

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 472**

51 Int. Cl.:

<b>G09G 5/00</b>	(2006.01) <b>G06F 21/32</b>	(2013.01)
<b>G09G 5/08</b>	(2006.01) <b>G06K 9/00</b>	(2006.01)
<b>G06F 3/01</b>	(2006.01)	
<b>G06F 3/0346</b>	(2013.01)	
<b>H04N 5/44</b>	(2011.01)	
<b>H04N 21/422</b>	(2011.01)	
<b>A61B 5/1171</b>	(2006.01)	
<b>A61B 5/117</b>	(2006.01)	
<b>A61B 5/00</b>	(2006.01)	
<b>A61B 5/11</b>	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2005 E 10014911 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 2337016**

54 Título: **Dispositivos de señalización de espacio libre con compensación de inclinación y facilidad de uso mejorada**

30 Prioridad:

**30.04.2004 US 566444 P**  
**23.09.2004 US 612571 P**  
**05.01.2005 US 641410 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.04.2018**

73 Titular/es:

**IDHL HOLDINGS, INC. (100.0%)**  
**200 Bellevue Parkway, Suite 300**  
**Wilmington, DE 19809, US**

72 Inventor/es:

**LIBERTY, MATTHEW**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 664 472 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

Dispositivos de señalización de espacio libre con compensación de inclinación y facilidad de uso mejorada

**Antecedentes**

5 La presente invención se refiere, en general, a dispositivos de señalización portátiles y, más específicamente, a dispositivos de señalización de espacio libre y técnicas para el compensación de la inclinación y facilidad de uso mejorada asociada con los mismos.

10 Las tecnologías asociadas con la comunicación de información han evolucionado rápidamente durante las últimas décadas. La televisión, la telefonía celular, el Internet y las técnicas de comunicación óptica (por nombrar solo algunas cosas) se combinan para inundar a los consumidores con información disponible y opciones de entretenimiento. Tomando la televisión como ejemplo, las últimas tres décadas han visto la introducción del servicio de televisión por cable, servicio de televisión por satélite, películas de pago por visión y video bajo demanda. Mientras que los telespectadores de la década de 1960 típicamente podían recibir quizás cuatro o cinco canales de televisión por aire en sus televisores, los telespectadores de hoy tienen la oportunidad de seleccionar entre cientos, miles y potencialmente millones de canales de programas e información. La tecnología de video bajo demanda, que actualmente se usa principalmente en hoteles y similares, ofrece la posibilidad de seleccionar entretenimiento en el hogar entre miles de títulos de películas.

20 La capacidad tecnológica para proporcionar tanta información y contenido a los usuarios finales brinda oportunidades y retos a los diseñadores de sistemas y a los proveedores de servicios. Uno de los retos es que, aunque los usuarios finales suelen preferir tener más opciones en lugar de menos, esta preferencia se contrarresta por su deseo de que el proceso de selección sea rápido y simple. Lamentablemente, el desarrollo de los sistemas y las interfaces mediante las cuales los usuarios finales acceden a los elementos de los medios ha dado como resultado procesos de selección que no son ni rápidos ni simples. Considérese de nuevo el ejemplo de los programas de televisión. Cuando la televisión estaba en su infancia, determinar qué programa ver era un proceso relativamente simple debido principalmente al pequeño número de opciones. Se consultaría una guía impresa que estaba formateada, por ejemplo, como series de columnas y filas que mostraban la correspondencia entre (1) canales de televisión cercanos, (2) programas que se transmitían por esos canales y (3) fecha y hora. La televisión se sintonizaba al canal deseado ajustando un botón sintonizador y el espectador miraba el programa seleccionado. Más tarde, se introdujeron dispositivos de control remoto que permitían a los televidentes sintonizar la televisión desde una cierta distancia. Esta adición a la interfaz usuario - televisión creó el fenómeno conocido como "navegación por canales" con la cual un espectador podía ver rápidamente segmentos cortos que estaban siendo emitidos en un número de canales para conocer rápidamente qué programas estaban disponibles en un momento dado.

35 A pesar del hecho de que la cantidad de canales y la cantidad de contenido visualizable se ha incrementado enormemente, la interfaz de usuario generalmente disponible, las opciones de dispositivos de control y los marcos para televisores no han cambiado mucho en los últimos 30 años. Las guías impresas siguen siendo el mecanismo más frecuente para transmitir información de programación. El control remoto con múltiples botones con flechas hacia arriba y hacia abajo sigue siendo el mecanismo de selección de canal / contenido más prevalente. La reacción de aquellos que diseñan e implementan la interfaz de usuario de TV para el incremento en el contenido de medios disponibles ha sido una extensión directa de los procedimientos de selección existentes y de los objetos de interfaz. De esta manera, se ha incrementado el número de filas en las guías impresas para acomodar más canales. Se ha incrementado el número de botones en los dispositivos de control remoto para admitir funcionalidades adicionales y el manejo de contenidos, por ejemplo, como se muestra en la figura 1. Sin embargo, este enfoque ha incrementado significativamente el tiempo requerido para que un usuario revise la información disponible y la complejidad de las acciones requeridas para implementar una selección. Podría decirse que la naturaleza engorrosa de la interfaz existente ha obstaculizado la implementación comercial de algunos servicios, por ejemplo, video bajo demanda, ya que los consumidores son resistentes a nuevos servicios que agreguen complejidad a una interfaz que ven como demasiado lenta y compleja.

50 Además de los incrementos en el ancho de banda y en el contenido, el cuello de botella problemático de la interfaz de usuario se ve agravado por la agregación de tecnologías. Los consumidores están reaccionando positivamente a tener la opción de comprar sistemas integrados en lugar de una cantidad de componentes segregables. Un ejemplo de esta tendencia es la combinación de televisión / VCR / DVD en la que tres componentes previamente independientes se venden con frecuencia hoy en día como una unidad integrada. Es probable que esta tendencia continúe, potencialmente con el resultado final de que la mayoría, si no todos, los dispositivos de comunicación que se encuentran actualmente en el hogar se empaquetarán juntos como una unidad integrada, por ejemplo, una unidad de televisión / VCR / DVD / acceso a internet / radio / estéreo. Incluso aquellos que continúan comprando componentes separados probablemente desearán un control e interfuncionamiento sin problemas entre los componentes separados. Con esta agregación incrementada surge el potencial de una mayor complejidad en la interfaz de usuario. Por ejemplo, cuando se introdujeron las llamadas unidades remotas "universales", por ejemplo,

para combinar la funcionalidad de unidades remotas de TV y unidades remotas de VCR, el número de botones en estas unidades remotas universales era típicamente mayor que el número de botones en la unidad remota de TV o en la unidad remota de VCR consideradas individualmente. Este número adicional de botones y funcionalidad hace que sea muy difícil controlar cualquier cosa que no sean los aspectos más simples de un TV o un VCR sin buscar exactamente el botón correcto en el control remoto. Muchas veces, estos controles remotos universales no proporcionan suficientes botones para acceder a muchos niveles de control o características exclusivas de ciertos televisores. En estos casos, la unidad remota del dispositivo original sigue siendo necesaria, y la molestia original de manejar múltiples controles remotos se mantiene debido a los problemas de interfaz de usuario que surgen de la complejidad de la agregación. Algunas unidades remotas han solucionado este problema agregando botones "suaves" que se pueden programar con los comandos expertos. Estos botones suaves a veces tienen pantallas LCD adjuntas para indicar su acción. Esto también tiene el defecto de que son difíciles de usar sin apartar la vista desde el televisor al control remoto. Otro fallo en estas unidades remotas es el uso de modos en un intento de reducir el número de botones. En estas unidades remotas universales "en modos", existe un botón especial para seleccionar si el control remoto debe comunicarse con el televisor, reproductor de DVD, decodificador de cable, videograbadora, etc. Esto ocasiona muchos problemas de facilidad de uso, incluido el envío de comandos al dispositivo equivocado, lo que obliga al usuario a mirar el control remoto para asegurarse de que está en el modo correcto y no proporciona ninguna simplificación para la integración de varios dispositivos. La más avanzada de estas unidades remotas universales proporciona cierta integración al permitir al usuario programar secuencias de comandos para múltiples dispositivos en el control remoto. Esta es una tarea tan difícil que muchos usuarios contratan instaladores profesionales para programar sus unidades remotas universales.

También se han realizado algunos intentos para modernizar la interfaz de pantalla entre los usuarios finales y los sistemas de medios. Sin embargo, estos intentos típicamente sufren, entre otros inconvenientes, de la incapacidad de escalar fácilmente entre grandes colecciones de elementos multimedia y pequeñas colecciones de elementos multimedia. Por ejemplo, las interfaces que se basan en listas de elementos pueden funcionar bien para pequeñas colecciones de elementos multimedia, pero es tedioso buscar en grandes colecciones de elementos multimedia. Las interfaces que dependen de la navegación jerárquica (por ejemplo, estructuras de árbol) pueden ser más rápidas de recorrer que las interfaces de lista para grandes colecciones de elementos multimedia, pero no son fácilmente adaptables a pequeñas colecciones de elementos multimedia. Además, los usuarios tienden a perder interés en los procesos de selección en los que el usuario tiene que moverse a través de tres o más capas en una estructura de árbol. Para todos estos casos, las unidades remotas actuales hacen que este proceso de selección sea aún más tedioso al forzar al usuario a presionar repetidamente los botones hacia arriba y hacia abajo para navegar por la lista o las jerarquías. Cuando los controles de salto de selección están disponibles, como página arriba y página abajo, el usuario generalmente tiene que mirar el control remoto para encontrar estos botones especiales o estar entrenado para incluso saber que existen. En consecuencia, organizar marcos, técnicas y sistemas que simplifiquen el control y la interfaz de pantalla entre usuarios y sistemas multimedia, así como acelerar el proceso de selección, permitiendo al mismo tiempo que los proveedores de servicios aprovechen los incrementos en el ancho de banda disponible para el equipo del usuario final, se ha propuesto facilitar el suministro de una gran cantidad de artículos multimedia y nuevos servicios para el usuario en la Solicitud de Patente norteamericana número de serie 10/768,432, presentada el 30 de enero de 2004, titulada "Un Marco de Control con una Interfaz Gráfica de Usuario Ampliable para Organizar, Seleccionar y Lanzar Elementos de Medios"

De particular interés para esta memoria descriptiva son los dispositivos remotos utilizables para interactuar con tales marcos, así como otras aplicaciones y sistemas. Como se ha mencionado en la solicitud que se ha citado más arriba, se pueden usar varios tipos diferentes de dispositivos remotos con tales marcos incluyendo, por ejemplo, bolas de desplazamiento, dispositivos de señalización de tipo "ratón", lápices luminosos, etc. Sin embargo, otra categoría de dispositivos remotos que pueden ser utilizados con tales marcos (y otras aplicaciones) son los dispositivos de señalización de espacio libre. La frase "señalar el espacio libre" se usa en esta memoria descriptiva para referirse a la capacidad de un dispositivo de entrada para moverse en tres (o más) dimensiones en el aire delante de, por ejemplo, una pantalla de visualización, y la capacidad correspondiente de la interfaz de usuario de trasladar esos movimientos directamente en comandos de interfaz de usuario, por ejemplo, el movimiento de un cursor en la pantalla de visualización. La transferencia de datos entre el dispositivo de señalización de espacio libre y otro dispositivo se puede realizar de forma inalámbrica o por medio de un cable que conecta el dispositivo de señalización de espacio libre al otro dispositivo. Por lo tanto, la "señalización de espacio libre" difiere, por ejemplo, de las técnicas convencionales de señalización del ratón que usan una superficie, por ejemplo, una superficie de escritorio o alfombrilla de ratón, como una superficie proxy desde la cual el movimiento relativo del ratón se traduce al movimiento del cursor en la pantalla. Un ejemplo de un dispositivo de señalización de espacio libre se puede encontrar en la Patente norteamericana número 5.440.326.

La patente 5.440.326 describe, entre otras cosas, un giroscopio vertical adaptado para su uso como un dispositivo de señalización para controlar la posición de un cursor en la pantalla de un ordenador. Un motor en el núcleo del giroscopio está suspendido por dos pares de cardanes ortogonales desde un dispositivo controlador portátil y está orientado nominalmente con su eje de rotación vertical por un dispositivo pendular. Los codificadores de ángulos de eje electroópticos detectan la orientación de un dispositivo controlador manual mientras son manipulado por un

usuario y la salida eléctrica resultante se convierte en un formato utilizable por un ordenador para controlar el movimiento de un cursor en la pantalla del monitor del ordenador.

5 Sin embargo, la libertad de uso asociada con los dispositivos de señalización de espacio libre crea retos adicionales. Por ejemplo, puesto que generalmente no hay una superficie proxy sobre la que descansa un dispositivo de señalización de espacio libre, la orientación del dispositivo de control portátil puede variar considerablemente de usuario a usuario o incluso de uso a uso. Si se utiliza un dispositivo de señalización de espacio libre para controlar, por ejemplo, el movimiento de un cursor mostrado en una pantalla, entonces se realiza una asignación entre el movimiento detectado del dispositivo portátil y el movimiento del cursor en la pantalla.

10 Una técnica para realizar este mapeo es usar el marco de cuerpo del dispositivo como el marco de referencia para mapear el movimiento detectado del dispositivo de señalización de espacio libre en el movimiento previsto del cursor. El término "marco de cuerpo" se refiere a un conjunto de ejes asociados con el cuerpo del objeto que se está moviendo como se describe con más detalle a continuación. Sin embargo, el uso del marco de referencia del cuerpo para realizar el mapeo tiene ciertos inconvenientes. Por ejemplo, requiere que el usuario sujete el dispositivo con una cierta orientación para obtener el movimiento del cursor que desea. Por ejemplo, si el usuario sujeta el dispositivo de lado y mueve el dispositivo de izquierda a derecha, el cursor se moverá verticalmente, no horizontalmente, en la pantalla.

15 El documento US 5.598.187 describe un dispositivo de señalización portátil que tiene detectores de movimiento primero y segundo para detectar movimientos horizontales y verticales del dispositivo, que se traducen en movimientos de un cursor en una pantalla. El dispositivo incluye además un sensor de rotación para detectar rotaciones no deseadas cuando un usuario tuerce inconscientemente su muñeca en el curso del movimiento del dispositivo. El movimiento lineal detectado se corrige en función de esta rotación detectada.

### Compendio

25 Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de señalización manual y un método para operar un dispositivo de señalización de espacio libre en el que, por ejemplo, un movimiento de un cursor sobre una pantalla controlado por el dispositivo se adapte mejor a las expectativas del usuario.

Este objeto se alcanza por el asunto que es objeto de las reivindicaciones independientes adjuntas. Las realizaciones ventajosas de la invención están definidas en las reivindicaciones dependientes adjuntas.

30 Los sistemas y métodos de acuerdo con la presente invención incluyen dispositivos de señalización de espacio libre que mejoran la facilidad de uso transformando datos de movimiento detectados de un marco de referencia del cuerpo (asociado con el cuerpo del dispositivo de señalización de espacio libre) en un marco de referencia del usuario o inercial, en el que se eliminan los efectos asociados con una orientación de inclinación, en relación con la gravedad, en la que el usuario sujeta el dispositivo de señalización de espacio libre.

### Breve descripción de los dibujos

Los dibujos que se acompañan ilustran realizaciones ejemplares de la presente invención, en los que:

- 35 la figura 1 representa una unidad de control remoto convencional para un sistema de entretenimiento;
- la figura 2 representa un sistema de medios ejemplar en el que se pueden implementar realizaciones ejemplares de la presente invención;
- la figura 3 muestra un dispositivo de señalización de espacio libre de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;
- 40 la figura 4 ilustra una vista recortada del dispositivo de señalización de espacio libre en la figura 3 incluyendo dos sensores de rotación y un acelerómetro;
- la figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra el procesamiento de datos asociados con los dispositivos de señalización de espacio libre de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;
- las figuras 6 (a) - 6 (d) ilustra los efectos de la inclinación;
- 45 la figura 7 representa una arquitectura de hardware de un dispositivo de señalización de espacio libre de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;
- la figura 8 es un diagrama de estado que representa un mecanismo de detección estacionario de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

la figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra la transformación de datos de movimiento detectados desde un primer marco de referencia a un segundo marco de referencia de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención; y

5 la figura 10 ilustra gráficamente la transformación de los datos de movimiento detectados desde un primer marco de referencia a un segundo marco de referencia de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

### Descripción detallada

10 La descripción detallada que sigue de la invención se refiere a los dibujos que se acompañan. Los mismos números de referencia en diferentes dibujos identifican los mismos o similares elementos. Además, la descripción detallada que sigue no limita la invención. Por el contrario, el alcance de la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

15 Con el fin de proporcionar algún contexto para esta explicación, se describirá en primer lugar un sistema de medios agregados ejemplar 200 en el que se puede implementar la presente invención con respecto a la figura 2. Los expertos en la técnica apreciarán, sin embargo, que la presente invención no está restringido a la implementación en este tipo de sistema de medios y que se pueden incluir más o menos componentes en el mismo. En este caso, un bus de entrada / salida (E / S) 210 conecta los componentes del sistema en el sistema de medios 200 juntos. El bus de E / S 210 representa cualquiera de varios mecanismos y técnicas diferentes para enrutar señales entre los componentes del sistema de medios. Por ejemplo, el bus de E / S 210 puede incluir una cantidad adecuada de cables de "parche" de audio independientes que enrutan señales de audio, cables coaxiales que enrutan señales de video, líneas en serie de dos cables o transceptores de infrarrojos o de radiofrecuencia que enrutan señales de control, fibra óptica o cualquier otro mecanismo de enrutamiento que enrute otros tipos de señales.

20 En esta realización ejemplar, el sistema de medios 200 incluye un televisor / monitor 212, un reproductor de videocasete (VCR) 214, un dispositivo de reproducción / grabación de video digital (DVD) 216, un sintonizador de audio / video 218 y un reproductor de disco compacto 220 acoplado al bus de E / S 210. El VCR 214, el DVD 216 y el reproductor de disco compacto 220 pueden ser dispositivos de un disco o casete individuales, o alternativamente pueden ser dispositivos de múltiples discos o múltiples cassetes. Pueden ser unidades independientes o integradas juntas. Además, el sistema de medios 200 incluye un sistema de micrófono / altavoz 222, cámara de video 224 y un dispositivo inalámbrico de control de E / S 226. De acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente invención, el dispositivo inalámbrico de control de E / S 226 es un dispositivo de señalización de espacio libre de acuerdo con una de las realizaciones ejemplares que se describen a continuación. El dispositivo inalámbrico de control de E / S 226 se puede comunicar con el sistema de entretenimiento 200 usando, por ejemplo, un transmisor o transceptor de IR o de RF. Alternativamente, el dispositivo de control de E / S se puede conectar al sistema de entretenimiento 200 por medio de un cable.

35 El sistema de entretenimiento 200 también incluye un controlador de sistema 228. De acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención, el controlador de sistema 228 opera para almacenar y visualizar datos del sistema de entretenimiento disponibles de una pluralidad de fuentes de datos del sistema de entretenimiento y para controlar una amplia variedad de características asociadas con cada uno de los componentes del sistema. Como se muestra en la figura 2, el controlador del sistema 228 está acoplado, directa o indirectamente, a cada uno de los componentes del sistema, de acuerdo con lo que sea necesario, por medio del bus de E / S 210. En una realización ejemplar, además del, o en lugar del, bus de E / S 210, el controlador del sistema 228 está configurado con un transmisor (o transceptor) de comunicación inalámbrica, que es capaz de comunicarse con los componentes del sistema por medio de señales de IR o señales de RF. Independientemente del medio de control, el controlador del sistema 228 está configurado para controlar los componentes de medios del sistema de medios 200 por una interfaz gráfica de usuario que se describe a continuación.

45 Como se ilustra adicionalmente en la figura 2, el sistema de medios 200 se puede configurar para recibir elementos de medios de varias fuentes de medios y proveedores de servicios. En esta realización ejemplar, el sistema de medios 200 recibe entradas de medios desde, y opcionalmente, envía información a, cualquiera o a todas las siguientes fuentes: transmisión por cable 230, emisión de satélite 232 (por ejemplo, por medio de una antena parabólica), comunicación de radiofrecuencia de frecuencia muy alta (VHF) o de frecuencia ultra alta (UHF) de las redes de difusión de televisión 234 (por ejemplo, por medio de una antena aérea), red telefónica 236 y módem de cable 238 (u otra fuente de contenido de Internet). Los expertos en la técnica apreciarán que los componentes de medios y fuentes de medios ilustrados y descritos con respecto a la figura 2 son puramente ejemplares y que el sistema de medios 200 puede incluir más o menos de ambos. Por ejemplo, otros tipos de entradas al sistema incluyen radio AM / FM y radio por satélite.

55 Se pueden encontrar más detalles con respecto a este sistema de entretenimiento ejemplar y los marcos asociados con los mismos en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos que se ha citado más arriba "Un Marco de Control con una Interfaz Gráfica de Usuario Ampliable para Organizar, Seleccionar y Lanzar Elementos de Medios".

Alternativamente, los dispositivos remotos de acuerdo con la presente invención se pueden usar junto con otros sistemas, por ejemplo sistemas informáticos que incluyen, por ejemplo, una pantalla, un procesador y un sistema de memoria, o con varios otros sistemas y aplicaciones.

5 Como se ha mencionado en la sección de antecedentes, los dispositivos remotos que funcionan como dispositivos de señalización de espacio libre son de particular interés para la presente memoria descriptiva. Tales dispositivos permiten la traslación del movimiento, por ejemplo gestos, en comandos a una interfaz de usuario. En la figura 3 se representa un dispositivo de señalización de espacio libre ejemplar 400. En él, el movimiento del usuario del dispositivo de señalización de espacio libre se puede definir, por ejemplo, en términos de una combinación de posición de eje x (balanceo), elevación de eje y (paso) y / o movimiento del cabezal z (guiñada) del dispositivo de señalización de espacio libre 400. Además, algunas realizaciones ejemplar de la presente invención también pueden medir el movimiento lineal del dispositivo de señalización de espacio libre 400 a lo largo de los ejes x, y, y z para generar movimiento de cursor u otros comandos de interfaz de usuario. En la realización ejemplar de la figura 3, el dispositivo de señalización de espacio libre 400 incluye dos botones 402 y 404, así como una rueda de desplazamiento 406, aunque otras formas de realización ejemplares incluirán otras configuraciones físicas. De acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente invención, se anticipa que los dispositivos de señalización de espacio libre 400 serán sujetos por un usuario delante de una pantalla 408 y que el movimiento del dispositivo de señalización de espacio libre 400 será trasladado por el dispositivo de señalización de espacio libre en una salida que se puede usar para interactuar con la información que se muestra en la pantalla 408, por ejemplo, para mover el cursor 410 en la pantalla 408. Por ejemplo, la rotación del dispositivo de señalización de espacio libre 400 alrededor del eje y puede ser detectada por el dispositivo de señalización de espacio libre 400 y trasladada a una salida utilizable por el sistema para mover el cursor 410 a lo largo del eje  $y_2$  de la pantalla 408. Del mismo modo, la rotación del dispositivo de señalización de espacio libre 408 alrededor del eje z puede ser detectada por el dispositivo de señalización de espacio libre 400 y trasladada a una salida utilizable por el sistema para mover el cursor 410 a lo largo del eje  $x_2$  de la pantalla 408. Se apreciará que la salida del dispositivo de señalización de espacio libre 400 se puede usar para interactuar con la pantalla 408 de varias maneras distintas con el (o además del) movimiento de cursor, por ejemplo, puede controlar el desvanecimiento del cursor, el volumen o el transporte de medios (reproducción, pausa, avance rápido y rebobinado). Los comandos de entrada pueden incluir operaciones además del movimiento del cursor, por ejemplo, un acercamiento o alejamiento en una región particular de una pantalla. Un cursor puede ser visible, o no. De manera similar, la rotación del dispositivo de señalización de espacio libre 400 detectado alrededor del eje x del dispositivo de señalización de espacio libre 400 se puede usar además de, o como alternativa a la rotación del eje y, y / o del eje z para proporcionar una entrada a una interfaz de usuario.

De acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención, dos sensores de rotación 502 y 504 y un acelerómetro 506 se pueden emplear como sensores en el dispositivo de señalización de espacio libre 400 como se muestra en la figura 4. Los sensores de rotación 502 y 504 se pueden implementar, por ejemplo, usando los sensores ADXRS150 o ADXRS401 fabricados por Analog Devices. Los expertos en la técnica apreciarán que se pueden emplear otros tipos de sensores de rotación como sensores de rotación 502 y 504 y que los ADXRS150 y ADXRS401 se usan puramente como ejemplo ilustrativo. A diferencia de los giroscopios tradicionales, los sensores de rotación ADXRS150 usan la tecnología MEMS para proporcionar una masa resonante que está unida a un marco para que pueda resonar solo en una dirección. La masa resonante es desplazada cuando el cuerpo al que se fija el sensor es rotado alrededor del eje de detección del sensor. Este desplazamiento se puede medir usando el efecto de aceleración de Coriolis para determinar una velocidad angular asociada con la rotación a lo largo del eje de detección. Si los sensores de rotación 502 y 504 tienen un solo eje de detección (como por ejemplo el ADXRS150s), entonces se pueden montar en el dispositivo de señalización de espacio libre 400 de manera que sus ejes de detección estén alineados con las rotaciones a medir. Para esta realización ejemplar de la presente invención, esto significa que el sensor de rotación 504 está montado de manera que su eje de detección es paralelo al eje y, y que el sensor de rotación 502 está montado de manera que su eje de detección es paralelo al eje z como se muestra en la figura 4. Se hace notar, sin embargo, que no es necesario alinear los ejes de detección de los sensores de rotación 502 y 504 paralelos a los ejes de medición deseados ya que las realizaciones ejemplares de la presente invención también proporcionan técnicas para compensar el desplazamiento entre ejes.

50 Un reto que se encuentra en la implementación de los dispositivos de señalización de espacio libre 400 de acuerdo con la presente invención es emplear componentes, por ejemplo, sensores de rotación 502 y 504, que no son demasiado costosos, mientras que al mismo tiempo proporcionan un alto grado de correlación entre el movimiento del dispositivo de señalización de espacio libre 400, la expectativa de un usuario con respecto a cómo reaccionará la interfaz de usuario a ese movimiento particular del dispositivo de señalización de espacio libre y el rendimiento real de la interfaz de usuario en respuesta a ese movimiento. Por ejemplo, si el dispositivo de señalización de espacio libre 400 no se mueve, el usuario probablemente esperará que el cursor no se desplace a través de la pantalla. Del mismo modo, si el usuario hace rotar el dispositivo de señalización de espacio libre 400 puramente alrededor del eje y, es probable que no espere ver que el movimiento del cursor resultante en la pantalla 408 contenga cualquier cantidad significativa de componente del eje  $x_2$ . Para lograr estos y otros aspectos de las realizaciones ejemplares de la presente invención, el dispositivo portátil 400 realiza diversas mediciones y cálculos que se utilizan para ajustar las salidas de uno o más de los sensores 502, 504 y 506 y / o como parte de la entrada utilizada por un procesador

para determinar una salida apropiada para la interfaz de usuario en base a las salidas de los sensores 502, 504 y 506. Estas mediciones y cálculos se utilizan para compensar factores que se dividen ampliamente en dos categorías: (1) factores que son intrínsecos al dispositivo de señalización de espacio libre 400, por ejemplo, errores asociados con los sensores particulares 502, 504 y 506 usados en el dispositivo 400 o la forma en que los sensores están montados en el dispositivo 400 y (2) factores que no son intrínsecos al dispositivo de señalización de espacio libre 400, sino que están asociados con la manera en la que un usuario está usando el dispositivo de señalización de espacio libre 400, por ejemplo, aceleración lineal, inclinación y temblor. Las técnicas ejemplares para manejar cada uno de estos efectos se describen a continuación.

En la figura 5 se ilustra un modelo de proceso 600 que describe el funcionamiento general de los dispositivos de señalización de espacio libre de acuerdo con las realizaciones ejemplares de la presente invención. Los sensores de rotación 502 y 504, así como el acelerómetro 506, producen señales analógicas que se muestrean periódicamente. Por ejemplo, 200 muestras / segundo. Para los propósitos de esta discusión, se hará referencia a un conjunto de estas entradas usando la notación (x, y, z, ay, az), en la que x, y, z son los valores de salida muestreados del acelerómetro de tres ejes ejemplar 506 que están asociados con la aceleración del dispositivo de señalización de espacio libre en las direcciones del eje x, eje y, y eje z, respectivamente, ay es el valor de salida muestreado del sensor de rotación 502 asociado con la rotación del dispositivo de señalización de espacio libre alrededor del eje y, y az es el valor de salida muestreado del sensor de rotación 504 asociado con la rotación del dispositivo de señalización de espacio libre 400 alrededor del eje z.

Se proporciona la salida del acelerómetro 506 y, si el acelerómetro 506 proporciona una salida analógica, entonces la salida se muestrea y es digitalizada por un convertidor A / D (no mostrado) para generar la salida muestreada 602 del acelerómetro. Los valores de salida muestreada se convierten de unidades brutas a unidades de aceleración, por ejemplo, gravedades (g), como se indica por la función de conversión 604. El bloque de calibración de aceleración 606 proporciona los valores utilizados para la función de conversión 604. Esta calibración de la salida 602 de acelerómetro puede incluir, por ejemplo, la compensación por uno o más errores de desalineación de escala, desplazamiento y eje asociados con el acelerómetro 506. Las conversiones ejemplares para los datos del acelerómetro se pueden ejecutar usando la siguiente ecuación:

$$A = S * ((M-P) .* G(T)) \quad (1)$$

en la que M es un vector de columna 3 x 1 compuesto por los valores de salida muestreados (x, y, z), P es un vector de columna 3 x 1 de desviaciones del sensor, y S es una matriz de 3 x 3 que contiene compensación tanto de escala, de desalineación del eje y de rotación del sensor. G (T) es un factor de ganancia que es una función de la temperatura. El operador "\*" representa la multiplicación de la matriz y el operador "."\* representa la multiplicación del elemento. El acelerómetro ejemplar 506 tiene un rango completo ejemplar de +/- 2 g. El desplazamiento del sensor, P se refiere a la salida del sensor, M, para una medida del acelerómetro de 0 g. La escala se refiere al factor de conversión entre el valor de la unidad muestreada y g. La escala real de cualquier sensor de acelerómetro dado se puede desviar de estos valores de escala nominal debido, por ejemplo, a varianzas de fabricación. En consecuencia, el factor de escala en las ecuaciones anteriores será proporcional a esta desviación.

Las desviaciones de escala y desplazamiento del acelerómetro 506 se pueden medir, por ejemplo, aplicando 1 g de fuerza a lo largo de un eje y midiendo el resultado, R1. A continuación se aplica una fuerza de - 1 g que da como resultado la medición R2. La escala del eje individual, s, y el desplazamiento del eje individual, p, se pueden calcular de la siguiente manera:

$$s = (R1 - R2) / 2 \quad (2)$$

$$p = (R1 + R2) / 2 \quad (3)$$

En este caso simple, P es el vector de columna de la p para cada eje, y S es la matriz diagonal de 1 / s para cada eje.

Sin embargo, además de la escala y el desplazamiento, las lecturas generadas por el acelerómetro 506 también pueden sufrir efectos de ejes transversales. Los efectos de ejes transversales incluyen ejes no alineados, por ejemplo, en los que uno o más de los ejes de detección del acelerómetro 506, tal como está montado en el dispositivo de señalización de espacio libre 400, no están alineados con el eje correspondiente en el marco de referencia inercial, o errores mecánicos asociados con el mecanizado del mismo acelerómetro 506, por ejemplo, en el que incluso si los ejes están alineados correctamente, una fuerza de aceleración puramente del eje y puede dar como resultado una lectura del sensor a lo largo del eje z del acelerómetro 506. Ambos efectos también se puede medir y agregar a la calibración realizada por la función 606.

El acelerómetro 506 sirve para varios propósitos en los dispositivos de señalización de espacio libre ejemplares de acuerdo con las realizaciones ejemplares de la presente invención. Por ejemplo, si los sensores de rotación 502 y 504 se implementan usando los sensores de rotación de efecto Coriolis ejemplares que se han descrito más arriba, entonces la salida de los sensores de rotación 502 y 504 variará en función de la aceleración lineal experimentada por cada sensor de rotación. Por lo tanto, un uso ejemplar del acelerómetro 506 es para compensar las fluctuaciones en las lecturas generadas por los sensores de rotación 502 y 504 que son causados por variaciones en la aceleración lineal. Esto se puede lograr multiplicando las lecturas del acelerómetro convertido por una matriz de ganancia 610 y restando (o sumando) los resultados de (o a) los datos del sensor de rotación muestreado correspondiente 612. Por ejemplo, los datos de rotación  $\alpha y$  muestreados del sensor de rotación 502 pueden ser compensados para la aceleración lineal en el bloque 614 como:

$$\alpha y' = \alpha y - C * A \quad (4)$$

en el que C es el vector de fila 1 x 3 de susceptibilidad del sensor de rotación a la aceleración lineal a lo largo de cada eje dado en unidades / g y A es la aceleración lineal calibrada. De manera similar, la compensación de aceleración lineal para los datos rotacionales muestreados  $\alpha z$  del sensor de rotación 504 se puede proporcionar en el bloque 614. Las matrices de ganancia, C, varían entre los sensores de rotación debido a las diferencias de fabricación. C se puede calcular usando el valor promedio para muchos sensores de rotación, o se puede calcular de manera personalizada para cada sensor de rotación.

Al igual que los datos del acelerómetro, los datos rotacionales muestreados 612 se convierten a continuación desde un valor unitario muestreado a un valor asociado a una velocidad de rotación angular, por ejemplo, radianes / s, en la función 616. Este paso de conversión también puede incluir la calibración proporcionada por la función 618 para compensar los datos rotacionales muestreados de, por ejemplo, escala y desplazamiento. La conversión / calibración para  $\alpha y$  y  $\alpha z$  se puede lograr usando, por ejemplo, la siguiente ecuación:

$$\alpha \text{ rad/s} = (\alpha' - \text{desplazamiento (T)}) * \text{escala} + d \text{Desplazamiento} \quad (5)$$

en la que  $\alpha'$  se refiere al valor que se convierte / calibra, desplazamiento (T) se refiere a un valor de desplazamiento asociado con temperatura, escala se refiere al factor de conversión entre el valor de la unidad muestreada y rad / s, y dDesplazamiento se refiere a un valor de desplazamiento dinámico. La ecuación (5) se puede implementar como una ecuación matricial, en cuyo caso todas las variables son vectores a excepción de la escala. En la forma de ecuación matricial, la escala corrige la desalineación del eje y los factores de desplazamiento rotacional. Cada una de estas variables se analiza con más detalle a continuación.

El desplazamiento de los valores de desplazamiento (T) y dDesplazamiento se puede determinar de diferentes maneras. Cuando el dispositivo de señalización de espacio libre 400 no está siendo rotado, por ejemplo, en la dirección del eje y, el sensor 502 debería producir de salida su valor de desplazamiento. Sin embargo, el desplazamiento puede verse muy afectado por la temperatura, por lo que este valor de desplazamiento probablemente variará. La calibración de la temperatura de desplazamiento se puede realizar en fábrica, en cuyo caso los valores de desplazamiento (T) se pueden preprogramar en el dispositivo portátil 400 o, alternativamente, la calibración de temperatura de desplazamiento también se puede aprender dinámicamente durante la vida útil del dispositivo. Para lograr una compensación de desplazamiento dinámica, se usa una entrada de un sensor de temperatura 619 en la función de calibración de rotación 618 para calcular el valor actual para el desplazamiento (T). El parámetro de desplazamiento (T) elimina la mayor parte de la polarización de desplazamiento de las lecturas del sensor. Sin embargo, negar casi todos los movimientos del cursor en movimiento cero puede ser útil para producir un dispositivo de señalización de alto rendimiento. Por lo tanto, el factor adicional dDesplazamiento se puede calcular dinámicamente mientras se usa el dispositivo de señalización de espacio libre 400. La función de detección estacionaria 608 determina cuándo es más probable que el dispositivo portátil esté estacionario y cuándo se debe volver a calcular el desplazamiento. Las técnicas ejemplares para implementar la función de detección estacionaria 608, así como también otros usos, se describen a continuación.

Una implementación ejemplar de computación dDesplazamiento emplea salidas de sensor calibradas que son filtradas con paso bajo. La función de detección de salida estacionaria 608 proporciona una indicación a la función de calibración de rotación 618 para activar el cálculo de, por ejemplo, la media de la salida de filtro de paso bajo. La función de detección de salida estacionaria 608 también puede controlar cuando la media recién calculada se factoriza en el valor existente para dDesplazamiento. Los expertos en la técnica reconocerán que se pueden usar multitud de técnicas diferentes para calcular el nuevo valor para dDesplazamiento a partir del valor existente de dDesplazamiento y la nueva media que incluye, pero sin limitación, el promediado simple, el filtrado de paso bajo y el filtrado de Kalman. Adicionalmente, los expertos en la materia reconocerán que se pueden emplear numerosas variaciones para la compensación de desplazamiento de los sensores de rotación 502 y 504. Por ejemplo, la función de desplazamiento (T) puede tener un valor constante (por ejemplo, invariante con la temperatura), se pueden usar

más de dos valores de compensación de desplazamiento y / o solo se puede calcular / usar un único valor de desplazamiento para la compensación de desplazamiento.

Después de la conversión / calibración en el bloque 616, las entradas de los sensores rotativos 502 y 504 se pueden procesar adicionalmente para rotar esas entradas en un marco inercial de referencia, es decir, para compensar la inclinación asociada con la manera con la que el usuario está sujetando el dispositivo de señalización de espacio libre 400, en la función 620. La corrección de inclinación es otro aspecto significativo de algunas realizaciones ejemplares de la presente invención, ya que está destinada a compensar las diferencias en los patrones de uso de los dispositivos de señalización de espacio libre de acuerdo con la presente invención. Más específicamente, la corrección de inclinación de acuerdo con las realizaciones ejemplares de la presente invención está destinada a compensar el hecho de que los usuarios sujetarán los dispositivos de señalización en sus manos en diferentes posiciones de rotación del eje x, pero que los ejes de detección de los sensores de rotación 502 y 504 en los dispositivos de señalización de espacio libre 400 son fijos. Es deseable que la traslación del cursor a través de la pantalla 408 sea sustancialmente insensible a la forma con la que el usuario sujeta el dispositivo de señalización de espacio libre 400, por ejemplo, rotando el dispositivo de señalización de espacio libre 400 hacia adelante y hacia atrás de una manera generalmente correspondiente a la dimensión horizontal (eje  $x_2$ ) de la pantalla 408 debería dar como resultado la traslación del cursor a lo largo de la eje  $x_2$ , mientras se rota hacia arriba y hacia abajo el dispositivo de señalización de espacio libre de una manera generalmente correspondiente a la dimensión vertical (eje  $y_2$ ) de la pantalla 408 debe dar como resultado la traslación del cursor a lo largo del eje  $y_2$ , con independencia de la orientación con la que el usuario esté sujetando el dispositivo de señalización de espacio libre 400.

Para comprender mejor la necesidad de la compensación de la inclinación de acuerdo con las realizaciones ejemplares de la presente invención, se considera el ejemplo que se muestra en la figura 6 (a). En este caso, el usuario está sujetando el dispositivo de señalamiento de espacio libre 400 en un marco de referencia inercial ejemplar, que se puede definir como teniendo un valor de rotación del eje x de 0 grados, por ejemplo, el marco de referencia inercial puede ser aquel en el que el dispositivo de señalización de espacio libre tiene su fondo sustancialmente paralelo al suelo de una habitación en la que, por ejemplo, se encuentra un televisor. El marco de referencia inercial se puede corresponder, puramente como ejemplo, con la orientación que se ilustra en la figura 6 (a) o se puede definir como cualquier otra orientación. La rotación del dispositivo de señalización de espacio libre 400 en las direcciones del eje y, o del eje z, será detectada por los sensores de rotación 502 y 504, respectivamente. Por ejemplo, la rotación del dispositivo de señalización de espacio libre 400 alrededor del eje z en una cantidad  $\Delta z$  como se muestra en la figura 6 (b) dará como resultado una traslación del cursor correspondiente  $\Delta x_2$  en la dimensión del eje  $x_2$  a través de la pantalla 408 (es decir, la distancia entre la versión con puntos del cursor 410 y la versión sin puntos).

Si, por otro lado, el usuario sujeta el dispositivo de señalización de espacio libre 400 en una orientación diferente, por ejemplo, con cierta cantidad de rotación del eje x con respecto al marco de referencia inercial, entonces la información proporcionada por los sensores 502 y 504 no proporcionaría una representación precisa de las acciones de interfaz previstas del usuario (ausencia de compensación de inclinación). Por ejemplo, haciendo referencia a la figura 6 (c), se considera una situación en la que el usuario retiene el dispositivo de señalamiento de espacio libre 400 con una rotación del eje x de 45 grados con respecto al marco de referencia inercial ejemplar como se ilustra en la figura 6 (a). Suponiendo que el usuario imparte la misma rotación  $\Delta z$  del eje z al dispositivo 400 de señalización de espacio libre como en el ejemplo de la figura 6 (b), por el contrario el cursor 410 se trasladará en ambas dirección del eje  $x_2$  así como del eje  $y_2$  como se muestra en la figura 6 (d). Esto se debe al hecho de que el eje de detección del sensor de rotación 502 ahora está orientado entre el eje y y el eje z (debido a la orientación del dispositivo en la mano del usuario). De forma similar, el eje de detección del sensor de rotación 504 también está orientado entre el eje y y el eje z (aunque en un cuadrante diferente). Con el fin de proporcionar una interfaz que sea transparente para el usuario en términos de cómo se mantiene el dispositivo de señalización de espacio libre 400, la compensación de inclinación de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente invención traslada la salida de lecturas de los sensores de rotación 502 y 504 de vuelta al marco inercial de referencia como parte del procesamiento de las lecturas de estos sensores, a una información indicativa de movimiento rotacional del dispositivo de señalización de espacio libre 400.

De acuerdo con las realizaciones ejemplares de la presente invención, volviendo a la figura 5, esto se puede lograr determinando la inclinación del dispositivo de señalización de espacio libre 400 usando las entradas y y z recibidas del acelerómetro 506 en la función 622. Más específicamente, después de que los datos de aceleración se conviertan y se calibren como se ha descrito más arriba, se puede filtrar en paso bajo en LPF 624 para proporcionar un valor de aceleración (gravedad) promedio a la función de determinación de inclinación 622. Entonces, la inclinación  $\theta$  se puede calcular en la función 622 como:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{y}{z}\right) \quad (7)$$

El valor  $\theta$  se puede calcular numéricamente como  $\text{atan2}(y, z)$  para evitar la división por cero y dar el signo correcto. Entonces, la función 620 puede realizar la rotación R de las entradas convertidas / calibradas  $a_y$  y  $a_z$  usando la ecuación:

$$R = \begin{bmatrix} \cos \theta & \text{sen} \theta \\ -\text{sen} \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \bullet \begin{bmatrix} a_y \\ a_z \end{bmatrix} \quad (8)$$

5 para rotar las entradas convertidas / calibradas  $a_y$  y  $a_z$  para compensar la inclinación  $\theta$ . La compensación de inclinación como se describe en esta realización ejemplar es un subconjunto de una técnica más general para trasladar lecturas de sensor del marco de referencia del cuerpo al marco de referencia del usuario de acuerdo con otra realización ejemplar de la presente invención que se describe a continuación.

10 Una vez que las lecturas calibradas del sensor han sido compensadas por la aceleración lineal, procesadas en lecturas indicativas de la rotación angular del dispositivo de señalización de espacio libre 400, y compensadas por la inclinación, el procesamiento posterior se puede realizar en los bloques 626 y 628. El procesamiento posterior ejemplar puede incluir la compensación por diversos factores tales como el temblor humano. Aunque el temblor se puede eliminar usando varios métodos diferentes, una forma de eliminar el temblor es mediante el uso de la histéresis. La velocidad angular producida por la función de rotación 620 se integra para producir una posición angular. La histéresis de una magnitud calibrada se aplica a continuación a la posición angular. La derivada se toma de la salida del bloque de histéresis para producir nuevamente una velocidad angular. La salida resultante se escala a continuación en la función 628 (por ejemplo, en base al período de muestreo) y se usa para generar un resultado dentro de la interfaz, por ejemplo, el movimiento de un cursor 410 en una pantalla 408.

20 Habiendo proporcionado una descripción del proceso de los dispositivos de señalización de espacio libre ejemplares de acuerdo con la presente invención, la figura 7 ilustra una arquitectura de hardware ejemplar. En ella, un procesador 800 se comunica con otros elementos del dispositivo de señalización de espacio libre que incluye una rueda de desplazamiento 802, JTAG 804, LED 806, matriz de conmutación 808, fotodetector de IR 810, sensores de rotación 812, acelerómetro 814 y transceptor 816. La rueda de desplazamiento 802 es un componente de entrada opcional que permite a un usuario proporcionar una entrada a la interfaz rotando la rueda de desplazamiento 802 en sentido horario o antihorario. El JTAG 804 proporciona la interfaz de programación y depuración al procesador. Los LED 806 proporcionan retroalimentación visual a un usuario, por ejemplo, cuando se presiona un botón. La matriz de conmutación 808 recibe entradas, por ejemplo, indicaciones de que un botón en el dispositivo de señalización de espacio libre 400 ha sido presionado o liberado, que a continuación se transfiere al procesador 800. El fotodetector de IR 810 opcional se puede proporcionar para habilitar el dispositivo de señalización de espacio libre ejemplar para aprender códigos de IR de otros controles remotos. Los sensores de rotación 812 proporcionan lecturas al procesador 800 con respecto a, por ejemplo, la rotación del eje y y del eje z del dispositivo de señalización de espacio libre como se ha descrito más arriba. El acelerómetro 814 proporciona lecturas al procesador 800 con respecto a la aceleración lineal del dispositivo de señalización de espacio libre 400 que se puede usar como se ha descrito más arriba, por ejemplo, para realizar la compensación de inclinación y para compensar errores que la aceleración lineal introduce en las lecturas rotacionales generadas por los sensores de rotación 812. El transceptor 816 se usa para comunicar información hacia y desde un dispositivo de señalización de espacio libre 400, por ejemplo, al controlador de sistema 228 o a un procesador asociado con un ordenador. El transceptor 816 puede ser un transceptor inalámbrico, por ejemplo, que funcione de acuerdo con los estándares de Bluetooth para comunicaciones inalámbricas de corto alcance o un transceptor de infrarrojos. Alternativamente, el dispositivo de señalización de espacio libre 400 se puede comunicar con los sistemas por medio de una conexión por cable.

45 En la realización ejemplar de la figura 4, el dispositivo de señalización de espacio libre 400 incluye dos sensores rotativos 502 y 504, así como un acelerómetro 506. Sin embargo, de acuerdo con otra realización ejemplar de la presente invención, un dispositivo de señalización de espacio libre puede incluir alternativamente solo un sensor de rotación, por ejemplo, para medir la velocidad angular en la dirección del eje z, y un acelerómetro. Para una realización ejemplar de este tipo, se puede proporcionar una funcionalidad similar a la que se ha descrito más arriba utilizando el acelerómetro para determinar la velocidad angular a lo largo del eje que no es detectada por el sensor de rotación. Por ejemplo, la velocidad de rotación alrededor del eje y se puede calcular usando los datos generados por el acelerómetro y calculando:

$$\omega_y = \frac{\partial \theta_y}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} \tan^{-1} \left( \frac{x}{z} \right) \quad (9)$$

50 Además, los efectos de aceleración parasitarios que no se miden con un sensor de rotación también se deben eliminar. Estos efectos incluyen la aceleración lineal real, la aceleración medida debido a la velocidad de rotación y la aceleración rotacional, y la aceleración debida al temblor humano.

La función de detección estacionaria 608, que se ha mencionado brevemente más arriba, se puede operar para determinar si el dispositivo de señalización de espacio libre 400 está, por ejemplo, estacionario o activo (en movimiento). Esta categorización se puede realizar de varias maneras diferentes. Una forma, de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención, es calcular la varianza de los datos de entrada muestreados de todas las entradas (x, y, z,  $\alpha$ ,  $\alpha$ z) en una ventana predeterminada, por ejemplo, cada cuarto de segundo. Esta varianza a continuación se compara con un umbral para clasificar el dispositivo de señalización de espacio libre como estacionario o activo.

Otra técnica de detección estacionaria de acuerdo con las realizaciones ejemplares de la presente invención implica transformar las entradas en el dominio de frecuencia, por ejemplo, mediante la ejecución de una Transformada de Fourier Rápida (FFT) de los datos de entrada. A continuación, los datos se pueden analizar utilizando, por ejemplo, métodos de detección de picos, para determinar si el dispositivo de señalización de espacio libre 400 está estacionario o activo. Además, se puede distinguir una tercera categoría, específicamente el caso en el que un usuario esté sujetando el dispositivo de señalización de espacio libre 400 pero no lo esté moviendo (también denominado aquí como estado "estable". Esta tercera categoría se puede distinguir de la estacionaria (no sujeta) y activa al detectar el pequeño movimiento del dispositivo de señalización de espacio libre 400 que es introducido por el temblor de la mano del usuario cuando el usuario sujeta el dispositivo de señalización de espacio libre 400. La función de detección estacionaria 608 también puede usar la detección de pico para hacer esta determinación. Los picos dentro del rango de las frecuencias de temblor humano, por ejemplo, nominalmente 8 - 12 Hz, típicamente excederán el suelo de ruido del dispositivo (que se experimenta cuando el dispositivo está parado y no está sujeto) en aproximadamente 20 dB.

En los ejemplos anteriores, las variaciones en el dominio de la frecuencia se detectaron dentro de un rango de frecuencia particular, sin embargo, el rango de frecuencia real que se va a monitorizar y usar para caracterizar el estado del dispositivo de señalización de espacio libre 400 se puede variar. Por ejemplo, el rango de frecuencia de temblor nominal se puede desplazar en base, por ejemplo, a la ergonomía y al peso del dispositivo de señalización de espacio libre 400, por ejemplo, de 8 - 12 Hz a 4 - 7 Hz.

De acuerdo con otra realización ejemplar de la presente invención, el mecanismo de detección estacionario 608 puede incluir una máquina de estado. En la figura 8 se muestra una máquina de estado ejemplar. En ella, el estado ACTIVO es, en este ejemplo, el estado predeterminado durante el cual el dispositivo de señalización de espacio libre 400 se está moviendo y está siendo utilizado, por ejemplo, para proporcionar entradas a una interfaz de usuario. El dispositivo de señalización de espacio libre 400 puede entrar en el estado ACTIVO al conectarse el dispositivo como se indica mediante la entrada de reinicio. Si el dispositivo de señalización de espacio libre 400 deja de moverse, entonces se puede entrar en el estado INACTIVO. Las diversas transiciones de estado ilustradas en la figura 8 se pueden activar por cualquiera de una serie de criterios diferentes que incluyen, pero no se limitan a, salida de datos de uno o ambos sensores de rotación 502 y 504, salida de datos del acelerómetro 506, datos de dominio de tiempo, datos de dominio de frecuencia o cualquier combinación de los mismos. Las condiciones de transición del estado se mencionarán genéricamente aquí usando la convención "Condición<sub>estadoA</sub> → estadoB". Por ejemplo, el dispositivo de señalización de espacio libre 400 pasará del estado ACTIVO al estado INACTIVO cuando se produce la condición<sub>activo</sub> → inactivo. Con el único fin de ilustrar, se considera que esa condición<sub>activo</sub> → inactivo se puede producir, en un ejemplo de dispositivo de señalización de espacio libre 400, cuando los valores medios y / o valores de desviación estándar tanto del (de los) sensor (es) rotacional (es) como del acelerómetro caen por debajo de los primeros valores predeterminados para un primer período de tiempo predeterminado.

Las transiciones de estado se pueden determinar por varias condiciones diferentes basadas en las salidas de sensor interpretadas. Las métricas de condición ejemplares incluyen la varianza de las señales interpretadas en una ventana de tiempo, el umbral entre un valor de referencia y la señal interpretada en una ventana de tiempo, el umbral entre un valor de referencia y la señal interpretada filtrada en una ventana de tiempo y el umbral entre un valor de referencia y la señal interpretada desde un momento de inicio se pueden usar para determinar las transiciones de estado. Todas, o cualquier combinación, de estas medidas de condición se pueden usar para activar transiciones de estado. Alternativamente, también se pueden usar otras métricas. De acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención, se produce una transición del estado INACTIVO al estado ACTIVO cuando (1) un valor medio de la (s) salida (s) del sensor en un intervalo de tiempo es mayor que el (los) umbral (es) predeterminado (s) o (2) una varianza de los valores de la (s) salida (s) del sensor en una ventana de tiempo es mayor que el (los) umbral (es) predeterminado (s) o (3) un delta instantáneo entre los valores del sensor es mayor que un umbral predeterminado.

El estado INACTIVO permite que el mecanismo de detección estacionario 608 distinga entre pausas breves durante las cuales el dispositivo de señalización de espacio libre 400 todavía se usa, por ejemplo, del orden de una décima de segundo, y una transición real a una condición estable o estacionaria. Esto protege contra que las funciones que se realizan durante los estados ESTABLE y ESTACIONARIO, que se describen a continuación, se realicen inadvertidamente cuando se utiliza el dispositivo de señalización de espacio libre. El dispositivo de señalización de espacio libre 400 volverá a la transición al estado ACTIVO cuando la condición<sub>inactivo</sub> → activo se produce, por ejemplo, si el dispositivo de señalización de espacio libre 400 comienza a moverse de nuevo de manera que las salidas

medidas del sensor o sensores rotativos y del acelerómetro exceden el primer umbral antes de que transcurra un segundo período de tiempo predeterminado en el estado INACTIVO.

El dispositivo de señalización de espacio libre 400 pasará al estado ESTABLE o al estado ESTACIONARIO después de que transcurra el segundo período de tiempo predeterminado. Como se ha mencionado más arriba, el estado ESTABLE refleja la caracterización del dispositivo de señalamiento de espacio libre 400 que está siendo sujetado por una persona pero que se encuentra sustancialmente inmóvil, mientras que el estado ESTACIONARIO refleja una caracterización del dispositivo de señalización de espacio libre como no sujetado por una persona. Por lo tanto, una máquina de estado ejemplar de acuerdo con la presente invención puede proporcionar una transición al estado ESTABLE después de que haya transcurrido el segundo período de tiempo predeterminado si el movimiento mínimo asociado con el temblor de la mano está presente o, de lo contrario, realiza la transición al estado ESTACIONARIO.

Los estados ESTABLE y ESTACIONARIO definen los tiempos durante los cuales el dispositivo de señalización de espacio libre 400 puede realizar varias funciones. Por ejemplo, puesto que el estado ESTABLE está destinado a reflejar momentos en los que el usuario está sujetando el dispositivo de señalización de espacio libre 400 pero no lo está moviendo, el dispositivo puede registrar el movimiento del dispositivo de de señalización de espacio libre 400 cuando se encuentra en estado ESTABLE, por ejemplo, almacenando las salidas de los sensores rotativos y / o del acelerómetro mientras se encuentra en este estado. Estas medidas almacenadas se pueden usar para determinar un patrón de temblor asociado con un usuario o usuarios en particular, tal como se describe a continuación. Del mismo modo, cuando se encuentra en estado ESTACIONARIO, el dispositivo de señalización de espacio libre 400 puede tomar lecturas de los sensores rotativos y / o del acelerómetro para usarlas para compensar el desplazamiento como se ha descrito más arriba.

Si el dispositivo de señalización de espacio libre 400 comienza a moverse en estado ESTABLE o ESTACIONARIO, esto puede desencadenar un retorno al estado ACTIVO. De lo contrario, después de que se hayan tomado las medidas, el dispositivo puede pasar al estado de ESPERA. Mientras se encuentra en estado de espera, el dispositivo puede entrar en un modo de disminución de energía en el que se reduce el consumo de energía del dispositivo de señalización de espacio libre y, por ejemplo, la velocidad de muestreo de los sensores rotativos y / o del acelerómetro también se reduce. El estado de ESPERA también se puede introducir por medio de un comando externo para que el usuario u otro dispositivo pueda ordenar al dispositivo de señalización de espacio libre 400 que entre al estado de ESPERA.

Tras la recepción de otro comando, o si el dispositivo de señalización de espacio libre 400 comienza a moverse, el dispositivo puede pasar del estado de ESPERA al estado ACTIVACIÓN. Al igual que el estado INACTIVO, el estado de ACTIVACIÓN proporciona una oportunidad para que el dispositivo confirme que está justificada una transición al estado ACTIVO, por ejemplo, que el dispositivo de señalización de espacio libre 400 no fue empujado inadvertidamente.

Las condiciones para las transiciones de estado pueden ser simétricas o pueden diferir. Por lo tanto, el umbral asociado con la condición<sub>activo</sub> → <sub>inactivo</sub> puede ser el mismo (o diferente) de los umbrales asociados con la condición<sub>inactivo</sub> → <sub>activo</sub>. Esto permite que los dispositivos de señalización de espacio libre de acuerdo con la presente invención capten con mayor precisión la entrada del usuario. Por ejemplo, las realizaciones ejemplares que incluyen una implementación de máquina de estado permiten, entre otras cosas, que el umbral para la transición a una condición estacionaria sea diferente del umbral para la transición saliendo de una condición estacionaria.

Entrar o salir de un estado también se puede utilizar para activar otras funciones del dispositivo. Por ejemplo, la interfaz de usuario se puede conectar en función de una transición de cualquier estado al estado ACTIVO. De manera correspondiente, el dispositivo de señalización de espacio libre y / o la interfaz de usuario se puede desconectar (o entrar en un modo de espera) cuando el dispositivo de señalización de espacio libre pasa de ACTIVO o ESTABLE a ESTACIONARIO o INACTIVO. Alternativamente, el cursor 410 se puede visualizar o eliminar de la pantalla en función de la transición desde o hacia el estado estacionario del dispositivo de señalización de espacio libre 400.

Como se ha mencionado más arriba, las realizaciones ejemplares de la presente invención procesan datos de movimiento recibidos del sensor o sensores en el dispositivo de señalización de espacio libre para convertir estos datos del marco de referencia del cuerpo del dispositivo de señalización de espacio libre en otro marco de referencia, por ejemplo, el marco de referencia del usuario. En la aplicación ejemplar de un dispositivo de señalización de espacio libre usado para controlar una interfaz de usuario que se muestra en una pantalla, por ejemplo, un televisor, el marco de referencia del usuario podría ser un sistema de coordenadas asociado con la pantalla de televisión. De todos modos, la traslación de los datos del marco de referencia del cuerpo a otro marco de referencia mejora la facilidad de uso del dispositivo portátil al dar como resultado una operación que es desde la perspectiva del usuario y no desde la perspectiva del dispositivo. Por lo tanto, cuando el usuario mueve su mano de izquierda a derecha delante a una pantalla mientras sujeta el dispositivo de señalización de espacio libre, el cursor se moverá en la dirección de izquierda a derecha independientemente de la orientación del dispositivo de señalización de espacio libre.

Para simplificar esta explicación, en la figura 9 se muestra un sistema de procesamiento ejemplar asociado con un dispositivo de señalización de espacio libre, por ejemplo, como se ha descrito con más detalle más arriba. De esta manera, el sistema portátil detecta el movimiento usando uno o más sensores 901, por ejemplo, sensor (es) rotativo (s), giroscopio (s), acelerómetro (s), magnetómetro (s), sensor (es) óptico (s), cámara (s) o cualquier combinación de los mismos. Los sensores se interpretan entonces en el bloque 902 para producir una estimación del movimiento que se produjo. El bloque de procesamiento 903 a continuación traslada el movimiento medido desde el marco de referencia natural (cuerpo) del dispositivo al marco de referencia del usuario. El movimiento se mapea entonces 904 en acciones significativas que se interpretan en el bloque 905 y se envían al sistema para producir una respuesta significativa, tal como mover un cursor en la pantalla.

El bloque 903 convierte el movimiento detectado al marco de referencia del usuario en lugar del marco de referencia del dispositivo. La orientación puede estar representada por muchos métodos diferentes matemáticamente similares, incluidos los ángulos de Euler, una matriz de coseno de dirección (DCM) o una unidad de cuaternión. La posición generalmente se representa como un desplazamiento del origen del sistema de coordenadas en una unidad consistente que incluye, entre otros, metros, centímetros, pies, pulgadas y millas. En una realización ejemplar que se ha descrito más arriba, un dispositivo de señalización de espacio libre mide las fuerzas de inercia que incluyen la aceleración y la velocidad de rotación. Estas fuerzas se miden en relación con el cuerpo del dispositivo mediante sensores montados en el mismo. Para convertir los datos medidos al marco de referencia del usuario, el dispositivo estima tanto su posición como su orientación.

En esta realización ejemplar, se supone que el marco de referencia del usuario es estacionario y tiene una orientación fija, aunque los expertos en la materia apreciarán que esta técnica de acuerdo con la presente invención se puede extender fácilmente a los casos en los que el marco de referencia del usuario no es estacionario ya sea transformando directamente al marco variable en el tiempo o convirtiendo primero a un marco estacionario y a continuación convirtiéndolo al marco móvil. Para el modelo de marco de referencia del usuario de orientación fija estacionaria, la conversión del marco de cuerpo al marco de usuario se puede realizar utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\mathbf{P}_u = \text{Rotar}(\mathbf{P}_b, \mathbf{Q}) + \mathbf{P}_{\text{delta}}$$

$$\mathbf{P}'_u = \text{Rotar}(\mathbf{P}'_b, \mathbf{Q})$$

$$\mathbf{P}''_u = \text{Rotar}(\mathbf{P}''_b, \mathbf{Q})$$

$$\mathbf{W}_u = \text{Rotar}(\mathbf{W}_b, \mathbf{Q})$$

$$\mathbf{W}'_u = \text{Rotar}(\mathbf{W}'_b, \mathbf{Q})$$

en las que:

Rotar representa el operador de rotación del cuaternión de tal manera que Rotar (A, Q) es igual a  $\mathbf{Q} * \mathbf{A} \mathbf{Q}$ , en la que  $\mathbf{Q}^*$  es el conjugado de cuaternión y el vector A es un cuaternión con el componente complejo igual a A y el componente real es igual a 0;

$\mathbf{P}_u$  es la posición en el marco de referencia del usuario;

$\mathbf{P}_b$  es la posición en el marco de referencia del dispositivo;

' representa la derivada. Por lo tanto,  $\mathbf{P}'_u$  es la derivada de la posición en el marco de referencia del usuario que es la velocidad en el marco de referencia del usuario;

$\mathbf{W}_u$  es la velocidad angular del dispositivo en ángulos de cuerpo en el marco de referencia del usuario;

$\mathbf{W}_b$  es la velocidad angular del dispositivo en ángulos de cuerpo en el marco de cuerpo del dispositivo;

$\mathbf{P}_{\text{delta}}$  es la diferencia entre el origen del marco de referencia del usuario y el marco de referencia del cuerpo en el sistema de coordenadas del marco de referencia del usuario;

Q es el cuaternión de rotación normalizado que representa la rotación desde el marco de cuerpo al marco del usuario. Puesto que el cuaternión de rotación para rotar desde el marco del usuario al marco de cuerpo es  $\mathbf{Q}^*$ , se podría reemplazar Q con  $\mathbf{R}^*$  en el que R es la rotación desde el marco del usuario al marco de cuerpo. Se debe hacer notar que Q se puede representar en varias formas equivalentes, incluidos los ángulos de Euler y la matriz del coseno de dirección (DCM), y las ecuaciones anteriores se pueden variar ligeramente en sus formas equivalentes en función de diferentes representaciones de Q. La figura 10 ilustra gráficamente la transformación de un marco de referencia del cuerpo a un marco de referencia del usuario.

Durante la operación, el dispositivo estima Q de una manera dependiente de la implementación para realizar esta transformación. Una implementación ejemplar que se ha descrito más arriba implica compensar la inclinación (es decir, variaciones en el balanceo del eje x del dispositivo de señalización de espacio libre en base a la manera en que es sujetado por un usuario). La orientación se calcula estimando primero el componente de aceleración debido a la gravedad en el marco de cuerpo, Ab. Por definición, el vector de aceleración debido a la gravedad en el marco del usuario, Ag, se establece en [0, 0, - 1]. Como la gravedad no puede estimar el rumbo (rotación alrededor del eje z), se utiliza la estimación del marco de cuerpo para el rumbo. Por lo tanto, el cuaternión de rotación tiene un eje de rotación en el plano z = 0. Lo que sigue es uno de varios métodos matemáticamente equivalentes para calcular el cuaternión de rotación:

$$V = \|Ab\| \times \|Ag\| \quad (\text{producto vectorial de los vectores unitarios})$$

$$qV = \|V\|$$

$$\alpha = \text{sen}^{-1}|V|$$

$$Q = \text{Cuaternión}[qV, \alpha] = [qV * \text{sen}(\alpha/2), \text{cos}(\alpha/2)]$$

La posición se calcula entonces como la integral doble de la aceleración en el marco del usuario. La aceleración en el marco del usuario es la aceleración del marco de cuerpo rotado en el marco del usuario por la Q que se indica más arriba. Normalmente, se supone que el origen es cero cuando el dispositivo se activa por primera vez, pero el origen se puede reiniciar durante el funcionamiento normal, ya sea de forma manual o automática.

Generalmente, cuando el dispositivo no se está moviendo, Pu', Pu'', Wu y Wu'' son todos 0. En esta realización ejemplar, se miden Pb' y Wb. Aunque existe un número infinito de rotaciones Q, la rotación mínima puede ser seleccionada del conjunto disponible y usada para estimar Wu en base a Wb. Alternativamente, Q se puede calcular usando una supuesta orientación de desplazamiento de inicio Q0, integrando Wb a lo largo del tiempo como se muestra utilizando la integral de tiempo discreta que se indica a continuación:

$$Wb\text{Ángulo} = |Wb| * \text{período}$$

$$Q_{\text{DELTA}} = \text{Cuaternión}[Wb, Wb\text{Ángulo}] = [||Wb|| * \text{sen}(Wb\text{Ángulo}/2), \text{cos}(Wb\text{Ángulo}/2)]$$

$$Q_{\text{SIGUIENTE}} = Q_0 ** Q_{\text{DELTA}}$$

En las que \* representa la multiplicación y \*\* representa la multiplicación del cuaternión. Se puede proporcionar estabilidad adicional mediante vectores de campo constantes que incluyen la gravedad y el campo magnético de la tierra y se combinan con los resultados anteriores. La combinación se puede lograr usando varios métodos numéricos y de filtrado que incluyen, entre otros, el filtrado de Kalman.

Se podría emplear una variedad de sensores diferentes siempre que midan el movimiento con respecto al cuerpo del dispositivo. Los sensores ejemplares incluyen acelerómetros, sensores de rotación, giroscopios, magnetómetros y cámaras. El marco de usuario no tiene que ser estacionario. Por ejemplo, si el marco de referencia del usuario se selecciona para que sea el antebrazo del usuario, entonces el dispositivo solo respondería al movimiento de la muñeca y de los dedos.

Un experto en la técnica reconocerá que la propiedad conmutativa se aplica a las transformaciones de marco de referencia que se describen en esta invención. Por lo tanto, el orden de las operaciones matemáticas se puede alterar sin afectar materialmente a la invención que se describe en la presente memoria descriptiva. Además, muchos algoritmos de procesamiento de movimiento pueden operar en cualquier marco de referencia de manera equivalente, especialmente cuando el marco de usuario se elige para que sea estacionario con una orientación constante.

Además de proporcionar facilidad de uso, las transformaciones del marco de referencia de acuerdo con esta realización ejemplar de la presente invención también se pueden usar para abordar otros retos en las implementaciones de dispositivos portátiles. Por ejemplo, si un sensor (tal como un acelerómetro) no está localizado precisamente en el centro de rotación en el marco de referencia del cuerpo, la aceleración medida incluirá tanto la aceleración del marco como los componentes de aceleración debidos a la rotación del marco. Por lo tanto, la aceleración medida se puede transformar primero en una localización de destino diferente dentro de la estructura de cuerpo del dispositivo usando la siguiente relación:

$$A \text{ cuerpo} = A \text{ acelerómetro} + \omega' \times R + \omega \times (\omega \times R)$$

en la que  $R$  es el vector desde el acelerómetro a la localización objetivo,  $\omega$  es la velocidad angular del marco de referencia del cuerpo y  $\omega'$  es la aceleración angular del marco de referencia del cuerpo. Si la estructura de cuerpo del dispositivo está construida de manera que se encuentra en  $R$  desde el acelerómetro, entonces debe tener efectos de aceleración angular cero y se puede usar más fácilmente para calcular el movimiento del dispositivo en el marco del usuario. Esto compensa la desalineación intencional o involuntaria entre el acelerómetro y el centro del marco de referencia del cuerpo. Además, la estimación del vector de gravedad se hace mucho más simple ya que hay menos fuerzas actuando en el centro de rotación. Entonces,

**A usuario = Rotación (A cuerpo, Q)**

en la que  $Q$  es la rotación desde el marco de referencia del cuerpo al marco de referencia del acelerómetro.

Desafortunadamente, diferentes usuarios tienen valores diferentes de  $R$ . Por ejemplo, un usuario puede usar el dispositivo portátil rotando su codo mientras que otro puede usar el dispositivo rotando su muñeca. Además, las personas tienen muñecas y antebrazos de diferentes tamaños. Para una facilidad de uso mejorada, esta realización ejemplar del dispositivo portátil calcula dinámicamente  $R$  y mueve el origen de cuerpo de manera que tenga componentes de aceleración mínimos debido al movimiento angular. La realización ejemplar estima  $R$  al definir  $R$  como  $[R_x, 0, 0]$  y resolver para  $R_x$  usando y minimizando  $A$  cuerpo - Rotar  $[A_g, Q]$ . Se debe hacer notar que existen muchos métodos numéricos, incluidos los mínimos cuadráticos recursivos y el filtrado de Kalman que pueden realizar la minimización para calcular  $R_x$ .

En base a lo anterior, se apreciará que la presente invención describe diversas técnicas para mapear el movimiento detectado de un dispositivo portátil desde un marco de referencia (por ejemplo, un marco de referencia del cuerpo) a otro marco de referencia (por ejemplo, el marco de referencia de un usuario). Estas asignaciones pueden ser independientes de otras asignaciones asociadas con el uso del dispositivo portátil, por ejemplo, el mapeo del movimiento detectado al movimiento del cursor o se puede combinar con el mismo. Además, las transformaciones de acuerdo con la presente invención se pueden realizar para transformar el movimiento detectado en las tres dimensiones, para movimiento de traslación y movimiento rotacional o cualquier subconjunto del mismo, desde la perspectiva del lado de entrada de la ecuación de movimiento o del lado de salida. Además, la selección del marco de referencia en el que se mapea o se transforma el movimiento detectado se puede realizar de varias maneras diferentes. Un ejemplo que se ha proporcionado más arriba muestra que el segundo marco de referencia es el marco de referencia de un usuario asociado con la inclinación del dispositivo, sin embargo, son posibles muchas otras variaciones. Por ejemplo, el usuario puede seleccionar su marco de referencia deseado, cuya configuración se puede almacenar en el dispositivo portátil como una de una pluralidad de preferencias del usuario y usarse para realizar la transformación. El segundo marco de referencia se puede seleccionar en función de cualquier número de técnicas. El segundo marco de referencia se puede seleccionar en base a un comando explícito (por ejemplo, selección de botón o interfaz de usuario) o automáticamente por medio del reconocimiento del usuario determinado por patrones de uso del dispositivo, temblor y otros datos biométricos.

Adicionalmente, aunque algunas de las realizaciones ejemplares que se han descrito más arriba operan sobre datos en el dominio de la velocidad, la presente invención no está limitada a ello. El mapeo o transformación de acuerdo con la presente invención se puede realizar alternativa o adicionalmente, por ejemplo, en datos de posición o aceleración y puede ser para el movimiento de traslación, el movimiento de rotación o ambos. Además, el orden de procesamiento no es crítico. Por ejemplo, si el dispositivo portátil se usa para enviar comandos de gestos, la asignación se puede realizar en primer lugar y a continuación se determina el gesto o se puede determinar en primer lugar el gesto y a continuación se puede realizar la asignación.

Las realizaciones ejemplares que se han descrito más arriba pretenden ser ilustrativas en todos los aspectos, en lugar de restrictivas, de la presente invención. Por lo tanto, la presente invención es capaz de muchas variaciones en la implementación detallada que se puede derivar de la descripción contenida en la presente memoria descriptiva por una persona experta en la técnica. Por ejemplo, aunque las realizaciones ejemplares anteriores describen, entre otras cosas, el uso de sensores inerciales para detectar el movimiento de un dispositivo, se pueden usar otros tipos de sensores (por ejemplo, ultrasonidos, magnéticos u ópticos) en lugar de, o además de, sensores de inercia junto con el procesamiento de señales que se ha descrito más arriba. Todas estas variaciones y modificaciones se consideran dentro del alcance de la presente invención como se define en las siguientes reivindicaciones. Ningún elemento, acto o instrucción utilizado en la descripción de la presente solicitud se debe interpretar como crítica o esencial para la invención a menos que se describa explícitamente como tal. Además, tal como se usa en la presente memoria descriptiva, el artículo "un" pretende incluir uno o más elementos.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de señalización portátil de espacio libre (400) que comprende:
  - un primer sensor de rotación (502) para determinar la rotación del citado dispositivo de señalización alrededor de un primer eje y generar una primera salida de rotación ( $\alpha_y$ ) asociada con el mismo;
  - 5 un segundo sensor de rotación (504) para determinar la rotación del citado dispositivo de señalización alrededor de un segundo eje y generar una segunda salida de rotación ( $\alpha_z$ ) asociada con el mismo;
  - un acelerómetro (506) para determinar una aceleración del citado dispositivo de señalización y emitir una salida de aceleración asociada con la misma; y
  - 10 una unidad de procesamiento (800) para recibir las citadas primera y segunda salidas de rotación y la citada salida de aceleración y para:
    - (a) determinar una inclinación ( $\theta$ ) con respecto a la gravedad asociada con una orientación en la que el citado dispositivo de señalización portátil está sujeto, en el que la citada inclinación se determina en base a la salida de aceleración, y
    - 15 (b) convertir las citadas primera y segunda salidas de rotación desde un marco de referencia del cuerpo asociado con el citado dispositivo de señalización en un marco de referencia del usuario para eliminar los efectos de la citada inclinación determinada.
2. El dispositivo de señalización de la reivindicación 1, que comprende, además, determinar datos asociados con coordenadas x e y, que a su vez están asociadas con el movimiento de un cursor de pantalla (410), estando basados los citados datos en las citadas salidas rotativas primera y segunda convertidas, en el que la citada etapa de conversión hace que citado movimiento del citado cursor de pantalla sea independiente de la citada inclinación.
- 20 3. El dispositivo de señalización de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el citado marco de referencia del usuario está asociado con una pantalla de televisión.
4. El dispositivo de señalización de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la citada etapa de conversión comprende además la etapa de: hacer rotar las citadas salidas de rotación primera y segunda en el citado marco de referencia del usuario por medio del cálculo de:
- 25

$$R = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \alpha_y \\ \alpha_z \end{bmatrix}$$

en el que  $\theta$  es la citada inclinación determinada,  $\alpha_y$  es la citada primera salida de rotación y  $\alpha_z$  es la citada segunda salida de rotación.

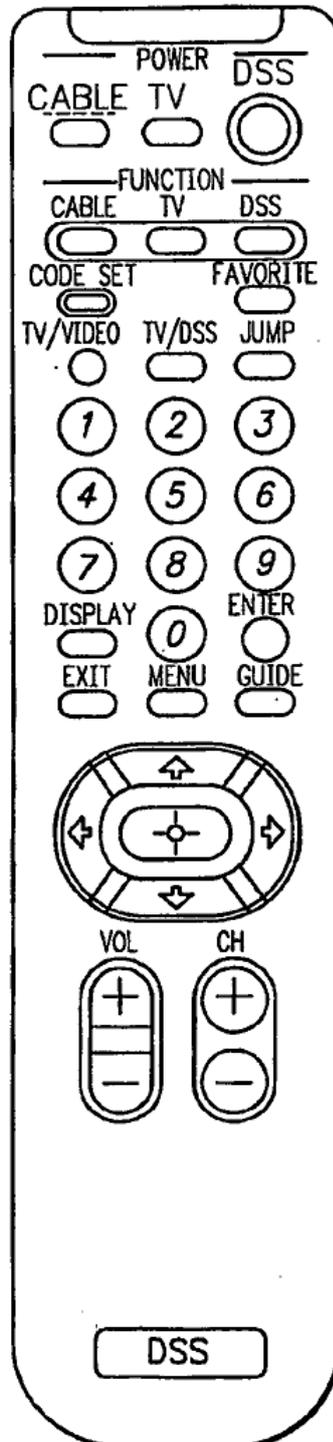
- 30 5. Un método para operar un dispositivo de señalización de espacio libre (400) que comprende los pasos de:
  - determinar, usando un acelerómetro (506), una inclinación  $\theta$  relativa a la gravedad asociada con una orientación con la que se sujeta el citado dispositivo de señalización de espacio libre;
  - 35 detectar, usando los sensores de rotación primero y segundo (502, 504) el movimiento rotacional ( $\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ ) del citado dispositivo de señalización de espacio libre alrededor de un primer eje y de un segundo eje, respectivamente; y
  - transformar el citado movimiento detectado desde un marco de referencia del cuerpo asociado con el citado dispositivo de señalización de espacio libre en un marco de referencia inercial,
  - en el que la transformación incluye compensar el citado movimiento de rotación detectado para corregir el movimiento de rotación detectado para la citada inclinación determinada.
- 40 6. El método de la reivindicación 5, en el que la citada etapa de compensación del citado movimiento de rotación detectado para corregir la citada inclinación comprende la etapa de:
  - rotar las salidas de rotación primera y segunda de los citados sensores de rotación primero y segundo en el citado marco inercial de referencia calculando:

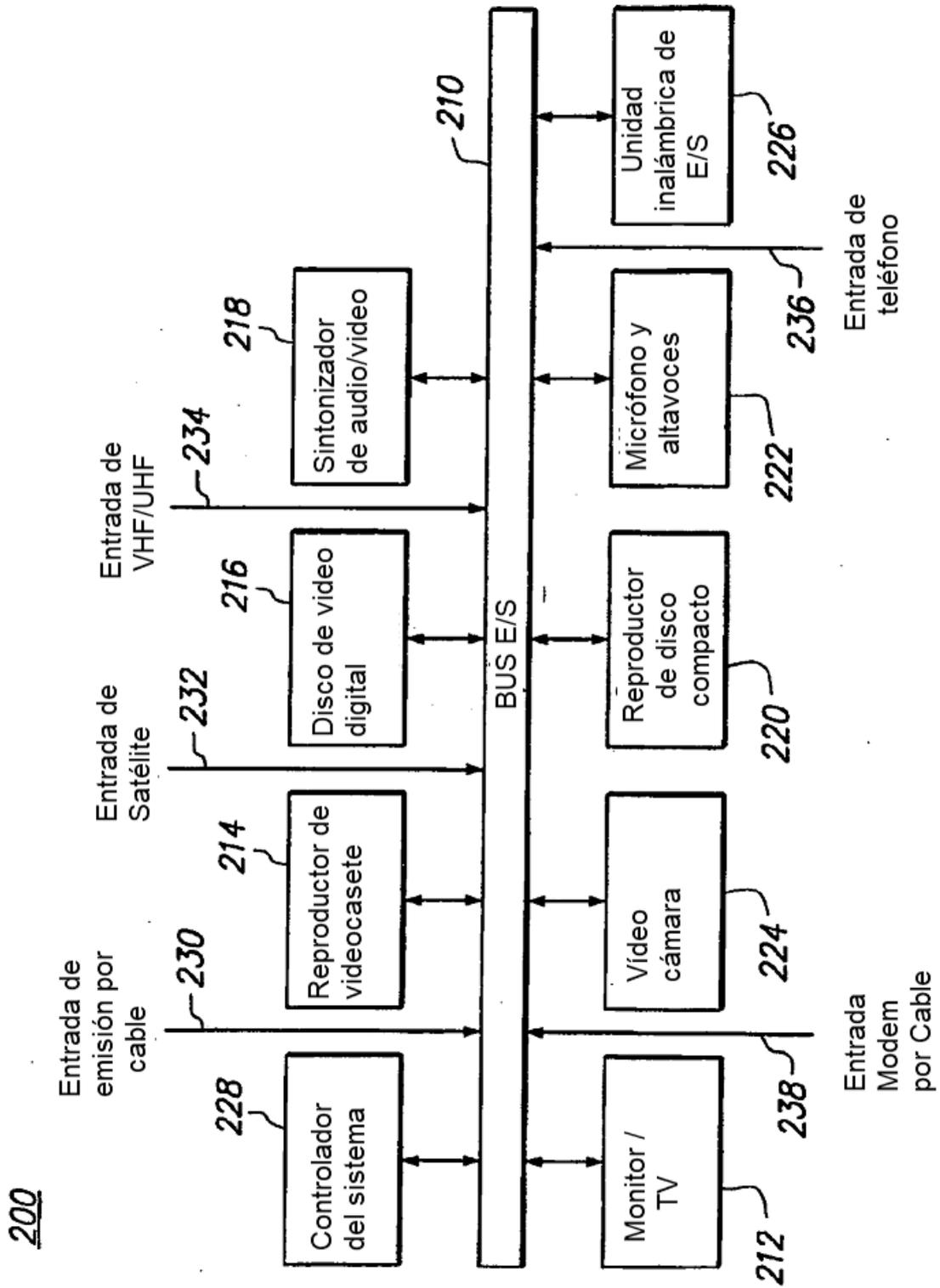
$$R = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \alpha y \\ \alpha z \end{bmatrix}$$

en el que  $\theta$  es la citada inclinación determinada,  $\alpha y$  es la citada primera salida de rotación y  $\alpha z$  es la citada segunda salida de rotación.

- 5 7. El método de la reivindicación 5 o 6, que comprende, además, la etapa de: proporcionar información asociada con citado movimiento compensado y detectado como entrada a una interfaz de usuario.

**FIG. 1**  
(Técnica Anterior)





**FIG. 2**

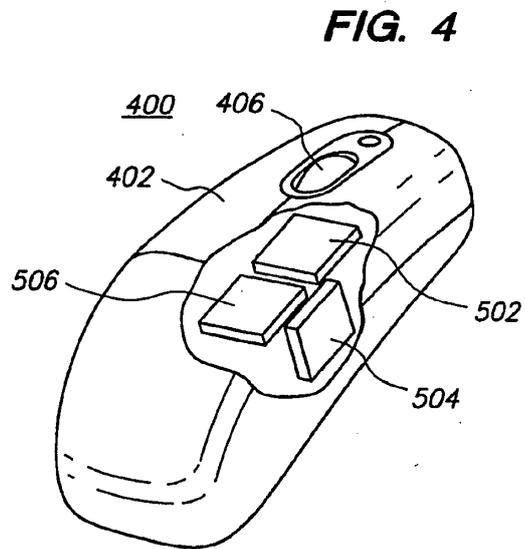
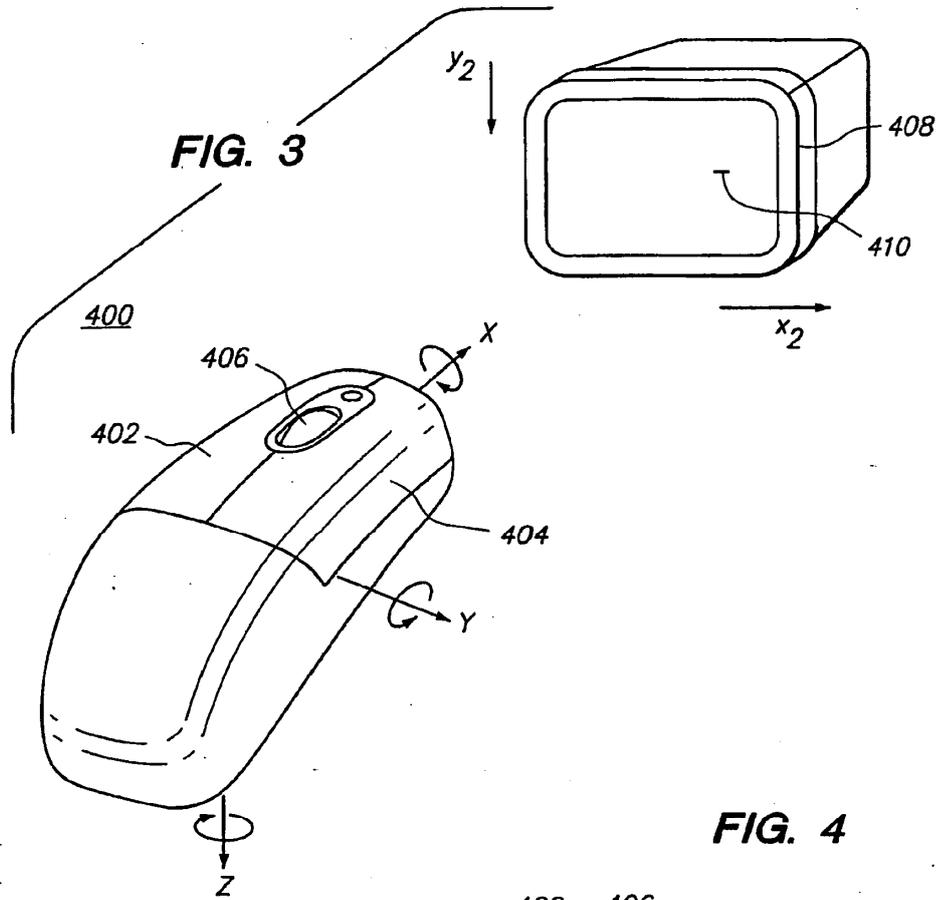
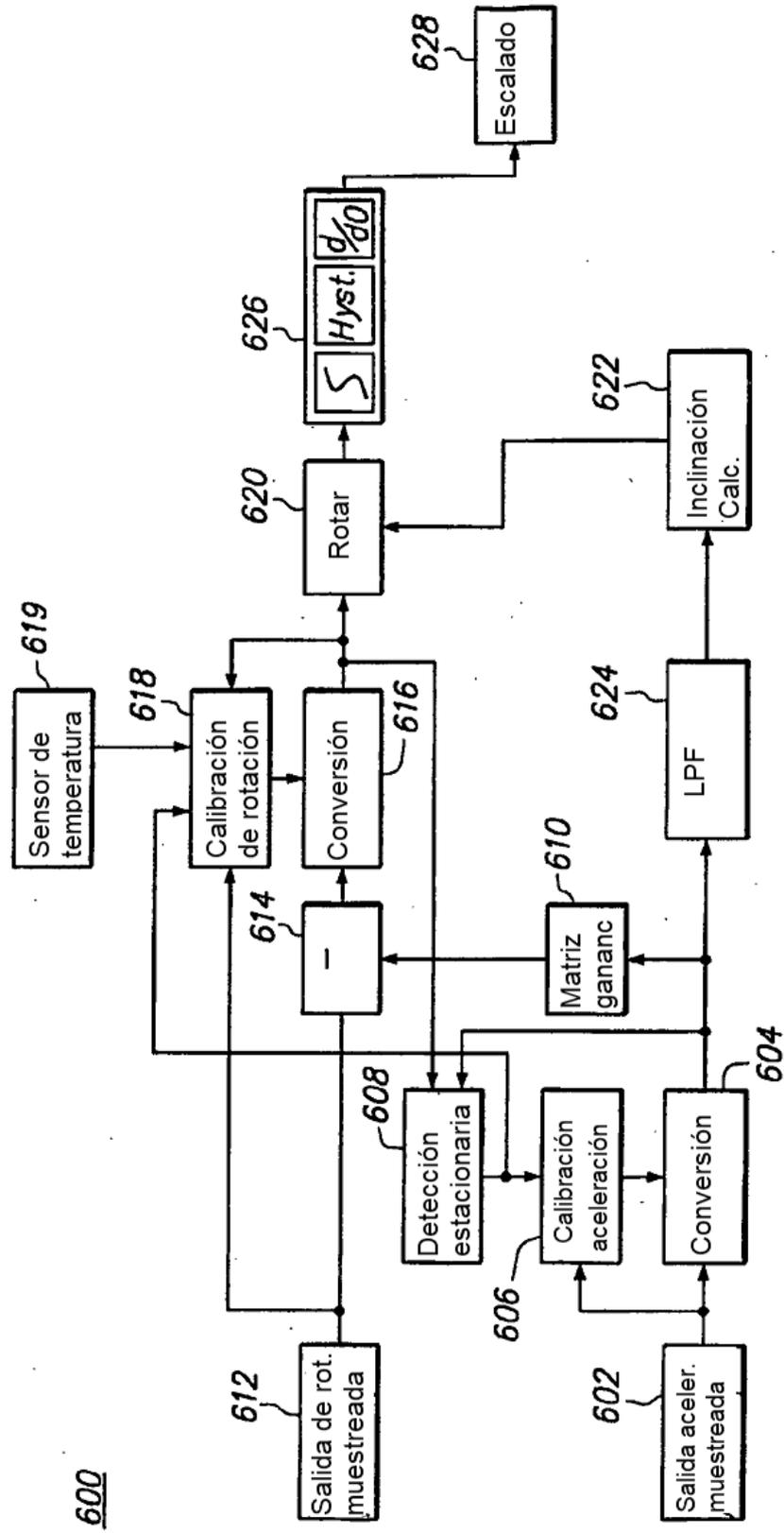
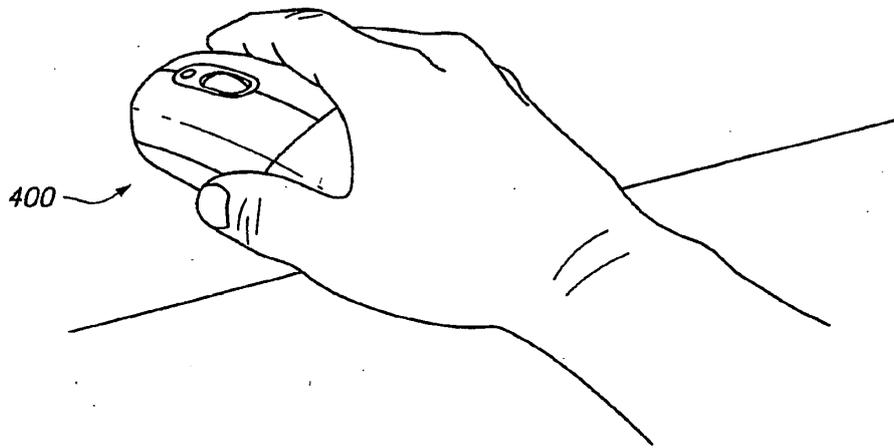


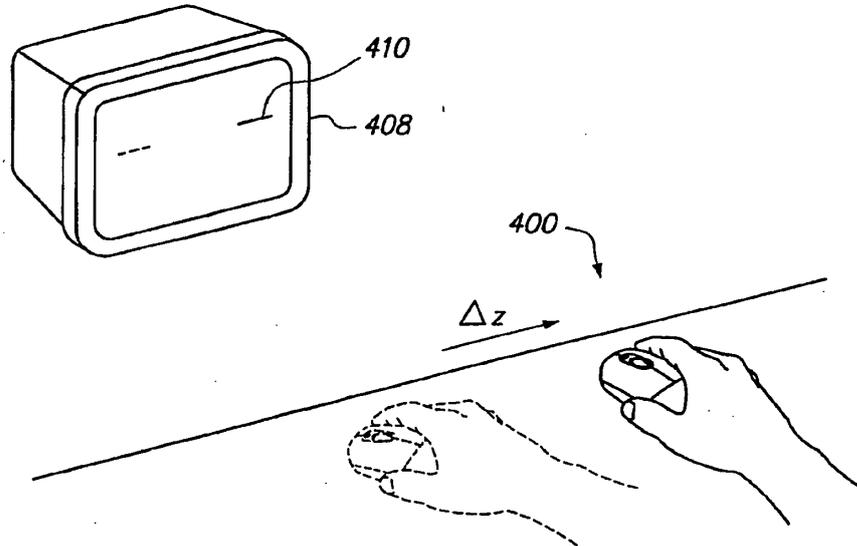
FIG. 5



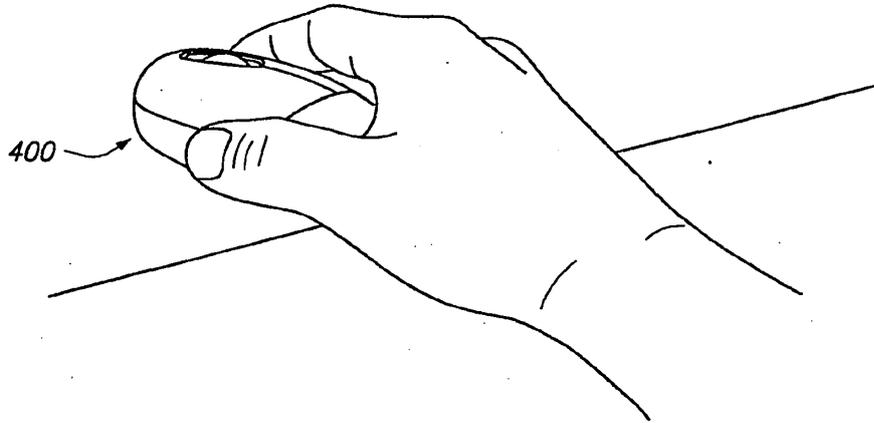
**FIG. 6A**



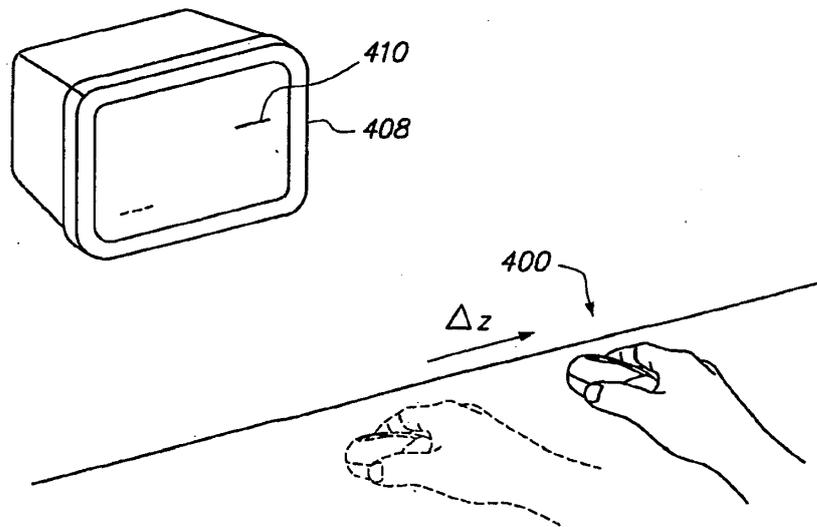
**FIG. 6B**



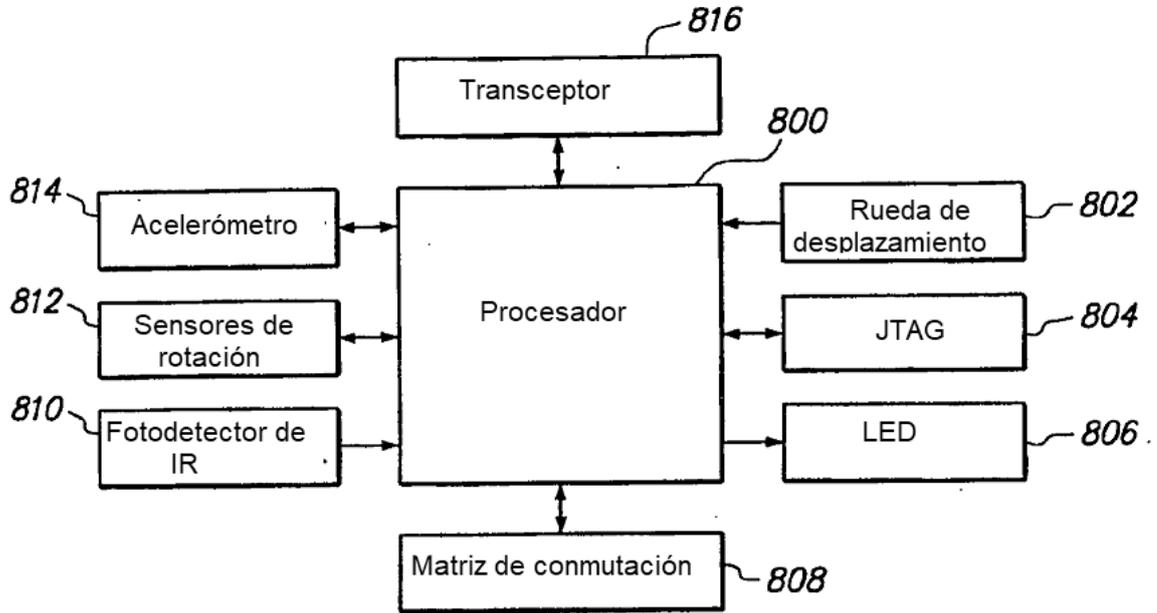
**FIG. 6C**

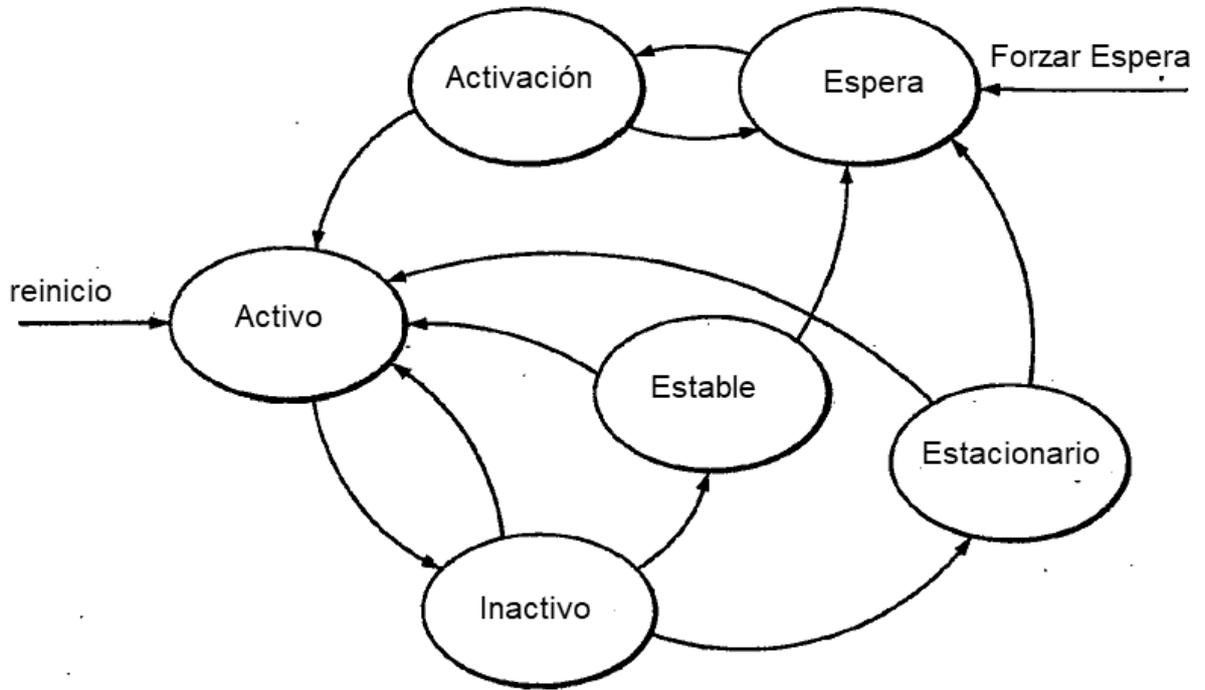


**FIG. 6D**



**FIG. 7**





**FIG. 8**

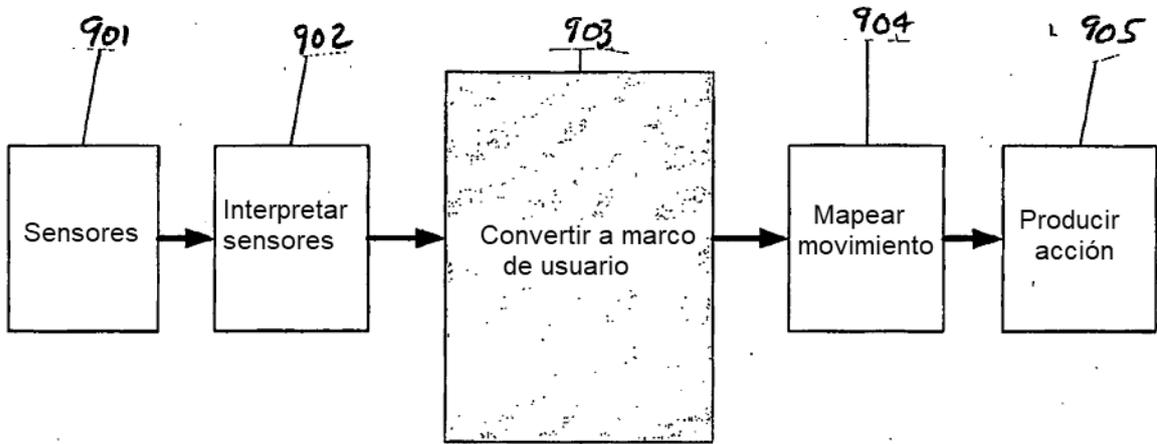


FIG. 9

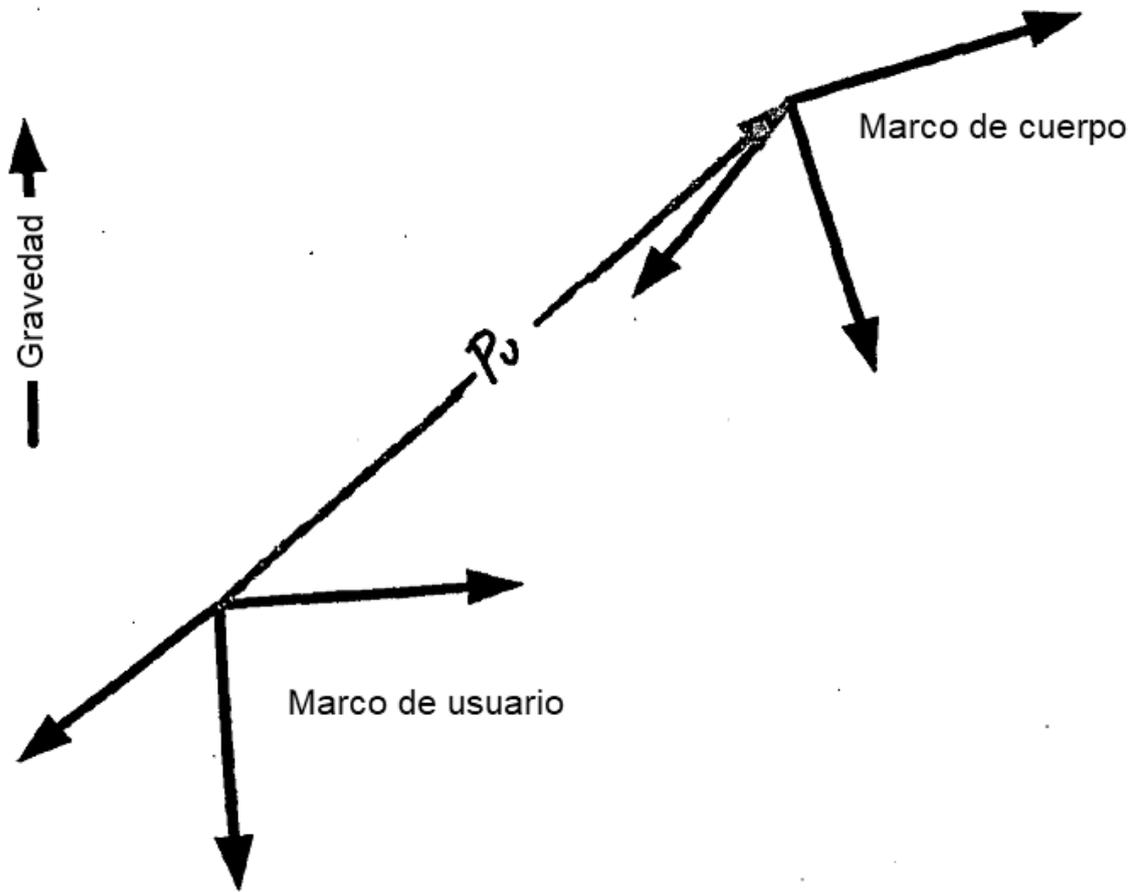


FIG. 10