

EVALUACIÓN Y DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE  
EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS FACIALES EN IMÁGENES  
RUIDOSAS PARA LA DETECCIÓN DE EMOCIONES POR MEDIO  
DE SOFTWARE

CAROLINA GONZÁLEZ RESTREPO  
PREGRADO: INGENIERÍA MATEMÁTICA

SEBASTIÁN RINCÓN MONTOYA  
PREGRADO: INGENIERÍA MATEMÁTICA

ASESORES  
OLGA LUCÍA QUINTERO MONTOYA  
ESCUELA DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS

DANIEL SIERRA SOSA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MATEMATICAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FISICAS

RENÉ RESTREPO GÓMEZ  
ESCUELA DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FÍSICAS

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE CIENCIAS  
PRÁCTICA INVESTIGATIVA II  
INGENIERIA MATEMATICA  
MEDELLÍN  
2015

## **Planteamiento del Problema:**

¿Es posible cuantificar las emociones? Cuantificar lo cualitativo era algo impensable hace unos años; pero por medio de áreas de la matemática, como el análisis, ha sido posible cuantificar emociones a partir de imágenes utilizando algunas herramientas usadas en la física aplicada como el procesamiento óptico a través del análisis de Fourier como base.

La detección de emociones se trató bajo una detección de características faciales, fundamentales para el reconocimiento de la emoción; entre estas se encuentran ojos, nariz, cejas y boca. Una vez obtenidas las características en una imagen sin emoción, se procede a comparar estas con una medida de proporcionalidad (canon facial). Luego, se comparan las diferencias entre el canon y los rasgos faciales en una imagen con cierta emoción; las diferencias entre ambas imágenes y el canon son posteriormente procesadas para determinar la emoción.

En Práctica Investigativa I se abordó el problema de detección de emociones partiéndolo en subproblemas. En ese primer acercamiento se logró robustecer la detección de rasgos faciales mediante software en imágenes con óptimas condiciones en cuanto a luz, claridad en los rasgos y ángulo del rostro.

La idea de la presente investigación es entonces abordar el problema resuelto anteriormente pero en imágenes críticas o de condiciones no óptimas, logrando así la creación de una herramienta computacional capaz de detectar emociones en diversas circunstancias. Es ahí donde se debe considerar filtrar las imágenes con el fin de obtener mejores condiciones de las imágenes tanto de la calidad de estas como para facilitar la extracción de los rasgos faciales.  
[1]

Lo anterior se pretende lograr por medio de una combinación de saberes adquiridos a lo largo de Práctica Investigativa I, centrándonos en los resultados más prometedores explorando nuevos métodos que faciliten el procesamiento de imágenes, orientado a la extracción de características faciales, buscando mayor precisión en la detección y análisis de la emoción.

## **Objetivo General**

- Realizar mejoras de la metodología desarrollada en la anterior Práctica Investigativa, buscando robustecerlo y adaptarlo para imágenes críticas; en las cuales las personas tienen características que hacen difícil el reconocimiento y extracción de los rasgos faciales.

## Objetivos Específicos

- Evaluar las técnicas de extracción de características anteriormente usadas sobre una base de datos ampliada
- 
- Revisar el estado del arte en otras técnicas de extracción de características y evaluarlas.
- Estudiar distintas técnicas de pre-procesamiento de imágenes, con el fin de robustecer la extracción de características
- Diseñar filtros de imágenes tanto en canales como en frecuencias, para reducir ruidos y características que dificultan la extracción de rasgos faciales y por consiguiente la detección de la emoción.
- Escribir en un prototipo de software, los filtros desarrollados y los esquemas de extracción de características mejorados.
- Comparar los resultados obtenidos en este proyecto con los alcanzados mediante un enfoque físico, desarrollado por otro estudiante en su proyecto avanzado para una serie de imágenes extraídas de video.

## Antecedentes

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 microexpresiones faciales de las personas llevan a una emoción. Esta emoción resultante es de fácil detección por otros humanos, pero ¿es capaz un computador de reconocerla? Esta pregunta no surge del presente trabajo de investigación, ha sido anteriormente planteada y abordada por otras personas, las cuales han logrado resultados importantes. Por un lado hay unas bases teóricas que afirman la posibilidad de detección de mentiras (deception detection) por medio de cambios en las emociones, y por otro lado hay avances tecnológicos y computacionales para agilizar y mejorar este proceso de detección. [2]

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, preprocesar las imágenes faciales y además extraer rasgos que serán determinantes para la definición de la emoción.

La detección de emociones ha sido un tema tratado por diferentes grupos de investigación. Esta requiere de diversos saberes que han sido perfeccionados en proyectos de la Universidad Eafit. Existe un plan de trabajo en análisis y procesamiento de señales de los grupos de Óptica Aplicada y Modelado Matemático. Por parte de este último se ha estado desarrollando una herramienta capaz de detectar anomalías en el comportamiento de las personas mediante señales de audio.

El propósito es unificar lo anteriormente descrito con una herramienta capaz de detectar emociones mediante señales visuales. Se busca que la herramienta sea lo más preciso posible, es por esto que en paralelo se están desarrollando formas diferentes para detectar emociones mediante un enfoque físico. Daniel Sierra Sosa está encargado de dirigir al estudiante de Ingeniería Física, José Daniel Mejía Zuluaga, en el proceso de creación de un prototipo de hardware para extraer características en vídeo. Este proyecto en paralelo realimentará la presente investigación surtiéndola con información que se cree útil para aumentar la precisión de la herramienta con el enfoque matemático.

La estudiante de Ingeniería Matemática, Susana Mejía, desarrolló un algoritmo capaz de identificar una emoción mediante desplazamientos en los rasgos faciales usando técnicas de inteligencia artificial [3]. Posteriormente, el estudiante de Ingeniería Física, Sebastián Montoya Isaza, decidió automatizar la extracción de rasgos faciales basándose en uno de los algoritmos de detección más conocidos, propuesto por Paul Viola y Michael Jones en 2001 [4]. Este primer acercamiento a la extracción de rasgos faciales fue exitoso en condiciones óptimas, que han de servir para la detección de emociones luego de relacionarlos con una base de conocimiento [5]. Fue entonces ese el punto de partida del proyecto realizado en Práctica Investigativa I.

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 ha logrado encontrar puntos faciales, en condiciones óptimas.

Los resultados más prometedores de la anterior investigación, son aquellos relacionados con la extracción de rasgos faciales y la conexión matemática que estos tienen en un esquema de proporcionalidad, el canon facial. Desde este punto iniciará la actual investigación.

## **Justificación**

Lograr los objetivos descritos al inicio 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, y en el futuro probablemente detectar mentiras. Lograr desarrollar cada vez mejores software para este tipo de detección es de gran interés empresarial; pues encuestas recientes muestran que 8 de cada 10 empresas colombianas han sufrido un

fraude en el último año, por lo tanto mejorar en esta áreas es más una necesidad que un lujo. 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 [6].

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. Así pues, al igual que para las empresas, el gobierno necesita de un sistema de detección de fraude significativamente confiable. Tal como se evidencia en [7]. Se cree entonces que las razones anteriormente planteadas muestran la gran importancia que tiene la ejecución de la presente investigación, pues el entendimiento del problema podría arrojar soluciones útiles en muchos aspectos.

### **Alcance**

- Revisar el estado del arte en algoritmos de procesamiento óptico que permiten la extracción de rasgos faciales.
- Diseñar e implementar algoritmos de procesamiento óptico para detección de rasgos faciales.
- Revisión del estado del arte en diseño de filtros para eliminar ruidos en señales ópticas.
- Implementación de filtros para imágenes críticas.
- Verificar la factibilidad de implementación en secuencias de fotos y video.

### **Metodología Propuesta**

La metodología que se planea utilizar a lo largo de la investigación consistirá en reuniones semanales con el tutor y co-tutor antes mencionados.

Se realizará un continuo trabajo individual dividido en dos grandes partes; académico y práctico.

- El trabajo académico consistirá en el estudio del estado del arte; entendido como los últimos avances en el tema, para darnos ideas de cómo podría abordarse el problema.
- El trabajo práctico consistirá entonces en la traducción de las alternativas de mejoramiento, planteadas a partir de la investigación, en un software; en este caso MATLAB. Con miras a una implementación en un lenguaje computacional gratuito como Python.

Como parte del aprendizaje se asistirá a un taller de procesamiento óptico con el profesor, Daniel Sierra Sosa, logrando un entendimiento más físico del problema.

Conjuntamente se realizarán informes y presentaciones para documentar los resultados que se van obteniendo a lo largo de la investigación.

### Cronograma de Actividades

Semana	Actividad
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reunión con el tutor y definición del problema.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de lo logrado el semestre anterior.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión y entrega anteproyecto.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición oral explicativa.</li> <li>Inicio del taller de procesamiento de imágenes.</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión detallada del estado del arte en algoritmos de procesamiento óptico.</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planteamiento de diferentes formas de abordar el problema.</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apropiación de los algoritmos de procesamiento óptico.</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementación de los algoritmos de procesamiento óptico y mejoras.</li> <li>Acercamiento a los filtros en el ámbito de señales visuales.</li> </ul>
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolección de resultados para primer avance.</li> <li>Preparación de la exposición.</li> </ul>
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición oral.</li> </ul>
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementación de filtros.</li> </ul>
12	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificación de la factibilidad de implementación en secuencias de fotos y video.</li> </ul>
13	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comparación con los resultados obtenidos por el estudiante José Daniel Mejía Zuluaga en Proyecto Avanzado.</li> </ul>
14	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolección de resultados para el informe final.</li> </ul>
15	<ul style="list-style-type: none"> <li>Primer borrador informe final.</li> </ul>
16	<ul style="list-style-type: none"> <li>Correcciones del informe final.</li> </ul>
17	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrega informe final.</li> </ul>
18	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación exposición oral.</li> </ul>
19	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición oral final.</li> </ul>

### Presupuesto

Descripción	Costo
Materia Practica investigativa II	\$2' 215.504

Reuniones semanales con tutor y co-tutor (1 hora con cada uno)	\$11'147.737
Utilización de equipos (4 horas semanales aproximadamente)	\$228.000
Papelería	\$10.000

## Propiedad Intelectual

Es importante aclarar que la presente investigación no se hace de forma individual, por el contrario es una recapitulación de una investigación previa, acompañada continuamente por el tutor y co-tutor respectivos. Es por esta razón que la propiedad intelectual pertenece a todos los implicados en la investigación. Entendiéndose propiedad intelectual como “El conjunto de derechos que tiene los autores o inventores sobre sus creaciones”, según el Reglamento de Propiedad Intelectual de la Universidad EAFIT [8]. Es por esto que en el caso de usar algún conocimiento de la persona antes involucrada en la investigación, pues esta tendrá también derechos sobre esta. Así mismo la Universidad EAFIT, encargada de financiar la investigación y a la cual pertenecen todos los involucrados.

## Bibliografía

- [1] Jain, R., Kasturi, R., & Schunck, B. G. (1995). *Machine vision* (Vol. 5). New York: McGraw-Hill.
- [2] P. Ekman and E. L. Rosenberg, *What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the Facial Action Coding System (FACS)*. Oxford University Press, 1997.
- [3] S. Mejía, O. Quintero, and J. Castro, “Analysis of emotion: An approach from artificial intelligence perspective”.
- [4] M. Jones and P. Viola, “Fast multi-view face detection,” *Mitsubishi Electric Research Lab TR-20003-96*, vol. 3, p. 14, 2003.
- [5] S. Montoya, “Identificación y comparación de marcadores en rasgos faciales para la determinación de emociones,” 2014.
- [6] Kroll, “2013/2014 Informe Global sobre Fraude,” 2013.
- [7] T. International, “Global corruption barometer 2013: Report,” 2013.
- [8] Universidad EAFIT. “Reglamento de Propiedad Intelectual de la Universidad EAFIT”. Vigente a la fecha.