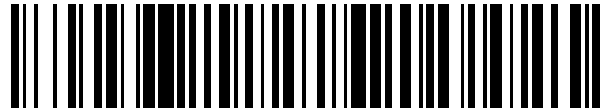


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 413 082**

51 Int. Cl.:

G02C 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2010 E 10717192 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2013 EP 2419783**

54 Título: **Procedimiento de determinación de por lo menos un parámetro geométrico-postural de implantación de una montura de gafas de corrección visual sobre la cara de un portador en su postura anatómica**

30 Prioridad:

17.04.2009 FR 0901887

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

15.07.2013

73 Titular/es:

**ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE
GÉNÉRALE D'OPTIQUE) (100.0%)
147 Rue de Paris
94220 Charenton le Pont, FR**

72 Inventor/es:

**CHAUVEAU, JEAN-PIERRE;
BARANTON, KONOCHAN y
PEDRONO, CLAUDE**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 413 082 T3

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

Procedimiento de determinación de por lo menos un parámetro geométrico-postural de implantación de una montura de gafas de corrección visual sobre la cara de un portador en su postura anatómica.

5

Campo técnico al que se refiere la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de determinación de por lo menos un parámetro geométrico-postural de implantación de una montura de gafas de corrección visual sobre la cara de un portador en su postura anatómica.

10

Antecedentes tecnológicos

En el marco del montaje de lentes oftálmicas de corrección visual en una montura de gafas, se busca actualmente tener mejor en cuenta parámetros geométrico-posturales individuales, denominados de concepción óptica personalizada, relacionados con el portador y a la montura que ha elegido.

15

Los parámetros geométrico-posturales buscados están relacionados a la vez con la geometría de la cabeza del portador y de la montura de gafas elegida, así como con la postura del portador. En particular, comprenden la configuración espacial de cada lente con respecto a la cabeza del portador, en las condiciones de uso. Esta configuración espacial está determinada en particular por el ángulo pantoscópico de cada lente durante el uso (ángulo que forma el plano general de la lente con respecto a la vertical) y la altura de los ojos del portador con respecto al borde inferior de la lente.

20

Para determinar esta configuración espacial, el óptico coloca un par de gafas de presentación sobre la nariz del portador. Las gafas de presentación comprenden la montura elegida por el portador y unas lentes no correctoras montadas en los cercos de la montura.

25

La medición de la altura de los ojos del portador con respecto al borde inferior de la montura se puede efectuar manualmente: el óptico observa al portador de frente y realiza una medición estimada, por medio de una regleta, de la distancia entre la pupila de un ojo y el borde inferior de la lente de presentación.

30

Se ha propuesto automatizar la determinación de estos parámetros geométrico-posturales realizándola a partir de una o varias capturas de imágenes del portador equipado con la montura de gafas elegida. Estas imágenes son tratadas para determinar los parámetros buscados.

35

Por ejemplo, el documento FR 2 915 290 describe un procedimiento de determinación de por lo menos un parámetro geométrico-postural de implantación de una montura de gafas de corrección visual sobre la cara de un portador en su postura anatómica según el cual se realizan las etapas siguientes:

40

a) se definen, sobre la cabeza del portador y/o sobre la montura de gafas que equipa al portador, unos medios de localización para localizar:

- la posición de un referencial relacionado con la cabeza del portador en un referencial relacionado con un dispositivo de captura de imágenes, y

45

- la inclinación de este referencial relacionado con la cabeza del portador en el plano sagital de la cabeza del portador, alrededor de un centro de rotación de la cabeza del portador,

50

b) se captura por lo menos una imagen de la cabeza de dicho portador mediante el dispositivo de captura de imágenes,

c) se identifica, sobre dicha por lo menos una imagen capturada, la imagen de por lo menos un primer punto anatómico destacable de la cara del portador,

55

d) se determina el parámetro geométrico-postural buscado.

No obstante, ya sean manuales o automatizados, estos métodos de determinación de los parámetros geométrico-posturales del portador adolecen de una gran imprecisión. En efecto, para efectuar una medición precisa con la regleta o tratando las imágenes capturadas, es preciso que la cabeza del portador esté en su postura anatómica en el momento de la medición o de la captura de imágenes. Esta postura anatómica se denomina también posición ortostática.

60

No obstante, por razones de rapidez de ejecución y de comodidad del óptico y del portador, no se controla la posición de la cabeza del portador durante la toma de imágenes. Ahora bien, una desviación de 1 grado de la inclinación de la cabeza en su plano sagital con respecto a la postura anatómica introduce un error de 1 grado sobre

65

la medición del ángulo pantoscópico y un error de 0,5 milímetros sobre la medición de las alturas de los ojos.

Objeto de la invención

5 Con el fin de evitar los inconvenientes del estado de la técnica, se propone según la invención un procedimiento de determinación de los parámetros geométrico-posturales del portador, asegurando al óptico que estos parámetros se determinan en la postura anatómica del portador.

10 Con este fin, se propone según la invención un procedimiento de determinación de por lo menos un parámetro geométrico-postural de implantación de una montura de gafas de corrección visual sobre la cara de un portador en su postura anatómica, según el cual se realizan las etapas siguientes:

- 15 a) se definen, sobre la cabeza del portador y/o sobre la montura de gafas que equipa al portador, unos medios de localización para localizar:
 - la posición de un referencial relacionado con la cabeza del portador en un referencial relacionado con un dispositivo de captura de imágenes, y
 - 20 - la inclinación de este referencial relacionado con la cabeza del portador en el plano sagital de la cabeza del portador alrededor de un centro de rotación de la cabeza del portador,
- b) se captura una serie de por lo menos dos imágenes de la cabeza de dicho portador mediante el dispositivo de captura de imágenes,
- 25 c) se determina por lo menos una posición, en el referencial relacionado con el dispositivo de captura de imágenes, del centro de rotación de la cabeza del portador en el plano sagital,
- d) se identifica, sobre cada una de dichas por lo menos dos imágenes capturadas, la imagen de por lo menos un primer punto anatómico destacable de la cara del portador,
- 30 e) se determina, para cada una de dichas por lo menos dos imágenes capturadas, el ángulo de inclinación de un plano anatómico de la cabeza del portador que pasa por dicho centro de rotación y por dicho por lo menos un primer punto anatómico destacable y perpendicular a dicho plano sagital con respecto a un plano de referencia conocido en el referencial relacionado con el dispositivo de captura de imágenes,
- 35 f) se compara este ángulo de inclinación con un valor predeterminado,
- g) se determina el parámetro geométrico-postural buscado en función del resultado de esta comparación.

40 El plano anatómico elegido es un plano cuyo ángulo de inclinación en la postura anatómica es conocido.

La postura anatómica normal de la cabeza del portador corresponde a la posición de la cabeza del portador en el espacio para el cual el plano de Francfort de la cabeza del portador se extiende según un plano horizontal. Se dice asimismo que el portador está entonces en una posición ortostática, posición en la cual realiza un mínimo de esfuerzos.

50 El plano de Francfort se define como el plano que pasa por los puntos orbitarios inferiores OR y el porion PO del portador, siendo el porion el punto del cráneo más elevado del conducto auditivo, que corresponde al trágion TR de la oreja, es decir, el punto más elevado del trago de la oreja.

Así, eligiendo un plano anatómico cuya orientación con respecto al plano de Francfort está próxima a un valor conocido determinado estadísticamente para una población de individuos dada, se determina fácilmente la orientación de este plano anatómico en la postura anatómica del portador.

55 Gracias a este procedimiento, se determina sobre qué imágenes de la serie de imágenes capturadas está más próxima a su postura anatómica la cabeza del portador con el fin de determinar los parámetros geométrico-posturales del portador directamente a partir de una imagen próxima a la postura anatómica o con el fin de calcularlos en la postura anatómica.

60 Se aumenta la precisión de los parámetros geométrico-posturales así determinados, lo cual permite una adaptación más precisa de las lentes de corrección oftálmica a la montura elegida y optimiza la comodidad del portador.

Según una primera característica ventajosa del procedimiento de acuerdo con la invención, en la etapa g),

- 65 - se selecciona la imagen de dicha serie de imágenes capturadas para la cual la desviación entre el ángulo de inclinación determinada en la etapa e) y dicho valor predeterminado es la más pequeña,

- se determina el parámetro geométrico-postural buscado tratando esta imagen seleccionada.

La determinación de los parámetros es así rápida y sencilla sin etapa que comprenda cálculos adicionales.

5

Según otra característica ventajosa del procedimiento de acuerdo con la invención, en la etapa g),

- se corrige el parámetro geométrico-postural calculado en función de la desviación entre el ángulo de inclinación determinado en la etapa e) para dicha imagen seleccionada y dicho valor predeterminado.

10

Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, en la etapa g),

- se seleccionan las dos imágenes de dicha serie de imágenes capturadas para las cuales la desviación entre el ángulo de inclinación determinado en la etapa e) y dicho valor predeterminado es la más pequeña,

15

- se calcula, a partir de estas dos imágenes seleccionadas, una modelización de por lo menos una parte de la cara del portador correspondiente a la imagen que se capturaría efectivamente si el valor del ángulo de inclinación de dicho plano anatómico fuera igual a dicho valor predeterminado,

20

- se determina, a partir de esta modelización, el parámetro geométrico-postural buscado.

Los parámetros geométrico-posturales se determinan así de forma muy precisa.

25

Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, en la etapa a), dichos medios de localización comprenden un dispositivo de localización montado directamente sobre la cabeza del portador o sobre la montura de gafas de este portador. Estos medios de localización pueden comprender asimismo una medición en tres dimensiones, sin contacto, de la cabeza del portador sobre la cual está posicionada la montura elegida.

30

Este dispositivo de localización se presenta, por ejemplo, en forma de un accesorio que puede ser pinzado fácilmente sobre la montura de gafas del portador o montado sobre su cabeza. A partir de la imagen de dicho dispositivo, se pueden determinar completamente su posición y su orientación con respecto al dispositivo de captura de imágenes.

35

Como variante, dichos medios de localización comprenden unas marcas de localización dispuestas sobre la cabeza del portador.

40

Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, en la etapa d) se identifica, sobre cada una de dichas por lo menos dos imágenes capturadas, la imagen de por lo menos una comisura nasal o temporal de un ojo del portador y, en la etapa e), se determina el ángulo de inclinación del plano anatómico de la cabeza del portador que pasa por esta comisura y por el centro de rotación correspondiente a esta imagen.

45

Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, en la etapa d), se identifica, sobre cada una de dichas por lo menos dos imágenes capturadas, la posición del punto más bajo de la nariz del portador, denominado punto subnasal, y, en la etapa e), se determina el ángulo de inclinación del plano anatómico de la cabeza del portador que pasa por este punto subnasal y el centro de rotación correspondiente a esta imagen.

50

Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, en la etapa g), el parámetro geométrico-postural determinado comprende por lo menos una de las magnitudes siguientes:

- el ángulo pantoscópico de la montura que equipa al portador,
- la altura de los centros de rotación de los ojos del portador con respecto al borde inferior de esta montura.

55

Según otra característica ventajosa del procedimiento según la invención, en la etapa b), cuando el portador efectúa un movimiento de cabeceo vertical de la cabeza sustancialmente en el plano sagital, se captura una serie de por lo menos dos imágenes de la cabeza del portador por el dispositivo de captura de imágenes para por lo menos dos inclinaciones diferentes de la cabeza.

60

Ventajosamente entonces, en la etapa c), se determina la posición del centro de rotación (A_i) a partir de las posiciones y de las inclinaciones de la referencia relacionada con la cabeza del portador proporcionadas por los medios de localización y correspondientes a por lo menos dos de dichas imágenes capturadas.

65

Además, en la etapa c), la determinación del centro de rotación se realiza a partir de las posiciones y de las inclinaciones de la referencia relacionada con la cabeza del portador correspondiente a un grupo de imágenes capturadas sucesivamente de dicha serie de imágenes.

Según una primera variante del procedimiento según la invención, en la etapa b), todas las imágenes capturadas del

portador son unas imágenes sustancialmente frontales del portador, es decir, capturadas en un plano sustancialmente perpendicular al plano sagital de la cabeza del portador.

De acuerdo con una segunda variante del procedimiento según la invención,

- en la etapa b), se captura por lo menos una imagen sustancialmente de perfil de la cabeza del portador, es decir, capturada en un plano sustancialmente paralelo al plano sagital de la cabeza del portador,
- en la etapa c), la determinación de la posición de dicho centro de rotación de la cabeza del portador comprende la identificación, sobre dicha imagen sustancialmente de perfil capturada en la etapa b), de un segundo punto anatómico destacable.

Ventajosamente entonces, en la etapa c), la identificación de dicho segundo punto anatómico destacable se realiza:

- tratando dicha imagen sustancialmente de perfil capturada en la etapa b) y reconociendo en esta imagen una forma asociada a este segundo punto anatómico destacable, o
- visualizando en una pantalla dicha imagen sustancialmente de perfil capturada en la etapa b) y utilizando un medio de apuntado de dicho segundo punto anatómico destacable.

Descripción detallada de un ejemplo de realización

La descripción siguiente, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, dada a título de ejemplo no limitativo, hará que se comprenda bien en qué consiste la invención y cómo se puede realizar.

En los dibujos adjuntos:

- la figura 1 es una vista en perspectiva del dispositivo de localización de la figura 2 fijado sobre el par de gafas de presentación y un dispositivo de captura de imágenes que comunican con un sistema de tratamiento y de cálculo;
- la figura 2 es una vista frontal de la cabeza de un portador equipado con las gafas de presentación en su postura anatómica y con un dispositivo de localización en su postura anatómica;
- la figura 3 es una vista de perfil de la cabeza de un portador equipado con las gafas de presentación y con un dispositivo de localización en su postura anatómica;
- la figura 4 es una vista en perspectiva de la cabeza de un portador en su postura anatómica;
- la figura 5 es una vista frontal del dispositivo de localización de la figura 2;
- la figura 6 es una vista esquemática relativa a la etapa de determinación del eje horizontal de rotación instantáneo de la cabeza del portador;
- la figura 7 es una vista esquemática relativa a la etapa de determinación del ángulo de inclinación de un plano anatómico con respecto al plano de referencia relacionado con el dispositivo de captura de imágenes,
- la figura 8 es una vista esquemática de un ojo del portador y de la montura, en un plano paralelo al plano sagital y que pasa por el ojo considerado, que ilustra una etapa de corrección de un parámetro geométrico-postural determinado.

En la descripción siguiente, el óptico determina parámetros geométrico-posturales del portador equipado con una montura 10 de gafas en la configuración de uso, asumiendo el portador su postura anatómica.

Estos parámetros se utilizan a continuación para el montaje de las lentes oftálmicas en la montura.

El portador está en una configuración sentada o de pie.

El plano facial, denominado plano vertical del ojo PVO, es el plano perpendicular al plano de Francfort que pasa por los centros de rotación CROG, CROD de los ojos.

El plano sagital PSAG o plano mediano vertical de la cabeza del portador, es el plano ortogonal al plano vertical del ojo PVO y al plano de Francfort PF, que pasa por el medio de los dos centros de rotación CROD, CROG de los ojos OD, OG.

La mediatriz AO de los ojos OD, OG corresponde a la intersección del plano sagital PSAG y del plano de Francfort

PF.

El plano de Camper es el plano que pasa por los dos poriones y el punto más bajo de la nariz, denominado el punto subnasal.

5 El plano neuro-orbital PNO es el plano que pasa por los dos poriones y los endocantiones, es decir, las comisuras de los ojos situadas por el lado nasal de cada ojo.

10 Los parámetros geométrico-posturales buscados se obtienen en este caso a partir de capturas de imágenes del portador equipado con la montura 10 de gafas elegida. Esta montura 10 aloja unas lentes de presentación 100, 101 no correctoras que equipan, para la venta y las tomas de medición, la montura, y que son sustituidas, para la determinación de parámetros geométrico-posturales relativos al portador y a la montura, por la lente correctora a concebir.

15 El par de gafas de presentación comprende la montura 10 elegida por el portador y unas lentes de presentación derecha e izquierda 100, 101 (no correctoras). En el ejemplo ilustrado en la figura 2, el par de gafas es del tipo de montura completa, es decir, que las lentes están montadas en los cercos 11, 12 de la montura 10.

20 Como variante, el par de gafas de presentación puede ser de tipo perforado, es decir, que las lentes están perforadas y mantenidas cada una por un extremo del puente nasal y un extremo de la patilla asociado a la lente, que cooperan con unos orificios de perforación.

Los parámetros geométrico-posturales buscados corresponden por ejemplo a:

25 - la orientación de cada lente correctora a montar sobre la montura con respecto a la cabeza del portador y en particular el ángulo pantoscópico AMV (figura 3) entre el plano medio PMC de las dos lentes 100, 101 (o incluso de los dos cercos 11, 12 de la montura 10) y el plano vertical del ojo PVO,

30 - la distancia H (figura 2) en la configuración de uso, entre el borde inferior de la lente y la pupila o el centro de rotación del ojo correspondiente del portador según una dirección vertical paralela al plano sagital PSAG, denominada altura de los ojos H.

35 Esta altura de los ojos H corresponde asimismo a la distancia entre la cara interna del cerco 11, 12 de la montura 10 y la pupila o el centro de rotación del ojo OD, OG correspondiente del portador según esta dirección en el caso de una montura completa de gafas, como se ha representado en el ejemplo de la figura 2.

Dispositivo

40 En las figuras 1 y 5, se ha representado un dispositivo de determinación de parámetros geométrico-posturales individuales de un portador equipado con un par de gafas de presentación.

45 Este dispositivo comprende unos medios de localización de la posición en un referencial relacionado con un dispositivo de captura de imágenes, y de la inclinación en el plano sagital de la cabeza del portador, de un referencial relacionado con la cabeza del portador, y un dispositivo de captura de imágenes 90 para capturar, en un plano de captura de imágenes PCI, la imagen del dispositivo de localización 20 montado sobre la montura 10 en posición de uso.

50 El dispositivo de captura de imágenes 90 puede ser fijo o móvil en el referencial terrestre. En el caso en que es móvil en el referencial terrestre, el dispositivo de captura de imágenes 90 comprende unos medios de determinación de su posición y de su inclinación en el referencial terrestre. Estos medios de determinación pueden comprender, por ejemplo, un inclinómetro y/o un acelerómetro.

55 El dispositivo de captura de imágenes 90 está conectado a un sistema de tratamiento y de cálculo 93 de la imagen capturada.

El plano de captura de imágenes PCI puede estar orientado de diferentes maneras con respecto a la cabeza del portador.

60 En el ejemplo representado en la figura 3, este plano de captura de imágenes PCI es frontal. Este plano de captura de imágenes PCI frontal se define como perpendicular al plano sagital PSAG y al plano de Francfort PF de la cabeza del portador en su postura anatómica. Se trata del plano de la figura 2.

65 Como variante, el plano de captura de imágenes del dispositivo de captura de imágenes se puede extender según un plano paralelo al plano sagital de la cabeza del portador, de modo que la imagen capturada es entonces una imagen de perfil de la cabeza del portador.

El plano de captura de imágenes puede estar orientado asimismo para realizar una captura de imagen de tres cuartos de la cabeza del portador.

5 Dichos medios de localización pueden comprender unos marcadores dispuestos sobre la cabeza del portador, unos puntos destacables de la cara del portador o un dispositivo aplicado sobre la cabeza del portador cuyas formas son conocidas. Este dispositivo puede estar constituido por la montura de gafas en sí o por un dispositivo aplicado sobre esta montura.

10 Después de una etapa de calibrado de estos medios de localización, la proyección de estos medios de localización en el plano de captura de imágenes, que modifica la forma aparente de dichos medios de localización, proporciona acceso a la posición, en un referencial relacionado con un dispositivo de captura de imágenes, y a la inclinación, en el plano sagital de la cabeza del portador, del referencial relacionado con la cabeza del portador.

15 Como se representa en la figura 3, se define el referencial asociado a la montura y, por tanto, relacionado con la cabeza del portador, que tiene una referencia ortonormalizada (O, X, Y, Z), y materializado por el dispositivo de localización 20. El centro O de la localización de este referencial es el medio del segmento que une las pinzas de fijación 26, 27. El eje X es horizontal y pasa por las pinzas 26, 27. El eje Y es perpendicular al plano de Francfort, por tanto vertical cuando la cabeza del portador está en su postura anatómica.

20 El plano OYZ corresponde al plano sagital PSAG de la cabeza del portador así como al plano de simetría de la montura. El eje OZ es paralelo a la mediatriz AO de los ojos. El plano OXZ es sustancialmente paralelo al plano de Francfort PF y, por tanto, es horizontal cuando la cabeza del portador está en su postura anatómica (figura 3).

25 El dispositivo de localización 20 está representado en la figura 4. Este dispositivo de localización 20 y su utilización se describen en detalle en el documento FR 2 914 173. Se recordarán en este caso únicamente los elementos principales de este dispositivo de localización 20.

30 El dispositivo de localización 20 comprende un armazón articulado que comprende dos varillas 23, 24 sustancialmente rectilíneas y sustancialmente coplanares, unidas entre ellas por una bisagra 29 que presenta un eje de articulación C1 sustancialmente vertical en la configuración de uso.

35 Cada varilla 23, 24 está provista de pinzas 25, 26, 27, 28 que permiten fijar, con una capacidad de pivotamiento, cada varilla 23, 24 sobre la parte superior sustancialmente horizontal del cerco 11, 12 de la montura (figuras 2 y 4) o, cuando las gafas son del tipo perforado, de la lente de presentación.

40 Cada varilla 23, 24 está coronada por un elemento de localización horizontal 70, 80 que se presenta en forma de una placa triangular, de un cierto espesor, de la cual un canto presenta una figura geométrica 71, 81 concebida de tal modo que la configuración geométrica de esta figura geométrica 71, 81 proyectada en dicho plano de captura de imágenes PCI sea representativa de la componente horizontal de la orientación de este elemento de localización horizontal 70, 80 en el referencial relacionado con la cabeza del portador.

45 La componente horizontal de la orientación de un elemento en el referencial relacionado con la cabeza del portador está definida por el ángulo que forma la dirección longitudinal de este elemento con respecto al plano OXY en proyección en el plano OXZ. Asimismo, la componente vertical de la orientación de un elemento está definida por el ángulo que forma la dirección longitudinal de este elemento con respecto al plano OXY en proyección en el plano OYZ.

50 Los dos elementos de localización horizontal 70, 80 están unidos asimismo entre ellos por un elemento de localización mediano 190 que está asociado mecánicamente a los dos elementos de localización horizontal 70, 80 con el fin de permanecer constantemente en una posición fija con respecto a un plano vertical mediano de simetría de estos dos elementos 70, 80 sustancialmente confundido con el plano de simetría de la montura (sustancialmente confundido a su vez con el plano sagital PSAG de la cabeza del portador).

55 Este elemento de localización mediano 190 soporta una figura geométrica 193 constituida en este caso por bandas oscuras espaciadas entre ellas en una distancia conocida.

60 La imagen de estas bandas oscuras, vista en proyección en el plano de captura de imagen PCI por el dispositivo de captura de imagen 90, permite calcular la distancia que separa el dispositivo de localización 20 del dispositivo de captura de imágenes 90 y determinar el factor de escala de la imagen capturada.

65 El dispositivo de localización 20 comprende además un elemento de localización vertical 60 que está constituido asimismo por una placa triangular de un espesor dado que se extiende en un plano sustancialmente perpendicular al plano medio de los dos elementos de localización horizontal 70, 80 asociados a las lentes 100, 101. Este elemento de localización vertical 60 está fijado sobre la cara superior de la barra de mantenimiento 190 en su centro.

Presenta en uno de sus cantos, que está destinado a estar orientado hacia el dispositivo de captura de imágenes 90,

una figura geométrica 61 constituida por motivos geométricos que, como anteriormente, son unas bandas oscuras separadas unas de otras en una distancia conocida y que se extienden según la dirección longitudinal del canto correspondiente del elemento de localización 60.

5 Resulta de ello que en este caso, cada banda oscura está dispuesta sustancialmente horizontal en la configuración de uso y que la dirección longitudinal de la figura geométrica 61 es sustancialmente vertical.

La altura de las bandas oscuras proyectadas en el plano de captura de imágenes PCI permite determinar el ángulo pantoscópico AMV de la montura 10 cuando la cabeza del portador está en su postura anatómica.

10 Los elementos de localización horizontal 70, 80, mediano 190 y vertical 60 del dispositivo de localización 20 permiten, por tanto, localizar, en un referencial relacionado con la cabeza del portador, la inclinación del dispositivo de localización 20 en el plano sagital, alrededor de un centro de rotación de la cabeza del portador, y localizar, en un referencial relacionado con el dispositivo de captura de imágenes 90, la posición del dispositivo de localización 20.

15 El dispositivo de captura de imágenes 90 consiste típicamente en una videocámara o en un aparato de fotografía digital portátil o montado sobre un soporte o base.

20 El eje óptico de este dispositivo de captura de imágenes 90 se extiende preferentemente en un plano horizontal. La posición y la inclinación de este dispositivo de captura de imágenes 90 permanecen, en el ejemplo desarrollado en la presente memoria, fijas durante la captura de una serie de imágenes. En la práctica, el desplazamiento del aparato de captura de imágenes 90 entre dos capturas de imagen sucesivas es despreciable en este caso.

25 La posición del dispositivo de captura de imágenes 90 es tal que la cara del portador está incluida en su campo de adquisición de imágenes.

Como variante, el dispositivo de captura de imágenes puede estar inclinado con respecto al horizonte terrestre en un ángulo cualquiera conocido o medido por un inclinómetro, por ejemplo. Es necesaria entonces una etapa de calibrado.

30 Se define el referencial relacionado con el dispositivo de captura de imágenes 90 provisto de una referencia ortogonal (O1, X1, Y1, Z1) en el que el eje O1Z1 es el eje óptico del dispositivo de captura de imágenes 90.

35 El sistema de tratamiento y de cálculo 93 de la imagen adquirida comprende en este caso un microordenador en el que está instalado un programa de tratamiento y de cálculo de la imagen adquirida. Como variante, se puede prever que el sistema de tratamiento y de cálculo sea un sistema autónomo que comprende, por una parte, una pantalla de visualización para comunicar los resultados obtenidos y, por otra parte, un sistema de conexiones para permitir comunicar estos resultados a otros aparatos. Se puede prever asimismo en el caso de un sistema autónomo de tratamiento que este sistema esté integrado o no en el dispositivo de captura de imágenes 90.

40 Procedimiento

45 El dispositivo de determinación descrito anteriormente permite realizar el procedimiento siguiente de determinación de por lo menos un parámetro geométrico-postural de implantación de una montura de gafas de corrección visual sobre la cara de un portador en su postura anatómica.

50 Como se representa en la figura 2, en una primera etapa a) del procedimiento según la invención, el óptico posiciona el par de gafas de presentación coronado por el dispositivo de localización 20 sobre la nariz del portador. El portador está en configuración sentada o de pie.

Como se ha explicado anteriormente, el dispositivo de localización 20 permite la determinación de la posición en el referencial relacionado con el dispositivo de captura de imágenes 90 del referencial relacionado con la cabeza del portador.

55 Proporciona asimismo acceso a la desviación de inclinación, en el plano sagital, entre dos capturas de imagen, del referencial relacionado con la cabeza del portador, en el referencial relacionado con el dispositivo de captura de imágenes 90.

60 En una segunda etapa b) del procedimiento, el óptico solicita al portador efectuar un movimiento de cabeceo vertical de la cabeza en su plano sagital PSAG, conservando el plano sagital de su cabeza vertical y sustancialmente fija lateralmente, es decir, en la dirección perpendicular a este plano sagital. En la práctica, el desplazamiento lateral global del plano sagital de la cabeza durante la captura de una serie de imágenes se mantiene inferior a aproximadamente 5 grados de ángulo con respecto al dispositivo de captura de imágenes 90.

65 En la práctica, el portador se mira en un espejo y efectúa un cabeceo de la cabeza en una amplitud del orden de 20 grados.

Durante este movimiento, el dispositivo de captura de imágenes 90 captura una serie de por lo menos dos imágenes de la cabeza del portador, correspondiendo cada una a una inclinación diferente de la cabeza en su plano sagital, en el referencial relacionado con el dispositivo de captura de imágenes.

5 Preferentemente, el dispositivo de captura de imágenes 90 registra una serie de imágenes de la cabeza del portador, correspondiendo cada una a una inclinación diferente de la cabeza del portador en su plano sagital y comprendiendo por lo menos una imagen en cada intervalo de 1 grado comprendido en la amplitud del cabeceo de la cabeza.

10 En otra etapa c) del procedimiento, el sistema de tratamiento y de cálculo 93 de las imágenes capturadas trata estas imágenes para determinar la posición, en el referencial relacionado con el dispositivo de captura de imágenes, del centro de rotación A_i de la cabeza del portador (figuras 2 y 3).

15 Esta determinación se realiza a partir de las posiciones y de las inclinaciones del referencial relacionado con la cabeza del portador proporcionadas por los medios de localización y correspondientes a las imágenes capturadas.

20 En el caso preferido de una serie que comprende un gran número de imágenes capturadas, en la etapa c), la determinación del centro de rotación se realiza a partir de las posiciones y de las inclinaciones de la referencia relacionada con la cabeza del portador correspondiente a un grupo de imágenes capturadas sucesivamente de dicha serie de imágenes.

25 El sistema de tratamiento y de cálculo 93 selecciona preferentemente unos pares de imágenes sucesivas de la serie de imágenes capturadas, y determina, en el referencial relacionado con el dispositivo de captura de imágenes, las posiciones y las inclinaciones del referencial relacionado con la cabeza del portador proporcionadas por el dispositivo de localización 20, y el sistema de tratamiento y de cálculo 93 deduce de ello la posición del centro de rotación A_i horizontal de la cabeza del portador común a cada par de imágenes capturadas seleccionado.

30 Esta etapa está esquematizada en la figura 6.

Durante el cabeceo de la cabeza del portador, el centro de rotación A_i de la cabeza del portador se desplaza en el plano sagital. Este desplazamiento se supone despreciable entre dos imágenes capturadas sucesivamente por el dispositivo de captura de imágenes. El desplazamiento de este centro de rotación en el plano sagital se supone inferior a 5 milímetros.

35 Por tanto, el sistema de tratamiento y de cálculo 93 calcula preferentemente una pluralidad de posiciones del centro de rotación A_i correspondiente a diferentes grupos de imágenes capturadas sucesivamente de dicha serie de imágenes y correspondiente, por ejemplo, a cada par de imágenes sucesivas seleccionado.

40 El sistema de tratamiento y de cálculo 93 trata cada par de imágenes sucesivas para determinar la posición de un punto particular M_i del referencial relacionado con la cabeza del portador en el referencial de captura de imágenes y la desviación de inclinación B_i del referencial relacionado con la cabeza del portador entre las dos imágenes sucesivas consideradas en el referencial de captura de imágenes.

45 En este caso, la desviación de inclinación B_i del referencial relacionado con la cabeza del portador entre las dos imágenes sucesivas en el referencial de captura de imágenes se calcula a partir de las informaciones proporcionadas por el dispositivo de localización 20, restando los ángulos de inclinación del dispositivo de localización 20 en el referencial de la cabeza del portador proporcionados por este dispositivo de localización 20 sobre las dos imágenes consideradas.

50 A partir de la posición de los puntos M_i y de la desviación de inclinación B_i calculados para dos imágenes sucesivas, el sistema de tratamiento y de cálculo 93 deduce de ello la posición del centro de rotación A_i correspondiente al par de imágenes sucesivas considerado. Para cada par de imágenes, este centro de rotación A_i se encuentra en el vértice de un triángulo isósceles cuyo ángulo en el vértice es igual a la desviación de inclinación B_i calculada, como se representa en la figura 6.

55 En una etapa d) del procedimiento, el sistema de tratamiento y de cálculo 93 identifica, en cada imagen capturada, la imagen IC_{Ni} de un primer punto anatómico destacable C_{Ni} de la cara del portador.

60 Después, en una etapa e), determina, para cada imagen capturada, el ángulo de inclinación de un plano anatómico de la cabeza del portador que pasa por dicho centro de rotación A_i y por dicho punto C_{Ni} , con respecto a un plano de referencia relacionado con el dispositivo de captura de imágenes.

65 Para ello, el sistema de tratamiento y de cálculo 93 determina, para cada par de imágenes sucesivas de dicha serie de imágenes capturadas, la posición, en el referencial relacionado con el dispositivo de captura de imágenes, de dicho punto C_{Ni} de la cara del portador.

Esta etapa está esquematizada en la figura 7.

5 En esta figura, se han superpuesto en el plano de captura de imagen PCI, dos imágenes sucesivas de la serie de imágenes capturadas, indicando la posición de la imagen ICNi del primer punto anatómico destacable CNI identificado en cada una de estas imágenes.

10 Como el plano de captura de imágenes PCI es frontal en este ejemplo, las posiciones de los primeros puntos anatómicos destacables CNI correspondientes de la cara del portador se encuentran sobre una recta horizontal que pasa por las imágenes ICNi identificadas de estos puntos CNI y perpendicular al plano de captura de imágenes PCI.

Además, estos dos puntos CNI se encuentran a igual distancia del centro de rotación Ai calculado en la etapa c) correspondiente al par de imágenes considerado.

15 La desviación de inclinación Bi en el plano sagital alrededor del centro de rotación Ai de estos puntos CNI es asimismo conocida.

20 El sistema de tratamiento y de cálculo 93 resuelve el sistema de ecuación correspondiente para deducir, en el referencial relacionado con el dispositivo de captura de imágenes, la posición del primer punto anatómico destacable CNI de la cara de portador en la posición de la cabeza del portador correspondiente a cada imagen capturada.

25 A partir de la posición de este primer punto anatómico destacable CNI y de la posición del centro de rotación Ai correspondiente, el sistema de tratamiento y de cálculo 93 determina el ángulo de inclinación Ei de un plano anatómico de la cabeza del portador que pasa por dicho centro de rotación Ai y por dicho punto CNI destacable, con respecto a un plano de referencia relacionado con el dispositivo de captura de imágenes. Este plano de referencia es en este caso un plano horizontal. El plano anatómico es en este caso perpendicular al plano sagital de la cabeza del portador.

30 Se puede contemplar en este caso también que el primer punto anatómico destacable considerado corresponda a la proyección en el plano sagital de un punto de la cara del portador y que el sistema de tratamiento y de cálculo 93 calcule el ángulo entre la recta que pasa por esta proyección y el centro de rotación con respecto al plano de referencia.

35 Como variante, el sistema de tratamiento y de cálculo 93 determina la posición de dos primeros puntos anatómicos destacables y determina el ángulo de inclinación del plano anatómico de la cabeza del portador que pasa por dicho centro de rotación y por estos dos primeros puntos anatómicos destacables, con respecto a un plano de referencia relacionado con el dispositivo de captura de imágenes.

40 En una etapa f) de dicho procedimiento, el sistema de tratamiento y de cálculo 93 compara este ángulo de inclinación con un valor predeterminado.

45 Según un primer modo de realización del procedimiento según la invención, en la etapa d), el sistema de tratamiento y de cálculo 93 identifica, en cada imagen capturada, la imagen de por lo menos una comisura nasal CN o temporal CT de un ojo OD, OG del portador (véase la figura 2). Se identifica en este caso preferentemente una comisura nasal CN de un ojo del portador.

Las comisuras nasal, denominadas endocantiones, y temporal, denominadas ectocantiones, de cada ojo están definidas como los puntos extremos de cada ojo, situadas por el lado de la nariz o por el lado de la sien del portador.

50 En la etapa e), el sistema de tratamiento y de cálculo 93 determina entonces el ángulo de inclinación Ei del plano anatómico de la cabeza del portador que pasa por esta comisura CN, CT y por el centro de rotación Ai correspondiente a cada imagen, y perpendicular al plano sagital. Este plano anatómico se denomina plano neuro-orbital (PNO) y su ángulo de inclinación con respecto al plano de Francfort es una constante morfológica cuyo valor medio para una población de individuos dada es conocido estadísticamente. Este valor medio del ángulo de inclinación es igual a 7 grados: este plano neuro-orbital está situado aproximadamente 7 grados por encima del plano de Francfort PF.

60 Así, en este caso, el valor predeterminado con el que se compara el ángulo de inclinación Ei de dicho plano anatómico que pasa por la comisura del ojo del portador y el centro de rotación de su cabeza está comprendido entre 5 grados y 9 grados y, preferentemente, es igual a 7 grados.

Se puede contemplar asimismo que dicho valor predeterminado esté ajustado en función del portador, en particular en función de su edad o de su etnia.

65 Se puede contemplar asimismo identificar la imagen de dos, tres o cuatro comisuras nasales CN y/o temporales CT de los ojos OD, OG del portador, y determinar el ángulo de inclinación del plano anatómico medio que pasa por

estos dos, tres o cuatro puntos.

De acuerdo con un segundo modo de realización del procedimiento según la invención, en la etapa d), el sistema de tratamiento y de cálculo 93 identifica en cada imagen capturada, la posición del punto inferior de la nariz del portador y, en la etapa e), determina el ángulo de inclinación del plano anatómico de la cabeza del portador que pasa por este punto inferior de la nariz y el centro de rotación correspondiente a cada imagen. Este plano anatómico se denomina plano de Camper y su ángulo de inclinación con respecto al plano de Francfort es una constante morfológica cuyo valor medio para una población de individuos dada es conocido estadísticamente. Este valor medio del ángulo de inclinación es igual a -18 grados: este plano de Camper está situado aproximadamente 18 grados por debajo del plano de Francfort PF.

En este caso, el valor predeterminado con el que se compara el ángulo de inclinación de dicho plano anatómico que pasa por el punto inferior de la nariz y por el centro de rotación de la cabeza del portador está comprendido entonces entre -15 y -21 grados y, preferentemente, es igual a -18 grados.

Por último, en una etapa g) del procedimiento, cualquiera que sea el plano anatómico cuyo ángulo de inclinación se determina en la etapa e), el sistema de tratamiento y de cálculo 93 determina el parámetro geométrico-postural buscado en función del resultado de esta comparación.

Para ello, según una primera variante, en la etapa g),

- el sistema de tratamiento y de cálculo 93 selecciona la imagen de dicha serie de imágenes capturadas para la cual la desviación entre el ángulo de inclinación E_i determinado en la etapa e) y dicho valor predeterminado es la más pequeña,
- el sistema de tratamiento y de cálculo 93 determina el parámetro geométrico-postural buscado por tratamiento de esta imagen seleccionada.

Este tratamiento se describe en detalle en el documento FR 2 914 173.

Eventualmente, se puede prever que el sistema de tratamiento y de cálculo 93 corrija el parámetro geométrico-postural calculado en función de la desviación U entre el ángulo de inclinación E_i determinado en la etapa e) y dicho valor predeterminado. Esta etapa de corrección está esquematizada en la figura 8. En esta figura 8, el plano de Francfort PF de la cabeza del portador está inclinado en el ángulo U con respecto al plano de referencia PRef horizontal.

La altura aparente H_{App} del ojo derecho OD, representado en la figura 8, determinada por tratamiento de la imagen correspondiente es igual a la altura de este ojo H buscada en la postura anatómica del portador, es decir, cuando el plano de Francfort PF es paralelo al plano de referencia PRef horizontal, a la cual se añade un error CH.

Este error CH es igual a la distancia entre el centro de rotación del ojo CROD y la montura, distancia que está representada en este caso por la distancia entre el centro de rotación CROD y su proyección horizontal sobre un plano medio de la montura 10 correspondiente al punto T de la figura 8, multiplicado por la tangente del ángulo U de inclinación del plano de Francfort con respecto al plano de referencia.

Se puede prever asimismo que el sistema de tratamiento y de cálculo 93 compare el valor del ángulo de inclinación E_i calculado en la etapa e) de la imagen seleccionada con dos valores umbral alto y bajo iguales al valor predeterminado más o menos 0,5 grados. Si el ángulo de inclinación E_i entre el plano anatómico y el plano de Francfort sobre la imagen seleccionada es superior al valor umbral alto o inferior al valor umbral bajo, el sistema de tratamiento y de cálculo 93 indica al óptico que se debe realizar otra captura de una serie de imágenes.

De acuerdo con una segunda variante, en la etapa g),

- el sistema de tratamiento y de cálculo 93 selecciona las dos imágenes de dicha serie de imágenes capturadas para las cuales la desviación entre el ángulo de inclinación E_i determinado en la etapa e) y dicho valor predeterminado es la más pequeña,
- el sistema de tratamiento y de cálculo 93 calcula, a partir de estas dos imágenes seleccionadas, una modelización de por lo menos una parte de la cara del portador correspondiente a la imagen que se capturaría efectivamente si el valor del ángulo de inclinación E_i de dicho plano anatómico fuera igual a dicho valor predeterminado.

Esta modelización se determina, por ejemplo, por interpolación de las dos imágenes seleccionadas.

El sistema de tratamiento y de cálculo 9 determina a continuación el parámetro geométrico-postural buscado por tratamiento de esta modelización calculada de la cara del portador.

Como variante de lo que precede, la determinación de la posición del centro de rotación de la cabeza del portador se puede realizar a partir de una imagen sustancialmente de perfil de la cabeza del portador.

5 Se captura entonces en la etapa b), por lo menos una imagen sustancialmente de perfil de la cabeza del portador, es decir, se captura en un plano sustancialmente paralelo al plano sagital de la cabeza del portador y por lo menos una imagen frontal de la cabeza del portador, preferentemente una serie de por lo menos dos imágenes de la cabeza del portador.

10 En la etapa c), la determinación de la posición de dicho centro de rotación de la cabeza del portador comprende entonces la identificación, sobre dicha imagen sustancialmente de perfil capturada en la etapa b), de un segundo punto anatómico destacable, que corresponde al trágion de la oreja del portador.

La identificación de este segundo punto anatómico destacable se puede realizar:

- 15
- mediante el tratamiento de dicha imagen sustancialmente de perfil capturado en la etapa b) y el reconocimiento en esta imagen de una forma asociada a este segundo punto anatómico destacable,
 - mediante la visualización en una pantalla de dicha imagen sustancialmente de perfil capturada en la etapa b) y la utilización de un medio de apuntado de dicho segundo punto anatómico destacable.
- 20

25 El sistema de tratamiento y de cálculo determina entonces la posición en el referencial relacionado con el dispositivo de captura de imágenes del trágion identificado y deduce de ello la posición, en el referencial relacionado con el dispositivo de captura de imágenes, del centro de rotación de la cabeza del portador en el plano sagital. El centro de rotación corresponde, en efecto, a la proyección de este trágion de la cabeza del portador en el plano sagital.

Las otras etapas del procedimiento se desarrollan como se ha expuesto anteriormente.

30 Cualquiera que sea la variante utilizada del procedimiento, el parámetro geométrico-postural buscado se determina así o bien sobre una imagen del portador muy próxima a su postura anatómica, o bien sobre una modelización del portador en su postura anatómica. La precisión del parámetro geométrico-postural así determinado aumenta y la precisión de la concepción personalizada de las lentes mejora, lo cual mejora la comodidad del portador.

35 En particular, se puede contemplar cualquier tipo de medios de localización, en particular unas marcas de localización dispuestas sobre la cabeza del portador, por ejemplo unas marcas dibujadas con rotulador o unas pastillas pegadas a la cabeza del portador.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de determinación de por lo menos un parámetro geométrico-postural (H, AMV) de implantación de una montura (10) de gafas de corrección visual sobre la cara de un portador en su postura anatómica, en el que se realizan las etapas siguientes:
- 10 a) se definen, sobre la cabeza del portador y/o sobre la montura (10) de gafas que equipa al portador, unos medios de localización (20) para localizar:
- 15 - la posición de un referencial (O, X, Y, Z) relacionado con la cabeza del portador en un referencial (O1, X1, Y1, Z1) relacionado con un dispositivo de captura de imágenes (90) y
- la inclinación de este referencial relacionado con la cabeza del portador en el plano sagital (PSAG) de la cabeza del portador, alrededor de un centro de rotación (Ai) de la cabeza del portador,
- estando el procedimiento caracterizado porque:
- 20 b) se captura una serie de por lo menos dos imágenes de la cabeza de dicho portador mediante el dispositivo de captura de imágenes (90),
- c) se determina por lo menos una posición, en el referencial relacionado con el dispositivo de captura de imágenes (90), del centro de rotación (Ai) de la cabeza del portador en el plano sagital (PSAG),
- 25 d) se identifica, en cada una de dichas por lo menos dos imágenes capturadas, la imagen de por lo menos un primer punto anatómico (CNi) destacable de la cara del portador,
- e) se determina, para cada una de dichas por lo menos dos imágenes capturadas, el ángulo de inclinación (Ei) de un plano anatómico (PNO) de la cabeza del portador que pasa por dicho centro de rotación (Ai) y por dicho por lo menos un primer punto anatómico (CNi) y perpendicular al plano sagital (PSAG), con respecto a un plano de referencia (PRef) conocido en el referencial (O1, X1, Y1, Z1) relacionado con el dispositivo de captura de imágenes (90),
- 30 f) se compara este ángulo de inclinación (Ei) con un valor predeterminado,
- 35 g) se determina el parámetro geométrico-postural (H, AMV) buscado en función del resultado de esta comparación.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que, en la etapa g),
- 40 - se selecciona la imagen de dicha serie de imágenes capturadas para la cual la desviación entre el ángulo de inclinación (Ei) determinado en la etapa e) y dicho valor predeterminado es la más pequeña,
- se determina el parámetro geométrico-postural (H, AMV) buscado mediante el tratamiento de esta imagen seleccionada.
- 45 3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que, en la etapa g):
- se corrige el parámetro geométrico-postural (H, AMV) calculado en función de la desviación entre el ángulo de inclinación (Ei) determinado en la etapa e) para la imagen seleccionada y dicho valor predeterminado.
- 50 4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que, en la etapa g),
- se seleccionan las dos imágenes de dicha serie de imágenes capturadas para las cuales la desviación entre el ángulo de inclinación (Ei) determinado en la etapa e) y dicho valor predeterminado es la más pequeña,
- 55 - se calcula, a partir de estas dos imágenes seleccionadas, una modelización de por lo menos una parte de la cara del portador correspondiente a la imagen que se capturaría efectivamente si el valor del ángulo de inclinación (Ei) de dicho plano anatómico (PNO) fuera igual a dicho valor predeterminado,
- 60 - se determina, a partir de esta modelización, el parámetro geométrico-postural (H, AMV) buscado.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que, en la etapa a), dichos medios de localización (20) comprenden un dispositivo de localización (20) montado directamente sobre la cabeza del portador o sobre la montura (10) de gafas de este portador.
- 65 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que, en la etapa a), dichos medios de

localización comprenden unas marcas de referencia dispuestas sobre la cabeza del portador.

5 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que, en la etapa d), se identifica en cada una de dichas por lo menos dos imágenes capturadas, la imagen de por lo menos una comisura nasal (CN) o temporal (CT) de un ojo (OD, OG) del portador y, en la etapa e), se determina el ángulo de inclinación (Ei) del plano anatómico (PNO) de la cabeza del portador que pasa por esta comisura (CN, CT) y por el centro de rotación correspondiente a esta imagen.

10 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que, en la etapa d), se identifica en cada una de dichas por lo menos dos imágenes capturadas, la posición del punto más bajo de la nariz del portador, denominado punto subnasal, y, en la etapa e), se determina el ángulo de inclinación del plano anatómico de la cabeza del portador que pasa por este punto subnasal y el centro de rotación correspondiente a esta imagen.

15 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que, en la etapa g), el parámetro geométrico-postural (H, AMV) determinado comprende una por lo menos de las magnitudes siguientes:

- el ángulo pantoscópico (AMV) de la montura (10) que equipa el portador,
- la altura (H) de los centros de rotación (CROG, CROD) de los ojos del portador con respecto al borde inferior de esta montura (10).

25 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que, en la etapa b), cuando el portador efectúa un movimiento de cabeceo vertical de la cabeza sustancialmente en el plano sagital, se captura una serie de por lo menos dos imágenes de la cabeza del portador mediante el dispositivo de captura de imágenes (90), para por lo menos dos inclinaciones diferentes de la cabeza.

30 11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que, en la etapa c), se determina la posición del centro de rotación (Ai) a partir de las posiciones y de las inclinaciones de la referencia relacionada con la cabeza del portador proporcionadas por los medios de localización (20) y correspondiente a por lo menos dos de dichas imágenes capturadas.

35 12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que, en la etapa c), la determinación del centro de rotación (Ai) se realiza a partir de las posiciones y de las inclinaciones de la referencia relacionada con la cabeza del portador correspondientes a un grupo de imágenes capturadas sucesivamente de dicha serie de imágenes.

40 13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que, en la etapa c), se determina una pluralidad de posiciones del centro de rotación (Ai) correspondientes a diferentes grupos de imágenes capturadas sucesivamente de dicha serie de imágenes.

45 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 13, en el que, en la etapa b), todas las imágenes capturadas del portador son unas imágenes sustancialmente frontales del portador, es decir, capturadas en un plano sustancialmente perpendicular al plano sagital (PSAG) de la cabeza del portador.

50 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que:

- en la etapa b), se captura por lo menos una imagen sustancialmente de perfil de la cabeza del portador, es decir, capturada en un plano sustancialmente paralelo al plano sagital (PSAG) de la cabeza del portador.
- en la etapa c), la determinación de la posición de dicho centro de rotación (Ai) de la cabeza del portador comprende la identificación, sobre dicha imagen sustancialmente de perfil capturada en la etapa b), de un segundo punto anatómico destacable (TR).

55 16. Procedimiento según la reivindicación 15, en el que, en la etapa c), la identificación de dicho segundo punto anatómico destacable (TR) se realiza:

- mediante el tratamiento de dicha imagen sustancialmente de perfil capturada en la etapa b) y el reconocimiento en esta imagen de una forma asociada a este segundo punto anatómico destacable (TR), o
- mediante la visualización en una pantalla de dicha imagen sustancialmente de perfil capturada en la etapa b) y la utilización de un medio de apuntado de dicho segundo punto anatómico destacable (TR).

