(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 678 750**

(51) Int. CI.:

G03B 13/20	(2006.01)
G01C 11/02	(2006.01)
G01B 11/25	(2006.01)
G03B 35/08	(2006.01)
G06T 7/60	(2007.01)
G06T 17/00	(2006.01)
G06T 19/00	(2011.01)
H04N 5/225	(2006.01)
H04N 13/02	(2006.01)
H04N 13/00	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2016 E 16020393 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018 EP 3156843**

(54) Título: **Dispositivo y procedimiento para reconstruir la cabeza y el cuerpo en tres dimensiones**

(30) Prioridad:

14.10.2015 FR 1502170

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.08.2018

(73) Titular/es:

QUANTIFICARE S.A. (100.0%)
1180 route des Dolines Batiment Athena B
06560 Valbonne, FR

(72) Inventor/es:

THIRION, JEAN-PHILIPPE

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento para reconstruir la cabeza y el cuerpo en tres dimensiones

La presente invención se refiere a un dispositivo, de preferencia portátil de estereofotogrametría y un procedimiento para la adquisición, reconstrucción y medición de características y variaciones en tres dimensiones de la superficie de la cabeza y del cuerpo.

En cirugía plástica, es necesario poder reconstruir en tres dimensiones la superficie de una parte del cuerpo con el fin de medir las características geométricas de los sujetos, analizar sus formas, simular operaciones quirúrgicas y también adquirir superficies 3D del cuerpo en el transcurso del tiempo con el fin de compararlos y medir sus variaciones geométricas.

Los cirujanos plásticos están particularmente interesados en la superficie de la cara para las operaciones de tipo rinoplastia o para las operaciones de tipo « lifting » y por la superficie del pecho y de los senos para operaciones de cirugía mamaria. Los cirujanos también están interesados en otras zonas del cuerpo tales como los glúteos, las caderas, el cuello, la región del esternón, las manos e incluso otras regiones. Se observará que estas necesidades necesitan variaciones importantes del tamaño del campo de captura de imagen. La superficie de un torso completo es mucho más grande que la superficie de una cara.

La estereofotogrametría consiste en recoger las imágenes de un sujeto según al menos dos ángulos De vista diferentes por medio de un aparato de captura de imagen calibrado, es decir, en el que la geometría de la óptica se conoce perfectamente. Cuando dos imágenes se adquieren de forma simultánea, se habla de un par estereoscópico o « par estéreo » y en la búsqueda de puntos de correspondencia entre las dos imágenes del par estéreo por medio de algoritmos de tipo de correlación, es posible, mediante triangulación, reconstruir una representación densa en tres dimensiones de la superficie del objeto examinado.

La calibración del conjunto óptico es una de las etapas fundamentales necesarias para una reconstrucción precisa en tres dimensiones. La precisión geométrica a alcanzar para la fabricación del conjunto óptico es tal que no es posible tener en la práctica partes móviles en estos elementos ópticos, lo que significa que los aparatos de estereofotogrametría usados para la reconstrucción de superficies anatómicas tienen un plano de enfoque fijo, que define, por medio de una abertura, un campo de profundidad fija alrededor del plano de enfoque. Esto se traduce en un campo de captura de imagen fijo. Por lo tanto, el experto en la materia usará un sistema óptico que tenga una distancia de enfoque correspondiente a un campo de captura de imagen aproximadamente equivalente a un formato A4 para las capturas de imagen faciales. Usará un segundo sistema óptico correspondiente a un campo de captura de imagen aproximadamente equivalente a un formato A3 para las capturas de imagen del pecho. Esto hace que en la práctica, el experto en la materia use dos aparatos distintos para la adquisición por una parte de las caras y por la otra del pecho y los senos.

Es conveniente equipar el sistema de captura de imagen con un medio para colocar el sujeto a la distancia correspondiente al plano de enfoque. Una manera para obtener esta distancia fija de recolocación consistirá en usar un sistema de estereofotogrametría portátil tal como el que se describe en « MAVIS: a non-invasive instrument to measure area and volume of wounds. Measurement of Area and Volume Instrument System.», Plassmann P, Jones TD, Med Eng Phys 1998; 20 (5): 332-8. Este sistema de estereofotogrametría está equipado con un par de proyectores de luz que convergen a la distancia de enfoque del aparato de captura de imagen.

En el caso de una superficie anatómica curva tal como la cara o el pecho, ciertas partes importantes no son visibles de forma simultánea por los dos elementos ópticos del sistema de estereofotogrametría debido a la curvatura del sujeto y esto sea cual sea la anchura del campo del aparato. En consecuencia, ciertas partes del sujeto no se pueden reconstruir en tres dimensiones a partir de una sola captura de imagen estéreo. Es por esta razón por la que se han desarrollado sistemas estáticos de múltiples cabezas con el fin de poder tomar de forma simultánea varias imágenes diferentes estéreo del mismo sujeto, con el fin de cubrir los ángulos muertos. Al calibrar la posición de las diferentes cabezas gracias a objetivos, es posible hacer parches de las diferentes superficies reconstruidas para obtener una sola superficie sin parte oculta de la cabeza o el pecho del sujeto. Esta técnica de compostura, muy delicada y difícil de realizar, se denomina « stitching » en inglés. Inicialmente se usó para formar parches de diferentes fotografías clásicas en dos dimensiones con el fin de reconstruir panorámicas a partir de varias tomas de imagen, y a continuación se extendió a las superficies 3D y a sus texturas respectivas para preparar Una sola representación de la superficie 3D a partir de varios trozos de superficie 3D diferentes. Habitualmente con estos sistemas estáticos de múltiples cabezas son de tres a cuatro cabezas estéreo en función de las aplicaciones.

El LifeViz II, tal como se describe en « Exhibition Watch Report - In-Cosmetics 2013», 2013, XP055139703, París, página 8 y 9, es un sistema al que ha contribuido el autor de la presente invención y que comprende por una parte un aparato de estereofotogrametría portátil con punteros luminosos y por otra parte medios de cálculo que permiten formar parches de las superficies obtenidas para diferentes tomas de imagen estéreo con el fin de reconstruir en tres dimensiones la superficie completa de una cara o del pecho. La dificultad resuelta por este sistema portátil ha sido poder hacer parches de diferentes tomas de imagen adquiridas en momentos diferentes y según ángulos que no se conocen perfectamente, a diferencia de los sistemas fijos de múltiples cabezas para los que se obtienen diferentes

tomas en el mismo momento y las posiciones relativas de las cabezas se conocen perfectamente por calibración. Para el ajuste del LifeViz II, ha sido necesario desarrollar nuevos algoritmos de puesta en correspondencia de superficies que permiten encontrar de forma automática los ángulos desconocidos de captura de imagen, fusionar mamparas de textura tomados con iluminaciones diferentes y superficies que se puedan deformar ligeramente entre las diferentes tomas de imagen debido a ligeros desplazamientos o deformaciones del sujeto entre cada toma. El sistema LifeViz II constituye el estado de la técnica en el campo de los sistemas portátiles de estereofotogrametría. Permanece limitado por el hecho de que en el momento de la fabricación, se debe optimizar para una distancia fija de captura de imagen. Por lo tanto existen modelos de aparatos de estereofotogrametría optimizados para la reconstrucción de la cara y para los que el campo de captura de imagen Es aproximadamente del tamaño de un formato A4, y de otros modelos optimizados para la reconstrucción del torso y para los que el campo de captura de imagen es aproximadamente del tamaño de un formato A3.

En efecto, con un campo de captura de imagen aproximadamente de un tamaño que corresponde al formato A4, la cara se puede cubrir en tres o cuatro tomas. Con un campo limitado al formato A4 y como con un aparato portátil es necesario disponer de un recubrimiento importante de las diferentes superficies para ponerlas en correspondencia, el uso para el torso necesitaría, en la práctica, un número demasiado grande de tomas A4 diferentes, que además serían difíciles de colocar en el espacio las unas con respecto a las otras. Al disponer de un sistema con un campo de captura de imagen que corresponde al formato A3 y para evitar las partes ocultas, se puede cubrir la superficie de un torso por medio de tres a cinco tomas con una definición relativamente sencilla de colocación.

Si se dispone de un aparato portátil que tenga un campo de captura de imagen en formato A3, con el mismo sistema también se pueden adquirir imágenes para la reconstrucción de la cara, pero entonces la resolución de la imagen es bastante menos buena que con un sistema dedicado a la cara ya que en un campo en formato A3, la superficie usada en la imagen para representar la cara es muy pequeña y por lo tanto se pierden muchos píxeles que pasan a ser inútiles.

En conclusión, los aparatos de estereofotogrametría portátiles desarrollados en la actualidad no comprenden más una sola distancia nominal de captura de imagen que se optimiza ya sea para la cara, ya sea para el torso, pero que no se optimiza para estas dos aplicaciones al mismo tiempo. El experto en la materia que quiera usar un sistema portátil para las dos aplicaciones, cabeza y torso, de forma simultánea, usará un sistema optimizado para el torso que hará perder la precisión cuando se busque reconstruir superficies de la cara.

El objeto de la presente invención es solucionar este problema gracias a un dispositivo de estereofotogrametría de preferencia portátil y un procedimiento que usa este dispositivo optimizado para dos distancias diferentes de captura de imagen. El aparato puede ser transportado de forma ventajosa por un usuario y por ejemplo puede pesar menos de dos kilogramos.

El dispositivo de estereofotogrametría como se define en la reiv. independiente 1, es adecuado para ser transportado y está formado por un aparato de captura de imagen equipado con un conjunto de óptica doble que permite obtener dos capturas de imágenes simultáneas según un ángulo diferente. Además dispone de un sistema de medición de distancia que posee al menos dos distancias predefinidas distintas para la captura de imagen.

Será ventajoso que estas dos distancias predefinidas estén comprendidas en la parte del espacio para que el enfoque de la imagen sea nítido, es decir, que las posiciones de recolocación del sujeto sea en el interior de la profundidad de campo del aparato de estereofotogrametría.

La óptica doble del sistema de estereofotogrametría se podrá realizar de diferentes maneras sin que esto tenga influencia en la naturaleza de la invención desde el momento en el que garantiza una gran profundidad de campo. La óptica doble podrá comprender un sistema de lentes y un separador de imágenes fabricado a partir de un juego de espejos. En este caso, será ventajoso disponer de un juego de dos espejos secundarios que permita recoger cada uno una captura de imagen siguiendo un ángulo ligeramente diferente y devolviendo cada uno su imagen del sujeto sobre un juego correspondiente y opuesto de dos espejos primarios que devuelve cada uno su imagen sobre una superficie fotosensible a través de un sistema de lentes. Este sistema de lentes podrá ser único o dividido en dos, con un sub-sistema de lentes diferente para cada una de las imágenes del par estéreo o un solo sistema de lentes que recibe las dos imágenes obtenidas a partir de los espejos primarios. De forma alternativa, la óptica doble podrá comprender los sistemas ópticos separados tales como dos objetivos diferentes que devuelven cada uno una captura de imagen adquirida siguiendo un ángulo diferente sobre una superficie fotosensible única o dividida en dos.

En una variante de la invención, el sistema de medición de distancia estará formado por al menos dos pares de proyectores de luz, cada par de proyectores convergiendo a una distancia diferente. De este modo, al colocar al sujeto de un modo tal como para superponer los motivos luminosos proyectados por un primer par de proyectores de luz, se observa la primera distancia de captura de imagen y colocando el sujeto con el fin de superponer los motivos luminosos proyectados por un segundo par de proyectores de luz, se observa la segunda distancia de captura de imagen.

En otra variante de la invención con el sistema de medición de distancia estará formado por un par de proyectores de luz cuya distancia de convergencia se puede regular de un modo tal que cambiando los ajustes de convergencia

el usuario es capaz de hacer converger los dos proyectores de luz al menos dos distancias diferentes. La ventaja de un sistema de este tipo es que la definición de la distancia de captura de imagen se puede realizar mediante regulación en el momento del uso para muchas más distancias predefinidas posibles y por lo tanto No se congela a solamente dos distancias para la fabricación del dispositivo como en el caso de dos pares de proyectores de luz fijos. El inconveniente con respecto a dos pares distintos de proyectores de luz es que es más difícil en este caso asegurar la reproducibilidad de la regulación en posición ya que con un dispositivo regulable puede existir un riesgo de obtener de forma involuntaria posiciones intermedias.

Incluso en otra variante de la invención, el sistema de medición de distancia estará formado por un par de proyectores de luz cuyos motivos son superponibles a dos distancias diferentes. Se podrá tratar por ejemplo de dos manchas luminosas proyectadas por cada uno de los proyectores, con las manchas luminosas más externas de los dos proyectores permitiendo observar la distancia de recolocación más alejada y las manchas luminosas más internas de los dos proyectores permitiendo observar la distancia de recolocación más cercana del sujeto. Se pueden concebir otros motivos luminosos y existirá una ventaja para poder distinguir las superposiciones de motivos para las dos posiciones para los aspectos de color o de forma de los motivos proyectados. De ese modo por ejemplo, los motivos interiores podrán ser circulares y los motivos exteriores podrán tener forma de cruz, o bien incluso los motivos interiores podrán tener un color y los motivos exteriores otro. En esta variante de la invención, la ventaja es disponer de un solo par de proyectores de luz sin ajustes. Su inconveniente con respecto a dos pares separados de proyectores de luz es el riesgo de confusión en el uso de los motivos proyectados.

Incluso otra variante de la invención es disponer de un sistema de telemetría que permita definir al menos dos distancias diferentes. Existen numerosas formas de realizar uno de telémetro ese tipo, basado en el uso de infrarrojos, ondas de radar, o bien incluso en el principio de interferometría. El sistema de telemetría podrá incluir la presentación de la distancia medida, permitiendo de ese modo la colocación del sujeto a distancias nominativas predefinidas. El sistema de telemetría también podrá contener un sistema de programación que permita el desencadenamiento de una señal cuando se observa una de las al menos dos distancias predefinidas. Esta señal a comprender en el sentido largo podrá ser una señal sonora y/o una señal visual, o bien incluso una señal electromagnética que puede servir opcionalmente para desencadenar la captura de imagen cuando se observa la distancia predefinida deseada. La señal visual podrá ser el encendido o el apagado de una luz o bien incluso el parpadeo o no parpadeo de la medición fijada por el telémetro o cualquier otra señal visual.

En todas estas variantes de la invención, podrá ser ventajoso disponer de un conmutador que permita seleccionar una de las al menos dos distancias predefinidas de captura de imagen. Por lo tanto, en el caso de dos pares de proyectores de luz, el conmutador permitirá activar en una primera posición el encendido de uno de los dos pares y activar en una segunda posición el encendido del segundo par de proyectores de luz. Podrá ser ventajoso disponer de una tercera posición del conmutador que permita el apagado de los dos pares de proyectores, incluso denominada posición « de reposo » del sistema. En el caso de un telémetro, el conmutador podrá permitir seleccionar la una o la otra entre las al menos dos posiciones predefinidas programadas en el telémetro y en este caso también podrá ser ventajoso disponer de una tercera posición del conmutador que provoque el apagado del telémetro.

En el caso del uso de un conmutador y si el aparato de estereofotogrametría está equipado con un flash, también será ventajoso adaptar la potencia del flash al medio del conmutador de modo que si se usa la distancia más corta de las al menos dos distancias predefinidas entonces la potencia del flash se reduce y si se usa la distancia más larga de las al menos dos distancias predefinidas entonces la potencia del flash aumenta con el fin de que la intensidad luminosa de las imágenes tomadas a la distancia corta o a la distancia larga sean comparables. La ventaja de esta variante de la invención es permitir la selección de la distancia de captura de imagen por medio de un solo conmutador sin tener, por ejemplo que adaptar de forma manual las ISO de la carcasa fotográfica del aparato para hacer estas intensidades similares.

En una variante de la invención particularmente útil en el caso de las aplicaciones en cirugía plástica o en dermatología estética, podrá ser ventajoso regular las al menos dos distancias de capturas de imagen de modo que una de estas distancias corresponda a un campo de captura de imagen cercano para una de las distancias del tamaño de un formato de papel de tipo A4, es decir, una longitud y una altura para la captura de imagen a la distancia nominal de captura de imagen de 29,7 cm por 21 cm y para la otra de las distancias de un campo de captura de imagen cercano a un formato de papel de tipo A3, es decir, 42 cm por 29,7 cm. En efecto, un campo aproximado de tipo A4 es perfectamente adecuado para la captura de imagen de caras, mientras que un campo aproximado de tipo A3 es perfectamente adecuado para la captura de imagen de partes del cuerpo y en particular del torso.

Uno de los desafíos tecnológicos en el caso de la presentí mencioné realizar un dispositivo de estereofotogrametría cuya profundidad de campo, es decir, la distancia que separa los dos planos entre los que la imagen del sujeto es nítida, sea capaz de cubrir las al menos dos distancias predefinidas de captura de imagen. En efecto, como sea indicado en el preámbulo, la precisión de la calibración de los sistemas ópticos necesaria para la estereofotogrametría es generalmente un modo tal que las partes del sistema óptico están necesariamente fijadas lo que implica una posición fija del plano de enfoque del dispositivo. Con el fin de realizar una profundidad de campo suficiente para obtener una imagen nítida a la distancia que corresponde al campo de captura de imagen equivalente

al formato A4 y al mismo tiempo la imagen incluso nítida a la distancia que corresponde al campo de captura de imagen equivalente al formato A3, una variante de la invención usa de forma ventajosa dos fuegos separados de lentes, con un juego distinto de lentes para cada elemento sub-óptico de la óptica doble, cada juego de lentes estando constituido por tres frentes alineadas que corresponden, en el sentido de la trayectoria óptica de los rayos de luz que entran en el aparato de captura de imagen, a una lente plana-convexa, una lente doble-cóncava y una lente que forma un duplete acromático. En los experimentos de los inventores, se muestra que esta composición de lentes es particularmente ventajosa con el fin de realizar una profundidad de campo compatible a la vez con imágenes cercanas a un formato A4 e imágenes cercanas a un formato A3.

El procedimiento que sigue la invención consiste en usar, como se define en la reiv. independiente 14, el dispositivo que sigue la invención colocando, según la elección del operador, el sujeto a una de las al menos dos distancias predefinidas de captura de imagen, a continuación realizando una o varias capturas de imágenes a distancia predefinida.

Una variante de este procedimiento consiste en que el usuario active un conmutador permitiendo la selección de una entre las al menos dos distancias de captura de imagen predefinidas antes de colocar al sujeto a la distancia de captura de imagen seleccionada.

En el caso del uso de los pares de punteros luminosos, el usuario activará, a su elección, uno de los dos pares de proyectores, a continuación colocará al sujeto de modo que los dos motivos luminosos proyectados por los proyectores converjan en un punto situado en la superficie del sujeto. El usuario podrá, a su elección, hacer retroceder o avanzar al sujeto o retroceder o avanzar el dispositivo de estereofotogrametría con el fin de realizar esta superposición, y a continuación tomar una o varias capturas de imagen a esta distancia predefinida del sujeto.

En el caso de un solo par de proyectores de luz que disponen de una regulación de la convergencia de los proyectores, el usuario regulará la distancia deseada entre las al menos dos distancias predefinidas antes de colocar de forma relativa el sujeto y el aparato de estereofotogrametría y a continuación de desencadenar la captura de imagen.

En el caso de un solo par de proyectores de luz que disponen de varios motivos por proyector de luz, el usuario colocará de forma relativa el sujeto con respecto al aparato de captura de imagen con el fin de realizar la superposición de un motivo común o complementario que proviene de cada uno de los dos proyectores de luz.

En el caso del uso de un telémetro, el usuario colocará de forma relativa el sujeto y el dispositivo de estereofotogrametría de manera que el telémetro muestre una entre las al menos dos distancias predefinidas de ajuste. Será ventajoso equipar el telémetro con un sistema de programación de la distancia que permita la activación de una señal cuando se observe la distancia deseada. De ese modo, el usuario programará en un primer tiempo la distancia del telémetro para la una de las al menos dos distancias predefinidas, a continuación colocará de forma relativa el sujeto y el dispositivo de estereofotogrametría hasta la activación de la señal del telémetro que marca la observación de la distancia seleccionada y por último el usuario activará la captura de imagen en el momento en el que reciba o perciba esta señal. En una variante ingeniosa del procedimiento, el dispositivo de estereofotogrametría se activa de forma automática por la señal que marcan la observación de la distancia del telémetro programado previamente entre una de las al menos dos distancias predefinidas de captura de imagen.

En una variante del procedimiento y después de que se haya realizado una o varias tomas de imagen con estereofotogrametría para una de las al menos dos distancias predefinidas de captura de imagen, un programa informático se usa de forma ventajosa para determinar en tres dimensiones la con las superficies del sujeto que corresponden a esta o a estas tomas de imágenes. A continuación se usa de forma ventajosa un programa informático para poner en correspondencia las diferentes superficies reconstruidas en tres dimensiones, y por último se usa de forma ventajosa un programa informático para hacer parches (en inglés se traducirá por « stitcher ») de las diferentes superficies y realizar al final una sola representación tridimensional del sujeto tomada a esta distancia.

De preferencia, un mismo programa comprende instrucciones para las diferentes etapas mencionadas anteriormente. En procedimiento podrá usar un ordenador equipado con al menos un procesador y una memoria no transitoria para el almacenamiento del o de los programas.

En una variante particular del procedimiento, el usuario podrá elegir entre:

- seleccionar la posición que corresponde a un formato aproximado a A4, a continuación realizar varias tomas de imagen de la cabeza del sujeto a esta distancia, a continuación un programa informático determina en tres dimensiones las superficies correspondientes y por último pone en correspondencia y hace parches de las diferentes superficies para obtener una sola representación en tres dimensiones de la cabeza del sujeto.
- O bien seleccionar la posición que corresponde a un formato aproximado a A3, a continuación realizar varias tomas de imagen del cuerpo del sujeto esta distancia, a continuación un programa informático determina en tres dimensiones las superficies correspondientes y por último pone en correspondencia y hace parches de las diferentes superficies para obtener una sola representación en tres dimensiones del cuerpo del sujeto.

En una variante más específica incluso del procedimiento para el que una de las al menos dos distancias de captura

de imagen corresponde a un campo de captura de imagen aproximado a un formato A4 y la otra corresponde a un campo de captura de imagen aproximado a un formato A3, se tendrá un interés en que:

- cuando el usuario selecciona la distancia que corresponde al formato A4, entonces hace tres o cuatro tomas de imagen de la cara, la primera captura de imagen se realiza de cara, una segunda captura de imagen se realiza de un lado de la cara y ligeramente por debajo, una tercera captura de imagen se realiza del otro lado de la cara y ligeramente por debajo y la cuarta captura de imagen, opcional, se realiza de cara al sujeto pero por la parte inferior.
- cuando el usuario selecciona la distancia que corresponde al formato A3, entonces hace tres o cuatro tomas de imagen del torso, la primera se realiza de cara, la segunda de lado y sobre la parte baja con el fin de tomar bien la imagen del pliegue infra-mamario de uno de los senos del sujeto y la tercera del otro lado y por la parte baja con el fin de tomar y en la imagen del pliegue infra-mamario del otro seno. Una cuarta captura de imagen, opcional se toma de carácter o por la parte superior y se gira 90° con el fin de poder formar imágenes de la parte superior de los hombros en toda su ancho.

Los inventores han determinado una ventaja particular en usar estos protocolos 3 o 4 imágenes en formato A4 para la reconstrucción de la cara y 3 o 4 imágenes en formato A3 para la reconstrucción del torso y de los senos, lo que cubre en particular igualmente bien los otros campos principales de aplicaciones objeto en cirugía plástica.

La ventaja de invenciones por lo tanto es poder disponer de un solo dispositivo de estereofotogrametría portátil que se optimiza a la vez para la captura de imagen de la cara y para la captura de imagen del torso. Se opone en esto a los sistemas móviles existentes, que no tienen más que una sola distancia nominal de colocación del sujeto. Al cubrir estas dos partes anatómicas para superficies muy diferentes, estos mismos dispositivo y procedimiento permiten reconstruir otras numerosas partes del cuerpo que varían desde la superficie de una mano a la del torso completo e incluso más allá.

Las figuras adjuntas ilustran la invención:

- La figura 1 presenta la invención siguiendo una vista de lado.
- La figura 2 presenta la invención siguiendo una vista desde la parte superior.
- La figura 3 presenta una variante de la invención que comprende un par de proyectores de luz cuya distancia de convergencia se puede regular.
- La figura 4 presenta una variante de la invención en la que se usa un par de proyectores de luz que proyecta cada uno varios motivos.
- La figura 5 presenta una variante de la invención en la que se usa un telémetro para observar la una o la otra de las al menos dos distancias predefinidas.
- La figura 6 presenta una variante de la invención que permite la observación de una doble óptica que posee una profundidad de campo muy grande.
- La figura 7 presenta un procedimiento de acuerdo con la invención que permite realizar tomas de del sujeto a dos distancias diferentes predefinidas.
- La figura 8 presenta los ángulos de captura de imagen optimizados para la cara usando un campo de captura de imagen aproximado un formato A4.
- La figura 9 presenta los ángulos de captura de imagen optimizados para el torso usando un campo de captura de imagen aproximado a un formato A3.

En Referencia a estas figuras con el dispositivo está formado por:

- La carcasa de un aparato de captura de imagen (1)
- Un conjunto de óptica doble (2) montado sobre la carcasa del aparato (1) y constituido por dos elementos sub-ópticos (2b) y (2c) que permiten la realización de un par estereoscópico que corresponde a dos ángulos de captura de imagen ligeramente diferente.
- Medios de medición de distancia (34) que permiten definir al menos dos distancias de captura de imagen distintas que corresponden a las posiciones (A3) y (A4) en el espacio que se extiende delante del aparato de captura de imagen.

Para la realización del dispositivo será ventajoso que las posiciones (A3) y (A4) estén contenidas en el plano (6a) y el plano (6b) que definen la profundidad de campos (6), es decir, la distancia del espacio para que las imágenes del par estéreo son nítidas, (6a) siendo el plano el más cercano al dispositivo de estereofotogrametría para el que la imagen comienza a ser nítida y (6b) siendo el plano plan el más alejado del sistema de estereofotogrametría para el que la imagen es incluso nítida.

En una variante particular de la invención, los medios de medición de distancia (34) están constituidos por dos pares de proyectores de luz, de manera que el primer par de proyectores de luz (3b) y (3c) converjan en un punto (A3) y el segundo par de proyectores de luz (4b) y (4c) converja hacia un segundo punto (A4). En este caso será ventajoso disponer de un conmutador (5) que permita, de acuerdo con la elección del usuario, activar el encendido:

- del par de proyectores de luz (3b) y (3c),
- del par de proyectores de luz (4b) y (4c).

También habrá una ventaja en que una tercera posición del conmutador (5), denominada « posición de reposo », permita el apagado de todos los proyectores de luz.

En otra variante de la invención, los medios de medición (34) estarán constituidos por un par de proyectores de luz (3b) y (3c) cuya distancia de convergencia se puede regular, de una manera tal que al cambiar los ajustes de convergencia, el usuario pueda asegurar la convergencia de los dos proyectores de luz a una de las al menos dos distancias predefinidas diferentes (A4, A3). Una manera posible de realizar proyectores regulables en lo que respecta a su punto de convergencia, ilustrado por la figura 3, es equipar cada proyecto con un eje de rotación, un transportador semicircular y una varilla de colocación solidaria del proyecto luminoso y prever para cada proyecto dos posiciones de bloqueo sobre el transportador asociado, respectivamente (7b) y (8b) para el proyecto luminoso (3b), y (7c) y (8c) para el proyecto luminoso (3c), de manera que:

- cuando la varilla de colocación del proyector (3b) se bloquea en la posición (7b) y la varilla de colocación del proyecto (3c) se bloquea en la posición (7c) entonces los proyectores de luz (3b) y (3c) convergen en el punto (A3)
- y de manera que cuando la varilla de colocación del proyector (3b) se bloquea en la posición (8b) y la varilla de colocación del proyecto (3c) se bloquea en la posición (8c), entonces los proyectores de luz (3b) y (3c) convergen en el punto (A4).

Incluso en otra variante de la invención, los medios de medición (34) están constituidos por un par de proyectores de luz (3b) y (3c) cuyos motivos luminosos se pueden superponer a dos distancias diferentes. En la variante según la figura 4, cada proyector de luz emite un motivo formado por dos puntos luminosos, uno interno y el otro externo, de manera que realizando la superposición de los puntos luminosos externos, se materializa la posición del punto (A3) y de manera que realizando la superposición: luminosos internos, se realiza la posición de punto (A4). Como se indica en la descripción, habrá un interés en distinguir los motivos internos de los motivos externos mediante colores o formas de motivos diferentes.

Incluso en otra variante de la invención los medios de medición (34) están constituidos por un sistema de telemetría que permite definir una entre al menos dos distancias predefinidas diferentes. De acuerdo con la realización que se presenta en la figura 5, un telémetro (9) se coloca sobre la carcasa del aparato de captura de imagen (1). Los medios de captura de imagen (34) pueden contener una pantalla (10) que indica la distancia entre el telémetro (9) y el sujeto (S), y el telémetro puede estar equipado con un conmutador (5) de manera que una primera posición del conmutador (5) permita la activación de una señal (11) cuando se observa la distancia (A4) y de manera que la segunda posición del conmutador (5) permita a la activación de una señal (11) cuando se observa la distancia (A3). En otras variantes incluso de la realización usando un telémetro, éste podrá no disponer de conmutador sino en su lugar maneras diferentes de señalar la observación de la distancia (A4) o de la distancia (A3) por medio por ejemplo de colores diferentes en el caso de una señal visual o bien de sonidos diferentes en el caso de una señal sonora o incluso bien de cualquier otra manera para distinguir la observación de la una o de la otra de las al menos dos distancias predefinidas.

En todos los casos de realización en los que el dispositivo contiene un conmutador (5) y si el dispositivo dispone de un flash, será ventajoso que este conmutador sirva también para adaptar la potencia luminosa del flash de manera que si se usa la distancia más corta de las al menos dos distancias predefinidas entonces la potencia del flash se reduce y sí se usa la distancia más larga de las al menos dos distancias predefinidas entonces la potencia del flash aumenta de manera que la intensidad luminosa de las imágenes tomada a la distancia corta o a la distancia larga sean similares. Esto se puede realizar con un circuito integrado conducido por el conmutador para controlar la tensión de carga de los condensadores del flash y adaptarlo a la distancia seleccionada. En este caso también habrá una ventaja en que las intensidades luminosas de las imágenes de una superficie blanca tomadas al menos dos de las al menos dos distancias predefinidas de captura de imagen sean idénticas o diferentes en al menos un 10 %. Por intensidad luminosa para cada imagen de la superficie blanca se hace referencia al valor de intensidad de la imagen que corresponde al pico principal del histograma de esta imagen.

En una variante de la invención particularmente útil en cirugía plástica o en dermatología estética, será ventajoso que la distancia más cercana (A4) sea de un modo tal que la intersección de la pirámide de captura de imagen que corresponde a uno de los elementos sub-ópticos (2b) o (2c) con el plano perpendicular al eje de captura de imagen y que pasa por el punto de colocación (A4) corresponda a una superficie que sea aproximadamente la de un formato normalizado A4 y que la distancia más alejada (A3) sea de un modo tal que la intersección de la pirámide de captura de imagen que corresponde a uno de los elementos sub-ópticos (2b) o (2c) con el plano perpendicular al eje de captura de imagen y que pasa por el punto de colocación (A3) corresponda a una superficie que sea aproximadamente la de un formato normalizado A3.

Con el fin de precisar las relaciones de distancias, será ventajoso que la superficie del campo de captura de imagen que corresponde a la más corta (A4) de las al menos dos distancias de captura de imagen (A4, A3) sea inferior a al menos un 25 % de la superficie con respecto a la superficie del campo de captura de imagen que corresponda a la más larga (A3) de las al menos dos distancias de captura de imagen (A4, A3). En este caso habrá una ventaja en que la superficie del campo de captura de imagen que corresponde a la más corta (A4) de las al menos dos distancias de captura de imagen (A4, A3) sea igual a la superficie de un formato A4, es decir, 21 cm x 29,7 cm a más

o menos un 40 % de cercanía y que la superficie del campo de captura de imagen que corresponde a la más larga (A3) de las al menos dos distancias de captura de imagen (A4, A3) sea igual a la superficie de un formato A3, es decir, 29,7 cm x 42 cm a más o menos un 40 % de cercanía.

De acuerdo con la variante de la invención particularmente ventajosa porque permite la realización de un sistema óptico que tiene una profundidad de campo (6) muy grande y que se ilustra de forma indicativa en la figura 6, el dispositivo de estereofotogrametría se podrá basar en un separador luminoso de manera que cada uno de los elementos sub-ópticos (2b,2c) esté equipado con un juego de los espejos opuestos y de tres lentes alineadas tal como un espejo exterior denominado espejo secundario (12b, 12c) que recibe la imagen del sujeto (S) para volver a enviarla sobre un espejo interior opuesto denominado espejo primario (13b, 13c) que vuelve a enviar el mismo la imagen a través de la primera lente de tipo plano-convexo (14b, 14c), a continuación a través de la segunda lente de tipo doble-cóncava (15b, 15c), a continuación a través de una tercera lente de tipo duplete acromático (16b, 16c) con el fin de que esta imagen alcance la superficie fotosensible (17) colocada en el interior de la carcasa del aparato de captura de imagen (1), las dos imágenes juntas del sujeto (S) por los dos elementos sub-ópticos (2b, 2c) constituyendo de ese modo el par estéreo adquirido por el aparato.

El procedimiento de acuerdo con la invención consiste en usar el dispositivo de acuerdo con la invención seleccionando una de las al menos dos distancias predefinidas (100), a continuación colocando el sujeto a la distancia predefinida del dispositivo de captura de imagen (200) y tomando una o varias tomas de imagen a esta distancia (300). Dependiendo de la implementación del dispositivo de adquisición, la colocación del sujeto (200) se realizará observando la superposición de motivos emitidos por el o los punteros luminosos, activando un telémetro o incluso con otros medios de medición de distancia.

De acuerdo con una variante del procedimiento, el operario itera entre la colocación del sujeto con los medios de medición de distancia (200) y las tomas de imagen (300) a esta distancia que definirá con el fin de adquirir un cierto número de imágenes del sujeto. Un programa informático determinar a continuación en tres dimensiones las superficies (400) para cada una de las imágenes recogidas. Un programa informático a continuación pone correspondencia en el espacio (500) las diferentes superficies 3D. Un programa informático puede tomar a continuación las diferentes superficies 3D reconstruidas y rechazadas y hacer parches con ellas (o « stitcher ») (600) en una sola representación 3D del sujeto.

De acuerdo con una variante del procedimiento usando un dispositivo que tenga entre sus diferentes distancias predefinidas la posibilidad de tomar imágenes en un formato aproximado a A4 y en un formato aproximado a A3, el usuario elige previamente (100) entre:

- usar la distancia (A4) que corresponde al formato A4, colocar al sujeto a esta distancia (200) a continuación adquirir varias tomas de la cara del sujeto (300) a esta distancia (A4) y a continuación un programa informático realiza las etapas de reconstrucción (400), recalibrado (500) y compostura (600) de superficies para generar un modelo 3D de la cara del sujeto (710).
- usar la distancia (A3) que corresponde al formato A3, colocar al sujeto a esta distancia (200) a continuación adquirir varias tomas del torso del sujeto (300) a esta distancia (A3) y a continuación un programa informático realiza las etapas de reconstrucción (400), recalibrado (500) y compostura (600) de superficies para generar un modelo 3D del torso del sujeto (720).

En este caso habrá una ventaja en que para la serie de tomas de imagen a la distancia (A4) de la cara, los ángulos de captura de imagen se acercan a los que se presentan en la figura 8, es decir, una primera captura de imagen de frente (310), una segunda captura de imagen que se realiza desde un lado de la cara y ligeramente por debajo (320), una tercera captura de imagen que se realiza desde el otro lado de la cara y ligeramente por debajo (330) y la cuarta captura de imagen, opcional, que se toma de frente al sujeto pero por debajo (340).

También habrá una ventaja en que para la serie de tomas de imagen a la distancia (A3) del torso, los ángulos de captura de imagen se acercan a los que se representan en la figura 9, es decir, una primera captura de imagen de frente (350), una segunda desde un lado y por la parte baja con el fin de formar imágenes del pliegue infra-mamario del seno (360) y una tercera por el otro lado y por la parte baja con el fin de formar imágenes del pliegue infra-mamario del otro seno (370) y la cuarta captura de imagen, opcional, que se realiza de frente y por la parte superior girando el aparato 90° (380) para formar imágenes de la parte superior de los hombros.

El dispositivo y el procedimiento de acuerdo con la invención están destinados en particular a adquirir, por medio de un solo dispositivo de estereofotogrametría portátil, imágenes a al menos dos distancias predefinidas. Es particularmente útil para adquirir representaciones en forma de superficies tridimensionales optimizadas a la vez para la cara y para el torso del sujeto, cubriendo de ese modo las principales necesidades de los cirujanos plásticos y de los dermatólogos estéticos por medio de un solo dispositivo de captura de imagen totalmente portátil.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la captura de imagen por estereofotogrametría de partes del cuerpo, que comprende un aparato de captura de imagen (1) y una óptica doble (2) equipado con dos sub-ópticas (2b, 2c) que permiten obtener dos capturas de imagen simultáneas cada una según un ángulo diferente, **caracterizado porque** comprende un sistema de medición de distancia (34) configurado para señalar al usuario que la distancia entre el dispositivo y una parte del cuerpo a reproducir corresponde a una distancia objetivo de captura de imagen definida entre al menos dos distancias predefinidas distintas que corresponden cada una a un formato (A4, A3) de reproducción de imagen diferente.

2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** las al menos dos distancias predefinidas distintas (A4, A3) están incluidas en una región del espacio que corresponde a la profundidad de campo (6) de dicho dispositivo.

3. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por el hecho de que** el sistema de medición (34) dispone de al menos dos pares de proyectores de luz (3b, 3c) y (4b, 4c), un primer par de proyectores de luz (3b, 3c) que está configurado para converger a una primera distancia predefinida (A3) de las al menos dos distancias predefinidas distintas (A4, A3) y un segundo par de proyectores de luz (4b, 4c) que está configurado para converger a una segunda distancia predefinida (A4) de las al menos dos distancias predefinidas distintas (A4, A3).

4. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por el hecho de que** el sistema de medición (34) dispone de un par de proyectores de luz (3b, 3c) cuya distancia de convergencia se puede regular a la una o a la otra de las al menos dos distancias predefinidas distintas (A4, A3).

5. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por el hecho de que** el sistema de medición (34) dispone de un par de proyectores de luz (3b, 3c) que poseen motivos definidos de modo que dos motivos proyectados se superpongan a una distancia predefinida (A4) y que otros dos motivos proyectados se superpongan a otra distancia predefinida (A3).

6. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por el hecho de que** el sistema de medición (34) dispone de un telémetro (10) que permite regular la distancia objetivo a la una o a la otra entre las al menos dos distancias predefinidas distintas (A4, A3).

7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por el hecho de que** el telémetro (10) está configurado para emitir una señal visual y/o sonora (11) que indica que la distancia objetivo se ha alcanzado.

8. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** comprende un conmutador (5) que permite la selección de una cualquiera de las al menos dos distancias predefinidas de captura de imagen (A4, A3).

9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende un flash y un sistema de adaptación de la potencia del flash de modo que cuando el conmutador (5) se regula para seleccionar la más corta de las al menos dos distancias predefinidas de captura de imagen (A4, A3) la potencia del flash disminuye y que cuando el conmutador (5) se regula para seleccionar la más larga de las al menos dos distancias predefinidas de captura de imagen (A4, A3) la potencia del flash aumenta.

10. Dispositivo según la reivindicación precedente, en el que el sistema de adaptación de la potencia del flash se configura para que las intensidades luminosas de las imágenes de una superficie blanca tomadas a al menos dos de las al menos dos distancias predefinidas de captura de imagen sean idénticas o diferentes en menos de un 10 %.

11. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por el hecho de que** la más pequeña (A4) de las al menos dos distancias predefinidas distintas de captura de imagen corresponde a un primer campo de captura de imagen de una superficie más pequeña en al menos un 25 % de superficie con respecto a la superficie del campo de captura de imagen que corresponde a una segunda (A3) de las al menos dos distancias predefinidas distintas de captura de imagen.

12. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por el hecho de que** una de las al menos dos distancias predefinidas de captura de imagen corresponde a un campo de captura de imagen de una superficie de un formato normalizado A4 a más o menos un 40 % de distancia en superficie y/u otra de las al menos dos distancias predefinidas de captura de imagen corresponde a un campo de captura de imagen de una superficie de un formato normalizado A3 a más o menos un 40 % de distancia en superficie.

13. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por el hecho de que** cada sub-óptica (2b,2c) de la óptica doble (2) comprende tres lentes, incluyendo en el orden que corresponde al sentido de la trayectoria de los rayos de luz que entran en el la óptica:

- una lente plana-convexa (14b, 14c),

- una lente doble-cóncava (15b, 15c),
- y una lente que forma un doblete acromático (16b, 16c).

14. Procedimiento que comprende el uso de un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende las siguientes etapas: una selección (100) de distancia objetivo, una colocación relativa (200) del aparato de captura de imágenes y de un sujeto a la distancia objetivo por medio del sistema de medición (34), a continuación una realización (300) de una o varias capturas de imagen a la distancia objetivo, **caracterizado porque** la distancia objetivo es una entre al menos dos distancias predefinidas de captura de imagen que corresponden cada una a un formato (A4, A3) de reproducción de imagen diferente y el sistema de medición (34) señala que la distancia entre el dispositivo y una parte del cuerpo a reproducir corresponde a dicha distancia objetivo.

15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende una activación de un conmutador (5) con el fin de realizar la selección (100) de una de las al menos dos distancias predefinidas de captura de imagen antes de proceder a la colocación (200) del sujeto con respecto al dispositivo.

16. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 15, que comprende las siguientes etapas:

una realización de varias capturas de imagen de pares estereoscópicos a una de las al menos dos distancias de captura de imagen predefinidas de un mismo sujeto, a continuación una determinación en tres dimensiones de las superficies que corresponden a las diferentes capturas de imagen de este sujeto (400), a continuación una puesta en correspondencia de las diferentes superficies reconstruidas (500) y por último una compostura de las diferentes superficies puestas en correspondencia (600) en una sola representación tridimensional del sujeto.

17. Procedimiento según una de las dos reivindicaciones precedentes, que comprende la etapa de uso de un producto de programa informático que comprende instrucciones configuradas para, cuando se ejecutan por al menos un procesador, realizar las etapas de determinación, de puesta en correspondencia de la compostura.

18. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, **caracterizado por el hecho de que** el usuario elige (100) las etapas de:

- seleccionar como distancia objetivo la distancia (A4) más cercana de un sujeto entre las al menos dos distancias predefinidas distintas (A4, A3), a continuación colocar de forma relativa el aparato de captura de imagen y el sujeto (200) a esta distancia objetivo, a continuación realizar varias capturas de imágenes a esta distancia de la cara del sujeto siguiendo ángulos diferentes (300);
- o bien seleccionar como distancia objetivo una distancia (A3) más alejada del sujeto entre las al menos dos distancias predefinidas distintas (A4, A3), a continuación colocar de forma relativa el aparato de captura de imagen y el sujeto a esta distancia objetivo (200), a continuación realizar varias capturas de imágenes a esta distancia del torso del sujeto siguiendo ángulos diferentes (300).

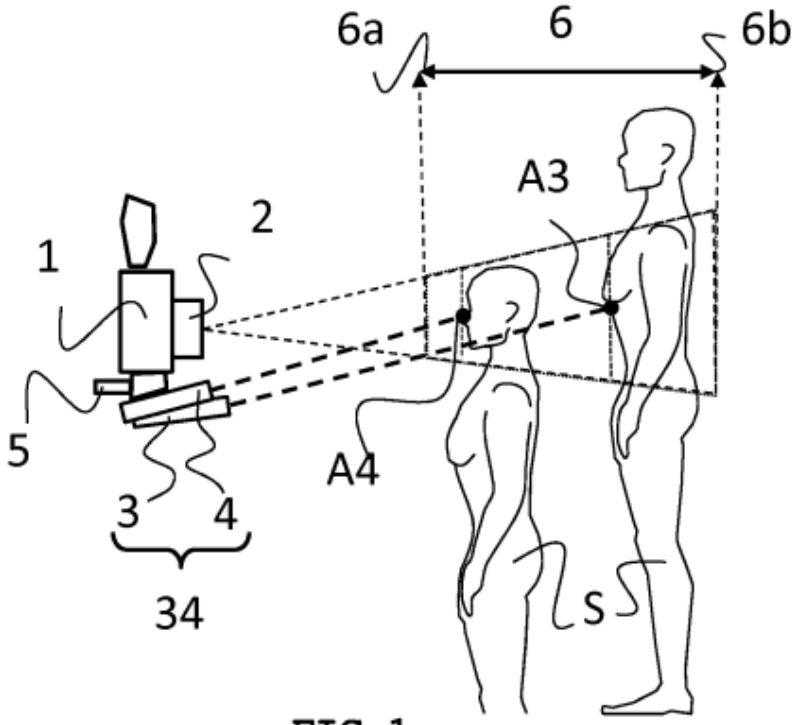

FIG.1

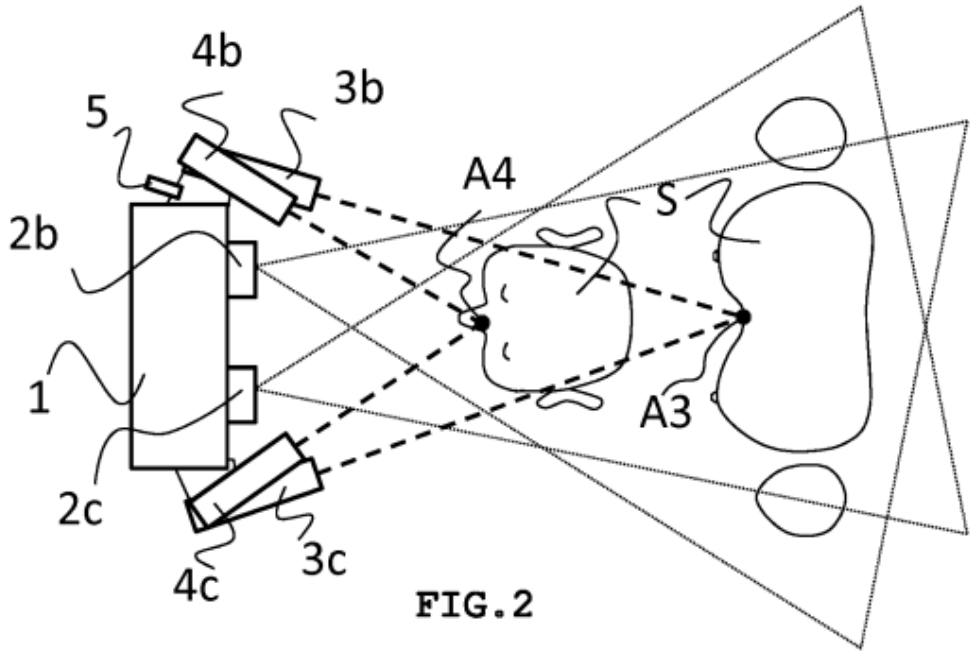

FIG.2

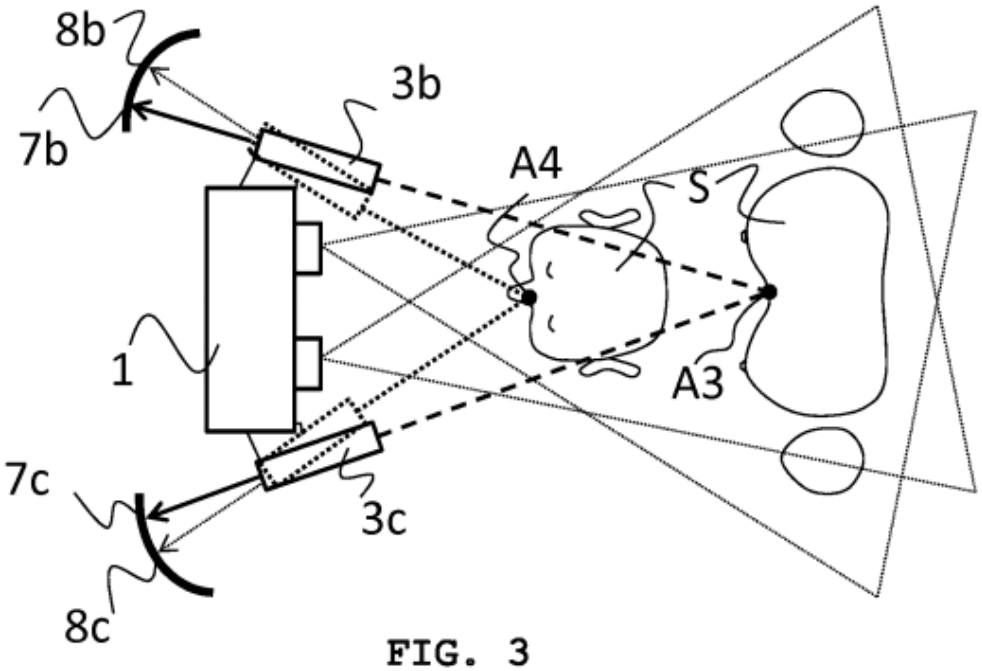

FIG. 3

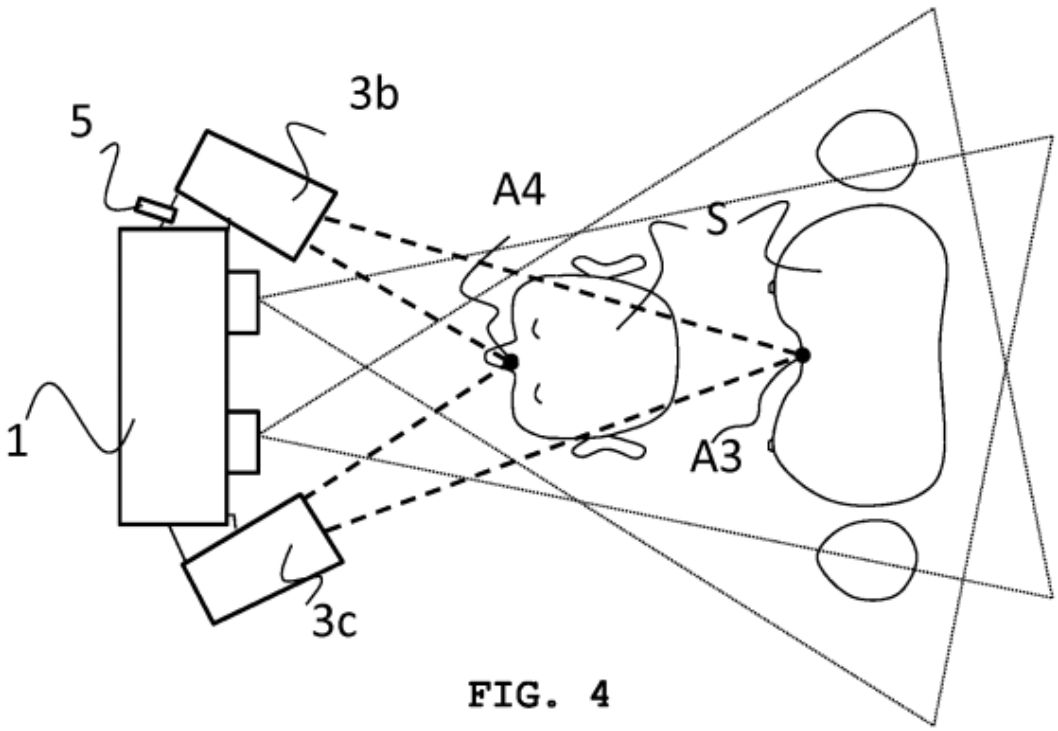

FIG. 4

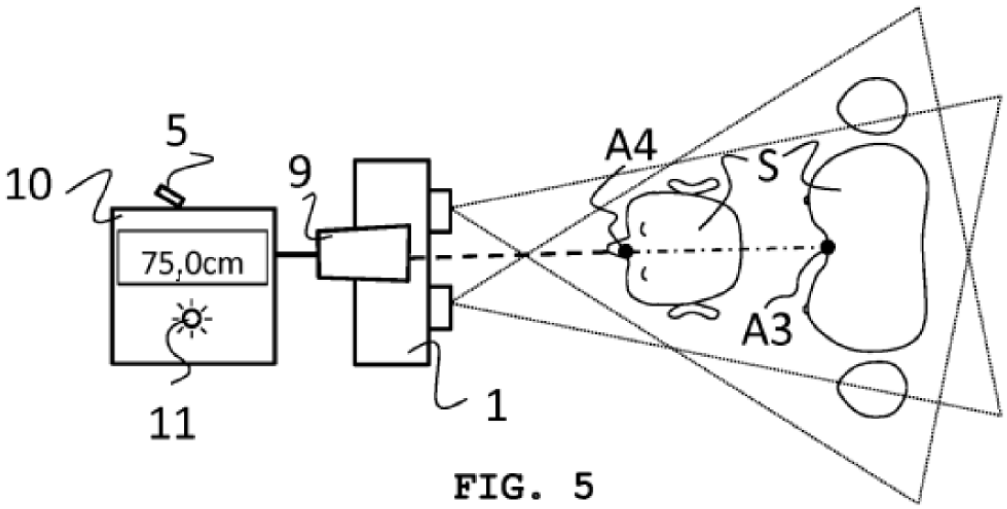
5
10
9
A4
S
75,0cm
A3
11
1

FIG. 5

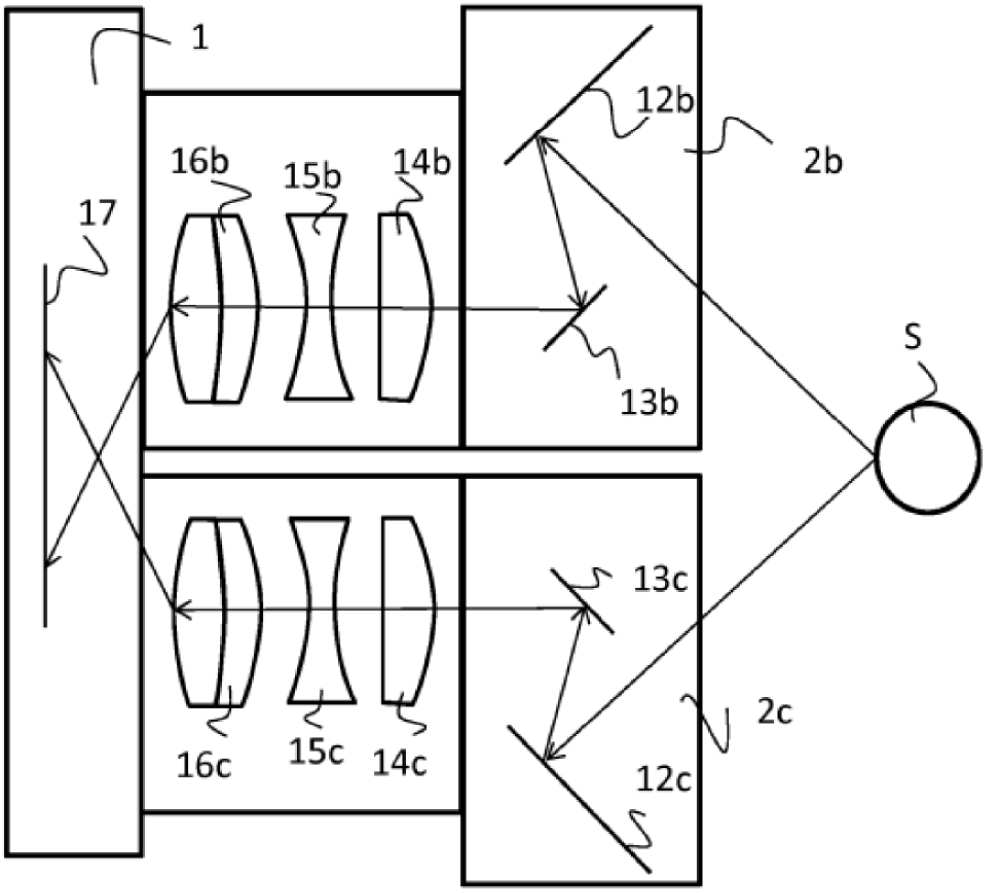
1
12b
2b
16b
15b
14b
17
S
13b
13c
2c
16c
15c
14c
12c

FIG. 6

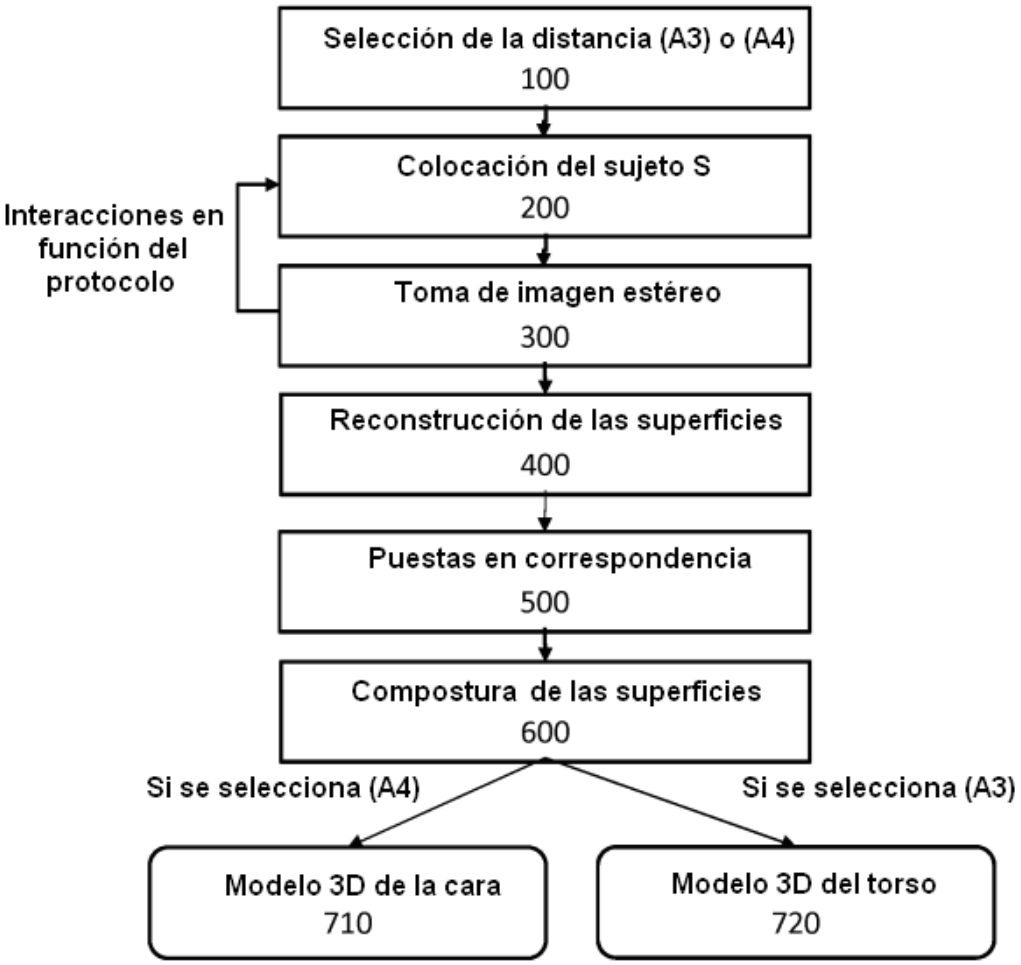
Selección de la distancia (A3) o (A4)
100
Colocación del sujeto S
200
Interacciones en función del protocolo
Toma de imagen estéreo
300
Reconstrucción de las superficies
400
Puestas en correspondencia
500
Compostura de las superficies
600
Si se selecciona (A4)
Si se selecciona (A3)
Modelo 3D de la cara
710
Modelo 3D del torso
720

FIG. 7

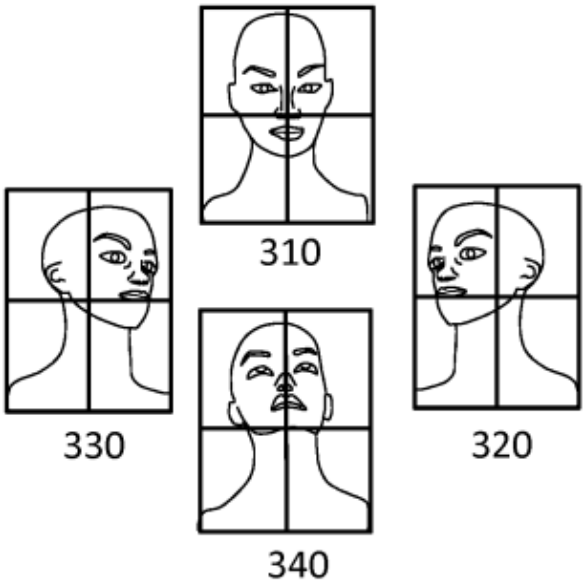

FIG. 8

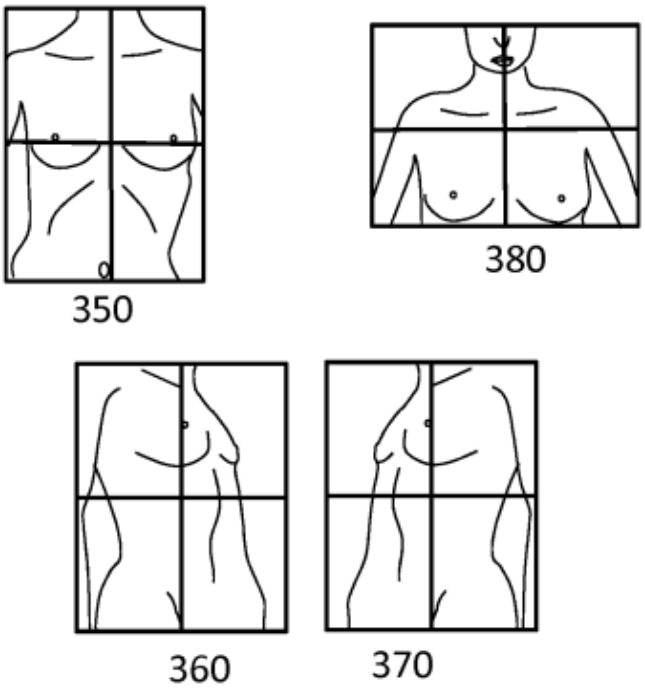

FIG. 9