



Rev Mex Med Forense, 2022, 7(2):162-172
DOI: <https://doi.org/10.25009/revmedforense.v7i2.2967>
ISSN: 2448-8011

Realce de tatuajes como método de identificación forense

Artículo Original

Tattoo enhancement as a forensic identification method

Mireles Loera, Omar¹

Recibido: 13 enero 2022; aceptado: 8 febrero 2022; Publicado: 15 Julio 2022

1. Departamento de Justicia Alternativa, Ciencias Forenses y Disciplinas Afines al Derecho. Centro Universitario de Tonalá. Universidad de Guadalajara.
Corresponding author: Omar Mireles Loera. mireles.ceo@gmail.com

Revista Mexicana de Medicina Forense y Ciencias de la Salud.
Editorial Universidad Veracruzana
Periodo Julio-Diciembre 2022

RESUMEN

La identificación de personas tiene como objetivo determinar las características individuales de una persona que lo vuelven único y se puede realizar de muchas maneras diferentes (antropometría, genética, tatuajes, entre otras). La identificación de personas es una herramienta vital en diversos asuntos de índole jurídica, ya que al final la acción jurídica se dirige a un individuo en particular. Este trabajo muestra un algoritmo de realce de tatuajes con el fin de tener una herramienta auxiliar cuando el indiciado se debe de cotejar con delinquentes capturados en video, pero que por llevar el rostro cubierto es imposible utilizar otro tipo de técnicas.

Palabras clave: entropía, filtro gaussiano, difusión anisótropa.

SUMMARY

The identification of people aims to determine the individual characteristics of a person that make him unique and can be done in many different ways (anthropometry, genetics, tattoos, among others). The identification of persons is a vital tool in various matters of a legal nature, since in the end the legal action is directed to a particular individual. This work shows a tattoo enhancement algorithm in order to have an auxiliary tool when the accused must be compared with criminals captured on video, but because their face is covered it is impossible to use other types of techniques.

Keywords: entropy, gaussian filter, anisotropic diffusion

INTRODUCCIÓN

La identificación de personas esta definida como el método o sistema empleado con objeto de fijar de la manera más segura posible la identidad de una persona en la vida jurídica, evitando que pueda confundirse con otra cualquiera (Lubian, 1975), además de que es una fuente primaria de información forense que se utiliza en diversas materias jurídicas (Barreto, 1998).

En materia penal es de vital importancia la identificación de personas, ya que el acto jurídico normalmente va dirigido a un individuo particular. La identificación siempre ha sido complicada ya que anterior a las cámaras de videovigilancia se realizaba a través de retrato hablado donde la descripción física del delincuente se realizaba por medio de interpretación de la víctima, la cual ya sea por efectos psicológicos del mismo delito como por interpretaciones subjetivas, proporcionaba información sesgada que provocaban que el retrato hablado fuera incorrecto (Correa, 1990).

Este problema a encontrado un pequeño alivio en las imágenes digitales obtenidas de cámaras de vigilancia, las cuales a través de diversas técnicas permite determinar el peso, tamaño, y media filiación del delincuente con mucha precisión, así como los rasgos faciales (a través de programas de inteligencia artificial) y más importante aún, permite que varios expertos con diferentes posturas jurídicas realicen el estudio comparativo que permita afinar las características generales del delincuente (Vázquez, 2014).

Sin embargo, lo anterior encuentra algunas complicaciones cuando las cámaras de vigilancia están mal enfocadas, son de baja calidad o el delincuente lleva el rostro cubierto. A pesar de lo anterior, los avances tecnológicos nos permite aplicar diversas técnicas para determinar información base confiable y verificable del delincuente grabado en video y donde el reto para los investigadores de frontera es desarrollar nuevos métodos que permitan la identificación a partir de elementos secundarios.

Uno de estos elementos secundarios de gran valor a la hora de realizar identificación de personas son los tatuajes, los cuales se definen como dibujos cutáneos realizados por la introducción en la piel de materias colorantes mediante puntos o escarificaciones (Rodríguez, 2016). La importancia de estos tatuajes son su larga temporalidad y que no pueden ser iguales. Además, por ser elementos individualizados con un significado personal para el individuo que los porta es común que estén impresos en zonas visibles del cuerpo, lo que a su vez también quedarán grabados en los videos (Pazmiño, 2010).

Lo anterior cobra importancia ya que gracias a los avances que ha tenido el análisis de imágenes digitales en la última década existen muchas técnicas diversas para realizar un análisis profundo de dichos elementos pictográficos, aún cuando la imagen obtenida del video de vigilancia sea de mala calidad, lo que proporciona a los investigadores en identificación herramientas vitales para dicho fin (Alegre, et al, 2016).

ANTECEDENTES

El problema de la identificación en si surge probablemente con el origen del hombre. La necesidad de distinguir a los congéneres de maneras distintas, pero que los ubicáramos dentro de un conglomerado, de un grupo social o familiar, seguramente dio paso a la denominación de un individuo con un nombre determinado que encerrase algún significado. Muchos grupos sociales conservan esta tradición y los nombres son asignados dependiendo del grupo al que la persona pertenece, la familia, el lugar de origen, o la actividad que realiza, - entre otras -. Tal vez, lo más importante para distinguir a una persona dentro de una sociedad es la identificación personal que lo hará única y diferente de los demás (Barreto, 1998).

En épocas posteriores, se evidencia la necesidad de identificar no solo a las personas, sino específicamente a un grupo de ellos, a los delincuentes, para diferenciarlos del resto de la población y encontrar alguna manera de señalarlos (Bruckner y Reyes, 2005), para lo que se comenzaron a desarrollar e implementar una gran colección de métodos y técnicas diversas que van desde el desarrollo de retratos hablados, hasta la impresión de biométricos como huellas digitales y palmares sobre papel, hasta el uso de fotografías y rasgos individualizantes biológicos como el ADN (Tadeo, 2013).

En la actualidad el avance de la tecnología esta provocando una revolución en materia de identificación humana ya que la interconectividad de la información, así como las mejoras implementadas en los lentes, cámaras y sistemas de almacenamiento, así como su cada vez más generalizado uso y mejoras en sus algoritmos de software que incluso implementan algoritmos evolutivos e inteligencia artificial han logrado que cada vez sea más preciso la identificación humana por medio de patrones faciales (Hernández, 2010). Sin embargo, esta tecnología tiene problemas cuando la persona a identificar lleva el rostro cubierto.

En estos casos se deben de implementar nuevas técnicas basándonos en otras características de individualidad corporal, como lo son los tatuajes, ya que desde la perspectiva del análisis forense, son de suma importancia estos elementos individualizantes, ya que éstos pueden llevar a la identificación de desconocidos. Los tatuajes son considerablemente útiles en la identificación de los individuos, pues los pigmentos cutáneos son notables e intactos incluso después de un avanzado estado de descomposición cadavérica y de la pérdida de capas superficiales de la piel (Hermosillo, et al, 2011).

En este trabajo se plantea un método de realce de tatuajes con la intención de tener una herramienta auxiliar de identificación en casos donde existan grabaciones de personas con el rostro cubierto. Es importante señalar que el método se deriva de diversos casos judicializados.

MÉTODOS

Los métodos utilizados para realzar los tatuajes presentes en una persona captada en video se enmarcan dentro del procesamiento de imágenes digitales y se basa en tres pasos: (a) umbralización de la imagen, (b) realce de bordes y (c) realce de elementos singulares.

La umbralización de imágenes es uno de los métodos que abarca la segmentación de imágenes digitales (Cattaneo, et al, 2011). Las técnicas de umbralización buscan obtener un valor de umbral que permita binarizar a la imagen separando adecuadamente el fondo (background) y el objeto a separar (foreground), para lo que se utiliza el Método de Yen, el cual se realiza a través de un análisis basado en entropía de correlación y donde el umbral óptimo será el máximo de la entropía correlacionada (Azher and Widjanarko, 2002).

Las entropías foreground y background se definen respectivamente como:

$$C_f(t) = - \ln \left(\sum_{g=0}^t \left(\frac{P(g)}{P_t} \right)^2 \right)$$

$$C_b(t) = - \ln \left(\sum_{g=t+1}^{255} \left(\frac{P(g)}{P_t} \right)^2 \right)$$

y donde P_g es la función de probabilidad para determinado nivel de color y P_t es la probabilidad del objeto y del fondo de acuerdo al umbral T .

La cantidad total de correlación se puede expresar como la combinación lineal de ambas expresiones:

$$TC = C_f(t) + C_b(t)$$

$$TC(t) = - \ln \left(\sum_{g=0}^t \left(\frac{P(g)}{P_t} \right)^2 \right) - \ln \left(\sum_{g=t+1}^{255} \left(\frac{P(g)}{P_t} \right)^2 \right)$$

Para obtener la máxima correlación y por ende mayor contraste en la contribución por el foreground y background, la cantidad total de correlación debe ser maximizada:

$$T' = \text{máx} TC_t$$

Ya umbralizada la imagen se realzan los bordes de la misma con la intención de definir los tatuajes presentes. Para esto se utiliza un filtro gaussiano donde el valor máximo aparece en el pixel central y disminuye hacia los extremos tanto más rápido cuando menos sea el parámetro de desviación estándar s . El resultado será un conjunto de valores entre 0 y 1.

Para transformar esta matriz gaussiana a una de números enteros se divide toda la matriz por el menor de los valores obtenidos a partir de las expresiones:

$$g(x, y) = e^{-\frac{x^2 + y^2}{2 * s^2}}$$

$$G(x, y) = \frac{g(x, y)}{\min_{x, y}(g(x, y))}$$

Finalmente para el realce de los elementos singulares (tatuajes) se utiliza el filtrado de difusión anisótropa, el cual es una herramienta muy usada dentro del campo de realce de imagen médica.

La idea básica de este filtrado es que las operaciones de suavizado y realce de bordes se puede modelar como un proceso de difusión en el que existe un flujo entre celdas adyacentes. A medida que el proceso evoluciona en el tiempo, las zonas similares se vuelven más homogéneas, y los bordes se realzan, con lo se dispone de un filtro que suaviza las zonas homogéneas (la zona del tatuaje) eliminando el ruido y a la vez realza los bordes de los objetos (Fernández, 2003).

Un proceso de difusión de este tipo se describe por una ecuación diferencial de la forma:

$$\frac{\partial I(\vec{x}, t)}{\partial t} = \Xi(c(\vec{x}, t) \nabla I(\vec{x}, t))$$

donde $I(x, t)$ es la función de intensidad de la imagen, I_x, t es la evolución de la imagen en el tiempo, suponiendo tiempo continuo, y Ξ es el operador divergencia, definido como:

$$\Xi f(\vec{x}) = \sum \frac{\partial f}{\partial x_i}$$

y el operador ∇ denota el gradiente:

$$\nabla f(\vec{x}) = \left(\frac{\partial f}{\partial x_0}, \dots, \frac{\partial f}{\partial x_{n-1}} \right)$$

La función $c(x, t)$ se conoce como el coeficiente de difusión. Junto con el gradiente describe el flujo entre celdas cercanas:

$$\Phi = c(\vec{x}, t) \nabla I(\vec{x}, t)$$

Los procesos en los que $c(x, y, t) = c$, es decir, el coeficiente de difusión es constante, se conocen como procesos isotrópicos, en caso contrario son anisótropos. Este coeficiente de difusión se define como una función del módulo del gradiente:

$$c(\vec{x}, t) = f(\|\nabla I(\vec{x}, t)\|)$$

La función f debe ser una función monótona decreciente, para que el flujo se incremente homogéneamente en las regiones de gradiente pequeño. Las funciones más usadas son:

$$c_1(\vec{x}, t) = \exp\left(-\left(\|\nabla I(\vec{x}, t)\|/K\right)^2\right)$$

y

$$c_2(\vec{x}, t) = \frac{1}{\left(1 + \frac{\|\nabla I(\vec{x}, t)\|}{K}\right)^2}$$

para $K, \alpha > 0$.

ANÁLISIS

Las imágenes obtenidas de grabaciones de videos pueden variar enormemente en su resolución y pixelaje, siendo en ocasiones imágenes nítidas con una gran captura de detalles y en otras la resolución puede ser muy baja, dificultando cualquier análisis que se pretende realizar al contenido de la imagen. Lo anterior cobra relevancia cuando el objetivo del análisis es la identificación de un probable delincuente, y más todavía si este trae el rostro cubierto.

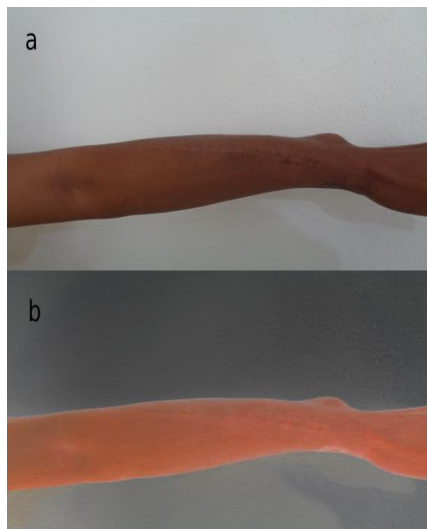
En esos casos, que suelen ser muy comunes en la práctica, el único camino que queda es el de realizar la identificación del delincuente a través de características singulares, esto es alguna lesión evidente, un tatuaje, alguna deformación, entre otras.

De las características singulares que pueda tener el delincuente la más común es el tatuaje. En este caso lo podemos entender como una figura en la piel que va a ser más oscura que el resto de la piel ya que la intención es que resalte de la misma, y esta es una de las características que vamos a explotar.

Al ser un elemento que por su naturaleza se diferencia del color de la piel, el primer paso de los métodos aplicados es acentuar lo más posible esa diferencia de contraste en el color, lo que se logra aumentando el gradiente de color entre el tatuaje y la piel, pero también se debe de tomar en cuenta que el método aplicado no realce elementos presentes en la ropa y los confunda con falsos tatuajes (falsos positivos). Para lograr lo anterior se utiliza el método de Yen, el cuál busca binarizar a la imagen a través de umbrales basados en entropía de correlación.

Lo anterior permite realizar una binarización degradada que nunca llega a niveles tan extremos como la que se lograría a través de una función gaussiana o una tipo Sobel, donde perderíamos en gran medida la forma general del tatuaje al fusionarlo con otros bordes de diversos objetos presentes en la imagen.

Otra característica importante de esta umbralización es que la correlación de la entropía logra mandar el color oscuro del tatuaje hacia umbrales altos (foreground) y el resto de la piel y objetos en la imagen hacia el otro extremo, con lo que se acentúan estos elementos singulares. Es importante señalar que este método aplicado a lesiones y cicatrices no produce un efecto considerable, lo que lo limita a su uso para el realce de tatuajes.



Img 1. La imagen (a) muestra un cicatriz en un extremidad, la imagen (b) es la misma imagen sometida a un proceso de umbralización donde se verifica que dicho proceso no realza la cicatriz.

Ya teniendo la imagen umbralizada el siguiente paso es delinear los bordes del tatuaje, Lo anterior tiene su justificación en el hecho de que al umbralizar la imagen los elementos más difuminados del tatuaje tienden a irse a un umbral inferior fusionandose con la piel.

Para realzar los bordes del tatuaje con la menos afectación a los demás elementos background de la imagen se realiza un barrido con una función que actúa sobre el gradiente de intensidad de la imagen, lo que provoca que los pixeles entre la frontera del tatuaje y la piel se binaricen.

Finalmente teniendo separado y definido el foreground y el background lo que sigue es crear un contraste entre ambos elementos. Para lograr eso se manipula el coeficiente de difusión de la imagen, el cual si el resto de los métodos (umbralización y realce de bordes) se realizaron de manera correcta, hace que el background tienda a valores oscuros y el foreground a valores claros, lo que separa y realza el tatuaje haciendo evidente su existencia y facilitando su identificación.



Img 2. Método de realce de tatuajes aplicado a diversos elementos pictográficos.

Este método ya ha permeado el mundo judicial en algunos casos judicializados, y donde en particular fue aplicado en un asunto penal donde se contaba con la grabación de un asalto a mano armada, y días después gracias a una denuncia anónima se logró la aprensión de un sospechoso que concordaba con algunas características generales del delincuente grabado en cámara, con la única diferencia de que tenía una gran parte de sus brazos y antebrazos tatuados. La parte defensora alegaba que el imputado no era el delincuente grabado en cámara, sin embargo, la teoría del caso de la fiscalía lo señalaba como el actor material de los robos.

El método se utilizó con la intención de acreditar si el asaltante grabado en video contaba con tatuajes en sus brazos y en caso de tenerlos si coincidían con los del imputado. Al aplicar el método a una gran colección de imágenes obtenidas de las cámaras de vigilancia de los establecimientos que fueron asaltados se comprueba que la persona grabada en video no tiene tatuajes visibles, descartando que sus brazos contaran con alguna marca pictográfica o elemento de un color diferente al de su piel, con lo que quedó demostrado que el imputado no era la persona que realizó los asaltos.



Imagen 3. Imágenes obtenidas de cámaras de videovigilancia donde se observa a un asaltante con el rostro cubierto y donde se demuestra a partir de la aplicación del método de realce de tatuajes que el sujeto en primer cuadro no tiene tatuajes en sus brazos ni antebrazos.

DISCUSIÓN

El realce de tatuajes a partir de imágenes obtenidas de videos donde se evidencia un acto criminal es una alternativa que puede ser utilizada en materia de identificación, sumando a la colección de técnicas existentes para este fin. Este método permite la trazabilidad y control en el nivel de manipulación de las imágenes analizadas, lo que le da robustez como herramienta de uso forense que puede ser aplicada a asuntos de investigación criminal y casos judicializados.

Una de las ventajas de utilizar un método de realce de elementos singulares a partir de ella manipulación de la entropía de correlación es que puede ser utilizado en imágenes con una buena nitidez, así como en imágenes borrosas, mal enfocadas y de bajo pixelaje, convirtiéndose en una de las pocas alternativas existentes para análisis de imágenes de baja resolución.

El poder contar con una técnica de realce de tatuajes permitirá a las corporaciones policiales realizar una mejor identificación a partir del cotejo del tatuaje obtenido de las cámaras de videograbación con las bases de datos de tatuajes e impresiones pictográficas plasmadas en la piel con las que cuentan algunas unidades seguimiento a reincidentes e incluso de búsquedas de desaparecidos.

REFERENCIAS

1. Alegre, E., Pajares, G. y De la Escalera, A. (2016) Conceptos y métodos en visión por computador. Grupo de Visión del Comité Español de Automática. ISBN: 978-84-608-8933-5.
2. Asher, H. and Widjanarko, T. (2002) Comparison of two binary image thresholding methods. EECE 6235 Random Signal Analysis Department. University of Memphis. EE.UU.
3. Barreto, R.M. (1998) La identidad y la identificación en el contexto de la antropología forense. *MAGUARE* 13: 253 – 269.
4. Bruckner, B.J. y Reyes, A.S. (2005) Métodos científicos de identificación de cadáveres. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Jurídicas. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
5. Cattaneo, C.A., Larcher, L.I., Ruggeri, A.I., Herrera, A.C. y BIASONI, E.M. (2011) Método de umbralización de imágenes digitales basados en entropía de Shannon y otros. *Mecánica Computacional*. Vol. XXX. pp. 2785 – 2805. Argentina.
6. Correa, R.A. (1990) Identificación Forense. Ed. Trillas. ISBN 968-24-3253-7. pp. 110.
7. Fernández, A.S. (2003) Fundamentos de realce de imagen. Laboratorio de Procesado de Imagen. Universidad de Valladolid. España.
8. Hermosillo, A.G., Tovar, G.V., Gómez-Valdés, J., Herrera, S.P. y Sánchez-Mejorada, G. (2011) Clasificación de tatuajes como método de identificación forense. *Estudios de Antropología Biológica*. XV: 219 – 227. ISSN 1405 – 5066.
9. Hernández, R.G. (2010) Estudio de técnicas de reconocimiento facial. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona. Departament de Procesado de Señal y Comunicaciones. Universitat Politècnica de Catalunya.
10. Lubian y Arias, R. (1975) Dactiloscopia. Madrid. Instituto de. REUS, S.A.
11. Pazmiño, M.R. (2010) Técnicas de criminalística aplicadas a la identificación del cadáver reciente. Tesis de Grado. Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Políticas y Sociales. Universidad de Cuenca. Ecuador.
12. Rodríguez, L.A. (2016) Tatuajes, territorios corporales del México finisecular. *Trace. Traux et Recherches dans les Amériques du Centre*. No. 70. pp 107 – 127.
13. Tadeo, R.M. (2013) La genética forense en México y su aplicación legal y el banco de datos genéticos. Tesis de grado. Facultad de Estudios Superiores. Universidad Nacional Autónoma de México.

*Mireles, Loera, O (2022). Realce de tatuajes como método de identificación forense México, 7(2):162-172
DOI: <https://doi.org/10.25009/revmedforense.v7i2.2967>*

14. Vázquez, L.M. (2014) Sistema de Reconocimiento Facial Mediante Técnicas de Visión Tridimensional. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. León, Guanajuato, México.



**Revista Mexicana de Medicina Forense
y Ciencias de la Salud**