



자율주행, 자동차산업의 빛장을 열다

자율주행 동향 분석과
산업 활성화를 위한 시사점

NIA 한국정보화진흥원

요 약 문

1. 서론

- 자율주행자동차는 운전자가 직접적인 조작을 하지 않고 자동차 스스로 주행환경을 인식하여 목적지까지 주행할 수 있는 차량을 의미함
 - 자율주행자동차는 무인자동차와 혼재되어 사용되기도 하지만 운전자의 탑승 여부 보다는 차량의 주변환경 정보를 인식하여 경로, 위험상황 등을 판단하고 제어하는 기술이 핵심임
 - 커넥티드카는 차량에 통신기능을 탑재하여 양방향 인터넷 서비스를 통한 인포테인먼트를 제공하여 안전과 편의성을 지원할 수 연결성을 강조함
- 세계보건기구(WHO)에 따르면 전세계에서 매년 교통사고로 약 120만명이 사망하며 대부분이 운전자의 부주의로 발생하는 만큼 각국 정부는 자동차의 안전기능을 강화하기 위한 법안이나 인센티브를 확대하고 있음
- 자율주행자동차는 고령자, 장애인 등 교통 약자의 이동성을 크게 향상시키며, 교통정보와 연계하여 혼잡하지 않는 도로를 선택하여 주행하므로 교통혼잡 문제 개선, 연료절감, 오염배출 감축 등을 제공할 수 있음

2. 자율주행 시장 동향

- 보스턴컨설팅그룹(BCG)에서는 2025년까지 자율주행자동차 시장규모 및 시장점유율이 각각 약 420억 달러와 12%에 달하며, 2035년에는 시장규모 및 시장점유율이 각각 약 770억 달러와 25%에 이를 것으로 전망함
 - Navigant Research에서는 자율주행자동차 시장규모가 2020년 1,890억 달러에서 2035년 1조1,520억 달러로 급성장을 달성하며, 2020년에 양산형 자율주행차가 출시되고 2023년에 신규 차량 중 자율주행기술을 탑재한 자동차 비중이 75%에 이를 것으로 전망함
 - IHS에서는 2035년까지 자율주행자동차 판매량이 2천100만대에 달하며, 2025년까지 자율주행자동차 시장규모가 60만대 수준이지만 향후 10년

간 연간 43%씩 급성장할 것으로 전망함

- 맥킨지에서는 스마트카 시장이 2014년 140억 달러에서 2020년 2,000억 달러 시장으로 급성장하며, 10년 후에는 자동차 시장을 주도하고 15년 후에는 자율주행자동차가 보편화될 것으로 전망함
- 일본의 야노경제연구소에서는 전세계 자율주행자동차 생산규모가 2015년 1,200만대에서 2030년 6500만대가 될 것으로 전망함

3. 자율주행 기술 동향

3.1 자율주행 주요 기술 동향

가. 자율주행 기술 개요

- 미국 도로교통안전국(NHTSA)에서는 자동차의 자동화단계에 따라 레벨 0 부터 레벨 4까지 총 5단계로 분류한 가이드라인을 발표함

[표 1] 자동차의 자동화 단계 정의

단계	특징	인지	제어	책임	운전자상태
0단계 (No-Automation)	비자동, 100% 운전자 제어	운전자	운전자	운전자	
1단계 (Function-specific Automation)	특정기능의 제한적 자동화, 단독 운전자 보조 시스템	운전자	운전자/ 자동차	운전자	
2단계 (Combined Function Automation)	2개 이상의 제어 통합 시스템	운전자	자동차	운전자	Hands-Off, Feet-Off, Eye-On
3단계 (Limited Self-Driving Automation)	제한된 자율운행 자동화, 필요시 운전자 개입	자동차	자동차	운전자/ 자동차	Hands-Off, Feet-Off, Conditionally Eye-off
4단계 (Full Self-Driving Automation)	완전 자율주행 자동화, 100% 자율주행	자동차	자동차	자동차	Hands-Off, Feet-Off, Eye-Off

- 자동차 제조업체는 차량 중심으로 IT를 결합하는 자율주행자동차의 개발을 추구하는 반면 IT업체는 다양한 IT기술을 중심으로 차량과 연계하는 전략임
 - 자동차업체는 단계적으로 부분 자율주행에서 완전 자율주행으로 기술 수준을 진화하여 기존 자동차 시장을 지키면서 기술수준을 제고하는 전략이지만 IT업체는 바로 완전 자율주행자동차를 개발하여 자동차 산업에 진입할 계획을 갖고 있음
- 자율주행자동차 기술은 주변환경 인식, 위치인식 및 맵핑, 판단, 제어, 상호작용 등과 같이 분류됨

[표 2] 자율주행자동차 기술 구성요소

구분	내용
주변환경 인식	- 레이더, 라이다, (스테레오) 카메라 등의 센서 사용 - 정적장애물, 동적장애물(차량, 보행자 등), 도로표식(차선, 정지선, 횡단보도 등), 신호 등을 인식
위치인식 및 맵핑	- GPS/INS(Inertial Navigation System)/Encoder, 기타 맵핑을 위한 센서 사용 - 자차의 절대/상대 위치 추정
판단	- 목적지까지의 경로 계획, 장애물 회피 경로 계획 - 주행 상황별 행동 판단(차선유지, 차선변경, 좌우회전, 저속차량 추월, 유턴, 비상정지, 갓길정차, 주차 등)
제어	- 주어진 경로를 추종하기 위해 조향, 가속 및 감속, 기어 등 액추에이터 제어
상호작용	- HVI를 통해 운전자에게 경고 및 정보 제공, 운전자로부터의 명령 입력 등 - V2X 통신을 통해 인프라 및 주변차량과 주행정보 교환

나. 자율주행 주요 기술

(1) 센서

- 레이더(RADAR)는 물체에 전자기파(radio waves)를 발사하고 반사되는 신호를 분석하여 거리, 높이, 방향, 속도 등 주변정보를 획득함
 - 전파를 이용하므로 날씨와 시간대의 제한을 극복할 수 있지만 카메라와 같이 물체의 종류를 판별하는 형태인식이 불가능하며 가격이 다소 고가임

- 라이다(LIDAR)는 물체에 반사되어 돌아오는 레이저 빔의 시간을 측정하여 거리정보를 획득함
 - 레이저가 직진성이 강해 장거리까지 정밀한 물체 관측 및 거리 측정 등이 가능하고 3차원 공간 스캐닝 방식을 통해 3차원 정보 수집을 지원하지만 환경 및 날씨 요인, 인체 유해성, 대량의 데이터 처리 문제, 다양한 종류의 노이즈로 인한 간섭 문제 등 제약들과 가격이 매우 고가인 단점이 있음
- 카메라는 대상 물체에 대한 정확한 형태인식을 제공하는 기술임
 - 차선 · 주차선, 도로표지판, 신호등 등을 판독이 가능하지만 레이저, 레이더에 비해 정밀도가 낮고 날씨, 시간에 영향을 받는 단점이 있음

(2) V2X 통신

- V2X(Vehicle to everything)는 자동차가 주행하는 동안 도로 인프라 및 다른 차량과 통신하면서 교통정보, 위험정보 등을 교환하거나 공유하는 차세대 통신 기술임
 - 기존 교통시스템과 연계하여 개별차량에 대하여 실시간 교통정보를 제공하여 교통 트래픽을 효율적으로 제어하고 위급상황에 대한 사고예방을 지원하여 안전성을 제고할 수 있는 차세대 지능형 교통관리 시스템(C-ITS)에 활용이 가능함
 - 자율주행자동차가 고속으로 이동함에 따라 네트워크 연결상태가 불안정하고 패킷 손실률도 커질 수 있으므로 패킷 지연이 1msec 이내로 매우 짧고 패킷 전송 성공률이 99.99%일 정도로 신뢰성을 지원하는 5G가 V2X 통신기술로 적용될 수 있음

(3) 고정밀 디지털지도

- 자율주행에 영향을 주는 도로의 모든 정적정보를 고정밀 3차원 지도로 나타내며, 도로 내 고정된 물체의 위치 및 형태 정보를 통해 커브, 교차로, 합류로, 교통신호 등에 미리 대응할 수 있도록 도와줌

(4) 인공지능

- 인간의 인지능력, 학습능력, 이해능력, 추론능력 등을 지원하도록 설계된 일련의 알고리즘 체계임
 - 자율주행자동차에서 인공지능은 다양한 센서들과 V2X를 통해 교통정보, 위급상황, 돌발상황 등과 같은 외부 정보를 수집 및 분석한 후 차량 스스로 물체 형태 식별, 근거리 및 원거리 주변물체의 거리, 물체 부피 측정, 대상물체와의 정확한 거리 등을 추정된 정보를 활용하여 차량을 제어하며, 최종적으로 운전자의 관여를 배제한 완전 자율주행을 지원
 - 완전 자율주행자동차는 부분 자율주행차량보다 수집하는 대상물이 늘어남에 따라 분석할 정보도 급격히 증가하므로 인공지능 기술과 빅데이터 및 클라우드 기술 간 연계가 필요함

(5) 고정밀 위치측위

- 자율주행자동차의 정확한 위치 및 진행 방향을 추정하기 위하여 DGPS, IMU 등을 연계한 고정밀 위치측위 기술이 필요함
 - DGPS는 위치보정정보를 통해 기존 GPS의 위치정밀도를 제고하며, IMU는 가속도계, 자이로스코프를 통해 자율주행자동차가 터널과 같이 GPS 신호가 도달하지 않는 지역으로 이동하더라도 위치 추정을 제공

(6) HVI 기술

- 운전자와 자율주행자동차 간 상호작용을 위한 인터페이스이며, 자율주행시 운전자가 파악해야 할 데이터의 양과 복잡성이 증가함에 따라 운전자의 상태를 고려하여 필요한 정보를 즉시 제공하는 HVI의 역할이 높아짐

3.2 자율주행 플랫폼 동향

- 현재 자동차 플랫폼은 주로 네비게이션, 문자서비스, 음악감상, 검색 등 인포테인먼트를 제공하는 역할을 하는 반면 자율주행 플랫폼은 각종 센서

- 데이터 수집 · 분석 · 제어와 같이 차량의 전체 프로세스를 담당하기 위하여 인공지능, 빅데이터, 클라우드, V2X 등 기술 연계를 통한 안전성을 지원함
- 자율주행 플랫폼은 자동차제조회사나 부품회사 주도의 OEM 플랫폼, IT업체의 플랫폼, AUTOSAR와 같은 개방형 플랫폼, OEM 및 IT 연합 플랫폼 등으로 구분될 수 있음
 - 자율주행 초기 단계에서는 기존 자동차업체나 부품업체가 주축이 되어서 플랫폼을 구축할 것으로 예상되지만 완전 자율주행에 근접한 3~4단계에서는 IT업체 플랫폼의 영향력이 높아질 것으로 전망됨

3.3 자율주행 특허 동향

- 특허청에서는 국내 자율주행기술 관련 특허 출원이 2001년 23건에서 2015년 208건으로 급증하였고, 출원된 기술 분야는 센서 · 지도 기술(43.1%), 주행경로 제어기술(29.6%), 인터페이스 · 단말 기술(11.2%), 통신 · 네트워크 · 보안기술 (10.6%), 조향 · 액추에이터 기술(5.5%) 등이 있는 것으로 분석함
- 국제 특허출원을 이용하는 비율이 전체 출원의 3.22%로 매우 낮으므로 향후 발생할 국제 특허분쟁에 대비하기 위해 국제 지식재산권을 확보하는 것이 필요함
- 톰슨로이터의 '2016 자율주행 특허 현황' 보고서에서는 자율주행 특허 건수가 도요타, 보쉬, 덴소, 현대차 등 순으로 많으며, 도요타의 특허 건수는 2천 건이 넘어 세계 1위로 나타남

4. 자율주행 수요조사 분석

- 자율주행자동차 구매 가격에 대한 수요조사에서 가격이 기존 차량과 유사할 경우 구입의사 비율이 37%인 반면 3천 달러 추가 시 20%로 감소함
- 자율주행자동차는 가능한 현재 자동차 수준의 구매 비용과 차이가 없어야 하며, 이를 위한 기술력이 상용화를 위한 핵심 요소로 분석됨

- ‘자율주행차를 타면 무엇을 하겠는가’라는 주제의 설문조사에서 ‘다른 일을 하지 않고 전방 도로를 응시하겠다(28%)’의 비율이 가장 높게 나타남
 - 소비자가 자율주행자동차 안에서 운전 외의 다른 일을 할 수 있도록 소비자의 신뢰성을 제고하는 기술개발 및 평가·검증이 필요함
- 무인자동차에 대한 인식과 우려에 대한 설문조사에서 장비 및 시스템 오류에 의한 안전사고 발생, 예상치 못한 상황에서의 오류 발생, 운전자의 법적 책임과 같은 항목에 대한 우려가 70% 이상 높게 나타남
 - 소비자들에게 차량의 거부감을 줄이고 안전성에 대한 인식을 제고시키는 것이 필요함
- ‘1명의 보행자와 10명의 보행자의 목숨 중 선택을 조사’하는 설문에서 희생이 적은 방향으로 선택하는 답변자가 많은 반면 공리주의 윤리로 프로그램된 차량 구매에 대해서는 50%가 동의하지 않음을 고려할 때 사람의 윤리적인 판단을 파악하기는 매우 어려움

5. 자율주행 사례분석

- 자율주행자동차는 현재 완성차업체, 자동차 부품업체, IT업체 간 협업 및 경쟁 전략을 통해 상용화를 목표로 활발한 연구 및 시범사업을 통해 본격적으로 기술개발을 수행하고 있음
 - 자동차업체 중에는 포드, BMW가 2021년 완전 자율주행자동차를 출시할 예정이며, ICT업체인 구글은 2020년에 상용화할 예정임
 - 우버, 리프트, 노토노미 같은 차량공유업체도 향후 무인차를 기반으로 차량공유, 배송, 택배 등 산업으로 서비스를 확장하기 위하여 자율주행 자동차에 대한 연구를 활발히 추진하고 있음
- 자율주행산업은 기술의 완성도를 제고하고 신규 서비스를 발굴하기 위하여 자동차 및 IT 업체 간 대규모의 합종연횡이 활발히 진행되고 있음
 - BMW, 인텔, 모빌아이, 바이두 등 업체가 상호 협력하여 2021년 자율주행차량의 상용화를 목표로 하고 있음

- 구글, 현대, 아우디, GM, 혼다 등은 안드로이드 운영체제 연합체인 'OAA(Open Automotive Alliance)'를 결성하여 IT와 자동차 기술을 융합한 '커넥티드 카' 기술 개발에 협력하고 있음
- 일본 도요타, 닛산, 혼다 등 자동차 6개 업체와 텐소, 파나소닉 등 6개의 반도체 · 부품회사가 연대하여 자율주행의 8개 기술 분야에서 협력하고 있음

6. 자율주행 법제도 · 정책 및 보험동향

6.1 자율주행 법제도 · 정책 동향

가. 미국

- 미국에서는 네바다, 플로리다, 캘리포니아, 워싱턴DC, 미시건 등과 같이 주(州)별로 자율주행자동차 관련법을 제정하며, 시험운행을 위한 자율주행 자동차의 승인요건, 자율주행기술의 적합요건 등에 대하여 규정하고 있음
- 네바다 주에서는 자율주행 개념정의, 시험운행 요건, 자율주행자동차 등록 기준 및 기술요건, 제조업자 책임관계, 관계당국에 의한 규정마련 의무, 자율주행자동차 작동을 위한 면허 등을 규정하고 있음
- 캘리포니아 주에서는 자율주행 개념정의, 시험운행 요건, 자율주행자동차 등록기준 및 기술요건, 시험운행 신청에 대한 승인요건, 관계당국에 의한 규정마련 의무, 자율주행자동차 작동을 위한 면허, 타법과의 관계 등을 규정하고 있음
- 네바다 주에서는 자율주행자동차 개념 중 제조업자에 대한 정의가 없는 반면 제조업자 책임관계 부분에서는 자동차 제조업자를 의미하고 있으며, 캘리포니아 주법에서는 제조업자가 자율주행기술을 장착한 책임자를 지칭함
- 자율주행기술에 대한 책임소재에 대해 네바다 주에서는 자동차 제조업체의 책임면제를 규정하고 있지만 캘리포니아 주법에는 해당 내용이 부재함

- 미국 여러 주에서 자율주행자동차의 운영을 허용하는 법을 마련하고 시행 중에 있지만 일관된 면허발급 체계나 표준화된 안전기준이 미흡하고 각 주마다 기준 및 요건이 상이하여 자율주행자동차의 개발 및 시험 등에 혼란을 초래할 수 있음
 - 이를 위해, 미국 연방 교통부와 NHTSA에서는 2016년 9월에 자율주행 정책의 입법방향과 정책기조를 제시하는 “Federal Automated Vehicle Policy: Accelerating the Next Revolution In Roadway Safety”를 발표함
 - “Federal Automated Vehicle Policy”에서는 연방정부와 각 주 간 법률 적용시 차이로 인한 법률적 모호성과 자율주행자동차로 인한 윤리문제 발생시 자동차업체의 명시적인 책임을 요구함
 - 또한, 일반도로에서 운행될 자율주행자동차의 성능 가이드라인을 규정하고 있으며, 15개의 항목으로 구성된 가이드라인은 구속력이 있는 법령은 아니지만 차량성능 관련 쟁점들의 체계를 제공한다는 점에서 의미가 있음

나. 유럽

- 유럽에서는 비엔나 협약에서 “운전자가 항상 차량을 제어하고 있어야 한다”라는 규정에 의해 자율주행 기술개발 및 시험평가에 제한을 받았으나, 자율주행 상용화를 위하여 해당 협약을 개정함
 - 비엔나 협약을 가입하지 않은 영국에서는 2015년 7월에 자율주행 시험을 위한 실행지침(Code of Practice)을 마련하여 자율주행 상용화를 위한 법 제도 기반을 마련하였음
 - 독일에서는 2015년 2월에 자율주행자동차 시험주행을 위한 파일럿 프로젝트를 통해 자율주행 연구를 시작하였으며, 2017년까지 자율주행자동차의 상용화를 위한 상세 법안을 마련할 계획임

다. 한국

- 도로교통법상 자율주행자동차는 일반도로에서 주행할 수 없으므로 자율주행 시험을 위한 운행이 불가능하며, 시범주행의 안정성 검증을 위한 기준도 미흡함
 - 이를 위해 자율주행자동차 정의와 시험·연구 목적으로 운행하기 위한 자동차관리법 법률을 개정함(제2조제1호의3 및 제27조제1항 단서 신설)
- 자동차관리법에서는 자율주행자동차의 안전한 운행을 위해 자동차의 구조 및 기능, 탑승인원 및 방법, 보험가입, 사전시험주행 등 다양한 요건을 충족시켜야 하므로 「자율주행자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정」을 통해 이러한 요건들이 구체적으로 제시되고 있음
- 국토교통부에서는 2016년 내로 자율주행 시험운행구간 지정방식을 기존 포지티브에서 원칙적으로 자율주행 운행을 허용하는 네거티브로 전환할 예정
 - 전국 모든 도로에서 자율주행자동차 시험운행이 가능하도록 제도를 개선할 계획이며 관련 내용을 포함한 「자동차관리법 시행규칙 일부개정(안)」을 입법 예고함(제26조의2 제1항 제3호 개정)
- 자율주행자동차가 안전한 운행을 위하여 주변 차량과 정보교환이 필요하지만 현재 위치정보법에 의해 근처 차량 소유자의 위치정보 제공에 대한 동의가 필요함에 따라 기술 개발이 어려움
 - 방송통신위원회는 소유자의 사전동의 없이도 사물위치정보를 처리할 수 있도록 규정하기 위해 정보통신망법, 위치정보법 및 시행령 개정안을 마련함
- 우리나라는 주로 시범운행에 대한 법제도 정도만 규정하고 있지만 미국의 상세한 법제도를 고려하여 한국에 적합한 법제도 수정, 보완, 신규 제정이 필요함
- 산업통상자원부에서는 2015년 12월에 ‘자동차 융합 얼라이언스’를 발족하여 자율주행 관련 업계 간 협업 비즈니스 모델을 도출할 계획임
- 국토교통부 국토지리정보원에서는 정밀 도로지도를 2020년까지 전국 고속도로 및 4차선 이상 국도를 대상으로 구축할 예정임

- 국토교통부와 한국항공우주연구원에서는 2016년 10월에 유럽과 초정밀 위성항법장치(GPS) 보정시스템(SBAS)의 공동개발을 발표하였으며, 자율주행에서도 활용될 수 있음

6.2 자율주행 보험 동향

- 부분 자율주행 단계에서는 운행자가 운전석에 착석하여 차량을 제어함에 따라 현행 자동차손해배상보장법의 적용이 가능하지만 완전 자율주행단계에서는 해당 법을 수정하거나 무과실책임보험제도를 도입하기 위한 사회적 합의가 요구됨
- 부분 자율주행자동차는 수동 또는 자동운행 모드에 따라 사고의 책임이 운전자나 차량 제조사로 구분되므로 적용되는 보험 및 보험가입자도 상이할 수 있음
 - 자율주행 모드에서는 사고 책임이 차량 제조사이며 적용되는 보험은 제조물 배상책임보험(Product Liability Insurance)이 될 가능성이 높으므로 차량 제조사가 해당 보험을 가입하는 것이 필요함
- 국내에서도 자율주행 수준 및 운행모드에 따라 선진국들의 자율주행 사고 책임부담 방안을 고려하여 보험 규정을 제정하는 것이 필요함

7. 시사점 및 산업활성화 전략

- (법제도) 자율주행은 현재까지 기술 검증이 부족하고 사회 파급효과가 매우 크므로 법제화 과정은 정부관계자, 자동차 제조업체, IT전문가, 사회 및 법제도 전문가, 일반 대중 등 이해관계자의 참여를 통해 광범위하고 심도있는 논의가 필요
 - 국내 입법은 미국과 비교해 볼 때 운행 요건에 대해서만 논의되고 있으므로 자율주행 관련 개인정보보호, 보안 등 다양한 입법 사항도 고려되어야 함

- 자율주행 모드에서는 인공지능(SW)에 의해 차량이 제어되므로 교통사고 발생시 SW 결함에 대해 책임을 묻는 'SW제조물책임법'이 요구됨
- (보험) 자율주행자동차는 자율주행과 수동주행 간 운영모드 전환되는 과정에서 사고가 발생하면 차량 결함 또는 운전자 과실 여부에 대하여 보험사와 차량제조사 간 분쟁 가능성이 존재함
 - 자율주행 관련 보험을 규정하기 위해 기존 자동차손해배상보장법 수정, 무과실책임보험제도 및 제조물 배상책임보험 도입 등을 검토하는 것이 필요함
 - 보험분쟁을 최소화하고 과실에 대한 책임을 객관적으로 판단할 수 있도록 사고와 연관된 운행 데이터가 실시간으로 수집 및 분석될 수 있어야 함
 - 차량운행정보가 보험사 등에 공유될 경우 개인 사생활 침해 문제가 발생되므로 차량정보 수집주체와 활용범위에 대한 명확한 제도가 필요함
- (신뢰성 강화) 자율주행자동차는 탑승객의 안전을 위한 기술 개발·평가·검증하는 기간도 필요하지만 실제 사용자가 자율주행기술 안전성을 수용하고 활용하는데 상당기간 시간이 소요될 것으로 전망됨
 - 운전자들에게 자율주행 기술의 신뢰성을 확보하고 거부감을 최소화하기 위하여 셔틀버스와 같은 대중교통에 자율주행 시범서비스를 먼저 수행하여 자율주행자동차에 대한 시민들의 친밀도를 높여 사회적 수용성을 제고하는 방안이 필요함
- (도시계획) 자율주행기술을 통해 자동차는 소유에서 공유로 패러다임이 변함에 따라 차량 수 감소로 인한 주차 공간을 공원 등 재활용이 가능함
 - OECD 실험보고서에서는 자율주행자동차를 활용하여 도시에서 차량 수요가 80~90% 감소되었고 주차공간을 공원이나 주택지로 활용할 수 있다고 발표함
 - 기존 주차공간을 재활용할 수 있는 도시계획을 미리 준비하는 것이 필요함
- (보안) 자율자동차를 원격에서 해킹될 경우 단순 보안사고가 아닌 생명을 잃을 수도 있는 교통사고를 초래할 수 있으므로 정보보안이 매우 중요함
 - 해커, 테러조직 등에 의해 고의적 교통사고, 교통혼란 등 위협에 적극

- 대처할 수 있는 보안규정과 이를 제공하는 안전시스템 구축이 필수적임
- 미국 NHTSA에서 권고한 성능 가이드라인에는 ‘사생활 보호’와 ‘사이버 보안’ 항목을 통해 데이터 침해 방지를 위한 보안강화, 사이버 공격에 방어할 수 있는 보안시스템을 제공하여 해킹을 방지하는 지침이 있음
 - 국내에서도 자율주행 데이터의 소유권, 저장위치, 수집될 운행 데이터 종류, 공유방안, 데이터 이용방법 및 목적, 공공목적 등으로 인한 데이터 오남용 방지방안 등이 명확하게 규정되는 것이 필요함
- (안전) 자율주행자동차의 궁극적 목표는 안전이므로 자율주행 자동차 및 소프트웨어에 대한 안전성을 보장하여 소비자의 신뢰성을 제고하는 것이 관련 시장 활성화의 필수불가결한 요소임
- 미국 NHTSA에서는 자율주행자동차의 안전성 검증을 위해 실제 지역, 기후조건, 차량속성 등 다양한 도로환경을 고려한 차량안전 테스트를 수행하도록 도시 및 교외 시뮬레이션을 위한 표준절차를 수립함
 - 미국 캘리포니아에서는 자율주행자동차 오류 또는 사고 발생시 데이터 저장과 보고를 강제화하여 자율주행 기술을 향상시키는데 활용하고 있음
 - 구글은 7년 이상의 장기간동안 자율주행 관련 데이터 수집, 시험 및 검증, SW 갱신의 선순환을 통해 자율주행 알고리즘의 완성도를 높이고 안전성과 신뢰성을 제고하고 있음
 - 국내에서는 정부부처 및 민간기업에서 수행한 자율주행자동차의 실도로 데이터에 대한 표준화 및 상호 공유 전략 등을 통해 구글과 같은 선진업체 기술의 격차를 해소시키는 것이 필요함
- (윤리) 자율주행 관련 제조사 및 IT업체는 차량 운행시 탑승자와 보행자가 모두 안전을 보장할 수 없는 사고가 발생할 경우 누가 희생이 되도록 결정하는 SW 알고리즘을 설계해야 하는 윤리적 딜레마에 빠짐
- 미국 NHTSA의 성능 가이드라인에는 사고 발생시 자율주행 소프트웨어가 탑승자와 보행자의 안전 중 우선순위 결정에 대한 윤리적 판단을 내리는 기준이 포함되어 있으며, 자율주행 관련 업체는 윤리적 판단 기

준에 대한 해결방안을 당국에 제출하고 당국은 공개의견을 수렴하여 정책을 갱신함

- 국내에서도 이러한 기준자료를 통해 국내 법제도를 감안하여 윤리적 판단을 결정하는 방안 마련이 필요함
- (정부의 컨트롤타워 및 산업 간 협력체계 구축) 한국은 선진국 대비 자율주행 기술격차를 신속하게 해소하고 관련 산업을 선도하기 위해 장기적 계획 수립 및 실행할 수 있는 컨트롤타워가 필요함
 - 자율주행은 산업부, 미래부, 국토부 등 다부처를 통한 연구개발이 필요한 사업이므로 각 부처 간 연계성 제공을 위한 구체적인 협력체계 구축 방안이 요구됨
- 선진국은 자율주행을 위한 컨트롤타워를 별도로 설립하여 자율주행 정책과 세부 실행계획을 지원하고 있음
 - ※ 미국 ITS JPO(Joint Program Office), 유럽 EC(European Collaboration on Road Automation), 일본 CSTI(Council for Science, Technology & Innovation)
 - 산업통상자원부에서는 ‘자동차 융합 얼라이언스’을 구축하였는데 국내 민간업체 간 밀접한 협력관계를 통해 기술을 추격 및 선도할 수 있는 협업 비즈니스 모델 발굴이 시급함
- (표준화) 미국은 각 주마다 자율주행 관련 시험 규칙이 상이함으로 인해 관련 기술 개발이 어려우므로 연방 교통부에서는 성능 가이드라인을 제정하여 자율주행자동차 관련 규제 표준화를 추진함
 - 국내에서도 미국의 성능 가이드라인을 참고하고 국내 산·학·연 전문가, 일반 대중 등 이해관계자들의 참여와 조정을 통해 국내 법제도 및 도로 교통환경을 감안한 표준화된 규제를 마련하는 것이 필요함
- (자율주행 플랫폼) 자율주행자동차는 ICBM(IoT, 클라우드, 빅데이터, 모바일)의 집약체가 될 것이며, 이를 제공하기 위한 플랫폼은 사용자 안전성을 지원할 뿐만 아니라 추가적으로 발생하는 자율주행 서비스의 근간이 될 것으로 전망됨

- 기존 완성차업체에서는 IT업체가 자율주행자동차 플랫폼을 통해 미래 자동차 산업의 주도권을 장악할 경우 단순히 생산업체로 전략할 수 있다는 우려가 있음
- 기존 완성차업체에서는 소프트웨어 대신 기존 생산기술에 대한 장점을 극대화하여 경쟁력을 강화하는 것이 효율적일 수 있지만, 플랫폼을 통해 도출되는 서비스 시장이 큰 만큼 신규 서비스 개발도 필요함
- (자율주행으로 인한 자동차 산업변화) 자율주행산업에 대한 자동차업체와 IT업체 간 주도권 경쟁이 치열하며 상당한 기간 동안 양자 산업계의 합종연횡과 상호경쟁이 불가피할 것으로 예상됨
 - 자율주행자동차를 공유하는 비즈니스 모델은 비용이 기존 택시의 10% 수준이며 개인차량의 1/3인 것으로 예상됨에 따라 개인 교통수단으로 활용되는 모빌리티 서비스로 활성화될 것으로 예상됨
 - 자동차 시장은 기존처럼 B2C와 같은 개인 판매구조에서 택시, 차량공유, 택배, 배송 등 기업의 사업목적에 따라 차량을 대량 구매하는 B2B 모델로 전환될 것으로 전망됨
 - 자율주행자동차의 확산은 자동차 수 감소, 에너지 절감, 운전자 직종의 일자리 상실 등과 같이 산업변화를 초래하며 이로 인한 세수가 줄어들 것으로 예상
 - 미국 메사추세츠 주에서는 기존 운송산업보호를 위하여 우버, 리프트 등 차량공유서비스에 세금을 부과하기로 한 법안을 통과시켜 산업환경 변화를 고려한 신규 세수를 확보함
 - 국내에서도 자율주행자동차로 인한 산업환경 변화를 고려하여 신규 세수 확보, 추가 일자리 확보 등과 같은 정책 마련이 필요함

<제 목 차 례>

제1장 자율주행 개요	1
제2장 자율주행 시장 동향	3
제3장 자율주행 기술 동향	7
제1절 자율주행 주요 기술 동향	7
제2절 자율주행 플랫폼 동향	26
제3절 자율주행 특허 동향	29
제4장 자율주행 수요조사 분석	32
제5장 자율주행 사례분석	35
제6장 자율주행 법제도·정책 및 보험 동향	45
제1절 자율주행 법제도·정책 동향	45
제2절 자율주행 보험 동향	74
제7장 시사점 및 산업활성화 전략	76
참고문헌	90

<표 차례>

[표 2-1] 2035년 전세계 자율주행 기능 보급률 및 시장규모 전망	3
[표 2-2] 완성 무인 자동차 세계시장 전망- NHTSA 레벨 4 이상	4
[표 2-3] 스마트카 세계시장 규모 전망	4
[표 2-4] 자율주행자동차 시장규모 및 생산규모 요약	6
[표 3-1] 자동차의 자동화 단계 정의	8
[표 3-2] 자동차업체와 IT업체 간 자율주행차량 전략 비교	9
[표 3-3] 자율주행자동차 기술 구성요소	11
[표 3-4] 모건 스텐리 자율주행 전망	12
[표 3-5] 자율주행 관련 일본 로드맵	12
[표 3-6] 업체별 자율주행자동차 개발 현황	14
[표 3-7] 정밀도로지도 구축항목	18
[표 3-8] 자율주행 기술의 발전 단계별 인간과 인공지능의 역할 분담	22
[표 3-9] 자율주행차량기술의 특허 출원 공개 현황	29
[표 3-10] 구글 자율주행자동차 핵심특허 기술 분야별 등록 추이	30
[표 4-1] 미국 소비자의 부분 및 완전 자율주행자동차 구매의사 비중	34
[표 5-1] 자동차업체들과 IT업체들의 자율주행자동차 개발 사례 및 전략	35
[표 6-1] 미국 자율주행 관련 법령 제정 현황	45
[표 6-2] 자율주행자동차 관련 개념 정의	47
[표 6-3] 자율주행자동차 시험운행 요건	47
[표 6-4] 자율주행자동차 등록기준	48
[표 6-5] 자율주행자동차 운영을 위한 규정 채택	49
[표 6-6] 미국 캘리포니아 주 자율주행자동차 관련 법 주요 내용	50
[표 6-7] 자율주행자동차 관련 개념 정의	51
[표 6-8] 자율주행자동차 시험운행 요건	52
[표 6-9] 자율주행자동차 시험운행 승인을 위한 지원서 내용	52
[표 6-10] 자동차관리국 규정마련 의무	53

[표 6-11] 자율주행자동차 시험운행에 대한 승인요건	54
[표 6-12] 자율주행 관련 네바다 주법 및 캘리포니아 주법 간 비교분석	55
[표 6-13] 성능 가이드라인 주요 내용	57
[표 6-14] 자율주행 관련 법제도 제정 및 개선사항	62
[표 6-15] 자동차관리법 일부개정법률안	63
[표 6-16] 자동차관리법 일부개정법률안 신·구조문 대비표	64
[표 6-17] 자동차관리법 및 규정에서의 자율주행자동차 정의	64
[표 6-18] 「자율주행자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정」 주요 내용	65
[표 6-19] 자동차관리법 제27조	66
[표 6-20] 자동차관리법 시행령 제7조	66
[표 6-21] 자동차관리법 시행규칙 제26조의2 2항	67
[표 6-22] 자동차관리법 시행규칙 제26조의2 제1항 제3호 개정	69
[표 6-23] 자동차관리 및 도로교통법상 주요 규제사항 별 한국·미국 비교	70
[표 6-24] 국가별 자율주행 사고 책임부담 내용	75
[표 7-1] 주요 자동차 및 부품업체들의 자율주행 기록	83

<그림 차례>

(그림 3-1) 자율주행 작동 메커니즘	10
(그림 3-2) 자율주행자동차 테크놀러지 S-커브	13
(그림 3-3) 자율주행 분야별 특허 현황(건)	31
(그림 4-1) 무인자동차에 대한 인식과 우려	33
(그림 4-2) 3가지 교통사고 상황	34
(그림 6-1) 자율주행테스트를 허가한 미국의 주	46

제1장 자율주행 개요

자율주행자동차는 운전자가 직접적인 조작을 하지 않고 자동차 스스로 주행 환경을 인식하여 목적지까지 주행할 수 있는 차량을 의미한다. 일반적으로 자율주행자동차와 무인자동차(Unmanned Vehicle, Driverless Car)가 혼재되어 사용되기도 하지만 자율주행자동차는 운전자의 탑승 여부 보다는 차량이 자체적으로 주변환경 정보를 수집 및 인식하고 이를 기반으로 경로, 위험상황 등을 판단하여 제어할 수 있는 자율주행기술이 핵심이다. 자율주행자동차는 커넥티드카(Connected Car)와 비교되는데 커넥티드카는 차량에 통신기능을 탑재하여 양방향 인터넷 서비스를 통한 인포테인먼트(infotainment)를 제공하여 안전과 편의성을 지원할 수 있으며, 통신을 통한 연결성을 강조한다.

세계보건기구(WHO)에 따르면 전세계에서 매년 교통사고로 약 120만 명이 사망하고 있으며 대부분이 운전자의 부주의로 발생하는 만큼 각국 정부는 자동차의 안전기능을 강화하기 위한 법안이나 인센티브를 확대하고 있다. 자율주행자동차가 상용화될 경우 교통사고율을 크게 줄이는데 기여할 것으로 전망된다. 실제로 미국 도로교통안전국은 2013년 미국 내 발생 교통사고의 90% 이상이 운전자의 잘못으로 인해 발생되며, 자율주행기술을 통해 이러한 사고를 70~80%까지 감소시킬 것으로 예측하였다. 모건 스탠리(2013)에서는 전세계 연간 교통사고비용 5.6조 달러를 자율주행차량을 통해 연간 1.3조 달러로 절감할 수 있을 것으로 예측하였다. 국내 교통사고 사망자 수는 2011년 5,229명으로 하루 평균 15명 수준이며, 이로 인한 사회적 비용은 12조 7,601억 원에 이르고 있음을 고려하면 국내에서도 자율주행자동차의 시급한 도입이 요구된다.

자율주행자동차는 고령자, 장애인, 비면허자 등이 차를 편리하게 이용할 수 있도록 도와주며, 무인주차를 통한 주차시간과 주차된 차의 위치를 찾는 시간을 크게 감소시킬 수 있으므로 사회 약자의 이동성을 크게 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 연료 효율성을 제고하고 오염 배출을 감소시킬 수 있다. 또한 교통정보와 연계하여 차가 혼잡하지 않는 도로를 선택하여 주행하므로 연료 절

감 및 CO2 등 오염 배출을 감축시킬 수 있다. 모건 스탠리(2013)에서는 자율주행 기능을 통해 미국의 경우 연간 연료비용의 30%인 1,580억 달러를 절감할 것으로 전망하였다.

자율주행자동차는 카 셰어링(car sharing)을 통해 '차량을 소유에서 공유로'와 같이 패러다임이 전환되면서 자동차 사용량이 크게 감소될 것으로 예측됨에 따라 이로 인한 에너지 절감도 커질 것으로 전망된다.

자율주행자동차 사용자는 운전에 대한 시간과 부담 및 스트레스를 줄일 수 있으므로 다른 일에 좀 더 집중하여 생산성을 높일 수 있을 것이다. 실제로 미국 교통부 통계에 따르면, 미국인은 출퇴근 운전으로 하루 평균 52분을 소비하므로 이 시간을 다른 용도로 활용할 수 있다. 맥킨지(2015)에서는 운전자가 자율주행 기능을 통해 하루 평균 50분을 절약하면 연간 12일의 여유시간을 창출하여 연간 1,400억 달러의 경제유발 효과를 나타낼 것으로 전망하였다.

결론적으로 자율주행자동차의 대중화는 실시간 교통정보와 연계를 통해 대도시의 만성적인 교통혼잡 문제를 개선시킬 뿐만 아니라 운전자 부주의로 인한 교통사고를 획기적으로 절감할 수 있을 것이다. 또한, 현재 교통상황에 적합한 효율적인 주행을 통하여 에너지 절감, 대기환경 개선 등을 제공할 수 있고 향후 초고령 사회에서 고령자 등 교통약자에게 이동 자율성 보장을 지원할 수 있으므로 사회·경제적 파급효과가 매우 높다. 특히, 자율주행자동차는 운전 가능연령을 인간수명과 동일하게 연장할 수 있으므로 지속적인 자동차 시장을 확대할 수 있다.

본 보고서의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 자율주행의 시장동향을 살펴보고 3장에서는 자율주행의 주요기술 동향을 조사 및 분석한다. 4장에서는 기존 자율주행 관련 설문조사를 살펴보고 현안을 도출하며, 5장에서는 자율주행 사례분석, 6장에서는 자율주행 법제도 및 정책을 살펴본다. 마지막으로 자율주행 시장, 기술, 사례분석, 제도, 정책 등을 분석하여 산업활성화를 위한 시사점을 도출한다.

제2장 자율주행 시장 동향

보스턴컨설팅그룹(BCG)에서는 [표 2-1]과 같이 2025년까지 자율주행자동차 시장규모 및 시장점유율이 각각 약 420억 달러와 12%에 달하며, 2035년에는 시장규모 및 시장점유율이 각각 약 770억 달러와 25%에 이를 것으로 전망하였다. 미국인 운전자의 절반 이상이 앞으로 5년 이내에 자율주행자동차를 구매할 의사가 있다는 조사내용을 근거로 2035년 완전 및 부분 주행자율자동차가 각각 1,200만대 및 1,800만대에 이를 것으로 예상하였다.

[표 2-1] 2035년 전세계 자율주행 기능 보급률 및 시장규모 전망

구분	2025년		2035년	
	시장점유율(%)	매출액(십억달러)	시장점유율(%)	매출액(십억달러)
부분 자율주행자동차	12.4	36	15.0	39
완전 자율주행자동차	0.5	6	9.8	38
합계	12.9	42	24.8	77

*출처: Mosquet, X. et al., "Revolution in the driver's seat", The Boston Consulting Group, 2015

*출처: 이성호 외, "신기술 발전에 따른 산업 지형의 변화 전망과 대응 전략", 과학기술정책연구원, 2015.12

Navigant Research(2013)에서는 자율주행자동차 시장규모가 2020년 1,890억 달러에서 2035년 1조1,520억 달러로 급격한 성장을 달성하며, 2020년에 양산형 자율주행차가 출시되고 2035년에 신규 차량 중 자율주행기술을 탑재한 자동차 비중이 75%에 이를 것으로 전망하였다.

시장조사기관 IHS는 오는 2035년까지 전 세계 자율주행자동차 판매량이 2천100만대에 달할 것이라고 전망했다. IHS는 우선 2025년까지 자율주행자동차 시장 규모가 60만대 수준으로 추정되며 향후 10년간 연간 43%씩 급성장할 것으로 전망하였다.

IHS 오토모티브(2014년)에서는 [표 2-2]와 같이 완전 자율주행자동차(미국 도로교통안전국(NHTSA) 레벨 4)가 2025년 23만대 규모에서 2035년 118만대로 성장하며, 연평균성장률(CAGR, Compound Annual Growth Rate)은 18%에 이를 것으로 전망하였다.

[표 2-2] 완성 무인 자동차 세계시장 전망- NHTSA 레벨 4 이상 (단위: 만 대)

25년	26년	27년	28년	29년	30년	31년	32년	33년	34년	35년	CAGR(%)
23.0	27.1	32.0	36.5	43.0	50.8	59.9	70.7	83.5	98.5	118.0	18

* 출처: IHS Automotive(2014)

* 출처: 성태웅, '무인 자동차- IT강국인 우리나라의 지원정책 및 법제화 시급', KISTI MARKET REPORT Vol. 4 Issue10, 2014.11.

글로벌 컨설팅업체인 맥킨지에서는 스마트카 시장이 2014년 140억 달러에서 2020년 2,000억 달러 시장으로 급성장할 것으로 전망하였다. 자율주행자동차가 앞으로 10년 후에 시장을 주도하고 15년 후에는 보편화될 것으로 전망하였다.

시장조사 전문기관인 일본의 야노경제연구소에서는 전세계 자율주행자동차 생산규모가 2015년 1,200만대에서 2030년 6,500만대가 될 것으로 전망하였다.

골드만삭스에서는 첨단 운전지원시스템 및 자율주행자동차 시장 규모가 2015년 약 30억 달러(3조 3,480억원), 2025년 960억 달러(107조 1,360억원), 2035년 2,900억 달러(323조 6400억원)에 달할 것으로 전망하였다.

ABI 리서치(2013년)에서는 [표 2-3]과 같이 세계 스마트카(ADAS¹⁾ System) 시장규모가 2013년 2조 3,000억 달러에서 2020년경 약 26조 달러로 성장하고 CAGR은 41%에 이를 것으로 전망하였다. 자율주행자동차 판매량은 2024년 110만대에서 2035년 4,200만대로 약 38배 증가하며, 2035년에는 누적 판매량이 1억7,600만대 달할 것으로 전망하였다. 2030년경에는 약 4억 명이 자율주행자동차 공유 서비스를 이용할 것으로 전망하였다.

[표 2-3] 스마트카 세계시장 규모 전망 (단위: 억 달러)

13년	14년	15년	16년	17년	18년	19년	20년	CAGR(%)
234	330	465	656	925	1,304	1,839	2,610	41

* 출처: ABI research(2013)

* 출처: 성태웅, '무인 자동차- IT강국인 우리나라의 지원정책 및 법제화 시급', KISTI MARKET REPORT Vol. 4 Issue10, 2014.11.

1) ADAS(Advanced Driver Assistance Systems, 첨단운전자보조시스템)

한국자동차산업협회에서는 자율주행자동차 판매량이 2024년 110만대에서 2035년 4,200만대로 성장하며, 2035년에는 누적 판매량이 1억7,600만대에 이를 것으로 전망하였다.

현대경제연구원에서는 세계 자율주행 자동차 시장이 2025년 이후 빠르게 성장하여 2030년에는 연간 생산량이 1억대 수준에 달할 것으로 전망하였다.

각 조사기관에서 발표한 자율주행자동차의 시장규모 및 생산규모를 요약한 결과는 [표 2-4]와 같다.

[표 2-4] 자율주행자동차 시장규모 및 생산규모 요약

출처	자율주행자동차 시장규모	자율주행자동차 생산규모	비고
보스턴컨설팅그룹	0 2025년 420억 달러, 2035년 770억 달러	0 2035년 완전 자율주행 자율주행차 1,200만대, 부분주행 자율주행차 1,800만대	2035년에는 자율주행자동차의 전세계 판매량이 25% 전망
Navigant Research(2013)	0 2020년 1,890억 달러, 2035년 1조1,520억 달러		2035년에는 자율주행기술가 탑재된 자동차 비중이 75% 전망
IHS		0 자율주행차 판매 2025년 60만대, 2035년 2,100만대	2025년 후 연간 43% 급성장 전망
IHS 오토모티브(2014)		0 NHTSA Level 4 이상 무인 자동차 2025년 23만대, 2035년에는 118만대	CAGR 18%
맥킨지	0 스마트카 시장규모 2014년 140억 달러, 2020년 2,000억 달러		
야노경제연구소		0 자율주행자동차 2030년 6,500만대	
콜드만 삭스	0 2015년 약 30억 달러, 2025년 960억 달러, 2035년 2,900억 달러		
ABI 리서치	0 스마트카(ADAS System) 2013년 2조 3,000억 달러, 2020년 26조 달러	0 자율주행차 2024년 110만대, 2035년 4,200만대	0 스마트카 CAGR 41% 0 2030년 자율주행자동차 공유서비스 사용자 4억명
한국자동차산업협회		0 2024년 110만대, 2035년 4,200만대	0 2035년 누적 판매량 1억 7,600만대
현대경제연구원		0 2030년 1억대	

제3장 자율주행 기술 동향

제1절 자율주행 주요 기술 동향

1. 자율주행 기술 개요

미국 NHTSA에서는 [표 3-1]과 같이 자동차의 자동화단계에 따라 레벨 0부터 레벨 4까지 총 5단계로 분류한 가이드라인을 발표하였다. NHTSA 가이드라인에는 자율주행자동차가 준수할 연방자동차안전기준(Federal Motor Vehicle Safety Standards)을 포함하고 있다. 0단계에서는 운전자가 브레이크, 속도, 조향 등 자동차의 주요 기능들을 지속적으로 완전히 지배하는 상태이며, 안전 운행과 관련된 제어 및 교통 모니터링에 대한 전적인 책임이 있다. 1단계에서는 Cruise Control, 자동브레이크, 차선유지 등과 같이 단독의 특정 운전보조 기능을 활용한 자동화를 지원하지만 운전자의 경계의무와 책임을 대체하지 않는다. 2단계에서는 Adaptive Cruise Control, 차선중앙유지(Lane Centering) 등 2개 이상의 제어기능이 통합되어 자동화를 제공하지만 운전자가 운행에 대한 통제권을 가지며 안전과 모니터링에 대한 책임이 있다. 다만, 1단계와 다르게 운전자가 자동차 운행 시 손발을 동시에 물리적으로 분리되는 것이 가능하다. 3단계에서는 ‘부분 자율주행 단계’로도 표현되며 자동차가 특정 환경이나 제한된 조건에서 전적으로 운행을 제어할 수 있다. 또한, 운전자가 긴급상황이 발생할 경우 경고신호를 통해 간헐적으로 차량을 제어할 수 있지만 운행 시 항상 차량상태 및 교통상황 등을 지속적으로 모니터링 할 필요는 없다. 운전자는 운전석에 착석해야 하며 사고 발생 시 차량과 운전자 간 사고책임소재 문제에 대한 논란이 발생할 수 있다. 마지막으로 ‘완전 자율주행 단계’인 4단계에서는 자동차가 모든 안전기능을 수행하고 교통상황을 모니터링하며, 운전자는 목적지만 설정하며 출발부터 주차까지 차량 제어에 대한 책임이 없다. 자동차 운행은 자동화시스템에 전적으로 의존하게 되므로 사고책임은 차량에게 있으며, 운전자가 탑승하지 않아도 된다.

[표 3-1] 자동차의 자동화 단계 정의

단계	특징	인지	제어	책임	운전자상태
0단계 (No-Automation)	비자동, 100% 운전자 제어	운전자	운전자	운전자	
1단계 (Function-specific Automation)	특정기능의 제한적 자동화, 단독 운전자 보조 시스템	운전자	운전자/ 자동차	운전자	
2단계 (Combined Function Automation)	2개 이상의 제어 통합 시스템	운전자	자동차	운전자	Hands-Off, Feet-Off, Eye-On
3단계 (Limited Self-Driving Automation)	제한된 자율운행 자동화, 필요시 운전자 개입	자동차	자동차	운전자/ 자동차	Hands-Off, Feet-Off, Conditionally Eye-off
4단계 (Full Self-Driving Automation)	완전 자율주행 자동화, 100% 자율주행	자동차	자동차	자동차	Hands-Off, Feet-Off, Eye-Off

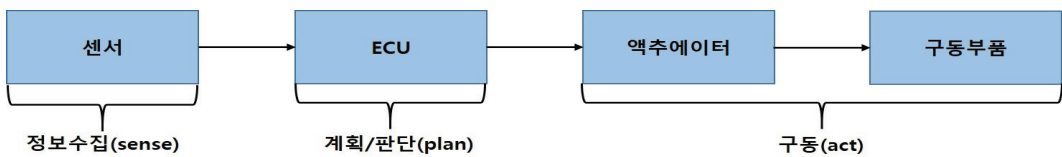
자동차 제조업체는 [표 3-2]와 같이 차량 중심으로 IT를 결합하는 자율주행자동차 개발을 추구하는 반면 IT업체는 다양한 IT기술을 중심으로 차량과 연계한다는 전략이다. 자동차업체는 단계적으로 부분 자율주행에서 완전 자율주행으로 기술수준을 진화하는 전략이지만 IT업체는 바로 완전 자율주행자동차를 개발하여 자동차 산업에 진입할 계획을 갖고 있다. 자율주행 기술수준이 높아질수록 차량 주변환경 인식을 위한 다양한 센서 개발, 각 센서정보를 통해 수집된 방대한 데이터를 초고속으로 처리할 수 있는 네트워크·빅데이터·클라우드 기술, 이를 기반으로 차량의 위치변경, 경로판별 등을 판단·제어를 수행하는 인공지능 등 SW가 매우 중요하므로 IT업체의 영향력이 커질 것으로 예상된다. 또한, IT업체는 자율주행 핵심 기술을 자동차에 연계 및 시험·검증을 위해 자동차업체와 협력관계가 필요할 것으로 전망된다.

[표 3-2] 자동차업체와 IT업체 간 자율주행차량 전략 비교

구분	자동차업체	IT업체
관점	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자동차와 컴퓨터의 결합 - 자동차 하드웨어에 소프트웨어 기술 적용 - 단계적으로 개선 및 적용 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 컴퓨터와 자동차의 결합 - 컴퓨터화된 운송수단 - 완전히 새로운 IT기반 기술혁신
목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 운전석 있는 조건적 반자율주행 - 상황에 따라 운전자가 직접 운전 - 핸들, 브레이크, 가속페달 보유 - 자동모드와 수동모드 겸용 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 운전자 없는 완전 자율주행 - 출발 버튼과 정지 버튼 - 자동모드만 있고 수동모드 없음
판매전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 매출 증대 및 브랜드 가치 제고 - 일반 고객에 자동차 판매 - 1인 1차 차량 소유 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 새로운 신성장 동력 일환 - 택배, 렌터카 등 공유 서비스 - 소프트웨어, 칩, 단말기(기기) 판매
초점	<ul style="list-style-type: none"> ○ 안전성 증진 및 운전하는 재미 - 운전중 스마트폰 이용 불가 - 외부 위험 시 운전자 대응 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 편의성 증대 - 운전중 스마트폰, 태블릿 PC 이용 - 움직이는 사무실, 문화공간
개발전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자체 개발 기반으로 IT 업체와 협업 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관련기술 벤처업체 인수(M&A)
유형	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고속 4인승 세단 장거리 주행 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 저속 전기차(2인승) 단거리 주행
소비자	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일반인 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고령자, 장애인, 렌터카, 택배 이용 ○ 베이비붐 세대(1946 ~ 1963년생)
강점	<ul style="list-style-type: none"> ○ 크루즈컨트롤(ACC), 자동주차, 센서, 차선이탈방지, ADAS 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주행위치, 주변 교통정보 습득, 인터페이스, 소프트웨어, 운영체제(OS)
특성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자동차의 통제권: 운전자 ○ 자율주행차는 안전기능의 집합체 ○ 자율주행차의 시스템 오류, 해킹 등으로 인한 사고 우려 ○ 자율주행차로 개조 후 발생할 수 있는 사고에 대한 책임소재 규명 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자동차 통제권: 컴퓨터 ○ 인간실수로 인한 인명사고 대폭 감소 ○ 운전으로 인한 육체적, 정신적 피로 경감을 통한 생산성 향상 ○ 교통정체 완화 및 에너지 절감에 기여 ○ 장애인, 노약자의 이동성 제고
추진방향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자동차 안전기능을 강화해 신차탑재 ○ 자율주행차 사고시 책임소재에 대한 명확한 대책 요구 ○ 자율주행차 기술개발 병행 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주행실험을 통한 데이터 축적 및 의사결정 시스템 지속 보완 ○ 운행허가를 위한 법제도 개정 추진 ○ 소비자 대상으로 자율주행차 홍보
주요업체	벤츠, 아우디 BMW, GM, 도요타	구글, 애플, 소니, 우버, 인덕트

* 출처: ETRI 경제분석연구실, 2015. 3.

자율주행은 (그림 3-1)과 같이 4가지 작동 메커니즘으로 구성된다. 자율주행자동차에 탑재된 각종 센서들은 차량 외부 데이터를 수집 및 분석하여 주변 환경을 인식하며, ECU(Electronic Control Units)는 이러한 정보를 통해 차량운행에 필요한 판단 및 제어하는 역할을 수행한다. 액추에이터(actuators)는 전자신호를 기계신호로 변환하며, 구동부품(moving parts)은 기계적 신호를 통해 차량을 운행한다. 자율주행 시점에서 자동차업체에서는 액추에이터 및 구동부품에 대하여 장기간 동안 기술을 발전시키고 경험이 축적됨에 따른 강점을 가지는 반면 IT업체에서는 정보통신 기술을 통해 주변환경을 인지할 수 있는 센서에 대한 기술 및 노하우를 확보하고 있어 양자 산업 간 치열한 경쟁과 협력이 병행될 것으로 예상된다.



(그림 3-1) 자율주행 작동 메커니즘

ECU는 센서로부터 수집된 데이터를 기반으로 차량을 제어하는 액추에이터에게 명령을 내리는 자동차 전장의 핵심 부품이며, PC의 CPU나 스마트폰의 AP 역할을 수행한다. 또한 자율주행자동차의 수준이 낮을 경우 센서 입력 데이터나 명령의 수준이 단순하기 때문에 자동차업계 중심으로 개발될 가능성이 높다. 그러나 완전 자율주행자동차에서는 각종 센서 정보 수집 및 융합, 상황 인지, 주행경로 선정, 돌발상황 등을 대처할 수 있는 복잡한 알고리즘과 딥러닝(Deep Learning) 기반 인공지능이 요구되므로 IT업계의 역할이 커질 전망이다.

자율주행자동차 기술은 [표 3-3]과 같이 주변환경 인식, 위치인식 및 맵핑, 판단, 제어, 상호작용(interaction) 등과 같이 분류될 수 있다. 주변환경 인식은 레이더, 라이다, 카메라 등 센서를 활용하여 차량 주변의 객체, 도로표시, 교통상황, 위급상황 등을 파악하는 기술이며, 위치인식 및 맵핑은 3차원 고정밀 디지털지도, GPS, 센서정보 등을 융합하여 차량의 위치정밀도를 제고하는

기술이다. 판단은 차량 주변정보와 차량 위치값을 기반으로 차량의 안전한 운행을 위하여 인공지능과 같은 SW를 통해 명령을 지시하는 기술이며, 제어는 지시된 명령을 수행하기 위해 액추에이터를 조정하는 기술이다. 상호작용은 차량과 운전자(HVI, Human Vehicle Interaction), 차량과 주변환경(V2X, Vehicle to everything) 간 정보를 교환할 수 있는 기술이다.

[표 3-3] 자율주행자동차 기술 구성요소

구분	내용
주변환경 인식	- 레이더, 라이다, (스테레오) 카메라 등의 센서 사용 - 정적장애물, 동적장애물(차량, 보행자 등), 도로표식(차선, 정지선, 횡단보도 등), 신호 등을 인식
위치인식 및 맵핑	- GPS/INS(Inertial Navigation System)/Encoder, 기타 맵핑을 위한 센서 사용 - 자차의 절대/상대 위치 추정
판단	- 목지까지의 경로 계획 - 장애물 회피 경로 계획 - 주행 상황별 행동 판단(차선유지, 차선변경, 좌우회전, 저속차량 추월, 유턴, 비상정지, 갓길정차, 주차 등)
제어	- 주어진 경로를 추종하기 위해 조향, 가속 및 감속, 기어 등 액추에이터 제어
상호작용	- HVI를 통해 운전자에게 경고 및 정보 제공, 운전자로부터의 명령 입력 등 - V2X 통신을 통해 인프라 및 주변차량과 주행정보 교환

* 출처: 안경환 외, 자율주행 자동차 기술 동향, 2013. 8.

모건 스탠리(Morgan Stanley)에서는 [표 3-4]와 같이 자율자동차 시대의 기술발전 단계와 전망을 4단계로 구분하여 예상하고 있으며, 2026년에 자율주행자동차 기술 및 인프라의 완성을 예측하였다. 1단계는 부분 자율주행단계로 자율주행기술 개발과 기술적 가능성을 검증하는 시기이며, 2단계는 제한적 자율주행 단계로 자율주행을 위한 다양한 기술이 도입되는 시기이다. 3단계에서는 완전 자율주행 단계로 대중화를 위한 기술적 검증이 완료된 시기이며, 마지막 4단계에서는 100% 자율주행 보급단계로 자율주행 인프라가 구축되고 법제도 문제가 모두 해결된 시기이다.

[표 3-4] 모건 스탠리 자율주행 전망

1단계(Level 1)	2단계(Level 2)	3단계(Level 3)	4단계(Level 4)
~2016: 제한적 자율주행자동차 시대	2015~2019: 제한된 적용(자율주행 기술 도입)	2018~2022: 자율주행 자동차 기술 완성	2026~: 자율주행자동차 유토피아(인프라, 법적환경 마련)

* 출처: Morgan Stanley(2014), Matthew Moore & Beverly Lu

미국의 자율주행자동차는 초기발전 단계이며, 2020년까지 ADAS 장착이 활성화되고 2020년 초중반에 자율주행기술이 완성될 전망이다. 독일의 자율주행자동차는 2020년대 초반 및 2020년대 후반에 각각 자율주행 3단계와 완전 자율주행기술이 완성될 전망이다. 일본의 자율주행자동차는 [표 3-5]와 같이 독일과 마찬가지로 2020년대 초반에 자율주행 3단계, 2020년대 후반에 완전 자율주행 기술이 완성될 예정이다.

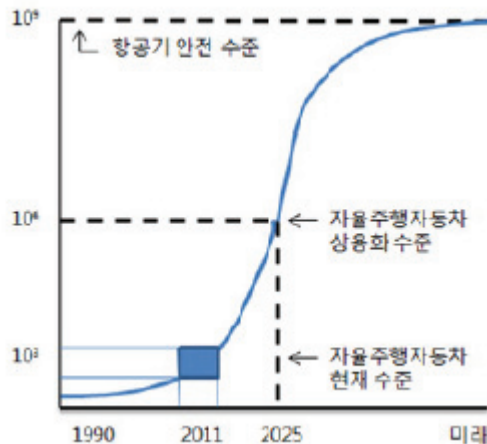
[표 3-5] 자율주행 관련 일본 로드맵

(Reference) NHTSA Definition	Level	Summary	Technologies Thought to be Needed for Achievement	Expected Time of Market Deployment
Level 0 (No Automation)	Provision of Information	Warnings to Driver	-	-
Level 1 (Function-Specific Automation)	Level 1 (Single Function)	One Operation (Acceleration, Steering or Control) is Performed by the Vehicle	-	-
Level 2 (Combined Function Automation)	Level 2 (More Complex System)	Multiple Operations(From Among Acceleration, Steering and Control) are Performed at the Same Time by the Vehicle	Tracking/Following System	Mid-2010s
			Steering for Collision Avoidance	
			Automated Driving in Multiple Lanes Etc.	Around 2017
Level 3	Level 3	All Operations	Automated Merging	First Half of

(Limited Self-Driving Automation)	(Advanced System)	(Acceleration, Steering and Control) are Performed by the Vehicle (Emergency Response: Driver)	Etc.	2020s
Level 4 (Full Self-Driving Automation)	Level 4 (Fully Automated Driving)	All Operations (Acceleration, Steering and Control) are Performed by the Vehicle (With No Assistance from the Driver)	Fully Automated Driving	Second Half of 2020s

*출처: 유시복, "ISO 국제표준 현장에서의 자율주행 표준화 가속화", 오토저널, 2014.12.

모건 스탠리 연구에서는 산업계 테크놀로지 S-커브를 활용하여 자율주행자동차의 현재 진단 및 미래 수준을 예측하였다. 이를 통해 자율주행자동차는 (그림 3-2)와 같이 2025년 경에 상용화 수준에 도달할 것으로 전망이다. 현재 자율주행자동차의 평균 실패거리는 103 마일 수준이지만 상업용 자율주행자동차는 100만 마일 주행 중에 사람의 개입이 한번 요구되는 수준인 106 마일로 실패거리가 증가되어야 하며, 이러한 수준은 2025년경에 도달할 것으로 예상하였다.



(그림 3-2) 자율주행자동차 테크놀로지 S-커브

* 출처: Morgan Stanley(2014), Matthew Moore & Beverly Lu

자동차업체 및 IT업체는 [표 3-6]과 같이 모건 스탠리의 전망보다 빠르게 상용 자율주행자동차의 출시 목표를 2020~2021년 경으로 전망하고 있다. ICT업체 중 구글, 애플은 2020년 완전 자율주행 기능을 상용화할 예정이며, 자동차업체 중에는 포드, BMW가 2021년 완전 자율주행자동차를 출시할 계획이다.

[표 3-6] 업체별 자율주행자동차 개발 현황

구분	업체명	주요 기능	상용화 계획
ICT	구글	완전 자율	2020
	애플	완전 자율	2020
	바이두	자차 조종	미정
완성차 업체	아우디	교통정체	2017
	BMW	교통정체.비상운전 완전 자율	2018 2021
	GM	자차조정.비상운전	2017
	포드	자차조정.자동주차 완전 자율	2020 2021
	벤츠	교통정체	2019
	폭스바겐	교통정체	2020
	볼보	자차조정	2016
	현대.기아차	교통정체	2020

* 출처: 프로스트&설리만, 2016, 언론사 자료

2. 자율주행 주요 기술

가. 센서

(1) 레이더(RADAR, RADio Detection And Raging)

물체에 전자기파(radio waves)를 발사하고 반사되는 신호를 분석하여 거리, 높이, 방향, 속도 등 주변정보를 획득한다. 전후방추돌방지, 차선이탈방지, 사각지대감지, 차간거리조절, 주차지원 등을 제공할 수 있으므로 자율주행의 핵

심이 되는 센서이다. 특히 전파를 이용하기 때문에 강우, 야간에도 감지가 가능하므로 다른 센서에 비해 날씨와 시간대의 제한을 극복할 수 있으며 양측이 모두 움직이는 상태에서도 거리 측정이 가능하다는 장점이 있다. 또한 직진성이 우수한 밀리미터파(millimeter wave)를 활용함에 따라 장거리 탐지가 가능하다. 레이더는 측정거리와 각도를 동시에 늘리기가 용이하지 않음에 따라 단거리 및 장거리용 레이더를 구분하여 개발하였다. 24GHz 레이더(SRR, Short Range Radar)는 거리인식이 짧은 반면 77GHz 레이더(LRR, Long Range Radar)는 최대 250m까지 인식이 가능하다. 최근에는 기술발전을 통해 단거리 및 장거리를 모두 지원할 수 있는 통합형 레이더가 개발되고 있다. 레이더는 카메라와 같이 물체의 종류를 판별할 수 있는 형태인식이 불가능하며 가격이 다소 고가(100만원 이상)라는 단점이 있다.

(2) 레이저(LASER, Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation)

물체에 자외선 또는 적외선을 발사하고 반사되는 빛을 분석하여 주변정보를 획득한다. 레이저는 가격이 저렴(10~20만원대)하고 적외선 사용시 야간에도 물체 식별이 가능한 장점이 있다. 그러나 레이더에 비해 인식거리(20~50m)가 짧고 날씨에 영향을 받으며 형태인식이 어렵다는 단점이 있다.

(3) 라이다(LIDAR, Lager Imaging Detection And Ranging)

레이저(빛)를 이용하여 물체에 반사되어 돌아오는 레이저 빔의 시간을 측정하여 거리정보를 획득하는 센서이며, 레이저가 먼거리까지 퍼지지 않고 나아가는 직진성이 강해 장거리까지 정밀한 물체 관측 및 거리 측정 등을 지원하는 장점이 있다. 또한 3차원 공간 스캐닝 방식을 통해 형태까지 측정할 수 있어 3차원 정보 수집도 가능하다. 실제 자율주행자동차에 라이다 적용 시 환경 및 날씨 등 요인, 인체 유해성, 대량의 데이터 처리 문제, 다양한 종류의 노이즈로 인한 간섭 문제 등과 같은 제약들이 해결되어야 하며 가격이 매우 고가인 단점이 있다. 자율주행에 가장 주목받고 있는 센서이며 구글의 무인자동차에서 활용되고 있다. CES 2016에서는 관련 업체들이 상용화를 위하여 탐지

범위를 차량 전후방으로 제한하여 레이저 광원수를 줄이고 구조를 단순화함으로써 라이다의 저가격화 및 소형화에 집중하고 있다.

(4) 카메라

레이더 및 라이다가 자율주행자동차 운행 시 주변 물체에 대한 정확한 거리와 공간정보를 파악하는 기술인 반면 카메라는 대상 물체에 대한 정확한 형태 인식을 제공하는 기술이다. 레이저, 레이더에 비해 정밀도가 낮고 날씨, 시간에 영향을 받지만 차선·주차선, 도로표지판, 신호등 등을 판독할 수 있으므로 주행차로 유지, 차선변경, 합류로 및 분기로 지원, 자동주차 등을 지원할 수 있다. 차량용 카메라는 단안(mono)에서 스테레오(stereo) 방식으로 진화되고 있으며, 스테레오 방식은 2개의 렌즈를 통해 렌즈 간 시각차를 이용하여 물체를 3차원으로 인식할 수 있어서 형태 인식뿐만 아니라 정확한 거리정보도 획득할 수 있는 반면 가격이 상승하는 단점이 있다.

나. V2X 통신

기존 자동차에서는 내부정보가 차량 안에서만 활용되지만 자율주행자동차에서는 V2X(Vehicle to everything)를 통해 양방향으로 외부와 정보교환을 할 수 있다.

V2X는 자동차가 주행하는 동안 도로 인프라 및 다른 차량과 통신하면서 교통정보, 위험정보 등을 교환하거나 공유하는 차세대 통신 기술이다. 또한 차량 및 도로 간 통신(V2I, Vehicle to Infrastructure Communication), 차량 및 차량 간 통신(V2V, Vehicle to Vehicle Communication)과 같이 양방향 통신을 기반으로 교통상황 등 운행에 필요한 유용한 정보를 상호 교환 및 협업하여 차량의 사고를 줄이고 안전한 주행 서비스를 제공할 수 있다. 예를 들면, V2X 기능이 탑재된 자동차는 자신과 주변 차량 간 거리와 상대 차량의 동작 상태를 파악하여 위험상황을 감지할 수 있으며 위험상황 시 경고음을 발생시켜 운전자가 사고 예방을 할 수 있도록 도와줄 수 있다. 실제로 미국 교통부

와 NHTSA에서는 2016년 초에 신규 자동차와 경트럭에 V2V를 장착하는 규제안을 행정관리에산국에 제출하였으며 미국 정부는 이를 검토 중에 있다. 미국 NHTSA 보고서에서는 V2V 기능을 기반으로 교차로이동보조장치(IMA: Intersection Movement Assist)와 좌회전보조장치(LTA: Left Turn Assist)를 함께 활용하면 연간 최고 59.2만 건의 충돌을 예방하고 이로 인해 1,083명의 인명사고를 줄일 수 있다고 발표하였다.

V2X는 기존 교통시스템과 연계하여 개별차량에 대하여 실시간 교통정보를 제공하여 교통 트래픽을 효율적으로 제어하고 위급상황에 대한 사고예방을 지원하여 안전성을 제고할 수 있는 차세대 지능형 교통관리 시스템(C-ITS, Cooperative - Intelligent Transport Systems)에 활용될 수 있다.

차량네트워크는 차량이 고속으로 이동함에 따라 네트워크 연결 상태가 불안정하고 패킷 손실률도 높을 수 있으므로 망 품질이 저하되지 않는 무선 통신 기술이 요구된다. V2X 통신기술에는 미국 IEEE 802.11에서 차량용 무선통신 규격에 대한 표준화인 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environment)가 있다. WAVE는 차량이 고속으로 이동하는 전파환경에서 V2I, V2V에서 사용되는 패킷 메시지를 최대 1km까지 통신이 가능하며, 메시지를 100msec 이내로 송수신 가능하다. 5G 이동통신에서도 V2X를 위한 표준화를 추진하고 있으며 V2X의 성능에는 패킷 지연이 1msec 이내로 매우 짧고 패킷 전송 성공률이 99.99%일 정도로 신뢰성을 강조한 지표를 사용하였다. 이러한 성능지표는 5G 이동통신이 탑승객의 안전성과 신뢰성이 강조되고 있는 자율주행자동차 서비스를 포함하고 있음을 시사하고 있다.

다. 고정밀 디지털지도

자율주행자동차는 센서를 통해 주변환경을 인식하는 것도 필요하지만 실제 차량이 현재 위치를 정확히 파악하고 목적지까지 경로를 선정하며 방향전환, 차선변경 등을 수행하기 위해서는 고정밀 디지털지도가 요구된다. 고정밀 디지털지도는 자율주행에 영향을 주는 도로의 모든 정적정보를 고정밀 3차원

지도로 나타내며, 도로 내 고정된 물체의 위치 및 형태 정보를 제공하여 자율주행자동차가 커브, 교차로, 합류로, 교통신호 등에 미리 대응할 수 있도록 도와줄 수 있다. 차선정보(규제선, 도로경계선, 정지선, 차로중심선), 도로시설(중앙분리대, 터널, 교량, 지하차도 등), 표지시설(교통안전표지, 노면표시, 신호기) 등 3차원 디지털 정보를 높은 정확도²⁾로 제공하는 것이 필요하다. 국토지리정보원에서 정밀도로지도 구축을 위하여 제시한 항목은 [표 3-7]과 같다.

[표 3-7] 정밀도로지도 구축항목

목록	구분인자	선정 항목
차선 표시	(1) 규제선	① 중앙선, ② 유티구역선, ③ 차선, ④ 버스전용차선, ⑤ 진로변경제한선, ⑥ 가변차선
	(2) 도로경계선	① 길가장자리 구역선, ② 주차금지 표시선, ③ 정차주차금지 표시선
	(3) 정지선	① 정지선
	(4) 차로중심선	① 차로중심선
도로 시설	(1) 중앙분리대	① 중앙분리대, ② 무단횡단 방지시설, ③ 중앙분리대 개구부
	(2) 터널	① 터널
	(3) 교량	① 교량
	(4) 지하도로	① 지하도로
표지 시설	(1) 교통안전표지	① 주의표지 10종, ② 규제표지 27종, ③ 지시표지 23종
	(2) 노면표시	① 정차금지지대, ② 유도선, ③ 유도면, ④ 진행방향 표시, ⑤ 차로변경 표시, ⑥ 오르막 경사면, ⑦ 횡단보도, ⑧ 자전거 횡단도
	(3) 신호기	① 신호기

※ 출처: 국토지리정보원

자율주행자동차에서는 차량에 부착된 센서에 고정밀 디지털지도를 융합하여 차량의 위치정밀도를 높일 수 있다. 자율주행자동차는 센서에서 획득한 차선 정보와 정밀지도의 차선정보를 정합하고, 후방 센서에서 얻은 특징 정보와 정

2) 국토지리정보원에서는 정확도를 25cm로 규정

밀지도에 있는 특징 정보를 연계하여 위치를 추정할 수 있다.

신호등은 자율주행을 수행하기 위한 핵심적인 교통정보를 제공하므로 반드시 인식해야 하는 대상물이지만 크기가 작고 전방 차량의 후미등 등과 같이 다른 물체와 유사한 형태와 색상을 가지는 특성을 가지고 있으므로 카메라 센서만을 이용하여 교통신호정보를 획득하기가 어렵다. 따라서 정밀도로지도에는 신호등의 3차원 위치가 미리 입력되며, 자율주행자동차는 운행 시 자체 위치 측정값과 정밀도로지도의 신호등 위치정보를 사용하여 신호등 영상의 대략적인 위치를 추정하고 해당 영역에서만 신호등을 분석하여 인식률을 높일 수 있다.

구글은 구글맵(Google Map)과 구글어스(Google Earth) 서비스를 통해 방대한 지도 데이터를 축적하고 있으며, 자율주행자동차 시험을 통해 지역별 주행데이터에 관한 빅데이터를 구축하고 있다. 자동차업체 및 IT회사들이 자율주행 지도를 확보하기 위한 투자가 활발하다. BMW, 아우디, 다임러는 향후 고정밀 디지털지도 개발 비용이 크게 증가될 것을 우려하여 공동으로 28억 유로의 투자를 통해 지도회사인 '히어(HERE)'를 인수하였으며, 차량 공유업체인 우버는 원래 구글 지도를 사용하였으나 구글 의존도를 줄이기 위하여 자체 지도 제작을 위해 5억 달러(약 5500억원)를 투자하였다.

라. 인공지능

인공지능(Artificial Intelligence; AI)은 인간의 인지능력, 학습능력, 이해능력, 추론능력 등을 지원하도록 설계된 일련의 알고리즘 체계이다. 즉, 사람의 개입 없이 사람이 의도한대로 서비스할 수 있는 에이전트(agent)라고 볼 수 있다. 1990년대 이후 인공지능은 컴퓨터의 소형화, 고속화, 대용량화를 통해 하드웨어 인프라가 마련되고 빅데이터가 등장하면서 선형적 지식을 활용하는 것이 아니라 기계 스스로 데이터를 통해 지식을 탐구하는 방식으로 진화하였다. 특히 인공지능은 2000년대 이후 인터넷 발달과 급속한 모바일 산업의 발전으로 경제·사회의 다양한 분야에서 생산된 방대한 데이터가 축적됨에 따

라 다량의 데이터 분석을 통해 유의미한 정보를 도출할 수 있는 머신러닝(machine learning)을 통해 혁신적으로 발전하였다.

인공지능은 과거의 경험을 기반으로 인간의 선택과 결정에 도움을 줄 수 있지만 데이터가 부재하거나 미흡할 경우 여러 상황을 고려하여 새로운 답을 모색하는 것도 필요하지만 기존 머신러닝으로 해결하는데 한계가 있었다. 이를 위해 인간의 뇌 구조를 고려하여 1943년에 ‘인공신경망(Artificial Neural Network)’ 알고리즘이 개발되었으며, 1980년대에는 ‘입력계층(Input Layer)’과 ‘출력계층(Output Layer)’ 사이에 ‘은닉계층(Hidden Layer)’이 존재하는 ‘심층신경망(Deep Neural Network)’이 등장하였다. 2006년에는 인간과 유사한 사고를 할 수 있는 ‘다층 구조 신경망’에서 작동이 잘되는 학습 방법론인 ‘딥러닝(Deep Learning)’이 등장하였으며, ‘딥러닝’은 방대한 데이터 분석을 통해 획득할 수 있는 정보 간 구조 및 관계를 기계가 스스로 학습하여 모델링할 수 있음에 따라 기존 ‘머신러닝’의 한계점을 극복할 수 있다.

인공지능은 컴퓨팅 성능의 미흡으로 인한 학습시간 증가, 학습에 활용될 데이터 부족 등으로 인해 주목받지 못하다가 최근 빅데이터·클라우드 기술 발전과 ‘딥러닝’ 출현으로 인해 다양한 산업에 활용되고 있다.

자율주행자동차에서 인공지능은 레이더, 레이저, 라이다 센서, 초음파 센서, 카메라 등 센서들과 V2X를 통해 교통정보, 위급상황, 돌발상황 등과 같은 외부 정보를 수집 및 분석한 후 차량 스스로 물체의 형태식별, 차량 근거리 및 원거리 주변물체의 거리, 부피를 측정하고 대상물체와의 정확한 거리를 계산한 정보를 활용하여 차량을 제어한다. 또한 운전자의 주행조작을 최소화하여 안전한 운행을 제공하며 궁극적으로 운전자의 관여를 배제한 완전 자율주행을 지원한다.

- 인지: 차량에 탑재된 레이더, 라이다, 카메라, GPS 등 센서들을 통한 차량 주변정보와 V2X를 활용하여 차량 외부정보 수집
- 판단: 다양한 센서로부터 인지된 데이터를 통합(Sensor Fusion)하고 인공지능 기술을 활용하여 차량 주변 물체식별, 경로, 속도, 자율주행해제

등 결정

- o 제어: 판단에 따라 조향, 제동, 엔진 등 기계적인 동작을 실행

자율주행 인공지능은 차량에 부착된 라이다, 레이더, 카메라 등과 같은 각각의 센서 정보를 수집 및 융합하여 통합분석한 후 신속하게 주변 상황을 정확히 파악하는 것이 필요하다. 또한 차량에 부착된 센서를 통해 원거리에 있는 교통정보, 위험상황 등을 수집하는데 한계가 있으므로 V2X를 활용하여 원거리 데이터도 함께 분석하는 것이 요구된다. 자율주행 주변정보뿐만 아니라 시각, 청각, 촉각 등을 감지할 수 있는 다양한 인터페이스를 통해 운전자의 상태, 감성 등을 지속적으로 파악하면서 센서 오류, GPS 음영지역 등과 같은 긴급상황 발생시 운행 제어권을 운전자에게 넘기거나 반대로 줄임, 음주 등으로 인해 운전자에게서 제어권을 받는 기술이 필요하다.

완전 자율주행자동차는 부분 자율주행차량보다 수집하는 대상물이 매우 많아질 뿐만 아니라 분석할 정보가 주로 정형데이터, 비정형데이터, 이미지나 영상 등 데이터양도 급격히 증가되므로 인공지능의 성능이 매우 중요하며 빅데이터 및 클라우드 기술과 연계가 필요하다. 실시간 스트리밍 데이터를 포함하여 다양한 센서에서 발생하는 데이터를 융합하여 초고속 처리할 수 있는 고성능 빅데이터 및 클라우드 기술 개발이 필요하다.

완전 자율주행을 위한 분석 대상 및 속성에는 운행지역(도심, 교외), 기후조건(강우, 강설, 안개, 역광, 노면오염 등), 주·야간, 교통통행환경(정체, 서행, 원활 등), 차량속성(버스, 트럭, 승용차, 이륜차 등), 보행자(걸음속도, 위치 등), 돌발상황 등을 고려할 수 있다. 딥 러닝 기반 인공지능은 기존 머신러닝에 비해 사물을 인식할 수 있는 수준이 매우 높으므로 완전 자율주행 기술에 적용될 것으로 예상된다. 현재 구글을 비롯한 애플, 우버 등과 같은 IT업체뿐만 아니라 자동차업체들도 자체 개발이나 IT업체와 연합을 통해 자율주행 인공지능 개발에 적극적으로 참여하고 있다.

미국 전국도로교통안전국(NHTSA)에서는 2016년 2월에 사람이 아닌 구글의 인공지능 시스템이 법적 운전자로 볼 수 있다는 의견을 제시하였다. 구글

은 2015년에 운전대와 페달이 없는 자율주행자동차 개발을 착수하였지만 캘리포니아 자동차국의 ‘일반 도로 상에서 테스트 중인 어떤 무인자동차라 하더라도 운전대와 페달이 장착돼야 한다’와 같은 규정으로 인해 위반으로 판명되자 NHTSA에 이에 대한 문의를 요청하였으며, NHTSA에서는 자율운전시스템(self-driving system)이 운전자로 해석하였다. 즉, 만약에 차량에 실제 운전자가 없다면 운전자는 ‘실제로 운전하는 것이 있는 것’이 되며, 이 경우 자동차 장치, 즉 자율주행시스템이 실제로 차를 운전하는 것으로 해석될 수 있다. 따라서 운전자가 없는 자율주행자동차 연구에 대한 타당성이 마련됨에 따라 본격적인 추진이 예상된다.

미국 NHTSA에서 제시한 자동차의 자동화 단계에 따라 인간과 기계(인공지능)의 책임을 요약한 결과는 [표 3-8]과 같다. 특히 3단계 및 4단계에서는 인공지능의 역할이 매우 높아지며, 4단계에서는 인공지능이 운전자의 역할을 대체하게 된다.

[표 3-8] 자율주행 기술의 발전 단계별 인간과 인공지능의 역할 분담

자동화 단계	일반주행	주행환경감시	비상시 백업
0단계: 완전 수동운전	인간	인간	인간
1단계: 운전지원(조향 및 가감속 제어 보조)	인간/기계	인간	인간
2단계: 일부 자동화(조향, 가감속 제어 통합보조)	기계	인간	인간
3단계: 고도 자동화(자율주행, 돌발상황 수동전환)	기계	기계	인간
4단계: 완전 자동화(완전 자율화)	기계	기계	기계

*출처: 이성호 외, “신기술 발전에 따른 산업 지형의 변화 전망과 대응 전략”, 과학기술정책 연구원, 2015년 12월

마. 고정밀 위치측위

자율주행자동차는 고정밀 디지털지도 상에서 차량의 정확한 위치와 진행 방향을 실시간으로 매핑시키는 것이 필요하다. 이를 위해 GPS(Global Positioning System), 센서 등과 같이 고정밀 위치측위 기술이 필요하며 다양한 운행 환경

에서도 지속적인 위치 측정이 가능해야 한다.

GPS는 미국방성에서 운영하고 있는 위성기반 항법장치이며 지구 궤도상에 배치된 인공위성과 지상에서 인공위성을 통제하는 관제국, 사용자의 GPS 수신기로 구성되어 있다. GPS를 통한 위치계산은 위성으로부터 GPS 수신기까지의 전파 도달 시간을 측정하여 위성과 수신기간 거리를 계산한 후 삼각측량법을 이용한다.

기본적으로 GPS는 개활지(open area)에서는 우수한 위치정밀도를 나타내지만 도심밀집지역(빌딩숲)이나 지하일 경우 전파수신이 어려워 위치정밀도가 낮아지는 문제가 있다. 또한 자율주행자동차는 차선거리를 구분할 수 있을 정도로 고정밀 위치측위가 필요하지만 현재 GPS 기술이 미흡함에 따라 위치정밀도를 높일 수 있는 방안이 요구된다. 이를 위해 위성항법보정시스템인 DGPS(Differential GPS)나 IMU(Inertial Measurement Unit)를 활용할 수 있다.

GPS는 위성에서 송신한 전파를 수신하여 위치측위를 수행하는데 전파가 위성에서 수신기까지 도달하는 동안 여러 가지 오차 요인으로 인하여 신호의 정확도가 떨어지게 되는데, 이를 보정하기 위해 개발된 시스템이 DGPS이다. DGPS는 전국에 분포된 기준국에서 GPS 오차성분을 관측하여 보정정보를 생성하고 이를 GPS 수신기에게 전달하여 GPS 신호를 보정하면 수신기 위치 측정의 오차를 최소화할 수 있다. 자율주행에서는 차로 단위의 고정밀 위치측위가 필요하므로 위치정보 오차를 수 cm 이내로 줄이기 위하여 RTK(Real Time Kinematic, 실시간이동측위) GPS 시스템이 활용될 수 있다. RTK GPS 시스템은 수백~수천 개의 전자기준점에 VRS(Virtual Reference Station) 설치를 통해 운행 중인 자율주행자동차가 근처의 전자기준점으로 지나가면 해당 기준점을 기반으로 실시간으로 보정하여 위치정밀도를 제고할 수 있지만 고가의 인프라 구축이 필요하다.

자율주행자동차 네비게이션 시스템은 GPS를 보완하기 위해 관성항법시스템(Inertial Navigation Systems, INS)을 활용할 수 있다. INS는 관성측정값을 처리하기 위한 IMU를 통해 차량 이동속도, 방향, 중력을 측정한다. IMU는 가속도계, 자이로스코프(gyroscope)를 통해 자율주행자동차가 터널과 같이 GPS

신호가 도달하지 않는 지역으로 이동하더라도 위치를 추정할 수 있다.

이와 같이 자율주행을 위해 GPS와 센서 정보가 융합되는 복합 위치측위가 필요하며, 복합 위치측위 기술과 고정밀 디지털 지도의 위치 매핑을 위한 소프트웨어 개발도 요구된다. 구글은 자체 고정밀 디지털지도 구축과 장기간 자율주행자동차의 운행 및 검증을 통해 지도와 위치정보를 융합하는 소프트웨어를 선도하고 있다.

바. HVI 기술

자율주행자동차에서는 운전자와 차량 간 상호작용(interaction)을 위한 인터페이스인 HVI(Human Vehicle Interface)이 필요하다. 기존 자동차에서도 운전자의 차량 조작에 대하여 단순히 표시하는 수준의 HVI를 지원하였다. 기존 HVI는 운전자가 속도의 가감속, 온도조절 등을 조작하면 계기판에 표시하는 단순한 수준이며, 운전 중 속도, 공조시스템 조정, 내비게이션 조작 등으로 인해 사고를 유발할 수 있기 때문에 주로 안전성을 제고하기 위한 효율적인 조작방법에 대한 연구가 지속되었다.

자율주행자동차에서는 기존에 비해 운전자와 차량 간 소통해야 할 정보의 다양성과 복잡성이 매우 높아짐에 따라 HVI의 역할이 중요하다. 차량 내부정보 및 운전자의 상태정보, 센서를 기반으로 한 차량 주변환경 및 운행 정보, V2X를 통한 도로 인프라 및 교통상황 정보 등 데이터의 양과 복잡성이 증가됨에 따라 운전자의 상태를 고려하여 필요한 정보를 즉시 제공할 수 있어야 한다.

부분 자율주행자동차에서는 졸음, 전방 부주의 등 운전자의 상황이나 차량 결함 등 긴급상황 발생 시 운전자와 차량 간 운행 모드가 전환될 수 있으므로 차량 제어권 전환을 고려하여 안전성을 높일 수 있는 HVI 설계가 필요하다. 특히 차량이 위급상황 발생 시 차량 제어권을 운전자에게 이양해야 하는데 운전자가 졸음이나 다른 일에 집중하는 등 주의분산으로 인해 대응이 늦어지면 사고가 발생할 확률이 높아지므로 이를 해결할 수 있는 HVI 역할이 매우 중

요하다.

반면 완전 자율주행자동차에서는 운전자를 위한 주행 및 안전 정보가 필요하지 않으므로 인포테인먼트와 같은 편의성을 중심으로 한 HVI가 발전할 것으로 예상된다.

HVI 입력 기술은 터치, 음성, 제스처, 뇌파 등 다양한 방식이 하나의 기기로 통합된 멀티모달(Multi-Modal) 방식으로 개발될 예정이며, 입력에 대한 높은 인식도와 처리속도가 중요하다. 출력 기술에는 투명 플렉시블 디스플레이 기술을 활용하여 전방 유리에 차량 주행상태, 교통정보 등을 제공할 수 있는 증강현실 HUD(Head Up Display)가 활용될 것으로 전망된다.

제2절 자율주행 플랫폼 동향

향후 사용자가 스마트폰으로 하루의 스케줄을 일정표에 작성하면 자율주행 자동차는 해당 시간에 집 앞에 자동으로 오고 목적지를 입력하지 않아도 이동하여 최종 경로에 도착한 후 복귀한다. 이러한 일을 수행하기 위해 스마트폰과 자율주행 플랫폼 간 연계가 필수적이다. 궁극적으로 자동차 자체가 하나의 '커넥티드 디바이스(Connected Device)' 형태로 진화하고 스마트폰을 비롯하여 각종 다른 산업에서 활용되고 있는 플랫폼 간 연결성을 지원하여 자율주행을 위한 서비스 개발 영역을 확장하는데 핵심 역할을 담당하는 플랫폼 탑재가 필요하다.

고령화, 도심화, 1인 가구 증대 등 사회구조가 변모함에 따라 자동차 개념도 소유에서 공유로 변화될 가능성이 높으며, 자동차 시장도 제품판매 중심에서 서비스 제공 중심으로 진화될 것으로 예상된다. 이러한 자동차 시장 진화는 기존 자동차 업체보다는 기존 오랜 기간 동안 IT 플랫폼을 구축한 경험이 있는 구글, 애플, 우버 등 IT업계가 보다 유리할 것으로 예상된다. 실제로 IT에 보수적인 기존 완성차 업체가 자체 자동차용 운영체제로 구글의 '안드로이드 오토(Android Auto)'와 애플의 '카플레이(CarPlay)'를 적용하는 것과 같이 IT업계의 플랫폼 기술을 빠르게 접목하고 있음을 고려할 때 IT업계의 자동차 시장 진입은 이미 현실화되고 있다. 현재 플랫폼은 자율주행의 안전보다는 주로 네비게이션, 문자서비스, 음악감상, 검색 등 인포테인먼트를 제공하는 역할을 하고 있지만 자율주행 수준이 높아지는 미래에는 각종 센서 데이터 수집-분석-제어와 같이 차량의 전체 프로세스를 담당하기 위하여 인공지능, 빅데이터, 클라우드, V2X 등 기술 연계를 통한 안전성을 지원할 것으로 예상된다.

자율주행 플랫폼은 자동차제조사나 부품회사의 OEM 플랫폼, IT업체의 플랫폼, 오토사르(AUTOSAR)³⁾와 같은 개방형 플랫폼, OEM 및 IT 연합 플랫폼 등과 같이 구분할 수 있다.

3) AUTOSAR (AUTomotive Open System Architecture): 자동차 전장용 임베디드 소프트웨어 개발의 생산성 향상을 목표로 한 개방형 자동차 표준 소프트웨어 구조이며, 제조사(OEM), 개발사(Tier1), 툴 개발사 등이 참여

자율주행 0~2단계에서는 기존 자동차업체나 부품업체가 주축이 되어서 플랫폼을 구축할 수 있을 것으로 예상되지만 완전 자율주행에 근접한 3~4단계에서는 IT업체 플랫폼이 영향력이 높아질 것으로 전망된다. 특히 완전 자율주행자동차에서는 차량에 탑재된 다양한 센서정보와 V2X를 통한 차량 외부정보와 같이 이미지, 영상정보 등 대용량 멀티미디어 데이터를 수집 및 상호정보를 융합하고 복잡한 인공지능 알고리즘을 통해 최적의 판단과정을 수행할 수 있는 소프트웨어와 칩 개발이 필수불가결한 요소이며 IT업체에서는 인공지능 기술을 적용할 최적의 산업으로 자율주행산업을 선택함에 따라 적극적인 연구 및 투자를 하고 있다

스마트폰과 마찬가지로 실제로 자율주행 플랫폼을 선도하는 업체가 추후 개발될 서비스에 대한 주도권을 가질 것으로 예상됨으로 OEM사, IT업체 간 치열한 경쟁 및 협력이 병행될 것으로 예상된다.

일본 도요타 자동차는 인공지능 기술연구 및 개발을 위하여 미국 실리콘벨리에 도요타 연구소(TOYOTA RESEARCH INSTITUTE, TRI)를 설립하여 5년 동안 약 10억 달러를 투자할 계획이며, 자체 플랫폼 개발을 위한 기반이 될 것으로 예상된다.

구글은 2016년 4월에 차량공유업체인 우버, 리프트와 자동차제조업체인 포드, 볼보와 자율주행자동차의 상용화를 앞당기기 위한 '더 안전한 거리를 위한 자율주행 연합(The Self-Driving Coalition for Safer Streets)'을 결성하였다. 미국 정부, 교통당국, 의회 의원들을 대상으로 자율주행자동차에 대한 규정 및 법제도 마련의 필요성을 알리고 일반 대중에게도 안전성과 장점을 홍보하고 있다. 구글은 완전자율주행서비스를 제공할 수 있는 인공지능 기반 플랫폼 개발, 우버 및 리프트는 사용자와 차량을 연결시키는 시스템 및 빅데이터 개발, 포드 및 볼보는 자율주행자동차 제조를 담당한다. 이러한 5개 업체는 상호 간 협력을 통해 자율주행에 필요한 시스템을 확보하고 제도적인 여건을 마련하여 자율주행산업뿐만 아니라 물류운송산업 진출에도 박차를 가하고 있다.

엔비디아와 바이두는 2016년 9월 인공지능 기반 자율주행자동차용 클라우

드 플랫폼 개발을 협력하기로 발표하였다. 엔비디아의 자율주행 컴퓨팅 플랫폼과 바이두의 클라우드 및 지도 기술을 결합하여 자율주행자동차를 위한 운영체제를 개발할 예정이다. 엔비디아와 바이두는 3단계 수준의 자율주행 기술을 지원할 계획이며, 개발된 플랫폼은 향후 OEM 차량 등에 적용할 예정이다. 바이두는 실리콘밸리에 자율주행자동차 개발을 위한 별도의 팀을 구축하였으며 도로 테스트를 통해 기술발전을 추진할 계획이다.

모빌아이는 2016년 7월에 BMW와 인텔과 연합하여 완전 자율주행자동차 플랫폼을 개발할 예정이며 자율주행자동차 시장의 주도권을 확보하기 위하여 플랫폼을 전 세계에 개방할 계획이다. BMW는 자체 개발 중인 자율주행차 플랫폼 '아이넥스트(iNext)', 인텔은 자율주행의 복잡한 처리성능을 제공하는 최대 100 테라플롭스⁴⁾(teraflops- 초당 1조번 연산) 컴퓨터, 모빌아이는 실시간 위치제공 및 도로주행환경 모델링을 지원하는 도로경험관리(Road Experience Management, REM)를 개발하며 각 기술들을 추후 상호 통합할 예정이다.

4) 자율주행자동차가 19개 풀HD채널을 처리할 수 있는 화면처리 용량

제3절 자율주행 특허 동향

특허청에서는 [표 3-9]와 같이 국내 자율주행기술 관련 특허 출원이 2001년 23건에서 2015년 208건으로 급증한 것으로 분석하였다. 2007년에서 2015년까지는 연평균 21.8%로 크게 증가하고 있으며, 2001년에서 2015년까지 모두 1,314건이 출원된 것으로 발표하였다.

[표 3-9] 자율주행차량기술의 특허 출원 공개 현황

구분	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15
건수	23	22	6	23	49	52	43	71	80	105	127	151	174	180	208

* 출처: 특허청(2015.12.)

정보통신분야에서는 한국전자통신연구원(107건, 8.36%), 삼성전자(37건, 2.89%) 및 구글(12건, 0.93%) 등 순으로 출원 공개 특허 건수가 많았으며, 자동차분야에서는 현대자동차(48건, 3.75%), 만도(22건, 1.72%) 및 현대모비스(19건, 1.48%) 순으로 나타났다. 그 외에는 국방과학연구원(67건, 5.23%), KAIST(32건, 2.50%) 등이 있다.

출원되는 주요 기술 분야는 센서·지도 기술(43.1%), 주행경로 제어기술(29.6%), 인터페이스·단말 기술(11.2%), 통신·네트워크·보안기술(10.6%), 조향·액추에이터 기술(5.5%) 등이며, 주로 센서·지도와 경로제어 기술이 70% 이상을 차지하고 있다.

국내 출원인이 글로벌 지식재산권 구축을 위해 PCT⁵⁾(Patent Cooperation Treaty) 국제특허출원을 이용하는 비율이 전체 출원의 3.22%로 매우 낮으며, 국내 유일한 외국 출원 기업인 구글은 우리나라에 출원된 12건 모두 PCT 국제특허임을 감안하면 향후 발생할 국제 특허분쟁에 대비하기 위해 국내 기업

5) PCT(Patent Cooperation Treaty, 특허협력조약)에 따라 한 번의 출원서 제출을 통해 148개 가입국에 동시에 출원한 효과를 갖는 제도이다.

도 구글과 같이 PCT 국제특허출원 제도를 활용하여 적극적으로 국제 지식재산권을 확보하는 것이 필요하다.

IP노믹스가 발간한 ‘구글 인공지능형 자율자동차, 집중 특허 분석’ 보고서에서는 구글이 2009년부터 등록한 부분 및 완전 자율자동차 특허가 약 250건이며 이 중에서 108건이 핵심특허로 분석하였다. 구글은 [표 3-10]과 같이 2012년 처음 자율주행에 관련된 핵심특허를 2건 등록한 후 매년 급증하고 있는 추세이며, 핵심특허 중 50% 이상이 2015년에 등록되었다.

[표 3-10] 구글 자율주행자동차 핵심특허 기술 분야별 등록 추이 (단위: 건)

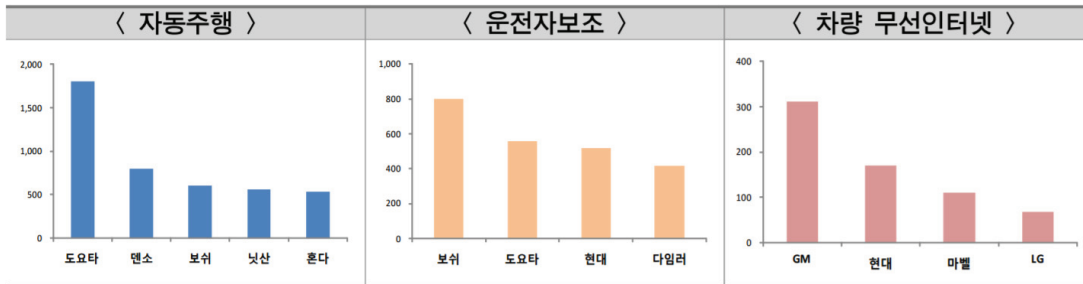
구분	2012	2013	2014	2015	합계
센싱 시스템		4	18	26	48
자율주행 컴퓨팅 시스템	2	5	17	18	42
기타 서비스			4	2	6
디자인 특허				5	5
차량 충돌 방지 시스템			1	3	4
사용자 및 자율주행자동차 간 인증 시스템			1	2	3
합계	2	9	41	56	108

* 출처: 공개토연연구소(PatentPia)

구글에서는 센싱 시스템의 특허가 가장 많았으며 총 48개 특허 중 최근 2년 간 44개가 등록될 정도로 센싱 분야에 활발한 연구를 수행하고 있다. 센싱 관련 특허에는 주로 도로상황, 주행정보, 도로 주행차량 정보, 교통신호, 기후 등을 인지하여 컴퓨터 시스템에 전달하는 기술이 있다. 2번째로 특허 건수가 많은 자율주행 컴퓨팅 시스템은 센싱 시스템이 취합한 데이터를 기반으로 판단 및 제어를 담당한다.

툼슨로이터의 ‘2016 자율주행 특허 현황’ 보고서에서는 (그림 3-3)과 같이 자율주행 특허 건수가 도요타, 보쉬, 덴소, 현대차 등 순으로 많았으며, 도요타는 특허 건수가 2천 건이 넘어 세계 1위로 조사되었다. 구글은 130여 건의 특허로 26위이지만 질적인 측면에서는 다른 업체들을 능가하는 것으로 평가

되고 있다. 자동주행 분야의 특허 건수는 도요타, 델소, 보쉬, 닛산 순으로 높게 나타난 반면 운전자 보조 분야는 보쉬, 도요타, 현대, 다임러 순으로 조사되었다. 또한, 차량 무선 인터넷은 GM, 현대, 마벨, LG 순으로 높게 나타났다.



(그림 3-3) 자율주행 분야별 특허 현황(건)

※ 출처: Thomson Reuters(2016)

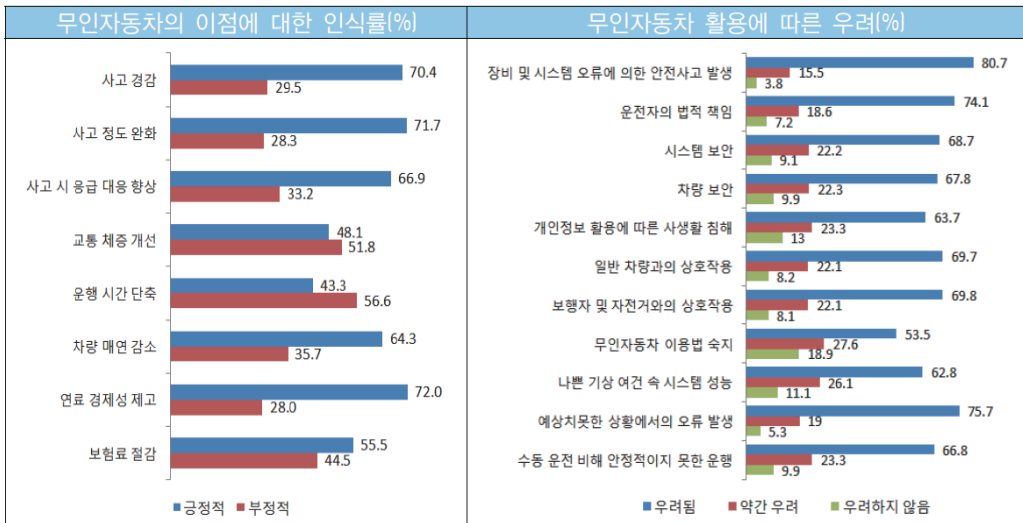
제4장 자율주행 수요조사 분석

자율주행자동차 구매를 결정할 때 자율주행 기능 탑재로 인한 추가 비용규모가 중요한 고려요소가 될 수 있다. 현재 자율주행자동차는 자율주행 기능을 장착함에 따라 10만 달러 이상 추가 비용이 발생할 것으로 추정되지만 향후 기술발전과 대량생산이 될 경우 비용은 현격히 낮아질 전망이다. 라이다는 자율주행자동차의 핵심 부품 중 하나이지만 고가로 인해 자율주행 상용화에 걸림돌로 지적되고 있다. 라이다 개발업체인 벨로다인은 초기 라이다 가격이 8만 달러에 달했으나 최근 10% 수준인 8천 달러까지 낮추었으며 2018년에는 100 달러 이하를 목표로 하고 있다. J.D Power Associates에서는 자율주행자동차 구매 가격에 대한 수요조사를 하였으며, 가격이 기존 차량과 유사할 경우 구입의사 비율이 37%이며, 3천 달러 추가 시 20%로 감소하였다. 따라서 자율주행자동차는 가능한 현재 자동차 수준의 구매 비용과 차이가 없어야 하며, 이를 위한 기술력이 상용화를 위한 핵심 요소로 분석된다.

자율주행자동차는 일반 전자기기나 기계와 같이 불완전할 가능성을 내포하고 있으므로 상용화가 되기 위한 전제조건이 안전에 대한 소비자의 신뢰성을 얻는 것이 매우 중요하다. 현대자동차 미래연구실에서는 소비자들에게 ‘자율주행차를 타면 무엇을 하겠는가’라는 주제로 설문조사를 수행하였는데 ‘다른 일을 하지 않고 전방 도로를 응시하겠다(28%)’의 비율이 가장 높게 나타났다. 따라서 소비자가 자율주행자동차 안에서 자유롭게 다른 일을 할 수 있도록 소비자의 신뢰성을 제고하는 기술개발 및 평가·검증이 필요하다.

미국 미시건 주립대학(University of Michigan)에서는 (그림 4-1)과 같이 미국, 영국, 호주의 18세 이상 성인 1,533명을 대상으로 무인자동차에 대한 인식과 우려를 설문조사하였다. 조사 대상의 66%는 무인자동차에 대하여 알고 있었으며, 무인자동차의 이점에 대한 인식률이 연료 경제성 제고, 사고 정도 완화, 사고 경감, 사고 시 응급 대응 향상 순으로 높게 나타났다. 그러나 운행시간 단축, 교통 체증 개선, 보험료 절감에는 낮게 나타났다. 무인자동차 활용 시 장비 및 시스템 오류에 의한 안전사고 발생, 예상치 못한 상황에서의

오류 발생, 운전자의 법적 책임과 같은 항목에 대한 우려가 70% 이상으로 높게 조사되었다. 이러한 조사결과를 고려하면 무인자동차의 상용화를 위해서는 우선적으로 소비자들에게 차량의 거부감을 줄이고 안전성에 대한 인식을 제고시키는 것이 필요하다. 이를 위해 자율주행 기술에 대한 구체적인 시험 및 검증이 필요하며, 차량 오류로 인한 사고 발생 시 법적 책임에 대한 기준 마련이 요구된다.

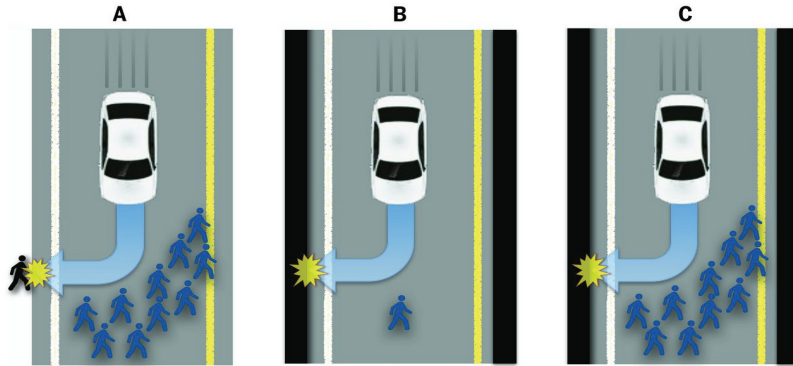


(그림 4-1) 무인자동차에 대한 인식과 우려

*출처: 미국과 영국의 무인자동차 상용화를 위한 R&D 동향, 정보통신기술진흥센터 동향보고서, 2015.1.

장 프랑수아 본느폰 등은 사이언스에 “자율주행자동차의 사회적 딜레마” 논문에서 2천 명 정도의 사람들에게 6가지의 온라인 조사를 통해 사람들의 자율주행 관련 판단유형을 파악하였다. 이 중 하나의 질문에서 (그림 4-2)와 같이 1명의 보행자와 10명의 보행자의 목숨을 구하는 선택에 관해 조사하였다. 상황A는 직진하면 보행자 10명이 다치지만 방향을 바꾸면 1명이 사고를 당한다. 상황B는 직진하면 보행자 1명, 방향을 전환하면 운전자가 다친다. 상황C는 직진하면 여러 사람이 다치지만 방향을 바꾸면 운전자만 사고를 당한다. 설문조사 결과 희생이 적은 방향으로 선택하는 답변자가 많지만 이러한 공리

주의 윤리로 프로그램된 차량 구매에 대해서는 50%가 동의하지 않았다. 이와 같이 사람의 윤리적인 판단을 파악하기는 매우 어렵다.



(그림 4-2) 3가지 교통사고 상황

※ 출처: <http://science.sciencemag.org/content/352/6293/1573.full>

보스턴컨설팅그룹의 Mosquet et al.(2015)에서는 2014년 차량 구매자나 구매 예정 소비자 1,500명을 대상으로 자율주행자동차의 수용 가능성을 조사하였다. 부분 자율주행자동차의 구매의사는 [표 4-1]과 같이 약 55%이고 완전 자율주행자동차는 약 44%로 나타나며, 현재 시장 도입 중인 전기자동차보다 높은 수준이다. 특히 우호적인 의사를 표명한 설문 대상자들의 경우 자율주행과 자동주차 기능에 대해 추가되는 비용을 지불할 의향이 있다고 조사됨에 따라 향후 잠재적인 시장 가능성이 있는 것으로 나타났다. 자율주행자동차를 구매하려는 이유는 보험료 절감, 안전성 증가, 편의성 순으로 나타난 반면 비구매 요인에는 기술적 신뢰성, 사이버 보안, 자율운행자동차 간 통신에 대한 불확실성 등이 있는 것으로 조사되었다.

[표 4-1] 미국 소비자의 부분 및 완전 자율주행자동차 구매의사 비중(%)

구분	매우 긍정적	긍정적	중립적	부정적	매우 부정적
5년 후 부분 자율주행자동차 구매 의사	25	30	23	11	11
10년 후 완전 자율주행자동차 구매 의사	23	21	21	15	20

* 출처: Mosquet, X. et al., "Revolution in the driver's seat", The Boston Consulting Group, 2015.

제5장 자율주행 사례분석

최근 자동차산업과 IT의 융합산업인 자율주행은 기술의 완성도를 제고하고 서비스를 발굴하기 위하여 대규모의 합종연횡이 진행되고 있다. BMW는 인텔, 이스라엘 모빌아이, 중국 바이두 등과 협력하여 2021년 자율주행차량의 상용화를 목표로 하고 있다. GM은 2016년에 차량공유업체인 리프트에 5억 달러(5600억원)를 투자하여 자율주행차를 공동개발하고 있다. 구글은 현대, 아우디, GM, 혼다 등과 함께 안드로이드 운영체제 연합체인 'OAA(Open Automotive Alliance)'를 결성하여 IT와 자동차 기술을 융합한 '커넥티드 카' 기술 개발에 협력하고 있다. 보수적인 일본도 도요타, 닛산, 혼다 등 자동차 6개 업체와 텐소, 파나소닉 등 6개의 반도체·부품회사가 연대하여 고정밀 3차원 지도 등 자율주행의 8개 기술 분야에서 협력하고 있다. 중국은 바이두가 자국 자동차인 창안·치루이와 BMW와 협력하여 2020년까지 자율주행자동차를 개발할 예정이다.

자동차 완성차업체, 자동차 부품업체, IT업체의 자율주행자동차 개발 사례 및 전략에 대하여 요약한 결과는 [표 5-1]과 같다.

[표 5-1] 자동차업체들과 IT업체들의 자율주행자동차 개발 사례 및 전략

구분	업체	내용
완성차 업체	GM	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2012년 반자율주행차 'Super Cruise' 시스템 공개 <ul style="list-style-type: none"> - 국도 수동운전 및 고속도로 자동주행하는 반자동 자율주행장치 ○ 고속도로에서 교통상황을 고려하여 차량 간격과 속도를 자동 조정하는 슈퍼크루즈 시스템을 2018년 상용화 할 예정 ○ 2016년에 인수한 크루즈 오토메이션의 기술을 통해 2017년 무인 자동차 쉐보레 볼트 택스를 테스트할 예정 ○ 차량 공유 업체인 리프트(Lyft)와 협력하여 2019년 완전주행이 가능한 카셰어링 자동차를 출시할 예정
	Ford	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2013년 12월 Michigan 대 등과 함께 개발한 퓨전 하이브리드(Fusion Hybrid) 자율주행연구차를 공개 ○ 반자율주행차 상용화 <ul style="list-style-type: none"> - 차선이탈방지시스템, 어댑티브 크루즈 컨트롤, 액티브 파크 어시스트 장착해 다른 자동차나 보행자의 움직임 방향을 예측 ○ 퓨전 하이브리드 자율주행 연구 차량을 통해 헤드라이트 없이

구분	업체	내용
		<p>어두운 사막도로 주행 성공</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 2016년 8월 완전 자율주행차를 2021년 출시할 계획 <ul style="list-style-type: none"> - 우버, 리프트 등 카셰어링 시장에 우선 투입되도록 대량 생산할 예정 - 개인 운전자 판매는 2025년 이후 예상
	벤츠	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2013년 9월 S500 Intelligent Drive 연구차량으로 100km 시범자율주행 성공 ○ 2014년 1월 자율주행차 쿠페 ‘235i’ 공개 <ul style="list-style-type: none"> - 라이다, 360도 회전 레이더, 초음속센서, 카메라 장착 - 차의 주인공은 운전자이고 자율주행기술은 조력자 역할 ○ 2015년 1월 자율주행차 F015 Luxury in Motion 콘셉트카 공개 <ul style="list-style-type: none"> - 위성위치확인시스템(GPS)과 센서를 통해 지형을 파악 - 6개의 고해상도 디스플레이가 계기판과 후면·측면에 장착되어 있으며, 정보수집, 엔터테인먼트, 영상통화, 가상세계 등을 제공 - 자동주행 모드를 선택하면 핸들이 전면의 대시보드 안으로 들어가고, 운전석과 보조석이 뒤로 회전하여 앞뒤 좌석이 마주보게 되는 형태로 변경 ○ 미국 네바다주로부터 세계 최초로 자율주행 상용차 운행 면허를 받았으며, 일반도로에서도 운행할 수 있음 ○ 2020년 양산형 자율주행차를 출시할 계획 ○ 자동차 간 소통 프로젝트인 ‘Car to X’ 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 운전자가 파악하기 어려운 교통정보를 제공하여 갑자기 나타나는 보행자나 차에 대해 미리 대비할 수 있음 - GPS 정보, 신호체계, 교통혼잡정보 등을 판단하여 효율적 운행 경로 제공 ○ 2016년 7월 저상버스 시타로(Citaro) 플랫폼을 기반으로 제작된 ‘퓨처버스(future bus)’ 가 자율주행 기술을 이용하여 실 도로에서 20km 주행 시연 <ul style="list-style-type: none"> - 70km의 속도로 운행 중에도 주변상황을 분석할 수 있음
	아우디	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2013년 초 스스로 주차를 하는 무인주차 기술을 공개 ○ 2014년 자율주행기술인 Piloted Driving 기술을 탑재한 James 2025 공개 ○ 2015년 1월 A7으로 팔라엘토에서 라스베가스까지 900km를 자율주행 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차 최장거리 갱신, 차량 스스로 가속 및 제동, 차선변경 추월 - 외관상 일반 자동차와 구분하기 어려울 정도로 상용화가 가능한 센서를 활용함 ○ 2016년까지 전 아우디 차량을 커넥트화 할 예정임 <ul style="list-style-type: none"> - AT&T사와 협력으로 2016년까지 전 모델을 커넥트화를

구분	업체	내용
		<p>추진하겠다고 발표함</p> <ul style="list-style-type: none"> o 2020년 완전 자율주행(SAE 4)을 지원하는 전기차 출시 예정
	BMW	<ul style="list-style-type: none"> o 삼성전자와 협력하여 원격으로 자동주차를 지원하는 ‘원격 발렛 파킹 어시스턴트’ 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - BMW i3를 통해 구현하였으며, 스마트워치는 삼성의 갤럭시 기어S를 적용 o New 7 Series를 통해 무인 원격주차를 세계 최초로 상용화 o BMW는 아우디, 다임러 벤츠 등과 협력해 노키아 지도 정보서비스 업체인 히어를 공동 인수(인수금액 약 3조2400억원) o BMW는 인텔, 모빌아이와 자율주행자동차 관련 기술 제휴를 하여 2021년까지 완전 자율주행자동차를 출시할 계획
	FCA (피아트크 라이슬러 그룹)	<ul style="list-style-type: none"> o 구글과 협력하여 자율주행기술 개발 중 <ul style="list-style-type: none"> - 구글의 자율주행기술을 2017년형 미니밴에 적용하여 차량 테스트를 수행할 예정 - 미시간 남동부 시설에 FCA 및 구글이 공동 입주하여 자율주행 설계, 테스트, 제조와 같이 전주기 기술협력을 추진할 예정
	폭스바겐	<ul style="list-style-type: none"> o 2015년 1월 무인 발렛 파킹서비스인 ‘Trained Parking’ 기술 소개 <ul style="list-style-type: none"> - 운전자가 주차장까지 운행하면 차량이 해당 위치를 기억하며, 이후 스마트워치를 통해 무인 발렛 파킹 서비스 제공 o 2016년 CES에서 음성과 제스처로 작동하는 컨셉카 전시 o 차량공유업체인 Gett에 3억 달러 투자
	볼보	<ul style="list-style-type: none"> o 2013년 7월 운전자 개입없이 레이더, 레이저센서, 카메라 등 장비를 통해 시속 90km, 차량간격 최대 4m 이하로 운행할 수 있는 기술 개발 및 시연에 성공 o 2015년 2월 스웨덴 일반도로에서 자율주행차 시험주행 <ul style="list-style-type: none"> - 차선인식 및 360도 감시하는 8개 레이더와 카메라, 12개 초음파센서 탑재 - 2017년까지 100대의 자율주행자동차를 일반도로에서 주행하는 것을 목표로 하는 ‘드라이빙 미(Driving Me)’ 프로젝트 공개 o 2015년 TJA를 제공 o 2015년 3월 ICT산업 전시회 ‘모바일 월드 콩그레스(Mobile World Congress, MWC) 2015 ‘에서 V2V 차량 통신 시스템을 공개 <ul style="list-style-type: none"> - 자동차 바퀴의 센서로부터 수집되는 데이터를 이용하여 실시간으로 운전자에게 빙판길이나 사고 상황을 알려주는 기능을 제공 - 또한 센서가 빙판길 위치정보를 볼보 서버에 전송하고, 서버는 이를 인근 볼보 차량에게 발송하여 위험상황을 통보 o 2017년 영국에서 자율주행자동차 시범 주행을 시작할 예정 <ul style="list-style-type: none"> - 2017년 초에 반자율주행자동차로 진행되며, 2018년 시범주행

구분	업체	내용
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 차량을 100대 확대 예정 ○ 우버와 3억 달러를 투자하여 완전 자율주행 기술을 공동개발하기로 협의
	테슬라	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2015년 10월 반자율주행 시스템인 오토 파일럿(Auto Pilot) 발표 ○ 1년 내에 완전자율주행 기술 출시 발표(2016년) ○ 자율주행 기능을 제어하는 소프트웨어를 8000달러(약 900만원)에 판매할 계획 발표(2017년 말 양산되는 모델 3에 탑재 예정)
	르노	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2014년 3월 자율주행차 ‘Next Two’ 시범주행 <ul style="list-style-type: none"> - 30km 속도로 자율주행, 전방 레이더 및 전후방센서, 전후방 카메라 장착해 도로정보 수집 ○ 2020년까지 시내도로 주행이 가능한 자율주행자동차 10개 모델을 제작할 예정
	도요타	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2013년 1월 자율주행차 ‘렉서스 LS600h’ 공개 <ul style="list-style-type: none"> - 카메라와 센서 장착해 ‘Intelligent Safety’ 실현 - 무인자율주행보다는 운전자를 보조하면서 안전성 보장 - 일본은 2013년도에 닛산 자동차가 공공도로에서 처음으로 무인운전 시험을 허가 ○ 2013년부터 일반도로에서 자율주행테스트를 수행하였으며, 시속 80Km를 지원함 ○ 안전거리 및 차선유지 기능 등 첨단고속운전지원시스템(AHDA, Automated Highway Driving Assist)을 2018년까지 상용화할 예정 ○ 2016년 1월에 스탠포드 및 MIT의 인공지능 및 자율주행 전문가들로 구성된 연구소(TRI) 설립, 향후 5년간 10억불 투자 계획 ○ CES 2016에서 고정밀 디지털 지도 자동생성 시스템(New Map Generation System) 전시 ○ 2020년 고속도로에서 운행가능한 완전 자율주행자동차 개발 및 시판 예정
	혼다	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2013년 11월 2020년까지 자율주행차 출시 계획을 발표 ○ 2014년 9월 자율주행차 ‘어큐라 RLX’ 공개 <ul style="list-style-type: none"> - 고속도로 진입하면서 운전자가 손을 떼자 스스로 제한속도까지 가속하였고, 앞차와 가까워지면 자체적으로 감속 ○ 2016년 3월 ADAS 기능이 적용된 자율주행자동차 공개
	닛산	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전기차 ‘Leaf’ 를 통한 자율주행 <ul style="list-style-type: none"> - 차 주변 이미지를 360도 보여줘 사각지대 사고 위험 감소 - 물체가 다가오면 운전자에게 경고해주는 어라운드 모니터 시스템 탑재 ○ 2018년 고속에서 차선유지·변경이 가능한 고속도로용 자율주행 기술을 선보일 예정 <ul style="list-style-type: none"> - 2020년까지 도심용(busy urban environments) 자율주행 기술을

구분	업체	내용
		<p>장착할 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 2020년까지 무인자동차 상용화 계획을 발표 <ul style="list-style-type: none"> - 미 항공 우주국(NASA)과 자동운전제어시스템을 개발 중이며, 주요 기능에는 자동 차선변경 및 제동장치, 실시간 교통현황 파악 및 자동주차 등이 있음 ○ 2016년 8월 고속도로의 단일 차선을 자율주행하는 미니벤 ‘세리나’ 출시 <ul style="list-style-type: none"> - 2018년 고속도로 차선변경 지원 차량, 2020년 시내 자율주행 기능 지원 차량 개발 예정
	장안 자동차	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2016년 4월 충청에서 베이징까지 1,200마일 거리에서 자율주행자동차 시범운행 수행 ○ 2020년 부분 자율주행 상용차 생산 예정
	현대기아 차	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2010년 첫 자율주행차인 ‘투산ix’ 를 발표 ○ 2020년까지 자율주행 기술을 상용화하는 로드맵 공개 <ul style="list-style-type: none"> - 2015년 3월 고속도로에서 부분 자율주행이 가능한 ‘고속도로 주행지원 시스템(HDA)’ 을 국내 최초로 양산(2015년 하반기 신차(신형 에쿠스)에 적용할 계획) - 2015년 3월 도심용 자율주행 기술인 ‘혼잡구간 주행지원 시스템(TJA)’ 을 신형 제니시스를 통해 시연 - 2020년부터 고속도로뿐만 아니라 도심을 비롯한 여러 도로 환경에서도 자율주행 기술의 상용화를 본격적으로 추진 ○ 2015년 1월 스마트위치 기반 음성인식을 통해 시동걸기, 문 여닫기, 주차장에서 자동차 찾기 기능을 제공하는 차세대 블루링크 기술 소개 ○ 2015년 11월 미국 네바다주에서 투싼(수소연료전지차), 쏘울(전기차)을 통해 자율주행 허가를 취득 ○ 국토교통부에서는 국내 최초로 자율주행 기술을 탑재한 ‘제네시스DH’를 실도로 자율주행이 가능한 임시면허증을 발부 <ul style="list-style-type: none"> - 경부고속도로(서울요금소~신갈분기점) 및 영동고속도로(신갈분기점~호법분기점) 총 41km와 일반국도 5개 구간 320km에서 시험주행 성공(2016.3.) ○ 2016년 CES(국제 전자제품 박람회)에서 자율주행 기술을 적용한 ‘쏘울 EV’ 전시 <ul style="list-style-type: none"> - 카메라와 센서의 융합을 통해 주변 차량을 인지하고 차선 유지 및 변경 가능한 기능을 제공함
자동차 부품 업체	보쉬	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2013년 9월 자율주행차 공개 <ul style="list-style-type: none"> - 부분 자율주행차로 스스로 운행하기도 하지만 고속도로의 제한 공간 내에서 차선변경 - 2015년부터 자동주차 시스템 양산 ○ 주차장 CCTV를 통한 무인 발렛 서비스를 2018년 상용화 목표로

구분	업체	내용
		<p>개발 중</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 2015년 네덜란드 Tom Tom과 고정밀 디지털 개발에 협력하기로 합의
	컨티넨탈	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자율주행기술 프로젝트 수행 <ul style="list-style-type: none"> - 어댑티브 크루즈 컨트롤, 비상 보조 제동장치 등 운전자 보조시스템에 주력, 운전자에게 경고하거나 부담을 줄여줌 ○ 지능형운전자보조시스템(ADAS)을 단계별로 고도화시켜 오는 2016년에 상용화할 계획
	델파이	<ul style="list-style-type: none"> ○ 아우디와 공동으로 자율주행차 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 충돌완화시스템, 레이더 카메라 통합 시스템, 전방 충돌 및 차선이탈 경고시스템 등 적용 - 능동안전제품 최적화 ○ 2016년 8월 모빌아이와 완전 자율주행시스템의 공동 개발을 위한 협력을 발표하였으며 2017년 CES에서 초기 버전을 시연할 예정임 ○ 2016년 8월 싱가포르 육상교통청의 자율주행자동차 인프라 구축을 위한 전략적 파트너로 선정됨 <ul style="list-style-type: none"> - 싱가포르 내 시범운영지역을 선정하고 3년 동안 완전 자율주행자동차 시범 운영을 통해 2022년 본격적인 자율주행자동차 운영을 제공할 예정임
	발레오	<ul style="list-style-type: none"> ○ 동일차선 내에서 자동주행기술인 크루즈포유(Cruise4U) 2017년 상용화 목표 <ul style="list-style-type: none"> - 레이저 스캐너, 초음파 센서, 카메라로 주변환경 인식, 자동으로 속도 제어, 차선을 이탈하지 않도록 차량 제어하고 선행 차를 따라가는 기술임 - 자율주행 모드로 전환되면 클러스터를 통해 주행 관련 정보를 제공하고 인터넷 모니터로 활용이 가능하며, 스마트폰과의 연동을 통하여 다양한 정보를 제공함
	모빌아이	<ul style="list-style-type: none"> ○ 카메라 모듈만 활용하여 자율주행차량의 외부 환경 변화를 인식할 수 있는 충돌방지시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 센서의 종류가 카메라 한 가지 종류이며 고성능의 이미지 처리 알고리즘을 제공하여 시스템이 단순하고 가격이 저렴하여 많은 완성차 업체에 채택되고 있음 - 2018년 8개의 카메라를 통해 수집된 정보를 분석하여 3단계 자율주행을 제공하는 EyeQ1칩 출시 예정 - 2019~2021년 20개의 센서를 통해 수집된 정보를 분석하여 4단계 자율주행을 제공하는 EyeQ5칩 출시 예정
	현대모비스	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2017년까지 고속도로 주행보조시스템 개발을 완료 ○ 2020년에 도심에서도 자율주행이 가능한 자동차 양산을 본격화할 전망 ○ 2014년 자율주행 및 자율주차 시스템 시연 성공

구분	업체	내용
		<ul style="list-style-type: none"> - 자율주행: 보행자 인식, 전방차량 추월, 상황별 자동제동 및 가감속 기능 등 제공 - 자율주차: 빈 주차장 공간을 찾아 스스로 주차 o 2017년 서산에 국내 최초 자율주행자동차 전용 첨단시험로를 포함한 주행시험장을 준공할 예정임
	만도	<ul style="list-style-type: none"> o 2014년 차량용 전방 충돌 방지 레이더 센서 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 차량용 전방 충돌 방지 레이더의 하드웨어 및 물체 감지 신호처리 기술을 확보하여 ‘차량용 전방 충돌 방지 레이더 센서’를 국내 최초로 독자 개발 o 자동 긴급 제동장치(AEB), 저속 전방 차량 추종 시스템(TJA), 교차로 경고 장치(CTA), 휴대폰을 이용한 원격 주차 시스템(Remote SPAS) 등의 자율 주행 기술을 개발 중임
IT업체	구글	<ul style="list-style-type: none"> o 2014년 5월 자체개발 2인승 완전 자율주행차 공개 <ul style="list-style-type: none"> - 운전대 및 가속페달 없애고, 전기동력으로 작동 - 사각지대 감지 특수센서 장착 o 2015년 1월 2020년 자율주행차량의 실용화 목표를 발표 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차량 개발을 위해 보쉬, LG전자 등과 제휴관계를 체결함 o 2015년 6월 25일 구글 본사의 캘리포니아 마운틴 뷰 공공도로에서 주행테스트를 실행 <ul style="list-style-type: none"> - 최고 속도가 시속 25마일(40km)로 제한되며, 비상상황에 대처하기 위하여 사람이 탑승 o 안드로이드 OS를 적용한 자동차 공동개발을 위해 현대차, 아우디, GM, 혼다 등 4개 자동차사와 파트너쉽 체결(OAA, Open Automotive Alliance) o 자율주행차 누적 주행거리가 200만마일(약 322만km)를 돌파(2016.10.) <ul style="list-style-type: none"> - 렉서스 SUV RX450h 기반 자율주행차 24대와 프로토타입 자율주행차 34대로 워싱턴주 커클랜드, 캘리포니아주 마운틴뷰, 애리조나주 피닉스, 텍사스주 오스틴 등에서 시범 운행 중 o 피아트클라이슬러와 자율주행자동차 개별 협력 제휴
	우버	<ul style="list-style-type: none"> o 미국 피츠버그에 자율주행차 연구소 설립 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차를 향후 차량 공유서비스에 접목하기 위하여 카네기멜론, 미국 국립 로봇기술센터 연구진과 협력 o 2014년 무인차량공유서비스 청사진 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차로 무인 서비스를 도입하여 요금이 인하되고 차량소유 비용보다 적어짐 - 안전 및 편의 제고 o 우버는 볼보와 자율주행 스포츠유틸리티차량(SUV) 개발을 위해 3억 달러(약 3332억 원)를 공동 투자함(2016.8.) o 미국 펜실베이니아주 피츠버그에서 포드의 중형 세단인 ‘퓨전’을

구분	업체	내용
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 활용하여 보조운전자가 동승하는 자율주행 택시 시범 운영(2016.9.) ○ 구글 출신의 엔지니어들이 설립한 자율주행 트럭 개발 스타트업 업체인 ‘오토’ 를 6억 8천만 달러(약 7,551억원)에 인수(2016.8.) ○ 자율주행용 고정밀 지도 제작을 위해 5억 달러(약 5500억원)를 투입함으로써 기존 구글지도를 대체할 계획
	리프트	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국 샌프란시스코와 피닉스에서 차량공유 관련 자율주행차 시험 운행 중(2016.9.) - 2018년에 시속 25마일(약 40km) 속도로 제한된 지역과 기상상황에서 운행할 수 있는 완전 자율주행 제공 ○ GM으로부터 차량 공유 서비스 관련 5억 달러 투자 유치(2016)
	바이두	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2014년부터 운전자를 위한 인공지능 보조 프로그램이 적용된 자율주행차 개발 - 중국 교통상황을 고려하여 운전석이 있고 긴급상황에 사람이 직접 운전할 수 있는 자율주행차 개발 ○ 2015년 12월 BMW와 협력하여 베이징 시내도로와 고속도로 자율주행 시범운행 ○ 2018년 경로가 있는 도로에서 운행할 수 있는 자율주행자동차를 개발할 예정 ○ 미국 캘리포니아에서 시험 운행 허가를 받음 ○ 미국 반도체 업체인 엔비디아와 함께 인공지능 기반 자율주행차 플랫폼을 개발할 예정 ○ 포드와 함께 라이다 개발 업체인 벨로다인에 1억 5천만 달러 투자
	인덕트 테크놀로지	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2014년 1월 자율주행 전기차 나비아(Navia)’ 공개 - 운전자 없이 승객을 목적지까지 운송하는 대중교통용 자율주행 셔틀차량 개발(최대 승객 8명, 최대 속도 12.5mph) - 레이저 및 센서를 이용하여 차선을 인식하고 장애물을 피하며, 보행자 탐색시 정지
	애플	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2014년부터 자율주행기능이 장착된 전기차 개발하는 ‘타이탄 프로젝트’ 수행 - 12개의 카메라와 라이다 센서 장착해 2020년까지 자율주행차 개발 목표 ○ 차량용 iOS를 출시(’ 13), 현대차, BMW, GM, 혼다 등 12개 자동차사에 적용
	소니	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2015년 1월 첨단운전자보조시스템(ADAS)을 위한 ‘CMOS 이미지 센서’ 공개 ○ 2015년 2월 일본 로봇카 벤처기업 ZMP의 지분 2%를 인수하여 자율주행차 개발 착수
	누토노미	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계 최초로 싱가포르에서 자율주행 택시를 시범 운영(2016.8.) - 자율주행택시는 미쓰비시의 전기차 i-MiEV와 르노 조이(ZOE)를 기반으로 제조

구분	업체	내용
		<ul style="list-style-type: none"> - 자율주행택시에 6대의 라이다, 2대 카메라, 고성능 센서가 부착되고 컴퓨터 프로그램 기술이 적용 - 2018년 싱가포르 전역에서 자율주행 택시 서비스 제공을 목표
	엔비디아	<ul style="list-style-type: none"> o 2015년 1월 슈퍼컴퓨터 수준의 성능을 가진 칩 ‘테그라 X1’ 공개 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차에 적용되어 자동차 스스로 발렛파킹을 가능하게 하고 자율운전 수행 - 자동차 외부에 설치된 12개의 카메라 영상을 입력받아 테그라 X1를 통한 영상처리를 이용하여 자동차 제어 o 2016년 CES에서 12개의 카메라와 라이다, 레이더, 초음파 센서 등으로 구성되고 사물인지를 제공하는 DNN(Deep Neural Network) 기술이 적용된 PX2 시스템 발표 <ul style="list-style-type: none"> - PX2 시스템은 센서를 활용하여 도로 데이터를 수집하며 이를 통해 정밀지도 구축시 활용함 - DNN은 Deep Learning GPU Training System을 통해 훈련을 받으며 센서 입력 데이터를 기반으로 운전자의 판단을 도와주고 자율주행운행을 지원함 o 최고의 성능과 전력 효율을 자랑하는 파스칼(Pascal) GPU와 엔비디아의 독자적인 차세대 CPU 아키텍처 ‘덴버(Denver)’를 탑재한 새로운 모바일 프로세서 ‘파커(Parker)’를 출시(2016년 8월) <ul style="list-style-type: none"> - 256 CUDA 코어의 파스칼 GPU는 최대 1.5 테라플롭스(TFlops)의 성능을 제공하여 딥 러닝 인공지능을 효율적으로 지원이 가능
	퀄컴	<ul style="list-style-type: none"> o 2015년 1월 스냅드래곤 602AP 기반으로 제작된 ‘마제라티’ 차량 공개 <ul style="list-style-type: none"> - 터치와 제스처, 음성인식 지언 인포테인먼트 기능 및 3D 내비게이션 탑재 o 2016년 10월 자율주행자동차 시대를 대처하기 위하여 자동차반도체 전문업체인 NXP 반도체를 470억 달러(54조원)에 인수함
	LG전자	<ul style="list-style-type: none"> o 2014년 11월 메르세데스-벤츠와 첨단 운전자 지원 시스템(ADAS)의 핵심부품인 ‘스테레오 카메라 시스템’ 개발에 관한 양해각서 체결 <ul style="list-style-type: none"> - ‘스테레오 카메라 시스템’은 영상인식 및 분석을 통해 자동차에 제어신호를 보내며, 차량 주변의 위험을 관찰하고 교통정보를 수집하는 기능 수행 o 폭스바겐 자율주행 콘셉트카인 ‘제아’에 디스플레이 부품 공급 o 2015년 8월 폭스바겐 ‘미래 자동차 파트너’에 선정 <ul style="list-style-type: none"> - 자동차 인포테인먼트(인포메이션+엔터테인먼트) 시스템 협력사로 선정

구분	업체	내용
		<ul style="list-style-type: none"> o 2016년 10월 LG전자가 주도한 ‘LTE 기반 차량대 차량 통신(V2V, Vehicle to Vehicle) 기술’ 이 글로벌 표준규격(3GPP)으로 공표되었다고 발표함 - LG전자가 제안한 V2X는 차량대 차량(V2V), 차량대 보행자(V2P, Vehicle to Pedestrian), 차량대 인프라(V2I) 등을 LTE 기반으로 구축하는 기술임 o 2016년 11월에 불보자동차와 자율주행자동차와 전기차 등 미래차 개발을 위한 핵심기술 공동개발에 협력함
	삼성전자	<ul style="list-style-type: none"> o 갤럭시기어를 활용, BMW사의 최초 전기차인 i3를 제어 o 2015년 1월 갤럭시기어S를 활용하여 전기차 i8에 음성인식(“BMW, Pick me up”)을 기반으로 무인 발렛파킹 기술을 시연 o 2016년 10월 미국 애플의 인공지능 서비스인 ‘시리’ 개발팀이 나와서 설립한 인공지능 플랫폼 개발 기업인 비브랩스(VIV Labs)를 인수함 o 2016년 11월에 미국 자동차 전장 부품 전문기업인 하만(Harman)을 80억 달러(약 9조 3800억원)에 인수하여 전장사업의 가속 의지를 나타냄

* ETRI 경제분석연구실(2015.5) 자료, 각종 보고서 및 언론 자료 재정리

제6장 자율주행 법제도·정책 및 보험 동향

제1절 자율주행 법제도·정책 동향

1. 미국

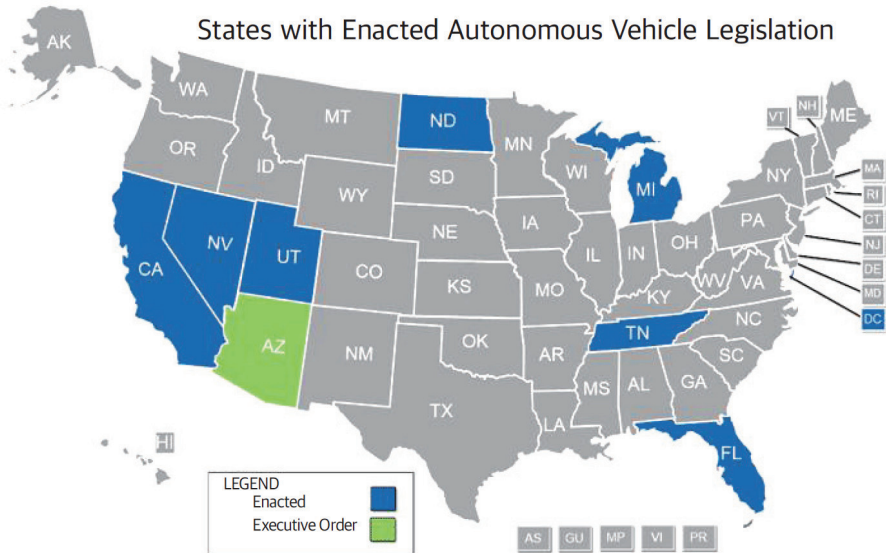
가. 개요

자율주행 테스트를 허가한 미국의 주를 살펴보면 (그림 6-1) 및 [표 6-1]과 같다. 네바다 주는 2011년 6월에 구글의 적극적인 탄원에 의해 법률이 통과되었으며 법률 효력은 2012년 3월부터 발효되었다. 플로리다 주는 2012년 4월에 일반 공공도로에서 자율주행자동차 테스트를 허가하였으며 그 후 캘리포니아 주가 2012년 9월에 법률안을 통과시켰다. 미시건 주는 2013년 12월에 자율주행 테스트를 허가하였으며, 특히 2015년 7월에 미시건 대학 캠퍼스에 차량과 도로 교통망 간 연계를 통해 최적의 주행경로를 지원할 수 있는 완전 자율운행 실험이 가능한 실험도시인 'MCity'를 조성하였다. 노스 다코타 주와 테네시 주는 각각 2015년 3월과 2015년 4월에 자율주행 테스트를 허가하였다. 유타 주는 2016년 3월에 자율주행 테스트를 허가하는 7번째 주가 되었으며, 워싱턴DC는 2013년 4월에 법안이 통과되었다.

[표 6-1] 미국 자율주행 관련 법령 제정 현황

법령제정 완료 주	네바다(2011년 6월), 플로리다(2012년 4월), 캘리포니아(2012년 9월), 워싱턴DC(2013년 4월), 미시건(2013년 12월), 노스다코타(2015년 3월), 테네시(2015년 4월), 유타(2016년 3월)
-----------	---

2016년 5월 기준으로 7개의 주와 워싱턴DC가 자율주행 테스트를 허가하였으며, 규정 내용이 상이한 부분도 있다. (그림 6-1)에서 진한색으로 표시된 주는 법률에 의해 허가된 지역인 반면 연한색은 행정명령에 의해 허가된 지역(AZ)이다.



(그림 6-1) 자율주행테스트를 허가한 미국의 주

※ 출처: National Conference of State Legislatures(As of 26 May 2016)

미국에서는 네바다, 플로리다, 캘리포니아, 워싱턴DC, 미시건 등과 같이 주(州)별로 자율주행자동차 관련법을 제정하고 있으며, 시험운행을 위한 자율주행자동차의 승인요건, 자율주행기술의 적합요건 등에 대하여 규정하고 있다. 법령이 제정된 미국 주 중에서 네바다와 캘리포니아에 대해 자세히 살펴보고 기록 한다.

나. 미국 입법 현황

(1) 네바다 주

네바다 주는 2011년 6월 17일에 최초로 자율주행자동차 입법(AUTONOMOUS VEHICLES)을 통과시켰으며, 공공도로에서 자율주행자동차 시험운행을 위하여 500만 달러에 상응하는 보험, 현금 예치, 보증서 또는 담보가 필요하다. 네바다 주의 성문화된 법률을 의미하는 NRS(The Nevada Revised Statutes)의 CHAPTER 482A⁶⁾에서 규정하고 있다.

(가) 자율주행자동차 관련 개념 정의

NRS 482A에서는 자율주행자동차 및 관련 개념들에 대하여 [표 6-2]와 같이 정의하고 있다. 기존 자동차에서 구현되고 있는 기술들과 자율주행기술을 구분하기 위하여 현재 자동차에 적용되고 있는 기술들은 자율주행기술에서 제외한다.

[표 6-2] 자율주행자동차 관련 개념 정의

구분	정의
자율주행기술 (NRS 482A.025)	0 자동차에 탑재된 기술로서 운전자(사람)의 능동적 제어나 모니터링 없이 자동차를 운행할 수 있는 능력
자율주행자동차 (NRS 482A.030)	0 자율주행 기술이 적용된 자동차
공공도로 (NRS 482A.040)	0 공적권한으로 부여된 모든 길의 경계선들 간의 폭 전체 * 공공기관이 도로의 유지관리에 대한 여부와 관련없이 차량통행의 목적으로 공공의 이용에 개방된 것을 지칭함

* 출처: 미국의 자율주행자동차 임시운행허가에 관한 규제 분석, 한국법제연구원, 2014

(나) 자율주행자동차 시험운행 요건

자율주행자동차의 시험운행 요건에는 [표 6-3]과 같이 '보험 또는 채권'에 관한 요건과 '자동차의 안전성 및 제어를 위한 자율주행자동차 작동자의 준수 사항'으로 규정하고 있다.

[표 6-3] 자율주행자동차 시험운행 요건

구분	내용
자율주행자동차 테스트: 보험·채권 요건 (NRS 482A.060)	0 주행테스트 전 준수사항 1. 500만 달러에 상응하는 보험 또는 관계당국이 허용한 자가보험(self insurance)의 증빙자료를 관계당국에

6) CHAPTER 482A는 NRS 중 공공안전·자동차·선박을 규정하고 있는 TITLE 43에 위치

7) 제외되는 기술: 차량능동안전시스템(Active Safety System), 운전자 조력시스템(System for Driver Assistance), 전자식 사각지대 감시장치(Electronic Blind Spot Detection), 충돌예방시스템, 비상제동 시스템, 주차보조시스템, 적응식 정속주행시스템(Adaptive Cruise Control), 차선유지보조장치(Lane Keeping Assistance System), 차선이탈경고장치(Lane Departure Warning), 교통체증과 대기 지원 시스템 등

	제출하거나, 2. 500만 달러에 상응하는 현금 예치, 또는 보증서, 담보를 관계당국에 게재 및 유지
자율주행자동차 테스트: 자동차 안전성 및 제어 요건 (NRS 482A.070)	0 자율주행자동차의 작동자(human operator) 준수사항 1. 자율주행자동차를 즉시 수동제어할 수 있는 위치에 착석 2. 자율주행자동차 안전작동 모니터링 3. 자율주행기술 미작동 또는 위급상황 발생시 차량에 대한 즉시 수동제어 역량을 보유

* 출처: 미국의 자율주행자동차 임시운행허가에 관한 규제 분석, 한국법제연구원, 2014 (수정)

(다) 자율주행자동차 등록기준

자율주행자동차 등록기준에는 [표 6-4]와 같이 차량등록을 위한 연방정부의 기준 및 규정과 네바다 주에서 차량 테스트 또는 작동 요건이 명시되어 있다.

[표 6-4] 자율주행자동차 등록기준

구분	내용
차량등록을 위한 연방정부의 기준 및 규정: 네바다 주 공공도로 테스트 또는 작동 요건 (NRS 482A.080)	1. 자율주행자동차가 차로 인정되기 위한 연방정부의 모든 기준 미충족시 차량등록 불가 2. 자율주행자동차가 다음의 요건 미충족시 시험운행 불가 (a) 자율주행기술 탑재 또는 분리 수단 장착, 작동자에게 이러한 수단의 접근 용이성 제공 (b) 차량내 자율주행기술 작동여부의 육안식별이 가능한 계기(indicator)가 장착 (c) 자율주행기술 오동작으로 인해 안전운행에 영향이 미칠 경우 작동자에게 차량의 수동제어를 요청하는 경보수단 장착 (d) 네바다 주 자동차 및 교통 법규 준수

* 출처: 미국의 자율주행자동차 임시운행허가에 관한 규제 분석, 한국법제연구원, 2014 (수정)

(라) 자동차 제조업자 책임

제조업체는 특정 손해에 대하여 책임이 없다. 제3자에 의해 자율주행자동차로 변환되어 운행을 할 경우 인사사고가 발생되더라도 제조업체는 책임이 없음을 명확히 규정하고 있다.

(마) 자율주행자동차 운영을 위한 규정의 채택

관계당국은 [표 6-5]와 같이 네바다 주의 공공도로에서 자율주행자동차의 운영을 허가하는 규정을 채택하며, 규정에는 운행 전 자율주행자동차 구비 요건, 보험요건, 안전성 기준, 테스트 허용, 시험제한 지역 등이 포함되어 있다.

[표 6-5] 자율주행자동차 운영을 위한 규정 채택

구분	내용
<p>네바다주 작동권한 부여 규정의 채택 (NRS 482A.090)</p>	<p>0 자율주행자동차 운행 요건 1. 관계당국은 공공도로에서 자율주행자동차 운행허가 규정 채택 2. 전항에서 채택된 규정에는 다음 사항 포함 (a) 자율주행자동차가 공공도로 운행 전 구비 요건 제시 (b) 자율주행자동차가 공공도로 운행에 필요한 보험요건 제시 (c) 자율주행자동차 및 작동시 최소한 안전성 기준 수립 (d) 자율주행자동차 테스트 허용 (e) 특정 지역에 자율주행자동차 시험운행 제한 (f) 관계당국이 필요한 그 외 요건</p>

* 출처: 미국의 자율주행자동차 임시운행허가에 관한 규제 분석, 한국법제연구원, 2014 (수정)

(바) 자율주행자동차 면허 승인

관계당국이 자율주행자동차를 운행할 수 있는 면허승인에 대한 사항을 규정으로 정할 수 있으며, 면허승인에는 매우 제한적인 경우에 자율주행자동차가 능동적으로 운행될 수 있으므로 사람이 필요하지 않는다는 점이 인지되어야 한다.

(2) 캘리포니아 주

(가) 개요

캘리포니아 주는 2012년 9월 25일에 「자동차법(VEH, Vehicle Code)」을 마련하여 자율주행자동차 및 관련 개념들에 대해 구체적으로 정의하였다. 「자동차법」은 DIVISION 1에서 DIVISION 18까지 구성되어 있으며 ‘자율주행자동차법’은 ‘DIVISION 16.6. AUTONOMOUS VEHICLES’에 있다. 자율주행

자동차의 도로주행은 시험운행 목적으로만 허용되며 시험운행에는 ‘운전자’와 500만 달러 상당의 ‘보험 또는 채권’ 요건이 있다. 캘리포니아 자동차관리국은 주 정부의 법률안에서 명시한 2015년 1월 1일을 준수하기 위하여 기술 및 시스템업체의 도로 주행 테스트 시 고려사항, 신청절차, 자격요건 등 구체적인 규정을 마련하고 여론 수렴과 공청회를 통해 2014년 5월 19일에 최종 규정(Adopted Regulatory Text)을 제정하고 2014년 9월 16일에 자율주행자동차 테스트 규정을 발효시켰다. 이 규정에는 자율주행 테스트를 할 경우 운전면허를 소지한 운전자가 운전석에 착석해야 하며, 필요시 운전자가 직접 운전할 수 있다는 조항이 있다. 즉 자동차가 자율주행 모드로 운행하다가 위급상황 발생 시 자율주행모드해제(Disengagements of Autonomous Mode)를 통해 운전자가 즉시 차량 통제권을 이양받아 운전자 주행모드로 전환해야 한다. 미국 캘리포니아 주 자율주행자동차 관련 법 주요 내용을 요약하면 [표 6-6]과 같다.

[표 6-6] 미국 캘리포니아 주 자율주행자동차 관련 법 주요 내용

조항	주요내용
(a) 용어정의	자율주행기술, 자율주행자동차, 자동차관리국(DMV), 작동자, 제조업자
(b) 일반도로 시험주행 요건	(1) 주체 : 시험주행 운전자 자격 등 (2) 주행방법 : 운전자(driver)의 배석 의무 (3) 보험 구비 : 5백만 달러 상당 보험, 보증서, 또는 자가보험 증빙서류 제출 의무
(c) DMV 인증에 의한 일반도로 시험주행 요건	(1) 자율주행기술제조자에 의한 인증서 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 0 인증서 발급요건 <ul style="list-style-type: none"> - 운전자에 의한 자율주행기술 결합분리가 용이한 메커니즘 장착 - 자율주행기술 작동 여부를 알려주는 자동차 내부 시각인지장치 포함 - 위험감지나 결합발생시, 운전자에 통보하는 경고시스템 장착 - 자율주행기술 해제시 기존과 동일한 방식으로 운전가능 - 자율주행 작동시 충돌발생 전 적어도 30초 동안 자율주행기술센서 데이터저장(블랙박스요건) 및 3년간 보존 </div> (2) (d)항에 따른 DMV에서 발급한 자율주행 기술의 일반도로 시험 운행 허가를 받은 제조자의 허가증

조항	주요내용
(d) DMV 세부지침마련	(1) 세부지침 마련 시한 : 2015년1월1일 이내 (2) 운전자의 자율주행차량 탑승여부와 무관하게 안전한 주행 의무가 포함되며, 세부지침 작성을 위해 타 자동차 관리부서와의 협의가능 (3) 공공도로에서의 안전한 주행 보장 등의 추가 지침 공표 가능 (4) 무인 자율주행자동차의 운영을 위한 공청회 개최 의무

* 출처: 과학기술&ICT 정책·기술 동향 제23호, 미래창조과학부, 2014년 5월

자율주행 테스트 참가 업체는 캘리포니아 자율주행 테스트 규정을 기반으로 테스트 프로그램을 만들어야 하며, 2015년 12월까지 캘리포니아 자동차관리국이 테스트를 허가한 업체는 폭스바겐, 메르세데스-벤츠, 구글, 델파이, 테슬라, 닛산, 크루즈, BMW, 혼다, 포드 등 11개가 있다. 자율주행 테스트에 참가한 업체는 당해 11월 30일까지 시험하면서 나타난 ‘자율주행모드해제’의 테스트 결과를 다음 해 1월 1일까지 자동차관리국에 보고해야 한다.

(나) 자율주행자동차 관련 법률

① 자율주행자동차 관련 개념정의

캘리포니아 주 자율주행자동차법에서는 자율주행자동차의 개념을 [표 6-7]과 같이 정의하고 있다.

[표 6-7] 자율주행자동차 관련 개념 정의

구분	정의
자율주행기술	인간의 능동적·물리적 제어나 감독 없이도 자동차를 운행시킬 수 있는 기술
자율주행자동차	자율주행 기술이 장착된 자동차 * 자율주행 기술(들)을 통해 인간의 조작이나 감독없이 자동차 운행이 가능
담당국	자동차관리국(DMV, Department of Motor Vehicles)
작동자 (operator)	운전석 착석자 또는 운전사 부재시 자율주행 기술 작동 가능자
제조업자 (manufacturer)	자율주행기술이 장착된 자동차 제조자 또는 자동차 제조업자에 미장착된 자율주행기술을 탑재하여 자율주행자동차로 변환한 사람

* 출처: 미국의 자율주행자동차 임시운행허가에 관한 규제 분석, 한국법제연구원, 2014 (수정)

② 자율주행자동차 시험운행 요건

자율주행자동차의 시험운행 요건은 [표 6-8]과 같이 ‘운전자 요건’과 ‘보험 또는 채권 등 요건’이 있으며, 자동차업체가 해당 요건을 구비하더라도 자동차관리국의 승인을 받기 전까지 시험운행을 할 수 없다.

[표 6-8] 자율주행자동차 시험운행 요건

구분	내용
운전자 요건	<ul style="list-style-type: none"> 0 자율주행기술 제조업자에 의해 지정된 사람만이 도로에서 차량운행 가능 0 운전자는 자율주행자동차 작동 감독, 오작동 또는 긴급상황이 발생하면 즉시 수동제어할 수 있는 능력보유 0 운행에 적합한 등급의 허가증 소지
보험·채권 등 요건	<ul style="list-style-type: none"> 0 시험운행을 수행하려는 제조업자는 500만 달러에 상응하는 보험, 보증서, 또는 자가보험 증명을 획득하고 이를 자동차관리국에 제출 0 제출형태 및 방법은 자동차관리국 요구사항 준수

* 출처: 미국의 자율주행자동차 임시운행허가에 관한 규제 분석, 한국법제연구원, 2014 (수정)

③ 자율주행자동차 시험운행 승인을 위한 지원서 내용

자율주행자동차의 시험운행 승인을 위한 지원서에는 [표 6-9]와 같은 증명사항이 포함되어야 한다.

[표 6-9] 자율주행자동차 시험운행 승인을 위한 지원서 내용

구분	내용
자율주행기술 증명사항 (제조업자 증빙)	<ul style="list-style-type: none"> (A) 자율주행자동차는 자율주행기술 탑재 또는 분리 메커니즘 지원, 작동자는 용이하게 메커니즘 접근 가능 (B) 자율주행자동차는 자율주행기술 작동여부의 차량내부 표시 가능 (C) 자율주행자동차는 자율주행기술의 오작동을 작동자에게 경보하는 시스템 장착, 경보 발생시 시스템은 작동자에게 차량제어 요구, 작동자가 차량을 제어하지 않거나 불가할 경우 차량 정지 (D) 자율주행자동차는 작동자에게 다양한 차량제어 방법 제공 (E) 자율주행기술은 적용되는 모든 자동차 안전기준 및 성능요건에 부합

	(F) 자율주행기술은 적용되는 자동차 안전기준이나 성능요건을 무력화시켜서는 안됨 (G) 충돌 전 30초 동안 감지된 데이터를 저장하는 별도 기계장치 보유, 해당 데이터 3년 간 보존
시험운행 부합 관련 증명사항	0 제조업자는 자율주행기술을 공공도로에서 시험운행하였고 자동차관리국에 의해 수립된 시험운행 기준에 부합
보증서 또는 자가보험 부합 관련 증명사항	0 제조업자는 500만 달러 상당의 보증서 또는 자가보험 증명을 자동차관리국 규정대로 유지하고 있음을 증빙

* 출처: 미국의 자율주행자동차 임시운행허가에 관한 규제 분석, 한국법제연구원, 2014 (수정)

④ 자동차관리국 규정마련 의무

자동차관리국은 [표 6-10]과 같이 자율주행자동차 운행 승인을 위한 지원서와 구체적인 요건에 대한 규정을 마련하고, 규정 채택을 위한 공청회를 개최하여야 한다. 또한, 캘리포니아 간선도로 순찰대, 연구소 등 관련 기관과 협의를 통해 자율주행자동차의 안전성에 필요한 부가적 요건을 설정할 수 있다.

[표 6-10] 자동차관리국 규정마련 의무

구분	내용
규정 채택	0 자동차관리국은 보험, 보증서 또는 자기보험의 증빙 제출 요건과 자율주행자동차의 작동 신청 제출 및 승인에 대한 요건을 규율하는 규정을 채택 * 본 규정은 자동차관리국이 작동자의 탑승여부와 상관없이 자율주행자동차가 공공도로에서 안전한 작동을 위해 필요한 시험운행, 장비, 성능기준 포함
부가적 요건 설정	0 자동차관리국은 이러한 규정 개발을 위해 캘리포니아 간선도로 순찰대, 캘리포니아 대학교 교통연구소 또는 차량관리국에 의해 확인된 다른 기관과 협의 가능 0 자동차관리국은 협의를 통해 필요성이 인정된 사항을 규정의 부가적 요건으로 설정 가능
공청회 개최	0 자동차관리국은 무인 자율주행자동차의 작동에 적용되는 규정 채택을 위한 공청회 개최

* 출처: 미국의 자율주행자동차 임시운행허가에 관한 규제 분석, 한국법제연구원, 2014 (수정)

⑤ 자율운행자동차 시험운행에 대한 승인요건

자동차관리국은 [표 6-11]과 같이 시험운전 완료 및 필요 정보 제출, 채택된 규정내용의 충족 등 자율주행자동차 시험운행에 대한 승인요건을 규정하고 있다. 또한, 필요시 안전운행을 위한 추가요건을 규정하고 운전자의 착석을 요구할 수 있다.

[표 6-11] 자율운행자동차 시험운행에 대한 승인요건

구분	내용
승인요건	<ul style="list-style-type: none"> 0 자동차관리국은 지원서가 다음 조건을 만족할 경우 승인 <ul style="list-style-type: none"> - 지원자가 자동차관리국이 승인하는데 필요한 시험운전을 완료하고 필요한 모든 정보를 제출 - 지원자가 자동차관리국에 의해 채택된 규정의 모든 요건들을 준수
추가요건	<ul style="list-style-type: none"> 0 자동차관리국은 자율운행자동차의 운전운행을 보장하는데 필요한 추가 요건 부여가능 0 자동차관리국은 공공도로에서 자율주행자동차의 안전을 위하여 운전자 착석이 필요하다고 결정되면 이를 요구할 수 있음
기타 (입법사항 공지, 승인에 대한 효력 발생)	<ul style="list-style-type: none"> 0 자동차관리국은 제조업자가 무인자동차의 작동 승인을 원할 경우 지원서의 접수와 관련된 입법사항을 공지 0 자율운행자동차 시험운행 지원에 대한 승인은 지원서가 제출된 날짜 이후 180일이 경과하자마자 효력 발생

* 출처: 미국의 자율주행자동차 임시운행허가에 관한 규제 분석, 한국법제연구원, 2014 (수정)

⑥ 타 법률관의 관계

자율주행자동차법의 내용이 다른 주 법이나 규정(state law or regulation)과 충돌이 발생하면 미국 NHTA에서 제정한 연방규정들이 해당 조항들을 대신하여 적용된다.

(3) 네바다 주 및 캘리포니아 주 자율주행 관련 법 비교

자율주행자동차 관련 네바다 주법과 캘리포니아 주법 간 비교한 결과는 [표 6-12]와 같다. 네바다 주에서는 자율주행자동차 작동자 및 제조업자의 정의가 부재한 반면 캘리포니아 주에서는 존재한다. 캘리포니아 주법에서는 공공

도로의 정의가 없지만 네바다 주법에서는 이에 대한 개념 정의가 있다. 네바다 주법에서는 제조업자에 대한 정의가 없는 반면 제조업자 책임관계 부분에서는 자동차 제조업자를 의미한다. 캘리포니아 주법에서는 제조업자가 자율주행기술을 장착한 책임자를 지칭하며, 이는 차량제조업자가 자율주행기술을 적용하여 차량을 출시하거나, 차량 출시 후 다른 업체가 자율주행기술을 탑재하는 경우에 따라서 자율주행 제조업자가 달라진다는 것을 의미한다. 자율주행기술에 대한 책임소재를 나타내는 제조업자의 책임관계에서는 네바다 주법이 자동차 제조업체의 책임면제를 규정하고 있지만 캘리포니아 주법에는 부재하다. 자율주행자동차 등록기준 및 기술요건은 네바다 주법보다 캘리포니아 주법이 구체화되어 있다.

[표 6-12] 자율주행 관련 네바다 주법 및 캘리포니아 주법 간 비교분석

구분		네바다주	캘리포니아주
개념정의	자율주행기술	○	○
	자율주행자동차	○	○
	공공도로	○	-
	자율주행자동차 작동자	-	○
	제조업자	- (제조업자의 책임 부분에서 제조업자는 원래의 자동차 제조업자를 의미)	○ (자동차 제조업자가 아니라 자율주행기술 장착의 책임자를 의미)
시험운행 요건	인적요건	○	○
	재정적 요건 (보험, 채권 등)	○ (500만 달러 보험증권 제시)	○ (500만 달러 보험증권 제시)
자율주행자동차 등록기준/기술요건		① 자율주행기술의 분리수단을 장착 및 이에 대한 작동자의 접근 용이성 ② 자율주행기술 작동상황의 표시 ③ 자율주행기술의 오작동 감지 및 수동제어 경보	① 자율주행기술의 분리수단을 장착 및 이에 대한 작동자의 접근 용이성 ② 자율주행기술 작동상황의 표시 ③ 오작동에 대한 경보시스템에 따른

	④ 네바다주의 자동차 법규 및 교통 법규를 준수	작동자 조치의무 수행 ④ 작동자의 제어능력 ⑤ 자동차의 안전기준 및 성능요건에 부합 ⑥ 자동차 안전기준이나 성능요건을 무력화하지 않을 것 ⑦ 충돌 전 데이터 감지 및 저장, 보존
제조업자 책임관계	0 (자동차 제조업자의 책임면제)	-
시험운행 신청에 대한 승인요건	-	0
관계당국에 의한 규정마련 의무	0	0
자율주행자동차 작동을 위한 면허	0	0 (SUBDIVISION (d)에서 부가적 요건으로 명시하고 있음)
타법과의 관계	-	0

* 출처: 미국의 자율주행자동차 임시운행허가에 관한 규제 분석, 한국법제연구원, 2014(수정보완)

다. 자율주행 관련 정책

자율주행자동차는 원활한 교통흐름을 통한 최적의 주행과 이를 통한 연비향상, 오염감소, 교통약자의 부담경감, 인사사고 감소 등을 제공할 것으로 예상된다. 미국은 세계에서 자율주행자동차 활성화를 주도하고 있으며, 실제 네바다, 플로리다, 캘리포니아, 워싱턴DC와 같이 여러 주에서 자율주행자동차의 운행을 허용하는 법을 마련하고 시행 중에 있다. 그러나 아직까지 일관된 면허발급 체계나 표준화된 안전기준이 없고, 각 주마다 기준과 요건이 달라서 자율주행자동차의 개발 및 시험 등에 있어서 혼란이 가중될 우려가 있다. 예를 들면, 일부 주와 지방 정부에서는 운전자가 운전을 하지 않거나 운전대가 없는 자동차에 대해 도로 주행이 금지되는 등 일관된 법률이 부재하였다. 자

자율주행자동차 관련 최첨단 기술이 가속화 되는 반면 기존 법제도가 이러한 기술변화에 적극 대처하지 못한다면 자율주행 관련 신규시장 창출 및 사업화를 저해하는 요인이 될 수 있다.

이를 위해, 미국 연방 교통부와 자동차 정책을 총괄하는 연방기관인 도로교통안전국(NHTSA)은 2016년 9월에 자율주행 정책의 입법방향과 정책기조를 제시하는 “Federal Automated Vehicle Policy: Accelerating the Next Revolution In Roadway Safety”를 발표하였다. “Federal Automated Vehicle Policy”에서는 각 주와 연방 정부 간 법률 적용 시 차이로 인한 법률적 모호성과 자율주행자동차로 의해 초래되는 윤리문제에 대하여 자동차 제조사의 명시적인 책임을 요구하였다. 또한 [표 6-13]과 같이 입법과제 중 핵심인 일반도로에서 운행될 자율주행자동차 성능 가이드라인(Vehicle Performance Guidance)을 포함하고 있으며, 15개의 항목으로 구성된 성능 가이드라인에는 구속력이 있는 법령은 아니지만 차량성능 관련 쟁점들의 체계를 제공한다는 점에서 의미가 있다. 성능 가이드라인은 기술변화에 따라 계속 수정되며, 미국 교통부는 정책 발표 후 60일 동안 공개의견을 수렴하며 이를 통해 매년 정책을 갱신한다.

[표 6-13] 성능 가이드라인 주요 내용

구분	내용
1. 데이터 기록 및 공유 (Data Recoding and Sharing)	0 자율주행자동차 주행 상태, 교통사고 상황, 시스템 오류 등을 확인할 수 있는 데이터를 충실히 기록하고 공유하며, 이를 활용할 수 있어야 함
2. 사생활 보호 (Privacy)	0 자동차 이용자는 자율주행 중 수집 및 저장되는 데이터의 종류를 파악할 수 있으며, 개인정보 수집에 대해서는 거부할 수 있음
3. 시스템 안전 (System Safety)	0 자율주행자동차는 시스템 오작동, 정지, 교통사고 등 긴급상황에 안전하게 대응할 수 있는 시스템을 제공하며, 이러한 안전 시스템은 객관적인 외부 검증을 통해 기술적 문제 발생시 안전하게 작동될 수 있음이 증명되어야 함
4. 사이버 보안 (Vehicle Cyber-security)	0 자율주행자동차는 사이버 공격에 방어할 수 있는 보안시스템을 제공하며, 제조사는 보안 관련 프로그램과 평가 내용을 기록하며 이정보는 동일 산업 분야 내에서 공유되어야 함

<p>5. 인간과 기계 인터페이스 (Human-Machine Interface)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자율주행자동차는 자율주행과 인간조종 간 상호 안전한 전환을 제공하며, 운전자는 자율주행이 어려운 상황을 쉽게 인지할 수 있어야 함 ○ 자율주행자동차는 자율주행 중 안전을 위하여 보행자나 타 차량과 소통할 수 있어야 하며, 필요시 도로시설 등과 통신이 가능해야 함
<p>6. 충돌 안전성 (Crash-worthiness)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자율주행자동차는 차량 안전 성능에 대한 미국 도로교통안전국의 기준을 충족하고 사고 발생시 승객을 보호할 수 있음을 증명해야 함
<p>7. 소비자 교육 및 훈련 (Consumer Education and Training)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조사는 판매자 등 직원에게 자율주행 작동원리를 설명할 수 있도록 교육하며, 제조사 및 판매자는 소비자에게 자율주행자동차의 기능과 한계, 긴급상황 대처 요령 등을 교육하는 프로그램을 운영해야 함
<p>8. 등록 및 인증 (Registration and Certification)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 각 자율주행자동차의 시스템 성능과 한계를 명시하며, 자율주행 관련 소프트웨어 업데이트 내용이나 신규 자율주행기능을 도로교통안전국에 보고해야 함
<p>9. 사고 후 대처 (Post-Crash Behavior)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자율주행자동차가 충돌 후 재운행될 경우 제조사는 센서나 안전 제어시스템이 완전히 복구되어 차량이 안전함을 미리 증명(복구를 위한 테스트, 평가, 실행자료 필요)해야 함
<p>10. 연방, 주 및 지역 법률 (Federal, State and Local Laws)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자율주행자동차는 운전자에 적용된 각 주나 지역별 법과 관습을 준수해야 함
<p>11. 윤리적 고려 (Ethical Considerations)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자율주행자동차는 윤리적 판단이 많은 사람들에게 영향을 미치므로 안전, 운행, 법률 등에 따라 운전자, 승객, 보행자를 고려하고 윤리적 측면에서 상황별 대응전략이나 프로그램을 설계하는 것이 필요하며, 사고 위험시 승객과 주변을 보호하는 윤리적인 판단은 매우 중요하므로 제조사는 해당 전략이나 프로그램을 정부에 보고해야함
<p>12. 운영 설계 (ODD: Operational Design Domain)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자율주행자동차 제조사는 운행할 도로 종류, 지역, 위치, 속도 범위, 날씨 등 다양한 도로·환경 속에서 차량이 원활히 작동하도록 설계된 기능이나 시스템의 정의를 문서화한 ODD를 작성해야 함
<p>13. 인식과 대응 (Object and Event Detection and Response)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자율주행자동차는 사전에 충돌상황을 인식하고 적절하게 대처할 수 있는 기능을 입증해야 함
<p>14. 비상 대처 (Fall Back-Minimal Risk Condition)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자율주행자동차는 비상상황 발생시 안전하게 인간운전 모드 전환 등과 같은 비상 대처 전략이 필요하며, 탑승객의 운전가능 여부, 졸음이나 음주상태 등 다양한 상황이 고려되어야 함 ○ 자율주행자동차는 운행 중 문제 발생시 위험을 최소화할 수 있는 관련 프로세스 구축이 필요함

15. 검증 (Validation Methods)	<ul style="list-style-type: none"> o 제조사는 자율주행 기능이나 장치가 안전하게 작동되는지 시뮬레이션, 시험도로, 일반도로 테스트가 포함된 평가·검증 방법을 제시해야 함 o 제조사는 도로교통안전국과 다른 표준 조직(SAE⁸⁾, NIST⁹⁾) 등과 함께 혁신적인 테스트 방법을 개발하고 갱신하도록 협조해야 함
--------------------------------	---

※ Federal Automated Vehicles Policy, NHTSA, 201609; 현실이 된 무인차 시대, 한국기업의 기회와 위기, 삼성증권, 20160929; 미연방 자율주행자동차 정책, NIA, 20160927; 최근 미국의 자율주행자동차 관련 법제도 변화 내용과 시사점, 국회입법조사처, 20161031 자료 수정 보완

2. 유럽

유럽에서는 도로교통 및 안전에 대해 유엔협약(United Nations Convention on Road Traffic, 일명 비엔나 협약) 및 유럽 회원국 각국의 도로교통 관련 법령에 따라 규제하고 있다. 비엔나 협약은 1968년 UN에서 협약국 간 도로교통 및 안전 관련 교통법규의 표준화를 위해 제정되었으며, 영국, 스페인 등을 제외한 대부분 UN이 가입된 상태이다. 우리나라는 비엔나 협약이 국제적 효력이 있는 규정임을 승인하였지만 가입을 하지 않은 상태이다.

유럽에서는 1977년 12월에 발효된 비엔나 협약 제8조 5항에서 “운전자가 항상 차량을 제어하고 있어야 한다(Every driver shall at all times be able to control his vehicle or to guide his animals)”는 규정에 따라 자율주행 기술개발 및 시험평가를 통한 상용화 추진이 제한되고 있었다. 특히 비엔나 협약의 비가입국가인 미국이 선도적으로 자율주행자동차 관련 법제도를 마련하고 자율주행 산업을 추진하고 있음을 감안할 때 유럽의 자동차 업체들도 규제 개선을 통한 시장 진입의 필요성을 절감하게 되었다. 이를 위해 오스트리아, 벨기에, 프랑스, 독일, 이탈리아 정부는 자율주행을 위하여 비엔나 협약 제8조 및 제39조에 대한 수정 의견을 UNECE(United Nations Economic

8) SAE(Society for Automobile Engineers): 미국자동차공학회

9) NIST(National Institute of Standards and Technology): 국가표준기술연구소

Commission for Europe)에 제안하였으며, 2014년 3월 26일에 UNECE Working Party of Road Traffic Safety(WP 1)에서 수정안이 채택되고 9월 23일 개정안이 제출되었으며, 개정안은 2016년 3월부터 효력이 발생된다.

주요 수정 내용은 ‘운전자가 항상 차량을 제어하고 있어야 한다’는 조항에서 ‘운전자가 제어할 수 있는 한’으로 변경됨에 따라 자율주행이 가능하게 되었다. 단, 수정내용은 운전자의 탑승을 명시하고 있으므로 완전자율주행이 아닌 부분 자율주행의 시험 및 주행만 가능하다. 비엔나 협약 수정을 통해 협약 가입국인 독일, 프랑스, 이탈리아 등 유럽 대부분의 국가를 포함하여 73개국은 자율주행자동차 시험운행과 상용화를 수행할 수 있게 되었다. 각 국별 교통체계 및 안전규정 등이 상이하므로 자체적으로 안전관련 인증체계, 사고발생시 책임소재 명확화, 자율주행 관련 보험체계 등 세부검토가 필요하며, 향후 자율주행으로 인한 법제도 제정 및 개선까지 소요되는 시간을 고려하면 상당한 기간이 필요할 것으로 전망된다. 또한 유럽에서는 각 회원국의 입장을 고려하여 자율주행을 위한 통일된 법률 프레임워크(legal framework)를 개발하는 것이 필요하므로 입법 결과물은 상대적으로 미국보다 지연될 가능성이 높다.

비엔나 협약에 가입하지 않았던 영국은 다른 유럽 국가보다 빠르게 일반도로에서 자율주행 시범운행을 시작하였다. 실제로 영국 교통부에서는 2015년 2월 자율주행자동차 입법에 대한 로드맵과 5월부터 런던 근교 4개 지역(브리스톨, 그리니치, 밀턴케인스, 코번트리)에서 시험운행을 허가하는 계획을 발표하였다. 또한 2015년 7월에 테스트를 안전하게 수행할 수 있는 프레임워크를 규정하는 ‘실행지침(Code of Practice)’을 마련하였으며, 지침에는 차량 보안성 강화에 초점을 두고 있으며 해킹 방지, 개인정보보호를 제공할 수 있는 규정을 포함하고 있다. 또한 시험운행을 하는 기업은 차량속도, 수동·자율운행 모드, 브레이크 사용 등 데이터를 기록하며 사고발생시 운전자 및 자율주행 SW 간 책임소재를 판단하기 위해 관련 정보를 조사관에게 제공해야 한다. 미국 정부는 자율주행자동차 시험운행에 대해 규제적으로 접근하는 반면 영국 정부는 규제부담이 적은 실행지침을 제정하여 자율주행자동차 기술 수용 및 활용을 위한 법제도적 기반을 마련하였다. 영국 정부는 2017년 8월까지 자율

주행자동차 사고 발생 시 명확한 책임성을 규정하고 운전자 없이 자율주행운행을 위한 법안 수정 등 입법 개선을 할 예정이다.

독일정부에서는 비엔나 협약에 따른 조항을 고수하기 때문에 ‘운전자가 없는’ 차량의 운행이 불가능하였지만 2015년 2월 베를린에서 뮌헨을 종단하는 9번 고속도로인 A9에서 자율주행자동차 시험주행을 위한 파일럿 프로젝트를 발표하여 실도로를 대상으로 자율주행 연구를 시작하였다. 2017년까지 자율주행자동차의 상용화를 위해 사고발생시 책임소재 명확화, 운전면허 발급 및 보험가입 등 상세 법안을 마련할 계획이다.

3. 한국

가. 개요

우리나라는 자율주행자동차의 상용화에 대비한 법제도, 인증, 보험 등 선결과제를 해결하는 것이 필요하지만, 아직까지 제도적 지원은 미흡한 실정이다. 국내 기업, 학교, 연구소 등은 구글, 아우디, 벤츠 등과 같이 자율주행 차량이 도로에서 운행하기에 충분한 안전성을 제공하는 기술 확보 및 충분한 시험경험이 필요하고, 정부에서는 자율주행 자동차를 활성화하기 위한 자율주행 자동차 규격, 성능, 안전성 기준과 도로 시험주행 관련 기준, 사고 발생 시 보험 및 배상 책임 기준, 자율주행 차량을 위한 운전면허증 발급기준 등을 마련하는 것이 필요하다.

나. 자율주행 관련 법제도 제정 및 개선방안

도로교통법상 자율주행자동차는 일반도로에서 주행할 수 없으므로 자율주행 시험을 위한 운행이 불가능하며, 시범주행의 안정성 검증을 위한 기준도 미비하다. 또한 운전자 없이 무선통신으로 차량이 제어되는 경우 현행 도로교통법과 상충되는 문제를 해결하기 위한 관련법도 필요하다. 따라서 자율주행자동차의 신규 시장 및 서비스 창출을 위한 법제도 제정 또는 개선을 위한 범부처 차원의 논의가 필요하다.

안전요건 및 책임소재, 안정성 확보 심사 기준 등을 통과할 경우 자율주행 자동차 운영을 허가하는 신규 법제도 제정이 필요하다. 이를 위해, 자동차관리법, 자동차손해배상법 등(국토해양부), 차량자체의 안전인증(산업통상자원부), 무인차의 도로주행 관련 도로교통법(경찰청), 미래창조과학부(보안), 금융위원회(보험) 등 범부처적인 협의가 필요하다.

운전자는 ‘자동차관리법’에 따라 등록된 자동차를 ‘도로법’, ‘도로교통법’ 및 ‘교통안전법’ 등에 따라 운행하여야 하므로 [표 6-14]와 같이 자율주행자동차의 주행을 위한 관계법령의 개선이 요구된다. 예를 들면, 자동차관리법(자동차 안전기준), 도로법(전용도로 지정 및 설계기준 등), 도로교통법(면허·허가 등)을 자율주행이라는 새로운 환경에 적합하도록 정비할 필요가 있다.

[표 6-14] 자율주행 관련 법제도 제정 및 개선사항

조항	내용
자율주행자동차 관련 제도개선사항	<ul style="list-style-type: none"> ○ ‘도로법’, ‘도로교통법’, ‘자동차관리법’, ‘자동차손해배상 보장법’ 및 ‘교통안전법’ 등 도로와 자동차 관련 현행 법령의 개정 또는 자율주행자동차에 관한 특례입법 등을 고려할 수 있음 * 자율주행자동차 관련 입법이 이루어진 미국의 사례를 참조하여 국내 환경에 부합한 법제도를 마련할 필요가 있음
자율주행자동차 관련 운행허용 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ ‘도로법’, ‘도로교통법’ 및 ‘자동차관리법’ 등 현행법 개정을 통해 자율주행자동차에 대한 운영을 허용하는 수준으로 개정하는 방안이 고려될 수 있음 * 이와 유사한 입법방식으로 “저속전기자동차”에 대해 일반자동차와 다른 자동차안전기준을 정하여 일정구역에서 운행할 수 있도록 하는 특례규정을 두고 있는 ‘자동차관리법’¹⁰⁾이 있음 * 미국의 입법례 사례를 통해 자율주행자동차의 운행허용요건, 자율주행자동차 요건 및 책임 등을 관계법령별 개정할 필요가 있음

실제로 자율주행자동차를 위한 자동차관리법에 대하여 일부개정법률안을 발의(김희정 의원 외 16인, 2014년 10월 1일)하였으며, 제안이유 및 주요내용

10) 최고속도가 시속 60km이하이고, 차량총중량이 1.361kg 이하인 전기에너지를 동력원으로 사용하는 전기자동차를 말한다(‘자동차관리법’ 제35조의2 및 같은 법 시행규칙 제57조의2).

은 다음과 같다.

- 운전자의 조작 없이 자동차 자율로 조종되는 소위 무인자동차는 2020년부터 양산형 모델이 등장할 것으로 예상되며, 2040년에는 자동차의 주류로 부상할 것으로 전망됨
- 자동차 선진국인 미국의 여러 주에서는 무인자동차 경쟁에서 우위를 점하고자 무인자동차 시험운행이 가능하도록 입법화를 완료하고 개발을 지원하고 있음. 그런데 주요 자동차 생산국 중 하나인 우리나라에서는 아직까지도 무인자동차의 시험운행을 허가할 제도가 마련되어 있지 않음
- 이에 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차를 “자율주행자동차”로 정의하고, 자율주행자동차를 시험·연구 목적으로 운행할 수 있도록 함으로써 자율주행자동차 개발을 지원하려는 것임(안 제2조제1호의3 및 제27조제1항 단서 신설).

자동차관리법에 대한 일부개정법률안 및 신·구조문 대비표는 각각 [표 6-15] 및 [표 6-16]과 같다.

[표 6-15] 자동차관리법 일부개정법률안

자동차관리법 일부를 다음과 같이 개정한다.

제2조에 제1호의3을 다음과 같이 신설한다.

1의3. “자율주행자동차”란 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차를 말한다.

제27조제1항에 단서를 다음과 같이 신설한다.

다만, 자율주행자동차를 시험·연구 목적으로 운행하려는 자는 국토교통부령으로 정하는 안전운행요건을 갖추어 국토교통부장관의 임시운행허가를 받아야 한다.

부 칙

이 법은 공포 후 2년이 경과한 날부터 시행한다.

[표 6-16] 자동차관리법 일부개정법률안 신·구조문 대비표

현 행	개 정 안
<p>제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.</p> <p>1. 1의2.(생략) 〈신설〉</p> <p>2. ~ 10. (생략)</p> <p>제27조(임시운행의 허가) ① 자동차를 등록하지 아니하고 일시 운행을 하려는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관 또는 시·도지사의 임시운행허가(이하 “임시운행허가”라 한다)를 받아야 한다.</p> <p>〈단서 신설〉</p> <p>② ~ ④ (생략)</p>	<p>제2조(정의) ----- -----.</p> <p>1. 1의2.(현행과 같음) 1의3. “자율주행자동차”란 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차를 말한다.</p> <p>2. ~ 10. (현행과 같음)</p> <p>제27조(임시운행의 허가) ① ----- ----- ----- -----.</p> <p>다만, 자율주행자동차를 시험·연구 목적으로 운행하려는 자는 국토교통부령으로 정하는 안전운행요건을 갖추어 국토교통부장관의 임시운행허가를 받아야 한다.</p> <p>② ~ ④ (현행과 같음)</p>

2016년 2월 11일에는 「자율주행자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정」을 제정하였으며, 임시운행에 필요한 세부요건 및 확인방법 등 안전운행요건을 명시하고 있다. 본 규정에는 [표 6-17]과 같이 자율주행시스템의 정의를 “운전자의 적극적인 제어 없이 주변 상황 및 도로정보를 스스로 인지하고 판단하여 자동차의 가·감속, 제동 또는 조향장치를 제어하는 기능 및 장치를 말한다.”와 같이 보다 구체적으로 규정하고 있다.

[표 6-17] 자동차관리법 및 규정에서의 자율주행자동차 정의

구분	자율주행자동차 정의
<p>자동차관리법 제2조 제1의 3호</p>	<p>(정의) “자율주행자동차”란 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차를 말한다</p>
<p>자율주행자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정 제2조 제4호</p>	<p>(정의) “자율주행시스템”이란 운전자의 적극적인 제어 없이 주변 상황 및 도로정보를 스스로 인지하고 판단하여 자동차의 가·감속, 제동 또는 조향장치를 제어하는 기능 및 장치를 말한다.</p>

자동차관리법에서는 자율주행자동차의 시험·연구를 수행하기 위해 일반적인 자동차의 안전요건 충족 외에도 ‘안전운행요건’도 만족시켜야 하며, 자율주행자동차의 안전한 운행을 위해 자동차의 구조 및 기능, 탑승인원 및 방법, 보험가입, 사전시험주행 등 다양한 요건을 충족시키는 것이 필요하다. 「자율주행자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정」에서는 [표 6-18]과 같이 이러한 요건들에 대해 구체적으로 제시하고 있다.

[표 6-18] 「자율주행자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정」 주요 내용

구분	내용
제4조(보험가입)	자율주행자동차 임시운행허가 신청인은 보험에 가입해야 함
제5조(사전시험주행)	자율주행자동차 임시운행허가 신청인은 자율주행 기능의 작동 확인을 위해 시험시설 등에서 충분한 사전 주행을 실시해야 함
제8조(자율주행자동차의 표지 부착)	자율주행자동차 임시운행허가 신청인은 자동차 후면에 자율주행자동차임을 알 수 있도록 표지를 부착해야 함
제13조(기능고장 자동감지)	자율주행자동차는 기능고장을 자동으로 감지할 수 있는 구조여야 함
제14조(경고장치)	자율주행자동차는 차량 기능고장, 운전전환요구 등이 발생할 경우 시각·청각·촉각 중에서 청각을 비롯한 2개 이상의 조합을 통해 경고를 주어야 함
제15조(운전자우선모드 자동전환)	자율주행자동차가 자율주행 모드로 운행되더라도 운전자가 언제라도 수동 조작을 하게 되면 자율주행기능이 해제됨
제16조(최고속도제한 및 전방충돌방지 기능)	자율주행자동차는 속도제한, 전방충돌방지 기능이 있어야 함
제17조(운행기록장치 등)	자율주행자동차에는 자율주행시스템의 작동모드 확인, 제동장치 및 가속제어장치의 조종장치 작동상태, 조향핸들 각도, 자동변속장치 조종레버의 위치를 저장하는 운행기록장치를 장착해야 함
제19조(탑승인원)	자율주행자동차 임시운행시 비상상황을 대비하기 위해 운전자를 포함하여 최소 2명 이상이 탑승해야 함

자동차관리법 제27조 제1항, 자동차관리법 시행령 제7조 제4항, 자동차관리법 시행규칙 제26조의2 제2항에서는 [표 6-19], [표 6-20], [표 6-21]과

같이 자율주행자동차의 시험운행을 위한 임시운행허가를 받기 위해 해당 차량이 허가요건에 충족되는지 확인하기 위한 규정을 추가하였다. 자동차관리법 시행령 제7조 제4항에서 “법 제27조제1항 단서에 따라 자율주행자동차를 시험·연구 목적으로 운행하려는 경우 임시운행허가의 기간은 5년 이내로 한다.”를 추가하여 자율주행자동차의 임시운행 허가기간을 구체적으로 명시하였다. 허가요건이 충족되면, 신청일로부터 20일 이내에 허가기간을 5년 이내로 한 허가증을 발부하고 지자체에 통보하며, 지자체는 통보에 의해 번호판을 발급한다.

[표 6-19] 자동차관리법 제27조

제27조(임시운행의 허가) ① 자동차를 등록하지 아니하고 일시 운행을 하려는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관 또는 시·도지사의 임시운행허가(이하 “임시운행허가”라 한다)를 받아야 한다. 다만, 자율주행자동차를 시험·연구 목적으로 운행하려는 자는 허가대상, 고장감지 및 경고장치, 기능해제장치, 운행구역, 운전자 준수 사항 등과 관련하여 국토교통부령으로 정하는 안전운행요건을 갖추어 국토교통부장관의 임시운행허가를 받아야 한다. <개정 2013.3.23., 개정 2015.8.11.>

② 국토교통부장관 또는 시·도지사는 임시운행허가의 신청을 받은 경우에는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 이를 허가하고 임시운행허가증 및 임시운행허가번호판을 발급하여야 한다. 다만, 수출목적으로 운행구간을 정하여 임시운행허가기간을 1일로 신청한 자의 요청이 있는 경우로서 임시운행허가번호판을 부착하지 아니하고 운행할 필요가 있다고 인정되는 때에는 이를 발급하지 아니할 수 있다. <개정 2011.5.24., 2013.3.23.>

③ 임시운행허가를 받은 자동차는 그 허가 목적 및 기간의 범위에서 임시운행허가증 및 임시운행허가번호판(제2항 단서의 경우는 제외한다)을 부착하여 운행하여야 한다. <개정 2011.5.24.>

④ 임시운행허가를 받은 자는 제3항의 기간이 만료된 경우에는 국토교통부령으로 정하는 기간 내에 임시운행허가증 및 임시운행허가번호판을 반납하여야 한다. <개정 2013.3.23.>

[표 6-20] 자동차관리법 시행령 제7조

제7조(임시운행의 허가 등)

① 시·도지사는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 법 제27조제1항에 따른 임시운행허가를 할 수 있다. <개정 1999.7.29., 2001.6.29., 2002.12.31., 2006.5.30., 2008.9.25.,

2009.3.27., 2010.2.5., 2013.3.23., 2015.5.1.>

11. 다음 각 목의 자가 시험·연구의 목적으로 자동차를 운행하려는 경우

가. 법 제30조제2항에 따라 등록을 한 자

나. 법 제32조제3항에 따라 성능시험을 대행할 수 있도록 지정된 자

다. 자동차 연구개발 목적의 기업부설연구소를 보유한 자

라. 해외자동차업체나 국내에서 자동차를 제작 또는 조립하는 자와 계약을 체결하여 부품개발 등의 개발업무를 수행하는 자

마. 전기자동차 등 친환경·첨단미래형 자동차의 개발·보급을 위하여 필요하다고 국토교통부장관이 인정하는 자

② 제1항에 따른 임시운행허가기간은 다음 각 호의 구분에 따른다. <개정 1998.12.31., 2001.6.29., 2002.12.31., 2010.2.5., 2015.5.1>

1. 제1항제1호·제3호·제7호부터 제9호까지 및 제12호에 해당하는 경우 : 10일 이내

1의2. 제1항제2호에 해당하는 경우 : 20일 이내

2. 제1항제4호 또는 제10호에 해당하는 경우 : 40일 이내

3. 삭제 <2002.12.31.>

4. 제1항제11호에 해당하는 경우 : 2년(제1항제11호마목의 경우에는 5년)의 범위에서 해당 시험·연구에 소요되는 기간

③국토교통부장관은 정치·외교·문화·예술 및 체육 등의 행사에 제공하기 위하여 임시운행허가를 하려는 경우에는 신청에 의하여 6개월 이내의 기간을 정하여 이를 허가할 수 있다. <개정 2008.2.29., 2010.2.5., 2013.3.23.>

④법 제27조제1항 단서에 따라 자율주행자동차를 시험·연구 목적으로 운행하려는 경우 임시운행허가의 기간은 5년 이내로 한다. <신설 2016.1.6.>

⑤시·도지사는 임시운행허가를 받은 자가 법 제27조제4항에 따라 임시운행허가증 및 임시운행허가번호판을 반납하지 아니하는 경우에는 이를 회수하여야 한다. <개정 2010.2.5., 2016.1.6.>

[제목개정 2010.2.5.]

[표 6-21] 자동차관리법 시행규칙 제26조의2 2항

제26조의2(자율주행자동차의 안전운행요건)

① 법 제27조제1항 단서에서 “국토교통부령으로 정하는 안전운행요건”이란 다음 각 호의 요건을 말한다.

1. 자율주행기능(운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행하는 기능을 말한다. 이하 이 조에서 같다)을 수행하는 장치에 고장이 발생한 경우 이를 감지하여 운전자에게 경고하는 장치를 갖출 것
 2. 운행 중 언제든지 운전자가 자율주행기능을 해제할 수 있는 장치를 갖출 것
 3. 국토교통부장관이 정한 운행구역에서만 운행할 것(자율주행기능을 사용하는 경우만 해당한다)
 4. 운행정보를 저장하고 저장된 정보를 확인할 수 있는 장치를 갖출 것
 5. 자율주행자동차임을 확인할 수 있는 표지(標識)를 자동차 외부에 부착할 것
 6. 자율주행기능을 수행하는 장치에 원격으로 접근·침입하는 행위를 방지하거나 대응하기 위한 기술이 적용되어 있을 것
 7. 그 밖에 자율주행자동차의 안전운행을 위하여 필요한 사항으로서 국토교통부장관이 정하여 고시하는 사항
- ② 제26조제1항에 따라 자율주행자동차의 임시운행허가 신청을 받은 국토교통부장관은 별 제32조제3항에 따라 성능시험을 대행하는 자(이하 “성능시험대행자”라 한다)로 하여금 제1항에 따른 안전운행요건에 적합한지 여부를 확인하게 한 후 안전운행요건에 적합하다고 인정하는 경우 임시운행허가를 하여야 한다.
- ③ 제1항 및 제2항에 따른 안전운행요건의 확인에 필요한 세부사항은 국토교통부장관이 정하여 고시한다.
- [본조신설 2016.2.11.]

국토교통부에서는 2016년 내로 자율주행 시험운행구간 지정방식을 기존 포지티브11)에서 원칙적으로 자율주행 운행을 허용하는 네거티브12)로 전환하여 전국 모든 도로에서 자율주행자동차 시험운행이 가능하도록 제도를 개선할 계획이다. 현재 자동차관리법령에서는 국토교통부 장관이 정한 구역에서만 자율주행자동차가 운행이 되도록 규정되어 있으며, 실제로 고속도로 1개, 국도 5개, 규제 프리존, 세종시 등 시험운행구간이 지정되어 있다. 단, 시험운행 시 위험을 초래할 수 있는 구간을 검토하여 어린이, 노인, 장애인 등 교통약자 보호구역은 제외된다. 국토교통부는 2016년 9월에 자율주행자동차 시험구간을 원칙적으로 허용하고 예외적으로 금지하는 내용을 포함한 「자동차관리법 시행

11) (포지티브 방식): 허용사항을 열거하고 그 외를 규제하며, '원칙적 금지-예외적 허용'하는 방식
 12) (네거티브 방식): 금지사항을 열거하고 그 외를 허용하며, '원칙적 허용-예외적 금지'하는 방식

규칙 일부개정(안)」을 입법 예고하였다. 주요 개정사항은 [표 6-22]와 같다. 자율주행자동차 제작사가 시험운행 허가를 위한 사전주행 실적이 필요하므로 학교, 중소기업 등의 참여확대를 위하여 캠퍼스 내에서의 주행실적도 인정되며 주말에 공공 주행 시험장도 무료로 개방할 예정이다.

[표 6-22] 자동차관리법 시행규칙 제26조의2 제1항 제3호 개정

현 행	개 정 안
제26조의2(자율주행자동차의 안전운행요건) ① 법 제27조제1항 단서에서 “국토교통부령으로 정하는 안전운행요건”이란 다음 각 호의 요건을 말한다.	제26조의2(자율주행자동차의 안전운행요건) ①----- ----- -----.
1. 2.(생 략)	1. 2.(현행과 같음)
3. 국토교통부장관이 정한 운행구역에서만 운행할 것(자율주행기능을 사용하는 경우만 해당한다)	3. 어린이, 노인 및 장애인 등 교통약자의 보행 안전성 확보를 위해 국토교통부장관이 별도로 정한 구역에서는 운행하지 아니할 것(자율주행기능을 사용하는 경우만 해당한다)
4.~7. (생 략)	4.~7.(현행과 같음)

자율주행 시험운행 허가차량에 대한 자동명령조향기능의 속도 제한이 폐지된다. 자동명령조향기능은 자율주행자동차에 설치된 센서이며 주변상황 및 시설물을 감지하고 제어하여 차로 유지 또는 변경을 지원하는데 현재 시속 10km 이내에서만 작동되도록 제한받고 있다. 자율주행자동차가 시험·연구의 목적으로 임시운행 되는 경우, 자율주행 기술 개발을 위하여 10km 속도 제한 기준의 적용 면제를 입법예고 중이다.

자율주행자동차가 안전한 운행을 위하여 주변 차량과 정보교환이 필요하지만 현재 위치정보법에 의해 근처 차량의 소유자에 반드시 위치정보 제공을 동의받는 것이 필요한데, 이는 자율주행기술 개발의 걸림돌이 되는 과잉 규제라고 제기되었다. 방송통신위원회는 2016년 9월에 자율주행과 같은 신규 정보통신기술 발전과 시장환경 변화를 제대로 반영하지 못하고 있는 개인정보 규제를 합리화하기 위하여 「정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률

(정보통신망법)」, 「위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률(위치정보법)」 및 위치정보법 시행령 개정안을 마련하였다. 특히 현행 위치정보법은 사물위치정보에 대해서도 소유자의 사전동의를 요구하는데 실제 소유자의 동의를 얻기가 용이하지 않는 경우가 있으므로 법규 준수의 어려움이 있었다. 이를 위해 소유자의 사전동의 없이도 사물위치정보를 처리할 수 있도록 규정하였다.

다. 한국 및 미국 법제도 비교

[표 6-23]과 같이 미국 네바다, 플로리다, 캘리포니아, 미시간, 워싱턴DC와 우리나라의 법제도 세부 규제사항을 비교한 결과이다.

[표 6-23] 자동차관리 및 도로교통법상 주요 규제사항 별 한국·미국 비교

세부 규제사항	주별, 국가별	내 용
테스트를 위한 보험사항	캘리포니아, 네바다, 플로리다	- 제조사는 오백만 달러의 보험을 필요로 함 - DWM(자동차 관리국)에 보유 및 유치
	미시간	- 최소로 요구하는 보유액 기준 없음 - 자동차가 보험에 들었음을 입증하는 자료 제출
	우리나라	-
운전석, 운전대 등 응급상황의 경우 재시작 요구	캘리포니아, 네바다, 미시간, 플로리다	- 운전대와 페달이 있는 운전석 - 운전자는 운전석에 있으며, 항시 안전 운행시스템 감시
	우리나라	- 자율주행기능에 문제가 있을 경우 경고하는 장치 - 자율주행기능을 해제할 수 있는 장치
충돌이나 오작동에 대한 보고	캘리포니아	- 제조사로 하여금 자율주행상태에서 종료되는 것에 대한 데이터 수집 보고 의무
	네바다	- 자율주행차의 주행 중 사고나 교통질서 위반 보고
	우리나라	-
시험운행의 지리적, 환경적 제한	캘리포니아, 미시간, 플로리다	- 시험운행에 제한 없음
	네바다	- 지리적으로 시험운행을 위한 무제한 또는 유제한 허가를 함
	우리나라	- 시험운행구간 지정

		※ 전국 모든 도로에서 자율주행자동차 시험운행이 가능하도록 제도 개선 계획(2016년 9월 「자동차관리법 시행규칙 일부개정(안)」을 입법 예고)
공공도로 주행 전 허가 요구사항	캘리포니아	- 허가 필요, 시뮬레이션 테스트 완수
	네바다	- 10,000마일 이상 자율주행 상태로 운행
	우리나라	- 고장감지 및 경고장치, 기능해제장치, 운행구역, 운전자 준수사항 등과 관련하여 국토교통부령으로 정하는 안전운행요건을 갖추어 국토교통부 임시운행허가를 받아야 함
시험 운행 운전자 허가 및 교육	캘리포니아	- 주 당국으로부터 허가 필요 - 자율주행자동차 시험 운행 운전자 프로그램 완수
	플로리다, 미시간	- 일반적인 운전면허만 요구
	우리나라	-
시험 주행차의 법률 적용	캘리포니아	- 자동차법, 지역의 고속도로법
특별 번호판 요구 (시험운행 및 배치)	워싱턴DC, 네바다	- 시험운행(붉은색), 배치(초록색)
	미시간	- 시험운행만 허가 및 부착
	우리나라	-
배치된 자율주행차의 법률 적용	네바다	- 연방의 기준과 규정 및 주의 교통법규
자율주행차 운전면허	네바다	- DMW(자동차 관리국)를 통한 운전자 면허 보증 시스템
	워싱턴DC	- 교육을 받았음을 증명하는 보증 요구
	플로리다, 미시간	- 일반적인 운전면허만 요구
	우리나라	-
불법행위의 법적책임	네바다, 플로리다, 미시간	- 제 3자의 자동차 개조로 인한 손해의 경우 제조사는 책임을 지지 않음
	우리나라	-

※ 출처: 자율주행차 관련 해외 법·제도 동향, 교통과학연구원, 201608 수정 보완

우리나라는 아직까지 미국에 비해 세부 규제사항이 미흡한 부분이 많으며 주로 시범운행에 대한 일부분에 한해 법제도 규정 정도만 있으므로 미국의 상세한 법제도를 고려하여 한국에 적합한 법제도 수정, 보완, 신규 제정이 필요한 실정이다.

라. 자율주행 관련 정부정책

산업통상자원부에서는 2017년부터 ‘자율주행자동차 핵심기술 개발사업’을 통해 8대 핵심부품 및 시스템 개발을 지원할 예정이다. 또한 규제프리존 내 자율주행 실증존을 구축하고 첨단운전자 지원 플랫폼 구축 등을 통해 기술개발을 위한 테스트베드를 제공할 예정이다.

- (8대 핵심부품) 카메라모듈, 레이더/라이다 모듈, 차량·사물 통신(V2X)모듈, 복합측위모듈, 디지털맵, 차량-운전자 인터페이스 모듈, 자동주행기록장치, 통합 제어장치
- (시스템) 자동차전용도로 및 도심로 자율주행 시스템, 평가기술 등

산업통상자원부에서는 2015년 12월에 ‘자동차 융합 얼라이언스’를 발족하여 자율주행 관련 업계 간 협업 비즈니스 모델을 도출하며 2016년 하반기부터 해당 연구개발 과제를 지원할 계획이다.

국토교통부와 대구광역시는 2016년 9월에 대구시 일원을 자율주행차 시범 운행단지로 지정하고 운영하는 업무협약(MOU)을 체결하였다. 양 기관은 자율주행자동차 관련 연구개발과 운영에 필요한 제도·인프라·교통정보 시스템 등에 대해 상호협력한다. 국토교통부는 시험운행구간, 국가산업단지, 테크노폴리스 등 61km 구간에 대한 정밀지도를 구축하며, 규제프리존 특별법이 통과되면 국토부장관의 고유권한인 자율주행차 임시운행허가 권한을 대구시에도 부여할 계획이다. 대구시는 전국에서 유일하게 지능형자동차부품시험장과 자동차 전용도로, 고속도로, 시내 일반 도로를 대상으로 시험운행, 성능평가, 부품인증 등을 한 번에 수행할 수 있는 ‘자율주행자동차 원스톱 실증’을 위한 테스트베드를 구축할 계획이다.

국토교통부 국토지리정보원에서는 자율주행차 상용화를 위한 인프라인 정밀도로지도를 2020년까지 전국 고속도로 및 4차선 이상 국도를 대상으로 구축할 예정이다. 국토지리정보원은 2015년부터 정밀도로지도 생성을 위한 기초

연구와 자율주행 시범구간 일부(241km)를 착수하여 2016년에는 자율주행 시범운행 잔여구간을 구축할 예정이며, 구축된 정밀도로지도 DB를 민·관 등에 무상으로 제공할 계획이다.

국토교통부와 한국항공우주연구원에서는 2016년 10월에 유럽과 초정밀 위성항법장치(GPS) 보정시스템(SBAS¹³)을 공동개발한다고 발표하였다. 보정시스템(SBAS)은 2019년 시범운영, 2020년 공개서비스, 2022년 항공용으로 정식 운용을 목표로 사업을 진행할 계획이다. 초정밀 위치정확도를 지원하는 보정시스템(SBAS)은 다른 GPS 기반 위치정확도에 비해 매우 우수하므로 항공기, 선박, 드론, 자율주행 자동차 등 다양한 교통수단과 응급구조 등에 활용될 수 있다.

미래창조과학부와 국립전파연구원은 2016년 9월에 향후 자율주행자동차 시대를 대비하기 위하여 차세대 지능형 교통체계(C-ITS¹⁴) 통신용 주파수 공급 및 기술기준 마련을 발표하였다. 차세대 지능형 교통체계 통신용 주파수는 5855 ~ 5925MHz (70MHz폭)이며 교통시스템 구성 요소 간 상호 소통을 지원한다. 운전자는 육안으로 보이지 않는 전방의 위험상황을 해당 주파수를 이용한 무선통신을 통해 파악할 수 있어 사고를 미연에 방지할 수 있다.

13) SBAS(Satellite Based Augmentation System) : GPS 오차를 보정하여 초정밀 위치정확도 지원을 통해 항공, 자동차, 선박, 교통, 물류, 응급구조 등 다양한 분야에 활용 가능한 인공위성 기반 오차보정시스템

14) C-ITS(Cooperative Intelligent Transport Systems): V2X 기술을 통해 교통시스템 구성요소가 실시간 상호 연계하여 안전하고 원활한 교통서비스를 실현하는 ICT 융합시스템

제2절 자율주행 보험 동향

보험개발원에서는 자동비상제동장치(AEB, Autonomous Emergency Braking), 후진자동제동장치 등 사고를 방지하는 지능형 운전보조장치가 상용화되고 이를 장착한 차량 비율의 50%를 넘을 경우 연간 8,845억의 보험금을 감소시킬 수 있을 것으로 전망하였다. 실제로 미국 고속도로안전보험협회에서는 AEB를 장착한 차량이 이를 탑재하지 않은 차량에 비해 추돌사고와 상해발생률이 각각 39% 및 42%가 감소되었음을 발표하였다. 미국 보험사들은 완전 또는 부분 자율주행자동차 확산이 보험상품 수요를 감소시키는 중요 요인으로 규정하고 있다. 지능형 운전보조장치의 장착여부는 보험료를 차등화한 상품개발에 활용될 수 있다. 또한 지능형 운전보조장치와 같은 부분 자율주행장치의 평가와 통계분석을 활용하여 효과를 검증하고 해당 장치의 장착을 의무화하는 방안도 고려되어야 한다.

부분 자율주행 단계에서는 운행자가 운전석에 착석하여 차량을 제어함에 따라 현행 자동차손해배상보장법의 적용이 가능한 반면 완전 자율주행단계에서는 자동차손해배상보장법을 수정하거나 무과실책임보험제도를 도입하기 위한 사회적 합의가 요구된다. 무과실책임에 기초한 노폴트(no-fault) 보험제도는 사고에 대한 과실여부에 관계없이 자신이 가입한 보험에서 손해를 보상받는 제도이다. 현재 미국, 일본, EU 등에서는 무과실책임보험제도에 대한 논의를 하고 있으므로 국내도 이에 대한 협의가 필요하다. 보험요율은 운전자중심요율제도에서 운전자 요인을 배제한 차량중심요율제도로 전환되어야 하며, 가입경력, 법규위반경력, 연령 등 운전자 특성을 반영한 요소가 불필요한 반면 차량 안전도 등 다른 요인을 더 많이 고려되어야 할 것이다.

부분 자율주행자동차는 수동 또는 자동운행 모드에 따라 사고의 책임이 운전자나 차량 제조사로 구분됨에 따라 적용되는 보험 및 보험가입자도 달라질 수 있다. 즉, 자율주행 모드에서는 사고 책임이 운전자가 아닌 차량 제조사이며 적용되는 보험은 제조물 배상책임보험(Product Liability Insurance)이 될 가능성이 높음에 따라 차량 제조사가 해당 보험을 가입해야 한다. 부분 자율

주행 모드에서는 운전자가 수동모드로 주행한 거리를 기반으로 보험 요율이 책정될 수 있으며, 자율주행 모드 차량이 증가될수록 개인보험시장은 축소되고 제조물 배상책임보험시장이 확대될 전망이다.

[표 6-24]는 국가별 자율주행 사고 발생 시 책임부담에 대한 검토내용을 나타낸다. 미국, 유럽, 일본, 독일에서는 부분 자율주행(레벨3)의 경우 현재 자동차손해배상보장법이 적용가능하다고 판단하고 있으며, 완전 자율주행(레벨 4)은 노폴트보험과 제조물책임법 도입 등에 대한 필요성을 제시하고 있다. 국내에서도 자율주행 수준 및 운행모드에 따라 선진국들의 자율주행 사고 책임 부담 방안을 고려하여 보험 규정을 제정하는 것이 필요하다.

[표 6-24] 국가별 자율주행 사고 책임부담 내용

구분		미국	일본	영국	독일
일반 자동차	책임 부담법리	민법상 불법행위책임	자동차손해배상 보장법 무과실 책임	도로교통법상의 배상책임부담 (EU 자동차보 험 지침 제3조)	도로교통법상의 운영리스크 부담 (운전자 실수, 기계적 결함 포함)
	재무 대책	의무보험가입, 증권, 예치	보험가입 의무화 (검시기간 동안)	보험가입 의무화	보험가입 의무화
	사망 배상한도	2.5만 달러 (주별 상이)	3,000만 엔	무한담보 (대물 100만 유로)	60만 유로
자율 주행차	레벨 3	현행법리 적용가능	현행법리 적용가능	현행법리 적용가능	현행법리 적용가능
	레벨 4	노폴트보험과 제조물책임연계	노폴트보험 등 검토 필요	현행법리 적용, (단, 시스템 결함 사고는 제조업자 부담)	현행법리 적용, (단, 시스템 결함 사고는 제조업자 부담)

※출처: 이기형·김혜란, 자율주행자동차 보험제도 연구, 보험연구원, 2016년 9월

제7장 시사점 및 산업활성화 전략

자율주행 동향분석을 통한 시사점 및 산업활성화 전략은 다음과 같다.

1. 법제도

자율주행자동차 관련 법안들은 주로 자율주행 도로 시험을 허용하기 위한 준수사항, 신청절차, 자격요건 등을 다루고 있으며, 향후 자율주행자동차의 상용화를 위한 세부적인 성능 및 안전기준에 관한 법령 제정이 필요하다. 실제 자율주행 관련 시범 프로젝트가 실시되면서 일반 대중들 사이에서도 자율주행 및 무인자동차에 대한 인지도가 높아지는 반면 안전성에 대한 사용자 우려도 함께 증가하는 실정이다. 미국 미시건 주립대학(University of Michigan)의 설문조사에 따르면 조사 대상의 66%가 무인자동차를 알고 있지만, 관련 장비 및 시스템 오류나 예상치 못한 상황에서 발생할 수 있는 문제점 및 법적 책임 등에 대한 우려도 역시 70% 이상에 달하는 것으로 조사되었다.

따라서 정부와 자율주행 관련 업계는 먼저 자율주행자동차 및 자율운행기술 등 핵심 개념에 대한 법적 정의를 결정하고, 자율주행자동차의 상용화를 위하여 소비자들의 안전에 대한 우려를 불식시키고 자율주행기술에 대한 거부감을 최소화하는 기술적 안전성 검증을 제공할 수 있어야 한다. 또한 자율주행 시스템 및 차량 결함으로 인한 사고 발생 시 법적 책임에 관한 문제 등 차량 안전에 대한 정부의 명확한 법적 기준 및 해결책 마련이 필요하다.

자율주행은 현재까지 기술에 대한 객관적 검증이 부족하고 사회에 미칠 영향력이 클 것으로 판단됨에 따라 법제화 과정은 정부관계자, 자동차 제조업체, IT전문가, 사회 및 법제도 전문가, 일반 대중 등 이해관계자의 참여를 통해 광범위하고 심도있는 논의가 필요하다. 미국은 법안 이전 단계인 정책 지침부터 이해관계자들이 참여하여 법안 제안, 토론, 수정 등의 과정을 진행하는데 반해 국내에서는 시험운행 규정 외에 법령에 대한 논의가 미흡하다. 따라서 미래의 안전하고 신뢰성 있는 자율주행 시대를 대비하기 위하여 장기적인 관

점에서 이해관계자들의 참여와 조정을 통해 정책 마련과 입법 과정을 공론화하는 것이 필요하다. 또한 현재 국내 입법은 미국과 비교해 볼 때 주로 구체적인 운행 요건에 대해서만 논의되고 있으므로 자율주행 관련 개인정보보호, 보안 등 다양한 입법 사항도 고려되어야 할 것이다.

자율주행 모드에서는 운전자가 아닌 SW에 의해 차량제어가 되므로 교통사고 발생시 SW 결함에 대해 책임을 묻는 'SW제조물책임법'이 요구된다. 실제로 테슬라와 구글카와 같이 SW를 통해 운행되는 자율주행자동차가 교통사고로 인해 인명피해를 초래하는 사례가 발생되고 있지만 국내에서는 이에 대한 책임소재를 구분하는 법제도가 마련되어 있지 않다. 국내 도로교통법을 고려하면 차량은 사람만 운전할 수 있으므로 사고 책임은 운전자나 차량의 결함일 경우에는 제조사에게 있다. 현재 제조물책임법상 제조물은 유체물인 '동산'으로 제한되지만 자율주행 SW는 무체물이라 제조물에 해당되지 않는다. 그러나 SW가 자동차와 융합하여 사람의 생명에 영향을 줄 수 있으므로 자율주행 상용화 시대에 대비하기 위하여 사고 발생 시 책임소재를 명확하게 하는 것이 필요하다. 국내뿐만 아니라 미국, 유럽, 일본 등에서도 무체물과 유체물의 특성을 모두 포함한 자율주행 SW에 대해 일관된 판단을 하지 못하는 실정이다. 실제로 SW가 예상할 수 있는 경우의 수를 넘어서는 상황까지 책임을 지는 것이 무리라는 의견도 있으므로 국내외 법제도와 판례 등 연구를 통한 해결책이 요구된다.

2. 보험

자율주행 모드에서는 사이버 해킹으로 인해 사고가 발생할 수 있으므로 이에 대한 합리적인 보험요율을 책정하는 것이 필요하지만 관련 자율주행 운행 및 사고 정보 부족으로 인해 명확한 요율을 결정하기 어려운 문제가 있다. 따라서 자율주행 모드에서의 보험요율을 결정하기 위하여 자율주행 운행, 사고, 해킹사례 등의 충분한 정보가 확보되어야 한다.

부분 자율주행 모드에서는 자율주행과 수동주행 간 운영모드 전환되는 경우

가 있는데 이 때 사고가 발생하면 차량 결함 또는 운전자 과실 여부에 대하여 보험사와 차량제조사 간 분쟁 가능성이 존재할 수 있다. 운영모드 전환에 따른 사고는 자율주행 기술의 복잡성과 운전자, 차량제조사, 보험사와 같은 다양한 이해관계자 등으로 인해 원인규명이 복잡하므로 분쟁 기간이 장기화 될 가능성이 높다. 자율주행 관련 보험을 규정하기 위해 기존 자동차손해배상보장법 수정, 무과실책임보험제도 및 제조물 배상책임보험 도입 등을 검토하는 것이 필요하다. 또한 이러한 분쟁을 최소화하고 과실에 대한 책임을 객관적으로 판단할 수 있도록 사고와 연관된 운행 데이터가 실시간으로 수집 및 분석되어야 한다. 다만 차량 운행 정보가 보험사에 공유될 경우 개인 사생활 침해 문제가 발생될 수 있으므로 차량정보 수집주체와 활용범위에 대한 명확한 제도가 필요하다.

현재 자동차에서는 EDR(Event Data Recorder)을 탑재하여 사고 발생 시 원인규명을 위하여 운전자의 차량 조작내용, 엔진상태, 차량 속도, 전후방 상태 등 사고 전후 상황 데이터를 기록한다. 유럽은 2011년부터 모든 차량에 EDR 장착을 의무화하였으며, 미국은 2014년부터 신차에 탑재를 의무화하였다. 자율주행자동차에서는 복잡한 자율주행 기술, 다양한 이해관계자, 부분 자율주행 시 운영모드 변환 등으로 인해 사고의 원인규명이 용이하지 않으므로 EDR의 역할이 매우 중요하다. 따라서 EDR은 사고 발생 시 운전자의 부주의와 차량결함에 대한 명확한 구분을 판단함으로써 사고 책임에 대한 불명확성을 제거하고 사회적 비용을 줄일 수 있다. 자율주행자동차는 기존 차량에 비해 다양한 센서정보, V2X 통신정보 등 저장할 데이터가 매우 많으며, 차량통신을 통해 필요한 데이터를 확인할 수 있는 기능이 요구되므로 자율주행에 최적화된 운행기록장치인 ADR(Autonomous-driving Data Recorder)이 필요하다.

구글 등 IT업체에서는 자율주행자동차 운행에 대한 데이터 수집, 분석, 제어 등에 대한 전문성 및 역량을 보유하고 있으므로 자율주행 관련 데이터를 축적하고 빅데이터 및 인공지능 기술을 연계하여 보험사업에 응용함으로써 신규 보험사업자로 진입할 가능성이 있으므로 기존 보험사업자는 신규 보험사업

자 출현으로 인한 가격경쟁으로 수익성이 악화될 수 있다.

현재 대부분의 교통사고는 운전자에게 책임이 있지만 자율주행자동차의 경우 운전자의 판단 및 제어가 제한됨에 따라 자율주행산업의 자동차 제조회사, 부품업체, IT업체에게 책임이 전가될 확률이 매우 높다. 자율주행자동차 업체는 교통사고를 책임지는 비중이 커짐에 따라 보험료의 상당 부분을 부담하게 되지만 운전자의 보험금 부담이 축소됨에 따라 자율주행자동차 판매량이 늘어나는 요인으로 작용할 수 있으므로 기존 자동차 산업의 진입장벽을 낮추는 효과를 얻을 수 있다.

3. 신뢰성 강화

자율주행자동차는 탑승객의 안전성을 보장하기 위한 기술 개발, 검증 및 평가하는 기간도 필요하지만 자율주행기술이 안전하다고 검증이 되더라도 실제 사용자가 이를 수용하고 활용을 하는데 상당기간 시간이 소요될 것으로 판단된다. 현재 승용차를 중심으로 자율주행 기술이 발전하고 있지만 운전자들의 신뢰성을 확보하고 거부감을 최소화하기 위하여 정부의 자율주행 시범서비스는 셔틀버스와 같은 대중교통에 먼저 적용함으로써 주행차량에 대한 시민들의 친밀도를 높여 사회적 수용성을 제고하는 것도 하나의 방안이 될 수 있다. 특히 대중교통 기반 시범서비스는 정해진 출발지에서 목적지까지 반복적으로 이동함에 따라 이용자들의 거부감을 최소화할 수 있으며 자율주행 인공지능 성능개선에 활용될 수 있는 데이터를 축적할 수 있다. 실제로 미국 콜럼버스에서 12인승 자율주행 셔틀버스가 2019년부터 운영될 예정이며, 스위스 및 그리스에서는 저속의 자율주행 셔틀버스가 시범운영되고 있다.

4. 주차공간 녹지화 등을 통한 도시계획

미국 차량공유업체의 리프트 회장은 자율주행 기술 발전으로 인해 2025년에 미국 주요도시에서 자동차 소유 개념이 사라지는 '제3의 운송혁명'이 시작

될 것이라고 발표하였다. 또한 차량은 소유에서 공유로 패러다임이 변함에 따라 차량 수는 감소하게 되며 이로 인한 주차 공간을 커뮤니티 공간으로 대체할 수 있는 도시 전체의 대변혁을 예고하였다. 실제로 UC Berkeley 연구(2011년)에서는 차량공유서비스 1대의 자동차가 9~13대의 가정용 자동차를 대체할 수 있다고 전망하였다. 또한 경제협력개발기구(OECD)에서는 포르투갈 리스본에서 자율주행자동차서비스를 운영한 실험결과 보고서를 발표하였다. 본 보고서에서는 자율주행자동차서비스를 실시한 결과 도시에서 차량 수요가 80~90% 감소하였고 사람들의 차량 미소유로 인해 주차공간을 공원이나 주택지로 활용할 수 있다고 발표하였다. 미국의 경우 도시에서 주차면적은 약 1/4을 차지하는 것으로 알려지고 있다. 도시화가 진행되면 인구유입이 증가하는 만큼 자동차도 늘어나므로 자율주행과 차량공유의 중요성은 더욱 커질 전망이다. 추후 자율주행과 차량공유가 보편화되는 시장 및 사회 환경을 감안하여 기존 주차공간을 재활용할 수 있는 도시계획도 미리 준비하는 것이 필요하다.

5. 보안

자동차 관련 정보가 차량 내부에만 있고 외부와 통신을 통해 데이터 교환이 되지 않는다면 암호화 기능이 필요가 없지만 외부와 연결이 될 경우에는 보안 문제가 매우 중요하다. 이는 누군가 악의적으로 자동차를 원격에서 해킹할 경우 단순히 정보유출과 같은 보안사고가 아닌 생명을 잃을 수도 있는 교통사고를 초래할 수 있기 때문이다. 따라서 자율주행자동차 간 통신, 자율주행자동차와 인프라 간 통신 시 상호인증 및 정보보호를 보장할 수 있어야 한다.

실제로 2016년 9월에 중국 텐센트의 보안회사인 킨 시큐리티 랩에서는 자율주행기능을 지원하는 테슬라 모델S를 해킹하여 차량의 브레이크, 선루프, AV 시스템 등을 원격으로 제어하는데 성공하였다. 테슬라는 이러한 원격 공격에 대처하기 위한 긴급 패치를 발표하였지만 이 사건은 자율주행차량이 네트워크에 연결되어 있는 '커넥티드 카(connected car)'의 특성을 제공함에 따라 언제든지 해킹이나 테러의 대상이 될 수 있다는 것을 보여주는 사례이다.

자율주행자동차는 해커, 테러조직 등에 의해 고의적 교통사고, 교통혼란 등을 발생시킬 수 있는 문제가 있으므로 이에 대한 위협에 적극 대처할 수 있는 보안규정과 이를 제공하는 안전시스템 구축이 필수적이다.

이를 위해 미국 도로교통안전국에서 권고한 성능 가이드라인에는 '사생활 보호'와 '사이버 보안' 항목을 통해 자율주행자동차의 운행상태에 대한 정밀한 데이터를 저장하고 원본 데이터가 침해되지 않도록 보안을 강화하며 사이버 공격에 방어할 수 있는 보안시스템을 제공하여 해킹을 방지하는 지침이 포함되어 있다. 또한 개인 운전습관 및 주행정보기록의 보존기간을 지정하고 일정 기간 이후 삭제되며, 클라우드와 타 업체에 공유되는 데이터에 대해 소비자가 정보공유 여부를 선택할 수 있어서 개인 사생활 보호를 지원할 수 있도록 규정되어 있다.

자율주행자동차는 운행 관련 데이터 수집, 저장으로 인한 '사생활 보호' 침해를 유발할 수 있으므로 우리나라에서도 자율주행 데이터의 소유권, 저장위치, 수집될 운행 데이터 종류, 공유방안, 데이터 이용방법 및 목적, 공공목적 등으로 인한 데이터 오남용 방지방안 등이 명확하게 규정되는 것이 필요하다.

6. 안전

자율주행자동차의 궁극적 목표는 안전이므로 자율주행 자동차 및 소프트웨어에 대한 안전성을 보장하여 소비자의 신뢰성을 제고하는 것이 관련 시장 활성화의 필수불가결한 요소이다. 미국 도로교통안전국에서는 자율주행자동차의 안전성 검증을 위해 혼잡한 도로, 자전거와 보행자가 있는 도로 등 실제 다양한 도로환경을 고려한 차량안전 테스트를 수행하도록 도시 및 교외 시뮬레이션을 위한 표준절차를 수립하였다. 미국 자율주행 제조업체는 자율주행자동차 운행 중 도로 종류, 위치, 속도 범위, 날씨 등 다양한 도로·교통 환경 속에서 차량의 작동방식에 대한 세부 조건을 정의하여 문서화한 ODD(Operational Design Domain)를 작성해야 한다.

특히 자율주행자동차 소프트웨어 기술은 자율주행 관련 정보 및 기능 통합,

신뢰성 확보 등을 제공하는 것이 필요하다. 즉 다양한 센서 정보를 융합하여 종합적으로 판단할 수 있는 기술과 오류가 없는 안전한 소프트웨어를 개발하는 것이 요구된다. 또한 자율주행자동차는 비나 눈, 빙판길, 안개, 강한 바람 등 기후조건이나 보행자나 이륜차의 갑작스런 도로진입 등 돌발상황이 발생하면 대처하기가 용이하지 않는 문제가 있다. 구글에서는 네바다 주에서 자율주행 테스트를 할 때 비, 눈, 빙판길, 안개 등으로 인한 열악한 환경에서 무인자동차를 운행하지 않는다고 주정부에 보고하였다. 따라서 사용자의 안전성 향상 및 신뢰성 확보를 위하여 다양한 현실세계 환경을 고려한 테스트를 수행하는 것이 필요하다. 즉 지역(도심, 교외), 기후 조건(강우, 강설, 안개, 역광, 노면오염 등), 주야간, 교통통행환경(정체, 서행, 원활 등), 차량속성(버스, 트럭, 승용차, 이륜차 등), 보행자의 이동속도·수신호, 돌발상황 등 실세계를 고려한 많은 시험 및 검증이 필요하다.

정부에서는 자율주행자동차의 시험 운영을 통해 수집된 현장 정보를 충분히 확보하는 것이 필요하다. 미국 연방의 성능 가이드라인의 첫 번째 지침이 “데이터 기록 및 공유”이며 캘리포니아에서도 자율주행자동차 오류 또는 사고 발생 시 데이터 저장과 보고를 강제화 한 것은 시험운행을 통해 수많은 경우에서 발생하는 운행정보 확보가 안전한 자율주행 기술을 향상시키는데 필요한 핵심 데이터이기 때문이다. 국내에서는 운행기록장치나 영상기록장치 등을 규정하였지만 다양하고 복잡한 자율주행 기술과 운행환경을 고려하여 세부적인 차량오류, 위급상황, 사고정보 등을 수집하는 방안 마련이 필요하다.

구글의 자율주행자동차는 2016년 10월까지 테스트를 위한 누적 주행거리가 200만 마일(약 322만km)을 돌파하였으며 자율주행 개발 착수 후 7년 동안 실도로를 주행하면서 미국의 각 주마다 존재하는 상이한 교통체계 및 시스템 환경¹⁵⁾과 다양한 기상환경 등을 경험하였으며, 이를 통해 각종 상황에 대한 방대한 데이터를 수집하고 시스템에 학습시키고 있다. 장기간의 자율주행 관련 데이터 수집, 시험 및 검증, SW 갱신의 선순환을 통해 자율주행 알고리즘

15) 예를 들면, 미국 캘리포니아 마운티 뷰는 교통신호등이 수직형인 반면 오스틴은 수평형 구조로 되어 있다.

의 완성도를 높이고 안전성과 신뢰성을 제고할 수 있다. 국내에서도 산업과 정부 간 협력체계를 구축하고 장기간 동안 시험 및 검증을 수행할 수 있는 상세 테스트 시나리오와 성과목표 및 성과지표가 필요하다. 예를 들면, [표 7-1]과 같이 세계 선진업체의 자율주행자동차가 주행거리별 자율주행 해제 건수를 감안하여 이를 최소화하는 방안을 고려해 볼 수 있다.

[표 7-1] 주요 자동차 및 부품업체들의 자율주행 기록

기업명	총 주행거리(마일)	총 자율주행 해제 건수	100마일당 자율주행 해제횟수
구글	424,331	341	0.08
폭스바겐	5,531	85	1.54
델파이	16,662	405	2.43
닛산	1,485	106	7.14
메르세데스 벤츠	1,739	1,031	59.28
보쉬	935	625	66.84
테슬라	미공개	N/A	N/A

※ 2016년 캘리포니아주 차량관리국 발표기준 (출처: 미국 자동차 관리국(DMV), 한국투자증권)

구글은 7년 동안 자율주행자동차를 통해 200만 마일의 실도로를 운행하면서 획득한 방대한 데이터를 활용하여 인공지능 알고리즘을 지속적으로 갱신하면서 안전성을 높이고 있다. 또한 자율주행자동차가 실제로 외부에서 운행이 되지 않더라도 축적된 실도로의 대량 데이터를 활용하여 가상으로 차량의 주행 훈련을 시킴으로써 자율주행 인공지능이 학습 및 갱신될 수 있도록 시뮬레이터를 개발하였다. 시뮬레이터는 기존 축적된 실도로 데이터를 조합하여 다양한 운행 패턴을 가상으로 생성할 수 있으므로 더욱 복잡한 형태의 주행을 인공지능에게 학습시킬 수 있다. 국내 정부에서는 구글과 같은 선진업체와 기술격차를 해소할 수 있는 방안 마련이 필요하다. 예를 들면, 정부부처 및 민간 기업에서 수행한 자율주행자동차의 실도로 데이터를 상호 공유하는 방안을 제 공하여 단기간에 많은 데이터를 수집함으로써 신속하게 알고리즘을 고도화하

는 것이 필요하며, 데이터 공유를 위한 표준화도 함께 진행되어야 할 것으로 예상된다. 또한 구글의 시뮬레이터와 같이 기존 운행 데이터를 기반으로 수백 ~ 수천 가지의 변형된 주행 패턴을 생성하여 단기에 방대한 데이터를 추가시킬 수 있는 방안도 요구된다.

7. 윤리

자율주행 관련 제조사 및 IT업체는 차량 운행 시 탑승자와 보행자가 모두 안전을 보장할 수 없는 사고가 불가피할 경우 누가 희생이 되도록 결정하는 인공지능의 알고리즘을 설계해야 하는지 윤리적 딜레마에 빠진다. 자율주행 개발사는 다수의 안전을 위해 탑승자를 보호하지 않는 알고리즘을 탑재할 경우 차량 판매가 용이하지 않아 탑승자 보호를 우선으로 할 수 있지만 탑승자도 보행자가 될 수 있는 상황을 고려하면 최적의 알고리즘을 탐색하는게 매우 어렵다. 양자 간 안전 우선순위를 결정할 수 있는 최종 주체가 누구인지 불명확하며, 최종 결정의 주체자를 선정하는 것도 문제이다. 또한 탑승자 안전을 위주로 한 알고리즘을 통해 보행자 사고가 발생하였을 경우 법적 책임소재도 해결되어야 한다. 물론 자율주행기술로 인해 교통사고 사망자가 감소할 수 있는 효과성이 강조될 수 있다. 그러나 자율주행의 시장 확대를 위해 기술의 완전성을 추구하는 것도 중요하지만 윤리적 문제도 함께 해결해야 할 과제이다. 미국 도로교통안전국(NHTSA)은 2016년 9월에 자율주행 산업 발전과 주행 안전성 및 신뢰성 확보를 위한 자율주행자동차 성능 가이드라인을 발표하였다. 성능 가이드라인에는 사고 발생 시 자율주행 소프트웨어가 탑승자와 보행자의 안전 중 우선순위 결정에 대한 윤리적 판단을 내리는 기준이 포함되어 있다. 자율주행 관련 자동차업체, IT업체 등은 성능 가이드라인에 따라 윤리적 판단 기준에 대한 해결방안을 당국에 제출해야 하며, 당국은 공개의견을 수렴하여 정책을 갱신한다. 이러한 기준자료를 활용하고 국내 법제도를 감안하여 윤리적 판단을 연구하는 것이 필요하다.

8. 정부의 컨트롤타워 및 산업 간 협력체계 구축

한국은 선진국 대비 자율주행 기술격차를 신속하게 해소하고 관련 산업을 선도하기 위해서는 장기적 계획 수립 및 실행할 수 있는 컨트롤타워가 필요하다. 특히 자율주행은 산업부, 미래부, 국토부 등 다부처를 통한 연구개발이 필요한 사업이므로 각 부처 간 연계성 제공을 위한 사업기획 및 유기적 협력방안, 각 R&D결과 공유방안, 통합추진 로드맵, 통합연계시험 등 구체적인 협력체계 구축 방안이 요구된다. 따라서 범부처 사업의 계획 및 실행·연구개발·정책·표준·법제도·예산 등을 효율적으로 제어할 수 있는 컨트롤타워 설립이 필요하다. 선진국은 자율주행을 위한 컨트롤타워를 별도로 설립하여 자율주행 정책과 세부 실행계획을 지원하고 있다. 실제로 미국의 컨트롤타워인 ITS JPO(Joint Program Office)는 자율주행 표준개발 및 표준적용 절차를 마련하고 유럽·일본과 협력체계를 구축하였다. 또한 자율주행 핵심기술의 연구개발을 지원하고 2023년 자율주행의 현장 적용을 위한 로드맵을 수립하였다. 유럽도 EC(European Collaboration on Road Automation)를 설립하고 자동차산업 및 NGO 대표, 정책 결정자 등으로 구성된 '기어 2030'을 발족하여 자율주행 규정, 정책 등을 포함한 로드맵과 단기 기술개발을 제안할 예정이다. 일본은 CSTI(Council for Science, Technology & Innovation)를 설립하여 다부처 협력체계를 구축함으로써 예산지원 및 정책결정 권한을 부여하였으며, 2014년 고속도로에서 레벨 3 제공을 위한 로드맵을 수립하였다.

한국은 세계 최고 수준의 자동차 및 IT 기술을 보유하고 있는 반면 국내 업체 간 협력은 미흡한 실정이다. 현재 자율주행차 시장에서 자동차 및 IT 업체 간 협업을 통한 신속한 기술 개발과 경쟁력 제고가 중요한데 국내 기업의 순혈주의로 인해 기술 선도자(First Mover)로 나가지가 용이하지 않다.

일본 정부는 2014년 5월에 경제 및 산업경쟁력을 제고하기 위한 핵심 과제를 수행하는 10개의 '전략적 이노베이션 창조프로그램(SIP)'을 선정하였으며 이 중 하나가 자율주행시스템이다. 국가적인 차원에서 2020년까지 자율주행시스템의 개발 및 보급을 목표로 한다. 실제로 SIP의 일환으로 2016년 6월에

자율주행용 고정밀 지도 제작을 위하여 미쓰비시전기·젠린(Zenrin)과 같은 디지털 맵 회사와 토요타·스즈끼 등의 자동차 회사가 참여한 '다이나믹 맵 플래닝 회사'를 설립하였다. 국내 정부에서도 일본의 SIP와 같이 국내 업체 간 연계를 위한 협업체계 구축을 제공하는 것도 하나의 방안이 될 수 있다. 현재 2015년 12월에 산업통상자원부에서 '자동차 융합 얼라이언스'를 구축하였는데 일본 사례와 같이 밀접한 협력 관계를 통해 기술을 추격 및 선도할 수 있는 협업 비즈니스 모델 발굴이 시급하다.

9. 표준화

미국은 각 주마다 자율주행 관련 시험 규칙이 상이하여 관련 기술 개발에 애로사항이 있었는데, 이를 위해 연방 교통부에서는 2016년 9월에 성능 가이드라인을 제정하여 자율주행자동차 관련 규제 표준화를 추진하였다. 따라서 자율주행자동차 업체들은 각 주에 적용되는 공통 성능 가이드라인을 통해 자유로운 기술 개발 및 성능 테스트를 수행하므로 지역에 관계없이 수월하게 자율주행 기술의 안전성을 제고할 수 있으며 궁극적으로 자율주행자동차에 대한 시장 활성화뿐만 아니라 시민들의 거부감을 줄일 수 있다. 이와 같이 도로교통안전국은 국가정책을 통해 미국 전역에서 자율주행자동차에 대한 공통 법률 및 규제를 제정하였으며, 주별 교통신호, 노면표기 등 교통 인프라도 표준화하고 있다. 미국은 정부 차원에서 자율주행 관련 규제 표준화를 통해 대중들의 자율주행자동차에 대한 수용도를 높일 수 있도록 노력하고 있으므로 국내에서도 정부차원에서 미국의 성능 가이드라인을 참고하여 자율주행에 대한 규제와 정책을 위한 큰 프레임워크를 도출하며, 세부적으로는 미국과 국내 간 교통법규 및 환경이 상이함을 고려하여 국내 산·학·연 전문가, 일반 대중 등 이해관계자들의 참여와 조정을 통해 국내 법제도 및 도로교통환경을 감안한 표준화된 규제를 마련하는 것이 필요하다.

10. 자율주행 플랫폼

한국개발연구원(KDI)에서는 '4차 산업혁명과 한국경제의 구조개혁' 분석을 통해 자율주행자동차 분야에서 국내 완성차업체는 플랫폼 보다는 차체 부분에 집중하여 경쟁력을 제고하는 것이 유리하다고 예측하였다. 이는 구글을 비롯한 해외 선진업체들의 축적된 소프트웨어 기술을 추격하기가 어렵다고 판단한 결과이다. 스마트폰과 마찬가지로 글로벌 플랫폼은 선점하기 위하여 막대한 투자가 요구되며 최종에는 승자독식의 구조를 갖고 있으므로 국내 완성차업체에서는 진출하기가 용이하지 않을 것으로 예상된다. 또한 국내 대표 IT업체인 네이버는 2016년 10월에 음성인식 기반 대화형 AI 비서, 자율주행자동차 소프트웨어 연구개발을 수행한다고 발표하였지만 자율주행 관련 선도업체와 해당 업체 간 합종연횡이 활발한 선진 경쟁사들과 비교하여 볼 때 실적은 미미한 수준이다.

자율주행자동차는 ICBM(IoT, 클라우드, 빅데이터, 모바일)의 집약체가 될 것이며, 이를 제공하기 위한 플랫폼은 빅데이터 기반 인공지능을 활용하여 자율주행의 기본인 사용자 안전성을 지원할 뿐만 아니라 추가적으로 발생하는 서비스와 관련 시장 활성화에 핵심 역할을 수행할 것이다. 기존 완성차업체에서는 내부적으로 SW를 개발하거나 외부 IT업체와 협력하여 자체 플랫폼을 개발하는 것이 가능하다. 그러나 기존 완성차업체에서는 만약 구글과 같이 IT업체에서 자율주행자동차 플랫폼을 통해 미래 자동차 산업의 주도권을 장악할 경우 단순히 생산업체로 전락할 수 있다는 우려가 나오고 있다. 따라서 인공지능, 빅데이터, 클라우드 등과 같은 소프트웨어 대신 기존 생산기술에 대한 장점을 극대화하여 하드웨어에 집중하는 것이 경쟁력 강화면에서 효율적일 수 있다. 그러나 스마트폰의 전례를 볼 때 플랫폼을 통해 도출되는 서비스 시장이 큰 만큼 삼성 페이와 같이 관련 서비스를 창출하는 것도 필요할 것이다.

11. 자율주행으로 인한 자동차 산업변화

현재 자율주행산업에 대한 자동차업체와 IT업체 간 주도권 경쟁이 치열하다. 자율주행 기술수준이 높아질수록 인공지능, 빅데이터, 클라우드, 5G, 정보

보안 등 SW 및 IT기술들이 중요함에 따라 구글, 애플, 인텔, IBM, 우버, 모발아이 등 IT업체들이 자율주행 산업을 선도할 가능성이 높지만 기존 자동차업체에서는 엔진, 변속기 등에 대한 주도권을 확보하고 있으므로 당분간 쉽게 이러한 경쟁구도에서 물러서지 않을 것으로 예상된다. 결국 상당한 기간 동안 양자 산업계의 합종연횡과 상호경쟁이 불가피할 것으로 예상되며, 특정 핵심업체들이 혁신적인 기술 개발을 선도하여 자율주행산업을 지배할 경우 스마트폰 산업의 플랫폼 종속과 마찬가지로 산업생태계가 조성될 확률이 높아질 것으로 전망된다. 국내업체에서도 이러한 주도권 경쟁에서 뒤처지지 않도록 해외 업체를 비롯하여 IT와 자동차 산업 간 전략적인 제휴와 협력이 요구된다.

자율주행자동차는 차를 제품으로 소유하지 않고 공유를 통해 이용하는 서비스로 전환되고 있다. 향후 차량을 공유하여 개인 교통수단으로 활용되는 '서비스 기반 비즈니스 모델(Car as a Service)'인 모빌리티 서비스가 활성화될 것으로 예상된다. 시장조사기관인 BI Intelligence에서는 공유기반 자율주행자동차 이용 비용이 기존 일반 택시나 우버 대비 10% 수준으로 매우 저렴하며, 개인 차량 사용과 비교할 경우에도 1/3 수준인 것으로 예상하였다. 또한 UC Berkeley 연구(2011년)에서는 차량공유서비스 1대의 자동차가 9~13대의 가정용 자동차를 대체할 수 있다고 전망하였다. 이러한 상황을 고려하면 자동차 시장은 기존처럼 B2C와 같은 개인 판매구조에서 택시, 차량공유, 택배, 배송 등 기업의 사업목적에 따라 차량을 대량 구매하는 B2B 모델로 전환될 것으로 예상된다. 또한 자율주행기반 물류 트럭과 택시는 운전자가 없이 무인으로 운행이 가능하므로 운전자 직종에 대한 큰 폭의 감소가 예상된다. 자율주행자동차의 확산은 자동차 수 감소, 에너지 절감, 운전자 직종의 일자리 상실 등으로 인해 세수가 줄어들 것으로 예상되므로 자동차 산업 및 관련 서비스 환경 변화를 고려한 신규 세수 확보가 필요하다. 미국 메사추세츠 주에서는 2016년 8월에 운송 산업 보호를 위하여 우버, 리프트 등 차량공유서비스에 세금을 부과하기로 한 법안을 통과하였다. 본 법안은 엄격한 규제에 있는 일반 택시와 충분한 규제가 아직 수립되지 않은 차량 공유서비스 업체 간 공정한 경쟁환경 조성을 위하여 제정되었으며, 고객이 차량공유서비스를 이용할 때마다 교통

인프라 기여금 명목으로 20센트의 세금을 주 정부에 지불하며, 이 중 5센트는 택시 산업 보조금으로 활용된다. 메사추세츠 주는 세금을 2026년까지 징수하고 택시 보조금을 2021년까지만 지원하며, 세금 부과를 통해 연간 약 100만 달러의 세수를 확보할 것으로 예상된다. 국내에서도 자율주행자동차로 인한 산업환경 변화를 고려하여 신규 세수 확보, 추가 일자리 확보 등과 같은 정책 마련이 필요하다.

참고문헌

- 가주 '무인자동차 시대' 일단 스톱- DMV, 안전문제 제기돼 법안 정비 연기, 코리아 데일리, 2014.12.26.
- 강소라, “자율주행자동차 법제도 현안 및 개선과제”, 한국경제연구원(KERI Brief), 2016.8.24.
- 강인효, “美 교통당국- 구글 인공지능도 법적 운전자로 볼 수 있어”, 비즈조선, 2016.2.11.
- 개인정보 규제체계, 글로벌 스탠더드에 맞게 개선, 방송통신위원회, 2016.9.21.
- 권영일, “자율주행 자동차용 인공지능 시스템”, KISTI MARKET REPORT, 2016.9.
- 김미희, “네이버, AI비서와 자율주행차 품고 구글-애플과 정면 승부”, 파아낸셜, 2016.10.24.
- 김재필 · 나현, “인공지능(A.I.), 완생이 되다”, 디지에코 보고서, 2016.3.9.
- 김재환, “자율주행을 위한 핵심 요소 기술 분석”, 서울대 차세대융합기술원 지능형자동차플랫폼센터, 2014.
- 김진우 외, “자율주행, 열린 업계와 그 frenemies”, 한국투자증권, 2016.5.31.
- 김주연, “영국, 자율주행 시험운전 실행기준 발표 - 핵심은 보안, 전자신문, 2015.7.22.
- 김창욱 · 임지택, “다임러-벤츠, 세계 최초 자율주행차 상용화 성공”, 전자신문, 2015.5.8.
- 김현경 · 조용혁, “미국의 자율주행자동차 임시운행허가에 관한 규제 분석,” 한국법제연구원, 2014.
- 김희영, “ICT업체의 자동차산업 진출 동향과 OEM업체의 대응”, 딜로이트, 2015.
- 또 하나의 혁신, 자동차 자율주행 기술 개발, 특허청 보도자료, 2015.12.7.
- 미래창조과학부, “미국 캘리포니아 - 자율주행자동차 법제도 정비 동향”, 미래창조과학부 과학기술&ICT 정책·기술 동향 제23호, 2014.5.23.
- 美 메사추세츠 주, 운송 산업 보호를 위해 차량 공유 서비스 세금 부과 결정, 한국인터넷진흥원, 2016.9.
- 민관 공동 「제조업 혁신 3.0 전략」 추진, 산업통상자원부, 2014.6.26.
- 박인우, “자율주행차 밸류체인 대해부”, 미래에셋증권, 2016.11.3.
- 박준철, “자율주행차 확산이 자동차보험에 미치는 영향”, KB금융지주 경영연구소,

2015.11.30.

- 박준환, “최근 미국의 자율주행자동차 관련 법제도 변화 내용과 시사점”, 국회입법조사처, 2016.10.31.
- 박해광, “독일, 최첨단 디지털의 집약체 무인자동차”, KOTRA, 2015.2.16.
- 박현욱, “미국 캘리포니아주 자율주행자동차 법제도 정비 동향”, 도로정책 Brief, 2016.7.
- 백인수 외, “美 연방 자율주행차 가이드라인 - 주요내용 및 시사점”, 한국정보화진흥원, 2016.9.27.
- 민경찬 · 이명수, “자율주행자동차의 국내외 임시운행허가 및 안전기준 개발 동향”, 오토저널, 2015.9.
- 서재규 · 정호기, “센서 융합 기반 정밀 측위 시스템과 자율 주행 기술”, 월간자동차 기술, 2015.4.
- 성태응, ‘무인 자동차- IT강국인 우리나라의 지원정책 및 법제화 시급’, KISTI MARKET REPORT Vol. 4 Issue10, 2014.11.
- 손주찬, “최종 목적지는 자율주행자동차…IT·완성차 업계 기술확보 전력”, TECH M 제22호, 2015.2.
- 송주영, “BMW, 자율주행차 파트너로 왜 인텔 택했나”, ZDNet, 2016.9.30.
- 안경환 외, “자율주행 자동차 기술 동향”, 한국전자통신연구원 Electronics and Telecommunications Trends, 2013.8.
- 양소영, “핵심 특허만 108개 - 구글 자율차 특허 분석”, IP노믹스, 2016.4.19.
- 양영권, “10억달러 투자해 실리콘밸리에 인공지능 연구소 설립”, 머니투데이, 2015.11.6.
- 연승준 · 조현도, “소유에서 소비로, 제품에서 서비스로 운송수단의 변화동인과 이슈 분석”, 한국정보화진흥원, 2015.12.14.
- 오현서 외, “협력 자율 주행을 위한 V2X 통신기술”, 한국통신학회지 V.33 No.4, 2016.
- 유시복, “ISO 국제표준 현장에서의 자율주행 표준화 가속화”, 오토저널, 2014.12.
- 이기형 · 김혜란, “자율주행자동차 보험제도 연구”, 보험연구원, 2016.9.
- 이석호, “자율주행차 운행 관련 보험시장 영향 및 시사점”, 한국금융연구원, 2016.6.18.
- 이성호 외, “신기술 발전에 따른 산업 지형의 변화 전망과 대응 전략”, 과학기술정책연구원, 2015.12.

- 이정, “구글과 우버, 포드, 자율주행 동맹 결성”, 유진투자증권, 2016.5.9.
- 이정 외, “IT·통신·자동차·인터넷에서 본 인공지능(AI)”, 유진투자증권, 2016.4.18.
- 이정필, “KDI 무인차, 구글은 소프트웨어·현대차는 하드웨어 맡아야”, 이투데이, 2016.10.28.
- 임민철, “바이두-엔비디아, AI 자율주행차 플랫폼 만든다”, ZDNet, 2016.9.2.
- 임유경, “자율차·드론 활성화 될까...사물 위치정보 규제 걷어낸다”, ZDNet, 2016.9.21.
- 임은영 · 황민성, “현실이 된 무인차 시대, 한국기업의 기회와 위기”, 삼성증권, 2016.9.29.
- 임화섭, “구글 자율주행차 신모델, 실리콘밸리 도로 주행 개시”, 연합뉴스, 2015.6.26.
- 조은아, “세계가 스마트카 지원에 팔 걸었다”, 테크M, 2016.2.15.
- 자동차 진화의 새물결, 현대증권, 2015.5.
- 자동차 및 IT 업계의 자율주행 자동차 추진 동향, 소프트웨어정책연구소 SW산업동향, 2015.3.20.
- 자동차 자율주행 기술동향 및 시사점 (2015 CES 중심), 한국산업기술평가관리원 글로벌기술협력기반육성사업 심층분석보고서, 2015.3.20.
- 자율주행차 관련 해외 법·제도 동향, 교통과학연구원, 2016.8.
- 자율주행차 상용화 지원방안, 정부 관계부처 합동, 2015.5.6.
- 자율주행차, 전국 어디서나 달린다, 국토교통부 보도자료, 2016.9.28.
- 자율주행차 최근 동향 및 도입 이슈, 정보통신산업진흥원 주간기술동향, 2014.5.14.
- 전황수, “글로벌 IT기업들의 자율주행차 개발 동향”, 정보통신기술진흥센터 주간기술동향, 2015.4.29.
- 전황수, “자율주행차 상용화 과제는 차량 가격, 기술, 법적 제약 등 해결되어야”, EPNC, 2015.6.11.
- 정구민 · 정태용, “스마트카 진화를 이끄는 표준화와 대응방향”, 오토저널, 2014.12.
- ‘정밀도로지도’ 자율주행차 상용화 앞당긴다, 국토교통부 보도자료, 2016.9.27.
- 정보통신기술진흥센터, “미국과 영국의 무인자동차 상용화를 위한 R&D 동향”, 동향보고서, 2015.1.
- 차원용, “미국 자율주행차 정책과 구글의 자율주행차 특허가 주는 시사점”, KISTEP Inl 제14호, 2016.6.

- o 차원용, “구글의 자율주행테스트와 자율모드해제 보고서의 의미 분석”, 디지에코, 2016.8.29.
- o 창조경제 구현을 위한 제조업 혁신 3.0 전략, 기계산업, 2014.9.
- o 최주환, “주요 국가·업체 별 자율주행자동차의 기술발전 동향과 성과과제”, 정보통신 정책연구원, 2016.8.16.
- o 한국정보화진흥원, “미국 교통부 차량 간 통신 기능 의무화 추진”, ICT ISSUE WEEKLY 467호, 2014.8.29.
- o 한국정보화진흥원, “영국, 무인자동차 연구개발 기금 조성”, ICT ISSUE WEEKLY, 2015.7.31.
- o 한국 · 유럽 초정밀 GPS 보정시스템(SBAS) 공동개발'첫 걸음, 국토교통부 보도자료, 2016.10.25.
- o 해외 자율주행자동차 정책동향, 정보통신기술진흥센터, 2016.
- o 허우영, “2020년 상용화 자율주행차, SW결함 사고뎀 누구 책임”, 디지털타임스, 2016.9.25.
- o 2012 California Codes, VEH - Vehicle Code, DIVISION 16.6 Autonomous Vehicles [38750].
- o 2014년 상반기 창조경제 실현을 위한 과학기술 규제개선방안(안), 국가과학기술심의회, 2014.7.30.
- o 2014년 특허분쟁 전국시대, 전자신문 미래기술연구센터, 2014.
- o 2014년도 예비타당성조사 보고서 자동차전용도로 자율주행 핵심기술개발 사업, 한국과학기술기획평가원, 2016.5.
- o Federal Automated Vehicles Policy, NHTSA(National Highway Traffic Safety Administration), 2016.9.
- o Mosquet, X. et al., “Revolution in the driver’s seat”, The Boston Consulting Group, 2015.
- o Jean-François Bonnefon, Azim Shariff, Iyad Rahwan, “The social dilemma of autonomous vehicles”, Science, Vol. 352, Issue 6293, pp.1573-1576, 2016.6.
- o Why Uber is pouring money into developing autonomous cars, Business Insider, 2015.8.27.

|| 작성

- 최창호 소장(사단법인 정보통신서비스연구원 부설연구소)

|| 기획

- 한국정보화진흥원(NIA) 정책본부 정책기획팀
(053-230-1216)

2016년 12월 인쇄

2016년 12월 발행

발행인 : 서 병 조

발행처 : 한국정보화진흥원

대구광역시 동구 첨단로 53

TEL : 053-230-1114

인쇄처 : (사)한국장애인유권자연맹인쇄사업부

TEL : 02-325-1585

<비매품>

1. 본 보고서는 방송통신발전기금으로 수행한 정보통신·방송 연구 지원 사업의 결과물이므로, 보고서의 내용을 발표할 때는 반드시 미래창조과학부 정보통신·방송 연구지원 사업의 결과임을 밝혀야 합니다.
 2. 본 보고서의 내용은 한국정보화진흥원(NIA)의 공색 견해와 다를 수 있습니다.

