

Extracción de patrones de huellas digitales: algoritmos MAIO vs Empate

Armando González Quevedo¹
A. Estrada Hernández¹
J. E. Ramírez Navarrete²
I. Cardiel²
E. Corona Organiche²



Resumen

La extracción de patrones de huellas digitales por medio de modelos matemáticos se ha desarrollado en las últimas décadas. Cada nuevo modelo que se plantea, proporciona un mayor conjunto de características de la huella digital que se analiza, logrando con ello una mejor identificación de la misma. El presente artículo proporciona un estudio comparativo de los algoritmos (modelos matemáticos) Maio y Empate,

los cuales son ampliamente utilizados para la extracción de patrones de huellas digitales. El estudio permite concluir que el algoritmo MAIO proporciona una mejor extracción de características de una huella digital.

Palabras clave: Algoritmo Maio, huella digital, algoritmo Empate, minutas.

Introducción

Para la elaboración del Algoritmo de Maio, se ha tomado una base de datos de imágenes de cinco huellas dactilares, cuatro de las mismas han sido creadas con el programa Sfinge, desarrollado por el grupo de biometría del Dr. Darío Maio [1]. Este programa nos permite

Acerca de los autores...

- ¹ Tecnológico de estudios Superiores de Ecatepec (TESE)
² División de Ingeniería en Sistemas Computacionales del TESE

crear huellas dactilares eligiendo las características de la misma, como puede ser el tipo de estructura, el número de crestas, el ruido, etcétera. La otra imagen es una de las huellas dactilares utilizada en el estudio del Dr. Darío Maio y Davide Maltoni, la cual ha sido sometida a un filtraje y realce de las crestas, eliminado el ruido y pequeños cortes que aparecían en la imagen original.

El algoritmo de Empate es el encargado de calcular la semejanza entre dos huellas, siendo el de empate por minutas el más conocido y ampliamente usado para reconocimiento de huellas digitales.

Desarrollo de algoritmo MAIO

Base de datos: A continuación se pueden encontrar diferentes tablas con las imágenes [2] de las huellas dactilares y sus principales características utilizadas para el desarrollo del software; cabe mencionar que el tipo de formato empleado para la imagen es de tipo .tif [3]

A los resultados obtenidos, se les ha realizado una inspección para poder observar errores en el seguimiento de la imagen. Normalmente los errores de seguimiento se solucionan en el post-procesado de la imagen, es decir, una vez realizada la extracción de minutas, se someten a un duro filtraje. En este caso, se han clasificado los errores encontrados en las imágenes para intentar solucionarlos durante la extracción de minutas y no en la etapa de post-procesado, mejorando así el seguimiento y logrando que el algoritmo tarde menos en su ejecución. De esta forma, ya que no perderá tiempo en seguir zonas erróneas y la etapa de post-procesado será más rápida.

Para una fácil comprensión, se muestra el resultado del seguimiento realizado por el algoritmo en tablas. Cada una contiene el nombre de la imagen estudiada, la

Imagen 1
Características imagen Esfinge.



Imagen 2
Características imagen Esfinge.



Imagen 3
Características imagen Esfinge.

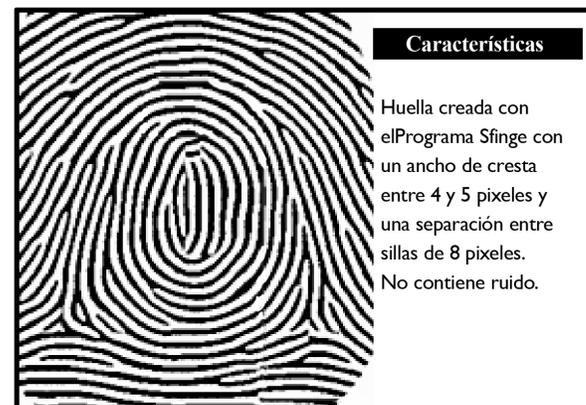
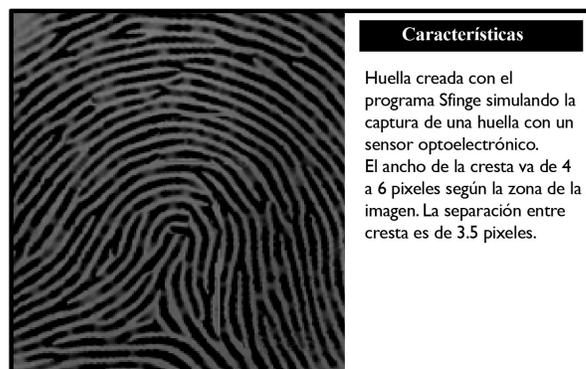


Imagen 4
Características imagen Esfinge.



NOMBRE DE LA IMAGEN	
IMAGEN RESULTANTE DE LA HUELLA DACTILAR UNA VEZ PROCESADA POR EL ALGORITMO	LA ZONA AMPLIADA DEL ERROR
	TIPO DE ERROR

Tabla 1

Ejemplo presentación resultados seguimiento

imagen resultante del algoritmo, y en la parte derecha los errores encontrados, así como una ampliación de la zona, tal y como se muestra en la tabla 1.

El Algoritmo de Maio sólo realiza búsquedas de minutas (terminaciones y bifurcaciones) y no formas de las huellas dactilares como deltas, loopings, etcétera.

Algoritmo de Empate

Este algoritmo se basa en alineación de la huella de entrada con la plantilla de la base de datos, y se divide en dos pasos: Etapa de alineación y etapa de empate.

Etapa de alineación

El primer paso es tomar puntos de la cresta asociada a la minucia (durante la extracción de la minucia, la cresta donde reside también es almacenada y el origen de la misma coincide con la coordenada de la minucia). Los puntos se toman a una distancia igual al ancho entre crestas (distancia en píxeles entre una cresta y otra).

Empatando las crestas, se obtiene un umbral que de superar el valor de 0.8, da una primera estimación de semejanza. Definiendo R_d y RD es el conjunto de

crestas asociadas con las minucias de entrada y de la plantilla, respectivamente. La ecuación (1) [4] de empate se describe como sigue:

$$S = \frac{\sum_{i=0}^L d_i D_i}{\sqrt{\sum_{i=0}^L d_i^2 D_i^2}}$$

L denota el ancho entre crestas y $d \in \mathbb{R}^d$ y $D \in \mathbb{R}^D$. Cuando S ($0 \leq S \leq 1$) es mayor a 0.8, se continúa con el empate minucia a minucia, caso contrario, se pasa a la siguiente huella.

Si S es mayor a 0.8, se realiza la rotación de las minucias con respecto a una minucia de referencia $(x, y, \theta)^d$:

$$\begin{pmatrix} x_i^d \\ y_i^d \\ \theta_i^d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ \sin \theta & -\cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} x_i - x^d \\ y_i - y^d \\ \theta_i - \theta^d \end{pmatrix}$$

Etapa de empate

La etapa de empate, ante todo, debe poseer cierto grado de flexibilidad, dado que es prácticamente imposible tener datos que empaten de manera perfecta. Para esto, se emplean ventanas de veinte por veinte píxeles, rango dentro del cual puede variar la ubicación de la minucia. De igual modo, se acepta un grado de tolerancia de un tercio de π para el valor de la orientación. Para las minucias que se encuentren dentro de estos valores de tolerancia, son empatadas como minucias coincidentes, caso contrario se continúa con la siguiente minucia.

El porcentaje de empate es igual al número total de minucias coincidentes, para el número total de minucias en la plantilla de comparación.

$$\% \text{ de Empate} = \frac{NME}{NTM} * 100$$

NME: Número de minucias empatadas
NTM: Número de minucias totales

Conclusiones

A través de este artículo, fue posible observar que el algoritmo de Maio debido a que realiza una creación de imágenes de una sola huella, almacenadas en una base de datos, creadas con el programa Sfinge, tomando características específicas en cada una de las imágenes, finalmente realiza búsqueda de terminaciones y bifurcaciones y no formas de huellas dactilares; en cambio, el algoritmo de Empate únicamente compara la imagen captada con la que está almacenada previamente en la base de datos.

Bibliografía...

[1] Dario Maio es Catedrático en la Universidad de Bolonia. Él es Presidente de la Cesena Campus y director del Laboratorio de Sistemas biométricos, Italia. Ha publicado más de 150 trabajos en numerosos campos, incluidos los sistemas de computación distribuida, el rendimiento del equipo de evaluación, diseño de base de datos, sistemas de información, redes neuronales, agentes autónomos y sistemas biométricos.

[2] Imágenes creadas por Marcos J. Lorda Piñol en trabajo de Titulación: Ingeniería Técnica Industrial con Especialidad en Electrónica Industrial, en la Escola Técnica Superior Enginyeria Universitat. Rovira I Virgili. He has published over 150 papers in numerous fields, including distributed computer systems, computer performance evaluation, database design, information systems, neural networks, autonomous agents and biometric systems.

[3] Formato TIF (formato de archivo de imágenes con etiquetas) es un formato de archivos de gráficos de mapa de bits, permite almacenar imágenes muy grandes (más de 4 GB comprimidos).

[4] Descrita por Diego Barragán – Pablo Vallejo en su trabajo llamado Reconocimiento de Huellas Digitales con Matlab

Davine Maltoni, Dario Maio, anil K.Jain and Salil Prabhakar. "Handbook of Fingerprint Recognition", Springer, 2003.

Dario Maio and Davine Maltoni, "Direct Gray-Scale Minutae Detection in Fingerprints", IEE transaction on pattern analysis an machine intelligence, january 1997.

Marino Tapiador Mateos y Juan A. Sigüenza Pizarro, Tecnologías Biométricas Aplicadas a la Seguridad. Editorial Alfaomega Ra-Ma.