방본부



역사 화재 경보 시 관계자 실시간 문자전송/원격 통계분석을 통한 소방시설 체계적 관리

승강기 스마트관제 플랫폼 (한국승강기안전공단 연계)구축 및 운영

출처: 한국승강기안전공단



폭행, 쓰러짐 등 응급상황 감지 및 자동 상황전파/승강기 실시간 모니터링 및 영상기반 비상통화

확대 구축 추진

스마트 예지보전 시스템 기계설비 확대적용

출처: 국토교통부



인천교통공사 3자 업무협약...에스컬레이터 안전 AI로 진단

- 인천교통공사-한국승강기안전공단-케이씨미래기술 기술 실증 체계 마련
- 스마트 기술로 시민 안전 한층 강화... 교통안전시설 4차산업 패러다임 전환



인천교통공사는 한국승강기안전공단, 케이씨미래기술(주)와 함께 'AI기반 에스컬레이터 유지관리 플랫폼 개발'을 위한 업무협약을 체결했다고 1일 밝혔다.

이번 협약은 인공지능(AI)을 활용하여 에스컬레이터의 상태진단·예지보전·안전관리를 수행하는 통합 플랫폼을 공동으로 개발하기 위해 추진됐다.

협약에 따라 세 기관은 ▲AI기반 에스컬레이터 유지관리 기술 공동개발 및 현장 테스트베드 운영 ▲플랫폼 실증을 통한 정책 제언 및 학술 전략 수립 ▲국가연구개발(R&D) 참여 등 다양한 분야에서 상호 협력한다.

인천교통공사는 현장 테스트베드 제공과 시제품을 운영체계에 마련하고, 한국승강기안전공단은 안전기준 검토와 기술 자문, 케이씨미래기술(주)는 AI플랫폼 개발 및 기술향을 맡는다.

각 기관은 전문성을 바탕으로 에스컬레이터 스마트 유지관리 플랫폼 고도화와 상용화를 함께 추진할 계획이다.

공사 최정규 사장은 "이번 업무협약을 통해 에스컬레이터 안전관리의 4차산업 패러다임을 한 단계 발전시키길 기대한다"며, "앞으로도 지속적인 협력을 통해 교통 중심의 스마트 안전 교통 환경을 조성하겠다"고 말했다.