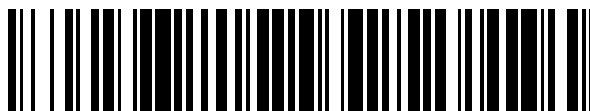


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 848 974**

51 Int. Cl.:

G06K 9/00 (2006.01)

G06K 9/32 (2006.01)

G06K 9/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2019 E 19189803 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2021 EP 3608836**

54 Título: **Procedimiento para obtener una imagen de huella dactilar**

30 Prioridad:

10.08.2018 FR 1857448

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

13.08.2021

73 Titular/es:

**IDEMIA IDENTITY & SECURITY FRANCE (100.0%)
2 Place Samuel de Champlain
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

KAZDAGHLI, LAURENT

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 848 974 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 para obtener una imagen de huella dactilar

La invención concierne a un procedimiento que permite obtener una imagen de al menos una huella dactilar, a partir de una pluralidad de imágenes adquiridas por un sensor de imágenes de un sistema de captura de huellas dactilares, y a un dispositivo que lleva a la práctica el procedimiento.

Contexto de la invención

La utilización de huellas dactilares, por ejemplo del tipo huella de un dedo, de una pluralidad de dedos, de una palma de mano, permite dar seguridad a accesos a edificios o a máquinas. Utilizar esta tecnología permite reforzar la seguridad por cuanto que la probabilidad de que dos personas tengan dos huellas dactilares idénticas es prácticamente nula.

Un sistema de captura de huellas dactilares permite obtener al menos una imagen de al menos una huella dactilar. En el caso de una identificación, cada huella es comparada con un conjunto de huellas dactilares de referencia contenidas en una base de datos. En el caso de una autenticación, cada huella es comparada con una sola huella dactilar. La comparación permite determinar si cada huella dactilar obtenida pertenece o no a una persona referenciada en la base de datos o si la persona es efectivamente quien pretende ser.

Ciertos sistemas de captura de huellas dactilares capturan una secuencia de imágenes de huellas. Así ocurre especialmente en ciertos sistemas de captura de huellas dactilares por contacto que no están configurados para asegurar una estabilidad del (o de los) dedo(s) frente al sensor de imágenes, o no configurados para que cada dedo quede apoyado de la misma manera y en el mismo momento sobre el sistema de captura de huellas dactilares. Así ocurre también en los sistemas de captura de huellas dactilares sin contacto frente a los cuales se hace pasar el (o los) dedo(s) sin que ningún dedo toque dicho sistema. Durante la captura de imágenes, cada dedo está en movimiento frente al sensor de imágenes. Este tipo de sistema de captura de imágenes utiliza entonces un procedimiento de obtención de imágenes que permite obtener una imagen final a partir de las imágenes de la secuencia. La imagen final corresponde, bien a la imagen de la secuencia que mejor representa cada huella dactilar, o bien a porciones de imágenes de la secuencia, representando cada porción en el mejor de los casos una imagen.

Gran número de actuales sistemas de captura de huellas dactilares utilizan sensores de imágenes, llamados sensores ópticos, tales como sensores de imágenes de tipo CCD (dispositivo de acoplamiento de cargas, "charge-coupled device" en la terminología anglosajona) o CMOS (metal óxido semiconductor complementario, "complementary metal-oxide-semiconductor" en la terminología anglosajona). Otros tipos de sensores de imágenes, tales como los sensores de imágenes de tipo TFT (transistores de película delgada, "thin-film transistors (TFT)" en la terminología anglosajona), llamados sensores TFT, podrían ser utilizados ventajosamente en los sistemas de captura de huellas dactilares.

Las imágenes adquiridas por un sensor de imágenes tienen propiedades diferentes según el tipo de sensor de imagen utilizado. Así, un sensor óptico posee una frecuencia de adquisición de imágenes menor que un sensor TFT. Pero las imágenes adquiridas por un sensor óptico, debido a su mayor tiempo de adquisición, son de calidad superior a las imágenes adquiridas por un sensor TFT.

Los procedimientos de obtención de imágenes utilizados por los sistemas de captura de huellas dactilares que capturan una secuencia de imágenes de huellas generalmente están adaptados a las características del sensor de imagen utilizado por dicho sistema. Estos procedimientos están adaptados, en especial, a la frecuencia de adquisición de imágenes de estos sensores. De este modo, un procedimiento destinado a funcionar con imágenes proporcionadas por un sensor óptico (respectivamente, un sensor TFT), no puede funcionar correctamente con imágenes proporcionadas por un sensor TFT (respectivamente, un sensor óptico).

El documento WO 2018/106987 A1 describe el seguimiento de las huellas dactilares de una mano en una secuencia de imágenes y la asignación de una nota de confianza.

Es deseable paliar estos inconvenientes del estado de la técnica. En especial, es deseable proponer un procedimiento de obtención de imágenes que pueda adaptarse a cualquier tipo de sensor de imágenes utilizado.

Explicación de la invención

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, la invención concierne a un procedimiento que permite obtener una imagen de al menos una huella dactilar a partir de una secuencia de imágenes adquiridas por un sensor de imágenes de un sistema de captura de huellas dactilares que lleva a cabo adquisiciones de imágenes con una frecuencia de adquisición de imágenes predefinida dependiente de dicho sensor de imágenes. El procedimiento comprende: obtener una imagen, llamada primera imagen segmentada, resultante de una aplicación de un procedimiento de segmentación de imágenes sobre una primera imagen adquirida, estando adaptado dicho procedimiento de segmentación para identificar regiones correspondientes a huellas en una imagen; por cada imagen adquirida, llamada segunda imagen adquirida, siguiente a la primera imagen adquirida, aplicar un procesamiento que comprende: obtener una imagen, llamada segunda imagen segmentada, resultante de una aplicación del

procedimiento de segmentación de imágenes a la segunda imagen adquirida; aplicar un procedimiento de seguimiento de regiones a las regiones identificadas en cada imagen segmentada desde la primera imagen segmentada hasta la segunda imagen segmentada; determinar una nota de confianza para cada región identificada, siendo la nota de confianza de una región de la segunda imagen segmentada asociada a una región de una imagen segmentada precedente una suma entre la nota de confianza de dicha región de la imagen precedente y un incremento dependiente de la frecuencia de adquisición de imágenes predefinida, y siendo la nota de confianza de una región identificada en al menos una imagen segmentada precedente a la segunda imagen segmentada pero que no tiene región correspondiente en la segunda imagen segmentada una diferencia entre la nota de confianza de dicha región de la imagen segmentada precedente y un segundo incremento dependiente de la frecuencia de adquisición de imágenes predefinida, y determinar un número de regiones, llamadas regiones admisibles, identificadas en las imágenes segmentadas desde la primera imagen segmentada hasta la segunda imagen segmentada que tienen una nota de confianza superior a un primer umbral predeterminado; y, cuando el número de regiones admisibles es igual a un segundo umbral predeterminado, dar fin a las adquisiciones de imágenes y generar una información que permite obtener una imagen que comprende, por cada región admisible, una zona de una imagen adquirida correspondiente a la región admisible.

El procedimiento permite, por tanto, adaptar la evolución de la nota de confianza de cada región en función de la frecuencia de adquisición de imágenes. De esta manera, el procedimiento que permite obtener una imagen está adaptado a cualquier tipo de sensor de imágenes.

De este modo, la nota de confianza de una región detectada en una imagen segmentada precedente crece cuando dicha región es detectada en la segunda imagen segmentada y decrece cuando dicha región no es detectada en la segunda imagen segmentada.

De acuerdo con una forma de realización, por cada región de la segunda imagen segmentada que no tiene región correspondiente en una imagen segmentada precedente, llamada región nueva, determinar que la región nueva corresponde a una región hallada en una imagen segmentada precedente, llamada región existente, si se cumple un criterio representativo de una correlación entre la región nueva y al menos una región existente.

De este modo, si el procedimiento de seguimiento de regiones no permite seguir una región detectada en una imagen segmentada precedente en la segunda imagen segmentada, es posible determinar por un método alternativo si esta región se halla presente en la segunda imagen segmentada.

De acuerdo con una forma de realización, el criterio representativo de una correlación entre una región nueva y una región existente es función de una relación entre una superficie de una intersección entre la región existente y la región nueva y un mínimo valor de superficie entre la superficie de la región nueva y la superficie de la región existente y/o función de una distancia entre un centro de gravedad de la región nueva y un centro de gravedad de la región existente.

De acuerdo con una forma de realización, cuando el número de regiones admisibles es inferior al segundo umbral predeterminado, aplicar el procesamiento para una nueva segunda imagen adquirida si un espacio de tiempo desde la adquisición de la primera imagen adquirida es inferior o igual a un espacio de tiempo predeterminado.

De acuerdo con una forma de realización, si el espacio de tiempo desde la adquisición de la primera imagen adquirida es superior al espacio de tiempo predeterminado, dar fin a las adquisiciones de imágenes y generar una información que permite generar una imagen que comprende un número de zonas de imágenes adquiridas como máximo igual al segundo umbral predeterminado, correspondiendo cada zona a una región identificada en las imágenes segmentadas desde la primera imagen segmentada hasta la segunda imagen segmentada, teniendo cada región utilizada para definir una zona una nota de confianza superior a las notas de confianza de las zonas no utilizadas para definir una zona.

De este modo, el procedimiento tiene una máxima duración, lo cual permite evitar que un usuario permanezca demasiado tiempo frente al sistema de captura de huellas dactilares. Así y todo, el procedimiento permite obtener una información que permite generar una imagen, aun si ciertas regiones utilizadas para definir una zona de esta imagen tienen una nota de confianza insuficiente.

De acuerdo con una forma de realización, cada incremento es inversamente proporcional a la frecuencia de adquisición de imágenes predefinida.

De este modo, la nota de confianza de una región procedente de un sensor que tiene una frecuencia de adquisición baja evoluciona más rápido que la nota de confianza de una región procedente de un sensor que tiene una frecuencia de adquisición más elevada. Por lo tanto, el número de imágenes necesarias para generar una información que permite obtener una imagen que comprende, por cada región admisible, una zona de una imagen adquirida correspondiente a la región admisible es menor cuando el sensor de imágenes utilizado posee una baja frecuencia de adquisición de imágenes que cuando el sensor de imágenes utilizado posee una frecuencia de adquisición de imágenes más elevada.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, la invención concierne a un dispositivo que permite obtener una imagen de al menos una huella dactilar a partir de una secuencia de imágenes adquiridas por un sensor de imágenes de un sistema de captura de huellas dactilares que lleva a cabo adquisiciones de imágenes con una frecuencia de

adquisición de imágenes predefinida dependiente de dicho sensor de imágenes. El dispositivo comprende: medios de obtención para obtener una imagen, llamada primera imagen segmentada, resultante de una aplicación de un procedimiento de segmentación de imágenes sobre una primera imagen adquirida, estando adaptado dicho procedimiento de segmentación para identificar regiones correspondientes a huellas en una imagen; medios de obtención para obtener al menos una imagen, llamada segunda imagen segmentada, resultante de una aplicación del procedimiento de segmentación de imágenes a al menos una imagen adquirida siguiente a la primera imagen adquirida, llamada segunda imagen adquirida; medios de procesamiento para aplicar un procedimiento de seguimiento de regiones a las regiones identificadas en cada imagen segmentada desde la primera imagen segmentada hasta la segunda imagen segmentada; medios de procesamiento para determinar una nota de confianza para cada región identificada, siendo la nota de confianza de una región de la segunda imagen segmentada asociada a una región de una imagen segmentada precedente una suma entre la nota de confianza de dicha región de la imagen precedente y un incremento dependiente de la frecuencia de adquisición de imágenes predefinida, y siendo la nota de confianza de una región identificada en al menos una imagen segmentada precedente a la segunda imagen segmentada pero que no tiene región correspondiente en la segunda imagen segmentada una diferencia entre la nota de confianza de dicha región de la imagen segmentada precedente y un segundo incremento dependiente de la frecuencia de adquisición de imágenes predefinida, y medios de procesamiento para determinar un número de regiones, llamadas regiones admisibles, identificadas en las imágenes segmentadas desde la primera imagen segmentada hasta la segunda imagen segmentada que tienen una nota de confianza superior a un primer umbral predeterminado; y medios de procesamiento para dar fin a las adquisiciones de imágenes cuando el número de regiones admisibles es igual a un segundo umbral predeterminado y para generar una información que permite obtener una imagen que comprende, por cada región admisible, una zona de una imagen adquirida correspondiente a la región admisible.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, la invención concierne a un sistema que comprende un dispositivo según el segundo aspecto.

De acuerdo con un cuarto aspecto, la invención concierne a un programa de ordenador, que comprende instrucciones para llevar a la práctica, mediante un dispositivo, el procedimiento según el primer aspecto, cuando dicho programa es ejecutado por un procesador de dicho dispositivo.

De acuerdo con un quinto aspecto, la invención concierne a unos medios de almacenamiento, que almacenan un programa de ordenador que comprende instrucciones para llevar a la práctica, mediante un dispositivo, el procedimiento según el primer aspecto, cuando dicho programa es ejecutado por un procesador de dicho dispositivo.

Breve descripción de los dibujos

Las características de la invención antes mencionadas, así como otras, se pondrán más claramente de manifiesto con la lectura de la siguiente descripción de un ejemplo de realización, descripción que se lleva a cabo en relación con los dibujos anexos, de los cuales:

la Fig. 1 describe esquemáticamente un ejemplo de sistema de captura de huellas dactilares que utiliza el procedimiento según la invención;

la Fig. 2 ilustra esquemáticamente de manera detallada el sistema de captura de huellas dactilares;

la Fig. 3 ilustra esquemáticamente un ejemplo de arquitectura física de un módulo de procesamiento que lleva a la práctica el procedimiento según la invención;

la Fig. 4 ilustra esquemáticamente un ejemplo de procedimiento que permite obtener imágenes según la invención;

las Figs. 5A y 5B ilustran esquemáticamente un primer caso en el que un procedimiento de seguimiento de regiones podría fallar en un establecimiento de correspondencia entre regiones; y

las Figs. 6A y 6B ilustran esquemáticamente un segundo caso en el que un procedimiento de seguimiento de regiones podría fallar en un establecimiento de correspondencia entre regiones.

Descripción detallada de diversas formas de realización

El procedimiento de la invención queda descrito en un contexto en el que un sistema de captura de huellas dactilares por contacto que utiliza un sensor TFT lleva a cabo adquisiciones de imágenes de una pluralidad de dedos. El procedimiento, sin embargo, está adaptado para funcionar con un sistema de captura de huellas dactilares por contacto que utiliza un sensor óptico o un sistema de captura de huellas dactilares sin contacto que utiliza un sensor óptico o un sensor TFT.

La Fig. 1 describe esquemáticamente un ejemplo de sistema de captura de huellas dactilares que utiliza el procedimiento según la invención.

En la Fig. 1, una pluralidad de dedos de una mano M está posada sobre un sistema de captura de huellas dactilares 10.

La Fig. 2 ilustra esquemáticamente de manera detallada el sistema de captura de huellas dactilares 10.

El sistema de captura de huellas dactilares 10 comprende una lámina transparente 100 que comprende una cara superior sobre la cual se posa la pluralidad de dedos, de los cuales en la Fig. 2 se representa solo un dedo D. Situado por debajo de la lámina transparente 100 y pegado a la cara inferior de dicha lámina, el sistema de captura de huellas dactilares 10 comprende un sensor TFT 101. El sensor TFT 101 está posicionado a fin de generar una imagen de la pluralidad de dedos. El sistema de captura de huellas dactilares 10 comprende, además, un módulo de procesamiento 102.

La Fig. 3 ilustra esquemáticamente un ejemplo de arquitectura física del módulo de procesamiento 102.

De acuerdo con el ejemplo de arquitectura física representado en la Fig. 3, el módulo de procesamiento 102 comprende entonces, unidos por un bus de comunicaciones 1020: un procesador o CPU ("Central Processing Unit" en inglés) 1021; una memoria de acceso aleatorio RAM ("Random Access Memory" en inglés) 1022; una memoria de solo lectura ROM ("Read Only Memory" en inglés) 1023; una unidad de almacenamiento tal como un disco duro o un lector de soporte de almacenamiento, tal como un lector de tarjetas SD ("Secure Digital" en inglés) 1024; al menos una interfaz de comunicaciones 1025 que permite al módulo de procesamiento 102 recibir las imágenes adquiridas por el sensor de imágenes 101.

El procesador 1021 es capaz de ejecutar instrucciones cargadas en la RAM 1022 a partir de la ROM 1023, de una memoria externa (no representada), de un soporte de almacenamiento (tal como una tarjeta SD), o de una red de comunicaciones. Cuando se enciende el módulo de procesamiento 102, el procesador 1021 es capaz de leer, de la RAM 1022, unas instrucciones y de ejecutarlas. Estas instrucciones conforman un programa de ordenador que causa la puesta en práctica, por el procesador 1021, del procedimiento descrito en relación con la Fig. 4.

El procedimiento descrito en relación con la Fig. 4 puede estar implementado en forma de equipo lógico mediante ejecución de un conjunto de instrucciones por una máquina programable, por ejemplo un DSP ("Digital Signal Processor" en inglés), un microcontrolador o un GPU (procesador gráfico, "Graphics Processing Unit" en la terminología anglosajona), o estar implementado en forma de soporte físico mediante una máquina o un componente especializado, por ejemplo una FPGA ("Field-Programmable Gate Array" en inglés) o un ASIC ("Application-Specific Integrated Circuit" en inglés).

La Fig. 4 ilustra esquemáticamente un ejemplo de procedimiento que permite obtener imágenes según la invención.

El sensor de imágenes 101 lleva a cabo adquisiciones de imágenes con una frecuencia de adquisición de imagen predefinida F . Un usuario, cuando desea hacerse identificar o autenticar, aplica una pluralidad de dedos sobre la cara superior de la lámina transparente 100. Un dispositivo de activación, no representado en la Fig. 2, desencadena entonces una adquisición de una secuencia de imágenes. El dispositivo de activación es, por ejemplo, un botón que oprime el usuario cuando aplica la mano sobre la cara superior de la lámina transparente 100 o una célula fotoeléctrica que desencadena la adquisición de la secuencia de imágenes cuando sobre dicha cara superior se detecta una presencia de al menos un dedo.

Al mismo tiempo que desencadena la adquisición de la secuencia de imágenes, el dispositivo de activación inicia un temporizador que mide un espacio de tiempo d desde la adquisición de la primera imagen de una secuencia de imágenes.

En una etapa 40, el módulo de procesamiento 102 obtiene una imagen, llamada primera imagen segmentada, resultante de una aplicación de un procedimiento de segmentación de imágenes sobre una primera imagen adquirida por el sensor de imágenes 101. El procedimiento de segmentación está adaptado para identificar regiones correspondientes a huellas en una imagen. El procedimiento de segmentación es, por ejemplo, un procedimiento descrito en el documento "*Fingerprint segmentation Based on Improved Active Contour*, B. Weixin, X. Deqin, Z. Yi-wei, *International conference on Networking and digital society, 2009*" o un procedimiento descrito en el documento "*X. Chen, J. Tian, J. Cheng, X. Yang, Segmentation of fingerprint images using linear classifier*, *Eurasip Journal on applied signal processing 2004*, P. 480-494", o un procedimiento descrito en el documento "*A. m. Bazen, S. H. Gerez, Segmentation of fingerprint images*, *ProRISC 2001 Workshop on Circuits, Systems and Signal Processing, Veldhoven, The Netherlands, November 2001*". También se pueden utilizar procedimientos de segmentación más genéricos, tales como el procedimiento descrito en "*N. Dhanachandra and al., Image segmentation using K-means clustering algorithm and subtractive clustering algorithm*, *Procedia Computer Science, Volume 54, 2015, 764-771*" o el procedimiento descrito en el documento "*A new Markov random field segmentation method for breast lesion segmentation in MR images*, *Journal of Medical Signals and Sensors, 2011, 156-164*". Cuando el procedimiento de segmentación de imágenes permite detectar al menos una región en una imagen, cada región detectada se representa por su contorno. Así, el contorno de una región permite localizar esta región en una imagen segmentada.

En una forma de realización, cada imagen segmentada proporcionada por el sensor de imágenes, y por tanto la primera imagen segmentada, representa cada región identificada por el procedimiento de segmentación en forma de una máscara, representándose cada píxel de una máscara mediante un mismo valor diferente de un valor asignado a los píxeles del fondo de la imagen segmentada. Suponiendo que la imagen segmentada es una imagen de niveles de gris donde cada píxel está codificado con "8" bits entre "0" y "255", cada píxel del fondo de la imagen segmentada está

asociado, por ejemplo, al valor "0", y cada píxel de una región está asociado al valor "200". En una forma de realización, los píxeles de dos regiones diferenciadas están asociados a valores diferentes.

5 En una etapa 41, el módulo de procesamiento 102 obtiene una imagen, llamada segunda imagen segmentada, resultante de una aplicación del procedimiento de segmentación de imágenes a una segunda imagen, llamada segunda imagen adquirida, siguiente a la primera imagen adquirida.

10 En una etapa 42, el módulo de procesamiento 102 aplica un procedimiento de seguimiento de regiones a las regiones identificadas en cada imagen segmentada desde la primera imagen segmentada hasta la segunda imagen segmentada. Como puede leerse en el documento "A. Yilmaz, O. Javed and M. Shah, «Object tracking: a survey», *ACM Computing Surveys*, Vol. 38, 2006", la bibliografía abunda en procedimientos de seguimiento de objetos (es decir, seguimiento de regiones). En una forma de realización, el módulo de procesamiento 102 aplica un procedimiento basado en un filtrado de Kalman. El filtrado de Kalman se encuentra descrito en el documento "R. E. Kalman, *A new approach for linear filtering and prediction problems, journal of basic engineering*, vol. 82, 1960, P. 33-45". Por ejemplo, el módulo de procesamiento utiliza un procedimiento descrito en el documento "N. Perterfreund, *Robust Tracking of position and velocity with Kalman Snakes, IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, VOL. 21, NO. 6, June" o un procedimiento descrito en el documento "S. Saravanan and Dr. KA. Parthasarathy, *Video object detection and tracking using Kalman filter and color histogram-based matching algorithm, International Journal of Engineering Research and Development*, Volume 9, Issue 7 (January 2014), PP. 31-39". En otra forma de realización, el módulo de procesamiento aplica un procedimiento basado en un descenso de gradientes descrito en el documento "M. Bertalmio, G. Sapiro, G. Randall, *Morphing active contours, IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence* 22, 7, 733-737, 2000" o un procedimiento descrito en el documento "Chen-Chien Hsu and Guo-Tang Dai, *Multiple object tracking using particle swarm optimization, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Electronics and Communication Engineering*, Vol:6, No:8, 2012", o un procedimiento descrito en el documento "Zhou and al., *Object tracking using SIFT features and mean shift, Computer Vision and Image Understanding*, Volume 113, Issue 3, March 2009, Pages 345-352". El seguimiento de regiones permite determinar, de entre las regiones identificadas en la segunda imagen segmentada, qué regiones tienen una región correspondiente en una o varias imágenes segmentadas precedentes de la secuencia de imágenes. Así, determinadas regiones pueden ser objeto de seguimiento en toda la secuencia desde la primera imagen segmentada hasta la segunda imagen segmentada, otras pueden no aparecer más que en determinadas imágenes. Este es el caso, por ejemplo, cuando un dedo no se apoya sobre la cara superior de la lámina transparente 100 con una fuerza igual durante la adquisición de las imágenes de la secuencia.

35 En una etapa 43 optativa, por cada región de la segunda imagen segmentada que no tiene región correspondiente en una imagen segmentada precedente, llamada región nueva, el módulo de procesamiento determina que la región nueva corresponde a una región hallada en una imagen segmentada precedente, llamada región existente, si se cumple un criterio representativo de una correlación entre la región nueva y al menos una región existente. La etapa 43, por tanto, viene a paliar eventuales defectos del procedimiento de seguimiento de regiones. En efecto, regiones de la segunda imagen segmentada que no hubieran sido asociadas a regiones de imágenes segmentadas precedentes por el procedimiento de seguimiento de regiones pueden asociarse, a pesar de todo, a regiones de imágenes segmentadas precedentes. Cuando se cumple el criterio de correlación entre una región nueva y una región existente, el módulo de procesamiento considera que la región existente se halla presente en la segunda imagen segmentada. Por lo tanto, todo transcurre como si la región existente hubiera sido seguida por el procedimiento de seguimiento de regiones en la segunda imagen segmentada.

En una forma de realización, un criterio de correlación entre una región nueva y una región existente es función de una relación $c1$ entre una superficie de una intersección entre las dos regiones y un mínimo valor de superficie entre la superficie de la región nueva y la superficie de la región existente:

45
$$c1 = \frac{S_{inter}}{\text{Min}(S_{NR}, S_{EX})}$$

donde S_{inter} es la superficie de la intersección entre la región existente y la región nueva, S_{NR} es la superficie de la región nueva, S_{EX} es la superficie de la región existente y $\text{Min}(A, B)$ es el valor mínimo entre A y B.

50 De este modo, si la medida $c1 > C1$, donde $C1$ es un umbral predeterminado, el módulo de procesamiento 102 considera que la región nueva corresponde a la región existente. En una forma de realización, $C1 = 0,5$, es decir, las dos regiones deben tener al menos el 50 % de superficie en común para que se establezca su correspondencia.

55 En una forma de realización, una medida de correlación entre una región nueva y una región existente es función de una distancia $c2$ entre un centro de gravedad de la región nueva y un centro de gravedad de la región existente. De este modo, si la distancia $c2 < C2$, donde $C2$ es un umbral de distancia predeterminado, el módulo de procesamiento 102 considera que la región nueva corresponde a la región existente. En una forma de realización, el umbral de distancia $C2 = 10$ píxeles.

En una forma de realización, el módulo de procesamiento 102 utiliza una medida global CG que tiene en cuenta la relación $c1$ y la distancia $c2$. Por ejemplo, la medida global CG es la siguiente:

$$CG = c1 - e^{(c2-4)}$$

De este modo, si $CG > C1$, el módulo de procesamiento 102 considera que la región nueva corresponde a la región existente.

5 La etapa 43 permite tratar casos en los que un mismo dedo es segmentado con una, dos o tres falanges al seguir las imágenes. Entonces, el procedimiento de seguimiento tiene dificultad para efectuar el seguimiento, aunque se trate del mismo dedo.

Las Figs. 5A y 5B ilustran esquemáticamente un primer caso en el que un procedimiento de seguimiento de regiones podría fallar en el establecimiento de correspondencia entre regiones.

10 La Fig. 5A ilustra una primera imagen segmentada en la que se han detectado cuatro regiones mediante el procedimiento de segmentación. La Fig. 5B ilustra una segunda imagen segmentada siguiente directamente a la primera imagen segmentada en la que también se han detectado cuatro regiones mediante el procedimiento de segmentación. El procedimiento de seguimiento de regiones es capaz de establecer una correspondencia entre la región 500 y la región 504, entre la región 501 y la región 505 y entre la región 503 y la región 507. Por el contrario, el procedimiento de seguimiento de regiones no es capaz de asociar la región 502 con la región 506, pues estas dos regiones, aunque correspondan al mismo dedo, son muy diferentes. La región 506, efectivamente, corresponde a dos falanges del dedo, mientras que la región 502 no corresponde más que a una falange. En este caso, la etapa 43 permite asociar la región 506 con la región 502. La región 502 se considera entonces como presente en la segunda imagen.

20 Las Figs. 6A y 6B ilustran esquemáticamente un segundo caso en el que un procedimiento de seguimiento de regiones podría fallar en el establecimiento de correspondencia entre regiones.

25 La Fig. 6A ilustra una tercera imagen segmentada en la que se han detectado cuatro regiones mediante el procedimiento de segmentación. La Fig. 6B ilustra una cuarta imagen segmentada siguiente directamente a la tercera imagen segmentada. En la cuarta imagen, solo se han detectado tres regiones. El procedimiento de seguimiento es capaz de establecer una correspondencia entre la región 600 y la región 604 y entre la región 603 y la región 606. Pero el procedimiento de seguimiento no es capaz de establecer una correspondencia entre las regiones 601 y 602 y la región 605. Este problema surge cuando dos dedos se hallan muy próximos y su proximidad induce a error al procedimiento de segmentación, puesto que, en este caso, no sabe si está tratando con una o dos regiones. En este caso, la etapa 43 permite asociar la región 605 a la vez con la región 601 y con la región 602. Entonces, las regiones 601 y 602 se consideran como presentes en la cuarta imagen.

30 La etapa 42, o la etapa 43 cuando se ejecuta, viene seguida de una etapa 45.

35 En el curso de la etapa 45, el módulo de procesamiento 102 determina una nota de confianza θ_{curr} para cada región identificada en cada imagen segmentada, siendo la nota de confianza θ_{curr} de una región de la segunda imagen segmentada (es decir, la imagen segmentada actual) asociada a una región de una imagen segmentada precedente una suma entre la nota de confianza de dicha región de la imagen precedente θ_{pre} y un primer incremento $\Delta 1(F)$ dependiente de la frecuencia de adquisición de imágenes predefinida F .

$$\theta_{curr} = \theta_{pre} + \Delta 1(F)$$

El primer incremento es una función decreciente de la frecuencia de adquisición de imágenes predefinida F . Por ejemplo:

$$\Delta 1(F) = \frac{K1}{F}$$

40 donde $K1$ es una constante, por ejemplo igual a "2".

En el curso de la etapa 45, la nota de confianza θ_{curr} de una región identificada en al menos una imagen segmentada precedente pero que no tiene región correspondiente en la segunda imagen segmentada (es decir, la imagen segmentada actual) es una diferencia entre la nota de confianza de dicha región de la imagen precedente θ_{pre} y un segundo incremento $\Delta 2(F)$ dependiente de la frecuencia de adquisición de imágenes predefinida F .

45
$$\theta_{curr} = \theta_{pre} - \Delta 2(F)$$

El segundo incremento es también una función decreciente de la frecuencia de adquisición de imágenes predefinida F . Por ejemplo:

$$\Delta 2(F) = \frac{K2}{F}$$

donde $K2$ es una constante, por ejemplo igual a "1".

De este modo, una región que se halla presente en cada imagen de la secuencia acusa un aumento más rápido de su nota que una región que aparece tan solo en ciertas imágenes de la secuencia.

Se hace constar que, por cada región nueva que aparece en una imagen segmentada pero que no tiene región correspondiente en una imagen segmentada precedente, la nota de confianza de dicha región nueva se inicializa a cero cuando esta región es identificada por el procedimiento de segmentación.

En una etapa 46, el módulo de procesamiento 102 determina un número N de regiones, llamadas regiones admisibles, identificadas en las imágenes segmentadas desde la primera imagen segmentada hasta la segunda imagen segmentada (es decir, imagen segmentada actual) que tienen una nota de confianza superior a un umbral de confianza predeterminado $S1$. Por ejemplo, en una forma de realización, el umbral de confianza predeterminado $S1$ es igual a "1,5".

En una etapa 47, el módulo de procesamiento 102 compara el número de regiones admisibles N con un número de regiones predeterminado $S2$. Cuando el número de regiones admisibles N es igual al número de regiones predeterminado $S2$, el módulo de procesamiento 102 da fin a las adquisiciones de imágenes y genera una información que permite obtener una imagen, llamada imagen final que, por cada región admisible, comprende una zona de una imagen adquirida correspondiente a la región admisible, en una etapa 49. En una forma de realización, la información generada es directamente la imagen final. Para generar la imagen final, el módulo de procesamiento 102 determina en qué imagen segmentada cada una de las $S2$ regiones ha obtenido una nota de confianza máxima. Cuando, por cada región, se ha determinado una imagen segmentada, el módulo de procesamiento 102 extrae, de la imagen adquirida correspondiente a la imagen segmentada, los píxeles situados en una zona correspondiente espacialmente a la región de la imagen segmentada y los inserta en la imagen final en la misma posición. Los píxeles de la imagen final que no corresponden a una región son puestos a un valor predefinido. Por lo tanto, la imagen final representa huellas sobre un fondo uniforme.

En una forma de realización, la información generada comprende una información representativa de un conjunto de punteros indicativos, para cada píxel que ha de utilizarse para generar la imagen final, de la imagen adquirida en la que ir a buscar dicho píxel y de la posición de dicho píxel en dicha imagen adquirida.

Cuando el número de regiones admisibles N es inferior al número de regiones predeterminado $S2$, el módulo de procesamiento 102 compara el espacio de tiempo d desde la adquisición de la primera imagen adquirida con un espacio de tiempo predeterminado D correspondiente a un máximo tiempo de adquisición. El espacio de tiempo predeterminado D corresponde a un máximo tiempo durante el cual un usuario debe dejar su mano en el sistema de captura de huellas dactilares 10. En una forma de realización, el espacio de tiempo predeterminado D es de "2" segundos. Si el espacio de tiempo d es inferior o igual al espacio de tiempo predeterminado D , el módulo de procesamiento 102 regresa a la etapa 41, en cuyo transcurso obtiene una nueva segunda imagen segmentada.

Si $d > D$, en la etapa 49, el módulo de procesamiento 102 da fin a las adquisiciones de imágenes y genera una imagen final con las regiones que tiene a su disposición. La imagen final comprende entonces un número de zonas como máximo igual al número de regiones predeterminado $S2$, correspondiendo cada zona a una región identificada en las imágenes segmentadas desde la primera imagen segmentada hasta la segunda imagen segmentada, teniendo cada región utilizada para definir una zona una nota de confianza superior a las notas de confianza de las zonas no utilizadas para definir una zona. Dicho de otro modo, el módulo de procesamiento escoge un máximo de regiones de entre las regiones identificadas en las imágenes segmentadas, sin sobrepasar el número de regiones predeterminado $S2$. Las regiones escogidas son las regiones identificadas en las imágenes segmentadas asociadas a las notas de confianza más elevadas. Dentro de estas regiones escogidas, ciertas regiones pueden tener una nota de confianza superior al umbral de confianza $S1$, y otras, una nota de confianza inferior al umbral de confianza $S1$.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento que permite obtener una imagen de al menos una huella dactilar a partir de una secuencia de imágenes adquiridas por un sensor de imágenes de un sistema de captura de huellas dactilares (10) que lleva a cabo adquisiciones de imágenes con una frecuencia de adquisición de imágenes predefinida dependiente de dicho sensor de imágenes, caracterizado por que el procedimiento comprende:

5 obtener (40) una imagen, llamada primera imagen segmentada, resultante de una aplicación de un procedimiento de segmentación de imágenes sobre una primera imagen adquirida, estando adaptado dicho procedimiento de segmentación para identificar regiones correspondientes a huellas en una imagen;

10 por cada imagen adquirida, llamada segunda imagen adquirida, siguiente a la primera imagen adquirida, aplicar un procesamiento que comprende:

obtener (41) una imagen, llamada segunda imagen segmentada, resultante de una aplicación del procedimiento de segmentación de imágenes a la segunda imagen adquirida;

15 aplicar (42) un procedimiento de seguimiento de regiones a las regiones identificadas en cada imagen segmentada desde la primera imagen segmentada hasta la segunda imagen segmentada;

determinar (45) una nota de confianza para cada región identificada, siendo la nota de confianza de una región de la segunda imagen segmentada asociada a una región de una imagen segmentada precedente una suma entre la nota de confianza de dicha región de la imagen precedente y un incremento dependiente de la frecuencia de adquisición de imágenes predefinida, y siendo la nota de confianza de una región identificada en al menos una imagen segmentada precedente a la segunda imagen segmentada pero que no tiene región correspondiente en la segunda imagen segmentada una diferencia entre la nota de confianza de dicha región de la imagen segmentada precedente y un segundo incremento dependiente de la frecuencia de adquisición de imágenes predefinida; y

20 determinar (46) un número de regiones, llamadas regiones admisibles, identificadas en las imágenes segmentadas desde la primera imagen segmentada hasta la segunda imagen segmentada que tienen una nota de confianza superior a un primer umbral predeterminado; y

25 cuando el número de regiones admisibles es igual a un segundo umbral predeterminado, dar fin a las adquisiciones de imágenes y generar una información que permite obtener una imagen que comprende, por cada región admisible, una zona de una imagen adquirida correspondiente a la región admisible.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por, por cada región de la segunda imagen segmentada que no tiene región correspondiente en una imagen segmentada precedente, llamada región nueva, determinar (43) que la región nueva corresponde a una región hallada en una imagen segmentada precedente, llamada región existente, si se cumple un criterio representativo de una correlación entre la región nueva y al menos una región existente.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que el criterio representativo de una correlación entre una región nueva y una región existente es función de una relación entre una superficie de una intersección entre la región existente y la región nueva y un mínimo valor de superficie entre la superficie de la región nueva y la superficie de la región existente y/o función de una distancia entre un centro de gravedad de la región nueva y un centro de gravedad de la región existente.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado por, cuando el número de regiones admisibles es inferior al segundo umbral predeterminado, aplicar el procesamiento para una nueva segunda imagen adquirida si un espacio de tiempo desde la adquisición de la primera imagen adquirida es inferior o igual a un espacio de tiempo predeterminado.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por, si el espacio de tiempo desde la adquisición de la primera imagen adquirida es superior al espacio de tiempo predeterminado, dar fin a las adquisiciones de imágenes y generar una información que permite generar una imagen que comprende un número de zonas de imágenes adquiridas como máximo igual al segundo umbral predeterminado, correspondiendo cada zona a una región identificada en las imágenes segmentadas desde la primera imagen segmentada hasta la segunda imagen segmentada, teniendo cada región utilizada para definir una zona una nota de confianza superior a las notas de confianza de las zonas no utilizadas para definir una zona.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que cada incremento es inversamente proporcional a la frecuencia de adquisición de imágenes predefinida.
7. Dispositivo que permite obtener una imagen de al menos una huella dactilar a partir de una secuencia de imágenes adquiridas por un sensor de imágenes de un sistema de captura de huellas dactilares (10) que lleva a cabo adquisiciones de imágenes con una frecuencia de adquisición de imágenes predefinida dependiente de dicho sensor

de imágenes, caracterizado por que el dispositivo comprende:

- 5 medios de obtención para obtener (40) una imagen, llamada primera imagen segmentada, resultante de una aplicación de un procedimiento de segmentación de imágenes sobre una primera imagen adquirida, estando adaptado dicho procedimiento de segmentación para identificar regiones correspondientes a huellas en una imagen;
- 10 medios de obtención para obtener (41) al menos una imagen, llamada segunda imagen segmentada, resultante de una aplicación del procedimiento de segmentación de imágenes a al menos una imagen adquirida siguiente a la primera imagen adquirida, llamada segunda imagen adquirida;
- 15 medios de procesamiento para aplicar (42) un procedimiento de seguimiento de regiones a las regiones identificadas en cada imagen segmentada desde la primera imagen segmentada hasta la segunda imagen segmentada;
- 20 medios de procesamiento para determinar (45) una nota de confianza para cada región identificada, siendo la nota de confianza de una región de la segunda imagen segmentada asociada a una región de una imagen segmentada precedente una suma entre la nota de confianza de dicha región de la imagen precedente y un incremento dependiente de la frecuencia de adquisición de imágenes predefinida, y siendo la nota de confianza de una región identificada en al menos una imagen segmentada precedente a la segunda imagen segmentada pero que no tiene región correspondiente en la segunda imagen segmentada una diferencia entre la nota de confianza de dicha región de la imagen segmentada precedente y un segundo incremento dependiente de la frecuencia de adquisición de imágenes predefinida; y
- 25 medios de procesamiento para determinar (46) un número de regiones, llamadas regiones admisibles, identificadas en las imágenes segmentadas desde la primera imagen segmentada hasta la segunda imagen segmentada que tienen una nota de confianza superior a un primer umbral predeterminado; y
- 30 medios de procesamiento para dar fin a las adquisiciones de imágenes cuando el número de regiones admisibles es igual a un segundo umbral predeterminado y para generar una información que permite obtener una imagen que comprende, por cada región admisible, una zona de una imagen adquirida correspondiente a la región admisible.
8. Sistema que comprende un dispositivo según la reivindicación 7.
9. Programa de ordenador, caracterizado por comprender instrucciones para llevar a la práctica, mediante un dispositivo (102), el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, cuando dicho programa es ejecutado por un procesador (1021) de dicho dispositivo.
10. Medios de almacenamiento, caracterizados por almacenar un programa de ordenador que comprende instrucciones para llevar a la práctica, mediante un dispositivo (102), el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, cuando dicho programa es ejecutado por un procesador (1021) de dicho dispositivo.

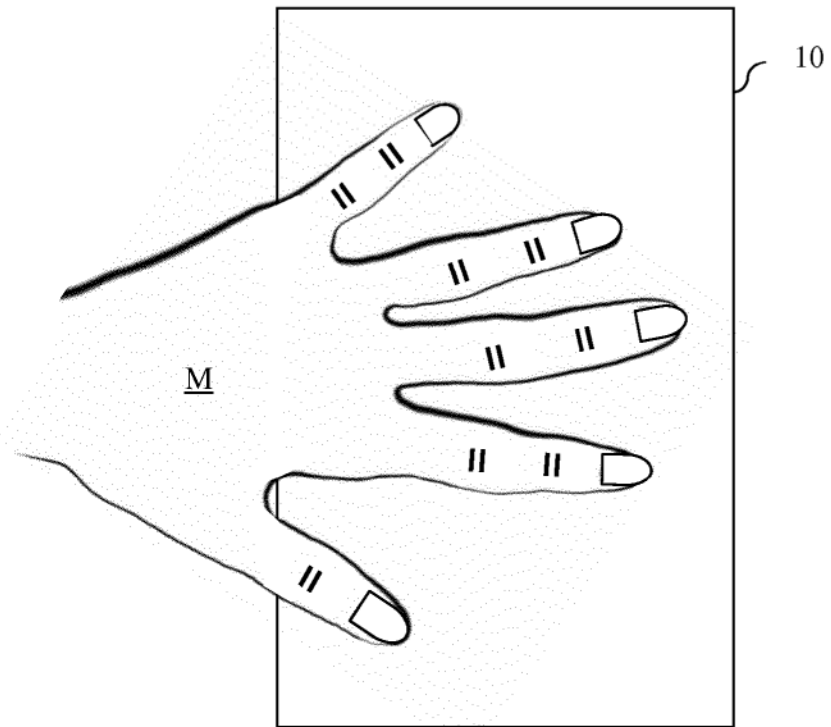


Fig. 1

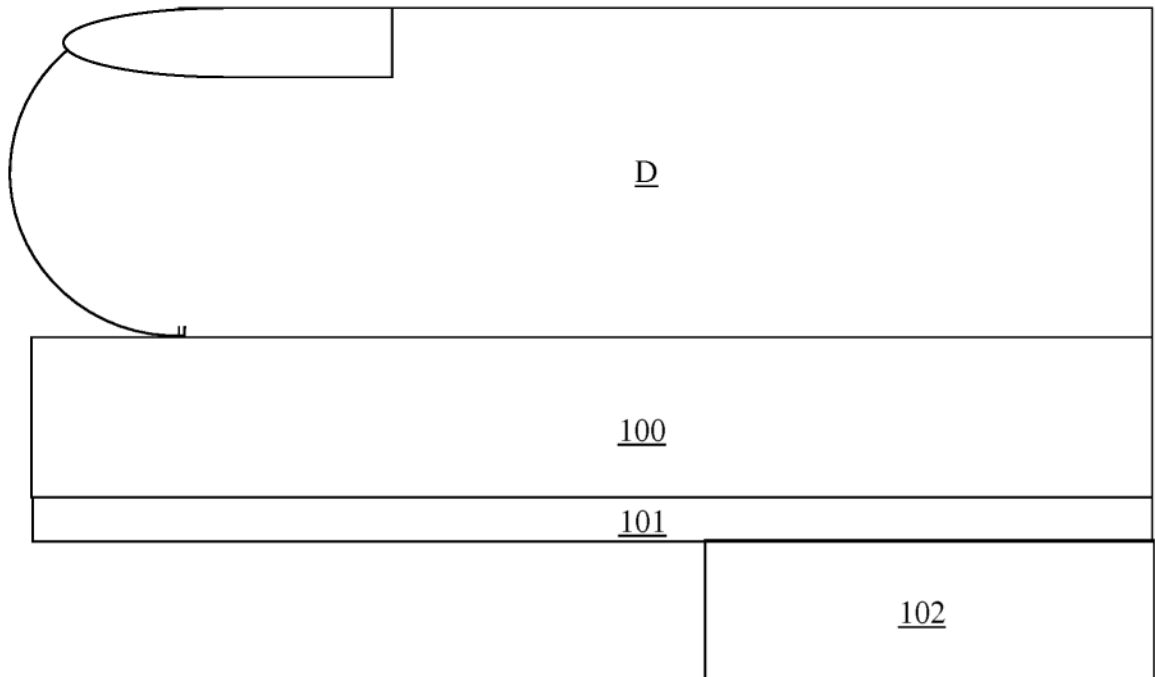


Fig. 2

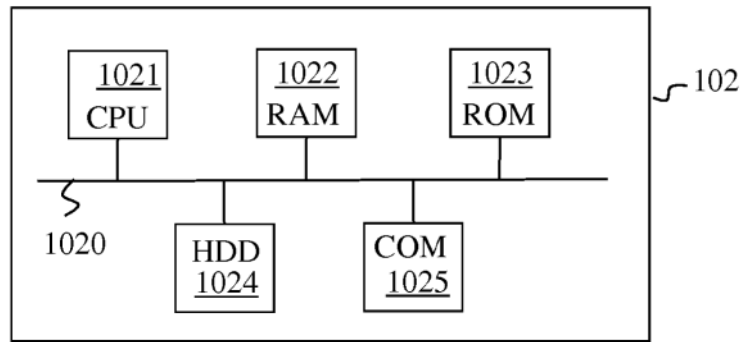


Fig. 3

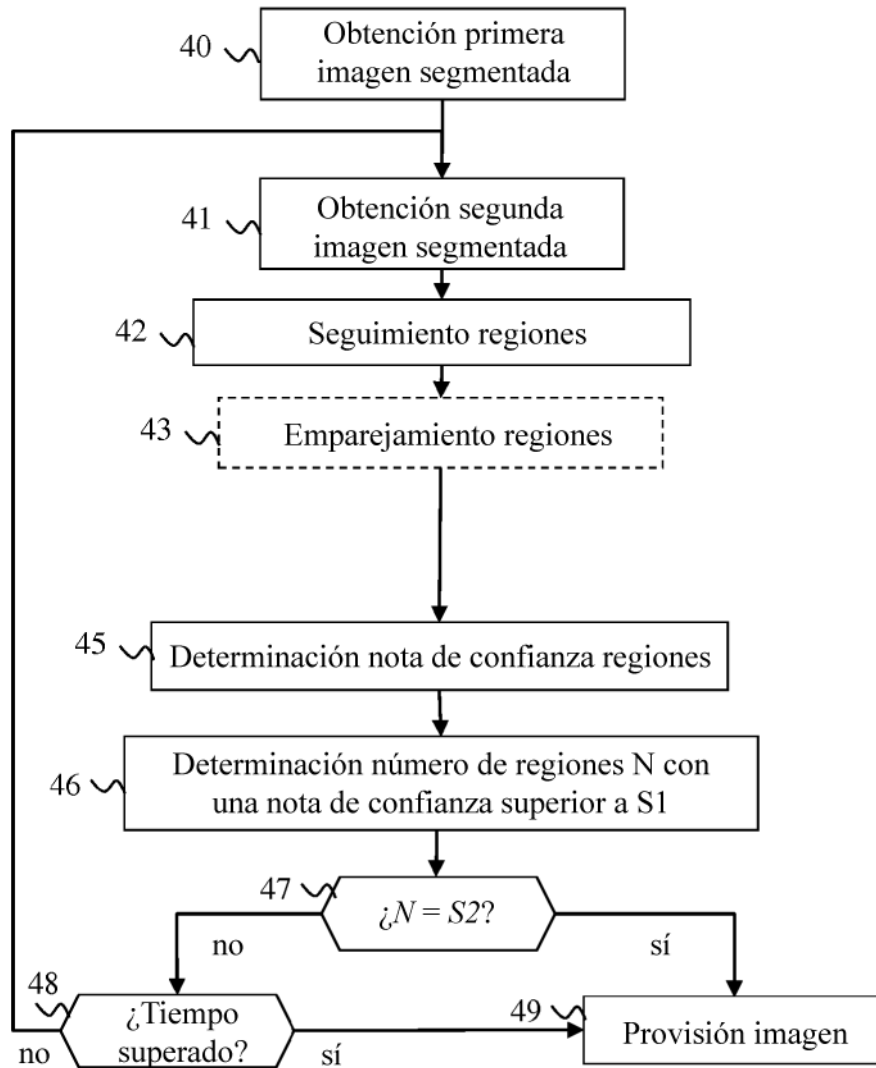


Fig. 4

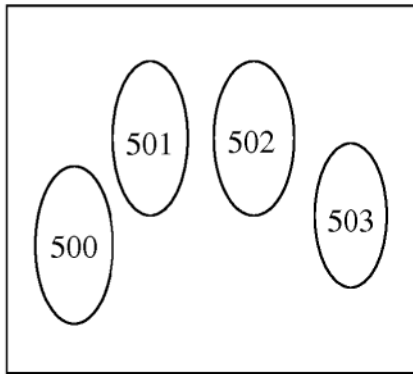


Fig. 5A

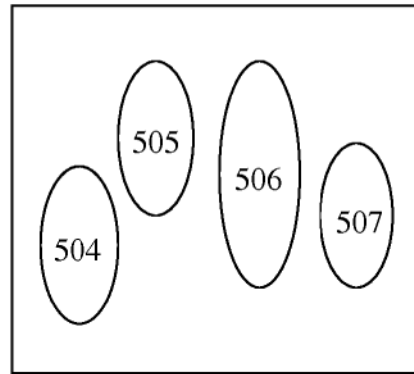


Fig. 5B

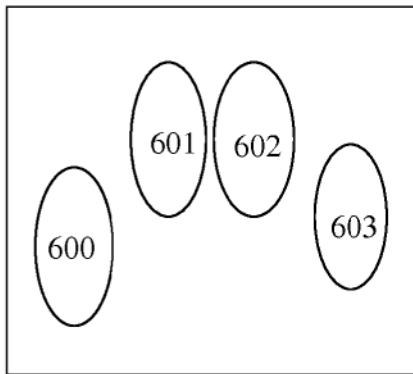


Fig. 6A

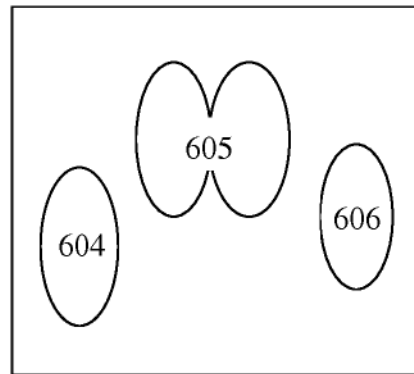


Fig. 6B