



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN DEL AUTOMÓVIL

PASADO, PRESENTE Y FUTURO DEL COCHE AUTÓNOMO.

Retos actuales e influencia en la movilidad

FELIPE JIMÉNEZ ALONSO

Director de la Unidad de Sistemas Inteligentes en vehículos del INSIA
Correo electrónico: felipe.jimenez@upm.es

Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

PRESENTACIÓN

EL COCHE FANTÁSTICO, ¿UN SUEÑO?



1982

Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

El coche fantástico, ¿un sueño?



1968

Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

El coche fantástico, ¿un sueño?



Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

PRESENTACIÓN

LA PRIMERA VISIÓN

La idea de un vehículo autónomo es casi tan antigua como el mismo vehículo.

La visión de GM sobre el futuro del transporte, presentada en la feria de muestras Futurama, durante la Exposición Universal de **1939** en Nueva York, ya incluía vehículos sin conductor.



Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

Los comienzos

Primer vehículo realmente automatizado:

- **Cuando:** 1977
- **Dónde:** Laboratorio Tsukuba Mechanical Engineering en Japón
- **Funcionalidad:** seguimiento de marcas blancas pintadas en la carretera y alcanzar una velocidad máxima de 30 km/h.

Vehículo autónomo circulando a alta velocidad:

- **Cuándo:** Años 80
- **Dónde:** Universidad de Múnich
- **Funcionalidad:** circulación hasta 100 km/h en calles sin tráfico, controlando a la vez volante, acelerador y freno por medio de comandos de ordenador basados en una evaluación a tiempo real de secuencias de imágenes.

Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

Los comienzos

Europa:

PROMETHEUS (PROgramMe for a European Traffic of Highest Efficiency and Unprecedented Safety, 1987-1995): Varios prototipos automatizados fueron mostrados en Octubre de 1994, en la Autopista 1 cerca del aeropuerto Charles-de-Gaulle de Paris.

EEUU:

Laboratorio de la Universidad Carnegie Mellon desarrolló 11 vehículos automatizados. En 1995 viajaron 3000 millas con un vehículo que condujo de forma automatizada el 98 % del tiempo.

En 1991, el Congreso aprobó un proyecto de ley, instando al Ministerio de Transporte a mostrar un vehículo automatizado y una infraestructura apta para la conducción automatizada. Demostración con 20 vehículos en 1997 en la autopista I-15 en San Diego.

El coche eléctrico autónomo de Nissan llegará en 2016

Bosch ha empezado a probar sus coches autónomos en Japón

Un prototipo autónomo de PSA Peugeot Citroën viaja de Paris a Burdeos

Estados Unidos apoya el coche sin conductor

Los humanos evitaron 13 accidentes del coche sin conductor de Google

El coche sin conductor de Google ha sufrido ya 11 accidentes

Ford está probando sus vehículos autónomos en situaciones climatológicas adversas

Apple ya está buscando dónde probar su coche sin conductor

Toyota y los coches sin conductor

El camión autónomo de Mercedes ya conduce por la autopista

Un Citroën Grand C4 Picasso autónomo va de Paris a Burdeos

Toyota va a tener su cartografía para coches autónomos

El vehículo autónomo necesitará los mapas más precisos del mundo y TomTom quiere hacerlos

¡Increíble! el nuevo Mercedes Clase E será un coche autónomo... encubierto

Volvo va a lanzar cien coches autónomos en el año 2017

Uber va a colaborar en la investigación sobre coches autónomos

Samsung y BMW se han unido para mejorar los coches autónomos

Ford inicia las pruebas con coches autónomos en California

VEHÍCULO AUTÓNOMO

Vehículos autónomo: vehículo que puede guiarse desde un origen a un destino elegido por el usuario.



Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

NIVELES DE AUTOMATIZACIÓN

Conducción asistida

La ejecución específica de una de las dos componentes de conducción (dirección o aceleración/deceleración) se lleva a cabo por medio de un sistema de asistencia que utiliza para ello la información sobre el entorno.

El conductor (humano) realiza todos los aspectos restantes de la tarea de conducción, vigilando constantemente el tráfico y siendo capaz de controlar el vehículo en cualquier situación

Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

NIVELES DE AUTOMATIZACIÓN

Conducción automatizada

La ejecución de las dos componentes del movimiento del coche se realiza por parte del sistema automatizado, permitiendo al conductor ausentarse de la conducción activa.

Las funciones de conducción automatizada pueden clasificarse según el grado y la duración de intervención requerida por parte del conductor:

Conducción parcialmente automatizada: El sistema toma el control longitudinal y lateral del movimiento del coche. Al igual que en el caso de la conducción asistida, el conductor humano tiene que vigilar permanentemente el entorno y el sistema, para ser capaz de retomar el control del vehículo en cualquier situación.

NIVELES DE AUTOMATIZACIÓN

Conducción automatizada

La ejecución de las dos componentes del movimiento del coche se realiza por parte del sistema automatizado, permitiendo al conductor ausentarse de la conducción activa.

Las funciones de conducción automatizada pueden clasificarse según el grado y la duración de intervención requerida por parte del conductor:

Conducción altamente automatizada: El sistema toma el control longitudinal y lateral del movimiento del coche en una situación predefinida -como por ejemplo, un atasco-. Ya no es necesario que el conductor supervise permanentemente el sistema. En caso necesario, el conductor recibirá la solicitud para retomar el control sobre el vehículo con suficiente margen de tiempo.

NIVELES DE AUTOMATIZACIÓN

Conducción automatizada

La ejecución de las dos componentes del movimiento del coche se realiza por parte del sistema automatizado, permitiendo al conductor ausentarse de la conducción activa.

Las funciones de conducción automatizada pueden clasificarse según el grado y la duración de intervención requerida por parte del conductor:

Conducción completamente automatizada: El sistema toma el control longitudinal y lateral del movimiento del coche en todas las situaciones; ya no es necesario que el conductor supervise el entorno o el sistema ni que retome el control sobre el vehículo.

NIVELES DE AUTOMATIZACIÓN

	N.º	Name	Steering, acceleration, deceleration	Monitoring driving environment	Follow-up performance of dynamic driving task	System capability (driving modes)
Human monitors environment	0	No automation the full-time performance by the human driver of all aspects of the dynamic driving task, even when enhanced by warning or intervention systems				
	1	Driver assistance the driving mode-specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the human driver perform all remaining aspects of the dynamic driving task.				Some driving modes
	2	Partial automation the driving mode-specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the human driver perform all remaining aspects of the dynamic driving task.				Some driving modes
Car monitors environment	3	Conditional automation the driving mode-specific performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task with the expectation that the human driver will respond appropriately to a request to intervene.				Some driving modes
	4	High automation the driving mode-specific performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task, even if a human driver does not respond appropriately to a request to intervene.				Some driving modes
	5	Full automation the full-time performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task under all roadway and environmental conditions that can be managed by a human driver				All driving modes

HANDS ON

HANDS OFF

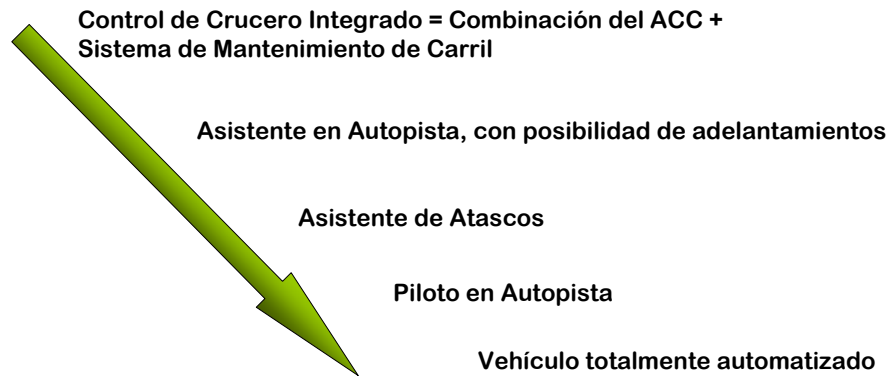
EYES OFF

MIND OFF

DRIVELESS

NIVELES DE AUTOMATIZACIÓN

Control de Crucero Adaptativo (ACC)
Sistema predictivo de frenada de Emergencia
Sistemas de mantenimiento del carril



Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

ALGUNAS INICIATIVAS



Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

ALGUNAS INICIATIVAS

DEFENSE ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY (DARPA) CHALLENGE



Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

ALGUNAS INICIATIVAS



Google



CSIC



ViSLAB IT
Personal Your Vision

Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

ALGUNAS INICIATIVAS



PSA PEUGEOT CITROËN



BOSCH



Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

ALGUNAS INICIATIVAS

DEMOSTRADORES DE MICROBUSES



Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

TECNOLOGÍA

DETECCIÓN

DECISIÓN

ACTUACIÓN

Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

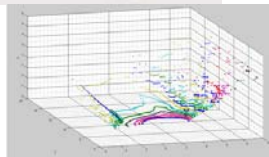
TECNOLOGÍA

DETECCIÓN

DECISIÓN

ACTUACIÓN

- Empleo de láser, radar, visión artificial,...
- Limitaciones de cada tipo de sensor
- Problemas de entornos complejos
- Fusión de información
- Empleo de otras fuentes de información



Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

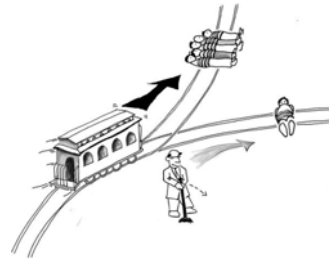
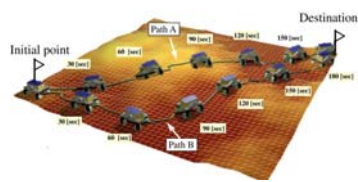
TECNOLOGÍA

DETECCIÓN

DECISIÓN

ACTUACIÓN

- Eliminación de falsas alarmas
- Elección de mejor acción para:
 - Evitar el accidente
 - Mejor configuración de accidente
- No crear otras situaciones de riesgo
- Mantener estabilidad del vehículo



Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

TECNOLOGÍA

DETECCIÓN

DECISIÓN

ACTUACIÓN

- Control de la velocidad
- Control de la dirección
- Proporcionar una respuesta a tiempo
- Permitir acción del conductor

Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

VEHÍCULO CONECTADO

!!!EL VEHÍCULO AUTÓNOMO NO ESTÁ SOLO!!!



VEHÍCULO CONECTADO

Conducción autónoma:
el vehículo realiza tareas sin intervención del conductor.



Conducción conectada:
el vehículo intercambia
información con el exterior



Conducción cooperativa:
Los vehículos interactúan en
la toma de decisiones



CONDUCCIÓN AUTÓNOMA COOPERATIVA

VEHÍCULO CONECTADO

- Los Sistemas Cooperativos son aquellos servicios basados en comunicaciones e intercambio de información entre vehículos o entre vehículos y la infraestructura, pudiendo extenderse a casos de otros usuarios no necesariamente embarcados en un vehículo.
- El vehículo se encuentra conectado en un entorno cooperativo
 - posee datos propios y percibe su entorno por medio de sensores embarcados
 - Recibe información de otros vehículos, de la infraestructura o de centrales de tráfico,
 - Dispone de posicionamiento por satélite o por medio de balizas en la vía.

Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

EJEMPLOS DE APLICACIONES

Aviso de zonas de la carretera con características especiales

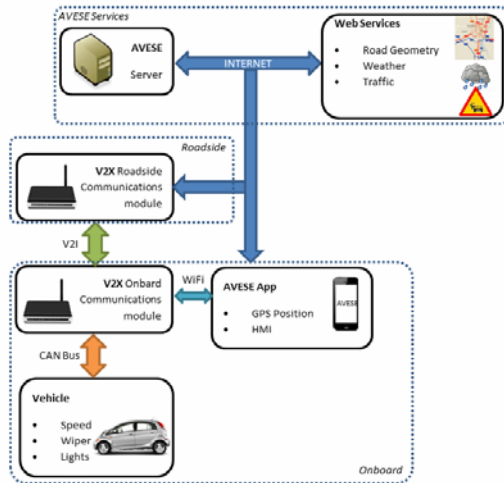


Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

EJEMPLOS DE APLICACIONES

Control de la velocidad

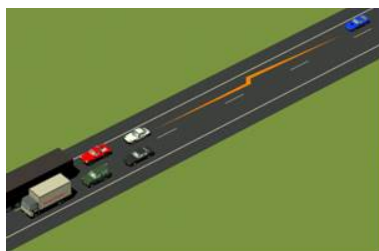


Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

EJEMPLOS DE APLICACIONES

Evitación accidentes por alcance



Aviso de sobrepasar semáforo en rojo

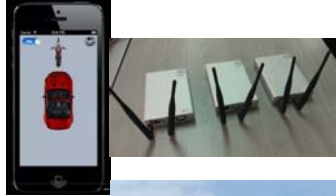


Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

EJEMPLOS DE APLICACIONES

Detección de usuarios vulnerables



Usando Comobity proteges a otros y te proteges a ti mismo. Porque:

- Hace visibles a los ciclistas.
- Puedes indicar que has tenido una incidencia.
- Te avisa sobre eventos que encontrarás en tu trayecto.
- Y todo sin tener que saber quien eres.



Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

EJEMPLOS DE APLICACIONES

Asistencia para adelantamiento seguro



Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

EJEMPLOS DE APLICACIONES

Evitación de colisiones en intersecciones

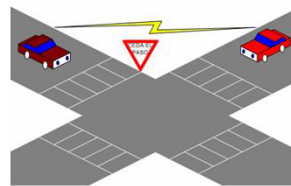
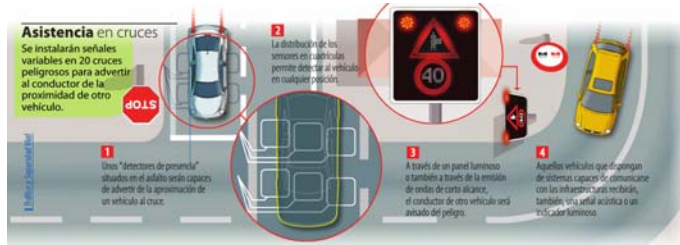
Asistencia en cruces
Se instalarán señales variables en 20 cruces peligrosos para advertir al conductor de la proximidad de otro vehículo.

1. Una "detección de presencia" situada en el asfalto será capaz de advertir de la aproximación de un vehículo al cruce.

2. La distribución de los sensores en cuadrículas permite detectar al vehículo en cualquier posición.

3. A través de un panel luminoso o también a través de la emisión de ondas de corto alcance, el conductor de otro vehículo será avisado del peligro.

4. Aquellos vehículos que dispongan de sistemas capaces de comunicarse con los sensores en las vías, también, una señal acústica o un proyector luminoso.



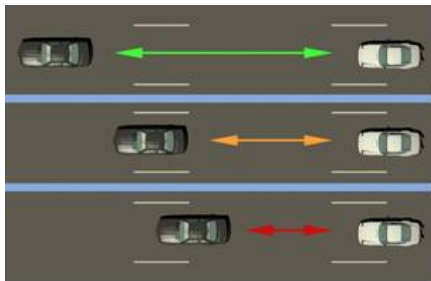
Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

EJEMPLOS DE APLICACIONES

Alternativa o soporte a sistemas autónomos

Distancia de seguridad



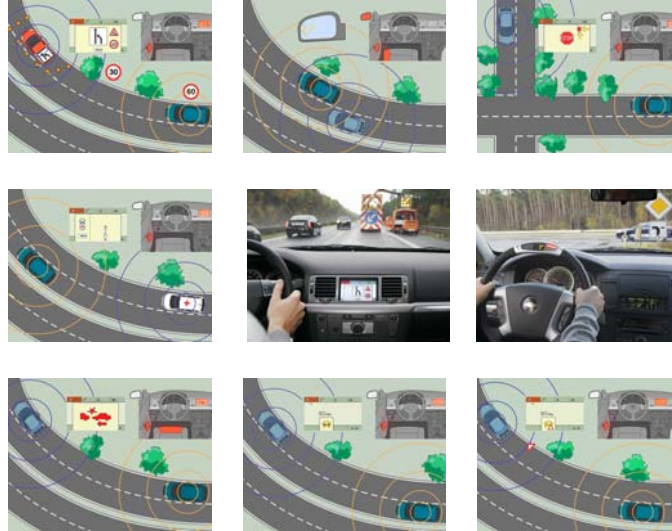
Supervisión del ángulo muerto



Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

EJEMPLOS DE APLICACIONES



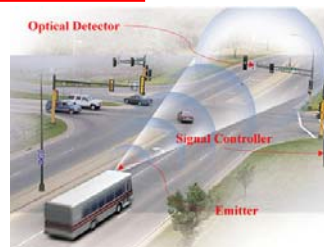
GM

Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

EJEMPLOS DE APLICACIONES

Prioridad semafórica

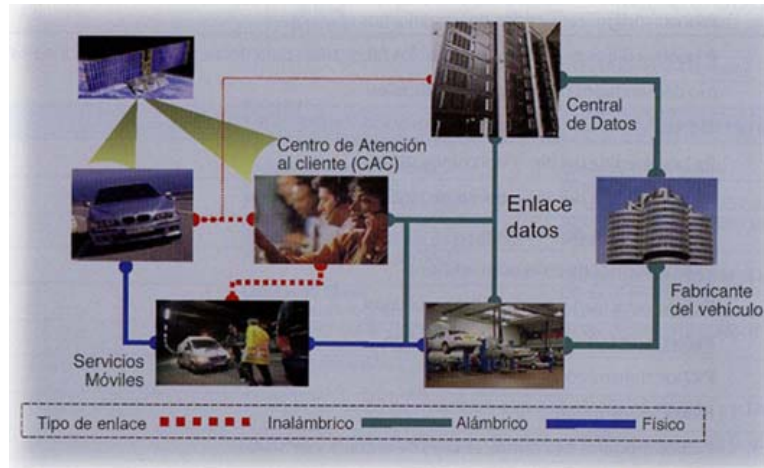


Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

EJEMPLOS DE APLICACIONES

DIAGNOSIS REMOTA



Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

EJEMPLOS DE APLICACIONES

C-ITS Day 1

Nº Servicio	Nombre	Tipo de comunicaciones	Tipo de aplicación
1	Emergency electronic brake light	V2V	Safety
2	Emergency vehicle approaching	V2V	Safety
3	Slow or stationary vehicle(s)	V2V	Safety
4	Traffic jam ahead warning	V2V	Safety
5	Hazardous location notification	V2I	Motorway
6	Road works warning	V2I	Motorway
7	Weather conditions	V2I	Motorway
8	In-vehicle signage	V2I	Motorway
9	In-vehicle speed limits	V2I	Motorway
10	Probe vehicle data	V2I	Motorway
11	Shockwave damping	V2I	Motorway
12	GLOSA / Time To Green (TTG)	V2I	Urban
13	Signal violation/Intersection safety	V2I	Urban
14	Traffic signal priority request by designated vehicles	V2I	Urban

Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

EJEMPLOS DE APLICACIONES

C-ITS Day 1.5

Nº Servicio	Nombre	Tipo de comunicaciones	Tipo de aplicación
1	Off street parking information	V2I	Parking
2	On street parking information and management	V2I	Parking
3	Park & Ride information	V2I	Parking
4	Information on AFV fuelling & charging stations	V2I	Smart Routing
5	Traffic information and smart routing	V2I	Smart Routing
6	Zone access control for urban areas	V2I	Smart Routing
7	Loading zone management	V2I	Freight
8	Vulnerable road user protection (pedestrians and cyclists)	V2X	VRU
9	Cooperative collision risk warning	V2V	Collision
10	Motorcycle approaching indication	V2V	Collision
11	Wrong way driving	V2I	Wrong Way

Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

ASPECTOS ABIERTOS

DE LA CONDUCCIÓN MANUAL ASISTIDA HACIA COMPLETAMENTE AUTOMATIZADA

- Interacción con el conductor
- Interacción con otros usuarios
- Reconocimiento fiable del entorno
- Abaratamiento de tecnologías
- Aspectos legales
- Aspectos éticos
- Comportamiento "predecible"
- Facilitar interacción eficiente
- Gestión de la información y las comunicaciones
- ...



Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

ASPECTOS ABIERTOS

Integración en entornos desestructurados

El vehículo autónomo no sabe gestionar el caos, un humano sí.



Gestión eficaz del espacio compartido

ASPECTOS ABIERTOS

¿Se pasa por un cambio de modelo de transporte?

- Nuevas formas de movilidad (mobility as a service)
- ¿Cambia el vehículo autónomo el modelo de propiedad del automóvil?
- Si los fabricantes asumen su responsabilidad. ¿Qué pasará con las compañías aseguradoras?
- ¿Quién tiene la culpa en el caso de que tenga un accidente un vehículo autónomo?
- ¿Qué papel juegan las autoescuelas?
- ¿Cómo interactúan vehículos conectados con otros que no lo están?

ASPECTOS ABIERTOS

¿Cuál es el impacto sobre la elección del modo de transporte?

Los vehículos autónomos combinan las ventajas del transporte público y de los vehículos privados tradicionales

¿Cuál es el impacto en las operaciones de vehículos comerciales?

- Mayor eficiencia en las operaciones
- Operación durante horas valle y noche reduciendo congestión

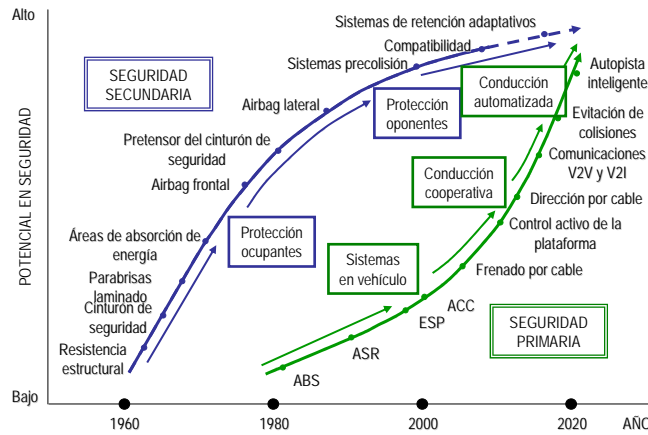
ASPECTOS ABIERTOS

**¿CONDUCCIÓN AUTOMÁTICA O
AUTOMATIZACIÓN EN SITUACIONES
CONCRETAS COMO AYUDA PARA LA
MEJORA DE LA SEGURIDAD Y LA
EFICIENCIA?**



**¿ES POSIBLE LA CONDUCCIÓN
AUTÓNOMA SIN QUE SEA
COOPERATIVA?**

ASPECTOS ABIERTOS



Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

PROYECTOS EN INSIA

Líneas de trabajo

Sistemas de asistencia relacionados con la velocidad de circulación

Sistemas de detección del entorno

Evaluación de patrones de conducción y efectos de ADAS



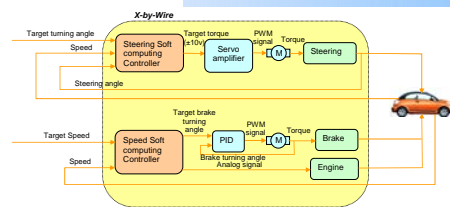
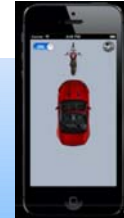
Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

PROYECTOS EN INSIA

Líneas de trabajo

Automatización de vehículos para conducción autónoma o sistemas de evitación de colisiones



Sistemas de seguridad basados en comunicaciones V2X



Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

PROYECTOS EN INSIA



DETECCIÓN

DECISIÓN

ACTUACIÓN

- Detección de obstáculos con láser
- Detección con visión artificial
- Perfeccionamiento de algoritmos
- Empleo de posicionamiento preciso

- Fusión sensorial
- Búsqueda de áreas libres
- Posibilidad de maniobras
 - frenado
 - esquivas

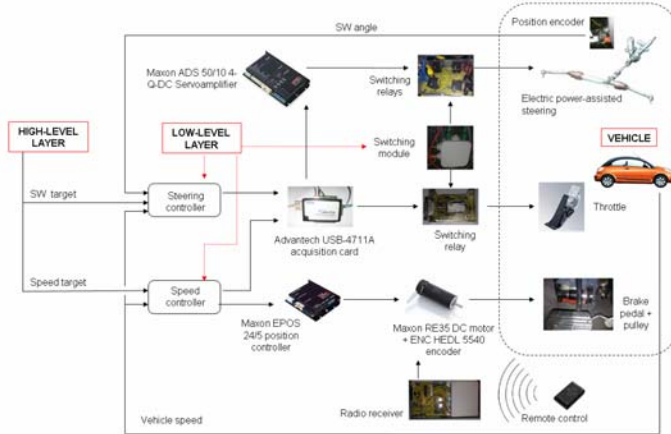
- Autom. dirección con asistencia eléctrica
- Autom. universal de la dirección
- Integración de los 3 niveles en sistema de evitación de colisiones

Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

PROYECTOS EN INSIA

ARQUITECTURA DE BAJO NIVEL PARA EL CONTROL DE UN VEHÍCULO



Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

PROYECTOS EN INSIA

ARQUITECTURA DE BAJO NIVEL PARA EL CONTROL DE UN VEHÍCULO

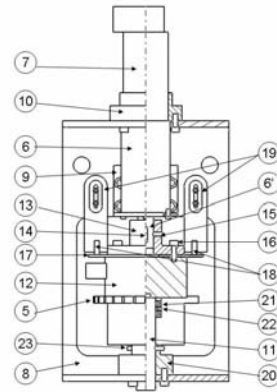
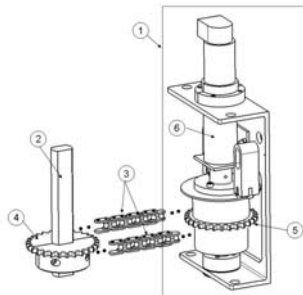


Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

PROYECTOS EN INSIA

SOLUCIONES PARA VEHÍCULOS CON DIRECCIÓN ASISTIDA ELÉCTRICA O HIDRAULICA

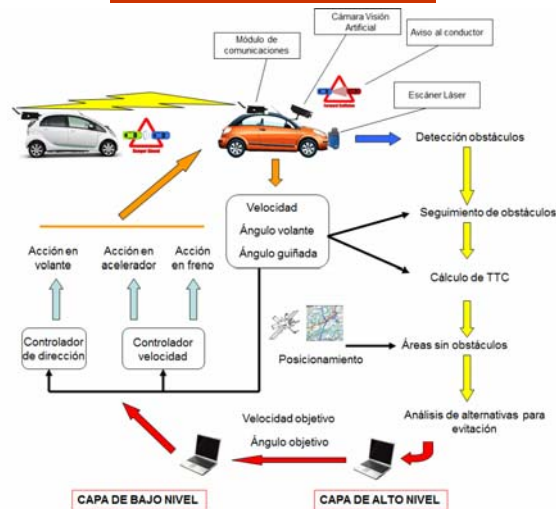


Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

PROYECTOS EN INSIA

EVITACIÓN DE COLISIONES

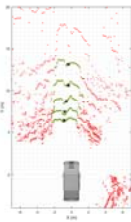


Pasado, presente y futuro del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso

PROYECTOS EN INSIA

AUTOMATIZACIÓN EN ENTORNOS NO ESTRUCTURADOS



Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN DEL AUTOMÓVIL

PASADO, PRESENTE Y FUTURO DEL COCHE AUTÓNOMO. Retos actuales e influencia en la movilidad

FELIPE JIMÉNEZ ALONSO

Director de la Unidad de Sistemas Inteligentes en vehículos del INSIA
Correo electrónico: felipe.jimenez@upm.es

Pasado, presente y futuro
del coche autónomo

Felipe Jiménez Alonso