

Sistemas de reconocimiento facial, como herramienta para la búsqueda de personas

Sistema de reconocimiento Facial

Ing. Alex Gregorio Mendoza Arteaga ⁽¹⁾

Ing. Gregorio Isoldo Mendoza Cedeño Mg. Eds ⁽²⁾

Ing. Enrique Javier Macías Arias ⁽³⁾

Ing. Sandy Raúl Chun Molina ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Maestrante en Auditoría de Tecnologías de la Información, Universidad Espíritu Santo, Ecuador

⁽²⁾ Instituto Tecnológico Superior Paulo Emilio Macías, Ecuador

⁽³⁾ Instituto Tecnológico Superior Paulo Emilio Macías, Ecuador
Instituto Tecnológico Superior Portoviejo, Ecuador

⁽⁴⁾ Instituto Tecnológico Superior Paulo Emilio Macías, Ecuador

Contacto: alexmendoza@uees.edu.ec

Receptado: 16/03/2016

Aceptado: 12/05/2016

Resumen

En el presente artículo se analiza la factibilidad de la implementación de algoritmos de reconocimiento facial integrados a los sistemas de video vigilancia de un territorio, para la localización de personas y como herramienta de búsqueda de individuos prófugos de la justicia convirtiéndose en un aporte importante a las investigaciones policiales y judiciales. Para alcanzar este objetivo, se estudian aristas sobre el reconocimiento biométrico y se considera el reconocimiento facial como el proceso ideal para la propuesta y discusión del artículo, en consecuencia, se investiga las etapas, métodos y técnicas más comunes y de mayor eficacia en los sistemas automáticos de reconocimiento de rostros para identificación de personas mediante imágenes y videos. Por consiguiente, se concluye que la implementación de un sistema automático de reconocimiento faciales interconectado a uno o varios sistemas de video vigilancia facilitara la búsqueda de individuos dentro del territorio donde se lo aplique.

Palabras claves: Biométrico, algoritmos, sistemas automáticos, tecnologías

Systems of facial recognition, like tool for people's quest

Abstract

In this article the feasibility of implementing facial recognition algorithms integrated video surveillance systems in a territory, to locate people tool analyzes and as individuals search for fugitives from justice becoming an important contribution to the police and judicial investigations. To achieve this goal, edges on biometric recognition are studied and considered facial recognition as the ideal for the proposal and discussion of Article process, therefore the steps, methods and techniques more common and more effective is investigated on the automatic face recognition to identify people through images and videos. Therefore, it is concluded that the implementation of a system of interconnected automatic facial recognition of one or several video surveillance systems facilitate finding individuals within the territory where it is applied.

Key words: Biometric, algorithms, automatic systems, technologies

Introducción

El uso de las nuevas tecnologías como aporte estratégico para la resolución de las investigaciones criminales y búsqueda de desaparecidos, se han convertido en herramientas fundamentales que facilita la localización de las víctimas y sospechosos de delitos comunes en el mundo. Además, con la rápida evolución tecnológica, en los últimos años se ha estimulado innovaciones tanto como Hardware y en Software que facilitan el trabajo del ser humano en las investigaciones forenses y con esto disminuir la subjetividad al momento de probar hipótesis que podrían juzgar a inocentes como culpables o a culpables como inocentes.

Hoy en día hay muchos sistemas tecnológicos que están siendo utilizados a nivel mundial como herramientas para las investigaciones criminalísticas, pero para este análisis nos enfocaremos en los sistemas de reconocimientos biométricos, específicamente en el reconocimiento facial, sus aplicaciones para realizar búsqueda de personas dentro de la geografía de un territorio, utilizando las infraestructuras tecnológicas de video y comunicación ya existente en las instituciones, organizaciones y empresas públicas y privadas.

Sistema de reconocimiento Facial

El problema se evidencia que aunque los sistemas de reconocimiento facial y los sistemas de video vigilancias se encuentran tecnológicamente avanzados y que podrían trabajar en conjunto, el proceso de fusionarlos es de alta complejidad donde intervienen varias ciencias de estudios y para una correcta implementación y que un proyecto de esta envergadura tenga el éxito deseado, se deberá conformar un equipo multidisciplinario de alta experiencia y profesionalismo en el área.

Actualmente hay información proporcionada por medio de comunicación no probada, donde se indican que ya un país posee un sistema de reconocimiento facial enlazados a los sistemas de video vigilancia de todo su territorio, el problema es que no se evidencia sistemas implementados o proyectos en desarrollo en ningún otro país, lo que se busca con este análisis es demostrar la factibilidad y despertar el interés en el tema, tanto en investigación, desarrollo e implementaciones de sistemas automáticos de reconocimiento facial que marche en conjunto con los sistemas circuito cerrados de televisión, como un aporte al desarrollo tecnológicos en la búsqueda de personas y como desarrollo tecnológico en la comunidad.

La presente investigación se enfoca en las etapas, métodos, técnicas de los sistemas automáticos de reconocimiento facial, como parte de los sistemas biométricos utilizados para la identificación de personas.

Sistemas Biométricos

Biometría es la autenticación de un individuo por medio de sus características físicas: forma de su rostro, huellas dactilares, estructura y forma de su voz, patrón de iris y otras características únicas de cada ser vivo. También se puede considerar a la biometría como una ciencia que mide las propiedades físicas en los seres vivos, por lo tanto aprovechando las características únicas del cuerpo se crean los sistemas biométricos y con éstos permitir la identificación tecnológica de una persona automáticamente utilizando características físicas de sí mismo. (Areitio J. & Areitio T., 2007)

De esta manera los sistemas biométricos se caracterizan por el reconocimiento de patrones que identifican a las personas de una forma automática, a partir de su comportamiento o características físicas, excluyendo de esta a los sistemas no

Sistema de reconocimiento Facial

automáticos como los procedimientos y métodos utilizados en la medicina forense. Por lo tanto el reconocimiento biométrico consiste en almacenar, medir y comparar las características de una persona, ya que la dimensión de la identificación biométrica es muy amplia nos remitimos a uno de ellos: el reconocimiento facial.

Reconocimiento facial

El reconocimiento facial data del año 1871, año donde se realizó el primer intento de identificar a una persona comparando su rostro con un grupo de imágenes, más tarde en 1882, el criminólogo Alphonse Bertillon de origen francés usó un método que consistía en tomar medidas de todo los rasgos posibles de la cara y con esto crear una base de datos de rasgos faciales, en resumidas cuentas el principio de reconocimiento facial parte en registrar las medidas de varios puntos característicos del rostro de un individuo. Dado que en un rostro común se puede encontrar puntos significativos como: ojos, pupilas, boca, cejas entre otros. De manera que analizando y apoyándose de cada una de las distancias obtenidas de los puntos característicos del rostro se podía identificar caras iguales. (Binetskaya, 2013).

Por lo tanto el reconocimiento facial es la capacidad de reconocer a un individuo por sus características o rasgos faciales, en la actualidad existen algoritmos escritos en computadoras que se encargan de mapear los rasgos faciales de las personas y compararlas con bases de datos de rasgos faciales, realizándolo con alta precisión y en muy poco tiempo de respuesta. Igualmente podemos decir que el reconocimiento facial parte de la detección del rostro, extraer las características y realizar el reconocimiento.

Puesto que el rostro de los seres humanos nos brinda un sinnúmero de información, proporcionadas por rasgos característicos que ayudan a identificar y discernir de manera fácil a las personas. Debido a que la cara contiene elementos que a su vez poseen sus propios rasgos característicos, como la nariz, boca, cejas, orejas y que siempre se encuentran en las mismas posiciones dentro de la cara de cualquier ser humano, esto ayuda al desarrollo de sistemas de reconocimiento facial, ya que podría comparar narices con narices, bocas con bocas y así sucesivamente hasta encontrar similitudes entre sí. (Eslava, 2013).

Sistema de reconocimiento Facial

Etapas de un sistema de reconocimiento facial.

Los sistemas de reconocimientos faciales poseen cinco y tres etapas secuenciales para realizar el proceso de identificación, las etapas varían dependiendo de la literatura, algunos autores excluyen las etapas de adquisición y comparación. En resumidas cuentas el proceso se inicia con la adquisición de datos mediante dispositivos que proporcione una fotografía o video con caras a identificar, para posteriormente ser analizada y realizar la detección siendo esta la segunda etapa, para la tercera etapa encontramos el pre-procesado, etapa donde se preparan los datos, realizando los siguientes pasos: escalar, normalizar y alinear, después del pre-procesado y ya con los datos preparados se realiza la etapa de extracción de las características faciales y con esto obtener información relevante de la imagen, finalmente se realiza la comparación entre los datos obtenidos con datos almacenados en base de datos especializadas utilizando los resultados para concluir con la identificación del individuo. (Ana, 2004)

La primera etapa que encontramos es la etapa de adquisición, en un sistema de reconocimiento facial se obtiene mediante hardware, con dispositivos que permiten obtener imágenes y videos, como son cámara de fotos, cámara de video vigilancia, y hasta con la cámara del celular, también se puede obtener las imágenes mediante archivos previamente grabados. En esta etapa no hay una evaluación exhaustiva de la imagen, basta con cumplir con un mínimo de calidad para que dicha imagen o video pueda seguir a la etapa de detección. (Eslava, 2013)

La etapa de detección se la puede considerar como la etapa de mayor importancia en todo el proceso, ya que si se comete el mínimo error en la localización y detección de los rasgos de la cara, todas las etapas siguientes en el proceso se verán afectadas. Esta etapa está constituida por dos partes: la detección de la región de la cara y la detección de la posición de los ojos. En resumen la detección es la tarea de localizar rostros en imágenes fijas y en movimiento.

Para tener una imagen correctamente alineada en el pre-procesado, es necesario que en la tercera etapa del proceso de reconocimiento facial se determinen las correctas coordenadas de los ojos. Existen varios métodos para detectar los ojos dentro de la cara, usando el método Haar, que se usa para la detección del rostro,

Sistema de reconocimiento Facial

se logra la localización correcta de la coordenada de los ojos luego de un exhaustivo entrenamiento con varias imágenes de ojos (Phillip & Fernandez, 2006).

En la etapa de extracción de característica se obtiene información relevante de la cara que se va analizar. Existen tres grades grupos de métodos de extracción de características no dependiente de pose, estos son basados en puntos característicos de la cara, métodos basados en apariencia e híbridos. En cambio no tocamos a los métodos dependientes de poses ya que para utilizar estos algoritmos se requiere de equipamientos especializados para realizar la primera etapa del proceso de reconocimiento facial, la captura de imagen (Eslava, 2013).

El método basado en apariencia utiliza como información de entrada para el sistema de reconocimiento toda la región de la cara, en esta región es donde se aplican técnicas estadísticas. Este método presenta limitaciones ya que al utilizar toda la cara como único rasgo de comparación limita el reconocimiento por factores, como la iluminación de la imagen y el cambio de las expresiones faciales.

Una de las técnicas más populares es el análisis con PCA (Principal Component Analysis), que utiliza un conjunto de base orto normales con el cual se simbolizan las características de una imagen, en otras palabra esta técnica transforma en sub-espacio la imagen y genera vectores de característica de menor tamaño, sin provocar que exista pérdida de información importante. (Binetskaya, 2013)

La técnica LDA (Linear Discriminant Analysis) es una derivación de la técnica de PCA denominada Fisher Face, con la cual se mejora el reconocimiento frente a los cambios bruscos de iluminación, LDA resulta un enfoque estadístico que reconoce muestras desconocidas en base a muestras conocidas de características faciales. (Belhumeur, Hespanha, & Kriegman, 1997)

La última técnica del método basado en apariencia es la Frecuency Domain Analysis, en esta técnica encontramos la representación de la imagen en frecuencias bajas que demuestran alta energía, en las técnicas del análisis del dominio de la frecuencia desaparece el tema de entrenamiento ya que son

independientes de los datos, consta de algoritmos optimizados que reduce los costos computacionales y facilitan la implementación (Hafed & Levine, 2001).

El segundo conjunto de método de esta etapa son los basados en puntos característicos de la cara, se trata en identificar los rasgos independientes que posee la cara, como la nariz, ojos, boca y se clasifican sus características geométricas y apariencia por separado en el sistema. Con esto se obtiene el análisis de distancia a puntos característicos que consiste en generar vectores desde los puntos característicos de la cara, como los huecos de la nariz, los lagrimales de los ojos, los bordes de la boca, entre otros, hay que tener en cuenta que entre más vectores que se obtiene en un rostro, mayor es el porcentaje de efectividad a la hora del reconocimiento(Cox, Ghosn, & Yianilos, 1996).

Por ultimo en la etapa de extracción de características encontramos los métodos denominados híbridos, que no es más que el hacer uso de los dos métodos anteriormente mencionados. Cuando se aplican dos métodos a una misma imagen se considera que se está aplicando un método híbrido, como por ejemplo si aplicamos la técnica PCA para la cara completa y para cada rasgo independiente como la nariz, ojos, entre otros. Se logra un mejor resultado, obteniendo eigenfeatures y eigenfacesque describe la cara. (Phillips, y otros, 2011).

Como último encontramos la etapa de comparación y reconocimiento, en esta etapa es cuando el sistema identifica a una persona mediante el reconocimiento de su cara, existen varios métodos de comparación, los dos más conocidos y usados de acuerdo a la historia son los de similitud o distancia y calificadores, ambos métodos se basan en cálculos matemáticos y toma de muestra las características obtenidas en las etapas anteriores, y con estos datos realizar la comparación de los resultados obtenidos con los datos existente en base de datos de reconocimiento facial.

El método de mediada de similitud o distancia está conformado por dos técnicas, una es la de distancia Euclídea, que es una de las formas básica de calcular distancia, se define como la distancia entre dos puntos en un plano cartesiano; es decir, se realiza un cálculo donde se obtiene la distancia del punto A y B de coordenadas X y Y, utilizando la siguiente formula $dis(A,B) = \sqrt{(x - y)^2 + (x - y)^2}$, donde x, y representan las coordenadas de cada punto

Sistema de reconocimiento Facial

dentro del plano, a este resultado se lo denomina distancia Euclídea (Theodoridis & Koutroumbas, 2008).

La segunda es la distancia de Chi-cuadrado (χ^2), toma su nombre por la similitud con la prueba de bondad de ajuste χ^2 se utiliza en la probabilidad discreta específicamente para comprobar distribuciones, para el caso de reconocimiento facial el χ^2 se utiliza para calcular la distancia entre dos vectores de características de dos histogramas. Para el ejemplo el cálculo que se debe realizar para dos histogramas A y B es $\chi^2(A, B) = \sum_i \frac{(A_i + B_i)^2}{A_i + B_i}$ (Eslava, 2013; Zapata, 2008).

Continuando con los métodos de clasificadores encontramos el K-Nearest Neighbours o también conocido por sus siglas K-N, esta se fundamenta en los modelos de entrenamiento más cercano del espacio de características, ya que es una técnica no paramétrica de clasificación de objeto, este algoritmo está basado en buscar un número de vecinos más cercanos al objeto para que en función a la cantidad calificarlos en grupos que posean muestras cercanas en un mayor número. (Parveen & Thuraisingham, 2006).

Materiales y métodos

Se utilizó en el proyecto, la investigación de campo, apoyándose en información originando encuestas, mediante este tipo de investigación se utiliza el método de análisis descriptivo, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades. La recolección de datos se efectuó por medio de encuestas que fueron aplicadas a 50 profesionales que laboran en el desarrollo de aplicaciones informáticas en el cantón Portoviejo de la provincia de Manabí. La información se recopiló para realizar el diagnóstico del trabajo investigativo.

Resultados

Las encuestas realizadas a los 50 profesionales que laboran en desarrollo de aplicaciones informáticas expresan que un 97,4% de los recursos tecnológicos de programación hoy en día son herramientas de fácil uso que enriquecen el proceso de aprendizaje, y a la vez en el desarrollo de software más eficiente; mientras que un grupo menor de 2,6 % opinan que no tienen un buen uso en estos recursos. Se puede concluir que la mayoría de los

Sistema de reconocimiento Facial

profesionales en desarrollo de software están de acuerdo que existe una mayor versatilidad en la creación de un sistema de reconocimiento facial para así obtener una mejor seguridad en las diferentes transacciones que se realicen se han estas electrónicas o no.

Discusión

Luego de la revisión literaria del funcionamiento de los sistemas de reconocimiento de rostro evidenciamos que estos sistemas han evolucionado rápidamente, con el paso del tiempo, los investigadores descubren nuevos métodos y técnicas para mejorar los algoritmos de reconocimiento facial, así mismo las innovaciones en el hardware han desarrollado equipamientos que mejoran la captura de la imagen, con resoluciones de alta calidad con mejor iluminación y un perfecto contraste, disminuyen el porcentaje de errores al momento de identificar un individuo.

Se propone implementar algoritmos de reconocimiento de rostro que identifiquen personas por medio de los sistemas de video vigilancia de un territorio, se pretende utilizar los sistemas instalados en áreas de acceso público como son terminales aéreos y terrestres, centros comerciales, estadios, instituciones públicas y los sistemas integrados de video vigilancia como por ejemplo la infraestructura del ECU911 en Ecuador. La idea es cubrir la mayor cantidad del territorio del país donde se implemente el sistema, entre más sistemas de video vigilancia se integren al proyecto mayor sería la efectividad de localización de personas desaparecidas y prófugos de la justicia.

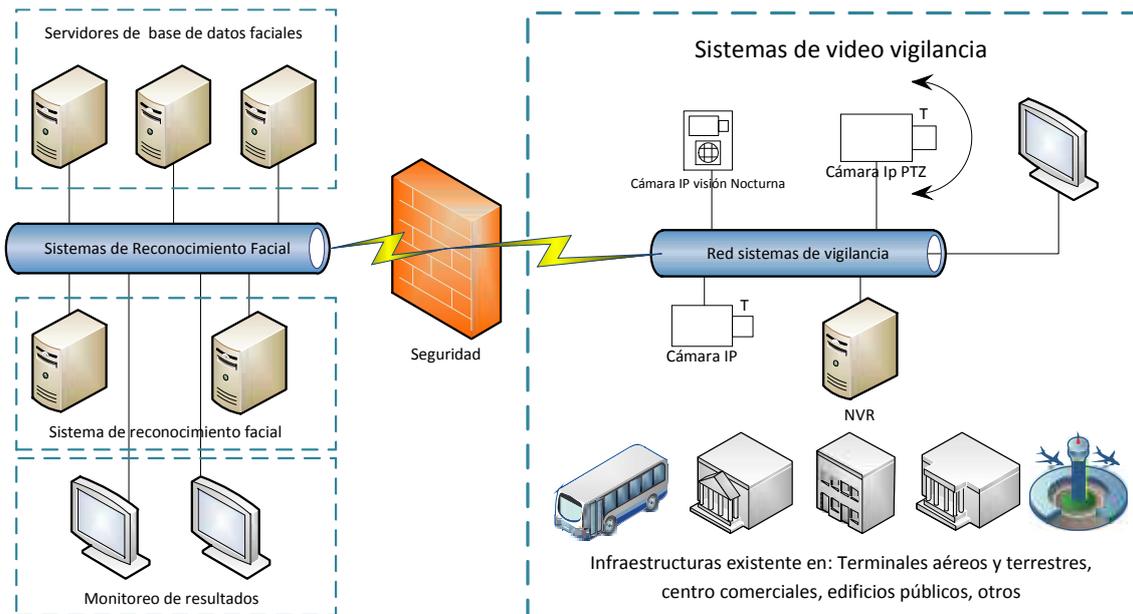


Figura 1: Esquema de la propuesta

Respecto a la Figura 1 se esquematiza la propuesta, mostrando como se implementaría un sistema de reconocimiento facial en tiempo real, con la infraestructura de video vigilancia existente. Lo que se busca con este artículo es demostrar que utilizando algoritmos de reconocimiento facial se puede desarrollar un sistema de inteligencia artificial que se apoye de la infraestructura de video vigilancia y telecomunicación y de esa manera formen parte de las herramientas de investigación de las instituciones de justicia y policial.

Si bien es cierto que los sistemas de reconocimiento facial están en un nivel avanzado pueden existir inconvenientes al integrar los sistemas de video vigilancia si en el territorio donde se desea implementar no cuenta con la infraestructura de red necesaria para tener la velocidad y calidad que se necesita al momento de transmisión de las imágenes, se está convencido que la propuesta planteada es alcanzable con el avance tecnológico que existen en la actualidad.

Conclusiones

Desde principios de la humanidad los seres humanos han utilizado la biometría como un método de identificación, los individuos se diferencian uno del otro por sus rasgos y características como: color de piel, estatura, contextura, tono de voz, color de ojos, entre otros. Con las innovaciones tecnológicas en la actualidad existen sistemas que realizan

Sistema de reconocimiento Facial

las identificaciones de personas de manera automática, utilizando estas características para identificarlos, entre los más conocidos encontramos el reconocimiento por huella dactilar, reconocimiento facial y reconocimiento por el iris de los ojos.

Se evidencia que los sistemas de reconocimiento facial poseen alta fiabilidad al mostrar sus resultados, existen varios métodos y técnicas que facilitan el reconocimiento de rostros, la efectividad de la identificación de los rostros depende mucho de la calidad de la imagen de entrada y a su vez la imagen de entrada depende del dispositivo que realiza la captura, también encontramos que las técnicas que se usan en la extracción de las características de rostros son las de mayor influencia al momento de la identificación, ya que con estas características se realizan casi todos los cálculos de comparación al momento de la identificación.

Se plantea la implementación de un sistema de reconocimiento facial integrado a los sistemas de video vigilancia existentes en áreas de acceso público, si se lograra integrar un gran número de sistemas y se implementara un buen sistema de reconocimiento facial en video real, se minimizarán los casos de personas desaparecidas y de delincuentes prófugos. En los Estados Unidos de Norte América desde el 2010 se implementó un sistema de reconocimiento facial en tiempo real integrado a los sistemas de video vigilancia, aunque no existe mucha información del tema ya que el propietario del mismo es la FBI, se evidencia que la propuesta sería factible de desarrollar.

Dentro de las limitaciones de la revisión literaria se encontró que el tema de reconocimiento facial tiene cambios bruscos en sus técnicas y métodos en poco tiempo, también se muestra que los algoritmos de identificación son procesos de cálculos matemáticos complejos. Pero se pudo lograr el objetivo de analizar, que el reconocimiento facial integrado a los sistemas de video de vigilancia podría convertirse en una herramienta de identificación que aportaría a las investigaciones policiales, en los casos de búsqueda de desaparecidos y de delincuente.

Bibliografía

Hafed, Z. M., & Levine, M. D. (2001). Face Recognition Using the Discrete Cosine Transform. *International Journal of Computer Vision - Special issue: Research at McGill*, 167 - 188.

Ana, M. B. (2004). Reconocimiento Facial Automático mediante Técnicas de Visión Tridimensional. *Tesis Doctoral*. Madrid.

Areitio J., J., & Areitio T., T. (2007). Análisis en torno a la tecnología biométrica para los sistemas electrónicos de identificación y autenticación. *Universidad de Deusto*, 1.

Belhumeur, P. N., Hespanha, J. P., & Kriegman, D. (1997). Eigenfaces vs. Fisherfaces: recognition using class specific linear projection. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on Volume:19*, 711 - 720.

Binetskaya, M. (09 de 2013). Reconocimiento Facial en el ámbito forense. Madrid.

Cabello Pardos, E. (04 de 2004). Técnicas de reconocimiento facial mediante redes neuronales. *Tesis Doctoral*. Madrid, España.

Castañeda, O., & García, M. (2015). Análisis y propuesta de selección de rasgos para el Reconocimiento de Expresiones Faciales. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 45-62.

Cortes , C., & Vapnik, V. (1995). Support-Vector Networks. *Manufactured in The Netherland*, 274 -297.

Cox, I. J., Ghosn, J., & Yianilos, P. N. (1996). Feature-Based Face Recognition Using Mixture-Distance. *Computer Vision and Pattern Recognition*, 209-216.

Eslava, J. (2013). Reconocimiento Facial en Tiempo Real. Madrid.

Espinosa, V. (2001). Evaluación de Sistemas de Reconocimiento Biométrico.

Jolliffe, I. T. (2002). *Principal Component Analysis, Second Edition*. New York: Springer.

- Pagliery, J. (17 de Septiembre de 2014). *CNN*. Obtenido de CNN EN ESPAÑOL: <http://cnnespanol.cnn.com/2014/09/17/el-fbi-lanza-un-poderoso-sistema-de-reconocimiento-facial/#0>
- Parveen, P., & Thuraisingham, B. (2006). Face Recognition using Multiple Classifiers. *Computer Society*.
- Pedraza, B. O., Rondón, P., & Arguello, H. (2011). Sistema de reconocimiento facial basado en imagenes con color. *UIS Ingenierías*, 114-122.
- Phillip, I. W., & Fernandez, J. (2006). Facial Feature Detection Using Haar Classifiers. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 127-133.
- Phillips, J. P., Beveridge, R. J., Draper, B. A., Givens, G. H., O'Toole, A. J., & Bolme, D. S. (2011). An introduction to the good, the bad, & the ugly face recognition challenge problem. 346-353.
- Russ, J. C. (2002). *The Image Processing Handbook, Fourth Edition*. Boca Raton: CRC Press.
- Theodoridis, S., & Koutroumbas, K. (2008). *Pattern Recognition, 4th Edition*. Academic Press.
- Toro, J., & López, N. (2013). Técnicas de Biometría Basada en Patrones Faciales del Ser Humano. Pereira.
- Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. *Computer Vision and Pattern Recognition*.
- Zapata, L. F. (2008). Reconocimiento de las expresiones faciales emocionales en pacientes con demencia tipo Alzheimer de leve a moderada. *Psicología desde el caribe*, 65 - 84.
- Zhao, W., Chellappa, R., Phillips, P. J., & Rosenfeld, A. (2003). Face Recognition: A Literature Survey. *ACM Computing Surveys*, 399–458.

