

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 603**

51 Int. Cl.:

B60W 30/09 (2012.01)

B60W 30/18 (2012.01)

B60W 50/00 (2006.01)

G01S 19/42 (2010.01)

B60W 30/095 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.09.2013 PCT/FR2013/052218**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.04.2014 WO14053735**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2013 E 13782732 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.05.2017 EP 2903875**

54 Título: **Procedimiento de evaluación del riesgo de colisión en una intersección**

30 Prioridad:

05.10.2012 FR 1259493

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

14.09.2017

73 Titular/es:

RENAULT S.A.S. (50.0%)

13-15 quai Le Gallo

92100 Boulogne-Billancourt, FR y

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN

INFORMATIQUE ET EN AUTOMATIQUE (50.0%)

72 Inventor/es:

LEFEVRE, STÉPHANIE;

IBANEZ-GUZMAN, JAVIER y

LAUGIER, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 632 603 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).

DESCRIPCION

Procedimiento de evaluación del riesgo de colisión en una intersección

La invención se refiere a un procedimiento de evaluación del riesgo de colisión en una intersección.

5 Las intersecciones son las zonas más peligrosas de la red vial. A título de ejemplo, en el 2004, un 43% de los accidentes en Europa tuvieron lugar a la altura de una intersección. Son también zonas particularmente ansiogénicas, sobre todo para los conductores mayores, que se equivocan a veces al analizar la escena y en tomar una decisión adaptada al contexto de la situación. Existe por consiguiente un gran interés en desarrollar sistemas de seguridad, capaces de estimar con precisión el riesgo de una colisión en una intersección. Tales sistemas pueden ser utilizados para aumentar el conocimiento posicional del conductor, que se aproxima y luego cruza una intersección, y pueden así reducir la tensión causada por la presencia de la indicada intersección y mejorar la seguridad en estas zonas.

El documento DE 10 2010 044631 A1 describe un procedimiento de evaluación del riesgo de colisión entre un primer vehículo que se aproxima a una intersección y al menos un segundo vehículo que se desplaza a la altura de la indicada intersección según el preámbulo de la reivindicación 1.

15 El problema técnico puede resumirse de la forma siguiente. Un vehículo acumula con el transcurso del tiempo:

- informaciones sobre su estado por mediación de sus captadores propioceptivos, como por ejemplo un navegador GPS (del inglés *Global Positioning System*) o datos que pasan por su bus CAN (del inglés, *Control Area Network*,

20 - e informaciones sobre su entorno,

- ° por medio de sus captadores exteroceptivos montados a bordo, como por ejemplo una cámara o un radar, y/o

25 ° por medio de un enlace de comunicación con los demás vehículos y/o con módulos de comunicación integrados en la infraestructura vial, como por ejemplo un estándar de comunicación tipo IEEE 802.11p.

30 El vehículo dispone igualmente de un plano digital estático del entorno, que puede tomar varias formas, como por ejemplo un plano 2D de la red viaria o una nube de puntos 3D del entorno. Este plano contiene informaciones sobre el contexto, por ejemplo sobre las carreteras, sobre las vías, así como sobre la reglamentación en vigor en cada intersección, como por ejemplo la limitación de la velocidad y/o la presencia de una señal de tráfico.

Para valorar el riesgo de una colisión en una intersección, es por consiguiente necesario fusionar todas estas informaciones y datos en el espacio y en el tiempo, con el fin de reconstruir la situación real y por consiguiente evaluar los peligros potenciales.

35 Ahora bien, una dificultad a menudo encontrada procediendo de esta manera, reside en el hecho de que estos datos e informaciones son inseguras, debido en particular a errores de medición inherentes a los captadores, a errores de localización, y a errores del plano. Además, las intersecciones siguen siendo zonas complejas en las cuales la evolución en el tiempo de un vehículo depende más de la intención del conductor que de las características físicas del vehículo, haciendo esto la interpretación de los datos difícil y sujeta a numerosas incertidumbres.

40 Generalmente, para valorar el riesgo de una colisión en una intersección, los métodos propuestos se basan en modelos físicos, que pueden ser dinámicos o cinemáticos, de los vehículos para predecir sus trayectorias futuras. El riesgo se calcula así como una función de la circunstancia de una colisión en estas trayectorias futuras. Este tipo de método presenta dos límites:

- solo se puede aplicar para las colisiones a corto plazo, pues los modelos físicos solo son válidos a corto plazo. En efecto, para ser capaz de predecir de forma fiable las trayectorias a más largo plazo, sería preciso considerar la situación a mayor nivel, integrando por ejemplo la intención de maniobra de los conductores, y tener en cuenta el contexto, como por ejemplo la geometría y la topología de la intersección así como las normas de tráfico.

- es costoso en tiempo de cálculo, debido a la predicción de las trayectorias potenciales de todos los vehículos presentes en la intersección, y de la detección de los puntos de intersección entre estas trayectorias, siendo la extensión de este tiempo de cálculo incompatible con las necesidades de tiempo real de las aplicaciones de seguridad.

Otros métodos más completos, como por ejemplo, el que se describe en la solicitud de patente US2012/0016581, se basan en la toma en cuenta de la intención del conductor al aproximarse a la intersección, suponiendo por ejemplo,

que va a girar a la derecha o a la izquierda, o bien que va a seguir todo recto. La evaluación de las situaciones potencialmente peligrosas se realiza entonces asociando esta intención con la predicción de las trayectorias de todos los vehículos presentes en la intersección, y evaluando los puntos de intersección de estas trayectorias. Aunque más completo y más preciso que los métodos anteriormente mencionados, este método sigue siendo muy consumidor en tiempo de cálculo, y no parece que esté más adaptado para poner en práctica instantáneamente aplicaciones de seguridad.

Los procedimientos de evaluación del riesgo de colisión en una intersección según la invención, proponen un diagnóstico riguroso y preciso en materia de evaluación de dicho riesgo poniendo en práctica una fase de cálculo acortada, completamente compatible con las necesidades en tiempo real de las aplicaciones de seguridad. Dicho de otro modo, los indicados procedimientos unen calidad y rendimiento, con una rapidez de ejecución mejorada.

La invención tiene por objeto un procedimiento de evaluación del riesgo de colisión entre un primer vehículo que se aproxima a una intersección y al menos un segundo vehículo que se desplaza a la altura de la indicada intersección, estando el indicado primer vehículo dotado de medios de medición y de medios de cálculo.

La principal característica de un procedimiento según la invención es que comprende las etapas siguientes,

- una etapa de determinación de las posiciones respectivas de dicho primer vehículo y de dicho segundo vehículo,
- una etapa de estimación de las intenciones del conductor de dicho primer vehículo y de dicho segundo vehículo, en lo concerniente a parar o no a la entrada de la intersección y en lo tocante a la maniobra para estimar la dirección que intentan tomar cada uno de los indicados conductores a la salida de la indicada intersección,
- una etapa de estimación de la necesidad de parar para el primer vehículo y el indicado segundo vehículo a partir de los resultados proporcionados por las dos etapas anteriores y las normas de tráfico en vigor en la mencionada intersección,
- una etapa de estimación del riesgo de colisión entre el primer vehículo y el mencionado segundo vehículo, basándose la indicada estimación en una comparación entre la intención de parar de cada vehículo y la necesidad de parar de éstos.

Un procedimiento de este tipo permite determinar un riesgo de colisión del primer vehículo con al menos un segundo vehículo, sin tener que evaluar las trayectorias potenciales de los indicados vehículos y determinar su punto de intersección. Este procedimiento evita así la utilización de cálculos demasiado largos y demasiado pesados, que pueden constituir fuentes de error, y está perfectamente adaptado a los requerimientos de tiempo real de las aplicaciones de seguridad. Se supone que el primer vehículo constituye el vehículo fuente, y que está dotado de medios de medición y de cálculo para poner en práctica las diferentes etapas del procedimiento según la invención. El término «segundo» se utiliza para distinguir el primer vehículo de los otros vehículos que se mueven a la altura de la intersección. De igual modo el término «evolucionar» significa que el segundo vehículo puede entrar en la intersección, o estar parado a la altura de la indicada intersección o que puede salir de ella por una vía identificada. El segundo vehículo puede igualmente estar situado en la misma vía de acceso a la intersección que aquella en la cual se encuentra el primer vehículo, estando el indicado segundo vehículo situado delante del mencionado primer vehículo. Las normas de tráfico en vigor en la intersección pueden materializarse por cualquier tipo de señal de tráfico, o por semáforos. Se supone que un procedimiento de este tipo está controlado por un calculador montado a bordo, como por ejemplo una unidad central de cálculo que sirve para gestionar todos los equipos eléctricos o electrónicos del vehículo, presentando el indicado calculador el logicial adecuado.

Ventajosamente, las normas de tráfico en vigor en la mencionada intersección son comunicadas al primer vehículo por al menos un medio de información a elegir entre un plano digital estático del entorno, una comunicación entre el primer vehículo y módulos de comunicación situados en la infraestructura, y captadores exteroceptivos.

De forma preferencial, las normas de tráfico en vigor son indicadas por al menos un medio a elegir entre una señal de tráfico y semáforos, proporcionando las indicadas normas al menos una información a elegir entre una velocidad límite permitida a la altura de la intersección, una señalización de stop, una señalización de dirección prohibida y una señalización de ceda el paso.

Preferentemente, la estimación del riesgo de colisión corresponde al cálculo de la probabilidad de que uno de los vehículos no tenga la intención de detenerse cuando debería. En efecto, a título de ejemplo, el riesgo de colisión es importante si un segundo vehículo que debe detenerse en la intersección debido a la presencia de un stop, no respeta este stop continuando rodando a velocidad reducida.

De forma ventajosa, la etapa de determinación de las posiciones respectivas del primer vehículo y de dicho segundo vehículo se completa mediante una etapa de determinación de al menos un parámetro suplementario respecto al

5 primer vehículo y al indicado segundo vehículo, a seleccionar entre la orientación de los indicados vehículos, su velocidad y las acciones del conductor sobre los controles del vehículo. Esta lista no es exhaustiva y puede completarse por otros parámetros, que estarían disponibles y que podrían aportar precisiones suplementarias sobre la situación de los vehículos presentes. A título de ejemplo, las acciones del conductor sobre los controles pueden ser representadas por una presión sobre el pedal del freno o el pedal del acelerador.

10 Ventajosamente, la etapa de determinación de las posiciones del primer vehículo y de dicho segundo vehículo así como la etapa de determinación de al menos un parámetro suplementario se realizan por mediación de captadores de medición propioceptivos y exteroceptivos montados a bordo en el primer vehículo, o por mediación de un enlace de comunicación inalámbrico entre los vehículos. Se recuerda que los captadores propioceptivos están integrados en el primer vehículo y que aportan información sobre la situación propia de dicho vehículo, y que los captadores exteroceptivos están igualmente montados a bordo en el primer vehículo y que aportan información sobre cada segundo vehículo. El enlace de comunicación inalámbrico permite el intercambio de informaciones entre los vehículos y/o entre los vehículos y módulos presentes en la infraestructura. Por ejemplo, el estándar de comunicación IEEE 802.11p puede ser utilizado.

15 De forma preferencial, los captadores propioceptivos comprenden al menos un captador a seleccionar entre un navegador tipo GPS (del inglés *Global Positioning System*) y datos que circulan por un bus tipo CAN (del inglés *Controller Area Network*). Esta lista no es exhaustiva y puede integrar particularmente otros tipos de navegadores con tecnologías diferentes.

20 Preferentemente, los captadores exteroceptivos comprenden al menos un captador a seleccionar entre una cámara montada a bordo, un radar, y un láser.

25 De forma ventajosa, un procedimiento de evaluación del riesgo según la invención, está controlado por una unidad central de cálculo montada a bordo en el primer vehículo. La unidad central de cálculo controla todos los equipos eléctricos y electrónicos presentes en un vehículo. Basta con añadirle un logicial adaptado, teniendo en cuenta las diferentes etapas de dicho procedimiento, para poder controlar las indicadas etapas y aportar un diagnóstico preciso sobre el riesgo de colisión entre el primer vehículo y cada segundo vehículo.

30 Ventajosamente, el procedimiento comprende una etapa de toma de decisión que tiene por objeto actuar sobre el comportamiento vial del vehículo con el fin de adaptarlo al riesgo detectado. En efecto, uno de los intereses principales de un procedimiento de evaluación según la invención es una modificación del comportamiento vial del vehículo, con el fin de dar seguridad al vehículo así como a los ocupantes de dicho vehículo. La modificación puede ser obtenida por medio de una acción automática sobre los controles del vehículo, o por mediación de un mensaje dirigido al conductor del vehículo. Este mensaje puede tomar la forma de una señal a elegir entre una señal visual, sonora, o háptica.

35 Un procedimiento de evaluación del riesgo según la invención presenta la ventaja de ser rápido, preciso y por consiguiente perfectamente compatible con los requerimientos de tiempo real relacionados con las aplicaciones de seguridad. Dicho de otro modo, si una situación de peligro es detectada en la aproximación a una intersección por mediación de este procedimiento, un sistema avanzado de ayuda a la conducción de tipo ADAS, puede por ejemplo, proceder a una operación de frenado automático. Además, razonando sobre las intenciones de los conductores más bien que sobre la trayectoria de los vehículos, un procedimiento según la invención permite un mejor análisis de la escena, y una predicción más fiable de las colisiones a largo plazo. Por último, un procedimiento según la invención tiene la ventaja de basarse en una aproximación probabilista, que permite la toma en cuenta de las incertidumbres en los datos de entrada y sobre la interpretación de estos datos.

Se facilita, a continuación, una descripción detallada de un modo de realización preferido de un procedimiento de evaluación del riesgo de colisión entre dos vehículos en una intersección, haciendo referencia a las figuras 1 a 3.

- 45
- La figura 1 es una vista sinóptica que detalla las diferentes etapas de un procedimiento según la invención,
 - La figura 2 es una vista esquemática de una primera situación en una intersección,
 - La figura 3 es una vista esquemática de una segunda situación en una intersección.

50 Se supone que un procedimiento de evaluación del riesgo según la invención se realiza en el primer vehículo por mediación de medios de medición y medios de cálculo, y está controlado por una unidad central de cálculo, que es un órgano central que gestiona los equipos eléctricos y electrónicos del vehículo.

55 Un procedimiento de evaluación del riesgo de colisión de este tipo entre un primer vehículo y al menos un segundo vehículo que se desplaza a la altura de una intersección, por ejemplo para todos los vehículos que se mueven a una distancia inferior a 500m de la intersección y en una vía de acceso a la indicada intersección, comprende las etapas siguientes:

- una etapa de determinación de las posiciones respectivas de dicho primer vehículo y de cada segundo vehículo, y de diferentes parámetros que permiten informar sobre la situación de cada uno de los indicados vehículos,
- 5 - una etapa de estimación de las intenciones del conductor de dicho primer vehículo y de cada segundo vehículo, con respecto a parar o no a la entrada de la intersección y con respecto al maniobrado para estimar la dirección que intenta tomar cada uno de los indicados conductores a la salida de la mencionada intersección,
- 10 - una etapa de estimación de la necesidad de detenerse para el primer vehículo y para cada segundo vehículo a partir de los resultados proporcionados por las dos etapas precedentes y las normas de tráfico en vigor en la indicada intersección.
- una etapa de estimación del riesgo de colisión del primer vehículo con cada segundo vehículo, a partir de los resultados proporcionados por las dos etapas precedentes, estando la indicada estimación basada en una comparación entre la intención de pararse de cada vehículo y la necesidad de detenerse de estos,
- 15 - una etapa de toma de decisión que tiene por objeto actuar sobre el comportamiento vial del vehículo con el fin de adaptarlo al riesgo detectado. Esta toma de decisión puede traducirse por una acción automática sobre los controles del vehículo, o por un mensaje dirigido al conductor del vehículo. Este mensaje puede tomar la forma de una señal a elegir entre una señal visual, sonora, o háptica. Los controles de los vehículos comprenden, por ejemplo, el estado de los intermitentes, el pedal del acelerador, el pedal del freno y llegado el caso el pedal de embrague y la relación de la caja de cambios incluida.
- 20

Haciendo referencia a la figura 1, la etapa de determinación de las posiciones respectivas de dicho primer vehículo y de cada segundo vehículo, y de diferentes parámetros que permiten informar sobre el estado de cada uno de los indicados vehículos, consiste en una etapa de adquisición de datos realizada por mediación de captadores propioceptivos, de captadores exteroceptivos, y de datos compartidos. Esta etapa de adquisición de datos permite al primer vehículo acumular con el transcurso del tiempo informaciones sobre su propio estado y sobre su entorno estático y dinámico. El número de captadores así como su tipo no está limitado, siendo la única obligación que los indicados captadores tengan que dar al menos una medición de la posición del primer vehículo y de cada segundo vehículo. Sin embargo, cualquier información suplementaria que informe sobre el estado de cada vehículo, resulta útil pues la misma permitirá una mejor estimación de las intenciones de los conductores. A título de ejemplo, los captadores propioceptivos pueden estar constituidos por un navegador tipo GPS, o por datos que circulan por un bus CAN. Los captadores exteroceptivos pueden estar representados por ejemplo, por una cámara y/o un radar y/o un láser. Los datos compartidos pueden ser obtenidos gracias a un enlace de comunicación con los demás vehículos y/o un enlace de comunicación con módulos integrados en la infraestructura vial, como por ejemplo un estándar de comunicación de tipo IEEE 802.11p. Aparte de la posición de cada vehículo, otros parámetros, como por ejemplo, la orientación en el espacio de los indicados vehículos, su velocidad y las acciones del conductor sobre los controles del vehículo, pueden constituir fuentes de información determinantes que permitirán evaluar la intención de cada conductor en la intersección.

Gracias a las informaciones y a los datos recogidos en la etapa precedente, el procedimiento según la invención pone en práctica una etapa de estimación de las intenciones del conductor de dicho primer vehículo y de cada segundo vehículo, con respecto a parar o no a la entrada de la intersección y con respecto al maniobrado para estimar la dirección que pretende tomar cada uno de los indicados conductores a la salida de la mencionada intersección. En efecto, es importante saber si un vehículo pretende detenerse o no en una intersección y que dirección tiene intención de tomar una vez que se encuentra en la intersección, para evaluar el riesgo de colisión. La primera etapa de adquisición de datos permite así anticipar la intención de cada conductor de detenerse o no en la intersección, y conocer la dirección que desea tomar a la salida de la intersección.

La etapa de estimación de la necesidad de parar para el primer vehículo y para cada segundo vehículo se realiza a partir de los resultados proporcionados por las dos etapas anteriores, y las normas de tráfico en vigor en la indicada intersección. Las normas de tráfico en vigor en la intersección pueden materializarse por señales de tráfico como por ejemplo un stop, una dirección prohibida, un ceda el paso o una velocidad máxima permitida y/o por semáforos. Estas normas de tráfico en vigor en la indicada intersección, son comunicadas al primer vehículo por medios de información como por ejemplo, un plano digital estático del entorno, una comunicación entre el primer vehículo y los módulos de comunicación situados en la infraestructura vial, y captadores exteroceptivos como un radar o una cámara montada a bordo.

La etapa de estimación del riesgo de colisión entre el primer vehículo y cada segundo vehículo, se realiza por medio de una comparación entre la intención de parar de cada vehículo y la necesidad de parar de éstos.

La intención de los conductores se estima fusionando de forma probabilista los datos disponibles sobre los vehículos y sobre el contexto, lo cual permite tomar en cuenta las incertidumbres sobre los datos y sobre la interpretación de estos datos. Esta etapa permite acceder a una descripción semántica de la escena respondiendo particularmente a

la pregunta: ¿Quién tiene la intención de hacer qué, y con qué probabilidad?

Modelos probabilistas con intervalos de tiempo aceptables (en inglés *gap acceptance*) existen ya en la literatura, y permiten calcular la probabilidad de que un vehículo que no tiene la prioridad tenga suficiente tiempo para ejecutar su maniobra antes de la llegada de un vehículo prioritario. Combinando estos modelos con las normas de tráfico en vigor en la intersección, la aproximación estima de forma probabilista si un vehículo debería detenerse en la intersección o no.

Si se toma como ejemplo una situación donde un primer vehículo A se aproxima a una intersección de tipo ceda el paso, la estimación de la necesidad de parar para este vehículo se define como sigue:

1. Proyección de la posición del vehículo A hasta el tiempo t_A donde alcanza la entrada de la intersección. Se puede por ejemplo utilizar para ello un modelo tipo «velocidad constante».
2. Realizar la misma operación para todos los segundos vehículos B con prioridad con relación al vehículo A. Dicho de otro modo, reiterar la realización de la proyección de la posición de cada vehículo B que es prioritaria sobre el vehículo A, hasta el tiempo t_B donde alcanza la entrada de la intersección. Se puede igualmente utilizar un modelo tipo «velocidad constante» para los vehículos B.
3. Identificar el más pequeño intervalo de tiempo disponible para el vehículo A para realizar su maniobra antes de la llegada de cada vehículo prioritario B, comparando los tiempo t_A y t_B para cada vehículo B prioritario.
4. La necesidad de parar para el vehículo A se calcula como la probabilidad de que el intervalo de tiempo calculado en la etapa precedente no sea suficiente para realizar la maniobra. Se puede para ello utilizar un modelo probabilista de intervalo de tiempo aceptable (en inglés *gap acceptance*).

Por último, un procedimiento de evaluación del riesgo de colisión incorpora una etapa de toma de decisión que tiene por objeto actuar sobre el comportamiento vial del vehículo con el fin de adaptarlo al riesgo detectado. A título de ejemplo, si la probabilidad de colisión calculada para el primer vehículo es elevada, pero si la velocidad de dicho vehículo es constante en el acercamiento a la intersección, un sistema avanzado de ayuda a la conducción podrá accionar automáticamente el pedal del freno para detener el vehículo, o para reducir considerablemente su velocidad.

La figura 2 ilustra un ejemplo de escenario peligroso en una intersección. Los vehículos 1 y 3 se aproximan a la intersección a velocidad constante y tienen la prioridad por la señalización. El vehículo 4 está detenido en el stop. El vehículo 2 ha avanzado y se encuentra en la mitad en la vía tomada por los vehículos 1 y 3, y se supone que su velocidad aumenta.

- Adquisición de datos

Los captadores proporcionan datos sobre las posiciones sucesivas de los vehículos y potencialmente informaciones sobre su orientación, su velocidad, el estado de su luz intermitente, etc.

- Algoritmo de estimación del riesgo

- Estimación de las intenciones de los conductores

Combinando las informaciones disponibles en los vehículos, sobre la geometría de la intersección y sobre la señalización, un procedimiento según la invención permitirá estimar de forma probabilista que la intención de los conductores 1 y 3 es pasar la intersección sin detenerse, que la intención del conductor 4 es ceder el paso al conductor 3 y que la intención del conductor 2 es girar a la derecha sin esperar.

- Estimación del riesgo

Comparando las intenciones estimadas con las normas de tráfico en vigor en la intersección, un procedimiento según la invención permite calcular la probabilidad de que las intenciones de los conductores estén en conflicto con las normas de prioridades. Esta probabilidad será baja para los conductores 1, 3, 4, y elevada para el conductor 2 pues no dispone de suficiente tiempo para realizar su maniobra antes de la llegada del vehículo 1 a la intersección.

- Algoritmo de decisión:

Una decisión es necesaria, pues la probabilidad de que el vehículo 2 represente un peligro es grande. La acción a tomar dependerá de varios factores: el valor del riesgo, la configuración de la situación evaluando si existe un riesgo de colisión inminente o no, la velocidad de los vehículos en cuestión, los medios de aviso o de control disponibles en el vehículo, como por ejemplo, un avisador visual, o sonoro, o háptico, un accionador de los elementos de

frenado automático del vehículo.

La figura 3 ilustra un ejemplo de escenario no peligroso en una intersección. Los vehículos 1 y 3 se aproximan a la intersección a velocidad constante y tienen la prioridad. Los vehículos 2 y 4 están detenidos en el stop.

- Adquisición de datos

5 Esta etapa se desarrolla de forma idéntica a la descrita para el escenario peligroso anteriormente indicado.

- Algoritmo de estimación del riesgo

- Estimación de las intenciones de los conductores

Para el presente caso, el procedimiento según la invención, permitirá estimar de forma probabilista que la intención del conductor 2 es ceder el paso al conductor 1.

10 ◦ Estimación del riesgo

La probabilidad de que las intenciones de los conductores estén en conflicto con las normas de prioridad será baja para todos los conductores.

- Algoritmo de decisión:

Una acción no es necesaria, pues ninguno de los vehículos representa un peligro.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Procedimiento de evaluación del riesgo de colisión entre un primer vehículo que se aproxima a una intersección y al menos un segundo vehículo que se desplaza a la altura de la indicada intersección, estando el indicado primer vehículo dotado de medios de medición y de medios de cálculo, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:
- una etapa de determinación de las posiciones respectivas de dicho primer vehículo y de dicho segundo vehículo,
 - 10 - una etapa de estimación de las intenciones del conductor de dicho primer vehículo y de dicho segundo vehículo, en lo concerniente a parar o no a la entrada de la intersección y en lo tocante a la maniobra para estimar la dirección que intentan tomar cada uno de los indicados conductores a la salida de la indicada intersección,
- caracterizado por que** el procedimiento comprende las etapas siguientes:
- 15 - una etapa de estimación de la necesidad de parar para el primer vehículo y para el indicado segundo vehículo a partir de los resultados proporcionados por las dos etapas anteriores y las normas de tráfico en vigor en la mencionada intersección,
 - 20 - una etapa de estimación del riesgo de colisión entre el primer vehículo y el mencionado segundo vehículo, basándose la indicada estimación en una comparación entre la intención de parar de cada vehículo y la necesidad de parar de estos.
- 2.** Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las informaciones respecto a las normas de tráfico en vigor en la indicada intersección se comunican al primer vehículo mediante al menos un medio de información a elegir entre un plano digital estático del entorno, una comunicación entre el primer vehículo y módulos de comunicación situados en la infraestructura, y captadores exteroceptivos.
- 25 **3.** Procedimiento de evaluación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** las normas de tráfico en vigor son indicadas por al menos un medio a elegir entre una señal de tráfico y por semáforos, y **por que** las indicadas normas proporcionan al menos una información a elegir entre una velocidad límite permitida a la altura de la intersección, una señal de stop, una señal de dirección prohibida y una señal de ceda el paso.
- 30 **4.** Procedimiento de evaluación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la estimación del riesgo de colisión corresponde al cálculo de la probabilidad de que uno de los vehículos no tenga la intención de pararse cuando lo debería hacer.
- 5.** Procedimiento de evaluación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la etapa de determinación de las posiciones respectivas del primer vehículo y de dicho segundo vehículo se completa mediante una etapa de determinación de al menos un parámetro suplementario respecto al primer vehículo y cada uno de los segundos vehículos, a elegir entre la orientación de los indicados vehículos, su velocidad y las acciones del conductor sobre los controles del vehículo.
- 35 **6.** Procedimiento de evaluación según la reivindicación 5, **caracterizado por que** la etapa de determinación de las posiciones del primer vehículo y de dicho segundo vehículo así como la etapa de determinación de al menos un parámetro suplementario se realizan por mediación de captadores de medición propioceptivos y exteroceptivos montados a bordo en el primer vehículo y/o por mediación de un enlace de comunicación inalámbrico entre los vehículos.
- 40 **7.** Procedimiento de evaluación según la reivindicación 6, **caracterizado por que** los captadores propioceptivos comprenden al menos un captador a elegir entre un navegador tipo GPS y unos datos que circulan por un bus tipo CAN.
- 45 **8.** Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado por que** los captadores exteroceptivos comprenden al menos un captador seleccionado entre una cámara montada a bordo, un radar, y un láser.
- 9.** Procedimiento de evaluación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** está controlado por una unidad central de cálculo montada a bordo en el primer vehículo.
- 50 **10.** Procedimiento de evaluación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** comprende una etapa de toma de decisión que tiene por objeto actuar sobre el comportamiento vial del vehículo con el fin de adaptarlo al riesgo detectado.

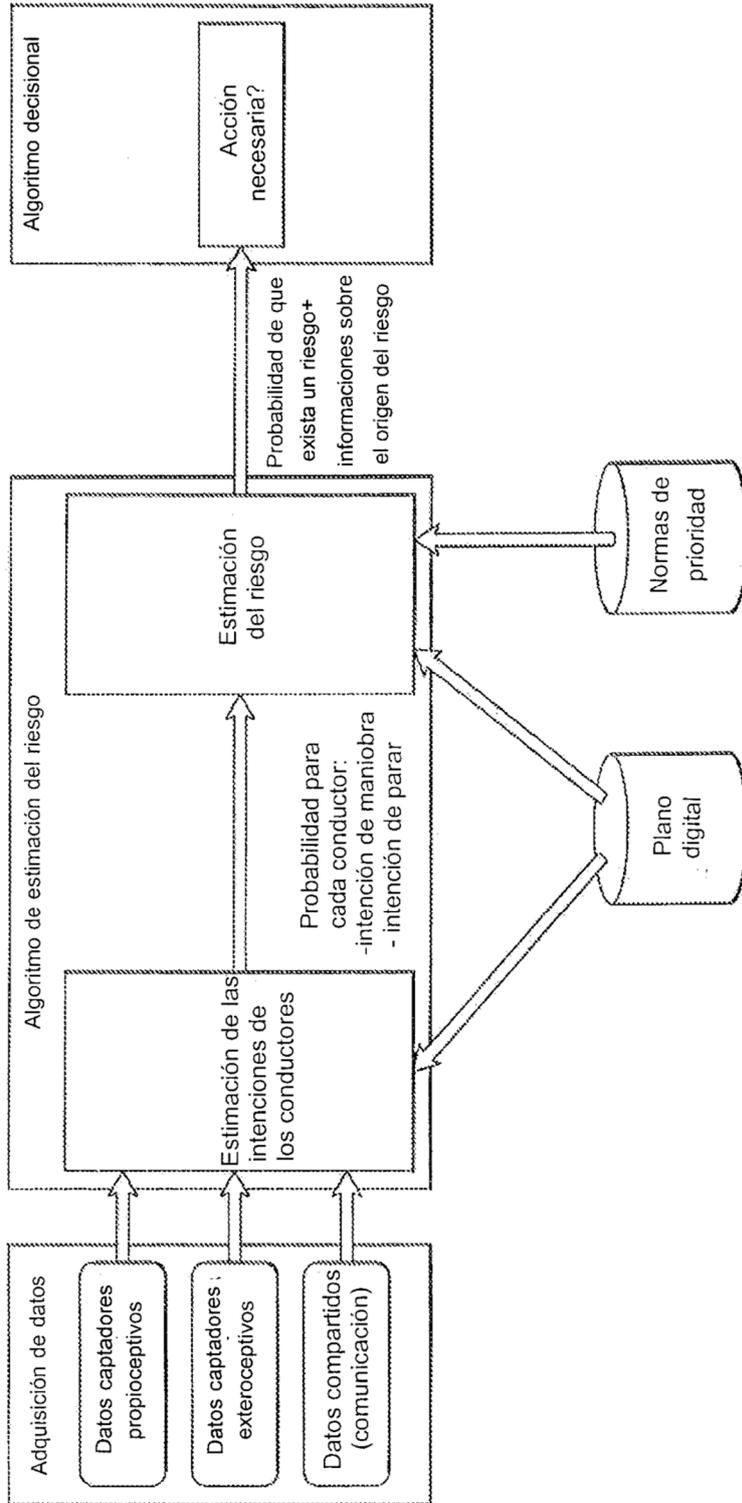


Fig.1

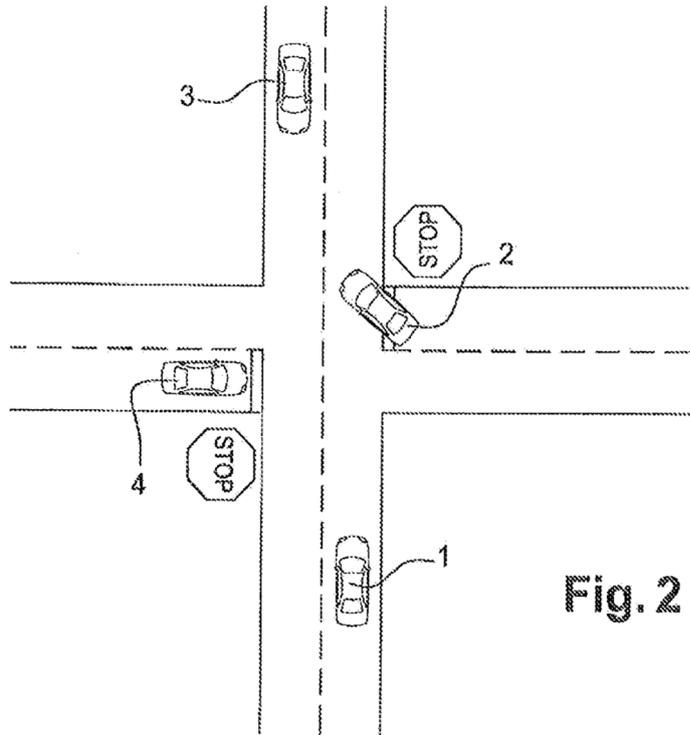


Fig. 2

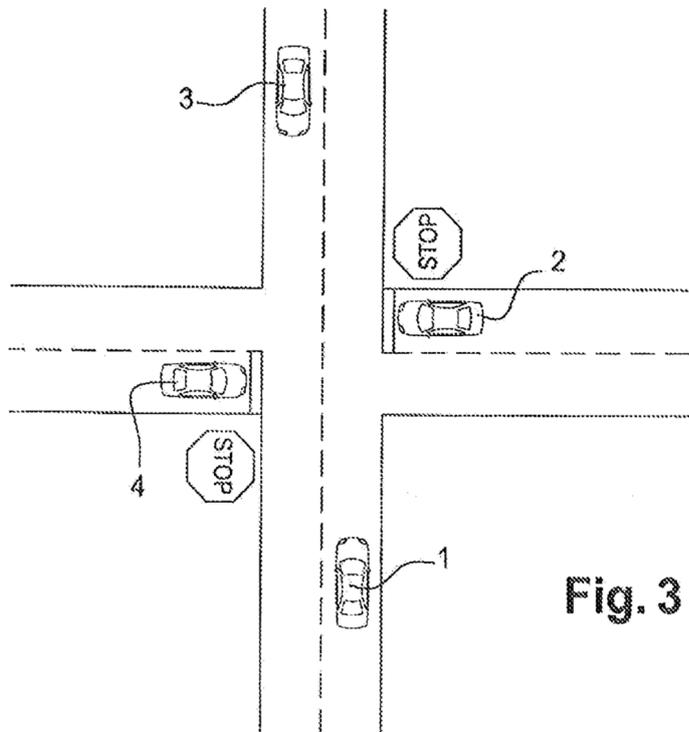


Fig. 3