

# “자율주행차” 기술동향 및 안전설계

이재관

스마트카기술연구본부

**KATECH** 자동차부품연구원  
KOREA AUTOMOTIVE TECHNOLOGY INSTITUTE

## 발표 순서

---

- I. 추진배경
- II. 현황과 과제
- III. 핵심기술
- IV. 안전설계

# | . 추진배경

---

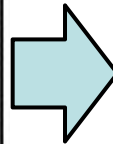
## □ 추진배경

# ㅣ 마차⇨자동차로 대체되는 「기술·산업 빅뱅에 13년」 소요



Source: US National Archives.

뉴욕 5번가 1900년



Source: George Grantham Bain Collection.

뉴욕 5번가 1913년

## ■ 세계 최초 도로교통법 「적기조례」는 기득권층의 산물

### The Locomotives on Highways Act(1861)

차량의 중량은 12톤으로 제한한다.  
최고 속도는 시속 10마일(16km/h), 시가지에서는 시속 5마일(8km/h)로 제한한다.

### The Locomotive Act 1865 (적기조례)

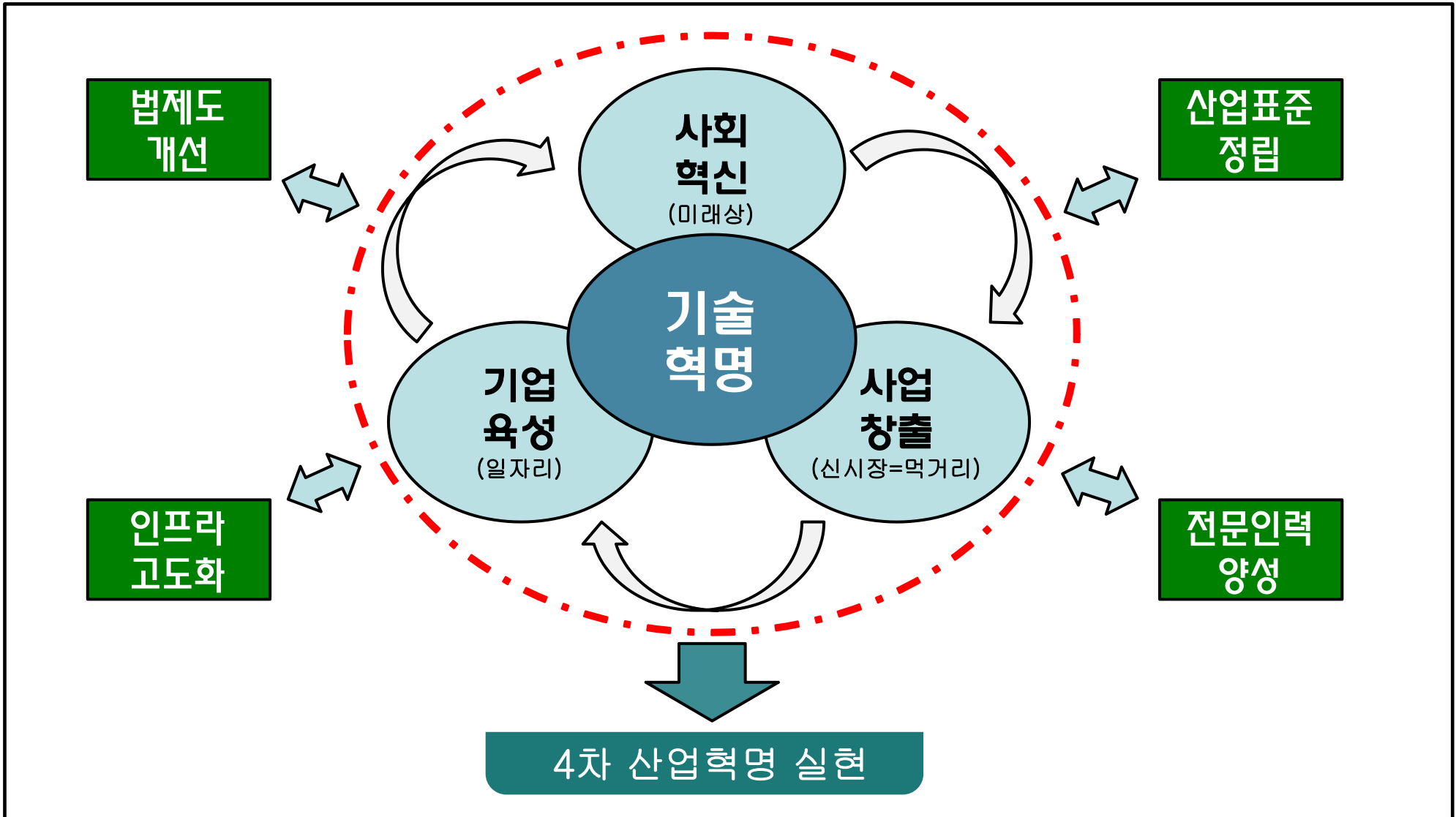
최고 속도는 교외에서는 시속 4마일(6km/h), 시가지에서는 시속 2마일(3 km/h)로 제한한다.  
1대의 자동차에는 세 사람의 운전수(운전수, 기관원, 기수)가 필요하고, 그중 기수는 붉은 깃발(낮)이나 붉은 등(밤)을 갖고 55m 앞을 마차로 달리면서 자동차를 선도해야 한다. 기수(旗手)는 보속을 유지하며 기수(騎手)나 말에게 자동차의 접근을 예고한다.

### Highways and Locomotives Act 1878 (개정법)

기수의 필요성은 제거.  
전방보행요원의 거리가 20야드(18m)로 단축되었다.  
말과 마주친 자동차는 정지해야 한다.  
말을 놀라게 하는 연기나 증기를 내뿜지 말 것.



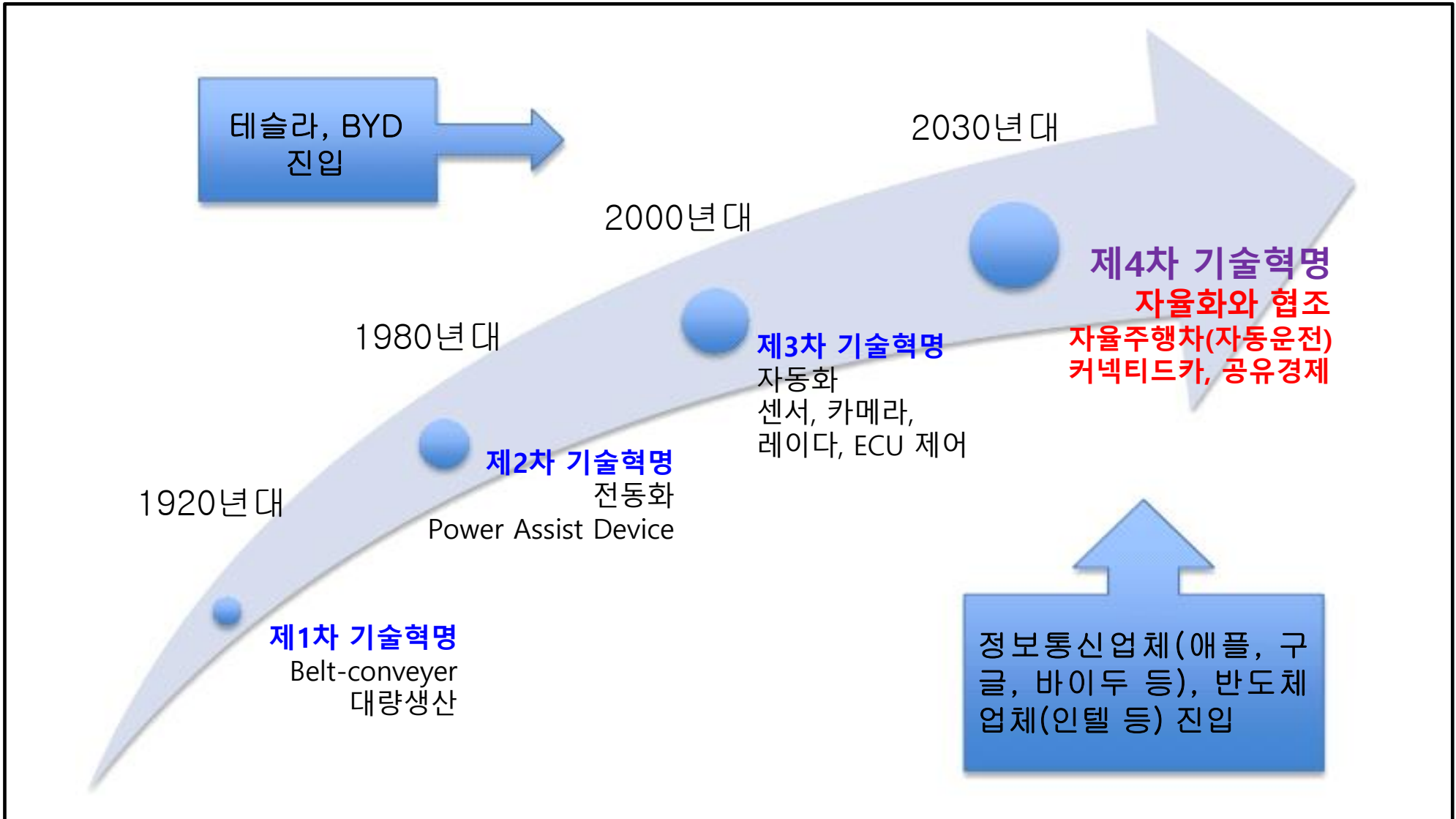
# 사회혁신⇨사업창출&기업육성의 「기술·산업혁명」 필요



## ■ 미래 모빌리티는 「사회적 문제 해결수단」으로 접근 필요

구분	사회적 문제	접근법
1	교통사고의 저감	센싱 강화에 의한 위험 예측
		차량제어에 의한 교통법규 엄수
		운전자상태 감시에 의한 졸음운전, 운전부주의 방지
2	이동약자의 지원	자율주행차에 의한 이동자유 제공
		버스, 택시 등의 자율주행에 의한 이동자유 제공
3	교통체증의 저감	자율주행차의 통합제어에 의한 교통류 최적화
4	환경부하의 저감	불필요한 가감속 감소에 의한 고연비 운전
		자율주행차의 협조제어에 의한 에너지효율 극대화
5	노동력 부족의 해소	트럭의 군집주행에 의한 운전자 삭감
		자율주행차의 통합제어에 의한 고효율 Driverless 물류

# 자동차분야의 기술혁명 「Automotive 4.0」





## □ 추진배경

# 기술발전과 시장수요가 결합, 미래시장 태동 중

현재



단순수송 이동체

※ 출처 : 헬로 드라이브



운전지원 이동체

※ 출처 : 모비스 차간거리제어

미래



생활공간 이동체

※ 출처 : VW 자율주행차(I.D.VIZZION)



사회공존 이동체

※ 출처 : 르노 자율셔틀(EZ-GO)

# 기술혁신과 산업융합의 場, 미래시장의 강자는?



» 우리의 강점(자동차-AICBM 융합)을 바탕으로 미래시장 선점 필요!

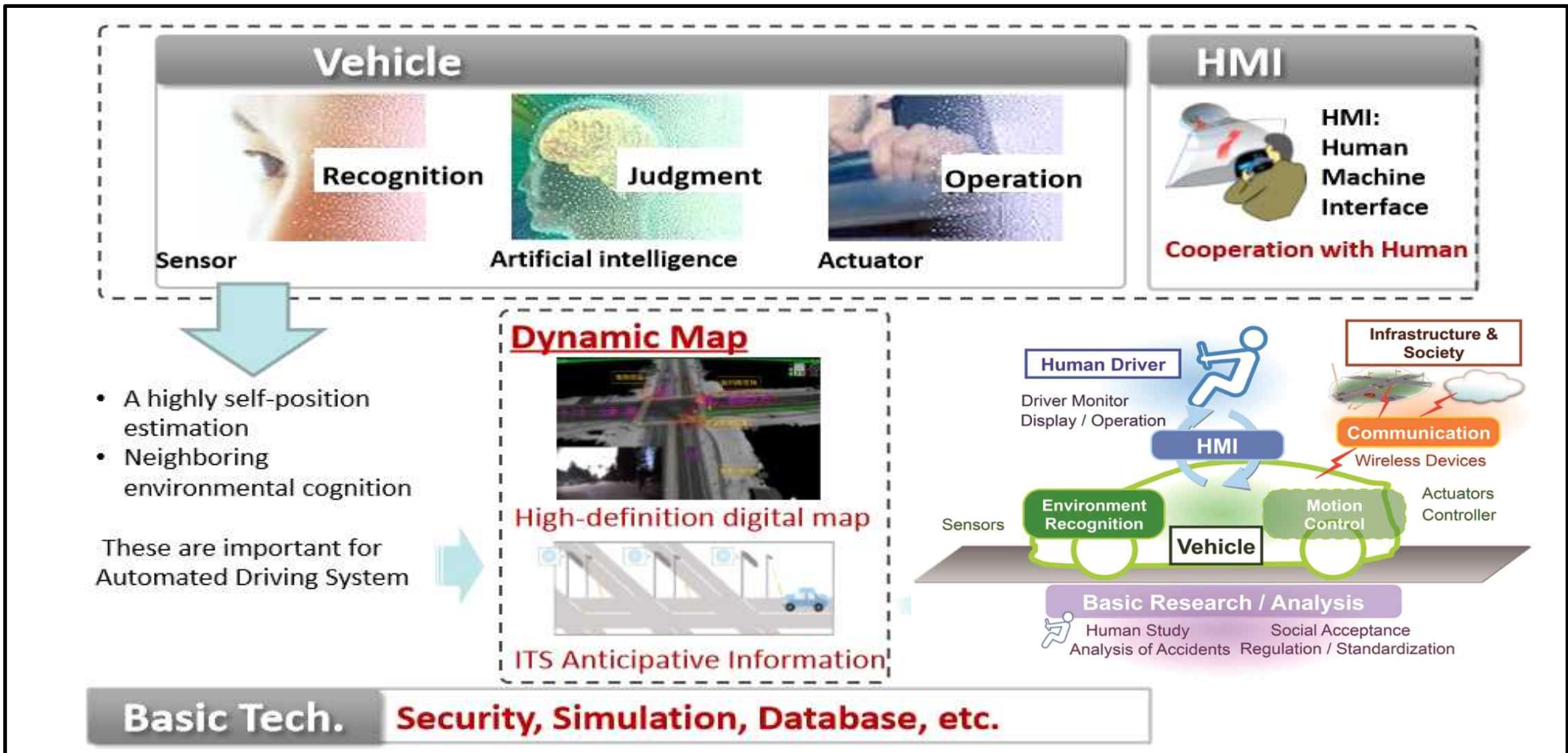
## II. 현황과 과제

---

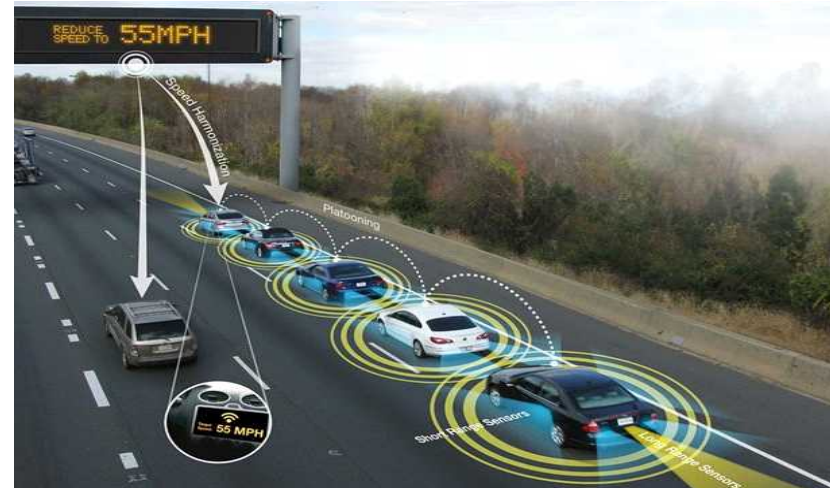
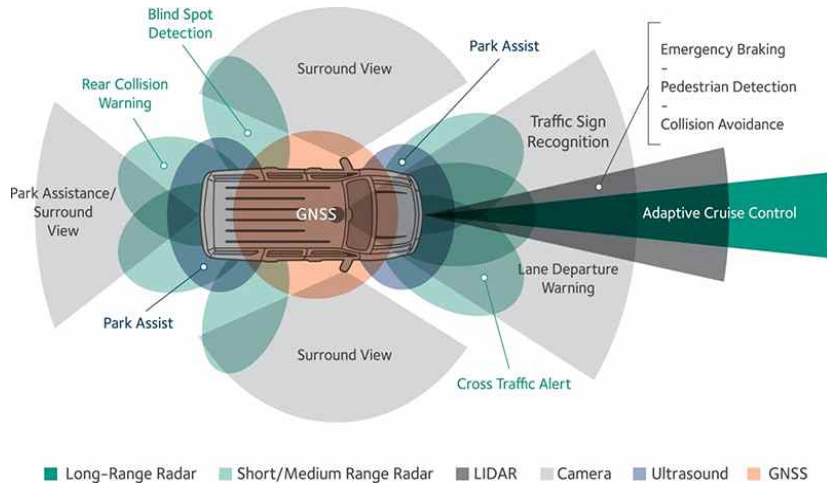
# □ 자율주행차

## ▮ 자율주행차 정의는 시장환경에 따라서 변화·진화 중

자율주행차는 자동차 스스로 주변환경을 인식, 위험을 판단, 차량거동을 조작하여 운전자 주행조작을 최소화하며 스스로 안전주행 및 커넥티드 서비스 제공이 가능한 **인간친화적 자동차**



# □ 자율주행차



## 자동차기술 중심 - Local Intelligence

## 자동차-AICBM 융합 - Global Intelligence

Driver only	Assisted	Partial automation	Conditional automation	High automation	Full automation	
0	1	2	3	4	5	SAE
0	1	2	3		4	NHTSA

Production

R & I

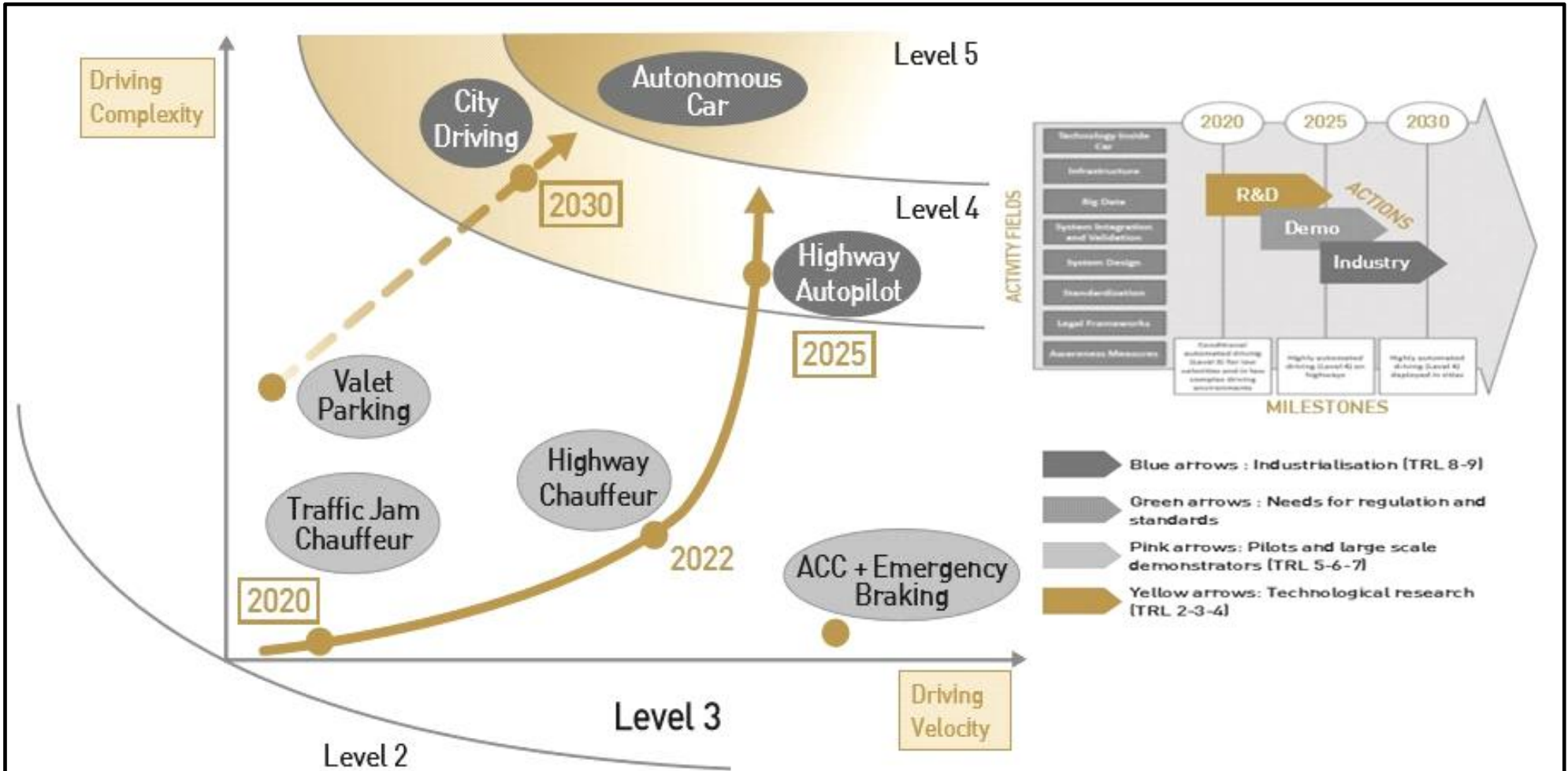
주요 현황	현대자동차 (국내 언론홍보)	해외 선진업체 (벤츠, 아우디)	ICT업체 (구글)	비고
	- Highway Driving Assist - '15년 12월 EQ900 출시 - 🚗 단계, ADAS 고도화	- AHD(Automated Highway Driving) 선행개발 완료 - 🚗 단계, 자율주행 진입	- 자동차업체의 사업모델과 개발사양으로 판단, 현재 미 검토 중	- 🚗 - 핸들을 가볍게 쥘 상태에서 조향부담 경감하는 수준 - 🚗 - 운전자가 핸들조작을 않고 자동조향 제어하는 수준

## 자동화 레벨은 ODD(Operation Design Domain)로 구분

NHTSA Level	SAE Level	SAE Name	조향 액셀 제동	평상시 운전 주도권 (주변감시)	긴급시 운전 주도권	장소 한정	개념도 (운전주도권이 있는 곳을 도식화)
0	0	Non-Automated	드라이버	드라이버	드라이버	-	
1	1	Asisted	시스템 (1개)	드라이버	드라이버	유	
2	2	Partitional Automation	시스템 (복수)	드라이버	드라이버	유	
3	3	Conditional Automation	시스템 (모두)	시스템	드라이버	유	
4	4	High Automation	시스템 (모두)	시스템	시스템	유	
	5	Full Automation	시스템 (모두)	시스템	시스템	무	

# 자율주행차

## 자율주행차 시장전망에 R&D를 Industry 단계로 착시



< 자율주행차 로드맵, SAE Level 0~5 기준, EPoSS >

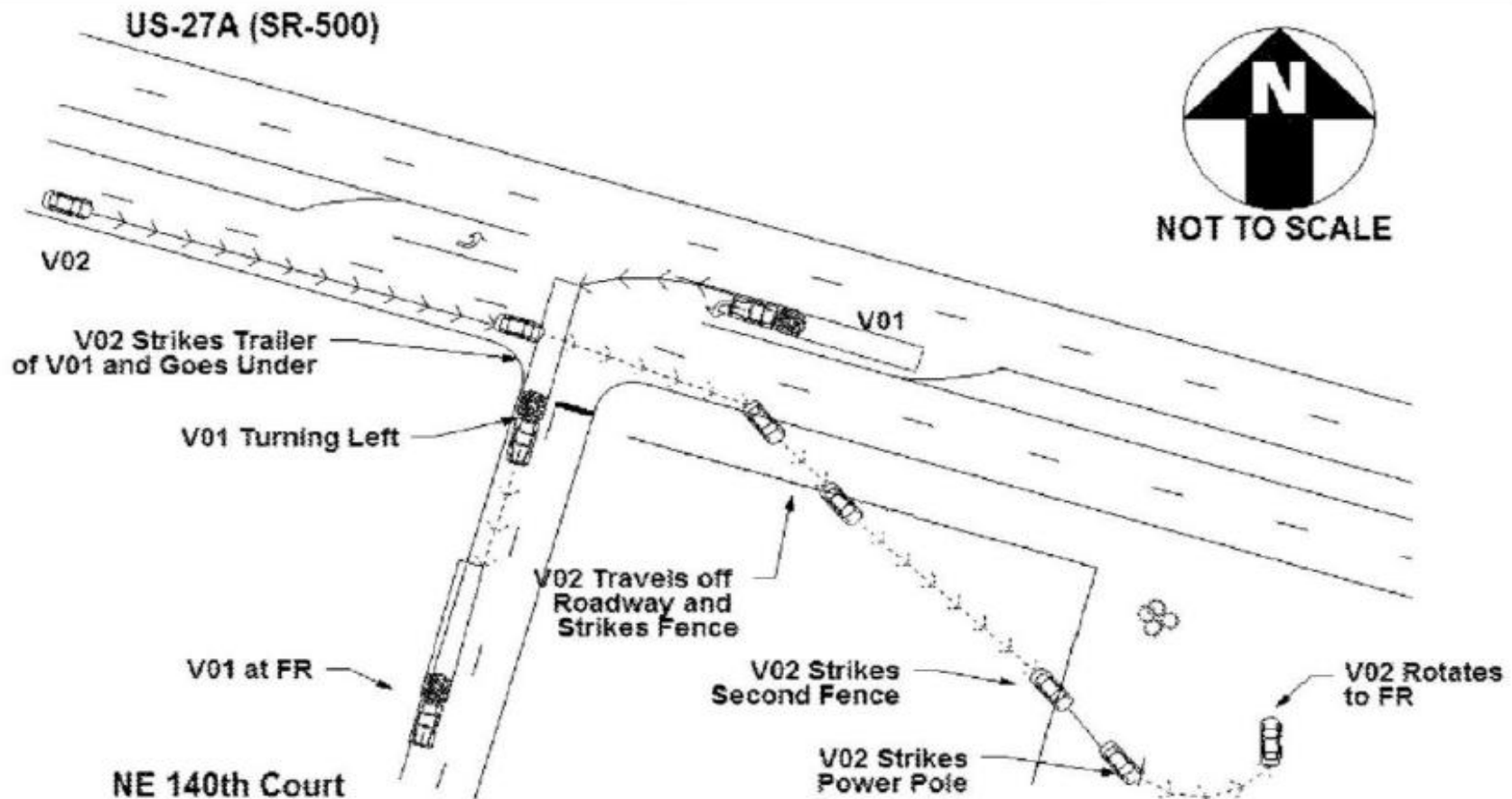
\* EPoSS : 업계 주도로 창설된 "유럽 스마트 시스템 플랫폼" 협의체

## □ 사고동향

자율주행 모드의 테슬라 차량이 직진 중 좌회전하는 트럭과 충돌하여 **운전자가 사망하는 사고(2016년 5월에 발생)**. 원인은 역광 등으로 트럭이 카메라로부터 안보이게 되었기 때문...

※ 일부 보도에서는 테슬라 차량의 운전자에게도 과실이 있을 가능성도 지적되고 있음!

Date of Crash 07/May/2016 04:40 PM	Date of Report 07/May/2016 04:40 PM	Invest. Agency Report Number FHPB16OFF012208	HSMV Crash Report Number 85234095
---------------------------------------	--	---	--------------------------------------



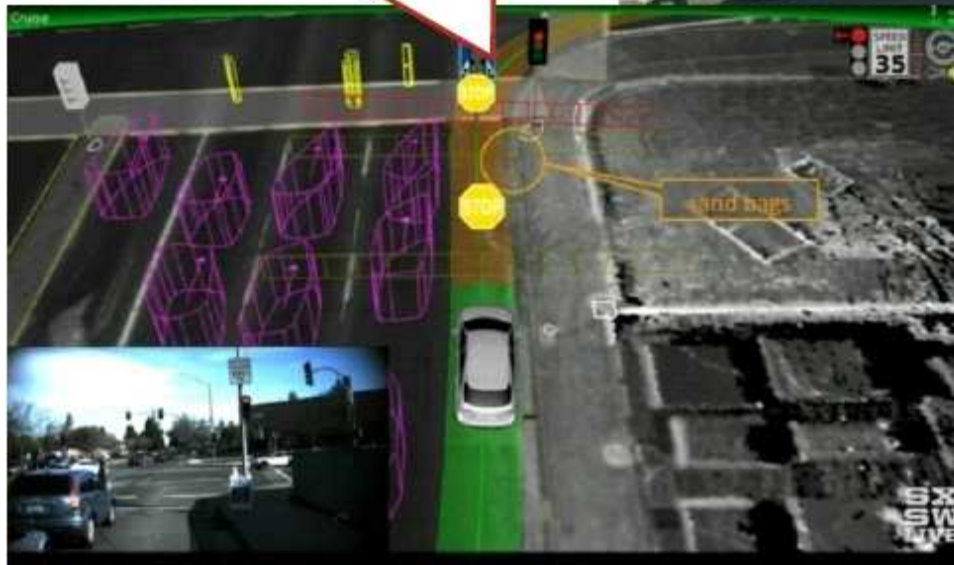
## □ 사고동향

구글 자율주행차가 우회전하기 위해서 우회전 차선으로 이동 중에 전방 모래주머니를 발견하여 일단 정지. 신호가 파랑으로 바뀐 후에 자율주행차가 후방으로 직진차선을 후진해서 모래주머니를 회피하려고 했을 때 **후방으로부터 직진차선을 주행해온 시영버스와 충돌(2016년 2월에 발생)**

자율주행차는 후방으로부터 시영버스가 오는 것을 인식하였지만, 시영버스가 가속한다고 판단해서 미속으로 주행을 개시



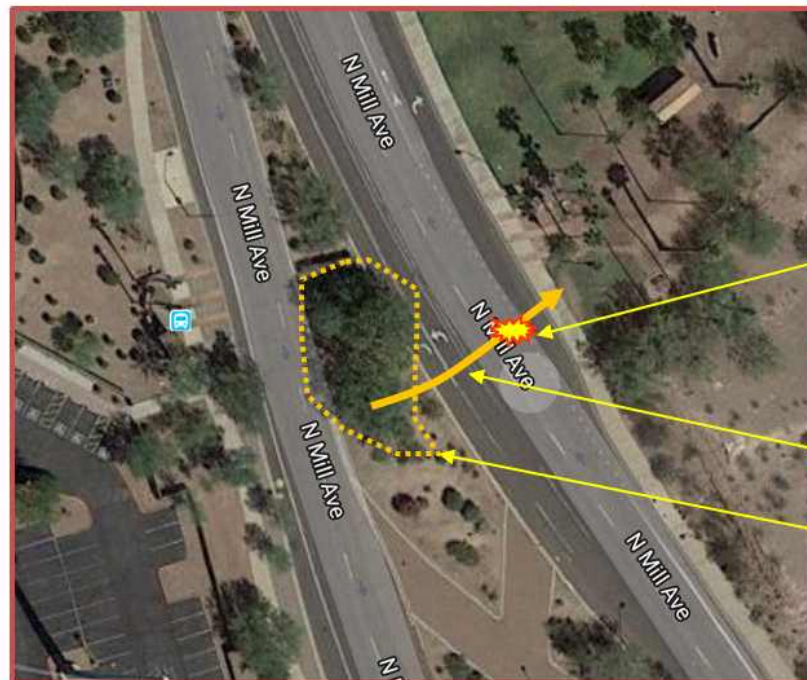
전방 모래주머니를 회피하기 위해 왼쪽 앞으로 이동. 후방으로부터 접근하는 시영버스와 충돌





# □ 사고동향

운전자가 탄 상태에서 자율주행 모드로 시험운행 중이던 우버 자율주행차가 애리조나 피닉스 인근 도시 템페의 한 교차로에서 자전거를 끌고 무단횡단하던 보행자를 치어 사망(2018년 3월에 발생). 무단횡단으로 보행자 귀책에 무게가 실리나 **감속정황이 없어 우버도 과실을 피하기 어려울 전망**



사고 지점

보행자 경로

숲

Washington Street      East Curry Road



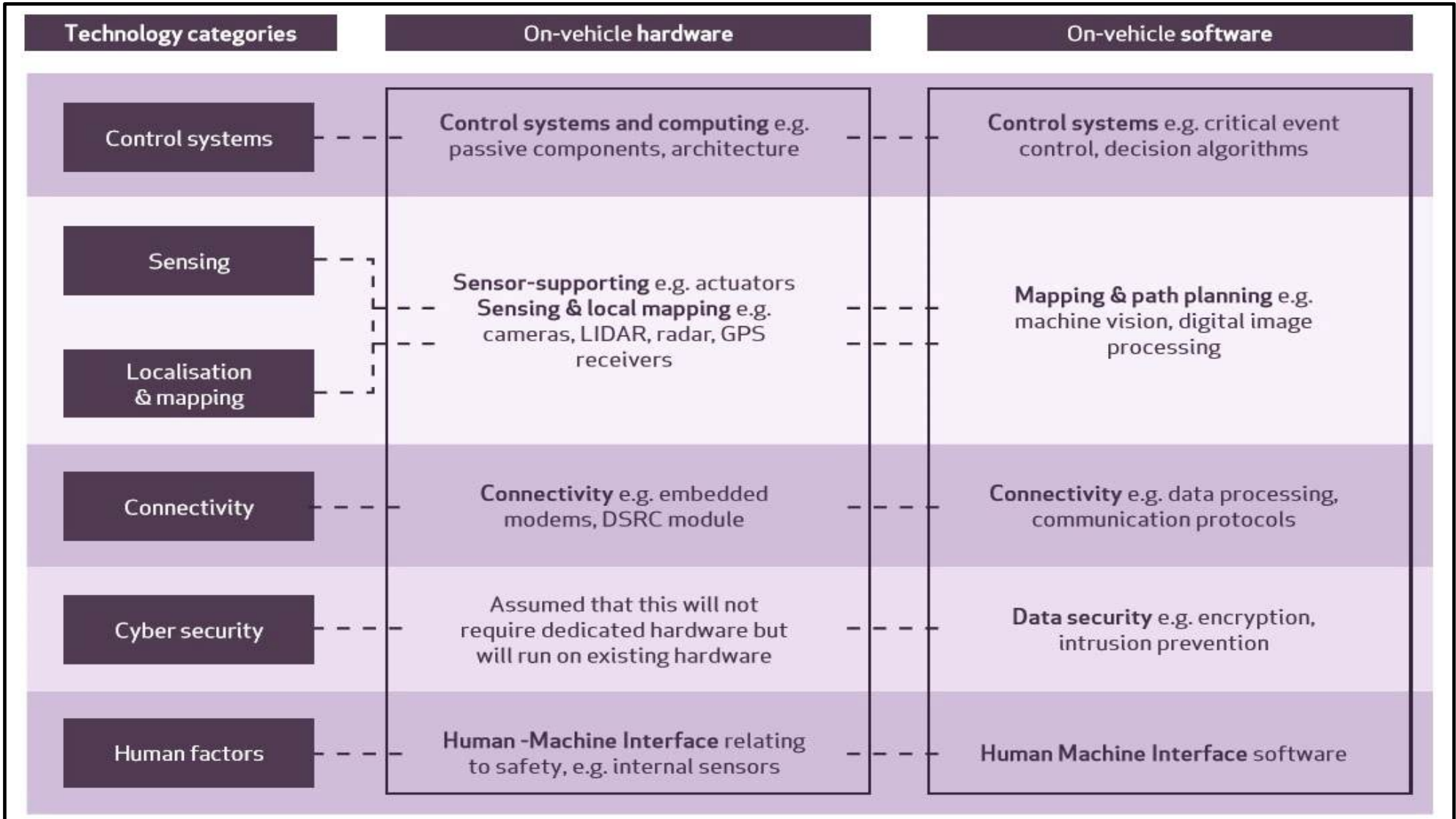
Mill Avenue  
(편도 2차선씩 분리)

### III. 핵심기술

---

## □ 핵심기술

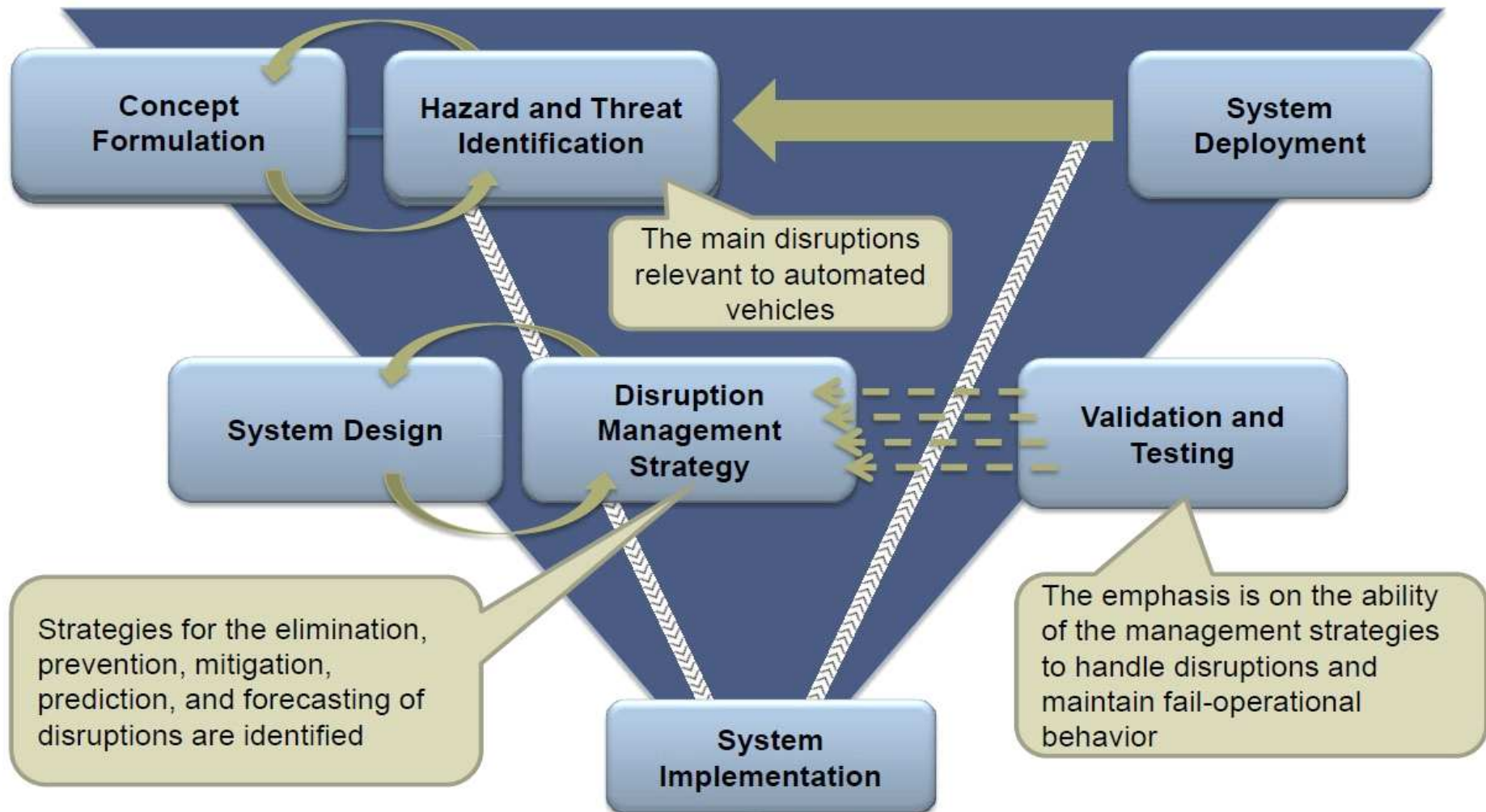
# 자율주행차 핵심기술은 on-Vehicle HW & SW로 구성



## □ 핵심기술 – Control Systems

❖ 기존의 V-사이클 개발 프로세스를 확대한 자율주행차 시스템 엔지니어링 역량 확보 필요

[설계&개발&평가 전영역에 안전설계 'Fail-operational', '기능안전성(ISO26262)', 'Redundancy' 반영 필요]

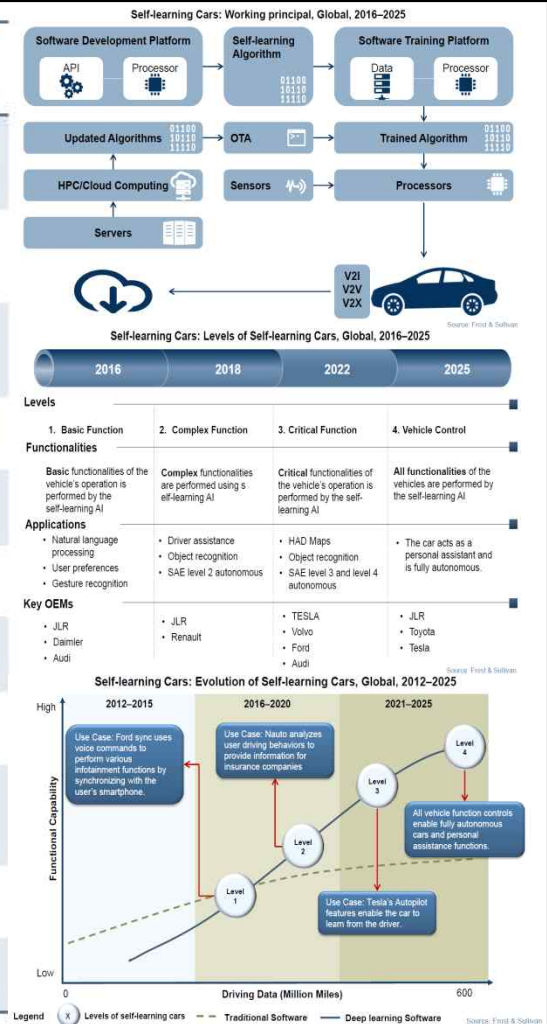


# □ 핵심기술 – Sensing

❖주행환경 인식센서의 장단점을 파악하여, 센서융합 및 빅데이터 활용을 통한 기능 고도화 필요

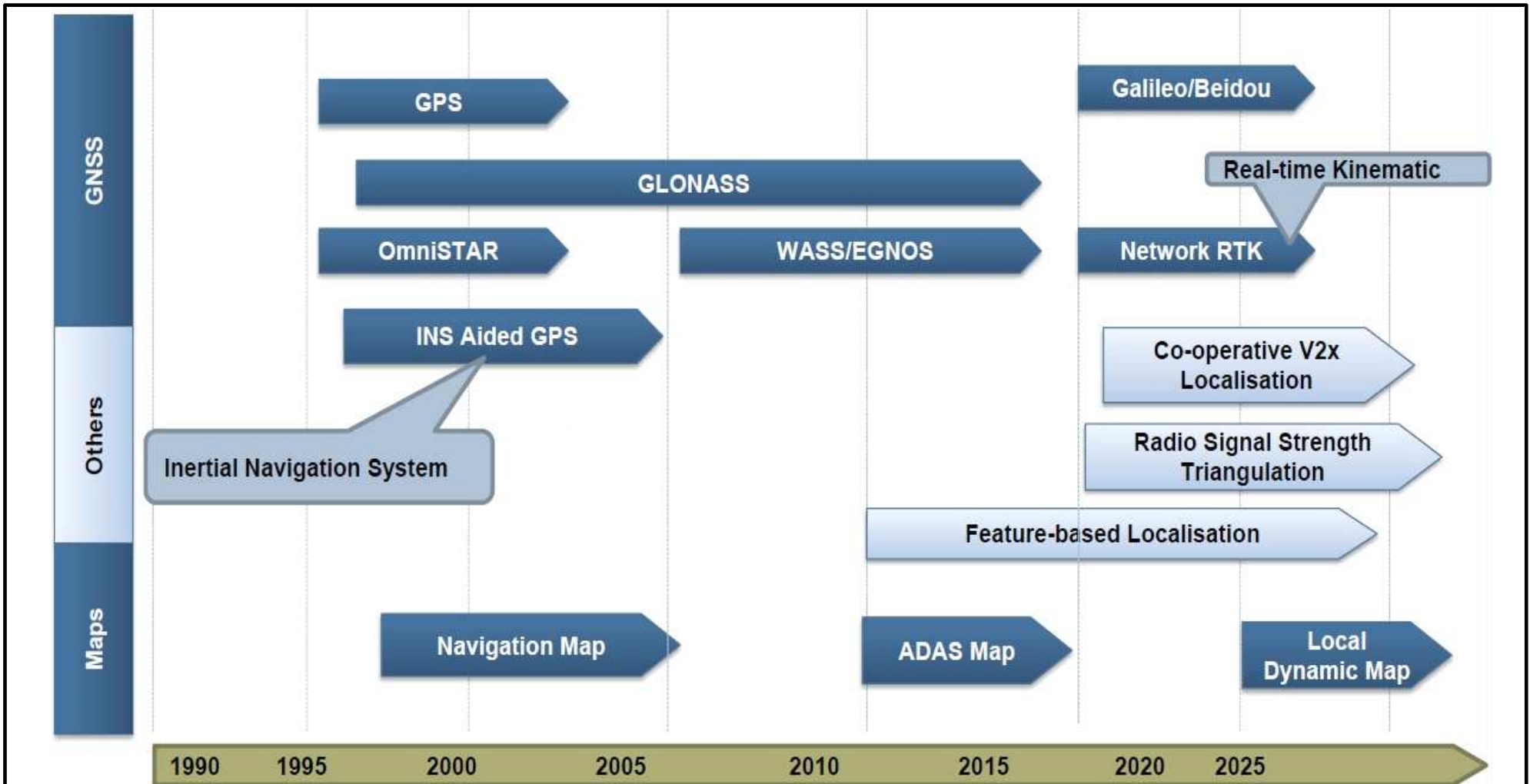
[데이터 처리 및 소프트웨어 개발을 자동차 내부에서 내·외부로 확대 필요]

	SRR 24GHz UWB	LRR 77GHz	LIDAR	Ultra sonic	Vision	Infra Red
Short distance (0 to 2m)	*****	**	****	*****	**	*****
Nominal distance (2 to 30m)	*****	*****	*****	**	**	*****
Long distance (30 to 100m)	**	*****	*****	*	**	***
Narrow range <10deg	***	***	*****	*	*****	*****
Wide range >30	**	**	*****	****	*****	****
Angular resolution	**	****	*****	*	*****	****
Object speed measurement	*****	*****	*	****	*	*
Bad weather operation	*****	***	**	***	**	****
Blockage (impurity on sensor)	*****	*****	****	***	*	***
Night operation	*****	*****	*****	*****	*	*****
Cost	****	****	*	*****	***	**



## □ 핵심기술 – Localisation

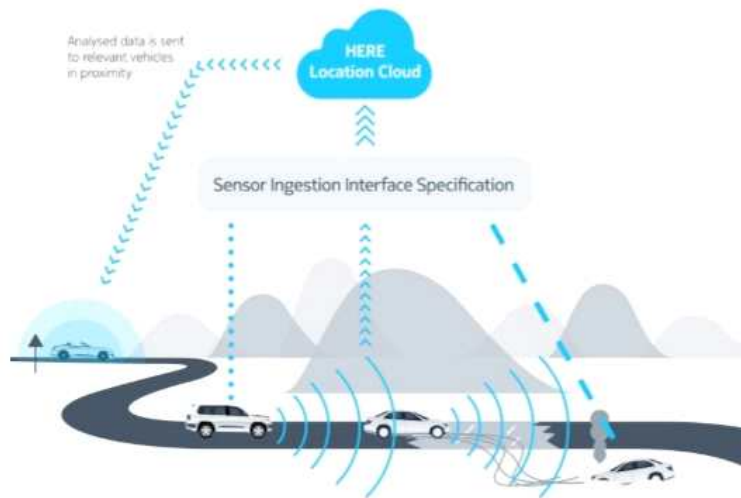
❖ 악의조건(악천후, GPS 음영지역)에서도 위치인식이 가능한 새로운 형태의 선도기술 개발 필요  
 [특히, 도로인프라 랜드마크 연계 자동차 환경센서 디지털맵 매칭 기술]



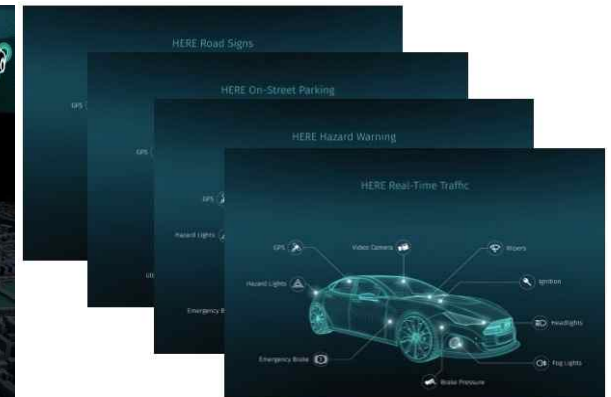
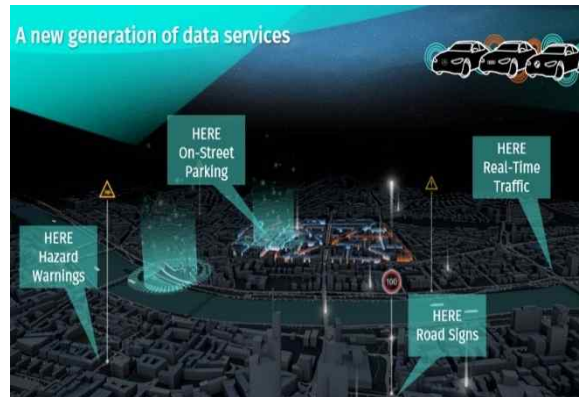
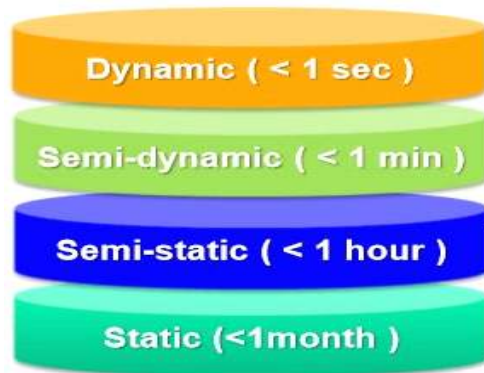
# □ 핵심기술 – Mapping

❖ 자율주행차 레벨3 이상은 클라우드 기반 고정밀 지도와 주행상황인식 기반 동적맵 개발 필요

[차량용 환경센서 정보가 새로운 형태의 서비스(디지털맵 업데이트 서비스)로 변형 중]



Time frame



### Information through V to X

- surrounding vehicles
- pedestrians
- timing of traffic signals

### Traffic Information

- accidents
- congestion
- local weather

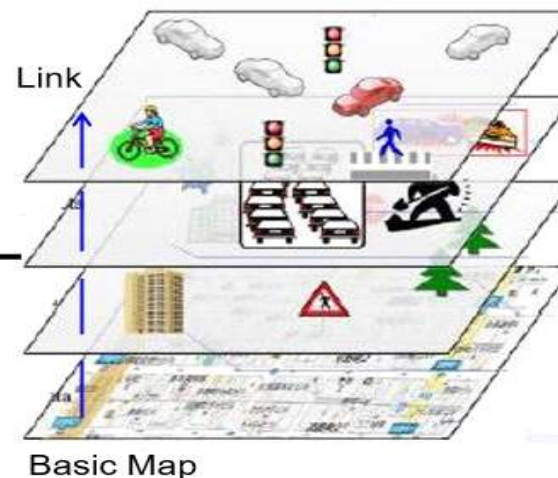
### Planned and forecast

- traffic regulations
- road works
- weather forecast

### Basic Map Database

- Digital cartographic data
- Topological data with unique
- Road Facilities

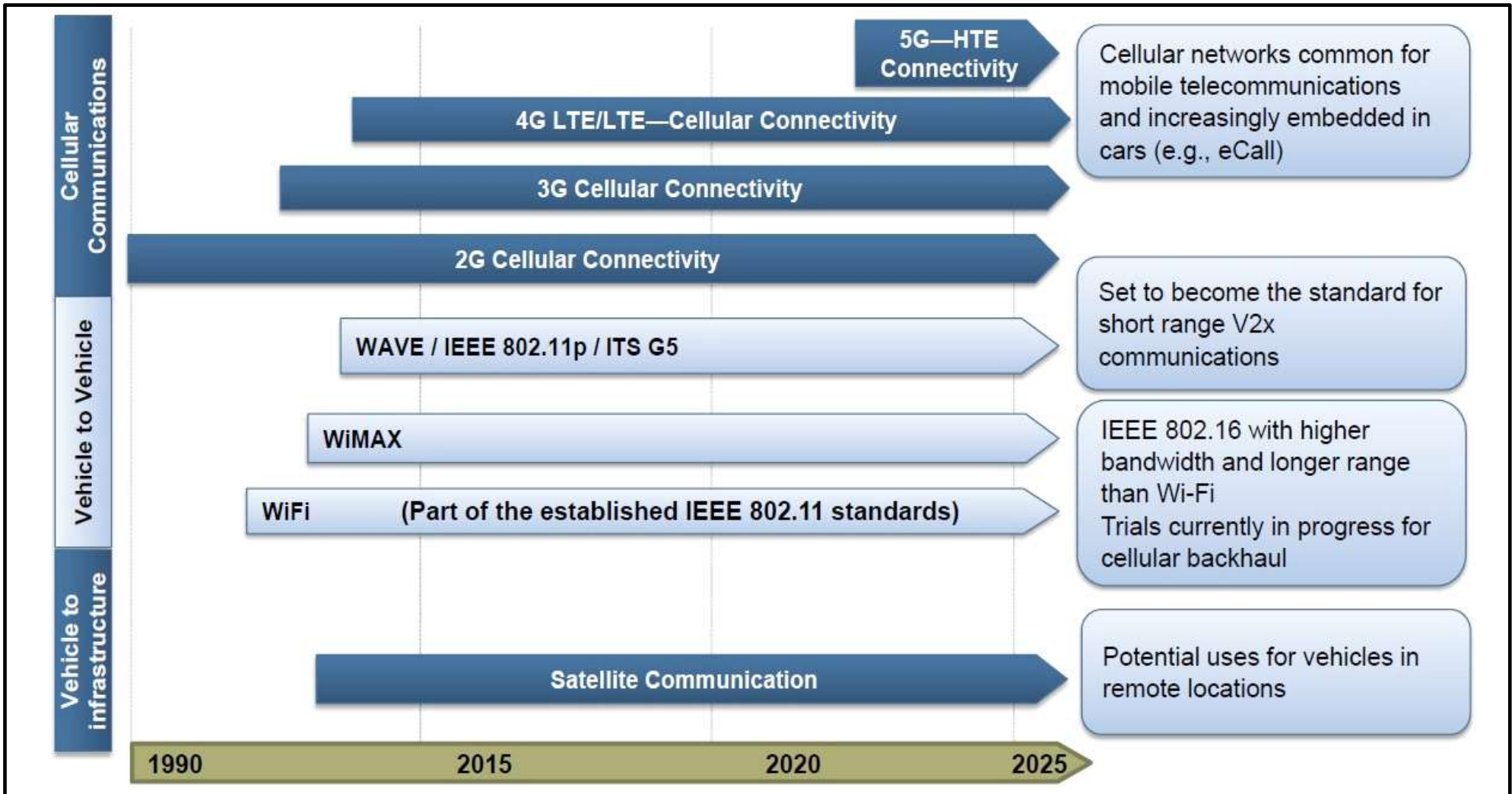
### Linked layers



## □ 핵심기술 – Connectivity

❖ 고신뢰성-저지연 차량용 통신(5G, WAVE 등) 기술의 고도화 및 보급 활성화 방안 필요

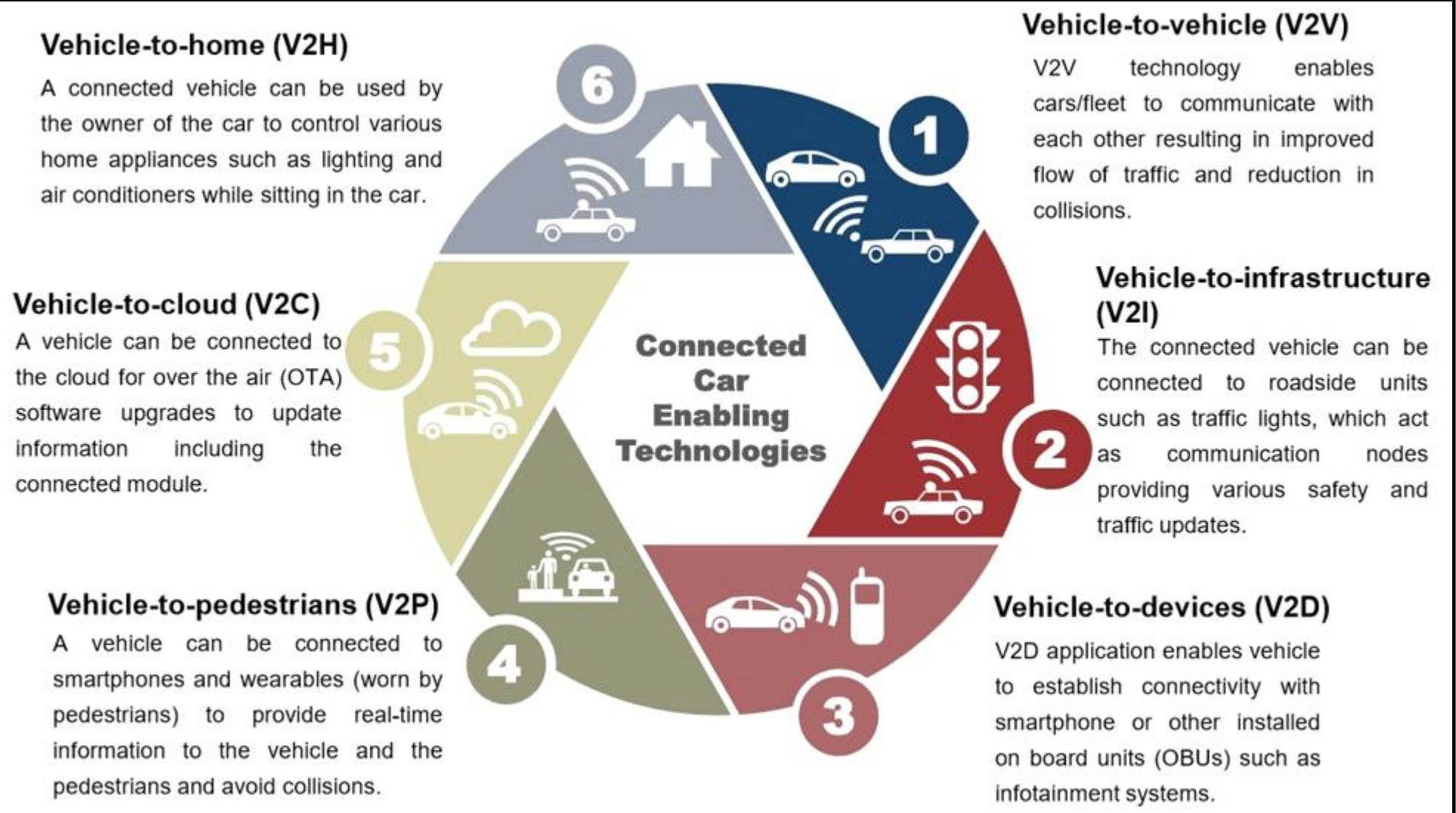
[특히, V2X(Infrastructure, Vehicle, Nomadic etc.) 기반 협조형 자율주행 및 커넥티드 서비스 구현을 위해서...]





## □ 핵심기술 – Connectivity

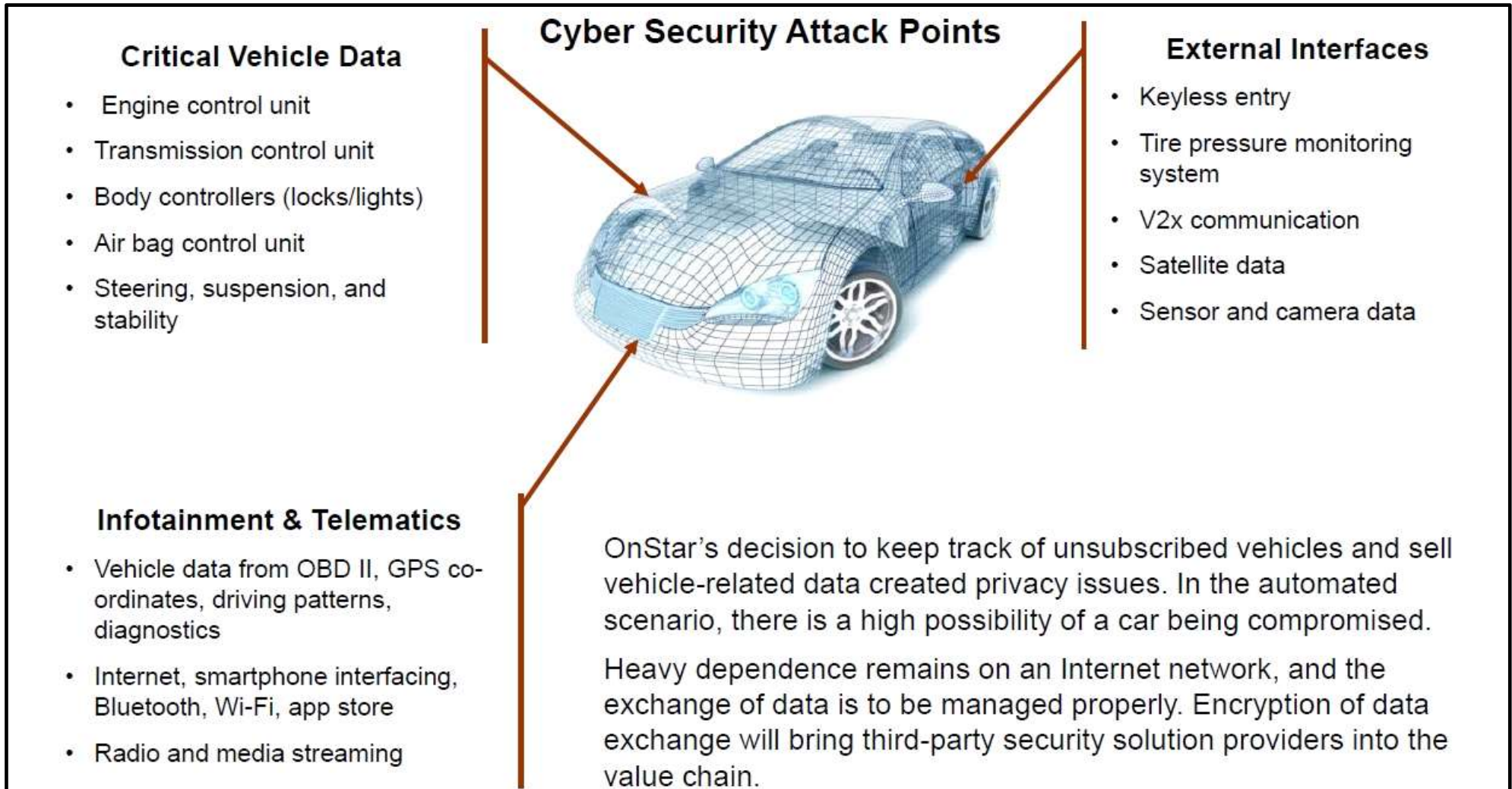
❖ V2X에는 V2V, V2I, V2C, V2P, V2D, V2H 등 다양한 대상이 있고 통합적인 통신 플랫폼 구축 필요



## □ 핵심기술 – Cyber Security

❖ 차내망-외부 통신망을 활용한 사이버 해킹에 대한 보안 대응책 개발 필요

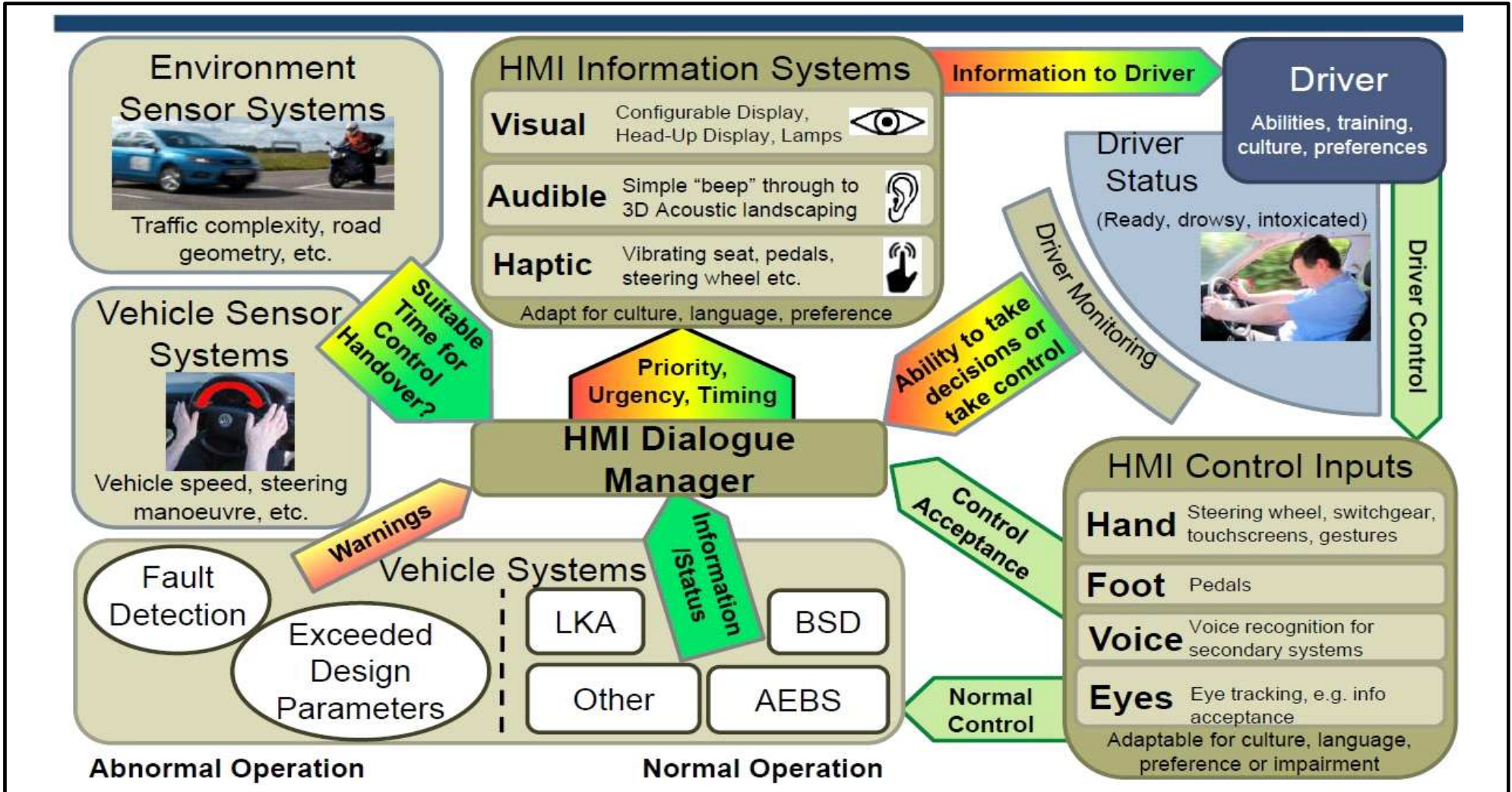
[자율주행차가 무기로 활용될 수 있다고 경고, 미 FBI]



# □ 핵심기술 – Human Factors

❖ 운전자로부터 또는 운전자에게 제어권 양도하고 관리하는 기술역량 확보 필요

[특히, 정보&경고 및 운전제어권 결정을 우선순위로 처리하는 신뢰성 있는 HMI 다이얼로그 매니저가 필요]



## IV. 안전설계

---

## □ 안전설계

Step1. 안전컨셉의 설정

Step2. 유스케이스의 대분류

Step3. 전제조건 설정

Step4. 선택조건 설정

Step5. 유스케이스의 명확화

Step6. 자율주행 대상 외 케이스 特定

Step7. 시나리오 작성과 기능요건 도출

Step8. 기본 아키텍처 작성

### 유스케이스 작성과정

#### ※ 유스케이스(Use Case) 정의

자율주행시스템의 사용방법을 추측하기 위해  
서 자율주행자동차와 주변환경의 one scene을  
특정화한 것!

#### ※ 시나리오(Scenario) 정의

상술한 유스케이스를 시작점으로 하여 자율주  
행자동차와 주변환경의 변화(시계열적 추  
이)를 세분화한 것으로 하나의 유스케이스(초  
기 scene)에 대해서 복수의 시나리오가 존재  
함!

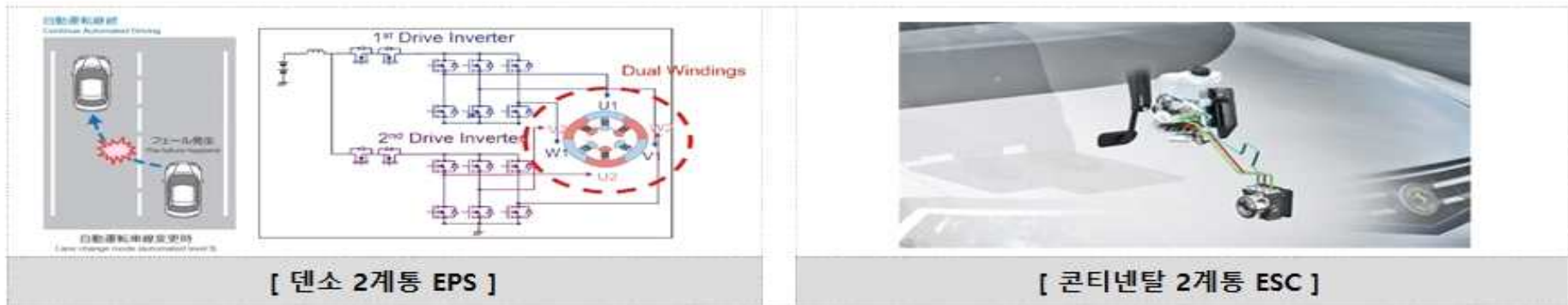
### 기능 레벨 기본 아키텍처 작성과정

자율주행시스템에 요구되는 기능요건을 블록  
도로 정리한 것으로 시스템 구성(제어기, 통신  
등), 상세 구성(HW, SW 등)의 이미지가 없는  
기능 레벨!

## 자율주행차의 신뢰성 향상을 위한 안전설계 가속화 중

### ● 자율주행차 제어의 신뢰성 향상을 위한 중복설계 강화

- 자율주행차 자동화 레벨이 올라감에 따라 현재 부품단위 신뢰성, 기계장치 중심의 기술 한계성을 극복하기 위한 Fail-operational 관련 중복설계의 필요성이 강조
- (덴소) 조향모듈이 고장시에도 자율주행차의 조향제어가 정상 작동하도록 “2계통 EPS”를 개발완료  
※ EPS : Electric Power Steering
- (콘티넨탈) 제동모듈의 중복설계를 위하여 “2계통 ESC”를 개발완료  
※ ESC : Electronic Stability Control

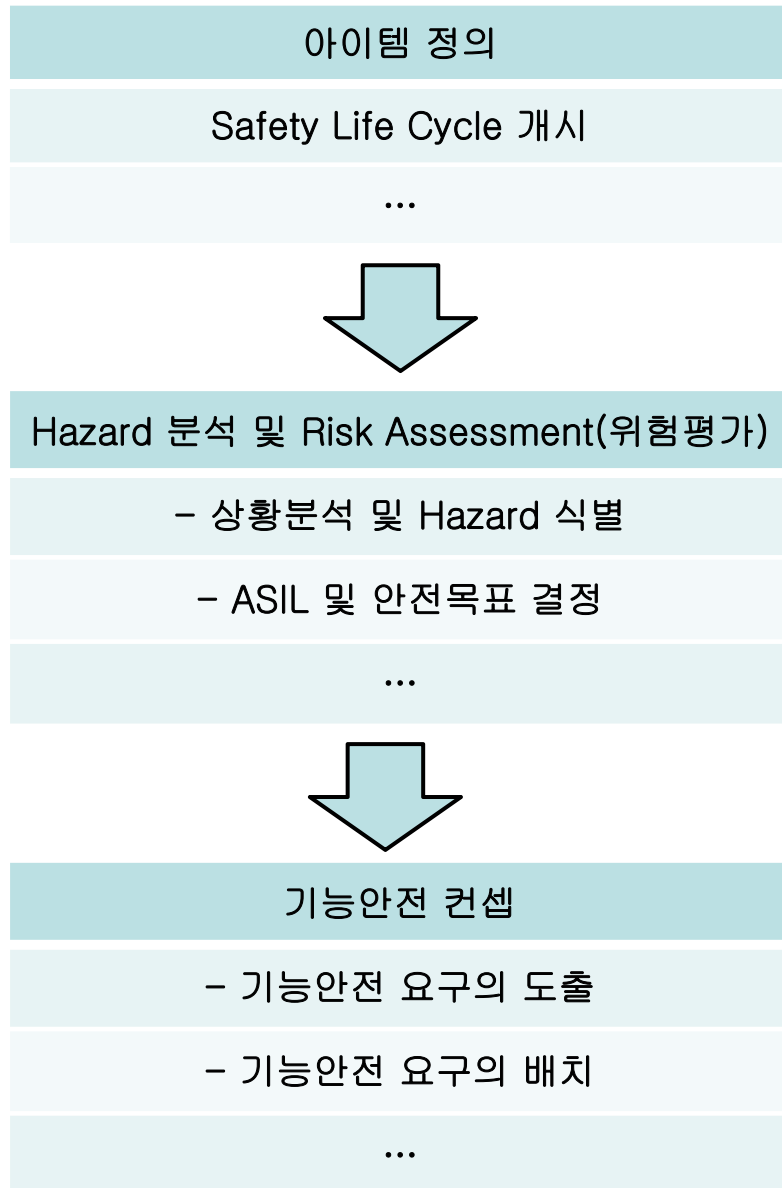


### ● 협력업체부터 OEM까지 벨류체인별 통합적 기능안전 확보 추진

- (보쉬) 볼보 제동모듈 양산품에 기능안전(Functional Safety) 적용 확대로, 보쉬 협력업체에도 시스템 아키텍처 정립 및 표준 개발 프로세스 구축을 요구

※ 즉, 선진업체는 다양한 주행환경에 대한 Use Case 및 Scenario를 분석하여 자율주행차 제어모듈 개발을 위한 시스템 엔지니어링 역량을 강화 중

# □ 안전설계



구분	기능 No	기능명
검출 (검지)	AF1-1	드라이버 입력검출
	AF1-2	NAVI 입력검출의 고장
	AF1-3	주변환경 검출
	AF1-4	GNSS
	AF1-5	차량상태 검출
인식	AF2-1	주변환경 장애물 인식
	AF2-2	自車 절대위치 추정
	AF2-3	LDM 작성
판단	AF3-1	목표경로, 목표차속 계획
조작	AF4-1	경로추종 제어
	AF4-2	조향각 제어(or 조향토크 제어)
	AF4-3	조향 구동
	AF4-4	차속 제어
	AF4-5	엔진토크 제어
	AF4-6	(차속제어) 분배
	AF4-7	스로틀 구동
	AF4-8	제동 제어
	AF4-9	제동 구동
	AF4-10	(조향각 제어 or 조향토크 제어) 전환
	AF4-11	(차속 제어) 전환
공통	AF5-1	전원기능

# □ 안전설계

(✓ : Hazard 추출)

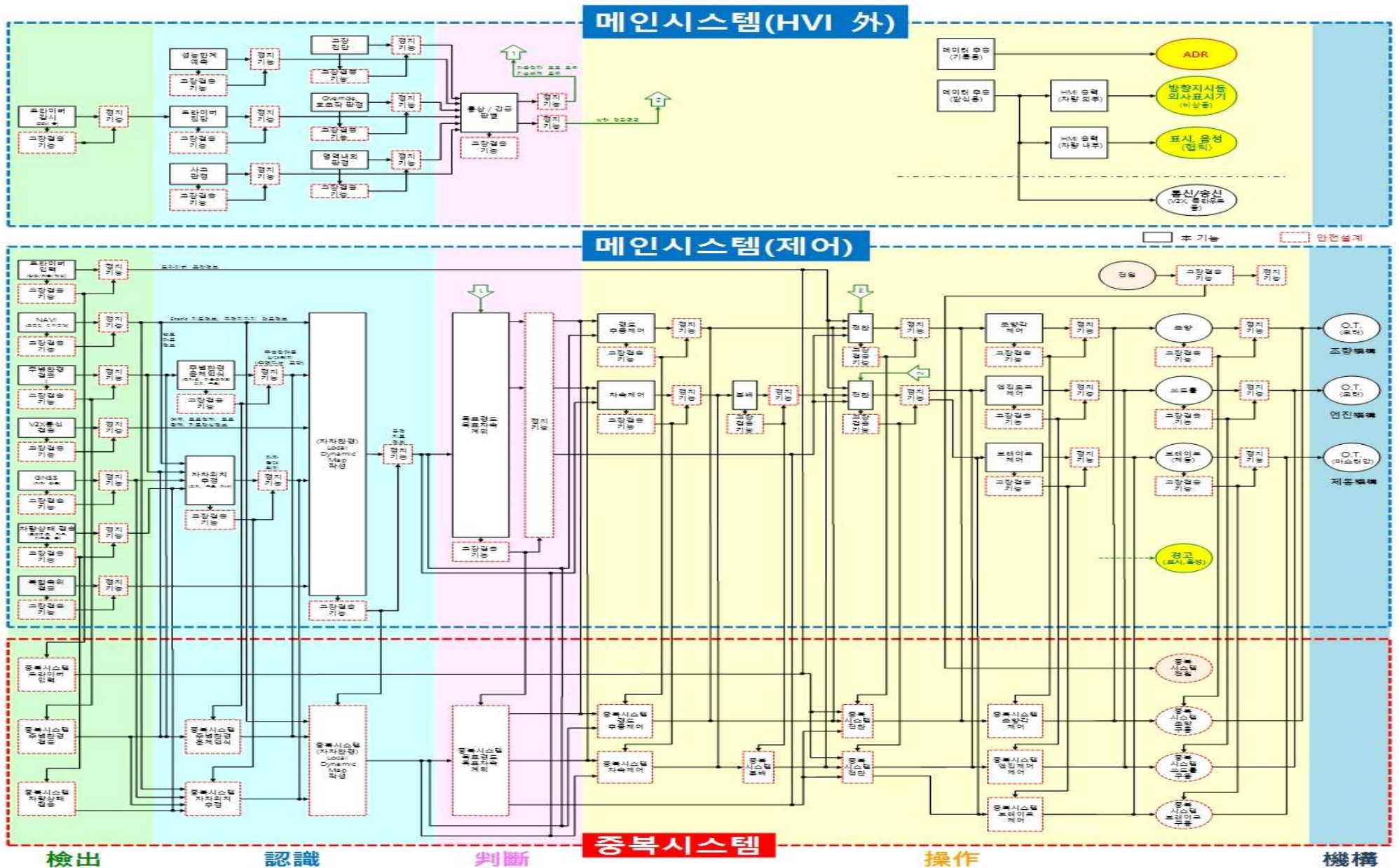
구분	기능 No	기능명	차량의 Hazard					
			HZ1 자율주행에 서 필요한 조향을 하지 않음 (조향불 량)	HZ2 자율주행에 서 불필요한 조향을 함 (Self-steer)	HZ3 자율주행에 서 필요한 가속을 하지 않음 (가속불 량)	HZ4 자율주행에 서 불필요한 가속을 함 (급가속)	HZ5 자율주행에 서 불필요한 감속을 함 (급감속)	HZ6 자율주행에 서 필요한 감속을 하지 않음 (제동불 량)
검출 (검지)	AF1-1	드라이버 입력검출	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	AF1-2	NAVI 입력검출의 고장						
	AF1-3	주변환경 검출	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	AF1-4	GNSS						
	AF1-5	차량상태 검출	✓	✓	✓	✓	✓	✓
인식	AF2-1	주변환경 장애물 인식	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	AF2-2	自車 절대위치 추정	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	AF2-3	LDM 작성	✓	✓	✓	✓	✓	✓
판단	AF3-1	목표경로, 목표차속 계획	✓	✓	✓	✓	✓	✓
조작	AF4-1	경로추종 제어	✓	✓				
	AF4-2	조향각 제어(or 조향토크 제어)	✓	✓				
	AF4-3	조향 구동	✓	✓				
	AF4-4	차속 제어			✓	✓	✓	
	AF4-5	엔진토크 제어			✓	✓	✓	
	AF4-6	(차속제어) 분배			✓	✓	✓	
	AF4-7	스로틀 구동			✓	✓	✓	
	AF4-8	제동 제어					✓	✓
	AF4-9	제동 구동					✓	✓
	AF4-10	(조향각 제어 or 조향토크 제어) 전환	✓	✓				
	AF4-11	(차속 제어) 전환			✓	✓	✓	✓
공통	AF5-1	전원기능	✓		✓			✓



# □ 안전설계

구분	기능안전블록	기능안전요구	구분	기능안전블록	기능안전요구
검출	FSR 1.1.1	주변환경 검출기능(메인시스템)의 고장을 검출하는 기능을 마련할 것	조작	FSR 4.2.1	조향각 제어기능(메인시스템)의 고장을 검출하는 기능을 마련할 것
	FSR 1.1.2	주변환경 검출기능(메인시스템)의 고장을 검출했을 경우에 주변환경 검출기능(메인시스템)의 출력을 정지할 것		FSR 4.2.2	조향각 제어기능(메인시스템)의 고장을 검출했을 경우에 조향각 제어기능(메인시스템)의 출력을 정지할 것
	FSR 1.1.3	중복시스템에 주변환경 검출기능을 마련해서 검출을 계속할 것		FSR 4.2.3	중복시스템에 조향각 제어기능을 마련하여 제어를 계속할 것
인식	FSR 2.1.1	주변환경 대상물 인식기능(메인시스템)의 고장을 검출하는 기능을 마련할 것		FSR 4.3.1	차속 제어기능(메인시스템)의 고장을 검출하는 기능을 마련할 것
	FSR 2.1.2	주변환경 대상물 인식기능(메인시스템)의 고장을 검출했을 경우에 주변환경 대상물 인식기능(메인시스템)의 출력을 정지할 것		FSR 4.3.2	차속 제어기능(메인시스템)의 고장을 검출했을 경우에 차속 제어기능(메인시스템)의 출력을 정지할 것
	FSR 2.1.3	중복시스템에 주변환경 대상물 인식기능을 마련해 인지를 계속할 것		FSR 4.3.3	중복시스템에 차속 제어기능을 마련하여 제어를 계속할 것
판단	FSR 3.1.1	목표경로, 목표차속을 생성하는 기능의 고장을 판단하는 기능을 마련할 것		FSR 4.4.1	엔진토크 제어기능(메인시스템)의 고장을 검출하는 기능을 마련할 것
	FSR 3.1.2	목표경로, 목표차속을 생성하는 기능(메인시스템)의 고장을 검출했을 경우에 목표경로, 목표차속을 생성하는 기능(메인시스템)의 출력을 정지할 것		FSR 4.4.2	엔진토크 제어기능(메인시스템)의 고장을 검출했을 경우에 엔진토크 제어기능(메인시스템)의 출력을 정지할 것
	FSR 3.1.3	중복시스템에 목표경로, 목표차속을 생성하는 기능을 마련하여 판단을 계속할 것		FSR 4.4.3	중복시스템에 엔진토크 제어기능을 마련하여 제어를 계속할 것
조작	FSR 4.1.1	경로추종 제어기능(메인시스템)의 고장을 검출하는 기능을 마련할 것	FSR 4.5.1	제동 제어기능(메인시스템)의 고장을 검출하는 기능을 마련할 것	
	FSR 4.1.2	경로추종 제어기능(메인시스템)의 고장을 검출했을 경우에 경로추종 제어기능(메인시스템)의 출력을 정지할 것	FSR 4.5.2	제동 제어기능(메인시스템)의 고장을 검출했을 경우에 제동 제어기능(메인시스템)의 출력을 정지할 것	
	FSR 4.1.3	중복시스템에 경로추종 제어기능을 마련하여 제어를 계속할 것	FSR 4.5.3	중복시스템에 제동 제어기능을 마련하여 제어를 계속할 것	
기타			FSR 5.1.1	경고기능으로 고장시 운전자에게 통지할 것	

# □ 안전설계



\*출처 : JARI

# 경청해주셔서 감사드립니다!

스마트카기술연구본부

**이재관** (jkleee@katech.re.kr)

