

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 015 453**

51 Int. Cl.:

B60R 21/0132 (2006.01)
B60R 21/01 (2006.01)
B60R 21/0136 (2006.01)
G06Q 40/00 (2013.01)
G06Q 40/08 (2012.01)
G07C 5/08 (2006.01)
G07C 5/00 (2006.01)
B60R 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.07.2019** **PCT/US2019/041830**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.01.2020** **WO20018435**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2019** **E 19837735 (0)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2025** **EP 3823862**

54 Título: **Telemática de vehículo de accidentes de vehículos**

30 Prioridad:

16.07.2018 US 201816035861
01.03.2019 US 201916289797

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
05.05.2025

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SHEA, KIMBERLY;
MIRANO, GERONIMO;
PARK, JUN-GEUN y
BRADLEY, WILLIAM

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 3 015 453 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

Telemática de vehículo de accidentes de vehículos

Antecedentes

La presente descripción se refiere a la telemática de vehículo de accidentes de vehículos.

- 5 Las organizaciones de seguridad automotriz y los peritos de seguros tienen un gran interés en comprender los eventos relacionados con un accidente de vehículo. Típicamente, las personas expertas han intentado reconstruir un accidente usando mediciones tomadas en el lugar del accidente después del accidente. La reconstrucción y la comprensión de los detalles de un accidente después del hecho son difíciles, requieren mucho tiempo y, frecuentemente, son inexactas. Los avances en la telemática de vehículos hacen posible recopilar datos de movimiento del vehículo antes, durante y
- 10 después de un accidente.

El documento US 2015/246654 A1 describe un sistema telemático que prepara informes de eventos, por ejemplo, para accidentes de vehículos.

El documento US 9 672 719 B1 describe un dispositivo para la notificación automática de accidentes.

- 15 El documento US 2018/126938 A1 describe la detección del despliegue de un airbag como resultado de un accidente de vehículo.

Sumario

La presente invención se refiere al método para generar de manera automática una documentación de un accidente que implica un vehículo definido en la reivindicación 1 y al sistema telemático de vehículo definido en la reivindicación 9. Las reivindicaciones dependientes representan realizaciones ventajosas de la presente invención.

- 20 Descripción

La Fig. 1 es una vista superior de un accidente de vehículo.

Las Figs. 2 a 4 son diagramas de bloques.

Las Figs. 5 a 8 son gráficos de parámetros con respecto al tiempo.

La Fig. 9 es una tabla.

- 25 La Fig. 10 es una representación gráfica de un vehículo.

La Fig. 11 es una representación gráfica de un elemento de interfaz de usuario.

La Fig. 12A es una documentación de un accidente.

La Fig. 12B es un gráfico de los datos telemáticos durante el accidente.

La Fig. 12C es una representación gráfica de un vehículo y un gráfico de aceleración.

- 30 La Fig. 12D es un mapa y una vista tridimensional de una carretera.

La Fig. 13 es un gráfico de datos de aceleración.

- 35 Los presentes inventores usan la expresión "accidente de vehículo" de manera generalizada para incluir, por ejemplo, cualquier impacto o conjunto de impactos entre un vehículo y uno o más objetos, tales como otro vehículo, un peatón, un animal, un objeto estacionario o restos de la carretera, y cualquier impacto o conjunto de impactos entre un vehículo y el suelo, tal como durante un vuelco de vehículo.

- 40 Los presentes inventores usan la expresión "periodo de accidente de vehículo" de manera generalizada para incluir, por ejemplo, cualquier periodo de tiempo que abarque parte o la totalidad de los impactos de vehículos que ocurren en el transcurso de un accidente de vehículo. En algunos ejemplos, el periodo de accidente de vehículo puede incluir también periodos de tiempo anteriores a, y que conducen a, un impacto inicial del vehículo y periodos de tiempo posteriores y resultantes de un impacto final del vehículo.

Los presentes inventores usan la expresión "datos de viaje" de manera generalizada para incluir, por ejemplo, un segmento de los datos telemáticos de un vehículo acumulados durante un viaje entre dos ubicaciones. En algunos ejemplos, los datos acumulados durante un periodo de accidente de vehículo representan una parte o un segmento de los datos de viaje.

Los presentes inventores usan la expresión "vehículo" de manera generalizada para incluir, por ejemplo, cualquier tipo de transporte terrestre, tal como un automóvil, un camión, una bicicleta, una motocicleta o un vehículo recreativo, entre otros.

5 Los presentes inventores usan la expresión "datos telemáticos" de manera generalizada para incluir, por ejemplo, cualquier tipo de información acerca del movimiento del vehículo, el estado del vehículo, el estado o comportamiento del operador u otra información capturada en el vehículo, por ejemplo, y comunicada de manera inalámbrica a otro dispositivo o ubicación en el vehículo o lejos del mismo. En algunos casos, los datos telemáticos incluyen información que ha sido capturada en el vehículo y procesada en el vehículo para derivar otros datos telemáticos, tales como datos telemáticos resumidos.

10 Los presentes inventores usan la expresión "métricas de accidente" de manera generalizada para incluir, por ejemplo, cualquier medición, figura de mérito u otro valor que caracterice cualquier aspecto o característica de un impacto de vehículo, accidente de vehículo o movimiento de vehículo, estado del vehículo, estado o comportamiento del operador u otra información asociada con un accidente de vehículo. En algunos casos, las métricas de accidente se basan en datos telemáticos u otra información de un vehículo durante un período de accidente de vehículo. Las métricas de
15 accidente pueden determinarse a partir de los datos telemáticos usando algoritmos, fórmulas, traducciones o cualquier otro proceso computacional.

En algunas implementaciones, la tecnología descrita en el presente documento usa datos telemáticos o un análisis de datos telemáticos (y en algunos casos otra información) para detectar un accidente de vehículo, un periodo de
20 accidente de vehículo, un inicio y un final del periodo de accidente de vehículo, una o más métricas de accidente para el periodo de accidente de vehículo, y una o más puntuaciones de accidente para un accidente de vehículo. En base a los datos telemáticos, los resultados del análisis, las métricas o las puntuaciones de accidente, o combinaciones de los mismos, la tecnología genera y proporciona de manera automática, por ejemplo, una o más documentaciones legibles por humanos (por ejemplo, descripciones) del accidente de vehículo que presentan datos telemáticos, los resultados del análisis, las métricas o las puntuaciones de accidente, u otra información, o combinaciones de los mismos. Pueden
25 realizarse también otras actividades. Los presentes inventores hacen referencia, a veces, a la tecnología (hardware, software o ambos) como un "sistema de accidente de vehículos" o simplemente como "el sistema".

Tal como se muestra en la Figura 1, puede considerarse que un accidente de vehículo durante un viaje ocurre durante un período de accidente de vehículo que comienza en un tiempo T0 antes de un primer impacto 100 en un tiempo T1 de un vehículo 102 que está implicado en el accidente de vehículo. La ubicación, velocidad, aceleración o trayectoria
30 del vehículo, el estado del vehículo, el estado y el comportamiento de un operador del vehículo y una diversidad de otros parámetros que comienzan en el tiempo T0, pueden haber conducido al menos parcialmente directamente y en un corto período de tiempo (desde T0 a T1) al primer impacto. Aunque en teoría las actividades y eventos anteriores a T0 pueden haber conducido, o contribuido, al accidente indirectamente, son de menor interés para un usuario que intenta comprender las causas y la naturaleza del accidente de vehículo. Aunque estos períodos anteriores podrían ser
35 tenidos en cuenta y utilizados también por el sistema, en los ejemplos que se analizan a continuación, la atención se centra en el período de accidente del vehículo que comienza en el tiempo T0.

Típicamente, el período desde T0 a T1 tiene una duración inferior a 10 segundos (por ejemplo, una duración en el intervalo de 1 segundo a 30 segundos), pero en algunos casos podría ser superior a 10 segundos. En el ejemplo
40 ilustrado, el primer impacto 100 del vehículo 102 podría ser un impacto contra una barandilla. Después del primer impacto, se produce un segundo impacto 104, por ejemplo, contra un segundo vehículo 106 en el ejemplo, en un tiempo T2. Después del segundo impacto, el vehículo 102 puede desplazarse adicionalmente hasta un punto 108 de parada al final T3 del período de accidente de vehículo. Aunque, en cierto sentido, el accidente ha terminado justo después del segundo impacto, las actividades y los eventos durante el período desde T2 a T3 pueden proporcionar información importante acerca de la naturaleza y la causa del accidente de vehículo. Por esta razón, en ejemplos
45 típicos, la tecnología se aplica al período desde T2 a T3 además del período desde T0 a T2. El periodo de accidente de vehículo es típicamente solo una parte del tiempo que transcurre durante un viaje completo del vehículo. En algunos casos, la duración total de un accidente de vehículo puede ser tan corta como cinco segundos (o incluso más corta) y puede ser tan larga como 15 segundos (o incluso más).

Los detalles del movimiento del vehículo (por ejemplo, ubicaciones, velocidades y aceleraciones en diversas
50 direcciones) durante el período de accidente del vehículo e información acerca del estado del vehículo, el estado y el comportamiento del operador del vehículo y otros factores, algunos de los cuales pueden adquirirse como datos telemáticos, son indicativos del momento y de la ocurrencia de cada uno de los impactos del accidente de vehículo, los efectos del accidente de vehículo y las causas del accidente de vehículo, entre otras cosas. El sistema adquiere y utiliza los datos telemáticos y otra información para detectar el accidente del vehículo, un período de accidente de
55 vehículo, un inicio y un final del período de accidente de vehículo, una o más métricas de accidente para el período de accidente de vehículo y una o más puntuaciones de accidente para un accidente de vehículo. Tal como se ha indicado anteriormente, en base a los datos telemáticos, los resultados del análisis, las métricas o las puntuaciones de accidente, o combinaciones de los mismos, la tecnología genera y proporciona de manera automática, por ejemplo,

una o más documentaciones legibles por humanos (por ejemplo, descripciones) del accidente de vehículo que presentan datos telemáticos, los resultados del análisis, las métricas o las puntuaciones de accidente, u otra información, o combinaciones de los mismos.

Tal como se muestra en la Figura 2, el sistema 200 automatizado de documentación de accidentes puede incluir componentes 221 de hardware, aplicaciones 223 de software y canales 225 de comunicación de datos para comunicar datos entre los componentes de hardware y las aplicaciones de software de los dispositivos 226 que forman parte del sistema. Algunos de los componentes y dispositivos pueden implementarse como medios 229 de almacenamiento legibles por ordenador que contienen instrucciones legibles por ordenador para su ejecución por uno o más procesadores 227 en el interior del sistema 200. El sistema 200 mostrado en la Figura 2 puede incluir más, menos componentes o componentes alternativos, incluidos los descritos anteriormente y a continuación. Cabe señalar que los elementos mostrados en la parte superior izquierda de la Figura 2 son representativos de componentes y dispositivos que pueden distribuirse entre el vehículo, el servidor, el otro ordenador y otros componentes mostrados en la Figura 2 y que se describen en el presente documento.

Tal como se muestra en la Figura 2, el sistema 200 puede incluir una diversidad de dispositivos que cooperan para realizar las actividades y las funciones descritas en el presente documento. Los dispositivos pueden incluir un dispositivo 202 telemático en o sobre un vehículo 102, un dispositivo 204 móvil, un servidor 206 y un ordenador 212. El dispositivo 202 telemático puede incluir sensores y módulos 203 para medir, procesar y comunicar los datos telemáticos asociados con el vehículo 102. Por ejemplo, el dispositivo 202 telemático puede incluir (como los sensores y módulos especializados 203) uno o más sensores de posición, tales como un sistema de posicionamiento global (GPS), para detectar las ubicaciones y las velocidades de un vehículo, acelerómetros para detectar aceleraciones de un vehículo en una o más dimensiones, giroscopios, sensores de velocidad o sensores barométricos, entre otros. Generalmente, el dispositivo 202 telemático puede incluir cualquier cantidad de otros sensores o módulos para detectar datos relacionados con un estado de un vehículo o un estado o comportamiento de un operador del vehículo, tal como uno o más sensores de peso, sensores de motor, sensores de alternador, sensores de vibración, sensores de voltaje, sensores de oxígeno, sensores biométricos, dispositivos de unidad de control electrónico (ECU), cámaras o micrófonos, o combinaciones de los mismos, entre otros. El dispositivo 202 telemático puede incluir también una memoria 209 y uno o más procesadores 211 para procesar y almacenar datos y un transceptor 213 para permitir comunicaciones por cable o inalámbricas con otros componentes o dispositivos del sistema 200, tal como se describe más adelante.

En algunos casos, el dispositivo 202 telemático puede ser un dispositivo telemático posventa conectado, por ejemplo, a través de un puerto 207 de diagnóstico a bordo (OBD) del vehículo 102 o un dispositivo telemático OEM que se instala durante la fabricación del vehículo 102. En algunos ejemplos, el dispositivo 202 telemático puede ser un dispositivo de etiqueta colocado 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. En algunas implementaciones, el dispositivo 202 telemático puede incluir un teléfono inteligente, un dispositivo que puede llevarse puesto u otro dispositivo que sea portátil 204 y puede no ser necesariamente un dispositivo telemático dedicado y puede no estar conectado necesariamente a un puerto OBD del vehículo. El dispositivo 202 telemático puede estar alimentado por batería, conectado al sistema eléctrico del vehículo 102, o ambos.

En algunas implementaciones, el dispositivo 202 telemático puede comunicar datos telemáticos a través de un canal 205 inalámbrico a un dispositivo 204 móvil o a través de un dispositivo móvil a un servidor. El dispositivo 204 móvil puede ser un dispositivo informático portátil, tal como un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador portátil o un dispositivo informático que puede llevarse puesto, introducido temporalmente en el vehículo 102, por ejemplo, por un operador del vehículo. Para facilitar las comunicaciones, puede establecerse un canal 205 de comunicación por cable o inalámbrico tal como Bluetooth, WiFi, identificación por radiofrecuencia (RFID) o comunicación de campo cercano (NFC), o combinaciones de los mismos, por ejemplo, entre el dispositivo 202 telemático y el dispositivo 204 móvil. Sin embargo, no es necesario que el dispositivo 204 móvil esté presente en el vehículo 102 en todo momento, ya que el dispositivo 202 telemático puede recopilar y almacenar datos para su posterior transferencia al dispositivo 204 móvil (y a través del dispositivo móvil a un servidor) cuando el dispositivo móvil está presente y acoplado de manera comunicativa. Además, aunque el dispositivo 202 telemático se describe como separado del dispositivo 204 móvil, en algunas implementaciones las funciones del dispositivo 202 telemático y el dispositivo 204 móvil se combinan, por ejemplo, mediante el uso de GPS, acelerómetros, barómetros, giroscopios u otros sensores y módulos integrados en el dispositivo 204 móvil. De esta manera, el dispositivo 204 móvil puede obtener datos telemáticos asociados con el vehículo 102 en lugar de, o como un suplemento a, los datos obtenidos por el dispositivo 202 telemático.

Después de recibir u si no obtener datos telemáticos asociados con el vehículo 102, el dispositivo 204 móvil puede, en algunas implementaciones, transmitir 220 los datos telemáticos a un servidor 206 central a través de una red 208, que puede ser Internet, una red celular, una red de área local, una red de área amplia, una red satelital o cualquier otra red de transmisión de datos adecuada, o combinaciones de las mismas. A continuación, el servidor 206 central puede almacenar los datos telemáticos, junto con otra información del usuario y del vehículo, en una base 210 de datos que puede comunicarse con el servidor 206 central. La base 210 de datos puede implementarse usando uno o más medios

de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios que incluyen, pero no están limitados a, unidades de disco duro, unidades de estado sólido, unidades de almacenamiento óptico o cualquier combinación de los mismos.

Con referencia a la Figura 3, el servidor 206 central puede incluir componentes de hardware y de software, tales como uno o más procesadores 300, una memoria 302 y una interfaz 304 de comunicación, que están interconectados por un bus 339 de datos. La memoria 302 puede ser cualquier medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio y puede almacenar instrucciones legibles por ordenador ejecutables por el procesador o los procesadores 300. La memoria 302 puede almacenar instrucciones ejecutables asociadas con un módulo 306 de detección de impactos y accidentes (que a veces se denomina en el presente documento, más simplemente, un "módulo de detección de accidentes"), un módulo 308 de período de accidente, un módulo 310 de métricas de impactos y accidentes (que a veces se denomina más simplemente un "módulo de métricas de accidente"), un módulo 341 de puntuación de accidentes y un módulo 312 de documentación de impactos y accidentes (que a veces se denomina más simplemente un "módulo de documentación de accidentes") para permitir que el servidor 206 central u otros componentes y dispositivos realicen las técnicas descritas en el presente documento, tales como el procesamiento de datos telemáticos y otra información para detectar si el vehículo 102 ha experimentado un impacto de vehículo o un accidente de vehículo, determinar las métricas de accidente para el período de accidente de vehículo y proporcionar de manera automática una documentación legible por humanos del impacto de vehículo o accidente de vehículo. A veces, se usa la expresión "accidente de vehículo" sola o con otras palabras para hacer referencia a un accidente de vehículo o un impacto de vehículo o ambos.

Los presentes inventores usan la expresión "módulo" de manera generalizada para incluir, por ejemplo, cualquier código, programa, objeto de software u otro dispositivo o disposición de software que pueda ser ejecutado por el procesador para realizar una o más actividades, funciones o servicios.

El servidor 206 central u otros componentes o dispositivos pueden usar la interfaz 304 de comunicación para transmitir y recibir datos sin procesar o procesados, tales como los datos telemáticos, las métricas de accidente y la documentación legible por humanos del accidente de vehículo, entre otra información, a y desde otros componentes o dispositivos del sistema 200. Por ejemplo, el servidor 206 central u otros dispositivos o componentes pueden transmitir o recibir datos a o desde una base 210 de datos con fines de almacenamiento, a o desde el dispositivo 204 móvil usando la red 208, a o desde el dispositivo 202 telemático o a o desde un dispositivo 212 informático remoto usando una red 214, que puede ser Internet o cualquier otra red de transmisión de datos adecuada.

El dispositivo 212 informático remoto puede incluir uno o más dispositivos informáticos o servidores o ambos asociados, por ejemplo, con una organización de seguridad automotriz, una compañía de seguros, un servicio de emergencias, un usuario del dispositivo 204 móvil o un propietario del vehículo 102, o combinaciones de estas partes. El servidor 206 central puede proporcionar también el dispositivo 204 móvil, el dispositivo 202 telemático, el dispositivo 212 informático remoto o combinaciones de los mismos con software o una interfaz, tal como una interfaz de programación de aplicaciones (API) o un servicio web, que permite la visualización, interacción o procesamiento adicional de los datos, por ejemplo.

Aunque se describe que el servidor 206 central procesa los datos telemáticos asociados con el vehículo 102, otros componentes y dispositivos del sistema 200, tales como el dispositivo 204 móvil o el dispositivo 212 informático remoto, pueden procesar los datos telemáticos además de, en combinación con o en lugar del servidor 206 central para realizar las técnicas descritas en el presente documento. Aunque en la Figura 2 solo se ilustran un servidor 206 central, una base 210 de datos y un dispositivo 212 informático remoto, el sistema 200 puede incluir cualquier número de dispositivos informáticos y dispositivos de almacenamiento de datos (situados en un solo lugar o distribuidos y) conectados de manera comunicativa usando cualquier número de redes.

Tal como se muestra en la Figura 4, un proceso para generar de manera automática una documentación legible por humanos de un accidente de vehículo puede incluir actividades, por ejemplo, una secuencia de actividades, que incluyen detectar uno o más impactos 400 de vehículo individualmente o como parte de un accidente de vehículo, determinar, a partir de los uno o más impactos de vehículo, que se ha producido 401 un accidente de vehículo, calcular 402 un período de accidente de vehículo, calcular 404 métricas de accidente relacionadas con el accidente de vehículo, calcular 405 puntuaciones de accidente de vehículo y generar 406 de manera automática documentación legible por humanos del accidente de vehículo. En algunos casos, el sistema 200 automatizado de documentación de accidentes puede proporcionar una documentación legible por humanos de un accidente de vehículo para un período de accidente de vehículo determinado, tal como el período T0-T3 de accidente de vehículo mostrado en la Figura 1. En algunos casos, el sistema puede usar, por ejemplo, el módulo 306 de detección de accidentes para detectar primero uno o más impactos o accidentes de vehículo probables durante un viaje completo del vehículo (etapa 400). A continuación, el sistema puede proporcionar una documentación legible por humanos de algunos o todos los probables accidentes de vehículo, incluidos los impactos de vehículo durante el viaje.

Con referencia a la Figura 5, la detección de impactos de vehículo, accidentes de vehículo y períodos de accidentes de vehículo durante un viaje completo del vehículo (solo una parte de los cuales se muestra en la Figura 5) incluye causar

que el módulo 306 de detección de accidentes de vehículo del sistema 200 identifique mediante cálculo uno o más probables impactos 502 de vehículo en base a los datos 504 telemáticos (y otra información) en cada punto en el tiempo o durante breves segmentos de tiempo que abarcan múltiples puntos en el tiempo en el período de tiempo del viaje del vehículo, para determinar si los datos telemáticos indican un impacto del vehículo o un accidente de vehículo (incluyendo uno o más impactos). Los datos telemáticos en el ejemplo mostrado en la Figura 5 incluyen datos 505 de aceleración (a lo largo de tres ejes, longitudinal, latitudinal y vertical) en tiempos 507 sucesivos durante el viaje del vehículo (la gráfica superior) y las velocidades 509 GPS determinadas en tiempos 507 sucesivos durante el viaje del vehículo, incluso durante partes del período de accidente de vehículo.

Por ejemplo, el sistema (por ejemplo, el servidor u otros dispositivos o componentes) puede dividir los datos 504 telemáticos asociados con la parte del viaje 500 en segmentos, tales como segmentos de 3 segundos (aunque la longitud de cada segmento puede estar comprendida en un intervalo de aproximadamente un segundo a aproximadamente 10 segundos en varias implementaciones), y, a continuación, puede calcular y almacenar una o más de las siguientes características con respecto a cada segmento usando los datos 504 telemáticos:

`accel_after_span`: si los datos telemáticos están presentes después del final del segmento, entonces se determina esta cantidad de aceleración después del segmento de la siguiente manera: empezando tres segundos después del accidente y continuando hasta trece segundos después del accidente (los períodos podrían diferir de esos valores en otros ejemplos), se calcula la magnitud de la diferencia entre cada punto de dato de aceleración y la aceleración media durante el período de 10 segundos que rodea el punto de dato (es decir, con el punto de dato centrado en el período de 10 segundos), y de estos valores de diferencia se toma como la cantidad de la aceleración después del segmento la magnitud del percentil 90. Si no hay datos telemáticos presentes tres segundos después del final del segmento, entonces la aceleración se toma como `accel_after span = 0`; en algunas implementaciones, el número de puntos de datos por cada segmento de 3 segundos es 45; en el ejemplo descrito más adelante, el número de puntos de datos por cada intervalo de 3 segundos es 9; podrían usarse otras tasas de recopilación de puntos de datos.

`accel_impact_max` - desviación bruta de la magnitud máxima de cada aceleración en el interior del segmento con relación a una aceleración media de una ventana de 10 segundos;

`accel_impact_offset` - número de segundos en el segmento cuando se produce la desviación de magnitud máxima de la aceleración con relación a la aceleración media de una ventana de 10 segundos;

`accel_impact_offset_rel` - fracción del tiempo en el segmento cuando se produce la desviación de magnitud máxima de la aceleración con relación a la aceleración media de una ventana de 10 segundos;

`accel_impact_speed` - velocidad GPS inmediatamente antes de la desviación de magnitud máxima de la aceleración con relación a la aceleración media de una ventana de 10 segundos;

`crash_like` - variable booleana que indica que los datos telemáticos para el segmento sugieren la ocurrencia de un impacto de vehículo y, por lo tanto, un accidente de vehículo. La variable booleana toma el valor 1 o 0 dependiendo de si la siguiente ecuación es verdadera o falsa: `time_before_end < 180 [segundos]` y `frac_into_drive > 0,8` y `gps_speed_since < 10 [kilómetros por hora]` y `accel_after_span < 10 [m/s2]` y `accel_impact_max > 15 [m/s2]` y `accel_impact_offset < 10 [m/s2]`;

`duration` - duración del segmento [segundos];

`frac_into_drive` - fracción de la duración del viaje del vehículo en el que comienza el segmento (por ejemplo, si el segmento está al comienzo del viaje, `frac_into_drive` es 0. Si el segmento está al final del viaje, `frac_into_drive` es 1);

`time_before_end` - número de segundos desde el inicio de este segmento hasta el final del viaje;

`gps_accel_avg` - el cambio promedio en la velocidad GPS durante el segmento, suponiendo una interpolación trapezoidal para el segmento;

`gps_accel_min` - la aceleración mínima derivada a partir de la velocidad GPS durante el segmento;

`gps_speed_after` - velocidad GPS al final del segmento;

`gps_speed_change`: el cambio neto en la velocidad GPS desde el comienzo del segmento hasta el final del segmento;

`gps_speed_since` - velocidad GPS después del final del segmento, tal como la velocidad que se encuentra en el percentil 75 de todos los puntos de datos de la velocidad GPS que ocurre más de 5 segundos después del final del segmento. Si no se producen puntos de datos más de 5 segundos después del final del segmento, entonces `gps_speed_since` es 0.

Las siguientes tablas (y la Figura 13) ilustran un ejemplo específico de los cálculos descritos anteriormente.

ES 3 015 453 T3

Las tablas se basan en un inicio y un final de viaje representados por las siguientes marcas de tiempo:

Marca de tiempo de inicio del viaje: 1511036759,14 segundos

Marca de tiempo de final del viaje: 1511037668,81 segundos

En este ejemplo, el viaje incluye los puntos de datos del segmento que ocurren durante un segmento de 3 segundos particular. Los segmentos para el resto de los puntos de datos del viaje se omiten por brevedad:

5

Marca de tiempo (época segundos)	Aceleración longitudinal (m/s ²)	Aceleración lateral (m/s ²)	Aceleración vertical (m/s ²)	Velocidad GPS (m/s)
1511037656,14	-8,23	-4,29	16,95	13,36
1511037656,47	-3,57	-2,89	4,63	12,52
1511037656,81	-3	2,96	7,43	11,63
1511037657,14	-7,04	5,4	12,6	10,83
1511037657,47	-16,14	1,09	-0,73	9,97
1511037657,81	5,63	3,38	10,45	9,17
1511037658,14	-1,24	-0,23	9,24	8,32
1511037658,47	-0,75	1,63	9,35	7,52
1511037658,81	-0,18	0,6	9,54	6,95

La siguiente tabla muestra datos derivados adicionales para cada uno de los puntos de datos del segmento: Marca de tiempo (segundos época)	Aceleración GPS (m/s ²)	Aceleración longitudinal mediana (m/s ²)	Aceleración lateral mediana (m/s ²)	Aceleración vertical mediana (m/s ²)	Aceleración norma L2 menos mediana (m/s ²)
1511037656,14	2,62	-1,265	2,44	9,34	12,32
1511037656,47	2,72	-1,265	2,34	9,34	7,41
1511037656,81	2,77	-1,205	1,91	9,34	2,82
1511037657,14	2,53	-1,16	1,46	9,355	7,79
1511037657,47	2,55	-0,95	1,285	9,355	18,23
1511037657,81	2,46	-0,68	1,28	9,355	6,74
1511037658,14	2,51	-0,575	1,265	9,355	1,64
1511037658,47	2,45	-0,52	1,25	9,355	0,44
1511037658,81	2,22	-0,44	1,245	9,355	0,72

La siguiente tabla muestra los puntos de datos con marca de tiempo que ocurren entre 3 y 13 segundos después del final del segmento para proporcionar claridad en el cálculo de la característica accel_after span:

Marca de tiempo (época segundos)	Aceleración longitudinal (m/s ²)	Aceleración lateral (m/s ²)	Aceleración vertical (m/s ²)	Velocidad GPS (m/s)
1511037662,14	-0,22	1,05	9,44	0,05
1511037662,47	-0,19	1,24	9,34	0,22

ES 3 015 453 T3

Marca de tiempo (época segundos)	Aceleración longitudinal (m/s ²)	Aceleración lateral (m/s ²)	Aceleración vertical (m/s ²)	Velocidad GPS (m/s)
1511037662,81	-0,06	1,25	9,46	0,21
1511037663,14	-0,08	1,17	9,48	0,34
1511037663,47	-0,05	1,21	9,28	0,39
1511037663,81	-0,15	1,05	9,53	0,55
1511037664,14	-0,21	0,98	9,43	0,55
1511037664,47	0,06	1,18	9,47	0,39
1511037664,81	-0,02	1,05	9,36	0,47
1511037665,14	-0,14	1,14	9,48	0,38
1511037665,47	0,08	0,97	9,42	0,58
1511037665,81	-0,21	0,7	9,2	0,61
1511037666,14	0	0,88	9,37	0,5
1511037666,4 7	-0,09	0,78	9,2	0,53
1511037666,81	-0,09	0,4	9,52	0,47
1511037667,14	-0,06	0,27	9,52	0,64
1511037667,47	-0,02	0,17	9,45	0,94
1511037667,81	-0,01	0,22	9,44	1,03
1511037668,14	0,08	0,09	9,47	1,36
1511037668,47	-0,21	-0,01	9,26	1,29
1511037668,81	0,02	0,2	9,34	1,35

La siguiente tabla muestra datos adicionales para cada uno de los puntos de datos anteriores.

Marca de tiempo (época segundos)	Aceleración GPS (m/s ²)	Aceleración longitudinal mediana (m/s ²)	Aceleración lateral mediana (m/s ²)	Aceleración vertical mediana (m/s ²)	Aceleración norma L2 menos mediana (m/s ²)
1511037662	1,87	-0,185	1,155	9,415	0,11
1511037662	1,18	-0,165	1,12	9,415	0,14
1511037663	0,41	-0,145	1,12	9,425	0,16
1511037663	0,29	-0,145	1,09	9,425	0,12
1511037663	0,17	-0,13	1,09	9,435	0,21
1511037664	0,34	-0,13	1,065	9,435	0,1
1511037664	0,21	-0,12	1,065	9,425	0,12
1511037664	0,0	-0,12	1,05	9,43	0,23
1511037665	0,08	-0,105	1,05	9,435	0,11

ES 3 015 453 T3

Marca de tiempo (época segundos)	Aceleración GPS (m/s ²)	Aceleración longitudinal mediana (m/s ²)	Aceleración lateral mediana (m/s ²)	Aceleración vertical mediana (m/s ²)	Aceleración norma L2 menos mediana (m/s ²)
1511037665	0,17	-0,09	1,05	9,44	0,11
1511037665	0,19	-0,09	1,05	9,44	0,19
1511037666	0,14	-0,09	1,05	9,44	0,44
1511037666	0,12	-0,085	1,015	9,435	0,17
1511037666	0,05	-0,08	0,98	9,43	0,3
1511037667	0,14	-0,07	0,975	9,435	0,58
1511037667	0,14	-0,06	0,97	9,44	0,7
1511037667	0,41	-0,06	0,925	9,435	0,76
1511037668	0,56	-0,06	0,88	9,44	0,66
1511037668	0,72	-0,055	0,83	9,435	0,75
1511037668	0,35	-0,05	0,78	9,43	0,82
1511037669	0,32	-0,04	0,74	9,435	0,55

Las siguientes características se calculan en base a los puntos de datos anteriores:

Nombre de la característica	Valor	Notas
accel_after_span	0,75 m/s ²	Percentil 90 de los valores "Aceleración norma L2 menos mediana" para los datos después del segmento.
accel_impact_max	18,23 m/s ²	Máximo de "Aceleración norma L2 menos mediana" para los datos en el segmento
accel_impact_offset	1,33 segundos	Tiempo del máximo de "Aceleración norma L2 menos mediana" menos el tiempo del inicio del segmento (1511037657,47 - 1511037656,14)
accel_impact_offset_rel	0,50	accel_impact_offset dividido por la duración (1,33 / 2,67)
accel_impact_speed	9,97 m/s	"GPS Speed" en el tiempo del máximo de "Aceleración norma L2 menos mediana"
crash_like	1	1 porque ...
duration	2,67 segundos	Tiempo de finalización del segmento menos tiempo de inicio del segmento (1511037658,81 - 1511037656,14)
frac_into_drive	0,986	Tiempo de inicio de segmento menos tiempo de inicio de viaje dividido por tiempo de fin de viaje menos tiempo de inicio de viaje (897,00 / 909,66)
gps_accel_avg	-2,403 m/s ²	gps_speed_change dividido por duration (-6,41 / 2,667)
gps_accel_min	-2,77 m/s	Valor mínimo de "GPS Accel" del segmento
gps_speed_after	6,95 m/s	"GPS Speed" al final del segmento

Nombre de la característica	Valor	Notas
gps_speed_change	-6,41 m/s	"GPS Speed" al final del segmento menos "GPS Speed" al inicio del segmento (6,95 - 13,36)
gps_speed_since	0,962 m/s	Promedio de "GPS Speed" para todos los puntos de datos después del final del viaje (datos no incluidos)
severity_prob	0,436	Probabilidad de impacto severo, tal como se determina mediante un modelo de regresión especial ejecutado sobre todas las demás características (modelo no incluido)
time_before_end	12,667 segundos	Tiempo de fin de segmento menos tiempo de inicio de segmento (1511037668,81 - 1511037656,14)

Los parámetros y las características correspondientes de los datos telemáticos se combinan para llegar a una conclusión sobre si el segmento contiene o no un accidente. Por ejemplo, accel_impact_max tenía un valor de 18,55 m/s² en el ejemplo anterior, que es un valor relativamente grande que se esperaría encontrar durante un accidente real. Además, accel_after_span tenía un valor de 0,75 m/s², que es un valor pequeño que podría esperarse de un automóvil que experimenta una aceleración relativamente pequeña después de un accidente, después de haberse detenido. Este ejemplo en particular corresponde a un segmento que puede considerarse que incluye un accidente.

Otros parámetros y características y ecuaciones correspondientes pueden ser también eficaces para inferir que se ha producido un accidente. Por ejemplo, las derivadas de orden superior de la señal de aceleración, sobreaceleración y chasquido, podrían ofrecer evidencia adicional de un impacto.

Después de calcular una o más de las características anteriores para cada uno de los segmentos, el sistema puede introducir las características en un modelo de detección de impactos y accidentes (que a veces se denomina más simplemente un "modelo de detección de accidentes"), tal como un modelo generado por el módulo de detección de accidentes y almacenado en la base de datos, para determinar una probabilidad de que se haya producido un impacto de vehículo o un accidente de vehículo iniciado durante un segmento particular. La probabilidad de un impacto puede expresarse como una probabilidad simple de que haya ocurrido un impacto en ese segmento o de que haya comenzado un accidente que implica más de un impacto en ese segmento.

El modelo de detección de accidentes puede incluir un modelo de clasificación u otro algoritmo para determinar la probabilidad de un accidente de vehículo. Por ejemplo, el modelo puede derivarse a partir de uno o más de entre un bosque aleatorio, una regresión lineal, un árbol de decisión binario, técnicas de coincidencia de patrones, redes neuronales, procesos gaussianos, entre otros, o combinaciones de los mismos. En algunos casos, el modelo de detección de accidentes puede entrenarse usando una o más de las características anteriores.

Una vez que determinada la probabilidad de que haya ocurrido (o haya comenzado a ocurrir) un impacto o un accidente de vehículo en un segmento, el sistema puede aplicar uno o más filtros para determinar si un segmento particular contiene o ha sido el inicio de un probable impacto de vehículo o accidente de vehículo. Por ejemplo, si la probabilidad de un accidente de vehículo está por encima de un determinado umbral, tal como por encima del 80%, por encima del 90%, por encima del 95% o por encima del 99%, el sistema puede marcar el segmento como que contiene o inicia un probable impacto de vehículo o accidente de vehículo, y puede registrar el tiempo del impacto del vehículo o el inicio del accidente de vehículo. El sistema puede requerir también que las características de un segmento cumplan una o más de las siguientes condiciones para ser considerado como un probable impacto o accidente de vehículo:

GPS_speed_change de al menos -10 m/s y accel_impact_max de al menos 4 m/s²; el impacto del vehículo o el accidente de vehículo no es demasiado pronto después del comienzo del viaje, cuando existe una elevada posibilidad de que un artefacto de la velocidad GPS sugiera incorrectamente un accidente por impacto; el GPS debe converger a cero después del accidente de vehículo en aproximadamente 10 a 12 segundos, incluido el error de medición, de manera que la duración del accidente de vehículo. Debe ser inferior a 12 segundos; y el tiempo del impacto de aceleración máxima no debe ser demasiado largo después del comienzo del segmento en el que se produjo por primera vez un frenazo, por ejemplo, $-0,2 < \text{accel_impact_offset_rel} < 0,9$.

Después de detectar uno o más impactos o accidentes de vehículo probables durante los segmentos asociados con el viaje, en algunas implementaciones, el sistema puede calcular un período de accidente de vehículo para cada uno de los uno o más accidentes de vehículos (etapa 402). Para ello, el sistema puede utilizar un algoritmo de período de accidente de vehículo incluido, por ejemplo, en el módulo de período de accidente para determinar un tiempo de inicio y un tiempo de finalización de un período de accidente de vehículo en base a

los datos 504 telemáticos, las características descritas anteriormente, otra información o combinaciones de los mismos.

En algunas implementaciones, el algoritmo de período de accidente de vehículo puede incluir dos métodos para determinar un período de accidente de vehículo, a los que se hace referencia en el presente documento como el "método de salida-entrada" 557 y el "método entrada-salida" 559, y una prueba 561 diagnóstica. En algunas implementaciones, el algoritmo puede usar el método salida-entrada como primera etapa, y puede recurrir al método entrada-salida si la prueba diagnóstica determina que el algoritmo salida-entrada no ha tenido éxito. (También serían posibles una diversidad de otros algoritmos de accidente de vehículo basados en otros enfoques analíticos. Estos algoritmos de accidente de vehículo alternativos incluyen deslizar una ventana a través de los datos y etiquetar una región de cada ventana como "accidente" o "no accidente" en base a si los datos telemáticos exceden los umbrales; proporcionar una colección de regiones de accidente etiquetadas a un algoritmo de aprendizaje automático, tal como una red neuronal o una máquina de vectores de soporte, que, a continuación, puede clasificar partes de los flujos de datos como "accidente" o "no accidente"; modelar los datos usando un estado interno, tal como un modelo de Markov oculto o LSTM, en el que una función del estado oculto proporciona una etiqueta "accidente" o "no accidente").

El método salida-entrada puede comenzar con una estimación aproximada (de duración excesivamente larga) del período de accidente de vehículo y puede reducir el período hasta que coincida con lo que se denomina la duración real del período 508 de accidente de vehículo. Por ejemplo, el método salida-entrada puede comenzar dividiendo el viaje 500 en segmentos "antes-de-accidente", "accidente" y "después-de-accidente" estimados. Cualquier segmento que termine más de 10 segundos (por ejemplo) antes del tiempo de inicio del accidente 502 de vehículo se designa como un segmento antes-de-accidente. Cualquier segmento que comience dentro de los 10 segundos (por ejemplo) posteriores al tiempo de inicio del período de accidente de vehículo se designa como segmento de accidente. Cualquier segmento que comience más de 10 segundos (por ejemplo) después del tiempo de inicio de accidente de vehículo se designa como segmento después-de-accidente. El tiempo de inicio del período de accidente de vehículo estimado puede aumentarse (por ejemplo, puede moverse más tarde en el tiempo) hasta que el algoritmo encuentra una muestra de los datos 504 telemáticos que satisfaga un umbral predeterminado, tal como datos de aceleración que difieren en cualquier eje en más de 4 m/s^2 (por ejemplo) de la aceleración orientada promedio del segmento antes-de-accidente, o hasta que el proceso alcanza el tiempo de inicio del período 508 de accidente de vehículo estimado. Además, el tiempo de finalización del período de accidente de vehículo estimado puede disminuirse (puede moverse antes en el tiempo) hasta que el algoritmo encuentre una muestra de los datos 504 telemáticos que satisfaga un umbral predeterminado, tal como datos de aceleración que difieren en más de 4 m/s^2 en cualquier eje de la aceleración orientada promedio del segmento después-de-accidente, o hasta que el algoritmo alcance el tiempo de finalización del período 508 de accidente de vehículo. Los tiempos de inicio y finalización del segmento de accidente de vehículo resultante pueden definir la estimación salida-entrada del período 508 de accidente de vehículo para el accidente 502 de vehículo particular.

El método entrada-salida, según la invención, comienza con una estimación ajustada (duración relativamente corta) del período de accidente de vehículo colocado en el tiempo 502 de accidente de vehículo (impacto) y extiende la duración del período hasta que coincida con el verdadero período 508 de accidente de vehículo. Por ejemplo, el método entrada-salida puede comenzar dividiendo el viaje 500 en segmentos "antes-de-accidente" y "después-de-accidente" estimados. El segmento antes-de-accidente puede corresponder a un segmento de los datos 504 telemáticos que termina más de 10 segundos antes del tiempo de inicio del verdadero accidente 502 de vehículo. El segmento después-de-accidente puede corresponder a un segmento de los datos telemáticos que comienza más de 10 segundos después del tiempo del verdadero accidente de vehículo. Comenzando desde el tiempo de inicio del verdadero accidente de vehículo, se determina un tiempo de inicio estimado del período 508 de accidente de vehículo moviéndose hacia atrás (por ejemplo, antes) en el tiempo hasta que el algoritmo encuentre una muestra de los datos 504 telemáticos que satisfaga un umbral predeterminado, tal como una muestra de 2 segundos 5 de datos de aceleración orientada que no difiere en ningún eje en más de 4 m/s^2 (por ejemplo) de los datos de aceleración orientada promedio del segmento después-de-accidente. Un tiempo de finalización estimado del período 508 de accidente de vehículo se determina moviéndose hacia adelante (por ejemplo, más tarde) en el tiempo desde el tiempo de inicio de accidente de vehículo hasta que el algoritmo encuentre una muestra de los datos 504 telemáticos que satisfaga un umbral predeterminado, tal como una muestra de 2 segundos de datos de aceleración orientada que no difiere en ningún eje en más de 4 m/s^2 (por ejemplo) de los datos de aceleración orientada promedio del segmento antes-de-accidente. El tiempo de inicio y el tiempo de finalización resultantes pueden definir la estimación de entrada-salida del período 508 de accidente de vehículo para el accidente 502 de vehículo.

Después de calcular las estimaciones del tiempo de inicio y del tiempo de finalización del período 508 de accidente de vehículo usando los métodos salida-entrada y entrada-salida, el algoritmo de período de accidente puede usar una prueba diagnóstica para determinar si el método salida-entrada ha sido exitoso, por ejemplo, determinando si la estimación de salida-entrada del período de accidente de vehículo tiene una duración que es menor que un umbral predeterminado, tal como menos de 6 segundos (u otro umbral apropiado en el interior de un intervalo de 1 segundo y 20 segundos). Si la duración de la estimación de salida-entrada satisface el umbral, el algoritmo puede determinar que el período 508 de accidente de vehículo y el tiempo de inicio y el tiempo de finalización para el accidente 502 de

vehículo es igual a la estimación de salida-entrada del período de accidente de vehículo y su tiempo de inicio y tiempo de finalización. Si la duración de la estimación de salida-entrada no satisface el umbral predeterminado, el algoritmo puede determinar que la estimación es una duración anormalmente larga para un accidente que debe ser corroborada por la presencia continua de una aceleración constante durante todo el accidente de vehículo, lo que se verifica mediante el método entrada-salida. Si se corrobora sobre esa base, el algoritmo puede determinar que el período de accidente de vehículo y su tiempo de inicio y tiempo de finalización para el accidente 502 de vehículo son iguales a la estimación de entrada-salida del período de accidente de vehículo y su tiempo de inicio y tiempo de finalización.

En algunas implementaciones, el algoritmo puede no depender de los resultados de solo uno de entre el método entrada-salida o el método salida-entrada, sino que puede tener en cuenta los resultados de ambos algoritmos, por ejemplo, en base al mínimo, máximo o promedio de las estimaciones de salida-salida y entrada-salida del período de accidente de vehículo y su tiempo de inicio y tiempo de finalización.

Después de determinar o si no obtener el período de accidente de vehículo para un accidente de vehículo, el sistema 200 puede determinar una o más métricas de impacto o métricas de accidente (a veces se hace referencia a las métricas de impacto o métricas de accidente más simplemente como "métricas de accidente") relacionadas con el accidente de vehículo en base a los datos telemáticos asociados con el período de accidente de vehículo, entre otra información (etapa 404). En algunas implementaciones, el sistema 200 puede usar el módulo 310 de métricas de accidente para calcular las una o más métricas de accidente, tal como se describe a continuación.

En algunos casos, el sistema 200 puede calcular una o más de las siguientes métricas de accidente: la duración del período de accidente de vehículo, las velocidades del vehículo antes, durante y después del período de accidente de vehículo, la diferencia entre la velocidad en el tiempo de inicio y la velocidad en el tiempo de finalización del período de accidente de vehículo, las aceleraciones lateral, longitudinal y vertical mínimas y máximas del vehículo antes, durante y después del período de accidente de vehículo, la aceleración plana total máxima experimentada durante el período de accidente de vehículo, la orientación giroscópica y la velocidad angular del vehículo durante el período de accidente de vehículo, las coordenadas GPS en cada momento durante el período de accidente de vehículo, si se ha desplegado o no un airbag del vehículo durante el período de accidente de vehículo, si el vehículo ha volcado o no durante el período de accidente de vehículo, el tiempo, la dirección y la descripción de uno o más impactos durante el período de accidente de vehículo, las acciones del conductor, tales como conducir, frenar o acelerar continuamente antes del impacto, virar, maniobrar evasivamente o caminar después de uno o más de los impactos, y la gravedad del accidente, entre otros, y combinaciones de dos o más de esas métricas de accidente.

En algunas implementaciones, el sistema 200 puede determinar si uno o más airbags del vehículo se desplegaron o no durante el período de accidente de vehículo, por ejemplo, en base a mediciones barométricas y GPS incluidas en los datos telemáticos. En general, el despliegue de un airbag produce un aumento en la presión de aire en el interior del vehículo, lo que resulta en un pico descendente en la altitud 600 barométrica no corroborada por un pico descendente en la altitud 602 GPS, tal como se muestra en la Figura 6. Por consiguiente, el sistema puede detectar una discrepancia entre la tasa de cambio de la altitud 600 barométrica y la tasa de cambio de la altitud 602 GPS para determinar si se han desplegado uno o más airbags del vehículo. Para ello, el sistema 200 puede calcular primero la primera derivada de las señales de altitud tanto barométrica como GPS contenidas en los datos telemáticos. A continuación, el sistema 200 puede suavizar las señales derivadas usando uno o más filtros, tales como filtros de promedio de ventana de 5 segundos (u otro período en el intervalo de 1 segundo a 15 segundos) de ancho para la señal GPS y de 2 segundos (u otro período en el intervalo de 0,1 segundos a 5 segundos) de ancho para la señal barométrica y un filtro mediano de 15 segundos (u otro período en el intervalo de 3 segundos a 30 segundos) de ancho y tomando los valores del percentil 5 de cada señal en el interior de la ventana centrada. Si el sistema determina que la diferencia entre los valores de las dos señales filtradas es un promedio menor de, por ejemplo, -0,9 m/s en un intervalo de 1 segundo (aunque podrían usarse otros umbrales), entonces el incidente puede identificarse y almacenarse como un despliegue de airbag, con el tiempo de despliegue anotado como el último tiempo en el interior del período de accidente de vehículo que satisface esta condición.

El sistema 200 puede determinar también el tiempo o los tiempos de uno o más impactos durante el período de accidente de vehículo y la dirección (es decir, la dirección relativa del impacto desde el marco de referencia del vehículo) de cada impacto sobre el vehículo. Tal como se muestra en la Figura 7, en algunas implementaciones, el sistema 200 puede identificar primero uno o más tiempos de aceleración 700 de pico para cada una de las señales de aceleración longitudinal 702, lateral 704 y vertical 706 incluidas en los datos telemáticos asociados con el vehículo al que se está realizando el seguimiento. Para ello, el sistema puede utilizar uno o más algoritmos 560 de búsqueda de picos, tal como un algoritmo de búsqueda de picos de magnitud absoluta que calcula la diferencia absoluta entre la señal de aceleración longitudinal 702, lateral 704 o vertical 706 y su valor medio y el valor absoluto del segundo diferencial de la señal de aceleración. El sistema puede registrar cada vez que la diferencia absoluta excede, por ejemplo, 12 m/s^2 (u otro valor en el intervalo de 5 m/s^2 a 25 m/s^2) y el segundo diferencial absoluto (similar...) excede, por ejemplo, 800 m/s^4 , (u otro valor en el intervalo de 100 m/s^4 a 3.200 m/s^4) como un pico 700 de la señal de aceleración particular. Si el algoritmo de búsqueda de picos de magnitud absoluta no encuentra ningún pico 700 en

ninguna de las señales de aceleración longitudinal 702, lateral 704 o vertical 706, el sistema puede emplear un algoritmo de búsqueda de picos extremos más grandes. En el algoritmo de extremos más grandes, el sistema puede comenzar tomando la señal de aceleración para un eje particular y restando su valor medio. A continuación, el sistema puede identificar los dos valores más grandes en la señal resultante que surgen de esta operación. Si uno o ambos de estos valores son un extremo local, el sistema puede registrar el tiempo asociado con el o los valores como correspondiente a un pico 700.

Después de determinar los uno o más tiempos de aceleración 700 de pico en cada eje, el sistema 200 puede fusionar picos vecinos para producir lo que en el presente documento se denomina como un "evento de aceleración". Por ejemplo, el sistema puede fusionar uno o más picos 701, 703 para producir un evento 800 de aceleración, tal como se muestra en la Figura 8. En algunas implementaciones, cada evento 800 de aceleración puede corresponder a como máximo un pico 700 en cada eje de aceleración, aunque algunos eventos de aceleración pueden contener solo datos de aceleración desde uno o dos ejes. En algunas implementaciones, el sistema puede determinar uno o más eventos 800 de aceleración usando un algoritmo de programación dinámica en el que la entrada es los uno o más tiempos de picos de aceleración 700 de pico para cada una de las señales de aceleración longitudinal 702, lateral 704 y vertical 706, y la salida son las agrupaciones de este tiempo o estos tiempos en eventos 800 de aceleración de manera que ningún evento de aceleración contenga más de un pico desde cada eje y ningún evento de aceleración contenga picos que tengan tiempos separados, por ejemplo, por más de 1 segundo (u otro umbral en el interior de un intervalo de 0,2 a 5 segundos). Sujeto a estas restricciones, el sistema puede intentar minimizar, en primer lugar, el número total de eventos de aceleración producidos y, en segundo lugar, la suma total de las diferencias de tiempo entre los picos vecinos en el interior de todos los eventos.

Tal como se muestra en la Figura 9, en algunas implementaciones, el sistema 200 puede procesar cada evento 800 de aceleración para traducir la aceleración cuantitativa experimentada en cada eje en una descripción 802 cualitativa (en algunos casos un lenguaje natural) del evento 800 de aceleración. Para ello, el sistema puede aplicar uno o más umbrales en base, por ejemplo, a la dirección y la intensidad, a la aceleración cuantitativa experimentada en cada eje durante el evento 800 de aceleración. Usando estos datos, el sistema puede clasificar el evento 800 de aceleración en uno o más contenedores 902 que contienen la descripción 802 cualitativa del evento de aceleración, tal como se muestra en la Figura 9. La descripción 802 cualitativa puede indicar, por ejemplo, si el evento 800 de aceleración se debió a un impacto y en qué parte del vehículo ocurrió el impacto, si el evento de aceleración se debió a la aceleración o al frenado del vehículo, y si el evento de aceleración fue el resultado de un giro, y en qué dirección giró el vehículo, entre otros. Cabe señalar que las descripciones cualitativas están asociadas también con los ejes 904 de aceleración respectivos.

Por ejemplo, si el sistema determina que hay una fuerte aceleración longitudinal negativa durante el evento 800 de aceleración, el sistema puede asociar la descripción 906 cualitativa "impacto frontal" con el evento 800 de aceleración. Al sintetizar la descripción 906 cualitativa del evento 800 de aceleración con otras métricas de accidente, tal como el despliegue de un airbag, el sistema 200 puede crear una línea 804 de tiempo anotada del accidente del vehículo para su uso en la documentación legible por humanos del accidente, tal como se analiza a continuación. Los eventos que ocurren en tiempos 805 específicos durante el período de accidente de vehículo pueden asociarse con diferentes puntos a lo largo de dicha línea de tiempo visualmente, en prosa o en una combinación de los ambos.

Tal como se muestra en la Figura 10, el sistema 200 puede calcular una probabilidad 1000 de impacto para cada uno de los cuatro lados del vehículo con respecto a un evento de aceleración. Por ejemplo, el sistema puede determinar que aquellos ejes con la mayor aceleración, según lo informado por los eventos 800 de aceleración, sus descripciones 802 cualitativas, o ambos, tienen una mayor probabilidad 1000 de impacto. En algunas implementaciones, el sistema puede compensar el frenado reduciendo la probabilidad 1000 de impacto para la parte delantera del vehículo, por ejemplo. Además, si hay dos picos de aceleración lateral en diferentes direcciones, el sistema puede determinar que es más probable que el primer pico esté asociado con un impacto. Después de determinar la probabilidad 1000 de impacto para cada uno de los cuatro lados, el sistema 200 puede sintetizar las probabilidades en una hipótesis más probable unificada de una dirección 1002 de impacto.

En algunas implementaciones, el sistema 200 puede usar datos telemáticos u otra información para identificar y etiquetar el estado o el comportamiento del conductor, tal como conducción continua, frenado o aceleración o ambos antes del impacto, viraje, maniobra evasiva, caminar después del período de accidente de vehículo, u otra acción, o combinaciones de las mismas. Por ejemplo, el sistema puede calcular si el conductor continuó conduciendo verificando si la velocidad del vehículo excedió, por ejemplo, 20 km/h (u otro umbral de velocidad en el interior de un intervalo de 5 km/h a 30 km/h) en cualquier punto más de 30 segundos (u otro umbral de tiempo comprendido en el intervalo de 0 a 300 segundos) después del final del período de accidente de vehículo.

Para determinar si el conductor aceleró o aplicó los frenos o ambos antes del período de accidente de vehículo o antes de uno o más de los impactos que se produjeron durante el período de accidente de vehículo, el sistema puede calcular primero el tiempo del impacto principal, es decir, el tiempo del impacto que tiene la mayor magnitud de aceleración durante el período de accidente de vehículo. Comenzando en el tiempo de inicio del período de accidente

de vehículo, a continuación, el sistema puede buscar el primer bloque de tiempo (por ejemplo, un segmento de tiempo) que dura al menos, por ejemplo, 1 segundo, y durante el cual todas las muestras de aceleración longitudinal son menores que, por ejemplo, 3 m/s^2 (o un umbral comprendido en el intervalo de 1 m/s^2 a 20 m/s^2). A continuación, el sistema puede verificar todas las muestras de aceleración longitudinal entre el tiempo de finalización del bloque contiguo y, por ejemplo, 0,5 segundos (o un umbral comprendido en el intervalo de 0,1 segundos a 3 segundos) antes del tiempo del impacto principal para ver si hay alguna muestra en la que la aceleración longitudinal es menor que un umbral determinado, tal como 0 m/s^2 (o un umbral comprendido en el intervalo -3 m/s^2 a 0 m/s^2), y mayor que un umbral determinado, tal como 0 m/s^2 (o un umbral comprendido en el intervalo 0 m/s^2 a 3 m/s^2). Si hay muestras por debajo del primer umbral y no hay muestras por encima del segundo umbral, entonces puede considerarse que el conductor ha estado frenando antes del impacto. Si no hay muestras por debajo del primer umbral ni muestras por encima del segundo umbral, entonces puede considerarse que el conductor ha estado acelerando antes del impacto. En un ejemplo más complejo, puede realizarse un análisis para determinar si el conductor aceleró y desaceleró antes del impacto.

El sistema puede determinar también si el conductor viró hacia la izquierda o hacia la derecha o ambas antes de los uno o más de los impactos determinando si se produjo o no un pico de aceleración lateral hacia la izquierda (es decir, un pico con una aceleración lateral > 0 (o un umbral comprendido en el intervalo de 0 m/s^2 a 3 m/s^2)) antes del tiempo del impacto principal y si se produjo o no un pico de aceleración lateral hacia la derecha (es decir, un pico con una aceleración lateral < 0 (o un umbral comprendido en el intervalo de -3 m/s^2 a 0 m/s^2)) después del tiempo del impacto principal, lo que indica un viraje hacia la izquierda. El sistema puede buscar un pico de aceleración lateral hacia la derecha antes del tiempo del impacto principal seguido de un pico de aceleración lateral hacia la izquierda después del tiempo del impacto principal, lo que indica un viraje hacia la derecha (o lo contrario o una secuencia de maniobras de viraje). Si ninguno de los dos está presente, entonces el sistema puede determinar que no se produjo un viraje. De manera similar, en algunas implementaciones, el sistema puede determinar si el conductor intentó o no una maniobra evasiva durante el período de accidente de vehículo, por ejemplo, determinando si la diferencia entre la velocidad antes del tiempo del impacto principal y la velocidad en el tiempo del impacto principal excede o no un umbral predeterminado, tal como 5 km/h (o un umbral comprendido en el intervalo de 1 km/h a 10 km/h).

En análisis más complejos, pueden determinarse otras combinaciones de dichas maniobras durante un período de accidente de vehículo, identificadas como eventos en la línea de tiempo y expresadas ya sea en prosa, o visualmente, o ambas.

En algunas implementaciones, el sistema puede determinar si el conductor se alejó o no del vehículo después del período de accidente de vehículo o después de un impacto. Para ello, el sistema puede utilizar los datos recibidos desde un dispositivo transportado por el conductor, tal como el dispositivo 204 móvil, para detectar una firma característica de una marcha humana, tal como se describe en la patente US 8457880B1, titulada "Telematics Using Personal Mobile Devices". La detección de marcha puede ser útil para comprender la gravedad de un accidente o un impacto, por ejemplo, al indicar que el conductor no estaba completamente discapacitado, pero que el accidente o el impacto fue lo suficientemente grave como para justificar el abandono del vehículo.

En algunas implementaciones, el sistema 200 puede calcular la gravedad de un accidente (o de un impacto) de vehículo. En particular, el sistema 200 puede calcular una puntuación (tal como una puntuación de gravedad) 1100 del accidente de vehículo, tal como se muestra en la Figura 11, y puede proporcionar un medidor 1102 de puntuación de gravedad que incluye una representación textual o gráfica o ambas de la puntuación 1100 de gravedad, como parte de la documentación legible por humanos del accidente de vehículo. La puntuación 1100 de gravedad puede determinarse calculando el máximo, promedio o promedio ponderado de uno o más de los siguientes parámetros, o una combinación de los mismos, en el que un valor de puntuación más alto indica una mayor gravedad del accidente o impacto de vehículo:

Nombre de la puntuación: Fórmula de la puntuación

speed_score: $\min(\text{impact_speed}/130, 0, 1)$

es decir, el menor de entre 1 e $(\text{impact_speed}/130)$

delta_v_score: $\max(\min(\text{delta_v}/100, 0, 1), 0)$

es decir, calcular el menor de entre $(\text{delta_v}/100)$ y 1; si este valor es positivo, se usa; de lo contrario, se usa 0

Nombre de la puntuación:	Fórmula de la puntuación
mean_accel_score:	$\max(\min(\text{delta_v}/\text{delta_t}/15, 0, 1), 0)$ es decir, calcular el menor de entre $(\text{delta v}/(\text{delta t} * 15))$ y 1; si este valor es positivo, se usa; de lo contrario, se usa 0
lon_score:	$\min(\text{abs_lon} / 25, 0, 1)$ es decir, calcular el menor de entre $(\text{abs_lon}/25)$ y 1
lat_score:	$\min(\text{abs_lat} / 20, 0, 1)$ es decir, calcular el menor de entre $(\text{abs_lat}/20)$ y 1
airbag_score:	0,0 si airbag_deploy = Falso; 1,0 si Verdadero; 0,5 si se desconoce
direction_score:	1,0 si el impacto es por delante; 0,33 si el impacto es por detrás; de lo contrario, tal como un impacto lateral, 0,67 si $\text{delta_v} > 10$
drive_after score:	0,0 si el usuario continuó conduciendo después del accidente; de lo contrario 1,0
braking_score:	0,0 si el usuario frenó antes del impacto, o si la velocidad de impacto fue inferior a 20 km/h; 1,0 de lo contrario

Pueden usarse una amplia diversidad de otros factores y fórmulas, y combinaciones de los mismos, para determinar un valor de gravedad o un valor de no gravedad u otras medidas de la importancia, el coste, el efecto u otras características de un accidente o un impacto de vehículo que puedan ser de interés para un usuario, tal como una compañía de seguros o una agencia gubernamental u otra parte.

- 5 Con referencia de nuevo a la Figura 4, una o más de las métricas de accidente descritas anteriormente pueden usarse individualmente, o con otra información, para generar de manera automática documentación legible por humanos de un impacto o un accidente de vehículo o ambos. La documentación puede incluir prosa, imágenes, contenido de video, elementos gráficos, gráficos, gráficas, tablas y otros elementos de contenido, y combinaciones de los mismos, ensamblados y organizados en un formato fácilmente procesado y entendido por un usuario humano. El sistema 200
- 10 puede proporcionar de manera automática una documentación legible por humanos del accidente de vehículo o impacto del vehículo en base a una o más de las métricas de accidente, entre otra información (etapa 406).

- En algunas implementaciones, el servidor 206 central puede usar, por ejemplo, el módulo 312 de documentación de accidentes para generar la documentación legible por humanos del accidente de vehículo o impacto de vehículo. A continuación, el servidor 206 central puede usar la interfaz 304 de comunicación para proporcionar la documentación a
- 15 uno o más de entre otros componentes del sistema 200, tales como la base 210 de datos para el almacenamiento, el dispositivo 204 móvil usando la red 208, o el dispositivo 212 informático remoto usando la red 214, u otros dispositivos, o combinaciones de los mismos.

- La documentación legible por humanos puede proporcionarse en una diversidad de formas o combinaciones de las mismas, tales como papel, un archivo legible por ordenador, un conjunto de instrucciones legibles por ordenador, un
- 20 correo electrónico, una página web, un servicio web, una aplicación, una aplicación móvil o una notificación, entre otros. Una vez recibido, el dispositivo 204 móvil, el dispositivo 212 informático remoto u otro dispositivo receptor pueden imprimir o mostrar, o ambos, la documentación legible por humanos del accidente de vehículo o impacto del vehículo. En algunas implementaciones, la documentación legible por humanos puede ser interactiva, y el servidor 206 central puede proporcionar al dispositivo 204 móvil o al dispositivo 212 informático remoto un software, tal como una aplicación,
- 25 o una interfaz, tal como una API o un servicio web, que permite la visualización, interacción y procesamiento adicional de la documentación. En otras implementaciones, el dispositivo 202 telemático, el dispositivo 204 móvil o el dispositivo 212 informático remoto pueden generar la documentación legible por humanos del accidente de vehículo y pueden proporcionar la documentación localmente o a los otros componentes en el sistema 200 para su visualización, interacción y procesamiento adicional de la documentación.

- 30 El sistema puede proporcionar también documentación añadida de más de un accidente o impacto de vehículo para permitir al usuario comprender las características estadísticas de los accidentes o impactos. La adición de información puede realizarse según la geografía, la hora del día, el mes del año, las características demográficas de los operadores de los vehículos implicados, las características de los vehículos y una diversidad de otras características. De esta

manera, el módulo de documentación de accidentes podría construir una narrativa que abarque múltiples accidentes que proporcione descripciones en inglés de muchos impactos (por ejemplo, una descripción en inglés de una conclusión estadística acerca de los accidentes) a la vez, por ejemplo, "La mayoría de los impactos que ocurrieron a una distancia menor o igual a 32,19 km (20 millas) de Boston durante el mes de Abril de 2018 fueron impactos en el lado derecho del vehículo".

Además, la tecnología podría proporcionar los datos brutos usados en la generación de la documentación de una manera estructurada para permitir que se realicen otras representaciones y análisis de los datos. Por ejemplo, la documentación podría exponer las marcas de tiempo, las direcciones y las intensidades de todos los impactos como una lista de valores. Dichos valores podrían usarse, por ejemplo, para producir un gráfico circular que muestre la cantidad relativa de daño causado a cada lado del vehículo durante un único accidente.

En algunos casos, la documentación de un accidente puede proporcionarse verbalmente (de manera audible). En esa situación, el texto narrativo se crearía como en la descripción anterior, pero se generaría una voz audible usando un software de síntesis de texto a voz. La narrativa puede ser útil para los peritos de seguros y otros operadores que no pueden ver fácilmente una pantalla de ordenador mientras evalúan uno o más accidentes o impactos.

La narrativa de la documentación puede complementarse con características adicionales que reflejen la conducción inmediatamente antes del impacto. Por ejemplo, el sistema puede indicar si el conductor está familiarizado o no con la carretera en la que está conduciendo. La familiaridad puede determinarse examinando el historial de conducciones durante un período de tiempo fijo, tal como 28 días (o un período de tiempo comprendido en el intervalo de 1 día a 1 año) y examinando los segmentos de carretera extraídos desde una trayectoria coincidente con el mapa: si se ha conducido a lo largo del segmento o los segmentos de carretera implicados en el accidente 2 o menos veces en el período de tiempo (o un umbral comprendido en el intervalo de 0 a 20), entonces el segmento de carretera se considera "desconocido". Pueden usarse las posiciones GPS en lugar de los segmentos de carretera coincidentes con el mapa si la coincidencia de mapas no está disponible. Si el conductor parece no estar familiarizado con la carretera en el sentido anterior, la narrativa textual se adjuntaría con una frase similar a "El conductor ha conducido solo una vez en esta carretera en los últimos 28 días". De manera alternativa, si el segmento de carretera se considera "familiar", podría añadirse una frase tal como "El conductor está familiarizado con esta carretera y ha conducido en la misma 14 veces en los últimos 28 días".

En segundo lugar, la información acerca de las llamadas telefónicas previas al accidente de vehículo puede incluirse también en la narrativa. En particular, al sondear la API del sistema en el teléfono inteligente para obtener información acerca del estado de llamadas y transmitir esta información a un servidor en la nube, el sistema puede determinar si el usuario realizó una llamada y puede detectar si la llamada fue con un dispositivo de manos libres o con el teléfono. Si se hizo una llamada, pueden añadirse a la narrativa textual frases tales como "3 minutos antes del accidente. La llamada finalizó 30 segundos antes del accidente".

En tercer lugar, la información acerca de si el conductor parecía o no estar caminando inmediatamente después del accidente podría incluirse en la narrativa. Esta podría determinarse usando los datos de aceleración desde el teléfono del conductor o usando clasificadores de marcha nativos del teléfono. A partir de estos datos, podría añadirse una frase a la narrativa, de la forma "El conductor salió de su vehículo y deambuló después del accidente".

Los usuarios del documento legible por humanos pueden incluir compañías de seguros, agencias gubernamentales, empresas privadas, propietarios de vehículos, fabricantes de vehículos, diseñadores de carreteras y una diversidad de otras partes.

Las Figs. 12A-D ilustran un ejemplo de una documentación legible por humanos de un accidente 1200 de vehículo. En general, la documentación legible por humanos del accidente 1200 de vehículo puede incluir, por ejemplo, una descripción 1201 textual, una descripción 1202 gráfica, cualquiera de los otros tipos de contenido indicados anteriormente, o combinaciones de los mismos, del accidente de vehículo que se refieren a una o más características y métricas u otra información acerca del accidente de vehículo. Con referencia a la Figura 12A, en algunas implementaciones, la documentación 1200 puede incluir una descripción en lenguaje natural del accidente de vehículo que incluye, por ejemplo, frases en inglés que se refieren a uno o más de entre la ubicación del accidente de vehículo, la fecha del accidente de vehículo, el tiempo del accidente de vehículo o de las características durante el período de accidente de vehículo, la duración del accidente de vehículo, la gravedad del accidente de vehículo, la velocidad y aceleración mínimas, máximas, promedio o instantáneas del vehículo antes, durante, y después del accidente de vehículo, el cambio en la velocidad y la aceleración durante el accidente de vehículo, la orientación giroscópica y la velocidad angular del vehículo durante el accidente de vehículo, el número de impactos durante el accidente de vehículo, la dirección de los impactos durante el accidente de vehículo, el derrape del vehículo durante el accidente del vehículo, si se desplegó o no un airbag del vehículo, si el vehículo volcó, si el conductor del vehículo intentó o no alguna maniobra evasiva y cuáles fueron las maniobras, si se usaron o no los frenos o el acelerador del vehículo durante el periodo de accidente de vehículo, si hubo tiempo para que el conductor redujera la velocidad antes de los impactos del accidente de vehículo, si el vehículo se condujo o no después del periodo de accidente de vehículo, si el

conductor salió o no del vehículo después del periodo de accidente de vehículo, la marcha del conductor después del periodo de accidente de vehículo, las condiciones ambientales durante el periodo de accidente de vehículo, tales como las condiciones climáticas, la temperatura, la nubosa: nubosa, la posición del sol, y si el sol estaba o no frente al conductor, los datos telemáticos crudos para el periodo de accidente de vehículo, los datos de métricas de accidente durante el periodo de accidente de vehículo y otras características y combinaciones de las mismas relacionadas con el accidente de vehículo.

Por ejemplo, la descripción 1202 en lenguaje natural del accidente de vehículo podría indicar lo siguiente con respecto a un accidente de vehículo particular: "El conductor viajaba por la calle Moody, Waltham, Estados Unidos a 49 km/h a las 11:35:26 del 9/2/2017. A las 11:35:28 se produjo una colisión en el lado izquierdo del vehículo mientras el vehículo circulaba a 48 km/h. El evento de colisión finalizó a las 11:35:30 cuando el vehículo alcanzó una velocidad de 29 km/h. El vehículo derrapó durante el accidente. El conductor no continuó su viaje después del accidente".

En algunas implementaciones, la documentación legible por humanos del accidente 1200 de vehículo puede incluir datos 1204 de reconstrucción de accidentes para proporcionar un resumen textual o gráfico de las métricas de accidente y otras características relacionadas con el accidente de vehículo. La documentación 1200 puede incluir el medidor 1102 de puntuación de gravedad para proporcionar una representación textual y gráfica de la puntuación 1100 de gravedad para el accidente de vehículo.

Tal como se muestra en la Figura 12B, la documentación legible por humanos del accidente 1200 de vehículo puede incluir la línea 804 de tiempo anotada del accidente de vehículo. Tal como se ha descrito anteriormente, la línea 804 de tiempo anotada puede incluir los uno o más eventos 800 de aceleración u otros eventos, sus descripciones 802 cualitativas e indicadores de otras métricas o características relacionadas con el accidente de vehículo. En algunas implementaciones, la documentación 1200 puede incluir las señales de aceleración longitudinal 702, lateral 704 y vertical 706 con indicadores para los uno o más picos 700 de aceleración, tal como se ha analizado con referencia a la Figura 7.

La documentación 1200 puede incluir representaciones textuales o gráficas de otros datos telemáticos, tales como la velocidad GPS del vehículo durante el periodo de accidente de vehículo, o la aceleración lateral, longitudinal y/o vertical experimentada por el vehículo durante el periodo de accidente de vehículo. Por ejemplo, la documentación 1200 puede incluir una gráfica 1206 de segmento de línea para cada punto de aceleración lateral y longitudinal experimentado por el vehículo durante el periodo de accidente de vehículo, tal como se muestra en la Figura 12C. En algunas implementaciones, la documentación 1200 puede incluir una visualización de la probabilidad 1000 de impacto para cada uno de los cuatro lados del vehículo y una hipótesis más probable unificada de la dirección del impacto (no mostrada).

Tal como se muestra en la Figura 12D, en algunas implementaciones, la documentación 1200 puede incluir un mapa 1208 del accidente. El mapa 1208 del accidente puede incluir marcadores que indican la posición GPS de un inicio 1210 y un final 1212 del accidente de vehículo o periodo de accidente de vehículo. La documentación 1200 puede incluir una vista 1214 de una calle del accidente de vehículo que contiene imágenes de la calle y del área circundante donde tuvo lugar el accidente de vehículo. En algunas implementaciones, un usuario puede interactuar con la vista 1214 de la calle para rotar la vista o para mover la vista a lo largo de la calle, tal como mediante el uso de un marcador 1216 móvil colocado en el mapa 1208.

En algunas implementaciones, la documentación de un accidente de vehículo se produce de la siguiente manera. Tal como se ha indicado anteriormente, a partir de los datos telemáticos pueden derivarse las siguientes características de un accidente, entre otras: el alcance del accidente (por ejemplo, la duración del accidente), la velocidad del vehículo al comienzo y al final del periodo de accidente, las marcas de tiempo de los impactos que ocurrieron durante el periodo de accidente, si el conductor continuó o no conduciendo a su destino después del accidente, si el vehículo volcó o no durante el accidente, si el airbag se desplegó o no durante el accidente y si el conductor realizó o no una acción de viraje o de frenado antes del primer impacto. A partir de estas características, el sistema calcula varias características adicionales para producir la narrativa del accidente.

El sistema calcula la marca de tiempo del mayor impacto comparando todos los impactos y tomando la marca de tiempo del impacto que tenga la mayor desviación con respecto a la gravedad.

El sistema calcula la latitud y la longitud del accidente como la lectura de latitud y longitud en los datos telemáticos que están más cerca de la marca de tiempo del mayor impacto.

El sistema calcula si el conductor tenía o no el sol de frente en el momento del impacto, en base a si el azimut solar y el rumbo del GPS diferían en menos de 45 grados y el cielo estaba soleado o parcialmente nublado (según lo determinado, por ejemplo, consultando una base de datos de observaciones meteorológicas) y la altitud solar estaba entre 0 y 45 grados en el momento del mayor impacto.

El sistema calcula el lado más dañado del automóvil tomando cada dirección de impacto y asignando al mismo una

gravedad y una dirección (tal como se ha descrito anteriormente en la divulgación) y sumando el peso total en cada una de las direcciones izquierda, derecha, delantera y trasera para determinar la dirección de máxima intensidad de impacto.

5 El sistema calcula si el coche derrapó durante el accidente en base a si la tasa de derrape orientada medida del giroscopio excedía los 6 radianes por segundo en el tiempo del mayor impacto.

El sistema calcula el nombre de la calle donde ocurrió el impacto consultando una base de datos de mapas para determinar la calle más cercana a la latitud y longitud del impacto.

Con los valores anteriores determinados, el módulo de documentación de accidentes genera una narrativa según el siguiente procedimiento:

10 El módulo comienza con la frase "El conductor viajaba por STREET_LOCATION a CRASH_START_SPEED km/h a las CRASH_START_TIME". STREET_LOCATION es la descripción en lenguaje escrito de la calle, por ejemplo, "Calle Main, Lincoln, Nebraska". CRASH_START_SPEED es la velocidad al comienzo del periodo de accidente en km/h. CRASH_START TIME es la hora en lenguaje escrito del comienzo del accidente, por ejemplo, "12:01:45 del 6/4/2018".

15 Si solo se intentó una maniobra de frenado, el módulo adjunta a la narrativa la frase "El conductor comenzó a frenar antes del impacto". Si solo se intentó una maniobra de viraje, el módulo adjunta a la narrativa la frase "El conductor comenzó a virar antes del impacto". Si se intentó frenar y virar, el módulo adjunta a la narrativa la frase "El conductor comenzó a frenar y virar antes del impacto".

20 Si el módulo ha determinado cuál es el lado más dañado del automóvil, el módulo adjunta a la narrativa la frase "A las LARGEST_IMPACT_TIME se produjo una colisión en el lado HIT_DIRECTION del vehículo mientras el vehículo viajaba a LARGEST_IMPACT_SPEED km/h. El evento de colisión finalizó a las CRASH_END_TIME cuando el vehículo alcanzó una velocidad de CRASH_END_SPEED km/h." De lo contrario, el módulo adjunta la frase "A las LARGEST_IMPACT_TIME se produjo una colisión mientras el vehículo viajaba a LARGEST_IMPACT_SPEED km/h. El evento de colisión terminó a las CRASH_END_TIME cuando el vehículo alcanzó una velocidad de CRASH_END_SPEED km/h." LARGEST_IMPACT_TIME es la hora en lenguaje escrito del mayor impacto, por ejemplo, "12:01:46 del 4/6/2018". HIT_DIRECTION es una de entre "izquierda", "derecha", "delantera" o "trasera". LARGEST_IMPACT_SPEED es la velocidad a la hora del mayor impacto en km/h. CRASH_END_TIME es la hora en lenguaje escrito del final del periodo de accidente, por ejemplo, "12:01:48 del 4/6/2018". CRASH_END_SPEED es la velocidad al final del periodo de accidente en km/h.

30 Si se determina que el vehículo derrapó, el módulo adjunta a la narrativa la frase "El vehículo derrapó durante el accidente".

Si el módulo determina que el airbag se desplegó, el módulo adjunta a la narrativa la frase "El airbag se desplegó a las AIRBAG_DEPLOY_TIME". AIRBAG_DEPLOY_TIME es la hora de despliegue de un airbag en lenguaje escrito, por ejemplo, "12:01:47 del 4/6/2018".

35 Si el módulo determina que el vehículo volcó, el módulo adjunta a la narrativa la frase "El vehículo volcó como resultado de la colisión".

Si el módulo determina que el conductor tenía el sol de frente, el módulo adjunta a la narrativa la frase "El conductor tenía el sol de frente, lo que pudo causar deslumbramiento y/o poca visibilidad".

40 Si el módulo determina que el conductor continuó conduciendo, el módulo adjunta a la narrativa la frase "El conductor continuó conduciendo después del accidente hacia su destino". De lo contrario, se adjunta a la narrativa la frase "El conductor no continuó su viaje después del accidente".

Una amplia diversidad de otros elementos de datos pueden formar la base de los elementos de la narrativa. Y la narrativa puede expresarse en una amplia gama de formas para un conjunto de elementos de datos determinado.

Otras implementaciones están incluidas también dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método para generar de manera automática una documentación de un accidente que implica a un vehículo, el método comprende:

5 recibir datos telemáticos producidos por uno o más sensores asociados con un dispositivo telemático en el vehículo, en el que los sensores incluyen un acelerómetro e incluyen opcionalmente al menos uno de entre un velocímetro, un barómetro, un giroscopio, una brújula y un sensor de posición;

10 en base a los datos telemáticos, determinar (402) un período de accidente de vehículo que comienza en un tiempo de inicio del período de accidente de vehículo que es un comienzo de un período de accidente de vehículo y termina en un tiempo de finalización de período de accidente de vehículo, en el que el período de accidente de vehículo incluye uno o más impactos de vehículo, en el que

15 i) el tiempo de inicio del periodo de accidente de vehículo se determina detectando, usando los datos telemáticos, un probable accidente (502) de vehículo y moviéndose hacia atrás en el tiempo desde un tiempo de inicio del probable accidente de vehículo detectado hasta que se encuentre una muestra de los datos de aceleración orientada que no difiera en ningún eje en más de un primer umbral con relación a un dato de aceleración orientada promedio de un segmento después-de-accidente, y

ii) el tiempo de finalización del período de accidente de vehículo se determina moviéndose hacia adelante en el tiempo desde el tiempo de inicio del probable accidente de vehículo detectado hasta que se encuentre una muestra de los datos de aceleración orientada que no difiera en ningún eje en más de un segundo umbral con relación a los datos de aceleración orientada media de un segmento antes-de-accidente;

20 determinar (404), en base a los datos telemáticos, una o más métricas asociadas con el vehículo durante el período de accidente de vehículo;

25 generar de manera automática (406), en base a las una o más métricas, una documentación legible por humanos del accidente de vehículo que comprende una descripción narrativa de las características del accidente de vehículo durante el período de accidente de vehículo, en el que la descripción narrativa comprende ensamblar frases en prosa predeterminadas correspondientes a las características del accidente y una o más de las métricas determinadas; y

comunicar la documentación narrativa en prosa legible por humanos a un dispositivo para su presentación en una forma audible o legible para un usuario.

2. Método según la reivindicación 1, que comprende:

30 calcular, mediante un componente de detección de accidentes y en base a un modelo de detección de accidentes, una probabilidad de que los datos telemáticos estén asociados con un accidente de vehículo.

3. Método según la reivindicación 1, que comprende:

35 calcular, mediante un componente de métricas de accidente y en base a los datos telemáticos producidos por el barómetro y el sensor de posición, una primera tasa de cambio de altitud y una segunda tasa de cambio de altitud, en el que la primera tasa de cambio de altitud comprende una tasa de cambio de altitud barométrica y la segunda tasa de cambio de altitud comprende una tasa de cambio de altitud GPS;

calcular, mediante el componente de métricas de accidente, una diferencia entre la primera tasa de cambio de altitud y la segunda tasa de cambio de altitud; y

40 determinar, mediante el componente de métricas de accidente, que un airbag asociado con el vehículo se desplegó en base a si la diferencia satisface un umbral predeterminado.

4. Método según la reivindicación 1, que comprende:

calcular, mediante un componente de métricas de accidente y en base a los datos telemáticos producidos por el acelerómetro, uno o más valores de aceleración máxima para al menos un eje asociado con el dispositivo telemático;

45 calcular, mediante el componente de métricas de accidente y en base a los uno o más valores de aceleración máxima, un evento de aceleración, en el que el evento de aceleración no incluye más de un valor de aceleración máxima para cada uno del al menos un eje asociado con el dispositivo telemático; y

determinar, mediante el componente de métricas de accidente y en base al evento de aceleración, una medida

cualitativa de aceleración para cada uno del al menos un eje asociado con el dispositivo telemático.

5. Método según la reivindicación 4, que comprende:

calcular, en base al evento de aceleración, una dirección de un impacto de vehículo del vehículo.

6. Método según la reivindicación 4, que comprende:

5 calcular, en base al evento de aceleración, una maniobra del vehículo antes de un impacto de vehículo.

7. Método según la reivindicación 1, que comprende:

calcular, en base a las una o más métricas, una puntuación de gravedad del accidente de vehículo.

8. Método según la reivindicación 1, que comprende:

10 identificar, en base a los datos telemáticos recibidos desde un dispositivo móvil del conductor, una marcha humana que ocurre después del tiempo de inicio del período de accidente de vehículo.

9. Sistema telemático de vehículo para generar de manera automática una documentación de un accidente de vehículo, comprendiendo el sistema:

un procesador: y

almacenamiento para instrucciones ejecutables por el procesador para:

15 obtener datos telemáticos desde uno o más sensores asociados con un dispositivo telemático, incluyendo los sensores un acelerómetro, e incluyendo opcionalmente al menos uno de entre un velocímetro, un barómetro, un giroscopio, una brújula y un sensor de posición;

20 calcular (402), en base a los datos telemáticos, un periodo de accidente de vehículo que comienza en un tiempo de inicio del periodo de accidente de vehículo que es un comienzo de un periodo de accidente de vehículo y termina en un tiempo de finalización del periodo de accidente de vehículo, en el que el periodo de accidente de vehículo incluye uno o más impactos del vehículo, en el que

25 i) el tiempo de inicio del período de accidente se determina detectando, usando los datos telemáticos, un probable accidente (502) de vehículo y moviéndose hacia atrás en el tiempo desde un tiempo de inicio del probable accidente de vehículo detectado hasta que se encuentre una muestra de los datos de aceleración orientada que no difiera en ningún eje en más de un primer umbral con relación a un dato de aceleración orientada promedio de un segmento después-de-accidente, y

30 ii) el tiempo de finalización de accidente de vehículo se determina moviéndose hacia adelante en el tiempo desde el tiempo de inicio del probable accidente de vehículo detectado hasta que se encuentre una muestra de datos de aceleración orientada que no difiera en ningún eje en más de un segundo umbral con relación a los datos de aceleración orientada promedio de un segmento antes-de-accidente;

determinar (404), en base a los datos telemáticos, una o más métricas asociadas con un vehículo durante el período de accidente de vehículo;

35 proporcionar de manera automática (406), en base a las una o más métricas, una documentación legible por humanos del accidente de vehículo que comprende una descripción narrativa de las características del accidente de vehículo durante el período de accidente de vehículo, en el que la descripción narrativa comprende ensamblar frases en prosa predeterminadas correspondientes a las características del accidente y una o más de las métricas determinadas; y comunicar la documentación narrativa en prosa legible por humanos a un dispositivo para su presentación en una forma audible o una forma legible a un usuario.

40 10. Sistema según la reivindicación 9, en el que una o más métricas incluyen al menos una de una entre una duración del accidente, una cantidad de impactos, una aceleración media, un derrape durante el accidente de vehículo, una dirección del impacto del vehículo, una indicación de despliegue de airbag, una indicación de vuelco del vehículo, una indicación de una maniobra del vehículo, una indicación de si el vehículo se condujo o no después del accidente y una indicación de las condiciones ambientales durante el accidente de vehículo.

45 11. Sistema según la reivindicación 9, que comprende circuitería de comunicaciones para comunicar uno o más de los datos telemáticos, el período de accidente de vehículo, las una o más métricas y la documentación legible por humanos del accidente de vehículo a un servidor remoto.

12. Sistema según la reivindicación 11, en el que el servidor remoto está asociado con al menos uno de entre una

organización de seguridad automotriz, una compañía de seguros, un servicio de emergencias, un usuario del dispositivo telemático o un usuario del vehículo.

13. Sistema según la reivindicación 9, en el que el dispositivo telemático comprende un dispositivo móvil.

14. Sistema según la reivindicación 9, que comprende instrucciones adicionales ejecutables por el procesador para:

- 5 calcular, mediante un componente de detección de accidentes y en base a un modelo de detección de accidentes, una probabilidad de que los datos telemáticos estén asociados con un accidente de vehículo.

15. Sistema según la reivindicación 9, que comprende instrucciones adicionales ejecutables por el procesador para:

identificar, en base a los datos telemáticos recibidos desde un dispositivo móvil del conductor, una marcha humana que se produce después del tiempo de inicio del período de accidente de vehículo.

10

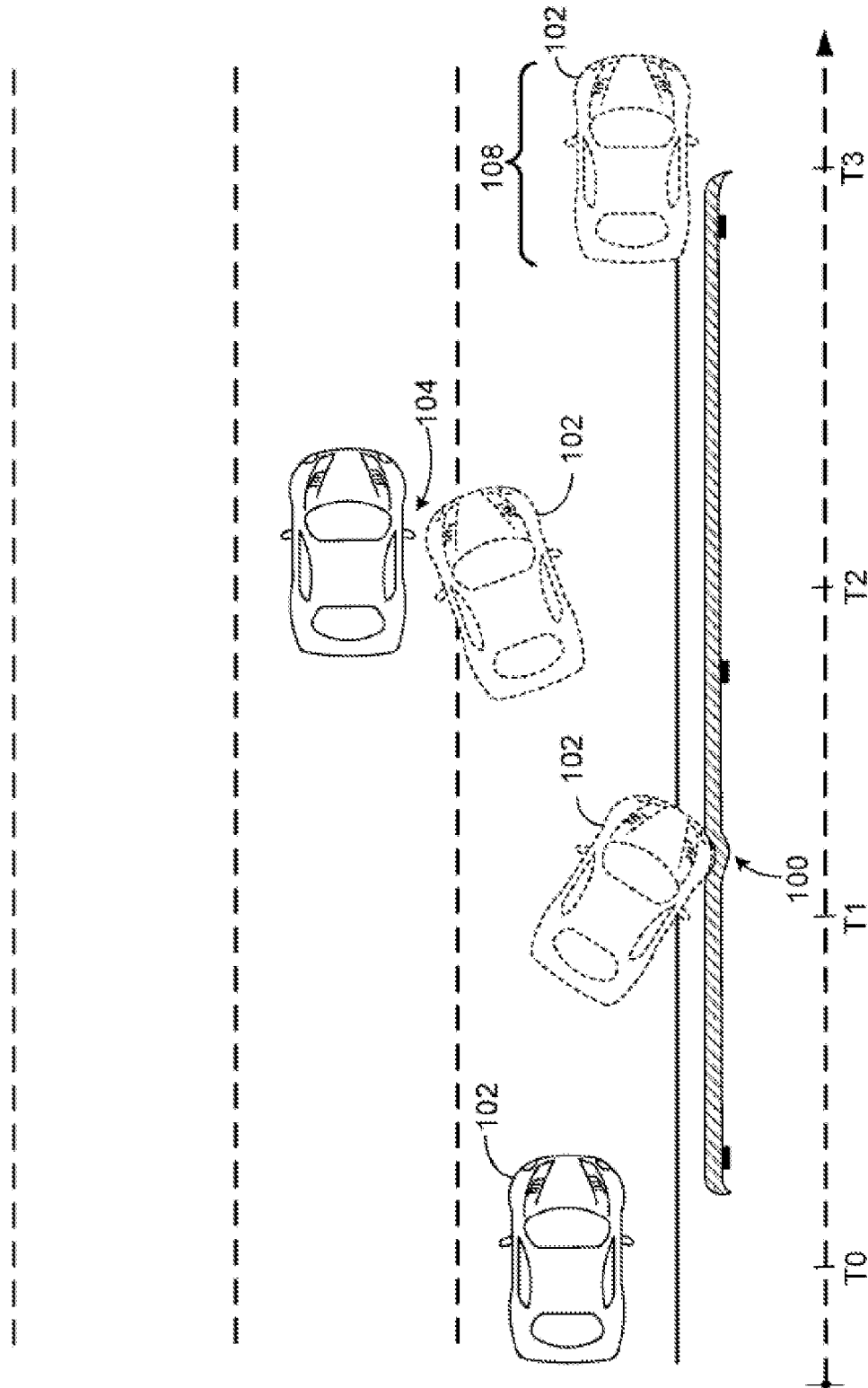


FIG. 1

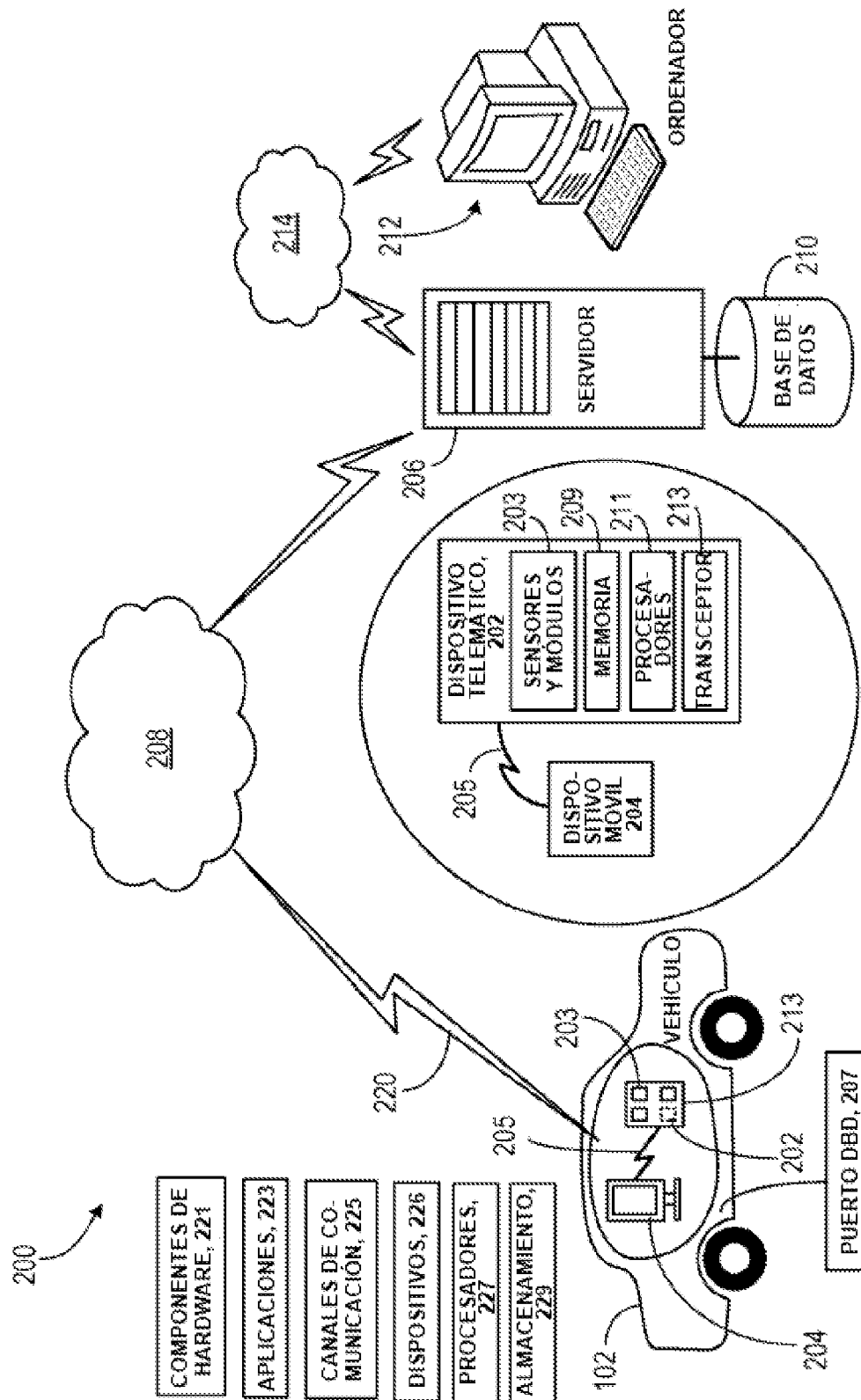


FIG. 2

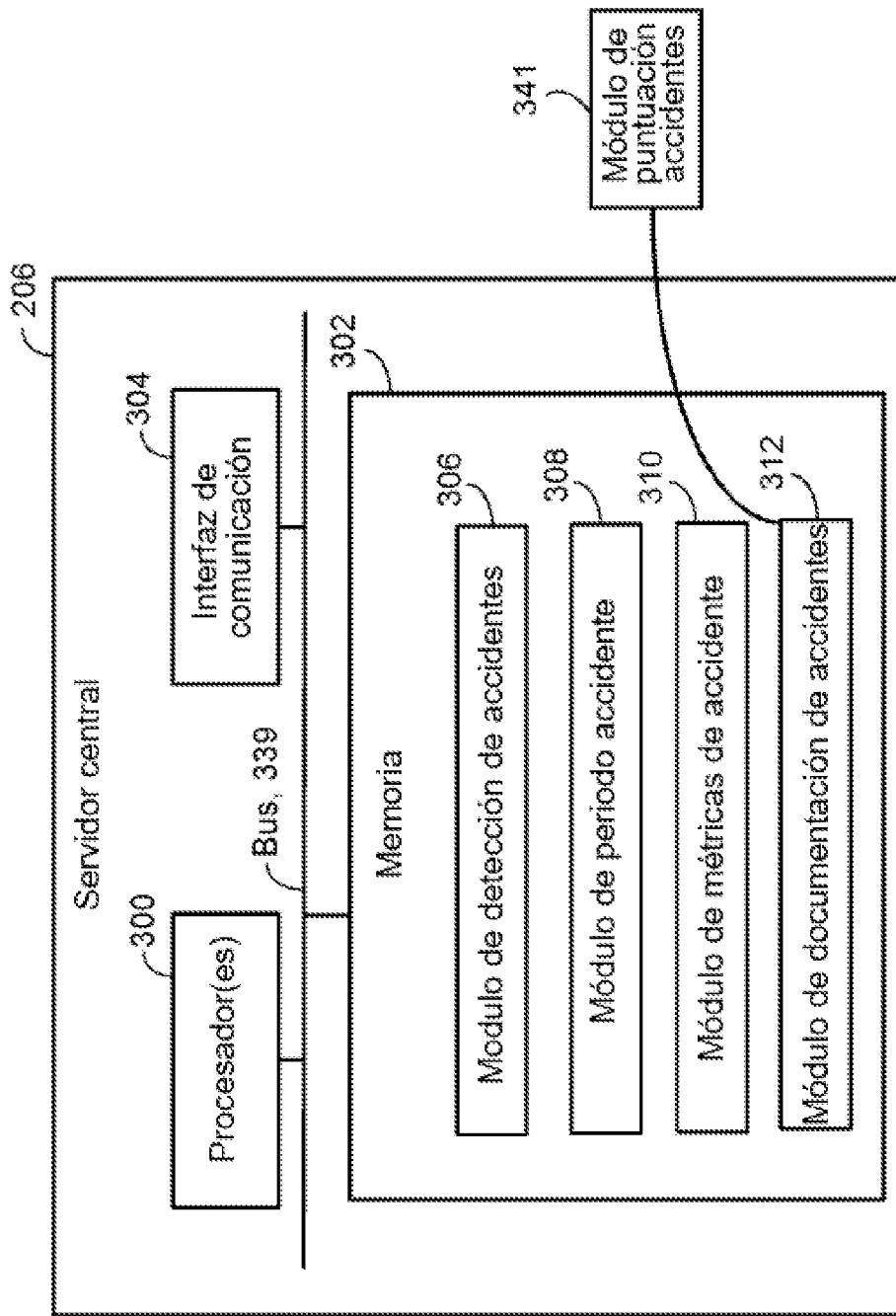


FIG. 3

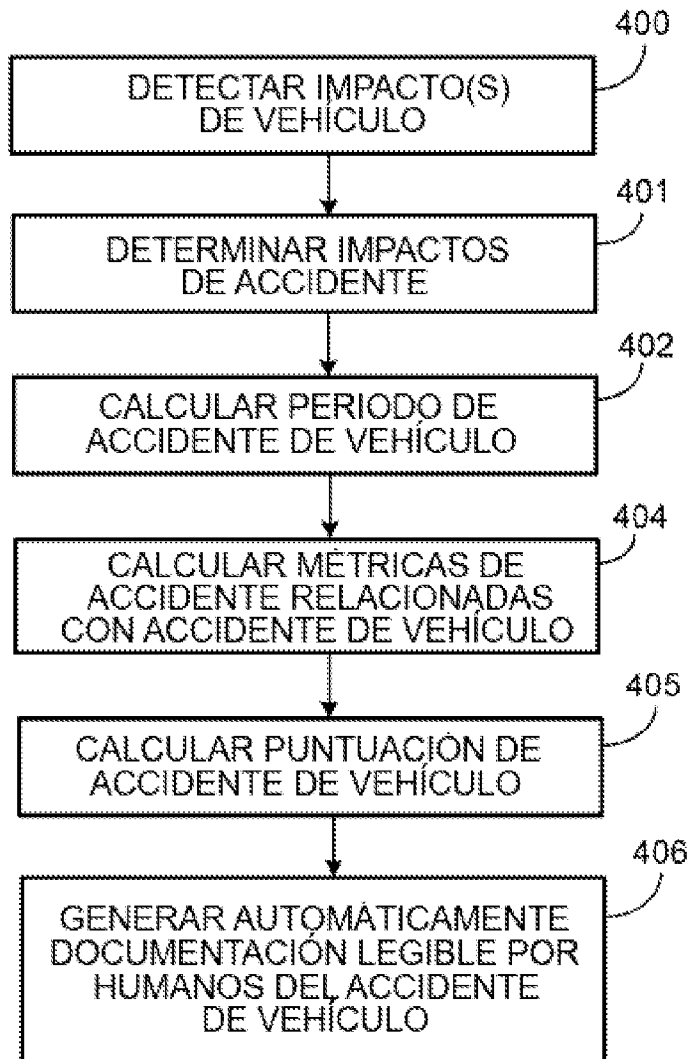


FIG. 4

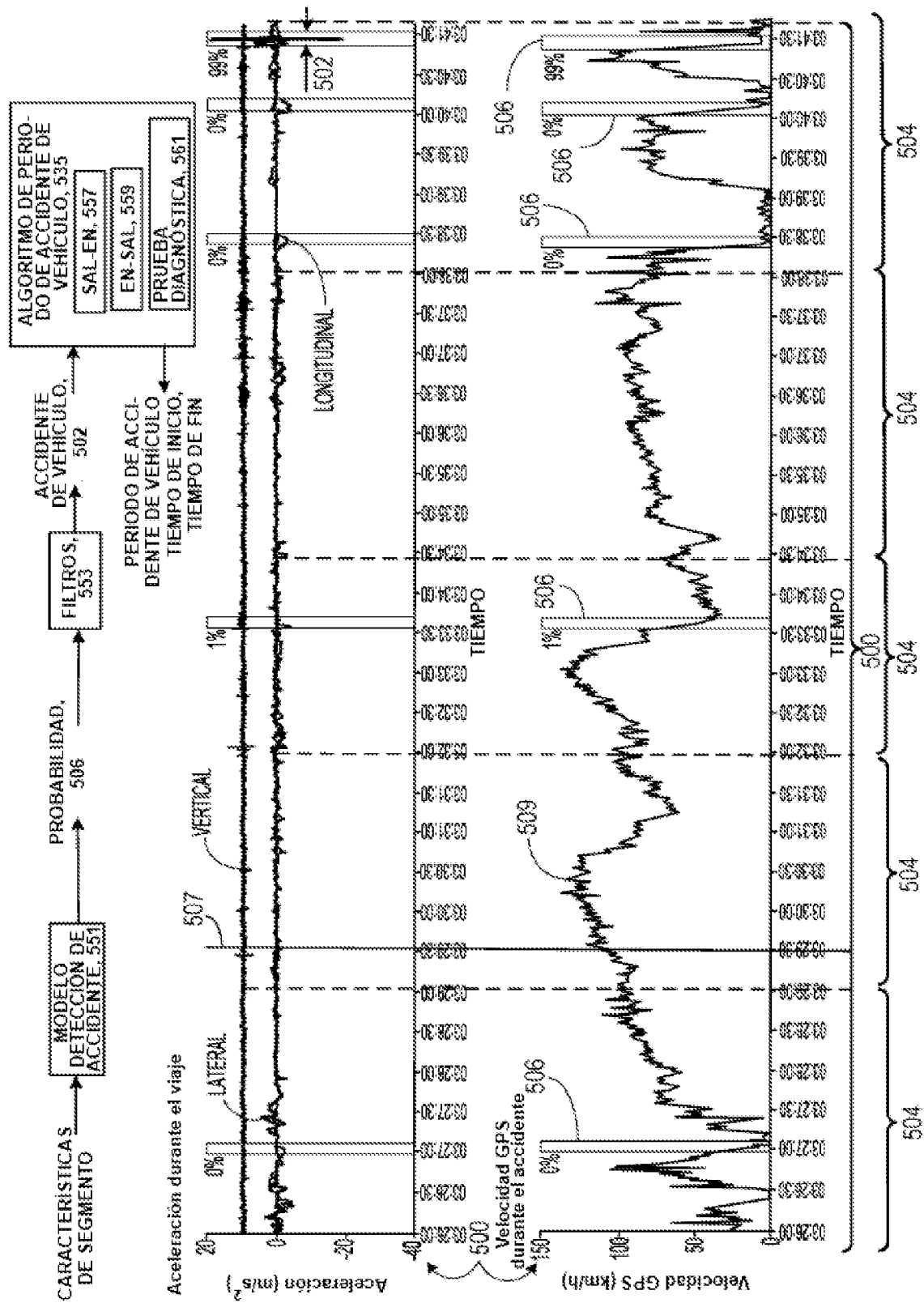


FIG. 5

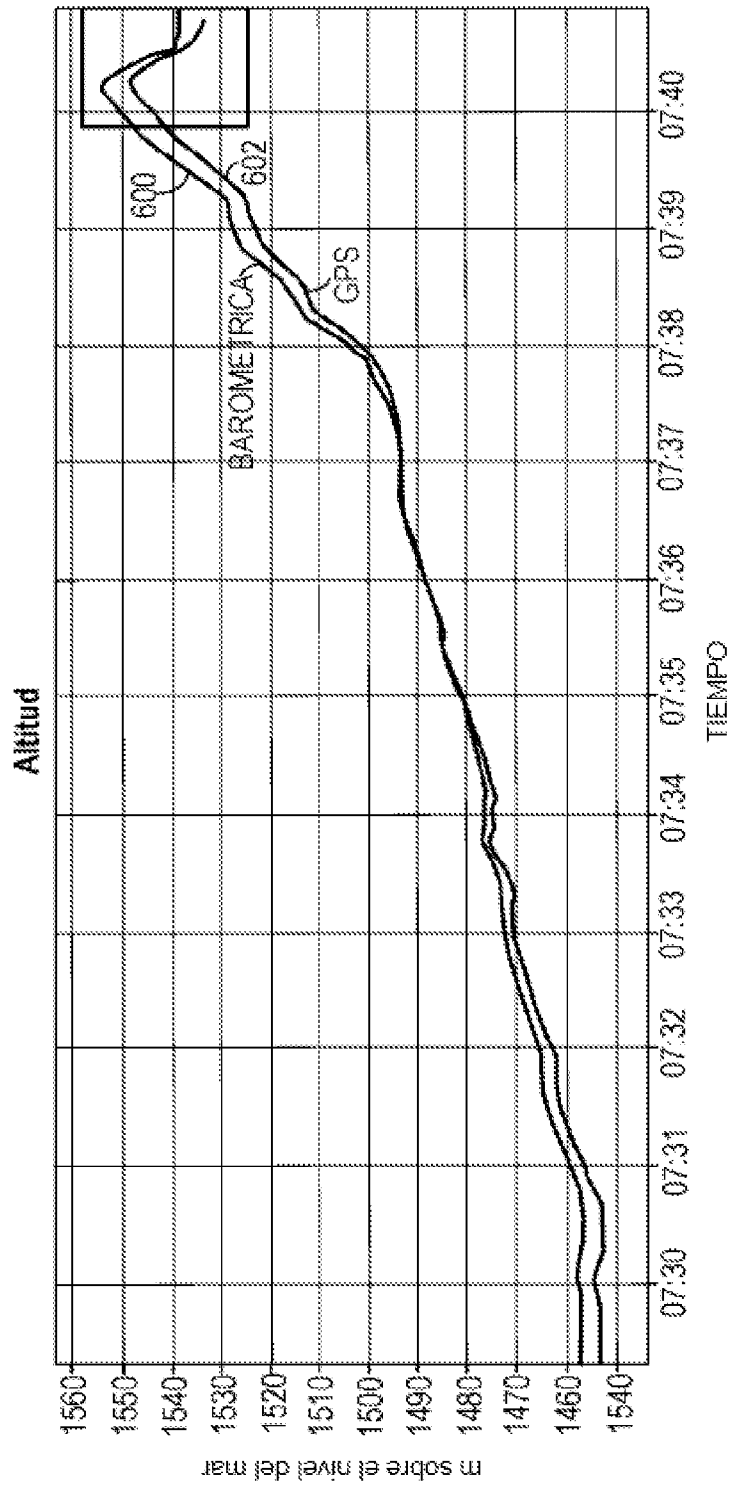


FIG. 6

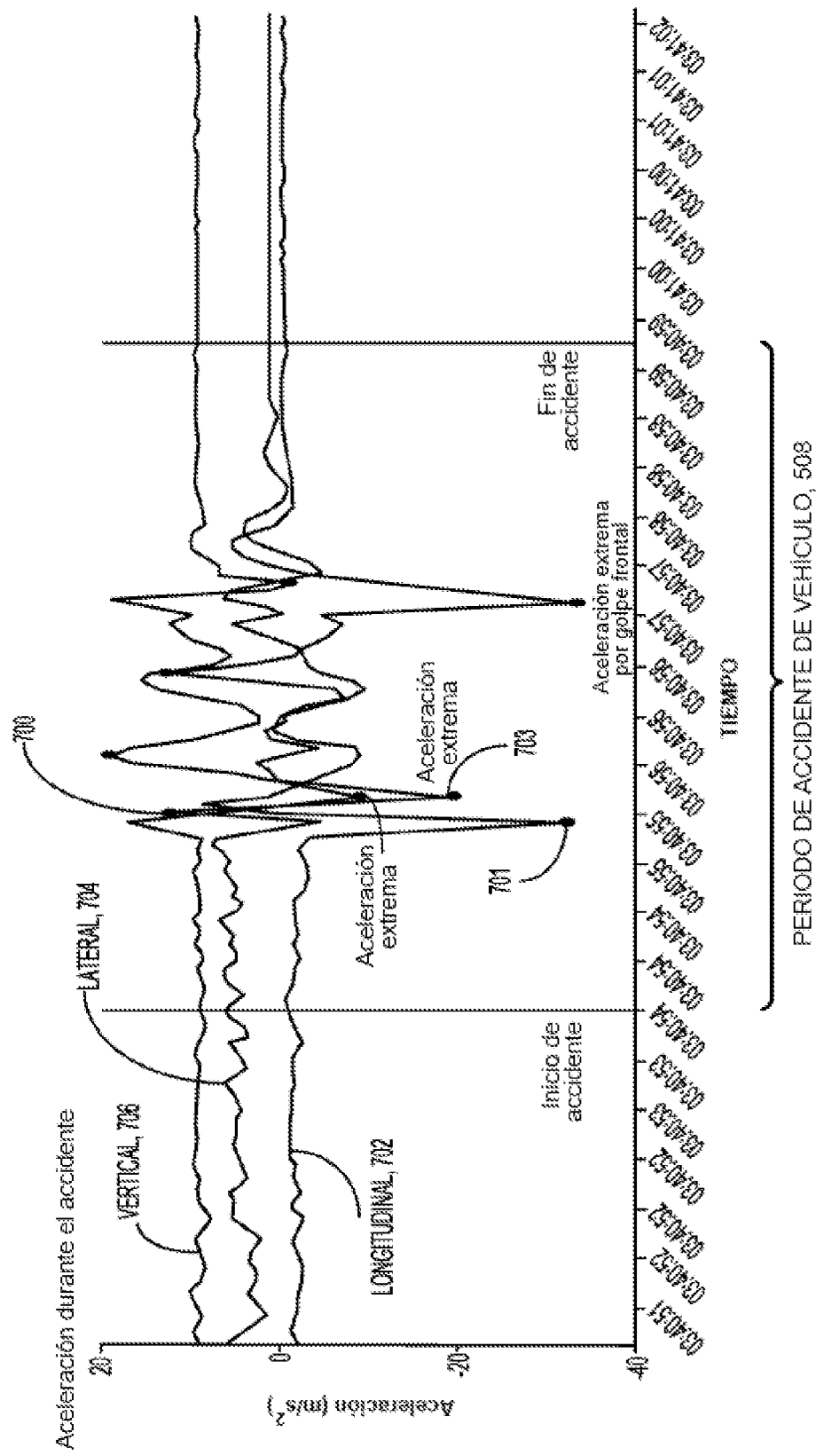


FIG. 7

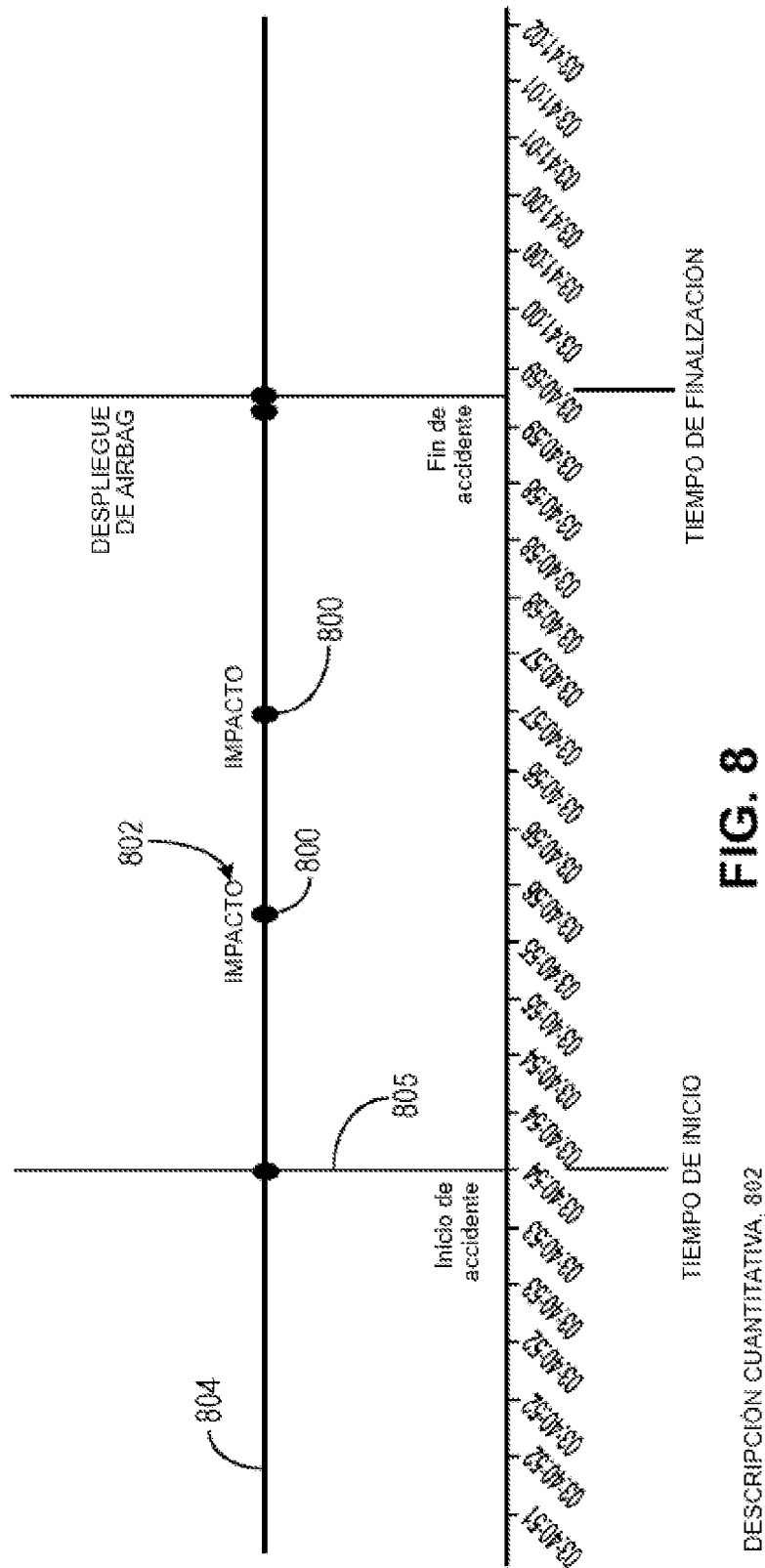


FIG. 8

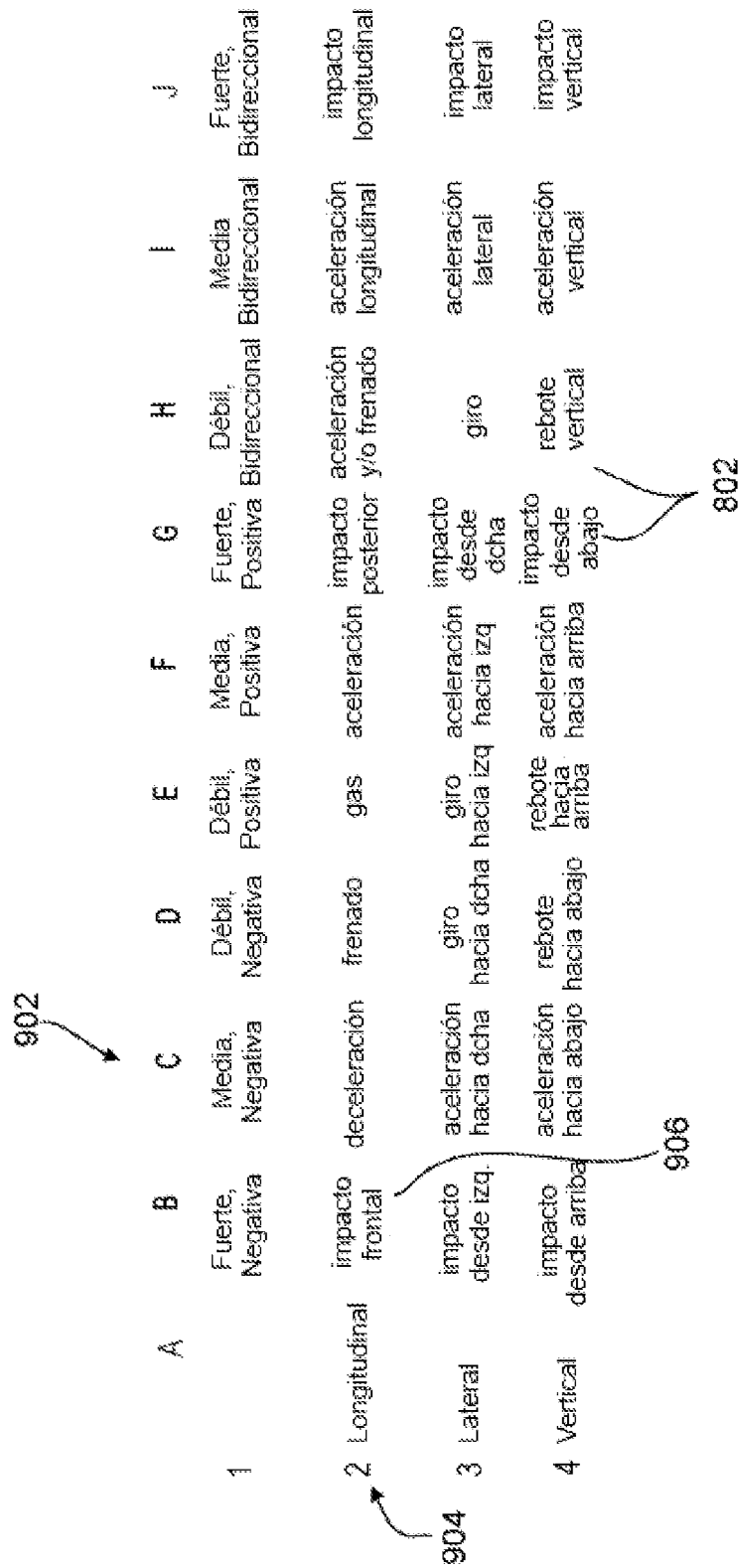


FIG. 9

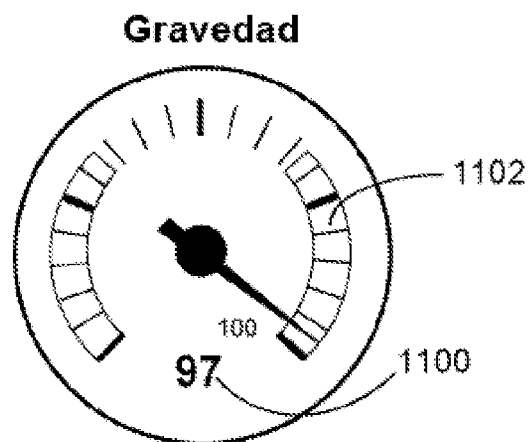
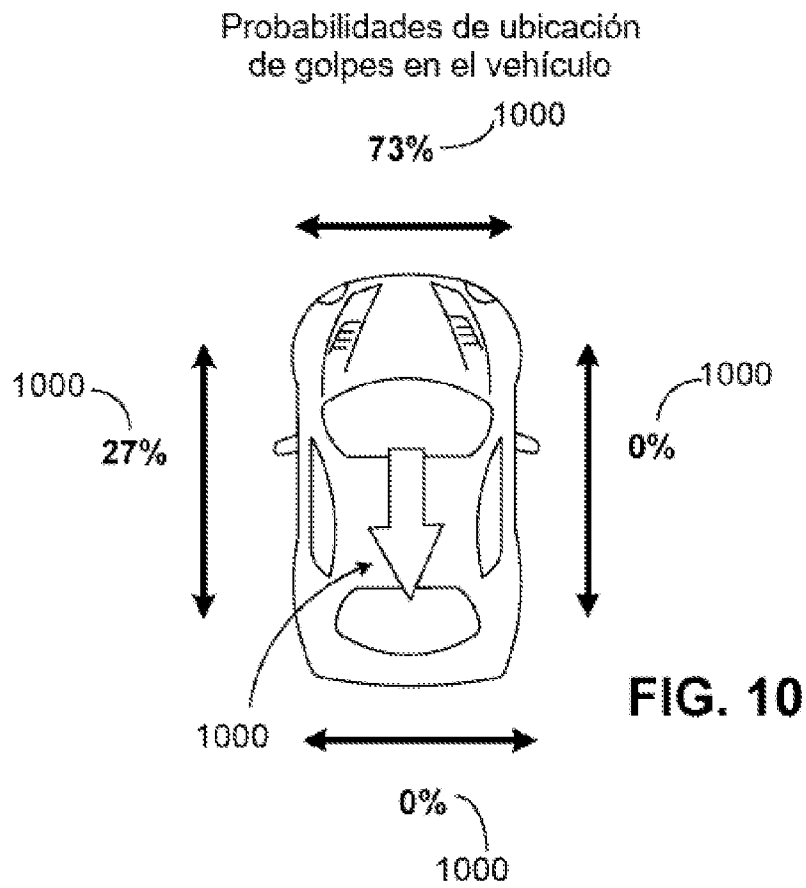


FIG. 11

Datos de reconstrucción de accidente

11:35:26, 2/09/2017 Calle Moody, Waltham, Estados Unidos

Duración de accid.:	3.87s	Vuelvo del vehículo:	No
Nº de impactos:	1	Airbag desplegado:	No confirmado
Maniobra de evasión:	Sin reacción	Vehículo conducido después del accidente	No
Aceleración media:	-19 reacción	Temperatura exterior	18°C
Vel. antes de accid.:	49 km/h	Día o noche	10%
Vel. en el impacto:	48 km/h	Cobertura nubosa:	42° Az, 42° Alt
Delta-V:	-20 km/h	posición solar:	No
Vel. después impacto:	29 km/h	Sol frente a conductor:	Condiciones atmosféricas: Sol y nubes
Derrape durante acc.:	Sí		

Descripción del accidente

El conductor atravesaba la calle Moody, Waltham, Estados Unidos, a 49 km/h a las 11:35:26 el 2/09/2017. A las 11:35:28 se produjo una colisión en el lado izquierdo del vehículo mientras el vehículo se desplazaba a 48 km/h. El evento de colisión terminó a las 11:35:30 cuando el vehículo alcanzó una velocidad de 29 km/h. El vehículo derrapó durante el accidente. El conductor no continuó su viaje después del evento de accidente.

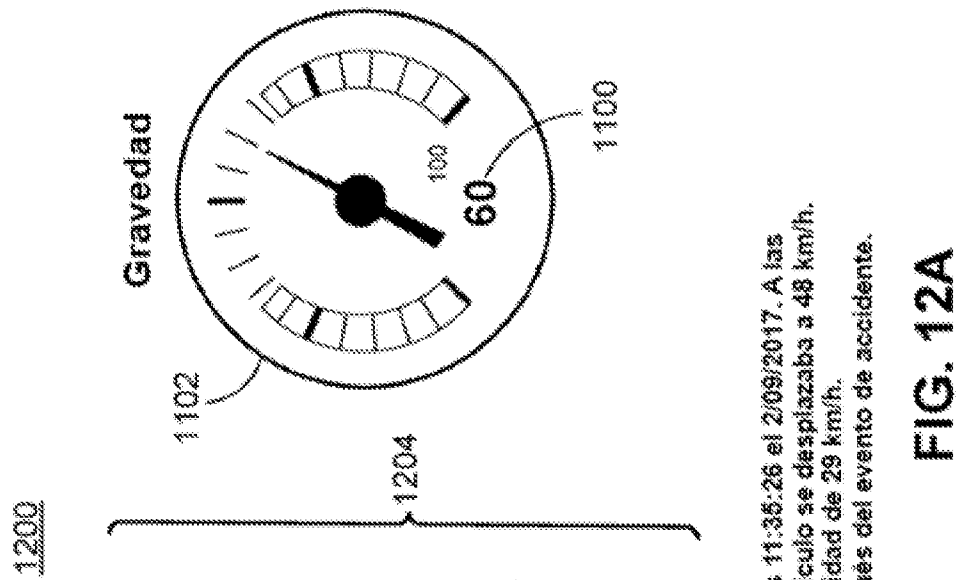


FIG. 12A

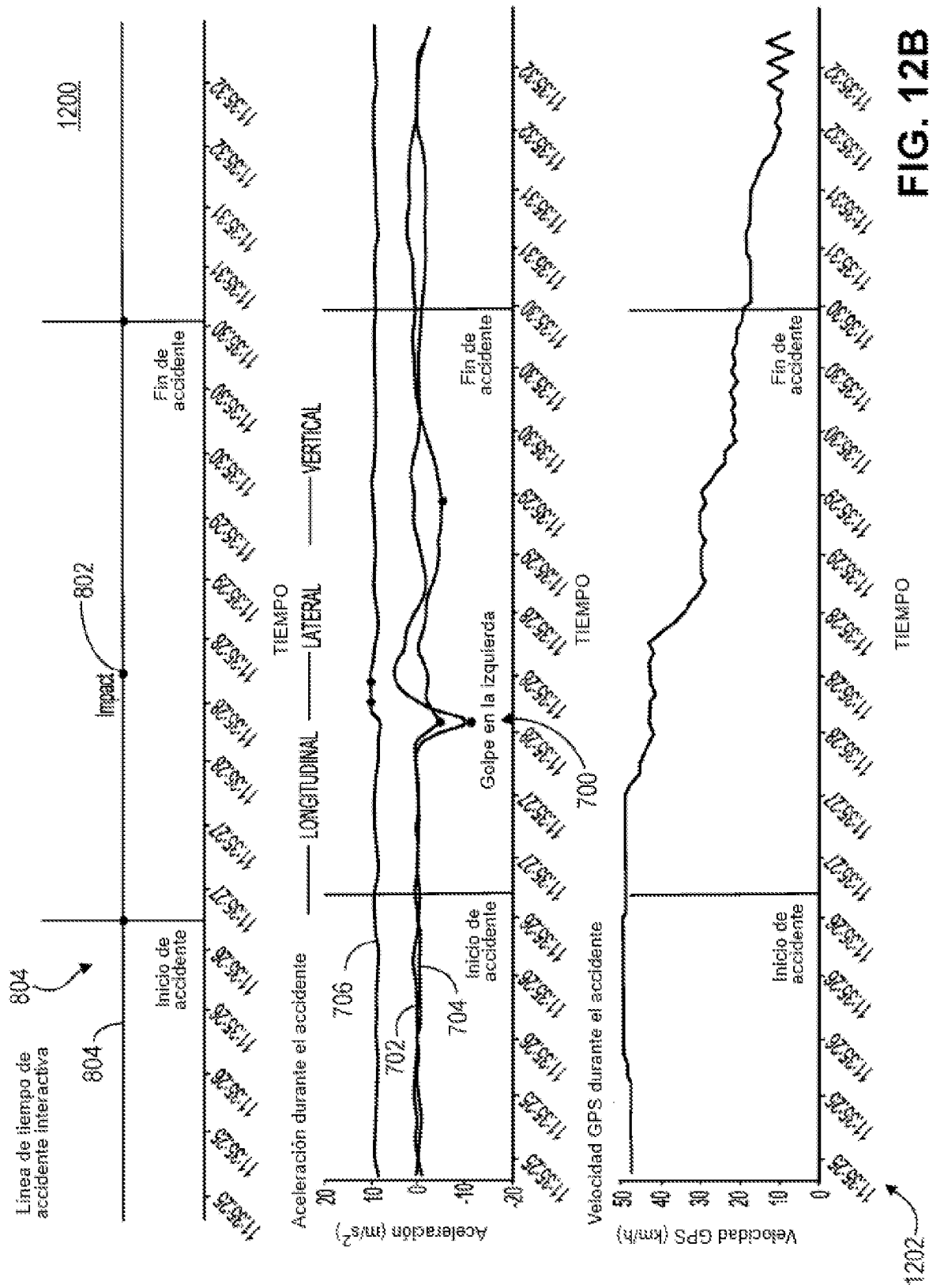


FIG. 12B

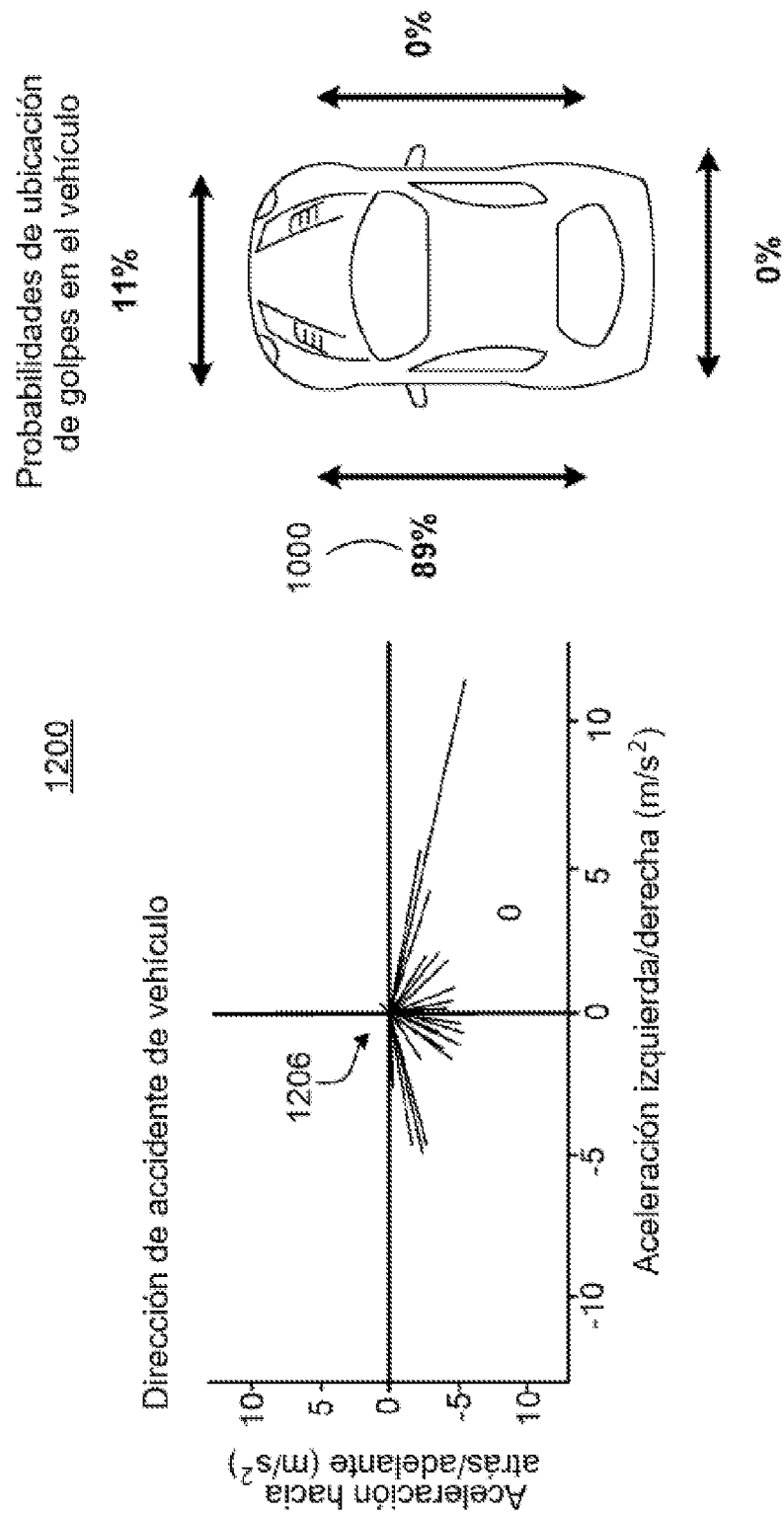


FIG. 12C

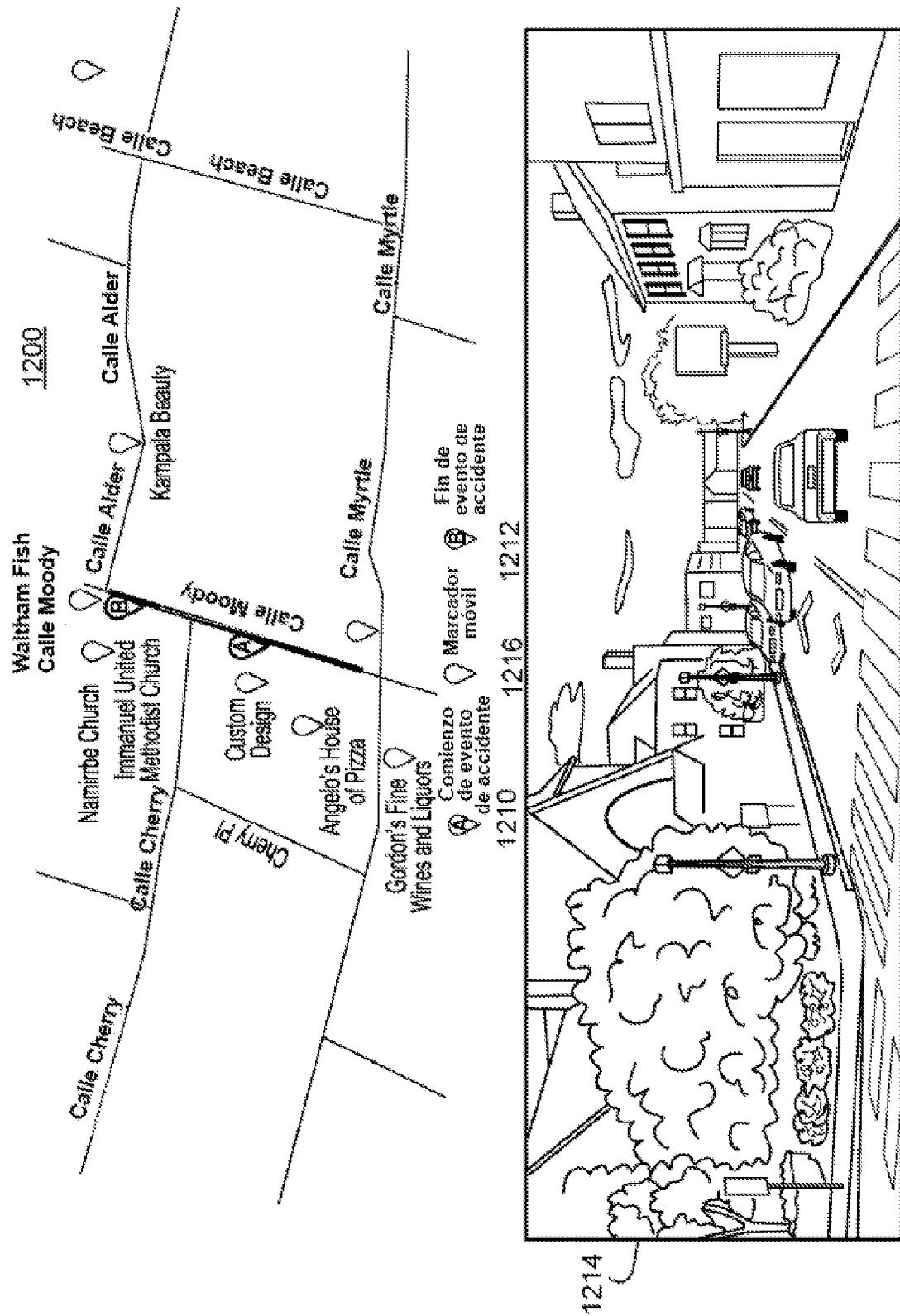
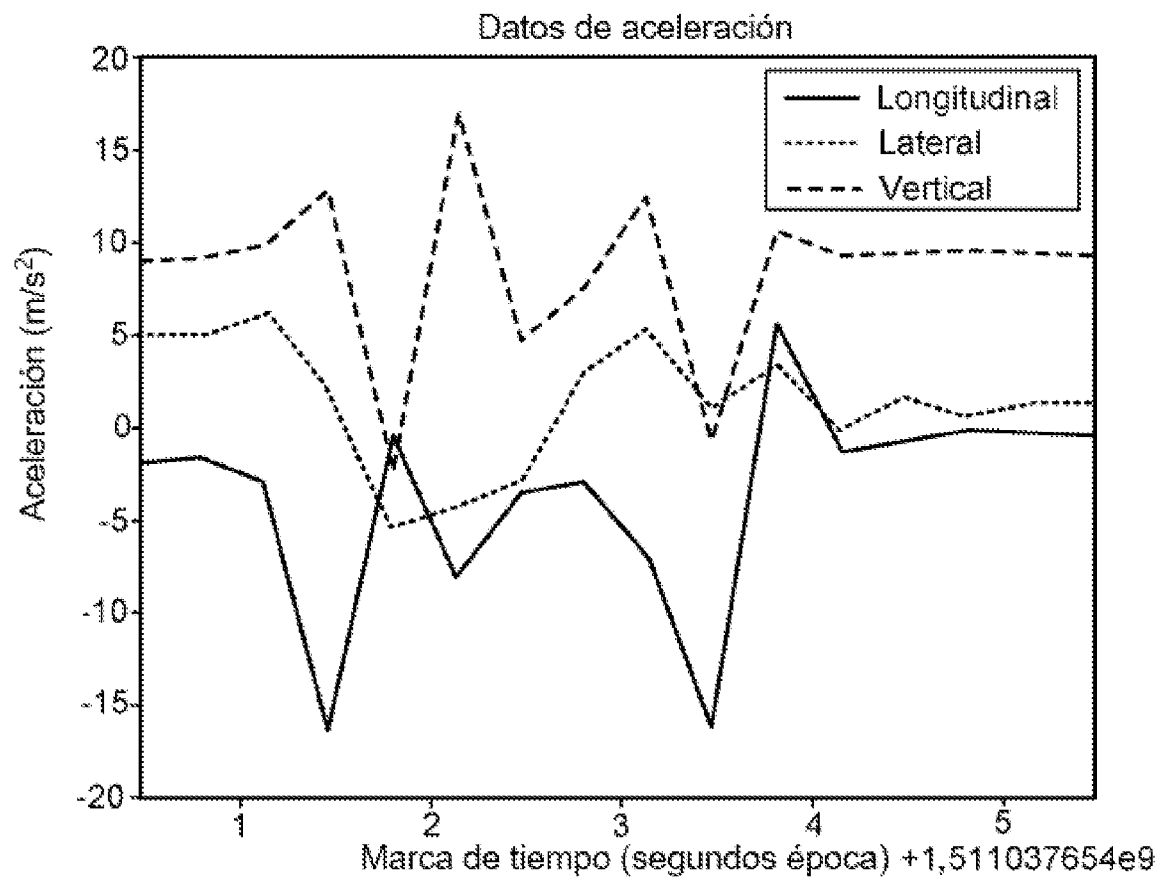


FIG. 12D

**FIG. 13**