

자율주행차 시대에 대응한
교통 인프라 정책 연구

2020. 7.

김재준

목 차

국외훈련개요

훈련기관개요

I. 서론

1. 연구배경
2. 미래자동차 산업 전망 및 우리의 상황
3. 자율주행이 가져 올 산업의 변화

II. 자율주행차의 개념

1. 자율주행차 정의
2. 자율주행차 핵심요소
3. 자율주행차 자동화 단계 분류

III. 자율주행차 정책 및 기술 동향

1. 세계 각 국의 정책
2. 주요 완성차 업체의 기술동향
3. 우리나라의 자율주행차 정책

IV. 자율주행시스템 관련 교통인프라

1. 자율주행 협력시스템 및 통신 인프라
2. 정밀도로지도 구축
3. 기술개발지원

V. 맺음말

참고문헌

국외훈련 개요

1. 훈련국 : 미국
2. 훈련기관명 : 노스캐롤라이나 주교통부
(North Carolina Department of Transportation)
3. 훈련분야 : 교통정책
4. 훈련기간 : 2018.8.1~2020.7.31

훈련기관 개요

□ 기관 개요

- 명 칭 : NC DOT
(North Carolina Department of Transportation)
- 주 소 : 1S. Wilmington St. Raleigh, NC 2701
- 홈페이지 : www.ncdot.gov

□ 연 혁

- 노스캐롤라이나 주는 미국 동남부에 위치하고 있으며 바다(대서양)와 멀지 않아 주 교통부는 도로, 철도, 항만, 항공, 여객, 대중교통, 자전거 및 보행자 교통 등 다양한 교통수단에 대한 교통 정책을 종합적으로 수행하는 기관으로서 주 교통을 총괄 책임 및 관리하는 기관임이며
- 1915년 주 고속도로 위원회 창설, 1941년 자동차과 신설, 1971년 교통부 및 고속도로 안전부 통합·신설, 1979년 주 교통부로 변경되었다.

□ 훈련기관 소개조직

- 노스캐롤라이나에서 가장 큰 주 정부 기관 중 하나이며, DOT 내에는 6개의 본부가 있으며 관련 부서를 총괄하는 조직통제(Organizagion, Monitoring, Communication and Control), 교통전략 및 투자분석(Transportation Strategy and Investment Analysis), 교통사업관리국(Transportation Business Administration), 프로세스관리국(Process

Management), 교통프로그램 및 자산관리(Transportation Program and Asset Management), 교통프로그램 전달(Transportation program Delivery)로 구성되며 19명으로 구성된 교통위원회가 있어 교통정책 결정과 기관의 성과를 감독하는 역할을 담당한다.

- 연간 운영 예산은 약 \$ 5billion(한화 약 5조 9천억원) 규모이며 교통망을 구축, 유지관리 뿐 아니라 주의 자동차(DMV)를 책임관리한다. 자금은 주 세입이 약75%, 연방 세입이 약25%로 구성된다.

약 5.9조 중 50% 건설 비용에 사용되며, 32%는 유지관리, 6% 교통약자를 위한 정책, 12% 기타 자금으로 사용된다.(2019년 기준)

- NC DOT의 비전은 혁신적인 교통 솔루션을 제공하고 글로벌 리더를 양성하며 미션은 “사람과 장소를 안전하고 효율적으로, 믿을 수 있고 환경적으로 연결함”이며 안전한 교통네트워크의 구축, 사람과 화물의 효율적인 운송, 최첨단 교통정책의 도입을 위해 약 1만4천명 직원이 근무 중이다.
- 주요 목표로는 ① 안전한 교통, ② 보다 좋은 고객 서비스 제공, ③ 효율적인 사회기반시설 유지 관리, ④ 교통시스템간 연계성 향상, ⑤ 사회기반시설 이용을 통한 경제성장 증진, ⑥ 더 좋은 일터 제공을 목표로 하고 있다.

I. 서론

1. 연구배경

- 인류 탈것(vehicle)의 역사는 18세기에 ‘말(horse) 없는 마차(horseless wagon)’ 즉 자동차가 발명되면서 커다란 변화를 겪으면서, 이는 인류 문명사에 커다란 영향을 미치기 시작한다.
- 그런데 약250년이 지난 오늘날 ‘마부(馬夫) 없는 마차(driverless car)’의 등장이라는 새로운 격변이 시작되고 세계 각국은 미래시장 선점을 위해서 경쟁적으로 투자와 시범사업, 기반구축 등 소리없는 전쟁을 하고 있는 중에 있다.
- 1980년대에 방영된 ‘전격Z 작전’이라는 미국 드라마에서는 주인공이 명령을 내리면 명령대로 행동하거나 알아서 필요한 움직임을 보이는 자동차 ‘키트(KITT)’가 등장한다. 2002년에 개봉한 영화 ‘마이너리티 리포트’에는 주인공이 누명을 쓰고 추격자들을 피해 도망치는 장면에서 자동차가 주인공 대신 스스로 운전하는 모습도 등장한다.
- 자율주행차 연구의 시작은 1925년 프란시스 후디나(Francis Houdina)가 개발한 원격조종 자동차에서 시작되었다고 보는 것이 업계의 시각이다. 나란히 있는 두 대의 자동차 중 한 대의 자동차에 원격 송수신기를 설치하고 나머지 자동차를 운전자 없이 조종하는 방식이었다. 현대의 자율주행과는 차이가 있지만 광의적 측면에서 자율주행차를 향한 첫걸음으로 평가된다.

GM이 1939년 뉴욕세계박람회에서 Futurama를 통해 컴퓨터시스템과 자동속도조절 장치로 움직이는 미래 자동차를 묘사하면서 대중에게 처음으로 제시되었다. 이후 1986년 뮌헨 분데스베어 대학의 에린 스타크 다만 교수는 메르세데스 벤츠와 함께 밴 차량에 카메라와 센서를 달고 최고시속 63Km로 자율주행에 성공했다.

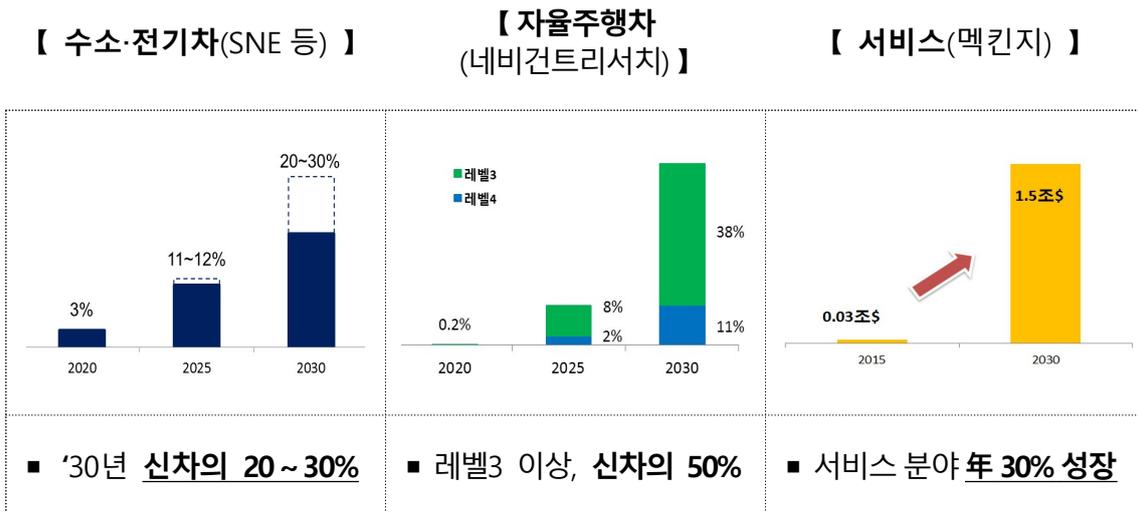
이후 여러 업체에서 자율주행시스템을 지속적으로 선보였고 2009년은 자동차 업계가 발칵 뒤집힐 만한 소식이 발표되었다.

IT 공룡 구글이 자율주행차를 개발하겠다고 선언했다. 구글의 자율주행 연구 착수 발표를 시작으로 자동차 업계의 오랜 숙원이었던 자율주행차 개발에 IT 기업들이 본격적으로 뛰어들게 되고 위기감을 느낀 자동차 업계에서도 앞 다투어 자율주행 개발 경쟁에 뛰어들면서 인터넷, 모바일 혁명에 이어 미래 수십, 수백 년을 책임질 먹거리를 확보하기 위해 치열한 물밑 경쟁을 벌이고 있다.

- 2016년 다보스포럼에서 클라우드 슈밥이 언급한 ‘제4차 산업혁명’은 우리의 삶을 획기적으로 바꾸고 있으며 그 중심에는 자율주행차가 4차 산업혁명을 이끌 것이라는 주장했다.
- 자율주행자동차는 산업의 경제적 가치는 물론, 안전사고 예방, 에너지 절감, 교통약자에 대한 이동권 보장 등 다양한 분야에서 이득을 볼 것으로 예상하고 있으며 상용화에 성공할 경우 자동차 산업 관련, 재료와 IT기술 그리고 금융 등의 산업에까지 부가가치 창출 면에서 혁신적인 변화를 일으킬 것으로 전망되고 있다.
- 자율주행차가 실제 생활에 안정적으로 활용되기 위해서는 기술적인 발전과 안정된 법·제도, 풍부한 인프라 구축과 함께 여러 가지 기술적 지원이 필수적이다.
세계 각국은 이러한 안정성 확보를 위하여 다양한 노력을 하고 있으며 우리나라 역시 법·제도 마련 교통인프라 구축 및 실증사업을 통한 자율주행 서비스 시대를 준비중이다.
- 이번 연구에서 자율주행차가 실제 소비자에게 도입, 상용화되기 위해서는 기술적인 발전과 더불어 고려해야할 법·제도, 인프라, 서비스, 안전 등을 점검하고 앞으로 우리나라가 자율주행차량 산업을 선도하기 위한 여러 가지 요소 등을 검토하였다.

2. 미래 자동차 산업 전망 및 우리의 상황

- 세계 시장의 정체국면 진입으로 당분간 저성장이 전망되는 가운데 최근 세계 자동차 산업은 경계가 무한 확장되는 대변혁이 진행 중이다. 세계 자동차 시장은 당분간 1% 내외의 저성장이 전망되는 가운데 4차 산업혁명 및 환경규제 강화 등으로 촉발된 친환경화·지능화·서비스화 등 혁신적인 변화가 지속되고 있다.
- 자율주행차량의 등장으로 자동차가 운전하는 공간에서 생산적이고 효율적으로 활용되는 공간으로 바뀌며 자동차를 소유해야 한다는 개념에서 이용·이동하는 개념으로 인식 전환중이다.
이런 가운데 인포테인먼트(Infortainment)¹⁾ 등 새로운 자동차 서비스 제공 사업영역이 전체 자동차 시장규모의 약 30%를 차지할 것이라는 전망(MacKinsey Center for Future Mobility)과 함께 자율주행 기술과 접목된 공유차량 사업이 경제성 측면에서 소유보다 유리하다고 분석하였다.
- 전문가들은 2030년 미래차 시장은 전기, 수소차, 자율주행차 산업이 주도할 것으로 전망하고 있다.

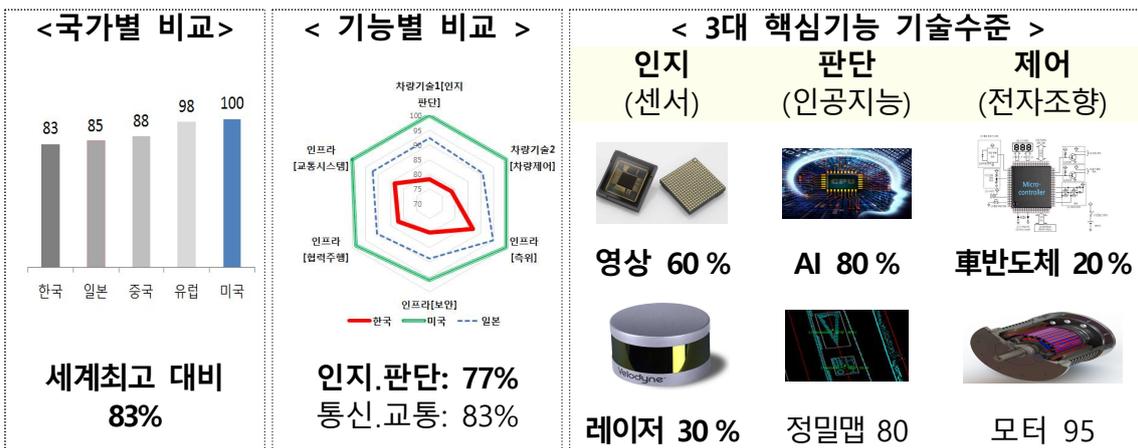


1) 인포메이션과 엔터테인먼트의 합성어로 통신 기능이 강화된 커넥티드 카(Conneted Car)를 통해 자율주행 정보, 교통정보뿐만 아니라 오락성 콘텐츠를 제공한다.

- 그럼 우리나라의 상황은 어떨까? 정부는 지난 2019년 자율주행차의 통신 인프라는 우수하나, 핵심부품·S/W 역량이 미흡한 실정이라고 분석·발표하였다.2)

5G 세계최초 상용화 성공, 4G 전국 커버리지 세계 1위 등 자율주행·커넥티드 통신 서비스 지원은 세계 최고 인프라와 기술을 보유하고 있으나, 자율주행차량의 가장 핵심 기술인 인지·판단 등 핵심 기술력(인공지능)은 선진국에 대비 크게 미흡한 수준이고, 센서·자동차 반도체 등 핵심부품은 아직도 해외 의존도가 큰 편이다.

【 자율주행차 주요기능별 역량 】

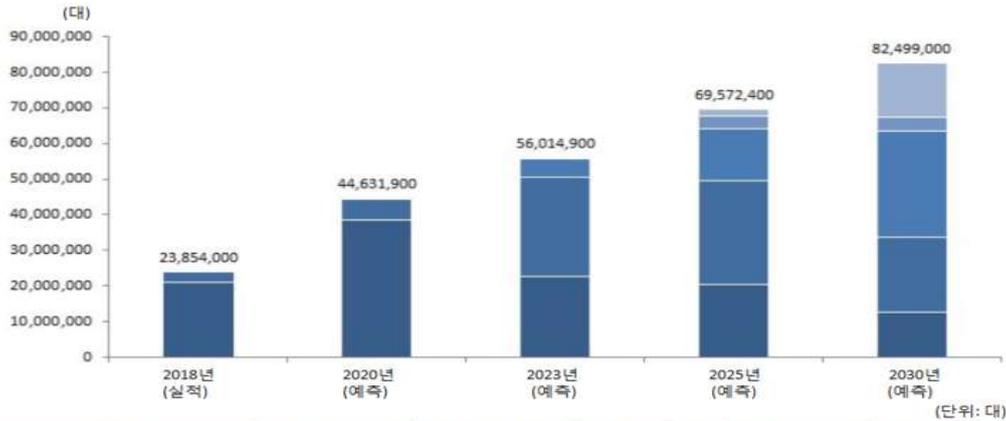


- 국가별 자율주행차 산업관련 연구개발 투자는 2018년 기준 독일(49조), 일본(35조), 미국(20조) 순이며, 한국은 7조원으로 추정되고 있고, 세계시장 규모는 2020년 64억 달러에서 연평균 41% 성장하여 2035년 1조 1,204억 달러 규모로 전망되고 있다.

- 세계 2018년의 자율주행시스템의 세계 탑재대수는 전년대비 24.3% 증가한 2,385만 4,000대, 2023년에는 5,601만 9,000대로 증가할 것으로 예상된다.

2) 관계부처 합동. 2019, 미래자동차 산업 발전 전략.

- 레벨3 자율주행차량 보급은 2020년경에, 레벨4 자율주행차량 보급은 2030년에 이루어 질 것으로 전망된다. 정부에서는 자율주행 상용화를 앞당기기 위해 2027년 세계 최초 레벨4 자율주행차량 운영을 목표로 비전, 정책과제 및 세부추진계획 등을 발표하였다.



레벨	2018년 (실적)	2020년 (예측)	2023년 (예측)	2025년 (예측)	2030년 (예측)
레벨1(LV1) 운전지원기능	21,148,000	38,666,000	22,689,000	20,600,000	12,745,000
레벨2(LV2) 부분적 자율화	2,704,000	5,685,000	27,869,000	28,855,800	21,024,000
레벨2+(LV2+) 부분적 자율화 *주3	2,000	273,000	5,029,000	14,620,000	29,700,000
레벨3(LV3) 조건적 자율화	-	800	220,000	3,701,000	3,730,000
레벨4/5(LV4/5) 고도자율주행/완전자율주행	-	7,100	207,900	1,795,600	15,300,000
세계 시장규모 (합계)	23,854,000	44,631,900	56,014,900	69,572,400	82,499,000

<그림> 자율주행 시스템의 세계 시장규모의 예측³⁾

- 세계 자동차 생산 7위(‘18년 403만대)인 우리나라는 자동차 산업이 국가 경제의 큰 축을 차지하고 있어, 미래 자동차 산업 전환에 충분히 대비하지 못할 경우 국가 경제의 성장동력 약화가 우려된다.

3. 자율주행이 가져올 산업의 변화

- 하버드대 경영대학원 클레이튼 크리스텐슨 경영학 교수는 1995년 파괴적 혁신(Disruptive Technology) 이론을 주창하였다. 파괴적 혁신이란 기존 기술과 시장을 대체하여 전혀 새로운 산업과 가치를

3) 야노경제연구소, 2019. 자율주행시스템의 세계 시장에 관한 조사.

창출하는 혁신 기술 이론으로 인터넷(Net)과 영화(Flicks)를 합성하여 다큐멘터리, 영화, 드라마 시리즈 등 다수의 콘텐츠를 제공하는 넷플릭스 등이 있다. 자율주행 가져 올 산업이 왜 이렇게 불리는지 산업의 변화를 알아보기로 한다.

자율주행차가 대량생산으로 가는 여정은 아직까지 남아있지만, 앞서 분석한 결과에 따르면 2020년대 초반 개화하여 2030년에 이르면 본격적인 성장 추세를 보일 것으로 전망된다. 그렇다면 자율주행차는 어떤 붐피를 가져오게 될까? 먼저 자동차 하드웨어 대한 가치 붐피를 생각해 볼 수 있다.

- 기존 자동차의 두뇌는 사람이다. 사람이 인지하고 조작한다. 자동차는 사람의 지시에 따라 움직이는 하드웨어적인 요소가 강한 제품이다. 기존 자동차는 엔진의 마력, 속도, 외관 등 하드웨어적인 성능이 자동차의 가치로 반영되었다. 그러나 자율주행차는 어떠한가? 자율주행 소프트웨어가 바로 자동차의 두뇌가 된다. 즉 하드웨어는 이를 컨트롤하는 소프트웨어에 의존하게 되며, 결국 소프트웨어의 품질이 제품의 경쟁력을 좌우하게 될 것이다.

아이폰을 예로 들어 보자. 아이폰의 하드웨어는 폭스콘이 만든다. 그러나 누구도 폭스콘의 아이폰이라고 생각하지 않는다. 누구나 동의하듯 아이폰은 소프트웨어를 만드는 애플의 것이다. 그리고 소프트웨어의 가치가 바로 아이폰의 가치가 된다. 자율주행차는 움직이는 스마트폰이라 할 수 있다.

- 이러한 측면에서 본다면 두뇌 역할을 하는 소프트웨어가 상대적으로 덜 중요한 기존의 하드웨어를 하위 벤더로 전락 시킬 것이다. 이는 최상위 벤더에 위치한 완성차 업계 중심의 자동차 산업 생태계를 전체를 붐피시키는 결과를 가져올 것이다. 글로벌 완성차 업체들이 IT 업계를 견제하고 주도권을 빼앗기지 않기 위해 애쓰는 이유를 바로 여기서 찾을 수 있다.

- 다음으로 자동차와 연결된 운송 시스템의 붕괴를 들 수 있다. 현재 택시나 트럭 운송 시스템은 사람의 노동력이 총 운영비용에서 높은 비중을 차지한다. 자율주행차가 도입되면 택시 사업자와 택배 및 화물 운송사업자가 큰 타격을 받을 것이다. 혹자는 택시 사업자와 택배 및 화물 운송사업자가 자율주행차를 도입해도 되지 않겠느냐는 생각을 할 수 있을 것이다. 그러나 자율주행차는 후술할 차량공유와 결합하여 이러한 생각들을 파괴시킬 것이다. 자율주행과 결합한 차량 공유 플랫폼 기업이 사람과 물건들의 운송을 담당하게 될 것이다.
- 자동차 사고 감소와 보험시장의 붕괴도 시작된다. 자율주행의 정당성 중 하나는 교통사고의 획기적인 감소다. 국내 교통사고 분석시스템(TAAS)에 제공된 자료에 의하면 2016년 국내 일어난 교통사고 원인의 대부분이 운전자의 실수나 안전의무 불이행 등 전체 사고 약92% 이상이 사람의 실수에 해당하는 인적 요인에 속하는 것으로 분석되었다. 만약 자율주행 차량이 안전하게 보급되면 92%의 인적오류를 최소화 하여 교통사고를 획기적으로 감소시킬 것으로 예상된다. 최근 보험업계에서는 자율주행으로 인한 사고발생시 책임소재를 누가 질 것인가가 이슈가 되고 있지만, 사실상 자율주행으로 인한 근본적인 교통사고의 감소는 자동차 보험회사의 수익을 급격하게 감소시킬 것이다.
- 자율주행은 또한 현재의 교통시스템 및 도시 인프라를 붕괴시킬 것이다. 완전한 자율주행이 도입되면, 면허도 필요하지 않다. 운전 면허 시험장이 있던 자리는 새로운 건물들로 대체될 것이다. 자율주행은 많은 주차장을 필요로 하지 않는다. 직장인들은 자율주행 차량으로 출근한 후 집으로 또는 공유업체로 차량을 돌려보내면 그만이다. 건물에서 막대한 공간을 차지하고 있는 지하주차장이 점차 사라지고 다른 공간으로 대체될 것이다. 도로를 점거하여 교통체증을 유발하는 불법 주차도 사라지게 될 것이다.

- 기존 도시의 모습도 붕괴된다. 도로망을 중심으로 발달한 도시는 자동차를 위해 상당히 많은 공간을 제공하고 있다. 현재의 도로는 사람의 인지능력을 고려하여 구축되었다. 자율주행으로 자동차가 정해진 차선을 따라 자동으로 움직인다는 것은 기차와 같은 개념이다. 열차가 지나가는 철도가 넓을 필요가 없는 것처럼 자율주행 차도 차체 크기의 차선이면 된다. 또한 사람이 인지에 따라 차선을 바꾸고 제어하는 것이 아니기 때문에 도로의 여유 공간이 자율주행에 맞게 대폭 축소된다. 지능화된 도로교통시스템(ITS)의 고도화로 시스템을 통한 차량흐름이 정착되면 결국 신호등도 사라지게 될 지도 모른다.

II. 자율주행차의 개념

1. 자율주행차 정의

- 자율주행차를 논의하기 앞서 과연 ‘자율주행차’란 무엇인가에 대한 정의가 필요할 것 같다.
- 그간 우리나라에서 일반적으로 사용되고 있는 자율주행차량의 정의는 자동차 관리법 제2조 제1의 3호에 “자율주행 자동차”란 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차로 정의하고 사용되었다. 다양한 자료 등에는 “운전자 조작 없이 목표지점까지 스스로 주행환경을 인식하여 운행하는 최첨단 자동차” 등으로 표현하였다. 이 의미는 명확하게 정의되기 보다는 정책, 법, 연구 등 필요상황에 따라 다양하게 정의되고 있는 상황이었다.

하지만, 이러한 개념 정의에 대하여 지나치게 추상적이고 포괄적이어서 구체화가 필요하다는 견해가 많았다. 좀 더 구체적으로 분석하면 첫째 ‘운전자 또는 승객의 조작 없이’라는 표현에서 운전자와 승객의 개념이 무엇인지도 분명하지 않고, 둘째, ‘자동차 스스로 운행이 가능하다’라는 의미가 운행의 전부를 대상하는 것인지 일부를 대상으로 하는 것인지를 문제가 있으며 셋째, 현재 통용되는 자율주행차의 발전단계에 따르면 단계에 따라 사고 시 책임 구성이 달라지게 되는데 형사책임에서 완전 자율주행차와 부분 완전자율주행차의 책임 유무가 갈리게 된다.

- 이러한 한계를 해소할 수 있도록 국토교통부는 2019년 ‘자율주행 자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률’을 제정하였다. 이 법에 따라, 안전기준과 사고 책임 등 관련 세부기준을 운용할 수 있는 근거가 마련되었으며, 자율주행차 종류를 운전자의 개입이 필요한지 여부에 따라 ‘부분 자율주행차’는 “자율주행 시스템만으로 운행할 수 없거나 운전자의 지속적인 주시를 필요로 하는 등

운전자 개입이 필요한 자율주행차”로 정의하고, ‘완전 자율주행차’에 대해서는 “자율주행 시스템만으로 운행할 수 있어 운전자가 없거나 운전자의 개입이 필요하지 않은 자율주행차”로 정의하였다.

- 미국의 경우에는 2011년 네바다 州에서 최초로 자율주행자동차의 일반도로에서의 시험운행을 합법화하였는데, 이러한 자율주행이 가능한 것은 미국이 도로교통에 관한 비엔나 협약 미 가입 국가이므로 가능하고 이러한 지위를 이용하여 기술력을 먼저 축적 발전시킬 수 있었던 것으로 생각된다.

네바다 주 이후 캘리포니아, 애리조나, 하와이 등 많은 주에서 입법을 완료하였다. 이후 2017년 미국 하원은 연방자율주행법을 제정하였으며 자율주행차와 관련된 정의는 SAE 기준에 따라 정의하고 있으며 각 주의 법률 내용은 아래와 같다.

캘리포니아 : 레벨3의 경우 면허를 가진 운전자가 안전운행모니터링과 기술적 결함 등의 비상상황에 모두 대비해야 하며 자율주행차 조작시 발생하는 모든 교통위반은 운전자 책임이며, 자율주행모드 시 발생한 사고 및 주행안전과 관련된 결함은 제조자에게 책임을 부과

테네시 : 높은 단계의 자율주행자동차의 자율주행시스템이 완전하게 시작되고 상당히 운행될 때 시스템을 운전자로 간주하는데, 완전한 자율주행상태를 가정하고 인간운전자가 상당히, 그리고 제조자의 설명과 경고를 준수하여 작동하면 자율주행시스템은 운전자가 됨

노스캐롤라이나 : 완전자율자동차 운행이 가능하며 운전면허 불필요, 단 12세 이하의 사람이 있다면 그 차에 성인이 있어야 함

미시건/네바다 : 제조자의 동의를 받지 않은 자가 자율주행자동차 및 시스템을 변경하여 생긴 책임에 대하여 자율주행자동차의 제조자는 면책됨을 명시, 이를 반대 해석하면 자율주행자동차 제조사가 제조물 책임이 있음

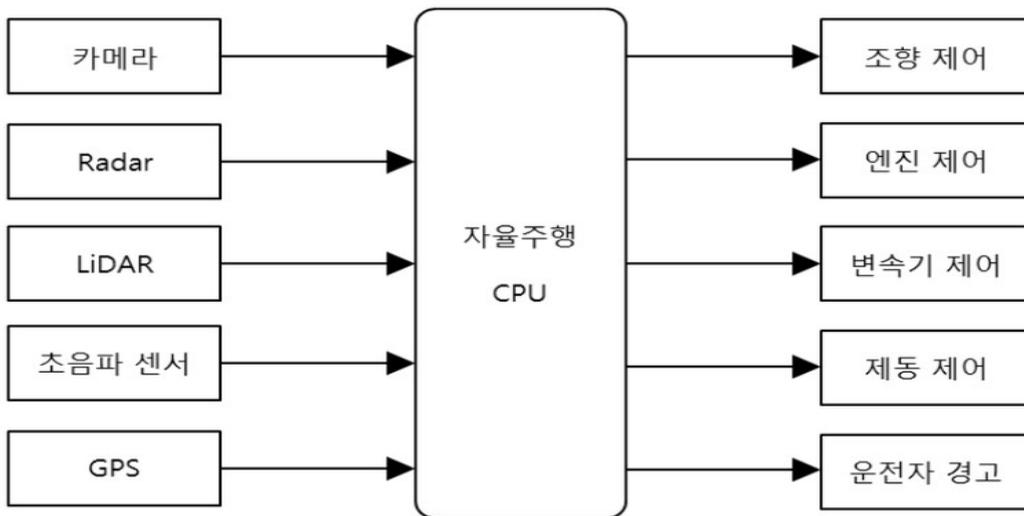
- 미국에서는 지금까지 Autonomous, Automated, Self-Driving 등 다양한 용어가 산업, 주/연방 정부 및 관측자에 의해 다양한 형태의 자동화를 설명하기 위해 사용되어 왔지만 구체적으로 살펴보면 의미가 조금씩 다르다.
- 미국의 교통 전반을 담당하는 연방 교통국(U.S Department of Transportation)은 2018년 10월 다가올 새로운 교통시대를 준비하는 Preparing for the Future of Transportation, 자율주행차 가이드 라인 3.0에서 Automated Driving System(ADS) 용어를 구체적으로 사용하였다.
- 또한 자동차 공학회(SAE)에서는 Autonomous 대신 Automated 용어를 사용하였다. 그 한 가지 이유는 자율(Autonomy)이라는 단어는 전자기계를 넘어서는 의미를 가지고 있기 때문이다. 완전 자율형 자동차(Autonomous car)는 자각적이고 스스로 선택할 수 있을 있다. 예를 들어 당신이 “직장으로 나를 태워줘”라고 말하지만, 그 차는 당신을 대신 해변으로 데려다 주기로 결정한다. 반면 완전 자동화된 자동차(Automated car)는 명령에 따르고 나서 스스로 운전하기 때문이다.
- Self-Driving 용어는 자주 Autonomous와 혼용되어 사용된다. 그러나 약간 다른 의미가 있다. Self-Driving car는 일부 또는 심지어 모든 상황에서 스스로 운전 할 수 있지만 인간이 항상 존재하고 통제할 준비가 되어 있어야 한다. Self-Driving car는 레벨 3(조건부 주행 자동화) 또는 레벨 4(고주행 자동화)에 해당된다.
- 따라서 완전 자율주행차(Autonomous car)가 상용화되지 않은 현재 시점에서는 Automated 및 Self-Driving 용어를 사용하는게 좀 더 바람직하다고 판단된다.

2. 자율주행차 주요 적용기술

- 일반적으로 운전자는 도로나 주변 환경을 인지하고 상황을 판단하여 핸들, 엑셀, 브레이크 등으로 차량을 제어하는데, 자율주행 자동차도 동일한 과정이다. 자율주행 자동차를 구성하는 기술은 주변 환경이나 위치를 인지하는 “인지기술” 경로와 거동에 대한 의사결정을 하는 “판단기술” 가·감속, 조향 및 기어 등을 제어하는 “제어기술”로 구분된다.



<그림 자율주행차 인지 센서, 출처 General Motors>



- “인지기술”은 차량에 장착된 차량센서(카메라, 레이더 등)를 이용해 차량주변의 정적·동적 장애물(차량, 보행자, 신호등, 표지판 등)을

검출하여 인지하고, 이때 매우 중요한 정밀지도와 GPS 측위가 중요하다.

레이더는 전파를 물체에 쏘고 후 이를 다시 수신하는데 걸리는 시간을 통해 '물체와의 거리'를 측정하는 기술이며 전파를 사용하는 레이더와 달리, 라이더는 빛(광 펄스)을 물체에 쏘고 후 이를 다시 수신하는 데까지 걸리는 시간을 측정해 물체의 형상을 추측한다.

카메라는 레이더/라이더와 달리 차선, 그리고 주변 사물의 형태 및 색상 등의 정보를 인식해 두 센서를 보완하는 역할을 하고 있다

GPS는 차량의 위치 파악 역할을 하는 센서로, 지구 주위를 돌고 있는 인공위성들로부터 전파를 수신해 차량의 위치를 결정한다.

자율주행 차량의 보다 정확한 환경 인식을 위해 V2X 기술을 꾸준히 발전시켜 자율주행 차량이 다른 차량, 사물, 도로인프라, 신호 시스템 및 보행자들과 실시간으로 연결하고 정보를 교환 할 필요가 있다.

- “판단기술“은 차량 내 의사 결정 S/W에 수행되는데, 경로계획, 모션계획, 의사결정을 하는 기술로서 경로계획은 출발지에서 목적까지 최종경로 계획, 모션계획은 주어진 상황에 맞는 최적의 거동설계, 의사결정은 차량주행의 거동에 관하여 전반적인 것을 결정한다. 자율주행에서 가장 중요한 기술은 주변상황에 대한 정확한 인식 후 이를 기반으로 정확히 판단하는 것이다. 인식 대상의 종류와 의미를 정확하게 파악해야 차량 제어를 올바르게 할 수 있기 때문이다. 최근 자율주행 차량에 탑재되는 머신러닝 딥러닝 인공지능이 특정 사물을 파악하는 원리를 스스로 학습하는 기술로 인공지능 훈련을 통해 사물을 단순 인식하는 수준을 넘어 사람과 같이 사물의 의미를 이해하고 보행자의 다양한 형태와 움직임을 분류하고 파악하며, 차량의 진행방향, 차도와 인도를 구분하는 등 높은 수준의 판단 능력을 갖고 있으며 주행 데이터와 다른 차량의 주행 데이터를 바탕으로 운전 방법을 학습하여 자율주행 기능의 완성도를 더욱 높여가고 있다.

- “제어기술“은 가속 및 감속, 조향 및 기어 등을 액추에이터 (Actuator)를 통해 제어하는 기술이며, 다른 차량이나 주변 도로 인프라와는 통신(Wave 등)으로 연계한다.
- “네트워크“는 차량 내 외부의 각종 센서 및 교통 인프라와 차량간, 차량-사람, 차량-인프라 통신을 가능하게 하는 V2X(Vehicle to Everything) 통신 기술로 차량의 센서에만 의지(Stand-alone Type)7)하지 않고 V2X 등 협력통신기술을 활용하여 교통인프라, 관제센터와 연결되어 교통환경 정보를 파악(Connected Type)하므로 주행 안전성이 높아진다.
자율주행 단계가 높아질수록 도로인프라(신호등, 가드레일, 가로등, 버스정류소 등)와 차량 간 통신을 지원하는 표준, 이들 간의 연동과 통합 정보 제어를 위한시스템 구축 등 스마트 시티와 같은 도시 인프라가 병행되어야 할 필요가 있다.

3. 자율주행차의 자동화 단계 분류

- 막대한 자본력과 기술력을 가진 굴지의 자동차 업계와 IT 업계 너나 할 것 없이 자율주행에 매달리고 이제 자율주행은 막을 수 없는 시대적 조류가 되었다. 완전 자율주행 차량의 상용화가 언제쯤 시작될 것인지에 대해서는 의견이 분분한 상황이다. 완전 자율주행차량의 상용화를 위해서는 기술적 한계의 극복뿐만 아니라 사고 발생 시 책임 소재, 사회적 합의, 규제 정비, 인프라 확충 등 쉽게 풀기 어려운 숙제가 곳곳에 산재해 있기 때문이다.

이런 혼란을 막기 위해 도로교통안전국은(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)은 2013년 자율주행에 대해 보다 구체적인 개념을 정립하는데, 그 요지는 자율주행이란 갑자기 개화되는 것이 아니고 5단계의 과정을 거친다고 밝혔다. 이는 막대한 재화를 투입하고 있는 기업들에게 자율주행의 개발 단계마다 단계적인 보급을 통해 수익을 확보하고, 지속적으로 기술개발을 이어나갈 수 있는 일종의 근거를 만들어 준 것이다.

- 2013년 NHTSA가 발표한 자율주행 자동차 기술 단계는 Level 0인 비자동화 단계를 제외하면 엄밀히 말해 총 4단계로 구분된다고 하였다. Level 1은 특정 기능의 자동화 단계인 선택적 능동제어 단계이다. 현재도 많은 자동차에서 지원하는 차선 이탈 경보장치나 크루즈 컨트롤 등의 기능이 이 단계에 속한다.

Level 2는 자율주행 기술들이 통합되어 기능하는 능동제어 단계로, 운전자는 전방을 주시하고 운행의 모니터링을 통해 필요시 제어권을 갖지만 정상 주행 시 운전대와 페달을 직접 조작하지는 않아도 된다. Level 3부터 진정한 의미의 자율주행으로 볼 수 있는데, 차량이 교통신호와 도로 흐름을 인식해 운전자가 특별한 모니터링 없이 다른 활동을 할 수 있고 특정 상황에서만 경보신호를 통해 운전자의 간헐적 개입이 필요한 수준이다.

최고등급인 Level 4는 모든 상황에서 운전자의 개입이 필요 없는 완전 자율주행 단계이다.

- 이외에도 SAE(국제 자동차 기술학회), Bast(독일 연방 도로공단) 등 다양한 기관에서 자율주행 관련 분류기준을 제시하였으나, 근래 들어서는 SAE의 자율주행기술 분류기준을 준용하는 것으로 통일되어 가고 있으며, 특히 미국에서는 자율주행차 단계에 대하여 NHTSA (5 단계)와 SAE J3016(6단계)을 혼용 사용하였으나, 2016년 9월 미국 교통부(DOT, Department Of Transportation)와 NHTSA가 공동으로 발간한 “Federal Automated Vehicles Policy Accelerating the Next Revolution In Roadway Safety”에서 자율주행차 Level 분류 기준을 SAE J3016로 통일하기로 결정하여 현재 전 세계적으로 자율주행자동차 분류는 SAE에서 제시한 기준으로 일원화 되고 있다.

Level	0	1	2	3	4	5
SAE	No Automation	Driver Assistance	Partial Driving Automation	Conditional Driving Automation	High Driving Automation	Full Driving Automation
NHTSA	No Automation	Function Specific Automation	Combined Function Automation	Limited Self-Driving Automation	Full Self-Driving Automation	
BAST	Driver Only	Assisted	Partially Automated	Highly Automated	Fully Automated	-

국제 자동차기술학회(SAE International) 자율주행 등급 분류

- SAE가 2014년 처음 발표한 J3016는 자율주행시스템 등급과 관련한 자동화 단계, 용어, 정의 등을 체계적으로 정의하였다.

이후 2016년, 2018년 2번의 개정을 발표하였는데 분류구조는 변경되지 않고 새로운 용어 및 정의가 추가되고 변경사항을 해결하기 위한 설명을 제공하였다. 2019년에는 소비자를 위한 자동화 단계 표준을 구체화하고 단순화 하여 새로운 도표를 제시하였다.

SAE level	SAE name	SAE narrative definition	Execution of steering and acceleration/deceleration	Monitoring of driving environment	Fallback performance of dynamic driving task	System capability (driving modes)	BAST level	NHTSA level
Human driver monitors the driving environment								
0	No Automation	the full-time performance by the <i>human driver</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a	Driver only	0
1	Driver Assistance	the <i>driving mode</i> -specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes	Assisted	1
2	Partial Automation	the <i>driving mode</i> -specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	System	Human driver	Human driver	Some driving modes	Partially automated	2
Automated driving system ("system") monitors the driving environment								
3	Conditional Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> with the expectation that the <i>human driver</i> will respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	Human driver	Some driving modes	Highly automated	3
4	High Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even if a <i>human driver</i> does not respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	System	Some driving modes	Fully automated	3/4
5	Full Automation	the full-time performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> under all roadway and environmental conditions that can be managed by a <i>human driver</i>	System	System	System	All driving modes		

<표> 자동차기술학회 자율주행시스템 단계 및 관련 용어(J3016_201401)

Level	Name	Narrative definition	DDT		DDT fallback	ODD
			Sustained lateral and longitudinal vehicle motion control	OEDR		
Driver performs part or all of the DDT						
0	No Driving Automation	The performance by the <i>driver</i> of the entire <i>DDT</i> , even when enhanced by <i>active safety systems</i> .	<i>Driver</i>	<i>Driver</i>	<i>Driver</i>	n/a
1	Driver Assistance	The <i>sustained</i> and <i>ODD</i> -specific execution by a <i>driving automation system</i> of either the <i>lateral</i> or the <i>longitudinal vehicle motion control</i> subtask of the <i>DDT</i> (but not both simultaneously) with the expectation that the <i>driver</i> performs the remainder of the <i>DDT</i> .	<i>Driver and System</i>	<i>Driver</i>	<i>Driver</i>	Limited
2	Partial Driving Automation	The <i>sustained</i> and <i>ODD</i> -specific execution by a <i>driving automation system</i> of both the <i>lateral</i> and <i>longitudinal vehicle motion control</i> subtasks of the <i>DDT</i> with the expectation that the <i>driver</i> completes the <i>OEDR</i> subtask and <i>supervises</i> the <i>driving automation system</i> .	System	<i>Driver</i>	<i>Driver</i>	Limited
ADS (“System”) performs the entire DDT (while engaged)						
3	Conditional Driving Automation	The <i>sustained</i> and <i>ODD</i> -specific performance by an <i>ADS</i> of the entire <i>DDT</i> with the expectation that the <i>DDT fallback-ready user</i> is <i>receptive</i> to <i>ADS</i> -issued requests to <i>intervene</i> , as well as to <i>DDT performance-relevant system failures</i> in other <i>vehicle systems</i> , and will respond appropriately.	<i>System</i>	System	<i>Fallback-ready user (becomes the driver during fallback)</i>	Limited
4	High Driving Automation	The <i>sustained</i> and <i>ODD</i> -specific performance by an <i>ADS</i> of the entire <i>DDT</i> and <i>DDT fallback</i> without any expectation that a <i>user</i> will respond to a request to <i>intervene</i> .	<i>System</i>	<i>System</i>	System	Limited
5	Full Driving Automation	The <i>sustained</i> and unconditional (i.e., not <i>ODD</i> -specific) performance by an <i>ADS</i> of the entire <i>DDT</i> and <i>DDT fallback</i> without any expectation that a <i>user</i> will respond to a request to <i>intervene</i> .	<i>System</i>	<i>System</i>	<i>System</i>	Unlimited

<표> 자율주행시스템 단계별 개입 주체 등(J3016_201609)

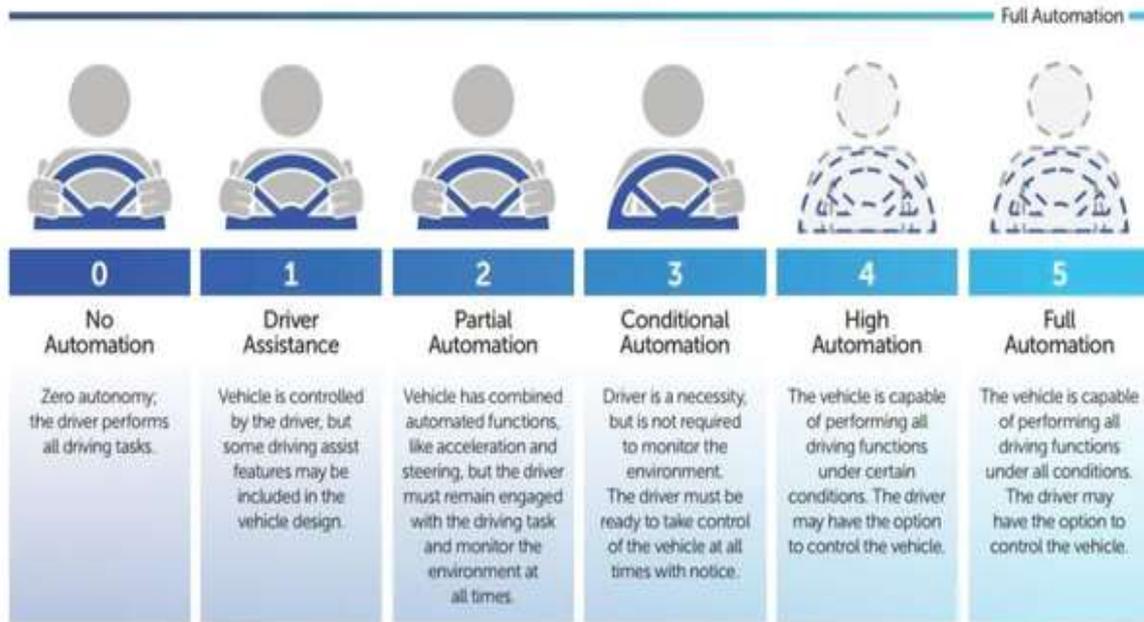
- SAE는 2018년 6월 그동안 자율주행 레벨과 관련하여 기술개발자와 이용자 간 인식의 간격이 있음을 파악하고 좀 더 이용자가 명확하게 인식할 수 있도록 관련 기준인 J3016 “Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles(“18.6)”를 개정하고 Levels of Driving Automation graphic을 발표하였다.

		SAE LEVEL 0	SAE LEVEL 1	SAE LEVEL 2	SAE LEVEL 3	SAE LEVEL 4	SAE LEVEL 5
What does the human in the driver's seat have to do?		You are <u>driving</u> whenever these driver support features are engaged – even if your feet are off the pedals and you are not steering			You are <u>not driving</u> when these automated driving features are engaged – even if you are seated in “the driver's seat”		
		You must constantly supervise these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	
What do these features do?		These are driver support features			These are automated driving features		
		These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering OR brake/acceleration support to the driver	These features provide steering AND brake/acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met	This feature can drive the vehicle under all conditions	
	Example Features	<ul style="list-style-type: none"> • automatic emergency braking • blind spot warning • lane departure warning 	<ul style="list-style-type: none"> • lane centering OR • adaptive cruise control 	<ul style="list-style-type: none"> • lane centering AND • adaptive cruise control at the same time 	<ul style="list-style-type: none"> • traffic jam chauffeur 	<ul style="list-style-type: none"> • local driverless taxi • pedals/steering wheel may or may not be installed 	<ul style="list-style-type: none"> • same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions
For a more complete description, please download a free copy of SAE J3016: https://www.sae.org/standards/content/J3016_201806/							

<자료>: SAE J3016 Levels of Driving Automation

- 미국 교통부에서 발표한 자율주행차 가이드 라인 2.0(“A Vision for Safty”, ‘17.9)에서 그간 버전 1.0에서 사용한 핵심용어인 HVA(Highly Automated Vehicle)를 삭제하고 SAE에서 발표한 J3016 사용 용어인 ASD(Automated Driving System)로 변경하여 용어 사용을 명확히 하였다.

SAE AUTOMATION LEVELS



<자료> Automated Vehicles 3.0 "Preparing for the Future of Transportation" ('18.10)

○ 각 단계별 의미와 주요 특징은 아래와 같이 볼 수 있다.

레벨 0~2는 운전자의 편의나 자동차 안전 측면에서 지원해 주는 첨단 운전자지원시스템(ADAS: Advanced Driver Assistance System)이라 할수 있는데, 운전자 통제 없이 자동차의 자체적 운전은 할 수 없으므로 엄밀한 의미에서 자율주행이라 하기 어려움이 있다.

레벨 3 자율주행은 일상적 주행 중 자율주행시스템을 통해 운행되지만 비상시 운전자가 대응하여 직접 운전할 준비가 필요한 단계이다.

반면, 레벨 4 자율주행은 평상시에는 레벨 3과 같이 운행되지만 비상 시 운전자가 운전을 할 준비가 되지 못하더라도 정해진 주행모드로 주행이나 안전한 정차가 가능한 단계이다

즉, 레벨 3~4의 경우, 자동차 운행에 있어서 운전자와 자동차의 역할이 혼재되어 있기 때문에 사고 시 책임 주체를 비롯하여 다양한 법·제도적 논란이 발생할 수 있다.

레벨 5는 자율주행 시스템이 차량을 완전 통제하는 단계이기 때문에 운전자와 자동차가 책임 논쟁의 여지가 적고, 아직은 실현 시기가 불투명하기 때문에 자율주행 관련 정책 및 입법적 논의가 활발하지 않음

Ⅲ. 자율주행차 정책 및 기술동향

1. 세계 각국의 정책 동향

1-1 미국

(1) 주요 정책

- 미국 교통 전반을 담당하는 연방 교통부(US Department of Transportation)와 도로교통안전국(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)은 2016년부터 네 차례에(AV 1.0~4.0) 걸쳐 자율주행 차 제작 및 운행 등의 기준인 가이드라인을 발표하였다.

가. Federal Automated Vehicle Policy-Accelerating the Next Revolution In Roadway Safety (2016년 9월)

자율주행자동차 제조업자와 개발자들에게 자율주행자동차의 안전운행을 위한 15개 분야별 적용 가이드라인이 포함되어 있다.

- ① 데이터 기록 및 공유, ② 사생활 보호, ③ 시스템 안전, ④ 자동차 사이버 보안, ⑤ 사람과 기계 간 접점, ⑥ 충돌 내성, ⑦ 소비자 교육 및 훈련, ⑧ 등록 및 인증, ⑨ 사고 대응행동, ⑩ 연방정부, 주정부, 그리고 지방정부의 법률, ⑪ 윤리적인 고려사항들, ⑫ 운영설계범위, ⑬ 물체 및 사고 감지와 대처, ⑭ 긴급상황 대응, ⑮ 검증

나. Automated Driving Systems 2.0-A Vision for Safety (안전을 위한 비전, 2017년 9월)

AV 2.0은 자율주행 설계 가이드라인과 관련 기관들의 역할을 제시하고 자율주행 시스템이 갖춰야 할 기술적 요구장치와 12가지 안전요소(Automated Driving Systems Safety Elements)를 제시하였다.

또한 교통부와 도로교통안전국은 자율주행차 안전수준 제고와 미국의 글로벌 입지 공고를 위한 ADS(Automated Driving System)를 용어를 제시하였다.

- ① 데이터 기록, ② 충돌 후 거동, ③ 시스템 안전, ④ 사이버보안, ⑤ 인터페이스, ⑥ 충돌 안전성, ⑦ 소비자 교육 및 훈련, ⑧ 연방, 주, 지방법 준수, ⑨ 운영설계영역, ⑩ 사물 인지 및 반응 기능, ⑪ 고장 발생 시 대응능력, ⑫ 검증 방법

다. Preparing for the Future of Transportation : Automated Vehicles 3.0 (미래교통을 위한 준비, 2018년 10월)

2016년, 2017년 이어 2018년 발표한 “Preparing for the Future of Transportation” : Automated Vehicles 3.0은 자율주행 시대 체계에 대한 유연하고 책임 있는 접근 방식을 개발한 세 번째 연방지침의 내용이다. 새롭게 발표한 가이드라인 3.0은 이전 가이드라인 2.0의 대체가 아닌 보완 측면에서 자율주행기술의 개발과 도입을 촉진하기 위해 마련되었다. 이전 버전이었던 AV 2.0에서는 차량 제조에 대한 가이드라인을 중점적으로 제시하였는데 AV 3.0에서는 현행 규제 완화에 대한 민간의 의견 수렴을 추진하여 정부차원에서 조금 더 적극적으로 개입하는 형태로 교통시대를 준비하겠다는 자세가 보여진다.

미국 교통부는 다음 6가지 원칙을 바탕으로 자율주행 자동차에 대한 정책을 수립하는데 명확하고 일관된 연방 접근방식을 수립하였다.

	<p>1. 안전을 최우선 순위로 정한다.</p> <p>자율주행은 도로를 공유하는 자동차 운영자와 승객, 보행자, 자전거 사용자, 이륜자동차 운전자와 기타 여행객의 안전을 개선할 수 있는 잠재력을 제공한다. 그러나 이러한 기술은 안전에 새로운 위험도 초래할 수 있다. 미국 교통부는 안전에 대한 잠재적인 위험을 해결하고 인명을 살리는 자율주행의 잠재력을 발전시키기 위한 노력을 주도하여, 이러한 신기술에 대한 대중의 신뢰를 강화할 것이다.</p>
---	--

	<p>2. 기술적으로 중립을 유지한다.</p> <p>자율주행 자동차의 역동적이고 신속한 개발에 대응하기 위해, 미국 교통부는 안전, 이동성 및 경제 목표를 달성하기 위한 수단으로서 경쟁과 혁신을 촉진하는 유연하고 기술-중립적인 정책을 채택할 것이다.</p> <p>이 접근 방식은 연방 정부가 아니라 국민이 가장 효과적인 운수 및 이동성 해결방안을 선택할 수 있게 한다.</p>
	<p>3. 규정을 현대화한다.</p> <p>미국 교통부는 자율주행 자동차의 개발을 불필요하게 방해하거나 중요한 안전 요구를 다루지 않는 오래된 규정을 현대화하거나 제거한다. 가능할 때마다, 교통부는 시간이 지남에 따라 유연하고 적용할 수 있는 자발적이고 합의를 기반으로 한 기술 표준 및 접근방식의 개발을 지원한다. 규정이 필요할 때, 미국 교통부는 가능한 한 비규범적이고 성능에 기반한 규정을 찾는다. 미국 교통부는 출발점으로서 모든 해당 예고 및 의견 요건과 일관되게. "운전자"와 "운영자"의 정의를 해석하며 해당 용어가 인간을 전적으로 지칭하는 것이 아니라 사실상 자율주행 시스템에도 해당된다는 점이 인식되도록 조정한다.</p>
	<p>4. 일관된 규정 및 운영 환경을 장려한다.</p> <p>자율주행 자동차를 둘러싸고 충돌하는 주 및 지방 법규와 규정은 혼란을 일으키고 장벽을 도입하며 규정 적합 문제를 야기한다. 미국 교통부는 자율주행 자동차가 전국에서 원활하게 운영되도록 규정의 일관성을 촉진한다. 미국 교통부는 기술 표준에 대한 주 및 지방 교통 기관 및 업계 이해당사자 간의 공감대를 형성하고 운수 시스템 전반에 걸친 자율주행 자동차의 통합을 지원하기 위한 정책을 발전시킨다.</p>
	<p>5. 자율주행을 위해 적극적으로 대비한다.</p> <p>미국 교통부는 역동적이고 유연한 자율주행의 미래를 위해 필요한 파트너가 투자를 계획하고 실행할 수 있도록 지침, 모범 사례, 파일럿 프로그램 및 기타 지원을 제공한다. 또한 미국 교통부는 자동차와 주변 환경 간의 통신과 같은 자율주행의 이점을 향상시키는 보완 기술을 준비하지만 특정 접근 방식의 보편적인 시행을 가정하지 않는다.</p>



6. 국민들이 누리는 자유를 보호하고 강화한다.
 미국 교통부는 국민 자신의 지동차를 운전할 수 있는 자유를 포함하는 개방 도로에서 자유를 수용한다. 우리는 자율주행 자동차가 기존의 수동 조작 자동차 및 기타 도로 이용자와 함께 운영되는 환경을 구상한다. 우리는 고객의 요구에 가장 적합한 이동성을 선택할 수 있는 소비자의 능력을 보호한다. 우리는 교통약자와 노인들에게 안전하고 독립적인 이동성에 대한 접근성을 확장함으로써 개인의 자유를 향상시키는 자율주행 기술을 지원한다.

또한 6대 원칙 실현을 위한 5대 전략도 발표하였다.



1. 정책형성 과정에서 이해관계자 및 일반국민의 적극적 참여 유도
2. 자율주행 기술의 이해관계자에게 최신 정책과 우수 사례 제공

3. 자발적 기술표준 개발을 지원하기 위해 이해관계자, 표준개발기구와 협력
4. 정책 결정을 위한 자율주행 기술연구 수행
5. 자율주행 시험, 판매, 운영 및 상용화를 방해하는 규제 개혁

AV 3.0의 주요 내용으로는 운전자(driver) 또는 운영자(operator) 개념을 인간을 전적으로 지칭하는 것이 아니라 사실상 자율주행 시스템에도 해당된다는 것으로 해석, 적용하였다.

많은 지역에서 자율주행 자동차 테스트 활용이 빠르게 증가함에 따라 미국 교통부가 특정 지역을 선호할 필요가 없어 교통부는 2017년 1월 발표한 10개 자율주행 자동차 시험장의 지정을 철회하였다.

- .Pennsylvania Transportation Institute
 - .Texas AV Proving Grounds Partnership
 - .U.S. Army Aberdeen Test Center
 - . American Center for Mobility(ACM) at Willow Run
 - . Contra Costa Transportation Authority (CCTA) & GoMentum Station
 - . Sand Diego Association of Governments
 - . Iowa City Area Development Group
 - . University of Wisconsin-Madison
 - . Central Florida Automated Vehicle Partners
 - . North Carolina Turnpike Authority
- 자율주행시스템의 안전성을 입증하는 것은 대중의 수용과 채택을 용이하는 데 매우 중요하다, AV 2.0에서는 이해 관계자들에게 ASD 개발자가 자신의 기술을 개발하고 시험할 때 고려해야 할 12개 안전요소(Automated Driving Systems Safety Elements)를 제시하였다. 또한 안전 자체 평가(Voluntary Safety Self-Assessment)를 도입하여

기업이 자발적으로 참여할 수 있도록 하였다. AV 3.0에서는 자율주행시스템 기술의 투명성을 높이고 대중의 확신을 강화하는 수단으로 안전 자체 평가를 공개적으로 사용하도록 권장하였다.

- ① 데이터 기록, ② 충돌 후 거동, ③ 시스템 안전, ④ 사이버보안, ⑤ 인터페이스, ⑥ 충돌 안전성, ⑦ 소비자 교육 및 훈련, ⑧ 연방, 주, 지방법 준수, ⑨ 운영설계영역, ⑩ 사물 인지 및 반응 기능, ⑪ 고장 발생 시 대응능력, ⑫ 검증 방법

자율주행은 프로그래밍, 사이버 보안, 그리고 새로운 기술과 이에 관련된 교육과 훈련에 대한 수요를 불러올 가능성이 있는 다른 분야에서 일자리를 창출 할 것으로 예상되나 동시에, 교통부는 또한 수동 운전 기반의 직업을 위한 전환 전략을 개발할 필요가 있다고 판단하고 이번 AV 3.0에서는 고용 및 노동력 영향에 대한 종합적인 분석을 위해 다른 행정부 기관과 협력하고 있다. 교통부 내 개별 운영 관리청들도 이해관계자들을 접근하기 시작했으며 각자의 운수 방식에 영향을 미치는 인력 문제에 대한 연구를 후원하기 시작했다.

또한 적용대상에 대중교통 산업 관계자, 기반시설 소유, 운영자도 포함되었다. 대중교통 산업계와 이해관계자는 자율주행 도입으로 발생 할 변화에 대한 준비를 시작할 것과 새로운 직업을 예측하고 현 산업 인력의 재교육을 통한 직업 승계를 권고하였다. 교통약자의 접근성 고려, 산업관계자, 정부와 지속협력을 요청하였으며 기반시설 소유자 및 운영자에게는 시범운영 및 운영 등제도 개선 등에 협력 하는 내용이 포함되어 있다.

라. Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies : Automated Vehicles 4.0

(자율주행 기술에 대한 미국의 리더십 확보 전략, 2020년 1월)

- 미국 정부는 2016년 이후 세차례 자율주행차 가이드라인을 발표 하였는데 주로 자동차 제조사나 개발업체에 안전 기준 제시 및 정

책에 대한 원칙과 구체적 전략 등을 제시하였다. 2020년 발표한 가이드라인 4.0은 백악관과 미국 교통부가 공동 발표를 통해 자율주행차 산업 시장에서 선두주자가 될 것이라는 의지를 볼 수 있다.

그간 2016년, 2017년은 도로교통안전국(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA) 주도로, 2018년은 연방 교통부(DOT)로 주도로 자율주행차 개발에 관련된 실무적 내용보다는 미국 정부가 자율주행차량에 대한 생각하는 원칙 등을 나타내었다. 이번 발표된 AV 4.0은 미국 행정부의 최종 책임자인 대통령의 입장을 발표함으로써 이제 단순히 자율주행차가 아닌 미국인의 안전, 보안, 생활, 자유를 보장하기 위해 미국 전 행정부가 노력할 것이라고 보여주고 있다.

AV 4.0은 백악관과 미국 교통부(US DOT)는 38개 연방부처, 독립기관, 위원회 등 거의 모든 분야 사회 기관과의 협력을 통해 연방정부 기관, 혁신자 및 모든 이해당사자들에게 높은 수준의 지침을 정리해 주고 있다.

또한 사용자와 커뮤니티를 보호하고, 효율적인 시장을 촉진하며, AV에서 미국의 리더십에 대한 표준화된 연방 접근법을 보장하기 위한 공동 노력을 촉진하기 위한 미국 정부의 10가지 원칙을 상세히 기술하였다.

(2) 법·제도4)

- 세계화가 진행되는 시절 사람들이 다른 나라에 갔을 때, 서로 다른 도로교통법이나 교통표지판 등으로 혼란을 야기해서 1968년 교통체계를 하나로 통일하기 위해 비엔나 도로 교통에 관한 협약이 체결되었다. 이 협약내용 중 “운전자는 항상 차량을 제어하고 있어야 한다”는 조항으로 인해 회원들국의 자주행차 기술개발 및 상용화는 더디게 진행되었을 지도 모른다.

미국은 2011년 네바다 州에서 최초로 자율주행자동차의 일반도로에서의 시험운행을 합법화하였는데, 이러한 자율주행이 가능한 것을 미국이 도로교통에 관한 비엔나 협약 미 가입 국가이므로 가능하며 이러한 지위를 이용하여 보다 빠른 기술력을 축적할 수 있었다.

구분	법제와 주요 경과
2009년	구글 자율주행자동차 시범운영
2011년	구글 자율주행자동차 사고발생 (적용규정 없음)
2012년	자율주행자동차 합법화(캘리포니아)
2012~2015년	캘리포니아, 플로리다, 애리조나, 오클라호마, 하와이, 미시간주, 워싱턴DC, 테네시, 유타 합법화
2016년	Federal Automated Vehicle Policy—Accelerating the Next Revolution In Roadway Safety
2017년	자율주행법, Automated Driving Systems 2.0 -A Vision for Safety
2018년	Preparing for the Future of Transportation : Automated Vehicles 3.0
2020년	Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies : Automated Vehicles 4.0

<미국의 자율주행자동차 법제화 경과>

4) 전북대학교 법학연구원 2017. 자율주행법의 주요내용 및 시사점

- 네바다 주 이후 캘리포니아, 애리조나, 하와이 등 현재 40여개 주가 자율주행차 관련 법률을 가지고 있다. 그런데 각 주마다 기준과 요건이 다르고 유럽, 일본 등 경쟁국들 역시 자율주행차 관련 법제화에 필요성을 느끼게 되고 중국 정부가 자율주행 기술개발(R&D)을 전폭적으로 지원하는 것에 위기를 느낀 미국은 연방 차원에서 입법화를 추진하게 된다.
- 미국의 국회는 상원과 하원으로 나누어져 있다. 이 두 곳 모두 각기 자율주행차에 대한 법안을 추진했는데 하원은 17년 7월 법안을 발의하고 18년 10월 자율주행차 법안(Self Act)을 통과시켰다. 하지만 상원의 법안(AV Start Act)은 아직 통과를 하지 못하고 있다.

하원을 통과한 자율주행차 법안(Self Act)은 자율차 분야 산업 발전을 돕기 위한 규제완화 및 산업촉진 법안의 성격을 강하게 띠고 있으며 주별 상이한 자율주행차 및 첨단교통수단의 정책 가이드라인 제공, 차세대 자동차 산업의 선도를 위한 입법·정치적 역할 강화, 자동차 안전확보와 규제 최소화 사이의 최적안 모색, 사이버 보안계획과 개인정보 보호방안 확보 등 총 13개의 section으로 구성되고 주요 내용을 다음과 같다.

- 1) 법안의 명칭과 목적, 2) 자율주행차량을 위한 NHTSA 관할과 주(州) 우선권, 3) 연방교통부와 NHTSA의 관련 규칙 제정권한
- 4) 자율주행시스템의 사이버보안, 5) 면제, 6) 소비자에의 정보제공, 7) 고성능 자동화 차량 자문위원회, 8) 개인정보보호 계획 등

(입법목적) 산업적 관점에서 자율주행자동차의 글로벌 산업주도권 확보, 자율주행자동차의 시험과 배치 장려하였다.

(연방과 州의 관할 구분) 연방법이 상위 규범임을 명시하고 있으나 州의 규범이 지나치게 비합리적인 제약이 없는 한 이를 인정토록 하며, NHSTA는 자율주행자동차 안전성 관련 규칙제정과 안전성

우선순위계획 수립권한을 보유하고 있으며 차량의 주행관련 사항은 각 州가 규제토록 권한 인정하였다.

(기술수준별 규제) 미국 자동차공학협회(SAE : Society of Automotive Engineers International)의 기준을 연방법에 반영하도록 하고 있으며, “누가(Who)”, “언제(When)”, “무엇을(What)”, “행동하였는가(Does)”를 기준으로 분류하며 이러한 구분은 책임소재와 연관이 있다.

자율주행차량 운행과정에서 발생하는 운전자의 차량관계, 사고책임, 귀속, 보험 등에 대하여는 다루지 않고 있으며 이러한 부분은 州법이 다루도록 정하고 있다.

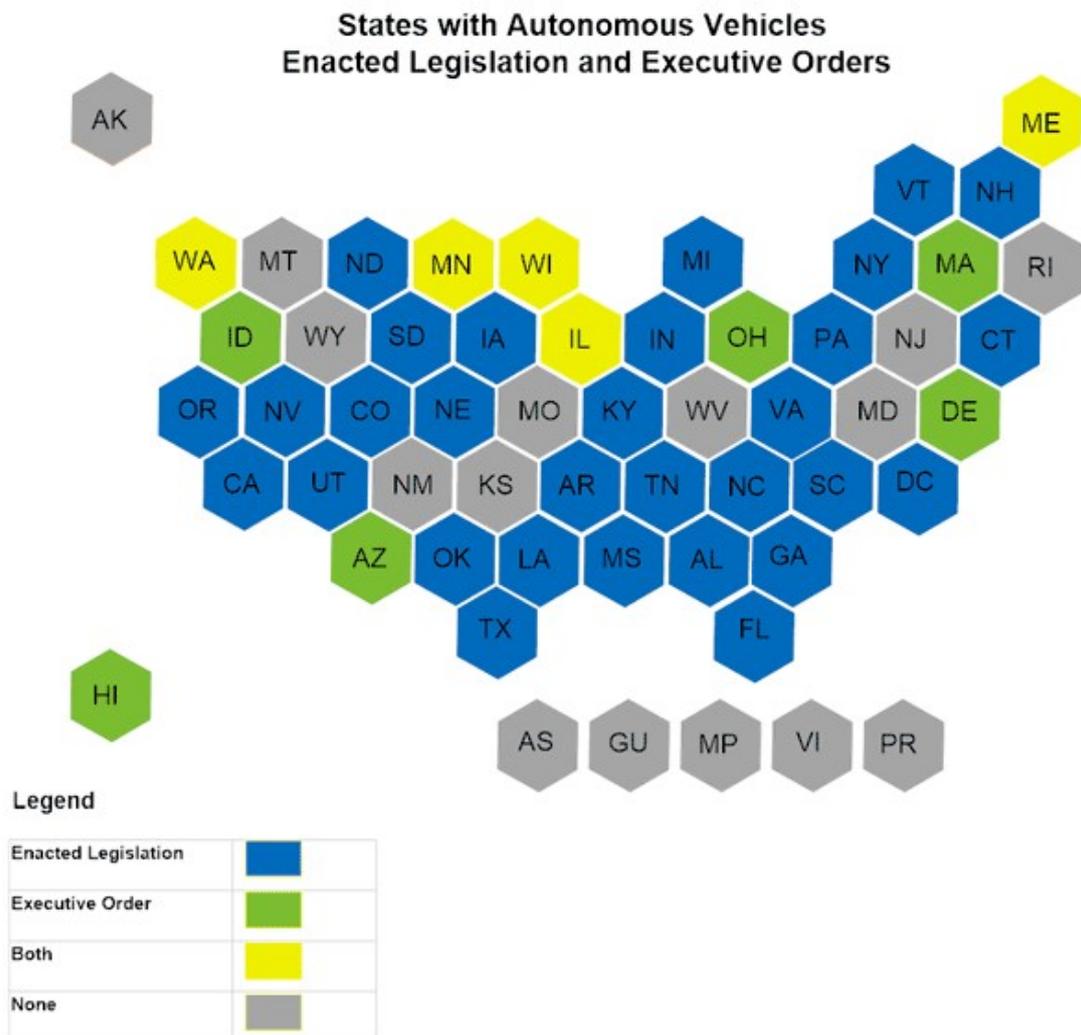
미국 상원 상업과학위원회에서는 “AV START ACT”라는 독자적인 자율주행법안을 제출하고 심의 중에 있다. AV START ACT는 총 22개의 Section으로 구성되어 있으며, 9월 28일 제출된 초안은 15개 Section이었으나 심의 과정에서 11월 28일에 22개 Section으로 늘었다.

미국 연방 상원, 하원 자율주행차 법안 비교

구 분	SELF-DRIVE Act	AV START Act
연방법 우선조항	Section 3. 주는 연방법에서 규율하는 한도내에서 자율주행차량의 안전과 관련된 규정을 만들 수 있다.	Section 3. 자율주행차량과 관련된 디자인 구조, 성능과 관련된 법률 또는 규정의 채택과 관련하여 연방법 우선 조항을 확대 적용하고 있다.
운전면허 발급조항	해당사항 없음	Section 3. 주는 기존의 자동차 운전 면허증제하에서의 장애인운전면허증에 대한 예외규정이 있는 기존의 자동차운전면허증 제도에 따라 level 4, 5의 자율주행 자동차의 운전면허증을 발급할 수 없다.
차량안전규정 (FMVSS : Federal Motor Vehicle Safty Standards)	차량안전규정을 업데이트하도록 교통 부장관에게 지시하고 있다.	교통부 산하의 국립운송시스템센터에 게 직접 차량안전규정을 180일 안에 업데이트하도록 지시함으로써 차량안전관련 규정의 업데이트를 신속하게 처리하려 하고 있다.
사이버보안	Section 5. 자율주행자동차 개발사는 법령의 발효 180일 이내에 사이버보안과 관련된 계획을 만들어야하지만 미국 교통부에 보낼 필요는 없다	Section 14. 자율주행자동차 개발사는 법령의 발효 18개월 이내에 사이버보안과 관련된 계획을 만들어야하며 교통부장관은 각 개발사들의 사이버보안 계획에 대하여 조사할 수 있다.
사이버보안 및 개인정보보호	해당사항 없음	Section 15-22

(3) 미국 주(州)정부

- 2011년 네바다 주가 자율주행차 관련법을 통과한 이후 2020년 4월을 기준으로 캘리포니아, 미시건, 뉴욕, 플로리다 등 40개 이상 주에서 자율주행차 관련법이 통과되었으며 일부 주에서는 교통약자(장애인, 노약자 등)를 위한 자율주행차 정책도 다루기 시작했다.



<자율주행차 법률 및 행정명령 등이 발효 중인 州 현황5>

5) 자료출처 : 미국 전국 주 의회 협의회(National Conference of State Legislatures)
<https://www.ncsl.org/research/transportation/autonomous-vehicles-self-driving-vehicles-enacted-legislation.aspx>

- 네바다

최초의 자율주행차의 일반도로 운행을 합법화한 네바다 주는 SAE J3016에 따른 자율주행 3,4,5단계로 운행되도록 제작된 자율주행시스템이 탑재된 차량을 자율주행차량으로 정의하고 주내 운전면허증을 소지하여야 자율주행차를 운전할 수 있다. 만약 운전자가 없다면 자율주행모드를 나타내는 인증서를 보유해야 하며 2017년에는 완전 자율주행차 및 자율주행시스템을 도입, 운전자 조작 없는 완전 자율주행차 운행을 허용하였다.

- 플로리다

2012년 자율주행기술이 탑재된 자동차의 안전 발전, 테스트 그리고 운행을 권장하는 것을 입법목적으로 선언하였고 2016년 법률은 자율주행차가 공도에서 운행 할 수 있도록 허용하였고 자율주행차의 테스트와 관련된 요건과 관련하여 그 차에 운전자(a driver)가 있어야 된다는 조항을 삭제하였다.

- 애리조나

더그 듀시 애리조나 주지사는 2015년 8월 말 "애리조나 내 공공도로에서 자율주행차 시험운행을 지원하기 위해 필요한 조치를 취하라"는 행정명령에 서명했다. 그는 또한 선정된 대학의 파일럿 프로그램을 가능하게 하고 그 프로그램들에 따르는 규칙을 개발하라고 명령했다. 이 명령은 도지사 집무실 내에 자율주행차 감독위원회를 설치했다. 2018년 3월 1일 듀시 주지사는 2015년 행정명령에 행정명령 2018-04를 추가했다. 이 명령에는 완전히 자율적인 차량으로의 진보를 포함하여 새로운 기술에 보조를 맞추기 위한 업데이트와 모든 자동화된 주행 시스템이 모든 연방 및 주 안전 표준을 준수하도록 요구하는 내용이 포함되어 있다. 또한 주지사는 2018년 10월 행정명령 2018-09에 서명해 주 내에 자동화 이동성 연구소를 설립했다.

- 델러웨이

존 카니 델라웨어 주지사는 2017년 9월 커넥티드·자율주행차 자문위

원회를 설립하는 행정명령에 서명했는데, 연결·자율주행차용 델라웨어의 교통망 준비에 활용할 수 있는 혁신적 도구와 전략에 대한 권고안을 개발하는 임무를 맡았다.

- 하와이

데이비드 이계 하와이 주지사는 2017년 11월 주지사 집무실에 커넥티드 자율주행차(CAV, connected autonomous vehicles) 연락처를 구축하고 특정 정부기관이 기업과 협력해 주(州)에서 자율주행차 시험을 허용하도록 하는 행정명령에 서명했다.

- 아이다호

C.L. "부치" 오터 아이다호 주지사는 2018년 1월 2일 자율·연결차량의 시험·전개를 지원할 관련 국가기관을 파악하고, 자율·연결차량의 시험·전개를 가장 잘 관리할 수 있는 방안을 논의하기 위한 행정명령 2018-01에 서명했다. 현행법에 따른 차량 등록, 면허, 보험, 교통 법규, 차량 소유자 또는 운영자의 책임과 같은 문제와 관련하여, 기존 주 법령과 행정 규칙을 검토하고, 자율 및 연결 차량의 시험과 배치를 방해하는 기존 법률이나 규칙을 식별한다. 도로 상에서 그리고 자율 및 연결 차량의 사회적, 경제적, 환경적 이익을 활용하기 위한 전략적 파트너십을 확인한다. 이 위원회에는 아이다호 입법부의 두 명의 의원이 포함되어야 하며, 한 명은 하원의장이 임명하고 한 명은 상원의 프로 템포어 대통령이 임명해야 한다.

- 일리노이

브루스 라우너 일리노이 주지사는 2018년 10월 25일 행정명령 2018-13에 서명했다. 이 명령은 일리노이 교통부(IDOT)가 일리노이 내 CAV 기술 및 관련 인프라 및 데이터 요구를 개발, 테스트 및 배치하기 위한 "자율 일리노이" 이니셔티브를 주도하도록 지시한다. 또한 이 명령은 IDOT가 관리할 자율 일리노이 시험 프로그램을 제정한다. 이 프로그램은 면허를 받은 운전자가 운전대를 잡고 항상 차량을 통제할 수 있는 일리노이 주의 공공 도로나 고속도로에서 법적

시험과 프로그램을 촉진할 것이다. IDOT는 일리노이 주의 CAV 지형에 대한 최신 정보를 수집하고 유지할 것이다. IDOT는 반드시 안전한 파일럿 또는 CAV 시험을 실시하기를 원하는 기관들을 위한 등록 시스템을 만들어야 한다.

- 메인

폴 르페이지 메인 주지사는 2018년 1월 17일 행정명령 2018-001에 서명하고, 고도로 자동화된 차량의 메인 기술에 대한 유익한 도입을 감독할 메인 고도로 자동화된 차량(HAV) 자문 위원회를 창설하고, 고도로 자동화된 차량의 메인 기술에 대한 조언을 위해 시작된 잠재적 파일럿 프로젝트와 관련된 권고 사항을 평가, 개발 및 이행했다. 또한 교통약자를 위해 2018년 국가기관 간 노력을 조정하기 위해 자율차위원회(HP 1204)를 만들었으며 보건인적자원부 내 노령장애인서비스국 대표가 위원회를 맡고 있다.

- 테네시

자율주행시스템으로 운행되는 차가 면허요건이 면제된다는 것을 명기하였고, 일정 요건을 충족시키면 자율주행차에 운전자가 없더라도 테네시주의 거리와 고속도로에서 그 차가 운행될 수 있다고 하였고, 자율주행시스템이 완전하게 시작되고 상당히 운행될 때의 책임에 대하여 그 시스템이 운전자로 간주되고, 이 법은 높은 또는 완전 자율주행모드일 때의 차에만 적용된다고 명기하였다

- 노스캐롤라이나

노스캐롤라이나의 고속도로에서 완전자율주행차가 운행될 수 있다는 규정을 제정하였고, 자율주행차를 운행하는데 운전면허가 요구되지 않는다고 명기하였고, 자율주행차에 12세 이하의 사람이 있다면 그 차에 성인이 있어야 되고, 완전자율주행차 위원회를 신설하였다.

- 텍사스

차량들 간의 적절한 거리를 유지하기 위하여 연결제동시스템의 이용

을 허용하였고, 연결제동시스템이란 한 차량의 제동이 뒤따라오는 차량의 제동시스템과 전자적으로 조정되는 시스템을 의미하고, 일정 요건이 충족되면 인간 운행자가 자율주행차에 있는지와 관계없이 그 차가 텍사스주에서 운행하는 것을 허용하였다.

유럽연합 집행위원회는(EC : European Commission) 2016년 유럽 자동차 산업계가 직면한 도전을 해결하고 장래 필요한 규제의 틀을 해결하고자 GEAR 2030⁸⁾을 발족하였다. “Highly automated and connected vehicles“ 워킹 그룹이 설치하여 법률 및 정책, 재정지원 협력, 경쟁력/국제 차원의 자율주행시스템의 조기 구현과 이를 용이하게 하기 위한 조치사항 등이 포함된 로드맵을 개발 중이다.

- 2016년 암스테르담에서는 EU 28개국 교통부 장관들은 유럽 연합 집행위원회와 회원국 간의 협력의 결과로 자율주행차 도입을 가능하게 하는 조정안인 “Declaration of Amsterdam”을 승인하였다. 주요 내용으로는 국가 간 테스트 베드 및 모범 사례 공유, 공동의제 개발·추진, 보안 시스템 개발 및 상호 긴밀한 협조 등이 포함되어 있으며 이후 독일, 스웨덴, 오스트리아 등에서 고위급 회담이 열리고 있다.

2-3 영국

- 영국정부는 2013년부터 개인도로 뿐만 아니라 공공 도로에 자율주행을 허가하고 자율주행 자동차 시험주행 프로젝트를 추진하였으나 기술적 문제를 겪어 가동하지 못하다가 2015년부터 밀턴케인스(Milton Keynes), 코벤트리(Coventry), 브리스톨(Bristol), 그리니치(Greenwich)에 자율주행 시험운행 프로젝트를 시작하였다. 영국 정부는 자율주행 자동차 산업이 2025년까지 9000억 파운드로 성장할 것이라고 예측했다.
- 영국 정부는 2015년 자율주행차의 일반도로 시험운행과 관련 이슈에 관한 The Pathway to driverless cars⁹⁾을 발표하고 운전자교육, 운전자 책임, 등록·면허, 윤리규정, 도로관리기준, 사이버 보안, 개인정보 보호 등 자율주행차 시험 운영을 위한 실무 지침을 마련하였다.

8) 산업계 대표와 EU 기관 및 국가 부처들로 구성된 자동차산업 고위급 그룹

9) www.gov.uk/government/publications/driverless-car-in-the-uk-a-regulatory-review

- 2018년에는 자율주행자동차의 정의 규정, 운행 관리를 위한 체계 구축 및 사고 발생 시 보험회사의 책임을 분명히 한 자동화 및 전기 차량 법안(The Automated and Electric Vehicle Bill)을 공포하였다
주요 내용은 현재의 의무보험과 달리 자율자동차 사고 발생 시 보험회사는 제3자에 대한 피해와 운전자에 대해서도 1차적으로 보상하고 사고원인이 된 자에 대하여 구상권을 행사를 하도록 되어 있다.

		일반자동차 의무보험	자율차 의무보험
적용법규		Road Traffic Act Part VI Third Party Liability	Automated and Electric Vehicle Bill
적용대상 차종		모든자동차	운송부가 공표하는 조건을 만족하는 차량형식에 한정
인적 손해	제3자	무행배상	무한배상 (무보험일 경우 소유자 책임)
	운전자	보상하지 않음	
물적 손해	제3차	1사고 당 100만 유로한도	1사고 당 100만 유로한도 배상
	보유자 자동차, 운송화물	보상받지 못함	보상받지 못함
과실상계		적용	적용
블랙박스 장착		-	-

<표> 일반자동차와 자율주행자동차 의무보험 계약담보 내용¹⁰⁾

- 또한 규제 개혁을 위해 운전의 주체문제, 민·형사상 책임 분배 문제, 대중교통 자율주행차량의 역할, 자율주행차량에만 적용되는 형사책임 도입, 등을 포함한 자율주행차 도입을 저해하는 법적 장해요인 검토 및 규제 개혁 판단을 위한 법률 개정 3개년 계획을 발표하였다.

2-4 독일

- 벤츠, BMW 등 주요 자동차 제조사가 있는 독일도 도로교통 국제 협약이 개정, 시행됨에 따라 자국의 도로교통법규 개정 등을 통해 완전 자율주행차량의 상용화를 추진중이다.

10) 보험연구원, 2018 독일과 영국의 자율주행자동차 보험제도 운영 방안

- 2013년 Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure는 학계, 업계 및 행정기관 관계자들과 “Automated Driving” Round Table을 설립하고 자율주행 관련하여 사회적 합의 및 수용성을 고려한 자율주행차 관련 정책 자문을 시작하였다.
- 2015년 연방정부는 Round Table 권고에 따라 Strategy for Automated and Connected Driving을 발표하여 레벨1~레벨5 자율주행 단계를 구분하고 도로교통법 개정, 운전자 교육제도 신설, 검사제도 표준화 등 향후 법령 개정 및 적용을 위한 정책·입법 방향을 제시하였다. 2016년에는 자율주행 윤리 규정이 포함된 Ethical rules for Automated and Connected vehicular traffic을 발표하였다.
- 2017년 6월에 자율주행차량의 상용화에 대비하여 도로교통법(StVG)을 개정하였다. 이 법은 운전자의 주의 의무를 완화하고 SAE(The Society of Automotive Engineers) 자율주행 레벨 3과 4에 해당하는 High automated Vehicle과 fully automated Vehicle의 자율주행차량이 공용도로에서 운행되는 경우에 발생할 수 있는 사고에 대비하기 위한 내용이 포함되어 있고 주요 개정내용을 아래와 같다.
 - 자율주행자동차가 ‘사전에 기능’따라 작동하는 경우에만 운행이 허용됨을 규정함
 - 비상시 운전자에게 운전권한을 넘길 충분한 시간이 확보되어야 하고, 언제든지 운전자가 자율주행 기능 중단을 포함한 자동차 제어권 확보가 가능해야 함
 - 자율주행차가 인간의 운전을 요청하는 경우나 자율주행이 정상적으로 수행되지 않을 경우, 운전자가 차량의 통제 책임있는 운전자의 의무 규정 포함
 - 사상자 피해 보상 한도를 기존 5백만 유로에서 1천만 유로로 늘리고, 차량과손 시 기존 1백만 유로에서 2백만 유로로 피해보상 한도를 확대, 사고를 고려한 저장장치 설치와 6개월의 데이터 저장, 일반적 정보 공유에 대해 규정 등이 포함

		일반자동차 의무보험	자율차 의무보험
적용법규		Road Traffic Act Part 제 12조	도로교통법
적용대상 차종		모든자동차	고고자율주행자동차, 완전자율주행자동차
인적 손해	제3차	1사고 당 500만 유로한도	1사고 당 100만 유로한도 배상
	운전자	보상하지 않음	보상하지 않음
물적 손해	제3차	1사고 당 100만 유로한도	1사고 당 200만 유로한도 배상
	보유자 자동차, 운송화물	보상받지 못함	보상받지 못함
과실상계		적용	적용
블랙박스 장착		-	의무화(6개월 보존)

<표> 일반자동차와 자율주행자동차 의무보험 계약담보 내용¹¹⁾

- 독일 연방경제에너지부(BMWi)는 자율주행 차량의 안전성 및 보안성을 보장하고 인증하기 위한 제반 법적 체계를 구축하는 PEGASUS¹²⁾ 프로젝트를 16개 산업 및 연구기관들과 협업하여 진행 중이다. 독일 연방 정부가 자금을 지원하는 공동 프로젝트로 자율주행 차량이 안정적으로 작동함을 입증하기 위한 방법론을 개발하고 추후 상용화와 기술 장착 및 법규를 통한 승인 제도 마련을 위해 활용될 것으로 기대되고 있다. 2018년에는 자율주행에 사용되는 인공지능(AI) 기반 시스템을 인증하고 알고리즘에 대한 ‘도로 적용성’ 시험 개발을 위한 연구 착수를 발표하였다.
- 독일 전역에서 기술, 시스템 및 차량에 대한 테스트 베드의 수가 증가하고 있다. 현재 15개에 이르는 이 시설은 자율주행 기능 및 상이한 등급의 다양한 도로에서 지능형 인프라와 실제 생활 조건에서 테스트 및 검증을 허용하고 있다. 프랑스, 룩셈부르크와 더불어 독일은 자율주행차량 기술의 국경 통과를 테스트하고 검증하기 위한 국경통과 테스트 베드를 설정했다.

11) 보험연구원, 2018 독일과 영국의 자율주행자동차 보험제도 운영 방안

12) Project for the Establishment of Generally Accepted quality criteria, tools and methods as well as Scenarios and Situations for the Release of highly Automated Driving Functions

2-5 네덜란드

- 네덜란드의 무인자동차 산업에 종사하는 사람들은 기업체, 연구기관 등등에 걸쳐 대략 4만 5,700명으로 추산된다. 전체적으로 무인자동차 산업은 네덜란드 경제를 지탱하는 주요 산업들 중 하나이다. 특히, 무인자동차 산업은 근래의 네덜란드 제조업 시장에서 가장 큰 비중을 차지한다. 지리학적으로 네덜란드의 무인자동차 산업은 동남부에 집중되어 있다(무인자동차 산업 종사자의 50% 이상의 직장이 네덜란드 동남부에 위치 함). 네덜란드의 무인자동차 산업은 벨기에, 프랑스, 독일을 포함한 광범위한 무인자동차 시장의 일부이다. 향후에도 국경을 가로지르는 루벤(벨기에)-아헨(독일)-아인트호벤(네덜란드), 이 삼각형 지역은 전 세계 무인자동차 산업의 중요한 역할을 맡을 것으로 기대된다.

Dutch Automotive Industry	
Total: 45.700 employees	
Manufacturing 10.000 employees	
84.025 Trucks 6.500 employees DAF Scania Terberg Gifaf	3.200 Busses 1.700 employees VDL Bova VDL Bus VDL Berkhof APTS
59.306 Cars 2.000 employees NedCar Spyker Donkervoort Duracar	
Suppliers 300+ companies 29.500 employees	
Special vehicles & trailers 4.200 employees	
Institutions and RD&E 2.000 employees	

<그림> 네덜란드 자율차량 산업¹³⁾

- 네덜란드에서는 1997년 이후로 트럭과 버스의 생산이 지속적으로 증가해왔다. 특히, 트럭산업의 경우 네덜란드 DAF사에서 생산한 트럭 차량들은 높은 시장 점유율을 자랑한다(전체 유럽 트럭시장의 약 15%를 차지). 또한 네덜란드에는 Scania사의 대규모 제조 공장이 위치하고 있다. 버스산업의 경우에는 VDL 그룹이 시장의 대부

13) <http://www.automotivecampus.com/>

분을 차지하고 있다. VDL 그룹은 매년 약 4,000대의 버스를 생산하고 있으며, 1,600명을 고용하고 있다. VDL 그룹은 유럽 버스시장의 약 10% 정도를 차지하고 있으며 뛰어난 자체 기술을 보유하고 있다. VDL 그룹은 또한 지능형 버스(Phileas Bus)를 개발하여 기존의 트램시장을 대체하기 위해 노력 중이다.

- 지능형 버스는 전기로 운영되며, CN 하이브리드 CNG/LPG/Diesel 엔진이 혼합된 하이브리드 시스템을 탑재하고 있다. 또한 지능형 버스는 미리 입력된 경로 정보에 따라 무인으로 운영된다. 남부 네덜란드의 경우 NedCar사는 Mitsubishi Colt와 Outlander의 생산을 전담하고 있다. 또한 2010년에는 Citroën C-Crosser와 Peugeot 4007의 생산계약을 맺기도 했다. 현재 NedCar사의 연간 생산력은 약 20만 대에 이른다.
- 무인자동차 산업의 공급업체(Suppliers)는 매우 다양하다. 공급 분야의 기간망은 주로 Nalfa Roof Systems, Philips, NXP, Polynorm, TomTom, Polynorm, Bosch Transmission Technology 등과 같은 특성화된 시스템 공급업체들로 구성되어 있다. 또한 DSM, GE Plastics, Corus 등과 같은 원자재 업체들 또한 공급업체의 중요한 부분을 담당하고 있다. 이러한 혁신에 근간한 다양한 공급업체 네트워크는 최근 무인자동차 협회(Federation Holland Automotive)와 무인자동차 기술센터(Automotive Technology Centre) 설립을 통해 그 빛을 발하고 있다.
- 무인자동차와 관련된 R&D에 대한 투자는 최근 네덜란드에서 지속적으로 증가해왔다. 현재 네덜란드에는 무인자동차와 관련된 14개의 주요 연구기관들이 존재한다. 가장 유명한 연구기관은 TNO로 현재 TNO에서 수행되고 있는 전체 연구의 약 25%는 무인자동차와 관련되어 있다. 현재 TNO에서 중점적으로 다루고 있는 주제들은 Powertrains, Integrated Safety, Homologation, Crash Testing, Delft-Tyre and Pre-Scan 등이다.

- 무인자동차와 관련된 R&D에 대한 투자는 최근 네덜란드에서 지속적으로 증가해왔다. 현재 네덜란드에는 무인자동차와 관련된 14개의 주요 연구기관들이 존재한다. 가장 유명한 연구기관은 TNO로 현재 TNO에서 수행되고 있는 전체 연구의 약 25%는 무인자동차와 관련되어 있다. 현재 TNO에서 중점적으로 다루고 있는 주제들은 Powertrains, Integrated Safety, Homologation, Crash Testing, Delft-Tyre and Pre-Scan 등이다.
- 네덜란드 아인트호벤 공과대학에서는 무인자동차분야의 다양한 학생들을 배출하기 위해 노력하고 있다. 기계공학과 내에 무인자동차 전문과정을 별도로 개설하였으며, 군집 운행, 차량 안전, 엔진 연소, 차량동력학 등의 세부 교육 분야가 운영 중이다. 아인트호벤 공과대학교 외에도 아른헴, 로테르담 등에서 무인자동차에 특화된 교육을 실시 중이다.
- 네덜란드 정부는 2017년에 일반 도로에서 제조사에 의한 원격조정이 가능한 시험운행을 위한 법안(Experimenteerwet zelfrijdende auto)을 마련하였다.

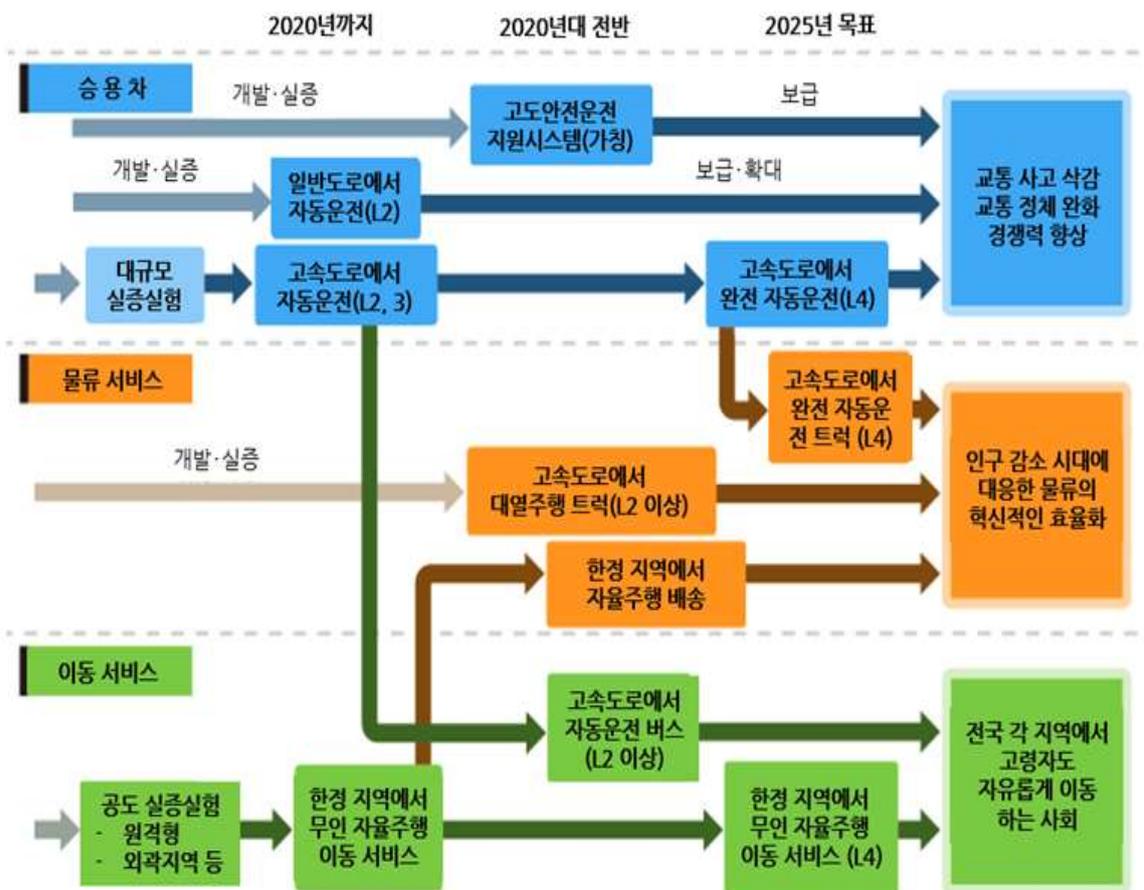
2-6 일본

- 세계3대 자동차 강국인 일본의 혼다는 2020년까지 레벨3의 자율주행자동차를 상용화 할 것이라고 2019년 연말에 발표하였다. 또한 일본 정부는 기술 고도화, 규제 완화 등에 따라 2030년까지 자율주행 시장이 3.5배 확대 될 것이라고 전망하는 등 자율주행차 주행과 관련한 각종 법정 시스템 구축에 발 빠르게 움직이고 있다.
- 2018년에는 자율주행자동차 개발 및 상용화 촉진을 위해 '자율주행차의 안전 기술 지침'을 발표하고 자율주행차 안전 대책 검토 워킹그룹을 구성 운영하고 있다. 이 기술 지침은 ① 운영 설계 영

역(ODD) 설정, ② 자동 운전 시스템의 안전성, ③ 보안 기준 준수, ④ 인간 - 기계 인터페이스, ⑤ 데이터 기록 장치의 탑재, ⑥ 사이버 보안, ⑦ 무인차의 안전성, ⑧ 안전성 평가, ⑨ 사용 중 안전 확보, ⑩ 사용자에게 대한 정보 제공 등 미국 자율주행차 가이드 라인 3.0과 유사 항목으로 구성되어 있다.

- 또한 일본이 세계 제일의 ITS를 구축하여 일본과 세계에 공헌한다는 목표를 삼고 2014년 발표 후 매년 개정중인 '민관 ITS 로드맵'을 2018년도에 4차 개정을 발표하였다. 주요 내용으로는 2025년까지 자가용 자동차의 고속도로 완전 자율주행, 고속도로에서 트럭의 군집주행(20년부터 고속도로(도쿄~오사카) 장거리 운송에서 무인 군집주행 상용화), 교통약자를 고려한 특정지역에서 공공 대중교통의 무인자동차 운전 서비스 실현 등이 포함되어 있다.
- 2019년 5월에는 일본 정부는 자율주행차가 도로주행을 허용하는 '도로교통법개정안'과 자율주행차 안전대책을 반영한 '도로운송차량법 개정안'을 의결하였다. 혼다가 일본 최초로 레벨3 자율주행차 출시하게 된 결정적인 이유로는 도로교통법 개정에 있다. 주요 내용으로는 1)자율주행 시스템을 '자동운전 장치'로 새롭게 정의하고 시스템을 이용한 자동운전을 법률상으로 운전의 한 형태로 인정하였다. 2) 자율주행차의 경우 작동 상태를 기록하는 장치를 탑재해야 한다. 자율주행차 주행 중 사고가 발생할 경우에는 조작 실수 인지, 시스템의 문제인지를 살펴볼 필요가 있는 만큼 이번 개정안에선 차량의 작동 상태에 대한 데이터 저장을 의무화하였다. 3) 자율주행 시스템의 직접 운전 요청에 즉시 대응할 수 있는 상황이라면, 스마트폰, TV 등을 시청할 수 있다. 그 동안 운전자의 음주는 당연히 금지됐고 식사, 수면, 독서 등에 대한 법적 규정도 없었지만 자율주행차 시대를 앞두고 바뀐 시대상이 반영되었다. 음주나 수면 등 긴급상황에 바로 대처할 수 없는 상황이라면 이전과 마찬가지로 금지되어 있다.

- 일본 국토교통성은 2025년 레벨 4-5 정도의 자율주행이 가능해 질 것으로 보고 있으며, 자율주행 기술 고도화에 따라 서비스 분야에도 변화가 생길 것으로 전망하고 있다. 특히 물류 및 이동 서비스 분야에서는 자율주행차를 활용한 무인 배송이나 무인 셔틀버스 운행 등이 등장해 삶을 보다 편리하게 할 것으로 기대하고 있다. 실제로 도요타와 소프트뱅크는 2018년 합작회사인 모네테크놀로지를 설립하고 모빌리티 서비스의 실증실험을 진행하고 있으며 2023년부터 자율주행차 배차 서비스를 본격적으로 개시 로드맵을 마련했다.
- 일본에서는 현재 레벨 4 자율주행에 대한 실증 테스트가 활발하게 이뤄지고 있으며 2019년에는 UD트럭, 일본통운, 호쿠렌이 홋카이도에서 트럭의 주행실험을 하였다.



<자료> 2025년 완전 자율주행 실행을 위한 시장화 시나리오¹⁴⁾

14) 일본 국토교통성. 2018.

2-7 중국

- 중국은 2016년 전동자동차 과학기술계획 5개년 계획에서 신에너지 차량, 인공지능분야 기술개발 추진전략을 발표하고 2017년에는 자동차 산업 중장기발전계획을 발표하였다. 주요내용으로는 20년 자율주행 시스템 점진적 적용(레벨1~3 수준의 신차 적용률 50% 이상), 25년 자율주행 시스템 신차 적용률 80% 이상이 포함되어있다. 같은해 베이징, 상하이 등 자율차 실도로 운행 규정도 발표하였다 또한 2018년에는 국가발전개혁위원회는 자율주행차 3단계 발전 전략을 제시하였다.
- 2020년 2월 국가발전개혁위원회는 ‘스마트카 혁신 및 개발 전략’에서 2025년까지 ‘조건부’ 자율주행 스마트카의 양산 시설 및 제품 관리, 보안 시스템 구성을 마친다는 1차 목표를 제시했다. ‘조건부’란 미국 자동차공학회(SAE)가 정한 자율주행 0~5단계 중 3단계에 해당한다. 위원회의 이번 지침은 2018년 1월에 발표한 초안에서 설정한 목표 시기 2020년에서 크게 늦춘 것이다. 초안에서는 2020년 말까지 신차의 절반 이상에 자율주행 기능을 탑재하는 것을 목표로 삼았다. 위원회는 특히 이번에 발표한 최종안에서 구체적인 자율주행차 생산 목표 수치도 포함시키지 않았다. 다만 지난해 12월 중국 산업정보기술부가 발표한 친환경차량 계획에선 약 신차의 30%를 목표치로 제시한 바 있다.
- 중국의 첫 ‘초고속도로’가 2022년 항저우 아시아게임 개통을 목표로 2020년 착공에 들어갔다. 자율주행 전용도로가 설치되는 이 고속도로의 이름은 항사오염 스마트 고속도로이고 저장성 항저우, 사오싱, Ningbo를 경유하며 총 길이는 174km에 달한다. 707억 위안(약 12조 2000억 원)의 재원이 소요될 것으로 보고 있다. 이 고속도로가 주목 받는 가장 큰 이유는 ‘자율주행 전용 도로’가 설치되기 때문이다. 우선적인 목표는 화물차 편대를 위한 자율주행 전용도로 건설이며, 추후 모든 노선을 자율주행 도로로 만드는 것이 장기 목표다. 자율

주행(무인차) 분야에서 기술을 선도하고 있는 중국이 차량뿐만 아니라 그 기반이 되는 자율주행 전용도로를 만든다는 점에서 눈길을 끈다. 주요 인프라 시설은 자율주행 전용도로, 전국역 무선통신네트워크(5G는 자율주행 실현의 전제로서, 속도가 지연되지 않는 특성을 가지고 있어 통제시스템의 신속한 개입이 가능), 지도 및 위치추적 서비스, 태양에너지 시스템 및 전기차 충전소, 클라우드 컨트롤 플랫폼 등이 설치될 계획이다.

Ⅲ. 자율주행차 정책 및 기술동향

3. 주요 완성차 업체의 기술동향¹⁵⁾

- 세계 주요 완성차 업체에서는 현재 레벨 2 또는 레벨 3 단계에서 레벨 4 또는 레벨 5의 완전한 자율주행차량의 실현을 위해 요소기술들의 완성도와 신뢰도 수준을 높이기 위해 노력하고 있다. 레벨 2에서 레벨 4로 넘어가려면 추가적인 핵심기술(V2X통신, 주변환경 인식센서, 디지털 맵, 스마트 인프라, 자율주행 시험평가, 인등 등)들이 필요하며 모든 기술이 제대로 동작할 신뢰도 구축이 필요하다. 많은 업체에서 자율주행의 핵심기술들에 대한 많은 연구개발이 이루어지고 있는 상태이지만 어느 하나도 완성도가 높다고 평가되는 것은 아직 의문이다. 미국, 중국, 유럽 등에서 이 기술들과 관련된 많은 기업들이 출범되고 있다.
- 또한 IT 기업과 부품업체들의 역할이 점차 증대되면서 자동차 산업 구조도 제조·판매 중심의 수직 형에서 서비스 제공 중심의 수평적 구조로 변화되고 있다. 자동차 산업이 완성차 중심에서 자동차의 스마트화 진전에 따라 자율주행 시스템 등에 IT 기업과 부품업체들의 역할이 점차 증대되고 완성차와 부품공급업체들이 수평적 협력관계로 산업 생태계 구조 변화되는데 이러한 자동차 산업의 패러다임 변화에 대응하기 위해 완성차 업체는 ICT 업체와의 협업 및 M&A 등을 적극적으로 추진하고, 이를 통해 스마트 자동차를 활용하는 비즈니스 모델 등을 개발하고 있다. 최근 자율주행 등 기술 확보를 목적으로 자동차 산업 기업과 정보통신 기업 간의 M&A가 크게 증가하였다. 독일 콘티넨탈(Continental)사의 경우 2015년 인포테인먼트 기업 'Elektrobit Automotive', 2016년 ASC의 'Hi-Res 3D Lidar' 사업부, 2016년 원격 차량관리 기업 Zonar Systems, 2017년 보안 소프트웨어 기업 'Argus Cyber Security' 등 인수하는 등 주요 부품사 간 기업 인수가 증가하고 있다.

15) KDB, 2020, 자율주행차 국내외 개발 현황

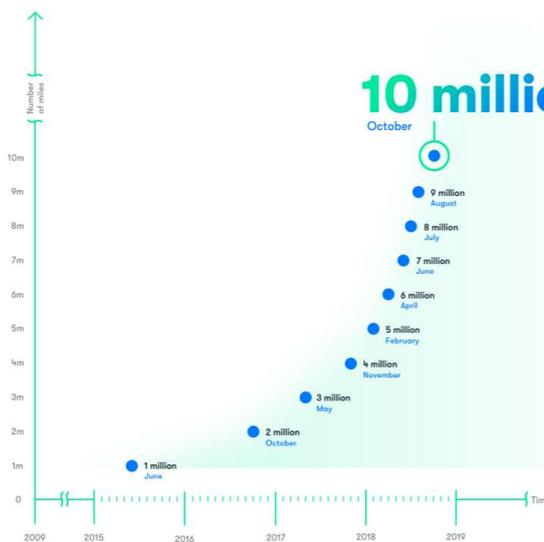
- 자율주행차 시장의 경우 GM, Ford 등 기존 차량 제조사와 Google(Waymo), Mobileye, Uber 등 비제조사가 자율주행 분야에서 각축전을 벌이고 있다. 기존의 완성차 제조업체는 자율주행차의 점진적 개발 전략을, Big Tech 기업들은 소프트웨어 기술을 기반으로 한 급진적인 주도권 확보 전략을 구사하면서 협업과 경쟁 관계를 유지하고 있다. 완성차 제조업체인 Daimler, BMW, VW, Toyota, Nissan, 현대, GM 등은 자율주행 초기부터 점진적인 기술 개발을 통해 기존 자동차 산업의 주도권을 유지하는 전략을 추구하고 구글, 애플, 아마존, 우버 등 타 산업군 기업들은 전통적 자동차 제조 기술이 아닌 인공지능과 소프트웨어 기술을 기반으로 단숨에 Level 3 이상의 단계를 구현하는 전략을 추구하고 있다.
- Google(IT업체), GM(차량 제조사)이 자율주행 관련 기술을 선도하는 가운데 글로벌 업체들은 2021년 전후 Level 4 수준의 자율차 개발을 목표로 하고 있다.

업체명	자율주행차 수	주행 거리(마일)	오작동수/1,000마일
Waymo	111	1,271,587	0.09
GM	162	447,621	0.19
Zoox	10	30,764	0.52
Nissan	4	5,473	4.75
Baidu	4	18,093	4.86
NVIDIA	7	4,142	49.73
Toyota	3	381	393.70
Mercedes Benz	4	1749	682.52
Apple	62	79,745	871.65
Uber	29	26,899	2,608.46

<주요 업체별 자율주행 실적 및 성능¹⁶⁾>

16) 자료 출처 : California Department of Motor Vehicles

- 구글(웨이모)¹⁷⁾의 무인 자동차 프로젝트는 알파벳이 설립되고 여러 자회사가 설립되기 전에 구글에서 2009년에 이미 시작되었다. 웨이모가 2016년 구글의 지주회사인 알파벳의 독립 자회사가 되면서 웨이모는 구글의 자율주행기술 프로젝트를 넘겨받아 현재에 이르고 있다.
- 웨이모는 2018년 미국 6개주 25개 도시 일반도로에서 1,000마일의 자율주행과 1,000억번의 시뮬레이션을 축적하였다. CES2020에서는 웨이모의 존 크라프치 최고경영자(CEO)가 자사의 누적 주행거리가 2,000만 마일을(약 3,200km)을 돌파하였다고 발표하였다. 불과 1년 만에 1,000만 마일 주행을 추가적으로 누적시켰다. 또한 캘리포니아에서 처음으로 운전자가 탑승하지 않는 자율주행 테스트를 허가 취득하였다. 참고로 캘리포니아에서는 주법 개정(18년 2월)으로 운전자가 탑승하지 않는 자율주행차량의 테스트가 가능하고 운전자가 탑승하는 자율주행 테스트는 60개 이상 회사가 허가를 받았다.



누적 주행거리



시험 운행 지역

17) 자료 출처 : Waymo 홈페이지

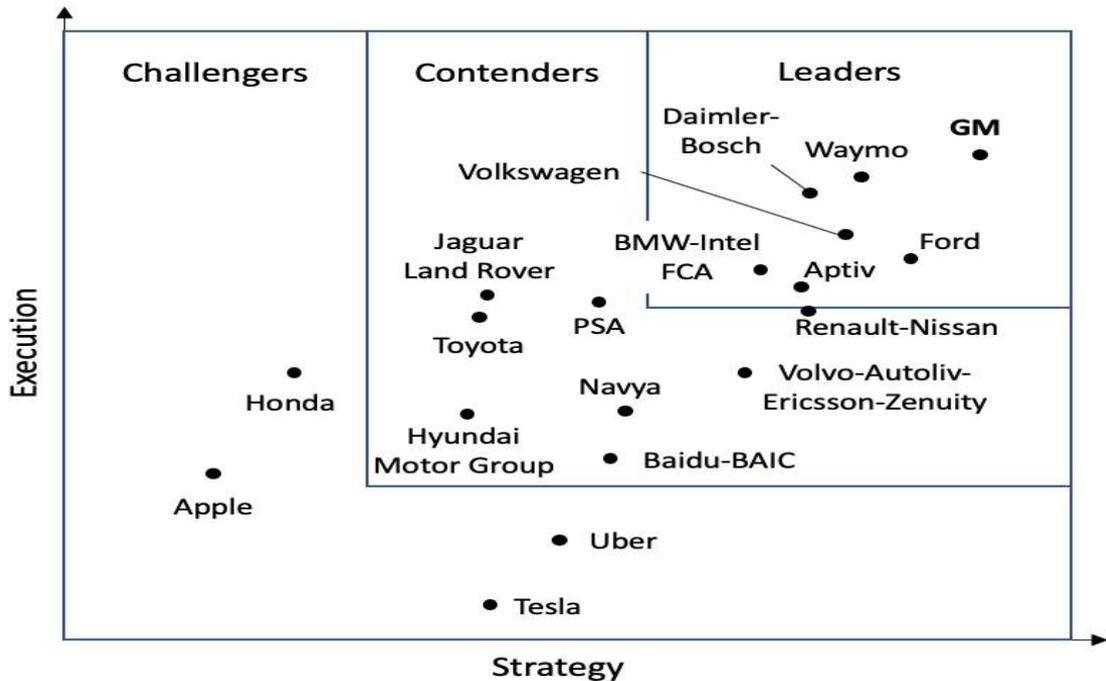
- 웨이모는 17년 애리조나주 피닉스에서 운전자가 탑승하지 않는 자율주행 테스트를 시작하였고 웨이모-원이라는 로보택시 (Robotaxi) 서비스를 약256m²의 영역에서 시험 후 택시서비스 1,500건을 진행하였으며 타 주로 서비스 확대 추진 중이다.



<그림> Waymo One in Phoenix, 자료 출처 : 웨이모 홈페이지

- 웨이모는 또한 자율주행트럭 웨이모 비아(Waymo Via) 8종을 선보였는데 이 차량들은 캘리포니아와 애리조나에서 테스트하고 있고 텍사스와 뉴멕시코로 확장 예정이다.
- GM은 1908년 윌리엄 듀란트에 의해 여러 자동차회사가 합병되면서 설립되었다. 2008년 금융위기의 시기에 파산을 겪고 대대적인 구조조정을 거쳐 2011년 재상장 후 수익을 내지 못하는 해외사업을 정리함에 따라 총생산대수는 축소되었으나 영업이익, 주가는 상승하며 재도약의 전기를 마련하였다. 2014년 자동차업계 최초 여성 CEO인 메리 바라의 취임 후 타 완성차 업체에 비해 늦게 자율주행차 개발에 합류하였으나 과감한 투자에 개술개발로 재도약의 전기를 마련하였다.

자율주행차 네비건트리서치(Navigant Research) 보고에 의하면 GM은 생산전략, 기술을 포함하는 전략부문과 판매, 제품품질, 안정성, 유통 등에서 Waymo 및 Damler 등과 함께 선도 위치에 있다.

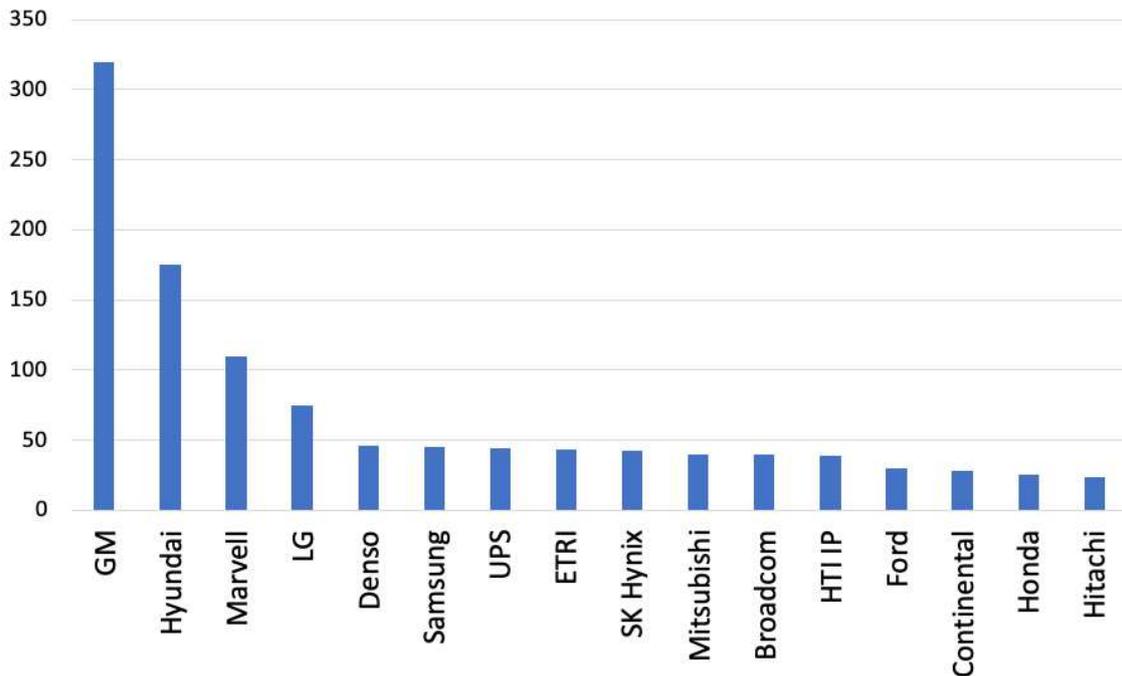


<그림> Navigant Research: Navigant Research Leader board Report: Automated Driving, 2018

이처럼 선도위치에 있는 첫 번째는 GM은 상대적으로 짧은 기간 내 기술개발 성과를 달성하기 위하여 수익성이 낮은 해외사업의 축소와 더불어 자율주행차 관련부문에 집중 투자하고 공격적 M&A를 통해 상대적으로 미비한 기술을 보완할 수 있는 기업을 인수하였다.

자율주행차 자동차를 구성하는 가장 중요한 핵심기술인 텔레매틱스¹⁸⁾(Telematics)는 GM과 모토로라 합작회사인 온스타가 텔레매틱스 분야 있어서 타 기업과 비교해 월등한 특허출원 건수를 기록하는 등 선도적인 자리를 지키고 있다.

18) 텔레커뮤니케이션(telecommunication)과 인포매틱스(informatics)의 합성어로, 자동차 안에서 이메일을 주고받고, 인터넷을 통해 각종 정보도 검색할 수 있는 오토(auto) PC를 이용한다는 점에서 '오토모티브 텔레매틱스'라고도 부르며 운전자가 무선 네트워크를 통해 차량을 원격 진단하고, 무선모뎀을 장착한 오토 PC로 교통 및 생활 정보, 긴급구난 등 각종 정보를 이용하는 시스템



<자료> Thomson Reuters Derwent World Patents Index

둘째는 자율주행차 개발과 생산을 위한 기술뿐 아니라, 부품, 솔루션, 서비스 및 판매에 이르기까지 수직적 계열화를 추진하여 실행력을 강화하였다.

셋째, 커넥티드카 프로젝트, M-City 및 NCHRP 프로그램과 같이 직접적 협업을 유도한 안정적인 제도와 정책적 지원이 신속한 기술개발의 배경이 되었다. 자율주행차 관련 산업의 발전을 위해서는 교통운영, 최적경로 선택, 서비스 실행을 위한 교통 관련 인프라 설치 및 사고와 주행 관련 문제들과 관련한 법제정을 포함한 생태계의 발전이 병행되어야 한다. 미국의 자율주행차 관련 정책 및 지원은 연방정부와 주정부의 지원 하에 교통부, 국방부, 과학재단, 에너지부 등의 협업을 통해 추진되고 있다¹⁹⁾

커넥티드카 프로젝트는 차량과 차량, 차량과 도로 인프라통신 환경을 구축하기 위해 2005년부터 각주별 교통부와 12개 자동차관련 기업간의 직접 협업을 통해 추진되었다. 또한 미시건주에 설립된

19) KPMG, "Automotive Industry by M&A trend", Samjung KPMG Insight, Vol. 58, 2018.

M-City는 총 32에이커 규모의 자율자동차 시험모형 도시로서 주행 안정성을 평가하기 위해 일반도로와 같은 주행환경을 조성하고 인터넷을 통해 도로 교통망과 연동되는 자율주행시스템을 테스트할 수 있다. 특히 M-City가 위치한 미시건대앤아버 캠퍼스는 GM의 본사에서 약 1시간 내에 위치하고 있어 GM의 자율주행차 상용모델 개발에 긍정적 영향을 주었다. NCHRP는 미국정부의 군집 및 자율주행차 기술에 대한 로드맵을 수립하는 프로젝트로 제도과 정책, 인프라설계 및 운영계획, 교통수단 측면에서 핵심 연구프로젝트를 도출하고 수행한다. 이에 따라 도로인프라, 인력운용, 교통 제어, 자율주행을 위한 도로설계 지침, 유지 보수 등에 관한 기준이 제시되었다.

현재 GM은 자율주행차 연구개발 인력을 대폭 증원하고 일본 자동차 업체인 혼다와 투자 파트너로서 관계를 유지하면서 운전대와, 가속제동 페달이 없는 Level 4 자율주행차 개발을 개발 중이다.

- 포드는 2017년 인공지능기반 자율주행 스타트 회사인 Argo AI 인수를 통해 자율주행차 개발 중이며 2020년에는 폭스바겐과 함께 Argo AI의 자율주행기술 개발에 공동투자하기로 했다. 이를 통해 미국과 유럽에 자율주행차 기술을 도입하고 자율주행 시장 선점을 위해 40억 달러 이상의 자금을 투자 할 계획이다.

2019년부터는 워싱턴 DC 일반도로에 Argo AI가 라이더를 이용해 주변 환경을 3D 이미지로 인식하는 도로 맵핑을 시행하고 있으며 2021년부터는 텍사스, 마이애미 등으로 자율주행차를 운행할 예정이다.

- 테슬라는 소규모 start-up 자동차 제조업체로 항상 기술의 한계에 집중하고 안전 개선을 위해 자동차 소프트웨어를 지속적으로 업데이트하고 있다. 테슬라의 오토파일럿은 자율주행 레벨3 단계에 가장 근접한 차량으로 평가되며 있으며 엔비디아 외 타 업체와의 협력없이 독자적으로 자율주행 전기차를 개발중이다.

2016년 4건의(미국 플로리다, 중국 상해, 독일 아우토반, 미국 인디

에나) 자율주행 사고 이후 레이더와 내장형 컴퓨터 기능을 대폭강화하고 완전자율주행차 개발에 집중하고 있다.

- 우버는 2016년 피츠버그에서 볼보와 포드 차량을 이용하여 운전자가 탑승한 자율주행 택시 시범운영 시작하고, 자율주행 트럭을 개발하는 스타트업 오토를 인수하여 매주 2천 상자를 실은 자율주행 트럭으로 미국 콜로라도주에서 193km 구간을 2시간 내 주행하였으며 2021년까지 볼보와 완전자율주행 자동차를 공동으로 개발하여 무인택시 및 무인트럭 사업 운영 계획이다.
- 애플은 2014년 자동차 업체 임직원들을 영입하여 자율주행 전기차 개발을 위한 타이탄 프로젝트에 착수했지만 다임러 및 BMW와의 협상 결렬 후 자율주행 시스템 개발 중이며 중앙제어시스템인 카플레이 개발과 드론을 이용한 지도 콘텐츠 강화 등으로 자율주행 자동차 Tier 1 공급자 도약을 목표로 하고 있다.
- 혼다는 2018년 알파벳의 자회사인 Waymo와 협의를 통해 Waymo의 자율주행기술을 혼다에 적용하기로 했다는 발표를 했다.
일본정부가 레벨3 자율주행차량의 고속도로 통행이 가능토록 부가도로교통법을 개정함에 따라 2020년 레벨3 자율주행차량을 개발, 판매 계획이다.
- 도요타는 2015년 로봇 공학과 AI 기술을 개발하기 위해 도요타 연구소에 5년 동안 10억 달러를 투자하였으며 그 결과 자율주행 기술특허 보유 세계1위이다.
2019년부터는 대학, 지자체와 자율주행 실증시험에 착수하여 버스 와 정류소에 설치된 카메라와 센서, 인공지능 관측 데이터로 혼잡 상황을 예측하고 데이터를 분석하는 등 혼다와 마찬가지로 도쿄올림픽을 감안하여 레벨3 자율주행차 상용을 추진중이다.

최근 CES2020에서는 자율주행차, MasS, 로봇, 스마트홈 등 사람과

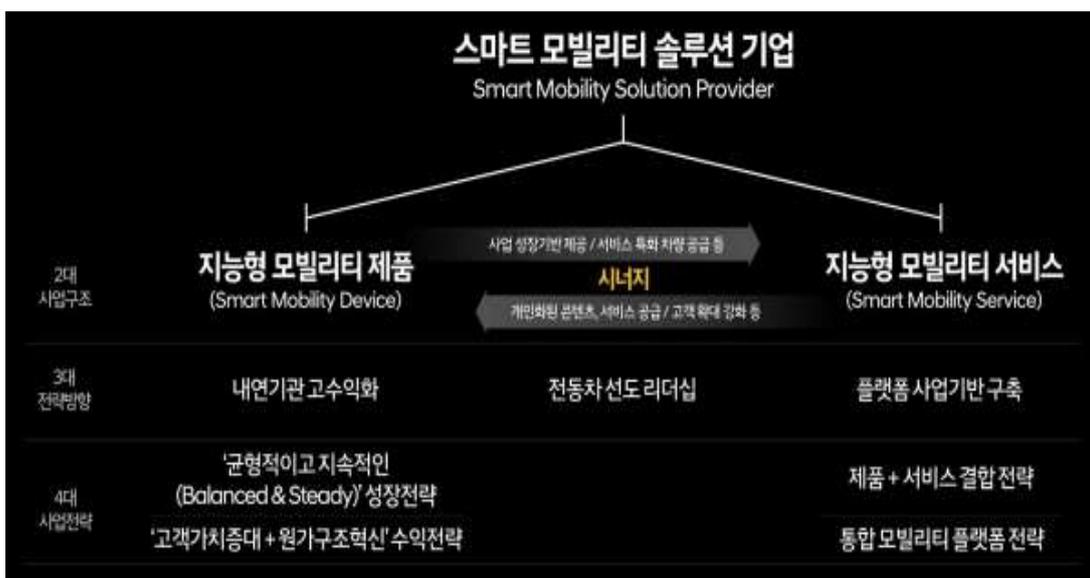
공간이 인공지능 기술로 연결되는 친환경 스마트 도시 우븐시티 (Woven City) 프로젝트를 2021년부터 추진계획도 밝혔다.

- 닛산은 SW 업체인 Sypheo 인수, Microsoft와 기술협력을 통한 자율주행 향상을 위해 노력하고 있다. 르노-닛산은 2020년까지 10여 개의 자율주행차량을 출시할 계획이다. CEO 카를로스 곤은 자율주행이 소비자의 주요한 관심사라는 것을 알고 첫 번째 목표는 1차로 고속도로일 것이며, 다음으로 다차로 고속도로가 될 것이며 이후 도심에서 자율주행하게 될 것이고 이러한 모든 단계는 2020년 이전에 이루어질 것이라고 TechCrunch와의 인터뷰 하였다.
- Baidu는 엔비디아 및 하만 등과 협력하고 있으며, 센서기술업체인 벨로다인에 투자하여 2014년부터 AI 운전자 보조 프로그램이 탑재된 자율주행자동차 개발에 착수하고 BMW 개조차량으로 베이징 인근에서 30km자율주행 성공하였으며 2021년 대량생산을 목표로 하고 있다.
- 볼보는 자율주행 차량이 Ride-Shing 산업과 고급 승용차 시장을 바꿀 것이라고 예측하고 2018년에는 자율주행차 개발을 위해 Uber와 3억 달러 합자투자를 시작했다. 볼보 CEO는 2021년 고속도로 완전 자율주행 차량을 선보일 것이라고 말했다.
- BMW는 '18년 BMW는 자율주행 자동차 개발을 위해 Intel 및 Mobileye와 높은 수준의 협력을 발표했다. 또 뮌헨에 자율주행 테스트를 위한 드라이빙 시뮬레이션 센터를 건립하여 첨단 운전자 보조시스템과 디스플레이, 차량조작 컨셉 개발, 자율주행분야 등을 연구 중이다. 공식적인 목표는 "2021년까지 고도의 완전 자율주행 자동차 시리즈를 생산"하는 것이다.
BMW의 자율주행을 담당하는 수석 부사장인 Elmar Frickenstein은 그 마감 기한까지 레벨 3 차량을 가져야한다고 말했지만, 2021년 레벨 4 또는 레벨 5의 차량을 제공할 수도 있을 것이라고 했다.

- 부쉬(Bosch) 전기차, 자동화, 연결성에 집중한 자율주행 부품 및 시스템을 개발 중이다. BMW, 테슬라 등 타사의 차량을 개조하여 부분자율주행 자동차를 개발해왔으며, 2016년 레벨4 수준의 자율주행 전기차 프로토타입 공개하였으며 레이더 센서와 비디오 센서 등 핵심 기술역량으로 자율주행 부품 및 시스템 개발에 집중이다.
- 현대자동차는 2019년 12월 '2025 전략'을 발표하였다. 주요 내용은 스마트 메빌리티 솔루션 기업으로 혁신하여 2025년까지 자동차 부문에서 영업이익률 8% 달성하고 글로벌 자동차 시장에서 5% 점유율을 확보하여 세계 3대 자동차 제조사 도약을 목표로 하고 있다.

자율주행차량의 경우 2022년까지 완전 자율주행플랫폼 개발, 2024년 양산 추진이 핵심이며 2025년까지 자율주행 기술 등 개발을 위해 약41조원을 투자할 계획이라고 발표하였다.

2019년 9월 레벨 4 수준의 자율주행차 개발을 위해 소프트웨어 기술력을 소유한 앵티브(APTIVE)와 미국에 합작법인 설립을 발표하고 2022년까지 최고 성능의 자율주행 플랫폼을 개발, 글로벌 완성차 업체 및 모빌리티 서비스 업체에 제공 할 계획이다.



<자료> 현대자동차 2025 전략

업체명	자율주행차 개발 동향
Google Waymo	<ul style="list-style-type: none"> · 애리조나주에서 1년간 자율주행 택시 서비스 1,500건 진행 하였으며 LA, 플로리다로 서비스 확대 추진 중 · Waymo는 1천만 마일 주행과 100억번의 시뮬레이션을 진행
GM Cruise	<ul style="list-style-type: none"> · 운전대와, 가속제동 페달이 없는 Level 4 자율주행차 개발을 개발 중이며 관련 연구개발 인력을 1,000명에서 2,000명으로 증원 · 일본의 혼다는 GM Cruise 개발의 투자 파트너로서 관계 유지 중
ZOOX	<ul style="list-style-type: none"> · 캘리포니아주 보고서에 따르면 Google, GM에 이어 3번째로 우수한 자율주행차를 개발 중 · 2019년 9억 달러의 자금을 유치, 2년내 Robo-Taxi 서비스 시작 계획
Tesla	<ul style="list-style-type: none"> · 지속적으로 Autopilot의 자동주행 기능을 개선 중으로 자동차선변경, 자동주차, 스마트 호출 기능 등이 부가된 상태 · 2019년 Computer Vision 스타트업 Deepscale을 인수
Ford	<ul style="list-style-type: none"> · Toyota, Denso, Softbank Vision Fund는 Uber의 Advanced Technologies Group(Uber ATG)에 자율주행 개발을 위해 10억달러 투자
Volkswagen	<ul style="list-style-type: none"> · ECU를 줄이고 Car.Software에 모든 소프트웨어를 집중화시키는 전략을 발표, 소프트웨어 자체개발 비중을 현재 10% 미만에서 2025년 최소 60% 수준으로 올릴 계획
Uber	<ul style="list-style-type: none"> · Toyota, Denso, Softbank Vision Fund는 Uber의 Advanced Technologies Group(Uber ATG)에 자율주행 개발을 위해 10억달러 투자
Daimler Mercedes-Benz	<ul style="list-style-type: none"> · 2020년 고속도로 등 특정 환경에서 자율주행되는 Level 3 수준의 DRIVE PILOT 시스템 출시 예정 · 자율주행차 개발을 위하여 부품사 Bosch와 협업하고 있으며 완성차 회사 BMW, Audi와 파트너십을 맺음 · Level 4의 Robo-Taxi 사업보다 자율주행 트럭 기술에 집중할 계획
Honda	<ul style="list-style-type: none"> · 2020년 최초로 Level 3의 자율주행차 Honda Legend를 출시 계획
현대기아차	<ul style="list-style-type: none"> · 2019년 Level 4 자율주행차 개발을 위해 Aptiv와 합작회사 설립 발표 · 현대차는 20205년까지 자율주행 기술 등 개발을 위해 41조원 투자 계획, 현대모비스는 Level 3에 사용되는 Lidar 개발을 위해 Velodyne사에 5천만 달러 투자 예정
Intel Mobileye	<ul style="list-style-type: none"> · Computer Vision 인식 분야에 선두를 지키기 위하여 2021년까지 후속 제품군을 지속 출시할 예정 · Mobileye REM 시스템으로 유럽과 미국의 고정밀지도 Update 중

<표> 주요 업체 자율주행차 개발 동향²⁰⁾

20) Marklines

업종	업계	개발영역	개발특징	관련업체 (개발방식)	성과/계획
IT	구글	자율주행, 트럭 자율주행 시스템	센서기술 중심의 특허 취득 부분자율주행 단계 생략 전기차	FCA(협력), 콘티넨탈(협력) 보쉬(협력), 혼다(공동개발)	공공도로에서 322만km 시범주행 21년 레벨5 자율주행차 출시
	애플	자율주행 시스템	타 회사 주요 개발인력 영입	자체개발, 디디추싱 (카세어링, 투자)	자율주행 시스템 집중 개발
	바이두	자율주행 자동차	전기차, 타사의 차량개조 (BMW, Chery)	벨로다인(센서, 투자) 엔비디아(AI, 협력), 하만(AI, 협력)	레벨2 달성/2018년 상업용 자율주행차 출시 및 2021년 대량 생산
	인텔	프로세서, 자율주행 시스템	인수	요기테크 (안전기술, 인수) 잇시즈(인수) SKT/BMW(공동개발) 모빌아이(공동개발, 인수)	2021년 레벨 5 자율주행차 상용화 (BMW, 모빌아이 공동)
	IBM	자율주행 전기버스	전기차, 3D 프린팅	로컬모터스(공동개발)	워싱턴 D.C. 운행중 /연내 확대 운영
	우버	카헤일링 자율주행 자동차	무인택시, 트럼	볼보(공동개발), 도요타, 포드, 피아트(협력) 메이븐(협력)	자율주행 택시 100대 피츠버그 운행개시 21년 레벨5 자율주행차 출시
	네이버	자율주행기술	타사의 차량개조(도요타)	국내 중소기업 (HW, 협력)	레벨3 달성
부품	델파이	자율주행 기술	타사의 차량개조(아우디)	모빌아이(센서, 공동개발), 인텍(공동개발) 오토마티카(자율주행 기술, 공동개발)	2019년 말 OEM에 자율주행 시스템 공급
	콘티넨탈	자율주행 기술	ADAS에 주력	IBM(IT, 협력), BMW(공동개발)	2020년 완전 자율주행 실현, 2025년 양산
	보쉬	자율주행기술	타사의 차량개조(테슬라)	-	ADAS 기술특허 1위, 자율주행 레벨4 프로토타입 공개
	덴소	자율주행기술	-	후지쓰텐(센서, 인수), 도시바(AI, 공동개발)	자율주행 기술특허 2위

<표> 주요 IT 및 부품사 자율주행기술 개발 현황

4. 자율주행차량의 상용화 시기

- 자율주행 자동차 상용화와 관련하여 주의를 기울여야 하는 부분들이 많이 있는데, 기술개발과 상용화는 커다란 격차를 갖고 있다는 점이다. 차량은 사람의 생명과 직접적인 관련을 갖고 있기 때문에 매우 높은 수준의 안전성을 확보하고 있어야 한다는 점이며, 자율주행을 수행하기 위해서는 다양한 센서들이 장착되어야 하는데 이러한 센서들이 상용화하기에는 아직까지 고가라는 점 등이 장애물로 남아있다. 이러한 고려없이 단지 기술이 개발되었다고 바로 상용화로 이어질 수는 없다.

자율주행 자동차의 상용화 시기와 관련하여 초기의 낙관적인 시기와 최근의 다소 신중한 시기로 나누어 살펴볼 필요가 있다.

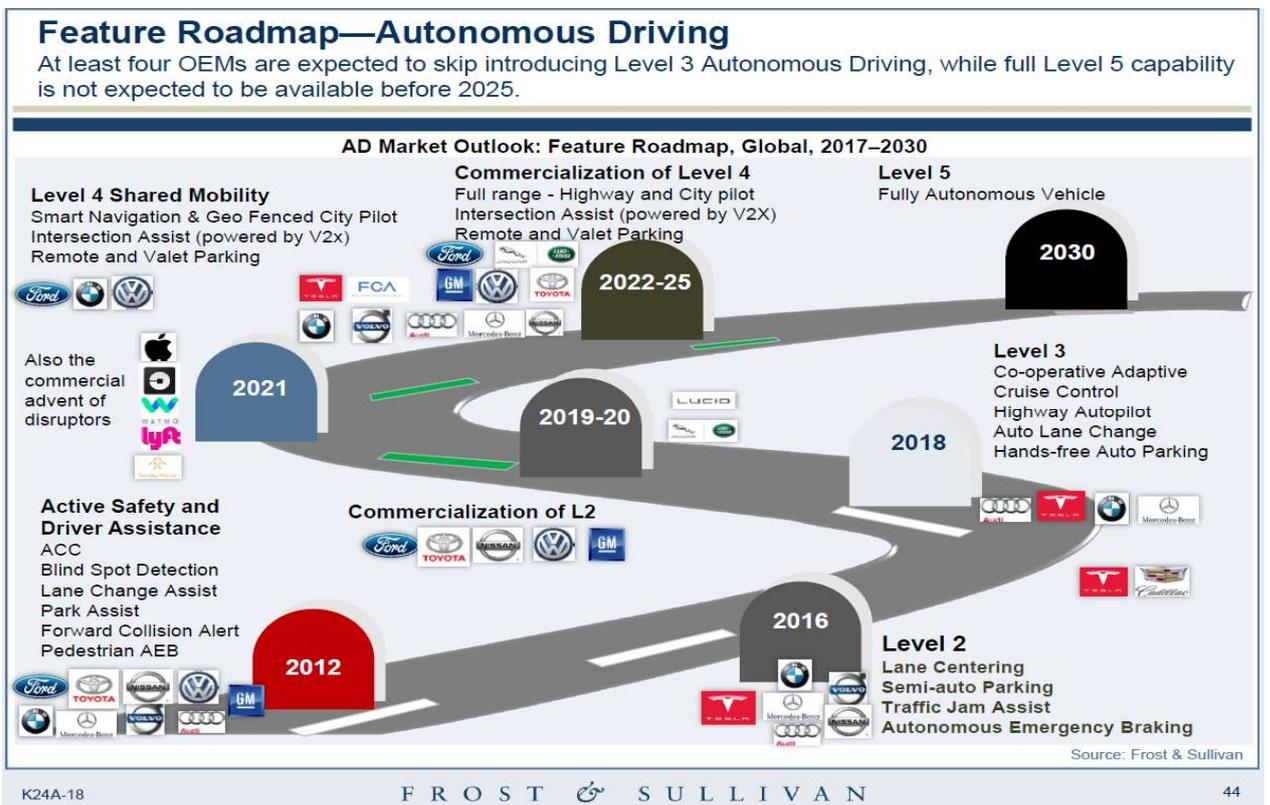
자율주행 기술이 개발되고 테스트를 시작하던 초기에 수많은 상용화 시기 예측과 자율차 개발 기업들의 발표들이 있었다. 전체 산업계는 2020년대 초반까지 자율주행 능력을 갖춘 상당수 자동차의 상용화를 예상하고 있으며, 우선적으로 자율차는 대부분 고급차 또는 상업용 차량에 적용될 것이라고 예측하였다.

- 자동차 회사의 예측을 볼 때는 두 가지 중요한 고려 사항이 있다. 첫째, 회사가 지나치게 낙관적인 이유는 다음과 같다. 국가 또는 회사의 자부심 생성, 언론의 주목, 기술자 모집 노력 강화 및 투자자에 대한 호소라 할 수 있다.

다른 고려 사항은 자율주행 채택 일정이 향후 몇 년 내에 규정에 크게 의존한다는 것이다. 자율주행 차량은 올바른 법적, 기술적 프레임워크를 필요로 한다. 기계가 잠재적으로 위험한 환경에서 작동할 때 심각한 책임 문제가 있다. 자동차 회사는 합법적으로 운전할 수 있는 곳이 없거나, 법적 책임이 너무 위험한 것으로 간주될 경우 진정한 자율주행 자동차를 대량으로 생산할 인센티브가 없다.

무거운 회의론에도 불구하고, 주요 도시에서는 10년 안에 자율차를 어떠한 형태로든 이용할 수 있을 것으로 보인다. 인공지능은 점점 더 일상생활의 일부가 되어가고 있으며 자동차도 예외는 아니다.

- 2018년 Frost and Sullivan에서 발표한 자료에 따르면 완전자율주행의 경우 2030년 이후로 예측하고 있으며, 자율주행 레벨 4의 경우 2022~25년 사이에 상용화 될 것으로 예측하고 있다.



<그림 : 자율주행 도달시기, Frost and Sullivan, 2018>

- 자율주행 상용화 시기 전문가 예측²¹⁾

2018년 미국 공공정책 연구기관인 RAND에서 발간한 보고서(The Road to Zero: A Vision for Achieving Zero Roadway Deaths by 2050)에 따르면 고도의 자율주행기술이 개발되어 상용화될 경우 교

21) Examining accident reports involving autonomous vehicles in California, Francesca M. Favarò, Nazanin Nader, Sky O. Eurich, Michelle Tripp, Naresh Varadaraju (2017.9.20.)

통안전에 막대한 영향을 미칠 수 있을 것이라 예측하면서 완전자율주행기술은 2050년 정도가 되어야 도달할 수 있을 것이라 예측하고 있다. Level 3 수준의 자율주행차를 우선 보급하는 방향과 Level 4 기술에 도달한 이후 한 번에 자율주행차를 보급하는 방향으로 나뉘게 된다. 실제 자율주행 Level 4에 가장 앞서 있다고 평가 받는 구글은 2021년 완전자율주행 상용화를 목표로 개발을 진행하고 있다. 그러나 자율주행 분야에서 가장 많은 특허를 보유한 도요타의 경우 보다 신뢰할 수 있는 부분 자율주행을 먼저 상용화할 계획이다.

기업	Level 3 출시	Level 4 출시
웨이모(구글)	-	2021년
도요타	2020년	-
폭스바겐	-	2025년
다임러	-	2020년
GM	2020년	2025년
포드	-	2021년
BMW	-	2021년
볼보	2020년	2021년
닛산	2018년	2020년
아우디	2018년	2020년
현대자동차	2020년	2030년
혼다	-	2020년
테슬라	-	2018년

Source : 업계자료 종합, 삼성KPMG 경제연구원 재구성

Note 1 : 업체의 개발 진행상황에 따라 출시시기는 변동될 수 있음(2017년 11월 기준)

Note 2 : 테슬라는 2015년 테슬라 차량에 탑재 가능한 Level 2 수준의 '오토파일럿 (Autopilot)' 출시

[자율주행차 출시 목표 시점]

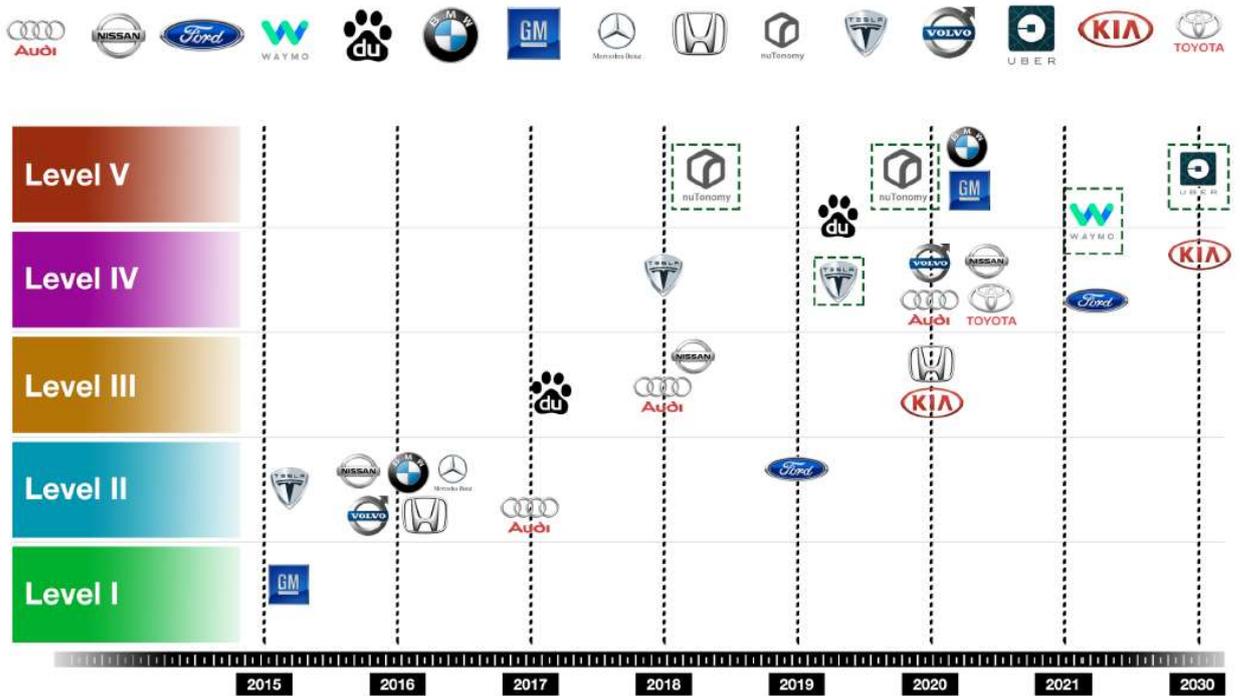
각 기업들마다 추구하는 방향은 다르나 기업들이 생각하는 자율주행 상용화 시점은 대체적으로 2020년대 초반으로 맞춰져 있는 듯하다. 그러나 기술적 도달에 맞춰 출시가 이루어진다고 해도 자율주행이 대량생산으로 확산되기까지는 스마트폰의 확산에 비해 훨씬 더 오랜 시간이 소요될 것으로 보인다. 차량은 우선 스마트폰에 비해 교

체 주기가 길고 가격도 비싸다. 또한 안전문제는 탑승자의 생명과 직결되고 자율주행 중 사고발생시 책임 소재를 정비해 나가기까지 많은 사례들이 필요하게 될 것이다. 따라서 자율주행차량의 본격적인 성장 시기는 2030년 전후가 될 것으로 보는 시각도 있다.

자동차의 평균 교체주기는 10년이 넘는다. 자율주행차의 본격 양산이 시작된다고 해도 대세가 되기까지는 오랜 시간이 소요될 수밖에 없다는 얘기다. Strategy Analytics의 전망을 빌어 2035년에 신차 판매의 70%를 부분자율주행차가, 7%를 완전자율주행차가 차지한다고 하더라도 여전히 도로 위에는 운전자가 직접 운전하는 자동차가 더 많을 것으로 추정된다.

국제에너지기구(IEA)의 전망에 따르면 2035년 글로벌 자동차 등록대수는 17억대 수준으로 예상되는데, 2035년까지 레벨 3 및 레벨 4 자율주행차의 누적 판매와 교체주기를 감안해보면 2035년 도로 위를 주행하는 자동차 중 36%가 부분 자율주행차, 2%가 완전 자율주행차일 것으로 계산된다. 계산을 좀 더 해보면 2040년경이 되어야 부분/완전 자율주행차가 전체 자동차 등록대수의 과반을 넘을 것으로 예상된다.

결국 우리가 일반적으로 상상하는, 도로 위의 자동차가 대부분 부분/완전 자율주행차로 대체되는 시기는 2050년에 가까울 것으로 예상되며, 모든 운전자가 아예 운전대를 잡지 않아도 되는 꿈같은 시기는 그 보다 10년 이상 더 필요할 것으로 전망된다. 급작스러운 산업의 변화보다는 당분간 전통적인 자동차 산업을 기반으로 새로운 기술들이 접목되는 시기가 지속될 것으로 보는 주된 이유이다.



Proposed for shared riding use

Fig 2. Overview of AV market, 2015–2030 estimated timeline. Not meant to be exhaustive. The data points were estimated based on media articles from wired.com, motortrend.com, forbes.com, bbc.com, and from manufacturers' websites and public statements.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184952.g002>

<그림 각 사별 자율주행 자동차 상용화 목표>

Ⅲ. 자율주행차 정책 및 기술동향

3. 우리나라 자율주행차 정책

우리나라는 2030년 미래차 경쟁력 1등 국가 도약을 위해 자율주행차를 통한 교통안전 제고, 혁신성장 창출이라는 비전을 세우고 2022년 완전 자율주행 기반마련, 2024년 세계최초 자율주행 인프라 구축, 2027년 전국 주요도로 완전자율주행(레벨 4) 세계최초 상용화를 목표로 기관별 주요 정책을 추진하고 있다.

1. 그간 자율주행차 주요 정책

가. 차세대 지능형(ITS) 활성화 방안(2013년)

국토교통부는 2013년 국가정책조정회의에서 “교통안전혁신과 신시장 창출을 위한 차세대 지능형교통체계(ITS) 활성화 방안”을 발표하였다. 차세대 ITS에 대한 핵심기술을 개발하여 2014-2016년간 실제 도로에서 시범사업을 실시하고, 향후 고속도로(2017-2020년)부터 중소도시까지 인프라를 확대 할 계획이었다. 또한 안전서비스 강화를 위한 자동 차량제어 및 자율주행 기술 등 핵심기술·서비스를 로드맵에 따라 개발하고, 세계시장 진출을 위한 미국·유럽 등 주요 선진국과 동일한 대역의 차세대 ITS용 주파수를 확보하는 계획도 포함하고 있다.

나. 자율주행차 상용화 지원방안(2015년)

2015년 5월 대통령 주재 제3차 규제개혁장관회의에서 국토교통부·미래창조과학부·산업통상자원부 등 관계부처 합동으로 “자율주행차 상용화 지원 방안”을 발표하였다.

주요 내용으로는 첫째, 규제개선 및 제도정비. 우선적으로 우리 실정에 맞는 자율주행자동차의 도로 시험운행을 위한 허가 요건을 마

련하고, 시험운행 시 자율주행시스템 장착을 허용하는 등 규제를 과감히 개선하는 내용이 포함되어 있다.

둘째, 자율주행 지원인프라 확충. 레이더 등 센서의 신뢰성과 인지 범위의 한계를 극복하기 위해서는 정밀 수치지형도를 제작하여 차선정보를 제공하고, 정밀 위성항법 기술 개발을 통해 GPS 위치 정확도를 개선하며, 도로면 레이더를 통해 수 km 전방 교통정보를 차량에 제공(V2I) 할 수 있는 시범도로 와 차량 간 교통정보를 교환(V2V) 할 수 있는 전용 주파수를 배분하는 등 높은 수준의 자율주행 실현을 위한 인프라도 지속적으로 구축 계획이다.

셋째, 기술개발 지원. 자율주행차에 대한 국내 기술력을 확보하기 위하여 산업통상자원부, 미래창조과학부와 협력하여 우리 중소기업 핵심기술 개발 고도화를 추진하고, 다양한 교통변수의 경험 가능한 한국형 자율주행 실험도시를 구축하며, 일반도로 시험운행을 위한 실증지구를 지정하는 등 시스템 및 차량의 성능을 검증해 나갈 예정이다.

다. 무인이 동체 기술개발 및 성장전략(2015년)

정부는 2015년 5월 관계부처 합동(산업통상자원부, 국토교통부, 해양수산부, 국민안전처, 국방부·방위사업청, 농림축산식품부·농촌진흥청)으로 미래 신시장 창출과 산업 경쟁력 강화를 위해 무인이 동체에 대한 체계적인 기술개발과 산업성장 전략을 발표하였는데 주요 내용으로는 자율주행 자동차 실증을 위해서는 '시범도로 테스트베드', 실도로·시가지 상황을 반영한 '실험도시(K-City)'를 구축하고, 자율주행 자동차 안전운용을 위해 차량 간 또는 차량-인프라간 통신 전용주파수 확보, 차량 충돌 제어용 주파수 추가 공급을 추진(2016년) 등에 관한 계획을 포함하고 있다.

라. 무인이동체발전 5개년 계획(2016년)

무인이동체 기술개발 및 산업성장 전략 후속조치로, 향후 5년간의 세부 추진계획을 종합하여 관계부처 합동 무인이동체 발전 5개년 계획(2016~2020)을 발표하였는데 동 계획에는 자율주행자동차와 관련된 '자율주행자동차 부품 경쟁력 강화 및 인프라 구축'항목에서 자율주행자동차 상용화를 위해 자동차-ICT-도로 산업 간 융합을 위한 산업생태계 조성 전략 내용이 포함되어 있다.

이후 2016년 드론 및 자율주행차 규제혁신, 2017년 혁신성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획, 2018년 신산업·신기술 분야 규제 혁신 추진방안, 2018년 교통안전 종합 대책 등에서 자율주행 자동차에 대한 정책이 포함되어 있었다.

마. 자율주행 스마트교통시스템 구축방안(2018년)

2018년 2월 국토교통부는 문재인 대통령이 참석한 가운데 개최된 '미래차 산업 간담회'에서 자율주행 상용화를 위한 "스마트교통시스템 구축방안"을 보고했다. "스마트교통시스템 구축방안"을 통해 2020년 자율주행차 조기 상용화와 2022년 완전자율주행 기반 마련을 위한 구체적 실천계획을 제시하였다.

국가R&D를 통해 2021년까지 자율주행을 활용한 새로운 교통시스템을 단계적으로 개발·실증 계획이며 자율주행 기술력 확보를 위해 핵심부품 국산화, 전문인력 양성, 표준화를 추진하고, 양질의 일자리 창출을 위해 미래차 분야로 신규 진입하는 'New Player'를 발굴·육성하고, 미래차 기반 서비스 산업을 본격 육성한다.

스마트인프라 구축을 바탕으로 자율협력주행 산업을 활성화하고 관련 업계가 동반성장할 수 있도록 민관 협업체계를 구성한다. 기존 내연기관 부품기업이 미래차 시대에 대비할 수 있도록 사업전환과 경 영여건 개선을 위한 제도를 마련하고 이를 통해 2022년까지 향후 5년간 미래차 분야에 민관합동으로 35조원 이상을 투자할 계획이며, 금년에 전기·자율주행차, 초소형 전기차, 배터리, 서비스 등 미래차 분야에서 3,500명의 일자리를 창출할 계획도 포함되어 있다.

아. 자율주행자동차 분야 선제적 규제혁파 로드맵(2018년)

국무조정실 중심으로 마련된 「자율주행자동차분야 선제적 규제혁파 로드맵」 구축안을 2018년 11월 8일(목) 제56회 국정현안점검조정 회의를 통해 논의·확정하였다.

자율주행자동차 로드맵은 상용화 일정을 역산하여 단계별 추진목표를 설정하고, ① 세계적으로 통용되는 6단계(Lv.0~Lv.5) 발전단계를 고려해, ② 3대 핵심변수(운전 주도권 및 신호등 유무, 주행 장소)를 조합해서 예상 가능한 8대 시나리오를 도출했고, 이러한 시나리오를 바탕으로, ③ 4대 영역 (△운전주체△차량·장치△운행△인프라)에서 30대 규제이슈를 발굴, 이슈별 개선방안을 마련하였다.

「자율주행자동차분야 선제적 규제혁파 로드맵」은 단발성 정책이 아니라, 단기과제(~20년 완료)를 우선 추진하고, 연구 및 기술발전 진행사항 등을 파악하여 2020년 경 로드맵 재설계(Rolling Plan)시 보완 점검할 계획이고 이와 관련해서 자율주행자동차 실증테스트를 위해 규제 샌드박스 제도를 도입하여, 자율주행 실증 사업을 추진하고 그 실증 결과를 향후 로드맵 재설계시 반영할 계획을 함께 담고 있다.

자. 미래자동차 산업 발전전략(2019년)

2019년 10월 15일에 「미래자동차 국가비전 선포식」을 개최하고, 2030년 미래차 세계 선도국가로 도약하겠다는 의지와 전략을 담은 「2030 미래차 산업 발전전략」을 관계부처 합동으로 발표하였다.

“2030년 미래차 경쟁력 1등 국가로의 도약”을 비전으로 제시하고, 비전 달성을 위한 목표의 하나로 2024년 완전자율차(레벨4) 출시와 2027년 전국 주요 도로의 완전자율주행(레벨4) 세계 최초 상용화를 설정하였다.

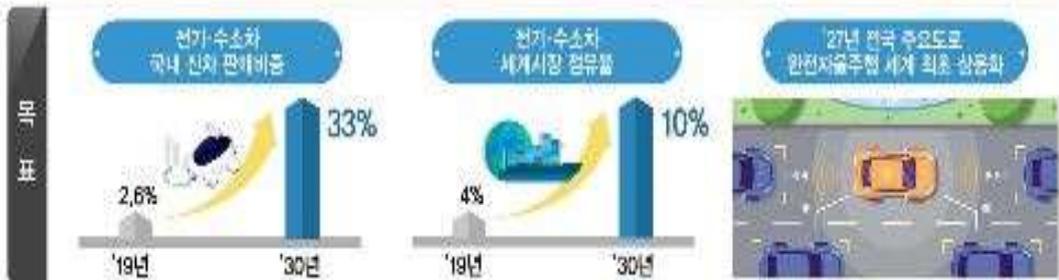
그리고 향후 10년간 우리 미래차 산업이 나아갈 “3대 추진전략”의 하나로 2024년까지 완전자율 주행 제도·인프라(주요도로)를 세계 최초 완비하겠다고 제시하였다.

자율주행차 미래시장의 선점을 위해서, 2024년까지 완전자율주행에 필수적인 통신, 정밀지도, 교통관제, 도로 등 4대 인프라를 전국 주요 도로에 완비하고, 2024년까지 자율주행차 제작·운영 기준, 성능검증체계, 보험, 사업화 지원 등 자율주행 관련 제도적 기반을 완비한다. 친환경차 세계시장의 선점을 위한 방안의 하나로서 향후 자율주행차량(버스·셔틀·택시 등)은 수소차·전기차 기반으로 개발하여, 공공수요·대중교통 등으로 확산하도록 한다.

이를 위해서 미래차 정책의 컨트롤타워로서 산업부·기재부·과기정통부·환경부·국토부·중기부·경찰청과 업계 및 전문가가 참여하는 ‘미래차 전략회의’를 신설하고, 분야별 실무회의체 등의 상시 개최를 통해서 미래차 로드맵의 이행상황을 점검하고, 총괄·조정할 계획을 밝혔다. (국토교통부, 2019)

2030 미래자동차 국가 비전

비전 2030년 미래차 경쟁력 1등 국가



친환경차 세계시장 선도

친환경차 수출과 국내 보급 가속화



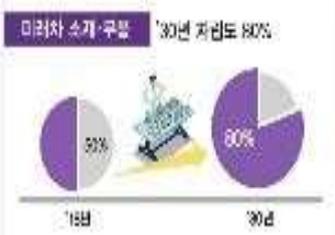
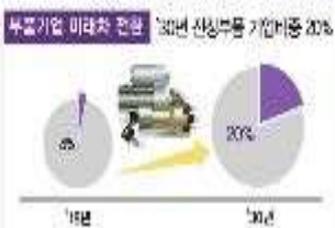
자율주행차 미래시장 선점

'26년 안전자율주행 세계 최초 제도 인입과 4대 인프라 확보



개방형 미래차 생태계

인공지능(AI)과 5G/네트워크 기반 자율화



2. 법·제도 정비

그 간 자율주행차량과 관련하여 지금까지 법적으로 ‘자동차관리법’에서 대략적인 정의와 도로 시험운행을 위한 임시허가의 근거만 있을 뿐 상용화를 위한 제도적 틀은 미비한 실정이었으나 2019년부터 관련 법령 제정 및 안전기준 마련 등 제도가 미비해서 산업발전에 애로가 생기는 일이 없도록 기준마련에 속도를 높이고 있다.

가. 자율주행차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률(2019.4월)

자율주행차 상용화를 위한 법령 정비는 여객자동차법, 화물자동차법 및 개인·위치정보보호법 등 관련 규제가 다양한 법령에 산재하여 어려움이 있었다. 이에 정부는 자율차 상용화·기술개발 촉진을 위해 자율주행차법을 마련하였으며 주요내용을 아래와 같다.

첫째, 자율주행 기술단계를 운전자 개입 필요여부에 따라 부분자율주행과 완전자율주행으로 구분하고 자율주행시스템 및 관련 인프라 등의 정의를 신설함으로써 향후 안전기준, 사고 책임 등 관련 제도 적용의 근거를 마련하였다.

둘째, 인프라 구축, 대중교통과 같은 교통물류체계 도입 등 각종 교통정책을 고려한 기본계획을 5년마다 정책추진체계를 정비함으로써 민간의 정책 예측 가능성을 제고하였다.

셋째, 사람이 아닌 자율주행차 관점에서 도로를 평가하고 자율주행 안전구간을 지정하고 인프라를 집중관리·투자하여 자율주행이 용인한 안전구간 상태를 유지하고 안전구간을 보다 확대하도록 한다.

넷째, 일정 지역 내에서 자동차 안전기준, 여객·화물운송 등 다양한 규제특례를 부여하여 자율주행차를 활용한 새로운 서비스·비즈니스 모델의 실증과 사업화를 허용하였다.

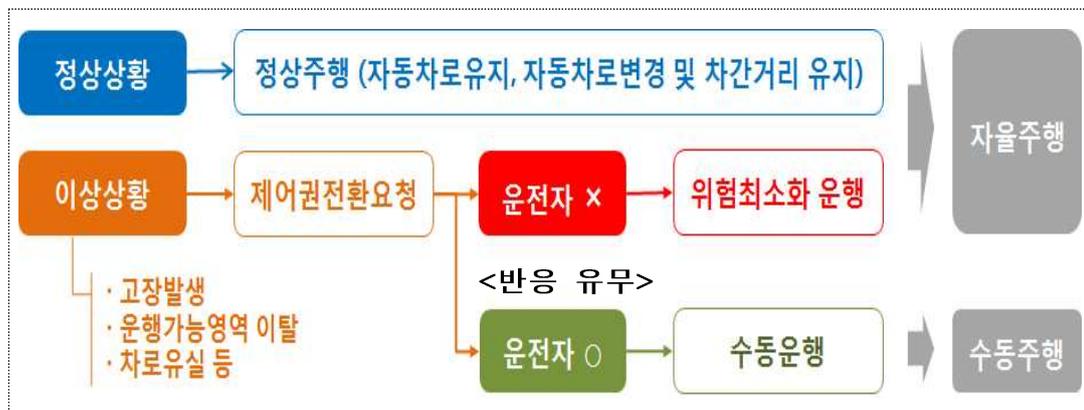
그리고 원활한 자율주행을 위한 자율주행협력시스템·정밀도로지도를 구축하며 민간과 공유할 수 있도록 되어 있다. 자율주행차 도입·확산과 교통물류체계의 발전을 위해 안전·인프라·교통물류와 관련된 기술개발과 전문인력 양성 및 국제협력 내용도 포함되어 있다.

나. 부분 자율주행차(레벨 3) 안전기준 제정(2020.1월)

자율주행차도 일반차량과 같이 제작·성능기준인 안전기준을 충족해야 상용화가 가능지만 그간 정부의 안전기준이 마련되지 않아서 본격 제작이 곤란한 상황이었다. 하지만 2020년 1월 세계 최초로 레벨3 자율주행차 안전 기준을 마련, 2020년 하반기부터 자동차로 유지기능을 탑재한 레벨3 자율차 출시·판매가 가능하게 되어 본격적인 자율주행차 시대를 위한 기틀이 마련되었다고 볼 수 있다.

기존 레벨2의 자율주행차의 첨단조향장치는 운전자를 ‘지원’하는 기능이어서 차로유지기능을 작동시키더라도 운전자는 운전대를 잡은 채로 운전해야 했으며 운전대에서 손을 떼면 잠시 후 경고 알람이 울리게 되어 있었다.

그러나 이번 도입된 안전기준은 지정된 작동 영역 안에서 자율차의 책임 아래 손을 떼고도 지속적인 차로 유지 자율주행이 가능해졌다.



<그림 부분(레벨3) 자율주행 시 흐름도 >

정상상황 시에는 운전자 의도에 따라 시작·종료 등 자율주행이 시작되고, 자율주행 중 운전자의 버튼·핸들·페달 조작 시에는 자율주행이 종료된다. 또한 주행 속도별로 최소 전방 안전거리를 유지하고, 차로 변경 시에는 측전방·측후방 안전거리를 확보해야 하며 센서 감지거리 등을 고려한 자율주행 최고속도를 별도 설정이 필요하다.

자율주행이 어려운 경우에는 운전자 제어권 전환 방법이 규정되어야 한다. 운전자에게 시각·촉각·청각 중 2가지 이상의 방법으로 알려야 하며 예상가능여부와 전환가능여부에 따라 달리 규정하되, 제어권 전환 상황·절차를 자동차 취급설명서 등에 표기해야만 한다. 그리고 착석 및 안전띠 착용 여부 등을 감지하여 직접운전이 불가능한 경우거나 만약 운전자가 180초 이상 움직이지 않는 경우(수면 등 상황) 경고음이 발생하여야 한다.

고장 등 이상상황 발생 시에는 최소한의 안전성 확보기준을 충족해야 한다. 차량·시스템 고장 발생 시 운전자에게 즉시 고장 경고를 알려야 하며 제어권 전환 요청에 대해 운전자 반응이 없을 경우 비상등 점등 및 감속, 갓길(또는 최하위차로)로 자동 정차해야만 한다. 만약, 전방차량의 급정지, 他차량의 급 끼어들기, 갑자기 나타난 장애물 발견 등 제어권을 전환할 여유가 없는 급박한 사고위험 상황 발생 시에는 최대제동 또는 회피 등 자동 대응해야 한다.

다. 자율주행차 보험제도 마련(2020.6월)

자율주행차법과 부분 자율주행차(레벨 3) 안전기준이 마련되면서 보험사의 역할이 요구되는 상황에서 2020년 6월 자율주행차 보험제도 내용을 담은 자동차손해배상보장법을 개정하였다.

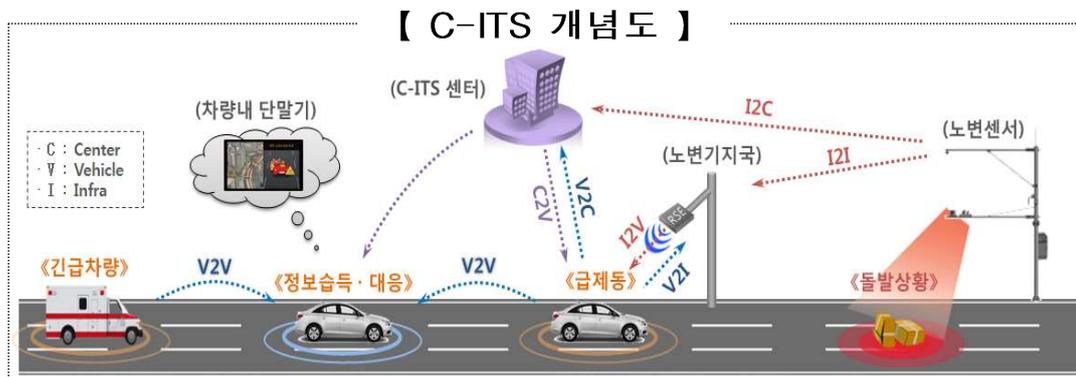
핵심내용은 자율주행차 사고 시 운전자의 실책인지 자율주행시스템의 문제인지 사고 책임을 명확히 하기 위한 주행정보 기록장치 설치 의무화이다. 이 기록 장치에는 자율주행시스템의 작동과 해제,

운전전환 등에 관한 사항을 기록하고 6개월 간 보관하도록 규정하고 있다. 또 자율주행차 관련 분야 전문가 20명으로 사고조사위원회를 구성하도록 하고, 세부적인 위원자격과 위촉방법, 결격 사유 내용 등도 포함되어 있다.

VI. 자율주행시스템 관련 교통인프라

1. 자율주행협력 시스템(C-ITS) 및 통신 인프라

- 자율주행차가 다양한 첨단센서 기능을 장착한다고 하더라도 한계가 존재하게 된다. 즉 완전한 자율주행을 위해서는 주변의 정보를 센서와 카메라가 아닌 통신을 통해 환경 정보를 받을 수 있어야 돌발상황에 대처할 수 있는 것이다. 세계 각국의 C-ITS에 대한 연구 방향은 차량 주행 주 도로-자동차-운전자 및 보행자 간 연결을 통해 차량이 주행하면서 유기적으로 상호 통신하며 교통정보를 교환하거나 공유하는 형태로 연구되고 있다.



- 당초 C-ITS는 교통안전 제고를 위해 도입 추진되었다가 최근 자율주행을 협력·지원하는 방향으로 기술발전 중이다. 구성요소는 차내 단말기, 노변기지국(통신), 신호제어기(교통신호), 돌발상황 검지기(도로변 교통상황), 인증서 기반 보안시스템 등으로 구성되며 차량이 주행하면서 도로시설 및 다른 차량과 통신을 통하여 실시간으로 위험정보를 전파하고 공유한다.
- 운영과정은 교통신호, 추돌사고, 악천후 등 돌발상황을 인프라를 통해 차량 주행정보, 교통정보 등의 정보를 수집하고 차량과 사물(V2X) 통신기술을 통해 취득된 정보를 전달하며 차내 단말기를 통해 안전정보를 표출하고 단말장치 또는 C-ITS센터에서 가공한 정보를 자율주행 시 활용하게 된다.

- 이와 같은 차량과 차량사이의 통신은 물론 차량과 사물 간의 통신을 하는 기술을 총칭하여 V2X라고 한다. V2X 통신 기술이란, 차량이 유·무선망을 통해 다른 차량 및 도로 등 인프라가 구축된 사물과 정보를 교환하는 것 또는 그 기술을 뜻하는 것으로 V2V(Vehicle to Vehicle), V2I(Vehicle to Infrastructure), V2N(Vehicle to Nomadic Device/Network), V2P(Vehicle to Pedestrian) 등을 총칭한다.
- 지난 십수년 동안, C-ITS 서비스를 지원하기 위한 V2X 통신 기술 표준은 다양한 표준개발기구를 통해 진행되어 왔다. 5.9GHz ITS 주파수 대역을 사용하는 V2X의 대표적인 통신기술로는 IEEE²²⁾ 802.11p/1609.x로 구성되는 WAVE 통신 기술과 국제 표준화 기구인 ISO TC204의 WG16/18에서의 IEEE 802.11p 기반 ITS-M5 및 LTE-V2X, 또 다른 유럽표준화 기구인 ETSI의 IEEE 802.11p 기반의 ITS-G5 및 상위 계층 프로토콜인 GeoNetworking, BTP(Basic Transport Protocol) 및 DCC(Decentralized Congestion Control) 등과, 최근에는 LTE-V2X 관련 표준들도 제정해오고 있다. 이처럼 V2X 통신 표준은 서로 다른 표준개발기구를 통해 개발되어 왔기 때문에, 상호 운용성이 확보되지 않는 문제가 있어 이를 해결하기 위해 표준화 기관 내 전문가들은 작업을 진행 중이다.



<그림 V2X 통신 표준화 기구>

22) IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) : 미국 전기전자 협회

가. 미국

- 미국은 C-ITS 도입을 위해 새로운 통신자원과 기술이 필요했고 통신기술은 IEEE에서, 통신자원은 FCC(Federal Communications Commission, 미 연방통신위원회)에서 관련내용을 논의하여 1999년 FCC는 5.855GHz~5.925GHz 대역을 미국의 C-ITS 주파수로 분배하였으며 최초로 WAVE²³⁾ 통신기반 C-ITS 기술·서비스 개발을 하고 있다.
- 뉴욕·플로리다 등에서 WAVE 기반 총 31개 분야 교통안전서비스 시범사업을 도입, 추진(2016~2021)중이며 오하이오주에서는 스마트 시티 사업 내에서 도로교통시스템 성능개선, 트럭 군집주행(차량↔차량 통신) 기술개발 등 자율협력주행 R&D 사업을 추진 중이다.
- 통신기술이 발전함에 따라 2015년부터는 주요 통신칩 제조사 및 이동통신사 등을 중심으로 3GPP(국제표준화기구)에서는 직접 통신이 가능한 사이 드링크 기반의 C-V2X²⁴⁾ 표준화를 진행해 왔다.
- 현재 C-V2X는 Release 14 기반의 LTE-V2X와 Release 15 기반의 LTE-eV2X는 표준화가 완료 되었으며, Release 16에서 NR-V2X가 진행 중에 있다. 또한, C-V2X를 지지하는 다수의 기업들이 중심이 된 5GAA가 지난 2016년 설립되었다.

23) WAVE(Wireless Access in Vehicular Environments)는 V2X 통신 기술은 차량 이동 환경에서의 통신을 위한 것이며 차량 이동환경은 송수신 단말기 사이의 높은 상대속도, 급변하는 주변환경, 광범위하게 변화하는 환경에 강한 통신 환경을 만들기 위해 WVE 표준이 제정됨.

24) C-V2X(Cellular Vehicle to Everything)는 3GPP에서 2017년 6월 표준화된 차량용 셀룰러 통신 규격이다. 3GPP에서 Rel. 15를 발표하기 전에 C-V2X 표준을 발표하였고, 3GPP에서는 3.5GHz, 5.9GHz 등의 주파수 대역을 권고하고 있는데, 3.5GHz 대역은 각 이동통신 사업자가 경매를 통해 확보한 주파수라서 서로 다른 통신사 단말기 간에 직접통신이 불가능하다는 점 때문에 C-V2X는 5.9GHz 대역에서 구현하려 하는데 5.9GHz 대역의 주파수는 802.11p의 물리규격에서 이미 정의하고 있어서 주파수 대역 선정에서부터 C-V2X 기술과 WAVE 기술 간의 갈등 양상이 있다.

- 이동통신 기술이 V2X 통신 영역에 뛰어들어 따라, 기존 무선랜 기반의 WAVE 진영과 C-V2X를 지지하는 이해관계자들 간의 경쟁이 일어났다.
- 2017년 초 차량에 WAVE 통신 단말기를 탑재하는 규칙제정공고 (NPRM, Notice of Proposed Rule Making)을 발의하였고, 2년 이후 이를 적용하는 내용을 담았으나, 이에 대한 결정이 되었다.
- 5GAA는 2018년 말 미 연방통신위원회인 FCC에 5.905~5.925GHz의 20MHz 대역을 C-V2X를 위해 사용할 수 있도록 요청하였는데 WAVE 통신을 지지하는 진영과 C-V2X를 지지하는 진영 사이의 주장이 팽팽하게 대립하는 바, 향후 FCC가 어떤 결정을 내릴지 미지수이며, 최근 2019년 6월 FCC는 5.9GHz ITS 주파수 대역의 재검토 방침을 연기²⁵⁾하였다.
- 일부에서는 재검토를 통해 기술 중립으로 지정 또는 일부 대역을 C-V2X에 할당할 것으로 예상되었으나, WAVE 통신 기술을 지지하는 미 교통부의 요청으로 재검토 자체가 연기된 상황에 있다.
- 도요타는 2021년 미국에서 판매되는 모든 차량에는 WAVE 기반 차량통신 단말을 의무 장착하여 판매하기로 발표하였고, GM 및 폭스바겐 또한 WAVE 단말 장착 차량 출시계획을 발표하였으며, 국내 현대자동차에서도 WAVE 통신단말기 장착 차량을 2021년 선보일 계획임을 발표하였다.
- LTE기술 기반의 Cellular-V2X(C-V2X)의 표준화 및 기술의 진화 또한 빨라지고 있다. 현재 C-V2X는 유럽을 비롯하여, 중국, 미국 등에서 다양한 시범 서비스가 진행 중이며, 5G 통신기술로의 확장도 고려 중이지만, 아직까지 시장에서는 WAVE와 C-V2X는 당분간 경쟁이 지속될 것 같다.

25) https://www.fcc.gov/ecfs/search/filings?proceedings_name=18-357&sort=date_disseminated,DESC

나. 유럽

- 유럽도 미국과 마찬가지로 WAVE를 C-ITS 통신기술로 규정하는 법안은 유럽의회에서 부결되었으나('19.3) WAVE기반 C-ITS 인프라 구축과 신차출시 지속되었다. 유럽 C-ITS 협력기구(C-Roads)는 C-ITS 서비스의 국가 간 상호운용을 위한 C-ITS 통신방식 기술기준을 하이브리드 방식으로 지정('19.12)하였는데 V2V, V2I를 위한 근거리 통신은 WAVE, V2N를 위한 장거리 통신은 선택사항이 주요 내용이다.
- 오스트리아는 2022년까지 전국 고속도로(2,200km)에 WAVE기반 C-ITS 인프라 구축 중이며 그 외 17개국은 공동으로 시범사업 추진 중이다.

다. 우리나라

- 2009년부터 R&D를 통해 C-ITS 본격 확산을 위한 WAVE 기반 통신·인프라 기술개발을 완료하고 2014년부터는 시범·실증 사업을 추진하여 상용화·확산기반을 마련하였다.
- 2017년부터 서비스 개발을 위해 자율협력주행 기반, 카셰어링, 화물차 군집주행(V2V), 대중교통시스템(V2I) 등을 추진중이며 대전~세종 고속도로에 시범사업을 통해 서비스 개발, 표준화를 추진하였으며 서울·제주('18~'20) 미 울산·광주('19~'21)에 지자체 및 고속도로별 특성을 고려하는 실증사업도 2021년까지 추진 할 계획이다.

<지역별로 특화된 C-ITS 서비스 개발·제공>

- ① 서울(대중교통) : 강남대로, 양화신촌로 등 121km(주요 버스노선)
- ② 제주(관광 렌터카) : 일주서로·동로, 번영로 등 300km(주요 관광도로)
- ③ 울산(트럭 물류) : 산업로, 오토벨리로, 이에로 등 103km(주요 물류노선)
- ④ 광주(교통약자) : 대남대로, 팔문대로 등 144km(보행자 사고 다발도로)

- 정부의 최종 목표는 2024년까지 고속도로·국도·도심도로 등 전국 주요구간에 자율차 통신인프라를 완비하기 위해 노선선정, 세부일정 등 추진전력을 마련중이며 ITS 사업의 지속성과 관련사업의 활성화를 위한 10년 단위 기본계획인 “ITS 기본계획 2030“을 2020년 하반기에 발표계획이다.
- 또한 교통안전 정보, 차량위치 등이 실시간 공유되는 상황에서 통신 해킹을 방지하기 위한 C-ITS 인증서 보안체계 실증사업도 추진중이며 통신기술 검증을 위해 국내 자율협력주행 인프라(C-ITS) 통신방식에 대한 범정부 정책방향 결정 등 V2X(차량↔사물 통신) 공동연구반 운영중이다. 우리나라도 미국, 유럽과 같이 향후 WAVE와 C-V2X 간의 5.9GHz 대역에서의 공존 및 경쟁 가능성에 대해서도 면밀한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

2. 정밀도로지도 구축

- 집에서 사무실로 가는 익숙한 길을 생각해 보자. 차량으로 주행하기 전에 이미 머릿속에 경로를 담고 있기 때문에 주행 과정에서 특별한 안전에 유의해야 할 지점에 집중 할 수 있다. 자율주행차도 마찬가지다. 자율주행차가 도로를 주행하려면 도로에 대한 구체적인 정보가 필요하고 차로의 위치를 정확히 알아야 한다. 상용 디지털 지도는 해상도가 낮고 정보의 업데이트 주기도 길어 자율주행차가 실시간으로 로컬라이제이션(Localization)을 수행하기가 힘들다.
- 자동차용 지도는 항법지도, ADAS(Advanced Driver Assistant System) 지도, 정밀도로지도로 구분할 수 있다. 항법지도는 일반 자동차나 스마트폰에서 흔히 볼 수 있는 내비게이션에 탑재된 지도로 목적지를 찾아 그곳까지 향하는 경로를 탐색한다. ADAS 지도는 기존 내비게이션에 도로의 곡률과 경사를 추가해 ADAS 기능이 정교하게 작동할 수 있도록 뒷받침한다.

정밀도로지도는 여기에 차선, 신호등, 표지판 등의 정보를 포함해 자율주행차가 안전하고 안정성 있게 운영될 수 있도록 한다.

	항법 지도	ADAS 지도	정밀 지도
사용처	내비게이션에 사용	ADAS 기능 구현	자율주행차용 지도
목적	목적지 검색 경로 탐색	내비게이션 기반 스마트 크루즈 컨트롤	차량의 정확한 위치측정 자율주행 안정성 강화
구분 정도	도로 단위 구분	도로 단위 구분	차선 단위 구분
포함 정보	길 안내에 필요한 목적지 정보 포함	도로 곡률 경사 정보 포함	차선, 신호등, 표지판 정보 포함

<그림 자동차용 지도의 차이점 비교²⁶⁾>

- 자율주행 프로세서는 ‘인지-판단-제어’로 구성되는데 첫 번째 단계인 정확한 인지가 없다면 자율주행이 불가능하다. 2016년 5월 플로리다 윌리스턴에서 발행한 Tesla Model S의 사고를 보면 정밀지도의 중요성을 알 수 있다. 도로 양 방향이 중앙분리대로 나뉜 신호등이 없는 고속도로 교차로에서 당시 Autopilot 주행 중이던 Model S 차량은 좌회전을 시도하는 차량을 충돌하는 사고가 발생하였다.

Tesla 측에 따르면 자율주행 센서가 트레일러의 하얀색 면을 하늘로 인식했기 때문에 사고를 방지하지 못한 것으로 파악된다.

GPS, 카메라, 레이더, 라이더 등 수 많은 센서가 인지를 위해 있지만 아직까지는 완벽한 인지 능력과는 다소 거리가 있어 보이며 자율주행에 있어서 정밀지도 등 가외성이 필요함을 인식시켜 준다.

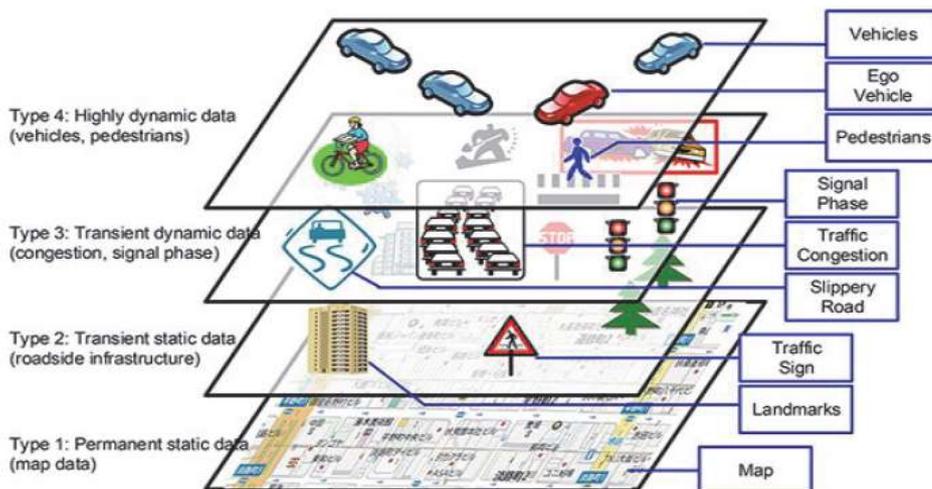
26) 출처 : HMG 저널, 2019, 자율주행 시대에는 왜 정밀지도가 필요할까?

- 그럼 정밀지도란 무엇일까? 카메라, 레이더, 라이다 등의 센서만 이용해도 자율주행 기술 레벨 1~2 수준은 충분히 구현이 가능하다. 하지만 레벨 3 이상의 기술 수준을 구현하고 자율주행차의 안전도를 강화하기 위해서는 추가적으로 주행 차량의 정확한 위치 및 경로를 파악할 수 있는 측위 기술이 요구되고 이러한 측위 기술의 가장 기본이 되는 준비물은 바로 HD 맵이다.

자율주행 Level 3이상에서 필수 요소인 고정밀 디지털 지도(High Definition Digital Map)는 자율주행 작동 프로세서인 인지-판단-제어 중 인지 영역에 해당한다. HD map은 해당지역의 위치정보, 표지판, 방면 명칭 등 기본적인 주행을 위한 정보 외에 자율주행 운행에 꼭 필요한 정보인 차선정보, 지역고유 정보 등도 포함한다.

HD 맵에서 한 단계 더 진화한 맵이 자율주행용 HD 맵이다. 자율주행용 HD 맵은 '정적' 주행환경 정보를 넘어서 반경 2~3km 내의 '동적' 주행 환경 정보까지 추가된 맵을 의미한다.

동적 주행환경 정보들은 자율주행차의 센서들로도 획득할 수 있지만, 센서들의 실시간인지 범위는 제한적이기 때문에 원거리(2~3km)의 동적 주행환경 정보 제공은 HD 맵이 담당할 것이며 자율주행차량의 효율적 운행 경로와 주행 안전도를 높이는데 매우 유용한 정보이다.



<그림 : 자율주행용 HD 맵의 구성요소27)>

27) 자료 출처 : Mobility Research Center, Doshisha University

가. 정밀도로지도 관련 해외 사례

- 자율주행차 선진국들도 정밀도로지도의 효율적 구축·확대를 위해 치열한 경쟁중이다. 정밀지도 구축에는 초기비용이 많이 소요돼 자율주행차 선도기업은 인수 합병 및 공동투자로 효율을 도모하고 정밀도로지도 구축 기술개발과 구축지역 확대를 위해 자율주행차 선도기업 간 경쟁도 치열하다.

일본 DMP(Dynamic Map Platform)

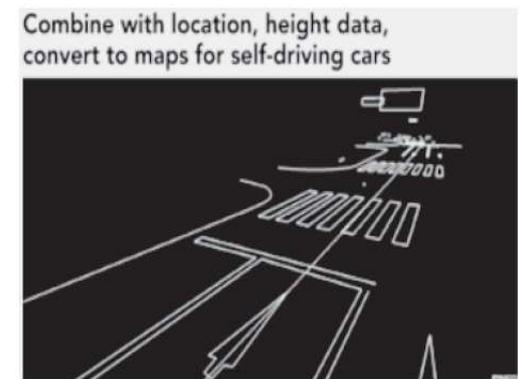
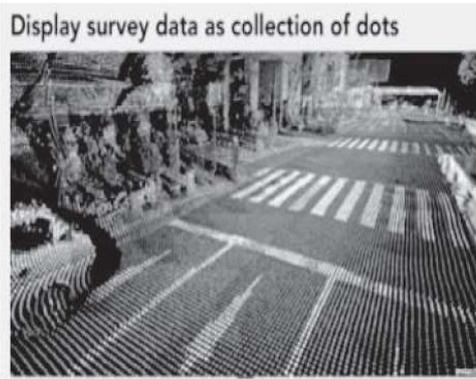
- 2020년 도쿄올림픽에 맞춰 자율주행차 실용화를 추진하는 일본은 2017년 내비게이션시스템 업체와 완성차 업체가 협력하여 정밀 지도업체 DMP(Dynamic Map Platform)를 설립하였다. DMP는 내비게이션 시스템 업체인 Aisan Technology Co, 일본산업혁신기구(INCJ) 및 Toyota를 필두로 Honda, Nissan 등 총 15개의 업체가 참여하였으며 자유주행 및 3D 고화질지도 데이터를 만들기 위해 MMS 측량, 측량 및 매핑 등 전세계적으로 가장 풍부한 센티미터급 레벨의 MMS 측량데이터를 보유하고 있으며, 자율주행차량에 꼭 필요한 고정밀한 정확도의 데이터를 보유하고 있다.



<그림 DMP 도로정보 공동구축 및 활용 모델28)>

28) 윤석조, 2019 일본 자율주행 고정밀 지도의 현황과 향후 계획 전개

- DMP는 Mitsubishi Electric이 개발한 MMS 차량을 활용해 일본 주요 고속도로를 오차범위 10cm 이내의 디지털 지도로 구축하여 일본 완성차 업체에 제공할 계획이다. 2018년까지 고속도로 30,000km 공동구축을 완료하였으며, 일본 고속도로는 총 3만km, 주요 간선도로는 총 연장 127만km 등 주요도로에 단계적으로 정밀지도를 구축할 계획이다.
- DMP는 2019년 2월 미국 제너럴모터스(GM) 산하 지도 데이터 제공 업체 어셔(Ushr)를 인수했다. DMP와 어셔의 합병으로 도요타와 GM은 고정밀지도 데이터를 공유하고 미국 시장 점유율을 선점하기 위해 노력(미국 내 일본차 점유율 40%, GM 점유율 20%)하고 있다.



<그림 DMP 3D 정밀지도 구축과정>

독일 HERE

- 클라우드 기반²⁹⁾ 업체인 HERE는 2015년 노키아가 매각한 지도정보서비스 부문을 BMW, Audi, Daimler 3사가 컨소시엄을 구성해 30억 달러(약 3조 6,000억원)에 인수하여 HERE라는 사명으로 각사의 자율차에 탑재되는 도로정보를 공동구축하고 있다.

29) 기존 정밀지도 제작은 MMS를 통해 수집, 데이터를 가공하여 지도제작, 도로/시설물 관리 목적으로 활용되었으나, HERE는 클라우드 소싱을 통해 실시간으로 수집되는 데이터에서 정보를 추출하여 통신망을 통해 사용자의 지도에 빠르게 반영되는 '자동 갱신 맵'(Self-healing map)이라는 기술을 개발

2016년 말에는 NavInfo-텐센트-GIC 컨소시엄과 인텔이 HERE의 지분을 각각 10%, 15%를 인수 하여 미래 자율차 산업에 있어 정밀도로지도의 중요성을 간접적으로 보여주고 있다.

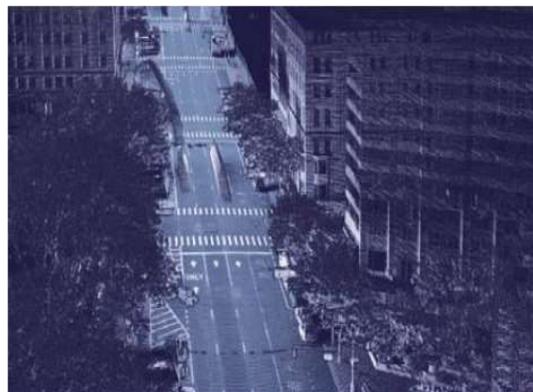
HERE는 전세계를 대상으로 400여대의 MMS 데이터 획득 차량을 이용하여 정밀도로지도를 구축 중이며, 도로 기울기, 곡선 구간의 도로 곡률 및 고저차, 차선폭 등의 정밀한 정보가 구축하여 자율차 산업이 진출할 수 있는 시장에 대한 기반을 마련하고 있다. HERE가 제공하는 지도 서비스는 전 세계 196개국 50개 언어로 제공되고 있으며, 실시간 교통 정보 서비스는 32개국에 제공되고 있다.

2015년에 미국 캘리포니아주와 미시건주, 독일 및 프랑스의 고속도로를 ADAS용 맵 수준으로 발표했고, ADAS용 맵 구축을 넘어서 동적 주행 환경 정보가 포함된 자율주행용 정밀도로지도까지 개발을 진행 중이다.

HERE의 사업은 북미, 유럽에 근간을 두고 있는데 해당 지역 내 점유율은 80%로 캐나다의 TomTom과 글로벌 자동차 내비게이션 지도시장을 지배하고 있다. 현재는 차량용 지도에 특화되어 있지만 막대한 데이터베이스로 전자지도 부문에서 Google과 경쟁할 수 있는 몇 안 되는 업체이다.



<HERE의 글로벌 진출현황>



<HERE의 정밀지도(HD 맵)>

자료출처 : HERE 홈페이지

영국 Ordnance Survey(OS)

- 우리나라의 국토지리정보원에 해당하는 영국 OS는 데이터에 포함된 모든 지형지물에는 TOID(Topographic Object Identifier)라는 명칭을 부여하고 이력 관리를 하고 있다. 지자체 및 시설물 관리 기관에서 변경사항의 발생을 OS에 통보하면, OS는 취합된 변경정보에 대한 작업을 각 지역별 작업자에게 배분하여 갱신작업이 이루어질 수 있도록 한다. 신규 지형지물도 새로운 TOID를 부여하고 변경이 일어난 부분에 대해서 수시갱신을 진행하고 있어 지형도의 갱신 주기를 단축하고 이를 배포하여 공통된 공간정보 기반을 활용할 수 있도록 하고 있다.

미국 연방 교통부(Depart of Transportation)

- 미국 연방 교통부는 2018년 자율주행 데이터 공유를 위해 DAVI (Data for Automated Vehicle Integration) 프로그램을 발족하였다. DAVI 프로그램은 교통수단 전반에 걸쳐 자율주행의 정착을 용이하게 할 수 있는 사고, 도로시설, 교통표지, 도로 공사(공사 종류, 공간적 범위 등), 도로 유고상황 데이터를 공유한다. DAVI 프로그램의 일환으로 운영되는 도로 공사정보 데이터 교환 프로젝트(Work Zone Data Exchange Project)는 도로운영주체가 도로상의 공사 및 작업 정보를 제공하여 자율주행 차량의 안전 운행을 목적으로 하고 있으며 제공되는 공사현황 데이터는 LDM의 동적인 부분에 반영되고, 추후 정밀도로지도를 갱신에 사용된다.

나. 우리나라 정책

- 국토지리연구원은 2015년부터 자율주행 시범구간과 세종 등 특화 도시에 약 47km의 정밀도로지도를 시범구축을 시작으로 2018년에는 영동·경부 고속도로 및 판교 등에 약 1,271km 정밀도로지도를 확대하였다. 2019년에는 전국 고속도로 등 약 5천km에 정밀도로지도

구축을 완료하고 그 자료를 민간이 자유롭게 활용할 수 있도록 무상 제공하고 있으며 2024년까지 일반국도, 자율차법상 시험운영지구 등 전국 주요도로에 정밀도로지도 구축·갱신을 목표로 하고 있다.

- 아울러 효율적인 확대구축과 갱신을 위해 민간-공공 협력도 추진 중이다. 국토교통부, 국토지리정보원, 한국도로공사 및 14개 민간사가 참여해 민간-공공 협약을 체결(2019년 4월)하여 민관 공동구축체계도 마련·운영하고 있다.



<그림 정밀도로지도 구축현황, 국토지리연구원 2019>

3. 기술개발지원

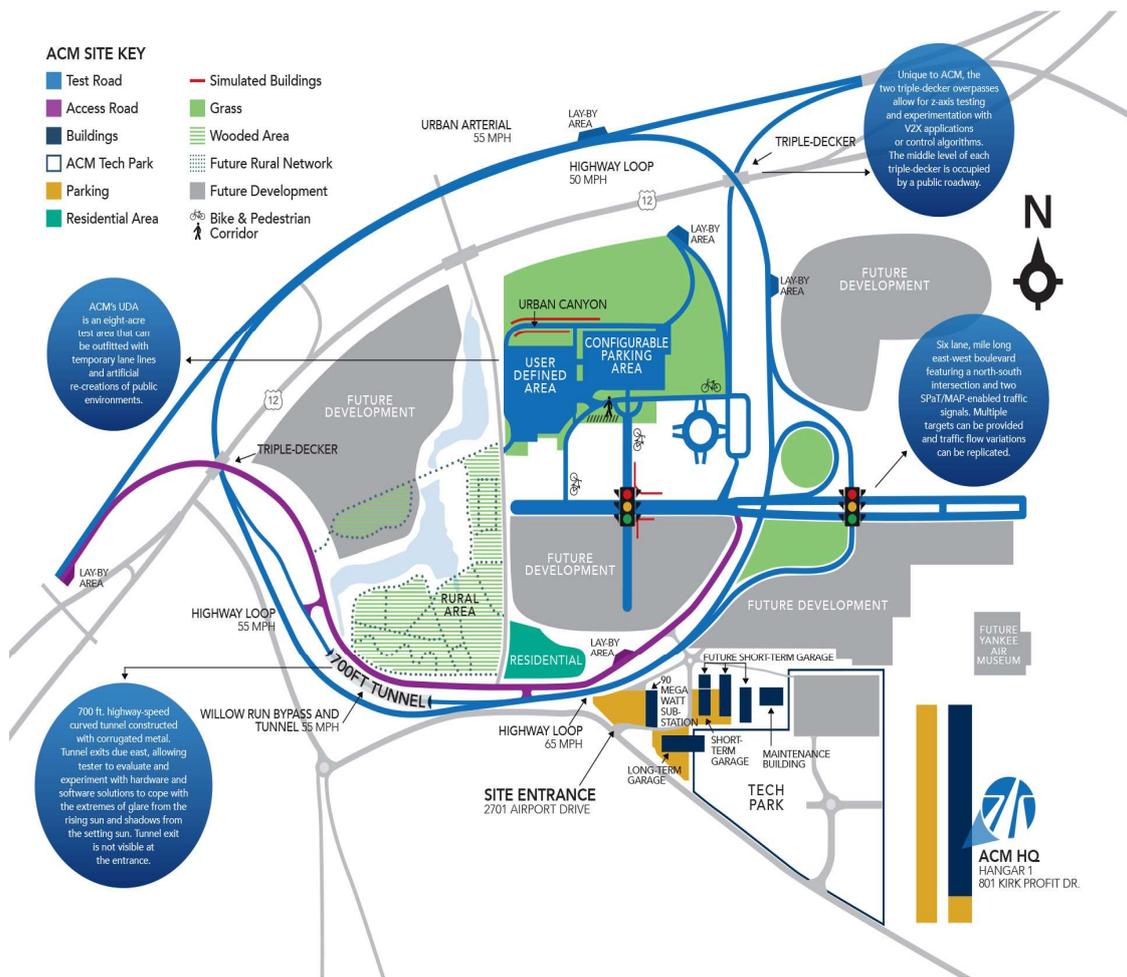
가. 미국 ACM

(미국 모빌리티 연구기관, American Center for Mobility)

- ACM은 미국 미시간 주정부를 중심으로 미시간 주립대학, 미시간 경제개발공사, 앤아버 SPACK, 완성차 및 통신업체 등이 동참해 자율주행 및 커넥티드 카 분야의 기술개발, 성능개선, 표준화 구축 등을 목적으로 설립한 미국 연방정부 공인의 산학협력 기관이다. 미국 미시간주 디트로이트 서쪽에 위치한 입실런티 타운십(Ypsilanti Township) 외곽 윌로우 런 공항(Willow Run)에 위치하고 있으며 약 61만평(약 200만㎡) 규모의 고속주행로, 도심지역, 상가지역, 주택지역, 시골지역, 터널, 비포장로, 코스트 다운 시험로 등으로 구성되어 있다.

2017년 현대자동차 그룹은 미래 모빌리티 관련 핵심 기술 역량을 강화하고, 타 업체들과의 기술 교류 확대 및 동향 분석을 바탕으로 미래차 시장을 주도하고자 ACM이 추진중인 첨단 테스트 베드 건립에 약500만 달러를 투자하였다.

2019년 준공되었으며 V2X, 4G/5G, DSRC(근거리전용무선통신), GPS, V2X DSRC 인프라(12개), 교통신호등(2개) 등 첨단 IT 기술 기반의 통신 네트워크 환경이 구축되어 있다.



<그림 미국 자율주행테스트 환경 시험장 ACM30>

주요 시설

Smart City Test Center : 세계최초 CAV별 5G 네트워크(AT&T 글로벌 테스트베드), 대용량 데이터 전송을 위한 클라우드 서비스 시설 등이 있으며 V2X 상호운용성의 시험과 검증을 가능하게 하는 기수를 완비했다는 점에서 다른 시험장과 차별화 된다.

ITS and Mobility Infrastructure : 미시건 DOT와 협업을 통해 제어 알고리즘과 자동화 차량의 교통흐름 영향을 실험, 파악할 수 있는 미국 최대 IT 지원 도로 실험센터이다.

30) 자료출처 : 미국 모빌리티 연구기관, American Center for Mobility
<https://www.acmwillowrun.org/smart-city-test-center/>

나. 미국 MCITY

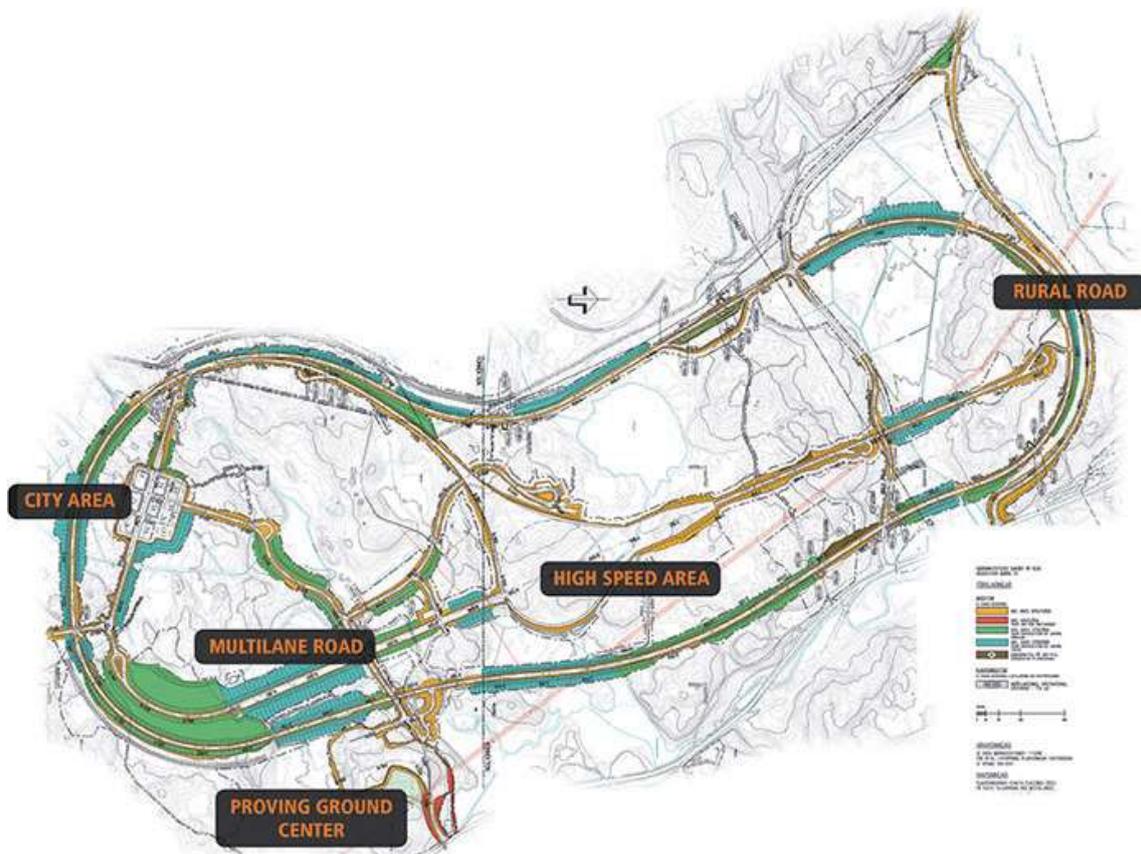
- 미국 미시간대학교에 2015년 7월, 자율주행차 주행시험을 위한 MCity가 개발되었다. 미시간주의 자율주행차 시험 주행법안이 통과된 이후 연방정부, 미시간 정부, 대학과 기업 등의 관련 단체들이 합작으로 미시간의 대표 대학인 미시간 대학 인근에 설립되었으며, 미국의 자율주행자동차실증을 위한 테스트베드로 활용 중이다.

Mcity는 미시간대학의 Mobility Transformation Center에서 추진 중인 MTC Pillar 사업의 일환으로 자율주행 자동차의 성능 및 안전성을 확인하기 위한 테스트베드이다. M-city 내에 구축된 도로 시설은 신호 및 비신호 교차로, 정지교차로, 다중차로, 접근 제한 고속도로, 간선도로, 주차공간, 센서 조정구역, 개방시험구간, 지하도, 이동 가능한 빌딩면으로 구성되어 있어, 다른 운전자 혹은 보행자와 사고 위험, 시제품 손상, 정보 노출 등의 위험이 있는 공공도로 및 외부 환경과 자동차간의 상호 작용 관찰이 어려운 폐쇄형 시험장의 단점을 보완하고, 실생활에서 일어날 수 있는 악조건을 인위적으로 구성하여 반복 실험이 가능한 것으로 소개되고 있다.

Mcity는 59개의 기업과 공동으로 미래 이동성에 관한 해결책을 찾는 연구를 실행중이고, Mcity의 연구, 개발 및 제품출시 프로젝트에 약 2,660만 달러를 투입하였고 총21개 연구 프로젝트가 진행중이다. 2017년 이후 Mcity 시설에서 총 4,400 시간의 실험 및 관련 활동이 실행되었고 Mcity 연구활동에 미시간대 50명의 교수진이 참여하고 있다.

다. 스웨덴 AstaZero

- 스웨덴은 불보와 도로교통부 및 도로교통청, 구텐브르크 스마트 시티와 협업을 통해 “Drive Me”라는 2-3단계 자율주행 자동차 실증사업을 계획하고 있으며, 자동차 안전성 평가를 위한 AstaZero 성능평가 시설(AstaZero)을 구축하고 있다. AstaZero는 다양한 교통 환경 상황의 제공을 통하여 첨단자동차 안전시스템과 그 성능을 평가하기 위한 시설로써, 교외지역, 도시지역, 고속주행지역, 다중차선지역 및 평가장 관리센터로 구성되어 있다.



<그림 자동차 안전성 평가를 위한 스웨덴 AstaZero 시험장>

라. 네덜란드 DITCM 시험장

- 네덜란드의 DITCM 시험장은 V2X 등 ITS 시스템의 효과성을 검증하기 위해 설치된 시험장으로, 유럽연합과의 공동 사업인 SPITS,

Grand Cooperative Driving Challenge(GCDC) 및 Drive C2X 등의 사업 수행에 활용되었다. Helmond와 Eindhoven의 두 도시를 연결하는 A270 및 N270간의 도로에 구성되어 있으며 총 8km에 고속도로구간(6km)과 도시부(2km)를 포함하고 있는 실도로 구간으로, 시험장은 시험장, 제어실, 자동차연구실, 시뮬레이션 장비, 실험실로 구성되어 있다. 시험장은 2개의 신호등이 설치되어 있고, G5의 통신 활용, 56개의 실시간 차량 감지 및 추적 가능한 카메라가 설치되어 있다.



<그림 자동차 안전성 평가를 위한 네덜란드 DITCM 시험장>

자율주행차를 시험·연구 목적으로 운행하려면 안전요건을 갖춰 허가를 받아야 하는데 국토교통부는 2016년 9월에는 임시운행허가를 받은 차량이 지정구간만이 아닌 전국 주행할 수 있도록 규제를 완화하였다.

2020년 4월 기준 현대, 쌍용 등 98건의 임시운행허가를 통한 기술개발 지원하였으며 자율주행차 임시운행허가제도 평가를 통한 임시운행허가 제도 발전방안을 마련 할 계획이다.

2018년에는 자율주행차의 기술 개발 촉진 및 안정성 확보를 위한 중요한 시설은 K-City가 구축되었다. 미국 미시건 에 위치한 M-City 등의 특성을 반영하여 크기는 그의 약 3배 수준이며, 국내 도로 환경을 적용함은 물론이고, 자율주행 자동차의 테스트를 위한 다양한 환경과 상황을 조성할 수 있는 시험 환경이 되어 있으며 전세계 테스트 베드 중 유일하게 보유한 버스전용차로·가로수길 등을 포함한 36개 시설이 설치되어 있다.

【K-City 주요시설】



V. 결론

- 정부는 작년 10월 관계부처 합동으로 미래자동차 산업발전전략 2030 국가 로드맵을 발표하고 2027년 전국 주요도로 완전자율주행 세계최초 상용화를 목표하였다. 각 기업들도 추구하는 방향은 다르나 IT업체 및 완성차 업체가 생각하는 자율주행 상용화의 시계는 대체적으로 2020년부터 레벨3 자율주행차 상용화를 시작으로 다수의 자율주행차량을 출시할 것으로 발표하고 있다. 하지만 일부 전문가들은 기술적 도달에 맞춰 출시가 이루어진다고 해도 자율주행이 대량생산으로 확산되기까지는 스마트폰 확산에 비해 훨씬 더 오랜 시간이 걸릴 것이라고 예상하며 2040년 이후에나 부분/완전 자율주행차가 전체 자동차 등록대수의 과반을 넘을 것으로 예상하고 있다.

미래일은 예측할 수는 없지만 소비자 관점에서 본 정확한 사실은 자율주행을 위한 교통인프라가 갖춰지지 않고 법·제도가 미비하여 사고 위험 환경에 있거나 사고에 대한 사후처리가 깔끔하지 않다면 자율주행차를 쉽게 구매하지는 않는다고 사실이다. 본 연구에서는 교통인프라를 포함한 각국의 정책, 자동차 업계 동향 및 우리나라 상황 등을 검토하였으며 이를 바탕으로 우리나라가 10년 내 자율주행 산업의 강국이 되기 위한 중요한 요소를 살펴보고자 한다.

- 첫째, 소비자와 관련 업계를 위한 자율주행차량의 보다 구체적이고 꼼꼼한 안전 기준 마련이 필요 할 것으로 보인다. 2020년 1월 세계 최초 레벨3 단계의 자율주행차 안전기준 마련과 자율주행차 보험 제도를 마련하였다. 하지만 현재 차주 개인이 가입할 수 있는 자율주행차 관련 보험은 아직 존재하지 않고 있다. 자율주행차 사고가 발생할 경우 사고 책임을 명확히 가를 법적 근거 책임 소재에 대한 명확한 기준이 마련되지 않았기 때문이다. 주행정보 기록장치 설치 의무화하고 사고조사위원회에 판단을 맡긴다지만, 업계에서는 그 원인을 가려내기 쉽지 않을 것이란 우려가 있다. 또한

현재 기준으로는 일단 자동차 보험으로 보상한 뒤 나중에 제조사와 정산하는 일종의 사후처리 방식으로 제조사와 추가 협상을 해야 하는 부담도 생긴다.

현재 자율주행차 보험제도의 큰 틀은 마련된 만큼, 사고 관련 법 조항에 대해 조금 더 심도 있는 논의가 이루어진다면 보험사도 신속히 대응 할 수 있을 것으로 보인다.

아울러, 현재 국제적 안전기준이 없는 상황으로 우리 안전기준을 바탕으로 논의에 적극 참여하고 국제기준 도출시 우리 기준에 즉시 반영도 필요 할 것으로 보인다. 레벨4, 레벨5 자율주행차 상용화를 고려하여 미국의 자율주행차 가이드라인(AV 4.0)을 등을 참고하여 안전기준의 업데이트도 필요할 것으로 요구된다.

- 둘째, 자율주행차를 위한 교통인프라의 조속한 구축이 필요하다. 2016년 플로리다에서 테슬라 차량이 센서 인식 오류로 좌회전 트레일러의 하얀색 면을 하늘로 인식하여 고속도로 교차로 충돌사고 사례에서 알 수 있듯 자율주행차가 다양한 첨단센서 기능을 장착한다고 하더라도 한계가 있으며 주변의 정보를 센서와 카메라가 아닌 주변 인프라를 통해 정보를 받을 수 있어야 돌발 상황에 대처할 수 있다. 차량의 자율주행기능을 지원하기 위해 반드시 필요한 통신시설, 정밀지도, 도로 등 주요 인프라를 조기 구축이 자율주행차량의 안전을 위해 매우 중요한 요소이다.

우리나라는 2024년까지 전국 고속도로, 국도 등 전국 주요 구간에 C-ITS 인프라를 완비 할 계획이다. C-ITS 인프라 구축과 더불어 중요한 요소는 보안체계 구축과 통신기술 표준화도 필요하다. 그간 대부분 나라에서 자율주행 기술과 인프라 구축에 집중하였지만 사이버 보안에 대한 접근법을 구체적으로 규정하지 못하고 있다. 교통안전 정보, 차량위치 등이 실시간 공유되는 상황에서 통신 해킹 방지를 위해 C-ITS 보안체계 구축마련이 시급하다. 이와 함께 현재 정해지지 않는 통신표준도 WAVE와 C-V2X 간의 공존 등을 면밀히 검토하

여 통신 표준 마련도 시급하다.

‘인지-판단-제어’로 구성되는 자율주행 프로세서 중 사람의 눈과 같은 역할을 하는 인지 능력을 보다 향상시키고 안전을 위해 중요한 요소인 정밀도로지도는 2024년까지 구축을 목표로 하고 있다.

자율주행차량 시장 못지않게 중요한 게 정밀도로지도인데 세계 기업들도 인수, 합병, 투자 등을 통한 정밀도로시장 확보를 위한 지도 전쟁 중이다. 우리가 눈여겨 봐야할 곳은 일본 정부가 혼다 등 민간 기업들과 DMP (Dynamic Map Platform)라는 특수목적 법인을 설립하여 HD맵을 개발 및 실용화를 추진 중인 단체이다. 이곳은 세계 최대 마켓인 미국 시장의 점유율을 선점하기 GM 산하 지도 업체인 어셔(Ushr)를 인수하였다.

우리나라도 정밀도로지도 주관부서인 국토지리원과 자동차 및 지도 제작 업체가 공동으로 특수목적법인을 설립하여 양질의 일자리 창출과 함께 완전 자율주행차 개발에 도움이 되고 세계시장 진출을 모색하는 것도 좋은 방법이라고 생각된다.

미국 Mcity의 3배 크기인 K-city는 자율주행차 기술개발을 지원하고 차량 안전성을 검증하기 위한 최적의 실험환경 조건을 가지고 있다. 레벨4, 레벨5 완전 자율주행 구현을 위해서는 돌발, 긴급상황에 안전하고 신속한 대처가 필수적이다. 정부는 악천후를 고려한 기상변화 시뮬레이션, 교통 혼잡 시스템 및 통신장애 등 다양한 상황에서 반복 실험·검증하기 위한 실증설비를 조속 구축 할 필요도 있다.

셋째, 다양한 교통인프라 정책 개발 필요하다. 완전한 자율주행차량의 상용화를 위해서는 고도화된 기술개발과 다양한 교통 인프라 정책이 뒷받침되어야 한다. 중국은 쑹인신구 신도시와 베이징을 잇는 174km 연장의 고속도로에 자율주행 전용차로를 설치할 계획이라고 밝혔다. 왕복 8차로 중 2차로를 자율주행차 전용으로 활용할 계획이다. 우리나라도 자율주행차 보급률에 따라 단계적인 교통인프라 정책이 필요할 것으로 보인다. 도입초기에는 기존 도로 인프라의 첨

단화를 통해 자율차량의 안전과 효율화에 집중하고 자율주행 차량 비율이 일정수준을 넘어서면 일반차량과 분리하여 자율주행차 전용 도로를 설치하는 방안도 고려해 볼 필요가 있다.

승용차 중심의 자율주행 기술의 발전과 더불어 자율주행 기술이 상업적 용도로 가장 먼저 적용될 것으로 예상되는 분야가 트럭 운송 부분이라고 할 수 있다. 숙련된 운전사의 부족, 연속 운전시간 제한 규제 등의 영향이라고도 볼 수 있다. 따라서 화물 자율차 전용도로인 트럭 플래투닝(Truck Platooning) 등을 조속한 시일 내 확대 적용이 필요할 것으로 보인다. 두 대 이상의 트럭을 한 네트워크로 연결하여 군집 형태로 묶여져 이동함으로써 연료소비량도 줄이고 운전자 부족, 높은 인건비 문제 등 해소 될 것으로 보인다.

아울러, 5G 기반의 대중교통과 연계하여 인프라 접근성이 낮은 지역을 중심으로 자율주행버스, 자율주행 택시 사업의 조속한 실현과 장기적으로는 자율주행차를 위한 스마트 하이웨이 검토도 필요할 것으로 보인다. 현재 고속도로는 모래, 자갈 등 아스팔트 콘크리트가 주 재료인데 태양광 패널을 설치하여 전기 자율주행차가 도로를 주행하면서 스스로 충전되고 도로 바닥에 태양광 모듈이 설치되어 차선표시, 표지판 등이 선명하게 인식될 수 있다.

마지막으로, 정책에 대한 상시적인 피드백 체계와 정부-지자체-자동차 업계의 유기적 협력체계 구축이 필요하다. 자율주행차량은 차량의 체계와 사회·경제를 완전히 바꾸는 파괴적 혁신(Disruptive Technology)은 분명하다. 정부, 지자체, 민간전문가, 자동차 업계가 급변하는 시대에 유연하게 대응할 수 있는 제도적 체계를 마련하여 정책개발 및 적기 대응이 중요할 것으로 판단된다.

참고문헌

National Highway Traffic Safety Administration. 2016. Federal Automated Vehicle Policy-Accelerating the Next Revolution In Roadway Safety.

National Highway Traffic Safety Administration. 2017. Automated Driving Systems 2.0

U.S Department of Transportation. 2018. Preparing for the Future of Transportation

U.S Department of Transportation. 2020. Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies

National Conference of State Legislatures. 2020. States with Automous Vehicles Enacted Legislation and Exeutive Orders.

European Road Transport Research Advisory Council. 2009. Connected and Automated Driving Roadmap, version 8.

UK Department for Transport. 2015. The Pathway to Driverless Cars

Waymo. 2020. Website(<https://waymo.com>)

KPMG. 2018. Automotive Industry by M&A trend.

Morgan Lewis. 2018. The Automotive Vehicle Regulatory Environment.

Michelle Tripp, Naresh Varadaraju. 2017. Examining accident reports involving autonomous vehicles in California

https://www.fcc.gov/ecfs/search/filings?proceedings_name=18-357&sort=date_disseminated,DESC

<https://www.acmwillowrun.org/smart-city-test-center/>

<https://mcity.umich.edu/our-work/mcity-test-facility>

관계부처 합동. 2019. 미래자동차 산업 발전 전략.

야노경제연구소. 2019. 자율주행시스템의 세계 시장에 관한 조사.

전북대학교 법학연구원. 2017. 자율주행법의 주요내용 및 시사점.

보험연구원. 2018. 독일과 영국의 자율주행자동차 보험제도 운영 방안.

KDB 미래전략 연구소. 2020. 자율주행차 국내외 개발 현황.

자율주행의 핵심기술 인식-판단-제어 기사 등

국토교통부. 2017 자율주행차 해외 입법 동향

국토연구원. 2016. 해외의 자율주행 도입 추진현황

국회입법조사처. 2017. 자율주행자동차 관련 국내외 입법 정책 동향과 과제

HMG. 2019. 자율주행 시대에는 왜 정밀지도가 필요할까?

윤석조. 2019. 일본 자율주행 고정밀 지도의 현황과 향후 계획 전개.

한국교통연구원. 2020. 미국의 자율주행 도입계획과 진행상황.