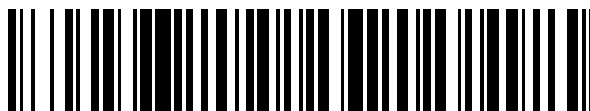


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 422**

51 Int. Cl.:

G06K 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2013 PCT/EP2013/077332**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014 WO14102132**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2013 E 13814897 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.01.2017 EP 2939179**

54 Título: **Procedimiento de segmentación de una imagen de un ojo y dispositivo asociado**

30 Prioridad:

28.12.2012 FR 1203621

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

19.07.2017

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45 rue de Villiers
92200 Neuilly-sur-Seine, FR**

72 Inventor/es:

**LEFEVRE, THIERRY;
BELARDI, STÉPHANE;
LAMPERIERE, NADÈGE;
DORIZZI, BERNADETTE y
GARCIA, SONIA**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 625 422 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de segmentación de una imagen de un ojo y dispositivo asociado

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento de segmentación de una imagen de un ojo y un dispositivo asociado.
- [0002]** La invención se sitúa, de forma más general, en el campo del reconocimiento automático de iris, que encuentra numerosas aplicaciones en sistemas de reconocimiento biométrico.
- 10 **[0003]** De manera convencional, una imagen de un ojo de un individuo es capturada, y segmentada en un número predeterminado de porciones, correspondientes a las zonas conocidas del ojo que son, respectivamente, la pupila, el iris y una zona de fondo, que incluye el blanco del ojo, la piel, las pestañas y otras. Se ha constatado que es el iris, debido a su aspecto texturizado y característico del individuo, el que es utilizable para la identificación. Una vez aplicada la segmentación, la zona correspondiente al iris es extraída, y puede utilizarse, por ejemplo, para comparación con imágenes de iris de una base de datos. En ciertas aplicaciones, se utilizan bases de datos biométricos relativos a un muy gran número de individuos. Es importante asegurar un buen nivel de reconocimiento y una escasa tasa de error. Una de las condiciones necesarias para asegurar un buen nivel de reconocimiento es obtener una segmentación fiable. En efecto, un error de segmentación induce un error de caracterización de la textura del iris, y por consiguiente puede tener un impacto negativo sobre las prestaciones del sistema de reconocimiento.
- 15 **[0004]** Se conocen, en el estado de la técnica, métodos de evaluación de la calidad de segmentación, en particular aplicados a la segmentación de imágenes de un ojo para el reconocimiento del iris. El artículo "An automated method for predicting iris segmentation failures", de Kalka y col., publicado en "Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Biometrics: Theory, applications and systems", 2009, presenta un método de evaluación de la calidad de segmentación de una imagen del ojo. En este artículo, se propone etiquetar los píxeles de la imagen del ojo procesada, teniendo cada píxel un valor de intensidad asociado, es decir asociar a cada píxel una etiqueta o identificador relativo a una porción entre la pupila, el iris y el fondo, asociándose zonas circulares a la pupila y al iris. El etiquetado se realiza tomando como base un cálculo de histograma de la imagen del ojo, en el que se determinan dos umbrales para definir respectivamente la región de la pupila y la región del iris, basándose en la heurística según la cual los píxeles que pertenecen a la pupila tienen un valor de intensidad asociado más bajo que el del iris.
- 25 Una máscara de segmentación obtenida mediante segmentación de una imagen de un ojo se compara con el resultado del etiquetado para obtener una puntuación que refleja la calidad de la segmentación. Este método de evaluación de la segmentación no proporciona resultados suficientemente precisos, siendo impreciso un etiquetado basado en un histograma y modelos circulares predefinidos de la pupila y del iris.
- 30 **[0005]** Es deseable mejorar los métodos conocidos, proponiendo una validación de segmentación de una imagen del ojo que sea más robusta y más fiable.
- 35 **[0006]** A tal efecto, la invención propone, según un primer aspecto, un procedimiento de segmentación de una imagen de un ojo, representada por un conjunto de píxeles, que consta de una etapa de segmentación que proporciona una máscara de segmentación que consta de un número P predeterminado de regiones y una etapa de validación de dicha máscara de segmentación obtenida, constando la validación de las etapas de:
- 40 - asociación, a cada píxel de la imagen, de un identificador de clasificación, siendo el número N de identificadores de clasificación estrictamente superior a P, mediante un procedimiento de clasificación no supervisada,
- determinación de una máscara de validación que consta de P regiones, que consta, para al menos una región de dicha máscara de segmentación, de una selección de al menos un identificador de clasificación asociado a una mayoría de píxeles de dicha región y de una fusión de todos los píxeles asociados a dicho al menos un identificador de clasificación seleccionado para formar una región correspondiente de la máscara de validación, y
- 45 - evaluación de la máscara de segmentación utilizando la máscara de validación determinada.
- 50 **[0007]** Ventajosamente, el procedimiento según la invención permite obtener dinámicamente una máscara de validación que tiene el mismo número de regiones que la máscara de segmentación sin conocimiento a priori, lo que permite una buena fiabilidad para una gran variedad de imágenes.
- [0008]** El procedimiento de segmentación de una imagen de un ojo según la invención también puede

presentar una o varias de las características a continuación, tomadas independientemente o en combinación:

- el procedimiento de clasificación no supervisada emplea una representación de los píxeles de la imagen mediante un modelo mixto de N de variables gaussianas, teniendo cada variable gaussiana una media y una varianza determinadas de forma iterativa;
- 5 - el procedimiento de clasificación no supervisada emplea un algoritmo de tipo *Expectation Maximization* (maximización de expectativas);
- una imagen de un ojo está segmentada en tres regiones, que comprenden una región correspondiente al iris y una región correspondiente a la pupila;
- 10 - el número N de identificadores de clasificación está comprendido entre 8 y 16;
- la etapa de determinación de una máscara de validación consta, para al menos una región seleccionada de dicha máscara de segmentación, de las subetapas siguientes:
- selección del identificador de clasificación entre un conjunto de identificadores de clasificación disponibles, de modo que una mayoría de píxeles de dicha región seleccionada estén asociados a dicho identificador de
- 15 clasificación
- adición, de todos los píxeles asociados a dicho identificador de clasificación seleccionado, a una región de la máscara de validación correspondiente a dicha región seleccionada, y supresión de dicho identificador seleccionado del conjunto de los identificadores disponibles,
- obtención de una tasa de recubrimiento de dicha región seleccionada por píxeles de la región correspondiente de
- 20 la máscara de validación,
- si la tasa de recubrimiento obtenida es inferior a un umbral predeterminado, iteración de las etapas de selección, adición y obtención anteriores.

[0009] Según un segundo aspecto, la invención se refiere a un dispositivo de segmentación de una imagen de un ojo, representada por un conjunto de píxeles, que consta de un módulo de segmentación que proporciona una máscara de segmentación que consta de un número P predeterminado de regiones y un módulo de validación de dicha máscara de segmentación obtenida. El módulo de validación consta de:

- un módulo de asociación a cada píxel de la imagen de un identificador de clasificación, siendo el número N de
- 30 identificadores de clasificación estrictamente superior a P, mediante un procedimiento de clasificación no supervisada,
- un módulo de determinación de una máscara de validación que consta de P regiones, que consta, para al menos una región de dicha máscara de segmentación, de una selección de al menos un identificador de clasificación asociado a una mayoría de píxeles de dicha región y de una fusión de todos los píxeles asociados a dicho al menos
- 35 un identificador de clasificación seleccionado para formar una región correspondiente de la máscara de validación, y
- un módulo de evaluación de la máscara de segmentación que utiliza la máscara de validación determinada.

[0010] Según una característica particular, el módulo de determinación de una máscara de validación consta, para al menos una región seleccionada de dicha máscara de segmentación, de:

- medios de selección del identificador de clasificación entre un conjunto de identificadores de clasificación disponibles, de modo que una mayoría de píxeles de dicha región seleccionada estén asociados a dicho
- 40 identificador de clasificación,
- medios de adición, de todos los píxeles asociados a dicho identificador de clasificación seleccionado, a una región
- 45 de la máscara de validación correspondiente a dicha región seleccionada, y medios de supresión de dicho identificador seleccionado del conjunto de los identificadores disponibles,
- medios de obtención de una tasa de recubrimiento de dicha región seleccionada por píxeles de la región correspondiente de la máscara de validación, y
- medios de comparación de la tasa de recubrimiento obtenida con un umbral predeterminado.

[0011] Según un tercer aspecto, la invención se refiere a un sistema de procesamiento de datos biométricos que emplea al menos una imagen de un ojo de un individuo, que consta de un dispositivo de segmentación de una imagen de un ojo, tal como se ha descrito brevemente anteriormente.

[0012] Otras características y ventajas de la invención surgirán de la descripción que se da de ella a continuación, a título indicativo y en absoluto limitante, en referencia a las figuras adjuntas, entre las cuales:

- la figura 1 es un diagrama que representa los bloques funcionales de un dispositivo programable capaz de implementar la invención;

- la figura 2 es un diagrama de bloques de los principales módulos funcionales de un dispositivo según la invención;
 - la figura 3 es un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento de segmentación según la invención;
 - la figura 4 es un ejemplo esquemático de imagen a segmentar y de máscara de segmentación obtenida;
 - las figuras 5 y 6 son ejemplos de representación de una imagen mediante una pluralidad de gaussianas, y
- 5 - la figura 7 es un diagrama de flujo de una realización de una determinación de máscara de validación según la invención.

[0013] La figura 1 ilustra los principales módulos de un dispositivo capaz de implementar el procedimiento de segmentación de una imagen de un ojo según la invención.

10

[0014] Un dispositivo 10 capaz de implementar la invención, normalmente un dispositivo programable de tipo ordenador, comprende una pantalla 12, un módulo 14 de introducción de las órdenes de un usuario, por ejemplo un teclado, opcionalmente un medio puntero suplementario 16, tal como un ratón, que permite seleccionar elementos gráficos mostrados en la pantalla 12, una unidad central de procesamiento 18, o procesador, capaz de ejecutar

15 instrucciones de programa de comando cuando el dispositivo 10 se conecta a la red eléctrica. El dispositivo 10 consta también de un módulo de almacenamiento de información 20, capaz de almacenar instrucciones de código ejecutable que permite la implementación de programas capaces de implementar el procedimiento según la invención. Además, de manera opcional, el dispositivo 10 consta de un módulo de comunicación 22, capaz de enviar y asegurar la comunicación del dispositivo 10 con dispositivos servidores conectados mediante una red de comunicación, por ejemplo Internet, según un protocolo de comunicación adaptado. El dispositivo 10 consta también

20 de un módulo de captura de imágenes 24, que es, por ejemplo, un sensor de iris o una cámara.

[0015] Los diversos bloques funcionales del dispositivo 10 descritos anteriormente están conectados mediante un bus de comunicación 26.

25

[0016] A modo de ejemplo, en un escenario de utilización, un sistema de procesamiento de datos biométricos que consta de un dispositivo 10, es utilizado por un operador para adquirir datos biométricos relativos a un individuo y almacenarlos en una base de datos, que es, por ejemplo, memorizada en un servidor central no representado. Se efectúa una captura una imagen del ojo y una segmentación de una imagen del iris. Ventajosamente, el

30 procedimiento según la invención permite la validación de la segmentación efectuada. En el caso en el que la calidad de segmentación es considerada insuficiente y, por lo tanto, la segmentación no es validada, el operador del sistema es advertido y efectúa una nueva captura de una imagen del ojo, y una nueva segmentación y validación de segmentación, hasta que la segmentación sea validada.

35 **[0017]**

La figura 2 ilustra un diagrama de bloques de los principales módulos funcionales de un dispositivo 28 según una realización de la invención. Una imagen digital de un ojo, indicada como I, es recibida en la entrada. La imagen I está constituida por un conjunto de píxeles, convencionalmente una matriz de píxeles, teniendo cada píxel un valor de intensidad asociado, en general codificado en 8 bits y que puede asumir un valor entre 0 y 255.

40 **[0018]**

La imagen I es, por una parte, enviada hacia un módulo de segmentación 30, que es capaz de segmentar la imagen, según un método adaptado, en P regiones, normalmente $P=3$ regiones correspondientes, respectivamente, a la pupila, al iris y al resto de la imagen o zona de fondo. El resultado de la segmentación se denomina máscara de segmentación M_s y comprende, por lo tanto, tres regiones distintas. Son aplicables todos los métodos de segmentación, utilizados más particularmente para la segmentación de las imágenes del ojo, como por

45 ejemplo el método descrito en el artículo "Iris segmentation using geodesic active contours", S. Shah y A. Ross, publicado en IEEE Transactions on Information Forensics and Security, diciembre de 2009.

[0019] La imagen I también es suministrada a un módulo de clasificación no supervisada 32, que permite obtener una asociación a cada píxel de la imagen de un identificador entre N identificadores, con N estrictamente

50 superior a P, y preferentemente al menos igual al doble de P. Una realización particular de la clasificación no supervisada se describirá a continuación en referencia a las figuras 5 y 6.

[0020] A continuación, a partir de los N identificadores de clasificación, el módulo 32 permite determinar una máscara de validación, indicada como M_v , que contiene P regiones, como la máscara de segmentación, y en la que

55 las P regiones se obtienen a partir de al menos una parte de los N identificadores provenientes del módulo de clasificación 30. Una realización de la determinación de la máscara de validación se describirá en referencia a la figura 7.

[0021] Las máscaras respectivas M_s y M_v son suministradas a continuación a un módulo de evaluación 36,

que implementa un procedimiento de evaluación de las diferencias entre estas dos máscaras y que permite validar la segmentación obtenida por el módulo 30. Por ejemplo, una puntuación de similitud entre las dos máscaras se calcula y se compara con un umbral predeterminado. Es aplicable cualquier método conocido de evaluación de semejanza y de validación, concretamente los métodos descritos en "A survey on evaluation methods for image segmentation" de Y. Zhang publicado en la revista "Pattern Recognition" en 1996.

- 10 [0022] La figura 3 ilustra las principales etapas implementadas en una realización de un procedimiento de segmentación que incluye una validación de la segmentación obtenida, según una realización de la invención, normalmente implementadas por el procesador 18 de un dispositivo 10.
- 15 [0023] Durante una primera etapa 40, una imagen I recibida en la entrada, que es una imagen de un ojo, es segmentada en P regiones como se ha descrito anteriormente, y se obtiene una máscara de segmentación Ms.
- [0024] A continuación, se implementa una etapa de validación de la segmentación Ms. La etapa de validación consta de una etapa de clasificación no supervisada 42 que realiza la asociación, de cada píxel de la imagen, a un identificador de clasificación entre N identificadores de clasificación.
- 20 [0025] La etapa 42 viene seguida por una etapa 44 de determinación de máscara de validación Mv, a partir de la máscara de segmentación Ms y del resultado de la etapa de clasificación.
- [0026] A continuación, se lleva a cabo una etapa de comparación de las máscaras de segmentación Ms y de validación Mv obtenidas.
- 25 [0027] Las etapas 42 a 46 forman parte de la etapa de validación de la máscara de segmentación.
- [0028] Un ejemplo esquemático de imagen de un ojo I y de máscara de segmentación obtenida se muestra en la figura 4. En la imagen original I, se distinguen porciones que corresponden, respectivamente, a la pupila, al iris y al fondo del ojo, así como a las pestañas y al párpado.
- 30 [0029] Para la utilización de una imagen del ojo en aplicaciones biométricas, es útil extraer una porción de la imagen correspondiente al iris, para utilizar su textura. Para ello, la máscara de segmentación Ms distingue una primera región Rp correspondiente a la pupila, una segunda región Ri correspondiente al iris y una región complementaria Re, o región de fondo, correspondiente a las otras partes de la imagen del ojo que no son aprovechables directamente en el marco del reconocimiento de iris.
- 35 [0030] De este modo, la máscara de segmentación consta de tres regiones distintas.
- [0031] Como alternativa, se podrá distinguir un mayor número de regiones, que incluyen, por ejemplo, la región de las pestañas en la imagen.
- 40 [0032] En una realización particularmente ventajosa, el módulo de clasificación no supervisada 32 emplea una etapa de clasificación 42 de los píxeles de la imagen I utilizando una modelización probabilista de los píxeles de la imagen mediante un modelo mixto de N variables gaussianas, conocido con el nombre de "Gaussian Mixture Model" (GMM). Este modelo GMM se obtiene convencionalmente utilizando un algoritmo de tipo *Expectation Maximization* (EM). De manera conocida, un algoritmo de tipo EM es un algoritmo iterativo que permite estimar parámetros de modelos estadísticos no directamente observables, realizándose las estimaciones según el criterio de máximo de verosimilitud o de máximo a posteriori. Dicho procedimiento de clasificación es iterativo, estando el modelo mixto inicializado con N variables gaussianas de la misma media y la misma varianza, distribuidas regularmente por el conjunto de los valores de intensidad que pueden asumir los píxeles de la imagen, tal como se ilustra en la figura 5. Las medias y varianzas de las diferentes gaussianas son recalculadas, a continuación, en cada iteración, en función de probabilidades condicionales calculadas a partir de los valores efectivos de las intensidades de los píxeles de la imagen, tal como se ilustra en la figura 6, que muestra la evolución de las gaussianas después de 9 iteraciones. De este modo, las variables gaussianas representativas de la imagen capturan propiedades estadísticas de la imagen. De manera convencional, se recomienda un número de iteraciones comprendido entre 5 y
- 55 15. A cada píxel de la imagen se le asocia un identificador entre los N identificadores posibles, que es el identificador de la variable gaussiana que tiene la mayor contribución en la definición de ese píxel.
- [0033] En una realización, N=16. De manera general, N varía preferentemente entre 8 y 16, para obtener un buen compromiso entre el tiempo de cálculo y la pertinencia del resultado de la clasificación.

- [0034]** Como variante, se utilizan otros procedimientos de clasificación no supervisada, que utilizan concretamente una modelización probabilista de los valores de intensidad de los píxeles de la imagen. Por ejemplo, la clasificación no supervisada se realiza mediante un algoritmo de tipo “*k-means*”, conocido para generar una división de un conjunto de observaciones en un número dado N de clases, en el que cada observación se clasifica en la clase que tiene la media más cercana.
- [0035]** Según otra variante, la clasificación no supervisada se realiza mediante un algoritmo de tipo “*mean-shift*”, por ejemplo según el método descrito en “Bayesian image Segmentation with mean shift” de Huiyu Zhou, Schaefer, Celebi y Minrui Fei, publicado en “Proc. of 16th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)” en 2009.
- [0036]** La figura 7 ilustra las principales etapas implementadas en una realización de la determinación de una máscara de validación, normalmente implementadas por el procesador 18 de un dispositivo 10.
- [0037]** En la entrada, el procedimiento recibe el resultado de la clasificación no supervisada y, más particularmente, la asociación de cada píxel de la imagen de un ojo a procesar a un identificador de clasificación entre N identificadores de clasificación. Además, el procedimiento recibe también la máscara de segmentación M_s compuesta por P regiones, con $P=3$ en el caso particular considerado.
- [0038]** En la etapa 50 se selecciona una primera región R de la máscara de segmentación M_s . Por ejemplo, se selecciona la región representativa de la pupila R_p .
- [0039]** A continuación, en la etapa 52, el conjunto de los identificadores de clasificación disponibles, que es el conjunto de los N identificadores utilizados para comenzar, se utiliza para seleccionar el identificador I_u , de modo que una mayoría de píxeles de la región R tenga el identificador de clasificación I_u como identificador asociado.
- [0040]** Después de la selección de I_u , todos los píxeles asociados al identificador I_u se asocian en la etapa 54 a una región V de la máscara de validación M_v correspondiente a la región R de la máscara de segmentación, y el identificador I_u seleccionado se suprime del conjunto de los identificadores disponibles.
- [0041]** Una tasa de recubrimiento $T(R,V)$ de la región R por la región V se calcula a continuación en la etapa 56. La tasa de recubrimiento es, normalmente, el porcentaje de píxeles de R que pertenecen también a la región V .
- [0042]** A continuación se verifica, en la etapa 58, si la tasa de recubrimiento $T(R,V)$ es superior a un umbral C predeterminado, que es por ejemplo igual al 80%, pero que se selecciona, de forma más general, en un intervalo que va de lo 70% al 95%.
- [0043]** Si la tasa de recubrimiento $T(R,V)$ calculada es superior al umbral C , se considera que la región V de la máscara de validación correspondiente a la región R se ha definido suficientemente, y la etapa 58 viene seguida por una etapa 60 de selección de la región siguiente R' , que se considera como región R a procesar (etapa 50), si queda dicha región a procesar. Por ejemplo, la región R_i representativa del iris se selecciona después de la región R_p .
- [0044]** Si la tasa de recubrimiento $T(R,V)$ calculada es inferior al umbral C , entonces la etapa 56 viene seguida por la etapa 52 ya descrita, y se selecciona otro identificador I_u , entre el conjunto de los identificadores de clasificación disponibles, es decir que aún no han sido seleccionados. La región V correspondiente a la región R es ampliada mediante el conjunto de los píxeles que tiene como identificador de clasificación asociado el identificador seleccionado en la etapa 52. La tasa de recubrimiento $T(R,V)$ se actualiza, y se compara con el umbral C .
- [0045]** De este modo, se forma una región V que tiene una tasa de recubrimiento al menos igual al umbral C .
- [0046]** En el ejemplo de segmentación de la imagen de un ojo ilustrado en la figura 3, solamente son procesadas dos regiones, las regiones R_p y R_i , que corresponden respectivamente a la pupila y al iris. Todos los identificadores de clasificación que quedan se asocian a la región complementaria. Finalmente, se obtiene una máscara de validación M_v .
- [0047]** El procedimiento descrito anteriormente e ilustrado mediante la figura 7 asegurará que M_v esté próxima a M_s en el caso en el que M_s es de calidad admisible para un aprovechamiento biométrico, y que M_v sea

muy diferente de Ms en el caso en el que Ms es de calidad insuficiente. De este modo, pueden utilizarse métodos convencionales de evaluación de calidad de segmentación para comparar Mv y Ms.

[0048] Ventajosamente, la invención permite validar de manera más fiable una segmentación de una imagen de un ojo, mediante determinación de una máscara de validación independiente del método de segmentación utilizado. De este modo, la invención encuentra una aplicación en cualquier sistema de procesamiento biométrico de imágenes del ojo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de segmentación de una imagen de un ojo, representada por un conjunto de píxeles, que consta de una etapa de segmentación que proporciona una máscara de segmentación que consta un número P predeterminado de regiones y una etapa de validación de dicha máscara de segmentación obtenida, **caracterizado porque** la validación consta de las etapas de:
- asociación (42), a cada píxel de la imagen, de un identificador de clasificación, siendo el número N de identificadores de clasificación estrictamente superior a P, mediante un procedimiento de clasificación no supervisada,
 - determinación (44) de una máscara de validación que consta de P regiones, que constan, para al menos una región de dicha máscara de segmentación, de una selección de al menos un identificador de clasificación asociado a una mayoría de píxeles de dicha región y de una fusión de todos los píxeles asociados a dicho al menos un identificador de clasificación seleccionado para formar una región correspondiente de la máscara de validación, y
 - evaluación (46) de la máscara de segmentación utilizando la máscara de validación determinada.
2. Procedimiento de segmentación según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho procedimiento de clasificación no supervisada emplea una representación de los píxeles de la imagen mediante un modelo mixto de N variables gaussianas, teniendo cada variable gaussiana una media y una varianza determinadas de forma iterativa.
3. Procedimiento de segmentación según la reivindicación 2, **caracterizado porque** dicho procedimiento de clasificación no supervisada emplea un algoritmo de tipo *Expectation Maximization*.
4. Procedimiento de segmentación según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** dicha imagen de un ojo está segmentada en tres regiones, que comprenden una región (R_i) correspondiente al iris y una región (R_p) correspondiente a la pupila.
5. Procedimiento de segmentación según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el número N de identificadores de clasificación está comprendido entre 8 y 16.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la etapa de determinación de una máscara de validación consta, para al menos una región (R) seleccionada de dicha máscara de segmentación, de las subetapas siguientes:
- selección (52) del identificador de clasificación entre un conjunto de identificadores de clasificación disponibles, de modo que una mayoría de píxeles de dicha región (R) seleccionada estén asociados a dicho identificador de clasificación,
 - adición (54), de todos los píxeles asociados a dicho identificador de clasificación seleccionado, a una región (V) de la máscara de validación correspondiente a dicha región (R) seleccionada, y supresión de dicho identificador seleccionado del conjunto de los identificadores disponibles,
 - obtención (56) de una tasa de recubrimiento de dicha región (R) seleccionada por píxeles de la región (V) correspondiente de la máscara de validación,
 - si la tasa de recubrimiento obtenida es inferior a un umbral predeterminado, iteración de las etapas de selección, adición y obtención anteriores.
7. Dispositivo de segmentación de una imagen de un ojo, representada por un conjunto de píxeles, que consta de un módulo de segmentación que proporciona una máscara de segmentación que consta de un número P predeterminado de regiones y un módulo de validación de dicha máscara de segmentación obtenida, **caracterizado porque** el módulo de validación consta de:
- un módulo de asociación (32), a cada píxel de la imagen, de un identificador de clasificación, siendo el número N de identificadores de clasificación estrictamente superior a P, mediante un procedimiento de clasificación no supervisada,
 - un módulo de determinación (34) de una máscara de validación que consta de P regiones, que constan, para al menos una región (R) de dicha máscara de segmentación, de una selección de al menos un identificador de clasificación asociado a una mayoría de píxeles de dicha región (R) y de una fusión de todos los píxeles asociados a dicho al menos un identificador de clasificación seleccionado para formar una región (V) correspondiente de la máscara de validación, y

- un módulo de evaluación (36) de la máscara de segmentación utilizando la máscara de validación determinada.

8. Dispositivo de segmentación según la reivindicación 7, **caracterizado porque** el módulo de determinación de una máscara de validación consta, para al menos una región (R) seleccionada de dicha máscara de segmentación, de:

- medios de selección del identificador de clasificación entre un conjunto de identificadores de clasificación disponibles, de modo que una mayoría de píxeles de dicha región (R) seleccionada estén asociados a dicho identificador de clasificación,

10 - medios de adición, de todos los píxeles asociados a dicho identificador de clasificación seleccionado, a una región (V) de la máscara de validación correspondiente a dicha región (R) seleccionada, y medios de supresión de dicho identificador seleccionado del conjunto de los identificadores disponibles,

- medios de obtención de una tasa de recubrimiento de dicha región (R) seleccionada por píxeles de la región (V) correspondiente de la máscara de validación,

15 - medios de comparación de la tasa de recubrimiento obtenida con un umbral predeterminado.

9. Sistema de procesamiento de datos biométricos que emplea al menos una imagen de un ojo de un individuo, **caracterizado porque** consta de un dispositivo de segmentación de una imagen de un ojo según una de las reivindicaciones 7 a 8.

20

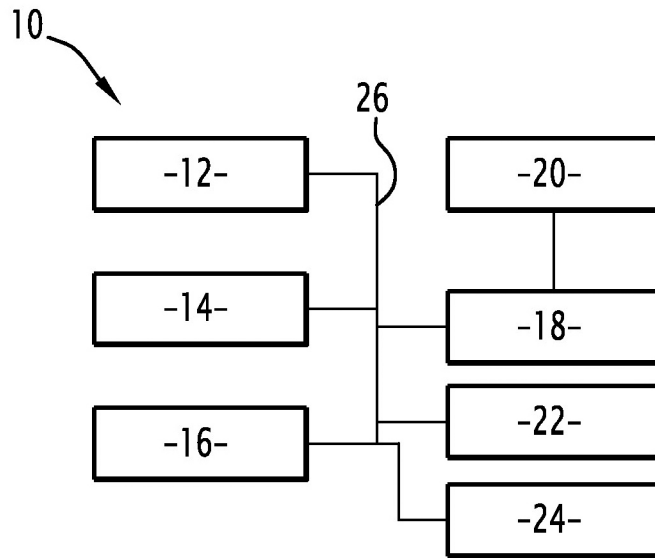


FIG.1

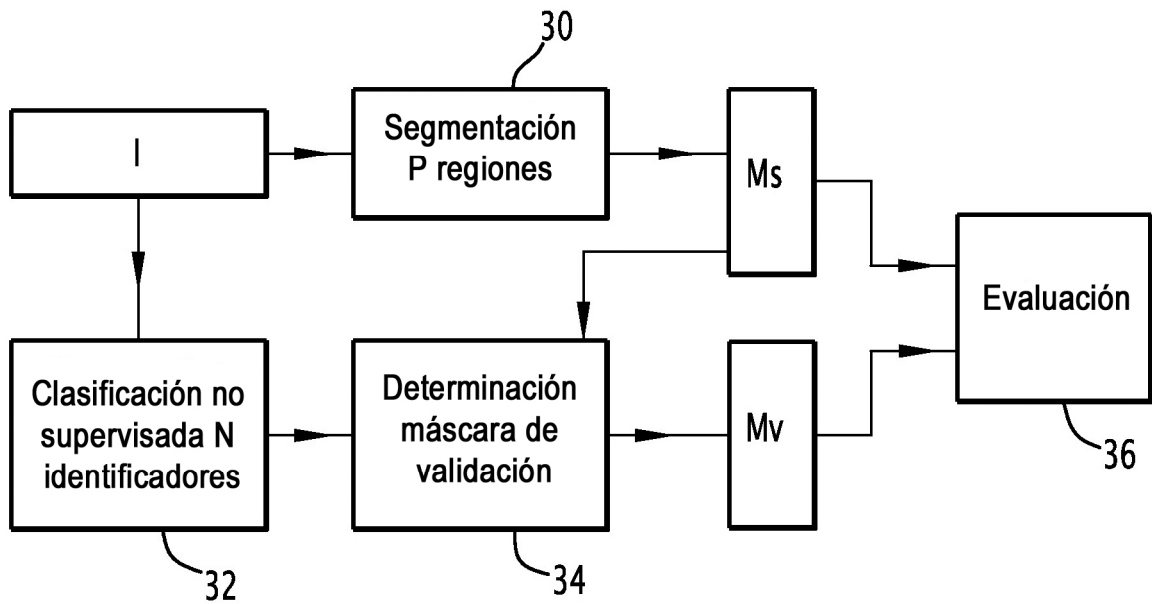


FIG.2

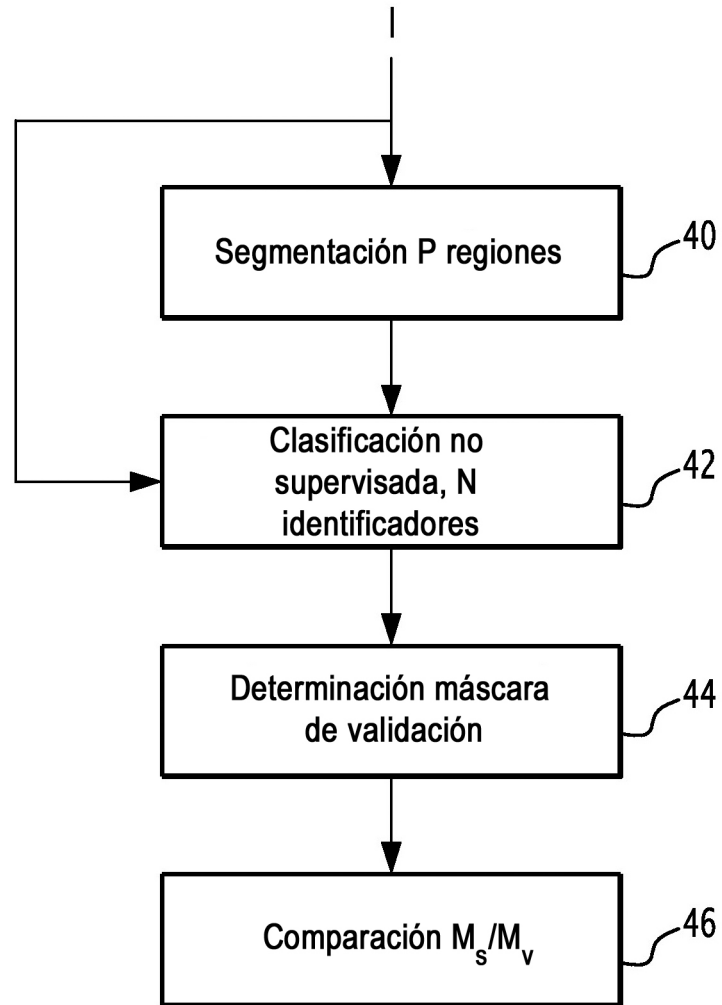


FIG.3

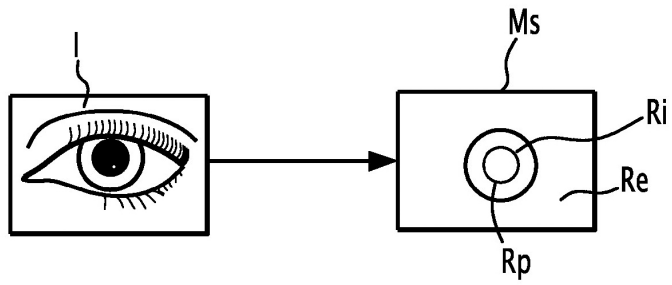


FIG.4

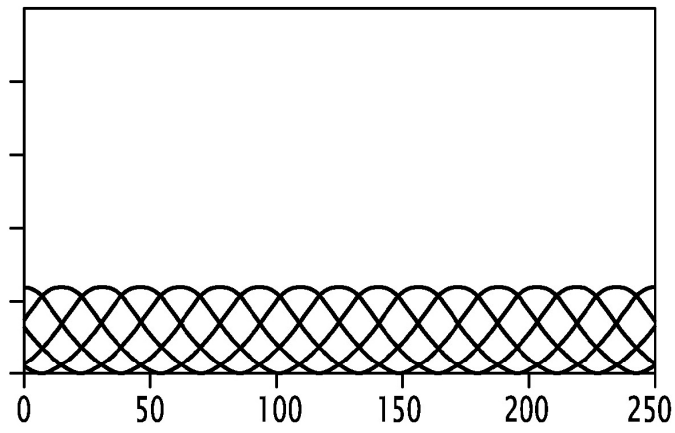


FIG.5

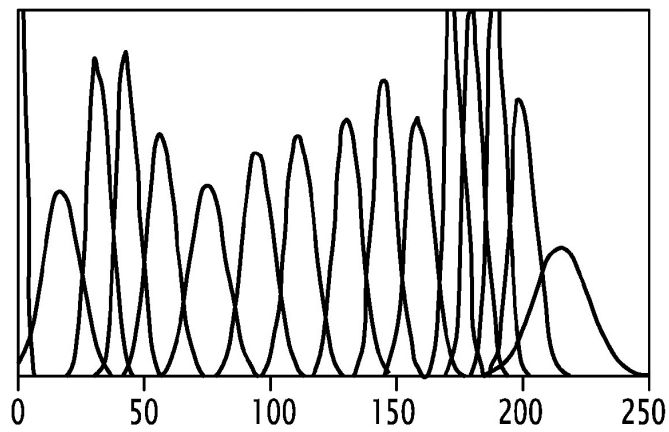


FIG.6

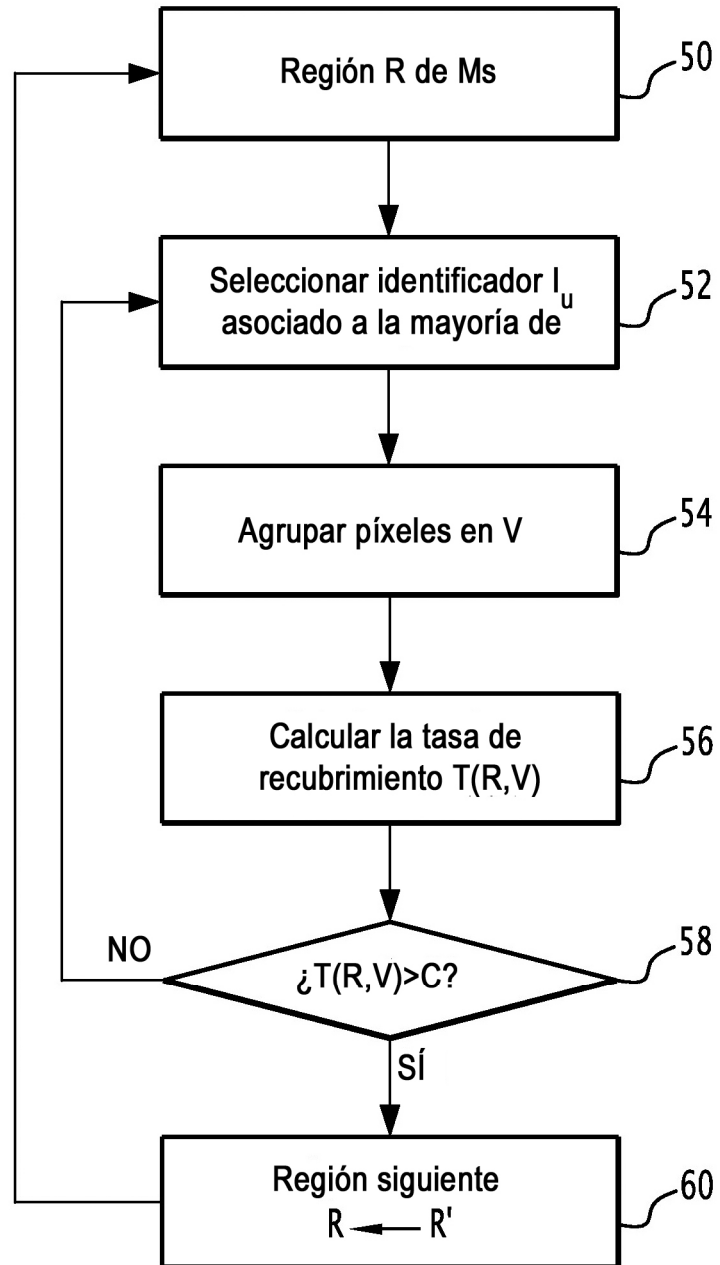


FIG.7