

운영 및 유지보수 Innovation, AI

2024년 (사)한국철도차량기술사회 워크숍

#TCMS, #Wireless Sensor, #Vision, #GEN AI, #Comfort

INDEX



01 철도차량 운영 및 유지보수 혁신

02 실시간 모니터링 진단 솔루션

03 무선진동센서 & DL

04 CCTV & DL

05 생성형 AI & RAG

06 열차흔잡도 & Comfort

07 Schaeffler & LUNA ESG

Appendix

A, B, C

01 운영 및 유지보수 혁신

▶ AI를 활용한 철도차량 운영/유지보수 핵심 영역

01 외관(육안) 검사

- Challenge : 잠재적 손상과 발생하기 쉬운 고장에 대한 육안검사
- Solution : 이상감지를 위한 카메라(컴퓨터 비전) 기반의 열차 검사

02 상태기반유지보수

- Challenge : 점점 증가하는 (센서) 빅데이터 처리 한계 도달
- Solution : 자동화된 빅데이터 처리 및 사용자 중심의 진단 수행

03 열차수용량

- Challenge : 복잡한 열차 운영 계획, 수학적 접근 방식의 한계 도달
- Solution : AI 기반 열차 사용량을 고려한 최적화된 열차 운영량 수립

04 열차운영계획

- Challenge : 정보 증가와 함께 짧은 시간 내 열차 운영 계획 수립 한계 도달
- Solution : AI 기반 실시간 데이터를 활용한 열차 운영 계획 최적화

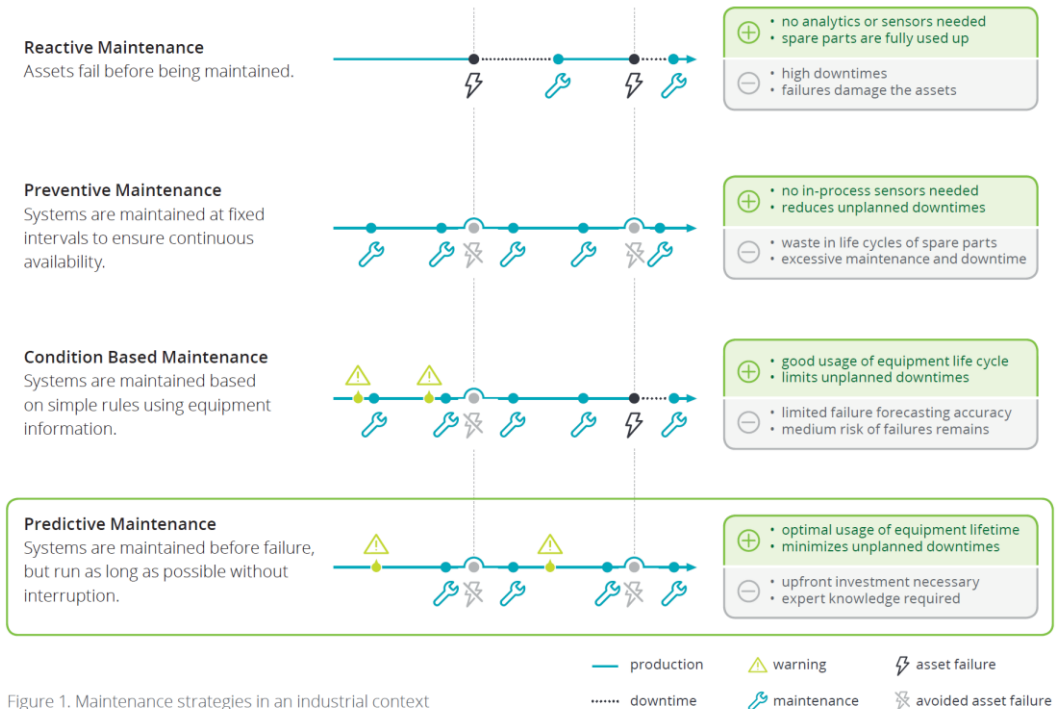


Figure 1. Maintenance strategies in an industrial context

출처 : Deloitte_PredictiveMaintenance Taking pro-active measures based on advanced data analytics to predict and avoid machine failure

02 실시간 모니터링 진단 솔루션

▶ 시스템 운용 단계

01 STEP 1: 데이터 수집(Data Gathering)

- TCMS 데이터 수집 및 관리
- CBM 대상장치 선정 및 모니터링 항목 확정

02 STEP 2: 조건 설정(Determine Condition)

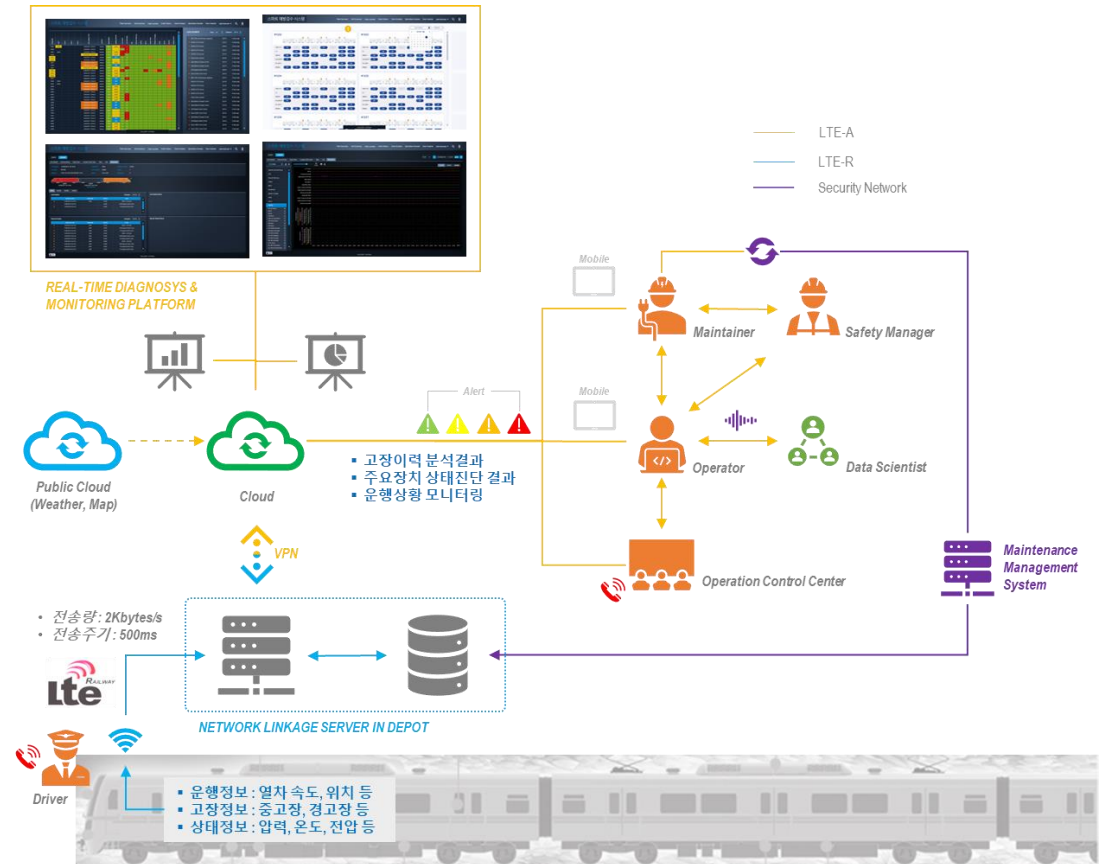
- 데이터 전처리 및 변환 / 데이터 분류 및 식별
- 데이터 특징 분석 / 상태(고장) 진단 조건(알람 기준) 설정

03 STEP 3: 진단·예지 (Diagnosis·Prognosis)

- CBM 대상장치 상태 진단 (룰 기반 알고리즘)
- 운영/정비 노하우를 반영한 사전 고장 징후 진단 (룰 기반 알고리즘)

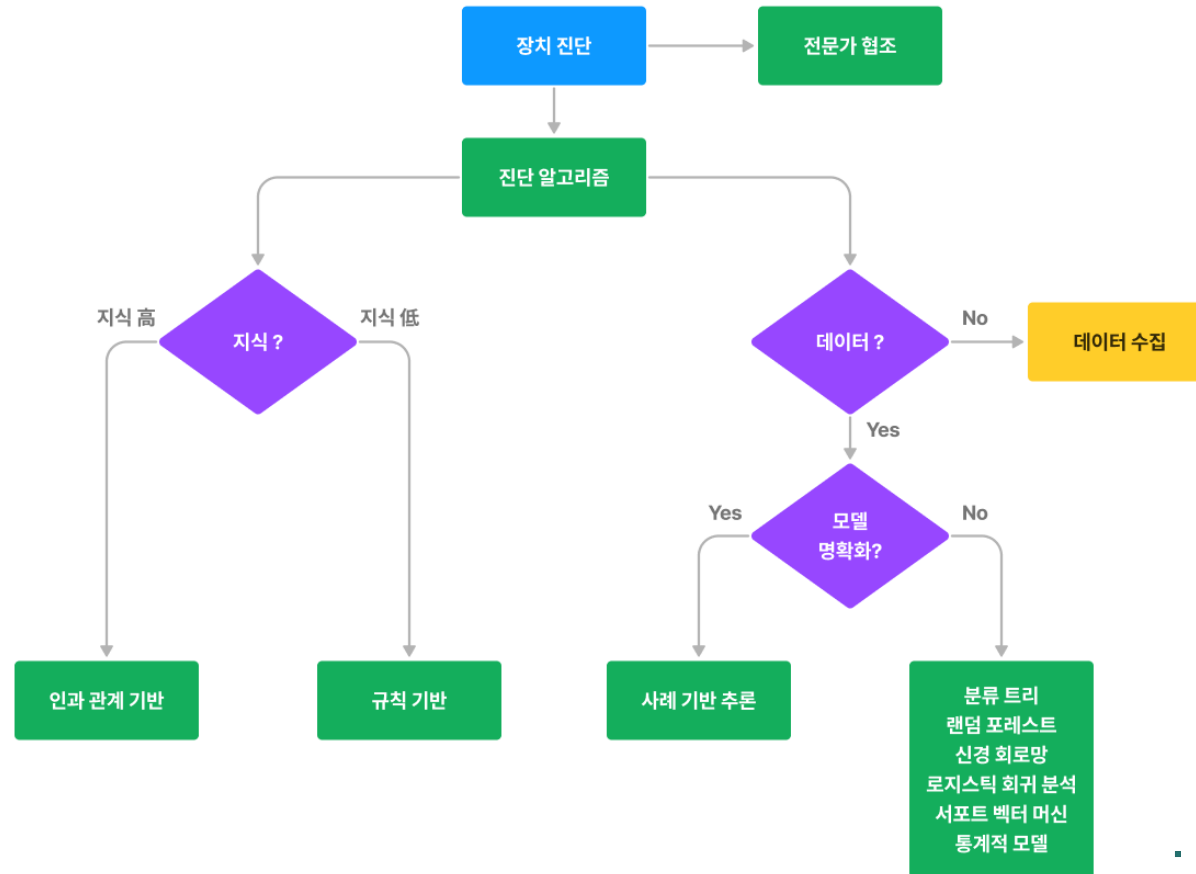
04 STEP 4: 조치 (Action)

- 운영 중 이벤트(이상/결함/고장) 알람 → 비상조치 지원
- 상태 진단 룰을 활용한 유지보수 의사 결정 → 유지보수 일정 최적화



▶ 고장(진단) 알고리즘 선정 (안)

- 인과 관계 기반 : 원인과 결과 진단
- 규칙 기반 : 결함과 증상 진단
- 사례 기반 추론 : 비교 진단
- 통계적 데이터 분석 : 학습 진단



▪ KS B ISO 13379-1 참고

<진단 알고리즘 선정 방안 (안)>

03 무선진동센서 & DL

▶ 시스템 시범 운용 개요

01 모니터링 대상 장치

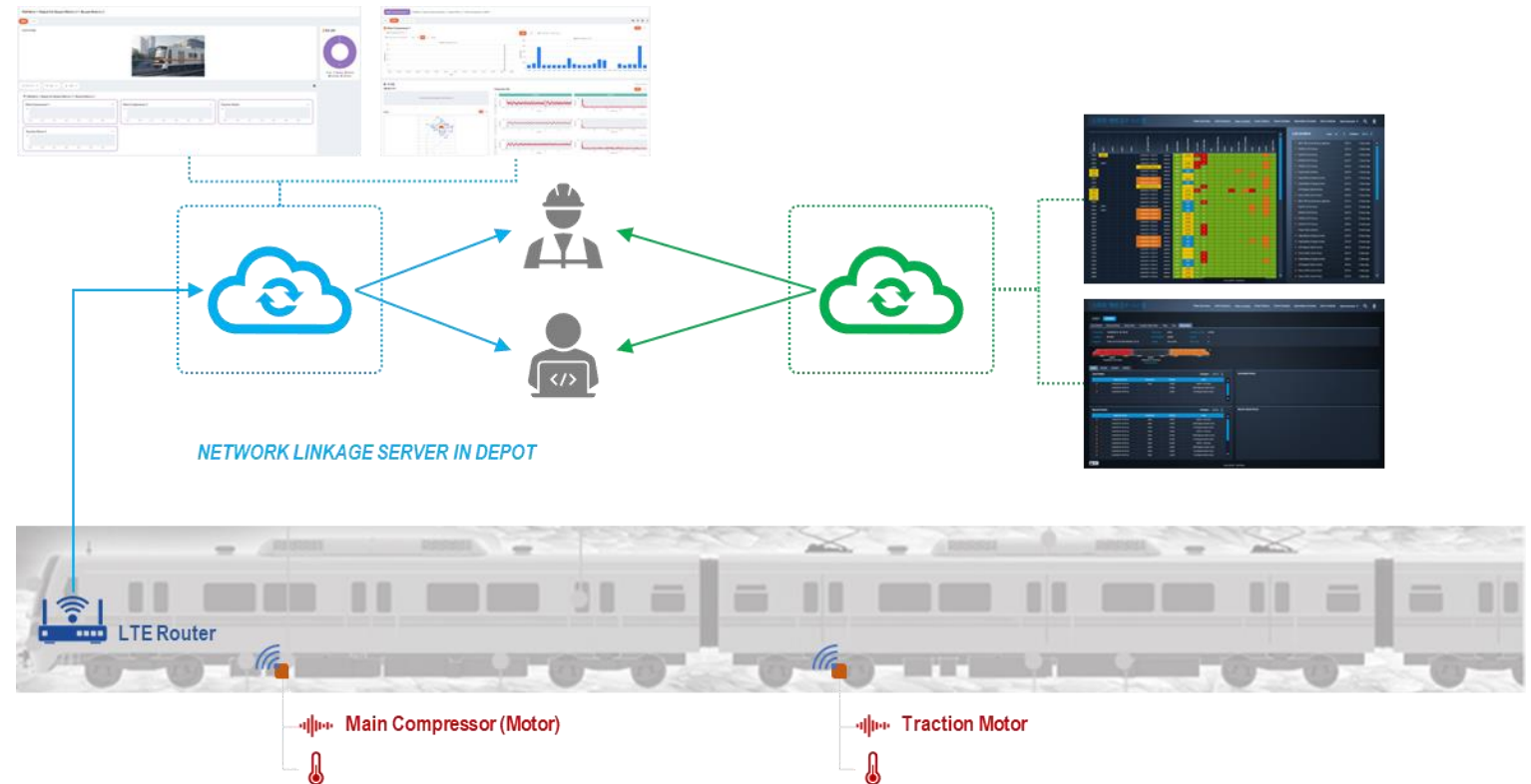
- 주공기압축기 - 모터 & 크랭크 케이스
- 대차 - 차축베어링(엑슬박스)
- 대차 - 대차프레임(M CAR)

02 무선진동센서

- Sampling Rate : ~ 3.2kHz
- Amplitude : ~ 12g
- OP Temp. : -40°C ~ 70 °C
- Protection Rating : IP67

03 AI 분석 솔루션

- 손쉬운 모니터링 대상(에셋) 설정
- 수동/자동 학습 가능
- 무선진동센서 상태 모니터링
- 평가 고장 종류 정의 (불균형/오정렬/베어링 결함 등)

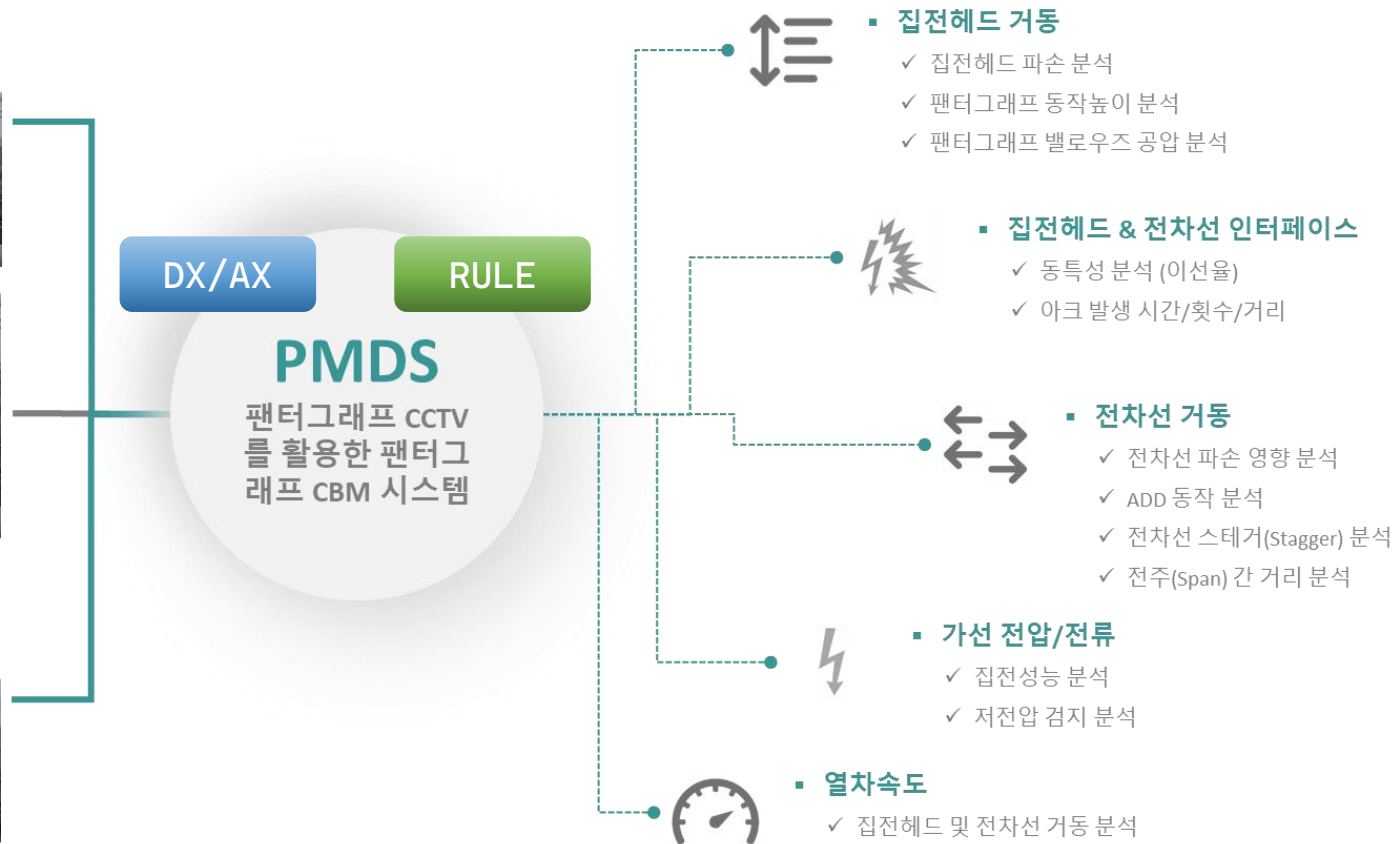
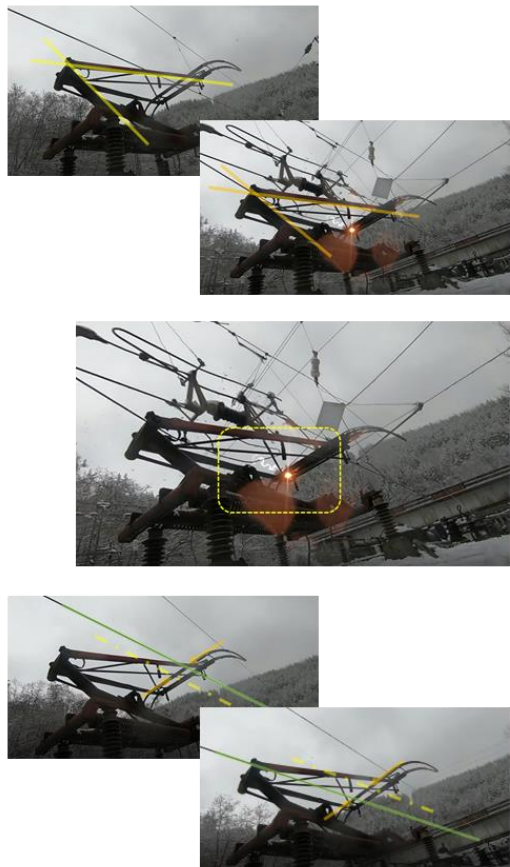


04 CCTV & DL



CCTV를 활용한 집전성능 진단

PMDS 특징



05 생성형 AI & RAG

▶ AX 도입 전 고려 사항 & 해결 방안

01 자율형 IoT 필요성 증가

- 기존의 IoT 기반 관리 방식에서 AX(AI Transformation) 기반 자율형 IoT로 전환되어, 실시간 데이터 분석과 예측 기능을 통해 자율적인 의사결정이 가능한 시스템 요구

02 LLM 기반 AX 전환 가속화

- 거대언어모델(LLM)의 발전으로 데이터 분석 및 예측 능력이 획기적으로 향상되어 방대한 데이터를 빠르게 처리하며 통찰력을 제공해 AX 도입 가속화

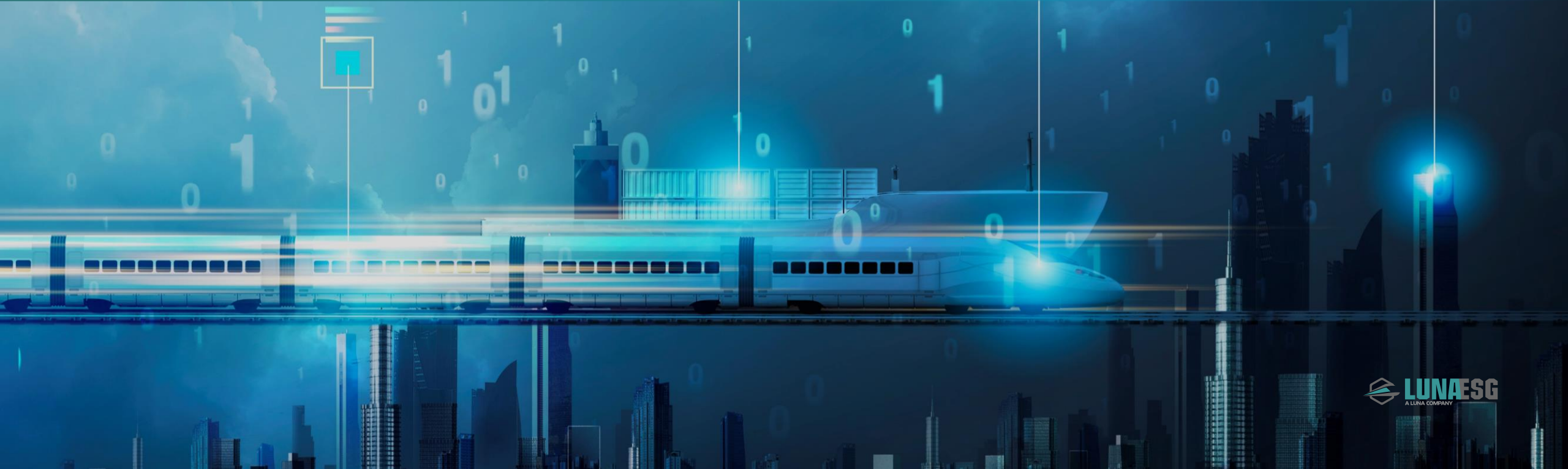
03 AX 도입 체계 부족

- AX 도입을 성공적으로 구현하기 위해서는 기관과 기업 간의 협업 체계 필수적. 많은 기관들이 효율적인 협업 체계 부족으로 AX 도입에 어려움을 겪고 있음



※ RAG(Retrieval-Augmented Generation) : 검색-증강 생성

06 열차혼잡도 & Comfort



열차 혼잡도와 승객 쾌적성

▶ 열차혼잡도 시각화특징

01 시스템주요기능

- 실시간 열차 혼잡도 정보(알람) 제공
- 열차 혼잡도 통계 정보 제공
- 열차 혼잡도와 주요장치 상관관계 정보제공

02 기대효과

- 혼잡 구간 신속 식별 대응
- 효율적인 열차 운영
- 승객 편의성 향상
- 에너지 효율화 지원

03 특징

- 기존 차량의 손쉬운 개조 가능
- 열차 혼잡도 정확도 향상 가능
- 시스템 구축 비용 및 유지보수 비용 절감 가능
- 운영 효율성 향상
- 승객 편의성 증대 지원

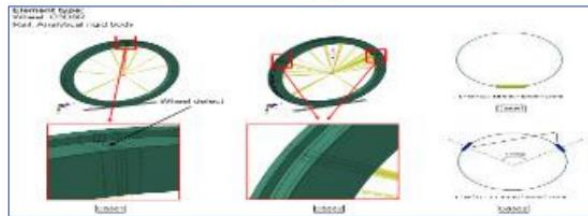


07 Schaeffler & LUNA ESG

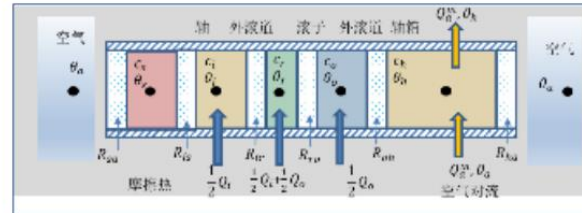
Railway Condition Monitoring System

RCMS 추가 기능

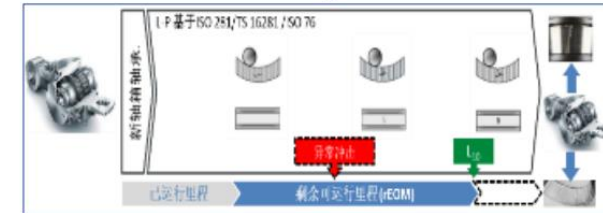
Monitoring Wheel Polygonization Fault ☒



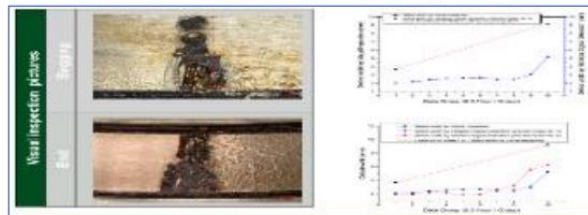
Dynamic Setting of Temperature Alarm Threshold ☒



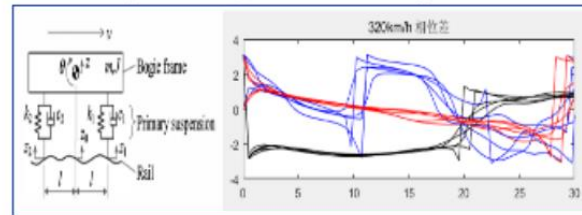
Predict and Evaluate Bearing Remain Useful Life ☒



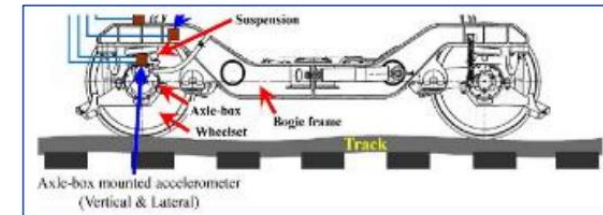
Estimate the Size of Natural Spalling Failure ☐



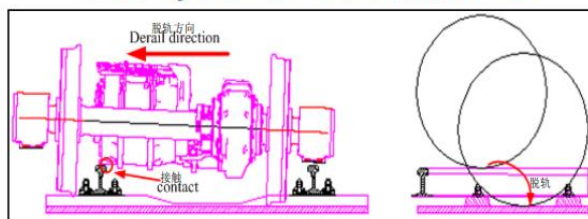
Suspension System Fault Diagnosis ☐



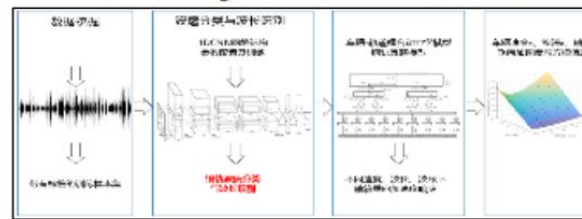
Stability and Comfort Monitoring ☐



Instability and Derailment Detection ☐



Track Corrugation Failure Detection ☐



Customized by customer.....

Bearing Remanufacturing

▶ 베어링재활용

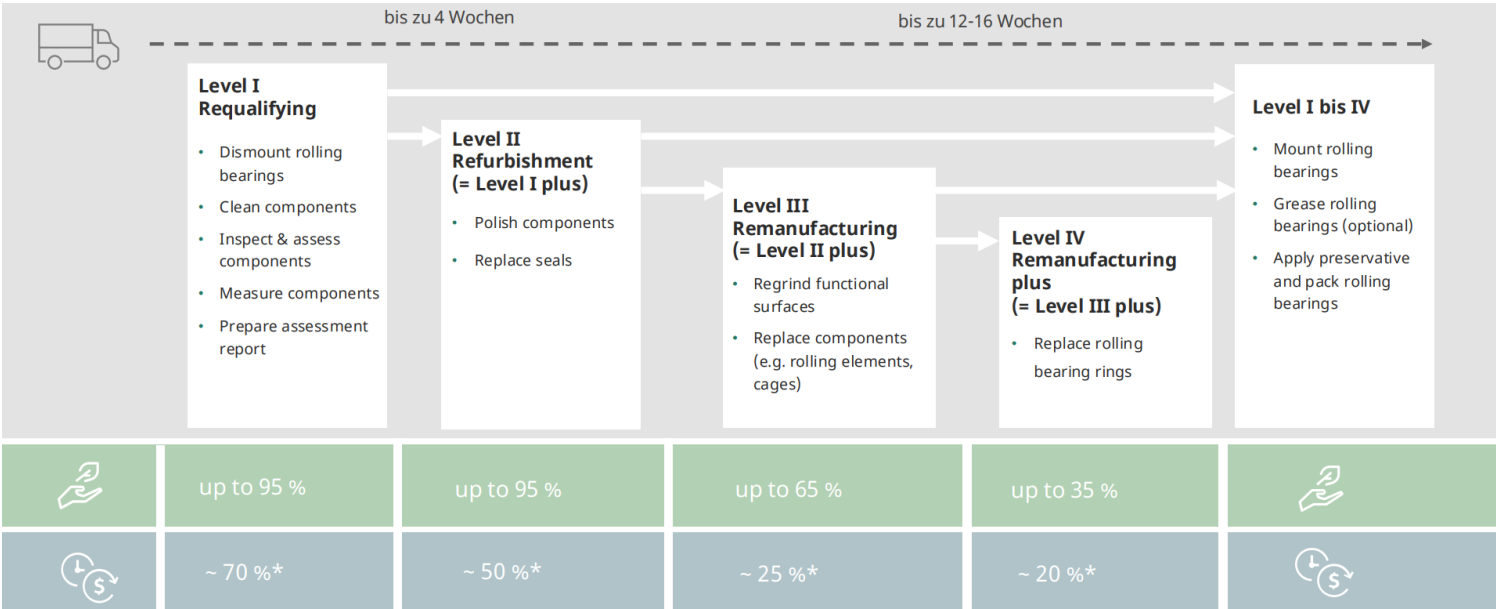
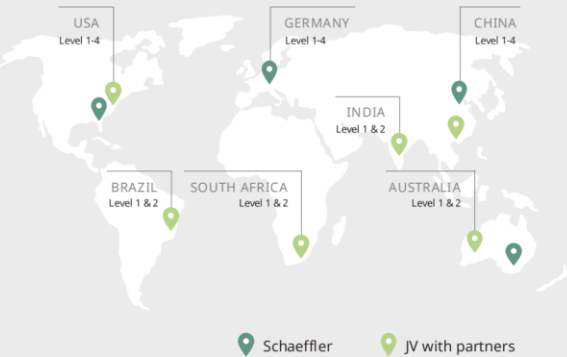
Core competence: We have been remanufacturing bearings since 1954 – and pursue the same quality standards as in the production of new bearings.

Part of the Schaeffler Lifetime Solutions portfolio: We understand the entire bearing lifecycle and offer various services for all phases.

In-depth technical and industry expertise: We know the applications from experience and can better assess what remanufacturing is necessary.

Significantly lower failure rate: A rail operator originally had its bearings reconditioned in-house. After it switched to us, we were able to reduce the failure rate by more than half.

Close to the market: We remanufacture bearings worldwide, across all sectors, and regardless of manufacturer, in accordance with Schaeffler standards.



Appendix

▶ 시스템 특징

01 차상 수집/분석 서버(엡지서버)

- 열차의 운용 및 영상 데이터를 수집 및 진상 데이터 분석 서버와 연계하여 AI 모델을 최신화 하고 AR HUD와 연계하여 다양한 운전자 중심의 시각화 정보를 제공하는 시스템

02 AR HUD 장치

- 엡지서버의 정보를 운전자 중심의 시각화 정보를 전면창에 제공하는 시스템

03 지상 데이터 분석 서버

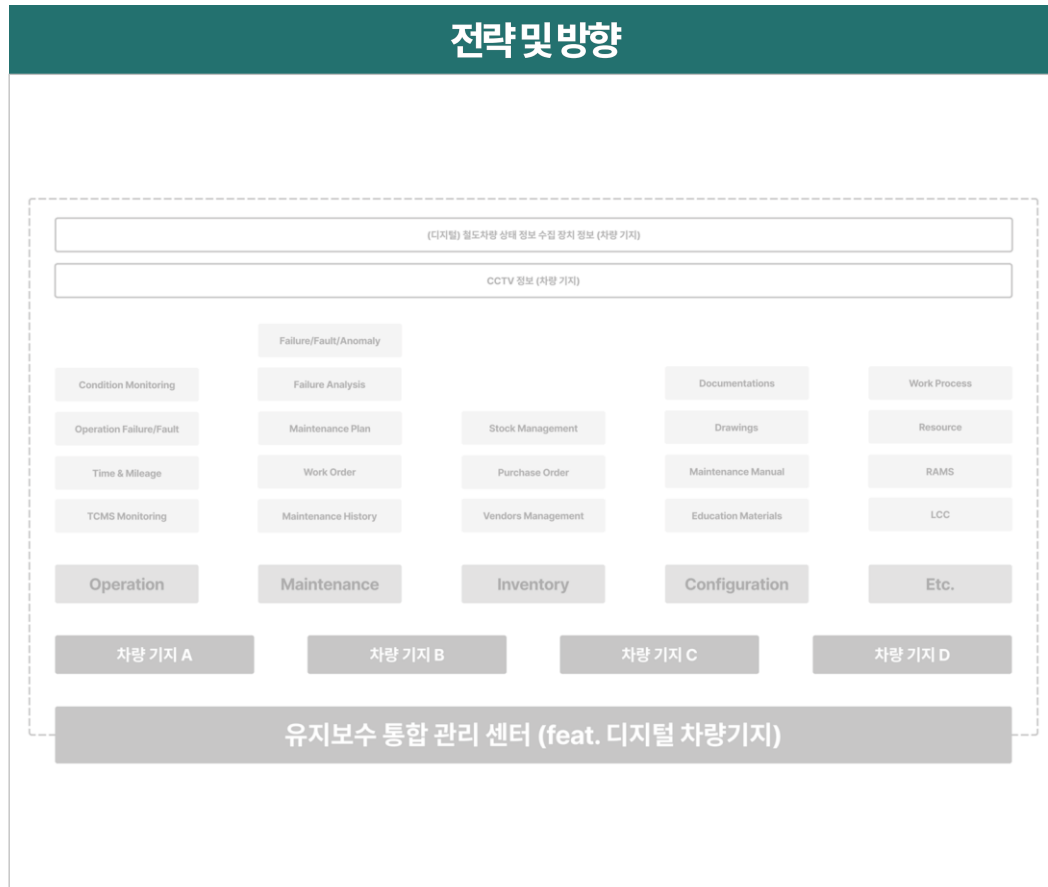
- 열차의 운용 및 영상 데이터를 빅데이터 처리 및 분석하여 AI 모델을 생성하는 시스템

04 운전자 안전운행 지원 솔루션

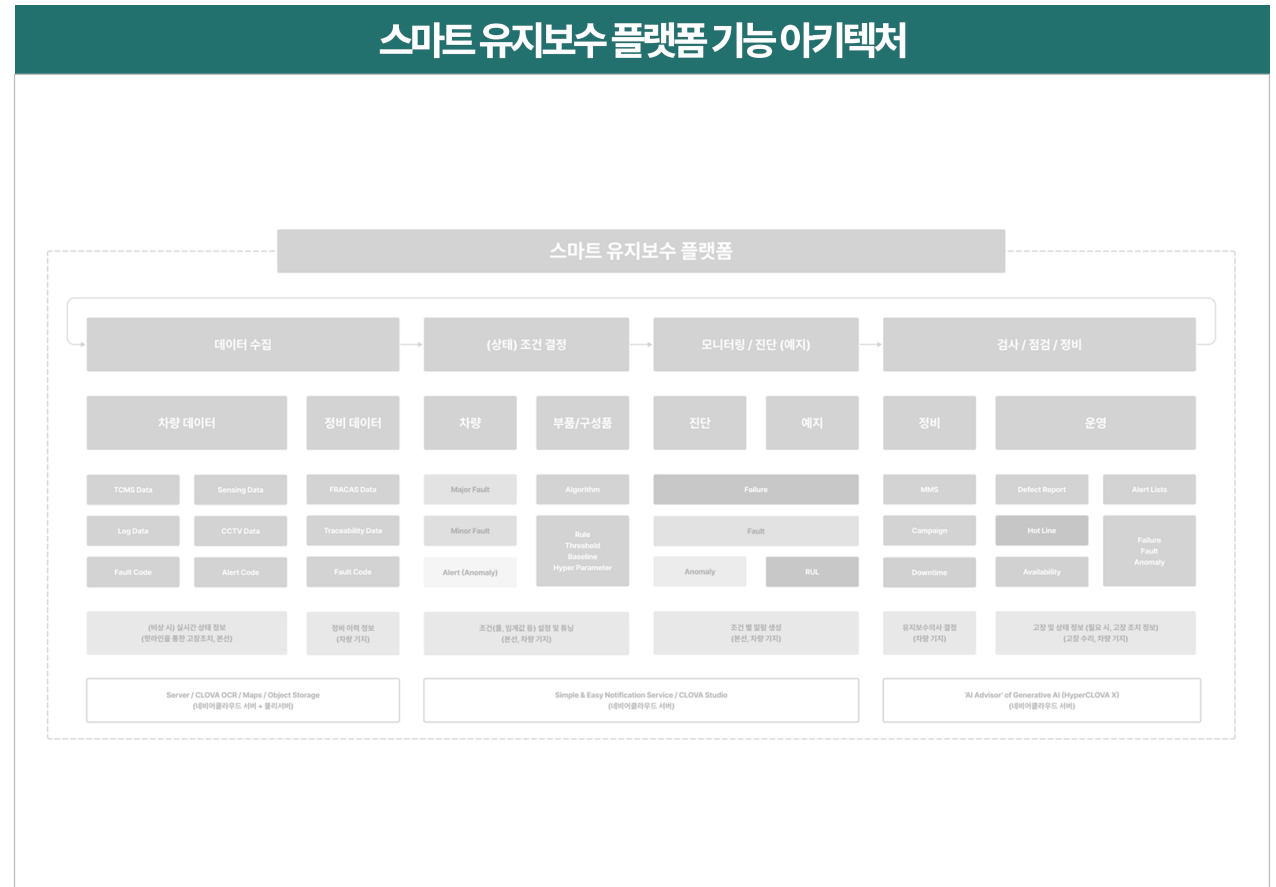
- AR HUD 장치 SW 로써, 운행 노선의 과거 이상감지 및 사고 이력 등을 토대로 운전자에게 관련정보를 직관적으로 데이터 시각화를 통해 안전운전을 영위할 수 있게 하는 정보 제공 솔루션



▶ 유지보수 통합 관리 센터 (디지털 차량기지)



스마트 유지보수 플랫폼 기능 아키텍처



▶ 애자일 모델

[애자일(Agile) 모델을 통한 개발관리]

공정과 도구보다 개인과 상호작용을

포괄적인 문서보다 인사이트의 제공을

계약 협상보다 고객과의 협력을

계획을 따르기보다 변화에 대응하기를

가치로 여기고 **고객의 요구를 충족하는 솔루션 제공**을 목표로 함



THANK YOU

BEST PARTNER FOR YOUR BUSINESS

CONTACT US



+82 10 6814 6104



jameskim@lunaesg.com



<https://www.linkedin.com/company/luna-esg/>