

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 607**

51 Int. Cl.:

B60W 50/12 (2012.01)

B60W 30/095 (2012.01)

G08G 1/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2014 E 14002703 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2015 EP 2860078**

54 Título: **Procedimiento de funcionamiento de un sistema de seguridad de un vehículo automóvil**

30 Prioridad:

02.10.2013 DE 102013016436

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

05.02.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DANZL, MARTIN;
WÜST, SABINE;
GOLLEWSKI, TORSTEN;
KIENZL, GEORG;
HAGEMANN, FRANZ-MICHAEL;
SIEDERSBERGER, KARL-HEINZ;
MIEHLING, THOMAS y
KUNSCH, PETER**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 558 607 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 de funcionamiento de un sistema de seguridad de un vehículo automóvil

La invención concierne a un procedimiento de funcionamiento de un sistema de seguridad de un vehículo automóvil con un medio de detección del estado del conductor que, después de la determinación de un parámetro del estado del conductor que describe un estado del conductor a partir de datos del medio de detección del estado del conductor y de la comprobación de si se cumple una condición de desencadenamiento que evalúa el parámetro del estado del conductor y que indica una incapacidad del conductor para conducir el vehículo automóvil, se realizan los pasos siguientes tras el cumplimiento de las condiciones de desencadenamiento:

- determinar al menos una zona de parada segura alcanzable por el vehículo automóvil en el entorno del vehículo por medio de la evaluación de parámetros de seguridad determinados por datos del entorno que describen el entorno del vehículo automóvil, cuyos parámetros describen un riesgo de accidente en caso de parada del vehículo automóvil en una zona o en una posición del entorno del vehículo automóvil,
- controlar los sistemas del vehículo para la conducción longitudinal y transversal autónoma del vehículo automóvil hasta la zona de parada y para detener el vehículo automóvil en la zona de parada, a cuyo, fin para la conducción longitudinal y transversal autónoma del vehículo automóvil, se determina a partir de los datos del entorno, la ego-posición del vehículo automóvil y la zona de parada, una trayectoria de control para el vehículo automóvil durante al menos una sección del recorrido hasta la zona de parada.

Un campo de desarrollo esencial en el ámbito del vehículo automóvil es desarrollar sistemas que reconozcan de manera temprana situaciones de peligro en la circulación vial y avisen de forma temprana al conductor del vehículo de la presencia de una situación de peligro de este tipo o intervengan activamente en la conducción del vehículo. Estos sistemas evalúan típicamente datos del entorno para predecir situaciones de tráfico críticas en particular a partir del movimiento de otro vehículo automóvil e impedir accidentes por medio de avisos o de intervenciones de control activas o reducir las consecuencias del accidente. En este caso, es conocido que, junto a la situación de conducción fuera del vehículo automóvil, la atención y la capacidad de reacción del conductor influyen esencialmente en la probabilidad de accidentes y en las consecuencias de los mismos. Por tanto, en el estado de la técnica se conocen también sistemas que detecten un estado del conductor y, por ejemplo, en una situación apreciada de cansancio de un conductor, indiquen al conductor que debería detenerse inmediatamente el vehículo automóvil e interrumpirse el funcionamiento del vehículo.

Por el documento DE 10 2011 086241 A1 se conoce un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1 para detener de forma segura un vehículo. Tras reconocer una situación de emergencia, un sistema de asistencia al conductor lleva el vehículo a un arcén. Para apreciar una situación de emergencia, puede analizarse el cansancio, el despiste o el estado de salud de un conductor. Si se aprecia una situación de urgencia, una unidad de control desarrolla entonces una estrategia para la detención segura del vehículo en el arcén. En este caso, pueden considerarse el tiempo atmosférico, el tráfico y/o el estado del arcén. Tras elaborar la estrategia de parada, se inician los sistemas de asistencia al conductor necesarios para detener el vehículo de forma segura, en particular sin intervención del conductor.

Por tanto, la invención se basa en el problema de proporcionar un procedimiento de funcionamiento de un sistema de seguridad que permita reaccionar mejor a situaciones de conducción críticas que son originadas por un estado del conductor.

El problema se resuelve según la invención por un procedimiento del tipo citado al principio, en el que, cuando la transitabilidad de la trayectoria de control depende del futuro movimiento de al menos un vehículo automóvil adicional, se calcula para el vehículo automóvil adicional, a partir de los datos del entorno y de la trayectoria de control, una maniobra de conducción teórica o una trayectoria teórica, con cuya ejecución por el vehículo automóvil adicional resulte transitable la trayectoria de control para el vehículo automóvil, y por medio de la activación de un dispositivo de comunicación se transmiten al vehículo automóvil adicional datos de instrucción de conducción que describen la maniobra de conducción teórica o la trayectoria teórica.

La invención se basa en la idea de, tras la evaluación de los datos de un medio de detección del estado del conductor y de la apreciación de la presencia de un estado del conductor en el que el conductor está indispuerto, continuar conduciendo el vehículo automóvil para conducir el vehículo automóvil de forma autónoma a una zona de parada segura. Esta situación puede surgir, por ejemplo, cuando un conductor sufre un infarto cardiaco en la situación de conducción en curso o se desvanece por otros motivos especialmente médicos o, en general, queda incapacitado para actuar. Sin embargo, una incapacidad de conducir del conductor puede darse también cuando el conductor realiza movimientos musculares incontrolados. El parámetro del estado del conductor puede determinarse por medio de una evaluación del uso de los elementos de mando y una plausibilización de estas entradas de mando por medio de los datos del entorno. Por tanto, puede apreciarse que el conductor realiza entradas de mando que no se ejecutan intencionadamente. Un ejemplo es el movimiento del volante en un desmayo. El parámetro del estado del conductor puede adaptarse al reconocer tales entradas de mando no plausibles. Por medio de una

plausibilización de este tipo puede apreciarse también que no se realizan por parte del conductor entradas de mando evidentemente necesarias que se precisan, por ejemplo, para seguir el trazado de una carretera.

De manera ventajosa, pueden utilizarse adicional o alternativamente unos medios de detección del estado del conductor, por ejemplo cámaras, en particular cámaras de infrarrojos, y/o sensores de pulso, en particular en el volante o en el cinturón, para detectar un comportamiento del conductor y/o funciones corporales del conductor y adaptar el parámetro del estado del conductor en función del comportamiento del conductor y/o de la función corporal detectada. Procedimientos para apreciar pérdida de conocimiento, un infarto cardiaco y otros trastornos corporales que pueden llegar a una incapacidad para conducir del conductor, son conocidos en el estado de la técnica y, por tanto, no deben explicarse adicionalmente.

Una característica esencial del procedimiento según la invención es que, al apreciar una incapacidad del conductor para conducir el vehículo automóvil, se determina una zona de parada segura alcanzable por el vehículo automóvil y se guía el vehículo automóvil de manera autónoma hacia esta zona. Si se determina que el conductor ya no está capacitado para conducir el vehículo automóvil, es ventajoso parar el vehículo automóvil para impedir un movimiento incontrolado del vehículo automóvil. No obstante, simultáneamente, en un gran número de situaciones de tráfico es desventajoso parar el vehículo, particularmente de manera súbita, en la posición momentánea de dicho vehículo automóvil. Por medio de una parada inmediata de este tipo del vehículo automóvil, éste se convierte en un impedimento para el tráfico de vehículos automóviles adicionales y puede representar, en particular en posiciones de parada poco claras, un peligro para la seguridad de vehículos automóviles adicionales. Simultáneamente, una parada en la posición real, por ejemplo en el carril central de una autopista, dificulta claramente, en ciertas circunstancias, el acceso al vehículo automóvil y, por tanto, una atención médica del conductor. En particular, en infartos cardiacos, infartos cerebrales o motivos similares para la incapacidad de conducir del conductor, en los que la ulterior salud del afectado depende fuertemente del intervalo de tiempo hasta la prestación de ayuda médica, debería evitarse todo retraso de esta prestación de ayuda, por ejemplo por efecto de una posición de parada desfavorable.

Por tanto, en el procedimiento según la invención se propone no frenar el vehículo automóvil en su sitio hasta pararlo, sino evaluar datos del entorno del vehículo automóvil de tal modo que se aprecie una zona de parada segura y alcanzable en el entorno del vehículo y se guíe el vehículo automóvil de forma completamente autónoma hasta esta zona de parada determinada. En este caso, los datos del entorno pueden determinarse en particular a partir de un mapa digital, que existe, por ejemplo, en un aparato de navegación, y de la ego-posición del vehículo automóvil, que se ha determinado por ejemplo por medio de un sistema GPS. Con ayuda de estos datos pueden identificarse ya ciertas zonas de parada seguras como un arcén o una plaza de aparcamiento. A partir de los datos del mapa puede concluirse también hasta qué punto es posible una asistencia médica en una zona de parada. En este caso, por ejemplo, puede considerarse la posibilidad de acceso para el vehículo de socorro y la distancia a un hospital.

No obstante, como complemento o como alternativa, es posible también determinar zonas de parada seguras por medio de la evaluación de datos de sensor, en particular datos de cámara. Por medio de algoritmos de procesamiento de imagen conocidos pueden apreciarse, por ejemplo, arcones. Sin embargo, pueden detectarse también señales indicadoras de plazas de aparcamiento o similares. De manera especialmente ventajosa, los datos de un mapa digital y los datos de sensores de tiempo real se combinan para obtener un modelo del entorno lo más completo y actual posible.

Mientras que el objetivo primario del procedimiento según la invención es mover el vehículo automóvil hasta una zona de parada segura en la que sea pequeño el riesgo de un accidente posterior, es posible también lograr una mejor atención médica del conductor por medio del uso del procedimiento según la invención cuando el estado del conductor lo requiera. En particular, cuando el vehículo automóvil comprende sensores adicionales como cámaras de infrarrojos, que pueden detectar un ataque cardiaco, sensores de pulso y otros sistemas de sensor para detectar funciones corporales del conductor, el sistema de seguridad puede determinar también la necesidad de una asistencia médica del conductor. En particular, el sistema de seguridad puede activar ya un dispositivo de comunicación durante la conducción autónoma y emitir una llamada de emergencia, que puede comprender en particular la posición de destino y datos médicos almacenados o detectados del conductor.

Durante la conducción autónoma del vehículo automóvil es posible además transmitir informaciones a otros vehículos automóviles por medio de una comunicación vehículo a vehículo y llamar la atención de éstos sobre la presente situación de emergencia, con lo que, en ciertas circunstancias, pueden lograrse una desviación de los demás vehículos automóviles y, por tanto, una parada más rápida del vehículo automóvil. Como complemento, es posible también continuar la marcha autónoma directamente hasta un lugar de destino, en el que es posible un cuidado médico del conductor, en particular hasta un hospital.

Para determinar la zona de parada, puede determinarse un modelo de entorno para el entorno del vehículo automóvil a partir de los datos del entorno, en donde el modelo de entorno comprende parámetros de seguridad al menos para partes de las posiciones y/o las zonas en el entorno del vehículo automóvil. Para generar un modelo de

entorno de este tipo, pueden utilizarse datos de sensor, los datos de un mapa digital y datos que se obtienen por medio de la comunicación vehículo a vehículo o vehículo a infraestructura. La determinación principal de un modelo de entorno a partir de datos de entorno y el uso de un modelo de entorno como fuente de datos para sistemas de asistencia al conductor son conocidos por el estado de la técnica. Los modelos de entorno en sí conocidos pueden complementarse en el procedimiento según la invención por medio de la consideración de un parámetro adicional, a saber, el parámetro de seguridad, que describe un riesgo de accidente al parar el vehículo automóvil en una zona correspondiente o en una respectiva posición.

En este caso, para determinar los parámetros de seguridad, las zonas o posiciones pueden asociarse a clases por medio de la evaluación de los datos del entorno, cuyas clases presentan respectivamente un parámetro de seguridad asociado. Los mapas digitales en los vehículos automóviles se utilizan especialmente como parte de los sistemas de navegación. Tales mapas digitales comprenden ya frecuentemente informaciones acerca de si determinadas posiciones o zonas están asociadas a determinados carriles, en particular arcenes, o si las zonas son generalmente transitables, son parte de una plaza de aparcamiento y similares. Como alternativa o como complemento, las respectivas zonas pueden apreciarse también por medio de la evaluación de datos de sensor. De manera correspondiente, es posible asociar posiciones o zonas del entorno del vehículo automóvil a clases predeterminadas.

Es posible asociar a estas clases un respectivo parámetro de seguridad. Así, hay que partir de que el riesgo de accidente al parar el vehículo automóvil en una plaza de aparcamiento es muy pequeño, al pararlo en un arcén es un poco más elevado, al pararlo en un carril es claramente más alto y al pararlo en un carril de sentido contrario es muy elevado. Por tanto, las zonas o posiciones, que ya están caracterizadas o pueden apreciarse en un mapa digital o que pueden apreciarse a partir de los datos de sensor, se asocian a determinadas clases que están a su vez asociadas a parámetros de seguridad predeterminados. Como alternativa o como complemento, los parámetros de seguridad para posiciones o zonas del entorno pueden almacenarse directamente en un mapa digital.

Los parámetros de seguridad así obtenidos pueden modificarse por medio de informaciones adicionales del modelo de entorno. En particular, un parámetro de seguridad de este tipo puede modificarse en función de lo bien que pueda verse la posición de parada por otros usuarios de la carretera. Así, por ejemplo, al parar el vehículo automóvil en un arcén debería evitarse detener el vehículo automóvil inmediatamente detrás de una curva o de una loma, ya que, en estos casos, se reduce claramente la visibilidad del vehículo automóvil y aumenta el riesgo de accidente. No obstante, la existencia de objetos ocultadores, diferencias de altura y curvas es detectada de todas formas en el modelo de entorno. Por tanto, estas características pueden utilizarse para la adaptación de los parámetros de seguridad.

Junto a esto, es posible también evaluar datos del entorno para pronosticar un flujo del tráfico, es decir, la probabilidad de que vehículos automóviles adicionales se muevan cerca de determinadas zonas o posiciones. Si los vehículos automóviles adicionales se mueven sólo raramente en la proximidad de una zona o una posición, entonces, debido a ello, el riesgo de accidente durante una parada del vehículo automóvil en esta posición es más reducido y, por tanto, puede adaptarse el parámetro de seguridad asociado. En este caso, los pronósticos de flujo del tráfico pueden determinarse en particular con ayuda de una comunicación vehículo a infraestructura.

Si en el modelo de entorno se almacenan parámetros de seguridad para al menos partes de las posiciones y/o zonas en el entorno del vehículo automóvil, entonces la zona de parada puede determinarse a partir del modelo de entorno como agrupación coherente de zonas y/o posiciones cuyos parámetros de seguridad cumplen una condición de seguridad predeterminada. La condición de seguridad, en este caso particularmente los parámetros de seguridad de las posiciones o zonas, puede compararse con un valor límite predeterminado y esta condición de seguridad puede cumplirse al rebasarse o no alcanzarse este valor límite. Al especificar un valor límite fijo para los parámetros de seguridad es posible que en algunas situaciones de tráfico puedan determinarse zonas de parada muy numerosas o muy grandes, pero ninguna zona en otras situaciones. Por tanto, es ventajoso que la condición de seguridad tenga en cuenta la situación de tráfico completo, a cuyo fin, por ejemplo, se adapta un valor límite para los parámetros de seguridad en función de la distribución de los parámetros de seguridad en la situación de conducción actual. Alternativamente, puede especificarse un parámetro mínimo para la zona de parada y puede determinarse la zona de parada de modo que se elija la agrupación coherente de posiciones y/o zonas del entorno del vehículo automóvil que presenta el parámetro mínimo y dentro de la cual el valor medio, el valor máximo o el valor mínimo de los parámetros de seguridad es el más grande o el más pequeño.

En particular, puede considerarse al menos un criterio adicional al determinar la zona de parada. Si la zona de parada se determina solo por medio de una evaluación de los parámetros de seguridad, entonces es frecuentemente posible que se determinen zonas de parada separadas muy grandes o muy numerosas. En este caso, es ventajosamente posible determinar una zona de parada óptima por medio de la evaluación de al menos un criterio adicional, sin ponderar entonces como más pequeño el parámetro de seguridad. Sin embargo, es posible también aplicar siempre al menos un criterio adicional en la determinación de la zona de parada, por ejemplo para asegurar una conducción autónoma del vehículo automóvil lo más breve posible.

La consideración de varios criterios puede determinarse, por ejemplo, por el cálculo de un parámetro global que se calcule como la suma ponderada de varios parámetros que describan los diferentes criterios. A continuación, la zona de parada puede elegirse en función de este parámetro. Sin embargo, es posible también vincular de manera no lineal parámetros que representen los diferentes criterios o establecer una jerarquía de los criterios. Por ejemplo,

5 puede configurarse una jerarquía de este tipo determinando primero todas las zonas y/o posiciones que cumplen una condición de seguridad predeterminada y haciendo que los criterios adicionales para determinar la zona de parada tengan en cuenta solamente zonas y/ posiciones que cumplan esta consideración de seguridad.

El criterio adicional puede evaluar particularmente una distancia de la zona de parada a la posición real del vehículo automóvil y/o un parámetro de asistencia determinado a partir de los datos del entorno, que describa la disponibilidad de asistencia médica en la zona de parada. Es ventajoso frecuentemente limitar la conducción autónoma del vehículo automóvil a trayectos cortos. Por tanto, puede desearse que la posición de parada segura esté dentro de una distancia predeterminada al vehículo automóvil o que pueden determinarse preferiblemente zonas de parada cercanas. Como parámetro de asistencia puede determinarse particularmente una distancia a un hospital u otro lugar en el que está disponible la ayuda médica para el conductor. Sin embargo, es posible también

10 15 determinar a partir de un mapa digital lo rápido que se puede alcanzar una zona de parada por parte de vehículos de servicio, y calcular el parámetro de asistencia dependiendo del tiempo pronosticado. En este caso, la consideración del parámetro de asistencia puede ponderarse en particular dependiendo del parámetro de estado del conductor ya que éste puede señalar la necesidad de una asistencia médica rápida.

Para la conducción autónoma longitudinal y transversal del vehículo automóvil se determina, a partir de los datos del entorno, la ego-posición del vehículo automóvil y la zona de parada, una trayectoria de control para el vehículo automóvil durante al menos una sección del recorrido hasta la zona de parada. La determinación de trayectorias para vehículos automóviles entre puntos predeterminados es conocida en el estado de la técnica y no debe explicarse aquí.

Un problema esencial en la determinación de trayectorias para vehículos automóviles es considerar el movimiento de otros usuarios de la carretera, en particular de vehículos automóviles adicionales. Por tanto, según la invención, en el caso en que la transitabilidad de la trayectoria de control depende del futuro movimiento de al menos un vehículo automóvil adicional, se calcula para el vehículo automóvil adicional, a partir de los datos del entorno y de la trayectoria de control, una maniobra de conducción teórica o una trayectoria teórica, con cuya ejecución por el vehículo automóvil adicional resulte transitable la trayectoria de control para el vehículo automóvil, y por medio de

25 30 la activación de un dispositivo de comunicación se transmiten al vehículo automóvil adicional datos de instrucción de conducción que describen la maniobra teórica o la trayectoria teórica. En este caso, puede utilizarse particularmente una comunicación vehículo a vehículo o una comunicación vehículo a infraestructura.

Adicionalmente, puede transmitirse una información de prioridad. Esta información de prioridad puede informar al vehículo o vehículos automóviles adicionales de que el vehículo automóvil propio se encuentra en una situación de emergencia y, por tanto, se desea alcanzar lo más rápido posible una posición de destino. Si los vehículos automóviles adicionales están equipados con sistemas de vehículo que están concebidos para, al transmitir una información de prioridad correspondiente, realizar maniobras de conducción teóricas o seguir trayectorias teóricas, entonces puede realizarse con ello una conducción autónoma especialmente sencilla del vehículo automóvil y puede alcanzarse la zona de parada de manera especialmente rápida.

Para hacer posible una priorización correspondiente de la marcha de vehículos automóviles conducidos de forma autónoma en situaciones de urgencia, es ventajoso que, tras la recepción de datos de instrucción de conducción de un vehículo automóvil adicional y una información de prioridad asociada por medio del dispositivo de comunicación, y tras el cumplimiento de una condición de ejecución predeterminada que evalúa al menos la información de prioridad, el sistema de seguridad active los sistemas del vehículo para la realización autónoma de la maniobra de conducción teórica descrita por los datos de instrucción de conducción o para la conducción del vehículo automóvil a lo largo de la trayectoria teórica descrita por los datos de instrucción de conducción y/o active un dispositivo de indicación para proporcionar una indicación al conductor destinada a enseñarle a realizar la maniobra de conducción teórica o a conducir el vehículo automóvil a lo largo de la trayectoria teórica.

Como alternativa o como complemento, es posible que se active un dispositivo de comunicación del vehículo automóvil para la transmisión de las trayectorias de control a al menos un vehículo automóvil adicional. En particular, la trayectoria de control puede transmitirse a todos los vehículos automóviles adicionales en el entorno del vehículo automóvil y complementarse con una información de prioridad.

Por tanto, es posible que los sistemas de los demás vehículos automóviles reconocen que el vehículo automóvil se encuentre en una situación de urgencia y, en consecuencia, se le conduzca de forma autónoma, y que los vehículos automóviles adicionales puedan comprobarse espontáneamente si se presenta un conflicto entre la trayectoria previsible propia y la trayectoria de control del vehículo automóvil conducido de forma autónoma. Los vehículos automóviles adicionales pueden proporcionar entonces, por ejemplo, una indicación al conductor del vehículo automóvil adicional o intervenir de manera autónoma en la operación de conducción para evitar conflictos con la

trayectoria de control del vehículo automóvil conducido de manera autónoma.

Al cumplirse la condición de desencadenamiento, puede activarse un dispositivo de comunicación del vehículo automóvil para transmitir una llamada de emergencia automática. El dispositivo de comunicación puede ser, por ejemplo, un teléfono móvil integrado en el vehículo automóvil o conectado con éste, pero es posible también emitir la llamada de emergencia por comunicación vehículo a vehículo o vehículo a infraestructura. La llamada de emergencia puede enviarse particularmente a un sistema automático para llamar a un vehículo de servicio, en particular a una ambulancia. Como complemento, pueden transmitirse también parámetros del estado del conductor para hacer posible ya un diagnóstico previo del conductor, y pueden transmitirse informaciones a un hospital próximo.

5
10 Ventajosamente, además de la llamada de emergencia automática, se transmite una información de lugar que describe el lugar de emplazamiento de la zona de parada. Por tanto, es especialmente posible llamar a los vehículos de servicio para que vayan a la zona de parada cuando el propio vehículo automóvil está aún en camino hacia la zona de parada.

15 Es posible que, a partir de los datos del medio de detección del estado del conductor, no pueda determinarse claramente si un conductor está incapacitado para conducir el vehículo automóvil. Por tanto, es ventajoso que, tras cumplirse la condición de desencadenamiento y antes de ejecutar los pasos adicionales, se realice un paso de prueba, en el que se active un dispositivo de indicación para transmitir al conductor una invitación solicitándole que realice una entrada de mando, y se interrumpe el procedimiento cuando se detecta la entrada de mando durante un intervalo de tiempo predeterminado tras la invitación. Por tanto, en el procedimiento según la invención es ya posible
20 que, cuando los datos del medio de detección del estado del conductor señalen una incapacidad de conducción del conductor, llamen la atención de un conductor sobre el hecho de que es inminente una asunción de la conducción del vehículo por parte del sistema de seguridad y le den la oportunidad de cancelarla mediante una entrada de mando. Puede asegurarse así que se realice primero una asunción de la conducción por el sistema de seguridad cuando un conductor no realiza ninguna entrada de mando necesaria ni siquiera después de proporcionarse una
25 indicación correspondiente.

En casos particulares es posible que, en el procedimiento según la invención, se inicie una operación de conducción autónoma aun cuando el conductor sea todavía realmente capaz de conducir el vehículo automóvil, o que el conductor se despierte durante la conducción autónoma del vehículo automóvil, por ejemplo saliendo de una pérdida del conocimiento, y sea así capaz de conducir de nuevo el vehículo automóvil. Por tanto, es ventajoso que en el caso en que se cumpla una condición de retrotracción predeterminada durante la conducción autónoma longitudinal y transversal del vehículo automóvil, que evalúe particularmente una operación de un elemento de mando, se realice una retrotracción de la conducción del vehículo al conductor y se termine la conducción autónoma longitudinal y transversal.

35 Es posible también que se presenten otras condiciones de interrupción, tras cuya presencia es necesaria una interrupción de la conducción autónoma longitudinal y transversal del vehículo automóvil. Así, es posible que, debido a una modificación del entorno, ya no pueda alcanzarse ninguna zona de parada segura, que exista un defecto de sensor, con lo que no es posible una conducción autónoma segura del vehículo automóvil, que se constaten errores en la prueba de consistencia de los datos del entorno, o similares. Por tanto, cuando se cumple una condición de interrupción predeterminada durante la conducción autónoma longitudinal y transversal del vehículo automóvil, el sistema de seguridad puede estar configurado para frenar el vehículo automóvil sobre el carril momentáneamente transitado hasta la detención del mismo.

Los sistemas de vehículo activados para la conducción autónoma longitudinal y transversal del vehículo automóvil pueden comprender un sistema de frenado y/o un motor y/o una dirección y/o una caja de cambios preferiblemente automática del vehículo automóvil.

45 El procedimiento según la invención puede utilizarse ventajosamente en vehículos automóbiles que comprendan un sistema de asistencia al conductor para la conducción autónoma o parcialmente autónoma del vehículo automóvil, ejecutándose también el procedimiento cuando el sistema de asistencia al conductor activa un dispositivo de indicación para proporcionar una indicación de reasunción al conductor y, dentro de un intervalo de tiempo predeterminado y/o después de un número predeterminado de repeticiones de la indicación de reasunción, no se detecta ninguna entrada de mando predeterminada. Por tanto, la parada autónoma del vehículo automóvil en una zona de parada segura debe realizarse también cuando un conductor no esté capacitado o no quiera asumir la conducción del vehículo por medio de un sistema de asistencia al conductor.

Tras cumplirse la condición de desencadenamiento, puede activarse al menos un dispositivo de indicación para proporcionar una indicación a otros usuarios de la carrera. Este dispositivo de indicación puede ser particularmente una instalación de intermitentes de aviso. La activación del dispositivo de indicación cumple, por un lado, la finalidad de indicar a otros usuarios de la carretera la conducción autónoma del vehículo automóvil, y, por otro lado, se advierte a otros usuarios de la carretera para que mantenga en una distancia adicional, con lo que se facilita al

vehículo automóvil un espacio de maniobra adicional y con ello es posible una parada más rápida del vehículo automóvil en la zona de parada segura.

5 Junto a esto, la invención concierne a un vehículo automóvil que comprende un medio de detección del estado del conductor para detectar un estado del conductor y un sistema de seguridad, caracterizado por que el sistema de seguridad está configurado para realizar una de las formas de ejecución del procedimiento según la invención anteriormente descrito.

Ventajas y detalles adicionales de la invención resultan de los siguientes ejemplos de realización, así como de los dibujos correspondientes. Muestran en éstos:

La figura 1, un diagrama de flujo de un ejemplo de realización de un procedimiento según la invención,

10 La figura 2, una situación de tráfico,

La figura 3, otra situación de tráfico,

La figura 4, un diagrama de flujo de actuación durante la recepción de trayectorias teóricas,

La figura 5, un diagrama de flujo para considerar trayectorias de control recibidas de vehículos automóbiles adicionales, y

15 La figura 6, un vehículo automóvil según la invención.

20 La figura 1 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de realización para un procedimiento de funcionamiento de un sistema de seguridad de un vehículo automóvil. En el paso S1, en la operación de conducción en curso, se registran los datos de un medio de detección del estado del conductor y se determina un parámetro del estado del conductor. El medio de detección del estado del conductor puede ser en este caso una cámara de infrarrojos, de cuyos datos de imagen pueden extraerse por medio de un dispositivo de procesamiento de imagen un ataque cardiaco y/o el pulso del conductor. Asimismo, pueden detectarse también la posición de asiento, una caída de párpados del conductor, el movimiento de las pupilas y la utilización de elementos de mando, en particular la unidad de dirección. Si están previstos sensores de pulso en un asiento o en el cinturón, pueden registrarse también sus datos.

25 A partir de determinados actos y funciones corporales del conductor, se determina un parámetro del estado del conductor que describe un estado del conductor y, por tanto, una capacidad de conducción del conductor. Para ello, el sistema de seguridad valora varias condiciones que reconocen respectivamente datos típicos del medio de detección del estado del conductor que indican un estado del conductor que puede llevar a una incapacidad de conducción del conductor. Un motivo posible para la incapacidad de conducción del conductor son las alteraciones en el ritmo cardiaco. Para apreciar alteraciones en el ritmo cardiaco puede preverse en el vehículo automóvil un sensor de pulso en el asiento o en el cinturón, pero es posible también apreciar el latido cardiaco y/o el pulso con ayuda de los datos de imagen de una cámara de infrarrojos. Otros datos típicos pueden describir movimientos de párpados muy bruscos o ningún movimiento de párpados, modificaciones de la posición de asiento del conductor y/o determinados patrones de movimiento. Estos datos típicos pueden indicar pérdida de conocimiento, emergencias cardiológicas, epilepsia, coma diabético, infarto cerebral o ataques de migraña. Para los criterios individuales se determina un respectivo valor de probabilidad para la incapacidad de conducción. A partir de una suma ponderada de las probabilidades individuales se calcula a continuación el valor del estado del conductor que, por tanto, describe una probabilidad para la incapacidad de conducción del conductor.

40 En el paso S2 se comprueba primero si se cumple la condición de desencadenamiento. Para ello, los parámetros del estado del conductor determinados en el paso S1 se comparan con un valor límite predeterminado. Si en el paso S2 se determina que la condición de desencadenamiento no se cumple, entonces puede proseguirse con normalidad la operación de conducción, repitiéndose a determinadas distancias la detección de parámetros del estado del conductor.

45 Si en el paso S2 se ha determinado que se cumple la condición de desencadenamiento, entonces en el paso S3 se determinan datos de entorno. Para detectar los datos de entorno se determina la ego-posición del vehículo automóvil por medio de la evaluación de informaciones de posición de un sensor de posición y los datos de entorno se extraen de un mapa digital almacenado en el vehículo automóvil. Las informaciones del mapa digital se complementan aquí con informaciones adicionales que se detectan por medio de sensores de entorno del vehículo automóvil, en particular cámaras.

50 En el paso S4, a partir de los datos de entorno extraídos del mapa digital y de los datos de entorno captados a través de los sensores, se determina o se actualiza un modelo de entorno que fusiona los datos del entorno recogidos. El modelo de entorno comprende en este caso al menos el trazado de la carretera y las posiciones y los movimientos previsibles de vehículos automóbiles adicionales. Es esencial que estén contenidos parámetros de

seguridad en el modelo de entorno para al menos parte de las posiciones o zonas del entorno. Se determinan estos parámetros de seguridad asociando zonas o posiciones del entorno a ciertas clases. Gracias a la evaluación de los datos del entorno se aprecian así como miembros de las clases algunas zonas tales como carriles, arcenes, plazas de aparcamiento, zonas transitables fuera de la calzada, y similares, y las zonas o posiciones del entorno se asocian a las clases correspondientes siempre que sea posible. Para cada una de estas clases está predeterminado un parámetro de seguridad en el sistema de seguridad. Puede clasificarse así como especialmente segura una plaza de aparcamiento, ya que es especialmente improbable un accidente durante una parada del vehículo automóvil en la plaza de aparcamiento. Por otro lado, los carriles, particularmente los carriles en dirección contraria, se clasifican como especialmente inseguros, dado que una parada del vehículo automóvil en un carril lleva con una probabilidad claramente más alta a un accidente. Pueden modificarse además los parámetros de seguridad que se determinaron a través de esta clasificación para las posiciones o zonas en el entorno del vehículo automóvil. En particular, el sistema de seguridad evalúa si una posición o una zona puede verse bien o menos bien por otros usuarios de la carretera. Así, el parámetro de seguridad para posiciones que están detrás de una loma o de una curva se modifica en dirección a una seguridad más reducida.

En el paso S6 se determina la zona de parada a partir del modelo de entorno como agrupación coherente de zonas cuyos parámetros de seguridad cumplen una condición de seguridad predeterminada. Además, tras la determinación de la zona de parada se tiene en cuenta la distancia de la zona de parada a la posición real del vehículo automóvil. Si el parámetro del estado del conductor describe un caso de emergencia aguda, en el que es crítico en el tiempo el momento de tratamiento del conductor, se considera además, al determinar la posición de parada, un parámetro de atención que describe la disponibilidad de atención médica en la zona de parada. El parámetro de atención evalúa en este caso la distancia al lugar de tratamiento más cercano, es decir, especialmente al hospital más cercano, pero se considera también la gestión del tráfico entre el lugar de tratamiento y la zona de parada, así como la situación del tráfico. En este caso, es especialmente posible que, dependiendo de los parámetros de seguridad y de los criterios adicionales citados, se determine directamente como zona de parada una zona en la proximidad inmediata a un lugar de tratamiento.

A partir de los parámetros de seguridad y por medio de la evaluación de los criterios adicionales citados se determina una zona de parada en la que se elige una zona con un parámetro mínimo predeterminado, para la cual una combinación, particularmente una suma ponderada, de los valores de seguridad y de los parámetros evaluados por los criterios adicionales, adopta un valor máximo o mínimo. En este caso, se consideran condiciones añadidas para parámetros evaluados individuales de modo que se tengan en cuenta solamente zonas y posiciones dentro de una cierta distancia máxima y el valor de seguridad de ninguna zona y ninguna posición en la zona de parada se quede por debajo de un valor predeterminado o lo supere.

En el ejemplo de realización mostrado, los pasos S3 a S6 se realizan únicamente después de cumplir la condición de desencadenamiento. Sin embargo, la ejecución de estos pasos es en principio independiente de la condición de desencadenamiento, por lo que estos pasos ya pueden realizarse también antes de la determinación del cumplimiento de la condición de desencadenamiento en el paso S2.

En el paso S7 se activa un dispositivo de comunicación para enviar una llamada de emergencia. Dado que en el paso S6 ya se ha determinado la zona de parada, en el paso S7 puede transmitirse el lugar de la zona de parada con la llamada de emergencia. Mediante el envío de la llamada de emergencia en el paso S7, es decir, ya al comienzo de la operación de conducción autónoma, antes de alcanzar la posición de parada, puede acortarse el tiempo de espera en la zona de parada hasta la llegada de ayuda.

A continuación, en el paso S8 se determina una trayectoria de control para la conducción autónoma longitudinal y transversal del vehículo automóvil a partir de los datos del entorno, la ego-posición y otros ego-datos del vehículo automóvil, así como de la zona de parada, para al menos una sección del recorrido hasta la zona de parada. La determinación de la trayectoria puede realizarse con uno de los numerosos procedimientos conocidos para determinar trayectorias, por ejemplo un procedimiento "Best First", así como el procedimiento A*.

En el paso S9 se comprueba si la transitabilidad de la trayectoria depende del futuro movimiento de al menos un vehículo automóvil adicional. Para ello, el modelo de entorno puede comprender modelos dinámicos para vehículos adicionales, a partir de los cuales se determinan posibles movimientos para los vehículos adicionales. Si se produce un solapamiento del corredor de movimiento de uno de los vehículos adicionales con la trayectoria de control del vehículo propio, entonces es imposible el movimiento a lo largo de la trayectoria de control previamente calculada. Por tanto, sería posible adaptar continuamente la trayectoria del vehículo automóvil propio a los movimientos de los vehículos adicionales. No obstante, dado que la conducción autónoma del vehículo automóvil se realiza debido a una situación de emergencia, debe realizarse una conducción lo más sencilla y rápida posible del vehículo automóvil hasta la posición de parada. Por tanto, al detectar un conflicto potencial entre el corredor de movimiento de un vehículo automóvil adicional y la trayectoria de control, es decir, cuando en el paso S9 se constata una dependencia de la transitabilidad de la trayectoria de control propia respecto del movimiento del al menos un vehículo automóvil adicional, se determina en el paso S10 una trayectoria teórica para el vehículo automóvil adicional y se transmite ésta en el paso S11 al vehículo automóvil

adicional. Además de la trayectoria de control, se transmite una información de prioridad, que se envía al vehículo automóvil adicional, indicando que el vehículo automóvil propio se encuentra en una situación de emergencia, dado que el conductor no es capaz de conducir del vehículo automóvil. Siempre que el o los vehículos automóviles adicionales estén configurados para evaluar la información de prioridad transmitida y los datos de instrucción de conducción transmitidos que describen la trayectoria teórica, tal como se describe con referencia a la figura 4, se consigue por la transmisión de trayectorias teóricas con una información de prioridad asociada que puedan prescribirse para otros vehículos automóviles unas trayectorias teóricas que impidan un perjuicio de la conducción del vehículo automóvil propio a lo largo de la trayectoria de control.

El paso S12 se inicia con la realización de la trayectoria de control, para lo cual el sistema de seguridad activa sistemas del vehículo como la unidad de dirección, el motor, los frenos, así como la caja de cambios automática del vehículo automóvil, para conducir el vehículo automóvil a lo largo de la trayectoria de control.

Después de un intervalo de tiempo predeterminado, se comprueba en el paso S13 si se ha alcanzado ya la zona de parada. Si se ha alcanzado la zona de parada en el paso S13, entonces, en el paso S16, el vehículo automóvil puede detenerse de forma segura en la zona de parada.

Si en el paso S13 no se ha alcanzado la zona de parada, entonces en el paso S14, como se describe ya en el paso S3, se detectan de nuevo datos del entorno y, en el paso S15, se actualiza el modelo de entorno con los datos de entorno determinados en el paso S14 y, siempre que sea necesario, se calcula una nueva trayectoria de control o se actualiza la trayectoria de control. Una actualización de la trayectoria de control es necesaria cuando una trayectoria de control anterior ya no es transitable. Esto es posible especialmente cuando los vehículos automóviles adicionales no reaccionan a una transmisión de la trayectoria teórica y, por tanto, habría amenaza de colisión con el vehículo automóvil adicional al conducir el vehículo automóvil sobre la trayectoria de control anterior. Un nuevo cálculo o actualización de la trayectoria de control es necesario también cuando sólo se haya calculado previamente una trayectoria de control para una sección del recorrido hasta la zona de parada y se haya alcanzado o casi se haya alcanzado el final de esta sección. Tras la adaptación de la trayectoria o la determinación del hecho de que no es necesaria ninguna adaptación de la trayectoria, el procedimiento puede proseguirse con el paso S9 en el que se comprueba de nuevo si la transitabilidad de la trayectoria depende del movimiento futuro de un vehículo automóvil adicional.

El procedimiento descrito puede ampliarse fácilmente con características adicionales. Así, es posible particularmente, en el paso S2, al constatar que se ha cumplido la condición de desencadenamiento, activar un dispositivo de indicación para proporcionar una indicación a otros usuarios de la carretera. El procedimiento puede ampliarse además de tal manera que sea posible una reasunción de la conducción del vehículo automóvil por parte del conductor durante la operación de conducción autónoma. Para ello, por ejemplo después del paso S13 puede intercalarse un paso adicional en el que se comprueba si se ha realizado una entrada de mando predeterminada por parte de un usuario. Si existe esta entrada de mando, el procedimiento puede continuarse de nuevo desde el paso S1, es decir, puede retrotraerse la conducción del vehículo automóvil a un conductor.

La figura 2 muestra una situación de tráfico en la que el vehículo automóvil 1 circula por el carril 3 de la calzada 4 en la dirección indicada por la flecha 2. Evaluando el parámetro del estado del conductor, se determina por el sistema de seguridad del vehículo automóvil 1 que el conductor es incapaz de conducir el vehículo automóvil.

Evaluando los datos del entorno que se han obtenido a partir de un mapa digital y los sensores del vehículo, se identifica un gran número de zonas en el modelo de entorno. En la situación mostrada se aprecian los dos carriles 3 y 5 de la calzada 4, así como los dos carriles 7 y 8 de la calzada 6, que discurre en la dirección contraria. Además, se aprecian las tres plazas de aparcamiento 9, 10 y 11, el arcén 15 y el hospital 16. Se asocia un parámetro de seguridad muy alto a las zonas apreciadas 7 y 8, es decir, los carriles en dirección contraria, es decir, se asocia un riesgo de accidente muy alto al parar el vehículo automóvil en estas zonas, se asocia un parámetro de seguridad alto a los carriles 3, 5 en la dirección de marcha del vehículo automóvil, se asocia un parámetro de seguridad medio al arcén 15 y se asocia un parámetro de seguridad bajo a las plazas de aparcamiento 9, 10 y 11, así como una plaza de aparcamiento asociada al hospital 16, dado que no cabe contar con un accidente en estas zonas al parar el vehículo automóvil. Por tanto, se determina en primer lugar un parámetro de seguridad igual para las zonas 9, 10, 11 y 16. Si el parámetro del estado del conductor indica que el conductor necesita ayuda médica urgentemente, entonces el vehículo automóvil 1 se conduce de forma autónoma hacia el hospital 16. Si existe un claro indicio de la urgencia de la ayuda médica o el hospital 16 está muy lejos, es muy ventajoso, por otro lado, minimizar el tiempo durante el cual se conduce de forma autónoma el vehículo automóvil 1. Por tanto, otro criterio para determinar la zona de parada es la distancia de las zonas con parámetros de seguridad muy reducidos respecto a la ego-posición del vehículo automóvil 1. La plaza de aparcamiento 9 es la más cercana a la ego-posición del vehículo automóvil y la plaza de aparcamiento 11 es la más alejada de la ego-posición del vehículo automóvil. Sin embargo, dado que el vehículo automóvil 1 ya ha pasado la entrada 12 de la plaza de aparcamiento 9, debería utilizarse la salida 13 de la plaza de aparcamiento 9 para una entrada en la plaza de aparcamiento 9. No obstante, una entrada de este tipo en la plaza de aparcamiento en sentido contrario a la dirección de la marcha representa un riesgo de seguridad considerable. Por tanto, se eleva claramente el parámetro de seguridad para la plaza de aparcamiento 9, con lo que

el parámetro de seguridad de la plaza de aparcamiento 9 se eleva incluso por encima del parámetro de seguridad para los carriles 3 y 5 y no se tiene en cuenta la plaza de aparcamiento 9 al determinar la zona de parada. Para una entrada en la plaza de aparcamiento 10 sería necesario al menos cruzar la calzada contraria 6 y potencialmente también una entrada en la plaza de aparcamiento 10 en sentido contrario a la dirección de la marcha. Por este motivo, se eleva claramente también el parámetro de seguridad de la plaza de aparcamiento 10. La plaza de aparcamiento 11 permanece así como zona con el parámetro de seguridad más pequeño posible. Por tanto, si la plaza de aparcamiento 11 se encuentra a una distancia no demasiado grande de la ego-posición del vehículo automóvil 1, se conduce el vehículo automóvil 1 de forma autónoma a través de la entrada 14 a la plaza de aparcamiento 11 y se le detiene allí. El criterio adicional de que la zona de parada debe estar lo más cerca posible de la ego-posición del vehículo automóvil 1, lleva a que se utilice el recodo de aparcamiento de la plaza de aparcamiento 11 que está más próximo a la entrada 14.

Como ya se ha mencionado, junto a la seguridad de la zona de parada, un criterio esencial para determinar la zona de parada es también la distancia a la zona de parada. Por tanto, se determina la zona de parada en el sistema de seguridad del vehículo automóvil 1 por medio de la evaluación de una suma ponderada del parámetro de seguridad de la respectiva zona y la distancia de la zona al vehículo automóvil 1. Si ahora la plaza de aparcamiento 11 está bastante alejada del vehículo automóvil 1, entonces la determinación de esta suma ponderada puede llevar a que se determine como zona de parada el arcén 15, que está sensiblemente cerca de la ego-posición del vehículo automóvil 1, pero presenta un parámetro de seguridad algo mayor. En este caso, se elige como zona de parada una zona del arcén 15 que está lo más próxima posible al vehículo automóvil 1, de modo que el vehículo automóvil 1 pueda llegar a pararse en esta zona.

El parámetro de seguridad del arcén 15 puede modificarse además localmente, para lo cual el parámetro de seguridad para el arcén 15 se eleva detrás de obstáculos, curvas y lomas, dado que estas zonas son difícilmente visibles y, por tanto, se incrementa el riesgo al parar del vehículo automóvil en estas zonas.

La figura 3 muestra una situación de tráfico en la que el vehículo automóvil 1 utiliza una comunicación vehículo a vehículo para detener el vehículo automóvil 1 lo más pronto posible en la zona de parada sobre el arcén 20 tras determinarse la condición de desencadenamiento. El vehículo automóvil 1 se mueve en el momento en que se constata la incapacidad de conducir del conductor sobre un carril de adelantamiento 17 de una autopista. Por tanto, durante la marcha autónoma del vehículo automóvil hasta la zona de parada en el arcén 20 es necesario cruzar el arcén central 18 y el arcén derecho 19. Los vehículos automóviles 21 y 22 se mueven en el carril central 18 y los vehículos automóviles 23, 24 y 25 en el carril derecho 19. Por tanto, se muestra una situación de conducción típica en autopistas en la que la densidad de tráfico es alta en el carril derecho 19 y el carril central 18. En tales casos, pueden ser necesarios intervalos de tiempo largos para mover un vehículo automóvil hasta el arcén 20.

Para hacer posible una parada más rápida del vehículo automóvil 1 en esta situación, el sistema de seguridad puede activar un dispositivo de comunicación del vehículo automóvil 1 para transmitir maniobras teóricas a los vehículos automóviles 21, 22, 23, 24 y 25. Con la maniobra teórica puede transmitirse especialmente una información de prioridad que indique que el vehículo automóvil 1 se encuentra en una situación de emergencia, con lo que se provoca que los vehículos automóviles 21, 22, 23, 24 y 25 realicen la maniobra de conducción teórica transmitida como datos de instrucción de conducción.

La figura 4 muestra los pasos del procedimiento para provocar, al transmitir una trayectoria teórica con información de prioridad asociada, una conducción correspondiente del vehículo a lo largo de la trayectoria teórica. El procedimiento mostrado se puede aplicar en gran medida al caso en que una maniobra de conducción teórica se transmita como datos de instrucción de conducción.

En el paso S41, el vehículo automóvil se encuentra en una operación de conducción normal y recibe datos a través de un dispositivo de comunicación.

En el paso S42 se comprueba si los datos de comunicación recibidos comprenden datos de instrucción de conducción y una información de prioridad asociada a los datos de instrucción de conducción. Si no se han recibido datos de instrucción de conducción y/o informaciones de prioridad, entonces se prosigue el procedimiento desde el paso S41.

No obstante, si se han recibidos datos de instrucción de conducción y una información de prioridad, entonces se comprueba en el paso S43 si la información de prioridad excede un valor límite. En el procedimiento según la invención se utiliza solamente una prioridad de caso de emergencia que indica que el conductor es incapaz de conducir el vehículo automóvil, la cual, independientemente de la recepción de otras trayectorias teóricas con otras informaciones de prioridad, debe llevar siempre a la ejecución de la trayectoria teórica. La evaluación de la información de prioridad es ventajosa, dado que un gran número de sistemas de vehículo adicionales pueden transmitir también trayectorias teóricas.

Si la información de prioridad no es suficientemente alta, en el paso S44 se puede transmitir una respuesta al vehículo automóvil que envía los datos de instrucción de conducción para advertirle de ello. A continuación, se

5 prosigue el procedimiento desde el paso S41. No obstante, si en el paso S43 se determina que la información de
 prioridad es suficientemente alta, en el paso S45 se comprueba la trayectoria teórica descrita por medio de los datos
 de instrucción de conducción, comprobándose la transitabilidad de la trayectoria teórica con ayuda de diversas
 condiciones marginales determinadas a partir de los datos del entorno y los ego-datos del vehículo automóvil. Se
 conocen numerosos procedimientos para ello, por lo que esto no debe describirse aquí con más detalle. Si la
 trayectoria teórica para el vehículo receptor no es transitable, entonces en el paso S46 se transmite un mensaje
 correspondiente al vehículo automóvil originariamente emisor. Es posible una carencia de transitabilidad de la
 trayectoria especialmente cuando el vehículo automóvil emisor dispone de informaciones de entorno incompletas o
 no considera correctamente al determinar la trayectoria teórica el parámetro concerniente al vehículo automóvil
 receptor. A continuación, se avanza con el procedimiento desde el paso S41.

10 No obstante, si en el paso S43 se ha determinado que la información de prioridad es suficientemente alta y, en el
 paso S45, que la trayectoria teórica es transitable, entonces en el paso S47 se conduce el vehículo automóvil
 receptor a lo largo de la trayectoria teórica. Para ello, a través del sistema de seguridad o un sistema de asistencia al
 conductor adicional, se activan sistemas del vehículo como el controlador, los frenos, el motor y/o la caja de cambios
 automática. Mientras tanto, se vigila continuamente la transitabilidad de la trayectoria teórica y se adapta esta
 trayectoria teórica si fuera necesario.

15 Tras recorrer la trayectoria teórica en el paso S47, la conducción del vehículo puede volver al conductor y el
 procedimiento puede continuarse en el paso S41 con la recepción de datos adicionales a través del dispositivo de
 comunicación.

20 Como ya se ha mencionado, es posible que el vehículo automóvil, en lugar de comprobar por sí mismo si la
 trayectoria de control está en conflicto con posibles movimientos de otros vehículos automóbiles, y a continuación
 determinar trayectorias teóricas o maniobras teóricas para estos vehículos automóbiles adicionales, transmita la
 trayectoria de control y la información de prioridad a algunos o todos los demás vehículos automóbiles.

25 La figura 5 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento con el que los otros vehículos automóbiles pueden
 reaccionar a la recepción de una trayectoria de control de este tipo. En el paso S51 se reciben datos a través del
 dispositivo de comunicación del vehículo automóvil receptor. En el paso S52 se comprueba si los datos comprenden
 una trayectoria de control y una información de prioridad y si la información de prioridad cumple una condición
 predeterminada. Si éste no es el caso, el procedimiento puede repetirse desde el paso S51.

30 En caso de que se haya recibido una trayectoria de control y una información de prioridad correspondiente, entonces
 en el paso S53 puede determinarse una probabilidad de que el carril propio se solape con la trayectoria de control.
 En este paso puede determinarse exclusivamente una probabilidad, dado que se parte en el ejemplo mostrado de
 que la conducción del vehículo automóvil receptor se realiza por un conductor, y el comportamiento del conductor no
 puede predecirse estrictamente.

35 En el paso S54 se comprueba si la probabilidad de un solapamiento del carril propio con la trayectoria de control
 supera un valor límite de probabilidad predeterminado. Si la probabilidad no supera el valor límite, en el paso S57 se
 comprueba si un solapamiento de este tipo es posible en el futuro con una probabilidad al menos reducida. Si no es
 posible este solapamiento, el procedimiento puede proseguirse de nuevo con el paso S51 y la recepción de datos
 adicionales. Si es posible tal solapamiento en el futuro, el procedimiento se prosigue con el paso S53 después de un
 tiempo de espera breve y se calcula de nuevo una probabilidad para el solapamiento del carril propio con la
 trayectoria de control.

40 Si en el paso S54 se ha determinado que se ha superado el valor límite de probabilidad, entonces en el paso S55 se
 calcula una trayectoria de evitación para el vehículo automóvil propio que evite un solapamiento entre la trayectoria
 de evitación y la trayectoria de control recibida. Esta trayectoria de evitación se recorre en el paso S56 durante un
 intervalo temporal predeterminado, antes de que a continuación en el paso S53 se compruebe si, al retrotraer la
 conducción del vehículo al conductor, es probable un solapamiento entre la trayectoria propia y la trayectoria de
 control.

45 La figura 6 muestra un vehículo automóvil 1 según la invención que comprende un sistema de seguridad 26 y dos
 sistemas de detección del estado del conductor 27, 28 que están configurados como una cámara o un sensor de
 pulso integrado en el cinturón. Por medio del bus CAN, el sistema de seguridad 26 selecciona los datos de los
 medios de detección del estado del conductor 27 y 28 y determina un parámetro del estado del conductor que indica
 una probabilidad de la incapacidad de conducción del conductor. Si ésta excede un valor límite, entonces se cumple
 una condición de desencadenamiento y el vehículo automóvil, como se ha explicado con referencia a la figura 1, se
 guía hasta una zona de parada segura y se la para allí. La zona de parada segura se determina a partir de la ego-
 posición del vehículo automóvil 1, que se determina por un sensor de posición 37 que está configurado como un
 sensor GPS, y a partir de los datos de un mapa digital que están almacenados en un sistema de navegación 30, así
 como a partir de los datos de una cámara 31 con ayuda de un modelo de entorno. Asimismo, la determinación de la
 zona de parada ya se ha explicado con referencia a la figura 1. Tras cumplirse la condición de desencadenamiento,

se activa de manera complementaria la instalación de los intermitentes de aviso 38 y se activa la instalación de comunicación 37 para emitir una llamada de emergencia. La conducción del vehículo automóvil 1 hasta la zona de parada segura y la detención del vehículo automóvil 1 se efectúan haciendo que el sistema de seguridad 26 active, a través del bus CAN 39, el motor 33, el controlador 34, los frenos 35 y la caja de cambios automática 36 del vehículo automóvil 1.

5

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de funcionamiento de un sistema de seguridad (20) de un vehículo automóvil (1) con un medio de detección del estado del conductor (27, 28) que, tras determinar un parámetro del estado del conductor que describe un estado del conductor a partir de datos del medio de detección del estado del conductor y comprobar si se cumple una condición de desencadenamiento que evalúa el parámetro del estado del conductor y que indica una incapacidad del conductor para conducir el vehículo automóvil (1), se llevan a cabo los siguientes pasos tras cumplirse la condiciones de desencadenamiento:
 - determinar al menos una zona de parada segura alcanzable por el vehículo automóvil (1) en el entorno del vehículo por medio de la evaluación de parámetros de seguridad determinados a partir de datos del entorno que describen el entorno del vehículo automóvil (1), cuyos parámetros describen un riesgo de accidente en caso de una parada del vehículo automóvil (1) en una zona o en una posición del entorno del vehículo automóvil (1),
 - controlar los sistemas del vehículo para la conducción longitudinal y transversal autónoma del vehículo automóvil (1) hasta la zona de parada y para detener el vehículo automóvil (1) en la zona de parada, a cuyo fin, para la conducción longitudinal y transversal autónoma del vehículo automóvil (1), se determina, a partir de los datos del entorno, la ego-posición del vehículo automóvil (1) y la zona de parada, una trayectoria de control para el vehículo automóvil (1) durante al menos una sección del recorrido hasta la zona de parada,

caracterizado por que cuando la transitabilidad de la trayectoria de control depende del movimiento futuro de al menos un vehículo automóvil adicional (21, 22, 23, 24, 25), se calcula para el vehículo automóvil adicional (21, 22, 23, 24, 25), a partir de los datos del entorno y de la trayectoria de control, una maniobra de conducción teórica o una trayectoria teórica, con cuya ejecución por el vehículo automóvil adicional (21, 22, 23, 24, 25) resulta transitable la trayectoria de control para el vehículo automóvil (1), y por medio de la activación de un dispositivo de comunicación se transmiten al vehículo automóvil adicional datos de instrucción de conducción que describen la maniobra de conducción teórica o la trayectoria teórica.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que, para determinar la zona de parada, se determina un modelo de entorno del vehículo automóvil (1) a partir de los datos de entorno, comprendiendo el modelo de entorno parámetros de seguridad para al menos partes de las posiciones y/o zonas en el entorno del vehículo automóvil.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** por que, para determinar los parámetros de seguridad, las zonas o posiciones se asocian, por medio de la evaluación de los datos del entorno, a unas clases que presentan un respectivo parámetro de seguridad asociado.
4. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado** por que la zona de parada se determina a partir del modelo de entorno como una agrupación coherente de zonas y/o posiciones cuyos parámetros de seguridad cumplen una condición de seguridad predeterminada.
5. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que, para la determinación de las zonas de parada, se tiene en cuenta al menos un criterio adicional.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado** por que el criterio adicional evalúa una distancia de la zona de parada a la posición real del vehículo automóvil (1) y/o un parámetro de atención determinado a partir de los datos del entorno, que describe la disponibilidad de atención médica en la zona de parada.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que, adicionalmente a los datos de instrucción de conducción, se transmite una información de prioridad.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** por que tras la recepción de datos de instrucción de conducción de un vehículo automóvil adicional y de una información de prioridad asociada por medio del dispositivo de comunicación, y tras el cumplimiento de una condición de ejecución predeterminada que evalúa al menos la información de prioridad, el sistema de seguridad activa los sistemas del vehículo para la realización autónoma de la maniobra de conducción teórica descrita por los datos de instrucción de conducción o para la conducción del vehículo automóvil (1) a lo largo de la trayectoria teórica descrita por los datos de instrucción de conducción y/o activa un dispositivo de indicación para proporcionarle al conductor una indicación destinada a enseñarle a realizar la maniobra de conducción teórica o a conducir el vehículo automóvil (1) a lo largo de la trayectoria teórica.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que, tras determinar la trayectoria de control, se activa un dispositivo de comunicación del vehículo automóvil (1) para la

transmisión de la trayectoria de control a al menos un vehículo automóvil adicional (21, 22, 23, 24, 25).

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que, tras cumplirse la condición de desencadenamiento, se activa un dispositivo de comunicación (37) del vehículo automóvil (1) para transmitir una llamada de emergencia automática.
- 5 11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado** por que, además de la llamada de emergencia automática, se transmite una información de lugar que describe el lugar de emplazamiento de la zona de parada.
- 10 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que, tras cumplirse la condición de desencadenamiento y antes de realizar pasos adicionales, se ejecuta un paso de prueba en el que se activa un dispositivo de indicación para transmitir al conductor una invitación solicitándole que realice una entrada de mando, y se interrumpe el procedimiento cuando se detecta la entrada de mando durante un intervalo de tiempo predeterminado tras la invitación.
- 15 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que, cuando se cumple una condición de retracción predeterminado durante la conducción autónoma longitudinal y transversal del vehículo automóvil (1), que evalúa especialmente una operación de un elemento de mando, se realiza un retracción de la conducción del vehículo al conductor y se termina la conducción autónoma longitudinal y transversal.
- 20 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que los sistemas del vehículo activados para la conducción autónoma longitudinal y transversal del vehículo automóvil (1) comprenden un sistema de frenado (35) y/o un motor (33) y/o una unidad de dirección (34) y/o un cambio de marchas (36) preferiblemente automático del vehículo automóvil (1).
- 25 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el vehículo automóvil comprende un sistema de asistencia al conductor para la conducción autónoma o parcialmente autónoma del vehículo automóvil (1), realizándose también el procesamiento cuando el sistema de asistencia al conductor activa un dispositivo de indicación para proporcionarle al conductor una indicación de reasunción y, dentro de un intervalo de tiempo predeterminado y/o después de un número predeterminado de repeticiones de la indicación de reasunción, no se detecta ninguna entrada de mando predeterminada.
- 30 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que, tras cumplirse la condición de desencadenamiento, se activa al menos un dispositivo de indicación para proporcionar una indicación a otros usuarios de la carretera.
17. Vehículo automóvil que comprende un medio de detección del estado del conductor (27, 28) para detectar un estado del conductor y un sistema de seguridad (26), **caracterizado** por que el sistema de seguridad (26) está configurado para realizar un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores.

FIG. 1

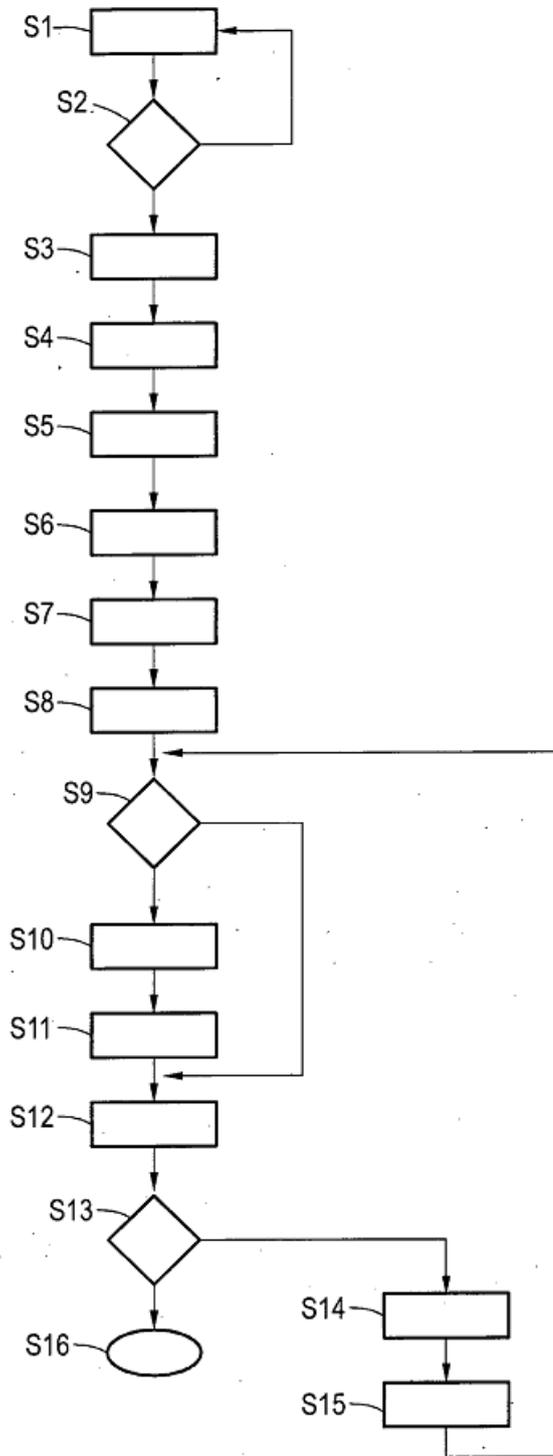


FIG. 2

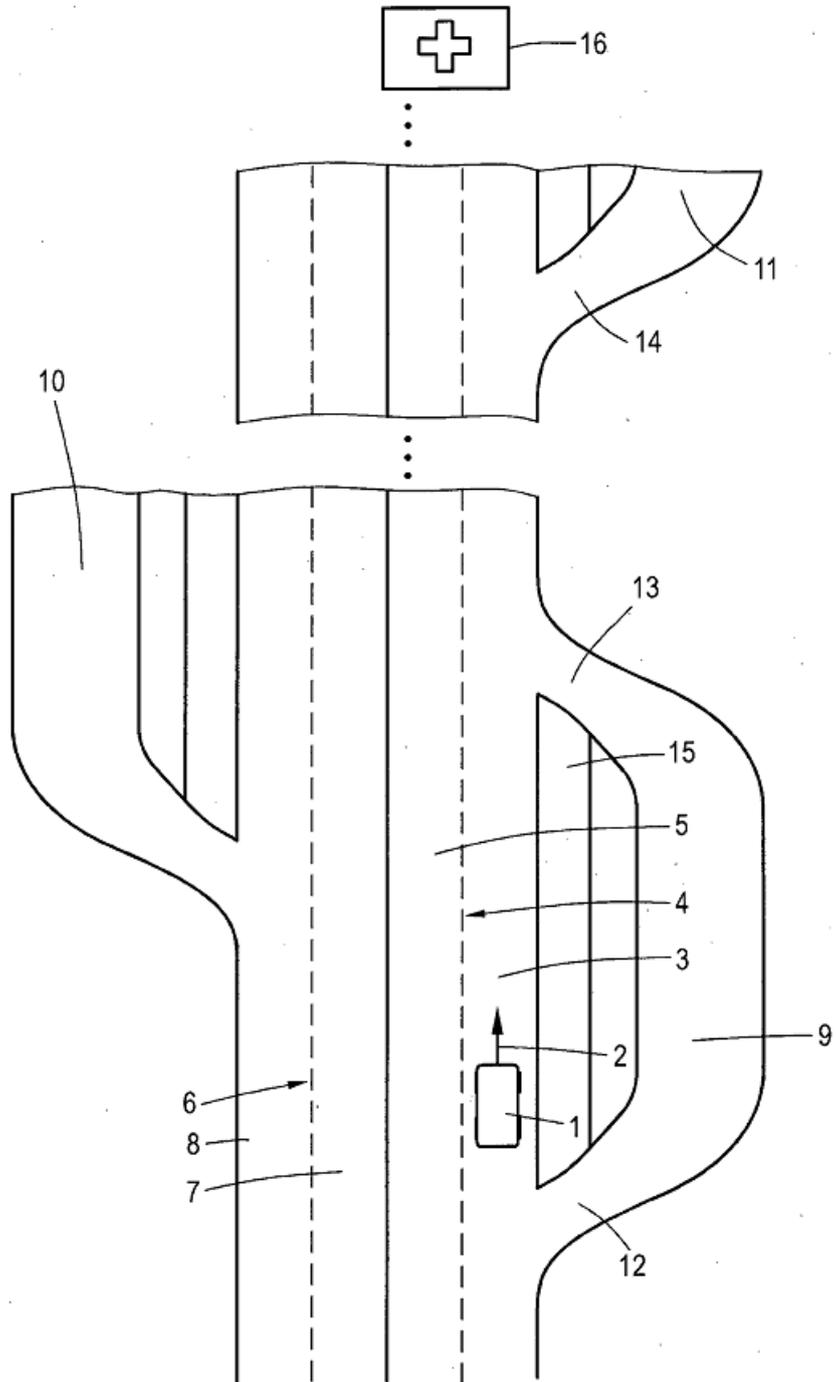


FIG. 3

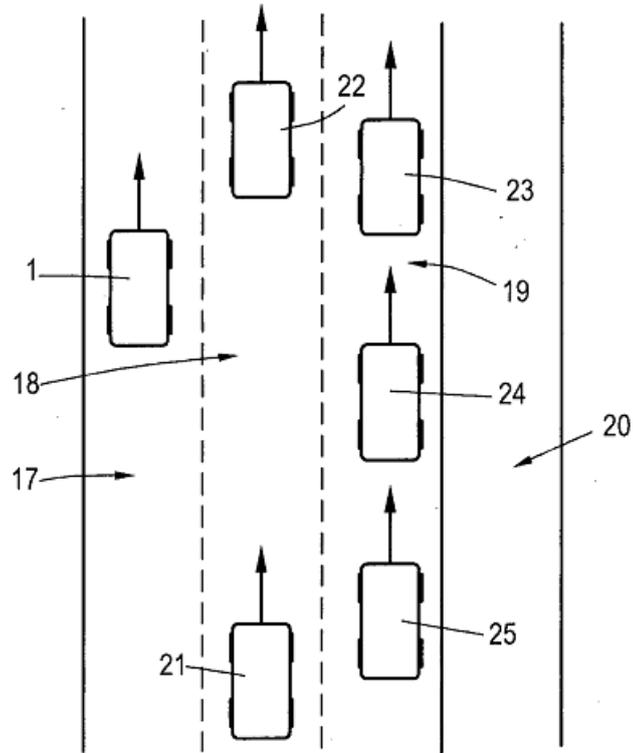


FIG. 4

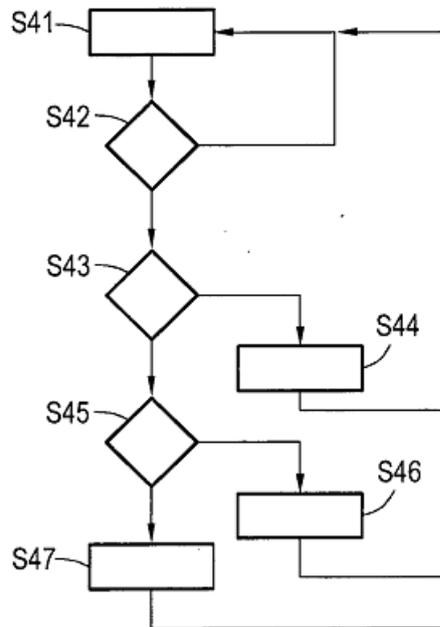


FIG. 5

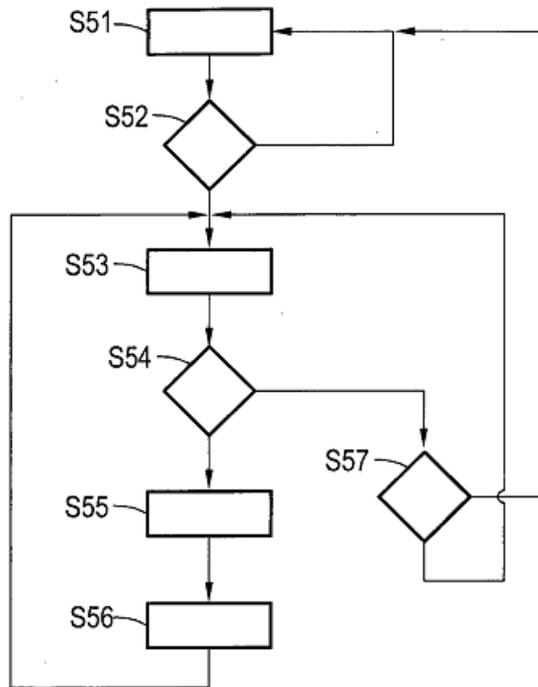


FIG. 6

