

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 312**

51 Int. Cl.:

A61B 5/00 (2006.01)

A61B 5/11 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.11.2013 PCT/IB2013/060496**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.06.2014 WO14083538**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2013 E 13826763 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2018 EP 2925213**

54 Título: **Método y aparato para identificar transiciones entre posturas sentada y de pie**

30 Prioridad:

30.11.2012 US 201261731576 P

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

28.02.2019

73 Titular/es:

KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)

High Tech Campus 5

5656 AE Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

ZHANG, WEI y

WAHLE, FABIAN-FELIX

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 702 312 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

Método y aparato para identificar transiciones entre posturas sentada y de pie

5 Campo técnico de la invención

La invención se refiere a un método y un aparato para identificar transiciones entre una postura sentada y una postura de pie por un usuario a partir de medidas del movimiento del usuario.

10 Antecedentes de la invención

Las caídas son uno de los factores de riesgo para la salud más grandes para gente mayor. Aproximadamente un tercio de las personas mayores por encima de los 65 años se cae al menos una vez al año.

15 Muchas de estas caídas podrían evitarse mediante una identificación temprana del riesgo de caída y la aplicación de programas de prevención de caída efectivos y focalizados. Las pruebas de prevención de caída basadas en entrenamiento de resistencia y equilibrio (SBT) han mostrado que pueden reducir el riesgo de caída para personas mayores.

20 Un parámetro importante para la evaluación del riesgo de caída es la cantidad de actividad diaria. Para personas mayores frágiles, que son la mayor parte de la población con un alto riesgo de caída, la cantidad de tiempo que pasan "usando las piernas" (por ejemplo, andando, estando de pie, etc.) a lo largo del transcurso del día proporciona una visión útil de su riesgo de caída. El parámetro "tiempo de uso de las piernas" se corresponde a la cantidad de tiempo que la persona está realizando actividades que soportan pesos particulares o está en posturas que soportan peso como un paseo regular/irregular, estar de pie, etcétera. Por otro lado, el parámetro "tiempo sin uso de las piernas" corresponde a la cantidad de tiempo que la persona emplea haciendo actividades sin soportar peso o estando en posturas sin soportar peso como estar tumbado, sentado, etcétera. La monitorización continua o regular y el análisis de "tiempo de uso de las piernas" para una persona particular en situaciones de la vida diaria es complementaria a los ensayos físicos estándar para una evaluación del riesgo de caída preciso y fiable.

30 Sin embargo, la evaluación fiable de la actividad diaria o del tiempo de uso de las piernas es difícil. El enfoque utilizado más comúnmente es que las propias personas registren sus actividades. Sin embargo, el auto-reporte viene con muchos inconvenientes y en general produce una información no fiable e insuficiente para una evaluación precisa.

35 Aunque el desarrollo reciente en la tecnología de detección en el cuerpo proporciona medidas objetivas de actividad diaria, muchos productos disponibles actualmente son solo capaces de detectar y monitorizar actividades dinámicas como correr o un paseo regular, que no son particularmente relevantes cuando se analiza la vida diaria de la población frágil. Algunos productos existentes proporcionan un análisis de posturas, pero requieren que el usuario se ponga sensores en ubicaciones inconvenientes tales como los muslos. Para obtener un buen cumplimiento utilizando la herramienta de evaluación, la plataforma del sensor debería estar ubicada idealmente en el tronco superior en forma de un dispositivo colgante o similar. Sin embargo, es difícil detectar posturas tales como está sentado y de pie a partir de señales de movimiento obtenidas utilizando un dispositivo en esta posición.

45 Por lo tanto, hay una necesidad para un método y un aparato que puede identificar cuando un usuario ha pasado de una postura sentada a una postura de pie y viceversa para las medidas del movimiento del usuario. Al identificar cambios de postura se permite una estimación del tiempo de uso de las piernas para el usuario. El tiempo de uso de las piernas puede ser la suma de todos los periodos en los que se determina que el usuario no está sentado o tumbado, por ejemplo, siguiendo una transición desde una postura sentada a una postura de pie hasta la siguiente transición desde una postura de pie a una postura sentada.

50 El documento WO 2010134010A1 se refiere a un dispositivo de detección para detectar la posición del uso del dispositivo con respecto a un usuario. El dispositivo comprende un sensor de movimiento para detectar una señal de movimiento, un sensor de altura para detectar una señal de altura y una unidad de computación. La unidad de computación recibe la señal de movimiento y la señal de altura, y basándose en las mismas determina la posición de uso del dispositivo de detección con respecto al usuario. En modos de realización, parámetros relacionados con el movimiento del usuario son extraídos de las señales, y la posición de uso es detectada a partir de estos parámetros por medio de un algoritmo de clasificación.

60 Resumen de la invención

La invención se define por la reivindicación 1. Proporciona un método para identificar transiciones entre una postura de pie y una postura sentada por un usuario, el método que comprende obtener medidas de la aceleración experimentada por el usuario durante el movimiento; obtener una señal que indica la altura de una parte del usuario durante el movimiento; procesar las medidas de la aceleración para identificar movimientos candidatos correspondientes a transiciones entre una postura de pie y una postura sentada; y determinar un movimiento

candidato identificado como una transición desde una postura sentada a una postura de pie donde el movimiento candidato identificado coincide con un aumento en la altura en la señal y un movimiento candidato identificado como una transición desde una postura de pie a una postura sentada donde el movimiento candidato identificado coincide con una disminución en la altura en la señal.

5 En algunos modos de realización, la etapa de obtener una señal que indica la altura comprende obtener la señal mediante procesamiento de la salida de un sensor de presión de aire que está fijado al usuario.

10 En modos de realización alternativos, la etapa de obtener la señal que indica la altura comprende obtener la señal mediante un procesamiento de las medidas de la aceleración experimentada por el usuario durante el movimiento.

15 En algunos modos de realización, la etapa de obtener medidas de la aceleración vertical experimentada por el usuario durante el movimiento comprende obtener medidas de la aceleración en tres dimensiones experimentada por el usuario durante el movimiento; y el procesamiento de las medidas de la aceleración para estimar la aceleración vertical experimentada por el usuario.

En algunos modos de realización, la etapa de procesar las medidas comprende computar la norma de las medidas.

20 La etapa de procesar las medidas de la aceleración para identificar movimientos candidatos correspondientes a transiciones entre una postura de pie y una postura sentada comprende hacer coincidir las medidas de aceleración con un perfil de valor predeterminado para una transferencia de sentado a de pie.

25 La etapa de hacer coincidir las medidas de la aceleración con un perfil de aceleración predeterminado para una transferencia de pie a sentado comprende filtrar las medidas de aceleración con el perfil de aceleración predeterminado para producir una señal de avance filtrada; invertir la señal de avance filtrada; y filtrar la señal invertida con el perfil de aceleración predeterminado.

30 De forma preferible, la etapa de procesar las medidas de aceleración además comprende filtrar la señal resultante de la etapa de hacer coincidir con un filtro que mejora la magnitud de las partes de la señal que corresponden a transferencias de sentado a de pie y de pie a sentado y que suprime la magnitud de las partes de la señal que corresponden al usuario andando.

35 En algunos modos de realización, la etapa de filtrar comprende (a) para uso conjunto de muestras en una ventana en la señal resultante de la etapa de coincidencia: (i) determinar el promedio de las muestras en el subconjunto; (ii) sustraer el promedio predeterminado de cada una de las muestras en su conjunto; (iii) determinar el valor absoluto de cada muestra en la salida de la etapa (ii); (iv) determinar el promedio de las muestras en la salida de la etapa (iii); (b) mover la ventana a través de la señal resultante de la etapa de coincidencia y repetir la etapa (a); y (c) determinar el promedio de movimiento de la señal obtenida en la etapa (b) para producir una señal filtrada.

40 En modos de realización alternativos, la etapa de filtrar comprende (a) para un subconjunto de muestras en una ventana en la señal resultante de la etapa de coincidencia: (i) sustraer un valor de cada una de las muestras en el subconjunto; (ii) determinar el valor absoluto de cada muestra en la salida de la etapa (i); (iii) determinar un promedio de las muestras en la salida de la etapa (ii); (b) mover la ventana a través de la señal resultante desde la etapa de coincidencia y repetir la etapa (a); y (c) determinar el promedio de movimiento de la señal obtenida en la etapa (b) para producir la señal filtrada.

50 En algunos modos de realización, la etapa de procesar las medidas de aceleración además comprende identificar movimientos candidatos en la señal filtrada como los picos en la señal filtrada. En estos modos de realización, un movimiento candidato es preferiblemente identificado donde un pico tiene una magnitud mayor que un valor umbral.

55 La etapa de procesamiento de aceleración para identificar movimientos candidatos correspondientes a transiciones entre una postura de pie y una postura sentada puede además comprender estimar los tiempos de inicio y de finalización para cada movimiento candidato identificado como los tiempos correspondientes a las muestras a ambos lados del pico correspondiente en la señal filtrada donde la magnitud de las muestras es igual a una proporción predeterminada del valor umbral.

60 En modos de realización particulares, el método además comprende la etapa de determinar el cambio en altura para cada movimiento candidato a partir de la señal de altura obtenida determinando la altura antes del movimiento candidato como el promedio de la altura de la parte del usuario sobre una ventana que cubre muestras en la señal de altura antes del tiempo de inicio estimado para el movimiento candidato; determinar la altura después del movimiento candidato como el promedio de la altura de la parte del usuario sobre una ventana que cubre muestras en la señal de altura después del tiempo de finalización estimado para el movimiento candidato; y sustraer la altura determinada antes del movimiento candidato de la altura determinada antes del movimiento candidato para proporcionar un cambio en altura durante el movimiento candidato.

65

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para determinar el tiempo de uso de las piernas para un usuario, el método que comprende identificarla transiciones entre una postura de pie y una postura sentada por el usuario tal y como se describió anteriormente; determinar cuando el usuario está de pie como los periodos que siguen a una transición desde una postura sentada a una postura de pie hasta la siguiente transición desde una postura de pie a una postura sentada; y sumar la duración de cada uno de los periodos de tiempo para dar el tiempo de uso de las piernas.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona un método para determinar un riesgo de caída para un usuario con el método que comprende determinar el tiempo de uso de las piernas tal y como se describió anteriormente; y determinar un riesgo de caída para el usuario a partir del tiempo de uso de las piernas determinado.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un producto de programa informático, que comprende un código de programa informático que, cuando se ejecuta en un aparato como el divulgado anteriormente, provoca que el ordenador o procesador identifique transiciones entre una postura de pie y una postura sentada en medidas del movimiento de un usuario de acuerdo con cualquiera de los métodos descritos anteriormente.

De acuerdo con un quinto aspecto de la invención, se proporciona un aparato para identificar transiciones entre una postura de pie y una postura sentada en medidas del movimiento del usuario de acuerdo con el método descrito anteriormente, el aparato que comprende una unidad de procesamiento configurada para procesar medidas de la aceleración experimentada por el usuario para identificar movimientos candidatos correspondientes a transiciones entre una postura de pie y una postura sentada; y determinar un movimiento candidato identificado como una transición desde una postura sentada a una postura de pie donde el movimiento candidato identificado coincide con un aumento en la altura en una señal que indica la altura de una parte del usuario durante el movimiento, y determina un movimiento candidato identificado como una transición desde una postura sentada a una postura de pie donde el movimiento candidato identificado coincide con una disminución en la altura en la señal que indica la altura de la parte del usuario.

Se contemplan varios otros modos de realización del aparato en los cuales la unidad de procesamiento está además configurada para ejecutar cualquiera de las etapas del método descrito anteriormente.

De acuerdo con un sexto aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo que está configurado para ser llevado por un usuario, el dispositivo que comprende un acelerómetro que mide la aceleración que actúa en el dispositivo en tres dimensiones; y un aparato como el descrito anteriormente, en donde la unidad de procesamiento está configurada para procesar las medidas de la aceleración a partir del acelerómetro.

De acuerdo con un séptimo aspecto de la invención, se proporciona un sistema que comprende un dispositivo que está configurado para ser llevado por un usuario, el dispositivo que comprende un acelerómetro que mide la aceleración que actúa en el dispositivo en tres dimensiones; y una unidad base de está configurada para comunicarse con el dispositivo, y que comprende un aparato como el descrito anteriormente, en donde la unidad de procesamiento está configurada para procesar las medidas de la aceleración a partir del acelerómetro.

Breve descripción de los dibujos

Modos de realización de la invención se describirán ahora, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a los siguientes dibujos, en los cuales:

La figura 1 muestra una unidad de sensor de acuerdo con un modo de realización de la invención fijada a un usuario;

La figura 2 es un diagrama de bloques de una unidad de sensor de acuerdo con un modo de realización de la invención;

La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un método para identificar transiciones de postura para medidas del movimiento de un usuario;

La figura 4 es un gráfico que ilustra un ejemplo de la variación en la aceleración vertical durante una transferencia de sentado a de pie;

La figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra un algoritmo para detectar transferencias de sentado a de pie y de pie a sentado;

La figura 6 es un conjunto de gráficos que muestran señales de varias fases del algoritmo de procesamiento en la figura 5; y

La figura 7 ilustra un filtro coincidente de ejemplo que ha sido optimizado para el uso en la detección de una transferencia de sentado a de pie.

Descripción detallada de los modos de realización preferidos

5 Tal y como se muestra en la figura 1, la invención proporciona un aparato en forma de una unidad 2 de sensor que es llevada por el usuario 4. En el modo de realización ilustrado, la unidad 2 de sensor es proporcionada en forma de un colgante con un cordón 6 del cuello para la colocación alrededor del cuello del usuario. De forma alternativa, la unidad 2 de sensor puede estar configurada para ser llevada en o en diferentes partes del cuerpo del usuario, tal como el tronco, la pelvis o el esternón, y que comprende una disposición adecuada para fijar la unidad 2 de sensor a la parte del cuerpo (por ejemplo, un cinturón o una correa si la unidad 2 está fijada a la pelvis o al esternón).

10 La unidad 2 de sensor es utilizada para medir el movimiento del usuario 4 y para procesar las medidas para determinar cuando el usuario 4 ha ejecutado un cambio en la postura desde una postura sentada a una postura de pie (también referida en el presente documento como una “transferencia de sentado a de pie”) y desde una postura de pie a una postura sentada (también referida en el presente documento como una “transferencia de pie a sentado”). Tal y como se utiliza en el presente documento, una postura “de pie” se corresponde a cualquier postura en la cual el usuario está de pie (es decir, realizando una actividad que soporta peso) e incluye andar/correr, así como estar parado de pie. Por tanto, la unidad 2 de sensor puede ser utilizada para procesar las medidas para determinar cuando el usuario 4 ha ejecutado un simple cambio de postura vertical de sentado a de pie, así como un cambio desde una postura sentada a andar (y viceversa). En algunos modos de realización, la unidad 2 de sensor también es utilizada para determinar el tiempo de uso de las piernas para el usuario a partir de las medidas del movimiento del cuerpo del usuario 4, y opcionalmente también una indicación del riesgo de caída para el usuario 4 a partir del tiempo de uso de las piernas determinado.

25 En implementaciones alternativas, alguno o todos los procesamientos de las medidas, la determinación del tiempo de uso de las piernas y la indicación del riesgo de caída se pueden realizar en una unidad base que está separada de la unidad 2 de sensor llevada por el usuario 4 (no mostrada en la figura 1). En este caso, la unidad 2 de sensor puede transmitir las medidas del movimiento o la información de los cambios de postura identificados a la unidad base utilizando una conexión por cable o inalámbrica.

35 La figura 2 muestra un modo de realización de la unidad 2 de sensor de acuerdo con la invención. La unidad 2 de sensor comprende un acelerómetro 8 que mide la aceleración a lo largo de tres ejes ortogonales (y que emite señales respectivas que indican la aceleración a lo largo de cada uno de los ejes) y un sensor 9 opcional que mide la altitud o altura de la unidad 2 de sensor por encima del suelo (o de forma más particular que mide cambios en la altitud o altura de la unidad 2 de sensor por encima del suelo, o permite que se midan esos cambios). El sensor 9 para medir la altitud o la altura de la unidad 2 de sensor puede comprender, por ejemplo, un altímetro un sensor de presión de aire, aunque los expertos en la técnica serán conscientes de otros tipos de sensores que se puede utilizar. En algunos modos de realización, las medidas del acelerómetro 8 se pueden procesar para determinar la altura de la unidad 2 de sensor por encima del suelo, o para determinar el cambio en la altura de la unidad 2 de sensor. Las señales emitidas por el acelerómetro 8 y el sensor 9 (si está presente) son proporcionadas a un procesador 10 para el análisis.

45 La unidad 2 de sensor también comprende una memoria 12 y un transmisor o circuitería 14 transceptora. La memoria 12 es utilizada para almacenar medidas del acelerómetro 8 y del sensor 9, y para almacenar los resultados del análisis por el procesador 10. El transmisor o la circuitería 14 transceptora se pueden utilizar para transmitir los resultados del análisis a una unidad (base) remota o un ordenador donde se pueden ver o estudiar por el usuario o proveedor sanitario.

50 En algunos modos de realización, el acelerómetro 8 es un acelerómetro de sistema micro-electromecánico (MEM). La aceleración experimentada por el acelerómetro 8 se puede muestrear a una frecuencia de 50 Hz, aunque se apreciará que se pueden utilizar muchas otras frecuencias de muestreo. Donde un sensor 9 es un sensor de presión de aire o altímetro, las medidas de la altura de la unidad 2 de sensor por encima del suelo se pueden muestrear a una frecuencia de alrededor de 1,8 Hz, aunque de nuevo se apreciará que se pueden usar otras frecuencias de muestreo.

60 Dependiendo del tipo particular de sensor utilizado para el sensor 9 para medir la altura, el sensor 9 puede emitir señales indicativas de la altura por encima del suelo (o el nivel del mar en el caso de un sensor de presión de aire), en cuyo caso las series de tiempo de medidas de altura se pueden analizar por el procesador 10 para determinar el cambio en la altura a partir de una muestra de medida a la siguiente (o a lo largo de un número predeterminado de muestras de medida). De forma alternativa, el sensor 9 puede emitir directamente una indicación del cambio en la altura de la unidad 2 de sensor a partir de una muestra de medida previa o especificada anteriormente.

65 En un modo de realización de la invención, las medidas recogidas por el acelerómetro 8 y el sensor 9 son analizadas por el procesador 10 en el dispositivo 2 de sensor para determinar la ocurrencia de transferencias de sentado a de pie y de pie a sentado, y opcionalmente el tiempo de uso de las piernas y el riesgo de caída. Alternativamente, las

medidas del acelerómetro 8 y del sensor 9 podrían transmitirse a una unidad base a través de una circuitería 14 de transmisor/transceptor, con la unidad base analizando las medidas para determinar la ocurrencia de las transferencias de sentado a de pie y de pie a sentado. En cualquier caso, el procesamiento puede realizarse en (cerca) tiempo real o las medidas del acelerómetro 8 y el sensor 9 se pueden almacenar en la memoria 12 o en la unidad base para un procesamiento posterior (por ejemplo, fuera de línea).

La figura 3 muestra un diagrama de flujo que ilustra las etapas requeridas para identificar transiciones entre una postura sentada y una postura vertical (tal como por ejemplo de pie o andando) en medidas del movimiento del usuario. En primer lugar (etapa 101), se obtienen las medidas de la aceleración experimentada por la unidad 2 de sensor (y por lo tanto del usuario 4, dado que el usuario está llevando la unidad 2 de sensor). En segundo lugar (etapa 103) se obtiene una señal que indica cambios en la altura de una parte del usuario. Tal y como se señaló anteriormente, esta señal puede ser obtenida a partir de un sensor de presión de aire o altitud, o se puede obtener mediante procesamiento de las medidas de la aceleración para determinar la altura absoluta o cambios en la altura del usuario.

Las medidas de la aceleración y de la altura (o cambios en la altura) en las etapas 101 y 103 se obtienen a lo largo de sustancialmente el mismo periodo de tiempo.

Después, en la etapa 105, las medidas de la aceleración son procesadas para identificar movimientos en las medidas que puedan corresponderse a transferencias de sentado a de pie y transferencias de pie a sentado por el usuario 4. Las partes de la medida del acelerómetro (es decir, una secuencia de muestras de medida) que son identificadas en esta etapa como posiblemente correspondientes a transferencias de sentado a de pie y de pie a sentado son denominadas “movimientos candidatos”.

En un modo de realización preferido de la invención, tal y como se describe con más detalle más abajo, los movimientos candidatos son identificados haciendo coincidir las medidas de la aceleración con un perfil de aceleración que se espera que suceda durante la transferencia de sentado a de pie.

El gráfico en la figura 4 muestra la aceleración medida en la dirección vertical durante un movimiento típico sentado a de pie. El usuario 4 comienza desde el descanso (es decir, la aceleración medida en la dirección vertical es aproximadamente 0) y el usuario comienza a moverse en un tiempo t_s . La aceleración medida en este tiempo es denominada Acc_{vert_s} . Hay típicamente un pequeño mínimo en el perfil de aceleración justo después de que el usuario comienza a moverse y antes de que se eleve desde su silla. Posteriormente, la cadera del usuario abandona los medios de soporte (por ejemplo, la silla) en el tiempo t_{ho} (“ho” representa la cadera sin apoyo) y la aceleración en este tiempo es denominada Acc_{vert_ho} . La aceleración en la dirección vertical entonces se aumenta hasta un pico (la reacción de pico) denominado Acc_{vert_pr} en el tiempo t_{pr} . La reacción de picos seguida por la reacción más baja que es una aceleración negativa denominada Acc_{vert_lr} que sucede en el tiempo t_{lr} . El final del movimiento sucede en el tiempo t_e con la aceleración denominada Acc_{vert_e} .

Por tanto, en la etapa 105 del diagrama de flujo en la figura 3, los movimientos candidatos son identificados analizando las medidas del acelerómetro para identificar secuencias de muestras cuyo perfil coincide con o coincide sustancialmente con el perfil mostrado en la figura 4.

En la etapa 107, el cambio en la altura que sucede durante o alrededor del tiempo de cada movimiento candidato se determina a partir de las medidas obtenidas en la etapa 103 y se utiliza para clasificar los movimientos candidatos como una transferencia de sentado a de pie o de pie a sentado. En particular, la altitud antes y después del movimiento candidato se analiza para determinar el cambio de altura. En algunos modos de realización, se puede determinar el valor medio o mediana de la altitud en una ventana (por ejemplo, de 1 segundo de longitud) antes y después del movimiento candidato y encontrar la diferencia. Entonces, un movimiento candidato es identificado como una transferencia de sentado a de pie que sucede al mismo tiempo (lo suficientemente próximo en el tiempo) a un aumento en la altura, y un movimiento candidato es definido como una transferencia de pie a sentado cuando sucede al mismo tiempo (o suficientemente próximo en el tiempo) a una disminución en la altura. En algunos modos de realización, para clasificar un movimiento candidato como transferencia de sentado a de pie o de pie a sentado, el aumento o disminución en la altura debe estar dentro de un rango predeterminado. El rango predeterminado engloba los cambios de altura que se espera que ocurran durante o alrededor de una transferencia de sentado a de pie y una transferencia de pie a sentado típicas, que por ejemplo puede corresponderse generalmente a la longitud del muslo del usuario. En este caso, el límite inferior del rango puede estar alrededor de 0,1 o 0,2 metros, por ejemplo, y el límite superior para el rango puede establecerse a un valor de 0,6, 0,75, 0,8 o 1 metro, por ejemplo. Se apreciará que el umbral se puede personalizar a la altura o longitud del muslo del usuario y puede también establecerse tomando en cuenta la resolución de las medidas de altura de altitud proporcionadas por el sensor 9.

También se apreciará que las transferencias de sentado a de pie y de pie a sentado pueden determinarse alternativamente comparando el cambio en la altura con un valor umbral, con las transferencias siendo identificadas donde un cambio en la altura exceda el valor umbral. En este caso, el umbral se puede corresponder al límite inferior para el rango predeterminado descrito anteriormente. Sin embargo, este modo de realización puede resultar en una tasa de identificación positiva falsa más alta que el modo de realización de rango descrito anteriormente, dado que

las actividades tales como subir y bajar las escaleras se pueden identificar como una transferencia de sentado a de pie o de pie a sentado (mientras que este movimiento podría ser descartado como una posible transferencia de sentado a de pie y de pie a sentado por el límite superior de 0,6-1 metro en el modo de realización del rango).

5 Un algoritmo que ilustra la detección de transferencias de sentado a de pie y de pie a sentado de acuerdo con un modo de realización específico de la invención se muestra en la figura 5. El algoritmo toma como entrada la señal de aceleración tridimensional medida por el acelerómetro 8 (que comprende una señal separada para cada uno de los tres ejes del acelerómetro 8) y una señal que indica el cambio en la altura de la unidad 2 de sensor/usuario 4 a lo largo del tiempo. Tal y como se señaló anteriormente, la señal que indica el cambio en la altura de la unidad 2 de sensor/usuario 4 se puede obtener utilizando un sensor 9 de presión de aire o de altitud, o se puede estimar a partir de una señal de aceleración (por ejemplo, mediante una integración doble del componente vertical de la aceleración para dar la altura o un cambio en la altura).

15 Para una mayor información, se describe más abajo una técnica de ejemplo para procesamiento de una señal a partir de una presión del aire con el fin de obtener una señal de cambio de altura.

En primer lugar, una señal p_t de presión de aire en bruto se obtiene a partir de un sensor 9 de presión de aire. Tal y como se mencionó previamente, la presión del aire se puede muestrear a una frecuencia de 1,8 Hz (o en cualquier caso a una frecuencia de muestreo más inferior que las señales de aceleración). Por lo tanto, la señal p_t de presión de aire en primer lugar se sobre-muestrea para coincidir con la frecuencia de muestreo (por ejemplo 50 Hz) de las señales de aceleración (la presión sobre-muestreada es denominada p_t'). La altitud en el tiempo t (denominada alt_t) puede ser entonces estimada a partir de las medidas del sensor de presión de aire utilizando la ecuación 1 a continuación:

$$25 \quad alt_t = 44330 * (1 - p_t' / 101325)^{0.19} \quad (1)$$

La ecuación (1) es derivada a partir de la presión del aire a la función de conversión de altitud mostrada en la ecuación (2):

$$30 \quad alt_t = \frac{T_0}{L} \left(1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{RL}{gM}} \right) \quad (2)$$

donde

Símbolo	Cantidad	Valor típico
alt-t	Altitud de metros	
p	Presión de aire	
p ₀	Presión atmosférica estándar a nivel del mar	101325 kPa
L	Velocidad de lapso de temperatura	0,0065 Km ⁻¹
T ₀	Temperatura estándar a nivel del mar	288,15 K
G	Aceleración gravitacional en la superficie terrestre	9,80665 ms ⁻²
M	Masa molar de aire seco	0,0289644 kg mol ⁻¹
R	Constante de gas universal	8,31447 J mol ⁻¹ K ⁻¹

35 La señal de altitud resultante es después suavizada, por ejemplo, con un filtro de mediana o media móvil que tiene una longitud predeterminada, por ejemplo, de alrededor de 3 segundos, o un filtro de paso bajo Blueworth. En implementaciones preferidas, se puede utilizar un filtro Blueworth de 2º orden con una frecuencia de corte de 2Hz ya que permite obtener bien la trayectoria de una transición conducida por el usuario (aunque requiere que el sensor de presión de aire funcione con una frecuencia de muestreo más alta, por ejemplo, 10 Hz o mayor). El filtro es aplicado

a las series de tiempo de altitud desestimadas, resultando en una señal de altitud suavizada alt_meas que es mostrada en la figura 6(a).

5 Se apreciará que en modos de realización alternativos de la invención donde se utiliza un diferente tipo de sensor de altitud/o altura o cambio en la altitud, el procesamiento anterior se puede adaptar u omitir de forma correspondiente.

También, aunque no se muestra en la figura 5, las medidas de la aceleración del acelerómetro 8 (es decir tres señales que representan la aceleración medida a lo largo de los respectivos ejes en un acelerómetro 8 3D) se pueden procesar antes de introducirse en las fases de procesamiento principal de acuerdo con la mención. Por ejemplo, las tres señales pueden ser filtradas con paso bajo para retirar el ruido que podría afectar a la precisión del procesamiento posterior. En algunos casos, se aplica un filtro de paso bajo Blueworth con una frecuencia de corte de 2 Hz a las señales para cada uno de los tres del acelerómetro 8. De forma alternativa, se pueden aplicar diferentes características de filtro tales como un filtro de paso bajo Chebyshev u otros tipos de filtros conocidos por el experto en la técnica. También se apreciará que la frecuencia de corte de 2 Hz podría variar dependiendo de las características particulares del ruido del acelerómetro 8.

En el inicio del algoritmo mostrado en la figura 5, las medidas del acelerómetro 3D (o las medidas filtradas descritas anteriormente) son procesadas para estimar la aceleración vertical. En modos de realización preferidos, la estimación de la aceleración vertical es determinada tomando la norma de la señal de aceleración 3D. La computación de la aceleración vertical es requerida debido a que cuando la unidad 2 de sensor está en forma de un colgante, es capaz de moverse libremente en la ubicación del pecho. Por lo tanto, en modos de realización preferidos, la señal de acelerómetro 3D (o las medidas filtradas descritas anteriormente) son introducidas a un bloque 22 de computación de la norma. El bloque 22 de computación de norma computa la norma para cada muestra en la señal de aceleración 3D, es decir.

25

$$ACC_{vert}(i) = \sqrt{(ACC_x(i)^2 + ACC_y(i)^2 + ACC_z(i)^2)} \quad (3)$$

donde $ACC_x(i)$, $ACC_y(i)$, $ACC_z(i)$, son los componentes de la aceleración a lo largo de los ejes x, y y z del acelerómetro 8 respectivamente para la muestra i-ésima.

30

Se apreciará que en modos de realización alternativos se pueden utilizar otras maneras de determinar la aceleración vertical a partir de la señal aceleración 3D.

La figura 6(b) muestra una señal de ejemplo que representa la norma de una señal de aceleración 3D obtenida de las medidas por una unidad 2 de sensor para un usuario 4 que realiza una transferencia de sentado a de pie (etiquetada "ponerse de pie" en la figura 6), andando durante 3 metros y después sentándose (etiquetada "sentarse" en la figura 6), que se repitió tres veces. Se puede ver en la figura 6(b) que hay tres áreas separadas de actividad representadas en la señal.

35

La señal de aceleración normalizada (o estimación de la aceleración vertical obtenida por otras técnicas), ACC_{vert} , es introducida a un bloque 24 de filtro que hace coincidir la señal ACC_{vert} con un patrón predeterminado que representa la aceleración que se espera que ocurra durante una transferencia sentado a de pie.

40

En un modo de realización preferido, el bloque 24 aplica un filtro coincidente que tiene una respuesta de impulso que se aproxima a la aceleración experimentada durante una transferencia sentado a de pie a la salida de la señal de aceleración vertical (ACC_{vert}) desde el bloque 22 de computación de la norma. Para identificar tanto las transferencias de sentado a de pie como de pie a sentado utilizando el filtro coincidente, la señal en la figura 6(b) primero será filtrada utilizando un filtro coincidente en la dirección de avance. Después la señal filtrada es invertida y filtrada de nuevo utilizando el filtro coincidente para producir la señal en la figura 6(c). La señal filtrada es denominada ACC_{mf} y se muestra en la figura 6(c). ACC_{mf} preserva el patrón en la señal que coincide con la plantilla ilustrada en la figura 7 a la vez que se suprime aquello que no coincide. La salida del filtro 24 de coincidencia es un conjunto de coeficientes que indican la coincidencia de las medidas con el patrón. Cada coeficiente representa la coincidencia de un número de muestras de medida consecutivas (que cubre un periodo de tiempo de la misma longitud que el patrón predeterminado) con el patrón predeterminado. Cuanto mayor es el coeficiente, mejor es la coincidencia de las medidas con el patrón (por lo tanto, mayor es la probabilidad de que la transferencia de sentado a de pie o la transferencia de pie a sentado haya ocurrido).

45

50

55

En un modo de realización preferido, el filtro coincidente utilizado en el bloque 24 puede ser como se muestra en la figura 7, el cual ha sido optimizado para detectar la transferencia de sentado a de pie. El filtro coincidente mostrado en la figura 7 excluye la gravedad ($9,8ms^{-2}$). La primera curva 50 muestra un patrón de aceleración vertical típico de una transferencia de sentado a de pie. La segunda curva 51 muestra una característica de filtro coincidente aplicado que se aproxima a la primera curva 50. Se apreciará que la característica de filtro coincidente se puede expresar utilizando muchas funciones diferentes, pero en este modo de realización, la característica de filtro coincidente se da mediante la ecuación 4 a continuación.

60

$$A_1 \cdot \text{sinc}[W_1(t-t_1)] + A_2 \cdot \text{sinc}[W_2(t-t_2)] \quad (4)$$

Esta característica es una combinación de dos funciones sincronizadas con parámetros de escala definidos en p. p es un vector de parámetro con seis elementos:

5

$$[A_1, A_2, W_1, W_2, t_1, t_2] \quad (5)$$

10 Cada entrada en p define un parámetro de escala diferente. A₁ y A₂ son parámetros de escala de longitud, que definen la desviación de pico de las dos ondas de sincronización respectivamente. Los parámetros W₁ y W₂ son parámetros de escala de frecuencia, que definen la frecuencia de las dos ondas de sincronización. Los parámetros t₁ y t₂ son parámetros de escala de fase, que definen la posición de las ondas de sincronización. Los valores de los seis elementos en el vector p de parámetro particular se establecen para ajustar la función del filtro coincidente a una característica 50 de transferencia de sentado a de pie en la figura 7.

15 Se apreciará que los valores de los elementos del vector p de parámetro se pueden proporcionar mediante muchos métodos de ajuste de curva conocidos. En un caso, los parámetros deseados podrían calcularse aplicando un algoritmo de regresión de mínimos cuadrados no lineal, sin embargo, se podrían aplicar muchos otros tipos de algoritmos de ajuste que son conocidos en la técnica. El algoritmo de regresión de mínimos cuadrados no lineal genera diferentes combinaciones de parámetros correspondientes a diferentes funciones. Las funciones generadas son después ajustadas al conjunto de datos de patrones deseados de acuerdo con un criterio de error de mínimos cuadrados. Cuando la función alcanza un valor mínimo de al menos un error cuadrado entre la combinación de parámetros, se ha encontrado un ajuste optimizado.

20 Después del filtrado de coincidencia, la salida de la señal filtrada de coincidencia (ACCmf) por el bloque 24 se hace pasar a través de otro bloque 26 de filtro que filtra la señal ACCmf para mejorar las partes de la señal que corresponden a las transferencias de sentado a de pie y de pie ha sentado para suprimir la magnitud de las partes de la señal correspondientes al usuario andando.

25 En un modo de realización preferido, el bloque 26 de filtro aplica un filtro de potencia de promedio de movimiento a la señal ACCmf. En algunas implementaciones, el filtro 26 de potencia de promedio de movimiento funciona de acuerdo con la siguiente función:

$$\begin{aligned} \text{sigFuera}(i) &= \text{media} \{ \text{abs} [\text{sigDentro}(i:i+wSz-1) - \\ &\text{media}(\text{sigDentro}(i:i+wSz-1))] \}; \\ \text{sigFuera} &= \text{MA}(\text{sigFuera}); \end{aligned}$$

35 *sigDentro* es un subconjunto en la señal de aceleración filtrada de coincidencia (ACCmf) en una ventana de una longitud predeterminada, por ejemplo 0,75 segundos (aunque se pueden utilizar otros tamaños de ventana) y wSz es el número de muestras en la ventana deslizante. La longitud de la ventana utilizada por la función de promedio de movimiento puede ser la misma longitud que la de la ventana utilizada para seleccionar las muestras de entrada (*sigDentro*), por ejemplo 0,75 segundos, pero puede ser de forma alternativa diferente.

40 Por tanto, de acuerdo con esta función, un subconjunto de ventanas de muestras es identificado en la señal (*sigDentro*) ACCmf y (i) se determina la media de las muestras en el subconjunto, (ii) la media es sustraída de cada una de las muestras en el subconjunto, (iii) se determina el valor absoluto de cada muestra en la salida de (ii), y (iv) se determina la media de las muestras en la salida de (iii). La ventana es movida a través de la señal ACCmf (por ejemplo, una muestra en un instante, aunque para una carga computacional reducida se pueden utilizar etapas de ventana más grandes) y las etapas anteriores realizadas en cada posición de ventana. La señal de salida formada del deslizamiento de la ventana a través de la señal ACCmf y que realiza las etapas anteriores es después procesada (suavizada) utilizando un filtro de promedio de movimiento.

45 *sigDentro* (o ACCmap tal y como se muestra en las figuras 5 y 6) es la salida del filtro 26 de potencia de promedio de movimiento, y una señal de ejemplo se muestra en la figura 6(d). Por tanto, se puede apreciar que la señal está caracterizada por un número de picos, cada uno que coincide en general con una transición de ponerse de pie o sentarse por el usuario.

50 En implementaciones alternativas, el filtro 26 de potencia de promedio de movimiento puede funcionar de acuerdo con la siguiente función:

$$\begin{aligned} \text{sigFuera}(i) &= \text{mediana} \{ \text{abs} [\text{sigDentro}(i:i+wSz-1) - \\ &\text{mediana}(\text{sigDentro}(i:i+wSz-1))] \}; \end{aligned}$$

65

$sigFuera = MA (sigFuera);$

$sigFuera (i)=mediana \{abs [sigDentro (i:i+wSz-1)-Umbral];$

5 $sigFuera = MA (sigFuera);$

donde Umbral se define como un umbral basándose en, por ejemplo, una estimación de la gravedad, del valor de la media o de la mediana de todas las muestras de *sigDentro*. En la última implementación, el filtro 26 determina la diferencia entre el valor *sigDentro* y la ventana deslizante en un valor de referencia. El valor de referencia puede ser la estimación de la media o de la mediana de una señal de subconjunto (o el completo) o un valor de referencia predefinido.

Después del filtrado de la potencia de promedio de movimiento en el bloque 26, la señal ACCmap filtrada es procesada para identificar movimientos candidatos que podrían corresponderse a transferencias de sentado a de pie o de pie a sentado por el usuario. El procesamiento consiste en primer lugar identificar un pico o máximos en la señal ACCmap en el bloque 28. De forma preferible, sólo picos que tengan una magnitud por encima de un valor de umbral predeterminado son detectados en la señal ACCmap. En la señal de ejemplo mostrada en la figura 6(d), se pueden apreciar seis picos que serán identificados por el bloque 28 como candidatos de transferencias de sentado a de pie o de pie a sentado. Para cada pico identificado (correspondiente a una transferencia de candidato), se puede también determinar una estimación del tiempo de la transferencia. Preferiblemente, esta estimación se realiza identificando la muestra a cada lado del pico donde la magnitud de ACCmap cae por debajo de una proporción del valor umbral del pico (por ejemplo, un 50% del umbral del pico). Los tiempos correspondientes a esas muestras proporcionan la estimación de los tiempos de inicio y finalización de la transferencia. La salida del bloque 28 es una indicación de los tiempos en los cuales suceden máximos ópticos en la señal filtrada de potencia de promedio de movimiento.

Se apreciará que las operaciones de procesamiento realizadas por el bloque 22 de computación de la norma, el bloque 24 de filtro coincidente, el bloque 26 de filtro de potencia de promedio de movimiento y el bloque 28 de detección de máximos/pico se corresponde en general a la etapa 105 en la figura 3.

Tal y como se describió anteriormente con referencia a la etapa 107 de la figura 3, las transferencias de sentado a de pie y de pie a sentado candidatas correspondientes a los picos identificados en el bloque medio sólo se clasifican como transferencias de sentado a de pie cuando suceden en o alrededor de él mismo tiempo que un aumento en la altura de la unidad 2 de sensor y transferencias de pie a sentado son clasificadas como transferencias de sentado a de pie cuando suceden en o alrededor del mismo tiempo que una disminución en la altura de la unidad 2 de sensor.

Por tanto, el bloque 30 determina el cambio en altura o altitud que ha ocurrido en o alrededor del tiempo de cada transferencia sentado de pie o de pie a sentado del candidato identificado. Adicionalmente a recibir la indicación de la temporización de los picos identificados a partir del bloque 28 de detección de pico, el bloque 30 de la clasificación también recibe la señal *alt_meas* de la medida de altitud o de altura estimada.

Para cada pico identificado, el bloque 30 de clasificación de termina el cambio de altura que sucede dentro de un periodo de tiempo predeterminado del pico utilizando la señal *alt_meas* de medida de altura. Por tanto, en algunos modos de realización el bloque 30 de clasificación aplica una ventana de longitud predeterminada a la señal *alt_meas* de medida de altura alrededor del tiempo en el que sucede el pico identificado particular y determina el cambio de altura que sucede a través de esa ventana (por ejemplo, sustrayendo la altura en el final de la ventana de la altura en el inicio de la ventana, aunque los expertos en la técnica serán conscientes de otros modos de determinar el cambio de altura dentro de una ventana en una señal). Por ejemplo, en algunas implementaciones alternativas, se pueden determinar los valores de la media o de la mediana de la altitud en una ventana (por ejemplo, de 1 segundo de longitud) antes y después del movimiento candidato y se puede encontrar la diferencia. En cualquier implementación, la ventana puede tener una longitud de, por ejemplo, 1 segundo, pero son posibles otras longitudes.

Si se determina que hay un aumento en la altura alrededor del tiempo en el que ocurre un pico identificado, entonces el bloque 30 de clasificación clasifica el pico como una transferencia de sentado a de pie. En modos de realización alternativos, el bloque 30 de clasificación puede requerir que el aumento en la altura sea más grande que un valor umbral (por ejemplo, 0,1 metros) o dentro de un rango predeterminado (por ejemplo, 0,1 metros a 0,75 metros) con el fin de clasificar el pico como una transferencia de sentado a de pie.

Asimismo, si se determina que hay una disminución en la altura alrededor del tiempo en el que sucede el pico identificado, entonces el bloque 30 de clasificación clasifica el pico como una transferencia de pie a sentado. En modos de realización alternativos, el bloque 30 de clasificación puede requerir que la disminución (magnitud de la) en la altura sea mayor que un valor umbral (por ejemplo, 0,1 metros) o dentro de un rango predeterminado (por ejemplo, 0,1 metros a 0,75 metros) con el fin de clasificar el pico como una transferencia de pie a sentado.

Se apreciará que en modos de realización en los que se aplica un umbral o un rango predeterminado al cambio de altura, el valor del umbral o rango predeterminado se puede determinar basándose en las características del usuario, por ejemplo, altura o longitud de pierna.

5 La salida del bloque 30 de clasificaciones una indicación del tiempo o los tiempos en los que han ocurrido las transferencias de sentado a de pie y el tiempo o los tiempos en los que han ocurrido las transferencias de pie a sentado. Estas indicaciones son utilizadas por el bloque 32 de computación de "tiempo de uso de las piernas" para determinar el "tiempo de uso de las piernas" para el usuario 4.

10 El bloque 32 de computación determina el tiempo que ha transcurrido para cada transferencia de sentado a de pie hasta la siguiente transferencia de pie a sentado, y suma cada tiempo transcurrido para determinar el tiempo de uso de las piernas. El tiempo de uso de las piernas puede ser la suma de todos los periodos de tiempo cuando el usuario se determina que no está sentado o tumbado, por ejemplo, siguiendo a una transición desde una postura sentada a una postura de pie hasta la siguiente transición desde una postura de pie a una postura sentada. En otras palabras,
15 el bloque 32 de computación determina cuando el usuario está de pie a partir de las transferencias identificadas y determina la longitud de este período de tiempo.

El tiempo de uso de las piernas determinado puede proporcionarse al bloque 34 de evaluación de riesgo de caída que determina un riesgo de caída para el usuario 4. En un caso simple, el riesgo de caída puede estar relacionado directamente con el tiempo de uso de las piernas determinado por ejemplo valores bajos de tiempo de uso de las
20 piernas se pueden asociar con altos riesgos de caída, y viceversa), pero en otros casos el riesgo de caída se puede determinar basándose en el tiempo de uso de las piernas o en otros parámetros relacionados con la caída, tales como los relacionados con la estabilidad de la marcha del usuario o la potencia utilizada en completar una transferencia de sentado a de pie.

25 Además de determinar el tiempo de uso de las piernas para transiciones sentado a de pie y de pie a sentado detectadas, otros movimientos que se pueden detectar a partir de una señal de aceleración 3D y/o una señal de altura, tal como andar, etcétera, se pueden utilizar para confirmar que el usuario está de hecho de pie siguiendo una transferencia de sentado a de pie detectada, y viceversa. Por ejemplo, la varianza de la señal de aceleración se
30 puede utilizar como una indicación del movimiento. Si la varianza de la aceleración está por encima de un umbral, es posible que el usuario se está moviendo (y por lo tanto posiblemente está de pie). Los expertos en la técnica serán conscientes de que se podrían extraer otras características de las señales de aceleración para ayudar a verificar si el usuario se puso de pie o se sentó.

35 Adicionalmente, los expertos en la técnica apreciarán que dichas características podrían utilizarse por el bloque 30 de clasificación adicionalmente a la señal de altura para determinar si un movimiento candidato identificado es una referencia sentado a de pie o de pie a sentado. Adicionalmente, el experto de la técnica apreciará que en los modos de realización que son alternativas a la técnica de clasificación basada en umbral descrita anteriormente, el bloque
40 30 de clasificación puede hacer uso de diferentes técnicas de clasificación lineales o no lineales.

Se apreciará que, adicionalmente a determinar la ocurrencia de transferencias de sentado a de pie y de pie a
45 sentado con el propósito de determinar el tiempo de uso de las piernas, la detección de uno o ambos tipos de transferencia se puede utilizar como parte de un algoritmo de procesamiento que valora el comportamiento de dichas transferencias, por ejemplo, incluyendo la evaluación de la potencia generada por el usuario al realizar la transferencia de sentado a de pie.

Por lo tanto, se proporciona un método y un aparato que puede identificar transferencias de sentado a de pie y de
50 pie a sentado a partir de medidas del movimiento del usuario. La identificación de estas transferencias posteriormente permite obtener el tiempo que el usuario emplea en ponerse de pie para ser determinado de forma fiable sin requerir que el usuario registre de forma manual sus actividades y también permite que se valore de forma automática el riesgo de caída del usuario.

Aunque la invención ha sido ilustrada y descrita en detalle en los dibujos y en la descripción anterior, dicha
55 ilustración y descripción se han de considerar ilustrativas o ejemplares y no restrictivos; la invención no está limitada a los modos de realización divulgados.

Variaciones de los modos de realización divulgados puede entenderse y efectuarse por los expertos en la técnica cuando se lleva a la práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la divulgación y las
60 reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la palabra "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. Un único procesador u otra unidad pueden cumplir las funciones de varios elementos enunciados en las reivindicaciones. El mero hecho de que ciertas medidas sean enunciadas en reivindicaciones diferentes mutuamente dependientes no indica que una combinación de estas medidas no se pueda usar como ventaja. Un programa de ordenador puede ser almacenado/distribuido en un medio adecuado, tal como un medio de almacenamiento óptico o un medio de estado sólido suministrado junto con o como
65 una parte de otro hardware, pero también puede ser distribuido de otras formas, tal como a través de Internet u otros

sistemas de comunicaciones por cable o inalámbrico. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debería considerarse como limitativo del alcance.

REIVINDICACIONES

1. Un método para identificar transiciones entre una postura de pie y una postura sentada mediante un usuario, el método que comprende:
- 5 - obtener medidas de la aceleración experimentada por el usuario durante el movimiento;
- obtener una señal que indique la altura de una parte del usuario durante el movimiento;
- 10 - procesar las medidas de la aceleración para identificar movimientos candidatos correspondientes a transiciones entre una postura de pie y una postura sentada, en donde los movimientos candidatos son identificados haciendo coincidir las medidas de la aceleración con un perfil de aceleración predeterminado para una transferencia de sentado a de pie, en donde la etapa de hacer coincidir las medidas de la aceleración con un perfil de aceleración predeterminado para una transferencia de sentado a de pie comprende:
- 15 filtrar las medidas de aceleración con un perfil de aceleración predeterminado para producir una señal filtrada de avance;
- invertir la señal filtrada de avance; y
- 20 filtrar la señal invertida con el perfil de aceleración predeterminado; y
- determinar un movimiento de candidato identificado como una transición desde una postura sentada a una postura de pie donde el movimiento de candidato identificado coincide con un aumento en la altura en la señal que indica la altura de la parte del usuario durante el movimiento y un movimiento de candidato identificado como una transición
- 25 desde una postura de pie a una postura sentada donde el movimiento de candidato identificado coincide con una disminución en la altura en la señal que indica la altura de la parte del usuario durante el movimiento.
- 30 2. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, en donde la etapa de procesar las medidas de la aceleración además comprende filtrar una señal resultante de la etapa de coincidencia con un filtro que mejora la magnitud de las partes de la señal que corresponde a las transferencias de sentado a de pie y de pie a sentado que suprime la magnitud de las partes de la señal que corresponden al usuario andando.
- 35 3. Un método como el reivindicado en la reivindicación 2, en donde la etapa de filtrado comprende:
- (a) para un subconjunto de muestras en una ventana en la señal resultante de la etapa de coincidencia:
- 40 (i) determinar un promedio de las muestras en el subconjunto;
- (ii) sustraer el promedio determinado de cada una de las muestras en el subconjunto;
- (iii) determinar un valor absoluto de cada muestra en la salida de la etapa (ii);
- 45 (iv) determinar el promedio de las muestras en la salida de la etapa (iii);
- (b) mover la ventana a través de la señal resultante de la etapa de coincidencia y repetir la etapa (a);
- (c) determinar el promedio de movimiento de la señal obtenida en la etapa (b) para producir una señal filtrada;
- 50 o en donde la etapa de filtrado comprende:
- (a) para un subconjunto de muestras en una ventana en la señal resultante de la etapa de coincidencia:
- 55 (i) sustraer un valor de cada una de las muestras en el subconjunto;
- (ii) determinar el valor absoluto de cada muestra en la salida de la etapa (i);
- (iii) determinar el promedio de las muestras en la salida de la etapa (ii);
- 60 (b) mover la ventana a través de la señal resultante de la etapa de coincidencia y repetir la etapa (a); y
- (c) determinar el promedio de movimiento de la señal obtenida en la etapa (b) para producir la señal filtrada.
- 65

4. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 3, en donde la etapa de procesamiento de las medidas de la aceleración además comprende:
- 5 - identificar movimientos candidatos en la señal filtrada como los picos en la señal filtrada.
5. Un método como el reivindicado en la reivindicación 4, en donde el movimiento candidato es identificado donde el pico tiene una magnitud mayor que un valor umbral.
6. Un método como el reivindicado en la reivindicación 5, en donde la etapa de procesar las medidas de la aceleración para identificar movimientos candidatos correspondientes a transiciones entre una postura de pie y una postura sentada además comprende:
- 10 - estimar los tiempos de inicio y finalización para cada movimiento candidato identificado como los tiempos correspondientes a las muestras a ambos lados del pico correspondiente en la señal filtrada donde la magnitud de las muestras son iguales a una proporción predeterminada del valor umbral.
- 15 7. Un método como el reivindicado en la reivindicación 6, que además comprende la etapa de determinar el cambio en la altura para cada movimiento candidato a partir de la señal de altura obtenida mediante:
- 20 - determinar la altura antes del movimiento candidato como el promedio de la altura de la parte del usuario sobre una ventana que cubre las muestras en la señal de altura antes del tiempo de inicio estimado para el movimiento candidato;
- 25 - determinar una altura después del movimiento candidato como el promedio de la altura de la parte del usuario a lo largo de una ventana que cubre muestras en la señal de altura después del tiempo de finalización estimado para el movimiento candidato; y
- 30 - sustraer la altura determinada antes del movimiento candidato de la altura determinada antes del movimiento candidato para proporcionar el cambio en la altura durante el movimiento candidato.
8. Un método de determinación del tiempo de uso de las piernas para un usuario, el método que comprende:
- 35 - identificar transiciones entre una postura de pie y una postura sentada por el usuario como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores;
- 40 - determinar cuando el usuario se pone de pie como los periodos de tiempo que siguen a una transición de una postura sentada a una postura de pie hasta la siguiente transición de una postura de pie a una postura sentada; y
- 45 - sumar la duración de cada uno de los periodos de tiempo para dar el tiempo de uso de las piernas.
9. Un método para determinar un riesgo de caída de un usuario el método que comprende:
- 50 - determinar el tiempo de uso de las piernas tal y como se reivindica en la reivindicación 8, y
- 55 - determinar un riesgo de caída para el usuario a partir del tiempo de uso de las piernas determinado.
10. Un producto de programa de ordenador, que comprende un código de programa de ordenador que, cuando se ejecuta en una unidad de procesamiento de la reivindicación 11, provoca que la unidad de procesamiento ejecute el método de las etapas de la reivindicación 1.
11. Un aparato para identificar transiciones entre una postura de pie y una postura sentada en medidas del movimiento del usuario, el aparato que comprende:
- 60 - una unidad de procesamiento configurada para:
- 65 - procesar medidas de la aceleración experimentada por el usuario para identificar movimientos candidatos correspondientes a transiciones entre una postura de pie y una postura sentada, en donde las medidas de la aceleración son proporcionadas por un acelerómetro, en donde los movimientos candidatos son identificados haciendo coincidir las medidas de la aceleración con un perfil de aceleración predeterminado para una transferencia de sentado a de pie, en donde la etapa de hacer coincidir las medidas de la aceleración con un perfil de aceleración predeterminado para una transferencia de sentado a de pie comprende:
- filtrar las medidas de aceleración con un perfil de aceleración predeterminado para producir una señal filtrada de avance;

invertir la señal filtrada de avance; y

filtrar la señal invertida con el perfil de aceleración predeterminado; y

- 5 - determinar un movimiento candidato identificado como una transición desde una postura sentada a una postura de pie donde el movimiento candidato identificado coincide con un aumento en la altura en una señal que indica la altura de una parte del usuario durante el movimiento, en donde las señales proporcionada por un sensor configurado para medir la altura, y determina un movimiento candidato identificado como una transición desde una postura de pie a una postura sentada donde el movimiento candidato identificado coincide con una disminución en la altura en la señal que indica la altura de la parte del usuario.
- 10

12. Un dispositivo que está configurado para ser llevado por un usuario, el dispositivo que comprende:

- 15 - un acelerómetro que mide la aceleración que actúa en el dispositivo en tres dimensiones y un sensor configurado para medir la altura; y

- un aparato como el reivindicado en la reivindicación 11.

20 13. Un sistema que comprende:

- un dispositivo que está configurado para ser llevado por un usuario, el dispositivo que comprende un acelerómetro que mide la aceleración que actúa en el dispositivo en tres dimensiones y un sensor configurado para medir la altura; y

- 25 - una unidad base que está configurada para comunicarse con el dispositivo, y que comprende un aparato como el reivindicado en la reivindicación 11.

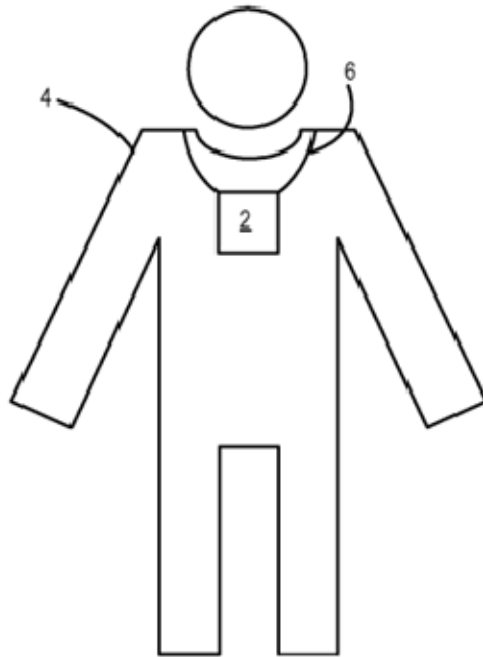


Figura 1

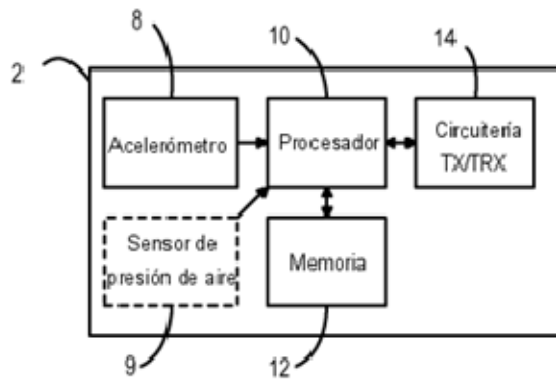


Figura 2

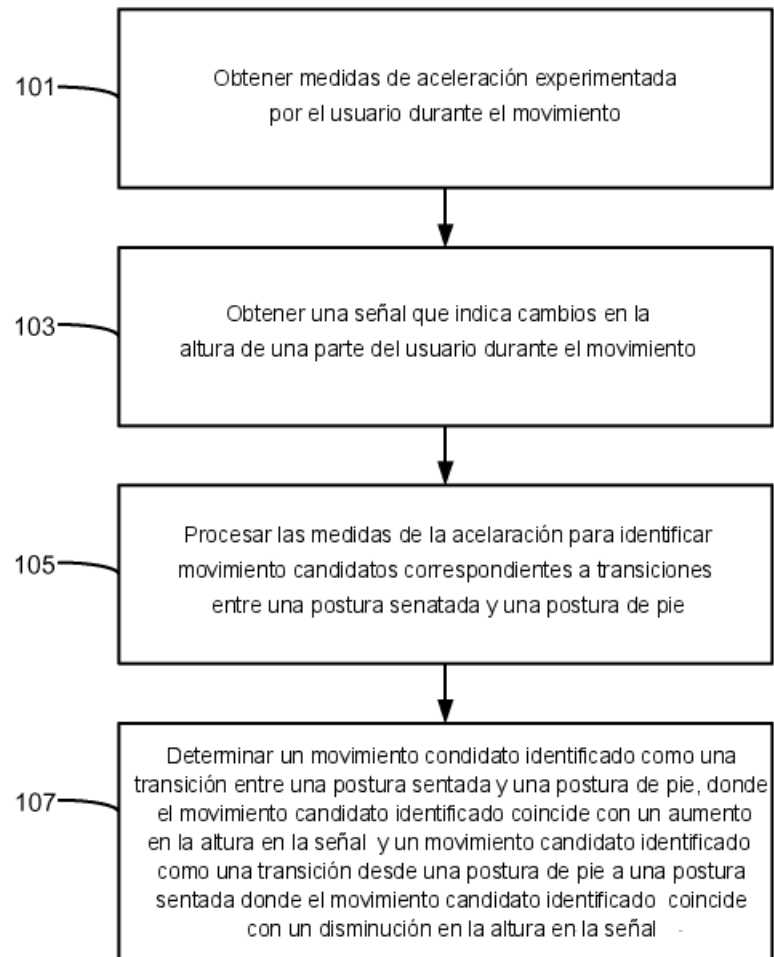


Figura 3

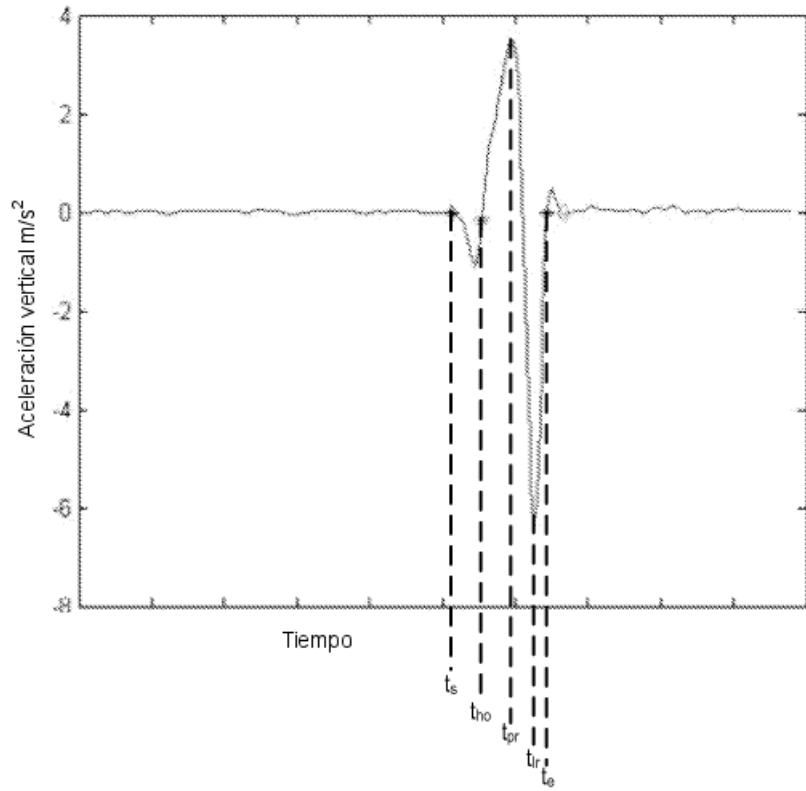


Figura 4

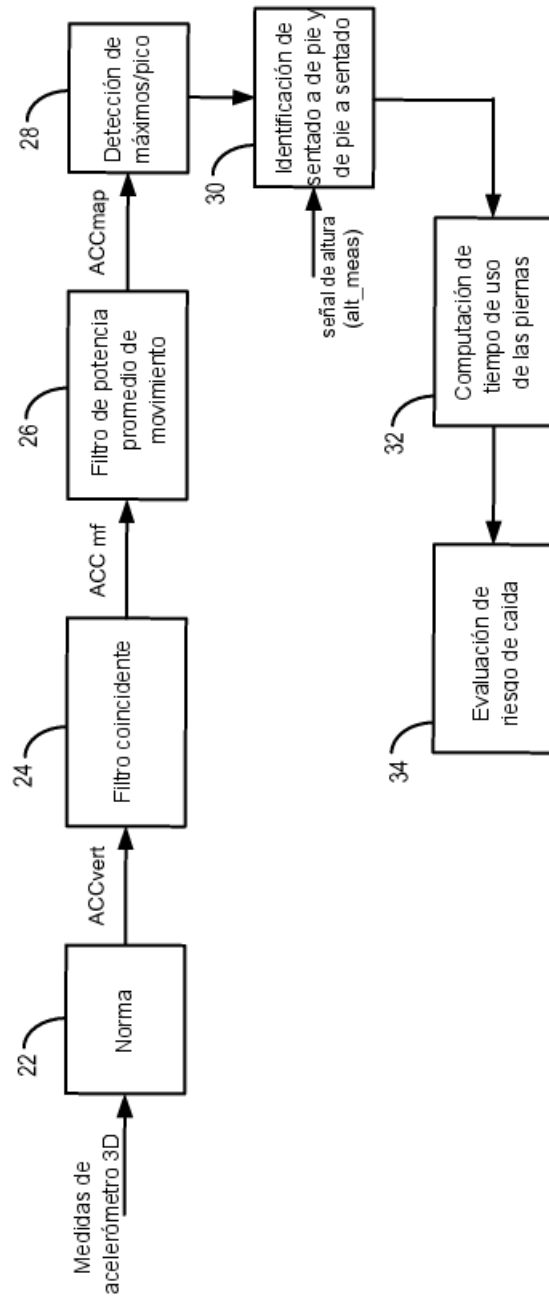


Figura 5

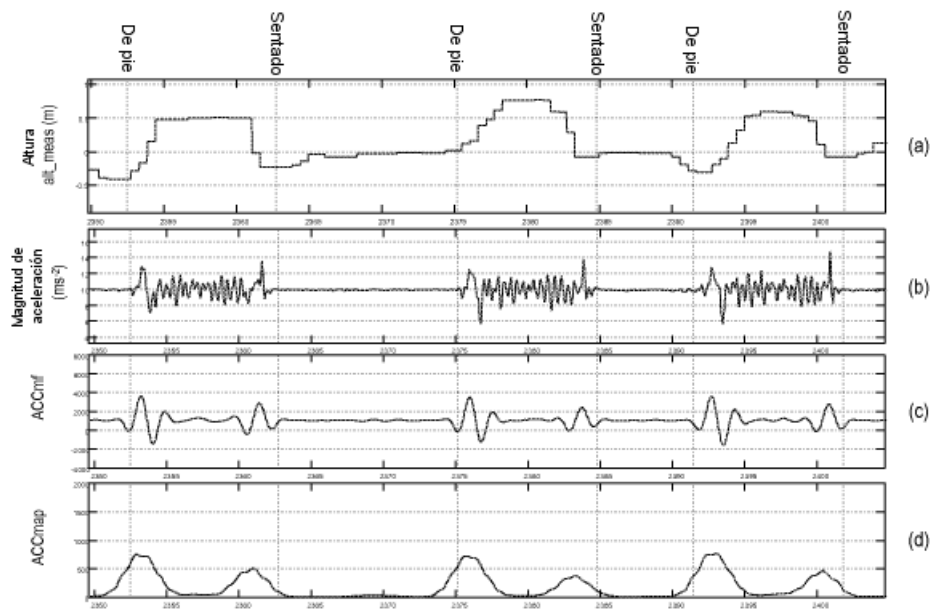


Figura 6

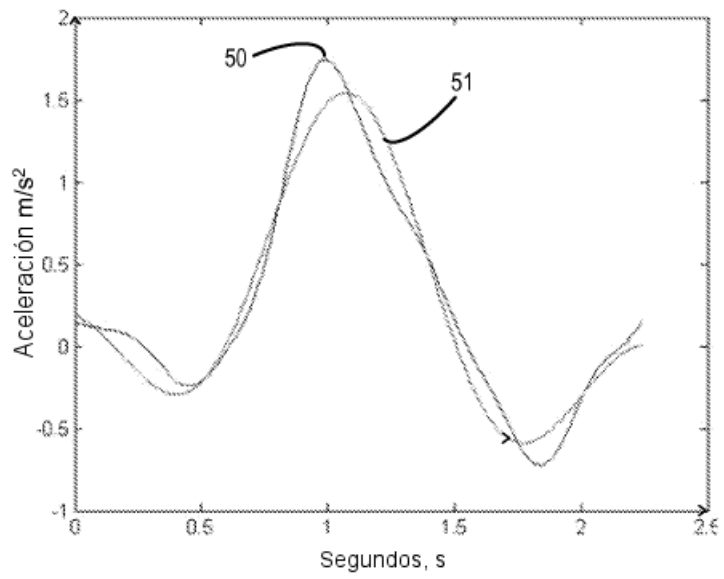


Figura 7