

미국 자율주행차 정책과 구글의 자율주행차 특허가 주는 시사점

차원용_아스팩미래기술경영연구소(주) 대표



미국은 2016년 초에 앞으로 10년간 79억 달러(약 9조 원)를 투자해 자율주행 자동차(이하 '자율주행차')의 연구개발·제도개선·도로인프라 정비를 한다고 발표하였다. 각국에서 자율주행차 개발이 가속화되는 가운데, 미국이 막대한 자금을 활용해 자율주행차 분야에서 패권을 차지하려는 의도로 풀이된다. 자율주행차 분야에서 가장 앞서고 있는 구글은 2009년부터 자율주행차를 개발해 2015년까지 무려 110개의 레벨 3~4의 특허를 미국 특허청에 등록하였다. 대부분의 구글 특허가 기계학습-딥러닝을 바탕으로 센서 시스템과 자율주행컴퓨터시스템이 상용화되었을 때 사용자와 자율주행차 간의 인증시스템에 집중해 있다. 따라서 미국의 자율주행차 정책과 구글의 자율주행차 특허 분석을 살펴봄으로써 우리에게 주는 중요한 시사점과 한국의 과제가 무엇인지를 제시하고자 한다.

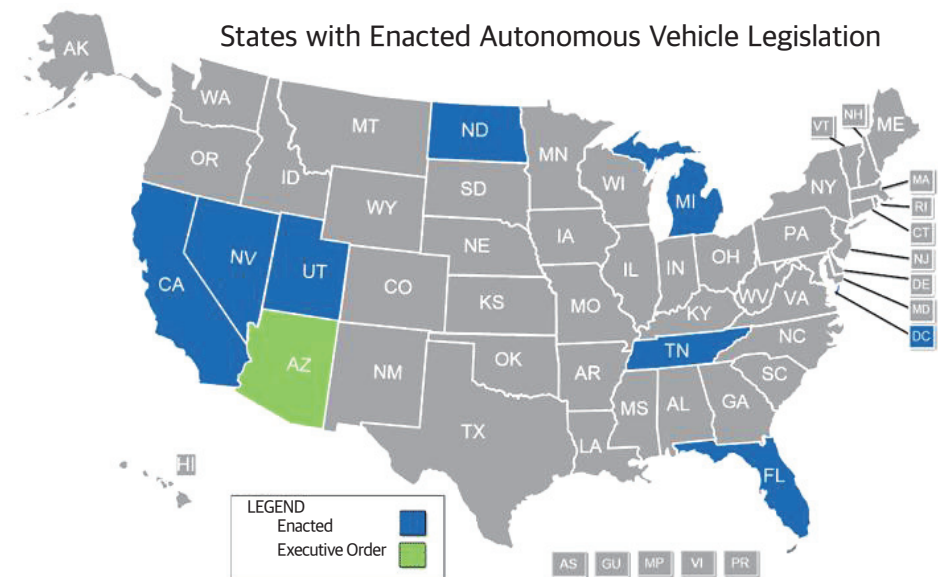
1. 미국의 자율주행차 정책과 최근 변화

(1) 자율주행테스트를 허가한 미국의 주들

먼저 자율주행테스트를 허가한 미국의 주를 살펴보자. 제일 먼저 2011년 6월 17일에 네바다(Nevada) 주가 구글의 로비에 힘입어 법률을 통과시켰으며, 이 법률의 효력은 2012년 3월 1일부터 발효되었다. 그 다음 플로리다(Florida) 주가 2012년 4월 16일에 일반 공공 도로(public roads)에서 자율주행차 주행테스트를 허가하는 두 번째 주가 되었다. 그 뒤를 이어 캘리포니아 주가 2012년 9월 25일에 자율주행테스트를 허용하는 법률안(Senate Bill 1298=Chapter 570, Statutes of 2012)¹을 통과시키는 세 번째 주가 되었다.

그 뒤를 이어 2013년 12월 20일에 미시건 주가 네 번째 주가 되었다. 미시건주는 2015년 7월 20일에 미시건 대학의 북쪽 캠퍼스에 완전 자율운행 실험이 가능한 실험도시인 32 에이크르(acres) 크기의 'Mcity'를 새롭게 조성하였다. M시티는 도로 곳곳에 자율주행차와 연동하는 인터넷 기기를 설치해 차가 도로 교통망과 연동해 최적의 주행 경로를 찾고 자율주행실험(實驗)이 가능한 공간이다². 그리고 노스 다코타(North Dakota) 주가 2015년 3월 20일에 자율주행테스트를 허가한 다섯 번째 주가 되었고, 테네시(Tennessee) 주가 2015년 4월 24일에 자율주행테스트를 허가하는 여섯 번째 주가 되었으며, 유타(Utah)가 2016년 3월 23일에 자율주행테스트를 허가하는 일곱 번째 주가 되었다. 워싱턴DC(Washington, D.C.)는 2013년 4월 23일에 자율주행테스트를 허가하였다. 2016년 5월 26일 현재 총 7개 주와 워싱턴D.C.가 자율주행테스트를 허가하였다. 하지만 규정 내용이 같은 부분도 있지만 주마다 다른 부분도 있다. 아래 <그림 1>에서 파란색 지역은 법률에 의해 허가된 지역이고 녹색 지역은 행정명령에 의해 허가된 지역이다.

<그림 1> 자율주행테스트를 허가한 미국의 주(파란색)



¹ Senate Bill 1298(Chapter 570, Statutes of 2012)

<https://www.dmv.ca.gov/portal/dmv/detail/vr/autonomous/bkgd>

http://www.leginfo.ca.gov/pub/11-12/bill/sen/sb_1251-1300/sb_1298_bill_20120925_chaptered.pdf

² University of Michigan - Mcity Test Facility

<http://www.mtc.umich.edu/test-facility>

<http://www.mtc.umich.edu/vision/news-events/u-m-opens-mcity-test-environment-connected-and-driverless-vehicles>

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

(2) 캘리포니아 주가 정한 자율주행차의 기술과 개념

2012년 9월 25일에 캘리포니아 주가 자율주행테스트를 허용하는 법률안(Senate Bill 1298=Chapter 570, Statutes of 2012)을 통과시켰는데, 이 법률안에서 규정한 자율주행차의 개념을 살펴볼 필요가 있다.

‘DIVISION 16.6. AUTONOMOUS VEHICLES’에서 자율주행차의 개념을 다음과 같이 정하고 있다.

① 자율주행기술이란 인간 운전자의 행동적·물리적 제어 혹은 모니터링 없이 차량을 스스로 운전할 수 있는 능력을 의미한다

② (A) 자율주행차란 자율주행기술이 탑재되고 통합된 차량을 의미한다. (B) 자율주행차는 하나 또는 그 이상의 충돌방지 시스템을 탑재한 차량이 아니다. 전자 사각지대 지원 시스템, 자동비상 브레이크 시스템, 파킹 지원, 순응순항제어, 차선유지지원, 차선이탈경고, 교통 잼과 자동차 대기행렬지원, 안전을 향상시키고 운전자를 지원하는 시스템들이 탑재된 차량들도 아니다. 이러한 차량들은 사람 운영자의 활동적인 제어 혹은 모니터링이 없으면 독단적으로 혹은 종합적으로 차를 운전할 수 있는 능력이 없다. 따라서 자율주행차란 사람 운영자의 활동적인 제어 혹은 모니터링이 없이도 독단적으로 혹은 종합적으로 차를 운전할 수 있는 능력을 갖춘 차량을 말하는 것이다.

(3) 캘리포니아 자동차국의 규정과 자율주행해제 보고서 제출 의무

캘리포니아 차량국은 주 정부가 통과시킨 법률안(Senate Bill 1298=Chapter 570, Statutes of 2012)에서 명시한 2015년 1월 1일을 준수하기 위해, 구체적인 규정을 마련하고 그간 여러 수렴과 공청회를 거쳐 최종 규정(Adopted Regulatory Text)³을 2014년 5월 19일에 제정하고, 2014년 9월 16일에 자율주행차 테스트규정을 발효시켰다. 이 규정에는 ‘도로에서 자율주행테스트를 할 때에는 반드시 운전석에 면허증을 가진 운전자가 앉아 있어야 하며, 이 운전자가 필요시에는 즉시 직접 운전할 수 있다’는 조항이 있다. 즉, 운전자가 운전자주행모드로 운전하다가, 자율주행 도로에 진입하면, 이때부터 자율주행차가 스스로 운전하는 자율주행모드 주행을 시작되는데, 자율주행차가 감지하지 못하는 상황(사고 유발 등)이 발생할 경우 - 이를 자율주행모드해제(Disengagements of Autonomous Mode)라 함 - 에는 즉시 운전자가 개입하여 다시 운전자주행모드로 주행을 해야 한다.

이를 기반으로 자율주행테스트에 참가하는 자율주행차 테스트프로그램이 만들어져, 2015년 12월 3일까지 캘리포니아 차량국이 허가한 업체는, 폭스바겐, 메르세데스-벤츠, 구글, 델파이, 테슬라, 닛산, 크루즈 자동차, BMW, 혼다, 포드 등의 11개 업체가 현재 자율주행테스트를 하고 있다.

그리고 자율주행테스트를 하는 기업들은 당해 11월 30일까지 실시한 ‘자율주행모드해제’ 테스트 결과를 다음 해 1월 1일까지 보고해야 한다. 폭스바겐, 아우디, 메르세데스-벤츠, 구글, 델파이, 테슬라, 보쉬, 닛산 등 7개 회사는 2016년 1월 1일까지 첫 번째 보고서를 내야 했고, 크루즈(Cruise), BMW, 혼다, 포드 등 4개 기업은 2015년에 허가를 받았기 때문에 2017년 1월 1일까지 첫 번째 보고서를 제출해야 한다.

(4) 오바마의 자율주행차에 올린 선언

버락 오바마(Barack Obama) 미국 대통령은 2016년 1월 12일, 자신의 임기 중 마지막 국정 연설에서 ‘21세기 청정 운송 시스템(The 21st Century Clean Transportation System)’을 강조했다⁴. 오바마 대통령은 화석연료 의존도를 낮추고 후손들이 살아갈 지구를 보호하기 위해 지금의 운송 방식을 획기적으로 바꿔야 한다고

3_ CDMV - Adopted Regulatory Text (PDF)

https://apps.dmv.ca.gov/about/lad/pdfs/auto_vch2/adopted_txt.pdf

https://www.dmv.ca.gov/portal/wcm/connect/d48f347b-8815-458e-9df2-5ded9f208e9e/adopted_txt.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=d48f347b-8815-458e-9df2-5ded9f208e9e

4_ The White House - FACT SHEET: President Obama's 21st Century Clean Transportation System(04 Feb 2016)

<https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2016/02/04/fact-sheet-president-obamas-21st-century-clean-transportation-system>

5_ WSJ - U.S. Proposes Spending \$4 Billion to Encourage Driverless Cars. Obama administration aims to remove hurdles to making autonomous cars more widespread(14 Jan 2016)

<http://www.wsj.com/articles/obama-administration-proposes-spending-4-billion-on-driverless-car-guidelines-1452798787>

6_ WSJ - U.S. Proposes Spending \$4 Billion to Encourage Driverless Cars. Obama administration aims to remove hurdles to making autonomous cars more widespread(14 Jan 2016)

<http://www.wsj.com/articles/obama-administration-proposes-spending-4-billion-on-driverless-car-guidelines-1452798787>

7_ Reuters - Exclusive: In boost to self-driving cars, U.S. tells Google computers can qualify as drivers(10 Feb 2016).

<http://www.reuters.com/article/us-alphabet-autos-selfdriving-exclusive-idUSKCN0VJ00H>

주장했다. 한마디로 이를 통해 ‘더 강한 아메리카’를 만들자는 것이다.

오바마 대통령이 그리는 ‘21세기 청정 운송 시스템’의 구체적인 내용은 이를 뒤인 2016년 1월 14일에 밝혀졌다. 미국 운수부(US Department of Transportation, DOT)는 자율주행을 실생활에 도입하기 위한 파일럿 프로젝트에 10년간 40억 달러(약 5조 원)를 투입하는 오바마 정부 예산 제안을 발표했다. 오바마 정부가 자율주행차에 대한 대규모 지원정책을 밝힌 것은 이번이 처음이다⁵. 각국에서 자율주행차 개발이 가속화되는 가운데, 미국이 막대한 자금을 투입하면서 이 자율주행차 분야에서 패권을 차지하려는 의도로 풀이된다.

미국 정부가 5조 원에 달하는 예산을 자율주행차에 배분한 것은 그 만큼 미국에서 자율주행차 시장을 조기에 정착시키려는 의지가 강력하다는 의미다. 이 자금은 각 연방 당국과 완성차 기업들이 자율주행차 도입을 위한 연구개발과 제도 마련에 사용될 전망이다. 당국자들은 앞으로 6개월 이내에 각주와 협력해 공동 가이드라인을 만들기로 했고 이 가이드라인을 바탕으로 연방 로드 맵을 그리기로 하였다.

또 하나 놀라운 사실이 있다. 미 당국은 이와는 별도로 10년간 39억 달러(약 4조 7000억 원)의 예산을 투입하여 교통 인프라와 통신 기능이 지원되는 커넥티드 차량(connected vehicles) 테스트도 실시할 예정이다. 이를 바탕으로 커넥티드 차량에 대한 규정 등의 제도도 마련될 것으로 예상된다. 커넥티드 차량은 다른 자동차와 무선으로 통신할 수 있는 차량으로, 위험 경고, 원격 차량 제어 등으로 사고나 충돌을 막을 수 있다. 교통 인프라는 도로의 정비, 도로의 상세지도, 교통신호등의 표준화 등 자율주행이 가능하도록 인프라를 재정비하는 것으로, 이런 인프라가 구축되지 않으면 자율주행은 불가능하다.

그 동안 자율주행차를 개발해 온 완성차 기업들이 가장 어려움을 호소했던 부분은 당국의 명확한 지침이 부족했다는 점이다. 특히 각 주별로 규정이 달라 자율주행차를 시범운행 하려고 해도 주마다 상충되는 부분이 적지 않았고, 교통신호 체계도 주마다 다르다. 이런 가운데 미국 정부가 자율주행 관련 규정 마련에 거액의 예산을 투자해 향후 변화가 기대된다.

월스트리트 저널은 앞으로 2년 내에 미국에서만 2,500대의 반자율주행차가 자율주행테스트에 투입될 것이라 보도했다⁶. 그리고 2040년경에는 전 세계의 차량들이 자율주행차가 될 것이라 보도했는데, 이는 2045년 배경의 공상과학 영화인 마이너리티 리포트(Minority Report)에 등장하는 자율부상전기자동차의 시나리오와 같은 것이다. 지금의 개인차나 택시가 자율주행차로 전환되는 것이다.

이러한 미국 정부의 발 빠른 움직임으로 2020년부터는 반자율주행차가 상용화되고, 2030년부터는 완전 자율주행차가 상용화될 것으로 보인다. 그리고 2045년경에는 전 세계의 차량들이 자율주행차가 될 것으로 보인다.

(5) 교통당국(NHTSA), 자율주행차의 인공지능컴퓨팅을 운전자로 인정

미국 운수부(DOT) 산하의 미국 고속도로교통안전국(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)이 구글 자율주행차의 인공지능베이스 자율주행컴퓨팅시스템을 운전자로 인정했다⁷. 미국 교통당국이 무인 자동차를 모는 인공지능(AI)을 인간처럼 ‘운전자’로 볼 수 있다고 밝힌 것이다. 연방법상 차량 안전 규정에 부합하는지를 묻는 구글의 질의서에 이같이 답한 것이다. 따라서 그동안 자율주행차 상용화에 장애가 돼 왔던 전통적 운전자 개념에 큰 변화가 일 것으로 보인다.

구글은 2015년 11월 12일, 고속도로교통안전국에 자사의 자율주행 차량은 인간 운전자가 필요 없다며, 연방법상 차량 안전 규정에 부합하는지 묻는 질의서를 보냈다.

고속도로교통안전국의 폴 헤머스바우(Paul Hemmersbaugh) 최고 자문관은 답변서에서 “인간 사용자가

차량을 운전하는 것이 아니라면, 실제로 운전하는 ‘무언가’를 운전자로 규정하는 것이 더 합리적인 것”이라며 “구글의 경우엔 자율주행시스템이 실제로 차량을 운전하고 있다”고 말했다. 또 모든 차량에는 운전석이 있어야 한다는 규정을 자율주행 차량도 따라야 하느냐는 구글의 질문에도 “(자율주행 차량의) 운전자는 좌석이 필요 없다”고 답했다. 다만 고속도로교통안전국은 “구글의 자율주행 차량이 인간 운전자 차량에 맞춰 만들어진 규정들을 어떤 식으로 충족시킬 지가 다음 관건”이라고 단서를 달았다.

2. 구글의 자율주행테스트 현황과 ‘자율모드해제’ 테스트

(1) 구글의 자율주행테스트 현황

구글은 2015년 5월부터 매달 자사의 셀프 드라이빙 카 프로젝트와 자율주행테스트 결과를 공개하고 있는데⁸, 2016년 1월의 자율주행테스트 결과를 2016년 1월 31일에 공개한 데이터와 다른 외신들이 분석한 자료를 바탕으로 주행 현황을 살펴보자. 구글은 이 보고서에서 지난 1월에는 자율주행차 관련 사고는 단 한 건도 발생하지 않았다고 밝혔다.

구글은 2016년 1월 31일 현재 22대의 반자율주행차(Semi-Autonomous) 개조모델인 렉서스 RX450h SUV와 33대의 새로운 시제품 반자율주행차 등 총 55대의 반자율주행차로 자율주행테스트를 하고 있다. 이중 22대의 렉서스는 캘리포니아주가 허가한 구글 본사가 있는 마운틴 뷰의 15개 공공도로와 텍사주가 허가한 오스틴의 7개 공공도로에서 자율주행테스트가 진행되고 있고, 33대의 새로운 시제품 차량은 마운틴 뷰의 26개 공공도로와 오스틴의 7개 공동도로에서 자율주행테스트를 하고 있다.

구글이 오스틴을 선택한 이유는, 오스틴은 출퇴근 시간대에 가장 교통이 혼잡한 도시로 유명하고, 스타트업 허브로 유명할 뿐만 아니라, 구글이 이곳에 기가비트 광섬유 인터넷 서비스를 구축하기 때문이다. 또 하나의 이유는 마운틴 뷰의 교통신호등은 수직형이지만 오스틴의 경우 수평형으로 구조가 다르기 때문이다. 새로운 환경에 도전한다는 의미이다.

그런데 문제는 구글이 새롭게 개발한 새로운 시제품 차량이 어떻게 생겼으며 어떤 구조를 갖고 있는가를 살펴봐야 한다. 왜냐하면 처음에는 완전 자율주행차(Autonomous Car)로 개발했지만 나중에는 캘리포니아 자동차국의 규정을 따르기 위해 반자율주행차(Semi-Autonomous Car)로 변형했기 때문이다. 자율주행모드와 운전자주행모드를 가진 차를 반자율주행차라 하는데, 반드시 운전자가 탑승하고 있어야 하므로 운전대-가속 페달-브레이크 페달이 있는 경우이다. 구글이 2012년에 개조한 렉서스가 이러한 유형의 반자율주행차이다.

반면 운전대-가속 페달-브레이크 페달이 없는 차를 완전 자율기능의 자율주행차라 하는데, 승객처럼 탑승해서 ‘Go’ 버튼을 누르면 목적지까지 데려다 주는 것이다. 구글은 2014년 5월에 이러한 운전대-가속 페달-브레이크 페달이 없는 2인용 좌석의 자율주행차를 컨셉화하고, 12월에 새로운 프로토타입의 완전 자율기능의 자율주행차를 선보였다⁹.

<그림 2>에서 왼쪽 그림은 구글이 2014년 5월 27일에 미국특허청에 출원하고 2015년 12월 8일에 등록된 자율주행차 내부의 용기 저장소/쟁반(Autonomous vehicle storage bin/tray, D744,935)이라는 디자인 특허이고, 오른쪽 그림은 구글이 2014년 5월에 컨셉화하고 12월에 선보인 새로운 프로토타입의 자율주행차로 디자인 특허와 프로토타입이 같다¹⁰.

8_ Google Self-Driving Car Project - Monthly reports(31 Jan 2016)
<https://www.google.com/selfdrivingcar/reports/>

9_ Wikipedia - Google self-driving car - https://en.wikipedia.org/wiki/Google_self-driving_car

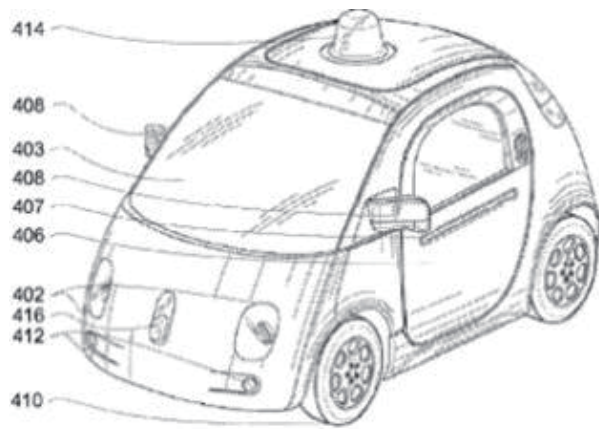
Google Self-Driving Car Project - <https://www.google.com/selfdrivingcar/where/>

10_ Google Self-Driving Car Project - <https://www.google.com/selfdrivingcar/where/>

11_ Cnet - Computer simulation creates "thousands of variations" of driving patterns, enabling Google's engineers to quickly test tweaks across millions of virtual miles(16 Feb 2016).
<http://www.cnet.com/news/how-googles-self-driving-cars-drive-3-million-miles-a-day/>

<그림 2> 구글 디자인 특허와 구글 시제품

2015년 12월 8일 등록된 구글 디자인 특허



구글이 선보인 시제품 자율주행차



※ 출처: 구글 디자인 특허(D744,935)와 구글 시제품(<https://www.google.com/selfdrivingcar/where/>)

그러나 운전자가 반드시 있어야 한다는 규정 때문에, 이 완전 자율기능의 자율주행차 프로토타입에 다시 운전대-가속 페달-브레이크 페달을 붙인 것이다. 단, 언젠가는 제거할 수 있는 탈-부착 형태로 변형했다. 그리고 변형된 반자율주행차의 프로토타입을 2015년 5월에 공개한 후, 2015년 9월부터 운전자 2인과 함께 도로주행에 투입하고 있다. 그러나 구글의 최종 목표는 운전대-가속 페달-브레이크 페달이 없는 완전 자율기능 자율주행차다.

구글의 총 도로주행테스트 거리는 얼마나 될까? 2009년에 토요타 프리우스(Toyota Prius)로 캘리포니아에서 테스트를 시작한 이래부터 총 주행테스트 거리는 2,408,597 마일(385만km)로, 이중 자율모드로 주행한 거리가 1,419,672마일(227만km, 약 60%)이고, 운전자주행모드로 주행한 거리가 988,925마일(158만km, 약 40%)이다. 따라서 주당 주행거리를 계산하면 2009년부터 주당 10,000~15,000마일을 자율주행모드로 주행한 셈이다. 자율주행모드 주행이 60%라는 것은 무엇을 의미하는 것일까? 그만큼 도로 인프라 정비가 안 되었다는 것을 의미하고, 기존 도로의 선형 상세지도 없이 작업을 선행해야하기 때문에 운전자주행모드 주행이 40%나 된다는 것을 의미한다. 이는 또한 상용화가 시간이 걸린다는 것도 의미한다.

또한 구글은 가상주행테스트도 하고 있다. 반자율주행차가 차고를 나가기 전에도 학습할 수 있는 매우 강력한 시뮬레이터(simulator)가 있다면 차고에서도 학습할 수 있다. 구글은 반자율주행차가 도로로 나가기 전에 기계학습 알고리즘(Machine learning algorithm) 베이스의 가상 환경이 구축된 랩에서 드라이빙 훈련을 시키고 있다. 이는 지난 7년간 반자율주행차가 도로주행에서 만들어 낸 빅데이터들을 도로주행에 나서지 않은 반자율주행차에 탑재된 자율주행컴퓨터시스템(Autonomous Driving Computer System)의 메모리에 입력해 드라이빙을 추론하고 상기시키는 것이다. 컴퓨터 시뮬레이터는 드라이빙 패턴의 수천 가지 변형 모델을 만들어 낸다. 그러면 가상으로 수백만 마일을 곡예 주행할 수 있다. 이러한 방식으로 구글의 반자율주행차들은 하루에 300만 마일(480만km)의 가상 도로를 주행하면서 학습한다¹⁾. 그리고 기계학습 알고리즘의 소프트웨어를 업데이트 시킨다.

예를 들어 교차로에서 좌회전하는 경우 탑승한 승객의 안전과 편안함을 고려해 소프트웨어를 수정하고 반자율주행차가 주행하는 각도를 수정한다. 이와 같은 수정 변화의 새로운 패턴에 따라 가상의 랩에서 300만 마일 이상을 가상 도로에서 주행한다. 이러한 시뮬레이션을 통해 반자율주행차의 능력을 향상시킬 뿐만 아니라 승객에게도 안정성을 제공하는 것이다. 또한 가상 랩에서 자율주행모드해제의 이유를 집중분석하고 최적의 답을 찾아 소프트웨어를 업데이트하고 이를 모든 반자율주행차의 자율주행컴퓨터시스템에 업데이트 한다.

구글은 2016년에 세 번째 주행테스트 지역으로 워싱턴주의 커글랜드를 선정했다¹². 이는 어떠한 환경에서도 자율주행을 할 수 있는 자율주행차를 개발하겠다는 구글의 강한 의지를 반영한 것이다. 커글랜드는 시애틀 동쪽 부근에 위치한 도시로, 온대기후 지역인 커글랜드는 상대적으로 기온변화와 날씨변화가 크다. 또 언덕 구간이 상대적으로 많은 지역이기도 하다. 구글은 온대기후 도시 커글랜드를 통해 비가 내리거나 도로가 젖은 상황에서도 적응 가능한 자율주행차 개발에 나설 방침이다. 또 언덕길에서도 작동이 잘되는 자율주행차 센서 개발에도 전념할 계획이다. 마운틴 뷰와 오스틴 지역보다 더 가혹한 주행 테스트를 실행하겠다는 의미다. 커글랜드 지역 내에서의 구글 자율주행차 운행이 본격화된다면 다양한 기상상황에 대응할 수 있는 자율주행 기술이 등장할 가능성이 높다. 실제로 구글의 특허를 보면 기상(날씨, 안개 등)을 감지하고 예측하는 특허가 여러 개 보인다.

(2) 구글이 캘리포니아 자동차국에 제출한 '자율주행모드해제' 테스트 보고서

미국 캘리포니아주 자동차국은 보쉬, 델파이, 구글, 닛산, 메르세데스-벤츠, 테슬라, 폴크스바겐 등 7개 업체가 제출한 '자율주행 운행 중 자율주행모드해제' 테스트 보고서(Self-Driving Car Testing Report on Disengagements of Autonomous Mode)를 2016년 1월 13일 공개했다¹³.

총 32페이지 분량의 보고서를 준비한 구글은, 캘리포니아 자동차국으로부터 허가를 받은 2014년 9월 24일부터 2015년 11월 30일까지 캘리포니아 마운틴 뷰의 교외(suburban)에서 총 524,003마일(84만km)의 주행테스트를 했으며, 이중 자율주행모드 주행이 424,331마일(68만km)이고 운전자주행모드 주행이 99,672마일(16만km)이라고 밝혔다. 자율주행모드 주행이 80%이고 20%가 운전자주행모드 주행으로 구글이 희망하는 완전 자율기능의 자율주행차에는 아직 부족하지만, 앞에서 살펴본 자율주행모드 주행이 60%에서 80%로 증가했음을 알 수 있다.

<표 1>은 도로 위치별 자율주행모드해제 건수이다. 미국의 경우 주와 주 사이의 고속도로를 'Interstate', 고속도로를 'Freeway', 연방에서 관리하는 고속도로를 'Highway'라 하고 도시의 일반도로를 'Street'로

<표 1> 도로 위치별 자율모드해제 건수

Location	Sep 2014	Oct 2014	Nov 2014	Dec 2014	Jan 2015	Feb 2015	Mar 2015	Apr 2015	May 2015	Jun 2015	Jul 2015	Aug 2015	Sep 2015	Oct 2015	Nov 2015	Total
Interstate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Freeway	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	4
Highway	0	1	2	0	1	1	4	2	3	2	2	2	5	4	3	32
Street	2	18	19	43	52	13	26	49	9	9	23	5	11	12	13	304
Total	2	19	21	43	53	14	30	51	13	11	29	7	16	16	16	341

분류하는데, 일반도로는 마운틴 뷰의 교외 지역 도로를 말하는 것이다. 총 341회의 자율주행모드해제 중 일반도로에서 304건, 즉 89%나 발생했다.

이는 복잡한 도시의 일반도로에선 아직은 어렵다는 의미로, 도로정비, 도로 인프라 확충, 교통신호등의 표준화, 이를 통한 선행 상세지도가 필요하다는 것을 알 수 있다.

3. 구글의 특허 요약

(1) 구글의 특허 포트폴리오

구글이 추진하는 '자율주행차 프로젝트(Self-Driving Car Project)'는 지난 7년 동안의 성과다. 구글은 이를 토대로 인공지능(AI)이 핵심인 자율주행차 시장에서 한 발 앞선 고지를 선점했다. 헨젤과 그레텔이 빵 조각으로 자취를 남겼듯 구글이 자율주행차를 개발하는 과정엔 특허가 남아 있다. 구글이 등록한 특허는 자율주행차 분야 핵심 기술과 미래 발전 방향을 가늠케 하는 주요 단서다. IP노믹스가 아스팩미래기술경영연구소와 광개토연구소(PatentPia)와 함께 발간한 '구글 인공지능형 자율자동차, 집중 특허 분석 보고서'¹⁴에 따르면 구글이 2009년부터 등록한 자율주행차·반자율주행차 관련 특허는 약 250건이다. 그 가운데 108건이 주요 특허로 분석된다.

구글은 지난 2012년 처음으로 자율주행차 관련 주요 특허 두 건을 등록한 이후 IP 포트폴리오를 강화했다. 매년 등록을 확대해서 지난해에는 총 55건을 등록했다. 주요 핵심 특허 가운데 절반 이상이 지난해에 등록됐다. 구글이 특허를 앞세워 자율주행 기술의 정교화에 집중하고 있음을 방증한다.

IP노믹스 보고서는 구글 자율주행차 주요 특허 108건을 △센싱 시스템 △자율주행 컴퓨터 시스템 △사용자-자율주행차 인증 시스템 △차량-장애물 충돌 방지 시스템 △기타 서비스 △디자인 특허 등 총 6개 분야로 나눠 분석했다.

이 가운데 구글이 최근 집중하고 있는 분야는 운전자의 눈, 손, 발, 귀를 대신하는 '센싱 시스템' 특허로 나타났다. 센싱 관련 특허만 48건으로, 그 가운데 90%가 넘는 특허가 최근 2년 동안 집중 등록됐다. 구글이 가장 빠르게 특허를 늘리는 분야가 센싱 기술임을 말해 준다. 센싱 관련 특허는 △도로 상황 △주행 정보 △도로 주행 차량 정보 △교통 신호 △기후 등을 감지, 컴퓨터 시스템에 알리는 기술을 주 내용으로 한다.

¹² The Verge - Google is testing self-driving cars in a third city: Kirkland, WA(03 Feb 2016)

<http://www.theverge.com/2016/2/3/10905774/google-self-driving-cars-test-kirkland-washington>

¹³ California DMV - Autonomous Vehicle Disengagement Reports(13 Jan 2016)

https://www.dmv.ca.gov/portal/dmv/detail/vr/autonomous/disengagement_report

¹⁴ [IP노믹스 보고서] - 구글 인공지능형 자율자동차, 집중 특허 분석(8 Apr 2016)

<http://www.ipnomics.co.kr/?p=45751>

<표 2> 구글 자율주행차 핵심특허 기술 분야별 등록 추이

(단위: 건)

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

※ 출처: 광개토연구소(PatentPia)

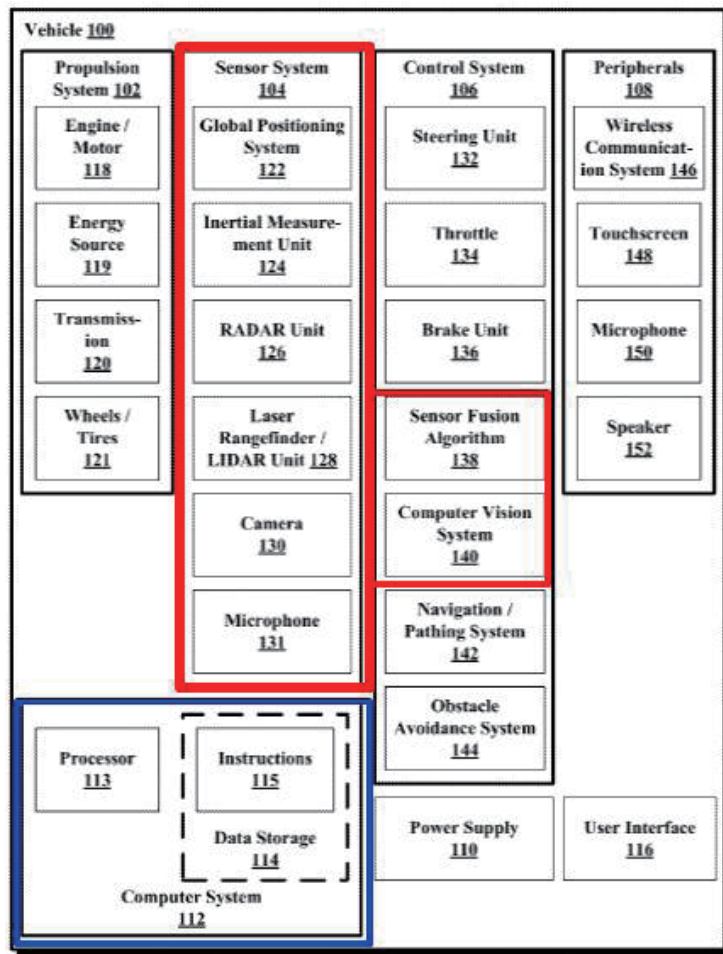
구글 특허 영역 가운데 자율주행 컴퓨터 시스템은 센싱 시스템이 취합한 정보를 바탕으로 의사결정을 내린다. 각 분야의 특허 기술이 융합돼 인간 운전자와 흡사한 판단력을 구현하는 것이다¹⁵.

(2) 구글의 주요 특허

구글의 특허 분석을 통해 반자율주행차나 자율주행차가 자율주행모드 혹은 운전자주행모드로 주행하려면 다음 네 가지가 중요한 것으로 요약되고 있다.

① 첫째, 센서들을 개발하고 탑재해야 한다. 지붕이나 거울이나 앞 범퍼와 뒤 범퍼 또는 측면 도어 또는 차체 아래 등에 달린 카메라, 레이더, 라이다, 초음파, 오디오 등의 센서들로 이루어진 센서시스템과 센서 데이터, 센서융합알고리즘(Sensor Fusion Algorithm)과 컴퓨터비전 알고리즘이다. 이들은 우리의 눈·손발·귀를 대신하는 것이다. 그리고 그 다음 이들로부터 받은 각종 데이터를 처리하고 비교분석하는 자율주행컴퓨터시스템이 중요하다.

<그림 3> 센서시스템과 센서융합알고리즘에 집중한 구글 특허

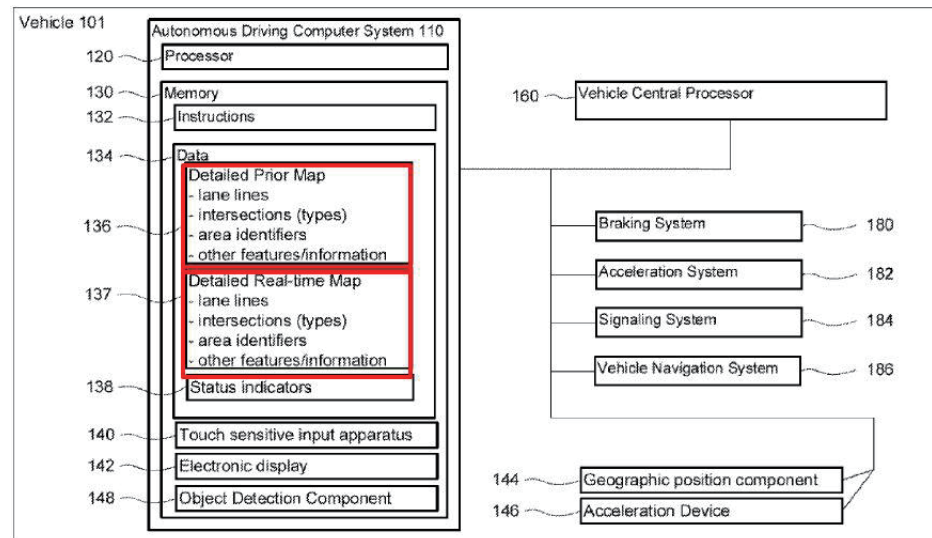


15. [IP노믹스(IPnomics)] - 핵심 특허만 108개...구글 자율주행차 특허 분석(19 Apr 2016)
<http://www.ipnomics.co.kr/?p=46851>

※ 출처: USPTO (9,224,053, 29 Dec 2015) : Fig. 1

② 둘째, 센서들이 탑재된 반자율주행차(자율주행차 포함)를 이용하여 운전자가 직접 운전하는 운전자주행모드로 주행테스트 하면서, 센서들로 하여금 주행하는 도로가 고속도로인지, 국도인지, 지방도로인지 등과 도로의 종류와 차선 넓이, 차선 형태(점선/실선 등), 갓길, 거리/사인 표지판, 난간, 나무, 장애물, 교차로의 종류와 교통신호등의 형태, 교차로 차선이 일 방향인지 쌍방향인지 등을 스캔한 후, 이 데이터 포인트들을 바탕으로 정밀하고 상세한 지도를 새롭게 만들어야 한다. 지금 사용하는 네이버나 구글의 지도로는 불가능하다. 이러한 정밀하고 상세한 지도를 선행 상세지도(Detailed Prior Map)라고 한다. 이 선행 상세지도가 차후에 자율모드 주행 시 보여주지 않으면 내비를 할 수 없어 자율주행이 불가능하다. 자율주행 모드 전에 이를 불러내어 센서들의 실시간지도(Detailed Real-Time Map)와 비교 분석해야 자율주행이 가능하다. 즉, 병렬시스템의 선행 상세지도와 실시간지도가 일치해야 자율주행을 할 수 있는 것이다. 또한 주행하는 도로의 차량들이 트럭인지, 일반차량인지, 소방차·경찰차·특수차량 등의 차량 종류와 모델과 크기 등이 사전에 정의되고 표준화된 차량 데이터(Vehicle Data)로, 자율주행컴퓨터시스템에 저장되어야, 차후에 자율모드 주행 시 이를 불러내어 센서들의 실시간 데이터(Detailed Real-Time Data)와 비교해야 그것들이 무엇인지를 판단할 수 있다. 다시 말해 사전에 이러한 빅데이터(Big Data)를 구축해야 하는 것이다. 왜 구글이 지금까지 385만km를 실제로 주행테스트한 이유가 바로 여기에 있다.

<그림 4> 병렬시스템의 선행 상세지도와 실시간지도에 집중한 구글 특허

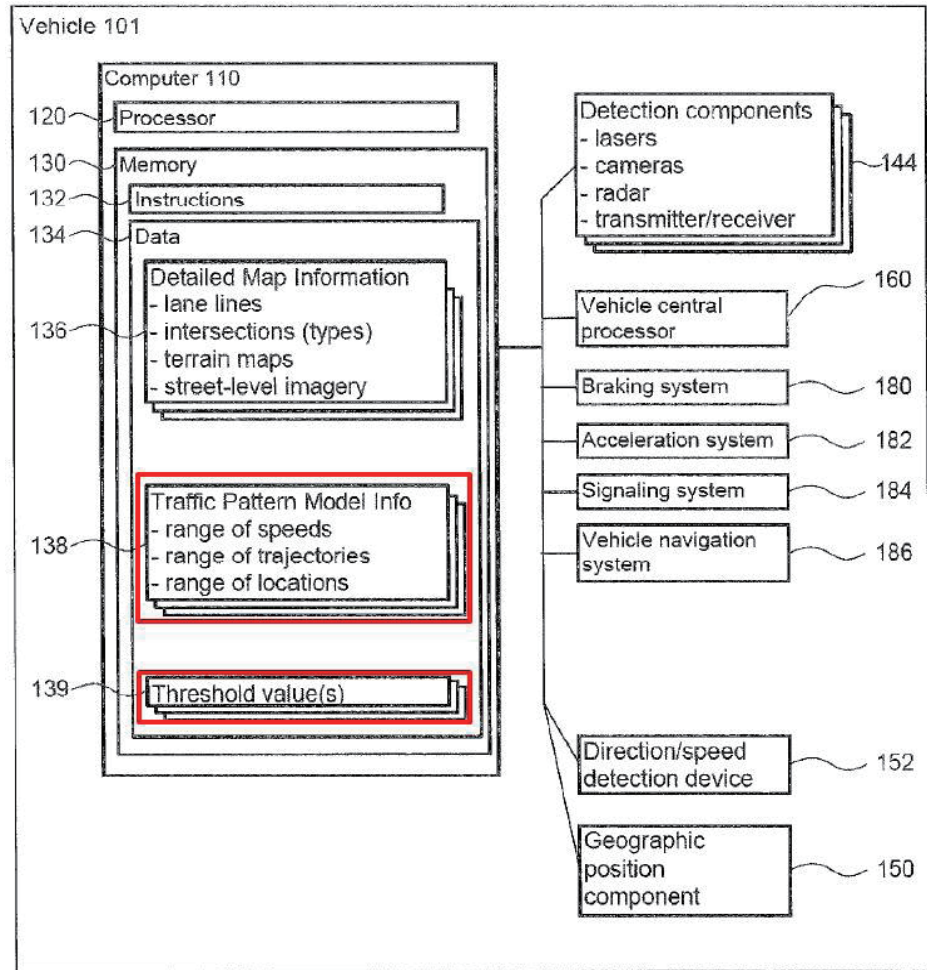


※ 출처: USPTO(8,612,135, 17 Dec 2013) : Fig. 1

③ 셋째, 운전자주행모드로 주행하면서 선행 상세지도와 실시간 데이터를 바탕으로 트래픽 패턴 모델(Traffic pattern model)인 고도의 상세모델(highly detailed model)을 만들어야 한다. 선행 상세지도의 위치에 따라 자율주행차의 속도 혹은 기대 속도의 분포도(distribution of typical or expected speeds), 차선에 따른 경로들(trjectories), 어디에서 가속 혹은 바-가속(속도 조절) 했는지 등과 다른 차량의 속성들 혹은 움직이는 물체들의 속성들이 모델에 포함되어야 한다. 예를 들어 다른 차량들, 보행자들, 자전거들, 기타 움직이는 것들을 관찰하면서 동시에 생성되어 자율주행차의 메모리에 저장되어야 한다.

이 모델이 사전에 정의되고 않으면 자율주행이 불가능하다. 끊임없이 테스트하여 다른 차량들의 주행 패턴을 감지하고 모델링해야 그 다음의 한계 속도 등 한계 값(Threshold Values)을 사전에 정할 수 있고, 이 한계 값을 벗어나는 차량들을 감지하면 운전자에게 운전대를 잡으라고 경고할 수 있기 때문이다. 다시 말해 자율주행모드에서 운전자주행모드로 전환하는 것이다. 만약 이 한계 값에 따라 다른 차량들이 정상으로 주행한다면 자율주행차는 스스로 알아서 자율주행모드로 주행하는 것이다. 따라서 궁극적으로 보면 이 한계 값이 매우 중요한 것인데, 이는 알고리즘이다.

<그림 5> 트래픽 패턴 모델과 알고리즘의 한계 값에 집중한 구글 특허



※ 출처: USPTO(8,954,217, 10 Feb 2015) Fig. 1

④ 마지막으로, 셀프 드라이빙을 가능하게 하는 것은 자율주행컴퓨터시스템이다. 이는 우리의 두뇌에 해당하는 것으로 감지한 빅데이터를 처리해서 선행의 데이터와 비교분석하고 판단하고 학습하고 명령하여 자율주행차를 자율주행하게 하는 것이다. 또한 다른 자율주행차들에게 통신하고 학습한 것을 업데이트 한다. 다시 말해 인공지능(AI)-기계학습(ML)-딥러닝(DL)을 통해 이 모든 과정이 이뤄지게 된다. 이는 향후 자율주행 시대에 자율주행차 사고가 났을 경우 시시비비를 따지는 중요한 단서가 될 것이다.

4. 구글의 시사점과 한국의 과제

2013년 5월 30일에 미국 고속도로교통안전국(NHTSA)에서 자율주행자동차의 시험평가 기준 마련을 위하여 자율주행 기술 수준을 5단계의 레벨로 정의하고 있다(표 3)¹⁶. 구글의 특허를 분석한 결과, 구글은 운전자주행모드(M)와 자율주행모드(A)를 오고갈 수 있는 레벨 3와 운전대-브레이크-가속 페달이 없는 완전 자율의 레벨 4를 지향하고 있음을 알 수 있다. 구글이 추진하고 있는 레벨 3은 2020년에, 레벨 4는 2030년에 상용화 될 것으로 보인다.

<표 3> 자율주행차 기술 수준

레벨	컨셉	특징	운전자 상태
0	No-Automation	100% 운전자 제어	
1	Function-specific Automation(Assisted)	단독 시스템	hands temp. off 또는 foot off
2	Combined Function Automation(Partial)	2개 이상 제어 통합 시스템	hand & foot off
3	Limited Self-Driving Automation(Conditional)	필요시만 운전자 개입 (구글 M-A mode)	eye on(전방주시) 자율주행 eye off 자율주행
4	Full Self-Driving Automation	100% 자율주행 (구글 프로토타입)	eye off 자율주행

※ 출처: 미국 도로교통안전국(NHTSA, 30 May 2013)

한국도 미래 성장동력 실행계획(14.6)에 따라 자율주행기술의 부처별 업무를 명확하게 구분하고, 동 사업의 연구범위를 설정하여, 자율주행기술의 부처별 중복투자방지 및 효율적 개발을 위해, 산업부(핵심부품, 시스템), 미래부(ICT기반 서비스), 국토부(도로, 법/제도)가 역할을 수립하고, 2016년 초에 예비타당성 조사를 통과하여, 2017년부터 사업을 추진하고자 현재 국과심의회 심의를 진행하고 있다. 국과심의회와 국회의 예산심의를 통과해야 정확한 투자금액을 알 수 있지만, 예비타당성 조사의 사업예산을 보면 2017년~2021년까지 국비 779억, 민자 531억, 지방비 145억 등 총 1,445억 원을 투자할 예정이다. 하지만 미국이 10년간 약 10조 원의 예산을 투입하는 것과 비교하면 턱없이 부족한 금액이다.

2017년부터 시작할 한국의 자율주행차 사업내역을 보면 미국 고속도로교통안전국이 정한 레벨 2~3를 타겟으로 하고 있고, 구분을 보면 부품-서비스-평가검증-실용화로 되어 있다. 구체적인 개발 내용을 보면 센서에 의한 인지 모듈, V2X 통신 모듈, 도로 인프라, 차량 등의 빅데이터, 법제도 개선, 자율주행 서비스로 나누어져 있어, 전체적으로 균형감각은 갖춘 것으로 보이나, 구글과 비교해볼 때, 센서융합알고리즘과 컴퓨터비전 알고리즘 등의 인공지능 소프트웨어가 누락되어 있고, 병렬의 선행 상세지도, 리얼타임지도와 트래픽패턴모델 등이 보강되어야 할 것이다. 특히 자율주행차뿐만 아니라 향후 드론·로봇 등도 시뮬레이션할 수 있는 구글과 같은 가상 인공지능랩을 개발·구축하고, 개방형 전략으로 추진해야 할 것이다. 이를 통해 자율모드해제의 원인을 분석하고 솔루션을 찾아 학습을 시키고 특허도 새롭게 출원해야 한다. 또한 미국 정부에 비해 한국 정부의 예산이 턱없이 부족한 면을 고려할 때 모든 것을 다 할 것이 아니라 선택과 집중이 필요하다. 즉, 한국의 핵심역량은 제조융합이므로 센서융합시스템(Sensor Fusion

¹⁶ NHTSA - U.S. Department of Transportation Releases Policy on Automated Vehicle Development(30 May 2013)
<http://www.nhtsa.gov/About+NHTSA/Press+Releases/U.S.+Department+of+Transportation+Releases+Policy+on+Automated+Vehicle+Development>

System)만을 선택해 집중 개발하자는 것이다. 이 영역은 구글도 아직 부족한 영역이기 때문에 전략적 육성의 가치가 충분히 있다.

현재 오슬람옵토(Osram Opto, 독일), 맥심(Maxim Integrated, 미국), 트라이루미나(TriLumina, 미국)에서 라이나 칩을, 벨로다인(미국), 이베오(Ibeo, 독일)와 덴소(Denso, 일본)에서 모듈을, 시스템은 콘티넨탈(Continental, 독일), 덴소(Denso, 일본), 발레오(Valeo, 프랑스) 등의 소수 업체가 라이다 관련 기술을 개발 중이다. 라이다의 가장 큰 문제는 가격이다. 부품 통합과 광원 최소화 등으로 가격대를 현실화하는 것이 상용화 관건으로 꼽히고 있다. 콘티넨탈이 개발한 카메라-라이다(MFL)가 대표적인 시도로 단일 소형 장치에 카메라와 적외선 라이다를 통합해 통합센서 모듈을 개발했다. 현재 레벨 3과 4를 위한 고감도 카메라와 라이다 융합시스템은 대당 가격이 7만 달러(약 8600만 원)이다.

국내에서도 이 센서융합분야에 뛰어들어 선진 업체와 격돌을 준비하고 있으나, 국가차원에서 지원할 필요가 있다. 만약 우리나라 대·중·소기업들이 상생과 협력을 통해 ‘카메라+레이더+레이저 라이다+초음파+마이크로폰’ 등을 융합한 소형화 센서융합시스템을 5년간 개발하여, 그 가격을 낮춘다면, 이는 분명 글로벌기업과의 경쟁에서 승산이 있는 게임이다. 그리고 개발에 성공한 센서융합시스템은 향후 드론, 무인기, 농촌의 트랙터, CCTV, 트럭, 소방차, 응급차, 철도, 선박 등 다양하게 적용하고 활용할 수 있어 그 시너지효과는 대단할 것으로 기대된다. 선택과 집중의 묘미가 바로 이것이다.