

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 964**

21 Número de solicitud: 201130413

51 Int. Cl.:
G06T 7/20

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **22.03.2011**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **22.10.2012**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
22.10.2012

71 Solicitante/s:
SERVICIO ANDALUZ DE SALUD (Titular al 50%)
Avda. de la Constitución 18
41071 SEVILLA, ES
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA (Titular al 50%)

72 Inventor/es:
COLLANTES ESTEVEZ, Eduardo;
MEDINA CARNICER, Rafael;
MARTÍNEZ GALISTEO, Alfonso y
GARRIDO CASTRO, Juan Luis

74 Agente/Representante:
ILLESCAS TABOADA, Manuel

54 Título: **DISPOSITIVO Y MÉTODO DE CAPTURA Y ANÁLISIS DE MOVIMIENTO.**

57 Resumen:

Dispositivo y método de captura y análisis de movimiento.

La presente invención hace referencia a un dispositivo y a un método destinados a la captura y al análisis de movimiento mediante vídeo, y más concretamente, a su aplicación al análisis del movimiento de pacientes afectados por enfermedades reumáticas, que comprende, al menos, un medio de grabación de imagen, una pluralidad de marcadores reflectantes destinados a situarse en la superficie del cuerpo móvil estudiado y un medio de captura y análisis de datos del movimiento del cuerpo estudiado, equipado con una combinación de unidades configuradas para el tratamiento y el análisis de las imágenes obtenidas.

ES 2 388 964 A1

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y método de captura y análisis de movimiento.

CAMPO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención hace referencia a un dispositivo y a un método destinados a la captura y al análisis de movimiento mediante vídeo, y más concretamente a su aplicación al análisis de datos del movimiento de pacientes afectados por enfermedades reumáticas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 Los dispositivos destinados a la captura y el análisis de movimiento son bien conocidos en el estado de la técnica correspondiente a la biomecánica. Dentro de dicho campo, la captura o medida del movimiento comprende la recopilación y el análisis de datos de un cuerpo móvil, mediante imágenes tomadas por un dispositivo adecuado, ya sean dichas imágenes realizaciones en dos dimensiones (2D) o tres dimensiones (3D), junto con la representación del movimiento del cuerpo estudiado mediante una combinación de hardware y software (generalmente, configurados en un ordenador). Los datos de imagen, habitualmente, se obtienen por medio de vídeo-cámaras, vídeo-grabadoras, o cualesquiera otros dispositivos de grabación tanto analógicos como digitales, 15 permitiendo dichos datos, gracias al hardware y software empleados, el cálculo del desplazamiento lineal y angular de los elementos del cuerpo móvil estudiado, así como sus velocidades, aceleraciones, etc.

- 20 Dentro del estado de la técnica existen diversos sistemas comerciales de captura de movimiento que, básicamente, se pueden dividir entre sistemas on-line y sistemas off-line. Los sistemas de captura de movimiento on-line se basan, fundamentalmente, en la colocación de marcadores tanto activos (es decir, capaces de emitir señales que puede captar el dispositivo de grabación de imagen) como pasivos (es decir, que no emiten señales, siendo, por ejemplo, marcadores reflectantes), y donde la descripción del movimiento en el ordenador se obtiene en tiempo real con relación al momento en que se produce el movimiento estudiado. Por otra parte, los sistemas off-line (como es el caso de los sistemas de vídeo-grabadoras) comprenden la grabación de las imágenes del movimiento en secuencias de vídeo, almacenando, por tanto, los datos correspondientes a dicho movimiento. Posteriormente, 25 los datos obtenidos se evalúan por medio de procedimientos de análisis programados en el hardware/software empleado. La presente invención se enmarca dentro de este segundo grupo.

- 30 Entre las múltiples aplicaciones que hoy en día presentan los sistemas de captura de movimiento (rendimiento deportivo, ergonomía, biología, industria de maquinaria, animación por ordenador o sistemas de realidad virtual, entre otras), la presente invención está especialmente orientada para su uso dentro del ámbito de la medicina, y más concretamente para su uso dentro del estudio de pacientes con desórdenes de tipo reumatológico. Para el médico, los sistemas de captura de movimiento proporcionan una valiosa herramienta capaz de analizar de forma precisa y objetiva diversas características motoras de un paciente, traducándose dicha información en informes, estudios biomecánicos y estudios comparativos entre pacientes mucho más exactos que los obtenidos mediante evaluación clínica medida por estimación visual, siguiendo los protocolos de evaluación definidos como 35 estándar comúnmente empleados en cada especialidad.

- 40 Uno de los campos de la medicina donde la presente invención está especialmente indicada (aunque dicha indicación no resulta, como se verá a lo largo de este documento, limitativa) es en el estudio de pacientes con enfermedades reumáticas. Dentro de dichas enfermedades, una de las que presenta una mayor necesidad de evaluación sistematizada, así como un enorme grado de precisión durante el diagnóstico y la revisión de los pacientes, es la espondilitis anquilosante (EA). Dicha enfermedad es un trastorno reumático crónico que reduce sensiblemente el rango de movimiento de la espina dorsal, siendo uno de sus aspectos característicos la inflamación y el daño estructural espinal en los pacientes afectados y teniendo el proceso inflamatorio como consecuencia la fusión de las articulaciones vertebrales y del espacio intervertebral.

- 45 Según lo anterior, para la determinación del grado de afección de EA en un paciente, la evaluación de la movilidad espinal resulta fundamental para el facultativo, permitiendo estimar el estado de salud del paciente, así como el desarrollo de la enfermedad. De hecho, numerosos estudios científicos demuestran que el avance de la EA en un paciente está estrechamente correlacionado con la reducción de la movilidad espinal.

- 50 Para la evaluación de la enfermedad, los especialistas han definido diversos protocolos metrológicos y diagnósticos estándar internacionalmente aceptados. Los organismos internacionales de mayor relevancia en el estudio de la EA como son, por ejemplo, el grupo ASAS ("Assessment of Ankylosing Spondylitis Working Group") o EULAR ("European League Against Rheumatism") recomiendan el uso del índice BASMI ("Bath Ankylosing Spondylitis Metrology Index") como estándar de referencia para el seguimiento de la enfermedad. Dicho índice comprende cinco medidas de movimiento realizadas sobre el paciente mediante instrumentación convencional, basada en cintas de medida (para determinar distancias) o goniómetros (para determinar ángulos). Si bien los citados instrumentos resultan satisfactorios para la determinación de las medidas realizadas en un único plano, es 55 bien conocido en el estado de la técnica que su uso para la realización de mediciones tridimensionales resulta inconveniente, dado que los valores obtenidos están sometidos a un grado importante de variabilidad e imprecisión, como consecuencia de las lógicas limitaciones que los instrumentos empleados poseen en su aplicación a mano

sobre el cuerpo de un paciente, así como en la determinación de magnitudes como la velocidad o la aceleración de movimiento. El cálculo de dichas magnitudes, junto con la obtención de la máxima precisión posible en la evaluación global del movimiento espinal del paciente, supone una necesidad, no sólo para el diagnóstico de la enfermedad, sino también para la evaluación del grado de respuesta del paciente ante los tratamientos médicos administrados, siendo dichos tratamientos, en la actualidad, sustancialmente caros de producir, con lo que la limitación del impacto económico para un centro de tratamiento en su suministro resulta, en el plano presupuestario, también de gran importancia, cuando se puede determinar, por ejemplo, si determinado fármaco posee o no los efectos perseguidos en el paciente.

La presente invención está destinada a satisfacer dichas necesidades, mediante un sistema automatizado de captura por vídeo que permite una medición precisa del movimiento humano o animal de forma objetiva y reproducible.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCION

Un objeto de la presente invención es un dispositivo de captura y análisis de movimiento del cuerpo humano o animal que comprende, al menos:

a) Un medio de grabación de imagen equipado con dos o más cámaras de vídeo.

b) Una pluralidad de marcadores reflectantes destinados a situarse en la superficie del cuerpo móvil estudiado, estando configurados dichos marcadores para su detección por parte del medio de grabación.

c) Un medio de captura y análisis de datos del movimiento del cuerpo estudiado que comprende un ordenador programable, conectado al medio de grabación de imagen, equipado con una combinación de hardware y software configurada con las siguientes unidades:

- unidad de registro de imágenes: comprende la captura y el almacenamiento de las imágenes obtenidas por el medio de grabación de imagen.

- unidad de punteo: comprende el procesado de las imágenes, detectando la posición de los marcadores empleados e indicando, en cada imagen, las coordenadas de dicha posición en el sistema de referencia del plano 2D de las cámaras (x,y).

- unidad de reconstrucción: comprende la traducción de las coordenadas de posición en el sistema de referencia del plano 2D de las cámaras (x,y) de los marcadores, en cada una de las cámaras empleadas, y el cálculo de las coordenadas espaciales (X,Y,Z) sobre el sistema de referencia 3D del laboratorio.

- unidad de cálculo: comprende la obtención de los valores de variables cinemáticas y dinámicas de los componentes en movimiento del cuerpo estudiado, mediante la definición de puntos y segmentos entre dos o más marcadores y el cálculo de sus velocidades y/o aceleraciones.

- unidad de representación: comprende la generación de conjuntos de datos, figuras basadas en diagramas de alambres, tablas, gráficas, y/o presentaciones de renderizado 3D para su visualización a través de un monitor.

En una realización preferente de la invención, el medio de grabación de imagen comprende, al menos, cuatro cámaras de vídeo digitales. Se consigue con ello una herramienta capaz de obtener, al menos, dos medidas de las regiones anterior y posterior del cuerpo bajo análisis, respectivamente.

En otra realización preferente de la invención, los marcadores utilizados se realizan como semiesferas de poliestireno extruido (*styrofoam*) blanco de entre 2 y 3 cm de diámetro, recubiertos por un material reflectante. Se consigue con ello un sistema de marcadores fácilmente identificables por el medio de captura y análisis de movimiento.

En otra realización de la invención, la fijación de marcadores sobre el cuerpo móvil estudiado se realiza mediante un sistema de pinza y/o adhesivo. Se consigue con ello un juego de marcadores fácilmente aplicables sobre el cuerpo bajo análisis.

En una realización preferente de la invención, el medio de captura y análisis de datos comprende, al menos, una conexión entre el ordenador y las cámaras de vídeo mediante un puerto de comunicación IEEE 1394.

En una realización preferente de la invención, la velocidad de captura de las cámaras y la unidad de registro es igual o inferior a 50 Hz.

En otra realización de la invención, la unidad de punteo comprende uno o más algoritmos implementados de visión artificial configurados para detectar los marcadores, segmentar dichos marcadores mediante el análisis de su tamaño y su color, reconocerlos y calcular su centro geométrico. Dicha unidad de punteo dota a la invención de una gran precisión de cálculo en el análisis de movimiento.

En una realización de la invención, la unidad de punteo está configurada para operarse de forma manual. Ello dota a la presente invención de una mayor versatilidad, ofreciendo la posibilidad de ajuste fino por parte del usuario, complementando las medidas programadas en la unidad de punteo.

5 En una realización preferente de la invención, el cálculo de posiciones 3D mediante la unidad de reconstrucción está basado en un algoritmo DLT ("Direct Linear Transformation"), estando dicho cálculo previamente calibrado mediante una distribución de marcadores previamente determinada que sirve como base de normalización para los cálculos posteriores, empleándose los coeficientes DLT obtenidos durante la calibración para la reconstrucción de la posición de los marcadores situados en los cuerpos móviles estudiados.

10 En una realización de la invención, la unidad de reconstrucción comprende una o más subunidades de filtrado, diseñadas para limitar posibles errores de medida como consecuencia de la inexactitud en la construcción del sistema de calibración, del error humano en la indicación de la posición de los puntos de calibración, de la distorsión de las lentes de las cámaras, de la identificación por parte del operador de la posición de la marca en proceso manual, del cálculo de la posición de la marca por el proceso automático de seguimiento, de la resolución del vídeo digitalizado o de la inexactitud debida a la falta de sincronización de las cámaras.

15 Otro objeto de la invención es un método de evaluación de movimiento en un cuerpo humano o animal que comprende el uso de un dispositivo según lo descrito en el presente documento.

Otro objeto de la presente invención es un método de obtención de datos útiles para la evaluación del movimiento en pacientes de enfermedades reumáticas, que comprende el uso de un dispositivo según lo descrito en el presente documento.

20 En una realización preferente de la invención, la enfermedad reumática evaluada es la espondilitis anquilosante.

En una realización preferente del método de la invención, se aplica al paciente evaluado un conjunto de, al menos, veintiún marcadores situados en los siguientes puntos del cuerpo:

- Cabeza: lateral izquierdo, lateral derecho, región frontal, región posterior.
- 25 - Hombro: hombro izquierdo, hombro derecho.
- Dedo: dedo corazón izquierdo, dedo corazón derecho.
- Cadera: cadera izquierda, cadera derecha.
- Trocánter del fémur: trocánter superior izquierdo, trocánter superior derecho.
- Rodilla: rodilla izquierda, rodilla derecha .
- 30 - Talón: talón izquierdo, talón derecho.
- Columna vertebral: vértebra C7, 10 cm bajo vértebra C7, intersección entre las caderas y la columna, 10 cm sobre la intersección entre caderas y columna, punto intermedio entre 10 cm por debajo de C7y 10 cm sobre la intersección entre las caderas y la columna.

35 En una realización del método de la invención, la evaluación del movimiento del cuerpo estudiado comprende el análisis de uno o más de los siguientes movimientos: movimiento cervical, movimiento de espalda en flexión frontal, movimiento de espalda en flexión lateral, movimiento de espalda en rotación tronco-lumbar.

En una realización del método de la presente invención, los movimientos analizados se utilizan para obtener el valor de una o más magnitudes comprendidas para la estimación del índice BASMI.

40 Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción que sigue, así como de las figuras que acompañan al presente documento.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 muestra una representación esquemática del dispositivo de la invención, mostrando sus principales elementos.

45 La Figura 2 muestra una distribución de marcadores (círculos en color negro sólido) en una realización preferente de la invención destinada al estudio de la movilidad espinal en el cuerpo humano.

La Figura 3 muestra algunos resultados de análisis de movimiento espinal en una muestra de pacientes, obtenidos dichos resultados mediante el dispositivo y el método de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

Tal y como se muestra en la Figura 1, el dispositivo de captura de imagen de la presente invención comprende, al menos, los siguientes elementos:

a) Un medio de grabación de imagen (1): Dicho medio de grabación comprende dos o más cámaras de vídeo (2-5) (el empleo de más de una cámara de vídeo permite, mediante la toma de medidas sincronizadas entre dichas cámaras (2-5), obtener representaciones tridimensionales del movimiento del cuerpo estudiado). Preferentemente, las cámaras empleadas son cámaras de vídeo digitales, aunque otro tipo de cámaras comúnmente utilizadas en el estado de la técnica son igualmente utilizables. Más preferentemente, en una realización de la invención en la que el cuerpo móvil estudiado es el cuerpo humano o animal, se emplean, al menos, cuatro cámaras de vídeo (2-5), donde al menos dos de dichas cámaras (2-3) se destinan a la grabación de las imágenes correspondientes a la región anterior del cuerpo bajo estudio, y al menos dos cámaras (4-5) se destinan a la grabación de las imágenes correspondientes a la región posterior de dicho cuerpo.

b) Una pluralidad de marcadores (6) destinados a situarse en la superficie del cuerpo móvil estudiado. Preferentemente, dichos marcadores (6) son marcadores reflectantes, de forma que el sistema permita su identificación al reflejarse la luz sobre ellos. Para una realización de la invención en la que se estudia el movimiento del cuerpo humano o animal, los marcadores (6) utilizados se realizan como semiesferas de poliestireno extruido (*styrofoam*) blanco de entre 2 y 3 cm de diámetro y recubiertos por un material reflectante, por ejemplo, de un tejido comercial *Scotchlite*TM 8910 plateado, distribuido por la compañía 3MTM. Otro tipo de marcadores reflectantes empleados habitualmente en el estado de la técnica son igualmente utilizables. La fijación de marcadores (6) sobre el cuerpo móvil estudiado se puede hacer mediante cualquier medio adecuado al efecto, ya sea mediante un sistema de pinza, adhesivo, o similar dentro de los habitualmente utilizados en el estado de la técnica.

c) Un medio de captura y análisis de datos (7) del movimiento del cuerpo estudiado. Dicho medio de captura y análisis de datos (7) comprende, preferentemente, un ordenador programable (8), conectado al medio de grabación de imagen (1). Más preferentemente, la conexión al medio de grabación (1) es una conexión entre el ordenador (8) y las cámaras (2-5) de vídeo mediante un puerto de comunicación IEEE 1394 (puerto tipo "FireWire" o "i.Link"). El medio de captura y análisis de datos (7) comprende, al menos, las siguientes unidades programadas mediante una combinación de hardware y software adecuadamente configurados:

- unidad de registro de imágenes (9): es la unidad encargada de capturar y almacenar las imágenes obtenidas por el medio de grabación de imagen (1), a través del puerto de comunicación empleado. Dicha unidad, que comprende preferentemente un sistema de memoria digital (p.ej., un disco duro, memoria flash, o similar), registra las imágenes de la pluralidad de cámaras (2-5) empleadas, para su posterior análisis. Preferentemente, la velocidad de captura de las cámaras (2-5) y la unidad de registro (9) es de hasta 50 Hz (imágenes por segundo, o "fps").

- unidad de punteo ("*digitizing*") (10): La unidad de punteo (10) se encarga de procesar las imágenes, detectando la posición de los marcadores (6) empleados e indicando, en cada imagen, las coordenadas del dicha posición en el sistema de referencia del plano 2D de las cámaras (x,y) para posteriormente, a través de un proceso de reconstrucción, obtener las coordenadas en el sistema de referencia 3D global o de laboratorio (X,Y,Z). Preferentemente, la unidad de punteo (10) comprende uno o más algoritmos implementados de visión artificial ("*computer vision*") configurados específicamente para detectar las marcas, segmentarlas mediante el análisis de su tamaño y su color, reconocerlas y calcular su centro geométrico (centroide). En una realización de la invención, el punteo se puede hacer también de forma manual, donde el usuario va indicando, por ejemplo, mediante el uso de un ratón, la posición de los marcadores (6) en el monitor del ordenador (8). Sea la detección de los marcadores (6) automática o manual, las coordenadas de posición de los marcadores (6) se van almacenando en el sistema. Preferentemente, se deben indicar todos los puntos en todos los fotogramas. El proceso de punteo es la tarea que más tiempo consume de todo análisis del movimiento, por lo que la presente invención brinda la posibilidad de utilizar un modo automático de punteo donde el ordenador (8) va buscando de forma automática las marcas que se sitúan sobre el cuerpo móvil estudiado. Es necesario para ello colocar marcas que sean visibles y diferenciabiles sobre el cuerpo a medir. En el caso de que el proceso no sea capaz de reconocer la posición del marcador, la unidad de punteo (10) comprende un subproceso de verificación para solicitar la intervención del operador del sistema, de forma que se pueda continuar con el proceso de detección de marcadores (6).

- unidad de reconstrucción (11): El proceso de punteo anteriormente descrito proporciona una información en bruto de la posición de la marca en el plano de la imagen, que ha de ser posteriormente reconstruido. A continuación, mediante una unidad de reconstrucción (11) programada en el ordenador (8), se traducen las coordenadas de posición en el sistema de referencia del plano 2D de las cámaras (x,y) de los marcadores (6), en cada una de las cámaras (2-5) empleadas, y se calculan las coordenadas espaciales (X,Y,Z) sobre el sistema de referencia 3D del laboratorio. El cálculo de posiciones 3D mediante la unidad de reconstrucción (11) de la presente invención está basado en un algoritmo DLT ("*Direct Linear Transformation*") previamente calibrado mediante una distribución de marcadores (6) conocida inicialmente que sirve como base de normalización para los cálculos posteriores. De esta forma, los coeficientes DLT obtenidos durante la calibración se emplean durante la reconstrucción (11) de la posición de los marcadores (6) situados en los cuerpos móviles estudiados.

Mediante el proceso de reconstrucción se deriva, para cada marcador, el valor en cada instante de su posición espacial tridimensional en el volumen de trabajo definido durante la calibración. Es también posible, en distintas realizaciones de la invención, incorporar subunidades de filtrado dentro de la unidad de reconstrucción (11), diseñadas para limitar posibles errores de medida como consecuencia de la inexactitud en la construcción del sistema de calibración, del error humano en la indicación de la posición de los puntos de calibración, de la distorsión de las lentes de las cámaras (2-5), de la identificación por parte del operador de la posición del marcador (6) en proceso manual, del cálculo de la posición del marcador (6) por el proceso automático de seguimiento, de la resolución del vídeo digitalizado o de la inexactitud debida a la falta de sincronización de las cámaras (2-5).

- unidad de cálculo (12): Una vez obtenidos los datos de las posiciones en 3D de los puntos de interés, la unidad de cálculo (12) se encarga de obtener los valores de variables cinemáticas sobre segmentos y ángulos (esto es, de las componentes en movimiento del cuerpo estudiado, a través de la serie de imágenes estáticas obtenidas en secuencia). Los segmentos se definen mediante dos o más puntos limitantes, definidos preferentemente entre dos marcadores (6). Los ángulos se pueden definir por dos puntos (ángulo que existe entre el segmento y el eje de coordenadas), tres puntos (ángulo que definen dos segmentos con un punto común) o cuatro puntos (ángulo que forma dos segmentos). Además, resulta también posible conocer el valor de estos ángulos en las proyecciones de los segmentos sobre los planos que definen el sistema de coordenadas (XY, XZ ó YZ). Asimismo, los ángulos pueden medirse en sentido horario o antihorario.

Como ejemplo, para una realización de la invención en la que se estudia el movimiento del cuerpo humano, se pueden definir los siguientes puntos, mediante la adecuada colocación de marcadores (6): cabeza, hombro, codo, mano, cadera, rodilla, talón y pie. Para pasar de un sistema continuo y real (el cuerpo humano) a la representación discreta obtenida por el ordenador (8) (esquema de segmentos y puntos), es importante tener en cuenta que existen también diversas fuentes de imprecisión y de error experimental, que se traducen en ruido aleatorio. Por esta razón, la unidad de cálculo (12) puede comprender, en una realización de la invención, filtros digitales para atenuar o eliminar dichas imprecisiones.

A partir del cálculo del movimiento producido en los puntos y segmentos predefinidos, mediante la comparación de imágenes consecutivas obtenidas por el medio de grabación (1), la unidad de cálculo (12) es capaz de obtener los vectores de velocidad y aceleración lineal y angular de los distintos elementos (segmentos y puntos) definidos sobre el cuerpo móvil estudiado, así como otras propiedades cinemáticas y/o dinámicas.

- Unidad de representación (13): Una vez procesada la información, ésta debe ser presentada, de forma que sea fácilmente interpretada por el usuario. Para ello, la invención permite, a través del ordenador (8) utilizado, la generación de figuras basadas en diagramas de alambres ("*stick diagrams*"), tablas, gráficas, presentaciones de renderizado 3D, etc., que pueden ser visualizadas a través de un monitor. También es posible que los resultados no sean únicamente una salida de información en un informe, sino que el usuario pueda interactuar con el sistema, de forma que pueda analizar un momento concreto en el movimiento representado.

Una vez descrito el dispositivo de captura y análisis de movimiento, se procede a describir una de sus realizaciones aplicadas a la medicina y, en concreto, una realización preferente de la invención en la que el dispositivo descrito se utiliza en un método para obtener datos de evaluación de movimiento en pacientes de espondilitis anquilosante (EA) (aunque resultará obvio, para el experto en la materia, que dicha aplicación no resulta limitante ante otras enfermedades reumáticas, así como otras muchas aplicaciones en el ámbito de la medicina). Como se ha explicado previamente en la discusión del estado de la técnica, dentro del estudio y el diagnóstico de la EA, resulta fundamental realizar un estudio de gran precisión de la movilidad espinal del paciente, lo que permite determinar el estado de avance de la enfermedad, así como la valoración de la efectividad del tratamiento administrado. Como alternativa a los protocolos de metrología tradicionalmente empleados, la presente invención ofrece una valiosa alternativa como herramienta para la evaluación de la EA.

Para realizar el análisis sobre un determinado movimiento de un paciente es necesario definir previamente los marcadores (6) a utilizar y los segmentos derivados de dichos marcadores (6). Con el objetivo de medir la movilidad espinal y las posibles pérdidas de movilidad de los pacientes con EA, en una realización en la que se reproducen las medidas incluidas en el índice BASMI, se emplea un conjunto de, al menos, veintiún marcadores (6) situados en los pacientes, tal y como se muestra en la Figura 2. De este modo, los marcadores (6) se sitúan en los siguientes puntos del cuerpo:

- Cabeza: lateral izquierdo, lateral derecho, región frontal, región posterior (4 marcadores).
- Hombro: hombro izquierdo, hombro derecho (2 marcadores).
- Dedo: dedo corazón izquierdo, dedo corazón derecho (2 marcadores).
- Cadera: cadera izquierda, cadera derecha (2 marcadores).
- Trocánter del fémur: trocánter superior izquierdo, trocánter superior derecho (2 marcadores).
- Rodilla: rodilla izquierda, rodilla derecha (2 marcadores).

- Talón: talón izquierdo, talón derecho (2 marcadores).

- Columna vertebral: vértebra C7, 10 cm bajo vértebra C7, intersección entre las caderas y la columna, 10 cm sobre la intersección entre caderas y columna, punto intermedio entre 10 cm por debajo de C7 y 10 cm sobre la intersección entre las caderas y la columna (5 marcadores).

5 Una vez el dispositivo de captura y análisis de imagen ha sido adecuadamente calibrado mediante una distribución predeterminada de marcadores (6) mediante un algoritmo DLT, y después de situar los marcadores sobre el paciente que va a ser estudiado, se pide a dicho paciente que permanezca en pie en una posición específica rodeado por, preferentemente, cuatro cámaras de vídeo (2-5), que integran el medio de grabación de imágenes (1) del dispositivo de captura. Para poder medir la movilidad espinal y obtener las magnitudes características BASMI, se pide al paciente que realice distintos movimientos, repitiéndolos en caso de que sea necesario, si se ha producido algún error o si se desea ponderar alguno de los resultados. Los movimientos solicitados son, preferentemente:

10 - Movimiento cervical: Desde la posición inicial de pie, se flexiona despacio la cabeza hacia delante y hacia atrás. Luego se gira a izquierda y derecha. Finalmente se flexiona lateralmente a ambos lados. Todos los movimientos se repiten, al menos, tres veces.

15 - Movimiento de espalda (flexión frontal): Se le pide al paciente que, con los pies juntos y los brazos extendidos, partiendo desde la posición inicial de pie, flexione la espalda hacia delante todo lo que pueda, volviendo a la posición inicial y, sin detenerse, continuar hasta flexionar la columna hacia atrás todo lo que pueda, intentando en ese momento mantener los brazos de forma paralela a la horizontal. Después, y de forma continua, debe flexionar la columna hacia delante, repitiendo el ejercicio. Es importante que el sujeto no flexione las rodillas, indicando este hecho, en caso de producirse, al paciente para volver a repetir el ejercicio correctamente. El movimiento se repite, al menos, tres veces.

20 - Movimiento de espalda (flexión lateral): Partiendo de la posición inicial de pie, el sujeto flexiona la espalda lateralmente hacia un lado todo lo que pueda, intentando llevar la mano lo más cerca posible del suelo haciendo descender el brazo de forma paralela a la pierna. De forma continua se van alternando flexiones laterales a izquierda y derecha. El movimiento se repite, al menos, tres veces.

25 - Movimiento de espalda (rotación tronco-lumbar): Con los brazos extendidos hacia delante, se gira el tronco sobre ambos lados todo lo posible, ayudándose con los brazos y sin mover los pies. Se repite el movimiento, al menos, tres veces.

30 Con los datos obtenidos mediante los movimientos anteriores y su análisis por parte del dispositivo de captura de movimiento de la presente invención, es posible calcular, por ejemplo, las siguientes magnitudes definidas y aceptadas en el protocolo BASMI: movimiento de espalda frontal (flexión frontal, rotación, flexión lateral, distancia pie-dedo, ángulo espinal, Schober modificado, inclinación de espalda), movimiento de espalda lateral (distancia pie-dedo, ángulo espinal, ángulo hombro-cadera, inclinación de espalda), movimiento de espalda tronco-lumbar (rotación tronco-lumbar).

35 A modo de ejemplo, la Figura 3 del presente documento muestra los resultados obtenidos en las medidas de cinco de las magnitudes BASMI mediante el dispositivo de la invención, para una muestra de distintos pacientes, siendo dichas medidas, concretamente, la inclinación de la espalda en flexión frontal (Figura 3(a)), la flexión frontal de la espalda (Figura 3(b)), la flexión lateral de la espalda (Figura 3(c)), la rotación tronco-lumbar (Figura 3(d)) y la flexión lateral hombro-caderas (Figura 3(e)). En cada uno de los resultados de la Figura 3, se muestra tanto la representación mediante figuras basadas en diagramas de alambres (izquierda), como la representación de los ciclos de movimiento para una dimensión (en cm), obtenidos en una serie de muestra de 100 fotogramas (derecha).

40 Según lo anteriormente descrito, el empleo de un dispositivo y un método según la presente invención es, pues, capaz de proporcionar una herramienta de gran exactitud en la medida, cuyos resultados poseen un alto grado de reproducibilidad y de concordancia con las medidas tradicionales realizadas a mano, siendo, por lo general, mucho más precisas que éstas últimas (estando mucho menos sujetas a errores de medida), y facilitando el proceso de medición tanto para el facultativo (siendo un método sencillo de realizar en los pacientes, y rápido en la obtención de resultados, junto con la posibilidad de su almacenamiento, análisis y presentación) como para el paciente, que se ve sometido a un procedimiento mucho menos invasivo y considerablemente más cómodo. Es importante recordar, adicionalmente, que la presente invención resulta especialmente indicada, por ejemplo, como ayuda en la validación de la eficacia de nuevos fármacos basados en agentes biológicos, indicados para el tratamiento de enfermedades reumáticas, donde los métodos tradicionales no presentan la exactitud ni la reproducibilidad suficientes como para ofrecer una herramienta de validación totalmente fiable.

45 Una vez descrita la presente invención y algunas de sus realizaciones preferentes, así como sus principales ventajas sobre el estado de la técnica, cabe resaltar, de nuevo, que su aplicación no se limita únicamente al estudio de la EA, sino también a otras áreas médicas y veterinarias con las adecuadas variaciones en sus elementos, siempre que dichas variaciones no alteren la esencia de la invención, así como el objeto de la misma.

REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo de captura y análisis de movimiento del cuerpo humano o animal que comprende, al menos:
 - a) Un medio de grabación de imagen (1) equipado con dos o más cámaras (2-5) de vídeo.
 - b) Una pluralidad de marcadores (6) reflectantes destinados a situarse en la superficie del cuerpo móvil estudiado, estando configurados dichos marcadores (6) para su detección por parte del medio de grabación (1).
 - c) Un medio de captura y análisis de datos (7) del movimiento del cuerpo estudiado que comprende un ordenador programable (8), conectado al medio de grabación de imagen (1), equipado con una combinación de hardware y software configurada con las siguientes unidades:
 - unidad de registro (9) de imágenes: comprende la captura y el almacenamiento de las imágenes obtenidas por el medio de grabación de imagen (1).
 - unidad de punteo (10): comprende el procesado de las imágenes, detectando la posición de los marcadores (6) empleados e indicando, en cada imagen, las coordenadas de dicha posición en el sistema de referencia del plano 2D de las cámaras (x,y).
 - unidad de reconstrucción (11): comprende la traducción de las coordenadas de posición en el sistema de referencia del plano 2D de las cámaras (x,y) de los marcadores (6), en cada una de las cámaras (2-5) empleadas, y el cálculo de las coordenadas espaciales (X,Y,Z) sobre el sistema de referencia 3D del laboratorio.
 - unidad de cálculo (12): comprende la obtención de los valores de variables cinemáticas y dinámicas de los componentes en movimiento del cuerpo estudiado, mediante la definición de puntos y segmentos entre dos o más marcadores (6) y el cálculo de sus velocidades y/o aceleraciones.
 - unidad de representación (13): comprende la generación de conjuntos de datos, figuras basadas en diagramas de alambres, tablas, gráficas, y/o presentaciones de renderizado 3D para su visualización a través de un monitor.
- 2.- Dispositivo según la reivindicación 1, donde el medio de grabación de imagen (1) comprende cuatro cámaras (2-5) de vídeo digitales.
- 3.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, donde los marcadores (6) utilizados se realizan como semiesferas de poliestireno extruido (*styrofoam*) blanco de entre 2 y 3 cm de diámetro, recubiertos por un material reflectante.
- 4.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde la fijación de marcadores (6) sobre el cuerpo móvil estudiado se realiza mediante un sistema de pinza y/o adhesivo.
- 5.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, donde el medio de captura y análisis de datos (7) comprende, al menos, una conexión entre el ordenador (8) y las cámaras de vídeo (2-5) mediante un puerto de comunicación IEEE 1394.
- 6.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, donde la velocidad de captura de las cámaras (2-5) y la unidad de registro (9) es igual o inferior a 50 Hz.
- 7.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, donde la unidad de punteo (10) comprende uno o más algoritmos implementados de visión artificial configurados para detectar los marcadores (6), segmentar dichos marcadores (6) mediante el análisis de su tamaño y su color, reconocerlos y calcular su centro geométrico.
- 8.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, donde la unidad de punteo (10) está configurada para operarse de forma manual.
- 9.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, donde el cálculo de posiciones 3D mediante la unidad de reconstrucción (11) está basado en un algoritmo DLT, y donde dicho cálculo está previamente calibrado mediante una distribución de marcadores (6) previamente determinada que sirve como base de normalización para los cálculos posteriores, empleándose los coeficientes DLT obtenidos durante la calibración para la reconstrucción de la posición de los marcadores (6) situados en los cuerpos móviles estudiados.
- 10.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, donde la unidad de reconstrucción (11) comprende una o más subunidades de filtrado, configuradas para limitar posibles errores de medida como consecuencia de la inexactitud en la construcción del sistema de calibración, del error humano en la indicación de la posición de los puntos de calibración, de la distorsión de las lentes de las cámaras (2-5), de la identificación por parte del operador de la posición de la marca en proceso manual, del cálculo de la posición de la marca por el proceso automático de seguimiento, de la resolución del vídeo digitalizado o de la inexactitud debida a la falta de sincronización de las cámaras (2-5).

11.- Método de evaluación de movimiento en un cuerpo humano o animal que comprende el uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-10.

12.- Método de obtención de datos útiles para la evaluación del movimiento en pacientes de enfermedades reumáticas, que comprende el uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-10.

5 13.- Método según la reivindicación 12, donde la enfermedad reumática es espondilitis anquilosante.

14.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 11-13, donde se aplica al paciente evaluado un conjunto de, al menos, veintiún marcadores (6) situados en los siguientes puntos del cuerpo:

-Cabeza: lateral izquierdo, lateral derecho, región frontal, región posterior.

- Hombro: hombro izquierdo, hombro derecho.

10 - Dedo: dedo corazón izquierdo, dedo corazón derecho.

- Cadera: cadera izquierda, cadera derecha.

- Trocánter del fémur: trocánter superior izquierdo, trocánter superior derecho.

- Rodilla: rodilla izquierda, rodilla derecha .

- Talón: talón izquierdo, talón derecho.

15 - Columna vertebral: vértebra C7, 10 cm bajo vértebra C7, intersección entre las caderas y la columna, 10 cm sobre la intersección entre caderas y columna, punto intermedio entre 10 cm por debajo de C7y 10 cm sobre la intersección entre las caderas y la columna.

20 15.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 11-14, donde la evaluación del movimiento del cuerpo estudiado comprende el estudio de uno o más de los siguientes movimientos: movimiento cervical, movimiento de espalda en flexión frontal, movimiento de espalda en flexión lateral, movimiento de espalda en rotación tronco-lumbar.

16.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 12-15, donde los movimientos analizados se utilizan para obtener el valor de una o más magnitudes comprendidas para la estimación del índice BASMI.

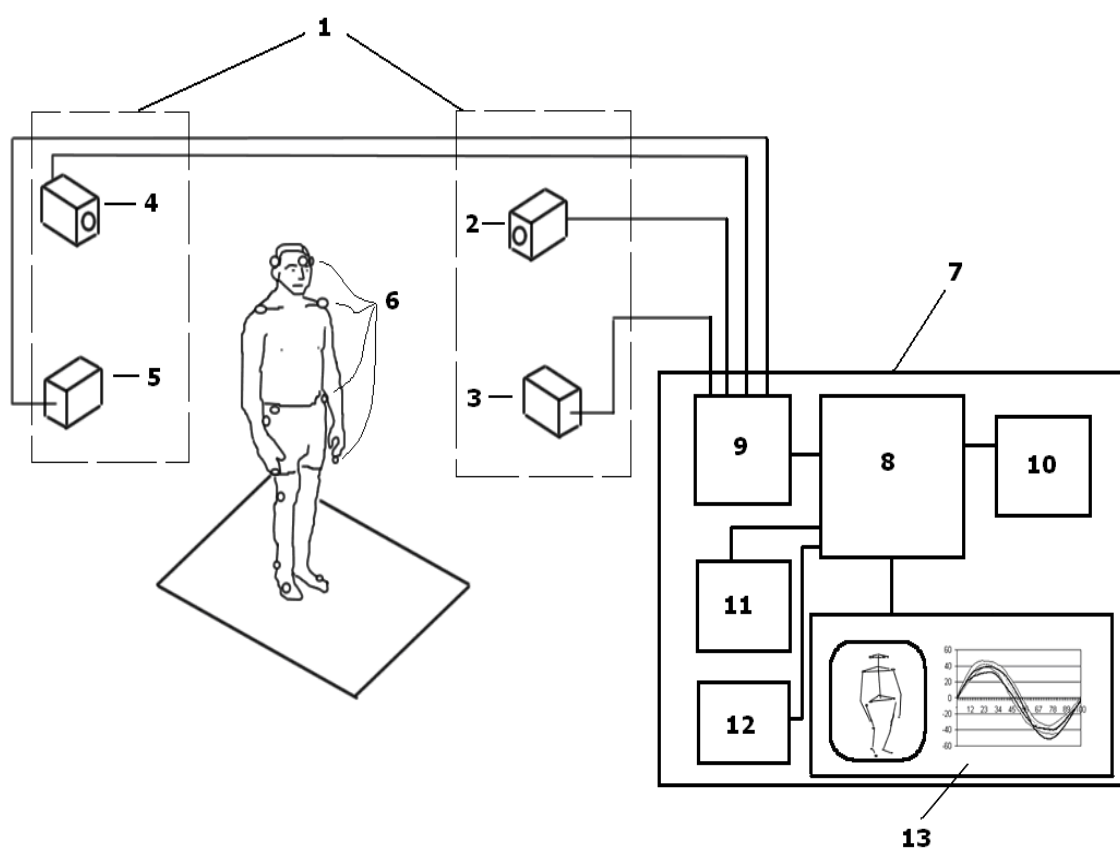


FIG. 1

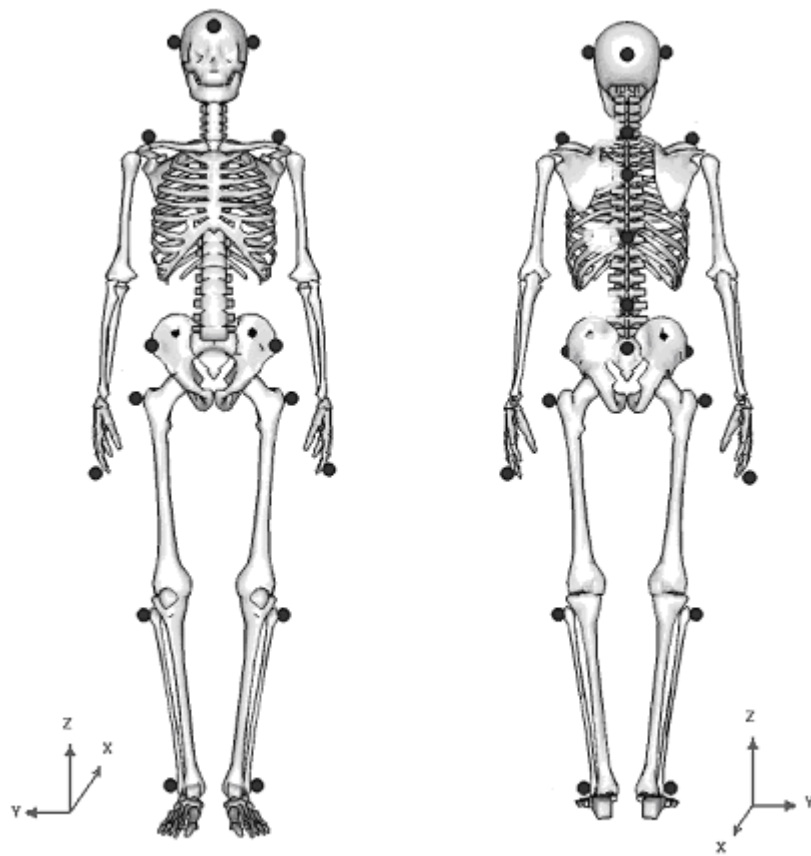


FIG. 2

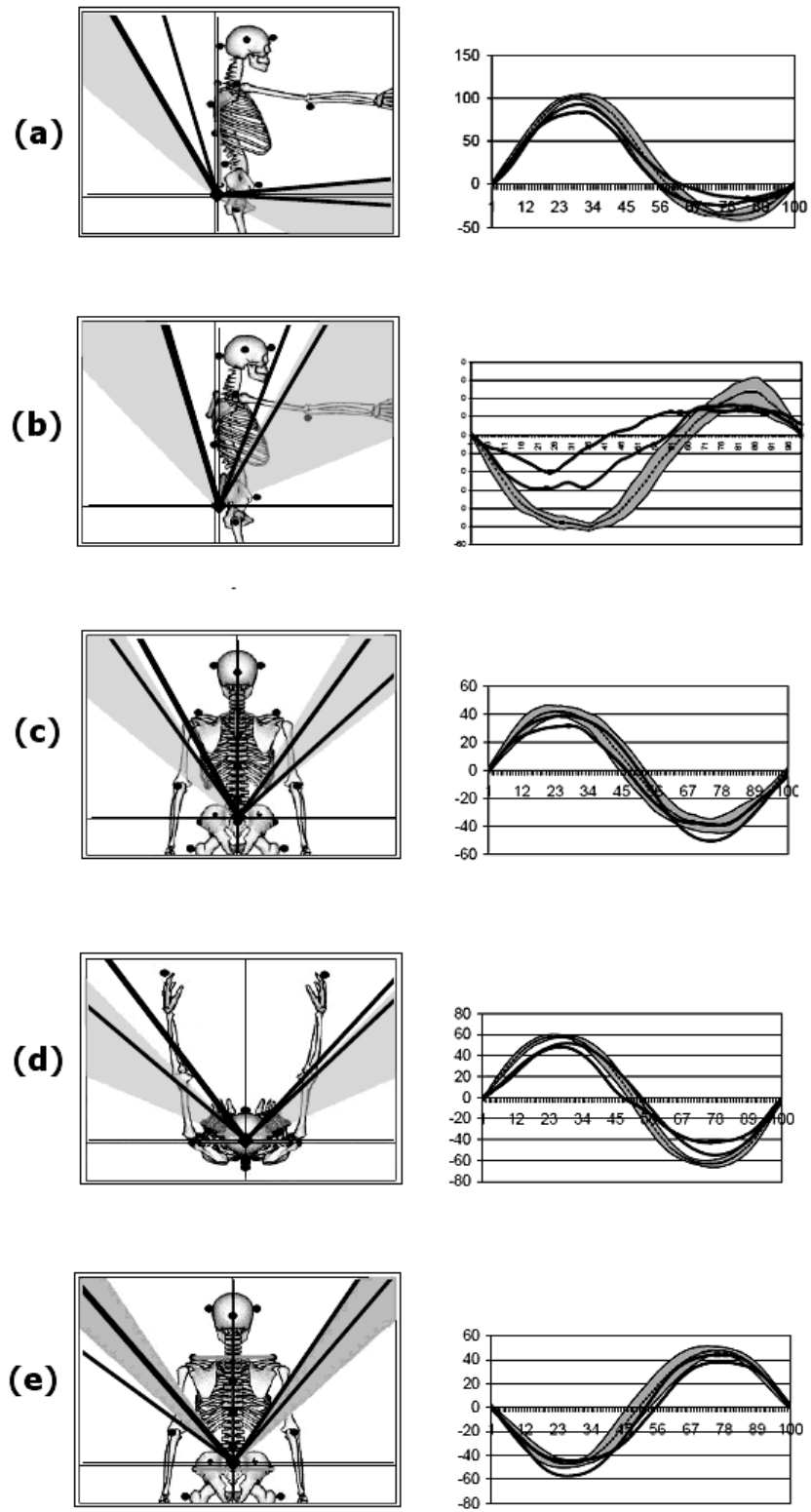


FIG. 3



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201130413

②② Fecha de presentación de la solicitud: 22.03.2011

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G06T7/20** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 9967746 A1 (SPORTS TRAINING TECHNOLOGIES S ET AL.) 29/12/1999, página 1, líneas 5 - 14; página 3, líneas 12 - 18; página 4, línea 3 - página 8, línea 4;	1-16
X	WO 2005093659 A1 (UNIV ZARAGOZA ET AL.) 06/10/2005, página 3, líneas 4 - 7; página 3, líneas 12 - 17; página 6, líneas 18 - 22; página 7, línea 15 - página 9, línea 14;	1-16
A	"Visión artificial". Artículo Wikipedia. Documento recuperado de internet < http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Visi%C3%B3n_artificial&oldid=42841636 > [recuperado el 20.08.2012]. 29.12.2010. Todo el documento.	7
A	"Método matemático para la sincronización de las cámaras mediante la utilización de algoritmos DDT", M. GUTIÉRREZ DÁVILA et al., Documento recuperado de internet: < http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/5433/1/article9.pdf > [recuperado el 13.08.2012]. 31/12/1999. Todo el documento	9

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
04.09.2012

Examinador
A. Casado Fernández

Página
1/6

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

G06T

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 04.09.2012

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 3-16

SI

Reivindicaciones 1,2

NO**Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)**

Reivindicaciones

SI

Reivindicaciones 1-16

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 9967746 A1 (SPORTS TRAINING TECHNOLOGIES S et al.)	29.12.1999
D02	WO 2005093659 A1 (UNIV ZARAGOZA et al.)	06.10.2005
D03	"Visión artificial". Artículo Wikipedia. Documento recuperado de internet < http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Visi%C3%B3n_artificial&oldid=42841636 > [recuperado el 20.08.2012]. 29.12.2010. Todo el documento.	29.12.2010
D04	"Método matemático para la sincronización de las cámaras mediante la utilización de algoritmos DDT", M. GUTIÉRREZ DÁVILA et al., Documento recuperado de internet: < http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/5433/1/article9.pdf > [recuperado el 13.08.2012]. 31/12/1999. Todo el documento	31.12.1999

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

D01 se considera el documento más próximo del estado de la técnica a la invención solicitada.

Reivindicación 1:

D01 describe con relación a la reivindicación 1 un dispositivo de captura y análisis de movimiento del cuerpo humano o animal (página 1 líneas 5-14) que comprende, al menos: a) Un medio de grabación de imagen equipado con dos o más cámaras de vídeo (página 3 líneas 12-18).

b) Una pluralidad de marcadores reflectantes destinados a situarse en la superficie del cuerpo móvil estudiado, estando configurados dichos marcadores para su detección por parte del medio de grabación (página 4 líneas 3-5, página 4 líneas 7-10).

e) Un medio de captura y análisis de datos del movimiento del cuerpo estudiado que comprende un ordenador programable, conectado al medio de grabación de imagen, equipado con una combinación de hardware y software (páginas 4-6, reivindicación 5), configurada con las siguientes unidades:

-unidad de registro de imágenes (página 5 líneas 3-9): comprende la captura y el almacenamiento de las imágenes obtenidas por el medio de grabación de imagen.

-unidad de punteo (página 5 líneas 3-15): comprende el procesado de las imágenes, detectando la posición de los marcadores empleados e indicando, en cada imagen, las coordenadas de dicha posición en el sistema de referencia del plano de las cámaras (x,y).

-unidad de reconstrucción (página 5 líneas 10-16): comprende la traducción de las coordenadas de posición en el sistema de referencia del plano 2D de las cámaras (x,y) de los marcadores, en cada una de las cámaras (2-5) empleadas, y el cálculo de las coordenadas espaciales (X,Y,Z) sobre el sistema de referencia 3D del laboratorio.

-unidad de cálculo (página 5 líneas 17-23): comprende la obtención de los valores de variables cinemáticas y dinámicas de los componentes en movimiento del cuerpo estudiado, mediante la definición de puntos y segmentos entre dos o más marcadores y el cálculo de sus velocidades y/o aceleraciones.

-unidad de representación (página 6 líneas 4-10): comprende la generación de conjuntos de datos, figuras basadas en diagramas de alambres, tablas, gráficas, y/o presentaciones de renderizado 3D para su visualización a través de un monitor.

A la vista de lo indicado se concluye que la reivindicación 1 no es nueva (Artículo 6 LP.).

Reivindicación 2:

Dispositivo según la reivindicación 1, donde el medio de grabación de imagen comprende cuatro cámaras de vídeo digitales (página 3 líneas 14-18).

Por lo tanto la reivindicación 2 no es nueva (Artículo 6 LP.).

Reivindicación 3:

Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, donde los marcadores (página 4 líneas 3-10) utilizados se realizan como semiesferas de poliestireno extruido (styrofoam) blanco de entre 2 y 3 cm de diámetro, recubiertos por un material reflectante (página 4 líneas 3-10).

La diferencia entre D01 y la reivindicación 3 es que en la reivindicación 3 los marcadores son semiesferas de poliestireno extruido blanco de entre 2 y 3 cm de diámetro.

Esta diferencia es una mera variante constructiva que se considera dentro del alcance de la práctica habitual seguida por el experto en la materia.

Consecuentemente, el objeto de la reivindicación 3 carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP.).

Reivindicación 4:

Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde la fijación de marcadores sobre el cuerpo móvil estudiado (página 4 líneas 7-10) se realiza mediante un sistema de pinza y/o adhesivo.

Fijar unos marcadores mediante un sistema de pinza o adhesivo es una de varias posibilidades evidentes que un experto en la materia seleccionaría según las circunstancias, sin el ejercicio de actividad inventiva, para resolver el problema planteado. Por consiguiente la reivindicación 4 carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP.).

Reivindicación 5:

La utilización del sistema IEEE 1394 como modo de conexión entre un ordenador y un dispositivo de video es ampliamente conocida y resulta obvia para un experto en la materia.

Por consiguiente la reivindicación 5 carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP.).

Reivindicación 6:

Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, donde la velocidad de captura de las cámaras y la unidad de registro (página 3 líneas 14-18) es igual o inferior a 50 Hz.

Una velocidad de captura de las cámaras igual o inferior a 50Hz es conocida y resulta una opción evidente para un experto en la materia sin el ejercicio de actividad inventiva.

Por consiguiente la reivindicación 6 carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP.).

Reivindicación 7:

Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, donde la unidad de punteo comprende uno o más algoritmos implementados de visión artificial configurados para detectar los marcadores (página 5 líneas 10-15), segmentar dichos marcadores mediante el análisis de su tamaño y su color, reconocerlos y calcular su centro geométrico.

La utilización de algoritmos de visión artificial forman parte de algoritmos matemáticos conocidos por el experto en la materia para el análisis de imágenes digitales (ver D03).

Por lo tanto el objeto de la reivindicación 7 carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP.).

Reivindicación 8:

Configurar la unidad de punteo para poder operar de forma manual es una mera alternativa en la utilización de la unidad de punteo.

Se considera una de varias posibilidades evidentes que un experto en la materia seleccionaría para obtener un mismo resultado sin el ejercicio de la actividad inventiva.

Por lo tanto la reivindicación 8 carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP.).

Reivindicación 9:

Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, donde el cálculo de posiciones 3D mediante la unidad de reconstrucción (página 5 líneas 10-16) está basado en un algoritmo DLT, y donde dicho cálculo está previamente calibrado mediante una distribución de marcadores previamente determinada que sirve como base de normalización para los cálculos posteriores, empleándose los coeficientes DLT obtenidos durante la calibración para la reconstrucción de la posición de los marcadores situados en los cuerpos móviles estudiados.

El algoritmo DLT es ampliamente conocido en la reconstrucción espacial de los marcadores permitiendo por lo tanto la reconstrucción de modelos en 3D a partir de puntos en movimiento (véase D04).

Por lo tanto la reivindicación 9 carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP.).

Reivindicación 10:

La diferencia entre D01 y la reivindicación 10 es la utilización de subunidades de filtrado comprendidas en la unidad de reconstrucción. El efecto técnico conseguido es limitar posibles errores de medida. El problema técnico a solucionar es por tanto cómo limitar esos errores.

La utilización de filtros para la corrección de errores es de sobra conocida por el experto en la materia, principalmente en el tratamiento de imágenes digitales.

Por lo tanto la reivindicación 10 carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP.).

Reivindicación 11-13:

Las reivindicaciones 11 a 13 son métodos de uso del dispositivo y no implican actividad inventiva en la medida en que el dispositivo reivindicado en las reivindicaciones 1-10 no es inventivo.

Por lo tanto, las reivindicaciones 11 a 13 no implican actividad inventiva (Artículo 8 LP.).

Reivindicaciones 14-16:

Los marcadores permiten la captura del movimiento en determinados puntos (página 4 líneas 7-10).

En función de los puntos escogidos para la colocación de los marcadores se capturarán diferentes movimientos del cuerpo humano.

Los diferentes puntos de colocación de los marcadores sobre el cuerpo humano y por lo tanto los diferentes movimientos que se puedan capturar no se consideran características técnicas que puedan aportar carácter inventivo a la invención. Por lo tanto las reivindicaciones 14 a 16 carecen de actividad inventiva (Artículo 8 LP.).