

기술수요조사서 [유관기관용]

연구개발 과제명	AI 기반 트램용 첨단운전자보조시스템(ADAS) 국산화 개발
-------------	-----------------------------------

□ 제안담당자

성 명	권 상 민	기관명	(주)우진산전
소속(부서)	철도사업부(전기설계팀)	직위(직급)	주임연구원
연락처	Tel : 010-8891-8637 email: smkwon@wjis.co.kr	연구책임자	
		참여기업	

구 분	내 용
1. 연구개발 필요성	<p>○ 트램 도입이 서울 위례신도시('27, 상반기 개통 예정)를 기점으로 대전, 화성 동탄 및 울산이 순차적 개통을 앞두고 있으며, 10여개 이상의 지자체에서 트램 도입을 본격적으로 추진하고 있다.</p> <p>○ 트램은 기존 철도와 달리 도심 개방형 환경에서 보행자·자전거·오토바이·차량 등이 혼재된 공간을 운행하는 교통수단이며, 실제 해외 트램 사고 사례에서도 자동차 및 보행자 충돌이 가장 큰 사고 요인으로 분석되고 있어 AI 기반의 트램의 전방 충돌 방지 적용시 50% 정도의 사고저감 효과로 점차 의무화 되고 있다.</p> <p>○ 하지만 아직 트램용으로 국산화 된 제품이 부재하여 비싼 가격의 외국산(BOSCH, OTIV 등)으로 초기 국내시장이 점유당하고 있으며 향후 운영 및 유지보수 비용에도 부담으로 작용될 예정이다.</p> <p>※ 트램은 제동거리가 길어, 위험요소를 먼 거리에서 조기 탐지하는 객체 인식 기반 충돌 예측 기술이 필수적이다. 그러나 자동차용 ADAS를 그대로 적용하기에는 우선신호 기반 교차로, 긴 제동거리, 교차로 복잡성이라는 트램 고유 특성과 맞지 않음.</p>

구 분

내 용

2. 시장동향 및 기대효과

○ 국내 지자체 트램도입 추진현황 (철도저널 제 27권 6호 2024년 12월)

지역	연번	노선명	기점	종점	연장	정거장 수	총사업비	추진 현황
서울	1	위례선	마천역(5호선)	북정역(8호선)	5.44	12	2,614	2023년 4월 착공, 2025년 9월 개통(예정)
인천	2	부평연안부두선	부평역(1호선)	연안부두	18.72	27	3,935	도시철도망 구축계획수립
	3	송도트램	달빛축제공원(1호선) 순환		23.06	30	4,429	도시철도망 구축계획수립
	4	주안송도선	주안역(경인선)	인천대입구(1호선)	14.73	23	3,016	도시철도망 구축계획수립
	5	영종트램1단계	공황신도시	영종하늘도시	10.95	15	2,835	도시철도망 구축계획수립
	6	제물포연안부두선	제물포역(경인선)	연안부두	6.99	11	1,204	도시철도망 구축계획수립
	7	동탄도시철도	망포역(병점역)	오산역(동탄역)	34.2	36	9,773	도시철도망 구축계획수립
경기	8	성남 1호선	판교역	성남산업단지	10.38	—	2,382	도시철도망 구축계획수립
	9	성남 2호선	판교차량	청자역	13.70	—	3,538	도시철도망 구축계획수립
	10	오이도연결선	오이도역	오이도	6.55	—	1,760	도시철도망 구축계획수립
	11	송내-부천선	송내역	부천역	9.09	—	2,381	도시철도망 구축계획수립
	12	수원 1호선	수원역	한일타운	6.17	—	1,763	도시철도망 구축계획수립
	13	스마트허브노선	오이도역	한양대역	16.2	—	3,666	도시철도망 구축계획수립
부산	14	오륙도실증노선	경성부경대	이기대	1.90	5	906	타당성 재검토 중
	15	오륙도선연장선	이기대	해맞이공원	3.25	6	904	도시철도망 구축계획수립
	16	C-Bay~Park선	부평	시민공원	12.08	24	3,559	기본설계 중(2025년 공사 추진 예정)
	17	노포정관선	노포	좌천	22.97	22	5,426	예비타당성조사 중
	18	강서선	명지주거단지	대저	21.1	24	4,850	도시철도망 구축계획수립
	19	영도선	부평	창립	7.72	13	2,215	미정
대전	20	2호선	서대전역 순환		38.8	45	14,782	사업계획 적정성 검토 및 총사업비 확정
울산	21	노선 1	태화강역	신북로터리	11.63	15	3,059	기본계획 중(2023년 타당성재조사 통과)
	22	노선 2	송정택지개발지구	아음장생포동	13.69	14	3,940	도시철도망 구축계획수립
	23	노선 3	효문행정복지센터	대왕암공원입구	16.99	15	4,085	도시철도망 구축계획수립
	24	노선 4	신북로터리	북산성당 앞	5.94	8	2,232	도시철도망 구축계획수립
창원	25	창원1호선	마산역	창원중앙역	15.82	17	2,993	도시철도망 구축계획수립
	26	창원2호선	창원역	진해역	19.28	12	1,839	도시철도망 구축계획수립
	27	창원3호선	월영광장	진해구청	33.23	32	6,818	도시철도망 구축계획수립
김해	28	김해1호선	장유역	수로왕릉역	9.38	12	1,429	도시철도망 구축계획수립
	29	김해2호선	장유지구 내부 순환		15.8	18	3,029	도시철도망 구축계획수립
	30	김해3호선	신문동	봉황역	8.12	9	1,441	도시철도망 구축계획수립

○ 해외 트램시장 및 성장률 전망

- 전세계 400여 도시 50여 개국에서 운영 중이며, 2024년부터 2032년 까지 연평균 4.5% 정도 지속 성장률 예측.

Trams Market

Market Outlook

2024-2032

USD 1.7 Billion

USD 2.5 Billion

CAGR 4.5%

Global Market Size Forecast and Y-o-Y Growth 2023 to 2032 Infographic Data

Key Players

- Figure represents the global market size and forecast from 2024-2032.
- Year 2017-2022 are historic years, 2023 is the base/actual year and forecast is provided from 2024-2032.

Source: Dataminds

Phone: +1 909 414 1393

Email: sales@dataminds.com

- 트램용 ADAS 시스템은 아직 초기·실증 보급 단계이므로 연평균 15~20% 수준의 고성장 니치 시장으로 판단 ('24년 기준 2.5~4억 달러 => '31년 기준 7~10억달러) <https://mobilityforesights.com/>

구 분	내 용
	<p>○ 예상 매출 및 근거</p> <p>(1) 예상 매출</p> <ul style="list-style-type: none"> • 단기(~'27년): 실증 중심 초기 공급 10~20세트 → 연 1억 원~3억 원 • 중기('28년~'30년): 국내 확산 및 주력 노선 점유 대규모 공급 100~150세트 → 연 10억 ~ 15억원 • 장기('31년~): 국내 시장 안착 및 해외 진출 확대 → 연 20억 원 이상 (유지보수 계약 포함) <p>(2) 근거</p> <ul style="list-style-type: none"> • 국내 트램 ADAS 시장은 2029년까지 개통이 확정된 7개 노선(최소 206세트 수요)을 기반으로, R&D 완료와 동시에 최소 20억 원 규모의 명확하고 확정적인 초기 수요 확보 • 세트당 1,000만 원대의 저가격 국산화 성공 시, 수입 제품 대비 압도적인 가격 경쟁력을 확보하여 지자체 및 운영사의 기술 도입 장벽 축소 • AI 알고리즘 업데이트, 시스템 유지보수(MRO) 계약 등을 통해 장기적·지속적 서비스 매출을 확보
<p>3. 요구기능 및 성능</p>	<p>○ 트램은 도심 교차로·보행자 밀집 지역을 통과하기 때문에 다음 기능이 요구</p> <p>[필수 기능 요건]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 보행자·자전거·오토바이·차량 등 동적 객체 실시간 인식 2. 객체의 이동 방향·속도 추정 3. 트램 제동거리를 반영한 충돌 가능성 판단 및 제동 시점 예측 4. 야간·우천·역광 등 환경에서도 안정적 인식 5. 기존 차량 제동/신호 체계와 연동 가능한 구조 <p>[성능 요구 조건]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 융합 인식 정확도 95% 이상 2. 전·후방 동시 추론 시 지연시간 100ms 이하 3. 악천후 환경에서 인식 강건성 확보 4. 이동 벡터 기반 충돌 판단 오류율 10% 이하 <p>이러한 요구기능이 충족되면 도심·교차로에서 가장 빈번히 발생하는 트램 사고 원인을 기술적으로 해결 가능</p>
<p>4. 연구개발 목표</p>	<p>○ 최종목표: 해외 제품 대비 가격 50% 수준에서 해외 제품과 근사 성능</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도: LiDAR 기반 객체 인지 및 추돌 예측 알고리즘 구현 - 2차년도: 성능 시험 및 평가 (오송 시험선 및 위례 영업노선 활용) <p>▷ 객체 인지 성능: 트램 전방 100m 내 보행자/차량 검출 가능 수준 확보</p> <p>▷ 레일 인식 성능: 곡선/분기 구간에서 안정적 중심선 추정 가능</p> <p>▷ 거리 추정 성능: 탐지거리 50m 기준 $\pm 0.5 \sim 1m$ 수준 거리 오차 달성</p> <p>▷ 비상 제동 알고리즘 성능: 충돌위험 2초 이내 자동 제동 실행 가능</p>

구 분	내 용
<p>5. 예상성과/최종결과물 및 활용계획</p>	<p>[최종 결과물]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ LiDAR 기반 인지 SW 패키지 ○ 주행 제어 알고리즘 SW 패키지 ○ HW 패키지(LiDAR 센서 장착 키트, 국산 Edge-AI ECU 보드) ○ 시험·검증 결과 문서(환경별 인지 실험, 제동시험, EMI/EMC 시험 결과 등) ○ 현장 실증 레포트(정거장·교차로·보행자 등) <p>[예상성과]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ SSD 라이다 기반 고신뢰 ADAS 시스템 개발 및 임베디드 시스템 구축을 통한 기술 국산화 및 비용 절감 ○ 국내 트램 시장의 성장 가능성을 고려하여 국산화 및 해외시장 진출을 목표 ○ 주요 트램 제조 기업과 트램 도입을 계획 중인 지자체 및 교통 공단을 중심으로 시장 침투 전략을 수립 <p>[활용계획]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 주요 수요시장 및 수요고객 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 시장 : 현대 로템, 우진산전 등 트램 제작 기업 및 주요 지자체 (부산, 대전, 대구 등 트램 도입 계획 중인 도시) - 해외 시장 : 유럽 및 동남아시아, 중동 지역의 트램 제조업체 및 운영사 ○ 사업화 시장점유율 및 확보 가능성 <ul style="list-style-type: none"> - 트램 ADAS 시스템 시장점유율의 경우 글로벌 기준으로 <ol style="list-style-type: none"> 1) Bosch Tram Suite : 시장점유율 약 35%, 유럽 중심으로 높은 점유율 보유 2) Siemens Mobility ADAS : 시장점유율 약 30%, 자체 트램 시스템과의 연계 강점 3) 기타 글로벌 업체 (Alstom, Bombardier 등) : 약 25% 점유 <p>➔ 기술 경쟁력을 확보하면 글로벌 시장 점유 가능성이 매우 큼</p>
<p>6. 수요기관 협력·지원 계획</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제품의 개발 및 상용화시 향후 차량공급의 필수 부품으로 활용되어 수입대체효과와 차량가격 경쟁력 확보가능 ○ 외산 제품과 병행하여 KRRI 오송시험선 및 서울시 위례트램 노선에서 비교 학습모델 개발 및 성능 검증을 할 수 있도록 적극 협조 하겠음
<p>7. 개발기간 및 소요예산</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간: 2년 ○ 총 예산 소요예산: 4억 <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도: 2억 (연구개발 장비, 재료비, 활동비 등) - 2차년도: 2억 (테스트 비용, 인증 비용, 활동비 등)

한국철도기술연구원장 귀하