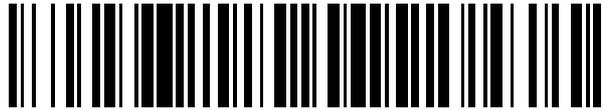


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 447 490**

51 Int. Cl.:

G06K 9/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2009 E 09820073 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2013 EP 2380110**

54 Título: **Un método para evaluar la calidad de una imagen que representa un patrón de huella dactilar**

30 Prioridad:

19.12.2008 EA 200900144

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

12.03.2014

73 Titular/es:

ZAYTSEV, PAVEL ANATOLIEVICH (25.0%)

Pr. Makeeva 50-13 Miass

Chelyabinskaya obl. 456320, RU;

BICHIGOV, VLADIMIR NICOLAEVICH (25.0%);

MOKSIN, ALEXANDR VLADIMIROVICH (25.0%) y

SHAPSHAL, IVAN BORISOVICH (25.0%)

72 Inventor/es:

ZAYTSEV, PAVEL ANATOLIEVICH;

BICHIGOV, VLADIMIR NICOLAEVICH;

MOKSIN, ALEXANDR VLADIMIROVICH y

SHAPSHAL, IVAN BORISOVICH

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 447 490 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

Un método para evaluar la calidad de una imagen que representa un patrón de huella dactilar

Campo de la Invención

5 La invención se refiere a métodos para evaluar la calidad de una imagen que representa un patrón de huella dactilar, en particular a un método para evaluar la calidad de una imagen que representa un patrón de huella dactilar basado en la evaluación de los cambios de imagen en sucesivas iteraciones de filtrado digital de dicha imagen.

Técnica Anterior

10 Las imágenes de huellas dactilares son ampliamente utilizadas para fines de identificación de personas, en particular en sistemas de entrada de acceso, sistemas de identificación dactiloscópica automáticos, y sistemas dactiloscópicos similares. El reconocimiento automático de un patrón de huella dactilar consiste en formar un esbozo de imagen del patrón original y determinar las características dactiloscópicas, a saber, terminaciones y tripletes. Antes de la formación del esbozo, cuando sea posible, se eliminan los ruidos de la imagen original mediante filtrado digital. El contenido principal de una imagen de huella dactilar es un patrón de líneas dérmicas. Típicamente, toda la imagen de huella dactilar tiene una calidad variable. Las líneas dérmicas de algunas regiones no son identificables debido a

15 la falta de protuberancias características y partes cóncavas debido a defectos de la piel o pérdida parcial de información durante la formación, captura o procesamiento de la huella dactilar. Los factores que afectan a la calidad de la imagen de huella dactilar son los siguientes:

- la condición original de un patrón de huella dactilar de piel;

20 - las influencias agresivas, influencias mecánicas, arrugas, cambios relacionados con la edad y cambios producidos por enfermedades de la piel;

-calidad del sistema óptico, calidad de digitalización, errores de enfoque, distorsiones ópticas, resolución baja, contraste insuficiente o excesivo, transmisión de luminancia no lineal;

- ruidos característicos del procesado dinámico de formación de imagen, tales como deformación, movimiento repentino, rotura de imagen, suciedad, etc.

25 Estos ruidos en su conjunto dan lugar a que algunas regiones de una imagen de huella dactilar se vuelvan no identificables. Cuando se forma un boceto de imagen para tal región, el sistema "detecta" y marca características dactiloscópicas falsas sobre la imagen. Tales características falsas ocultan la comparación automática de la huella dada con otras huellas, debido a que la probabilidad de errores de tipo 1 y 2 aumenta. De este modo, el procesamiento automático de áreas no identificables cuando se reconoce el patrón de huella dactilar da lugar a un deterioro importante de las características del sistema dactiloscópico. El problema se puede resolver detectando

30 tales regiones de patrón no identificable y excluyéndolas del patrón con el que se va a hacer el boceto, y además determinando las características dactiloscópicas. En los primeros sistemas dactiloscópicos, un experto determinaba visualmente la calidad de las regiones de la imagen, y marcaba las regiones no identificables de la imagen. Dicho método era suficientemente preciso, pero laborioso. Por lo tanto, actualmente se utilizan diferentes métodos automáticos para evaluar un patrón de huella dactilar. Una medida de la calidad de la región de imagen obtenida de algún modo se utiliza para decidir si el procesamiento adicional de dicha región es razonable. Además, en algunos sistemas dactiloscópicos, la medida de la calidad de región de la imagen se utiliza como un factor de ponderación de una característica dactiloscópica en dicha región cuando se comparan automáticamente dos patrones.

40 El documento US 5963656 expone un método para determinar la calidad de imágenes de huellas dactilares. Dicho método incluye seleccionar al menos un bloque de píxeles en una imagen de huella dactilar y determinar si el bloque de píxeles seleccionado tiene una dirección destacada con referencia adicional a bloques direccionales o no direccionales, respectivamente. Después, el bloque dado se determina como un bloque de primer plano o bloque de plano de fondo, dependiendo de la intensidad de los píxeles del bloque comparada con los píxeles vecinos. Para este fin, la suma de las diferencias de intensidad entre cada píxel en el bloque y los píxeles vecinos se compara con el umbral de plano de fondo, siendo cada uno de dichos píxeles clasificados como un píxel de primer plano si dicha

45 suma es mayor que dicho umbral de plano de fondo; por el contrario, dicho píxel se clasifica como píxel de plano de fondo. A continuación la cantidad de píxeles de fondo de cada bloque se compara con el umbral de bloque. Si se excede dicho umbral, todo el bloque es determinado como fondo; por el contrario, el bloque es determinado como primer plano. Además, se forman regiones que contienen bloques de primer plano direcciones adyacentes, siendo las regiones utilizadas durante el procesamiento de la imagen de huella dactilar. De acuerdo con dicho método, la medida de la calidad de la imagen se determina como una relación de las áreas de todas las regiones formadas de este modo respecto al área de toda la imagen de huella dactilar.

55 La solicitud de patente de Estados Unidos 20060120575 expone un método para clasificar la calidad de la imagen de huella dactilar, incluyendo el método las etapas de dividir una imagen de huella dactilar en una pluralidad de bloques; calcular y vectorizar parámetros para determinar la calidad de cada bloque; obtener la clasificación de calidad para cada bloque basada en dichos parámetros; y seleccionar un valor representativo de los valores de

clasificación de calidad, que está definido como una medida de calidad de la imagen dactiloscópica.

La medida de calidad evaluada de acuerdo con los métodos anteriormente mencionados no considera las características del sistema de filtrado digital, y por lo tanto no es óptima para determinar las regiones de patrón identificables y no identificables cuando se filtra digitalmente utilizando diferentes sistemas de filtrado y procesamiento.

Bergengruen (véase O. Bergengruen. Matching of fingerprint images. Technical report. Dept. of Numerical Analysis (CeCal), School of Engineering, Universidad de la República de Uruguay, Montevideo, 1994) propuso una medida de calidad basada en la evaluación de la relación señal/ruido en cada punto. Tal evaluación supone que la imagen mejorada mediante filtrado se puede clasificar como "imagen verdadera", y la diferencia de rango de luminancia entre la imagen original y la imagen mejorada se clasifica como "ruido". Bergengruen también sugirió utilizar la medida de calidad calculada de esta manera como factores de ponderación en los algoritmos de comparación. Este método permite la determinación de regiones de una imagen de huella dactilar en donde el patrón se ha destrozado de manera irrecuperable. Sin embargo, las regiones que tienen una relación de señal/ruido baja pero con un patrón recuperable también se clasificarán como no identificables. En particular esto ocurre en las regiones de una imagen en la que las líneas dérmicas están fuertemente fragmentadas debido a las peculiaridades de una estructura de la piel de una persona. De acuerdo con este método, tales regiones se clasificarán como no identificables.

De este modo, las líneas dérmicas fuertemente fragmentadas, por ejemplo líneas dérmicas que constan de puntos o secciones cortas, no pueden ser clasificadas como recuperables de acuerdo con lo métodos conocidos, aunque pueden ser percibidas visualmente por un examinador.

Descripción de la Invención

El objeto de la presente invención es proporcionar un método para evaluar la calidad de una imagen que representa un patrón de huella dactilar, en el que se proporciona la determinación de las regiones con patrón no identificable con alta precisión, y además regiones de la imagen de baja calidad y/o regiones de la imagen con líneas dérmicas fuertemente fragmentadas pero recuperables son clasificadas como regiones con patrón inidentificables. Este método debería proporcionar la evaluación de la calidad de la imagen de huella dactilar comparable con la proporcionada por un análisis visual realizado por un experto. Este método también debería considerar las características de un algoritmo de filtrado digital de imagen utilizado y determinar las regiones con patrón identificable y no identificable dependiendo del algoritmo específico.

Este objeto se consigne proporcionando un método para evaluar la calidad de la imagen que representa un patrón de huella dactilar de acuerdo con la reivindicación 1.

Realización de la Invención

El método reivindicado está basado en la convergencia rápida de un proceso de filtrado que incluye realizar de forma repetida y sucesiva un filtrado digital de una región de imagen de huella dactilar, a la vez que se proporciona la calidad de la imagen.

En una realización preferida, el filtrado digital se realiza utilizando un filtro adaptado. Como se ha aplicado aquí, el filtro adaptado es un filtro adaptado a las características locales de una imagen, a saber, al ángulo de inclinación de las líneas dérmicas la curvatura y escala de las líneas dérmicas, por ejemplo un filtro descrito en la patente rusa 2329537 incorporada aquí como referencia. El ángulo de las líneas dérmicas, escala y curvatura de las líneas dérmicas se puede determinar utilizando cualquier método conocido en la técnica anterior.

Preferiblemente, se utiliza un filtro que tiene respuesta cero a la señal fija y que no tiene influencia sobre la onda sinusoidal. Con tal filtro seleccionado, el proceso de filtrado es agotado en el incremento del índice de iteración, y un proceso dinámico de cambio de la imagen filtrada define la diferencia entre la imagen real y la imagen "modelo" idealizada de un patrón de huella dactilar.

Un ejemplo de realización del proceso de filtrado de una imagen de patrón de huella dactilar se describe a continuación. La imagen se presenta como una disposición rectangular de píxeles con diferentes gradaciones de gris en el dominio espacial. En una descripción adicional, se utilizan las siguientes designaciones:

$G[k][i,j]$ – valor de brillo, $G \in [0, G_{max}]$, en donde

G_{max} – valor de brillo máximo;

k – índice de iteración del proceso de filtrado, $k = 0$ corresponde a la imagen original, $k \in [0, n]$, en donde n es el número de iteraciones del proceso de filtrado;

i – el número de una fila de la disposición de píxeles, $i \in [0, M]$, en donde M es la cantidad de píxeles en la columna de disposición;

j – el número de columna de la disposición de píxeles, $i \in [0, N]$, en donde N es la cantidad de píxeles de la fila de disposición. Por lo tanto, un par (i, j) representa un píxel en la disposición rectangular de píxeles.

El filtrado digital se aplica a cada píxel de la imagen separadamente. Como resultado de la realización de cada iteración posterior del proceso de filtrado digital, se obtiene el valor de brillo para este píxel. Este valor de determina en base la valor de brillo de un píxel y píxeles dados en cierta vecindad del píxel dado después de aplicar la iteración previa. Las dimensiones de esta vecindad se definen utilizando la máscara de filtro, y la posición de la vecindad para cada píxel que va a ser filtrado se cambia desplazando la máscara de filtro. La selección de las dimensiones de la máscara de filtro es crucial. Si la máscara es demasiado grande, se hace imposible evaluar los elementos dinámicos de los cambios de imagen, y si la máscara es demasiado pequeña, el número de iteraciones aumenta de manera no razonable. Se ha encontrado experimentalmente, que la dimensión lineal característica óptima del filtro es 1-1,5 la distancia entre protuberancias adyacentes en el punto actual.

De este modo, la imagen obtenida después de realizar la (k) ésima iteración del proceso de filtrado es el resultado de aplicar el filtro a la imagen obtenida después de realizar la $(k-1)$ ésima iteración: $G[k][i,j] = F(G[k-1][i,j], G_{Nb}[k-1][i,j]_{Nb})$, en donde $G_{Nb}[k-1][i,j]$ es el brillo de los píxeles en la vecindad del píxel que va a ser filtrado. F representa la influencia del filtro adaptado al ángulo de inclinación de las líneas dérmicas, escala y curvatura de las líneas dérmicas en cada píxel (i, j) de la imagen.

Se realizan varias iteraciones del proceso de filtrado de la imagen $G[0] \rightarrow G[1] \rightarrow G[2] \rightarrow \dots \rightarrow G[n]$, en donde n es el número de iteración. Aquí $G[1] = F(G[0], G_{Nb}[0])$; $G[2] = F(G[1], G_{Nb}[1]) \dots G[n] = F(G[n-1], G_{Nb}[n-1])$. Para cada píxel (i, j) de la imagen, se calculan n valores de $W[n][i][j]$, siendo dichos valores una medida de la diferencia entre las imágenes después de realizar (n) y $(n-1)$ iteraciones para un píxel dado.

La desviación media cuadrada, correlación, diferencia absoluta y otras medidas de diferencia se pueden utilizar como una medida de la diferencia $W[n][i][j]$. Estos valores se utilizan como vector de entrada para la evaluación de la calidad de la imagen original y la determinación de las regiones aplicables para la codificación, es decir, regiones en las que la estructura de la imagen no se puede recuperar.

Los valores $W[n]$ preferiblemente se calculan como sigue. En primer lugar, las imágenes $G[k]$ son binarizadas, obteniendo de este modo valores de $BG[k]$, en donde $BG[k]$ es una imagen binaria. Si se utiliza un filtro con las propiedades mencionadas anteriormente, es decir, el filtro tiene respuesta cero a una señal fija y no tiene influencia en la onda sinusoidal, la binarización se realiza simplemente de acuerdo con el signo del brillo del píxel de la imagen. Además, se calculan n diferencias $SUB[k]$ entre imágenes, en donde $SUB[k]$ es una diferencia de píxel-a-píxel entre las imágenes $BG[k]$ y $BG[k-1]$. De este modo, se obtienen los valores $SUB[2], SUB[3], \dots, SUB[n]$. El valor $SUB[0]$ por tanto no se calcula.

El valor $SUB[k][i][j]$ en el punto (i, j) es 1 si los valores binarizados del correspondiente píxel después de dos iteraciones seguidas $(k-1)$ y k son iguales, y 0, si los valores binarizados del correspondiente píxel después de dos iteraciones seguidas $(k-1)$ y k no son iguales. Las imágenes $SUB[k]$ son suavizadas sobre una región que comprende varias protuberancias utilizando uno de los métodos conocidos, obteniendo de este modo valores $SMTH_SUB[k]$. Para cada píxel de la imagen, se obtienen n valores $SMTH_SUB[k][i][j]$, y, respectivamente se obtienen n valores $W[1][i][j], W[2][i][j], \dots, W[n][i][j]$, que caracterizan la diferencia entre las imágenes obtenidas después de k y $(k-1)$ iteraciones, en donde $W[1][i][j] = SMTH_SUB[k][i][j]$.

Además, se determina la convergencia del proceso de filtrado para cada píxel de la imagen después de n iteraciones. En la práctica, el valor de n es preferiblemente establecido como no menor de 3. En una realización preferida de la presente invención, el vector obtenido para cada píxel de la imagen en la base de n valores de $W[k][i][j]$, es suministrado a la entrada de una red de neuronas, que determina si el píxel que va a ser analizado pertenece a la región de la imagen con el patrón identificado, o la imagen en este píxel está destruida de forma irreparable, y por tanto el píxel deberá ser clasificado como perteneciente a la región de la imagen con patrón no identificable.

En un método relacionado, que no forma parte de la presente invención, el criterio de convergencia se puede determinar como no exceso de la aproximación absoluta $|W[n][i][j] - W[n-1][i][j]|$ o la aproximación relativa

$$\frac{|W[n][i][j] - W[n-1][i][j]|}{W[n][i][j]}$$

de un valor predeterminado en las posteriores iteraciones $(n-1)$ y n . Si el proceso es convergente, el píxel correspondiente se clasifica como perteneciente a la región de la imagen con patrón identificable, y si el proceso de filtrado no es convergente, el píxel se clasifica como perteneciente a la región de la imagen con patrón no identificable.

REIVINDICACIONES

1. Un método para evaluar la calidad de una imagen que representa un patrón de una huella dactilar, incluyendo el método las etapas de
5 seleccionar una región en una imagen de huella dactilar y realizar un proceso de filtrado separadamente para cada píxel (i, j) de la región mediante un filtro que tiene respuesta cero a una señal fija, que no tiene influencia en la onda sinusoidal y que está adaptado a la parámetros de imagen locales, a saber, al ángulo de inclinación de las líneas dérmicas, escala y curvatura de las líneas dérmicas, incluyendo el proceso de filtrado, el filtrado digital de la región seleccionada sucesivamente realizado un número n de iteraciones predeterminado, en donde el número predeterminado es no menor que tres,
10 calcular para cada píxel de la región seleccionada n valores $W[n][i][j]$, siendo dichos valores una medida de la diferencia entre los valores de brillo de este píxel después de realizar la (k)ésima y la (n-1)ésima iteración para la región seleccionada; y
proporcionar dichos valores como un vector de entrada para clasificar los píxeles como pertenecientes a una región identificable o no identificable de la imagen.
- 15 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el vector de entrada es suministrado a una red de neuronas con el fin de realizar la evaluación de calidad.