

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 018 887**

51 Int. Cl.:

**G01M 17/007** (2006.01)  
**G07C 5/00** (2006.01)  
**G06Q 10/20** (2013.01)  
**G06Q 40/08** (2012.01)  
**G06Q 50/26** (2014.01)  
**G08G 1/01** (2006.01)  
**G06Q 50/40** (2014.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.07.2020** **PCT/US2020/042320**  
 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.01.2021** **WO21016035**  
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2020** **E 20843727 (7)**  
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2025** **EP 4004517**

54 Título: **Evaluación del rendimiento de seguridad de vehículos**

30 Prioridad:

**25.07.2019 US 201916521856**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.05.2025**

73 Titular/es:

**CAMBRIDGE MOBILE TELEMATICS, INC.**  
**(100.00%)**  
**314 Main Street, Suite 1200**  
**Cambridge, MA 02142, US**

72 Inventor/es:

**BALAKRISHNAN, HARI;**  
**MADDEN, SAMUEL;**  
**PARK, JUN-GEUN y**  
**BRADLEY, WILLIAM**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 3 018 887 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

Evaluación del rendimiento de seguridad de vehículos

### Antecedentes

Esta patente reivindica la prioridad de la solicitud de patente US 16/521.856, presentada el 25 de julio de 2019.

### 5 Antecedentes

Esta descripción se refiere a la evaluación del rendimiento de seguridad de vehículos.

Los vehículos autónomos prometen ser más seguros que los vehículos convencionales conducidos por humanos. Para evaluar el rendimiento de seguridad relativo de los vehículos autónomos y los vehículos convencionales, los profesionales de la industria y los organismos regulatorios usan métricas relacionadas con la seguridad, tales como la

10 tasa de accidentes, que mide el número de accidentes en los que un vehículo se ha visto involucrado en relación con el número de millas recorridas por el vehículo.

Debido a que los vehículos convencionales han recorrido muchas más millas que los vehículos autónomos y, por lo tanto, han estado expuestos a riesgos de accidentes significativamente más altos, los productores de vehículos autónomos están compitiendo por acumular millas para obtener mediciones estadísticamente significativas, en base

15 a exposición, del rendimiento de seguridad de los vehículos para su comparación con los vehículos convencionales.

US 2018/342034 describe un sistema de gestión de transporte bajo demanda que puede recibir solicitudes de transporte en conexión con un servicio de transporte bajo demanda.

US 2013/317665 describe un sistema y un método para determinar un descuento premium de seguro en base a datos telemáticos.

20 US 2014/058761 describe un sistema para analizar datos de rendimiento de conducción.

US 9 535 878 describe un servidor de análisis de conducción que se puede configurar para recibir datos de funcionamiento de vehículo de sensores de vehículo y usarlos para identificar un evento de conducción potencialmente de alto riesgo o inseguro por parte del vehículo.

25 US 2017/101093 describe un sistema que recopila información que identifica una o más condiciones asociadas con un vehículo. Es posible determinar la probabilidad de una colisión que involucra al vehículo, la probabilidad de evitar la colisión y un riesgo asociado con la colisión en base a los datos recopilados.

### Resumen

La invención se define en las reivindicaciones. En general, en un aspecto, el rendimiento de seguridad de los vehículos se monitoriza o evalúa, o ambos. Se reciben datos de sensor procedentes de uno o más sensores en un vehículo. Se

30 identifican una o más fuentes de riesgo encontradas por el vehículo durante un periodo de funcionamiento del vehículo, en base a los datos de sensor. Se identifican uno o más eventos de seguridad experimentados por el vehículo durante el periodo de funcionamiento en base a los datos de sensor. Se determina un riesgo de un evento de seguridad experimentado por el vehículo durante el periodo de funcionamiento en base a las una o más fuentes de riesgo. Se determina el rendimiento de seguridad del vehículo durante el periodo de funcionamiento en base a los uno o más eventos de seguridad y el riesgo.

El riesgo se puede medir mediante una puntuación de riesgo. El periodo de funcionamiento del vehículo se puede asociar con una distancia recorrida por el vehículo. El periodo de funcionamiento del vehículo se puede asociar con un tiempo de funcionamiento del vehículo. Los sensores se pueden incluir en uno o más dispositivos telemáticos en el vehículo.

40 Los uno o más riesgos pueden incluir fuentes de riesgo ambiental debido a condiciones o características del entorno en donde funciona el vehículo. Las fuentes de riesgo ambiental pueden incluir otros vehículos en el entorno. Los uno o más eventos de seguridad pueden incluir un accidente del vehículo o un cuasi-accidente del vehículo, o ambos. Determinar el riesgo puede incluir determinar un riesgo de un evento de seguridad representado por cada una de las fuentes de riesgo.

45 Las fuentes de riesgo debido a la conducta de un conductor del vehículo se pueden filtrar de las una o más fuentes de riesgo. Es posible calcular la suma del riesgo del evento de seguridad representado por cada una de las fuentes de riesgo para determinar el riesgo. La suma del riesgo puede ser una suma ponderada. Determinar el rendimiento de seguridad del vehículo puede incluir determinar una suma de los uno o más eventos de seguridad con respecto al riesgo. La suma de los uno o más eventos de seguridad con respecto al riesgo puede ser una suma ponderada.

50 Es posible ponderar cada uno de los uno o más eventos de seguridad en base a la gravedad del evento de seguridad.

Es posible aplicar el riesgo a una distancia recorrida por el vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo

para producir una distancia normalizada por riesgo recorrida por el vehículo. Es posible determinar el rendimiento de seguridad del vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo en base a los uno o más eventos de seguridad y la distancia normalizada por riesgo recorrida. Es posible normalizar el riesgo en base a un nivel estándar de riesgo experimentado para el periodo de funcionamiento del vehículo. Es posible determinar un rendimiento de seguridad de un segundo vehículo en un mismo entorno que el vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo en base a los datos de sensor. Es posible determinar el rendimiento de seguridad del segundo vehículo en base a identificar una o más fuentes de riesgo experimentadas por el segundo vehículo en el mismo entorno que el vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo. Es posible identificar uno o más eventos de seguridad experimentados por el segundo vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del segundo vehículo en base a los datos de sensor.

Es posible determinar un riesgo de un evento de seguridad experimentado por el segundo vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo en base a los uno o más riesgos experimentados por el segundo vehículo. Es posible determinar un rendimiento de seguridad relativo del vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo comparando el rendimiento de seguridad del vehículo con el rendimiento de seguridad del segundo vehículo. Es posible combinar el riesgo para el vehículo con un riesgo de un evento de seguridad para uno o más vehículos adicionales de un mismo tipo de vehículo que el vehículo. Es posible determinar un rendimiento de seguridad del tipo de vehículo en base, en parte, al riesgo combinado.

En general, en un aspecto, se da a conocer un sistema que incluye uno o más procesadores. El sistema incluye almacenamiento informático que almacena instrucciones de ordenador ejecutables ejecutables por los uno o más procesadores para recibir datos de sensor de los uno o más sensores en un vehículo. Las instrucciones son ejecutables por los uno o más procesadores para identificar, en base a los datos de sensor, una o más fuentes de riesgo encontradas por el vehículo durante un periodo de funcionamiento del vehículo. Las instrucciones son ejecutables por los uno o más procesadores para identificar, en base a los datos de sensor, uno o más eventos de seguridad experimentados por el vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo. Las instrucciones son ejecutables por los uno o más procesadores para determinar, en base a las una o más fuentes de riesgo, un riesgo de un evento de seguridad experimentado por el vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo. Las instrucciones son ejecutables por los uno o más procesadores para determinar, en base a los uno o más eventos de seguridad y el riesgo, un rendimiento de seguridad del vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo.

Determinar el rendimiento de seguridad del vehículo puede incluir determinar una suma de los uno o más eventos de seguridad con respecto al riesgo. El almacenamiento informático puede almacenar instrucciones ejecutables por los uno o más procesadores para aplicar el riesgo a una distancia recorrida por el vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo para producir una distancia normalizada por riesgo recorrida por el vehículo, y determinar, en base a los uno o más eventos de seguridad y la distancia normalizada por riesgo recorrida, el rendimiento de seguridad del vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo.

El almacenamiento informático puede almacenar instrucciones ejecutables por los uno o más procesadores para identificar, en base a los datos de sensor, uno o más riesgos experimentados por un segundo vehículo en un mismo entorno que el vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo. El almacenamiento informático puede almacenar instrucciones ejecutables por los uno o más procesadores para identificar, en base a los datos de sensor, uno o más eventos de seguridad experimentados por el segundo vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo. El almacenamiento informático puede almacenar instrucciones ejecutables por los uno o más procesadores para determinar, en base a los uno o más riesgos experimentados por el segundo vehículo, un riesgo de un evento de seguridad experimentado por el segundo vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo. El almacenamiento informático puede almacenar instrucciones ejecutables por los uno o más procesadores para determinar, en base a los uno o más eventos de seguridad experimentados por el segundo vehículo y el riesgo del segundo vehículo, un rendimiento de seguridad del segundo vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo.

En general, en un aspecto, se da a conocer un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene instrucciones ejecutables por uno o más procesadores. Las instrucciones son ejecutables por los uno o más procesadores para hacer que los procesadores realicen una o más operaciones. Las una o más operaciones incluyen recibir datos de sensor de uno o más sensores en un vehículo. Las una o más operaciones incluyen identificar, en base a los datos de sensor, una o más fuentes de riesgo encontradas por el vehículo durante un periodo de funcionamiento del vehículo. Las una o más operaciones incluyen identificar, en base a los datos de sensor, uno o más eventos de seguridad experimentados por el vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo. Las una o más operaciones incluyen determinar, en base a las una o más fuentes de riesgo, un riesgo de un evento de seguridad experimentado por el vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo. Las una o más operaciones incluyen determinar, en base a los uno o más eventos de seguridad y el riesgo, un rendimiento de seguridad del vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo.

Las una o más operaciones pueden incluir aplicar el riesgo a una distancia recorrida por el vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo para producir una distancia normalizada por riesgo recorrida por el vehículo. Las una o más operaciones pueden incluir determinar, en base a los uno o más eventos de seguridad y la distancia normalizada por riesgo recorrida, el rendimiento de seguridad del vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo. Las

una o más operaciones pueden incluir identificar, en base a los datos de sensor, uno o más riesgos experimentados por un segundo vehículo en un mismo entorno que el vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo. Las una o más operaciones pueden incluir identificar, en base a los datos de sensor, uno o más eventos de seguridad experimentados por el segundo vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo. Las una o más operaciones pueden incluir determinar, en base a los uno o más riesgos experimentados por el segundo vehículo, un riesgo de un evento de seguridad experimentado por el segundo vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo. Las una o más operaciones pueden incluir determinar, en base a los uno o más eventos de seguridad experimentados por el segundo vehículo y el riesgo para el segundo vehículo, un rendimiento de seguridad del segundo vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo.

En general, en un aspecto, se da a conocer un sistema que incluye uno o más procesadores y una pluralidad de módulos. El sistema incluye un módulo de identificación de riesgo ejecutable por los uno o más procesadores para identificar, en base a datos de sensor procedentes de uno o más sensores en un vehículo, una o más fuentes de riesgo encontradas por el vehículo durante un periodo de funcionamiento del vehículo. El sistema incluye un módulo de identificación de evento de seguridad ejecutable por los uno o más procesadores para identificar, en base a los datos de sensor, uno o más eventos de seguridad experimentados por el vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo. El sistema incluye un módulo de puntuación de riesgo ejecutable por los uno o más procesadores para determinar, en base a las una o más fuentes de riesgo, un riesgo de un evento de seguridad experimentado por el vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo. El sistema incluye un módulo de evaluación de rendimiento de seguridad ejecutable por los uno o más procesadores para determinar, en base a los uno o más eventos de seguridad y el riesgo, un rendimiento de seguridad del vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo.

En general, en un aspecto, se da a conocer un sistema que incluye un dispositivo en un vehículo configurado para capturar información de periodo de funcionamiento que indica la extensión o la duración de uno o más periodos de funcionamiento del vehículo. El dispositivo está configurado para capturar información de seguridad indicativa de riesgos y eventos de seguridad que involucran al vehículo o un vehículo cerca del vehículo durante cada uno de los uno o más periodos de funcionamiento del vehículo. El dispositivo está configurado para enviar la información de periodo de funcionamiento y la información de seguridad a un servidor para su procesamiento para determinar un rendimiento de seguridad del vehículo en base a una puntuación de riesgo y los eventos de seguridad.

Estos y otros aspectos, características e implementaciones se expresan mediante un método según la reivindicación 1, un sistema según la reivindicación 14 y un medio de almacenamiento legible por ordenador según la reivindicación 15.

La FIG. 1 es un diagrama esquemático que ilustra una tecnología 100 de evaluación de rendimiento de seguridad de vehículos.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques que representa un servidor ilustrativo 130 para evaluar el rendimiento de seguridad de vehículos.

La FIG. 3 es un diagrama de flujo que representa un método para monitorizar y evaluar el rendimiento de seguridad de vehículos.

Cada vez que funciona un vehículo, puede quedar expuesto a ciertas situaciones o condiciones que ponen en riesgo la seguridad del vehículo, sus usuarios o el público que los rodea. Por ejemplo, un vehículo puede encontrar un riesgo debido a características o condiciones del entorno en donde funciona, tales como el tiempo o la proximidad de otros vehículos, riesgo debido a la conducta por parte del conductor del vehículo (por ejemplo, daños o mal funcionamiento del vehículo), etc. En ocasiones, se hace referencia a las situaciones o condiciones que producen riesgos como "fuentes de riesgo", usándose el término "riesgo" ampliamente para hacer referencia a la probabilidad de lesiones, pérdidas u otros resultados indeseables debidos a una o más fuentes de riesgo.

Afortunadamente, la mayor parte del riesgo que un vehículo se encuentra puede evitarse o ser gestionada de otro modo por parte del vehículo o su conductor. No obstante, en algunos casos el riesgo se puede materializar en forma de un accidente de tráfico, un cuasi-accidente u otra condición de inseguridad en el vehículo, haciéndose referencia a lo anteriormente descrito colectivamente en ocasiones como "evento de seguridad".

Para medir la seguridad de un vehículo o su conductor, o ambos (haciéndose referencia a lo anteriormente descrito en ocasiones como el "rendimiento de seguridad" del vehículo o su conductor), puede resultar útil entender cómo responde el vehículo o su conductor al quedar expuesto al riesgo de un evento de seguridad. Por ejemplo, la tasa de accidentes de tráfico pretende medir el rendimiento de seguridad de un vehículo calculando el número de accidentes de tráfico reportados con respecto a las millas recorridas por el vehículo (VMT). De esta manera, los accidentes de tráfico pueden servir como una medida de la materialización del riesgo en el vehículo, y VMT puede servir como un indicador del riesgo experimentado por el vehículo.

No obstante, la tasa de accidentes de tráfico puede ser una medición imprecisa del rendimiento de seguridad. Numerosos accidentes de tráfico no se reportan, y la medición de seguridad solamente en base a accidentes de tráfico puede no resultar eficiente para tener en cuenta otros eventos de seguridad, tal como cuasi-accidentes, que pueden ser importantes para medir el rendimiento de seguridad del vehículo o el conductor, o ambos. Además, el riesgo de

un evento de seguridad experimentado por el vehículo varía de forma típica de milla a milla. Por ejemplo, operar un vehículo en una carretera rural a media noche en condiciones de tiempo normales puede representar sustancialmente menos riesgo por milla que operar el mismo vehículo en una vía urbana congestionada en hora punta cuando nieva. Como resultado, usar VMT como un indicador del riesgo experimentado por un vehículo sin más puede producir mediciones imprecisas o desviadas del rendimiento de seguridad del vehículo.

La tecnología de evaluación de rendimiento de seguridad de vehículos descrita en esta memoria descriptiva (denominada en ocasiones “la tecnología”) puede adquirir y procesar datos de sensor generados en un vehículo para evaluar el rendimiento de seguridad del vehículo u otros vehículos en el entorno circundante. Con tal fin, la tecnología puede recibir datos de sensor de uno o más sensores instalados en el vehículo, incluidos en un dispositivo telemático (por ejemplo, un teléfono inteligente) dispuesto en el vehículo, o ambos. La tecnología puede procesar los datos de sensor adquiridos para identificar las fuentes de riesgo encontradas por el vehículo y los eventos de seguridad experimentados por el vehículo durante su funcionamiento. Según la invención, la tecnología es capaz de usar las fuentes de riesgo identificadas, eventos de seguridad para el vehículo y eventos de seguridad para otros vehículos para establecer el riesgo de un evento de seguridad representado por cada fuente de riesgo. En base a las fuentes de riesgo identificadas y el riesgo establecido, la tecnología puede generar una puntuación de riesgo que corresponde al riesgo de un evento de seguridad experimentado por el vehículo durante un periodo de funcionamiento particular, tal como una distancia recorrida o tiempo de funcionamiento. Debido a que la puntuación de riesgo generada puede tener en cuenta las fuentes de riesgo reales encontradas por el vehículo y el riesgo de un evento de seguridad representado por cada fuente, la tecnología, al compararse con sistemas convencionales, puede generar una puntuación de riesgo que sirve como una medición más precisa del riesgo experimentado por el vehículo durante el periodo de funcionamiento.

La tecnología puede usar la puntuación de riesgo para evaluar el rendimiento de seguridad de un vehículo. En algunos casos, la tecnología puede determinar el rendimiento de seguridad de un vehículo calculando el número de eventos de seguridad experimentados por el vehículo en un periodo de funcionamiento particular con respecto a la puntuación de riesgo para el vehículo en el mismo periodo. Por ejemplo, la tecnología puede determinar a partir de los datos de sensor que, en una distancia de una milla, el vehículo ha encontrado diez riesgos y ha experimentado un evento de seguridad en forma de un cuasi-accidente. En base a las diez fuentes de riesgo identificadas y el riesgo de un evento de seguridad representado por cada fuente, la tecnología puede determinar el riesgo de un evento de seguridad para el vehículo durante la milla, que es posible representar como una puntuación de riesgo. Considerando, por ejemplo, que se determina que la puntuación de riesgo para el vehículo en la milla es 0,05 (indicando una probabilidad del 5% de un evento de seguridad), la tecnología puede dividir el número de eventos (1) de seguridad por la puntuación de riesgo (0,05) para determinar que el rendimiento de seguridad del vehículo en la milla es igual a 20. De esta manera, los eventos de seguridad pueden servir como una medida de la materialización del riesgo en el vehículo, y la puntuación de riesgo puede servir como una medida del riesgo de un evento de seguridad experimentado por el vehículo. Definiendo de manera más precisa la exposición del vehículo al riesgo a través de la puntuación de riesgo, la tecnología puede aproximar mejor el rendimiento de seguridad del vehículo en comparación con técnicas que se basan solamente en VMT como indicador del riesgo.

En algunos casos, la tecnología puede evaluar el rendimiento de seguridad del vehículo o tipo de vehículo en múltiples periodos de funcionamiento. El término “tipo de vehículo” se usa en general para incluir cualquier conjunto de dos o más vehículos que comparten una característica común, tal como la marca del vehículo, el modelo del vehículo, un vehículo autónomo, un vehículo convencional o la clase de vehículo, tal como un sedán, un SUV o una camioneta, entre otros. Con tal fin, la tecnología puede combinar múltiples puntuaciones de riesgo para un vehículo o tipo de vehículo para determinar una puntuación de riesgo combinada que representa el riesgo total de un evento de seguridad encontrado por el vehículo o tipo de vehículo en múltiples periodos de funcionamiento. La tecnología puede entonces calcular el número combinado de eventos de seguridad experimentados por el vehículo o tipo de vehículo con respecto a la puntuación de riesgo combinada para determinar el rendimiento de seguridad del vehículo o tipo de vehículo. Combinando los eventos de seguridad y las puntuaciones de riesgo, es posible determinar y comparar métricas estadísticamente significativas de rendimiento de seguridad entre diferentes vehículos o tipos de vehículo. Por ejemplo, al aplicarse a todos los desplazamientos mediante vehículos convencionales, la tecnología puede evaluar el rendimiento de seguridad para todos los vehículos convencionales y sus conductores humanos. Al aplicarse a todos los desplazamientos mediante vehículos autónomos, la tecnología puede evaluar el rendimiento de seguridad de todos los vehículos autónomos y sus conductores autónomos (por ejemplo, implementados por ordenador). De esta manera, la tecnología puede evaluar el rendimiento de seguridad relativo de vehículos convencionales, vehículos autónomos y sus conductores humanos o implementados por ordenador.

En algunos casos, puede resultar útil comparar las métricas de rendimiento de seguridad aquí descritas con métricas convencionales, tales como las que usan VMT como indicador de riesgo. En consecuencia, la tecnología permite normalizar la puntuación de riesgo a un riesgo estándar o promedio de un evento de seguridad para un periodo de funcionamiento particular, tal como una milla conducida con un nivel o riesgo fijo. La tecnología puede aplicar la puntuación de riesgo normalizada para producir, por ejemplo, una distancia normalizada recorrida por el vehículo o tipo de vehículo en base al riesgo real encontrado por el vehículo o tipo de vehículo. De esta manera, un recorrido de bajo riesgo, tal como conducir una milla en el desierto a las 2 de la madrugada, puede resultar en una distancia recorrida normalizada por riesgo reducida (por ejemplo, 0,1 millas estándar o 161 metros), mientras que un recorrido de alto riesgo por milla, tal como conducir una milla en Manhattan, N.Y., en hora punta, puede resultar en una distancia

recorrida normalizada por riesgo aumentada (por ejemplo, 3,5 millas estándar o 5633 metros). La tecnología puede así calcular el número de eventos de seguridad experimentados por el vehículo o tipo de vehículo con respecto a la distancia recorrida normalizada por riesgo para determinar el rendimiento de seguridad del vehículo o tipo de vehículo. Esto es análogo a la métrica convencional, en donde los accidentes de tráfico se usan como el numerador y VMT se usa como el denominador.

Para normalizar la distancia recorrida, las distancias recorridas en un entorno se pueden comparar con una distancia normalizada por riesgo "típica". En algunas realizaciones, una distancia recorrida normalizada por riesgo típica se refiere a una milla "promedio anual". En tales casos, se agregan riesgos en diversos entornos de conducción (que pueden tener atributos diferentes, atributos similares o ambos) para determinar un riesgo típico para una ubicación determinada durante un intervalo de tiempo determinado. Por ejemplo, se considera que una milla "promedio anual" refleja el riesgo agregado correspondiente a 100 segmentos de una milla estándar seleccionados de manera aleatoria (o pseudo aleatoria) por todo Estados Unidos en el año 2019. Un segmento de una milla estándar en el desierto a las 2 de la madrugada se puede comparar con una milla "promedio anual" y se puede reducir a una distancia normalizada por riesgo de 0,1 millas estándar, reflejando que el riesgo de conducir una milla estándar en el desierto a las 2 de la madrugada puede ser inferior a conducir una milla estándar promedio.

En algunas implementaciones, una distancia recorrida normalizada por riesgo típica se refiere a una milla "Cambridge". En tales casos, un segmento de carretera canónico y un punto en el tiempo se determinan arbitrariamente y el segmento y el punto en el tiempo determinados se definen como una milla "Cambridge". Por ejemplo, se considera que una milla "Cambridge" refleja el riesgo de conducir un segmento de milla estándar seleccionado en Massachusetts Avenue, en la sección de Porter Square de Cambridge, MA, el 13 de abril de 2019, de la 1:00 del mediodía a las 2:00 del mediodía. Un segmento de una milla estándar (o 1609 m) de Manhattan, N.Y., entre las 5:00 de la tarde y las 6:00 de la tarde se puede comparar con una milla "Cambridge", y se puede aumentar a una distancia normalizada por riesgo de 3,5 millas estándar, reflejando que el riesgo de conducir una milla estándar en Manhattan entre las 5:00 de la tarde y las 6:00 de la tarde puede conllevar más riesgo que conducir una milla "Cambridge".

En algunas realizaciones, la tecnología puede usar datos de sensor producidos en un vehículo para evaluar el rendimiento de seguridad de otros vehículos en el entorno circundante. Por ejemplo, la tecnología puede procesar los datos de sensor producidos en el vehículo para identificar fuentes de riesgo, eventos de seguridad y una puntuación de riesgo para el vehículo y cada uno de los otros vehículos en el entorno circundante. La tecnología puede así usar los eventos de seguridad y las puntuaciones de riesgo para evaluar el rendimiento de seguridad del vehículo y cada uno de los otros vehículos en el entorno circundante. Evaluando el rendimiento de seguridad del vehículo y los otros vehículos en el entorno circundante, la tecnología puede aumentar la cantidad de datos recopilados y puede realizar comparaciones entre el rendimiento de seguridad del vehículo y los otros vehículos circundantes. Una comparación de este tipo puede ser significativa debido a que las fuentes de riesgo experimentadas por el vehículo y los vehículos circundantes durante el funcionamiento (tales como el tiempo, las condiciones de la carretera, la cantidad de tráfico, etc.) pueden ser similares.

La FIG. 1 es un diagrama esquemático que ilustra una tecnología 100 de evaluación de rendimiento de seguridad de vehículos. En general, la tecnología 100 puede incluir una variedad de componentes y dispositivos que cooperan para realizar las actividades y funciones descritas en esta memoria descriptiva. Cada uno de los componentes y dispositivos pueden incluir uno o más componentes de hardware, aplicaciones de software y canales de comunicación de datos para comunicar datos entre los componentes de hardware y las aplicaciones de software de los dispositivos que forman parte de la tecnología. Algunos de los componentes y dispositivos pueden implementarse como medios de almacenamiento legibles por ordenador que contienen instrucciones legibles por ordenador para su ejecución por uno o más procesadores dentro de la tecnología 100. La tecnología 100 mostrada en la FIG. 1 puede incluir componentes adicionales, en menor número o alternativos, incluyendo los descritos anteriormente y a continuación.

Haciendo referencia a la FIG. 1, la tecnología 100 es capaz de monitorizar y evaluar el rendimiento de seguridad de uno o más vehículos 102 al operar dentro de un entorno 104. Cada uno de los vehículos 102 es capaz de ser conducido por un conductor 106 (p. ej., un vehículo convencional), por un ordenador 108 a bordo (p. ej., un vehículo autónomo) o por una combinación de un conductor 106 y un ordenador 108 a bordo (p. ej., un vehículo semiautónomo). No obstante, las técnicas aquí descritas no se limitan a esos vehículos, y el término "vehículo" se usa ampliamente para incluir, por ejemplo, cualquier tipo de transporte terrestre, tal como un coche, camión, autobús, bicicleta, motocicleta o vehículo de ocio, entre otros. El entorno 104 puede incluir el área circundante, tal como la carretera, infraestructura, peatones u otros vehículos, y las condiciones, tales como la hora del día, el tiempo o el nivel de iluminación, en donde opera el vehículo 102.

Cuando cada vehículo 102 opera dentro del entorno 104, puede encontrar una o más fuentes 110 de riesgo que exponen al vehículo, sus usuarios o el público circundante a un riesgo.

Por ejemplo, en algunos casos, el vehículo 102 puede encontrar una o más fuentes 110 de riesgo debido al entorno 104 (denominadas en ocasiones "fuentes de riesgo ambiental"). Las una o más fuentes 110 de riesgo debido al entorno pueden incluir una o más características o condiciones del entorno, tales como, entre otras, el tiempo, la hora del día, el nivel de iluminación, el ángulo de iluminación, el tipo de carretera, las condiciones de la carretera, el área de la carretera en donde opera el vehículo (por ejemplo, una intersección, un carril de incorporación, un arcén, etc.), el nivel

de tráfico de vehículos, el nivel de tránsito de peatones, la velocidad de los vehículos en el entorno, la geografía, la presencia (o ausencia) de marcas en la carretera, la presencia (o ausencia) de obras, la proximidad del vehículo a otros vehículos u objetos, la velocidad de otros vehículos o la aceleración de otros vehículos, el comportamiento de otros vehículos.

5 En algunos casos, el vehículo 102 puede estar expuesto a una o más fuentes 110 de riesgo debido al conductor 106 del vehículo (denominadas en ocasiones "fuentes de riesgo específico de conductor"). Por ejemplo, las una o más fuentes 110 de riesgo debido al conductor 106 pueden incluir uno o más de lo siguiente: conducción distraída (por ejemplo, conducir mientras se habla por teléfono), conducir con una discapacidad, exceso de velocidad, aceleración agresiva, frenado agresivo, tomar curvas de manera agresiva, derrapar o virar bruscamente.

10 En algunos casos, el vehículo 102 puede estar dañado o funcionar mal y, por lo tanto, puede ser una fuente de riesgo para sí mismo u otros vehículos en el entorno 104 (denominada en ocasiones "fuentes de riesgo específico de vehículo").

En ocasiones, el riesgo representado por una o más de las fuentes 110 de riesgo encontradas por el vehículo 102 se puede materializar en forma de un evento 111 de seguridad (tal como un accidente de tráfico, un cuasi accidente u otra condición de inseguridad en el vehículo) que puede poner en riesgo la seguridad de los usuarios del vehículo, otras personas dentro del entorno 104 o ambos.

Para monitorizar las fuentes 110 de riesgo y los eventos 111 de seguridad experimentados por el vehículo 102 u otros vehículos dentro del entorno 104, el vehículo 102 puede incluir uno o más sensores 112. En algunas realizaciones, los uno o más sensores 112 incluyen uno o más de lo siguiente: uno o más acelerómetros, uno o más sensores de velocidad, uno o más sensores de posición (tales como un sistema de posicionamiento global (GPS)). En tales casos, los uno o más sensores 112 pueden monitorizar uno o más de lo siguiente: aceleración, velocidad o posición del vehículo 102. En algunas implementaciones, los uno o más sensores 112 incluyen uno o más de lo siguiente: uno o más sensores de audio (tales como un micrófono) o uno o más sensores de imagen (tales como una cámara dentro del habitáculo). En tales casos, los uno o más sensores 112 pueden monitorizar, por ejemplo, el conductor 106 del vehículo. En algunas implementaciones, los uno o más sensores 112 incluyen uno o más de lo siguiente: uno o más sistemas de radar, uno o más sistemas LIDAR, o uno o más sistemas sónar. En tales casos, los uno o más sensores 112 pueden monitorizar, por ejemplo, el vehículo 102 u otras características en el entorno circundante 104.

En general, el vehículo 102 puede incluir cualquier número o tipo de sensores 112 adecuados para monitorizar el vehículo 102, su conductor 106 y el entorno circundante 104, incluyendo, entre otros, uno o más de lo siguiente: acelerómetros, magnetómetros, giróscopos, unidades de medición inercial (IMU), sensores de velocidad, sensores de posición (tales como un GPS), sensores barométricos, sensores de peso, sensores de motor, sensores de alternador, sensores de odómetro, sensores de vibración, sensores de tensión, sensores de oxígeno, sensores biométricos, sensores de luz, sensores de imagen, sensores de audio, sensores ultrasónicos, dispositivo de unidad de control electrónica (ECU), sistema de radar, sistemas LIDAR o sistemas sónar.

35 Los sensores 112 se pueden instalar en el interior del vehículo 102 (o en el mismo), incluir en uno o más dispositivos telemáticos 114 dispuestos en el vehículo, o ambos. Cada uno de los uno o más dispositivos telemáticos 114 puede incluir uno o más procesadores 116 y memoria 118 para procesar y almacenar los datos de sensor y otra información, y una interfaz 120 de comunicaciones para permitir comunicaciones por cable o inalámbricas con otros componentes o dispositivos de la tecnología, tales como los sensores 112, en el ordenador 108 a bordo, y un servidor 130. Los dispositivos telemáticos 114 pueden incluir un dispositivo telemático de un fabricante de equipo original (OEM) instalado durante la fabricación del vehículo 102, o un dispositivo telemático de posventa conectado, por ejemplo, a través de un puerto de diagnóstico a bordo (OBD) del vehículo 102, o una conexión de comunicaciones inalámbrica con el mismo. Cada uno de los uno o más dispositivos telemáticos 114 puede ser alimentado por batería, por energía solar, estar conectado al sistema eléctrico del vehículo 102, o combinaciones de lo anterior. En algunos casos, los dispositivos telemáticos 114 se pueden montar en el interior del vehículo 102 o en el mismo.

En algunos casos, los dispositivos telemáticos 114 son capaces de desasociarse con respecto al vehículo 102, de manera que son móviles dentro o fuera del vehículo. En algunos casos, los dispositivos telemáticos 114 incluyen un dispositivo de etiqueta dispuesto o fijado en el vehículo 102, tal como etiquetas del tipo descrito en la solicitud de patente US 14/529.812, titulada "System and Method for Obtaining Vehicle Telematics Data", presentada el 31 de octubre de 2014, y la solicitud de patente US 16/407.502, titulada "Safety for Vehicle Users", presentada el 9 de mayo de 2019. En algunos casos, los dispositivos telemáticos 114 incluyen un dispositivo móvil, tal como un teléfono inteligente, un dispositivo portable, un ordenador de tableta, un ordenador portátil u otro dispositivo de computación portátil, y puede no ser necesariamente un dispositivo telemático dedicado a un vehículo particular 102. En algunos casos, los dispositivos telemáticos 114 incluyen una combinación de uno o más dispositivos de etiqueta y uno o más dispositivos móviles. En algunos casos, el ordenador 108 a bordo es capaz de realizar parte o la totalidad de las funciones del dispositivo telemático 114.

En algunas implementaciones, el ordenador 108 a bordo es capaz de recibir y procesar los datos de sensor para operar el vehículo 102 o para ayudar al conductor 106 a operar el vehículo. En algunas implementaciones, el ordenador 108 a bordo es capaz de recibir los datos de sensor de los sensores 112, los dispositivos telemáticos 114, o ambos, y

puede almacenar los datos de sensor en una memoria 122. Por ejemplo, en algunos casos, el ordenador 108 a bordo interactúa con parte o la totalidad de los sensores 112 usando una interfaz 124 de comunicaciones por cable o inalámbrica para recibir los datos de sensor. En algunos casos, los dispositivos telemáticos 114 son capaces de interactuar con parte o la totalidad de los sensores 112 usando una interfaz 120 de comunicaciones por cable o inalámbrica para recibir los datos de sensor, y el ordenador 108 a bordo y los dispositivos telemáticos 114 pueden establecer un canal 128 de comunicaciones entre sí para intercambiar los datos de sensor y otra información. El canal 128 de comunicaciones puede ser un canal de comunicaciones por cable o inalámbrico, tal como, entre otros, Bluetooth (TM), Wi-Fi (TM), celular, identificación por radiofrecuencia (RFID), comunicación de campo cercano (NFC) o combinaciones de los mismos. En algunos casos, el ordenador 108 a bordo o los dispositivos telemáticos 114, o ambos, pueden recibir datos de sensor u otra información de uno o más componentes o dispositivos en el entorno circundante 104, tal como infraestructura o un ordenador 108 a bordo o un dispositivo telemático 114 en otro vehículo 102.

En algunas implementaciones, una vez recibidos, uno o más procesadores 126 del ordenador 108 a bordo son capaces de procesar los datos de sensor según instrucciones de software o aplicaciones almacenadas en la memoria 122 para controlar, por ejemplo, la dirección, el acelerador o el frenado del vehículo 102. Para facilitar dicho control, el ordenador 108 a bordo puede acoplarse comunicativamente con los controles o componentes del vehículo 102 mediante varios componentes eléctricos o electromecánicos. En algunos casos, tales como los que implican vehículos totalmente autónomos, el vehículo 102 es operable solamente por el ordenador 108 a bordo. En algunos casos, el ordenador 108 a bordo suplementa los controles o componentes operados por el conductor 106 del vehículo 102, tal como el volante, el pedal del acelerador o el pedal de freno.

En diversas implementaciones, la tecnología 100 es capaz de procesar los datos de sensor para evaluar el rendimiento de seguridad del vehículo 102 u otros vehículos dentro del entorno 104. En algunos casos, el ordenador 108 a bordo, los dispositivos telemáticos 114, o ambos, son capaces de procesar los datos de sensor para llevar a cabo la evaluación de rendimiento de seguridad según las técnicas descritas en esta memoria descriptiva. En algunos casos, el ordenador 108 a bordo, el dispositivo telemático 114, o ambos, son capaces de transmitir los datos de sensor al servidor 130 para su procesamiento. Por ejemplo, el ordenador 108 a bordo, los dispositivos telemáticos 114, o ambos, pueden establecer un canal 132 de comunicaciones con una red 134 para intercambiar los datos de sensor y otra información con el servidor 130. La red 134 puede ser Internet, una red celular, una red Wi-Fi, una red de área local, una red de área amplia, una red de satélite o cualquier otra red de transmisión de datos adecuada, o combinaciones de lo anterior. Una vez recibidos, el servidor 130 es capaz de almacenar los datos de sensor y otra información en una base 136 de datos. La base 136 de datos se puede implementar usando uno o más medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios, que incluyen, aunque no de manera limitativa, unidades de disco duro, unidades de estado sólido, unidades de almacenamiento óptico o combinaciones de lo anterior.

En algunas implementaciones, el ordenador 108 a bordo, los dispositivos telemáticos 114, o ambos, transmiten los datos de sensor al servidor 130 según un protocolo de subida de datos condicional. Por ejemplo, el ordenador 108 a bordo, los dispositivos telemáticos 114, o ambos, pueden transmitir solamente una parte de los datos de sensor al servidor 130, manteniendo al mismo tiempo otras partes de los datos, por ejemplo, en la memoria 118, 122. La parte transmitida de los datos de sensor puede consistir en datos que se consideran con mayor probabilidad útiles para evaluar el rendimiento de seguridad del vehículo 114. Posteriormente, si el servidor 130 determina que la parte almacenada de los datos puede ser de interés, el ordenador 108 a bordo, el dispositivo telemático 114, o ambos, pueden transmitir al menos una parte de los datos de sensor almacenados al servidor 130. Los dispositivos telemáticos 114 y el ordenador 108 a bordo pueden seguir un protocolo de subida de datos condicional similar al transmitir datos entre sí. La transmisión de datos según el protocolo de subida de datos condicional puede atenuar las preocupaciones relacionadas con las limitaciones de ancho de banda y las limitaciones de potencia computacional.

En algunas implementaciones, los datos de sensor se procesan según un protocolo de procesamiento de datos por niveles. Por ejemplo, los datos de sensor se pueden procesar mediante los dispositivos telemáticos 114 según un algoritmo de procesamiento de datos de primer nivel, mientras que el servidor 130 procesa los datos según un algoritmo de procesamiento de datos de segundo nivel. En tales casos, el algoritmo de procesamiento de datos de primer nivel incluye un algoritmo simple, menos intensivo computacionalmente (que puede ser menos preciso) en comparación con el algoritmo de procesamiento de datos de segundo nivel. En algunas implementaciones, el protocolo de procesamiento de datos por niveles puede incluir tres niveles de algoritmos de procesamiento de datos, en donde un dispositivo telemático 114 procesa los datos usando un algoritmo de primer nivel, un segundo dispositivo telemático 114 procesa datos usando un algoritmo de segundo nivel y el servidor 130 procesa datos usando un algoritmo de tercer nivel. Cada nivel puede incluir un algoritmo más intensivo computacionalmente y preciso en comparación con un nivel anterior. El procesamiento de datos según un protocolo de procesamiento de datos por niveles puede atenuar las preocupaciones relacionadas con las limitaciones de potencia computacional, las limitaciones de ancho de banda y las limitaciones de velocidad computacional.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques que representa un servidor ilustrativo 130 para evaluar el rendimiento de seguridad de vehículos. El servidor 130 mostrado incluye componentes de hardware y software, tal como uno o más procesadores 200, una memoria 202 y una interfaz 204 de comunicación, que están interconectados por un bus 206 de datos. La memoria 202 puede ser cualquier medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio y puede almacenar instrucciones legibles por ordenador ejecutables por los procesadores 200. En particular, la memoria 202



puede almacenar instrucciones ejecutables asociadas con un módulo 208 de identificación de riesgo, un módulo 210 de identificación de evento de seguridad, un módulo 212 de correlación de riesgo, un módulo 214 de puntuación de riesgo, un módulo 216 de evaluación de rendimiento de seguridad y otros módulos, para permitir al servidor 130 u otros componentes y dispositivos llevar a cabo las técnicas descritas en esta memoria descriptiva. El término “módulo” se usa ampliamente para incluir, por ejemplo, cualquier código, programa, firmware, objeto de software u otro dispositivo o disposición de software que se puede ejecutar mediante uno o más procesadores para realizar una o más actividades, funciones o prestaciones.

El módulo 208 de identificación de riesgo es capaz de procesar los datos de sensor producidos en el vehículo 102 para identificar las fuentes 110 de riesgo encontradas por el vehículo u otros vehículos en el entorno circundante 104. En general, el módulo 208 de identificación de riesgo se puede configurar para identificar fuentes de riesgo ambiental, fuentes de riesgo específico de conductor y fuentes de riesgo específico de vehículo, aunque en algunas implementaciones es posible identificar fuentes de riesgo adicionales, en menor número o alternativas. Por ejemplo, el módulo 208 de identificación de riesgo puede identificar una o más fuentes 110 de riesgo debido a características o condiciones del entorno 104, tales como el tiempo, la hora del día, el nivel de iluminación, el ángulo de iluminación, el tipo de carretera, la condiciones de la carretera, el área de la carretera en donde opera el vehículo (por ejemplo, una intersección, un carril de incorporación, un arcén, etc.), el nivel de tráfico de vehículos, el nivel de tránsito de peatones, la velocidad de los vehículos en el entorno, la geografía, la presencia (o ausencia) de marcas en la carretera, la presencia (o ausencia) de obras, la proximidad del vehículo a otros vehículos u objetos, la velocidad, aceleración o comportamiento de otros vehículos o combinaciones de lo anterior, entre otros. En algunos casos, el módulo 208 de identificación de riesgo es capaz de identificar una o más fuentes 110 de riesgo debido a una acción (o inacción) por parte del conductor 106 del vehículo, tal como conducción distraída, conducir con una discapacidad, exceso de velocidad, aceleración agresiva, frenado agresivo, tomar curvas de manera agresiva, derrapar o virar bruscamente, o una combinación de lo anterior, entre otros. En algunos casos, el módulo 208 de identificación de riesgo es capaz de identificar una o más fuentes de riesgo debido a daños o mal funcionamiento del vehículo 102.

Para identificar una o más fuentes 110 de riesgo en un vehículo 102, el módulo 208 de identificación de riesgo es capaz de procesar los datos de sensor producidos en el vehículo para detectar, por ejemplo, la presencia de una fuente de riesgo en el vehículo o el nivel de exposición de una fuente de riesgo en el vehículo, o ambos, entre otros. Una o más fuentes 110 de riesgo pueden estar presentes o ausentes en el vehículo 102, y el módulo 208 de identificación de riesgo puede procesar los datos de sensor para determinar si la fuente de riesgo y, por lo tanto, el riesgo, está presente (o ausente). Por ejemplo, el módulo 208 de identificación de riesgo puede procesar datos de imagen procedentes de un sensor de imagen en el vehículo 102, tal como una cámara orientada hacia la carretera, para detectar la presencia (o ausencia) de obras en la carretera en el vehículo 102. En algunos casos, una o más fuentes 110 de riesgo pueden representar un riesgo que existe a lo largo de un continuo, y el módulo 208 de identificación de riesgo es capaz de procesar los datos de sensor para determinar el nivel de exposición de la fuente de riesgo en el vehículo 102. Por ejemplo, el nivel de iluminación en el vehículo 102 puede existir a lo largo de un continuo, correspondiendo un nivel de iluminación inferior generalmente a un mayor riesgo de un evento de seguridad debido a la visibilidad reducida. En consecuencia, el módulo 208 de identificación de riesgo puede procesar los datos de sensor para identificar el nivel de exposición de la fuente 110 de riesgo (p. ej., el nivel de iluminación). En algunos casos, una o más fuentes 110 de riesgo pueden incluir componentes de presencia y nivel de exposición. Por ejemplo, el tiempo en el vehículo 102 puede tener un componente de presencia, tal como la presencia de precipitación, y un componente de nivel de exposición, tal como la tasa de precipitación. En consecuencia, el módulo 208 de identificación de riesgo puede procesar los datos de sensor para identificar la presencia del riesgo y el nivel de exposición de la fuente de riesgo.

En algunos casos, el módulo 208 de identificación de riesgo es capaz de procesar otra información en combinación con los datos de sensor para identificar una o más fuentes 110 de riesgo. En tales casos, el módulo 208 de identificación de riesgo es capaz de recibir información, tal como información de umbral, de uno o más componentes o dispositivos de la tecnología 100 para usar en la determinación de si los datos de sensor producidos en el vehículo 102 indican una fuente de riesgo. Por ejemplo, para determinar si la velocidad del vehículo 102 presenta una fuente de riesgo, puede resultar útil comparar los datos de velocidad producidos por uno o más sensores 112 en el vehículo 102 con la velocidad límite para la carretera en donde se desplaza el vehículo. En consecuencia, el módulo 208 de identificación de riesgo puede recibir los datos de límite de velocidad aplicable (p. ej., en base a datos de posición recibidos de sensores en el vehículo), por ejemplo, desde la base 136 de datos o a través de una solicitud a una interfaz de programación de aplicación (API) u otro servicio proporcionado en un dispositivo 138 de computación, entre otros. Una vez recibidos, el módulo 208 de identificación de riesgo puede comparar los datos de límite de velocidad con los datos de velocidad producidos en el vehículo para determinar si la velocidad del vehículo 102 es una fuente de riesgo. En algunos casos, el módulo 208 de identificación de riesgo es capaz de recibir información de uno o más componentes o dispositivos de la tecnología 100 para determinar la presencia o nivel de exposición de una fuente 110 de riesgo en el vehículo 102. Por ejemplo, el módulo 208 de identificación de riesgo puede usar datos de posición producidos por uno o más sensores en el vehículo 102 para solicitar información del tiempo, por ejemplo, de un servicio meteorológico proporcionado en un dispositivo 138 de computación, para identificar la presencia o nivel, o ambos, de un riesgo de tiempo.

En algunas implementaciones, el módulo 208 de identificación de riesgo es capaz de procesar datos de sensor recibidos desde el vehículo 102 para identificar las fuentes 110 de riesgo encontradas por uno o más vehículos

adicionales en el entorno 104. Por ejemplo, el módulo 208 de identificación de riesgo puede asociar una o más fuentes 110 de riesgo identificadas para el vehículo 102 con otros vehículos en el entorno circundante 104. Por ejemplo, si se determina que existe cierto nivel de riesgo debido a una baja iluminación en el vehículo 102, entonces el módulo 208 de identificación de riesgo puede imputar el mismo riesgo a otros vehículos en el mismo entorno 104 que el vehículo 102. En algunos casos, el módulo 208 de identificación de riesgo es capaz de usar los datos de sensor producidos en el vehículo 102 para determinar una o más fuentes 110 de riesgo experimentadas por otros vehículos en el entorno 104. Por ejemplo, el módulo 208 de identificación de riesgo puede procesar datos de sensor producidos en el vehículo 102, tales como datos de radar, LIDAR, sónar, o de imágenes, entre otros, para determinar la distancia, posición, velocidad o aceleración, o combinaciones de lo anterior, entre otros, de otro vehículo en el entorno 104. El módulo 208 de identificación de riesgo puede así usar estos datos para identificar una o más fuentes 110 de riesgo para el vehículo 102 o el otro vehículo en el entorno 104, o ambos. Estas fuentes de riesgo identificadas, y los riesgos que representan, se pueden incorporar en la puntuación de riesgo para el vehículo 102 o usarse para determinar una puntuación de riesgo para el otro vehículo, o ambos, tal como se describe a continuación. De esta manera, la tecnología 100 puede identificar fuentes de riesgo, determinar una puntuación de riesgo y evaluar el rendimiento de seguridad de otro vehículo en el entorno incluso si el vehículo no incluye sensores 112 o no participa en la tecnología. Además, recopilando datos del vehículo 102 y otros vehículos en el entorno circundante 104 en el mismo periodo de tiempo, la tecnología 100 puede comparar la puntuación de riesgo o el rendimiento de seguridad, o ambos, para el vehículo y otros vehículos. Así, la tecnología 100 puede evaluar el rendimiento de seguridad relativo del vehículo 102 y otros vehículos en el entorno 104 para realizar observaciones estadísticamente significativas sobre el rendimiento de seguridad general del vehículo 102 y los otros vehículos en el entorno 104.

El módulo 210 de identificación de evento de seguridad es capaz de procesar datos de sensor producidos en un vehículo 102 para determinar si el vehículo u otros vehículos en el entorno circundante 104 han experimentado un evento de seguridad, tal como un accidente de tráfico, un cuasi accidente, u otra condición de inseguridad. Por ejemplo, el módulo 210 de identificación de evento de seguridad puede procesar datos de sensor producidos en el vehículo 102, tales como datos de imagen, datos de audio, datos de velocidad o datos de aceleración, o combinaciones de lo anterior, entre otros, para identificar uno o más impactos que son característicos de un accidente por parte del vehículo u otros vehículos. En algunos casos, el módulo 210 de identificación de evento de seguridad es capaz de procesar datos de sensor para identificar un cuasi-accidente del vehículo 102 u otros vehículos, tal como una situación que habría dado como resultado un accidente si no fuese por una maniobra evasiva por parte de un vehículo o el conductor 106 del vehículo, u otra condición de inseguridad en el vehículo u otros vehículos, tal como un vehículo que se sale de la carretera. En algunos casos, el módulo 210 de identificación de evento de seguridad es capaz de procesar datos de sensor producidos en el vehículo 102, tales como datos de LIDAR, sónar, o de imágenes, entre otros, para identificar un evento de seguridad experimentado por otros vehículos en el entorno 104. En algunos casos, el módulo 210 de identificación de evento de seguridad es capaz de recibir información relacionada con eventos de seguridad de uno o más componentes o dispositivos adicionales de la tecnología 100, tal como un registro de accidentes o un servicio de informe de accidentes proporcionado en uno o más dispositivos 138 de computación. En la solicitud de patente US 16/035.861, titulada "Vehicle Telematics of Vehicle Crashes", presentada el 16 de julio de 2018, cuyo contenido se incorpora en su totalidad a título de referencia, se describen técnicas para identificar un accidente de tráfico, un cuasi-accidente u otra condición de inseguridad en el vehículo.

Tras la identificación, las fuentes 110 de riesgo y los eventos de seguridad experimentados por el vehículo 102 u otros vehículos en el entorno circundante 104 se pueden reportar a uno o más módulos adicionales, tal como el módulo 212 de correlación de riesgo, el módulo 214 de puntuación de riesgo y el módulo 216 de evaluación de rendimiento de seguridad. Por ejemplo, el módulo 208 de identificación de riesgo puede reportar la presencia o nivel de exposición, o ambos, de cada fuente 110 de riesgo a uno o más módulos adicionales, y el módulo 210 de identificación de evento de seguridad puede reportar la ocurrencia o tipo, o ambos, de cada evento de seguridad a uno o más módulos adicionales. En algunos casos, el módulo 208 de identificación de riesgo o el módulo 210 de identificación de evento de seguridad, o ambos, son capaces de proporcionar una marca de tiempo u otro marcador en los datos de sensor de las fuentes 110 de riesgo o eventos de seguridad identificados para los otros módulos además o en lugar de reportar las identificaciones directamente.

Para determinar con precisión el riesgo de un evento de seguridad experimentado por un vehículo 102, puede resultar útil entender el riesgo de un evento de seguridad representado por cada fuente 110 de riesgo o conjunto de fuentes de riesgo. En consecuencia, el módulo 212 de correlación de riesgo puede procesar los datos de sensor producidos en el vehículo 102, las fuentes 110 de riesgo identificadas recibidas del módulo 208 de identificación de riesgo y los eventos de seguridad identificados recibidos del módulo 210 de identificación de evento de seguridad para establecer una correlación entre cada fuente 110 de riesgo o conjunto de fuentes de riesgo y la ocurrencia de un evento de seguridad. Esta correlación puede usarse para determinar el riesgo de un evento de seguridad representado por cada fuente 110 de riesgo o conjunto de fuentes de riesgo o combinarse con otra información, tal como información de presencia y nivel de exposición, para determinar el riesgo representado por cada fuente de riesgo o conjunto de fuentes de riesgo. El módulo 212 de correlación de riesgo puede agregar los datos de sensor, los riesgos identificados y los eventos de seguridad identificados recibidos de uno o más vehículos 102 o tipos de vehículos en numerosas millas para aumentar el tamaño de muestra y establecer la correlación con mayor precisión. Además, el módulo 212 de correlación de riesgo puede actualizar continuamente la correlación a medida que se reciben nuevos datos de sensor de uno o más de los vehículos 102.

El módulo 212 de correlación de riesgo es capaz de usar uno o más algoritmos para establecer la correlación entre cada fuente de riesgo o conjunto de fuentes de riesgo y un evento de seguridad. Por ejemplo, el módulo 212 de correlación de riesgo puede determinar con qué frecuencia una fuente de riesgo o conjunto de fuentes de riesgo está presente durante la ocurrencia de un evento de seguridad para establecer la correlación. En algunos casos, el módulo 212 de correlación de riesgo es capaz de determinar qué fuente de riesgo o conjunto de fuentes de riesgo es la causa real o próxima del evento de seguridad para establecer la correlación. En algunos casos, el módulo 212 de correlación de riesgo es capaz de tener en cuenta el nivel de exposición de una fuente de riesgo o conjunto de fuentes de riesgo durante la ocurrencia de un evento de seguridad para establecer la correlación. En algunos casos, el módulo 212 de correlación de riesgo es capaz de usar técnicas de aprendizaje por máquina para establecer la correlación. En algunos casos, el módulo 212 de correlación de riesgo es capaz de determinar una correlación diferente para una fuente de riesgo particular cuando aparece con una o más fuentes de riesgo adicionales que cuando aparece únicamente para tener en cuenta el efecto acumulativo de ciertos riesgos. Para aumentar la solidez de la correlación bajo diversas circunstancias, el módulo 212 de correlación de riesgo puede establecer múltiples matrices de correlación específicas, por ejemplo, para un tipo de vehículo, un evento de seguridad particular o un entorno particular 104, entre otros.

Una vez que se establece una correlación, el módulo 214 de puntuación de riesgo es capaz de usar la correlación y los datos de sensor para derivar una puntuación de riesgo para el vehículo 102 u otros vehículos en el entorno 104. La puntuación de riesgo para cada vehículo puede representar el riesgo de un evento de seguridad experimentado por el vehículo durante un periodo de funcionamiento particular, tal como una distancia recorrida o tiempo de funcionamiento particulares, en base a las fuentes de riesgo reales encontradas por el vehículo y el riesgo de un evento de seguridad representado por cada riesgo. De esta manera, la puntuación de riesgo puede servir como una medida precisa del riesgo de un evento de seguridad experimentado por el vehículo durante el periodo de funcionamiento.

Para determinar la puntuación de riesgo para el vehículo 102 u otros vehículos en el entorno 104, el módulo 214 de puntuación de riesgo es capaz de recibir, por ejemplo, del módulo 208 de identificación de riesgo, una indicación de las fuentes 110 de riesgo encontradas por el vehículo durante un periodo de funcionamiento particular. El periodo de funcionamiento puede incluir una distancia particular recorrida, tal como una milla o cualquier otra distancia, o un tiempo de funcionamiento particular, tal como cinco minutos o cualquier otro tiempo, entre otros. El módulo 214 de puntuación de riesgo puede usar la información de correlación recibida del módulo 212 de correlación de riesgo para determinar el riesgo representado por cada fuente de riesgo. En algunos casos, el módulo 214 de puntuación de riesgo es capaz de aplicar una ponderación a parte o la totalidad de las fuentes 110 de riesgo identificadas en base al nivel de exposición de la fuente de riesgo o la presencia (o ausencia) de la fuente de riesgo u otras fuentes de riesgo, o ambos, entre otros. El módulo 214 de puntuación de riesgo puede determinar la puntuación de riesgo para el periodo de funcionamiento particular, por ejemplo, calculando una suma del riesgo o el riesgo ponderado representado por cada fuente de riesgo. En algunos casos, el módulo 214 de puntuación de riesgo es capaz de normalizar la puntuación de riesgo a un riesgo estándar para un periodo de funcionamiento particular. Por ejemplo, tal como se ha indicado previamente, el módulo 214 de puntuación de riesgo puede determinar un nivel de riesgo promedio o mediano experimentado por un vehículo en una unidad de distancia recorrida, tal como una milla en condiciones de riesgo estándar, y puede normalizar cada puntuación de riesgo de manera que un recorrido de alto riesgo recibe una puntuación de riesgo por encima de lo normal, y un recorrido de bajo riesgo recibe una puntuación de riesgo por debajo de lo normal.

En algunos casos, el módulo 214 de puntuación de riesgo (u otro módulo, tal como el módulo 212 de puntuación de riesgo) es capaz de filtrar, descontar o ignorar ciertas fuentes de riesgo o tipos de fuentes de riesgo al determinar la puntuación de riesgo. Por ejemplo, al comparar el rendimiento de seguridad de vehículos autónomos y vehículos convencionales, puede resultar útil filtrar fuentes de riesgo específico de conductor o fuentes de riesgo específicas de vehículo, o ambas, de manera que el rendimiento de seguridad de cada vehículo se evalúa en base a cómo el vehículo 102 o el conductor 106 del vehículo responde a fuentes de riesgo ambiental. De esta manera, la tecnología 100 puede comparar, por ejemplo, el rendimiento de seguridad de vehículos autónomos y vehículos convencionales sin desviaciones debidas a riesgos creados por un comportamiento específico de un conductor o problemas específicos de un vehículo.

El módulo 216 de evaluación de rendimiento de seguridad (denominado en ocasiones "módulo de rendimiento de seguridad") es capaz de usar la puntuación de riesgo y los eventos de seguridad identificados para evaluar el rendimiento de seguridad de un vehículo o tipo de vehículo. Por ejemplo, el módulo 216 de rendimiento de seguridad puede recibir una puntuación de riesgo para un periodo de funcionamiento particular, tal como una milla, del módulo 214 de puntuación de riesgo. El módulo 216 de seguridad puede usar información recibida del módulo 210 de identificación de evento de seguridad para determinar el número de eventos de seguridad experimentados por el vehículo en el mismo periodo para el que se calculó la puntuación de riesgo. El módulo 216 de rendimiento de seguridad puede así calcular el número de eventos de seguridad experimentados por el vehículo con respecto a la puntuación de riesgo para el vehículo para determinar el rendimiento de seguridad del vehículo para el periodo de funcionamiento particular (p. ej., el número de eventos de seguridad dividido por la puntuación de riesgo). El rendimiento de seguridad del vehículo puede representarse como una relación, un porcentaje, una puntuación, un ranking o cualquier otra métrica, y se puede comunicar a uno o más componentes o dispositivos de la tecnología 100, tales como el ordenador 108 a bordo, los uno o más dispositivos telemáticos 114, la base 136 de datos o un dispositivo 138 de computación, o combinaciones de lo anterior, tal como se describe a continuación.

En algunos casos, el módulo 216 de evaluación de rendimiento de seguridad es capaz de combinar múltiples puntuaciones de riesgo y eventos de seguridad para evaluar el rendimiento de seguridad de un vehículo o tipo de vehículo en múltiples periodos de funcionamiento. En algunos casos, el módulo 216 de rendimiento de seguridad es capaz de combinar las puntuaciones de riesgo, por ejemplo, de cada milla de un viaje por parte de un vehículo, para determinar una puntuación de riesgo para la totalidad del viaje. Se usa el término "viaje" de manera amplia para incluir, por ejemplo, cualquier ejemplo de recorrido de una ubicación de origen a una ubicación de destino. En algunos casos, el módulo 216 de rendimiento de seguridad puede combinar las puntuaciones de riesgo para cada milla recorrida por un vehículo o tipo de vehículo para determinar una puntuación de riesgo para la distancia acumulativa recorrida por el vehículo o tipo de vehículo. El módulo 216 de rendimiento de seguridad es capaz de determinar el número combinado de eventos de seguridad experimentados por el vehículo o tipo de vehículo en el mismo periodo de funcionamiento para el que se calculó la puntuación de riesgo combinada. El módulo 216 de rendimiento de seguridad puede así calcular el número combinado de eventos de seguridad experimentados por el vehículo o tipo de vehículo con respecto a la puntuación de riesgo combinada para el vehículo o tipo de vehículo para determinar el rendimiento de seguridad para el vehículo o tipo de vehículo. Determinando el rendimiento de seguridad de un vehículo o tipo de vehículo en múltiples periodos de funcionamiento, el módulo 216 de rendimiento de seguridad puede obtener métricas de rendimiento más precisas y estadísticamente significativas que se pueden comparar entre vehículos o tipos de vehículos.

En algunos casos, el módulo 216 de evaluación de rendimiento de seguridad es capaz de aplicar la puntuación de riesgo para determinar una distancia normalizada por riesgo recorrida por un vehículo o tipo de vehículo. Por ejemplo, en casos en donde la puntuación de riesgo se calcula en incrementos de milla, el módulo 216 de rendimiento de seguridad puede aplicar la puntuación de riesgo para una milla particular para determinar una milla normalizada por riesgo para el vehículo o tipo de vehículo. De esta manera, la distancia recorrida por el vehículo o tipo de vehículo puede ajustarse a efectos de evaluación de rendimiento de seguridad para proporcionar una mayor ponderación para un recorrido de alto riesgo y una menor ponderación para un recorrido de bajo riesgo. En algunos casos, determinar una milla normalizada por riesgo implica comparar la distancia recorrida con una milla normalizada por riesgo típica (tal como la milla "promedio anual" o la milla "Cambridge" descritas anteriormente). En algunos casos, el módulo 216 de rendimiento de seguridad puede combinar las distancias normalizadas por riesgo para un vehículo o tipo de vehículo particular para determinar una distancia normalizada por riesgo total recorrida por el vehículo o tipo de vehículo. El módulo 216 de rendimiento de seguridad puede calcular el número de eventos de seguridad experimentados en la distancia real recorrida por el vehículo o tipo de vehículo con respecto a la distancia normalizada por riesgo para determinar el rendimiento de seguridad del vehículo o tipo de vehículo. Aplicando la puntuación de riesgo para determinar una distancia normalizada por riesgo recorrida, las métricas de rendimiento de seguridad descritas en esta memoria descriptiva se pueden comparar con métricas convencionales para el rendimiento de seguridad del vehículo, tales como el número de eventos de seguridad por milla recorrida por vehículo (VMT).

Tras determinar el rendimiento de seguridad de un vehículo o tipo de vehículo, el módulo 216 de evaluación de rendimiento de seguridad es capaz de analizar el rendimiento de seguridad y compararlo con el rendimiento de seguridad de otros vehículos o tipos de vehículos. Por ejemplo, el módulo 216 de rendimiento de seguridad puede comparar el rendimiento de seguridad de diferentes vehículos o tipos de vehículos para determinar un ranking en base al rendimiento de seguridad relativo de cada vehículo o tipo de vehículo. En algunos casos, el módulo 216 de rendimiento de seguridad es capaz de comparar el rendimiento de seguridad de diferentes vehículos o tipos de vehículos para realizar reivindicaciones relativas sobre los operarios de los vehículos o tipos de vehículo. Por ejemplo, el módulo 216 de rendimiento de seguridad puede comparar el rendimiento de seguridad de vehículos autónomos con el de vehículos convencionales para determinar el rendimiento de seguridad relativo de los operarios humanos e implementados por ordenador de tales vehículos. En algunos casos, el módulo 216 de rendimiento de seguridad es capaz de comparar el rendimiento de seguridad de un vehículo 102 o conductor 106 particular con una o más evaluaciones de rendimiento de seguridad anteriores para determinar el rendimiento de seguridad del vehículo o el conductor con el tiempo.

En algunos casos, el módulo 216 de rendimiento de seguridad es capaz de comparar el rendimiento de seguridad de dos o más vehículos que están recorriendo el mismo entorno 104 al mismo tiempo. Por ejemplo, la tecnología 100 puede usar datos de sensor adquiridos en un vehículo 102 para determinar el rendimiento de seguridad del vehículo 102 y otros vehículos en el entorno circundante 104, tal como se ha descrito anteriormente. Alternativamente, de manera adicional, la tecnología 100 puede usar datos de sensor adquiridos por sensores separados 112 en cada vehículo 102 en el entorno 104 para determinar el rendimiento de seguridad de cada vehículo. Debido a que cada vehículo se enfrentará probablemente a riesgos sustancialmente similares debido a su proximidad en el entorno 104, es posible realizar comparaciones sólidas del rendimiento de seguridad relativo de cada vehículo u operario de vehículo.

En algunas implementaciones, el módulo 216 de evaluación de rendimiento de seguridad puede proporcionar la evaluación de rendimiento de seguridad a uno o más componentes o dispositivos de la tecnología 100. Por ejemplo, en algunos casos, el módulo 216 de rendimiento de seguridad es capaz de hacer que el servidor 130 proporcione la evaluación de rendimiento de seguridad a la base 136 de datos para almacenamiento, al ordenador 108 a bordo o los dispositivos telemáticos 114 a través de la red 134, o a uno o más dispositivos 138 de computación a través de una red 140, que puede ser Internet. Cada uno de los dispositivos 138 de computación se puede asociar a un usuario o propietario del vehículo 102, un usuario o propietario de los dispositivos telemáticos 114, una organización de

seguridad de vehículos, un productor de vehículos, una compañía de seguros, una compañía de transporte compartido, un servicio de emergencias, un centro de atención telefónica, un analista, un investigador, un anfitrión de la tecnología o combinaciones de estos participantes, entre otros. El servidor 130 puede proporcionar la evaluación de rendimiento de seguridad a los componentes o dispositivos a través de una página web, una aplicación, una API o una notificación, o combinaciones de lo anterior, entre otros. Una vez recibida, cada uno de los componentes o dispositivos pueden presentar la evaluación de rendimiento de seguridad a un usuario del componente o dispositivo usando, por ejemplo, una interfaz gráfica de usuario presentada en una pantalla del componente o dispositivo.

En general, el módulo 216 de evaluación de rendimiento de seguridad puede proporcionar cualquier aspecto de la evaluación de rendimiento de seguridad a los otros componentes o dispositivos, incluyendo una o más de las fuentes 110 de riesgo identificadas, los eventos de seguridad identificados, la puntuación de riesgo o el rendimiento de seguridad determinado, o combinaciones de lo anterior, entre otros. En algunos casos, el módulo 216 de rendimiento de seguridad es capaz de proporcionar una o más comparaciones del rendimiento de seguridad para el vehículo con el rendimiento de seguridad del mismo o diferentes vehículos. En algunos casos, el módulo 216 de rendimiento de seguridad es capaz de proporcionar recomendaciones o sugerencias para aumentar el rendimiento de seguridad del vehículo, tal como sugerencias al vehículo 102 o al conductor 106, o ambos, para operar el vehículo de manera segura, o recomendaciones al vehículo o al conductor, o ambos, para seguir una ruta segura en futuros viajes. En algunos casos, el módulo 216 de rendimiento de seguridad es capaz de indicar un tiempo o distancia, tal como un número de millas normalizadas por riesgo, que un vehículo o tipo de vehículo particular debe recorrer para alcanzar cierto nivel de rendimiento de seguridad. Por ejemplo, el módulo 216 de rendimiento de seguridad puede indicar un número de millas normalizadas por riesgo que un vehículo autónomo puede necesitar recorrer para alcanzar un rendimiento de seguridad comparable o superior con respecto a vehículos convencionales y conductores humanos.

En algunos casos, la evaluación de rendimiento de seguridad se puede usar por agencias gubernamentales para certificar la seguridad, por ejemplo, de un vehículo autónomo. En algunos casos, es posible usar las evaluaciones de rendimiento de seguridad para mejorar la seguridad de algoritmos usados para operar un vehículo autónomo. Por ejemplo, es posible actualizar algoritmos usados para controlar un vehículo autónomo para mejorar la evaluación de rendimiento de seguridad. Estas actualizaciones se pueden usar para mejorar la evaluación de la seguridad de la conducción, o para mejorar la seguridad de conducción real, o una combinación de ambas, entre otras cosas. En algunos casos, la evaluación de rendimiento de seguridad se puede usar para determinar una o más rutas que deberían tomarse durante el desplazamiento de un vehículo para reducir riesgos ambientales.

Son posibles diversas modificaciones en la tecnología 100 de evaluación de rendimiento de seguridad. Por ejemplo, en algunos casos, la tecnología 100 puede promediar múltiples puntuaciones de riesgo de uno o más vehículos o tipos de vehículos en la misma distancia recorrida para determinar una puntuación de riesgo promedio para la distancia particular. De esta manera, la tecnología 100 puede identificar rutas de alto riesgo, lo que puede permitir que la tecnología 100 sugiera alternativas más seguras al vehículo 102 o al conductor 106, o ambos, entre otros. En algunos casos, la tecnología 100 puede aplicar la puntuación de riesgo para normalizar otras métricas de exposición al riesgo, tal como el tiempo de conducción, y no se limita a normalizar la distancia recorrida.

Aunque se describe que el servidor 130 procesa los datos de sensor asociados con el vehículo 102 para evaluar el rendimiento de seguridad del vehículo u otros vehículos dentro del entorno 104, otros componentes y dispositivos de la tecnología 100, tal como el ordenador 108 a bordo, los dispositivos telemáticos 114 o el dispositivo 138 de computación, o combinaciones de los mismos, pueden procesar los datos de sensor además de, o en combinación con, o en lugar del servidor 130 para llevar a cabo las técnicas aquí descritas. De manera similar, aunque se describe que módulos específicos, incluyendo el módulo 208 de identificación de riesgo, el módulo 210 de identificación de evento, el módulo 212 de correlación de riesgo, el módulo 214 de puntuación de riesgo y el módulo 216 de evaluación de rendimiento de seguridad, llevan a cabo ciertos aspectos de las técnicas aquí descritas, parte o la totalidad de las técnicas pueden ser llevadas a cabo mediante módulos adicionales, en menor número o alternativos, en algunas implementaciones. Además, aunque en la figura 1 solamente se ilustran un servidor 130, una base 136 de datos y un dispositivo 138 de computación, la tecnología 100 puede incluir cualquier número de dispositivos de computación y dispositivos de almacenamiento de datos dispuestos en una única ubicación o distribuidos y conectados comunicativamente usando cualquier número de redes.

La figura 3 ilustra un proceso 300 para evaluar el rendimiento de seguridad de un vehículo según la invención. El proceso 300 se implementa usando uno o más procesadores, tales como los procesadores 200 que operan en el servidor 130. Las operaciones del proceso 300 incluyen recibir datos de sensor producidos por uno o más sensores en un vehículo (302). Los sensores pueden estar instalados en el vehículo o incluidos en un dispositivo telemático dispuesto en el vehículo, o ambos.

Los datos de sensor se procesan para identificar una o más fuentes de riesgo experimentadas por el vehículo durante un período de funcionamiento (304). Las fuentes de riesgo pueden poner al vehículo en riesgo de un evento de seguridad. En algunos casos, las una o más fuentes de riesgo pueden incluir fuentes de riesgo ambiental debido a condiciones o características del entorno que recorre el vehículo en la distancia. En algunos casos, las fuentes de riesgo ambiental pueden incluir otros vehículos en el entorno. En algunos casos, es posible filtrar fuentes de riesgo específico de conductor debidas a la conducta de un conductor del vehículo o fuentes de riesgo específico de vehículo debidas a daños o mal funcionamiento del vehículo, o ambas, de las una o más fuentes de riesgo. En algunos casos,

el periodo de funcionamiento se puede asociar con una distancia recorrida por el vehículo o un tiempo de funcionamiento del vehículo.

Los datos de sensor se procesan para identificar uno o más eventos de seguridad experimentados por el vehículo durante el periodo de funcionamiento (306). En algunos casos, los uno o más eventos de seguridad pueden incluir un accidente del vehículo, un cuasi accidente del vehículo u otra condición de inseguridad en el vehículo, o combinaciones de lo anterior.

Se determina un riesgo de un evento de seguridad experimentado por el vehículo durante el periodo de funcionamiento en base a las una o más fuentes de riesgo (308). En algunos casos, el riesgo se puede medir mediante una puntuación de riesgo. En algunos casos, determinar el riesgo puede incluir determinar el riesgo de un evento de seguridad representado por cada una de las fuentes de riesgo, el nivel de exposición de la fuente de riesgo, o la presencia de la fuente de riesgo, o combinaciones de lo anterior, entre otros. El riesgo de un evento de seguridad representado por cada fuente de riesgo se puede sumar para determinar el riesgo para el vehículo durante el periodo de funcionamiento. En algunos casos, el riesgo se puede normalizar en base a un riesgo estándar de un evento de seguridad experimentado por el vehículo u otros vehículos durante el periodo de funcionamiento. En algunos casos, la puntuación de riesgo se puede aplicar al periodo de funcionamiento para producir un periodo de funcionamiento normalizado por riesgo, tal como una distancia normalizada por riesgo recorrida por el vehículo. En algunos casos, el riesgo de un evento de seguridad experimentado por el vehículo se puede combinar con otros riesgos de un evento de seguridad experimentado por el vehículo u otros vehículos de un mismo tipo de vehículo para producir un riesgo combinado o un evento de seguridad para el vehículo o tipo de vehículo.

El rendimiento de seguridad del vehículo durante el periodo de funcionamiento se determina en base a los uno o más eventos de seguridad y el riesgo (310). En algunos casos, determinar el rendimiento de seguridad del vehículo puede incluir determinar la suma de los uno o más eventos de seguridad con respecto al riesgo. Según la invención, el riesgo se aplica al periodo de funcionamiento para producir un periodo de funcionamiento normalizado por riesgo, tal como una distancia normalizada por riesgo recorrida por el vehículo, y el rendimiento de seguridad del vehículo durante el periodo de funcionamiento se puede determinar en base a la suma de los uno o más eventos de seguridad con respecto al periodo de funcionamiento normalizado por riesgo. En algunos casos, la suma de los uno o más eventos de seguridad es una suma ponderada. En algunos casos, cada uno de los eventos de seguridad de los uno o más eventos de seguridad pondera según la gravedad del evento de seguridad. Por ejemplo, un evento de seguridad que da como resultado un vehículo siniestro total puede ponderar más que un evento de seguridad que dio como resultado un daño menor en la pintura del vehículo. En algunos casos, el riesgo de un evento de seguridad experimentado por el vehículo se puede combinar con otros riesgos de un evento de seguridad experimentado por el vehículo u otros vehículos del mismo tipo de vehículo para producir un riesgo combinado de un evento de seguridad para el vehículo o tipo de vehículo, y es posible determinar el rendimiento de seguridad del vehículo o tipo de vehículo en base, en parte, al riesgo combinado de un evento de seguridad.

En algunas implementaciones, los datos de sensor se pueden procesar para identificar una o más fuentes de riesgo y eventos de seguridad experimentados por un segundo vehículo en un mismo entorno que el vehículo durante el periodo de funcionamiento. Es posible determinar un riesgo de un evento de seguridad experimentado por el segundo vehículo durante el periodo de funcionamiento en base a las una o más fuentes de riesgo encontradas por el segundo vehículo. El rendimiento de seguridad del segundo vehículo se puede determinar durante el periodo de funcionamiento en base a la suma de los uno o más eventos de seguridad experimentados por el segundo vehículo con respecto al riesgo para el segundo vehículo. En algunos casos, es posible determinar un rendimiento de seguridad relativo del vehículo durante el periodo de funcionamiento comparando el rendimiento de seguridad del vehículo con el rendimiento de seguridad del segundo vehículo.

## REIVINDICACIONES

1. Método (300) implementado usando uno o más procesadores, comprendiendo el método:  
recibir (302) datos de sensor de uno o más sensores en un vehículo;  
5 identificar (304), en base a los datos de sensor, una o más fuentes de riesgo encontradas por el vehículo durante un periodo de funcionamiento del vehículo;  
identificar (306), en base a los datos de sensor, uno o más eventos de seguridad experimentados por el vehículo con respecto a las una o más fuentes de riesgo durante el periodo de funcionamiento del vehículo;  
determinar (308), en base a los uno o más eventos de seguridad y las una o más fuentes de riesgo, un riesgo de un evento de seguridad para el periodo de funcionamiento del vehículo;  
10 caracterizado por el hecho de que el método comprende además:  
ajustar el riesgo del evento de seguridad para el periodo de funcionamiento del vehículo en base a datos que representan un riesgo normalizado de un evento de seguridad para un periodo de funcionamiento normalizado diferente del periodo de funcionamiento del vehículo; y  
15 determinar (310), en base a los uno o más eventos de seguridad y el riesgo ajustado para el periodo de funcionamiento del vehículo, un rendimiento de seguridad del vehículo o un conductor del vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo.
2. Método de la reivindicación 1, en donde el riesgo se mide mediante una puntuación de riesgo.
3. Método de la reivindicación 1, en donde el periodo de funcionamiento del vehículo se asocia con una distancia recorrida por el vehículo o en donde el periodo de funcionamiento del vehículo se asocia con un tiempo de funcionamiento del vehículo.  
20
4. Método de la reivindicación 1, en donde los sensores se incluyen en uno o más dispositivos telemáticos en el vehículo.
5. Método de la reivindicación 1, en donde las una o más fuentes de riesgo incluyen fuentes de riesgo ambiental debido a condiciones o características del entorno en donde funciona el vehículo, opcionalmente, en donde las fuentes de riesgo ambiental incluyen otros vehículos en el entorno.  
25
6. Método de la reivindicación 5, que comprende filtrar, de las una o más fuentes de riesgo, fuentes de riesgo debido a la conducta de un conductor del vehículo.
7. Método de la reivindicación 1, en donde los uno o más eventos de seguridad incluyen un accidente del vehículo o cuasi-accidente del vehículo, o ambos.
- 30 8. Método de la reivindicación 1, en donde determinar el riesgo comprende:  
determinar un riesgo de un evento de seguridad representado por cada una de las fuentes de riesgo, opcionalmente, en donde el método comprende calcular una suma del riesgo del evento de seguridad representado por cada una de las fuentes de riesgo para determinar el riesgo, por ejemplo, en donde la suma del riesgo comprende una suma ponderada.
- 35 9. Método de la reivindicación 1, en donde determinar el rendimiento de seguridad del vehículo comprende determinar una suma de los uno o más eventos de seguridad con respecto al riesgo, opcionalmente, en donde la suma de los uno o más eventos de seguridad comprende una suma ponderada en donde cada uno de los uno o más eventos de seguridad pondera en base a la gravedad del evento de seguridad.
10. Método de la reivindicación 1, que comprende:  
40 aplicar el riesgo ajustado a una distancia recorrida por el vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo para producir una distancia normalizada por riesgo recorrida por el vehículo; y  
en donde determinar el rendimiento de seguridad del vehículo o el conductor del vehículo durante el periodo de funcionamiento del vehículo comprende determinar el rendimiento de seguridad en base a los uno o más eventos de seguridad, el riesgo ajustado para el periodo de funcionamiento del vehículo y la distancia normalizada por riesgo recorrida.  
45
11. Método de la reivindicación 1, que comprende:  
en base a los datos de sensor, determinar un rendimiento de seguridad de un segundo vehículo en un mismo entorno que el vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo.

12. Método de la reivindicación 11, en donde el método comprende uno de:

- a) determinar el rendimiento de seguridad del segundo vehículo en base a identificar una o más fuentes de riesgo experimentadas por el segundo vehículo en el mismo entorno que el vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo; o
- 5    b) identificar, en base a los datos de sensor, uno o más eventos de seguridad experimentados por el segundo vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del segundo vehículo; o
- c) determinar, en base a los uno o más riesgos experimentados por el segundo vehículo, un riesgo de un evento de seguridad experimentado por el segundo vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo; o
- 10    d) determinar un rendimiento de seguridad relativo del vehículo durante al menos parte del periodo de funcionamiento del vehículo comparando el rendimiento de seguridad del vehículo con el rendimiento de seguridad del segundo vehículo.

13. Método de la reivindicación 1, que comprende

- 15    combinar el riesgo para el vehículo con un riesgo de un evento de seguridad para uno o más vehículos adicionales de un mismo tipo de vehículo que el vehículo; y

determinar un rendimiento de seguridad del tipo de vehículo en base, en parte, al riesgo combinado.

14. Sistema, que comprende:

uno o más procesadores; y

- 20    almacenamiento informático que almacena instrucciones de ordenador ejecutables ejecutables por los uno o más procesadores para realizar operaciones que comprenden el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

15. Medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene instrucciones ejecutables por uno o más procesadores para hacer que los procesadores realicen operaciones que comprenden el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.



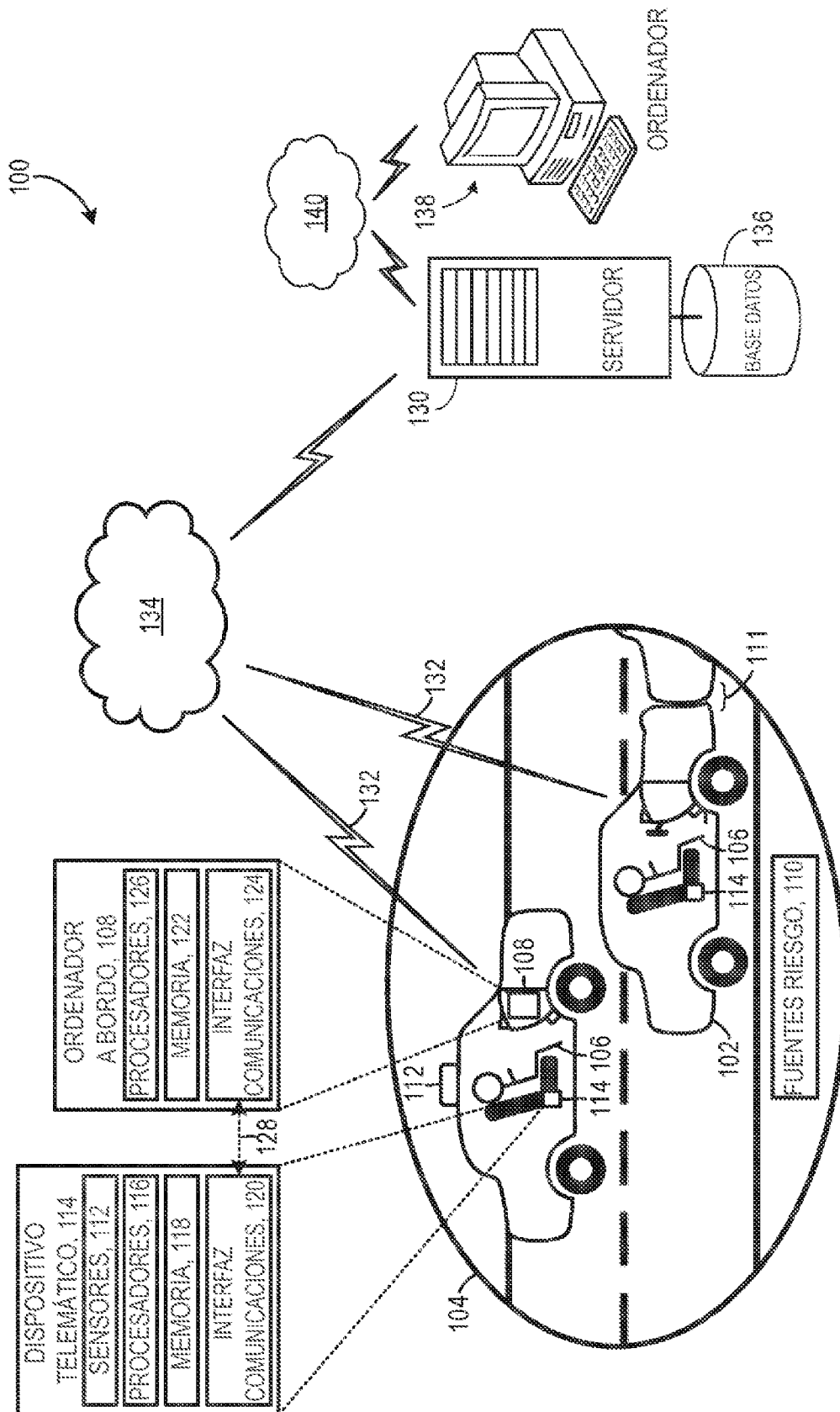


FIG. 1

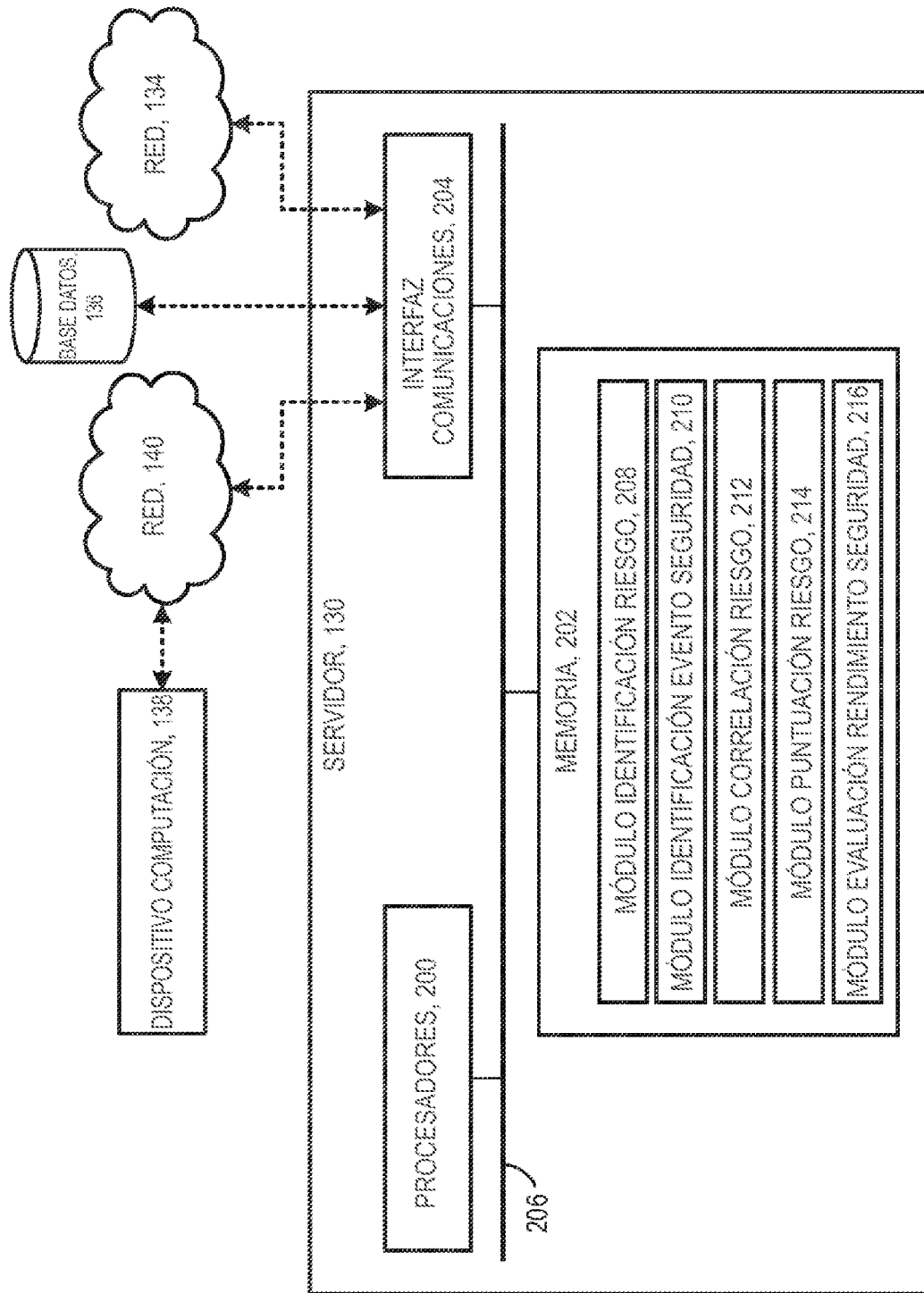


FIG. 2

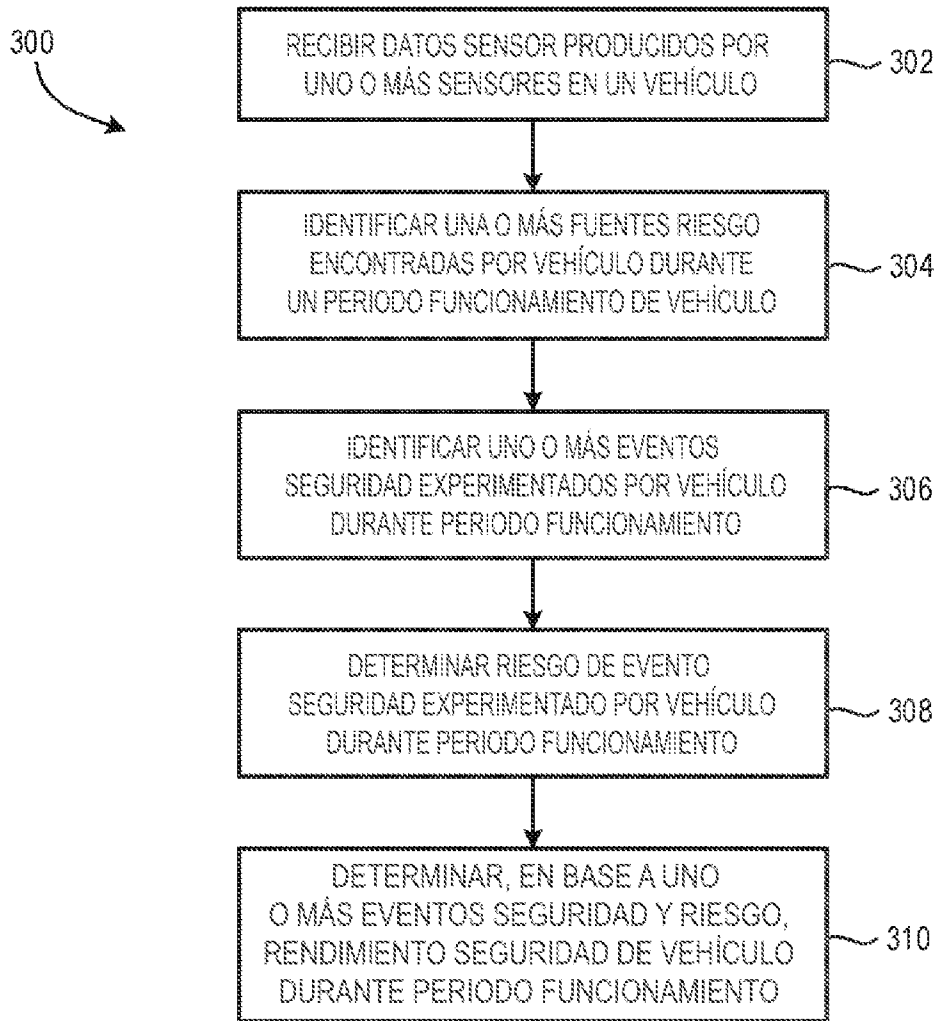


FIG. 3