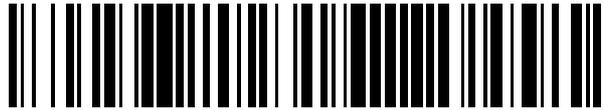


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 287**

51 Int. Cl.:

H04N 5/247 (2006.01)
H04N 5/262 (2006.01)
H04N 5/225 (2006.01)
H04N 5/232 (2006.01)
G06F 3/01 (2006.01)
G06K 9/00 (2006.01)
G06T 7/00 (2007.01)
G06T 7/30 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.02.2015 E 15155370 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017 EP 3038348**

54 Título: **Aparato y procedimiento para rastreo ocular/de mirada robusto**

30 Prioridad:

21.02.2014 GB 201403077

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

28.03.2018

73 Titular/es:

**TOBII AB (100.0%)
Box 743
182 17 Danderyd, SE**

72 Inventor/es:

**KULDKEPP, MATTIAS;
SKOGÖ, MÁRTEN;
HANQVIST, MATTIAS;
BROGREN, MARTIN y
MUTHUSAMY, DINESHKUMAR**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 661 287 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

Aparato y procedimiento para rastreo ocular/de mirada robusto

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION Y TÉCNICA ANTERIOR

La presente invención se refiere en general a soluciones para producir datos de rastreo ocular y/o de mirada con respecto a un sujeto, por ejemplo, una persona delante de una pantalla de ordenador. Más en particular, la invención se refiere a un aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 15. La invención también se refiere a un producto de programa informático de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 29 y un medio legible por ordenador de acuerdo con la reivindicación 30.

Durante muchos años se han conocido soluciones para seguir automáticamente los ojos de una persona. Se entiende como rastreo ocular como el proceso de medir el movimiento de un ojo en relación con la cabeza, mientras que el rastreo de mirada es el proceso de determinar el punto de mirada (es decir, donde está mirando un sujeto). En consecuencia, un rastreador ocular/de mirada es un dispositivo para medir posiciones de los ojos y/o movimientos de los ojos. Los rastreadores oculares/de mirada se usan en la investigación sobre el sistema visual, en psicología, en lingüística cognitiva y para controlar diversos sistemas informáticos. Un rastreador ocular/de mirada también puede emplearse en vehículos para determinar la somnolencia del conductor o para permitir la interacción con dispositivos de visualización interiores. Existe cierto número de procedimientos diferentes para medir el movimiento ocular. Sin embargo, las variantes más populares usan imágenes de vídeo a partir de las cuales se extrae la posición del ojo.

A menudo constituye un reto encontrar los ojos del sujeto en los datos de vídeo, y después mantener el rastreo de los mismos. Normalmente, un conjunto inicial de datos de imagen representa una vista más grande de una escena, y luego, después de haber identificado candidatos oculares, sólo se da lectura a la región en el sensor de formación de imágenes que corresponde a donde está situados los ojos. Concretamente, esto disminuye la necesidad de anchura de banda media, así como aumenta la frecuencia de lectura del sensor de imagen. Por lo tanto, pueden reducirse los efectos de cualquier fuente de luz no controlada debido a tiempos de lectura más cortos. Esta estrategia se denomina en general como reencuadre de imagen, creación de ventanas o aplicación de una ROI (región de interés) o un AOI (área de interés). Cuando se hace eso, el tamaño de imagen se empequeñece, sin embargo, típicamente, en cada imagen, se usa la resolución más alta posible que el sensor puede proporcionar.

Un procedimiento generalmente eficiente para encontrar y rastrear un objeto (tal como una cara o rasgos particulares en la misma) es usar técnicas de reconocimiento basadas en imagen que están basadas en algoritmos distintos de los que son los más eficientes para rastreo de mirada. Concretamente, los objetos que son identificados y posteriormente procesados difieren significativamente en tamaño y forma. Por lo tanto, para reconocimiento de rasgos resulta beneficioso usar el campo visual completo de la cámara. Además, en el rastreo ocular, cuando se usan sólo imágenes de ROI existe el riesgo de que el rastreador ocular "se bloquee" en un candidato a ojo que, de hecho, no es un ojo. Por consiguiente, puede resultar útil conmutar de un campo visual ancho a una ROI (después de haber encontrado los ojos de un sujeto), y después volver a conmutar a un campo visual ancho, en caso de que uno o más ojos caigan fuera de la ROI. Esto también resulta beneficioso en situaciones en las que múltiples sujetos están ubicados delante del rastreador ocular.

El documento WO2008/107713 describe un procedimiento y aparato para procesamiento de imagen para aplicaciones de reconocimiento de objetos. Aquí, en primer lugar, se adquiere una imagen a resolución relativamente baja de un campo visual relativamente ancho. Se aplica un algoritmo de reconocimiento de patrones a la primera imagen para identificar objetos de interés. Después de haber determinado al menos un objeto de interés y sus coordenadas dentro de la imagen, se controla o bien el mismo dispositivo de captura de imagen o bien un dispositivo de captura de imagen adicional para obtener una secuencia de segundas imágenes de resolución relativamente alta de un campo visual relativamente estrecho que contienen el al menos un objeto de interés.

El documento US 2009/0219387 describe un sistema de videovigilancia automático, donde, inicialmente, una videocámara registra una serie de imágenes de baja resolución. Estos datos de vídeo son analizados, y basándose en los mismos, se determina al menos una región de interés en una escena adquirida por la videocámara. Al menos una región de interés es rastreada a un nivel de resolución que es más alto que el de la serie inicial de imágenes. El nivel de resolución más alto se selecciona dinámicamente de modo que los detalles importantes dentro de una escena reciben un escrutinio apropiado mientras que de las áreas sin interés se forman imágenes a una resolución más baja. Preferentemente, los datos de vídeo subsiguientes son registrados en paralelo con diferentes niveles de

exposición para proporcionar una mayor gama dinámica, y de ese modo calidad de imagen mejorada. Los documentos US 6714665 B1yEP 2696259 A1muestran una técnica anterior relacionada adicional.

PROBLEMAS ASOCIADOS CON LA TÉCNICA ANTERIOR

5 Por consiguiente, existen ejemplos de soluciones de la técnica anterior donde los datos de imagen son registrados inicialmente a resolución comparativamente baja, y posteriormente, las áreas particularmente interesantes son rastreadas a resolución más alta y/o calidad de imagen mejorada. En el contexto de esta invención, el objetivo del término "resolución de una imagen", "resolución" u otros términos por el estilo es referirse al tamaño del campo visual representado por imágenes por píxel. Más específicamente, la resolución es el tamaño del campo visual representado por imágenes dividido por el número de píxeles, es decir, el campo visual horizontal de la imagen dividido por la anchura de imagen en píxeles, o el campo visual vertical que es representado por imágenes dividido por la altura de imagen en píxeles. Así, una imagen de resolución relativamente alta tiene muchos píxeles por grado de campo visual, mientras que una imagen de resolución relativamente baja tiene menos píxeles por grado de campo visual.

No obstante, con el fin de lograr un sistema de rastreo ocular/de mirada robusto es importante verificar repetidamente que los "ojos" que son rastreados corresponden efectivamente a los elementos de imagen que son los mejores candidatos a ojo en todo el campo visual de la cámara.

20 Para rastreo de mirada es bien sabido que (dado el ángulo de la mirada, la posición del ojo y el radio de la córnea) la posición relativa de un iluminador y una cámara determina la posición del reflejo nítido de dicho iluminador sobre la córnea. El reflejo, o destello, a veces puede estar situado desfavorablemente para rastreo de mirada, por ejemplo, causando reflejos en gafas, ocultando grandes partes de la pupila, o coincidiendo con una región de la córnea, que está mal representada por el modelo de ojo usado.

En tales situaciones, por una parte, sería altamente deseable que pudiera usarse información procedente de cualquier otro iluminador del sistema. Por otra parte, un sistema en el cual los iluminadores pueden seleccionarse adaptativamente estaría relacionado con problemas en cuanto a la capacidad de prueba y la repetibilidad porque tal sistema mostraría un comportamiento diferente en situaciones diferentes. Además, cualquier problema relacionado con el hardware con respecto a la estabilidad (por ejemplo, causado por distribuciones de calor irregulares e impredecibles) así como cualquier fluctuación visible de los componentes de baja frecuencia causada por conmutación aleatoria entre los iluminadores puede prevenirse teniendo un comportamiento repetible del sistema.

35 RESUMEN DE LA INVENCION

El objetivo de la presente invención es mitigar los problemas anteriores, y ofrecer así una solución de rastreo ocular/de mirada más robusta y estable.

40 De acuerdo con un aspecto de la invención, el objetivo se consigue por el aparato descrito anteriormente, donde la unidad de control está configurada para controlar la secuencia de operaciones para la unidad de registro de imagen, de modo que la serie de imágenes recibida por la unidad de procesamiento de datos representa una secuencia repetitiva de tramas de imagen. Además, cada periodo contiene al menos una trama de imagen de una primera resolución y al menos una trama de imagen de una segunda resolución que es diferente de la primera resolución.

45 Este aparato es ventajoso porque, por una parte, pueden emplearse técnicas de reconocimiento de rasgos basadas en imagen, por ejemplo usando la trama de imagen de la primera resolución o la trama de imagen de la segunda resolución. Algunas posibles técnicas de reconocimiento de rasgos incluyen la detección de gestos faciales, gestos de la mano, rasgos faciales, expresiones faciales, cierre de ojos, datos de identificación y reconocimiento de identidad de una persona representada por imágenes mediante la trama de imagen. Por otra parte, pueden aplicarse los algoritmos de rastreo de mirada más eficientes, por ejemplo, en las tramas de imagen de la segunda resolución. En consecuencia, es posible combinar rastreo de rasgos fiable con rastreo ocular/de mirada de alta calidad en una implementación común y robusta.

55 De acuerdo con una realización preferida de este aspecto de la invención, la unidad de registro de imagen contiene un sensor de imagen que tiene un conjunto de elementos de sensor. Además, la unidad de registro de imagen está configurada para suministrar datos registrados por dichos elementos de sensor en forma de tramas de imagen, donde al menos una trama de imagen de la primera resolución contiene datos procedentes de un primer conjunto de dichos elementos de sensor; y al menos una trama de imagen de la segunda resolución contiene datos procedentes de un segundo conjunto de dichos elementos de sensor. En consecuencia, los conjuntos primero y segundo pueden

representar diferentes reencuadres del sensor de imagen.

Por ejemplo, de acuerdo con una realización de la invención, el primer conjunto puede estar asociado con una primera y relativamente baja resolución y ser equivalente a una trama denominada completa, es decir, una trama de imagen que contiene datos procedentes de elementos de sensor ubicados en posiciones que abarcan la anchura total y la altura total del área de sensor. Preferentemente, la trama de imagen de la primera resolución es una trama esencialmente completa que contiene datos procedentes de elementos de sensor ubicados en posiciones que abarcan al menos el 80 % de la anchura total y al menos el 80 % de la altura total del área de sensor. El segundo conjunto puede estar asociado con una segunda y relativamente alta resolución y ser una denominada subtrama que contiene datos procedentes de elementos de sensor ubicados en posiciones que abarcan menos de la anchura total y/o menos de la altura total del área de sensor, por ejemplo menos del 50 % de la anchura total y/o menos del 50 % de la altura total. Así, el primer conjunto puede formar una base para las técnicas de reconocimiento de rasgos mencionada anteriormente, mientras que el segundo conjunto puede ser una ROI adaptada para rastrear uno o más candidatos a ojo identificados.

De acuerdo con otra realización preferida de este aspecto de la invención, el aparato de rastreo ocular/de mirada incluye una primera fuente de luz. La unidad de control está configurada para controlar la primera fuente de luz en coordinación con la secuencia de operaciones para al menos una unidad de registro de imagen. Más exactamente, esto significa que la primera fuente de luz emite luz al tiempo que es registrada al menos una de al menos una trama de imagen de la segunda resolución. Naturalmente, la iluminación puede ser estroboscópica, de modo que, por ejemplo, la primera fuente de luz sólo emite luz durante una porción de la exposición del sensor.

De acuerdo con otra realización preferida más de este aspecto de la invención, el aparato de rastreo ocular/de mirada también incluye una segunda fuente de luz. La unidad de control está configurada además para controlar la segunda fuente de luz en coordinación con la secuencia de operaciones para la unidad de registro de imagen de modo que la segunda fuente de luz emite luz al tiempo que es registrada al menos una trama de imagen de la secuencia repetitiva de tramas de imagen.

El empleo de tal secuencia repetitiva (y por tanto) conocida de captura de imagen e iluminación hace que resulte posible usar información procedente de dos o más fuentes de luz, y suprimir de ese modo cualquier destello/reflejo situado desfavorablemente; y al mismo tiempo, cumplir los requisitos concernientes a la capacidad de prueba y la repetibilidad. Por ejemplo, puede resultar ventajoso usar un conjunto de fuentes de luz al registrar las imágenes de formato completo de baja resolución y otro conjunto de fuentes de luz al registrar imágenes de ROI de alta resolución.

De acuerdo con otra realización preferida más de este aspecto de la invención, el aparato de rastreo ocular/de mirada sólo contiene una unidad de registro de imagen única, que está configurada para grabar una serie de imágenes única que representa el sujeto. La unidad de control está configurada aquí para controlar la secuencia de operaciones para la unidad de registro de imagen única, de modo que cada periodo de la serie de imágenes única contiene al menos una trama de imagen de la primera resolución y al menos una trama de imagen de la segunda resolución. De ese modo, el diseño se vuelve muy compacto y sencillo.

De acuerdo con una realización preferida adicional de este aspecto de la invención, al menos una unidad de registro de imagen está configurada para producir una trama de imagen de la resolución relativamente baja haciendo que cada punto de datos en la trama de imagen represente datos combinados procedentes de al menos dos elementos de sensor en el sensor de imagen (por ejemplo, el denominado agrupamiento de píxeles). Alternativamente, al menos una unidad de registro de imagen está configurada para producir una trama de imagen de la resolución relativamente baja incluyendo datos procedentes de menos de la totalidad de los elementos de sensor en el sensor de imagen en la trama de imagen (es decir, submuestreo). La primera estrategia está asociada generalmente con mayor calidad de imagen, mientras que la segunda es generalmente más rápida.

De acuerdo con otra realización preferida de este aspecto de la invención, el aparato de rastreo ocular/de mirada contiene al menos una primera unidad de registro de imagen y al menos una segunda unidad de registro de imagen. Al menos una de al menos una primera unidad de registro de imagen está configurada para producir tramas de imagen de la primera resolución y al menos una de al menos una segunda unidad de registro de imagen está configurada para producir tramas de imagen de la segunda resolución. Aunque tal diseño puede implicar un coste algo superior a una solución de una única cámara, resulta ventajoso con respecto a fiabilidad y velocidad.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, el objetivo se consigue por el procedimiento descrito inicialmente, donde la secuencia de operaciones para la unidad de registro de imagen se controla de modo que la serie de

imágenes que ha de ser procesada representa una secuencia repetitiva de tramas de imagen. Además, cada periodo de la secuencia repetitiva de tramas de imagen contiene al menos una trama de imagen de una primera resolución y al menos una trama de imagen de una segunda resolución que es diferente de la primera resolución. Las ventajas de este procedimiento, así como las realizaciones preferidas del mismo, resultan evidentes a partir de
5 la discusión anterior con referencia al aparato propuesto.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, el objetivo se consigue mediante un producto de programa informático, que puede ser cargado en la memoria de un ordenador, e incluye software adaptado para implementar el procedimiento propuesto anteriormente cuando dicho producto de programa informático se ejecuta en un
10 ordenador.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, el objetivo se consigue mediante un medio legible por ordenador, que tiene un programa grabado en el mismo, donde el programa es para hacer que un ordenador ejecute el procedimiento propuesto anteriormente cuando el programa se carga en el ordenador.

15 Nuevas ventajas, características beneficiosas y aplicaciones de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones dependientes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 A continuación la invención se explicará más detenidamente por medio de realizaciones preferidas de la invención, que se describen como ejemplos, y con referencia a los dibujos adjuntos.

Las figuras 1-4 muestran aparatos de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con realizaciones de la invención;

25 la figura 5 muestra ejemplos de diferentes tramas de imagen de la primera resolución de acuerdo con realizaciones de la invención;

30 la figura 6 muestra ejemplos de diferentes tramas de imagen de la segunda resolución de acuerdo con realizaciones de la invención;

la figura 7 ilustra un ejemplo de una secuencia repetitiva de tramas de imagen de acuerdo con una realización de la invención;

35 las figuras 8-16 ilustran ejemplos de secuencias repetitivas de tramas de imagen y esquemas coordinados para iluminación de acuerdo con realizaciones de la invención; y

la figura 17 ilustra, por medio de un diagrama de flujo, el procedimiento general de acuerdo con la invención.

40 DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES PREFERIDAS DE LA INVENCION

La figura 1 muestra un aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con una primera realización de la invención. El aparato de rastreo ocular/de mirada incluye una unidad de registro de imagen (110), una unidad de control (120) y una unidad de procesamiento de datos (130).

45 La unidad de registro de imagen (110) está configurada para grabar una serie de imágenes D_{IMG} que representa un sujeto, por ejemplo, la cara de una persona. Por medio de una señal de control Ctrl, la unidad de control (120) está configurada para controlar una secuencia de operaciones para la unidad de registro de imagen (110) de tal manera que la serie de imágenes D_{IMG} representa una secuencia repetitiva de tramas de imagen, donde cada periodo
50 contiene al menos una trama de imagen de una primera resolución (por ejemplo, relativamente baja) y al menos una trama de imagen de una segunda resolución (por ejemplo, relativamente alta). La unidad de procesamiento de datos (130) está configurada para recibir la serie de imágenes D_{IMG} procedente de la unidad de registro de imagen (110) y, basándose en la misma, producir datos de rastreo ocular/de mirada $D_{E/G}$ con respecto al sujeto.

55 Tal como se menciona anteriormente, tal secuencia repetitiva de imágenes D_{IMG} con niveles de resolución variables hace que resulte posible que la unidad de procesamiento de datos (130) produzca los datos de rastreo ocular/de mirada $D_{E/G}$ basándose tanto en algoritmos de rastreo de rasgos fiables como en algoritmos de rastreo ocular/de mirada de alta calidad.

60 Además, generalmente resulta ventajoso dejar que el tamaño de imagen varíe al menos entre algunas tramas de

imagen de la secuencia repetitiva. Las figuras 5 y 6 muestran ejemplos de diferentes tamaños de imagen, o reencuadres, con respecto a un área de sensor de imagen dada, tal como la incluida en la unidad de registro de imagen (110).

- 5 La unidad de registro de imagen (110) contiene un sensor de imagen que tiene un conjunto de elementos de sensor. Específicamente, de acuerdo con una realización de la invención, la unidad de registro de imagen (110) está configurada para suministrar datos registrados por los elementos de sensor en forma de tramas de imagen, donde al menos una trama de imagen de la primera resolución contiene datos procedentes de un primer conjunto de dichos elementos de sensor. Además, la unidad de registro de imagen (110) está configurada para suministrar datos
10 registrados por los elementos de sensor en forma de tramas de imagen, donde al menos una trama de imagen de la segunda resolución contiene datos procedentes de un segundo conjunto de los elementos de sensor.

La figura 5 ilustra un área de sensor que tiene una anchura total w y una altura total h , área sobre la cual se distribuyen los elementos de sensor. Aquí, se muestra una trama denominada completa (501b), la cual contiene
15 datos procedentes de elementos de sensor ubicados en posiciones que abarcan la anchura total w y la altura total h del área de sensor, y es de la primera resolución (por ejemplo, una resolución relativamente baja). De acuerdo con realizaciones de la invención, sin embargo, una trama de imagen de la primera resolución puede contener igualmente bien datos procedentes de algo menos de todas las filas de la altura total h y/o la anchura total w del
20 área de sensor. Por ejemplo, una lectura VGA (VGA = Matriz gráfica de vídeo) procedente de un área de sensor de 5 megapíxeles puede corresponder a elementos de sensor que empiezan en la fila (10) y hasta la fila (10) desde abajo, extendiéndose sin embargo a través de la anchura total w del área de sensor. Esto se ilustra con (501a) en la FIGURA 5. Preferiblemente, una trama de imagen de resolución VGA se consigue a partir de un sensor de 5 megapíxeles leyendo esencialmente toda el área de sensor cuando se usa agrupamiento de 2×2 y separación de 2×2 , logrando así una imagen VGA donde cada píxel representa el campo visual de 4×4 píxeles del sensor.

25 De hecho, la trama de imagen de la primera resolución puede ser más bien una trama esencialmente completa que contiene datos procedentes de elementos de sensor ubicados en posiciones que abarcan al menos el 80 % de la anchura total y al menos el 80 % de la altura total del área de sensor.

30 Además, de acuerdo con realizaciones de la invención, al menos una trama de imagen de la segunda resolución es una subtrama que contiene datos procedentes de elementos de sensor ubicados en posiciones que abarcan menos de la anchura total w y/o menos de la altura total h del área de sensor, digamos menos del 50 % de la anchura total y/o menos del 50 % de la altura total.

35 La figura 6 muestra dos ejemplos de tales ventanas o reencuadres ROI, AOI en la forma de (602a) y (602b), respectivamente. Dado el ejemplo de VGA anterior, una subtrama típica puede contener 800×200 píxeles. No obstante, en la práctica, las medidas pueden variar ligeramente de una trama a otra, de modo que, por ejemplo, en la trama de imagen n la subtrama (602b) incorpora 801×200 píxeles, en la trama de imagen $n+1$ la subtrama (602b) incorpora 799×201 píxeles, etcétera.

40 La figura 2 muestra un aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con una segunda realización de la invención. Aquí, se incluyen múltiples unidades de registro de imagen (111), (112), ..., (11n), que están configuradas para grabar una serie respectiva de imágenes D_{IMG1} , D_{IMG2} , ..., D_{IMGn} de un sujeto. Por medio de señales de control Ctrl1, Ctrl2, ..., Ctrln, la unidad de control (120) está configurada para controlar las secuencias de operaciones para las
45 unidades de registro de imagen (111), (112), ..., (11n) de tal manera que la unidad de procesamiento de imagen (130) recibe tramas de imagen que representan una secuencia repetitiva de tramas de imagen, donde cada periodo contiene al menos una trama de imagen de una primera resolución (por ejemplo, relativamente baja) y al menos una trama de imagen de una segunda resolución (por ejemplo, relativamente alta). Esto puede significar que cada unidad de registro de imagen (111), (112), ..., (11n) siempre produce imágenes de la misma resolución, sin embargo sus
50 salidas están entrelazadas en el tiempo, de modo que, visto desde la unidad de procesamiento de datos (130), el nivel de resolución varía a lo largo del tiempo.

La figura 7 ilustra un ejemplo de una secuencia repetitiva de tramas de imagen de acuerdo con una realización de la invención, donde cada periodo P de la secuencia repetitiva de tramas de imagen contiene una trama de imagen de
55 la primera resolución (501) y cinco tramas de imagen de la segunda resolución (602). Generalmente se prefiere que la trama de imagen única de la primera resolución (501) tenga resolución relativamente baja y se extienda sobre un campo visual comparativamente grande, mientras que las cinco tramas de imagen de la segunda resolución (602) tengan cada una resolución relativamente alta y representen una subtrama que corresponda a un campo visual comparativamente estrecho. No obstante, la relación inversa también es concebible de acuerdo con la invención.

60

La figura 3 muestra un aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con una tercera realización de la invención. Aquí, se incluyen las unidades de registro de imagen primera y segunda (111) y (112). El aparato de rastreo ocular/de mirada también contiene una primera fuente de luz (310) que es controlable desde la unidad de control (120) por medio de una primera señal de control de iluminación (CLS1).

5

En esta realización, la unidad de control (120) está configurada para controlar la primera fuente de luz (310) en coordinación con la secuencia de operaciones para las unidades de registro de imagen (111) y (112) de modo que la primera fuente de luz (310) emite luz al tiempo que es registrada al menos una trama de imagen de la segunda resolución (602).

10

Siempre y cuando la primera unidad de registro de imagen (111) esté configurada para registrar tramas de imagen de la primera resolución y la segunda unidad de registro de imagen (112) esté configurada para registrar tramas de imagen de la segunda resolución, la primera fuente de luz (310) aquí emite luz la segunda unidad de registro de imagen (112) está activa. Sin embargo, de acuerdo con realizaciones de la invención, es asimismo concebible cualquier otra combinación de nivel de resolución (501) o (602) e iluminación.

15

La figura 4 muestra un aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con una cuarta realización de la invención, donde se incluye una segunda fuente de luz (320), que es controlable por la unidad de control (120) por medio de una segunda señal de control de iluminación (CLS2) procedente de la unidad de control (120). Más exactamente, la unidad de control (120) está configurada para controlar la fuente de luz primera y segunda (310) y (320) respectivamente en coordinación con la secuencia de operaciones para las unidades de registro de imagen (111), (112), ..., (11n) de modo que la primera fuente de luz (310) emite luz al tiempo que es registrada al menos una trama de imagen de la secuencia repetitiva de tramas de imagen, y la segunda fuente de luz (320) emite luz al tiempo que es registrada al menos otra trama de imagen de la secuencia repetitiva de tramas de imagen.

20

Por ejemplo, si cada periodo P de la secuencia repetitiva de tramas de imagen contiene tres o más tramas de imagen, la unidad de control (120) puede controlar las fuentes de luz primera y segunda (310) y (320), de modo que la primera fuente de luz (310) emite luz al tiempo que es registrada una primera trama de imagen, la segunda fuente de luz (320) emite luz al tiempo que es registrada una segunda trama de imagen, y ambas fuentes de luz primera y segunda (310) y (320) emiten luz al tiempo que es registrada una tercera trama de imagen. Alternativamente, ambas fuentes de luz primera y segunda (310) y (320) pueden estar inactivas al tiempo que es registrada la tercera trama de imagen.

25

Además, si cada periodo P de la secuencia repetitiva de tramas de imagen contiene cuatro o más tramas de imagen, la unidad de control (120) puede estar configurada para controlar las fuentes de luz primera y segunda (310) y (320), de modo que la primera fuente de luz (310) emite luz al tiempo que es registrada una primera trama de imagen, la segunda fuente de luz (320) emite luz al tiempo que es registrada una segunda trama de imagen, ambas fuentes de luz primera y segunda (310) y (320) emiten luz al tiempo que es registrada una tercera trama de imagen, y ni la primera fuente de luz (310) ni la segunda fuente de luz (320) emiten ninguna luz al tiempo que es registrada una cuarta trama de imagen.

30

La figura 8 muestra un ejemplo de una secuencia repetitiva de tramas de imagen de acuerdo con una realización de la invención. Aquí, el periodo P es de cinco tramas de imagen de longitud, y el registro de tramas de imagen está coordinado con un primer esquema para iluminar el sujeto, de modo que una primera fuente de luz (310) es controlada para iluminar el sujeto al tiempo que es registrada una primera trama de imagen de una primera resolución (501). Después, al registrar las cuatro tramas de imagen subsiguientes de una segunda resolución (602) la primera fuente de luz (310) es controlada para que no emita ninguna luz.

35

La figura 9 muestra una secuencia repetitiva de tramas de imagen de acuerdo con otra realización de la invención.

40

El periodo P es aquí también de cinco tramas de imagen de longitud, sin embargo, el registro de las tramas de imagen está coordinado con un segundo esquema para iluminar el sujeto. Esto significa que una primera fuente de luz (310) es controlada para iluminar el sujeto al tiempo que es registrada una primera trama de imagen de una primera resolución (501) y al tiempo que es registrada una cuarta trama de imagen de una segunda resolución (602). Una segunda fuente de luz es controlada para iluminar el sujeto mientras son registradas una segunda trama de imagen y una quinta trama de imagen de una segunda resolución (602). Al tiempo que es registrada una tercera trama de imagen de la segunda resolución (602), ninguna de las fuentes de luz primera y segunda (310) o (320) es controlada para emitir ninguna luz.

45

La figura 10 muestra una secuencia repetitiva de tramas de imagen de acuerdo con otra realización más de la

50

invención. De nuevo, el periodo P es de cinco tramas de imagen de longitud y una primera trama de imagen es de una primera resolución (501), mientras que las cuatro tramas de imagen restantes son de una segunda resolución (602). Aquí, sin embargo, una primera fuente de luz (310) es controlada para iluminar el sujeto mientras son registradas las tramas de imagen primera, tercera y cuarta, una segunda fuente de luz (320) es controlada para iluminar el sujeto mientras son registradas las tramas de imagen segunda, tercera y quinta, y una tercera fuente de luz (330) es controlada para iluminar el sujeto mientras son registradas las tramas de imagen tercera y quinta.

La figura 11 muestra una secuencia repetitiva de tramas de imagen de acuerdo con una realización adicional de la invención. Aquí, el periodo P puede ser de longitud arbitraria, aunque en el ejemplo ilustrado el periodo P es de seis tramas de imagen de longitud. En cualquier caso, es registrada una primera trama de imagen de una primera resolución (501) (por ejemplo, relativamente baja), y al tiempo que registrando esta trama de imagen una primera fuente de luz (310) es controlada para iluminar el sujeto. Después sigue una segunda trama de imagen de una segunda resolución (602) (por ejemplo, relativamente alta), y al tiempo que registrando esta trama de imagen una segunda fuente de luz (320) es controlada para iluminar el sujeto. La secuencia continúa entonces para registrar al menos una trama de imagen adicional de la segunda resolución (602). En el ejemplo ilustrado, es registrada exactamente una de tales tramas de imagen adicionales. Sin embargo, cualquier otro número de tramas de imagen adicionales de la segunda resolución (602) es concebible de acuerdo con esta realización de la invención, y al tiempo que registrando estas tramas de imagen una vez sí y otra vez no la primera fuente de luz (310) es controlada para iluminar el sujeto y una vez sí y otra vez no la segunda fuente de luz (320) es controlada para iluminar el sujeto. Después de eso, sigue otra trama de imagen de la primera resolución (501). Esta vez, puesto que ha habido un número par de tramas de imagen intermedias de la segunda resolución (602) y puesto que la iluminación conmuta entre las fuentes de luz primera y segunda (310) y (320) de una trama de imagen a otra, la segunda fuente de luz ilumina el sujeto. Posteriormente, el periodo P termina y vuelve de nuevo al principio.

Cada una de las secuencias ejemplificadas en las figuras 7 a 11 puede implementarse o bien por medio de un único sensor de imagen, o bien usando dos o más sensores de imagen diferentes.

En una implementación que emplea la estrategia detrás de la secuencia mostrada en la figura 11 no es necesario sincronizar el registro de imagen con el patrón de iluminación. En cambio, un rastreador de ROI puede ejecutarse en un sensor de alta resolución junto con un sistema de iluminación que incluye dos fuentes de luz, cada una de las cuales se ejecuta a, digamos, 30 Hz, para eliminar una cantidad sustancial de cualquier fluctuación percibida en la iluminación; y donde un sensor VGA (u otro sensor de resolución más baja que la del sensor de alta resolución ejecutándose en modo ROI) se ejecuta a 27 Hz sin sincronizarse con el patrón de iluminación que es producido por las fuentes de luz, aun así, sin embargo, siendo afectado por él.

Alternativamente, el sensor de imagen de la resolución más baja puede sincronizarse con el sensor de imagen de alta resolución a cualquier velocidad de tramas.

La figura 12 ilustra un ejemplo de una secuencia repetitiva de tramas de imagen donde las fuentes de luz primera y segunda (310) y (320) respectivamente se sincronizan exclusivamente con el registro de las tramas de imagen de la segunda resolución (602) y las fuentes de luz (310) y (320) emiten luz al tiempo que registra una trama de imagen sí y otra trama de imagen no de la segunda resolución (602) en un patrón alternante.

La figura 13 ilustra otro ejemplo de una secuencia repetitiva de tramas de imagen. Aquí, ambas fuentes de luz primera y segunda (310) y (320) están sincronizadas con el registro de las tramas de imagen de la primera resolución (501) así como el registro de tramas de imagen de la segunda resolución (602). Por otra parte, las tramas de imagen (501) y (602) están sincronizadas entre sí, y las fuentes de luz (310) y (320) emiten luz al tiempo que registrando una trama de imagen sí y otra trama de imagen no de la segunda resolución (602) en un patrón alternante. Sin embargo, una trama de imagen de la primera resolución sólo es registrada mientras la primera fuente de luz emite luz.

La figura 14 ilustra otro ejemplo más de una secuencia repetitiva de tramas de imagen. Aquí, las fuentes de luz primera y segunda (310) y (320) están sincronizadas ambas con el registro de las tramas de imagen de la segunda resolución (602). En cada segunda trama de imagen se activa la primera fuente de luz (310), y en cada segunda trama de imagen se activa la segunda fuente de luz (320). Así, el periodo P sólo incluye dos etapas. En la figura 16, se representa la misma secuencia, sin embargo, donde en lugar de la activación de la segunda fuente de luz en cada segunda trama de imagen, no se activa ninguna fuente de luz.

La figura 15 ilustra un ejemplo de una secuencia repetitiva de tramas de imagen donde exclusivamente son registradas tramas de imagen de la segunda resolución (602). Aquí, las tres fuentes de luz (310), (320) y (330) se

activan respectivamente de acuerdo con la siguiente secuencia repetitiva. En una primera etapa, al tiempo que se registra una primera imagen, la primera fuente de luz (310) está activa. Después, al tiempo que se registra una segunda imagen, no está activa ninguna fuente de luz. Posteriormente, al tiempo que se registra una tercera imagen, la segunda fuente de luz (320) está activa. Finalmente, al tiempo que se registra una cuarta imagen, la tercera fuente de luz (330) está activa. Después de ello, el procedimiento vuelve de nuevo a la primera etapa.

Como puede verse, existen numerosas combinaciones de secuencias repetitivas de tramas de imagen y esquemas de iluminación que pueden aplicarse para lograr una implementación robusta del aparato de rastreo ocular/de mirada. La combinación específica seleccionada puede depender de la implementación de hardware y el escenario del usuario. Por ejemplo, una secuencia que es adecuada para un sistema de una sola cámara es típicamente diferente de la secuencia más adecuada para un sistema de cámara doble. Además, un coche y un escenario de usuario de control informático generarían una necesidad diferente y, lo más probable, secuencias diferentes. La secuencia que es la más eficiente también puede depender de las condiciones de iluminación y los rasgos característicos del sujeto. Así, en una realización de la invención, un aparato de rastreo ocular puede soportar dos o más secuencias repetitivas diferentes de tramas de imagen y seleccionar una secuencia particular dependiendo de la situación. Naturalmente, la presente invención también es aplicable a otras combinaciones aparte de las descritas específicamente más arriba.

Cabe destacar que, entre diferentes periodos P de una secuencia así como durante un periodo P dado, pueden alterarse diversos parámetros de la(s) unidad(es) de registro de imagen, tales como el desplazamiento de ROI, el tamaño de ROI, la ganancia o parámetros de obturador.

De acuerdo con una realización de la invención, la unidad de registro de imagen (110), (111), (112) o (11n) está configurada para producir una trama de imagen de la primera resolución (501) haciendo que cada punto de datos en la trama de imagen represente datos combinados procedentes de al menos dos elementos de sensor en el sensor de imagen, por ejemplo aplicando agrupamiento de píxeles sobre grupos de cuatro píxeles, los cuales o bien son vecinos entre sí o bien tienen cualquier otra relación interespacial.

Alternativamente, la unidad de registro de imagen (110), (111), (112) o (11n) está configurada para producir una trama de imagen de la primera resolución (501) incluyendo datos procedentes de menos de la totalidad de los elementos de sensor en el sensor de imagen en la trama de imagen, por ejemplo submuestreando el área de sensor.

Preferentemente, la unidad de control (120) contiene, o está conectada de manera comunicativa a, una unidad de memoria que almacena un producto de programa informático, que contiene software para hacer que la unidad de control (120) realice las acciones descritas anteriormente cuando el producto de programa informático se ejecuta en la unidad de control (120).

En una realización adicional de la presente invención, puede utilizarse una trama de imagen de la primera resolución (501) o una trama de imagen de la segunda resolución (602) para reconocimiento de rasgos mediante el aparato de rastreo ocular/de mirada, o un aparato informático conectado al mismo. El reconocimiento de rasgos puede proporcionar alguna de las siguientes funciones: la detección de gestos faciales, gestos de la mano, rasgos faciales, expresiones faciales, cierre de ojos, datos de identificación y reconocimiento de identidad de una persona representada por imágenes mediante la trama de imagen y una pose de cabeza de una persona representada por imágenes mediante la trama de imagen.

Las funciones de reconocimiento de rasgos a través de análisis de una imagen D_{IMG} por medio de lo cual la imagen es analizada para un fin predeterminado. Por ejemplo, la imagen puede ser analizada para determinar la identidad de la persona representada por imágenes en la trama de imagen, esto se conoce de otra forma como reconocimiento facial. Tras el reconocimiento de la identidad de una persona que opera el aparato de rastreo ocular/de mirada o un aparato informático conectado al mismo, el aparato de rastreo ocular/de mirada o el aparato informático puede alterar su comportamiento y funcionalidad.

Para realizar el reconocimiento facial el aparato de rastreo ocular/de mirada o un aparato informático conectado al mismo puede utilizar algún procedimiento de identificación facial conocido para determinar la identidad de la persona. Un ejemplo de un procedimiento adecuado es aplicar clasificadores a la imagen captada, ejemplos de clasificadores adecuados son los clasificadores de Máquina de Vectores de Soporte, de Análisis Discriminante Lineal y de K Vecinos más cercanos.

Los procedimientos para determinar gestos, expresiones faciales, cierre de ojos, pose de cabeza, etc. se

entenderían fácilmente por una persona experta en la materia. Preferentemente, las imágenes captadas son analizadas y comparadas con las imágenes captadas anteriormente para identificar características relevantes que indican conformidad con un rasgo o patrón predeterminado. Por ejemplo, en la determinación de un gesto pueden analizarse imágenes captadas adyacentes para determinar diferencias que indican la realización de un gesto por una persona en las imágenes captadas.

Para resumir, a continuación se describirá el procedimiento general de acuerdo con la invención con referencia al diagrama de flujo de la figura 17.

10 En una primera etapa (1710), es registrada una trama de imagen que representa un sujeto y se presume de que forma parte de una secuencia periódica de tramas de imagen, donde, en cada periodo P, al menos dos tramas de imagen tienen resoluciones diferentes mutuamente, por ejemplo una primera y relativamente baja resolución y una segunda y relativamente alta resolución respectivamente.

15 Luego, en una etapa (1720), se procesa la trama de imagen registrada en la etapa (1710), posiblemente junto con alguna trama de imagen registrada anteriormente en la secuencia de tramas de imagen. Basándose en este procesamiento, una etapa posterior (1730) produce datos de rastreo ocular/de mirada.

Después, una etapa (1740) comprueba si la trama de imagen registrada en la etapa (1710) era la última trama de imagen, es decir, si se ha llegado al final del periodo P. De ser así, es decir, si la trama de imagen registrada en la etapa (1710) era de hecho la última trama en el patrón periódico, el procedimiento continúa en la etapa (1760). De lo contrario, es decir, si existe al menos una trama de imagen más en el patrón periódico, el procedimiento continúa en la etapa (1750).

25 En la etapa (1750), se selecciona una resolución, que ha de aplicarse para la trama de imagen subsiguiente en la secuencia de tramas de imagen dado el patrón periódico. Luego, el procedimiento vuelve a la etapa (1710).

En la etapa (1760), se inicia un nuevo periodo P de la secuencia de tramas de imagen. Por supuesto, esto también significa seleccionar una resolución, que ha de aplicarse para la trama de imagen subsiguiente en la secuencia de tramas de imagen dado el patrón periódico, concretamente la resolución de la primera trama de imagen en la secuencia. Luego, el procedimiento vuelve a la etapa (1710).

Cabe destacar que cualquiera de estas etapas puede realizarse al mismo tiempo, o en un orden diferente del definido anteriormente. Específicamente, la selección de una resolución para la trama de imagen subsiguiente puede realizarse antes de que sea procesada la trama de imagen actual. A título de ejemplo, muchos sensores de imagen requieren el establecimiento de la resolución y otros parámetros del sensor para registrar la trama de imagen n+1 simultáneamente al registro de la trama de imagen n.

Además, todas las etapas de proceso, así como cualquier subsecuencia de etapas, descritas con referencia a la figura 17 anterior, pueden controlarse por medio de un aparato informático programado. Por otra parte, aunque las realizaciones de la invención descritas anteriormente con referencia a los dibujos comprenden un aparato informático y procesos realizados en un aparato informático, la invención también se extiende así a programas informáticos, particularmente programas informáticos en o dentro de un soporte, adaptados para poner en práctica la invención. El programa puede ser en forma de código fuente, código objeto, una fuente intermedia de código y código objeto tal como en forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma adecuada para uso en la implementación del proceso de acuerdo con la invención. El programa puede o bien ser una parte de un sistema operativo, o bien ser una aplicación separada. El soporte puede ser cualquier entidad o dispositivo no transitorio capaz de llevar el programa. Por ejemplo, el soporte puede comprender un medio de almacenamiento, tal como una memoria Flash, una ROM (memoria de sólo lectura), por ejemplo un DVD (disco de vídeo/versátil digital), un CD (disco compacto) o una ROM semiconductora, una EPROM (memoria de sólo lectura programable y borrable), una EEPROM (memoria de sólo lectura eléctricamente programable y borrable), o un medio de grabación magnética, por ejemplo un disco flexible o un disco duro. Alternativamente, el soporte puede ser un circuito integrado en el cual está incorporado el programa, estando adaptado el circuito integrado para realizar, o para uso en la realización de, los procesos relevantes.

El término "comprende/que comprende" cuando se usa en esta memoria descriptiva se toma para especificar la presencia de rasgos establecidos, números enteros, etapas o componentes. Sin embargo, el término no excluye la presencia o el añadido de uno o más rasgos adicionales, números enteros, etapas o componentes o grupos de los mismos.

60

La invención no está restringida a las realizaciones descritas en las figuras, sino que puede variarse libremente dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de rastreo ocular/de mirada, que comprende:
- 5 al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n) configurada para grabar al menos una serie de imágenes (D_{IMG} , D_{IMG1} , D_{IMG2} , D_{IMGn}) que representa un sujeto,
- una unidad de control (120) configurada para controlar una secuencia de operaciones para al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n), y
- 10 una unidad de procesamiento de datos (130) configurada para recibir al menos una serie de imágenes (D_{IMG} , D_{IMG1} , D_{IMG2} , D_{IMGn}) procedente de al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n), y basándose en ello, producir datos de rastreo ocular/de mirada ($D_{E/G}$) con respecto al sujeto, **caracterizado porque**
- 15 la unidad de control (120) está configurada para controlar la secuencia de operaciones para al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n) de modo que al menos una serie de imágenes (D_{IMG} , D_{IMG1} , D_{IMG2} , D_{IMGn}) recibida por la unidad de procesamiento de datos (130) representa una secuencia repetitiva de tramas de imagen, donde cada periodo (P) de la secuencia repetitiva de tramas de imagen (D_{IMG} , D_{IMG1} , D_{IMG2} , D_{IMGn}) contiene al menos una trama de imagen de una primera resolución (501) y al menos una trama de imagen de una segunda
- 20 resolución (602) que es diferente de la primera resolución (501), refiriéndose el término "resolución" al tamaño del campo visual representado por imágenes por píxel, donde una imagen de resolución relativamente alta tiene más píxeles por grado de campo visual que una imagen de resolución relativamente baja.
2. El aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con la reivindicación 1, donde cada una de al
- 25 menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n) comprende un sensor de imagen que tiene un conjunto de elementos de sensor, y al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n) está configurada para suministrar datos registrados por dichos elementos de sensor en forma de dichas tramas de imagen, donde al menos una trama de imagen de la primera resolución (501) contiene datos procedentes de un primer conjunto de dichos elementos de sensor (501a, 501b), y al menos una trama de imagen de la segunda
- 30 resolución (602) contiene datos procedentes de un segundo conjunto (602a, 602b) de dichos elementos de sensor.
3. El aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con la reivindicación 2, donde dichos elementos de sensor están distribuidos por un área de sensor que tiene una anchura total (w) y una altura total (h), y al menos una trama de imagen de la primera resolución (501) es una trama esencialmente completa (501b) que contiene datos
- 35 procedentes de elementos de sensor ubicados en posiciones que abarcan al menos el 80 % de la anchura total (w) y al menos el 80 % de la altura total (h) del área de sensor.
4. El aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, donde dichos elementos de sensor están distribuidos por un área de sensor que tiene una anchura total (w) y una altura
- 40 total (h), y al menos una trama de imagen de la segunda resolución (602) es una subtrama que contiene datos procedentes de elementos de sensor (602a, 602b) ubicados en posiciones que abarcan menos del 50% de la anchura total (w) y/o menos del 50 % de la altura total (h) del área de sensor.
5. El aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4,
- 45 donde la primera resolución (501) es inferior a la segunda resolución (602).
6. El aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende una primera fuente de luz (310), y la unidad de control (120) está configurada para controlar la primera fuente de luz (310) en coordinación con la secuencia de operaciones para al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n)
- 50 de modo que la primera fuente de luz (310) emite luz al tiempo que es registrada al menos una de al menos una trama de imagen de la segunda resolución (602).
7. El aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende una segunda fuente de luz (320), y la unidad de control (120) está configurada además para controlar la segunda fuente
- 55 de luz (320) en coordinación con la secuencia de operaciones para al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n) de modo que la segunda fuente de luz (320) emite luz al tiempo que es registrada al menos una trama de imagen de la secuencia repetitiva de tramas de imagen.
8. El aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones
- 60 anteriores, que comprende una unidad de registro de imagen única (110) configurada para grabar una serie de

imágenes única (D_{IMG}) que representa el sujeto, y la unidad de control (120) está configurada para controlar la secuencia de operaciones para la unidad de registro de imagen única (110) de modo que cada periodo (P) de la serie de imágenes única (D_{IMG}) contiene al menos una trama de imagen de la primera resolución (501) y al menos una trama de imagen de la segunda resolución (602).

5

9. El aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, donde al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n) está configurada para producir una trama de imagen de la primera resolución (501) haciendo que cada punto de datos en la trama de imagen represente datos combinados procedentes de al menos dos elementos de sensor en el sensor de imagen.

10

10. El aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, donde al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n) está configurada para producir una trama de imagen de la primera resolución (501) incluyendo datos procedentes de menos de la totalidad de los elementos de sensor en el sensor de imagen en la trama de imagen.

15

11. El aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, donde al menos una unidad de registro de imagen comprende al menos una primera unidad de registro de imagen (111) y al menos una segunda unidad de registro de imagen (112), donde al menos una de al menos una primera unidad de registro de imagen (111) está configurada para producir tramas de imagen de la primera resolución (501) y al menos una de al menos una segunda unidad de registro de imagen (112) está configurada para producir tramas de imagen de la segunda resolución (602).

20

12. El aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la unidad de procesamiento de datos (130) está configurada para analizar al menos una trama de imagen para determinar la presencia de al menos uno de un gesto facial, un gesto de la mano, un rasgo facial, una expresión facial, un cierre de ojos, o una pose de cabeza de una persona representada por imágenes mediante la trama de imagen.

25

13. El aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la unidad de procesamiento de datos (130) está configurada para analizar al menos una trama de imagen para identificar un usuario del aparato de rastreo ocular/de mirada.

30

14. El aparato de rastreo ocular/de mirada de acuerdo con la reivindicación 13, donde la unidad de procesamiento de datos (130) está configurada para analizar al menos una trama de imagen para identificar que un usuario del aparato de rastreo ocular/de mirada es de la primera resolución (501).

35

15. Un procedimiento de producción de datos de rastreo ocular/de mirada con respecto a un sujeto, comprendiendo el procedimiento:

40

registrar, por medio de al menos una unidad de registro de imagen respectiva (110, 111, 112, 11n) al menos una serie de imágenes (D_{IMG} , D_{IMG1} , D_{IMG2} , D_{IMGn}) que representa el sujeto,

controlar una secuencia de operaciones para al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n), procesar la serie de imágenes (D_{IMG} , D_{IMG1} , D_{IMG2} , D_{IMGn}) procedente de al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n), y basándose en ello

45

producir datos de rastreo ocular/de mirada ($D_{E/G}$) con respecto al sujeto, **caracterizado por**

controlar la secuencia de operaciones para al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n) de modo que al menos una serie de imágenes que ha de ser procesada representa una secuencia repetitiva de tramas de imagen, donde cada periodo (P) de la secuencia repetitiva de tramas de imagen (D_{IMG} , D_{IMG1} , D_{IMG2} , D_{IMGn}) contiene al menos una trama de imagen de una primera resolución (501) y al menos una trama de imagen de una segunda resolución (602) que es diferente de la primera resolución (501), refiriéndose el término "resolución" al tamaño del campo visual representado por imágenes por píxel, donde una imagen de resolución relativamente alta tiene más píxeles por grado de campo visual que una imagen de resolución relativamente baja.

50

55

16. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, donde cada una de al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n) comprende un sensor de imagen que tiene un conjunto de elementos de sensor, y el procedimiento comprende suministrar datos registrados por dichos elementos de sensor en forma de dichas tramas de imagen, donde al menos una trama de imagen de la primera resolución (501) contiene datos

60

procedentes de un primer conjunto (501A, 501B) de dichos elementos de sensor, y al menos una trama de imagen de la segunda resolución (602) contiene datos procedentes de un segundo conjunto (602a, 602b) de dicho elemento de sensor.

- 5 17. El aparato del procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16, donde dichos elementos de sensor están distribuidos por un área de sensor que tiene una anchura total (w) y una altura total (h), y al menos una trama de imagen de la primera resolución (501) es una trama esencialmente completa (501b) que contiene datos procedentes de elementos de sensor ubicados en posiciones que abarcan al menos el 80 % de la anchura total (w) y al menos el 80 % de la altura total (h) del área de sensor.
- 10 18. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 o 17, donde dichos elementos de sensor están distribuidos por un área de sensor que tiene una anchura total (w) y una altura total (h), y al menos una trama de imagen de la segunda resolución (602) es una subtrama que contiene datos procedentes de elementos de sensor (602a, 602b) ubicados en posiciones que abarcan menos del 50 % de la anchura total (w) y/o
15 menos del 50% de la altura total (h) del área de sensor.
19. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, donde la primera resolución (501) es inferior a la segunda resolución (602).
- 20 20. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 19, que comprende controlar una primera fuente de luz (310), en coordinación con la secuencia de operaciones para al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n) de modo que la primera fuente de luz (310) emite luz al tiempo que registrando al menos una de al menos una trama de imagen de la segunda resolución (602).
- 25 21. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 20, que comprende controlar una segunda fuente de luz (320), en coordinación con la secuencia de operaciones para al menos una unidad de registro de imagen (110, 111, 112, 11n) de modo que la segunda fuente de luz (320) emite luz al tiempo que registrando al menos una trama de imagen de la secuencia repetitiva de tramas de imagen.
- 30 22. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 21, que comprende:
grabar una serie de imágenes única (D_{IMG}) que representa el sujeto por medio de una unidad de registro de imagen única (110),
35 controlar la secuencia de operaciones para la unidad de registro de imagen única (110), de modo que cada periodo (P) de la serie de imágenes única (D_{IMG}) contiene al menos una trama de imagen de la primera resolución (501) y al menos una trama de imagen de la segunda resolución (602).

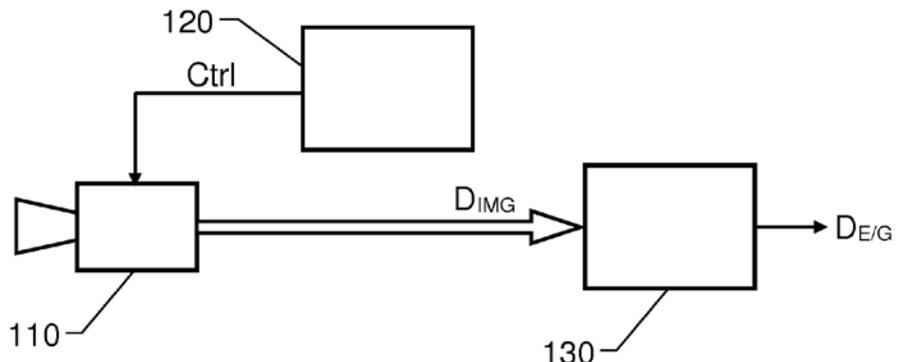


Fig. 1

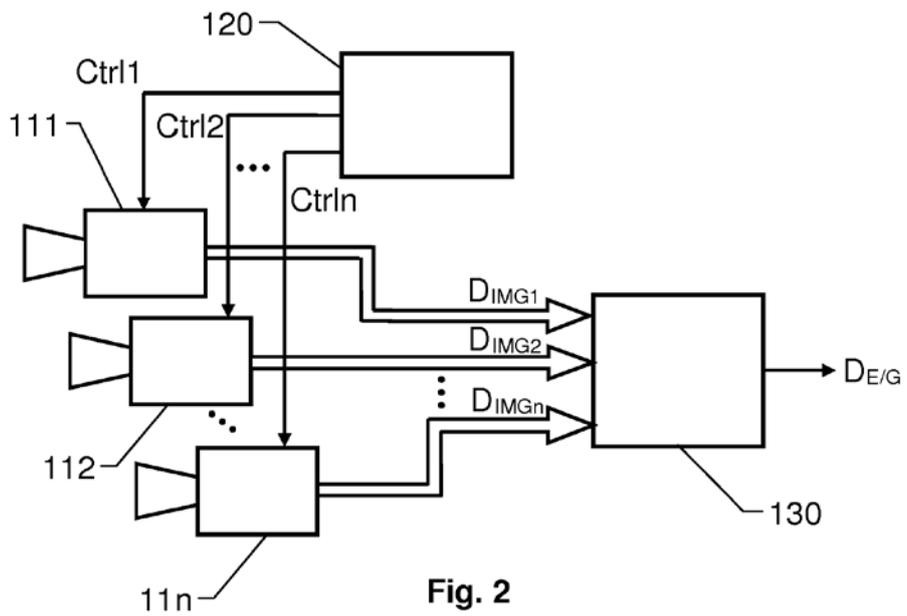


Fig. 2

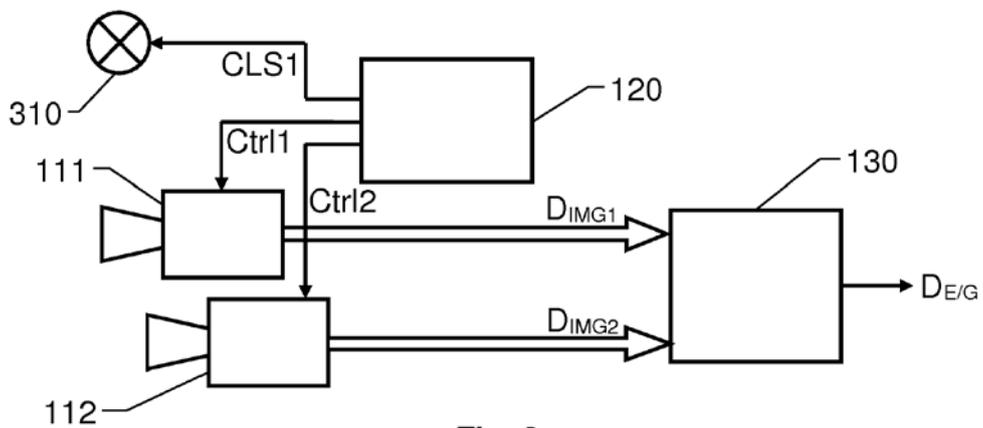
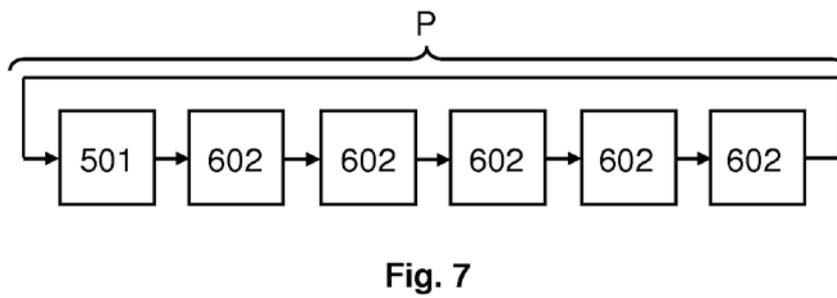
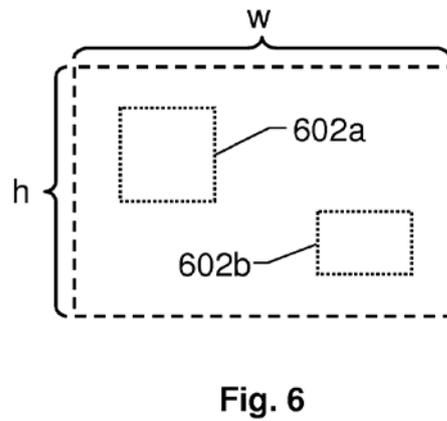
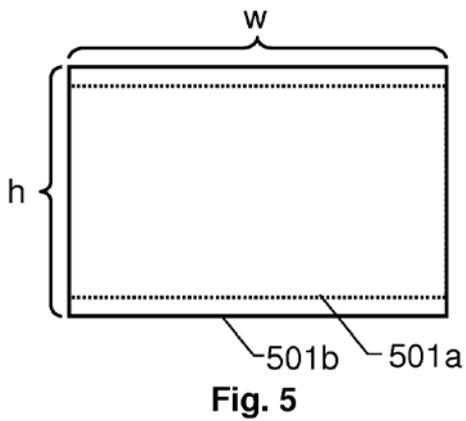
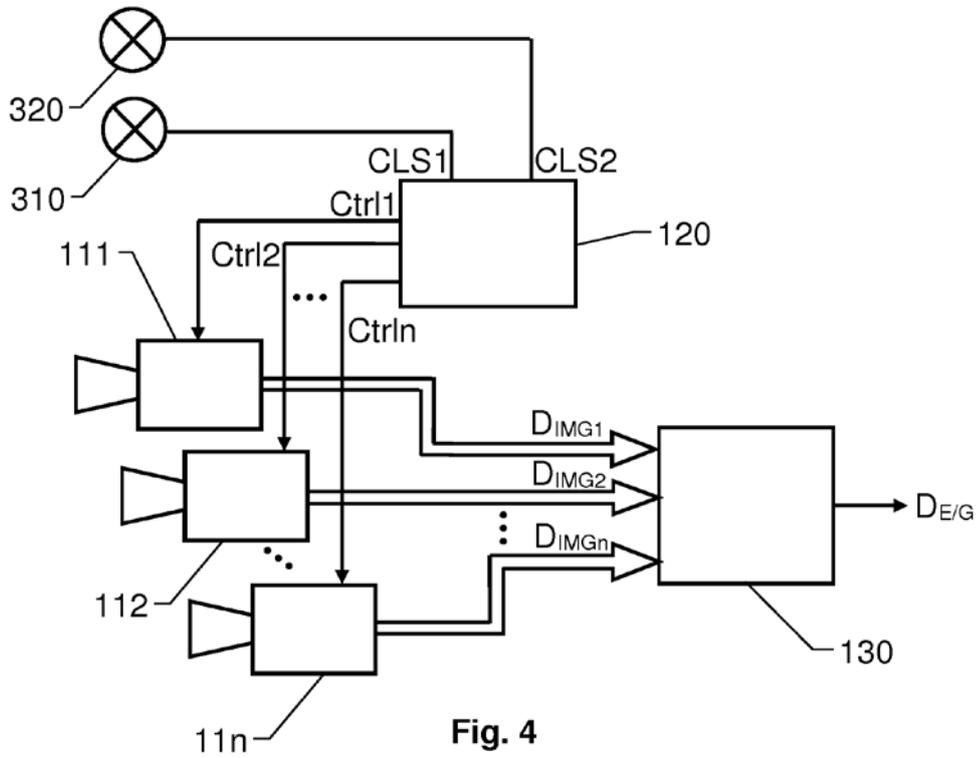


Fig. 3



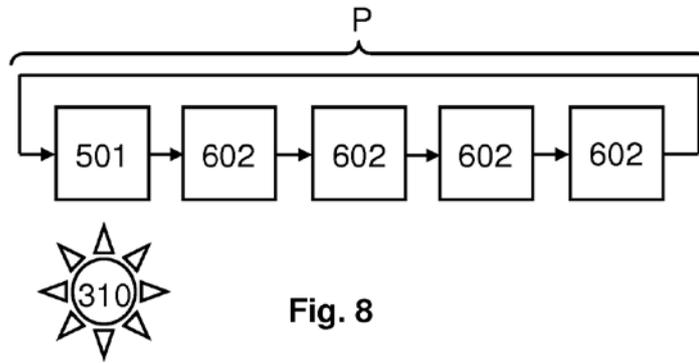


Fig. 8

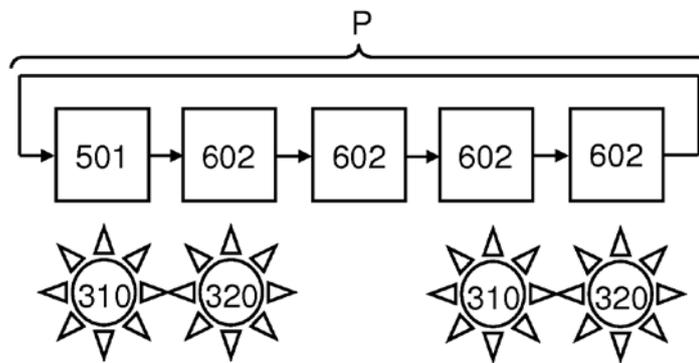


Fig. 9

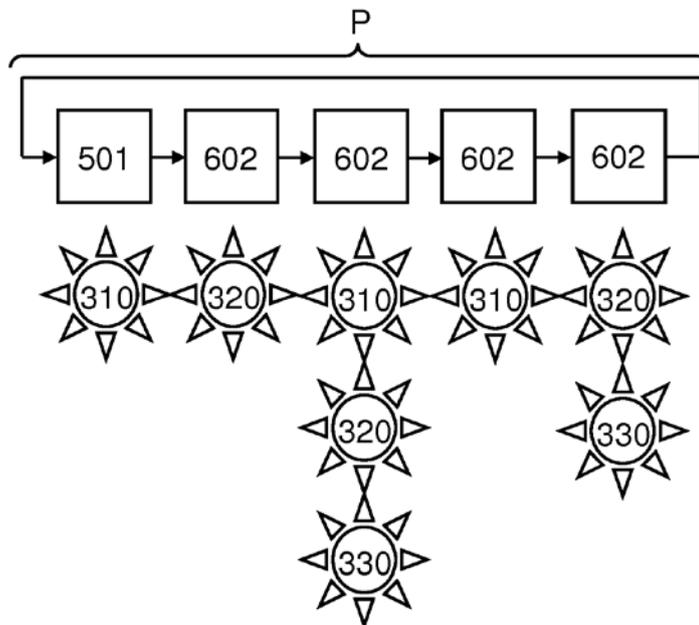


Fig. 10

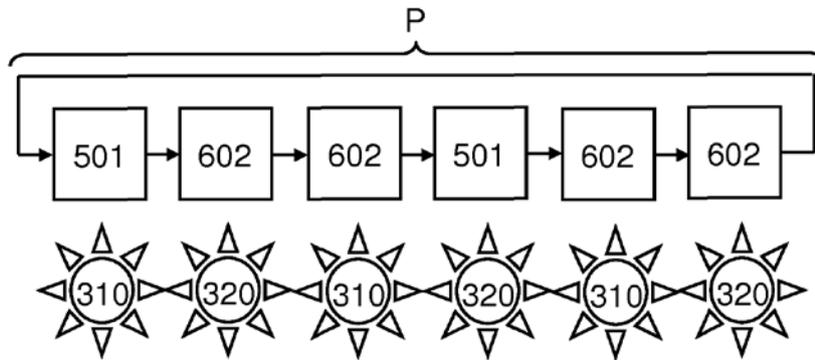


Fig. 11

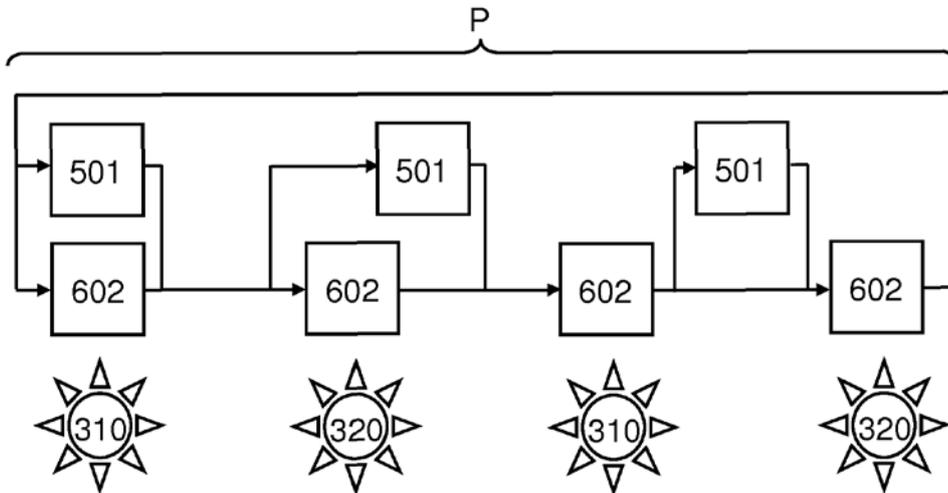


Fig. 12

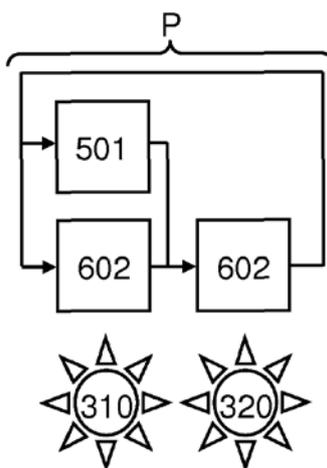


Fig. 13

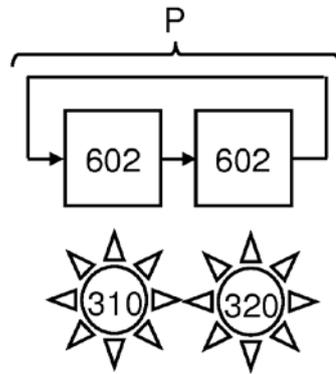


Fig. 14

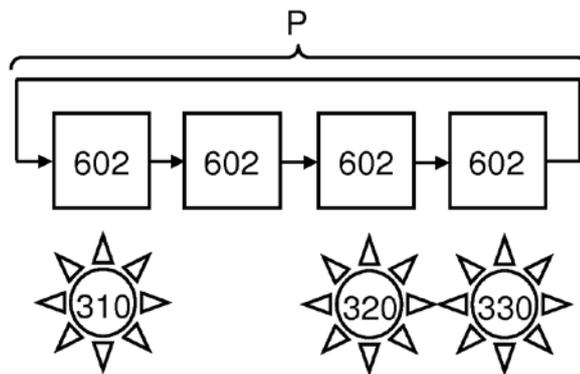


Fig. 15

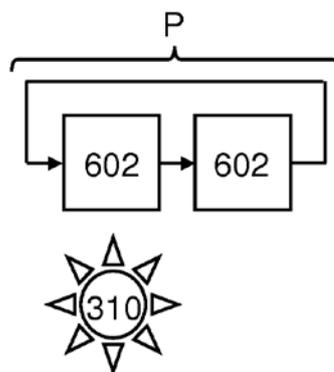


Fig. 16

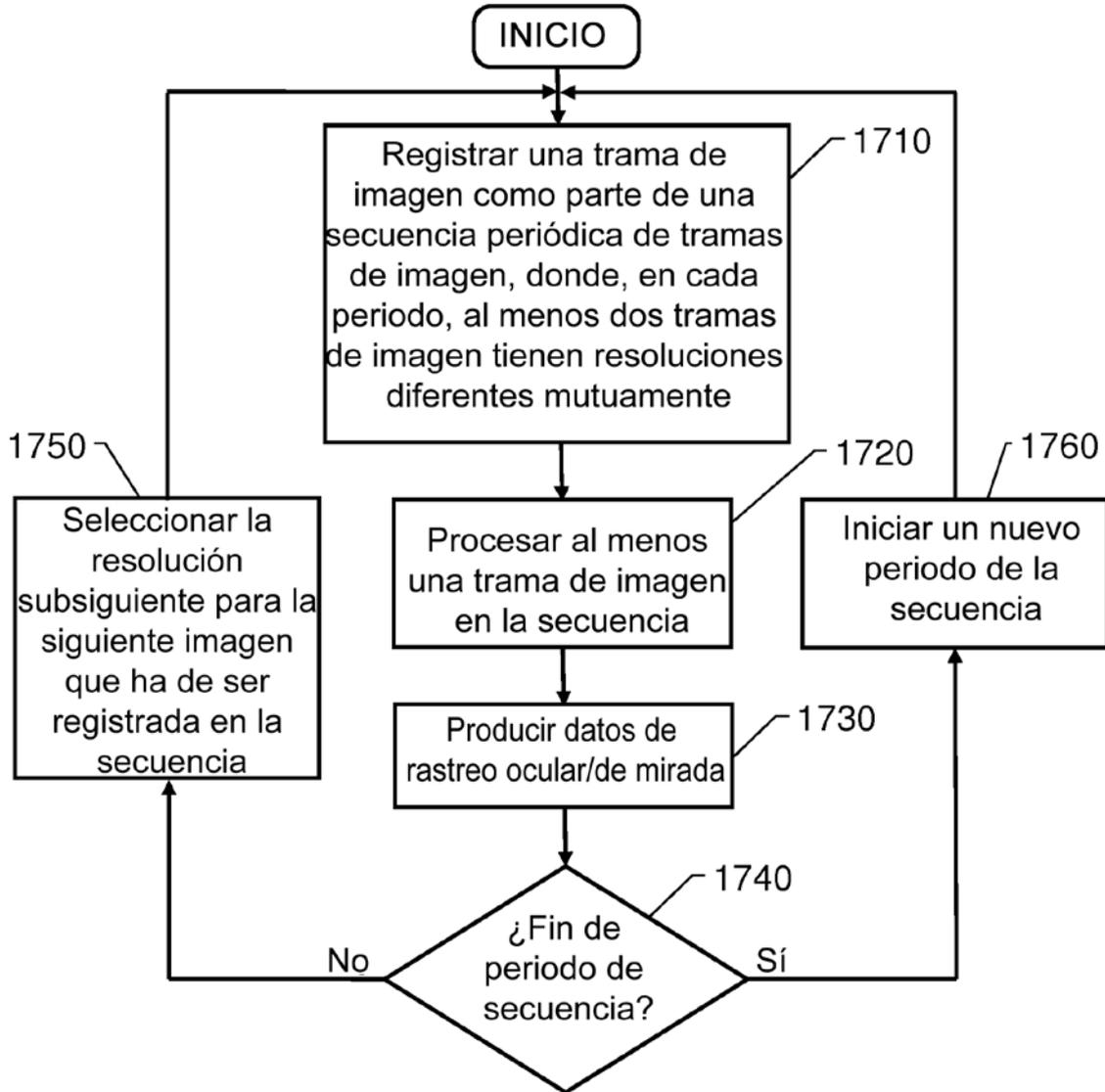


Fig. 17