

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 586**

51 Int. Cl.:

G01S 7/41 (2006.01)

G01S 13/89 (2006.01)

G01S 13/93 (2006.01)

G01S 13/87 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2015** **E 15003467 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017** **EP 3045933**

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento de un sistema de asistencia al conductor de un vehículo automóvil y vehículo automóvil**

30 Prioridad:

13.01.2015 DE 102015000425

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

10.11.2017

73 Titular/es:

**AUDI AG (100.0%)
85045 Ingolstadt, DE**

72 Inventor/es:

KHLIFI, RACHID

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 641 586 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el funcionamiento de un sistema de asistencia al conductor de un vehículo automóvil y vehículo automóvil

5 La invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de un sistema de asistencia al conductor de un vehículo automóvil y un vehículo automóvil.

Sistemas de asistencia al conductor para vehículos automóviles son habituales entretanto en muchos modelos. Mientras que una parte de estos sistemas de asistencia al conductor se dirige al apoyo del conductor durante la conducción, algunos sistemas de asistencia al conductor se orientan de manera preestablecida a la protección del vehículo automóvil frente a daños, por ejemplo en el caso de sistemas de aparcamiento.

10 Así, por ejemplo, se conocen sistemas de aparcamiento los cuales, aprovechando los sensores del entorno del vehículo automóvil, por ejemplo sensores de ultrasonidos y/o cámaras, abarcan al menos una parte del entorno del vehículo automóvil, evalúan los datos de los sensores del entorno y enjuician riesgos de colisión del vehículo automóvil durante el proceso de aparcamiento, por ejemplo en relación con otros vehículos automóviles y/u otros objetos que se pueden encontrar en el recorrido del vehículo automóvil durante el proceso de aparcamiento.

15 Además, se conocen sistemas de asistencia al conductor que se basan en la mayoría de los casos en datos de sensores de una cámara que ayudan en el alineamiento. Mediante los mismos, se ha de ayudar al conductor a mantener el carril actual, ya sea mediante la correspondiente emisión de información, en particular la emisión de advertencias y/o mediante intervenciones correctoras de la marcha. Sistemas de asistencia al conductor (sistemas de mantenimiento del carril) referidos al guiado transversal detectan los límites del carril, en particular con ayuda de marcas incorporadas en la carretera e intentan, por ejemplo, mantener al vehículo en el centro del carril actual.

20 Un problema en relación con daños del vehículo automóvil son bordes de la carretera cortantes. Mediante bordes o similares en el límite de la carretera pueden aparecer daños críticos en los neumáticos y/o llantas del vehículo automóvil que, en caso extremo, pueden conducir a accidentes. Sólo mediante un examen visual de los neumáticos/las llantas el conductor puede comprobar daños y eventualmente proceder al cambio de los neumáticos. Daños de este tipo en bordes de la carretera cortantes se manifiestan ciertamente con frecuencia después de que un cruce corto y rápido del límite de la carretera puede ser ya suficiente como para provocar serios daños en los neumáticos y/o las llantas.

25 Mediante sistemas de aparcamiento en los que los criterios para desencadenar advertencias o bien otras medidas se basa en la mayoría de los casos en una distancia a un objeto detectado, no es posible tener en cuenta qué carácter crítico presenta un límite detectado de la carretera. También, sistemas de mantenimiento en el carril están enfocados únicamente a poder comprobar el transcurso del carril actual a partir de datos de los sensores. Además, estos sistemas de asistencia al conductor conocidos aprovechan los ultrasonidos o sensores ópticos, en particular cámaras. El sector de uso de cámaras está, sin embargo, limitado, una vez que, por una parte, cuando las condiciones de luminosidad no son óptimas, se dificulta una evaluación de sus datos de los sensores. Además, los sensores del entorno ópticos, en particular cámaras, son ciertamente propensos a ensuciarse. La valoración de valores acromáticos de las imágenes adquiridas depende fuertemente de la claridad del exterior, de modo que la calidad de detección fluctúa fuertemente. Además, sistemas de cámaras tienen el inconveniente de que la evaluación es extremadamente intensa de modo computacional y costosa, de modo que mediante sensores del entorno ópticos, en particular cámaras, no es posible de un modo viable una detección fiable de riesgos en relación con las limitaciones de la carretera.

30 El documento DE 103 15 965 A1 se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para evitar un vuelco. En este caso, mediante un sistema de sensores de video o través de un sistema de sensores de radar se reconoce si en el borde la carretera existe un bordillo o un suelo fangoso. Si es este el caso, el borde de la carretera es evitado mediante una medida de control, de modo que no se aumente el riesgo de vuelco.

35 El documento DE 10 2005 039 167 se refiere a un sistema de asistencia al conductor para la advertencia al conductor en el caso de un abandono amenazador del carril. Los bordes de la carretera detectados a través de un sistema de sensores de video y objetos sobresalientes detectados a través de sensores indicadores de la altura y/o la distancia son reunidos en el sentido de que se verifica si la posición de los objetos sobresalientes coincide con el borde de la carretera. En función de ello se adapta el comportamiento de advertencia.

40 El documento DE 10 2013 018 753 A1 se refiere a una disposición de sensores de radar para la vigilancia del entorno para un vehículo automóvil que detecta bordillos y/o que puede estar hecha en una tecnología CMOS.

Por lo tanto, la invención se basa en la misión de indicar un sistema de asistencia al conductor, el cual pueda detectar riesgos de daño al pasar por límites de la carretera de manera fiable y, en particular, también poco compleja.

Para la solución de este problema están previstos, conforme a la invención, un procedimiento para hacer funcionar un sistema de asistencia al conductor de un vehículo automóvil con las características de la reivindicación 1 y un vehículo automóvil con las características de la reivindicación 10.

Conforme a la invención se propone, por consiguiente, vigilar de forma continua, en relación con riesgos, los límites de la carretera en el entorno del vehículo automóvil mediante al menos un sensor de radar. Las reflexiones que recibe el al menos un sensor de radar del límite de la carretera pueden evaluarse con el fin de obtener información sobre la naturaleza, en particular, la calidad del límite de la carretera o bien de su potencial de riesgo para el vehículo automóvil. En este caso, la presente invención aprovecha el hecho de que entretanto se han dado a conocer sensores de radar con los que se proporciona una extraordinaria resolución de la distancia para diferentes clases de separación, en particular también próximas al vehículo automóvil. Sensores de radar de este tipo pueden realizarse, en particular, en la tecnología de semiconductores, preferiblemente la tecnología de CMOS, a la que más adelante se abordará con mayor detalle.

Con sensores de radar modernos de este tipo, que garantizan una resolución elevada de la distancia, pueden separarse reflexiones situadas próximas una junto a otra, de modo que también se puede obtener una buena estimación de las distancias más pequeñas. Discontinuidades en el recorrido de los límites de la carretera pueden medirse sin problemas con un sensor de radar de alta resolución. En este caso, resulta una pluralidad de otras ventajas mediante el empleo de sensores de radar.

Por una parte, los sensores de radar son independientes de las condiciones de luz del exterior, lo que significa que también en la oscuridad pueden obtenerse los necesarios datos de los sensores con el fin de poder evaluar los límites de la carretera. Las condiciones de luz no tienen influencia alguna sobre el proceso de evaluación. Otra ventaja de los sensores de radar es que la suciedad tiene una influencia extremadamente pequeña sobre la calidad de los datos de los sensores, dado que las capas de suciedad pueden ser irradiadas de forma sencilla por parte del sensor de radar. Esta posibilidad para la percepción a través de otras estructuras de la materia posibilita, entre otros, también ventajosamente incorporar de manera oculta en el vehículo automóvil los sensores de radar, por lo tanto no visibles desde el exterior. Por ejemplo, es imaginable prever los sensores de radar dentro de los parachoques del vehículo automóvil, pero también es posible un empleo dentro de la carrocería, por ejemplo cuando se prevea en la carrocería una ventana a base de un material permeable para la radiación del radar, que luego puede ser pintada conjuntamente con el resto de la parte de la carrocería. De esta manera, sensores de radar pueden ser incorporados, por ejemplo, en las puertas del vehículo automóvil.

El aprovechamiento propuesto de sensores de radar modernos posibilita por vez primera proporcionar de manera fiable una función de asistencia al conductor, mediante la cual se puedan evitar daños del vehículo automóvil, en particular de los neumáticos y/o llantas, que procedan del borde de la vía de circulación, en particular mediante cantos cortantes allí presentes, en particular avisando al conductor sobre el riesgo mediante la emisión de una información de advertencia. Naturalmente, también son imaginables otras ejecuciones en las que tenga lugar una intervención en la conducción, por ejemplo con el fin de evitar que el vehículo acceda de manera demasiado cercana al límite de la carretera cuando éste se considere crítico.

El que ciertamente tenga que tener lugar una medida se decide en el marco de la presente invención mediante criterios de medidas, pudiendo emplearse convenientemente varios criterios de medidas. En este punto, se debe señalar, además, que el borde de la carretera puede ser ya determinado en sí, en el que por lo tanto está presente el límite de la carretera, a partir de los datos del radar propiamente dichos, existiendo varios enfoques que pueden emplearse también de forma acumulativa. Así, el borde de una carretera se caracteriza a menudo por una diferencia en altura; por otra parte, sin embargo, se da también a menudo un cambio de la textura que, en el caso de sensores de radar de alta resolución, se muestra en los datos del radar mediante una modificación de la estructura de la superficie. Además, pueden limitarse zonas del entorno en las que se supone la existencia de un borde de la carretera. Concretamente, por ejemplo, después de que el riesgo proceda, la mayoría de las veces, de una determinada diferencia en altura, se puede determinar un canto como borde de la carretera en el que se pueda establecer una diferencia en altura de este tipo. Si se conoce un borde de la carretera, éste se puede mantener de forma que se continúe vigilando en los datos del radar (y eventualmente otros datos del entorno).

Sin embargo, naturalmente también es imaginable considerar en el marco de la presente invención de manera auxiliar datos de sensores de otros sensores del entorno, por ejemplo de sensores del entorno ópticos, por ejemplo cámaras, o también de escáneres láser y similares. Además, también pueden utilizarse otras fuentes de información sobre la carretera sobre la que actualmente se está circulando, por ejemplo en el caso de que informaciones de este tipo se presenten en el material de mapas digital de un sistema de navegación del vehículo automóvil. Si se conoce la situación del límite de la carretera, se puede evaluar sin problemas su recorrido, en particular perpendicular a la dirección de marcha o perpendicular al transcurso del borde de la carretera, que es una línea de separación entre la carretera y el terreno vecino y la naturaleza en general.

Para la evaluación del transcurso del límite de la carretera como zona que se extiende en torno al borde de la carretera a modo de línea, tal como fue determinado a partir de los datos del sensor del al menos un sensor de radar, se emplea en el marco de la presente invención al menos un criterio de medidas. En este caso, una sencilla ejecución de un criterio de medidas de este tipo prevé utilizar una diferencia de la altura entre el firme y el terreno

vecino en el criterio de medidas que evalúa el límite de la carretera, el cual se cumple en particular al rebasar un valor umbral de altura. Por consiguiente, se puede vigilar la magnitud de la diferencia en altura entre la carretera y el terreno que se une inmediatamente a la misma. Diferencias en altura demasiado grandes pueden conducir a daños del vehículo automóvil, en particular de los neumáticos y/o las llantas, de modo que es conveniente emplear un criterio de medidas de este tipo.

La presente invención prevé, sin embargo, que se utilice un criterio de medidas que evalúe el transcurso del límite de la carretera en un plano vertical. En este caso, el plano vertical puede estar situado perpendicularmente a la dirección de marcha sobre la carretera o perpendicularmente al recorrido del borde de la carretera a lo largo de la carretera. Mediante la evaluación del recorrido del límite de la carretera en un plano vertical de este tipo pueden reconocerse de manera particularmente bien cantos cortantes que representan un riesgo de peligro, en particular para los neumáticos.

Concretamente, está previsto comparar un valor de nitidez de los cantos, que describe la nitidez de los cantos que se manifiestan en el recorrido con un valor umbral de nitidez. Un valor de la nitidez de los cantos vigila en última instancia la aparición de irregularidades en el recorrido del límite de la carretera, por ejemplo en relación con la aparición de cantos de ángulos agudos, nitidamente localizados, y similares. En este caso, también es posible asociar en cada caso a cantos individuales que se manifiestan a un valor de nitidez de los cantos que luego puede ser valorado en cada caso por separado. En este caso, naturalmente pueden estar previstas extensiones mínimas para cantos a considerar en el recorrido del límite de la carretera en el plano vertical; el valor de nitidez de los cantos puede resultar, en particular, a partir de la agudeza de ángulos que se manifiestan en el canto y/o de un valor que describe el resalto del canto. Si al menos uno de al menos un valor de nitidez de los cantos rebasa un valor umbral de nitidez, se cumple el correspondiente criterio de medidas.

De manera no obligatoria, ha de considerarse en este caso el recorrido perpendicular a la dirección de marcha, ya que puede ser ciertamente conveniente establecer la orientación en cada caso de los planos verticales a considerar en el recorrido del borde de la carretera a lo largo de la carretera propiamente dicha, después de que el borde de la carretera pueda presentar, por ejemplo, entradas en las que debería evaluarse convenientemente el recorrido del límite de la carretera, eventualmente incluso en la dirección de marcha, cuando, por ejemplo, el vehículo amenaza a circular con al menos un neumático por encima de esta entrada. Por consiguiente, es conveniente elegir la orientación del plano vertical en el que se evalúa el recorrido mediante el criterio de medidas, perpendicular al borde de la carretera.

Se ha de señalar ya en este punto que el procedimiento conforme a la invención se lleva a cabo previsiblemente de manera conveniente, lo que significa que se consideran todos los bordes de la carretera/límites de la carretera reconocibles en la zona de detección del al menos un sensor de radar, de modo que, por ejemplo, puede estar previsto evaluar los recorridos de los límites de la carretera en planos verticales siempre a determinadas distancias a lo largo del borde de la carretera.

Convenientemente, el valor umbral de nitidez puede determinarse en función de la velocidad actual del vehículo automóvil. Esto puede considerar el hecho de que daños en algunos cantos vivos que se manifiestan en los límites de las carreteras, sólo son posibles a velocidades elevadas y similares. De este modo, pueden evitarse advertencias innecesarias cuando mediante la baja velocidad del vehículo automóvil el riesgo de un daño es extremadamente pequeño.

Un perfeccionamiento particularmente preferido de la presente invención prevé calcular previamente una trayectoria futura del vehículo automóvil, llevándose a cabo medidas sólo en el caso de la aparición de un criterio de relevancia que indica un cruce del límite de la carretera o una circulación sobre una y/o en una zona predeterminada en torno al límite de la carretera para la trayectoria futura y/o el al menos un criterio de medidas sólo se evalúa para un tramo del límite de la carretera para el que se cumple el criterio de relevancia. El sistema de asistencia al conductor descrito por la invención trabaja, por consiguiente, de manera previsora, no siendo relevantes naturalmente cantos vivos y diferencias de altura extremas en zonas que nunca serán o podrán ser recorridas sin más por el vehículo automóvil. En este caso, una vez que el procedimiento pueda ser llevado a cabo entonces con una escasa complejidad, se prefiere que el criterio de relevancia determine qué partes o bien tramos del límite de la carretera deban ser en todo caso evaluados. En este caso, la expresión de la trayectoria futura ha de entenderse en un sentido amplio; eventualmente, pueden considerarse también multitudes de trayectorias y/o una trayectoria de marcha. Pueden utilizarse algoritmos que se emplean, por ejemplo, en el caso de sistemas de asistencia de mantenimiento del carril, con el fin de transmitir si el límite del carril será o no recorrido en un tiempo previsible. Por consiguiente, mediante el criterio de relevancia se examina si en virtud del comportamiento del vehículo automóvil existe en todo caso el riesgo de que se produzca un contacto entre el vehículo automóvil y el límite de la carretera.

Una de las ventajas del procedimiento de acuerdo con la invención es que se trabaja de forma previsora y mediante los sensores de radar también se puede evaluar una mayor parte, también en lo que se refiere a la separación del vehículo automóvil, del entorno del vehículo automóvil en relación con los límites de la carretera. Esto permite emplear el procedimiento conforme a la invención no sólo en el caso de bajas velocidades, por ejemplo análogamente a sistemas de aparcamiento, sino también en el caso de velocidades altas se pueda procurar una advertencia adecuada, y/o medidas adecuadas de otro tipo. Por consiguiente, puede estar previsto que la evaluación

de los datos de los sensores y de los criterios de medidas se lleve a cabo también en el caso de velocidades del vehículo automóvil que sean superiores a 20 km/h, en particular superiores a 40 km/h.

Se prefiere, además, que se utilicen varios sensores de radar que cubran en sus intervalos de detección el entorno completo del vehículo automóvil. Por consiguiente, mediante los sensores de radar se puede realizar, en particular, una detección del entorno de 360°, con el fin de poder evaluar de forma continua toda la zona de la carretera. Por ejemplo, pueden emplearse ocho sensores de radar, de los cuales tres están incorporados en el parachoques delantero o bien trasero, otros dos, que han de cubrir la zona lateralmente junto al vehículo automóvil, pueden estar montados, por ejemplo, en las puertas del vehículo automóvil.

Como ya se ha mencionado, se evalúan convenientemente datos de sensores de la zona de detección total del al menos un sensor de radar en relación con el límite de la carretera, lo que subraya la naturaleza previsor de la procedimiento descrito en esta memoria. Por consiguiente, puede estar previsto que se evalúen límites de la carretera de hasta una distancia de al menos 20 metros, siendo imaginables básicamente también radios de acción mayores y también convenientes en el caso de velocidades elevadas del vehículo automóvil.

Con el fin de garantizar una resolución lo suficientemente grande del al menos un sensor de radar, una ejecución preferida de la invención prevé que el al menos un sensor de radar sea hecho funcionar con una anchura de banda de al menos 1 GHz, preferiblemente al menos 3 GHz, y/o en un intervalo de frecuencias de 77 a 81 GHz. A través de anchuras de banda de una magnitud de este tipo de, por ejemplo, 4 GHz, puede conseguirse que puedan separarse reflexiones situadas muy juntas entre sí, por consiguiente, resulte la resolución elevada deseada. Por ejemplo, puede estar previsto elegir una anchura de banda de frecuencia de 4 GHz en el intervalo de frecuencias de 77 a 81 GHz.

Una ejecución particularmente conveniente de la invención prevé en este caso que como el al menos un sensor de radar se utilice un sensor de radar con un transceptor de radar realizado como chip semiconductor, en particular chip CMOS. En este caso, se puede alcanzar una mejora adicional, debido a que mediante el chip semiconductor se realizan también una unidad de control del sensor de radar, y/o un componente de tratamiento de la señal digital y/o el chip semiconductor, junto con una disposición de antena del sensor de radar, está realizado como un paquete. Estos sensores de radar que se basan en la tecnología de semiconductores son un ejemplo de los sensores de radar modernos que se han vuelto recientemente accesibles, que posibilitan de manera conveniente la realización del procedimiento conforme a la invención.

La realización de componentes de radar sobre la base de semiconductores se manifestó durante tiempo como difícil, dado que se requieren semiconductores especiales costosos, en particular GaAs. Se propusieron sensores de radar más pequeños, cuyo extremo frontal del radar global esté realizado en un único chip en la tecnología SiGe, antes de conocerse también soluciones en la tecnología de CMOS. Soluciones de este tipo son el resultado de la ampliación de la tecnología CMOS a aplicaciones de alta frecuencia, lo cual se designa a menudo como RF-CMOS. Un chip de radar CMOS de este tipo está realizado de manera extremadamente pequeña y no utiliza semiconductores especiales costosos, ofrece, por consiguiente, claras ventajas, ante todo en la fabricación con respecto a otras tecnologías de semiconductores. Una realización a modo de ejemplo de un transceptor de radar de 77 GHz como un chip CMOS se describe en el artículo de Jri Lee et al., "A Fully Integrated 77-GHz FMCW Radar Transceiver in 65-nm CMOS Technology", IEEE Journal of Solid State Circuits 45 (2010), págs. 2746-2755.

Al haber propuesto, además, realizar el chip y la antena en un paquete común, es posible un sensor de radar pequeño extremadamente económico, el cual pueda cumplir claramente mejor los requisitos de espacio constructivo y que, en virtud de las cortas vías de señales, también presente una relación de señal a ruido muy baja, así como sea adecuado para elevadas frecuencias y anchuras de banda de frecuencia variables mayores. Por lo tanto, sensores de radar de pequeña construcción de este tipo se pueden emplear también para aplicaciones de radios de alcance pequeños, por ejemplo en el intervalo de 30 cm a 10 m.

Se ha propuesto ya también prever un chip transceptor de CMOS de este tipo y/o un paquete con un chip transceptor de CMOS y antena en una placa conductora común con un procesador de tratamiento de señales digital (procesador DSP) o integrar las funciones del procesador de tratamiento de señales asimismo en el chip transceptor de CMOS. Una integración de este tipo es posible para funciones de control.

Se ha de señalar todavía en este punto que, en particular cuando se detecta sin más el entorno completo del vehículo automóvil por parte de sensores de radar, naturalmente mediante el sistema de asistencia al conductor descrito en esta memoria se cubre también el caso en el que el vehículo automóvil circule en parte ya junto a la carretera, por ejemplo con dos ruedas, y quiere retornar a la carretera. Si mediante este retorno se reconoce un peligro, puede llevarse a cabo una medida correspondiente, en particular la emisión de una información de advertencia a un conductor.

Junto al procedimiento, la invención se refiere también a un vehículo automóvil que presenta un sistema de asistencia al conductor con un aparato de control configurado para llevar a cabo el procedimiento conforme a la invención. Naturalmente, el vehículo automóvil presenta también el al menos un sensor de radar. Todas las realizaciones en relación con el procedimiento de acuerdo con la invención se pueden transferir de manera análoga

al vehículo automóvil conforme a la invención, de modo que también con éste se pueden obtener las ventajas ya mencionadas.

Otras ventajas y particularidades de la presente invención resultan de los ejemplos de realización descritos en lo que sigue, así como con ayuda de los dibujos. En este caso muestran:

- 5 La Fig. 1, un esquema de principio de un vehículo automóvil conforme a la invención,
- la Fig. 2, un organigrama del procedimiento conforme a la invención,
- la Fig. 3, un vehículo automóvil sobre una carretera en una primera situación de marcha, y
- la Fig. 4, un vehículo automóvil sobre una carretera en una segunda situación de marcha.

10 La Fig. 1 muestra un esquema de principio de un vehículo automóvil 1 conforme a la invención. Éste presenta un sistema de asistencia al conductor 2 con un aparato de control 3 que está configurado para llevar a cabo el procedimiento conforme a la invención, el cual se explicará todavía con mayor detalle en lo que sigue. Para ello, el aparato de control 3 evalúa datos de ocho sensores de radar 4 que detectan todo el entorno del vehículo automóvil en un radio de 360°. Las zonas de detección 5 que se solapan en parte de los sensores de radar 4 están indicadas asimismo en la Fig. 1. Se trata de sensores de radar de amplio ángulo sobre la base de semiconductores que presentan, por consiguiente, un chip semiconductor mediante el cual en la presente están realizados, junto a un transceptor de radar, también un componente de tratamiento de señales digital (DSP) y una unidad de control del sensor de radar. La disposición de antena de los sensores de radar 4 está realizada conjuntamente con el chip semiconductor en forma de un paquete. Con ello, se dan recorridos de señales extremadamente cortos, lo cual aumenta la relación señal a ruido y continúa mejorando la resolución en el lugar de los sensores de radar 4 que, mediante el funcionamiento en un intervalo de frecuencias de 77 a 81 GHz, es ya extremadamente alta con una anchura de banda de la frecuencia de 4 GHz.

Los sensores de radar 4 están montados de manera oculta en el vehículo automóvil 1, encontrándose los tres sensores de radar 4 delanteros y los tres traseros en cada caso dentro del parachoques y estando montados los dos sensores de radar 4 laterales dentro de las puertas del vehículo automóvil.

25 Los datos de sensores de los sensores de radar 4 son aportados al aparato de control 3 a través de un sistema de bus del vehículo automóvil 1. Los sensores de radar 4 tienen en la presente un radio de alcance de 30 metros, siendo evaluados todos los datos de los sensores hasta el radio de acción máximo en relación con el límite de la carretera de la carretera recorrida actualmente por el vehículo automóvil. En este caso, la expresión del límite de la carretera se ha de entender en la presente como la zona de transición del firme plano a terreno situado junto a la carretera, por consiguiente como una zona extendida a ambos lados de la carretera. Si se desea designar como una línea un límite geométrico de la carretera, se utiliza en este caso la expresión del borde de la carretera. Esta línea describe habitualmente en dónde finaliza el material del firme. Con el fin de poder localizar en el espacio el límite de la carretera y el borde la carretera, es imaginable evaluar asimismo sólo los datos de sensor de los sensores de radar 4; sin embargo, también es posible tener en cuenta datos de sensores de otros sensores del entorno, por ejemplo de cámaras u otras fuentes de información, por ejemplo material de mapas digital de un sistema de navegación del vehículo automóvil 1.

En la Fig. 1 está representado finalmente, además, un dispositivo indicador 6 a través del cual se pueden emitir advertencias frente a un riesgo del vehículo automóvil a través del límite de la carretera.

La Fig. 2 muestra un organigrama de un ejemplo de realización del procedimiento conforme a la invención.

40 La toma de datos de sensores de los sensores de radar 4 se representa en este caso por la etapa S1. Una vez que se determinó el borde de la carretera y el límite de la carretera a partir de los datos de radar solos o, como ya se ha descrito arriba, preferiblemente teniendo en cuenta otras informaciones, en una etapa S2 se verifica si existen tramos del límite de la carretera que sean en todo caso relevantes para el funcionamiento ulterior del vehículo automóvil. Para ello, se evalúa un criterio de relevancia en cuyo marco se consideren las trayectorias futuras del vehículo automóvil 1, lo que significa que se evalúan egodatos a través del vehículo automóvil 1 propiamente dicho, con el fin de establecer si el vehículo automóvil 1 se aproxima críticamente al límite de la carretera o incluso lo recorre. En este caso, pueden considerarse como egodatos del vehículo automóvil 1, por ejemplo, su dirección de marcha actual, la velocidad actual, el ángulo de giro actual, y similares. Si el vehículo automóvil 1 es controlado, al menos en parte, de forma automática, pueden tenerse en cuenta naturalmente también datos de trayectoria de un sistema de vehículo correspondiente. Un tramo del límite de marcha es relevante cuando el vehículo automóvil 1 se aproxime extremadamente cerca al límite de la carretera o incluso lo cruce.

55 Para tramos que cumplan el criterio de relevancia, en una etapa S3 se verifica si al menos se cumple un criterio de medidas. En este caso, se consideran en la presente dos criterios de medidas diferentes. Uno de estos criterios de medidas se refiere a la diferencia en altura entre el firme y el terreno que se une a la carretera. Si esta diferencia en altura rebasa un valor umbral de la altura, se cumple un primer criterio de medidas. Este criterio de medidas puede perfeccionarse naturalmente también, por ejemplo verificando sobre qué tramo se ajusta esta diferencia en altura.

- Un segundo criterio de medidas se refiere al recorrido del límite de la carretera en un plano vertical perpendicular al recorrido del borde del carril. Este recorrido en el plano vertical se evalúa en cantos que pudieran representar un riesgo para el vehículo automóvil, en particular los neumáticos y/o las llantas. El carácter crítico de los cantos de este recorrido se describe a través de un valor de nitidez de los cantos, que es tanto mayor cuanto más agudo sea el ángulo que se manifiesta y cuanto más sobresalga el canto. En este caso, pueden considerarse valores de nitidez de los cantos para diferentes cantos que se manifiestan a lo largo de un plano vertical. Si el valor de nitidez de los cantos rebasa un valor umbral de nitidez dependiente de la velocidad actual del vehículo automóvil, se cumple el criterio de medidas.
- Si se cumple uno de los criterios de medidas, en una etapa S4 se introduce una correspondiente medida, en el presente caso, en particular, la emisión de una advertencia al conductor. Una vez que, como ya se ha mencionado, se vigilan todos los límites de la carretera en todo el intervalo de detección de los sensores de radar 4, es también particularmente imaginable una advertencia resuelta en el lugar, lo que significa que al conductor se le puede indicar en dónde amenaza el riesgo y eventualmente también cuando. Una variante el procedimiento prevé considerar como medida también intervenciones en la marcha que eviten un daño que, por ejemplo, sea inminente.
- La Fig. 3 muestra el vehículo automóvil 1 en una primera situación de marcha sobre una carretera 7 que presenta el borde de la carretera 8 con el límite de la carretera 9. El recorrido del límite de la carretera 9 en un plano vertical, que se indica en 10, se describe mediante la curva 11. De manera visible, el recorrido presenta dos cantos 12 vivos sobresalientes que tendrían como consecuencia un elevado valor de nitidez de los cantos, una vez que también exista un determinado riesgo de daño para los neumáticos.
- La Fig. 4 muestra el vehículo automóvil 1 en otra situación de marcha sobre la carretera 7 en donde ahora, tal como se observa, se encuentra ya con dos neumáticos junto a la carretera 7. El conductor pretende volver por completo a la carretera 7 tal como se indica por la flecha 17. Mediante la evaluación de los datos de los sensores de radar 4 se puede establecer aquí si al volver a la carretera existe un riesgo de daño para el vehículo automóvil 1, en particular para sus neumáticos y/o llantas. A modo de ejemplo, para un plano vertical 13 también se muestra con mayor precisión el recorrido del límite de la carretera 9 en forma de la curva 14. Relevante para la seguridad del vehículo automóvil es no sólo aquí la presencia de cantos 15, sino también la diferencia en altura 16 entre el firme y el terreno circundante.
- Todas estas particularidades pueden medirse con ayuda de los sensores de radar 4 y evaluarse con ayuda del aparato de control 3, con el fin de emitir advertencias correspondientes al riesgo de daños y/o realizar intervenciones en la marcha.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el funcionamiento de un sistema de asistencia al conductor (2) de un vehículo automóvil (1), evaluándose datos de sensor de al menos un sensor de radar (4) del vehículo automóvil (1) dirigido al entorno del vehículo automóvil (1) para determinar un recorrido de un límite (9) de la carretera de una carretera (7) recorrida por el vehículo automóvil (1), en el que en el caso de cumplir al menos un criterio de medidas el cual indica un peligro del vehículo automóvil (1), en particular de neumáticos y/o llantas, por la naturaleza del límite (9) de la carretera, se introduce una medida para advertir al conductor y/o para reducir el peligro mediante una intervención en la marcha, caracterizado por que se utiliza un criterio de medidas que evalúa el recorrido del límite (9) de la carretera en un plano (10, 13) vertical, comparándose un valor de la nitidez de los cantos, el cual describe la nitidez de cantos (12, 15) que aparecen en el recorrido, con un valor umbral de la nitidez.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que se utiliza un criterio de medidas que evalúa la diferencia en altura (16) entre el firme y el terreno vecino junto al límite (9) de la carretera, el cual cumple, en particular, al sobrepasar un valor umbral de la altura.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el valor umbral de la nitidez es predeterminado en función de la velocidad actual del vehículo automóvil (1).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se calcula previamente una trayectoria futura del vehículo automóvil (1), llevándose a cabo medidas sólo en el caso de la aparición de un criterio de relevancia que indica un cruce del límite (9) de la carretera o una marcha en la y/o en una zona predeterminada en torno al límite (9) de la carretera para la trayectoria futura, y/o el al menos un criterio de medidas sólo se evalúa para un tramo del límite (9) de la carretera para el que se cumple el criterio de relevancia.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la evaluación de los datos de sensor y de los criterios de medidas se lleva a cabo también a velocidades del vehículo automóvil (1) que son mayores que 20 km/h, en particular mayores que 40 km/h.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se utilizan varios sensores de radar (4) que cubren en sus intervalos de detección (5) el entorno completo del vehículo automóvil (1), y/o se evalúan límites (9) de la carretera hasta una distancia de al menos 20 metros.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el al menos un sensor de radar (4) es hecho funcionar con una anchura de banda de frecuencia de al menos 1 GHz, preferiblemente al menos 3 GHz, y/o en un intervalo de frecuencias de 77 a 81 GHz.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se utiliza un sensor de radar (4) con un transceptor de radar realizado como chip semiconductor, en particular chip CMOS.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que mediante el chip semiconductor también se realizan una unidad de control del sensor de radar (4) y/o un componente de tratamiento de señales digital, y/o el chip semiconductor está realizado, junto con una disposición de antena del sensor de radar (4) como un paquete.
10. Vehículo automóvil (1), que presenta un sistema de asistencia al conductor (2) con un aparato de control (3) configurado para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes.

FIG. 1

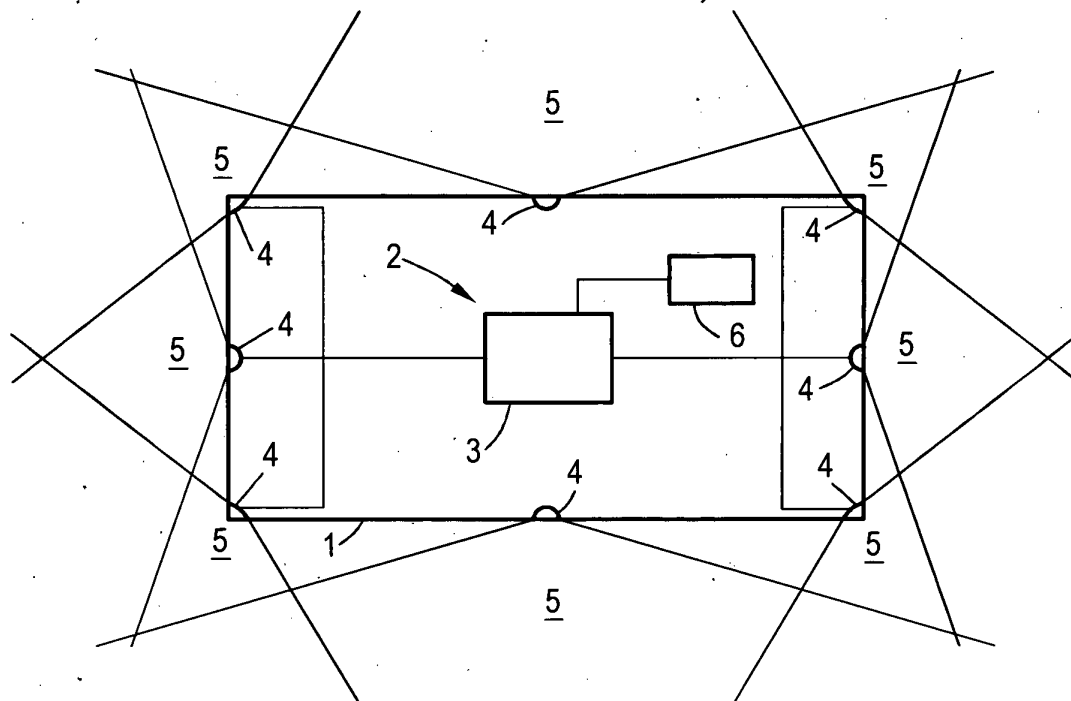


FIG. 2

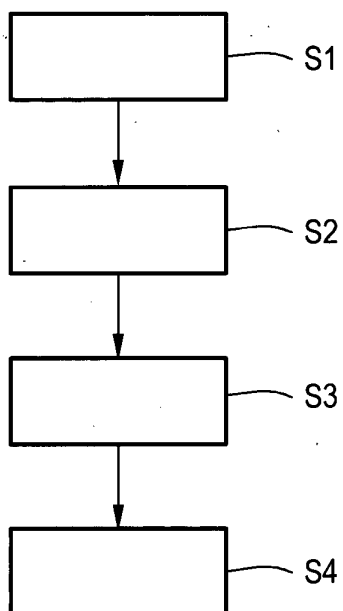


FIG. 3

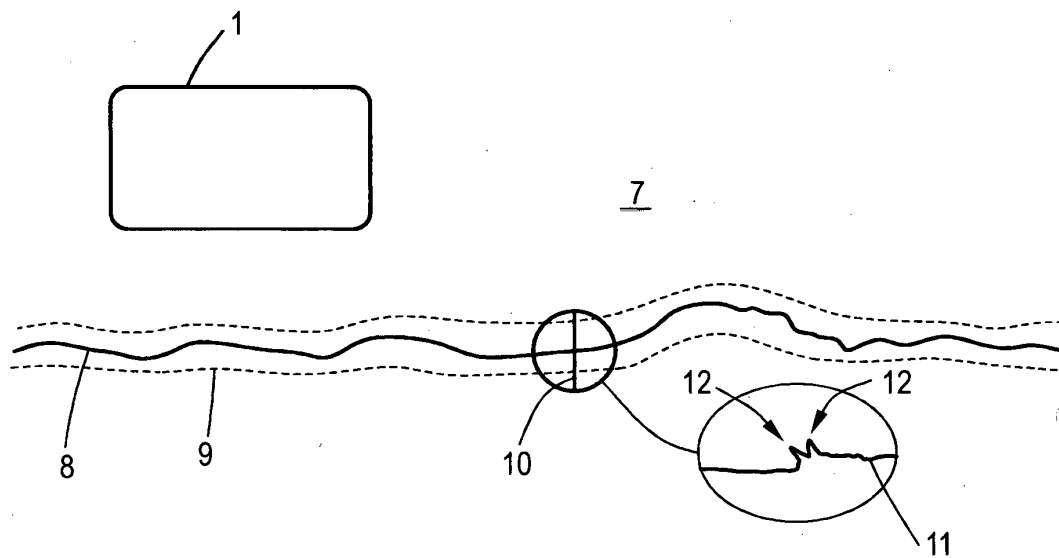


FIG. 4

