(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 740 989**

(51) Int. CI.:

G06F 19/00 (2008.01)
B60W 40/06 (2012.01)
B60W 50/14 (2012.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2013 PCT/IN2013/000133**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2013 WO13160908**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2013 E 13781365 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 2828781**

(54) Título: **Un sistema y un método para un pronóstico de automóvil mejorado**

(30) Prioridad:

22.03.2012 IN 773MU2012

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.02.2020

(73) Titular/es:

TATA CONSULTANCY SERVICES LIMITED (100.0%)
Nirmal Building 9th Floor Nariman Point
Mumbai 400 021 Maharashtra, IN

(72) Inventor/es:

PAL, ARPAN;
BHAUMIK, CHIRABRATA;
GHOSH, KALLOL;
BISWAS, PROVAT;
SINHA, ANIRUDDHA;
CHATTOPADHYAY, TANUSHYAM;
SINHARAY, ARIJIT y
SYED, MOHD BILAL ARIF

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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

Un sistema y un método para un pronóstico de automóvil mejorado

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de pronóstico de automóvil, más particularmente, la presente invención se refiere a un sistema, a un método, y a un aparato para el pronóstico de un automóvil en tiempo real utilizando las condiciones de la carretera, el comportamiento del conductor, y el diagnóstico de a bordo.

Antecedentes de la invención

Anteriormente, el mantenimiento preventivo para un vehículo se basa en gran medida en una inspección visual del vehículo y de sus sistemas por parte de un conductor o un mecánico de automóvil, que invariablemente dependía de su experiencia. Con el desarrollo de procesadores electrónicos, los sistemas de diagnóstico de vehículos como el sistema de diagnóstico a bordo (OBD) para vehículos comenzaron a utilizarse ampliamente para la detección de fallos y la programación del mantenimiento del vehículo. Actualmente los sistemas OBD son equipos estándar en todos los vehículos modernos. Las interfaces para el sistema OBD actual se rigen por estándares como SAE J1580 PWM/VPW, o ISO 15765 CAN, o SAE J2284-3. La información relacionada con el vehículo capturado por el OBD juega un papel importante en la comprensión del factor que afecta al rendimiento del vehículo y al acondicionamiento del vehículo. En la actualidad, el mantenimiento preventivo se basa en los datos históricos OBD recopilados y analizados por un modelo que depende únicamente del hardware del vehículo.

Con la introducción de las autopistas y vías rápidas, el tiempo de viaje reducido y los desplazamientos entre lugares se convirtió en fácil. El uso de autopistas y vías rápidas llevaron a la necesidad inherente de una monitorización continua de la condición de la carretera, ya que una serie de vehículos viajaban y a velocidades más altas. La monitorización de la carretera es esencial porque las carreteras y las autopistas están sujetas a desgaste, lo que dificulta la calidad del viaje y, en ciertas circunstancias, puede causar daños irreparables.

El uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) para ayudar a conducir a planificar su ruta también resultó ser una solución viable para la monitorización de carreteras, ya que la condición de la carretera se convirtió en un factor importante que influye en el tiempo de viaje y en el sistema de gestión de combustible. Un aparato modificado que comprenda un acelerómetro de 3 ejes proporcionaría las entradas necesarias para determinar la condición de la carretera. El aparato debe estar orientado en una posición fija para calcular las condiciones de la carretera. Anteriormente, la corrección de la orientación se realizaba utilizando otros datos/dispositivos de soporte, tal como un magnetómetro, un giroscopio.

Para superar la limitación mencionada anteriormente la solicitud US 2010/0318257 divulga un método que calcula los ángulos de rotación de Euler y transforma los valores muestreados a partir de un marco de coordenadas de referencia de un dispositivo de acelerómetro de tres ejes fijado a un vehículo a un marco de coordenadas de referencia del vehículo. El método determina dos ángulos de rotación mientras el vehículo está parado y se supone que no está inclinado con respecto a la gravedad, de modo que solo el valor transformado correspondiente a un eje vertical del vehículo es igual a la aceleración debida a la gravedad. Luego, los datos adquiridos desde los sensores típicamente durante un evento de frenado e indicados por un sistema de diagnóstico del vehículo, junto con los otros dos ángulos de rotación, se utilizan en la primera derivada de una segunda ecuación de rotación de Euler para determinar el ángulo de rotación restante. Los datos desde los sensores se transforman por los tres ángulos al marco de coordenadas del vehículo y se correlacionan con los datos de aceleración derivados del sistema de diagnóstico para verificar los ángulos de rotación. La divulgación enseña el uso de un sistema de posicionamiento como GPS para capturar la ubicación del vehículo y también tiene en cuenta la velocidad del vehículo para orientar el acelerómetro. La divulgación no divulga la frecuencia de muestreo utilizada para capturar datos.

Un artículo escrito por Artis Mednis et. al titulado "Real Time Pothole Detection using Android Smartphone's With Accelerometers" divulga el uso de un sistema de detección móvil para la detección de irregularidades en la carretera utilizando teléfonos inteligentes con sistema operativo Android. El artículo divulga el uso de un acelerómetro fijo y una frecuencia de muestreo de 100 Hertzios (Hz) para capturar los datos relacionados. El uso de una frecuencia de muestreo más alta aumenta el consumo de la batería, a medida que el cálculo aumenta con una mayor cantidad de datos provenientes de una alta tasa de muestreo. El artículo publicado por Artis Mednis et. al. titulado "Real time pothole detection using Android smartphones with accelerometers", publicado el 27 de junio de 2011, afirma que la importancia de la infraestructura vial para la sociedad podría compararse con la importancia de los vasos sanguíneos para los seres humanos. Para garantizar la calidad de la superficie de la carretera, debe monitorizarse continuamente y repararse según sea necesario. La distribución óptima de los recursos para reparaciones de carreteras es posible proporcionando la disponibilidad de datos completos y objetivos en tiempo real sobre el estado de las carreteras. La detección participativa es un enfoque prometedor para dicha recopilación de datos. Describe un sistema de detección móvil para la detección de irregularidades en la carretera utilizando teléfonos inteligentes basados en el sistema operativo Android. Se discuten algoritmos de procesamiento de datos seleccionados y su evaluación se presenta con una tasa verdadera positiva tan alta como un 90% utilizando datos del mundo real. Se determinan los parámetros óptimos para los algoritmos, así como recomendaciones para su aplicación.

La solicitud US 2011/0012720 presentada por Robert Hirschfeld divulga un sistema que integra un teléfono inteligente o un dispositivo de comunicación personal (PCD) para capturar la pluralidad de datos relacionados con el vehículo. Los datos son capturados por varios sensores y el sistema montado en el vehículo y el teléfono inteligente. La solicitud describe un método para capturar datos relacionados con el comportamiento de conducción y las respuestas de los sistemas del vehículo al comportamiento de conducción sin tener en cuenta la condición de la carretera, lo que también afecta al pronóstico del vehículo. La solicitud asume que la orientación del acelerómetro es fija.

El documento US20120053805A1 divulga un método para detectar y analizar el comportamiento y los hábitos de conducción, así como las condiciones de la carretera, utiliza un teléfono inteligente que tiene un acelerómetro y un micrófono. La aceleración en los ejes x, y y z se puede medir en función del tiempo y a velocidades particulares para proporcionar información valiosa sobre los hábitos del conductor, el rendimiento del vehículo y las condiciones de la carretera.

Un artículo escrito por David Mizell Cray et. al. titulado "Using Gravity to Estimate Accelerometer Orientation", publicado el 1 de enero de 2003, divulga que varios proyectos de investigación de computación portátil o computación ubicua han detectado y distinguido las actividades de movimiento del usuario al unir acelerómetros en posiciones y orientaciones conocidas en el cuerpo del usuario. Observa que la restricción de orientación probablemente puede relajarse. Se puede obtener una estimación del vector de gravedad constante promediando las muestras del acelerómetro. Esta estimación del vector de gravedad a su vez permite la estimación del componente vertical y la magnitud del componente horizontal del movimiento del usuario, independientemente de cómo esté orientado el sistema del acelerómetro de tres ejes.

A partir de la referencia citada, hay una necesidad largamente sentida de un sistema, un método y un dispositivo que está configurado para orientar dinámicamente un acelerómetro sin utilizar ningún dispositivo externo, lo que permite que el acelerómetro capture una amplia variedad de datos. Existe la necesidad en la técnica de desarrollar un sistema para el pronóstico en tiempo real del vehículo, que tenga en cuenta todos los factores que afectan la condición del vehículo.

Objetos de la invención

El objeto principal de la presente invención es proporcionar un sistema configurado para llevar a cabo un pronóstico en tiempo real del vehículo.

Otro objeto de la invención es proporcionar un sistema que utiliza un acelerómetro orientado de manera arbitraria para capturar datos para el pronóstico en tiempo real del vehículo.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método que corrige dinámicamente la información de orientación de un acelerómetro incorporado en un dispositivo de comunicación personal orientado de manera arbitraria.

Aún otro objeto de la invención es proporcionar un aparato que captura una condición de la carretera de una carretera en la que el vehículo está viajando.

Aún otro objeto de la presente invención es proporcionar un aparato que está configurado para capturar el comportamiento de conducción para pronóstico en tiempo real del vehículo.

Aún otro objeto de la presente invención es proporcionar un sistema que permite una monitorización remota del vehículo para el pronóstico en tiempo real del vehículo.

Aún otro objeto de la presente invención es proporcionar un sistema que permite una monitorización remota del comportamiento de conducción de un conductor por una parte que tiene interés comercial.

Aún otro objeto de la presente invención es proporcionar un sistema, que utiliza una frecuencia de muestreo inferior para capturar diversos datos, reduciendo así la escala de cálculo y conservando la batería.

Sumario de la invención

Antes de describir los presentes métodos y aparatos, debe entenderse que esta invención no está limitada al aparato particular y a las metodologías descritas, ya que puede haber múltiples realizaciones posibles de la presente invención, que no se ilustran expresamente, en la presente divulgación. También entenderse también que la terminología usada en la descripción es para el propósito de describir las versiones o realizaciones particulares solamente, y no pretende ser limitativa del alcance de la presente invención, que está limitado solamente por las reivindicaciones adjuntas.

El presente modelo de pronóstico y modelo de diagnóstico para un vehículo se basan en los datos recogidos por el sistema de diagnóstico de a bordo (OBD). El OBD monitoriza la condición instantánea, el tiempo para el cambio de aceite del motor, las piezas mecánicas. La predicción para el mantenimiento se basa en datos del OBD históricos analizados por un modelo que depende únicamente del hardware del vehículo. Estos modelos existentes no tienen en cuenta la condición de la carretera en la que se conduce ni la forma en que un conductor maniobra el vehículo. Sin embargo, estos parámetros tienen un efecto importante en la condición del vehículo. Por lo tanto, en un aspecto de la invención, se divulga un sistema configurado para realizar un pronóstico en tiempo real de un vehículo. El sistema

integra información/datos capturados por el sistema de diagnóstico de a bordo del vehículo con información capturada por sistemas microelectromecánicos (MEMS) integrados en un teléfono inteligente o dispositivo de comunicación personal (PCD). Los MEMS generalmente incorporados en un PCD son acelerómetros de 3 ejes configurados para capturar la tasa de cambio de la aceleración en cualquier eje de coordenadas, y el sistema de posición global (GPS) configurado para capturar la ubicación.

En otro aspecto de la invención, el sistema de pronóstico en tiempo real que integra el PCD con el OBD utiliza un acelerómetro de 3 ejes orientados arbitrariamente para capturar los datos relativos a condiciones de la carretera y al comportamiento del conductor. El acelerómetro de 3 ejes integrado en el PCD captura los datos relacionados con la condición de la carretera que se distingue entre un saliente y un bache. El acelerómetro de 3 ejes también captura el comportamiento del conductor, es decir, su respuesta a dicha condición de la carretera, frenando. Un GPS integrado en un PCD también se puede usar para determinar la ubicación del vehículo, de modo que los datos relacionados con la condición de la carretera se compartan con otros conductores o suscriptores.

El acelerómetro de 3 ejes disponible en los teléfonos inteligentes o dispositivos de comunicación personal o tabletas electrónicas utilizadas en la actualidad para monitorizar las condiciones de la carretera, están fijos o anclados en una orientación conocida. En la actualidad, la corrección de la orientación para capturar datos se realiza mediante dispositivos de soporte tales como magnetómetro, giroscopio, GPS y la velocidad del vehículo. Además, las técnicas actuales utilizan una frecuencia de muestreo o frecuencia de muestreo de 25 Hertzios (Hz) a 500 Hertzios (Hz) con 256 a 1000 puntos para detectar salientes o baches. El uso de frecuencias más altas produce conjuntos más grandes de datos que requieren mayores ciclos de CPU para procesar, lo que en efecto requiere un mayor consumo de la batería, lo que reduce la vida útil de los dispositivos. Por lo tanto, en otro aspecto, se proporciona un método que orienta dinámicamente el acelerómetro de 3 ejes sin el uso de ningún dispositivo externo tal como magnetómetro, giroscopio o GPS. El acelerómetro de 3 ejes según dicho método puede orientarse automáticamente antes de capturar datos relacionados con la condición de la carretera y el comportamiento de conducción.

En otro aspecto de la presente invención, el acelerómetro de 3 ejes utiliza una velocidad de muestreo/frecuencia más baja de aproximadamente 4 Hertzios (Hz) a 10 Hertzios (Hz) para capturar los datos y utilizando solo cuatro puntos de análisis, por lo tanto, reduciendo el consumo de la batería en comparación con 256 o más puntos de análisis.

La integración entre los datos del sistema de diagnóstico de a bordo de un vehículo y los sensores contenidos en un dispositivo de comunicación personal o teléfono inteligente permite mejorar la información de pronóstico y diagnóstico para proporcionarse al conductor. Los datos recopilados se pueden distribuir a sistemas remotos utilizando la conexión de red del dispositivo para un análisis y comparación adicionales. Los datos recopilados se pueden almacenar en un servidor remoto o en la nube. Los datos remotos almacenados pueden ser utilizados en conjunto o separados por terceras partes para entender la elección de comportamientos de conducción del conductor. Por lo tanto, en otro aspecto más de la presente divulgación, se proporciona un sistema que permite una monitorización remota del comportamiento de conducción de un conductor por una parte que tiene interés comercial, por ejemplo, una compañía de seguros puede monitorizar el estilo de conducción del conductor y, en consecuencia, cobrar una prima de seguro al mismo. Por lo general, la prima es inversamente proporcional al estilo de conducción de un conductor, es decir, la prima de seguro que se cobra a un buen conductor sería menos en comparación con un mal conductor.

Breve descripción de los dibujos

El sumario anterior, así como la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas, se entienden mejor cuando se lea conjuntamente con los dibujos adjuntos. Para ilustrar la invención, se muestran en los dibujos, construcciones de ejemplo de la invención; sin embargo, la invención no se limita a los métodos y productos específicos descritos en los dibujos:

La figura 1 ilustra un diagrama de flujo que muestra varias etapas involucradas en un método para el pronóstico de automóvil/vehículo en tiempo real.

La figura 2 ilustra un diagrama de bloques de coordenadas cartesianas.

La figura 3 ilustra un diagrama de flujo para capturar la condición de la carretera de acuerdo con una realización.

La figura 4 ilustra un sistema para el pronóstico en tiempo real de un vehículo.

Descripción de la invención

Se explicarán ahora algunas realizaciones de esta invención, que ilustran sus características:

Las palabras "comprendiendo", "teniendo", "conteniendo" e "incluyendo", y otras formas de las mismas pretenden ser equivalentes en significado y ser de final abierto, en el sentido de que un elemento o elementos que siguen cualquiera de estas palabras no pretende ser una lista exhaustiva de dicho elemento o elementos, o que esté destinado a estar limitado solo al elemento o elementos enumerados.

También debe indicarse que como se usa en el presente documento y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una", y "el/la" incluyen referencias plurales, a menos que el contexto dicte claramente lo contrario. Aunque cualquier sistema, método, aparato y dispositivo similar o equivalente a los descritos en el presente documento se pueden usar en la práctica o en el ensayo de realizaciones de la presente invención, se describen ahora sistemas y partes preferidas.

Las realizaciones divulgadas son meramente ejemplares de la invención, que se pueden realizar de varias formas.

Definiciones de los términos:

El término vehículo se refiere a al menos un elemento que puede seleccionarse del grupo que comprende un vehículo de motor, automóvil, vehículo de transporte personal, vehículo guiado automatizado, o máquinas autopropulsadas.

El término "dispositivo de comunicación personal" se refiere a "PCD" o "teléfono inteligente", o "teléfono móvil" o "teléfono celular" o "tableta" y esencialmente significa lo mismo.

En una realización ejemplar de la presente divulgación, se describe un sistema que permite un verdadero pronóstico en tiempo real de vehículos con un modelo de pronóstico mejorado. De acuerdo con dicha realización, el modelo de pronóstico captura una pluralidad de información relacionada con una condición de la carretera en la que se conduce el vehículo actualmente y el comportamiento del conductor, es decir, la respuesta del conductor a dichas condiciones de la carretera, aparte de la información capturada convencionalmente relacionada con un sistema del vehículo.

La información convencional con respecto al vehículo y a su estado es capturada por el sistema de diagnóstico de a bordo (OBD). El OBD almacena los datos históricos y actuales relacionados con el programa de mantenimiento del vehículo. El OBD recopila activamente datos de varios sistemas como el motor, los neumáticos y los frenos a través de los sensores montados en estos sistemas.

Dicha pluralidad de información relacionada con el comportamiento de estado de la carretera y el conductor es capturada por un acelerómetro incorporado en un dispositivo de teléfono inteligente o comunicación personal (PCD). El PCD está acoplado comunicativamente con el OBD. Los datos capturados desde el OBD y el PCD se analizan utilizando un modelo de pronóstico basado en datos y entradas de hardware. El modelo de pronóstico utilizado está configurado para generar los resultados deseados in situ o en una ubicación remota. Para transferir los datos capturados en la ubicación remota, se puede utilizar un canal de red de comunicación basado en el PCD. Una aplicación configurada para generar los resultados in situ está integrada en el PCD.

La figura 1 ilustra un diagrama de flujo que muestra varias etapas involucradas en un método para el pronóstico de automóvil/vehículo en tiempo real. El pronóstico del vehículo en tiempo real comienza con la orientación dinámica de un acelerómetro de tres ejes (**101**) desde una posición arbitraria. El acelerómetro de tres ejes utilizado está montado en una tableta electrónica o integrado en un dispositivo de comunicación personal/teléfono inteligente o cualquier dispositivo portátil. El acelerómetro de tres ejes está orientado de modo que las coordenadas cartesianas para cada variación en una posición del dispositivo de comunicación personal coinciden con una coordenada de referencia asignada al vehículo. El acelerómetro de tres ejes se orienta automáticamente para cada caso de evento. Un caso de evento se define como un evento en el que el acelerómetro detecta un cambio en la aceleración en cualquiera de las coordenadas. El método comprende además una etapa para capturar un primer conjunto de información y un segundo conjunto de información (**102**). Dichos conjuntos de información se capturan utilizando una frecuencia de muestreo entre 4 Hertzios (Hz) y 10 Hertzios (Hz). El primer conjunto de información capturada se relaciona con una condición de la carretera, en la que la información proporciona una visión de las anomalías de la carretera sobre las cuales los vehículos están siendo conducidos actualmente o han sido conducidos en el pasado. Las anomalías de la carretera detectadas por el acelerómetro de tres ejes y contenidas en el primer conjunto de información se refieren a un bache, un saliente o una superficie lisa. Dicho conjunto de información se captura en una ventana de muestra o ventana de tiempo predefinidas. La ventana de muestra o la ventana de tiempo se fijan en cuatro puntos. Para cuidar el efecto de la velocidad, el valor de la característica se escala en consecuencia, ya que las anomalías pequeñas de mayor velocidad se manifiestan como baches y deben corregirse. En otra realización, el mapeo de la velocidad con el valor de la característica de tiempo se basa en la observación de los datos del camino o los datos históricos recopilados durante un período de tiempo. Se cuentan varias muestras registradas en dicha ventana de tiempo/ventana de muestra.

El segundo conjunto de información se refiere al comportamiento del conductor en la ventana de muestra. El comportamiento del conductor se relaciona con los datos cuantificados que ilustran el patrón de frenado del conductor, la respuesta a las anomalías de la carretera y el patrón de aceleración/desaceleración.

Según la **figura 1,** el método comprende además la recepción de una pluralidad de información sensorial desde un sistema a bordo del vehículo de diagnóstico (OBD) **(103)** que se acopla de manera comunicable al dispositivo que tiene el acelerómetro de tres ejes. Dichas entradas sensoriales proporcionan información de varios sistemas vehiculares en los que se montan una pluralidad de sensores que a su vez están acoplados comunicativamente al OBD. El método comprende además la compilación de una pluralidad de informes de pronóstico (**104**). El informe de pronóstico compilado se basa en un modelo de análisis predictivo/modelo de pronóstico que utiliza el primer conjunto de información y el segundo conjunto de información capturada en conjugación con la pluralidad de entradas

sensoriales recibidas. El modelo de pronóstico de este tipo se basa en datos y hardware, a diferencia de otros modelos de pronóstico que se basan en hardware, que se basan únicamente en el hardware y la retroalimentación de datos históricos. La etapa (**105**) implica la presentación de la pluralidad de informes de pronóstico compilados determinados por los atributos de un usuario. Los atributos del usuario dependen de la función o profesión del usuario. El usuario puede ser una persona como conductor del vehículo, un mecánico que atiende el servicio del vehículo o una compañía como una parte con intereses comerciales, tal como seguros.

De acuerdo con una realización de la presente divulgación, el informe de pronóstico puede compilarse in situ o en un servidor remoto. El primer conjunto de información, el segundo conjunto de información y la pluralidad de entradas sensoriales se transmiten al servidor remoto a través de la red de comunicación del dispositivo de comunicación personal, en donde estos datos se compilan y analizan utilizando el modelo de pronóstico.

Con referencia a la **Figura 1**, y la **Figura 2** que ilustran un diagrama de bloques de coordenadas cartesianas, la etapa para orientar dinámicamente el acelerómetro de tres ejes (**101**) comprende además etapas para asignar la coordenada de referencia (X, Y, Z) (**202**, **204, 206**) para el vehículo (**200**). En el que la coordenada X (**202**) de la coordenada de referencia del vehículo (**200**) se refiere a la dirección hacia adelante del vehículo (**200**), la coordenada Y (**204**) se refiere a la dirección de traslación y la coordenada Z (**206**) se refiere a la dirección vertical. La etapa de orientar dinámicamente el acelerómetro de tres ejes (**101**) comprende además la asignación de una coordenada inicial al acelerómetro de tres ejes Xd (**201**), Yd (**203**) y Zd (**205**). Con respecto a un vehículo, la relación entre X (**202**) y Xd (**201**) se denomina balanceo (θ) (**207**). De manera similar, la relación entre Y (**204**) y Yd (**203**) es el cabeceo (Ψ) (**209**) y entre Z (**206**) y Zd (**205**) es la guiñada (Φ) (**208**).

La etapa de orientar dinámicamente el acelerómetro de tres ejes **(101)** comprende además la asignación de unas primeras coordenadas intermedias al acelerómetro de tres ejes orientado arbitrariamente en formato de coordenadas cartesianas (Xo, Yo, Zo). Cada una de las primeras coordenadas intermedias se puede representar en una forma de ecuación en la que la ecuación es una suma de productos de al menos tres primeros valores escalares con al menos tres componentes distintos. La ecuación para cada coordenada puede representarse en una ecuación matemática de la siguiente manera:

$$Xo = C_1 g + C_2 Va + C_3 Rc$$

$$Yo = D_1 g + D_2 Va + D_3 Rc$$

$$Zo = E_1 g + E_2 Va + E_3 Rc$$

En la ecuación anterior, "g" es una constante física para la aceleración debida a la gravedad. Por razones prácticas, la constante es 9,81 m/s2. C1, C2, C3, D1, D2, D3 y E1, E2, E3 son valores escalares distintos y g, *Va* y *Rc* son vectores. El término *"Va"* representa el valor cuantitativo del efecto del cambio en la velocidad del vehículo. "*Rc*" representa el efecto de la condición de la carretera o anomalías de la carretera en una forma cuantitativa. El método para orientar dinámicamente el acelerómetro de tres ejes (**101**) comprende además realizar una derivación de primer grado con respecto al tiempo en la ecuación que representa la primera coordenada intermedia para cada coordenada. Para comprender mejor la derivación de primer grado, se puede representar de la siguiente manera:

$$\nabla Xo = C_2 \nabla Va + C_3 \nabla Rc$$

$$\nabla Yo = D_2 \nabla Va + D_3 \nabla Rc$$

$$\nabla Zo = E_2 \nabla Va + E_3 \nabla Rc$$

El método **(101)** comprende, además de calcular unas segundas coordenadas intermedias designadas como (Xog, Yog, Zog), en el que las segundas coordenadas intermedias (Xog, Yog, Zog) se calculan como una diferencia entre los valores de las primeras coordenadas intermedias (Xo, Yo, Zo) y el valor integrado del primer grado de derivada de coordenadas (Xo, Yo, Zo) respectivamente. Representando la declaración en una ecuación matemática como sigue:

$$Xog = Xo - \int \nabla Xo$$

$$Yog = Yo - \int \nabla Yo$$

$$Zog = Zo - \int \nabla Zo$$

Además, para la orientación del acelerómetro de tres ejes dinámicamente **(101)**, se calculan el balanceo (θ) y el cabeceo (Ψ). En la presente divulgación, la guiñada (Φ) no se calcula ni se considera. Para calcular el balanceo (θ), se divide un seno inverso de la suma de los valores de Yog por el producto de la aceleración gravitacional y el número de muestra registrada en la ventana de muestra predefinida, expresada como sigue:

$$\theta = \text{Sen}^{-1}\left(\frac{\sum Yog}{G * N}\right)$$

Para calcular el cabeceo (Ψ) un seno inverso de la suma de los valores de Xog se divide por el producto de la aceleración de la gravedad y el número de la muestra registrada en la ventana de muestra predefinida, expresada como sigue:

$$\Psi = \text{Sen}^{-1}\left(\frac{\sum Xog}{G * N}\right)$$

Además, el método comprende calcular un ángulo (α) entre el eje Zd de coordenadas iniciales y el eje Z de las coordenadas de referencia. El ángulo (α) se calcula como un coseno inverso de la suma de los valores de Zog divididos por el producto de la aceleración gravitacional y el número de muestras registradas. La ecuación que representa la etapa de cálculo se escribe de la siguiente manera:

$$\alpha = \text{Cos}^{-1}\left(\frac{\sum Zog}{G * N}\right)$$

En la etapa final para orientar dinámicamente el acelerómetro de tres ejes **(101)** la etapa comprende el cálculo de de coordenadas corregidas y la asignación de coordenadas como (Xcg, Ycg, Zcg). El cálculo de la coordenada corregida se basa en la derivada de primer grado para cada primera coordenada intermedia (Xo, Yo, Zo) en la que la coordenada corregida (Xcg, Ycg) se calcula como una diferencia de los valores respectivos de la segunda coordenada intermedia (Xog, Yog) y el producto de la aceleración gravitacional con función de seno del balanceo (θ) y el cabeceo (Ψ) y (Zcg) computados como una suma de los valores de las coordenadas intermedias y el producto de la aceleración gravitacional con una diferencia de 1 menos coseno α. Representando la declaración mencionada en una ecuación matemática como sigue:

$$Ycg = Yoi - G * Sen(\theta)$$

$$Xcg = Xoi - G * Sen(\Psi)$$

$$Zcg = Zoi - G * \left(1 - Cos(\alpha)\right)$$

La figura 3 ilustra un diagrama de flujo para capturar la condición de la carretera de acuerdo con una realización. Según la presente divulgación, un método para capturar la condición de la carretera (**300**) comprende la configuración de la frecuencia de muestreo y un marco de referencia (**301**). En la presente divulgación, un marco de referencia asociado con el vehículo es tal que el eje x apunta a la dirección de avance del vehículo, el eje y apunta a la izquierda y el eje z apunta a la vertical. Dicho método (**300**) comprende además el cálculo de la velocidad instantánea (**302**). Además, el método (**300**) comprende el cálculo de la ventana de tiempo para la captura de muestras (**303**). La ventana de tiempo elegida se basa en la velocidad instantánea del vehículo, que se determina en una etapa anterior. La siguiente etapa en el método (**300**) es el procesamiento previo de los datos recopilados (**304**) por un acelerómetro incorporado en un PCD, en el que los datos se relacionan con la condición de la carretera. El procesamiento previo es una etapa deseada, ya que el acelerómetro de tres ejes integrado en un PCD proporciona datos no uniformemente muestreados/datos recopilados. El procesamiento previo de los datos se logra al convertir los datos muestreados en una tira cúbica para todos los ejes de coordenadas; además, se toman datos espaciados de la misma forma de una curva resultante. El método (**300**) comprende además la selección de una pluralidad de características para comprender las anomalías de la carretera (305). La etapa de selección de características comprende además dos etapas que implican el cálculo de la primera característica seguida de la segunda característica. La primera característica principalmente detecta anomalías en las carreteras: una carretera lisa, un bache y una carretera irregular/saliente. Sin embargo, no puede diferenciar entre el bache y el saliente. La primera característica se calcula al calcular el cambio de velocidad de la aceleración en el eje Z seguido del cálculo de energía en un dominio de tiempo. La energía total dentro de la ventana sirve como la primera característica. La etapa mencionada anteriormente se representa en la ecuación matemática de la siguiente manera:

$$\text{característica1(t_promedio)} = \sum_{N}\left(\frac{dz}{dt}\right)^2$$

Donde, "N" es un número total de puntos de datos en la ventana de tiempo calculada, "z" representa la aceleración del eje z según el marco de referencia y "t" define las instancias de tiempo correspondientes. La cantidad t_promedio está determinada por

$$t_promedio \equiv \frac{(final_ventana - inicio_ventana)}{N}$$

Donde "final_ventana" y "inicio_ventana" definieron la hora de inicio y final de una ventana de tiempo.

Para diferenciar entre el bache y el saliente, se calcula la segunda característica. La segunda característica se define como la desviación estándar de la relación de la suma de las aceleraciones a lo largo del eje x y del eje y con la aceleración a lo largo del eje z.

$$característica2(t_promedio) = std(\frac{|\dot{y} + \dot{x}|}{z})$$

En la ecuación anterior $\dot{y}$ es la aceleración en la dirección Y (Ycg), $\dot{x}$ es la aceleración en la dirección X (Xcg) y z es la aceleración en la dirección Z (Zcg) y "std ()" representa la desviación estándar.

El método para la captura de la condición de la carretera **(300)** comprende además la clasificación de las anomalías de la carretera **(306)** como una buena carretera, una carretera irregular, una carretera con salientes, o una carretera con baches. La clasificación de anomalías de la carretera (**306**) se basa en un aprendizaje intuitivo a partir de datos históricos o mediante un clasificador avanzado. Según una realización de la presente divulgación, la clasificación de anomalías de la carretera (**306**) se realiza sobre la base de un análisis estadístico. El análisis estadístico se realiza combinando una pluralidad de resultados capturados de la primera característica y la segunda característica. La primera característica es la energía de sacudida, que se utiliza para detectar las anomalías de la carretera. La segunda característica es la relación de la suma de la aceleración a lo largo de X e Y con Z, que se utiliza para distinguir entre bache y saliente.

La figura 4 ilustra un sistema para el pronóstico en tiempo real de un vehículo. El sistema de pronóstico (**400**) de vehículo en tiempo real (**403**) se caracteriza por la utilización de un acelerómetro orientado arbitrariamente (**401**) integrado en un dispositivo de comunicación personal (**401**), adaptado para capturar la condición de la carretera y el comportamiento del conductor. El comportamiento del conductor y el comportamiento del conductor capturado se transforman en un valor cuantificable como una sacudida (**402**). El acelerómetro utiliza una frecuencia de muestreo de alrededor de 4 Hertzios (Hz) a 10 Hertzios (Hz) para capturar la condición de la carretera y el comportamiento del conductor al detectar un movimiento de cabeceo y/o movimiento de balanceo del vehículo. El sistema para el pronóstico del vehículo en tiempo real (**400**) comprende además un sistema de diagnóstico a bordo (OBD) (**404**) conectado de manera comunicativa al dispositivo de comunicación personal (**401**) y configurado para recibir entradas de una pluralidad de sensores montados en el vehículo en ubicaciones predefinidas. En una realización ejemplar de la presente divulgación, los sensores pueden incluir un sensor de velocidad para rastrear la velocidad del vehículo (**405**), o un sensor de temperatura para detectar la temperatura del refrigerante que enfría el motor y sus componentes (**406**), o un sensor de aceleración para detectar cambios repentinos en la aceleración o desaceleración del vehículo (**407**), un sensor de estado del motor que rastrea la relación de aire/combustible o el consumo de oxígeno en el colector (**408**), o un sensor de RPM del motor para controlar las RPM del motor (**409**). La condición de la carretera capturada, el comportamiento del conductor y las entradas de la pluralidad de sensores se analizan utilizando un modelo de pronóstico (**410**). El análisis se puede realizar en el dispositivo de comunicación personal al integrar el modelo de pronóstico en el PCD o en un servidor remoto que se comunica con el PCD mediante la red de comunicación del PCD. El análisis proporciona información sobre el comportamiento del conductor, la salud del vehículo o las condiciones de la carretera. La información relacionada con el comportamiento del conductor es importante para una persona que tenga un interés comercial o para realizar un seguimiento en un papel parental. La información de salud de los vehículos ayuda a un mecánico o gerente de servicio a mantener el vehículo.

Ventajas de la invención:

1. El uso de un modelo de pronóstico mejorado permite un mantenimiento preventivo efectivo del vehículo, lo que reduce el coste.

2. Comprender el comportamiento de un conductor y segregarlo en un conductor seguro, moderado y arriesgado, permite cobrar una prima de seguro basada en su segregación.

3. Almacenar y etiquetar geográficamente las condiciones de la carretera capturadas en un servidor remoto, al que se puede acceder por una tercera parte de interés en una base de suscripción.

4. Ahorro en ciclos de CPU que, en efecto, reduce el consumo de energía del dispositivo.

REIVINDICACIONES

1. Un método para un pronóstico en tiempo real de un vehículo (403) que utiliza un acelerómetro de tres ejes (401) integrado en un dispositivo de comunicación personal, que comprende:

orientar dinámicamente el acelerómetro de tres ejes (401) desde una posición arbitraria en una coordenada cartesiana para cada variación en una posición del dispositivo de comunicación personal para que coincida con coordenadas de referencia (X, Y, Z) asignadas al vehículo (403), en el que la orientación dinámica del acelerómetro de tres ejes (401) comprende las etapas de:

asignar las coordenadas de referencia (X, Y, Z) para el vehículo (403) y almacenar las coordenadas en una memoria flash del dispositivo de comunicación personal;

asignar las coordenadas iniciales (Xd, Yd, Zd) al acelerómetro de tres ejes (401) y almacenar las coordenadas en la memoria flash del dispositivo de comunicación personal;

calcular unas primeras coordenadas intermedias (Xo, Yo, Zo) utilizando al menos tres primeros valores escalares, al menos tres segundos valores escalares y al menos tres terceros valores escalares;

calcular una derivada de primer grado para cada una de las primeras coordenadas intermedias (Xo, Yo, Zo);

calcular unas segundas coordenadas intermedias (Xog, Yog, Zog);

calcular un balanceo (θ) y un cabeceo (Ψ) entre las coordenadas de referencia (X, Y, Z) y las coordenadas iniciales (Xd, Yd, Zd) respectivamente, del acelerómetro de tres ejes (401), en el que el balanceo (θ) se calcula como una inversa sinusoidal de la suma de los valores de la coordenada Y de las segundas coordenadas intermedias (Yog) dividida por un producto de la aceleración gravitacional y un número de muestras registradas, y en el que el cabeceo (Ψ) se calcula como un seno inversa de una suma de valores de la coordenada X de las segundas coordenadas intermedias (Xog) dividida por el producto de la aceleración gravitacional y un número de muestras recogidas;

calcular un ángulo (α) entre la coordenada Z de la coordenada inicial (Zd) y la coordenada Z de la coordenada de referencia (Z), en el que el ángulo (α) se calcula como una inversa de coseno de una suma de valores de la coordenada Z de las segundas coordenadas intermedias (Zog) dividida por el producto de la aceleración gravitacional y el número de muestras registradas;

calcular una coordenada corregida (Xcg, Ycg, Zcg) para el acelerómetro de tres ejes (401) basado en la derivada de primer grado para cada una de las primeras coordenadas intermedias (Xo, Yo, Zo); y

asignar la coordenada corregida calculada (Xcg, Ycg, Zcg) en cada siguiente instancia dinámica de ocurrencia de un caso de evento con el dispositivo de comunicación personal, en el que el caso de evento corresponde a la detección de un cambio en la aceleración en una o más de las coordenadas de referencia (X, Y, Z) mediante el acelerómetro de tres ejes (401);

capturar un primer conjunto de información relacionada con una condición de la carretera y un segundo conjunto de información relacionada con el comportamiento del conductor en una ventana de muestra y contar una cantidad de muestra registrada en la ventana de muestra usando el acelerómetro de tres ejes (401) orientado dinámicamente, en el que una velocidad instantánea del vehículo (403) determina la ventana de muestra;

recibir una pluralidad de entradas sensoriales de un sistema de diagnóstico a bordo (404) que está acoplado de manera comunicativa al dispositivo de comunicación personal;

compilar una pluralidad de informes de pronóstico basados en al menos un modelo de análisis predictivo que utiliza el primer conjunto de información y el segundo conjunto de información capturada en conjugación con la pluralidad de entradas sensoriales recibidas; y

representar la pluralidad de informes de pronóstico compilados determinados por los atributos de un usuario.

2. El método para un pronóstico en tiempo real del vehículo (403) de la reivindicación 1, en el que el cálculo de las coordenadas intermedias (Xo, Yo, Zo) se realiza sumando un producto del al menos tres primeros valores escalares con al menos tres componentes distintos para la coordenada X de las coordenadas intermedias (Xo), los al menos tres segundos valores escalares con al menos tres componentes distintos para la coordenada Y de las coordenadas intermedias (Yo) y el los menos tres terceros valores escalares con los al menos tres componentes distintos para la coordenada Z de las coordenadas intermedias (Zo), en el que el primer valor escalar, el segundo valor escalar y el tercer valor escalar son una función del balanceo (θ), el cabeceo (Ψ) y una guiñada (Φ) respectivamente, y en el que los al menos tres componentes distintos comprenden una aceleración gravitacional, un cambio en la tasa de velocidad y la condición de la carretera.

3. El método para la detección en tiempo real de un pronóstico del vehículo (403) de la reivindicación 2, en el que la coordenada Z de la coordenada corregida (Zcg) para el acelerómetro de tres ejes (401) con la coordenada respectiva del vehículo (403) se calcula como una suma de valores de coordenadas intermedias y un producto de la aceleración gravitacional con una diferencia de 1 menos coseno (α).

4. El método para la detección en tiempo real de un pronóstico del vehículo (403) de la reivindicación 1, en el que las segundas coordenadas intermedias (Xog, Yog, Zog) se estiman como una diferencia entre los valores de las primeras coordenadas intermedias (Xo, Yo, Zo) y el valor integrado del primer grado de derivada de las primeras coordenadas intermedias (Xo, Yo, Zo) respectivamente.

5. El método para la detección en tiempo real para un pronóstico del vehículo (403) de la reivindicación 1, en el que la coordenada X y la coordenada Y de las coordenadas corregidas (Xcg, Ycg) para el acelerómetro de tres ejes (401) se calcula como una diferencia de los valores respectivos de las segundas coordenadas intermedias (Xog, Yog) y el producto de la aceleración gravitacional con función sinusoidal del balanceo (θ) y el cabeceo (Ψ).

6. El método para la detección en tiempo real de un pronóstico del vehículo (403) de la reivindicación 1, en el que las coordenadas iniciales (Xd, Yd, Zd) del acelerómetro de tres ejes (401) son sustituidas con las coordenadas corregidas (Xcg, Ycg, Zcg) en la memoria flash.

7. El método para un pronóstico en tiempo real del vehículo (403) de la reivindicación 1, en el que la captura del primer conjunto de información relacionada con la condición de la carretera comprende además:

detectar una anomalía de la carretera; y

distinguir entre las diferentes anomalías detectadas en la carretera, en el que la anomalía de la carretera se detecta al calcular un cambio de tasa de aceleración en las coordenadas Z seguido de un cálculo de energía en un dominio de tiempo.

8. El método para un pronóstico en tiempo real del vehículo (403) de la reivindicación 7, en el que la anomalía de la carretera detectada se distingue para un bache y un saliente mediante el uso de una desviación estándar de la proporción de la suma de las aceleraciones a lo largo de la coordenada X y la coordenada Y con aceleración a lo largo de la coordenada Z.

9. Un sistema (400) para un pronóstico en tiempo real de un vehículo (403), comprendiendo el sistema (400):

un dispositivo de comunicación personal que comprende un acelerómetro de tres ejes (401) orientado arbitrariamente configurado para capturar un movimiento de cabeceo y/o movimiento de balanceo del vehículo (403), en el que el dispositivo de comunicación personal comprende:

un procesador configurado para el mapeo geométrico de una coordenada cartesiana tridimensional del acelerómetro de tres ejes (401) con el vehículo (403), en el que el procesador está configurado para orientar virtualmente las coordenadas del acelerómetro de tres ejes (401) para coincidir con las coordenadas del vehículo (403), y en el que las coordenadas del acelerómetro de tres ejes (401) están orientadas dinámicamente mediante:

asignar las coordenadas de referencia (X, Y, Z) para el vehículo (403) y almacenar las coordenadas en una memoria flash del dispositivo de comunicación personal;

asignar las coordenadas iniciales (Xd, Yd, Zd) al acelerómetro de tres ejes (401) y almacenar las coordenadas en la memoria flash del dispositivo de comunicación personal;

calcular unas primeras coordenadas intermedias (Xo, Yo, Zo) utilizando al menos tres primeros valores escalares, al menos tres segundos valores escalares y al menos tres terceros valores escalares;

calcular una derivada de primer grado para cada una de las primeras coordenadas intermedias (Xo, Yo, Zo);

calcular unas segundas coordenadas intermedias (Xog, Yog, Zog);

calcular un balanceo (θ) y un cabeceo (Ψ) entre las coordenadas de referencia (X, Y, Z) y las coordenadas iniciales (Xd, Yd, Zd) respectivamente, del acelerómetro de tres ejes (401), en el que el balanceo (θ) se calcula como una inversa sinusoidal de la suma de los valores de la coordenada Y de las segundas coordenadas intermedias (Yog) dividida por un producto de la aceleración gravitacional y un número de muestras registradas, y en el que el cabeceo (Ψ) se calcula como un seno inversa de una suma de valores de la coordenada X de las segundas coordenadas intermedias (Xog) dividida por el producto de la aceleración gravitacional y un número de muestras recogidas;

calcular un ángulo (α) entre la coordenada Z de la coordenada inicial (Zd) y la coordenada Z de la coordenada de referencia (Z), en el que el ángulo (α) se calcula como una inversa de coseno de una suma de valores de la coordenada Z de las segundas coordenadas intermedias (Zog) dividida por el producto de la aceleración gravitacional y el número de muestras registradas;

calcular una coordenada corregida (Xcg, Ycg, Zcg) para el acelerómetro de tres ejes (401) basado en la derivada de primer grado para cada una de las primeras coordenadas intermedias (Xo, Yo, Zo); y

asignar la coordenada corregida calculada (Xcg, Ycg, Zcg) en cada siguiente instancia dinámica de ocurrencia de un caso de evento con el dispositivo de comunicación personal, en el que el caso de evento corresponde a la detección de un cambio en la aceleración en una o más de las coordenadas de referencia (X, Y, Z) mediante el acelerómetro de tres ejes (401); y

un sistema de diagnóstico a bordo (OBD) (404) conectado de manera comunicativa con el dispositivo de comunicación personal que permite la comunicación bidireccional, en el que el sistema de diagnóstico a bordo captura los datos del vehículo.

10. El sistema (400) para el pronóstico en tiempo real del vehículo (403) de la reivindicación 9, en el que el acelerómetro de tres ejes (401) orientado arbitrariamente está configurado para capturar una condición de la carretera y un comportamiento del conductor utilizando una tasa de muestreo entre 4 Hertzios (Hz) a 10 Hertzios (Hz).

11. El sistema (400) para el pronóstico en tiempo real del vehículo (403) de la reivindicación 10, en el que la condición de la carretera capturada por el acelerómetro de tres ejes (401) se analiza estadísticamente en combinación con una energía de sacudida en un espectro de vibración de tiempo de asentamiento del vehículo (403) para clasificar anomalías de la carretera.

12. El sistema (400) para el pronóstico en tiempo real del vehículo (403) de la reivindicación 9, en el que el pronóstico en tiempo real utiliza al menos un modelo de análisis predictivo para determinar el pronóstico en tiempo real para el vehículo (403).

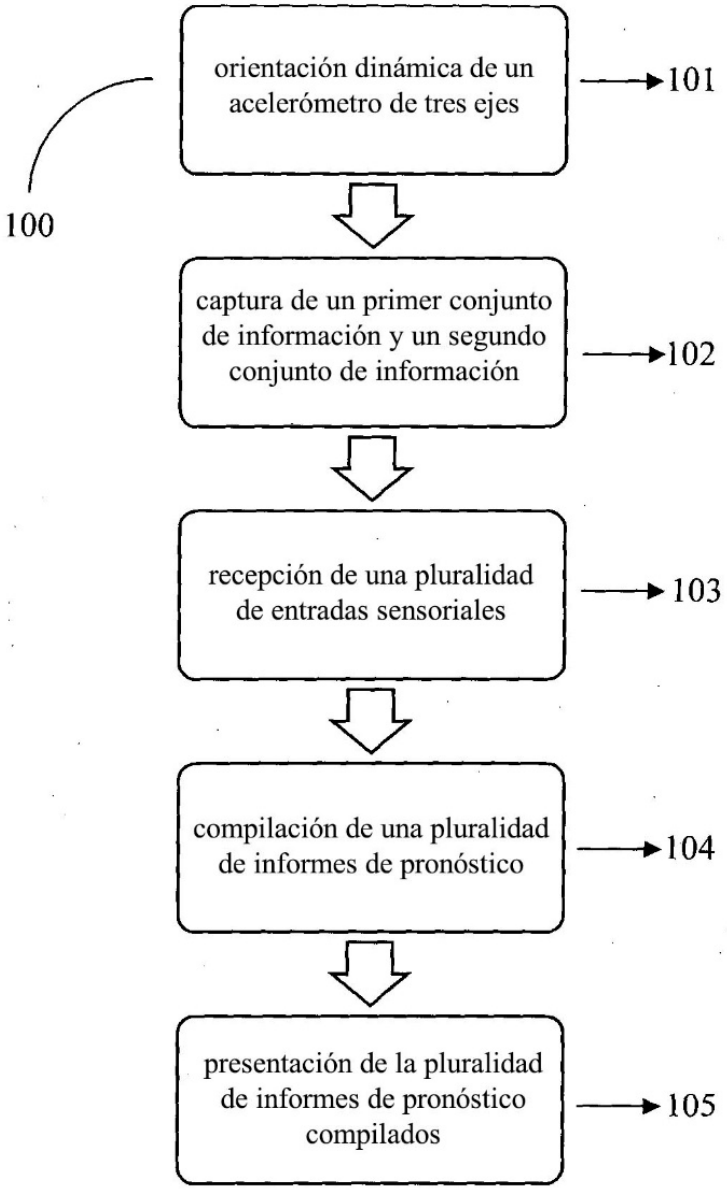
100
orientación dinámica de un acelerómetro de tres ejes
101
captura de un primer conjunto de información y un segundo conjunto de información
102
recepción de una pluralidad de entradas sensoriales
103
compilación de una pluralidad de informes de pronóstico
104
presentación de la pluralidad de informes de pronóstico compilados
105

FIGURA 1

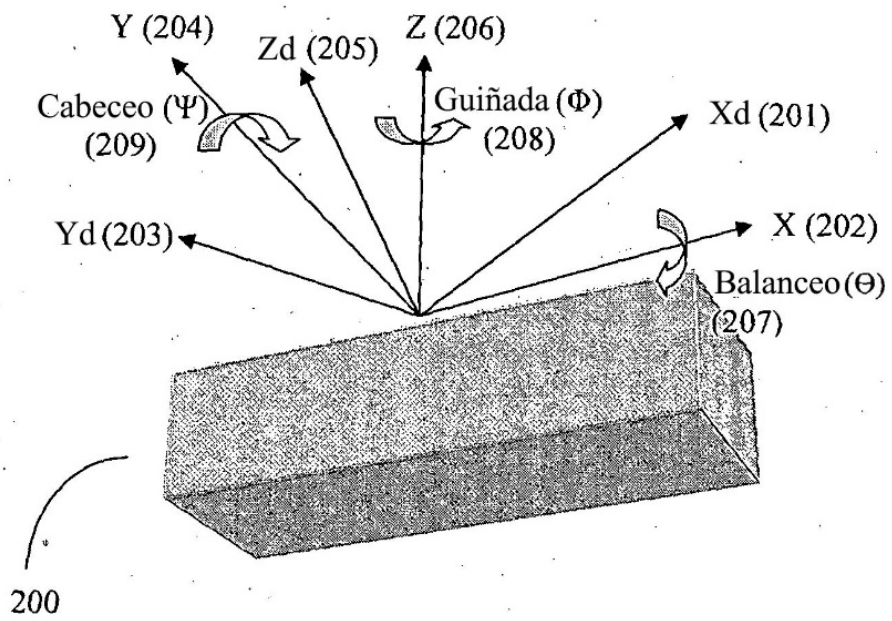
Y (204)
Zd (205)
Z (206)
Cabeceo (Ψ)
(209)
Guiñada (Φ)
(208)
Xd (201)
Yd (203)
X (202)
Balanceo (Θ)
(207)
200

FIGURA 2

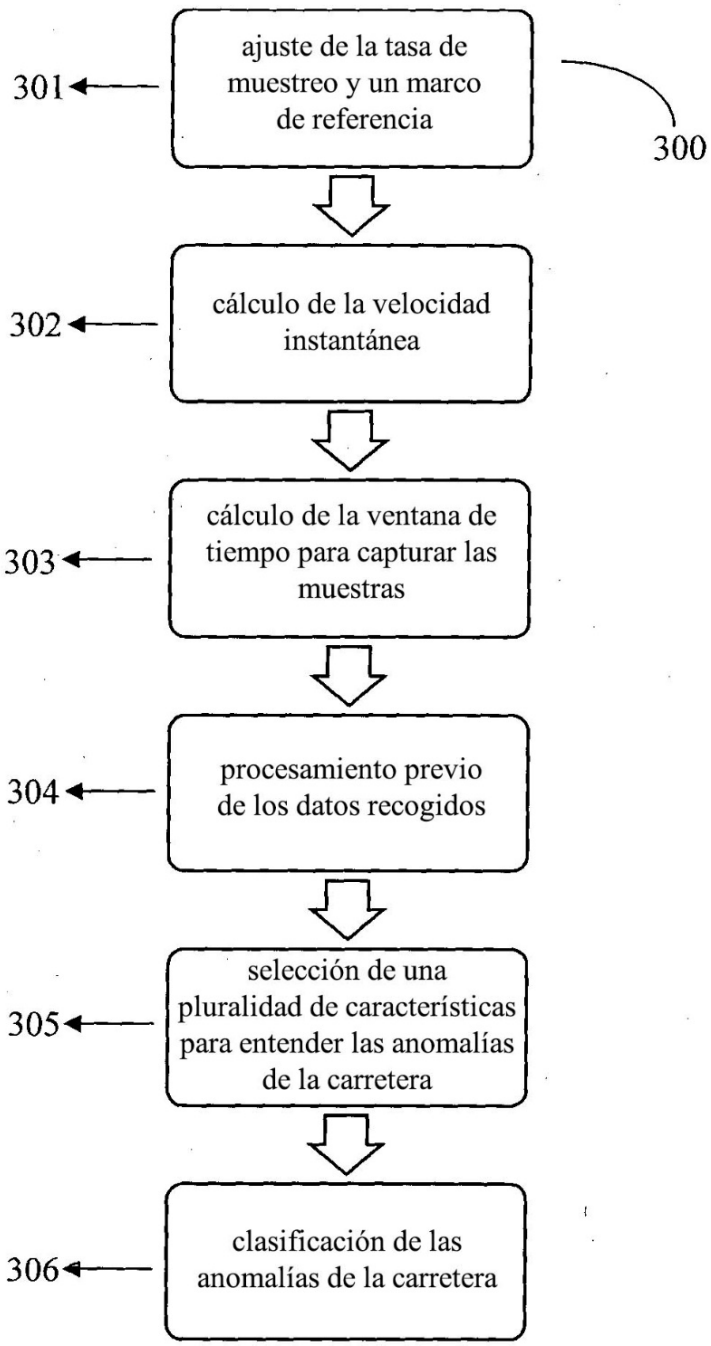
ajuste de la tasa de muestreo y un marco de referencia
301
300
cálculo de la velocidad instantánea
302
cálculo de la ventana de tiempo para capturar las muestras
303
procesamiento previo de los datos recogidos
304
selección de una pluralidad de características para entender las anomalías de la carretera
305
clasificación de las anomalías de la carretera
306

FIGURA 3

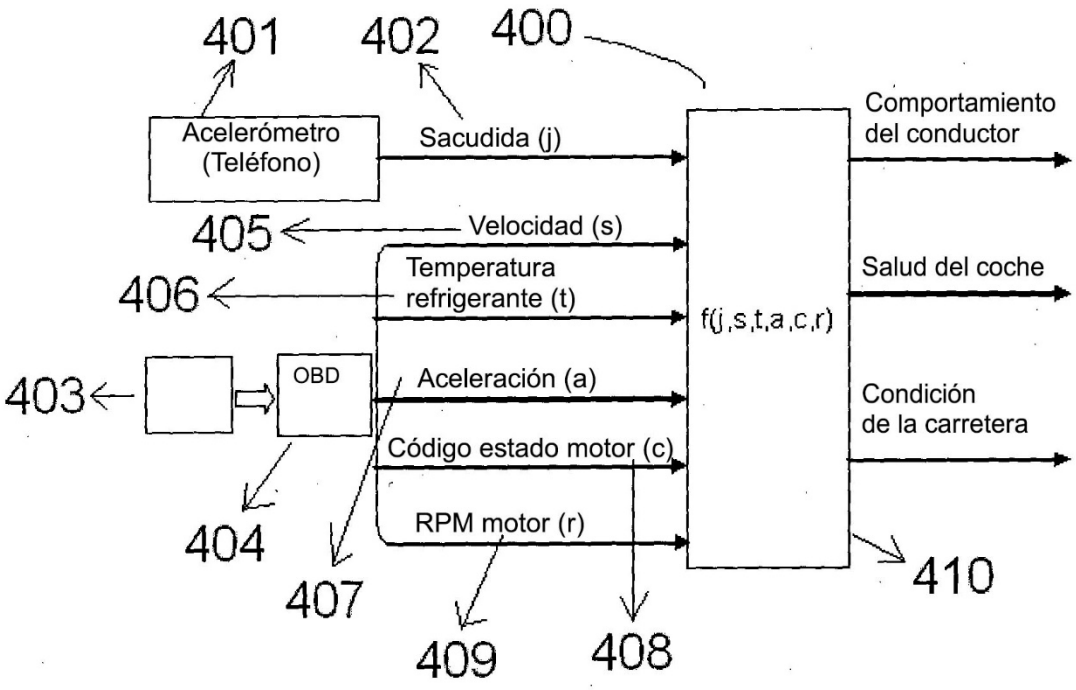
401
402
400
Acelerómetro
(Teléfono)
Sacudida (j)
Comportamiento
del conductor
405
Velocidad (s)
406
Temperatura
refrigerante (t)
Salud del coche
f(j,s,t,a,c,r)
403
OBD
Aceleración (a)
Condición
de la carretera
Código estado motor (c)
404
RPM motor (r)
407
410
409
408

FIGURA 4