



Autos Autónomos

Jorge Vásquez




Historia de los autos autónomos

A solid orange horizontal bar spanning the width of the slide, positioned below the title.

Historia

- 1986: Self-driving “VaMoRs” Mercedes Benz
- 1987: manejo hasta de 60 mph on Autobahn
- Uso de computer vision



1977	Japan's Tsukuba Mechanical Engineering Lab develops an autonomous car capable of speeds up to 18.6 mph	
1986	The Eureka PROMETHEUS Pan-European project is launched by then Daimler-Benz	
1987	Ernst Dickmanns creates VaMoRs, a car outfitted with two cameras, eight 16-bit Intel microprocessors	

<https://www.engadget.com/gallery/self-driving-cars/#/>

<https://www.wired.com/brandlab/2016/03/a-brief-history-of-autonomous-vehicle-technology/>

ark-invest.com 4

Historia

- Navlab
 - 1984: La investigación sobre vehículos controlados por computadora comenzó en CMU como parte de la Iniciativa de Computación Estratégica DARPA
 - 1986: Navlab 1 construido con furgoneta Chevrolet



<http://toddniff.com/books/lidarhistory/extras/photos-and-video-the-laser-thats-changing-the-world/automotive/>



<https://www.youtube.com/watch?v=1tHhNOKf1Q>

Historia

- 1991: ISTEA (Intermodal Surface Transportation Efficiency Act)
Ley federal de los Estados Unidos: "demostrar un vehículo automatizado y un sistema de carreteras para 1997"
- 1994: Dickmanns >620 millas en la carretera 1 cerca de París
- 1995: Navlab "No Hands Across America"

TRL ~3



1994: Ernst Dickmann's VaMP vehicle



1995: Dean Pomerleau and Todd Jochem
with Navlab 5

Historia

- 1995: Dickmanns en Autobahn – Munich a Copenhagen y de regreso, velocidades de hasta 180 km/h
- 1997: Demo '97 en la I-15 en San Diego



<https://www.youtube.com/watch?v=I39sxwYKIEE>



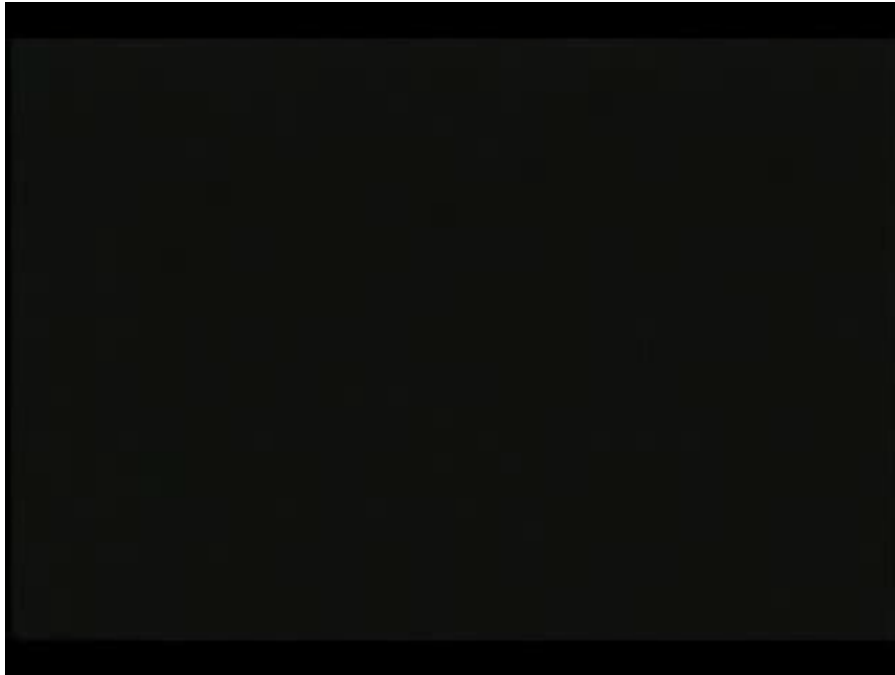
<https://www.youtube.com/watch?v=Dtj9J1A-PMk>

DL ~2012

~~LAO 10-10 90 10-12~~

Historia

- 2004: 1er Gran Desafío – Sandstorm de CMU fue más lejos (~7 mi.), pero ningún vehículo completó la carrera
- 2005: 2º Gran Desafío – Stanford 1º, CMU 2º y 3º _____
-



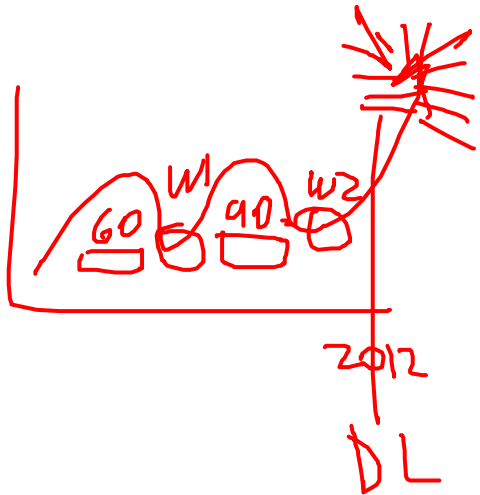
https://www.youtube.com/watch?v=V2EaeWW4_XY

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

Historia

CMU's Boss –
Tartan Racing
Team

Red Whitt...
2007



Historia

Carnegie Mellon University 30 Years of Self-Driving Car Research

Happy
Birthday!

1984

- The Terregator's top speed was a few centimeters per second; it could avoid obstacles.
- NavLab launched. Its goal: apply computer vision, sensors and high-speed processors to create vehicles that drive themselves.



1986

Humans or computers controlled NavLab1, a Chevy van. Top speed: 20 mph.

1990

NavLab 2, a US Army HMMWV, wrangled rough terrain at 6 mph. Highway speed: 70 mph.

1995

NavLab 5, a Pontiac Trans Sport, traveled from Pittsburgh to San Diego in the "No Hands Across America Tour."



2000

NavLab 11, a Jeep, was equipped with Virtual Valet.

2005

Sandstorm and Highlander placed 2nd and 3rd in the DARPA Grand Challenge.



2007

Carnegie Mellon's "Boss" won the DARPA Grand Urban Challenge by outmaneuvering other vehicles along the 55-mile course.



2014

Carnegie Mellon's **14th self-driving vehicle** is a Cadillac SRX that:

- avoids pedestrians and cyclists
- takes ramps and merges
- recognizes and obeys traffic lights
- looks like other Cadillac SRXs

www.engineering.cmu.edu



Historia

- DARPA Urban Challenge: Cosas de las que no teníamos que preocuparnos:

Sin peatones

Sin ciclistas

Sin semáforos

Sin fallos en el sensor/actuador

Sin fallos en la CPU

Sin conectividad

Sin preocupaciones de costos

~ Lab

Sin malas condiciones climáticas

Sin operación nocturna

Sin tráfico pesado

Sin abandonos de GPS

Sin mapas de baja calidad (mapas de alta res disponibles)

Sin altas velocidades (30 mph máx. – sin autopistas)

Historia

- 2009: Google comienza su proyecto Google Car
- Para 2018: ~ 8 millones de millas conducidas, Waymo se separó, servicio de transporte en Arizona



<https://www.autoevolution.com/news/google-self-driving-car-project-is-augmented-by-a-powerful-driving-simulator-104217.html>

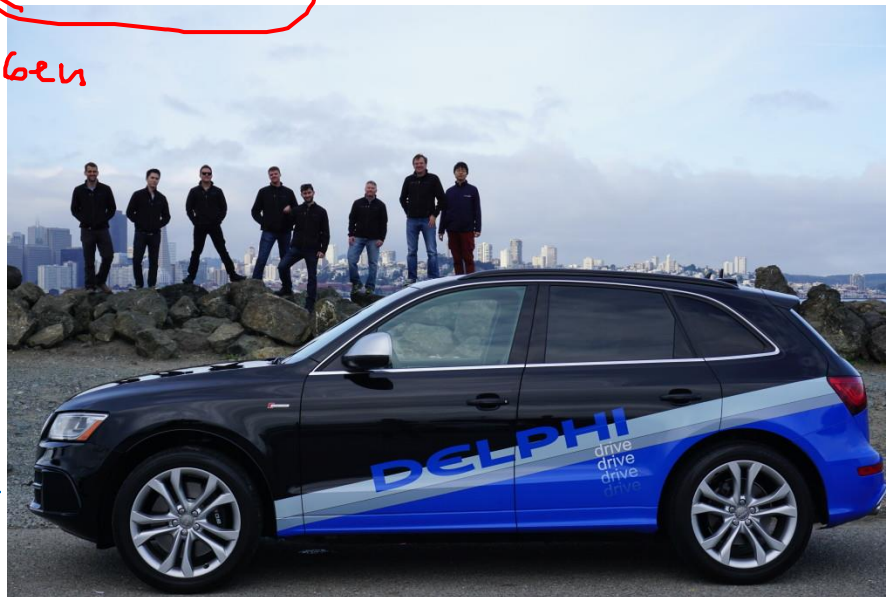


<https://www.mirror.co.uk/tech/google-spins-out-self-driving-9451436>

⇒ V2I + Cultura + Niveles + Percepción + ética + Integración

Historia

- 2015: El automóvil Delphi fue el primero en completar un viaje autónomo de costa a costa. Volvo anuncia Drive Me
- Mayo de 2016: Primera muerte por conducción autónoma en Florida usando Tesla AutoPilot



ethics

Plateau

barner

→ re pensar
→ paradigmas
→ escalas

Historia

- Agosto de 2016: nuTonomy lanza el 1er servicio de taxi autónomo en Singapur, seguido de cerca por Uber en Pittsburgh
- Octubre de 2016: Todos los coches Tesla contruidos con el hardware necesario para la conducción SAE Nivel 5

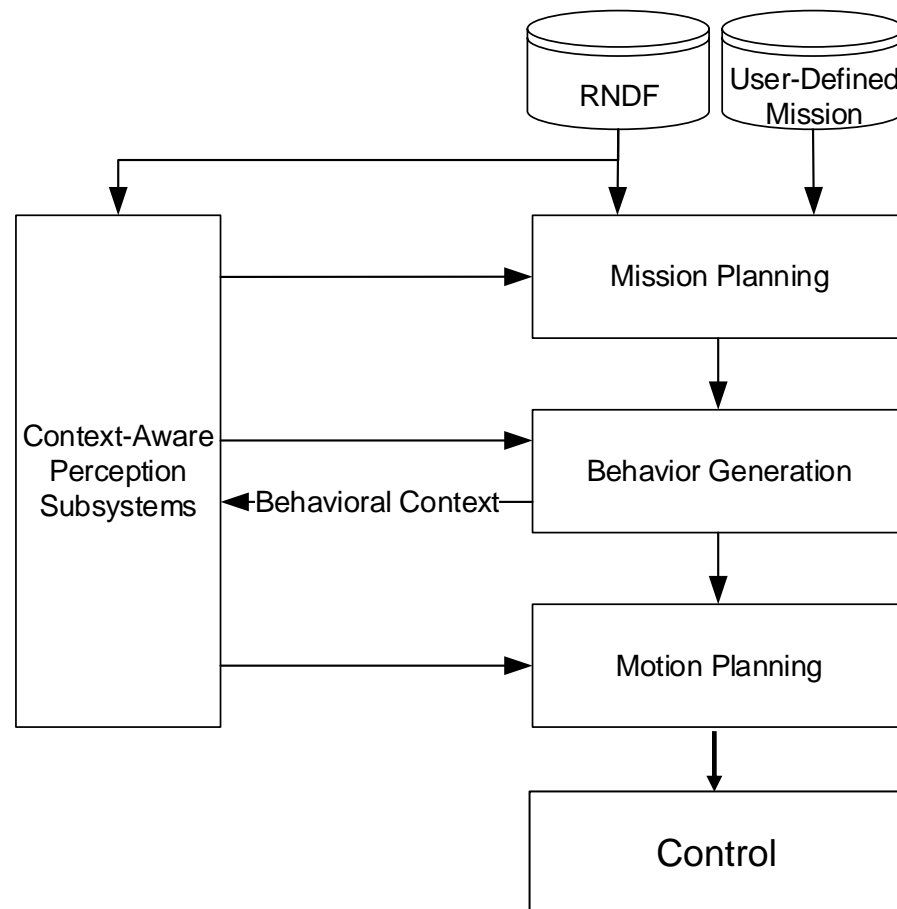


Tecnología Relevante

A solid orange horizontal bar spanning the width of the slide, positioned below the title.

Tecnología

- Arquitectura de Boss (2007)



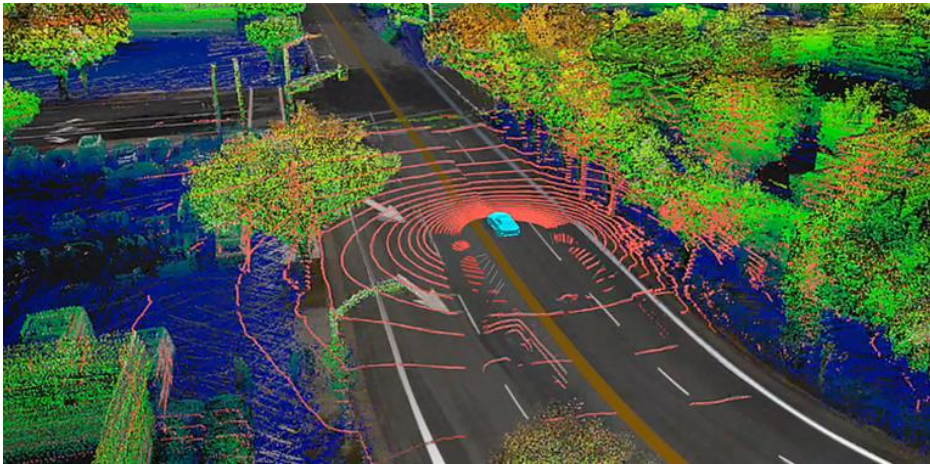
- Arquitectura actualizada
- RNDF (Archivo de definición de red de carreteras)
- Mapa HD
- La localización no depende exclusivamente del GPS
- Agregar V2V, V2I

<http://www.sellanycar.com/cars-related/v2v-v2i/>



Tecnología

- **Navegación (Planificación de misiones)**
 - **Tareas:** Localización, planificación de rutas
 - **Herramientas:** mapas HD, GPS, sensores, algoritmo de Dijkstra.



Mapas Hd

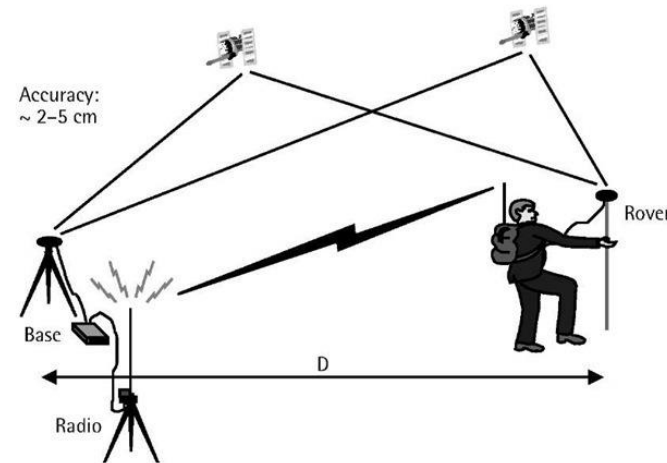
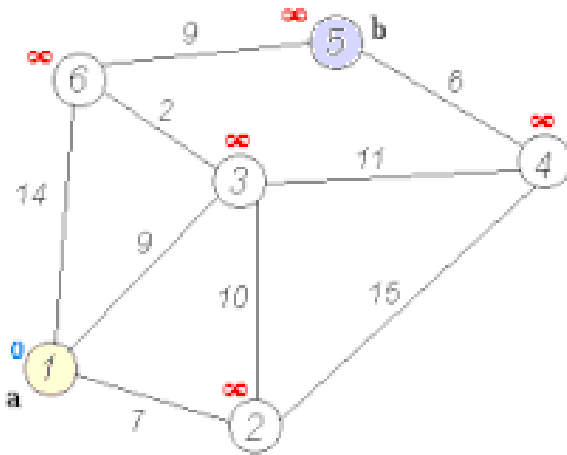


GNSS

Tecnología en Navegación

- **Navegación (Planificación de misiones)**

- **Tareas:** Localización, planificación de rutas
- **Herramientas:** mapas HD, GPS, sensores, algoritmo de Dijkstra



Basic GPS	Differential GPS (DGPS)	Real-Time Kinematic (RTK) GPS
mobile receiver	mobile receiver + fixed base station(s)	mobile receiver + fixed base station
no error correction	estimate error caused by atmospheric effects	estimate relative position using phase of carrier signal
~10 m accuracy	~10 cm accuracy	~2 cm accuracy

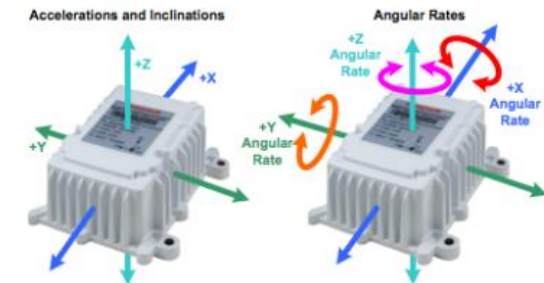
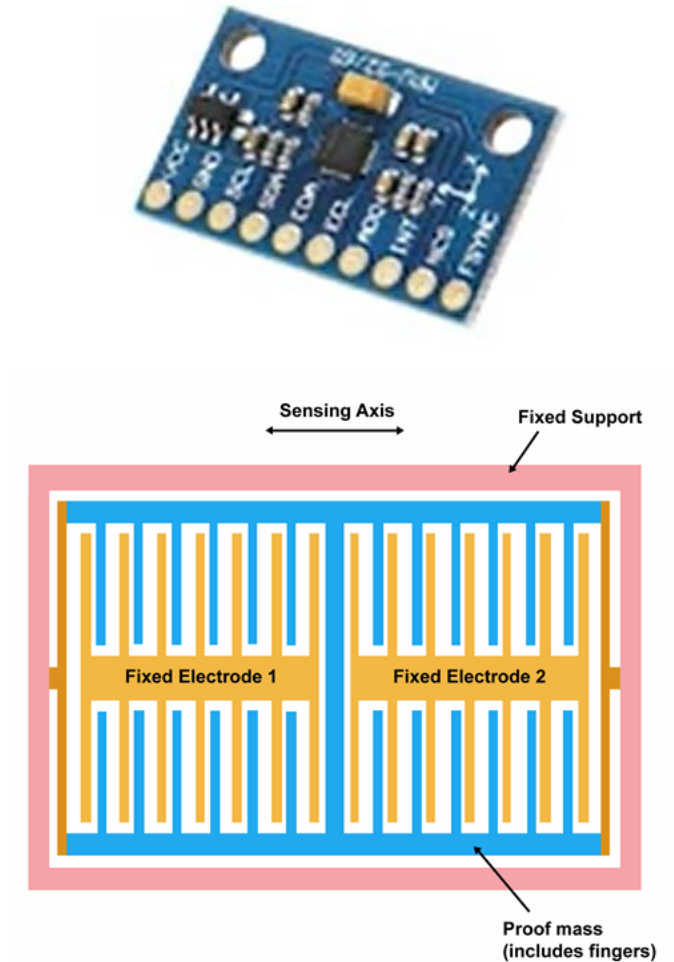
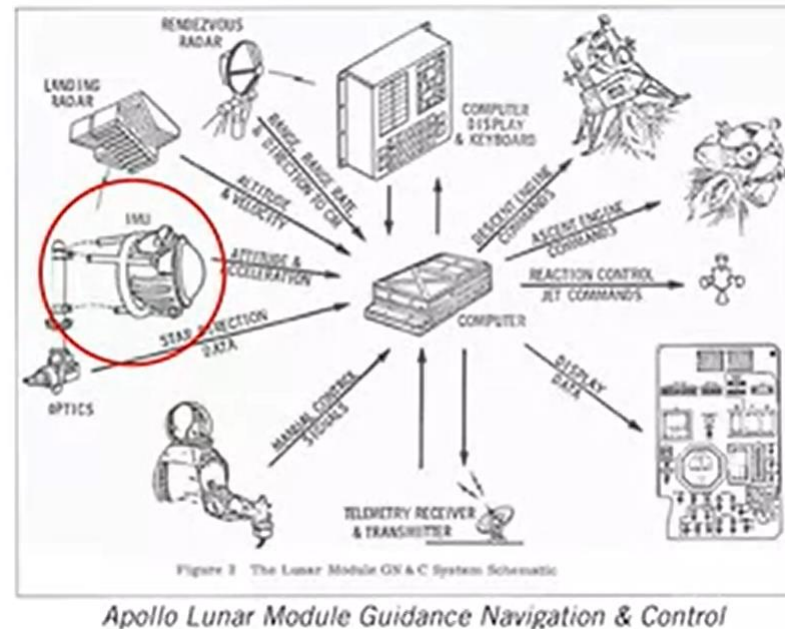


Figure 7. Inertial Measurement Unit

Tecnología en Navegación

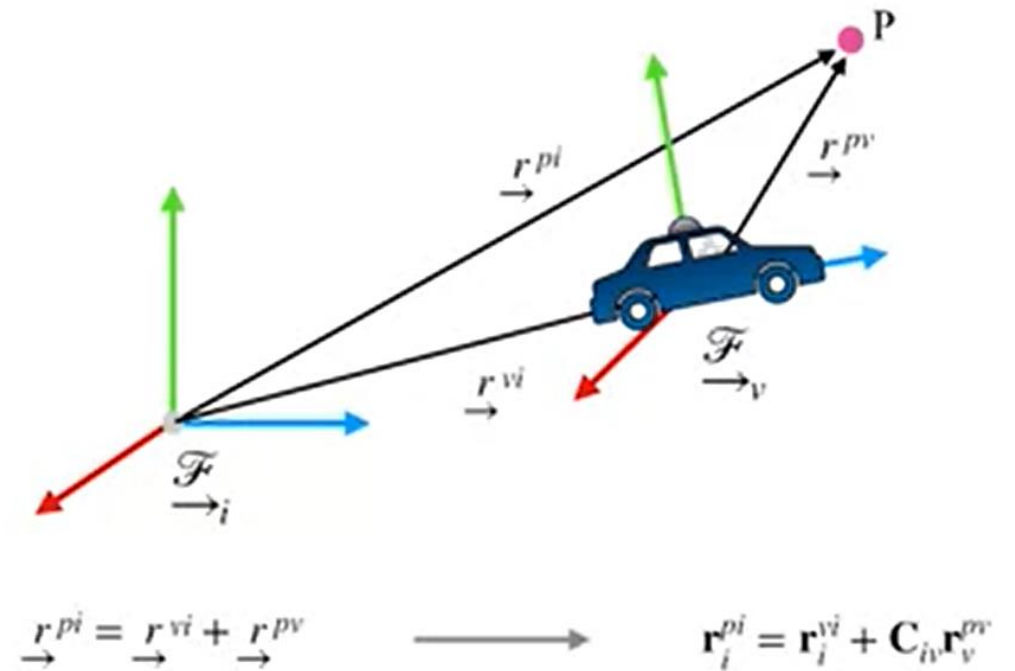
- **Navegación (Planificación de misiones)**
 - **Tareas:** Localización, planificación de rutas
 - **Herramientas:** mapas HD, GPS, sensores, algoritmo de Dijkstra



Tecnología

- **Comportamiento (Behaviors):**

- **Tareas:** Toma de decisiones tácticas (por ejemplo, ¿Qué carril? ¿Cambiar de carril? ¿De quién es el turno en la intersección?)
- **Herramientas:** Reglas, ML, modelos de controladores (drivers), algoritmos de predicción.



Tecnología de Comportamiento

- **Comportamiento (Behaviors):**

- **Tareas:** Toma de decisiones tácticas (por ejemplo, ¿Qué carril? ¿Cambiar de carril? ¿De quién es el turno en la intersección?)
- **Herramientas:** Reglas, ML, modelos de controladores (drivers), algoritmos de predicción.

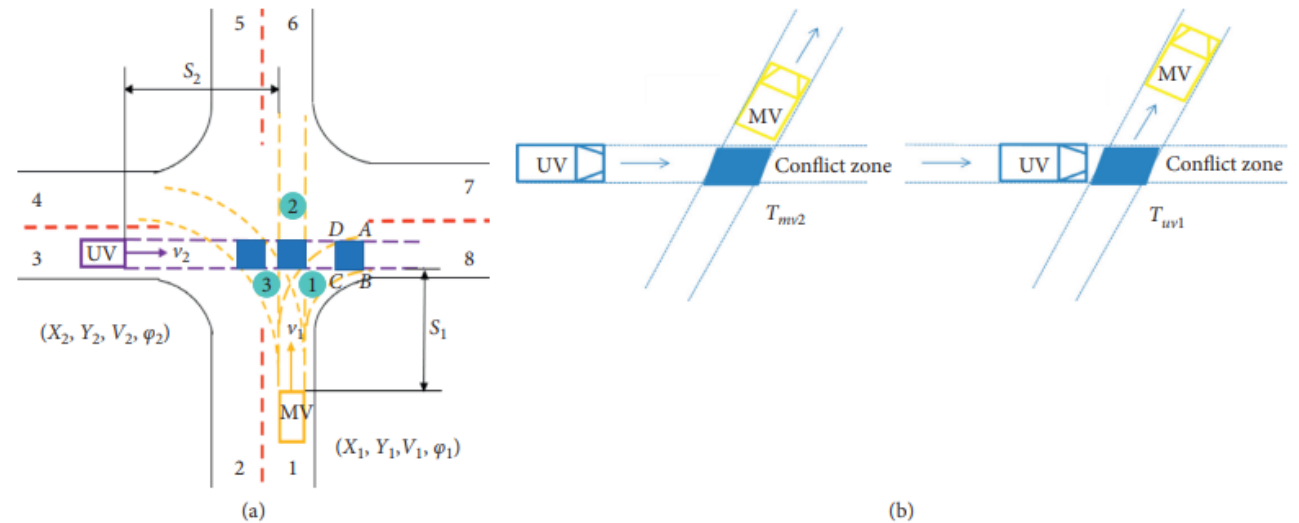
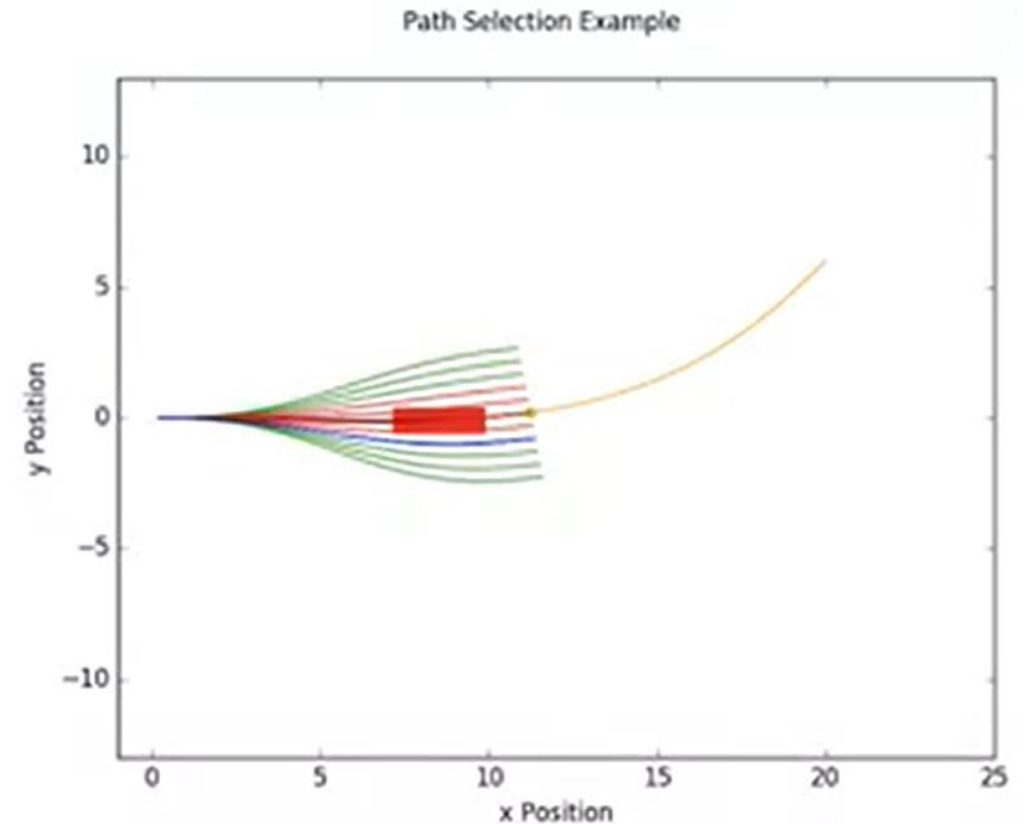


FIGURE 3: Scenes on crossing intersection with no signal.

Wang (2021). *A Decision-Making Model for Autonomous Vehicles at Urban Intersections Based on Conflict Resolution.*

Tecnología de Planning

- **Motion Planning (planificación de movimiento)**
 - **Tareas:** Especificación de trayectoria
 - **Herramientas:** Planificadores de Lattice, optimización



motion-planning-self-driving-cars/lesson-4-conformal-lattice-planning-n3CAI

Tecnología de Control

- **Control**

- **Tareas:** Siga las trayectorias especificadas
- **Herramientas:** Modelado de vehículos, teoría de control clásica y moderna

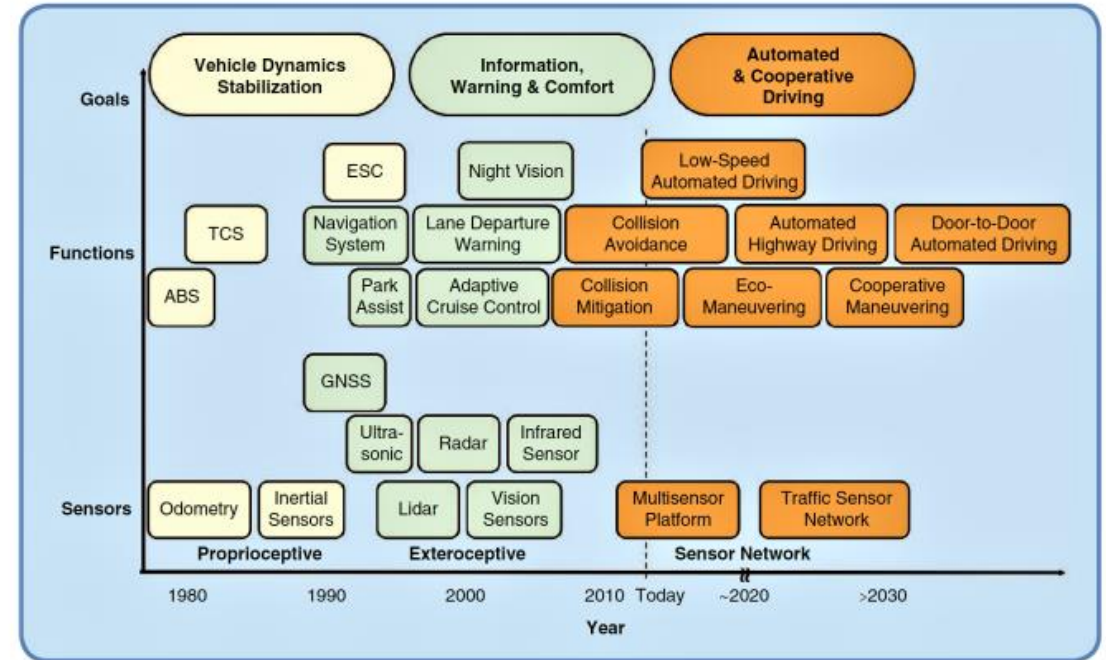


Figure 2. Evolution of Advanced Driver Assist Systems

Babak (2017). Control of autonomous ground vehicles: a brief technical review.

Tecnología de Percepción

- **Percepción**
 - **Tareas:** Detectar/interpretar otros vehículos, peatones, etc.
 - **Herramientas:** CV, LIDAR, radar, seguimiento y algoritmos de comprensión de escenas

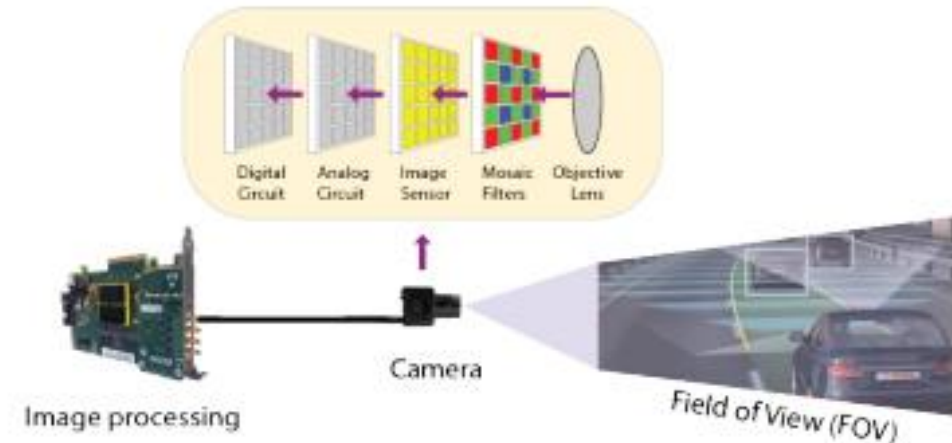


Figure 6. Principle of Vision System

Babak (2017). Control of autonomous ground vehicles: a brief technical review.

Tecnología de Percepción

- **RADAR**

- Rangos de salida y tasas de rango
- Robusto a las condiciones climáticas
- Rangos menos precisos en comparación con LIDAR



- **VISION**

- Salidas de imágenes
- Más informativo
- Sensible a las condiciones climáticas



- **LIDAR**

- Rangos de salida
- Sensible a la lluvia, al polvo, etc.
- Potencial para estimar formas de objetos



- **Ultrasónico**

- Sensible al ruido de múltiples rutas
- Se utiliza para la detección de colisiones cercanas



Tecnología de Percepción

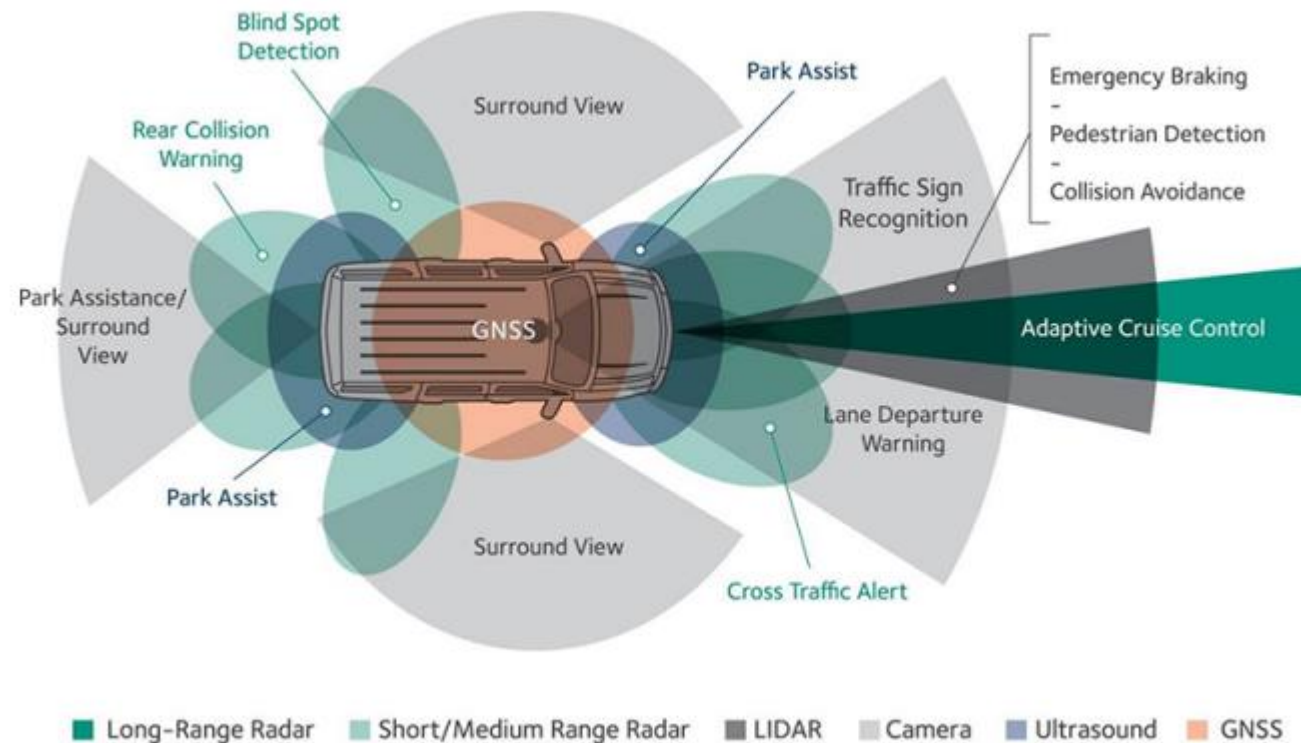
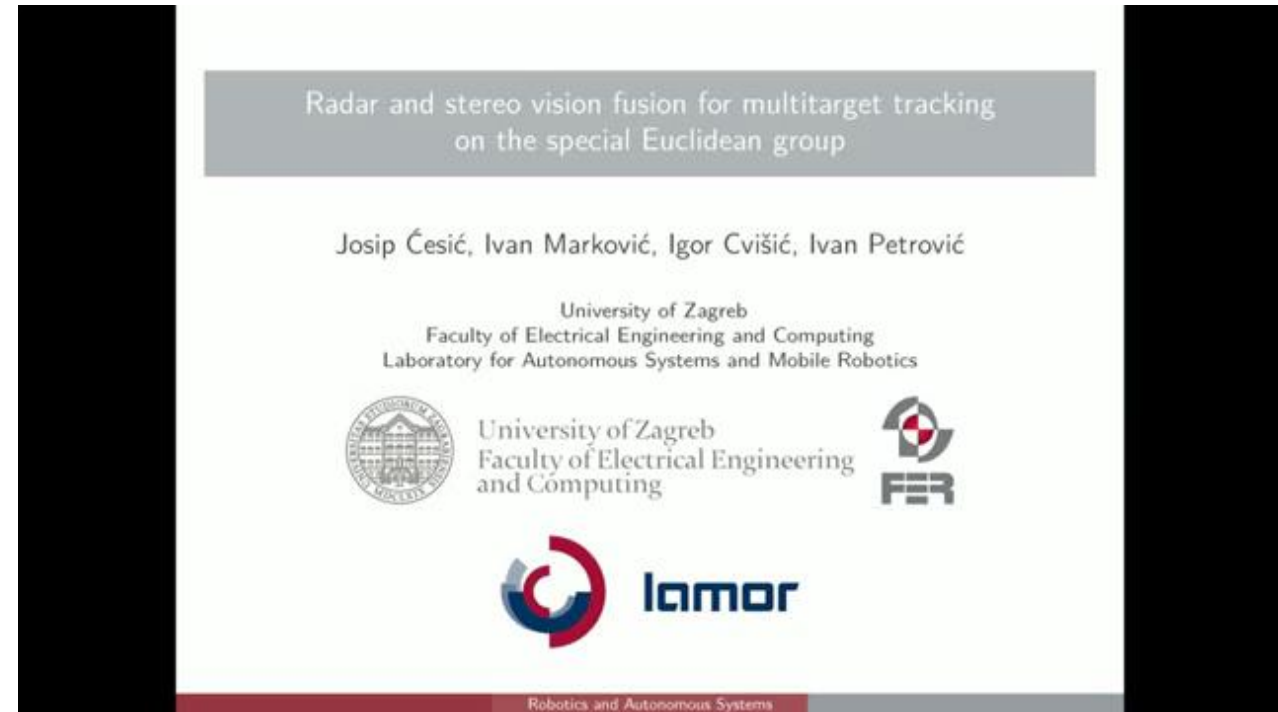


Figure 4. Sensors and their functionality in autonomous vehicle (source: Novatel)

Babak (2017). Control of autonomous ground vehicles: a brief technical review.

Tecnología de Percepción – Tracking

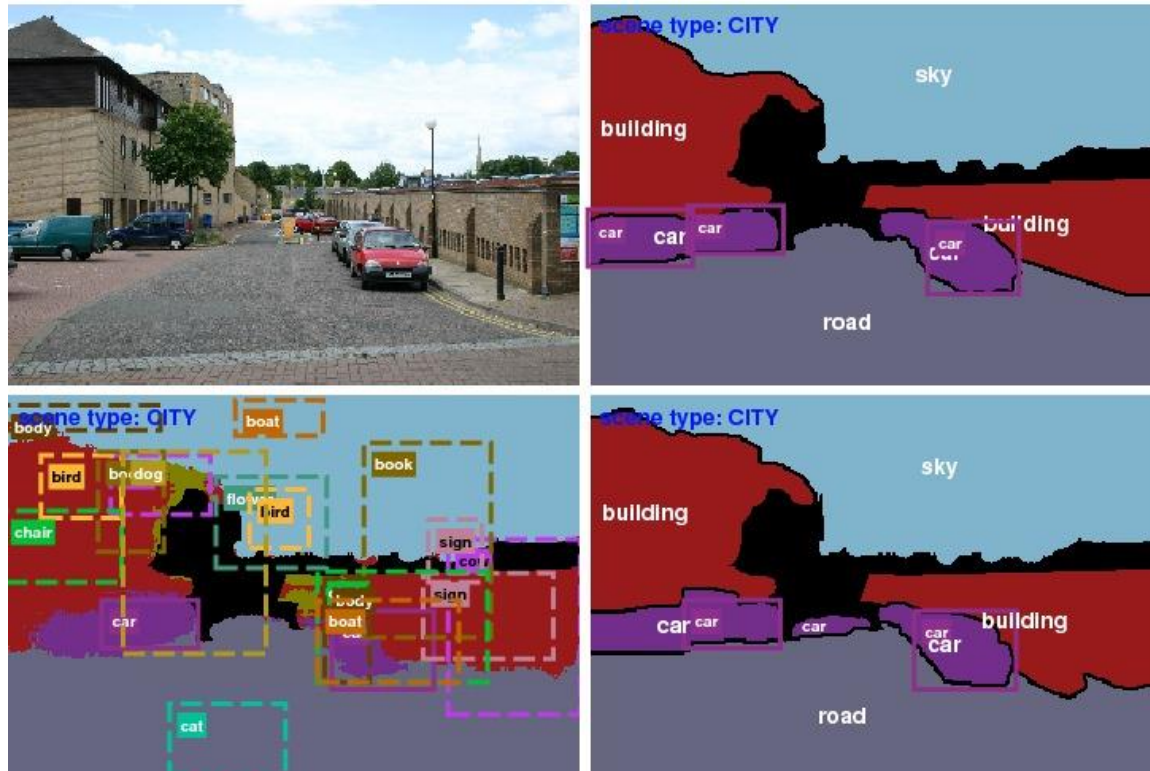
- **Medición/estimación** de la posición a lo largo del tiempo de objetos relevantes en el entorn.
- **DATMO**: Detección y seguimiento de objetos en movimiento
- Problema de Asociación: algoritmo húngaro
- **Herramientas de seguimiento**
 - Filtro de Kalman: cálculo bajo, hipótesis única
 - Filtro de partículas: cálculo más alto, múltiples hipótesis.



<https://www.youtube.com/watch?v=Br-qwez1L18&list=PLzSC9vdMfh5nh1nWWr8ZQ4xINP075dd1v&t=0s&index=2>

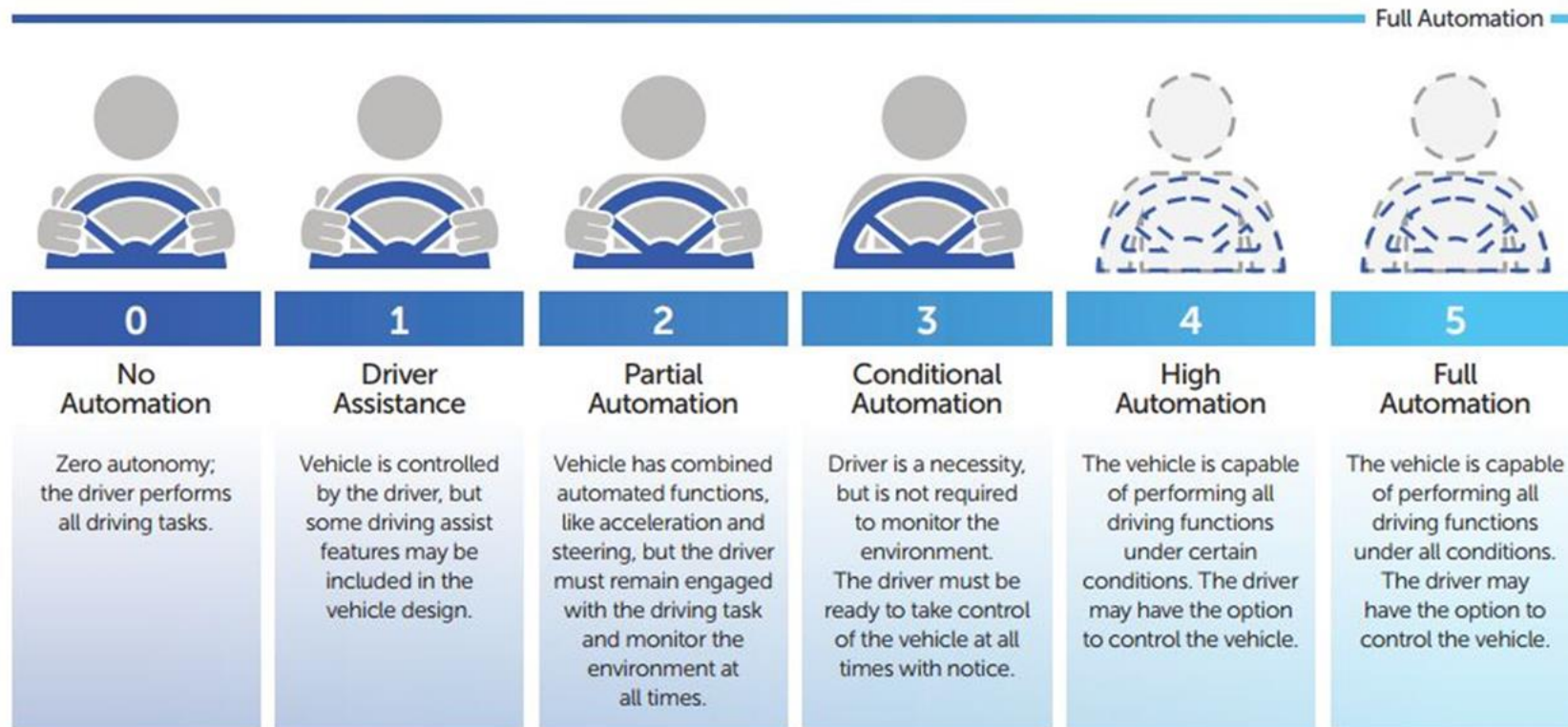
Tecnología de Percepción – Interpretar la escena

- Interpretación de escenas dinámicas
- Documento de encuesta reciente:
<https://ieeexplore.ieee.org/document/7944094/>



Niveles de Autonomía

SAE AUTOMATION LEVELS



AUTOMATION LEVELS OF AUTONOMOUS CARS

LEVEL 0



There are no autonomous features.

LEVEL 1



These cars can handle one task at a time, like automatic braking.

LEVEL 2



These cars would have at least two automated functions.

LEVEL 3



These cars handle "dynamic driving tasks" but might still need intervention.

LEVEL 4



These cars are officially driverless in certain environments.

LEVEL 5



These cars can operate entirely on their own without any driver presence.

SOURCE: SAE International

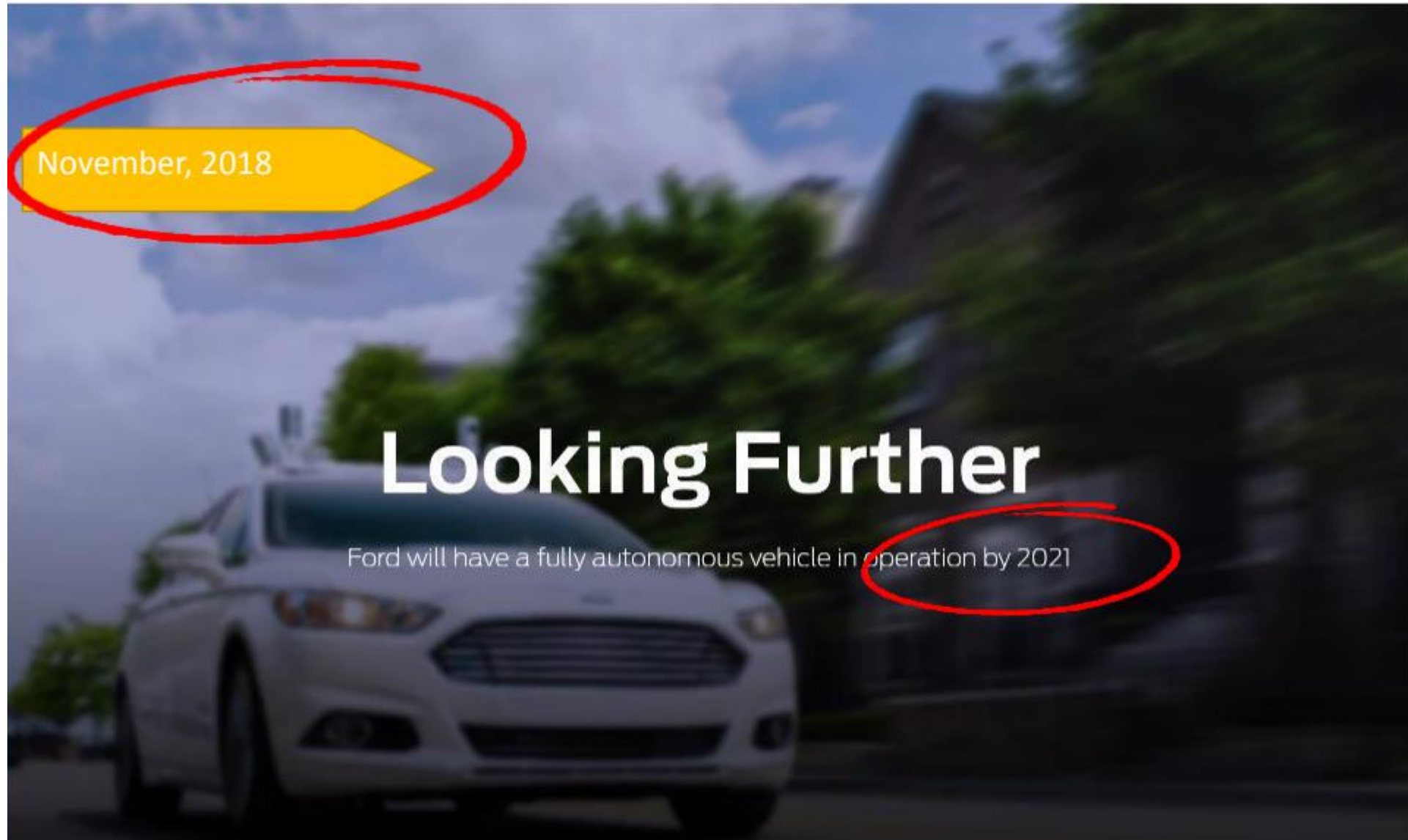
BUSINESS INSIDER

<https://www.geospatialworld.net/blogs/five-levels-of-autonomous-cars/>

Políticas Sociales y públicas



Políticas



November, 2018

Looking Further

Ford will have a fully autonomous vehicle in operation by 2021

Ford Changes Its Mind About Self-Driving Cars

APR 11, 2019 / BY JARED ROSENHOLTZ IN [AUTONOMOUS CAR](#) 

April, 2019

In reality, autonomous cars will have many limitations.

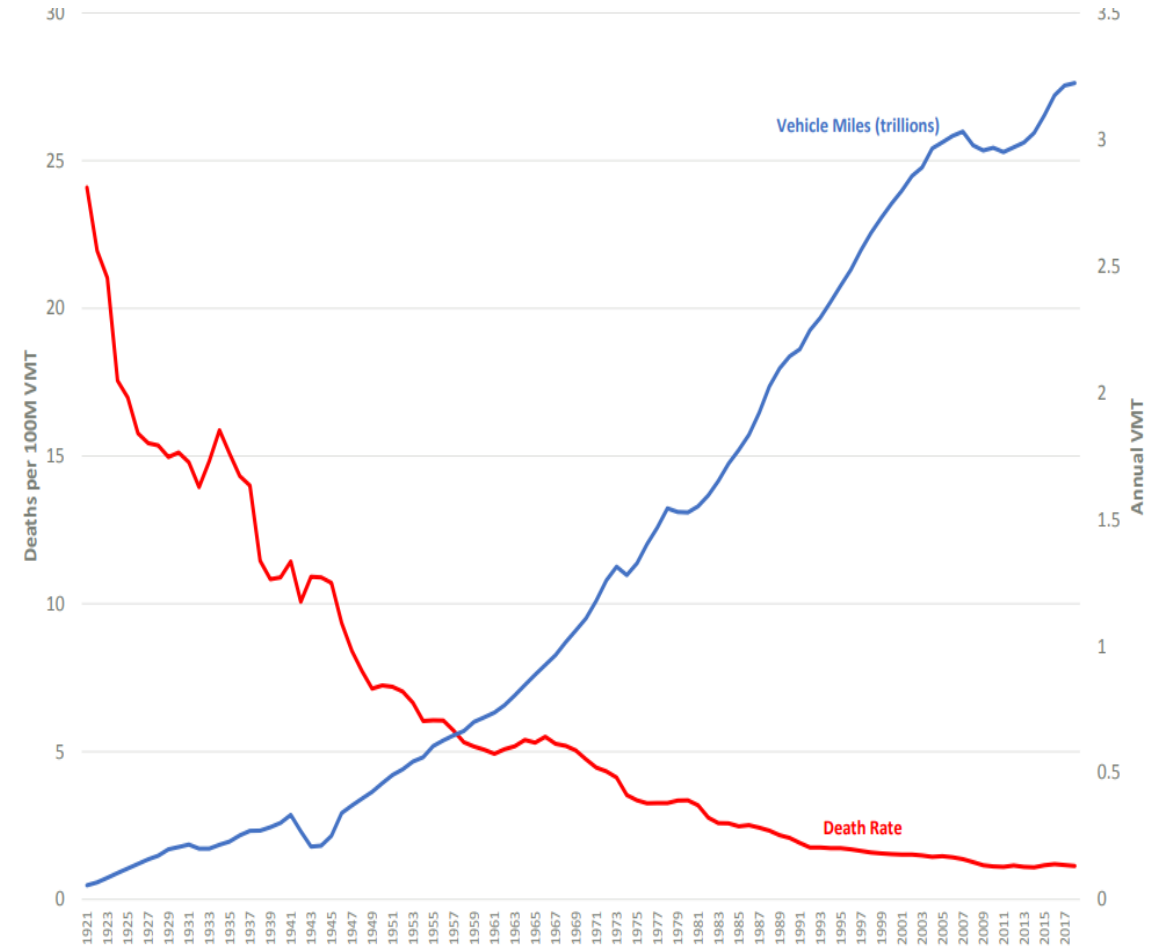
Despite what you may have heard about Tesla's Autopilot, there is no car currently on sale that offers full

self-driving. "We overestimated the arrival of autonomous vehicles," Jim Hackett said Tuesday at a Detroit Economic Club event. "[Self-driving] applications will be narrow, what we call geo-fenced, because the problem is so complex."

Ford previously said it would be the first to market with a self-driving car in 2021 but [speaking with Bloomberg](#), the company had to temper those expectations. "We overestimated the arrival of autonomous vehicles," Jim Hackett said. Ford's self-driving car will still arrive in 2021 but, "its applications will be narrow, what we call geo-fenced, because the problem is so complex."

Políticas

- **Estándares son muy altos:**
 - Estadounidenses manejan 5 trillones de kilómetros por año
 - 1.1 muertes por cada 150 millones de kilómetros
 - 77 heridos por cada 150 millones de kilómetros



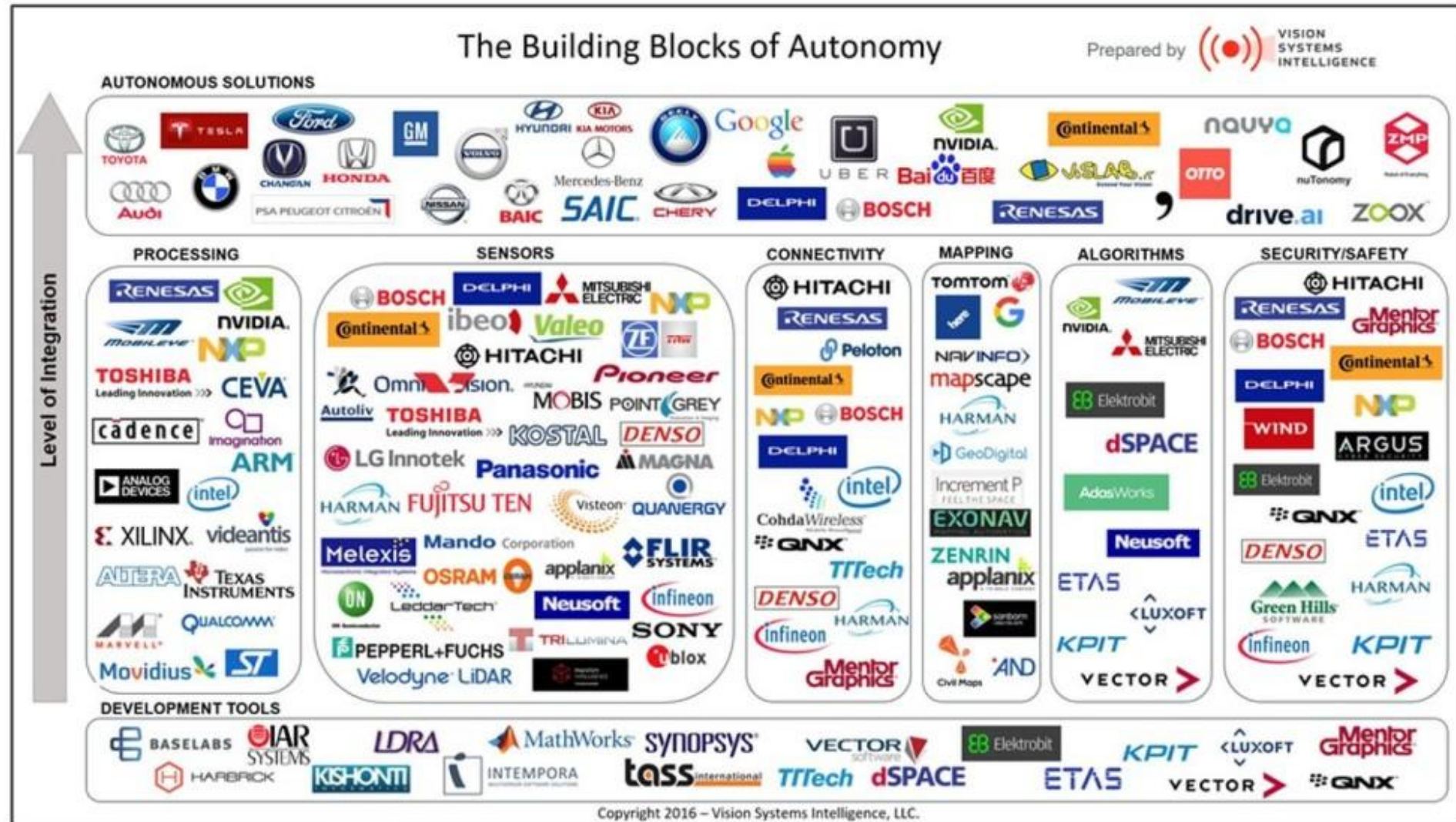
Políticas



Estado del Arte

A solid orange horizontal bar spanning the width of the slide, positioned below the text.

Estado del Arte



Estado del Arte

- Negocios: Ecosistema formado por muchos tipos de empresas
 - Conducción autónoma (solución completa)
 - Tratamiento
 - Sensores
 - Conectividad
 - Cartografía
 - Algoritmos
 - Seguridad/Protección
 - Herramientas de desarrollo

Estado del Arte

- Tecnológico: Rápido desarrollo desde 2007 Urban Challenge.
- Desafíos pendientes:
 - Localización (HD maps one solution)
 - Conducción urbana densa y caótica
 - Conducción socialmente cooperativa
 - Malas condiciones climáticas
 - Maniobras extremas (por ejemplo, evasivas)
 - Verificación

Conclusiones

A solid orange horizontal bar spanning the width of the slide, positioned below the word "Conclusiones".

Conclusiones

Tecnológico:

La autonomía total sigue sin llegar

Negocio:

Explotando

Política/Social/Legal:

Tratando de ponerse al día

Antes del miércoles próximo

- Confirmar fechas de tareas practicas