한국철도기술연구원
Korea Railroad Research Institute

2024. 04. 03.

철도차량 디지털 전환기술

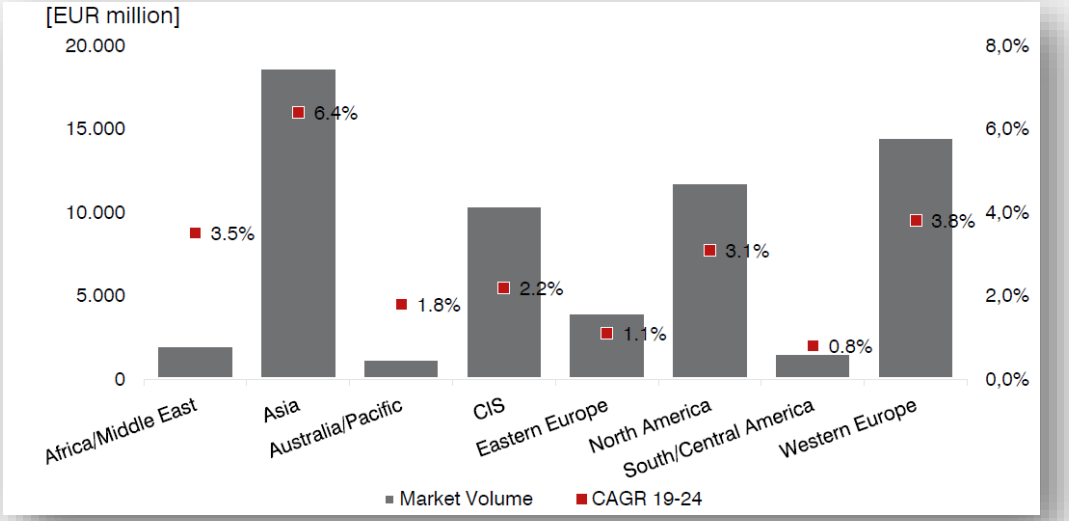
차량융합기술연구실장 권 석진

CONTENTS

1. 철도차량 사고와 유지보수의 현황
2. 철도차량의 디지털화 기술
3. 차량 유지보수의 디지털 기술
4. summary

01 철도차량과 유지보수의 현황

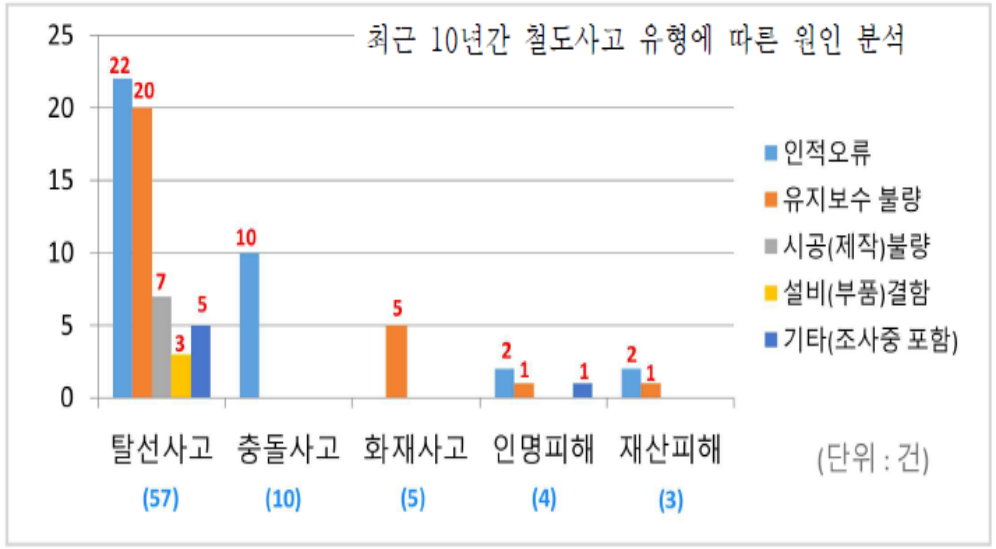
01 국내외 철도차량 유지보수의 현황



Segment	World: after-sales market volume (EUR million, p.a.)			Trend
	Current after-sales market volume 2019	Future after-sales market volume 2024	CAGR 2019-24 (% p.a.)	
Freight wagons	14,900	16,850	2.5%	↗
Diesel and alternative drive locomotives	11,200	12,450	2.1%	↗
High-speed trains	11,100	16,900	8.7%	↑
Electric multiple units	7,000	8,450	3.9%	↗
Electric locomotives	5,480	6,400	3.1%	↗
Metro vehicles	5,170	7,100	6.5%	↑
Passenger coaches	4,900	5,050	0.7%	→
Light rail vehicles	2,800	3,000	1.7%	→
Diesel multiple units	1,600	1,600	-0.3%	↘
Total	**64,170**	**77,800**	**3.9%**	↗

5-year trend: ↑ = strongly increasing (>+5%p.a.), ↗ = increasing (+2 to +5% p.a.), → = constant (0 to +2% p.a.), ↘ = decreasing (-2 to 0% p.a.), ↓ =strongly decreasing (<-2% p.a.)

철도 사고 발생유형

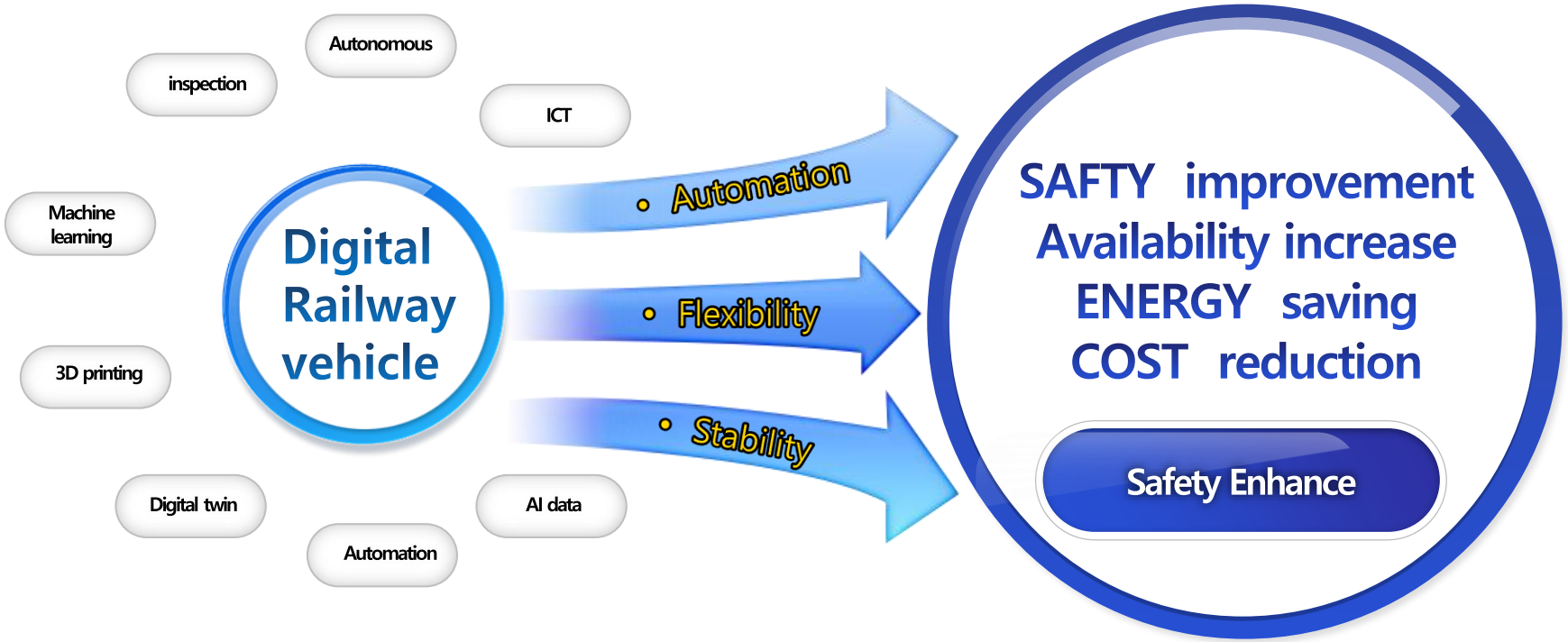


*2020 항공 철도사고 사례집(국토교통부 항공철도사고조사위)

사고 예방이 중요

01 디지털 차량기술 개발의 이슈

- 철도차량의 운영 환경(노후화, 고속화, 기후 환경)의 변화
- 차량 유지보수 기술의 한계 및 패러다임의 변환(TBM –〉 CBM –〉 PHM)
- 고장예지 검지, 유지보수비용 저감, 가용성 향상, 상태감시



02 철도차량의 디지털화 기술

02 디지털 철도차량 기술의 현재

☑ 고속화, 차량 안전확보를 위한 상태진단 기술 개발

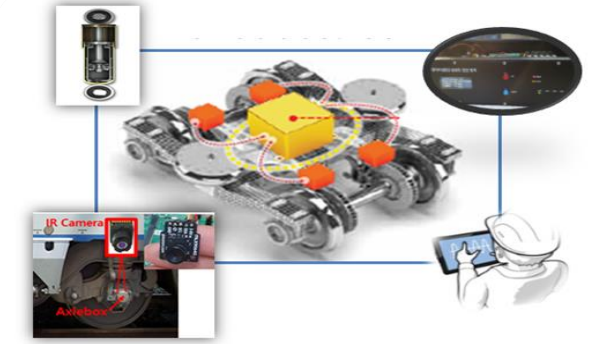
철도차량의 하부기기 무분해 스캐닝 기술 개발

- 차량 하부기기(구동/회전기기)의 이상 유무를 판단하는 스캐닝 기술

[철도차량 하부기기 스캐닝 기술]

고속차량 대차 상태 진단기술 개발

- 데이터 기반 차량 상태진단 및 유지보수
- (지능형 대차) 지능형 진단기술 적용 대차 안전확보



[철도차량 실시간 상태진단 기술]

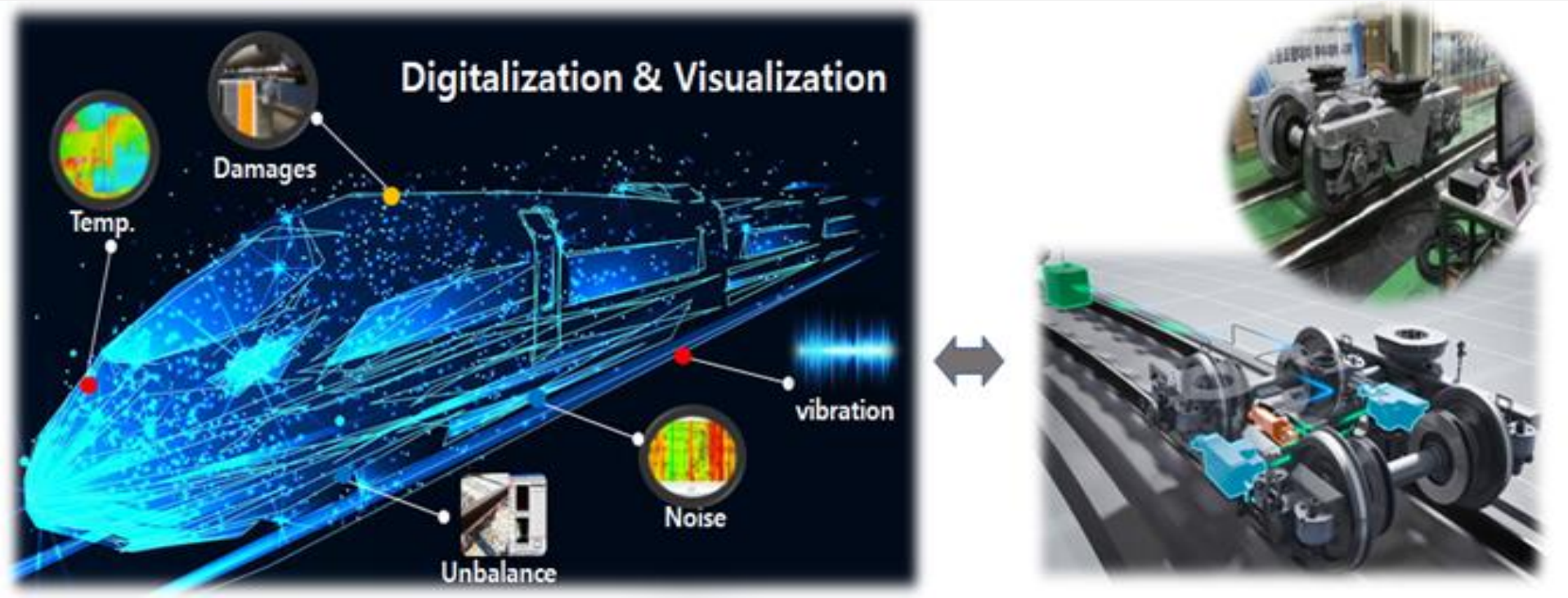
실물시험 기반 차량 상태 진단기법 개발

- 고장데이터를 이용한 차량상태 진단 기법 및 알고리즘 개발

[차량상태진단 기법 개발]

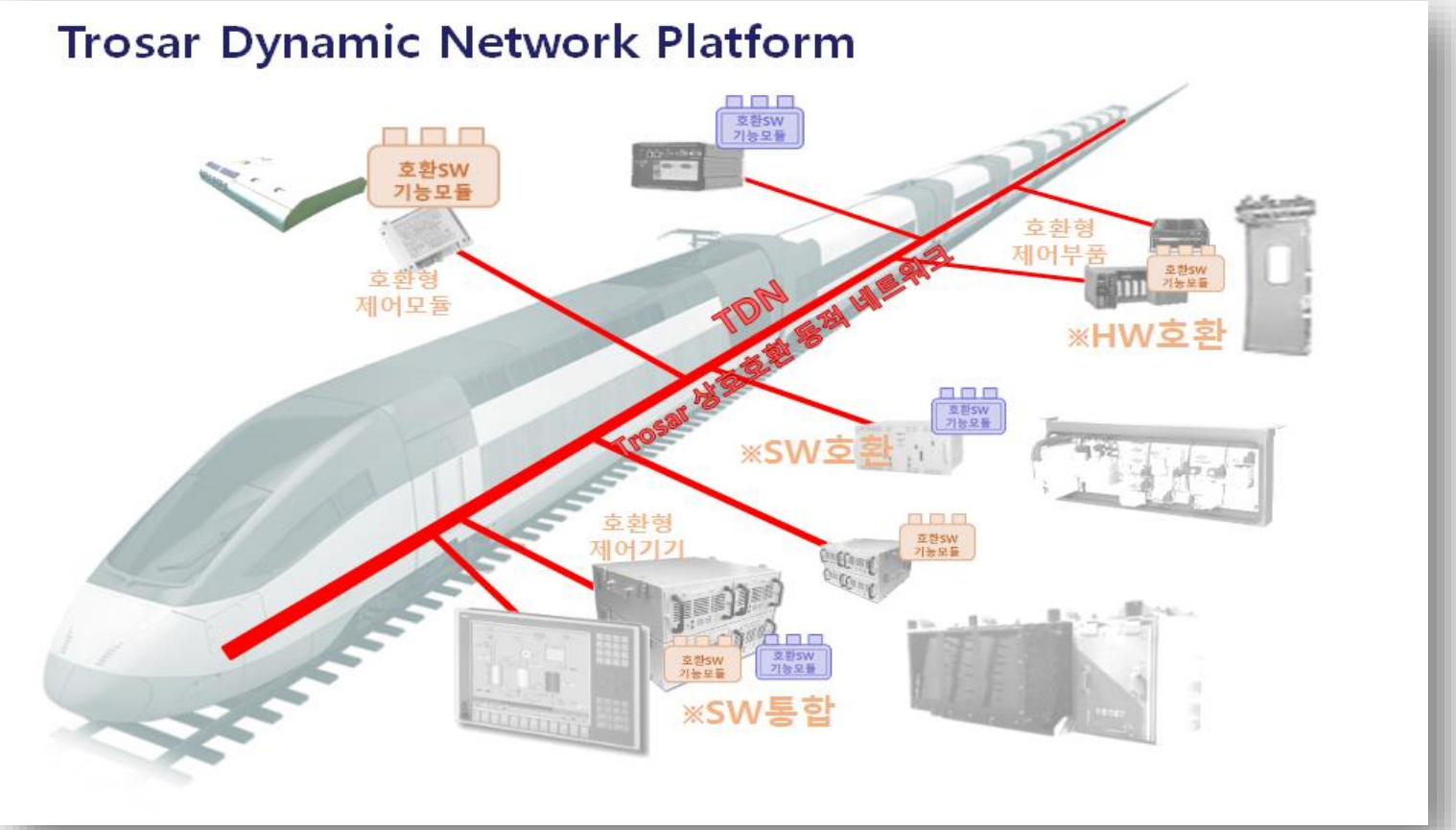
02 디지털 철도차량 기술의 미래

- 주행안전성 향상을 위한 AI 기반 멀티센싱 & Active 제어기술
- 대차상태진단을 위한 실시간 스마트 스캐닝 및 리스크 평가 기술
- 철도차량 유지보수 용이성을 위한 Visualization 기술



02 디지털 철도차량 플랫폼 기술

- 다변형 유연성(Multi-Transformation/Flexibility)을 위한 도시철도 디지털 표준 기술
- 도시철도 시스템/ 용품의 다양성 모델 기술
- 다변형 디지털 표준 도시철도 차량기술



02 철도차량의 디지털 트윈기술

- 고정도/고속 시뮬레이션에 의한 디지털 트윈 구현 기술
- AI data 분석에 따른 차량 가용성 최적화 기술
- 가상 환경에 의한 다종 다양한 환경 조건하 차량 시험평가 기술

부품 모델 개발 및 모델검증단계

시스템 모델 개발 및 검증단계

<부품단위>

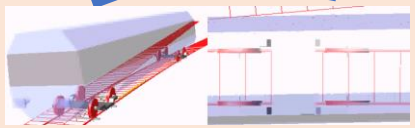
<편성단위>

<실물 시험데이터>

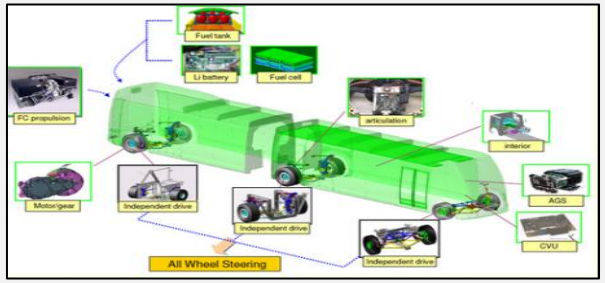
<시험선 데이터>

<머신러닝> <빅데이터>

진단평가



신 차량개발, 인증 등 활용 단계



<차량설계>

<유지보수>

<인증>

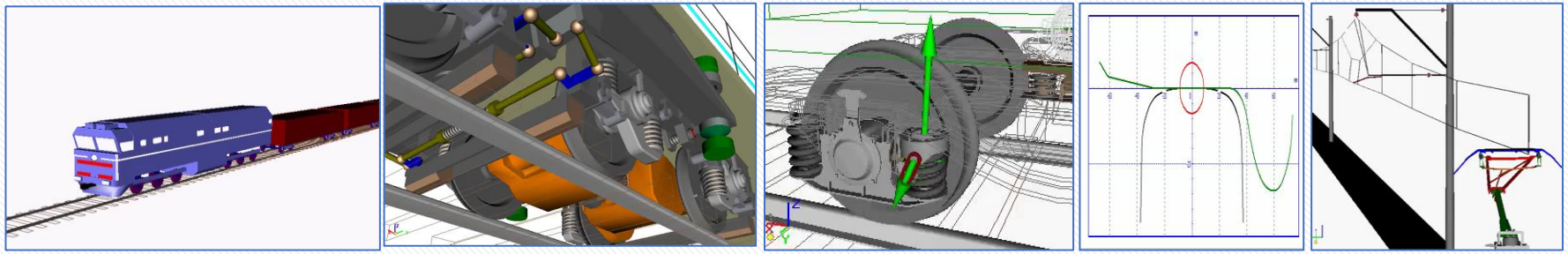
10

02 철도차량의 디지털 트윈기술

Digital Cyber

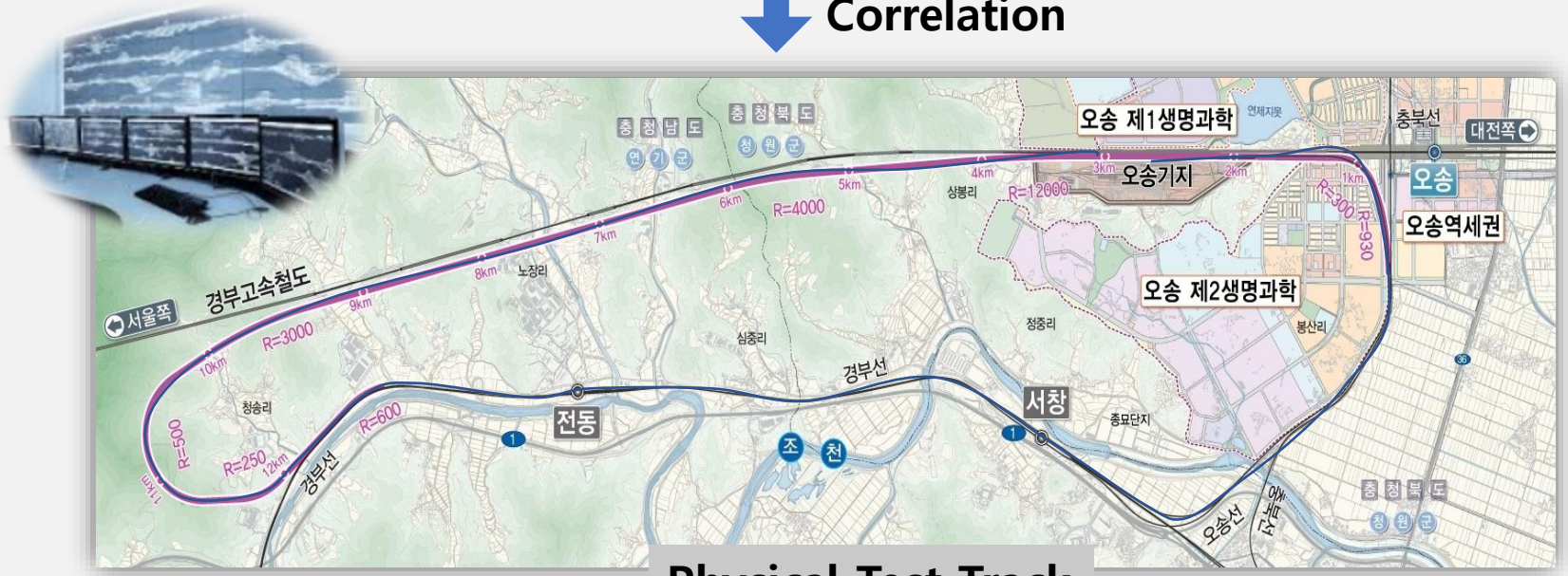
Virtual Test

디지털 트윈 기술기반 철도차량의 가상 시험환경 구축 기술



Correlation

Real Physical



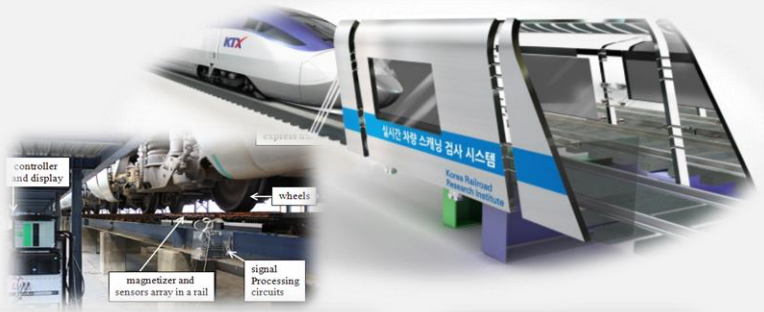
Physical Test Track

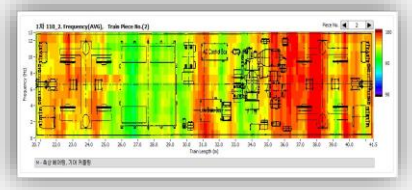
03 차량 유지보수 디지털 기술

03 차량 디지털 유지보수 기술

- ☑ 차량기지 입출고 전후 차량 외관, 주요 기기의 상태 자동검사 시스템
- ☑ BIG 데이터기반 고위험도 기기의 이상유무 검사 및 유지보수 기술

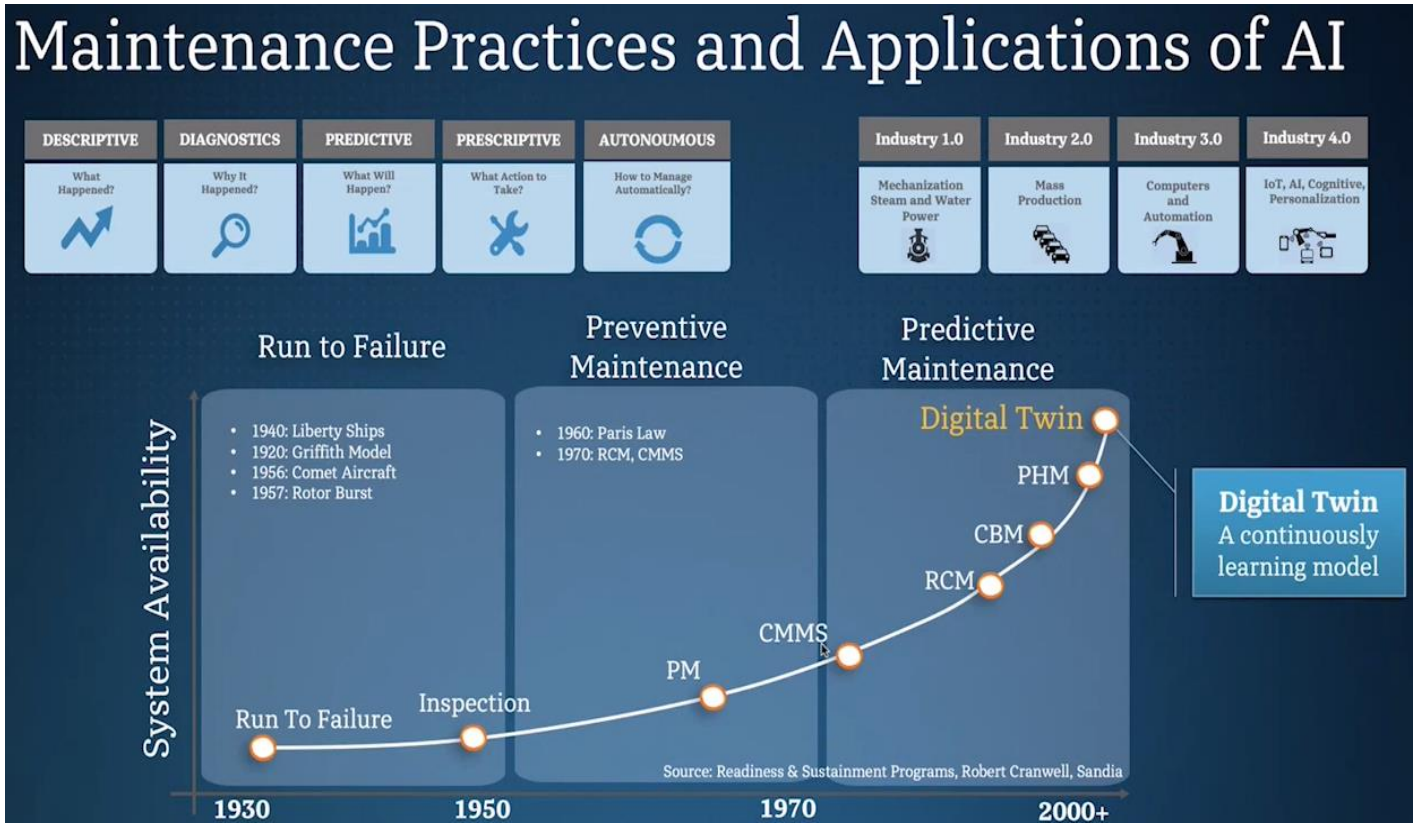
Auto inspection in digital depot

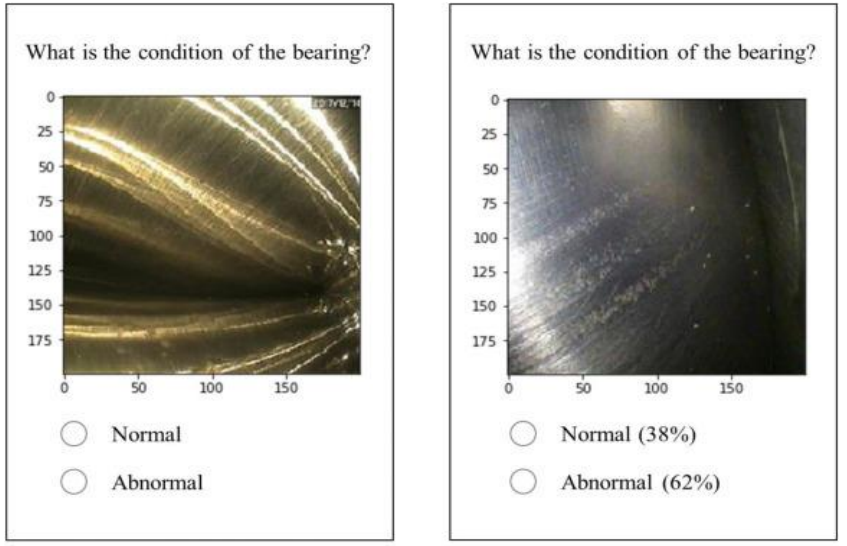




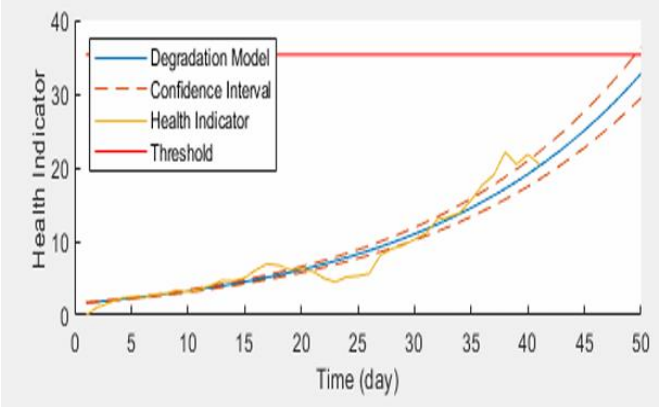
03 AI for predictive maintenance

- Performance evaluation of the predictive model
- Predictive maintenance algorithms for maintenance



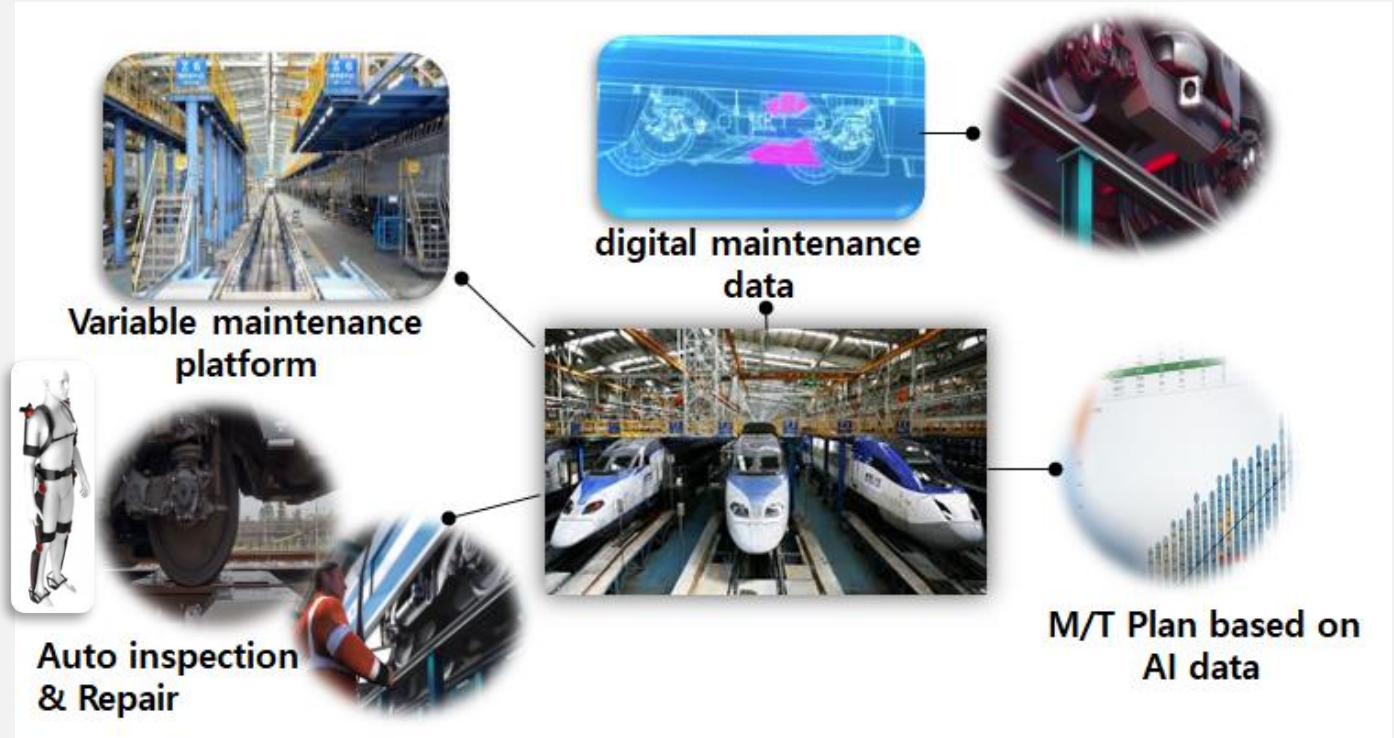


(a) Round 1: Human-only (b) Round 2: AI-assistance



03 차량 디지털 유지보수 기술

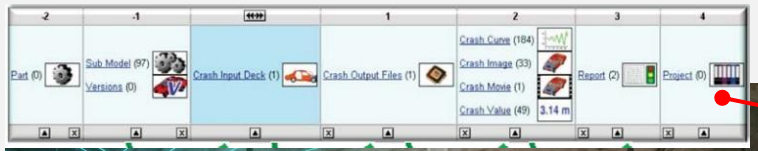
- 다변화 및 유연화 검사기술을 통합한 Digital platform technology(유지보수비용 30% ↓)
- 디지털 차량유지보수 기반의 Predictive maintenance planning(가용성 100% ↑)
- 고위험, 고난이도 구간에서의 작업자 보호를 위한 로봇 활용 기술

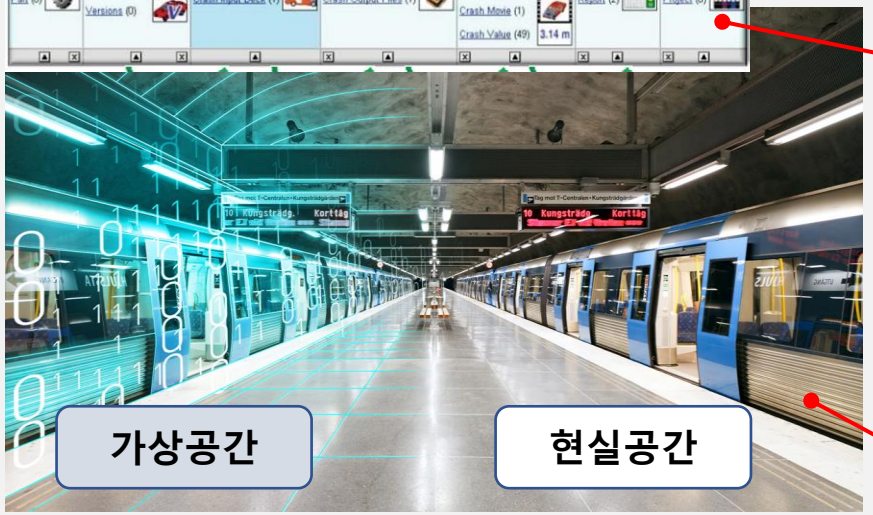


Predictive Maintenance planning

03 차량 디지털 유지보수 기술

- 차량의 예측 유지보수를 위한 디지털 트윈 구축 기술
- AI 데이터 기반 신차량과 기존 차량과의 성능비교 디지털 트윈기술
- 디지털 가상 모델을 통한 시뮬레이션기반 데이터 분석 기술





3D 모델 생성/설계 자동화

IoT 기반 데이터 수집

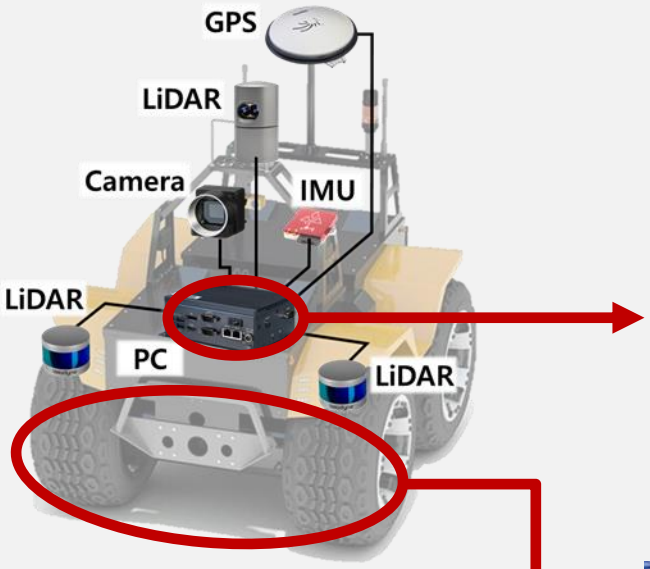
AI 기반 빅데이터 분석

CAE 가상 시뮬레이션

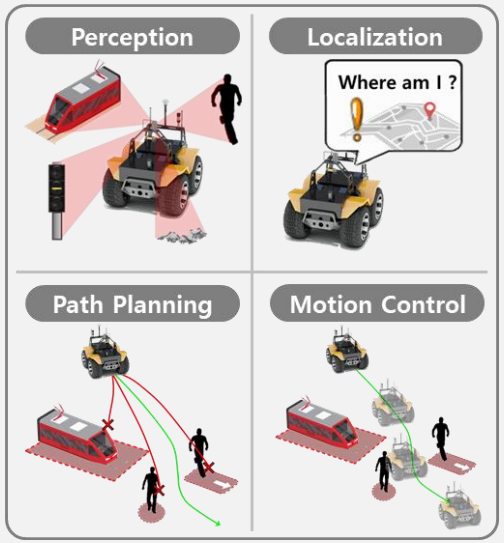
디지털 트윈 시각화

03 차량 디지털 유지보수 기술

- ☑ 다목적/자율항법기반 운송 로봇 시스템
- ☑ 유지보수 관리 검사 로봇



System Configuration



Autonomous Navigation SW

Wheel – Rail Guidance hybrid type

Modular end-effectors

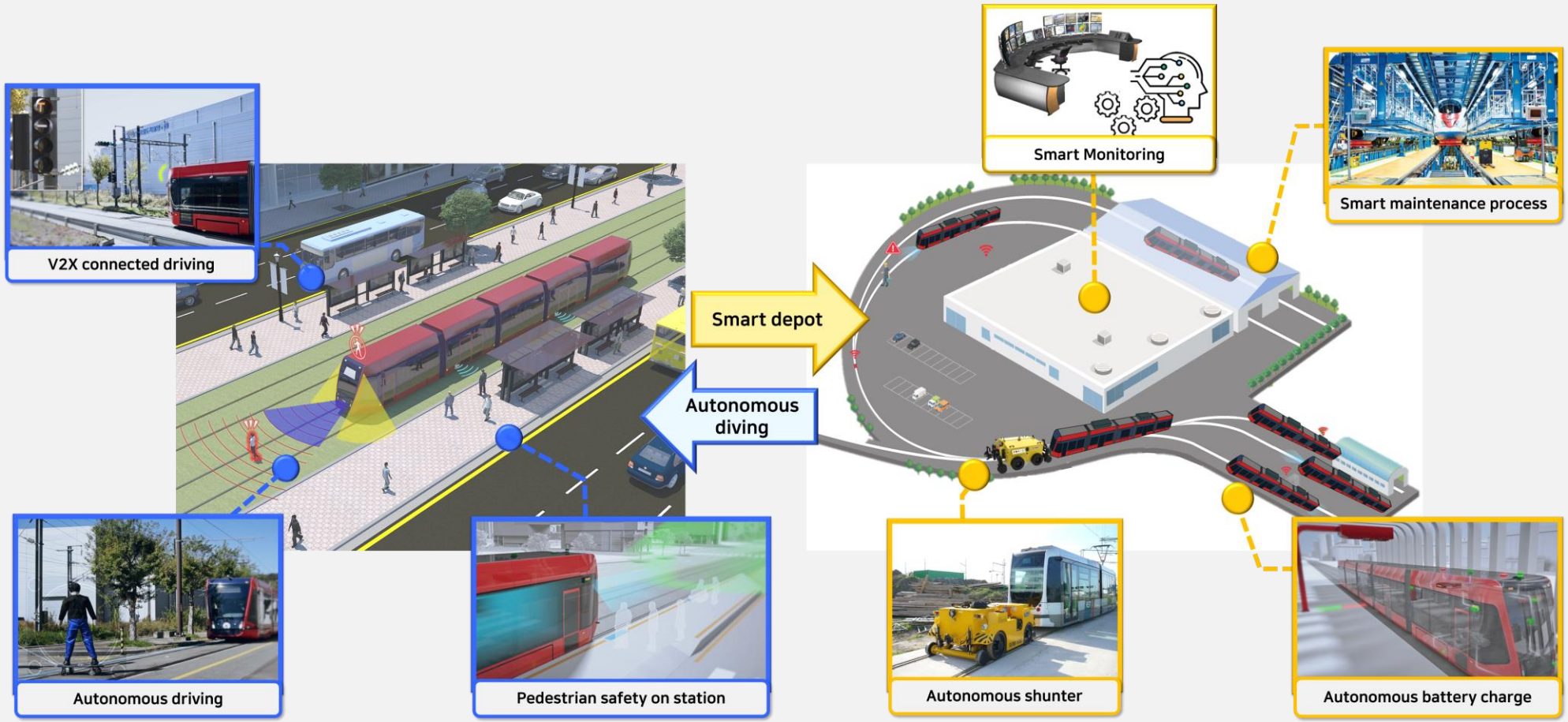
Automatic coupler

Rail scanner

Railway tasks

03 차량 디지털 유지보수 기술

- AI 및 big 데이터를 이용한 자율 주행 안전성 확보 기술(사고 50% 저감)
- V2X 신호시스템을 연계한 교차로 자율주행 기술 개발



04 Summary

04 SUMMARY

» (디지털 철도차량) 사전 고장 예지, 주행안전성 기술 확보

- 실시간 상태감시기능을 기반으로 고장예지 검지, 유지보수비용 저감, 가용성 향상기술 개발
- AI data 기반 사전 판단 및 상태감시 지능화로 차량의 주행안전성 향상
- 디지털 차량 기반의 차량 예방유지보수 기술 개발

» (디지털 차량유지보수) 효율적인 유지보수, 가용성 향상

- 유지보수 비용 저감을 위한 자동화 기술 적용
- ICT 기술을 활용한 차량기지내의 디지털 적용 기술 가속
- 유지보수자를 위한 고위험, 고강도 경감 기술

미래로 가는 희망의 길 !

한국철도기술연구원이 열어가겠습니다

KRRI 한국철도기술연구원
Korea Railroad Research Institute