자율주행 자동차 분야 주도권 확보를 위한 안전기준 개선방안 연구

2019년 11월

국 토 교 통 부
나 기 호

차 례

Ⅰ. 서론 ····· 5

1. 연구배경 및 목적 ····· 5

2. 연구내용 및 방법 ····· 7

Ⅱ. 개관 : 자율주행 자동차 개념 및 관련 기술 ····· 8

1. '자율주행 자동차'란 무엇인가 ····· 8

2. 자율주행 자동차 기술단계 구분 ····· 10

3. 자율주행 기술 개요 ····· 14

4. 자율주행 자동차 관련 개념들 ····· 17

Ⅲ. 자율주행 자동차 세계 동향 ····· 19

1. 시장 추이와 전망 ····· 19

2. 주요국의 추진현황 ····· 25

3. 우리나라 정책현황과 업계 동향 ····· 28

Ⅳ. 미국의 자율주행차 사고 주요사례 ····· 34

1. 사고사례 ····· 34

2. 시사점 ····· 38

Ⅴ. 미국 안전기준 및 관련 규정 ····· 40

1. 미국 연방정부 : 자율주행차 가이드라인 ····· 40

2. 미국 연방정부 : FMVSS ····· 54

3. 미국 의회 ····· 56

4. 미국 주 정부 ····· 58
5. UN 등 세계 각국 ····· 71
6. 자율주행차 시험운행 요건 비교 ····· 75

Ⅵ. 자율주행 자동차의 사고 책임 및 보험 ····· 78
1. 문제인식 ····· 78
2. 자동차 사고책임 문제 ····· 79
3. 세계 주요국의 보험제도 ····· 81
4. 우리나라 ····· 84
5. 자율주행차 사고에 대한 소비자 인식 ····· 85
6. 자율주행차의 사회적 책임 문제 ····· 86
7. 시사점 ····· 89

Ⅶ. 자율주행 자동차와 개인정보 보호 ····· 90
1. 주요국의 제도 ····· 90
2. 우리나라 ····· 93

Ⅷ. 미국의 자율주행 인프라 ····· 94
1. Mcity ····· 94
2. 통신과 연결 인프라 ····· 100

Ⅸ. 결론 ····· 103

참고문헌 ····· 113

국외훈련 개요

1. 훈련국 : 미국

2. 훈련기관명 : 듀크대 정치학과(Department of Political Science, Duke University)

3. 훈련분야 : 교통정책

4. 훈련기간 : '18.12.16. ~ '19.12.15.

훈련기관 개요

□ 기관 개요

○ 명칭 : Department of Political Science, Duke University

○ 주소 : 140 Science Drive 208 Gross Hall Durham, NC 27708, USA

○ 홈페이지 : http://web.duke.edu/pass

○ 전화번호 : 919-660-4307 (FAX) 919-660-4330

□ 기관 소개

○ (총괄) Duke대학교 Department of Political Science는 미국 정치학과 대학원랭킹 7위('17년, U.S. News & World Report)에 달하는 우수 대학
- 정치학, 공공정책학, 경제학, 법학 등을 넓게 포괄하는 학제간 공동 연구 수행과 함께 능력 있는 연구자 양성에 노력
- 특히, 듀크대는 동아시아의 중요성과 안전 등 이슈에 대한 관심증대를 배경으로 1998년 정치학과 산하에 Program in Asian Security Studies (PASS) 과정을 신설해 운영 중에 있음

○ (기능) PASS는 동아시아 지역에 관한 정책적 전문지식을 축적하고, 동아시아 주요정책 이슈에 대한 중요한 연구조사와 토론 지원
- 듀크대 정치학과 Emerson Niou 교수가 총괄 책임
- 미국 및 주변 학자, 정책분석가, 정부 관료 등과 함께 한국 등 동아시아 이슈를 연구하는 프로그램을 운영
- 미국, 한국, 일본, 중국 등 전문가 초청 컨퍼런스, 세미나, 강연 등 개최
- PASS는 정치분야 외에도 폭넓게 열려있는 프로그램으로서, 참석자들이 그 안에서 모든 연구활동을 할 수 있도록 지원

Ⅰ. 서론

1. 연구배경 및 목적

1985년쯤인가? 내가 초등학생이던 시절 TV에서 보았던 '전격 Z작전'이라는 미국 드라마에서는 주인공과 함께 주인공의 자동차 '키트'도 중요하게 다뤄졌다. 주인공은 '키트'를 운전해 악당들을 통쾌하게 물리치는 것은 물론이고, 주인공이 위험에 처할 경우 '키트'가 스스로 주행해 주인공에게로 가서 주인공을 구하고 악당들을 섬멸하던 모습은 30년이 더 지난 지금도 기억에 생생하다.[1] 아득한 과거의 기억으로 남아있는 '키트'와 같은 자동차의 출현이 이제 아주 먼 얘기는 아닐 것 같다.

최근에 각 나라에서는 자율주행 자동차(이하 '자율주행차')의 운행시험성과 축적이 계속 확산중에 있고, 각 국은 자국의 자율주행기술 개발을 지원하고 자율주행차 출현에 따른 환경변화 등에 대비하여 법제도를 개선·마련하는 등 세계적으로 자율주행차 상용화를 앞당기기 위해 열을 올리고 있는 형국이다. 우리 정부도 2020년 이후 레벨3 이상 자율주행차의 시장 상용화를 위해 각종 제도를 마련하고 있다.

이런 상황을 반영하듯, 구글, 테슬라 등 세계적 기업들 간 자율주행 시장을 먼저 차지하기 위한 글로벌 경쟁이 치열하다. 보스턴컨설팅(BCG)이나 네비건트리서치(Navigant Research) 같은 전문 리서치연구 기관은 세계 자동차시장에서 2035년 이후 자율주행차의 확산을 전망한다.

자율주행차 출현에 따른 긍정적 기대도 많은데, 자율주행은 인간이 직접 운전함으로써 초래될 수 있는 사회적비용[2]을 줄일 수 있다는 것이

---

1) 미국인들은 이미 1900년대 중반 어느 방송사의 TV 프로그램을 본 경험을 바탕으로 일종의 자율주행차에 대한 이미지를 기억속에 간직하고 있다고 한다. 디즈니는 1958년중 "Magic Highway USA"라는 프로그램을 방송했고, 동 프로그램에서는 컬러풀한 고속도로가 차선으로 안내되고 코딩된 주소로 작동하는 자율주행차가 상상속에서 등장했다. (『Autonomous Vehicle Technology-A Guide for Policymakers』, 2014)

2) 인간이 자동차를 운전함으로써 교통정체, 사고, 소음, 대기환경 오염 및 온실가스 배출 등의 부정적인 외부효과가 발생한다. 세계보건기구(2013년)에 따르면, 교통사고는 15-29

다. 즉, 자율주행이 사람 운전자의 운전 오류를 줄여 자동차의 주행 안전성을 향상시키고, 교통흐름을 개선시키며, 연료소비를 줄여 이산화탄소 배출량도 감소시키고, 스스로 이동이 불편한 교통약자들의 이동성을 향상시키는 등의 효과를 볼 수 있다는 것이다.

하지만, 2016년 5월 플로리다, 2018년 3월 애리조나, 그리고 다시 2019년 3월 플로리다에서 자율주행차 시험운행 중 교통사고로 인해 인명사고가 발생하고, 이 외에도 자율주행차와 관련된 다양한 사고가 지속됨에 따라 자율주행차 안전운행 이슈가 중요한 문제로 부각중이다.

미국에서는 자율주행차 연방 법률이 없는 실정에서, 하원이 자율주행차 법률안을 만장일치로 통과시켰지만, 상원에서는 야당이 자율주행차 안전문제에 대한 명확한 보완을 강력하게 요구함에 따라 아직도 상원을 통과하지 못하고 있다.[3] EU는 UN산하 유럽경제위원회에서 자율주행차 안전기준을 국제기준과 조화시키기 위한 각 국 정부의 실무 작업을 주도적으로 이끌고 있다.

우리 정부도 2020년 상용화가 목표인 레벨3 자율주행차의 안전기준을 만들기 위해 내부적으로 검토 작업을 진행 중이다.

이에, 자율주행차 분야에서 발전된 미국사례를 바탕으로, 연방정부 및 주정부의 자율주행차 가이던스 및 관련 법규정, 자동차사고가 발생할 경우에서의 책임문제, 개인정보보호 등 사이버보안, 인프라 현황 등을 분석함으로써, 우리나라 안전기준 등 자율주행차 관련 정책의 지속적인 발전에 기여하고자 한다.

세 청(소)년의 주된 사망의 요인으로 작용하며 5-14세 아동에 있어 두 번째 높은 사망원인이다. 미국 NHTSA는 2002년 연구(Blincoe et al., 2002)에서 2000년 자동차 충돌의 총 경제적 비용이 2,230 억 달러에 달하는 것으로 추정했고, 2017년에 자동차사고로 미국에서 3만 7,133명이 사망했으며, 이것의 94%가 인간 운전자의 잘못(음주운전, 과속, 주의산만 등)에 기인한다고 발표했다.

3) 미국 JD Power는 미국 소비자의 40%가 자율주행차로 인해 교통안전이 저해될 것이라는 의견을 피력했다는 조사결과(2019 Mobility Confidence Index Study)를 내놓았다.(『J.D. Power: 40% of consumers fear self-driving cars will reduce traffic safety』, venturebeat, 2019.7.30.)

2. 연구내용 및 방법

우선, 연구내용과 관련하여, 먼저 제Ⅱ장에서 자율주행차의 개념 정의와 기술발전 단계, 시스템에 대한 대략적인 내용 및 구조와 함께 자율주행차와 관련한 다양한 개념 등을 검토함으로써, 자율주행차에 관한 기본 사항들을 정리하고자 하였다.

제Ⅲ장에서는 자율주행차 세계시장의 추이와 함께 세계 주요 각 국 정부의 자율주행차 정책동향을 분석하고, 이를 우리 정부의 정책 및 시장동향과 비교하였다.

제Ⅳ장에서는 자율주행차의 안전이슈 문제를 부각시킨 최근 미국의 자율주행차 주요 사고사례를 구체적으로 제시함으로써, 유사한 사고의 재발을 막고 관련내용을 정책에 반영하는 계기로 삼고자 하였다.

제Ⅴ장에서는 미국의 자율주행차 가이드라인과 자동차안전기준, 미국 의회에서 진행중인 법률 제정 노력, 미국 각 주 정부의 법률과 행정명령 등 미국사례를 중심으로 자율주행차 관련 제도를 집중 검토하였다.

한편, 안전기준 못지않게 중요한 자율주행차 사고 및 책임문제를 제Ⅵ장에서 검토하고, 자율주행차와 관련한 개인정보 보호 및 사이버보안 문제를 제Ⅶ장에서 다루었다.

또한, 제Ⅷ장에서는 미국의 'Mcity', 통신 인프라 등 자율주행차 기반시설을 소개함으로써, 2018년말 준공된 우리의 'K-city' 자율주행차 전용 시험단지가 한 차원 더 발전하는 데에 참고하고자 하였다.

다음으로, 연구방법은 미국 중심으로 자율주행차 기술 및 정책 관련 서적, 세미나・공청회 발표자료, 논문, 연방정부 및 주정부의 자료, 언론기사, 그리고 우리 정부의 정책보도자료 등을 검토함으로써 우리나라 정책에 시사하는 바를 도출하는 방식을 취하였다.

Ⅱ. 자율주행 자동차 개념 및 관련 기술

1. '자율주행 자동차'란 무엇인가

사람 운전자가 자동차 운행에 개입하지 아니한 채로 자동차가 스스로 주행할 수 있는 자동차를 '자율주행차'로 정의하고 있으며, 이때 자동차 운행에 있어 운전자의 개입정도 및 차량 시스템의 자율적인 운전능력 정도에 따라 부분 자율주행차와 완전 자율주행차로 구분하고 있다.

미국 주 정부의 관련 법령을 통해 구체적인 내용을 좀 더 살펴보자.

가. 미국

주 정부 중 최초로 자율주행차 법률을 제정한 네바다주는 자율주행차를 "자율주행 기술이 탑재된 자동차"라고 정의하고, 여기서 '자율주행 기술'에 대해 "자동차에 설치되는 기술이며, 인간 운전자의 능동적인 조종이나 감시 없이도 자동차를 운행하는 능력"이라고 하였다.

캘리포니아주는 2012년 9월부터 시행중인 법률에서 '자율주행차'를 "자율주행기술이 탑재되고 통합된 차량"으로 정의하고, '자율주행기술'은 "인간 운전자의 행동적·물리적인 제어나 감시·관찰없이 차량을 스스로 운행하는 능력"이라고 하였다. 또한, 동 법률은 자동차가 하나 이상의 충돌방지 시스템을 탑재하였지만, 인간 운전자의 적극적인 제어나 모니터링이 없으면 단독으로 혹은 종합적으로 차량을 스스로 운전할 수 있는 능력이 없는 경우는 자율주행차가 아니라고 부연하고 있다.

플로리다주는 '자율주행차'에 대해 "자율주행 기술이 탑재된 모든 자동차"라고 정의하고, '자율주행 기술'은 "인간 사용자의 적극적인 운전이나 모니터링 없이도 탑재된 기술만으로 자동차를 스스로 운전할 수 있는 능력을 갖춘 기술"이라고 하였다.

미시건주는 ‘자율주행차’를 “자율주행 기술 생산자가 자율주행 기술을 탑재한 자동차, 또는 인간 운전자의 조종이나 모니터링 없이 스스로 작동되도록 하는 장비가 탑재된 자동차”라고 정의하였다.

노스캐롤라이나주는 ‘완전 자율주행차’를 “자동운전 시스템이 작동중일 때, 동 차량의 탑승자가 차량 작동이나 제어를 수행할 필요가 없는 자동운전 시스템을 구비한 자동차”라고 정의하고, 완전 자율주행차로서 요건을 갖추려면 차량 탑승자가 운전을 할 때 사용할 수 있는 어떠한 장비도 차량에 갖춰져 있지 않아서 자동운전 시스템이 작동할 경우 탑승자가 차량을 컨트롤할 수 없어야 한다는 조건을 달고 있다.[4)]

이와 관련하여 미국 연방도로교통안전국(NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration)[5)]은 자율주행차량에 탑재된 인공지능 프로그램을 운전자로 인정한 바 있는데, 구글이 NHTSA에 대해 자율주행차가 법상 차량안전 규정에 부합하는지를 질의하였고 NHTSA는 구글 자율주행차의 자율주행 시스템을 운전자라고 한 것이다.[6)]

상기의 내용을 좀 더 자세히 살펴보면, “인간 사용자가 차량을 운전하는 것이 아니라면, 실제로 운전하는 무언가를 운전자로 규정하는 것이 더 합리적일 것”이라며, “구글의 경우에는 자율주행시스템이 실제로 차량을 운전하고 있다”고 답변한 것이다. 또한, 모든 자동차에 운전석이 있어야 한다는 규정을 자율주행차가 준수해야 하는지를 묻는 구글의 질문에 대해 NHTSA는 “(자율주행 차량의) 운전자는 좌석이 필요 없다”고 답변하였다.

나. 우리나라

---

4) U.S. NC DOT, 『North Carolina Autonomous Vehicle Legislation』, 2017.12.1.

5) NHTSA는 자동차 사고로 인한 부상, 사망, 경제적 손실 등을 감소시키는 것이 주요 목표이며, 자동차 안전성능 기준을 마련하고 관리하는 등의 임무를 수행한다.

6) 『미 정부, 구글 무인차 인공지능 자율주행시스템 운전자로 인정』, IT News, 2016.2.12.

우리나라는 자동차관리법 제2조1의3에서 처음으로 자율주행차를 정의하고 있는데, 이에 따르면, '자율주행차'란 "운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차"를 말한다.

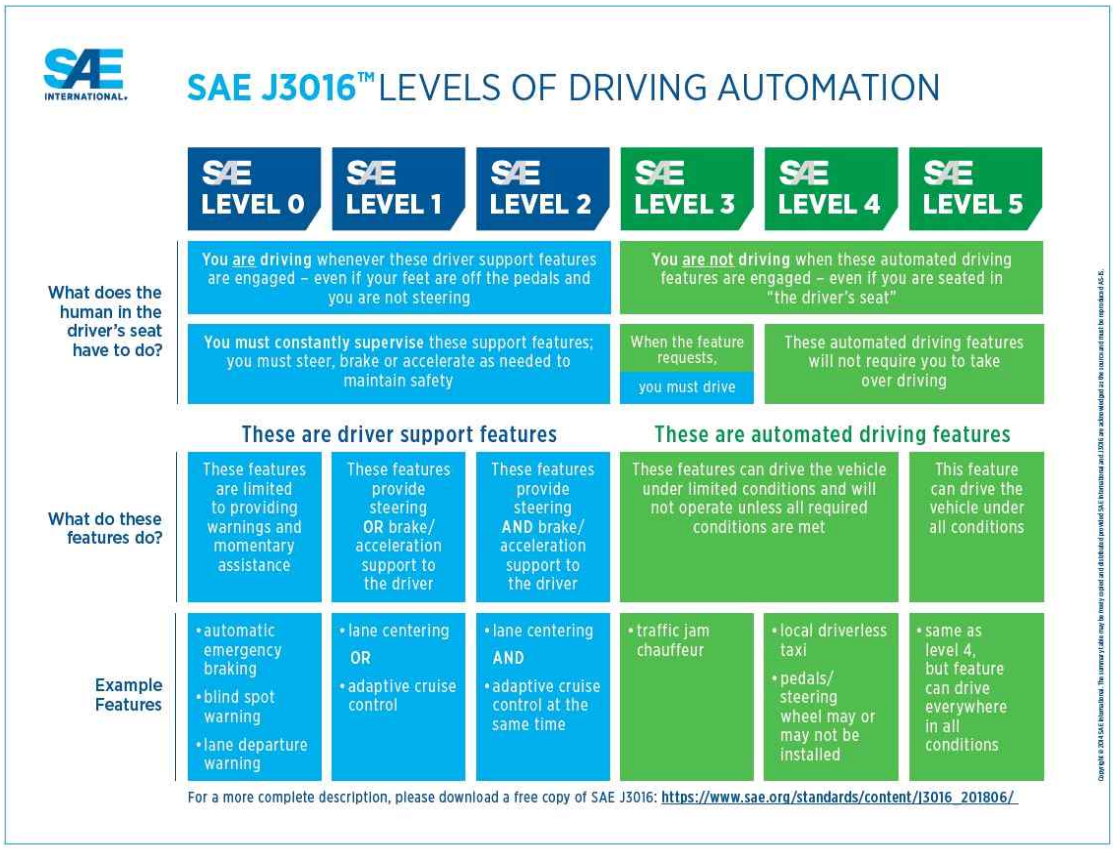
한편, 국토교통부(이하 '국토부')는 2019년 4월 30일 '자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률'을 제정(2020.5.1. 시행)하였는 바, 같은 법 제2조 정의규정에서 자율주행시스템과 이와 관련된 인프라 등의 개념정의를 신설함으로써 안전기준과 사고 책임 등 관련 제도 적용의 근거를 마련하고, 자율주행차 종류를 운전자의 개입이 필요한지 여부에 따라 부분자율주행과 완전자율주행으로 구분하였다.[7)]

즉, '부분 자율주행차'는 "자율주행 시스템만으로 운행할 수 없거나 운전자의 계속적인 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.

2. 자율주행 자동차 기술단계 구분

미국 NHTSA는 2013년 5월 자율주행 기술을 레벨0부터 레벨4까지(총 5단계)로 처음으로 구분하였다. 이후 2014년중 SAE(세계자동차공학회, Society of Automotive Engineers)가 자율주행 기술단계를 레벨0부터 레벨5까지 보다 구체적으로 구분하고, 몇 차례 수정을 거쳐 동 내용이 현재까지 세계적으로 통용되고 있다. 세계자동차공학회는 2019년 1월 2016년에 처음으로 배포했던 자율주행 기술수준을 보다 명확하고 단순화한 새로운 차트를 이용하여 다음 그림과 같이 발표하였다.

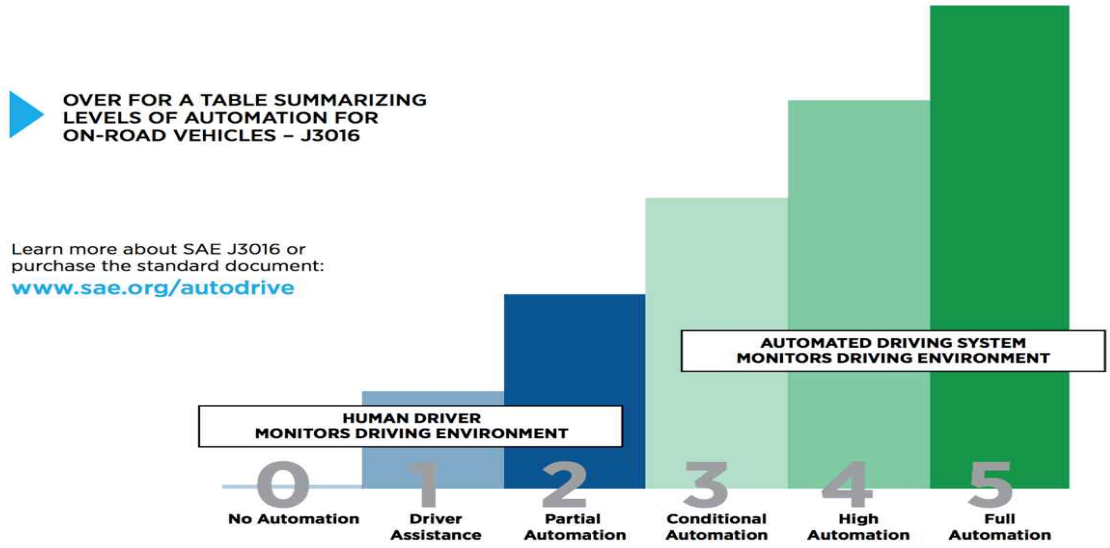
7) 국토부 보도자료(2019.4.5.)



출처 : SAE, "SAE J3016 Levels of Driving Automation", sae.org(2019.1.7.)

	레벨0	레벨1	레벨2	레벨3	레벨4	레벨5
운전석 운전자 임무	운전자 지원기능이 항상 관여되는 상태에서 운전자가 운전			자율주행 기능이 관여될 때 운전자는 운전하지 않음		
	운전자는 자동차 안전을 위해 필요한 경우 조향하고, 제동하거나 가속			기능이 요구하면 운전자가 운전의무	자율주행 기능은 운전자가 운전을 넘겨받도록 요구하지 않음	
	운전자 지원 기능			**자율주행 기능**		
기능의 역할	경고나 일시적인 지원에 머뭄	조향 OR 제어 및 가속 지원	조향 AND 제어, 가속 지원	자율주행 기능은 제한된 조건에서 자동차를 운전하고, 모든 요구조건이 충족되지 않으면 운행하지 않음		자율주행 기능이 모든 조건에서 자동차 운전가능
기능 예시	자동긴급 제어 출발경고	차선 유지 OR 크루즈 컨트럴	차선 유지 AND 동시에 크루즈 컨트럴	교통정체시 자율주행	무인택시 페달 및 운전대 설치○ 또는 설치×	레벨4와 동일하나, 자율주행 기능이 모든 조건에서 어떤곳에서든 운전 가능

출처 : 위 그림 자료를 한글로 번역



출처 : SAE International - Levels of Driving Automation

레벨2는 '부분 자율주행'(Partial automation)이 가능한 기술수준이다. 이 수준에서 운전자는 자동차 운행에 개입하기 위해 항상 준비하고 적극적으로 주의를 기울여야 한다. 레벨2는 운전자의 제어 하에 동시에 2가지 이상의 자동화 기능이 작동하는 상태이며, SAE J3016은 레벨2 단계를 특정 기능을 사용하는 데에 있어, 횡적 및 종적인 제어가 유지되는 상황이라고 하였다.[8)]

레벨3은 '조건부 자율주행'(Conditional automation)이 가능한 기술수준이다. 이 단계에서는 자율주행 시스템이 차량 주행을 관리할 수 없는 상황이 발생하면, 운전자에게로 차량 제어권이 넘어가고, 운전자는 상황이 발생할 경우 언제라도 개입할 수 있게 항상 준비돼 있어야 한다.

레벨4는 '고도 자율주행'(High automation)에 해당하는 기술수준이다. 이 단계에서는 일정한 조건이 가해진 상황에서 자율주행 시스템이 스스로 차량 주행 등을 제어하고 모니터할 수 있다. 동 시스템이 작동하는 동안 운전자 개입은 필요하지 않지만, 운전자의 개입이 없는 자율주행 시스템 사용은 제한적인 위치와 환경 범위에서 가능하다.

8) 레벨2 내지 레벨5에 대한 구체적 설명은 Bern Grush와 John Niles가 기술한 「THE END OF DRIVING」(Elsevier, 2018)을 일부 참고하였다.

레벨5는 말그대로 ‘완전 자율주행’(Full automation)이 가능한 기술수준이다. 이 단계에서는 모든 상황에서 자율주행 시스템이 차량이동을 스스로 통제하며, 이때 인간 운전자의 개입은 필요가 없다.[9)]

한편, 국토부는 국민들이 자율주행 기술에 대해 보다 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위하여 SAE의 자율주행 기술단계를 참고하여 아래와 같은 인포그래픽을 제작하여 공개하였다. 동 인포그래픽은 아래에서 보는 바와 같이, SAE J3016에 대하여 각 자율주행 기술 레벨간 차이를 알기쉽고 명확하게 구분하여 자동차 주행 시나리오와 함께 다시 구성하였다.



자율주행 기술레벨 인포그래픽

9) 레벨4와 레벨5의 자율주행차가 승차공유(ride-sharing) 차량으로 적합하다는 견해도 있다. 개인용 차량은 소유자가 원할때면 언제 어디서나 운행가능해야 한다. 특히, 온디멘드 서비스 차량은 목표 운송 요구를 만족하는 운영설계 범위(사용 지역과 시간 내내)에서 시스템에 의한 무인 운전이 가능해야 한다. 따라서, 자동차운전면허증이 없는 개인 고객들도 자율주행차를 이용하려면, 경우에 따라 운전자의 개입이 필요한 자율주행차는 승차공유 서비스에 적합하지 않다는 의견이다.(Shaoshan Liu 등(2018), 『Creating Autonomous Vehicle Systems』, Morgan&Claypool Publishers) 또한, 이와 유사하게, 미국 교통부의 자율주행차 가이드라인 ‘Automated Vehicles 3.0’(2018.10.4.)도 “레벨4 및 레벨5 자율주행차의 소비자는 운전자가 아닌 승객”이라고 언급한 바 있다.

3. 자율주행 기술 개요

자율주행차는 감지(sense)와 판단(think), 그리고 제어(act)라는 3단계의 주요 구성요소로 구분되며, 소프트웨어, 하드웨어, 플랫폼, 네트워크 등 다양한 요소기술들을 활용한다.[10]

'감지'는 교통신호, 차선, 주변 차량 등 교통시설물과 보행자, 주변의 각종 장애물, 차량의 위치 및 속도, 차량의 상태 등 자동차의 주행에 필요한 각종 데이터를 수집하는 것이다. 감지와 관련된 기술은 GPS, 카메라, 라이다(LIDAR), 레이더[11] 등 센서, 전용 프로세서(GPU), 검출 및 인식 소프트웨어, 고정밀 지도, 차량 통신(V2X[12]) 등을 들 수 있다.

특히, 감지와 관련해, 여러 가지 다양한 형태의 센서가 지닌 장점과 단점을 잘 보완하고 서로 결합하여 신뢰성과 안전성을 향상시켜야 한다.[13] 즉, 센서 융합 프로세스를 통해 모든 센서의 장점을 결합함으로써 신뢰 가능하고 정확한 위치측정이 가능할 수 있다.

GPS는 위치측정에 비교적 정확한 센서이지만 업데이트가 느린 관계로 업데이트를 실시간으로 제공하기는 곤란하다. 반면, IMU(관성측정장치)는 업데이트 속도가 빨라서 업데이트를 보다 자주 제공할 수 있다.

따라서, GPS와 IMU를 결합을 통해 차량의 위치를 측정하기 위한 실시간 업데이트를 제공할 수 있다. 하지만, GPS의 정확도가 약 1미터에

---

10) 관련내용을 『자율주행차 사업화의 쟁점과 정책 과제』(장필성 · 백서인 · 최병삼, 2018년)로부터 참고하였다.

11) 레이더는 장애물 회피 과정에서 마지막 방어를 위해 사용되며, 레이더로부터 생성된 데이터는 자율주행차 경로 상 가장 근접한 물체와의 거리와 속도를 나타낸다.

12) Vehicle to Everything : 차량-차량(V2V) 차량-도로(V2I) 차량-사람(V2P) 등이 상호 통신해 ▲급정거 등 위험상황 ▲무단횡단 보행자 ▲사고 등 돌발 상황 등을 미리 알려주는 기술을 의미한다.(국토부 보도자료)

13) 듀크대학교 Missy Cummings 교수도 자율주행차에 장착되는 센서, 카메라 및 레이더가 도로에서 행위자를 식별하는 기술에 한계가 있다는 의견을 개진한 바 있다. 즉, 자율주행차의 센싱 기능상 제약으로 인해 자율주행차가 속도제한 신호를 잘못 보도록 속이기 위해 '정지' 표시에 스티커를 붙이는 해킹행위에도 취약할 수 있다고 주장한다. (『Technological, regulatory innovation needed to ensure safety in autonomous vehicle research』, Duke TODAY, 2018.4.9.)

불과하고, 장애물이 없는 하늘 조망이 요구되며 터널에서는 작동하지 않는 등 한계로 인해, GPS와 IMU의 조합만 믿는 것은 곤란하다.

카메라는 도로상의 차선, 신호등, 보행자 등과 같은 물체를 감지하고, 물체를 추적하는 데에 사용되는데, 다만, 카메라에 의한 위치측정은 조명 상태나 조건에 매우 민감하다는 제약이 있다. 또한, 매핑, 위치측정, 장애물 회피 등에 활용될 수 LIDAR는 빗방울, 대기 중에 먼지와 같은 미세 입자가 많으면 측정값에 소음이 포함될 수 있는 문제가 있다.

한편, '감지'와 관련한 현실적인 한계를 극복하기 위해, 차량 자체 센서에 의존하는 독립방식 자율주행과 통신 등 차량 외부의 인프라를 활용해 이를 보완하는 연결방식 자율주행의 두가지 형태가 있다. 독립방식 자율주행은 차량내부의 센서를 통하여 수집한 데이터를 자체 판단해 운행하는 형태이고, 연결방식 자율주행은 차량 간 연결(V2V), 외부 인프라와의 연결(V2I) 등을 통해 차량 센서가 수집한 데이터를 확장 보완하며 운행하는 형태이다.

'판단'은 차량 자체적으로 수집한 데이터와 그 외 지도, 교통량, 도로상황 등 외부정보를 종합적으로 고려해 최적의 운행경로와 주행속도를 결정하는 과정이며, 이와 관련된 기술로는 빅데이터 분석과 인공지능 알고리즘, 생성 알고리즘 및 경로 계획 등이 있다.

'제어'는 자동차의 엔진, 브레이크 등 각 부분을 통제하여 실질적으로 차량의 움직임을 구현하는 것으로, 기존 자동차에도 적용되는 조향, 가감속, 제동 등의 기술이 이용된다.

다음 그림 <자율주행 시스템 개관>은 상기의 내용을 좀더 세분해서 보여주고 있으며, 이를 통해 자율주행 시스템이 수많은 하위 기술들로 구성된 매우 복잡한 구조임을 알 수 있다.

즉, 자율주행 기술은 알고리즘(감지, 인지, 결정・판단), 클라이언트 시

스템(운전시스템, 하드웨어 플랫폼), 클라우드 플랫폼(HD맵, 딥러닝 모형 트레이닝, 시뮬레이션, 데이터 저장) 등 세 개의 요소로 구분된다.[14]

<자율주행 시스템 개관>

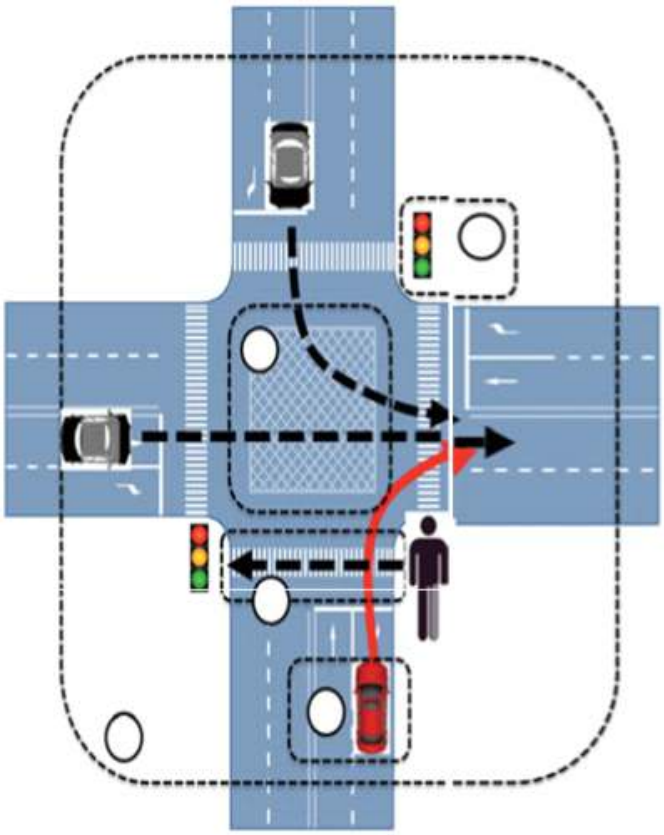
Sensing	Perception	Decision
GPS/IMU	Localization	Path Planning
LiDAR	Object Recognition	Action Prediction
Camera	Object Tracking	Obstacle Avoidance
Operating System		
Hardware Platform		

↔

Cloud Platform	
HD Map	Model Training
Simulation	Data Storage

출처 : 『Creating Autonomous Vehicle Systems』(2018)

알고리즘(algorithms) 시스템은 센서가 수집한 원시 데이터에서 의미있는 정보를 추출해 교통환경을 이해하고 주행 행동을 결정한다. 오른쪽 그림을 보면, 4거리에서 우회전을 계획중인 자율주행 시스템은 우선 바로 앞 횡단보도를 건너려는 보행자, 그리고 4거리에서 직진하는 자동차, 좌회전하는 자동차 등의 행동을 분석하고 예측함으로써, 자신의 우회전 시기를 결정하게 된다.



<행동 예측 사례>

14) 관련내용은 『Creating Autonomous Vehicle Systems』(Shaoshan Liu, Liyun Li, Jie Tang, Shuang Wu, Jean-Luc Gaudiot, 2018)를 참고하였다.

다음으로, 클라이언트 시스템(client systems)은 알고리즘을 통합하여 데이터를 실시간으로 생성하고, 그 데이터의 신뢰성을 제고한다.

마지막으로, 자율주행차는 클라우드 플랫폼(the cloud platform)을 통해 오프라인 컴퓨팅과 스토리지 기능을 제공받는다. 자율주행차는 이 플랫폼을 통해 새 알고리즘을 시험하고 고화질의 지도를 업데이트하며 보다 개선된 감지, 트래킹, 의사결정 모델을 훈련할 수 있다.

4. 자율주행 자동차 관련 개념들[15)]

가. 'Autonomous' vs 'Automated'

autonomous의 사전적인 정의는 외부로부터의 통제가 없는 의사결정을 통해 무엇인가를 수행하는 것을 말하는데, 여기서, 외부통제가 없다는 것은 독립적으로 존재, 반응, 발달하거나 그렇게 할 수 있는 능력을 의미한다.

그러나, 현실에서 세계 각국이 상용화를 염두에 두고 기술 개발을 추진중인 automated vehicles은 정부 규제, 외부의 물리적인 인프라와의 연결, 인간의 개입, 개인정보 보호 시스템 등과 관련이 되고, 이는 곧 외부의 통제없이 스스로 모든 것을 결정하는 autonomous 자동차와는 거리가 멀다는 것을 알 수 있다.

즉, autonomous 자동차는 목적지, 경로, 그리고 주행차로 등 자동차 주행에 필요한 모든 것을 스스로 알아서 결정하지만, automated 자동차는 목적지, 경로에 관한 기준과 함께 주행차선과 차량 규정 등 정해진 틀내에서 자동주행이 가능하다.

autonomous 자동차는 기본적으로 automated 자동차일 수 있으나,

15) 본 내용과 관련해서는『Automated vs. Autonomous Vehicles: Is There a Difference?』(Autotrader, 2018.1.)와 『THE END OF DRIVING』(Bern Grush · John Niles, 2018)을 참고하였다.

automated 자동차는, 그것이 무인(driverless) 자동차가 아닌 한, 진정한 의미의 autonomous 자동차라고 보기는 어렵다.

사정이 이러한대도, 현실적으로는 autonomous라는 단어가 우리가 흔히 말하는 자율주행차를 대변하는 용어로 많이 사용되고 있는 실정이다.

반면, 미국 교통부(DOT)는 2018년 자율주행차 가이드라인(Automated Vehicles 3.0, 2018.10.4.)에서 automation와 automated vehicles를 자율주행차에 대한 일반적인 용어로 사용한다고 기술하고 있다.

나. 'Self-Driving' vs 'Driverless'

일반 사람들은 self-driving(자율주행)을 때때로 driverless(무인운전)라는 개념과 같은 의미로 자주 사용한다. 사실, 자율주행차에 대해 문외한인 대부분의 사람들은 '무인운전'이라는 용어를 통해 자율주행의 개념을 보다 더 쉽게 받아들인다.

두 용어의 개념을 구분하자면, '자율주행'은 인간 운전자가 있지만 자동주행 모드로 작동되는 차량을 의미하고, '무인운전'은 운전자가 필요없이 스스로 주행이 가능한 차량을 말한다. 따라서, '무인운전'이라고 하면, 기본적으로 레벨5 자율주행차에 해당하며, 운전자가 없거나 운전자가 있어도 차량운행에 책임이 없는 상태에서 차량이 스스로 운행하는 레벨4 또는 레벨5 차량은 모두 '무인운전'에 해당한다. 무인(Driverless) 자동차는 사람 운전자가 없이도 차량 주변의 환경정보 등을 수집하며 신속하고 적정하게 반응할 수 있는 것이다.

결국, 모든 무인(Driverless) 자동차는 Self-Driving 형태이지만, 운전석에 사람이 있든지 없든지에 상관없이 스스로 주행가능한 모든 Self-Driving 자동차는 반드시 무인(Driverless) 자동차인 것은 아니다.

Ⅲ. 자율주행 자동차 세계 동향

1. 시장 추이와 전망

가. 전망

많은 글로벌 연구조사 기관들은 자율주행차를 미래 자동차 시장의 지향점을 제시하는 산업으로 평가하며, 향후에도 지속적으로 자율주행차가 고도의 성장세를 나타낼 것으로 전망하고 있다.

BCG(보스턴컨설팅그룹)는 자율주행차 글로벌시장이 2025년에 약 420억 달러(약 50조 원) 규모에 이르고, 2035년 770억 달러(약 90조 원) 수준으로 성장한다고 예상했다. 아울러, BCG는 2035년에 자율주행차가 자동차 세계 판매량의 25%를 차지하고, 이 중 완전 자율주행차는 1200만 대, 부분 자율주행차는 1800만 대에 이를 것으로 전망했다.

또한, IHS마킷은 레벨4 고도 자율주행차와 레벨5 완전 자율주행차의 세계시장 판매량에 관하여 2021년 5만 1000대, 2025년 100만 대, 2040년 3370만 대의 규모로 판매될 것으로 예상했다.

한편, 자율주행차 부문 우리나라 시장은 2020년 15억원 규모에서 연간 평균적으로 84.2%씩 성장하여 2035년에는 14조 7,183억원 규모로 세계시장(전망치)의 약 16.6%에 달할 것으로 기대된다.

나. 시장동향

2019년 3월 네비건트 리서치(Navigant Research)[16]는 자율주행 시스템

16) 자율주행차를 개발하고 있는 20개의 영향력있는 회사 대상으로 전략 및 실행상황 등에 대해 10개의 기준(기업비전, 시장 전략, 파트너, 생산 전략, 기술, 판매, 마케팅, 제품 능력, 제품 품질 및 신뢰도, 제품 구성, 유지 능력)으로 평가해 발표하였다. 그러나, 이러한 결과는 현재시점의 양산차에 적용된 기술을 평가한 것이라기 보다 기업이 관련 분야에서 얼마나 앞서는가를 평가했다는 한계가 있다.

기술 선도기업으로 웨이모(구글), GM(크루즈), 포드를 선정하고, 그 외 『앱티브, 인텔-모빌아이, 폭스바겐, 다임러-보쉬, 바이두, 도요타』 등을 자율주행차 세계 주요 10대 기업으로 선정하였다.

세계 자율주행차 기술 수준

구분	2017년	2018년	2019년
1	Ford	GM	웨이모(구글)
2	GM	웨이모(구글)	GM(크루즈)
3	Renoir-Nissan	다임러-보쉬	Ford
4	다임러그룹	Ford	앱티브(델파이)
5	폭스바겐그룹	폭스바겐그룹	인텔-모빌아이
6	BMW	BMW-인텔-피아트 크라이슬러	폭스바겐그룹
7	웨이모(구글)	앱티브(델파이)	다임러-보쉬
8	볼보-오토리브-제누이티	Renoir-Nissan	바이두
9	델파이	볼보-오토리브-에릭슨-제누이티	도요타
10	현대차그룹	푸조시트로엥	Renoir-Nissan-미쓰비시
11	푸조시트로엥	재규어 랜드로버	BMW-인텔-피아트 크라이슬러
12	테슬라	도요타	볼보-오토리브-에릭슨-제누이티
13	도요타	나브야	ZOOX
14	ZF	바이두-베이징차	메이모빌리티
15	혼다	현대차그룹	현대차그룹

출처 : Navigant Research

전통적인 자동차 제조회사들은 기존 자동차에도 적용되는 운전보조기능(ADAS)을 바탕으로 부분 자율주행차를 우선 개발하는 등 점진적으로 자율주행기술을 발전시켜 나가는 반면, 구글과 같은 ICT 기업들은 완전 자율주행차에 공격적으로 도전하는 형국이다.[17]

17) 장필성・백서인・최병삼, 『자율주행차 사업화의 쟁점과 정책 과제』, 과학기술정책연구원, 2018.6.27.

(1) 구글 웨이모

구글 웨이모는 2009년부터 자율주행차를 개발하기 시작하여, 2018년 말까지 누적치로 총 지구 400바퀴 분의 공공도로 시험주행 데이터를 축적하였다. 웨이모는 2019년 7월 기준으로 1,000만 마일 이상의 실제 도로 상에서 자율주행을 완료하고, 100억 마일을 넘는 시뮬레이션 주행을 실행하였다. 또한, 웨이모는 캘리포니아주에서는 최초로 탑승 운전자가 없는[18] 자율주행 시험 허가를 취득하였고, 이후에는 이러한 자율주행차에 승객을 태워도 된다는 허가[19]까지 취득하였으며, 현재는 캘리포니아주에서 '자율주행차 시범 승객 서비스[20]' 시범사업에 참여중이다. 올해 초부터 미국 애리조나주에서 정식으로 로봇택시 서비스를 시작했으며 이후 Lyft와의 계약을 통해 서비스를 확대중이다.

(2) GM(크루즈)

2019년 현재 GM은 사람과 운전대, 그리고 페달이 없는 무인차량 개발 및 운행을 목표로 기술개발을 추진하고 있다. 웨이모와 더불어 본격적인 자율주행차 시판 단계에 진입했다고 평가된다. GM은 자율주행 차량을 자체적으로 생산할 수 있는 공장을 소유하고 있어 외부 관계자에 의존하지 않고 자체적으로 비용 절감이 가능하다는 장점을 가진다. GM은 연간 예산 80억 달러 중 10억 달러를 자율주행차의 이동 서비스 개발에 사용할 계획이며, 개발 후 Lyft에 동 기술을 적용할 예정이다. 올해 시작할 계획이던 완전 자율주행차를 기반으로 한 로봇택시 서비스는 차량의 성능과 안정성 미흡 등의 이슈해결을 이유로 당초 일정보다 늦어질 것이라고 전망된다.

---

18) 운전자는 자율주행 시스템에 문제가 발생하면, 자율주행시스템으로부터 제어권을 넘겨받아 차량 운전에 개입함으로써 본인이 직접 사고예방을 책임진다.

19) 그간 죽스(Zoox), 포니에이아이(Pony-AI, 중국), 오토엑스(AutoX)가 허가를 얻었고, 웨이모는 네 번째로 허가를 취득하였다.

20) 시범사업에는 웨이모, 포니.ai, 오토X 등도 참여하고 있으며, 아직은 탑승객에게 요금을 부과할 수 없고 운전자가 안전을 위해 차량 운전석에 탑승해야 한다.

(3) 포드

포드는 자율주행 기술을 확보하기 위해 아르고 AI(피츠버그의 인공지능 회사)에 1조원을 투자하고, 이를 토대로 아르고 AI와 함께 하이브리드 테스트 차량을 개발하고 이를 활용해 미국 5개 도시에서 자율주행차 시험주행을 진행중이다. 포드는 2021년까지 레벨4 자율주행차를 개발할 계획이며, 미국 Postmates 배달 app과 협력해 배달 음식 배송 서비스를 테스트하고 있다. 또한, 자율주행 기술부문을 분사해 Ford Autonomous Vehicle 회사를 신규로 설립하고 동 회사에 대해 2023년까지 총 40억 달러의 투자계획을 가지고 있다.

(4) 폭스바겐 그룹

폭스바겐의 아우디는 A8모델을 통해 가장 진보된 자율주행 기술을 갖추고 있는데, 아우디의 라이더 센서는 전방의 교통상황을 감지하고 분석해 차선, 신호등, 앞차의 진행상황 및 간격, 보행자 등 교통환경에 맞게 주행상태를 스스로 제어하면서 운행할 수 있다고 한다. 아우디 A8은 세계에서 처음으로 개발된 레벨3 수준의 자율주행차로서, 딥러딩 기술이 적용되었다. 한편, 폭스바겐은 2020년까지 완전 자율주행차 개발을 목표로 추진중이며, 이를 위해 엔비디아, 오로라[21]와 협력하고 있다.

(5) 다임러그룹

2017년 다임러그룹은 자동차 부품회사 보쉬와 자율주행차 개발을 위한 파트너십을 체결하고, 2021년까지 실리콘 밸리에 레벨4 및 레벨5 자율주행차를 이용한 승차공유 서비스 개시를 목표로 추진 중이다. 벤츠 S클래스 세단에는 1990년대 후반이후 크루즈 컨트럴을 적용하기 시작하였으며, S클래스에 적용된 크루즈 컨트럴은 앞에서 주행중인 차와의 거리, 주행 속도를 스스로 제어할 수 있는 안전장치이다. 현재의 벤츠 모

21) 오로라는 구글, 테슬라, 우버에서 근무하던 엔지니어들이 2016년 설립한 자율주행시스템 솔루션 기업이다. 오로라는 설립 1년 만인 2017년에 캘리포니아주로부터 자율주행 테스트 허가를 받을 정도로 기술력이 뛰어나다.

델에는 인텔리전트 드라이브가 탑재되어 있으며, 이 시스템은 보행자 및 다른 차량과의 충돌사고를 예방할 수 있어 자율주행에 가깝다고 평가된다. 내년에 출시될 벤츠 S-CLASS 차량 내부에는 레벨3에 해당하는 자율주행 시스템이 탑재될 계획이다.

(6) 바이두

바이두는 중국 최대의 검색 엔진으로서, 지난 5년간 자율주행 시스템 소프트웨어를 개발 중이다. 2019년 바이두의 목표는 중국의 King Long이라는 제조회사가 만든 버스로 자율주행 시스템을 테스트하고, 이를 바탕으로 2020년까지 레벨3 수준의 자율주행차를 개발하는 것이다. 한편, 바이두는 중국에서 자율주행 전기차를 대량으로 생산하려는 목적으로 볼보(중국 지리그룹)와 적극 협력하고 있다.

(7) 도요타

1999년부터 도요타는 자동주차 기술을 개발하고, 2003년에 동 자동주차 기술을 자사 자동차인 프리우스에 탑재한 바 있다. 도요타는 2020년 도쿄 올림픽에 대비하여, 'e-팔레트(E-Palette)'로 명명되는 박스형태의 셔틀을 올림픽 공식 셔틀로 데뷔시키기 위한 목표를 가지고 있으며 독자적인 기술로 개발한 레벨4 수준의 자율주행 운영체계를 공개하기도 하였다. 한편, 승차공유 회사인 우버와 자율주행차 기술 개발을 위해 약 5,570억원을 투자함으로써, 2021년 중 우버 카풀 네트워크를 통해 승차 공유 서비스를 실시할 계획을 가지고 있다.

(8) 르노-닛산

2022년까지 르노-닛산은 완전 자율주행차를 개발할 예정이다. 이를 위해 캘리포니아주 팔로 알토에서 닛산은 완전 자율주행차 기술을 시험하고 있으며, 르노는 완전 자율주행 모드에서 시간 당 128km의 속도로 주행할 수 있는 심비오즈를 선보였는데, 이 컨셉트 차량은 운전자가

자율주행 모드를 켜는 경우에만 작동하며 자율주행 모드가 켜지는 경우 스티어링 휠이 뒤로 젖혀지는 기능도 있다.

(9) 볼보

2020년까지 볼보는 자율주행 시스템을 개발해 자사제조 차량 탑승자의 부상 가능성을 0으로 만드는 것을 목표로 추진 중이며, 관련 기술력을 확보하기 위해 500명이 투입돼 자율주행 기술 개발을 진행중이다. 현재 볼보는 운전자가 운전대에서 손을 떼고 15초간 차선의 중앙을 유지주행하며 앞 차와의 거리 간격을 제어할 수 있는 정도의 자율주행 기술을 확보한 상황이라고 한다.

(10) 죽스

죽스는 자율주행차 제조 및 관련 소프트웨어 개발을 목적으로 2014년 설립된 기업으로서, 웨이모·GM과 함께 세계적인 수준의 자율주행 기술을 갖춘 기업으로 알려져 있다. 죽스의 기업가치와 관련해, 2018년에 블룸버그는 이를 32억달러(3조6,000억원)로 평가한 바 있는데, 이러한 기업가치를 토대로 죽스는 올해 초까지만 총 7억9,000만달러(약 8,800억원) 투자를 유치하였다. 지난해 말 죽스는 미국 캘리포니아주에서는 처음으로 일반인 승객을 자율주행차 시험 운행에 탑승시킬 수 있는 허가를 취득했다. 죽스는 2020년까지 자율주행 로봇 택시를 상용화할 계획이다.

(11) 누로(Nuro)

구글 자율주행차 개발팀에서 근무중이던 주자쥔과 데이브 퍼거슨은 어느날 구글 근무를 그만두고 2016년에 누로를 설립하였다. 누로는 정부 규제로부터의 위험을 최소화하기 위해 사람이 탑승하는 것 대신 식료품 배달용 무인 자율주행차 개발에 주력하였는데, 무인 배달 차량을 통해 누로는 조리된 음식 배달에서부터 음식을 완성시키기 위한 식재

료 배송까지 다양한 형태의 배달 서비스를 제공하고 있다. 2018년 6월에 누로는 미국 최대 슈퍼마켓 크로거와 업무제휴를 통해 미국 애리조나주 스코츠데일에서 식료품 무인 배달 서비스를 시작했다. 누로의 자율주행차는 일반 소형차의 절반 크기[22]에 불과하지만, 직접 개발한 소프트웨어, 센서, 레이저 등을 이용해 여타의 무인 배달 로봇과는 달리 사람이 다니는 보도가 아닌 일반 도로위도 주행할 수 있다.

2. 주요국의 추진상황

(1) 미국

우선, 미국 의회를 살펴보면, 하원의 'Self Drive Act' 법안 통과(2017.9.6.)에 이어, 상원은 'AV Start Act'를 발의(2017.9.28.)하는 등 연방정부 법제를 통해 주 정부의 다양한 자율주행차 규정을 통일하려는 시도가 계속되고 있다.

최근 미국 연방정부 교통부는 자율주행차 운행과 관련한 가이드라인 "교통수단의 미래를 위한 준비, 자율주행시스템 3.0[23]"을 발표(2018.10.4.)하였으며, 이것은 앞선 기간의 이전 가이드라인(2016년 9월과 2017년 9월)에 이어 세 번째 자율주행차 가이드라인이며 앞서의 가이드라인 내용을 계승 발전시켜 지침적 성격의 내용들을 구성하였다.

미국 각 주는 경쟁적으로 공공도로 위에서 자율주행차의 시험 운행을 허가하였는 바, 그 허가 형식은 법률 또는 행정명령의 방식이다. 2011년 네바다주에서 처음(세계적으로도 최초)으로 자율주행차 운행 법률을 제정한 이후 2019년 8월 현재 총 25개의 주정부와 워싱턴DC에서 자율주행차 법률을 시행중이고, 애리조나 및 하와이 등 7개 주정부는 행정명령을 통해 자율주행차를 규율하고 있다.

---

22) 넓이가 일반 자동차의 절반 정도에 불과해 사람이 탑승할 공간이나 운전대가 없지만, 시속 25마일(40km)로 달릴 수 있다.

23) Preparation for the Future of Transportation, Automated Vehicles 3.0, 모든 교통수단에 있어, 자율주행기술을 도입하기 위한 연방·주 정부, 공공분야 협력을 강조하였다.

미국 주 정부들의 자율주행차 입법 진행경과 등을 보다 구체적으로 살펴보자. 2011년 6월 17일 네바다주가 법률을 제정하고 2012년 3월 1일부터 시행한 이래, 2012년 4월 16일에는 플로리다주가 공공도로(public roads)에서의 자율주행차 시험 운행을 허가하였다. 2012년 9월 25일에는 캘리포니아주가 자율주행 시험운행 허용 법률안을 통과시키고, 2013년 12월 20일부터는 미시건주가 자율주행차 테스트를 허가하기 시작했다. 특히, 2015년 7월 미시건주는 미시건 대학의 북쪽 캠퍼스에 완전 자율주행차에 대한 테스트가 가능한 3만 9천여 평 크기의 실험도시 'Mcity'[24]를 신규로 조성하였다. 2015년 3월 20일에는 노스다코타주가 자율주행차 시험 운행을 허가하고, 2015년 4월 24일에는 테네시주, 2016년 3월 23일에는 유타주가 자율주행 시험운행을 허용하였다.[25]

(2) 유럽 등 그 외

우선, EU가 적극적으로 나서 2014년 12월부터 UNECE(UN산하 유럽경제위원회)에서 자율주행차의 안전기준(레벨3～레벨5)을 개발하고 이를 국제기준과 조화하는 작업을 수행[26]하고 있다. 그간 『UN 도로교통에 관한 비엔나 협약』 규정 중 "언제나 운전자가 차량을 통제하여야 한다"는 내용이 UN회원국들의 자율주행차 개발 및 상용화에 일종의 제약요소였으나, 동 협약의 규정이 "운전자가 차량을 통제할 수 있는 한"으로 개정되어 2016년 3월부터 시행되면서 UN회원국들의 자율주행 기술 개발에 있어 일종의 걸림돌이 제거된 셈이다.

영국은 향후 10년 간 세계적으로 기술경쟁이 심화될 2개 분야 중 하나로 자율주행차를 선정하는 것을 내용으로 하는 산업혁신 로드맵을 발표하고, 자율주행차 부문을 미래 성장동력으로서 투자하고 있다. 2013

---

24) 'M시티'는 자율주행 테스트를 할 수 있는 공간으로서, 동 공간에서는 도로상에 인터넷 기기를 설치해 자율주행차가 도로 교통망과 연계하여 최적의 주행경로를 찾을 수 있다.

25) 미국 주 정부의 자율주행차 법제화 및 행정명령 발효에 참여 추이 : (2012) 6개, (2013) 10개, (2014) 12개, (2015) 16개, (2016) 20개, (2017) 33개

26) UNECE는 UNECE WP29 포럼을 구성해 자동차안전기준 국제조화를 논의중이다. 동 포럼은 ITS/AD(Intelligent Transportation System/Automated Driving)와 ACSF(Automatically Commended Steering Function) 등 그룹을 결성해 자율주행차 국제기준을 논의 중이다.

년 9월부터 영국 정부는 개인도로 뿐만 아니라 공공도로에서 자율주행을 허가하고 있으며, 2018년 3월에는 자율주행차 기술 개발을 저해하는 법률적 장애요인 및 규제의 개혁을 위한 법률개정 3개년 계획을 마련하고, 2018년 7월에는 자율주행차 사고에 대한 보험회사의 책임을 분명히 한 '자동화 및 전기차량 법안'을 공포하기도 하였다.

독일은 2015년 9월 레벨1에서부터 레벨5까지로 자율주행차의 기술수준 단계를 구분하고, 자율주행차와 관련한 법령 개정 및 이것의 적용을 위한 장래의 정책・입법 방향을 제시하였다. 2017년 6월에는 운전자의 주의의무를 보다 완화하여 자율주행 기술 레벨3 및 레벨4의 조건부 자율주행과 완전 자율주행, 그리고 무인 자율주차를 허용하였다. 또한, 2017년 6월 자율주행차 기술 개발 및 운행과 관련한 윤리적 문제에 대한 사회적인 합의를 위한 원칙을 제시하였다.

일본은 사람 운전자가 탑승할 것, 법령상 안전기준 및 안전조치를 지킬 것, 도로교통법규를 준수할 것 등의 요건을 전제로 하여 레벨3 및 원격조정 자율주행차의 주행 테스트를 허용하고 있다. 2017년 12월에는 자율주행차 안전대책 검토 워킹그룹을 출범시키고, 2018년 6월에는 자율주행차 개발 지원을 위한 가이드라인 초안 성격의 '자율주행차의 안전기술 지침'을 발표하기도 하였다.

중국은 2017년 12월부터 베이징, 2018년 2월부터는 상하이에서의 자율주행차 실제 도로 운행 규정을 시행중에 있다. 중국 정부는 자율주행차 기술 개발 및 운행에 필요한 국가기술표준을 구축하고, 2020년 30개 이상의 운전자 보조 및 낮은 레벨의 자율주행기술 지원 표준 개발, 2025년 100개 이상의 고레벨 자율주행 지원 표준 개발을 목표로 하고 있다.

3. 우리나라 정책현황과 업계 동향

국토부는 2020년 레벨3(운전자 개입 필요) 자율주행차의 상용화[27]를 목표로 설정하고 이를 달성하기 위해 기술개발 지원, 인프라 구축, 제도개선 등 세 가지 체계를 바탕으로 여러 정책을 실시하고 있다.[28]

2018년 12월 기준으로, 자율주행차 60대가 국토부로부터 임시운행허가를 받아 총 71만6천 km를 주행 테스트하는 등 도로에서의 자율주행 시험운행 사례가 지속 증가하고 있다.[29]

가. 정책현황

(1) 기술개발 지원

자동차관리법 개정을 거쳐 2016년 2월부터 시행중인 자율주행차 임시운행허가제도를 통해 연구·개발 목적의 자율주행차가 일반도로에서 운행될 수 있도록 하고, 2016년 9월에는 임시운행허가를 받은 차량이 기존에는 지정구간만 주행하도록 하던 것에서 이제는 전국을 주행할 수 있도록 규제도 완화하였다.

또한, 2018년 12월에는 자율주행 기술 전용 테스트베드인 'K-City'를 자동차안전연구원 주행시험장 내에 32만㎡(9만6천여 평) 규모로 구축함으로써, 자율주행차 제조사들이 자율주행 기술을 다양하게 시험·평가할 수 있는 기반을 마련하였다. 'K-City'는 자율주행 시 발생할 수 있는 현실적인 상황들을 실험할 수 있게 도심, 교외, 고속도로, 주차장 등 실제와 아주 유사한 도로환경을 재현하였으며, 5G 통신망도 구축하여 초고속 및 대용량 통신을 활용한 자율협력주행 기술개발 및 테스트도 가능하도록 하였다.

---

27) 다만, 최근 자동차 업계의 투자여건 악화, 미중 무역분쟁 영향, 고정밀지도(HD맵) 구축 지연 등으로 인해 자율주행차 상용화 시기를 2023년으로 전망하는 시각도 있다.(『고속도로 자율주행차 등장 2023년으로 늦어질 듯』, 한국일보, 2019.10.3.)

28) 관련내용은 국토부 인터넷 홈페이지를 참고하였다.

29) 2016년말 11대 2만6천km → 2017년말 30대 19만km → 2018년말 60대 71만6천km



출처 : 국토부 보도자료

한편, ‘K-City’ 내에 데이터 공유센터를 운영하여 자율주행 데이터, 운전자 반응 등 기술 개발에 필요한 공공·민간의 데이터를 다양하게 공유할 수 있도록 하고 있다. 기업·대학 등은 데이터 공유센터를 통해 자율주행 영상, 자율주행 시의 다양한 상황과 대응방법 등을 공유할 수 있고, 자율주행차 기술 선도기업은 후발 중소기업에게 자율주행 기술자문을 제공하기도 한다.

또한, 2019년 6월 국토부는 서울 상암에 세계 최초로 5G와 융합한 자율주행 전용시험장을 서울시와 협력하여 조성하고 5G 기반 자율주행 버스를 시범 운행하고 있다. 전용시험장에는 자율주행지원 도로변센서, V2X통신기술, 관제시스템 등 스마트인프라(C-ITS) 등이 구축되었다.

(2) 인프라 구축

고속도로·주요 국도 등 국가 기간망을 중심으로 자율협력주행 서비스를 제공하기 위해 2015년부터 2017년까지의 기간동안 C-ITS 시범사업을 완료하고, 동 시범사업의 결과를 토대로 2018년부터 2020년까지의 기간 중 수도권 고속도로(85km), 서울 도심(121km), 제주 일주도로

(300km) 등 전국 고속도로와 주요 도심으로 C-ITS 확대 구축을 추진하고 있다.

또한, 고속도로·주요 도심의 정밀도로지도를 우선 2022년까지 구축하고 이후에 전국으로 확대하여 지도를 지속 수정·갱신할 계획인데, 동 정밀도로지도는 자율주행에 필수적인 기반 인프라로서, 정부는 자율주행차 기술 개발을 지원하기 위하여 2019년까지 전국적으로 고속도로 5천km에 거쳐 정밀도로지도를 구축할 계획을 가지고 있다.[30]

(3) 제도개선

우선, 2016년 2월 '자율주행자동차의 안전운행 요건 및 시험운행 등에 관한 규정'(국토부 고시)을 제정하여, 자율주행차 임시운행을 위한 자동차관리법 시행규칙 상 안전운행요건의 구체적인 사항을 규정했다.[31]

같은 해 7월에는 '자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙'의 개정을 통해, 임시운행허가를 받으려는 자율주행차는 자동차의 시간당 속도가 10킬로미터를 초과하는 경우에도 자동명령조향기능이 구동하도록 허용하였다.

또한, 정부는 향후에 자율주행 모드를 통해 차량이 주행중인 상태에서 발생하는 사고의 책임문제와 보험체계 등을 지속 연구함으로써, 자율주행차의 상용화를 적극 지원할 계획임을 밝히고 있다.

한편, 국토부, 국무조정실 등 정부기관과 연구기관, 업계 등 22개 관계기관은 공동으로 자율주행 기술 분야를 대상으로 '선제적 규제혁파 로드맵'을 마련해 시행중이다.

---

30) 2017년 1,351km 구축, 2018년 391km 구축, 2019년 3,200km 구축

31) 자동차손배법상 보험가입, 시험시설 등에서 충분한 사전 주행, 자율주행차량에 운전자 외 추가 1인 이상 탑승, 피연결자동차의 연결 운행 금지 등을 의무사항으로 하고 있다.

이에 따르면, 운전주체, 차량 및 장치, 차량운행, 관련인프라 등 4대 영역에 대해 총 30개 규제이슈를 발굴해 모든 이슈들을 과제화하고 이를 단기(2020년까지 15개 완료), 중기(2020년까지 10개 완료), 장기(2026~2035년 5개 완료)로 구분하였다.[32)]

특히, 2020년까지 완료가 목표인 단기과제에는 ① 자율주행 시스템으로 주행하는 상황에 대비한 도로교통법 상 운전자 개념 보완, ② 자동차 관리의무에 자율주행 시스템 관리 추가, ③ 자율주차 시 운전자 이석 허용, ④ 자율주행 기능을 자율주행 기술 단계에 맞춰 정의, ⑤ 자율주행 시스템으로부터 운전자로의 제어권 전환 기준 마련, ⑥ 자율주행차 제작 및 운행과 관련한 안전기준 제정, ⑦ 자율주행차의 정비 및 검사 기준 제정, ⑧ 자율주행차 사고 발생 시 운전자의 형사상 책임 문제 개선, ⑨ 자율주행차를 고려한 보험제도 개선, ⑩ 자율주행에 필요한 영상정보의 손쉬운 수집·처리, ⑪ 자율주행 중 물체의 위치정보에 대한 처리 등이 포함되어 있다.

한편, 국토부는 2019년 4월 '자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률'을 제정(2020.5.1. 시행)함으로써, 자율주행차 상용화에 대비한 법적 기반을 마련하였는 바, 법률의 주요내용은 아래와 같다.[33)]

첫째, 운전자 개입이 필요한지 여부에 따라 자율주행 기술을 부분자율주행과 완전자율주행으로 구분하고, 자율주행시스템 및 관련된 인프라 등의 정의를 새로 규정함으로써 향후 안전기준 마련, 사고 책임 설정 등 고려 시 활용할 수 있는 제도상 근거를 마련하였다.

둘째, 자율주행차와 연관있는 인프라 구축, 교통체계 수립 및 물류기능 강화 등과 관련한 기본계획을 매 5년마다 수립하도록 함으로써 정부의 자율주행차 정책에 대한 민간의 예측가능성을 높였다.

---

32) 단기과제 : 레벨2 자율주행차 상용화 및 레벨3 자율주행차 기반마련 / 중기과제 : 레벨3 자율주행차 상용화 및 레벨4 자율주행차 기반마련 / 장기과제 : 레벨4 자율주행차 상용화 및 레벨5 자율주행차 기반마련

33) 국토부 보도자료(2019.4.5.)

셋째, 자동차 안전기준, 여객·화물운송 등과 관련한 다양한 규제특례를 일정 지역 안에 부여함으로써, 자율주행 기술을 활용한 새로운 비즈니스모델을 실험하고 사업화할 수 있는 기반을 제공토록 하였다.

넷째, 도로를 사람보다는 자율주행차의 관점에서 평가하여 '자율주행 안전구간'을 도로상에 지정하고, 도로의 시설과 자율주행협력시스템 등과 같은 인프라에 집중 투자하여 자율주행이 용이한 안전구간을 보다 확대하도록 하였다.

다섯째, 자율주행협력시스템·정밀도로지도의 성공적인 구축을 통해 원활한 자율주행을 유도하며, 특히 정확도가 중요한 정밀도로지도의 정확성을 위해 도로관리청은 도로지도의 갱신이 필요한 도로시설의 변화를 국토부장관에게 통보하도록 하였다.

나. 업계 동향[34)]

국내 자율주행차 제조업체들은 라이다, 카메라, 레이더, 라이다 등 핵심 자율주행 기술 부품의 해외 의존도는 높지만, 현재 기준으로 레벨2의 자율주행 기술은 확보하고 있다고 평가된다.

(1) 현대자동차

현대차는 자율주행차 연구개발 전담 안전기술센터를 보유하고 있으며, 2018년 1월 오로라와의 자율주행기술 공동 개발계획을 발표하고, 오로라와 공동 프로젝트를 통해 2021년 레벨4의 도심형 자율주행 상용화를 목표로 하고 있다. 2018년 2월 현대차는 고속도로에서 자율주행차를 시범 운행하였는데, 당시 시범 차량은 자율주행 레벨4 기술 수준을 갖추고 수시로 차선을 변경하는 등 놀라운 주행 실력을 선보이며 190km를 성공적으로 완주하였다.

34) 정보통신기술진흥센터, 『자율주행자동차 최근 동향 및 시사점』, 주간기술동향, 2018.4.18.

(2) 현대모비스

모비스는 현대차의 자동차부품 계열회사로서, 레벨2 자율주행 기술을 확보한 상태에서, 레벨3 자율주행차를 임시 운행중이며, 레벨3 이상의 자율주행 기술을 2022년까지 출시한다는 계획이다.

(3) 삼성전자

2016년 말 삼성전자는 하만 인터내셔널을 인수하고, 자율주행차 분야 혁신 기술 확보를 위해 3억 달러의 혁신 펀드를 조성했다. 또한, 오스트리아 자율주행 IT 업체인 TTTech에 7,500만 유로를 투자하고, 자율주행차 운영체제 창업회사인 Renovo.Auto와 기술협력을 추진중이다.

(4) 만도

만도는 레벨2의 자율주행 기술을 이미 확보하였으며, 레이더와 카메라를 자체 기술로 제작해 장착한 자율주행차를 임시 운행중이다. 제2연구소를 인도 방갈로에 구축하는 등 기술개발 투자를 계속하고 있다.

(5) 네이버

2017년에 네이버는 자율주행 기술 연구조직인 네이버랩스를 설립하고, 2018년에는 레벨4 자율주행 기술 플랫폼을 개발했다. 자율주행차의 센싱 기능 개발을 위해 이스라엘 라이다센서 업체 Innoviz Technologies에 6,500만 달러를 공동으로 투자하였다.

(6) 엘지전자

엘지전자는 국내에서 처음으로 LTE 이동통신을 기반으로 한 V2X 자율주행 기술 개발에 성공하고 자율주행 특허를 대거 출원하고 있다. 5G V2X 개발을 위하여 퀄컴과 공동 연구소 설립을 추진하고 있다.

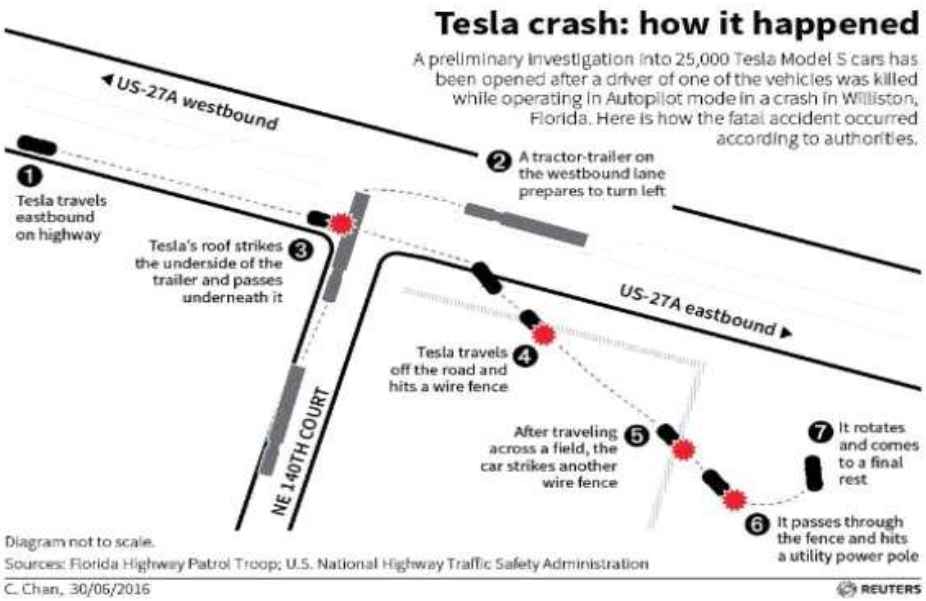
Ⅳ. 미국의 자율주행차 사고 주요사례

1. 사고사례

가. 2016. 5. 7.(첫 사망사고)

자율주행차와 관련하여 전 세계에서 처음으로 발생한 사망 사고로서, 당시 자율주행 모드를 통해 플로리다주에서 주행 중이던 테슬라 S 차량이 대형 트럭과 충돌해 자율주행차 운전자가 크게 다쳐 사망하였다.

자율주행 모드로 운행 중이던 테슬라 S(아래 그림에서 ①)가 좌회전하는 흰색 트레일러(②)를 인식하지 못한 채 그대로 트레일러와 충돌(③)한 사고였으며, 테슬라 측은 차량 주행센서가 하늘이 밝게 빛나는 모습과 트럭의 흰색 면을 정확히 구분하지 못한 것이 주요 원인인 것으로 파악하였다.[35]



출처 : Reuters, 2016.6.30.

35) 당시 테슬라는 총 1억3000만마일(2억㎞)에 육박하는 거리를 자율주행모드를 통해 운행하던 중 발생한 최초 사망 사고라면서, 사고 확률이 아주 작다고 변명하기도 했다.

2017년 1월 NHTSA는 이 사고에 대한 조사를 마치며 자율주행 시스템의 경고를 수차례 무시한 운전자 과실이 사고의 원인이라는 사고조사 보고서를 발표하고, 사고 당시 오토파일럿(autopilot)[36]에는 문제가 발견되지 않았다고 결론을 냈으며, 또한, 미국 국가교통안전위원회(National Transportation Safety Board, NTSB)가 실시한 예비조사(2019.3.1.) 결과도 차량 충돌 당시 오토파일럿이 작동중이었으나, 별도의 인위적인 충돌 회피 조작은 없었던 것으로 나타났다.

NTSB의 조사결과, 테슬라 S 운전자가 사고 전 시스템으로부터 오토파일럿 사용을 중지하라는 경고("운전대에 운전자 손 감지 불가능" 경고)를 7차례나 받았고, 경고즉시 주행 중 운전대를 잡고 있어야 했지만 37분을 주행하면서 실제 운전대를 잡은 시간은 25초에 불과했다.

테슬라가 자율주행차에 의한 사람 사망 사고가 발생하면서 구글·벤츠·도요타·GM 등 자율주행차 상용화를 추진하는 관련 업계에도 상황을 심각하게 인식하였고, 사고 소식이 전해진 뒤 뉴욕 증시 시간 외 거래에서 테슬라 주가가 2.58% 하락하기도 했다.

이 사고는, 운전자가 안전을 위해 자율주행차에 탑승하도록 하여야 하는지에 관한 논쟁을 더욱 확산시켰다. 당시 캘리포니아주는 자율주행차에 반드시 운전대와 페달을 설치하고 운전면허를 소지한 운전자가 탑승해 항시 직접 운전할 수 있는 상황에 대비하도록 하여야 한다는 것을 내용으로 자율주행차 운행 규정 초안을 검토했었고, 이에 대하여 구글은 자율주행차의 이점이 반감될 수 있다는 점을 근거로 운전자의 자율주행차 탑승 의무화를 반대[37]하기도 하였다.

---

36) 오토파일럿은 차량 이동을 가로, 세로 등의 방향으로 제어 가능한 고급 운전자 보조 시스템(ADAS)이지만 완전한 자율주행 시스템은 아니므로, 동 시스템이 작동중일때 운전자가 운전대에서 장시간 손을 떼지 않도록 주의가 필요하다고 한다.

37) 사람의 이동 수단 외에도 자율주행차가 물건 배송 등에 사용될 경우, 자율주행차에 운전자의 탑승을 의무화하게 되면 자율주행차 도입의 경제적인 긍정 효과가 크게 감소된다는 주장이다.

나. 2018. 3. 18.(보행자 사망사고)

애리조나주 템피 (Tempe, Arizona)에서는 보행자가 횡단보도가 아닌 곳에서 도로를 건너던 중 우버의 자율주행차(볼보 XC90)에 치어 사망하는 사고가 발생했다. 당시 볼보 XC90은 사람 운전자가 운전대에 앉아있는 상황에서 자율주행 모드로 운행중인 상태였다.



출처 : The New York Times, 2018.3.21.

모든 방향으로 향하는 다수의 차선이 복잡하게 얽혀있는 교차로에서 사고가 발생하였는데, 자율주행차가 돌발상황을 제때 정확히 인식하지 못한 것이 사고의 원인으로 알려져 있다. 당시 현지 경찰은 “어둠 속에서 보행자가 갑자기 차도로 나오는 상황에서는 사람이 직접 운전했더라도 그 보행자와의 충돌을 피하기는 어려웠을 것”이라고 평가한 바 있다.

하지만, 탑승자가 인지하지 못하는 돌발상황에 대해 자율주행차의 여러 센서와 카메라 등은 이를 정확히 감지했어야 한다는 지적도 있다.

다. 2018. 8. 24.(타 차량에 의한 사고)

캘리포니아주에서 애플의 렉서스 RX450h 모델 차량이 자율주행 모드(운전자가 탑승)로 시험 운행하던 중 고속도로에서 사고를 당했다. 자율주행차는 고속도로에 진입하기 위해 시속 1마일(약 1.6km) 이하로 감속한후 기다리고 있던 중 약 시속 15마일(약 24km)로 달려오던 닛산 차량에 의해 받친 것이다. 2개 차선이 합쳐지는 도로 구간에서 안전거리 확보를 위해 렉서스 RX450h 자율주행차는 불가피하게 속도를 줄였지만, 닛산 차량은 속도를 줄이지 않고 자율주행차의 후면을 들이받았다.

이 사고는 인간 운전자의 실수로 다른 자율주행차가 사고를 당한 사례로서, 실제 도로 상에서 일부 차량에만 자율주행 시스템이 탑재된 상황에서는, 여전히 인간 오류에 의한 사고가 빈번할 수 있음을 예측할 수 있겠다.

라. 2019. 1. 6.(인공지능 간 충돌사고)

테슬라 S의 자율주행차가 네바다주 라스베이거스에서 자율주행 모드로 주행하던 중 러시아 회사의 로봇 휴머노이드[38]를 추돌하여 발생한 사고이다. 사고 당시 휴머노이드는 전시장으로 이동하던 중 여러 로봇들과 함께 있던 무리를 이탈해 주차장 인근의 도로로 혼자 향하는 과정에서 사고가 발생하였는데, 당시 자율주행차의 탑승자는 갑작스런 로봇의 등장에 자동차가 로봇을 미쳐 피하지 못하고 충돌한 것이라고 설명하였다.

이 사고는 소위 AI(인공지능)가 서로 충돌한 사고로서, 로봇과 부딪힌 뒤 테슬라 자율주행차는 한동안 정확히 상황을 인식하지 못한 채 50m를 더 지나가서야 정지하였다.

38) 러시아 로봇 제조회사인 프로모봇(Promobot)이 제작한 휴머노이드 모델 V4이다.

마. 2019. 3. 1.(세번째 사망사고)

테슬라 자율주행차가 2016년에 이어 또 다시 사망사고를 일으켰다. 그런데, 이상하게도 사고차량 및 교통환경, 사고 원인 등이 당시와 아주 유사하다. 플로리다주 델레이비치에서 테슬라 모델3가 고속도로에 진입하려 좌회전하던 트레일러를 들이받아 자율주행차 운전자가 현장에서 사망하였다. 이 사고로 당시 테슬라 차량은 충돌즉시 트레일러 밑으로 들어가며 지붕이 찢겨져 나간 뒤 0.3마일(약 480m)을 더 간 후 정지했다.

이 사고는 오토파일럿(autopilot)을 장착한 테슬라 자율주행차가 2016년 5월 처음으로 일으켰던 추돌사고[39]와 아주 유사하다고 평가되며, 오토파일럿의 오작동 여부에 재차 관심을 유발하였다. 이와 함께, 자율주행차 사고 발생 시 오토파일럿이 차량에 탑승한 운전자의 안전을 위협할 수도 있다는 지적이 제기되었다. 다만, 테슬라측은 오토파일럿은 완전 자율주행 기능이 아니라 운전자가 사용중 주의를 철저히 기울여야 하며 오토파일럿 작동 중에도 운전자는 운전대 위에 손을 올리고 항상 수동운전으로 전환할 대비를 하여야 한다고 강조하였다.

2. 시사점

테슬라 자율주행 차량에 의한 두 차례 사망사고, 우버의 자율주행차 시험운행 중 발생한 보행자 사망사고 등은 다른 차량, 보행자 등이 다수 혼재된 실제 도로환경에서의 주행 대비나 돌발변수에 대한 자율주행차의 대응이 아직까지 완벽하지는 않음을 보여준다.

특히, 세차례의 사망사고 모두 자율주행시스템의 외부상황 등에 대한 감지, 즉 현재의 자율주행차의 sensing기술이 지닌 한계를 보여주는 사례라고 할 수 있다.

39) 당시 플로리다주 도로에서 테슬라의 모델S 자율주행차는 오토파일럿 모드를 작동해 주행하던 중 세미트레일러와 충돌해 트레일러 차체 밑으로 차량이 쓸려 들어가 지붕이 파손되고 운전자가 사망하였다.

한편, 앞에서 언급한 사례로부터, 자율주행시스템과 운전자 간에 운전을 상호 공유하는 부분 자율주행차의 경우에는 자율주행 기능이 오히려 운전자의 오류, 태만 등을 초래해 예기치 않은 교통사고가 유발될 수도 있음을 알 수 있다.

자율주행차 등장이 가져오는 인간 운전자의 교통사고 감소효과가 자칫 인간과 자율주행 시스템 간 협력 오류로 인한 사고증가로 그 효과가 반감될 수도 있는 것이다.

이와 관련해서는, 자율주행기능이 어느 정도 작동한다는 것을 받아들인 다음부터는 동영상을 시청하는 등 돌발상황에 대처하는 능력이 현저하게 떨어진다(Google, 2015)거나 지능형 크루즈컨트롤이 작동되는 이후부터는 운전자 58%가 DVD를 시청하고 22%가 책을 읽었으며 운전하는 3시간 중 33%동안 도로가 아닌 다른 곳을 쳐다보는 등 갑작스러운 상황에 대한 대처 능력이 크게 저하된다(Lipson & Kurman, 2016)는 등의 연구결과가 있다.[40]

Duke대학교 Missy Cummings 교수도 이와 관련된 연구결과를 내놓은 적이 있다. 그는 자율주행 시스템을 모니터해야 할 때 인간은 지속적으로 주의를 집중하고 있는 것에 어려움을 느낀다고 하였다. 즉, Cummings의 연구에 따르면, 4시간 가량의 운전 상황에서 27명의 실험대상자가 평균 21분도 지나지 않아 주의집중력이 흐트러졌다고 한다. 약 21분의 시간이 지나면, 운전자는 차선을 넘거나, 휴대폰을 사용하거나, 도로경계선을 넘어갈 가능성이 높아진다는 것이다.[41]

---

40) 장필성・백서인・최병삼, 『자율주행차 사업화의 쟁점과 정책 과제』, 과학기술정책연구원, 2018.6.27.

41) 『Lack of Focus-Safety drivers are supposed to be our bridge to a self-driving world. They might not have the attention spans for it.』, Slate, 2018.3.26.

Ⅴ. 미국 안전기준 및 관련 규정

미국 연방정부(특히, NHTSA)는 차량의 건축, 구성, 신뢰성 등 차량성능을 규제하고, 주 정부(DMV)는 운전자 개인의 역량 등에 관한 사항을 규제한다. 그러나, 자율주행차의 제도 등과 관련하여 수많은 주 정부의 자율주행차 법령규정이 상이하게 존재하고 있어, 일부 혼란이 존재하는 실정이다. 한편, 이런 상황을 개선해 보고자, 미국 의회가 연방차원의 법규 제정을 추진중이지만, 각 정당의 의견 차이가 이를 지연시키고 있는 형국이다.

2016년부터 2018년까지의 기간 중 세차례에 걸쳐 미국 교통부(DoT)는 자율주행차 제작 및 운행 등의 기준(Guidance 형태)을 마련하여 업계와 규제당국 등 이해관계자들의 자율적 지침으로 활용토록 하고 있다. 관련사항으로서, NHTSA는 이미 2013년 5월에도 자율주행차에 관한 정책의 예비적 조치(Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles)를 마련한 적이 있고, 이를 통해 자율주행기술 도입이 가져올 긍정적 효과를 극대화하고자 하였다.

1. 미국 연방정부 : 자율주행차 가이드라인[42)]

가. Federal Automated Vehicle Policy - Accelerating the Next Revolution in Roadway Safety (2016.9.20.)

정부의 자율주행차 정책과 관련해서는, 미국 DOT와 NHTSA가 2016년 9월에 맨 먼저 자율주행차 가이드라인을 발표하였다는 점을 높게 평가할 수 있겠다. 동 가이드라인은 강행 규정이 아니며, 세계 최초로 정부차원에서 자율주행차의 기술혁신과 안전을 목적으로 자율적이며 권고적인 사항들을 지침으로 민간에 제시한 것으로서 의미가 있다.

---

42) 가이드라인의 성격을 자발적인 가이드(voluntary guidance), 비공식적 행정행위(informal agency action), 정책의 일반적인 설명(general statement of policy)이라고 할 수 있다. (황의관, 『미국 교통부 새로운 자율주행시스템 가이드라인 공표』, 2017.9.27.)

주요 내용으로는 ① 15개의 자율주행차 성능지침(Vehicle Performance Guidance) 마련, ② 여러 주정부의 정책 일관성 확보방안 제시, ③ 자율주행차 도입에 대비한 현행 제도의 변경 적용방법 제시, ④ 새로운 규제 방안 제시 등이다. 미국 정부는 동 가이드라인을 통해 자율주행 기술 레벨에 대하여 SAE 세계자동차공학회가 제시한 6단계의 자율주행기술 수준 단계(레벨0～레벨5)를 정식 채택하였다.

15개 성능지침은 ① 데이터 기록 및 공유(Data Recording and Sharing), ② 사생활 보호(Privacy), ③ 시스템 안전(System Safety), ④ 자동차 사이버 보안(Vehicle Cyber-security), ⑤ 사람과 기계 간 접점(Human-Machine Interface), ⑥ 충돌 내성(Crash-worthiness), ⑦ 소비자 교육 및 훈련(Consumer Education and Training), ⑧ 등록 및 인증(Registration and Certification), ⑨ 사고 대응행동(Post-Crash Behavior), ⑩ 연방정부, 주정부, 그리고 지방정부의 법률(Federal, State and Local Laws), ⑪ 윤리적인 고려사항들(Ethical Considerations), ⑫ 운영설계범위(ODD: Operational Design Domain), ⑬ 물체 및 사고 감지와 대처(Object and Event Detection and Response), ⑭ 긴급상황 대응(Fall Back), ⑮ 검증(Validation) 등이다.

나. Automated Driving Systems “A Vision for Safety 2.0”(2017.9.12)

2016년 가이드라인에 이어, 미국 DOT와 NHTSA는 개정판 성격의 가이드라인 Automated Driving System 'A Vision for Safety'를 2017년 9월 발표하였다. 미국 정부는 자율주행기술 발전 및 확산을 저해하는 규제내용 삭제, 자율주행차의 성공적인 도입을 위한 정부부문과 민간 간의 협력과 소통 활성화 등을 목적으로 가이드라인을 개정하였다.

가이드라인 A Vision for Safety 2.0의 구성체계는 자발적인 차량 안전성 평가 가이드(Voluntary Guidance), 주정부의 자율주행차 제도 입법에 대한 기술적인 지원(Technical Assistance to States) 등 2개 부문으로 이루어져 있다.

가이드라인 A Vision for Safety 2.0의 주요 내용은 안전점검 평가결과의 의무제출을 자발적·권고적인 제출로 변경하여 자율주행차 제조회사에게 차량에 대한 자발적인 안전성 평가를 권고하고 있고, 자율주행차 성능지침의 내용이 2016년 가이드라인 상 15개 성능지침 항목에서 "② 사생활 보호(Privacy), ⑧ 등록 및 인증(Registration and Certification), ⑪ 윤리적인 고려사항들(Ethical Considerations)" 등 3개 항목을 삭제해 12개로 감소된 것이 특징이다.

특히, 상기의 3개 성능지침이 기존 가이드라인에서 제외된 이유에 대하여, 미국 정부의 설명은 다음과 같다.[43]

'Privacy'에 관한 사항은 FTC(Federal Trade Commission)의 고유 권한이므로 DOT의 자동차 안전기준에 포함하기 위해서는 정부기관 간에 협의를 통해 검토가 필요한 사항이라는 점, 'Registration & Certification'은 주정부가 중복되는 내용의 규정을 이미 시행하고 있어 이것과 연방정부의 상호 연계·보완방안을 재검토해야 한다는 점, 'Ethical Considerations'과 관련해서는 사회적인 논의 및 합의가 좀 더 필요하다는 점 등이 그 이유이다.

가이드라인의 12개 자율주행차 성능지침(안전성 설계요소)을 구체적으로 살펴보자. 이는 2018년 가이드라인 Automated Vehicles 3.0에도 동일하게 적용된다.

(1) 시스템 안전(System Safety)

시스템 엔지니어링 접근법을 근거로 한 견고한 설계 및 검증 프로세스가 요구되고, 모든 프로세스는 산업 표준에 부합해야 하며, 시스템의 전체 운영설계범위를 포괄하여야 한다. 민간 기업은 국제표준화기구(ISO)나 세계자동차공학회(SAE International)와 같은 공인 표준기관이 발표한 지침, 모범사례, 설계기준 등을 채택할 것을 권장한다.

---

43) 박준환, 『자율주행자동차 관련 국내외 입법·정책 동향과 과제』, 국회입법조사처, 2017.12.27.

설계 및 검증 프로세스는 시스템의 위험도 분석과 안전 위험성 평가, 시스템 오작동상태의 처리를 위한 설계 중복성 및 안전전략 등을 포함해야 하며, 소프트웨어의 개발과 검증에 중점을 두는 프로세스가 적합하다. 소프트웨어 개발에 활용되는 프로세스는 적절하게 계획・통제・문서화하여 소프트웨어 업데이트 등에서 예상하지 못한 결과 발생 시 적시에 이를 감지하고 바로 잡도록 한다.

설계 결정은 안전유지・관리에 중대한 시스템 기능에 영향을 줄 것으로 평가된 위험과 연계되도록 한다. 이때, 설계안전 고려사항에는 설계 구조, 센서, 통신장애, 발생가능한 소프트웨어의 잠재적 오류, 신뢰성, 부적절하며 바람직하지 않은 제어, 물체 및 기타 도로 사용자와의 충돌 가능성, 자율주행시스템 작동 이후 잠재적으로 발생가능한 충돌 등이 포함되어야 한다. 각 설계 결정은 이것이 언제나 개별 서브시스템 및 전체 차량 구조의 일부로서 테스트되고 검증되도록 한다.

전체 프로세스는 가능하면 문서화할 수 있도록 하고, 모든 작업상황, 변경내역, 설계 선택 및 분석, 관련 테스트 및 데이터 등에 관하여서는 추적 관리가 가능하고 투명하게 시행하고 관리되도록 한다.

(2) 운영설계범위(Operational Design Domain)

각 자율주행시스템의 운영설계범위(ODD)와 관련해서는, 이것에 대한 개념정의, 평가, 테스트 및 검증을 위한 프로세스 및 절차가 문서화될 것을 권장한다. 이때, ODD는 자율주행시스템이 작동하고 기능을 발휘하기 위한 특정한 조건을 명시하고 있어야 한다. 자율주행시스템의 기능, 한계범위 및 제약사항 등을 정의하려면, ODD에는 적어도 도로의 지역적・물리적 유형, 도시인지 사막인지 등 지리적인 조건, 속도의 범위, 차량 운행의 환경적인 조건 등이 포함되도록 한다.

자율주행차가 주어진 ODD의 외부에 있거나 ODD의 외부로 벗어나도록 조건이 변경되는 상황에서는, 자율주행차가 위험최소화상태로 변경

및 전환되도록 하여야 한다. 레벨3 자율주행차는 위험최소화상태로 전환하려면 차량 운행의 제어권이 대체가능한 운전자에게로 전환되는 것이 수반될 수 있다. 이때, 만약 운전자가 제어권 전환에 준비되어 있지 않은 경우, 자율주행시스템이 차량을 감속시키거나 정지시키는 등 위험을 지속적으로 완화하도록 설계되어야 한다.

(3) 물체, 사고 감지와 대처(Object and Event Detection and Response)

OEDR은 모든 운전 상황에 있어, 운전자나 자율주행시스템이 탐지하고, 대응이 필요한 상황에 대하여 운전자나 시스템이 적절하게 대응하는 것을 말한다. OEDR 기능의 평가, 테스트, 검증 프로세스는 문서화되는 것이 바람직하다. 주어진 ODD 내에서 자율주행시스템이 작동되는 동안에는 해당 시스템이 스스로 OEDR을 수행할 책임이 있다. 즉, ODD 내에서 작동할 때 시스템은 다른 자동차, 보행자, 자전거, 동물, 기타 자율주행차의 안전에 영향을 줄 수 있는 물체 등을 감지하고 이에 대응할 수 있어야 한다.

따라서, OEDR에는 긴급 차량, 작업지역 및 각종 비정상적인 교통환경(예 : 수신호로 차량을 통제중인 경찰 등)을 포함하여 도로상에서 발생할 수 있는 다양한 상황들을 예측하고, 이를 처리할 수 있는 기능이 포함되어야 한다.

기업은 정상적인 운전 환경에서 자율주행시스템의 설계, 테스트 및 검증에서 알려진 모든 행동역량[44]을 고려할 수 있어야 한다.

충돌방지 기능(위험상황)과 관련해서는, 충돌방지 기능 및 디자인 선택의 평가, 테스트 및 검증 프로세스를 문서화하는 것이 필요하고, 자율주행시스템은 주어진 ODD를 기반으로 제어 손실과 관련돼 예상해 볼 수 있는 사전 충돌 시나리오[45]를 처리할 수 있어야 한다.

---

44) 행동역량이라는 것은 자율주행시스템이 차량이 차선을 유지하고, 도로교통 법규 및 예티켓을 준수하며, 다른 차량 또는 위험에 대응하도록 하는 등 주기적으로 발생하는 교통 상황에서 제대로 작동할 수 있는 능력을 말한다.

(4) 대비책-위험최소화상태(Fallback-Minimal Risk Condition)

자율주행시스템이 제대로 안전하게 작동할 수 없는 상황에서 위험최소화상태로의 전환이 필요한데, 이때 문제상황에 대한 대비책들에 대한 평가, 테스트 및 검증 등을 포함하여 위험최소화상태 전환의 모든 프로세스는 문서화가 필요하다.

자율주행시스템은 시스템 오작동 여부, 성능저하의 범위 및 정도, 차량이 ODD를 벗어나서 작동 중인지 여부에 대해 감지할 수 있어야 한다.

자율주행시스템은 시스템 작동에 문제 발생 시 인간 운전자가 차량의 제어권을 전환받거나 시스템이 자체적으로 위험최소화상태로 전환하는 방식 등으로, 문제 발생 사실을 운전자에게 통지하여야 한다. 다만, 법령에도 불구하고, 알코올 섭취 등으로 발생할 수 있는 운전자의 부주의, 졸음, 기타 장애 등을 고려하여야 한다.

자율주행시스템 문제에 대응하는 조치는 차량을 안전하게 운행하고 반면, 규칙적이지 못한 운전 행동은 최소화하는 방식으로 관리하여야 하며, 이러한 대응조치는 운전자 제어로 전환하는 동안과 그 이후에 인간 운전자가 의사를 결정하는 과정에서의 오류발생과 오류로 인한 영향이 최소화되도록 고려해야 한다.

인간 운전자가 필요없는 기술수준이 높은 자율주행차의 경우, 시스템이 운전자의 개입필요 없이 스스로 위험최소화상태 전환으로써 문제상황을 대응할 수 있어야 한다. 위험최소화상태는 차량이 맞닥뜨리는 장애의 유형, 내용, 범위 등에 따라 상이하지만, 차량을 차로 외부에 안전하게 정지시키는 것이 그 일부내용으로 포함될 수 있다.

(5) 검증방법(Validation Method)

45) 교차로에서의 다른 차량과 또는 다른 차량끼리의 충돌, 차선 변경 및 차선 합류, 예기치 않은 역주행 상황, 도로 이탈, 차량을 주차하기 위해 속도를 줄여야하는 상황 등

자율주행차의 기술수준에 따라, 관련 기술 및 성능, 프로그램 등이 다양하기 때문에, 특정 자율주행시스템과 관련된 안전 위험을 적시에 완화할 수 있는 맞춤형 검증방법의 개발이 필요하다.

성능검증 테스트와 관련해서는, 정상적인 운행상황에서 자율주행시스템의 예상 행동능력, 충돌회피상황 중 자율주행시스템의 성능, ODD와 관련된 자율주행시스템의 대비전략의 성능 등을 검증해야 한다. 이때, 테스트 방식은 온로드 테스트, 시뮬레이션, 테스트 트랙 등이 있으며, 온로드 방식은 우선, 이 방식 시행에 앞서 시뮬레이션이나 트랙 테스트가 어느 정도 필요한지 여부가 검토되어야 한다. 테스트는 해당 기업 외에 독립적인 전문 업체가 수행할 수도 있다.

(6) 사람과 기계 간 접속(Human-Machine Interface)

차량 HMI 설계의 평가, 테스트, 검증 프로세스는 문서화가 필요하다.

자율주행차에 있어, 시스템의 구동 및 성능 정보가 인간 운전자에게 정확한 내용으로 적시에 전달되어야 한다. 특히, 인간 운전자가 차량 운전의 일부를 수행할 수 있는 자율주행차의 경우 더더욱 그렇다.

레벨3 자율주행차에서 시스템이 인간 운전자에게 차량의 운전책임을 지도록 요청하는 경우 운전자는 언제나 이에 반응할 수 있어야 한다. 운전자가 차량 운전에 관여하는 자율주행차의 경우, 운전을 수행하기 위한 인간 운전자의 집중력 및 준비 상태를 평가하고 개선하기 위한 모니터링이 필요한지 고려해 볼 필요가 있다.

HMI 설계는 다른 차량, 오토바이 및 자전거 운전자, 보행자를 포함하여 자율주행시스템과 상호 작용이 가능한 자동차 및 오토바이, 자전거의 운전자나 탑승자, 그리고 외부에 존재하는 사람에 대해 고려해야 하고, 예측가능한 다양한 상호 작용과 시스템의 대응상태 및 이 정보의 전달 방법 등에 관한 내용이 고려되어야 한다.

한편, HMI를 설계함에 있어, 인간 운전자나 탑승자 없이도 작동될 수 있는 자율주행차의 경우, 동 차량의 원격 통제자나 중앙통제기관은 자율주행시스템의 상태를 언제나 알 수 있도록 하여야 한다. 운전자가 없는 레벨4 및 레벨5 자율주행차, 자율배송 차량, 최종 라스트마일 목적의 배송용 드론, 자율유지 보수 차량 등이 그러한 예에 해당한다.

(7) 자동차 사이버보안(Vehicle Cybersecurity)

사이버보안 취약점 등으로 인한 정보의 해킹 등 위험을 최소화하기 위해 시스템 엔지니어링 접근을 토대로 하여 견고한 프로세스를 시행할 필요가 있다. 동 프로세스에는 자율주행시스템에 있어 지속적으로 존재하거나 발생 가능한 안전위험 평가, 차량의 전체 설계, 넓은 범위의 운송 생태계를 포함시킨다.

미국 NHTSA는 차량 사이버보안 관련사항을 자율주행시스템에 통합하고 이것에 관한 방법을 문서화함으로써, 관련 데이터를 지속 추적할 수 있도록 권장한다.

사이버보안과 관련하여 발생하는 모든 사건이나 사이버를 통한 부당한 정보 이용 및 위협·취약점에 대해서는 가능한 한 빨리 자동차정보공유분석센터(Auto-ISAC)에 보고할 필요가 있다.

(8) 충돌 내성·안정성(Crashworthiness)

운전자가 없는 자율주행차는 도로상의 다른 자동차와의 기하학적 및 에너지 흡수 충돌 호환성을 제공해야 한다. 즉, 자율주행시스템에 적절한 차량충돌 호환성을 적용함으로써, 취약한 도로 사용자나 다른 자동차 유형과의 상호작용 가능성을 고려하여 한다. 현행 기준으로 평가된 차량 내부의 좌석 구성 외에도, 모든 탑승자를 보호할 수 있는 추가적인 좌석 및 차량 내부 구성 계획을 고려하는 것도 좋다.

(9) 사고 후 자율주행시스템 대응(Post-Crash ADS Behavior)

충돌사고 즉시 자율주행시스템을 안전한 상태로 되돌리기 위하여 연료 차단, 동력 제거, 전력 분리, 도로상에서의 차량 이동 조치, 그리고 기타 자율주행시스템 지원 조치가 고려되어야 한다.

충돌 피해를 최소화하기 위해 차량 운영센터나 차량통신센터 등과의 교신을 통해 관련 데이터를 교류하고 공유할 필요가 있다.

자율주행시스템의 수리 후 해당 시스템의 안전한 구동을 유지하는 데에 필요한 장비와 프로세스를 식별할 수 있도록, 자율주행차의 유지보수・수리에 대한 방식, 절차 등에 관한 문서를 준비하는 것이 좋다.

(10) 데이터 기록(Data Recording)

기본적으로, 자율주행차와 관련된 모든 종류 및 유형의 사고에 대해 관련정보를 기록하여야 한다. 치명적이든 치명적이지 않든 개인이나 차량 상해 및 손상과 관련된 모든 충돌 데이터를 관리해야 한다.

충돌 데이터를 통한 학습은 자율주행시스템의 안전성 확보를 위해 필요한 핵심 요소이다. 예를 들어, 하나의 자율주행시스템과 관련된 충돌을 분석하면, 다른 자율주행시스템에서 안전기술의 보완이 가능하고 또한, 해당 충돌 시나리오의 발생을 방지할 수 있다.

따라서, 차량은 충돌상황을 재구성할 수 있도록 적어도 충돌과 관련된 유의미한 모든 정보를 기록해야 한다. 이런 데이터에는 자율주행시스템의 상태 및 차량 주행상태와 자율주행시스템 및 인간 운전자가 차량 충돌이 발생하는 중에 그리고, 충돌이후에 차량을 어떤식으로 제어했는지 등이 포함되어야 한다.

(11) 소비자 교육 및 훈련(Consumer Education and Training)

자율주행차의 안전성을 높이려면 자율주행시스템 이용자들에 대한 교육과 훈련이 필수적이다. 따라서 기존 자동차와 자율주행시스템 간 차량 및 주행의 차이점을 이해시키기 위해 직원, 딜러, 유통 업체 및 소비자 등 각계를 대상으로 교육 및 훈련 프로그램을 개발하고 이를 문서로 관리하는 것이 좋다. 교육내용은 교육훈련 대상자에게 자율주행차 기술을 최대한 효율적이며 안전하게 사용하기 위해 필요한 정도의 이해를 제공하는 것이어야 한다. 당연한 것이지만, 자율주행차 제조기업은 마케팅 및 영업 인력 등 자사 직원이 유통 업체 및 소비자를 대상으로 알기쉽게 교육할 수 있어야 한다.

소비자 대상 교육내용은 자율주행시스템의 기능과 한계 및 제한범위, 운영매개변수, 시스템과 교류할 수 있는 HMI, 비상 대비책, 운영설계범위 매개 변수 및 시스템을 변경할 수 있는 방식과 같은 주제를 다루어야 한다.

(12) 연방정부, 주정부, 지방정부 법률(Federal, State, and Local Laws)

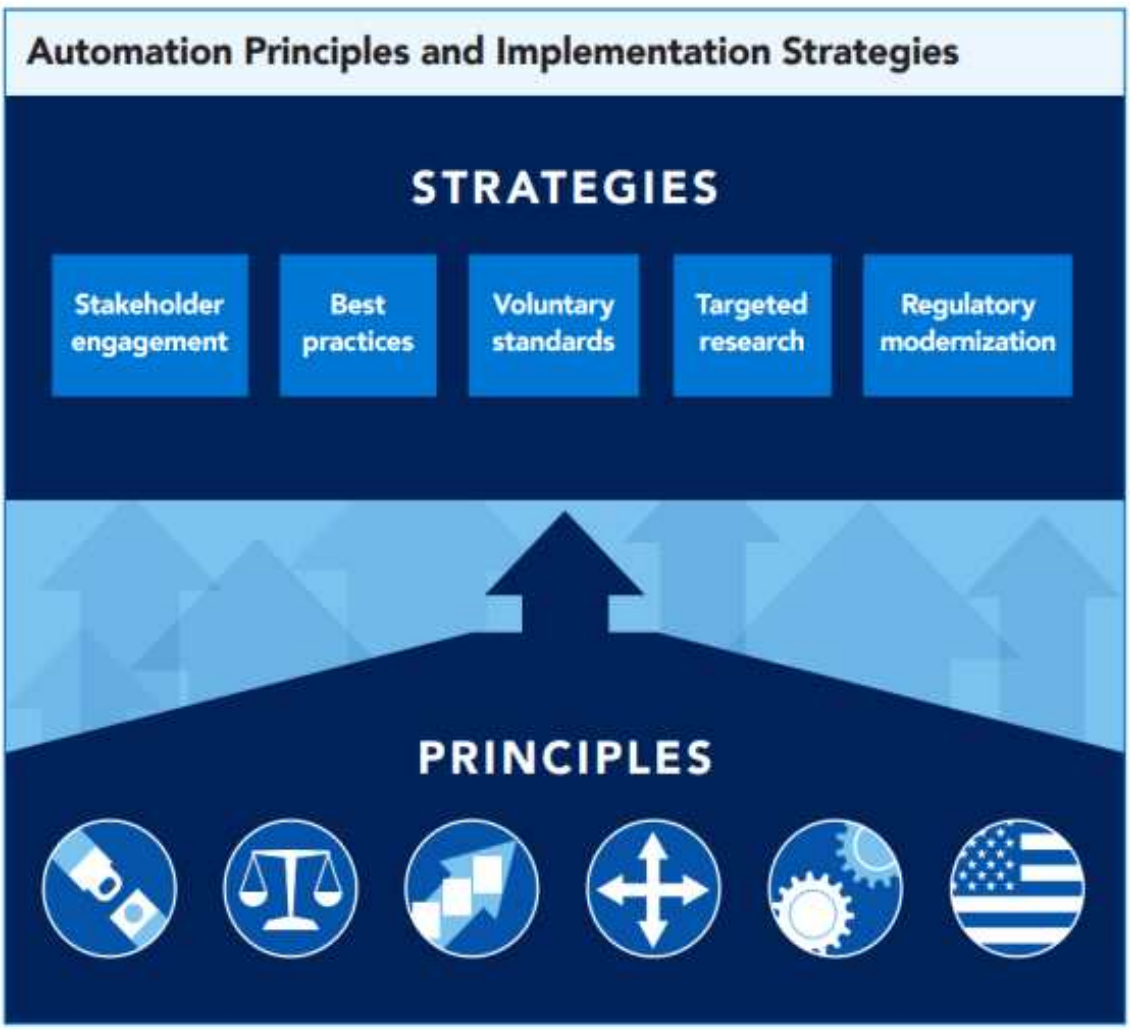
기업은 자율주행시스템 및 차량의 설계・제작, 실제 주행 시 연방, 주 및 현지 지방의 법률이 어떻게 적용되는지를 설명한 내용을 문서화하여 관련 법령을 준수하도록 노력한다. 자율주행차가 주어진 ODD의 범위에 기초하여, 자율주행 모드로 운행할 때 운행지역의 모든 근거 교통법규를 고려해야 한다.

특수한 도로사정이나 환경에서 운전자는 일시적으로 특정 주의 도로교통법을 위반할 수 있다. 예를 들면, 도로에서 고장나 정지중인 차량을 피해 안전하게 주행하기 위해 불가피하게 도로위에서 이중차선을 넘어야하는 경우 등을 고려해 볼 수 있다. 자율주행시스템은 이렇게 예측가능한 교통상황을 적시에 처리할 수 있는 능력이 필요하다. 이런 대응 시나리오와 관련한 평가, 테스트, 검증 등의 프로세스를 문서화하기 위한 작업이 필요하다.

한편, 주정부의 자율주행차 제도 입법에 대한 기술적 지원부문은 자율주행차의 규제에 있어 연방과 주의 역할을 분명하게 제시하고, 자율주행 규제입법 시 고려할 안전관련 요소와 중요사항을 적시하고 있다.

다. Automated Vehicles 3.0 - Preparing for the Future of Transportation(2018.10.4)

미국 교통부는 2017년 가이드라인 'A Vision for Safety 2.0'의 보완 개정판으로서, 자율주행차 가이드라인 Automated Vehicles 3.0을 2018년 10월 발표했다. 가이드라인 Automated Vehicles 3.0은 자율주행 기술 6대 원칙과 함께 5대 이행전략을 제시하였다.



출처 : 미국 DOT 홈페이지(https://www.transportation.gov/av/3)

‘6대 원칙’은, ① 안전을 최우선적으로 고려, ② 기술에 중립적인 정책 접근, ③ 기술 발전에 역행하는 낡은 규제의 제거 및 개선, ④ 규제의 일관성 확보, ⑤ 자율주행시대 적극 준비, ⑥ 미국인의 자유 보호 및 증진 등이다. 또한, ‘5대 이행전략’은, ① 이해관계자와 일반국민의 정책 형성과정 참여, ② 이해당사자간 역할과 책임, 기존 교통수단과의 조화 등 성공사례 제공, ③ 자발적인 안전기준 제공, ④ 자율주행 기술 연구 수행, ⑤ 자율주행기술 개발을 저해하는 규제 개혁 등이다.

한편, 적용 대상에는 교통산업 관계자와 기반시설 관리・운영자를 포함하고 있는데, 가이드라인은 업계 관계자들에게는 자율주행기술 도입이 가져올 변화에 대해 대비할 것과 동 기술에 따른 새로운 직업을 예측하고 현재의 산업 인력에 대한 재교육을 권고하며, 교통약자의 신기술 접근성을 고려하고, 산업 관계자・정부와의 지속 협력 등을 권고하고 있다. 또한, 가이드라인은 기반시설 관계자들에게는 업계 관계자들과 더불어 자율주행차의 시험운행 및 시스템 운영, 제도 개선 등에 적극 협력할 것을 권고한다.

그리고, 가이드라인 Automated Vehicles 3.0은 가이드라인 A Vision for Safety 2.0가 제시한 12개 자율주행차 성능지침(안전성 설계요소)을 통해 ‘자발적으로 자율주행시스템을 평가하고 인증・공개할 것’을 권장하고, 자율주행 시스템도 운전자(Driver)와 운영자(Operator)의 정의에 사람과 함께 해당하는 것으로 해석하였다.

가이드라인 Automated Vehicles 3.0은 자율주행 기술 개발 및 차량 운행과 관련한 연방, 주 의회 및 지방, 민간의 역할, 그리고 자율주행차 발전 전략 등 미국 DoT의 접근방식 등 총 2개 부문으로 구성된다.

(1) DOT 산하 각 운영기관들의 자율주행차의 운행과 관련한 역할은 다음과 같다.

1) NHTSA(연방도로교통안전국)

NHTSA는 자율주행차, 자동차에 장착된 자율주행시스템의 안전에 대한 광범위한 책임 및 권한을 가지며, 자동차 연방 안전기준을 제정하고 자동차나 자동차 부속장치의 안전 결함을 다루는 업무를 수행한다. 미국 DoT는 NHTSA를 통해 자율주행차에 현행 자동차 안전기준을 적용하는 것이 필요하고 적절한지 등을 검토할 계획이다.

2) FMCSA(연방자동차운수사업 안전국)

FMCSA(Federal Motor Carrier Safety Administration)는 자동차운수사업자의 안전, 상용 자동차 운전자의 자격과 안전, 그리고 상용 화물자동차와 승합자동차의 안전한 운영을 관장한다. 자율주행차의 대두와 함께, FMCSA는 자율주행시스템이 장착된 상용 자동차의 안전한 운영(검사, 유지보수 및 수리 등)과 안전 표준을 개발하고 시행하기 위해 다양한 이해관계자들과 협력할 계획이다.

FMCSA는 안전한 운영을 저해하는 자율주행차에 대하여 강제 조치를 취할 수 있으며, 이때 자동차운수사업자가 연방 안전규칙 상 운영요건을 준수했는지 여부를 고려한다. FMCSA가 주나 지방정부의 법률내용이 연방 안전규칙 상 운영요건과 배치될 수 있다고 판단하는 경우, DoT는 연방 안전규칙을 우선 적용할 수 있는 권한을 가진다.

3) FHWA(연방고속도로국)

FHWA(Federal Highway Administration)는 국가 고속도로, 교량 및 터널의 건설, 유지 및 보수에 대한 관리 업무를 담당한다.

FHWA는 자율주행 기술 도입에 대비하여 2009년도 MUTCD(통일교통통제장치[46] 표준 매뉴얼, Manual on Uniform Traffic Control Devices)를 업데이트할 계획이며, 커넥티드카 기술과 함께 자율주행차의 기술발전에 따른 효율성과 안전상의 혜택을 분석하기 위한 연구를

46) 교통통제장치는 도로, 고속도로 및 기타 도로시설에서 교통상황 및 흐름을 통제하거나 안내하기 위해 사용되는 표지판, 신호, 표시 및 기타 장치 등을 가리킨다.

진행중이다.

4) FTA(연방대중교통국)

FTA(Federal Transit Administration)는 버스, 지하철, 열차 등 지방 대중교통체계를 재정적, 기술적으로 지원하며, 미래 대중교통체계 기술 연구・개발을 돕는다. FTA는 대중교통기관 안전계획 (Public Transportation Agency Safety Plan: PTASP) 규정을 2019년 7월부터 시행중인데, PTASP 규칙은 대중교통 운영기관에 적용되며 각 운영기관들은 PTASP 규칙에 따라 2020년 7월까지 자체 안전계획을 마련해 시행에 들어가야 한다. 한편, PTASP 규칙은 자율주행 버스의 안전운행과 관련되며, 동 대중교통의 영향을 평가하는 데에 유연한 접근방식을 제공한다.

(2) 한편, 가이드라인 Automated Vehicles 3.0은 연방정부의 자율주행 기술 연구에 대한 역할에 관해서도 언급하였다. 연방정부의 임무는 혁신 장벽 제거, 안전 기술의 영향 평가, 공공투자를 통한 시장실패 상황의 해결 등이다.

(3) 가이드라인 Automated Vehicles 3.0은 주 의회, 주 고속도로 안전 업무 공무원, 지방정부의 역할에 대해서도 안내하고 있다.

특히, 구역 내 도로에서 자율주행차의 안전한 시험과 운영을 촉진할 것과, 자율주행 도입의 효과를 이해할 것과, 자율주행차가 구역 내 토지 이용에 미치는 영향을 적절히 고려할 것, 자율주행차 도입으로 인한 도로 정체 증가 문제를 관리할 수 있는 방법 등을 고민할 것 등이 지방정부의 역할이라고 한다.

(4) 가이드라인 Automated Vehicles 3.0은 민간부문의 역할과 관련하여, 기업은 자율주행차 안전 성능에 대해 투명한 입장을 견지하고 각종 교육 캠페인을 통해 소비자와 적극 소통할 것을 주문한다. 특히, 민간은 공공영역과 협력하여 자율주행 기술의 안전, 보안 및 접근성을 강화하고 일반 소비자의 우려를 해소할 것을 권고한다.

(5) 한편, 가이드라인 Automated Vehicles 3.0은 민간부문의 기술발전을 저해하지 않는 유연한 규제체계를 정책방향으로 지향하며, 그 일환으로 10개 주를 대상으로 발표(2017년 1월)했던 지정 자율주행차 시험장 제도[47]를 철회하고, V2X 통신기술에 지속 투자[48]하고 있으며, 지능형 교통시스템(ITS) 용도로 지정된 5.9 GHz 대역 주파수 활용 기술의 개발을 지원하고 있다. 특히, 가이드라인은 자율주행차 상업화에 필요한 안전위험 관리 단계를 ① 개발과정 및 초기 시험운행 단계, ② 확대된 시험단계, ③ 제한된 출시에서 완전한 출시로 확대 등의 단계로 구분하여 제시하고 있다.

2. 미국 연방정부 : 연방자동차안전기준(FMVSS)

미국 FMVSS(연방자동차안전기준, Federal Motor Vehicle Safety Standards)는 자동차와 차량 안전에 관련된 구성요소, 차량의 시스템 및 설계 디자인, 구성, 성능, 그리고 내구성 등 75개 항목의 요건을 정한 미국 연방 규정이다.

FMVSS는 (1) 차량의 충돌발생 가능성과 충돌발생 시의 심각도를 감소시키며(FMVSS의 100 series) (2) 충돌 시 차량 탑승자의 부상 위험을 축소(FMVSS의 200 series)하도록 하는 내용으로 구성되어 있다.

---

47) 당초 미국 연방정부는 North Carolina, Pennsylvania, Texas, Maryland, Michigan, California, San Diego, Iowa 등 10개주에 자율주행차 시험주행 유치 권한을 부여했다.

48) 가이드라인 3.0에 따르면, 2018년 10월 현재 미국에서 5.9 GHz 대역 주파수를 활용 중인 V2X 통신장치는 전국적으로 70개 이상 설치되어 있다.

FMVSS 기준을 충족하지 못하면, 미국 공공도로에서 자동차 운행이 불가능한데, 동 기준은 타이어, 브레이크 등의 자동차 핵심 부품, 운전대, 안전벨트, 차량 도난 방지장치 등 다양한 항목들을 포함한다.

사실, 미국에서 FMVSS의 상세한 규정들이 자율주행 기술 발전의 장애요인이 될 수 있다고 지적받고 있는 현실이지만, 다만 아직까지 FMVSS 규정에는 자율주행차와 연관되는 내용이 없는 실정이다. 이와 관련하여 미국 업계도 자율주행차 기술과 관련하여 FMVSS 규정의 개정을 요구하고 있다. GM은 조향장치와 가속기가 없는 자율주행차 연구를 위하여 2019년 1월 FMVSS 개정을 미국 정부에 요청하였고, 구글 웨이모도 법적 규제사항의 완화를 요구한 바 있다.[49]

미국 DOT도 가이드라인 Automated Vehicles 3.0에서 NHTSA의 자동차 안전기준과 관련한 권한을 언급하면서, 자율주행차 도입을 위하여 FMVSS 규정의 개선이 필요하다는 점에 대해 언급하고 있다.

이와 관련하여, NHTSA는 자율주행차에 적용 가능한 FMVSS 테스트 및 검증 규정 개정안을 2019년 5월 28일 사전 공고[50]했다. 개정안은 차량 충돌 가능성 및 그 심각도 등과 관련된 내용이다.

NHTSA의 FMVSS 개정방향은, ① 자율주행차의 안전기준을 추가하고, ② 수동 운전 자동차와만 관련있는 요건규정을 제거하는 방식이다.

NHTSA는 자율주행차에 적용하기 위해 조정이 필요한 FMVSS 규정을 세 개 유형으로 구분하였다. 즉, ① 기준이 자동차에 대한 수동제어를 요건으로 하는 경우, ② 기준이 자동차에 대해 수동제어를 사용하는 경우로 특정한 경우, ③ 자동차를 인간이 제어한다고 가정하는 용어를 FMVSS에서 정의하는 경우 등이다. 이 중에서 세 번째 문제는 미국 DoT가 가이드라인 Automated Vehicles 3.0을 발표함으로써, 해결하였다. 상기의 유형에 대하여 예를 들어보면, '위험경고 신호점멸장

49) 『10명중 7명 "자율주행차 못믿겠다"..신뢰도 '낙제점'』, 데일리카, 2019.7.31.
50) ANPRM, an Advance Notice of Proposed RuleMaking

치', '빔 스위치 장치', '방향 지시등 조작 유닛' 등은 ①과 ②에 동시 해당하고, '주차 브레이크 참조'는 ②에 해당하며, '브레이크 페달 조작'과 '브레이크 파워 어시스트 정의에서 운전자의 근육의 힘을 언급하는 특정 장치'는 모두 ①에 해당한다.

한편, 미국 연방 하원이 2017년 통과시킨 'Self Drive Act'(H.R 3388)는 자율주행차 제조회사에 대한 FMVSS 적용 면제를 내용으로 포함하고 있다. 즉, 제조회사는 자율주행차가 성능기준을 충족하는 적합한 설계 이상으로 안전하다는 사실을 NHTSA에 입증하면, 그 입증시점 이후에 판매되는 최대 2,500 대까지의 차량에 대한 FMVSS 규정 적용 면제를 NHTSA에 신청할 수 있다.[51]

우리나라의 경우 미국 FMVSS와 유사한 규정은 「자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙」[52]이라 할 수 있다. 다만, 우리의 경우에도 동 규칙에 자율주행차에 관한 사항은 아직 없으며, 문제해결을 위해 국토부가 자율주행차 전용 안전기준 제정을 준비하고 있다.

3. 미국 의회

앞에서 살펴본 바와 같이, 미국의 현행 FMVSS 기준은 브레이크 페달이나 운전대 등과 같은 많은 인간 운전자의 제어 장치를 필요로 하기 때문에 자율주행차를 규율하기 위해서는 새로운 연방 법률이 요구되는 실정이다.

공화당이 다수를 차지하고 있는 하원은 2017년 9월 만장일치로 'Self Drive Act'(H.R 3388)[53]를 통과시켰다. 그러나, 민주당 의원들이 자율

51) 제조업체는 첫 12개월 동안 25,000대 이하, 두 번째 12개월간 50,000대 이하, 세 번째 및 네 번째 12개월간은 각각 100,000대 이하의 자율주행차를 제조할 수 있다.
52) 자동차 구조기준 7개, 자동차 장치기준 21개, 자동차 부품기준 12 등 총 40개 항목으로 구성되어 있다.
53) 정식명칭은 「Safely Ensuring Lives Future Deployment and Research In Vehicle Evolution Act」 이다.

주행차의 안전 문제에 대해 충분한 조치가 없다고 이의를 제기하여 상원의 보완 법안인 AV START(S 1885)는 아직도 통과되지 못하고 있다. AV START에 따르면, FMVSS에서 면제해 주는 한 NHTSA는 자율주행차 제조회사들이 운전대나 브레이크 페달이 없는 자동차를 제작할 수 있도록 허용하고, 자율주행차 제조회사가 자신이 제조한 자율주행차의 안전성 평가 보고서를 DoT로 제출하여야 하는 의무사항[54]으로 규정하고 있다.

미국 상하원 입법(안) 비교

주요 내용	하원 입법(안)	상원 입법(안)
법안 명	Self Drive Act	AV Start Act
적용 대상	승용차, 상용차	승용차 (트럭 제외, 노조 반발 감안)
안전기준	법 시행 18개월 이내 자율차 안전기준 마련 착수	법 시행 6개월 이내 자율차 안전기준 연구 완료 및 그로부터 1년 이내 개정 완료
안전성 평가 보고서	Safety Assessment Letters	Safety Evaluation Report *판매 90일전 교통부 제출
안전성 평가 항목	DOT에 평가항목 및 평가서 제출시기를 정하도록 위임	9가지 항목 시스템 안전, 데이터 기록, 사이버 보안, HMI, 충돌안전성, 자율주행기능, 충돌 후 거동, 관련법 준수, 운영설계영역
면제 규정	최대 4년, 10만대 충돌기준 만족, 조향장치 필수	최대 5년, 8만대 요구사항 없음
사이버보안	적용 대상: 레벨 2이상 차량 보안 계획 수립 *미준수 시 미국 內 판매 금지	적용 대상 : 레벨 3이상 차량 보안 계획 수립, 취약점에 대한 자발적 정보 교환
개인정보보호	레벨 2이상 차량	해당 내용 없음

54) Self Drive Act(하원) : 안전기준 마련 전까지는 제조사가 안전성 평가 결과를 교통부에 제출하도록 의무화, AV START(상원) : 교통부에 자율주행차 출시 90전까지 안전성 평가 보고서를 제출하도록 의무화

	*미준수 시 FCC “개인정보보호 법” 위반으로 간주	
소비자 교육	해당 내용 없음	소비자 교육 실무 그룹 조성
시험 차량 관리	연방정부에 서류 제출 *기관이름, 주소, 기능설명, 보험 증서	해당 내용 없음

출처 : 국토부

그러나, AV START 법안은 2018년 12월 상원에서 의결에 필요한 60표를 얻지 못하고 114차 의회 종료와 함께 폐기되어, 법안 통과에 대한 전망을 어둡게 했다. Thune 의원과 Peters 의원은 2019년중에 법안을 다시 상정할 계획이라고 하지만, 지난 회기에서 이미 법안에 반대했던 민주당 의원들의 의견이 역전될 여지는 없기 때문에 중대한 사정변경이 없는 상황에서 동 법안을 통과시키는 어려울 것으로 전망된다.

AV START 법안의 내용이 주로 규제 개선 및 완화, FMVSS 규정의 면제범위 확대, 자율주행차 제조회사의 기술개발 촉진을 강조하고 있어, AV START 법안 제출이후 발생한 우버 자율주행차 사고 등 상황변화로 인해 자율주행차 안전규제 강화를 요구하는 측의 주장이 더욱 지지를 받을 수 있을 것으로 예상된다.

4. 미국 주 정부

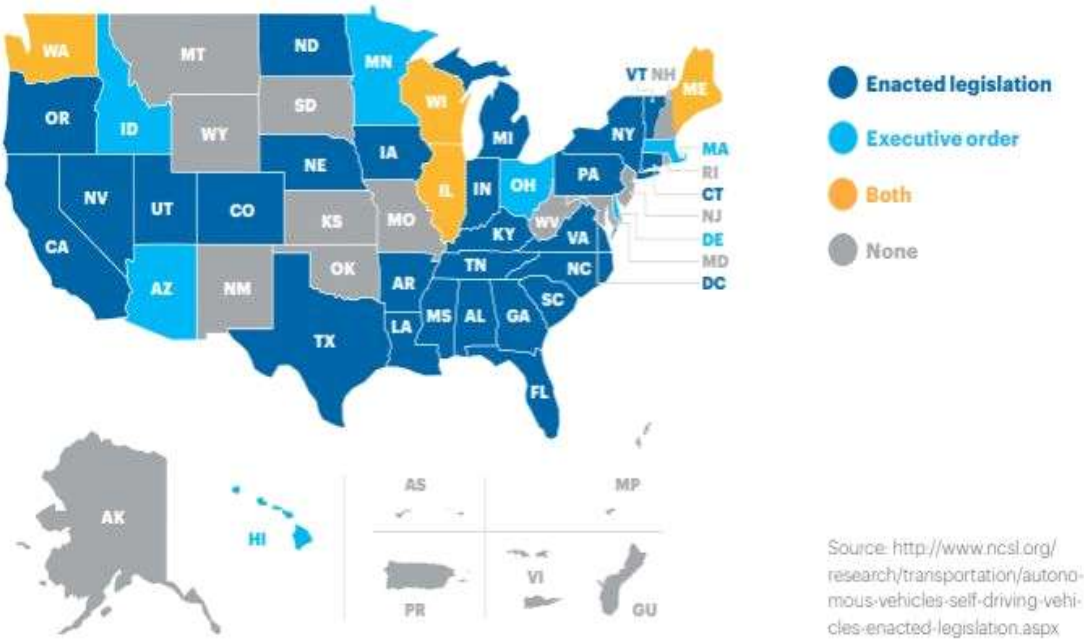
2019년 8월 현재, 미국에서 33개 주 정부가 자율주행차를 규율하기 위하여 법률을 제정하거나 행정명령을 공포해 시행하고 있다[55]. 이들의 공통적인 특징을 살펴보면, 연방정부 및 주정부의 법규정에 부합하고, 자동차보험에 가입하고 있는 한, 자율주행차의 시험운행을 허용하고 있으며, 일부 주정부는 보조 운전자의 자율주행차 탑승을 요건으로 추

55) Dentons, 『Autonomous Vehicles: US Legal And Regulatory Landscape』, Dentons US Autonomous Vehicles Whitepaper, 2019.8.1.

가하고 있다. 즉, 미국 주정부의 현행 법규정들은 대부분 자율주행차의 도로주행 시험을 허용하기 위한 요건을 규정한 것으로 도로주행시험과 관련한 준수사항, 신청절차, 요건 등을 다루고 있다.

미국 각 주는 레벨2의 자율주행차가 실제 도로상에서 일반주행하는 것을 허용하고 있고, 시험주행은 레벨3 자율주행차까지 허용하고 있다.

자율주행차 법률과 행정명령이 발효중인 주 정부



출처 : NCSL(National Conference of State Legislatures) 홈페이지(www.ncsl.org)

한편, 다수의 주정부가 각각 법령과 행정명령을 시행중인 상황에서, 각 주 정부의 정책에 일관성이 부족한 경우, 이것은 자율주행차 기술 개발 및 거래비용 등을 증가시켜 기술발전을 저해할 수 있다.

특히나 주 정부 수준에서, 자율주행차의 작동과 관련한 성능 테스트를 개별적으로 각각 개발하는 것은 상충작용 등으로 인해 막대한 비용이 소요될 수 있다. 실제, 일부 이해관계자들은 주정부의 설익은 규제가 의도치않게 주정부 정책간에 서로 다르거나 양립할 수 없는 복잡한 요구조건들을 초래할 수 있다고 주장한다. 즉, 어느 한 주정부의 규정을

준수하려고 하면 다른 주정부의 규정과의 상이성으로 인해 비용이 증가하고 기술의 경제성이 저하될 수 있다는 것이다.

이에, 2013년 NHTSA는 자율주행차와 관련된 각 주정부의 세부규정들이 모두 실제로 실현가능하다고 믿기는 어렵다고 주의의견을 표시한 적이 있다.

미국내 자동차 업계는 모든 주정부가 경쟁적으로 자율주행차 법령을 만들기 보다는, 보험회사, 제조업체, 소비자 그룹 및 다른 사람들과 긴밀히 협력하여 자율주행차 기술과 관련한 표준 및 기준 등을 개발할 것을 요구하고 있다. 아직까지 미국에서 여러 주정부의 다양한 법률로 인해 명시적인 문제점이 드러난 것은 없지만, 주정부 법률의 가이드라인이 될 수 있는 연방차원의 법률 제정이 필요한 실정이다.

(1) 노스다코다

자율주행차 법안이 2019년에 통과되어, 무인차량 운행 및 트럭 군집주행을 허용하고 있으며, 아직까지 노스다코다주 도로에서 자율주행차를 시험 운행한 사례는 없다.

(2) 노스캐롤라이나[56]

노스캐롤라이나는 완전 자율주행차의 운행을 승인하는 법안을 2017년 7월 의결하고, 2017년 12월부터 시행하고 있다. 완전 자율주행차 운행 규정을 만들기 위하여 주정부는 S.L.(Session Law) 2017-166(House Bill 469)을 개정하여 기존 법률 제20장(G.S. §20-400-403)에 새로운 제18조를 만들고, '완전 자율주행차 위원회'[57]도 신규로 설치했다.

---

56) Bridgestone, Daimler 및 Freightliner 등 자동차 관련 회사는 노스캐롤라이나주에서 26,000명 이상의 직원을 채용하는 등 노스캐롤라이나주는 미국에서 10위에 해당하는 자동차부문 고용규모를 자랑한다.

57) 주 정부 교통부 내에 위원회를 설치하고 17명의 위원을 둔다. 위원회 임무는 자율주행차 기술 문제 고려, 자율주행차에 대한 주 법률 적용 검토, 자율주행차 테스트에 관한 권장사항 작성, DOT 규정에 대한 권고 작성 등이며, 연간 4 회 이상 회의를 해야 한다.

이 법률은 완전 자율주행차의 운행요건으로, ① 연방 및 주정부의 법률과 연방 안전기준에 부합해야 하며, ② 충돌사고 발생 시 차량이 사고현장에서 정차하여 법 집행기관에 사고를 보고하고 허가받을 때까지 현장에 머물러야 하며, ③ 자동차가 '최소위험조건'[58]을 달성할 수 있어야 하고, ④ 법률에 부합하는 자동차책임보험의 적용을 받으며, ⑤ 자동차가 적법절차에 의해 등록되어 있을 것 등을 규정하고 있다.

노스캐롤라이나의 자율주행차 관련 법률 내용을 좀 더 살펴보자.

완전 자율주행차의 운행자 및 탑승자는 자동차 운전면허를 소지하고 있을 필요가 없고, 자율주행차 소유자가 해당 차량의 운행과 관련한 모든 위반행위에 책임을 진다. 또한, 당국의 관리·감독을 받지 않고 완전 자율주행차를 이용해 여행하려면, 차량 탑승자는 최소 12세 이상이어야 하는데, 12세 미만인 경우에는 18세 이상의 동승자에 의해 관리를 받는 경우에 완전 자율주행차에 탑승할 수 있다. 그리고, 주정부 외에 지방정부는 자율주행차나 자율주행 시스템이 장착된 자동차를 규율하는 법률을 제정할 수 없다.

한편, 2018년부터 턴파이크[59]는 롤리(Raleigh) 인근 'Triangle Expressway' 도로에서 무인 자동차를 테스트하고 있다.

(3) 네바다

네바다주에서는 2011년 6월부터 자율주행차 법률이 시행중이다. 이에 따르면, 주내에서 자율주행차를 운행하려면, 운전면허증을 소지하여야 하고, 자율주행차는 해당 차량이 운전자가 없는 상태에서도 자율주행 모드로 운행될 수 있음을 나타내는 인증서를 보유해야 한다. 한편, 자율주행차 판매자는 자율주행차 제조회사나 공인 기술 인증기관이 발행

58) 최소위험조건은 자율주행 시스템이 고장날 경우에 차량이 완전히 정지하게 되는 것을 의미한다.

59) North Carolina Turnpike Authority는 교통개선을 촉진하기 위해 주 교통부 산하기관으로 2002년 설립되어, 주 교통부 장관의 관리·감독을 받는다. 턴파이크는 고속도로 통행료를 이용해 교통 프로젝트의 예비설계 작업을 연구, 계획, 개발 및 수행할 수 있다.

한 인증을 받은 차량만을 판매할 수 있다. 또한, 자율주행차와 관련한 제조물책임과 관련해서는, 차량을 타사가 개조하여 발생한 손해에 대해서는 원래의 제조업체가 책임을 지지 않는다는 원칙을 견지한다.

(4) 네브라스카

2018년 4월, 주 의회는 자율주행차가 교통법규와 자동차 안전규정을 준수하여 운행되는 것을 전제로 주 내에서 자율주행차를 시험운행할 수 있는 방법을 규정하였다. 이에 따르면, 자율주행차에는 인간 운전자가 탑승하거나 탑승하지 않을 수 있지만, 인간 운전자가 탑승하는 경우에는, 운전면허를 소지하고 있어야 하며 법적으로 유효한 자동차책임보험을 적용받고 있어야 한다. 또한, 법률은 주문형 교통[60] 및 대중교통을 포함해 사람이나 물건을 운송하는 온디멘드 자율주행 네트워크의 운영을 허용한다.

(5) 뉴욕

뉴욕은 자율주행차 시험운행 규제가 매우 엄격하다. 2017년에 통과된 법률에 따라 모든 자율주행 테스트는 주 정부 자동차국의 승인과 뉴욕주 경찰의 감독을 받아야 한다. 보다 완화된 내용으로의 법률 개정에 대한 요구가 있었지만, 실제 입법으로 현실화되지는 못했다.

(6) 뉴햄프셔

Chris Sununu 주지사는 주 내에서 자율주행차를 시험운행하는 것에 부정적인 견해를 가지며 2018년에 자율주행차의 운행을 허가하는 절차를 수립하는 법안을 거부한 적이 있다. 그러나 주지사가 뉴햄프셔주안에서 자율주행차 운행을 완전히 배제한 것은 아니며, 자율주행차 안전

60) for-hire transportation : 수요자가 사전에 선택한 출발지 및 종착지 등에 따라, 한 명 이상의 승객, 물건 등을 운송하는 것을 말한다. 기존 대중교통 수단과 다르게, 고객이 출발지 및 목적지를 선택할 수 있으며, 서비스 제공업체가 지정한 범위내에서 고객이 제한된 선택을 할 수 있다는 점에서 자가 승용과는 상이하다.

규제가 강화된 법안인 경우 서명하는 것을 고려할 수 있다고 밝혔다.

(7) 루이지애나

2019년 통과된 루이지애나 법률은 자율주행차와 자율주행트럭 군집주행 모두를 허용한다. 주 법률은 자율주행차가 200 만 달러 상당의 자동차책임보험의 적용을 받고 주정부 교통부의 인증을 받은 경우 주 내에서 자율주행차의 운행이 가능하다.

(8) 메릴랜드

자율주행차를 명시해서 관할하는 법률이 없지만, 메릴랜드주 교통부는 자율주행차 기술에 대한 운영자의 자체 인증과 5 백만 달러의 자동차책임보험 적용 등 승인요건이 포함된 자율주행차 운행 규정을 가지고 있다. 메릴랜드주에서는 Olli의 제조업체 인 Local Motors가 처음으로 자율주행차(토스터 모양의 차량) 시험운행 승인을 받았다.

(9) 메사추세츠

Charlie Baker 주지사는 자율주행차 관련 법령이 없는 상황에서, 2017년에 관련 행정명령을 발령하였으며, 이에 따르면, 자율주행차의 최대속도 설정, 운행영역 제한 등 자율주행차 운행에 대한 광범위한 요건들을 열거하고 있다. nuTonomy와 Optimus Ride는 이미 1년 넘는 기간동안 보스턴에서 자율주행차를 테스트하고 있다.

(10) 메인

메인에는 자율주행차를 허용하는 법규정이 아직 없다. 그러나, 2018년에 통과된 법률은 공식적인 방법에 의한 자율주행차 테스트 절차 등을 개발하려는 목적으로 한 자율주행차 위원회의 설립을 그 내용에 포함하고 있으며, 동 위원회는 주 정부기관들과 자율주행차 업계 간 이해

관계를 조정하고 협의한다. 한편, 동 위원회는 법률에 따라, 2020년 1월 15일까지 최초로 진행 상황 서면 보고서를 발간해야 하고, 2022년 1월 15일까지는 법안 제안이나 권고 사항을 포함하는 최종보고서를 발간해야 한다.

(11) 미네소타

미네소타도 자율주행차를 명시적으로 규율하는 법령이 현재는 없지만, 주 교통부는 주 내에서 운행되는 모든 자율주행차는 현행 주정부의 법률을 준수해야 한다는 입장이다. 그러나 2018년에 자율주행트럭 군집주행을 규제하는 법률이 제정되었고, 이와 동시에 당시 주지사는 커넥티드카 및 자율주행차에 대한 주지사의 자문위원회를 창설해 동 위원회가 자율주행차의 장단점을 연구하고 자율주행 기술의 발전방향을 권고하도록 하는 것을 내용으로 한 행정명령을 발령했다. 이에 따라, 위원회는 자율주행차의 미래 전망, 자율주행차 규율 법안 초안을 포함한 보고서를 발간했으며, 다만, 주 의회는 아직까지 법안 문제에 대하여 결정을 내리지는 않았다. 한편, 동 자문위원회는 2019년 후반 자율주행차에 대한 권장사항을 추가로 발표할 계획이 있다고 알려져 있다.

(12) 미시건

미시건주는 미국의 모든 주 중에서 처음으로 자율주행차의 시험운행과 사용, 판매에 이르는 모든 사항을 법제화한 것으로 유명하다. 2016년 12월 주 의회는 자율주행차 제조회사 직원이나 대학 연구원이 운행하는 자율주행차의 시험주행을 허가하는 법률을 의결했다. 동 법률에 따르면, 자율주행차는 사전에 정해진 지역안에서 운행되어야 하고 충돌알림 기술이 차량내에 장착돼 있어야 한다. 한편, 자율주행차의 테스트에 있어, 사람을 위한 운전대, 브레이크 페달, 앞좌석 등이 없는 차량의 적용도 가능하다. 한편, 미시건에는 세계 최초의 자율주행차 전용 시험단지로서, 4마일 이상의 자율주행 시험주행용 도로를 갖춘 Mcity가 조성되어 있다.

(13) 버지니아

버지니아는 자율주행차와 관련된 법률이나 규정은 없지만 자율주행차의 테스트 및 출시 등을 장려하는 데에 있어 주정부가 적극적인 역할을 수행중이다. 주정부는 버지니아 고속도로(70마일)를 'automated corridors'로 지정하고, 도로에 자율주행 테스트를 지원하기 위한 고해상도 매핑 및 데이터 수집이 가능한 시스템을 갖추었다. 버지니아주는 연방 및 주정부의 법령을 준수하는 한, 주 정부에 관련 규정이 있는지 여부에 관계없이 자율주행차를 운행할 수 있는 대표적 예이다.

(14) 아이오와

아이오와에서는 자율주행차가 자동차보험의 기본적인 요구사항들을 충족한다는 전제조건하에, 완전 자율주행차의 운행을 허용하는 법률이 2019년에 통과되었다. 한편, 주 교통부는 주 내 모든 고속도로에 대한 고해상도 맵핑을 완료하였다.

(15) 알칸사

2017년부터 시행중인 주 법률에 따라 운전자가 탑승하는 트럭 군집주행이 가능하며, 2019년 3월 주 의회는 의회가 승인한 파일럿 프로그램 하에서 자율주행차 제조회사가 최대 3대의 자율주행차를 운행할 수 있다는 것을 내용으로 하는 법률을 통과시켰다.

한편, 알칸사주에서는 월마트가 Waymo의 자율주행차를 이용해 고객을 집에서 픽업해 월마트로 데려온 후 쇼핑이 끝나면 다시 고객의 집까지 운송해 준다거나, 포드의 자율주행차를 이용해 온라인으로 주문한 고객의 집으로 식료품을 배송하는 서비스를 추진・시행하고 있다.

(16) 앨라바마

2017년에 주 의회는 자율주행차 법률위원회를 만들었으나, 앨라바마는 아직까지 자율주행차(승용) 관련 법규정은 없다. 반면, 주정부는 자율주행트럭 군집주행에 관해서는 법률을 제정하여 시행하고 있다. 한편, 2019년 3월 주 의회 산하 자율주행차 법률위원회는 자율주행차의 운행을 명시적으로 허가하는 법안을 소개하기도 하였고, 이에 주정부 관계자들의 자율주행차에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 한편, 주정부 교통부는 2017년 앨라바마 대학교와 공동으로 자율주행차 활용법 등에 관한 연구에 착수한 바 있다.

(17) 애리조나

애리조나는 행정명령 형식을 통해 미국에서 가장 느슨한 자율주행차 규율체계를 가지고 있다. 즉, 주에서 자율주행차 시험운행을 실시하기 원하는 자율주행차 제조회사는 연방 및 정부의 법률에 부합한다는 조건만 충족하면, 주 교통부에 통지하기만 하여도 자율주행차의 주행 테스트를 할 수 있다. 이러한 상황으로 인해, 애리조나에서 Waymo 등 굴지의 자율주행차 회사가 시험운행을 실시하고 자율주행차를 활용한 서비스 공급을 계획하는 등 애리조나는 자율주행차 혁신의 근거지로 자리매김하였다.

(18) 오레건

오레건은 아직까지 자율주행차 법률은 없지만 2016년에 제정된 법률에 따라 자율주행차 TF를 만들어 2019년 자율주행차 법률 권고안을 발표하기도 하였다. 이를 바탕으로 제안되어, 현재 심사 중인 법률 House Bill 2770은 자율주행차의 등록과 보험 요건을 포함해 법률에 대한 많은 권고사항을 법규정으로 체계화하였다.

(19) 오하이오

2018년 주지사 행정명령에 따라 주정부는 주 교통부 산하에 새로운 조

직으로 DriveOhio를 신설하고 자율주행차 제조회사는 DriveOhio에 등록하고 운전석에 운전자가 탑승시키는 한 자율주행차를 시험 운행할 수 있다. 이에 따라, 더블린, 콜럼버스, 메리스빌, 아테네 등 4개 도시는 자율주행차 테스트를 위해 DriveOhio와 업무협약을 체결하였고, 주정부는 커넥티드카 기술 개발 지원을 목적으로 주를 관통하는 U.S. Route 33을 'Smart Mobility Corridor'로 지정하였다.

(20) 워싱턴 DC

워싱턴 DC는 2013년 1월부터 자율주행차 시험주행 관련 법률을 시행중이다. 주 법률은 자율주행차에 대해 "운전자가 차량을 직접 제어하거나 조작하지 않고도, 시스템이 스스로 도로를 탐색하고 차량의 제어장치 등을 해석할 수 있는 차량"으로 정의한다. 법률에 따르면, 자율주행차를 운행하기 위해서는 차량내부에 운전자가 보조기능으로서 탑승하고, 운전자가 언제라도 자율주행차를 직접 제어할 수 있는 수동 기능이 있어야 하며, 특별구의 교통법규를 준수하여야 한다. 한편, 자율주행차와 연관되는 제조물 책임과 관련해서는, 일반자동차가 제3자에 의해 자율주행차로 변경된 경우 일반자동차의 제조회사는 차량 변경으로 인한 결함이나 차량 변경으로 설치된 장비때문에 발생되는 문제에 대하여 책임을 지지 않는다. 이는 차량개조로 발생한 문제의 책임을 차량을 개조한 자에게 부과하는 네바다주의 법률 취지와 유사하다.

(21) 위스콘신

위스콘신은 2017년 행정명령을 공포하여 자율주행차 법규 마련을 제안하였다. 2018년 주 의회 산하 위원회는 주정부의 감독권한, 운행신청절차, 자율주행시스템 보조 운전자 요건 등이 포함된 자율주행차 관련 권고사항을 제시하였다. 이러한 내용들을 토대로 현재 자율주행차 법률을 제정하기 위한 논의가 진행중이며, 그런 과정에 위원회는 현행 주 법률이 "자율주행차 운행을 금지하고 있지는 않다"는 의견을 개진했다. 위스콘신은 버지니아와 유사하게, 자율주행 법령이 없음에도 불

구하고, 주에서 자율주행차의 시험운행이 가능한 지역이다.

(22) 유타

유타의 경우, 2019년 3월부터 시행중인 주 법률에 따라 유타 도로에서 무인 자동차의 운행이 가능하다. 주 법률은 운전자의 정의개념에 자율주행차량의 시스템까지도 포함시켜 이를 확장시켰다. 주 법률에 따라, 법률에 적합한 보험을 적용받는 자율주행차의 운행이 가능하다. 유타는 솔트레이크시에서 2019년 4월 제한적으로 자율주행셔틀 시험운행을 시작했다.

(23) 인디애나

인디애나에서는 2017년 법률에 따라 트럭 군집주행이 가능하다. 주정부가 자율주행TF를 구성해 여기서 자율주행차의 운행을 승인하는 것을 내용으로 하는 법률안의 제정 노력이 한때 있었지만, 주 의회에서 통과되지 못하였다.

(24) 일리노이

일리노이에서는 행정명령에 근거하여, 자율주행차 운행이 가능하다. 동 행정명령에 따라, 자율주행차를 시험운행하기 위해서는 주 교통부의 승인을 받고, 자율주행차 제조회사의 운전사가 시험운행하는 자율주행차에 탑승하여야 한다. 한편, 올해 제안되었던 법률안은 인간 운전자가 없는 무인자동차의 시험운행을 허용하는 것이 내용이지만, 새 주지사가 동 법안에 대해 유보의사를 나타냄에 따라 통과가 확실하지 않다.

(25) 조지아

2017년 법률에 따라 조지아에서 자율주행 승용차 및 자율주행 트럭의 운행이 모두 가능하다. 법률에 의하면, 법적으로 유효한 자동차보험이

적용되고 차량이 주정부 DMV에 적법하게 등록되어있는 한, 자율주행차 운행이 가능하고, 자율주행차에 탑승하는 사람은 운전면허증이 필요하지 않다. 현재, 12인용 Navya 자율주행 셔틀[61] 등 여러 자율주행 셔틀 프로젝트가 조지아에서 착수 단계에 있다.

(26) 캘리포니아

캘리포니아는 법률에 따라 자율주행차의 시험운행 등을 규율한다. 최근 주는 법률을 개정하여, 당초 모든 자율주행차 주행 테스트에 대해 보조 운전자의 차량 탑승을 요구했던 것을 보조 운전자의 탑승없이 자율주행차 주행 테스트를 허용하는 것으로 요건을 변경하였다. 주에서 자율주행차를 시험주행하려면, 주 DMV에 신청하고 특정 요구사항들을 충족하여야 한다. 자세한 내용은 다음 '6. 자율주행차 시험운행 요건 비교'부분에서 후술한다. 한편, 최근까지 60개가 넘는 자율주행차 제조회사들이 주에서 자율주행차 시험운행 허가를 받았고 이중 일부는 주에서 로보택시 서비스를 도입할 계획도 추진중이다.

(27) 콜로라도

콜로라도는 주에서 자율주행차를 시험운행하려는 기업들에게 비교적 호의적인 제도를 운영하고 있다. 2017년 주 법률에 따르면, 연방 및 주정부의 법률에 적합한 경우, 주에서 자율주행차의 운행이 가능하다. 혹시라도, 자율주행차 제조회사가 특정주의 법이나 연방법을 준수할 수 없을 경우, 동 회사는 주 교통부를 통해 자율주행차 시험운행에 해당 법률적용이 면제될 수 있는지 여부를 확인할 수 있다.

(28) 코네티컷

자율주행차 법률이 갖춰진 미국 주 중에서 코네티컷이 가장 엄격한 규제내용을 가지고 있다. 자율주행차 운행자는 주정부의 다단계적인 승

61) 마르타 철도역과 애틀란타 도라빌 교외의 복합개발구역을 통과한다.

인 절차를 거쳐야 하며, 주 교통부 산하 위원회가 지정한 4개 지방자치단체에서만 시험운행이 가능하다.

(29) 테네시

2017년 법률에 의해, 테네시에서 자율주행차를 운행하려면, 자동충돌기록과 알림기술을 갖추고, 인증된 자율주행차량이어야 한다. 테네시는 자율주행차 부문에서의 협업과 혁신을 확산시키기 위하여 정부기관, 대학, 관련 기업등으로 이루어진 TennSMART 컨소시엄을 구성·운영하고 있다.

(30) 텍사스

텍사스는 자율주행차에 친화적인 규제 환경을 가지고 있다. 2017년 주 법률에 따르면, 차량에 충돌기록장치가 있고 적법한 자동차보험의 적용을 받고 있는 한, 자율주행차의 운행이 가능하다. 주 내 오스틴, 휴스턴 등에서 Waymo, Nuro 등이 자율주행차를 테스트하고 있다. 한편, 텍사스에서는 올해 1월 자율주행차 충돌사고 시 차량 제조회사의 책임 증가, 자율주행차 판매자에게 고장경보 시스템과 최신 소프트웨어 장착의무 부과 등의 내용을 담은 법률 개정안이 제안된 바 있다.

(31) 펜실베이니아

펜실베이니아 교통부는 명시적인 자율주행차 관련 법률이 없는 상황에서, 자율주행차에 대한 자발적인 규제절차를 만들어 자율주행차 시험운행을 도모중이다. 이에 따라, 피츠버그가 자율주행차 주행 테스트의 메카로 부각중이며, 최근 Argo AI, Uber, Aptiv, Aurora Innovation 등이 피츠버그에서 자율주행기술을 테스트하고 있다.

(32) 플로리다

플로리다에서는 주 법률 중 자율주행차 시험운행과 기술 개발을 촉진하기 위한 'House Bill 311: 자율주행차' 개정안이 2019년 6월 통과(2019년 7월 시행)되었다. 캘리포니아와는 대조적으로 주 정부의 자율주행차 운행 허가 및 관리·감독 권한을 제한한 것이 개정 법률의 특징이며, 이와 관련하여 자율주행차 테스트 회사에 대한 주정부의 점검 및 인증, 그리고 인간 운전자 탑승을 의무화하지 않고[62] 있는 것을 그 예로 들 수 있다. 주 법률에 따르면, 자율주행차 제조회사 및 자율주행차 소유자는 100만 달러 이상의 자동차보험에 가입해야 하고, 자율주행차 주행 시 사고가 발생하면, 즉시 사법기관에 신고하거나 해당 차량에 자동신고 시스템을 구축해야 한다. 캘리포니아보다 비교적 느슨한 규제로 인해, 스타스키 로보틱스 같은 회사는 캘리포니아에 본사를 두고 있지만, 플로리다에서 자율주행 테스트를 추진하고 있다.

(33) 하와이

하와이는 행정명령을 공포하여 주정부가 "새로운 자율주행차량의 시험운행과 출시 목적의 사업에 개방적임"을 분명히 하고, 주정부 내 여러 부서가 모든 자율주행차 테스트 회사와 협력하도록 주문하고 있다. 다만, 하와이 대학에 전용 연구소까지 개설했지만, 아직까지 하와이에서 자율주행차의 시험주행은 없었다. 한편, 올해 제안된 House Bill 1183 법안은 자율주행차 규제 프로세스를 보다 명확하고 간결하게 만드는 것을 주요내용으로 하고 있다.

5. UN 등 세계 각국

가. UN

자율주행차 제도와 관련하여 UN은 그 산하에 'UN-ECE-WP29'와 'UN-ECE-WP1' 등 2개의 작업반을 두어 각각 자율주행차 안전 국제기준 제정과 자율주행차 도로운행 규약 제정을 논의하고 있다.

62) 레벨4와 레벨5 자율주행차에는 인간 운전자가 탑승하지 않아도 된다.

특히, ‘UN-ECE-WP29’에서는 내부적으로 각국 관계자들간 실무협의를 진행하기 위한 협의체로서 ITS/AD와 ACSF를 구성[63]하고, 이중 IG-ITS/AD에서는 자율주행차 기술단계 정의 등을, IG-ACSF에서는 자동명령조향기능(ACSF)의 안전기준과 평가에 관한 사항 등을 협의중이다.

우리나라는 국토부가 자동차안전연구원과 협력하여 UN 산하 ‘UN-ECE-WP29’에 공동으로 참여해 우리 정부의 자율주행차 관련 정책을 발표하는 등 자율주행차 안전기준 국제조화 작업에 적극 관여하고 있다.

IG-ACSF는 자율주행 기술 개발을 지원하기 위하여 ACSF가 작동되기 위한 속도제한 요건의 상향을 검토하고 있다.

ACSF는 자동차 센서 등으로 주행상황을 판단하고 이를 근거로 조향장치를 자동 작동시키는 기능으로, 자율주행차 분야에서 ACSF 주요기준으로 검토되는 내용은 운전자가 운전대를 조작하고 있지 않은 상태에서 자율주행차를 차선 내로 자동적으로 유지하도록 하는 기능의 기준에 관한 것이다.

한편, 현행 법규정은 저속주행이나 주차를 위한 주행속도 10km/h 이하의 상황에서만 ACSF가 작동되도록 속도를 제한하고 있다.

지난해 3월 ‘UN-ECE-WP29’는 정기총회를 개최하여 몇 가지 의미있는 성과를 도출했다. 그 내용은 SAE의 정의를 일부 보완해 UN차원의 자율주행 기술단계별 정의를 확립했다는 것, 자율주행차 안전성 검증 평가전담 TF를 구성하였다는 것 등이다.[64]

---

63) ITS/AD : Intelligent Transportation System/Automated Driving
ACSF(자동명령조향기능) : Automatically Commended Steering Function

64) 국토교통과학기술진흥원, 『자율주행자동차 국제기준 제정을 위한 안전기준 동향』, 기획논단, 2018.1.

나. 독일

독일은 2017년 6월 시행된 개정 도로교통법을 통하여 완전 자율주행차 수준의 기술 이용을 허용하고 있다.

동 법률에 따르면, 운전자는 레벨3 자율주행차와 레벨4 자율주행차의 운행이 가능하다. 다만, 이를 위해서는 운전자가 차량을 즉각 통제할 필요가 있거나 자율주행차가 그 시스템 상의 한계초과로 문제가 발생하는 경우 운전자가 차량을 직접 제어할 수 있도록 해당 자율주행차량이 운전자경고 시스템을 장착해야 한다는 요건을 충족해야 한다. 또한, 자율주행차는 블랙박스를 장착해 주행 데이터가 기록되도록 하여야 한다. 이를 통해 차량사고 발생 시 운전자나 자율주행시스템의 통제여부 및 사고책임 소재를 판단할 수 있다.

한편, 독일 정부는 그간 자율주행 분야의 기술발전 내용을 반영하고 자율주행차 사고에 대한 책임문제와 차량 주행 및 운전자 정보 등에 대한 보호규정 정비를 위해 법 개정을 검토하고 있다.

다. 우리나라

우리나라는 2016년 2월부터 자율주행 임시운행 허가제도를 시행하고 있다.

법률을 근거로 내용을 살펴보면, 자동차관리법에 의해 시험·연구 목적으로 자율주행차를 운행하려면 안전운행요건을 갖춰 국토부의 허가를 받아야 하고, 시험운행 중 교통사고가 발생하면 즉시 국토부에 보고해야 한다.

자율주행차의 안전운행요건에 대해서는 자동차관리법 시행규칙이 구체적으로 정하고 있는데, 그 내용은, 『자율주행기능 고장 감지·경고 장치를 갖출 것, 자율주행기능 해제 장치를 갖출 것, 운행정보 저장 장치

를 갖출 것, 자율주행 표지를 부착할 것』 등이다.

또한, 자동차관리법 시행규칙에 따라 자율주행차의 임시운행에 필요한 세부요건 및 확인방법 등 안전운행요건을 정하기 위해 '자율주행자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정'(국토부고시)을 시행하고 있다. 다만, 동 고시 규정은 자율주행차에 필요한 기계설비나 안전장치 등에 관한 내용이 부족하다는 것이 한계로 지적된다.

한편, 국토부는 2017년 12월부터 자동차안전연구원으로 하여금 UN의 자율주행차 안전기준 제·개정 논의에 적극 참여하도록 함으로써, 국내의 자율주행차 안전기준 마련뿐만 아니라 이를 국제적인 조류 및 기준에 부합하도록하기 위한 노력도 병행하고 있다.

또한, 국토부는 자동차안전연구원을 통해 '자율주행자동차 3대(주행·고장, 통신·보안, 제어권전환) 핵심 안전성′ R&D를 수행하고, 2018년 말 자율주행차 제작에 관한 안전기준(초안)을 마련하였다. 현재, 국토부는 동 안전기준(안)을 바탕으로 UN 자율주행차 안전 국제기준과 조화를 이루는 레벨3 자율주행차의 안전기준 제정을 검토중에 있다.

안전기준은 다음과 같은 내용들에 대해 검토될 것으로 보인다.

우선, 주행에 관해서는 자율주행차의 차선 유지・변경 기능에 관한 것으로서, 전방 자동차와의 이격거리, 최대속도, 끼어들기 및 교통정체 대응 방식, 차선변경 시 속도, 전방 자동차 정지 시 대응 방식 등에 관한 사항을 다룬다.

다음으로, 고장(이상상황)과 관련해서는, 긴급 및 돌발상황에서 위험도를 감소시키고 안전성을 증가시키기 위한 대응 기준에 관한 것으로서, 고장 등 발생 시 운전자에게 경고, 감속 및 갓길정차 등 차량의 최소기능 유지 등의 내용이 포함된다.

통신보안(사이버보안)과 관련해서는, 자율주행 시스템의 데이터보안 안전성을 확보하기 위한 기준으로서, 자율주행 데이터 송수신 시 보안서명, 주기적인 보안 업데이트 등을 예로 들 수 있다.

마지막으로, 제어권 전환과 관련해서는, 제어권을 전환하기 위한 조건 및 방법으로서, 제어권 전환을 위한 충분한 시간과 전환 시 시스템의 위험최소화운행 기준, 제어권 전환 알림 방법 등을 포함한다.

한편, 자율주행차의 안전기준과 관련하여 '자율주행차 융복합 미래포럼'이 발표한 '자율주행차 제작 가이드라인'을 눈여겨 볼 필요가 있다.

동 가이드라인은 자율주행차 안전기준의 방향성을 제시하고 있는데, 이에 따르면, 자율주행차 개발 안전요소를 '시스템·주행·운전자안전' 3개 부문(11개 항목)으로 제시했으며, 자율주행차 운행 전 제조회사가 자발적으로 자체적인 안전평가를 시행할 것을 권고한다.[65]

6. 자율주행차 시험운행 요건 비교

캘리포니아주에서는 2018년 기준 세계 각국의 자율주행차 62개[66] 제조회사가 자율주행차 도로 시험주행 허가를 얻는 등 자율주행차의 주행 테스트가 매우 활발한데, 여기서, 캘리포니아주와 우리나라의 자율주행차 시험운행 요건을 비교해 살펴보자.

한편, 아래의 표는 기업들이 캘리포니아주에서 시험운행 중인 자율주행차에 대한 2018년 데이터(기업들이 주정부에 제출)이다.

---

65) (시스템안전) ①시스템 안전, ②운행조건 및 작동설계영역, ③사이버보안, ④통신안정성, ⑤자율주행협력시스템 안전 / (주행안전) ⑥주행 안전, ⑦비상상황 대응,⑧자율주행협력시스템 주행 안전, ⑨충돌 후 시스템 거동, ⑩데이터 기록시스템 / (운전자안전) ⑪교육 및 훈련(국토부 보도자료, 2018.12.18.)

66) 'Uber Elevate Summit 2019'에서 미국 교통부장관이 밝힌 내용에 따르면, 2019년 6월 현재, 미국 36개 주에서 80개가 넘는 회사가 1,400대 이상의 자율주행차 및 트럭 등을 테스트하고 있으며, 이 중 캘리포니아주에만 62개 회사가 테스트에 참여하고 있다.

캘리포니아주 공공도로에서의 자율주행 시험 실적(2017.12～2018.11)

순위	회사명(주요거점 소재지)	주행거리(km)	사람의 개입빈도(km/횟수)
1	Waymo(미국)	2,021,326	17,730.9
2	GM크루즈(미국)	720,374	8,376.5
3	Apple(미국)	128,337	1.8
4	Aurora(미국)	50,163	152.4
5	Zoox(미국)	49,510	3,094.4
6	Nuro(미국)	39,717	1,654.9
7	AutoXtechnologies(미국)	36,548	307.1
8	Baidu(중국)	29,118	330.9
9	Pony.ai(중국)	26,322	1,645.2
10	WeRide(중국)	25,226	283.4

출처 : 니혼게이자이신문

우리나라의 경우, '자율주행자동차 안전운행 요건 및 시험 등에 관한 규정'(국토부고시)에 따른 자율주행차 시험운행 요건의 주요내용은 자동차보험에 가입할 것, 충분한 사전 주행을 실시할 것, "자율주행자동차 시험운행"의 글자를 표시할 것, 운행기록 장치를 장착할 것, 영상기록장치를 설치할 것, 운전자를 지정해 운행할 것, 다른 자동차와의 연결금지 등이다.

한편, 2018년 4월 시행된 캘리포니아주 법률 SB(Senate Bill) 1298에 따르면, 원칙적으로 자율주행 시스템의 고장 또는 긴급상황에 대응이 가능하고, 인간 운전자에게로 제어권 전환이 가능한 경우 운전자가 운전석에 탑승하지 않아도 자율주행차의 시험운행이 가능하다.

구체적으로 요건을 살펴보면, 자율주행차를 시험운행하려면, 500만 달러 상당의 보험에 가입되어 있음을 증명[67]해야 하고, 시험운행 ODD를 주정부에 알려야 하며, 차량내에 데이터기록장치를 장착하여야 하고,

67) 네바다주와 플로리다주도 자동차보험 가입이 의무사항이다.

연간 제어권전환 보고서와 함께 사고발생시 사고보고서를 제출하여야 하며, 매년 11월까지 1년간의 자율주행차 시험주행 거리와 사람이 차량 운전에 개입한 횟수 등을 주정부에 보고해야 한다.

한편, 캘리포니아주는 행정명령을 통해서도 자율주행차에 대한 실무기준을 제시하고 있다. 이에 따르면, 원래 자율주행차 시험 운행 시 운전자 탑승을 의무화했었지만, 2017년 행정명령 개정으로, 시속 35마일 미만으로 주행하는 자율주행차에 대해서는 탑승 운전자, 운전대, 엑셀 및 브레이크 페달 등이 없는 차량의 시험운행이 허용되었다.[68]

자율주행차 시험운행 요건 비교

구분	대상	우리나라	캘리포니아
법안명		자율주행자동차 안전운행요건 및 시험등에 관한 규정(국토부고시 2017-198)	SB 1298
일반 기준	보험가입	적절한 보험	5백만 달러 보험
	사전 시험주행	충분한 사전주행	-
	장치 확인 시험	시험운행 확인 및 검증	운용설계범위 검증
	식별표시 부착	시험운행 표지부착	-
구조 및 기능	고장감지 및 운전자 우선 자동전환	○	○
	추가 안전장치	최고속도제한기능 전방추돌방지기능	-
	운행기록장치	교통안전법상 장치	데이터기록기
	영상기록장치	영상기록장치	-
운행 기준	탑승인원	1명 탑승	1명 탑승
	사고발생 보고	사고발생 시 보고	사고 후 10일 이내
허가구역		전국 모든 구간	신청한 도로

출처 : 교통안전공단

68) 국회입법조사처(박준환), “자율주행자동차 관련 국내외 입법·정책 동향과 과제”, 2017.12.27

Ⅵ. 자율주행 자동차의 사고 책임 및 보험

1. 문제인식

자율주행차는 인간 운전자가 아닌 일종의 인공지능이 운행에 관여하기 때문에, 많은 사람들이 실제 도로위에서 자율주행차를 운행하거나 자율주행 시스템이 작동중인 자동차에 탑승하다 사고가 나는 경우 다소 복잡한 고려를 할 수밖에 없다.

우선, 자율주행차의 소유자로서 차량에 탑승한 사람은 해당 차량을 직접 운전하지 않아도 그 자율주행차에 대한 소유 및 사용권을 가지고 있고, 한편, 자율주행차 제조회사는 차량을 소유자에게 양도하기 이전에 자율주행 시스템을 제작했지만 차량의 운행에 직접 관여했다고 볼 수 없는 점 등의 문제로 인해, 자율주행차 사고에 대한 책임과 보험문제가 다소 복잡해질 수 있다.

즉, 자율주행차 탑승자가 직접 운전대를 잡거나 해당 차량을 조작하지 않았다고 하더라도, 차량 주행 중 전방을 주시하지 않은 책임 등으로 인해 사고 책임이 탑승자에게 귀속될 수 있고, 반면, 자율주행 시스템 기술이 사고발생을 예측하지 못한 부분은 자율주행차 제조회사의 책임으로 귀속될 수 있다.

한편, 자율주행 시스템의 복잡성으로 인하여 차량사고의 원인을 파악하는 것만도 상당한 어려움이 초래될 수밖에 없다. 즉, AI, 센서, 라이다, 레이더, V2X 통신 등 다양한 기술이 조합하여 차량 주변의 도로와 교통상황 정보를 감지하고 차량행동을 결정하므로, 사고 발생 시 자율주행 시스템의 오작동이 있었는지(있었다면 이것이 차량사고와 얼마나 어떤내용으로 관련이 있는지 등을 포함) 여부나 시스템의 과실 여부를 객관적으로 증명하는 것이 곤란할 수 있다.

아울러, 자율주행 기술 도입으로 자동차 사고의 발생 가능성이 줄어들면 자동차보험에 대한 가격인하와 함께 보험가입 의무에 대한 변화 요구가 증가할 것이다. 자동차보험료의 경우 연령, 운전경력 등 인간 운전자의 오류, 부주의, 태만 등을 가정해 요율을 산정하는 방식에서 벗어나, 자동차에 탑승한 인간 운전자가 아닌 자동차 자체의 기술 및 시스템의 안전성을 평가하는 새로운 방식과 기준이 필요할 수도 있다.

여기에 더 붙여, 자율주행차 사고에 대한 상기와 같은 자동차손해배상보장법 논의 외에도 제조물책임법에 의한 자동차 제조회사의 손해배상책임범위, 인터넷으로 대표되는 온라인 못지않은 사이버 해킹으로 인한 데이터보호 문제 등 변화요소가 다양하게 존재한다.

다음에서는, 세계 주요국들이 자율주행차 사고 책임과 이와 관련한 보험문제를 어떻게 다루고 있는지 알아본다.

2. 자동차 사고책임 문제[69]

이론적으로 살펴보면, 자동차 사고에 있어 운전자의 불법행위 책임과 관련하여, 3가지 원칙론적 논의로 구분할 수 있는데, 그것은 전통적인 과실책임(traditional negligence), 노폴트 책임(no-fault liability), 무과실 책임(strict liability) 등이다.

'전통적인 과실책임주의'에 있어, 불법행위의 구성은 의무의 존재와 그 의무의 위반, 그리고 의무위반과 결과 간 인과관계 등으로 이루어진다. 자동차 운전자는 운전 중 합리적인 주의를 기울여야할 의무가 있고, 만약 운전자가 합리적인 주의의무를 위반하고, 그 위반으로 인해 상해가 발생한 경우 해당 운전자는 동 상해에 대하여 책임이 있다.

예를 들어, 한 사람이 평소 게으르거나 느긋한 성격 때문에 자신이 소유한 자동차의 브레이크를 수리하지 못했고, 그것으로 인해 브레이크

69) James M. Anderson, 등, 『Autonomous Vehicle Technology - A Guide for Policymakers』, RAND Corporation(2014)

에 결함이 있는 자동차를 운전하고 있는 상황에서, 만약 해당 자동차가 브레이크 결함으로 인해 제때 정차하지 못하고 보행자를 다치게 하면, 그 보행자의 상해에 대해서는 운전자에게 과실이 있다고 보는 것이다.

'노폴트 책임주의'에 따르면, 자동차 사고의 피해자는 자신의 상해정도가 자신이 감내할 수 있는 범위를 벗어나는 수준(임계치)에 해당할 정도로 심각하지 않는 한, 해당 자동차의 운전자를 불법행위를 이유로 고소할 수 없다. 그 대신, 피해자는 자신의 보험을 통해 손해를 직접 보상받는다.

즉, 노폴트보험은 자동차사고가 발생한 경우 가해자의 책임 여부와 상관없이 사고 피해자가 가입한 보험회사가 해당 피해자의 인적 손해를 보상하는 방식이다. 현재 미국(12개주), 캐나다, 뉴질랜드 등에서 적용되고 있다. 이때, 자동차 보험회사는 교통사고를 낸 운전자의 책임 여부와 별도로 피해자에게 손해를 보상해주고, 피해자의 입장에서는 불법행위를 이유로 가해자에 대한 손해배상청구권 행사는 제한된다.[70]

'무과실 책임주의'는 비정상적이거나 극단적으로 위험한 활동에 대하여 부과되는 엄격한 책임방식이다. 이 원칙의 이론적인 근거는, 아주 특이한 행동을 하는 사람들은 자신들의 그런 행위가 초래할 위험에 대하여 어느 누구보다도 잘 알고 있으므로, 그 사람들이 자동차 사고에 법적으로 잘못이 있는지 여부(과실여부)와 무관하게 해당 사고와 관련한 비용을 부담해야 한다는 것이다.

동 이론을 근거로, 자동차사고 피해자는 유리한 입장을 견지할 수 있다. 즉, 자율주행차 사고로부터 손해를 입은 피해자는 자율주행차 기술을 활용한 차량 운행이 일반적이지 않은 고위험 행위를 구성하였으므로, 동 교통사고에 그들의 과실이 있는지 여부와 관계없이 해당 차량의 소유자나 운전자에게 사고의 책임이 있다고 할 수 있다.

---

70) 『자율주행차 시대, '노폴트(No-Fault) 보험' 필요할까?』, 인더뉴스, 2018.9.9.

3. 세계 주요국의 보험제도

가. 미국

미국 연방정부가 자율주행차의 사고책임과 관련한 사항을 언급하고 있는 지침은 아직까지 없다. 미국 DoT의 2018년 자율주행차 가이드라인 Automated Vehicles 3.0에 따르면, 연방정부의 안전가이드라인을 준수하였다고 하여서 이것으로 인해 운전자의 과실이나 시스템 오류로 인한 사고 피해에 대한 불법행위 책임이 자동적으로 면제되지는 않는다.

따라서, 현재 미국에서 자율주행차의 사고책임과 관련한 문제를 다루는 것은 자율주행차의 세부규정을 결정하는 주 의회나 법원의 업무영역이 된다.

미국 주정부의 대부분은 제조물책임법과 함께 운전자가 사고를 야기한 경우 운전자에게 책임을 부여하는 불법행위 배상법을 갖추고 있지만, 자율주행차 사고에 있어, 이 중 어떤 법률을 자율주행차 제조 또는 설계 회사에 적용할지에 대해서는 아직 혼란이 존재한다.

미시건과 네바다는 자율주행차 제조회사가 자신의 자율주행차에 제3자가 권한없이 시행한 변경에 대해서는 책임이 없다고 함으로써 자율주행차 제조회사의 사고책임을 일부 제한하고 있다.

텍사스에서는 자율주행차 소유자가 자율주행차의 교통 위반 및 차량사고에 책임이 있으며, 테네시에서는 자율주행 시스템이 차량 주행을 제어하는 상황에서는 자동차 제조회사가 사고에 대한 책임을 진다.

한편, 캘리포니아는 자율주행차의 기술 수준과 자율주행 시스템 상의 운영설계범위(ODD) 등을 고려하여 자율주행차 관련 사고에 대한 책임 소재를 달리 규율하고 있다.

우선, 운전자의 개입이 필요한 레벨3 자율주행차는, ① 운전자가 차량을 제어하거나 차량이 ODD를 벗어나있는 상황에서는 운전자에게 안전운행 및 도로교통 법령 준수의 책임이 있고, ② 차량이 ODD 안에서 자율주행 모드로 주행할 때는 자율주행차 제조회사가 안전운행 및 도로교통 법령을 준수할 책임을 진다.

다음으로, 운전자의 개입이 필요하지 않는 레벨4 및 레벨5 자율주행차는, 차량이 ODD 안에서 주행되는 한 자율주행차 제조회사가 안전운행 및 도로법령 준수의 책임을 진다[71]. 즉, 레벨4 이상으로서 시스템의 신뢰도가 높은 자율주행차의 경우 교통사고의 책임을 자율주행차 제조회사에게 부과하며, 이때 자율주행차 제조회사는 자신의 자율주행차에 대한 자체 안전인증 뿐만 아니라 제3의 기관의 인증을 거쳐야 한다.

나. 영국

영국은 자율주행차 사고가 발생하면 1차적으로 차량 소유자의 자동차 보험에 의해 사고처리 비용 및 손해 배상액을 지급하고, 이후 해당 사고의 책임소재를 따져 차량 제조회사의 책임으로 밝혀지면 보험회사가 동 제조회사에 구상권을 청구할 수 있도록 하고 있다. 영국은 자율주행차 사고에 대해 자동차 소유자의 보험으로 피해를 보상하도록 하는 소위 단일보험자모델을 채택하고 있다. 이러한 내용은 2018년 7월 확정된 'Automated and Electric Vehicles Act 2018'에 근거한 것이다.

이 법률에 따르면, 자율주행 기술이 원인을 제공하여 교통사고가 발생한 경우 그 자율주행차가 보험에 가입돼있으면 보험회사가 책임을 부담하고, 보험에 가입되어 있지 않은 경우에는 차량 소유자가 책임을 부담한다. 이때, 피보험자가 고의로 자율주행차를 무단 개조한 경우나 주기적인 업데이트 의무를 불이행한 경우 보험회사가 보상으로부터 면책될 수 있으나, 이 경우에도 보험회사는 교통사고 피해자에 대하여 먼저 손해를 보상하고 이후에 피보험자에게 구상을 청구할 수 있다.

---

71) 강선준・김민지, 『자율주행자동차 활성화를 위한 법제 개선방안 및 입법(안) 제안』, 한국과학기술기획평가원, 2017.12.

다. 독일

자율주행차가 초래한 사고에 대해 독일[72]은 해당 차량의 소유자가 무과실책임에 가까운 책임을 부담하도록 하고 있다.

자율주행차에 블랙박스 장착을 의무화하여 사고기록이 블랙박스에 저장되도록 함으로써 차량 사고 시 이 블랙박스에 기록된 데이터를 근거로 차량 자체의 오류가 있는 것으로 분석되는 경우 차량 제조회사에게 책임을 부과하고, 자율주행 시스템과 상관없이 운전자가 주의의무를 다하지 않은 것으로 분석되는 경우에는 운전자가 책임을 지도록 한다.

자율주행 모드로 차량이 주행하던 중 사고가 발생하였다면, 운전자는 주의의무가 감면되어 사고 책임이 없지만, 반면 일반 자동차 사고와 마찬가지로 차량 소유자는 배상책임을 부담한다.

한편, 독일은 자율주행차로 인한 교통사고 피해자에 대한 피해배상한도를 일반 자동차 사고에서 보다 2배 더 높게 설정하고 있다.

또한, 사고조사를 통해 안전성을 제고하고, 사고책임의 소재를 분명하게 밝히기 위해 자율주행 관련 정보의 수집·보관 의무를 부과하고, 교통당국과 자율주행차에 의한 사고 피해자가 관련 데이터를 활용할 수 있도록 하였다.

라. 일본

일본은 자율주행차 사고 피해자에 대해 자동차 소유자(운전자)의 보험으로 우선 손해보상하도록 하고, 차량 제조회사에게는 자율주행 차량이나 시스템에 명백한 결함이 있을 때에만 책임을 부과하고 있다.

---

72) 독일은 시스템이 차량 전체를 제어하며, 운전자가 탑승하지 않는 완전 자율주행차는 아직 허용하지 않고 있다.

4. 우리나라

우선, 일반적인 자동차 사고의 경우, 「자동차손해배상보장법」, 「제조물책임법」에 따라 자동차 운행자는 사고 피해자에 대한 배상책임을 부담하고, 운행자의 책임이 아닌 자동차의 기술적 결함으로 사고가 발생한 경우에는 자동차 제조회사가 사고 피해자에게 배상책임을 진다. 다만, 자율주행차 사고 피해에 대해서는 아직 명시적인 법규정이 없다.

상기와 같은 법률 논리에 따르면, 운전자의 차량 운행에 대한 개입없이 자율주행모드로 주행하는 자율주행차가 사고를 초래한 경우에는 원칙적으로 자율주행차 제조회사의 책임으로 볼 여지가 있다. 그렇다면, 자율주행차 제조회사도 이제는 자동차 보험료를 지불하도록 자동차 보험제도가 개선되어야 한다는 주장이 가능하다.

즉, 자율주행기술이 고도화(레벨4)되고 완전한(레벨5) 자율주행이 가능한 자율주행차의 경우, 차량 주행에 있어 운전자의 개입이 적거나 없는 만큼 자율주행차 제조회사에게 책임보험을 강제할 여지가 많아지는 것이다. 다만, 운전자 개입이 일부 가능한 자율주행차의 경우, 그 개입 정도 등에 따른 보험료율 체계의 설계가 필요하다.

한편, 국토부는 2020년 레벨3 자율주행차의 상용화에 대비하여, 레벨3 자율주행차 사고로 인한 피해자에 대한 신속한 보호 시스템, 보험사의 구상권, 자율주행차 사고조사 체계 구성 등 관련 법령을 정비해 오고 있다. 이런 노력의 결실로, 자율주행차 사고책임의 기준 등을 제시하는 것을 내용으로 하는 '자동차손해배상보장법' 개정안이 국회 국토교통위원회를 통해 2019년 5월 발의되었다.

동 법안에 따르면, 레벨3[73] 자율주행차가 교통사고를 초래한 경우, 자율주행차 소유자의 자동차보험에 따라 피해자에게 필요한 조치를 우선 시행한 다음, 차량의 결함 여부를 따져 필요한 경우 피해자에게 보험

73) 이것은 일반차와 자율주행차의 중간 단계로서, 운전자는 손과 발을 모두 운전대에서 뗄 수 있지만 항상 긴급한 상황에 대비해 차량내에서 대기해야 한다.

금을 지급한 보험회사가 자율주행차 제조회사에게 구상권을 청구할 수 있다. 이는 영국, 독일과 유사하게, 교통사고 피해자를 신속하게 보호하기 위해 사고원인을 불문하고 운전자에게 책임을 부과하는 일반 자동차 사고에서의 원칙이 자율주행차 사고에도 적용되도록 하였다는 점에서 의의가 있다.

또한, 동 법률안에는 자율주행차에 자율주행정보[74] 기록장치의 탑재를 의무화하고, '자율주행자동차사고조사위원회'[75]를 설치해 자율주행차 사고 발생 시 주행기록 장치의 수집·분석을 위한 전문 조직을 신설하는 방안 등도 포함된다.

5. 자율주행차 사고에 대한 소비자 인식

소비자 시장 조사의 글로벌 리더인 J.D.Power와 글로벌 로펌인 Miller Canfield[76]가 발표한 "Automated Vehicles : Liability Crash Course"에 따르면, 소비자들은 자율주행차 기술의 안정성에 대해 의구심을 가지며 자율주행차의 사고와 관련한 제조물책임 문제가 해결되기를 바란다. 이 연구결과는 자율주행차 사고의 책임 문제와 자율주행차 사고 재구성에 유용한 데이터를 제공하는 것과 관련된다.

J.D.Power의 연구에 따르면, 소비자들(1,500명 이상의 운전자들)은 자신의 자동차와 자율주행차 간에 충돌사고는 발생하지 않을 것으로 기대하며, 전통적인 자동차보다는 자율주행차가 더 높은 수준의 안전기준을 유지할 것이라고 생각하는 것으로 나타났다.

설문 응답자의 33%는 자율주행차 운전 면허증 획득에 필요한 교육을

74) ① 제어권 전환 시간 및 관련된 장소, ② 제어권 전환을 운전자에게 요청한 사실, ③ 기술적 장애 발생 사실에 관한 정보 등(별도 고시)

75) 정부조직의 하나로서 위원회를 구성하되, 조사·집행기능은 별도의 전문기관에 위탁하여 자율주행차 초기 사고 상황에 기민하게 대응하도록 한다.

76) Miller Canfield는 빠르게 성장하는 자율주행 시스템 산업의 법적 요구를 해결하는 데 중점을 둔 실무 그룹을 설립 한 최초의 법률 회사 중 하나이다. Miller Canfield와 J.D. Power는 Mcity의 계열사이다.

기꺼이 받을 의향이 있다고 하였지만, 응답자의 절반이 채 안되는 47%만이 완전 자율주행차에 직접 탑승할 의향이 있다고 답했다.

한편, 설문 응답자의 51%는 인간운전자가 없는 '레벨5' 완전 자율주행차가 충돌사고를 일으킬 경우, 그 자율주행차를 대상으로 소송할 것이지만 자율주행차의 기술수준이 이것보다 낮을수록 경우에 있어서는 자율주행차를 대상으로 소송하는 것이 불확실하다는 의견이었다.

또한, 설문 응답자의 74%는 자율주행차로 인해 발생한 사고에 자신이 연루될 경우 자율주행과 관련한 데이터를 자신도 공유할 수 있기를 희망하였다.

상기의 연구결과로부터 몇 가지의 시사점을 추려볼 수 있겠다. 그것은 일반인들은 자율주행차에 관심이 있지만 자신이 탑승할 정도로 자율주행차의 안전을 신뢰하고 있지는 않다는 점, 일반인들은 자율주행기술이 발전할수록 사고책임도 자율주행차량이 져야한다고 생각할 가능성이 높다는 점, 자율주행차에 의해 생성된 주행관련 데이터의 수집 등에 있어 자율주행차 탑승자나 자율주행차 사고 피해자 등에 대한 고려가 필요하다는 점 등이다.

6. 자율주행차의 사회적 책임 문제

자율주행차의 도입 이슈 중에는 이른바, 자율주행차의 사회적 또는 윤리적 책임 문제가 있는데, 이와 관련하여 소위 '트롤리 딜레마'[77]가 자주 거론된다. '트롤리 딜레마'는 자율주행차가 차량내에 있는 탑승자와 차량외부에 있는 보행자 가운데 누구의 안전을 우선시하여야 하는지에 대한 선택에서의 어려움을 나타낸다.

77) 원래 트롤리 딜레마는 트롤리 전차가 철로 위를 빠르게 직진하고 있는 상황에서 앞에는 다섯 명의 사람들이 일하고 있고, 철로 오른쪽에는 한 명의 사람만이 있는 상황에서, 트롤리가 그대로 직진할지, 오른쪽으로 방향을 틀지 등의 선택에 처한 상황을 나타낸다.

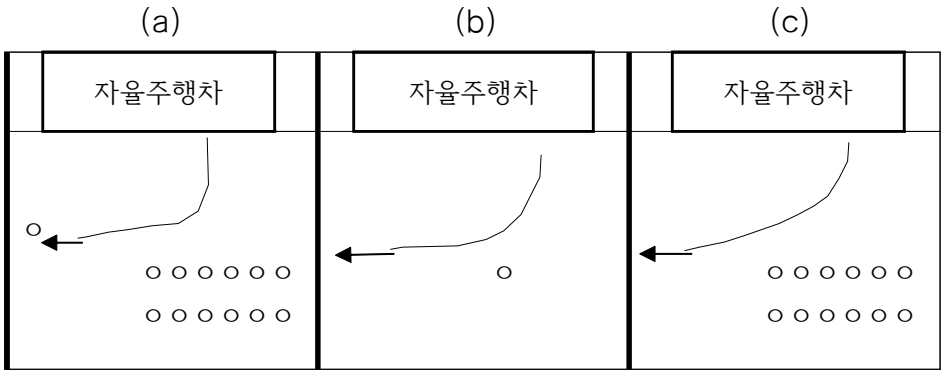
‘트롤리 딜레마’로 표현되는 자율주행차의 사회적 책임 문제의 내용을 좀 더 살펴본다.

‘트롤리 딜레마’를 자율주행차에 적용하면, 다음과 같은 상황에 대한 가정을 고려해 볼 수 있다. 도로에서 주행중인 자율주행차가 갑작스런 긴급상황에 처하게 되는데, 이때 그대로 직진하면 다수의 보행자를 치게 되고, 운전대를 꺾으면 1명의 보행자를 치거나 자신의 탑승자가 다치게 되는 경우, 자율주행차는 보행자와 탑승자 중 누구를 보호하도록 시스템이 설계되어야 하는가?

사이언스지에 실린 '자율주행차의 사회적 딜레마(The social dilemma of autonomous vehicles)[78]'라는 논문은 상기와 같은 선택상황(아래그림에서 표현)에 대해 일반 운전자들을 대상으로 실험하였다.

< 가정 상황 >

(a) 다수의 보행자를 죽게할 것인가, 한명의 보행자를 죽게할 것인가
(b) 한명의 보행자를 죽게할 것인가, 자신의 승객을 죽게할 것인가
(c) 다수의 보행자를 죽게할 것인가, 자신의 승객을 죽게할 것인가



출처 : The social dilemma of autonomous vehicles

연구결과에 따르면, 대다수 사람들은 긴급상황에 처한 자율주행차가

78) Jean-Francois Bonnefon · Azim Shariff · Iyad Rahwan, 『The social dilemma of autonomous vehicles』, Science, 2016.6.24.

다수 보행자를 보호하는 것이 훨씬 더 윤리적이라고 답했지만(위 그림에서 (a) 상황을 선호), 정작 본인이 탑승할 자율주행차에 대해서는 다수의 보행자 보다 자신을 보호해 줄 차량을 보다 선호(위 그림에서 (b)나 (c)상황을 선호하지 않음)하는 것으로 나타났다. 즉, 자율주행차에 있어, 도덕적인 결정을 하도록 하는 알고리즘을 설계하는 문제는 사회적인 선택의 딜레마를 유발하게 된다.

어쩌면, 다수 안전과 소수 안전 사이에서 자율주행차의 윤리적 결정방식을 정하는 것이 생각보다 쉽지 않을 수 있다.

연구결과로부터 사람들은 정부가 소수의 탑승자 보다 다수의 사람들을 우선 보호하도록 자율주행 시스템을 규제하는 것에 반대할 가능성이 크고, 결과적으로 이러한 일반 소비자들의 행태는 자율주행차에 보다 안전한 기술이 채택되는 것을 지연시켜 역설적으로 사망사고를 증가시킬 수도 있다는 시사점을 도출해 볼 수 있다. 즉, 신기술을 통해 다수를 위한다는 정부의 정책이 사람들의 반대에 부딪혀 오히려 자율주행차라는 신기술 채택을 지연시킬 수 있는 것이다.

(4) 관련사항 : 독일의 윤리지침

특이하게도, 이미 2017년 6월에 독일 정부는 자율주행차와 커넥티드카의 운행을 위한 윤리적 규칙(Ethical rules for automated and connected vehicular traffic) 20가지를 제시하였다.

독일 정부는 자율주행차의 윤리적 규칙을 마련하기 위해 ① 다른 모든 것 보다 인간의 보호에 대한 고려가 우선시 되어야 한다는 점, ② 공공부문은 자율주행차의 안전보호에 책임을 져야 한다는 점, ③ 딜레마 상황에서 사고회피와 인간의 생명보호가 최우선 가치여야 한다는 점, ④ 개인별 차별성에 따라 생명가치를 비교하는 것은 금지되어야 한다는 점, ⑤ 생명 보호와 손실 최소화가 자율주행차 규정에서 최우선으로 고려되어야 한다는 점, ⑥ 자율주행차의 운행책임 소재를 명확히

하기 위해 데이터가 기록되어야 한다는 점, ⑦ 비상시 자율주행차가 안전한 상태를 유지할 수 있어야 한다는 점, ⑧ 자율주행 시스템의 도로교통법 사항 및 관습법 상 주행에티켓 등을 준수하기 위해 교육이 필요하다는 점 등을 주요기준으로 고려하였다.[79]

7. 시사점

앞에서 살펴본 바와 같이, 자율주행차가 도입되고, 관련 기술발전이 완전한 자율주행 수준으로 가까워질수록 자동차 사고의 과실책임이 인간 운전자에게서 자동차 제조회사에게로 이동할 가능성이 높아진다.

이에 따라, 자율주행차 제조회사가 자동차 보험 이해당사자로서 역할을 하게 되면서, 보험시장에서도 다음과 같이 중요한 영향을 미칠 가능성이 있다.

첫째, 자율주행차 소유자의 알고리즘에 따라 많은 운전결정이 내려지는 경우 사고책임은 차량 제조회사로 귀속될 것이다. 이와 관련하여 볼보[80]는 이미 2년전에 자신의 자율주행 기술 문제로 인해 사고가 발생하는 경우 회사가 사고의 책임을 지겠다고 발표한 바 있다.

둘째, 운전자와 차량 시스템이 운전 결정을 상호 공유하는 상황에서는 자동차사고 책임에 대한 부담이 운전자와 차량 제조회사 간에 혼재될 가능성이 커진다.

셋째, 자율주행차의 카메라 등 센서가 취득한 다양한 정보들이 자동차 보험시장에서 사고의 책임소재를 가르는 중요한 판단요소로 작용함으로써, 새로운 자동차 데이터에 대한 차량 제조회사의 컨트럴이 보험시장에 중요한 변수가 될 가능성이 커졌다.

---

79) 박준환, 『자율주행자동차 관련 국내외 입법·정책 동향과 과제』, 국회입법조사처, 2017.12.27.

80) 볼보는 자신의 자율주행차가 완전 자율주행 모드로 주행중인 상태에서 발생시킨 모든 사고에 대해 회사가 전적으로 책임을 질 것이라고 발표하였다.(『Volvo CEO: We will accept all liability when our cars are in autonomous mode』, Fortune, 2015.10.7.)

Ⅶ. 자율주행 자동차와 개인정보 보호

자율주행차는 시스템이 제대로 된 주행기능을 발휘할 수 있도록 차량 주행과 관련해 운전자의 개인정보, 차량의 위치정보 등 수많은 정보를 수집한다. 이에 따라, 자율주행차의 기술 개발이 거듭될수록, 자율주행차 운행 중 수집되는 운전자의 개인정보 보호와 해킹 대비 등 사이버 보안에 대하여도 심도있게 검토해야 한다는 요구가 많은 실정이다.

자율주행 시스템을 통해 수집된 주행데이터 등이 악용될 경우, 관련된 운전자 등 개인이 예기치않은 피해를 입을 수도 있고, 더 나아가 사고 발생 등 제3의 또 다른 피해가 발생할 수도 있다.

따라서, 자율주행차의 운전자 개인정보, 운행 관련 각종 데이터의 신중한 관리 및 보호방안은 자율주행 기술 개발과 더불어 꼼꼼하게 대비를 하여야 할 필수 과제라 할 것이다.

1. 주요국의 제도

가. 미국

현재 자율주행차에 관한 미국 연방정부 차원의 법률 규정이 없기 때문에, 미국 연방정부가 자율주행차 수집 정보와 관련하여 다루고 있는 사항은 없다.

한편, 연방 FTC 법률은 "불공정하고 기만적인 거래 관행"을 규율할 수 있는 권한을 공정거래위원회에 부여하지만, 동 법률은 개인정보 보호에 관한 사항에는 적용되지 않는다.

결국, 자율주행차에 어떠한 개인정보 보호 및 사이버보안 규정이 적용되어야 하는지를 결정하는 것은 주로 주정부의 몫으로 남겨져 있다.

우선, 미국 DoT의 자율주행차 가이드라인 Automated Vehicles 3.0 상 사이버 보안 및 개인정보 보호와 관련된 내용을 살펴보자.

가이드라인에 따르면, DoT는 자율주행차의 사이버 위험을 해결하기 위해 법무부, 상무부, FTC, 연방통신위원회 등 정부기관과 산업계 등이 긴밀히 협력할 계획을 밝힘으로써, 자율주행 관련 정보보호를 위해 정부가 적극적으로 행동할 것임을 분명하게 제시하였다.

특히, 자율주행 데이터 보호와 관련해 정부지원이 필요한 경우에는 국립사이버안전통신융합센터(NCCIC)와 정보공유분석센터(ISAC)에 연락해 해결방안을 지원받도록 권고함으로써, 정보보호와 관련해 문제가 발생할 경우 민간이 용이하게 취할 수 있는 사항을 제시하고 있다.

또한, 가이드라인에서 DoT는 동 자율주행차 가이드라인이 개인정보 보호에 미치는 영향을 검토하고, 개인정보 보호를 지원하며, 프라이버시 관련 자료를 제공하기 위해 FTC와 긴밀히 협력할 계획임을 밝히고, 자율주행 관련 데이터를 교환할 때에는 프라이버시, 영업비밀 정보 등을 존중할 것을 제안하고 있다.

한편, 미국 주 정부의 자율주행차 관련 정보보호 법규정을 살펴보건대, 50개주 중 캘리포니아에만 자율주행차와 관련한 개인정보 보호와 사이버 보안을 규율하기 위한 포괄적인 법률이 있다.

2020년부터 시행될 캘리포니아주의 '프라이버시(개인정보보호)에 대한 캘리포니아 소비자 권리법'은 소비자들이 자신들과 관련하여 수집된 정보를 광범위하게 통제할 수 있는 권한[81]을 행사할 수 있도록 한다. 캘리포니아주에서는 자율주행차로부터 수집된 모든 정보를 원칙적으로 운전자에게 공개하여야 하고, 자율주행차의 안전한 작동과 무관한 정보는 익명화하여야 하며, 익명 처리하지 않을 정보는 동 정보의 수집에 대하여 관련 운전자로부터 사전 동의를 받아야 한다.

81) "나의 개인정보를 팔아먹지 말라(Do Not Sell My Personal Information)"고 명시적으로 요구할 수 있는 권리 등을 의미한다.

또한, 캘리포니아주의 '연결된 장치법'에 따라 IoT 장치에는 동 장치에 저장된 모든 데이터에 대하여 "권한없이 행해지는 무단 접근, 훼손, 사용, 수정 또는 유출"을 막기 위한 보안기능이 반드시 포함되어야 한다.

한편, 미시건주와 네바다주에는 자율주행차 운영자가 운전자의 개인정보를 제3자에게 제공하기 위해서는, 먼저 해당 운전자에게 회사의 개인정보 보호 정책을 제공하고 사전에 해당 정보의 공개에 대한 허가를 받을 것을 의무화한 법률 조항이 있다.

미국 의회, 특히 2017년 9월 하원이 통과시킨 Self Drive Act 규정 중 자율주행차의 사이버 보안과 개인정보 보호에 대해 규율한 사항은 주정부의 자율주행차 관련 정보보호정책에 일종의 방향을 제시한 것이라 할 수 있어, 매우 흥미롭다. 다만, 아쉽게도 미국 하원의 동 법안은 상원 상임위원회를 아직 통과하지 못하고 있다.

동 법안에 따르면, 자율주행차 제조회사는 운전자로 하여금 자율주행 중 수집·저장되는 정보의 내용을 알 수 있도록 조치하여야 하고, 자율주행차 운전자는 자신의 생태, 행태 등 개인정보에 대한 데이터 수집을 거부할 수 있다. 또한, 자율주행차 제조회사는 동 법안에 따라 차량이 사이버 공격을 막아낼 수 있는 보안시스템을 갖춰야 하며, 사이버 보안 프로그램과 이것에 대한 평가결과를 기록하고 공유하여야 한다.

나. 영국

2017년 8월 영국은 커넥티드카 사이버 가이드라인을 발표했다. 커넥티드카는 정보통신 기술을 자동차에 접목시켜 쌍방향 인터넷과 모바일 서비스 등이 가능한 차량으로서, 자율주행차의 기반기술로 활용된다. 동 가이드라인은 "자동차와 연결된 시스템은 외부로부터의 악의적인 데이터나 명령시행 등의 공격을 방어할 수 있어야 하고, 차량 시스템에 보관된 개인 식별 데이터는 삭제 가능하여야 하며, 제조회사는 차량에 탑재되는 소프트웨어 보안을 책임진다"는 등의 내용을 포함한다.

다. 국제기구

홍콩에서는 2017년 9월 '제39회 국제개인정보보호기구회의'가 개최되었는데, 동 회의에서는 '자율주행차 및 커넥티드카의 개인정보보호 결의안'이 발표된 바 있다. 결의안의 주요내용은 "정보수집 주체와 내용 등을 해당 정보와 관련된 개인에 고지할 것, 합법적인 목적과 동의를 전제로 하여 최소한의 개인정보만 수집·보관하고 해당 정보이용 기간이 만료되면 반드시 이를 삭제할 것, 차량 제조회사는 차량 이용자의 데이터 수집을 제한하기 위한 기술적 수단을 갖출 것, 개인정보 보호의 원칙을 준수할 것" 등이다.

2. 우리나라

자율주행차와 관련한 사이버 보안이나 개인정보 보호에 있어, 우리나라는 갈 길이 아직 멀어 보인다.

우선, 자율주행차의 해킹 예방책 마련을 위한 국제적 논의에 국토부가 참여 중이지만, 아직 구체적인 성과 도출은 없는 듯 하다.

2016년 말부터 UN-ECE-WP29는 우리나라, 미국, 영국, 독일 등이 참여하는 '사이버보안 특별전문가그룹'을 운영하기 시작하여 현재까지 수차례 회의를 진행하며, 사이버보안 국제안전기준에 대한 가이드라인 확정을 지속 추진중이다. 이와 관련하여, 국토부는 자체 시행한 연구개발과 시범사업 등의 결과를 토대로 자율주행차에 대한 해킹 위협의 대응방안 등을 제안하는 등 UN 특별전문가그룹에 적극 참여하고 있다.

한편, 2017년 9월 방송통신위원회는 자율주행차 개인 및 위치정보 보호기준 마련 회의를 처음으로 개최하고 정보보호 분야, 자율주행기술 분야, 법·제도 분야 등 각계의 전문가들을 한 자리에 모아 자율주행 기술의 사이버 안전을 위한 논의에 착수하였다. 하지만, 이후의 진행상황 및 내용 등에 대해서는 아직 알려진 바가 없는 실정이다.

Ⅷ. 미국의 자율주행 인프라

1. Mcity[82)]

2015년 7월 미시건주는 미시건대학교 북쪽 캠퍼스 32 에이커 크기의 부지에 자율주행 기술 시험도시인 'Mcity'를 조성하였는 바, Mcity의 운영현황 등을 살펴봄으로써 우리나라 K-city(2018년말 준공)의 발전적 지향을 모색할 수 있겠다. 다음에서는 Mcity 관련 주요내용을 간략히 살펴보자.

가. 의의

Mcity는 자율주행 테스트를 할 수 있는 공간으로서, 자율주행차와 연계된 인터넷 기기를 도로 여러곳에 설치해 자율주행차가 도로 교통망과 연동되도록 함으로써 최적의 주행경로를 찾도록 한 시험장소이다.

미시건대는 선진적인 이동성 연구 센터(mobility research center) 설치 계획을 2014년 발표하였다. 즉, 최신 모빌리티 기술의 잠재력과 그 기술의 성공적인 상용화 및 시장출시 등을 위해 필요한 다양한 전문 지식과 자원을 양성하기 위한 목적으로 Mcity를 만들기로 한 것이다.

Mcity는 미래의 운송과 이동성을 발전시키는 것을 주요 미션으로 하고 있으며, 이에 따라 Mcity는 "Driving the Future of Mobility"이라는 비전을 실현하고 있다.

나. 주요 대표적 수치(2019년 10월 기준)

Mcity는 59개의 기업과 공동으로 미래 이동성에 관한 솔루션 분야에 있어 연구를 실행중이고, Mcity의 연구, 개발 및 제품출시 프로젝트에

82) 'Mcity'의 인터넷 홈페이지(https://mcity.umich.edu/)를 참고하였다.

2,650만 달러(원화로 약 315억원)가 지금까지 투자되었다. Mcity 연구활동에 미시건대의 학생들이 100명 넘는 규모로 참여중이고, Mcity 자금에 의해 총 21개의 연구 프로젝트가 진행중이다. 2017년 이후 Mcity 시설에서 총 4,400 시간의 실험 및 관련 활동이 실행되었고, Mcity 연구활동에 미시건대 50명의 교수진이 참여하고 있다.

다. 주요시설 내용

Mcity는 실제 교통환경과 유사하며 통제가능한 조건에서 커넥티드카 및 자율주행차의 성능과 안전성, 그리고 관련 기술 등 시험하기 위한 세계 최초의 자율주행차 전용 테스트 시설을 운영 중이다.

32 에이커 크기의 Mcity 시설은 16 에이커 이상의 도로 등 다양한 교통 인프라를 갖추고 도시와 교외 교통환경에서 실제로 발생할 수 있는 광범위하고 복잡한 자동차 주행 환경을 시뮬레이션한다.

Mcity의 테스트 시설은 다음과 같은 주요 특징들을 가지고 있다.

첫째, 시설 전체에 대한 최첨단 계측은 무선, 광섬유, 이더넷(ethernet), 상당히 정확한 실시간 포지셔닝 시스템을 활용해 교통상황 데이터를 수집하는 교통제어 네트워크를 포함한다.

둘째, 증강 현실(AR) 테스트 기술을 통해 실제 자율주행 시험운행 차량이 시험시설 내에서 실시간으로 다른 차량과 가상으로 연결돼 상호작용할 수 있다. 이때의 AR 기술은 Mcity가 특허 출원하였다.

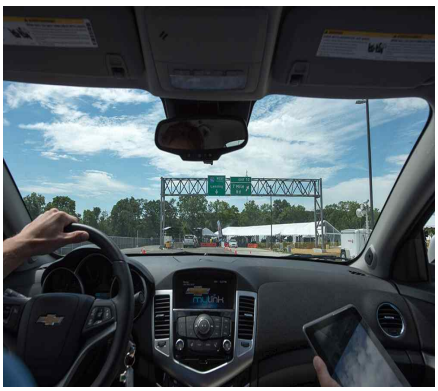
셋째, 오픈 소스 API가 시설 전체의 테스트 조건을 제어한다.

넷째, 소프트웨어로써 인프라와 같은 하드웨어를 제어할 수 있다.

다섯째, 각 테스트시설 간 5G 연결성을 이용해 V2X통신을 활용한다.

〈 Mcity Test Facility map과 시험장 모습 〉











출처 : https://mcity.umich.edu/

한편, Mcity 테스트 시설 인근에는 미시건 교통연구소(Michigan Traffic Laboratory)가 있어, Mcity시설의 테스트 기능을 보조하는데, 동 연구소는 Mcity 시험시설 내부에서의 작업과 관련된 교통 상황을 모니터링하고 이것에 대한 모델링과 통제 등을 맡는다.

구체적으로, 동 연구소의 주요 활동은 교통흐름 모델 설정 및 시뮬레이션, 교통신호 작동・운영, 트래픽 네트워크 할당, 커넥티드카 및 자율주행차에 모빌리티 적용, 증강현실 테스트 기술 검증 등이다.



< Michigan Traffic Laboratory 내 작업 모니터(출처 : https://mcity.umich.edu/) >

라. 연구활동

Mcity는 안전성(safety), 효율성(efficiency), 접근성(accessibility), 상업성 및 경제성(commercial/economic viablilty) 등 자율주행차와 관련하여 총 4가지 영역에서 연구활동을 꾸준히 진행하고 있다. 다음에서는 가장 최근 Mcity의 연구주제 몇 가지를 간단히 살펴보자.

안전성 분야는 교통에서 상호작용하는 인간과 자율주행차의 동력학[83], Mcity의 증강현실 테스트 환경 개발 연구[84] 등을 시행하고, 효율성 분야는 Mcity 시설의 테스트 정보 수집 및 관리시스템 개발 등을 연구하며, 접근성 분야는 누구라도 접근하기 쉬운 자율주행 셔틀[85](인간요소, 변화 및 디자인 솔류션), 커넥티드 교통수단 인프라에 대한 사이버공격 대비전략[86] 연구 등을 진행하고, 상업성 및 경제성 분야는 자율주행 사고 책임과 관련한 유용한 정보[87] 등을 연구하고 있다.

마. 평가

고도화된 자율주행차의 주행 테스트 방식에 있어, 기존의 시뮬레이션과 도로상(on-road) 평가 외에 Mcity가 'Mcity ABC TEST' 개념을 도입하고 시현했다고 평가받는다. 이때 'Mcity ABC TEST'란 고도 자율주행차의 안전 성능을 평가하기 위한 개념을 의미하는 것으로, 가속평가(accelerated evaluation), 행동 역량(behavior competence), 코너주행 사례(corner-case)를 테스트 내용에 포함한다.[88]

한편, Mcity는 자율주행차 시험주행에 있어 Mcity 시설 및 프로그램을 활용한 테스트의 효용, 기능, 효과 등에 관한 사항을 주요내용으로 하는 간행물[89]도 꾸준히 발간하고 있다.

---

83) 안전하고 편안한 자율주행을 위하여 게임이론 모델을 통합하여 새로운 통제 전략을 개발하고 검증하는 것을 주요 연구내용으로 한다.

84) 기능이 강화된 증강현실(AR) 플랫폼을 설계하기 위한 목적으로 Mcity의 애플리케이션 관리 시스템, 새로운 AR 데모 및 새로운 AR 비디오 등을 통합시킨다.

85) 이동이 불편한 장애인이 안전하고 효율적이며 독립적으로 자율주행기술에 접근할 수 있도록 자율주행 셔틀을 설계하는 방법에 관한 일련의 권장 사항을 포함한다.

86) 교통 시스템 및 프로그램과 관련한 사이버 보안문제를 개선하기 위한 탐지 및 보호 방법을 개발한다.

87) 차량내에 장착된 사고기록장치에 수집된 정보들을 사용하여 커넥티드카 및 자율주행차의 사고 재구성과 관련한 추가정보를 개발하고, 이를 바탕으로 자율주행차 사고와 관련하여 의미있게 활용할 수 있는 데이터를 제공한다.

88) '가속평가'는 위험한 운전 상황을 집중 분석하고, '행동 역량'은 주요 차량사고 빈도와 일치하는 일련의 시나리오를 통해 차량을 배치하는 것을 평가하며. '코너 테스트'는 자율주행차의 성능 및 기술 한계를 테스트하는 상황이다.

89) Mcity test conecpt would assess driverless vehicle safety before they take on public roads(2019.1.15.), Combining real and virtual worlds improves driverless vehicle testing(2018.11.19.) 등

< 참고 : 우리나라 K-city >

지난해 말 준공한 'K-city'는 미국 Mcity의 거의 3배 정도(11만평 vs 3.9만평)의 크기로서, 세계적인 자율주행기술 시현 연구단지로 발돋움할 수 있는 기본적인 잠재력은 충분히 갖춰진 것으로 보인다.

'K-city'는 자율주행차 기술개발을 지원하고, 차량 안전성을 검증하기 위한 최적의 실험환경 및 테스트베드로서 의미가 있다. 2017년 8월에 공사에 착수하여, 그간 고속도로 환경 구축, 5G 통신시설 구축 등을 거쳐 2018년 12월 완공되었다.

'K-city'는 도심, 교외, 고속도로, 주차시설, 커뮤니티 등 5가지 환경을 현실처럼 재현하여 실제 자동차 주행 시 발생할 수 있는 모든 교통상황을 구현했다는 점이 주요한 특징이다.

이러한 특징에 맞게 'K-city'는 전 세계 자율주행차 시험시설에서는 유일하게 버스전용차로를 보유하고 있으며, 이 외에도 가로수길 등을 포함하여 총 36개 시설 갖추고 있다. 36개 시설은 톨게이트, 고속도로 진출입로 및 분기점, 횡단보도, 건물, 정류장, 비포장도로, 공사장, 철도건널목, 자전거도로, 교통표지판, 5G 통신시설 등이다.

한편, 국토부는 2019년부터 'K-city' 고도화 작업을 진행중인 바, 그 주요한 내용은 기상환경재현시설, 혼잡환경을 재현한 로봇시스템 구축 등이다.

기술개발 및 제도개선 로드맵에 근거하여 전체적인 'K-city' 테스트베드 고도화 작업은 1단계(2016~2018, 레벨3 기술개발), 2단계(2019~2021, 레벨4 기술개발), 3단계(2022~, 레벨5 기술개발) 등으로 추진할 계획이다.

2. 통신과 연결 인프라

미국 DoT는 자동차업계, 무선기술 회사, 교통 인프라 관계자 등이 교통체계의 안전을 위해 5.9GHz 대역 주파수 활용 기술을 개발할 것을 권장한다.

1999년 미국 연방통신위원회는 '5.9GHz 대역 주파수' 내에서 교통운송 분야에서의 활용 목적으로 주파수 영역을 따로 설정했다. 연방통신위원회의 규칙에 따르면, 5.9GHz 대역 주파수는 단거리 통신 전용으로 설정돼 있어 차량과 차량 간(V2V), 차량과 인프라 간(V2I) 연결을 용이하게 한다.

단거리 통신은 미국에서 30년이 넘게 이용되어져 왔으며, 이에 따라 많은 지방정부와 자동차 제조회사들은 단거리 통신에 기반한 기술이 적용 및 활용되는 자동차 및 도로 인프라를 갖추어 왔다.

하지만, 1999년 이후 관련 기술의 지속적인 발전으로 단거리 통신을 대체할 수 있는 여러 대안들이 출현했다. 이 중에서도 단연 눈에 띄는 것은 차량과 차량, 차량과 인프라, 차량과 보행자 각 상호 간에 통신을 제공하는 의미의 '자동차와 소위 모든 것들 간의 휴대폰 통신[90] (C-V2X)'이다.

기술적으로 C-V2X는 4G LTE와 5G[91] 이동통신 네트워크에 모두 적용될 수 있지만, 특히, 5G의 기술은 자율주행차의 데이터 처리 및 반응 속도를 보다 빠르게 해준다.

미국의 주요 4대 무선 통신 사업자[92] 모두 향후 몇 년 내에 전국적인 5G 통신망을 도입할 계획이다. 그러나 미국내에서 전국적으로 5G가

90) cellular vehicle-to-everything(C-V2X) communication
91) 통신망을 활용하는 자율주행차의 경우, 대용량 데이터에 대한 빠른 처리와 실시간 통신을 위해 5G 이동통신 기술의 필요성이 제기된다.
92) Verizon, AT&T, T-mobile, Sprint 등이다.

구축되어지는 상황의 전개 양상은 관련된 예산 투자 및 정책 등을 결정하는 지방의회의 의지에 전적으로 달려 있다.

한편, 5G 통신망 연결 외에도 5.9GHz 대역 주파수의 일정영역을 단거리 통신 외의 용도로 개방하게 되면 C-V2X 개발을 보다 빠르게 추진할 수 있으며, 이러한 목적의 달성을 위해 미국 연방통신위원회는 관련 규칙의 개정을 검토하고 있다.

이와 관련하여, 미국 DoT는 5.9GHz 대역 주파수에서 자동차 안전 통신에 대한 우선권도 유지하는 방식을 통해 같은 대역 주파수를 다른 이용자와 공유하는 방법을 모색하고 있다. 이를 위하여, DoT는 연방통신위원회, 상무부 등과 5.9GHz 대역 주파수가 새로운 용도로 활용될 수 있도록 하는 방법들을 평가하기 위한 3단계 연구에 집중하고 있다.

미국 연방통신위원회의 3단계 연구계획

Phase 1	Phase 2	Phase 3
라이센스 프로토 타입 장치의 기술적 특성과 그들이 단거리통신에 해로운 간섭을 일으키도록 하는 설계방식을 결정하기 위해 테스트 시행	1단계의 실험실 테스트에서 평가된 간섭을 피하는 기술이 현장에서도 효과적인지 여부를 판단	많은 차량, 더 많은 테스트 장치와 적절한 시설을 갖춘 '실제' 시나리오에서 테스트

출처 : Dentons US Autonomous Vehicles Whitepaper

연방통신위원회는 상기 도해에서 이미 첫 번째 단계를 완료하고, 2단계와 3단계에서는 보다 현실적인 조건에서 잠재적인 대역 주파수 공유 문제의 해결방안을 모색하게 된다.

동 연구가 진행되는 동안 연방통신위원회 등 정부기관은 대역 주파수가 단거리 통신 전용으로 유지되어야 하는지, 아니면 대역 주파수의

목적을 재설정하여야 하는지에 대하여 이해관계자들을 포함한 일반인들의 의견을 청취하는 절차를 거치게 된다.

다만, 미국의 업계 전문가들은 5.9GHz 대역 주파수 스펙트럼이 단거리 통신 전용이어야 하는지, 아니면 C-2VX 기술의 성장을 지원해야 하는지에 대해 다른 견해를 가지고 있다.

단거리 통신은 짧은 거리의 범위에서만 작동되고 이를 위해서는 값비싼 장치를 도로변에 배치해야 하는 단점이 있는, 반면 즉시 사용할 수 있고 단기간에 생명을 구하는 데에 기여할 수 있다는 장점이 있다.

따라서, 업계는 확장성과 효율성 등 장점이 비교적 명확한 C-V2X를 보다 선호한다. 즉, 자동차 제조회사, 장치 제조회사 및 통신 사업자 등은 C-V2X 활용을 위한 5.9GHz 대역 주파수 스펙트럼의 개방을 지원한다.

이미 일부 자동차 제조회사 등은 C-V2X 기술을 사용하여 자율주행차 시험을 진행하고 있다. 2017년 미국 샌디에고에서는 Ford, AT&T, Nokia, Qualcomm이 첫 번째 C-V2X 시험을 마무리했다. 2018년에는 콜로라도에서 70번 고속도로를 따라 Ford, Panasonic, Qualcomm이 C-V2X를 시험하기 위한 공동 계약을 발표하기도 하였다.

현재로서는, 미국 정부와 자동차 제조회사 및 통신업계 등은 5.9GHz 대역 주파수의 스펙트럼 활용방안이 널리 확산되면, 전국적인 5G 통신망이 현실화 되고 이를 기반으로 자율주행차 시장출시의 현실화가 보다 가까워질 것이라고 전망하고 있는 것으로 평가된다.

Ⅸ. 결론

우리 정부는 2019년 10월 15일 관계부처 합동[93]으로 「2030 미래차 산업 발전전략」을 발표하였다. 구체적으로는 “2030년 미래자동차 경쟁력 1등 국가 도약”을 비전으로 설정하고, “2027년 전국 주요 도로의 완전자율주행(레벨4) 세계최초 상용화”를 포함한 2개 목표, “2024년까지 완전자율주행 제도·인프라 세계최초 완비”[94] 등 3대 추진전략을 제시하였다.

특히, 자율주행차와 관련해서는, 당초 목표(완전 자율주행차 2030년 상용화[95], 완전 자율주행차 기반 2022년 마련)와 비교해, 이번에 발표된 정부의 목표는 완전 자율주행차 상용화 시점을 3년 앞당기고, 관련 법제도 및 인프라를 2024년까지 선제적으로 완비하기로 했다는 점에서 의미가 있다.

한편, 2019년말까지 국토부는 레벨3 자율주행차 제작 시 적용되는 자동차 안전기준을 마련할 계획이다.

정부는 이번방안을 발표함으로써, 자율주행차가 우리나라 자동차산업의 미래 경쟁력이며 향후 자동차산업 발전의 주력이라는 점을 확인시켜 주었다.

그러나, 정부는 교통정책의 수혜자인 일반 소비자들의 자율주행차에 대한 인식도 중요하게 고려해야 한다. 미국 자동차보험 회사 AAA가 2018년 4월 1,014 명을 대상으로 설문한 결과, 응답자의 73%는 완전자율주행차에 탑승하는 것에 대하여, 그리고 응답자의 63%는 도로를 자신과 자율주행차가 공유하는 것에 대하여 안전하지 않게 생각한다고

93) 이번 전략 발표에 관여한 정부기관은 국토부, 산업통상자원부, 기획재정부, 금융위원회, 과학기술정보통신부, 중소벤처기업부 등 6개 기관이다.
94) 정부는 완전 자율주행을 위해 2024년까지 전국 주요 도로에 통신, 교통관제, 정밀지도 등 필수 인프라를 완비하고, 자율주행차 제작 및 운행 기준, 성능검증 시스템, 자동차보험, 사업화 지원 등 제도적 기반도 구축한다는 계획이다.
95) 다만, 레벨3 자율주행차 상용화 시기는 2021년으로 당초 2020년 보다 조금 늦춰졌다.

답변했다.[96] 즉, 일반 소비자의 자율주행차에 대한 신뢰는 아직까지 약한 것이 현실이다.

미국 DoT의 자율주행차 가이드라인 Automated Vehicles 3.0도 지적하였듯이, 우리 주변의 많은 일반적인 사람들은 “자율주행기술의 발전이 더해 갈수록 자동차의 안전성은 어떻게 개선될까?” “자율주행 기술은 사람과 어떻게 상호작용 할까?” “인간 운전자와 자율주행 모드 간에 전환이 이루어지면 어떤 일이 일어날까?” 등 자율주행차와 관련해 무엇보다 자신의 안전과 관련된 일에 많은 관심을 가질 가능성이 크다.

자율주행차 기술개발에 대한 우리나라 정부의 목표는 분명하다. 2027년까지 완전 자율주행차(레벨4)의 상용화를 세계 최초로 달성하는 것이다. 다만, 전 세계적으로 높은 기술수준의 자율주행차 출시 경쟁이 매우 치열한 상황에서 우리나라가 이번에 내세운 목표대로 조기에 세계 자율주행차 시장을 선점하기 위해서는, 자율주행차의 안전한 사용에 대한 일반 소비자들의 신뢰를 우선적으로 제고하는 등 다음과 같은 사항들을 고려하지 않을 수 없다.

첫째, 무엇보다 자율주행차의 제작 및 주행에 관한 안전기준을 조속히 마련하여야 한다. 2019년말까지 국토부가 당초 목표한대로 자율주행차 제작 안전기준 제도화를 마무리하여, 정부가 제도의 흠결로 신기술의 발전 저해를 초래하지 않고 자율주행의 지속적인 기술 발전, 자율주행 기술의 안전도 증가에 따른 소비자이익 제고 등에 기여하여야 한다. 다만, 자율주행차 제작 안전기준 마련 시 다음과 같은 점에 대한 고민이 요구된다.

자율주행차의 안전기준은 단순히 차량의 제작 기준뿐만 아니라 제작된 차량의 실제 도로 주행 기준까지를 종합적으로 전제해야 한다. 이는 국토부가 이미 시행한 ‘자율주행자동차 3대 핵심 안전성’ R&D 결과물을 통해 동 R&D가 주행, 고장(이상상황), 통신보안(사이버보안), 제어

96) 『AAA: American Trust in Autonomous Vehicles Slips』, AAA News Room, 2018.5.22.

권 전환 등 부문의 안전성을 모두 고려했다는 사실로부터 안전기준 마련 시 자율주행차의 주행상황도 검토될 가능성이 클 것으로 미루어 짐작할 수 있다. 사실, 안전기준이 다뤄야 할 자율주행차의 차량과 주행 관련 사항은 복잡한 구성이 불가피하므로, 반드시 관련내용의 체계화를 통해 안전기준을 마련하는 과정에서 누락된 부분이 없도록 지속 점검할 필요가 있다.

또한, 현행 자동차 안전기준(자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙)인 차량 자체와 차량의 부품에 관한 사항까지를 규율하고 있는 체계를 참고하여, 자율주행차 안전기준도 차량뿐만 아니라 관련 부품에 관한 사항까지 다룰 필요가 있다. 특히 센서링, 컴퓨팅 등의 기능이 중요시되는 자율주행차의 특성 상 하드웨어 뿐만 아니라 관련 소프트웨어에 대한 안전한 제작・관리 기준도 중요하다.

아울러, UN의 안전기준 국제기준 조화 작업과 보조를 맞춰 우리나라 자율주행차의 안전기준을 마련하는 것이 자율주행차의 글로벌 일관성 및 호환성 확보 차원에서 매우 중요하다. 그러나, 자칫 늦은 정책 타이밍은 자율주행차의 상용화에 제약요소로 작용할 수도 있으므로, 혹시라도 UN 실무국 간 국제협의가 지연될 경우 우선 국내 자율주행차 안전기준 마련에 중점 치중하고, 이를 바탕으로 국제기준 조화 작업에서도 우리정부가 선도적 역할을 하기를 기대해 본다.

둘째, 자율주행차 안전기준을 마련하고 적용함에 있어, 체계적인 정책적 접근이 필요하다.

국토부가 우선적으로 제도화를 추진중인 레벨3 자율주행차 안전기준을 단계적으로 시범 적용하고, 이를 토대로 동 안전기준을 수정, 발전시켜야 한다. 즉, 안전기준을 특정 지역에서 우선 자율적으로 시행하고, 자율 시행결과에 따른 문제점 등을 바탕으로 안전기준을 지속 보완할 필요가 있다. 자율주행차상용화촉진법이 2020년 5월부터 시행되면, 동 법에 따라 자율주행차 규제특구를 지정하여 동 특구 내 자율주행차를 우

선 대상으로 안전기준을 적용해 볼 수 있을 것이다. 안전기준 우선 적용 범위를 제한함으로써, 안전기준 내용 및 방법 상 미비점이나 오류 등이 혹시 전국적으로 초래할 수도 있는 사회적 비용을 줄일 수 있다.

한편, 레벨3의 부분 자율주행차가 궁극적으로는 완전 자율주행차로 나아가기 위한 과도기적 성격의 기술이므로, 안전기준도 레벨4, 레벨5까지 하나의 큰 틀에서 접근해야 한다. 따라서, 레벨3 자율주행차 안전기준 제도화가 마무리되는 대로, 레벨4 이상의 안전기준에 대해서도 즉각적인 제도화 검토가 필요하다. 이 문제는 레벨4 이상의 자율주행기술이 레벨3에 근거를 두고 있으므로, 레벨3 자율주행차 안전기준의 완성도가 높으면 그리 어렵지 않게 해결할 수 있을 것으로 기대해 본다.

셋째, 자율주행차에 대한 적극적이고 종합적인 정책지침 또는 가이드라인을 만드는 것을 고려해 보자.

미국은 자율주행차 가이드라인에서 FMVSS 자동차 안전기준의 개선방향, 자율주행차 사고 및 보험 이슈와 정책방향, 사이버보안 문제, 자율주행차 시장 출시를 위한 정부기관 및 민간부문의 역할 등 자율주행차와 관련한 종합적인 정책방향 내지 행동요령 등을 총망라해 안내하고 있다. 아마도 연방차원의 관련법률이 없는 상황에서, 미국 정부는 가능한 한 여러범위의 영역들을 지침에 포함시켜 정부 자율주행차 정책의 일관성을 높이고, 이해관계자들의 예측가능성을 제고하고자 하는 노력을 가이드라인에 반영한 듯하다.

최근 우리 정부가 발표한 '2030 미래차 산업 발전전략'과 같은 각 정부부처의 합동 작업을 성공시키기 위해서는, 미국의 자율주행차 가이드라인처럼 각 기관별 임무들을 하나의 체계로 아우르는 통합된 미션계획이나 정책지침 및 가이드라인 등이 절실하다.

정부의 통합적 지침 등에는 당연히 자율주행차 안전기준에 대한 정책방향이 포함될 것이며, 적어도 동 지침을 통해 완전 자율주행차 개발

시 고려할 안전항목·방법 등(충돌사고 시 탑승객 보호방안 강구, 고장 등 돌발상황을 고려한 시스템 설계 등)에 대한 대략적인 정책방향을 제시할 수 있어야 한다. 다만, 이미 레벨3 자율주행차는 안전기준을 제도화하는 단계에 있으므로, 레벨4 및 레벨5 자율주행차의 제작 안전기준에 대한 가이드라인 및 정책지침이 필요하다 할 것이다.

미국 RAND Corporation은 『Autonomous Vehicle Technology – A Guide for Policymakers』(2014)에서 자율주행차와 관련하여 정책입안자들이 고려하여야 할 사항을 언급하고 있어, 눈여겨 볼만하다. 이에 따르면, 자율주행차에 관한 정책 가이드의 원칙은 "자율주행기술이(적어도 차량 운행에 있어서만큼은) 보통의 평균적인 인간 운전자보다는 우월하다고 입증된 경우에 한해 자율주행차가 허용되어야 한다"는 것이다. 이는 자율주행 정책 입안자들이 다양한 문제에 직면할 때, 자율주행차 기술을 인간이 운전하는 자동차와 비교·분석함으로써 보다 유용한 정책적 지침을 얻을 수 있다는 의미일 것이다.

한편, 정책지침은 자율주행차 도입에 따른 긍정적 효과와 부정적 효과를 모두 포함하여, 정책의 다양한 수요자들이 자신의 처한 상황이나 이해관계 등에 따라 자율주행차에 대한 이해를 넓히고 이를 토대로 관련 기술도 더욱 발전할 수 있는 계기로 삼을 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 예를 들어, 자율주행차의 도입·확산으로 도로상의 교통혼잡이 감소하면 다른 자동차 운전자들에게 이익(시간비용 절감 등)이 되고, 자율주행 모드 운행이 정착되면 운전자가 자동차 운행 중 다른 일을 할 수 있어 해당 자율주행차 운전자도 이익이다. 그러나, 운전자의 이익이 증가하여 자동차 운행이 추가적으로 증가하게 되면 이는 다시 교통정체 등 도로 혼잡을 증가시키는 바, 자율주행차 도입에 따른 부정적인 외부효과도 충분히 발생 가능하며 이를 무시하기는 어렵다.

우리가 자율주행차의 정책지침이나 가이드라인을 제정하거나 발전시키기 위해서는, 세계에서 가장 앞서있는 미국의 자율주행차 가이드라인 Automated Vehicles 3.0에 대한 벤치마킹을 우선 고려할 수 있다.

하지만, 여기서 정말 놓쳐서는 안될 것이 있다. 그것은 바로 미국의 교통환경이 우리나라와 다른 점이 있으며 따라서 미국의 자율주행차 지침을 우리나라 환경과 비교하며 채용할 필요가 있다는 점이다.

미국의 경우 도로 및 주차환경을 보면, 도로 차선과 주차선의 폭이 넓어 옆 차량과의 충돌 가능성이 크지 않고, 뉴욕, 시카고 등 유명한 대도시를 제외하면 대중교통수단이 많지 않아 도로상 다양한 차량형태로 인한 복잡성이 크지 않으며, 교통신호체계를 보면, 도로에 STOP싸인이나 직진 신호 비보호 좌회전 등 우리나라에는 없는 신호체계가 있고, 운전자들의 습관을 보면, 도로위 차선 폭의 편의 등으로 차량의 가속을 일부 즐기지만 교통신호를 철저하게 준수하여 어떤 차량이라도 교차로에서의 신호를 지킬 것이라고 쉽게 예측할 수 있는 등 현재의 우리나라 교통환경과 꽤 상이한 측면이 있다.

한편, 2018년 12월경 우리 언론의 보도에 따르면, '자율주행차 융복합 미래포럼[97]'이 『자율주행차 제작 가이드라인』 초안을 발표했다는 기사들을 발견할 수 있는데, 동 초안의 보다 상세한 내용이나 초안 마련 이후의 진행상황에 대해서는 좀처럼 알기 어려운 상황이다.

넷째, 정부규제는 탄력적이고 시장의 자율성을 저해하지 않도록 설계되어야 한다.

사실 미국의 가이드라인은 자율주행차에 대한 성능 중심의 자발적 안전기준 및 지침으로서, 기술에 대한 자기인증, 기술에 중립적인 정책방향 설정 등 많은 부분에서 시장에 유연한 규제체계를 적용하고 있다. 특히 동 가이드라인은 자율주행차 제조회사의 차량 안전성 평가결과 제출을 자율적인 권고사항으로 하고 있다.

다만, 자율주행차의 안전에 필요한 핵심사항에 대해서는 미국 가이드라인과 달리 최소한의 원칙은 명시적인 의무사항으로 제시할 필요가

97) 100여 명의 산학연 전문가가 참여하는 핵심의제 논의기구로서 2016년 6월에 발족했다.

있다. 즉, 미국 의회가 추진 중인 법률안처럼, 자율주행차 제조회사에 대하여 자신의 차량 안전성 평가 보고서를 제출하도록 의무화하는 것이 좋은 사례가 될 수 있다.

또한, 우리 정부는 UN의 자동차 안전 국제기준 조화 활동에 적극 참여하면서, UN의 관련 기준이 우리나라 환경이나 시장에서 유연하고 탄력적으로 적용될 수 있도록 제도적 장치를 병행함으로써, 다양한 형태의 자율주행 기술 개발을 유도할 필요가 있다.

다섯째, 자율주행차의 안전에 대한 소비자 인식이 그리 호의적이지 않은 현실을 감안해 자율주행차 사고에 대한 다양하고 효용성이 높은 처리방안들을 강구하고, 이를 바탕으로 자율주행차 운행에 대한 소비자들의 안전 신뢰도를 제고하여야 한다.

먼저, 자율주행차 기술발전 수준, 자동차 주행환경, 운전자의 차량운행 개입정도 등에 따라 자율주행차 사고에 있어, 운전자와 자동차 제조회사의 책임범위 등을 다양하게 구분하는 논의가 필요하다. 자율주행차의 복잡한 운행시스템과 사전에 정확한 예측이 쉽지않은 도로교통 환경 등으로 인해, 자율주행차 사고의 책임소재에 대해서는 일반 자동차에서의 사고 보다 엄격하게 검토가 이루어져야 하겠다.

사실, 자율주행차 사고의 책임주체 보다 자율주행차를 실제로 운행하기 위한 필수 전제조건인 자동차보험 문제의 해결이 더 급선무이다. 이와 관련해서는, 자율주행시스템의 복잡성만큼이나 다양하고 복잡한 자율주행차에 대한 일반 소비자들의 위험 또는 안전 선호도(회피도)를 반영할 수 있도록 보험상품이 정교하게 설계될 필요가 있다. 이제는 단순히 나이나 운전경력 등에 따라 자동차 보험료율을 차별하는 시대는 저물고 있다고 보아야할 것이다.

운전자가 없는 상태에서 차량이 스스로 운행되고, 차량 시스템이 요청하여 인간 운전자가 차량의 운전에 개입하는 등 기존과는 완전히 다른

자동차 운행환경, 그리고, 체계적인 자율주행을 위해 각종 운행 데이터의 기록·저장이 불가피한 상황이 전통적인 자동차 보험 프로그램의 변화를 초래할 것이다. 완전 자율주행기능이 탑재된 자율주행차를 보유한 사람이 어떠한 방법으로, 얼마나 빈번하게 자율주행차를 운행할 계획인지 그리고 실제로 자율주행차를 얼마나 직접 운전하였는지 등에 따라 자동차 보험료가 상이해지는 구조가 상식적으로 보다 합리적인 것으로 보인다.

한편, 현행 도로교통법 상 자신의 자동차 운전으로 사고를 발생시킨 경우 해당 운전자에게 직접 형사책임을 부과하지만, 이런 법 적용논리를 운전자 없이도 운행 가능한 자율주행차에 의한 교통사고에는 그대로 적용하는 것이 어렵고, 또한, 제조물책임법에 의하여 자율주행차 제조회사에 책임을 묻을 수 있는지도 명확하지 않으므로, 자율주행차에 의한 사고에 있어 형사책임 주체에 대한 주의깊은 검토도 필요하다.

여섯째, 차량 주행과 관련한 각종 정보를 수집·저장함으로써, 환경 인지, 결정, 그리고 이것으로부터 학습하는 자율주행차의 특성 상 정보보안에도 각별한 신경이 요구된다.

원활한 자율주행을 위해 교통인프라 및 환경 못지않게 보행자나 다른 차량의 위치정보, 자율주행차 자체의 운행정보 등을 활용하는 것이 필수적이지만, 이 과정에서 인터넷으로 대표되는 사이버공간에서처럼 개인정보가 불필요하게 유출 또는 악용될 수 있다는 우려가 존재한다. 특히, 다른 차량이나 외부 인프라와의 커뮤니케이션을 활용하는 자율주행차에 대한 잘못된 사이버공격은 교통사고를 유발할 수도 있다.

반면, 우리나라의 경우 아직까지 자율주행차의 데이터보호와 관련한 심도있는 논의가 부재한 실정이므로, 정부는 가이드라인 등을 통해 정책의 방향성 및 정책사례, 이해관계자들의 행동준칙 등을 제시하고 자율주행차 개인정보 보호, 사이버해킹 대비 등과 관련한 관계기관들의 구체적인 제도 마련을 위한 노력을 유도할 필요가 있다.

아울러, 사이버 보안을 위해서는 정보를 중재하고 관리하는 정부의 역할이 또한 중요하다. 특히, 자율주행차가 전국 도로위에서 자유롭게 운행될 상황을 상상해보면, 전국 각지에서 도로를 유지·관리하고 교통을 책임지는 지방정부들의 동의와 협력체계도 우선 고려해 볼수 있다.

끝으로, 자율주행 기술을 우리의 핵심 미래산업, 적어도 자동차 산업의 주력으로 비상(飛上)하도록 하기 위해서는 관련 정부기관들이 서로 협력하여 공동의 중차대한 이슈를 해결하려는 마음가짐이 절실하다.

우선, 국토부가 제정하여 2020년 5월부터 시행 예정인 자율주행차상용화촉진법을 중심으로, 국토부가 자율주행차의 기술발전과 상용화를 총괄하며 정부 관계부처들의 정책성과를 이끌어야 하겠다.

여러 부처에 나눠진 자율주행차 업무의 성과를 효율적으로 도출하기 위하여, 국토부는 관련 업무의 범위와 순서를 먼저 정리하고 이를 대외에 공표하여 정부의 정책계획을 민간부문과 공유함으로써, 민간의 정부정책에 대한 예측가능성을 제고하여야 한다. 올해 10월 정부가 발표한「2030 미래차 산업 발전전략」상 여러 부처들의 다양한 임무가 우선 대상이 될 수 있다. 다만, 동 전략 상 과제들은 각 부처에서 고유업무영역 및 임무로서 개별 추진하는 것을 단순히 모아놓은 모양새이므로, 각 부처들의 기존업무 외에 추가 업무를 개발하는 것 등을 포함해 보다 유기적인 자율주행차 정부미션 프레임워크를 짜야한다.

한편, 다양한 형태의 소규모 포럼 등 민간 중심의 협력기구 외에 정부가 직접 각계를 망라하는 자율주행차 협력체를 구성·운영할 필요가 있다. 듀크대 Missy Cummings 교수도 미국 NHTSA의 임무에 대하여, NHTSA가 안전가이드라인을 제정하여 발표하는 것 이 외에도 학계, 정부 및 산업 분야를 통합한 국가적인 컨소시엄을 구성하여 자율주행차 관련 표준을 설정하고 투명성을 강화하는 것이 중요하다는 의견을 제시한 바 있는데, 컨소시엄 등을 통해 다양한 의견을 청취하고 실패요인이 적은 정책수립이 가능하다는 점에서 의미가 있겠다.

자율주행 기술이 안정화되고 이를 활용한 다양한 형태의 자동차들이 성공적으로 도입되어 자율주행 시스템에 내가 소유한 자동차의 운전을 믿고 맡길 수 있는 세상을 한번 상상해 보자.

이러한 세상이 된다면, 우리 인간들 개인적으로는 사고없이 안전하고 편리한 생활을 살아갈 수 있고, 사회 전체적으로는 인간 운전자의 실수로 인한 교통사고가 초래할 사회·경제적 비용이 감소되고 운전에서 자유로워진 사람들은 운전 대신 다른 경제활동을 추가로 할 수 있어 이로부터 발생하는 사회적 편익 증가도 가능해질 것이다.

그러나, 우리 인간들이 자율주행 시스템을 신뢰할 수 있을 때까지는 정책결정자들의 종합적이고 심도있는 고민이 당분간 지속될 것이다.

적어도, 특정 조건에서 인간 운전자의 개입이 없어도 주행이 가능한 레벨4의 '고도 자율주행(High automation)' 기술이 성공적으로 정착하기 전까지는, 인간과 컴퓨터 시스템 간 커뮤니케이션이 실패하면 자율주행차 기술 도입의 긍정적인 효과를 상쇄할 정도로 교통사고가 발생할 수도 있다는 미국 애리조나, 플로리다에서의 우버나 테슬라 사고의 교훈을 잊어서는 안된다.

자율주행차에 관하여 지속적인 고민과 검토·분석이 필요한 정책적 이슈에는 안전기준, 차량 시험운행 방식 및 평가, 규제 내용과 방식, 사고 등 불법행위 책임범위, 적절한 자율주행차에 대한 소비자 선택권 보장, 다양한 관련 정책들 간의 조화와 같은 많은 정책적인 결정문제가 포함될 것이다.

참고문헌

『미 정부, 구글 무인차 인공지능 자율주행시스템 운전자로 인정』, IT News, 2016.2.12.
이명수, 『자율주행자동차의 국제안전기준 개발 동향』, 오토저널, 2016.6.
교통과학연구원, 『자율주행차 관련 해외 법·제도 동향』, 글로벌 신기술 동향분석, 2016.8.
정보통신기술진흥센터, 『최근 자율주행자동차 안전사고 이슈와 향후 규제방향의 시사점』, 주간기술동향, 2016.9.28.
『미시간주, 자율주행차 실험·사용·판매 모두 허가하는 법 제정』, 연합뉴스, 2016.12.10.
지광운, 『자율주행차의 발전에 따른 자동차보험관련 법제의 개선방안에 관한 연구』, 중앙대학교 법학연구원, 2017.8.18.
방송통신위원회, 『방통위, 자율주행차의 안전한 활용을 위한 논의 시작』, 보도자료, 2017.9.13.
『개인정보 보호, 자율주행차 산업 활성화 필수 과제』, 법률신문, 2017.11.16.
박준환, 『자율주행자동차 관련 국내외 입법·정책 동향과 과제』, 국회입법조사처, 2017.12.27.
강선준·김민지, 『자율주행자동차 활성화를 위한 법제 개선방안 및 입법(안) 제안』, 한국과학기술기획평가원, 2017.12.
국토교통과학기술진흥원, 『자율주행자동차 국제기준 제정을 위한 안전기준 동향』, 기획논단, 2018.1.
국토교통부, 『통신으로 달리는 자율주행차…해킹 대응 국제안전기준 논의』, 보도자료, 2018.4.16.
정보통신기술진흥센터, 『자율주행자동차 최근 동향 및 시사점』, 주간기술동향, 2018.4.18.
장필성·백서인·최병삼, 『자율주행차 사업화의 쟁점과 정책 과제』, 과학기술정책연구원, 2018.6.27.
자동차부품연구원, 『자율주행자동차 동향 및 주요 이슈 사항』, 오토

저널, 2018.6.
황현아, 『자율주행사고 배상책임제도 관련 주요국의 사례와 시사점』, KiRi 리포트, 2018.8.29.
국토교통부 등 관계부처 합동, 『자율주행차 미래, 미리 내다보고 선제적으로 규제혁파』, 보도자료, 2018.11.8.
국토교통부, 『자율주행차 상용화 앞당길 '케이-시티' 완성』, 보도자료, 2018.12.9.
국토교통부, 『국토부, 14일 자율주행 데이터 공유센터 협의체 발족』, 보도자료, 2018.12.13.
국토교통부, 『국토부, '자율주행 미래 발전 심포지엄' 개최』, 보도자료, 2018.12.18.
국토교통부, 『서울 상암에 5G 자율주행 시범지구 첫 선…6월 중 시범운행』, 보도자료, 2019.1.17.
국토교통부, 『'자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률' 제정안, 국회 통과』, 보도자료, 2019.4.5.
『자율주행차 시대, 글로벌 기업 현황은?』, 조세금융신문, 2019.4.27.
『미래 이동체 제시하는 자율주행차, 국내외 정책 현황은?』, CCTV, 2019.5.2.
『고속도로 자율주행차 등장 2023년으로 늦어질 듯』, 한국일보, 2019.10.3.
국토교통부, 『미래차 산업 신속전환을 위한 3대 전략-「미래자동차 산업 발전전략」 발표』, 보도자료, 2019.10.15.

James M. Anderson · Nidhi Kalra · Karlyn D. Stanley · Paul Sorensen · Constantine Samaras · Oluwatobi A. Oluwatola, 『Autonomous Vehicle Technology - A Guide for Policymakers』, RAND Corporation(2014)
Jean-Francois Bonnefon · Azim Shariff · Iyad Rahwan, 『The social dilemma of autonomous vehicles』, Science, 2016.6.24.
『A Tesla Fatality and the Future of Self-Driving Cars』, theatlantic-Technology, 2016.6.30.

Shea Denning, 『NC Regulates Fully Autonomous Vehicles』, A UNC School of Government Blog, 2017.7.26.
U.S. DOT · NHTSA, 『Automated Driving Systems - A Vision for Safety 2.0』, 2017.9.12.
『Steering Iowa toward automated vehicles』, The Gazette, 2017.9.21.
『UA, ALDOT laying driverless car groundwork in Tuscaloosa』, Birmingham Business Journal, 2017.10.25.
U.S. NC DOT, 『North Carolina Autonomous Vehicle Legislation』, 2017.12.1.
Howard A. Marsilio, 『North Carolina Autonomous Vehicle Legislation』, 2017.12.4.
Cheslie Kryst, 『Driverless Vehicles Have Arrived in North Carolina』, Poyner Spruill, 2017.12.18.
Autotrader, 『Automated vs. Autonomous Vehicles: Is There a Difference?』, https://www.autotrader.com, 2018.1.
MarketWatch, 『Autonomous Vehicles Market Size, Industry Growth, Share, Opportunities, Emerging Technologies, Competitive Landscape, Future Plans and Global Trends by Forecast 2023』, https://www.marketwatch.com, 2018.1.31.
『How a self-driving Uber killed a pedestrian in Arizona』, The New York Times, 2018.3.21.
Mcity, 『Consumers want clarity on liability in automated vehicle crashes(J.D.Power)』, https://mcity.umich.edu, 2018.3.21.
『Lack of Focus-Safety drivers are supposed to be our bridge to a self-driving world. They might not have the attention spans for it.』, Slate, 2018.3.26.
『Technological, regulatory innovation needed to ensure safety in autonomous vehicle research』, Duke TODAY, 2018.4.9.
Morgan Lewis, 『The Autonomous Vehicle, regulatory environment』, https://www.morganlewis.com, 2018.4.18.

『Colorado among the leaders for driverless vehicle testing』, 9NEWS, 2018.7.18.
『Driverless car market watch-The auto industry is channeling billions into autonomous vehicle technology』, WordPress, 2018.8.31.
U.S. DOT, 『Automated Vehicles 3.0 - Preparing for the Future of Transportation』, 2018.10.4.
『Volvo and Baidu join forces to mass produce self-driving electric cars in China』, CNBC, 2018.11.1.
INVERSE, 『2019 Tech Predictions: An Autonomous Car Travels Across the United States』, https://www.inverse.com, 2018.12.15.
Bern Grush · John Niles, 『THE END OF DRIVING - Transportation Systems and Public Policy Planning for Autonomous Vehicles』, Elsevier(2018)
Shaoshan Liu · Liyun Li · Jie Tang · Shuang Wu · Jean-Luc Gaudiot, 『Creating Autonomous Vehicle Systems』, Morgan&Claypool Publishers(2018)
SAE, 『SAE J3016 Levels of Driving Automation』, https://sae.org, 2019.1.7.
『Texas Wants To Put More Autonomous Vehicles On The Road』, KUT90.5, 2019.1.23.
『Arkansas Senate approves Walmart-backed proposal to test drive self-driving vehicles』, TB&P, 2019.3.12.
Navigant Research, 『Navigant Research Names Waymo, GM Cruise, and Ford Autonomous Vehicles the Leading Companies Developing Automated Driving Systems』, https://www.navigantresearch.com, 2019.3.19.
『Self-Driving Cars Get the Greenlight Under New Utah Law』, government technology, 2019.4.24.
『Investigators Say Tesla Model 3 Driver Killed In Florida Crash Was Using Autopilot』, Forbes, 2019.5.16.
『NHTSA Asks for Comments on Automated Driving Rule』,

Eno(Center for Transportation), 2019.5.31.
『Why It Matters That Waymo Just Passed 10 Billion Simulated Autonomous Miles』, The Motley Fool, 2019.7.12.
『Congress takes another stab at passing self-driving car legislation』, The Verge, 2019.7.28.
Dentons, 『Autonomous Vehicles: US Legal And Regulatory Landscape』, Dentons US Autonomous Vehicles Whitepaper, 2019.8.1.
『Recent Florida News: Toll Road P3s and Autonomous Vehicles』, The National Law Review, 2019.9.12.
Mcity 온라인 홈페이지(https://mcity.umich.edu/), 2019.10.