

□ 기술조사서 목록

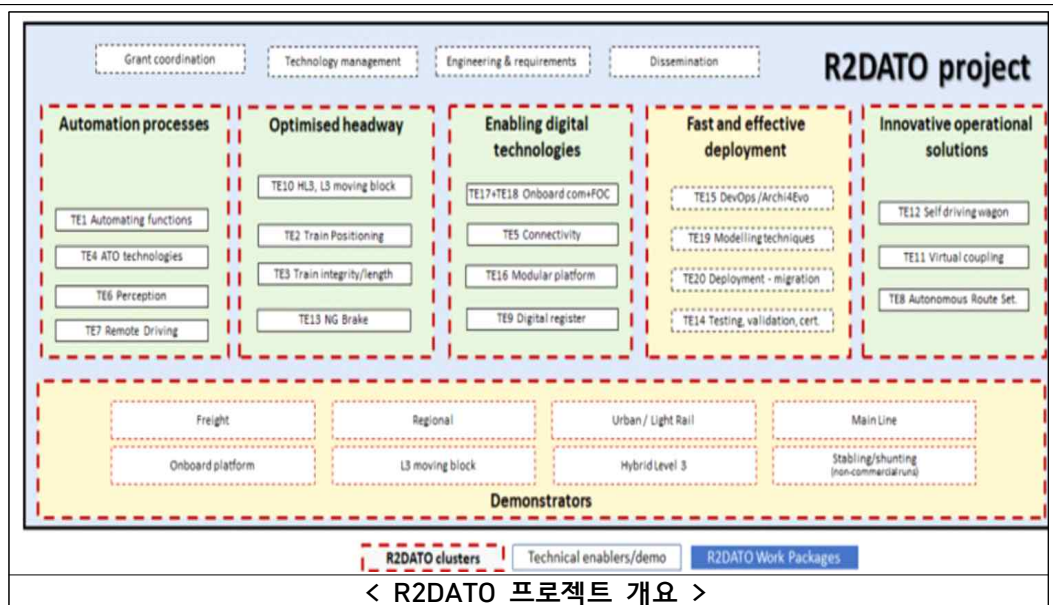
번호	분야	기관	키워드
1	차량, 신호	Europe's For Rail(유럽)	ETCS, 원격운전, 디지털 자동 커플링(DAC), 열차분리
2	신호	CRSC(중국)	CTCS, Digital Intelligence, 영상기반 모니터링, 조차장 자동화
3	차량, 신호	Mihajlo Pupin Institute (세르비아)	차량 휠 검지장치, 차축검지장치
4	차량, 신호	SYMEO(독일)	차량 센서
5	차량, 신호	WiRail(이탈리아)	GNSS, 열차위치, 화물열차, 모니터링
6	차량	MAFELEC(프랑스)	열차 도어, 차량 헤드라이트
7	신호	ALTPRO(크로아티아)	열차제어시스템(ATP(PZB))
8	차량, DX	OBB(오스트리아)	VR 교육, 차량 시험, 친환경 차량
9	신호, DX	Siemens Mobility(독일)	디지털 전환, 열차자동운전, AI 유지보수
10	차량, 토목	ROBEL(독일)	철도 유지보수 차량
11	DX	DB(Deutsche Bahn, 독일)	디지털 전환, 유지관리, 데이터 수집
12	차량, 토목, DX	Plasser&Theurer (오스트리아)	건설차량, 디지털 유지관리
13	차량	HUBNER (독일)	디지털 자동 커플링
14	차량	CRRRC(중국)	탄소중립
15	차량	KISS-EMU 차량(스위스)	저상열차
16	차량	KONČAR(크로아티아)	배터리 구동열차, 검측 차량
17	차량	Skoda Group(체코)	저상 트램
18	궤도, 토목	GERB(독일)	궤도 방진, 소음·진동
19	차량, 신호	FS Italiane(이탈리아)	선로 작업자 보호, 무인 철도 차량
20	차량, DX	Hitachi(일본)	디지털 자산관리, 고속열차
21	차량	Next Generation Robotics Srl(이탈리아)	차량 유지보수 디지털화
22	궤도	Saarstahl Rail(프랑스)	탄소중립, 친환경 레일
23	차량, DX	Instrumentel(영국)	차량 열화상 모니터링
24	차량, DX	Inspect Rail(스페인)	자동 인프라 모니터링
25	차량, 신호	The Signalling Company(네덜란드)	ERTMS, 유지보수
26	차량, 신호	Rail Vision(이스라엘)	감지 시스템, AI, 실시간 모니터링

[ 1 ]	Europe's For Rail(유럽)				
분야	신호, 차량		연관성	■ KTCS-3 ■ 신기술 ■ 국외동향	
키워드	ETCS, 원격운전, DAC, 열차분리				
조사목적	- 유럽 철도 신기술 연구 동향 파악				
내용	<input type="checkbox"/> Europe's For Rail 소개				
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Europe's For Rail은 유럽의 운영기관 및 제작사가 연합하여 연구개발을 수행할 수 있도록 지원하는 기관으로 유럽연합 철도청(ERA) 산하 기관이다.</li><li>- ERA와 Europe's for Rail이 자금담당 및 연구개발 지원을 담당한다. 이사회는 ERA, Europe's for Rail을 포함하여 운영기관 및 제작사가 포함된다. 이렇듯 Europe's For Rail의 조직구성은 자금관계에 의한 수직구조가 아닌 수평적 구조로 구성되어 있다. 단, ERA와 Eurpop's Rail, ERRAC(유럽철도자문위원회)는 감사 역할을 수행하여 연구 부정 행위를 감시한다.</li></ul>				
					
					
					
					
					
					
	< Europe's for Rail의 이사회 구성 및 감사 조직 구성 >				
	<input type="checkbox"/> Europe's For Rail의 연구과제				
<ul style="list-style-type: none"><li>- '24년 주요 추진 연구과제는 총 6개로 아래와 같으며 총 8,606억원이 투입되었으며, 주로 혁신적인 철도 운영을 위한 철도신호 및 시스템 연구이며,</li><li>- 기타 프로젝트는 11개로 총 292억이 투입되었으며, 주연구내용은 주연구과제(아래 6개)의 내용과 거의 동일함.</li></ul>					

- 연구내용을 종합해볼 때, 유럽의 연구 방향성은 철도 디지털 전환, 화물 운송, 지속 가능한 철도를 위한 미래 지향적인 기술 개발 연구를 수행 중임

주요 프로젝트			
프로젝트 ID	프로젝트 이름	연구기간	연구비
	Mobility management multimodal environment and digital enablers (모빌리티 관리 멀티모달 환경 및 디지털 지원 도구) * 멀티모달 : 여러 가지 형태와 의미로 컴퓨터와 대화하는 환경	'22.1.12.~ '26.9.30	€ 926만 (약 1,369억원)
	Rail to Digital automated up to autonomous train operation (철도 디지털 자동화에서 자율운행까지)	'22.12.1.~ '26.5.31	€ 1680만 (약 2,377억원)
	Holistic and Integrated Asset Management for Europe's RAIL System (유럽의 철도 시스템을 위한 종합적이고 통합된 자산관리)	'22.12.1.~ '26.11.30	€1069만 (약 1580억원)
	Sustainable and green rail systems (지속 가능한 녹색 철도 시스템)	'22.12.1.~ '26.11.30	€ 951만 (약 1406억원)
	Transforming Europe's Rail Freight (유럽 철도화물 운송 혁신)	'22.7.1.~ '26.3.31	€ 951만 (약 1406억원)
	Delivering innovative rail services to revitalise capillary lines and regional rail services (지엽적 노선과 지역 철도 서비스를 활성화하기 위한 혁신적인 철도 서비스 제공)	'22.12.1.~ '26.11.30	€ 329만 (약 468억원)

- 특히 하나의 프로젝트는 수많은 과업(WP; Work Page)으로 구성되어 있는데, 예시로 R2DATO 프로젝트(상기 표 2행)는 총 48개의 WP로 구성되어 있으며, ETCS 기반 자동운전과 이동 폐색, Hybrid Level 3, 열차무결성 연구, 원격 운전 연구가 진행 중이며 주요 노선에서 현차시험 실증까지 계획 중임



< R2DATO 프로젝트 개요 >

R2DATO 프로젝트 주요 과업(1~46개 中)

과업 WP	내용
06	Automation Processes Specifications
07	GoA3/4 Data Factory specifications and Implementation
10	Prototype development of Automated Driving (ATO Technologies)
13	Moving Block ETCS Level 3 - Specification
14	Moving Block ETCS Level 3 - Prototype development & Analysis
15	Hybrid Level 3 Specification
16	Hybrid Level 3 - Prototype development & Analysis
19	Consolidation of Train Integrity & Trail Length Determination Specification
20	Development of Train Integrity & Train Length Determination Demonstrators
21	Absolute Safe Train Positioning (ASTP) - operational needs
22	Absolute Safe Train Positioning - System Architecture, Design & RAMS

○ RII 400 : 디지털 철도 운영에 대한 열차 서비스 규정(신호기 없는 ETCS L2 운영)

- 독일 디지털 철도 연방 이니셔티브(DSD)는 철도 디지털화를 계획 중에 있으며, 그 일환으로 산하기관인 DB InfraGO AG는 지침 400(RII 400 : 디지털 철도 운영에 대한 열차 서비스 규정)을 제정 중
- RII 400은 주신호기가 없는 ETCS L2(L2oS) 및 열차자동운전을 도입하는 지침으로, 이러한 운영 프로세스는 시스템 이외에도 관제사, 기관사 등 철도 종사자들이 정상/비정상적 상황에서 열차를 어떻게 운행해야 하는지, 어떤 보고 체계를 가져야 하는지 상세히 기술할 예정임



< 신호기 없는 ETCS L2 운영에 대한 시뮬레이션 >

#### ○ 열차분리검지 기술

- R2DATO 연구과제 일환인 열차분리검지 연구는 X2Rail 프로젝트(선행연구)를 기반으로 기능 요구사항을 보완, 설계, 시제품 생산, 현차시험을 '26년까지 수행할 예정임
- \* 열차검지 지상 설비(궤도회로, 차축검지장치) 최소화 및 이동 폐색 구현을 위해 열차검지를 지상이 아닌 차상에서 수행할 때, 안전 측면에서 선행열차 분리 시 후속열차 방호책은 가장 핵심적인 안전요구사항임
- 열차분리검지 기능을 OTI(On-board Train Integrity)라고 정의하며, Master와 Slave로 구분 및 Master에서 Slave 데이터를 수집하여 열차분리의 최종 판단을 수행
- OTI는 Class를 1, 2, 3으로 분류하며 Class는 열차 분리 검지 방식 기준으로 분류됨.



Class	분류 기준
<p><b>Example for Product Class 1</b></p> <p>• OTI devices installed in each cabin</p> 	OTI-M은 열차 후단부의 OTI-S와 통신 데이터 교환으로 열차분리를 검지
<p><b>Example for Product Class 2</b></p> <p>• OTI devices installed at head and tail</p> 	OTI-M은 열차 후단부의 OTI-S의 물리량 데이터를 확인하여 열차분리를 검지
<p><b>Example for Product Class 3</b></p> <p>• OTI devices installed in all waggons</p> 	OTI-M은 모든 화차에 설치된 OTI-S들의 인접 화차 연결 상태를 확인하여 열차분리를 검지

- 열차분리 검지 장치는 매우 높은 정확도로 열차 분리를 식별해야하며, 열차 분리 시, 최대한 빠르게 ETCS 차상장치로 보고되어야 함.(만약 열차분리 보고가 늦어진다면, 지상 시스템으로의 보고도 늦어져 후속열차에게 분리된 열차 후두부가 남아있는 지점 너머까지 이동권한이 발행되어 큰 사고 발생 가능)
- 신속한 보고를 위해 열차분리검지 장치의 방식은 통신지연 또는 라디오홀로 인한 장애가 발생 가능한 무선 방식보다는 유선 방식(전기 페루프 회로 방식)이 안전성이 높음. 그러나 이러한 유선 방식은 고정편성에서는 유효하나, 열차의 조성이 계속 변경되는 화물열차의 경우는 유선 방식이 불가능하여 무선 방식의 연구도 진행되었음. 무선 방식은 통신 지연 등의 환경을 고려하여 지연시간만큼의 안전마진을 확보해야되기 때문에(약 1km 이상) 효율적인 열차 운행의 한계가 존재
- DAC(Digital Automatic Coupling)는 가변편성인 화물열차의 열차 분리를 확인하는데 획기적인 솔루션이 될 수 있음. 특히 가변편성의 경우 열차 조성이 수시로 변하여 열차의 End 포인트 정의가 모호했지만, 화물 철도 생산성 향상을 위해 향후 모든 화차에 DAC가 장착되고, 열차 분리 검지 기능을 확인하는 기능이 추가된다면(현재 이 방향으로 연구 중) 화물 열차에서도 열차 분리 검지 기능을 매우 높은 안전성(SIL 4 수준) 기준으로 구현 가능

## ○ 디지털 자동 커플링(DAC; Digital Automatic Coupling)

- 기존 화물차의 조성 방식은 입환작업자가 투입되어 기관사와 협업하여 화물차 조성을 수행했으나, 인력 투입 및 과다 시간 소요, 입환 작업자의 위험성은 유럽의 화물열차 활성화 정책에 큰 걸림돌로 작용하였음
- 이에 DAC를 개발 및 오스트리아 철도에 적용 중이며, DAC의 물리적, 전기적 인터페이스 및 기능도 표준화 작업이 진행 중으로 상호 기술 표준(TSI)에도 포함할 것이며, 2030년까지 50만대의 화물차에 85억 유로를 투입하여 점진적 확장 예정
- DAC는 단순히 자동으로 열차를 연결하는 방식에만 국한되는 것이 아닌, 현장 인력 제로화를 위해 ETCS 시스템과의 연계, 원격운전 등과의 기술과의 융합, 운영 지침이 완성되어야만 실용적인 운영이 가능하고, 이러한 기술들은 R2DATO 프로젝트에서 진행 중임



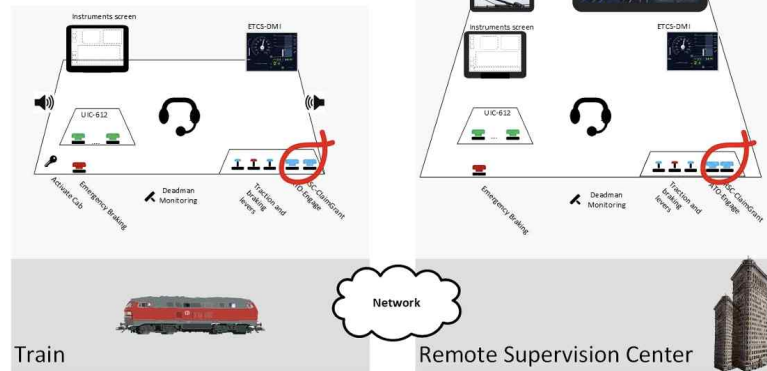
< 유럽에서 추진 중인 DAC 모델 형상 >



< 오스트리아에서 운영 중인 DAC >

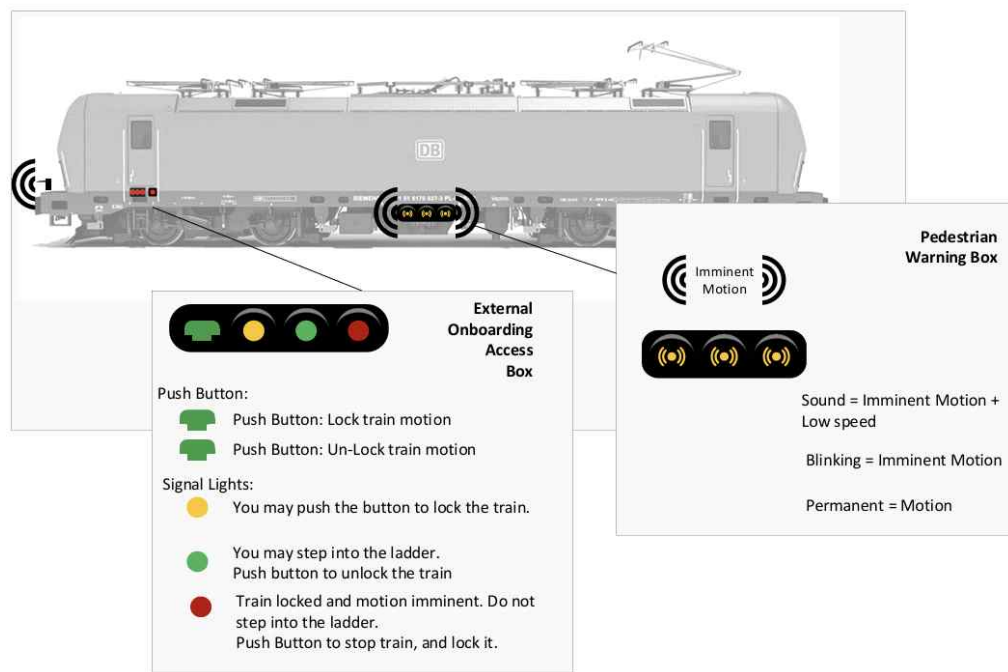
## ○ 원격운전

- 원격운전은 장기적으로 열차 운전의 간헐적 개입의 형태로 기술 및 운영 지침이 정립될 것이지만, 철도 현장에 예측 불가능한 요인들로 인해 단기적으로 기관사와 병행하여 운영할 계획임
- 원격운전을 위해 RSC(Remote Supervision Center)를 별도로 설치하고 원격으로 제어할 수 있는 기관사 조작반을 통해 원격 운전을 수행하며, 기관사와 RSC는 조작반 내 운전 허용 요청 및 승인 버튼으로 제어권을 이관함



### < 열차-원격감시센터의 열차 조작반 >

- 원격운전 시, 선로 작업자의 위험요인은 존재하여, 위험도를 경감시키기 위해 선로 작업자에게 경고 알람을 주기 위해 열차 외부에 경고 박스를 부착하였고, 차량 유지보수를 위해 열차 상부에 오르는 작업자에게 열차의 Lock/Un-Lock 상태를 알리기 위해 외부 탑승 접근 박스를 장착함



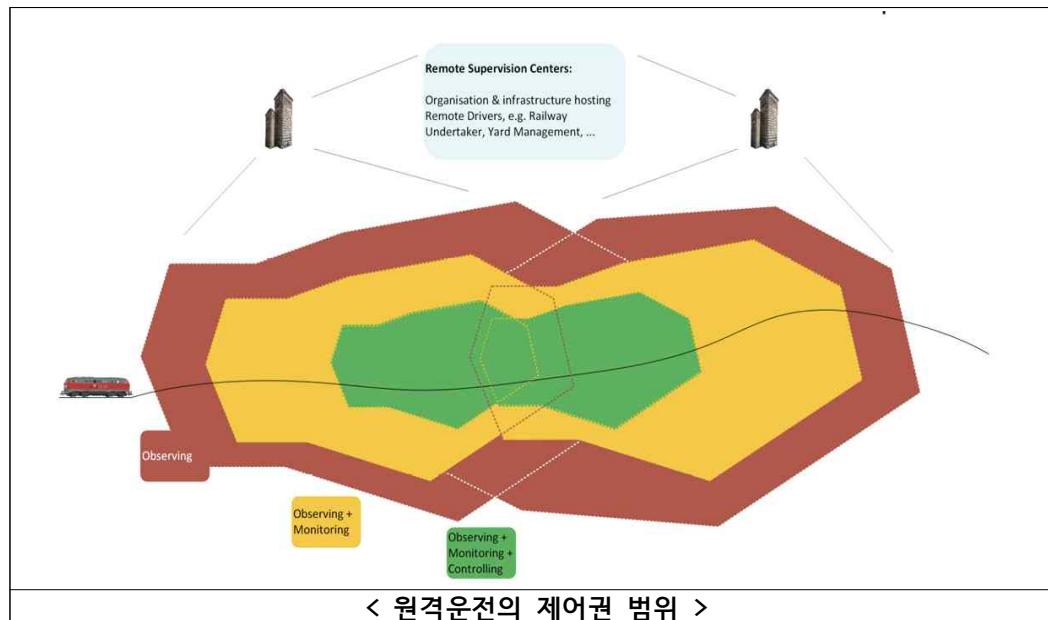
### < 원격운전의 제어권 범위 >

- 원격운전을 위해 RSC(Remote Supervision Center)를 별도로 설치하고 원격으로 제어할 수 있는 기관사 조작반을 통해 원격운전을 수행하며, 기관사와 RSC는 조작반 내 운전 허용 요청 및 승인 버튼으로 제어권을 이관함
- 제어권 형태에 따라 원격운전 형태가 아래와 같이 정의됨
  - Uninvolved : Observing, Monitoring, Controlling 중 어떠한 상태도 아님
  - Observing : Observing 하는 기관사는 열차 운전의 책임이



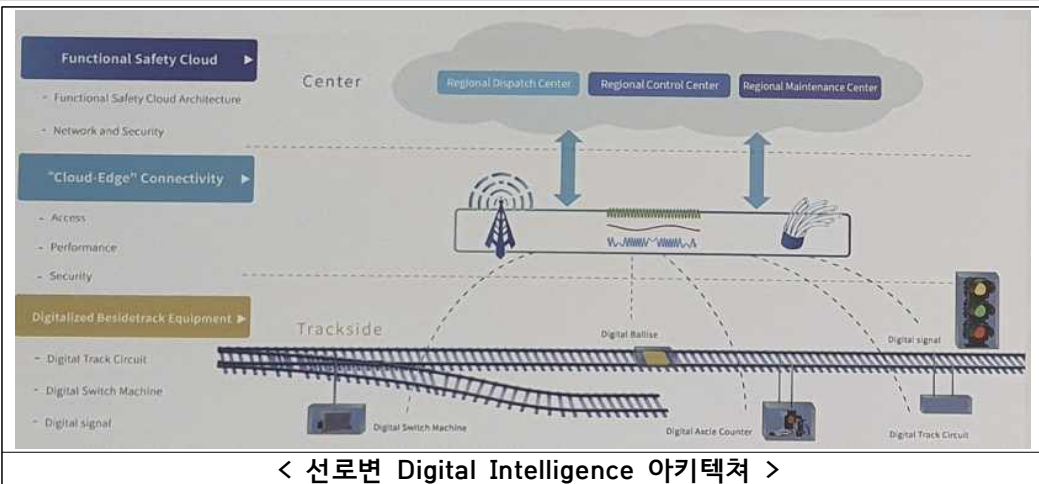
없으며 Monitoring이 가능한지 Observation 정보 적정성을 판단

- Monitoring : Controlling이 가능한지 Monitoring 정보를 확인하고, 제어권 인수 요청, 자동운전 열차의 지원 요청 확인, 예방조치가 필요한 경우 제동 및 경적 취급 가능
- Controlling : 열차의 직접 제어를 담당하며, 열차의 안전 운행에 책임이 있음



- 열차 제어권 형태에 따라 RSC가 보증할 수 있는 제어권 영역을 분할하고, RSC간 중첩 구간을 만들어 하나의 RSC가 원격운전 중이더라도 다른 RSC가 제어권을 받을 수 있도록 구성
- 향후 열차자동운전의 GoA4(무인운전)가 가능한 인프라 및 기술적 요건 제반이 마련된다면, 상기 그림은 모두 초록색 (Controlling 가능 영역)으로 변할 것이나, 상당한 시간이 소요될 것으로, 열차자동운전은 일정 구간마다 GoA2, GoA3, GoA4가 병행되어 장기간 운영될 것임

[ 2 ]	CRSC(China Railway Signal & Communication, 중국)		
분야	신호	연관성	■ KTCS-3 ■ 신기술 ■ 국외동향
키워드	CTCS, Digital Intelligence, 영상기반 모니터링, 조차장 자동화		
조사목적	- 중국철도 기술동향 및 CTCS와 KTCS 유사성 파악		
내용	<div data-bbox="371 369 603 405">□ CRSC 소개</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CRSC는 철도 신호·통신을 전문으로 하는 중국 국영기관으로 철도 신호·통신 분야의 인프라 설계, 엔지니어링, 제품 개발을 수행</li> <li>- CRSC는 14개의 자회사를 가지는 조직이며, 자회사 포함 약 19,000명의 종사자가 근무 중임</li> <li>- 중국 내 일반철도 160,000km, 고속철도 40,000km의 열차제어 시스템을 설치 및 운영 중</li> <li>- 약 20개국에 국외사업 진행 중이며, 대표적으로 인도네시아 자카르타-반둥 고속철도 사업 및 헝가리-세르비아 사업이 대표적임</li> <li>- 열차제어시스템은 도시철도용인 CBTC, 일반 및 고속철도용인 CTCS-2+ATO, CTCS-3+ATO 기술을 보유함 <ul style="list-style-type: none"> <li>* CBTC(Communication Based Train Control) : 도시철도 열차제어 시스템</li> <li>* CTCS(China Train Control System) : ETCS를 개량한 중국 열차제어 시스템 (참고) CTCS-3는 ETCS-2와 CTCS-2는 ETCS-1과 동일한 시스템</li> <li>* ATO(Automatic Train Operation) : 열차자동운전</li> </ul> </li> </ul> <div data-bbox="371 1178 1406 1214">○ 선로변 Digital Intelligence 기반 2단계 아키텍처 열차 제어 시스템</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선로변-센터의 2단계 구조로서 선로변 신호설비(선로전환기 등)를 무선 또는 광통신으로 연결하여 케이블 절감 및 제어 거리 제약을 제거하고, 취득된 신호설비 데이터를 보안성이 확보된 Cloud Edge에 취합 및 Center(관제)에 전달함으로써 효율적인 운행, 제어, 유지보수를 가능하게 함</li> <li>- 미래 신호 인프라 구성 방향성에 적합한 형태이며, 중국 이외 유럽에서도 해당 연구가 진행 중인 상황임. 건설비 감소와 더불어 철도의 Digital 전환 측면에서 적절한 기술임</li> <li>- 해당 시스템은 선로변 단계에서 통신 프로토콜 정의(IP 할당 방안 포함), 무선통신 끊김에 대한 안전 기능 확보 기술 개발이 선행되고 Center는 운영 필요 요구에 따라 점진적으로 확장하는 형태로 연구개발이 진행 예정</li> </ul>		

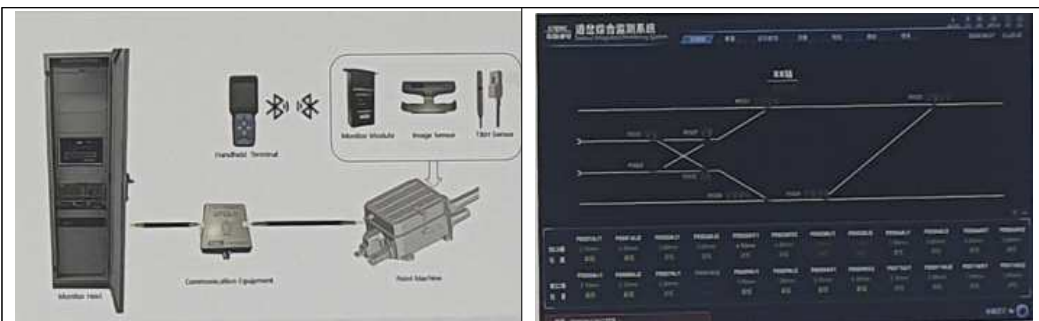


## ○ 영상 기반 모니터링 시스템

- (선로전환기 모니터링) 기존 선로전환기 개방 점검에서 원격 실시간 모니터링 검사\*가 가능하여 유지보수 시간 및 정확도를 향상 시킬 수 있음. 현재 중국에서 고속, 일반, 도시철도에 광범위하게 적용 중

\* 선로전환기 원격모니터링 : 모듈 발열, 기계적 밀착도

- 국내에도 선로전환기 모니터링 관련 유사기술이 있으나, 내부 모듈에 대한 영상감시는 적용되지 않고, 모듈 내 주요 부품을 센서로 감시하고, 신호기술지원 시스템에 연계하여 유지보수자가 실시간으로 로컬 또는 모바일로 확인 가능



< 선로전환기 모니터링 시스템 구조 >

< 선로전환기 상태 모니터링 화면 >

- (철도환경 모니터링) 역사 및 선로변 모니터링을 통해 선로변 침입 및 역사 내 위험요인을 식별 및 사전 차단하여 승객 안전성 향상
- 영상처리 기술로 승객 또는 선로 장애물 감시는 국내에서도 연구개발 중인 기술임
- 특히 해당 기술은 열차자동운전 수준인 GoA2(반자동 운전)에서 GoA3(안전요원 탑승), GoA4(완전자동 운전)로 업그레이드 되는데 필수 기술임
- 기관사가 없는 GoA3 및 GoA4에서 역사 승객 모니터링 기술은 열차자동운전에서 열차 출입문을 제어하는 보조 수단으로 사용되고, 선로변 장애물 감지 기술은 장애물이 존재하는 상황에서 열차제어시스템과 연계하여 열차를 정지 기

## 능에 요구됨



< 역사 승객 모니터링 및 선로변 침입 인원 검지 >

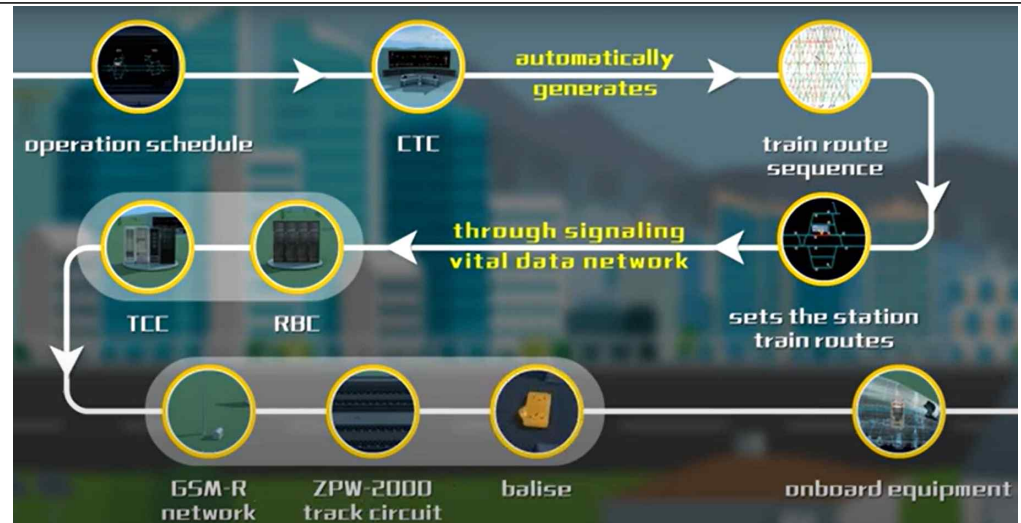
< 선로변 장애물 검지 >

### ○ 중국 열차제어시스템(CTCS)

- ETCS는 Baseline2 기준으로 레벨 0, STM, 1, 2, 3으로 분류되나, CTCS는 레벨 0, 1, 2, 3, 4로 분류됨

레벨		설명
ETCS (KTCS)	CTCS	
STM	0	ETCS가 아닌 다른 시스템 운행
0	-	ETCS가 설치되지 않은 구간을 시계운전으로 운행
-	1	ETCS-1과 유사하나, 고정 발리스로만 구성되어 (즉, 가변 발리스 및 선로변제어유닛 X) 지상에 완전 의존하지 않음
1	2	선로변제어유닛과 가변발리스를 통해 열차를 완전 제어 가능
2	3	무선통신을 이용하는 무선폐색센터에서 열차를 완전 제어 가능
3	4	제어방식은 ETCS-2(CTCS-3)와 동일하나, 열차 검지 설비를 제외하는 대신 열차위치 검지를 열차에서 송신하는 위치데이터로 확인

- CTCS-3는 ETCS-2와 완전 호환되며, 열차 운행 스케줄에 기반한 열차 운행 정보를 무선폐색센터(RBC)가 수신하여 GSM-R 무선통신으로 열차를 제어함.
- 참고로 Baseline4의 CCS Subset-026에서 Level 3가 Level 2로 병합되었지만 이는 유럽이 Level 3를 포기한 것이 아닌, 열차 검지 기능을 지상 또는 차상 할당 유무(L2와 L3의 차이점)는 상호운용성과 관계 없고, 유저의 선택사항으로 정의한 것으로 추측됨. 이에 대한 근거로 Subset-026에서 열차분리 검지에 대한 차상장치의 열차 분리 값에 대한 Transition Table이 추가되고 기능이 고도화된 점, Europe's for Rail의 R2DATO 프로젝트에서 여전히 Level 3와 Hybrid Level 3가 WP로 여전히 포함된 점을 들 수 있음.



< CTCS-3 열차제어 흐름 >

- CTCS-3는 베이징-상해 350km/h 고속환경 실증시험과 베이징-톈진 간선철도 개량사업 등에 적용됨



< CTCS-3 철도망 계획 >

- 또한, CTCS-3에 호환되는 350km/h급 GoA2 ATO를 개발하여, 베이징-선양 및 베이징-장자커우에 건설 및 운행 중이며,
- 기존 ETCS 기반 ATO가 레벨 2이상(무선통신)에서만 적용되는 것과 달리, CTCS-2(무선통신 X) 호환되는 GoA2 ATO를 개발하여, 둥관-호이저우 간선철도에 적용함.
- ETCS 기반 ATO는 ATO 지상장치가 RBC와 유사하게 열차운행스케줄 정보를 무선통신을 활용해 실시간으로 열차 내 ATO 차상장치에 송신하는 방식을 적용한 것이 아닌, 가변 발리스



로부터 수신한 이동권한을 기반으로 차상장치에서 자동운전곡선을 생성하여 운행하는 방식으로 고안되었고, 열차자동운전에 필요한 추가 정보(출입문 방향 등)는 유저 패킷으로 자체 정의하여 활용함



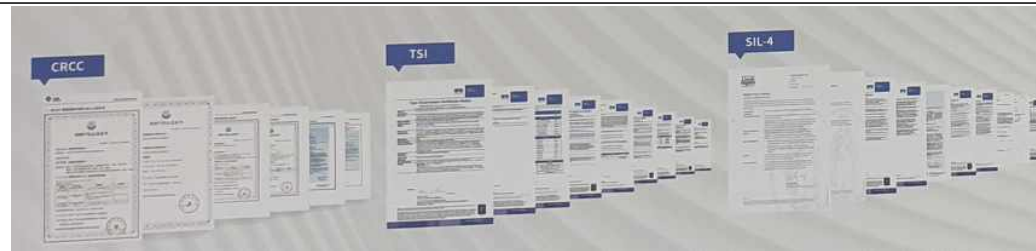
< 열차자동운전 기관석 화면 >



< CTCS-2 기반 열차자동운전 >

#### ○ 중국 철도 신호 국외진출 기반(인증서 및 LAB 시험소) 현황

- (인증서) 중국 국내 인증 CRCC와 유럽 규격을 적용한 TSI 인증서 및 SIL-4 수준의 안전성 등급 인증서 보유



<CRCC 인증>

<TSI 인증>

<안전성 인증(SIL4)>

- (LAB 시험소) 약 40,000km 이상의 고속철도 신호 시스템 건설 및 운영을 하는 동안 60,000개 이상의 고속철도 시험 케이스 및 100,000개의 시험항목 시험 수행

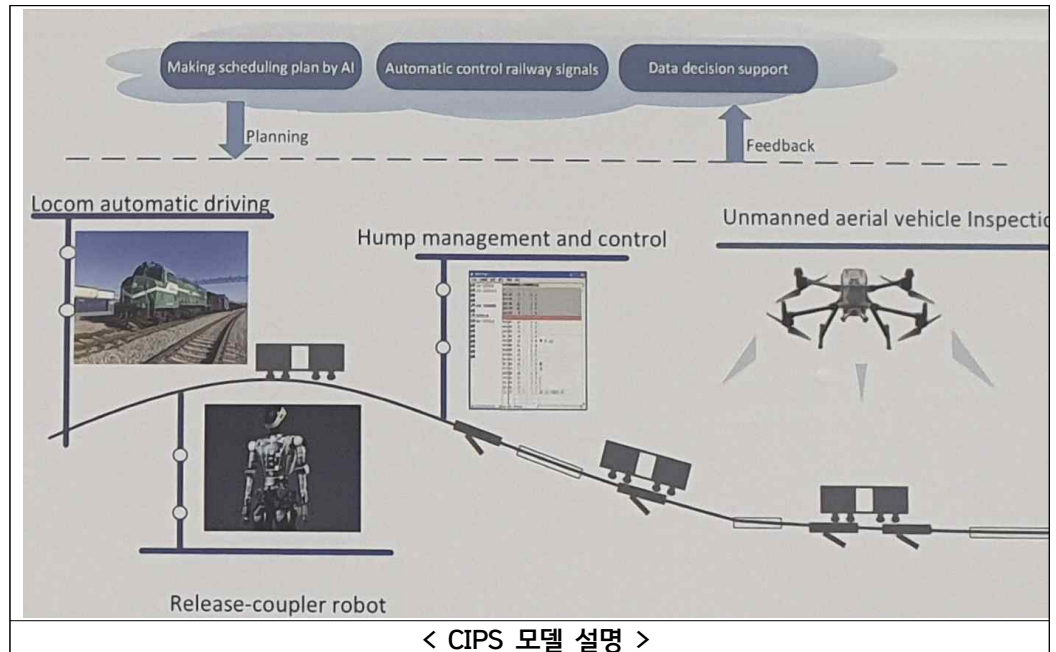
중국 신호 연구 및 인력 인프라 현황			
중국 혁신 역사	9개	R&D 참여자	5,000명 이상
시험실	164개	전문가 수	10,000명 이상
연구소 수	3개	정부보조금 지원 유학생	52명
시뮬레이터 환경	노선[km](고속:2000/일반:1000/도철:100km) 대규모 역사 : 5개		



< CTCS-L1, L2 LAB 시험실(헝가리, 세르비아, 태국) >



- 화물 조차장 자동화 시스템(CIPS:Computer Integrated Process System)
- CIPS는 TW-2 자동 험프 제어 시스템 및 BDZ 셔터 자동화 시스템, 자동 주행, AI 등을 통합한 시스템으로 통합하여 정확한 험프 제어 기능이 가능한 화물 조차장 운영 시스템임
  - 지능형 계획 수립 및 자동 경로 제어를 가능하게 하여 발차, 실외 차량 검사, 커플러 연결/해제, 입환, 비상 검사 등의 자동화로 실외 작업 효율성 개선
  - 정저우 북역과 청두 북역, 구이양 남역, 우한 북역에 대형 화물 조차장 시스템을 적용 운영 중



[ 3 ]

Mihajlo Pupin Institute(세르비아)

분야

차량, 신호

기관

☐ KTCS-3 ☐ 신기술 ☒ 국외동향

키워드

차량 휠 감지장치, 차축감지장치

조사목적

- 차량 휠 감지 및 차축감지장치 기술 조사

내용

☐ Mihajlo Pupin Institute 소개

- 설계, 엔지니어링, 기술 솔루션 및 제품 개발, 설치 및 유지

관리를 포함하여 철도 신호, 통신 및 무선 시스템 분야에서 터키 솔루션을 제공하는 업체.

- 대표설비 : 차축검지장치(SIL4) 및 차량 휠 검지 장치.
- 프로젝트 경험 : Alstom, Bombardier 세르비아 철도 및 CRSC 세르비아-헝가리 고속철도의 차축검지장치 납품

#### ○ 차량 휠 검지 장치

- 차량 휠 검지 장치는 열차가 지날 때 발생하는 자기장의 변화로 열차의 휠을 감지하는 장치임
- 본 제품은 350km/h까지 열차 휠을 검지 할 수 있으며 1001, 1002, 2002까지 구성이 가능함
- 이 장치는 차축검지장치와 통합하여 사용 가능하며, 열차 검지 기능 안전성 향상을 위해 차축검지장치에 의해 정의된 다수의 폐색구간 시작점과 끝점에 휠 검지 장치를 설치하여 차축검지장치가 고장이 발생하더라도 휠 검지 장치가 차량 진입을 인식하여 열차의 안전측 동작이 가능하도록 함 이외에도 건널목 감지 용도로 사용되어 마찬가지로 차축검지 장치와 통합되어 건널목 구역 제어를 용이하게 할 수 있음.

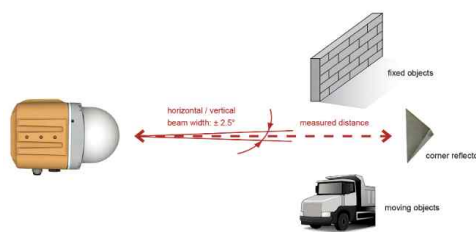



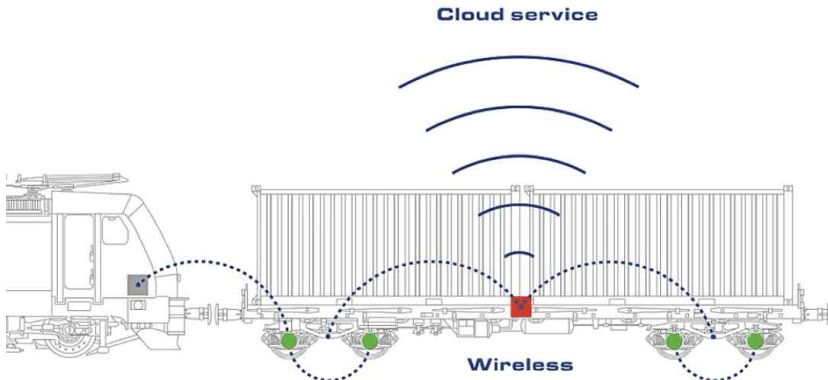




< 차량 휠 검지장치 >

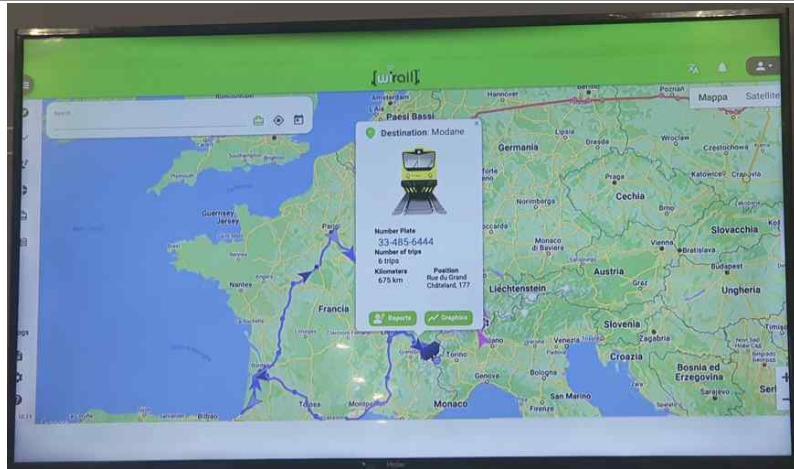
#### ○ 차축검지장치

- 차축검지장치는 폐색 구간의 시작점과 끝점에 각각 설치되어, 열차가 진입할 때, 시작점에 있는 차축검지장치가 열차의 차축 수를 카운트 및 해당 구간을 열차 점유로 변경하고, 끝점에 설치된 열차의 차축검지장치의 열차의 차축 수를 카운트하여 시작점의 차축 수와 일치한 경우 해당 구간의 열차 점유를 해제하는 설비임
- 차축검지장치는 열차 차축을 세는 기본 기능외에도 차량의 방향과 속도를 검지하는 기능 또한 존재함. 350km/h까지 동작하며, 차축검지장치(실내)와 차축검지장치(현장)간 실선 기준 최대 제어 거리는 5km이며, 광통신을 사용하는 경우 20km까지 제어 가능하고, SIL4 레벨의 안전성 인증을 획득함

	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">&lt; 차량 휠 검지장치 &gt;</p>
--	--

[ 4 ]	SYMEO(독일)		
분야	차량, 신호	연관성	<input checked="" type="checkbox"/> KTCS-3 <input type="checkbox"/> 신기술 <input type="checkbox"/> 국외동향
키워드	차량 센서		
조사목적	- KTCS의 정확한 열차위치 연산을 위한 도플러 센서 동향 조사		
내용	<div> <input type="checkbox"/> SYMEO 소개           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다양한 산업 분야에서의 디지털 전환에 활용되는 고급 센서 및 레이더 제작 기관</li> <li>- 철도분야에서의 활용               <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 열차 감지 및 안전 시스템 : 열차 위치 및 속도 감지</li> <li>■ 인프라 모니터링 : 터널, 교량 등의 변위 감지</li> </ul> </li> </ul> </div> <div> <input type="checkbox"/> ETCS 차상장치에서의 센서 활용           <ul style="list-style-type: none"> <li>- ETCS에서 열차의 이동 거리 연산은 휠센서와 도플러 센서의 조합으로 수행되는데, 일반적인 기상 조건에서 센서들의 정확도가 높아 열차 운행에 지장 없으나, 비 또는 눈과 같은 기상 이 안 좋은 여건에서 휠의 슬립현상에 의해 가끔 이동거리가 과잉 측정되어, 열차의 안전측 동작(링킹 에러)으로 제동이 취급되는 문제가 발생하며,</li> <li>- 미끄러운 레일에 의해 열차 휠과 레일간의 점착력이 감소하여 차량의 제동 감속도 값이 낮아지나, 차량은 기존 제동 감속도를 사용해 브레이킹 커브를 생성하면, 열차의 목표거리를 너무 정차할 수 있어 추돌 위험 요인이 존재함.</li> <li>- 이러한 현상 방지를 위해 ETCS 지상 시스템에서 차상 시스템으로 기상 악화 조건에서 점착 계수 변경 메시지를 송신하여 보완되나, 악화된 기상 조건에서 정확도 높은 센서 활용이 근본적인 해결책임</li> </ul> </div>		
	 <p style="text-align: center;">&lt; 도플러 레이더 &gt;</p>	 <p style="text-align: center;">&lt; 다양한 기후에서의 센서 정확도 시연 &gt;</p>	

[ 5 ]	WiRail(이탈리아)			
분야	차량, 신호	연관성	■ KTCS-3 ■ 신기술 ■ 국외동향	
키워드	GNSS, 열차위치, 화물열차, 모니터링			
조사목적	- GNSS를 통한 열차위치 파악 기술 활용 방안 모색			
내용(요약)	<div>□ WiRail 소개</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>- 철도 통신 솔루션을 제공하는 회사로, 주로 철도 인프라 및 운송 시스템의 디지털화를 목표로 하고 있으며, 열차와 철도 인프라 간의 실시간 데이터 통신을 가능하게 하는 솔루션 제공</li></ul></div> <div>○ 화물열차 모니터링 시스템</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>- 클라우드 기반 화물열차 모니터링 시스템으로, 화물열차에 모니터링 장치(베어링 온도, 가속도, 주행거리)를 설치하여 열차 운행 중 실시간으로 모니터링 및 열차 위치를 파악할 수 있는 솔루션으로 열차 이상 발생 시, 운영자에게 경고 알람 메시지를 전송</li><li>- 에너지 자가발전 및 태양열 발전으로 현장 설비의 별도 전원이 필요 없으며, MEMS 및 GPS 센서가 탑재되어 상대적 위치인 키로정과 절대적 위치인 위성 좌표 데이터 모두 확인이 가능함</li><li>- 철도 화물의 비중을 높이는 유럽 철도 정책 동향과 화물의 유럽 내 국가간 이동, 화물의 타 교통수단으로의 인계 측면에서 화물 열차의 위치 파악은 유럽 내 중요한 이슈임</li></ul></div>			
	<div></div> <div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> <div><div>모니터링 장치</div><div>베어링 캡(바퀴)</div><div>운동에너지 센서</div><div>태양열 화물 추적기</div></div>			



< 화물열차 위치 및 주행거리 확인 화면 >



### ○ ETCS에서의 열차위치

- ETCS에서 열차위치는 발리스를 기준으로 열차 전단부가 얼마나 떨어져 있는지로 열차위치를 정의함. 지상 시스템도 해당 발리스의 키로정 정보를 가지고 있어, 열차가 위치 정보를 송신하면, 열차의 위치가 어디인지 파악 가능함. 무선 통신으로 열차제어가 이루어지는 레벨 2 이상 시스템에서도 발리스가 존재하는 이유 중 하나임.(또 다른 이유는 Odometry 오차를 갱신하기 위함)
- Baseline 4에서도 열차위치 검지는 여전히 발리스를 활용하지만, 현재 Europe's for Rail은 위성으로 열차 위치를 검지하는 기술을 개발 중에 있으며 기술이 완성되면 레벨 2 이상에서 발리스를 활용하지 않아 발리스를 미설치할 수 있음(건설비 감소). 기술적 한계로는 터널 등 위성 통신이 원활하지 않는 개소에서의 극복 방안과 간헐적으로 실제 열차위치와 오차가 있는 위성 좌표 값 수신, 오차가 포함된 위성 좌표가 수신되는 경우 필터링 등에 있음



[ 6 ]	MAFELEC(프랑스)		
분야	차량	연관성	<input checked="" type="checkbox"/> KTCS-3 <input type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
키워드	열차 도어, 차량 헤드라이트		
조사목적	- 차량 도어와 열차자동운전 시스템 연계성 조사		
내용	<div data-bbox="371 369 670 405">□ MAFELEC 소개</div> <div data-bbox="403 414 1425 539"> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 플랜트, 에너지, 선박, 철도, 산업용 차량, 엘리베이터 등 다양한 산업군에서 Door 솔루션을 설계 및 제작하는 회사</li> <li>- 철도분야 : 열차 출입문, 차량 헤드라이트 등</li> </ul> </div> <div data-bbox="371 566 681 602">○ 차량 헤드라이트</div> <div data-bbox="403 611 1425 871"> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도 차량 헤드라이트의 광도는 다른 열차의 운전자 및 역사 내의 승객의 눈부심을 제한하기 위해 광도는 표준 EN 15153-1에 따라 40,000cd~70,000cd사이로 제한되며, MAFELEC의 광학 전문 기술을 적용하여 타사 대비 컴팩트한 설비로 구현되었음. 대표적으로 Siemens 사의 Mireo 전동차에 해당 제품을 350개 장착하여 '17년부터 운영 중임</li> </ul> </div> <div data-bbox="376 887 1417 1310">  </div> <div data-bbox="502 1312 1294 1346"> <p>&lt; Siemens Mireo 전동차에 장착된 MAFELEC 사의 차량 헤드라이트 &gt;</p> </div>		
	<div data-bbox="371 1406 732 1442">○ 차량 출입문 스위치</div> <div data-bbox="403 1451 1425 1850"> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 차량 출입문 스위치는 내·외부에 설치될 수 있으며, 승객에게 출입문 스위치의 눌림 상태를 인지할 수 있도록 시각 및 청각 신호를 보내며, 열차, 트램, 버스에 모두 적용 가능함</li> <li>- 차량 출입문 스위치는 단순히 기관사에게 승·하차 알림이 아닌, 내부 또는 외부 스위치가 눌러야만 플랫폼에서 열차의 문이 열리도록 제어하는 장치와 연계되어 열차 차량 문 개폐 빈도를 최소화함으로써 열차 문의 수명을 늘리는 동시에 승·하차 시간을 최소화하여 열차가 역에 머무는 시간을 단축 시켜 간접적으로 표정속도 향상에 기여할 수 있음</li> </ul> </div> <div data-bbox="371 1899 1149 1935">○ 열차자동운전 관점에서의 차량 출입문 스위치</div> <div data-bbox="403 1944 1425 2074"> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 열차자동운전 상호운용 기술기준(Subset-125)의 출입문 개폐 기능은 열차의 출입문 방향 정보를 수신하면, 열차제어시스템에 해당 정보를 송신하고, 기관사에게 DMI로 출입문 방향 정보 및</li> </ul> </div>		



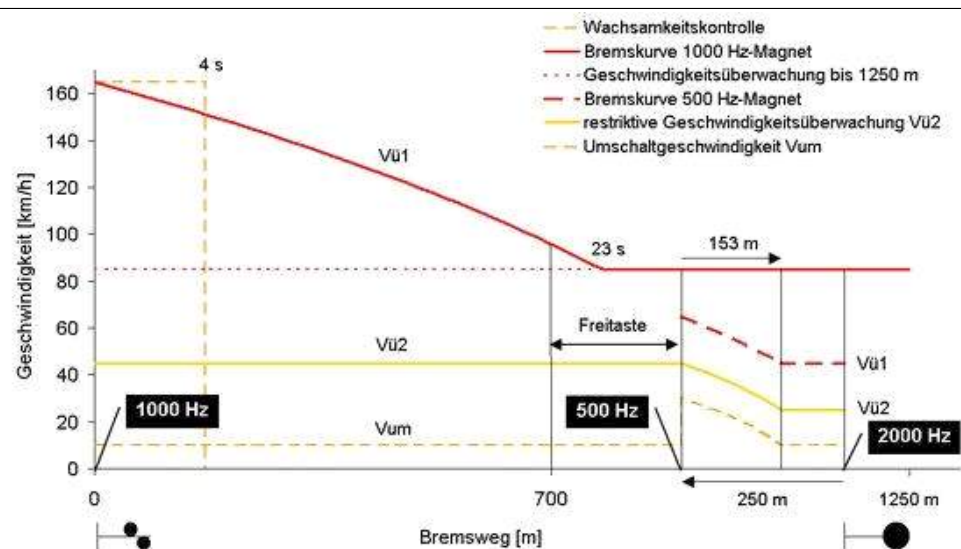
	<p>출입문 제어 버튼을 기관사에게 현시함.(출입문 제어는 안전 기능에 속하므로 열차제어시스템이 담당)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이는 상호운용성에 대한 표준 기술기준이므로 일반적 관점에서 기능 정의가 되어야 함. 그러나 차량 출입문 스위치를 도입한다면 열차자동운전의 역 정차시간(지상시스템으로부터 수신)을 수 초 정도 감소시킬 수 있으며,</li> <li>- 또한 열차자동운전 등급이 GoA3 및 GoA4로 상향될 때, 가장 큰 문제점 중 하나는 기관사가 없는 상황에서 시스템이 출입문을 개폐해야 하기 때문에 갑작스럽게 승·하차하는 승객의 안전문제인데, 출입문 스위치를 도입하고 다른 시스템(PSD 등)과 연계한다면, 보다 쉽게 해당 안전 사고의 위험도를 저감시킬 수 있을 것으로 기대됨.</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="391 712 885 1120">  </div> <div data-bbox="909 712 1404 1120">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="391 1131 885 1158">&lt; MAFELEC사의 출입문 스위치 &gt;</div> <div data-bbox="909 1131 1404 1158">&lt; PSD에 장착된 출입문 스위치 &gt;</div> </div>
--	---

[ 7 ]	ALTPRO(크로아티아)		
분야	신호	연관성	<input type="checkbox"/> KTCS-3 <input type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
키워드	열차제어시스템(ATP(PZB))		
조사목적	- 유럽 신호 제조사 기술 동향 탐색		
내용	<div data-bbox="375 1417 646 1462">□ ALTPRO 소개</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도 신호 인프라 및 장비 차량 제어시스템을 공급하는 철도 신호 솔루션 공급사로, 6개 대륙의 50개국과의 프로젝트 수행</li> <li>- 대표제품 : ATP(PZB)</li> </ul> <div data-bbox="375 1619 582 1664">○ ATP(PZB)</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PZB는 유럽 표준 열차제어시스템이 아닌 그 국가에서만 사용되는 특정 시스템으로, 독일 , 오스트리아 , 슬로베니아 , 크로아티아 등에서 사용 중이며, 한국의 ATS 시스템과 유사함. PZB와 ATS 모두 열차가 지상자를 지날 때, 차상 안테나와 지상자가 자기 결합에 의해 신호 조건에 맞는 주파수가 차상 안테나로 수신되어 차상장치가 현재 현시된 신호를 수신하여 동작하는 원리임</li> <li>- PZB의 주파수는 500Hz, 1,000Hz, 2,000Hz가 수신되고 각 주파수가 수신되었을 때, 기관사가 제한 속도까지 수 초 이상 속도를 감속하지 않으면 PZB 차상장치는 강제로 열차 제동을 취급함</li> <li>- PZB의 최고속도는 160km/h로 제한되며, 이는 차상 안테나가 지</li> </ul>		

상자와의 최대응동시간(수 ms)에 기인함.





< Locomotive에 장착되는 ATP(PZB) 시스템 구성도 >



< ATP(PZB)의 주파수 신호에 따른 열차 속도 제한 >

- PZB는 ETCS에 비해 비용이 상당히 경제적이므로 현재 일부 유럽 국가에서 장비 차량 등에 적용되어 사용 중임. 한국도 마찬가지로 모터카와 같은 장비 차량에 가격이 높은 KTCS를 적용하는 것이 아닌 ATS를 설치 운영 중이나, 최근 한국철도공사에서 모터카에 KTCS를 적용한 사례가 있음(단, 비용을 낮추기 위해 안전성 인증 등은 제외)
- 하지만 PZB, ATS는 속도 제어 방식으로 일정 시간 동안만 신호 현시 조건에 맞게 기관사가 감속하는지를 감시하는 설비로 기관사 인적 오류(졸도, 기만운전 등)에 의한 리스크가 존재함. 이런 리스크를 보완하기 위해 역 구내의 안전 여유 거리를 길게하면 건설 비용이 상당히 증가하게 됨.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 반면에 ETCS는 거리 제어 방식으로 일정 시간만 열차가 간섭하는 것이 아닌, 지상시스템에서 열차가 안전하게 이동할 수 있는 거리의 끝(이동권한)을 차상에게 송신하는데, 차상시스템은 이를 기반으로 열차가 이동 가능한 모든 거리내의 브레이크 커브를 생성하므로, 지속적인 감시가 가능하여 역 구내의 안전 여유 거리를 줄일 수 있으므로 건설 비용이 상대적으로 낮음.</li> <li>- 따라서 각 분야별의 비용이 아닌, 전체적인 비용 관점에서 열차 제어시스템을 선정하는 것이 타당함</li> </ul>
--	--

[ 8 ]	OBB(오스트리아)		
분야	차량	연관성	<input type="checkbox"/> KTCS-3 <input type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
키워드	VR 교육, 차량 시험, 친환경 차량		
조사목적	- KTCS 열차 적용을 위한 차량시험 분야 조사 등		
내용	<p><input type="checkbox"/> OBB 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 오스트리아 철도 인프라 및 운영기관으로 종사자 수는 약 4만명이며, 매출액은 약 9조원이며, 최근 친환경 열차 및 자율 열차 운행 시스템, 차량 테스트 분야에 많은 연구 진행 중</li> </ul> <p>○ VR 전기유지보수자 교육</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- OBB는 철도 전차선 작업의 유지보수자 교육을 위해 실제 전차선 작업 차량에 탑승 및 전차선 작업을 수행하는 VR 콘텐츠를 개발 중임</li> <li>- 전차선 작업 시에 작업 개소로 다른 열차가 진입하는 상황 등 실제 사고이력에 기반한 비상상황을 시나리오에 도입하여, 정상적인 업무 숙지 및 비상상황 대처 방안도 교육 중</li> <li>- 공단 연구원도 '22년도에 철도 건설 분야 VR 콘텐츠를 개발하였고 현재 공단 지역본부 및 현장 작업 종사자에게 적용하여 교육 시행 중</li> </ul>		
			<p>&lt; OBB 전차선 작업 VR 콘텐츠 시연 &gt;      &lt; 공단 철도건설분야 VR 콘텐츠 시연 &gt;</p>
	<p>○ 차량 시험 분야</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- OBB는 차량 테스트 부서가 별도로 있어 철도 차량에 물리적, 전기적 특성 및 소음 분야를 유럽철도 안전규정 및 TSI 기준에 따라 시험을 수행하여 인증 및 승인을 지원 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ (물리적 특성) 다양한 환경 조건(저온, 고온, 습도, 궤도)에서 차량 운행시 탈선 안전성, 차량이 인프라에 주는 스트레스 강도,</li> </ul> </li> </ul>		

승차감, 차량 파라미터(제동 감속도 등)의 결정, 휠/레일 접촉면 분석 시험 수행

- (전기적 특성) 차량 내 외부 EMI/EMC 시험을 수행, 특히 귀선 전류의 최대 전류 및 고조파 시험 수행
- (소음 분야) 차량 내부 소음, 외부 소음 시험 수행
- (그 외) 열차 헤드라이트의 광도, 최대 에너지 효율의 견인 특성, 대차 프레임에 기계적 스트레스, 출발 시 최대 부하 특성 등

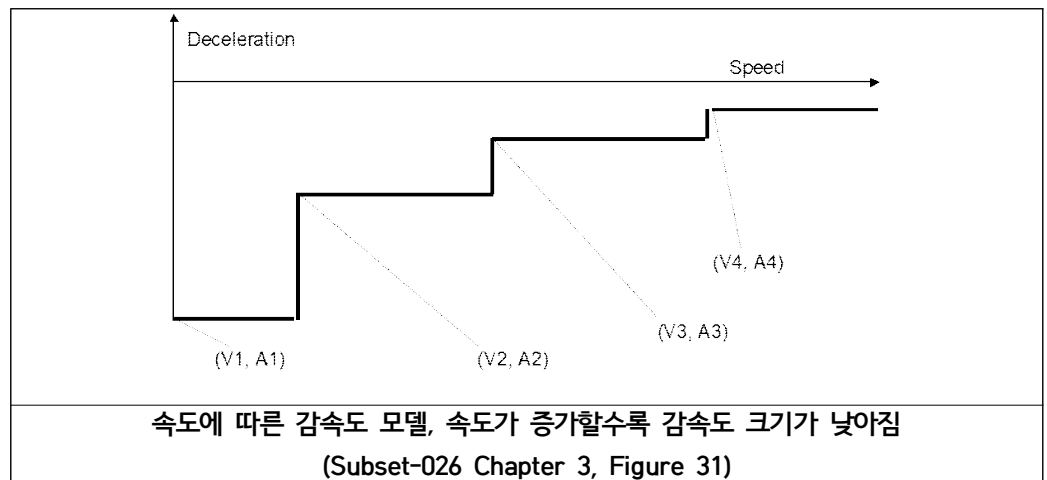


- OBB는 오스트리아 내 다양한 열차를 도입을 위해 TSI 기준에 따라 도입 차량의 성능 및 특성을 시험하였고, 이에 전문 인력과 시험 기술을 발전시켰고 나아가 차량 시험 조직을 만들어 오스트리아 외에도 유럽의 공동 프로젝트에 참여하는 중임



#### ○ ETCS 관점에서 차량 파라미터

- 열차제어시스템 및 열차자동운전 시스템의 가장 큰 핵심적인 기능은 지상으로부터 수신한 이동권한 또는 열차운행프로파일을 기반으로 정차하여할 지점까지의 속도 프로파일 생성임
- 속도프로파일을 생성하기 위해서 지상에서 송신하는 정보 외에 차량의 열차 가속도 및 상용·비상제동 감속도 값[m/s<sup>2</sup>]이 필요. 그러나 연식이 오래된 차량은 가속도 값이 존재하지 않고 감속도는 제동거리 기준만 있음  
(예시: KTX-1은 300km/h에서 상용제동거리 : 6,600m)
- 특히, 감속도는 열차속도에 따른 감속도 값이 달라 정확한 열차 제어를 위해서 속도별 감속도 값이 정의되어야 하며, 이는 차량 주행 시험으로만 특성이 파악될 것으로 예상됨.



- 따라서 국내 철도 차량의 시험도 EN 기준 및 TSI 기준에 맞추어 시험을 수행할 수 있도록 조직 구성과 시험 기술 개발, 시험 노선에 확충 등의 여건 마련이 필요함

#### ○ 효율적인 유지보수를 위한 친환경 차량

- OBB는 최첨단의 친환경 유지보수 차량을 도입하여 철도망 유지 관리에 새로운 기준을 제시하고 있음
- 환경 친화적인 하이브리드 구동 시스템을 탑재한 새로운 고성능 유지보수 차량으로, 열차 운행이 중단될 경우 최대 시속 120km/h로 가장 먼저 현장에 도착하여 철도 운행이 가능한 빨리 재개할 수 있도록 함
- 다양한 요구사항을 충족하기 위해 4가지 모듈식 기계 유형이 공동으로 개발됨
- 모듈 디자인은 운영사와 시설관리자에게 여러 이점을 주는데, 균일한 주행 제어 스테이션을 보장하고 운영 직원의 교육 비용을 낮춰주며 가동 중단 시간을 최소화하기 위해 결함이 있는 모듈을 신속하게 교체할 수 있도록 함
- 또한, Plasser&Theure개발한 E<sup>3</sup> 기술을 사용하면 배출가스가 없고 소음의 거의 없이 작동 가능
- 전차선, 배터리, 디젤-전기 파워팩과 같은 다양한 에너지원 간을 중단없이 전환할 수 있으며, 마모가 없는 전기 제동 시스템 덕분에 디젤 모드에서도 재생 제동이 가능
- 회수된 에너지는 대부분 견인 배터리를 충전하는데 사용되어 주행 거리가 기존에 비해 길고 하나의 주행 제어 스테이션에서 두 대의 기계를 제어할 수 있음
- -25°C의 눈보라의 상황에서부터 최고 +45°C의 태양열과 80km/h의 풍속까지 극한 환경의 테스트를 모두 거쳐 안전성을 입증



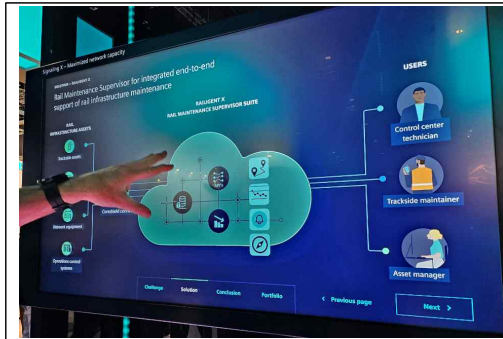


차량 전시장에 전시된 OBB의 실제 유지보수 차량

[ 9 ]	Siemens Mobility(독일)		
분야	DX, 신호	연관성	■ KTCS-3 ■ 신기술 ■ 국외동향
키워드	디지털 전환, 열차자동운전, AI 유지보수		
조사목적	-		
내용	<p>□ Siemens Mobility 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siemens Mobility는 교통 분야의 솔루션을 제공하는 기업으로 철도분야에서 차량, 전기, 신호 제품외에도 철도 운영 플랫폼의 솔루션을 가지고 있으며 종사자 수는 약 40,000명이며 매출액은 약 14.8조원이다.</li> </ul> <p>○ Signaling X</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Signaling X는 클라우드 기반 신호 시스템이며 일반·고속 철도 이외에 도시 메트로 철도망에 모두 적용 가능하며, Siemens 사의 디지털 전환 전략 일환으로 기존 시스템을 통합하여 하나의 클라우드 플랫폼에서 운영할 수 있는 기술임</li> <li>■ (중앙 집중 제어) 중앙의 신호 데이터센터에서 운영되며, 철도 운영자가 Safety 및 Non-Safety의 어플리케이션을 통합 관리 할 수 있게하며, 표준화된 API를 통해 다른 진단 시스템, 열차 계획 시스템(TPS) 등과 쉽게 연동이 가능하게 설계됨</li> <li>■ (통합 관리) Simens의 DS3(Distributed Smart Safe System)를 활용하여 기존의 여러 신호 시스템을 통합하여 시스템 관리 복잡성을 줄이며, 광범위한 지리적 영역까지 통합 클라우드 환경에서 제공</li> <li>■ (확장성) 도시 메트로 뿐만 아니라 국가 차원의 철도 네트워크까지 확장 및 통합이 가능하여 철도망 확장 및 서비스 변경에 유연한 대처가 가능</li> <li>■ (보안성) 하나의 클라우드에서 국가간 철도망까지 통합하는 방식</li> </ul>		



을 채택하여 보안성이 매우 높은 자사 DS3 기술을 활용하여 매우 높은 보안성을 확보



One-Cloud 기반 시스템



현장 시스템과의 연계 설명

### ○ DS3(Distributed Smart Safe System)

- 철도 안전 및 보안 기술의 디지털화 솔루션으로, 클라우드 기반 독립적인 **디지털 연동 시스템**으로 다양한 상용 하드웨어에서 신호 응용 프로그램을 안전하게 기능하게 지원함
  - (경제성) DS3 플랫폼 하나로 전국의 신호기, 선로전환기를 제어할 수 있어, 기존 설비들의 공간 감소와 유지보수에 용이
  - (통합성) DS3 플랫폼은 여러 종류의 상용 하드웨어에서 작동할 수 있어, 기존 인프라와의 통합 용이
  - (SIL4 안전성) DS3는 철도 안전 및 보안에 대한 SIL4 수준의 안전성 확보

### ○ Railgent X

- **철도 운송 시스템**의 운영 및 유지보수를 혁신적으로 변화시키기 위한 **플랫폼**으로 데이터 분석을 통해 자산을 최적화하고 운영 효율성을 극대화
  - (데이터 통합 및 분석) 다양한 데이터 소스를 통합하여 실시간으로 데이터 분석을 수행합니다. 이를 통해 운영자들은 유지보수가 필요할 시점을 예측하고, 시스템의 전반적인 상태를 모니터링할 수 있습니다.
  - (자동화된 차량 검사) AI 기반의 자동화된 차량 검사 기능으로 차량이 정비소에 도착하기 전 카메라로 스캔하여 표면의 손상이나 기술적 결함을 자동으로 평가
  - (모바일 검사) 철도 차량을 정비소 외부에서도 검사할 수 있는 서비스로 차량 가용성이 향상 및 정비 인프라 감소 가능
  - (모듈화된 API) 사용자가 자신의 디지털 전략에 맞는 응용 프로그램을 통합하고 서비스를 선택할 수 있도록, 모듈화된 자체 알고리즘을 제공

### ○ Mobility Software Suite X

- 승객이 모든 교통 수단을 하나의 앱과 계정을 통해 계획, 예약, 결제 및 탑승 가능하게 하는 **이동 수단 통합 플랫폼**으로,

- 철도 운영자는 일정 계획, 승객 예약 및 재고 관리, 실시간 기차 운영을 관리할 수 있음
- 특히 AI를 활용하여 수요 맞춤형 열차 운행이 가능하게 하는 핵심 기능이 포함됨

#### ○ ATO over ETCS 솔루션

- Siemens의 열차자동운전(ATO) 솔루션은 ATO의 지상·차상 설비 이외에도 Siemens社 열차 계획 시스템인 TPS.live와 전력 관리 솔루션인 Sidytrac을 활용
- (최적 운행) 이상 상황으로 열차 운행 계획이 변경되는 경우, TPS.live는 현재 철도망에 운영 중인 모든 열차 속도 또는 정차 시간과 같은 여러 변수를 최적화하고 모든 열차와 시간표를 동시에 조정하여 모든 열차 일정을 실시간으로 최적화 및 동기화하여 열차자동운전 시스템에 전달하여 최적 운행 가능
- (최적 에너지 소비) Sidytrac는 전기 네트워크의 에너지 수요를 실시간 예측 및 부하를 관리하는 솔루션으로, 열차의 회생 제동은 정확한 시간의 제동 및 가속이 필요한데 TPS.Live와 연동하여 열차의 정확한 타이밍의 가속 및 회생 제동을 가능하게 하여 최적의 에너지 소비를 이룰 수 있음
- TPS.live 와 Sidytrac이 모두 포함된 열차자동운전 솔루션은 함부르크의 S-Bahn에 구축 운영 중

#### ○ Transform Mobility for Everyone(세션 발표)

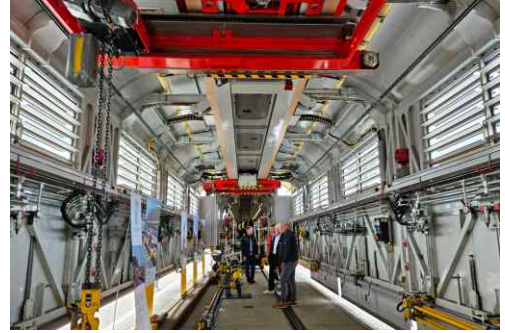
- (모빌리티 혁신의 필요성) 전 세계적으로 증가하는 도시화와 인구 밀집으로 인해 발생하는 교통 문제점을 해결하기 위해 혁신적인 모빌리티 솔루션 제시
- (통합 교통 솔루션) 다양한 교통수단(버스, 열차 등)을 통합하여 실시간으로 관리하는 시스템 설명 및 승객들이 편리하고 효율적으로 이동할 수 있는 방법 제시
- (디지털화 및 스마트 기술) IoT, 데이터 분석, AI 등을 활용하여 교통데이터를 실시간으로 수집 및 분석하여 효율성 향상
- (지속 가능한 교통) 지속 가능성을 중요한 목표로 설정하여 친환경 교통수단 및 인프라의 필요성 등 재생 가능 에너지를 활용한 솔루션 방안 설명
- (미래 비전) 미래 도시의 스마트 교통 환경 구축 및 스마트 시티와의 통합, 열차자율주행 등 미래의 교통 혁신을 위한 전략 설명

	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">&lt;Transform Mobility for Everyone 발표&gt;</p>
--	---

[ 10 ]	ROBEL(독일)		
분야	차량, 토목	연관성	<input type="checkbox"/> KTCS-3 <input checked="" type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
키워드	철도 유지보수 차량		
조사목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 선로 작업 안전성과 효율성을 높인 차량 시스템에 대한 기술 동향조사</li> </ul>		
내용	<p><input type="checkbox"/> ROBEL소개</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ROBEL은 1901년부터 선로 건설 기계를 개발하고 제조해온 업체로, ROBEL 그룹의 회사들은 선로 및 철도 인프라 내에서 유지보수 프로세스를 설계.(선로 유지보수, 철도 물류, 선로 측정 기술, 공정 자동화 및 전체 기계 수명 주기 서비스 등)</li> </ul> <p>○ ROMIS 시스템 (모바일 유지보수 시스템)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바퀴가 달린 안전한 작업장인 ROMIS 시스템은 운전실, 화장실, 작업장이 있는 견인 및 공급장치, 자재 및 기계의 보관, 적재 및 하역을 위한 중간차량, 두 개의 고성능 크레인과 연장된 측벽이 있는 개방형 유지보수 장치로 구성</li> <li>- 이 차량은 작업자와 모든 작업 자재를 현장으로 운반하며, 버튼을 누르기만 하면 작업 현장에 조명이 켜지고 설치되어서 바닥에 완전히 고정됨</li> <li>- 모든 유지보수 작업은 작업자가 안전하게 보호되는 ROMIS 시스템 내부에서 한 번에 수행됨</li> <li>- 이 유지보수 차량이 작업 효율을 높이고 비용도 절감시키지만 무엇보다도 가장 중요한 것은 작업자들에게 안전하고 인체공학적 작업 환경을 제공함</li> <li>- 이는 생산성에 긍정적인 영향을 미칠 뿐 아니라 직원들의 동기 부여에도 긍정적인 영향을 미치며, 궤도 지역에서 열차 시범 운행을 시작으로 여러 지역을 확대하고 있음</li> <li>- 닫힌 측벽은 외부로의 소음 및 빛 방출을 감소시키며 확장 가능한 측벽은 작업 영역을 4.4x10m까지 확장시킴</li> </ul>		



ROMIS 시스템 외부



ROMIS 시스템 내부 작업공간

○ RORUNNER  $E^3$  터널 유지보수를 위한 하이브리드 트랙 차량

- 터널에서 작업 조건을 개선하기 위해 개발된 차량으로 작업자와 도구, 레일 및 스위치의 기타 재료 운송, 결함 복구를 포함한 건인 작업 등을 수행
- 배터리가 작업 모드와 크레인 작동을 위한 동력을 공급하여 무공해로 작업이 이루어지며, 장거리 작업을 위한 백업으로 디젤 발전기를 추가로 사용할 수 있음
- 특히나 점점 더 짧아지는 차단 시간에 한 대의 차량으로 2-3개의 트랙까지 작업할 수 있으며, 회전할 수 있는 시설이 없는 지하 터널의 특성에 맞게 양방향 작동 가능하도록 양쪽 모두 크레인과 적재 공간이 있어 작업 시간을 단축할 수 있음

○ ROWRENCH 30.77 자동화 8-스핀들 정밀 파워 렌치

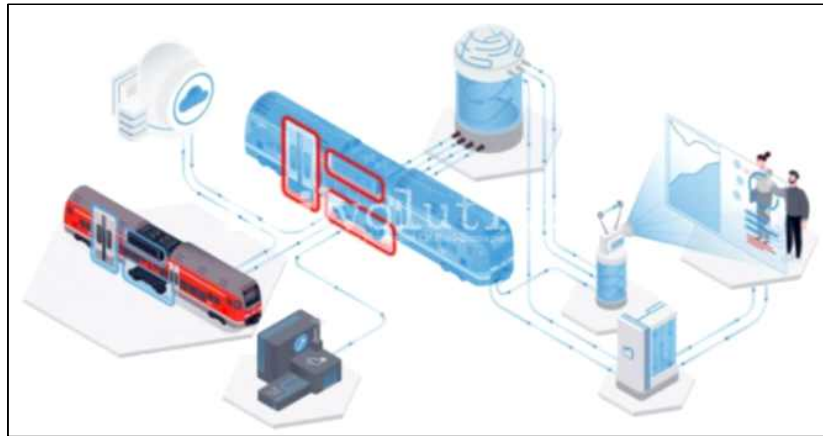
- ROWRENCH 30.77 프로토타입은 인구 통계학적 변화, 디지털화, 탈탄소화 등 선로 건설의 주요 과제에 대한 솔루션을 제공하는 것을 목표로 하는 새로운 기술 및 기계의 첫 번째 제품.
- 건설 회사가 자격을 갖춘 선로 작업자를 찾는 것이 점점 더 어려워지고 있으며, 공정 속도와 품질, 공정 데이터 문서화 및 기록에 대한 요구가 증가하고 있는데, 이 새로운 렌치 머신은 단 한 명의 작업자만 있으면 이전에 사용되던 1회전 기계보다 8배의 성능을 달성할 수 있음
- 또한, 필요한 경우 전체 공정을 기록하고 클라우드로 전송할 수 있고 헨 데이터, 결과, 토크, 수행된 작업의 날짜와 시간 등이 실시간으로 기록됨
- 이 기계는 반자율적으로 원격 제어되며 250Nm 조임 토크에서 최대 450m/h의 라인 속도로 공정 신뢰성을 보장하고 나사 결합 장치는 8개 전기 모터로 구동되며, 특허받은 토크 암은 자동 토크 제어를 위한 정보를 제공하여 보다 정확한 작업 수행

	 <p>RORUNNER 하이브리드 트랙차량</p>	 <p>자동화 8-스핀들 정밀 파워 렌치</p>
--	--	--

[ 11 ]	DB(Deutsche Bahn, 독일)		
분야	DX	연관성	<input type="checkbox"/> KTCS-3 <input checked="" type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
키워드	디지털 전환, 유지관리, 데이터 수집		
조사목적	- 철도에 적용한 디지털 트윈 기술의 선진 사례 파악		
내용	<input type="checkbox"/> DB 소개 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도이치반은 세계 최고의 모빌리티 및 물류 회사 중 하나로 운송 네트워크의 개발과 운영에 탁월한 전문성을 보유하고 있으며 철도를 핵심으로 하는 통합 그룹</li> <li>- DB의 모든 사업부와 공동으로 수많은 철도 관련 비즈니스 프로세스의 디지털화와 종합적인 디지털 솔루션을 통해 고객 가치를 극대화하는 고성능 사용자 기능을 창출하기 위해 노력하고 있음</li> </ul>		
	○ 디지털 트윈으로 예측 유지관리 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도 운영의 디지털화가 증가함에 따라 포괄적이고 사실적인 이미지와 시뮬레이션이 철도에 있어서 점점 중요해지고 있음</li> <li>- 실제 열차의 디지털 이미지(디지털 트윈)를 제공하는 데 사용되는 데이터 및 측정 값은 점점 더 상세해지고 있으며 더욱 많은 센서가 차량과 구성 요소(엔진, 제동장치, 환기 및 공기)의 상태를 지속적으로 기록하고 있음</li> <li>- 디지털 트윈으로 가기 위해서는 가장 먼저 최대한 많은 데이터를 얻어야 하는데, DB에서는 다양한 애플리케이션을 전사적 클라우드에 광범위하게 연결하여 기록하고 시스템에는 지속적으로 최신 정보를 제공하고 있음</li> <li>- 따라서 DB는 사업 전반에 걸쳐 관련 데이터를 수집하고, 데이터 연결 및 전처리는 전문가가 중앙에서 수행</li> <li>- 열차, 바퀴 또는 기타 물리적 객체와 해당 디지털 트윈 간의 데이터 전송은 DB에서 “Twin Connectivity”로 알려져 있는데, 최신 IoT 플랫폼과 자동화된 ETL-Pipelines 즉 특화된 시스템이 이러한 목적으로 사용 됨</li> </ul> <p>* ETL: 소스에서 데이터 추출(E), 적절한 형식으로 변환(T), 중앙</p>		



저장소에 로드(L)하는 과정을 의미하며 연결된 데이터 소스의 정보를 정리하고 정규화하는 작업



<DB ETL-Pipelines 개념도>

- 이노트랜스에서는 DB의 디지털 트윈을 설명하기 위해 ICE 모형과 태블릿 기기를 통해 사용 가능한 데이터를 가상으로 보여줌
- ICE는 특수 측정 기술을 사용하여 독일 전역을 여행하는 동안 선로 위치에 대한 측정값을 수집하고 수집된 선로 위치, 출발 시간 및 열차 속도에 대한 원시 데이터는 매우 정확한 지리 정보와 결합되어 선로 위치와 인프라 상태에 대한 정보가 포함된 지도가 생성됨
- 이 지도에서 운행하는 차량의 진단 및 센서 데이터를 지속적으로 수집하고, 수집된 데이터는 빅데이터 분석 및 인공지능을 활용하여 분석되어 유지보수 시기 예측 등 예측 유지관리에 사용됨



ICE의 모형과 태블릿을 통해 사용 가능한 데이터를 가상으로 보여줌

[ 12 ]

Plasser&Theurer (오스트리아)

분야

차량, 토목, DX

연관성

☐ KTCS-3

☐ 신기술

☒ 국외동향

키워드

건설차량, 디지털 유지관리

조사목적

- 철도 건설 공사에 사용되는 건설기계에 대한 국외 기술 파악

내용

☐ Plasser&Theurer 소개



- Plasser&Theurer는 오스트리아 린츠 소재의 선로 공사 및 보수용 기계를 만드는 회사로 1953년부터 지금까지 약 17,800개의 기계를 110개국에 납품해오고 있으며 테제베가 최고속도 기록 세울 때 사용한 선로를 만든 회사
- 생산성 극대화와 탈탄소화를 목표로 하는 가장 강력한 성능의 기계를 개발하는데 중점을 두고 있음

#### ○ CompactFlex 탬핑 기계

- 컴팩트하고 경제적인 선로 유지관리 기계로, 선로 유지관리 기계의 요구사항은 국가마다 다르지만 기본 작동 원리가 유사한 경우가 많기 때문에 전 세계적으로 효율적인 철도 인프라를 위해 개별 요구 사항에 맞는 이상적인 솔루션을 제공하도록 제작됨
- 따라서 아프리카, 남미 또는 아시아의 많은 국가에서 CompactFlex 다짐기의 장점을 최적으로 활용할 수 있으며, 선로 유지관리 기계의 인증 프로세스와 작동이 매우 엄격하게 규제되는 유럽에서도 공공 철도망이나 지하철에 연결되지 않는 협궤 철도와 같이 소형 선로 유지관리에도 사용될 수 있음
- 협궤에서 광궤까지 작동이 가능하며 20톤 미만의 낮은 축하중으로 작동할 수 있다는 것이 전 세계 거의 모든 지역에서 사용할 수 있음을 의미
- Plasser의 CompactTampers의 시리즈는 탬핑 및 안정화부터 프로파일 마무리까지 선로 유지관리의 전체 스펙트럼을 포괄하며, 그 중에서 이번 박람회에서도 전시된 CompactFlex는 일반 선로와 분기선에도 모두 운용 가능
- 개별적으로 조절이 가능한 탬핑 유닛과 틸팅 tine은 턴아웃과 장애물에 대한 유연성을 나타내고, 완벽한 턴아웃이 가능해서 탬핑 tine 하나만 들어갈 수 있는 공간만 있는 곳에서도 사용 가능
- 오염이 심한 곳에서도 쉽게 침투할 수 있고 연료 소비가 적으며



CompactFlex 탬핑 기계

주파수 제어로 마모 및 소음 배출을 감소시킬 수 있음

#### ○ Plasser Datamatic 통합 디지털화 솔루션

- Plasser&Theurer 기계의 효율적인 작동과 체계적인 유지관리를 위해 개발한 통합 디지털화 솔루션인 Plasser Datamatic 제공
- 정기적으로(예: 교대당, 매주 등) 기계 상태의 분석 보고서가 자동으로 생성되어 기계 운영 회사가 처음부터 자체 자원을 투자하지 않아도 됨
- 이 보고서에는 상태 모니터링 및 예측 유지관리를 위한 모듈이 포함되어 이상 징후의 조기 발견이 가능하여 즉시 조치를 취함으로써 가동 중지 시간과 그에 따른 비용을 최소화 함
- 만약 기계의 중단이 발생하는 경우 Plasser Datamatic에 통합된 원격 지원 인프라(VPN)를 통해서 서비스 직원은 현장 운영 직원으로부터 승인을 받은 후 원격으로 기계 네트워크에 접속하여 오류와 센서값을 직접 확인하고 문제를 해결할 수 있음
- 다만, 외부 손상의 원인을 예방할 수는 없으나 충격이 발생하면 자동으로 알림과 함께 시간 및 위치, 충격 정보를 설명하는 보고서를 생성하여 관리자에게 전송

### [ 13 ]

### HUBNER (독일)

분야	차량	기관	HUBNER(독일)
키워드	디지털 자동 커플링	연관성	<input type="checkbox"/> KTCS-3 <input checked="" type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
조사목적	- 열차 분리 기술(디지털 자동 커플링)에 대한 국외 기술 동향 조사		
내용	<input type="checkbox"/> HUBNER 소개 <ul style="list-style-type: none"> <li>- HUBNER는 미래를 위한 모빌리티 솔루션을 개발하는 종합 시스템 공급업체로 HUBNER의 제품은 전 세계적으로 운행되는 모든 기차와 버스의 60~80%에서 찾을 수 있음</li> </ul>		

○ 자동 커플링 시스템

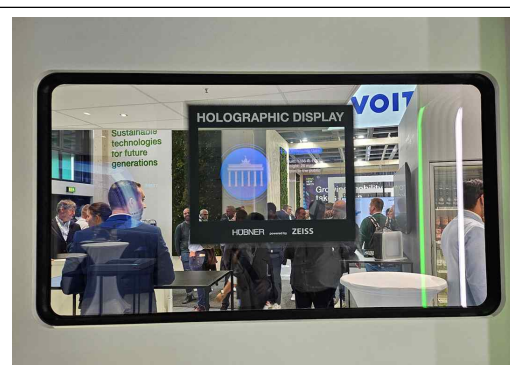
- 열차는 수요에 따라 피크시간 대에는 차량을 늘릴 필요가 있는데 기존의 수동 방식의 통로 연결은 인력과 시간이 많이 소요되는 과정임
- HUBNER의 통로 시스템을 완전 자동화하여 결합 및 분리가 가능하고 이를 통해 운행 중인 모든 열차를 쉽게 개조할 수 있음
- 커플링에 전기 시스템을 사용하여 고속의 상황에서도 빠른 결합과 분리가 가능하고 수작업이 필요 없어 위험을 줄이고 안전성을 높임
- 또한 자동화로 인해 작업자가 필요하지 않아 운영 비용을 절감할 수 있고 연결된 차량 간에는 데이터와 전력을 통합할 수 있음



자동 커플링 시스템 모형



도어 안전 장치



홀로그램 디스플레이

[ 14 ]

CRRC(중국)

분야

차량

기관

CRRC(중국)

키워드

탄소중립

연관성

☐ KTCS-3 ☐ 신기술 ☒ 국외동향

## 조사목적

- 각국의 다양한 형태의 철도 차량, 트램에 대한 동향 조사

### □ CRRC 소개

- 중국 베이징에 본사를 둔 CRRC는 선도적인 기술을 갖춘 세계최대의 철도 운송 장비 공급업체로, 주요사업은 철도 차량, 도시 철도 운송 차량, 엔지니어링 기계, 전기 장비, 전자 장비 및 부품, 전기 제품 및 환경 보호 장비에 대한 R&D, 설계, 제조, 수리, 판매, 임대 및 기술 서비스 등을 포함함

### ○ CINOVA H<sub>2</sub> - 신에너지 지능형 도시간 열차

- 철도의 녹색 개발을 위한 탄소 배출이 전혀 없는 새로운 유형의 철도 교통 차량으로 고출력·고효율 수소 연료 전지 + 리튬티탄산 배터리 + 70MPa 고압 수소기체 저장장치로 구성되어 있음
- 160km/h 미만의 주행 범위는 1000km 이상이며 4량 편성의 승객 수용 인원은 1000명 이상이고 1000명당 1km당 수소 0.3kg의 낮은 소비 수준을 달성할 수 있음
- 대규모 시스템 재구성을 기반으로 한 차량 통합 기술, 클러스터형 다중 소스 협업을 기반으로 한 수소-전기 하이브리드 기술, 전체 시나리오를 기반으로 한 수소 안전 보호 기술, 물리적 및 소프트웨어 격리를 기반으로 한 네트워크 보안 기술, 지능형 운영 및 유지관리 기술, 전체 수명 데이터를 활용한 비용 관리 기술 등에 있어서 획기적인 발전을 이룸

### ○ CRRC ART 2.0

- CRRC가 개발한 중저하 수송능력을 갖춘 새로운 형태의 철도교통시스템으로, ART는 철도 운송의 적용 한계를 극복하여 소규모 인프라 투자, 짧은 건설 기간, 유연한 일정 등의 장점으로 도시 대중교통의 요구사항에 적합한 모델
- ART 통합 운영 플랫폼은 빅데이터 지능형 분석 클라우드 컴퓨팅, 사물인터넷 및 기타 고급 기술을 사용하여 ART열차 교통제어를 위한 통합 자동화 솔루션으로, 통합 네트워크를 관리하고 O&M문제를 지능적으로 해결할 수 있도록 지원


## 내용



CINOVA H2



CRRC ART 2.0

[ 15 ]	KISS-EMU 차량(스위스)
분야	차량      기관      STADLER(스위스)
키워드	저상 열차      연관성 <input type="checkbox"/> KTCS-3 <input type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
조사목적	- 각국의 다양한 형태의 철도 차량, 트램에 대한 동향 조사
내용	<input type="checkbox"/> STADLER 소개 <ul style="list-style-type: none"><li>- 스위스 철도 차량 제조 업체로, 최초에는 트램에 중점을 두었지만 지하철, 고속철도, 도시간 열차 및 침대 열차로도 진출하고 있음</li></ul>
	<input checked="" type="checkbox"/> KSS-EMU 차량 <ul style="list-style-type: none"><li>- 승하차가 용이한 저상 열차로 최적의 승객 흐름을 위한 넉넉한 진입구역을 보유</li><li>- 천연 냉배와 히트펌프를 이용한 에어컨 설비를 가지고 있으며, 최신 TSI에 따른 상호 운용 가능한 차량이며 최고속도는 160km/h.</li></ul>
	<div></div> <div>KSS-EMU 차량</div>

[ 16 ]	KONČAR(크로아티아)		
분야	차량	기관	KONČAR(크로아티아)
키워드	배터리 구동열차, 검측 차량	연관성	<input type="checkbox"/> KTCS-3 <input type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
조사목적	- 각국의 다양한 형태의 철도 차량, 트램에 대한 동향 조사		
내용	<input type="checkbox"/> KONČAR 소개		
	- KONČAR는 크로아티아 자그레브에 본사를 둔 크로아티아의 전기, 운송 및 에너지 회사로 철도 부품 및 시스템을 위한 솔루션을 개발하고 저상 트램, EMU 차량 및 부품, 이동 기지 등을 제작하는 기업		
	○ 배터리 구동 열차(BMV)		
	- Končar가 크로아티아의 국영 여객 운영사인 HŽPP를 위해 설계		



	<p>한 고급 배터리 열차는 배터리로만 작동하는 것과 배터리와 전차선 모두를 사용하는 것을 두가지 종류가 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2량으로 구성된 이 열차는 전기화가 이루어지지 않은 교통량이 적은 노선을 위해 제작되었으며, 하루 최대 18시간 동안 작동할 수 있고 약 480km를 주행할 수 있음</li> <li>- 최고 속도가 시속 120km인 이 열차는 지방 노선에 이상적이며 102개의 좌석을 보유하고 총 216명의 승객을 수용할 수 있음</li> <li>- 지붕에 장착된 배터리는 736kWh의 에너지를 보유하여 장시간 작동이 가능하고 6곳의 전용 충전소에서 충전할 수 있음</li> </ul> <p>○ 측량 열차(Measurement train)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Končar의 측량 열차는 철도 선로의 상태를 매우 정밀하게 모니터링하고 측정, 기록하도록 설계된 자체 추진 차량</li> <li>- Končar의 기존 전기 및 디젤 전기 열차의 검증된 플랫폼을 기반으로 제작된 이 고층 철도 차량은 디젤 엔진으로 구동되며 전기 및 비전기 트랙 모두에서 최대 140km/h의 속도에 도달할 수 있음</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <p>Končar의 측량 열차</p> <p>Končar의 배터리 구동 열차</p> </div>
--	---

[ 17 ]		Skoda Group(체코)	
분야	차량	기관	Skoda Group(체코)
키워드	저상 트램	연관성	<input type="checkbox"/> KTCS-3 <input type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
조사목적	- 각국의 다양한 형태의 철도 차량, 트램에 대한 동향 조사		
내용	<input type="checkbox"/> Skoda Group 소개		
	- 스코다 그룹은 165년 이상의 역사를 가진 운송 공학 분야의 유럽 주요 기업으로, 전기 기관차, 1층 및 2층 전기 차량, 현대식 기차 및 제어 차량, 트램, 지하철, 트롤리 버스, 전기 버스 및 기타 대중 교통용 제품 및 시스템 등을 제조하는 회사		
	- 스코다 그룹은 현재 세계 50개국 이상의 나라에 납품하고 있으며 대체 추진 장치를 가진 철도 차량을 개발하고 있음		
	○ Škoda ForCity Smart Bonn 트램		
	- 독일의 도시 본(Bonn)을 위해 특별히 설계된 이 트램은 완전 저상 차량이며 독특한 시각적 정체성과 최첨단 안전 기능이 보유한 것이 특징		
	- 승객들은 천을 씌운 나무 좌석에 앉아 편안한 승차감을 느낄 수		

	<p>있는데 이것은 탈착식 쿠션과 컴팩트한 시트 모양으로 유지보수가 쉽고 수명이 길다는 장점이 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- LED 조명이 있는 넓은 출입구와 대형의 다기능 수납 공간은 도움이 필요한 약자들도 보다 쉽게 여행을 즐길 수 있도록 도움</li> <li>- 뛰어난 디자인과 제품 혁신을 세계적으로 인정하는 상인 레드닷 어워드: 제품 디자인 2024(Red Dot Award: Product Design 2024)에서 레드닷 어워드(Red Dot Award)를 수상함</li> <li>- 이 트램을 설계할 때 사용자들에게 기억에 남는 경험을 제공하기 위해 고민했고, 고객의 요구와 차량이 작동하는 환경에 대한 이해를 기반으로 차량의 긴 작동 수명을 감안하여 단기적인 트렌드를 극복하고 지속적인 매력과 높은 기능성을 보장하는 디자인과 스타일로 설계하여 레드닷 어워드를 수상할 수 있었음</li> <li>- 본(Bonn)의 새로운 트램인 Škoda ForCity Smart 41T는 완전 전동 대차(100% 접착력)를 갖추고 있어서 차량의 높은 신뢰성을 보장하며 휠의 마모가 적고 회전식 대차에 의해 인프라의 서비스 수명이 길어짐</li> <li>- 본(Bonn)의 대중 교통 운영사인 SWB Bus und Bahn은 스코다 그룹(Škoda Group)에 총 28대의 트램을 주문하여 현재는 3대는 운행 중에 있으며, 각 트램의 길이는 30m로 180명의 승객을 수용할 수 있음</li> </ul>
	 <p>Škoda ForCity Smart Bonn 트램</p>

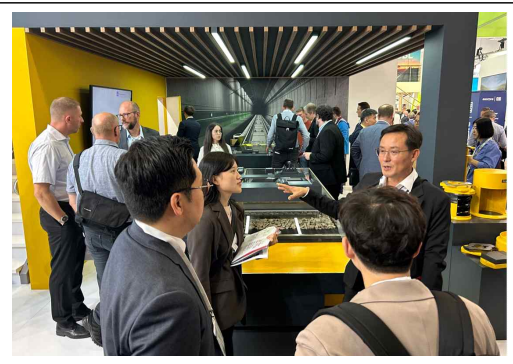
[ 18 ]		GERB(독일)	
분야	궤도, 토목	기관	GERB(독일)
키워드	궤도 방진, 소음·진동	연관성	<input type="checkbox"/> KTCS-3 <input type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
조사목적	- 고속 철도 차량의 소음 및 진동 방지에 대한 기술조사		
내용	<input type="checkbox"/> GERB 소개 <ul style="list-style-type: none"> <li>- GERB 사는 1908년부터 다양한 분야의 복합적인 진동 및 고체소음 문제를 해결해온 기업으로 에너지 분야, 교통 인프라 분야, 건축 구조물 분야 등에 적합한 진동 제어 시스템을 설계하고 공급하고 있음</li> <li>- 2017년에는 한국 지사를 설립하여 철도, 발전소 등 대형 건설 프로젝트에 방진시스템을 제작하여 납품하고 있음</li> </ul>		

○ 철도 궤도용 진동 제어 시스템 - 스프링 방진 시스템

- 철도 운행에 따른 소음·진동은 불가피하지만 GERB사의 철도궤도 전용 진동제어시스템을 통해 진동 및 고체소음을 효과적으로 차단할 수 있음
- 열차 하중에 따라 적합한 압축 스프링을 선택하고 선로에 장착하면 탄성과 일어나는 진동주파수에 따라 동적인 힘이 효과적으로 감소됨
- 능동 진동제어를 통해 기기 운행 중 발생하는 진동 및 충격이 주변 환경에 전달되는 것을 방지
- 일본 도쿄에 지진보호 기능을 탑재하여 선로에 스프링 방진시스템이 적용된 사례가 있으며, 스위스에서는 인근 콘서트홀로 트램의 진동이 전달되지 않도록 기존 트램레일에 진동 제어 시스템을 적용한 사례가 있음




철도에 적용 사례(일본)



게르브 한국지사장 미팅

[ 19 ]	FS Italiane(이탈리아)		
분야	차량, 신호	기관	FS Italiane(이탈리아)
키워드	선로 작업자 보호, 무인 철도 차량	연관성	□ KTCS-3 ■ 신기술 ■ 국외동향
조사목적	- 선로 작업자 보호 시스템 및 선로 검사 차량에 대한 기술조사		
내용	<p>□ Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A. 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- FS Italiane은 이탈리아 철도망 기반시설과 서비스를 운영하는 국영 철도 지주회사로 여객 및 화물 수송, 철도 기반시설 운영 등의 업무를 담당하며 자회사로는 이탈리아에서 가장 큰 철도 운영기업인 TRENITALIA가 있음</li> </ul>		
	<p>○ Sipac - 건설 현장의 자동 보호를 위한 통합 시스템</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sipac은 유지보수 작업 인력의 안전을 위해 작업 대상 선로를 포함하여 인전합 선로에도 열차가 운행하지 못하도록 간편하고 확실하게 차단하는 통합 시스템</li> <li>- 작업자는 휴대폰 혹은 태블릿을 통하여 작업이 예정된 선로를 선택하여 열차 운행을 차단하고 안전하게 작업할 수 있음</li> <li>- 따라서 간단한 작업을 곧바로 해결할 수 있는 이점이 있고 작업</li> </ul>		

	<p>자가 직접 열차 운행이 막혀있는 상황을 볼 수 있어서 안전을 보장할 수 있음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 짧은 시간의 간단한 작업은 별도 중앙 관제사의 승인이 없이도 태블릿의 통합 시스템으로만 작동 가능</li> </ul> <div data-bbox="379 394 1417 882">  </div> <p style="text-align: center;"><b>Sipac - 건설 현장의 자동 보호를 위한 통합 시스템</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ URV - 무인 철도 차량 <ul style="list-style-type: none"> <li>- URV(Unmanned Railway Vehicle)는 고속 노선을 주행하며 선로에서 검사를 수행하기 위한 목적으로 제작된 자율 주행 철도 차량의 첫 프로토타입</li> <li>- 그날의 첫 열차가 통과하기 전에 HS노선의 상태를 확인하는 검사를 수행하며 별도의 인력 없이도 가능</li> </ul> </li> </ul>
--	--

[ 20 ]	Hitachi(일본)		
분야	차량, DX	기관	Hitachi(일본)
키워드	디지털 자산관리, 고속열차	연관성	□ KTCS-3 ■ 신기술 ■ 국외동향
조사목적	- 각국의 다양한 형태의 철도 차량, 트램에 대한 동향 조사		
내용	<p>□ Hitachi 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hitachi는 디지털 시스템, 철도 시스템, 전력 및 재생 에너지 등 다양한 산업 분야에서 활동하는 일본의 다국적 대기업으로, 그 중 Hitachi Rail은 hitachi의 철도 차량 및 철도 신호 제조 사업부</li> <li>- 히타치는 1924년 최초의 철도 차량을 제작하였으며, 그 후 일본 주요 철도 공급 업체 중 하나가 되었고 세계 최초의 고속 열차인 신칸센을 제작한 3개 회사 중 하나에 해당</li> </ul> <p>○ 디지털 자산관리 플랫폼(HMAX)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- HMAX(Hyper Mobility Asset Expert)는 히타치 레일이 철도 운영사의 운영 및 유지보수를 혁신하기 위하여 엔비디아 AI기술을 기</li> </ul>		

반으로 만든 디지털 자산관리 플랫폼

- 철도 운영자가 열차 신호 및 인프라 관리를 최적화하기 위한 AI 기반 디지털 솔루션으로 디지털 센서를 사용하여 자산의 상태를 실시간 모니터링할 뿐만 아니라 수집된 데이터와 AI 기술을 결합하여 데이터를 분석해 철도 서비스를 보다 정확하게 예측하고 최적화 할 수 있음
- (주요기능)
  - (실시간 자산 모니터링) 열차 및 철도 인프라의 상태를 실시간으로 모니터링하여 데이터 분석을 통해 사전 유지 보수 및 관리 가능
  - (예측 유지보수) AI 알고리즘을 통해 자산의 성능과 마모 상태 등을 예측하여 문제가 발생하기 전 사전 조치
  - (안전성 향상) 실시간 데이터 분석으로 열차 운행에 대한 장애물 및 위험요소를 사전에 감지하고 대응할 수 있어 안전성 향상
- (적용 가능성) 열차자동운전(ATO)과 연계 가능성을 통해 자동 운전 지원, 에너지 효율 개선, 철도 네트워크 전반의 운영 최적화를 목표로 현장 분석과 중앙제어를 동시에 제공



<Hitachi Rail 및 NVIDIA HMAX 기술 소개>

#### ○ FRECCIAROSSA 열차

- Frecciarossa(FR)은 이탈리아에서 가장 빠른 열차로 최신 ERTMS/ETCS 온보드 기술이 탑재되었으며, 주목할만한 점은 친환경 소재(97.1%까지 재활용이 가능)를 사용하여 지구온난화 지수(GWP)를 약 50% 낮출 수 있는 친환경 고속 열차

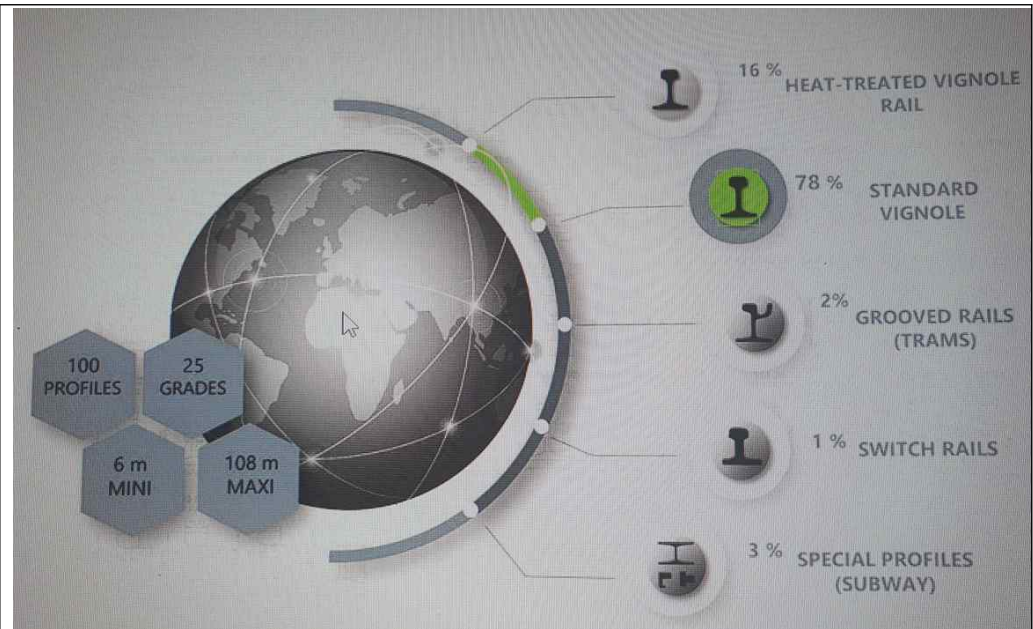


	
	FRECCIAROSSA 열차

[ 21 ]	Next Generation Robotics Srl(이탈리아)		
분야	차량	연관성	<input type="checkbox"/> KTCS-3 <input checked="" type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
키워드	차량 유지보수 디지털화		
조사목적	- 철도 차량 점검에 활용할 수 있는 자동화 시스템 기술조사		
내용	<input type="checkbox"/> Next Generation Robotics Srl 소개 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 넥스트 제너레이션 로보틱스(NGR)는 철도 차량 분야의 검사 및 유지관리를 위한 첨단 로봇 분야 ARGO를 제작하는 회사</li> </ul>		
	○ ARGO(디지털 차량 하부 유지보수 설비) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도 차량 검사는 일반적으로 검수고 또는 피트선 안에서 수행되며, 유지관리 체크리스트에 따라 철도 운영기관에 의해서 수행됨.</li> <li>- ARGO는 원격으로 차량의 시각 검사 수행을 지원하며, 피트선 등 특정 장소로 이동하지 않아도 되며, 차량 검수고가 아닌 일반 역에서도 모니터링을 할 수 있어 열차 가동 중단 시간을 획기적으로 단축 가능</li> <li>- ARGO는 모든 열차의 검사 이미지를 데이터베이스에 저장하여 차량 유지보수가 이미지, 비디오를 통해 원격으로 열차 하부 구조 상태의 모니터링을 가능케 함</li> <li>- 데이터 수집은 원격 유지보수 이외에도 자동 오류 감지를 위한 AI 알고리즘에 활용하여 향후 예측 유지 관리 기술까지 업그레이드 할 예정임</li> </ul>		

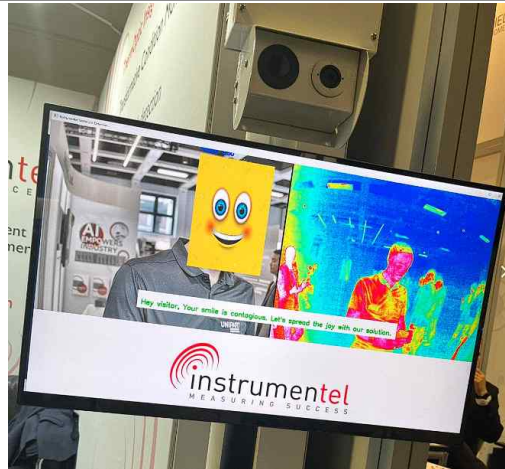
	<div data-bbox="391 179 885 593">  </div> <div data-bbox="901 179 1404 593">  </div> <div data-bbox="593 600 1197 638"> <p>ARGO(디지털 차량 하부 유지보수 설비)</p> </div>
--	--

[ 22 ]	Saarstahl Rail(프랑스)		
분야	제도	연관성	<input type="checkbox"/> KTCS-3 <input type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
키워드	탄소중립, 친환경 레일		
조사목적	- 친환경 철도 인프라 기술 조사		
내용	<input type="checkbox"/> Saarstahl Rail 소개 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연평균 400,000톤을 생산하는 철도 레일 부문의 주요 기업으로 다양한 레일 유형(Vignole, 스위치, 홈 레일 등)을 생산. 탄소중립 등 친환경 레일 생산 및 기술개발에 중점을 두고 있음</li> </ul> <input type="radio"/> CO <sup>2</sup> -reduced rails <ul style="list-style-type: none"> <li>- 재활용된 화학 폐기물을 전기 아크로에서 녹인 후, 레일로 생산하며, 기존 레일 대비 최대 70%까지 CO<sup>2</sup> 배출량 감소 가능</li> </ul>		
	<div data-bbox="391 1276 893 1590">  </div> <div data-bbox="901 1276 1404 1590">  </div> <div data-bbox="577 1597 1212 1635"> <p>Saarstahl Rail 부스 및 CO2-reduced rails</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 강철 등급(25 이상)이며 100개 이상의 모형을 가지고 있으며, 길이는 6m에서 108m까지 요구사항에 맞게 생산 가능</li> </ul>		



Saarlühl Rail의 레일 솔루션

[ 23 ]	Instrumentel(영국)		
분야	차량, DX	연관성	<input type="checkbox"/> KTCS-3 <input checked="" type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
키워드	차량 열화상 모니터링		
조사목적	- 차량 자동 유지보수 기술 조사		
내용	<p><input type="checkbox"/> Instrumentel 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instrumentel은 2001년 리즈 대학교 전기전자공학부의 벤처 캐피털 지원을 받아 분사된 회사로 설립되었으며, 2017년 초 Unipart Rail에 인수되었으며, 원격 측정 시스템을 다양한 산업 분야(자동차, 금융, 의료, 철도, 항공 등)에서 응용하는 기업</li> </ul> <p>○ 차량 열화상 모니터링 솔루션(ThermOptic Insight)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ThermOptic Insight는 선로변 열방사 측정법과 인공지능(AI)을 사용하여 열과 광학 지표를 모니터링하여 승객 및 화물 차량의 오염 감지를 향상시키는 원격 상태 모니터링 솔루션.</li> <li>- 차량 휠, 브레이크 및 차축을 포함한 구성 요소를 모니터링하고 운영자에게 알림으로써 탈선 위험을 줄이고 유지관리 일정을 예측할 수 있음.</li> </ul>		



상태 이상 모니터링 솔루션(이노트랜스)



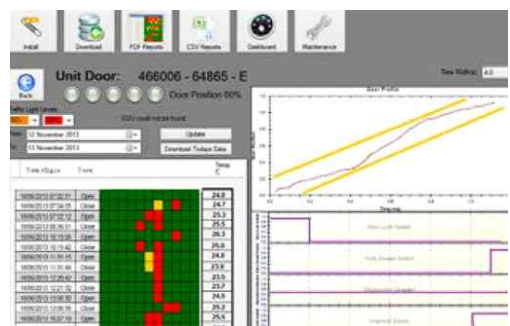
선로변에 설치된 ThermOptic Insight

○ 차량 열화상 모니터링 적용 사례(스마트 문 진단 시스템(영국))

- (문제점) 2012년 영국철도 이용객은 45년 전보다 30% 더 많은 승객이 증가 및 잦은 열차 문 개폐로 인해 열차 장애의 주요 원인이 되었으며, 이로 인한 지연으로 운영기관에게 상당한 벌금이 발생.
- (솔루션) 차량 열화상 모니터링 기술을 적용하여 문 진단 장치 (Door Diagnostic Unit, DDU) 시스템을 개발 및 적용 함으로써 예방 유지 보수 체계 구축



스마트 문 진단 시스템(DDU) 프로젝트



DDU의 분석 보고서

[ 24 ]	Inspect Rail(스페인)		
분야	차량, DX	연관성	<input type="checkbox"/> KTCS-3 <input checked="" type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
키워드	인프라 모니터링		
조사목적	- 자동 인프라 모니터링 기술 조사		
내용	<input type="checkbox"/> Inspect Rail 소개		
	- Inspect Rail은 철도 검사 및 유지보수 전문 회사로 첨단 기술을 활용하여 철도 인프라의 안전성과 효율성을 높이기 위해 철도 시스템의 상태를 모니터링하고 평가하는 다양한 솔루션을 제공.		

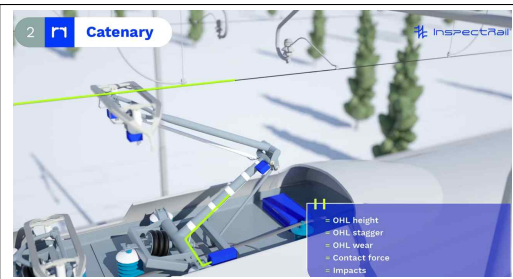


## ○ 철도 인프라&차량 모니터링 솔루션

- 궤도, 전차선, 통신, 선로변 환경을 모니터링하고 이를 차량에서 통합 및 중앙 서버에 제공 및 AI 알고리즘을 통해 이상 탐지, 데이터 축적, 예방 유지 보수에 응용
  - (궤도) 궤간, 비틀림, 캔트, 수평, 곡선, 줄맞춤, 마모
  - (전차선) 전차선, 높이, 편위, 마모, 접착력, 충격
  - (통신) 지연, 지터, 대역폭, 업링크/다운링크, 패킷손실, RF 신호 형상
  - (환경) 선로변 자산 조사, 초목 탐지, 전방 장애물 검지
- 모니터링 시스템이 탑재된 1량 차량을 제작하여 열차 운행에 지장 없게 모니터링 감시 가능



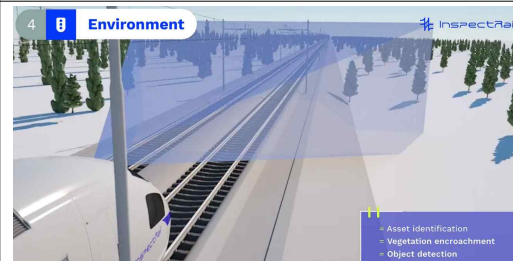
궤도 검사



전차선 검사



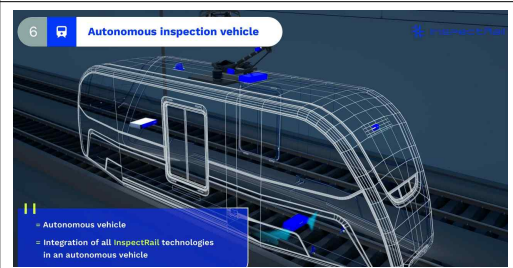
무선 통신 상태 검사



선로변 환경 검사



S/W 플랫폼에서 데이터 통합





자동 모니터링 차량



[ 25 ]	The Signalling Company(네덜란드)		
분야	신호, 차량	연관성	<input checked="" type="checkbox"/> KTCS-3 <input type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향
키워드	- ERTMS, 유지보수		
조사목적	- 유럽의 신기술 개발 파악		
내용	<input type="checkbox"/> The Signalling Company(TSC) 소개 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량운영자를 위해 안전시스템 설계, 배치 및 유지관리를 목표로 ERTMS Solution과 Lineas SA의 합작 투자로 설립</li> <li>- 2023년 Skoda Group 계열사로 절립되어 현재 운영 중</li> </ul> <input type="checkbox"/> ERTMS Fomal Specs(EFS) <ul style="list-style-type: none"> <li>- ERTMS의 표준과 규정을 기반으로 형식적 사양시스템으로 철도 신호 및 제어 시스템을 설계하고 검증하기 위해 사용</li> </ul> <input type="checkbox"/> 철도 신호시스템 성능 검증을 위한 가상 시뮬레이터 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실제 신호시스템의 디지털 모델을 생성하여 성능분석 및 최적화를 위한 가상 시뮬레이션을 실시하여 다양한 시나리오에서 시스템의 동작 분석 및 최적의 운영 방안 도출</li> </ul> <input type="checkbox"/> 유지보수 상태 모니터링 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 장치의 상태를 지속적으로 모니터링하여 고장 가능성을 사전에 예측하여 유지보수 일정 최적화하여 열차 운영 최소화 및 비용 절감</li> </ul> <input type="checkbox"/> 사용자를 위한 UI 제공 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 직관적인 사용자 인터페이스를 제공하여 운영자가 시스템 상태를 쉽게 이해하고 조작할 수 있도록 지원</li> </ul>		
	 <p>&lt;TSC 전시부스&gt;</p>		

[ 26 ]	Rail Vision(이스라엘)		
분야	신호, 차량	연관성	<input checked="" type="checkbox"/> KTCS-3 <input checked="" type="checkbox"/> 신기술 <input checked="" type="checkbox"/> 국외동향

키워드	- 감지 시스템, AI, 실시간 모니터링
조사목적	- 장애물 감지 등 열차자동운전 적용 기술 탐색
내용	<div data-bbox="371 257 1428 1556"> <p>□ Rail Vison 소개</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rail Vison은 철도안전 및 자동화 등을 위한 AI, 실시간 모니터링, 센서 융합 기술을 위한 첨단 기술을 개발하는 기관</li> <li>- AI, 센서 기술 등을 활용하여 차량의 참지 및 인식 능력을 향상시키는 솔루션을 제공</li> <li>- Rail Vison의 주요 제품은 열차의 전면에 장착된 감지 시스템으로 열차의 운행 중 장애물이나 위험 요소를 미리 감지하여 사전에 사고를 예방하기 위한 Main Line과 Shunting Yard 개발</li> </ul> <p>○ Main Line</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (사용목적) 고속으로 은행하는 장거리 열차에 사용</li> <li>- (장거리 탐지 기능) 최대 2km 장애물을 탐지할 수 있는 고성능 카메라와 센서를 사용하여 열차 전방에 있는 위험요소를 사전에 감지</li> <li>- (다양한 위험요소 인지) 사람, 차량, 동물, 장애물 등의 여러 위험요소들을 식별 및 분석하여 적절한 조치 수행</li> <li>- (실시간 경고 및 자동 반응) 시스템이 위험을 감지할 경우 기관사에게 실시간으로 경고를 제공하고, 특정 상황에서는 자동으로 제동 및 속도 조절</li> <li>- (모든 환경조건에서 동작) 비, 눈, 안개 등 다양한 환경 조건에서도 성능을 유지할 수 있게 설계되었으며, 열차운행의 안전성 보장</li> </ul> <p>○ Shunting Yard</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (사용목적) 조차장, 철도차량을 정비 등을 낮은 속도로 운행하는 열차에 사용</li> <li>- (단거리 탐지 기능) 열차자 낮은 속도로 운행하는 환경에 맞춰 설계되었으며, 200m 범위 내 위험요소 감지</li> <li>- (작업자와 상호작용) 열차 주변 모든 방향을 모니터링할 수 있어 시스템은 작업자와 장비 등의 움직임을 실시간으로 감지하고 분석</li> </ul> </div> <div data-bbox="371 1568 1428 1971"> <div>  <p>&lt;Main Line&gt;</p> </div> <div>  <p>&lt;Shunting Yard&gt;</p> </div> </div>