

한일산업기술협력재단

일본 자동차 메이커 자동운전 차량 개발 전략

한양대학교 기계공학과 박정규 겸임교수



KJCF  (재)한일산업·기술협력재단
KOREA-JAPAN COOPERATION FOUNDATION
FOR INDUSTRY AND TECHNOLOGY

<보고서 내용 문의처>

박정규 겸임교수(한양대학교 기계공학과) jeonggyu@hanyang.ac.kr

※ 본 자료는 재단 공식 의견과 다를 수 있습니다(무단 전재 및 재배포 금지).

I. 서론 (연구목적)

- 자동차 산업의 변화 중 자동운전(자율주행)이라는 영역은 소프트웨어 중심의 기술 개발이기에, 종래의 하드웨어를 벤치마킹하여 성장한 한국 기업에게 있어 가장 캐치업 하기 힘든 영역이며 일본 메이커 또한 비슷한 입장
 - 미래 자동차의 키워드인 CASE의 연결성(Connectivity), 자율주행(Autonomous), 공유(Sharing), 전동화(Electrification)에 있어 한국 기업이 선진 메이커와 가장 큰 기술 격차를 보이고 있음
 - 기존 자동차가 하드웨어 중심이었다면 앞으로는 ①통신 분야의 연결성(Connectivity), ②소프트웨어, 센서 및 인공 지능 로직이 필요한 자율주행(Autonomous), ③서비스 측면의 공유(Sharing), ④배터리와 모터를 중심으로 하는 전동화(Electrification)와 같이 다양한 분야의 산업이 동시에 차량에서 구현됨
- IT기반의 기술자들이 자동차를 만드는 테슬라는 자율주행 기업의 선도 업체로서 주요 벤치마킹의 대상이지만, 현재 도요타는 테슬라의 자율주행 기술을 나름의 방법으로 학습하고 적용시키면서 새로운 가치를 만들어 나가고 있음
 - 도요타는 독자적인 자동차 OS인 Arene를 만들고 있으며, 자동차 뿐 아니라 도시 OS로 활용하기 위해 거대한 실험 공간에 해당하는 우븐 시티 (Woven City)라는 스마트 시티도 만들고 있음
 - 독자적으로 자동차 OS를 만들 규모가 되지 않는 혼다는 GM과 협력을 강화하는 방식으로 대응 중
- 일본 자동운전 스타트업인 '티어4'라는 회사는 자동차OS 관련 기술을 도요타의 이팔렛에 공급하였고, 대만 기업과도 협업을 전개하는 등 역량을 발휘하고 있음
 - 일본의 인공지능 및 자동 운전 스타트업의 기술력을 점검하고 활용 및 협업의 가능성을 모색할 필요 존재
- 일본 메이커의 자동 운전 차량의 개발 전략은 한국 완성차 메이커와 부품 회사의 개발 방향을 설정하는데 많은 도움이 될 것으로 판단됨

Ⅱ. 자동운전의 기본 개념 이해

1. 자동운전(자율주행)의 개념

- 자동운전은 ①교통사고의 저감, ②운전이 힘들거나 불가능한 사람에게 이동의 편리성 제공을 목적으로 하며 향후 자동운전 시스템의 보급과 함께 도시 자체의 변화가 예상됨
- 자동운전은 지금까지 운전자가 실행한 운전 조작을 자동차 스스로가 실행하는 것을 의미
 - 사람이 운전 조작을 하는 것은 ① 자동차 주변을 감시, 분석 ② 운전 조작을 할 때 무엇을 할 것인가의 판단 ③ 실제 운전 조작을 하는 것을 의미
 - 자동차를 움직일 때에는 ①조타(핸들을 사용하여 방향 조정), ②가속(엑셀을 밟아 스피드를 올리는 것), ③제동(브레이크를 잡아 멈추게 하는 것) 이라는 3가지 기본 동작을 실시
- 현재 자동운전 기술의 완성도를 표현하는 지표로는 미국의 비영리단체 SAE(미국 자동차공학회)가 2014년 1월에 발간한 기술기준 J3016 (최신판은 2016년 9월 공개)에 따름
- 미국 SAE 기준의 자동운전 레벨 분류는 하기와 같음

<도표1> 자동 운전의 6단계 레벨

레벨	개요
운전자가 모두 또는 일부의 운전 태스크를 실시	
레벨0 수동운전	<ul style="list-style-type: none"> - 운전자가 조타(操舵, Handling), 가속, 제동을 함에 있어 핸들, 엑셀, 브레이크를 조작하여 직접 실시 - 자동차 네비게이션에 의한 교통 정체 사전 알림이나, 센서를 이용한 장애물의 검지(檢知) 및 알람(alarm)으로 운전자에게 주의를 환기시키는 기능을 지닌 자동차를 레벨0으로 정의

<p>레벨1 운전자 지원</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 센서, 카메라 등으로 자동차의 주변상태를 파악하여 충돌 등 위험하다고 판단될 경우 조타, 가속, 제동 중 어느 하나의 제어를 실시하여 위험을 자동 회피하는 기능을 가진 차량 - 자동차가 제어하고 있지 않는 조타, 가속, 제동을 운전자가 핸들, 액셀, 브레이크를 이용해서 제어해야 함 - 자동차가 제어하고 있는 기능이라고 해도 운전자가 적절한지 감시해야 하는 의무가 있음 - 레벨0과 달리 레벨 1에서는 운전 조작을 자동으로 실행하는 기능을 가짐
<p>레벨2 부분 자동운전</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 운전 환경을 감시, 분석해서 <u>조타, 가속, 제동을 조합하여 제어를 실행</u>하는 기능을 가지는 자동차 - 자동차가 제어하고 있지 않는 조타, 가속, 제동을 운전자가 핸들, 액셀, 브레이크를 이용해서 제어해야 함 - 자동차가 제어하고 있는 기능이라고 해도 운전자가 적절한지 감시해야 하는 의무가 있음 - 레벨1은 조타, 가속, 제동 중 하나의 조작을 자동으로 제어하나, 레벨2에서는 <u>조타, 가속, 제동 중 2개의 기능을 동시에 제어</u>하여 보다 복잡한 운전 조작을 자동 실행할 수 있음
<p>자동운전시스템이 모든 운전 태스크를 실시</p>	
<p>레벨3 조건부 자동운전</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>특정한 환경하에서 모든 운전조작을 자동 실행하는 자동운전 모드를 가지고 있는 차량</u> - 단, <u>시스템이 운전 조작을 운전자에게 요청할 때 운전자가 운전을 실행해야 한다는 조건이 있음.</u> - 여기서, <u>특정 환경이란 주행지역, 도로환경, 교통상황, 주행속도, 시간대, 교통 규제 등의 제한을 의미</u> - 예를 들면, "고속도로에서 주행속도가 시속 60km이하에서", 또는 "중앙분리대가 있는 자동차전용 도로에서 8시부터 15시까지" 와 같이 특정한 조건이 설정될 수 있음 - 레벨3에서는 자동운전 모드로 주행 가능한지의 여부를 판단하는 기능이 부가되어 있어 자동운전 가능한 환경이라면 이를 운전자에게 알리고 운전

	<p>자가 자동운전 모드를 선택한 경우에 자동운전을 시작</p> <ul style="list-style-type: none"> - 레벨2와 다른 점은 자동운전 모드에서 운전 조작의 판단을 자동차가 자율적으로 실시. - 단, 레벨2보다 복잡한 운전 조작을 더 잘한다는 보장은 없음
레벨4 고도 자동운전	<ul style="list-style-type: none"> - 레벨3과 같이 특정 환경하에서 모든 운전 조작을 자동 실행하는 자동운전 모드를 갖춘 차량 - 레벨3과 다른 점은 시스템이 운전 조작을 운전자에게 요청한 경우에 운전자가 적절하게 대응하지 않을 경우 시스템이 운전 조작을 지속할 수 있음 - 따라서 특정 환경하에서는 사실상 완전자율운전차로 이용할 수 있음
레벨5 완전 자동운전	<ul style="list-style-type: none"> - 사람이라면 적절하게 운전 조작을 할 수 있는 환경에서 모든 운전 조작을 자동 실시하는 자동운전모드를 가지고 있는 자동차로 이상(理想)적인 자동운전을 의미함 - 레벨4의 경우 자동운전 모드를 이용할 수 있는 환경이 한정되어 있지만, 레벨5는 한정되어 있지 않음

□ 아우디는 '17년 7월, 자동운전 레벨3에 '아우디 AI 트래픽 잼 파일럿(Audi AI Traffic Jam Pilot)'을 장착한 A8차량 발표

• 아우디가 제시한 자동운전을 하는 한정된 4가지 조건은 아래와 같음

- ① 자동차가 고속도로, 또는 중앙분리대와 가드레일이 있는 편도 2차선 이상의 자동차 전용 도로에서 주행할 것,
- ② 인접하는 차선을 포함하여 전후 차량 거리가 좁은 경우
- ③ 자동차의 주행 속도가 60km이하일 것,
- ④ 차재(車載) 센서의 검지범위에서 교통신호와 주행자가 존재하지 않을 것
 - '17년 6월 독일은 도로교통법을 개정하여 자동운전차의 일반도로 주행을 인정함과 동시에 자동 운전차에 요구되는 기능을 정하였고, 아우디의 A8은 그 기준을 만족시킴
 - 그러나 '20년 아시아와 북미 지역에서 사고 시 레벨3에 대한 명확한 규제 및 책임 소재가 불분명한 점을 고려하여 유럽을 포함한 세계 여러 지역에서 레벨3 시스템을 탑재하지 않을 것이라고 밝힘

□ **ADAS(첨단 운전자 보조 시스템, Advanced Driver Assistance System)은 안전 주행을 주안으로 하는 운전자를 지원하는 기술로 신기능을 추가하면서 자동운전 기술로 발전하는 측면도 존재함**

- ADAS는 운전자가 운전하는 것을 전제로 하는 상태에서 운전자의 운전 조작 부하를 경감하거나, 자동차의 주행에 따른 위험을 회피하는 것을 역점으로 둠
- ADAS 기술 개발은 자동운전과 별도의 요소도 포함하며 차량의 안전성을 높이는 측면에서도 필요
- 도요타는 자동운전 능력을 강화한 '쇼퍼(Chauffeur)'와, ADAS(첨단 운전자 보조 시스템) 능력을 강화한 '가디언(Guardian)'이라는 서로 다른 목적을 지닌 2종류의 운전 모드를 설정하여 자동운전 연구를 진행하고 있음

2. 자동운전의 기본 프로세스와 핵심 기술

□ 자동운전은 ① 인식(Perception, 컴퓨터 비전+센서 퓨전), ② 자기위치 추정(Localization) ③ 경로+궤도 계획(Path Planning, Behavior Manager) ④ 제어(Control) 라는 4가지 과정으로 구성됨

- 장애물이 어디에 있는가? (Where Obstacles are?) → 인식(Perception)
- 어디에 있는가? (Where Am I?) → 자기 위치 추정(Localization)
- 어떤 경로로 갈까?(Where is my path?) → 경로/궤도 계획(Path Planning/Behavior Manager)
- 어떻게 움직일 것인가? (How do I act?) → 제어(Control)

□ (인식/Perception) 운전자는 운전하면서 눈과 귀를 이용하여 주변 상황을 이해함. 자동운전의 경우 차량에 부착된 카메라와 각종 센서를 이용하여 주변 물체가 무엇이며 그것의 위치를 파악하는 인식(Perception)을 실시.

- 이 때 컴퓨터 비전은 카메라를 사용하여 자동차, 보행자 도로를 식별하는 것이며, 센서 퓨전은 레이더(Radar), 라이더(Lidar)와 같은 서로 다른 센서의 데이터를 병합하여 데이터를 보완하는 것을 말함

- 인식 단계에서는 ①물체(object)를 검출하고 ②검출된 것이 나무인지 사람인지를 구별하여 인식하며 ③움직이는 물체(가령 차량, 오토바이, 사람 등)가 어떤 속도로 움직이는지를 예측하는 기술이 필요함

□ **(자기위치추정/Localization) 자동차의 위치를 파악하기 위해 사용되는 GPS의 오차는 약 1~3미터이기에 자동운전에서는 10~20cm 수준의 정확도를 가지는 고정밀지도(High-Definition Map)를 사용**

- 실제 RTK(Real Time Kinematic)이라는 보정기술을 이용하면 cm수준의 측정까지 가능하나, 터널 및 대형 빌딩이 존재하는 길에서는 제대로 측정하기 힘들어 고정밀지도 필요
- 고정밀지도는 3차원 도로 환경 정보를 가지는 것으로 이때 '3차원 도로 환경 정보'는 차선정보, 가드레일, 도로 곡률/경사, 신호등/표지판 위치, 교통 표식 등 기존 네비게이션 지도에 포함되지 않는 요소까지 포함

□ **(경로계획+궤도계획/Path Planning) 인식 정보를 토대로 어떤 경로로 어떻게 움직일 것인가를 결정하는 단계**

- 경로계획은 시간의 개념 없이 이동 루트를 선택하는 개념으로 자동 주차에서도 사용됨
- 궤도계획은 시간의 개념을 가지고 있으며 실제 교통 상황을 고려하여 주행 경로 설정
- Path Planning은 경로계획과 궤도계획의 개념을 동시에 포함하는 용어

□ **(제어/Control) 결정된 경로에 따라 자동차를 가감속하고 핸들을 돌려 차량의 주행을 제어하는 기술**



<도표2> 자동 운전의 기본 프로세스

출처) Udacity 자율주행 강좌 화면 캡처

□ **이외에 자동운전을 위해서는 '다이나믹 지도 생성 기술'과 '휴먼-머신 인터페이스 기술 (HMI, Human Machine Interface)'이 요구됨**

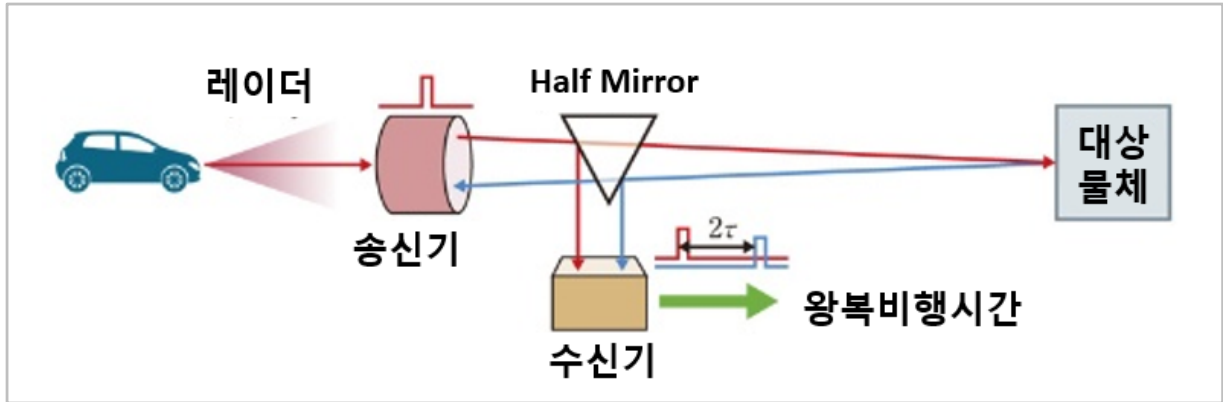
- **다이나믹맵**은 교통정보, 공사정보, 사고와 정체, 보행자와 신호 정도 등 시시각각 변화하는 방대한 동적 정보와 고정도 3차원 위치정보(노면 정보, 차선정보, 3차원 구조물)등의 정적 정보를 조합한 디지털 정보를 의미함
- 적절한 양의 지도 정보로 어떻게 자동운전을 실현할 것인가와 디지털 정보를 자동적으로 갱신할 수 있는 시스템을 어떻게 구축할 것인가가 중요한 과제임
- 자동운전에서는 차내의 운전자가 자동차의 운전 조건을 쉽게 파악할 수 있어야 하며, 차량 외부의 보행자 또한 자동운전차량이 계속 서 있는지, 앞으로 움직일 것인지를 판단할 수 있도록 하는 것이 중요함
- 한편, 자동운전시 운전자는 어떤 상태에 있는지를 모니터링하는 장치 또한 필요함

3. 자동운전 차량의 주요 센서

□ ① **LiDAR(Light Detection and Ranging, 라이다)는 레이저광의 펄스를 대상물에 조사(照射)하고 그 반사광을 측정해서 물체까지의 거리를 측정하는 기술**

- 대상물체에 조사한 광이 반사해서 수신되기까지의 "빛의 왕복비행시간"을 이용하여 거리를 산출. 여기서 빛의 비행시간을 ToF(Time of Flight) 라고 부름
- 일반적인 레이더도 빛의 비행시간을 측정하여 거리를 계측하지만, 라이다의 경우 파장이 짧은 근적외 (近赤外) 레이더광(파장 900nm)을 사용하여 거리 분해능이 높고 주변 환경을 매우 선명하게 파악할 수 있음
- 대상 물체까지의 거리를 계측할 뿐만 아니라 대상 물체의 표면 반사율을 파악할 수 있기 때문에 도로 페인팅을 읽을 수 있음
- 단, 빛을 사용하기 때문에 눈이나 안개에 취약함
- '05년 미국의 Velodyne Lidar가 세계최초로 3D 리얼타임 LiDAR 센서를 발명해서 특허 취득하여 LiDAR시장을 건인

<도표3> 레이더의 원리

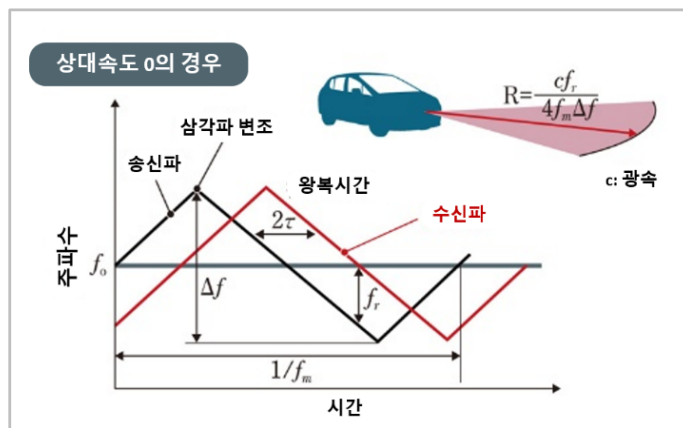


출처) xtech,2019, 3種のセンサーで高度化する自動運転, Suganuma교수

□ ② 레이더(RADAR :Radio Detection and Ranging, 밀리파 레이더)는 파장 1~10mm, 주파수 30G~300GHz의 전자파를 이용하는 레이더로 가시광 및 적외광(赤外光)에 비해 투과성이 높아 환경 영향을 적게 받음

- 측정 원리는 LiDAR(라이다)와 동일하며, 대상 물체에 밀리파를 조사(照射)하고 그 반사파를 측정하여 대상 물체까지의 거리와 방향을 계측
- 일반적으로 레이더는 주파수 변조 방식을 이용하여 삼각형의 연속파 형태로 송신하고 수신파와의 위상차로부터 거리를 산출하며 이런 방식을 FM-CW(Frequency Modulated Continuous Wave) 방식이라고 부름 (도표4참조)
- 실제로는 발신위치와 대상물체의 거리가 변화하기 때문에 도플러 효과까지 이용하여 상대속도와 거리를 검출

<도표4> 일반적인 레이더파의 원리

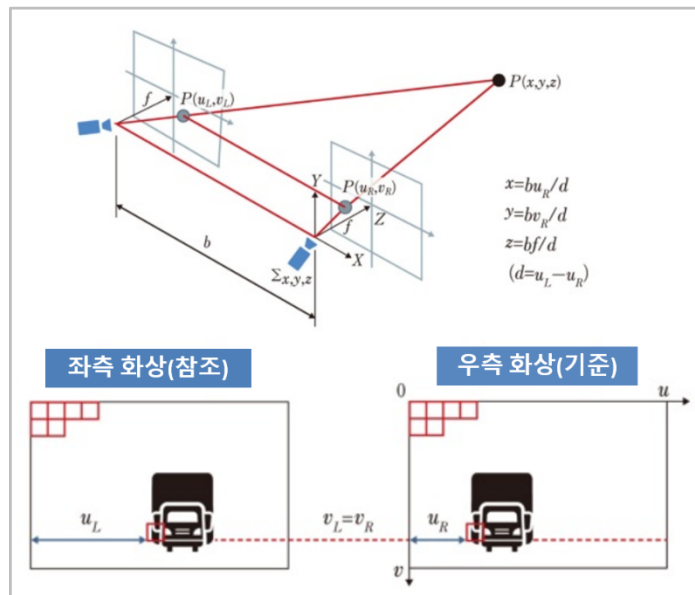


출처) xtech,2019, 3種のセンサーで高度化する自動運転, Suganuma교수

□ ③카메라는 사람의 눈처럼 주변 환경을 파악하는 센서로 거리도 측정 가능하며, 카메라의 화소 레벨에 영향을 받음

- 시판되는 전형적인 Velodyne회사의 LiDAR는 상하 방향 분해능이 64화소임에 비해 풀 HD카메라의 경우 상하방향으로 약 1,200개의 화소가 존재하기 때문에 미세한 대상물을 파악하거나 반쯤 가려져 있는 물체를 검출할 때에 유리
- 좌우의 카메라에서 촬영한 영상으로부터 거리를 계산하는 기술을 스테레오 비전 기술이라고 부름.
- 스테레오 비전의 원리는 대상물 P를 좌우 카메라로 촬영하여 2개 화상에서의 좌표의 차이(시차)를 계측하여 삼각 측량법의 원리를 이용하여 거리 산출 (도표5참조)
- 좌우 시차(視差)를 비교하기 때문에 좌우 카메라의 거리에 영향을 받으며, 원거리의 대상물에 대해서는 거리를 측정하는 정밀도가 떨어짐

<도표5> 스테레오비전의 원리와 시차의 계산 방법



출처) xtech,2019, 3種のセンサーで高度化する自動運転, SUGANUMA교수

□ 이외에 IMU(Inertial Measurement Unit)와 GNSS(Global Navigation Satellite System)도 활용되고 있음

- IMU(Inertial Measurement Unit)는 관성계측장치로 3축의 자이로와 3방향의 가속도계에 의해 각도 또는 각속도, 가속도를 검출하는 장치로 이동체의 자세제어에 사용됨

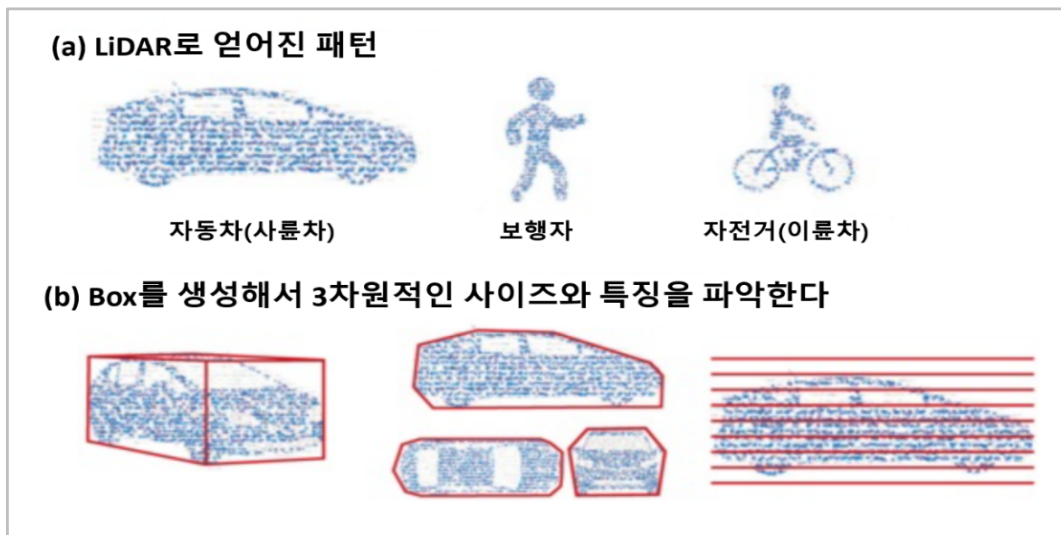
- GNSS(Global Navigation Satellite System)는 글로벌 위성 네비게이션 시스템으로 미국의 GPS, 러시아의 GLONSS, 등 인공위성을 이용하여 지구상의 위치를 측정하는 측위 시스템의 총칭

4. 검지한 물체의 식별(識別)

□ 검지 (檢知)한 물체가 움직이는지 정지한 것인지, 그리고, 물체의 종류, 즉 자동차, 보행자, 자전거인지를 식별 (識別) 하는 일은 중요하며 인공 지능 알고리즘을 사용

- LiDAR을 얻어 취득한 데이터는 도표6(a)처럼 Point Cloud(점군, 点群)와 같은 패턴으로 이미지를 얻을 수 있음.
- 원거리는 대상물에 대한 측정점이 적기 때문에 정확한 식별이 곤란하지만 근거리에서 정확한 형태를 얻을 수 있음.
- 물체에 3차원 박스를 만들어서 사이즈와 특징을 파악하여 물체를 식별 가능하도록 함.
- 여기서 중요한 것은 물체의 식별에 있어서 시시각각 센서가 얻어 내는 정보가 반드시 신뢰할 수 있는 것은 아님. 어떤 때에는 자전거로 식별되었다가 어떤 때에는 보행자로 식별할 수도 있기 때문에 대상물에 대해서 시계열로 추적하여 안정적으로 판단하는 것이 필수적임

<도표6> 물체의 식별



출처) xtech, 2019, 3種のセンサーで高度化する自動運転, SUGANUMA교수

5. 운동상태의 추정

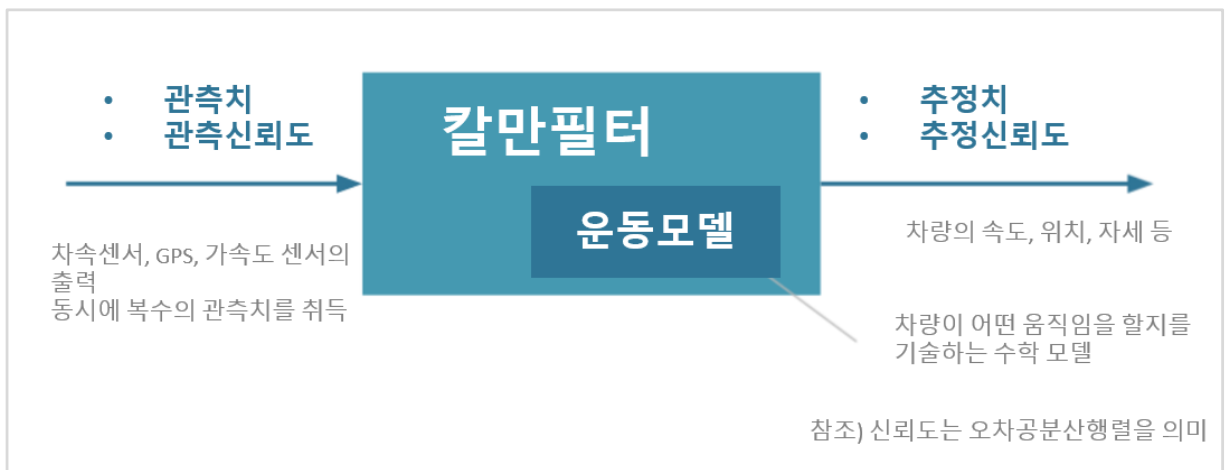
□ 자동운전을 하기 위해 주변환경에 존재하는 물체의 움직임을 파악해야 함. 가령 마주오는 차량이 직진하는지 회전하는지를 예상해야 하며, 따라서 이동체를 시계열적으로 추정하는 것이 중요함

- 이동체를 추정하기 위해서는 센서들을 잘 사용해야 하는데, LiDAR는 원거리 물체의 전후좌우 위치를 명확하게 파악할 수 있지만, 속도는 측정할 수 없음
- 밀리파 레이더는 전후 방향의 거리와 속도는 측정 가능하지만, 좌우 방향의 속도는 측정불가
- 스테레오 비전은 근거리에서 전후좌우 모두 측정 정도가 높지만 원거리가 되면 정도가 낮아짐

□ 차량의 현재 주행상태, 예를 들어 차속과 자기 위치와 같은 상태를 추정하기 위해 칼만 필터(KF:Kalman Filter)라는 기술을 이용

- 칼만 필터의 목적은 복수의 정보를 적절히 통합해서 보다 높은 정도(精度)의 추정치를 계산하는데 사용되는 알고리즘으로 1960년대 처음 제창되어 공학 분야에서 사용되기 시작
- 칼만필터는 차량이 어떤 움직임을 할지를 기술하는 수학적 모델을 가지고 있는 상태에서 자동운전에 사용되는 다양한 센서로 차량의 속도, 위치, 자세 등을 추정

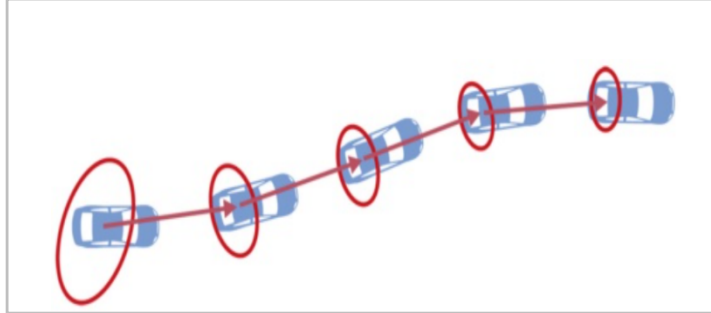
<도표 7> 칼만필터의 개념도



출처) tech.tier4.jp (일본 자동운전 스타트업)

- 추정된 값과 관측된 결과가 일치하지 않는 것은 센서들의 측정 오차, 구동계/조타계의 불완전성, 노면저항 등의 변동 요소에 기인

<도표 8> 칼만필터에 의한 상태 추정

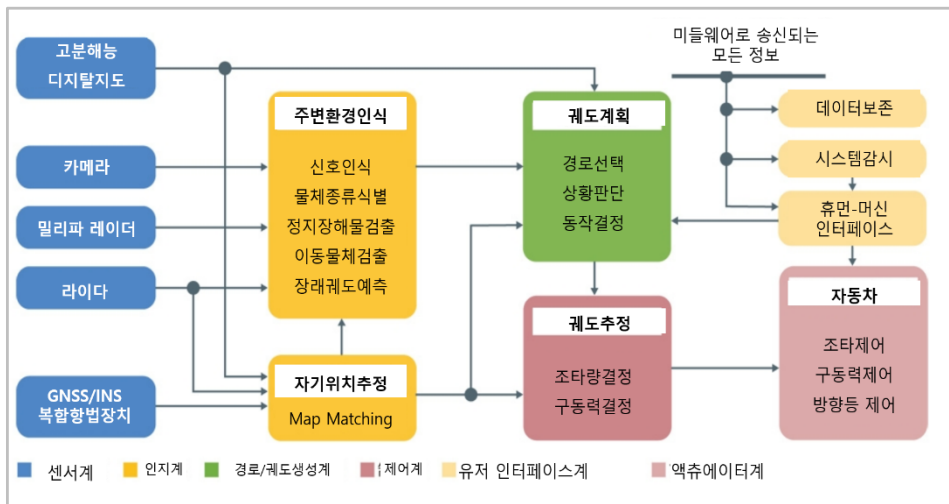


출처) xtech,2019, 3種のセンサーで高度化する自動運転, SUGANUMA교수

□ <도표9>는 자동운전 시스템의 전체 개요를 표시한 것으로 다음과 같은 과정을 따름

- ① 좌측에 표시한 각종 센서(밀리파 레이더, 라이다 등)의 정보를 가지고 주위 환경을 관찰함
- ② 고정밀 정보를 활용하면서 지도안에서 자신이 어떤 위치에 존재하는지 판단함
- ③ 차량이 움직이는 루트를 사전에 선택하는 경로 계획(Path Planning)을 함
- ④ 주변 차량의 운전 상황에 따라 시시각각으로 궤도를 결정하고, 이에 따라 필요한 조타량과 구동력을 결정하고 제어해 나가는 과정을 거쳐 차량이 자동운전을 해 나감

<도표 9> 자동운전 시스템의 개요



출처) xtech,2019, 3種のセンサーで高度化する自動運転, SUGANUMA교수

6. [참조] 자동운전 개발의 역사

<도표 10> 연대별 자동운전 개발 역사

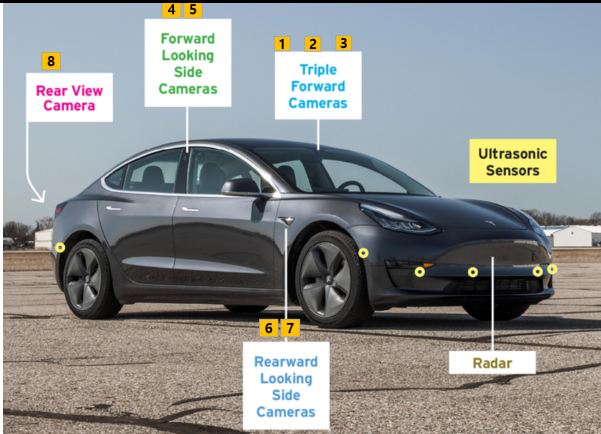
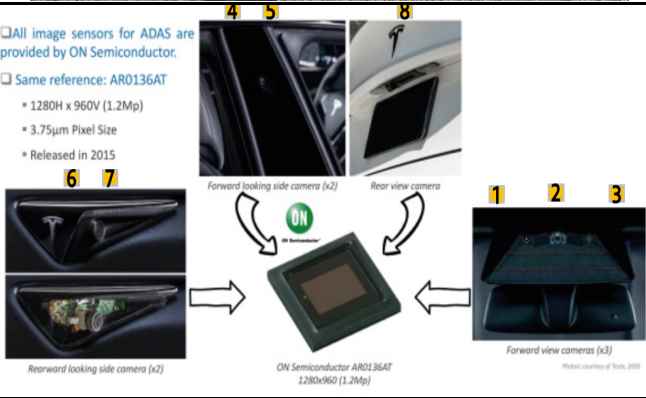
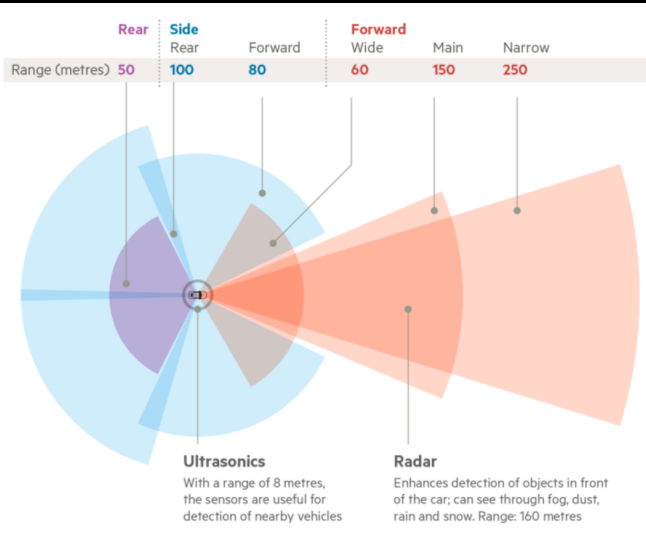
연대	내용
1940년대	- 1939~1940년 : 뉴욕 세계 박람회에서 GM이 Highways and Horizons를 설치하고, 20년 후인 1960년의 구체화할 미래상을 선보임
1950년대	- 1958년 : 자동운전개발이 구체화한 시기로 GM이 고속도로에 유도 케이블을 설치하고 전류를 흘려서 차량 앞부분에 장착한 유도코일로 자계를 검출해서 제어하는 방식. 도로에 케이블을 설치하는 비용으로 인해 보급에 실패했지만, 버스정류장 및 공항에서 일부 도입됨
1960년대	- 1960년대 : 스탠포드 대학에서 원격제어 기술 연구 착수 - 1960년대 : 인공지능 탑재 로봇 개발 시작 - 1960년대 : 일본에서 자동운전 연구 스타트
1970년대	- 1977년 : 일본 기계기술연구소가 세계최초로 머신비전을 활용한 자동운전 시스템 Intelligent Vehicle(지능자동차)를 개발
1980년대	- 1980년대 전반 : 미국에서 경찰용의 군사목적인 ALV(Autonomous Land Vehicle)의 개발 진행, 화상처리, AI에 의한 판단과 계획(플래닝)을 하는 자동운전 형태. 이 연구는 이후 카네기멜론 대학과 미국립표준기술연구소에서 이어져 승용차와 화성탐색차 등의 연구에 응용 - 1984년 일본 기계기술연구소: 장애물 검출 및 회피하는 목적으로 시속 10km로 자동 주행 가능
1990년대	- 1990년대 초반: 미국 캘리포니아주의 IVHS 프로젝트에서 자동추적기술 등을 개발하여 좁은 차간 간격을 유지하면서 고밀도의 군집 주행 가능 시스템 개발 - 1995년 카네기멜론 대학 로보틱스 연구소에서 NavLab5라는 대륙횡단 차량 개발, 워싱턴 DC에서 샌프란시스코까지 4800km의 거리 중 98% 이상을 자동운전으로 주파. 브레이크 등 종방향 제어는 수동이었지만, 횡제어는 자동운전 실현, 당시 일본인 화상 인식 기술의 1인자인 가나데타케오(金出武雄)가 참가

	<ul style="list-style-type: none"> - 1996년 일본 건설성 주도로 신설한 고속도로가 계통되기 전에 고속도로에 자기 마크 시스템을 설치하여 노면 협조형(路車協調型)자동운전시스템 데모 실시
2000년대	<ul style="list-style-type: none"> - 2000년 : 일본 기계기술연구소와 자동차주행전자기술협회(현재 일본자동차 연구회)는 차-차간 통신으로 5대의 자동운전차를 순행주행하는 협조주행 시스템 실험 - 2004년 : 미국 국방고등연구계획국(DARPA)는 자동운전기술을 구사하여 장거리 코스 주파를 목적으로 하는 DARPA Grand Challenge을 실시, 15개팀 참가. 10시간 이내에 사막지대 142마일(약 230킬로)를 주파하는 차량을 수상대상으로 했으나, 주파한 차가 없이 11킬로를 주행한 카네기멜론 팀이 최고 성적 - 2005년에는 23개팀 중 5개팀이 완주, 1등은 스탠포드팀, 2등, 3등은 카네기멜론 대학 - 2007년 3회 대회는 시가지를 상정한 약 100킬로의 코스를 6시간 이내에 주파하는 새로운 대회였으며 1등은 카네기 멜론, 2위는 스탠포드팀. - 2009년 구글 자동 운전 프로젝트 시동
2010년대	<ul style="list-style-type: none"> - 2010년대 : 미국 자율주행 스타트업 설립붐, 2013년 cruise automation, 2016년 nuro & Argo AI, 2017년 aurora Innovation, 일본에서는 2014년 선진모빌리티, 2015년 티어포 설립 - 2016년 SAE 자동운전 레벨이 국제 표준으로 정착 - 2018년 미국 웨이모가 세계최초 자동운전 택시 상용 서비스 스타트
2020년대	<ul style="list-style-type: none"> - 스타트업, 벤처기업의 상장 러쉬 - 2021년 3월 레벨3 실장한 혼다의 레전드 발매 - 독일 레벨4 가능한 도로교통법 개정안 성립

참조: 테슬라 자동운전 차량의 센서와 특징

- 테슬라는 라이다를 사용하지 않고 8개의 카메라, 1개의 레이더, 12개의 초음파 센서를 이용

<도표11> 테슬라의 카메라 설치 위치

<p>카메라 설치 위치</p>															
<p>카메라</p>	<p>□ All image sensors for ADAS are provided by ON Semiconductor.</p> <p>□ Same reference: AR0136AT</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1280H x 960V (1.2Mp) • 3.75µm Pixel Size • Released in 2015  <p>ON Semiconductor AR0136AT 1280x960 (1.2Mp)</p>														
<p>카메라의 측정 거리 및 각도</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rear</th> <th>Side Rear</th> <th>Forward</th> <th>Forward Wide</th> <th>Main</th> <th>Narrow</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Range (metres)</td> <td>50</td> <td>100</td> <td>80</td> <td>60</td> <td>150</td> <td>250</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ultrasonics With a range of 8 metres, the sensors are useful for detection of nearby vehicles</p> <p>Radar Enhances detection of objects in front of the car; can see through fog, dust, rain and snow. Range: 160 metres</p>		Rear	Side Rear	Forward	Forward Wide	Main	Narrow	Range (metres)	50	100	80	60	150	250
	Rear	Side Rear	Forward	Forward Wide	Main	Narrow									
Range (metres)	50	100	80	60	150	250									

Ⅲ. 도요타의 자동운전

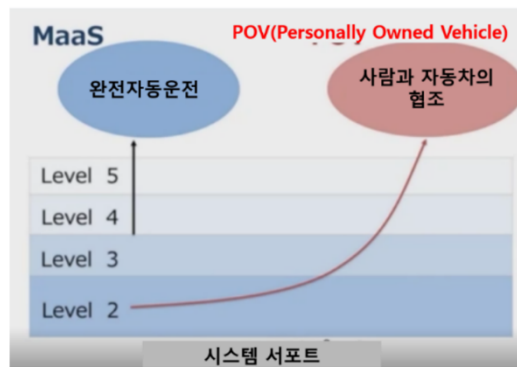
1. 도요타의 자동운전 방향성

- 도요타의 자동운전을 위한 기본 컨셉인 **Mobility Teammate Concept(MTC)**는 사람과 자동차가 같은 목적을 가지는 파트너라는 기본 개념하에서 ①'운전을 즐길 때' ②'운전을 차량에게 맡길 때'가 존재한다고 판단
 - MTC(모빌리티 팀메이트 컨셉)은 완전한 자율주행의 실현이 어려운 현 상황에서 안전 운전을 위해 사람과 기계가 가지고 있는 서로 다른 능력을 잘 활용하자는 접근법

- MTC의 주요 개념 ① 모든 사람에게 이동의 자유를 제공한다 ② 드라이버가 운전하고 싶을 때에 운전을 즐길 수 없는 차는 만들지 않는다 ③ 운전하고 싶지 않을 때, 또는 운전이 불가능할 때에 안심하고 자동차에게 맡길 수 있다. ④ 사람과 자동차와의 관계를 중시한다
 - 자동운전의 이용 여부는 운전자에게 주어지는 것이며, 자동운전 기술의 이점을 누리면서 운전자 스스로 운전하고 싶을 때에는 자유롭게 운전을 즐길 수 있도록 함

- 자율주행은 **MaaS용과 POV용(개인소유차량)으로 구분하여 기술 적용을 진행하며 특히 POV는 자율주행 레벨2 기술을 적용하고 원가를 줄여 점진적으로 레벨3로 향상시키는 방법 채택**
 - MaaS의 경우 운전자가 없는 상태를 전제로 한 개발이기에 처음부터 레벨3에서부터 차량을 개발

<도표 12> 도요타의 MaaS와 POV의 개발 차이

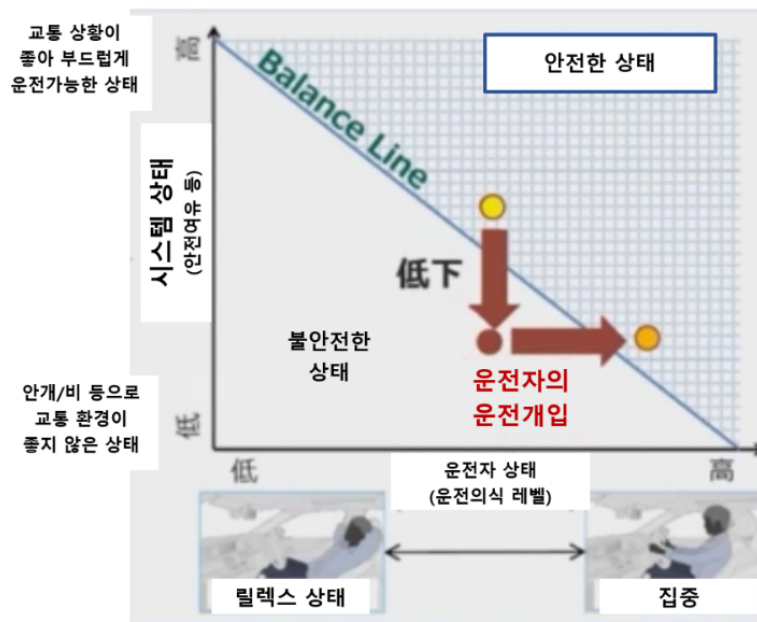


출처) '21년 9월 도요타의 모빌리티 컴퍼니로의 변모, 세미나 발표 자료 캡처

□ 오너카(POV)의 경우 새로운 자율주행 기능은 레벨2에서 실시하고 충분히 안전하다고 판단될 경우에 점진적으로 레벨3 이상의 기능을 제공

- 고속도로에서 추종 운전(追從運轉)이 어려울 경우는 갑자기 낙하물이 생겼을 경우이며 앞 차가 갑자기 속도를 줄였을 경우에 사고가 발생하기 쉬우므로 충분한 거리를 두도록 할 예정.
- 예를 들어, 시속 70km/h로 달릴 경우 100m의 여유 거리를 확보하는 방식으로 하여 시장에서 충분히 안전하다고 판단될 경우에 레벨3으로 상향.
- 만약 고정도(精度) 센서의 가격이 싸지거나 다른 센서가 개발되어 도로의 낙하물을 빨리 센싱할 수 있게 된다면 레벨3의 영역은 보다 넓어지게 되며, 특별한 주변환경에서는 레벨4가 가능.
- Upgradeable(수시 업데이트) : OTA(Over the Air) 소프트웨어 업그레이드에 의한 성능 향상, 신기능 추가 가능.

<도표 13> 도요타의 자동운전에서 운전자 운전 개입



출처) '21년 9월 도요타의 모빌리티 컴퍼니로의 변모, 세미나 발표 자료 캡처

□ 자동운전의 기술적 특징으로 Perceptive(높은 인식 성능), Intelligent(지능화), Interactive(운전자와 자동차와의 대화), Reliable(신뢰성), Upgradable(소프트웨어 업데이트)라는 5개의 키워드를 중시

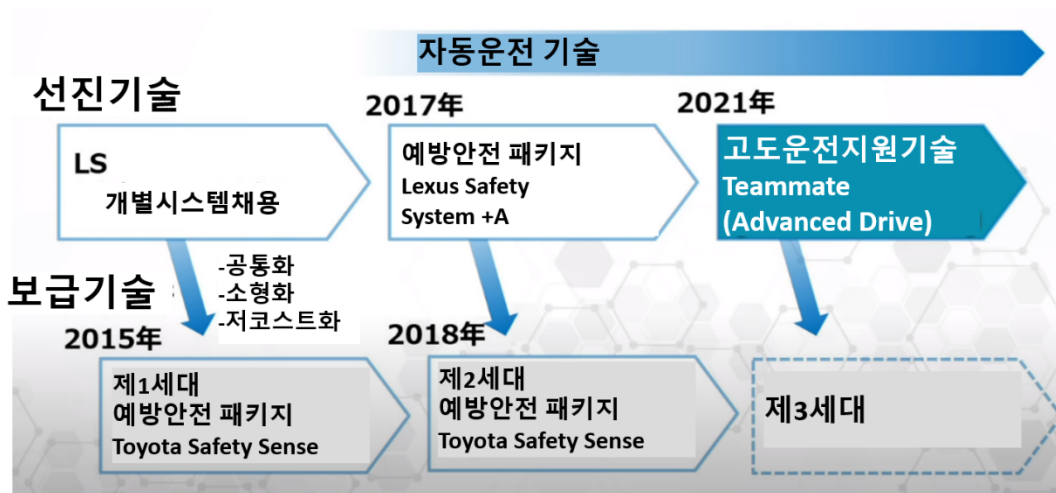
□ 도요타의 자동운전 차량은 쇼퍼(Chauffeur)와 가디언(Guardian)이라는 2개의 개념을 정립하여 개발

- 가디언은 운전자가 운전하는 것을 전제로 하며, ADAS(첨단 운전자 보조 시스템)를 활용하여 인간의 운전 능력을 기계가 대신 담당하는 것이 아니라 오히려 인간의 운전 능력을 증대시켜 주는 개념.
- 쇼퍼는 고도의 자율주행기능으로 고도의 인공 지능과 하드웨어/소프트웨어 필요
- 운전 환경이 가혹하고 운전자의 능력을 뛰어 넘는 수준에서 충돌을 회피해야 할 필요가 발생한 경우 자동으로 가디언 모드로 전환하여 위험 상태를 회피하는 기능.
- 한편 일정 조건 하에서는 안전하게 운전을 지속할 수 있을 때에 쇼퍼 모드에 의한 완전자율운전이 가능하며, 운전자의 부담을 경감할 수 있음

□ 도요타의 자동운전기술은 선진기술과 보급기술이라는 2개의 큰 분류를 가지고 진행

- 렉서스 차종에 도요타의 첨단 자동운전 시스템을 적용하고 몇 년 후에 자동운전 시스템을 공용화, 저코스트화 하여 대중차에 장착

<도표 14> 도요타의 자동운전 기술 전개 이력



출처) '21년 도요타 고도운전지원기술 설명회, 화면 캡처

2. 도요타의 Advanced Drive

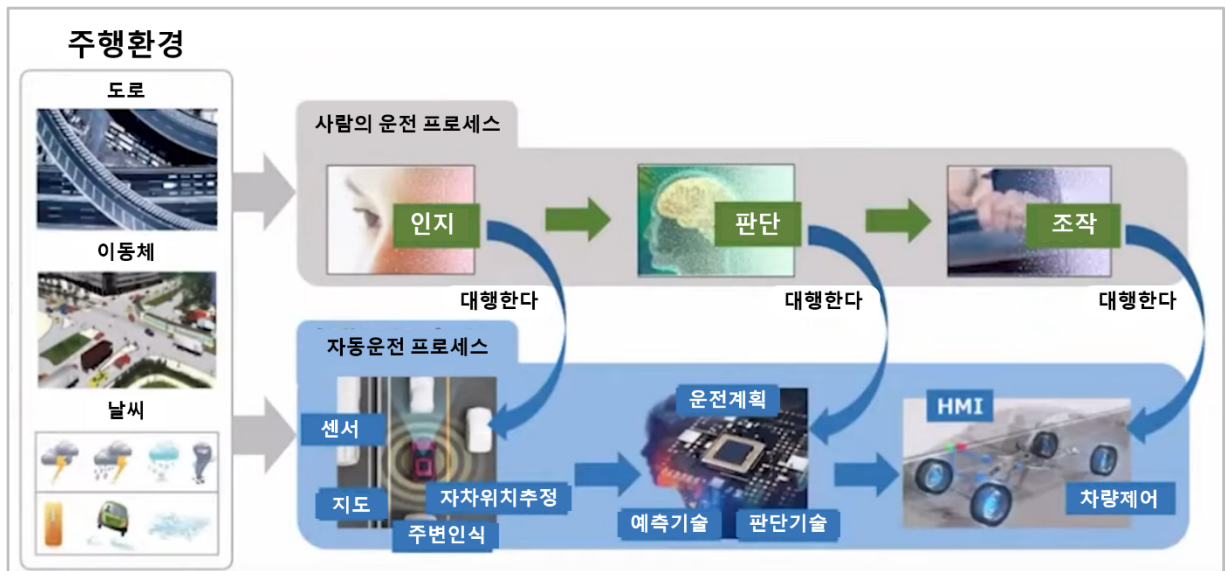
□ '21년 4월 도요타는 렉서스 LS와 도요타 MIRAI에 자동운전기술을 적용한 신시스템인 Toyota/Lexus Teammate Advanced Drive를 탑재하여 발매

- 렉서스 LS는 '21년 4월 8일, 도요타 MIRAI는 4월 12일에 발매 개시
- 개발은 도요타의 하드웨어 개발과 소프트웨어 개발을 담당하는 도요타의 「자동운전 선진안전 개발부」 팀과 「Woven Core, Inc」가 공동으로 진행

□ Advanced Drive의 실행 프로세스는 사람이 운전하는 프로세스인 인지 → 판단 → 조작을 차량에서도 동일하게 실시.

- 아래 도표는 도요타의 Advanced Drive가 동작하는 기본 구조를 표현한 것으로 자동운전의 기본적인 과정을 따르고 있음

<도표 15> Advanced Drive의 동작 개요



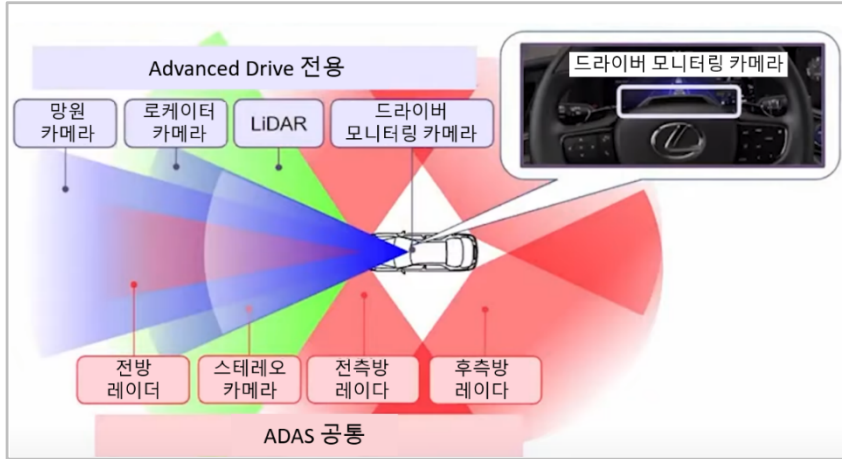
출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

□ 도요타는 종래 운전 보조시스템(ADAS)을 운영하면서 사용한 센서에 더하여 Advanced Drive에서는 고정도의 LiDAR, 전용 카메라 등 추가적인 전용 센서를 차량에 설치함

- 도요타는 ACC(Adaptive Cruise Control 자동추종 自動追従), PCS(Pre Crash Safety, 자동 브레이크), LTA(Lane Tracing Assist)라는 운전자 보조 시스템(ADAS)을 탑재 했음

- 이번 Advanced Drive에서는 망원카메라, 로케이터 카메라, LiDAR, 그리고 운전자의 상황을 확인하는 드라이브 모니터링 장비를 가지고 있음

<도표 16> Advanced Drive에 사용된 각종 센서들



출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

□ (레이더) 레이더는 비교적 장거리의 타겟을 대상으로 하며 타겟의 재질에 크게 영향받지 않으면서 인식할 수 있음

- 전파의 감쇄가 적기 때문에 악천후에서도 인식할 수 있는 장점이 있음. 하지만, 분해능이 높지 않기 때문에 원거리가 되면 횡방향의 정도(精度)가 나빠지는 단점이 존재함
- 자차보다 훨씬 전방에 있는 차량의 경우 같은 차선에 있는 것인지 다른 차선에 있는 것인지 육안으로 알기 힘들지만, 레이더는 <도표 17>에서 거리 및 차선 구분 가능

<도표 17> 악천후에서의 레이더의 인식 능력



출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

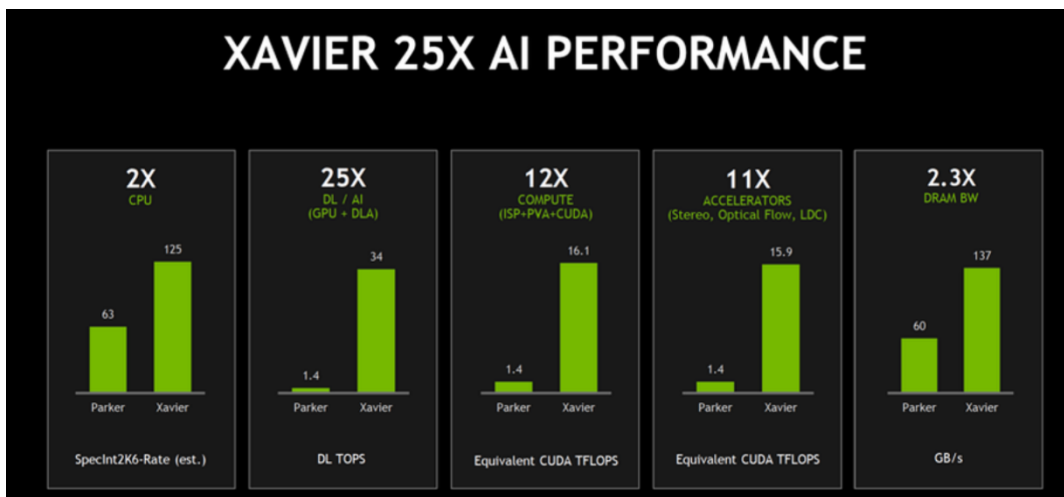
□ 카메라의 특징은 고정도로 형태의 식별이 가능하며 타겟의 속성과 형상을 식별 가능.

- 렌즈를 변경하여 식별 에리어를 변경할 수 있는 특징이 있어 Advanced Drive에서는 3 종류의 카메라를 사용

□ 도요타는 촬영한 화상을 AI(인공지능)을 이용하여 처리하기 위해 NVIDIA의 차세대 SoC를 채용함

- Advanced Drive의 개발 초기 단계에, NVIDIA가 차세대 SoC를 발매할 것이라는 정보를 입수하여, 이미 발매되어 실적이 있는 SoC와 새로 개발된 차세대형 SoC의 성능을 비교하여 차세대 SoC채택.
- 이것은 소프트웨어 업데이트를 염두에 두고 성능 측면에서 충분한 여유가 있는 것을 선택한 것임.
- 과거 도요타는 자동차 부품의 경우 충분히 검증된 부품을 사용하였지만, 반도체의 경우에는 도요타의 구매 정책이 변경되었다고 볼 수 있음

<도표 18> NVIDIA SoC의 성능 비교 (좌측은 기존 성능, 우측은 차세대 chip성능)



출처) <https://moorinsightsstrategy.com/>

□ 소프트웨어로 실현할 수 있는 것을 먼저 생산하고 그것을 가능하게 하는 하드웨어를 선정하는 것이 도요타의 소프트웨어 퍼스트(Software First) 정책이며 향후 도요타의 차량개발의 주요한 방침임

- 도요타는 2020년 3월에 도요타와 NTT가 스마트 시티의 플랫폼을 만들기 위한 업무자 본 제휴를 발표하는 기자회견에서 '소프트웨어 퍼스트'라는 정책을 발표

- AI인식 소프트웨어는 도요타 내부에서 제작하며 소프트웨어 업데이트를 통해 진화시킬 예정임.
- 도요타는 제품이 만족해야 하는 기능을 열거하고 이를 위해 소프트웨어와 하드웨어로 달성 가능한 기능을 분리함. 그리고 소프트웨어로 달성할 수 있는 것은 먼저 소프트웨어로 달성하자는 의미에서 소프트웨어 퍼스트라는 정책을 선언
- 도요타의 e-Palette은 'TRI'와 '도요타 커넥티드' 라는 소프트웨어 전문 회사가 주도하여 개발한 차량임.

□ 소프트웨어의 개발 스피드가 하드웨어의 진화보다 앞선 상황에서 하드웨어와 소프트웨어를 일체개발(一體開發)할 경우 하드웨어의 늦은 진화가 상품의 성능과 가치를 향상시키는 데 제약이 될 수 있음

- 향후, 자동차의 풀모델 체인지는 하드웨어가 크게 변경되는 것을, 마이너 모델체인지는 소프트웨어 갱신으로 하드웨어에 새로운 기능과 가치를 제공하는 방식으로 제품개발이 변경되어 갈 것임
- 도요타는 소프트웨어 갱신에 의한 업그레이드를 이미 시작하여 '20년 9월에 운전지원 시스템인 Toyota Safety Sense'의 자동 브레이크 기능을 업데이트 하여 낮시간의 보행자 감지 기능을 추가하였음

□ 카메라로 촬영한 정보를 입체물로 인식 처리하고, 「Semantic Segmentation」이라는 알고리즘을 이용하여 의미를 가지는 영역으로 분할하여 노면과 차선에 대한 인식이 가능함.



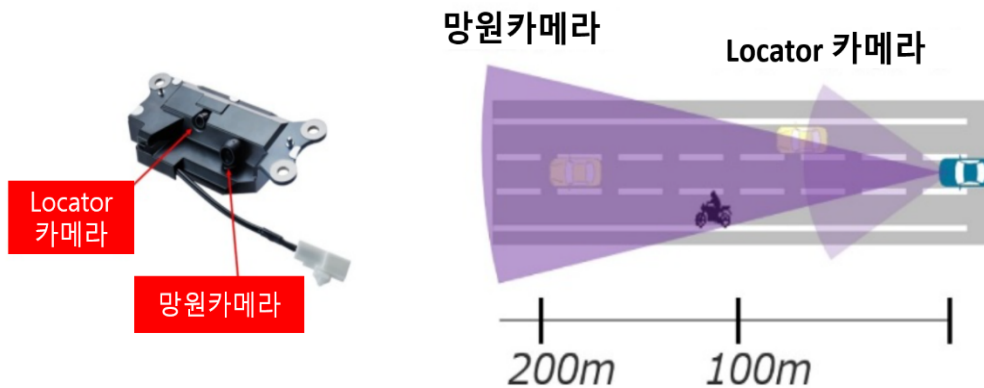
<도표 19> Semantic Segmentation에 의한 입체물 및 도로 인식

출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전자원시스템 화면 캡처

□ **Advanced Drive에 사용되는 카메라는 덴소가 새로 개발한 2안 카메라로 망원카메라와 근거리용 카메라(locator camera)로 구성되어 있음**

- 망원카메라는 200m 이상의 차량을 검지(檢知)하며 수평 시야각은 39도, CMOS 이미지 센서의 화소수는 540만 화소
- 근거리용 카메라는 자차 위치를 특정하기 위한 것으로 100m이내의 차선을 검지(檢知). 수평 시야각은 53도이며 CMOS센서의 화소수는 130만 화소
- 카메라의 화상은 모두 AI 기술이 탑재된 전자제어유닛(ECU)로 보내어 처리하여 인식 정도를 올렸음.
- ECU는 덴소가 개발한 것으로 NVIDIA의 심층학습(딥러닝) 기술을 기본 탑재

<도표 20> 카메라

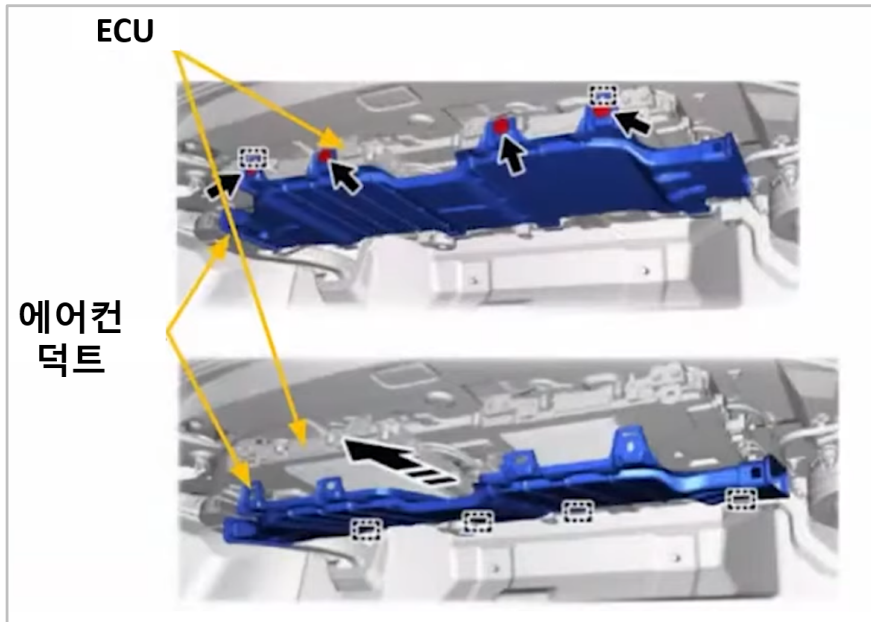


출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

□ **자동차는 고신뢰성이 요구되며, 자동운전을 위해 필요한 차량용 컴퓨터(ECU)는 복잡한 계산을 하기 때문에 표면에 많은 열이 발생. 이 문제를 해결하기 위해 ECU를 에어컨의 냉풍 덕트 앞에 설치하여 강제적인 냉각이 일어날 수 있도록 대책 마련**

- 자동차 회사의 오랜 설계 노하우를 활용하여 자동운전 성능 뿐 만 아니라 신뢰성까지 고려한 설계를 하여, 미국 테슬라와 같은 신생 회사와 차별화된 경쟁력을 강화하여 소비자에게 어필하고자 노력 중
- '21년 1월 테슬라는 일반 가전에 사용하는 수명이 짧은 메모리(낸드 플래시)를 자동차에 사용하여 리콜한 적이 있음

<도표 21> 도요타 렉서스의 에어컨 덕트와 ECU설치 위치



출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

□ **Advanced Drive는 전방 인식을 위해 덴소가 개발한 라이다(LiDAR)를 이용**

- 덴소가 개발한 라이다는 평면 미러를 모터로 움직이는 기계식으로서 사용하는 레이저 파장은 870nm의 근적외선임. 수평 검출각도를 넓혀 전방의 넓은 범위를 검지할 수 있음

<도표 22> 전방 검지용 덴소의 라이다와 측정 가도



출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

□ **라이다의 설치에 있어 차량 루프 위에 설치하는 개발단계의 차량과 달리, 실제 양산 차량에서는 여러가지 고려해야 할 사항이 많으며 렉서스 LS에서는 그릴 하단에 설치하는 것으로 결정**

- 라이다의 위치를 중앙으로 하면서 넘버 플레이트의 위치를 7.8mm 위로 이동

<도표 23> 전방 라이이다 설치 위치의 결정

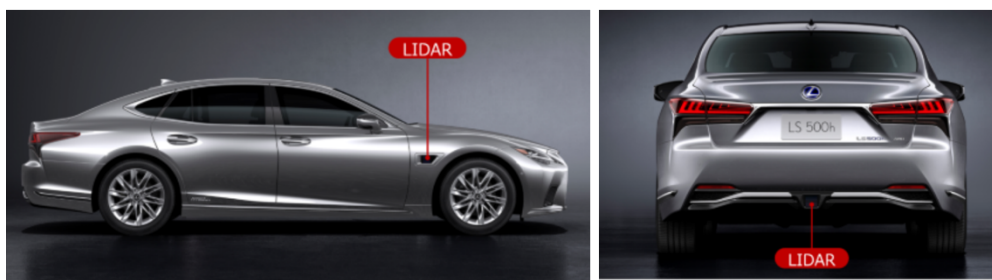


출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

□ '21년 10월 도요타는 렉서스 LS와 미라이에 3개의 LiDAR를 추가적으로 부착하였으며 기존 고객에게도 무상으로 추가 설치하여 총 4개의 LiDAR가 존재

- 당초에 전방감시용으로 1개의 라이이다를 탑재했지만, 좌우 측방과 후방에 1개씩 3개의 라이이다를 추가로 장착하여 세계 최초로 하드웨어 업데이트를 실시
- 초기에 4개의 라이이다를 설치하지 못한 이유는 차량 발매 시기가 '21년 4월이었기에 4개를 장착하기에는 개발시간이 부족하였으므로 추후 장착하기 위해 장착 공간은 미리 확보해 둠
- 전방의 라이이다는 덴소 제품, 측방과 후방의 라이이다는 컨티넨탈 제품 사용

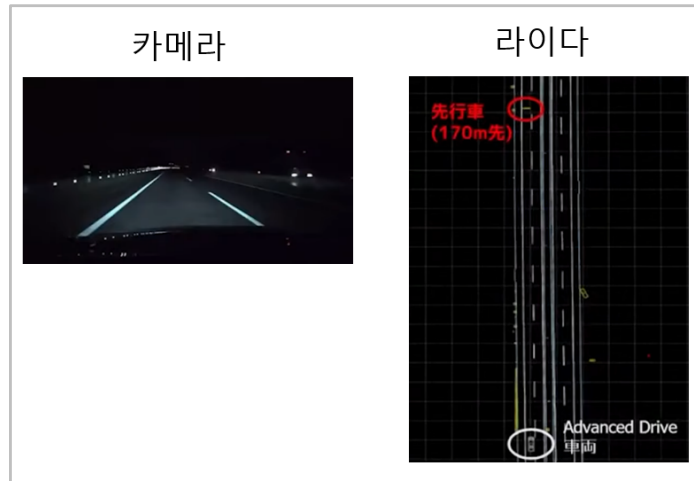
<도표 24> 하드웨어 업그레이드, 추가로 장착된 3개의 라이이다 위치



출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

□ 야간 고속도로에서 카메라로는 아무것도 인식할 수 없지만, 라이이다를 이용하여 170m앞에 트럭이 달리고 있음을 확인 가능. 조건에 따라서는 200m까지 검출 가능

<도표 25> 라이다의 고속도로에서 차량 검출



출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

- (하드웨어) 라이다는 역광/강우/강설에 취약하고 표면이 오염되기 쉬우며 이를 위한 해결책으로서 세정시스템을 사용하고 광학면 히터를 이용

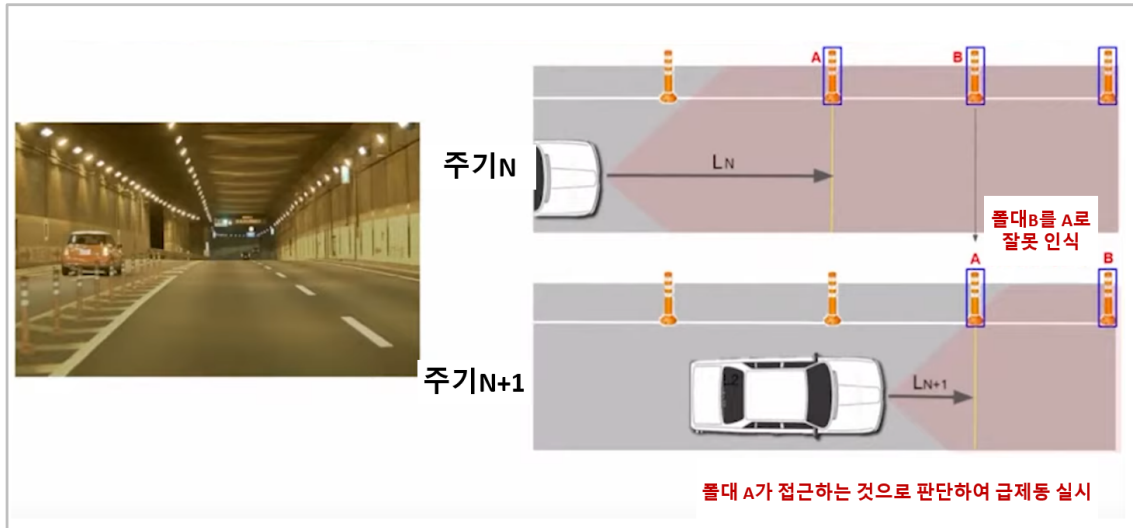


<도표 26> 라이다의 하드웨어적인 취약점에 대한 보완

출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

- (소프트웨어) 라이다는 주기적으로 반복되는 물체가 존재할 경우 오작동을 하기 쉬움
 - 라이다는 합류하는 길에 설치 되어 있는 폴대의 경우 tracking인식을 잘하지 못함
 - 라이다만으로 인식하면 폴대가 차량 쪽으로 움직이는 것으로 판단하여 급제동을 하는 경우가 발생. 이에 대한 대책으로 다른 센서들의 결과와 합쳐서 소프트웨어적으로 해결책 마련

<도표 27> 주기적으로 반복하는 물체에서의 판단 오류 케이스



출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

- 3개의 센서(레이더, 카메라, LiDAR)는 각각 장점과 단점이 존재하며, 특히 아래 표의 각 행마다 ◎(이중원)이 최소한 한 개 존재한다는 점에 주목할 필요가 있으며 도요타는 3개의 센서를 잘 조합하여 사용

	레이더	카메라	LiDAR
검지(檢知)거리	◎	△~◎	◎
거리계측정도(전후)	○	△	◎
속도계측정도(전후)	◎	△	○
방위분해능	△	○	◎
색식별	×	◎	×
내환경성	◎	△	△

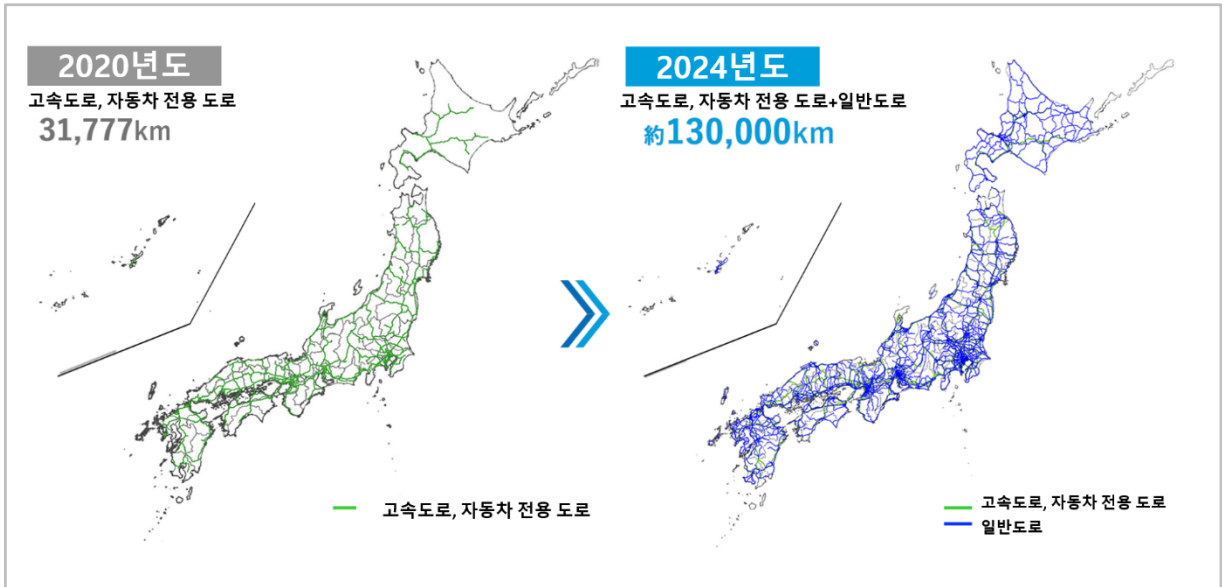
<도표 28> 자동운전용 센서의 특징

출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

□ '20년 일본 전국에 고속도로/자동차전용도로를 중심으로 약 31,777km의 고정밀지도(High Definition Map)가 작성되어 있으며, '24년까지 일반도로를 포함하여 130,000km의 고정밀지도 작성 예정

- 고정밀지도는 노면정보, 차선정보, 3차원구조물 정보를 가지고 있으며 Advanced Drive 는 스마트폰처럼 최신 지도를 다운받아서 사용할 수 있게 되어 있음

<도표 29> 일본내 고정밀지도 작성 도로



출처) Digital Shift Times 21년 6월 8일 기사

□ 도요타의 자회사인 TRD-AD(이후 Woven Planet)는 '19년 2월 고해상도 지도에 특화된 플랫폼을 개발하는 미국의 CARMERA社와 함께 고정밀지도 생성 실증 실험을 시작

- 도요타의 시판차에 탑재되어 있는 카메라를 시험차 (試驗車)에 탑재하여 동경의 시가지 데이터로 고정밀지도를 자동 생성하는 AMP 플랫폼(Automated Mapping Platform) 구축

□ '19년 4월 도요타는 NTT데이터 및 미국의 우주기술개발 회사인 Maxar Technologies社와 제휴하여 광학 위성 화상과 NTT데이터의 AI를 활용한 독자 알고리즘으로 지도 정보를 만드는 작업 시작

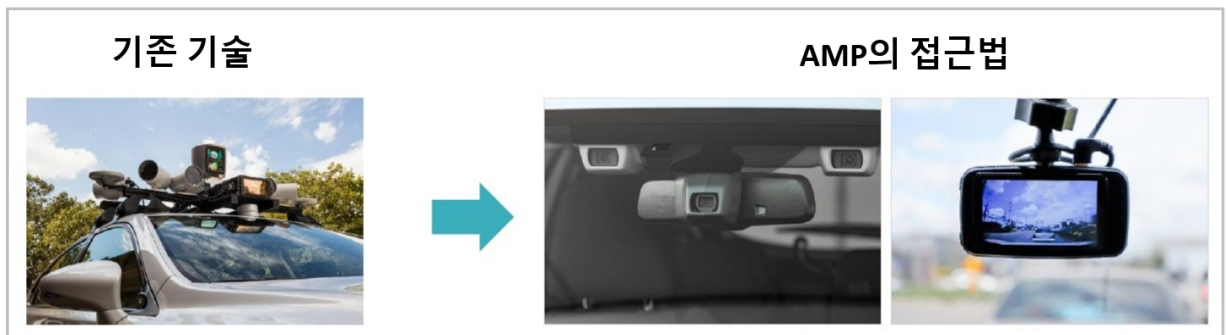
- '20년 3월 전용 계측 차량을 사용하지 않고 위성과 일반 차량에서 취득한 화상 데이터에 기초하여 자동운전용 지도 정보를 생성하는 기술과 AMP 상의 차량 데이터를 이용하여 고정밀지도 관련 실증 실험에 성공했다고 발표

- 위성 화상을 이용해서 상대 정도(精度) 25cm, 차량에서 취득한 데이터만으로 상대 정도 40cm의 지도를 생성하는데 성공

□ **도요타 자회사인 우븐·알파사가 개발하는 자동지도 생성 플랫폼 AMP는 전용의 계측차량을 사용하지 않고 인공위성사진과 항공사진, 차량의 카메라 영상 등으로부터 고정밀 지도를 생성하는 기술**

- 전용 계측차량을 사용하지 않기 때문에 정도(精度)가 다소 떨어지지만, 지도를 저렴한 비용으로 자주 갱신할 수 있어 여러가지 비즈니스 활용 용도가 높아 새로운 '서비스 플랫폼'의 위치를 차지 할 수 있을 전망.
- 필요한 곳에서는 전용 계측 차량이 측정한 고정밀 지도를 병용하여 사용 가능

<도표30> 고정밀지도의 작성과 갱신



출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

□ **우븐 플래닛은 '21년 7월 자동운전 모빌리티를 위한 고정밀 지도의 작성을 위해 미국의 CARMERA社를 매수. 이후 우븐 플래닛의 사업회사인 우븐 알파의 자동지도생성플랫폼(AMP) 와 협동으로 글로벌 규모의 고정밀 지도로 진화 시킬 예정**

- '21년 4월에 우븐 플래닛이 자동운전 전문회사인 Lyft, Inc. 를 매수한 이후 대형 매수에 해당

□ **도요타는 미쓰비시 FUSO(트럭메이커)와 공동으로 AMP를 이용하여 트럭이 도로의 곡률과 구배 등을 미리 파악해서 운전지원을 하는 기술을 개발 중 ('21년 6월 발표)**

- 트럭/버스 운전자 중 숙련도가 낮은 사람도 위험을 회피할 수 있도록 운전 지원 기술 개발

□ 라스트마일 배송의 용도로 도요타는 AMP를 사용하여 소형트럭 메이커인 이스즈자동차, 히노 자동차와 공동 연구

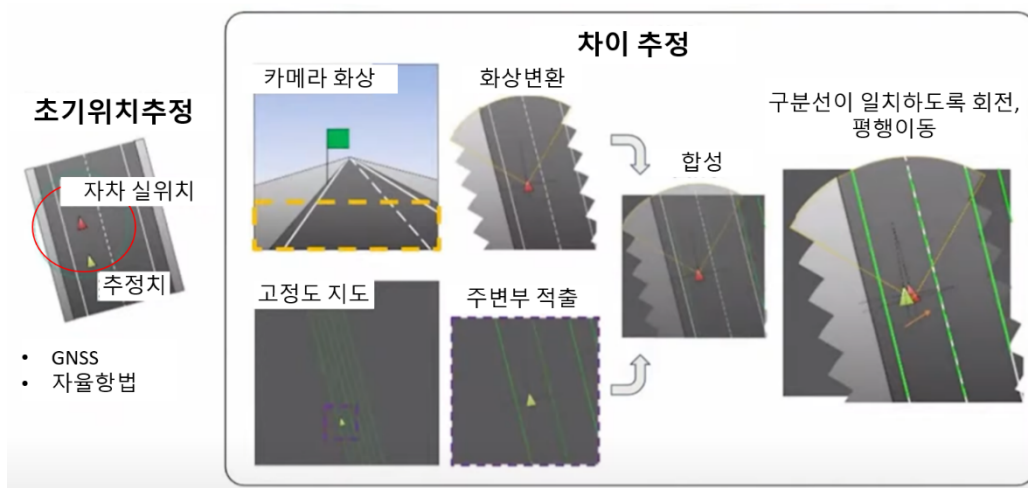
- 미국의 자동배송 로봇 기업인 Nuro의 차량에 AMP를 도입해서 배송 자동화를 추진하고 있으며 Nuro사는 도요타가 직접 자본 투자함

<도표31> Nuro의 무인소형 EV 'R2'



출처) '인터넷 화면 캡처

□ (Localize 기술) ① 위성 측위(測位)와 자율항법으로부터 대략적인 위치(초기 위치)를 추정 → ② 카메라 화상의 구획선과 고정밀 지도상의 구획선이 일치하도록 회전/평행이동해서 위치를 보정



<도표32> 로컬라이즈 기술의 개요

출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

- (로컬라이징 기술) 직선의 경우 거리 정도(精度)가 나쁘기 때문에 보정하기 힘들. 따라서 직선에 연결된 커브가 있을 경우에도 정도가 나빠져서 LiDAR 인식 결과 및 간판 등의 위치를 이용하여 보정함

종(전후)방향의 정도 확보

센서 특징	카메라	LiDAR
거리계측정도	△	○
방위분해능	○	○

- 직선구간은 보정되지 않음
- 카메라는 거리 정도가 나기 힘들

➔

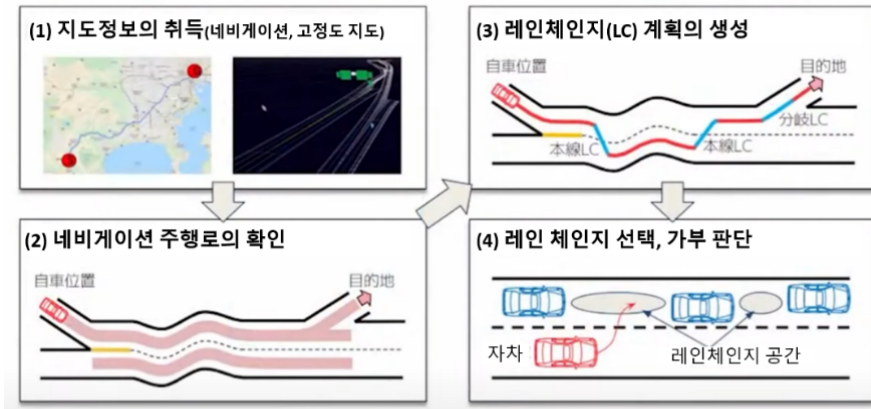
- 간판위치의 이용
- LiDAR인식결과를 병용

<도표 33> Localizing하기 어려운 케이스

출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

- (운전계획) 사람이 운전하는 감각과 맞게 도로의 어떤 레인에서 달리며 최소의 레인체인지로 목적지까지 도달 가능하도록 운전 계획을 하는 것으로 도요타에서는 '드라이빙 플랜'이라는 용어 사용
 - ① 지도 네비게이션과 고정밀 지도의 정보를 가지고 와서 목적지의 위치와 레인 정보를 취득
 - ② 네비게이션 레벨에서의 주행도로 확인으로 목적지까지 도로가 연결되어 있는지 분기점은 어디인지 등 확인
 - ③ 레인체인지의 계획안 생성, 차선수, 추월선 등 판단
 - ④ 실제 레인체인지를 할 수 있는 공간의 판단

<도표 34> 드라이빙 플랜의 주요 프로세스



출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

□ (HMI, Human Machine Interface) 자동운전 중 핸즈오프를 하기 위한 필요 조건을 검토하기 위해서 먼저 운전자가 안전하게 핸즈오프(Hands off)에서 핸즈온(Hands On)으로 가는 천이 과정을 검토

- 천이 과정 중에 지속적으로 제어하기 위해 인식/연산/액추에이터/통신/전원을 실시
- 필요한 천이시간을 파악해야 하며, 운전자가 줄거나, 스마트폰을 보는 등 다른 일을 하는지를 감시해야 할 필요가 있음

<도표 35> 핸즈오프에서 핸즈온을 위한 검토



출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

□ 도요타는 하기의 도표와 같이 반구체 안에 차량과 가상현실을 구현하는 스크린을 설치한 드라이빙 시뮬레이터를 사용하여 실제 운전과 비슷한 환경에서 실험 실시

- 핸즈오프 상태에서 도로상에 낙하물이 떨어졌을 때 어떻게 운전자에게 지시를 해야 낙하물을 회피할 수 있는가 등의 실험을 실시하였음

<도표 36>도요타의 드라이빙 시뮬레이터 돔

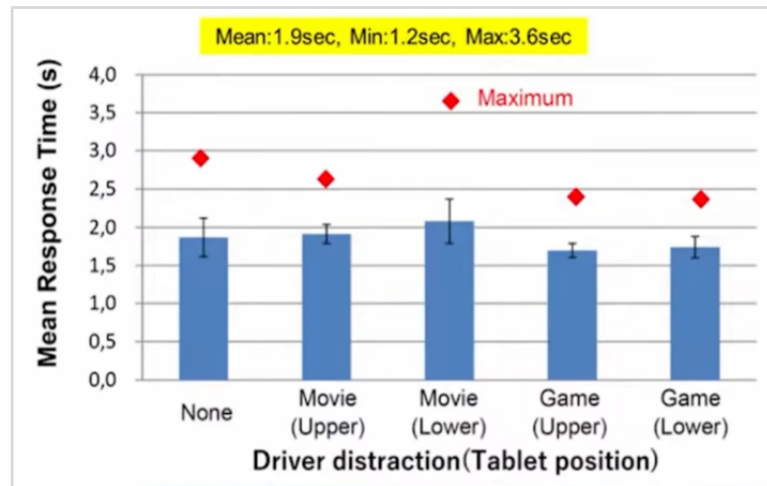


출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 및 도요타 홈페이지

□ 운전자가 Hands Off 상태에서 운전 상태로 돌아오는 시간을 시뮬레이터를 이용하여 확인한 결과 최대 4초 정도의 시간이 걸리는 것으로 판단

- 실제의 사람 행동을 데이터로 확보하여 설계 요건을 결정

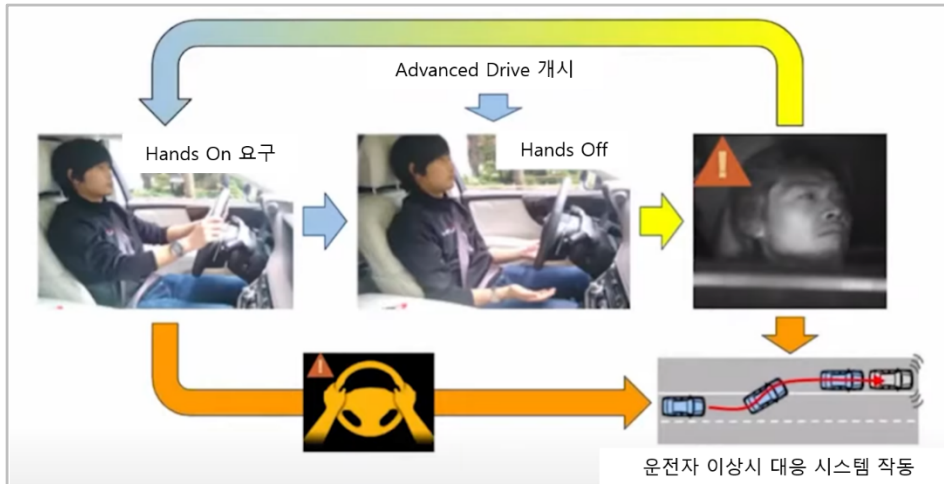
<도표 37>운전자가 운전태스크로 돌아오는데 걸리는 시간



출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면 캡처

- 운전자 모니터링 카메라가 운전자의 상태를 검출하여 딴 곳을 보거나 졸고 있는 것을 허용하지 않는 시스템 설계

<도표 38>도요타의 운전자 모니터링 시스템



출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면

- 운전자가 갑자기 더 이상 운전을 못하는 상황이 되었을 경우 자동차가 자동으로 속도를 줄여서 갓길로 차량을 이동시켜 정차하고 자동으로 긴급 호출을 하는 EDSS(드라이버 이상시 정차 지원 시스템, Emergency Driving Stop System)을 설치
 - 긴급 호출로 자동 연결되며, 정차후에는 차량 도어의 잠금이 자동으로 풀리게 함
 - EDSS작동 시에는 운전자의 서포트가 불가능한 상태에서 갓길로 가기 위한 레인 체인지 이기 때문에, Polar Map이라는 것을 만들고 차량의 센서에서 취득한 결과를 통합하여 보다 신중하게 실시

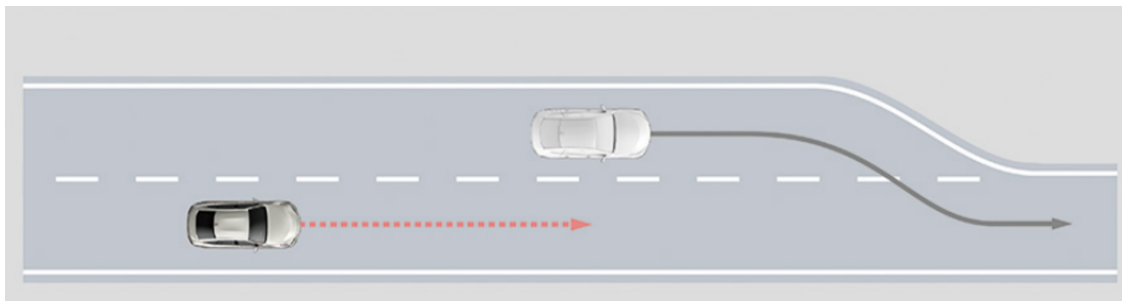
- 대형트럭의 옆을 운전할 경우에 운전자는 일반적으로 살짝 거리를 띄워서 운전하는 경향이 있고 이것을 자동운전에서 실현하기 위해 VLO(Vehicle Lateral Offset)이라는 기능을 부가하여 승객에게 안심감을 제공함

<도표 39> VLO 기능



출처 : 도요타 홈페이지

- 다른 차가 합류할 경우에 속도를 줄여 양보하는 운전기능 제공

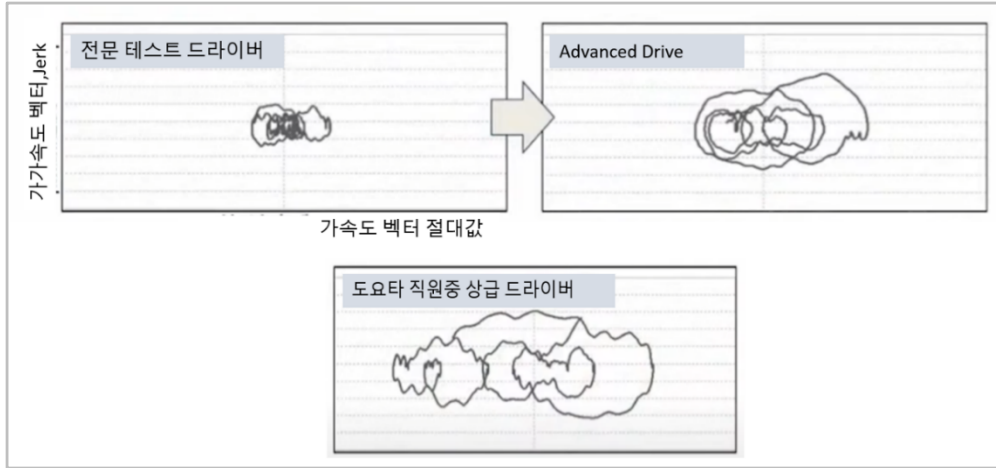


<도표 40> 양보 기능

출처 : 도요타 홈페이지

- 자동 운전을 하면서 코너링을 할 때 안심감을 느낄 수 있도록 속도/가속도 제어를 실시
 - Advanced Drive에 의한 자동운전 수준은 전문 테스트 드라이버의 수준 보다는 낮지만 도요타 내부 직원 중 운전 연수를 받은 상급수준의 운전자 보다는 코너링에서 부드러운 운전을 실시

<도표 41> 자동운전 차량의 코너링 시 가속도(acceleration)와 가가속도(Jerk)값



출처) '21년 7월, TOYOTA Developers Night 고도운전지원시스템 화면

□ **도요타는 Advanced Drive에서 소프트웨어 업그레이드를 하는 파일럿 프로젝트를 실시하여 새로운 가치를 지속적으로 제공할 예정**

- 소프트웨어를 적절한 시점에서 업데이트하기 위해서 소프트웨어 프로그래밍을 내제화 함. 과거 서플라이어가 2~3개월 걸려 개발한 소프트웨어를 수주만에 개발 가능
- 소프트웨어를 1,2주마다 릴리스 하며, 실장(實裝)된 소프트웨어만이 아니라 개발 툴, 시뮬레이션 환경, AI학습 환경 등의 인프라를 포함하여 소프트웨어 개발

□ **Woven Planet은 해외 기술력 있는 기업을 인수하거나 지분 투자하여 부족한 인력과 기술 확보**

- '21년 7월 자동배송 로봇 개발 회사인 미국의 Nero에 출자 발표
- '21년 7월 미국의 라이드셰어링 회사인 Lyft 의 자동운전부문인 'Level5' 사를 매수 완료 했음을 발표
- '21년 7월, 고정밀지도 개발 회사인 미국의 CARMERA 매수
- '21년 9월 미국의 Renovo Motors사를 매수했다고 발표. Renovo Motors는 실리콘 밸리를 거점으로 하는 기업으로 자동차용 OS를 개발하는 회사이며 향후 도요타가 추진중인 자동차 OS 개발에 활용될 전망

3. 도요타의 소프트웨어 퍼스트와 OTA에 대한 개념

□ 도요타는 하드(Hard, 物, モノ)와 소프트(Soft, 事, コト), 하드웨어(Hardware)와 소프트웨어(Software)의 정의를 명백하게 구분해서 사용할 필요가 있다고 판단

- 소프트(Soft, 事, コト): 자동차를 사용하는 장면, 생활하는 라이프 스타일 등을 의미하는 것으로 모든 사람의 라이프 스타일은 다르며 시대에 따라 진화
- 하드(Hard, 物, モノ): 엔진, 자동차와 같은 실물을 의미하며 실제 하드(物)에는 하드웨어와 소프트웨어가 같이 존재함. 따라서, 도요타는 하드(Hard, 物)와 하드웨어 간의 의미를 구분해서 사용해야 한다고 생각함.
- 하드웨어는 차를 예로 들면 엔진, 액추에이터, 브레이크와 같은 것
- 도요타는 소프트(事, 사람의 생활)를 서포트하는 하드(物)를 하드웨어와 소프트웨어로 실현해서 제공한다는 개념 정립

<도표 42> 도요타의 하드/소프트 개념



출처: 도요타차는 소프트웨어가 만든다. 도요타개발자대회 발표 영상

□ 일반적으로 차량을 기획해서 만들어 양산하기까지는 3~4년이 소요되며 소프트웨어를 기존 하드웨어 개발과 같은 기준으로 만들면 시대에 뒤떨어지게 됨

- 기획, 설계, 시작(試作), 평가와 같은 일련의 과정에 따라 제품을 개발하는 방식을 워터폴(waterfall) 방식이라고 하며 자동차의 하드웨어 개발의 전형적인 방법임

- 소프트웨어의 신규 기술이 빠르게 진화하고 있으며 특히 자동운전과 같이 빠른 변화가 이루어 지는 시기에는 3년 전 기술을 차량에 탑재하면 시대에 뒤떨어진 차가 되기 쉬움

<도표 43> 현재 차량 개발 시 소프트웨어 개발의 문제점

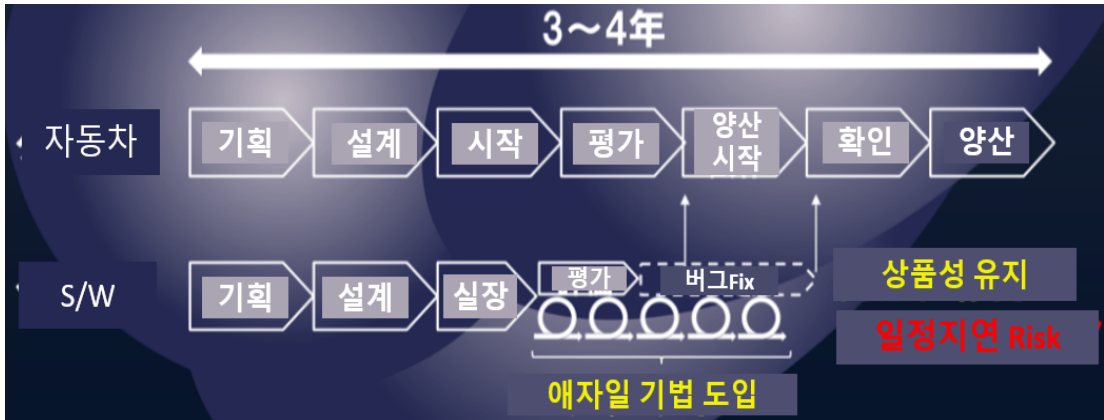


출처: 도요타 소프트웨어 퍼스트의 사고방식 , 개발자 대회 영상 캡처, 2020년 11월

□ 차량의 소프트웨어 개발 방식에 애자일(Agile)기법을 도입하여 시대의 요구에 따른 요구사항의 변화에 능동적으로 대응할 수 있도록 하였지만, 여전히 일정 지연에 대한 리스크가 존재

- 애자일(agile)방식은 IT분야에서 주로 사용되는 방식으로 요구 사양서가 정해지기 전에 먼저 작동하는 소프트웨어를 만들고, 유저의 피드백을 받아서 수정하면서 완성도를 올리는 방식.
- 아무런 계획이 없는 개발방법과 계획이 지나치게 많은 개발 방법들 사이에서 타협점을 찾기 위해 애자일 방법론을 사용하며, 계획이 없으면 앞으로의 일을 예측하기 힘들어 효율적이지 못하고, 계획에 너무 의존하는 경우 형식적인 절차를 따르는데 시간과 비용이 소요되어 개발 흐름 자체가 느려지는 단점이 발생
- 따라서 애자일 방법론은 일정한 주기를 가지고 끊임없이 프로토타입을 만들어 내며 그때 그때 필요한 요구를 더하고 수정하여 하나의 커다란 소프트웨어를 개발
- 그러나 여전히 자동차에서는, 상품성을 유지하면서 소프트웨어 버그(bug, 에러)를 해결해 나가야 하기 때문에 차량 개발의 일정이 지연될 리스크가 존재함

<도표 44> 도요타의 애자일 기법 도입



출처: 도요타 소프트웨어 퍼스트의 사고방식, 개발자 대회 영상 캡처, 2020년 11월

□ 도요타는 애자일 개발을 실천하기 위해 스크럼(Scrum)이라는 프레임 워크를 도입.

- 도요타의 자동운전 소프트웨어 자회사인 TRI-AD(현재는 우븐 플래닛)의 CEO인 제임스 가프너는 일본의 모노즈쿠리와 실리콘밸리의 새로운 일하는 방식을 공존시키기 위해 스크럼 방식을 가장 적합하다고 주장하며 도입하게 됨
- 도요타의 자동운전 소프트웨어 자회사인 TRI-AD(현재는 우븐 플래닛)의 직원 약 360명 거의 전원이 소프트웨어 프로젝트 관리수법인 스크럼(scrum) 마스터 교육을 받았음
- 직원의 약 90%가 스크럼 기법을 도입한 40개 팀에 배치되어서 일하고 있음

□ 스크럼은 애자일 방법론에서 프로세스나 도구보다 '사람과의 상호작용'을 중시하며, 문서보다 '실제 제품', 계약협상보다 '고객협력'을, 계획보다 '변화 대응'을 중시하는 일반화된 개발 기법

- 스크럼 개발방식은 일본에서 지식경영으로 유명한 노나카 이쿠지로와 타케우치 히로타카가 1986년 하버드 비즈니스 리뷰에 발표한 새로운 신제품 개발 방식(The new product development game)이라는 논문에서 출발하였음.
- 당시 럭비에서 처럼 팀에서 공을 패스하고 이를 단위로 필드 위를 이동한다는 의미에서 '스크럼'이라는 용어를 사용
- 이후, 1995년 제프 서덜랜드(Ken Schwaber)와 켄 슈와버(Ken Schwaber)가 애자일 선언문(Agile Manifesto)와 스크럼 개발 프로세스(SCRUM Development Process)를 출간하며 더욱 발전되고 체계적으로 정리됨

- 스크럼 프레임 워크는 팀이 반복과 지속적인 개선에 집중할 수 있도록 가치, 역할, 지침의 청사진을 제공

□ 도요타의 사내 컴퍼니인 '도요타 커넥티드'의 스크럼 도입 이력

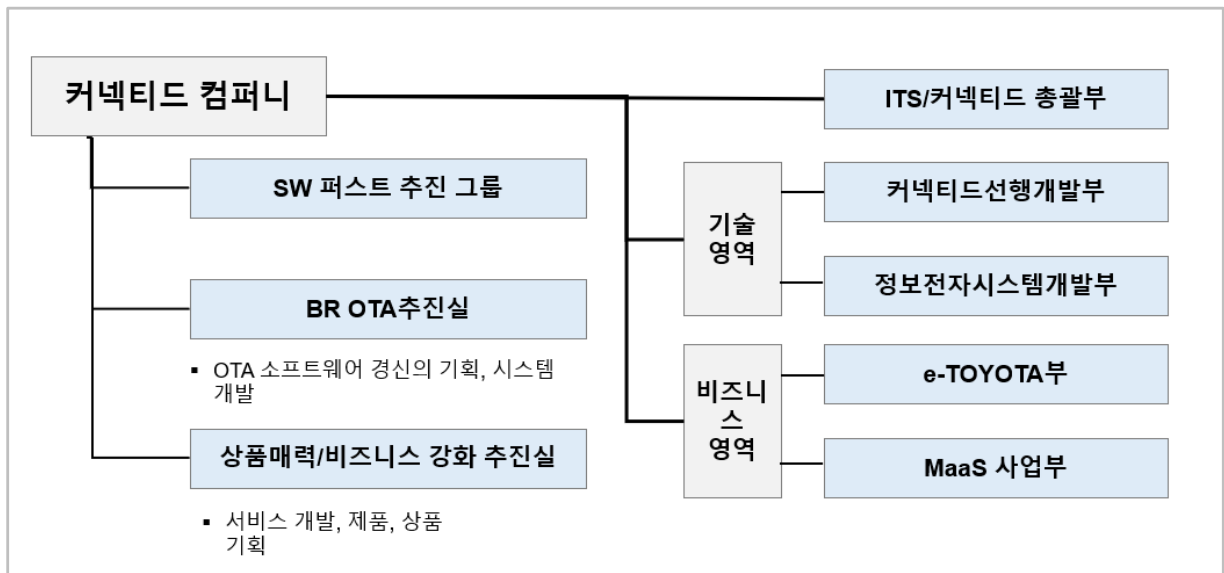
<도표 45> 스크럼 도입 이력

연도	내용
2019년	<ul style="list-style-type: none"> - 컴퍼니/부내에 스크럼 교육 도입 개시 - 프로젝트에 스크럼 개발 수법 적용 개시
2020년	<ul style="list-style-type: none"> - 외부 코치를 초빙해서 스크럼 개발의 내제화 강화 - 업무지원활동에 스크럼 개발 수업 적용 개시 - 스크럼 개발을 지원하기 위해 가이드 라인 책정 개시

□ '도요타 커넥티드'는 도요타 그룹 전사의 소프트웨어 관련 업무를 추진하는 곳으로 도요타 그룹 중 스크럼을 조기에 도입

- 도요타 커넥티드는 소프트웨어 퍼스트 추진실, OTA추진실 및 커넥티드 관련 기술 개발 과 비즈니스 업무 부서로 구성되어 있음

<도표 46> 도요타 커넥티드 컴퍼니 조직도



4. 도요타 자율주행 차량의 OS, Arene 개발

□ 도요타는 '25년에 차세대 차량의 가속, 안전제어기능을 일괄해서 동작시키는 자동차 OS, Arene을 실용화한다고 발표

- 도요타의 자회사인 우븐 플래닛 홀딩스(Woven Planet Holding) 가 주요한 개발을 담당
- 스바루 등 제휴 관계가 있는 기업 뿐 만 아니라 외부에도 OS를 판매하여 전기자동차, 자동운전 차량을 만들고자 하는 기업에의 판매도 시야에 둠
- Arene은 핸들, 브레이크, 가속 등의 제어기능 뿐만 아니라 지도정도, 차량 정체 정보 등을 일괄적으로 수신하는 기능까지 포함
- Arene 은 외부 소프트웨어 개발자에게도 개방되어 자동차가 전문이 아닌 사업자도 자동운전, 자동차 부품의 제어기술에 참가하도록 유도

□ Arene은 차량의 여러가지 기능을 API(Application Programming Interface)의 형태로 이용 가능하며 차재(車載) 소프트웨어 개발을 간소화함

- Arene은 고도의 시뮬레이션 기술에 의해 차재(車載) 소프트웨어에 요구되는 안전성을 담보하며 이 부분이 일반적인 스마트폰용 어플리케이션 개발과 가장 큰 차이점이라고 볼 수 있음
- 프로그램을 간소화하여 Scalability가 높은 플랫폼이 되면 전세계 소프트웨어 개발자가 활용하게 되면서 자동차의 새로운 가치를 만들게 되며 이것은 Arene을 중심으로 하는 소프트웨어 에코시스템을 만들어 낼 것이라고 판단
- 자동차 OS 상에서 움직이는 어플리케이션은 ECU에 일체 접근하지 못하면서 자동차와 다양한 연계가 가능하여 진정한 의미의 '커넥티드 카'가 되며 차량 OS의 에코시스템이 중요한 의미를 가짐

□ 현재 자동차 메이커는 도요타의 Arene과 비슷한 자동차 OS를 통해서 소프트웨어 에코시스템을 구축하기 위한 경쟁을 하고 있으며, Arene는 도요타 이외의 타사 자동차 메이커에도 광범위하게 제공될 예정

- VW이 자체적으로 제작한 vw.OS는 전기차인 ID.3와 ID.4에 탑재하여 점진적으로 개선하면서 완결 시킬 예정
- 다임러는 구동장치 등을 제어하는 기반(基盤) 소프트웨어인 MB.OS를 24년 자차에 탑재 예정

- 테슬라는 자사의 기반소프트웨어를 완전자동운전을 목표로 지속적으로 업그레이드하면서 시스템을 개발하고 있음
- GM은 Ultifi라는 차량용 OS를 개발하여 '23년부터 일부 차량에 탑재할 것이라고 발표 ('21년 9월 발표).

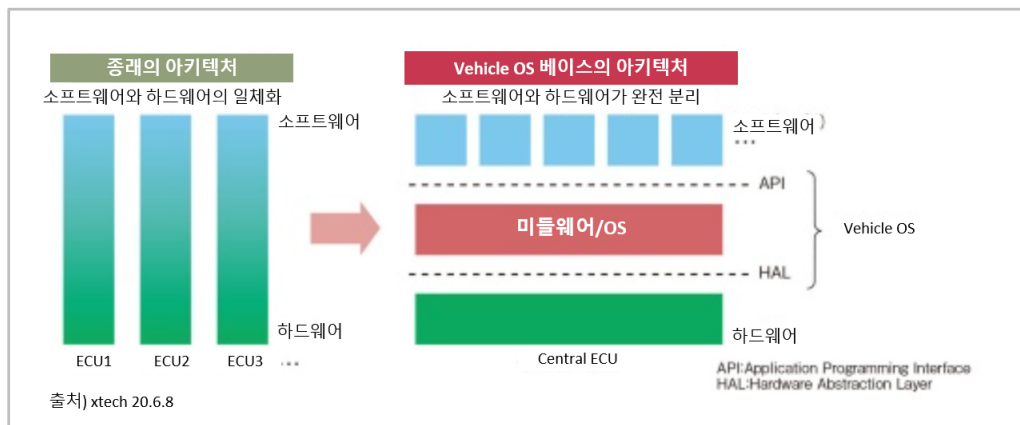
□ **Arene의 성공지표를 '소프트웨어의 개발 기간'으로 설정**

- 개발자가 어플리케이션의 컨셉을 정하고 프로그래밍을 개발하여 시뮬레이션 툴로 테스트, 검증하고 검증이 끝나면 차재용 코드를 생산해서 OTA(Over The Air)에 의해 복수의 차량에 실장 시킴
- 차재용 코드는 차량에 탑재한 'Arene OS'라고 불리는 미들웨어 상에서 작동

□ **Arene OS는 차량의 하드웨어를 추상화하는 기능(HAL 하드웨어 추상화 레이어)을 가지고 있기 때문에 서로 다른 차량이라고 하더라도 공통의 코드를 움직일 수 있음. 즉, ECU상에서 하드웨어와 소프트웨어를 분리할 수 있음.**

- 자동차 메이커 입장에서는 하드웨어와 소프트웨어가 분리되면 불필요한 검증 작업을 줄일 수 있어 원가 경쟁력 확보 가능
- VW은 '25년 vw.OS version 2부터 소프트웨어가 하드웨어에서 분리된 형태가 될 것으로 예상되며, 테슬라는 '18년 모델3에서 이미 실현.

<도표47> 차량용 OS의 개념도

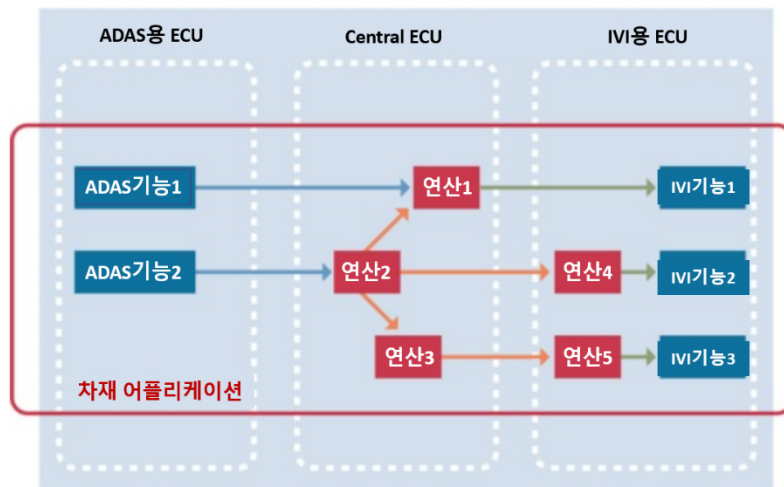


출처: 닛케이 xtech

□ **Arene OS상에서 움직이는 어플리케이션은 '복수의 ECU(전자제어유닛)'의 연산 리소스를 활용할 수 있음**

- 가령, 자동운전 등의 어플리케이션을 실행하는 경우, 각종 센서와 연결되는 ADAS용 ECU 뿐만 아니라 연산능력이 풍부한 센트럴 ECU를 이용함. 더 나아가 HMI와 각종 그래픽을 취급할 경우 IVI(자재정보시스템)용 ECU를 활용
- 지금까지는 ADAS와 IVI 시스템이 분절되어 있어서 자동운전을 위한 어플리케이션을 만들려고 할 경우 ADAS코드와 IVI코드를 별도로 짜야 했지만, Arene API을 통해서 복수의 ECU를 걸치는 기능을 포괄적으로 이용할 수 있게 됨
- 개발자는 개별적인 ECU를 의식할 필요 없이 차량 전체의 기능에 편하게 액세스 할 수 있음

<도표 48> 차량용 OS의 활용 범위



출처: 닷케이 xtech

□ **Arene OS를 통해 다양한 비즈니스가 개발될 가능성 존재**

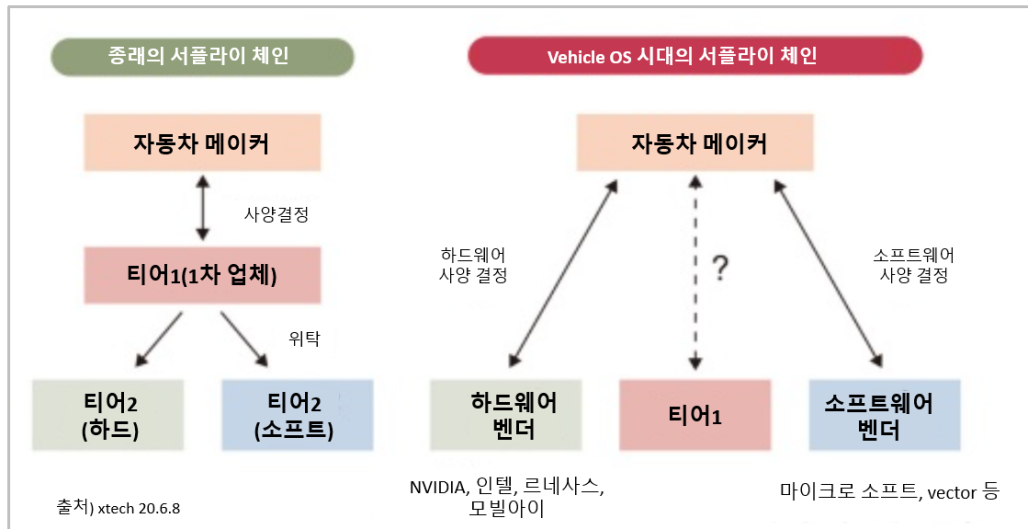
- 가령 Arene OS를 탑재한 다수의 차량으로부터 차재 카메라의 영상을 모아 인공지능으로 분석하여 각종 서비스 실현 가능

□ **기존 자동차 메이커는 차량의 효율적 생산기술 내제화로 경쟁력을 확보해 왔지만, 향후에는 차량 OS를 만들고 응용 소프트웨어를 효율적으로 만들 수 있는 회사가 경쟁력 확보가 가능하며, ECU 개발 방식도 변화 예상**

- 종래에는 완성차 메이커가 사양을 정하면 티어1(1차 협력업체)이 하드웨어와 소프트웨어를 일체화하는 작업 진행
- 향후에는 완성차 메이커가 직접 소프트웨어 벤더와 협의하여 소프트웨어를 만들어, 공급받은 하드웨어에 장착하는 형태가 될 가능성이 높음

- 향후 하드웨어가 범용화(commodity)할 가능성이 높기에 티어1 업체는 소프트웨어 경쟁력을 확보하기 위해 필사적인 노력을 기울이고 있는 상태

<도표 49> 차량용 OS에 의한 서플라이 체인의 변화



출처: 닛케이 xtech

□ 차량용 OS는 유럽 방식(표준 OS 방식), 미국 방식(웨이모, 테슬라), 그리고 중국 방식으로 진화 가능성 높음

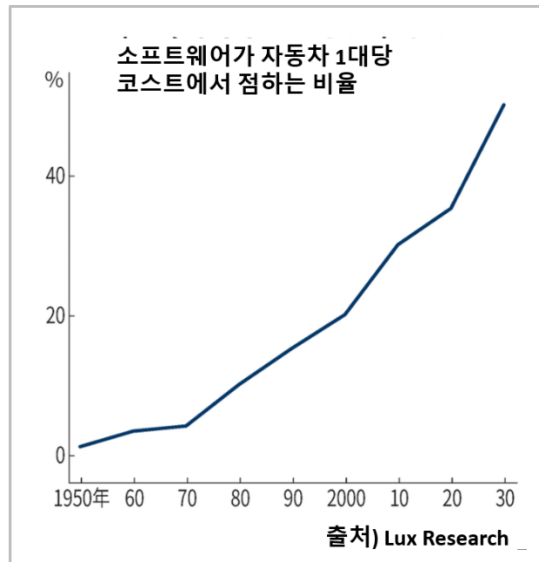
- 유럽 방식은 차량용 소프트웨어의 표준 규격인 오토사(AUTOSAR, AUTomotive Open System Architecture)를 기준으로 한 방식으로 도요타의 Arene OS와 VW의 vw.OS는 이 방식을 사용
- 미국 방식은 IT 기술자의 주도하에 만드는 차량용 OS로 테슬라와 웨이모가 독자적으로 개발
- 중국 방식은 아직 명확하게 알려지지 않았으나 독자적인 OS를 만들 가능성이 높음

□ 자동차가 요구하는 소프트웨어 기능이 폭발적으로 증가하여 소프트웨어 복잡성은 지난 10년간 4배가 되었지만, 소프트웨어 개발 생산성은 1.5배밖에 늘어나지 않았기에 향후 자동차의 원가 경쟁력 확보에 중요한 요소가 될 전망

- VW의 통합 ECU개발을 담당한 컨티넨탈의 소프트웨어 자회사에 의하면, 3개의 ECU 중 1개를 개발하는데 600여명의 소프트웨어 기술자가 연 200만 시간 소요

- 미국 자동차 조사회사(Lux Research)의 보고서에 따르면 자동차 1대당 코스트에서 소프트웨어가 점하는 비율은 '20년에 20%였지만, '30년에 50%까지 올라갈 것으로 전망되어 자동차의 부가가치 등 경쟁력의 원천이 종래 엔진과 기어와 같은 하드웨어에서 이제는 이를 제어하는 소프트웨어로 이동

<도표 50> 소프트웨어가 차량에 차지하는 코스트 비율



□ **Arene OS는 자동차 뿐만 아니라 스마트시티를 위한 도시 OS에서도 사용될 수 있도록 하는 것이 주요 특징**

- 도요타는 제작중인 Arene OS를 우븐 시티(Woven city)라는 실험 도시에서 활용하여 '도시 OS'로 사용될 수 있도록 할 예정이며, 차량, 교통, 인프라, 주택 등과 같은 서로 다른 하드웨어를 공통의 소프트웨어로 연결시켜 주는 역할이 될 수 있도록 추진 중
- '23년경, 모빌리티쇼(과거 동경모터쇼) 전에 우븐 시티의 일부가 개장될 것으로 예상됨

□ **현재 기술직 신입사원(대학, 대학원 졸업)의 IT전공 비율은 20% 수준이었으나 22년 봄부터 40~50%로 확대할 예정**

- 경력직은 현재 약 30%가 IT 관련 인력이었으나, 단계적으로 50%까지 확대 예정
- 입사한 직원이 원하는 업무가 아니어서 퇴사하는 경우를 줄이기 위해 채용 시에도 모집 직종을 상세하게 분류하고 필요한 직무 능력을 명확하게 알림

5. KINTO FACTORY

□ 도요타는 '22년 2월 3일부터 KINTO FACTORY라는 신서비스를 제공하여 기존에 판매한 차량을 최신의 상태로 진화/개조시킬 수 있는 서비스 제공

- Upgrade는 자동차의 기본 성능을 향상시킬 안전장치를 추후에 설치하는 서비스
- Reform 은 자동차를 오래 사용하여 열화된 내외장을 refresh하거나 아이템을 교환
- '퍼스널라이즈'서비스는 고객의 운전 데이터에 기초하여 개성과 취향에 맞춰 자동차의 설정을 최적화
- 대상 차종은 도요타/렉서스 8차종이며 동경도 내 29개 점포에서 시공 대응

□ KINTO FACTORY는 하드웨어 업그레이드와 소프트웨어 업그레이드를 동시에 실현시키는 역할을 담당

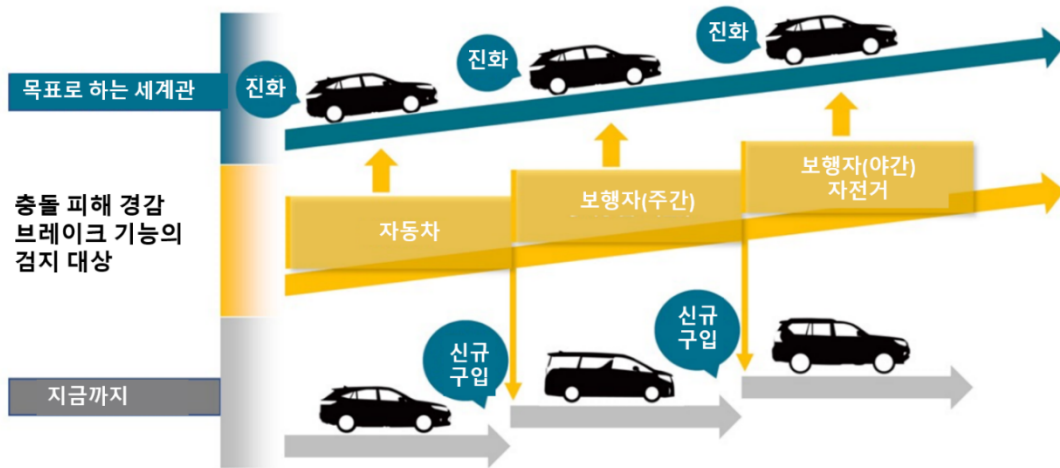
- 테슬라는 ADAS인 Autopilot시스템을 표준 탑재하며, Enhanced Autopilot라는 확장판이 있고, 고기능판으로 FSD(Full Self-Driving)가 존재하며 OTA를 통해 업데이트 실시하여 자동운전을 실현하는 전략으로 진행중
- 당초 FSD는 5000달러에 판매되었지만, 1000달러, 2000달러씩 계속 가격을 낮여, 현재 1만2천 달러로 인상되어 판매 ('22년 1월 17일)
- FSD의 매달 구독료는 autopilot 오너인 경우 199달러이며, 매달 구독료가 일괄지급액인 1만2천달러와 동등금액이 되는 것은 60.3회임
- 또, Enhanced Autopilot오너의 경우 FSD 구독료는 99달러이며 일괄구입비용과 구독 비용이 같아 지는 시기는 121개월임
- 테슬라의 FSD탑재율은 21년 2분기 시점에서 11.1% 수준. (출처: Troy Teslike)
- 도요타는 소프트웨어를 업그레이드시키기 위해서는 하드웨어의 업그레이드도 동시에 이루어져야 한다고 생각하고 KINTO Factory에 하드웨어의 업그레이드와 소프트웨어 업그레이드를 동시에 실현시키는 역할을 부여

□ 도요타의 KINTO FACTORY가 생각하고 있는 신서비스란 자동차 구입후에도 혁신기술을 소프트웨어와 하드웨어에 시기 적절하게 반영시킴으로써 고객의 차량을 최신 상태로 진화시키는 것

- 가령 고객이 구입한 차량의 충돌피해 경감 브레이크 기능 대상을 주간의 자동차에서 야간의 보행자로 확대하기 위해서는 소프트웨어 뿐만 아니라 하드웨어 변경까지 필요하며 이런 서비스를 KINTO FACTORY가 실시할 예정
- 22년 1월부터 서비스를 시작했으며 대상차종은 초기 단계에서는 한정되어 있음 (아쿠아, 프리우스, 알파드, 렉서스 UX, NX 등)

<도표51> 도요타가 생각하는 자동차 하드웨어 업데이트

도요타의 Kinto Factory가 생각하는 자동차 진화 이미지



IV. 혼다의 자동운전 개발 방향

□ 1970년대 창업자 혼다 쇼이치로가 제창한 '사고를 미연에 방지하는 적극안전 개념'을 기초로 하여 지속적으로 연구개발 수행

- 1981년 세계 최초로 차량 네비게이션인 '혼다 일렉트로 자이로케타'를 실용화시킴. 당시 GPS에 의한 위치 정보를 입수할 수 없던 시대에 자이로 센서와 거리 센서를 이용하여 자동차의 이동 방향과 거리를 검출
- 1986년 자동운전에 대한 연구를 본격적으로 착수
- 1997년 레이저 레이더와 카메라를 이용하여 차속과 차간 차선 유지를 할 수 있는 'HiDS' (Honda Intelligent Driver Support System)라는 시스템을 개발하고 2002년 7세대 어코드에 처음으로 장착
- 2003년 세계 최초로 추돌 경감 브레이크 'CMS'을 '인스파이어'라는 차량에 탑재하여 현재 진행되고 있는 ADAS와 자동운전의 기초가 됨

<도표52> 혼다의 세계 최초 네비게이션



출처) 혼다 홈페이지

1. Honda Sensing Elite

□ 혼다는 '20년 11월 자동운전 레벨 3 시스템의 형식 지정을 일본 국토교통성으로부터 취득하고, '21년 3월 정체시에 자동운전이 가능하도록 하는 트래픽 잼 파이롯트(TJP, Traffic Jam Pilot)을 실현한 Honda Sensing Elite와 그것을 탑재한 신형 LEGEND를 발표

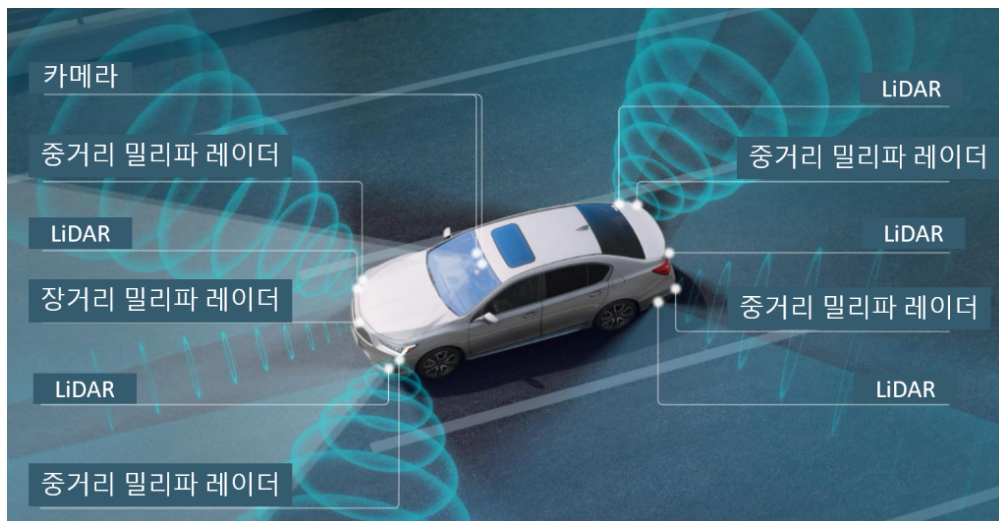
- 100대 한정으로 리스 판매(3년간) 예정이며 21년 5월 기준으로 60대 판매

- Honda Sensing Elite를 탑재한 레전드 가격은 1100만엔으로 통상의 레전드 가격 725만엔과 비교하면 400만엔 높은 가격 설정

□ **Honda Sensing Elite가 장착된 레전드는 LiDAR 5개, 밀리파 레이더 5개, 카메라 2개, 초음파 소나 12개를 탑재**

- 외부 인식은 카메라, 레이더, LiDAR 사용, 자차 위치 인식은 고정밀 지도와 GNSS(전국 측위 위성시스템) 이용
- 드라이버 모니터링 카메라 장착하여 운전자 상태 감지
- Cyber Security/소프트웨어 업데이터/작동상태 기록장치/외부로의 표시장치(스피커)

<도표53> **혼다 센싱 엘리트의 센서**



출처) 혼다 홈페이지

□ **혼다 레전드의 레벨3 차량은 고속도로상에서 정체가 있을 경우 시속 30km이하의 상태에서 가동하며 50km/h의 속도에서 해제됨**

- 고속도로에서 사고의 70% 이상이 시속 50km/h 이하에서 추돌 사고로 일어남
- 동일차선에서 정지, 발진, 속도 조절 및 차량거리를 자동으로 유지

□ **Honda Sensing Elite에서는 차선 변경 시스템을 획기적으로 바꾸어 전방에 늦게 가는 차량이 있으면 '옆 차선을 확인해 주세요. 차선 변경합니다.'라고 자동차가 통지한 후 운전자의 조작없이도 그대로 차선변경을 함**

- 종전에는 차선 변경 시 운전자가 차선 변경 허락 스위치를 눌러야 작동했지만, 새로운 시스템은 자동차 관점에서 차선 변경 기능을 가지고 있으며, 아직 국제 기준이 성립되어 있지 않은 상태에서 일본 국토교통성이 독자적인 판단으로 형식 인정을 함

□ **레벨3는 한정적이기는 하나 운전자의 감시를 전제로 하지 않기에 높은 신뢰성이 요구됨으로 3단계에 걸친 개발 과정을 진행**

- Honda Sensing Elite 개발의 첫번째 단계에서는 일본 국내의 모든 고속도로 형상을 디지털 데이터화하여, 컴퓨터 상에서 가상의 도로운전 환경을 구축하고 다양한 주행 상황을 상정하여 시뮬레이션 검정
- 두번째 단계로 소프트웨어를 ECU(전자제어유닛)에 내장시켜 시뮬레이션을 실시
- 최종적으로 테스트 차량을 이용하여 고속도로 약 130km를 주행하는 실증실험을 반복

□ **자율운전 시스템의 디바이스가 고장을 일으킬 경우에 대비해서 모든 시스템을 이중화함**

- LiDAR 5대 전방 카메라 2대, 밀리파 레이더 5대가 있지만, LiDAR와 카메라 1대, 또는 밀리파레이더 5대와 카메라 1대가 각각 독립된 시스템으로 작동 가능하도록 하여 센서 시스템의 이중화를 실현

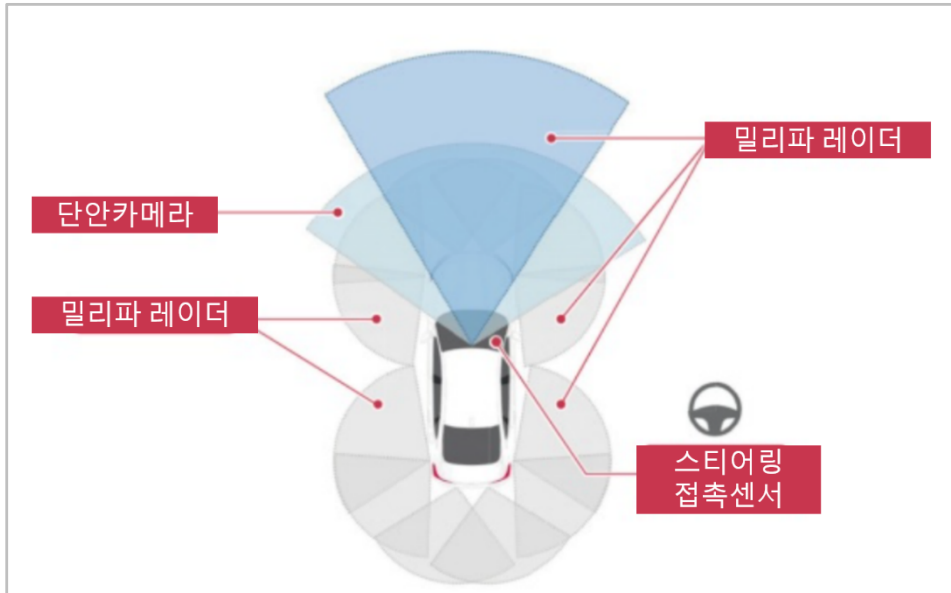
2. Honda Sensing 360

□ '21년 10월에 Honda SENSING 360이라는 신시스템을 발표하여 기존의 시스템에 새로운 5가지 기능을 추가

□ **Honda Sensing 360은 Honda Sensing Elite를 대중용으로 개발한 시스템으로 LiDAR를 사용하지 않고 1개의 단안카메라와 5개의 밀리파 레이더만 사용**

- Sensing 360시스템은 코스트 가격을 억제하기 위해서 Sensing Elite에서 사용하는 센서와 동일한 밀리파 레이더와 단안 카메라 사용.

<도표 54> Honda Sensing 360 카메라



출처) Honda 홈페이지

- **Honda가 지금까지 개발한 ADAS는 3세대로 나눌 수 있으며 그 중 1세대는 단안카메라와 밀리파 레이더를 사용하여 자동브레이크, 차선이탈 억제 등의 기능을 제공**
 - 자동브레이크는 주간 차량과 보행자 대상
- **2세대에서도 단안카메라와 밀리파 레이더를 사용하여 자동브레이크가 주간 차량과 보행자 및 야간 보행자에 대응했지만, 야간 성능에 있어 타사에 뒤쳐짐**
- **3세대 시스템에서도 단안 카메라만을 사용하지만, 자동 브레이크의 경우 주간에는 차량, 보행자, 자전거, 야간에는 보행자, 교차점의 좌회전시 직진대향차 등에도 대응할 수 있을 정도로 발전**
 - 30년까지 선진국형 신형차에 3세대 ADAS인 Honda Sensing 360을 탑재할 예정
- **기존 3세대 대비 새로운 기능으로 자동 브레이크 기능 확대, 전방 교차차량 경보, 차선변경시 충돌 억제, 차선변경 지원, 커브길에서 차속 조정 추가**
 - 단안 카메라를 광각화하여 고속도로와 자동차 전용 도로에서 ACC(스마트 크루즈 컨트롤) 작동 상태 중 커브길 주행시에 커브 차선의 곡률을 카메라로 사전에 인식. 차속이 지나치게 빠르면 감속하여 부드럽게 커브길 주행 가능

<도표 55> 혼다 센싱 과 혼다 센싱 360의 기능 차이

Honda SENSING (제3세대)	Honda SENSING 360
<ul style="list-style-type: none"> - Traffic jam system - 자동 브레이크 - 오발진억제(전방) - 오발진억제(후방) - 근거리 자동 브레이크 - 주행자사고 저감 스티어링 - 도로외로의 이탈 억제 - 정체시 대응 ACC(선행차 추종) - 차선유지 지원 - 선행차 발진 통보 - 표식 인식 - 자동하이빔 - 고성능 레드램프 	<p style="text-align: center;">< 5가지 기능 추가 ></p> <ul style="list-style-type: none"> - 자동 브레이크 기능 확대 - 전방 교차차량 경보 - 차선변경시 충돌 억제 - 차선변경지원 - 커브길에서 차속 조정

출처) xtech

<도표 56> 혼다 카메라로 커브길의 곡률 인식



출처) 혼다 홈페이지

□ **혼다, GM, GM 크루즈 홀딩스 3사는 자동운전차량 크루즈 오리진을 공동 개발 중으로 4-6명이 탈수 있으며 역에서 승객이 합승하여 각각의 목적지까지 자동 운전하여 가는 것을 목표로 설정**

- 혼다는 2021년 9월부터 일본내에서 GM과 공동개발한 자율주행 차량을 이용하여 실증 실험 실시 예정,

- 먼저 카메라와 센서를 탑재한 차량이 도로의 표식과 신호기 등의 데이터를 수집하여 지도를 만드는 작업 실시. 이후 GM이 미국에서 실험한 차량을 일본 도로에서 주행하면서 일본 도로의 표식에 맞추는 기술 개발 진행 예정

□ GM 크루즈는 이미 미국 캘리포니아주에서 연간 120만 km가 넘는 자동주행 실증실험을 실시했으며 운전자의 개입 수준은 약 4.5만 km에 1회 수준

□ 혼다는 레벨4의 자동운전차를 개발하기 위한 실증실험을 '21년 9월부터 시작

- 실험은 혼다 연구소가 있는 도치키현(栃木県) 하가마치(芳賀町)와 우치노미야시(宇都宮市)에서 실시
- 카메라와 센서를 탑재한 차량이 도로의 표식과 신호 데이터를 수집하여 고정밀 지도 만들
- GM 및 크루즈 홀딩스(GM자회사)와 공동개발하고 미국에서 실증실험한 차량을 일본내에 주행시키면서 일본 도로 환경에 맞추는 기술 전개.
- 공동개발하고 있는 차량은 4~6인이 역에서 함께 탑승하여 각자의 목적지로 자동 운전하는 차량으로 상정하고 개발

<도표 57> 혼다 레벨4 차량 이미지

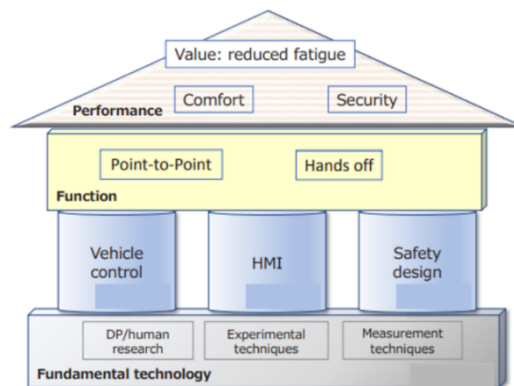


출처) 혼다 홈페이지

V. 닛산의 ProPILOT 2.0

- 닛산은 ①인텔리전스 모빌리티=자동운전, ②인텔리전스 파워=전기자동차, ③인텔리전스 인테그레이션=커넥티드 라는 3가지 축을 가지고 차세대 자동차 개발
- 그 중 닛산의 자동운전 기술은 “달리는 즐거움과 여유”의 실현을 모토로 <ProPILOT>라는 브랜드를 개발하였으며 개발 목표는 하기와 같음
 - 제한 속도내에서 모든 고속도로를 시스템 만으로 안전, 안심, 편리, 쾌적하게 주행가능한 능력을 가질 것
 - 운전자와 동승자가 뜻한 대로, 여유 있는 운전을 체험할 수 있는 차량의 움직임을 실현할 것
 - 차차 내에서의 감각만이 아니라, 전후주변의 차량에서 보았을 때에도 자연스러운 차량의 움직임을 실현할 것

<도표 58> 닛산 ProPILOT2의 개발 컨셉



출처) 닛산 기보(Technical Review)

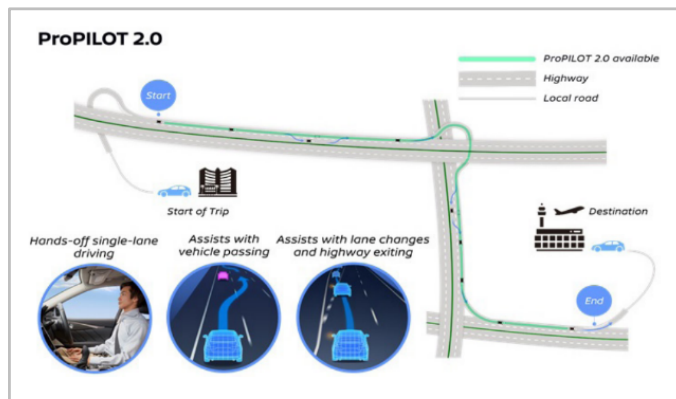
- ProPILOT2.0은 고속도로 상의 동일차선 내에서 핸즈오프 기능과 차선변경 지원 기능을 제공하는 ADAS(자동운전 레벨2)시스템
 - 닛산은 '16년부터 ProPILOT 시스템을 일부 차종에 도입하기 시작
 - 2019년 5월 16일에 운전지원시스템인 ProPILOT2.0을 발표하고 '19년 9월 닛산 '스카이라인' 차종에 처음으로 탑재하여 판매

- ProPILOT 1세대에서는 고속도로 단일 차선에서의 자동운전 기술로, 정체시나 장시간 운전시에 단일차선이라면 액셀, 브레이크, 스티어링을 제어하는 것이었음
- ProPILOT 2.0에서는 고속도로용 운전지원시스템은 공통이지만, 고속도로의 동일 차선 내라면 스티어링에서 손을 놓아도 되는 핸즈오프(Hands off)가 가능
- 앞 차가 느리게 가면 시스템이 운전자에게 차선을 변경하여 추월할 것을 제안하고, 운전자가 승인하면 운전자가 스티어링에 손을 올려 놓은 상태를 전제로 하여 차선변경을 지원해 줌

□ **포인트 to 포인트 (P2P) 이동에 있어서 고속도로를 경유하는 경우 고속도로에 올라간 이후부터 일반도로로 내려갈 때까지 핸즈오프(Hands Off) 할 수 있도록 운전 조작을 폭넓게 지원하는 기능 제공**

- 레인의 유지, 차선변경 실시, 추월, 주위 차량의 흐름에 따라 차간 거리와 차속을 제어
- 분기점과 출구를 고려하여 레인 레벨의 주행 계획을 가능하게 함
- 아래 그림에서 녹색으로 표시된 부분이 현재 닛산 ProPILOT2.0이 자동 운전을 제공하는 영역임

<도표 59> 닛산 ProPILOT2.0의 자동운행 가능 경로



출처) 닛산 홈페이지

□ **P2P를 실현하기 위해 3D고정밀지도(3D HD맵), 안심할 수 있는 차량의 제어, 그리고 운전자가 차량 상태와 주위를 정확하게 인식할 수 있도록 HMI를 혁신함**

- 3D고정밀지도의 경우 차선 수, 구배(경사, 勾配)와 같은 도로 정보를 포함
- 안심할 수 있는 차량 제어를 실현하기 위해서 다이내믹 퍼포먼스 기술(DP) 활용

- 새로운 인텔리전트 인터페이스 개발

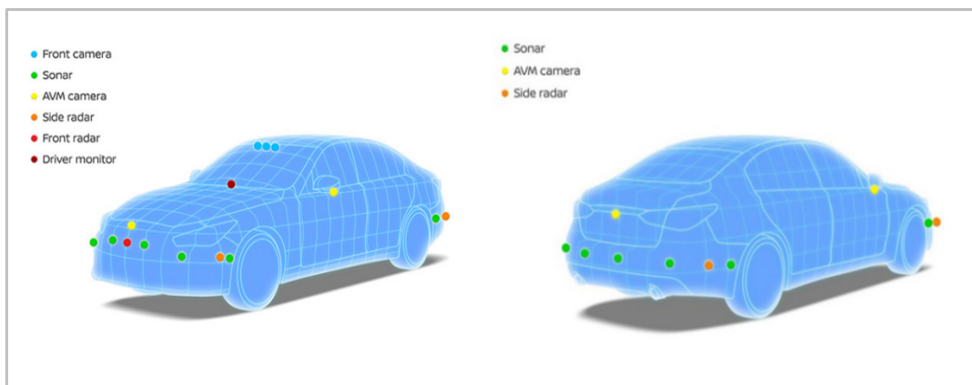
□ ProPILOT2.0 시스템이 제공하는 가치는 ‘운전 피로도 저감’이며 성능목표로 쾌적(Comfort)와 안심(Security)를 설정하였고 이의 달성을 위한 기술 개발 추진

- 자동으로 차선 변경을 할 수 있어 운전 조작에 따른 피로감으로부터의 해방
- 안심할 수 있는 차량 제어를 실현하기 위해서 다이내믹 퍼포먼스 기술(DP) 활용
- 운전자가 차량 상태와 주위를 정확하게 인식할 수 있도록 HMI를 혁신

□ 360도 센싱이 가능할 수 있도록 7개의 카메라, 5개의 레이더, 12개의 소나를 사용

- 프런트 카메라 (3안)의 화각은 150도, 54도, 28도로 독일 ZF의 계열사인 TRW사에서 만들었으며 화상은 모빌아이(Mobileye)의 최신 chip인 EyeQ4로 처리함.
- Around View Monito(AVM)용 4개의 카메라를 이용하여 총 7개 카메라 사용
- 레이더는 전방에 1개, 측면에 4개 있으며, 그중 측면 후방의 2개로 차량 후방을 감시
- 주차지원 시스템에 소나 (전방 4개, 측면 전방 2개, 측면 후방 2개, 후방 4개) 활용
- ProPILOT2.0은 닛산의 중형 세단 ‘스카이라인’과 신형전기자동차 ‘아리아’에 탑재
- 닛산은 현 시점에서는 LiDAR가 필요하지 않다고 발표(‘19년)

<도표 60> 센서 장착 위치



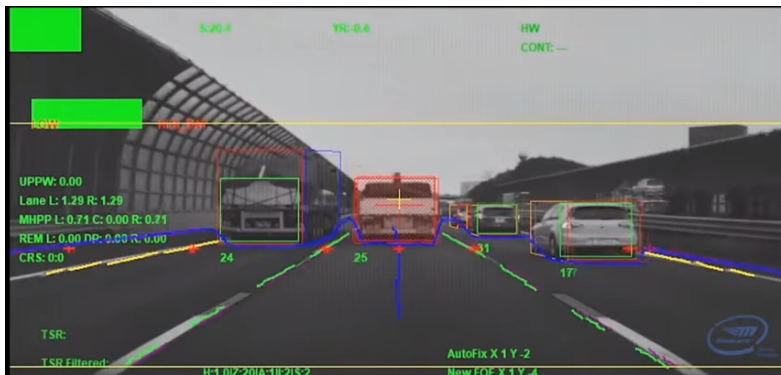
출처: 닛산 홈페이지

□ ProPILOT2.0를 사용하기 위해서는 닛산 커넥트 서비스에 가입해야 하며, 연간 2.2만엔 지급을 요함

- 연간 사용료에는 고정밀 지도 라이선스 사용료가 포함되며, 네비게이션 자동 업데이트, 주차장 검색 서비스, 운전자의 이상 상태 검지 시 자동 SOS콜 등의 서비스 제공

□ **닛산은 차선과 도로형상, 표식 등 고정밀 지도의 각종 정보를 차량 제어에 사용하여 동일 차선내에서 핸즈오프를 실현한 측면에 있어 세계최초라고 강조**

- 사용하는 고정밀 지도는 다이나믹 맵(DMP)기반의 고속도로 정보를 Map Controller라고 하는 유닛에 보존하여 사용하며 이 지도는 1년에 수 차례 차량내의 통신기를 통해서 자동 업데이트 하는 구조임
- 주행중 자차 위치는 GPS와, 차량 카메라의 화상, 그리고 고정밀 지도를 조합하여 추정
- 도로와 자차 위치의 관계를 고정도로 파악할 수 있어 종래보다 차속과 스티어링의 부드러운 제어가 가능



<도표 61>닛산의 주행중 화상 인식 이미지

출처: 닛산

□ **닛산은 타사 대비 HMI(휴먼 머신 인터페이스)를 차별화 포인트로 제공하는 전략 채택**

- 닛산 ProPILOT2.0은 ProPILOT1.0대비 HMI를 향상시켜 정보의 표시 방법과 운전자의 감시 기능을 개선
- 인스트루먼트 패널 디스플레이어를 1자형이 아닌 S자형으로 변경하여 운전자가 센터 디스플레이어를 보다 쉽게 터치할 수 있도록 만들

<도표 62>닛산의 HMI 디스플레이



출처: 닛산

- 향후 Mixed Reality(혼합현실) 기술을 적용하여 운전자가 필요로 하는 정보를 실제 풍경에 중첩시켜 적절한 타이밍에 제시할 수 있는 인스트루먼트 패널 개발 중

<도표 63> MX 인스트루먼트 패널



출처: 닛산

□ 닛산은 DeNA와 함께 무인차량 배차 서비스인 Easy Ride의 개발과 실증 실험을 실시하고 있으며 '자동운전 택시'의 상용서비스를 전개하기 위한 연구 개발 진행중

- DeNA는 일본의 모바일 게임기와 인터넷상 거래를 중개하는 e-커머셜 회사로서 닛산과 함께 2017년부터 Easy Ride라는 자동운전차 배차 서비스에 참가
- Easy Ride의 특징은 "가상정류소"로 스마트폰 전용 앱에서만 정류소가 표시되는 형태
- DeNA와 '18년부터 매년 Easy Ride 실증실험을 1개월 정도 진행

- '21년 실증실험에서는 9월 21일부터 10월 30일까지 20세 이상 200명의 모집인원을 대상으로 하여 요코하마의 특정 지역에서 실시. NTT도 참가

□ '21년 Easy Ride 실증실험에 사용된 자동운전 차량은 ProPILOT2.0과 동일한 레벨2 수준의 자동운전이지만, 시가지에서 사용되는 차량이기에 많은 센서를 사용하고 있음



<도표 64> 자동운전 택시 실증 실험에 사용된 센서와 컴퓨터

출처: itmedia 비즈니스 온라인

VI. 스바루의 EyeSight(아이사이트)

- 스바루는 자사의 ADAS브랜드인 '아이사이트'를 혁신하여 '20년 10월에 발매한 신형 스테이션 왜건 '레보그'에 탑재
 - 차세대 '아이사이트'에서 추진한 2대 주요 기능은 ①교차점에서의 충돌 사고 회피 ②고속도로에서 운전지원의 확대
 - 스바루는 이를 지원하기 위해 스테레오 카메라의 혁신을 추구하였으며, 스테레오 카메라를 광각으로 변경해야 할 필요로 인해 시야각과 화소수를 종래 대비 2배 확대
- 기존 아이사이트에 사용되는 시스템은 일본 메이커인 '히타치 Astemo'와 르네사스 일렉트로닉스였지만, 차세대 아이사이트에는 외국 메이커의 시스템을 적극 이용
 - 스테레오 카메라는 스웨덴의 자동차 부품 메이커인 Autoliv에서 분사한 회사인 'Veoneer' 것을 사용. Veoneer은 독일의 벤처 등에 공급한 실적이 있음
 - 교차로에서의 검지 각도를 종전 대비 2대로 확대하면서 스테레오 카메라에 탑재한 CMOS 이미지 화소수를 종전 120만 화소에서 약 230만 화소로 증가시켰으며 CMOS 이미지 센서는 미국의 ON Semiconductor가 공급
- 밀리파 레이더는 종래 2개에서 4개로 확대
 - 차량 주위 360도 상황을 정확하게 파악하기 위해서 종래 대비 밀리파 레이더를 추가했는데, 종래에는 후부 범퍼 좌우에만 24GHz대역의 준밀리파 레이더를 탑재했지만, 신형 아이사이트에는 전방 범퍼 좌우에 77GHz대의 밀리파 레이더를 탑재 (독일 Continental 제). 후방 밀리파 레이더는 스웨덴의 'Veoneer'제 사용
- 카메라와 밀리파 레이더 데이터를 수집 처리하는 ECU(전자제어유닛)의 기능은 스테레오 카메라에 내장
 - 카메라의 고화소화와 밀리파 레이더의 추가로 보다 높은 처리 능력이 가능한 반도체가 필요하며 반도체의 발열량이 증가하는 것에 대응하기 위해 공냉팬을 스테레오 카메라 모듈에 설치
- 자동차 전용도로에서의 ADAS 기능으로 '아이사이트X'라는 옵션을 만들어 복수차선에서의 레벨2 운전지원 기능을 실현

- 옵션 가격은 35만엔으로 3차원 고정밀 지도 로케이터 와 12.3인치 센터디스플레이, 드라이버 모니터링 시스템(DMS), 스티어링 휠의 터치 센서를 추가 탑재
- 차차 위치를 추정하기 위해 GPS(전지구측위시스템)뿐만 아니라 준천정위성 시스템 (Quasi-Zenith Satellite System) 인 '미치비키'를 사용
 - ※ '미치비키' 준천정위성(準天頂衛星)시스템은 일본이 만든 독자적인 위성 측위시스템
- 3차원 고정밀 지도와 미치비키를 활용하여 커브길에 들어가기 전이나 요금소 전에 자동으로 속도를 줄임.
- 지도 로케이터는 미쓰비시 전기가 만든 것이며 지도는 일본 회사인 Increment P Corporation(회사명이 '22년 1월 GeoTechnologies Inc.로 변경)의 것을 이용
- 차선변경은 70km~120km/h 차속에서 운전자가 방향지시기를 조작하면 시스템이 주변의 안전을 확인한 후 자동으로 차선 변경
- 고속도로상 정체시에는 스티어링 휠에서 운전자가 핸즈오프 가능
- DMS로 운전자의 이상이 확인되는 경우 디스플레이와 알람음으로 경고. 운전자가 반응이 없을 경우에는 클락션을 울림과 동시에 비상등을 점멸하면서 감속하고, 커브길이라면 주행을 계속해서 직선 차로에 들어왔을 때에 주행차선 내에 자동으로 정지

□ **신형 아이사이트는 데이터 처리용 반도체칩을 종래의 ASIC에서 Xilinx의 FPGA(Field Programmable Gate Array)인 'Zynq UltraScale+'로 변경하였으며 다음과 같은 3가지 이점을 취할 수 있음**

- 첫째, FPGA는 칩의 회로구성을 유저가 수정해서 고칠수 있기 때문에 개발 초기 단계에서 실제 칩에 대한 검증이 가능하여 개발 스피드를 높일 수 있음
- 둘째, 성능/코스트를 개선하기 쉬움. ASIC는 생산량이 적으면 코스트가 많이 나가는데, 스바루처럼 생산량이 많지 않은 상태에서 최첨단 반도체 제조기술을 활용하면서 코스트 저감을 하기 위해서는 FPGA가 유리
- 셋째, Zynq UltraScale+는 회로 규모를 6종류 제공하기 때문에 개발 상황에 따라 적절한 칩을 선택 가능함

□ **비행기 회사로 출발한 스바루는 무인운전과 충돌 회피 기술을 응용하여 공중에서 무인항공기의 충돌 회피 기술 개발하여 시연**

- 스바루는 보잉사의 여객기 787과 최신기종 777X의 중앙익(좌우 날개와 동체를 연결하는 부위)를 만들며, 신형 헬리콥터를 제작하여 납입 개시하는 등 항공기 개발에 역량 축적
- 미국의 Bell Textron Inc. 와 공동으로 헬기를 개발하여 21년 5월 일본 경찰청에 납품

< 도표 65> 스바루 무인항공기의 충돌회피 시험 장면



VII. 마쓰다의 Co-PILOT

□ 마쓰다는 완전 자동 운전기술을 목표로 하지 않고, 기계는 어디까지나 사람을 서포트해야 한다는 관점 유지

- 마쓰다는 차량을 운전하면서 느끼는 즐거움을 중시하기에, Co-PILOT는 자동 운전을 목적으로 하지 않음.

□ 마쓰다는 운전자가 안심하고 운전하는 것을 중시하는 운전지원기술 개발을 전개하였으며, 그 연장선상에서 Co-PILOT를 발표하고 '22년에 전개 예정

- 미국의 구글과 중국의 바이두 등 세계적인 거대 IT기업이 목표로 하는 방향은 '운전자가 필요하지 않은 로봇카를 만들어 자동차 사고를 없앨 수 있다' 라는 개념
- 사고 제로를 실현하기 위해 다른 방법이 있다고 생각하는 마쓰다는 인간과 자동차가 이음매 없이 연결되는 상태를 목표로 하여 인간이 실수를 범하거나 운전이 가능하지 않은 상태에 빠질 경우에는 안전한 장소에 정지시킴
- Co-Pilot는 항공기에서 부조종사라는 의미에서 마쓰다의 자동운전 개념을 적절하게 표현

□ 일본의 교통사고는 매년 감소하고 있지만, 운전자의 갑작스러운 운전 불가능한 상태(심장마비 등)가 되면서 발생하는 교통사고는 고령화와 함께 매년 증가하는 추세

- '14년 215건, '15년 230건, '16년 249건, '17년 168건으로 지속적 증가
- 사고가 발생하는 속도는 0 ~ 30km/h 가 42.9%, 31~60km/h가 52.9% 차지
- 마쓰다는 차량이 운전자를 관찰하면서 만약 운전자에게 이상이 생겼을 때 보호하는 개념으로 Co-PILOT개념을 만듦

□ 마쓰다는 안전기술을 3단계로 생각하며 Co-PILOT는 세번째 단계에 해당

□ 1단계는 바르게 운전할 수 있는 구조 만들기

- 양호한 시계를 확보하고, 바른 드라이빙 포지션을 취할 수 있도록 하며, 운전자가 피로해지지 않고 운전 집중할 수 있는 환경을 정비하는 것으로, 만의 하나 충돌 사고가 발생할 시에 대비해 차체 구조를 강화하는 것

<도표66> 마쓰다의 자동운전 3단계 컨셉



출처: 마쓰다 홈페이지

□ 2단계는 사고가 일어나지 않을 수 있도록 인지 판단을 서포트 하는 것

- 이를 위해 이미 'i-ACTIVSENSE'를 실용화하였으며 레이더와 카메라를 활용하여 선행차량에 접근하거나 후방 차량이 접근할 경우 운전자에게 주의를 환기시키는 시스템임

□ I-ACTIVSENSE의 주요 기능은 하기와 같음

- Advanced Smart City Brake Support (야간 보행자 감지 기능 포함): 시스템이 선행차나 후행차, 보행자를 감지하여 충돌 위험이 있을 경우에 운전자에게 경고를 실시하고 자동 브레이크를 작동해서 충돌을 회피하여 피해를 줄이는 기능
- AT 오발진 억제 제어(전방, 후방): 정차 시 또는 약 10km/h 이하에서 저속으로 전진 또는 후진 시 진로에 장애물이 감지 되었음에도 불구하고 엑셀을 강하게 밟았을 경우, 엔진 출력을 제어함으로써 페달을 잘못 밟아 발생하는 급발진, 급가속을 억제하는 기능
- 차선 이탈 경고 시스템: 차선을 이탈할 경우 스티어링의 진동과 음으로 운전자에게 위험 환기
- Blind Spot Monitoring Alert : 차선 이동시 후방에서 근접하는 차량을 감지하여 운전자에게 차량 존재를 알리는 시스템으로 안전한 차선 변경을 서포트.
- 교통표식 인지 시스템 : 주행 중에 시스템이 교통표지를 인식하고 운전자에게 의식환기를 시키는 시스템

- Drive Attention Alert : 65km/h이상의 속도로 주행 중에 시스템이 운전자의 운전 거동을 학습하여 차량의 거동이 학습치와 다른 경우 운전자에게 휴식 할 것을 권유하는 시스템
- 3단계인 Co-PILOT에서는 운전자의 상태를 모니터링하는 카메라를 이용하여 졸음이 오는 것 같으면 알람으로 경고하고, 만약 운전이 불가능한 상태라고 판단되면 자동차를 안전한 지역에 정지시켜 안전을 확보
- 운전자의 상태를 관찰하는 기술로 착좌 자세가 흐트러지거나, 시선, 두부의 거동을 감시함과 동시에 스티어링과 페달의 조작도 같이 모니터링함
 - 만약 운전자가 이상하다고 판단되면 운전자 대신 안전한 장소까지 자동으로 자동차가 운전해서 이동하고 정차시킴
- 1세대 시스템인 Co-Pilot 1.0은 '22년부터 차량에 탑재시킬 예정이며 '25년에는 Co-Pilot 2.0을 제품화할 예정
- 2세대 Co-Pilot를 탑재한 차량은 운전자가 운전 불가능할 때에 필요시 차선을 변경하여 안전한 장소까지 주행해서 차량 정지
 - 지금까지 약 7년에 걸쳐 연구하여 개발한 시스템으로 운전자의 상태를 검지하는 기술 개발에 주력

<도표 67> 마쓰다의 운전자 상태 검출 시스템



□ 출처: bizSPA

□ **센서는 차량에 12개의 카메라, 밀리파 레이더 5개, 소나(초음파 센서) 8개 탑재**

- 12개의 카메라 중 룸미러 전방에 인식 거리가 각각 다른 3안 카메라가 있으며, 장거리 카메라는 최대 100m 정도의 전방을 검지 가능
- 밀리파 레이더는 전방에 중장거리 검지용 77GHz대역이 한 개, 단중거리 검지용 24GHz 밀리파 레이더가 차량 각 코너에 4개 존재

□ **Co-PILOT2.0에는 운전자의 이상(異常)을 미리 감지하는 시스템이 장착될 예정으로 뇌과학 기술을 활용**

- 히로시마 대학 교수와 공동으로 연구하여 대뇌의 활동을 눈동자의 시점 이동(視点移動, 눈동자 움직임)에 기초하여 판단

Ⅷ. 덴소

- 덴소는 '22년 1월 제3세대 ADAS센서를 발표하며 종래 2세대 ADAS센서에 비해 코스트는 동등 수준으로 하면서 교차점에서의 추돌대응, 고속도로의 단일차선에서의 핸즈오프 주행 등 신기능을 탑재
 - 덴소의 3세대 ADAS인 Global Safety Package3(GSP3)는 히노자동차의 중형 트럭 '렌자', 도요타의 중형 SUV인 렉서스 NX에 탑재 되어 있으며 '22년 1월에 발매한 중형 미니밴 '노아'에도 채용
 - GSP3는 1개의 단안카메라와 1개의 밀리파 레이저로 구성된 센서퓨전 시스템

- '15년에 실용화한 제1세대 ADAS(GSP1)는 도요타의 하이브리드 차량(HEV)인 프리우스 등에 채용되었지만, 동 시스템을 사용한 자동 브레이크는 주간에만 차량과 보행자에 대응했고, 야간에는 대응하지 못했음
 - 덴소의 GSP1을 사용한 시스템을 도요타에서는 Toyota Safety Sense-P (TSS-P)라는 이름으로 탑재

- '18년 실용화한 GSP2의 자동 브레이크는 주간 뿐만 아니라 야간에도 보행자 검지 가능하게 됨
 - GSP2을 사용한 시스템은 도요타에서는 'TSS제2세대'에 해당
 - 주간에 차량, 보행자, 자전거 검지가능, 야간에 보행자 검지 가능

- '21년 실용화한 GSP3의 자동 브레이크는 GSP2의 검출 대상 이외에 교차점에서 좌/우회전시의 충돌 대응 및 고속도로의 단일차선에서 핸즈오프 주행 가능
 - 도요타의 소형차 야리스, 아쿠아에 탑재한 TSS2개량판이라고 불리는 시스템에서는 독일 Continental 제품의 단안 카메라와 밀리파 레이더를 이용하여 좌/우회전시 전방에서 진행되는 직진 대향차를 검지해서 자동으로 브레이크를 거는 시스템 채용

<도표 68> 덴소가 제공하는 자동운전 시스템 발전 단계



출처: 덴소 홈페이지

□ GSP3을 구성하는 시스템은 GSP2와 코스트 측면에서는 동등하나, 교차점 대응, 핸드오프 주행 등 제공하는 기능을 늘림

- GSP3에서는 카메라의 화상 인식 프로세스에 딥러닝(심층학습)을 적용하여 인식 정도를 높임
- 단, 카메라의 성능을 올리고, 화상인식 프로세스에 심층학습을 사용하면 처리하는 데이터 양이 증가하는 문제가 발생하여 GSP3시스템의 화상처리칩에 고속처리가 가능한 도시바 Device & Storage사의 최신 SoC(System on Chip)인 Visconti5를 사용함
- GSP2에는 도시바 Device & Storage사의 Visconti4 사용

단안 카메라	검지거리	수평검지각도	CMOS센서 화소수	밀리파 레이더	검지거리	수평검지각도
GSP2	100 m	53도	100만 클래스	GSP2	150m	±26도
GSP3	200 m	112도	500만 클래스	GSP3	156m	±51.6도

<도표69> 덴소 카메라 및 밀리파 레이더 성능

□ GSP3 시스템이 실현하는 운전 지원 기능으로 고속도로에서의 커브 감속 및 차선변경 지원, 일반도로에서의 신호등 주의 환기 기능 추가됨

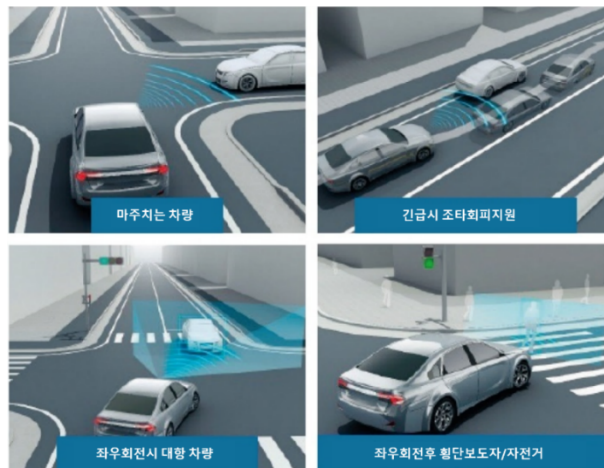
<도표 70> 덴소 GSP 시스템의 기능



출처 : 덴소 홈페이지

- GSP3의 밀리파 레이더는 GSP2대비 수평 검지각이 약 103도(±51.6도)로 넓어져 교차로에서의 충돌 회피에 기여
 - 속도 분해능은 0.46km/h로 GSP2에서의 2.3km/h보다 4배 이상 향상되었으며 이로 인해 교차로에서 보행자와 자전거의 검출 성능도 향상됨

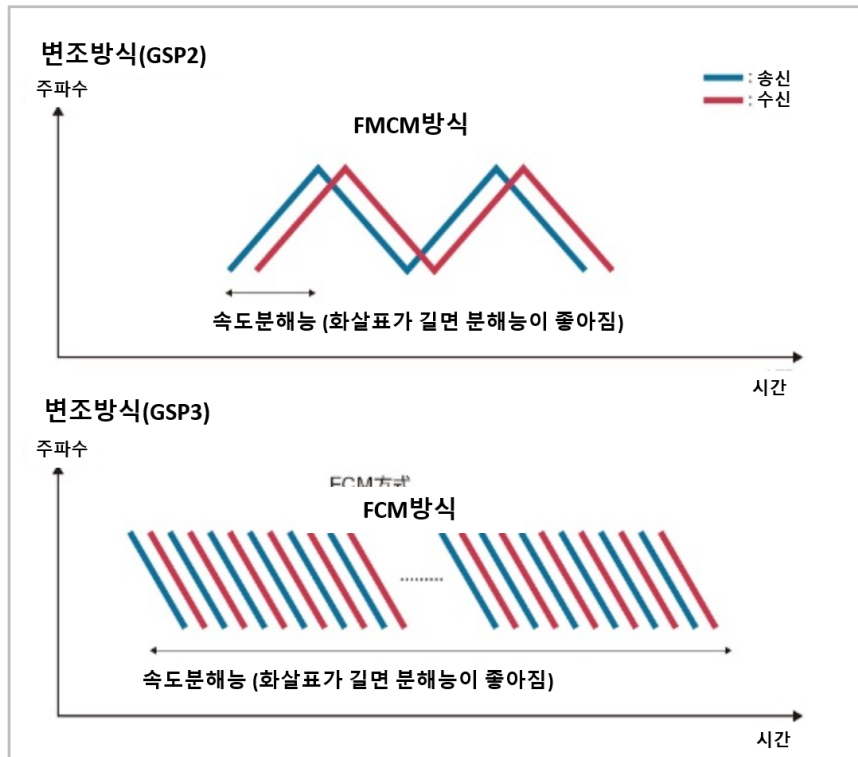
<도표 71> 덴소 밀리파 레이더의 주요 기능



출처 : 덴소 홈페이지

- GSP2에서는 밀리파 레이더 변조 방식으로 FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave)을 사용했지만, GSP3에서는 FCM (Fast Chirp Modulation)이라는 방식으로 변경
 - FCM방식은 FMCW방식보다 속도 분해능이 높지만 고속 A/D(아날로그/디지털) 변환기가 필요하기 때문에 고성능 반도체를 사용

<도표 72> 덴소의 밀리파 변조 방식

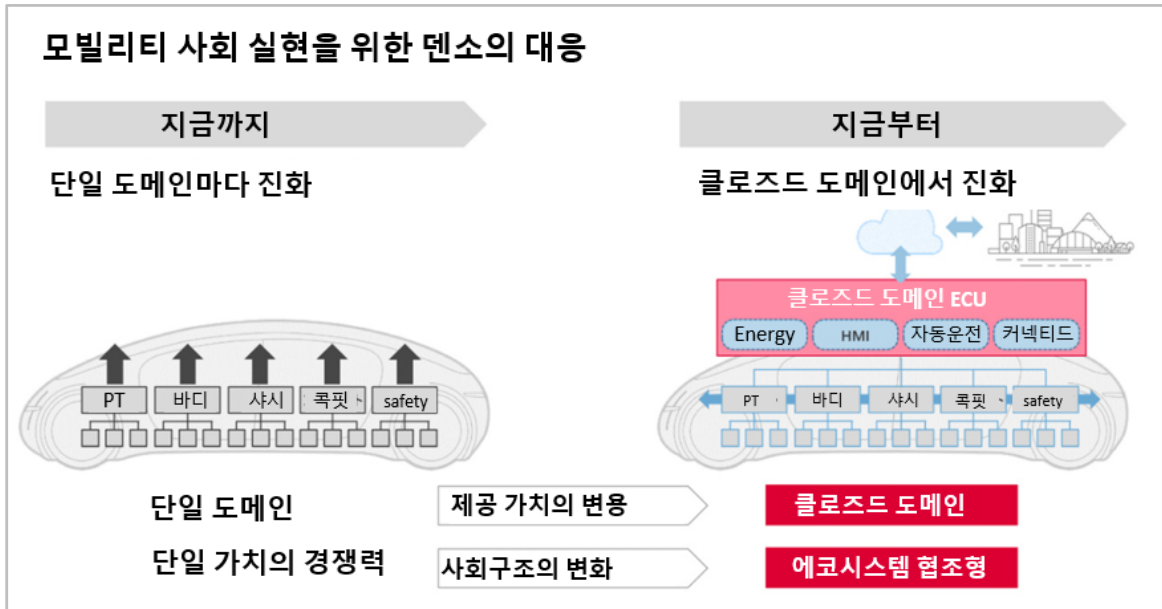


출처: 닛케이 xtech

- 한편 GSP3의 밀리파 레이더는 안테나/전원기판의 통합과 전파송수신용 안테나 채널수의 삭감 등을 통해 GSP2에 비해 부품점수를 1/2 이하로 줄여 코스트 억제함
- 덴소는 자동운전 레벨4를 실현하기 위해 2020년 하네다 이노베이션 시티에 Global R&D Tokyo, Haneda를 설립
 - 자동운전의 기획/개발을 담당하는 오피스, 덴소가 개발한 시작품의 차량에의 탑재, 실차 평가용 테스트도로 포함
 - 동경도 하네다 지역은 국가전략특구로 지정되어 있어 자동운전 등 공도 실증 실험을 할 수 있는 환경이 잘 정비되어 있음
- 자동차의 자동운전 영역이 확대됨에 따라 ECU또한 PT, 바디, 샤시와 같은 단일 도메인의 ECU에서 전체를 통합하는 ECU로 변화 발전하고 있음
 - 현재 자동차에는 적어도 30~40개, 많게는 100개의 ECU가 존재하며 각 부분마다의 기능을 제어하는 역할을 함

- 자동운전이 확대되면서 각 PT, 샤시, 콕핏 도메인이 서로 통합되어 제어해야 하는 상황이 증가하면서 ECU 가 통합하고 있으며 덴소에서는 클로즈드 ECU라는 용어로 부르고 있음
- 테슬라의 통합 ECU는 다수의 ECU를 하나의 프린트기판 위에 집약해 놓은 형태, 즉 물리적인 통합에 불과하며 기능적으로는 독립되어 있는 형태를 유지

<도표73> 덴소의 모빌리티 사회 대응 방안



출처: 닛케이 xtech

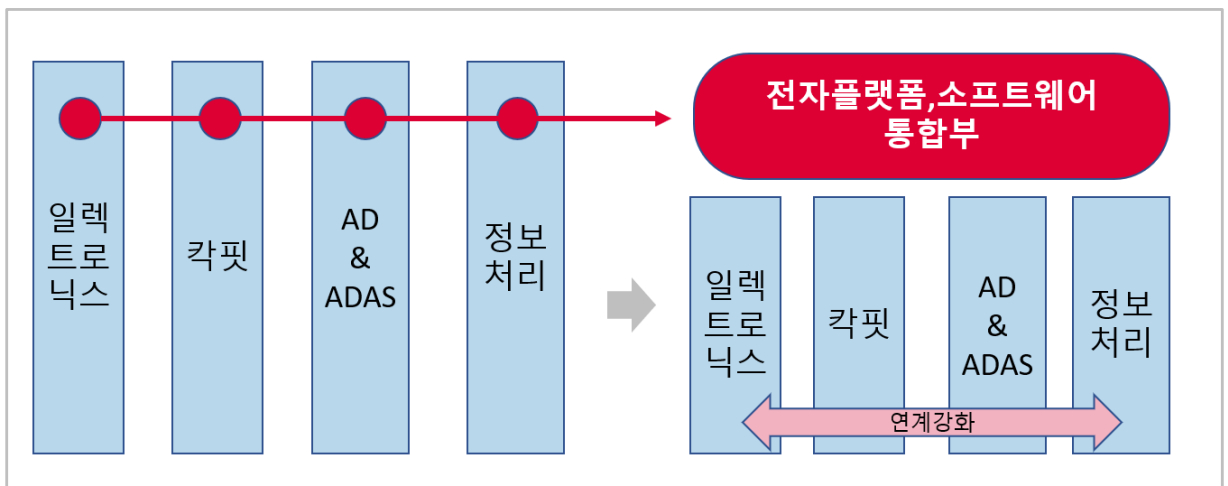
- ECU에 내장되어 있는 소프트웨어 프로그램의 규모가 도요타의 4세대 렉서스 LS('13년)에서는 약 1000만행에 도달하여 소프트웨어 복잡성이 비약적으로 증가
 - 현재 고급차의 소프트웨어 규모는 약1억행에 달하며, '25년 자동운전 기능을 가지는 차종은 약 7억 행 정도에 도달할 것으로 예상됨
- 덴소는 소프트웨어 인재를 확보하기 위해 사내에서 성숙 영역으로부터 성장 영역으로 인력을 이동시킨다는 입장을 밝혔고 '25년까지 소프트웨어 부문으로 2,000명 규모의 기술자를 이동시킬 방침
 - 이동하는 2,000명중에는 하드웨어 영역의 인력 1,000명을 소프트웨어로 이동시킬 예정

□ 한편 소프트웨어 인력의 개발 체제가 종래에는 제품별 기능으로 분리되어 있었지만, '21년 6월에 조직 변화를 실시하여 전자플랫폼, 소프트웨어 통합부문을 만들었음

- 기능별 조직(일렉트로닉스, 각핏 등) 간의 연계도 강화
- '21년 1월부터 소프트웨어 인력 양성을 위해 리커런트 교육(Recurrent Education)을 실시

※ 리커런트 교육은 의무교육, 고등/대학 교육을 받았지만, 취업을 위해 다시 교육기관에서 재교육을 받는 교육을 의미

<도표 74> 덴소의 소프트웨어 인력 개발 체제 전환



출처: 닛케이 xtech

IX. 일본의 자율주행 스타트업

1. 티어포

□ 티어포는 2015년 12월 나고야 대학에서 자동운전 관련 연구를 수행한 가토(현재 회장겸 CTO)가 창업, 자동차용 자동운전 소프트웨어 autoware를 개발

- '17년 12월 원격제어형 자동운전 시스템의公道실험을 일본 국내에서 최초로 실시, 자동운전 레벨4(고도운전 자동화)의 무인 운전에 성공
- '18년 3월 티어포(Tier-4)에 KDDI와 소니가 30억엔을 출자했고, 뒤이어 도요타의 '미래 창생펀드'가 10억엔 규모의 출자를 실시
- '18년 12월 자율주행 OS인 Autoware는 오픈 소스 소프트웨어(OSS)로 무상으로 이용할 수 있으며 업계 표준화를 위해서 Apex.AI와 영국 Linaro와 공동으로 세계최초의 국제업계 단체인 The Autoware Foundation (AWF)를 설립.

□ 티어포는 3차원 지도 개발회사(MapIV), 자동운전용 임베디드 소프트웨어 개발회사 (EmbIV), 심층학습 자동운전을 개발하는 브레인포(BrainIV) 등 7개 자회사를 만들어 업무를 확장함 ('21년 12월 시점)

- 이외에 센싱기술을 개발하는 Perception Engine, 기계학습을 이용한 데이터 해석을 하는 Human Dataware Lab, VR과 AR을 활용한 차내 엔터테인먼트 개발을 하는 Synesthesia, 자동운전실험을 실시하는 필드오토

□ 자동운전택시('19년 11월) 개발

- 자동운전택시는 Mobility Technologies, 손해보험 재팬, 일본흥아, KDDI, 아이산 테크놀로지의 5개사가 공동 참가한 것으로 autoware를 탑재한 자동운전 JPN TAXI를 개발하고 운전관리 서비스의 공동 실험을 실시
- 자동운전택시 1단계에서는 차량의 자동운전화와 주행/안전관리를 위한 협력 체제 구축 등을 진행했고, 2단계에서는 전국 자치단체와 연계한 실증실험 등 공동 참가를 통해 서비스 기능을 확대하고 사업 모델 수립. 3단계에는 사업화 단계로 자동운전 택시의 지속적 서비스를 제공할 때 필요한 오퍼레이션 체제를 구축 예정이며, 현재 2단계 테스트 중

<도표 75> 티어4의 무인자동차 실증 실험 차량



□ **자율운전버스('20년 11월) 개발**

- 사이타마공업대학에서 자율운전버스와 autoware를 활용하여 고정밀 3차원지도를 베이스로 하여 자기 위치 추정, 장애물 인식 등의 기능을 실장한 실증실험 차량 주행
- 시오지리(塩尻)시내에서 '21년 11-12월에 자율운전용 데이터 취득을 위한公道 실증 실험 실시

□ **자율운전 OS의 업계 표준화 추진을 위해 AWF(The Autoware Foundation) 설립**

- 미국 자율운전시스템 개발회사인 Apex.AI와 영국 Linaro와 공동으로 세계최초 국제업계 단체 The Autoware Foundation을 설립('18년 12월)
- AWF에는 Autoware.AI, Autoware.Auto, Autoware.IO 라는 3가지 카테고리가 있으며, autoware에 관한 프로젝트를 발족시켜 OS를 조직화하면서 검증 실시
- 21년 12월, AWF에 Woven Planet, LG, Tata consultancy Services 등 19개 기업이 참가 중

□ **대만 Foxconn과 EV개발 프로젝트 MIH에 autoware 채용**

- MIH는 대만의 설계제조 수탁 회사인 팍스콘의 전기차 플랫폼으로, 플랫폼의 차량용 소프트웨어 OS로 일본의 티어포가 개발한 autoware가 탑재 예정

- 스마트 EV의 새로운 제조/개발을 목적으로 하는 소프트웨어/하드웨어 오픈 플랫폼으로 대만기업을 시작으로 600개 이상의 기업이 참가
- 내연기관에 의한 종래의 자동차와는 다른 제조공정의 BEV(순수전기자동차)에 큰 변혁을 줄 세계적인 프로젝트

□ '25년까지 차량용 OS인 'Autoware'를 1만대의 차량에 탑재할 것을 목표

- 티어포의 누적 자금조달 액수는 현재 200억엔에 달하며, 100명의 엔지니어를 200명이상으로 증원 계획

□ 티어포는 야마하 발동기와 합작사인 'eve autonomy' 라는 회사를 '20년 3월에 설립하여, 자동운전 OS의 기술과 야마하 발동기의 차체 개발기술을 결합하여 공장내에서의 물건 자동반송 솔루션을 제공하는 사업을 진행

- 'eve auto'라는 자동 반송 서비스를 개발하여 야마하 발동기의 하마기타(浜北)공장을 시작으로 복수의 공장에서 실증 실험. 특히 주파성(走破性), 견인, 적재능력을 필요로 하는 자동 반송 니즈에 대응하기 위해 개발

<도표 76> 공장내 무인 자동운전 차량 (물류 운송용)



2. ZMP

□ ZMP는 '01년 창업한 로봇 개발회사. '08년 자동운전 분야로 업무를 확대하여 차세대 자동차의 개발용 플랫폼 시리즈인 RoboCar을 만들어 제공하고, 센서, 화상 인식 솔루션 등을 제공하는 벤처 기업

- 현재 인지/제어기술을 축으로 하여 자동운전기술 개발 플랫폼과 그 기술을 응용한 AGV(무인 반송차), 무인 포크리프트(Forklift) 등의 상품을 전개
- 사람의 일상 생활을 지원하는 라이프 로봇 분야로 자동택배 로봇, 1인용 자동주행 로봇, 자동경비 로봇 등의 제품군을 가지고 있음
- 라이프 로봇 분야의 로봇에 자동운전분야에서 사용하는 3차원, 2차원 라이더(LiDAR), 카메라, 접촉 센서 등을 조합해서 사용

<도표 77> ZMP의 RoboCar



무인 포크리프트



무인 반송기

□ ZMP는 주민과 자동주행 로봇이 함께 이동할 수 있는 미래 도시개발을 목표

- '20년 9월에 동경 고층 맨션 '리버시티21' 에리아에서 재택 로봇을 이용한 자동배송 서비스와 1인 탑승가능한 로봇을 사용한 고령자용 자동 이동지원 서비스 실시

□ 최근 코로나 팬데믹 이후 물류의 자동화에 대한 수요가 급증하면서 ZMP 자동주행 로봇의 수요가 급속히 확대됨

- 주민의 이해를 얻어 가면서 자율주행 로봇의 택배 범위를 넓히고 있으며 실현이 될 경우 야간 배달도 가능해서 물류업계의 만성적인 과제인 인력부족 해소 가능

X. 서비스 사업에서의 무인 운전(MaaS)

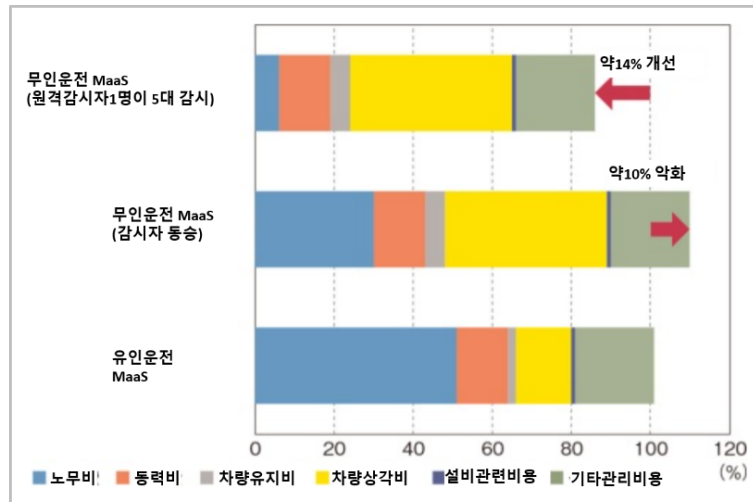
□ 운전석을 무인화한 상태에서 원격으로 감시하면서 운행하는 무인운전 MaaS의 실현을 위해 많은 일본 메이커와 자치단체 등이 실증실험에 참가

- MaaS는 Mobility as a Service의 약자로 여러가지 종류의 교통 서비스 등을 수요에 따라 이용할 수 있는 하나의 이동 서비스를 말함
- 실제 무인 운전을 할 경우 안심할 수 있을까? 사고가 났을 때의 법률적인 문제 등 여러 면에서 아직은 사회에 수용하기 힘든 부분들이 많음
- 실제 이바라키현(茨城県)의 사카이마치(境町)에서 소프트뱅크의 자동운전 자회사인 BOIDL의 자동운전 셔틀을 사용한 이동서비스가 지역 주민의 염려로 운행 경로를 줄이고 주행 속도도 낮춤

□ MaaS 사업의 수익 구조를 비교해 보면 원격감시자 1명이 5대의 차량을 감시하는 것이 차량에 유인운전 MaaS대비 14%의 비용 절감을 얻을 수가 있음

- 자동운전이 완벽해지기 위해서는 상당한 시간이 소요되기에 현재로서는 반드시 일정 자격을 가진 차량 감시자가 동승해야 하며, 따라서 자동운전으로 수익 구조를 형성하기가 어려움
- 무인 운전 MaaS차량에 감시자가 1명씩 동승한 경우 유인운전 MaaS대비하여 10% 코스트가 상승

<도표 78> MaaS의 수익 구조



출처: NIKKEI 월간지 오토모티브

□ 도요타가 올림픽에서 사용한 자동운전 셔틀인 e-Palette는 최고 속도 19km/h의 레벨4에 상당하는 순회 버스로 자동운전 제어용 소프트웨어, 카메라와 LiDAR등의 센서, 고정밀 3차원 지도를 포함하며, 동승한 요원이 셔틀에 이상 발생 시에 차량을 정지할 수 있는 긴급 브레이크가 탑재됨

- 필요할 때에, 필요한 장소에서, 필요한 대수만큼, 자동운전 셔틀을 배치하는 시스템인 Autonomous Mobility Management System(AMMS)와 차량과 스텝의 이상을 원격감시하는 시스템인 e-Palette Task Assignment Platform(e-TAP)을 개발해서 사용
- 2020년 동경올림픽에서 20대의 e-Palette가 선수촌 내에서 이동 서비스를 제공했으며, 차량을 24시간 원격 감시함 (4개의 팀이 3교대로 교체)

<도표 79> 동경 올림픽 e-Palette의 원격 감시실



출처: Toyota Times

□ **일본 정부는 22년도에 특정지역 한정으로 원격감시를 하는 경우의 무인자
운전 서비스를 목표하고 있으며 경찰청도 이에 대한 검토를 진행중**

- 일본 기업들은 '20년대 후반에 실제 서비스를 제공할 것을 목표로 실증 실험 중
- 도요타가 동경올림픽 선수촌에서 운영한 자동운전 셔틀 e-palette는 레벨4에 상당하는 이동 서비스를 제공하였으며, 향후 복수 지역에서 MaaS 상용화를 추진하고 있으며 도요타가 구상하는 Woven city에 다양한 형태로 사용할 예정
- 혼다는 '20년대 후반에 레벨4에 해당하는 자동운전 모빌리티 서비스의 사업화를 시야에 두고 실증실험 전개 중

□ **BOLDLY(소프트뱅크 자회사)는 '21년에 HANEDA INNOVATION CITY에서
원격감시만 한 상태에서 레벨4 상당의 자동운전 실험에 성공**

- 소프트뱅크 자회사인 BOLDLY는 '15년 소프트뱅크의 비즈니스 아이디어 컨테스트에서 제안된 '자동운전 기술을 활용한 교통 인프라 사업'이라는 제안에 채택됨
- '20년 11월 시점에 일본 국내에서의 실증실험 총 9회, 총 승차인원은 약 2.7만명 수준
- '18년부터 원격운행 관리시스템인 Dispatcher의 운영을 개시하여 원격지에서 운전 상태를 파악하고 차량 내외의 안전을 확보하는 기술 개발 진척
- '21년 3월 시점에서 Dispatcher는 16차종에 대응할 수 있으며 서로 다른 차종을 일괄 운영할 수 있는 UI(유저 인터페이스)를 오퍼레이터에게 제공



<도표 80> BOLDLY의 자동운전 셔틀에 의한 이동서비스에 사용된 차량

출처) 닛케이 오토모티브 2022년 1월

□ 일본의 경제 산업성과 국토 교통성은 레벨4의 MaaS 실현과 보급을 위해 연구개발에서 실증실험, 사회에 보급하는 것까지 통괄하는 'RoAD to the L4' 프로젝트를 '21년도부터 추진

- 22년도 한정된 영역에서 원격 감시만으로 자동운전 서비스의 실현을 목표로 계획
- 25년까지 40개 이상의 특정 지역에서 레벨4의 무인 자동운전 서비스 실현을 목표
- 노면에 전자기 유도선과 RFID(Radio Frequency Identification)태그를 묻어 놓고, 태그에 적혀져 있는 정지 지시와 속도 지시, 위치 등의 정보에 따라서 움직이는 전동 카트와 같은 자동운전 차량으로 최고속도 12km/h의 이동 서비스 실증실험
- 일본은 '10년을 피크로 인구가 감소하기 시작하고 있으며 65세 이상 고령자가 급증하고 있어 운전자 부족이 심각한 상황으로 정부 차원의 실증실험 진행

<도표 81> 후쿠이현 에이헤이지(福井県永平寺町)에서의 무인 차량 원격 감시실



출처) 닛케이 오토모티브 2022년 1월

□ '22년 2월 4일, 일본의 보험회사인 '손해보험 재팬'은 특정 조건하에서 시스템이 모든 운전을 실시하는 레벨4 이상에 대응하는 '자동운전 시스템 제공자 전용보험'을 개발했다고 발표

- 연구는 '손해보험 재팬'과 자동운전 스타트업인 '티어포' 및 동경대학 카토연구실이 참가하여 '17년 5월부터 연구하기 시작
- 자동운전 중 사고가 발생한 경우 시스템 제공자가 책임을 지는 형태로 사고 대응을 진행하고 신속하면서 납득할 수 있는 피해자 구제를 실현
- 자동운전 기술을 이용하면서 얻어진 위치추정, 장애물 검지 등의 데이터로부터 사고발생시의 상황을 하드웨어와 소프트웨어 양 측면에서 재현하고 검증

- 먼저 자동운전용 오픈소스 소프트웨어인 'Autoware'의 개발을 주도하고 있는 티어포와 야마하 발동기가 합작해서 만든 'eve autonomy'가 전개하는 'eve auto' 차량에 새로 개발한 보험을 적용
- 자동운전 시스템의 제공자가 자동운전을 도입한 사업자의 자동 운전차에 대해서 보험을 제공하는 계약 방식은 일본 국내에서는 최초

일본 자동차 메이커 자동차운전 차량 개발 전략

홈페이지 등록 / 2022.10.

발행처 / 한일산업기술협력재단 경영기획실

주소 / (135-821) 서울 강남구 선릉로 131 길 18-4(논현동)

전화 (02)3014-9825 / 팩스 (02)3014-9807

<http://www.kjc.or.kr>

* 이 보고서의 내용은 한일산업기술협력재단 자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와는 상관이 없습니다.

* 저작권법에 의해 한국 내에서 보호받는 저작물이므로 무단으로 전제와 복사를 금합니다.

Copyright©2021 by KJCF all rights reserved.