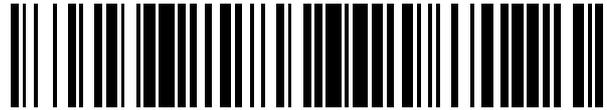


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 737 896**

21 Número de solicitud: 201830709

51 Int. Cl.:

**G06T 15/00** (2011.01)  
**G09B 23/30** (2006.01)  
**G06T 7/00** (2007.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**14.07.2018**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**16.01.2020**

71 Solicitantes:

**RUESGA DELGADO, Oscar (10.0%)**  
**AVDA. DE LAS LOMAS, 37**  
**28660 BOADILLA DEL MONTE (Madrid) ES y**  
**UHL, Jean François (90.0%)**

72 Inventor/es:

**UHL, Jean François**

74 Agente/Representante:

**MONZÓN DE LA FLOR, Luis Miguel**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DE UN ATLAS ANATÓMICO TRIDIMENSIONAL**

57 Resumen:

Procedimiento para la realización de un atlas anatómico tridimensional basado en el de corte sucesivo mediante laser del cuerpo criogenizado y posterior fotografiado del mismo, donde a continuación se procede a segmentar las imágenes para crear un modelo vectorial en 3D, realizar retoques gráficos 3D, jerarquizar y realizar un modelo en el formato de archivo y finalmente realizar una etapa de programación de la interfaz. Gracias a la combinación de técnicas de criogenización, con el empleo de un láser y fotografías de alta resolución y posteriormente tratamiento digital de las imágenes se consigue un atlas de un cuerpo con una muy alta calidad y precisión.

ES 2 737 896 A1

## DESCRIPCIÓN

### PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DE UN ATLAS ANATÓMICO TRIDIMENSIONAL

5

#### OBJETO DE LA INVENCION

Es objeto de la presente invención, tal y como el título de la invención establece, un procedimiento para la realización de un atlas anatómico tridimensional, de uso y presentación universal es decir, hace referencia a un  
10 procedimiento o método que permite conformar un atlas de un cuerpo humano o animal en tres dimensiones con una precisión y calidad excepcionales utilizable por todos y en cualquier sistema

15 Caracteriza a la presente invención las características técnicas aplicadas en todas y cada una de las etapas que conforman el procedimiento de manera que se consigue conformar una enciclopedia visual 3D de un cuerpo con una calidad y manejabilidad muy altas.

20 El procedimiento lleva consigo un nuevo método de disección anatómica y todos los medios implicados en la realización dicha disección, que pasa por nuevas técnicas de gestión del cuerpo, empleo de herramientas adaptadas para la disección anatómica con el fin propuesto, así como la disposición de los cortes obtenidos para su manejo, estudio, y su presentación.

25

Por lo tanto, la presente invención se circunscribe dentro del ámbito anatomía y, de la conformación de imágenes tridimensionales a partir de imágenes 2D.

30

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

En el estado de la técnica se han desarrollado diferentes aproximaciones a la conformación de un conjunto tridimensional de partes del cuerpo como los descritos en los siguientes artículos:

- 5           - “Serial slice image segmentation of digital human based on adaptive geometric active contour tracking” Chen Qiang; Sun Quan-sen; Xia De-shen
- “A new segmentation method for slice images of digital human brain” Luo H -Y; Li M; Tan L -W; Zheng X -L; Zhang S -X; Hou W -S.
- 10       - “Digital human body thermal infrared image characteristics and human body surface 3D reconstruction” Bi Si-wen; Jiang Yang-ming
- “An auto-registration algorithm for Chinese digital human anatomy image database” Zhuge B; Zhou H-Q; Tang L; Liu B-X; Feng H-Q

En general cada uno de ellos cubre diferentes aspectos. En algunos casos  
15 vemos que solamente se trata del cerebro humano. En otro caso el atlas tridimensional se ha realizado a partir de imágenes de infrarrojos, y en otros casos directamente apuntan a la dificultad que conlleva la realización de rodajas o cortes realizados manualmente por lo que se producen deformaciones, por lo que se hace necesario desarrollar un método activo de  
20 reparación del contorno.

Por lo tanto, es objeto de la presente invención desarrollar un procedimiento que permita la creación de una atlas anatómico tridimensional a partir de sucesivos cortes realizados sobre un cuerpo y posterior fotografiado con objeto  
25 de poder acoplar la totalidad de las imágenes de manera segmentada, todo ello con una calidad muy alta sin necesidad de tener que desarrollar algoritmos de ajuste o métodos adaptativos de reparación del contorno, desarrollando un método como el que a continuación se describe y queda recogido en su esencialidad en la reivindicación primera.

30

## **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

El objeto de la invención es procedimiento para la realización de un atlas anatómico tridimensional universal basado en el corte sucesivo mediante láser de cuerpo criogenizado y posterior fotografiado del mismo, donde a continuación se procede a segmentar las imágenes obtenidas con un programa que tiene una interfaz única dedicada al método, que permite para crear un modelo vectorial en 3D que podrá además ser retocado, formateado, jerarquizado, presentado y analizado de una manera muy intuitiva y versátil.

El procedimiento para la realización del atlas tridimensional básicamente comprende las etapas:

1. Disección anatómica mediante la realización de una serie de cortes finos por láser y en serie de un cuerpo humano entero debidamente criogenizado que constituya una nueva base de datos original de información anatómica.

2. Programación de la(s) interfaz(ces) para programa(s) de archivo 3D que permite(n) la segmentación, los retoques gráficos, el formateado y la presentación de manera interactiva y simplificada para el usuario.

3. Segmentación de las imágenes seriadas para crear un modelo vectorial en 3D.

La segmentación consiste en la agrupación de las imágenes en diferentes órganos o partes del cuerpo en objetos anatómicos 3D a partir de los cortes anatómicos.

4. Programación de las herramientas necesarias de retoque gráfico 3D y estudio anatómico que serán incluidas en la interfaz descrita en la etapa 2.

5. Retoques gráficos 3D, correcciones anatómicas y denominación de los objetos que constituyen el modelo vectorial del cuerpo

6. Programación de la herramienta necesaria para el correcto formateado de los datos obtenidos de manera directa por el programa anteriormente descrito pasándolo a un formato 3D de código abierto.

7. Creación de un modelo anatómico completo y Jerarquizado de cada sistema (hueso, musculo, vasos y nervios) según la topografía: cabeza &

cuello, tórax, abdomen, pelvis y 4 miembros y creación de un modelo en formato de archivo 3D de código abierto.

8. Presentación del modelo en múltiples disposiciones, en varios idiomas. Y en código abierto.

5 La etapa de disección anatómica implica la gestión del cuerpo a tratar, las herramientas de disección utilizadas y la disposición de los cortes obtenidos para su estudio, el estudio de dichos cortes y su presentación.

Para la gestión del cuerpo que inicialmente está congelado, en una primera forma de realización no limitativa, se introduce látex en los conductos  
10 vasculares con diferentes tonalidades para distinguir (arterias y venas) y aumentar el contraste de los tejidos blandos con minium. Sería posible emplear otras técnicas conocidas para aumento del contraste de los tejidos.

La herramienta de disección es el láser, pero además se hace preciso contar con un espacio que permita bloquear el cuerpo perfectamente y separar los  
15 cortes obtenidos.

La disposición de los cortes obtenidos para su estudio, estudio anatómico de los cortes y presentación permite sacar una serie de imágenes de alta resolución que serán almacenadas para su futuro tratamiento por anatomistas.

A diferencia de otros intentos de generación de atlas anatómicos gracias al  
20 procedimiento descrito se consigue un atlas anatómico especialmente diseñado para anatomistas ya que serán capaces de modelizar un cuerpo MANUALMENTE sin tocarlo, en alta definición, con una herramienta dispuesta en abierto y de una manera muy sencilla para ellos. Los anatomistas van a poder interactuar con los cortes e intercambiar los datos entre ellos.

25 Los métodos existentes, como vemos en los artículos citados, van directamente a la inteligencia artificial, y sin éxito, ya que a día de hoy un ordenador no sabe distinguir los diferentes tejidos blandos. o lo que han hecho otras realizaciones

perfeccionando las herramientas de Photoshop entre otras acciones, lo que desvirtúa la exactitud del análisis anatómico.

Para el proceso de segmentación, se puede utilizar cualquiera de los programas existentes de segmentación, por ejemplo y sin ser limitativos el programa Blender® porque este programa es un programa gratuito, abierto (opensource) y que soporta la mayor parte de los formatos 3D existentes (dxf, 3ds, dwg, raw, slp).

Asociado al programa de segmentación se dispone una interfaz de manera que los anatomistas puedan interactuar en todos los sentidos con las imágenes, nombrarlas en varios idiomas, aislarlas por región etcétera.

Las imágenes, en una posible forma de realización, pueden estar dispuestas fuente abierta pudiendo utilizar archivos manejables como 3D PDF, pudiendo utilizar como programa convertidor desde el programa de segmentación el programa Acrobat 3D toolkit ®, pero en ningún caso es una realización limitativa sino ejemplificativa.

Gracias a la combinación de técnicas de criogenización, con el empleo de un láser y fotografías de alta resolución y posteriormente tratamiento digital de las imágenes se consigue un atlas de un cuerpo con una muy alta calidad y precisión.

Salvo que se indique lo contrario, todos los elementos técnicos y científicos usados en la presente memoria poseen el significado que habitualmente entiende un experto normal en la técnica a la que pertenece esta invención. En la práctica de la presente invención se pueden usar procedimientos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la memoria.

A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones la palabra “comprende” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas

y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención.

### **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION.**

5

El procedimiento de la invención comprende las siguientes etapas:

#### **Etapas 1**

10 Realización de una serie de cortes finos por láser y en serie de un cuerpo humano entero debidamente criogenizado que constituya una nueva base de datos original de información anatómica.

Esta etapa en una realización preferente pero no limitativa comprende las siguientes subacciones:

- 15 a) se inyecta con látex coloreado (rojo para las arterias y en azul para las venas) mezclado a un contraste radiopaco (minium), un cuerpo humano adulto.
- b) Se realiza seguidamente un angioscanner preferentemente.
- 20 c) Se realizan seguidamente sobre el cuerpo criogenizado en una caja (que lo mantiene inmóvil), una serie de cortes anatómicos muy finos (hasta 1mm de espesor) con un láser.
- d) Sobre cada uno de los cortes se realizan unas fotografías de alta resolución (4000x 3000 pixels) de estos cortes son realizadas lo que va a constituir una base de datos anatómica del orden de unas 5000
- 25 imágenes.
- e) Una escala milimetrada, así como una muestra de colores test es asociada a cada corte para la parametrización de las distancias y los colores.
- f) En cada paso del láser se aplica un chorro de co2 liquido con objeto de
- 30 permitir mantener la congelación del cuerpo
- g) Las 4000 a 6000 imágenes resultantes son numeradas y almacenadas en un disco duro (de entre 10 y 30 Teras)

Como consecuencia de que el cuerpo está perfectamente bloqueado e inmóvil en la caja no se requiere «retiming» alguno de las imágenes.

5 Etapa 2

Programación de una interfaz (para el programa de segmentación utilizado en el método) única al método, que permita realizar una segmentación muy precisa y detallada de manera manual de forma muy intuitiva con o sin ayuda de inteligencia artificial.

10

Etapa 3

Segmentación con el uso del programa con la interfaz anteriormente citada de las imágenes seriadas para crear un modelo vectorial en 3D.

15 La segmentación consiste en la agrupación de las imágenes en diferentes órganos o partes del cuerpo en objetos anatómicos 3D a partir de los cortes anatómicos.

20 Por otro lado, y de manera complementaria, tiene lugar un contorneado, que puede ser manual, y seguido por expertos morfológicos apoyado por algoritmos inteligentes que se adaptan a las estructuras segmentadas.

25 Con esta técnica unas 1400 estructuras anatómicas diferentes serán segmentadas y modelizadas de forma separada, el conjunto constituyendo el atlas vectorial del cuerpo.

Etapa 4

30 Programación de las herramientas necesarias de retoque gráfico 3D y estudio anatómico que serán incluidas en la interfaz descrita en la etapa 2.

### Etapa 5

Retoques gráficos 3D, correcciones anatómicas y denominación de los objetos que constituyen el modelo vectorial del cuerpo mediante el programa con la interfaz anteriormente citada.

5

En esta etapa se pueden llevar a cabo las siguientes subacciones:

- a) alisado
- b) eliminación de los artefactos o detalles alterados de las imágenes y optimización de los MeSh. Los artefactos son las imágenes alteradas de un objeto.
- c) corrección de los errores anatómicos
- d) acabado de las intersecciones de los vasos y los nervios
- e) macros de las estructuras y denominación
- f) organización de los sistemas (hueso, musculo, arterias, venas y nervios) en cortes.

10

15

### Etapa 6

Programación de la herramienta necesaria para el correcto formateado de los datos obtenidos de manera directa por el programa anteriormente descrito pasándolo a un formato 3D de código abierto.

20

### Etapa 7

Exportación al formato 3Ds y. u3d o similar que sea de código abierto.

25

### Etapa 8

Programación de la herramienta necesaria para la creación de un modelo anatómico completo ,Para su jerarquizado en varias partes y para su retoque gráfico dentro del formato 3D de código abierto elegido.

30

### Etapa 9

creación de un modelo anatómico completo, jerarquizado de cada sistema

(hueso, musculo, vasos y nervios) según la topografía: cabeza & cuello, tórax, abdomen, pelvis y 4 miembros y retoques de detalles Ahora en formato de archivo 3D de código abierto.

5 Etapa 10

Programación de un interfaz de uso del archivo 3D en código abierto que permita un uso interactivo y simplificado del atlas 3D multilingüe y en múltiples disposiciones.

- 10 Que en una posible forma de realización consistirá en la realización de los botones y de las funciones específicas en javascript .

Descrita suficientemente la naturaleza de la presente invención, así como la manera de ponerla en práctica, se hace constar que, dentro de su esencialidad, podrá ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran en detalle de la indicada a título de ejemplo, y a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba, siempre que no altere, cambie o modifique su principio fundamental.

20

## REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para la realización de un atlas anatómico tridimensional caracterizado porque comprende las etapas de:

- 5           1. Disección anatómica mediante una serie de cortes por láser y en serie de un cuerpo entero debidamente criogenizado que constituya una nueva base de datos original de información anatómica.
2. Programación de la(s) interfaz (ces) para programa(s) de archivo 3D que permite(n) la segmentación, los retoques gráficos, el formateado y la  
10           presentación de manera interactiva y simplificada para el usuario.
3. Segmentación de las imágenes seriadas para crear un modelo vectorial en 3D, donde la segmentación consiste en la agrupación de las imágenes en diferentes órganos o partes del cuerpo en objetos anatómicos 3D a partir de los cortes anatómicos.
- 15           4. Programación de las herramientas necesarias de retoque gráfico 3D y estudio anatómico que serán incluidas en la interfaz descrita en la etapa 2.
5. Retoques gráficos 3D, correcciones anatómicas y denominación de los objetos que constituyen el modelo vectorial del cuerpo
- 20           6. Programación de la herramienta necesaria para el correcto formateado de los datos obtenidos de manera directa por el programa anteriormente descrito pasándolo a un formato 3D de código abierto.
7. Creación de un modelo anatómico completo y Jerarquizado de cada sistema (hueso, musculo, vasos y nervios) según la topografía: cabeza &  
25           cuello, tórax, abdomen, pelvis y 4 miembros y creación de un modelo en formato de archivo 3D.
8. Presentación del modelo en múltiples disposiciones, en varios idiomas. Y en código abierto.

2.- Procedimiento para la realización de un atlas anatómico tridimensional según la reivindicación 1 caracterizado porque para la realización de la etapa de cortes de láser se realizan las siguientes subetapas:

- 5 a) se inyecta con látex coloreado (rojo para las arterias y en azul para las venas) mezclado a un contraste radiopaco (minium), un cuerpo humano adulto.
- b) Se realiza seguidamente un angioscanner preferentemente de 64 broches.
- 10 c) Se realizan seguidamente sobre el cuerpo criogenizado en una caja (que lo mantiene inmóvil), una serie de cortes anatómicos muy finos (hasta 1mm de espesor) con un láser.
- d) Sobre cada uno de los cortes se realizan unas fotografías de estos cortes son realizadas lo que va a constituir una base de datos anatómica del orden de unas 5000 imágenes.
- 15 e) Una escala milimetrada, así como una muestra de colores test es asociada a cada corte para la parametrización de las distancias y los colores.
- f) En cada paso del láser se aplica un chorro de CO<sub>2</sub> líquido con objeto de permitir mantener la congelación del cuerpo
- 20 g) Las 4000 a 6000 imágenes resultantes son numeradas y almacenadas en un disco duro.

3.- Procedimiento para la realización de un atlas anatómico tridimensional según la reivindicación 1 ó 2 caracterizado porque la segmentación se realiza mediante un  
25 interfaz y además tiene lugar un contorneado apoyado por algoritmos inteligentes que se adaptan a las estructuras segmentadas.

4.- Procedimiento para la realización de un atlas anatómico tridimensional según la reivindicación 1 ó 2 ó 3 caracterizado porque los retoques gráficos 3D, correcciones

anatómicas y denominación de los objetos que constituyen el modelo vectorial del cuerpo comprende las acciones de:

- a) alisado
- b) eliminación de los artefactos y optimización de los MeSh
- 5 c) corrección de los errores anatómicos
- d) acabado de las intersecciones de los vasos y los nervios
- e) macros de las estructuras y denominación
- f) organización de los sistemas (hueso, musculo, arterias, venas y nervios) en cortes.

10



- ②① N.º solicitud: 201830709  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 14.07.2018  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	<a href="https://web.archive.org/web/20151030080855/http://news.discovery.com/tech/biotechnology/virtual-body-built-from-5000-cadaver-slices-150925.htm">https://web.archive.org/web/20151030080855/http://news.discovery.com/tech/biotechnology/virtual-body-built-from-5000-cadaver-slices-150925 .htm</a> .30/10/2015. Todo el documento	1-4
X	<a href="https://web.archive.org/web/20151019004613/http://thescienceexplorer.com/brain-and-body/dead-body-sliced-5000-times-create-virtual-human.19/10/2015">https://web.archive.org/web/20151019004613/http://thescienceexplorer.com/brain-and-body/dead-body-sliced-5000-times-create-virtual-human.19/10/2015</a> . Todo el documento.	1-4
A	EDWARDS et al. Atlas of the Visible Human Male. AORN JOUR, 19980901 ASSOCIATION OF OPERATING ROOM NURSES, DENVER, CO, US. Watson Donna S, 01/09/1998, Vol. 68, Páginas 480 - 481, ISSN 0001-2092, <DOI: 10.1016/S0001-2092(06)62425-3>. Todo el documento.	1
A	Abstracts - 25th International Symposia on Morphological Science (ISMS) 2017. ANNALS OF ANATOMY, 20170627 JENA, DE. Mißhfeld Christian; Ochs Matthias, 27/06/2017, Vol. 212, Páginas 6 - 334, ISSN 0940-9602, <DOI: doi:10.1016/j.aanat.2017.05.003>. Todo el documento.	1-2
A	WO 2017223560 A1 (RENSSELAER POLYTECH INST) 28/12/2017, Todo el documento.	1

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  
30.04.2019

Examinador  
M. Muñoz Sanchez

Página  
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**G06T15/00** (2011.01)

**G09B23/30** (2006.01)

**G06T7/00** (2017.01)

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

G06T, G09B

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, XPI3E, XPIEE