



모빌리티(자율주행) 분야 Physical AI 개발 동향 및 전략

발표자: 오토노머스에이투지 유민상 CSO



경력

오토노머스에이투지 최고전략책임자 (Chief Strategy Officer)

前) 경기대학교 ICT융합학부 겸임교수

前) 현대자동차 연구개발기획조정실 책임연구원

학력

성균관대학교 공과대학 수석 졸업 (화학공학사)

스위스 비즈니스 스쿨 경영학 박사 수석 졸업 (자율주행 수용성 연구)

소속

한국자동차모빌리티안전학회 AI안전정책 부문 회장

한국자동차공학회(KSAE) 융합S/W 및 AI부문 부문이사

유럽연합 커넥티드 자율협력주행 모빌리티 위원회(EU CCAM Association) 한국 대표

외교부 산하 공공외교기관 선발 차세대 글로벌 리더 (KF Global Fellows)

기재부 주관 경제발전경험공유사업(KSP) 자문위원

행안부 산하 한국신지식인협회 선정 제41 회 대한민국 신지식인(교통분야)

과기부 출범 민간R&D협의체 미래모빌리티-자율주행분과 전문위원

국토부 주관 자율주행차 융복합 미래포럼 제도분과 분과위원

산업부 주관 산업데이터 계약 가이드라인 자동차분과 실무위원

수상

2025 미국 Autotech Outlook 선정, APAC Top10 CSO

2025 국회 국토교통위원장 표창

2022 산업부장관 표창

2024 40대 이하 젊은 과학자상

2021 국무총리 표창

2023 특허청장 표창

2020 경제부총리 표창

A2Z

유민상 상무

글로벌정책전략실
CSO (Chief Strategy Officer)

2024 자율주행 기술순위*

레벨4 이상 글로벌 자율주행 기술순위*, 미국/중국 업체 90% 차지

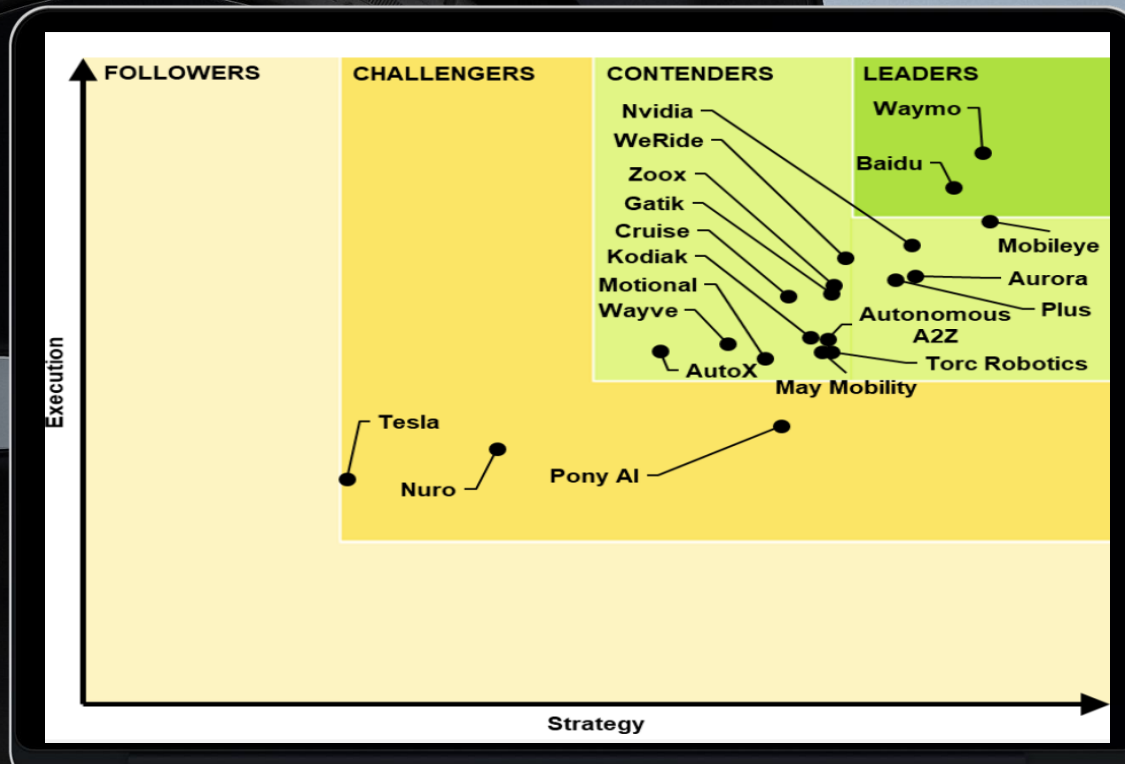
미국 70% 차지, 20개 중 15개 기업

*모빌아이 포함(이스라엘 기업이나 미국기업 인텔이 인수)

중국 20% 차지, 20개 중 3개 기업

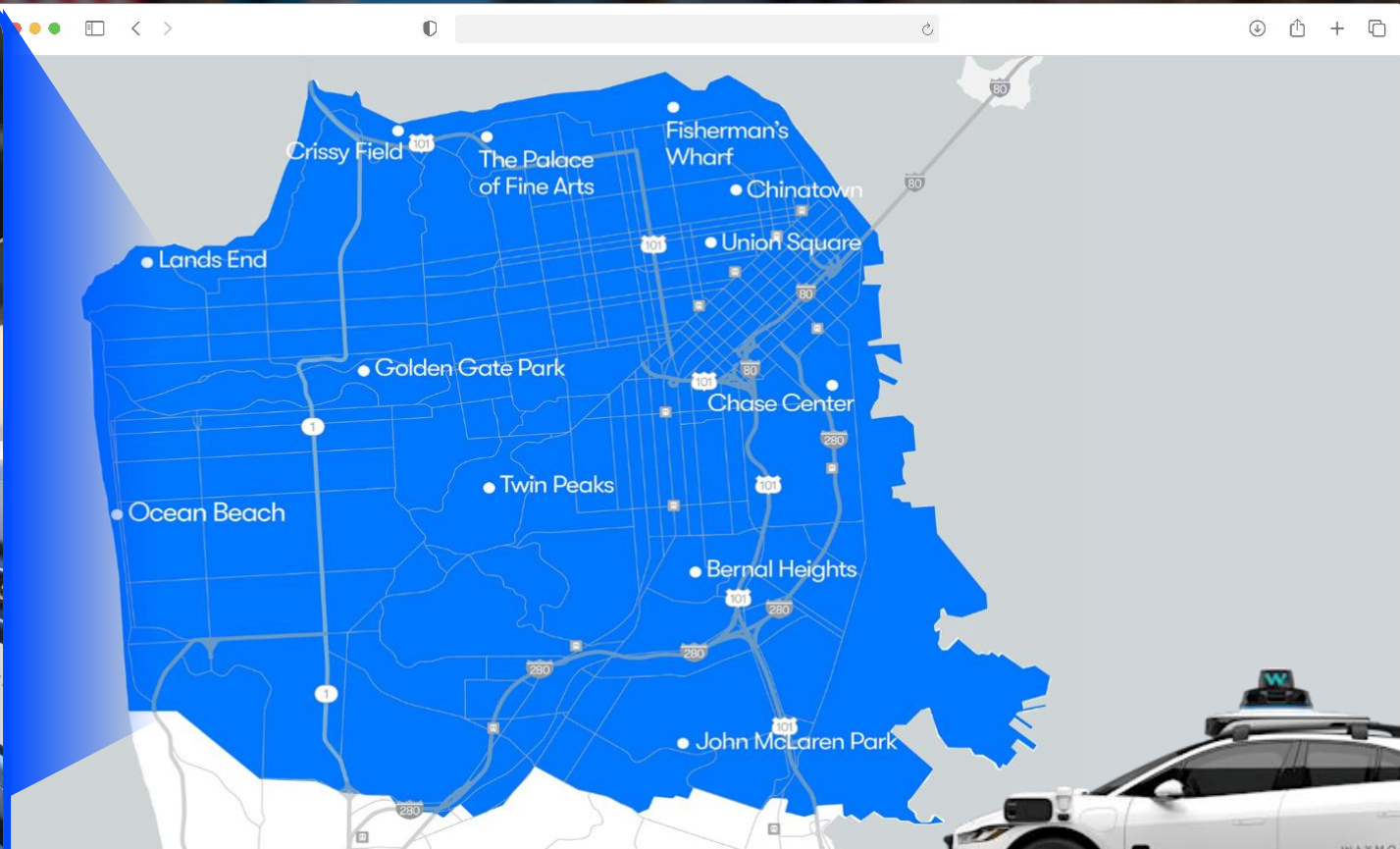
유럽기업 1개, 한국기업 1개(오토노머스에이투지)*

*모셔널은 현대자동차 그룹과 미국기업 애플이 합작하여 설립한 미국법인





미국 : 도시 전체를 무대로 자율주행이 이미 일상이 된 곳



막대한 민간 자본력과 신산업을 리드하는 미국 산업계

누적 투자: 110억 달러
누적 적자: 45억 달러

누적 투자: 17조원
누적 적자: 5조원



Waymo

누적 투자: 30억 달러
누적 적자: 15억 달러

누적 투자: 4조원
누적 적자: 2조원



Motional

cruise

GM Cruise

누적 투자: 115억 달러
누적 적자: 80억 달러

누적 투자: 18조원
누적 적자: 12조원



Argo Ai

누적 투자: 36억 달러
누적 적자: 25억 달러

누적 투자: 5.5조원
누적 적자: 3.8조원

미국 산업계의
민간 자본력과
신산업 리딩

GM, 자율주행 철수...
테슬라와 웨이모에 집중하는 미국

인텔, 모빌아이 18조원에 인수...
'자율주행차 베팅'

누적 투자 18조원에도 불구하고, 8년만에 로보택시 철수
될 뎀만 키운다... '구글 웨이모 vs 테슬라' 양강구도

인텔, 미래 산업 선도 위한 본격적인 큰손 투입,
이스라엘 모빌아이 지분 90% 인수, 유럽 반도체 공장 신설에 110조원 투자

자율주행 비규제 정책으로 신산업의 혁신을 장려하는 미국 정부

금지 아니면 다 해도 되는 네거티브규제

신산업·신기술 육성을 위해 '불법'이
아니면 모두 해도 된다' 는 규제 방식

↔ 한국: "포지티브 규제"



강제성 법규 제정없이 가이드라인만 제정

자율주행 제조사들에게
12가지 안전항목에 대한
자발적 검증보고서를 제출하도록 권고
(미이행에 따른 패널티 없음)



법규만족이 어려울 경우 "면제청원제도" 가능

저속전기자동차(40kph 이하) 58개 안전기
준 중 12개만 만족하면 5000대까지
양산 가능 (12개도 만족 어려우면 면제청원 가능)*
*Nuro社は 3개 추가면제 승인



면제제도를 확대하기 위한 법규 제정안 발표

면제청원제도를 확대하는 AV법규 확정안
(National Program for Vehicles with Automated Driving Systems)
공포('24.12/20)
- 면제청원절차 간소화/단축
- 면제허용대수 확대

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
National Highway Traffic Safety Administration

49 CFR Part 597

Docket No. NHTSA-2024-0100

RIN 2127-AM60

ADS-equipped Vehicle Safety, Transparency, and Evaluation Program

중국 : 빠르게 실증하고 이미 수익을 내기 시작한 시장



국가주도로 빠르게 미국 추격 속도내는 중국 민-관 연합

지정도시(우한 등)
모든 자율주행 허용

우한에서만 2,000대* 운행

*중국 전체 1만대 운행 추정

자동차 산업
정부 지원 세계 최대

누적 239조원*(~'23)

*출처: 미국 전략국제문제연구소(CSIS)

자율주행 허용도로
32,000km*

바이두 자율주행
1억1천km 달성

*대한민국 자율주행 시범운행지구 약 500km

독일 폭스바겐, 미국 4조 투자철수 후
중국 손잡고 차량반도체 3조 베팅

美 자율주행스타 '아르고AI' 몰락, 포드·폭스바겐 '손절'
美 차량반도체 생산 '호라이즌'과 합작사 설립

중국, 국가주도 자율주행 연합전선 구축
BYD-화웨이 등 연합

광저우 자동차·포니시 등 생산과 기술의 연대 유도
첨단 기술 탑재한 "Made in China" 자율차로 시장 경쟁력 강화

전국 자율주행 시범운행지구: 17개 지역 A2Z 서비스 범위: 13개 지역

('25.10.31)

누적 자율주행거리

825,017km

(전국: 471)

자율주행운행허가

71 대

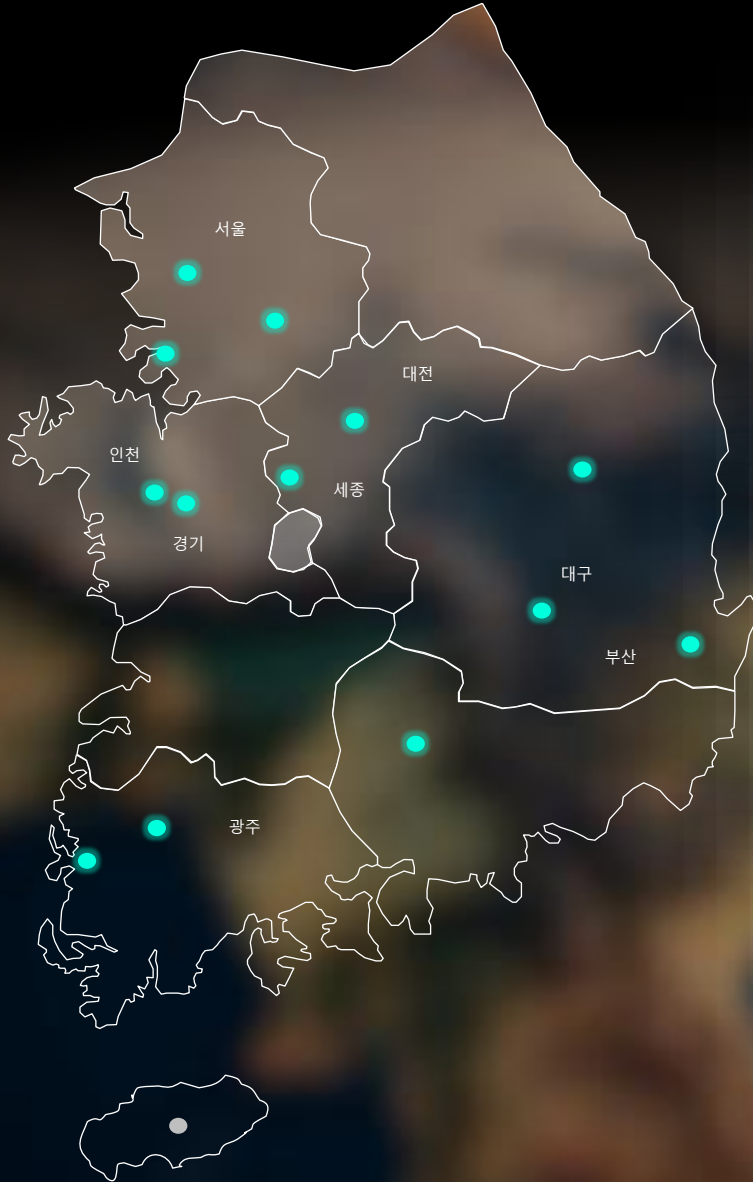
싱가포르

일본

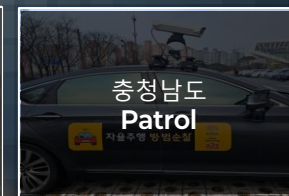
UAE



전국 자율주행
시범운행지구



전국 자율주행 프로젝트의 85%는 버스 중심



AM 03:30-07:30, 서울에서 가장 먼저 도로 위를 달리는 자율주행 버스

서울시 새벽동행 robo-bus 서비스 런칭



서울시는 교통약자의 새벽 출근을 지원하기 위해 도심 최초로 자율주행 셔틀 'A160'을 도입, 도봉산~영등포 구간에서 안정적인 새벽 이동 서비스를 제공하고 있습니다.

서울시 새벽동행 자율주행버스 모빌리티

차량	BS110 EV (1대)
목적	여객운송용 셔틀
노선	도봉산⇄영등포역 왕복 51.4 km
서비스	정기노선형버스 무료 *25년 하반기 중 유상 운송 서비스로 전환 예정,
누적 실증거리	4,178 Km
누적 탑승인원	7,396 명



농촌을 움직이는 하동의 자율주행 버스

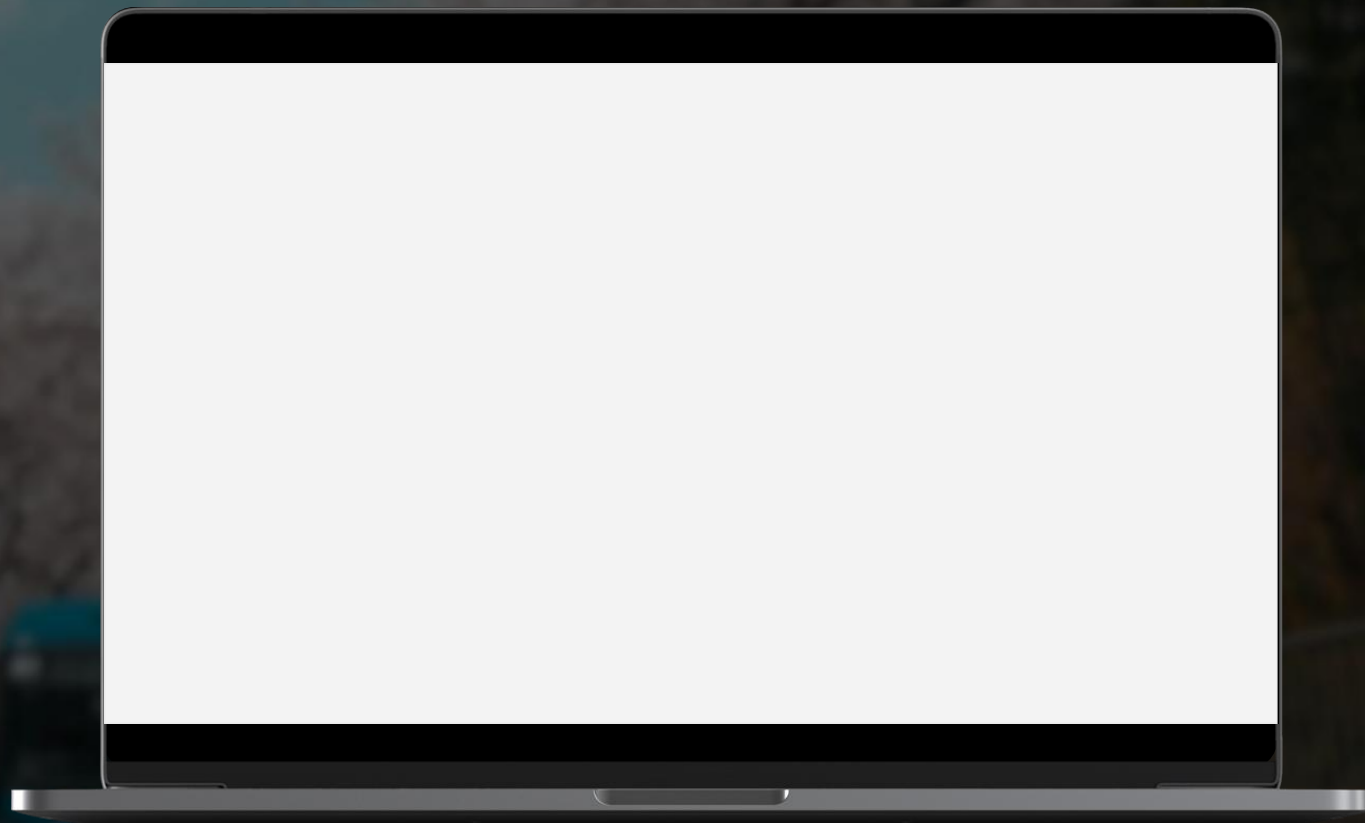
하동군 농촌형 robo-bus 서비스 런칭



하동군은 농촌형 자율주행 버스 서비스를 최초로 도입하여, 6.7km 읍내 순환 노선을 하루 12회 운행하며 스마트 모빌리티를 선도하고 있습니다.

하동군 농촌형 자율주행 버스 모빌리티

차량	Apollo 900 (1대)
목적	여객운송용 셔틀
노선	하동읍내순환 (총 6.7km)
서비스	정기노선형 버스 유료 *하루 12회 운행





우리나라 자동차 안전기준은 UN1958 협정에 따라 UN에서 제정된 법규와 조화하나 UN은 레벨2~3에 집중

2017년 3월

자동차 법규 제정 시작

2022년 6월

5년간 논의 끝에
레벨 3 법규 제정 확정

2027년 3월

10년의 논의 끝에
레벨 4 법규 제정 예정



UN을 기다리기엔 너무 늦다. 레벨4 자율주행 자국법규 제정을 시작한 국가들



독일

레벨4자율차를 위한
도로교통법 개정 및
승인절차 마련

-제정일: '22.6
-허용목적: 대중교통, 물류



일본

레벨4자율차
허가/승인절차 마련
(국토교통성/경제산업성)

-제정일: '23.5
-허용목적: 대중교통



유럽연합 (EU)

레벨4자율차
한정승인절차 마련

-제정일: '22.7
-허용목적: 대중교통, 물류, 주차
-제한: 제작사당 연간 1,500대



한국

레벨4자율차
B2B거래법규 제정

-제정일: '24.3
-허용목적: 대중교통, 물류
-제한: 정부/운수사업자만 구매가능

세계 3번째 “자율주행차 B2B 거래법” 제정 '25년부터 레벨4 판매 가능

자율주행차 법규(안전기준) 제정전이라도
성능인증을 받으면 레벨4 자율주행차 판매 가능,
먼저 제정한 독일/일본과 동일하게 대중교통과 물류만 허용



정부 /
정부기관



여객 운수사업자
(대중교통)



화물 운수사업자
(물류)

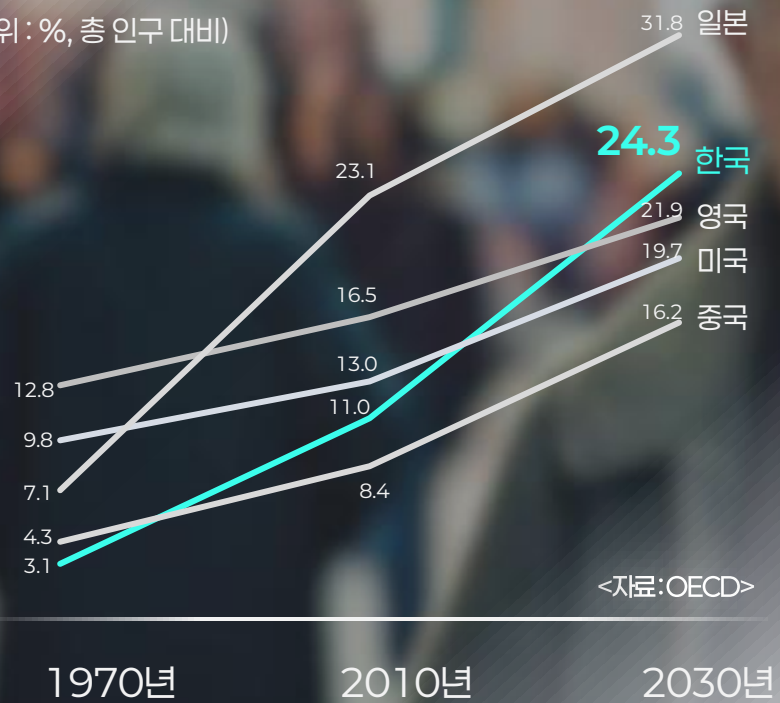
안건 제안자
: 오토노머스에이투지

안전번호	4-건의-15	구분	규제혁신TF 모빌리티 간담회 (오토노머스 에이투지)	접수일	'22.06.24.
제 목	레벨4 자율주행자동차 판매허용				
부서의견	<input checked="" type="checkbox"/> 수용, <input type="checkbox"/> 일부수용 <input type="checkbox"/> 기조치 <input type="checkbox"/> 중장기검토 <input type="checkbox"/> 수용곤란				
	법률 개정 (√)				
	하위법령(시행령, 시행규칙) 개정 ()				
	행정규칙(고시, 훈령, 예규 등) 개정 ()				
	지자체 규정(조례, 규칙 등) 개정 ()				
주진일정	기타 제도(내부규정, 계획, 해석 등) 개선 ()				
	○ 개정안 발의('22.末)・개정('23.上), 하위법령 개정・시행('24.上)				

인구 고령화율

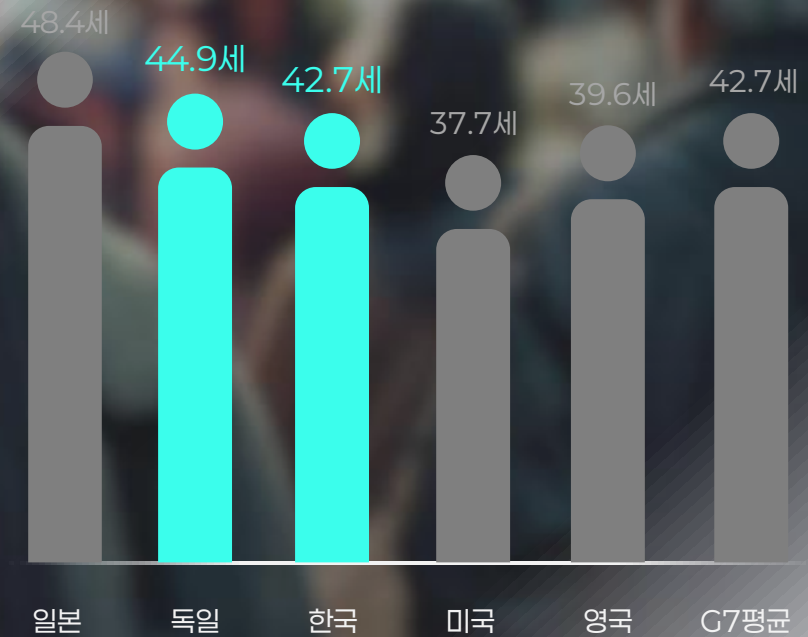
65세 이상 노인 비율 추이 및 전망

(단위: %, 총 인구 대비)

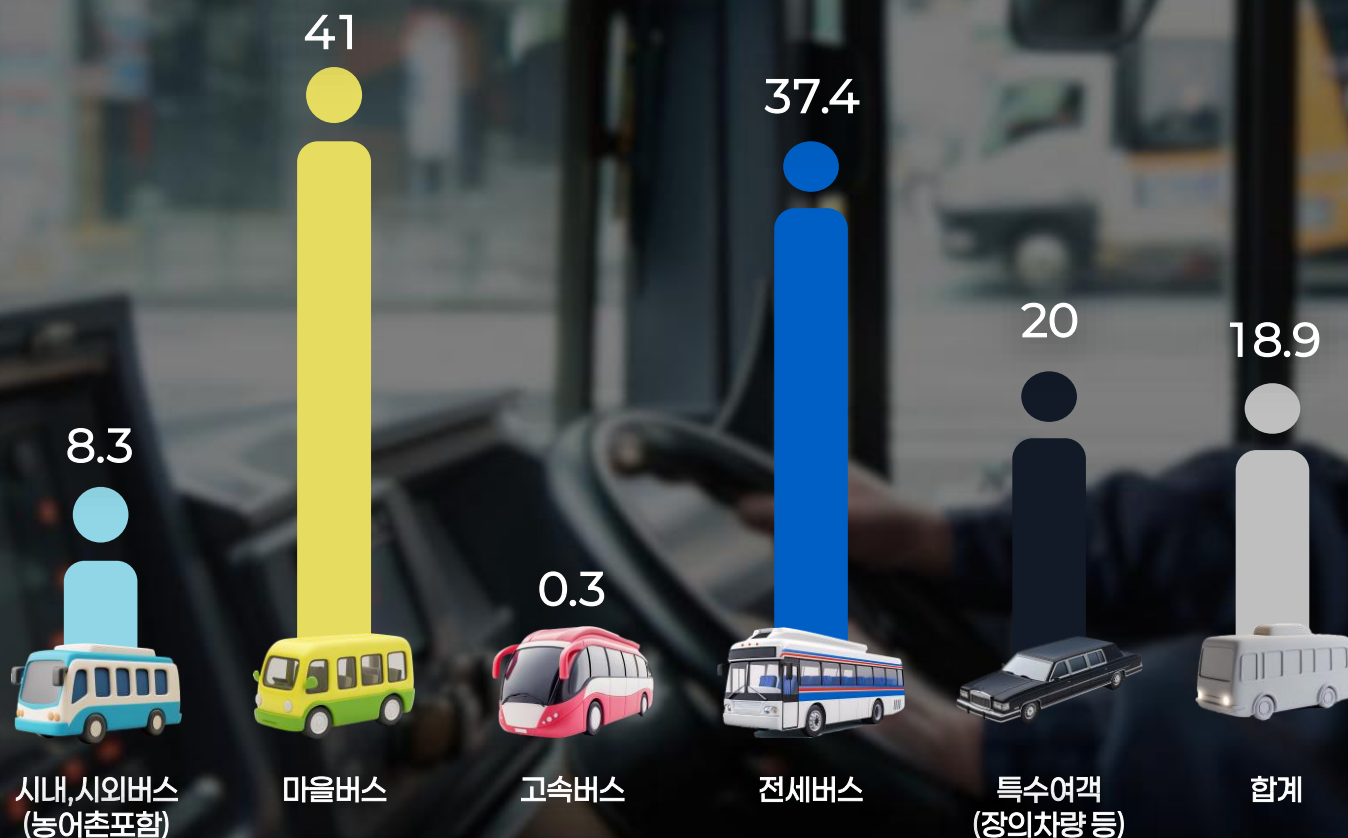


중위 연령 Top3

주요국 중위연령 <자료:UN>



인구고령화에 직격탄을 맞는 버스기사 평균연령 (2024년 9월 기준)



✓ 전국 버스기사 평균 연령
65세 이상 18.9%

✓ 버스종류별 65세 이상 비율
마을버스 41%, 전세버스 37.4%
특수여객(장의차 등) 20%

✓ 지역별 마을버스 65세 이상 비율
대전 68.2%, 광주 58.1%,
경기 43.5%, 서울 43.3%

Two Roads, One Technology?

택시와 버스로 양분되는 자율주행 시장,
승용차에 적용되는 기술이 버스에도 동일하게 필요한가?



같은 목적지, 다른 길 위의 철학
Tesla와 Waymo, 로보택시를 향한 두 가지 접근



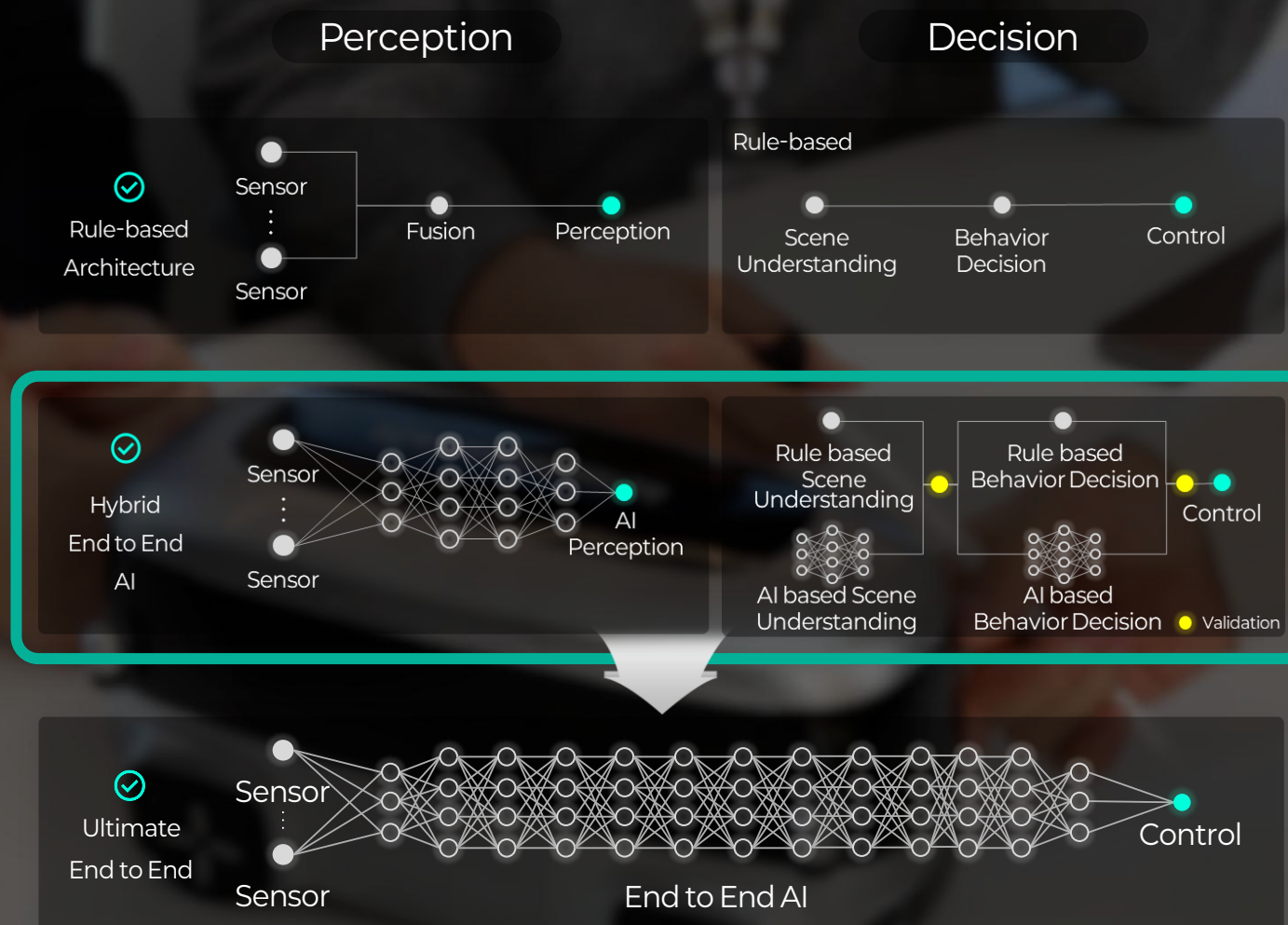
End-to-End



Rule-Based



E2E가 대세지만, 만능은 아니다 실현 가능성과 효율성의 균형이 관건



AI와 Rule-Based의 장점만 모은 하이브리드 자율주행 인식 전략

하이브리드
End to End 시스템 적용 방안

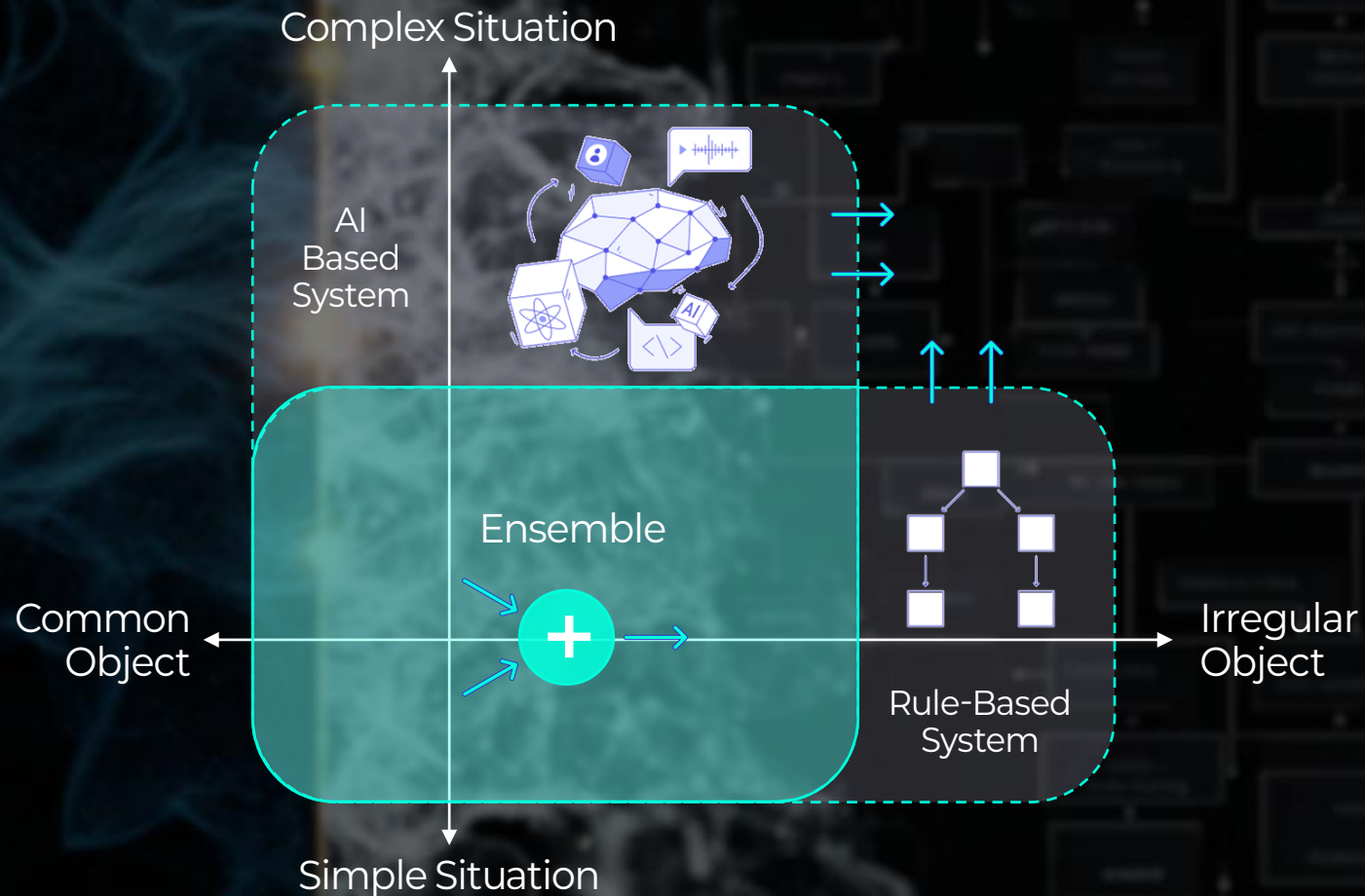
Rule Based System

라이다 신호처리 용이

+

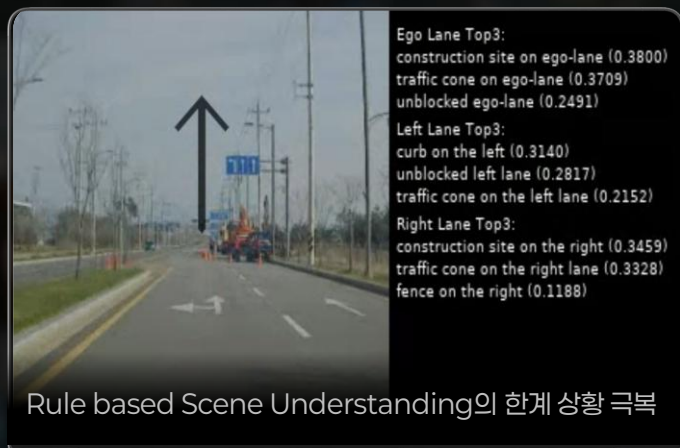
AI Based System

복잡한 문제 해결 용이



하이브리드 E2E, 센서 융합으로 더 똑똑해지다

AI 기반 Scene Understanding 모델 (공사현장 판단, 불법주정차 판단 및 대응)

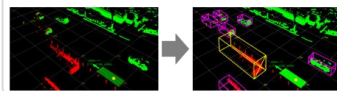


AI 기반 객체 검출 모델

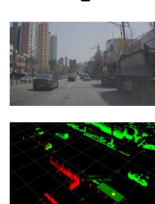
Model#1_Camera



Model#2_LiDAR



Model#3_Camera + LiDAR Fusion

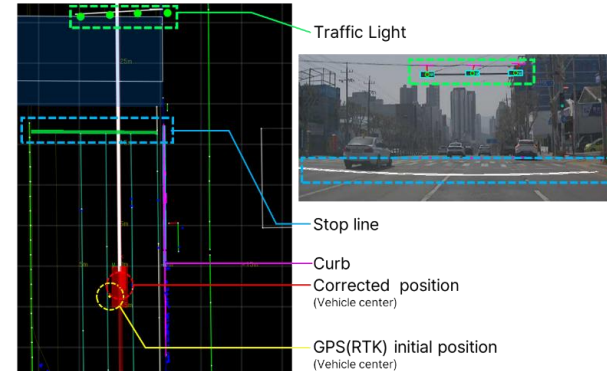


3D Bbox,
score,
label

Training Data Share

AI 기반 HD Map Estimation 모델

Localization with Detection Results



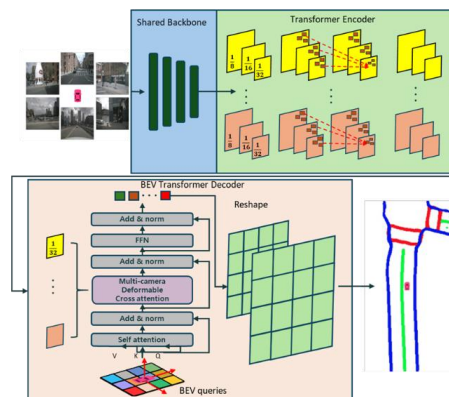
What if there is No HD Map,



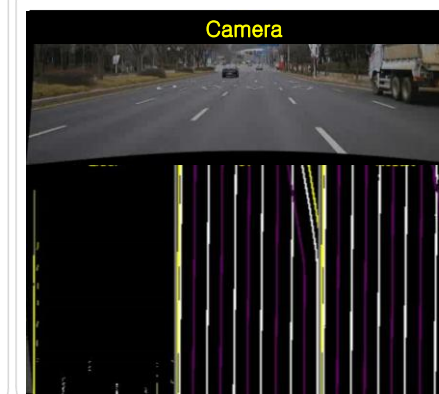
there are No Static Objects?



BEV HD Model Estimation Model



BEV HD Model Estimation Result



로베이스이기에 가능했던 글로벌 수출, E2E로는 국가별 학습에 필요한 막대한 자금이 반복 필요



A2Z 중앙연구소

코드 Fix 및 배포

K-City 실차 검증

자체 시뮬레이션 검증

담당 엔지니어 알고리즘 수정

특이사항 분석 및 특성 분류

개선로직 개발 및 검증

3

전체지역 및 전차량에
동시 업데이트 진행



A2Z 관제서버

4



A2Z 실증단지

대한민국 (서울,세종,경기,대구)

싱가포르

중동

일본

Take over or
시스템 Fail 상황

Take over or 시스템
Fail 상황 발생 및 DB 확보

관제서버 특이사항 수집,
필터링 및 중앙연구소로 DB 송부

2

1

예측 불가의 도로, 완전한 AI는 없다 End-to-End 자율주행의 한계와 현실적 도전 과제

최근 5년간 33회나 개정된 도로교통법

- 도로교통법은 연평균 6.6회 개정될 만큼 지속 변화
- AI가 모든 법 개정에 맞춰 자동 적응하는 것은 현실적으로 불가
- 자율주행 인증 방식 또한 기술 발전에 따라 국가 및 기관별로 상이

자율주행을 위협하는 다양한 미학습 물체

- Lv.2 주행보조 시스템이 확산됨에 따라 발견되는 다양한 인지 한계
- 객체의 외형 뿐만 아니라 주행 행태에 대해서도 오인지 가능성 존재

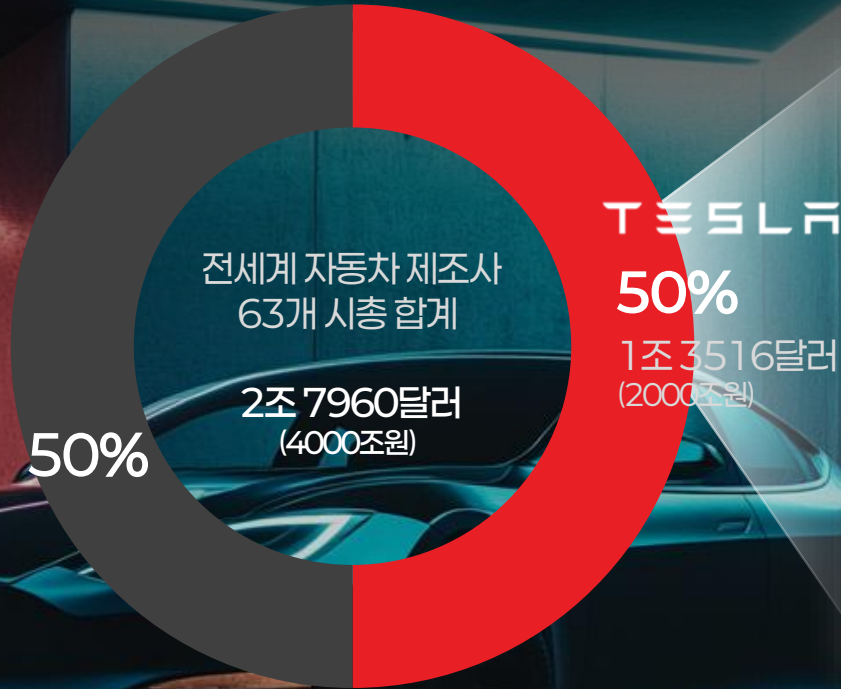




역사로 본
새로운 자동차 기업의 성장

1 TESLA

승자독식, 폭발성장



'23 전세계 전기차 판매량



1위 테슬라 175만대 (25%)

2위 BYD 145만
3위 폭스바겐 73만

4위 GM 60만
5/6위 광저우/지리 47만
7위 현대 40만

2003년~

17년간 적자

2020년~

자율주행기술 FSD(Full Self Driving) 구현과 동시에 17년만에 흑자 전환(2조 8천억원)
흑자 전환 후 4년만에 전세계 제조사 시총의 50% 차지 (2000조원)

2

상용화 핵심, 제조원가



1908년(포드)

첫내연기관차모델T 출시 17년후,
이동식조립라인도입(1913), 확산(1925)으로
제조원가 70% 절감 (12시간 850달러 > 1시간33분 260달러)



2008년(테슬라)

첫전기차로드스터출시8년후,
기가팩토리설립(2016)하여대량생산으로배터리셀
제조원가 80% 절감 (kWh당 140만원 > 20~30만원)

생명에 영향을 미치는 자동차 기술,
원래 적용이 더디다

에어백
25년

하이브리드
25년 이상

네비게이션
30년 이상

자동변속기
50년

안전

49:51

기술

기술적으로도 AI에 대한 안전성확인 등 검증절차 개발이 대두됨
안전확보 준비없이 무차별적인 AI기술만 앞서가는 것은 위험하다고 경고함



Discussion, Q&A

minsang@autoa2z.co.kr

