

# Computer Vision

# What is Computer Vision?

- ◆ To write computer programs that can interpret images.
- ◆ Understanding something in the images or video.



<http://designhaja.tistory.com/21>



<http://xecenter.com/xe/happy/9575>

## ◆ Computer Vision vs Image Processing

### – Computer Vision:

- » Input: Images
- » Output: **Knowledge of the scene** (recognize objects, people, activity happening there, distance of the object from camera and each other, ...)
- » Methods: **Image processing, machine learning**, etc.

### – Image Processing

- » Input: Images
- » Output: Images (No Knowledge of the scene is given)
- » Methods: Different Filtering, FFT, etc.

## Example of CV #1

### ◆ OCR (Optical Character Recognition)

- Technology to convert scanned docs to text (Adobe Acrobat, etc.)
- License plate readers / Hand write digit recognition (Post Zip Code)

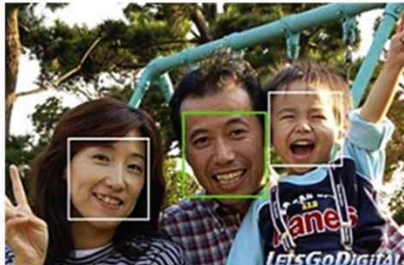


[http://en.Wikipedia.org/wiki/Automatic\\_number\\_plate\\_recognition](http://en.Wikipedia.org/wiki/Automatic_number_plate_recognition)



### ◆ Face Detection & Recognition

- Face Detection / detect blinking or smiling (SONY “Smile Shutter”)

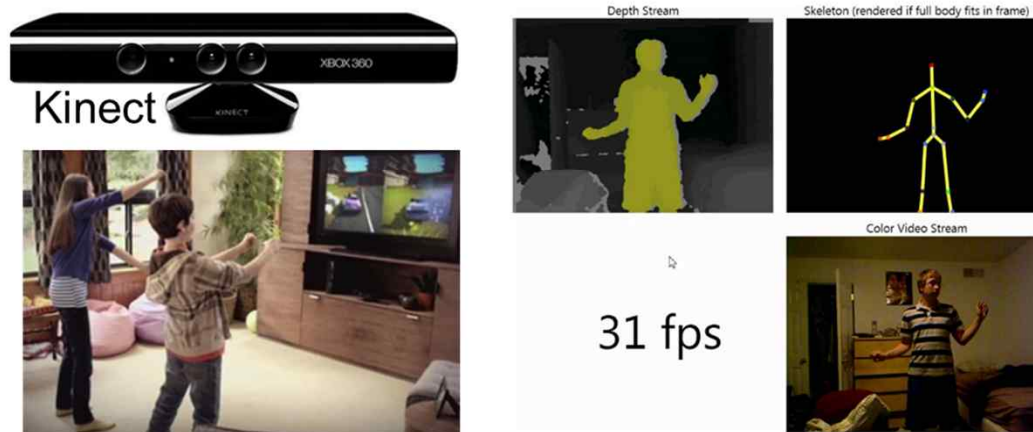


## Example of CV #2

### ◆ Object Recognition (in mobile devices) / Smart Car



### ◆ Vision based interaction



### ◆ Security and surveillance

# Autonomous Driving

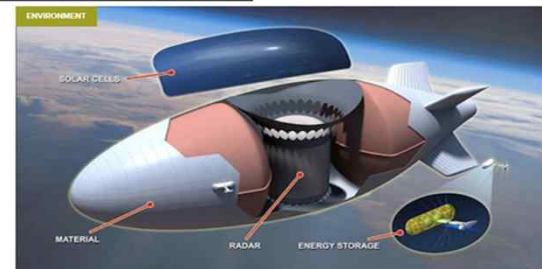
History, 동향, 사례, 정의 등

# DARPA Challenge

- DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency): 방위 고등 연구 계획국
    - 미국 국방성의 연구, 개발 부문을 담당
    - 인터넷의 원형인 ARPANET 개발
    - 모토: 되든 안되든 무조건 일단 우리가 최초로 하고 보자!
- ⇒ DARPA가 건드린 사업이 3년 내에 실용화된다면 그것은 실패한 사업



**DARPA Reveals Plans for Avatar-Like Flying, Electric Transformer Car**





## DARPA Grand/Urban Challenge(2004, 2005, 2007): 자율주행

*Urban Challenge*  
교통규칙 준수  
(96km, 6h이내)

모든 교통 규칙을 준수할 것, 다른 차량, 장애물,  
그리고 합류하는 차량들 속에서도 안전하게 운전할 것

*Grand Challenge*  
완주 차량 5대  
(6h54m)



*Grand Challenge*  
완주 차량 X  
(240km)

2004

2005

2007

[https://ko.wikipedia.org/wiki/DARPA\\_%EA%B7%B8%EB%9E%9C%EB%93%9C\\_%EC%B1%8C%EB%A6%B0%EC%A7%80](https://ko.wikipedia.org/wiki/DARPA_%EA%B7%B8%EB%9E%9C%EB%93%9C_%EC%B1%8C%EB%A6%B0%EC%A7%80)

# DARPA Subterranean (SubT) Challenge

<https://www.youtube.com/watch?v=dcPTrH41xaE>

- DARPA 지하 미션 :: 지하 세계를 탐험하기
  - 시나리오 : 정보가 없는 다이나믹한 지하 환경에 들어가려는 팀을 위해, 빠른 속도의 환경 인식을 제공
  - 다이나믹한 환경이며 사람을 보내기에는 너무 위험
  - DARPA 팀이 말하는 "artifact" 라는 물건을 찾아야한다.
  - 이 물건들은 10~30개 정도 되는데, 이 중 생존자도 있으며, 문, Electric pump, 벨프, 가방, 소화기, 라디오, 휴대폰이 있다. 추가로 애매한 것들로 가스 유출 같은 것도 있다.



<https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=nswve&logNo=221531933911&proxyReferer=https:%2F%2Fwww.google.com%2F>

<https://www.darpa.mil/news-events/2020-01-07>



# AV(Autonomous Vehicle) Competition in Korea

*AV Competition  
by Ministry of  
Commerce,  
Industry  
and Energy*

*(From 2013,  
every two years)*

*AV Competition  
by HMC*

*(From 2010,  
every year)*



2010



2017

계명대학교



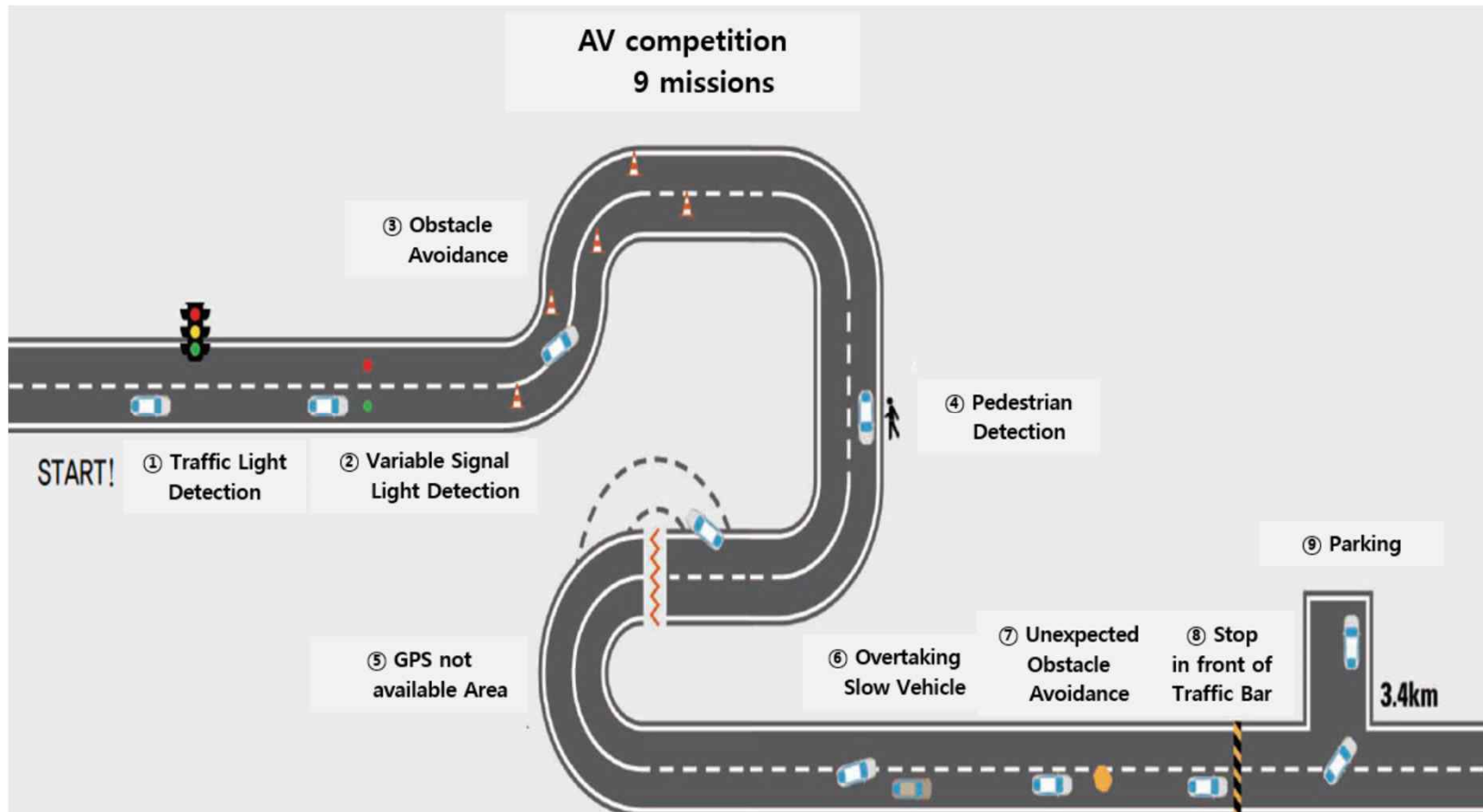
<http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=33774>

**2019  
한국기술교육대학교**

V2X 통신을 기반으로 한  
△무단횡단 보행자 인지  
△공사구간 우회  
△교차로 신호 인지  
△사고차량 회피  
△응급차량 양보  
△하이패스 통과 등 6개의 주행 미션을 수행하며  
얼마나 빨리 코스를 완주하는지에 따라 참가팀들의  
기술력을 평가

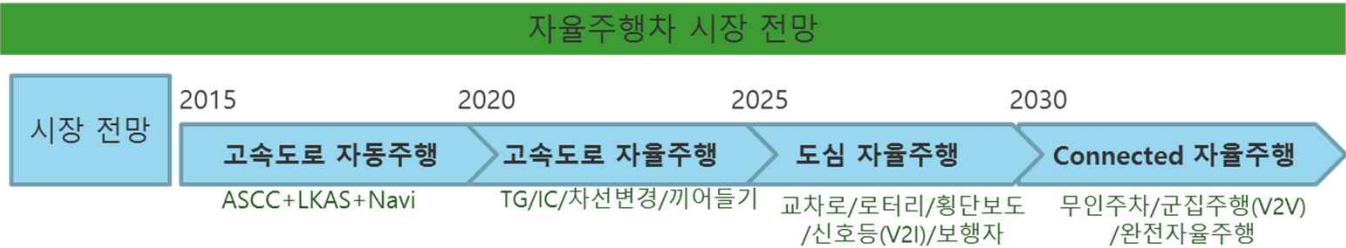
산업자원통산부  
HKMC

# AV(Autonomous Vehicle) Competition in Korea

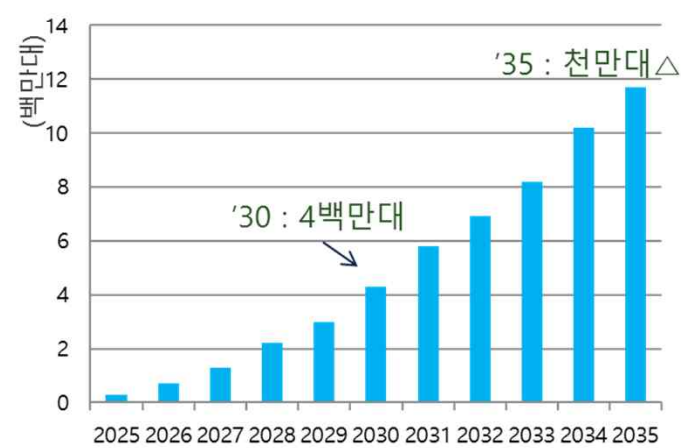


# 자율주행자동차 상용화 전망

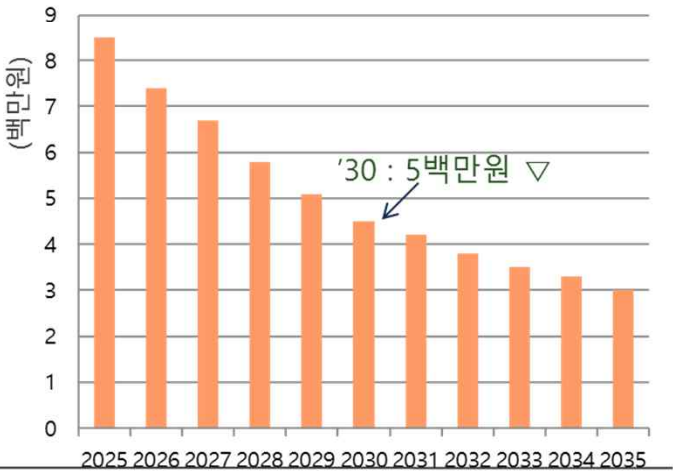
- 글로벌 자율주행차량 업체들 대부분 20년경 출시. 25년부터 본격 성장. 35년 완전대중화
  - IHS 예상 : 30년 4백만대. 35년 천만대. 30년경 시스템 가격 **5백만원 이하**.



< 자율주행차량 판매 예측 >



< 시스템 가격 예측 >



자료: 자동차공학회 발표 자료 "자율주행 기술 동향", 현대모비스 신광근

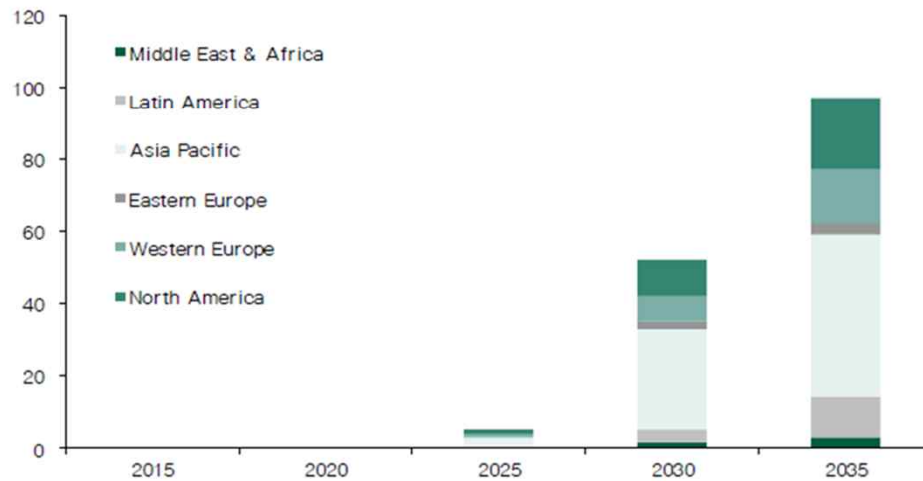
## 자율주행자동차 상용화 전망

- 자율주행차량 2017~2020년경 최초 출시 활발. 2035년경 대부분이 자율주행차량
  - 주요 업체들 자율주행차량 2017~2020년경 최초 출시.
  - Navigant Research 예측 : 2020년 8천대. 2035년경 대부분이 자율주행차량

자율주행차 시장 규모 전망

Autonomous Vehicle Sales by Region, World Markets: 2015-2035

('000,000)



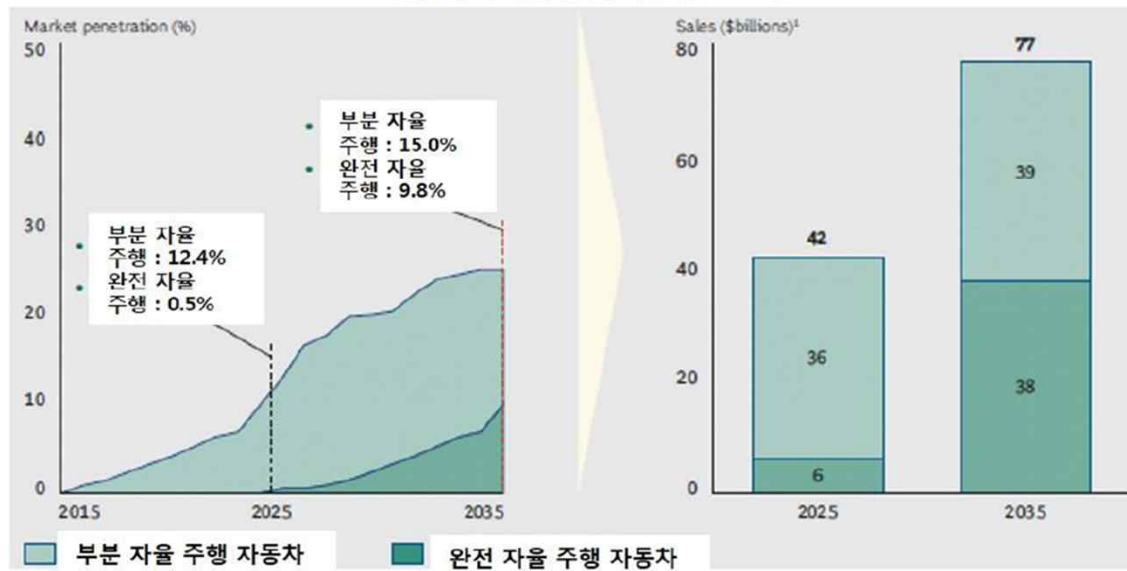
Source: Navigant Research

자료: KATECH "자율주행/스마트카 표준화 기술 및 과제", 김문식

## 자율주행자동차 상용화 전망

- 완전 자율주행 자동차는 2035년까지 1200만 대 이상, 부분 자율주행 자동차는 1800만 대 이상 판매될 것으로 예상됨 (Boston Consulting Group).
  - 이전 보고서의 예상치를 상회하는 2025년까지 420억 달러, 2035년까지 770억 달러의 시장 규모를 전망
  - **2035**년까지 전체 신차 시장의 **4분의 1**이 **자율주행** 기능을 갖춘 자동차로 넘어갈 것으로 분석.

자율주행차 점유율 및 시장 규모 예측



자료원: Boston Consulting Group

## 자율주행자동차 상용화 동향 (GM)

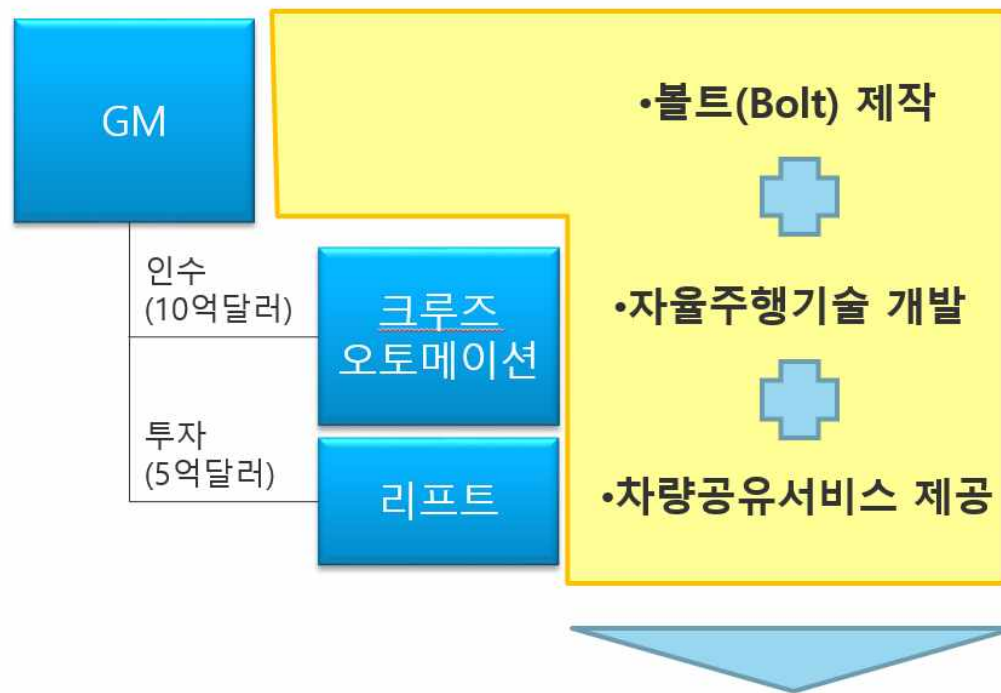
- 2016년 자율주행기술 기업인 Cruise Automation 사를 인수, 합병
- 추가로 **Lyft** 사에 5억 달러를 투자, 무인자율주행택시 출시를 목표로 자율주행차 공동 개발 중 (Bolt EV 활용 계획)
- 디트로이트 등 3개 도시에서 테스트 진행 중인 50대의 BEV 볼트를 350대까지 확대 계획





## 자율주행자동차 상용화 동향 (GM) / **SW 코드 라인**..

### <GM의 자율주행기술 개발 체계>



**On-demand 라이드 셰어링 구현**

다임러, 폭스바겐, 도요타

- 딥러닝 스타트업 투자/인수
- 인공지능 전용 연구소 설립

현대자동차

- 애플과 협업
  - 자율주행자동차
  - 로보택시, 모빌리티

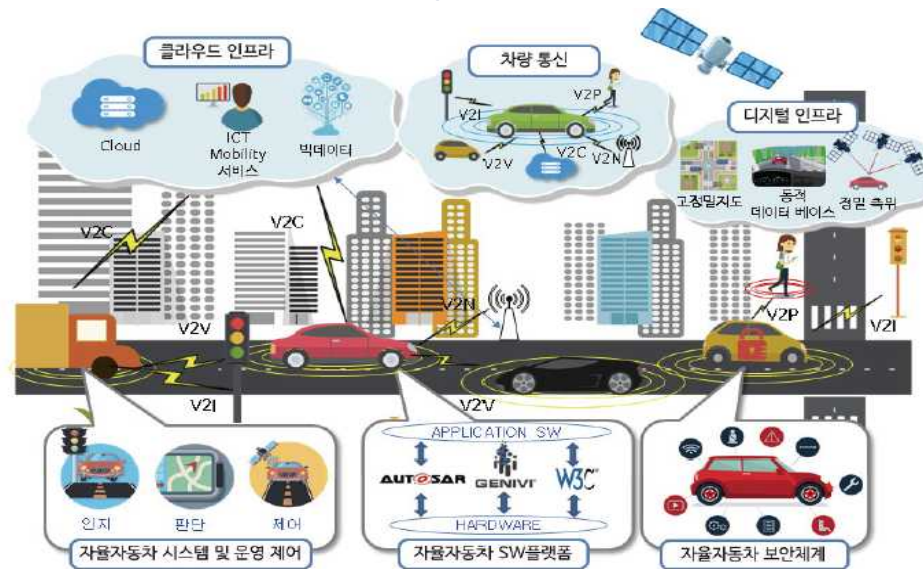
|         |                       |
|---------|-----------------------|
| 1억줄     | 평균 Luxury sedan 자동차   |
| 2천만줄    | 2009 벤츠 S Class Navi  |
| 1천만줄    | 평균 2010년식 Ford 자동차    |
| 6백 5십만줄 | Boeing 787 Dreamliner |
| 5백 7십만줄 | 미 공군 F-35             |
| 백 7십만줄  | 미 공군 F-22             |



# Autonomous Driving

- Autonomous Vehicle (Self-Driving Car)

- 운전자 또는 승객의 조작 없이 **자동차 스스로 운행**이 가능한 자동차 (자동차 관리법 제2조)
- 고성능/고신뢰 자동주행 기능이 탑재된 차량이 인프라 및 통신 기술 등과 유기적으로 결합되어 **운전자의 개입 없이 스스로 운행**하는 개념
- 센서 등으로부터 획득한 다양한 정보를 활용하여 차량의 정밀한 위치와 주변환경을 인식하고 이를 기반으로 충돌없이 안전한 운행이 가능한 자동차 (출처 : SEP Inside 표준특허 전문지 자율주행차, 한국특허전략 개발원, 2018)



(출처 : ICT 표준화전략맵 Ver. 2019 디바이스 자율주행차, TTA, 2018)

# Autonomous Driving



구글 자율주행차



테슬라 자율주행차



<https://github.com/commaai>

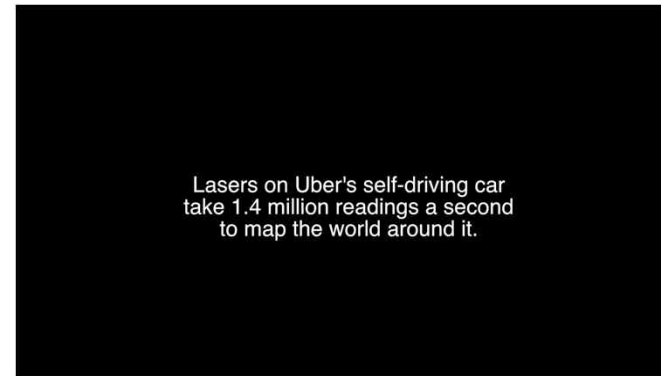


# Autonomous Driving

Tesla Auto Pilot (Vision Sensor + Ultra sonic Sensor)



Uber (Lidar + Sensors Fusion) & Google & Ford

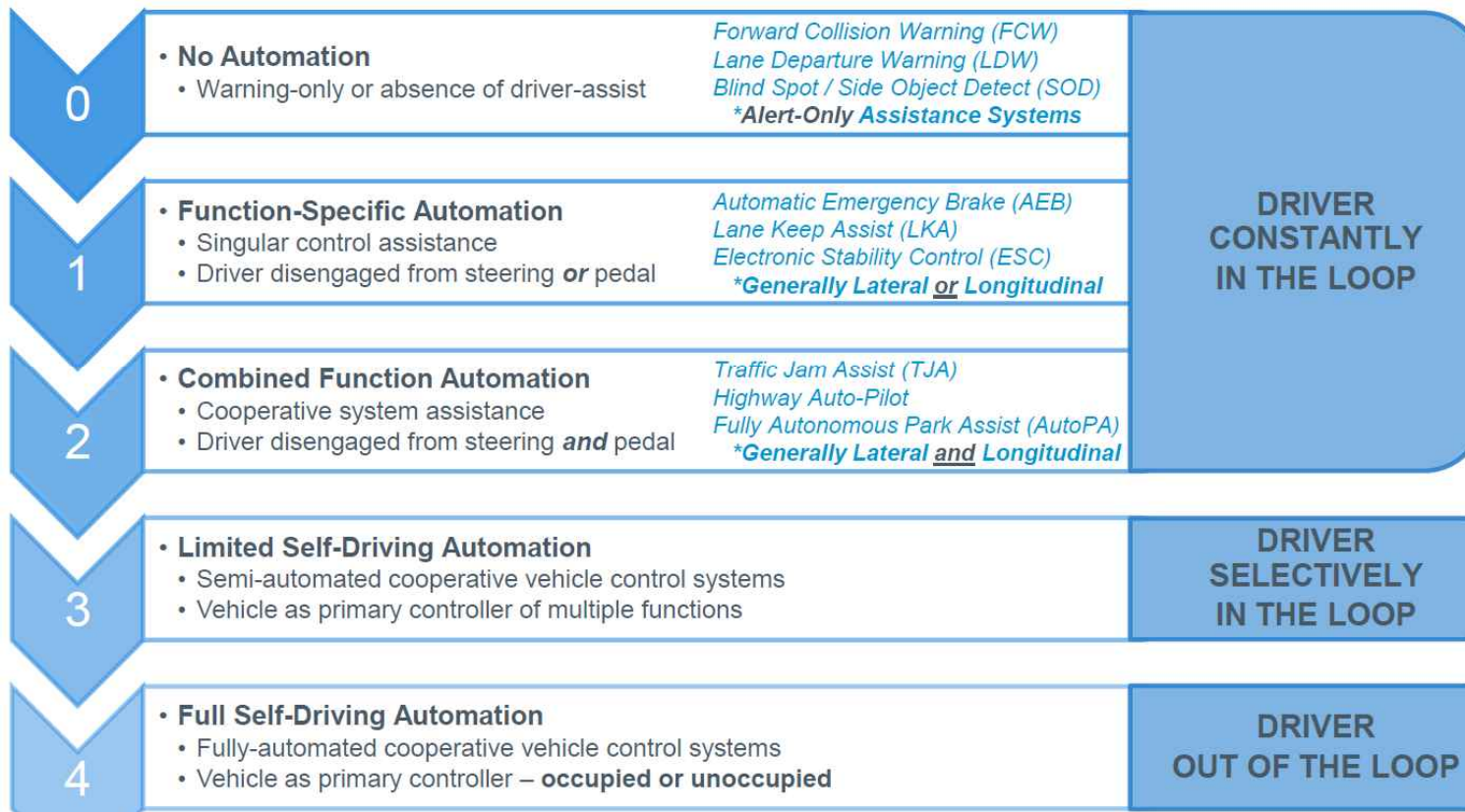


Georgy Hotz (Vision Sensor) <<- Is this autonomous driving?



# Autonomous Driving Level (NHTSA)

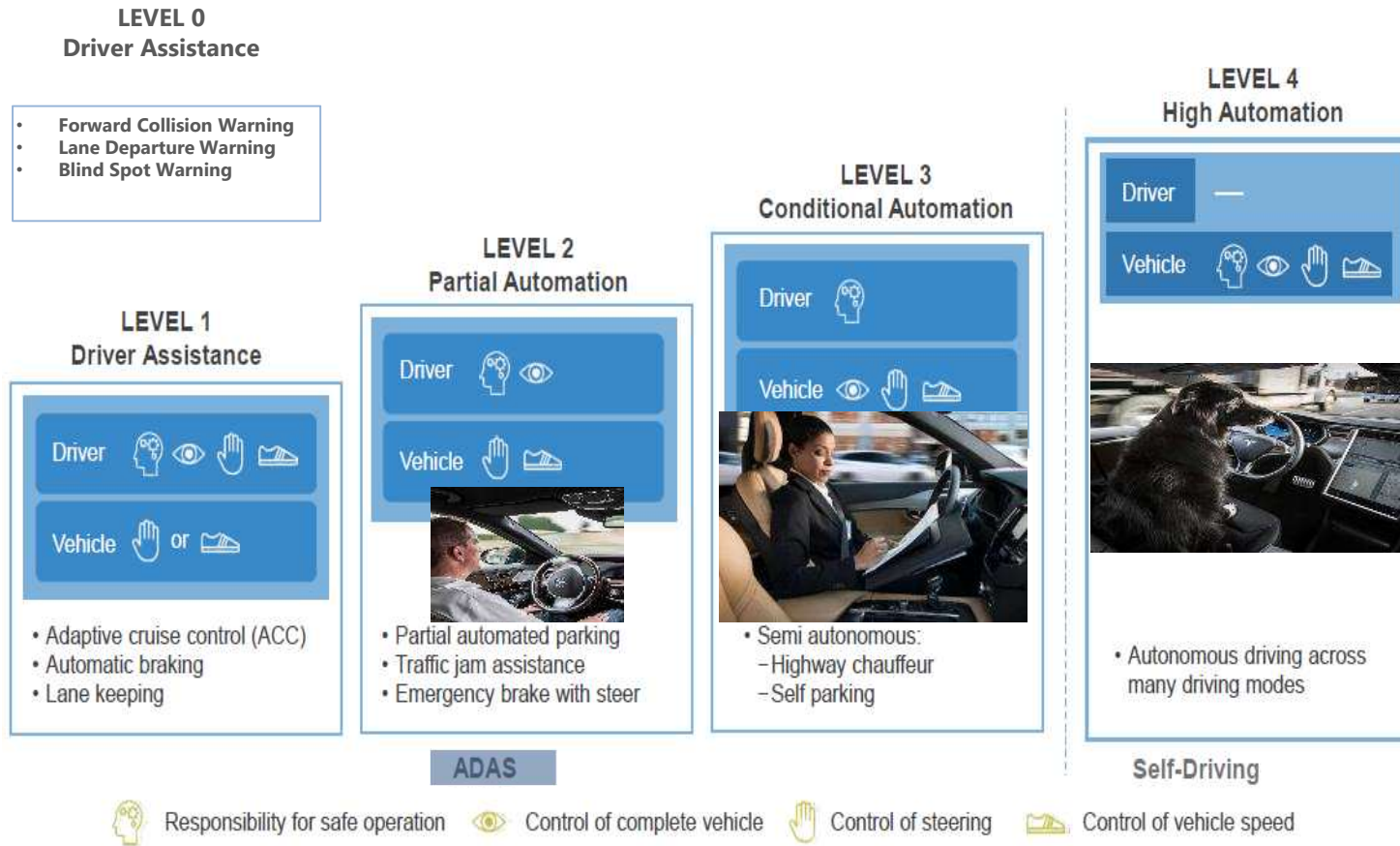
## NHTSA Levels of Vehicle Automation



National Highway Traffic Safety Administration



# Autonomous Driving Level (SAE)



Society of Automotive Engineers (미국자동차 공학회)

# 자율주행 주요이슈

## 자율주행 이슈사항

### ◆ Tesla AutoPilot의 Level ?

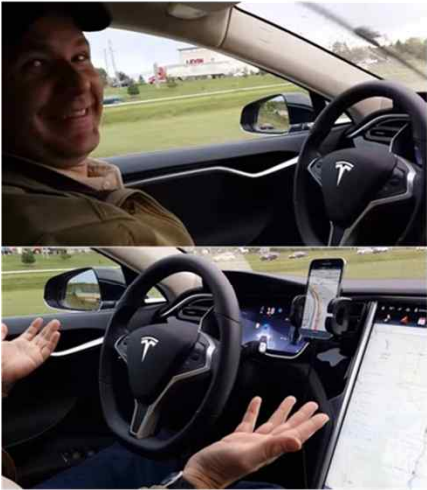
- 차선 유지, 차간 거리 제어, 자동 주차
- 방향 지시등 입력 시 차선 변경 가능
- 현재까지 양산된 차량 중 가장 높은 수준의 자율주행 기능 탑재



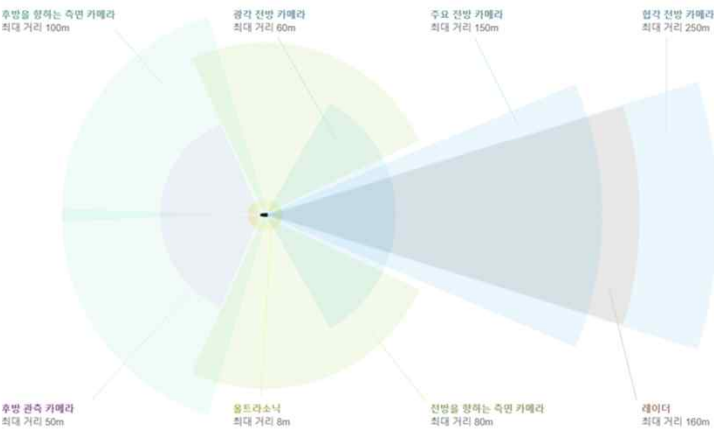


# 자율주행 이슈사항

## Tesla 사고 경위....



## Tesla 변경된 시스템



- 8개의 카메라 기반으로 시스템 업그레이드 (기존: 1개)
- 12개의 초음파 센서도 거리 확장
- 시스템 연산 성능 40 배 증대 (\$ 5,000 옵션 가)

# 자율주행 이슈사항

Why Accident Occur?

Thinking of the autonomous Driving for OEM

**LEVEL 2**



Thinking of the autonomous Driving for User(Driver)

**LEVEL 4**

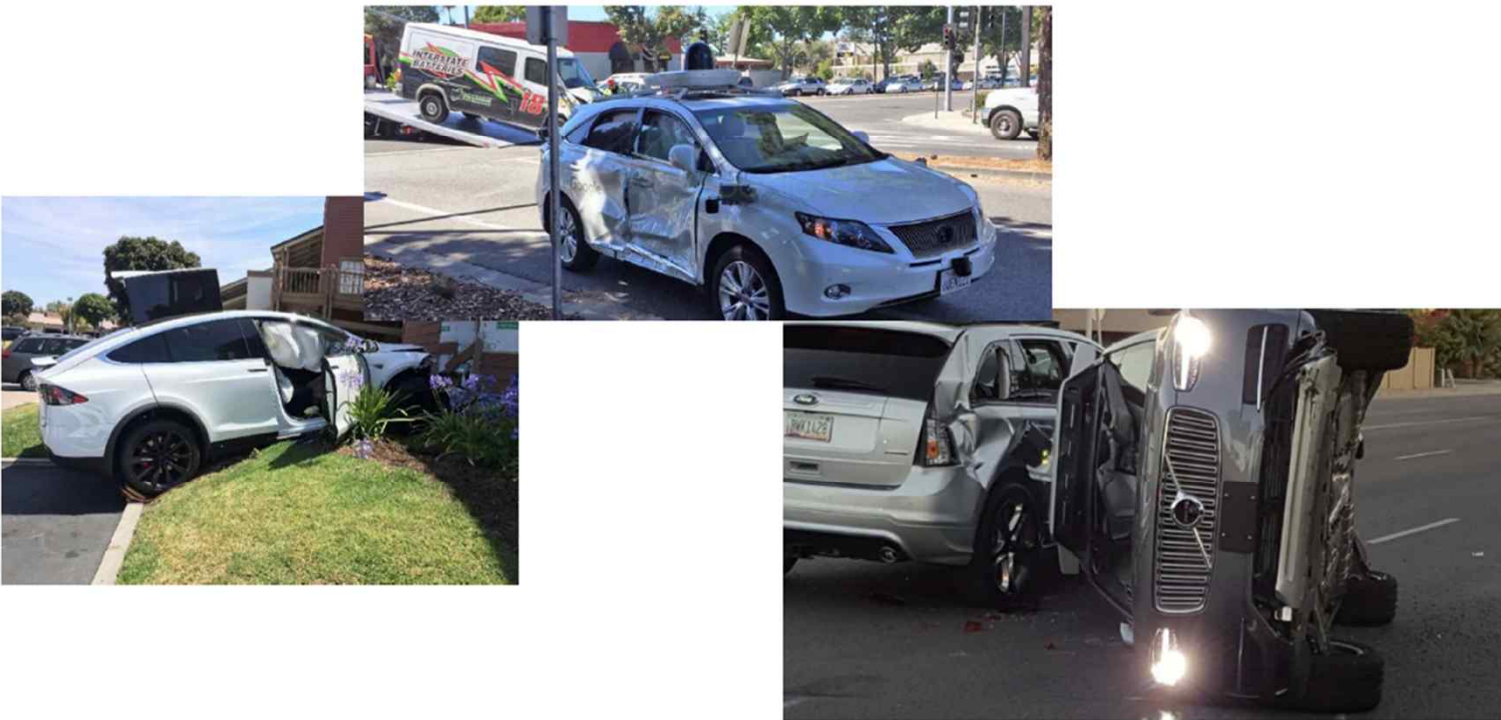


<https://www.youtube.com/watch?v=sXls4cdEv7c>



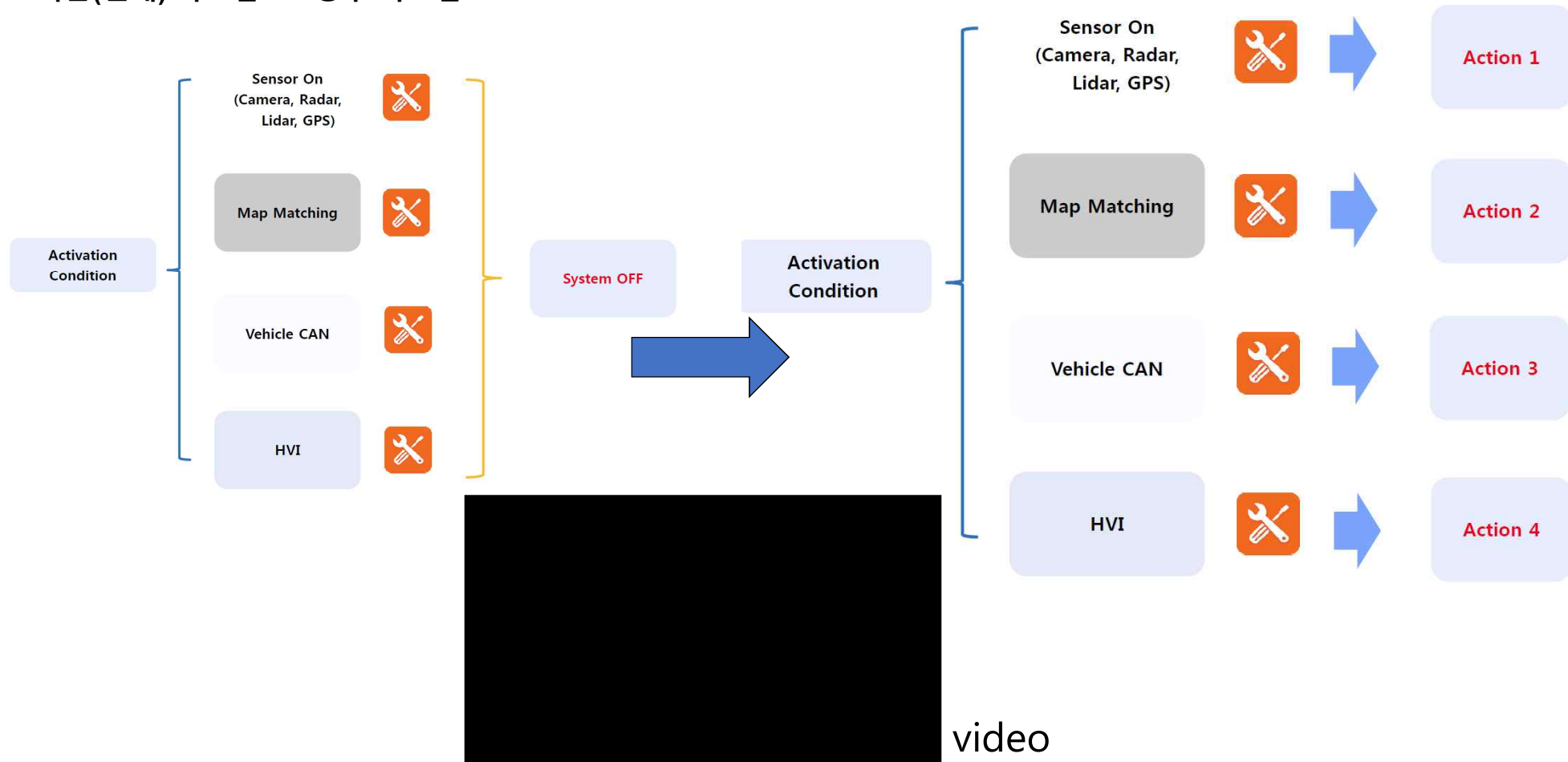
## Fail Safety 필요성

- ◆ What if a self-driving vehicle fails while driving?



# Fail Safety 필요성

## ◆ 기존(현재) 시스템 vs. 향후 시스템





## OEM 자율주행차 상용화 발표자료

### ◆ 기능안전

- 자율주행 level에 따라 자율주행 시스템 오동작시 대응주체는 운전자이거나 시스템일 수 있음. 시스템은 운전자에게 통제권을 이양하는데 걸리는 시간이 수초에서 수분이 걸릴 수 있고, 운전자 관여 없이 시스템이 차량을 안전하게 정지해야 하는 상황 또한 고려해야 함. 따라서 이러한 비상상황에 대비하여, **자율주행차에는 고장 시에도 동작 가능한(fail operational) fault tolerant 시스템이 요구됨**
- 기능안전 관점에서 **level 3,4,5**의 자율주행시스템의 고장상황은 운전자에 의한 controllability가 매우 낮아 결과적으로 **ASIL C,D인 위험수준**을 가질 가능성이 높음
- 해외에서는 ASIL C이상의 fault tolerant 시스템을 개발하기 위한 redundant system architecture, 소프트웨어 수준의 monitoring structure, safety integrity를 지원하는 MCU에 대한 기술개발을 진행하고 있음



## Toyota Camry (SW 검증의 중요성)

### ◆ “도요타 급발진은 SW 결함이 원인”

- BARR 그룹의 도요타 급발진 조사보고서에 따르면, 캠리의 엔진 스로틀 컨트롤 시스템 (ETCS)의 SW 결함이 급발진을 일으켰으며, ETCS 전자 제어장치(ECU)에 내장된 SW에 오류(버그)가 있었고, 오류가 있더라도 이를 커버해주는 방어 수단 (Fail Safes)도 작동하지 않았다고 지적.
  - ▶ FMEA(Failure Mode and Effect Analysis)가 불완전했으며, 단일 실패 지점(Single Point of Failure)이 존재한다. 도요타가 공식적인 안전 관련 프로세스를 채택하지 않았기 때문이다.
  - ▶ 운영체제 코드와 ESP-B2 코드에 대한 동료 간 검토가 없었다. 도요타는 동료 간 검토를 수행하지 않았으며, 비표준 OS EK를 사용했기 때문이다.
  - ▶ 도요타의 독자적인 “파워트레인” 코드 표준도 지켜지지 않았다. 도요타가 소프트웨어 공급자에 의존했기 때문이다.



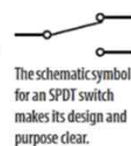
## SPAGHETTI CODE DEFINED

**space** *n.* A logic 0 on an RS-232 link. Any voltage between +3 and +25 V. See also mark.

**spaghetti code** *n.* Incomprehensible source code, typically including apparently meaningless jumps or gotos or a high degree of unnecessary coupling between modules.

**spawn** *v.* To create a new thread of execution.

**SPDT** (as letters) *abbr.* A type of switch that has one actuator (pole) that connects to one of two contacts. Short for Single Pole, Double Throw. Used to select one of two conditions. Compare to SPST.



**spec** (speck) *abbr.* See specification.

- Difficult to follow data/control paths
- Bugs likely to appear when modified
- Unnecessarily complex



Ganssle&Barr, Embedded Systems Dictionary, 2003 **B&B** BARR group

# APPENDIX

## ◆ ASIL (Automotive Safety Integrity Level)

| Controllability | Exposure | Severity |    |    |    |
|-----------------|----------|----------|----|----|----|
|                 |          | S0       | S1 | S2 | S3 |
| C1              | E1       | QM       | QM | QM | QM |
|                 | E2       | QM       | QM | QM | QM |
|                 | E3       | QM       | QM | QM | A  |
|                 | E4       | QM       | QM | A  | B  |
| C2              | E1       | QM       | QM | QM | QM |
|                 | E2       | QM       | QM | QM | A  |
|                 | E3       | QM       | QM | A  | B  |
|                 | E4       | QM       | A  | B  | C  |
| C3              | E1       | QM       | QM | QM | A  |
|                 | E2       | QM       | QM | A  | B  |
|                 | E3       | QM       | A  | B  | C  |
|                 | E4       | QM       | B  | C  | D  |

### - 심각도 (Severity)

| S0    | S1         | S2                      | S3                          |
|-------|------------|-------------------------|-----------------------------|
| 부상 없음 | 가벼운 보통의 부상 | 심각한 생명을 위협하는 부상 (생존 가능) | 생명을 위협하는 부상(생존 불확실), 치명적 부상 |

### - 노출확률 (Probability of Exposure)

| E0     | E1       | E2    | E3    | E4    |
|--------|----------|-------|-------|-------|
| 거의 불가능 | 매우 낮은 확률 | 낮은 확률 | 중간 확률 | 높은 확률 |

### - 제어 가능성 (Controllability)

| C0  | C1       | C2           | C3              |
|---|----------|--------------|-----------------|
| 대부분 제어 가능   | 쉽게 제어 가능 | 보통의 경우 제어 가능 | 제어가 어렵거나 제어 불가능 |
| 등급 C1~C3의 경우, 한 개의 C 등급과 그 다음 등급 간의 확률 차이는 10배 수준 |          |              |                 |

## • HARA 분석

- Item definition 결과를 바탕으로 오작동으로 인해 발생 가능한 위험 사건을 방지&감소하기 위한 안전 목표를 설정하기 위함
- 아래 3 요소로 구성 (SEC 분석)
  - 심각성 – Severity
  - 노출성 – Exposure
  - 통제가능성 – Controllability

## • ASIL 등급 산정

- HARA 분석 결과에 따른 S, E, C 등급을 활용하여 최종 ASIL 등급 산정



Thank you

Q&A

[www.kopo.ac.kr](http://www.kopo.ac.kr)  
[jsshin7@kopo.ac.kr](mailto:jsshin7@kopo.ac.kr)