



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: 2 664 957

51 Int. Cl.:

G01C 21/16 (2006.01) G01C 19/00 (2013.01) G06F 1/32 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: 29.03.2011 PCT/US2011/030391

(87) Fecha y número de publicación internacional: 13.10.2011 WO11126861

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: 29.03.2011 E 11717360 (9)

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: 24.01.2018 EP 2553391

54 Título: Manera energéticamente eficiente de operar sensores de movimiento

(30) Prioridad:

28.03.2011 US 201113073621 29.03.2010 US 318746 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente: 24.04.2018

(73) Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%) 5775 Morehouse Drive San Diego, CA 92121, US

(72) Inventor/es:

KULIK, VICTOR

(74) Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

DESCRIPCIÓN

Manera energéticamente eficiente de operar sensores de movimiento

5 ANTECEDENTES

[0001] Los avances en la tecnología de comunicación inalámbrica han aumentado en gran medida la versatilidad de los dispositivos de comunicación inalámbrica actuales. Estos avances han permitido que los dispositivos de comunicación inalámbrica evolucionen desde sencillos teléfonos móviles y buscapersonas hasta sofisticados dispositivos informáticos capaces de una amplia variedad de funcionalidades tales como grabación y reproducción multimedia, planificación de eventos, procesamiento de textos, comercio electrónico, etc. Como resultado, los usuarios de los dispositivos de comunicación inalámbrica actuales son capaces de realizar una amplia gama de tareas desde un único dispositivo portátil que convencionalmente requerían múltiples dispositivos o bien equipos no portátiles más grandes.

15

20

25

30

40

45

50

10

[0002] Diversas aplicaciones de dispositivos móviles, tales como ayudas de navegación, guías de empresas, noticias locales y servicios meteorológicos, o similares, aprovechan el conocimiento de la posición del dispositivo. En aplicaciones que utilizan navegación inercial, se emplean sensores de movimiento tales como acelerómetros o giroscopios para determinar la posición del dispositivo. Los acelerómetros y los giroscopios generan datos correspondientes a la aceleración lineal y la velocidad de giro angular, respectivamente, en relación con un dispositivo supervisado. En algunas aplicaciones, estos datos se integran antes de su procesamiento posterior, por ejemplo, para calcular la velocidad a partir de los datos del acelerómetro o el ángulo de giro a partir de los datos del giroscopio. La integración de los datos de los sensores de movimiento normalmente implica la lectura y el procesamiento de datos de los sensores de movimiento a una velocidad sustancialmente alta (por ejemplo, 100 Hz), aumentando el consumo de energía del procesador y la carga del bus del circuito interintegrado (I2C). El documento "Nie, Qi, y otros, "High accuracy ins based on fiber optical gyroscope for AUV application" ("Sistema de navegación inercial de alta precisión basado en giroscopio de fibra óptica para aplicaciones AUV"). Electrónica industrial y aplicaciones, 2007, ICIEA 2007, 2ª conferencia de IEEE en IEEE, 2007", divulga un sistema de navegación inercial de alta precisión para una aplicación de vehículos subacuáticos autónomos. El cálculo de la navegación inercial implica dos procesos diferentes; en primer lugar la medición del giroscopio y el acelerómetro se integran a alta velocidad (300 Hz) en la estructura del cuerpo para proporcionar variaciones elementales de los ángulos y la velocidad, a continuación estas variaciones elementales se integran a una velocidad inferior (100Hz) para proporcionar posición, velocidad y ubicación.

35 SUMARIO

[0003] La presente divulgación se refiere a sistemas y procedimientos para operar sensores de movimiento de una manera energéticamente eficiente. La presente invención proporciona un aparato, de acuerdo con la reivindicación 1, un procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 5, y un programa informático, de acuerdo con la reivindicación 9. Además, características adicionales de la presente invención se exponen en las reivindicaciones dependientes.

[0004] Los elementos y/o técnicas descritos en el presente documento pueden proporcionar una o más de las siguientes capacidades, así como otras capacidades no mencionadas. El consumo de energía del sensor de movimiento puede reducirse. La carga del procesador y del bus de datos puede reducirse, liberando recursos para otras operaciones. Se pueden utilizar sensores de baja energía en lugar de sensores de movimiento que tienen un mayor costo y mayor consumo de energía. Si bien se ha descrito al menos un par de elemento/técnica-efecto, puede ser posible conseguir un efecto observado por medios distintos a los indicados, y un elemento/técnica observado puede no producir necesariamente el efecto observado.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0005]

- La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un sistema de telecomunicación inalámbrica.
 - La FIG. 2 es un diagrama de bloques de componentes de una estación móvil mostrada en la FIG. 1.
- La FIG. 3 es un diagrama de bloques funcional parcial de un sistema para gestionar el uso de recursos de un dispositivo de comunicación inalámbrica que emplea sensores de movimiento.
 - La FIG. 4 es un diagrama de flujo de bloques de un proceso de cálculo del ángulo de giro y/o la velocidad utilizando sensores de movimiento.
- Las FIG. 5-6 son diagramas de flujo de bloques de procesos respectivos de gestión del estado operativo de un giroscopio.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5

10

15

20

25

40

45

50

55

60

65

[0006] En el presente documento se describen técnicas para operar y utilizar sensores de movimiento de una manera eficiente en cuanto a recursos. En aplicaciones que utilizan datos de sensores de movimiento integrados, tales como la velocidad a partir de los datos de un acelerómetro o el ángulo de giro a partir de los datos de un giroscopio, la integración se descarga a los dispositivos de procesamiento en los sensores de movimiento. Así pues, en contraste con técnicas en las que un procesador principal muestrea datos de sensores de movimiento a una velocidad relativamente alta (por ejemplo, 100 Hz) y calcula los datos integrados, en su lugar una unidad de procesamiento puede muestrear datos integrados proporcionados por los sensores de movimiento a una velocidad inferior (por ejemplo, 1 Hz), reduciendo la carga del procesador y el consumo de energía y aumentando el ancho de banda disponible del bus I2C.

[0007] En un ejemplo que no es parte de la invención reivindicada, adicionalmente, con respecto a un giroscopio que opera en el contexto de una aplicación no inercial, se gestiona el estado operativo del giroscopio para reducir el consumo de energía del giroscopio. Un giroscopio se desactiva o se coloca en un modo de funcionamiento de baja energía (por ejemplo, un modo inactivo o de reposo) después de la calibración en varios casos. Por ejemplo, el giroscopio se coloca en un modo de baja energía cuando un dispositivo asociado con el giroscopio no está girando (es decir, de tal manera que el ángulo de giro es cero). Si otro sensor de movimiento, tal como un acelerómetro, un magnetómetro, etc., detecta que el dispositivo ha iniciado la rotación, el giroscopio se reactiva. El giroscopio también se coloca en un modo de baja energía cuando se produce la rotación del dispositivo, pero sensores de rotación que son más eficientes en términos de energía que el giroscopio, como por ejemplo un magnetómetro, pueden medir la rotación con un grado de precisión aceptable. Si el magnetómetro detecta una anomalía (por ejemplo, una anomalía magnética), el giroscopio se reactiva para asistir al magnetómetro. Mientras el giroscopio está en un modo inactivo o activándose desde un modo inactivo, se utilizan otros sensores de movimiento con menor consumo de energía, tales como acelerómetros o magnetómetros, para obtener información relacionada con el movimiento angular. Estas técnicas son solo ejemplos y no limitan la divulgación ni las reivindicaciones.

[0008] Con referencia a la FIG. 1, un sistema de comunicación inalámbrica 10 incluye estaciones transceptoras base (BTS) 24 dispuestas en celdas 12. Las BTS 24 proporcionan un servicio de comunicación para varios dispositivos de comunicación inalámbrica, denominados en el presente documento terminales de acceso móvil (AT) 14. Los dispositivos de comunicación inalámbrica que reciben servicio de una BTS 24 pueden incluir, pero no se limitan a, asistentes digitales personales (PDA) 16, teléfonos inteligentes 18, dispositivos informáticos 20 tales como ordenadores portátiles, de escritorio o tabletas, sistemas informáticos para automóviles 22, o similares.

[0009] El sistema 10 puede admitir el funcionamiento con múltiples portadoras (señales de forma de onda de diferentes frecuencias). Los transmisores de múltiples portadoras pueden transmitir señales moduladas simultáneamente en las múltiples portadoras. Cada señal modulada puede ser una señal de acceso múltiple por división de código (CDMA), una señal de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), una señal de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), una señal de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA), etc. Cada señal modulada se puede enviar en una portadora diferente y puede transportar datos piloto, información de cabecera, datos, etc.

[0010] La BTS 24 puede comunicarse de forma inalámbrica con los AT 14, incluyendo los dispositivos 16 a 22, en el sistema 10 a través de antenas. Una BTS 24 también se puede denominar una estación base, un punto de acceso, un nodo de acceso (AN), un nodo B, un nodo B evolucionado (eNB), etc. La BTS 24 está configurada para comunicarse con los AT 14 a través de múltiples portadoras. La BTS 24 puede proporcionar cobertura de comunicación para un área geográfica respectiva, aquí la celda 12. La celda 12 de la BTS 24 se puede dividir en múltiples sectores como una función de las antenas de la estación base.

[0011] El sistema 10 puede incluir solo macro estaciones base 24 o puede tener estaciones base 24 de diferentes tipos, por ejemplo, macro, pico y/o femto estaciones base, etc. Una macro estación base puede cubrir un área geográfica relativamente grande (por ejemplo, varios kilómetros de radio) y puede permitir el acceso sin restricciones a terminales con suscripción al servicio. Una pico estación base puede abarcar un área geográfica relativamente pequeña (por ejemplo, una picocelda) y puede permitir un acceso irrestricto por parte de los terminales con abono al servicio. Una femto estación base, o una estación base doméstica, puede abarcar un área geográfica relativamente pequeña (por ejemplo, una femtocelda) y puede permitir un acceso restringido por parte de terminales que estén asociados a la femtocelda (por ejemplo, terminales para usuarios en un hogar).

[0012] Los AT 14 pueden dispersarse por toda la celda 12. Los AT 14 pueden denominarse terminales, estaciones móviles, dispositivos móviles, equipos de usuario (UE), unidades de abonado, etc. Aunque varios dispositivos de ejemplo 16 a 22 se ilustran mediante la FIG. 1, también pueden utilizarse otros dispositivos como AT 14 en el sistema 10.

[0013] Con referencia también a la FIG. 2, un dispositivo móvil de ejemplo 14 comprende un sensor de movimiento 30 que incluye dispositivos de detección de movimiento tales como giroscopios 32, acelerómetros 42, etc., que obtienen datos relacionados con el movimiento del dispositivo móvil 14. Los giroscopios 32 miden el movimiento angular o la velocidad de giro del dispositivo móvil 14, por ejemplo, con respecto a los ejes de balanceo, cabeceo y/o guiñada. Los acelerómetros 42 miden la aceleración lineal del dispositivo móvil 14 con respecto a un sistema de coordenadas de la estructura del dispositivo (por ejemplo, un sistema de coordenadas x-y-z definido por los ejes de sensor del dispositivo móvil 14), un sistema de coordenadas de la estructura de La Tierra (por ejemplo, un sistema de coordenadas norte-este-abajo o n-e-d), etc. Además, los acelerómetros 42 miden la dirección de la aceleración de la gravedad con respecto al dispositivo móvil 14 para facilitar la identificación de la orientación del dispositivo móvil 14. Aquí, se ilustran tres giroscopios 32 y acelerómetros 42, cada uno de los cuales mide la aceleración a lo largo de un eje. De manera alternativa, se pueden utilizar giroscopios o acelerómetros multieje para medir la aceleración a lo largo de múltiples ejes dentro de una única unidad.

5

10

25

30

35

40

45

50

55

60

65

15 [0014] El sensor de movimiento 30 incluye además dispositivos de procesamiento, tales como ASIC 34 y 44, que están configurados para procesar datos obtenidos por los giroscopios 32 y los acelerómetros 42 a una velocidad de muestreo sustancialmente alta. Aquí, un primer ASIC 34 está asociado con los giroscopios 32 y un segundo ASIC 44 está asociado con los acelerómetros 42. También se podrían utilizar otros dispositivos de procesamiento y configuraciones de los dispositivos de procesamiento.

[0015] El dispositivo móvil 14 incluye además un magnetómetro (o brújula) 40. El magnetómetro 40 está configurado para proporcionar una indicación de la dirección, en tres dimensiones, del norte magnético con respecto al dispositivo móvil 14, por ejemplo, a un sistema de coordenadas del dispositivo móvil 14. El magnetómetro 40 también puede proporcionar una indicación de la dirección del norte verdadero con respecto al dispositivo móvil implementando uno o más algoritmos (por ejemplo, basados en la declinación magnética y/u otros factores de compensación) para relacionar el norte magnético con el norte verdadero. Los datos direccionales obtenidos por el magnetómetro 40 se utilizan para facilitar la determinación de la posición y/o la orientación del dispositivo móvil 14, ya sea con la asistencia de o independientemente del sensor de movimiento 30. Además, la velocidad de cambio de los datos direccionales medidos por el magnetómetro 40 se puede usar, con o sin asistencia de los acelerómetros 42, para emular un "giroscopio virtual" basado en las mediciones del magnetómetro.

[0016] El dispositivo móvil incluye adicionalmente un sistema informático 50 que incluye un procesador 52 que opera de acuerdo con un firmware 54 y una memoria 56 que incluye el software 58. Aquí, el procesador 52 es un dispositivo de hardware inteligente, por ejemplo, una unidad central de procesamiento (CPU) tal como las fabricadas por Intel® Corporation o AMD®, un microcontrolador, un ASIC, etc. La memoria 56 incluye medios de almacenamiento no transitorios tales como como memoria de acceso aleatorio (RAM) y memoria de solo lectura (ROM). De manera adicional o alternativa, la memoria 56 puede incluir una o más formas físicas y/o tangibles de medios de almacenamiento no transitorios que incluyen, por ejemplo, un disco flexible, un disco duro, un CD-ROM, un disco Blu-Ray, cualquier otro medio óptico, una EPROM, una FLASH-EPROM, cualquier otro chip o cartucho de memoria, o cualquier otro medio no transitorio desde el que un ordenador pueda leer instrucciones y/o código. La memoria 56 almacena el software 58, que es código de software ejecutable por ordenador y legible por ordenador que contiene instrucciones que están configuradas para, cuando se ejecutan, hacer que el procesador 52 realice diversas funciones descritas en el presente documento. De manera alternativa, el software 58 puede no ejecutarse directamente mediante el procesador 52 sino configurarse para hacer que el ordenador, por ejemplo, al compilarse y ejecutarse, realice las funciones.

[0017] El dispositivo móvil 14 emplea una interfaz 60 para facilitar la interacción entre el dispositivo móvil 14 y un usuario 62. Por ejemplo, la interfaz 60 puede incluir diversos dispositivos de entrada/salida (I/O) que permiten al usuario 62 proporcionar información a, o recibir información de, el dispositivo móvil 14. Ejemplos de dispositivos de I/O que pueden emplearse en la interfaz 60 incluyen una pantalla, altavoz, teclado, pantalla táctil o panel táctil, micrófono, etc. Además, la interfaz 60 puede comprender un bus (por ejemplo, un bus I2C, etc.) u otros medios para facilitar la transferencia de información y/o el control entre los componentes respectivos del dispositivo móvil 14, tales como el sensor de movimiento 30 y el sistema informático 50.

[0018] El dispositivo móvil 14, a través del sensor de movimiento 30 y el sistema informático 50, puede utilizar diversas aplicaciones para determinar la posición, la dirección y/o la velocidad del dispositivo móvil 14. Para algunas aplicaciones, los datos obtenidos por los giroscopios 32 y/o los acelerómetros 42 se integran. Por ejemplo, se realizan integraciones para calcular la velocidad delta a partir de datos del acelerómetro y/o para calcular el ángulo de giro a partir de datos del giroscopio. Estas integraciones generalmente ocurren a una velocidad alta, que consume grandes cantidades de energía de la CPU y otros recursos. Además, como los datos para estas integraciones se proporcionan a alta velocidad, se utiliza una cantidad significativa de ancho de banda del bus I2C en relación con las integraciones.

[0019] Para reducir el consumo de energía asociado con la integración de los datos del sensor de movimiento, las integraciones se realizan dentro de los ASIC del sensor 34 y 44. Como los ASIC del sensor 34 y 44 están

configurados convencionalmente para procesar datos a alta velocidad, la descarga de las integraciones de los datos del sensor a los ASIC del sensor 34 y 44 se puede conseguir con un impacto mínimo en el rendimiento del sensor de movimiento 30. Los ASIC del sensor 34 y 44 producen resultados de integración respectivos 36 y 46, que se muestrean mediante el sistema informático 50 a una velocidad relativamente baja. Reduciendo la velocidad a la que el sistema informático 50 realiza acciones relacionadas con el sensor de movimiento 30, se reduce el uso de recursos del sistema informático 50. La descarga de las integraciones de los datos del sensor a los ASIC del sensor 34 y 44 también reduce el consumo de ancho de banda de I2C asociado con el sistema informático 50, ya que las transferencias de datos de alta velocidad (por ejemplo, ángulo de giro, velocidad, etc.) asociadas con las integraciones no se realizan sobre el bus I2C.

10

15

20

25

5

[0020] El dispositivo móvil 14, a través del sensor de movimiento 30 y el sistema informático 50, puede operar para implementar un sistema para detección de movimiento eficiente en cuanto al uso de recursos, como se ilustra mediante la FIG. 3. Aquí, un módulo del sensor de velocidad de giro 70 (por ejemplo, implementado mediante giroscopio(s) 32) determina y genera información relacionada con la velocidad de giro del dispositivo móvil 14. Adicionalmente, un módulo del sensor de aceleración (por ejemplo, implementado mediante acelerómetro(s) 42) mide la aceleración del dispositivo móvil 14. Como se ha descrito anteriormente, el muestreo y la integración de los datos del sensor de movimiento en un sistema informático 50 del dispositivo móvil 14 da como resultado un alto grado de consumo de energía y una sobrecarga de recursos. Para mitigar esta sobrecarga, un módulo de integración de velocidad de giro 72 independiente del sistema informático 50 (por ejemplo, implementado mediante un ASIC del sensor 34 asociado con el o los giroscopios 32) del dispositivo móvil 14 puede integrar los datos de velocidad de giro basándose en mediciones mediante el módulo del sensor de velocidad de giro 70 con el fin de calcular el ángulo de giro del dispositivo móvil 14. Los datos de velocidad de giro integrados se recogen a continuación mediante un módulo de ángulo de giro y velocidad 80, a partir de los cuales el sistema informático 50 del dispositivo móvil 14 puede muestrear el ángulo de giro a una velocidad relativamente baja (por ejemplo, 1 Hz). Muestreando los datos de ángulo de giro a partir del módulo de ángulo de giro y velocidad 80 en lugar de calcular el ángulo de giro en el sistema informático 50, se reduce el número de operaciones realizadas por el sistema informático 50 asociadas con la obtención del ángulo de giro del dispositivo móvil 14 para aplicaciones en las que no se utilizan actualizaciones de alta velocidad del ángulo de

30

35

[0021] De manera similar, en el caso de aplicaciones que integran datos de aceleración para obtener información de velocidad correspondiente al dispositivo móvil 14, un módulo de integración de aceleración 76 integra los datos de aceleración (por ejemplo, utilizando un ASIC del sensor 44 asociado con acelerómetro(s) 42) para obtener la velocidad del dispositivo móvil 14. Esta información de velocidad se proporciona entonces al módulo de ángulo de giro y velocidad 80 donde puede muestrearse mediante el sistema informático 50 del dispositivo móvil 14 a una velocidad que es sustancialmente más lenta que la velocidad a la que el módulo de sensor de aceleración 74 obtiene muestras de aceleración y la velocidad a la que el módulo de integración de aceleración 76 realiza cálculos. La velocidad a la que se muestrea la velocidad a partir del módulo de ángulo de giro y velocidad 80 puede ser la misma que, o diferente de, la velocidad a la que se muestrea el ángulo de giro.

40

45

50

[0022] Para mejorar la precisión de la integración mediante el módulo de integración de velocidad de giro 72, un usuario 62 puede predeterminar y/o configurar varias propiedades de los datos proporcionados por el módulo del sensor de velocidad de giro 70 y/o el módulo del sensor de aceleración 74. Por ejemplo, un usuario 62 puede ajustar el desplazamiento o desviación del módulo del sensor de velocidad de giro 70 y/o el módulo del sensor de aceleración 74, que se define como la salida del módulo del sensor de velocidad de giro 70 con entrada cero (es decir, sin movimiento angular). Además, el usuario 62 puede ajustar la sensibilidad del módulo del sensor de velocidad de giro 70 y/o el módulo del sensor de aceleración 74, que se define como la relación entre la(s) señal(es) de salida del módulo del sensor de velocidad de giro 70 y/o el módulo del sensor de aceleración 74 y el movimiento real medido del dispositivo móvil 14. Un usuario 62 puede proporcionar estos ajustes dentro de, por ejemplo, un mecanismo de calibración proporcionado a través de la interfaz 60 y/o mediante otros medios. Además, se puede determinar un cuaternión u otras métricas localmente en el o los giroscopios 32 y se pueden muestrear mediante el sistema informático 50. Un usuario 62 también puede restablecer parámetros tales como el ángulo inicial, la velocidad, los cuaterniones, etc., a cero o valores deseados, a partir de los cuales el módulo de integración de velocidad de giro 72 y/o el módulo de integración de aceleración 76 pueden realizar integraciones.

55

60

65

[0023] En un ejemplo que no es parte de la invención reivindicada, además de descargar integraciones a los sensores asociados con el dispositivo móvil 14, un módulo de modo del giroscopio 82 asociado con el dispositivo móvil 14 está configurado para controlar el modo de funcionamiento del (de los) giroscopio(s) 32 asociados con el dispositivo móvil 14, tales como los asociados con el módulo del sensor de velocidad de giro 70. Para aplicaciones no inerciales, tales como aplicaciones de brújula con compensación de la inclinación o similares, el dispositivo móvil 14 no necesita utilizar continuamente el módulo del sensor de velocidad de giro 70 porque se puede conseguir una precisión suficiente a partir del (de los) acelerómetro(s) 42 y/o un magnetómetro 40. En consecuencia, el módulo del sensor de velocidad de giro 70 puede apagarse, colocarse en modo inactivo o de reposo, y/o de otro modo desactivarse mediante el módulo de modo del giroscopio 82 si se cumplen varias condiciones. El módulo de modo del giroscopio 82 puede reactivar posteriormente el módulo del sensor de

velocidad de giro 70 cuando se desea realizar de nuevo cálculos de la velocidad de giro mediante el módulo del sensor de velocidad de giro 70.

[0024] En un ejemplo que no es parte de la invención reivindicada, el módulo de modo del giroscopio 82 puede colocar el módulo del sensor de velocidad de giro 70 en un modo de funcionamiento de baja energía en varios casos. Por ejemplo, el módulo de modo del giroscopio 82 puede apagar el módulo del sensor de velocidad de giro 70 cuando el dispositivo móvil 14 no está rotando, por ejemplo, de tal manera que el ángulo de giro es cero. En este caso, cuando se detecta un cambio en el movimiento (por ejemplo, el inicio de la rotación del dispositivo) mediante un acelerómetro 42 y/o un magnetómetro 40, el módulo del sensor de velocidad de giro 70 se enciende.

[0025] En un ejemplo que no es parte de la invención reivindicada, de manera adicional o alternativa, el módulo de modo del giroscopio 82 puede colocar el módulo del sensor de velocidad de giro 70 en un modo de funcionamiento de baja energía cuando se produce la rotación del dispositivo, pero sensores de rotación de mayor eficiencia energética en comparación con el módulo del sensor de velocidad de giro 70, tal como un magnetómetro 40 o similar, pueden medir la rotación con la precisión deseada. Por ejemplo, el módulo de modo del giroscopio 82 coloca el módulo del sensor de velocidad de giro 70 en un estado de reposo después de la calibración de la orientación del dispositivo móvil 14 (por ejemplo, con referencia al cuerpo de un usuario, un vehículo, etc.) y el patrón de movimiento (por ejemplo, cambio de cabeceo y balanceo, etc.). Tras colocar el módulo del sensor de velocidad de giro 70 en un modo de reposo, un módulo del sensor de campo magnético 84 (por ejemplo, implementado a través de un magnetómetro 40) supervisa el campo magnético asociado con un área que rodea al dispositivo móvil 14. Si el módulo del sensor de campo magnético 84 detecta una anomalía magnética, el módulo del sensor de velocidad de giro 70 sale del modo de reposo mediante el módulo de modo del giroscopio 82 para asistir al módulo del sensor de campo magnético 84, ya que un magnetómetro 40, acelerómetro(s) 42, o similares, pueden no ser suficientes para sustituir al módulo del sensor de velocidad de giro 70 en el caso de una anomalía magnética.

[0026] En un ejemplo que no es parte de la invención reivindicada, se puede detectar una anomalía magnética mediante el módulo del sensor de campo magnético utilizando diversas técnicas. Por ejemplo, el módulo del sensor de campo magnético 84 puede comparar una medición de campo magnético con un historial de mediciones anteriores, por ejemplo, mantenidas por el módulo del sensor de campo magnético 84 en un registro 86. Si la comparación indica una desviación de las mediciones anteriores, tal como la causada por un cambio de dirección, movimiento del dispositivo móvil 14 desde una posición previamente estacionaria, etc., el módulo del sensor de campo magnético 84 detecta una anomalía y el módulo del sensor de velocidad de giro 70 se activa.

[0027] En un ejemplo que no es parte de la invención reivindicada, el módulo de modo del giroscopio 82 coloca el módulo del sensor de velocidad de giro 70 en modo de reposo cuando se determina, a través de los datos del módulo del sensor de aceleración 74 y/o el módulo del sensor de campo magnético 84, que el dispositivo móvil 14 no se está moviendo. En el caso de que el dispositivo móvil 14 esté estacionario, se determina que la velocidad de giro del dispositivo móvil 14 es cero sin la asistencia del módulo del sensor de velocidad de giro 70. Tras detectar el movimiento del dispositivo móvil 14, por ejemplo, a través del módulo del sensor de aceleración 74, el módulo de modo del giroscopio 82 activa el módulo del sensor de velocidad de giro 70.

[0028] En un ejemplo que no es parte de la invención reivindicada, debido al retardo de detección del movimiento del dispositivo, el retardo de detección de una anomalía magnética, el tiempo de inicio del giroscopio u otros factores, puede haber un intervalo de tiempo en el que se necesitan los datos del módulo del sensor de velocidad de giro 70 pero todavía no están disponibles. Por consiguiente, se pueden utilizar otros sensores, tales como el módulo del sensor de aceleración 74 y el módulo del sensor de campo magnético 84, para determinar el ángulo de giro del dispositivo móvil 14 durante el retardo de inicio del módulo del sensor de velocidad de giro 70. Durante el retardo de activación del módulo del sensor de velocidad de giro 70, otros sensores con menor consumo de energía (y alimentados de manera continua), tales como el módulo del sensor de aceleración 74 y el módulo del sensor de campo magnético 84, pueden sustituir los datos del sensor del módulo del sensor de velocidad de giro 70 hasta que el módulo del sensor de velocidad de giro 70 se activa desde el modo de reposo.

[0029] Con referencia a la FIG. 4, con referencia adicional a las FIG. 1-3, un proceso 110 de cálculo del ángulo de giro y/o la velocidad utilizando sensores de movimiento incluye las etapas mostradas. El proceso 110 es, sin embargo, solo un ejemplo y no es limitativo. El proceso 110 puede modificarse, por ejemplo, añadiendo, eliminando, reordenando, combinando y/o ejecutando simultáneamente etapas. Son posibles otras modificaciones adicionales del proceso 110 tal como se muestra y describe.

[0030] En la etapa 112, se obtienen valores de desplazamiento y/o sensibilidad correspondientes a un módulo del sensor de velocidad de giro 70 (por ejemplo, implementado mediante uno o más giroscopios 32), por ejemplo, solicitando a un usuario 62 los valores y recibiendo los valores del usuario 62 a través de una interfaz 60. En la etapa 114 se calcula un cuaternión, y una velocidad de giro del dispositivo móvil 14 medida por el módulo de sensor de velocidad de giro 70 se integra a una primera frecuencia en la etapa 116. Los cálculos en las etapas 114 y 116 se realizan localmente en el sensor de movimiento utilizando un ASIC del sensor 34 u otro dispositivo

de procesamiento adecuado asociado con el sensor de movimiento 30, reduciendo la carga de la CPU y el consumo de energía. Por ejemplo, el módulo de integración de velocidad de giro 72 puede implementarse total o parcialmente a través de un ASIC del sensor 34 para realizar las integraciones descritas en la etapa 116. El ASIC del sensor 34 u otro dispositivo de procesamiento funciona según el software, firmware, etc., configurados para hacer que el dispositivo de procesamiento realice los cálculos.

[0031] De forma similar, en la etapa 118, se obtienen valores de desplazamiento y/o sensibilidad correspondientes a un módulo del sensor de aceleración 74 (por ejemplo, implementados a través de uno o más acelerómetros 42), por ejemplo, de una manera similar a la descrita con respecto a la etapa 112. Los datos relacionados con la aceleración medida mediante el módulo del sensor de aceleración 74 se integran a continuación a una segunda frecuencia mediante un módulo de integración de aceleración 76 u otros medios adecuados en la etapa 120. El módulo de integración de aceleración 76, que realiza las integraciones descritas en el bloque 120, puede implementarse localmente en el sensor de movimiento 30 utilizando un ASIC del sensor 44 u otro dispositivo de procesamiento adecuado asociado con el sensor de movimiento 30, reduciendo la carga de la CPU y el consumo de energía. El ASIC del sensor 44 u otro dispositivo de procesamiento funciona según el software, firmware, etc., configurados para hacer que el dispositivo de procesamiento realice los cálculos.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

[0032] Tras integrar las primeras indicaciones de la velocidad de giro del dispositivo móvil 14 en la etapa 116 e integrar las primeras indicaciones de la aceleración del dispositivo móvil 14 en la etapa 120, las segundas indicaciones resultantes de los datos de velocidad de giro y aceleración integrados se utilizan en la etapa 122 para obtener el ángulo de giro y la velocidad del dispositivo móvil 14. El ángulo de giro del dispositivo móvil 14 se obtiene a una tercera frecuencia que es más lenta que la primera frecuencia, reduciendo la velocidad de muestreo de la CPU y conservando los recursos de procesamiento. De forma similar, la velocidad del dispositivo móvil 14 se obtiene a una cuarta frecuencia que es más lenta que la segunda frecuencia. La primera frecuencia y la segunda frecuencia pueden diferir ya que el módulo del sensor de velocidad de giro 70 y el módulo del sensor de aceleración 74 pueden funcionar a velocidades diferentes. Además, la tercera frecuencia y la cuarta frecuencia pueden diferir debido a requisitos de aplicación variables, configuraciones de la frecuencia de muestreo o similares.

[0033] En un ejemplo que no es parte de la invención reivindicada, haciendo referencia a continuación a la FIG. 5, con referencia adicional a las FIG. 1-3, un proceso 130 de gestión del estado operativo de un giroscopio 32 incluye las etapas mostradas. El proceso 130 es, sin embargo, solo un ejemplo y no es limitativo. El proceso 130 puede modificarse, por ejemplo, añadiendo, eliminando, reordenando, combinando y/o ejecutando simultáneamente etapas. Son posibles otras modificaciones adicionales del proceso 130 tal como se muestra y describe.

[0034] En la etapa 132, se calibran la orientación, el cambio de balanceo y el cambio de cabeceo del giroscopio 32. La calibración puede realizarse basándose en entradas proporcionadas por un usuario 62 a través de una interfaz 60, procesos automatizados, etc. En la etapa 134, se supervisa la salida de un magnetómetro 40 asociado con un dispositivo móvil 14 que incluye el giroscopio 32. En la etapa 136, si la salida del magnetómetro supervisada en la etapa 134 indica que no se ha detectado una anomalía magnética (por ejemplo, el cambio en la salida del magnetómetro es menor que un umbral), el giroscopio 32 se coloca en un estado de reposo, o se mantiene en un estado de reposo existente, en la etapa 138. Por el contrario, si se detecta una anomalía magnética en la etapa 136 (por ejemplo, debido a que el cambio en la salida del magnetómetro es mayor que un umbral), el giroscopio 32 se activa desde el estado de reposo en la etapa 140.

[0035] En un ejemplo que no es parte de la invención reivindicada, durante el período de tiempo en el que el giroscopio 32 entra en un estado activo desde el estado de reposo, se produce un ángulo de giro asociado con el dispositivo móvil 14 en la etapa 140 utilizando mecanismos alternativos al giroscopio 32. Por ejemplo, una indicación de una anomalía magnética obtenida de un magnetómetro 40, una indicación de aceleración o velocidad obtenida de un acelerómetro 42, etc., pueden utilizarse en la etapa 140 para producir el ángulo de giro del dispositivo móvil 14 hasta que se activa el giroscopio 32.

[0036] En un ejemplo que no es parte de la invención reivindicada, con referencia a la FIG. 6, con referencia adicional a las FIG. 1-3, un proceso alternativo 150 de gestión del estado operativo de un giroscopio 32 incluye las etapas mostradas. El proceso 150 es, sin embargo, solo un ejemplo y no es limitativo. El proceso 150 puede modificarse, por ejemplo, añadiendo, eliminando, reordenando, combinando y/o ejecutando simultáneamente etapas. Son posibles otras modificaciones adicionales del proceso 150 tal como se muestra y describe.

[0037] El proceso 150 comienza con la calibración del giroscopio en la etapa 132 como se ha descrito anteriormente con respecto a la FIG. 5. En la etapa 152, se supervisa la salida de un magnetómetro 40 y acelerómetro(s) 42 asociados con un dispositivo móvil 14 que incluye el giroscopio 32. En la etapa 154, si no se detecta movimiento del dispositivo móvil 14 (por ejemplo, el cambio en el acelerómetro y/o la salida del magnetómetro es menor que un umbral), el giroscopio se coloca en modo de reposo en la etapa 138 como se ha descrito anteriormente. Al contrario, si se detecta movimiento del dispositivo móvil, el giroscopio se reactiva, y se

ES 2 664 957 T3

realizan mediciones de ángulo de giro provisionales utilizando alternativas al giroscopio (por ejemplo, un acelerómetro 42 y/o un magnetómetro 40) en la etapa 140 como se ha descrito adicionalmente anteriormente.

[0038] Aunque los procesos 130 y 150 se describen en términos de un modo de reposo, se pueden utilizar cualquier modo de energía completa y modo de energía reducida adecuados. Son posibles otras transiciones del modo operativo en las que el giroscopio 32 hace la transición entre un primer modo y un segundo modo, donde el primer modo es un modo parcialmente funcional y/o de energía reducida en comparación con el segundo modo.

5

REIVINDICACIONES

	1.	Un dispositivo móvil	(14)	que comprende:
--	----	----------------------	------	----------------

5

10

15

20

40

45

60

un procesador del dispositivo móvil (52); y

un sensor de movimiento (30) acoplado de manera comunicativa al procesador del dispositivo móvil (52), incluyendo el sensor de movimiento (30):

medios de detección (32, 42) para detectar el movimiento del dispositivo móvil (14) y generar una primera información relativa al movimiento del dispositivo móvil; (14) y

medios de procesamiento del sensor de movimiento (34, 44), acoplados de manera comunicativa a los medios de detección (32, 42), para integrar la primera información a una primera velocidad para generar una segunda información indicativa de un resultado de integrar la primera información;

en el que el sensor de movimiento (30) está configurado para proporcionar muestras de la segunda información al procesador del dispositivo móvil (52), siendo las muestras a una segunda velocidad inferior a la primera velocidad.

- 2. El dispositivo móvil, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera información se refiere a la velocidad de giro del dispositivo móvil (14) y la segunda información se refiere al ángulo de giro del dispositivo móvil (14).
- 25 **3.** El dispositivo móvil, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera información se refiere a la aceleración del dispositivo móvil (14) y la segunda información se refiere a la velocidad del dispositivo móvil (14).
- 4. El dispositivo móvil (14), de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además medios de interfaz (60), acoplados de manera comunicativa a los medios de procesamiento del sensor de movimiento (34, 44), para obtener configuraciones de usuario de un usuario del dispositivo móvil (14), en el que los medios de procesamiento del sensor de movimiento (34, 44) están configurados para integrar la primera información de acuerdo con las configuraciones del usuario.
- 35 **5.** Un procedimiento para operar un sensor de movimiento (30), comprendiendo el procedimiento:

obtener, en el sensor de movimiento (30), una primera información relativa al movimiento detectado de un dispositivo (14) asociada con el sensor de movimiento (30); integrar, mediante unos medios de procesamiento del sensor de movimiento (34, 44) en el sensor de movimiento (30), la primera información del movimiento detectado para obtener información del movimiento integrada a una primera velocidad;

generar, en el sensor de movimiento (30), una segunda información relacionada con la información del movimiento integrada; y

muestrear, en un procesador del dispositivo (52) diferente del sensor de movimiento (30), la segunda información relacionada con la información del movimiento integrada a una segunda velocidad inferior a la primera velocidad.

- 50 **6.** El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el sensor de movimiento (30) es un giroscopio, la primera información es una indicación de la velocidad de giro, y la segunda información es una indicación del ángulo de giro.
- 7. El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el sensor de movimiento (30) es un acelerómetro, la primera información es una indicación de aceleración, y la segunda información es una indicación de velocidad.
 - **8.** El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la integración comprende integrar la primera información basándose en configuraciones proporcionadas por el usuario.
 - **9.** Un producto de programa informático que reside en un medio legible por procesador no transitorio y que comprende instrucciones legibles por procesador configuradas para hacer que un procesador (34, 44):
- obtenga la primera información relativa al movimiento detectado de un dispositivo (14) correspondiente a un sensor de movimiento asociado (30);

ES 2 664 957 T3

integre la primera información para obtener información del movimiento integrada a una primera velocidad;

genere una segunda información relativa a la información del movimiento integrada; y

5

proporcione, a una unidad de procesamiento diferente (52), la segunda información relativa a la información del movimiento integrada muestreada a una segunda velocidad inferior a la primera velocidad.

- **10.** El producto de programa informático, de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la primera información es una indicación de la velocidad de giro y la segunda información es una indicación del ángulo de giro.
 - **11.** El producto de programa informático, de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la primera información es una indicación de aceleración y la segunda información es una indicación de velocidad.

15

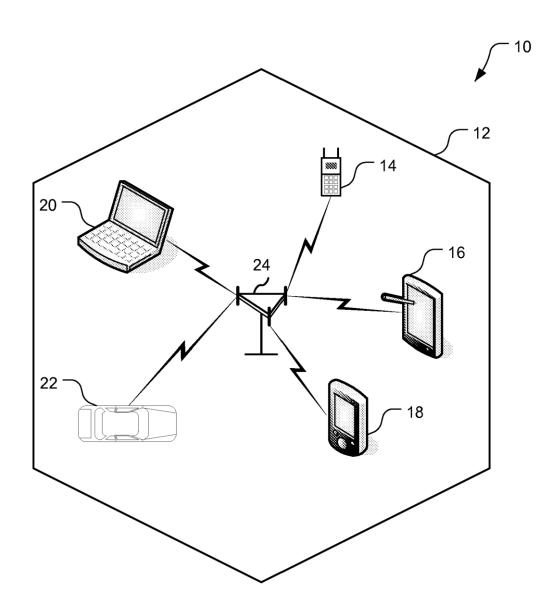


FIG. 1

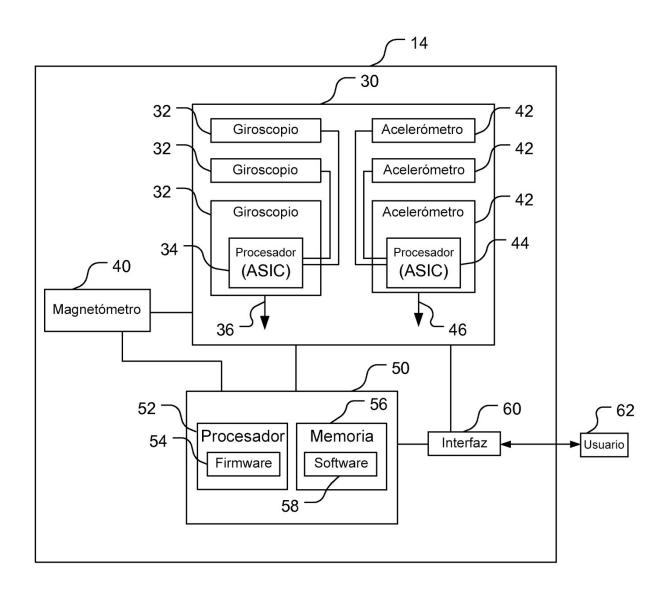


FIG. 2

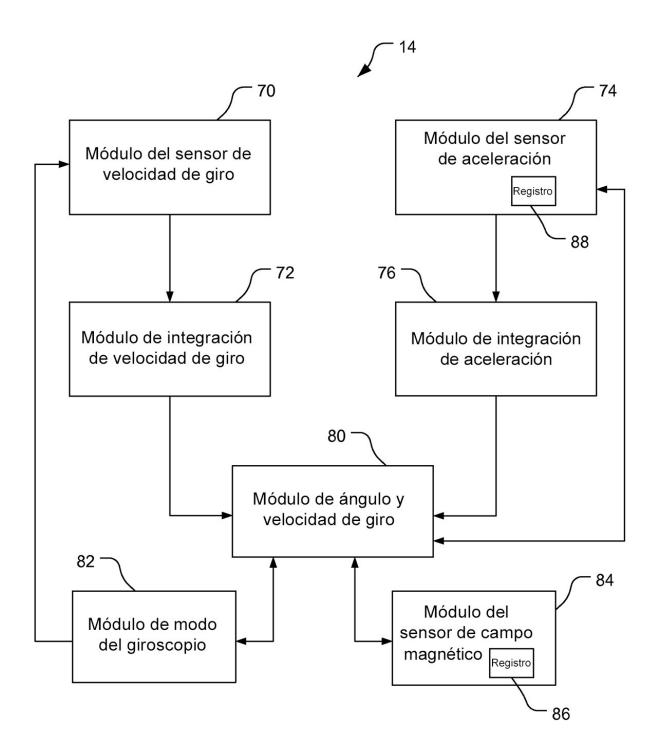


FIG. 3

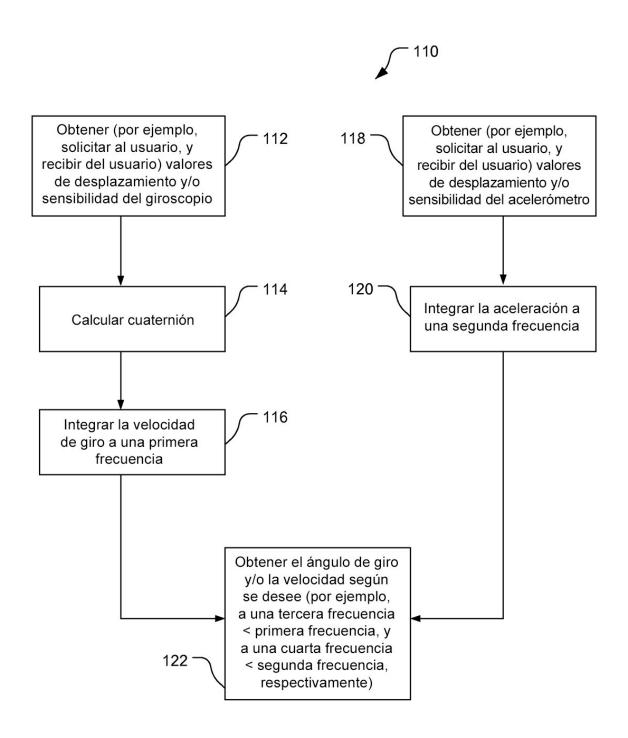


FIG. 4

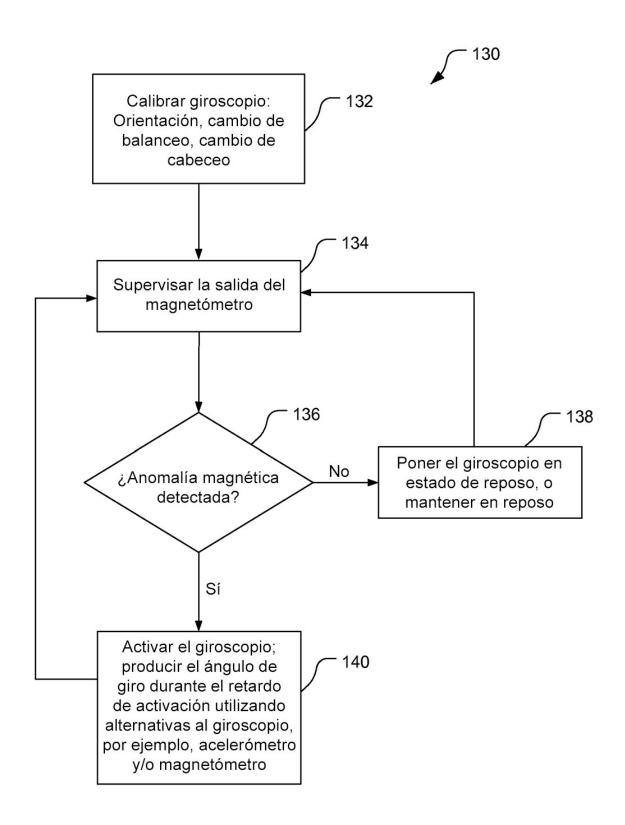


FIG. 5

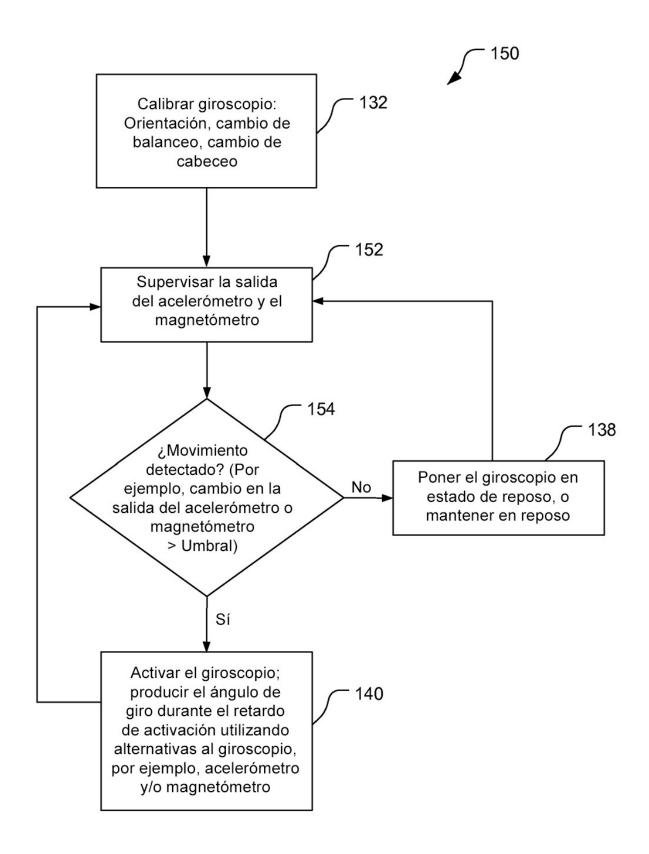


FIG. 6