

OPTIMIZACIÓN CON ENJAMBRE DE PARTÍCULAS PARA IDENTIFICACIÓN FORENSE

Franyelit Suárez¹, Jenny Cabascango²

{frangelits, jenny.cabascango.uide}@gmail.com

¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas

²Universidad Internacional del Ecuador

Recibido (15/03/18), aceptado (05/07/18)

Resumen: En este trabajo se presenta el análisis e identificación de personas a través de huellas dactilares, usando la transformada de Fourier y el enjambre de partículas. Actualmente el procesamiento de huellas dactilares es ampliamente utilizado para diversidad de aplicaciones, ello permite que el tratamiento de la información sea personalizada y focalizada. La transformada de Fourier fue empleada para diferenciar huellas de personas, produciendo un espectro de frecuencia que luego es clusterizado. La optimización de búsqueda por enjambre de partículas consiste en un algoritmo iterativo basado en una población de individuos, en la que cada uno sobrevuela el espacio de decisión en busca de soluciones óptimas. La identificación forense es un proceso actualmente utilizado para el reconocimiento de personas involucradas en procesos legales, por tanto es indispensable la óptima clasificación de datos para el correcto reconocimiento de identidad. En este trabajo se plantean dos métodos; Análisis de Fourier y Enjambre de Partículas, para garantizar el menor porcentaje de error en el proceso de clasificación.

Palabras Clave: Clasificación, huellas dactilares, enjambre de partículas, análisis de Fourier, identificación forense.

OPTIMIZATION WITH SWARM OF PARTICLES FOR FORENSIC IDENTIFICATION

Abstract: In this work we present the analysis and identification of people through fingerprints, using the Fourier transform and the swarm of particles. Currently fingerprint processing is widely used for a variety of applications, this allows the treatment of information to be personalized and focused. The Fourier transform was used to differentiate people's footprints, producing a frequency spectrum that is then clustered. Search optimization by particle swarm consists of an iterative algorithm based on a population of individuals, in which each one flies over the decision space in search of optimal solutions. The forensic identification is a process currently used for the recognition of people involved in legal processes, therefore it is essential the optimal classification of data for the correct recognition of identity. In this work two methods are proposed; Fourier analysis and particle swarm, to guarantee the lowest percentage of error in the classification process

Keywords: classification, fingerprints, particle swarm, Fourier analysis, forensic identification.

I. INTRODUCCIÓN

La identificación forense es una técnica ampliamente utilizada en los últimos tiempos [1], ella resulta de gran importancia para el reconocimiento de personas involucradas en procesos judiciales, que bien pueden ser víctimas o victimarios. Este tipo de análisis permite su aplicación no solamente en procesos legales sino además en reconocimiento de hijos, identificación de neonatos, biométricos empresariales, etc. Todo esto con el fin de resguardar la identidad de las personas. Así la huella dactilar, o huella genética, es utilizada en genética forense para identificación de individuos en todas las categorías que se requiera.

El tratamiento de huellas dactilares tiene su origen en el siglo XIX cuando Sir Francis Galton realizó el estudio de la eugenesia entre lo que incluyó las características de

las huellas dactilares [2]. Desde entonces los elementos de las huellas dactilares; Arco, Tendiendo Arco, Curvado Izquierdo, Curvado Derecho y Espiral [3] son determinantes para la clasificación de individuos en sistemas informáticos de distinta naturaleza.

En esta investigación se desarrolla un sistema para la identificación forense de personas a partir de las huellas dactilares de los mismos. El sistema es desarrollado usando el toolbox de Matlab© para Optimización con Enjambre de Partículas [4], ya que ofrece una didáctica simple para la implementación.

El sistema desarrollado pretende facilitar la identificación de personas en procesos judiciales, de manera que agilice el procedimiento y se logren las caracterizaciones de manera óptima. Este sistema, aun cuando ha sido implementado en diversidad de estudios,

ofrece un patrón de comparación con el desarrollo de identificación de patrones con el análisis de frecuencia de Fourier.

II. DESARROLLO

A.- Fundamentación teórica

Las huellas dactilares son las medidas biométricas más ampliamente utilizadas para la identificación de personas. Es una abstracción de la epidermis de los dedos caracterizada por un conjunto de líneas que forman un patrón único de crestas y valles en la superficie del dedo. La fig. 1 muestra una representación dactilar; una cresta se define como un segmento de curva, y un valle como la región entre dos crestas adyacentes [5-6].



Figura 1. Crestas y valles dactiloscópic

Se distinguen tres zonas importantes en el análisis de una huella dactilar, la fig.2 muestra la zona marginal, el núcleo y la zona basal:



Figura 2. Zonas de la huella dactilar

La huella dactilar es uno de los elementos más utilizados para la autenticación de personas, siendo

posibles hoy en día otras formas de reconocimiento como la queiloscopía, palatoscopía y quiroscofia.

Vucetich [6] concluyó que a través de la conjunción de los tres sistemas de líneas que se presentan en la Fig. 2 se reconoce un espectro delta, de forma más o menos triangular. Los patrones dados por [7] son:

Arco: Todo dactilograma carente de delta.

Presilla Interna: Todo dactilograma que presente uno o más deltas a la derecha del observado.

Presilla Externa: Todo dactilograma que presente uno o más deltas a la izquierda del observador.

Verticilo: Todo dactilograma que presente dos o más deltas opuestos.

Existen otras investigaciones con relación a la clasificación, algunas buscan mayor exactitud en la discriminación, siendo posible algunos criterios: conteo de líneas, subdivisión natural, etc [8].

Transformada de Fourier

Arteaga [9] sostiene que para poder referirse a la Transformada de Fourier se hace necesario conocer las Series de Fourier, incluyendo la Integral de Fourier y la integral compleja de Fourier para finalmente estudiar la Transformada de Fourier.

La Transformada de Fourier obtiene el espectro frecuencial de una señal periódica, como se observa en la fig. 3.

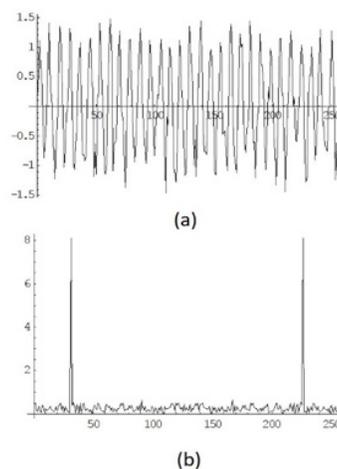


Figura 3. (a) Señal periódica. (b) Espectro de frecuencia de la señal periódica de (a)

De esta manera la Transformada de Fourier se define como (1).

$$F(f) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-2\pi ift} dt \quad (1)$$

Donde (3) es definida para el caso continuo

$$X_k = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} x_j e^{-2\pi i \left(\frac{jk}{N}\right)} \quad (2)$$

La Transformada de Fourier es una herramienta en procesamiento de imágenes la cual es utilizada para descomponer una imagen en sus elementos seno y coseno. La salida de la transformación representa la imagen en el dominio de Fourier o dominio de la frecuencia, mientras que la imagen de entrada está en el dominio espacial. Cada punto de la imagen en el dominio de Fourier representa una frecuencia particular contenida en la imagen en el dominio del espacio. La transformada de Fourier se utiliza en un amplio rango de aplicaciones, tales como análisis de imágenes, filtrado de imágenes, reconstrucción y compresión de imágenes [10-11].

Métodos de computación inteligente

La metaheurística de Optimización de Enjambre de Partículas o PSO por sus siglas en inglés (Particle Swarm Optimization), fue desarrollada por Kennedy y Eberhart [12], y está inspirada en el comportamiento social observado en grupos de individuos tales como parvadas de pájaros, enjambres de insectos y bancos de peces. Tal comportamiento social se basa en la transmisión del suceso de cada individuo a los demás del grupo, lo cual resulta en un proceso sinérgico que permite a los individuos satisfacer de la mejor manera posible sus necesidades más inmediatas, tales como la localización de alimentos o de un refugio o en general, en busca de soluciones óptimas. La metaheurística PSO ha mostrado ser muy eficiente para resolver problemas de optimización de un sólo objetivo con rápidas tasas de convergencia, haciendo atractiva la idea de su aplicación en la resolución de problemas de optimización de múltiples objetivos.

Dado un espacio de decisión N-dimensional, cada partícula i del enjambre conoce su posición actual $x_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}]$, la velocidad $V = [v_1, v_2, \dots, v_n]$ con la cual ha llegado a dicha posición y la mejor posición $P_i = [p_1, p_2, \dots, p_n]$, en la que se ha encontrado, denominada mejor personal. Además, todas las partículas conocen la mejor posición encontrada dentro del enjambre $G_i = [G_1, G_2, \dots, G_n]$, denominada mejor global. Existe otra variante en la que se definen sobre el enjambre subgrupos de partículas, posiblemente solapados, a los que se denominan vecindades, en tal caso las partículas también conocen la mejor posición encontrada dentro de su vecindad $L_i = [L_1, L_2, \dots, L_n]$, a la que se denomina mejor local [12].

B.- Diseño

Para el desarrollo del proceso de identificación forense, se ha empleado una optimización por enjambre de partículas, en la que el proceso cognitivo contribuye a que la partícula tenga una especie de memoria y pueda saber si anteriormente había adoptado una posición más óptima. El componente social es el responsable de que la partícula sea motivada por otras en una mejor posición, provocando ser atraída a una nueva posición más adecuada. La topología gbest consiste en la comunicación efectiva de todas las partículas entre sí, logrando la comunicación del mejor punto óptimo. Sin embargo este método presenta la desventaja de que posiblemente logra una convergencia prematura en un óptimo local de manera precipitada, ya que es muy rápido en la búsqueda de la solución, lo que no resulta apropiado para el sistema [13]. Si se quiere lograr una convergencia óptima es preferible utilizar la topología ibest que tiene un procesado más lento pero mejor acertado. La figura 4 muestra un esquema sencillo del sistema realizado, donde se observa que la imagen atraviesa ambos procesos: Fourier y Enjambre de partículas.

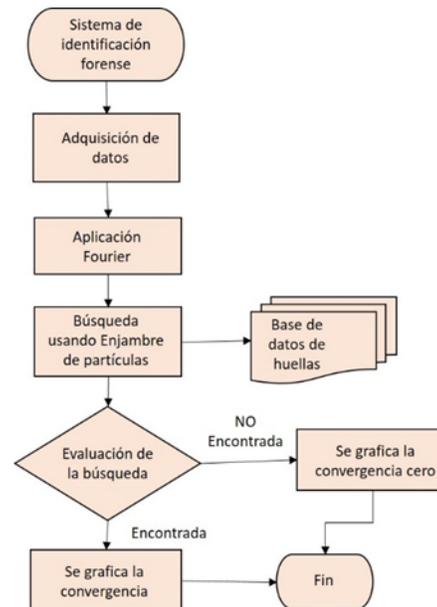


Figura 4. Diagrama del sistema de identificación forense

El proceso híbrido de Transformada de Fourier con la computación inteligente de enjambre de partículas, fue realizado usando el toolbox de MatLab®, en principio se consideró una imagen a la que se le obtuvo la señal en frecuencia para luego ser parametrizada en una matriz,

```
Ases = imread('nomb_imag','jpeg'); %Lee la imagen y
la asocia a una matriz
G = fft2(Ases); %Calcula la transformada de Fourier en
2D de la imagen
```

Así mismo se obtiene la frecuencia única de cada imagen de huella dactilar, la misma que se compara con las demás frecuencias pertenecientes a las imágenes de huellas dactilares almacenadas en la base de datos. Esta comparación la realiza el código de optimización de búsqueda de enjambre por partículas, dirigiendo todos sus individuos o partículas a la búsqueda de ese valor de frecuencia de la imagen entrante en la base de datos.

```
f=@(G);
Min= [-1.5 -1.5];
Max= [ -2 -2];
n=size(Max,2);
Np=20;
MaxIter=30;
Cmin=[0.5 0.5];
Cmax=[2.5 2.5];
Wmin=0.4;
Wmax=0.9;
alpha=1;
```

De esta manera se ha inicializado el ambiente de enjambre, ahora es posible empezar la búsqueda a través de las partículas, estas son las encargadas de buscar entre todas las frecuencias de las imágenes de huellas dactilares de la base de datos la frecuencia perteneciente a la imagen de huella ingresada por el usuario. Finalmente se mostrará en pantalla el recorrido por el espacio de las partículas hasta hallar la solución o en este caso la frecuencia de la imagen de huella dactilar ingresada.

El sistema almacena las imágenes como vectores bidimensionales (matrices), en el que cada elemento de la matriz corresponde a un sólo pixel. Al digitalizarla, la imagen continúa en 2D y es dividida en m filas y n columnas, la intersección de una fila y una columna es llamada pixel. El valor asignado a las coordenadas [m,n] con $m = \{1,2,\dots,M\}$ y $n = \{1,2,\dots,N\}$ es $f(m,n)$ [13].

Para el trabajo con el enjambre de partículas se toman en cuenta algunas características del movimiento de partículas, de tal manera que sea posible reducir el estrechamiento entre la vecindad de partículas para la obtención del punto óptimo.

```
function [C1,C2,W,K]=calcular(Wmin,Wmax,Cmin,Cmax,MaxIter,alpha,iter)
W=[(Wmin-Wmax)/(MaxIter-1)*(iter-1)]+Wmax;
C1=[((Cmin(1,1)-Cmax(1,1))/MaxIter)*iter]+Cmax(1,1);
C2=[((Cmax(1,2)-Cmin(1,2))/MaxIter)*iter]+Cmin(1,2);
phi=C1+C2;
K=(2*alpha)/abs(2-phi-sqrt((phi^2)-4*phi));
```

III. RESULTADOS

La transformada de Fourier permitió normalizar la imagen, modulando las ondas de la señal de la señal de entrada en frecuencias más elevadas o más bajas, adecuadas para el procesamiento con enjambre de partículas.

Se utilizó como muestra un caso forense donde era necesario identificar la huella dactilar de una persona cuyo parentesco sea similar al patrón de huella obtenido en la escena del crimen.

Se trabajó con la media de cada imagen analizada con Fourier, la figura 5 muestra los valores de cada media sospechosa que no es sino el grupo que probablemente coincida con el patrón de búsqueda, adicional a la media buscada. Se observa en la figura que la huella buscada coincide con alguna de los patrones evaluados, en los puntos 3 y 13, con un error de 0.02 y 0.01.

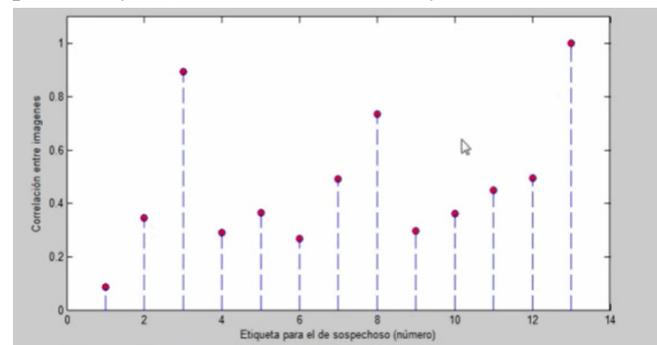


Figura 5. Análisis de Fourier

El enjambre de partículas permitió evaluar la media de 0,8 propia del patrón de evaluación, como inicialización del enjambre, para dar inicio a la búsqueda, la figura 6 muestra el resultado de este proceso, se observa la convergencia de puntos correspondientes a la huella buscada, lo cual arroja un resultado óptimo al usuario.

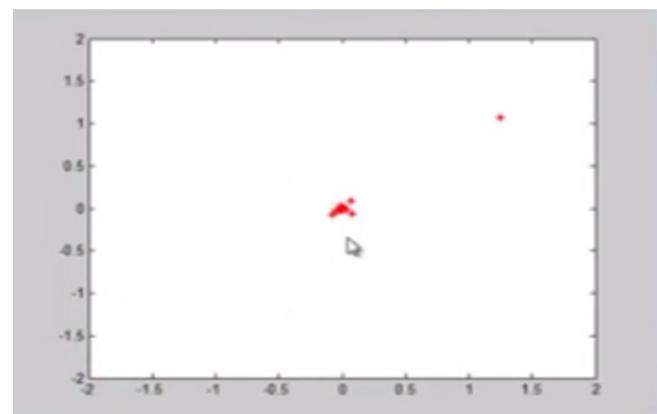


Figura 6. Búsqueda con enjambre de partículas

IV. CONCLUSIONES

A partir de los objetivos planteados fue posible caracterizar las huellas de los individuos involucrados en una escena

forense. Tomando en cuenta la base de datos suministrada y el reconocimiento de información recogida a partir de las huellas dactilares.

El análisis de frecuencia de Fourier es una herramienta útil en el procesado de señales, que permite una mejor apreciación de los espectros de la imagen a procesar, haciéndola accesible al sistema de computación inteligente.

V. REFERENCIAS

- [1] López-Palafox, J. La necroidentificación y el entorno del cadáver. (1994). Tesis. Universidad Complutense de Madrid.
- [2] Álvarez, R. (1985) Sir Francis Galtón, padre de la eugenesia. Madrid, Centro de estudios históricos.
- [3] Donday, F. (2014) Mejora de algoritmos de reconocimiento de huellas dactilares en entornos forenses. Proyecto de fin de carrera. Universidad Autónoma de Madrid.
- [4] Joaquín, L. y Barán, B., (2006) Optimización de Enjambre de Partículas, Rev. Iberoamericana, vol. 10, nº 32, p. 76.
- [5] Aguilar, G., Sánchez, G., Toscano, K., Nakano, M., Pérez, H. (2005) Reconocimiento de huellas dactilares usando características locales, Rev. Facultad de Ingeniería, N°46. pp 101-109
- [6] Sarzuri, V. (2012) Algoritmo de clasificación de huellas dactilares basado en redes neuronales función base radial. Rev. PGI.
- [7] García, M. (2014). Un saber "sudamericano". La dactiloscopia en el Congreso Científico Latinoamericano, 1901-1909. Historia Crítica, (60), 81-101
- [8] Velázquez, C. y Mejía, M. (2016) Análisis del algoritmo de PSO en aplicación 3D. Centro nacional de investigación y desarrollo tecnológico, Cuernavaca, México.
- [9] Arteaga, R. Rojas, L. (2010). Reflexiones sobre la aplicación de la transformada de Fourier al Procesamiento digital de imágenes. Tesis. Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Bogotá.
- [10] Domínguez, A., (1996) Procesamiento Digital de Imágenes. Rev. Perfiles Educativos. N°72.
- [11] Castillo, A., Ortegón, J., Vázquez, J., Rivera, J., (2014) Virtual Laboratory for Digital Image Processing. IEEE, Volume: 12, Issue: 6
- [12] Eberhart, R., Kennedy, J. (1995). A new optimizer using particle swarm theory. Rev. IEEE Xplore
- [13] Parraguez, L., Rengel, J. (2015). Sobre pso (particle swarm optimization): una implementación paralela y distribuida. Rev. Ingeniería al Día. Vol. 1(2).