



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 283 579**

51 Int. Cl.:

H04N 1/62 (2006.01)

G06T 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02749101 .8**

86 Fecha de presentación : **31.07.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1430710**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **23.06.2004**

54

Título: **Procesamiento de imágenes para suprimir las características de ojo rojo.**

30

Prioridad: **14.09.2001 GB 0122274**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2007

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2007

73

Titular/es: **Pixology Software Limited**
20 Priestley Road, Surrey Research Park
Guildford, Surrey GU2 7YS, GB

72

Inventor/es: **Jarman, Nick**

74

Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

ES 2 283 579 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

Procesamiento de imágenes para suprimir las características de ojo rojo.

5 Esta invención se refiere a la detección y reducción del ojo rojo en imágenes digitales.

El fenómeno del ojo rojo en las fotografías es bien conocido. Cuando se utiliza un flash para iluminar a una persona (o animal), la luz a menudo se refleja directamente desde la retina del sujeto de vuelta a la cámara. Esto provoca que los ojos del sujeto aparezcan rojos cuando la fotografía se visualiza o se imprime.

10 Las fotografías se almacenan cada vez más como imágenes digitales, normalmente como series de píxeles, en las que cada píxel se representa normalmente como un valor de 24 bits. El color de cada píxel puede codificarse en el valor de 24 bits como tres valores de 8 bits que representan la intensidad de rojo, verde y azul para ese píxel. Como alternativa, la serie de píxeles puede transformarse de manera que el valor de 24 bits consiste en tres valores de 8 bits que representan la “tonalidad”, la “saturación” y la “luminancia”. La tonalidad proporciona una escala “circular” que define el color de manera que 0 representa rojo, con el color pasando a través del verde y el azul a medida que el valor aumenta, volviendo al rojo a 255. La saturación proporciona una medida de la intensidad del color identificado por la tonalidad. La luminancia puede verse como una medida de la cantidad de iluminación.

20 Al manipular estas imágenes digitales es posible reducir los efectos de ojo rojo. El software que realiza esta tarea es bien conocido y generalmente funciona alternando los píxeles de una característica de ojo rojo de manera que se reduce su contenido de rojo, en otras palabras, para que su tonalidad se vuelva menos roja. En su lugar, normalmente se dejan como negro o gris oscuro.

25 La mayoría del software de la reducción del ojo rojo requiere el centro y el radio de cada característica de ojo rojo que va a manipularse, y la manera más sencilla de proporcionar esta información para un usuario es seleccionar el píxel central para cada característica de ojo rojo e indicar el radio de la parte roja. Este proceso puede realizarse para cada característica de ojo rojo, y por lo tanto la manipulación no tiene ningún efecto en el resto de la imagen. Sin embargo, esto requiere una considerable entrada por parte del usuario y es difícil localizar con exactitud el centro preciso de cada característica de ojo rojo y seleccionar el radio correcto. Otro método común para el usuario es dibujar una caja alrededor de la zona roja. Ésta es rectangular, haciendo incluso más difícil marcar de manera precisa la característica.

30 Por lo tanto hay una necesidad de identificar automáticamente las zonas de una imagen digital a la que debería aplicarse la reducción del ojo rojo, de manera que la reducción del ojo rojo pueda aplicarse sólo donde se necesite, sin la intervención del usuario o con una intervención mínima del usuario.

35 El documento EP-A-0911759 describe un método de detección de características de ojo rojo buscando en una imagen píxeles que tengan una tonalidad rojo y marcando estos píxeles utilizando una máscara binaria. Entonces una región de la pupila se identificará a partir de los píxeles marcados como rojos.

40 Los documentos WO 99/17254 y U5874764 describen cada uno un método para detectar características de ojo rojo buscando en una imagen píxeles que tengan el tipo de rojo observado en los ojos humanos iluminados por flash. Esto implica buscar píxeles que tengan valores de tonalidad, luminancia y saturación mínimos y máximos preestablecidos. Después se aplican criterios de selección adicionales para determinar si las pupilas rojas detectadas forman parte de una característica de ojo rojo.

45 La presente invención reconoce que una característica típica de ojo rojo no es simplemente una región de píxeles rojos. Una característica típica de ojo rojo también incluye normalmente un punto brillante provocado por la reflexión de la luz del flash desde la parte delantera del ojo. Estos puntos brillantes son conocidos como “altas luces”. Si en la imagen pueden localizarse las zonas de alta luminosidad entonces los ojos rojos son mucho más fáciles de identificar automáticamente. Las zonas de alta luminosidad se sitúan normalmente cerca del centro de las características de ojo rojo, aunque algunas veces están fuera del centro y ocasionalmente en el borde.

50 Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de detección de las características de ojo rojo en una imagen digital, que comprende:

55 examinar la saturación y luminancia de los píxeles en la imagen, e identificar las regiones de alta luminosidad que comprenden los píxeles que satisfacen criterios de saturación y luminancia predeterminados con respecto a píxeles en las regiones alrededor de las mismas, estando los criterios de saturación y luminancia predeterminados de tal manera que los píxeles en las regiones de alta luminosidad deben tener valores de saturación o luminancia o ambos superiores a los píxeles en las regiones alrededor de las mismas; y

determinar si cada región de alta luminosidad corresponde a una característica de ojo rojo sobre la base de aplicar criterios de selección adicionales.

65 Los criterios de selección adicionales incluyen preferiblemente examinar la tonalidad de los píxeles que rodean la región de alta luminosidad, y determinar que la región de alta luminosidad no se corresponde con una característica de ojo rojo si dicha tonalidad está fuera de un intervalo predeterminado que corresponde al rojo.

ES 2 283 579 T3

Los criterios de selección adicionales pueden incluir alternativa o adicionalmente identificar la forma de la región de alta luminosidad, y determinar que la región de alta luminosidad no se corresponde con una característica de ojo rojo si dicha forma no es sustancialmente circular.

5 Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método de reducción del efecto visual de las características de ojo rojo en una imagen digital, que comprende detectar características de ojo rojo utilizando el método anteriormente descrito, y cambiar la tonalidad de los píxeles alrededor de cada región de alta luminosidad para reducir el contenido de rojo de esos píxeles.

10 Según un tercer aspecto de la invención, se proporciona un método de procesamiento de una imagen digital, método que comprende:

detectar características de ojo rojo utilizando un método descrito anteriormente; y

15 realizar la reducción del ojo rojo en algunas o todas las características de ojo rojo.

Esto tiene la ventaja de que el contraste de saturación/luminancia entre las regiones de alta luminosidad y la zona que las rodea está mucho más marcado que el contraste de color (o “tonalidad”) entre la parte roja de una característica de ojo rojo y los tonos de piel que la rodean. Además, el color se codifica a una baja resolución para muchos formatos de compresión de imágenes tal como JPEG. Al utilizar la saturación y la luminancia para detectar ojos rojos es mucho menos probable que se éstos se pierdan en lugar de utilizar la tonalidad como la herramienta de detección básica.

Si cada característica de ojo rojo puede tener un único punto de referencia asociado con él, es conveniente permitir almacenar la ubicación de una característica de ojo rojo en una lista. Por lo tanto, un píxel de referencia único puede seleccionarse en cada región de alta luminosidad como el punto central para la característica de ojo rojo asociada con esa región de alta luminosidad, y la reducción del ojo rojo para esa característica de ojo rojo centrada en el píxel de referencia.

Además de tener valores de saturación y/o luminancia altos, la alta luminosidad de una característica de ojo rojo se define de manera muy acusada. En consecuencia, una región de alta luminosidad se identifica sólo preferiblemente si hay un cambio brusco en la saturación y/o luminancia del píxel entre la región de alta luminosidad y las regiones adyacentes a la misma.

Aunque muchas de las regiones de alta luminosidad identificadas pueden ser el resultado del ojo rojo, es probable que se identifiquen algunas regiones de alta luminosidad que no son parte de las características de ojo rojo y no debería aplicarse una reducción del ojo rojo en torno a las mismas. Por lo tanto el método comprende preferiblemente eliminar al menos algunas de las regiones de alta luminosidad como posibilidades para la reducción del ojo rojo. De hecho, es posible que ninguna de las regiones de alta luminosidad identificadas sean provocadas por el ojo rojo y por lo tanto no deberían tener características de ojo rojo asociadas con ellas. En este contexto se apreciará que la frase “identificar características de ojo rojo con algunas o todas de dichas regiones de alta luminosidad” está destinada para incluir la posibilidad de que ninguna característica de ojo rojo esté asociada con alguna de las regiones de alta luminosidad. De manera similar, es posible que los filtros aplicados a las características de ojo rojo determinen que ninguna característica del ojo rojo originalmente identificada debería tener una reducción del ojo rojo aplicada a ellas, y en consecuencia la frase “realizar reducción del ojo rojo en algunas o todas las características del ojo rojo” incluye la posibilidad de que todas las características de ojo rojo se rechacen como posibilidades para la reducción del ojo rojo.

En la práctica, una característica de ojo rojo puede tener un tamaño máximo, suponiendo que al menos se haya fotografiado un rostro entero. Por lo tanto, preferiblemente, si una región de alta luminosidad supera un diámetro máximo predeterminado no se asocia ninguna característica de ojo rojo con esa región de alta luminosidad, y no se lleva a cabo ninguna reducción del ojo rojo.

Las características de ojo rojo son en general sustancialmente circulares. Por tanto, las características de alta luminosidad lineales no se deberán al ojo rojo, y por tanto, preferiblemente no se realiza ninguna reducción del ojo rojo en una característica asociada con una región de alta luminosidad si esa región de alta luminosidad es sustancialmente lineal.

Preferiblemente, la reducción del ojo rojo no se lleva a cabo en características de ojo rojo que se solapan entre sí.

Una vez que se han determinado las regiones de alta luminosidad, es conveniente identificar la tonalidad de píxeles en la región que rodea cada región de alta luminosidad, y solamente realizar la reducción del ojo rojo para una característica de ojo rojo asociada con una región de alta luminosidad si la tonalidad de los píxeles que rodean esa región de alta luminosidad contiene más de una proporción predeterminada de rojo. El radio de la característica de ojo rojo puede determinarse entonces desde esta región de píxeles rojos que rodea la región de alta luminosidad. Preferiblemente la reducción del ojo rojo solo se realiza en una característica de ojo rojo si la relación del radio de la región de ojo rojo con el radio de la región de alta luminosidad entra dentro de un intervalo predeterminado de valores. Para una característica de ojo rojo típica, el radio de la región de ojo rojo será hasta 8 veces el radio de la región de alta luminosidad.

ES 2 283 579 T3

Preferiblemente, suponiendo que la imagen digital se deriva de una fotografía, se determina si se disparó un flash cuando se tomó la fotografía, y las regiones de alta luminosidad no están identificadas o no se realizó ninguna reducción del ojo rojo si no se disparó el flash.

5 Se determina preferiblemente si la imagen digital es monocromática, y si es así, las regiones de alta luminosidad no se identifican o no se realiza una reducción del ojo rojo.

10 En algunos casos, por ejemplo en la fotografía de retratos, el usuario puede saber por adelantado que todas las zonas de alta luminosidad serán provocadas por el ojo rojo, en cuyo caso, una característica de ojo rojo puede asociarse con cada región de alta luminosidad identificada, y la reducción del ojo rojo puede llevarse a cabo en todas las características de ojo rojo.

15 La invención también proporciona una imagen digital a la que se ha aplicado el método descrito anteriormente, un aparato dispuesto para realizar el método, y un medio de almacenamiento informático que ha almacenado en el mismo un programa informático dispuesto para realizar el método.

Algunas realizaciones preferidas de la invención se describirán ahora mediante un ejemplo solamente y con referencia a los dibujos acompañantes en los que:

20 la figura 1 es un diagrama de flujo que describe un procedimiento general para la reducción del ojo rojo;

la figura 2 es un diagrama esquemático que muestra una característica típica de ojo rojo;

25 la figura 3 muestra la característica de ojo rojo de la figura 2, que muestra píxeles identificados en la detección de una región de alta luminosidad;

la figura 4 muestra la característica de ojo rojo de la figura 2 después de medir el radio; y

30 la figura 5 es un diagrama de flujo que describe un procedimiento para la detección de características de ojo rojo.

Cuando se procesa una imagen digital que puede contener o no características de ojo rojo, para corregir tales características de la manera más eficiente posible, es útil aplicar un filtro para determinar si tales características podrían estar presentes, encontrar las características y aplicar una corrección de ojo rojo a esas características, preferiblemente sin la intervención del usuario.

35 En su forma más simple, un filtro de ojo rojo automático puede funcionar de una manera muy sencilla. Dado que las características de ojo rojo solamente pueden producirse en fotografías en las que se utilizó un flash, no necesita aplicarse una reducción del ojo rojo si no se disparó el flash. Sin embargo, si se utilizó un flash o si existe alguna duda de si se utilizó un flash, entonces deberían buscarse características en la imagen que se parezcan al ojo rojo. Si se encontraron características de ojo rojo éstas se corrigen. Este proceso se muestra en la figura 1.

40 Un algoritmo que pone en práctica el proceso de la figura 1 empieza con un examen rápido para determinar si la imagen podría contener ojo rojo: ¿se disparó el flash? Si esta pregunta puede responderse con “no”, con una certeza del 100%, el algoritmo puede terminar, si el flash no se disparó, la imagen no puede contener ojo rojo. Sabiendo simplemente que el flash no se disparó se permite filtrar una gran proporción de imágenes con muy poco esfuerzo de procesamiento.

45 Existen varias maneras posibles de determinar si se disparó el flash. Un método implica preguntar al usuario, aunque esto no es el caso ideal porque implica la interacción del usuario, y es posible que el usuario no pueda responder a la pregunta de manera fiable.

50 Otra alternativa implica mirar en los metadatos de la imagen. Por ejemplo, un formato JPEG EXIF tiene un campo “se disparó el flash- si/no”- Esto proporciona una cierta manera de determinar si se disparó el flash, pero no todas las imágenes tienen los metadatos correctos. Los metadatos se pierden normalmente cuando se edita una imagen. Las imágenes escaneadas que contienen ojo rojo no tendrán metadatos apropiados.

55 Existe un método adicional para determinar si se disparó el flash, que es apropiado si el algoritmo se implementa en el software de control de una cámara digital. El módulo responsable para tomar la foto podría indicar al módulo de detección/corrección de ojo rojo que se disparó el flash.

60 Para cualquier imagen en la que no pueda determinarse con certeza que no se disparó el flash, debe realizarse un examen más detallado utilizando el módulo de detección de ojo rojo descrito anteriormente.

65 Si no se detectan características de ojo rojo, el algoritmo puede terminar sin necesidad de modificar la imagen. Sin embargo, si se encuentran características de ojo rojo, debe corregirse cada una utilizando el módulo de corrección de ojo rojo descrito anteriormente.

Una vez que el módulo de corrección de ojo rojo ha procesado cada característica de ojo rojo, el algoritmo termina.

ES 2 283 579 T3

El resultado del logaritmo es una imagen en la que todas las apariciones detectadas de ojo rojo se han corregido. Si la imagen no contiene ojo rojo, el resultado es una imagen que parece sustancialmente la misma que la imagen de entrada. Puede ser que el algoritmo detectara y “corrigiera” características en la imagen que se parecen mucho al ojo rojo, aunque es bastante posible que el usuario no note estas “correcciones” erróneas.

5

Ahora se describirá el módulo de detección de ojo rojo.

La figura 2 es un diagrama esquemático que muestra una característica 1 típica de ojo rojo. En el centro de la característica 1 hay una zona 2 de “alta luminosidad” blanca o casi blanca que está rodeada por una región 3 que se corresponde con la pupila del sujeto. En ausencia de ojo rojo, esta región 3 sería normalmente negra, pero en una característica de ojo rojo esta región 3 adopta una tonalidad rojiza. Esto puede oscilar desde un brillo apagado a un rojo luminoso. Rodeando la región 3 de pupila está el iris 4, que en parte o en su totalidad puede parecer que toma algo del brillo rojo de la región 3 de pupila.

15 El algoritmo de detección debe localizar el centro de cada característica de ojo rojo y la extensión de la zona roja alrededor de él.

El algoritmo de detección de ojo rojo empieza buscando regiones en la imagen que podrían corresponder a zonas 2 de alta luminosidad de características de ojo rojo. En primer lugar, la imagen se transforma de manera que los píxeles se representan por los valores tonalidad, saturación y luminancia. La mayoría de los píxeles en la zona 2 de alta luminosidad de una característica 1 de ojo rojo tiene una saturación muy alta, y no es normal encontrar zonas saturadas así en otras partes en imágenes de caras. De manera similar, la mayoría de las zonas 2 de alta luminosidad de ojo rojo tendrán valores de alta luminancia. También es importante observar que no solamente los valores de saturación y luminancia serán altos, sino que también serán considerablemente más altos que las regiones 3, 4, 5 inmediatamente circundantes. El cambio en la saturación desde la región 3 de pupila roja a la región 2 de alta luminosidad es muy brusco.

El algoritmo de detección de alta luminosidad escanea cada fila de píxeles en la imagen, buscando áreas pequeñas de píxeles luminosos, muy saturados. Durante el escaneo, cada píxel se compara con su vecino precedente (el píxel a su izquierda). El algoritmo busca un aumento brusco en la saturación y luminancia, marcando el comienzo de una zona de alta luminosidad, cuando escanea desde el principio de la fila. Esto se conoce como un “flanco ascendente”. Una vez que se ha identificado un flanco ascendente, ese píxel y los píxeles siguientes (suponiendo que tienen una saturación y luminancia similarmente altas) se graban, hasta que se alcanza una caída brusca en la saturación, marcando el otro flanco de la zona de alta luminosidad. Esto se conoce como un “flanco descendente”. Después de un flanco descendente, el algoritmo vuelve a buscar un flanco ascendente marcando el comienzo de la siguiente zona de alta luminosidad.

Un algoritmo típico podría disponerse para detectar un flanco ascendente si:

- 40 1. El píxel está muy saturado (saturación > 128).
2. El píxel está considerablemente más saturado que el anterior (saturación de este píxel - saturación de píxel anterior > 64).
- 45 3. El píxel tiene un valor de luminancia alto (luminancia > 128).

El flanco ascendente se sitúa en el píxel que está examinándose. Un flanco descendente se detecta si:

- 50 1. El píxel está considerablemente menos saturado que el anterior (saturación de píxel anterior - saturación de este píxel > 64).
2. El píxel anterior tiene un valor de luminancia alto (luminancia > 128).

El flanco descendente se sitúa en el píxel anterior al que está examinándose.

55 Se realiza una comprobación adicional mientras se busca el flanco ascendente. Después de haberse examinado un número definido de píxeles (por ejemplo 10) sin encontrar un flanco descendente, el algoritmo deja de buscar el flanco descendente. Se supone que una zona de alta luminosidad en una característica de ojo rojo puede tener un tamaño máximo, obviamente esto variará en función del tamaño de la imagen y la naturaleza de sus contenidos (por ejemplo, las zonas de alta luminosidad serán menores en fotos en grupo que en retratos individuales a la misma resolución). El algoritmo puede determinar el ancho de la zona de alta luminosidad de manera dinámica, basándose en el tamaño de la imagen y la proporción de ese tamaño que tiene posibilidades de obtenerse por una zona de alta luminosidad (normalmente entre 0,25% y 1% de la dimensión mayor de la imagen).

65 Si se detecta con éxito una zona de alta luminosidad, se graban las coordenadas del flanco ascendente, el flanco descendente y el píxel central.

ES 2 283 579 T3

El algoritmo es como sigue:

Para cada fila en el mapa de bits

```
5     Buscar el flanco ascendente = verdadero
      repetir desde el segundo píxel hasta el último píxel
10    si buscar flanco ascendente
      si la saturación de este píxel > 128 y...
      ..la saturación de este píxel- saturación del píxel previo > 64 y...
15    ...luminancia de este píxel > 128 entonces
      flanco ascendente = este píxel
      buscar flanco ascendente = falso
20    finalizar si
      si no
25    si la saturación del píxel previo- saturación de este píxel > 64 y...
      ...luminancia de píxel previo > 128 entonces
      grabar posición del flanco ascendente
30    grabar posición del flanco descendente (píxel previo)
      grabar posición del píxel central
      buscar flanco ascendente = verdadero
35    finalizar si
      finalizar si
40    si buscar flanco ascendente = falso y...
      ..se detectó el flanco ascendente hace más de 10 píxeles
      buscar flanco ascendente = verdadero
45    finalizar si
      finalizar repetir
50    final para
```

El resultado de este algoritmo en la característica 1 de ojo rojo se muestra en la figura 3. Para esta característica, dado que hay una única zona 2 de alta luminosidad, el algoritmo grabará un flanco 6 ascendente, un flanco 7 descendente y un píxel 8 central para cada fila que cubre la zona de alta luminosidad. La zona 2 de alta luminosidad cubre cinco filas, por lo que se graban cinco píxeles 8 centrales. En la figura 3, líneas horizontales se extienden desde el píxel en el flanco ascendente hasta el píxel en el flanco descendente. Los círculos muestran la ubicación de los píxeles 8 centrales.

La ubicación de todos estos píxeles centrales se graba en una lista de zonas de alta luminosidad que pueden provocarse potencialmente por un ojo rojo. El número de píxeles 8 centrales en cada zona de alta luminosidad se reduce entonces a uno. Tal como se muestra en la figura 3, hay un píxel 8 central para cada fila cubierta por la zona 2 de alta luminosidad. Esto realmente significa que la zona de alta luminosidad se ha detectado cinco veces, y por tanto necesitará más procesamiento de lo realmente necesario. Por tanto es deseable eliminar de la lista todos excepto el punto central en vertical de la lista de zona de alta luminosidad.

ES 2 283 579 T3

No todas las zonas de alta luminosidad identificadas por el algoritmo anterior se formarán necesariamente por las características de ojo rojo. Otras podrían formarse, por ejemplo, por la luz reflejada desde las esquinas o bordes de objetos. Por tanto, la siguiente fase del proceso intenta eliminar tales zonas de alta luminosidad, de manera que la reducción del ojo rojo no se realiza en características que no son realmente características de ojo rojo.

5

Existen diversos criterios que pueden aplicarse para reconocer características de ojo rojo opuestas a características falsas. Uno es comprobar largas cadenas de píxeles centrales en zonas de alta luminosidad estrecha, es decir, zonas de alta luminosidad que son esencialmente de forma lineal. Estas pueden formarse por la luz que se refleja de los bordes, por ejemplo, pero nunca se formarán por ojo rojo.

10

Esta comprobación de cadenas largas de píxeles puede combinarse con la reducción de píxeles centrales a uno. Un algoritmo que realiza estas dos operaciones simultáneamente puede buscar a través de zonas de alta luminosidad identificando "cadenas" o "secuencias" de píxeles centrales. Si la relación de aspecto, que se define como la longitud de la cadena de píxeles 8 centrales (véase la figura 3) dividida por la anchura mayor entre el flanco 6 ascendente y el flanco 7 descendente de la zona de alta luminosidad, es mayor que un número predeterminado, y la cadena está por encima de una longitud predeterminada, entonces todos los píxeles 8 centrales se suprimen de la lista de zonas de alta luminosidad. De otro modo, solamente el píxel central de la cadena se mantiene en la lista de zonas de alta luminosidad.

15

20

En otras palabras, el algoritmo realiza dos tareas:

25

- suprime de manera general secuencias verticales de zonas de alta luminosidad de la lista de zonas de alta luminosidad, en las que la relación de aspecto de la secuencia es mayor que un valor predefinido, y
- suprime todas excepto la zona de alta luminosidad central en vertical de las secuencias aproximadamente verticales de zonas de alta luminosidad en la que la relación de aspecto de la secuencia es inferior a igual a un valor predefinido.

30

Un algoritmo que realiza esta combinación de tareas se proporciona a continuación:

para cada zona de alta luminosidad

35

(la primera sección se ocupa de determinar la extensión de la secuencia de zonas de alta luminosidad- si hay alguna- empezar en ésta)

hacer 'zona de alta luminosidad actual' y 'zona de alta luminosidad superior' = esta zona de alta luminosidad

40

hacer 'radio más amplio' = el radio de esta zona de alta luminosidad

repetir

45

buscar las otras zonas de alta luminosidad para una en la que: coordenada

y =

coordenada y de la zona de alta luminosidad actual +1; y coordenada x =

50

coordenada x de la zona de alta luminosidad actual (con una tolerancia de

± 1)

si se encuentra una correspondencia apropiada

55

hacer 'zona de alta luminosidad actual' = la correspondencia

60

si el radio de la correspondencia > 'radio más ancho'

hacer 'radio más ancho' = el radio de la correspondencia

finalizar si

65

finalizar si

ES 2 283 579 T3

hasta que no se encuentre una correspondencia

(en este punto, 'zona de alta luminosidad actual' es la zona de alta luminosidad inferior en la secuencia empezando en 'zona de alta luminosidad superior', por lo que en esta sección, si la secuencia es lineal, se suprimirá; si es aproximadamente circular, se suprimirán todas excepto la zona de alta luminosidad centra)

realizar 'altura de secuencia' = coordenada y de la zona de alta luminosidad actual – coordenada y de la zona de alta luminosidad superior

realizar 'relación de aspecto de secuencia' = 'altura de secuencia' / 'radio más amplio'

si 'altura de secuencia' \geq 'altura de secuencia mínima' y 'relación de aspecto de secuencia' \geq 'relación de aspecto de secuencia mínima'

suprimir todas las zonas de alta luminosidad en la secuencia de la lista de las zonas de alta luminosidad

si no

si 'altura de secuencia' > 1

suprimir todas excepto la zona de alta luminosidad central en vertical en la secuencia de la lista de zonas de alta luminosidad

finalizar si

finalizar si

finalizar para

Un umbral adecuado para la "altura de secuencia mínima" es tres y un umbral adecuado para "relación de aspecto de secuencia mínima" es también tres, aunque se apreciará que éstos pueden cambiarse para adaptarse a los requisitos de imágenes particulares.

Otro criterio implica comprobar la tonalidad de los píxeles en la región 3 de pupila alrededor de la zona de alta luminosidad. Si los píxeles en esta región contienen menos de una proporción determinada de rojo, entonces la característica no puede ser de ojo rojo. Un filtro adecuado para aplicar a la región 3 de pupila es éste, a menos que la saturación sea mayor que o igual a 80 y la tonalidad entre 0 y 10, o entre 220 y 255 (ambos incluidos) para el 45% de los píxeles alrededor de la zona de alta luminosidad, entonces no se realiza una reducción del ojo rojo en esa característica.

El radio de la región de pupila puede establecerse entonces para que se conozca la extensión de la característica de ojo rojo, de manera que puede realizarse la reducción del ojo rojo. Un algoritmo adecuado se repite a través de cada zona de alta luminosidad, determinando aproximada el radio de la zona roja que lo rodea. Una vez que el algoritmo ha finalizado, todas las zonas de alta luminosidad tienen un fragmento de información adicional asociado con ellas: el radio de la región de ojo rojo. Por tanto, mientras que la entrada al algoritmo es una serie de zonas de alta luminosidad, la salida puede considerarse como una serie de características de ojo rojo.

El resultado puede contener menos regiones de ojo rojo que zonas de alta luminosidad de entrada. En general, la relación del radio de la región 2 de pupila con el radio de la región 3 de alta luminosidad siempre entrará dentro de un intervalo determinado. Si la relación se sale de este intervalo entonces no es probable que la característica que está examinándose se deba al ojo rojo. En el algoritmo descrito, si el radio de la región 3 de pupila es ocho veces superior al radio de la zona 2 de alta luminosidad, la característica no se considera una característica de ojo rojo, por lo que se suprime de la lista de áreas para corregir. Esta relación se ha determinado analizando un número de imágenes, pero se apreciará que puede ser posible elegir una relación diferente para adaptarse a las circunstancias particulares.

El método para determinar el radio de la zona roja tiende a equivocarse en radios más grandes (ya que sólo utiliza datos de tonalidad y no tiene en cuenta la saturación o luminancia), dicho de otro modo, calcula la zona para que sea algo mayor de lo que realmente es, y significa que debería contener todos los píxeles rojos más algunos periféricos

ES 2 283 579 T3

que no son rojos, tal como se muestra en la figura 4. Esto no es una limitación siempre que el método utilizado para corregir el ojo rojo no intente ajustar píxeles que no son rojos. El tamaño ligeramente excesivo también es útil en la realización descrita, en la que no se intenta determinar con precisión la posición de la zona de alta luminosidad dentro de la región de ojo rojo: la implementación de la realización supone que es central, aunque esto no siempre sea el caso.

5

Un algoritmo adecuado se proporciona a continuación:

para cada zona de alta luminosidad

10

hacer `radio calculado` = 0

bucle a través de las filas de píxeles en la imagen desde la coordenada y de esta zona de alta luminosidad - `altura de muestra de radio` con respecto a la

15

coordenada y de esta zona de alta luminosidad + `altura de muestra de radio`

escanear los píxeles a la izquierda y a la derecha de la zona de alta luminosidad para

20

encontrar los puntos en los que la tonalidad esta fuera del intervalo de rojos

si la mitad de la distancia entre los dos puntos > `radio calculado`

25

entonces

hacer `radio calculado` la mitad de la distancia entre los dos

30

puntos

finalizar si

finalizar bucle

35

si `radio calculado` > 8 veces el radio de la zona de alta luminosidad

suprimir esta zona de alta luminosidad de la lista de zonas de alta luminosidad

40

si no

grabar el radio calculado; la zona de alta luminosidad es ahora una región

de ojo rojo

45

finalizar si

finalizar para

50

Se apreciará que este algoritmo determina el radio de la característica de ojo rojo al buscar filas de píxeles centrados horizontalmente en la zona de alta luminosidad (que se define como el píxel 8 central en una fila vertical, tal como se describió anteriormente). El experto podría modificar el algoritmo para buscar radialmente desde la zona de alta luminosidad, o determinar la forma y extensión de la zona roja que rodea la zona de alta luminosidad.

55

Una vez que los radios de las características de ojo rojo se han determinado, puede realizarse una búsqueda de características de solapamiento. Si la región 3 de pupila roja se solapa con otra región 3 de pupila roja alrededor de una zona de alta luminosidad, entonces ninguna característica puede deberse al ojo rojo. Por tanto, tales características pueden descartarse.

60

Un algoritmo para realizar esta tarea procede en dos fases. La primera se repite a través de todas las características de ojo rojo. Para cada región de ojo rojo, se realiza una búsqueda hasta que se encuentre otra región de ojo rojo que la solapa. Si se encuentra un solapamiento, ambas regiones de ojo rojo se marcan para borrarse. No es necesario determinar si la región de ojo rojo se solapa con más de una.

65

La segunda fase borra todas las regiones de ojo rojo que se han marcado para borrarse. El borrado debe separarse de la detección de solapamiento ya que si las regiones de ojo rojo se borraron en cuanto se determinaron para solaparse, podría borrar los solapamientos con otras regiones de ojo rojo que no se han detectado todavía.

ES 2 283 579 T3

El algoritmo es como sigue:

para cada región de ojo rojo

5 buscar las otras regiones de ojo rojo hasta encontrar una que se solape a esta, o se
 han buscado todas las regiones de ojo rojo sin encontrar un solapamiento

 si se encontró un solapamiento

10 marcar ambas regiones de ojo rojo para borrarse

 finalizar si

finalizar para

15 bucle a través de todas las regiones de ojo rojo

 si esta región se marca para borrarse

20 borrarla

 finalizar si

finalizar bucle

25 Las dos regiones de ojo rojo se consideran para el solapamiento si la suma de sus radios es mayor que la distancia
entre sus centros.

30 Una manera alternativa de conseguir el mismo efecto que el algoritmo anterior es crear una nueva lista de caracte-
rísticas de ojo rojo que contienen solamente aquellas regiones que no se solapan. La lista original de las características
de ojo rojo puede descartarse entonces y se usa la nueva en su lugar.

El proceso de detección global se muestra como un diagrama de flujos en la figura 5.

35 La reducción del ojo rojo se lleva a cabo entonces en las características de ojo rojo detectadas. Existe un número de
métodos conocidos para realiza esto, y ahora se describe un proceso adecuado. El proceso descrito es un método muy
básico para corregir el ojo rojo, y el experto reconocerá que hay posibilidades de refinamiento para conseguir mejores
resultados, particularmente con respecto a suavizar los flancos del área corregida y determinar de forma más precisa
la extensión de la región de ojo rojo.

40 Existen dos partes del módulo de corrección de ojo rojo: el bucle de control y el propio corrector de ojo rojo. El
bucle de control simplemente itera a través de la lista de las regiones de ojo rojo generadas por el módulo de detección
de ojo rojo, pasando cada una al corrector de ojo rojo:

45 para cada región de ojo rojo

 corregir ojo rojo en esta región

finalizar para

50 El algoritmo para el corrector de ojo rojo es como sigue:

para cada píxel dentro del círculo que encierra la región del ojo rojo

55 si la saturación de este píxel ≥ 80 y...

 ...la tonalidad de este píxel ≥ 220 ó ≤ 10 entonces

 establecer la saturación de este píxel a 0

60 si la luminancia de este píxel < 200 entonces

 establecer la luminancia de este píxel a 0

 finalizar si

65 finalizar si

finalizar para

ES 2 283 579 T3

Para cada píxel, hay dos comprobaciones muy sencillas, cada una con una acción sencilla tomada como una consecuencia:

1. Si el píxel es de saturación media o alta, y si la tonalidad del píxel está dentro del intervalo de rojos, se elimina completamente la saturación del píxel. Dicho de otro modo, la saturación se establece en "0" lo que hace que los píxeles rojos se vuelvan grises.
2. Además, si el píxel es oscuro, o de luminancia media, se vuelve negro. En la mayoría de los casos, esto cancela realmente el ajuste realizado como un resultado de la primera comprobación; la mayoría de los píxeles en la región del ojo rojo se vuelven negros. Aquellos píxeles que no se han vuelto negros son los que están dentro y alrededor de la zona de alta luminosidad. Se habrá eliminado la rojez de estos de manera que el resultado es un ojo con una pupila negra oscura y una zona de alta luminosidad blanca brillante.

Una característica del método de corrección que sus efectos no son acumulativos: después de aplicar la corrección en una zona, las correcciones posteriores en la misma zona no tendrán ningún efecto. Esto sería una característica deseable si el módulo de reducción del ojo rojo produjera una lista de regiones de ojo rojo que se solapan potencialmente (por ejemplo, si las detecciones de alta luminosidad múltiples no se eliminaran). Sin embargo, dado que las regiones de ojo rojo que se solapan se suprimen específicamente, la naturaleza no acumulativa del módulo de corrección no es importante para la implementación actual.

Se apreciará que el módulo de detección y el módulo de corrección pueden implementarse separadamente. Por ejemplo, el módulo de detección podría colocarse en una cámara digital o similar, y detectar características de ojo rojo y proporcionar una lista de la ubicación de estas características cuando se toma una fotografía. El módulo de corrección podría aplicarse entonces después de descargar la imagen desde la cámara a un ordenador.

El método según la invención proporciona diversas ventajas. Funciona en una imagen entera, aunque se apreciará que un usuario podría seleccionar parte de una imagen a la que va a aplicarse la reducción del ojo rojo, por ejemplo solamente una región que contiene rostros. Esto podría reducir el procesamiento requerido. Si se procesa una imagen entera, no se requiere entrada por parte del usuario. Además, el método no necesita ser perfectamente preciso. Si se realiza la reducción del ojo rojo alrededor de una zona de alta luminosidad no provocada por el ojo rojo, no es probable que un usuario note la diferencia.

Dado que el algoritmo de detección de ojo rojo busca luz, los puntos muy saturados antes de buscar las zonas de ojo rojo, el método funciona particularmente bien con imágenes comprimidas JPEG y otros formatos en los que el color se codifica a una resolución baja.

Se apreciará que las variaciones del método anteriormente descrito pueden entrar todavía dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, el método se ha descrito con referencia a los ojos de las personas para los que la reflexión desde la retina lleva a una región roja. Para algunos animales, el "ojo rojo" puede llevar a reflexiones verdes o amarillas. El método según la invención puede utilizarse para corregir este efecto. De hecho, la búsqueda de luz, una región saturada en lugar de una región de una tonalidad particular hace que el método de la invención sea particularmente adecuado para detectar el "ojo rojo" animal que no es rojo.

Además, el método se ha descrito para características de ojo rojo en las que la región de alta luminosidad está ubicada exactamente en el centro de la región de la pupila roja. Sin embargo, el método también funcionará para características de ojo rojo cuya región de alta luminosidad esté descentrada, o incluso en el borde la región roja.

Algunas características de ojo rojo no tienen una región de alta luminosidad discreta, pero en estas características la totalidad de la región de pupila roja tiene valores de alta saturación y luminancia. En tales casos, la característica de ojo rojo y la región de alta luminosidad serán del mismo tamaño, y puede que no haya una parte roja adicional fuera de la región de alta luminosidad. En otras palabras, la región 2 de alta luminosidad y la región 3 de pupila roja ocuparán la misma área. Sin embargo, el método descrito anteriormente también detectara tales regiones como zonas de "alta luminosidad", identificándose cada región 3 roja por tener el mismo radio que la zona de alta luminosidad. Por tanto, tales características se detectarían también utilizando el método según la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método de detección de características de ojo rojo en una imagen digital, que comprende:

5 examinar la saturación y luminancia de los píxeles en la imagen e identificar las regiones (2) de alta luminosidad;
y

10 determinar si cada región de alta luminosidad corresponde a una característica (1) de ojo rojo sobre la base de aplicar criterios de selección adicionales;

15 **caracterizado** porque las regiones de alta luminosidad contienen píxeles que satisfacen criterios de saturación y luminancia predeterminados con respecto a píxeles en las regiones alrededor de las mismas, estando los criterios de saturación y luminancia predeterminados de manera que los píxeles en las regiones de alta luminosidad deben tener una saturación considerablemente superior o una luminancia considerablemente superior o ambas con respecto a los píxeles en las regiones alrededor de las mismas; siendo el cambio en la saturación y/o luminancia de dichas regiones de alta luminosidad a las regiones alrededor de las mismas muy brusco.

20 2. Método según la reivindicación 1, en el que los criterios de selección adicionales incluyen examinar la tonalidad de los píxeles (3) que rodean la región (2) de alta luminosidad, y determinar que la región de alta luminosidad no se corresponden con una característica de ojo rojo si dicha tonalidad está fuera de un intervalo predeterminado que corresponde al rojo.

25 3. Método según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que dichos criterios de selección adicionales incluyen identificar la forma de la región (2) de alta luminosidad, y determinar que la región de alta luminosidad no se corresponde con una característica (1) de ojo rojo si dicha forma no es substancialmente circular.

4. Método de reducción del efecto visual de las características de ojo rojo en una imagen digital, que comprende:

30 detectar características (1) de ojo rojo utilizando el método de la reivindicación 1, 2 ó 3, y

cambiar la tonalidad de los píxeles (3) alrededor de cada región de alta luminosidad para reducir el contenido de rojo de esos píxeles.

35 5. Método de procesamiento de una señal digital, que comprende:

detectar características (1) de ojo rojo utilizando un método según la reivindicación 1, 2 ó 3, y

realizar la reducción del ojo rojo en algunas o todas las características de ojo rojo.

40 6. Método según la reivindicación 5, en el que un píxel (8) de referencia único en cada región (2) de alta luminosidad se selecciona como el punto central de una característica (1) de ojo rojo asociada, y una reducción del ojo rojo para esa característica de ojo rojo se centra en el píxel de referencia.

45 7. Método según la reivindicación 5 ó 6, que comprende adicionalmente eliminar al menos algunas de las regiones (2) de alta luminosidad como posibilidades para la reducción del ojo rojo.

50 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que la reducción del ojo rojo en una característica (1) de ojo rojo no se lleva a cabo si la región (2) de alta luminosidad asociada con esa característica de ojo rojo excede un diámetro máximo predeterminado.

55 9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, que comprende adicionalmente determinar si cada región (2) de alta luminosidad es sustancialmente lineal, y no asociar una característica (1) de ojo rojo a una región de alta luminosidad si esa región de alta luminosidad es sustancialmente lineal.

10. Método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, en el que la reducción del ojo rojo no se lleva a cabo centrada en cualquiera de las características (1) de ojo rojo que se solapan entre sí.

60 11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, que comprende adicionalmente identificar la tonalidad de los píxeles en la región (3) que rodea la región (2) de alta luminosidad para cada característica (1) de ojo rojo, y sólo realizar la reducción del ojo rojo si los píxeles en dicha región contienen más que una proporción predeterminada de rojo.

65 12. Método según la reivindicación 7, que comprende adicionalmente determinar el radio de la región (1) de ojo rojo alrededor de cada región (2) de alta luminosidad, teniendo la región de ojo rojo píxeles con una tonalidad que contiene más que dicha proporción predeterminada de rojo.

ES 2 283 579 T3

13. Método según la reivindicación 8, en el que la reducción del ojo rojo se realiza solamente en una característica (1) de ojo rojo si la relación del radio de la región de ojo rojo con el radio de la región (2) de alta luminosidad entra dentro de un intervalo predeterminado de valores.

5 14. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que la imagen digital proviene de una fotografía, comprendiendo adicionalmente el método determinar si se disparó un flash cuando se tomó la fotografía, y no identificar las regiones (2) de alta luminosidad o realizar la reducción del ojo rojo si no se disparó el flash.

10 15. Método según cualquier reivindicación anterior, que comprende adicionalmente determinar si la imagen es monocromática, y no identificar regiones de alta luminosidad o realizar la reducción del ojo rojo si la imagen digital es monocromática.

15 16. Método según la reivindicación 5 ó 6, en el que una característica de ojo rojo se asocia con cada región de alta luminosidad identificada, y la reducción del ojo rojo se lleva a cabo en todas las características de ojo rojo.

17. Aparato dispuesto para realizar el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16.

20 18. Medio de almacenamiento informático que tiene almacenado en el mismo un programa informático dispuesto para realizar el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Figura 1

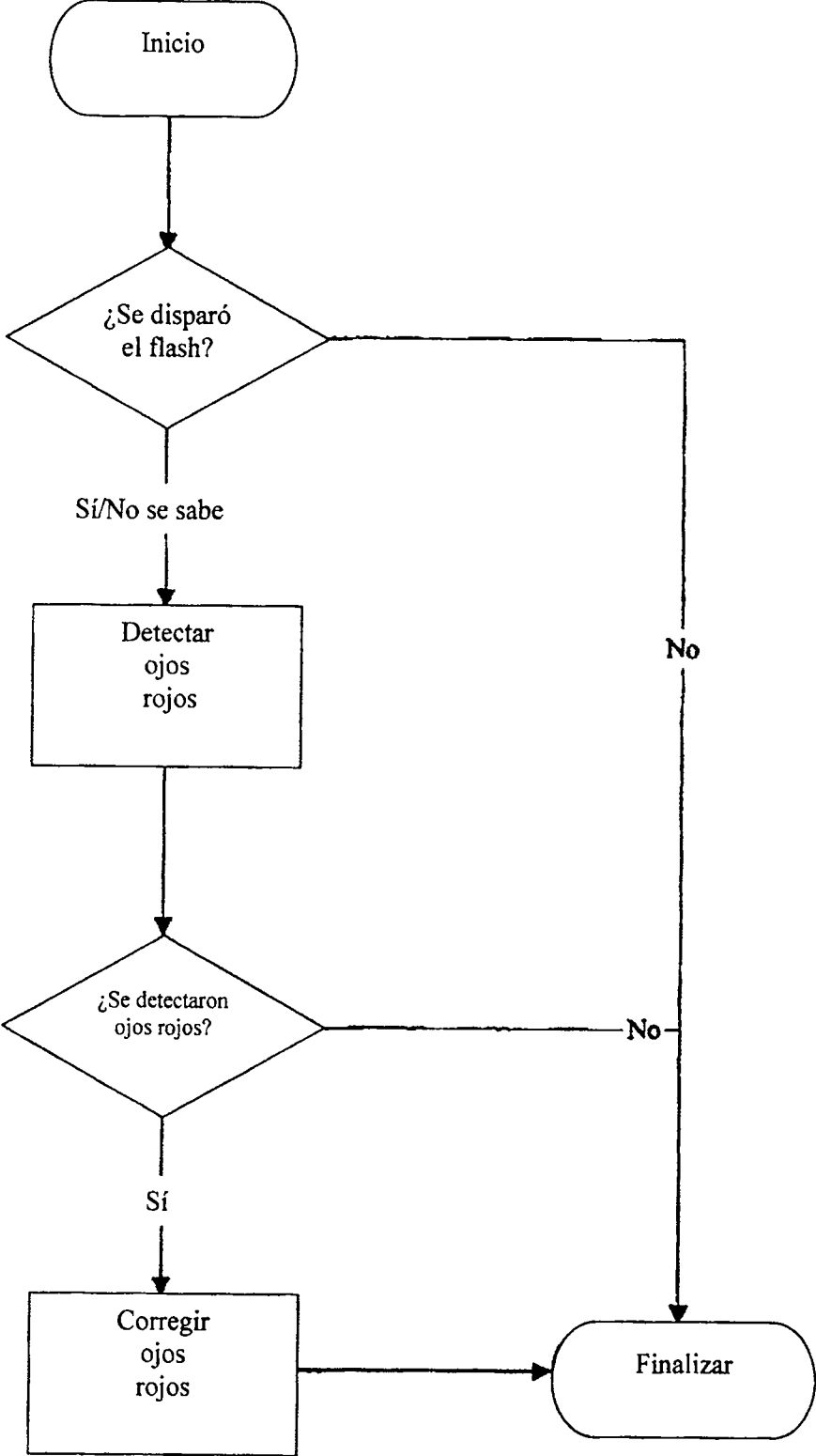


Figura 2

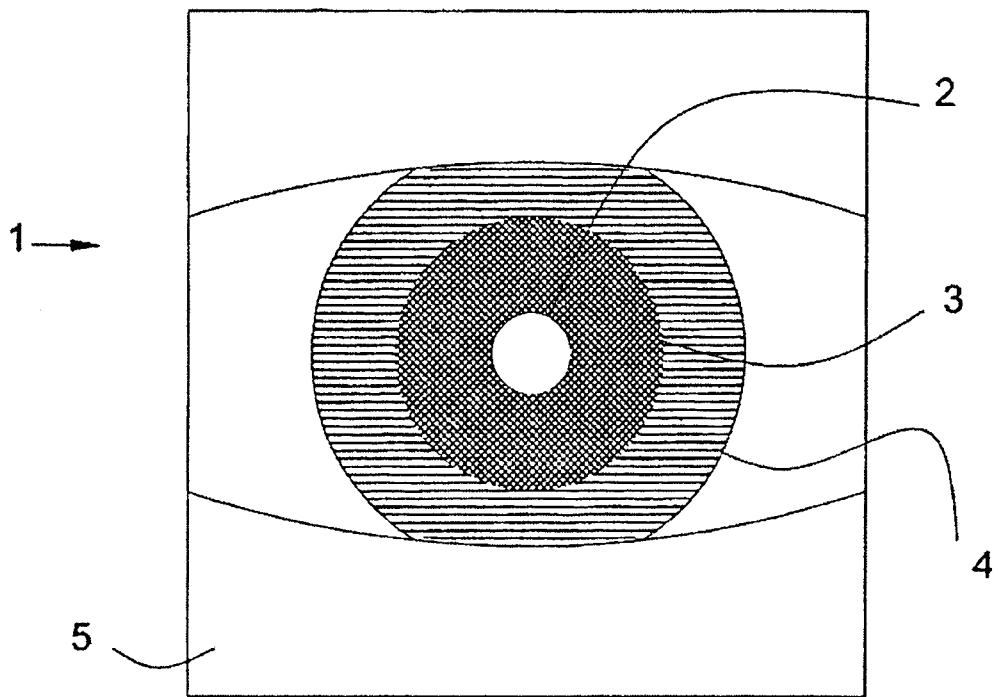


Figura 3

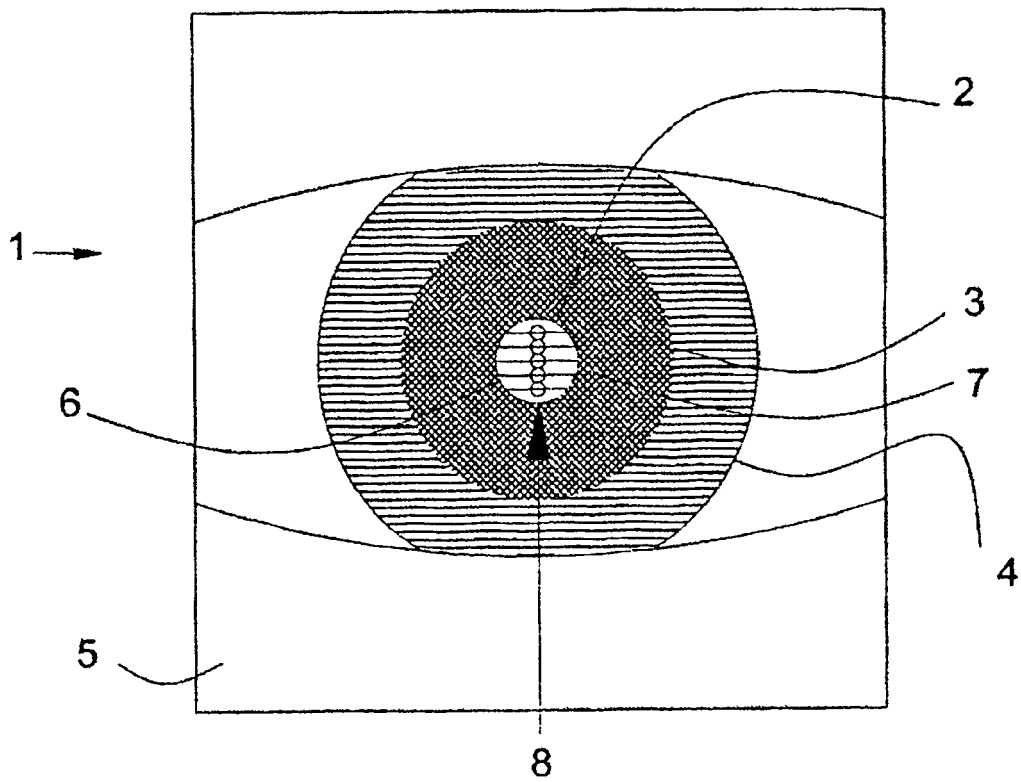


Figura 4

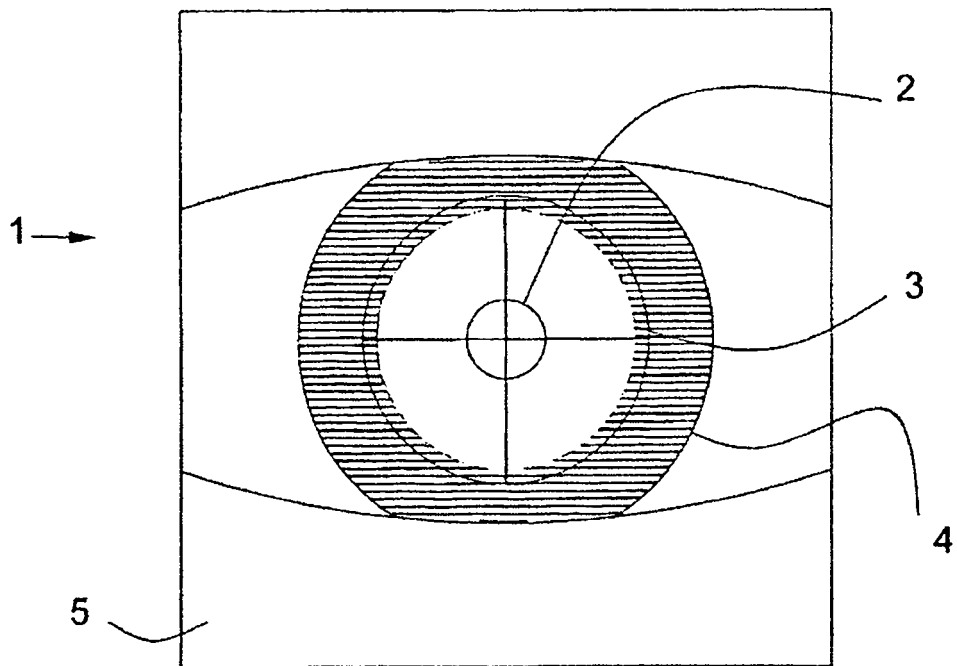


Figura 5

