

기술수요조사서 (과제제안)

연구개발 과제명	차량 유지보수용 온보드 데이터 비대면 DX 관리 적용 단말기 개발
-------------	--------------------------------------

□ 제안담당자

성명	강병재	기관명	광주교통공사
소속(부서)	신사업개발팀	직위(직급)	과장
연락처	Tel : 062-604-8214 email: bjstyle@grtc.co.kr	연구책임자	
		참여기업	

□ 제안과제

구분	내용
1. 연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2004년 개통한 광주1호선 전동차는 4량 1편성으로 구성되어 있으며, 총 23개 편성을 운영하고 있음. ○ 최근 도시철도 운영기관의 전동차는 기대수명(25년)에 도래하고 있으며 국토부 정밀안전진단 등을 통하여 사용기한을 연장하여 사용하고 있음. ○ 광주교통공사는 철도안전관리체계 및 광주1호선 전동차 관리규정에 따라 기존 1호선의 전동차 운행기록을 1년 동안 보관해야 하며, 이를 위해 영업운행이 끝난 전동차에서 전동차 검사원이 TCMS의 VMEM보드에 PCMCIA카드를 삽입하여 운행기록을 다운로드 한 후, 사무실로 이동하여 '고장정보 출력장치' 단말기를 통해 업로드하여 고장정보 및 유지보수 데이터 파일을 각각 저장하고 있음. ○ 광주1호선 전동차는 TCMS 중 운전실에 설치된 TC에 VMEM 보드가 취부되어 있으며, 전동차 운행기록 및 고장기록 관리를 위해 검사원이 PCMCIA 카드를 이용하여 데이터를 수동 다운로드하고 있어 인적오류, 장비 노후화, 보안관리 등의 문제가 시급히 해결해야 할 현장애로기술 사항으로 대두되고 있음. ○ 최근 들어 사용 중인 보조저장 매체인 유지보수용 PCMCIA 카드 수급 문제, 노후 USB 고장정보 출력 단말기의 작동오류가 발생하고 있으며 향후 급격

구 분	내 용
	<p>히 빈도가 증가할 수 있어 차량 유지보수용 온보드 데이터의 비대면 DX 관리 적용을 위한 단말기 개발이 시급히 필요함.</p>
<p>2. 시장동향 및 기대효과</p>	<p>○ 신조 차량의 유지보수 체계는 최신 무선 통신 기술이 적용되어, 서비스 차량의 고장이력 및 유지보수 데이터를 TCMS(Train Control and Monitoring System) 장비로부터 무선으로 자동 다운로드할 수 있도록 적용되고 있음.</p> <p>○ 철도차량용 TCMS의 고장정보 송수신 기술 역시 기존 RS-485 기반 유선 직렬 통신에서 무선 기반 전송 방식으로 발전하고 있으며, 이를 통해 차량 운행 중 발생하는 고장 정보와 운행 로그를 실시간으로 수집·전송하는 연구가 활발히 진행되고 있음.</p> <p>○ 최근 기술 동향은 TCMS와 무선 전송 장치(RTD)의 통합으로, 기존 RS-485 데이터의 무선 전송을 가능하게 하고 있으며, 철도 전용 LTE-R, GSM-R, WAVE 등의 고신뢰·저지연 무선 통신 기술이 적용되고 있음. 또한 AI와의 융합을 통해 기존 TCMS 데이터만으로도 고장 예지 및 예방정비가 가능한 지능형 유지보수 기술로 발전하고 있음.</p> <p>○ 시장 측면에서는 유지보수 장치만을 대상으로 한 별도 시장조사는 없으나, 글로벌 TCMS 시장 규모는 2024년 약 56억 달러로 추정되며, 2030년까지 연평균 6~7% 성장해 80억 달러 이상이 될 것으로 전망됨. 이러한 성장은 도시화, 철도 인프라 투자 확대, 첨단 철도 시스템에 대한 수요 증가가 주요 요인으로 분석됨.</p> <p>○ 그러나 정밀안전진단 등으로 서비스 기간이 연장된 기존 차량에 신조 차량과 동일한 장비를 적용할 경우, 철도안전법에 따라 차량 운행 안전과 직결되는 기능 및 부품은 개조승인 검사를 받아야 하며, 또한 막대한 예산이 수반되어야 하므로 운영사별로 기존 TCMS 체계에 영향을 주지 않는 무선 송수신 기술과 장치 개발이 요구되고 있음.</p> <p>○ 특히 국내 운영 중인 기존 차량은 도입 시기 및 요구 조건이 제각각이며, 일부는 개발된 지 30년 이상 경과하여 원 설계 정보 확보가 불가능한 사례가 존재함. 이에 따라 리버스 엔지니어링 기반 기술 검증이 필요하며, 일상 유지보수 작업을 비대면·온라인 방식으로 지원할 수 있는 단말기는 현재 국내에 존재하지 않아 개발이 시급한 상황임.</p> <p>○ DX 기반 단말기 개발을 통해 차량 온보드 데이터를 원격·무선 방식으로 취합 및 제어할 수 있으며, AI 기반 분석 및 무선 보안 기술 적용으로 예측 유지보수 체계 구현, 운영 효율성 제고, 유지관리 표준화 등 다양한 효과가 기대됨.</p>

구 분	내 용
<div data-bbox="156 981 295 1108"> 3. 요구기능 및 성능 </div>	<div data-bbox="347 331 1460 1187"> <p>○ 광주1호선 전동차 호환 가능 유지보수 데이터 취득 PCMCIA 메모리 칩셋 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 파일 저장용이 아닌 H/W DMA(Direct Memory Access) 지원, 호스트 시스템과 직접 메모리 접근 가능 - 4MB 8bit PCMCIA Type II(5.5mm) 소켓 호환 - TCMS 시스템에서 직접 다운로드 가능한 메모리 덤프용 버퍼링 기능 - 차량 운영 온도 범위(-40℃~+85℃) - 충격·진동 저항, 방진·방습 harsh 환경 안정적 작동 - 핫스왑(전원 인가 상태에서 삽입/제거) 가능, 데이터 손실 방지를 위해 write-protect(쓰기 보호) 스위치 제공 <p>○ 데이터 다운로드 프로세스 최적화 및 광주교통공사 정보보안 체계 부합화</p> <ul style="list-style-type: none"> - 온보드 데이터 유지보수 운영 Hazard analysis - 무선 암호화 전송 및 데이터 처리 인적오류 bottleneck 검토 - 기지 정비창 데이터 다운로드 작업 프로세스 최적화 - 전동차 운행기록 및 고장기록 데이터 저장을 위한 절차를 간소화하고 인적오류로 인한 다운로드 누락 방지 시스템 도입 </div> <div data-bbox="438 1249 1364 1758"> <p>As Is (현재 작업 현황)</p> <pre> graph LR subgraph "차량내 TCMS" W1[① 작업자 PCMCIA 카드 취득] end subgraph "차량기지 사무실" W2[② 작업자 PCMCIA 카드 직접 이동] end subgraph "데이터 PC로 취득" W3[③ 작업자 데이터 PC로 취득] end W1 --> W2 --> W3 </pre> <p>문제점</p> <ul style="list-style-type: none"> 데이터 분실 및 보안문제 작업자의 데이터 취득에 많은 시간필요 </div>

구 분	내 용
	<div data-bbox="437 277 1366 788"> <p style="text-align: center;">To Be (작업 변경안)</p> <p style="text-align: center;">③ 무선 암호화전송</p> <p style="text-align: center;">④ 데이터 수신 Server 설치 (데이터 무선취득)</p> <p style="text-align: center;">개선사항</p> <ul style="list-style-type: none"> 데이터 취득의 편리성 및 작업시간 절약 데이터 보안 확보 데이터 분석 자료 DB 확보 (CBM기초자료) </div> <p>○ 구형 철도차량 유지보수 전용 온보드 데이터 비대면 DX 적용 단말기 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - PCMCIA 메모리 칩셋 적용과 동일한 환경 조건 - 영업 운전 종료 후 광주 1호선 차량기지 내(보안 구역 내) 운영 조건 - 운영 구역 내/외 구분하여 DX 정보보안 기술 및 무선 암호화 기술 적용 - 데이터 전처리, 무결성 확인 및 DX 데이터 서버 송신 3분 이내 완료 - 철도안전법 철도차량개조승인 비대상 적용 및 운행 안전 영향성 검토 - 기존 TCMS의 Hardware 및 Software 변경 없이 적용 가능 - 영업차량 운전엔 영향이 없는 데이터 수신 단말기의 온보드 DB 구조 설계 - 온도, 진동, 전류, 전압, 위치 등 고장 데이터 지속 수집, 로컬 게이트웨이 또는 차상 장치에서 1차 전처리(압축·필터링 등) 및 무결성 확인 기능 - 전용 IP망 등을 활용하여 DX 데이터 서버로 고장·상태 데이터의 암호화·보안 채널 전송 3분 이내 완료 - 데이터 전처리, 무결성 확인 및 임베디드 통신 전용 S/W 개발 - 모바일 정비/필드 어시스턴트 기능 : 태블릿·모바일 앱으로 원격고장 알림, 작업지시, 매뉴얼 현장 제공 기능 (페이퍼리스·오류 감소 및 작업시간 단축) - CBM 관리 대상 및 유지보수 성능 지표의 DX 기술 적용 방안 기획
<p style="text-align: center;">4. 연구개발 목표</p>	<p>○ 최종목표:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 : 광주1호선 호환용 온보드 PCMCIA 메모리 세트 개발 <ol style="list-style-type: none"> 1) 광주1호선 전동차 호환 데이터 취득을 위한 프로토콜 리버스 엔지니어링 2) 철도안전법 철도차량개조승인 관련 전문기관 검토 완료 3) PCMCIA 메모리 칩셋 적용 유지보수용 카드 및 신규 리더기 시제품 제작 4) 광주1호선 온보드 데이터 다운로드 및 DMA 호환성 시연 현장 검증

구 분	내 용
	<p>5) 온보드 데이터 운영 및 인적오류 Hazard analysis 검토</p> <p>6) 광주기지 정비창 데이터 다운로드 작업 프로세스 최적화</p> <p>- 2차년도 : 유지보수 전용 온보드 데이터 비대면 DX 적용 단말기 개발</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 대체 저장공간에 기존 로그 Type과 동일한 로그 저장 기술 개발 2) 기존 TCMS의 로그 저장 장치인 PCMCIA 카드 대체용 저장 장치 개발 3) 차량과 원격 저장공간 간의 통신 인프라 모델 개발 4) 차량별 TCMS 유지보수 정보 다운로드 제어 및 통신 Interface 개발 5) 온보드 데이터 비대면 DX 적용 단말기 H/W 시제품 제작 <ul style="list-style-type: none"> : 호환율 100% PCMCIA II(5.5mm) 소켓 호환 또는 RS 485 포트 6) TCMS에 저장된 로그 정보 원격 전송 및 다운로드 로그 분석 S/W 개발 7) 기존 TCMS H/W 및 S/W 변경 없는 환경에서 DX 단말기 호환성 검토 <ul style="list-style-type: none"> : 호환율 100% (덤프 로데이터 로그 및 서버용 변환 파일 비교) 8) 단말기 데이터 보안 송신 및 모바일 정비/필드 어시스턴트 기능 시연회 9) 고장정보 바탕 CBM 대상 및 성능 지표의 DX 기술 적용방안 기획
<p>5. 예상성과 /최종결과물 및 활용계획</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 광주1호선 실증 4량용 호환용 온보드 PCMCIA 칩셋 세트 <ul style="list-style-type: none"> - 유지보수 온보드 데이터 로딩용 PCMCIA 메모리 카드 시제품 8 set - 신규 고장정보 출력 USB 단말기 2set ○ TCMS 고장정보 LOG Data 전송용 DX 적용 시작품 4 set <ul style="list-style-type: none"> - 단말기 저장 데이터 정보 원격 전송 및 다운로드 로그 분석 S/W - 온보드 데이터 비대면 DX 적용 단말기 H/W 시제품 ○ 개발품 현장 운용 제어 및 온보드 고장정보 DB 서버 1 set ○ DX 단말기 데이터 보안 송신 및 모바일 정비/필드 어시스턴트 기능 시연회 ○ 상용 구매 검토시 소프트웨어 무결성 및 보안성 공인시험기관 시험성적서 추진 ○ 해당기술 광주1호선과 유사한 시스템인 대전1호선, 인천1호선 등에도 적용 가능.
<p>6. 수요기관 협력·지원 계획</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 광주1호선 전동차 TCMS 도면 및 기술자료 제공 ○ 현재 사용하고 있는 PCMCIA 카드 제공 ○ 리버스 엔지니어링을 위한 각 종 기술자료 공유 ○ 운행기록 관리 관련 운영기관 요구사항 도출

구 분	내 용
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 광주교통공사에서 관리하는 운행기록 및 고장기록 등 데이터 현황 제공 ○ 개발품 현장적용 지원 및 피드백 제공 ○ 개발품 시범적용차량 본선 운행 DIA 배정 지원 및 데이터 확보 지원 ○ 현재 광주1호선 전동차 운행기록 및 고장기록 유지관리를 위한 PCMCIA카드 수급 및 고장정보출력장치 수선 및 수급에 큰 어려움을 겪고 있으며, 아직 광주1호선 정밀안전진단 및 잔존수명평가 결과가 발표되지 않았으나, 다른 운영기관의 사례를 비추어 볼 때, 잔존수명이 최소 10년 이상은 예상됨. ○ 광주1호선 대폐차시 최근 기술을 적용하여 운행기록이 무선으로 전송되는 시스템의 구축을 검토할 수 있으나, 현재 운영 중인 차량에 적용할 경우 막대한 예산이 수반되어야 하고 개조승인을 거쳐야 하는 등 현실적으로 적용에 매우 어려움이 있으므로 대안마련이 절실함. ○ 이러한 상황에서 “차량 유지보수용 온보드 데이터 비대면 DX 관리 적용 단말기 개발”은 광주1호선 전동차 운영 및 유지보수에 꼭 필요한 기술이며, 이 기술은 광주1호선 뿐만 아니라 광주1호선과 유사한 환경인, 부산, 대구, 인천, 대전 등에서도 활용할 수 있을 것으로 예상됨.
<p style="text-align: center;">7. 개발기간 및 소요예산</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간 : 2년 ○ 총 예산 소요예산 : 2억 <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 : 1억 , 2차년도 : 1억

한국철도기술연구원장 귀하