

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 031**

21 Número de solicitud: 201130741

51 Int. Cl.:

A61B 5/11 (2006.01)

G09G 5/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

10.05.2011

43 Fecha de publicación de la solicitud:

04.03.2013

Fecha de la concesión:

20.01.2014

45 Fecha de publicación de la concesión:

27.01.2014

73 Titular/es:

**UNIVERSIDADE DA CORUÑA (65.0%)
A Maestranza, s/n
15071 A CORUÑA (A Coruña) ES y
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE
COMPOSTELA (35.0%)**

72 Inventor/es:

**CUDEIRO MAZAIRA, Francisco Javier;
ARIAS RODRÍGUEZ, Pablo;
RIVADULLA FERNÁNDEZ, Casto;
FLORES GONZÁLEZ, Julián Carlos y
COTOS YÁÑEZ, José Manuel**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL PARA LA EVALUACIÓN Y EL TRATAMIENTO DE LOS TRASTORNOS MOTORES ASOCIADOS A LAS ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS Y A LA EDAD.**

57 Resumen:

Sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad que comprende un módulo de paciente, a su vez comprendiendo, unas gafas (1) que captan el movimiento de la cabeza del paciente provistas de un dispositivo de pantalla para visualizar una situación virtual, unos marcadores reflectantes (2), unas cámaras de infrarrojos (3) que captan la situación de los marcadores reflectantes (2), un módulo de comunicación (4) que recibe la información captada por las gafas (1) y las cámaras de infrarrojos (3) enviándola a unos medios de procesamiento (5), los medios de procesamiento (5) que generan el escenario de la situación virtual; y un módulo de experto, comprendiendo unos medios de gestión (6) que controlan una pluralidad de variables que modifican y evalúan el escenario de la situación virtual a la que se somete el paciente.

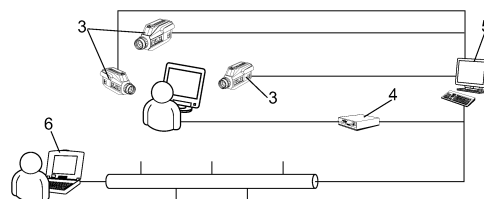


FIG. 1

ES 2 397 031 B1

DESCRIPCIÓN

Sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad

CAMPO DE LA INVENCIÓN

5 La presente invención pertenece al campo técnico de las tecnologías de la información y las comunicaciones para el desarrollo de sistemas para el tratamiento y la evaluación de los pacientes.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

10 En los últimos años el avance de la tecnología ha permitido incorporar nuevas herramientas de diagnóstico y tratamiento que facilitan la intervención terapéutica de determinadas patologías. El uso de los sistemas virtuales en el tratamiento de fobias u otros desórdenes mentales ha sido exitoso, y aunque la escasez de estudios controlados impide confirmar su efecto, su integración en los programas terapéuticos de patologías sensoriales y motoras se considera factible. Teóricamente, el entorno virtual ofrece la ventaja principal de controlar y modificar estímulos y acciones del usuario siendo esto muy difícil en un entorno real en el que la variabilidad de los estímulos no es medible y la ejecución de una tarea por parte del paciente está limitada por su discapacidad.

15 Los efectos terapéuticos dependen en gran medida del sistema de inmersión que se utilice y, aunque existen intentos por diseñar sistemas estándares para unificar los resultados, dicha estandarización todavía no se ha alcanzado por diversas razones: los mejores sistemas virtuales no son accesibles por su elevado coste, en algunos dispositivos todavía existen efectos adversos (como náuseas causadas por el retardo del movimiento virtual), y todavía no se ha establecido la mínima inmersión suficiente para obtener resultados (ni siquiera se ha observado una correlación entre los efectos y el nivel de presencia en el entorno virtual).

20 Era por tanto necesario un sistema que evaluara los trastornos motores, estandarizando los protocolos terapéuticos de realidad virtual, y los estudiara de forma controlada para contrastar de forma consistente los posibles efectos terapéuticos.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

25 El objetivo de la presente invención es desarrollar un sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad. Mediante el sistema propuesto se obtiene el objetivo descrito y se consiguen mejoras respecto a los sistemas conocidos tales como la portabilidad, el bajo coste y la flexibilidad en la creación de distintos entornos virtuales con aplicaciones específicas para la evaluación y el tratamiento de los problemas de movimiento de los miembros superiores, inferiores, la marcha y el equilibrio. Asimismo, el sistema es capaz de integrar registros de parámetros biológicos de los pacientes obtenidos por otros dispositivos periféricos.

30 El sistema comprende dos módulos, un módulo del paciente y un módulo del experto, que permiten recrear entornos virtuales para evaluar y tratar al paciente, mediante reeducación funcional, sobre las alteraciones del control motor que se dan en pacientes afectados por enfermedades neurodegenerativas (por ej. Parkinson) y personas mayores, como alteraciones en los movimientos de los miembros superiores, alteraciones en el equilibrio y la marcha y problemas de caídas.

35 El módulo del experto comprende unos medios de gestión a través de los cuales se controlan los parámetros del entorno virtual en el que está inmerso el paciente. Desde el mismo, el experto puede controlar y configurar los protocolos de evaluación de las distintas alteraciones motoras y los programas terapéuticos para cada una de dichas alteraciones motoras.

40 El módulo del paciente comprende unas gafas, al menos provistas de un acelerómetro triaxial que capta el movimiento de la cabeza del paciente, unos marcadores reflectantes, pasivos o activos, ubicados en posiciones anatómicas, preferentemente manos y piernas, una pluralidad de cámaras de infrarrojos, preferentemente tres para la detección y recreación virtual de los movimientos de los miembros superiores y dos para los miembros inferiores. Dichas cámaras captan la posición de los marcadores reflectantes. En el caso de los movimientos de los miembros superiores la cámara cenital se encarga de capturar los movimientos de ambos brazos en el plano horizontal; una cámara situada a la izquierda del paciente capta los movimientos del miembro derecho en el plano sagital, y del mismo modo la cámara situada a la derecha del paciente, los del miembro izquierdo. En el caso de la marcha, las cámaras ubicadas lateralmente al paciente captan los movimientos en el plano sagital de cada una de las piernas. La información recogida por las cámaras y las gafas la recibe un módulo de comunicación que envía dicha información a unos medios de procesamiento configurados para recrear un entorno virtual.

45 Las gafas son muy ligeras y llevan incorporados unos acelerómetros que captan y registran los movimientos de la cabeza del paciente. Asimismo, las gafas comprenden un dispositivo de pantalla para cada ojo donde se visualiza la imagen virtual que es generada por los medios de procesamiento del sistema integrando la información de los

movimientos manuales y de la marcha que constituyen el módulo paciente. La información recibida por cada ojo es ligeramente diferente por lo que se produce una visión estereoscópica permitiendo una visión tridimensional. Al captar el movimiento de la cabeza, la imagen virtual cambia dependiendo de hacia dónde dirija la cabeza el paciente. Las gafas aíslan de la luz del entorno real y propician la inmersión del paciente en el entorno virtual.

5 De forma preferente, las cámaras de infrarrojos contarán con una frecuencia de muestreo de 1/200 (0.2KHz), primordial para que los eventos del entorno real se produzcan a la vez que los virtuales. La frecuencia de muestreo de las cámaras permite obtener en tiempo real una situación virtual modelada por los medios de procesamiento a partir de su interacción con los movimientos capturados del mundo real.

10 Los medios de procesamiento gestionan la información captada por las cámaras de infrarrojos convirtiendo la información tridimensional del espacio físico real al espacio virtual de una aplicación 3D para generar una determinado entorno virtual configurable de acuerdo con las necesidades. Permiten unificar la información captada por las cámaras y procesarla en tiempo real, así mismo, permiten integrar y sincronizar la información captada con el registro simultáneo de parámetros biológicos de los pacientes obtenidos por otros dispositivos periféricos, como actividad muscular (por electromiografía), actividad cerebral (por electroencefalografía), etc., mediante la emisión de pulsos tipo TTL (Transistor-Transistor Logic).

15 El espacio virtual de una aplicación 3D se genera a partir de un motor gráfico que al recibir la información captada por las cámaras de infrarrojos genera una determinada situación en un entorno virtual configurable.

La imagen se modela mediante las siguientes técnicas:

- 20 • Interposición. La interposición de objetos permite generar estímulos y entornos con profundidad.
- Sombras. Las sombras de los objetos y los segmentos del avatar contribuyen a la perspectiva a proporcionar información sobre la orientación de los elementos.
- Tamaño. Un mismo objeto o miembro del avatar en el campo visual permite generar la percepción de movimiento al modificar progresivamente su tamaño.
- 25 • La perspectiva. Las aristas de las paredes o las líneas de la mesa proporcionan información de la profundidad de campo y de las distancias entre los objetos del entorno.
- La textura de las superficies. Las diferentes texturas de las superficies permiten una óptima diferenciación de los objetos.

Una vez modelada la imagen, con la estereoscopia de las gafas se consigue una imagen que se percibe en tres dimensiones.

30 Del mismo modo que la frecuencia de muestreo de las cámaras, la resolución temporal, el número de imágenes que aparece por segundo, es muy importante para evitar el retardo del movimiento real en la imagen virtual. El sistema, de forma preferente tiene una resolución temporal de 150 imágenes por segundo, lo cual, dado que la frecuencia de la imagen virtual necesaria para que el ojo humano perciba un movimiento como fluido es de entre 20 y 50 imágenes/segundo, aproximadamente y dependiendo del brillo de la imagen, el sistema permite que la captura de movimiento y la reproducción de éste en el entorno virtual sea percibida por el paciente de forma continua y sincrónica con los movimientos realizados.

35 Adicionalmente, los medios de procesamiento permiten recrear un entorno virtual distinto de aquel en el que se encuentra el paciente. De esta forma, el paciente experimenta distintas experiencias o entornos, tales como, la captura de un objeto, obligando al paciente a realizar movimientos con las manos, secuencias de movimientos de los dedos con una determinada amplitud y frecuencia, la marcha por un pasillo con obstáculos o la marcha sobre un tapiz rodante, obligando al paciente a realizar movimientos con las piernas. Los medios de procesamiento, permiten también en estos casos de recreaciones virtuales, configurar en tiempo real, el entorno y los parámetros de movimiento, por ejemplo, el movimiento virtual.

40 El módulo de comunicación permite la comunicación del paciente con los medios de procesamiento y la sincronización del sistema de realidad virtual con dispositivos periféricos externos (de registro o estimulación), de forma que mediante entradas analógicas y digitales se puede enviar información adicional de la ejecución del paciente adquirida mediante cualquier dispositivo de registro convencional. De esta forma, el módulo de comunicación permite la comunicación de los medios de procesamiento con cualquier elemento compatible con pulsos tipo TTL (Transistor-Transistor Logic), de modo que al estar ya comunicados los medios de procesamiento con la información en el entorno virtual generado, la sincronización entre el entorno virtual y cualquier elemento compatible con pulsos TTL es posible con perfecta sincronía. Esto se consigue dado que módulo de comunicación emite pulsos tipo TTL en momentos prefijados, y configurables en función del entorno virtual, que se pueden enviar a cualquier otro dispositivo periférico que registre parámetros biológicos de los pacientes (electromiografía, electroencefalografía, etc.).

45 Finalmente, el sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad, comprende:

- 55 • un módulo de paciente, a su vez comprendiendo:

- o unas gafas que comprenden al menos un acelerómetro triaxial que capta el movimiento de la cabeza del paciente y un dispositivo de pantalla para cada ojo a través de los cuales el paciente visualiza una situación virtual;
- 5 o una pluralidad de marcadores reflectantes ubicados en posiciones anatómicas que permiten que el sistema conozca la posición que adopta el paciente en cada momento;
- o una pluralidad de cámaras de infrarrojos que captan la situación de los marcadores reflectantes;
- o un módulo de comunicación que recibe la información captada por las gafas y por las cámaras de infrarrojos y la envía a unos medios de procesamiento;
- 10 o los medios de procesamiento que generan el escenario de una situación virtual a partir de la información recibida del módulo de comunicación;
- un módulo de experto, a su vez comprendiendo:
 - o unos medios de gestión que controlan una pluralidad de variables que modifican y evalúan el escenario de la situación virtual a la que se somete el paciente.

15 Preferentemente, el módulo de experto comprende un módulo de visualización que muestra la situación virtual mostrada al paciente a través de los dispositivos de pantalla.

Preferentemente, la pluralidad de variables que controlan los medios de gestión comprende los parámetros y los protocolos de evaluación de las distintas alteraciones motoras y los programas terapéuticos para cada una de dichas alteraciones motoras.

20 Preferentemente, las cámaras de infrarrojos tienen una frecuencia de muestreo de 0.2KHz. Y preferentemente, las cámaras de infrarrojos capturan imágenes a una resolución temporal de 150 imágenes por segundo.

Preferentemente, el módulo de comunicación está configurado para sincronizar el sistema mediante la emisión de pulsos configurables temporalmente con señales biológicas de naturaleza analógica y digital captadas por dispositivos periféricos externos que registran la actividad del paciente. En este caso, los medios de procesamiento pueden estar configurados para integrar y sincronizar las señales biológicas captadas por el módulo de comunicación.

25 Preferentemente, los medios de procesamiento comprenden un motor gráfico que a partir de la información recibida del módulo de comunicación genera una situación virtual.

30 Preferentemente, la pluralidad de cámaras de infrarrojos está formada por tres cámaras para la detección de los marcadores reflectantes ubicados en los miembros superiores del paciente y dos cámaras para la detección de los marcadores reflectantes ubicados en los miembros inferiores del paciente. Las tres cámaras para la detección de los marcadores reflectantes ubicados en los miembros superiores del paciente pueden comprender una cámara cenital configurada para capturar los movimientos de los miembros superiores del paciente en el plano horizontal, una cámara situada a la izquierda del paciente configurada para capturar los movimientos del miembro derecho del paciente en el plano sagital, y una cámara situada a la derecha del paciente configurada para capturar los movimientos del miembro izquierdo del paciente en el plano sagital. Las dos cámaras para la detección de los marcadores reflectantes ubicados en los miembros inferiores del paciente pueden estar ubicadas lateralmente al paciente y están configuradas para capturar los movimientos en el plano sagital de cada una de los miembros inferiores.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

La figura 1 muestra de forma esquemática los elementos comprendidos en la invención.

La figura 2 muestra la disposición de las cámaras de infrarrojos para la captura de los movimientos del miembro superior y recreación virtual de las experiencias relacionadas.

La figura 3 muestra la localización de los marcadores para la captura de la mano.

45 La figura 4a muestra la localización de los marcadores para la captura de la pierna.

La figura 4b muestra la recreación virtual de la marcha de un sujeto experimental: visión lateral para el investigador y pasillo por el que camina el sujeto experimental.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE UN MODO DE REALIZACIÓN

En la figura 1 se presenta un esquema general de la invención que engloba las dos posibilidades que ofrece, la evaluación y el tratamiento, y que podrían operar como módulos independientes:

- 5
- Un módulo de evaluación: el sistema puede capturar los movimientos del paciente y monitorizarlos. De esta forma, todo tipo de ejecución de los pacientes podrá ser caracterizada y analizada; por ejemplo: las amplitudes de los movimientos, el tiempo de reacción ante determinados estímulos o las modificaciones del patrón de marcha al aproximarse a una puerta.
 - Un módulo de tratamiento: el sistema permite generar movimientos del avatar bajo unas características concretas configuradas por el experto, de forma que los movimientos realizados por el avatar podrán presentarse sin ningún tipo de deficiencia patológica, de forma que el paciente imite el movimiento que realiza el avatar para, mediante entrenamiento, rehabilitar su acciones motoras; por ejemplo, movimientos manuales más amplios, o una reacción más rápida ante la presencia de un estímulo generado en el entorno virtual.
- 10

15 La evaluación de las características y posibles alteraciones de los actos motores, requiere un módulo de experto que, mediante unos medios de gestión, controle determinados parámetros del entorno virtual en el que está inmerso el paciente. En la evaluación, el sistema permite, además, incorporar, simultáneamente con las presentaciones de los entornos virtuales, parámetros biológicos de los pacientes obtenidos por otros dispositivos periféricos, como actividad muscular (por electromiografía), actividad cerebral (por electroencefalografía), etc.

20 El tratamiento se realiza mediante la presentación de distintos entornos virtuales. Principalmente se realiza en dos situaciones: paciente sentado, donde se generarán entornos virtuales para evaluación y posterior tratamiento o reeducación funcional del miembro superior, normalmente mediante blancos que el paciente ha de alcanzar con la mano, o botones en una mesa que ha de pulsar; y paciente de pie que camina sobre un tapiz rodante en varios entornos virtuales, tanto para la evaluación de la corrección de la marcha, el equilibrio y prevención de las caídas como para el tratamiento. Esto se consigue debido a que el sistema puede generar un flujo óptico perfectamente estable cuando el paciente camina. Al mismo tiempo y en función de la perspectiva de trabajo (dado que el paciente se puede ver asimismo en tercera persona), la postura del paciente se podrá modificar, reduciendo por ejemplo la curvatura del tronco para que el paciente reaccione ante ello.

25

Programa de entrenamiento para mejorar el movimiento rítmico del golpeo repetitivo del dedo en un entorno virtual

30 La efectividad de la estimulación sensorial rítmica (auditiva y visual) ha sido constatada en entornos reales para mejorar la realización de los actos motores en los enfermos de Parkinson (EP), en otras patologías neurológicas y en la tercera edad. Por otra parte, en un estudio preliminar se observó que el movimiento rítmico del golpeo del dedo (prueba diagnóstica comúnmente conocida como *finger-tapping*) realizada en un entorno virtual es igualmente reproducible en el tiempo y sensible a las alteraciones del movimiento rítmico de los EP. Se determina así que el sistema de realidad virtual es una herramienta de evaluación motora eficaz con posibilidades terapéuticas.

35

A continuación se presenta un posible programa terapéutico basado en la utilización del sistema de realidad virtual para comprobar su eficacia en la mejora de las alteraciones motoras relacionadas con el miembro superior de los EP. Para valorar la eficacia del programa se utiliza el análisis de los movimientos del dedo índice.

1. OBJETIVOS

- 40
- Determinar la influencia de una terapia basada en un sistema de realidad virtual en la variabilidad y en la amplitud del movimiento rítmico del dedo.
 - Determinar los efectos del entrenamiento in situ, a corto plazo y a medio plazo.

2. DURACIÓN DEL ESTUDIO

9 semanas, los días lunes, miércoles y viernes:

- 45
- 1 semana de PRE-EVALUACIÓN: comprende una serie de test clínicos clásicos que están asociados a alteraciones en el movimiento en mayores y en pacientes con trastornos motores, asimismo se realizarán evaluaciones complementarias a los test clásicos mediante los entornos virtuales, que incluyen, pruebas de estabilidad en los movimientos repetitivos rítmicos (golpeo de dedo, y marcha), pruebas de amplitud de los movimientos (tamaño de los pasos, desplazamiento angular de los movimientos manuales), tiempo de reacción motora, tiempo de respuesta (del movimiento de proyección del brazo) antes la aparición del estímulo virtual. Se registra las características del movimiento.
- 50
- 4 semanas de TERAPIA: comprende la presentación de estímulos y movimientos del avatar en el entorno virtual que presenta movimientos sin las alteraciones que se habrían manifestado en la PRE-EVALUACIÓN (por ej. movimientos manuales amplios, con pasos amplios, movimientos con menor variabilidad, movimientos

virtuales en los que el tiempo de reacción es menor que en la PRE-EVALUACIÓN, etc.), de forma que mediante la imitación el paciente logre la re-educación de sus movimientos.

- 1 semana de POST-EVALUACIÓN 1: la POST-EVALUACIÓN es igual que la PRE-EVALUACIÓN, de forma que se pueda comprobar si la TERAPIA realizada en medio de ambas produjo movimientos más fisiológicos, y menos patológicos, en los pacientes.
- 1 semana de POST-EVALUACIÓN 2: evaluación sucesiva tras un periodo sin terapia para comprobar el tiempo que se mantienen los cambios.
- 1 semana de DESCANSO: descanso metodológico que cumple objetivos similares al expuesto en POST-EVALUACIÓN 2.
- 1 semana de POST-EVALUACIÓN 3: evaluación sucesiva tras un periodo sin terapia para comprobar el tiempo que se mantienen los cambios.

La siguiente tabla muestra el esquema de un posible estudio:

	Grupo Experimental			Grupo Control		
	LUNES	MIÉRCOLES	VIERNES	LUNES	MIÉRCOLES	VIERNES
S1	PRE-EVALUACIÓN (OFF)					
S2	30' (ON)	30'	30'	30'	30'	30'
S3	30'	30'	30'	30'	30'	30'
S4	30'	30'	30'	30'	30'	30'
S5	30'	30'	30'	30'	30'	30'
S6	POST-EVALUACIÓN-1(OFF)					
S7	POST-EVALUACIÓN-2(OFF)					
S8						
S9	POST-EVALUACIÓN-3(OFF)					

Tabla 1: Programación del estudio

ON, se refiere a que el paciente se encuentra bajo los efectos de la medicación, por ejemplo, de la medicación antiparkinsoniana para los enfermos de Parkinson.

OFF, se refiere a que el paciente se encuentra en ausencia de la medicación, por ejemplo, de la medicación antiparkinsoniana para los enfermos de Parkinson.

El grupo Experimental (Animación) realizará la terapia sólo en presencia de la propuesta terapéutica (movimientos generados y animados por el sistema de realidad virtual) de forma que los movimientos serán configurados para que se presenten sin ninguna alteración patológica y para que los sujetos (pacientes o mayores) los imiten buscando un entrenamiento que mejore sus movimientos y que se mantenga cuando no usen el sistema descrito.

La Animación controla parámetros de la ejecución motora del avatar, como las siguientes: amplitud, frecuencia, velocidad de movimiento, tiempos de reacción, etc. De tal modo el paciente podrá observar entrenar con movimientos que no responden a parámetros patológicos. También controla los mismos elementos que en caso de la evaluación.

El grupo Control (Captura) realizará el mismo número de sesión que el anterior y el mismo tipo de actividades, con la única diferencia de que el entorno virtual no será animado con movimientos fisiológicos, sino que se capturarán los propios movimientos (patológicos) de los sujetos, por lo que se llama grupo control, esto permite conocer si el efecto es debido a las características de la propuesta experimental o simplemente debido a la expectativa por parte de los pacientes.

El Control controla el tipo de prueba, marcha, movimientos de proyección, y movimientos repetitivos de los miembros superiores. En concreto, determina la duración de la prueba y las características de los estímulos que se presentan para la evaluación:

- Tipo de estímulo: objetos para tocar, puertas para pasar.
- Características de los estímulos: tamaño de los estímulos, ubicación en el espacio virtual.

- Latencia entre estímulos: presentación de los estímulos en momentos concretos.

3. EVALUACIONES

- PROTOCOLO DE EVALUACIÓN (PRE, POST1, POST2 y POST3):

- Se evaluará el golpeo repetitivo del dedo índice de las dos manos en cuatro condiciones y tres frecuencias diferentes:
 - o Real: evaluación en entorno real.
 - o Captura (Aleatorias): evaluación en el entorno virtual sin que los movimientos sean animados (corregidos) por el sistema.
 - o Animada (Aleatorias): evaluación en el entorno virtual con los movimientos corregidos (sin ninguna alteración) por el sistema
 - o Real (Aleatorias): evaluación en el entorno real a posteriori para ver comprobar si el efecto de la animación producida por la invención se mantiene cuando esta no se usa.
 - Lenta cómoda: característica de la frecuencia de movimiento utilizada.
 - Normal cómoda: característica de la frecuencia de movimiento utilizada.
 - Rápida cómoda: característica de la frecuencia de movimiento utilizada.

4. SESIONES

- Cada sesión durará aproximadamente 30 minutos.
- En el grupo experimental la terapia consistirá en la realización de una serie de protocolos configurados previamente en los que el sistema de realidad virtual animará al dedo virtual y los pacientes tendrán que sincronizarse con el movimiento observado.
- TERAPIA

La terapia se realizará con la mano dominante. Se configurarán 10 protocolos. Se trabajará la velocidad (variando la frecuencia), la amplitud (el movimiento siempre con la máxima amplitud) y el control del movimiento (en el programa se denomina tiempo activo el tiempo en el que el dedo está en movimiento siendo el más activo el que tarda más y el menos activo el más rápido). En la siguiente tabla se refleja un ejemplo de la sesión.

La siguiente tabla muestra el esquema de una posible terapia:

	Frecuencia	Amplitud
1	Lenta	Máxima amplitud
2	Lenta	Máxima amplitud
3	Lenta	Máxima amplitud
4	Normal	Máxima amplitud
5	Normal	Máxima amplitud
6	Normal	Máxima amplitud
7	Rápida	Máxima amplitud
8	Rápida	Máxima amplitud
9	Rápida	Máxima amplitud
10	Frecuencia normal	Máxima amplitud

Tabla 2: Sesión

Frecuencia: Lenta normal o rápida, son las características de los movimientos presentados en animación, se busca una rehabilitación a diferentes frecuencias de movimiento.

Amplitud: se busca que la rehabilitación permita al sujeto ejecutar eficientemente movimientos más y menos amplios, se entrenará con ellos de forma que la animación del avatar reproduzca esos patrones para que el paciente los imite.

5 El sistema presenta una serie de ventajas. Con respecto a los entornos reales, el entorno virtual ofrece la
10 ventaja de controlar y modificar estímulos y acciones del usuario siendo esto muy difícil en un entorno real en el que la
variabilidad de los estímulos no es medible y la ejecución de una tarea por parte del paciente está limitada por su
discapacidad. Con respecto a otros entornos virtuales, la invención reúne condiciones de bajo coste, portabilidad y
ligereza, y, fundamentalmente, flexibilidad en sus aplicaciones dado que permite crear varios escenarios terapéuticos
(para miembro superior, inferior, marcha, equilibrio...etc.), se adapta a las características propias de cada sujeto
(enfermos con diversos grados de discapacidad, mayores...) y permite dos funciones básicas, evaluar las condiciones
del paciente y tratarlo.

Una vez descrita de forma clara la invención, se hace constar que las realizaciones particulares anteriormente
descritas son susceptibles de modificaciones de detalle siempre que no alteren el principio fundamental y la esencia de
la invención.

15

REIVINDICACIONES

1. Sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad, caracterizado por que comprende:

- un módulo de paciente, a su vez comprendiendo:

- 5
 - o unas gafas (1) que comprenden al menos un acelerómetro triaxial que capta el movimiento de la cabeza del paciente y un dispositivo de pantalla para cada ojo a través de los cuales el paciente visualiza una situación virtual;
 - o una pluralidad de marcadores reflectantes (2) ubicados en posiciones anatómicas que permiten que el sistema conozca la posición que adopta el paciente en cada momento;
- 10
 - o una pluralidad de cámaras de infrarrojos (3) que captan la situación de los marcadores reflectantes (2);
 - o un módulo de comunicación (4) que recibe la información captada por las gafas (1) y por las cámaras de infrarrojos (3) y la envía a unos medios de procesamiento (5);
- 15
 - o los medios de procesamiento (5) que generan el escenario de una situación virtual a partir de la información recibida del módulo de comunicación (4);
- un módulo de experto, a su vez comprendiendo:
 - o unos medios de gestión (6) que controlan una pluralidad de variables que modifican y evalúan el escenario de la situación virtual a la que se somete el paciente.

20 2. Sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad, según la reivindicación 1, caracterizado por que el módulo de experto comprende un módulo de visualización que muestra la situación virtual mostrada al paciente a través de los dispositivos de pantalla.

25 3. Sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la pluralidad de variables que controlan los medios de gestión comprende los parámetros y los protocolos de evaluación de las distintas alteraciones motoras y los programas terapéuticos para cada una de dichas alteraciones motoras.

30 4. Sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las cámaras de infrarrojos (3) tienen una frecuencia de muestreo de 0.2KHz.

5. Sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las cámaras de infrarrojos (3) capturan imágenes a una resolución temporal de 150 imágenes por segundo.

35 6. Sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de comunicación (4) está configurado para sincronizar el sistema mediante la emisión de pulsos configurables temporalmente con señales biológicas de naturaleza analógica y digital captadas por dispositivos periféricos externos que registran la actividad del paciente.

40 7. Sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad, según la reivindicación 6, caracterizado por que los medios de procesamiento (5) están configurados para integrar y sincronizar las señales biológicas captadas por el módulo de comunicación (4).

45 8. Sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de procesamiento (5) comprenden un motor gráfico que a partir de la información recibida del módulo de comunicación (4) genera una situación virtual.

50 9. Sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la pluralidad de cámaras de infrarrojos (3) está formada por tres cámaras para la detección de los marcadores reflectantes (2) ubicados en los miembros superiores del paciente y dos cámaras para la detección de los marcadores reflectantes (2) ubicados en los miembros inferiores del paciente.

- 5 10. Sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad, según la reivindicación 9, caracterizado por que las tres cámaras para la detección de los marcadores reflectantes (2) ubicados en los miembros superiores del paciente comprenden una cámara cenital configurada para capturar los movimientos de los miembros superiores del paciente en el plano horizontal, una cámara situada a la izquierda del paciente configurada para capturar los movimientos del miembro derecho del paciente en el plano sagital, y una cámara situada a la derecha del paciente configurada para capturar los movimientos del miembro izquierdo del paciente en el plano sagital.
- 10 11. Sistema de realidad virtual para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores asociados a las enfermedades neurodegenerativas y a la edad, según cualquiera de las reivindicaciones 9-10, caracterizado por que las dos cámaras para la detección de los marcadores reflectantes (2) ubicados en los miembros inferiores del paciente están ubicadas lateralmente al paciente y están configuradas para capturar los movimientos en el plano sagital de cada una de los miembros inferiores.

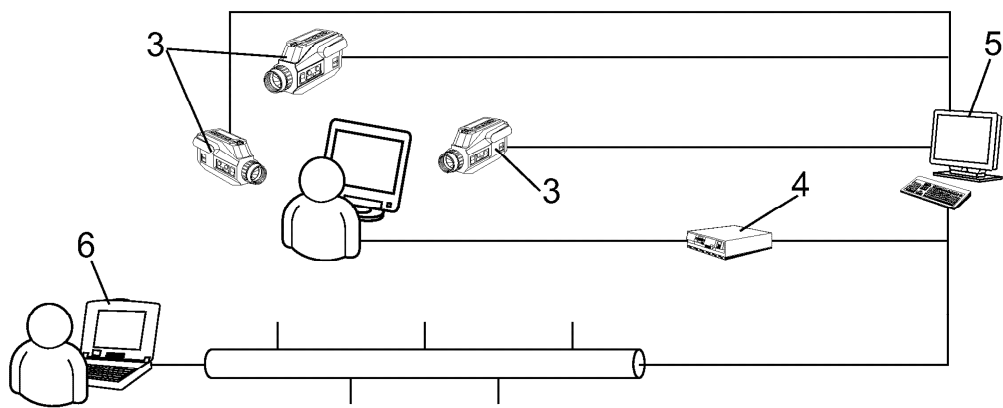


FIG. 1

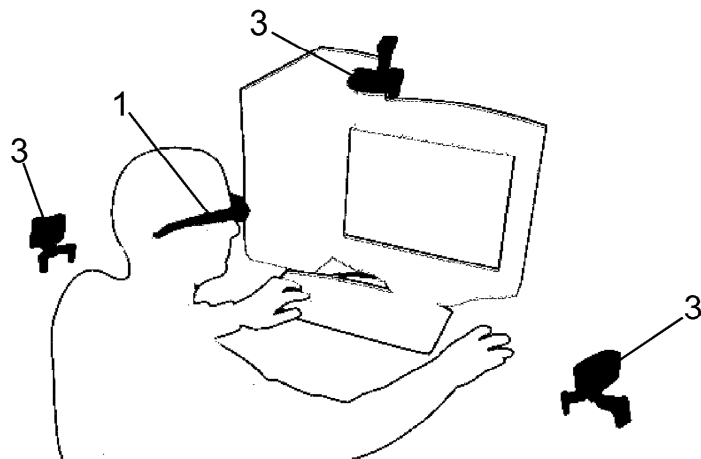


FIG. 2

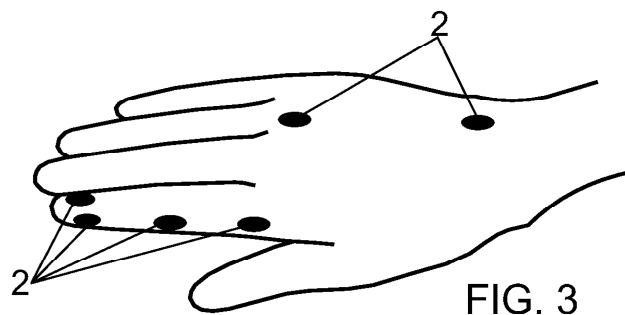


FIG. 3

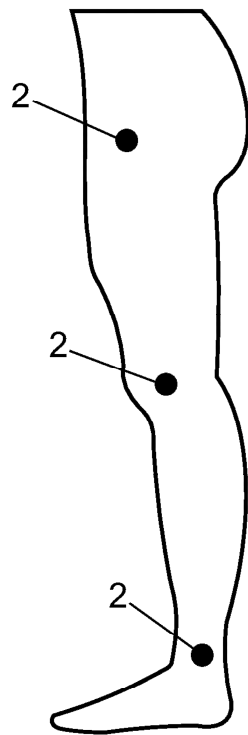


FIG. 4a

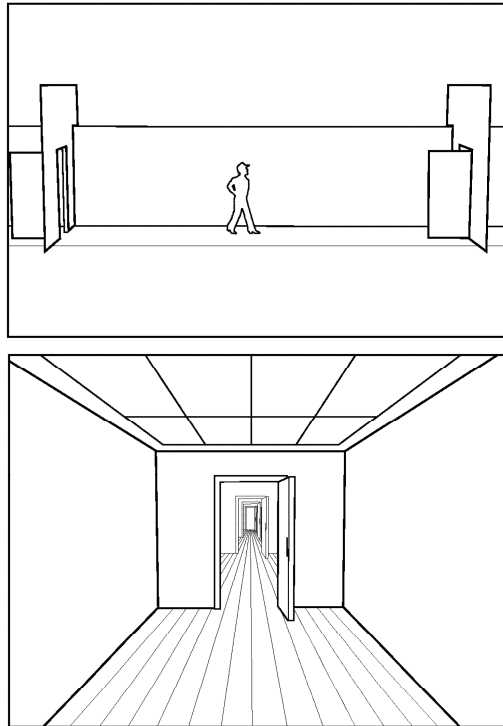


FIG. 4b



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201130741

②② Fecha de presentación de la solicitud: 10.05.2011

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **A61B5/11** (2006.01)
G09G5/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	WO 2004008427 A (BARAM YORAM) 22.01.2004, página 6, línea 2 – página 10, línea 2.	1-11
Y	US 6774885 B (EVEN-ZOHAR) 10.08.2004, párrafos 4,29-31,41-77,89-134,144-149.	1-11
A	DE 102005011432 A (VOLKSWAGEN AG) 14.09.2006, resumen; párrafos 13,14.	1,9-11
A	US 2010145236 A (GREENBERG et al.) 10.06.2010, párrafos 5,20-51.	1-11
A	US 6176837 B (FOXLIN) 23.01.2001, reivindicaciones 1-47.	1-11
A	US 2008280276 A (RABER at al.) 13.11.2008, resumen; párrafos 51-73.	1-11
A	HOLDEN M. "Virtual environments for motor rehabilitation: review", Cyberpsychology & behavior: the impact of the internet, multimedia and virtual reality on behavior and society, USA, 06.2005, vol. 8, nº 3, páginas 187-211.	1-11

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
12.02.2013

Examinador
A. Cárdenas Villar

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

A61B, G09G

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, NPL, INSPEC, BIOSIS, MEDLINE

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 12.02.2013

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1 - 11	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1 - 11	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2004008427 A (BARAM YORAM)	22.01.2004
D02	US 6774885 B (EVEN-ZOHAR)	10.08.2004
D03	DE 102005011432 A (VOLKSWAGEN AG)	14.09.2006
D04	US 2010145236 A (GREENBERG et al.)	10.06.2010
D05	US 6176837 B (FOXLIN)	23.01.2001
D06	US 2008280276 A (RABER et al.)	13.11.2008
D07	HOLDEN M. "Virtual environments for motor rehabilitation: review", Ciberpsychology & behavior: the impact of the internet, multimedia and virtual reality on behavior and society, USA, 06.2005, vol. 8, nº 3, páginas 187-211.	06.2005

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La solicitud de patente en estudio tiene una reivindicación independiente, la nº 1, que se refiere a un sistema de realidad virtual para la evaluación y tratamiento de trastornos motores que está formado por un módulo compuesto por unas gafas que comprenden un acelerómetro y un dispositivo de pantalla; marcadores reflectantes; cámaras de infrarrojos; medios de comunicación y medios de procesamiento; el sistema también dispone de unos medios de gestión.

Las reivindicaciones dependientes se refieren a las características de los componentes principales del sistema.

Tal y como aparece redactada la primera reivindicación de esta solicitud podemos considerar al documento D01 como el más próximo en el estado de la técnica. Dicho documento describe un sistema de realidad virtual ideado para el tratamiento de enfermedades con trastornos de movimientos como ocurre en el caso de la enfermedad de Parkinson. El sistema descrito comprende un dispositivo instalado en la cabeza (DIC) del paciente que, al igual que en la solicitud en estudio, consiste en unas gafas junto con varios sensores, concretamente acelerómetros y específicamente acelerómetros de tipo triaxial, y una pantalla de visualización (ver página 6, línea 13 – página 7, línea 11). El sistema también dispone de medios de comunicación (por cable o inalámbricos) que permiten transmitir la información procedente del DIC a unos medios de procesamiento que incluyen medios de filtrado y medios de generación de imagen que permiten obtener imágenes adaptadas para el paciente y que son enviadas a la pantalla de visualización (ver página 7, línea 12 – página 10, línea 2).

A diferencia del sistema descrito en la solicitud en estudio en este documento no se encuentran marcadores ni cámaras de infrarrojos y no se mencionan medios de gestión.

Sin embargo, en el documento D02, que se refiere a un sistema de captura de movimientos para proporcionar un entorno virtual de aplicación en procesos de rehabilitación de pacientes, sí que se encuentran descritos con detalle estos componentes. En efecto, el sistema reivindicado en dicho documento incluye un módulo de captura de movimientos que utiliza cámaras ópticas y marcadores. También describe con detalle un módulo externo con medios de gestión para controlar las características de entorno virtual. Aunque el módulo de captura de movimientos no utiliza cámaras en la frecuencia de infrarrojos, el uso de infrarrojos es de sobra conocido en el estado de la técnica, como se puede encontrar, por ejemplo, en el documento citado D03.

Por consiguiente, y tal y como aparecen redactadas actualmente las reivindicaciones, se ha considerado que la solicitud en estudio presenta novedad pero que la actividad inventiva se vería afectada por la combinación de los documentos D01 y D02 según lo especificado en los artículos 6 y 8 de la Ley de Patentes.

Por otra parte, los documentos D04 – D07 describen diferentes aspectos del estado de la técnica.