

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 712**

51 Int. Cl.:

A61B 5/11 (2006.01)

G08B 21/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09787373 .1**

96 Fecha de presentación: **07.10.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2348997**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.08.2011**

54 Título: **Sistema de detección de caídas**

30 Prioridad:
16.10.2008 EP 08166745

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.05.2012

73 Titular/es:
**Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:
**FLINSENBURG, Ingrid, C., M. y
TEN KATE, Warner, R., T.**

74 Agente/Representante:
Zuazo Araluze, Alexander

ES 2 381 712 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

Sistema de detección de caídas

5 **Campo técnico de la invención**

La invención se refiere a un sistema de detección de caídas y un método de funcionamiento de un sistema de detección de caídas, y en particular a un sistema de detección de caídas y un método de funcionamiento de un sistema de detección de caídas que proporciona una indicación de la gravedad de una caída.

10

Antecedentes de la invención

Caerse es un problema significativo en el cuidado de los ancianos que puede llevar a la morbilidad. Desde una perspectiva física, las caídas provocan lesiones, mientras que desde la perspectiva mental, las caídas provocan miedo a caerse, que a su vez lleva al aislamiento social y depresión.

15

Se están desarrollando sistemas de detección de caídas que pueden proporcionar un medio automatizado y fiable para detectar cuando se ha caído un usuario. Si se detecta una caída, el sistema emite una alarma que pide ayuda para el usuario. Esto garantiza al usuario que se tomarán medidas adecuadas en caso de que se produzca una caída.

20

Normalmente, los sistemas de detección de caídas automatizados se basan en un acelerómetro que debe unirse al cuerpo del usuario. El sistema de detección de caídas realiza un seguimiento de las señales del acelerómetro y determina que ha tenido lugar una caída si se identifica un patrón característico. Un patrón típico es una combinación de un valor de alto impacto en el que la señal de aceleración supera un umbral preconfigurado, seguido de un periodo de inactividad relativa o real caracterizado por una aceleración relativamente constante, por ejemplo sólo gravedad (o sin aceleración dependiendo del tipo de acelerómetro usado), debido a que el usuario se encuentra inmóvil en el suelo. El patrón puede continuar mostrando actividad, desviándose del periodo relativamente constante de aceleración, cuando el usuario vuelve a ponerse de pie.

25

Algunos sistemas de detección de caídas pueden determinar una incapacidad del usuario para levantarse tras una caída (que se representa por un periodo extendido de inactividad), y usan esta determinación para activar o emitir una señal de alarma. Un sistema de este tipo se describe en el documento WO 2005/016143.

30

El documento GB-A-2323196 da a conocer un sistema de detección de caídas, que comprende:

35

- uno o más acelerómetros para monitorizar el movimiento de un usuario del sistema de detección de caídas y para generar las señales correspondientes;

40

- medios para determinar un umbral a partir de una o más mediciones del estado físico del usuario;

- un procesador adaptado para:

45

- analizar las señales para identificar una caída del usuario;

- analizar las señales para identificar un periodo de inactividad del usuario tras la caída; y

- comparar la duración del periodo de inactividad del usuario con un umbral para determinar la gravedad de la caída.

50 **Sumario de la invención**

En los sistemas conocidos, hay un único periodo de tiempo fijo para medir la incapacidad del usuario para levantarse tras una caída, lo que significa que este periodo de tiempo es el mismo para cada posible usuario del sistema de detección de caídas. Por tanto, este periodo de tiempo se ajusta en algún valor, independientemente del estado físico del usuario y su capacidad personal para ponerse de pie desde el suelo. El tiempo típico requerido para que un usuario se levante puede oscilar desde unos cuantos segundos (por ejemplo, de 2 a 3) para usuarios que son jóvenes y están sanos hasta decenas de segundos (por ejemplo, de 15 a 45) para usuarios que son ancianos y débiles.

55

Por tanto, para el ajuste de un único periodo de tiempo para el sistema de detección de caídas, hay que llegar a un equilibrio entre elegir un valor conservador que podría dar como resultado la caída de un usuario, que no puede levantarse y que tiene que esperar decenas de segundos antes de que se emita una alarma o se pida ayuda, y un periodo más corto que da como resultado la emisión de una alarma antes de que el usuario haya tenido la oportunidad de levantarse por sí mismo (a su propio ritmo).

60

65

Por tanto, es un objeto de la invención proporcionar un sistema de detección de caídas y un método de

funcionamiento de un sistema de detección de caídas que supere las desventajas de los sistemas de la técnica anterior descritos anteriormente.

5 Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema de detección de caídas, que comprende uno o más sensores para monitorizar el movimiento de un usuario del sistema de detección de caídas y para generar las señales correspondientes; medios para determinar un umbral a partir de una o más mediciones del estado físico del usuario; un procesador para analizar las señales para identificar una caída del usuario; analizar las señales para identificar un periodo de inactividad del usuario tras la caída; y comparar la duración del periodo de inactividad del usuario con el umbral para determinar la gravedad de la caída.

10 Preferiblemente, el procesador está adaptado para determinar que la caída es grave en caso de que la duración del periodo de inactividad del usuario supere el umbral.

15 Preferiblemente, el procesador está adaptado para activar una alarma y/o pedir ayuda para el usuario si la caída es grave.

En realizaciones preferidas, el procesador está adaptado para analizar las señales para identificar el final del periodo de inactividad cuando el usuario se pone de pie.

20 En algunas realizaciones, el procesador está adaptado para determinar que la caída no es grave en caso de que la duración del periodo de inactividad del usuario sea inferior al umbral.

25 En realizaciones alternativas, el procesador está adaptado para clasificar la gravedad de la caída en caso de que la duración del periodo de inactividad del usuario sea inferior al umbral usando una relación de la duración del periodo de inactividad con respecto al umbral. El procesador puede entonces activar una alarma y/o pedir ayuda para el usuario basándose en el grado de gravedad determinado.

30 Preferiblemente, el uno o más sensores comprenden un acelerómetro para medir la aceleración del sistema de detección de caídas.

35 En algunas realizaciones, el procesador está adaptado para identificar una caída identificando un impacto que es característico de una caída. El procesador puede identificar un impacto identificando uno o más picos en las mediciones de la aceleración. El procesador puede adaptarse además para determinar la gravedad de la caída determinando la magnitud de la aceleración en el impacto.

Preferiblemente, la una o más mediciones del estado físico del usuario comprenden mediciones de un movimiento o serie de movimientos predeterminados por el usuario.

40 En realizaciones específicas, el movimiento o serie de movimientos predeterminados comprenden uno o más de una transferencia de sentado a bipedestación, movimiento de levantarse y andar cronometrado, levantarse de una cama y levantarse del suelo.

45 En algunas realizaciones, la una o más mediciones comprenden mediciones del tiempo que requiere el usuario para completar el movimiento o serie de movimientos predeterminados.

50 En una realización preferida, el procesador comprende los medios para determinar el umbral; y el procesador está adaptado para determinar la una o más mediciones del estado físico del usuario mientras que el sistema de detección de caídas está en uso por el usuario.

55 Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método de funcionamiento de un sistema de detección de caídas, comprendiendo el método determinar un umbral a partir de una o más mediciones del estado físico de un usuario del sistema de detección de caídas; detectar una caída del usuario; y monitorizar la duración de un periodo de inactividad del usuario tras la caída con respecto al umbral para determinar la gravedad de la caída.

60 Según un tercer aspecto de la invención, se proporciona un producto de programa informático para su uso en un sistema de detección de caídas, comprendiendo el producto de programa informático un código de programa informático que, cuando se ejecuta en un procesador u ordenador, está adaptado para determinar un umbral a partir de una o más mediciones del estado físico de un usuario del sistema de detección de caídas; detectar una caída del usuario; y monitorizar la duración de un periodo de inactividad del usuario tras la caída con respecto al primer umbral para determinar la gravedad de la caída.

Breve descripción de los dibujos

65 La invención se describirá a continuación, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los siguientes dibujos, en los que:

la figura 1 muestra un sistema de detección de caídas unido a un usuario;

la figura 2 es un diagrama de bloques del sistema de detección de caídas;

5 la figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un método según la invención; y

la figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra otro método según la invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

10 La figura 1 muestra un sistema 2 de detección de caídas unido a un usuario 4 a través de una banda u otros medios 6 de unión. El sistema 2 de detección de caídas se une preferiblemente a la parte superior del cuerpo 4 del usuario, tal como alrededor de la cintura, en la muñeca, o como un colgante alrededor del cuello.

15 Si el sistema 2 de detección de caídas detecta una caída del usuario 4, puede emitirse una señal de alarma (por ejemplo de forma audible) desde el sistema 2 de detección de caídas o puede transmitirse (por ejemplo de forma inalámbrica) a un centro de llamadas u otra unidad de asistencia, a no ser que el usuario 4 se ponga de pie desde el suelo rápidamente.

20 La figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema 2 de detección de caídas según la invención.

El sistema 2 comprende un acelerómetro 8 que mide la aceleración experimentada por el sistema 2 de detección de caídas (y por tanto el usuario 4 cuando el sistema 2 de detección de caídas está unido a su cuerpo) y genera señales indicativas de la aceleración medida, un procesador 10 para procesar las señales del acelerómetro 8 para
25 determinar si el usuario 4 se ha caído, y una alarma 12 (y/o conjunto de circuitos transmisores/transceptores) para pedir ayuda en caso de que el usuario 4 se haya caído.

El sistema 2 comprende además una interfaz 14, que puede ser en forma de un puerto de entrada/salida para recibir señales electrónicas de otro dispositivo, o puede comprender uno o más botones o conmutadores con indicación de
30 retroalimentación al usuario apropiada que permitan a un usuario 4 o profesional de la salud interactuar con el sistema 2 de detección de caídas. El fin de la interfaz 14 se describirá más abajo.

En algunas realizaciones, el sistema 2 de detección de caídas puede comprender además uno o más sensores 16
35 diferentes que detectan características de movimiento del usuario 4 (distintas a la aceleración) y que generan las señales correspondientes. Estas señales pueden usarse entonces por el procesador 10 en combinación con las señales del acelerómetro 8 para determinar si el usuario se ha caído. El uno o más sensores 16 pueden comprender un magnetómetro, giroscopio, altímetro y/o cualquier otro sensor adecuado.

Tal como se describió anteriormente, el procesador 10 monitoriza las señales del acelerómetro 8 para determinar si
40 ha tenido lugar una caída. Las caídas a menudo se caracterizan por un gran impacto (cuando el usuario 4 golpea el suelo) representado por una aceleración relativamente grande y repentina (es decir, de duración corta) en la dirección vertical, seguido de un periodo de poca o ninguna actividad mientras que el usuario 4 está tendido en el suelo, representado por un periodo de aceleración relativamente constante (esta aceleración constante será
45 habitualmente cero o la de la gravedad, dependiendo del tipo de acelerómetro usado). El procesador 10 monitoriza la duración del periodo de inactividad, y determina que la caída es grave si la duración del periodo supera un umbral, y se emite una alarma.

Se apreciará también que ciertos tipos de caídas pueden tener impactos menos claros, y el algoritmo usado en el
50 procesador 10 puede reconocerlas también disminuyendo el requisito de una característica de aceleración grande pero corta.

Un diagrama de flujo que ilustra un método según la invención se muestra en la figura 3. A diferencia de los
55 sistemas de la técnica anterior en los que hay un único valor de umbral para todos los usuarios 4, la invención prevé que el umbral se determine a partir de mediciones del estado físico del usuario 4 (etapa 101). Una vez que se ha detectado una caída (etapa 103), el umbral se compara con el periodo de inactividad tras la caída para determinar si la caída fue grave (etapa 105).

En una realización, el umbral puede ajustarse manualmente antes del primer uso del sistema 2 de detección de
60 caídas por el usuario 4, y volver a evaluarse en intervalos regulares (del orden de días, semanas o meses) para asegurarse de que el umbral se adapta al estado físico del usuario 4 con el paso del tiempo.

Como alternativa para ajustar el umbral manualmente, una realización preferida prevé que el propio sistema 2 de
65 detección de caídas se use para medir el tiempo que lleva al usuario 4 realizar ciertos movimientos o actividades representativos, tal como una transferencia de sentado a bipedestación (STS), o levantarse de la cama, durante el uso del sistema 2 de detección de caídas. Por ejemplo, el sistema 2 de detección de caídas puede evaluar las señales del acelerómetro 8 y otros sensores 16 (si están presentes) para detectar cuándo tienen lugar los

movimientos o actividades representativos.

Estos movimientos se llevan a cabo regularmente durante el transcurso de un día normal y el tiempo que se requiere para realizar estos movimientos puede usarse para estimar el tiempo (y por tanto el umbral del periodo de inactividad) que llevaría al usuario 4 levantarse tras una caída. En particular, el sistema 2 de detección de caídas puede determinar que una caída es grave si el usuario 4 no puede levantarse de nuevo dentro de un múltiplo de este periodo de tiempo. Si el usuario 4 no se ha levantado, la caída puede considerarse grave.

El sistema 2 puede considerar también el tiempo que el usuario 4 puede estar confundido por la caída, lo que extiende el tiempo que estarán tendidos en el suelo. En la primera orden, este tiempo es proporcional al tiempo requerido por las actividades observadas, aunque pueden usarse otras medidas.

En realizaciones preferidas adicionales, si el usuario 4 sí se levanta tras una caída, la gravedad de la caída puede clasificarse evaluando la relación del tiempo estimado necesario para levantarse de nuevo (es decir el umbral del periodo de inactividad) y el tiempo medido requerido para levantarse.

Esta relación, o el tiempo medido requerido para levantarse, también puede usarse para refinar el umbral del periodo de inactividad, según se describe más abajo.

El umbral puede ajustarse (manualmente de manera eficaz) evaluando los resultados de ciertas pruebas de movimiento que indican el estado físico del usuario 4, tal como la transferencia STS mencionada (Buatois *et al.*, J. Am. Geriatr. Soc. 56 (2008) 1575-1577), la prueba de levantarse y andar (TUG) cronometrada (Podsiadlo *et al.*, J. Am. Geriatr. Soc. 39 (1991) 142-148), o cualquier otra prueba de riesgo de caída convencional, tal como el tiempo para levantarse de una silla o cama, o una combinación de varias pruebas.

La prueba TUG es un método convencional para determinar si un usuario 4 está en riesgo de caerse midiendo el tiempo que requiere el usuario 4 para levantarse de una silla, andar tres metros, darse la vuelta, caminar de vuelta a la silla y sentarse. Si este ejercicio lleva al usuario 4 más de 30 segundos, por ejemplo, pueden considerarse que tienen un alto riesgo de caída. Si lleva menos de 20 segundos, por ejemplo, puede considerarse que el usuario 4 tiene un bajo riesgo de caída. El intervalo entre 20 y 30 segundos se considera que es una fase de transición. El umbral del periodo de inactividad puede ajustarse basándose en el resultado de la prueba TUG. En el caso de un resultado de TUG de menos de 20 segundos, el umbral puede ajustarse a un valor relativamente bajo, del orden de 5 a 8 segundos, mientras que para un resultado de TUG de más de 30 segundos, el umbral puede ajustarse a un valor relativamente alto, del orden de 15 a 20 segundos. Para resultados de TUG entre 20 y 30 segundos, tanto los valores altos como los bajos pueden usarse para el umbral, pero también es posible que el umbral aumente linealmente desde el valor bajo hasta el valor alto.

Una prueba alternativa es medir el tiempo que lleva al usuario 4 levantarse de una silla, que se denomina la duración de transferencia de sentado a bipedestación (STS). El umbral puede ajustarse a la duración de STS más 3 segundos, por ejemplo. Alternativamente, es posible medir el tiempo que lleva al usuario 4 levantarse tras estar tumbado en una cama. El umbral puede ajustarse al tiempo medido más 1 segundo, por ejemplo. Alternativamente, es posible medir el tiempo que lleva al usuario 4 levantarse tras estar tendido en el suelo. El umbral puede ajustarse al tiempo medido, por ejemplo. Llevando a cabo más de una prueba, el umbral puede determinarse de manera más fiable tomando el máximo de los periodos de tiempo resultantes de cada una de las pruebas, o tomando una media ponderada de los periodos de tiempo.

El umbral determinado puede proporcionarse al procesador 10 del sistema 2 de detección de caídas usando la interfaz 14. Alternativamente, los resultados de las pruebas (ya sean las pruebas individuales o un resultado combinado) pueden proporcionarse al procesador 10, y el procesador 10 puede determinar el umbral a partir de los resultados (tal vez usando una tabla de consulta o similar). En particular, si la interfaz 14 es un puerto de entrada/salida, el umbral o los resultados de las pruebas pueden proporcionarse desde otro dispositivo electrónico, mientras que si la interfaz 14 es un teclado o similar, los resultados de las pruebas pueden introducirse manualmente por el usuario 4 o profesional de la salud.

Como una alternativa al ajuste manual del umbral, una realización preferida prevé que el propio sistema 2 de detección de caídas se use para medir el tiempo que lleva al usuario 4 realizar ciertos movimientos o actividades representativos, tal como una transferencia STS, o levantarse de la cama, durante el uso del sistema 2 de detección de caídas. Por ejemplo, el sistema 2 de detección de caídas puede evaluar las señales del acelerómetro 8 y otros sensores 16 (si están presentes) para detectar cuándo tienen lugar los movimientos o actividades representativos, medir su duración y determinar el umbral.

Estos movimientos se llevan a cabo regularmente durante el transcurso de un día normal y el tiempo que se requiere para realizar estos movimientos puede usarse para estimar el tiempo (y por tanto el umbral del periodo de inactividad) que llevaría al usuario 4 levantarse tras una caída. En particular, el sistema 2 de detección de caídas puede determinar que una caída es grave si el usuario 4 no puede levantarse de nuevo dentro de un múltiplo de este periodo de tiempo. Si el usuario 4 no se ha levantado, la caída puede considerarse grave.

En realizaciones preferidas adicionales, si el usuario 4 sí se levanta tras una caída, la gravedad de la caída puede clasificarse evaluando la relación del tiempo estimado necesario para levantarse de nuevo (es decir el umbral del periodo de inactividad) y el tiempo medido requerido para levantarse.

5 Esta relación, o el tiempo medido requerido para levantarse, también puede usarse para refinar el umbral del periodo de inactividad, según se describe más abajo.

10 La figura 4 proporciona un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento del sistema de detección de caídas en la realización preferida de la invención, en la que el umbral, p , se determina a partir de datos recopilados por el detector de caídas durante su funcionamiento normal.

15 El proceso comienza monitorizando las mediciones, a , del acelerómetro 8, y las mediciones de cualquier otro sensor 16 en el sistema 2 de detección de caídas (etapa 201).

20 Estas mediciones se analizan para detectar caídas (etapa 203) o para detectar la duración de actividades específicas (etapa 205), tal como una transferencia STS, levantarse de una cama, etc. Cada una de estas actividades tiene un perfil característico específico que puede detectarse del acelerómetro 8 y mediciones de sensor.

25 Una vez que se ha detectado una actividad, se usa la duración, d , para estimar el tiempo requerido por el usuario 4 para levantarse de una caída (etapa 207). Tal como se describió anteriormente, el tiempo para levantarse de una caída puede determinarse como un múltiplo de la duración d , dependiendo el valor del múltiplo de la actividad específica detectada. Por ejemplo, el tiempo t podría ajustarse a $d+3$ segundos. Alternativamente, t podría ajustarse a, por ejemplo, $2d-1$ segundos. También son posibles dependencias no lineales, en particular dadas por una tabla de consulta o recortando los valores máximos y mínimos.

30 Una opción alternativa es mantener una lista de las últimas n duraciones de actividad detectadas. Cuando se determina una nueva duración d de actividad, la lista puede actualizarse, y el tiempo puede ajustarse a, por ejemplo, la duración media o máxima de las actividades en la lista más 3 segundos.

35 Una alternativa adicional es usar la suma de (por ejemplo) dos veces la desviación estándar en el intervalo de duraciones. Esto arrojará una probabilidad de aproximadamente el 2,5% de clasificar erróneamente una caída como grave.

40 Si hay múltiples tipos de actividad que pueden detectarse, la media o el máximo pueden tomarse para cada actividad por separado, y el tiempo t puede ajustarse basándose en los resultados para cada tipo de actividad. Por ejemplo, supóngase que hay dos actividades cada una con duraciones respectivas d_1 y d_2 . El tiempo t puede ajustarse entonces a, por ejemplo, el máximo de d_1+3 y d_2+1 . La duración medida de cada actividad se ajusta a escala (normaliza) hasta la duración para levantarse del nivel del suelo.

45 Una vez que se determina el tiempo t , se determina el umbral, p , (etapa 209) que indica cuánto tiempo el usuario 4 tiene que estar tendido tras una caída, antes de que la caída se clasifique como grave. Es posible ajustar p igual a t , pero es preferible proporcionar al usuario 4 un tiempo adicional para levantarse (puesto que se acaba de caer), de modo que p puede ajustarse igual a, por ejemplo, $t+2$ segundos.

50 Para asegurar que el sistema 2 de detección de caídas puede dar una clasificación de gravedad a partir de la primera activación (es decir antes de que el usuario 4 haya realizado una de las actividades monitorizadas), p puede tener un valor por defecto, determinado posiblemente a partir de una de las pruebas de realización manual descritas anteriormente, tal como una prueba TUG, que se usa hasta que las actividades se han detectado (etapa 211).

55 El umbral p se usa mediante un bloque 213 para evaluar si el usuario 4 se levanta dentro del periodo p tras una caída (como se detecta en la etapa 203). Las mediciones del acelerómetro 8 y otros sensores 16 (si hay) se proporcionan al bloque 213 para determinar cuándo se levanta el usuario 4 (esto puede indicarse mediante una aceleración ascendente (compensada por la gravedad), un cambio de orientación, un desplazamiento descendente, etc.). Por tanto, se monitorizan las mediciones para determinar el periodo de tiempo que el usuario 4 permanece en el suelo tras la caída.

60 Si el usuario 4 se levanta antes del tiempo transcurrido debido a que la caída alcanza el umbral p , se determina el tiempo $t_{\text{levantarse}}$ que llevó al usuario 4 levantarse (etapa 215) y se usa para valorar la gravedad s (etapa 217). En algunas realizaciones, la gravedad s se clasifica simplemente como no grave, ya que el usuario se ha levantado dentro del tiempo permitido por el umbral.

65 En realizaciones alternativas, la gravedad s puede clasificarse desde no grave cuando el usuario 4 se pone de pie de manera relativamente rápida, hasta, por ejemplo, moderadamente grave cuando el usuario 4 se pone de pie de manera relativamente lenta (es decir el usuario 4 ha usado la mayor parte del tiempo permitido por el umbral para levantarse). La clasificación puede determinarse evaluando la relación $t_{\text{levantarse}}/p$ o la relación $t_{\text{levantarse}}/t$. Por ejemplo,

si la relación se encuentra entre 0,5 y 1, la gravedad se fija en media, y si la relación se encuentra entre 0 y 0,5, la gravedad se fija en baja.

5 Por supuesto, se apreciará que en lugar de determinar una relación, es posible ajustar uno o más umbrales adicionales entre 0 y p que definen cuándo la caída es menos grave, moderadamente grave, etc.

Si el usuario 4 no se levanta dentro del tiempo permitido por el umbral p tras la caída, la gravedad de la caída s se fija en alta (etapa 219).

10 Basándose en la gravedad s de la caída determinada, pueden iniciarse diferentes servicios. Por ejemplo, para una caída de gravedad alta, se emite una alarma en un centro de llamadas o servicios y posiblemente puede pedirse ayuda a los servicios de emergencia. Para una caída de gravedad más baja, la información de caída puede grabarse y/o enviarse a miembros de la familia para su información o puede usarse por los médicos para comprender mejor el historial de caídas del usuario 4 y posiblemente mejorar el tratamiento médico. Por supuesto, estas etapas también
15 pueden utilizarse para una caída de gravedad alta. Una reparación frecuente de caídas de gravedad baja puede ser otro activador para alertar a un profesional de la salud de que el usuario 4 puede necesitar asistencia.

20 En algunas realizaciones, el tiempo $t_{\text{levantarse}}$ determinado en la etapa 215 puede proporcionarse también a la etapa 207 para refinar y/o actualizar los valores de t y p.

En algunas realizaciones, el tiempo estimado para levantarse de una caída, t, se usa también para determinar la gravedad de la caída (etapa 217).

25 En realizaciones adicionales de la invención, es posible mejorar la estimación de la gravedad haciendo uso de otros parámetros o características de las señales del acelerómetro 8 y otros sensores 16. Por ejemplo, puede tenerse en cuenta la magnitud del impacto (es decir la magnitud del principal pico de aceleración, o la suma de los valores absolutos de tres a cinco de los picos más grandes dentro de la duración del impacto). Claramente, un gran impacto indica una caída más grave. Los índices de gravedad, como los derivados de la duración del impacto y la inactividad,
30 pueden combinarse para determinar la gravedad global y la acción de alarma necesaria.

Aunque la invención se describe para su uso en un sistema que se pone un usuario 4, se apreciará que la invención puede implementarse en forma de un sistema de vigilancia operado por un profesional de la salud, tal como en residencias de cuidado de ancianos y de personas mayores, o en instalaciones de vida independiente.

35 Se proporciona por tanto un sistema de detección de caídas y un método de funcionamiento de un sistema de detección de caídas que permite determinar la gravedad de una caída.

40 Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y en la descripción anterior, tal ilustración y tal descripción deben considerarse ilustrativas o ejemplares y no restrictivas; la invención no se limita a las realizaciones descritas.

45 Los expertos en la técnica pueden entender y efectuar variaciones de las realizaciones dadas a conocer al poner en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la descripción, y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la palabra "comprender" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un/una" no excluye a una pluralidad. Un único procesador u otra unidad puede llevar a cabo las funciones de varios elementos mencionados en las reivindicaciones. El mero hecho de que ciertas medidas se mencionen en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que no pueda usarse una combinación de estas medidas de manera ventajosa. Un programa informático puede almacenarse/distribuirse en un medio adecuado, tal como un medio de almacenamiento óptico o medio en estado sólido suministrado junto con o como parte de otro hardware, pero puede distribuirse también de otras formas, tal como a través de Internet u otros sistemas de telecomunicaciones por cable o inalámbricos. Ningún signo de referencia en las reivindicaciones debe interpretarse como limitativo del alcance.
50

REIVINDICACIONES

1. Sistema (2) de detección de caídas, que comprende:
- 5 - uno o más sensores (8, 16) para monitorizar el movimiento de un usuario (4) del sistema de detección de caídas y para generar las señales correspondientes;
- medios para determinar un umbral a partir de una o más mediciones del estado físico del usuario (4),
- 10 - un procesador (10) adaptado para:
- analizar las señales para identificar una caída del usuario (4),
- analizar las señales para identificar un periodo de inactividad del usuario (4) tras la caída; y
- 15 - comparar la duración del periodo de inactividad del usuario con el umbral para determinar la gravedad de la caída.
2. Sistema de detección de caídas según la reivindicación 1, en el que el procesador (10) está adaptado para determinar que la caída es grave en caso de que la duración del periodo de inactividad del usuario (4) supere el umbral.
- 20 3. Sistema de detección de caídas según la reivindicación 2, en el que el procesador (10) está adaptado para activar una alarma y/o pedir ayuda para el usuario (4) si la caída es grave.
- 25 4. Sistema de detección de caídas según la reivindicación 1, 2 ó 3, en el que el procesador (10) está adaptado para analizar las señales para identificar el final del periodo de inactividad cuando el usuario (4) se pone de pie.
- 30 5. Sistema de detección de caídas según la reivindicación 4, en el que el procesador (10) está adaptado para determinar que la caída no es grave en caso de que la duración del periodo de inactividad del usuario (4) sea inferior al umbral.
- 35 6. Sistema de detección de caídas según la reivindicación 4, en el que el procesador (10) está adaptado para clasificar la gravedad de la caída en caso de que la duración del periodo de inactividad del usuario (4) sea inferior al umbral usando una relación de la duración del periodo de inactividad con respecto al umbral.
- 40 7. Sistema de detección de caídas según la reivindicación 6, en el que el procesador (10) está adaptado para activar una alarma y/o pedir ayuda para el usuario (4) en respuesta al grado de gravedad determinado.
- 45 8. Sistema de detección de caídas según cualquier reivindicación anterior, en el que el uno o más sensores (8, 16) comprende un acelerómetro (8) para medir la aceleración del sistema de detección de caídas.
- 50 9. Sistema de detección de caídas según la reivindicación 8, en el que el procesador (10) está adaptado para identificar una caída identificando un impacto que es característico de una caída.
- 55 10. Sistema de detección de caídas según la reivindicación 9, en el que el procesador (10) está adaptado para identificar un impacto identificando uno o más picos en las mediciones de la aceleración.
- 60 11. Sistema de detección de caídas según la reivindicación 10, en el que el procesador (10) está adaptado adicionalmente para determinar la gravedad de la caída determinando la magnitud de la aceleración en el impacto.
- 65 12. Sistema de detección de caídas según cualquier reivindicación anterior, en el que la una o más mediciones del estado físico del usuario (4) comprende mediciones de un movimiento o serie de movimientos predeterminados por el usuario (4).
13. Sistema de detección de caídas según la reivindicación 12, en el que el movimiento o serie de movimientos predeterminados comprende uno o más de una transferencia de sentado a bipedestación, movimiento de levantarse y andar cronometrado, levantarse de una cama y levantarse del suelo.
14. Sistema de detección de caídas según la reivindicación 12 ó 13, en el que la una o más mediciones comprenden mediciones del tiempo que requiere el usuario (4) para completar el movimiento o serie de movimientos predeterminados.
15. Sistema de detección de caídas según la reivindicación 12, 13 ó 14, en el que el procesador (10) comprende los medios para determinar el umbral y el procesador (10) está adaptado para determinar la una o más mediciones del estado físico del usuario (4) mientras que el sistema de detección de caídas está en uso por el usuario.

16. Método de funcionamiento de un sistema de detección de caídas, comprendiendo el método:

- 5 - determinar (10) un umbral a partir de una o más mediciones del estado físico de un usuario (4) del sistema de detección de caídas;
- detectar (103) una caída del usuario; y
- 10 - monitorizar (105) la duración de un periodo de inactividad del usuario tras la caída con respecto al umbral para determinar la gravedad de la caída.

17. Producto de programa informático para su uso en un sistema de detección de caídas, comprendiendo el producto de programa informático un código de programa informático que, cuando se ejecuta en un procesador (10) u ordenador, está adaptado para:

- 15 - determinar (101) un umbral a partir de una o más mediciones del estado físico de un usuario del sistema de detección de caídas;
- 20 - detectar (103) una caída del usuario; y monitorizar (105) la duración de un periodo de inactividad del usuario tras la caída con respecto al primer umbral para determinar la gravedad de la caída.

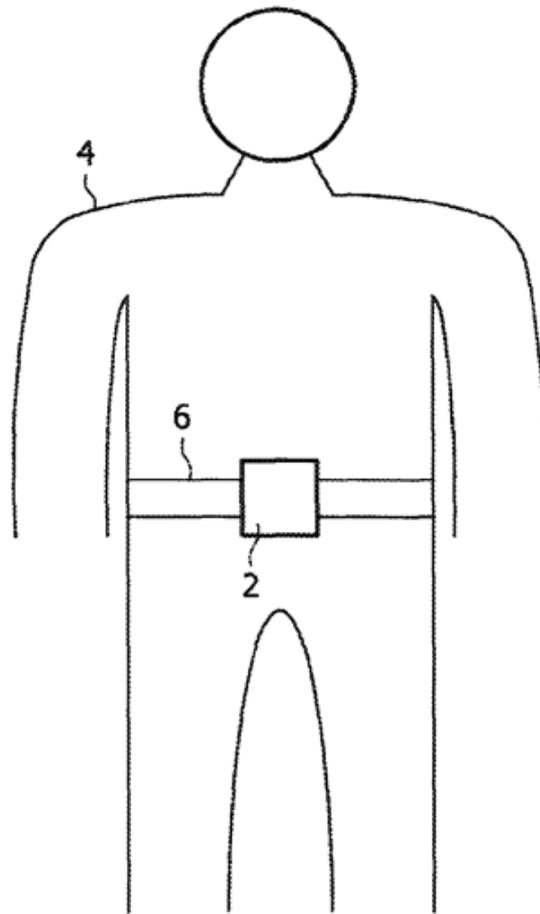


FIG. 1

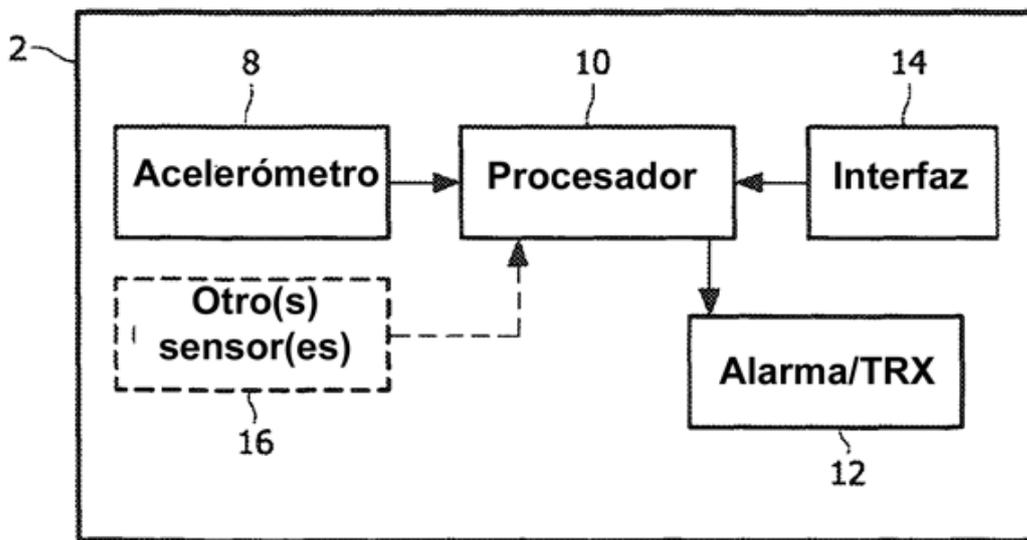


FIG. 2

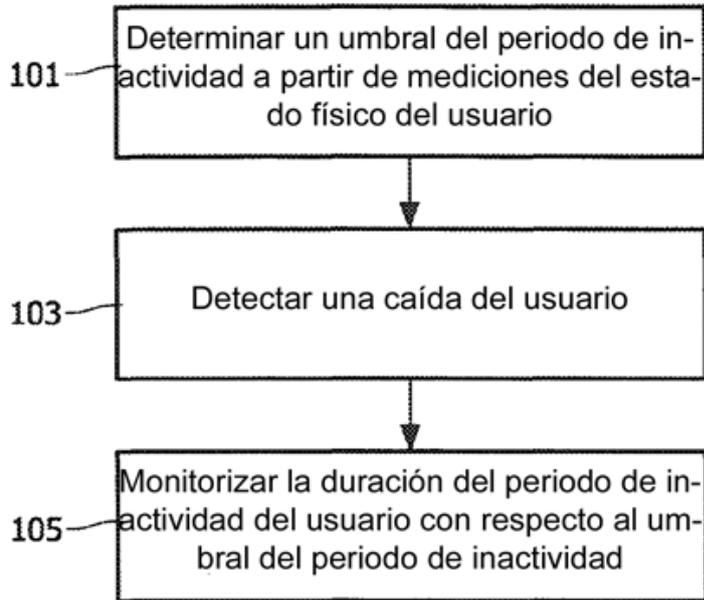


FIG. 3

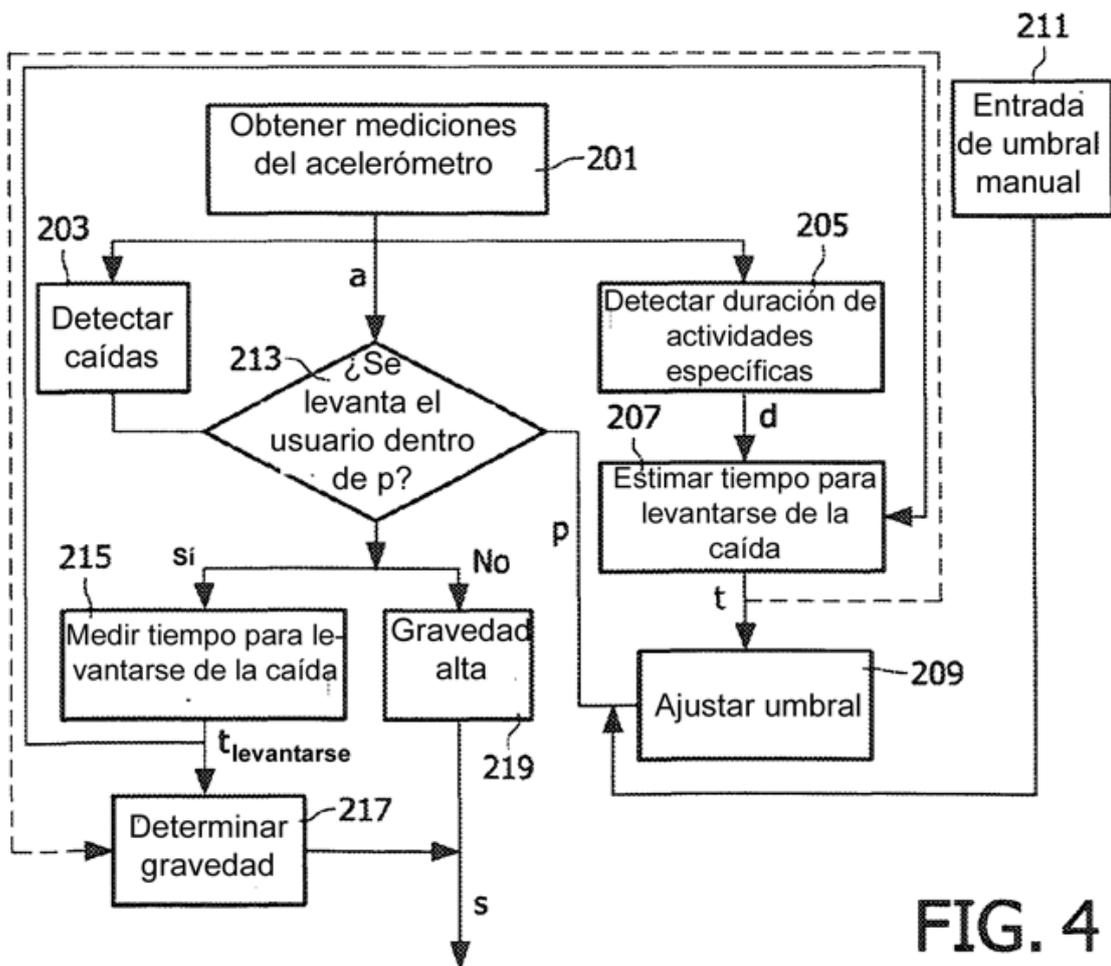


FIG. 4