



# 2024년 자율주행 기술수준 분석 및 발전방향

## 최종 보고서

2025.03



# <목 차>

<b>제1장 서론</b> .....	<b>1</b>
1.1 개요 .....	1
1.3 내용 및 범위 .....	2
<b>제2장 기술수준 분석 방법</b> .....	<b>9</b>
2.1 분석 방법 설계 .....	9
2.2 정량적 분석 .....	9
2.3 정성적 분석 .....	21
<b>제3장 기술수준 분석 결과</b> .....	<b>25</b>
3.1 정량적 분석 결과 .....	25
3.2 정성적 분석 결과 .....	44
3.3 국가별 기술수준 분석 결과 비교 .....	57
<b>제4장 자율주행기술 동향 점검</b> .....	<b>59</b>
1.1 자율주행 산업 부문 .....	59
1.2 자율주행 정책 부문 .....	64
1.3 자율주행 하드웨어 부문 .....	72
1.4 자율주행 소프트웨어 부문 .....	88
1.5 자율주행 자원 인프라 부문 .....	98
<b>제5장 점검 결과 진단 및 발전 방향</b> .....	<b>105</b>
5.1 중점기술 단위 동향 진단 .....	105
5.2 기술수준 3개년 변화추이 .....	110
5.3 기술수준 분석 방법 진단 .....	112
5.4 기술수준 분석 발전 방향 .....	113
<b>제6장 결론 및 제언</b> .....	<b>115</b>
6.1 결론 .....	115
6.2 제언 .....	115



# 제1장 서론

## 1.1 개요

### 1.1.1 배경

- 자율주행기술 분야는 여러 국가에서 경쟁적으로 기술개발을 진행 중이며 주로 유럽, 미국, 중국 등의 국가에서 자율주행기술 및 시장을 주도하고 있어 국내 자율주행 분야 기술개발 수준에 대한 분석이 필요함
- 자율주행기술개발혁신사업단에서 개발하는 자율주행기술에 대하여 주요국가별 기술 비교·분석을 통해 국내 기술 수준을 파악하고 사업의 현 상황 검토 및 국내외 동향을 파악하여 국내 자율주행 분야 발전방향을 모색할 필요가 있음
  - \* 2021년 범부처 합동으로 설립된 자율주행기술개발혁신사업은 자율주행 5대 전략 및 30개 중점기술분야에서 2027년 융합형 Lv.4+ 자율주행차 상용화 기반 마련을 목표로 연구개발을 추진 중
- 자동차 산업은 첨단 기술 발달로 인한 디지털 전환과 전동화로 인해 새로운 혁신을 맞이하고 있으며 내연기관차에서 전기차로, 하드웨어 중심의 자동차에서 소프트웨어 중심의 자동차로 대전환기를 지나고 있음
- 최근에 열린 CES 2025에서도 글로벌 오토쇼로서 자리매김하여 소프트웨어 중심의 자동차 (Software Define Vehicle, SDV)가 집중 조명되었으며, 주행, 보안 및 커넥티비티, 인포테인먼트 등 모빌리티 분야 소프트웨어 기반 혁신 요소로서 앞으로의 개발 방향성을 제시하였음
- 자율주행을 포함한 SDV의 스마트카가 산업계로 부상함에 따라 미래차는 전기차, 자율주행차로 혁신이 이뤄지고 있으며, 이를 구현하기 위한 기술로서 차량 소프트웨어와 하드웨어의 통합 시스템의 개발과 차량 소프트웨어의 복잡성에 따른 중앙집중형 제어 시스템의 필요성이 대두되고 있음
- 자율주행을 포함한 미래차 기술 패러다임이 변화되고 소비자의 니즈 또한 편의성과 다양성이 증가함에 따라 경쟁력 있는 미래차 산업을 발전시키기 위해선 국내외 산업과 정책에 대한 동향을 파악하고, 기술의 발전에 많은 역량을 확보해야함

### 1.1.2 목적

- 선진국 대비 자율주행기술수준 분석을 통해 핵심 부품기술을 확보하고 기술의 고도화 및 새로운 연구개발 성과물 창출의 달성도 확인 및 과학적, 기술적 성과 평가지표 설정
- 자율주행기술 전문가 조사·분석 통해 선진국 대비 자율주행 분야 성과 목표 달성 여부 점검
- 국가별 자율주행 산업의 현재 기술 발전 수준 등을 조사 및 분석하여 향후 자율주행 분야 R&D의 전략적 방향을 모색하고 더불어 정책 수립 등에 반영
- 본 보고서에서는 자율주행 산업·정책 및 주요 기술부문별 동향을 파악하고 선진국 동향을 점검하여 미래 자율주행 기술 평가 방향을 진단하기 위한 연구를 진행함

## 1.2 내용 및 범위

- 선진국을 대상 자율주행기술개발혁신사업 5대 전략 및 30개 중점기술 분야 논문 및 특허 경쟁력 분석
- 상기 분석정보를 바탕으로 자율주행기술 전문가를 대상으로 핵심기술에 대한 델파이 설문조사 실시
- 선진국 대상 국내 자율주행기술 분야 기술수준 향상 정도 분석
- 국내외 동향 기반 국내 자율주행기술 분야 발전방향 모색

### 1.2.1 자율주행 발전 전략 5대 부문

- 자율주행기술개발혁신사업의 5대전략에 대한 내용은 아래 <표 1-1>과 같이 정의함

<표 1-1> 자율주행 5대 전략 내용적 범위

구분	5대 전략	내용
가	차량 융합 신기술	차량-클라우드-도로교통인프라 간 연계를 통해서 사고발생 0% 수준 Lv.4 자율주행 시스템 (1,000만km당 3.5회 제어권 전환, 1000km당 0.05회 이하)
나	ICT 융합 신기술	차량뿐만 아니라 광역적 인프라 정보, 교통 및 센서 데이터, 시뮬레이션, 인공지능 저지연 광대역 통신기술등의 기술을 활용하여 자율주행기술 고도화
다	도로교통 융합 신기술	차량 센싱만으로 확보하기 어려운 안전부문을 교통·도로시설과의 융합을 통하여 보완하고 다양한 교통주체 간 연계 협력을 통한 문제해결을 위한 기술
라	자율주행 서비스	첨단도로와 통신인프라 이용하여 주변 환경 인프라와 정보를 공유하여 이용자 편의, 도시기능 효율 등을 향상시키는 모빌리티 관련 서비스 기술 개발
마	자율주행 생태계	자율주행차 상용화를 위한 가장 중요한 선결조건으로 V2X 환경에서 실도로 운행에 필요한 안전성 평가기술, 도로교통 안전관리 기술, 기술표준, 아키텍처 모델, 운전능력 평가 개발 및 이를 지원하기 위한 법·제도 개선

### 1.2.2 5개 부문 내 30개 중점기술

- 선진국 대비 자율주행기술개발혁신사업의 5대 전략분야, 30대 중점기술을 대상(<표 1-2> 참조)
  - 자율주행 분야 선진국인 미국, 유럽, 일본, 중국, 한국 5개국을 대상으로 조사
- 2024년도 기준 과거 10년(2015~2024년) 기간의 자율주행 분야 논문 및 특허 분석
- 2025년 기준 과거 1년(2024년) 자율주행 분야의 국가별 상대적 기술수준 분석

<표 1-2> 자율주행 5대 전략분야 및 자율주행 30대 중점기술 구분

자율주행 5대 전략		자율주행 중점기술
가	차량융합 신기술	가-1 자율주행 차량용 컴퓨팅
		가-2 차량탑재형 인지 예측 센싱
		가-3 N2N (Network to Network) 협력형 제어
		가-4 자율주행-탑승자 상호작용
		가-5 산업표준 자율주행 차량 플랫폼
		가-6 차량탑재형 부품 또는 시스템 평가
		가-7 차량탑재형 자율주행 측위
		가-8 자율주행 시스템 안전설계
나	ICT융합 신기술	나-1 Cloud 기반 자율주행 AI 응용 관련 소프트웨어
		나-2 자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼
		나-3 자율주행 데이터 전처리
		나-4 자율주행 V2X 통합 최적화
		나-5 자율주행 사이버보안
		나-6 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션
		나-7 기상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션
		나-8 자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스
다	도로교통융합 신기술	다-1 자율주행 Lv.4 대응 도로인프라
		다-2 자율주행 Lv.4 융합 실증
		다-3 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이던스
		다-4 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리
		다-5 자율주행 Lv.4 대응 교통안전 인프라
		다-6 Lv.4 기반 도로교통정보융합
라	자율주행 서비스	라-1 이용자 편의증진 서비스 기술
		라-2 도시기능 효율화 서비스 기술
		라-3 국민안전 서비스 기술
마	자율주행 생태계	마-1 Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술
		마-2 자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술
		마-3 자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경
		마-4 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발
		마-5 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술

### 가. 차량융합 신기술 부문

○ 차량융합 신기술 부문 내 8개 중점기술에 대한 내용은 <표 1-3>과 같이 정의함

<표 1-3> 차량융합 신기술 부문 내 8개 중점기술

구분	중점기술	내용
가-1	자율주행 차량용 컴퓨팅	완전 자율주행에 필요한 고성능 컴퓨팅기술과 제한된 컴퓨팅환경에서 발생하는 제약사항을 극복하기 위한 클라우드 연계형 상용화 기술
가-2	차량탐재형 인지에측 센싱	Lv.4 의 자율주행을 위해서는 도로상 차량 및 보행자의 의도를 예측하고 적절히 대응할 수 있는 기술
가-3	차량탐재형 자율주행 측위	GPS가 원활하지 않은 상황에서 기상환경, 교통환경 등에 안정적으로 자기 차량의 위치 정보를 결정하는 신뢰성 높은 고정밀 측위기술
가-4	N2N 협력형 제어	커넥티드 차량 내 탑재된 다양한 센서 및 V2X와 클라우드 컴퓨팅을 통해 주위 환경 인지 기능 증강을 통한 안전한 자율주행을 위한 차량제어기술 확보
가-5	자율주행-탑승자 상호작용	외부상황과 운전자의 상황을 파악하여 운전자에게 맞는 최적의 환경을 맞춰주는 운전자-차량-외부간의 상호작용 기술
가-6	자율주행 시스템 안전설계	인공지능형 알고리즘 탑재로 인한 시스템의 오작동과 성능의 한계, 오인식 발생의 시스템 보안안전 사고위험 대응기술
가-7	산업표준 자율주행 차량 플랫폼	동 사업에서 개발된 자율주행 핵심기술의 통합 및 서비스 실증을 위해서 필요한 5종의 자율주행 차량플랫폼 설계기술
가-8	차량탐재형 부품 및 시스템 평가	융합신기술 및 융합서비스에 대한 기능성·안전성·신뢰성 검증과 확보를 위한 시나리오 기반 시험·실증환경 구축 및 평가 기술

## 나. ICT융합 신기술 부문

○ ICT융합 신기술 부문 내 8개 중점기술에 대한 내용은 <표 1-4>와 같이 정의함

<표 1-4> ICT융합 신기술 부문 내 8개 중점기술

구분	중점기술	내용
나-1	자율주행 데이터 전처리	자율주행차량, 엣지컴퓨팅서버, 클라우드 서버 등에서 정확한 인지, 판단 및 제어를 지원하기 위한 실시간·비실시간 데이터 처리 및 관리 기술
나-2	자율주행 V2X 통합 최적화	차량 내부 기기(OBU)와 외부기기(RSU와 cloud server)간 로드 최적 분배, 내부망 네트워크의 효율화 및 통합형 IVN을 개발, 상기의 대용량 데이터 압축 및 통신 신뢰성 극대화 기술
나-3	자율주행 사이버보안	멀티모달 생체인식 기반 사용자 인식 및 위변조 생체 인식 데이터 검출, IVN 및 V2X 통신 보안을 수행 OBU/RSU/Cloud 간 분산형 보안 기술 개발, 차량내 ECU 보안 성능 평가 장비 및 기술 개발
나-4	Cloud 기반 자율주행 AI SW	인프라 지능엣지와 자율주행차량 간 지능 배분에 따른 광역 자율주행 인지 및 주행판단을 위한 초저지연/대용량 V2X 기반 지능엣지 협력 자율주행 SW 개발
나-5	자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스	위험요소, 요구사항 분석, 자율주행 운영방법 및 ODD 검증용 평가 모델·프로세스 개발, 운전자와 자율주행 간의 환경 인식 및 대응 방법 검증 시나리오 개발
나-6	가상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션	Level-4 기반 가상 디지털 트윈 환경으로 자동 테스트 시나리오 생성, 기술적 유효성과 안정성 테스트할 수 있는 분산 고속처리 가능한 시뮬레이터 및 평가, 검증 SW 기술
나-7	자율주행 서비스 검증 시뮬레이션	Lv.4급 커넥티드 자율주행은 차량-엣지 통합 기술으로 오류상황판단과 비상상황 대처 기능에 대한 진보된 평가 기술
나-8	자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼	Lv.4 이상 자율주행 환경에서 분산 서비스를 위해 광역(클라우드), 지역(엣지), 자율주행차가 연계하는 지능분산공유 플랫폼과 서비스 개발

다. 도로교통융합 신기술 부문

○ 도로교통융합 신기술 부문 내 6개 중점기술에 대한 내용은 <표 1-5>와 같이 정의함

<표 1-5> 도로교통융합 신기술 부문 내 6개 중점기술

구분	중점기술	내용
다-1	자율주행 Lv.4 대응 도로인프라	인프라 융합기술, 인프라 센서 기반의 도로상황 인지 고도화 기술, 자율협력주행 위한 미래도로 설계 기술을 포함
다-2	자율주행 Lv4 대응 교통안전 인프라	광케이블 기반 디지털신호기 자율주행차량 네트워크 확장 기술, 자율협력주행 대응 인프라 연계기술, 인프라 정보융합 기술, 교통안전 인프라 표준 설계 및 평가 기술
다-3	자율주행 Lv.4 대응 주행 가이던스	자율차 실도로 주행 지원 기술, 자율차알반차 혼재상황 대비 인프라 융합 교통운영 최적화 기술, 주행위험지역 엣지 기반 실시간 주행협상 및 프로토콜 등 가이던스 기술
다-4	자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리	교통관리 및 운영용 Digital Twin 시스템, 교통상황 예측 기반 지역 맞춤형 시스템, 도시부 간선도로의 자율협력 그룹 주행 지원형 신호제어기술
다-5	Lv.4 기반 도로교통정보융합	교통정보 음영구간 정보생성 및 운영관리 기술, 네트워크 제어를 위한 교통정체 및 혼잡 운영관리 기술
다-6	자율주행 Lv.4 융합 실증	시뮬레이터 기반 범용적 가상시험환경 구축, Lv.4 자율주행 차량 테스트베드 환경 구축, 자율주행 리빙랩 실증환경 운영 및 서비스를 통한 사업 모델 개발

## 라. 자율주행 서비스 부문

- 자율주행 서비스 부문 내 3개 중점기술에 대한 내용은 <표 1-6>와 같이 정의함

<표 1-6> 자율주행 서비스 부문 내 3개 중점기술

구분	중점기술	내용
라-1	이용자 편의증진 서비스 기술	모빌리티 서비스 이용자 편의 증진 목적의 교통약자 및 낙후지역 모빌리티 지원 서비스, 대중교통 fleet 운영 서비스, 공유 기반 모빌리티 서비스, 자율주행 서비스 플랫폼, 서비스 특화 운영제어 기술 상용화
라-2	도시기능 효율화 서비스 기술	Lv4. 자율주행 모빌리티를 활용한 도시기능 효율화 목적의 공공안전 및 도시관리 서비스, 도로교통 인프라 모니터링 및 긴급복구 서비스, 자율주행시스템 오작동(failure) 대응 자율주행모빌리티 자동제어 및 원격제어 서비스, 서비스 목적 특화형 차량 제어 기술 및 교통운영 기술, 서비스 상용화를 위한 공공 비즈니스 모델 및 이용자 서비스 제공 기술
라-3	국민안전 서비스 기술	국민 생활안전 증진을 위한 서비스 목적의 자율주행을 이용한 대국민 맞춤형 생활안전(CPTED) 서비스, 융합교통 관제시스템을 활용한 긴급차량 통행지원 서비스, AI 융합기술을 활용한 교통사고 예방 순찰 서비스

## 마. 자율주행 생태계 부문

- 자율주행 생태계 부문 내 5개 중점기술에 대한 내용은 <표 1-7>과 같이 정의함

<표 1-7> 자율주행 생태계 부문 내 5개 중점기술

구분	중점기술	내용
마-1	Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술	다양한 교통환경에 Lv.4 자율주행시스템의 실도로 운행 적합성을 검증, 평가하기 위한 방법론 및 기술, 일반운행상황, 비상상황 등 항목별 운행가능영역에 대응 기준을 확립하고, 자율주행 차량의 시스템, 통신, 보안 안전성 등을 평가
마-2	자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술	자율주행차 교통사고 예방 및 분석을 위한 운행기록장치 데이터의 정의 및 데이터 추출분석 장치, 교통사고 재현 및 분석 기술, 사고위험 예측 기술, 자율주행차 단속관리 기술
마-3	자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경 개발	자율주행 운전능력평가를 위한 시뮬레이터 기반 시스템 및 실험장 구축, 안전한 자율주행 제작 지원 및 자율주행능력 평가기술, 제어권 전환상황 발생시 운전자의 대처능력 평가기술, 실도로 기반 실증
마-4	자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	자율주행 Lv.4 실증 및 상용화에 대응하여 교통물류, 데이터, 서비스, 안전 분야 등 관련분야의 법적 및 기준, 보험체계의 혁신안 개발
마-5	자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술 개발	Lv4 자율주행시스템 구현을 위한 관련 기술표준, 아키텍처 모델, 인프라 자능화 수준 인덱스 개발, 표준 프레임워크 기반 표준 검증 및 성능평가체계 등 기술개발 및 기술 분야별 표준화 추진

편집상 여백

## 제2장 기술수준 분석 방법

### 2.1 분석 방법 설계

- 자율주행 분야 기술 조사 국가는 한국을 포함한 주요 선진국 5개국(미국, 유럽, 일본, 중국, 한국)으로, 국가별 <표 2-1>과 같이 정량·정성으로 구분하여 분석함

<표 2-1> 자율주행 부문 분석 내용

구분	분석방법	분석 내용	내용
1	정량적 조사	논문경쟁력	• 국가별 자율주행기술분야 논문 게재 및 인용 건 수 비교
		특허경쟁력	• 국가별 자율주행기술분야 특허 등록 및 인용 건 수 등 비교
2	정성적 조사	전문가 설문	• 전문가 대상 국가별 자율주행기술 수준과 격차 분석

- 과거 10년 이력자료 조사를 통하여 ‘논문 경쟁력’과 ‘특허 경쟁력’을 분석함
- 전문가 설문을 통하여 비교 대상 국가별 ‘기술수준 및 기술격차’를 분석함

### 2.2 정량적 분석

- 5개국을 대상으로 객관적으로 분석하기 위한 자율주행기술 관련 공통된 주요 키워드 도출이 필요함

#### 2.2.1 검색키워드

- 주요 키워드는 앞서 정의한 자율주행기술개발혁신사업의 30대 중점기술을 바탕으로 총 149개의 키워드를 설계하였으며, 전략분야별 키워드 개수는 아래와 같음

<표 2-2> 자율주행 부문 분석 내용

구분	5개 전략 부문	중점기술 수	논문 및 특허 검색 키워드 수	비고
가	차량융합 신기술 부문	8	43	중점기술 별 4~6개 키워드 적용
나	ICT융합 신기술 부문	8	40	
다	도로교통융합 신기술 부문	6	30	
라	자율주행 서비스 부문	3	15	
마	자율주행 생태계 부문	5	21	

가. 차량융합 신기술 부문

○ 자율주행 차량융합 신기술 관련 주요 키워드는 <표 2-3>과 같음

<표 2-3> 차량융합 신기술 부문 중점기술 논문 특허 검색 키워드

중점기술		주요 키워드
가-1	자율주행 차량용 컴퓨팅	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle computing platform</li> <li>- Autonomous vehicle Qualcomm</li> <li>- Autonomous vehicle AI</li> <li>- Autonomous vehicle NVIDIA</li> <li>- Autonomous vehicle embedded software</li> </ul>
가-2	차량탐재형 인지 예측 센싱	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle mounted radar</li> <li>- Autonomous vehicle mounted camera</li> <li>- Autonomous vehicle mounted lidar</li> <li>- Autonomous vehicle object meaning recognition</li> <li>- Autonomous vehicle object meaning perception</li> <li>- Autonomous vehicle object location recognition</li> <li>- Autonomous vehicle object location perception</li> </ul>
가-3	차량탐재형 자율주행 측위	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle GNSS (Global Navigation Satellite Systems)</li> <li>- Autonomous vehicle RTK (Real Time Kinematic)</li> <li>- Autonomous vehicle 5G</li> <li>- Autonomous vehicle 6G</li> <li>- Autonomous vehicle mounted LEO (Low Earth Orbit)</li> </ul>
가-4	N2N 협력형 제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle interaction</li> <li>- Autonomous vehicle V2N (Vehicle to Network) interaction</li> <li>- Autonomous vehicle N2V (Network to Vehicle) interaction</li> <li>- Autonomous vehicle N2N (Network to Network) interaction</li> </ul>
가-5	자율주행-탑승자 상호작용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle driver recognition</li> <li>- Autonomous vehicle passenger recognition</li> <li>- Autonomous vehicle driving policy</li> <li>- Take-over in automated driving</li> <li>- Autonomous vehicle human-man interface (HMI)</li> </ul>
가-6	자율주행 시스템 안전설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle MRM (Minimum Risk Maneuver)</li> <li>- Autonomous vehicle MRC (Minimum Risk Condition)</li> <li>- Autonomous vehicle redundancy</li> <li>- Autonomous vehicle fail safety</li> <li>- Autonomous vehicle ISO 26262</li> <li>- Autonomous vehicle ISO 21448</li> <li>- Autonomous vehicle SOTIF (Safety of The Intended Functionality)</li> </ul>
가-7	산업표준 자율주행 차량 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous PBV (Purpose Built Vehicle)</li> <li>- Autonomous cargo truck</li> <li>- Autonomous large truck</li> <li>- Autonomous taxi</li> <li>- Autonomous bus</li> <li>- Autonomous DRT (Demand Responsive (Transit or Transport))</li> </ul>
가-8	차량탐재형 부품 또는 시스템 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle condition recognition</li> <li>- Autonomous vehicle system malfunction</li> <li>- Autonomous vehicle mounted quality</li> <li>- Autonomous vehicle mounted reliability</li> </ul>

## 나. ICT융합 신기술 부문

○ 자율주행 ICT융합 신기술 관련 주요 키워드는 <표 2-4>와 같음

<표 2-4> ICT융합 신기술 부문 중점기술 논문 특허 검색 키워드

중점기술		주요 키워드
나-1	자율주행 데이터 전처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle data de-identification (deidentification)</li> <li>- Autonomous vehicle pre-processing (preprocessing)</li> <li>- Autonomous vehicle data assessment</li> <li>- Autonomous vehicle data anonymization</li> <li>- Autonomous vehicle data refine</li> </ul>
나-2	자율주행 V2X 통합 최적화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- V2X (Vehicle to Something)</li> <li>- V2I (Vehicle to Infrastructure)</li> <li>- V2V (Vehicle to Vehicle)</li> <li>- V2B (Vehicle to Building)</li> <li>- V2P (Vehicle to Pedestrian)</li> </ul>
나-3	자율주행 사이버보안 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous in-vehicle network</li> <li>- Autonomous in-vehicle platform</li> <li>- Autonomous vehicle privacy preserving</li> <li>- Autonomous vehicle cyber security</li> <li>- Autonomous vehicle OTA(Over through air)</li> </ul>
나-4	Cloud 기반 자율주행 AI 응용 관련 소프트웨어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cloud-cooperated autonomous vehicle</li> <li>- Cloud-cooperated autonomous vehicle software</li> <li>- Autonomous driving cloud computing</li> <li>- Autonomous vehicle edge cloud computing</li> <li>- Software-defined vehicle</li> </ul>
나-5	자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous software evaluation</li> <li>- Autonomous software validation</li> <li>- Autonomous vehicle driving performance test platform</li> <li>- Autonomous vehicle test scenarios</li> <li>- Autonomous ISO 5083</li> <li>- Autonomous ISO 4804</li> </ul>
나-6	가상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle digital twin</li> <li>- Autonomous vehicle SILS (Software in the Loop Simulation)</li> <li>- Autonomous vehicle DILS (Driver in the Loop Simulation)</li> <li>- Autonomous vehicle virtual test simulator</li> </ul>
나-7	자율주행 서비스 검증 시뮬레이션	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle HILS (Hardware In the Loop Simulation)</li> <li>- Autonomous vehicle VILS (Vehicle in the Loop Simulation)</li> <li>- Autonomous vehicle software verification platform</li> <li>- Autonomous vehicle driving simulator</li> <li>- Autonomous vehicle safety validation</li> </ul>
나-8	자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle cloud platform</li> <li>- Autonomous vehicle edge platform</li> <li>- Autonomous learning platform intelligent computing</li> <li>- Autonomous service platform intelligent computing</li> <li>- Cloud-cooperated autonomous driving service</li> </ul>

### 다. 도로교통융합 신기술 부문

○ 자율주행 도로교통융합 신기술 관련 주요 키워드는 <표 2-5>와 같음

<표 2-5> 자율주행 도로교통융합 신기술 부문 중점기술 논문 특허 검색 키워드

중점기술		주요 키워드
다-1	자율주행 Lv.4 대응 도로 인프라	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle HD map (High Definition)</li> <li>- Autonomous vehicle LDM (Local Dynamic Map)</li> <li>- Autonomous vehicle ODD (Operational Design Domain)</li> <li>- Autonomous vehicle Geo-fence</li> <li>- Autonomous driving vehicle-cooperated service</li> </ul>
다-2	자율주행 Lv4 대응 교통안전 인프라	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle traffic safety infrastructure</li> <li>- Autonomous vehicle traffic control device</li> <li>- Autonomous vehicle traffic safety device</li> <li>- Autonomous vehicle traffic signs</li> <li>- Autonomous vehicle road marking</li> </ul>
다-3	자율주행 Lv.4 대응 주행 가이드런스	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle route planning decision making</li> <li>- Autonomous vehicle route predict</li> <li>- Autonomous vehicle driving guidance</li> <li>- Autonomous vehicle take over request</li> <li>- Autonomous vehicle navigation</li> </ul>
다-4	자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle communication message set</li> <li>- Autonomous vehicle SPAT (signal phase and timing message)</li> <li>- Autonomous vehicle J2735</li> <li>- Autonomous vehicle traffic signal</li> <li>- Autonomous vehicle traffic management</li> </ul>
다-5	Lv.4 기반 도로교통 정보융합	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle wireless network</li> <li>- Autonomous driving traffic information</li> <li>- Autonomous vehicle digital thread</li> <li>- Autonomous vehicle incident management</li> <li>- Autonomous vehicle data convergence</li> </ul>
다-6	자율주행 Lv.4 융합 실증	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomous vehicle field test</li> <li>- Autonomous vehicle safety validation</li> <li>- Autonomous vehicle test scenarios</li> <li>- Autonomous vehicle test environment</li> <li>- Autonomous driving test framework</li> </ul>

## 라. 자율주행 서비스 부문

○ 자율주행 서비스 관련 주요 키워드는 <표 2-6>과 같음

<표 2-6> 자율주행 서비스 부문 중점기술 논문 특허 검색 키워드

중점기술		주요 키워드
라-1	이용자 편의증진 서비스 기술	- Autonomous vehicle fleet management - Autonomous vehicle static - Autonomous vehicle dynamic - Autonomous vehicle Car-Sharing - Autonomous vehicle transport disadvantage
라-2	도시기능 효율화 서비스 기술	- Autonomous vehicle traffic recovery support - Autonomous vehicle urban traffic management - Autonomous vehicle suburban traffic management - Autonomous vehicle traffic efficiency - Autonomous vehicle infrastructure monitoring
라-3	국민안전 서비스 기술	- Autonomous vehicle crime control/prevention - Autonomous vehicle safety support - Autonomous vehicle patrol - Autonomous vehicle surveillance - Autonomous vehicle emergency support

## 마. 자율주행 생태계 부문

○ 자율주행 생태계 관련 주요 키워드는 <표 2-7>과 같음

<표 2-7> 자율주행 생태계 부문 중점기술 논문 특허 검색 키워드

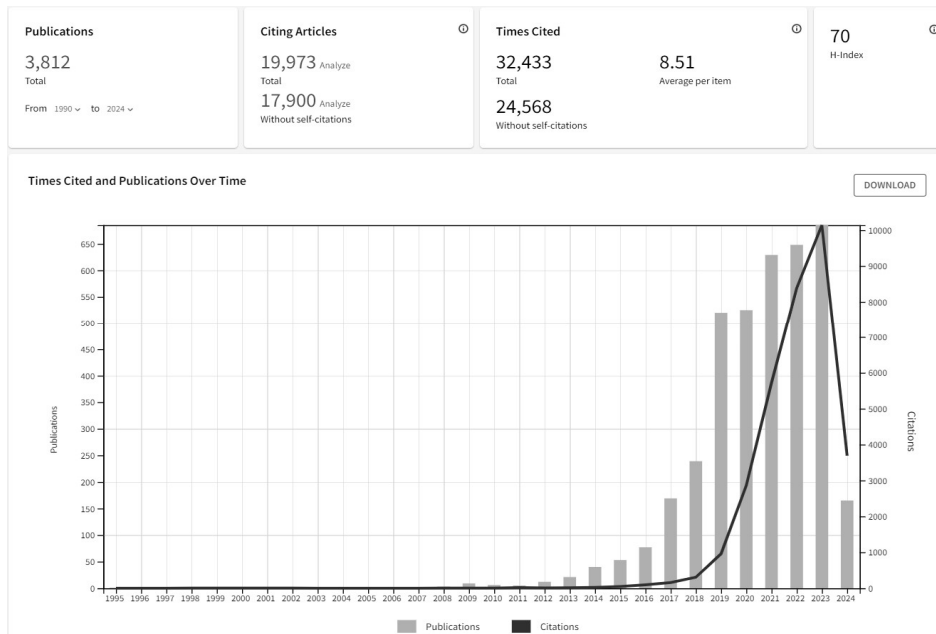
중점기술		주요 키워드
마-1	Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술	- Autonomous vehicle safety evaluation - Autonomous vehicle test safety scenario - Autonomous vehicle test safety use case - Autonomous vehicle communication safety evaluation - Autonomous vehicle safety methodology
마-2	자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술	- DSSAD(Data storage system for automated driving) - Autonomous vehicle accident analysis method - Autonomous vehicle accident prevention/management
마-3	자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경 개발	- Autonomous vehicle driving evaluation - Autonomous vehicle driving validation method - Autonomous vehicle driving license examination
마-4	자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	- Autonomous vehicle policy - Autonomous vehicle administrative system - Autonomous vehicle law - Autonomous vehicle regulation - Autonomous vehicle insurance
마-5	자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술 개발	- Autonomous vehicle standard - Autonomous vehicle ISO - Autonomous vehicle IEC - Autonomous vehicle ITU - Autonomous vehicle patent analysis

### 2.2.2 논문

- 국제 수준 논문 검색 DB 활용하여 자료를 수집함
- 논문경쟁력 지표를 사용하여 국가별 정량적 수치를 산출함
- 아래 세부 단락으로 구분하여 상기 내용을 상세 제시함

#### 가. 검색 DB

- 논문 검색은 Web of Science DB를 활용하였음(<그림 2-1> 참조)



<그림 2-1> 논문 검색 DB 플랫폼

<표 2-8> 논문경쟁력 검색 DB

지표	비고
검색 DB	Web of Science DB
검색 방식	다중 키워드 검색 방식

### 나. 중점기술 단위 경쟁력 지표 산정

- 자율주행 5대 전략 분야 및 30대 중점기술에 대한 검색키워드로 자율주행 부문 논문을 조사하였으며, 조사결과를 바탕으로 정량적 지표인 논문경쟁력을 산출함
- '논문경쟁력'은 ①논문활동도와 ②논문영향력 지표로 구분되며 <표 2-9>와 같음

<표 2-9> 논문경쟁력 산출 지표

구분	중점기술	내용
1	논문활동도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전체 게재 논문 중 특정 국가 및 특정 기술의 비중을 측정</li> <li>• 논문 활동도가 높을수록 양적 수준이 높음 의미</li> </ul>
2	논문영향력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특정 국가의 해당 기술 분야에서 논문 건수당 피인용 횟수를 측정</li> <li>• 논문 영향력이 높을수록 질적 수준이 높음 의미</li> </ul>

- 논문활동도는 게재 논문에 대한 국가별 양적 수준을 분석한 지표를 나타냄
- 논문영향력은 게재 논문의 피인용 수를 측정하여 국가별 질적 수준을 분석한 지표를 나타냄
- 논문 건수 및 피인용 수를 조사하여 <표 2-10>의 산출식에 따라 정량적인 논문활동도와 논문영향력을 산출함

<표 2-10> 활동도 및 영향력 산출식

구분	중점기술	내용	비고
1	논문활동도	$A_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} A_{ij}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>A_{ij}</math>는 <math>i</math> 기술에 대한 <math>j</math> 국가의 논문 수</li> <li>- <math>nt</math>는 전체 국가 논문 수</li> </ul>
2	논문영향력	$\frac{CA_{ij} / A_{ij}}{\sum_{j=1}^{nt} CA_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} A_{ij}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>CA_{ij}</math>는 <math>i</math> 기술에 대한 <math>j</math> 국가의 논문 피인용수</li> </ul>

- 각 국가의 논문활동도, 논문영향력을 표준화하고, <표 2-11>과 같이 분석을 수행함

<표 2-11> 논문경쟁력 종합 지수 산출방식

지표	비고
논문경쟁력	논문활동도 및 논문영향력을 고려한 자율주행 전문가 정량 분석

- 자율주행기술 분야 국가별 논문의 양적-질적 수준을 종합한 논문경쟁력 지수를 산출함

### 다. 국가 단위 경쟁력 지표 산정

- 자율주행기술 논문분석을 통해 자율주행 5대 전략 부문 30대 중점기술별 논문활동도 및 논문영향력에 대한 국가별 순위를 조사하고, <표 2-11>에 따라 가중치를 적용하여 국가별 논문경쟁력을 최종 산출함
- <그림 2-2>는 국가별 논문경쟁력 분석을 위한 객관적인 지표를 산출 흐름도를 제시함



<그림 2-2> 논문경쟁력 통합 지표 산출 흐름도

### 2.2.3 특허

- 국제 특허 검색 DB를 활용하여 자료를 수집함
- 특허경쟁력 지표를 사용하여 국가별 정량적 수치를 산출함
- 아래 세부 단락으로 구분하여 상기 내용을 상세 제시함

#### 가. 검색 DB

- 특허 검색은 WINTELIPS DB를 활용하였으며(<그림 2-3> 참조), 자율주행 부문 특허 검색키워드는 논문 검색 주요 키워드와 동일함



<그림 2-3> 특허 검색 DB 플랫폼

- 본 검색 DB는 다중 키워드 검색 방식이며 출원 및 등록 특허 관련 정보를 가지고 있음

<표 2-12> 특허경쟁력 분석 범위

구분	내용
검색 DB	WINTELIPS
검색 방식	다중 키워드 검색 방식
특허 종류	출원 및 등록특허

### 나. 중점기술 단위 경쟁력 지표 산정

- 자율주행 5대 전략분야 및 30대 중점기술에 대한 검색 키워드로 자율주행 부문 특허를 조사하였으며, 조사결과를 바탕으로 정량적 지표인 특허경쟁력을 산출함
- ‘특허경쟁력’은 ①특허활동도, ②특허영향력, ③특허시장력 지표로 구분되며 특허 출원·등록 건수 피인용 수 및 패밀리국가수를 조사하여 <표 2-13>의 산출식에 따라 정량적인 특허활동도, 특허영향력, 특허시장력을 최종 산출함

<표 2-13> 활동도, 영향력, 시장력 산출식

항목	내용	가중치 부여
특허활동도	$x = T_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} T_{ij}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>T_{ij}</math>는 <math>i</math> 기술에 대한 <math>j</math> 국가 특허출원 수</li> <li>- <math>nt</math>는 전체 국가 특허출원 수</li> <li>- 전체 출원 특허 중 특정 국가 및 특정 기술의 비중을 측정</li> <li>- 특허활동도가 높을수록 양적 수준이 높음을 의미</li> </ul>
특허영향력	$y = \frac{CP_{ij} / P_{ij}}{\sum_{j=1}^{nt} CP_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} P_{ij}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>CP_{ij}</math>는 <math>i</math> 기술에 대한 <math>j</math> 국가 특허 피인용 특허 수</li> <li>- <math>P_{ij}</math>는 <math>i</math> 기술에 대한 <math>j</math> 국가 특허 등록 건수</li> <li>- 등록된 특허 당 피인용 비중을 측정</li> <li>- 특허영향력이 높을수록 질적수준이 높음을 의미</li> </ul>
특허시장력	$z = \frac{FP_{ij} / P_{ij}}{\sum_{j=1}^{nt} FP_{ij} / \sum_{j=1}^{nt} P_{ij}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>FP_{ij}</math>는 <math>i</math> 기술에 대한 <math>j</math> 국가 출원 특허의 패밀리국가 수</li> <li>- 등록 특허당 패밀리국가수*가 차지하는 비중을 측정</li> <li>- 특허시장력이 높을수록 해외출원의 시장확보력 높음 의미</li> <li>* 패밀리특허 : 하나의 발명에 대해 여러 국가에 출원된 특허</li> </ul>

- 정량적으로 조사된 국가별 특허활동도, 특허영향력, 특허시장력을 <표 2-14>와 같이 가중치를 적용하여 해당 기술분야 특허의 양적-질적 수준을 종합한 특허경쟁력을 최종 산출함

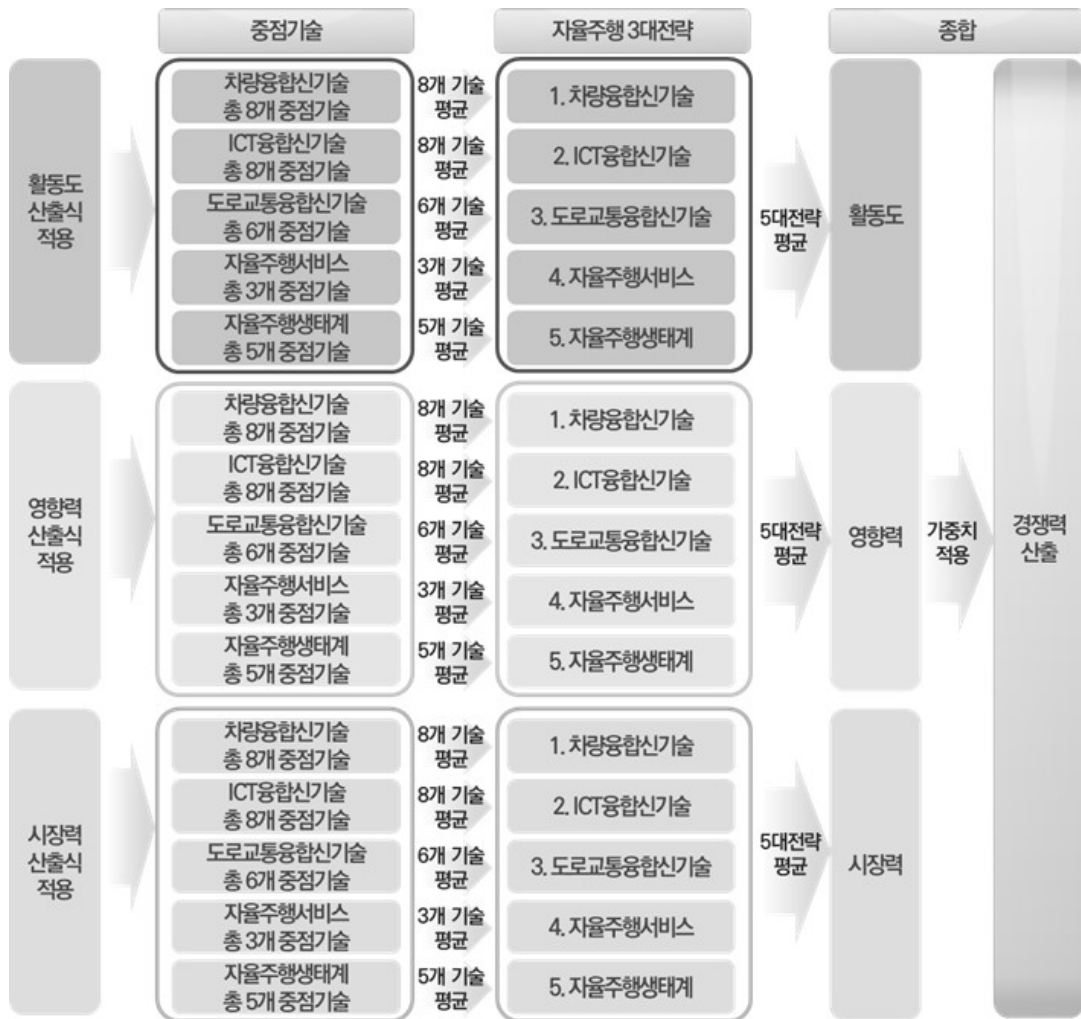
<표 2-14> 특허경쟁력 지수 산출방식

지표	산출식
특허경쟁력	특허활동도, 특허영향력 및 특허시장력을 고려한 자율주행 전문가 정량 분석

- 자율주행기술 분야 국가별 특허 양적-질적-시장확보력 수준을 종합한 특허경쟁력 지수를 산출함

다. 국가 단위 경쟁력 지표 산정

- 자율주행기술 특허분석을 통해 자율주행 5대 전략 부문 30대 중점기술별 특허활동도, 특허영향력 및 특허시장력에 대한 국가별 순위를 조사하고, <표 2-14>에 따라 가중치를 적용하여 국가별 특허 경쟁력을 최종 산출함
- <그림 2-4>는 특허경쟁력 통합 지표를 산출하는 흐름도를 제시함



<그림 2-4> 특허경쟁력 통합 지표 산출 흐름도

## 2.3 정성적 분석

- 자율주행 분야 기술중요도, 기술수준, 기술격차 및 기술개발역량에 대한 전문가 의견 반영 필요함

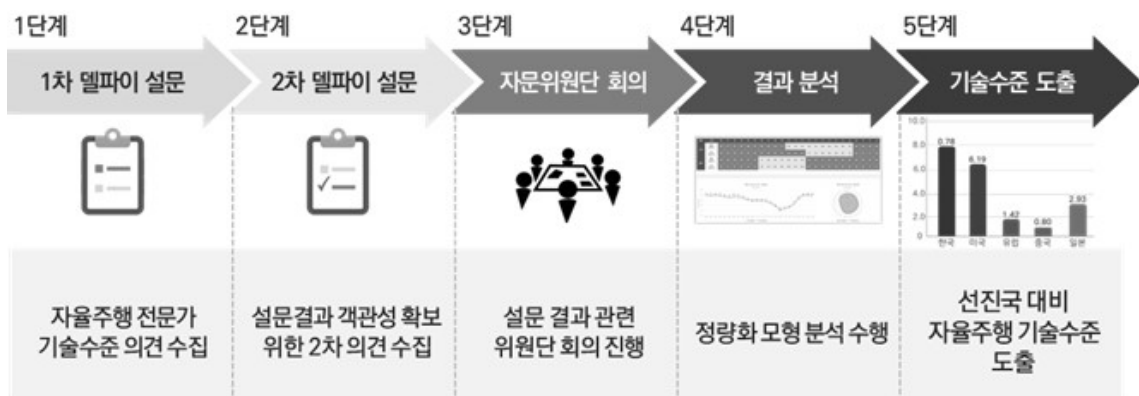
### 2.3.1 전문가 의견 자료 수집 방법

- ‘자율주행기술개발혁신사업’에 연구수행 중인 자율주행 전문가를 대상으로 30대 전략 분야별 그룹을 구성하여 총 2회에 걸쳐 델파이 조사 시행

<표 2-15> 1차, 2차 설문조사 내용

구분	전문가 대상 설문조사
설문 대상	• ‘자율주행기술개발혁신사업’ 연구수행 중인 자율주행 부문 전문가
1차	• 자율주행 부문 전문가 대상으로 한 통합되지 않은 의견 조사
2차	• 자율주행 부문 전문가 대상으로 한 취합된 결과에 대한 의견 조사

- 분석 방법에 대한 순서의 경우 <그림 2-5>와 같으며, 전문가 설문을 위해 30대 중점기술별 전문가 그룹을 구성하여 설문을 진행(아래 <표 2-16> 참조)



<그림 2-5> 자율주행기술수준 조사 순서도

- 상세한 설문문항 내용 구성 및 자율주행과 관련한 기술수준조사 보고서를 제공하여 전문가의 응답 질적 수준을 높임

- ‘2023년도 자율주행 기술수준 분석 보고서(KADIF)’와 ‘2023년 산업기술수준조사 결과보고서(KEIT)’ 제공

## 가. 중점기술 단위 전문가 그룹 설정

○ 전문가를 대상으로 인식도 조사(Delphi 활용)를 통해 기술수준 분석을 수행함

<표 2-16> 자율주행 30대 전략별 전문가 그룹

구분		전문가 그룹
가. 차량융합 신기술	가-1 자율주행 차량용 컴퓨팅	G1-1
	가-2 차량탐재형 인지 예측 센싱	G1-2
	가-3 차량탐재형 자율주행 측위	G1-3
	가-4 N2N (Network to Network) 협력형 제어	G1-4
	가-5 자율주행-탑승자 상호작용	G1-5
	가-6 자율주행 시스템 안전설계	G1-6
	가-7 산업표준 자율주행 차량 플랫폼	G1-7
	가-8 차량탐재형 부품 또는 시스템 평가	G1-8
나. ICT융합 신기술	나-1 자율주행 데이터 전처리	G2-1
	나-2 자율주행 V2X 통합 최적화	G2-2
	나-3 자율주행 사이버보안	G2-3
	나-4 Cloud 기반 자율주행 AI 응용 관련 소프트웨어	G2-4
	나-5 자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스	G2-5
	나-6 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션	G2-6
	나-7 가상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션	G2-7
	나-8 자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼	G2-8
다. 도로교통융합 신기술	다-1 자율주행 Lv.4 대응 도로인프라	G3-1
	다-2 자율주행 Lv4 대응 교통안전 인프라	G3-2
	다-3 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이드스	G3-3
	다-4 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리	G3-4
	다-5 Lv.4 기반 도로교통정보융합	G3-5
	다-6 자율주행 Lv.4 융합 실증	G3-6
라. 자율주행 서비스	라-1 이용자 편의증진 서비스 기술	G4-1
	라-2 도시기능 효율화 서비스 기술	G4-2
	라-3 국민안전 서비스 기술	G4-3
마. 자율주행 생태계	마-1 Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술	G5-1
	마-2 자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술	G5-2
	마-3 자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경	G5-3
	마-4 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	G5-4
	마-5 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술	G5-5

#### 나. 중점기술 단위 설문 문항 설계

- 설문 대상 전문가 분야 기입 항목은 설문 항목에 대하여 각 분야에 대한 전문가 의견으로 판단함
- 분야별 중요도 비율 기입 문항은 1차, 2차를 조사 결과에 가중치를 적용하여 전문가 의견을 반영한 국가별 기술수준을 정량적 지표로 산출하기 위함
- 최고기술 보유국과 그에 따른 상대적 기술수준 및 기술격차에 대한 상대적 비율 기입 문항은 국가별 자율주행부문 수준에 대한 전문가 의견을 정량적 지표로 산출하기 위함
  - 국가별 기술수준 및 기술격차 판단 근거 문항 포함
- 기술개발 역량 수준에 대한 상대적 비율 기입 문항은 국가별 자율주행 부문 국가의 기술개발역량에 대한 종합 산출하기 위함
  - 국가별 기술개발 역량 판단 근거 문항 포함
  - 한국 자율주행기술 부문 정책적 현황 및 개선방안에 관한 전문가 의견 조사
- 2차 설문은 1차 설문과 동일한 관련분야 전문가 대상으로 2차 델파이 조사 수행
- 델파이조사 설문 문항은 <표 2-17>과 같음

<표 2-17> 전문가 설문 문항

설문항목	정의	평가단위
전문가 개인정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설문대상 전문가 관련 분야 여부 확인</li> <li>• 전문가 소속 및 이름, 전화번호 여부 확인</li> </ul>	선택/주관식
분야별 중요도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율주행기술(대분류,중분류)이 해당 기술 내에서 차지하는 상대적 중요도</li> </ul>	0~100%
상대적 기술수준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• '2024'년 최고기술 보유국의 상대적인 기술수준 (최고 기술수준: 100%)</li> </ul>	0~100%
상대적 기술격차	<ul style="list-style-type: none"> <li>• '2024'년 최고기술 보유국의 세계 최고기술에 도달하기까지 소요되는 기간 (최고기술국의 기술격차기간: 0개월)</li> </ul>	개월
기술개발 역량	<ul style="list-style-type: none"> <li>• '2024'년 최고기술 보유국 기준 상대적인 기술개발역량 수준 (최고 기술수준: 100%)</li> </ul>	0~100%
판단근거	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율주행기술수준, 기술격차, 기술개발 역량 수준에 대한 국가별 판단 근거</li> <li>• 한국 자율주행기술 부문 정책적 현황 및 개선방안에 관한 전문가 의견 조사</li> </ul>	주관식

### 2.3.2 전문가 의견 자료 수집

- 1차 설문외의 경우 설문대상은 총 291명이며, 그 중 218명의 전문가 의견 조사(응답 비율 74.9%)
- 1차 설문조사 전 5개국 대상 5대 전략 및 30대 중점기술에 대한 논문 및 특허 경쟁력을 산출하여 1차 설문조사 참고 자료로 활용함
- 2차 설문외의 경우 설문대상은 1차 설문자 218명 중 중복응답을 제외한 212명을 대상으로, 그 중 173명의 전문가 의견 조사(응답 비율 81.6%)
- 2차 설문조사는 1차 설문 결과의 객관성 확보 및 정량화하기 위한 목적으로, 자율주행기술수준, 기술격차 및 기술개발역량을 조사하며 조사 결과를 통해 국가별 자율주행 부문 기술수준 현황 및 동향을 분석함

## 제3장 기술수준 분석 결과

### 3.1 정량적 분석 결과

#### 3.1.1 논문경쟁력 부문

##### 가. 활동도 부문

○ 자율주행 5대 전략 및 국가별 논문활동도 분석 결과는 <표 3-1>과 같음

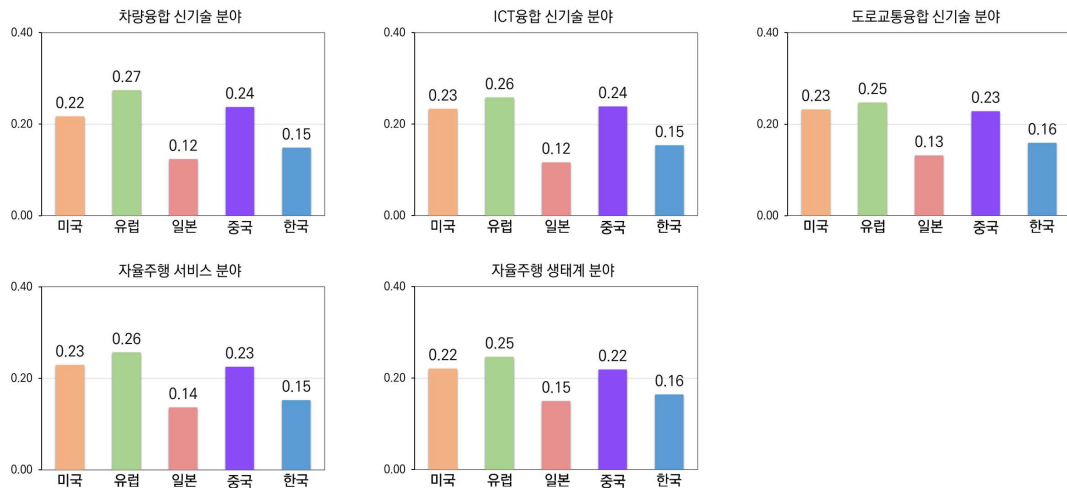
<표 3-1> 5대 전략 부문 중점기술별 논문활동도 분석 결과

구분		논문활동도				
		미국	유럽	일본	중국	한국
가. 차량 융합 신기술	가-1 자율주행 차량용 컴퓨팅	0.23	0.23	0.15	0.22	0.17
	가-2 차량탑재형 인지 예측 센싱	0.19	0.30	0.06	0.34	0.12
	가-3 차량탑재형 자율주행 측위	0.22	0.23	0.15	0.23	0.17
	가-4 N2N (Network to Network) 협력형 제어	0.23	0.23	0.14	0.23	0.16
	가-5 자율주행-탑승자 상호작용	0.21	0.23	0.17	0.22	0.16
	가-6 자율주행 시스템 안전설계	0.22	0.38	0.08	0.22	0.09
	가-7 산업표준 자율주행 차량 플랫폼	0.23	0.27	0.13	0.22	0.16
	가-8 차량탑재형 부품 또는 시스템 평가	0.20	0.32	0.11	0.22	0.15
나. ICT 융합 신기술	나-1 자율주행 데이터 전처리	0.23	0.28	0.10	0.27	0.13
	나-2 자율주행 V2X 통합 최적화	0.21	0.24	0.17	0.22	0.17
	나-3 자율주행 사이버보안	0.23	0.24	0.13	0.22	0.17
	나-4 Cloud 기반 자율주행 AI 응용 관련 소프트웨어	0.22	0.23	0.14	0.23	0.17
	나-5 자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스	0.22	0.22	0.17	0.22	0.18
	나-6 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션	0.26	0.32	0.06	0.25	0.10
	나-7 가상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션	0.25	0.25	0.10	0.24	0.16
	나-8 자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼	0.25	0.27	0.07	0.26	0.15
다. 도로교통 융합 신기술	다-1 자율주행 Lv.4 대응 도로인프라	0.25	0.27	0.10	0.24	0.14
	다-2 자율주행 Lv4 대응 교통안전 인프라	0.25	0.27	0.08	0.26	0.14
	다-3 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이던스	0.22	0.27	0.13	0.24	0.14
	다-4 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리	0.24	0.22	0.16	0.20	0.18
	다-5 Lv.4 기반 도로교통정보융합	0.23	0.23	0.15	0.22	0.17
	다-6 자율주행 Lv.4 융합 실증	0.21	0.21	0.18	0.21	0.19

&lt;표 3-1&gt; 5대 전략 부문 중점기술별 논문활동도 분석 결과 (표 계속)

구분		논문활동도				
		미국	유럽	일본	중국	한국
라. 자율주행 서비스	다-1 이용자 편의증진 서비스 기술	0.23	0.26	0.13	0.23	0.14
	다-2 도시기능 효율화 서비스 기술	0.25	0.26	0.11	0.25	0.13
	다-3 국민안전 서비스 기술	0.20	0.25	0.16	0.20	0.18
마. 자율주행 생태계	라-1 Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술	0.21	0.22	0.19	0.22	0.16
	라-2 자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술	0.23	0.26	0.10	0.26	0.15
	라-3 자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경	0.22	0.26	0.14	0.22	0.17
	라-4 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	0.21	0.25	0.17	0.20	0.17
	라-5 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술	0.23	0.25	0.16	0.20	0.17
논문활동도		0.23	0.26	0.13	0.23	0.16

○ 자율주행 5대 전략분야별 논문활동도 지수는 아래 그림과 같음



&lt;그림 3-1&gt; 5대 전략 부문 논문활동도

○ 자율주행 5대 전략에 모든 논문활동도를 전체적으로 종합한 국가별 결과는 <그림 3-2>와 같음



&lt;그림 3-2&gt; 자율주행 종합 논문활동도

○ 분석한 논문활동도 부문 국가별 순위는 <표 3-2>와 같음

<표 3-2> 5대 전략 부문 논문활동도 분석 결과

구분	미국	유럽	일본	중국	한국
차량융합 신기술	0.22	0.27	0.12	0.24	0.15
ICT융합 신기술	0.23	0.26	0.12	0.24	0.15
도로교통융합 신기술	0.23	0.25	0.13	0.23	0.16
자율주행 서비스	0.23	0.26	0.14	0.23	0.15
자율주행 생태계	0.22	0.25	0.15	0.22	0.16
논문활동도	0.23	0.26	0.13	0.23	0.16
국가별 순위	3위	1위	5위	2위	4위

○ '논문활동도' 국가별 순위는 아래와 같으며, 1위 유럽, 2위 중국, 3위 미국, 4위 한국, 5위 일본 순으로 도출

- '차량융합 신기술' : 1위 유럽, 2위 중국, 3위 미국, 4위 한국, 5위 일본
- 'ICT융합 신기술' : 1위 유럽, 2위 중국, 3위 미국, 4위 한국, 5위 일본
- '도로교통융합 신기술' : 1위 유럽, 2위 미국, 3위 중국, 4위 한국, 5위 일본
- '자율주행 서비스' : 1위 유럽, 2위 미국, 3위 중국, 4위 한국, 5위 일본
- '자율주행 생태계' : 1위 유럽, 2위 중국, 3위 미국, 4위 한국, 5위 일본

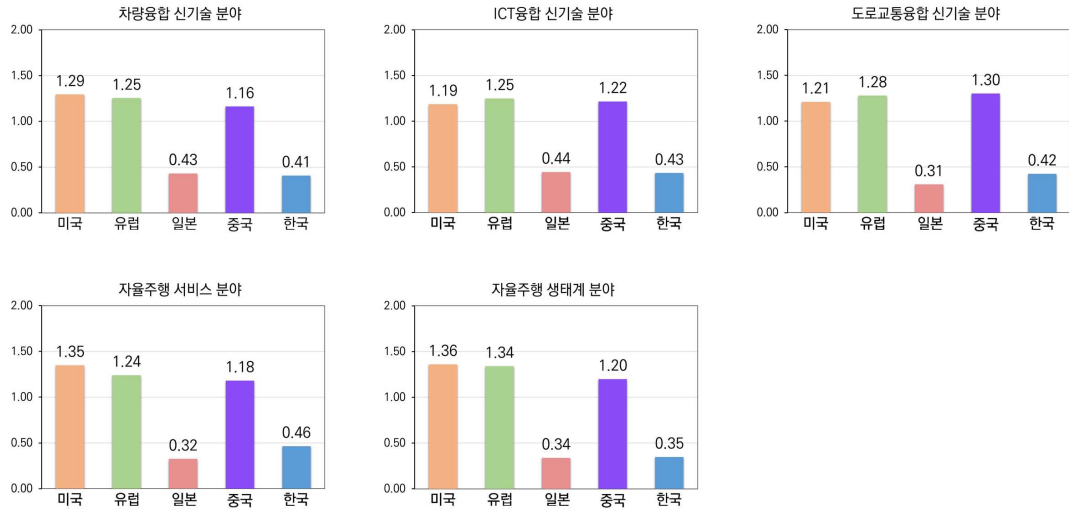
## 나. 영향력 부문

○ 자율주행 5대 전략 및 국가별 논문영향력 분석 결과는 &lt;표 3-3&gt;과 같음

&lt;표 3-3&gt; 5대 전략 부문 중점기술별 논문영향력 분석 결과

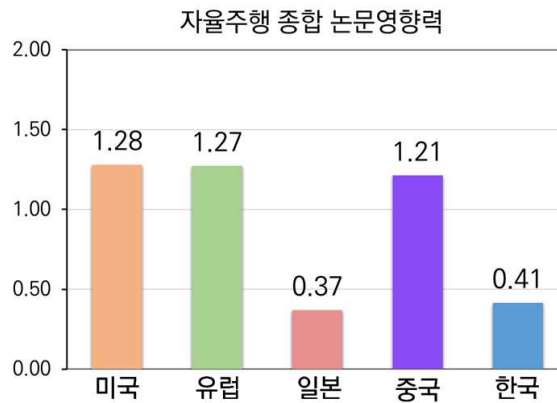
구분		논문영향력				
		미국	유럽	일본	중국	한국
가. 차량 융합 신기술	가-1 자율주행 차량용 컴퓨팅	1.21	1.45	0.45	1.13	0.39
	가-2 차량탑재형 인지 예측 센싱	1.44	1.21	0.45	0.76	0.74
	가-3 차량탑재형 자율주행 측위	0.94	1.30	0.52	1.53	0.40
	가-4 N2N (Network to Network) 협력형 제어	1.30	1.13	0.43	1.33	0.40
	가-5 자율주행-탑승자 상호작용	1.33	1.68	0.31	0.96	0.36
	가-6 자율주행 시스템 안전설계	1.41	1.07	0.27	1.06	0.23
	가-7 산업표준 자율주행 차량 플랫폼	1.20	1.13	0.46	1.37	0.41
	가-8 차량탑재형 부품 또는 시스템 평가	1.51	1.05	0.55	1.16	0.33
나. ICT 융합 신기술	나-1 자율주행 데이터 전처리	1.31	1.12	0.59	1.09	0.32
	나-2 자율주행 V2X 통합 최적화	1.22	1.13	0.41	1.41	0.61
	나-3 자율주행 사이버보안	1.39	1.15	0.54	1.16	0.40
	나-4 Cloud 기반 자율주행 AI 응용 관련 소프트웨어	1.19	1.14	0.41	1.54	0.33
	나-5 자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스	1.32	1.70	0.38	0.97	0.36
	나-6 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션	0.85	1.28	0.35	1.03	0.81
	나-7 가상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션	1.09	1.39	0.36	1.22	0.29
	나-8 자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼	1.12	1.08	0.51	1.32	0.33
다. 도로교통 융합 신기술	다-1 자율주행 Lv.4 대응 도로인프라	1.23	1.04	0.25	1.33	0.45
	다-2 자율주행 Lv4 대응 교통안전 인프라	0.90	1.42	0.24	1.15	0.50
	다-3 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이던스	1.17	1.31	0.32	1.18	0.41
	다-4 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리	1.39	1.14	0.31	1.47	0.38
	다-5 Lv.4 기반 도로교통정보융합	1.18	1.11	0.40	1.50	0.50
	다-6 자율주행 Lv.4 융합 실증	1.38	1.65	0.33	1.17	0.30
라. 자율주행 서비스	라-1 이용자 편의증진 서비스 기술	1.21	1.36	0.39	1.10	0.43
	라-2 도시기능 효율화 서비스 기술	1.19	1.17	0.33	1.13	0.64
	라-3 국민안전 서비스 기술	1.65	1.19	0.25	1.32	0.33
마. 자율주행 생태계	라-1 Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술	1.25	1.64	0.48	1.07	0.34
	라-2 자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술	1.15	1.18	0.31	1.34	0.32
	라-3 자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경	1.32	1.26	0.45	1.17	0.41
	라-4 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	1.58	1.28	0.13	1.29	0.36
	라-5 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술	1.50	1.34	0.31	1.13	0.32
논문영향력		1.28	1.27	0.37	1.21	0.41

○ 자율주행 5대 전략분야별 논문영향력은 <그림 3-3>과 같음



<그림 3-3> 5대 전략 부문 논문영향력

○ 자율주행 5대 전략에 모든 논문영향력을 전체적으로 종합한 국가별 결과는 <그림 3-4>와 같음



<그림 3-4> 자율주행 종합 논문영향력

- 분석한 논문영향력 부문 국가별 순위는 <표 3-4>와 같음

<표 3-4> 5대 전략 부문 논문영향력 분석 결과

구분	논문영향력				
	미국	유럽	일본	중국	한국
차량융합 신기술	1.29	1.25	0.43	1.16	0.41
ICT융합 신기술	1.19	1.25	0.44	1.22	0.43
도로교통융합 신기술	1.21	1.28	0.31	1.30	0.42
자율주행 서비스	1.35	1.24	0.32	1.18	0.46
자율주행 생태계	1.36	1.34	0.34	1.20	0.35
논문영향력	1.28	1.27	0.37	1.21	0.41
국가별 순위	1위	2위	5위	3위	4위

- ‘논문영향력’ 국가별 순위는 1위 미국, 2위 유럽, 3위 중국, 4위 한국, 5위 일본 순으로 도출
- ‘차량융합 신기술’ : 1위 미국, 2위 유럽, 3위 중국, 4위, 일본, 5위 한국
  - ‘ICT융합 신기술’ : 1위 유럽, 2위 중국, 3위 미국, 4위 일본, 5위 한국
  - ‘도로교통융합 신기술’ : 1위 중국, 2위 유럽, 3위 미국, 4위 한국, 5위 일본
  - ‘자율주행 서비스’ : 1위 미국, 2위 유럽, 3위 중국, 4위 한국, 5위 일본
  - ‘자율주행 생태계’ : 1위 미국, 2위 유럽, 3위 중국, 4위 한국, 5위 일본

**다. 경쟁력 부문**

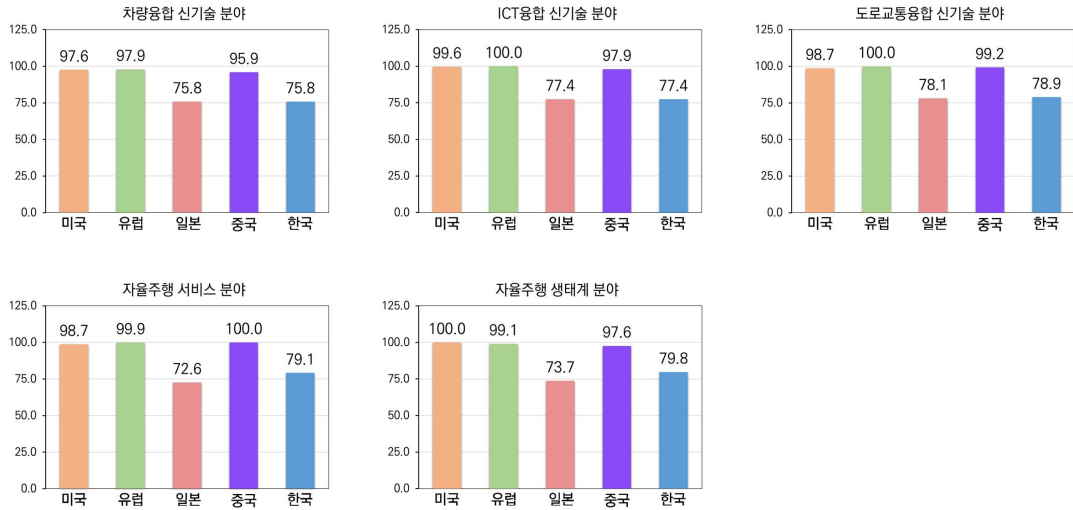
- 논문경쟁력은 `22년 ICT 기술전문가 의견수렴 결과를 참고하여 논문활동도와 논문영향력의 가중치에 따라 합산하여 산출함
  - 논문활동도의 가중치는 0.206, 논문영향력의 가중치는 0.794
- 자율주행 5대 전략 및 국가별 논문경쟁력 분석 결과는 <표 3-5>와 같음

<표 3-5> 5대 전략 부문 논문경쟁력 분석 결과

구분	논문 경쟁력				
	미국	유럽	일본	중국	한국
차량융합 신기술	99.6	100.0	77.4	97.9	77.4
ICT융합 신기술	98.7	100.0	78.1	99.2	78.9
도로교통융합 신기술	98.7	99.9	72.6	100.0	79.1
자율주행 서비스	100.0	99.1	73.7	97.6	79.8
자율주행 생태계	99.9	100.0	73.9	97.5	75.8
논문경쟁력	99.6	100.0	75.3	98.7	78.4
국가별 순위	2위	1위	5위	3위	4위

- ‘논문경쟁력’ 국가별 순위는 1위 유럽, 2위 미국, 3위 중국, 4위 한국, 5위 일본 순으로 도출
  - ‘차량융합 신기술’ : 1위 유럽, 2위 미국, 3위 중국, 4위, 일본, 5위 한국
  - ‘ICT융합 신기술’ : 1위 유럽, 2위 중국, 3위 미국, 4위, 한국, 5위 일본
  - ‘도로교통융합 신기술’ : 1위 중국, 2위 유럽, 3위 미국, 4위 한국, 5위 일본
  - ‘자율주행 서비스’ : 1위 미국, 2위 유럽, 3위 중국, 4위 한국, 5위 일본
  - ‘자율주행 생태계’ : 1위 유럽, 2위 미국, 3위 중국, 4위, 한국, 5위 일본

○ 자율주행 5대 전략분야별 논문경쟁력은 <그림 3-5>와 같음



<그림 3-5> 5대 전략 부문 논문경쟁력

○ 자율주행 5대 전략에 모든 논문경쟁력을 전체적으로 종합한 국가별 결과는 <그림 3-6>과 같음



<그림 3-6> 자율주행 종합 논문경쟁력

### 3.1.2 특허

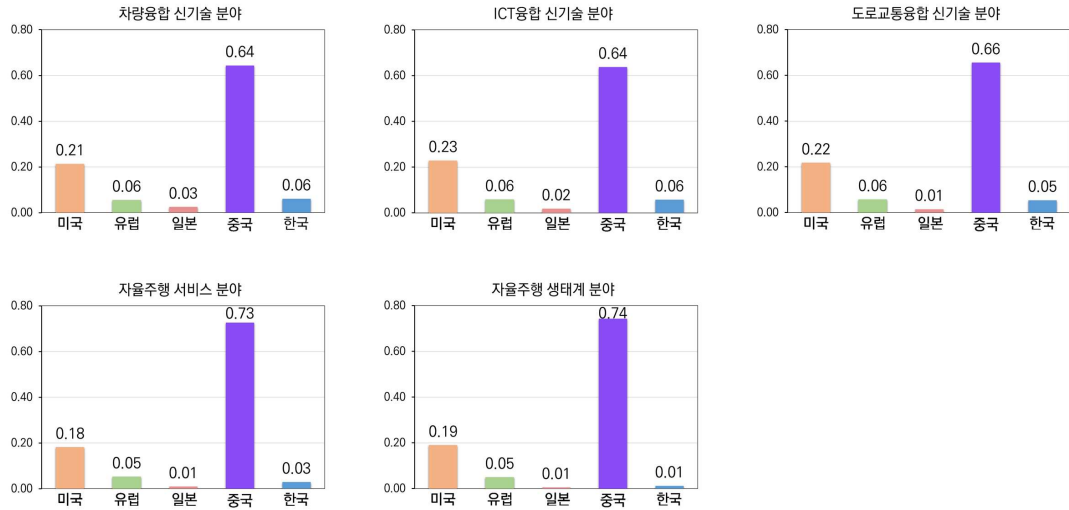
#### 가. 활동도 부문

○ 자율주행 5대 전략 및 국가별 특허활동도 분석 결과는 <표 3-6>과 같음

<표 3-6> 5대 전략 부문 중점기술별 특허활동도 분석 결과

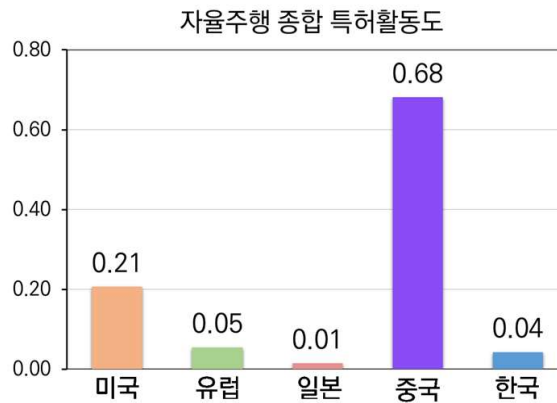
구분		특허활동도				
		미국	유럽	일본	중국	한국
가. 차량 융합 신기술	가-1 자율주행 차량용 컴퓨팅	0.23	0.05	0.05	0.56	0.12
	가-2 차량탑재형 인지 예측 센싱	0.25	0.06	0.01	0.64	0.03
	가-3 차량탑재형 자율주행 측위	0.21	0.06	0.06	0.50	0.16
	가-4 N2N (Network to Network) 협력형 제어	0.23	0.06	0.00	0.69	0.02
	가-5 자율주행-탑승자 상호작용	0.23	0.06	0.01	0.67	0.02
	가-6 자율주행 시스템 안전설계	0.21	0.05	0.03	0.67	0.04
	가-7 산업표준 자율주행 차량 플랫폼	0.21	0.07	0.02	0.66	0.05
	가-8 차량탑재형 부품 또는 시스템 평가	0.14	0.04	0.01	0.76	0.05
나. ICT 융합 신기술	나-1 자율주행 데이터 전처리	0.37	0.05	0.01	0.50	0.07
	나-2 자율주행 V2X 통합 최적화	0.28	0.13	0.07	0.37	0.15
	나-3 자율주행 사이버보안	0.23	0.06	0.02	0.64	0.04
	나-4 Cloud 기반 자율주행 AI 응용 관련 소프트웨어	0.25	0.06	0.01	0.58	0.10
	나-5 자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스	0.31	0.06	0.01	0.61	0.01
	나-6 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션	0.12	0.04	0.01	0.82	0.02
	나-7 가상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션	0.13	0.04	0.00	0.82	0.01
	나-8 자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼	0.13	0.03	0.01	0.77	0.05
다. 도로교통 융합 신기술	다-1 자율주행 Lv.4 대응 도로인프라	0.23	0.06	0.04	0.59	0.09
	다-2 자율주행 Lv4 대응 교통안전 인프라	0.22	0.07	0.01	0.65	0.05
	다-3 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이드던스	0.22	0.06	0.01	0.69	0.02
	다-4 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리	0.23	0.07	0.02	0.59	0.10
	다-5 Lv.4 기반 도로교통정보융합	0.26	0.06	0.01	0.60	0.06
	다-6 자율주행 Lv.4 융합 실증	0.14	0.03	0.00	0.82	0.01
라. 자율주행 서비스	라-1 이용자 편의증진 서비스 기술	0.19	0.06	0.01	0.70	0.04
	라-2 도시기능 효율화 서비스 기술	0.16	0.04	0.01	0.76	0.04
	라-3 국민안전 서비스 기술	0.20	0.06	0.01	0.73	0.01
마. 자율주행 생태계	라-1 Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술	0.17	0.05	0.00	0.77	0.01
	라-2 자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술	0.18	0.04	0.00	0.77	0.01
	라-3 자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경	0.21	0.07	0.00	0.71	0.01
	라-4 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	0.21	0.05	0.01	0.72	0.02
	라-5 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술	0.18	0.04	0.01	0.74	0.02
특허활동도		0.21	0.05	0.01	0.68	0.04

○ 자율주행 5대 전략분야별 특허활동도는 <그림 3-7>과 같음



<그림 3-7> 5대 전략 부문 특허활동도

○ 자율주행 5대 전략에 모든 특허활동도를 전체적으로 종합한 국가별 결과는 <그림 3-8>과 같음



<그림 3-8> 자율주행 종합 특허활동도

- 분석한 특허활동도 부문 국가별 순위는 <표 3-7>와 같음

<표 3-7> 5대 전략 부문 특허활동도 분석 결과

구분	특허활동도				
	미국	유럽	일본	중국	한국
차량융합 신기술	0.21	0.06	0.03	0.64	0.06
ICT융합 신기술	0.23	0.06	0.02	0.64	0.06
도로교통융합 신기술	0.22	0.06	0.01	0.66	0.05
자율주행 서비스	0.18	0.05	0.01	0.73	0.03
자율주행 생태계	0.19	0.05	0.01	0.74	0.01
특허활동도	0.21	0.05	0.01	0.68	0.04
국가별 순위	2위	3위	5위	1위	4위

- ‘특허활동도’ 국가별 순위는 1위 중국, 2위 미국, 3위 유럽, 4위 한국, 5위 일본 순으로 도출
  - ‘차량융합 신기술’ : 1위 중국, 2위 미국, 3위 한국, 4위 유럽, 5위 일본
  - ‘ICT융합 신기술’ : 1위 중국, 2위 미국, 3위 유럽, 4위 한국, 5위 일본
  - ‘도로교통융합 신기술’ : 1위 중국, 2위 미국, 3위 유럽, 4위 한국, 5위 일본
  - ‘자율주행 서비스’ : 1위 중국, 2위 미국, 3위 유럽, 4위 한국, 5위 일본
  - ‘자율주행 생태계’ : 1위 중국, 2위 미국, 3위 유럽, 4위 한국, 5위 일본

## 나. 영향력 부문

○ 자율주행 5대 전략 및 국가별 특허영향력 분석 결과는 &lt;표 3-8&gt;과 같음

&lt;표 3-8&gt; 5대 전략 부문 중점기술별 특허영향력 분석 결과

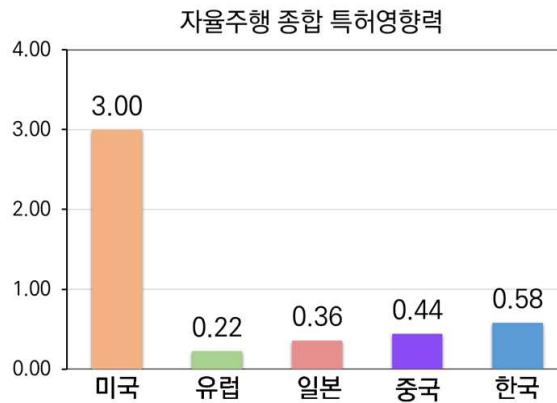
구분		특허영향력				
		미국	유럽	일본	중국	한국
가. 차량 융합 신기술	가-1 자율주행 차량용 컴퓨팅	2.72	0.14	0.22	0.43	0.39
	가-2 차량탑재형 인지 예측 센싱	2.48	0.23	0.29	0.36	0.54
	가-3 차량탑재형 자율주행 측위	2.57	0.17	0.24	0.62	0.58
	가-4 N2N (Network to Network) 협력형 제어	2.50	0.17	0.39	0.39	0.34
	가-5 자율주행-탑승자 상호작용	2.56	0.24	0.42	0.40	0.60
	가-6 자율주행 시스템 안전설계	2.94	0.17	0.23	0.39	0.35
	가-7 산업표준 자율주행 차량 플랫폼	3.02	0.22	0.23	0.43	0.65
	가-8 차량탑재형 부품 또는 시스템 평가	3.58	0.27	0.17	0.50	0.58
나. ICT 융합 신기술	나-1 자율주행 데이터 전처리	2.03	0.21	0.10	0.41	0.41
	나-2 자율주행 V2X 통합 최적화	2.24	0.20	0.14	0.50	0.44
	나-3 자율주행 사이버보안	2.71	0.19	0.22	0.39	0.52
	나-4 Cloud 기반 자율주행 AI 응용 관련 소프트웨어	2.33	0.17	0.22	0.43	0.35
	나-5 자율주행 SW 평가 검증 모델-프로세스	2.03	0.21	0.29	0.36	0.35
	나-6 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션	3.87	0.24	1.11	0.51	1.14
	나-7 가상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션	3.73	0.25	1.31	0.50	1.13
	나-8 자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼	4.06	0.19	0.35	0.55	0.56
다. 도로교통 융합 신기술	다-1 자율주행 Lv.4 대응 도로인프라	2.50	0.17	0.13	0.47	0.43
	다-2 자율주행 Lv4 대응 교통안전 인프라	2.70	0.16	0.26	0.43	0.63
	다-3 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이던스	3.10	0.23	0.30	0.33	0.61
	다-4 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리	2.70	0.19	0.10	0.39	0.40
	다-5 Lv.4 기반 도로교통정보융합	2.46	0.14	0.17	0.42	0.45
	다-6 자율주행 Lv.4 융합 실증	3.39	0.25	0.58	0.55	0.98
라. 자율주행 서비스	라-1 이용자 편의증진 서비스 기술	3.22	0.21	0.24	0.46	0.49
	라-2 도시기능 효율화 서비스 기술	3.23	0.24	0.13	0.51	0.65
	라-3 국민안전 서비스 기술	3.50	0.23	0.31	0.35	1.02
마. 자율주행 생태계	라-1 Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술	2.88	0.19	0.74	0.55	0.36
	라-2 자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술	3.35	0.24	0.07	0.41	0.25
	라-3 자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경	2.53	0.42	0.76	0.46	0.63
	라-4 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	3.65	0.18	0.78	0.33	0.54
	라-5 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술	3.51	0.44	0.50	0.46	0.64
특허영향력		3.00	0.22	0.36	0.44	0.58

○ 자율주행 5대 전략분야별 특허영향력은 아래 그림과 같음



<그림 3-9> 5대 전략 부문 특허영향력

○ 자율주행 5대 전략에 모든 특허영향력을 전체적으로 종합한 국가별 결과는 <그림 3-10>과 같음



<그림 3-10> 자율주행 분야 종합 특허영향력

- 분석한 특허영향력 부문 국가별 순위는 <표 3-9>와 같음

<표 3-9> 5대 전략 부문 특허영향력 분석 결과

구분	특허영향력				
	미국	유럽	일본	중국	한국
차량융합 신기술	2.80	0.20	0.27	0.44	0.50
ICT융합 신기술	2.88	0.21	0.47	0.46	0.61
도로교통융합 신기술	2.81	0.19	0.26	0.43	0.58
자율주행 서비스	3.32	0.23	0.23	0.44	0.72
자율주행 생태계	3.19	0.29	0.57	0.44	0.48
특허영향력	3.00	0.22	0.36	0.44	0.58
국가별 순위	1위	5위	4위	3위	2위

- ‘특허영향력’ 국가별 순위는 1위 미국, 2위 한국, 3위 중국, 4위 일본, 5위 유럽 순으로 도출
- ‘차량융합 신기술’ : 1위 미국, 2위 한국, 3위 중국, 4위 일본, 5위 유럽
  - ‘ICT융합 신기술’ : 1위 미국, 2위 한국, 3위 일본, 4위 중국, 5위 유럽
  - ‘도로교통융합 신기술’ : 1위 미국, 2위 한국, 3위 중국, 4위 일본, 5위 유럽
  - ‘자율주행 서비스’ : 1위 미국, 2위 한국, 3위 중국, 4위 일본, 5위 유럽
  - ‘자율주행 생태계’ : 1위 미국, 2위 일본, 3위 한국, 4위 중국, 5위 유럽

-

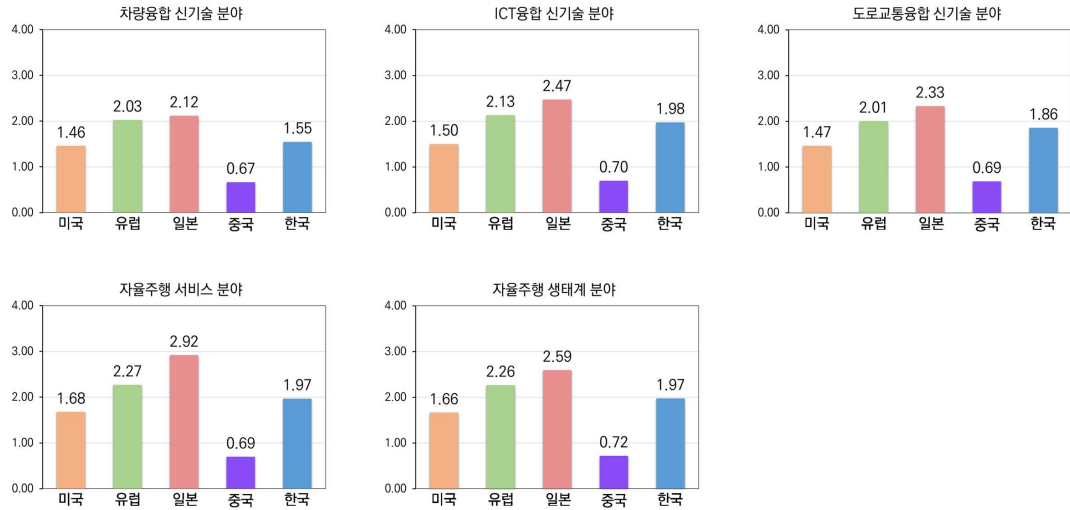
다. 시장력 부문

○ 자율주행 5대 전략 및 국가별 특허시장력 분석 결과는 <표 3-10>과 같음

<표 3-10> 5대 전략 부문 중점기술별 특허시장력 분석 결과

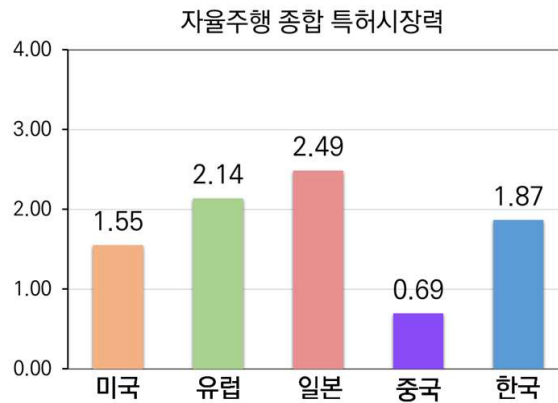
구분		특허시장력				
		미국	유럽	일본	중국	한국
가. 차량 융합 신기술	가-1 자율주행 차량용 컴퓨팅	1.32	2.18	2.17	0.59	1.41
	가-2 차량탐재형 인지 예측 센싱	1.41	1.98	1.69	0.69	1.45
	가-3 차량탐재형 자율주행 측위	1.32	1.65	1.80	0.61	1.37
	가-4 N2N (Network to Network) 협력형 제어	1.41	2.03	2.31	0.70	1.62
	가-5 자율주행-탑승자 상호작용	1.46	1.99	1.79	0.69	1.39
	가-6 자율주행 시스템 안전설계	1.52	1.83	1.89	0.65	1.81
	가-7 산업표준 자율주행 차량 플랫폼	1.50	2.09	2.23	0.68	1.34
	가-8 차량탐재형 부품 또는 시스템 평가	1.71	2.45	3.06	0.72	2.00
나. ICT 융합 신기술	나-1 자율주행 데이터 전처리	1.21	1.73	2.72	0.72	1.32
	나-2 자율주행 V2X 통합 최적화	1.03	1.35	1.51	0.74	1.00
	나-3 자율주행 사이버보안	1.50	2.11	2.12	0.63	1.72
	나-4 Cloud 기반 자율주행 AI 응용 관련 소프트웨어	1.43	1.87	2.52	0.64	1.68
	나-5 자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스	1.15	2.12	2.14	0.71	2.57
	나-6 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션	1.88	2.66	2.40	0.74	2.48
	나-7 가상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션	1.82	2.64	2.94	0.76	2.00
	나-8 자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼	2.00	2.57	3.44	0.67	3.04
다. 도로교통 융합 신기술	다-1 자율주행 Lv.4 대응 도로인프라	1.27	1.76	2.36	0.66	1.69
	다-2 자율주행 Lv4 대응 교통안전 인프라	1.42	1.81	2.26	0.70	1.55
	다-3 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이던스	1.58	2.27	1.71	0.67	1.81
	다-4 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리	1.36	1.77	2.26	0.65	1.51
	다-5 Lv.4 기반 도로교통정보융합	1.41	1.81	2.39	0.66	1.39
	다-6 자율주행 Lv.4 융합 실증	1.76	2.61	3.01	0.78	3.19
라. 자율주행 서비스	라-1 이용자 편의증진 서비스 기술	1.54	2.20	2.50	0.71	1.82
	라-2 도시기능 효율화 서비스 기술	1.73	2.25	3.03	0.70	1.96
	라-3 국민안전 서비스 기술	1.75	2.35	3.23	0.67	2.13
마. 자율주행 생태계	라-1 Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술	1.62	2.12	2.75	0.73	2.27
	라-2 자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술	1.80	2.49	2.32	0.72	1.59
	라-3 자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경	1.41	1.89	2.52	0.72	1.67
	라-4 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	1.64	2.44	2.53	0.74	2.28
	라-5 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술	1.85	2.38	2.84	0.70	2.07
특허시장력		1.55	2.14	2.49	0.69	1.87

○ 자율주행 5대 전략 및 국가별 특허시장력은 <그림 3-11>과 같음



<그림 3-11> 5대 전략 부문 특허시장력

○ 자율주행 5대 전략에 모든 특허시장력을 전체적으로 종합한 국가별 결과는 <그림 3-12>와 같음



<그림 3-12> 자율주행 분야 종합 특허시장력

- 분석한 특허시장력 부문 국가별 순위는 <표 3-11>과 같음

<표 3-11> 5대 전략 부문 특허시장력 분석 결과

구분	특허시장력				
	미국	유럽	일본	중국	한국
차량융합 신기술	1.46	2.03	2.12	0.67	1.55
ICT융합 신기술	1.50	2.13	2.47	0.70	1.98
도로교통융합 신기술	1.47	2.01	2.33	0.69	1.86
자율주행 서비스	1.68	2.27	2.92	0.69	1.97
자율주행 생태계	1.66	2.26	2.59	0.72	1.97
특허시장력	1.55	2.14	2.49	0.69	1.87
국가별 순위	4위	2위	1위	5위	3위

- ‘특허시장력’ 국가별 순위는 1위 일본, 2위 유럽, 3위 한국, 4위 미국, 5위 중국 순으로 도출
  - ‘차량융합 신기술’ : 1위 일본, 2위 유럽, 3위 한국, 4위, 미국, 5위 중국
  - ‘ICT융합 신기술’ : 1위 일본, 2위 유럽, 3위 한국, 4위, 미국, 5위 중국
  - ‘도로교통융합 신기술’ : 1위 일본, 2위 유럽, 3위 한국, 4위, 미국, 5위 중국
  - ‘자율주행 서비스’ : 1위 일본, 2위 유럽, 3위 한국, 4위, 미국, 5위 중국
  - ‘자율주행 생태계’ : 1위 일본, 2위 유럽, 3위 한국, 4위, 미국, 5위 중국

## 라. 경쟁력 부문

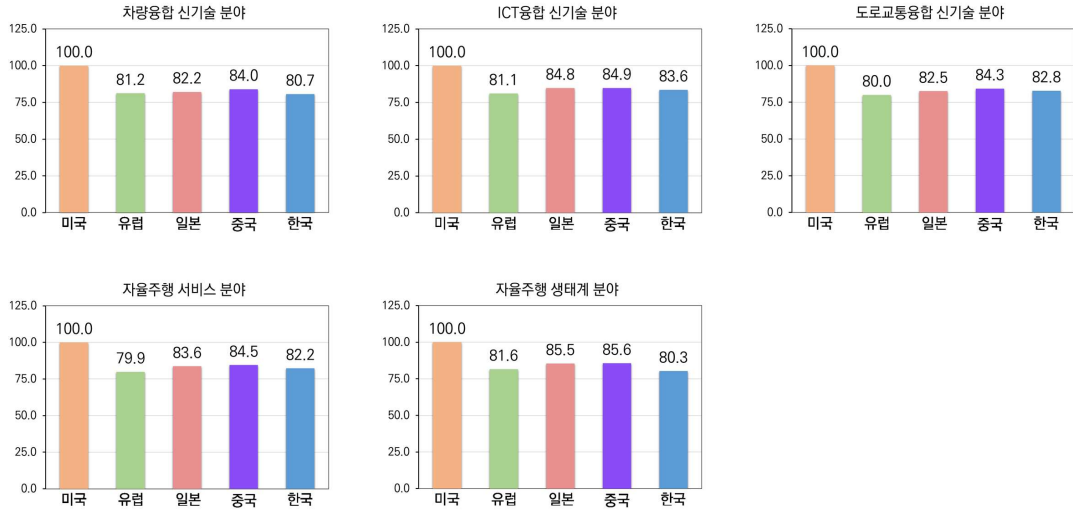
- 특허경쟁력은 `22년 ICT 기술전문가 의견수렴 결과를 참고하여 특허활동도, 특허영향력 및 특허시장력의 가중치에 따라 합산하여 산출함
  - 특허활동도의 가중치는 0.146, 특허영향력의 가중치는 0.362, 특허시장력의 가중치는 0.492
- 특허경쟁력 분석 결과는 <표 3-12>과 같음

<표 3-12> 5대 전략 부문 특허경쟁력 분석 결과

구분	특허경쟁력				
	미국	유럽	일본	중국	한국
차량융합 신기술	100.0	81.2	82.2	84.0	80.7
ICT융합 신기술	100.0	81.1	84.8	84.9	83.6
도로교통융합 신기술	100.0	80.0	82.5	84.3	82.8
자율주행 서비스	100.0	79.9	83.6	84.5	82.2
자율주행 생태계	100.0	81.6	85.5	85.6	80.3
특허경쟁력	100.0	80.8	83.7	84.7	81.9
국가별 순위	1위	5위	3위	2위	4위

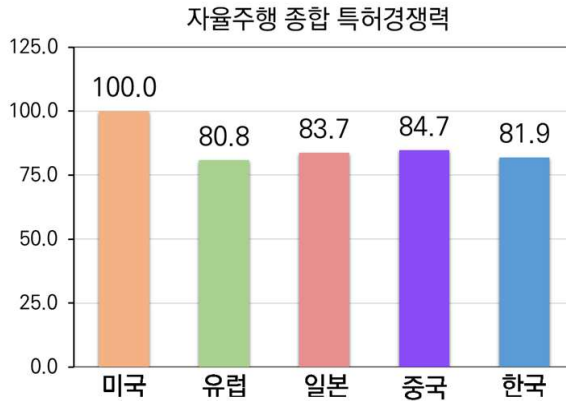
- ‘특허경쟁력’ 국가별 순위는 1위 미국, 2위 중국, 3위 일본, 4위 한국, 5위 유럽 순으로 도출
  - ‘차량융합 신기술’ : 1위 미국, 2위 중국, 3위 일본, 4위, 유럽, 5위 한국
  - ‘ICT융합 신기술’ : 1위 미국, 2위 중국, 3위 일본, 4위, 한국, 5위 유럽
  - ‘도로교통융합 신기술’ : 1위 미국, 2위 중국, 3위 한국, 4위, 일본, 5위 유럽
  - ‘자율주행 서비스’ : 1위 미국, 2위 중국, 3위 일본, 4위, 한국, 5위 유럽
  - ‘자율주행 생태계’ : 1위 미국, 2위 중국, 3위 일본, 4위, 유럽, 5위 한국

○ 자율주행 5대 전략분야별 특허경쟁력은 <그림 3-13>과 같음



<그림 3-13> 5대 전략 부문 특허경쟁력

○ 자율주행 5대 전략에 모든 특허경쟁력을 전체적으로 종합한 국가별 결과는 <그림 3-14>와 같음



<그림 3-14> 자율주행 분야 종합 특허경쟁력

## 3.2 정성적 분석 결과

### 3.2.1 전문가 설문조사 의견

- 델파이(Delphi 기법) 기반 전문가 인식도 조사를 2회에 걸쳐 진행하였으며, 자율주행 분야별 중요도, 주요 국가별 기술수준 등 주요 항목에 대해 설문하여 관련 분야 전문가 173명의 의견을 조사·분석함

#### 가. 전략분야별 중요도

<표 3-13> 5대 전략 부문 전문가 중요도 의견(비율의 합은 100.00%)

중점기술 전문가 그룹		전략분야	차량융합 신기술	ICT융합 신기술	도로교통 융합신기술	자율주행 서비스	자율주행 생태계
가. 차량 융합 신기술	G1-1 자율주행 차량용 컴퓨팅		27.14	24.29	18.57	16.43	13.57
	G1-2 차량탐재형 인지 예측 센싱		30.50	18.00	19.67	17.17	14.67
	G1-3 차량탐재형 자율주행 측위		22.86	20.00	19.29	18.57	19.29
	G1-4 N2N (Network to Network) 협력형 제어		25.00	21.67	19.17	15.83	18.33
	G1-5 자율주행-탑승자 상호작용		20.00	21.25	13.75	27.50	17.50
	G1-6 자율주행 시스템 안전설계		27.71	20.57	19.14	17.00	15.57
	G1-7 산업표준 자율주행 차량 플랫폼		27.00	21.25	16.75	16.25	18.75
	G1-8 차량탐재형 부품 또는 시스템 평가		25.00	22.20	18.20	17.80	16.80
나. ICT 융합 신기술	G2-1 자율주행 데이터 전처리		29.00	23.60	19.60	14.40	13.40
	G2-2 자율주행 V2X 통합 최적화		19.29	25.43	21.71	17.86	15.71
	G2-3 자율주행 사이버보안		18.75	26.75	16.00	23.00	15.50
	G2-4 Cloud 기반 자율주행 AI 응용 관련 소프트웨어		23.60	30.20	15.80	18.20	12.20
	G2-5 자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스		24.00	21.00	18.00	19.00	18.00
	G2-6 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션		27.50	22.50	16.25	15.00	18.75
	G2-7 가상환경 기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션		25.50	21.75	18.00	16.50	18.25
	G2-8 자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼		24.44	24.44	20.33	17.00	13.78
다. 도로교통 융합 신기술	G3-1 자율주행 Lv.4 대응 도로인프라		23.71	20.71	24.29	16.14	15.14
	G3-2 자율주행 Lv4 대응 교통안전 인프라		19.00	20.00	26.00	14.00	21.00
	G3-3 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이드스		20.78	17.56	19.89	20.89	20.89
	G3-4 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리		25.67	20.11	21.78	17.33	15.11
	G3-5 Lv.4 기반 도로교통정보융합		23.00	24.00	21.00	19.00	13.00
	G3-6 자율주행 Lv.4 융합 실증		24.80	18.20	18.80	17.60	20.60
라. 자율주행 서비스	G4-1 이용자 편의증진 서비스 기술		23.40	22.40	16.40	26.40	11.40
	G4-2 도시기능 효율화 서비스 기술		25.00	16.25	18.75	23.75	16.25
	G4-3 국민안전 서비스 기술		26.25	15.00	20.00	20.00	18.75
마. 자율주행 생태계	G5-1 Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술		23.30	19.70	17.70	17.70	21.60
	G5-2 자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술		26.67	25.33	18.83	12.50	16.67
	G5-3 자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경		27.00	18.00	17.00	16.00	22.00
	G5-4 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발		26.25	18.75	16.25	21.25	17.50
	G5-5 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술		18.50	20.83	18.67	22.33	19.67

### 나. 중점기술별 중요도

○ 자율주행 5대 전략분야 및 30대 중점기술 관련 전문가가 응답한 중요도 비율은 아래와 같음

<표 3-14> 차량융합 신기술 부문 중점기술 중요도 (비율의 합은 100.00%)

중점기술 분야	중점기술 전문가 그룹							
	G1-1	G1-2	G1-3	G1-4	G1-5	G1-6	G1-7	G1-8
가-1 자율주행 차량용 컴퓨팅	19.29	18.57	13.57	9.29	8.57	10.71	9.29	10.71
가-2 차량탑재형 인지 예측 센싱	15.00	24.17	11.67	10.83	7.50	13.33	9.17	8.33
가-3 차량탑재형 자율주행 측위	12.50	15.07	15.21	12.79	10.36	12.21	10.36	11.50
가-4 N2N (Network to Network) 협력형 제어	16.50	15.17	12.67	14.17	8.83	10.50	12.50	9.67
가-5 자율주행-탑승자 상호작용	12.50	13.75	10.00	11.25	16.25	13.75	11.25	11.25
가-6 자율주행 시스템 안전설계	13.86	15.71	9.71	11.43	10.71	16.43	8.57	13.57
가-7 산업표준 자율주행 차량 플랫폼	20.00	18.75	12.00	9.50	9.50	13.25	10.00	7.00
가-8 차량탑재형 부품 또는 시스템 평가	15.00	12.80	10.20	12.20	9.60	14.00	10.80	15.40
중요도 합계	100.0 0	100.0 0	100.0 0	100.0 0	100.0 0	100.0 0	100.0 0	100.0 0

<표 3-15> ICT융합 신기술 부문 중점기술 중요도 (비율의 합은 100.00%)

중점기술 분야	중점기술 전문가 그룹							
	G1-1	G1-2	G1-3	G1-4	G1-5	G1-6	G1-7	G1-8
나-1 자율주행 데이터 전처리	17.80	11.00	10.40	19.00	10.40	9.40	11.00	11.00
나-2 자율주행 V2X 통합 최적화	10.71	15.29	13.14	12.86	12.14	12.86	12.14	10.86
나-3 자율주행 사이버보안	11.75	12.75	20.00	14.75	10.00	9.50	11.50	9.75
나-4 Cloud 기반 자율주행 AI 응용 관련 소프트웨어	15.00	10.60	11.00	24.00	9.60	10.60	10.00	9.20
나-5 자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스	10.60	11.60	13.60	11.60	17.60	11.60	14.60	8.80
나-6 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션	14.25	10.50	10.50	13.00	13.50	15.00	11.75	11.50
나-7 가상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션	14.75	12.50	10.50	9.50	15.75	13.00	12.75	11.25
나-8 자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼	13.33	11.67	10.56	16.11	12.22	12.78	11.11	12.22
중요도 합계	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

&lt;표 3-16&gt; 도로교통융합 신기술 부문 중점기술 중요도 (비율의 합은 100.00%)

중점기술 분야	중점기술 전문가 그룹					
	G1-1	G1-2	G1-3	G1-4	G1-5	G3-6
다-1 자율주행 Lv.4 대응 도로인프라	26.00	19.00	15.43	14.14	12.29	13.14
다-2 자율주행 Lv4 대응 교통안전 인프라	25.00	23.00	16.00	12.00	14.00	10.00
다-3 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이던스	17.44	17.11	21.56	16.78	13.33	13.78
다-4 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리	17.56	16.44	19.22	20.00	12.56	14.22
다-5 Lv.4 기반 도로교통정보융합	18.00	20.00	14.00	17.00	18.00	13.00
다-6 자율주행 Lv.4 융합 실증	16.20	20.00	15.60	15.40	15.00	17.80
중요도 합계	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

&lt;표 3-17&gt; 자율주행 서비스 부문 중점기술 중요도 (비율의 합은 100.00%)

중점기술 분야	중점기술 전문가 그룹		
	G4-1	G4-2	G4-3
라-1 이용자 편의증진 서비스 기술	44.00	33.00	23.00
라-2 도시기능 효율화 서비스 기술	43.75	30.00	26.25
라-3 국민안전 서비스 기술	35.00	37.50	27.50
중요도 합계	100.00	100.00	100.00

&lt;표 3-18&gt; 자율주행 생태계 부문 중점기술 중요도 (비율의 합은 100.00%)

중점기술 분야	중점기술 전문가 그룹				
	G5-1	G5-2	G5-3	G5-4	G5-5
마-1 Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술	25.50	17.00	16.50	21.50	19.50
마-2 자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술	25.83	25.00	20.00	15.83	13.33
마-3 자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경	23.00	20.00	25.00	16.00	16.00
마-4 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	27.50	20.00	20.00	17.50	15.00
마-5 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술	23.50	18.50	18.33	18.33	21.33
중요도 합계	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

다. 상대적 기술수준

- 자율주행기술 5대 전략분야의 중점기술별 기술수준은 5개 주요국가 중 최고 기술수준 보유 국가를 기준으로 전문가 의견 결과를 평균하여 백분위 환산하였으며, <표 3-19>와 같이 조사됨
- 전문가 조사 결과, 미국의 기술수준은 30대 중점기술분야 중 모든 분야에서 최고수준으로 조사됨

<표 3-19> 자율주행 5대 전략 중점기술별 기술수준(백분위 환산)

구분		기술수준(%)				
		미국	유럽	일본	중국	한국
가. 차량 융합 신기술	가-1 자율주행 차량용 컴퓨팅	100.00	93.14	88.86	92.29	89.71
	가-2 차량탑재형 인지 예측 센싱	100.00	93.61	87.06	93.78	90.59
	가-3 차량탑재형 자율주행 측위	100.00	90.97	84.90	92.49	90.04
	가-4 N2N (Network to Network) 협력형 제어	100.00	92.80	87.38	92.83	88.85
	가-5 자율주행-탑승자 상호작용	100.00	94.43	88.61	86.08	92.15
	가-6 자율주행 시스템 안전설계	100.00	94.04	87.94	91.41	90.17
	가-7 산업표준 자율주행 차량 플랫폼	100.00	92.75	87.75	90.75	90.75
	가-8 차량탑재형 부품 또는 시스템 평가	100.00	94.60	88.60	90.00	90.60
나. ICT 융합 신기술	나-1 자율주행 데이터 전처리	100.00	90.80	85.20	93.40	89.20
	나-2 자율주행 V2X 통합 최적화	100.00	90.00	85.43	95.14	89.43
	나-3 자율주행 사이버보안	100.00	89.50	85.25	89.25	89.25
	나-4 Cloud 기반 자율주행 AI 응용 관련 소프트웨어	100.00	90.00	85.20	93.20	88.90
	나-5 자율주행 SW 평가 검증 모델 프로세스	100.00	95.96	90.91	92.32	89.49
	나-6 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션	100.00	95.00	87.50	94.50	89.75
	나-7 가상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션	100.00	96.71	91.65	92.91	89.87
	나-8 자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼	100.00	92.22	86.89	93.00	87.22
다. 도로교통 융합 신기술	다-1 자율주행 Lv.4 대응 도로인프라	100.00	91.86	86.14	88.14	89.00
	다-2 자율주행 Lv4 대응 교통안전 인프라	100.00	93.60	86.60	90.20	89.00
	다-3 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이던스	100.00	95.51	87.75	91.80	91.24
	다-4 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리	100.00	93.43	86.53	93.10	89.76
	다-5 Lv.4 기반 도로교통정보융합	100.00	93.94	89.90	90.51	90.91
	다-6 자율주행 Lv.4 융합 실증	100.00	92.60	87.20	94.20	90.20
라. 자율주행 서비스	라-1 이용자 편의증진 서비스 기술	100.00	90.30	85.86	95.96	89.70
	라-2 도시기능 효율화 서비스 기술	100.00	92.41	87.59	95.19	90.63
	라-3 국민안전 서비스 기술	100.00	93.00	86.50	93.50	88.50
마. 자율주행 생태계	라-1 Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술	100.00	92.50	86.70	91.50	89.20
	라-2 자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술	100.00	92.17	86.17	92.83	89.33
	라-3 자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경	100.00	93.60	88.60	93.40	89.60
	라-4 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	100.00	92.25	83.75	93.00	88.75
	라-5 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술	100.00	90.50	83.67	93.33	89.17

## 라. 상대적 기술격차

- 자율주행기술 5대 전략분야의 중점기술별 상대적 기술격차는 5개 주요국가 중 최고 기술수준 보유 국가를 기준으로 최고기술에 도달하기까지 소요되는 기간(개월)으로 전문가 의견 결과를 평균하여 산출하였으며, <표 3-20>과 같이 조사됨

&lt;표 3-20&gt; 자율주행 5대 전략 중점기술별 기술격차

구분		기술격차(개월)				
		미국	유럽	일본	중국	한국
가. 차량 융합 신기술	가-1 자율주행 차량용 컴퓨팅	0.00	8.29	12.57	9.71	12.00
	가-2 차량탑재형 인지 예측 센싱	0.00	9.00	19.50	11.67	16.17
	가-3 차량탑재형 자율주행 측위	0.00	11.71	17.71	9.43	14.00
	가-4 N2N (Network to Network) 협력형 제어	0.00	10.67	19.00	10.67	16.83
	가-5 자율주행-탑승자 상호작용	0.00	2.75	10.50	18.50	9.25
	가-6 자율주행 시스템 안전설계	0.00	6.39	16.49	10.17	12.81
	가-7 산업표준 자율주행 차량 플랫폼	0.00	12.00	20.00	12.50	17.75
	가-8 차량탑재형 부품 또는 시스템 평가	0.00	8.00	14.60	15.20	15.00
나. ICT 융합 신기술	나-1 자율주행 데이터 전처리	0.00	11.20	17.60	8.20	13.00
	나-2 자율주행 V2X 통합 최적화	0.00	14.57	18.00	7.57	15.86
	나-3 자율주행 사이버보안	0.00	12.75	18.50	13.75	17.50
	나-4 Cloud 기반 자율주행 AI 응용 관련 소프트웨어	0.00	14.40	22.00	10.20	15.80
	나-5 자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스	0.00	4.80	11.20	10.00	12.60
	나-6 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션	0.00	11.00	21.00	12.25	19.00
	나-7 가상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션	0.00	6.75	14.25	12.75	18.75
	나-8 자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼	0.00	10.00	18.11	8.22	17.44
다. 도로교통 융합 신기술	다-1 자율주행 Lv.4 대응 도로인프라	0.00	8.57	16.71	15.43	12.71
	다-2 자율주행 Lv4 대응 교통안전 인프라	0.00	10.80	20.00	17.60	20.40
	다-3 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이던스	0.00	6.56	13.78	8.89	11.33
	다-4 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리	0.00	9.78	15.89	10.56	13.56
	다-5 Lv.4 기반 도로교통정보융합	0.00	7.20	9.20	12.00	11.20
	다-6 자율주행 Lv.4 융합 실증	0.00	8.40	13.20	6.60	11.60
라. 자율주행 서비스	라-1 이용자 편의증진 서비스 기술	0.00	12.40	18.80	4.80	14.40
	라-2 도시기능 효율화 서비스 기술	0.00	10.50	15.00	5.75	11.25
	라-3 국민안전 서비스 기술	0.00	9.75	14.75	9.00	13.25
마. 자율주행 생태계	라-1 Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술	0.00	10.80	20.10	11.80	17.40
	라-2 자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술	0.00	11.00	15.67	7.83	15.00
	라-3 자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경	0.00	9.20	16.40	11.40	16.00
	라-4 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	0.00	11.50	22.00	10.50	16.50
	라-5 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술	0.00	9.17	16.67	7.17	11.33

마. 상대적 기술개발역량 수준

- 자율주행기술 5대 전략분야의 중점기술별 기술개발역량은 5개 주요국가 중 최고 기술수준 보유 국가를 기준으로 전문가 의견 결과를 평균하여 백분위 환산하였으며, <표 3-21>과 같이 조사됨
- 전문가 조사 결과, 미국의 기술개발역량은 30대 중점기술분야 중 모든 분야에서 최고수준으로 조사됨

<표 3-21> 자율주행 5대 전략 중점기술별 기술개발역량 수준(백분위 환산)

구분		기술개발역량(%)				
		미국	유럽	일본	중국	한국
가. 차량 융합 신기술	가-1 자율주행 차량용 컴퓨팅	100.00	93.57	85.86	90.29	87.86
	가-2 차량탑재형 인지 예측 센싱	100.00	94.29	86.89	92.94	89.08
	가-3 차량탑재형 자율주행 측위	100.00	90.43	87.14	94.00	89.00
	가-4 N2N (Network to Network) 협력형 제어	100.00	91.33	84.00	91.67	87.00
	가-5 자율주행-탑승자 상호작용	100.00	96.67	89.49	88.21	89.49
	가-6 자율주행 시스템 안전설계	100.00	95.04	86.86	92.85	90.95
	가-7 산업표준 자율주행 차량 플랫폼	100.00	90.50	85.25	90.75	86.25
	가-8 차량탑재형 부품 또는 시스템 평가	100.00	97.58	92.12	91.11	91.31
나. ICT 융합 신기술	나-1 자율주행 데이터 전처리	100.00	91.40	86.60	93.20	90.40
	나-2 자율주행 V2X 통합 최적화	100.00	89.86	85.71	94.43	90.43
	나-3 자율주행 사이버보안	100.00	92.15	87.34	96.71	87.09
	나-4 Cloud 기반 자율주행 AI 응용 관련 소프트웨어	100.00	89.60	84.60	95.80	89.90
	나-5 자율주행 SW 평가 검증 모델 프로세스	100.00	95.96	90.91	92.32	90.51
	나-6 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션	100.00	92.25	83.75	88.75	85.75
	나-7 가상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션	100.00	92.00	87.00	90.25	85.25
	나-8 자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼	100.00	92.78	86.22	94.56	87.44
다. 도로교통 융합 신기술	다-1 자율주행 Lv.4 대응 도로인프라	100.00	91.14	84.14	90.71	87.86
	다-2 자율주행 Lv4 대응 교통안전 인프라	100.00	93.00	85.00	90.00	88.60
	다-3 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이던스	100.00	94.08	87.04	92.85	89.50
	다-4 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리	100.00	92.16	86.00	93.51	88.35
	다-5 Lv.4 기반 도로교통정보융합	100.00	92.86	89.80	89.80	88.63
	다-6 자율주행 Lv.4 융합 실증	100.00	93.74	89.09	95.76	90.30
라. 자율주행 서비스	라-1 이용자 편의증진 서비스 기술	100.00	91.52	86.46	96.97	89.90
	라-2 도시기능 효율화 서비스 기술	100.00	92.25	87.00	93.00	89.50
	라-3 국민안전 서비스 기술	100.00	91.25	85.00	94.50	88.25
마. 자율주행 생태계	라-1 Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술	100.00	94.97	85.63	94.57	88.84
	라-2 자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술	100.00	95.29	87.37	93.10	89.06
	라-3 자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경	100.00	93.00	86.00	92.00	86.40
	라-4 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	100.00	94.25	83.50	93.50	87.50
	라-5 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술	100.00	91.50	85.33	93.50	89.83

### 3.3.2 정량화 모형(Gordon의 Scoring Model) 적용

#### 가. Gordon의 Scoring Model

- 전문가 설문조사 결과 기반으로 5대 전략분야 및 30대 중점기술 지표들을 복합화된 하나의 지표로 나타내기 위해 정량화 모형(Gordon의 Scoring Model)을 적용함
- Gordon의 점수모형은 기술수준 평가결과의 정량화를 위한 대표적 모형으로서 기술수준의 객관성 확보 및 효율적 추진을 위한 평가 계량화 점수모형으로, 기술분류별 기술과 가중치를 도출하여 기술계층별 상위 기술수준의 정량적인 수준을 분석할 수 있음
  - 전문가 기술수준 조사를 통해 전략분야 및 중점기술의 가중치 의견을 수렴하여 중점기술의 기술수준 평가결과와 가중치를 도출하고, <표 3-22> 산출식에 따라 자율주행 전략분야 및 종합 기술수준을 최종 도출함

<표 3-22> Gordon의 점수모형 기반 기술수준 산출식

항목	내용	가중치 부여
Gordon의 Scoring Model	$x = 100 \sum_{i=1}^N K_i \frac{X_i}{X_i^*}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>K_i</math>는 기술분류별 가중치</li> <li>- <math>X_i</math>는 기술수준 측정치</li> <li>- <math>X_i^*</math>는 기준 값 (최고수준 기술 보유 국가 기준)</li> </ul>

- 기술분류별 가중치는 자율주행 5대 전략 및 중점기술 부문 중요도를 기반으로 가중치를 도출하며, 최종적으로 5개 주요국가의 자율주행기술의 상대적 기술수준, 기술격차 및 기술개발역량을 분석하여 종합적인 5대 국가 간 자율주행기술 경쟁력을 도출함
  - 전문가 설문조사를 통해 전략분야별 중점기술의 중요도(합계 100%)와 전략분야 중요도(합계 100%)를 도출하여 최고기술 보유 국가 기준 상대적 기술수준, 기술격차 및 기술개발역량 도출

나. 자율주행 5대 전략 및 중점기술 부문 중요도

○ 전문가 기술수준 조사를 통해 전략분야 및 중점기술의 가중치 의견을 수렴하여 정량화 모형에 적용할 중요도를 산출하였으며, <표 3-23>과 같음

<표 3-23> 중점기술 및 자율주행 5대 전략 부문 중요도

5대 전략	전략분야 중요도	30대 중점기술	중점기술 중요도
가. 차량융합 신기술	24.35	가-1 자율주행 차량용 컴퓨팅	15.58
		가-2 차량탑재형 인지 예측 센싱	16.75
		가-3 차량탑재형 자율주행 측위	11.88
		가-4 N2N (Network to Network) 협력형 제어	11.43
		가-5 자율주행-탑승자 상호작용	10.17
		가-6 자율주행 시스템 안전설계	13.02
		가-7 산업표준 자율주행 차량 플랫폼	10.24
		가-8 차량탑재형 부품 또는 시스템 평가	10.93
		소 계	100.00
나. ICT융합 신기술	21.39	나-1 자율주행 데이터 전처리	13.52
		나-2 자율주행 V2X 통합 최적화	11.99
		나-3 자율주행 사이버보안	12.46
		나-4 Cloud 기반 자율주행 AI 응용 관련 소프트웨어	15.10
		나-5 자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스	12.65
		나-6 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션	11.84
		나-7 기상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션	11.86
		나-8 자율주행 Cloud 및 Edge 서비스 지능화 플랫폼	10.57
		소 계	100.00
다. 도로교통융합 신기술	18.85	다-1 자율주행 Lv.4 대응 도로인프라	20.03
		다-2 자율주행 Lv4 대응 교통안전 인프라	19.26
		다-3 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이드스	16.97
		다-4 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리	15.89
		다-5 Lv.4 기반 도로교통정보융합	14.20
		다-6 자율주행 Lv.4 융합 실증	13.66
		소 계	100.00
라. 자율주행 서비스	18.41	라-1 이용자 편의증진 서비스 기술	40.92
		라-2 도시기능 효율화 서비스 기술	33.50
		라-3 국민안전 서비스 기술	25.58
		소 계	100.00
마. 자율주행 생태계	16.99	마-1 Lv.4 자율주행차 안전성 평가 기술	25.07
		마-2 자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관리 기술	20.10
		마-3 자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경	19.97
		마-4 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	17.83
		마-5 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술	17.03
		소 계	100.00
합 계	100.00	-	

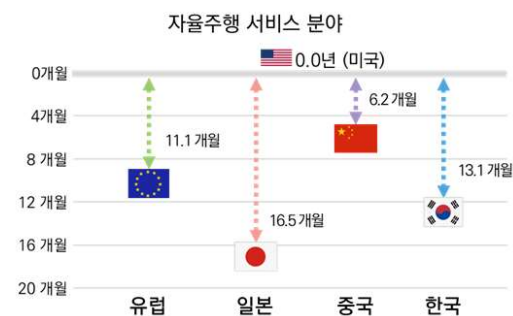
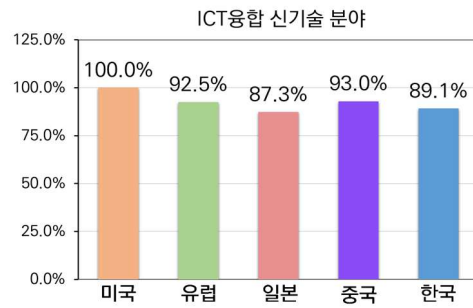
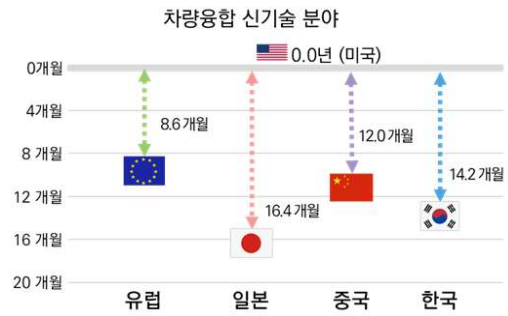
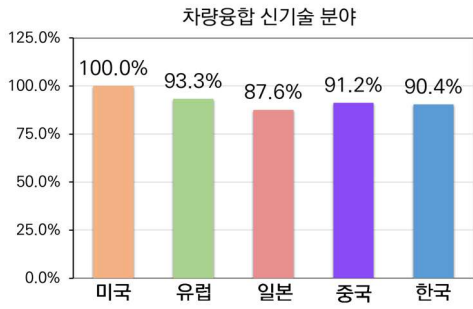
#### 다. 전략분야 기술수준 및 기술격차

- 전문가 설문 결과로 산출된 국가별 기술수준 및 기술격차에 대한 정량화 모형(Gordon의 Scoring Model)을 적용하기 위해 30대 중점기술 중요도를 반영하였으며, 5대 전략분야에 대한 기술수준 및 기술격차를 분석함
  - 국가별 기술수준은 중점기술별 기술수준과 중요도를 적용하여 최고기술 보유국 기준 백분위 분석
  - 국가별 기술격차는 중점기술별 기술격차와 중요도를 적용하여 최고기술 보유국 대비 기술격차 분석

<표 3-24> 자율주행 5대 전략분야 기술수준 및 기술격차 (중점기술 중요도 적용)

구분	기술수준(백분위, %)					기술격차(개월)				
	미국	유럽	일본	중국	한국	미국	유럽	일본	중국	한국
가. 차량융합 신기술	100.0	93.3	87.6	91.2	90.4	0.0	8.6	16.4	12.0	14.2
나. ICT융합 신기술	100.0	92.5	87.3	93.0	89.1	0.0	10.8	17.7	10.4	16.1
다. 도로교통융합 신기술	100.0	93.5	87.4	91.3	90.0	0.0	8.6	15.2	12.3	13.7
라. 자율주행 서비스	100.0	91.9	86.7	95.2	89.6	0.0	11.1	16.5	6.2	13.1
마. 자율주행 생태계	100.0	92.2	85.8	92.8	89.2	0.0	10.4	18.2	9.9	15.4

- 기술수준의 정량화 모형 적용 결과 국가별 기술수준 순위는 다음과 같음
  - '차량융합 신기술' : 1위 미국, 2위 유럽, 3위 중국, 4위 한국, 5위 일본
  - 'ICT융합 신기술' : 1위 미국, 2위 중국, 3위 유럽, 4위 한국, 5위 일본
  - '도로교통융합 신기술' : 1위 미국, 2위 유럽, 3위 중국, 4위 한국, 5위 일본
  - '자율주행 서비스' : 1위 미국, 2위 중국, 3위 유럽, 4위 한국, 5위 일본
  - '자율주행 생태계' : 1위 미국, 2위 중국, 3위 유럽, 4위 한국, 5위 일본



<그림 3-15> 5대 전략 부문 기술수준 및 기술격차

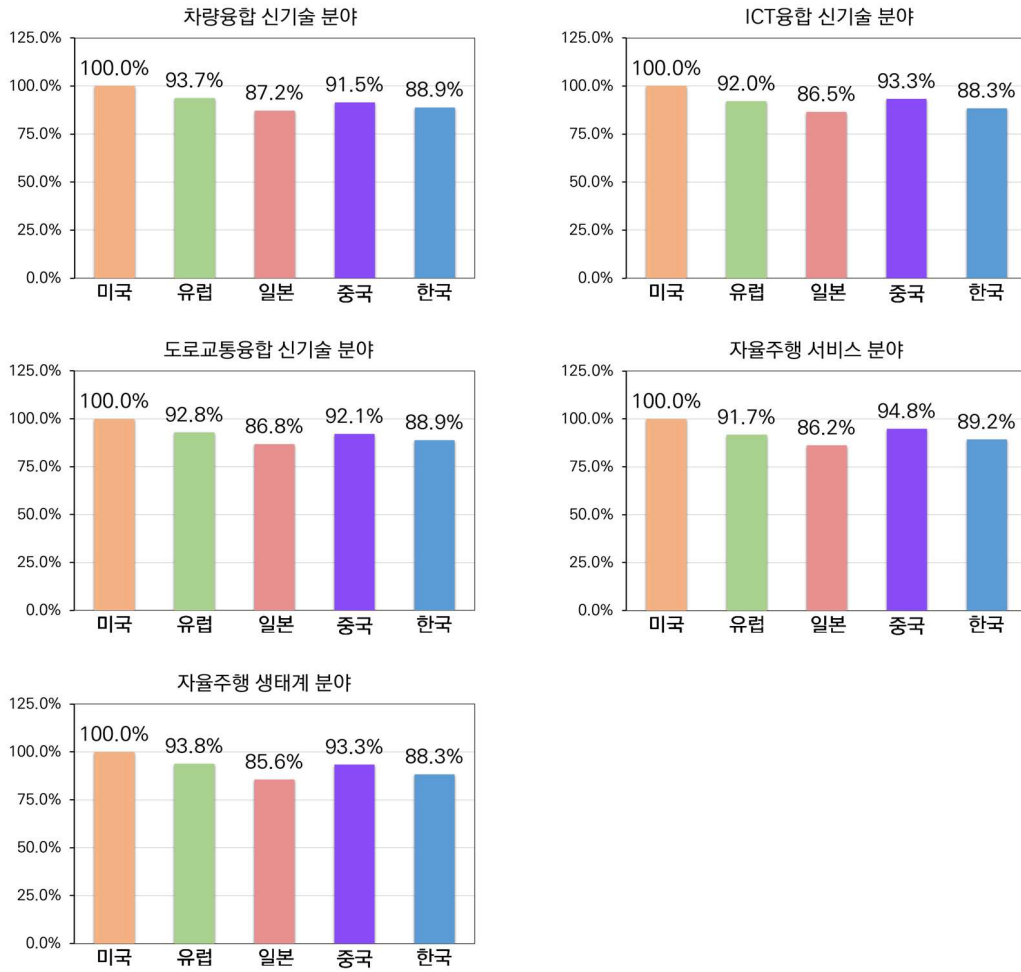
## 라. 전략분야 기술개발역량

- 전문가 설문 결과로 산출된 국가별 기술역량에 대한 정량화 모형(Gordon의 Scoring Model)을 적용하기 위해 30대 중점기술 중요도를 반영하였으며, 5대 전략분야에 대한 기술역량을 분석함
  - 국가별 기술개발역량은 중점기술별 기술수준과 중요도를 적용하여 최고기술 보유국 기준 백분위 분석

<표 3-25> 자율주행 5대 전략분야 기술개발역량 (중점기술 중요도 적용)

구분	기술개발역량(백분위, %)				
	미국	유럽	일본	중국	한국
가. 차량융합 신기술	100.0	93.7	87.2	91.5	88.9
나. ICT융합 신기술	100.0	92.0	86.5	93.3	88.3
다. 도로교통융합 신기술	100.0	92.8	86.8	92.1	88.9
라. 자율주행 서비스	100.0	91.7	86.2	94.8	89.2
마. 자율주행 생태계	100.0	93.8	85.6	93.3	88.3

- 기술개발역량 수준의 정량화 모형 적용 결과 국가별 기술개발역량 순위는 다음과 같음
  - '차량융합 신기술' : 1위 미국, 2위 유럽, 3위 중국, 4위 한국, 5위 일본
  - 'ICT융합 신기술' : 1위 미국, 2위 중국, 3위 유럽, 4위 한국, 5위 일본
  - '도로교통융합 신기술' : 1위 미국, 2위 유럽, 3위 중국, 4위 한국, 5위 일본
  - '자율주행 서비스' : 1위 미국, 2위 중국, 3위 유럽, 4위 한국, 5위 일본
  - '자율주행 생태계' : 1위 미국, 2위 유럽, 3위 중국, 4위 한국, 5위 일본



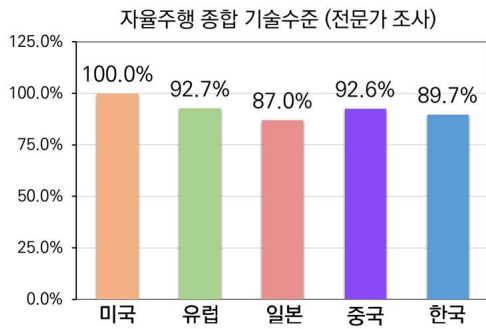
<그림 3-16> 5대 전략 부문 기술개발역량

마. 소결 (전문가 조사)

- 자율주행 5대 전략분야에 대한 전문가 조사결과를 기반으로 정량화 모형을 적용하여 분석한 결과, 자율주행기술의 국가별 기술수준, 기술격차 및 기술개발역량은 아래와 같음

<표 3-26> 자율주행기술수준, 기술격차 및 기술개발역량 (전략분야 중요도 적용)

구분	기술수준 및 기술격차(% , 개월)										기술개발역량(%)				
	미국		유럽		일본		중국		한국		미국	유럽	일본	중국	한국
	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차					
자율주행 기술	100.0	0.0	92.7	9.8	87.0	16.8	92.6	10.3	89.7	14.5	100.0	92.8	86.5	92.9	88.7
기술 순위	1위		2위		5위		3위		4위		-				



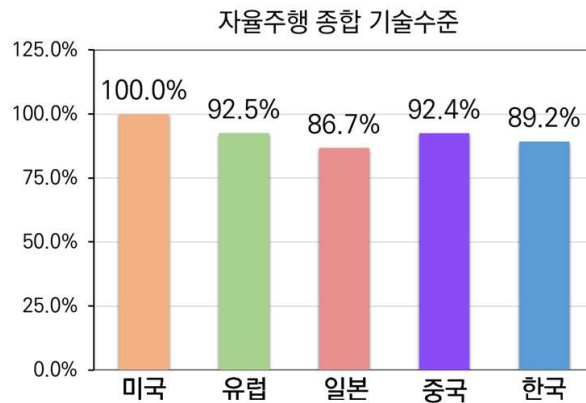
<그림 3-17> 전문가 조사 기반 자율주행 분야 기술수준, 기술격차 및 기술개발역량

### 3.3 국가별 기술수준 분석 결과 비교

- 자율주행 5대 전략분야에 대한 논문 경쟁력 및 특허 경쟁력 등 정량적 결과와 전문가 의견의 정성적 결과를 종합하여 자율주행 기술수준을 분석하였으며, <표 3-27>과 같음
- 2024년도 주요 국가에 대한 자율주행 기술수준을 종합 분석한 결과 미국이 최고기술보유국으로 분석되었으며, 유럽, 중국, 한국, 일본순으로 높은 결과를 보임
- 한국은 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준 89.2% 수준이며, 종합 4위로 분석됨

<표 3-27> 주요 국가별 2024년도 자율주행기술수준 (논문 및 특허 경쟁력 반영)

구분	자율주행 분야 기술수준(%)				
	미국	유럽	일본	중국	한국
	상대수준	상대수준	상대수준	상대수준	상대수준
종합결과	100.0	92.5	86.7	92.4	89.2
기술순위	1위	2위	5위	3위	4위



<그림 3-18> 자율주행 분야 주요 국가별 기술수준

## 제4장 동향 점검

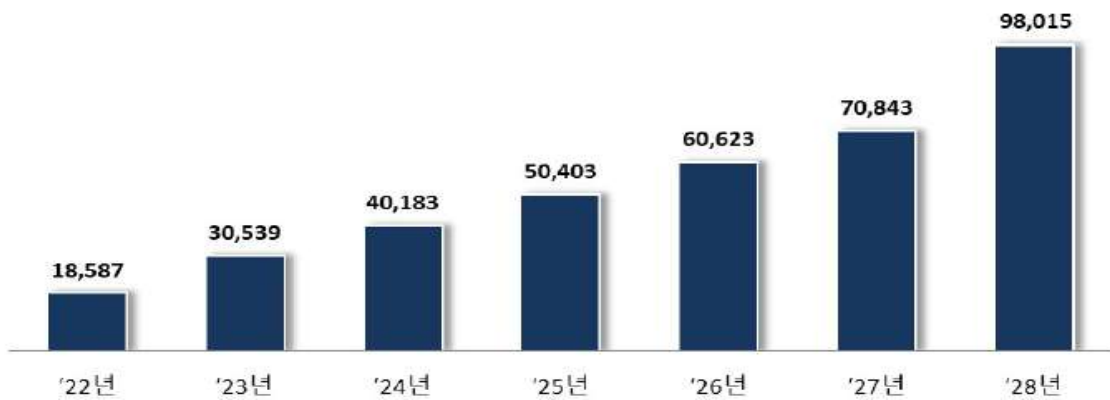
- 자동차 산업은 첨단 기술 발달로 인한 디지털 전환과 전동화로 인해 새로운 혁신을 맞이하고 있으며 내연기관차에서 전기차로, 하드웨어 중심의 자동차에서 소프트웨어 중심의 자동차로 대전환기를 지나고 있음
- 최근에 열린 CES 2025에서도 글로벌 오토쇼로서 자리매김하여 소프트웨어 중심의 자동차 (Software Define Vehicle, SDV)가 집중 조명되었으며, 주행, 보안 및 커넥티비티, 인포테인먼트 등 모빌리티 분야 소프트웨어 기반 혁신 요소로서 앞으로의 개발 방향성을 제시하였음
- 자율주행을 포함한 SDV의 스마트카가 산업계로 부상함에 따라 미래차는 전기차, 자율주행차로 혁신이 이뤄지고 있으며, 이를 구현하기 위한 기술로서 차량 소프트웨어와 하드웨어의 통합 시스템의 개발과 차량 소프트웨어의 복잡성에 따른 중앙집중형 제어 시스템의 필요성이 대두되고 있음
- 자율주행을 포함한 미래차 기술 패러다임이 변화되고 소비자의 니즈 또한 편의성과 다양성이 증가함에 따라 경쟁력 있는 미래차 산업을 발전시키기 위해선 국내외 산업과 정책에 대한 동향을 파악하고, 기술의 발전에 많은 역량을 확보해야함
- 본 보고서에서는 자율주행 산업·정책 및 주요 기술부문별 동향을 파악하고 선진국 동향을 점검하여 미래 자율주행 기술 평가 방향을 진단하기 위한 연구를 진행함

## 4.1 자율주행 산업 부문

### 4.1.1 시장 규모 및 전망

#### 가. 글로벌 시장

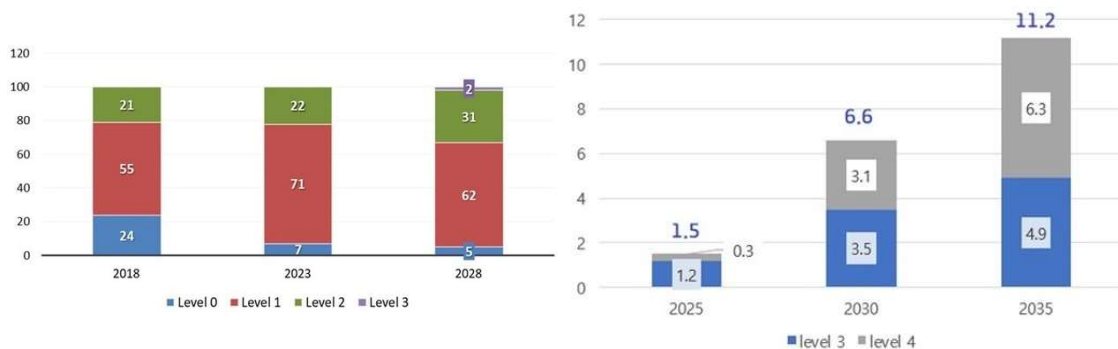
- 자율주행차의 세계 시장 규모는 7년간 연평균 성장률 38.4%로 증가하며 '22년 185억 달러 대비 '28년 980억 달러 규모로 성장할 것으로 전망하고 있음
- 세계 자율주행차 시장은 2030년까지 Lv.3 차량 중심의 시장 점유율을 보일 것으로 보이나, 이후 Lv.4 이상의 완전 자율주행 시장이 형성되어 빠르게 확대될 것으로 예측됨
- 현재 미국이 가장 큰 자율주행 시장을 형성하고 있으며, 다음으로 태평양 자율주행 시장이 빠르게 확대되고 있음. 특히 중국의 자국 자율주행 기업 지원 정책이 집중됨에 따라 향후 중국의 시장이 높은 경쟁력을 갖는 시장으로 변화될 것으로 전망됨



〈그림 4-1〉 자율주행차 세계 시장 규모 및 전망 (단위: 백만 달러)

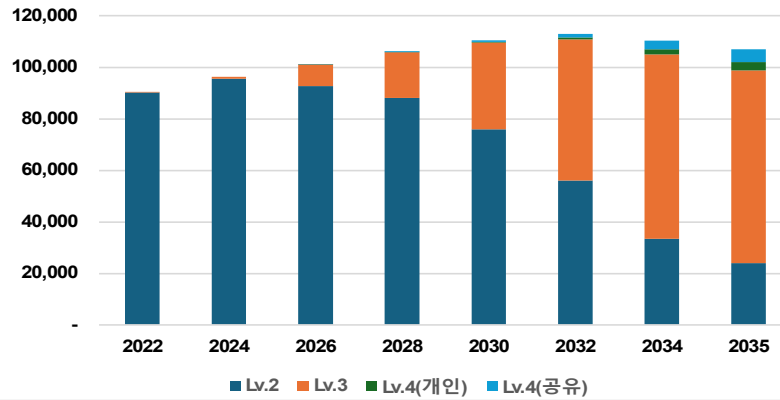
자료 : Global Autonomous Vehicles Market, Size, Forecast 2022-2030\_researchandmarkets('22.02)

- Statista 자료에 따르면 글로벌 자율주행차 시장은 2023년 기준 Lv.0~2에 머물러 있으며 Lv.3 자율주행차 비중은 2028년 약 2%로 확대되고, Lv.3 이상의 자율주행차 시장 규모는 2035년 1조 1천억 달러 규모까지 성장, Lv.4 시장 비중이 50%를 넘어설 것으로 전망되고 있음



〈그림 4-2〉 세계 자율주행 레벨별 신규 등록 점유율 변화 및 2035년 시장 전망 (단위: %, 천억달러)  
 자료 : 자율주행차 레벨별 시장규모 전망, IRIS GLOBAL, '24.12월

- 자율주행 레벨별 자율주행차 판매 대수를 보면 2022년 Lv.2 자율주행차가 대부분을 차지하나 2026년부터 2035년까지 점차 감소할 전망이며, Lv.3 이상의 자율주행차 판매 대수가 77.5% 이를 것으로 전망됨



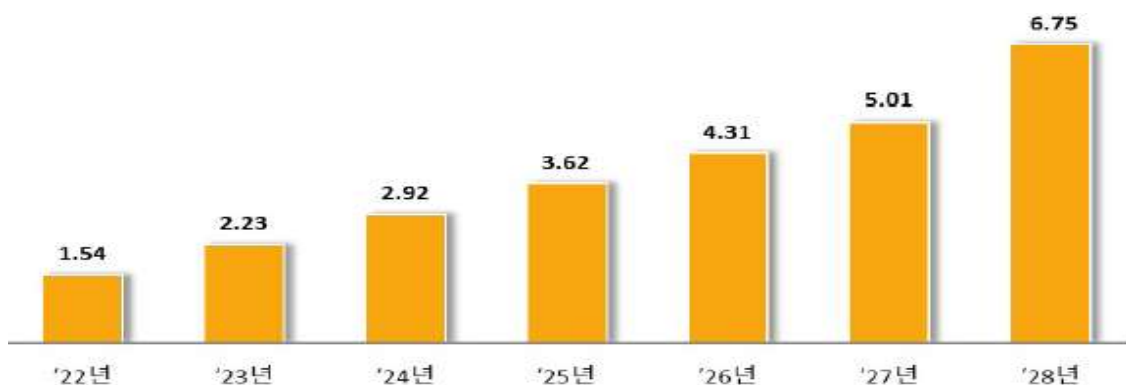
자율주행 레벨	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2035	CAGR
Lv. 2	90,223	95,682	92,802	88,173	75,919	56,057	33,566	24,017	-9.7%
Lv. 3	289	644	8,392	17,696	33,665	54,825	71,528	74,819	53.3%
Lv. 4(개인)	-	-	16	46	267	746	1,996	3,174	69.7%
Lv. 4(공유)	-	87	191	321	646	1,443	3,343	5,052	53.7%
합계	90,512	96,413	101,401	106,236	110,497	113,071	110,433	107,062	1.3%

〈그림 4-3〉 세계 자율주행 레벨별 판매량 전망 및 연평균 성장률 전망 (단위: 백만대, %)  
 자료 : 자율주행차 레벨별 시장규모 전망, IRIS GLOBAL, '24.12월

#### 나. 국내 시장

- 국내 자율주행차 시장 규모는 7년간 연평균 성장률 38.5% 증가하여 '22년 1조 5,400억원에서 '28년 6조 7,500억 원 규모로 성장할 것으로 전망하고 있음

- 국내 자율주행차 시장은 정부의 자율주행 인프라 구축, 스마트도로 설계 및 시범운행지구 지정 등 기술 실증과 상용화를 위한 정책 지원과 함께 국내 완성차 제조업체와 삼성, LG 등 IT 강자의 협업을 통해 하드웨어 및 소프트웨어 분야에서 기술 통합이 이루어지고 있으며, 스타트업과 파트너십을 통해 기술 혁신이 빠르게 이루어지는 중



〈그림 4-4〉 자율주행차 국내 시장 규모 및 전망 (단위: 백만 달러)  
 자료 : 유망시장 ISSUE REPORT 자율주행차\_연구개발특구진흥재단('21.7월)

### 1.1.2 주요 산업동향

- 최근 세계적으로 Lv.3 자율주행 기술 상용화가 본격적으로 이루어지고 있음. 글로벌 주요 기업들의 기술개발 및 실증 사례가 축적되고 있으며 해외 주요 기업은 이미 기술력 측면에서 완전자율주행 수준의 기술력을 보유한 빅테크 기업들이 점차 증가하는 추세임
- 글로벌 기업들의 기술력 확보로 세계적으로 자율주행차 완성차 제조업체들과 반도체, 소프트웨어 업체들을 주축으로 관련 산업이 크게 발전하고 있으나, 최근 GM 크루즈의 안전사고 사례 등 자율주행의 가장 중요한 요소인 ‘안전’ 문제가 발목을 잡고 있어 완전자율주행 상용화까지는 시간이 걸릴 것으로 예상되고 있음
- 특히, 세계에서 가장 영향력을 미치는 미국이 최근 트럼프 2기 행정부가 집권함에 따라 전기차 시장의 불안정성 증가, 관세 문제 등 시장에 악영향을 미치는 이슈들이 다수 발생하였음. 이로 인해 자율주행 전장부품을 포함한 자동차 산업계도 자율주행차 상용화에 우려를 보였으나 동시의 트럼프 2기 행정부의 자율주행 규제완화 등 정책로 인한 새로운 기회도 기대하고 있음
- 최근 자동차 산업은 모빌리티 패러다임 변화에 발맞추어 국가별 기술력 및 경쟁력 확보를 위해 자동차 산업을 제조업 중심에서 융합 산업으로, 하드웨어 중심에서 소프트웨어 중심으로 전환하고 있음



〈그림 4-5〉 자동차 산업 패러다임의 대전환  
 자료 : 소프트웨어로 달리는 자동차, 완성차 업계가 꿈꾸는 미래, 삼성KPMG(‘24.5월)

- 자동차는 소프트웨어 중심의 SDV차로 변환하고 있으며 SDV의 3가지 핵심요소 아키텍처, 하드웨어 및 소프트웨어 플랫폼 분야에서 차세대 기술을 도입한 산업변화가 이루어지고 있음
  - (차세대 전기·전자 아키텍처) 차량 기능을 중심으로 통합, 아키텍처를 간소화하는데 방점을 두고 있으며, 분산형 제어보다 도메인 집중형(Domain), 영역 집중형(Zonal) 아키텍처를 지향하고 있음
  - (하드웨어 플랫폼) 자율주행 기술 고도화 및 AI 기반 소프트웨어 활용이 빈번해짐에 따라 강력한 컴퓨팅 파워가 필요. SDV는 고성능 프로세서 기반 하드웨어 플랫폼이 필수적임
  - (소프트웨어 플랫폼) 지속적인 소프트웨어 업데이트를 통해 차량 가치를 높이는 SDV는 서비스 추가·변경·삭제를 지원하는 유연성이 필수적이며, 최적화된 운영체제(OS) 등 소프트웨어 플랫폼 확보가 필요

- SDV의 중요성이 커짐에 차량에 탑재되는 차량용 OS 시장이 역동적으로 변화될 전망이며, 완성차 제조사들과 소프트웨어 전문기업은 차별화된 전략을 통해 자동차 시장에 대한 영향력을 키우고 있음

<p>전통적인 완성차 기업 Legacy OEM</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 각 사의 전략적 방향에 따라 자체 OS 개발과 외부 OS 채택 혼재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현대자동차그룹: SDV 전환을 달성하기 위해 SDV 전용 OS 개발 중</li> <li>• 폭스바겐, 토요타: 자체 OS 개발 중</li> <li>• 볼보: 구글 OS 채택</li> </ul>
<p>차세대 완성차 기업 New Generation OEM</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자체 OS 개발 + 자사 차량 내 탑재하며 전 세계적으로 자동차 판매량 확대에 주력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 테슬라: 리눅스 기반의 독자적인 OS 도입</li> <li>• 샤오미: OTA(Over The Air, 무선 업데이트)를 통해 대부분의 기능 개선 역량 확보</li> </ul>
<p>빅테크 (구글/애플)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인포테인먼트 OS 중심으로 자사 OS(또는 소프트웨어-엠펜)을 완성차 생태계 내 확대 노력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 애플: 카플레이 제공, '23년 기준 출시되는 대부분의 차량에서 카플레이 지원</li> <li>• 구글: 안드로이드 오토 제공 및 '22년 5월 기준 약 1억 5천만 대 가량의 차량에서 이를 지원 중</li> </ul>
<p>차량용 SW 전문 (블랙베리)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자체 OS 개발 + 보안 측면 강점 기반 ADAS-AD OS 점유율 확대에 방점</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 블랙베리: QNX를 '23년 6월 기준 약 2억 3천 5백만 대 차량에 공급. QNX는 ADAS-AD OS, 인포테인먼트 OS 등 SDV에 필요한 기반 소프트웨어 제공</li> </ul>
<p>오픈소스 생태계</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 각 주체가 OS 개발 시 필요한 기반 기술 제공 → 인포테인먼트 OS를 중심으로 활용 기업 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 리눅스 재단: AGL(Automotive Grade Linux) 플랫폼 수형. AGL 플랫폼은 인포테인먼트 OS 및 ADAS-AD OS 등 미래차에 필요한 소프트웨어 개발</li> </ul>

〈그림 4-6〉 차량용 OS 시장 내 주요 주체별 대응 동향과 사례  
 자료 : 소프트웨어로 달리는 자동차, 완성차 업계가 꿈꾸는 미래, 삼성KPMG('24.5월)

- 자동차의 SDV로의 전환과 함께 자동차는 전동화되고 있으며, 탄소중립 움직임과 함께 xEV 시장이 확대되고 있으며 자율주행 전환, MaaS 비즈니스 창출, 데이터 활용과 관련한 산업 이슈 발생함

<표 4-1> 모빌리티 산업의 주요 이슈

분류	주요내용
전동화·SDV 전환	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모빌리티 산업의 탄소중립 움직임으로 xEV 판매·시장 점유율이 2023년 12%까지 확대 중</li> <li>• SDV 전환에 필요한 대규모 전력을 공급할 수 있는 xEV와 하드웨어 비용을 줄일 수 있는 SDV가 상호 약점을 보완</li> <li>• 초연결성 기반의 원격조작, 차량관리, 텔레매틱스보험 등 신규 서비스들이 제공되기 시작</li> </ul>
자율주행 준비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 택시·셔틀·트럭에서 Lv.4 자율주행이 구현되기 시작하는 등 업체간 경쟁이 치열해지는 추세</li> <li>- 미국, 중국이 일부 실용화 단계를 선도하는 가운데, 일본과 유럽은 Lv.3 양산단계 및 Lv.4 실증단계를 진행</li> <li>- 웨이모는 2023년 한해 70만회 이상 Driveless 자율택시 웨이모원을 수행하였고, 바이두가 오픈 SW플랫폼 기반 자율택시 프로젝트 이블로 수행</li> </ul>
MaaS 대응	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MaaS(Mobility as a Service)와 자율주행의 결합으로 완성차업체와 서비스사업자로서 MaaS를 제공하는 사례 창출</li> <li>- 미국 May Mobility가 자율주행 차량을 활용한 온디맨드 버스 서비스 제공</li> <li>- BMW, 벤츠가 합작하여 유럽 9개국 150개 도시에서 이용할 수 있는 모빌리티 예약배차 앱 제공</li> <li>- 의료, 관광 등 타 업종과의 협력을 통해 가치를 창출하는 사례 등장</li> </ul>
데이터 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 활용에서 타 업종을 포함한 다양한 파트너와 제휴하여 새로운 가치와 서비스를 제공하고 이력 추적성을 확보</li> <li>- 수명주기 전반의 탄소발자국(CFP) 계산·효율적 재고 관리, 차량 유희시간을 활용한 충전·공유 비즈니스, 보험·예약 정비 등 주행데이터 기반의 신규 서비스, 중고·재사용·재활용 시장에서의 데이터 활용 등</li> </ul>

자료 : 주간 글로벌ICT동향 & 이슈리포트, 정보통신산업진흥원, '24.11월

## 1.2 자율주행 정책 부문

### 1.2.1 정책동향 및 환경 변화

#### 가. 미국

- 미국은 네바다에서 2011년 자율주행차 운행허용을 시작으로 캘리포니아, 미시간, 애리조나 등 30여개 주가 자체 입법 또는 행정명령을 통해 자율주행 시험 및 영업 운영을 허용하고 있으나 각 주정부마다 상이한 규정으로 인해 업체들은 통일된 규율을 요구해 왔음
- 최근 미국 도널드 트럼프 대통령이 당선과 함께 트럼프 2기 행정부는 자율주행 규제 완화를 교통부의 우선 순위로 하나로 삼을 계획이라고 발표하였으며, 완전자율주행차를 위한 정책으로 자율주행 규제에 대해 효율성과 일관성을 높이기 위해 현재 주 정부 중심의 규제정책이 아닌 연방차원의 새로운 체계를 도입을 검토하고 있음
  - 주정부별 상이한 규정으로 인해 자율주행 업체들은 주마다 별도의 운행허가를 받아왔으며, 이로 인한 불편함을 겪고 있음. 트럼프 2기 행정부의 연방 차원의 통합 허가 정책이 추진될 경우 자율주행 기업은 한번의 운행 허가로 모든 주에서 운행이 가능해져 자율주행 기술 상용화와 확산에 더욱 가속이 붙을 전망임
- 또한 현재 미국 교통당국은 Lv4. 이상의 완전자율주행 차량의 시범 배치를 연간 2500대로 제한하고 있으나, 새로운 행정부에서 이 제한을 푸고 최대 10만 대까지 확대될 가능성이 있어 이러한 변화로 하여금 국내 자동차 부품 제조사들에게 긍정적 기회로 작용하고 있음
- 다만, 관세 부과 정책과 전기차 의무화 정책 폐지로 인해 자동차 부품업체들에게 타격이 있을 것으로 예상되며, 자율주행차 개발에도 부정적 영향이 미칠 수 있을 것으로 판단됨
- 현재 미국은 자율주행 생태계 확대와 관련하여 적극적인 정부 개입이 아닌 안전, 투명성 등 업계의 자율적 책임을 중시하는 무간섭(Hands-off) 접근 방식을 취하고 있으며, 업계가 이를 위헌할 경우 무거운 제재를 가하고 있음
  - 최근 GM 크루즈가 운영하는 무인 택시로 인해 보행자 사고가 발생하였으며, 사고 수습 과정에서 자율주행 기술 관련 정보를 허위로 진술하여 운행 정지됨('23.10.)
- 미국 자율주행 기술의 대표주자인 웨이모는 이러한 미국 정책 환경속에서 성장하고 있으며, 실리콘 벨리가 위치한 캘리포니아에서 무인 자율주행 라이선스 발급 체계를 갖추며 가장 선도적인 역할을 수행하고 있음. 웨이모는 안전을 최우선 가치로 두고, 안전 보고서를 정기적으로 공개하며 주행거리, 사고발생율, 안전 개선 사항 등을 투명하게 공개하고, 이러한 신뢰를 바탕으로 유료 서비스 지역을 지속적으로 확대하고 있음. 다만 최근 자율주행 사업에서 웨이모의 적자가 심화됨에 따라 수익성 확보를 위한 비즈니스 모델 구축이 필요한 실정임

## 나. 유럽

- EU는 자율주행 및 첨단 모빌리티 분야 경쟁력을 확보하기 위해 다수의 연구 프로젝트와 ADAS와 연계된 자율주행 기술 심화에 집중하고 있으며, 회원국별 규제 조율에도 많은 노력을 기울이고 있음
- EU는 미국, 중국, 일본, 한국 등 자율주행 기술을 선도하는 주요 국가와의 경쟁구도 속에서 EU 주요 회원국들이 보유한 전통적인 연구개발 역량을 활용한 차별화를 꾀하고 있으며, 특히 각종 실증 프로젝트와 관련 규제의 신속한 정비를 중요한 요소로 여겨, 실제 도로 환경에서의 자율주행 기술 안전성과 효율성을 검증하는 데 노력을 기울이고 있음. 다만 자율주행 기술에 대해 UNECE 규정을 기본으로하나 회원국별 상이한 표준으로 인해 통합에 어려움이 있음
  - `EU 집행위 연구혁신 총국은 호라이즌 유럽 프로그램을 통해 협력적·연결형 자율주행모빌리티(CCAM)에 약 5억 유로의 투자를 결정(`24.7)
  - EU 집행위 모빌리티·운송 총국은 자율주행 차량의 상업적 판매를 허용하기 위해 자동차 안전 규정 개정을 추진(`24.5)
  - EU 집행위는 유럽 데이터법을 발표하여 자율주행차량 데이터 공유와 관련한 프레임워크를 제시 (`24.5)
  - 독일 연방디지털 교통부는 자율주행 차량의 고도 운행 허가 및 승인 절차와 소유자, 제조사의 의무 등을 상세히 규정하였으며(`24.4), 자율주행 및 커넥티드 드라이빙을 위한 전략 개정을 통해 인프라, 법률, 연결성, 사이버 보안, 데이터 보호, 사회적 대화 등을 포함한 자율주행기술 발전과 도입을 통한 구체적인 조치방안을 제시함(`24.5)
  - EU공동연구센터(JRC)는 신뢰할 수 있는 인공지능 기반 자율주행차량 안정성 및 사이버 보안 문제 해결을 위한 정책 보고서를 통해 다양한 연구개발 및 도전과제 제시함(`24.3)

<표 4-2> 최근 시작된 EU 내 자율주행 분야 실증 프로젝트

프로젝트명	기간 및 예산	주요내용	참여기관
ULTIMO	2023년 ~2026년 (약 5,500만 유로)	• 다양한 도시에 자율주행 셔틀을 배치하여 실험하고, 승객의 경험을 바탕으로 자율주행 기술을 개선하는 데 중점을. 목표는 대중교통 시스템에 자율주행 차량을 통합하여 효율성과 안전성 증대	Fraunhofer IML, NAVYA, DEKRA, TNO 등
SHOW	2020년 ~2024년 (약 3,600만 유로)	• 유럽 전역의 20여 개 도시에서 자율주행 셔틀 및 버스 운영을 통해 도시 교통의 혁신을 꾀함. 자율주행 대중교통 시스템의 운영 모델을 평가하고 실증하는 것이 목표이며, 이를 통해 환경 친화적이고 효율적인 대중교통 시스템을 구축하고자 함	UITP, Siemens, Keolis, Transdev 등
르노-WeRide	2024년 5월부터 실증 시작 (n/a)	• 르노 그룹과 WeRide는 2024년 롤랑가로스 테니스 대회에서 자율주행 셔틀 서비스를 시범 운영 예정. 르노의 새로운 전기 미니버스를 기반으로, Level 4 자율주행 기술을 적용함. 주요 목표는 공공 교통 시스템에서의 자율주행 기술의 실용성과 안전성의 검증	Renault, WeRide

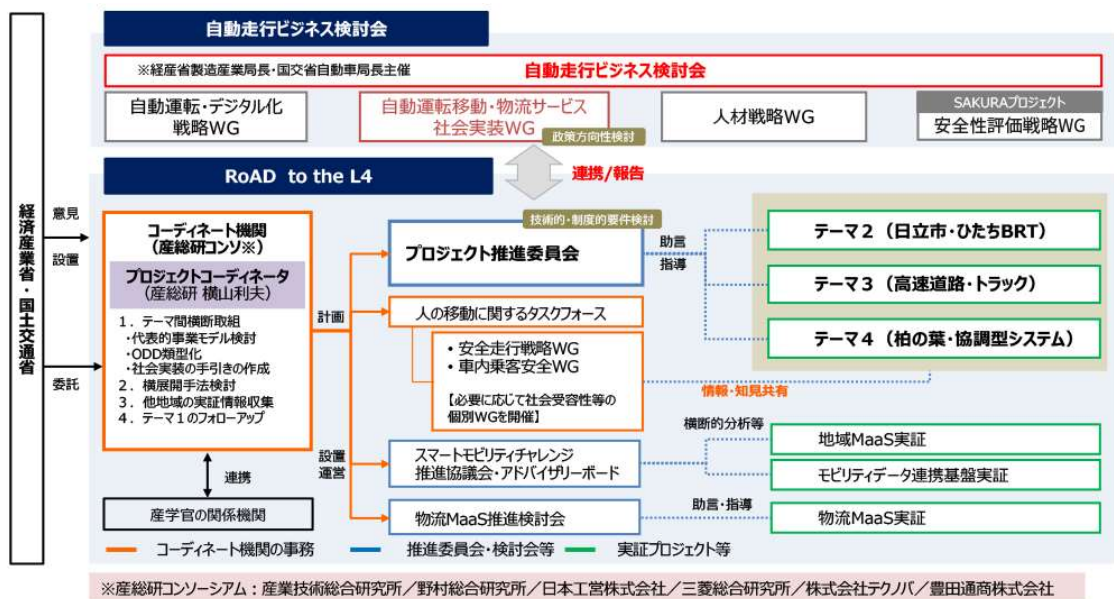
자료 : 2024 상반기 유럽 자율주행 연구 및 정책 동향, KERK, '24.09월

- EU 전체 GDP의 7% 정도를 차지하는 자동차 산업이 최근 내연기관차에 대한 고강도 규제, 중국과의 경쟁 심화 및 트럼프 2기 행정부의 관세문제 등 다양한 외부요인에 의한 어려움 속에서 자동차 산업의 경쟁력을 제고하기 위해 다양한 정책과 계획을 선보이고 있음
- 25년 1월 EU집행위는 ‘유럽 자동차 산업의 미래에 관한 전략대화(Strategic Dialogue on the Future of the European Automotive Industry)’를 통해 탈탄소화 차량, 친환경 모빌리티, 자동차 CO<sub>2</sub> 배출량 규정, 배터리 공급망 및 무역 경쟁력 확보를 위한 다양한 논의를 진행함
- 이후, EU집행위는 변화하는 자동차 산업 환경 내 EU 자동차 산업 경쟁력 제고를 위한 행동계획을 발표하여 ‘EU 커넥티드 및 자율주행차 연합(European Connected and Autonomous Vehicle Alliance)’을 출범을 공개적으로 제시함
  - EU는 해당 계획을 통해 이해관계자들이 협력형 공유 하드웨어·소프트웨어 등을 개발하도록 지원하고, 자율주행차 규제 프레임워크를 개선하여 ‘25년부터 자동차시스템을 갖춘 차량의 대량생산 및 ‘26년 더 많은 자율주행 사례 승인절차가 추가될 예정임
  - 자율주행 시스템(ADS)와 첨단 운전자 보조시스템(ADAS) 등 자율주행차 시범 배치를 위한 테스트베드·규제 샌드박스 도입 및 자율주행차 관련 규제 체계를 도입할 예정임
- EU는 자율주행뿐만 아니라 자동차 산업계의 경쟁력을 위원회와 산업계 간 많은 대화를 이끌고자 하며, 기존 내연기관차 사용 금지 등 산업계를 규제했던 정책에 대해서도 재검토 필요성이 제기되는 등 갈등 해결에 많은 노력을 기울이고 있음

#### 다. 일본

- 일본은 2019년 5월 자동운행장치에 대한 안전기준을 마련하면서 자율주행 입법이 본격화되었으며 자율주행 사회 구축을 위해 자율주행 서비스를 구현·확대하고, 자동차 분야의 국제 표준화 등을 위해 한정된 자원의 최적 배분 및 민관 협력을 추진하고 있음
- ‘23년 12월에는 Lv.4 자율주행 상용화, 우선차로 도입, 안전 및 기술 기준 강화, 첨단 반도체 개발 등의 내용을 포함한 ‘자율주행차 상용화 촉진 계획’을 발표하여 자율주행 계획 구체화 및 기반을 마련하기 위한 정책을 추진하고 있으며, 자율주행차 도입을 위한 도로교통법을 개정하는 등 일본 내 자율주행 환경을 마련하기 위해 가속화하고 있음
  - 기존 도로교통법을 개정하여 무인 자율주행 응용 공간 확대를 도모하고, 특정 조건에서 고도의 자율주행차 운영을 허용함으로써 무인 택배 차량 활용 등을 뒷받침(‘22.10.)
- 완전자율주행을 위해서는 다양한 과제가 존재하므로 지역, 도로, 교통상황, 운전자 등 주행 조건을 좁히기 쉬운 상용차부터 Lv.4를 구현할 수 있도록 ‘RoAD to the L4’ 사업을 추진하여 에이헤이 지초, 히타치시 등 지역에서 실증사업을 실시함

- 'RoAD to the L4' 사업은 경제산업성·국토교통성 위탁 사업('21~'25년)으로 CASE(연결화, 자율화, 공유화, 전기화), 탄소중립을 비롯한 자동차산업의 환경 변화에 대응할 수 있는 지속가능한 모빌리티 사회 구축을 위해 Lv.4 자율주행 등 첨단 모빌리티 서비스를 실현·보급하여 환경부하 저감, 이동 과제 해결, 일본 경제적 가치 향상에 기여할 것으로 기대함
- 2025년까지 50개 지역에서 Lv.4 수준의 무인 자율주행 서비스를 제공하고 '27년까지 10개 지역에서 운영한다는 목표를 제시하였으며, 고속도로 Lv.4 자율주행 트럭 상용화를 실현하는 한편 보행자 및 차량과 혼재하는 환경으로 서비스를 확장할 계획임
- 이 녹색혁신(GI) 기금 사업의 성과가 시장 확보로 이루어질 수 있도록 연구개발, 민관협력을 통해 국제 표준화 등을 전개할 방침임
- GI 기금 사업으로 '전동화 등 에너지절약화를 위한 차량 탑재 컴퓨팅 시뮬레이션 기술 개발' 프로젝트 추진 중('22~'30년)



<그림 4-7> RoAD to the L4 프로젝트 추진 체계

<표 4-3> 일본 자율주행 상용화 계획

구분	주요내용
2024년	• 현재 한정된 지역과 공간적 범위에서 위격제어가 가능한 Lv.4 자율주행차 운행 확대
2025년	• 40여개 지역에서 Lv.4 자율주행차(셔틀, 택시 등) 무인 이동 서비스 실증
2026년	• 고속도로에서 Lv.4 자율주행 트럭 상용화 목표
2030년	• 2030년까지 무인 이동 서비스를 100곳으로 확대 보급
2033년	• 전국 일반도로 100곳 이상, 북부 도호쿠 지방부터 서남부 규슈까지 연결하는 고속도로에 자율주행 우선 차로 도입

자료 : RoAD to the L4 프로젝트 기반 작성

라. 중국

- 중국은 세계 최대의 자율주행 시범운행 구역을 갖고 있으며, 인구 1100만명, 등록 자동차 450만대, 8차선 고속도로 및 500대 이상의 자율주행 로보택시를 운행하고 있으며 '24년 6월 비야디(BYD), 니오(NIO) 등 9개 차량 업체를 대상으로 베이징, 상하이 등 7곳에 Lv.3, 4 자율주행 시범 운행을 승인하는 등 자율주행 실증 및 상용화 확대에 많은 지원을 하고 있음
  - 중국 자율주행 기업인 바이두의 로보택시 서비스 '아폴로 고(Apollo Go)'의 누적 운행 거리는 1억 1000만 km를 돌파하였으며, 600만회 이상의 운행을 처리하는 등 세계 최대 규모의 테스트베드를 진행 중
- 중국은 2015년 5월, 중국 산업 마스터 플랜인 '중국제조 2025'를 발표하였으며 2045년 세계 최고의 제조 강국으로 발돋움하고 자동차 산업의 산업혁명과 기술혁신을 위한 정책을 추진하고 있음
  - 자동차 산업을 디지털화, 네트워크, 지능화, 신에너지, 신소재, 신장비 등 산업혁명과 관련된 기술혁신을 이루며, 지속가능한 발전을 위한 핵심 전략산업으로 자동차산업을 지목함
- 중국의 자동차 산업의 핵심전략으로 독자 혁신 능력과 모든 부품의 국산화 역량 향상, 자동차 산업 혁신 능력과 R&D 투자 확대 등이 있음. 이후 '23년 11월과 '24년 6월, '지능형 커넥티드 차량의 접근 및 도로 연결 차량 작성통지'를 발표, Lv.3, Lv.4 파일럿에 참여할 9개 컨소시엄을 구성하는 등 제한된 지역에 자율주행 운행을 추진하여 향후 적용 기반을 마련하기 위해 양산 가능한 자율주행 차량을 도입하고자 함
- '24년 7월에는 중국공업정보화부에서 다른 4개 정부 부처와 함께 베이징, 상하이 등 20개 도시를 자동차-도로-클라우드 통합 적용 시범 프로그램 참여자로 선정하였으며 지능형 자동차를 도로변 인식 및 클라우드 기반 제어와 연결하여 자율주행 기술 안전성과 효율성을 향상시키는 테스트베드로서 활용할 계획임

<표 4-4> 중국 자율주행 정책 (중앙정부)

구분	주요 정책
'15.5월	중국제조 2025
'16.10월	신에너지 자동차 기술 로드맵 1.0
'17.6월	국가 자율주행 산업 표준 체계 확립 가이드라인
'18.1월	자율주행차 혁신 발전 전략
'18.4월	자율주행차 도로주행 테스트 관리 계획
'19.12월	자율주행차 표준화 작업 요점
'20.2월	자율주행차 혁신 발전 전략
'20.11월	자율주행차 기술 로드맵 2.0, 신에너지 자동차 산업발전 계획(2021~2035)
'24.7월	스마트카 차량-도로-클라우드 일체화 시범 도시 통지

자료 : 중국 로보택시 상용화와 미래, 하나증권 발표자료('24.11월)

&lt;표 4-5&gt; 중국 자율주행 정책 현황 (지방정부)

구분	주요 정책
'17.12월	베이징, 자율주행차 도로주행 테스트 관리 방안
'18.2월	상하이, 자율주행차 도로주행 테스트 관리 방안
'22.3월	충칭, 자율주행 도로주행 테스트/시행 방안
'22.6월	광저우, 자율주행차 시범 운용 종합 방안
'22.7월	우한, 교통강국 건설 시범 실시 방안
'22.8월	선전, 자율주행차 관리 조례
'23.3월	양첸, 자율주행차 관리 방안

자료 : 중국 로보택시 상용화와 미래, 하나증권 발표자료('24.11월)

- 지방정부 중 베이징이 처음으로 자율주행 법안을 제정하여 '22년 중국 최초 무인 상용화 서비스 관련 규정을 발표하였으며 '23년 상용화를 시작하여 '18년 대비 로보택시 운행 구간 18배 확대, 주행 테스트 차량대수는 500대로 3배 확대되었으며 주요 고속도로와 도심 지역을 포함하여 600km<sup>2</sup> 규모의 서비스 지역을 선정·확대하고 있음
- 이와 같이 중국정부는 중앙정부와 지방정부의 보조금 지원으로 자율주행 관련 기업의 기술개발을 적극적으로 지원하고 이용자 기반 서비스를 늘리고 있어 세계에서 가장 빠르게 상용화 규모를 확대하는 중이며, 글로벌 선도기업을 국내로 받아들여 밸류체인을 육성하는 등 자국 내 자율주행 산업을 부흥하기 위해 적극적인 전략을 펼치고 있음
  - 베이징과 우한시는 바이두에 대규모 보조금을 지원하는 것으로 추정되며, 베이징 정부는 바이두에 누적 10억위안 규모의 보조금을 지원함
  - '18년 테슬라 상하이 공장 허용 등 선도기업을 국내로 받아들이는 등 자율주행 산업의 밸류체인을 형성하고자 글로벌 기업의 자국 내 활동을 허가함
- 중국은 향후 자율주행 분야 실증 지역을 확대, 세계 최대의 상용화 기반을 마련하고 압도적 원가 경쟁력을 통한 전기차 제조산업 경쟁력 확보 및 배터리 공급망을 구축하여 자율주행 최고 산업보유국이 될 전망이다

마. 한국

- 정부는 2015년 제3차 규제개혁장관회의에서 본격적인 자율주행차 관련 지원방안을 발표하며 규제 개선 등 제도정비 및 인프라 조기 구축 정책을 추진하였으며, '18년 '자율주행차 분야 선제적 규제 혁파 로드맵'을 통해 자율주행 도입에 필요한 규제 개선과제를 제시하였음
  - '자율주행차 분야 선제적 규제혁파 로드맵'에서 4대 영역(운전주체, 차량 장치, 운행, 인프라)의 30개 규제 개선과제를 제시하였고 '21년 기존 규제 로드맵을 개선하여 '자율주행차 규제혁신 로드맵2.0'을 발표하여 Lv.4 자율주행 기술에 대해 체계적인 준비를 시작함
- 이후 '제1차 자율주행 교통물류 기본계획('21.06.)'의 발표, '모빌리티 혁신 로드맵('22.09.)' 및 자동차 산업 글로벌 3강 전략('22.09.)'을 발표하는 등 많은 정책과제들이 추진되고 있으며 '23.12월 기술 패권 경쟁을 주도할 12대 국가 전략기술로 선정된 첨단모빌리티 분야의 세부 중점 기술로 자율주행시스템을 선정하여 해외 기술강국으로부터 국내 자율주행 기술을 이끌기 위한 많은 지원이 이뤄지고 있음
- '21년에는 정부의 대규모 R&D 투자인 자율주행기술개발혁신사업을 통해 산·학·연 기술개발을 지원하여 산업부, 과기부, 국토부, 경찰청 4개 부처가 참여, '27년까지 약 1조 947억원 규모의 사업을 추진함
  - 자율주행기술개발혁신사업은 개발된 기술을 리빙랩을 통해 도시 공간에서 통합 실증할 예정이며, '23년 10월 화성시가 선정되어 '26년 3월까지 리빙랩 구축을 완료하고, '27년 말까지 약 2년간 운영하여 자율주행 기술과 서비스를 고도화할 계획임



<그림 4-8> 자율주행기술개발혁신사업 리빙랩 개요

- 한국은 자율주행 기술개발과 함께 자율주행차 상용화 기반을 마련하기 위해 `20년 국토교통부에서 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률(자율주행자동차법)」 제정, 자율주행자동차를 위한 '자율주행자동차 시범운행지구'를 지정·운영하여 현재 44개의 시범운행지구를 지정하였음
  - `25년 3월에는 고속도로 등 장거리·광역 노선을 발굴하여 화물운송을 위한 시범운행지구로 고속도로 전 구간(44개 노선, 5224km) 규모의 전체 고속도로 구간을 시범지구로 지정하였으며, 택배부터 대형 화물까지 자율주행 화물 유상운송 서비스를 본격 시작할 계획임
- 도로교통 환경과 관련한 정책으로는 경찰청에서 발표한 '도로교통안전 추진전략('23.12.)'이 있으며, 완전 자율주행 시대에 대비하여 자율주행 교통 환경을 조성하고 국민의 편리한 이동권 및 교통안전을 보장하기 위한 목적으로 과제를 추진하고 있음
  - 자율주행차 기술개발 상황과 국내외 입법 사례를 감안하여 도로교통안전 정책의 일관된 추진을 위한 세부 전략 마련

<표 4-6> 자율주행 도로교통 안전 관련 주요 연구개발 과제(안)

구분	주요 연구개발 과제
평가검증체계	• 자율주행시스템 운전능력 사후 관리 시스템, 조건부 면허 등
운행안전관리	• 디지털 도로교통법, 자율주행 교통안전교육, 교통사고 분석 기술, 긴급상황 시 자율주행 통행 제한 시스템 등
인프라 조성	• IoT 교통안전시설 인증 기술, 교통정보 플랫폼 기술 등

자료 : 2025 중소기업전략기술로드맵 보고서 자율주행차 부문

- 이외에도 `24년 AI 정책금융 프로그램 신설, 자율주행 관련 신규직업 등재 등 다양한 정책이 추진되어 생태계 조성을 위해 지원하고 있음

<표 4-7> 자율주행 생태계 조성을 위한 정책지원

구분	주요내용
AI 정책금융 프로그램 신설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업은행의 첨단산업 지원 프로그램인 '초격차산업지원프로그램' 내 AI 분야를 신설하여 `24년말까지 3초원을 한도로 자금을 공급('24.07.)</li> <li>• AI모델 및 클라우드, 로봇 자율주행 기업에 설비투자, R&amp;D 등 지원</li> </ul>
자율주행 관련 신규직업 등재	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국직업사전에 자율주행차 관련 신규 직업을 포함하였으며 국민의 진로 선택 지원 및 정부 일자리 정책에 활용 ('24.06.)(자율주행 하드웨어/소프트웨어 개발자, 차량용 데이터 플랫폼 ·응용개발자)</li> </ul>
자율주행 영상정보 원본 활용 허용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율주행 배달로봇 운행지역이 전국으로 확대됨에 따라 배달로봇이 촬영한 영상정보 원본을 자율주행 AI 학습에 활용하도록 허용('24.01.)</li> </ul>

자료 : 2025 중소기업전략기술로드맵 보고서 자율주행차 부문

### 1.3 자율주행 하드웨어 부문

#### 1.3.1 기술 개요

- 자율주행 인지센서, 조향제어, 데이터 처리 모듈 등 하드웨어 기술은 자율주행 차량 운행에 가장 기본적인 요소로서 차량 주행 시 차량 주변의 객체(차량, 보행자, 물체 등)를 인지하고 실시간 데이터 처리 및 분석을 통해 안전하고 신뢰성 높은 자율주행 기능을 제공하는 기술임
- 자율주행 인지분야의 핵심적인 장비로서의 센서는 용도에 따라 분류할 수 있으며 카메라, 라이다, 레이더 기반의 센서와 V2X 센서, GNSS 센서 등 다양한 역할과 기능을 수행함

<표 4-8> 자율주행 센서의 용도별 분류

구분	주요 기능 및 역할
환경 감지용 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (라이다 센서) 레이저를 이용해 주변 환경을 3D로 스캔하여 물체의 위치, 거리, 속도 등을 정확하게 감지하며 자율주행 차량의 환경 인지 및 충돌 회피 시스템에 활용</li> <li>• (레이더 센서) 전자파를 활용하여 차량 주변의 물체를 감지하고 거리 및 속도를 계산하는 센서로 악천후나 야간 등 저가시성 환경에서도 안정적인 물체 감지</li> </ul>
객체 및 장애물 감지용 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (카메라 센서) 전방 및 주변의 물체를 시각적으로 인식하고 분류하며 차량 차선 유지, 교통 신호 인식 및 보행자 감지에 활용</li> <li>• (초음파 센서) 근거리 장애물을 정밀히 감지하여 주차 보조 및 저속 운행 시 차량 주변의 위험 요소를 식별</li> </ul>
차량 내부 환경 모니터링 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (운전자 모니터링 센서) 운전자의 얼굴 및 눈동자 움직임을 분석하여 졸음 운전, 주의 분산 등을 감지하는 센서로 안전 운전 지원 시스템에 활용</li> <li>• (객실 감지 센서) 차량 내부 온도, 공기질, 좌석 점유 상태 등을 모니터링하여 승객의 편의성과 안전을 향상</li> </ul>
통합 데이터 처리 및 연결 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (V2X 센서) 차량 간 통신 및 차량과 인프라 간 연결을 통해 교통 상황, 도로 상태 등을 실시간으로 수집 및 공유하며 자율주행 차량의 예측 운행 및 교통 효율성 증대</li> <li>• (GNSS 센서) 글로벌 위치 데이터와의 통신을 통해 차량의 정확한 위치 및 경로 추적을 지원하는 센서로 내비게이션 및 정밀 지도 데이터 업데이트에 활용</li> </ul>
안전 및 긴급 상황 대응 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (충돌 회피 센서) 실시간으로 차량의 속도와 장애물 간 거리를 계산하여 긴급 제동 및 회피 경로를 제안하며 사고 예방 시스템의 핵심 기술로 활용</li> <li>• (자동 긴급 제동 시스템) 물체와의 충돌이 임박할 경우 즉각적으로 차량을 제동하여 충격을 최소화</li> </ul>

자료 : 2025 중소기업전략기술로드맵 보고서 자율주행차 부문

- 센서로부터 수집된 정보는 고성능 GPU 및 연상장치를 활용하여 대규모 데이터를 실시간으로 처리하여 경로계획, 물체 인식 및 제어 기능을 수행하고, AI 학습 서버를 기반으로 자율주행 데이터셋을 학습하여 딥러닝 기반 AI 모델을 개발하고 고도화함. 또한 자율주행 기록을 위해 자율주행으로부터 데이터를 저장·분석하여 인공지능을 개선하거나, EDR((Event Data Record), DSSAD(Data Storage System for Automated Driving)와 같이 주행이력 및 사고이력 분석을 위한 정보를 저장하는 등 다양한 기능의 하드웨어가 존재함
- 주행을 위한 센서 및 데이터 처리·분석 장비뿐만 아니라 자율주행 기능을 시험하기 위한 시뮬레이션 및 테스트 장비가 있으며 이러한 시험장비를 통해 자율주행 성능을 검증하고, 시뮬레이터와 자율주행 실주행 데이터를 융합하여 기술을 더 고도화하고 있음
  - 자율주행 시뮬레이터는 가상 환경에서 다양한 주행 상황을 재현하여 자율주행의 성능 및 안전성을 검증하는 기술로서, 디지털 트윈 기술과 정보융합 기술과 연계하여 도로와 교통상황을 미리 예측하고 자율주행 시스템을 최적화하여 안전하고 효율성을 높일 수 있음
  - 자율주행 소프트웨어와 실제 하드웨어 간의 상호작용을 점검하고 자율주행 기능을 테스트하기 위해 SILS, HILS, VILS(Software/Hardware/Vehicle in the Loop) 시뮬레이션 검증을 진행함
  - 도로 주행 테스트를 위해 테스트 트랙에서 실제 주행 환경을 모사하여 차량 센서, 제어 및 반응 속도 등 주행성 검증 가능

### 1.3.2 국내외 동향

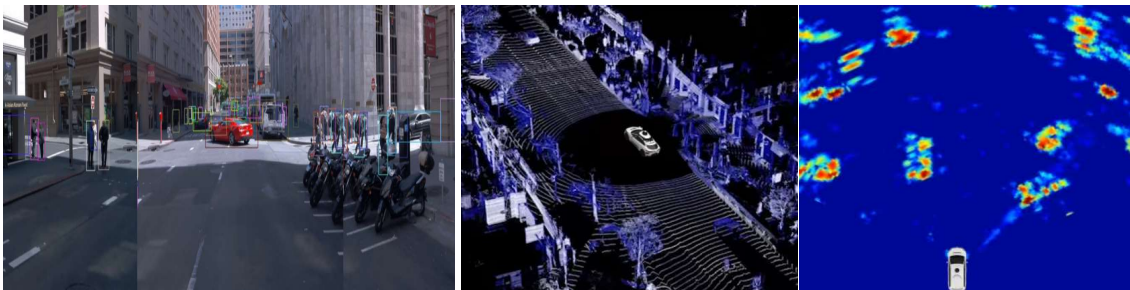
- 최근 자율주행 기술 개발을 위한 HPC 및 GPU 등 고성능 컴퓨팅 장비의 수요가 급격히 증가하고 있어 NVIDIA, AMD, 인텔과 같은 글로벌 기업들이 자율주행 개발을 위한 AI 및 최적화 솔루션을 제공하며 시장 점유율 확대에 많은 투자가 이뤄지고 있음
- 특히 자율주행 안전성 이슈와 더불어 자율주행 차량의 핵심인 라이다, 레이더, 카메라 등 센서를 기반으로 한 시뮬레이션 테스트 장비가 중요해지고 있으며, 가상환경을 기반으로 3D 맵핑 기술과 디지털 트윈을 기반의 자율주행 성능 및 안전성 판단 검증 기술이 발전하고 있음
  - 지멘스, 모라이 등 국내외 주요 기업들이 디지털 트윈 기술을 통합하여 센서 데이터의 정밀도를 높이고 비용 효율성을 개선하는 기술을 개발 중임
- 자율주행 하드웨어 기술은 고성능 센서 기술이 발전함에 따라 복잡한 도심 환경에서 자율주행을 위한 연산성능과 정밀도를 높이고 내구성을 높이는 방향으로 개발되고 있으며, 실시간 데이터 처리를 위한 GPU 기반의 컴퓨팅 장치의 활용이 증가하는 추세임. 더하여 엣지 컴퓨팅을 활용하여 차량의 외부 데이터 전송을 최소화함으로써 통신 지연과 네트워크 의존도를 줄이는 등 차량 자체의 데이터 처리 능력은 더욱더 중요해질 전망이다

## 가. 미국

### ① 웨이모(Waymo)

- 미국 웨이모는 최근 6세대 Waymo Driver를 발표하였으며, 이전에 카메라 29개, 라이더 5개로 많은 센서에 의존하여 비판을 받았던 5세대와 비교하여 최근 발표된 6세대에서는 높은 성능 개선을 이루었음. 6세대 Waymo Driver 센서 시스템은 카메라 13개, 라이더 4개, 레이더 6개, 외부 오디오 수신기(EAR)을 포함하며 더 낮은 비용으로 더 높은 성능을 위해 최적화됨

- 6세대 센서시스템은 낮과 밤, 다양한 기상 조건에서 최대 500m 떨어진 곳에서 겹치는 360도 시야를 제공하며, 다양한 도로 조건에서 통합 하드웨어를 통해 완전 자율주행을 목표로 실제 주행 및 시뮬레이션을 실시하여 하드웨어를 테스트하고 검증하고 있음



<그림 4-9> 웨이모 센서시스템(카메라, 라이더, 레이더)

- 웨이모는 차량 하드웨어를 통합하기 위해 현대자동차의 전기차 모델인 '아이오닉5'의 자사의 6세대 시스템을 적용하여 로보택시 서비스를 제공하고 있으며, '24년 8월에는 지리자동차와 함께 '지리 지커' 전기차 SUV에 통합하여 자율주행에 최적화된 하드웨어를 개발하고 있음

- 차량 안전성 향상을 위해 웨이모의 로보택시는 충돌 감지 및 회피 시스템, 보조 조향 구동 모터, 보조 제동 시스템 등 여러 백업 시스템을 갖추고 있으며, 차량 내 자율주행 소프트웨어와 구동을 위한 하드웨어 간 긴밀한 연계를 통해 안정적인 자율주행을 지원함

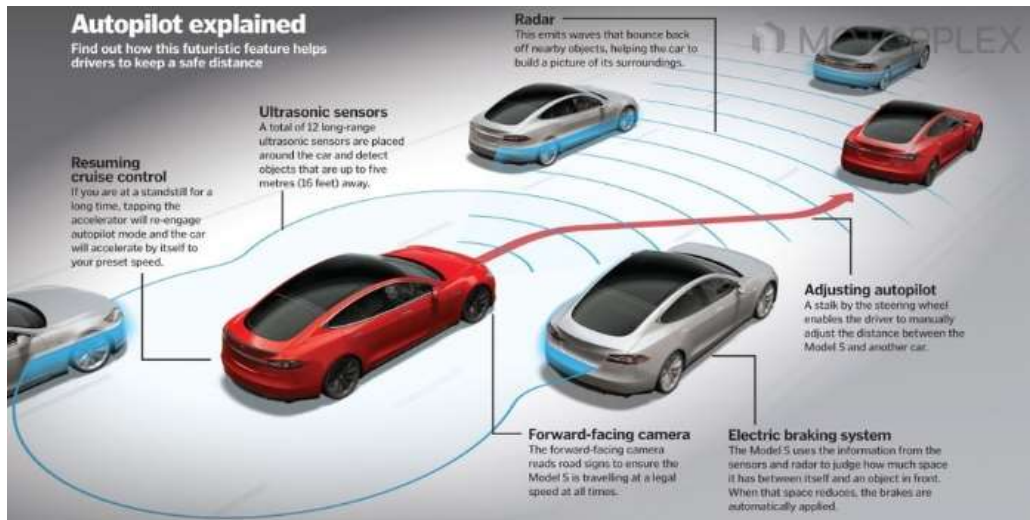
### ② 테슬라(Tesla)

- 테슬라는 자율주행 시스템의 핵심인 완전자율주행(FSD) 칩을 자체 생산하여 기술자립화 및 글로벌 경쟁력을 강화하고 있으며 글로벌 반도체 기업들과 협력하여 상용화를 위한 기반을 마련하고 있음

- 국내 반도체 선도기업인 삼성전자와 함께 자체 설계하여 사용하였으며, '25년 중국시장 진출과 함께 대만 TSMC로 전환하였음

- 테슬라는 '23년 모델 S와 Y에 HW4 카메라를 도입하여 더 높은 성능의 센싱시스템을 구축하였고 AI 데이터 처리속도 향상을 통해 자율주행 성능 고도화를 추진하고 있음. 26년 HW5를 출시하여 보다 더 강력한 기능을 수행하는 하드웨어 시스템을 구축할 계획임

- 이전에 발표한 FSD v12에서 사용된 HW3 카메라가 제공하는 낮은 해상도와 낮은 화면 주사율에 맞춰 낮은 프레임 속도에서 자율주행이 처리되었으나, 최근 HW4 카메라가 도입되며 더 높은 해상도와 초당 36프레임으로 이미지 품질을 향상시키고 정확도를 더욱 높임
- 삼성전자와 함께 개발한 시스템 온 칩(SoC)은 HW3보다 컴퓨팅 성능이 3~8배 증가하였으며, 초당 13억 픽셀 데이터 처리로 인해 촬영과 분석이 거의 같이 이루어짐에 따라 사람이 눈으로 보고 반응하는 것과 같은 효과를 낼 수 있다고 함



<그림 4-10> 테슬라 FSD 오토 파일럿

③ 벨로다인 라이다(Velodyne Lidar)와 루미나(Luminar Technologies)

- 미국 라이다 기술을 선도하는 벨로다인 라이다는 고해상도 3D 라이다 센서 개발에 주력하고 있으며 최근 소형화된 고성능 라이다 센서 '벨라레이(Velarray) H800'를 출시하여 자율주행차 및 ADAS 시스템에 적용하고 있음. 현재 저가형 라이다 센서 '벨라비트(Velabit)' 양산을 시작하여 다양한 차량 플랫폼에 적용이며, 로봇, 스마트시티 등 자동차 외 시장에서도 성장 기회를 모색하여 라이다 가격을 100달러까지 낮추는 것을 목표로 하고 있음
- 루미나는 장거리 라이다 센서 개발에 특화된 기업으로, 자율주행차 안전성을 높이기 위해 개발을 진행하고 있으며 볼보와의 협업을 통해 차세대 전기차에 라이다 센서 'Iris'를 통합하여 상용화 추진하고 있음. 이외에도 콰너지 시스템즈(Quanergy Systems)의 OPA 기술 기반의 3D 라이다 시스템 등을 통한 충돌 회피 및 스마트 탐색 솔루션이 있음

## 나. 유럽

### ① BMW Group

- BMW는 Lv.4 자율주행을 목표로 고속도로 중심의 고도화된 자율주행 기능을 개발중이며 운전가 주도의 제어 중심을 유지하면서도 고속도로 기반의 조건부 자율주행(Lv.3)에서 Lv.4까지 확장을 목표로 하고 있음. 현재는 최신 BMW7 시리즈 및 i7 전기차에 조건부 Lv.3 자율주행 기능이 적용되어 상용화 중
  - BMW는 자율주행 기술의 안정성과 정밀도를 확보하기 위해 센서 융합 전략을 기반으로 차량 센서를 탑재하고 있음. 환경검지 센서로 보쉬와 컨티넨탈의 레이더, 카메라, 초음파 센서를 탑재하였고 라이다는 이스라엘의 스타트업인 이노비즈의 제품을 채택하여 사용화 중이며, NVIDIA의 Drive Orin SoC 기반 자율주행 컴퓨팅 칩을 활용하여 차량을 제작함

### ② 메르세데스-벤츠(Mercedes-Benz)

- 메르세데스-벤츠는 세계 최초로 SAE Lv.3 자율주행을 독일 및 미국에서 인증받았으며, 자율주행 시스템인 '드라이브 파일럿(Drive Pilot)'을 S-Class, EQE, EQS 등에 적용하여 상용화 판매 중
  - 벤츠는 정밀 GPS와 고정밀지도와 연계하여 멀티센서 아키텍처를 구축, 레이더, 라이다, 360° 카메라와 초음파 센서를 활용하여 자율주행 시 주변 환경을 인식하여 안정적인 주행성능을 구현하며, NVIDIA와 협력하여 중앙집중식 고성능 ECU를 사용하고 있음

### ③ 폭스바겐(Volkswagen Group)

- 폭스바겐 그룹의 아우디는 과거 A8 모델에 Lv.3 자율주행 기술을 도입하려했으나, 규제 및 기술 보완으로 일부 기능을 보류하였음. 현재는 자사 그룹 내 소프트웨어 전담조직인 CARIAD를 통해 2026년 Lv.4 자율주행을 목표로 연구개발 중
  - 폭스바겐은 차세대 전기차 플랫폼인 'SSP(Scalable Systems Platform)'을 기반으로 표준화하고 있으며 보쉬와 컨티넨탈의 레이더, 발레오와 ZF의 고해상도 카메라, 루미나 및 이노비즈의 라이다 등 센서와 IMU와 GNSS의 지도연계 통합 하드웨어 시스템을 구축하고 있음
- 폭스바겐 그룹은 A7, e-tron, Q6 e-tron 등을 자율주행 테스트 차량으로 개조하여 독일, 미국, 중국 등 고속도로 및 도심 환경에서 실증하고 있으며, '25년 스티어링 휠 조작을 통해 운전자 제어권을 전환할 수 있는 Lv.4 자율주행 시스템인 E<sup>3</sup> 2.0을 공개할 계획임. '26년에는 폭스바겐 하드웨어와 소프트웨어가 통합된 SSP를 기반으로 하는 전기차를 출시하기 위해 검지센서, 통합형 ECU, IMU 등 고도화된 자율주행 하드웨어와 연계한 통합 시스템을 공개할 계획임

## ④ 볼보(Volvo Cars)

- 볼보는 `21년 볼보의 자회사 젠스액트(Zenseact)와 라이다 전문기업인 루미나가 공동 개발한 자율주행 기술 '라이드 파일러(Ride Pilot)'를 공개하였으며 전기차 SUV 모델에 루미나의 첨단 센서 'IRIS 라이다'를 포함하여 5개의 레이더, 8개의 카메라, 16개의 초음파 센서로 구성된 루미나의 센싱 시스템을 탑재함. 현재 스웨덴에서 주행 기능을 검증하고 있으며, 미국 캘리포니아로 확대할 계획임
- 그 외 유럽의 자율주행차 하드웨어를 개발하는 핵심기업은 다음과 같음

&lt;표 4-9&gt; 유럽 자율주행 센서 및 하드웨어 개발 기업 현황

구분	주요내용
ST마이크로일렉트로닉스 (STMicroelectronics)	• 유럽 최대 종합반도체기업인 ST마이크로일렉트로닉스는 자동차와 인공지능 분야에 초점을 맞춘 신제품을 출시하며 사업 방향을 전환하여 자율주행 기술의 핵심인 센서와 프로세서 개발에 주력하고 있음
로버트 보쉬 GmbH (Robert Bosch GmbH)	• 보쉬는 자율주행을 위한 다양한 센서(레이더, LiDAR 등)와 시스템을 개발하고 있으며 특히, 자율주행 차량의 안전성과 효율성을 높이기 위한 첨단 운전자 지원 시스템(ADAS)을 제공
콘티넨탈 AG (Continental AG)	• 콘티넨탈은 자율주행을 위한 레이더, 카메라, LiDAR 등 다양한 센서를 개발하고 있으며, 이를 활용한 자율주행 시스템 통합에 주력함. 또한, 인공지능 기반의 운전자 지원 시스템 개발에도 투자 중
발레오 (Valeo)	• LiDAR 기술 선도: 발레오는 자율주행 차량의 '눈' 역할을 하는 LiDAR 센서 기술에서 선두주자로, 고해상도 3D 이미지를 제공하는 LiDAR 시스템을 개발하여 다양한 자동차 제조사에 공급 중
인피니언 테크놀로지스 (Infineon Technologies)	• 인피니언은 자율주행 차량의 전자제어 유닛(ECU), 센서, 전력 관리 시스템 등에 사용되는 반도체 솔루션을 개발하고 있으며, 특히 전기차 및 자율주행차의 효율성과 안전성을 높이기 위한 기술 개발에 집중

## 다. 일본

### ① 토요타 자동차(Toyota Motor Corporation)

- '토요타'는 '모두를 위한 모빌리티'라는 비전을 제시하며, 안전성과 편의성을 동시에 추구하며 이를 위해 두 가지 전략을 내세움. 이를 위한 전략으로 완전자율주행을 목표로 하는 '쇼퍼(Chauffeur)' 프로젝트와 운전자 주행을 보조하여 안정성을 높이는 '가디언(Guardian)' 프로젝트를 추진하고 있음
  - 쇼퍼 프로젝트는 'Geo-fence' 안에서 Lv.4~5 완전자율주행을 통해 운전자를 완전히 대체하는 것을 목표로 하며, 이를 위해 고정밀 센서 기반 센서융합 시스템과 고정밀지도와의 융합, GPU 기반 ECU 개발 및 고성능 연산 하드웨어, 자율주행 최적 AI 칩, 듀얼 제어 등 연구 추진 중
  - 가디언 프로젝트는 기계가 보조자로서 위험을 선제적으로 감지하고 개입하는 형태로 운전자의 안전을 보장하는 공존형 자율주행 시스템임. 이를 위해 전방 감지용 카메라와 레이더를 조합하고 사각지대를 보완하는 등 ADAS를 고도화하고, 차량 제어 시스템의 신속한 신호 전달을 통한 고속제어, 운전자 졸음 등 운전자 상태를 감지하는 카메라 기반 인식기술 개발 등 연구 추진 중
- 도요타는 '18년 CES2018에서 'e-Palette' 콘셉트카를 최초 공개하였으며 '20년에 올림픽 기간 동안 시범 운행되었으나 보행자 접촉사고가 발생하는 등 안전성 문제가 제기됨. 이후 e-Palette는 다양한 서비스 시나리오를 검증하고 안전성을 높이기 위해 실증 실험이 진행 중이며, 최근 CES2025에서 발표한 미래형 도시 '우븐 시티(Woven City)' 1단계 준공 소식과 함께 주거 공간에 자율주행 전동화 이동 플랫폼인 e-Palette를 적용하겠다고 밝힘



<그림 4-11> e-Palette 시스템과 차량

- 도요타는 자율주행 기술개발을 가속화하기 위해 NVIDIA와 고성능 AI 컴퓨팅 플랫폼 개발을 위해 협력하고 있으며, 자동차 부품회사인 '덴소(DENSO)'와 협력하여 자율주행에 필요한 센서 및 전자 부품을 공동 개발하고 있음

② **혼다 자동차(Honda Motor Co., Ltd)**

- 혼다는 2030년까지 Lv.4 자율주행 기술 상용화를 목표로 안전성과 신뢰성을 최우선으로 고려한 기술개발을 진행 중. 2021년 Lv.3 자율주행 기능을 갖춘 ‘트래픽 잼 파일럿(Traffic Jam Pilot)’을 탑재한 혼다 ‘레전드(Legend)’를 출시하였으며, 현재 완전자율주행을 목표로 AI, 센서시스템, 고성능 컴퓨팅 플랫폼 등 첨단기술을 활용하여 기술개발을 하고 있음
  - 트래픽 잼 파일럿은 일본국토교통성이 인증한 일본 내 최초의 Lv3. 자율주행 시스템으로 2개의 카메라 센서, 5개의 레이더 센서, 5개의 라이다 센서를 장착하여 고속도로 정체 구간(시속 50km 미만)에서 자율주행 기능이 적용되어 센서 검지장치와 GNSS 기반 고정밀 지도 정보를 활용하여 도로를 주행함
  - 혼다는 2025년까지 특정 조건에서 Lv.4 수준의 자율주행 차량 상용화를 목표로 하고 있으며, 이를 위해 도시 내 셔틀 서비스, 고속도로 자율주행 등 기술개발을 추진 중
- 혼다는 자율주행을 위해 다양한 하드웨어를 개발·통합하고 있음. 자율주행 센서시스템은 라이다, 카메라, 레이더를 조합하여 360° 주변 환경을 인식, 통합 검지하며, 센서로부터 획득한 데이터를 실시간으로 처리하기 위해 고성능 프로세서 및 전용 ECU를 개발하여 안정적이고 신속한 주행제어를 가능하고자 함. 통신으로는 5G 기반 V2X통신 모듈을 개발 중
- 현재 Lv.4 자율주행 기술을 개발하기 위해 GM과 전략적 제휴를 통해 자율주행차와 모빌리티 서비스 분야에서 공동으로 기술개발을 추진하고, GM 크루즈와 협력하여 공동테스트를 진행 중임. 하드웨어 분야에서 ‘히타치(Hitachi)’와 ‘보쉬(Bosch)’의 전자부품 개발 능력을 활용하여 고성능 센서와 차량 제어, 전장 부품을 공동으로 개발하고 있음
  - 혼다는 2026년 초 일본에서 로보택시 서비스를 출시할 계획이었으나 GM이 로보택시 투자를 중단함에 따라 해당 계획을 검토 중임



&lt;그림 4-12&gt; e-Patette 시스템과 차량

○ 그 외 자율주행차 하드웨어를 개발하는 기업은 다음과 같음

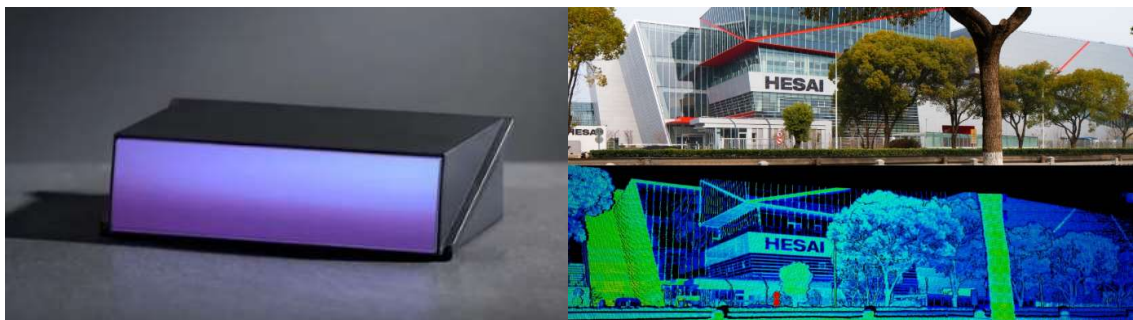
<표 4-10> 일본 자율주행 센서 및 하드웨어 개발 기업 현황

구분	주요내용
덴소 (Denso)	• 도요타 그룹 계열사로 자동차 부품 및 시스템 분야에서 세계적인 선두주자이며 센서, 레이더, 라이다 등 자율주행에 필요한 핵심 부품을 개발 중
히타치 (Hitachi Automotive Systems)	• 히타치 그룹의 자동차 부품 부문으로, 전자제어시스템 및 전동화 부품을 전문으로하며 자율주행을 위한 ECU, 센서, 제어 시스템 등을 개발 중
파나소닉 (Panasonic)	• 전자제품 및 솔루션 분야 글로벌 리더로, 자동차 전장 부품에 주력하고 있으며, 자율주행차에 탑재하는 카메라, 센서, 배터리 등 핵심부품을 공급하고 있음
소니 (Sony Corporation)	• 이미징 및 센서 기술 분야에서 세계적인 기술력을 보유한 기업으로 자율주행차에 적용하기 위한 고성능 이미지 센서와 라이다 기술을 개발 중
후지쯔 (Fujitsu Limited)	• ICT분야 선두주자로 자동차용 컴퓨팅 솔루션을 개발하며 자율주행에 탑재되는 AI프로세서 및 통신시스템을 개발 중
미쓰비시 일렉트릭 (Mitsubishi Electric)	• 전자 및 전기 제품 분야 글로벌 기업으로 자동차 전장 부품을 공급하며, 자율주행을 위한 레이더, 카메라 ECU 등을 개발 중
아이신 세이키 (Aisin Seiki)	• 도요타 그룹 계열사로 자동차 부품 및 시스템을 전문으로 하며, 자율주행차 제동 및 조향 시스템을 개발
지엠피 (ZMP)	• 자율주행 기술 개발을 전문으로하는 벤처기업으로, 자율주행 플랫폼 및 로봇 기술을 개발, 택시, 견인차 등 자율주행차와 로봇 등 개발 중

## 라. 중국

## ① 허세이 테크놀로지(Hesai Technology)

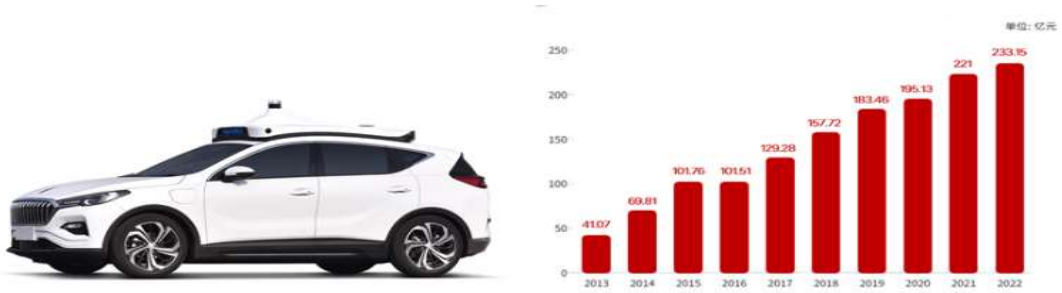
- 중국의 허세이 테크놀로지는 자율주행차용 라이다 센서를 공급하는 기업으로 자율주행차, 로봇릭스 등 자율주행 모빌리티 분야에 2021년 기준 세계 시장 점유율 60%의 1위를 달성, '22년에는 라이다 시장의 47%를 차지하는 등 높은 기술을 보유한 기업임. 허세이는 반도체를 자체 개발·생산할 수 있는 능력을 보유하고 있으며 최근 라이다 'AT512' 모델을 제공하여 시스템 복잡성을 줄이고 낮은 비용으로 제품을 제공하고 있음
  - 허세이의 라이다 기술은 중국 전기차 기업 리샹, 로봇택시 기업 오토엑스·위라이드, 포니닷컴에이아이, 인공지능 기업 바이두, 미국 자율주행 기업 오로라 등 많은 자율주행 관련 기업들이 해당 기업의 제품을 탑재하고 있으며, 2025년 AT 시리즈의 최신형 라이다 제품가격을 현재 수준의 절반인 200달러 아래로 내릴 예정으로 발표함에 따라 허세이 라이다 시장은 더욱 커질 전망이다
  - '25년에는 메르세데스-벤츠와 협력하여 라이다 센서를 납품할 계획이며 이는 중국산 라이다 기술이 외국 제조자에 적용되는 최초의 사례로서 자율주행 센서 분야에 선두를 달리고 있음




<그림 4-14> 중국 허세이 라이다 AT512 모델

## ② 바이두(Baidu)

- 중국 바이두는 '21년 3월 중국 지리자동차와 손잡고 자율주행 제조 회사 '지두 자동차'를 설립하여 자율주행 소프트웨어 개발을 넘어 제조 영역에도 본격적인 투자를 시작하였음. 단순한 이동수단에 불과한 자동차를 로봇으로 탈바꿈하겠다는 목표로 '22년 6월 '지두 로보-01'을 공개하였으나, 기업 내 문제로 바이두의 지분을 줄이고 지리 자동차의 지분증가, 자동차 사명의 변경(지위에) 등 바이두 역할이 대주주에서 파트너로 전략함
- '21년에는 5세대 자율주행차 '아폴로문(Apollo Moon)'과 로봇택시 유료서비스 '뤄보콰이파오'를 공개하였으며, '22년 중국 충칭, 우한 등에서 로봇택시 서비스 사업 운영권을 획득, 6세대 자율주행차 'RT6'를 투입하여 현재 중국 내 11개 도시에서 자율주행 로봇택시 서비스를 운영 중에 있음
- 로봇택시 운영에 활용되는 'RT6'는 8개의 라이다, 12개의 카메라와 18개의 레이더로 구성되어 있으며 초당 1,200테라 연산이 가능한 듀얼 컴퓨팅을 탑재하여 완전 자율주행이 가능한 차량을 테스트 중



<그림 4-15> 중국 바이두 로보택시 및 연구개발 투자 현황

라이다(LiDAR)	카메라	특 성 필요에 따라 핸들 탈부착 가능
8개	12개	
레이더	컴퓨팅	
18개 (밀리미터파 6개 + 초음파 12개)	1,200TOPS(소당 테라 연산)의 성능 듀얼 컴퓨팅	

<그림 4-16> 중국 바이두 로보택시 'RT6' 기술 구성

<표 4-11> 바이두 자율주행 개발 경과

2013	<b>자율주행차 프로젝트 착수</b> - '14년 미국 실리콘밸리에 바이두 AI 연구소 설립
2016	<b>자율주행차 도로 시험 면허 획득</b> - 미국 캘리포니아주 세계 15번째 자율주행 도로 테스트 허가
2017	<b>상하이 모터쇼 프로젝트 Apollo 계획 발표</b> - '18년 포드, 혼다, BMW 등 글로벌 자동차 회사와 파트너십 체결하고 세계 최초 Lv.4 양산형 자율주행 버스 개발
2021	<b>공용 자율주행 서비스 실시</b> - 5세대 자율주행차 아폴로문 출시, 자율주행 여행 서비스 플랫폼 '뤄보과이파이오' 출시
2022	<b>중국 최초 Lv.4 자율주행 로보택시 서비스 제공 시작</b> - 충칭, 우한 등에서 Lv.4 완전자율주행차 사업 운영권 취득 및 아폴로 'RT6' 발표
2023	<b>200대의 완전 무인 로보택시 추가 가동</b>

자료 : <https://ieic.kdi.re.kr/publish/reviewView.do?ridx=17&idx=179&fcode=000020003600003>

## ○ 중국 자율주행차 하드웨어를 개발하는 핵심기업들의 동향은 다음과 같음

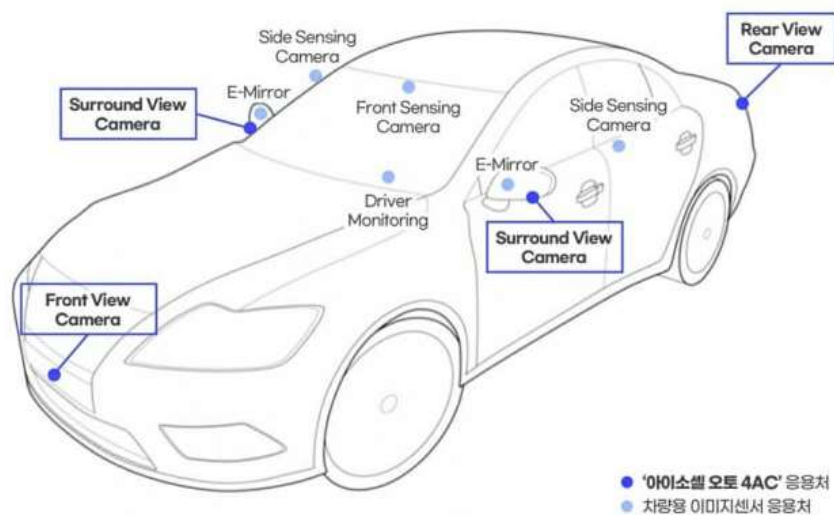
&lt;표 4-12&gt; 중국 자율주행 센서 및 하드웨어 개발 기업 현황

구분	주요내용
비야디 (BYD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BYD는 자율주행 반도체 내재화를 위해 1000억 위안을 투자할 계획이며 프리미엄 브랜드 팡청바오의 대형 SUV 레오파드8에 자체 개발한 'BYD 9000 스마트 콕핏칩'을 장착함</li> <li>• BYD 자회사인 BYD Semiconductor는 전기차 인버터에 사용되는 반도체 등을 개발 기업으로 마이크로 컨트롤러, 게이트 드라이버 IC, 다양한 센서 등 차량 어플리케이션 부품을 개발하여 자율주행 시스템 부품을 제공</li> </ul>
상하이 자동차 (SAIC Motor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상하이자동차그룹은 화웨이와 전략적 파트너십을 맺고 경쟁력 있는 스마트 전기차 개발을 추진하고 있으며, 제조, 공급망 관리, 판매 서비스 등을 포함하여 중국 자동차 산업 지능화 시대에 앞서 나가고자 전략 파트너십을 맺음</li> </ul>
지리 자동차 (Geely)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지리자동차는 자회사인 후베이코어테크놀로지를 통해 자체 개발한 각핏용 SoC를 실용화하여 '23년 9월 신형 SUV08에 SoC 2종을 탑재하였으며, '25년까지 Lv.4~5 자율주행을 위한 5나노 공정의 차량용 SoC를 개발할 계획</li> </ul>
샤오핑 자동차 (XPeng)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 샤오핑 자동차는 엔비디아 오린 X 칩 3개에 맞먹는 AI 연산능력을 갖춘 40코어 프로세서 '튜링 AI 칩'을 개발하여, '24년 11월 공개함</li> </ul>
화웨이 (Huawei)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화웨이는 상하이자동차, 장안자동차, 광저우 자동차, 등 중국 자동차 제조사들과 협력하여 전기차를 개발하며, 자체 개발한 반도체 '어센드(Ascend) 910C'를 개발하였으며, 중국 자율주행 시장 내 생산되는 자동차에 해당 제품을 탑재할 계획임</li> </ul>

마. 한국

① 삼성전자

- 국내 대표적인 자동차 제조사인 현대자동차와 기아는 자율주행 기술개발 및 상용화에 주력하고 있으며, KAIST와 함께 고도화된 자율주행차에 쓰일 라이다 센서를 개발하기 위해 대전 KAIASST 본원에 현대자동차그룹-KAIST 온칩 라이다(On-Chip LiDAR) 공동연구실을 설립한다고 발표함('24.02.)
  - 온칩 센서는 반도체 기술을 이용해 다양한 기능을 추가한 것으로, 라이다를 기존보다 소형화할 수 있으며 반도체 공정을 이용한 대량생산으로 가격 경쟁력을 확보할 수 있음. 또한 기존 대비 신호 잡음이 적고 사물과의 상대속도 산출 및 태양광 등 외부 광원관섭을 배제할 수 있어 악천후 환경에서 유리한 센서 기술임
- 삼성전자는 모바일 이미지센서 시장에 선두를 달리는 기업으로, 차량용 이미지센서 시장은 후발주제에 속하나, 자율주행 시장이 빠르게 성장하는 가운데 자율주행 이미지센서 개발에 박차를 가하고 있음. 2023년 오토센스 전시회에서 차량용 이미지센서 '아이소셀 오토4AC'를 주력으로 선보였으며, 향후 차량용 이미지센서를 양산하여 완성차 업체들에 공급하여 2027년까지 파운드리 사업에서 모바일 외 제품군의 매출 비중을 50%이상 높일 목표로 개발 추진중
  - 아이소셀 오토4AC는 서라운드 뷰 모니터와 후방 카메라에 탑재되어 운전자에게 도로 상황을 선명하게 보여줄 수 있으며, 최대 290만 화소를 지원하고 최첨단 '코너픽셀(CornerPixel)' 기술을 적용하여 극한 환경에서도 정확한 도로 주행 정보를 제공할 수 있음



<그림 4-17> 삼성전자 차량용 이미지센서 응용처

② 현대자동차 그룹

- 현대자동차는 `19년 미국 자율주행 기술 기업 ‘애티브(Aptiv)’와 합작법인인 ‘모셔널(Motional)’을 설립하여 Lv.4, 5 완전자율주행 수준의 플랫폼 기술개발과 함께 자율주행 인식을 위한 멀티 센서 융합 구조를 채택하고 있으며 각 센서의 하드웨어 성능 향상 및 기능적 중복성 확보에 집중하고 있음
- Lv.4 수준의 자율주행 로보택시를 아이오닉5 기반의 전기차로 개발하고 있으며 카메라, 라이다 등 30여 개의 센서를 탑재하여 360° 전방위를 실시간 인식하여 최대 300m 거리의 도로 상황까지 감지할 수 있는 자율주행차를 제작, 검증하고 있음
  - Lv.4 자율주행을 위한 인식 시스템으로 KAIST와 공동 개발한 온칩 라이다를 활용하고 현대모비스와 콘티넨탈의 레이더, 스트라드비전의 카메라 등 주요 센서개발 업체와 협력을 유지하고 있음
  - 아이오닉5 기반의 로보택시를 개발하기 위해 자율주행 전용 샤시 구조를 설계, 전기차 특성에 맞는 배선/연산 유닛 배치, 전/후방 충격 센서 보호를 위한 충돌분산 설계 등 구조적 최적화를 이루었고 ‘XP2’ 프로젝트를 통해 `27년 모든 차량에 자율주행 소프트웨어와 하드웨어를 통합한 SDV 플랫폼 적용을 목표로 연구개발 추진 중
- 현대자동차는 센서, 컴퓨팅, 샤시, 플랫폼 등 전방위적 하드웨어 통합을 추진하고 있으며 NVIDIA 및 글로벌 센서기업과 협력하여 고신뢰성, 고처리성 자율주행 하드웨어 아키텍처를 구축하고 있어 향후 Lv.4 자율주행 기술확보와 실도로 실증을 통해 상용화할 예정임



<그림 4-18> 현대 아이오닉5 로보택시와 현대자동차 그룹의 SDV 개발방식  
 자료 : 소프트웨어로 달리는 자동차, 완성차 업계가 꿈꾸는 미래, 삼성KPMG(`24.5월)

③ 에스오에스랩(SOSLAB)과 뷰런테크놀로지(VUERON Technology)의 라이다 센서

○ 에스오에스랩과 뷰런테크놀로지는 국내 대표 라이다(LiDAR) 기업으로 최근 CES 2025에서 라이다 기반 자율주행 솔루션 고도화를 위한 MOU를 체결하였음('25.01.).

- 에스오에스랩은 하드웨어뿐만 아니라 소프트웨어 내재화한 통합 솔루션을 제공하며, 모빌리티용 3D 고정형 라이다 'ML'과 2D 라이다 'GL' 기술을 기반으로 로보틱스, 자율주행, 인프라 및 스마트시티 등 여러 분야에 활용하고 있음. 라이다 센서 ML은 3차원 객체 공간정보를 제공하며 최대 160도 화각, 최대 200m의 감지 범위를 가지며 악천후 조건에서 정확한 거리 측정이 가능함
- 뷰런테크놀로지는 라이다 솔루션 전문기업으로 세계 최초 라이다만을 이용한 자율주행 면허를 취득하였으며, 경부고속도로 실주행 경험을 통해 자율주행 기술 안전성을 입증한 기업임. 뷰런테크놀로지는 라이다 솔루션 'VueX'와 라이다 기술로 360도 탐지영역 내 자율주행 기술을 구현하며, 자율주행차, 트럭, 인파감지 등 다양한 영역에서 활용됨



<그림 4-19> 뷰런테크놀로지 솔루션 Vueron

- 국내 주요 기업들은 고해상도 이미지 센서, 라이다, 레이더 및 초음파 센서 기술을 중심으로 자율주행차 인지 정확도 향상 및 통합 센서 시스템 개발에 주력하고 있으며, 차량 간 통신 및 주행 효율성을 강화하고 있음

<표 4-13> 국내 자율주행 센서 및 하드웨어 개발 현황

구분	주요내용
삼성전자	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율주행차용 이미지 센서 및 레이더 기술 개발에 주력하고 있으며, 야간 및 저조도 환경에서 인식 능력을 향상시킨 고해상도 차량용 이미지 센서 'ISOCELL Auto 4AC' 출시</li> <li>자율주행차용 고성능 프로세서 '엑시노스 오토 V9'을 출시하였으며 프로세서는 AI 연산 능력을 강화하여 자율주행 시스템의 실시간 데이터 처리 능력을 향상시킴</li> </ul>
LG이노텍	<ul style="list-style-type: none"> <li>차량용 카메라 모듈 및 라이다 기술 개발에 집중하고 있으며, 초고해상도 차량용 카메라 모듈 개발로 자율주행차의 인지 정확도 향상시킴. 라이다 모듈의 소형화 및 경량화 기술 개발로 다양한 차량 모델에 적용 가능</li> </ul>
만도	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율주행을 위한 레이더 및 초음파 센서 기술 개발에 주력하고 있으며, 4D 이미징 레이더 개발로 자율주행차의 주변 환경 인식 능력 강화</li> <li>초음파 센서의 감지 범위 및 정확도 향상 기술 개발로 주차 보조 시스템 개선</li> </ul>
현대모비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율주행차용 통합 센서 시스템 개발에 집중, 라이다, 레이더, 카메라를 통합한 'M.Brain' 시스템 개발로 인지 정확도 향상시켰으며, AI 기반의 센서 데이터 처리 기술 개발로 자율주행 알고리즘의 효율성 증대</li> <li>최근 레벨 3 자율주행을 지원하는 'M.Brain' 운전자 모니터링 시스템을 개발하여 운전자의 생체 신호를 실시간으로 분석하여 졸음 운전이나 부주의한 상태를 감지하고 경고를 제공</li> <li>4D 이미징 레이더를 개발하여 기존 레이더 대비 해상도와 감지 범위를 대폭 향상시켜 이를 통해 보행자와 장애물의 정확한 인식이 가능해졌으며, 자율주행차의 안전성을 높임</li> </ul>
에스오에스랩	<ul style="list-style-type: none"> <li>솔리드 스테이트 라이다 센서 개발에 주력하는 기업으로 고해상도 라이다 센서 'ML' 시리즈를 출시하여 자율주행차의 인지 능력 향상시켰으며, 라이다 센서의 소형화 및 비용 절감을 통해 상용화 가능성을 높임</li> </ul>
스마트레이더시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>4D 이미징 레이더 기술을 보유한 차량용 레이더 전문 업체로 자율주행 레벨 3 구현을 위한 4D 이미징 레이더 개발로 고가의 라이다 센서를 대체할 수 있는 기술 확보함</li> </ul>

자료 : 2025 중소기업전략기술로드맵 보고서 자율주행차 부문

바. 소결

- 전세계적으로 자율주행 하드웨어는 정밀도·성능을 고도화하면서 센서 수를 줄이거나 소형화하여 효율성과 가격경쟁력을 확보하는 방향으로 발전 중임
- 자율주행에 필요한 센서를 융합하여 카메라, 라이다, 레이더 등 복합 사용이 기본화되어 있으며 차량 자체 연산능력을 향상 시키기 위해 엣지 컴퓨팅, AI 칩셋 내재화, 고속 GPU 기반 컴퓨팅 등이 핵심 하드웨어 요소로 자리잡고 있음
  - 센서의 융합과 고성능 연산으로 자율주행 환경인지정보를 실시간으로 자율주행 차량에 전달하여 안전한 주행이 가능하도록 개발 중

<표 4-14> 자율주행 하드웨어 분야 글로벌 전략

구분	주요내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 차량 자체에서 모든 정보를 처리하는 독립형 자율주행 아키텍처 중심으로 발전</li> <li>• 고정밀 카메라와 라이다, 레이더 기반의 센서융합을 통한 정밀도 향상 및 센서 수 감소 추세 (테슬라의 경우 비전 카메라 중심으로 개발)</li> <li>• 자체 FDS칩 제작 및 NVIDIA 등 주요 기업을 중심으로 고성능 GPU 플랫폼 개발</li> <li>• 대규모 시뮬레이션 및 클라우드 기반 검증시스템 개발</li> </ul>
유럽	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 자동차 제조사(BMW, 벤츠, 볼보 등) 간 협업을 통해 자율주행 하드웨어 기술 개발</li> <li>• 센서 정밀도 향상을 위한 투자 및 고성능 ECU 확보 추진 (안전등급평가 등 법규 기반)</li> <li>• 고정밀 라이다, 고해상도 카메라, 고속 ECU 통합 전략</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사람 중심의 공존형 자율주행을 지향하며 센서 중복성 및 오류 방지로 주행 안전성 확보</li> <li>• 운전자 보조 시스템 기반에서 완전자율주행 방향으로 점진적인 하드웨어 고도화 중</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정부의 적극적인 투자를 통해 부품의 국산화, 가격 경쟁력 확보 추진</li> <li>• 라이다 중심의 고정밀 인식 기술개발 및 차량용 AI 칩의 고도화·국산화</li> <li>• 차량 하드웨어의 기능 통합, 소형화 동시 추구</li> </ul>
한국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고정밀·고성능, 통합형 하드웨어 모듈화 추진. SDV 전환을 고려하여 모듈별 통합 및 유연성을 강화</li> <li>• 4D 이미징 레이더, 엣지AI ECU 및 고성능 라이다 기술을 개발하여 부품 경쟁력 확보 추진</li> </ul>

- 자율주행 하드웨어 분야의 세계적인 공통흐름은 다음과 같음
  - (센서, 컴퓨팅, 통신 융합화) 센서-컴퓨팅-통신 장치의 통합 아키텍처를 구성하여 단일 시스템이 아닌 융합화를 통해 자율주행 기능 고도화
  - (지능형 처리 시스템 고도화) AI학습 서버 내재화, 데이터 처리장치의 고도화 등을 통해 신속하고 정확한 정보처리 기술을 확보
  - (실주행 연계 검증체계 강화) 실도로 주행 기반 다양한 시나리오 구현하고 학습하여 자율주행차를 검증, 안전성과 정확성을 확보

## 1.4 자율주행 소프트웨어 부문

### 1.4.1 기술 개요

- 자율주행 인공지능 기술은 다양한 센서로부터 수집된 주변상황에 대한 정보를 통해 상황을 인지 (Perception)하고, 분석판단(Planing)하여 차량을 제어(Control)함으로써 인간의 개입 없이 안전하고 효율적으로 이동할 수 있도록 설계된 기술임
- 자율주행 인공지능 기술은 복잡하고 동적인 주행 환경에서 정확하고 신속한 판단을 해야하며, 동적·정적 객체 정보를 융합하여 주행 계획을 수립하며, 차량의 주행 안정성을 위해 속도, 방향, 가속도 등 차량 움직임 전체를 제어함
- 자율주행 인공지능 기술은 완전자율주행을 위해 안전성, 효율성, 법적 규제 대응을 위해 고도화된 기술개발이 필요하며, 강력한 머신러닝 및 강화학습 기반 알고리즘 개발이 필수적임. 현재 자율주행 기술 시장 확대로 글로벌 기술 경쟁이 심화되고 있는 가운데, 고도화된 알고리즘은 시장 선점을 위한 주요 원인이 되고 있음
- 최근 화웨이, 테슬라에서 개발한 자율주행 소프트웨어는 엔드 투 엔드(End-to-End) 신경망을 기반으로 하고 있는데, 엔드 투 엔드 방식은 복잡한 모듈형 구조가 아닌 단일 신경망 구조로 모듈에서 발생하는 상호작용 문제와 오류를 줄일 수 있는 장점이 있음. 또한 AI가 실제 주행 데이터를 바탕으로 최적화된 경로 학습을 하며, 각종 상황에서 대응 능력을 강화할 수 있는 기술임
  - 엔드 투 엔드 방식의 학습 모델은 방대하고 고품질의 데이터셋을 요구하며, 실시간 추론을 위한 GPU 또는 전용 AI 칩셋의 최적화가 필요함. 또한 해당 방식의 출력값이 어떻게 도출되었는가를 해석하기 위한 방법론 연구가 필요함



<그림 4-20> 기존 모듈형 제어방식과 엔드 투 엔드 방식

## 1.4.2 국내외 동향

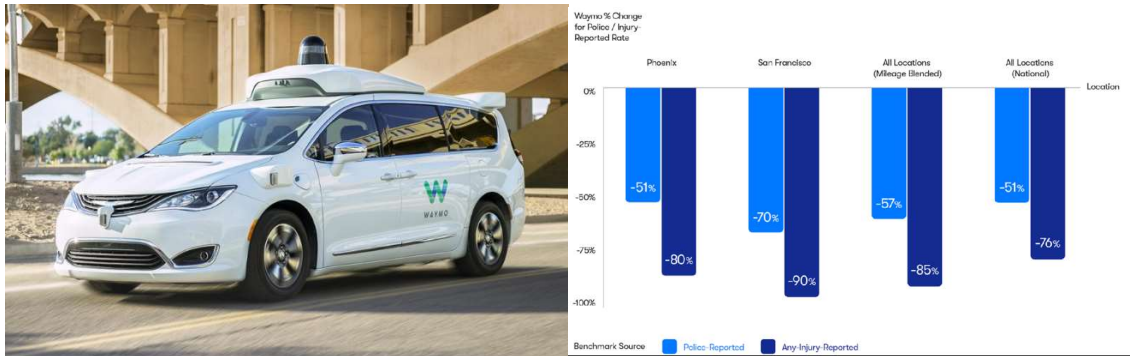
- 자율주행 인공지능 기술의 핵심은 환경을 인지하고, 예측 및 행동 모델링을 통해 판단 및 경로계획을 분석하는 것으로 해당 기술들이 급속히 발전하고 있음
  - (인지 기술의 고도화) 자율주행 인공지능의 핵심 기술인 환경 인지 알고리즘을 통해 객체를 정확히 검출하는 것이 매우 중요하며, 최근 AI, 라이다, 카메라 센서 등 센서 기술의 고도화로 다양한 날씨와 복잡한 도심 환경에서 높은 인식률을 가지며, 실시간 객체 인식으로 신속한 결정이 이루어지고 있음
  - (예측 및 행동 모델링 기술 고도화) 자율주행 차량은 주변 객체의 행동을 실시간으로 분석하고 해당 객체의 미래 경로를 예측해야하며, 이러한 예측 및 행동 모델링 기술이 지속적으로 개발되며 고도화 되고 있음. 강화학습을 통한 예측 모델 개발이 활발히 이루어지고 있으며, 지도 데이터와 연계한 정밀한 예측 알고리즘도 발전 중임. 최근 구글 웨이모에서는 시뮬레이션과 실제 데이터를 결합하여 예측 정확도를 95% 이상 높이는 기술을 구현함
  - (판단 및 경로계획 기술 최적화) 복잡한 교통 환경에서 최적 경로를 생성하고, 안전한 주행을 보장하는 알고리즘 개발이 가속화되고 있으며, 정밀지도 데이터와 연계하여 도심 내 복잡한 상황에서 신속한 경로 변경이 가능. 최근 NVIDIA의 'DriveWorks' 플랫폼은 실시간 경로 계산과 충돌 회피 기능을 고도화함
- 글로벌 자율주행 기술 시장은 2024년까지 연평균 15% 이상의 성장률을 기록하여 앞으로도 자율주행 인공지능 기술의 중요성이 더욱 커질 전망이며, 미국, 유럽, 중국 등 주요 국가에서 자율주행 인공지능 기술의 안정성 평가 기준을 강화함에 따라 기술의 안전성과 신뢰성을 강화하는 방향으로 기술이 개발되고 있으며, 학습을 위한 데이터셋 확보와 AI 모델의 정확도와 견고성을 높이는 방향으로 이어질 전망이다. 또한 차량 부품의 경량화와 자원의 효율성을 위해 AI 모델을 최적화하여 복잡한 연산을 효율화하고 실시간 처리를 통해 자율주행 기능을 고도화하고 있음
- 이러한 기술개발 흐름에 따라 인공지능 기술을 개발하는 주요 기업들은 자체 인공지능 기술 및 플랫폼을 개발하여 자율주행 분야를 선도하기 위해 다양한 노력을 기울이고 있음

### 가. 미국

#### ① 웨이모(Waymo)의 '웨이모 드라이버'

- 미국 웨이모는 최근 로보택시 서비스 상용화에 주력하고 있으며, 통합 자율주행 플랫폼인 '웨이모 드라이버(Waymo Driver)'를 개발하여 택시 서비스 등 자율주행 사업에 적용 중임. 6세대 웨이모 드라이버를 발표하여 강화된 센싱시스템을 기반으로 높은 해상도 및 계산 능력을 가지며, 악천후 상황에서도 신뢰성 있는 주행이 가능하도록 개발하였음. 현재 업계를 리드하는 자동차 부품 메이커인 발레오와 전략적 협력 및 투자 협약을 체결하여 Lv.4 로보택시를 위한 지능형 안전 솔루션 개발에 집중하고 있음

- '24년 12월 스위스 리의 최근 연구에 따르면 웨이모 웨이모 드라이버는 인간 운전자와 비교했을 때 재산 피해 청구가 88%, 신체 손상 청구는 92% 감소한 것으로 조사됨. 이는 2500만 마일 이상 완전자율주행한 사례를 분석한 결과로 웨이모 드라이버의 주행 안전성을 입증한 결과임
- 최근에는 현대자동차와 전략적 파트너십을 체결하여 웨이모 6세대 기술을 현대차 아이오닉5에 적용한 뒤 택시 서비스 '웨이모 원'에 투입하기로 결정함. 2025년 말부터 웨이모 드라이버가 탑재된 아이오닉5 초기 도로 주행 테스트를 진행하고, 수년 내 웨이모 원 서비스를 제공할 계획임



<그림 4-21> 웨이모의 택시서비스 '웨이모 원' 및 자율주행 사고 발생률

<표 4-15> 웨이모 자율주행 개발 경과

2009	구글 자율주행차 프로젝트 시작 - 운전자 없이 10마일의 10개 노선 자율 주행
2015	도로(public roads)에서 최초로 완전 자율주행차 운행
2016	Waymo 독립 회사로 분사
2018	'Waymo One' 애리조나 주 피닉스에서 출시 - Chrysler Pacifica Hybrid 미니밴을 통해 세계 최초의 상용 자율주행 서비스 시작
2022	샌프란시스코 서비스 확대, 공항 차량 호출 서비스 제공
2023	로스앤젤레스 완전 자율주행차 출시 준비 - 완전 전기화, Chrysler Pacifica Hybrid →Jaguar I-PACE로 전환

자료 : <https://eiec.kdi.re.kr/publish/reviewView.do?ridx=17&idx=179&fcode=000020003600003>

## ② 테슬라(Tesla)의 FSD 시스템

- 테슬라는 미국을 대표하는 전기차 제조사로 카메라 기반의 자율주행 알고리즘 개발에 주력하고 있으며 최근 FSD(Full Self-Driving) v13를 공개함. FSD v13은 자율주행을 위한 컴퓨터 용량을 5배 늘려 자율주행 처리 속도가 증가하고 복잡한 경로에서 더욱 부드러운 운행이 가능해졌으며, v12 이후 적용된 엔드 투 엔드 신경망 기능으로 인해 AI가 스스로 학습하여 자율주행이 이루어지고 있음
  - 테슬라는 엔드 투 엔드 엔드 투 엔드 방식을 활용하는 대표적인 기업으로서 엔드 투 엔드 방식을 통해 카메라와 AI를 활용하여 AI가 학습한 데이터를 기반으로 자율주행을 하며, 지역 데이터만 학습하여도 전 세계 어느 지역에서도 작동이 가능할 것으로 기대
  - 테슬라는 최근 중국 내 FSD 서비스를 지원하기 위해 많은 노력을 기울이고 있는데, 중국 시장의 차량 판매와 더불어 중국의 로드 데이터를 수집하기 위한 과정으로, 인구가 3천만명을 넘어가는 대도시에서 비포장길, 산길, 눈길 등 열악한 도로까지 극한 환경에서의 자율주행 학습을 통해 전 세계 어느 곳에서도 FSD를 적용할 수 있다는 전략임



<그림 4-16> 테슬라 자율주행 FSD 서비스

## ③ 엔비디아(NVIDIA), 인텔(Intel), 퀄컴(Qualcom)

- 엔비디아(NVIDIA)는 GPU, AI 분야에 뛰어난 기술력을 바탕으로 자율주행 종합 솔루션을 제공하고 있으며, 자율주행기술 구현에 필요한 시스템 소프트웨어, 클라우드 데이터 센터, 시뮬레이션 플랫폼 등 하드웨어 및 소프트웨어를 포함한 종합 솔루션을 제공하고 있음
  - 엔비디아는 각종 센서와 고성능 AI 컴퓨팅 플랫폼(드라이브, AGX)로 구성된 자율주행 솔루션 'Drive Hyperion'을 개발하였으며 현재 볼보-플스타, 메르세데스 벤츠, 토요타, 샤오핑 등 글로벌 25개 이상의 차량 제조사에 고객 맞춤형 자율주행 플랫폼을 제공 중
- 인텔(Intel)은 반도체 설계 및 제조 능력과 자회사 '모빌아이'의 ADAS 기술력을 기반으로 자율주행 시스템 제공 및 로보택시 서비스 시장에 진출하고 있음. 자사 자율주행 시스템온칩(SoC) 'EyeQ'를 완성차 제조사에 제공하고 있으며, '25년 Lv.4 자율주행차를 위한 'EyeQ Ultra'를 양산할 계획임
  - 현재 모빌리티 서비스 분야로 사업 확대를 추진하고 있으며, 중국 전기차 스타트업 '니오(NIO)'의 차량을 개조한 자율주행 로보택시로 도로 주행 테스트 추진 중

- 퀄컴(Qualcom)은 자사의 자율주행 플랫폼 '스냅드래곤 라이드(Snapdragon Ride)'를 개발하여 GM의 자율주행 '울트라 크루즈' 개발 참여, BMW와 공동 개발 추진 등 완성차 제조사와 협력중에 있으며, '26년부터 폭스바겐에 시스템온칩을 제공할 계획임
  - '25년 최근 HL그룹 자율주행 솔루션 전문기업인 HL클레무브와 손을 잡고 스냅드래곤 다이드 플렉스 플랫폼을 기반으로 단일 시스템온칩에서 SDV에 필수적인 자율주행과 인포테인먼트 기능을 동시에 실행할 차세대 통합 HPC를 개발할 계획임

#### 나. 유럽

##### ① 메르세데스 벤츠(Mercedes-Benz), 폭스바겐(Volkswagen), 볼보(Volvo)

- 독일은 자동차 산업의 선두주자로서 자율주행 분야에서도 세계적인 주도권을 확보하기 위해 자율주행 개발 업체, Tier-1 부품 공급 업체, 빅테크 기업과의 협력 및 파트너십을 구축하여 하드웨어에 중심에서 소프트웨어 중심의 기술개발을 추진 중에 있음
- 독일의 대표기업인 메르세데스 벤츠는 Lv.3 자율주행 시스템인 '드라이브 파일럿(Drive Pilot)'을 개발하여 '22년 5월 S-Class 및 EQS 세단에 적용하였으며, 첨단주행 보조기능을 기반으로 제한된 환경(60km/h 이하의 속도 등) 작동하여 차량을 주행할 수 있도록 함
- 폭스바겐은 그룹내 소프트웨어 자회사 카리아드(Cariad)를 통해 Lv.4 자율주행 이 가능한 플랫폼 'E3 2.0'을 개발 중으로, 자체 소프트웨어 비중을 '25년 60%까지 늘려 소프트웨어 기술 확보에 주력하고 있음. 또한 자율주행차 이스라엘 기업 이노비즈(Innoviz)의 센서와 인식 소프트웨어를 장착하고 퀄컴과 파트너십을 체결하여 '26년부터 퀄컴 시스템온칩(Soc)를 사용할 계획임
- 볼보는 중앙 집중형 자율주행 소프트웨어 플랫폼인 '라이드 파일럿'을 공개, 자체 운영체제를 개발하여 일관된 자율주행 OS 환경을 제공하고자 개발을 추진 중임. 소프트웨어는 자율주행 소프트웨어 회사 젠스엑트(Zenseact)와 '루미나(Luminar)와 공동으로 개발하여 차세대 전기차에 자율주행 소프트웨어를 탑재하는 것을 시작으로 전세계 다른 시장과 지역에 라이드 파일럿을 확대하는 것을 목표로 하고 있음

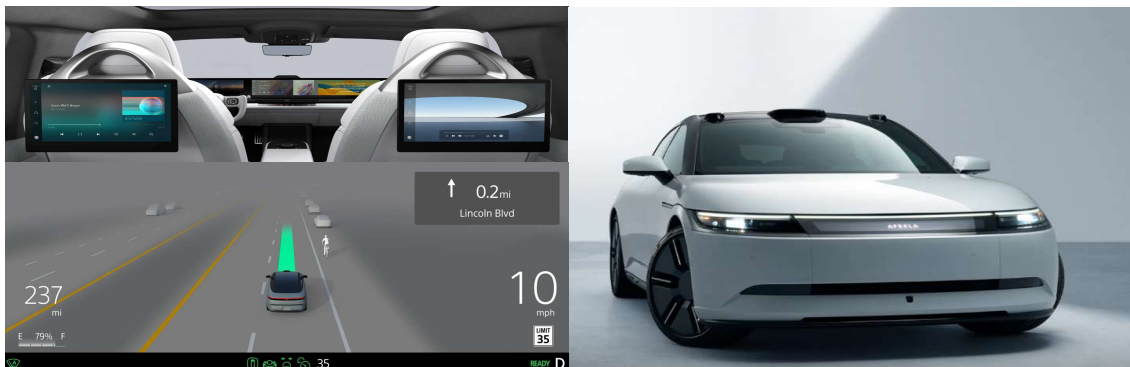
## ② 유럽의 자율주행 소프트웨어 기업

- 영국의 자율주행 소프트웨어 스타트업인 옥스보티카는 자체 개발 자율주행 소프트웨어인 'Universal Autonomy'를 개발 B2B 사업에 초점을 두어 고객이 사용 중인 하드웨어에 관계 없이 여러 환경에서 자율주행 차량을 실행하는데 필요한 내비게이션, 인식, 사용자 인터페이스, 차량 관리 등 고객 맞춤형 전략을 펼치고 있음
- 스웨덴 본사의 자율주행 전기 트럭 스타트업인 '아인라이드'는 지능형 자율주행 플랫폼 'Einride Saga', 전기 및 자율트럭 운송차량, 충전 인프라 및 연결 네트워크를 포함한 전기 화물트럭 생태계 기반을 구축함으로써 탄력적이고 효율적인 화물 미래를 설계 중
- dSPACE는 독일 자율주행차 개발을 위한 시뮬레이션 및 검증 솔루션 선도 기업으로서 복잡한 교통 상황을 정밀하게 재현할 수 있는 'SIMPHERA' 클라우드 기반 시뮬레이션 플랫폼을 출시하여 다양한 시나리오를 효율적으로 테스트할 수 있도록 지원하고 있음
  - 자율주행 기능이 고도화됨에 따라 품질·안정성에 대한 기준이 높아지는 가운데 SIMPHERA는 준비-시뮬레이션-검증 단계를 모두 지원하는 All-in-one 솔루션을 제공하며, 웹 기반의 솔루션 제공으로 확장성이 매우 뛰어남
- AVL은 자동차 개발 및 테스트 솔루션 분야의 글로벌 기업으로 자율주행차 개발을 지원하며, 자율주행차 주행 성능을 평가하기 위해 'AVL DRIVINGCUBE™'을 출시하여 실제 도로 환경과 유사한 조건에서 차량의 주행 특성을 분석함. 또한 가상 환경에서 자율주행 시스템 검증을 위한 'Scenario Designer' 소프트웨어를 개발하여 다양한 주행 시나리오를 생성하고 테스트할 수 있는 기능을 제공
- Vector Informatik는 독일 회사로 자동차 전자 시스템 개발을 위한 소프트웨어 및 하드웨어 솔루션을 제공하며, 자율주행차 통신 네트워크를 분석하여 최적화할 수 있는 'CANoe.Car2x'를 출시, 차량 간 또는 차량-인프라 간 통신을 검증함

## 다. 일본

- '24년 5월, 일본의 빅3 완성차 제조사인 도요타, 혼다, 닛산은 차량용 소프트웨어를 공동으로 개발하여 비용을 줄이고 규모의 경제를 키워 경쟁하겠다고 발표하였음. 해당 내용은 일본 경제산업성과 국토교통성이 마련한 '자동차 디지털 전략'에 반영되어 '25년 본격적인 협력을 추진할 계획임. 빅3 기업 외에도 일본 완성차업체인 스즈키, 마쓰다, 스바루 및 미쓰비시자동차 등과도 협력을 진행하여 일본 자동차 산업의 경쟁력 확보를 위해 자국 내 기업 간 공동 개발을 추진하고 있음

- 자동차에 탑재되는 소프트웨어 개발 역량과 나아가 소프트웨어와 시스템을 연결하는 응용프로그램 (API) 사양을 공통화하는 방안을 추진 중으로, 앞으로 배터리나 센서 등을 공동으로 탑재하고, 스마트앱처럼 외부 기업과의 서비스 연계도 가능하게 하도록 추진 중임
- 이후 혼다와 닛산이 2026년을 목표로 합병 논의 발표를 추진하여 상대적으로 중국과 미국 대비 경쟁력이 떨어지는 자동차 산업에서 영향력 확보를 위해 비즈니스 통합을 이룰 예정이었으나, '25년 2월 합병이 무산되었으며 이후 닛산은 테슬라를 전략적 투자자로 검토하고 있음
- 혼다-닛산 통합을 통해 연구개발과 생산, 부품 공급망 등을 통합해 원가 구조를 효율화하고 기술 시너지를 높일 방침이며, 내연기관차를 포함하여 하이브리드, 플러그인 하이브리드 등 전기차와 공용 플랫폼 활용에 대해 협력을 강화할 예정임
- 닛산과 혼다는 통합 발표 이전 자율주행 전략을 공개하였음. 혼다는 2030년까지 Lv.2 자율주행 대응 시스템을 탑재하기 위한 전략 발표, Lv.3 대응한 차종을 발표하였고, 닛산의 경우 '22년 자율주행 전략을 발표하여 2030년까지 모든 차종에 '자율주행' 솔루션을 탑재한다고 발표하여 주행 중 발생할 수 있는 자동차·보행자 사고를 피하기 위한 신기술도 상용화하기 위해 개발 중임
- 닛산의 자율주행 기술은 미국 자율주행 라이다 전문업체인 '루미나 테크놀로지스'와 자율주행 소프트웨어 개발 도구 플랫폼 기업인 '어플라이드 인튜이션'과 협력하여 차량 운전 중 예상치 못한 돌발 상황에 빠르게 대처하는 신기술을 개발하고 있으며, 급작스러운 보행자 돌입에 대해 급정지가 가능한 솔루션을 제공할 예정임
- 자율주행 소프트웨어로는 소니와 혼다가 합작한 회사인 소니혼다모빌리티가 공동 개발한 차세대 전기차 '아필라(AFEELA)'가 있으며, 아필라에 자사 내 고유의 운영체제를 적용하여 자율주행 성능을 높일 계획임. 아필라의 인포테인먼트 시스템은 퀄컴의 고성능 차량용 반도체 플랫폼을 활용해 자율주행 관련 기술과 통신 기술 등을 구현한 시스템으로 아필라 1은 40개의 센서로 주행 환경을 감지하는 '아필라 인텔리전트 드라이브'와 최대 800 TOPS 급 성능의 ECU를 탑재하여 자율주행 기능을 실행함



<그림 4-22> ADAS 시스템을 탑재한 아필라(AFEELA) 모델

## 라. 중국

- 중국은 최근 자율주행 소프트웨어 기업인 화웨이에 적극 투자하여 자율주행 소프트웨어를 집중 개발 하도록 하고 있으며, 테슬라와 같은 End-to-End 방식의 자율주행 소프트웨어 기술을 개발하여 중국 전역의 완성차 업체 제품에 적용하도록 전략을 추진하고 있음
  - 중국은 화웨이에 자율주행 소프트웨어 기술개발을 집중하고 있으며, 자율주행 하드웨어 기술은 완성차 업체를 통해 개발하는 방식으로, 향후 화웨이에서 개발한 자율주행 소프트웨어를 완성차 업체들이 모두 채용한다는 방식의 전략을 추진 중
  - 현재 중국 완성차 업체들 중 바이두, 광저우 자동차, 동평자동차 등 다양한 완성차 업체들이 화웨이 자율주행 소프트웨어 'ADS'을 탑재하여 수동 운전의 안전성을 향상시키고, 지능형 운전 및 주차 편의성을 높임
- 화웨이는 서비스 지향 아키텍처(Service-oriented architecture, SOA) 개념을 기반으로 하는 화웨이 IDVP(Intelligent Digital Vehicle Platform)를 개발하여 자동차 제조업체에 SDV를 실현시키고 사용자에게 지속적인 업데이트를 제공함. 화웨이의 지능형 차량 솔루션에는 지능형 주행, 지능형 조종석, 지능형 차량 조명, 지능형 차량 제어 및 차량 클라우드를 포함하며, 모든 차량에 지능화 시스템을 적용하기 위해 지능형 차량 소프트웨어 개발에 집중하고 있음
  - 2019년 설립된 화웨이 스마트카솔루션BU는 '스마트 전기차 시대의 보쉬'를 목표로 차량 제조사에 스마트 드라이빙 및 하모니OS 콕핏 시스템 등의 솔루션을 제공하고 있으며, 현재 지능형 자동차 기술 생태계인 하이마(HIMA)를 통해 여러 자동차 제조사와 협력 중



<그림 4-23> 화웨이 자율주행 ADS 솔루션

- 중국의 완성차 기업들은 생산차량의 지능화 및 자율주행화를 목표로 주요 자동차 기업들이 앞다투어 자율주행 기술 대중화를 위한 전략을 발표하고 있으며, 자율주행 기능을 탑재하는 계획을 발표하고 있으며, 중국의 전폭적인 지원하에 세계 시장에서 영향력 있는 기술력을 보유하고 있음

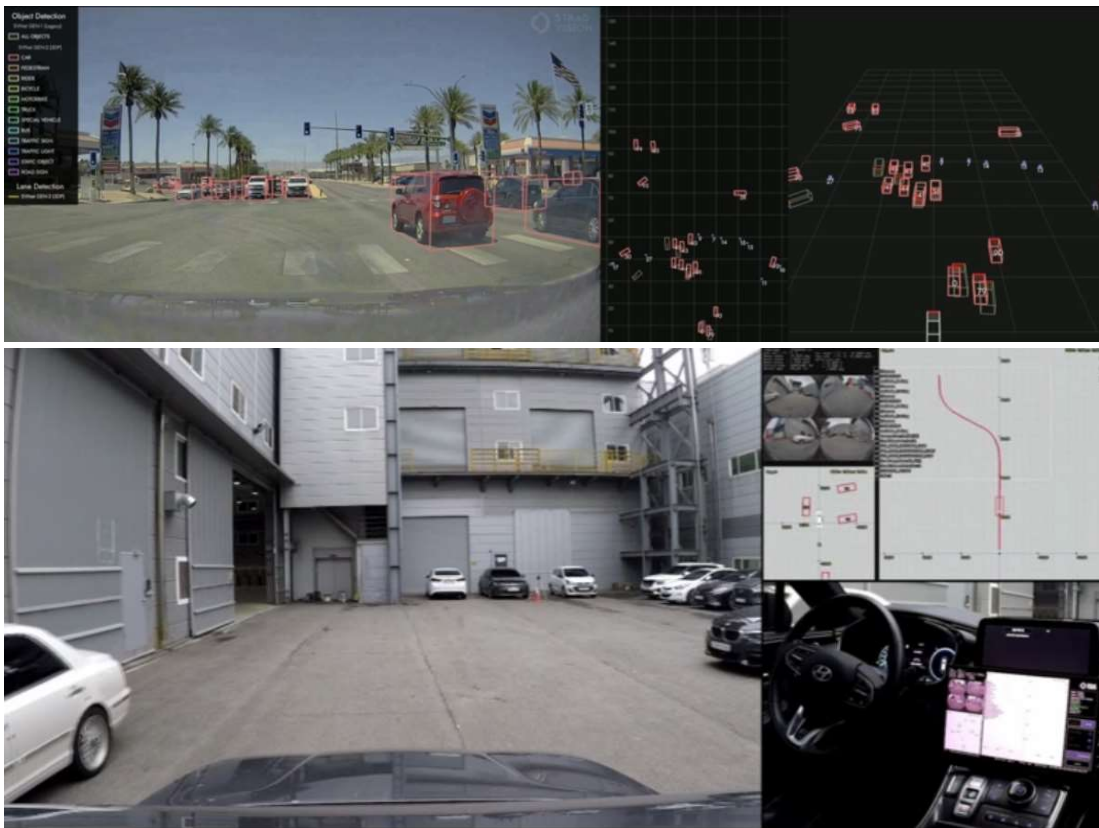
&lt;표 4-17&gt; 중국 자율주행 완성차 기업 자율주행 소프트웨어 개발 현황

구분	주요내용
BYD(비야디)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비야디는 '25년 2월 자율주행 시스템 '텐션즈엔'을 발표하며 존 차종에 자율주행 기술을 탑재하겠다는 계획을 발표</li> </ul>
창안자동차	<ul style="list-style-type: none"> <li>• '25년 2월, '베이도우텐수 2.0' 계획을 공개하고 향후 3년간 35종의 스마트카를 출시할 예정이라 발표. 2030년까지 총 판매량 500만 대 중 스마트카 비율을 300만대 차지하는 것으로 목표를 설정함</li> <li>• 화웨이, CATL과 함께 설립한 아바타 브랜드는 화웨이와의 협력을 강화해 2세대 모델 공동 개발을 진행 중</li> </ul>
지리자동차	<ul style="list-style-type: none"> <li>• '25년 3월 지능형 주행 솔루션 '첸리하오한'을 공식 발표. 인공지능을 활용해 최고의 자동차를 만드는 것을 목표로 안정성 과제를 최우선하여 제로 충돌 강조</li> <li>• 2024년 하반기부터 갤럭시 브랜드 전 모델에 다양한 등급의 자율주행 시스템을 적용할 계획</li> </ul>
화웨이	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화웨이 HIMA(Harmony Intelligent Mobility Alliance) 사업이 2025년까지 출시 모델 수를 현재 6개에서 10개로 확대할 계획</li> </ul>

자료 : <https://platum.kr/archives/254337>

마. 한국

- 현대자동차는 자율주행 기능 최적화를 목적으로 하는 SDV(소프트웨어 중심 차량) 전용차를 개발하는 'XP2' 프로젝트를 가동하였으며, 화웨이, 테슬라 등 자율주행 선도 업체들이 채택하고 있는 엔드 투 엔드 방식 자율주행 개발을 진행하여 2026년까지 SDV '페이스카' 개발을 목표로 테스트카 1000여대 직접 생산, 투입하여 주행데이터를 확보할 계획임
- 스트라드비전은 딥러닝 기반 객체 인식 소프트웨어를 개발하여 자율주행차 인지 능력을 향상시키는 스타트업 기업으로 저전력 환경에서도 고성능을 발휘하는 'SVNet' 소프트웨어를 개발하여 다양한 차량 플랫폼에 적용함. SVNet은 첨단 운전자 지원시스템(ADAS) 기술 혁신을 가속화하고 해당 기능을 보다 신속하고 효과적으로 구현할 수 있도록 지원하는 기술임
  - 2024년에는 누적 상업 생산량 300만을 돌파, 지난해 167만대의 차량에 SVNet 인식 소프트웨어를 탑재하여 전년 대비 59%의 성장을 보였으며, 현재 독일 다임러, 중국 창안자동차 등 13개 이상의 OEM사와 파트너십을 맺었으며 50개 이상의 차종에 SVNet을 공급하고 있음



<그림 4-24> 스트라드비전 SVNet 객체 검지 및 서라운드 비전 기술

**바. 소결**

- 세계적으로 자율주행 소프트웨어는 소프트웨어 중심 자동차(SDV)로의 전환이 이뤄지고 있으며 하드웨어가 아닌 소프트웨어가 차량을 정의하는 핵심 요소로 변화되고 있음
- 자율주행에 소프트웨어 개발 관련 주요 국가 간 전략이 나뉘지며, 인프라 지원 없이 완전자율주행이 가능하도록 설계하는 전략과, 인프라-차량 간 연계 기반 통합형 자율주행차를 개발하는 전략으로 구분
  - 미국과 유럽의 경우 AI 딥러닝 기반 차량 내 판단 알고리즘 중심으로 자율주행을 실현, 중국, 한국은 인프라-차량 간 실시간 협력을 통해 자율주행을 실현하도록 설계

<표 4-18> 자율주행 소프트웨어 분야 글로벌 전략

구분	주요내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율주행차 내 판단을 100% 소프트웨어로 수행하는 센서융합-AI 알고리즘 고도화 추진</li> <li>• 수십억 km 실주행 학습 데이터를 확보하기 위해 다양한 환경에서 주행데이터 취득 후 학습 진행. 엔드 투 엔드 방식으로 차량이 스스로 자율주행 성능 고도화 추진</li> <li>• OTA 기반 업데이트 체계를 정립하고 관련 수익화 모델 확대</li> </ul>
유럽	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 법규 기반 안전·규제 중심의 주행 판단 소프트웨어 개발과 인증체계 확립 및 표준화 강화</li> <li>• 운전자 보조 시스템에서 Lv.3, 4 단계로 자연스러운 소프트웨어 전환을 추진</li> <li>• 다만 데이터 확보 및 실증 속도는 미국, 중국 대비 다소 저조한편이며, 회원국 간 통합된 C-ITS 시스템을 구축하고 본격적인 실증이 가능할 것으로 전망</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운전자 보조 시스템 기반에서 완전자율주행 방향으로 점진적 고도화 중. 안정성, 오류대응력 중점의 기술개발로 AI 기반 고도화된 자율화보다 통제 가능한 예측 기반 소프트웨어 개발 중</li> <li>• 완성차 제조업(도요타, 혼다 등) 중심으로 자사의 자율주행 소프트웨어를 개발하기 위한 전략을 추진하고 있으며, 다중 센서를 기반으로 알고리즘을 보완하여 안전성을 확보</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실도로 실증 기반 대규모 데이터를 활용 중국 알고리즘 기술이 급성장하였으며 엔드 투 엔드 기반 테스트 데이터와 주행환경 시뮬레이터 플랫폼을 내재화하여 고성능의 AI 소프트웨어 구현</li> <li>• 인프라-차량-클라우드 연계형 통합 소프트웨어를 개발하여 디지털 인프라와 동시 성장 중</li> </ul>
한국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SDV 기반의 차량 소프트웨어 고도화 및 인식·판단-제어 소프트웨어를 분리형 아키텍처로 전환, OTA 및 클라우드와 연계하여 범용적으로 적용할 수 있는 소프트웨어 시스템 구축</li> <li>• 현대자동차 그룹을 중심으로 자율주행차 개발이 진행되며, 최근 엔드 투 엔드 방식의 고도화된 AI 알고리즘 개발을 위해 전략적 투자 진행</li> </ul>

- 자율주행 소프트웨어 분야의 세계적인 공통흐름은 다음과 같음
  - (AI 기반 인지·판단 알고리즘 고도화) 비전AI와 실도로 딥러닝 학습, 행동예측 강화를 통해 인간 수준의 판단 능력에 근접하도록 개발하며 센서 간 융합 인지, AI 상황 예측을 통합·강화
  - (OTA, 자체 OS 기반 통합 플랫폼화) SDV 전환을 통해 차량 내 모든 기능을 업데이트 가능한 구조로 전환 중이며, 전용 자율주행 OS와 클라우드 기반 기술 확대
  - (가상 환경 기반 인증체계 고도화) 디지털 트윈 등 가상환경 기반 반복학습을 통해 시나리오를 검증하여 자율주행 소프트웨어를 설계하며, 기술 인증체계를 도입하여 안전성 확보

## 1.5 자율주행 지원 인프라 부문

### 1.5.1 기술 개요

- 자율주행 지원 인프라는 다수의 자율주행 차량이 통신망을 통해 상호 정보를 공유하고 협력함으로써 도로 효율성을 극대화하고 안정성을 높일 수 있는 인프라로, 자율협력주행이 가능한 기술임
- 자율주행 차량은 오보드 센서의 기능적 한계와 알고리즘 구현 제약으로 인해 자율주행 사고 위험성이 내재하며 이를 극복하기 위해 주변 인프라와 교통, 운행상황에 대한 정보를 공유함으로써 자율주행 기술 완성도를 높이고 안정성 확보가 가능함
- 자율주행 지원 인프라의 핵심 기술은 차량 간 통신(V2X) 기술로, 실시간 차량정보 및 주변 상황정보를 교환하여 도로상황 및 장애물을 실시간으로 파악하고 대응하며, 단순한 자율주행을 넘어 다수의 차량 및 교통 시스템의 유기적 연결을 통해 사고예방, 교통흐름 최적화 및 에너지 효율 향상이 가능함
- 자율주행 지원 인프라 기수론 차량 간 통신 기술의 발전과 저지연 실시간 정보교환 기술의 발전으로 자율협력 주행 실현에 큰 영향력을 미쳤으며, 자율주행 차량의 독립된 주행을 넘어 차량 집단 간 협력을 통해 연비 향상과 도로 이용 효율성을 높이는 기술 개발이 진행 중에 있음. 또한 자율주행 인프라 센서 발전에 의한 주행환경 인식능력과 측위정밀도 기술의 향상, ITS 교통인프라와 연계한 자율주행 기능 개선 등 Lv.4 이상의 완전자율주행을 위한 인프라 기반 기술개발이 진행 중임

<표 4-19> 자율주행 지원 인프라 기술

구분	주요내용
차량 간 통신(V2V) 및 협력 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (V2V 통신) 차량 간 데이터를 실시간으로 교환하여 충돌 방지, 최적 경로 안내 및 교통 혼잡 완화에 기여</li> <li>• (협력 주행 제어) 여러 차량이 실시간 정보를 공유하여 군집 주행, 자율 차선 변경 및 합류 등의 협력 주행을 지원. 자율협력주행을 위한 우선순위 판단 및 양보 협상 정보를 제공하는 등 인프라 기반 가이드선스를 제공</li> </ul>
인프라 기반 검지기술 및 인프라-차량 통신(V2I)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (인프라 기반 검지기술) 자율주행차의 인지능력에 더하여 인프라 센서를 기반으로 객체 인지능력을 확장하는 기술로, 교통류 분석을 통해 이벤트 및 신호 예측정보 제공</li> <li>• (V2I 통신) 교통 신호, 도로상태, 공사 구간 등의 정보를 차량에 제공하여 주행 안정성 및 효율성을 증대</li> <li>• (스마트 인프라 제어) 도로 인프라와 연계된 차량 정보 분석으로 효율적인 교통 흐름 관리</li> </ul>
자율주행 측위정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (고정밀 지도) 초정밀 지도 데이터를 기반으로 자율주행차가 주행하는 도로의 차선, 경계선, 신호등, 표지판 등 정보를 제공하여 고성능 자율주행이 가능하도록 지원하는 기술로 디지털 트윈 기술과 연계하여 현실 기반의 정보를 제공할 수 있음</li> <li>• (측위정밀도 개선) 위성항법 신호 음영지역인 지하, 터널 등을 포함하여 끊임없이 측위 정보가 제공되도록하여 자율협력주행의 신뢰도를 높이기 위한 기술</li> </ul>

자료 : 2025 중소기업전략기술로드맵 보고서 자율주행차 부문

### 1.5.2 국내외 동향

- 자율주행 지원 인프라는 V2X 통신기술을 중심으로 인프라 센서 고도화로 자율주행 인지능력의 확장, 실시간 정보교환을 위한 저지연 및 네트워크 안정성 확보, 자율주행 주변 환경의 교통류 분석 등 자율주행차가 수행하기 어려운 영역에서 주행지원을 위한 기술개발을 추진하고 있음
- 인프라 구축사업은 예산, 행정, 도시계획이 얽혀 있어 민간 기업이 추진하기엔 현실적 제약이 많은 사업이기에, 자율주행 지원 인프라 기술개발 및 구축사업은 정부 주도의 정책과 연계되고 있으며 국가별 차별화된 전략을 통해 자국 내 자율주행 인프라 사업을 지원 중임
- 대표적으로 2020년 중국의 ‘스마트 자동차 혁신 발전 전략’으로 자율주행차와 스마트 인프라 동시의 발전을 명시하였으며, ‘24년에 베이징, 상하이 등 20개 도시에 ‘자동차-도로-클라우드’를 통합 적용한 인프라 지원 시스템을 구축할 계획임
  - 시범도시를 대상으로 도시 전역에 스마트 통신 인프라를 구축하고 차량에 스마트카와 도로 간 실시간 정보 교환 등 주변 환경 간의 통신을 강화하도록 계획. 고정밀 지도를 포함한 내비게이션 시스템과 테스트 평가가 이뤄지며, 신속한 보급확대를 위해 버스, 승용차, 주차, 도시물류 자동 배송 등 다양한 사업에 투자할 계획임
  - 차량-도로-클라우드 통합을 위해 5G 기반 네트워크 클라우드 제어 인프라를 구축하며 LTE-V2X 통신 RSU를 포함한 C-V2X를 구축, 기존 차량과 신차량의 C-V2X 단말기 전환·도입으로 도시 수준 플랫폼과 상호 연결을 지원함
  - ‘23년 말 기준 전국적으로 17개의 스마트 커넥티드 카 국가급 테스트 시범지구를 운영하고 있으며, 16개의 스마트 시티 연계 시범도시가 조성되어 있음. 현재 개방형 시범 도로 구간은 2만 2천 km에 달함
- 이와 달리 미국 자율주행 산업은 기업 중심으로 발전을 꾀하고 있으며, 정부의 및 통신기업이 구축하는 V2X 인프라를 기업들이 수용해 활용하는 구조임. 이는 스마트 인프라 구축이 정부, 통신사, 인프라 기업, 차량 제조사 간 협력을 기반으로 하는 혼합 생태계 형태로 볼 수 있음
  - 테슬라는 자사 차량에 장착된 카메라 기반의 비전 시스템과 AI를 활용하여 외부 인프라 지원 없이 독립적으로 자율주행이 가능하게 하도록 기술개발 추진 중
  - 웨이모의 경우 정밀한 HD맵, 센서와 AI를 조합, 차량이 주변을 인식하고 판단하도록 설계하여 독립적인 주행이 가능하도록 하나, 일부 스마트시티에서 도시 당국과 협업하여 교차로 우선 통과 정보를 받는 등 차량 주행에 인프라 지원을 받은 사례가 있음
- 한국은 국토부 중심의 중앙집중형 인프라 구축 사업을 추진하고 있으며 C-ITS사업, 스마트교차로 구축사업, 자율협력주행 인프라 지원사업 등 다양한 인프라 사업에 지원하고 있음. 자율주행차와 인프라 간 C-V2X 통신을 기반으로 완전자율주행에 대한 기술성과 안전성을 확보하기 위해 노력하고 있음

- '22년 '모빌리티 혁신 로드맵' 발표에서 親 자율주행 모빌리티 인프라를 전국 구축하겠다는 계획을 공개하였음. 로드맵에는 C-ITS를 기반으로 전국에 통신 인프라 구축, C-V2X의 사용, 실시간 고정밀 도로지도 구축, 기존 도로 인프라의 자율주행 지원 확대 등을 포함함
- 글로벌 국가들의 인프라 혁신이 이루어지고 C-V2X 통신을 바탕으로 신호정보시스템의 親 자율주행화가 진행되어 V2I, I2V 양방향 통신을 기반으로 차량운행 행태분석, 적응형 신호제어 및 의사결정을 공유하는 시스템이 연구되고 있음. 관련 정보교환 시나리오로는 SPaT(Signal Phase and Timing), MAP(MapData), BSM(Basic Safety Message)에 대한 연구가 진행되고 있으며, 차량과 인프라의 적극적인 소통으로, 자율주행에 필요한 의사결정을 신속하고 최적화된 정보교환을 통해 실현하고 있음

<표 4-20> C-ITS 서비스 메시지 정류

정보명	원천소스	정보상세항목	V2V	V2I	I2V
PDV(Prove Vehicle Data) 위치기반 차량 데이터	자율주행차	• 차량운행행태에 대한 위치기반 차량 정보를 수집하기 위해 사용		○	
도로변 경보(RSA)	돌발검지기 경찰청 도시교통센터	• 여행자에게 가까운 위험에 대해 경고하기 위해 사용 • 교통사고 정보, 도로공사 정보 제공			○
TIM(Traveler Information Message) 여행자 정보 메시지	기상청 환경관리공단 도시통합정보센터	• 기상정보, 미세먼지정보, 도로 소통 정보 등			○
SPaT(ignal Phase and Timing) 신호 위상 및 타이밍	신호제어기(CVIB)	• 교통신호 현시 및 잔여시간을 제공하기 위한 정보 • CVIB 설치 지점의 신호현시정보			○
MAP(MapData) 지도 데이터 메시지	정밀지도	• 교차로 속성 및 위치관련 정보 • SPaT를 사용하기 위한 교차로 형상 정보			○
RTCM(RTSMcorrections) 측위보정정보	국립해양측위정보원	• GPS 기반 보정용으로 사용되는 정보			○
BSM(Basic Safety Message) 기본 안전 메시지	자율주행차	• 자율주행 차량 간 안전운전을 위한 정보	○		

자료 : 세종 오픈랩 서비스(<https://sos.re.kr/>)

교차로 시나리오 기반 V2X를 활용한 자율주행차량의 위험성 분석 및 고장안전성 검증 연구, 한국ITS학회, 2021

## 가. 미국

- 미국은 자율주행 기술의 핵심인 V2X 기술개발이 활발히 진행되고 있음. 미국은 기존 5.9GHz 대역에서 DSRC 기반의 V2X를 사용하였으나 2020년 11월 연방통신위원회(FCC)는 5.9GHz 대역의 30MHz를 C-V2X 통신을 위한 ITS 용도로 할당하기로 결정하였으며 이후 '22년부터 출시되는 모든 신차에 C-V2X 기술을 적용해 왔음. 대표적으로 포드사의 상용화 계획으로 모든 신차에 LTE-V2X를 탑재하였으며, 아우디 또한 스쿨버스부터 LTE-V2X를 탑재하여 C-V2X 기반 안전 솔루션을 제공하고 있음
- C-V2X 기반으로 미국의 주요 도시에 스마트 신호시스템 및 SPaT 정보를 활용하여 교통 흐름을 개선하였음. `연방고속도로청(FHWA)에서는 `20년까지 주도로 SPaT 챌린지를 통해 50개 주 교차로에 DSRC 기반 SPaT 및 MAP 데이터를 제공하는 것을 목표로 함. 이후 DSRC 시스템에서 C-V2X로 전환됨에 따라 일부 프로젝트가 지연·재조정되었으며 C-V2X 기반으로 SPaT 시스템을 확대·적용될 전망이다
  - 메릴랜드주 하워드 카운티 US 하이웨이 1과 MD 175를 따라 20개 교차로에 SPaT 시스템이 구축, 교통신호정보가 차량에 실시간으로 제공되어 교통 흐름과 안전성이 향상되는 것을 확인
- 미국 자율주행 지원을 위한 고정밀 지도 기술업체로서 구글 웨이모, 애플, 엔비디아 등이 있으며, 자율주행 기술개발과 함께 고정밀 지도 개발을 통해 완전자율주행을 위한 고정밀 지도 분야 연구에 적극 참여 중
  - 구글의 웨이모는 센서로 운행되는 테슬라와 달리 서비스 지역에 고정밀 지도와 연계하여 도로정보를 제공, 자율주행 기술을 구현하고 있음. 다만 최근 고정밀 지도의 반출여부에 대해 정부와 애플 등 고정밀 지도 개발 기업 간 갈등이 발생하고 있으며, 한국의 지도정보를 해외로 반출하는 것에 대한 논의가 지속적으로 이루어질 전망이다
- 미국은 자율주행 통신 및 서비스 공급망의 보안을 위해 `24년 3월 미국 상무부의 산업안보국에서 커넥티드 차량 공급망에 중국을 포함한 우려국 기업 등의 비즈니스 활동이 초래할 수 있는 국가 안보를 줄이는 방법에 대해 의견수렴 절차에 돌입하였으며, 커넥티드 차량 내 사이버 위협 초래 여부 및 우려 국가·기업의 기술이 차량 제조에 어떻게 활용되는지 파악하기로 하였음
  - 이러한 미국의 보안 정책은 자율주행 차량의 보안문제에 필수적이나 대외 기업에 대한 미국의 공급망 조사와 기술 규제를 강화하여 심할 경우 자율주행 부품 수입·수출 금지로 인해 기업 악영향 및 기술 도입 지연으로 이어질 수 있을 것으로 판단. 특히 중국에 대한 미국의 배타적인 정책으로 인해 중국 기업들의 미국 내 데이터 수집 불가, 자율주행 부품 도입 불가 등의 문제로 국내시장에도 영향을 미칠 것으로 사료됨
- 미국은 바이든 행정부에서부터 디지털 트윈 기술을 활용한 반도체 산업 촉진을 위해 연구소 설립에 2억 8,500만 달러를 투자하는 등 첨단 기술 개발을 적극 지원하고 있으며, '제너럴 일렉트릭(GE)'와 '마이크로소프트(Microsoft)'의 클라우드 및 엣지컴퓨팅 플랫폼인 '애저(Azure)'를 통해 도로 위 교통 상황 및 도로 표면 상태 등을 알려주는 솔루션을 제공하여고 자율주행 테스트 및 개발에 활용 중임

## 나. 유럽

- 유럽의 경우 V2X 기술과 관련하여 주파수 할당을 기술이 아닌 서비스별로 하고 있으며 5.9GHz 대역대에 40MHz 대역폭은 안전서비스, 20MHz 대역폭은 통상서비스, 10MHz 대역폭은 도시 철도 서비스로 할당하는 등 ITS 기술에 활용되는 통신 기술을 통합하는데 유럽 회원국의 반대로 무산되었음. 이에 유럽은 주파수 할당과 관련하여 기술 중립성을 선언하였으며, 5GAA와 같은 산업계 의견을 기반으로 듀얼 모드(C-V2X와 ITS-G5를 결합한 하이브리드 V2X 통신) 노변 기지국을 추진하고 있음. 유럽은 V2X와 통신 관련하여 중립적인 스탠스로 DSRC와 C-V2X 기술 모두를 고려한 최적의 솔루션을 찾기 위해 노력하고 있으며, 향후 유럽 표준화에도 중요한 영향 미칠 것으로 판단됨
  - EU는 당초 독자적인 V2X 기술을 추진하려했으나, 결국은 미국과 함께 물리계층은 미국규격을, 상위 스택은 EU에서 규정하여 ITS-G5란 표준으로 진행되어 왔음. 이후 미국이 V2X 표준을 LTE-V2X로 확정하고 구체적인 계획이 제시됨에 따라 EU도 물리계층규격에 미국 표준을 도입할 것으로 예상됨
- 유럽 회원국 간 상이한 규정으로 인해 EU C-ITS 전략은 회원국 간 통합된 스마트 교통시스템 구축을 목표로 하고 있으며, C-ITS 서비스 의 연속성 보장과 함께 5G-V2X 기반의 협력 주행을 강조하고 있음. 유럽의 ITS 시장은 첨단교통관리시스템(ATMS), 첨단요금징수시스템(ATPS) 및 자동차번호판 인식시스템(ANPR) 분야가 급성장하고 있으며, 오스트리아 고속도로 2,200km 구간에 525대의 RSU 배치 및 교통센터 설립, 독일 함부르크에서 스마트 교통 시스템의 일환으로 SPaT 시스템을 도입하여 교통신호를 차량에 실시간 제공, 네덜란드 주요 도시 교차로에도 SPaT 시스템을 적용하는 등 유럽 회원국에서 다양한 C-ITS 사업이 추진되고 있음
- 유럽 고정밀 지도 분야에서는 관련 기술업체로서 네덜란드의 ‘히어 테크놀로지스(Here Technologies)’가 고정밀 지도 제작 분야의 선두주자로 독일 완성차 기업인 아우디 BMW, 메르세데스-벤츠 3사가 공동 소유하였으며 미국 인텔등과도 협력을 진행하는 글로벌 1위 정밀지도 기업 임. 히어 테크놀로지스는 세계에서 유일하게 Lv.3 자율주행 지도 기술을 제공하며 독일 및 미국 3개주에서 시속 95km까지 자율주행 기술을 구현할 수 있음. 이외 고정밀 지도 개발업체로 ‘톰톰(TomTom)’이 있으며 고정밀 지도와 실시간 교통정보를 제공하여 자율주행 기술을 지원하며, 현대차그룹을 포함한 다수의 자동차 제조사와 파트너십을 맺고 있음
  - ‘22년 9월 현대차·기아·제네시스 등 유럽에 출시되는 현대차그룹 브랜드 차량에는 톰톰의 내장 내비게이션과 실시간 교통·기상정보가 제공되며, 경사, 차선, 곡률, 속도제한 등의 정보를 기반으로 ADAS 기능 제공 및 고속도로주행보조(HDA) 시스템과 연계하여 Lv.2 수준의 자율주행 기능을 제공함
- 유럽의 디지털 트윈 시장은 전세계에서 세 번째로 크며 2030년까지 1,376억 달러, 연평균 성장률 43.7%로 기대되는 거대한 시장임. 유럽의 디지털 트윈 기술은 자동화, 실시간 데이터 공유 및 지능형 제조 프로세스에 다수 활용될 계획임

- 독일의 '지멘스(Siemens)'의 디지털 트윈 기술을 활용하여 자율주행 차량 설계, 테스트 및 최적화 등 종합 솔루션을 제공하고 있음. 이를 활용하여 자율주행 기술개발 기간 동안 안전성 향상 및 개발기간을 단축하는 등 서비스를 제공하고 있음. 지멘스는 `19년부터 자동차 제조사인 폭스바겐과 파트너십을 체결하여 산업용 클라우드를 통해 122개의 공장을 연결, 서비스를 제공 중임
- 유럽 시장에 중국 '레노버(Lenovo)'와 국내 '모라이(Morai)'가 진출하여 디지털 트윈 기술과 자율주행 시뮬레이션을 결합한 종합 솔루션을 제공하고 이으며, 차량 주행 데이터의 실시간 분석을 통해 자율주행 주행 예측에 활용되고 있음

**다. 일본**

- 일본은 자율주행 기술 발전과 더불어 V2X 상용화를 위해 적극적인 정책을 펼치고 있음. 2000년대 초부터 'ITS-Safety 2010' 프로젝트를 추진하여 도로통신 기반 안전운행을 지원하는 기술과 관련하여 체계적인 연구개발 및 상용화를 추진하였으며 국토교통성의 Smartway와 ITS Spot, 경찰청이 진행하는 DSSS(Driving Safety Support Systems) 프로젝트가 추진되었음

<표 4-21> 일본 ITS 구축 프로젝트

구분	주요내용
DSSS (Driving Safety Support Systems)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V2I 통신에 의해 운전자 주행 상태에 따른 안전정보 제공 및 교통사고 예방</li> <li>• 전방 신호, 전방 정체, 교차로 충돌방지 정보를 제공</li> </ul>
스마트웨이 (Smartway)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 차량정보 및 통신 시스템(VICS), 통행료 자동 징수(ETC) 등에 사용되는 기존 단말기를 통합 5.8GHz DSRC를 활용한 서비스 제공 통신 환경을 마련</li> <li>• 추가적인 ITS 서비스 제공 실현을 위한 카드 접근, 보안, 메모리 접근 등과 같은 공통기능을 정의</li> </ul>
ITS Spot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스마트웨이의 통합시스템과 서비스 제공을 위해 고속도로에 인프라 구축 및 적용</li> <li>• 도로에 구축한 5.8GHz V2I 통신으로 ETC, 동적경로안내 및 안전주행지원 등 다양한 서비스 개발</li> </ul>

자료 : 2025 중소기업전략기술로드맵 보고서 자율주행차 부문

- 이후 완전자율주행 지원을 위해 `24년 11월 경제산업성은 2033년까지 고속도로를 포함한 전국 100곳에 자율주행 우선 차로를 설치할 계획이며 센서와 카메라를 설치하여 자율주행을 지원할 계획임
- 일본의 자율주행 도로는 차량의 단독 주행뿐만 아니라 센서와 전자 유도선 등으로 자율주행을 지원하며, `21년 및 `23년에 진행한 소형 전동 카트의 Lv.4 자율주행 실증에서도 전자유도선과 RFID 기술을 활용하여 한정지역 내에서 차량을 주행하였으며, 이바라키현 히타치시에서 `23년에 진행한 Lv.4 자율주행 버스 주행에 대해서도 GNSS, 도로 위 자기 마커 등으로 자율주행 성능을 향상 시키며 원격 모니터링을 통해 모든 상황에서 안전하게 주행할 수 있도록 도로 환경을 구축하고 있음
- 일본은 전기차가 거의 상용화되어 있지 않아 V2X 기술의 개발이 상대적으로 지연되었으나, `21년 일본 내각부에 설치된 중앙교통안전대책회의에서 `26년을 목표로 JNCAP 안전성 평가에 V2X 통신 도입을 검토, 자율주행 분야 V2X 통신 보급을 위한 정책을 추진 중

- 토요타는 '24년 10월 일본 통신기업인 'NTT'와 협력하여 자율주행 V2X 통신에 기반한 자율주행 소프트웨어 개발에 약 44억 달러를 투자하였으며 '28년까지 시스템을 구축, 2030년부터 본격적으로 산업 전반에 적용하는 것을 목표로 개발 중임
- 도쿄에선 SPaT 시스템이 일부 교차로에 적용되어 자율주행차 실증이 진행되었으며, 나고야 지역에선 스마트시티 일환으로 SPaT 시스템을 도입, 교통 효율성 증대를 목표로 하고 있음
- 자율주행 주행에 필요한 고정밀지도 제작하는 기업인 '젠린(ZENRIN)'은 도로정보화 주변 환경데이터를 제공하여 자율주행을 지원하고 있으며, 일본 통신기업인 'KDDI'와 '후지쯔(Fujitsu)'와 협력하여 자율주행 차량용 지도를 개발, 배포하고 있으며, '17년부터 NVIDIA와 파트너십을 맺어 클라우드-자동차 HD 매핑 솔루션을 개발하였음
- '13년에는 일본의 SIP 프로젝트를 진행, 그 결과를 산업화하기 위해 도요타자동차와 혼다 등과 협력하여 '다이나믹맵기반(DMP)'을 설립하였으며, 본격적인 고정밀 맵 제작을 추진하였음. 이후 미국 GM 계열사인 지도제작 업체 '어셔'를 인수하여 완전자율주행을 위한 도로정밀 지도를 구축하기 위한 경쟁 기반을 마련함

## 라. 중국

- 중국은 자율주행차 상용화를 촉진하고 지능형 교통시스템을 구축하기 위해 공업정보화부는 '24년 7월 다른 4개 부처와 함께 베이징, 상하이, 충칭, 선전 등 20개 도시를 '자동차-도로-클라우드 통합' 적용을 위한 시범 프로그램 참여자로 선정하였음. 중국은 이미 최대 규모의 자율주행 시범운행지구를 운영중에 있으며 '24년 8월말 기준, 3만 2000km 도로를 개방하여 16,000건의 시험 면허를 발급하였음
- 중국 정부는 국가 고속도로의 85%, 일반 국도의 75%, 국가급 주요 항로의 70%에 디지털 인프라를 도입하며 계획, 자율주행 지원 도로 인프라를 구축하기 위해 카메라, 라이다 등의 센서 장비의 구축과 클라우드 기반 플랫폼 개발을 추진 중
- 선전시와 상하이시에서는 C-ITS 구축 및 스마트신호시스템을 시범적용을 추진하였으며 SPaT 기반 자율주행차 지원을 통해 교통혼잡문제와 자율주행차의 안전운행을 지원하고 있음
- 중국 차량용 통신칩, 모듈, 자율주행 기술 관련 V2X 시장 선점을 위해 2030년까지 약 11조 6천 억원 규모의 투자를 진행하며, C-V2X 분야 세계 선도국가라는 기술경쟁력을 갖고 있음. 중국은 5G 관련 표준을 주도적으로 운영하고 있으며, 중국시장 자체 공급을 목적으로 화웨이에서 C-V2X 통신칩셋 개발·제조, 여러 완성차 기업에서 V2X 기반의 자율주행 시범 테스트 중에 있음
- 자율주행 지원을 위한 고정밀 지도 구축의 경우, 중국 정부 주도로 고정밀 지도 구축을 국가 전략으로 삼고 인프라 개발 및 표준화에 추진하고 있으며, 스마트시티와 연계하여 교통관리, 도시계획 및 물류 분야 등 다양한 분야에 활용하고 있음

&lt;표 4-22&gt; 중국 고정밀 지도 제작기업 현황

구분	주요내용
바이두 (Baidu)	• 바이두의 자율주행 플랫폼인 '아폴로(Apollo)'를 통해 고정밀 지도제작 및 업데이트를 진행 중이며, 실제 테스트베드 운행을 통해 누적 1억 km 이상의 실적을 달성함
알리바바 (Alibaba)	• 알리바바는 자회사인 'AMAP'을 통해 고정밀 지도 서비스를 제공하고, 자율주행 및 스마트 교통시스템 개발에 참여하고 있음
텐센트 (Tencent)	• 소셜 미디어와 게임 분야의 거대 기업인 텐센트는 'Tencent Maps'를 통해 고정밀 지도 데이터를 구축하고 있으며, 자율주행 기술 연구 및 개발에 투자하고 있음
오토나비 (AutoNavi)	• 중국의 주요 내비게이션 서비스 제공업체로, '14년에 알리바바에 인수되어

자료 : 2025 중소기업전략기술로드맵 보고서 자율주행차 부문

#### 마. 한국

- 국내 지능형 도로(C-ITS)를 구축하기 위해 국토교통부 주관 전국적으로 시범사업이 추진되고 있으며 '14년 대전~세종을 시작으로 '19년 제주, 서울, 광주, 울산에 구축, '21년까지 V2X RSU 599대, OBU 13,220대가 구축·운영되었음
- 국내 C-ITS 구축에 활용되는 통신방식은 과학기술정보통신부와 국토교통부의 4년간 논의 끝에 '23년 12월 C-ITS 통신방식을 LTE-V2X 단일 방식으로 정해졌으며, 현재 까지 이어온 WAVE가 아닌 실도로 실증이 이뤄지지 않은 LTE-V2X 방식으로 인해 관련 실증계획 마련 및 사업이 신속히 추진되고 있음. 이에 따라 미국을 포함한 자율주행 국가는 LTE-V2X 방식을 채택하여 자율주행 지원도로를 구축하고 있음
- 국내 V2X와 관련한 기업으로는 현대자동차가 V2X 기반 자율협력주행 검증을 위해 제주에서 실증하였으며, 서울시와 협력하여 스마트교차로를 구축, 차량-인프라 간 실시간 정보 교환을 통한 교통 효율성을 증대시키기 위한 시범사업을 추진 중임
  - 서울시에서는 '20년까지 스마트 신호운영 시스템을 도입하여 감응신호, 긴급차량 우선신호 등의 서비스를 추진하여 불필요 신호대기시간을 줄이고 교통흐름을 개선하는 신호사업을 추진하였고, 세종시에서는 긴급차량 우선신호 시스템을 구축하여 긴급 상황 발생 시 상황 대응 시간을 단축하고자 하였음
  - 자율주행 소프트웨어와 V2X 솔루션을 제공하는 기업으로 컨트롤웍스, 에이스랩 등의 기업이 있으며, 차량-인프라 간 통신을 통해 자율주행 경로 최적화, 교통신호 연계 교차로 통과 최적화 시스템 등 관련 솔루션을 개발·제공하고 있음
  - 통신기업으로는 국내 대표기업인 KT와 SK텔레콤이 5G 기반 V2X 플랫폼을 개발하여 자율주행 차량 간 통신 시스템을 검증, 다양한 주행 시나리오를 적용하고 있음

- 국내 자율주행 시뮬레이션 플랫폼 기업인 모라이는 디지털 트윈 기술을 활용한 협력 주행 기술을 보유하고 있으며, V2X 통신 모듈을 활용하여 실제 환경과 유사한 가상환경을 구축하고, 다양한 협력주행 상황을 검증하여, 완전자율주행 지원을 위한 디지털 트윈 기술 솔루션을 제공하고 있음
- 고정밀 지도의 경우 국토교통부 주도로 고속도로와 일본도로의 정밀도로지도를 구축하고 있으며, 차선, 경사, 표지판 등의 상세정보를 디지털화하여 자율주행차의 정확한 위치와 주행 판단을 지원하기 위해 전도로의 디지털화를 목표로 사업을 추진 중에 있음
  - 고정밀 지도 구축으로 국내 국토지리정보원, 한국도로공사, 현대엠엔소프트, 네이버랩스 등이 있으며, 네이버랩스의 경우 오픈소스 공간 AI 모델인 '더스터(DUST3r)'를 적용하여 한두장의 이미지로 2~3초 내 3D 공간을 구축, 자율주행으로부터 획득한 2D 이미지로 실제 환경을 구현하는 기술로서 구글, NVIDIA 등 빅테크 기업들이 활용하여 후속 연구를 진행중에 있음

바. 소결

- 자율주행 지원 인프라는 단순한 교통 인프라를 넘어 차량의 인지·판단·제어를 보완하고 협력하는 지능화 시스템으로 진화하고 있음. 차량의 센서시스템 한계를 보완하기 위해 도로·교차로 등 인프라에도 센서가 설치되어 중복성을 확보하고 V2X 통신 기술 기반 차량-인프라 간 정보를 교환하는 협력 주행이 필수 요소로 인식되고 있음
- 자율주행 지원 인프라의 발전은 인프라 자체의 기술도입보다 도시 내 서비스 실현과 통합 관제·운영 체계 구축으로 전략이 이루어지며, C-V2X 통신, SPaT 등 AI신호기술, 인프라 센싱 기술, 고정밀 지도 및 클라우드 기반 관제 등 다양한 기술이 접목되어 정부 주도로 자율주행 기술을 수용하기 위한 인프라 투자가 확대되고 있음

<표 4-23> 자율주행 지원 인프라 분야 글로벌 전략

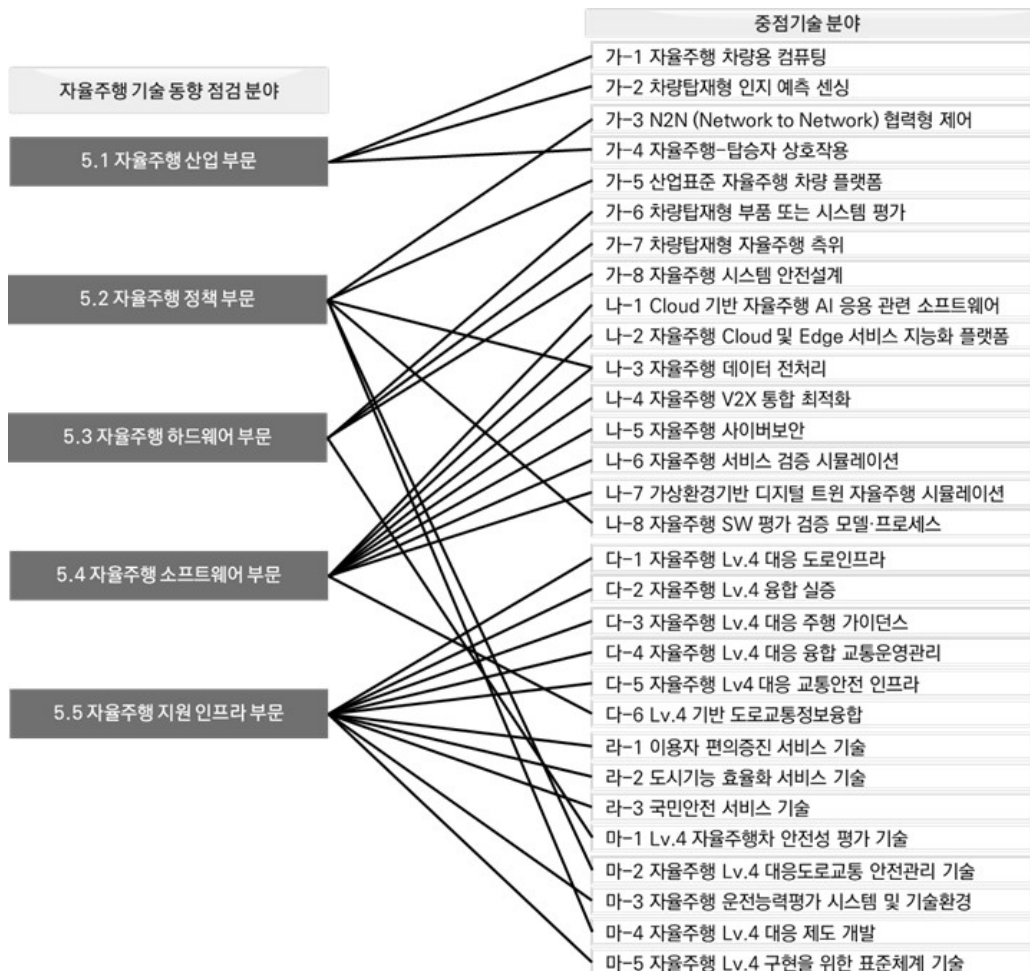
구분	주요내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 민간 중심의 자율주행 기술 발전에 맞춰 일부 테스트도시 중심으로 인프라 실증을 진행하고 있으며, 민간에서 개발하는 자율주행차를 수용하는 방향으로 인프라를 구축</li> <li>• DSRC에서 C-V2X로 전환, 민간 주도의 실증 추진</li> </ul>
유럽	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 법제·표준 기반 공동 인프라 전략을 추진하며, 도시 간 상호연계와 인증체계 중심으로 개발</li> <li>• EU 주도하에 회원국 간 통합 프로젝트를 진행하며, 협력을 통해 5G-V2X 기반 인프라 구축 중</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고령사회 대응한 자율셔틀 지원 인프라 등 지역 중심의 서비스 인프라 구축에 집중</li> <li>• DSRC/LTE-V2X 기반의 인프라 일부 실증 중</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 차량-도로-클라우드 통합 전략을 바탕으로 5G-V2X 인프라 전국 구축을 확대할 계획이며, 자율주행차와 인프라의 동시 발전을 추구. 여러 시범도시를 통해 대규모 자율주행 인프라 구축</li> </ul>
한국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정부 주도로 중앙통합형 C-ITS 구축 사업을 전국적으로 확대하고 있으며, K-CITY 및 시범도시 등 자율주행 지원 인프라 구축을 통해 전국적 실증 추진</li> <li>• 최근 C-V2X로 통신방식이 확정됨에 따라 전국 구축 추진 중</li> </ul>

- 자율주행 소프트웨어 분야의 세계적인 공통흐름은 다음과 같음
  - (V2X 기반 실시간 양방향 통신) V2I, I2V 통신 기반 자율주행차-인프라 간 정보교환을 통해 자율주행 주행성과 안전성을 확보하며, 5G-V2X로의 전환과 긴급차량 우선통과, 군집주행 등 서비스 연계 추진
  - (지능형 도로의 구축) 자율주행 주행 판단 정밀도를 높이기 위해 도로 인프라 자체가 디지털화·지능화 되고 있으며, 고정밀 지도 기반 측위정보, 도로구조 및 상황정보 등 다양한 정보를 전달하여 자율주행 운영을 지원
  - (가상환경 기반 실증검증 및 인프라 표준화 체계 강화) 자율주행차 및 자율주행 인프라 신뢰성 검증을 위해 디지털 트윈 기반 검증 및 인증체계 기술이 고도화되고 있으며, 다양한 도로상황에서 차량-인프라 간 주행 시나리오를 검증하여 자율주행 안전성을 확보

## 제5장 점검 결과 진단 및 발전 방향

### 5.1 중점기술 단위 동향 진단

- 선진국(미국, 유럽, 일본, 중국, 한국)의 동향 점검 결과를 활용하여 중점기술의 변화 필요성 점검
- 선진국 동향 점검을 통한 미래 새로운 자율주행 기술수준 분석 방향 진단
- 자율주행기술 동향 점검 분야에 해당하는 중점기술의 세부 범위를 <그림 5-1>과 같이 도식화함



<그림 5-1> 자율주행기술 동향 점검 분야 관련 중점기술 세부 범위

### 5.1.1 차량융합 신기술 부문

- (가-1) 자율주행 차량용 컴퓨팅 기술의 경우 미국은 AI SoC 및 실시간 클라우드 연계, 유럽은 저 전력 고성능 컴퓨팅 모듈, 일본은 중앙 집중형 연산 구조와 안정성 강화 기술, 중국은 자체 AI 칩 기반 연산-통신 통합 기술 한국은 차량 내부 AI 연산 최적화와 클라우드-엣지 연계 컴퓨팅 기술 통합 개발 중임
- (가-2) 차량탐재형 인지예측 센싱 기술 중 미국은 센서 융합 기반 딥러닝 예측 모델, 유럽은 다차로·비정형 객체 대응 고정밀 예측 기술, 일본은 동기화 기반 차량행동 예측, 중국은 V2X 융합 의도 예측 및 상용화 중심 기술, 한국은 관계 기반 경로·차선 변경 예측 및 상황 대응형 인지센싱 기술 종합 개발 중임
- (가-3) 차량탐재형 자율주행 측위 기술은 미국의 경우 라이다 기반 정밀 맵 매칭, 유럽은 GNSS 보정과 센서 신뢰성 기술, 일본은 QZSS와 센서 융합형 측위 기술, 중국은 BeiDou 기반 RTK 융합 시스템, 한국은 라이다·V2X 기반 도심형 정밀 측위와 KPS 연계 기술을 중심으로 개발을 추진 중임
- (가-4) N2N 협력형 제어기술 관련 미국의 경우 클라우드 기반 제어, 유럽은 분산 판단 및 표준화 기술, 일본은 인프라 연계 예측 제어, 중국은 5G-V2X 기반 초저지연 협력 주행 시스템, 한국은 실시간 융합 기반 협력 판단·제어 알고리즘과 실도로 시나리오 중심의 기술개발을 추진 중임
- (가-5) 자율주행-탑승자 상호작용 관련 미국은 음성·시선 기반 맞춤형 인터페이스, 유럽은 설명가능한 HMI 기술, 일본은 감정·피로도 반응형 제어, 중국은 능동형 디지털 케어 기반 상호작용 기술, 한국은 운전자 인지와 피드백 중심의 직관적 HMI 기술을 개발 중임
- (가-6) 자율주행 시스템 안전설계기술의 경우 미국은 이중화·자율 복구 중심, 유럽은 기능안전과 인증체계 통합, 일본은 이상 탐지 및 운전자 개입 유도 설계를, 중국은 AI 보안 위협 대응 및 실시간 보안 패치 기술, 한국은 오작동 대응 안전 제어 기술과 사이버보안 체계 고도화에 집중하고 있음
- (가-7) 산업표준 자율주행 차량 플랫폼 기술 관련 미국은 SAE 기준에 부합하는 자율주행 플랫폼의 모듈화 및 확장성에 중점 표준화된 구조 설계, 유럽은 안전성, 규제 대응, 상호운용성 확보위한 차량 플랫폼 표준화, 일본은 완성차 중심의 차량 플랫폼 실증 기술, 중국은 산업 주도형 자국 센서 및 칩셋 생태계 호환성, 한국은 자율주행 요소 기술의 통합·실증이 가능한 플랫폼 구조 확보 추진 중임
- (가-8) 차량탐재형 부품 및 시스템 평가기술의 경우 미국은 NHTSA 및 민간 주도의 가상 실험과 실차시험을 연계한 테스트 플랫폼 구축, 유럽은 사용자 시나리오 중심의 실증 기반 기능·신뢰성 평가 체계와 위험도 정량 평가, 일본은 실차 기반의 고장 안정성 및 장기 운용 신뢰성 평가 기술, 중국은 자체 인증체계 및 고장 패턴기반 수명 예측 모델 개발, 한국은 타 산업 융합형 정량적 평가 기준 및 프로세스 정립 관련 연구를 수행 중임

### 5.1.2 ICT융합 신기술 부문

- (나-1) 자율주행 데이터 전처리 기술 관련하여 미국은 Waymo, Tesla 등 민간 중심으로 데이터 흐름 최적화 기술, 유럽은 개인정보 보호를 고려한 비식별화 처리 기술과 데이터 신뢰성 평가 모델, 일본은 센서 기반 정밀 주행 데이터 처리 자동화, 중국은 국가 차원의 표준 메타 데이터 규격과 패키징 구조, 한국은 활용 목적별 인터페이스 및 공유 포맷 기술 등 전주기 기술 확보 연구 수행 중임
- (나-2) 자율주행 V2X 통합 최적화 기술의 경우 미국은 통신망 과부화 상황에서도 안정적인 서비스 유지가 가능한 네트워크 기술, 유럽은 데이터 전송 안정성 확보와 네트워크 로드 분산 기술, 일본은 고속 이동 중에도 저지연 연결을 위한 기술, 중국은 자국산 칩셋과 통신 모듈 기반의 V2X 통합 플랫폼 중심 기술, 한국은 고신뢰·저지연 통신 기반 자율주행 최적화 기술 추진 중임
- (나-3) 사이버보안 기술 관련 미국은 AI 기반 위협 탐지 및 분산형 보안, 유럽은 규제 기반 통합 보안 설계와 단말 보안 표준화, 일본은 생체 인증 차량 내 구성요소 보안, 중국은 무결성 검증과 OTA 보안 업데이트 기술, 한국은 생체 기반 인증과 평가 기술까지 전주기 보안 기술 개발을 추진 중임
- (나-4) 클라우드 기반 자율주행 AI SW 기술의 경우 미국은 클라우드-엣지 분산 AI 기반 소프트웨어와 유럽은 고속 주행에도 끊김없는 저지연 V2X 협력 기반 통합 SW, 일본은 클라우드 연동 지도·판단 SW, 중국은 통합형 클라우드 AI 플랫폼과 엣지 라우팅 SW, 한국은 전주기 자율 AI SW와 통합 기술 기반 서비스를 연구 수행 중임
- (나-5) 자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스 기술 관련 미국은 시나리오 자동 생성과 DDT 대응 검증 체계, 유럽은 주행 규칙 기반 시뮬레이션 절차 표준화, 일본은 비상대응·MEC 기반 위험 예측, 중국은 도심 환경 반영한 자동화 검증 시스템, 한국은 ODD 정의부터 MRC 도달까지 전주기 검증 시나리오 및 SW 시험 프로세스를 개발 중임
- (나-6) 자율주행 서비스 검증 시뮬레이션 기술의 경우 미국은 실차 연계 환경, 유럽은 표준 시나리오와 통신 오류 대응 평가체계, 일본은 자동 시나리오 생성 기반 실사 시뮬레이션, 중국은 대규모 플랫폼에서 오류 대응 기술, 한국은 자율주행 엣지 연계 시뮬레이션 환경과 검증 기술을 개발 중임
- (나-7) 가상환경기반 디지털트윈 자율주행 시뮬레이션 기술 관련 미국은 클라우드 기반 대규모 시뮬레이터, 유럽은 정밀 지도 기반 신뢰성 평가체계, 일본은 실시간 동적 반영 디지털트윈, 중국은 실도로 기반 대규모 도시 시뮬레이터, 한국은 엣지 연동 자율주행 시나리오 자동화와 검증 기술을 개발 중임
- (나-8) 자율주행 Cloud 및 Edge 지능화 플랫폼 기술의 경우 미국은 AI 서비스 표준화 플랫폼, 유럽은 개방형 인터페이스 기반 생태계 구축, 일본은 판단·전략 분산형 플랫폼, 중국은 국가 단위 지능 연계 플랫폼, 한국은 계층형 구조와 공통 인터페이스 기반 자율주행 서비스 플랫폼을 개발 중임

### 5.1.3 도로교통융합 신기술 부문

- (다-1) 자율주행 Lv.4 대응 도로 인프라 기술 관련 미국은 인프라-센서 연계 기반 실시간 인지, 유럽은 표준화된 협력주행 도로 설계, 일본은 지도 자동 갱신과 기후 대응형 인프라 기술, 중국은 대도시 중심의 V2X 인프라와 통합 설계, 한국은 인프라 인지 및 자율협력형 도로 구조 기술을 개발 중임.
- (다-2) 자율주행 Lv.4 대응 교통안전 인프라 기술의 경우 미국은 스마트 시그널 연계 및 시뮬레이션 설계 기술, 유럽은 센서 융합 기반 도로 위험 감지·예측 기술, 일본은 ITS 기반 통합 안전 인프라, 중국은 V2X 연계 신호기 및 AI 기반 가상 시설 기술, 한국은 디지털 신호기 연계, 정보 융합, 표준 및 가상 교통안전시설 설계 기술을 종합 개발 중임.
- (다-3) 자율주행 Lv.4 대응 주행 가이드نس 기술 중 미국은 V2V 기반 협상 및 위험지역 대응 기술, 유럽은 불확실성 대응 주행 전략과 운전자 맞춤형 가이드نس, 일본은 정밀지도 기반 유도 시스템, 중국은 5G-V2X 연계 협력 프레임워크 개발, 한국은 인프라-차량-오티지 연계를 통한 단계별 주행 가이드نس 통합 기술을 개발 중임.
- (다-4) 자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리 기술의 경우 미국은 디지털 트윈, 유럽은 예측 기반 자율 운영체계, 일본은 간선도로 중심의 자율 신호제어, 중국은 실시간 교차로 제어 및 클라우드 기반 경로 분산 기술, 한국은 통합형 교통운영 관리 기술로 디지털 트윈, 긴급 대응 기술을 개발 중임
- (다-5) Lv.4 기반 도로교통정보 융합기술 관련 미국은 혼잡 예측 및 블록체인 저장, 유럽은 데이터 허브와 음영구간 보완 기술, 일본은 실시간 연계와 정체 예측 대응, 중국은 계층형 관제·AI 기반 분석 시스템, 한국은 국가통합관제, 음영구간 대응, 종보 연계 분석을 포괄한 기술을 개발 중임
- (다-6) 자율주행 Lv.4 융합 실증 기술 중 미국은 민간 중심 테스트베드와 실도로 실증, 유럽은 도시 연계형 실증 플랫폼 개발, 일본은 고령자 중심 리빙랩과 연동 시뮬레이터 실증, 중국은 특화 구역 기반 융합 실증, 한국은 K-City 기반 테스트베드, 리빙랩, 가상시험환경을 통합하여 서비스 모델 실증을 추진 중임.

#### 5.1.4 자율주행 서비스 부문

- (라-1) 이용자 편의증진 서비스 기술 관련 미국은 도시형 공유 서비스와 낙후지역 대응 서비스, 유럽은 MaaS 기반 맞춤형 운영 및 공공모빌리티, 일본은 고령자 대상 순환셔틀과 온디맨드 제어기술, 중국은 실시간 배차 플랫폼과 스마트 교통복지, 한국은 통합형 모빌리티 서비스 기술 및 자율 플릿 상용화 기반 실증을 추진 중임
- (라-2) 도시기능 효율화 서비스의 경우 미국은 인프라 점검 및 오류 대응 원격제어, 유럽은 재난 대응·맞춤형 제어 및 공공 상용화, 일본은 순찰·정비·시설 점검 중심 실증, 중국은 다목적 공공 플랫폼과 협력형 플랫폼, 한국은 도시 모빌리티 통합 기반 실시간 관리, 제어, 상용화 기술을 종합적으로 개발 중임
- (라-3) 국민안전 서비스 기술 중 미국은 CPTED 기반 순찰·예측형 경로 기술, 유럽은 구조차량 최적화 및 시민 맞춤형 안전 서비스, 일본은 고령자 보호 중심의 순찰과 사고 사전 탐지 기술, 중국은 자율 순찰 차량과 AI 관제 플랫폼, 한국은 생활안전 순찰, 긴급차량 우선 통행, AI 사고 예방 기술 등 통합 서비스를 개발 중임

#### 5.1.5 자율주행 생태계 부문

- (마-1) Lv.4 자율주행차 안전성 평가기술 중 미국은 실차 기반 시나리오 평가와 통신/보안 검증, 유럽은 표준 중심 커버리지 평가 시스템, 일본은 인식오차·사고회피 성능 정량 평가, 중국은 시나리오 DB와 국가 인증체계, 한국은 실도로 적합성, ODD 기준, 통신·보안 포함 통합 평가 기술 개발 중임
- (마-2) 자율주행 Lv.4 대응도로교통 안전관 기술의 경우 미국은 블랙박스 데이터 정의·사고 재현·위반 식별 기술, 유럽은 DVR 표준화 및 정량 위험도 평가, 일본은 재현 시뮬레이션과 선제 제어 기술, 중국은 EDR-V2X 연계와 실시간 단속체계, 한국은 데이터 정의, 사고 분석, 위험 예측, 단속 연계까지 종합 안전관리 기술을 개발 중임
- (마-3) 자율주행 운전능력평가 시스템 및 기술환경 개발 관련 미국은 인지·반응 기반 시뮬레이터와 실차 평가 체계, 유럽은 기능별 능력모델 및 표준화, 일본은 고령자 대응 중심 실험체계, 중국은 제어권 상호작용 및 제작단계 평가체계, 한국은 제어권 전환 대응 기술을 통합 개발 중임
- (마-4) 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발의 경우 미국은 책임소재·데이터 공유·주별 기준 표준화, 유럽은 인증·GDPR 연계·전용 보험, 일본은 원격 제어자 법적 역할 정립, 중국은 국가 허가제와 제조사 책임 중심 제도, 한국은 법제 로드맵 수립, 데이터·책임·운영기준 포함 제도 준비를 종합 추진 중임
- (마-5) 자율주행 Lv.4 구현을 위한 표준체계 기술개발 중 미국은 민간 주도 통합 프레임워크, 유럽은 국제표준 주도과 검증 가능한 구조화, 일본은 실도로 기반 계층별 표준 검증, 중국은 자국 중심 통합 모델과 인증체계, 한국은 분야별 기술표준과 아키텍처·지능지표·검증체계를 통합 추진하고 있음

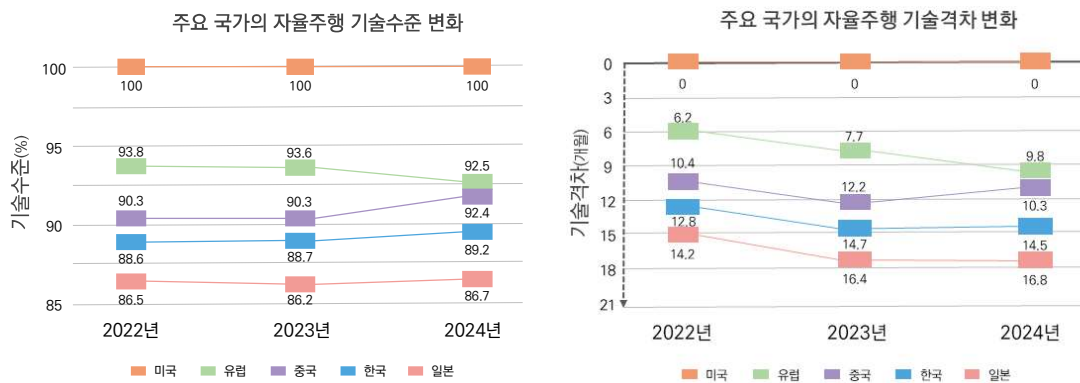
## 5.2 기술수준 3개년 변화추이

○ 2022년~2024년 3개년 동안의 국가별 자율주행 기술수준에 분석결과는 다음과 같음

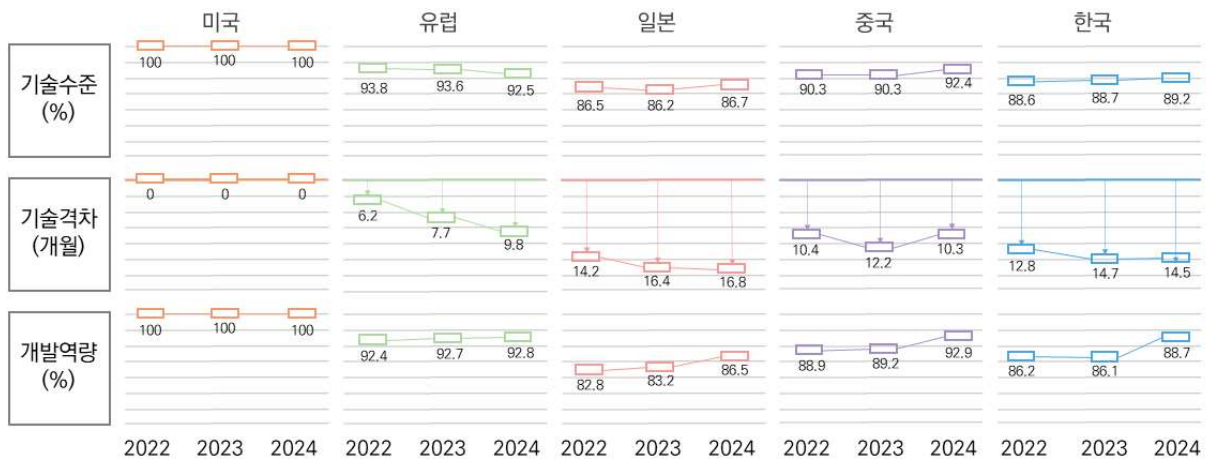
<표 5-1> 자율주행 5대 전략분야 기술수준 분석결과(% , 개월, %)

구분		2022년			2023년			2024년		
		기술수준	기술격차	개발역량	기술수준	기술격차	개발역량	기술수준	기술격차	개발역량
종합 기술 수준	미국	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0
	유럽	93.8	6.2	92.4	93.6	7.7	92.7	92.5	9.8	92.8
	일본	86.5	14.2	82.8	86.2	16.4	83.2	86.7	16.8	86.5
	중국	90.3	10.4	88.9	90.3	12.2	89.2	92.4	10.3	92.9
	한국	88.6	12.8	86.2	88.7	14.7	86.1	89.2	14.5	88.7
차량 융합 신기술 분야	미국	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0
	유럽	94.3	6.6	91.5	93.3	8.7	91.6	93.1	8.6	93.7
	일본	88.0	12.9	83.2	87.2	16.0	83.2	87.3	16.4	87.2
	중국	91.0	9.6	87.6	90.3	12.3	87.6	91.1	12.0	91.5
	한국	88.8	13.4	84.3	88.1	15.8	84.3	89.8	14.2	88.9
ICT 융합 신기술 분야	미국	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0
	유럽	94.8	3.4	94.2	94.6	5.2	94.3	92.3	10.8	92.0
	일본	85.6	13.8	82.7	85.1	16.6	82.8	87.0	17.7	86.5
	중국	90.9	11.0	90.0	91.2	11.8	90.1	92.8	10.4	93.3
	한국	89.4	12.8	86.5	89.4	14.4	86.5	88.8	16.1	88.3
도로 교통 융합 신기술 분야	미국	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0
	유럽	93.1	7.4	90.6	94.2	8.3	91.6	93.2	8.6	92.8
	일본	86.0	15.6	81.0	86.5	16.7	82.7	86.9	15.2	86.8
	중국	88.7	12.1	85.5	89.0	14.3	86.1	91.3	12.3	92.1
	한국	88.3	11.5	87.7	89.9	13.5	86.7	89.5	13.7	88.9
자율 주행 서비스 분야	미국	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0
	유럽	91.7	10.5	90.7	91.7	10.5	90.7	91.7	11.1	91.7
	일본	86.0	17.2	83.4	86.0	17.2	83.4	86.3	16.5	86.2
	중국	91.8	11.2	93.2	91.8	11.2	93.2	94.6	6.2	94.8
	한국	87.6	16.1	86.7	87.6	16.1	86.7	89.2	13.1	89.2
자율 주행 생태계 분야	미국	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0
	유럽	94.0	5.4	96.1	94.3	5.9	96.1	92.0	10.4	93.8
	일본	85.8	14.8	83.9	85.8	15.7	83.9	85.5	18.2	85.6
	중국	88.8	10.5	89.7	89.1	11.3	89.7	92.7	9.9	93.3
	한국	88.3	13.1	87.1	88.4	13.1	87.1	88.7	15.4	88.3

- 2024년도 기준 최고 기술보유국은 미국(100%)이며, 지난 '22년 및 '23년에 이어 3개년 동안 최고 기술국 지속 유지
  - 주요 5개국의 기술수위는 변동하지 않았으며, 최고 기술보유국 미국에 이어 유럽, 중국, 한국, 일본 순으로 높은 결과를 보임
  - 한국은 미국 대비 기술수준 89.2%, 기술격차 14.5개월 수준이며, 5개 국가 중 종합 4위로 분석
- 2022년~2024년 3개년 동안 주요 국가별 자율주행 분야 기술수준 및 기술격차의 추이는 다음과 같음
  - 미국은 3개년 모두 최고 기술보유국으로 분석되었으며, 주요 국가별 기술수위는 변동되지 않음
  - 중국(3위)의 경우 2024년 유럽(2위)과의 기술수준 격차가 '22년 3.3%, 3.0개월에서 '24년 0.1%, 0.5개월로 줄어 현재 동등한 수준으로 분석
  - 한국은 최고 기술보유국 대비 기술수준이 '22년 88.6%에서 점차 증가하여 '24년 89.2%로 0.6% 상승
- 과거 3개년 기준 자율주행 기술수준 종합 수치는 다음과 같음



<그림 5-2> 자율주행 기술수준 및 기술격차 추이 비교(3개년)



<그림 5-3> 주요 국가별 기술수준, 기술격차, 개발역량 추이 비교(3개년)

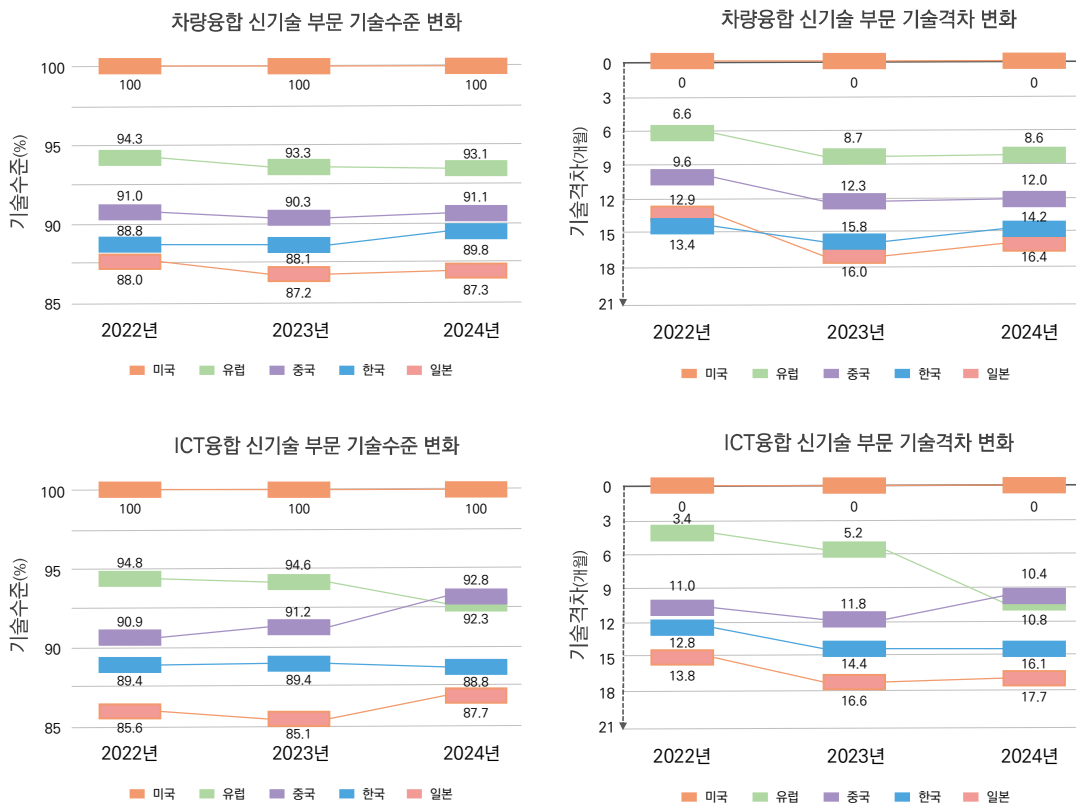
○ 자율주행 기술수준 및 기술격차 추이 비교 결과는 아래와 같음

<표 5-2> 과거 3개년 자율주행 기술수준 및 격차 추이 비교 결과

구분	기술수준 추이	기술격차 추이	특징
미국	• 100 → 100 → 100	• 0 → 0 → 0	• 기술수준 기준국, 최고수준 유지
유럽	• 93.8 → 93.6 → 92.5	• 6.2 → 7.7 → 9.8	• 점진적 하락, 격차 확대
일본	• 86.5 → 86.2 → 86.7	• 14.2 → 16.4 → 16.8	• 정체 상태, 격차 확대
중국	• 90.3 → 90.3 → 92.4	• 10.4 → 12.2 → 10.3	• 기술 향상, 격차 축소
한국	• 88.6 → 88.7 → 89.2	• 12.8 → 14.7 → 14.5	• 완만한 상승, 격차 현상 유지

- 미국이 최고 기술보유국을 유지하는 이유는 미국의 대표적인 자율주행 기업인 구글 웨이모의 6세대 'Waymo Drive' 발표, 테슬라의 FSD v13 발표 및 중국시장으로 서비스 확대 등 적극적 기술개발로 최고 기술국을 지속 유지
- 중국의 경우 '24년 기준 자율주행 모빌리티 시장 점유율 1위 달성(60%), '아폴로 고' 확대 및 대규모 실증 지원 등으로 인해 기술격차가 줄어드는 중임

○ 과거 3개년 기준 전략분야별 자율주행 기술수준 종합 수치는 다음과 같음



<그림 5-4> 자율주행 전략분야별 기술수준 추이 비교(3개년) (계속)



<그림 5-4> 자율주행 전략분야별 기술수준 및 기술격차 추이 비교(3개년)

- (차량융합 신기술) 차량용 컴퓨팅, 인지센서, 안전설계 등 차량융합 신기술 분야에서 미국이 최고기술 보유국이며, 주요 국가별 기술순위 변동 없음
- (ICT융합 신기술) 자율주행 인공지능, 데이터 처리, 플랫폼 등 ICT융합 신기술 분야에서 미국이 최고 기술 보유국이며, '24년 중국이 유럽을 추월하여 현재 미국, 중국, 유럽, 한국, 일본 순으로 조사됨
  - '22년과 중국(90.9%, 3위),과 유럽(94.8%, 2위)로 유럽이 3.9% 높은 기술력을 보였으나, '24년 중국이 추월하며 중국(92.8%, 2위), 유럽(93.1%, 3위)으로 조사됨
- (도로교통융합 신기술) 도로교통 인프라, 교통운영관리, 인프라 실증 등 도로교통융합 신기술 분야에서 미국이 최고기술 보유국이며, 주요 국가별 기술순위 변동 없음
  - '22년 한국(88.3%, 4위)에서 '23년 한국(89.9%, 3위)로 상승하였으나, '24년 중국이 다시 추월하여 중국 (91.3%, 3위), 한국(89.5%, 4위)로 최종 조사됨
- (자율주행 서비스) 도시기능 효율화, 국민안전 및 이용자 편의 서비스 등 자율주행 서비스 분야에서 미국이 최고기술 보유국이며, '24년 중국이 유럽과의 격차를 벌리며 현재 미국, 중국, 유럽, 한국, 일본 순으로 조사됨
  - '22년과 '23년에 중국(91.8%, 2위),과 유럽(91.7%, 3위)의 기술격차는 0.1%로 미비하였으나, '24년 중국이 격차를 벌리며 중국(94.6%, 2위), 유럽(91.7%, 3위)으로 조사됨
- (자율주행 생태계) 자율차 안전성 평가, 안전관리, 제도·표준 등 자율주행 생태계 분야에서 미국이 최고기술 보유국이며, '24년 중국이 유럽을 추월하여 현재 미국, 중국, 유럽, 한국, 일본 순으로 조사됨
  - '22년과 중국(88.8%, 3위),과 유럽(94.0%, 2위)로 유럽이 4.2% 높은 기술력을 보였으나, '24년 중국이 추월하며 중국(92.7%, 2위), 유럽(92.0%, 3위)으로 조사됨

### 5.3 기술수준 분석 방법 진단

- 지금까지 자율주행기술개발혁신사업단이 수행하는 과제 참여 연구진을 대상으로 전문가 설문을 수행 하였음
- 자율주행기술개발혁신사업단이 수행하는 86개 연구과제 중 2023년부터 2025년까지 총 14개가 종료됨
  - 2023년 2개 과제 종료
  - 2024년 10개 과제 종료
  - 2025년 2개 과제 종료

<표 5-3> 종료 사업 구분(과거 2년)

구분	종료 과제	번호	과제명		
과기부	· `23년 2개	과-01	자율주행 AI 서비스 통합 프레임워크 개발		
		과-02	클라우드 기반 자율주행 AI 학습 SW 개발		
		과-03	Cloud, Edge, Car 3-Tier 연계 인지/판단/제어 SW 및 공통 SW 플랫폼 기술 개발		
		과-08	학습데이터 상호 활용을 위한 주행환경 데이터 변환 및 데이터 검증 기술개발		
	· `24년 10개	과-05	자율주행차량 음영지역 데이터 제공을 위한 주행환경 데이터 스티칭 기술개발		
		과-06	자율주행 지능학습 데이터 생성/제공을 위한 데이터 수집·가공 핵심기술 개발		
		과-07	자율주행용 수집/활용 데이터에 대한 개인정보 처리 기술개발		
		과-09	초고속 V2X 통신기반 자율주행 서비스 기술 개발		
		과-10	자율주행차량의 차세대 내부 네트워크의 보안 및 초고속 무결성 부여 기술 개발		
		과-11	차량 보안 위협 방지를 위한 공격 대응 및 지능형 RSU 기술 개발		
		과-13	현실-가상정보 융합형 엣지기반 자율주행 시뮬레이션SW 기술개발		
		과-14	자율주행 Fall back MRC에 따른 운영권 SW 안전성 및 대응방안 검증 기술 개발		
		과-15	자율주행 관련 법규 및 규제 대응 서비스 시나리오 실효성 검증 기술개발		
		과-17	다중 통신기술 네트워크 로드밸런싱 기술개발		
		경찰청	· `25년 2개	경-07	돌발상황 및 재난 발생 시 도로교통 네트워크 통제를 위한 현장제어 기술 개발
				경-09	AI 운전능력평가 표준화 및 평가 프로세스 개발

- 상기 14개 과제 종료로 인하여 30개 기술분야 중 4개 분야가 종료된 연구과제와 직결되어 해당 기술 부문 전문가 중 자율주행기술개발혁신사업단 내 연구를 수행하는 전문가가 부재하게 됨

<표 5-4> 과거 2년 종료된 연구과제와 직결된 중점기술 구분

구분	중점기술	5대 전략
1	· 자율주행 사이버보안 기술	ICT융합신기술 부문
2	· 자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스 기술	
3	· 가상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션 기술	
4	· 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발	자율주행생태계 부문

- 향후 설문조사를 수행할 전문가 인력을 연구진으로 확보하지 못하는 상황임

## 5.4 기술수준 분석 발전 방향

### 5.4.1 중점기술 부문

- 선진국(미국, 유럽, 일본, 중국, 한국) 대상으로 동향 진단 결과, 현재 자율주행 Lv.4 기술은 차량 내 연산 능력, 인지·판단 기술, 통신-SW, 인프라 연계, 실증 및 제도 기반 등 전 분야에서 고도화가 이루어지고 있는 것이 확인됨
- 현 30개 중점 기술 평가 체제를 최소 수준에서 유지하는 방법이 공학적으로 타당함
- 추가로 신규 1개 중점분야를 추가하여 31개 중점기술 평가 체계를 유지하는 방안을 제안함

#### 가. 차량융합 신기술 부문

- AI 기반 고성능 컴퓨팅과 차량간 협력, 안전설계 등 센서 통합과 AI 기반 판단 알고리즘의 실도로 대응 능력 강화에 초점에 맞춰 기술개발을 수행하고 있음

#### 나. ICT융합기술 부문

- 고품질 데이터 기반의 AI 학습 환경, 클라우드-엣지 분산 처리, 고신뢰 통신, 가상환경 기반 SW 검증 기술을 중심으로, Lv.4 자율주행의 지능·성능·안정성을 높이기 위한 기술개발을 수행하고 있으므로 현 평가 체제를 유지하는 것이 합리적임

#### 다. 도로교통융합기술 부문

- 자율주행 대응 인프라, 안전시설, 주행 유도, 교통운영, 정보융합, 실증 플랫폼 등 전반에 걸쳐 기술이 고도화되고 있으며, 디지털 인프라 기반 자율협력주행 체계 구축과 실증-운영-관리의 통합형 스마트 교통 인프라 구현을 중심으로 발전 중임

#### 라. 자율주행 서비스 부문

- 교통약자 지원, 도심형 공유 모빌리티, 도시기능 관리, 국민안전 순찰, 실시간 응급 대응 등 서비스 영역으로 기술이 확장되고 있으며, 모빌리티 통합 서비스 구현과 실증 기반 상용화를 통한 공공 편익성 제고를 목표로 연구개발이 진행 중임

#### 마. 자율주행 생태계 부문

- 차량 성능 평가, 사고 및 위험 대응 기술, 운전능력 평가 시스템, 제도 개선, 기술 표준화 등을 포함하고 있으며, 자율주행 안전성과 신뢰성 확보를 위한 국제 정합성 기반의 법·제도·표준 프레임워크 정립이 주요 방향이므로 현 평가 체제를 유지하는 것이 합리적임

## 바. 신규 부문

- 미국은 스마트 인프라 확산 전략의 일환으로 지능형 신호제어 시스템(ITS-SPaT), V2I 연계 교차로 인프라, AI 기반으로 다양한 기술을 개발하고 있음
- 유럽은 V2X 기반의 교통신호 연계 기술과 디지털 교차로 구현 기술을 연구하고 있음
- 일본은 국토교통성과 완성차 기업을 중심으로 신호교차로 통과 안전 확보 기술을 개발하고 있음
- 중국은 5G 기반 V2X 기술로 신호교차로에서 자율차 통행 제어 기술을 상용화하고 있음
- 한국의 경우 해외의 경우와 다르게 국토교통부와 경찰의 행정적 관계로 인하여 신호교차로 인프라 기술과 관련된 연구가 적극적으로 추진되지 못하고 있음. 중장기적으로 신호교차로 인프라 기술 고도화 및 실증 연구에 제약이 될 수 있음. 별도의 추가적인 노력 필요함

### 5.4.2 과업 수행 부문

- 자율주행기술개발혁신사업단 내 14개 과제 종료에 따라, 전체 30개 중점기술 분야 중 4개 중점기술은 종료된 과제와 직접 연계된 기술로 확인되며 아래와 같음
  - 자율주행 사이버 보안 기술(ITC융합신기술)
  - 자율주행 SW 평가 검증 모델·프로세스 기술(ITC융합신기술)
  - 가상환경기반 디지털 트윈 자율주행 시뮬레이션 기술(ITC융합신기술)
  - 자율주행 Lv.4 대응 제도 개발(자율주행행태계)
- 한국을 포함한 선진국을 대상으로 자율주행 기술 동향을 점검한 결과, 기존 30개 중점기술 기반 평가 체계를 유지할 필요가 있으므로, 종료된 연구과제와 직결된 전문가에 한해서는 외부 전문가를 통하여 기술수준 조사를 수행하여야 함

## 제6장 결론 및 제언

### 6.1 결론

- 자율주행 5대 전략분야에 대한 논문경쟁력 및 특허경쟁력 등 정량적 결과와 전문가 의견의 정성적 결과를 종합하여 자율주행 기술수준을 분석함
- 2024년도 주요 국가에 대한 자율주행 기술수준을 종합 분석한 결과, 미국이 최고기술보유국으로 분석되었으며, 유럽, 중국, 한국, 일본 순으로 높은 결과를 보임
- 한국은 최고기술 보유국인 미국 대비 기술수준 89.2% 수준이며, 종합 4위로 분석됨
- 현재 선진국들은 자율주행 분야의 30대 중점기술 전 영역에 지속적으로 연구를 수행하고 있으며, 이에 따라 한국도 기술 경쟁력 확보를 위해 자율주행 기술수준에 대한 체계적인 평가 기준을 지속 유지하고 강화할 필요가 있음
- 최근 선진국에서는 ‘신호교차로 인프라’ 관련 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이와 같은 흐름을 반영하여 해당 분야의 중점기술을 기술수준 평가 체계에 포함시키는 것이 필요함
- 기존에 사업단 내에서 수행 완료된 연구과제와 직접적으로 연계되는 4개의 중점기술이 존재하며, 이 중 일부 기술은 사업단 내부의 기존 연구진이 아닌 외부 전문가를 통해서만 연구 수행이 가능함
- 이에 따라, 해당 기술들에 대해서는 사업단 외부 전문가를 대상으로 한 별도의 기술수준 평가를 유도하고 연계하는 전략이 요구됨

### 6.2 제언

- 선진국 대비 자율주행 기술수준 격차 해소를 위한 핵심 전략 분야에 대한 집중 연구 필요
- 중점기술 기반 기술수준 평가체계의 지속 유지 및 ‘신호교차로 인프라’ 등과 같은 평가 항목의 유연한 확장 필요
- 지속 연구 수행이 어려운 중점기술 대상으로는 외부 전문가 참여 기반 평가 체계 마련 필요
- 글로벌 자율주행기술 동향을 점검하며, 최신 기술 트렌드를 반영하기 위해 본 연구와 같은 학술용역 지속 진행 필요