

Identificación de personas por medio de redes neuronales en imágenes de venas del dedo.¹

Personal identification with neural net for finger vein image.

Yazmin Vasquez Barrera², Carlos Arturo Beltrán Gómez³ Jhonatan Camacho Navarro⁴

Marco Fidel Flórez Franco⁵ Marisol Gómez Camacho⁶

¹Universitaria de Investigación y Desarrollo UDI, Bucaramanga, Colombia.

Artículo recibido en mes Octubre de 2016; artículo aceptado en mes XX de año

¹ Artículo de investigación, tipo de enfoque cuantitativo, resultado de un proyecto de la investigación en curso, perteneciente al área de Ingeniería y Criminalística, sub área de Humanidades, desarrollado por los grupos de investigación GPS y VIDOCQ y fue financiado por la Universitaria de Investigación y Desarrollo UDI de la ciudad de Bucaramanga (Colombia). Dirección Calle 9 No. 23-55, PBX: 6352525. Fecha de inicio: 01 de Septiembre del 2016, fecha de terminación: 07 de Octubre del 2016.

² Ingeniera Electrónica, Universidad Industrial de Santander. Maestra en Ciencias, Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica. Docente- investigadora del grupo: GPS. Universitaria de Investigación y Desarrollo de la ciudad de Bucaramanga (Colombia): Dirección Calle 9 No 23-55, PBX: 6352525. Correo electrónico institucional: yvasquez2@udi.edu.co

³ Ingeniero de Sistemas, Universidad Incca de Colombia. Magister en Seguridad Informática, Universidad Internacional de la Rioja España. Docente- investigador del grupo: Vidocq Universidad de Investigación y Desarrollo UDI de la ciudad de Bucaramanga (Colombia): Dirección Calle 9 No. 23-55, PBX: 6352525. Correo electrónico institucional: cbeltran1@udi.edu.co.

⁴ Ingeniero Electrónico, Universidad Industrial de Santander. Magister en Ingeniería Electrónica, Universidad Industrial de Santander. Docente- investigador del grupo: GPS. Universitaria de Investigación y Desarrollo de la ciudad de Bucaramanga (Colombia): Dirección: Calle 9 No 23-55, PBX: 6352525. Correo electrónico institucional: jcamacho1@udi.edu.co.

⁵ Ingeniero Electricista, Universidad Industrial de Santander. Magister en Ingeniería, Universidad Pontificia Bolivariana. Docente- Líder del grupo: GPS. Universitaria de Investigación y Desarrollo de la ciudad de Bucaramanga (Colombia): Dirección: Calle 9 No 23-55, PBX: 6352525. Correo electrónico institucional: marcoflores@udi.edu.co.

⁶ Profesional en Criminalística, Universitaria de Investigación y Desarrollo UDI. Estudiante Maestría en Investigación Criminal, Escuela de investigación criminal Policía Nacional Colombia. Docente-Líder del grupo: Vidocq. Universitaria de Investigación y Desarrollo de la ciudad de Bucaramanga (Colombia): Dirección: Calle 9 No 23-55, PBX: 6352525. Correo electrónico institucional: marisol.gomez@udi.edu.co.

Citación del artículo: Vásquez, Y. & Beltrán, C. & Camacho, J. & Flórez, M. & Gómez, M. (2016). Identificación de personas por medio de redes neuronales en imágenes de venas del dedo. *I+D Revista de Investigaciones*, 1(2), pp-pp.

Resumen

El establecer la identidad humana de forma confiable y segura, se ha convertido en un reto ambicioso para los investigadores. Uno de los métodos para lograr la identificación personal esta soportado en tecnologías biométricas, las cuales están soportadas en patrones característicos biológicos y conductuales. Se ha logrado demostrar que uno de los métodos más utilizados a lo largo de la historia es la identificación por medio de huella dactilar pero ésta es vulnerable a la falsificación, por ello que este trabajo propone un algoritmo basado en imágenes del patrón venoso del dedo, el cual es una alternativa que ofrece mayor grado de confiabilidad, porque utiliza características internas que no están expuestas y que no pueden ser modificadas como si sucede con las crestas dactilares. Para el estudio de esta propuesta se hace uso de una base de datos pública, que es procesada y por medio de redes neuronales se logra un porcentaje de clasificación del 73.3% alcanzado a partir de mínimo 2 características, concluyendo así que es posible ofrecer un porcentaje de clasificación a partir de un sistema dinámico autoadaptativos.

Palabras clave: Procesamiento de imágenes, filtro, pca, red neuronal, identificación humana

Resumen en inglés.

The establishment of human identity, reliably and safely has become an ambitious challenge for researchers. One method to achieve personal identification is supported on biometric technologies, which are grounded in biological and behavioral characteristic patterns. It has succeeded in showing that one of the most widely used throughout history methods and is

currently the identification by means of fingerprint but it is vulnerable to counterfeiting, which is why this paper proposes a system based on the vein pattern algorithm finger, which is an alternative to offer greater reliability because it uses internal features that are not exposed and cannot be modified. To study this proposal use of the public database, which is processed and through neural networks a percentage of classification of 73.3% achieved from at least two characteristics is achieved is done, concluding that it is possible to offer a percentage classification from a self-adaptive dynamic system.

Introducción

La confiabilidad para la identificación de una persona, es uno de los factores que influyen dentro de los actuales sistemas de seguridad, lo cual implica que los métodos tradicionales como por ejemplo claves de seguridad y tarjetas inteligentes han ayudado a minimizar sus clonaciones y suplantación de personas, pero no ha sido suficiente ante los avances de la misma tecnología, que ha servido para que los delincuentes la empleen para su beneficio.

Es por lo anterior, que el reconocimiento biométrico basados en características propias comportamentales (como por ejemplo la forma de caminar, la firma, el golpe de teclado, funciones de registro de voz, etc.) o fisiológicas (el registro facial, huella dactilar, el iris, geometría de la mano, patrón venoso y otros identificadores) se ha venido introduciendo en el mercado con gran impacto, y hoy por hoy es una de las principales técnicas de identificación personal y apoyo a la seguridad informática.

Las características fisiológicas se refieren a rasgos provenientes de las primeras etapas embrionarias del desarrollo humano. (Down & Sands, 2004). Durante los últimos años, la estrategia de innovación sobre nuevas formas de identificación a personas ha enfocado sus esfuerzos en proporcionar estrategias y mecanismos que otorguen al usuario mayor certeza y confiabilidad para su autenticación personal, por medio de patrones únicos para cada usuario, se espera que las tecnologías en biometría cualquiera que sea, proporcionen sistemas de autenticación de alta seguridad. Sin embargo los sistemas

existentes pueden ser vulnerados, si se refiere como ejemplo puntual a las huellas dactilares, son accesibles tan pronto como la persona toca una superficie (Malki, Fuquiang, & Spaanengurg, 2006) y debido a que son características externas pueden ser clonadas de manera artificial

El empleo del sistema venoso de los dedos, es una nueva tecnología biométrica para la identificación, basada en que el patrón único y diferenciable para cada persona, proveniente de los vasos sanguíneos que están presentes subcutáneamente. Las investigaciones centran su atención en los patrones venosos como técnica para la identificación de individuos desde los últimos años (Yin, 2008) , demostrando que son patrones suficientemente diferentes a través de los individuos y estables a lo largo del tiempo, es decir que no se ven afectados por envejecimiento e inalterables por ser características internas. Se cree que los patrones venosos son únicos para cada individuo, incluso entre los gemelos (Yin, 2008).

El fundamento de esta investigación se radica en ofrecer un método de identificación que minimice el grado de suplantación de los individuos, apoyándose en imágenes de patrón venoso de la base de datos pública SDUMLA-HTMT (Yin, Liu, & Sum , 2011) , se desarrolla el procesado de la misma y seguido se aplican algoritmos para extracción de características como Análisis de Componentes Principales PCA y clasificación por medio de redes neuronales que serán explicados en la siguiente sección.

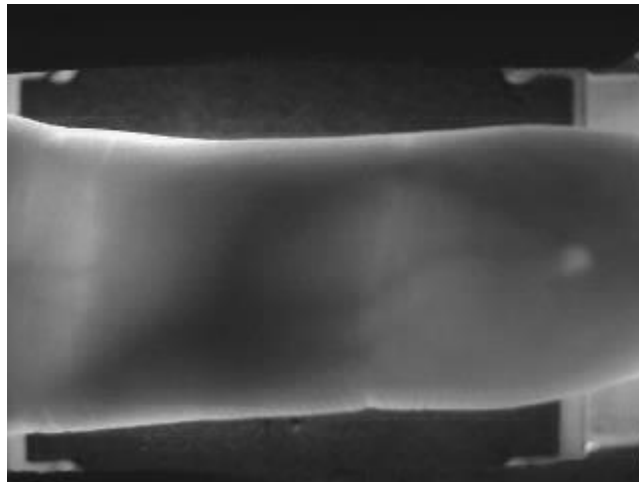
Metodología y Marco Teórico

A continuación se describirá la metodología implementada en el desarrollo de la investigación y se expone la base de datos empleada para el procesamiento e implementación de los algoritmos.

Descripción de la base de datos

La base de datos seleccionada, es pública y emplea un dispositivo para capturar imágenes diseñado por Yilong Yin. El cual cuenta con un conjunto de imágenes conformado por 106 individuos que proporcionó 6 muestras para cada dedo (índice, medio y anular) de ambas manos. Una muestra de las imágenes con las que se trabajó a lo largo de esta investigación se ilustra en la Figura 1. Cada imagen es almacenada en formato “bmp” y una resolución de 320x240 píxeles, teniendo disponibles en un total de 3.816 imágenes (Pérez, Travieso, & Alonso, 2014),

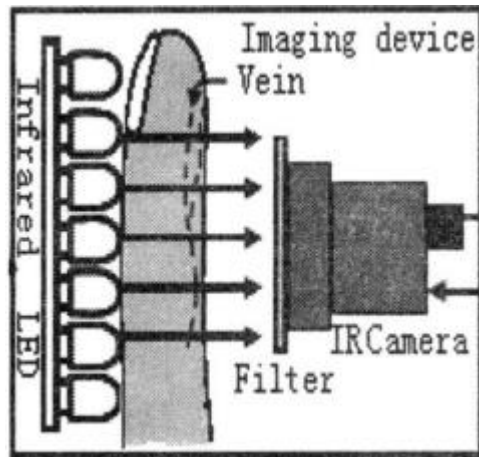
Figura 1. Imagen muestra de la base de datos (Yin, Liu, & Sum , 2011)



El tamaño total de la base de datos es de alrededor de 0.85gBytes (Pérez, Travieso, & Alonso, 2014), Sin embargo, en este estudio sólo se utilizan las imágenes del dedo índice de la base de datos con una población de 15 individuos para efectos de comprobación del método y generación de resultados. A continuación se muestra Figura 2 una de las formas que se puede adquirir las imágenes del patrón venoso para que se tenga una idea general de la forma en que se puede obtener una base datos como trabajo futuro.

YAZMIN VASQUEZ BARRERA, CARLOS ARTURO BELTRÁN GÓMEZ, JONATHAN CAMACHO NAVARRO, MARCO FIDEL FLÓREZ FRANCO, MARISOL GÓMEZ CAMACHO
Identificación de personas por medio de redes neuronales en imágenes de venas del dedo.

Figura 2. Proceso de adquisición de imágenes del patrón venoso. (Zhong Bo Zhang, Wu, Si Lian Ma, & Jie Ma, 2005)

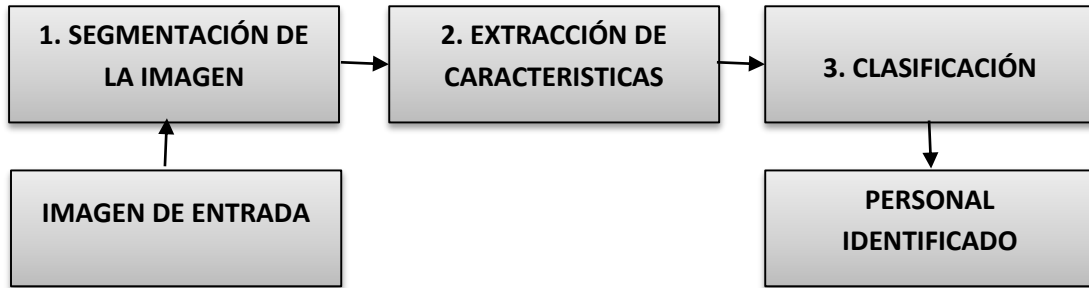


Para que el sistema pueda realizar la captura del patrón venoso es necesario que se emplee una cámara digital con leds infrarrojos incorporados. La hemoglobina en la sangre absorbe la luz, por lo que es posible visualizar las venas en la imagen (Kurban & Yildirim, 2016)

Metodología

Después de obtener la imagen de la base de datos, se procede a establecer una metodología para la investigación, la cual está dividida en 3 fases, i) Segmentación de la imagen, ii) Extracción de características, iii) Clasificación, el diseño por medio de diagrama de bloques se presenta a continuación.

Figura 3. Diagrama de bloques de la metodología implementada.



En la Figura 3 es posible observar a grandes rasgos el proceso desarrollado a lo largo de la investigación. En la siguiente sección se describen con detalle.

1. Segmentación de la imagen

El primer paso para el método propuesto es el estudio de la imagen digital de entrada, la cual se puede observar en la Figura 1. Es importante resaltar que para facilitar el proceso de extracción de características es necesario eliminar ruido, convertir a escala de grises con la finalidad de obtener una mejora de la imagen generando un conjunto de datos que puedan ser procesados en la siguiente etapa.

Figura 4. Imagen recortada- sin ruido.



Con el fin de eliminar las zonas que no son necesarias porque la vena no está presente en la zona se hace un recorte automático sólo en la parte superior e inferior de la imagen logrando tener como resultado la imagen visualizada en la Figura 4.

Figura 5. Imagen normalizada.



Antes de comenzar con la extracción de características del patrón, es importante que la etapa del procesamiento previo, hecho en la parte de normalización de la imagen, sea tan eficiente para evitar errores en los procesos futuros. (Pérez, Travieso, & Alonso, 2014)

Figura 6. Imagen en escala de grises



Para la conversión de una imagen a escala de grises se puede hacer referencia a la luminancia de la imagen, pero se debe partir de la premisa que el ojo percibe distintas intensidades de luz en función del color que se observe, lo anterior se debe a la respuesta del ojo con respecto al espectro visible. Por esta razón el cálculo del equivalente blanco y negro (escala de grises) de la imagen realizase como una media ponderada de las distintas componentes de color de cada pixel. (Universidad de Valencia , 2016)

Figura 7. Cambio de tamaño en la imagen.



Con el fin de lograr una mayor precisión y mejorar el tiempo de cálculo computacional (Beng & Rosdi, 2011) en las imágenes de las venas en el dedo, se redimensionan la imagen en 128x 128 píxeles.

2. Extracción de Características

El objetivo de la extracción de características consiste en reducir los datos a un conjunto de características específicas de tal manera que sea constante (Falla & Khotanlou, 2016) en todos los patrones venosos.

Análisis de Componentes Principales (PCA)

El análisis de componentes principales (PCA) ha sido uno de los resultados más interesantes y valiosos desde el álgebra lineal aplicada. PCA es una técnica estadística de síntesis de la información o reducción de la dimensión (número de variables) (Terrádez Gurra) utilizada ampliamente en diferentes aplicaciones como por ejemplo formas de análisis en la neurociencia, fundamentada en la simplicidad del método, además que tiene la

característica de no ser paramétrico para extraer la información relevante de los conjuntos de datos trabajado. Es importante resaltar que con un esfuerzo mínimo PCA proporciona una excelente alternativa si se desea reducir un conjunto de datos complejos a una dimensión inferior. (Kurban & Yildirim, 2016)

3. Clasificación

Un clasificador analiza objetos entrantes desconocidos en base a un conocimiento previo y es capaz de etiquetar o asignar a la clase existente que le corresponda, (Arroyo F. , 2009) para este trabajo se utiliza la clasificación por medio de redes neuronales.

Redes neuronales

La red neuronal contiene una gran cantidad de neuronas simples asociadas como elementos de procesamiento que mediante un gran número de conexiones son ponderadas entre los elementos. Los pesos de las conexiones codifican el conocimiento partiendo del principio de la red biológica que maneja el cerebro humano. (Roomi & Rajee, 2015)

Las redes neuronales están formadas típicamente por una serie de capas de neuronas que están unidas entre sí. La distribución de neuronas dentro de la red se realiza formando niveles o capas de un número determinado de neuronas. A partir de la red se pueden distinguir tres tipos de capa: (Ballesteros, s.f.)

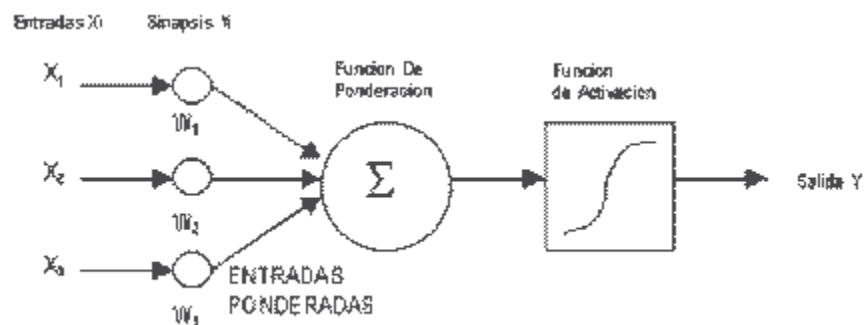
1. De entrada: estas capas reciben la información desde el exterior
2. De salida: estas capas envían la información hacia el exterior.
3. Ocultas: Son las capas que sólo sirven para procesar información y comunicar otras capas.

Modelo de la red neuronal

Las redes neuronales están formadas típicamente por una serie de capas de neuronas que están unidas entre sí. La distribución de neuronas dentro de la red se realiza formando niveles o capas de un número determinado de neuronas. (Ballesteros, s.f.)

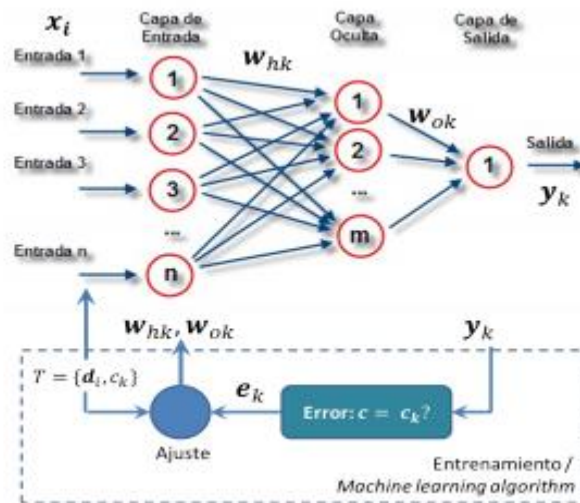
La neurona artificial es simplemente un modelo que trata de simular el comportamiento de las neuronas, representando la unidad de proceso que forma parte de una entidad mayor, la red neuronal. Ahora bien si se analiza la *Figura 8* es posible visualizar que el sistema consta de una serie de entradas x_i , que serán las características del sistema las cuales estarán ponderadas por un peso W_i , que se representa como impulsos entrantes que son evaluados y se combinan con la función de la red, arrojando un nivel de potencial de la neurona.

Figura 8. Modelo general de la red neuronal artificial. (Ballesteros, s.f.)



Haciendo una relación a los tipos de capas de la red neuronal teniendo como base el modelo de la red neuronal se muestra la Figura 9.

Figura 9. Modelo de la red neuronal artificial en función de las capas. (Arroyo F. , 2009)



Entrenamiento de la red de trabajo y clasificación

La red se entrena con los parámetros correspondientes a varias denominaciones de los pesos, con sus respectivas marcas. Después de la formación de la función de rendimiento alcanza el objeto para todas las muestras.

Resultados

La evaluación del rendimiento del sistema propuesto se realizó con la herramienta matemática MATLAB. Todos los experimentos se llevaron a cabo mediante el uso de un computador con un procesador Intel (R) Core (TM) i5, a 2.5GHz, memoria de 4 GB y el sistema operativo Windows 7.

En la Tabla 1, se expresan los parámetros que fueron utilizados para el entrenamiento de la red.

Tabla 1. Parámetros de entrenamiento para la red de neuronal

YAZMIN VASQUEZ BARRERA, CARLOS ARTURO BELTRÁN GÓMEZ, JONATHAN CAMACHO NAVARRO, MARCO FIDEL FLÓREZ FRANCO, MARISOL GÓMEZ CAMACHO
Identificación de personas por medio de redes neuronales en imágenes de venas del dedo.

Número de componentes principales	3
Número de entradas	$3 \times 128 = 484$
Número de neuronas ocultas	5
Decadencia del peso	0.3
Números de salidas	15
Número de ciclos de entrenamiento	60
Target	Matriz (45x45)

Los datos ilustrados fueron obtenidos empíricamente para hacer un correcto entrenamiento de la red neuronal tomando como referencia 3 de las 6 imágenes totales para cada individuo. Las restantes 3 imágenes fueron empleadas para la prueba de verificación logrando obtener la siguiente matriz de clasificación.

Tabla 2. Matriz de clasificación obtenida de la herramienta de simulación

Classification rate: 73.3333%

2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

La tabla anterior se estudia a partir de los valores en la diagonal de tal forma que lo ideal sería que en mencionada posición se mantuviera la cantidad de muestras empleadas para la validación del algoritmo, sin embargo para algunos individuos el sistema tiende a fallar manifestación como posible justificación a este porcentaje de error es la calidad de las imágenes, estas son de una resolución muy pobre lo cual hace que con tan solo dos características para el algoritmo de ingreso de PCA sean suficientes para la clasificación.

Conclusiones

Se logró evidenciar que la calidad y el estado de las imágenes es un factor decisivo y clave para obtener una buena clasificación, ya que esto le permitirá al sistema ser selectivo al momento de realizar la extracción de características. Por esta razón, es necesario elementos hardware que permitan la adquisición de una base de datos con calidad idónea (resolución, bajo ruido, alto contraste). Asimismo, es recomendable incluir sistemas con la capacidad de detectar que los datos bajo análisis corresponden a un individuo y no a suplantaciones digitales.

Es importante resaltar que para un buen uso de las redes neuronales se requiere una etapa de autoajuste sobre los parámetros de entrenamiento, por lo que se recomienda incluir una metodología que permita seleccionar de manera eficiente dichos parámetros.

Se estudió una alternativa para la identificación de personas basada en los patrones de las venas de los dedos, el cual es un rasgo biométrico interno con bajo riesgo de suplantación, de uso seguro y que es único para cada usuario. Por lo anterior, se puede inferir que este sistema ofrecer mayor grado de seguridad brindando la facilidad de usar la biometría como herramienta de apoyo.

El sistema de identificación por medio del patrón venoso es una alternativa que puede verse reflejada en el uso de diferentes aplicaciones actuales, como por ejemplo control de acceso a personal, control de zonas, seguridad de la información, minimizando la falsificación personal.

Agradecimientos

Agradecimientos a la Universitaria de Investigación y Desarrollo UDI, que patrocina la investigación. El proyecto tiene un acto administrativo aprobado por rectoría con el Número 2016-006.

Referencias

- Arroyo F. , I. (2009). *Academia*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de https://www.academia.edu/8030374/Algoritmos_de_clasificaci%C3%B3n_Redес_nеuronales_artificiales_y_retropropagaci%C3%B3n
- Ballesteros, A. (s.f.). *Redes neuronales* . Obtenido de Neural Networks network : <http://www.redes-neuronales.com.es/tutorial-redes-neuronales/Las-redes-neuronales-multicapa.htm>
- Beng , T., & Rosdi, B. (2011). Finger-Vein Identification using Pattern Map and Principal Component Analysis. *IEEE, Signal and Image Processing Applications (ICSIPA)*, 530-534. doi:10.1109/ICSIPA.2011.6144093

YAZMIN VASQUEZ BARRERA, CARLOS ARTURO BELTRÁN GÓMEZ, JONATHAN CAMACHO NAVARRO, MARCO FIDEL FLÓREZ FRANCO, MARISOL GÓMEZ CAMACHO
Identificación de personas por medio de redes neuronales en imágenes de venas del dedo.

- Down , M. P., & Sands, R. J. (2004). Biometrics: An Overview of the Technology, Challenges and Control Considerations. *Information Systems Control Journal*, 4, 43-54. doi:10.1.1.599.6204
- Falla, B., & Khotanlou, H. (2016). Identify human personality parameters based on handwriting using neural network. *IEEE, Artificial Intelligence and Robotics (IRANOPEN)*, 120-126. doi:10.1109/RIOS.2016.7529501
- Kurban, O. C., & Yildirim, T. (2016). Neural network based wrist vein identification using ordinary camera. *IEEE, International Symposium on INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA)*, 1-4. doi:10.1109/INISTA.2016.7571860
- Malki, S., Fuquiang, Y., & Spaanengurg, L. (2006). Vein Feature Extraction Using DT-CNNs. (1. I. Applications, Ed.) *IEEE*, 1-6. doi:10.1109/CNNA.2006.341650
- Pérez, A., Travieso, C. M., & Alonso, J. B. (2014). Biometric personal identification system based on patterns created by finger veins. *IEEE, Bio-inspired Intelligence (IWOB)*, 65-70. doi:10.1109/IWOB.2014.6913940
- Roomi, S., & Rajee, R. (2015). COIN DETECTION AND RECOGNITION USING NEURAL NETWORKS. *IEEE. Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT)*, 1-6. doi:10.1109/ICCPCT.2015.7159434
- Terrádez Gurrea , M. (s.f.). *Universitat Oberta de Catalunya* . Recuperado el 15 de Septiembre de 2016, de (UOC):
http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes_principales.pdf
- Universidad de Valencia* . (13 de Septiembre de 2016). Obtenido de UV:
http://www.uv.es/gpoei/eng/Pfc_web/generalidades/grises/grey.htm
- Yin, P. (2008). *Pattern Recognition Techniques, Technology and Applications Handbook*. Vienna, Australia.
- Yin, Y., Liu, L., & Sum , X. (2011). "A Multimodal Biometric Database" Biometric Recognition Springer, Lecture Notes in Computer Science. 7098, 260-268.
- Zhong Bo Zhang, Wu, D. Y., Si Lian Ma, & Jie Ma. (2005). Multiscale Feature Extraction of Finger-Vein Patterns Based on Wavelet and Local Interconnection Structure Neural Network. *IEEE,International Conference on Neural Networks and Brain*, 1081-1084. doi:10.1109/ICNNB.2005.1614805
- Matlab (Versión R2015a) [*Software de computación*]. Englewood,NJ:Biostat.