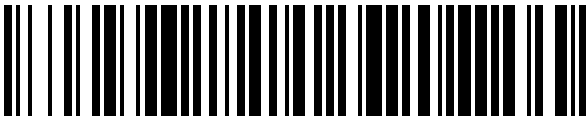


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 319 302**

21 Número de solicitud: 202432052

51 Int. Cl.:

A61B 5/103 (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:
05.11.2024

43 Fecha de publicación de la solicitud:
05.06.2025

71 Solicitantes:
**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA DE
SALAMANCA DE LA FUNDACIÓN INSTITUTO
CIENCIAS DE LA SALUD DE CASTILLA Y LEÓN
(30.00%)
Hospital Universitario de Salamanca, Edificio
Virgen de la Vega, 10ª pl., Pº San Vicente 58-182
37007 Salamanca (Salamanca) ES y
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA (70.00%)**

72 Inventor/es:
**LLAMAS RAMOS, Inés;
PÉREZ ROBLEDO, Fátima;
VELÁZQUEZ IGLESIAS, Sara;
CURTO DIEGO, María Belén;
MORENO RODILLA, Vidal;
CALVO ARENILLAS, Jose Ignacio y
LLAMAS RAMOS, Rocío**

74 Agente/Representante:
MARTÍNEZ, Miguel Ángel

54 Título: **DISPOSITIVO CONFIGURADO PARA LA ADQUISICIÓN DE LAS IMÁGENES Y/O VÍDEOS
SOBRE LOS PUNTOS Y ÁREAS DE APOYO DE UN SUJETO EN UNA SUPERFICIE**

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO CONFIGURADO PARA LA ADQUISICIÓN DE LAS IMÁGENES Y/O VÍDEOS SOBRE LOS PUNTOS Y ÁREAS DE APOYO DE UN SUJETO EN UNA SUPERFICIE

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención pertenece al campo médico. Particularmente, la presente invención hace referencia a un dispositivo configurado para la adquisición de imágenes y/o vídeos sobre los puntos y áreas de apoyo de un sujeto en una superficie.

ESTADO DE LA TÉCNICA

- 10 Dada la importancia del control postural, la evaluación de la postura en bebés se convierte en un aspecto crucial dentro de la valoración del desarrollo motor.

En esta evaluación, los profesionales sanitarios con formación en pediatría pueden identificar tempranamente posibles retrasos o anomalías en el desarrollo motor que podrían limitar la capacidad del niño para explorar su entorno de manera efectiva, eficaz y precoz.

- 15 Esto, a su vez, podría tener implicaciones en otros ámbitos del desarrollo, como el cognitivo y el social. La detección temprana y precisa de la postura permite intervenir oportunamente con abordajes precoces que pueden mejorar no solo el desarrollo motor del bebé, sino también su interacción global con el entorno. Es crucial para garantizar que todos los niños dispongan de las mejores oportunidades para alcanzar su máximo potencial de desarrollo.

- 20 Por lo tanto, existe una necesidad en el estado de la técnica de dispositivos que puedan ayudar a la adquisición de imágenes y/o vídeos sobre los puntos y áreas de apoyo del bebé en una superficie y que permitan evaluar la postura del bebé.

- 25 La presente invención se centra en solucionar este problema mediante el diseño de un dispositivo configurado para la adquisición de imágenes y/o vídeos sobre los puntos y áreas de apoyo de un sujeto en una superficie.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención hace referencia a un dispositivo configurado para la adquisición de imágenes y/o vídeos sobre los puntos y áreas de apoyo de un sujeto en una superficie. El enfoque de esta invención tiene importantes implicaciones clínicas, ya que permite una

evaluación objetiva y cuantitativa del desarrollo motor del sujeto, lo que puede ayudar a identificar posibles problemas de desarrollo temprano y facilitar intervenciones más oportunas y precisas.

El primer aspecto de la presente invención hace referencia a un dispositivo **(1)** configurado para la adquisición de imágenes y/o vídeos sobre los puntos y áreas de apoyo de un sujeto **(B)** en una superficie, que comprende: una estructura **(2)** formada por un marco rectangular y puntos de apoyo del marco rectangular con el suelo, un soporte transparente **(3)** apoyado sobre el marco rectangular sobre el que se situaría el sujeto, caracterizado porque el dispositivo **(1)** comprende un soporte **(5)** para una cámara **(6)** situado en la intersección de los puntos de apoyo del marco rectangular con el suelo y debajo del soporte transparente **(3)**.

En un aspecto preferido, el dispositivo **(1)** comprende topes **(4)** a través de los cuales se apoya el soporte transparente **(3)** sobre el marco rectangular.

En un aspecto preferido, el dispositivo **(1)** está caracterizado porque cada punto de apoyo del marco rectangular con el suelo forma un ángulo recto, de forma que tiene una sección que se extiende horizontalmente a lo largo del suelo y otra sección que sube verticalmente hasta encontrarse con el marco rectangular.

En un aspecto preferido, el dispositivo **(1)** está caracterizado porque comprende dos puntos de apoyo del marco rectangular con el suelo, cada uno de ellos en forma de U, o cuatro puntos de apoyo del marco rectangular con el suelo, cada uno de ellos en forma de L.

En un aspecto preferido, el dispositivo **(1)** está caracterizado porque comprende una cámara y un soporte para la cámara que está situado en la intersección de los puntos de apoyo del marco rectangular con el suelo y debajo del soporte transparente, de tal forma que está situado en el centro de la sección que se extiende horizontalmente a lo largo del suelo.

En un aspecto preferido, el dispositivo **(1)** está caracterizado porque el marco rectangular es cuadrado.

En un aspecto preferido, el dispositivo **(1)** está caracterizado porque el sujeto es una persona, preferentemente un bebé o un niño.

En un aspecto preferido, el dispositivo **(1)** está caracterizado porque el sujeto se sitúa sobre el soporte transparente **(3)** en posición decúbito dorsal y ventral.

En un aspecto preferido, el dispositivo **(1)** está caracterizado porque el soporte transparente **(3)** tiene protectores en las esquinas **(7)**.

Descripción de las figuras

- 5 El dispositivo de la invención se ilustra de forma más específica en las Figuras, donde las siguientes características técnicas han sido reflejadas atendiendo a la siguiente numeración:

Número en las figuras	Característica técnica
1	Dispositivo de la invención
2	Estructura
3	Soporte transparente
4	Topes
5	Soporte de la cámara
6	Cámara
7	Protectores de las esquinas del soporte transparente (3)

10 **Figura 1.** Vista superior dispositivo **(1)** que comprende una estructura **(2)** formada por un marco rectangular y puntos de apoyo del marco rectangular con el suelo, un soporte transparente **(3)** apoyado sobre el marco rectangular a través de topes **(4)** sobre el que se situaría al sujeto, un soporte **(5)** para un cámara **(6)** situado en la intersección de los puntos de apoyo del marco rectangular con el suelo y debajo del soporte transparente **(3)**.

15 **Figura 2.** Vista lateral dispositivo que comprende una estructura **(2)** formada por un marco rectangular y puntos de apoyo del marco rectangular con el suelo, un soporte transparente **(3)** apoyado sobre el marco rectangular a través de topes **(4)** sobre el que se situaría al sujeto **(B)**, un soporte **(5)** para un cámara **(6)** situado en la intersección de los puntos de apoyo del marco rectangular con el suelo y debajo del soporte transparente **(3)** y protectores **(7)** de las esquinas
20 del soporte transparente **(3)**.

Descripción detallada de la invención

La presente invención es ilustrada por medio de los Ejemplos siguientes donde se explica la aplicación del dispositivo de la invención.

5

Ejemplo 1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Ejemplo 1.1. DISEÑO

10 Se trata de un estudio observacional y transversal.

Ejemplo 1.2. MUESTRA / PARTICIPANTES

15 La muestra está compuesta por bebés de 0 a 6 meses. Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Los participantes se seleccionaron teniendo en cuenta los siguientes criterios. Dichos bebés fueron evaluados en Centro de Fisioterapia Pediátrica y Neurológica Velázquez Iglesias de Salamanca. El estudio cuenta con la aprobación por parte del Comité de ética de la Universidad de Salamanca con el número de registro 840.

20 Se difundieron los objetivos y el procedimiento del estudio a través de centros de salud, hospitales y redes sociales, entre otros; por medio un póster informativo con la información de contacto para reclutar a familias que deseen participar en el estudio.

- Criterios de inclusión:
 - 25 ○ Bebés sanos comprendidos de 0 a 6 meses.
 - Bebés cuyos padres firmen el consentimiento para participar en el estudio y autoricen la toma de imágenes y vídeo.
- Criterios de exclusión:
 - Bebés menores de 37 semanas.
 - 30 ○ Bebés menores de 6 meses con patología descrita o retraso motor diagnosticado.

Es importante destacar que en este estudio no se ha analizado la postura de bebés prematuros, cuyo desarrollo motor se ve privado, durante un periodo de tiempo diferente según el grado de prematuridad, de la contención uterina.

Ejemplo 1.3. VARIABLES

La variable principal de estudio será la postura que será evaluada en decúbito dorsal y ventral mediante los siguientes instrumentos.

5

Ejemplo 1.3.1. Instrumentos de medición

Historia clínica

- 10 Se recogieron en una hoja de historia clínica datos sociodemográficos de la madre, del embarazo y del parto. También se anotaron los datos sociodemográficos del bebé, su situación actual y sus hábitos de sueño y alimenticios.

Dispositivo de la invención

15

Se diseñó un prototipo para valorar la postura del bebé en decúbito dorsal y ventral. Se trata de un dispositivo donde colocar a los bebés para la adquisición de imágenes/vídeo sobre los apoyos y áreas de apoyo en decúbito dorsal y ventral. Dicho dispositivo consta de un soporte transparente y de una cámara, colocada en la parte inferior, para la grabación de vídeo. Se trata de un dispositivo que sirve para analizar el área de apoyo de los niños. El soporte debe reunir una serie de requisitos de diseño entre los que se encuentra: la seguridad y comodidad de los lactantes, una adecuada postura ergonómica para que los profesionales realicen la valoración y un contorno definido fabricado con un material que evita reflejos.

20

Entorno *software* de cálculo numérico

Se ha utilizado una plataforma de cálculo numérico que incorpora librerías de *Deep Learning* (DL o *DeepLearning*, en español, técnicas de aprendizaje profundo) para desarrollar todas las tareas de aprendizaje en el flujo de trabajo en DL, como son:

30

- Construir el *Dataset*, preprocesar los datos de entrada para entrenar y validar la red neuronal convolucional (CNN), dado que no existe un *Dataset* hasta donde se conoce. Requiere de la descomposición en fotogramas de los vídeos que posteriormente serán procesados para la generación del *GroundTruth* (con la aplicación descrita en el apartado siguiente).

- Utilizar CNN preentrenadas (en lo que se suele denominar *transfer learning*) o construir una nueva CNN.
 - Entrenar la red con opciones configurables y bucles de entrenamiento, para adaptar los parámetros del modelo al problema concreto.
- 5
- Validar el comportamiento de la red durante entrenamiento.
 - Evaluar (test) posteriormente el modelo entrenado con imágenes distintas a las utilizadas en el entrenamiento.

Tras el entrenamiento y validación de la red, existe la posibilidad del despliegue de la red entrenada y validada, en el sentido que se exporta la red para una aplicación específica y para un dispositivo de procesamiento GPU (*Graphical Processing Unit*) o CPU (*Central Processing Unit*). De esta forma, se puede integrar con otros componentes para construir el sistema basado en DL para, por ejemplo, la segmentación de imágenes en tiempo real.

10

Aplicación para la edición de imágenes

15 Se ha utilizado una aplicación *software* para la creación y edición de imágenes y obras de arte digitales, que está disponible tanto para dispositivos iOS como para macOS. Dispone de una interfaz intuitiva, con una herramienta de edición de imágenes que permite trabajar por capas, lo que es esencial para la creación y manipulación de imágenes complejas, ofrece herramientas de edición avanzada y es compatible con multitud de formatos, como jpeg que ha sido el utilizado.

20

Ejemplo 1.4. MÉTODO DE TRABAJO

25 Para la definición y diseño del método de trabajo participaron un médico rehabilitador, cuatro investigadores en fisioterapia y dos investigadores en Inteligencia Artificial.

El método consta de varias etapas:

- Reclutamiento de la muestra: se desarrolló en enero de 2019. Se difundieron los objetivos y el procedimiento del estudio a través de un póster informativo con la información de contacto para reclutar a familias que deseaban participar en el estudio. El póster se distribuyó a través del Complejo Asistencial Universitario de Salamanca (en las plantas de los servicios de Pediatría y Obstetricia), así como en Centros de Salud
- 30

de Salamanca, también en grupos de preparación al parto, se entregó a pediatras, enfermeras, fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales de la ciudad de Salamanca y se compartió a través de redes sociales como *WhatsApp*, *Facebook* e *Instagram*. Todo ello para intentar llegar a la mayor población diana posible para conformar la muestra del análisis.

Las familias interesadas en que sus bebés participaran en el estudio llamaron por teléfono y/o se pusieron en contacto a través del correo electrónico incluido en el cartel para concretar cita.

- Cita para valoración cinesiológica, historia clínica y toma de vídeo e imagen en el dispositivo de la invención en el Centro de Fisioterapia Pediátrica: se citó a la familia del bebé en el Centro de Fisioterapia Pediátrica para reunirse con el médico rehabilitador, el equipo de fisioterapia y el equipo de informática. El día fijado para cada familia, se informó de forma personal y detallada sobre el estudio de investigación, si la familia estaba conforme antes de la valoración y la toma de vídeo, se administró a la familia para su cumplimentación:
 - La hoja informativa del estudio de investigación y de Protección de Datos Personales.
 - El documento de autorización de la familia del menor de edad para la toma de imagen y vídeo para el estudio.
- Registro de la historia clínica del bebé: comprendió los datos de interés para la valoración de la postura.
- Procedimiento de valoración cinesiológica de la ontogénesis postural (desarrollo motor y postural) del bebé: se llevó a cabo por el médico rehabilitador y se cumplimentó por las investigadoras en fisioterapia.
- Toma de vídeo del bebé en decúbito ventral y dorsal en el dispositivo de la invención.
- Construcción del *DataSet* para, posteriormente, entrenar la CNN: se realiza el procesamiento de los *frames* o fotogramas (imagen concreta dentro de una sucesión de imágenes en movimiento) con la aplicación de edición de imagen para definir los distintos hechos característicos.
- Diseño, entrenamiento y despliegue de la CNN, por los investigadores en Inteligencia Artificial.

- Construcción del sistema de ayuda al análisis de la postura basado en técnicas de aprendizaje profundo mediante la integración de la CNN con el dispositivo de la invención.
 - Análisis de los *frames*.
- 5
- Recopilación y gestión de resultados obtenidos tras el análisis.
 - Análisis estadístico de los resultados obtenidos.

Ejemplo 1.4.1. Valoración cinesiológica

- 10 Una vez se completó la hoja de historia clínica el médico rehabilitador realizó la valoración cinesiológica de los bebés. El bebé estaba desnudo, se le colocaba en una camilla y mientras se realizaba la valoración del bebé se recogían los datos concernientes a la hoja de valoración elaborada para facilitar la recopilación de los datos por parte de los fisioterapeutas.
- 15 La valoración cinesiológica del desarrollo motor se basó en el diagnóstico neurocinesiológico según el profesor Václav Vojta, en el que el desarrollo postural y motor se valoran como parte de un patrón global dentro de la ontogénesis postural, y con base al nivel de enderezamiento alcanzado en cada hito motor. En esta sistemática utilizada se valoró en primer lugar, la motricidad espontánea del bebé en decúbito ventral y en decúbito dorsal. Posteriormente, se
- 20 valoró cada una de las siete reacciones posturales, que permiten cuantificar el nivel de enderezamiento (reacción a la tracción, reacción de Landau, reacción a la suspensión axilar, reacción a la pérdida de equilibrio lateral de Vojta, reacción a la suspensión lateral horizontal de Collis, reacción a la suspensión vertical de Peipert e Isbert y reacción a la suspensión vertical de Collis) para determinar la calidad del patrón global del lactante y así poder relacionarlo con
- 25 el “patrón ideal”, como calidad postural máxima alcanzable. También se valoraron los reflejos primitivos, relacionándolos con la edad cronológica del lactante teniendo en cuenta los tiempos de persistencia de cada reflejo primitivo (reflejos orofaciales, tónicos, cutáneos y osteotendinosos, entre otros).
- 30 La sistemática de valoración cinesiológica está basada en el análisis de la ontogénesis postural que comprende los patrones motores innatos posturales y motores que se desarrollan en el primer año de vida del bebé. El estudio de la ontogénesis diferencia entre los patrones que se desarrollan desde el decúbito ventral y los que se describen desde el decúbito dorsal. Como ya

se ha indicado el decúbito ventral se analiza para evaluar los patrones motores implicados en las funciones de enderezamiento y apoyo contra la gravedad; y el decúbito dorsal se estudia para evaluar los patrones motores relacionados con la función de prensión.

5 Ejemplo 1.4.2. Toma de imágenes en el dispositivo de la invención

Posteriormente se realizó la toma de vídeo de los bebés en decúbito ventral y dorsal en el dispositivo de la invención. En la colocación del dispositivo de la invención se tuvo en cuenta la iluminación de la escena para que no se produjeran sombras, destellos o reflejos, ya que, si se produjeran de forma excesiva, podía afectar a la calidad de las imágenes en cuanto a extraer las características de interés. La cámara que grababa las imágenes era una cámara de vídeo con control remoto, que reunía cualidades como: alta definición, gran angular y control remoto con un dispositivo móvil o un ordenador. El médico rehabilitador o uno de los investigadores fisioterapeutas colocó al bebé en decúbito ventral y dorsal.

15

Es fundamental resaltar que, durante el tiempo que permaneció el bebé en el dispositivo de la invención no se le ofreció ningún tipo de estímulo ni juguete para dirigir o atraer su atención, sino que se dejó al bebé moverse libremente para que regulara su postura encima del dispositivo de la invención de forma espontánea sin recibir estímulos visuales, auditivos, perceptivos o táctiles.

20

Ejemplo 1.4.3. Construcción del *DataSet* para el entrenamiento de la CNN

Una vez captado el vídeo, se extrajeron automáticamente los fotogramas (*frame* o imagen concreta dentro de una sucesión de imágenes en movimiento).

25

El objetivo de esta fase fue la obtención de un *DataSet* completo que permite desarrollar las tareas de aprendizaje de las CNN. Cada elemento del *DataSet* de entrenamiento consta de un fotograma o *frame* original del bebé y la imagen segmentada donde se encuentran coloreados/diferenciados los hechos característicos que se pueden encontrar en la escena: cristal, techo, marco, personas y otros objetos que los expertos consideren relevantes.

30

Esta información es denominada *GroundTruth* (Verdad de Tierra o partida) en el campo de investigación de las CNN. Es una de las tareas más laboriosas y pesadas en un proyecto DL, pues supone etiquetar a mano, mediante las aplicaciones informáticas adecuadas, cada uno de los objetos con significado semántico de cada una de las escenas. La definición *GroundTruth* es un paso de vital importancia en el sentido de que, si se cometen inexactitudes sistemáticas en los datos de entrenamiento, éstas se trasladarán en inexactitudes en los resultados de la CNN.

En este método, se han definido los siguientes hechos característicos a identificar:

1. Zona externa al dispositivo de la invención sin hechos significativos.
2. Superficie metálica del dispositivo de la invención.
3. Zona interna del dispositivo de la invención correspondiente al cristal.
4. Los evaluadores y de los padres del bebé, si aparecen en la imagen.
5. El cuerpo del bebé.
6. El apoyo que el bebé realiza en la superficie de cristal.

Los investigadores procedieron a colorear estos hechos característicos con la aplicación de edición de imagen en cada uno de los fotogramas. De esta forma se transformó la imagen real para obtener la correspondiente imagen interpretada del *DataSet (GroundTruth)*. Para cada uno de los *frames*, se crearon siete capas (*layers*) utilizando el siguiente código de colores.

1. La capa 1 contiene la imagen original como base para colorear las otras seis capas.
2. La capa 2 contiene toda la superficie de la imagen en color gris.
3. En la capa 3 se delimita el contorno externo del dispositivo de la invención y se rellenará en color azul.
4. En la capa 4 se delimita el contorno interno del dispositivo de la invención y se rellenará en color rojo.
5. La capa 5 abarca toda la superficie de los evaluadores y de los padres del bebé, si aparecen en la imagen, se marcará en color naranja.
6. La capa 6 comprende la superficie del cuerpo del bebé que se marcó en color amarillo.
7. Por último, en la capa 7, la superficie del apoyo que realiza el bebé en el dispositivo de la invención se marcó en color verde.

Una vez superpuestas todas las capas en el orden indicado, la imagen resultante contiene únicamente los hechos significativos. Esta imagen final se exportó a formato jpg.

Para cada vídeo grabado, que se utilizó para el entrenamiento, fue necesario realizar el procesamiento manual de imágenes mediante la extracción automática de fotogramas individuales. El resultado de esta fase es un conjunto de pares (Imagen Real/Imagen Segmentada) que forman el conjunto de datos necesario (*DataSet*) para realizar el

5 entrenamiento o aprendizaje de la CNN. Es habitual que los *DataSet* dispongan de varios cientos o miles de imágenes de resolución aceptable.

Ejemplo 1.4.4. Diseño, entrenamiento y despliegue de la CNN

10 Se realizaron las tareas típicas del flujo de trabajo en DL, como son la elección de la red preentrenada, su entrenamiento y validación con el *DataSet* construido y el despliegue final. Como se ha comentado, la CNN fue entrenada y desplegada con el *software* de cálculo numérico y se ha utilizado una GPU para reducir el tiempo de entrenamiento.

15 Las CNN están constituidas por múltiples capas de neuronas artificiales. La ventaja de una red neuronal profunda es su capacidad de aprender automáticamente características significativas de bajo nivel, como líneas o bordes, y fusionarlas con características de nivel superior, como formas, en las capas subsiguientes. Se tiene en cuenta una propiedad clave de las imágenes,

20 que es que los píxeles cercanos están más fuertemente correlacionados que los píxeles más distantes. La convolución matemática permite descubrir estas relaciones y es la razón de su denominación: Redes Neuronales Convolucionales. De esta forma, las CNN explotan esta propiedad extrayendo características locales que dependen sólo de pequeñas subregiones de la imagen.

25 La información de estas características se puede fusionar en etapas posteriores del procesamiento a fin de detectar características de orden superior y, al final, obtener información sobre la imagen en su totalidad. Ese será el elemento clave de la segmentación semántica. Además, las características locales que son útiles en una región de la imagen es probable que

30 sean útiles en otras regiones de la imagen, como cuando el objeto de interés se traslada. Manteniendo estas relaciones espaciales locales, las CNN son muy adecuadas para realizar tareas de reconocimiento de imágenes.

Las CNN han sido puestas a trabajar de muchas maneras, incluyendo la clasificación de imágenes, localización, detección, segmentación y registro. Esto permite captar importantes relaciones de características en una imagen (como la forma en que los píxeles de un borde se unen para formar una línea), y reduce el número de parámetros que el algoritmo tiene que computar, lo que aumenta la eficiencia del cómputo. Las CNN pueden tomar como entradas y procesar tanto imágenes bidimensionales como imágenes tridimensionales con pequeñas modificaciones. El análisis de datos en informática sanitaria ha experimentado un rápido crecimiento debido a la gran cantidad de datos multimodales disponibles. Esto ha impulsado el interés en el aprendizaje automático, especialmente el aprendizaje profundo, una técnica basada en redes neuronales artificiales.

En esta fase se realizaron, tal y como se establece en el aprendizaje supervisado, los cálculos correspondientes a los entrenos de la CNN con opciones configurables y bucles de entrenamiento, para adaptar los parámetros del modelo al problema concreto. Se trata de un proceso, donde la estrategia prueba-error con información, dirige la toma de decisiones en diferentes aspectos como: arquitectura de red, parámetros de aprendizaje o la resolución máxima con la que se puede trabajar.

Para reducir los tiempos de entrenamiento para un caso de cálculo masivo como este, se utilizó un *software* específico de cálculo numérico, con enormes recursos computacionales y de visualización. Especialmente, este software integra las bibliotecas CUDA y CUDANN que han hecho que la tecnología CNN sea viable al permitir utilizar la potencia de las GPUs de NVIDIA con su potencial de paralelización del procesamiento. Esto resulta necesario para el entrenamiento de las CNN, así como para su ejecución en condiciones de tiempo real. Cabe señalar que los experimentos de aprendizaje son pruebas que, sobre computadores de elevadas prestaciones pueden durar varios días.

Una vez construida y entrenada la CNN, se evaluó su capacidad de generalización. Para ello, se utiliza un conjunto de verificación (*TestSet*) que contendrá imágenes no utilizadas durante el entrenamiento y se comprueba si los resultados predichos por la red presentan o no inexactitudes.

Ejemplo 1.4.5. Construcción del sistema de ayuda al análisis de la postura basado en técnicas de aprendizaje profundo

5 En esta etapa se abordó la integración de la CNN entrenada con el dispositivo de la invención para construir el sistema de ayuda al análisis de la postura basado en técnicas de aprendizaje profundo, que consta de módulos o partes.

10 La parte inicial corresponde al dispositivo de la invención, que se encarga de capturar los *frames* cuando el médico rehabilitador o el fisioterapeuta coloca a un nuevo sujeto sobre el dispositivo de la invención en decúbito ventral y dorsal.

15 En la parte central se encuentra la CNN para realizar la segmentación de estas imágenes, identificando automáticamente los hechos característicos para los que ha sido entrenada, principalmente los apoyos del bebé sobre el dispositivo de la invención. Sobre el monitor, el fisioterapeuta puede visualizar estos apoyos resaltados en verde, que le ayudan a identificar posibles desviaciones e irregularidades en las estructuras del sujeto.

20 En este método para la ayuda en el análisis de la postura de los sujetos basado en técnicas de aprendizaje profundo, la imagen real del sujeto en un *frame* se transforma automáticamente en una imagen segmentada, donde aparecen coloreados las distintas clases definidas y, especialmente, los apoyos del sujeto sobre el objeto de invención.

25 En la parte final se encuentra la visualización de los resultados. Sobre el monitor, el fisioterapeuta puede cotejar la imagen real y la imagen coloreada, donde podrá visualizar los apoyos resaltados en verde, que le ayudan a identificar posibles desviaciones e irregularidades en las estructuras del lactante.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo **(1)** configurado para la adquisición de imágenes y/o vídeos sobre los puntos y áreas de apoyo de un sujeto **(B)** en una superficie, que comprende: una estructura **(2)** formada por un marco rectangular y puntos de apoyo del marco rectangular con el suelo, un soporte transparente **(3)** apoyado sobre el marco rectangular sobre el que se situaría al sujeto, caracterizado porque el dispositivo **(1)** comprende un soporte **(5)** para un cámara **(6)** situado en la intersección de los puntos de apoyo del marco rectangular con el suelo y debajo del soporte transparente **(3)**.
5
2. Dispositivo **(1)** configurado para la adquisición de imágenes y/o vídeos sobre los puntos y áreas de apoyo de un sujeto **(B)** en una superficie, según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende topes **(4)** a través de los cuales se apoya el soporte transparente **(3)** sobre el marco rectangular.
10
3. Dispositivo **(1)** configurado para la adquisición de imágenes y/o vídeos sobre los puntos y áreas de apoyo de un sujeto **(B)** en una superficie, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cada punto de apoyo del marco rectangular con el suelo forma un ángulo recto, de forma que tiene una sección que se extiende horizontalmente a lo largo del suelo y otra sección que sube verticalmente hasta encontrarse con el marco rectangular.
15
4. Dispositivo **(1)** configurado para la adquisición de imágenes y/o vídeos sobre los puntos y áreas de apoyo de un sujeto **(B)** en una superficie, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende dos puntos de apoyo del marco rectangular con el suelo, cada uno de ellos en forma de U, o cuatro puntos de apoyo del marco rectangular con el suelo, cada uno de ellos en forma de L.
20
5. Dispositivo **(1)** configurado para la adquisición de imágenes y/o vídeos sobre los puntos y áreas de apoyo de un sujeto **(B)** en una superficie, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el marco rectangular es cuadrado.
25
6. Dispositivo **(1)** configurado para la adquisición de imágenes y/o vídeos sobre los puntos y áreas de apoyo de un sujeto **(B)** en una superficie, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el soporte transparente **(3)** tiene protectores en las esquinas **(7)**.
30

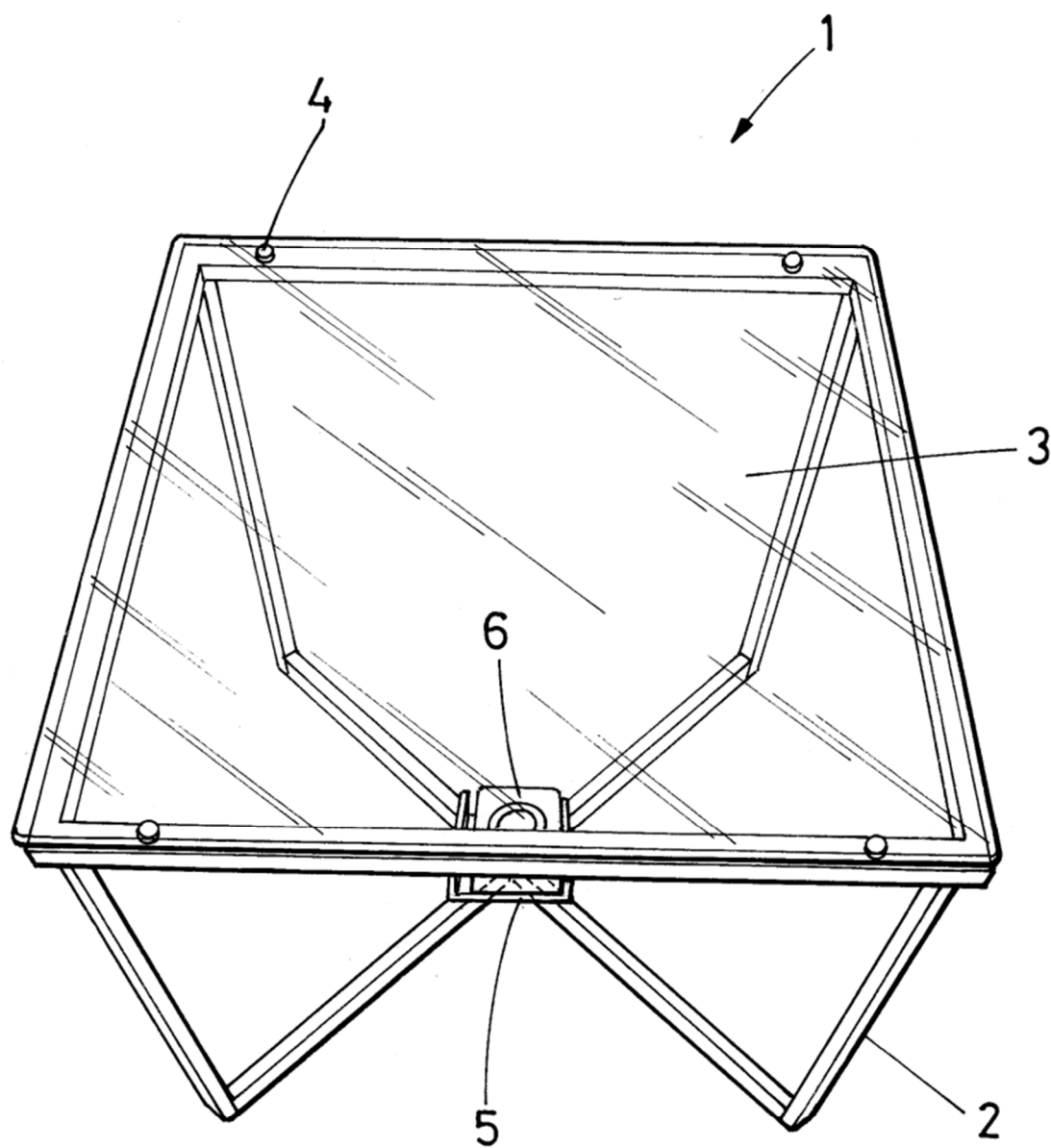


FIG.1

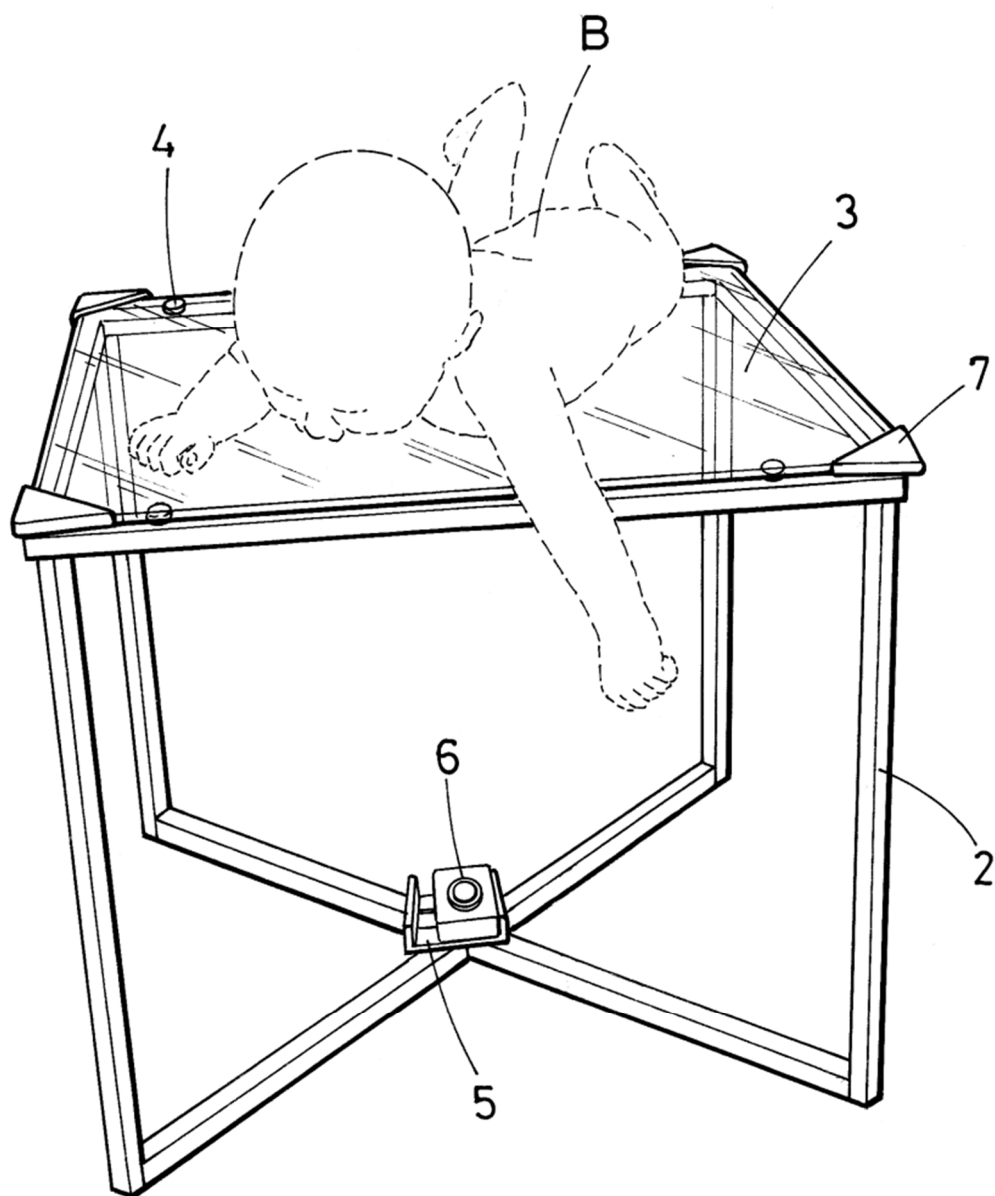


FIG.2