

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 683**

51 Int. Cl.:

G01C 21/16 (2006.01)

G01P 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.06.2015 PCT/FI2015/050478**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.01.2016 WO16005657**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2015 E 15742335 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020 EP 3167246**

54 Título: **Generación de estimación de la gravedad de la Tierra**

30 Prioridad:

08.07.2014 FI 20145661

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

24.03.2021

73 Titular/es:

HELSINGIN, YLIOPISTO (100.0%)

PL 33

00014 Helsingin Yliopisto, FI

72 Inventor/es:

HEMMINKI, SAMULI;

NURMI, PETTERI y

TARKOMA,SASU

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 813 683 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

Generación de estimación de la gravedad de la Tierra

Campo técnico

5 La invención se refiere, en general, al campo técnico de los sistemas de medición. Especialmente, la invención se refiere a la determinación de la gravedad de la Tierra.

Antecedentes de la Invención

10 El desarrollo de técnicas de sensores, así como también su utilización en diferentes contextos, ha permitido formas más sofisticadas para obtener y generar información de los objetos. Un área de aplicación importante de los sensores es la supervisión del movimiento de un objeto, tal como un dispositivo móvil. El monitoreo proporciona información por medio de la cual es posible derivar múltiples tipos de información, tal como información sobre el movimiento de un dispositivo.

El documento US 2013/0106697 A1 desvela un sistema y un procedimiento para mejorar la detección de la orientación en un dispositivo móvil mediante el uso de datos de acelerómetros, giroscopios y magnetómetros.

15 La determinación de la información de movimiento en los dispositivos se lleva a cabo tradicionalmente mediante la utilización de información de posicionamiento, por ejemplo, del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). La idea detrás de los sistemas basados en GPS es que, al analizar el cambio de posición del dispositivo, se puede llegar a algunas conclusiones sobre el movimiento. Sin embargo, los sistemas basados en GPS tienen muchos inconvenientes. En primer lugar, los receptores GPS experimentan un alto consumo de energía, lo cual es un problema con los dispositivos móviles. En segundo lugar, el dispositivo móvil debe "ver" una cantidad de satélites para recibir suficiente información para determinar su posición. Esto no es posible en interiores y, por lo tanto, la determinación del movimiento falla. Además, las soluciones actuales basadas en GPS proporcionan una precisión modesta cuando se requiere una distinción detallada, por ejemplo, de modos de transporte basados en información de movimiento.

25 Debido a los inconvenientes de los sistemas basados en GPS, se desarrollan otras soluciones basadas en sensores para detectar el movimiento de un dispositivo. Las soluciones típicamente se basan en la utilización de sensores de acelerómetro. Por medio del análisis de la información del sensor, se puede derivar la conclusión sobre el movimiento, al menos con cierta precisión. Sin embargo, el problema con los sensores del acelerómetro es que están afectados por la gravedad de la Tierra y, por lo tanto, la información de medición comprende una fuente de error. En algunas implementaciones actuales en la técnica el componente de gravedad de la Tierra se tiene en cuenta de manera ventajosa, cuando se determina que el dispositivo es estacionario o se usa la media de la medición del acelerómetro sobre una ventana. El primero depende de períodos estacionarios frecuentes, mientras que el segundo tiene poca precisión con la aceleración continua. Una técnica alternativa es usar la norma L2 de la medición del acelerómetro. Incluso en ese caso, los valores de aceleración de la norma L2 están dominados por la gravedad de la Tierra y, por lo tanto, enmascaran efectivamente la aceleración horizontal, que es un parámetro importante, por ejemplo, en el transporte motorizado.

35 En algunas soluciones se desarrolla una combinación del sistema basado en GPS y el sistema basado en sensor de acelerador, pero los inconvenientes mencionados permanecen, ya que las soluciones son distintas entre sí.

40 Vale la pena mencionar que, además de la gravedad de la Tierra, otros factores relacionados con la aceleración, tal como la orientación dinámica de un dispositivo con respecto a una entidad en la cual viaja el dispositivo, provocan desafíos. En otras palabras, se debe tener en cuenta cualquier llamada fuerza externa, además de los efectos que se originan del movimiento del dispositivo en sí, para determinar resultados computacionales precisos con respecto a la determinación del componente de gravedad.

45 Por lo tanto, es necesario desarrollar una solución para mejorar la precisión de los sistemas de medición de la técnica anterior. Especialmente, sería ventajoso determinar de manera sofisticada un componente de gravedad, de manera que este tenga en cuenta una gran cantidad de fuerzas que afectan el aparato, es decir, los sensores, y utilizar la información de gravedad estimada en cualquier necesidad adicional, tal como en el reconocimiento de movimiento de un aparato.

Breve Descripción de la Invención

50 Un objetivo de la invención es presentar un procedimiento, un aparato y un producto de programa de ordenador para determinar una estimación de la gravedad de la Tierra. Otro objetivo de la invención es que el procedimiento, el aparato y el producto de programa de ordenador para determinar una estimación de la gravedad de la Tierra tengan en cuenta los cambios en la orientación de un objeto.

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un procedimiento para generar una estimación de la gravedad de la Tierra de acuerdo con la reivindicación 1.

La estimación de la gravedad de la Tierra se puede generar mediante la determinación de una media de los valores

de los datos de aceleración durante el período de tiempo en cuestión.

La estimación de la gravedad de la Tierra entre esos dos períodos de tiempo, cuyos valores de estabilidad determinados están por debajo de los valores umbral correspondientes, se puede generar mediante la interpolación de los valores de los datos de aceleración entre los dos períodos de tiempo.

- 5 El procedimiento puede comprender, además: comparar la estimación de la gravedad de la Tierra generada mediante la interpolación con al menos una estimación de la gravedad de la Tierra generada a través de una comparación del valor de estabilidad con un valor umbral para detectar estimaciones desviadas.

10 El valor umbral se puede ajustar en respuesta a una determinación de que el valor de estabilidad está por debajo del valor umbral durante el período de tiempo en cuestión. El ajuste del valor umbral se puede llevar a cabo mediante el aumento del valor umbral en un factor predeterminado. Alternativa o adicionalmente, el ajuste del valor umbral se puede llevar a cabo al ajustar un valor de estabilidad anterior que esté por debajo del valor umbral a un nuevo valor umbral.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un aparato para generar una estimación de la gravedad de la Tierra de acuerdo con la reivindicación 9.

- 15 El aparato se puede configurar para generar la estimación de la gravedad de la Tierra mediante la determinación de una media de los valores de los datos de aceleración durante el período de tiempo en cuestión.

20 El aparato se puede configurar, además, para generar la estimación de la gravedad de la Tierra entre esos dos períodos de tiempo, cuyos valores de estabilidad determinados están por debajo de los valores umbral correspondientes, mediante la interpolación de los valores de los datos de aceleración entre los dos períodos de tiempo.

El aparato se puede configurar, además, para: comparar la estimación de la gravedad de la Tierra generada mediante la interpolación con al menos una estimación de la gravedad de la Tierra generada a través de una comparación del valor de estabilidad con un valor umbral para detectar estimaciones desviadas.

- 25 El aparato se puede configurar para ajustar el valor umbral en respuesta a una determinación de que el valor de estabilidad está por debajo del valor umbral durante el período de tiempo en cuestión. Además, el aparato se puede configurar para llevar a cabo el ajuste del valor umbral mediante el aumento del valor umbral en un factor predeterminado. Alternativa o adicionalmente, el aparato se puede configurar para llevar a cabo el ajuste del valor umbral al establecer un valor de estabilidad anterior que esté por debajo del valor umbral en un nuevo valor umbral.

El aparato puede comprender al menos un sensor de aceleración y al menos un giroscopio.

- 30 De acuerdo con un tercer aspecto, se proporciona un producto de programa de ordenador de acuerdo con la reivindicación 17.

Las realizaciones ilustrativas de la invención presentadas en esta solicitud de patente no se deben interpretar como que plantean limitaciones a la aplicabilidad de las reivindicaciones adjuntas. El verbo "comprender" se usa en esta solicitud de patente como una limitación abierta que no excluye la existencia de características también no planteadas.

- 35 Las características mencionadas en las reivindicaciones dependientes son libre y mutuamente combinables a menos que se indique lo contrario de forma explícita.

Las características novedosas que se consideran características de la invención se exponen en particular en las reivindicaciones adjuntas. La invención en sí misma, no obstante, tanto en su construcción y su procedimiento de operación, junto con los objetos adicionales y sus ventajas, se entenderán mejor a partir de la siguiente descripción de las realizaciones específicas cuando se lea en conexión con los dibujos adjuntos.

- 40

Breve descripción de las figuras

Las realizaciones de la invención se ilustran a manera de ejemplo, y no como a manera de limitación, en las figuras de los dibujos adjuntos.

La figura 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un aparato de acuerdo con la invención.

- 45 La figura 2 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un procedimiento de acuerdo con la invención.

La figura 3 ilustra esquemáticamente una etapa del procedimiento con más detalle.

Descripción de algunas realizaciones

- 50 La figura 1 ilustra esquemáticamente, como un ejemplo, un aparato 100 de acuerdo con la invención. El aparato 100 comprende uno o más procesadores 110, una o más memorias 120 que pueden ser volátiles o no volátiles para almacenar porciones del código de programa de ordenador 121a-121n. El aparato también puede comprender un

5 primer y un segundo sensor, en los que el primer sensor se configura para medir la aceleración 130 y el segundo sensor 140 se configura para medir la orientación. El sensor de aceleración 130, es decir, el primer sensor, puede ser cualquier tipo aplicable de sensor de aceleración adecuado para medir la aceleración en tres dimensiones espaciales (3D). Alternativamente, la medición de la aceleración se puede disponer con más de un acelerador de tipo 2D. El sensor de orientación 140, es decir, el segundo sensor, puede ser, por ejemplo, un giroscopio dispuesto en el aparato 100. En la figura 1 se desvela que los sensores están dispuestos en el aparato, pero también se puede disponer que los sensores no sean partes físicas del aparato, sino que se puedan acoplar comunicativamente al aparato y a un objeto cuyo movimiento se configura para ser monitoreado. La comunicación entre el procesador 110, la memoria 120 y los sensores 130, 140 se puede disponer internamente, por ejemplo, a través de un bus de datos dispuesto en el aparato 100.

15 El procesador 110 del aparato 100 se configura para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con la presente invención como se describirá. Además, el procesador 110 se puede configurar para controlar la operación del aparato 100. El control se puede lograr mediante la disposición del procesador 110 para ejecutar al menos una porción del código de programa de ordenador 121a-121n almacenado en la memoria 120, lo que provoca las operaciones de control por parte del procesador 110. De esta manera, el procesador 110 se dispone para acceder a la memoria 120 y recuperar y almacenar cualquier información a partir ella o en ella. Además, el procesador 110 se puede configurar para controlar las operaciones de medición de los sensores 130, 140 y obtener información de los sensores. El procesador 110 también se puede configurar para controlar un almacenamiento de información generada. Con el fin de la claridad, el procesador en la presente descripción se refiere a cualquier unidad adecuada para procesar información y controlar la operación del aparato, entre otras tareas. Las operaciones mencionadas se pueden implementar, por ejemplo, con una solución de microcontrolador con software incorporado.

25 En dependencia del tipo del aparato, el aparato puede comprender, además, una interfaz de usuario para interactuar con un usuario y una interfaz de comunicación para comunicarse con cualquier entidad externa. Naturalmente, se aplica cualquier forma conocida de proporcionar la energía necesaria dentro del aparato, tal como disponer una batería en el aparato o proporcionar la potencia desde una fuente externa de energía. Además, se puede disponer en el aparato 100 un reloj interno para proporcionar una señal de reloj en el aparato, o se puede traer desde una fuente externa de señal de reloj.

30 Algunos ejemplos no limitativos de un aparato 100 como se describe pueden ser un dispositivo de comunicación móvil, una tableta, un ordenador portátil, un ordenador de pulsera, un circuito específico que se puede conectar a otros aparatos, dispositivos o sistemas, etc.

35 A continuación, se describe un ejemplo de un procedimiento de acuerdo con la invención con referencia a la figura 2. En una primera fase, un aparato como se describió se configura para obtener valores de medición de los sensores 210. Los valores de medición comprenden al menos valores de los datos de aceleración de uno o más aceleradores y valores de los datos de orientación de uno o más giroscopios. Los valores de medición se pueden obtener continuamente o durante cierto período de tiempo. No obstante, un análisis para los datos de medición obtenidos se lleva a cabo en los valores de los datos durante un período de tiempo predeterminado. Los valores de los datos de orientación obtenidos están configurados para ser manipulados de manera que se genere una magnitud del cambio de orientación 220. La magnitud del cambio de orientación en la presente descripción se refiere a la información que tiene en cuenta el cambio general en la orientación del aparato sobre la base de la información de medición del giroscopio. La manipulación se lleva a cabo ventajosamente para medir los valores de los datos obtenidos durante el período de tiempo predeterminado uno a uno. La magnitud del cambio de orientación durante el período de tiempo predeterminado se puede determinar, por ejemplo, al calcular primero una media de los valores de los datos para el cambio de orientación y luego tomar una norma L2 del valor medio para determinar la magnitud del cambio de orientación para el período de tiempo.

45 En la siguiente fase, se determina un valor de estabilidad para el aparato 230, cuyo movimiento se evalúa. Por medio del valor de estabilidad, el cual indica la estabilidad del aparato durante el período de tiempo en cuestión, es posible determinar un tipo de movimiento que experimenta el aparato 100 en cuestión durante el período de tiempo predeterminado. De acuerdo con la presente invención, el valor de estabilidad se deriva de los valores de los datos de aceleración obtenidos y la magnitud del cambio de orientación se deriva de los valores de los datos de orientación. De acuerdo con una realización de la invención, como se representa en la figura 3, el valor de estabilidad se puede determinar 230 al sumar al menos lo siguiente: la desviación estándar de los valores de los datos de aceleración durante el período de tiempo 310, diferencia en la media de los valores de los datos de aceleración durante el período de tiempo 320, magnitud del cambio de orientación a partir de los valores de los datos de orientación durante el período de tiempo 330. El uno o más procesadores dentro del aparato están configurados ventajosamente para llevar a cabo la determinación del valor de estabilidad como se describió.

60 En algunas implementaciones de la invención los valores de los datos mencionados usados en la determinación del valor de estabilidad están configurados para ser ponderados. Un ejemplo de la ponderación puede ser que la desviación estándar de los valores de los datos de aceleración reciba un peso del 20 %, la diferencia en la media de los valores de los datos de aceleración reciba un peso del 60 % y la magnitud del cambio de orientación a partir de los valores de los datos de orientación recibe un peso del 20 %. El peso se puede ajustar, por ejemplo, de acuerdo con un área de utilización de la invención, por ejemplo. La ponderación permite la normalización de los valores

mencionados en la misma escala.

La determinación del valor de estabilidad 230 como se describe es ventajosa debido a que permite la distinción entre información de aceleración relevante e información de aceleración de ruido. En otras palabras, la determinación mencionada proporciona una herramienta para identificar dos fuentes principales de errores de estimación de la gravedad, específicamente, los períodos de giro cuando el acelerómetro se ve afectado por una fuerza centrípeta casi constante y los períodos de aceleración sostenida o de frenado cuando el acelerómetro se ve afectado por una aceleración horizontal constante. Esto se logra al tener en cuenta la magnitud del cambio de orientación a partir de los valores de los datos de orientación obtenidos de un giroscopio, además de las derivadas de los valores de los datos de aceleración.

De regreso a la figura 2, el valor de estabilidad determinado se configura para ser comparado con un valor umbral 240, el cual se ajusta durante la estimación de la gravedad. De acuerdo con una realización, el ajuste se puede llevar a cabo mediante la modificación del umbral existente con un factor predeterminado, tal como con un valor porcentual. El ajuste también se puede llevar a cabo de manera que el factor predeterminado se determine durante el tiempo de ejecución del procedimiento, es decir, la estimación de la gravedad de la Tierra, de acuerdo con la invención. Por ejemplo, se puede disponer de manera que se controle el movimiento y se defina el factor predeterminado de acuerdo con el movimiento monitoreado, cuando se evalúa al menos un parámetro relacionado con el movimiento. Alternativa o adicionalmente, el ajuste se puede disponer de manera que el valor umbral se establezca inicialmente en algún valor, por ejemplo, al dar el valor de estabilidad determinado que se determina a partir de los valores de los datos del primer período de tiempo. Como el siguiente valor de estabilidad se determina para el siguiente período de tiempo, el nuevo valor de estabilidad se compara con el valor de estabilidad anterior, el cual se establece como el valor umbral. El ajuste puede continuar mientras el aparato esté en movimiento, por ejemplo, o también es posible establecer algunos criterios adicionales para el ajuste. Al ajustar el umbral de manera adaptativa, es posible conocer al menos algunos factores de ruido de inercia que se originan, por ejemplo, a partir del tipo de vehículo, las condiciones de la carretera y el tráfico y el comportamiento del usuario. Por lo tanto, al ajustar el umbral es posible generar una estimación de la gravedad de alta calidad, como es y será discutido en la presente descripción.

La etapa de comparación 340 se configura para implementarse de manera que, si el valor de estabilidad determinado está por encima del valor umbral, se concluye que el aparato no está en tal movimiento, tal como en movimiento constante o estacionario, esa estimación de la gravedad se puede generar y el procedimiento continúa (ver la flecha de regreso a la etapa 210). Por el contrario, si la comparación indica que el aparato está en constante movimiento o estacionario, o al menos dentro de los límites de esta sobre la base de la comparación, se puede generar una estimación de la gravedad de la Tierra 250.

La generación de la estimación de la gravedad de la Tierra que afecta al aparato durante el período de tiempo se configura para determinarse 250 sobre la base de los valores de los datos de aceleración, si la comparación indica que el valor de estabilidad determinado del aparato está por debajo del valor umbral. De acuerdo con una realización de la invención, la estimación de la gravedad de la Tierra se genera mediante la determinación de una media de los valores de los datos de aceleración durante el mismo período de tiempo para el cual se determina 230 el valor de estabilidad.

De acuerdo con una realización de la invención, el procedimiento comprende una etapa en la que se tienen en cuenta múltiples resultados de comparación en la generación de la estimación de la gravedad de la Tierra. Es decir, como ya se mencionó, la determinación del valor de estabilidad es un procedimiento continuo y se configura para llevarse a cabo secuencialmente durante una ventana de tiempo predeterminada, es decir, un período de tiempo, tal como 1 s. La comparación de la pluralidad de valores de estabilidad determinados para múltiples períodos de tiempo puede indicar que solo algunos de los períodos de tiempo comprenden dichos valores de los datos que son adecuados para la estimación de la gravedad. En otras palabras, durante un tiempo total en el que se lleva a cabo el procedimiento puede haber múltiples valores de estabilidad y, por lo tanto, períodos de tiempo que cumplen los criterios establecidos para la comparación. En tal situación, es posible elegir los valores de aceleración que pertenecen a los marcos de tiempo en los cuales el valor de estabilidad cumple con los criterios y así determinar una estimación de la gravedad, por ejemplo, al tomar una media de los valores de aceleración elegidos. Además, es posible determinar una estimación de la gravedad también para tales períodos de tiempo cuyos valores de estabilidad no cumplieron con los criterios establecidos para la comparación. Específicamente, la estimación de la gravedad para tales períodos de tiempo se puede derivar mediante la interpolación de una estimación de la gravedad para dichos períodos de tiempo sobre la base de los valores de gravedad estimados que se originan a partir de dichos períodos de tiempo en los que el criterio establecido para la comparación, es decir, que el valor de estabilidad está por debajo del valor umbral, se cumple. En otras palabras, las estimaciones de la gravedad de la Tierra obtenidas del período de tiempo exitoso anterior y del período de tiempo exitoso posterior, de acuerdo con una realización de la invención, se pueden usar en la interpolación. De esta manera, es posible generar la estimación de la gravedad de la Tierra para todo el tiempo monitoreado.

La estimación interpolada de la gravedad también proporciona una herramienta para detectar estimaciones desviadas de los valores de gravedad de todo el conjunto de estimaciones. Específicamente, dado que la estimación interpolada proporciona matemáticamente un valor, cuya fiabilidad es mayor que la fiabilidad de una estimación derivada mediante el procedimiento como se representa en la figura 2, la estimación interpolada de la gravedad de la Tierra se puede usar para detectar los valores de estimación de gravedad desviados. Por ejemplo, simplemente al comparar el valor

interpolado con cada uno de los valores de estimación generados es posible mejorar el resultado, por ejemplo, al ignorar automáticamente tal estimación que se desvía sobre un límite predeterminado del valor interpolado. La ventaja de detectar las estimaciones desviadas es que, de esta manera, es posible eliminar aquellos valores de los datos que se originan, por ejemplo, a partir de la fuerza centrípeta que está experimentando el aparato.

5 La interpolación se puede implementar, por ejemplo, de manera que, a partir de los valores del giroscopio, se derive un nuevo valor de interpolación con una matriz de rotación ventana por ventana. El término "ventana" se refiere en la presente descripción a un período de tiempo. El valor de interpolación está limitado con dos heurísticas: a) el cambio en los valores de gravitación provocado por la rotación no puede ser mayor que el cambio real en los valores de aceleración durante la ventana, y b) al nuevo valor de interpolación no se le permite aumentar una distancia del valor interpolado anterior en comparación con los valores del acelerador. Al usar estas dos limitaciones, es posible filtrar los valores de los datos obtenidos del giroscopio. La calidad de las estimaciones de gravedad interpoladas, por ejemplo, se puede evaluar al comparar mutuamente los valores interpolados, cuando la interpolación se inicia a partir de las estimaciones de gravedad definidas en ambos extremos de la ventana que se interpola. La interpolación de esta manera permite la utilización de los sensores básicos y tiene en cuenta un entorno ruidoso/dinámico en el que se determinan las estimaciones de gravedad.

Vale la pena mencionar que el período de tiempo, es decir, la ventana de tiempo, durante el cual se determina el valor de estabilidad, se puede ajustar para una necesidad. Por ejemplo, la ventana de tiempo se puede ajustar de acuerdo con un patrón de acelerómetro esperado, de manera que, si se espera que haya giros y maniobras bruscas en el movimiento monitoreado, se puede establecer una ventana de tiempo más corta, y si se esperan realizaciones de movimiento prolongado, se puede establecer una ventana de tiempo más larga. Adicionalmente, la velocidad de muestreo de los valores de los datos obtenidos de los sensores se puede ajustar, lo que proporciona más o menos valores de los datos para la ventana de datos. Esto también se puede disponer de manera similar al ajuste de la ventana de tiempo.

Como ya se ha mencionado, la estimación de la gravedad generada se puede utilizar para determinar la información de movimiento del aparato. Más específicamente, esta permite una estimación más sofisticada de la aceleración lineal y, por lo tanto, por ejemplo, una mejor determinación del modo de transporte. La estimación de la gravedad generada se puede usar para eliminar el componente de aceleración provocado por la gravedad de la Tierra de los valores de los datos del acelerómetro y luego, mediante la proyección de las mediciones del acelerómetro eliminadas por la gravedad en el plano horizontal para obtener una estimación de la aceleración lineal general. La aceleración lineal, a su vez, es un facilitador importante para muchas aplicaciones de reconocimiento de actividad móvil y portátil, ya que permite separar el movimiento a lo largo de los planos horizontal y vertical y ayuda a superar la sensibilidad a la orientación del aparato. Por lo tanto, dado que la estimación de la gravedad es de alta calidad, es posible derivar valores de aceleración lineal más sofisticados, los cuales se pueden usar para múltiples fines, tal como para la determinación del modo de transporte. Además de la determinación del modo de transporte, el procedimiento y el aparato como se describieron se pueden utilizar en, pero no se limitan a, la evaluación del estilo de conducción un individuo, la evaluación del consumo de combustible, la navegación inercial, la evaluación del estado de la carretera, así como también la evaluación de la situación del tráfico en general. En términos generales, la generación de la estimación de la gravedad de la Tierra se puede aplicar en cualquier evaluación del movimiento de un objeto en el cual se acoplan los sensores mencionados y se obtienen los datos de medición.

La presente invención introduce un procedimiento novedoso e inventivo para estimar la gravedad de la Tierra al tener en cuenta los datos de aceleración y los datos de orientación. La ventaja de tener en cuenta los datos de orientación de la manera que se describió es que el impacto de cualquier fuerza centrípeta se puede mitigar en la estimación, entre otras cuestiones. Esto, a su vez, proporciona estimaciones mejoradas y se puede mejorar una precisión de cualquier dispositivo o sistema que utilice la gravedad de la Tierra estimada en cualquier área de aplicación. Con mayor especificidad, la estimación se determina para un objeto en el que están acoplados los sensores. En algunas implementaciones de la invención los sensores se encuentran dentro del aparato, pero esto no es un requisito previo de la invención como tal.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para generar estimaciones de la gravedad de la Tierra para períodos de tiempo secuenciales, en el que el procedimiento, llevado a cabo por un aparato (100), comprende para cada período de tiempo:
- 5 obtener (210) los valores de los datos de aceleración de al menos un sensor de aceleración (130) y los valores de los datos de orientación de al menos un giroscopio (140) durante un período de tiempo en cuestión, estando el al menos un sensor de aceleración (130) y el al menos un giroscopio (140) acoplados a un objeto, generar (220) una magnitud del cambio de orientación a partir de los valores de los datos de orientación, determinar (230) un valor de estabilidad para el objeto basado en los valores de los datos de aceleración y la magnitud del cambio de orientación generada a partir de los valores de los datos de orientación, indicando el valor de estabilidad la estabilidad durante el período de tiempo en cuestión,
- 10 comparar (240) el valor de estabilidad determinado con un valor umbral, en el que el valor umbral se ajusta para el período de tiempo en cuestión, generar (250) una estimación de la gravedad de la Tierra durante el período de tiempo en cuestión sobre la base de los valores de los datos de aceleración si la comparación indica que el valor de estabilidad determinado está por debajo del valor umbral.
- 15
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la estimación de la gravedad de la Tierra se genera mediante la determinación de una media de los valores de los datos de aceleración durante el período de tiempo en cuestión.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la estimación de la gravedad de la Tierra entre dos períodos de tiempo, cuyos valores de estabilidad determinados están por debajo de los valores umbral correspondientes, se genera mediante la interpolación de los valores de los datos de aceleración entre los dos períodos de tiempo.
- 20
4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que el procedimiento comprende, además: comparar la estimación de la gravedad de la Tierra generada mediante la interpolación con al menos una estimación de la gravedad de la Tierra generada a través de una comparación del valor de estabilidad con un valor umbral para detectar estimaciones desviadas.
- 25
5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el valor umbral se ajusta en respuesta a una determinación de que el valor de estabilidad está por debajo del valor umbral durante el período de tiempo en cuestión.
6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que el ajuste del valor umbral se lleva a cabo al aumentar el valor umbral en un factor predeterminado.
7. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que el ajuste del valor umbral se lleva a cabo al establecer un valor de estabilidad anterior que está por debajo del valor umbral en un nuevo valor umbral.
- 30
8. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el objeto es uno de los siguientes: el aparato (100) que comprende el al menos un sensor de aceleración (130) y el al menos un giroscopio (140); un objeto externo al aparato (100) en el cual se acoplan el al menos un sensor de aceleración (130) y el al menos un giroscopio (140).
- 35
9. Un aparato (100) para generar estimaciones de la gravedad de la Tierra durante períodos de tiempo secuenciales, el aparato (100) que comprende al menos un procesador (110); y al menos una memoria (120) que incluye un código de programa de ordenador, **caracterizado porque** el procesador se configura para hacer que el aparato (100) al menos lleve a cabo, para cada período de tiempo:
- 40 obtener los valores de los datos de aceleración de al menos un sensor de aceleración (130) y los valores de los datos de orientación de al menos un giroscopio (140) durante un período de tiempo en cuestión, el al menos un sensor de aceleración (130) y el al menos un giroscopio (140) que se acoplan a un objeto, generar una magnitud del cambio de orientación a partir de los valores de los datos de orientación, determinar un valor de estabilidad para el objeto basado en los valores de los datos de aceleración y la magnitud del cambio de orientación generada a partir de los valores de los datos de orientación, el valor de estabilidad indica la estabilidad durante el período de tiempo en cuestión,
- 45 comparar el valor de estabilidad determinado con un valor umbral en el que el valor umbral se ajusta para el período de tiempo en cuestión, generar una estimación de la gravedad de la Tierra durante el período de tiempo en cuestión sobre la base de los valores de los datos de aceleración, si la comparación indica que el valor de estabilidad determinado del objeto está por debajo del valor umbral.
- 50
10. El aparato (100) de la reivindicación 9, en el que el aparato (100) se configura para generar la estimación de la gravedad de la Tierra mediante la determinación de una media de los valores de los datos de aceleración durante el período de tiempo en cuestión.
- 55
11. El aparato (100) de la reivindicación 9, en el que el aparato se configura para generar la estimación de la gravedad

de la Tierra entre dos períodos de tiempo cuyos valores de estabilidad determinados están por debajo de los valores umbral correspondientes, mediante la interpolación de los valores de los datos de aceleración entre los dos períodos de tiempo.

5 12. El aparato (100) de la reivindicación 11, en el que el aparato (100) se configura para, además: comparar la estimación de la gravedad de la Tierra generada mediante la interpolación con al menos una estimación de la gravedad de la Tierra generada a través de una comparación del valor de estabilidad con un valor umbral para detectar estimaciones desviadas.

10 13. El aparato (100) de la reivindicación 9, en el que el aparato (100) se configura para ajustar el valor umbral en respuesta a una determinación de que el valor de estabilidad está por debajo del valor umbral durante el período de tiempo en cuestión.

14. El aparato (100) de la reivindicación 13, en el que el aparato (100) se configura para llevar a cabo el ajuste del valor umbral al aumentar el valor umbral en un factor predeterminado.

15 15. El Aparato (100) de la reivindicación 13, en el que el aparato (100) se configura para llevar a cabo el ajuste del valor umbral al establecer un valor de estabilidad anterior que está por debajo del valor umbral en un nuevo valor umbral.

16. El aparato (100) de cualquiera de las reivindicaciones 9-15, en el que el objeto es uno de los siguientes: el aparato (100) que comprende el al menos un sensor de aceleración (130) y el al menos un giroscopio (140); un objeto externo al aparato (100) en el cual se acoplan el al menos un sensor de aceleración (130) y el al menos un giroscopio (140).

20 17. Un producto de programa de ordenador, que comprende porciones de código de programa de ordenador configuradas para llevar a cabo cualquier procedimiento de las reivindicaciones 1-8 cuando al menos alguna porción del código de programa de ordenador se ejecuta en un dispositivo informático.

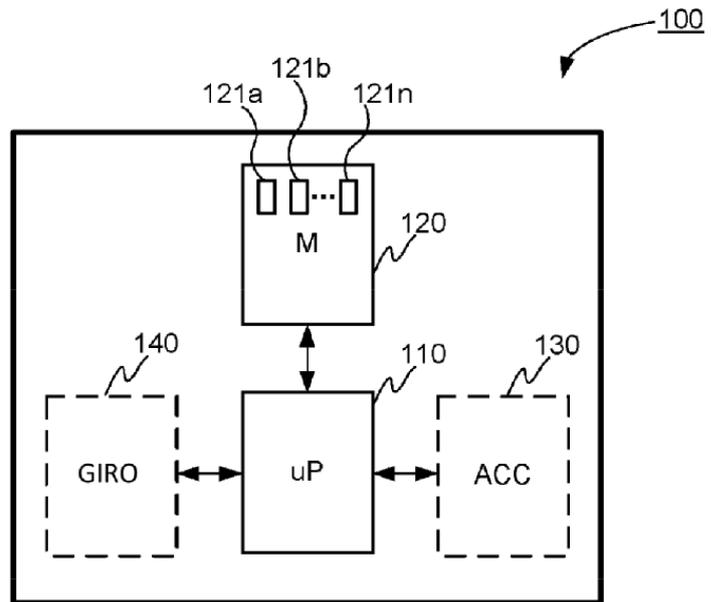


Figura 1

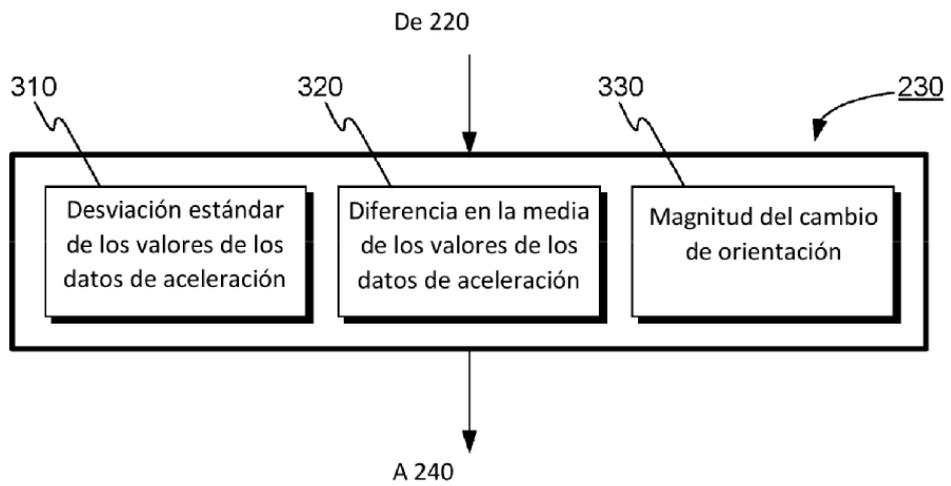


Figura 3

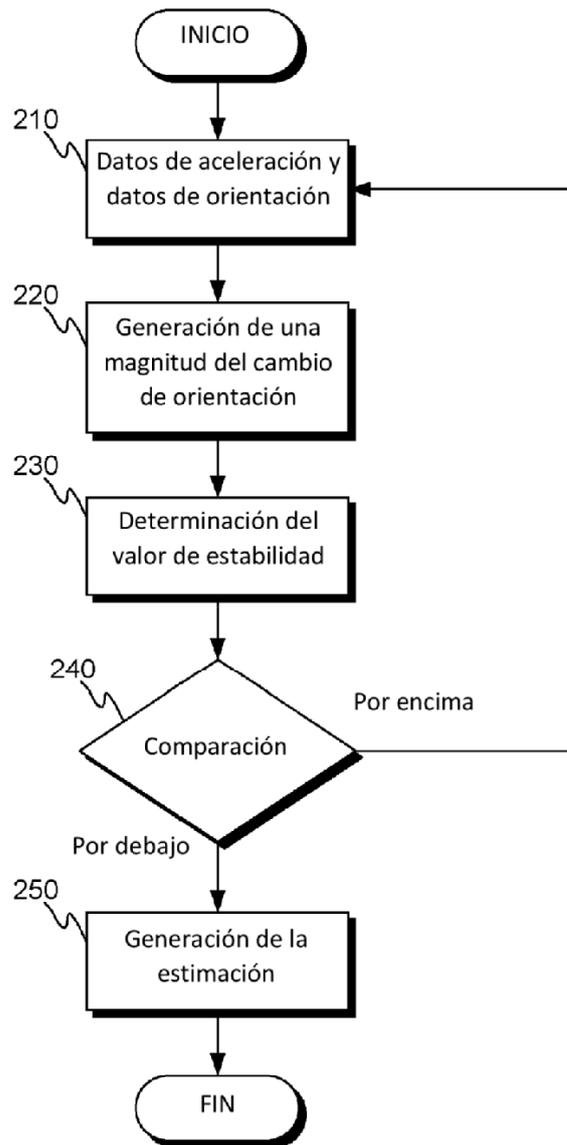


Figura 2