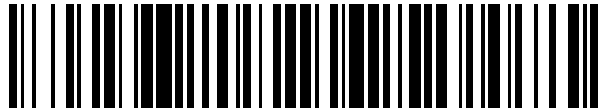


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 544 554**

51 Int. Cl.:

A61B 3/032 (2006.01)

A61B 3/113 (2006.01)

A61B 5/11 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

G02C 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2011 E 11728807 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2015 EP 2582283**

54 Título: **Procedimiento de estimación de una postura de referencia**

30 Prioridad:

30.08.2010 FR 1056873

21.06.2010 FR 1002603

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

01.09.2015

73 Titular/es:

INTERACTIF VISUEL SYSTEME (I V S) (100.0%)
19, rue Klock
92110 Clichy, FR

72 Inventor/es:

ENCAOUA, DAVID y
THOMET, PASCAL

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 544 554 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 estimación de una postura de referencia.

5 La invención se refiere al análisis del comportamiento visual de un sujeto, con fines de personalización y de optimización de las características ópticas de lentes correctoras o de lentillas oftálmicas que debe llevar puestas, así como a su montaje en la montura.

10 Más precisamente, la invención se refiere al análisis de la postura general de la cabeza del sujeto y a la toma de mediciones realizada por un óptico, que procede a la adquisición de datos necesarios con el fin de determinar la configuración general de implantación de las lentes correctoras frente a los ojos del sujeto.

15 Ya se conocen numerosos sistemas dirigidos a optimizar la posición de las lentes en una montura con respecto a la posición relativa de las pupilas de los ojos del sujeto y de la montura. Para ello, mediante una cámara se toman imágenes fijas o animadas de la cara que lleva puesta la montura, y se realiza la detección de la posición de los ojos así como la detección de la ubicación de la montura.

20 En particular, el documento FR 2 860 887 A a nombre del solicitante da a conocer un sistema en el que, a partir de una serie de imágenes animadas de la cara del sujeto en movimiento delante de una cámara fija, se determina una imagen de referencia en la que la cara está lo más centrada posible en la cámara, de manera que se dispone de la mejor definición posible de la posición relativa de los ojos y de la montura.

25 En paralelo, los fabricantes de lentes oftálmicas buscan actualmente optimizar el diseño de estas lentes, en particular en la tecnología de las lentes denominadas progresivas, examinando el comportamiento del sujeto cuando su mirada se desplaza. Por ejemplo, el documento FR 2 892 529 A a nombre del solicitante da a conocer un sistema que comprende:

- una cámara,
- 30 - una pantalla que permite representar las imágenes tomadas por la cámara,
- un accesorio 20 adecuado para ser puesto de manera fija en la cabeza del sujeto y que lleva una pluralidad de marcas de referencia visuales 21,
- 35 - unos medios que forman un(os) objetivo(s) visual(es) susceptibles de cubrir por lo menos dos posiciones determinadas con respecto a la cámara, y
- unos medios de análisis de imagen que pueden analizar la posición de las marcas de referencia visuales en las imágenes tomadas por la cámara. Los medios de análisis de imagen deducen entonces la posición y la
- 40 orientación en el espacio del accesorio 20, y por tanto de la cabeza del sujeto, cuando éste observa diferentes regiones de los medios que forman objetivo(s) visual(es), para deducir a partir de ello en particular información sobre la importancia relativa del movimiento de la cabeza durante el desplazamiento de la visión de un objetivo a otro, así como la importancia relativa del movimiento de los ojos.

45 Normalmente, el accesorio 20 puede ser análogo al accesorio ilustrado en la figura 1 y comprender unos medios que forman indicadores geométricos 21 elegidos específicamente para establecer un valor de la orientación de la montura. Puede estar constituido por un soporte alargado que lleva una serie de marcas de referencia visuales 21, colocadas a lo largo de las patillas de las monturas y/o sobre el montante superior frontal de la montura.

50 Para que las mediciones sean precisas, es necesario que la cabeza del sujeto esté en una postura de referencia, y mire en una posición definida, adaptada para la toma de mediciones.

La postura de referencia puede ser en particular la postura de visión de lejos, en la que el portador se mantiene en una posición natural y se concentra en un punto en el infinito delante de él según un plano horizontal. Como

55 variante, la postura de referencia puede corresponder a una postura de visión de cerca, tal como la posición de lectura, es decir la posición en la que el sujeto se concentra en un punto aproximadamente a cuarenta centímetros de sus ojos y baja su mirada 30° con respecto al plano horizontal.

60 En la continuación de la presente descripción, la postura de referencia corresponderá a la postura de visión de lejos. No obstante, esto no es limitativo y sólo se indica a modo de ejemplo.

Cuando el óptico mide la posición relativa de las pupilas con respecto a la montura, entonces es indispensable que se asegure de que el portador esté en una postura próxima a esta postura de referencia.

65 Ahora bien, los sistemas conocidos actualmente no permiten determinar con precisión y de manera automática si la postura del sujeto está próxima a la postura de referencia. Por tanto, generalmente esto se hace de manera manual,

por el propio óptico, a partir de la simple observación de la postura del sujeto en el momento de la toma de las mediciones. Para ello, el óptico puede servirse en particular de los sistemas descritos anteriormente, que proporcionan un valor de la inclinación del accesorio fijado a la montura.

5 Por ejemplo, la postura del sujeto se puede describir (de manera no limitativa) con ayuda de dos ángulos para una dirección de la mirada conocida. El primer ángulo corresponde al rumbo de la cabeza, es decir un ángulo orientado que refleja el hecho de que el sujeto tiene tendencia a tener la cabeza más o menos girada a la izquierda o a la derecha cuando mira un objeto colocado justo delante de él.

10 El segundo ángulo corresponde a la inclinación de la cabeza, es decir un ángulo orientado que refleja el hecho de que el sujeto tiene tendencia a tener la cabeza más o menos levantada o bajada cuando mira un objeto colocado justo delante de él. Para una montura dada, este segundo ángulo puede ser la medida del ángulo pantoscópico, es decir la medida de la inclinación del plano medio de la lentilla correctora con respecto a la vertical.

15 Con el fin de determinar la distancia entre las pupilas del sujeto (uno de los parámetros para la fabricación de los dispositivos de corrección), el óptico utiliza generalmente un pupilómetro. En este caso, se supone de manera arbitraria que el rumbo es nulo ya que el pupilómetro está apoyado contra la frente del sujeto. No obstante, este dispositivo no permite tener en cuenta el ángulo pantoscópico que debe ser medido por separado, ni, dado el caso, el hecho de que el sujeto pueda presentar un porte de cabeza lateralizado (tendencia del sujeto a mirar más bien a la derecha o a la izquierda en su posición de referencia).

20 No obstante, este enfoque no garantiza que la posición adoptada por el sujeto corresponda correctamente a su posición de referencia natural y que no se vea influida por la presencia en particular del óptico, de un objeto particular en la sala o del estado psicológico en ese instante del sujeto (efecto de la tienda que puede intimidar al sujeto, restricciones asociadas con las peticiones del óptico, etc.). Por ejemplo, si el portador baja demasiado la cabeza durante la toma de mediciones, se obtendrán valores de mediciones de altura demasiado grandes. En el caso de lentes progresivas (para las que la potencia de corrección varía de arriba abajo), podrá entonces tener sus ojos frente a la zona de corrección de cerca, mientras que el objeto que mira está lejos.

25 No obstante, la postura de referencia natural tiene una gran importancia ya que determina la manera en la que el portador va a proyectar su mirada sobre las lentes de gafas en su posición de máxima comodidad. Una mala postura conduce por tanto a malas mediciones de centrado de las lentes. Por tanto, es primordial elegir una imagen de postura correcta para el cálculo de la proyección de la mirada sobre las lentes de gafas y por tanto evaluar la calidad de la postura del portador durante la medida.

30 A modo de ilustración numérica, un error de un grado en la orientación de la cabeza tiene como consecuencia un error de centrado de aproximadamente 0,4 milímetros, mientras que la precisión buscada debe ser inferior a medio milímetro.

35 También se puede realizar una aproximación de la inclinación en la postura de referencia en visión de lejos mediante referencia al plano de Frankfort que se puede definir por los tragiones y la parte inferior de las órbitas oculares. Un primer enfoque para medir el plano de Frankfort es utilizar los dos centros de rotación del ojo para determinar un primer eje que será por definición paralelo al plano de Frankfort y a una distancia conocida, de aproximadamente 22 milímetros, del plano de Frankfort. A continuación se coloca de manera manual, automática o semiautomática, la posición de por lo menos un trágion sobre por lo menos dos imágenes de la cara del sujeto que lleva puesto un accesorio 20 tal como el definido anteriormente. Al ser los puntos del trágion unos puntos de referencia (visibles) y al estar el trágion inmóvil en la marca de referencia del accesorio 20, se puede posicionar en tres dimensiones como la intersección de las dos rectas de observación que pasan por los tragiones y el centro óptico de la cámara. El plano de Frankfort se puede calcular entonces fácilmente como el plano que contiene el trágion y tangente al cilindro.

40 Este plano se considera horizontal cuando el sujeto está en posición de visión de lejos. Esta medida es morfológica e independiente de la postura del sujeto durante la medición. No obstante, este enfoque no garantiza que la posición natural en visión de lejos coincida perfectamente con un plano de Frankfort horizontal.

45 El documento FR 2 892 529 describe un procedimiento que permite determinar la distribución entre el movimiento de la cabeza y el movimiento de los ojos del sujeto durante un desplazamiento de la mirada entre dos objetivos visuales. En este documento se trata por tanto de realizar una medida de un parámetro dado del comportamiento visual del portador de gafas oftálmicas (movimiento relativo ojo/cabeza) y no de determinar la postura de referencia del portador de gafas oftálmicas. Con el fin de medir este parámetro, el documento FR 2 892 529 propone determinar una posición de referencia de la cara según la descripción del documento FR 2 860 887 A, identificando una posición de la cabeza del portador en la que un accesorio, que lleva puesto el portador, presenta una posición simétrica con respecto a un plano vertical. Se trata por tanto en este caso de determinar una posición de referencia de la cara para medir el parámetro dado del comportamiento visual del portador. No obstante, un procedimiento de este tipo no permite estimar la postura de referencia natural del sujeto.

50 El documento EP 1 591 064 describe por su parte un procedimiento de determinación del ángulo entre la posición de

visión de lejos y la posición de visión de cerca de un sujeto. Por tanto, no se trata en absoluto de estimar una postura de referencia natural del sujeto.

5 La invención pretende por tanto proponer un procedimiento que permita determinar con precisión una posición de referencia natural del sujeto, de manera total o parcialmente automática.

Para ello, la invención propone un procedimiento de estimación de una postura de referencia de un sujeto según la reivindicación 1.

10 El encadenamiento de estas etapas permite por tanto obtener una postura de referencia óptima, y ello a pesar del hecho de que cada distracción aumenta las dispersiones y por tanto la variabilidad del porte de cabeza. La puesta en práctica de distracciones repetidas era por tanto algo que el experto en la materia habría intentado evitar.

Determinados aspectos preferidos, pero no limitativos, del procedimiento según la invención son los siguientes:

- 15
- se mide la postura de referencia real durante la llegada de la cabeza a la postura de referencia diana;
 - se miden por lo menos dos posturas de referencia reales correspondientes a dos posturas de distracción opuestas, y se obtiene la postura de referencia óptima calculando una media de las posturas de referencia
- 20
- medidas durante estas dos posturas de distracción opuestas;
 - el procedimiento comprende además la obtención de un intervalo de confianza con respecto a dicha postura de referencia óptima;
- 25
- la postura de referencia diana corresponde a una postura en la que el sujeto mira de manera natural un objetivo determinado;
 - la postura de referencia corresponde a la postura de visión de lejos o de visión de cerca del sujeto;
- 30
- los datos de postura comprenden un valor de ángulo pantoscópico y de rumbo de la cabeza del sujeto;
 - los valores de ángulo pantoscópico y de rumbo se determinan por medio de probabilidades condicionales que dependen de los conjuntos de datos de postura de referencia real anteriores y/o del tipo de postura de
- 35
- distracción anterior;
 - el procedimiento comprende además la aplicación de un peso a los datos en función de su pertinencia respectiva para la evaluación de la postura de referencia óptima y del intervalo de confianza;
- 40
- el procedimiento comprende además una etapa de determinación del plano de Frankfort del sujeto;
 - se integran además datos del plano de Frankfort en los datos tenidos en cuenta para la determinación de la
- 45
- postura de referencia óptima y del intervalo de confianza;
 - el procedimiento comprende además la extrapolación de datos suplementarios relativos a posturas de referencia que no ha adoptado el sujeto a partir de los datos registrados;
- 50
- la medida de la postura de referencia real comprende la localización de puntos singulares en por lo menos una imagen del sujeto;
 - los puntos singulares los lleva un accesorio fijado a una montura de gafas que lleva puesta el sujeto;
- 55
- el procedimiento comprende además la edición de los datos de postura utilizada para el cálculo de los parámetros de fabricación del dispositivo de corrección, a partir:
 - del intervalo de confianza y de la postura de referencia óptima de un conjunto de datos de una postura de referencia real o extrapolada a partir de los conjuntos de datos reales,
- 60
- de la presentación de una imagen del sujeto en esta postura y/o del impacto de la elección de esta postura sobre los parámetros de fabricación del dispositivo de corrección.

Según un segundo aspecto, la invención propone un sistema de estimación de una postura de referencia de un sujeto según la reivindicación 13.

Determinados aspectos preferidos, pero no limitativos, del sistema son los siguientes:

- 65
- la unidad de procesamiento digital permite además obtener un intervalo de confianza con respecto a dicha

postura de referencia óptima; y

- el dispositivo de visualización comprende además objetivos visuales.

5 Según un último aspecto, la invención propone un producto de programa informático que comprende instrucciones de código de programa para la ejecución de las etapas del procedimiento descrito anteriormente, cuando dicho programa se ejecuta por un ordenador.

10 Otras características, objetivos y ventajas de la presente invención se desprenderán mejor a partir de la lectura de la siguiente descripción detallada y con referencia a dibujos adjuntos facilitados a modo de ejemplos ilustrativos y en los que:

15 la figura 1 representa una vista en perspectiva de un ejemplo de accesorio que se puede utilizar en la puesta en práctica del sistema y del procedimiento según la invención,

la figura 2 representa un esquema de bloques de diferentes componentes del sistema de la invención, y

20 la figura 3 es una representación gráfica de las diferentes etapas según una forma de realización de la invención, y

la figura 4 es una vista frontal de un ejemplo de sistema portátil que se puede utilizar en la puesta en práctica del sistema y del procedimiento según la invención.

25 Tal como se ilustra en la figura 2, un sistema según la invención comprende por ejemplo un armazón en cuya región superior están alojados un dispositivo de captura de imágenes 12 tal como una cámara, colocado en la proximidad de un dispositivo que permite obtener un objetivo en el que se va a concentrar el sujeto en la postura de referencia, tal como un espejo sin azogue colocado delante de la cámara. La cámara 12 está conectada a una unidad 11 central para la adquisición de las imágenes de vídeo. Un teclado 16, así como cualquier otro dispositivo de entrada y de salida tal como un ratón, una pantalla 14, etc. permite controlar el sistema.

30 Por ejemplo, es posible integrar la invención en el dispositivo comercializado con el nombre Activisu Expert 3 por el solicitante.

35 Un dispositivo de este tipo comprende un espejo sin azogue colocado verticalmente. La cámara se coloca detrás del espejo de manera que se conoce la posición de su eje óptico principal con respecto al espejo. Normalmente, la cámara está dispuesta de manera que su eje óptico principal se extiende de manera sustancialmente perpendicular al espejo.

40 Por otro lado, el accesorio 20 presenta la forma de un clip y se coloca sobre la montura.

Para más detalles sobre el sistema, se podrá hacer referencia, por ejemplo, a las solicitudes mencionadas anteriormente FR 2 860 887 A o FR 2 892 529 A.

45 Como variante, no es necesario partir de una imagen (o cualquier otra información útil para las mediciones de centrado) para cada medida de la postura. Es posible por ejemplo poner en práctica un sistema de seguimiento de la posición de la cabeza en tiempo real (o cálculo diferido) asociado con una cámara fotográfica. El estudio de la postura se realizará entonces con un gran número de mediciones de la postura mientras que se tomará(n) una única (o algunas) fotografía(s) para el centrado.

50 Ejemplos de sistemas de seguimiento de la posición de la cabeza pueden ser los siguientes, de manera no limitativa:

- Un acelerómetro colocado de manera fija con respecto a la cabeza. Una adquisición continua de la aceleración permite, tras una calibración apropiada, obtener un seguimiento de la posición de la cabeza.

55 - Un sistema por ultrasonidos tal como Visión Print System comercializado por la sociedad Essilor, que permite medir el coeficiente ojo-cabeza para la personalización de la lente Ipseo.

60 - Emisores infrarrojos colocados en la cabeza del sujeto, por ejemplo en un accesorio 20 del tipo descrito anteriormente o en cualquier objeto fijo con respecto a la cabeza que sea equivalente, asociados a una cámara de infrarrojos. El sistema es entonces similar al sistema de Activisu Expert 3, pero pone en práctica una cámara de infrarrojos en lugar de una cámara sensible únicamente al espectro visible, y utilizando marcas de referencia que emiten en el espectro infrarrojo en lugar de utilizar marcas de referencia visuales de un color determinado (verde en el sistema Activisu Expert 3).

65 - Cualquier sistema de reconstrucción tridimensional de la cara que permita obtener un parámetro de postura suficientemente preciso para el estudio, pudiendo ser este parámetro la rotación de la cabeza alrededor del

5 eje vertical (el rumbo) o alrededor del eje horizontal orientado derecha/izquierda (asociado con el ángulo pantoscópico). Puede ser una reconstrucción tridimensional de puntos destacables de la cara mediante estereoscopía (o fotogrametría) con ayuda de dos cámaras (o una reconstrucción con una única cámara asociada a un medio de ajuste a escala suficientemente preciso para el estudio (pudiendo ser el medio de ajuste a escala por ejemplo una distancia conocida entre dos de los puntos destacables identificados en una imagen)).

10 Durante la toma de mediciones mediante uno de estos dispositivos de seguimiento de la postura, se realiza además un vínculo entre estas mediciones y una imagen del sujeto con el fin de calcular la postura óptima.

15 Con el fin de determinar la postura natural del sujeto, el procedimiento según la invención comprende en particular la iteración de etapas realizadas por medio de tomas de vistas (o de un dispositivo equivalente de seguimiento de la posición) y de cálculo de una postura óptima a partir de esas tomas de vista.

20 Según una forma de realización, el procedimiento comprende las etapas que consisten en registrar 110 en un primer momento una pluralidad de posturas del sujeto gracias a la cámara 12, y, en cada etapa de registro, hacer que el portador realice por lo menos un movimiento determinado antes de volver a una postura de referencia dada 110.

25 Por ejemplo, las posturas registradas pueden corresponder a la postura en un instante dado del sujeto cuando se mira en el espejo. Después, mediante medios que inducen un desplazamiento espontáneo tales como instrucciones vocales, mensajes presentados visualmente en una pantalla, el encendido de una luz en un lugar dado de la sala con el fin de atraer la mirada del sujeto, o más generalmente cualquier medio que haga que el paciente modifique su postura, se induce 110 el desplazamiento del sujeto o por lo menos la rotación de su cabeza antes de volver a la posición inicial de referencia en la que se mira en el espejo.

30 Normalmente, es posible pedirle al sujeto que gire la cabeza a la derecha o a la izquierda, que mire al suelo o al techo, que lea un documento, que cierre los ojos, siendo la idea de base la de distraerle temporalmente con el fin de “reinicializar” su postura y acercarse a su postura natural, a pesar del entorno y de su estado psicológico. Se consigue así hacer que el sujeto coloque su mirada justo delante de él de manera generalmente más natural con cada iteración. No obstante, no se garantiza la mejora en cada iteración, en la medida en que el sujeto puede presentar por ejemplo una fatiga que va a llevarle a modificar su posición de referencia. Por ello se da preferencia a la utilización de una estimación estadística implementada sobre la base de las diferentes posturas en lugar de la selección de la última postura medida.

35 En el caso en el que la postura de referencia corresponde a la visión de cerca en posición de lectura, el sujeto se concentra en un objetivo y se realizan mediciones con el fin de evaluar la distancia entre el objetivo y la montura que lleva puesta el sujeto, el rumbo, y el ángulo formado por la inclinación del plano medio de las lentillas correctoras con respecto al plano que contiene la dirección de la mirada del sujeto cuando se concentra en el objetivo (siendo el ángulo pantoscópico propio de la visión de lejos).

40 Para ello, el objetivo puede ser una tableta 30, y la posición de la montura se determina por medio del accesorio 20 fijado a la misma.

45 En este caso, la tableta 30 es un sistema portátil dotado de un dispositivo de visualización 31, tal como una pantalla de cristal líquido, y en la que está montado un dispositivo de toma de imágenes 12' tal como una cámara.

La pantalla puede medir por ejemplo aproximadamente 40 cm de ancho por 25 cm de alto.

50 Ventajosamente, esta tableta 30 permite por tanto colocar al sujeto mediante la misma. La persona se puede colocar por tanto frente a la tableta 30, y por tanto frente a la cámara 12', sustituyendo la tableta 30 ventajosamente a un espejo o a cualquier otro dispositivo de ayuda para la colocación.

55 El sujeto puede entonces sujetar la tableta 30 con sus manos, como un libro o un periódico, de tal manera que se puede concentrar cómodamente en los elementos presentados visualmente en la pantalla 31.

60 Por ejemplo, es posible presentar visualmente uno o varios textos, imágenes, anuncios, fijos o móviles en la pantalla.

Normalmente, la pantalla 31 puede presentar visualmente información sobre las lentes y lentillas existentes. También puede devolver al sujeto la imagen tomada por la cámara, con el fin por ejemplo de mejorar su centrado.

65 El operario puede entonces realizar mediciones, pidiéndole al sujeto que visualice los elementos presentados visualmente en la pantalla 31, después un lugar de su elección de la sala, etc. de manera que se determine, con ayuda de la cámara 12' montada en la pantalla 31 y/o de la cámara 12, la postura de referencia en posición de lectura del sujeto.

Según otra forma de realización, la tableta 30 comprende en sí misma medios que permiten distraer al sujeto con el fin de llevarle hacia su postura de referencia natural.

5 Normalmente, la tableta 30 puede presentar visualmente un texto que se extiende por todo el ancho de la pantalla 31. De este modo, cuando el sujeto lee el texto presentado visualmente, su mirada recorre la pantalla y su cabeza realiza un movimiento de rotación izquierda/derecha y arriba/abajo. Entonces es posible determinar la postura de referencia del sujeto, en la medida en que el movimiento de la cabeza inducido por la lectura del texto constituye una distracción suficiente para reinicializar la postura del sujeto en posición de lectura: en efecto, cuando éste se concentra a continuación en un elemento objetivo en la tableta 30, tal como una imagen centrada o una diodo electroluminiscente fijo con respecto a la pantalla 31, su posición es más natural que antes de la lectura.

De manera aproximada, la postura de referencia en posición de lectura se puede determinar como la media entre las posturas extremas de lectura del texto en la pantalla 31.

15 Gracias a la presentación visual del texto por la pantalla 31, es posible además realizar una medida de un coeficiente ojo-cabeza (es decir una razón media entre el ángulo de rotación del ojo y la rotación de la cabeza del sujeto), determinando, gracias a la cámara, el intervalo angular de la cabeza del sujeto: conociendo la distancia entre la cabeza del sujeto y el ancho de la pantalla, se deduce entonces a partir de ello el intervalo angular recorrido por los ojos del sujeto durante la lectura, así como el coeficiente ojo-cabeza.

20 Como variante, se presenta visualmente un texto en diferentes lugares de la pantalla y/o en diferentes tamaños, de manera que se hace que el sujeto mire diferentes lugares de la pantalla antes de volver al elemento objetivo. Además, es posible un estudio de conducta a fondo si el objetivo permanece sustancialmente puntual (por ejemplo un texto muy corto) y se desplaza a posiciones variadas de lectura (arriba, abajo, a la derecha o a la izquierda), controlándose la pantalla 31 por la unidad 11 de procesamiento, entonces es posible conocer en todo momento cómo evoluciona el porte de cabeza en función de los desplazamientos del objetivo.

30 Según aún otra variante, además de los objetivos visuales presentados visualmente por la pantalla 31, la tableta 30 puede comprender objetivos 32 visuales, tales como diodos electroluminiscentes (LED), fijos con respecto a la pantalla. Una señal acústica puede acompañar al encendido/apagado de los objetivos.

Por ejemplo, se pueden fijar dos conjuntos de LED en brazos que se extienden radialmente desde los lados laterales de la tableta 30, de manera que se crean tres conjuntos de objetivos 32 visuales para el sujeto.

35 En este caso, cada brazo comprende cuatro LED, separados entre sí una distancia comprendida entre aproximadamente 0,5 cm y 5 cm, preferentemente de aproximadamente 2 cm. Ventajosamente, la puesta en práctica de una pluralidad de LED adyacentes en cada brazo permite adaptar la desviación angular entre el accesorio (y por tanto la cabeza del sujeto) y el objetivo visual lateral (es decir, en este caso el LED encendido durante la medida) en función de la distancia entre la tableta 30 y el accesorio 20.

40 Como variante (no ilustrada en las figuras), la tableta 30 no comprende ninguna pantalla: comprende entonces tres conjuntos de LED, uno central y dos laterales.

45 Entonces basta con encender de manera sucesiva, preferentemente de manera aleatoria, los objetivos 32 visuales con el fin de poder realizar mediciones del coeficiente ojo-cabeza y del rumbo, así como determinar la postura natural del sujeto.

50 Durante estas etapas, se procede a la adquisición y al análisis automático de los datos registrados, y ya no es necesario remitirse únicamente a la experiencia del óptico.

Se procede entonces al cálculo de la posición de referencia "óptima" 130 a partir de las observaciones y de los registros, posición que puede ser diferente de las posiciones observadas y corresponder a una posición intermedia o extrapolada.

55 Este procedimiento se basa en la utilización de un modelo del comportamiento humano frente al dispositivo para interpretar las mediciones de posturas.

60 Puede adoptar en particular la forma de probabilidades condicionales, por ejemplo la probabilidad de tener una postura de referencia óptima p sabiendo que se dispone de una secuencia de posturas p_i medida tras i iteraciones, y conociendo los tipos de distracción utilizados (mirar arriba, a la izquierda, leer un documento, etc.) antes de cada postura p_i . Por ejemplo, estudios han mostrado que la probabilidad de que el rumbo de la cabeza sea el correcto es mayor tras haber girado la cabeza a la derecha y después a la izquierda que antes de estos movimientos. Las mediciones del rumbo obtenidas tras estos movimientos tendrán por tanto un peso más elevado en los cálculos de este valor. Ventajosamente se pueden realizar consideraciones similares para el ángulo pantoscópico tras haber mirado al techo.

El modelo del comportamiento humano frente al dispositivo podrá utilizar en particular el abanico de las herramientas matemáticas de estadística del estado de la técnica y en particular:

- 5 - las probabilidades condicionales, por ejemplo la probabilidad de tener una postura p sabiendo que se dispone de una secuencia de posturas p_i , y dependiendo de los tipos de distracción utilizados (mirar arriba, a la izquierda, leer un documento, etc.) antes de cada postura p_i : estas propiedades condicionales se podrán organizar en una cadena de Markov.
- 10 - análisis avanzados que permiten detectar si un valor es “coherente” o “aberrante” y así censurar los valores aberrantes
- 15 - se podrán utilizar por ejemplo redes bayesianas para determinar la secuencia de instrucciones de distracciones que se debe dar en función de las posturas anteriormente observadas y de las instrucciones de distracción anteriormente dadas.
- 20 - las probabilidades bayesianas (o cualquier otra herramienta estadística adaptada) podrán permitir modelizar por ejemplo la correlación entre una postura o un parámetro de postura externa, y los parámetros de posturas de referencia. Esta postura externa o este parámetro de postura externa podrá ser, por ejemplo: La postura de visión de lectura mientras se intenta medir la postura de visión de lejos. El coeficiente ojo-cabeza, medido mediante un sistema tal como Activisu Expert 3 desarrollado por el solicitante, o incluso el sistema Visión Print desarrollado por Essilor, a saber el porcentaje de rotación de la cabeza con respecto a la rotación del ojo cuando se mira un objeto colocado a 40° en el lado de la cabeza.

El resultado obtenido está en forma de un valor “óptimo” y de un intervalo de valores posibles.

25 Por valor de postura se entiende en este caso en particular el valor del ángulo pantoscópico y del rumbo para una postura dada.

30 El modelo del comportamiento humano frente al dispositivo se puede completar además por un modelo “a priori”, en particular para la medida del rumbo, con el fin de reducir el número de muestras necesario para la determinación de la postura natural de referencia del sujeto. Un modelo “a priori” de este tipo se puede utilizar por ejemplo para mejorar el cálculo del máximo de verosimilitud mediante inferencias bayesianas, permitiendo en particular contar con una postura de referencia en vez de otra, en particular cuando las posturas adoptadas por el sujeto son muy inestables, basándose en análisis estadísticos.

35 Por ejemplo, se conoce que el rumbo de una persona es generalmente más próximo a 0° que a 3°. Por consiguiente, la utilización del modelo a priori implica elegir una postura de referencia próxima a 0° en vez de a 3° en caso de inestabilidad de las mediciones.

40 Según una forma de realización, la utilización de un modelo a priori de este tipo es progresiva. De este modo, cuanto más estables son las mediciones realizadas en el sujeto, menos se utiliza el modelo a priori. Y al contrario, cuanto más inestables son las mediciones realizadas, más preferencia se da al modelo a priori, al no ser la media de las mediciones suficientemente pertinente debido a su dispersión.

45 Entonces la determinación de la postura de referencia natural “óptima” es más fiable.

50 La puesta en práctica del modelo a priori también se puede adaptar para la medida del ángulo pantoscópico. No obstante, es más difícil que en el caso de la medida del rumbo, teniendo en cuenta que el ángulo pantoscópico puede variar entre 2 y 18°, en lugar de 0-3° para el rumbo, y que depende entre otras cosas de la montura y del porte de cabeza del sujeto. Normalmente, cuando las mediciones se realizan para lentes progresivas, un modelo a priori puede dar preferencia a valores altos para el ángulo pantoscópico con el fin de despejar la visión de lejos del sujeto, teniendo en cuenta la postura tras levantar la cabeza (al pasar de la posición de lectura a la posición de lejos).

55 El óptico puede entonces utilizar su experiencia o elegir la mejor postura del espacio de valores posibles propuestos, y el sistema puede presentar visualmente en tiempo real el impacto de una elección de valor de postura sobre los resultados de mediciones con el fin de ayudar al óptico en su decisión.

60 Como variante, la visualización se realiza de manera diferida, por ejemplo al final del registro de la serie de posturas p_i .

También es posible presentar visualmente una imagen que representa la postura del portador correspondiente a un valor de postura posible seleccionado por el óptico, con el fin de ayudarlo a verificar que este valor corresponde a la postura que observa en el portador o que desea utilizar para el centrado.

65 Esta imagen puede ser la imagen más representativa de las registradas durante la medida (medida de la postura y

medida de centrado). Como variante, la imagen presentada visualmente puede resultar de la producción de imagen de síntesis de la postura, realizando una reconstrucción tridimensional a partir de las imágenes reales e interpolando las imágenes registradas durante la iteración.

5 Por ejemplo, es posible tomar la media (que podrá estar ponderada mediante criterios de probabilidades condicionales obtenidos por medio de herramientas estadísticas) como valor “óptimo” y utilizar la desviación estándar para calcular un intervalo de confianza como intervalo de valores posibles.

10 De manera opcional, si la dispersión del ángulo pantoscópico (inclinación arriba/abajo) es demasiado importante, entonces se puede proponer al usuario medir el plano de Frankfort, por ejemplo determinando la posición del ojo y del trágion, y utilizarlo para mejorar los valores posibles y el valor óptimo.

15 Por defecto, se puede tomar por ejemplo el valor del plano de Frankfort como valor óptimo, o utilizarlo para detectar valores de mediciones aberrantes que se deben censurar y reducir la dispersión. Además se puede estimar la precisión del plano de Frankfort y eventualmente tenerla en cuenta en los cálculos estadísticos, en particular con un peso superior a los valores considerados como menos pertinentes.

20 Por ejemplo, en el contexto de una medida de la postura natural en visión de lejos, la invención puede comprender las siguientes etapas.

El óptico coloca al sujeto delante del espejo.

Preferentemente, el sujeto lleva puesto el accesorio 20 formado por medios que forman indicadores geométricos 21.

25 Entonces se dan indicaciones de “distracción” al sujeto (etapa 100): por ejemplo se presentan visualmente en la pantalla y las repite el óptico, o incluso se anuncian por un altavoz, y el óptico vigila que se ejecuten. Las instrucciones consistirán por ejemplo en pedir que se mire el puente de la montura en el espejo (o cualquier otro objetivo para la visión de lejos) con el fin de determinar una primera postura de referencia, después pedir que se sigan indicaciones de distracción con el fin de llevar al sujeto a una postura de distracción (girar decididamente la cabeza a la derecha o a la izquierda, subir o bajar decididamente la cabeza, girarse hacia el óptico (que puede estar colocado detrás del sujeto), cerrar los ojos, desplazarse y dirigirse a otro sitio antes de volver frente al espejo, etc.).

35 Entonces se le pide al sujeto que retome su postura de referencia, por ejemplo concentrándose de nuevo en el puente de la montura en el espejo, y se registra la nueva postura de referencia (etapa 110).

Esta operación (distracción y después regreso a la postura de referencia y registro de esta última postura de referencia) se repite por lo menos una vez, preferentemente varias veces.

40 Como variante, la postura de referencia registrada corresponde a una postura de distracción del sujeto, es decir una postura en la que éste se concentra en un objetivo dado (por ejemplo a la derecha o arriba). El operario pide entonces al sujeto que se concentre en un segundo objetivo, en la dirección opuesta (por ejemplo a la izquierda o abajo, respectivamente). La postura de referencia del sujeto (que se tiene en cuenta para la determinación de la postura natural “óptima”) corresponde entonces a una media (que puede estar ponderada) de esas dos posturas de distracción.

45 Evidentemente, las posturas se pueden registrar de manera continua, sin que la postura de distracción para la que se realiza la medida corresponda necesariamente a la posición extrema de la distracción, gracias a la toma de imágenes de manera continua realizada por la cámara. Así, por ejemplo, es posible pedirle al sujeto que realice un movimiento continuo de rotación derecha/izquierda de la cabeza y registrar dos posturas de distracción, una a la derecha y la otra a la izquierda, que no corresponden a las posturas extremas del movimiento de rotación. De este modo, se pueden elegir por ejemplo posturas correspondientes a la fijación de objetivos ligeramente descentrados a la derecha y a la izquierda (+/- 6° por ejemplo con respecto a la postura a 0°), y calcular la media con el fin de obtener la postura de referencia p_i que se debe tener en cuenta para los cálculos del valor “óptimo” de la postura de referencia natural. Con el fin de mejorar las mediciones, es posible incluso realizar varias mediciones entre los dos puntos extremos de las posturas de distracción derecha e izquierda, y después calcular una media integrada de estas mediciones con el fin de determinar la postura de referencia p_i .

60 Esta variante de realización presenta la ventaja de ser menos brusca para el sujeto y más fiable, ya que el sujeto ya no tiene que volver a colocar su cabeza en el centro tras cada distracción. Por otro lado, se favorecen posturas de distracción que presentan una pequeña amplitud con el fin de permanecer en el intervalo de comodidad del sujeto.

65 Ventajosamente, las operaciones de distracción difieren de una iteración a otra. Por ejemplo, es posible pedirle sucesivamente al sujeto que gire la cabeza decididamente a la derecha, después a la izquierda, después que mire al techo, al suelo, que lea un documento, siendo el objetivo reinicializar la postura de referencia (en este caso, la postura correspondiente a la visión de lejos) con el fin de determinar la postura natural del sujeto.

Por otro lado, la elección de las distracciones así como el ajuste de los cálculos pueden depender del tipo de lente que se va a fabricar para la montura del sujeto y de la estabilidad de sus posturas. Por ejemplo, se puede dar preferencia a las mediciones realizadas para la determinación del ángulo pantoscópico con respecto a las mediciones realizadas para el rumbo en el caso de una lente progresiva. En efecto, los valores están generalmente más centrados para el rumbo que para el ángulo pantoscópico, de manera que su dispersión es menor.

Esta elección se puede realizar previamente, al comienzo de las mediciones, o durante el procedimiento de medida, en función de las posturas registradas. Por tanto, si se constata que la postura es inestable cuando el sujeto levanta o baja la cabeza, se dará preferencia a una distracción arriba/abajo suplementaria con el fin de confirmar las mediciones del ángulo pantoscópico, en detrimento de las demás.

Se realiza entonces una adquisición en tiempo real registrando los valores de postura p_i tras cada distracción i , y eligiendo las indicaciones de distracción en función de los portes de cabeza ya observados. Por ejemplo, resulta ventajoso pedirle al sujeto que gire varias veces la cabeza a la derecha y después a la izquierda si su ángulo pantoscópico es muy inestable. Como variante, también es posible pedirle al sujeto que suba y baje la cabeza si la medida de su rumbo muestra que es inestable; en efecto, los inventores han constatado que, para la medida del rumbo, el sujeto tenía tendencia a recolocar mejor su cabeza tras haber realizado un movimiento arriba/abajo o abajo/arriba de la cabeza que tras varios movimientos derecha/izquierda. En efecto, durante movimientos de rotación derecha/izquierda de la cabeza, el sujeto puede tener tendencia a resistirse o por el contrario amplificar el movimiento y pararse más allá de la postura natural cuando vuelve a la posición de referencia, falseando por tanto los resultados, mientras que cuando el movimiento de rotación derecha/izquierda va seguido por un movimiento arriba/abajo (o abajo/arriba), el rumbo corresponde sustancialmente al de la posición natural.

Los inventores también han constatado que las distracciones derecha/izquierda dan una indicación sobre la estabilidad y la amplitud de la zona de comodidad del rumbo, mientras que las distracciones arriba/abajo dan una indicación sobre la estabilidad y la amplitud de la zona de comodidad del ángulo pantoscópico, y que una distracción arriba/abajo tiene tendencia a volver a centrar el rumbo del sujeto mientras que una distracción derecha/izquierda tiene tendencia a volver a centrar su ángulo pantoscópico.

Conociendo la estabilidad del rumbo y del ángulo pantoscópico del sujeto, entonces es posible adaptar el número de distracciones así como el tipo de distracciones que se le piden con el fin de determinar de manera óptima su postura de referencia.

Entonces se calcula el valor óptimo de la postura natural basándose en las diferentes posturas registradas p_i y los valores posibles (etapas 120 y 130), por ejemplo los valores comprendidos en un intervalo de confianza.

Durante el procedimiento de medida, el sistema podrá detectar automáticamente los instantes en los que el portador se aproxima a la postura de referencia (en contraposición a los momentos en los que se aleja de la misma, porque está respondiendo a una instrucción de "distracción"). Esta detección se podrá basar en particular en dos indicios:

- a. La postura está lo suficientemente próxima a la postura de referencia (límite con respecto al ángulo de rumbo y ángulo pantoscópico, posición en el espacio delimitada: distancia al espejo, posición arriba, abajo, derecha e izquierda)
- b. La posición está estabilizada: movimientos pequeños durante un transcurso de tiempo determinado.

Esta detección permitirá agrupar automáticamente los valores de posturas que se deben tener en cuenta en los cálculos de estadísticas y permitirá tener un procedimiento automatizado.

Para cada postura es posible tomar la media y la desviación estándar con respecto a las imágenes de vídeo, extraer una tendencia de evolución de la media móvil, etc.

A partir del valor óptimo de la postura natural, se determinan entonces resultados de mediciones de centrado y de personalización (medida de la distancia entre las dos pupilas, la distancia lente-ojo, etc.).

Según una forma de realización, el sistema permite editar el valor de postura de entre los valores posibles.

Durante estas ediciones, el óptico ve de manera interactiva los nuevos valores de las mediciones de centrado, la calidad de los parámetros (rumbo y ángulo pantoscópico) elegidos, y dado el caso una imagen que representa la postura del portador con el fin de verificar que los parámetros corresponden a la postura que observa en el portador o que desea utilizar para el centrado.

Para cada postura es posible tomar la media y la desviación estándar con respecto a las imágenes de vídeo, extraer una tendencia de evolución con respecto a la media móvil, etc.

Entonces se aplica un peso a los valores en función de un modelo de comportamiento dado. Por ejemplo, un rumbo

próximo a cero será más pertinente que un valor elevado, y un rumbo registrado tras un movimiento de rotación izquierda/derecha de la cara seguido por un movimiento arriba/abajo será más pertinente que el medido directamente tras un movimiento de rotación izquierda/derecha, teniendo la distracción arriba/abajo tendencia a volver a centrar el rumbo del sujeto.

5 De la misma manera, el ángulo pantoscópico será más natural después de que el portador haya girado la cabeza decididamente hacia arriba o hacia abajo, aún más después de que haya realizado estos dos movimientos, etc. Por otro lado, también es posible aplicar un peso a cada valor en función del tipo de distracción realizado y del comportamiento (estabilidad). Por tanto, para la evaluación del rumbo, las mediciones realizadas tras distracciones arriba/abajo pueden tener un peso más importante que las mediciones realizadas directamente tras una distracción derecha/izquierda, ya que se ha observado que estas primeras dan resultados más próximos al rumbo natural.

A continuación se presentan visualmente los resultados obtenidos, por ejemplo en la pantalla del sistema.

15 Por otro lado, puede resultar ventajoso ofrecerle al óptico la posibilidad de editar el porte de cabeza de referencia de entre un conjunto de valores aceptables y de apreciar su impacto sobre las mediciones de centrado. Con el fin de evaluar cualitativamente la pertinencia del porte de cabeza elegido, el sistema permite la visualización de una imagen representativa del porte de cabeza de referencia de entre las imágenes registradas durante la fase de análisis, ajustada sobre la posición de los ojos (para que el paso de una imagen a otra sea continuo) e interpolada para simular una posición entre dos (o más) fotografías registradas. Se pueden utilizar técnicas tales como el flujo óptico ("optical flow") o mapa de disparidades ("disparity map") asociadas a distorsiones ("warping") o triangularización ("triangularisation") y mapeo de texturas ("texture mapping").

20 Las imágenes de posturas se pueden extrapolar para simular una posición que no se ha podido registrar (sujeto que tiene un porte de cabeza que no es en absoluto natural delante del espejo). Esta extrapolación se puede realizar en particular a partir del modelo a priori.

25 Por otro lado, se puede presentar visualmente en estereoscopia tridimensional para percibirla mejor.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de estimación de una postura de referencia de un sujeto con vistas a realizar unas mediciones para la determinación de parámetros para la fabricación de un dispositivo de corrección de la vista, que comprende las etapas que consisten, para una pluralidad de llegadas de la cabeza a una postura de referencia diana a partir de por lo menos una postura de distracción:
- 10 - en cada llegada a la postura de referencia diana, en medir la postura de referencia real, para obtener así varios conjuntos de datos de postura de referencia real, y en memorizar dichos conjuntos de datos,
- 10 - con ayuda de una unidad de procesamiento digital, en procesar dichos conjuntos de datos de postura de referencia real para obtener una postura de referencia óptima.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la postura de referencia real se mide cuando la cabeza llega a la postura de referencia diana.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se miden por lo menos dos posturas de referencia reales correspondientes a dos posturas de distracción opuestas, y la postura de referencia óptima se obtiene calculando una media de las posturas de referencia medidas en estas dos posturas de distracción opuestas.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 y 2, que comprende además la determinación de un intervalo de confianza en dicha postura de referencia óptima.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la postura de referencia diana corresponde a una postura en la que el sujeto mira de manera natural un objetivo determinado, o a la postura de visión de lejos o de visión de cerca del sujeto.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los datos de postura comprenden un valor de ángulo pantoscópico y de rumbo de la cabeza del sujeto.
- 30 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que los valores de ángulo pantoscópico y de rumbo se determinan por medio de probabilidades condicionales que dependen de los conjuntos de datos de postura de referencia real anteriores y/o del tipo de postura de distracción anterior.
- 35 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende además la aplicación de un peso a los datos en función de su pertinencia respectiva y del tipo de distracción asociado para la evaluación de la postura de referencia óptima.
- 40 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8 anteriores, que comprende además una etapa de determinación del plano de Frankfort del sujeto, y en el que se integran además unos datos del plano de Frankfort en los datos tenidos en cuenta para la determinación de la postura de referencia óptima y del intervalo de confianza.
- 45 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende además tener en cuenta de manera progresiva un modelo a priori.
- 45 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende además la extrapolación de datos suplementarios relativos a posturas de referencia que no ha adoptado el sujeto a partir de los datos registrados.
- 50 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende además la edición de los datos de postura utilizada para el cálculo de los parámetros de fabricación del dispositivo de corrección, a partir
- 55 - del intervalo de confianza y de la postura de referencia óptima de un conjunto de datos de una postura de referencia real o extrapolada a partir de los conjuntos de datos reales,
- 55 - de la presentación de una imagen del sujeto en esta postura y/o del impacto de la elección de esta postura sobre los parámetros de fabricación del dispositivo de corrección.
- 60 13. Sistema de estimación de una postura de referencia de un sujeto adaptado para ser puesto en práctica en un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende:
- 60 - unos medios para medir (12, 12'), en cada llegada a la postura de referencia diana, la postura de referencia real, para obtener así varios conjuntos de datos de postura de referencia real,
- 65 - unos medios para memorizar dichos conjuntos de datos,
- 65 - una unidad de procesamiento digital (11) adaptada para procesar dichos conjuntos de datos de postura de

referencia real para obtener una postura de referencia óptima,

5 estando el sistema caracterizado por que comprende además un dispositivo de visualización (30) portátil adaptado para ser llevado por el sujeto, y por que los medios de medición (12, 12') comprenden un dispositivo de captura de imagen (12), fijo con respecto al dispositivo de visualización portátil (30).

14. Sistema según la reivindicación 13, caracterizado por que la unidad de procesamiento digital está adaptada además para obtener un intervalo de confianza con respecto a dicha postura de referencia óptima.

10 15. Sistema según la reivindicación 13, caracterizado por que el dispositivo de visualización (30) comprende además unos objetivos visuales (32).

15 16. Producto de programa informático que comprende unas instrucciones de código de programa para la ejecución de las etapas del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, cuando dicho programa es ejecutado por un ordenador.

FIG. 1

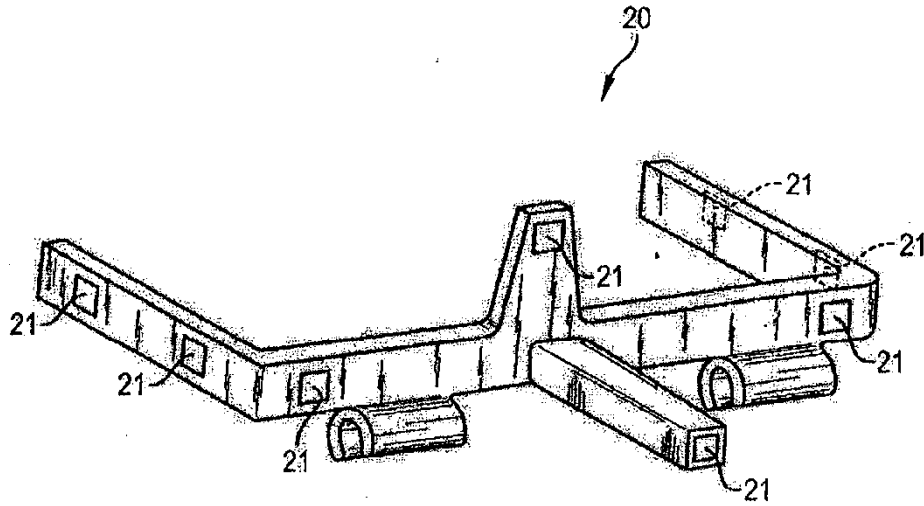
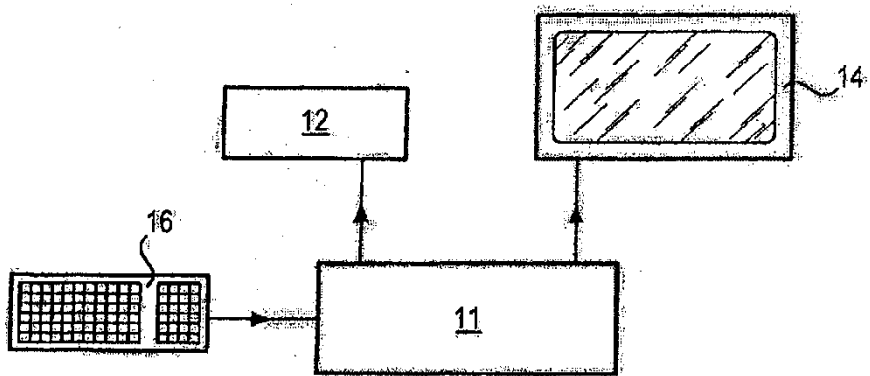


FIG. 2



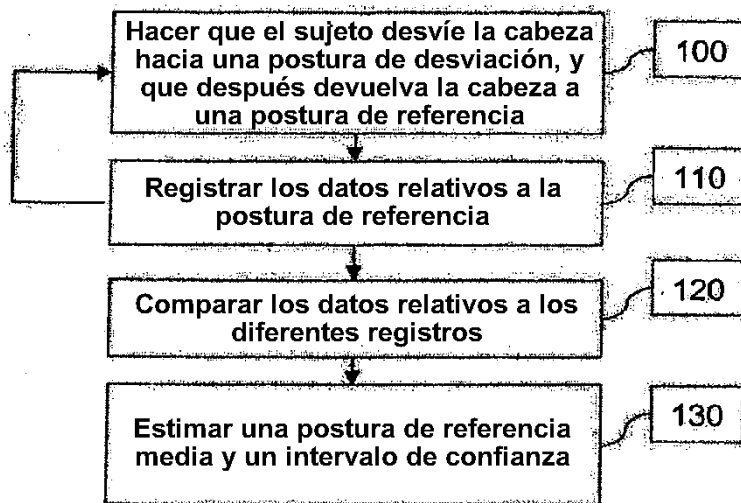


Figura 3

FIG. 4

