

Correlación Digital De Imágenes Comprimidas Por Transformada Wavelet

Y. J. Morales, C. O. Torres

Grupo LOI, Universidad Popular del Cesar, Valledupar – Colombia.

RESUMEN

Este trabajo presenta el desarrollo e implementación de un AFAS (Automatic Fingerprint Auentification System), el cual utiliza imágenes comprimidas de huellas mediante técnicas de la transformada wavelet; en el sistema implementado las imágenes son introducidas en un correlador digital que utiliza la transformada de Fourier para cambiar el espacio de representación, facilitando así; la operación correlación. El software de aplicación se desarrolló bajo la plataforma matemática Matlab, permitiendo la captura, digitalización, compresión y grabación de las imágenes de las huellas dactilares en una base de datos que permite la conformación de un filtro compuesto, el cual posee características fundamentales de cada una de las imágenes; este filtro compuesto sirve como huella patrón o de referencia para hacer las comparaciones con las imágenes que se desean autenticar. La investigación realizada probó que la utilización de imágenes comprimidas no afectó el desempeño del correlador, mejorando notablemente el tiempo de cálculo de la verificación.

Palabras clave: Procesado Digital de Imágenes, Sistema Biométrico con Huellas, Filtro compuesto, Transformada de Fourier, Correlación digital, transformada wavelet.

ABSTRACT

In this paper, we implement a practical digital security system that combines digital correlation, wavelet compression with preprocessing digital images; we applied these biometric system for fingerprint verification or authentication, that it has as pattern unique of recognition the fingerprint. The system has a biometric sensor, it is charge to capture the images and to digitize them. These images are preprocessing using wavelet-based image compression and are skeleting for to stand out elements of the image that are considered of greater importance, eliminating the undesired signals, that because of the method of acquisition, or the conditions under which it was captured they appear in the same one. This images are stored in the data base, which to the being passed through diferent algorithms makes a compound Filter, that serves as reference or pattern fingerprint for making the comparisons. These comparisons are showing in a graph where are observed amplitude diferent for each one from fingerprint, this make with help Fourier transformed and the correlation operations, that allows to quantify the degree of similarity between two images. Depending on the results thrown by the system at the time of comparing a new fingerprint with the compound filter the access will be allowed or not the user.

Keywords: Processed digital of Images, biométrico System of fingerprint, compound filter, Fourier Transformed, digital correlation, Wavelet Transformed.

1. INTRODUCCIÓN

El sistema implementado tiene como patrón único el reconocimiento de huellas dactilares, el cual satisface las características de Universalidad, Unicidad, Permanencia y Colectividad ; el software de Autenticación diseñado emplea imágenes de huellas comprimidas por la Transformada Wavelet; esta técnica se basa en el análisis multiresolución y es una técnica *de Compresión Con Pérdidas*, que compromete la fidelidad en la reconstrucción de la imagen a cambio de un incremento en la tasa de compresión. [1]

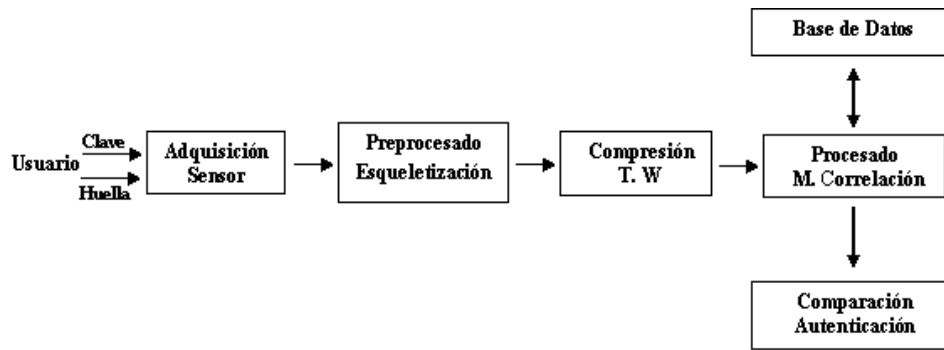


Fig. 1. Diagrama a bloques del diseño del sistema

2. DISEÑO DEL SISTEMA

En la Fig. 1 se muestra el diagrama de bloques del diseño del sistema de autenticación que cuenta con dos entradas una clave de acceso y la huella digital; en la etapa de preprocesamiento, las imágenes se esqueletizan, comprimen y almacenan en una base de datos, que al aplicar diferentes algoritmos forman un filtro compuesto en la representación frecuencial dando finalmente la autenticación de un usuario registrado en la base de datos.

2.1 Adquisición

El hardware utilizado para desarrollar el sistema (Fig.2a), emplea en la adquisición de las huellas dactilares el sensor biométrico APC BIOPOD (Fig. 2b). [2]



(a)



(b)

Figura 2, a) Hardware utilizado. b) APC Biopod

2.2 Preprocesado

En esta etapa, las imágenes son filtradas, usando un procedimiento algorítmico que permite mejorar la calidad de una escena digital, resaltando elementos de la imagen que se consideren de mayor importancia y eliminando las señales indeseadas, que por causa del método de adquisición, o de las condiciones bajo las cuales fue captada determinada escena aparecen en la misma.

De la teoría de los filtros de los sistemas lineales; los cuales se caracterizan por su respuesta impulsional $h(\xi, \eta)$ y su función de transferencia, se conoce que si se le aplica una señal de entrada $f(\xi, \eta)$, con espectro $F(u, v)$ se obtendrá una salida $g(\xi, \eta)$ con espectro $G(u, v)$ se conoce que la salida de un sistema LSI puede ser calculada directamente en el dominio de la entrada convolucionando la entrada con la respuesta impulsional del sistema (2); lo cual también se puede escribir en la representación frecuencial como:

$$G(u, v) = F(u, v) H(u, v) \quad (1)$$

$$H(u, v) = A_H(u, v) e^{-i\phi_H(u, v)} \quad (2)$$

Donde ambos valores $A_H(u, v)$ y $\phi_H(u, v)$ son valores reales y funciones bipolares, a la primera se le conoce como función de transferencia de amplitud del sistema y la segunda función de transferencia de fase del sistema. Por tanto ahora es posible escribir la señal de salida del sistema como:

$$g(u, v) = \mathcal{F}^{-1} \{ G(u, v) \} \quad (3)$$

\mathcal{F}^{-1} es la transformada de Fourier inversa, esta relación solo se necesita determinar los efectos de la función de transferencia de amplitud sobre el espectro de amplitud de entrada y los efectos de la función de transferencia de la fase sobre el espectro de fase de entrada. Si el sistema considerado es tal que $e^{-i\phi_H(u, v)} = 1$ se tiene un filtro de amplitud; porque únicamente la función de transferencia en amplitud actúa sobre la entrada; en el caso en el cual $A_H(u, v) = 1$ se tiene un filtro de solo fase. Sin embargo en la mayoría de sistema se tienen filtros combinados; es decir de amplitud y de fase.

En el sistema diseñado se realizó un estudio preliminar donde se verificó el proceso de filtrado desarrollando para ello diversos algoritmos que implementaban los filtros convencionales tales como el Sharpen, Sobel, Prewit, etc. y otros menos convencionales como el DOG (Diferencia de Gaussianas), Hermite Gauss, también se incorporaron operaciones de segmentación, todo este estudio condujo finalmente al desarrollo e implementación de una rutina digital de esqueletización. [3]

2.3 Compresión de Imágenes.

2.3.1 Transformada Wavelet

La Transformada Wavelet es una técnica de procesamiento de señales e imágenes que se basan en el análisis multiresolución, es decir, representan y estudian los datos en más de una resolución. Una wavelet es una forma de onda de duración limitada que tiene un valor medio cero. Cada familia está compuesta por un conjunto wavelets que son versiones trasladadas y escaladas de una wavelet madre. En el caso de dos dimensiones, se tiene: una función de escalado, separable, $\varphi(x, y) = \varphi(x)\varphi(y)$ y tras wavelets “sensitivas direccionalmente”, que miden las variaciones de intensidades en las distintas direcciones:

$$\begin{aligned} \psi^H &= \varphi(x)\psi(y) && \text{Dirección horizontal (columnas)} \\ \psi^V &= \psi(x)\varphi(y) && \text{Dirección vertical (filas)} \\ \psi^D &= \varphi(x)\psi(y) && \text{Dirección diagonal} \end{aligned}$$

Estas funciones se definen como:

$$\begin{aligned} \varphi_{j,m,n}(x, y) &= 2^{j/2} \varphi(2^j x - m, 2^j y - n) \\ \psi^i_{j,m,n}(x, y) &= 2^{j/2} \psi^i(2^j x - m, 2^j y - n), \end{aligned}$$

Donde $i = H, V, D$. [1]

2.4 Correlación

En el proceso de correlación se adquieren las imágenes cuadradas, se esqueletizan para mejorar la calidad y resolución de la huella (Fig. 3). Este proceso es hecho por una rutina digital de esqueletización en Matlab, la cual resalta los surcos y crestas.

La base de datos tiene asociadas carpetas, que contienen cada una 4 huellas y datos personales de la misma, donde están en condiciones para la autenticación del usuario. La comparación de las imágenes de huella dactilares, se realiza mediante la correlación de las imágenes que es base para formar el filtro compuesto.



Fig.3. (a) Huella adquirida del sensor, (b) Huella esqueletizada

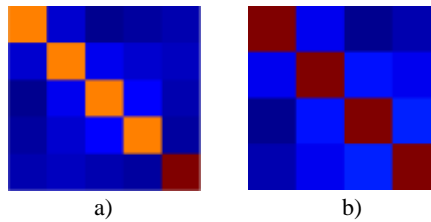


Fig.4. (a) Matriz de correlación, (b) matriz de correlación con huella no correspondiente al usuario

El filtro compuesto se obtiene al combinar linealmente las estructuras características de las huellas y posee toda la información que servirá como huella de referencia o patrón para hacer las discriminaciones (**Figura 5**). [2]



Fig. 5. Filtro compuesto

3. IMPLEMENTACIÓN

3.1 Interfaz de usuario



Fig. 6. (a) Entrada al sistema, (b) Autenticación de Usuario

Para la autenticación del usuario el sistema necesita dos entradas, una clave de acceso y la huella digital, esta se realiza mediante la operación de correlación de las imágenes de huellas que se encuentran almacenadas en la base de datos. [4]

4. CONCLUSIÓN

La Transformada Wavelet es un método efectivo para abordar el análisis de señales e imágenes. Cuando se selecciona en forma correcta la función Wavelet a utilizar y el nivel de descomposición, los cálculos se dan en forma rápida y los costos computacionales son demasiados bajos.

Se ha demostrado que haciendo uso de conocimientos matemáticos específicos (Transformada de Fourier, Transformada Wavelet), se realizó un software bajo la plataforma matemática de Matlab que permite la discriminación exacta de huellas dactilares autenticando las personas que se encuentran almacenadas en una base de datos en corto periodo de tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a cada uno de los integrantes del grupo de investigación del Laboratorio de Óptica e Informática de la Universidad Popular del Cesar por su colaboración.

REFERENCIAS

1. C.C. Gómez: “Compresión de Imágenes con Pérdidas. Método de la Transformada Wavelet”. Trabajo Final CPDSI, jun de 2005.
2. Y.J. Morales, C.O. Torres, “Sistema de Autenticación Biométrica con Huellas Digitales”. Xi Simposio De Tratamiento De Señales, Imágenes Y Visión Artificial. Stsiva 2006.
3. C.O. Torres, L. Mattos. Óptica Avanzada, Cáp. 2. UPC-LOI, 2007.
4. Y.J. Morales, C.O. Torres, I.P. Maldonado, M.E. Gaviria “Sistema Biométrico de Autenticación de Huellas Digitales en el Espacio Frecuencial”. Trabajo final programa Ingeniería electrónica. UPC-LOI, 2006