

## Un enfoque inteligente amplía las posibilidades de automatización del estacionamiento

Las funciones de ayuda al estacionamiento, como los avisos de proximidad y el estacionamiento a manos libres supervisado por el conductor, se han convertido en una comodidad común en la mayoría de las clases de vehículos.

Pero a medida que los consumidores exigen funciones de estacionamiento más avanzadas, se hace evidente que los sistemas de estacionamiento autónomo deben diseñarse como tecnologías críticas para la seguridad, no como meras comodidades. Un vehículo que se estaciona solo debe ser plenamente consciente de la proximidad de peatones, conocer todo el espacio disponible a su alrededor y ser lo suficientemente inteligente como para utilizar esa información para ejecutar la maniobra con seguridad y eficacia.

Eso significa que las tecnologías utilizadas en los sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS) para la conducción en calles locales son fundamentales para garantizar un mayor rendimiento y seguridad cuando se trata de la asistencia al estacionarse. Los mismos sensores e inteligencia de aprendizaje automático que impulsan los ADAS en escenarios de conducción urbana complejos y en condiciones meteorológicas y de iluminación difíciles desempeñarán papeles clave en el estacionamiento automatizado a medida que evolucione.

## EL RETO UNIVERSAL

Estacionarse es la conclusión esperada de todo viaje en vehículo, pero las condiciones en las que esto ocurre pueden ser tan variadas como un estacionamiento vacío y bien iluminado, un camino de entrada por la noche o un estacionamiento abarrotado bajo un aguacero. Tanto si el vehículo está parado de morro, de espaldas o en paralelo, se espera que se detenga de forma segura.

La automatización de esta función en todas las condiciones comienza con unas sólidas capacidades de detección y percepción. Aunque muchas funciones de automatización de estacionamientos se basan principalmente en sensores ultrasónicos y cámaras, los radares de última generación mejorados con inteligencia artificial y aprendizaje automático (AI/ML) presentan ventajas significativas sobre otras formas de detección. El uso del radar para interpretar el entorno de estacionamiento transforma la forma en que un vehículo puede planificar y llevar a cabo las tareas de estacionamiento.

Los datos de radar mejorados, fusionados con las entradas de cámaras y sensores ultrasónicos, permiten funciones de estacionamiento seguras y fiables con niveles cada vez mayores de automatización del vehículo. Por ejemplo, los vehículos pueden utilizar el radar para identificar una plaza de estacionamiento libre desde una distancia suficiente para entrar en ella directamente, sin ir tan despacio que frustre a los conductores cercanos. Otras modalidades de detección suelen requerir que el vehículo pase primero por delante de la plaza cuando circula a la velocidad típica de un estacionamiento. Los sistemas inteligentes también pueden cartografiar una zona de estacionamiento y ser entrenados para navegar por ella más adelante, y el radar permitirá a los coches autónomos de Nivel 4 alejarse con seguridad para estacionarse en un garaje y volver cuando se les solicite.

## PERCEPCIÓN EFICAZ Y ROBUSTA

El radar presenta ventajas significativas con respecto a los sensores de visión y ultrasónicos, ya que permite una percepción más robusta de 360 grados en una gama más amplia de condiciones. Debido a estas ventajas, el radar se está convirtiendo cada vez más en la base de una amplia gama de funciones ADAS, pero las ventajas del radar también permiten a los fabricantes de equipos originales crear funciones de estacionamiento con mayores capacidades en un ámbito de diseño operativo más amplio.

En comparación con los sensores ultrasónicos -componentes básicos de muchos sistemas de estacionamiento asistido-, el radar ofrece un alcance mucho mayor: potencialmente de cinco a diez veces mayor. Este mayor alcance mejora considerablemente la prevención de colisiones y permite nuevas acciones de estacionamiento. Por ejemplo, los sensores ultrasónicos sólo pueden medir el tamaño de una plaza de estacionamiento cuando se está directamente delante de ella, lo que obliga al vehículo a pasar por delante de la plaza, dar marcha atrás y volver a entrar en ella. El radar detecta un espacio adecuado entre dos vehículos estacionados desde una distancia más lejana, lo que permite al vehículo maniobrar directamente para entrar en él.

Además, los últimos avances en radar han ampliado su campo de visión verticalmente para que pueda detectar obstáculos que sobresalen, como plataformas de tractocamiones u objetos que sobresalen de la plataforma de una camioneta.

El radar tiene ventajas clave sobre los sistemas de visión para percibir con precisión la distancia y distinguir entre objetos. La detección por radar proporciona de forma inherente la distancia a un objeto, mientras que los sistemas de visión están limitados por la percepción 2D de las cámaras. Los sistemas de visión tienen que recurrir a técnicas de triangulación mientras se mueven entre objetos para determinar la distancia a un objeto determinado en su campo de visión,

como un coche estacionado, y la percepción de la distancia con estos sistemas disminuye a distancias mayores. El radar también distingue mejor entre uno o dos objetos parcialmente superpuestos, como los peatones.

**Alta disponibilidad**

Además, el radar funciona en determinadas condiciones, como lluvia, niebla y oscuridad, que hacen que otros sensores sean menos fiables. Las cámaras frontales dependen de los limpiaparabrisas o de los faros para mantener su visión despejada, pero las cámaras situadas en otros lugares del vehículo carecen de esas características. La acumulación de sal, polvo y suciedad, que puede ser una presencia constante durante condiciones meteorológicas adversas, puede degradar el rendimiento de las cámaras y los sensores ultrasónicos, e incluso activar alarmas de proximidad cuando las señales ultrasónicas rebotan en la superficie de un sensor debido a una gran acumulación de material.

Estas condiciones afectan mucho menos a la transmisión de las ondas de radar, por lo que las unidades de radar montadas alrededor de un vehículo pueden proporcionar una detección fiable de 360 grados en la gama más amplia posible de escenarios de conducción.

**PERCEPCIÓN INTELIGENTE**

Las innovaciones en el hardware de radar y en el procesamiento de señales se basan en los puntos fuertes inherentes a la tecnología, lo que permite nuevas aplicaciones en toda la gama de automatización de vehículos, desde el estacionamiento hasta el ADAS de alta velocidad y la conducción autónoma.

**La detección gana en precisión**

Las nuevas tecnologías de guía de ondas de aire en 3D para antenas de radar permiten utilizar haces de radar especiales adaptados

a aplicaciones específicas. Estas tecnologías iluminan eficazmente el entorno con señales de radar y reciben los débiles ecos que retornan con escasas pérdidas, lo que permite una mayor precisión al tiempo que se mantienen bajos los costes y el tamaño de los sensores. Con las guías de ondas aéreas 3D, los sensores de radar reciben más datos necesarios para identificar dónde están los objetos, a qué velocidad se mueven e

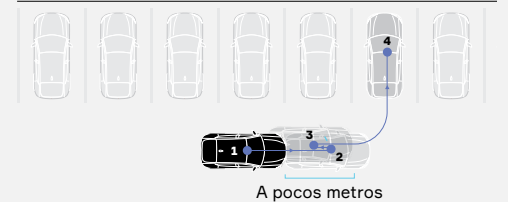
**Mejor detección de plazas de estacionamiento**

Varias tecnologías de detección diferentes pueden detectar plazas de estacionamiento abiertas, pero el radar destaca por detectarlas antes a velocidades de conducción convencionales.

**Ultrasónico**



**Cámaras**



**Radar**



incluso qué son, alimentando los datos a sistemas de aprendizaje automático para clasificar los objetos.

La última generación de radares añade además una cuarta dimensión, la detección de la elevación. Esto permite al sistema crear una nube de puntos de radar para modelar el entorno circundante en alta definición, con detalles importantes como bordillos bajos, señales aéreas y puertas de estacionamientos.

### **IA/ML: Un multiplicador de fuerza**

La inteligencia artificial y el aprendizaje automático son los que más están contribuyendo a transformar las capacidades del radar. La creciente potencia de las plataformas informáticas flexibles y centralizadas a bordo y el rápido desarrollo de algoritmos de reconocimiento de patrones están contribuyendo a hacerlo posible.

El radar se ha utilizado principalmente para detectar la ubicación, dirección y velocidad de vehículos y otros objetos altamente reflectantes, sobre todo para aplicaciones ADAS de alta velocidad como el control de cruce adaptativo. Ahora se están aplicando a las señales de radar técnicas de aprendizaje automático como las utilizadas para entrenar los sistemas de visión a bordo de vehículos para distinguir entre vehículos, peatones e infraestructuras viarias.

Una resolución mejorada, redes neuronales entrenadas y algoritmos de recepción de radar más potentes confieren a estos sistemas inteligentes una mayor capacidad para identificar correctamente objetos inmóviles y poco reflectantes. En aplicaciones de estacionamiento, la combinación permite a los vehículos analizar todos los obstáculos potenciales del entorno, incluidos los objetos parcialmente ocluidos, como los peatones que caminan detrás de los coches.

### **La fusión de sensores añade valor**

La visión sigue siendo esencial en muchas aplicaciones de estacionamiento para usos

como la lectura de señales y la identificación de marcas de carril, y estos datos pueden combinarse con las entradas de radar mediante la fusión de sensores. Las lecturas de los sensores ultrasónicos, que proporcionan una detección de corto alcance de bajo coste, también pueden fusionarse con estos datos. La fusión de sensores ayuda a obtener la mejor imagen posible del entorno.

El radar es especialmente adecuado para el procesamiento de IA/ML en comparación con otras tecnologías de detección. A diferencia de los sensores ultrasónicos, el radar capta suficientes detalles como para utilizarlos en la clasificación de objetos. Pero genera menos datos globales que los sistemas de visión, que tienen en cuenta detalles innecesarios como el color del vehículo, por lo que la identificación de peligros requiere menos potencia de cálculo en la plataforma informática central del vehículo. El preprocesamiento en el vehículo de los datos procedentes de los sensores de radar puede reducir aún más los requisitos informáticos.

## **AVANCES AVANZADOS EN EL ESTACIONAMIENTO**

Varias funciones de ayuda al estacionamiento de próxima generación se benefician de los avances en detección y percepción, incluido el procesamiento de señales AI/ML, para aumentar la automatización, la disponibilidad y la seguridad. Aptiv ha desarrollado cuatro de estas aplicaciones.

### **Asistencia al estacionamiento automático**

Auto Parking Assist permite al vehículo encontrar, entrar y salir automáticamente de una plaza de estacionamiento. Controla la dirección, la velocidad, los frenos y la caja de cambios mientras el conductor supervisa el proceso desde el interior o el exterior del vehículo. Los sensores de radar escanean un estacionamiento e identifican una plaza adecuada. A continuación, el vehículo puede dirigirse directamente a él y maniobrar para entrar y salir sin intervención del

conductor. Una red neuronal procesa los datos del radar utilizando IA/ML para detectar, rastrear e identificar todo tipo de peligros, al tiempo que integra la visión para leer señales y marcas viales.

Como función de automatización SAE de nivel 2, el asistente de estacionamiento automático solo puede funcionar cuando el conductor está atento y preparado para tomar el control, ya sea en el vehículo o a distancia con un llavero o una aplicación de smartphone que puede detener el vehículo. Esto permite a los propietarios estacionarse en espacios expuestos a la intemperie o demasiado estrechos para abrir las puertas.

**Estacionamiento con memoria**

Esta función, demostrada por primera vez por Aptiv en CES 2023, permite a un vehículo grabar el proceso de estacionamiento en un lugar determinado y repetirlo más tarde automáticamente con el conductor presente.

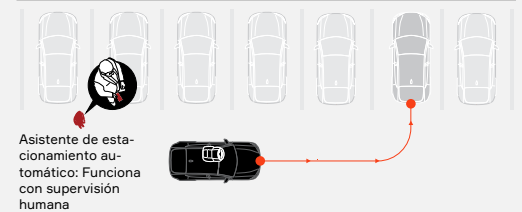
La primera vez que un conductor se estaciona en un lugar determinado y ordena al sistema que grabe, Memory Parking detecta y clasifica todos los objetos inmóviles del entorno, exclusivamente con un radar mejorado con IA/ML. Utiliza estos datos para construir un mapa virtual que permanece en el vehículo, y los datos registrados en viajes posteriores se agregan para mantener el mapa actualizado. Si se produce un cambio importante y permanente en la zona, Memory Parking indicará al conductor que lo vuelva a modelar.

Memory Parking modela la escena mediante una cuadrícula de ocupación, en la que un algoritmo de recepción por radar clasifica con un alto grado de certeza cualquier objeto inmóvil en un cuadrante determinado, como el pilar de un garaje. El mapa virtual, junto con las entradas de los sensores en tiempo real, permite al vehículo situarse en el entorno aprendido mediante la localización y el mapeado simultáneos.

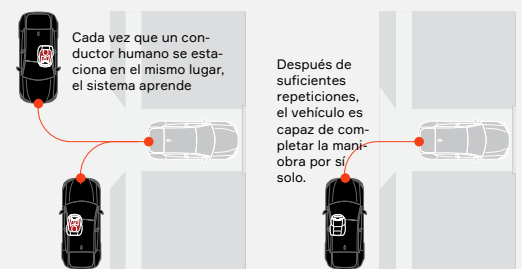
**Opciones avanzadas de estacionamiento**

Los avances en detección y percepción permiten varias aplicaciones de estacionamiento

**Asistente de estacionamiento automático:** Funciona con supervisión humana



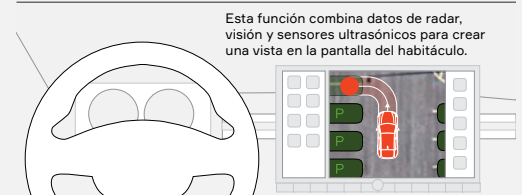
**Estacionamiento con memoria:** Aprende patrones de estacionamiento frecuentes



**Auto Park Valet:** Se estaciona de forma totalmente autónoma



**Vista envolvente:** Crea una visión global



El estacionamiento con memoria cartografía automáticamente la zona sin hacer referencia a ningún mapa existente, pero también puede alinearse con un mapa comercial de los alrededores cuando haya uno disponible. Esta función, también conocida como estacionamiento en zona residencial, está diseñada para navegar hasta una plaza o garaje en una propiedad privada, como la entrada de una casa. Una función de "invocación" de Nivel 2 es posible utilizando las mismas tecnologías sin necesidad de formación adicional.

Aunque inicialmente se diseñó como una función SAE de Nivel 2+ que requiere la supervisión del conductor desde el interior o el exterior del vehículo, la función Memory Parking podría implementarse como Nivel 4 -permitiendo la autonomía del vehículo dentro de un dominio limitado- con suficientes sistemas de detección e informáticos redundantes para garantizar la seguridad.

### Auto Park Valet

Esta función de estacionamiento de Nivel 4 de la hoja de ruta de Aptiv permitirá a un vehículo dejar pasajeros, encontrar un cajón de estacionamiento adecuado y volver cuando se le llame, todo ello sin supervisión ni control del conductor. Proporcionará plena autonomía dentro de un dominio de diseño operativo limitado al estacionamiento.

Auto Park Valet utilizará mapas digitales de alta definición de fuentes externas para la localización y navegación dentro de las zonas de estacionamiento. En tiempo real, utilizará una combinación de radar y visión para encontrar cajones de estacionamiento adecuados a distancia y entrar directamente en ellos. Auto Park Valet está diseñado para estacionarse en estacionamientos y garajes públicos sin necesidad de formación y se basará en mapas de alta definición de grandes áreas que se espera que estén disponibles comercialmente en paralelo con las capacidades a bordo del vehículo.



**Cada vez más, la ayuda al estacionamiento no es sólo una función práctica, sino que forma parte de la automatización continua de los vehículos, sujeta a todas las exigencias de seguridad del mundo real impuestas a esta tecnología.**

### Vista envolvente

Esta función utiliza la fusión de sensores para combinar datos de radar, visión y ultrasonidos en una vista del entorno del vehículo que se muestra en la pantalla del habitáculo. Combina imágenes de varias cámaras de visión envolvente y puede ofrecer varios ángulos de visión. Sobre la imagen de vídeo puede superponerse otra información, como la trayectoria actual del volante y avisos de distancia.

### UN ENFOQUE SISTÉMICO

Cada vez más, la ayuda para estacionarse no es sólo una función de comodidad, sino que forma parte de la automatización continua de los vehículos, sujeta a todas las exigencias de seguridad del mundo real impuestas a esta tecnología. A medida que las funciones de asistencia al estacionamiento evolucionan del Nivel 2 al Nivel 4 y más allá, desbloqueando grados cada vez mayores de autonomía, las soluciones de automatización del estacionamiento más capaces y rentables serán las que combinen las innovaciones de cruceo ADAS con la potencia del radar habilitado para IA.

Una plataforma ADAS integral proporciona un paquete de seguridad completo, que incluye funciones como la advertencia de colisión frontal y el frenado automático de emergencia, que pueden ampliarse a funciones de automatización

de estacionamientos con eficacia y fiabilidad demostradas. Además, el desarrollo y las pruebas exhaustivas de ADAS generan una gran cantidad de conocimientos sobre casi todos los tipos de escenarios de conducción, lo que aumenta la solidez de las funciones de estacionamiento.

La asistencia de estacionamiento es un componente crítico de la plataforma Gen 6 ADAS de Aptiv. Las funciones de estacionamiento de nueva generación descritas anteriormente, que se introdujeron con la plataforma, se basan en la profunda experiencia de Aptiv en el desarrollo y la fabricación de sistemas de radar para automóviles líderes en el sector. Junto con nuestra arquitectura de satélites, esta plataforma permite a los fabricantes de equipos originales implementar capacidades ADAS escalables e integradas de forma modular, flexible y rentable para una detección y toma de decisiones en tiempo real cada vez más inteligentes.

El enfoque de sistema de Aptiv para la automatización de vehículos, que abarca el estacionamiento, el cruceo ADAS y, en última instancia, la conducción autónoma, reúne un paquete de seguridad completo, una plataforma integral de fusión de sensores y acceso a amplios datos de conducción. Con una hoja de ruta detallada y soluciones probadas en el mercado, podemos asociarnos con los fabricantes de equipos originales para la automatización del estacionamiento y más allá.

## SOBRE LOS AUTORES



**Walter K. Kosiak**

Director de Ingeniería, Productos Globales de Seguridad Avanzada

Walt Kosiak ha pasado su carrera en Aptiv innovando en los campos del diseño de circuitos integrados, sistemas de seguridad pasiva, seguridad activa y asistencia al conductor, y vehículos automatizados. Sus áreas de especialización incluyen algoritmos de características/funciones ADAS/AD, algoritmos de evaluación y alerta de amenazas, fusión de radar y radar-visión, sistemas de control de cruceo adaptativo, comunicación vehículo-a-todo, tecnología de horizonte electrónico basada en mapas y sistemas de prototipado rápido para el desarrollo de sistemas automotrices. Walt es inventor de 24 patentes estadounidenses y fue miembro del equipo que completó la primera conducción automatizada de costa a costa de Estados Unidos en 2015.



**Gürhan Gümüşsu**

Arquitecto jefe de sistemas centrales de estacionamiento

Gürhan Gümüşsu es responsable de liderar y coordinar las actividades de sistemas del desarrollo de funciones de estacionamiento de Aptiv en la Organización Global de Productos. Lleva cuatro años en Aptiv, contribuyendo a los equipos de sistemas en varios proyectos y apoyando los objetivos empresariales. Antes de incorporarse a Aptiv, trabajó en un fabricante mundial de automóviles como ingeniero de sistemas.



**Kamil Ostrowski**

Director técnico de programas, Desarrollo de algoritmos de seguridad activa

El Dr. Kamil Ostrowski dirige las actividades de desarrollo de software para estacionamiento en Aptiv. En sus siete años en la empresa, ha ayudado a lanzar con éxito productos relacionados con el radar, la visión y las funciones para múltiples clientes. Anteriormente, trabajó para un OEM del Reino Unido y en el sector ferroviario. Kamil es doctor por la Universidad de Liverpool (Reino Unido) y sus investigaciones se centran en algoritmos avanzados de control en el ámbito de la propulsión. Actualmente cursa un MBA ejecutivo en la Universidad de Economía y Empresa de Poznan..

MÁS INFORMACIÓN EN [APTIV.COM/PARKING](https://www.aptiv.com/parking) →