기술주권

자율주행시스템

KISTEP 전략기술정책단 박종록

KISTEP

국가전략기술 기술주권 브리프:
자율주행시스템

박종록

Ⅰ. 작성배경

Ⅱ. 글로벌 기술/산업/정책 동향

Ⅲ. 경쟁력 분석

Ⅳ. 정책 제언

※ 기술주권브리프는 기술패권 경쟁 및 과학기술 정책의 안보화에 대응하기 위해 수립된 『국가전략기술 임무중심 전략로드맵』의 정책 지원의 일환으로 작성되었습니다.

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

Ⅰ 작성배경

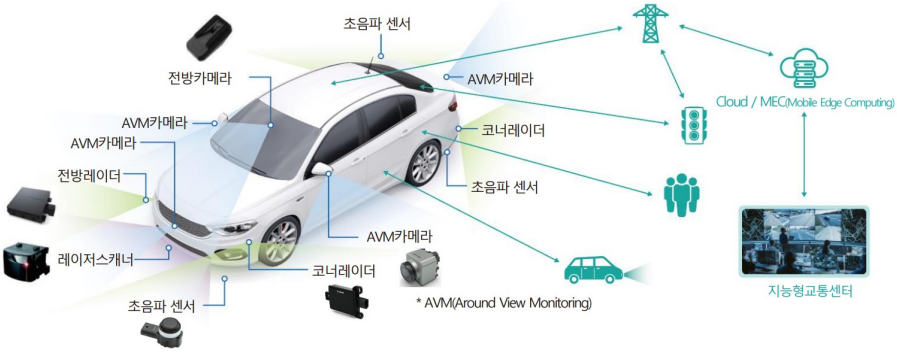
모빌리티는 출·퇴근 등 국민 삶을 영위하는데 있어 필수적인 국가 인프라 영역이며, 경제안보·산업성장·국민안전 전반에 걸쳐 큰 영향을 미치므로 국가적 중요도가 높은 분야

- 경제활동을 위한 물류 수송을 지원하고 국민의 이동권을 안전하게 보장하기 위해 다양한 이동수단이 활용되고 있으며, 교통 관련 국가 인프라도 지속적으로 확대되는 중
- 최근 국민들은 모빌리티가 단순히 이동 효율을 높이는 것을 넘어 다양한 작업 환경과 서비스를 제공하여 전반적인 삶의 질을 향상시키는데 기여할 수 있다고 인식

☞ 특히, 자율주행은 개인차량뿐 아니라 대중교통의 이동 편의성과 안전성을 극대화하며, 동시에 On-Demand 서비스를 적용을 통해 운송 효율을 높이는 첨단 모빌리티 기술

자율주행시스템은 고도화 단계에 따라 레벨이 구분되어 있으며, 시스템의 고도화를 위해서는 차량 자체 센서 기술뿐 아니라 통신 인프라 및 지능형 교통체계와의 연계·융합이 필수적임

- 자율주행은 SAE 기준 레벨 0~5[1]로 구분되며, 현재 일반 승용차의 경우 고속도로 구간에서 작동하는 레벨3까지 양산되었고, 로보택시는 특정 구간에서 레벨4 수준을 달성



[그림 1] 자율주행시스템 구성

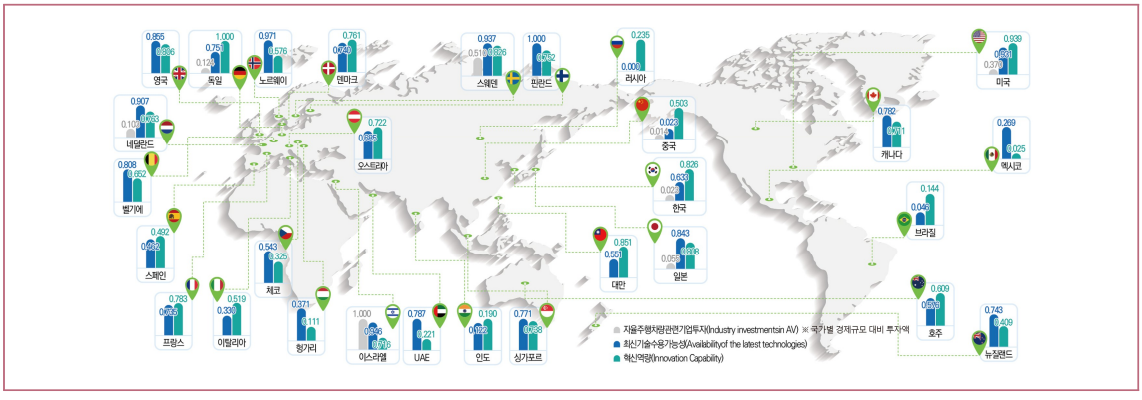
1) 단순 운전 보조 기능에서부터 완전 자율주행까지 고도화 단계에 따라 '운전자 지원'(레벨1), '부분 자율주행'(레벨2), '조건부 자율주행'(레벨3), '고도 자율주행'(레벨4), '완전 자율주행'(레벨5)으로 구분 (출처 : SAE J3016)

- 첨단 자율주행시스템은 기본적인 차량 온보드 센서에서부터 통신 기지국·서버, 교통센터까지 주변감지, 정보교환, 관제 등을 위한 다양한 영역의 기술들이 연계되어 동작

세계 각국은 자율주행 등 급격히 성장 중인 첨단 모빌리티 시장을 선도하기 위한 신산업 선점에 총력을 기울이고 있으며, 기술우위 확보를 위한 글로벌 경쟁도 격화 중

- (신산업) 자율주행과 커넥티드 기술은 모빌리티 서비스 분야로 확산되고 있으며, 반도체·ICT·에너지 등 타 산업과 융복합 생태계가 구축되는 등 급진적 변화가 진행 중
  - 자동차 산업은 제조업 중심에서 소프트웨어 중심의 융복합산업, 서비스업으로 전환 예상

- (기술혁신) 미국, 이스라엘 등 원천 부품 및 SW 기술을 보유한 국가들을 중심으로 높은 수준의 자율주행 기술혁신이 이루어지고 있으며, 우리나라는 7위[2] 수준으로 나타남



[그림 2] 자율주행 관련 글로벌 투자, 기술수용, 혁신역량

※ '2020 Autonomous Vehicles Readiness Index (KPMG)' 기반 재구성

전통적인 자동차·항공기 기업 중심에서 모빌리티 디지털화에 따른 IT(핸드폰제조사, 통신사 등)*기업 역할 강화로 모빌리티 산업지형이 변동 중이며 시장 확대를 위한 정부의 역할도 요구

* (美) Lv4 자율주행차 출시, (韓) UAM컨소시엄 참여, 자율주행 통신기술 개발 등

- 자율주행 및 IT기기(스마트폰 등) 발달로 소유 중심의 전통적 자동차 산업에서 공유 중심의 모빌리티 생태계로 빠르게 전환 중

  ※ 세계 공유 모빌리티 시장 규모는 '23년부터 '30년까지 매년 15.8%로 성장하여 '30년에는 7,315억 4,000만 달러에 달할 것으로 예상(출처 : Grand View Research, Inc.)

2) 국가별 기술혁신 순위는 이스라엘(1위), 미국(2위), 일본(3위), 독일(4위), 노르웨이(5위), 스웨덴(6위), 대한민국(7위), 핀란드(8위), 영국(9위), 네덜란드(10위) 순서임

- AVIA[3]에서 美 교통부에 자율주행차 사용을 촉진하기 위한 연방 자율주행차 정책 권고안을 제시
  - 자율주행 관련 법·규제적 요소를 연방 프레임워크를 통해 명확히 제시해 주길 요청하고, 접근성(운전면허 면제 등) 향상과 기본적인 R&D 및 인력양성이 필요하다는 의견을 제시

특히, 기능·편의를 강조하던 시기를 지나 AI 등이 본격 적용됨에 따라 안전·표준을 강조

- 미국 AV 4.0 정책에서는 설명가능한 인공지능 관점에서 접근하면 국민의 안전과 관련된 자율주행의 기술의 경우 민간의 시장 논리에만 맡기는 방식은 부적절하다는 의견을 제시
  - 안전 기반 정부 개입과 기술 중립을 유지하며 산업 성장을 지지한다는 내용을 언급
- 이러한 기조에 따라 도로 인프라 및 통신과 관련된 정부의 구축 지원을 위해 첨단 연구 프로젝트 기관(ARPA-I)을 설립하고 미국 교통 인프라 혁신을 위한 차세대 연구 및 신기술 투자 관련 신규 조치 발표 ('23.6.13)
  - 교차로 안전 챌린지 활성화 등을 제안하였으며, 넷제로 등의 상위 정책 내용을 실현하기 위해 자율주행이 매우 중요한 기술로 포함되어 있음

이외에도 첨단 모빌리티는 자율주행·원격조종 등을 통한 유·무인 협업(MUM-T) 임무 수행역량 향상으로 국방력 강화에 기여할 것으로 예상

- 우리 군이 직면한 병력 감소, 기후·산악 등 극한환경 극복 등 미래전장 주도를 위해 무인·자율화 기반 군수혁신 등 모빌리티 기술 적용 시급

  ※「23-37 국방과학기술혁신 기본계획」 10대 국방전략기술 內 "유·무인 복합" 포함, '지능형 다목적 무인차량' 시범운용 中
- 미국 AV4.0에서도 자율주행은 전투원 합동 능력을 강화하고 행동 속도를 높이며 인간의 능력을 뛰어넘는 확장성을 제공할 것이라고 언급
  - 미국 국방부의 투자는 역동적인 환경에서 복잡한 군사 임무를 수행할 수 있는 시스템을 개발하는데 초점을 맞추고 있음

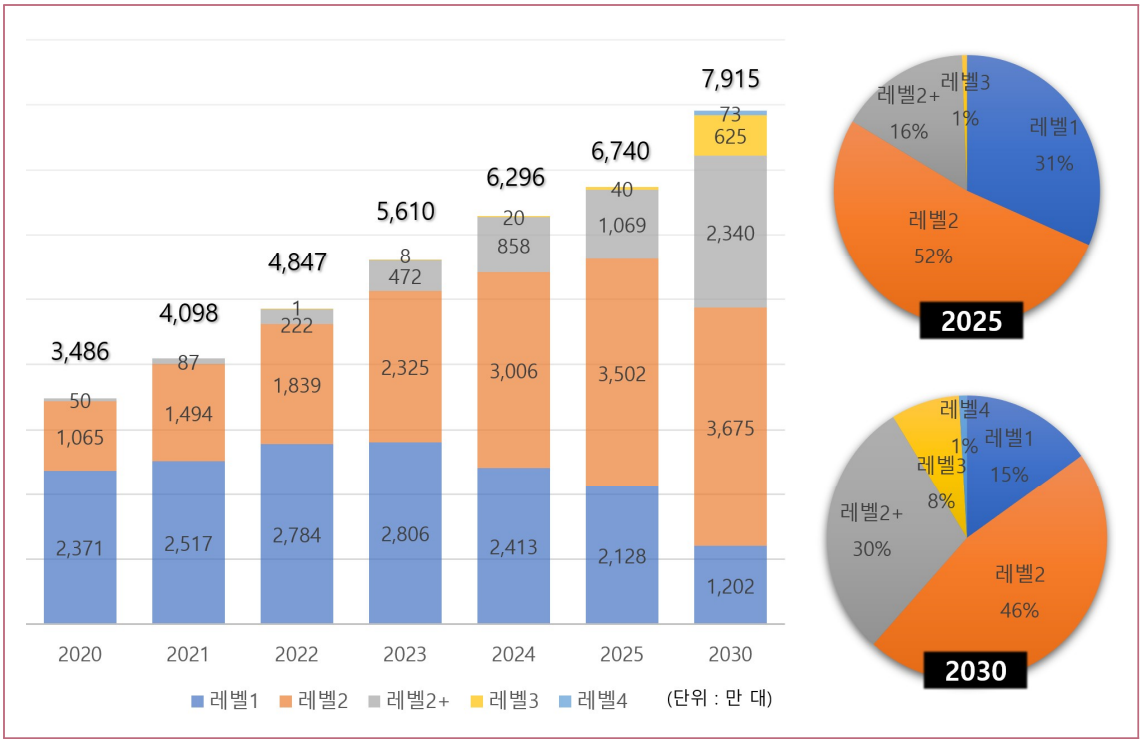
3) Autonomous Vehicle Industry Association (미국 자율주행 산업협회)

Ⅱ 글로벌 기술/산업/정책 동향

1. 기술동향

■ 전 세계적으로 자율주행시스템의 보급이 확대되고 있는 가운데 2024년 레벨2 자율주행 적용률이 레벨 1을 넘어설 것으로 예상되며, 레벨 4가 '30년 시점에 본격 적용될 것으로 전망

- '21년 기준 전 세계 자율주행시스템 적용 차량은 약 4천만대로 전년 대비 17.5% 증가하였으며, 레벨1이 약 2천5백만대로 전체 시장의 61.4%, 레벨2가 36.4% 수준을 차지
- '24년 기준 레벨2와 레벨 2+가 각각 약 52%와 15.9%의 점유율을 가질 것으로 예상되는 가운데 레벨1은 31.6% 수준의 점유율을 차지할 것으로 예상

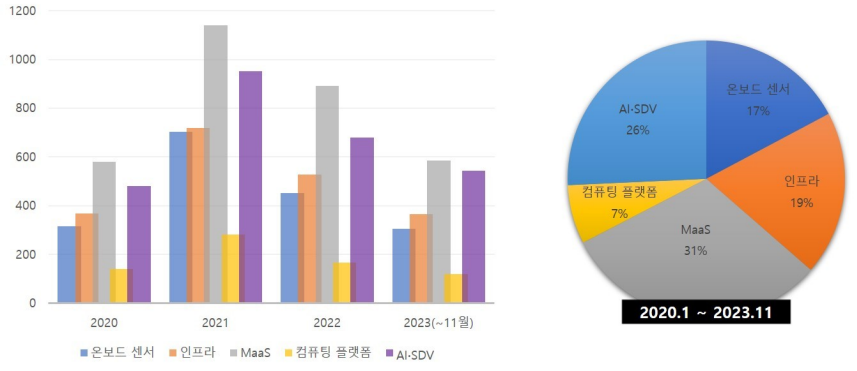


[그림 3] 자율주행 레벨별 보급률 추이

※ 'Global Automated Driving Systems Market (Yano Research Institute, 2022)' 기반 재구성

기존 자율주행시스템은 카메라, 레이더, 라이다 등의 주요 센서들을 중심으로 기술개발이 추진되었다면, 최근에는 AI·SDV[4], MaaS[5], 인프라 등을 중심으로 개발이 추진 중

- 주요 글로벌 언론사의 자율주행 관련 기사를 분석해 보면, 최근 4년간의 이슈키워드에서 AI·SDV, MaaS, 인프라 등의 비율이 높은 것으로 나타남
  - 조사 기간('20.1~'23.11) 내 이슈키워드의 빈도를 살펴보면, AI·SDV와 MaaS가 각각 26%와 31% 수준으로 인프라와 온보드 센서보다 높은 것으로 나타남



[그림 4] 자율주행 관련 주요 기사의 연도별 이슈키워드 빈도 분석

※ 글로벌 언론사 뉴스 DB 기반 KISTEP 분석

(센서) 온보드 센서(카메라, 레이더, 라이더)를 자율주행시스템에 적용하는 방식이 업체별로 다소 차이를 보이는 가운데 일부 업체들은 시스템의 성능 개선을 위해 전략을 수정 중

- 테슬라는 카메라에 근거한 Vision 시스템으로 레벨2 자율주행 기술을 리드하였고, 그동안 사용하지 않았던 레이더를 '23년에 다시 탑재하는 등 일부 전략을 수정
  - Vision 시스템은 총 8개의 카메라에서 얻은 이미지 정보를 활용, 여러 신경망 딥러닝 알고리즘을 활용하여 물체를 인식하고 물체와 차량과의 거리 등을 추측하는 방식
  - Vision 시스템에 사용되는 알고리즘은 발표된 지 얼마 되지 않는 것들이 많고, 따라서 자율주행시스템의 완성도를 보완할 필요가 있음
    ※ Vision 시스템은 고가의 LiDAR, 고정밀지도가 불필요하다는 점에서 강점이 존재하나 연산속도가 느린 점, 악천후 대응 문제 등에 대응 필요

4) Software-Defined Vehicle
5) Mobility as a service

- 레이더 탑재 전략수정은 Tesla가 '22.10월에 카메라만으로도 자율주행에 어려움이 없으므로 초음파 센서를 제거하겠다고 밝힌 것과 상충

● 도요타 관련 특허출원 동향에 따르면 라이다보다 레이더·카메라를 활용한 자율주행 시스템 개발에 중점을 두는 것으로 추정

- 대부분 경쟁사가 라이다 투자를 강화하여 투자 포트폴리오를 확대하는데 비해 토요타는 레이더·카메라를 활용한 자율주행 자사 솔루션에 집중

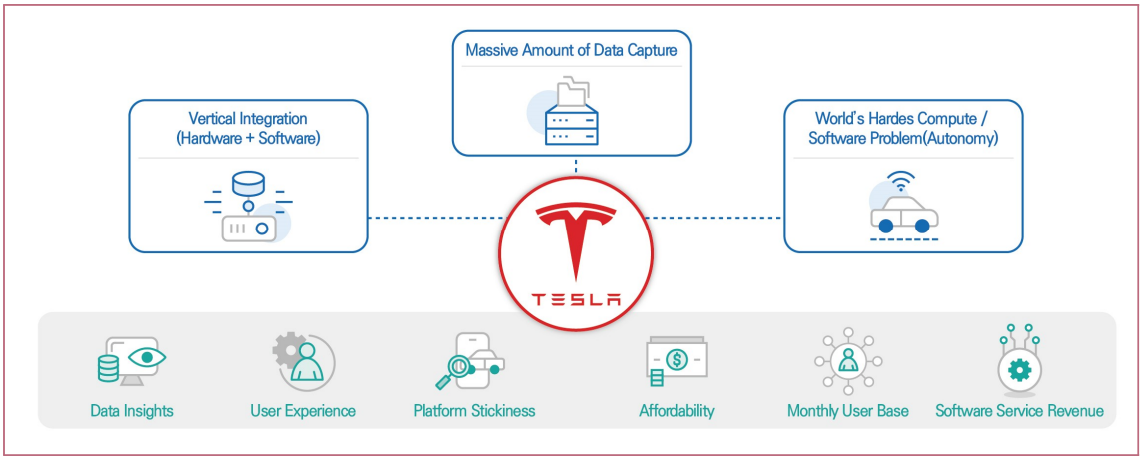
※ '18년에는 라이다 특허출원은 토요타 계열사 Denso가 주도하였으나 '21년에는 Bosch 등이 특허출원을 주도하였고, 토요타는 '22.4월에 카메라를 통해 완전자율주행을 달성하겠다고 발표

- 최근 레이더 관련 간섭 억제와 전력소비 절감 관련 특허를 출원 중이며, 카메라 장착방법 및 데이터 처리, 통합 제어하는 솔루션* 개발에 집중

* 신경망 네트워크를 활용하여 차 주변을 모델링하는 기술, 드라이버 모니터링, 차내 센싱 등

■ (AI·SDV) SW 기술에 대한 자율주행 기술의 전략적 중요도가 높아 짐에 따라 각 업체는 자체적으로 기반기술을 확보하거나 SW 역량을 보유한 기업의 인수를 적극 추진 중

● 테슬라는 자율주행을 위해 구축한 Dojo 슈퍼컴퓨터의 성능을 100엑사플롭스[6]로 대폭 향상시키겠다는 목표를 설정하였고, 이를 기반으로 서비스 경쟁력 우위도 확보한다는 전략



[그림 5] 테슬라의 AI 및 서비스 강화전략 개념도

※ 'Unlocking Tesla's AI Mojo… Enter the Dojo (Mogan Stanley, 2023.9.)' 기반 재구성

6) 1EF(엑사플롭스)는 1초에 퀸틸리언(quintillion, 1018, 100경)번의 연산을 수행한다는 의미

- Dojo를 위해 자체 개발한 맞춤형 AI ASIC 칩셋을 사용하면, 엔비디아의 A100 사용하는 것과 비교하여 해당 성능목표를 달성하는데 약 65억 달러의 비용 절감 가능
- 기존 Dojo 버전 1은 방대한 양의 비디오 트레이닝에 최적화 되어있는 반면, 버전 2는 범용 AI 통합 기능을 제공하여 기존 대비 10배 이상 성능을 향상
- 수억 마일의 주행 누적 데이터를 활용하고 독보적인 하드웨어 및 소프트웨어 통합 설계 능력을 통해 개발에 필요한 분석 및 학습 속도를 가속화하는 것이 가능
- 기존 차량 기반 서비스와 함께 구독 등의 소프트웨어 기반 서비스 모델을 다양화하여 서비스 경쟁력을 강화하는 전략을 추진 중

● 현대자동차는 '25년을 전후하여 모든 차종에 대해 SDV로의 전환을 추진 중

- 현대차는 '22년에 자율주행 전문기업 42dot社를 인수하고 글로벌 소프트웨어 센터를 설립하는 등 소프트웨어 역량을 강화하기 위한 투자 단행

※ 고사양 커넥티드카 운영체제(ccOS, Connected car operating system)도 지속 개발

● 네이버는 정밀지도와 AI를 기반으로 SW 중심의 자율주행 시스템 고도화를 추진 중

- 회사가 보유 중인 인공지능 플랫폼 기술을 적극적으로 활용하고 지도 생성 및 맵핑, 디지털 트윈 등을 통한 자율주행시스템 정확도 향상을 지원

● GM은 소프트웨어 디지털 플랫폼과 차량 지능 플랫폼을 개발 중

- 클라우드 기반 소프트웨어플랫폼인 얼티파이(Ultifi)를 개발하였고, 스마트폰 앱 연동을 통해 무선으로 자동차 소프트웨어에 접근하는 기술* 적용

* 안면 인식 시동 걸기, 클라우드 연결 기반 도로 인프라 실시간 연결 지원

(컴퓨팅 플랫폼) HW의 경우 기존 온보드 센서와 더불어 중앙집중형 연산처리 장치인 컴퓨팅 플랫폼의 중요도가 높아지고 있으며, 메이저 칩 제조사도 경쟁적으로 제품을 출시 중

● 엔비디아는 주력모델인 고성능 반도체에 이어 컴퓨팅을 담당하는 SoC 개발을 적극 추진

- SoC 'Drive Origin'은 연산성능이 254TOPS[7]로 이전 세대 Xavier에 비해 7배 정도로 높아 L2부터 L3까지 자율주행 시스템에 대응
- Drive Orin보다 연산능력이 더 뛰어난 SoC 'Drive Thor'는 AI를 통한 계산이 가능하며 최대 연산성능은 2,000TOPS 수준('24년 발매 예정)

7) TOPS(Trillion Operation Per Second)는 1초당 1조 번의 AI 연산 처리를 의미

- 퀄컴은 Automotive Investor Day('22.9.)에서 Snapdragon Ride Flex SoC 포트폴리오를 발표
  - 업계 최초의 슈퍼 컴퓨팅 클래스 SoC 포트폴리오이며, 자율주행을 지원하기 위해 약 2,000TOPS의 컴퓨팅 성능을 보유하고 있다고 소개

(인프라) 물리적인 교통 인프라 외에도 정밀맵 등의 데이터 인프라가 고도화되는 단계이며, 대부분의 차세대 통신 기술들이 자율주행 차량에 즉각적으로 적용되는 상황

- HERE는 자율주행 시스템을 위한 정밀맵을 구축하고 있으며, 최근 맵 데이터를 지속적으로 업데이트하는 클라우드 기반 솔루션인 HERE HD 라이브 맵 서비스를 제공 중
  - HERE HD 라이브 맵은 자율주행 차량이 정확한 위치와 주변 주행환경을 이해하도록 지원하는 매우 상세한 클라우드 기반 지도이며, 차량의 통신 센서 데이터로 실시간 업데이트가 가능

- 퀄컴은 글로벌 최초로 자동차 등급을 획득한 5G 플랫폼인 Snapdragon Auto 5G Modem-RF를 출시
  - 5G, LTE, 3G, 2G 연결을 지원하는 3GPP 릴리스 15 호환 5G 다중 모드 모뎀, C-V2X, DSDA[8], NG-ecall[9] 및 위치 서비스를 포함

(MaaS) 레벨4 로보택시 서비스를 기반으로 서비스 구간을 확대 중이며, 동시에 시스템 혹은 플랫폼의 시험·검증을 위한 주행 데이터를 축적하여 시스템 개선에 활용

- 구글 Waymo는 레벨4 로보택시 서비스를 확대하기 위해 액셀·브레이크 및 주변인지기술 등을 향상시키는 등 레벨4 자율주행 개발에 박차
  - 가상 운전·테스트주행·실제 주행을 합친 'Scenario Base Test'라는 방법을 통해 레벨4 이상 자율주행 시스템 실증을 진행
    ※ 이상적(건강하며 항상 전후방 주시) 가상운전자를 설정한 뒤 자사 자율주행 시스템과 충돌사고 회피실험을 한 결과 충돌사고 회피율은 각각 62.5%, 75%로 자율주행시스템이 더 우수한 결과를 기록했다고 발표('22.9)

- GM의 자회사 Cruise는 '22.9부터 샌프란시스코에서 24시간 무인 로보택시 서비스를 시작하였으며, 실증거리 기준 구글 Waymo 다음 수준으로 주행 데이터 축적

8) Dual SIM, Dual Active
9) Next Generation emergency Call

- Cruise의 샌프란스코 자율주행 택시 누적거리는 '21.11에 서비스를 시작한 이래 '23.2에 100만 마일 수준까지 도달하였으며, 매일 1페타 바이트의 시뮬레이션 데이터를 처리

● 카카오는 자율주행 시범서비스를 추진 중이며, 데이터 확보와 플랫폼 검증도 진행 중

- 도심 환경(영동대로, 테헤란로 등)에서의 레벨4 수준의 자율주행 서비스를 제공하며, 원하는 시점에 차량을 호출하는 On-Demand 방식으로 운영

● 바이두는 현재까지 중국 주요 4개 도시의 일부 지역에서 아폴로고 로보택시 서비스를 상업적으로 운영 중

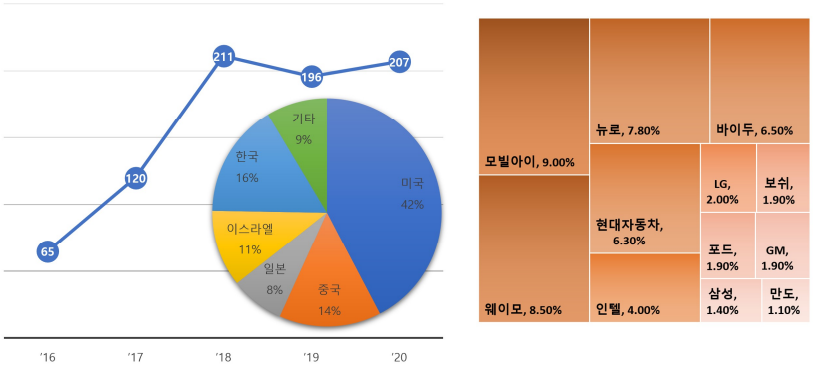
- 승객은 모바일 앱을 통해 쉽게 택시를 호출할 수 있으며, 2023년 2분기에 전년 동기 대비 149% 증가한 약 71만 4,000건의 승차 서비스를 제공

■ (특허) 선진 5개국(IP5)의 카메라·라이다 감자기(센서) 융합 부분 특허출원을 살펴보면 연평균 33.6% 증가하고 있으며 한국은 세계 2위 수준으로 출원 중('16~'20)

● 출원국 비율을 살펴보면 미국이 42.3%(338건)로 가장 높고 한국은 16.1%(129건)로 2위 수준이며, 이어 중국 14.4%(115건), 이스라엘 10.9%(87건), 일본 7.6%(61건) 순

- 출원국에 따른 연평균 증가율은 한국 40.8%, 중국 38.8%, 미국 30.9% 순으로, 한국의 출원 증가율이 가장 높음

- 출원 기업을 살펴보면 이스라엘 기업인 모빌아이가 9.0%(72건)로 가장 많은 비율을 차지하며 웨이모 8.5%(68건), 뉴로 7.8%(62건), 바이두 6.5%(52건), 현대자동차 6.3%(50건) 순으로 나타남



[그림 6] 카메라·라이다 센서 융합 분야 국적 및 기업별 특허출원 동향

※ 자율주행차 감지기(센서) 융합기술 특허출원 관련 특허청 보도자료('23.5.) 기반 재구성

(표준) 자율주행 관련 지능형교통시스템, 도로주행차량, 기능안전 등의 표준화가 이루어지고 있으며, 우리나라도 자율주행 서비스·어플리케이션, 메시지·데이터 등의 WG에 참여 중

- ISO TC22에서는 차량 중심의 자율주행 표준화를 진행 중이며, ISO TC 204에서는 지능형 교통체계를 중심으로 통신, 디바이스, 협력주행, 서비스와 관련된 표준화가 진행 중
  - ISO TC SC33 WG9과 WG16에서는 자율주행 시험 시나리오와 시험장치에 대한 표준화가 진행 중이며, ISO TC204 WG14에서는 자율주행 시스템에 대한 표준화가 진행 중

ISO TC22	Road Vehicles	France
SC31	Data communication	Germany
SC32	Electric & electronic components and general system aspects	Japan
SC33	Vehicle dynamics & chassis components	Germany
SC34	Propulsion, powertrain and powertrain fluids	USA
SC35	Lighting and visibility	Italia
SC36	Safety aspects and impact testing	USA
SC37	Electric propulsion systems & component, electrical safety & ...	Germany
SC38	Motorcycles and mopeds	Japan
SC39	Ergonomics	USA
SC40	Specific aspects for commercial vehicles, business and trailers	Italia
SC41	Specific aspects for gaseous fuels	-

ISO TC204	ITS	USA
WG1	Architecture	USA
WG3	ITS geographic data	Japan
WG5	Fee and toll collection	Sweden
WG7	General fleet management and commercial/freight	Canada
WG8	Public transport/emergency	USA
WG9	Integrated transport information, management and control	Australia
WG10	Traveler information systems	UK
WG14	Vehicle/roadway warning and control systems	Japan
WG16	Communications	USA
WG17	Nomadic Devices in ITS Systems	Korea
WG18	Cooperative systems	Germany
WG19	ITS database technology	Norway

[그림 7] 자율주행 관련 ISO 표준화 그룹

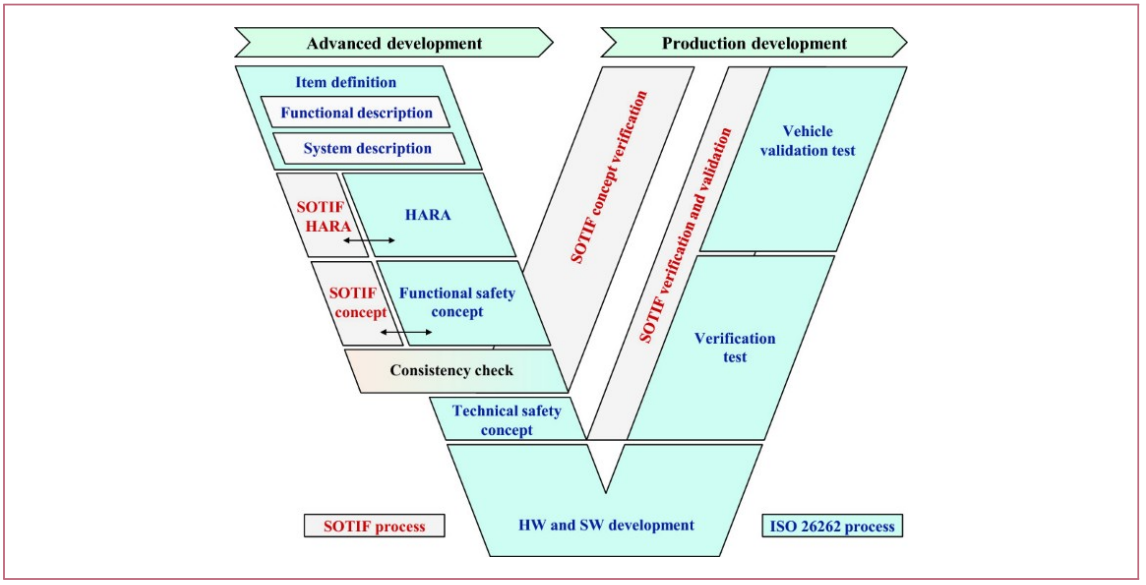
※ 출처: ISO

- 최근 AI 기술에 대한 중요성 때문에 ISO TC 204 내 '빅데이터 및 AI 지원 ITS' WG을 신설하고 학습 데이터 획득 등을 위해 다른 WG 그룹과 협업을 진행 중

- SOTIF[10]는 자율주행의 성능이나 기술적 한계, 오용으로 인한 위험을 방지하고자 제정되는 표준이며, 전기전자 시스템 자체의 오류를 예방하는게 목적인 ISO 26262와 구분
  - SOTIF는 의도된 기능의 한계로 인해 발생하는 위험을 회피하기 위해 시스템 결함이 없는 상태에서도 불합리한 리스크를 방지하기 위해 ISO/PAS 21448로 표준 제정

10) Safety of The Intended Functionality

- 반면, ISO 26262는 의도된 기능은 문제가 없다는 전제하에 위험을 유발할 수 있는 시스템의 결함을 다루며, 이를 위한 SW·HW 설계 사양 검토와 시스템 검증 등의 내용이 포함됨



[그림 8] SOTIF와 ISO 26262 검증 프로세스 개요

※ 출처: Intelligent System Solutions for Auto Mobility and Beyond (Ovidiu Vermesan, AMAA 2020)

2. 산업동향

■ 주요 글로벌 모빌리티 그룹들은 SW 역량 강화를 위해 조직 개편 및 M&A를 적극 추진 중인 상황이며, 업체별 기술 확보 전략에 따라 다양한 협업 구도를 형성

● 테슬라의 경우 자율주행 SW·HW에 대한 전방위 기술을 모두 개발하며 대응 중

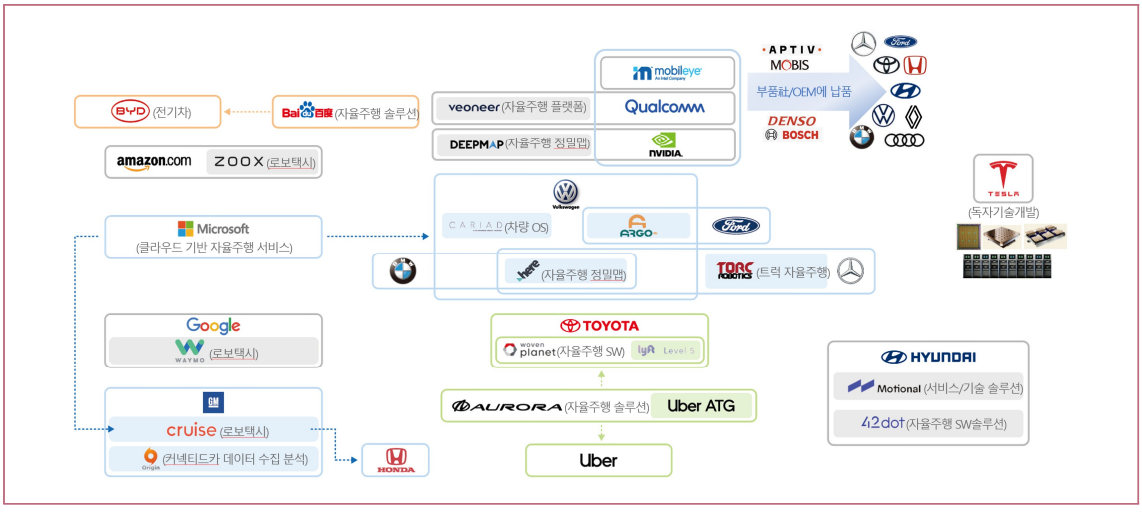
- 일부 주요 센서뿐 아니라 SW 솔루션 및 AI 그리고 DCU 등 핵심 HW 플랫폼을 개발

- 최근 모건스텐리는 테슬라 AI 기술인 Dojo가 테슬라의 기업가치를 최대 5,000억 달러 상승시킬 수 있다는 의견을 제시

● 구글의 경우 웨이모라는 자회사를 두고 로보택시 서비스를 중심으로 기술개발 중

- 정밀맵, 서비스를 포함한 SW는 자체 개발 중이며, 센서의 경우 기존 타 업체의 센서를 활용하는 개념으로 접근

- GM의 경우 MS의 클라우드 기반 기술을 활용하고자 전략적 협업을 추진하고 있으며, 크루즈 솔루션 도입을 원하는 혼다와의 제휴를 통해 일본 내 서비스 양산을 지원
  - OS, 클라우드, 엣지 컴퓨팅 등의 기술 노하우가 축적된 MS의 Azure 플랫폼을 활용하여 자율주행 SW 솔루션을 개발하고 타 자동차社에까지 보급하는 비즈니스 모델을 고려
  - 혼다는 일본 내 MasS 차량에 해당 솔루션을 적용할 계획이며, 이를 위해 크루즈와 업무 협약을 맺고 로보택시 등을 대상으로 일본 내 주행 실증을 진행 중



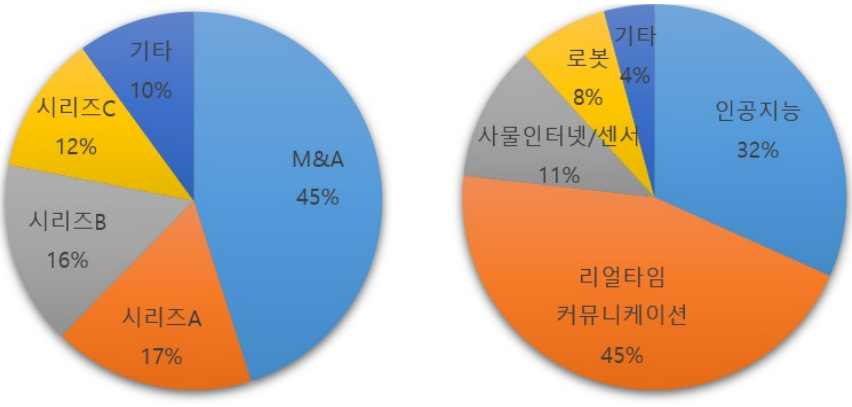
[그림 9] 주요 글로벌 모빌리티 기업의 SW조직(혹은 자회사) 개편 현황

- 유럽 및 미국의 메이저 자동차 회사의 경우 Tier1/2 부품 및 솔루션 업체와 적극 협업
  - 기존 자동차 사의 경우 리콜 등으로 인해 발생하는 경제적 타격을 예방하고자 안전성을 매우 중요하게 고려하며 조심스럽게 자율주행 양산을 전개하고 있음
  - 따라서 테슬라, IT 기업들과는 다르게 레벨3 이상의 자율주행을 상용화하는 과정에서 적용하는 첨단 기술들은 충분히 검증하여 신중하게 양산한다는 입장을 견지
  - 모빌리티 산업의 특성상 안전을 신중하게 고려한 기존 사례들을 감안하면, 예상한 시점보다 몇 년 후에 유의미한 양산(상당한 수준의 시장 보급)이 진행될 가능성이 높음
- 반면, 중국의 경우 미국 기술제재 등의 영향으로 자국 내 기업 간 기술협력만이 활발히 이루어지고 있음
  - 중국 외 해외 업체들의 부품을 구매 후 단순 적용하여 양산하는 경우는 존재하나, R&D 수준에서는 타국과 협업하는 경우는 드물며 자국 내 기업들하고만 협업을 수행 중

국내 스타트업 중심의 투자 현황을 살펴보면, 자율주행 소프트웨어 및 하드웨어와 관련된 다수의 스타트업 기업들이 대규모 투자를 유치한 것으로 확인

- 자동차와 자율주행 부문의 스타트업 투자가 증가하는 가운데 SW 관련 비중이 높음
  - 2022년 국내 자동차 분야 스타트업 및 중소기업에 대한 투자는 총 75건, 총투자 금액은 1조 845억 원으로, 총 95건의 투자를 통해 4,920억 원이 투자된 2021에 비해 투자 건수는 감소했으나 투자 금액은 약 120%가량 급증
  - 또한, 2021.1.~2023.10. 기간의 자율주행 관련 스타트업 36개社의 투자 금액은 약 1.28조 수준이며 13개 社는 시리즈 A 투자를 유치하였고 금액은 약 2,200억 수준
  - 해당 기간 SW(인공지능 등)와 관련된 스타트업 16개 社의 투자 금액은 약 1.03조* 수준이며, 이와 같은 사실을 감안하면 자율주행 SW 시장은 여전히 높은 성장성이 기대되는 것으로 해석

    * '리얼타임 커뮤티케이션' 업체로 분류된 포티투닷은 SDV, 자율주행택시서비스 등의 기술을 보유하고 있으며 M&A를 통해 2022년 5,767억 규모의 투자를 유치



[그림 10] 자율주행 스타트업 투자액(2021.1~2023.10 기간)의 투자단계별 비율(좌)과 분야별 비율(우)

※ The VC DB 기반 KISTEP 조사·분석

글로벌 모빌리티 인프라 및 서비스 관련 산업은 지속적으로 확장되고 있는 추세이며, 국내도 ICT 기술경쟁력을 기반으로 차량 관제 서비스 등 매출액이 지속 증가하는 추세

- 통신을 기반으로 자율주행시스템을 지원하는 V2X 인프라 시장이 지속 성장 중이며, 로보택시 등에 자율주행 기술을 본격 적용하기 시작한 MaaS 분야 시장도 지속 성장 중

- V2X는 유형에 따라 차량과 통신하는 대상이 차량, 인프라, 보행자, 네트워크, 그리드 등으로 다양하게 구분될 수 있고 셀룰러[11], DSRC[12] 등 통신 표준으로도 구분
- MaaS 시장에서는 라이드 헤일링, 카쉐어링 등의 서비스가 확대되고 있으며, 로보택시 시장의 경우 '23년 기준 4억 달러 수준에서 '30년 기준 457억 달러까지 성장 전망

〈표 1〉 자율주행 주요 분야별 글로벌 시장성장 전망

(단위 : 억 달러)

구분	2022	2024	2026	2028	2030	CAGR
자율주행	1,218	2,074	3,641	6,586	12,272	33.48%
V2X	24	46	90	174	339	39.25%
MaaS	1,890	2,572	3,512	4,811	6,614	16.95%

※ Precedence Research 시장추정 데이터 기반 재구성

- 국내 ICT 실태조사에서 무선통신 차량관제 서비스 매출액은 연평균 98% 수준으로 증가
  - 통신 모듈이 적용된 차량이 급격히 증가함에 따라 차량 위치, 상태 정보 등을 기반으로한 차량 관제 서비스가 확대되고 있으며 '21년 매출액 기준 약 407억 원 수준임

3. 정책동향

(미국) 자율주행법, 첨단 이동수단 지원법, AV 4.0 등 법·제도·정책을 통해 기술을 육성하고 국가 안보에 위협이 되는 요소를 제거하여 다가오는 첨단 모빌리티 시대를 선제적으로 대비

- 美 도로교통안전국(NHTSA)은 핸들·가속페달 등 기존 운전 장치가 없는 자율주행 차량의 도로 주행을 허용한다는 신규 규정 공개('22.3)
  - 핸들·페달·운전석 등이 없는 자율주행차의 도로 주행이 가능하도록 허용하는 것이며, 동일 기준으로 '16년에 시험 운행을 허용
- 美 교통부(USDOT)와 NHTSA는 AV4.0 보고서를 통해 사용자 보호와 시장육성, 다양한 주체 간의 조화를 위한 기술규제·교통안전·기술혁신 등을 제시('20.1)
  - 사이버 보안 및 안전, 사생활 보호, 이동성·접근성 확대, 기술 중립성 유지, 규제 현실화, 표준 및 정책 홍보 등을 제안

11) 차량 간 통신을 지원하는 셀룰러(Cellular-V2X) 기반 LTE-V2X, eV2X, 5G NR V2X 등의 표준 기술이 존재
12) DSRC(Dedicated short-range communications)에 해당하는 802.11p, 802.11bd 등의 표준 기술이 존재

- 미국 정부는 자발적 합의 표준과 증거 및 데이터 기반 규제에 대해 다른 국가들과 해외 업체들의 참여 및 옹호를 우선시한다는 내용이 존재

  * 미국 정부는 주당국 및 업계와 협력하여 자발적 합의 표준의 개발 및 이행을 촉진하고, 교통 시스템 전반에 걸쳐 자율주행차의 통합을 지원하는 정책을 발전시키며, 국제 파트너와 조화로운 기술 표준 및 규제 정책을 모색할 것이라는 의견을 제시

- 미국 의회는 최근 중국산 자율주행차에서 수집하는 데이터가 국가 안보에 위협이 될 경우 제재가 필요하다고 주장('22.11)하였고, 최근 주요 이슈인 AI에 대한 규제도 논의('23.9.)

  - 미국 워싱턴DC 상원에서 비공개로 열린 AI 포럼에서 일론 머스크는 의회가 AI 문제에 개입해서 혁신과 안전을 지원해야하며, 신규 AI 규제 도입이 필요하다는 의견을 제시

(일본) 자율주행을 위한 도전적인 정부 R&D 투자와 함께 도로교통법을 제정('23)

- 정부 범부처 R&D 프로그램인 SIP*을 통해 자율주행시스템 개발에 약 225억 엔 투자

  * Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

  - 4대의 자율주행 대형트럭이 4m 간격 유지 상태로 군집 주행하는 기술개발을 위해 44억 엔(약 440억 원)을 투자한다는 계획을 공표

- 일본은 '23.4에 도로교통법을 개정하여 Lv4 주행 허용하였고, 차량 보안 규제도 강화

  - 개인용 차에 L4 허가를 받는 것도 법적으로는 가능하나 주로 버스, 운송용 차량에 L4 시스템을 우선 적용, 원격감시장치와 외부감독관 배치를 통해 사고 및 사이버 보안 대응

(중국) 국가 주도로 선진국(미국 등)의 정책 및 제도를 벤치마킹하여 적극 도입하는 중이며, 현재 후발 주자로서 모빌리티 시장의 다크호스로 급부상

- '지능형 커넥티드카(레벨3, 레벨4) 허가 및 파일럿 운행통지' 초안 발표('22.11)

  - 차량 유형을 사전에 공고하고 안전 요건을 갖추어야 하며, 지자체-기업 간 컨소시엄 요건(원격 안전모니터링 시스템 보유, 지자체 내 실증 실적 등)을 충족

    ※ 향후 로보택시로 활용할 차량은 사전에 차량 유형을 공고하여 품질향상 추구

- 정부 주도 자율주행 스마트 교통인프라 확대 및 상용화 시범서비스 지원 정책 마련('22.8)

  - 중국은 자율주행 시스템 탑재 차량의 데이터를 제3자기관(자동차공업협회)이 수집하여 회원사에 공유하는 시스템을 '21년 구축

- 레벨3, 레벨4 자율주행 파일럿 프로그램 운영요건을 부과하여 경쟁력 있는 지자체-기업에 자율주행 파일럿 프로그램 등을 집중

● 최근 산업정보화부, 공안부, 주택 및 도시농촌건설부, 교통운수부가 공동으로 '지능형 커넥티드카 진입 및 통행시범 운영 관련 통지'를 발표('23.11)

- 자율주행 관련 도로주행 허가 신청, 통행 가능범위, 안전 규범 등이 포함되어 있으며, 정부의 시범사업에 참여하는 기업은 제품 출시 전 안전 인증을 획득하라는 기준 제시

(유럽) 유럽연합과 민간의 공공교통 안전강화 프로그램을 통해 세계 최고 수준의 첨단 모빌리티 기술경쟁력 확보하고 제도·인증체계를 선도적으로 마련하고자 노력 중

● CityMobil, VRA, AdaptiVe, AutoNET 등의 정부 R&D 프로젝트를 통해 2000년대 초반부터 자율주행차의 선제적인 개발과 상용화 지원

- SARTRE* 프로젝트를 통해 군집 주행용 도로 및 자율주행차 핵심기술 개발을 목표로 설정하고 699만 유로 투자

  * SAfe Road TRains for the Environment (영국, 스웨덴, 독일, 스페인 등 7개 국가 참여)

● EURO NCAP[13](차량 안전 평가기준)을 지속 개정하여 첨단 기술을 적용하는 것을 의무화하고 있으며, 이에 따라 V2X 통신, 온보드 센서 기술개발 및 수요가 증가할 것으로 전망

- '23년에는 V2N 통신에 기반한 교통정체·현지재해(노상 장애물, 도로공사) 정보를 차량이 확보할 수 있는지 여부를 포함

- '27년에는 V2X 통신을 사용한 자동 비상제동·충돌 피해 경감 조향 기능 탑재 여부를 포함할 예정이며, '24.7부터 EU 시장 내 모든 신차는 ADAS 장착이 의무화

● 독일은 자율주행차 승인 및 운영관련 조례(AFGBV[14])를 제정하여 시행('22.7.)

- 일부 인가지역에 한해 레벨4 운행을 허용하고 대비책(fall back)으로서 외부 감독관을 두며, 사이버 보안 관련 제조자가 책임을 진다는 점을 명시

  ※ L4 운용방식이 명확해져 독일 내 자동 발렛파킹 서비스의 상업적 운용 가능

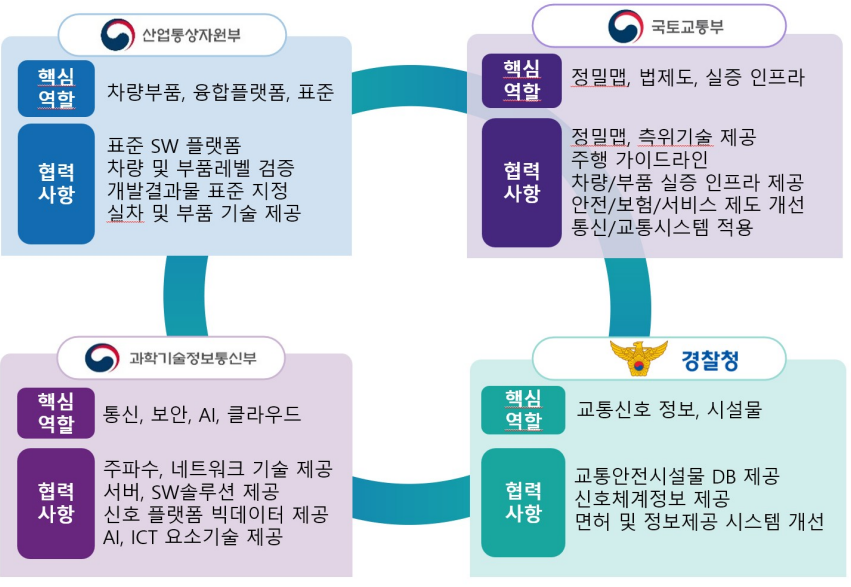
● 영국 CDEI[15]는 자율주행의 안전과 신뢰성을 강화하기 위해 필요한 사항들을 권고 ('22.8.)

13) New Car Assessment Program
14) Autonomous Vehicle Approval and Operation Ordinance
15) Centre for Data Ethics and Innovation(데이터 윤리 및 혁신센터)

- 도로안전, 개인정보보호, 허가공정성, 설명가능성, 데이터 공유, 대중 신뢰성, 거버넌스 등의 내용이 포함되며 특히 승인·규제 기관이 윤리와 안전 문제에 적극 참여하길 권고

우리나라는 과기부, 산업부, 국토부, 경찰청이 법·제도적 지원과 함께 부처별 역할에 맞는 기술개발을 지원 중이며, 인프라, 실증 등을 중심으로 긴밀히 협업 중

- 자율주행은 융합 신산업 특성이 강하므로, 기술협력 및 선제적 제도개선을 위한 범부처 통합 사업단을 운영 중 (산업부-부품, 과기부-통신, 국토부-인프라·법·제도, 경찰청-신호체계 등)
  - 자율주행 산업 지능화를 위해 통신·데이터·AI 융합을 강화하고, 상용화 단계인 분야는 기술 내재화 및 성능고도화 중심으로 지원
  - 핵심역할 측면에서 산업부는 차량 핵심부품과 융합 플랫폼, 표준 등에 집중하고, 국토부와 경찰청은 실증[16] 인프라(신호체계 등 포함)와 함께 법·제도적 부분에 집중
  - 과기부는 통신 중심의 인프라와 AI, 클라우드 등의 SW 기술, 자율주행 지원을 위한 주파수 분배 등에 집중하고 V2X 등 넓은 범위의 기술은 각 부처가 공조하여 추진



[그림 11] 자율주행 관련 부처별 주요 역할 및 협력 체계

※ 자율주행 기술개발 혁신사업 관련 부처협업 내용 기반 재구성

16) 전국 17개 시·도에 걸쳐 34곳의 자율주행 시범운행지구가 운영 중이며, 대표적으로 서울 상암 지역의 경우 교통이 불편한 상암 DMC역-주거지역 등에 수요응답 노선형 자율주행 서비스 제공 중 (출처 : 국토교통부)

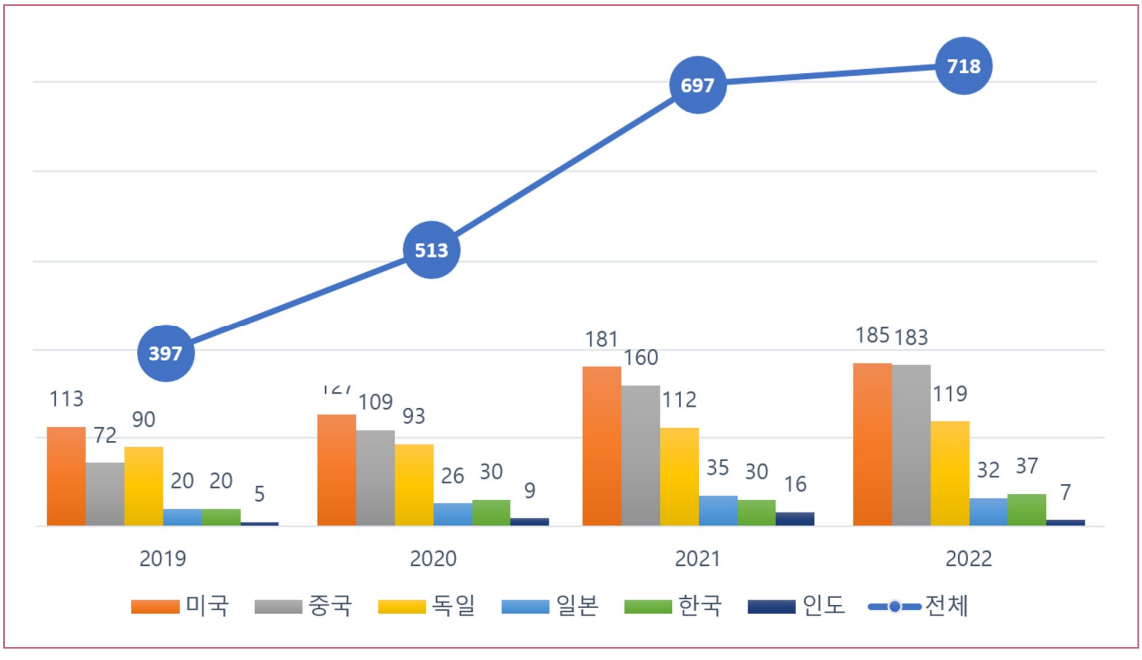
Ⅲ 경쟁력 분석

분석 개요

글로벌 R&D 논문분석, 국내 정부 R&D 투자분석, AHP(전략적 중요도, 기술 우선순위)분석을 수행하고, 미래 시나리오와 안전·표준의 중요성 강화, 글로벌기업 투자전략, 정부역할에 따른 기술주권 확보 전략을 모색

(글로벌 R&D 분석) 자율주행 분야의 연도별 논문 출판 추이를 살펴보면 매년 약 22% 수준으로 증가하는 것으로 확인되며, 전기전자와 인공지능 같은 미래 핵심 분야의 연구 비중이 높음

- 국가별 자율주행 논문 출판 개수를 살펴보면 중국의 최근('19~'22) 증가율이 약 36% 수준으로 높고 우리나라의 경우 평균인 약 23% 수준으로 나타남

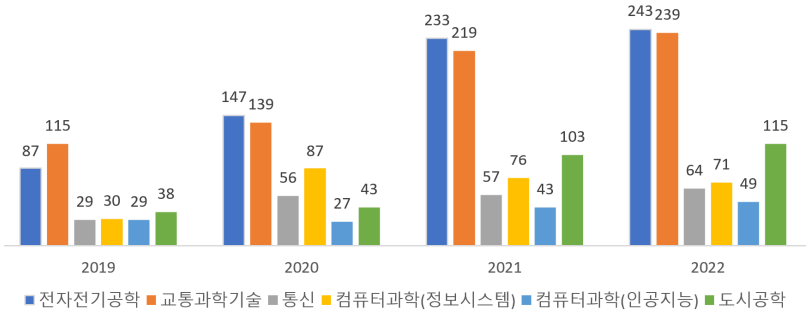


[그림 12] 국가별 자율주행 관련 주요 논문 출판 개수

※ Web of Science DB 기반 KISTEP 조사·분석

● 주요 분야별 논문 출판 개수를 살펴보면, 전자전기공학과 통신, 컴퓨터과학, 도시공학 분야가 증가율이 높은 것으로 나타남

- 인공지능과 SW의 중요도가 증가함에 따라 전자전기공학 및 컴퓨터과학 분야의 논문 출판 증가율(EE 41%, CS-IS 33%, CS-AI 19%)이 비교적 높은 수준으로 나타남



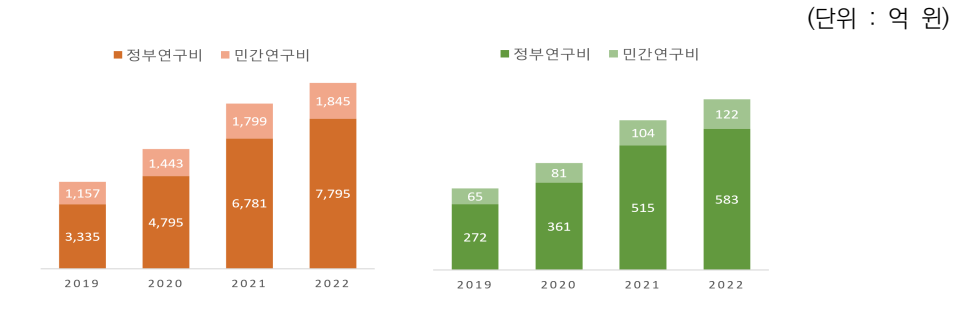
[그림 13] 주요 분야별 자율주행 논문 출판 개수

※ Web of Science DB 기반 KISTEP 조사·분석

■ (국내 R&D 분석) 국가연구개발 과제 연구비 기준으로 분석한 결과 자율주행 관련 과제 개수와 연구비는 지속적으로 증가하고 있으며, 이중 SW와 관련된 부분의 투자 증가율이 높음

● 자율주행과 직·간접적으로 연관된 정부 R&D 과제의 연구비는 연평균 약 29% 수준으로 증가하고 있으며, 정부연구비 기준으로는 33% 수준으로 증가하고 있음

- 국내 자율주행 관련 국가연구개발 과제에서 안전 키워드로 분류될 수 있는 주요 과제들을 기준으로 연구비 증가율을 살펴보면 약 28%로 평균 수준으로 나타남



[그림 14] 자율주행 관련 정부R&D 과제 연구비(좌-자율주행, 우-자율주행 안전)

※ K2Base/NTIS DB 기반 KISTEP 조사·분석

- 국내 자율주행 관련 국가연구개발 과제들에서 인공지능과 관련된 주요 과제들의 연구비 증가 비율은 45% 수준이며, S/W 기준으로는 약 56% 수준의 증가율을 보임

〈표 2〉 자율주행 AI, SW, 네트워크 관련 정부 R&D 연구비 추이

(단위 : 억 원)

년도	인공지능	소프트웨어공학	네트워크	S/W
2019	201	10	7	192
2020	374	11	15	245
2021	534	18	40	470
2022	612	24	55	732
증가율	44.91%	33.98%	95.28%	56.14%

※ K2Base/NTIS DB 기반 KISTEP 조사·분석

(AHP 분석) 자율주행시스템 AHP 평가 및 기술별 5점 척도 평가 진행

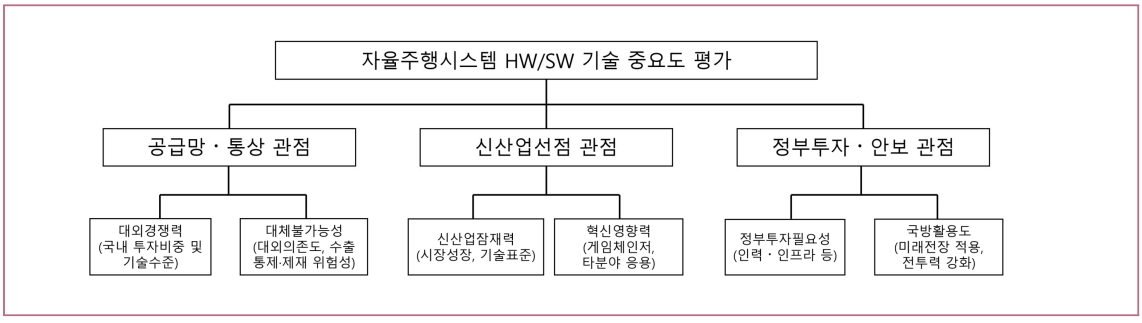
- 기술·산업·정책 현황과 국내외 R&D 등의 분석과 함께 자율주행시스템 기술들의 중요도 평가를 위해 계층화분석(AHP: Analytic Hierarchy Process) 기법을 이용하여 분석

- 공급망·통상(대외경쟁력, 대체불가능성), 신산업선점(신산업잠재력, 혁신영향력), 정부지원·안보(정부투자필요성, 국방활용도) 관점(1계층)에서의 6개 지표(2계층)에 대한 중요도 비교

  * 자율주행 HW(온보드 센서, 컴퓨팅·통신 기기)와 SW(AI, SDV, MaaS) 기술로 구분하여 중요도 평가를 각각 실시

- 다년간의 실무경력을 보유한 자율주행 관련 전문가를 대상으로, 자율주행시스템의 중요도 평가 지표 6개에 대한 주관적인 중요도를 조사

- 주행 성능·편의와 안전·표준 관점에서 온보드센서(카메라, 레이더, 라이다 등), 인프라(통신, 노변센서, 교통센터), DCU(컴퓨팅 플랫폼), AI·SDV, MaaS 5개 기술에 대해 5점 척도 조사를 시행하고, 6개 지표의 상대적 중요도를 종합적으로 고려한 기술 우선순위를 선정



[그림 15] 자율주행시스템 HW/SW 기술 중요도 평가 AHP 계층

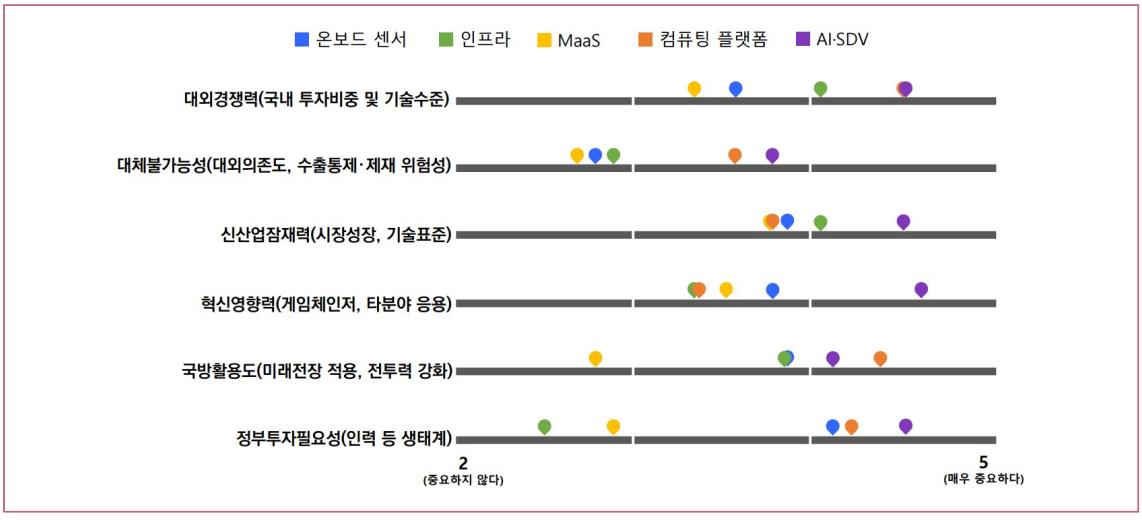
- 1계층인 공급망·통상, 신산업 선점 및 정부투자·안보 관점에서의 중요도는 3개 항목 중 신산업 선점이 높고, 2계층의 중요도는 HW 및 SW별 상이하게 전문가는 판단
  - 2계층의 경우 공급망·통상 관점에서는 대외경쟁력이 가장 중요하다고 판단하였으나, 신산업선점 관점에서는 HW와 SW가 각각 신산업잠재력과 혁신영향력이 중요하다고 판단
  - 이는 HW의 경우 컴퓨팅 플랫폼 등의 향후 시장성장 가능성 때문에 신산업잠재력이 중요하다고 판단하였고, SW는 향후 시장판도를 바꿀 수 있는 주요 기술로 인식

〈표 3〉 자율주행시스템 HW/SW 기술 지표별 AHP 평가 결과

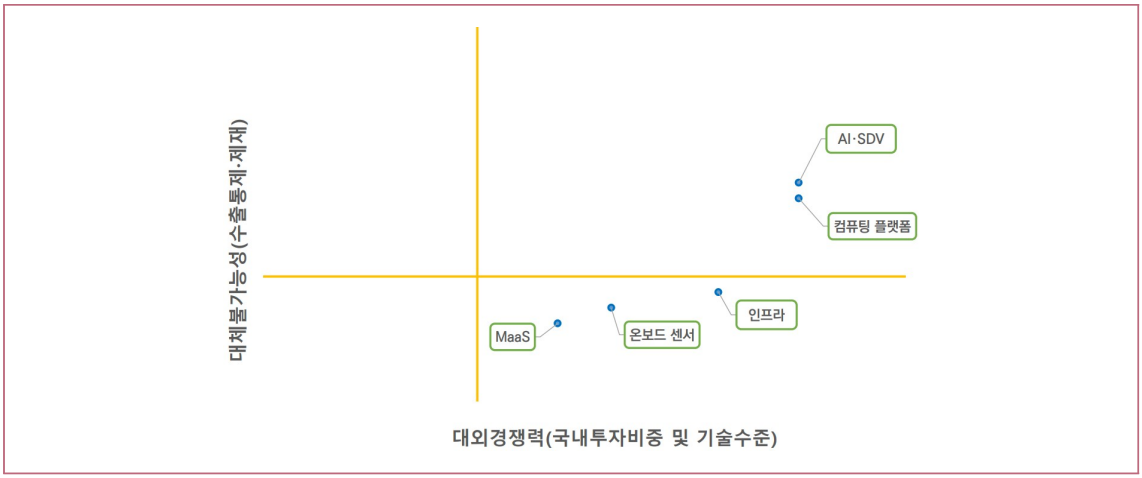
평가항목	HW (온보드 센서, 컴퓨팅·통신 기기)	SW (AI·SDV, MaaS)
대외경쟁력(국내 투자비중 및 기술수준)	0.173	0.121
대체불가능성(대외의존도, 수출통제·제재 위험성)	0.063	0.097
공급망·통상	**0.236**	**0.218**
신산업잠재력(시장성장, 기술표준)	0.236	0.098
혁신영향력(게임체인저, 타분야 응용)	0.074	0.230
신산업선점	**0.309**	**0.327**
정부투자필요성(인력 등 생태계)	0.108	0.074
국방활용도(미래전장 적용, 전투력 강화)	0.105	0.077
정부지원·안보	**0.213**	**0.151**

[그림 16] 자율주행시스템 HW/SW 기술 6개 지표 그래프

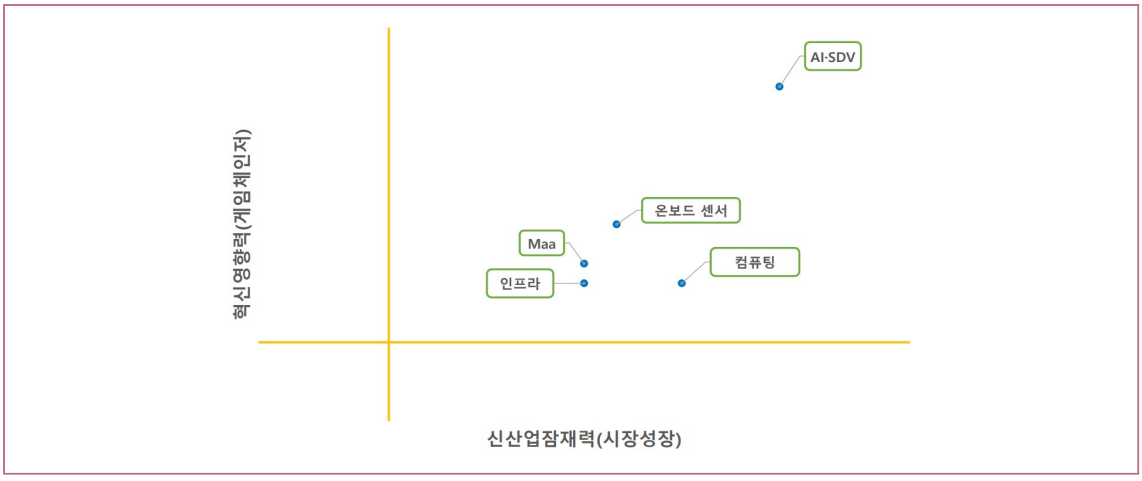
- 6개 AHP 평가지표 별 자율주행 5개 기술의 우선순위를 5점 척도 기반으로 살펴보면, AI·SDV 기술이 대체적으로 모든 항목에서 우선순위가 높은 것으로 나타남
  - 공급망·통상 관점에서 현재 종합적으로 가장 순위가 높은 기술은 AI·SDV로 확인되며, MaaS와 온보드 센서는 상대적으로 우선순위가 낮음
  - 신산업선점 관점에서 AI·SDV 다음으로 인프라의 우선순위가 높음
  - 정부투자 관점에서 인프라 기술은 정부투자 필요성이 현재는 낮으나, 이동체를 지원하는 통신 등의 기술에 대한 국방활용도는 중요하게 판단되어 우선순위가 높음



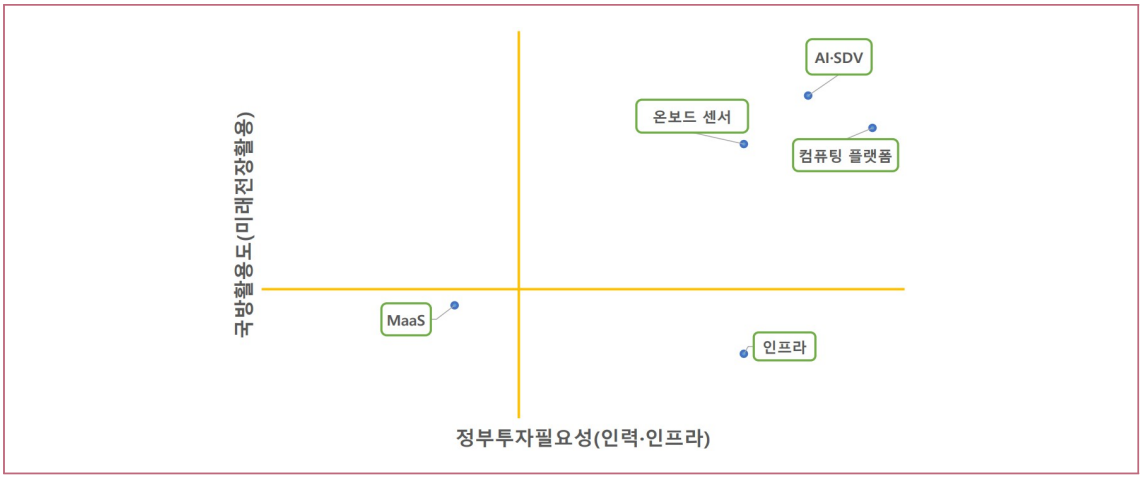
[그림 17] 자율주행시스템 6개 지표 그래프



[그림 18] 공금망·통상 관점 사분면 그래프



[그림 19] 신산업 선점 관점 사분면 그래프

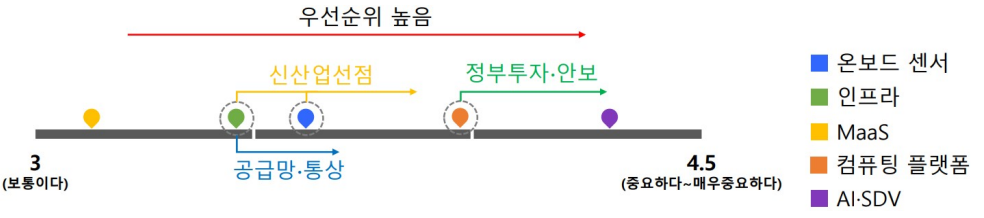


[그림 20] 정부투자·안보 관점 사분면 그래프

- 또한, 공급망·통상, 신산업선점, 정부투자·안보 관점의 미래 시나리오를 예측하기 위해, 정략적 5점 척도 값을 기반으로 각 주요 관점별 기술 우선순위를 분석
  - 공급망·통상(대외경쟁력, 대체불가능성)의 중요도가 증가할수록 인프라가 온보드 센서보다 중요하여 우선순위가 높아지고, AI·SDV와 컴퓨팅 플랫폼의 중요도 변화는 없음
  - 신산업선점(신산업잠재력, 혁신영향력) 관점의 중요도가 증가할수록 인프라와 온보드 센서의 우선순위가 컴퓨팅 플랫폼보다 높아지는 반면, AI·SDV의 중요도 변화는 없음
  - 정부투자·안보 관점의 중요도(정부투자필요성 및 국방활용도)가 증가할수록 컴퓨팅 플랫폼의 순위가 높아지는 반면, 다른 기술들의 중요도에는 변화가 없음

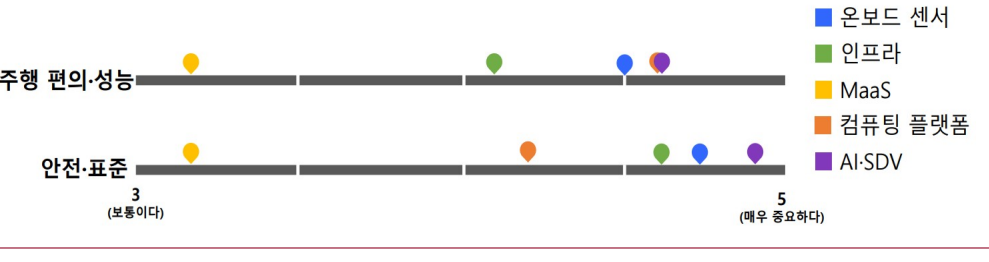
〈표 4〉 미래 시나리오별 기술 우선순위 분석

구분	기술 우선순위
공급망·통상 중요도 ↑	온보드 센서 〈 MaaS 〈 인프라 〈〈 컴퓨팅 플랫폼 〈 AI·SDV
신산업선점 중요도 ↑	컴퓨팅 플랫폼 〈 MaaS 〈 인프라 〈 온보드 센서 〈 AI·SDV
정부투자·안보 중요도 ↑	MaaS 〈 인프라 〈 온보드 센서 〈 AI·SDV 〈 컴퓨팅 플랫폼



[그림 21] 미래 시나리오별 기술 우선순위

- 다음으로 주행 편의·성능 관점에서는 AI·SDV, 컴퓨팅 플랫폼, 온보드 센서의 우선순위가 높으며 안전·표준 관점에서는 AI·SDV, 온보드 센서, 인프라의 우선순위가 높음
  - 주행 편의·성능 관점에서는 자율주행 성능향상을 위해 기존 센서를 그대로 활용하면서 AI를 본격적으로 적용하고 있는 상황이므로 AI·SDV, 컴퓨팅 플랫폼 등을 중요하게 평가
  - 안전 관점에서는 기존 센서들의 중요도가 지속되는 가운데 최근 AI의 SW 안전성에 대한 논의가 활발히 이루어지고 있고 표준에서는 여전히 인프라가 중요하다는 인식이 반영



[그림 22] 자율주행시스템 주행 편의·성능/안전·표준 부문별 기술 우선순위

- (소결) 미래 자율주행은 AI·SDV 개발이 기본적으로 중요하며, 상황별 시나리오와 성능·안전 이슈에 따라 중요도가 높은 기술들의 R&D 추진을 통해 기술 대응력 강화가 필수
  - AHP 지표와 미래 시나리오를 연계하여 공급망·통상, 신산업선점, 정부투자·안보 관점 상황변화를 예측하고 성능·안전별 우선순위를 토대로 차별화된 대응 전략 마련 요구

Ⅳ 정책 제언

■ (전략적 방향) 우리나라의 경우 테슬라와 같이 처음부터 대규모 투자 자본을 갖춘 기업을 중심으로 기술개발을 주도하기에는 한계가 있으므로, 선진국과의 정책 협의와 표준화 과정에 적극 참여하는 형태로 기술 주권을 확보하는 것이 필요

● 한국 자동차사의 경우 글로벌 기업과의 협업을 통해 이미 돌파구를 찾아가는 형태

- 현대자동차의 경우 국내 자율주행의 경우 센서 등을 제외하고는 시스템 수준에서는 자체개발 솔루션을 적용하여 양산, 그리고 정밀맵의 경우 국내 계열사인 엠엔소프트 정밀맵을 사용

- 하지만, 해외의 경우 국내 先 양산 후 해외로 확대 적용하는 형태로 추진하고 있으며, 오로라, 모셔널 등과의 협업 사례를 감안하면 현지 솔루션을 적용하는 형태로도 양산을 고려하고 있는 것으로 예상됨

● 자율주행 분야에서 기술 표준이 중요해질 경우 우리나라가 기술 표준을 선도하고 이를 다른 선진국이 수용하는 형태는 실현 가능성이 낮음

- 주요국들은 표준 주도를 위하여 해외 동맹국들이 해당 주요국들이 주도하는 표준단체에 자발적으로 참여해 표준에 합의하고 이를 충실히 이행하기를 독려

- 다만, 미국의 경우 플레이어 간 복잡한 이해관계를 가지고 있고, 유럽의 경우 다양한 국가가 존재함과 동시에 자동차 사의 이해관계에도 차이가 있어 협의가 더딤

● 우리나라의 경우 정책 추진(혹은 실증) 속도가 빠르므로 향후 국제 기술표준 가능성이 높은 기술들의 실증을 추진하고 이에 대한 결과를 바탕으로 선진국과 적극적으로 정책을 협의하고, 해당 국가의 기술표준 수립과정에서 적극적으로 의견을 개진하여 국내에서 누적된 기술 경험이 기술 주권으로 연계될 수 있도록 하는 것이 중요

- 우리나라의 경우 통신 인프라 구축 속도가 빠르고 도로 시설물의 상태가 매우 양호하며 도심지 등 자율주행에서 중요한 실증환경이 지역별로 고루 분포되어 있는 형태임

- 자율주행의 보급 비율이 높고 MaaS 서비스 사용도 활발하여 정부 중심의 실증 및 기술규제를 검증하고 활성화하기에 적합함

■ (정부역할) 민간이 독자적으로 주행 성능 고도화에만 집중하던 단계를 벗어나 정부와의 협업을 통해 안전·표준·인프라를 중심으로 기술 수용성을 개선하는 것이 필요하고, SW 기술경쟁력 확보가 필수적인 상황에서 기반기술 R&D와 인재양성을 지원하는 것도 필요

- 기존 테슬라 등이 추진한 기술개발 형태는 정부가 제도적으로 관여할 사항이 크지 않음
  - 기능 마케팅을 중심으로 시장으로 주도하고자하는 업체들의 경우, 규제 등에 대해서 부정적일 수밖에 없는 측면이 있으며 정부에 크게 요구하는 사항도 없음
  - 기존 테슬라의 경우 고기능 자율주행을 시장에 출시하였으나 그에 따른 안전성 문제도 크게 부각되었으며, 규제·안전 등의 측면에서 정부와 이해관계가 상충됨
    * 최근 미국소비자협회 등에서 발표한 자율주행 평가 내용을 살펴보면 안전성의 문제로 인해 테슬라는 하위권에 위치하며, 미정부의 사고조사를 통해 리콜 등의 조치가 이루어지는 상황
- 다른 업체와 활발히 협업하고 있는 모빌리티 업체들의 경우, 이러한 복잡한 상황을 타계하고 시장을 전개시키기 위해 안전(혹은 수용성) 중심의 기능들을 강조하는 것에 유의할 필요
  - 자율주행 사용자의 안전한 이동권을 보장하고 다양한 경제적 이득을 제공하기 위해 정부가 적극적으로 문제에 개입하여 정책적 가이드라인 등을 제공하는 것에 대해 고민 필요
- 설명가능한 인공지능 관점에서 접근하면 국민의 안전과 관련된 자율주행의 기술의 경우 민간의 시장논리에만 맡기는 방식은 부적절
  - 기능의 고도화와 함께 안전성을 높일 수 있는 가이드라인을 정부 차원에서 제시하면서 국민 수용성을 증대시켜 장착률을 높이고 시장을 확대하는데 기여하는 방법이 자연스러움
  - 이 과정에서 테슬라 등의 비즈니스 모델을 참고하여 출발한 기업이라 할지라도 성능에만 초점을 맞추기보다 향후 안전성도 중요하게 고려하는 형태로 유도하는 것이 바람직함
  - 다만, 이 과정에서 자율주행 기술의 발전 속도에 규제가 뒤처지지 않도록 규제 현대화 등 기민한 대응이 요구됨
- 이러한 측면에서 특히 도로 인프라 및 통신과 관련된 정부의 구축 지원도 자연스러움
  - 다양한 연구 프로젝트를 추진과 함께 구체적인 인프라 구축 계획 수립이 필요하며, 교통안전과 친환경 정책 등과 연계하여 상위 정책목표 달성에 기여할 수 있는 방안도 고민 필요
- 또한, SW 중심의 기술 트렌드에 뒤처지지 않도록 관련 R&D 지원과 인재양성이 필요

- 국내 SW 기술경쟁력이 선도국에 비해 많이 뒤처지는 상황이 지속되면 국외 기술력에 의존하는 상황이 더욱 심화될 뿐 아니라 관련 R&D 부분의 SW 전문성도 약화되어 미래 기술에 대해서도 계속 Follower 수준에 머무르는 악순환이 반복될 가능성이 높음
- R&D 지원뿐 아니라 SW 전문성을 갖추 인재들이 미래의 첨단 자율주행 기술개발에 지속적으로 참여할 수 있는 연구생태계를 구축하여 지원하는 것이 필요

(국방활용) 국방에서의 활용성을 강화하기 위해서는 기반기술을 중심으로한 기술의 확대 적용이 중요하지만, 현재 민간에서 생산되는 부품·모듈을 바로 국방분야에 적용하기에는 한계가 있음

- 기존 아키텍처 혹은 프레임워크, 플랫폼 등을 기반으로 신규 개발을 통해 국방 환경에 적합한 자율주행 기술을 다시 양산한다고 보는 것이 적절하며 이에 대한 정부지원이 필요
  - 단순히 부품·모듈의 강건성을 강화하는 기존 방식으로는 한계가 있으며, 강건성 강화가 아닌 핵심기술 표적화를 통한 국방 활용성 확대에 중점을 두는 것이 필요
  - 또한, 인력 중심 기술이전과 학습 혹은 개발 체계 자체를 이전하는 방식도 고려
- 컴퓨팅 플랫폼의 경우 국외 기술경쟁력이 높아 글로벌 기업의 제품이 국방 분야에도 많이 적용될 것으로 예상되나, 공급망 이슈 등을 감안하면 국내 기술력 확보도 필수적
  - 국방에 AI가 적용됨에 따라 컴퓨팅 플랫폼의 수요도 높아질 것으로 예상되며, 기술경쟁력의 차이와 국방에서의 높은 요구사양을 만족하기 위해 초기에는 엔비디아 등 글로벌 업체의 제품들을 주요 사용할 것으로 예상됨
  - 하지만, 컴퓨팅 플랫폼에 대한 수요가 공급보다 매우 높아 공급망에 문제가 발생할 경우, 무기의 기능 저하 혹은 생산 차질이 발생하여 국가 안보력 약화로 이어질 수 있음

    ※ AHP 분석에서도 안보가 중요한 시나리오에서는 컴퓨팅 플랫폼의 우선순위가 가장 높게 나타남
  - 향후 무기체계에 AI가 접목되는 부분은 보조 기능이 아닌 임무 수행에 필수적인 핵심 기능에 해당하므로, 최소한 공급망 등의 문제 발생시 대체 가능한 기술 확보가 필요

참 고 문 헌

- 기술주권 확보를 통한 과학기술 G5 도약, 국가전략기술 육성 방안(안) (국가과학기술자문회의 전원회의, '22.10.)
- 국가전략기술 임무중심 전략로드맵(안) - Ⅰ. 기술패권 경쟁 분야 : 이차전지, 반도체·디스플레이, 첨단 모빌리티 (국가과학기술자문회의 국가전략기술 특별위원회, '22.8.)
- 2023~2027 국방과학기술혁신 기본계획(안) (국가과학기술자문회의 심의회의, '23.4.)
- 2020 Autonomous Vehicles Readiness Index (KPMG)
- Federal Policy Framework for Our AV Future (AVIA, 2023.3.)
- Unlocking Tesla's AI Mojo… Enter the Dojo: Upgrade to OW, PT $400, Top Pick (Mogan Stanley, 2023.9.)
- 자율주행차 감지기(센서) 융합기술 특허출원, 한국기업 선전 (특허청, 2023.5.)
- 데이터로 보는 2022 스타트업 투자 총결산 (The VC, 2023.1.)
- 2022 ICT 실태조사(한국정보통신진흥협회, 한국전자정보통신산업진흥회)
- Intelligent System Solutions for Auto Mobility and Beyond (Ovidiu Vermesan, AMAA 2020)
- Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies - Automated Vehicles 4.0 (USDOT, 2020.1.)
- Automated Vehicles Comprehensive Plan (USDOT, 2021.1.)
- Occupant Protection for Vehicles With Automated Driving Systems (NHTSA, 2022.3)
- Connected and Automated Mobility 2025: Realising the benefits of self-driving vehicles in the UK (HM Goverment, 2022.8.)
- Ordinance regulating the operation of motor vehicles with automated and autonomous driving functions and amending road traffic legislation (독일 연방법, 2022.6.)
- 스마트 커넥티드 카 진입 및 시험 주행에 관한 통지 (중국 교통운수부 등, 2023.11.)

필자 소개

❑ **박종록**

- 한국과학기술기획평가원 전략기술정책단 연구위원
- 043-750-2569 / jrpark@kistep.re.kr

※ 본 기술주권브리프는 필자의 개인적인 견해이며, 기관의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.

[KISTEP 브리프 발간 현황]

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
57 (23.01.06.)	MZ세대를 위한 미래 기술	지수영·안지현 (KISTEP)	미래예측
– (23.01.20.)	KISTEP Think 2023, 10대 과학기술혁신정책 아젠다	강현규·최대승 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제341호)
58 (23.02.02.)	세계경제포럼(WEF) Global Risks 2023 주요내용 및 시사점	김다은·김유신 (KISTEP)	혁신정책
59 (23.02.07.)	미국의 「오픈사이언스의 해」 선포와 정책적 시사점	이민정 (KISTEP)	혁신정책
– (23.02.21.)	'데이터 보안' 시대의 10대 미래유망기술	박창현·임현 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제342호)
60 (23.03.06.)	연구자산 보호 관련 주요국 정책 동향 및 시사점	유지은·김보경 (KISTEP)	혁신정책
61 (23.03.20.)	美, 「과학적 진실성 정책 및 실행을 위한 프레임워크」의 주요 내용 및 시사점	정동덕 (KISTEP)	혁신정책
– (23.03.29.)	우리나라 바이오헬스 산업의 주력산업화를 위한 정부 역할 및 지원방안	홍미영·김주원 안지현·김종란 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제343호)
62 (23.03.30.)	2021년 한국의 과학기술논문 발표 및 피인용 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
63 (23.03.30.)	2021년 신약개발 정부 R&D 투자 포트폴리오 분석	강유진·김종란 (KISTEP)	통계분석
– (23.04.03.)	국방연구개발 예산 체계 진단과 제언	임승혁·안광수 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제344호)
64 (23.04.06.)	2023년 중국 양회의 주요 내용 및 과학기술외교 시사점	강진원·장지원 (KISTEP)	혁신정책
65 (23.04.10.)	2023 인공지능 반도체	채명식·이호윤 (KISTEP)	기술동향
66 (23.04.13.)	생성형 AI 관련 주요 이슈 및 정책적 시사점	고윤미·심정민 (KISTEP)	혁신정책

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
- (23.04.17.)	STI 인텔리전스 기능 강화 방안 -12대 과학기술혁신 정책 이슈를 중심으로-	변순천 외 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제345호)
67 (23.04.17.)	「OECD Science, Technology, Innovation Outlook 2023」의 주요 내용 및 시사점	홍세호·심정민 (KISTEP)	혁신정책
- (23.04.19.)	임무지향형 사회문제해결 R&D 프로세스 설계 및 제언	박노언·기지훈·김현오 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제346호)
68 (23.05.02.)	전기차 배터리 핵심광물	이승필·여준석·조유진 (KISTEP)	기술동향
- (23.05.03.)	기업 혁신활동 제고를 위한 R&D 조세 지원 정책 연구 : 국가전략기술 연구개발 기업을 중심으로	구본진 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제347호)
69 (23.05.04.)	허위·조작정보 대응을 위한 OECD 원칙 및 과학기술 시사점	배용국·정미나 (KISTEP)	혁신정책
70 (23.06.08.)	OECD MSTI 2023-March의 주요 결과	정유진 (KISTEP)	통계분석
71 (23.06.09.)	2022년 지역 과학기술혁신 역량평가	한혁·안지혜 (KISTEP)	통계분석
72 (23.06.23.)	일본, 『사이언스 맵 2020』의 주요내용 및 정책적 시사점	이미화·심정민 (KISTEP)	혁신정책
- (23.06.27.)	국가연구개발 성과정보 관리체계 개선 제언	김행미 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제348호)
- (23.06.28.)	신입과학기술인 직무역량에 대한 직장상사-신입간 인식 비교 분석	박수빈 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제349호)
73 (23.06.30.)	2021년도 국가연구개발사업 내 여성과학기술인력 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
74 (23.07.03.)	2022년 국가 과학기술혁신역량 분석	김선경·한혁 (KISTEP)	통계분석
- (23.07.05.)	기술패권경쟁시대 한국 과학기술외교 대응 방향	강진원·김진하 (KISTEP). 이정태(KIST)	이슈페이퍼 (제350호)
- (23.07.06.)	학문분야별 기초연구 지원체계에 대한 중장기 정책제언 (국내외 지원현황의 심층분석을 기반으로)	안지현·윤성용·함선영 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제351호)

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
75 (23.07.14.)	美 2023 국방과학기술전략서(NDSTS)의 주요 내용 및 시사점	유나리·최충현·임승혁·한민규(KISTEP)	혁신정책
76 (23.07.27.)	2023년 IMD 세계경쟁력 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석
77 (23.07.27.)	2021년 미국 박사학위 취득자 현황 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석
78 (23.07.26.)	제 5차 과학기술기본계획과 과학기술분야 중장기계획 간 연계현황 및 시사점	홍정석·심정민 (KISTEP)	혁신정책
79 (23.08.01.)	일본 『통합혁신전략 2023』의 주요 내용 및 시사점	양은진·심정민 (KISTEP)	혁신정책
80 (23.08.21.)	일본 『2023 우주기본계획』의 주요 내용 및 시사점	최충현·문태석·이재민·강현규(KISTEP)	혁신정책
81 (23.08.29.)	미국의 R&D와 혁신 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
82 (23.08.30.)	2023년 유럽혁신지수 분석과 시사점	한웅용 (KISTEP)	통계분석
83 (23.09.01.)	희토류 회수 및 재활용 기술	박정원·문윤실·이현경 (KISTEP)	기술동향
84 (23.09.20.)	화합물 전력반도체	유형정·김기봉 (KISTEP)	기술주권
85 (23.09.21.)	『OECD Artificial Intelligence in Science: Challenges, Opportunities and the Future of Research』의 주요 내용 및 시사점	정하선·심정민 (KISTEP)	혁신정책
86 (23.09.22.)	우주쓰레기 제거 기술	문성록·최충현·한민규 (KISTEP)	기술동향
87 (23.10.04.)	2023년 The Global AI Index 결과 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석
– (23.10.17.)	중소기업 경쟁력 강화를 위한 고경력 과학기술인 활용 조사 및 시사점	김인자·김가민·이원홍 (KISTEP)	아슈페이퍼 (제352호)
88 (23.10.24.)	스마트양식	이선명 (KISTEP)	기술동향

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
89 (23.10.25.)	지구관측위성	최충현 (KISTEP)	기술동향
90 (23.10.31.)	2023년 세계혁신지수(GII) 분석	한혁 (KISTEP)	통계분석
91 (23.11.02.)	2022년도 국가연구개발사업 집행 현황	김한울·한혁 (KISTEP)	통계분석
92 (23.11.02.)	2022년도 국가연구개발사업 협력 현황	한혁·김한울 (KISTEP)	통계분석
93 (23.11.10.)	최근 전쟁 양상 분석을 통한 국방 R&D 시사점 제언	김상준·한민규 (KISTEP)	혁신정책
94 (23.11.16.)	국내 과학기술 전공 학생 현황 분석	김가민·박수빈 (KISTEP)	통계분석
- (23.11.20.)	대학의 기술사업화 전담 조직 현황진단과 개선 방안	이길우·방형욱(KISTEP) 정영룡(전남대학교) 김성근(부산대학교) 이지훈(서울과학기술대학교) 김태현(과학기술사업화진흥원)	이슈페이퍼 (제353호)
95 (23.11.21.)	일본 지역 과학기술혁신정책의 발전 및 시사점 -『과학기술혁신백서 2023』을 중심으로 -	김다희·심정민 (KISTEP)	혁신정책
96 (23.11.22.)	차세대 이차전지	김선교 (KISTEP)	기술주권
97 (23.11.24.)	주요국 양자정보과학기술 인력양성정책 동향 및 시사점	권재영·임승혁 (KISTEP)	혁신정책
98 (23.11.27.)	2021년도 세계 R&D 투자 상위 기업 현황	한혁 (KISTEP)	통계분석
99 (23.11.28.)	2021년도 우리나라 민간기업의 연구개발활동 현황 분석	김한울·이새롬·한혁 (KISTEP)	통계분석
100 (23.11.30.)	폐플라스틱 화학적 재활용 기술	이연진·여준석 (KISTEP)	기술동향
- (23.12.04.)	플라스틱 국제협약 대응을 위한 과학기술의 역할	유새미·고진원·박노언 (KISTEP)	이슈페이퍼 (제354호)
101 (23.12.07.)	청정 암모니아 생산 · 활용	이소희·정두엽 (KISTEP)	기술동향

발간호 (발행일)	제목	저자 및 소속	비고
102 (23.12.13.)	지진재난 대응 기술	유현지(KISTEP), 윤혜진(KICT)	기술동향
103 (23.12.15.)	탄소중립 녹색기술의 환경적 영향	임현·정의진·조아라·이성훈 (KISTEP), 조기숙·하동윤·최성만·김다솔· 심혜인(KEITI)	미래예측
104 (23.12.18.)	자율주행시스템	박종록 (KISTEP)	기술주권