

Metodología para Detección de Características Faciales con Fines de Reconocimiento de Emociones

C. González Restrepo
S. Rincón Montoya
O. L. Quintero Montoya
R. Restrepo Gómez
Escuela de Ciencias y Humanidades
Universidad EAFIT
Medellín, Colombia

25 de noviembre de 2014

Resumen

Se cree que la detección de emociones podría llevar a determinar el estado de ánimo de una persona e incluso un posible fraude. La detección de rasgos faciales claves para la detección de una emoción son de fácil reconocimiento para los humanos, pero la dificultad crece cuando se realiza por medio de software. Por este motivo, la presente investigación aborda el problema de detección mediante varias técnicas, identificando una en especial basada en las proporciones áureas la cual robustece la detección de rasgos faciales y por consiguiente la detección de la emoción; guardando siempre unas medidas de incertidumbre racionales.

Abstract

It is believed that the detection of emotions could lead to determine the mood of a person or even a possible fraud. The detection of key facial features to detect emotions are of easy recognition for humans, but the difficulty increases when is done by software. For this reason, this investigation addresses the problem of detection of emotions through several techniques, identifying one in particular based on the golden proportions, which strengthens the detection of facial features and therefore the detection of emotion, keeping rational measures of uncertainty.

Palabras Clave: Canon, detección, optimización de parametros, Viola-Jones.

1. Introducción

El entendimiento del ser y la necesidad de control que este tiene sobre otros, ha llevado a grandes resultados. Por medio de la psicología se ha logrado determinar que las micro-expresiones faciales llevan a una emoción en las personas. Esta emoción resultante es de fácil detección por otros humanos, pero ¿es capaz un software de reconocerla? Esta pregunta no surge del presente trabajo de investigación, ha sido anteriormente planteada y abordada por otras personas, las cuales en su mayoría han abordado el problema de detección mediante inteligencia artificial usando clasificadores o redes neuronales han logrado resultados importantes, tal como se puede ver en [1] y [2].

La detección de emociones, es un proceso que tal como su nombre lo indica pretende reconocer e identificar una emoción, para este caso una de las seis emociones innatas independientes de la cultura, alegría, tristeza, ira, miedo, asco y sorpresa, ver Figura 1 [3]. El proceso de detección de emociones será abordado mediante software gracias a los avances tecnológicos y computacionales para agilizar y mejorar este proceso; en miras de lograr una posible detección de mentiras (deception detection) por medio de cambios en en las emociones, tal como lo afirman en [4].



Figura 1: Emociones Unversales

Naturalmente, la psicología ha propuesto diferentes códigos de reconocimiento de emociones, pero la extracción automática de las mismas no sería posible sin el uso de algoritmos de procesamiento óptico que permitan, entre otras cosas, pre-procesar las imágenes faciales y además extraer rasgos que serán determinantes para la definición de la emoción.

Sobre el tema de extracción de rasgos faciales, uno de los algoritmos de detección más conocidos es el propuesto por Paul Viola y Michael Jones en 2001, con este algoritmo como base el estudiante Sebastián Montoya Isaza ha logrado desarrollar un algoritmo para encontrar puntos faciales, en algunas imágenes; lo anterior servirá entonces como algoritmo base para la detección de emociones luego de manipularlo con una serie de conocimientos. Por otro lado la estudiante Susana Mejía ha desarrollado con inteligencia artificial un algoritmo capaz de mapear emociones dependiendo de los cambios de posición de los rasgos en imágenes neutras e imágenes con emoción. Por lo anterior el objetivo general de esta práctica es desarrollar mejoras en el algoritmo base para el procesamiento de señales visuales con propósito de una mejor detección de cambios en los rasgos faciales y por consiguiente una mejor detección de una emoción e incluso de

una mentira [5].

Lograr objetivos como precisar el reconocimiento de patrones en el rostro humano, reducir errores de detección, y utilizar relaciones matemáticas durante el proceso de detección de emociones, es de gran interés académico, pues se lograría entender el problema planteado y alcanzar un dominio suficiente para arrojar mejoras significativas en la detección de emociones para luego, detectar mentiras. Lograr desarrollar cada vez mejores software para este tipo de detección es de gran interés empresarial; pues encuestas recientes muestran que el 63% de las empresas colombianas sufrieron fraudes en el último año, según reporta por lo tanto mejorar en esta áreas es más una necesidad que un lujo [8]. Un fraude para una empresa significa perdida de dinero y falencias en el sistema de control interno y monitoreo; lo cual la hace apta para futuros fraudes.

Por otro lado, mediante estudios científicos y psicológicos, se ha determinado que el engaño es parte fundamental de la interacción social humana [4]. Los engaños van desde mentiras piadosas hasta graves farsas, y aunque la verdad se puede descubrir mediante evidencia física o terceras personas; muchas veces esto puede no ser suficiente. Es entonces donde debemos enfocarnos en otras señales, como lo son las expresiones faciales. Lo anterior es otra clara justificación del presente trabajo, pues el engaño puede ser detectado a partir de un acertado reconocimiento de emociones [5].

Es claro que en el gobierno colombiano los actos por parte de una o más personas para obtener una ventaja ilegal o injusta es cada vez más común, donde alrededor del 22% de la población está dispuesto a cometer un acto ilícito como pagar un soborno [10]. Así pues, al igual que para las empresas, el gobierno necesita de un sistema de detección de fraude significativamente confiable. Además en el ámbito empresarial, una atención personalizada para los clientes dependiendo del estado de ánimo sería ideal para alcanzar niveles de satisfacción aún mayores. Lo anterior surge de estudios realizados, los cuales prueban el impacto que las emociones con llevan a la hora de tomar decisiones.

En la siguiente seccion se podrá encontrar, el planteamiento del problema seguido de la metodología implementada para el entendimiento del mismo y la obtencion de resultados, los cuales serán plasmados en la sección siguiente a esta. Por último se extraen conclusiones de la investigación, se agradece a aquellos que la hicieron posible, y se documentan los textos consultados a los largo del trabajo.

2. Planteamiento del Problema

El proceso de detección de emociones ha sido abordado por otros, utilizando diversos métodos para la obtención de estos, como se mencionó anteriormente. Este trabajo pretende generar una propia versión de un algoritmo de detección de emociones, el cual pueda ser utilizado para diversos fines como los planteados en la sección anterior. La presente investigación aborda el proceso de detección de emociones mediante una detección previa de rasgos faciales. Por este moti-

vo, se toma como punto de partida del algoritmo base descrito anteriormente, el cual se encarga de identificar y establecer marcas en puntos vitales para la detección de una emoción, estos puntos son: cejas, ojos, nariz y boca. Tal como lo muestra la siguiente figura:



Figura 2: Ubicación de los marcadores en los puntos vitales

Para analizar la calidad del algoritmo base se realizó un análisis estadístico, en el cual fueron analizadas 65 imágenes consideradas limpias. Las imágenes limpias son aquellas en las que los rostros de las personas están despejados y es fácil acceder a cualquier rasgo facial, la definición anterior excluye imágenes de personas con barba, capul, gafas, entre otros, las cuales se consideran imágenes ruidosas. El algoritmo base fue capaz de procesar de forma exitosa 24 imágenes, considerando exitosas las imágenes en las cuales se establecieron todos los marcadores en los puntos debidos como se muestra en la Figura 1; 6 de ellas no fueron procesadas por el algoritmo y 35 fueron procesadas incorrectamente, como se enseña en la Figura 3:



Figura 3: Ubicación incorrecta de los marcadores en los puntos vitales.

Cabe aclarar que a partir de las imágenes incorrectamente procesadas, se analizó cuáles rasgos faciales eran más difíciles de detectar y se obtuvo el siguiente orden, donde el primero es el de mayor dificultad y el último de menor:

cejas, ojos, boca y nariz. Sin embargo, se obtuvo que los errores al detectar la nariz eran mínimos.

Partiendo de los resultados obtenidos por el algoritmo base, el problema general que se abordará será entonces el mejoramiento de este, robusteciéndolo en cuanto a detección de marcadores y por consiguiente mejorando la detección de la emoción; tomando las matemáticas como base y guardando medidas de incertidumbre aceptables.

3. Metodología

La obtención de resultados, solo es posible cuando se logra un entendimiento del problema y de la forma en la cual está siendo abordado. Por esta razón se consideró necesario empezar a estudiar el algoritmo base, desarrollado por un estudiante en una investigación previa, y la plataforma en la que fue implementado. El software para la detección de emociones fue implementado en Matlab, ya que a pesar de no ser un software libre tiene ventajas significativas en el ámbito de detección. Este software cuenta con un toolbox llamado Computer Vision System, el cual trabaja bajo el algoritmo de detección de rostros y rasgos de Viola-Jones. Además de lo ofrecido por el Toolbox, el software de detección desarrollado se apoya en estructuras matemáticas como el canon de proporciones, y de conceptos de la óptica como los canales de una imagen.

3.1. Viola-Jones

El algoritmo de Viola-Jones tiene tres pilares básicos:

- Extracción de atributos
- Clasificación usando algún tipo de ayuda
- Algoritmo de detección multi-escala

El proceso de detección de rostros clasifica imágenes basándose en el valor de simples atributos. Se prefiere trabajar con atributos en vez de píxeles ya que el proceso de aprendizaje es más sencillo y los sistemas operan más ágilmente. Los atributos usados para la detección envuelven la suma de píxeles en la imagen dentro de áreas rectangulares.

Donde el valor de un atributo (v_a) es:

$$v_a = \sum p_b - \sum p_o \tag{1}$$

Donde p_b son los píxeles blancos y p_o son los píxeles oscuros.

Con el uso de un tipo de representación llamado “imagen integral” podemos ver de dónde surge la rapidez del algoritmo. Esta representación permite entonces evaluar atributos rectangulares en tiempo constante.

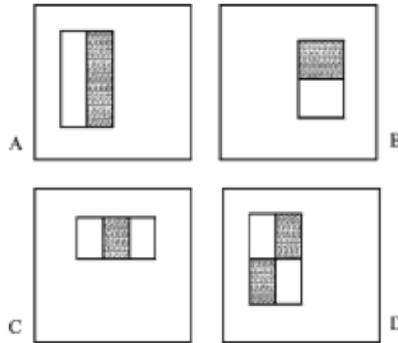


Figura 4: Tipos de atributos usados en Viola-Jones

La clasificación consiste en que dado un conjunto de imágenes que contiene objetos reconocibles; un clasificador categoriza los objetos que reconoce. El clasificador es capaz de realizar esta tarea ya que ha pasado un proceso de aprendizaje. El algoritmo de Viola-Jones contiene un proceso de aprendizaje que no solo entrena al clasificador sino que ayuda a elegir el mejor atributo. De lo contrario sería imposible evaluar cada potencial atributo.

Por último el algoritmo busca crear una estructura multi-escala. Es decir construye una cascada de clasificadores lo que logra aumentar la capacidad de detección mientras se reduce el tiempo de cómputo. La cascada está formada por diferentes clasificadores cada uno se entrena de la muestra que el clasificador anterior aprobó. Este enfoque crea entonces un sistema para la detección de rostros, el cual es aproximadamente 15 veces más rápido que cualquier otro antes diseñado. [6]

3.2. Canon de Proporciones

Como punto de partida para la detección de emociones, se deben reconocer ciertas partes del rostro las cuales se creen son trascendentales para detectar micro expresiones, lo cual lleva al reconocimiento de una posible emoción. Es entonces vital realizar una adecuada detección de estos puntos faciales.

Un canon facial se crea al precisar condiciones y proporciones que quepan dentro de un concepto natural de la morfología del rostro humano. Por esta razón el canon facial puede variar dependiendo de la raza de las personas; ya que diferentes rasgos y proporciones son lo que diferencian una raza de otra, aún más que el color de piel. Como el canon es un modelo general debe ser preciso mas no siempre será exacto. Aunque no existe literatura acerca de cómo usar el canon facial para la detección de emociones, nos centraremos en estudiar las ventajas que este trae en este ámbito.

El canon ha surgido cambios a través del tiempo, el que se usará tiene las siguientes características:

- La altura del rostro es tres veces la altura de la frente (módulo).
- Las orejas se sitúan en los laterales, su medida va desde el eje de las cejas hasta la base de la nariz. Su altura es igual a un módulo.
- La distancia entre la línea de las cejas y el centro del ojo es módulo/4.
- La línea inferior del labio se ubica en el centro de la distancia entre la base de la nariz y límite inferior del mentón.
- La distancia entre los ojos es equivalente a la medida de uno de ellos.
- Los ojos están ubicados en el centro del rostro, tomándolo desde la parte superior del cráneo hasta el mentón.

Aunque es difícil que todas las personas se ajusten a este canon, hay proporciones que se cumplen en la mayoría de los casos. A continuación se muestra el canon para hombres y mujeres adultos. [7]

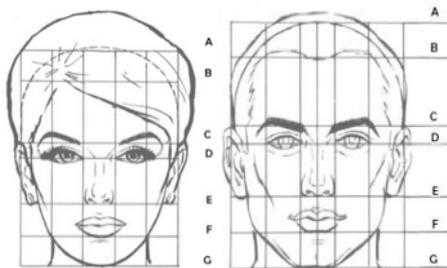


Figura 5: Canon de proporciones del rostro

Donde:

- A: Nivel superior del cráneo
- B: Nacimiento del pelo
- C: Nivel de las cejas
- D: Nivel de los ojos
- E: Base nasal
- F: Base del labio inferior
- G: Límite del mentón

Las líneas verticales seccionan el rostro de oreja a oreja en 5 partes, donde la sección del medio deberá contener la nariz de la persona. En términos de la medida del canon, el ancho del rostro mide 3 módulos.

3.3. RGB

Gracias a la experimentación fue posible analizar la calidad de la idea de separar la información de la imagen. Una imagen a color, o en otras palabras RGB, está compuesta de tres canales (red, green, blue) los cuales contienen diferente información.

Para el análisis, se parte del supuesto que la imagen que recibe el algoritmo está normalizada al canon de proporciones, en otras palabras contiene solo el rostro. Este pre procesamiento, se realizó de forma manual en primera instancia. Una vez obtenido solo el rostro se separó la imagen en sus respectivos canales, y por último se realizó el algoritmo de detección. Gráficamente el proceso se ve de la siguiente manera:

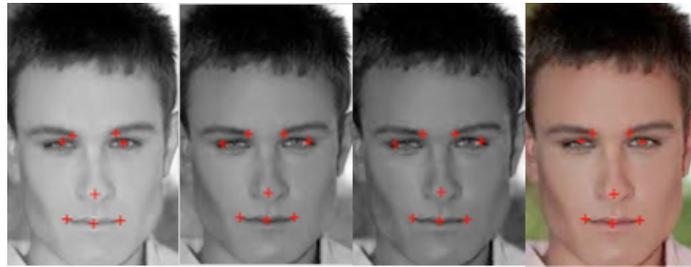


Figura 6: Resultados en los diferentes canales RGB.

Cabe notar que los resultados obtenidos mediante esta metodología fueron suficientes para descartarla, pues como se nota en la Figura 6 el algoritmo no muestra robustez trabajando en algún canal en particular.

3.4. Image Processing Toolbox

Como se puede ver en [5], la detección de emociones se puede abordar siguiendo la teoría del canon de proporciones. El canon de proporciones se sobrepone sobre el rostro de una persona para medir los cambios que los rasgos faciales puedan tener respecto a este y así indicar la emoción que genera este tipo de desplazamientos. Como el algoritmo de detección [6] parte del canon, se crea la necesidad de extraer solo el rostro de cualquier imagen. Cabe recordar que el algoritmo elegido (Viola-Jones), detecta rostros, el problema de este algoritmo radica en que la detección del rostro no se realiza bajo las proporciones del canon facial.

Por este motivo se decidió experimentar con el Image Processing Toolbox ya que cuenta con funciones aptas para detectar objetos concretos en una imagen. Sin embargo los resultados no fueron prometedores para cualquier tipo de imagen, como se muestra en la Figura 7, por esta razón se descarta la extracción del rostro mediante este método.



Figura 7: Resultados obtenidos mediante Image Processing Toolbox

3.5. Algoritmo Propuesto

Para solucionar el problema de establecimiento de marcadores, para una adecuada detección de emoción, se propone un algoritmo que toma como punto de partida el algoritmo base antes diseñado por otro estudiante, incluyendo cambios en la forma de detección de estos marcadores, agregando los conceptos del canon de proporciones y maximizando las ventajas del toolbox en el cual está implementado.

El diagrama de flujo del algoritmo propuesto para el establecimiento de marcadores sería el siguiente:

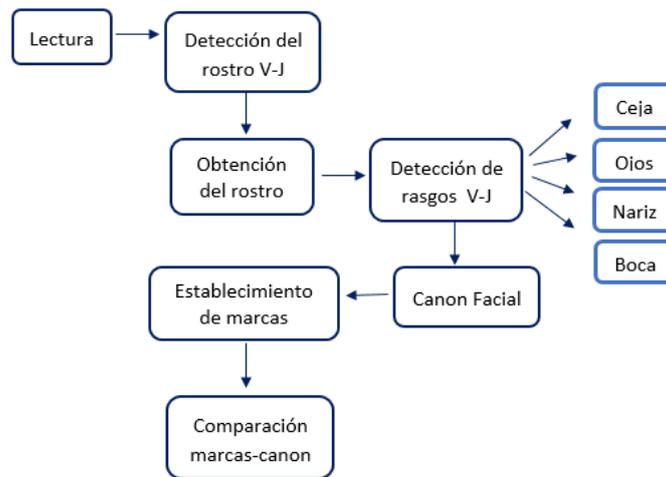


Figura 8: Diagrama de flujo del algoritmo propuesto

Como se observa en la Figura 8, la obtención del rostro se realiza partiendo de la detección de Viola-Jones. Después de analizar la forma de detección de Viola Jones para 35 imágenes, se concluye que el algoritmo sigue un patrón a la hora de recortar los rostros. El busca incluir en el recorte, cejas, ojos, nariz y boca. Por este motivo se decidió entonces modificar el recorte de Viola Jones, obteniendo una proporción del recorte que realiza este algoritmo mediante diferencias lógicas, en las cuales se incluye con cierto grado de incertidumbre la cabeza y el mentón, logrando así las proporciones del canon facial.

A partir del rostro se detectan por Viola-Jones los rasgos faciales necesarios

para la detección de una emoción; a partir de la detección de la nariz, la cual se sabe es robusta, se sobrepone el canon facial. Una vez se encuentre el canon sobrepuesto en la imagen se procede al establecimiento de los marcadores, reduciendo el espacio de búsqueda para cada rasgo facial. Por último se miden las diferencias entre el marcador y el canon, estas últimas serán tomadas como entrada para el algoritmo de detección de emociones, antes mencionado.

4. Resultados

4.1. Extracción de rostros

Como se mencionó en la sección de Metodología, la detección de emociones será realizada bajo la detección de rasgos faciales apoyándose siempre bajo las medidas de proporción del canon facial, por este motivo debe hacerse una adecuada obtención del rostro. Este proceso parte del reconocimiento del rostro obtenido por el algoritmo de Viola-Jones. El cual se muestra a continuación:



Figura 9: Obtención del rostro

Procesando el recorte del rostro obtenido por Viola-Jones como se explicó en la sección inmediatamente anterior, se obtiene el rostro en las proporciones del canon facial con un error poco significativo, tal como se muestra en la siguiente figura:



Figura 10: Mejoras al obtener el rostro

El establecimiento de los marcadores mejora incluso al extraer únicamente el rostro de una imagen de una persona. Lo anterior se ve evidenciado en la siguiente figura.



Figura 11: Comparación imagen completa Vs. procesada

Cabe aclarar que las mejoras en el establecimiento de marcadores a partir de una imagen conteniendo únicamente un rostro, se dan en la parte inferior del mismo, para ser más precisos en los marcadores de la boca.

4.2. Superposición del canon

Las proporciones del canon facial utilizadas se cumplen para adultos caucásicos, sin embargo la medidad del canon (módulo) varía dependiendo de cada persona. En esta sección se muestran los resultados de la superposición del canon en imágenes de rostros(Figura 12), extraídos de la forma anterior . La superposición, como se describió en la sección de metodología, se realiza a partir de la detección de Viola-Jones de la nariz. Una vez detectada la nariz se establece la línea horizontal que cruza la base de la nariz, luego se procede a ubicar las demás líneas una vez se determine el módulo de la persona, el cual se obtiene sin problemas a partir de la extracción del rostro.



Figura 12: Canon facial para diferentes personas

Maximizar el uso del canon llevó a mejoras significativas en cuanto al establecimiento de los marcadores en la parte superior del rostro, sobre todo en el área de las cejas. Esto se logró reduciendo el lugar de búsqueda, utilizando las cuadrículas que crea el canon a lo largo de la imagen. Los resultados se evidencian a continuación:

Nótese que a pesar de utilizar las líneas verticales del canon para restringir el lugar de búsqueda de los rasgos, estas no se muestran, para enseñar la ubicación de los marcadores con mayor claridad.

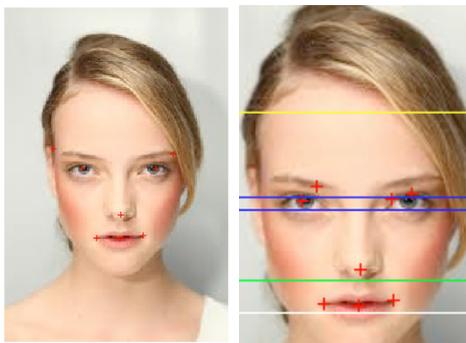


Figura 13: Mejoras al utilizar el canon.

4.3. Medición del Error

Es importante determinar la validez y robustez del algoritmo a partir de la medición del error. Cabe notar que a pesar de que la detección sea precisa la mayoría de las veces, no siempre fue perfecta. Es importante determinar qué medida error tiene los resultados obtenidos a partir de algoritmo aquí propuestos, para ello se determinaron tres tipos de errores los cuales son los errores entre: real-canon, canon-marcador, marcador-real. Estos, respectivamente, dan cuenta de la poca proporcionalidad de las personas respecto a las proporciones áureas, la incertidumbre de los resultados y el error del algoritmo.

Los errores fueron calculados a partir de 15 imágenes en las cuales se analizaron diferentes rasgos dependiendo del error que se deseaba hallar. El error de proporcionalidad hallado a partir de la diferencia entre la ubicación del marcador y la del rasgo real, se realizó para cada uno de los rasgos faciales. Mientras que los dos errores restantes se realizaron solo para los rasgos faciales superiores a la nariz pues estos requieren de la ubicación del canon para ser calculados; y como se dijo en la sección de Metodología, el canon de proporciones cruza el rostro por la base de la nariz y por debajo de la boca mientras que el establecimiento de marcadores se realiza en la punta de nariz y en tres puntos dentro de la boca, lo cual hace irracional el cálculo del error para estos puntos.

El error calculado fue el error cuadrático medio y los resultados obtenidos se consignan en la siguiente tabla:

Cuadro 1: Errores		
Error de Proporcionalidad	Medida de Incertidumbre	Error del Algoritmo
11.4214	11.9655	5.0039

El error de proporcionalidad es inherente, no puede ser modificado mediante ningún algoritmo pues depende directamente de la proporcionalidad de cada persona. Por otro lado la incertidumbre y el error del algoritmo pueden disminuir al precisar aún más el establecimiento de los marcadores a lo largo de los rasgos faciales.

4.4. Experimentación

El algoritmo propuesto fue diseñado para trabajar bajo condiciones ideales, es decir condiciones en las cuales las imágenes sean limpias; sin ningún tipo de ruido o distracción para hallar los rasgos faciales, con buena iluminación, las cuales contengan personas caucásicas y estas estén mirando directamente a la cámara.

Sin importar lo anterior, se decidió probar el algoritmo para condiciones fuera de las ideales, y así evaluar su calidez para este tipo de imágenes. Algunos resultados se muestran a continuación:

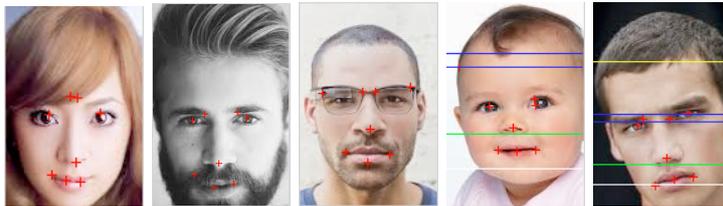


Figura 14: Experimentación con imágenes ruidosas.

Como se evidencia en la Figura 14, la calidad de detección de marcadores del algoritmo decrece en las zonas más afectadas por algún tipo de ruido, como lo son la capul, la barba, las gafas, entre otras.

Por otro lado el canon facial se ve mayormente afectado en imágenes de rostros en posiciones no frontales, o en personas no adultas como los bebés, ya que las proporciones faciales son diferentes para ellos.

5. Conclusiones

La extracción del rostro a partir de una imagen que lo contenga es de gran interés pues como se evidenció en los resultados robustece el algoritmo de establecimiento de marcas en las partes inferiores del rostro, las cuales son vitales para determinar la emoción.

El uso del canon, es indiscutible para la detección de los marcadores planteada a lo largo del artículo, pues no solo es necesario su uso para el algoritmo de detección de emociones diseñado anteriormente sino que minimiza los errores de establecimiento de marcas beneficiando así la detección de una emoción.

Con los errores obtenidos, es posible determinar que los resultados arrojados a partir de este algoritmo analizando el error del algoritmo se puede afirmar que para imágenes que se consideraron limpias este error es relativamente bajo. Sin embargo, se puede ver que los errores de proporcionalidad y de incertidumbre son mayores a lo esperado debido a que la ubicación del canon de debe mejorar la forma en que se realiza.

Es importante el uso de filtros en el futuro pues se deben minimizar los llamados ruidos de las imágenes para que sea más fácil la detección de los rasgos faciales y por consiguiente el establecimiento de marcadores en estos.

El procesamiento de imágenes con rostros en ángulos diferentes al frontal, deberán ser preprocesadas para alinearlos de forma frontal, y así poder sobreponer el canon de proporciones de forma adecuada. Al igual que las imágenes de rostros inclinados, las imágenes de personas no adultas deberán ser clasificadas de alguna forma para así sobreponer el canon adecuado para la persona en la imagen, pues este varía dependiendo de la edad.

6. Agradecimientos

Los autores quieren brindar un especial agradecimiento a la Universidad EAFIT por financiar la presente investigación y por proveer espacios aptos para su realización. A Susana Mejía por la conjunta colaboración en el asesoramiento del desarrollo del algoritmo de detección de marcadores propuesto, con el fin de maximizar el uso del algoritmo de detección de emociones del cual ella es autora. A su vez los autores agradecen a Sebastian Montoya por proporcionar un algoritmo base tomado como punto de partida para el desarrollo del algoritmo aquí propuesto. Finalmente, a los grupos de investigación de modelado matemático y óptica aplicada de la Universidad por proporcionar información clave para el desarrollo del proyecto.

Referencias

- [1] L. Zhanga, M. Jiangb, D. Faridc, and M. Hossaina, “Intelligent facial emotion recognition and semantic-based topic detection for a humanoid robot,” *Expert Systems with Applications*, vol. 40, p. 5160–5168, Oct. 2013.
- [2] Y. Zhang, L. Zhang, and M. A. Hossain, “Adaptive 3d facial action intensity estimation and emotion recognition,” *Expert Systems with Applications*, 2014.
- [3] NeuroWikia, “Bases neurobiológicas de las emociones,” 2013.
- [4] G. Warren, E. Schertler, and P. Bull, “Detecting deception from emotional and unemotional cues,” *Journal of Nonverbal Behavior*, vol. 33, no. 1, pp. 59–69, 2009.
- [5] S. Mejía, O. Quintero, and J. Castro, “Analysis of emotion: An approach from artificial intelligence perspective,”
- [6] M. Jones and P. Viola, “Fast multi-view face detection,” *Mitsubishi Electric Research Lab TR-20003-96*, vol. 3, p. 14, 2003.
- [7] B. Hogarth, “Drawing the human head,” 2011.
- [8] Kroll, “2013/2014 Informe Global sobre Fraude,” 2013.

- [9] A. R. Vaidya, C. Jin, and L. K. Fellows, “Eye spy: The predictive value of fixation patterns in detecting subtle and extreme emotions from faces,” *Cognition*, vol. 133, no. 2, pp. 443–456, 2014.
- [10] T. International, “Global corruption barometer 2013: Report,” 2013.