

- **Documentación del Algoritmo de Etiquetado de Emociones**

## **Introducción**

Este documento explica detalladamente el funcionamiento del algoritmo diseñado para etiquetar emociones y clasificar estados de confusión y frustración en imágenes, utilizando tecnologías como DeepFace, OpenCV, y MediaPipe. A continuación, se detalla el proceso desde la ejecución principal hasta cada una de las funciones utilizadas.

### **1. Ejecución Principal:** “if \_\_name\_\_ == '\_\_main\_\_':”

El programa comienza su ejecución en este bloque, donde se orquesta todo el flujo de procesamiento. La función principal que se invoca es `read_file()`, la cual se encarga de leer las imágenes de una carpeta específica y procesarlas para detectar emociones. Si se detectan emociones, se procede a crear archivos CSV con los resultados.

### **2. Lectura y Procesamiento de Archivos:** “`read_file()`”

Esta función verifica la existencia de la carpeta principal y recorre cada subcarpeta que contiene imágenes. Cada carpeta representa a una persona, y las imágenes dentro de ella son procesadas por la función `process_folder()`. Si no se encuentran imágenes, se lanza una advertencia.

### **3. Procesamiento de Imágenes:** “`process_folder(carpeta, nombre_persona)`”

Dentro de esta función, se realiza el procesamiento de cada imagen utilizando MediaPipe para detectar rostros y DeepFace para analizar las emociones presentes en los rostros detectados.

- **Detección de Rostros(1,2):** MediaPipe se utiliza para identificar rostros en las imágenes. MediaPipe es una biblioteca que permite detectar y extraer características faciales de forma eficiente.
- **Análisis de Emociones (3,4):** DeepFace se encarga de analizar las emociones utilizando el backend `mtcnn`, uno de los métodos más precisos para la detección de rostros. DeepFace permite seleccionar entre varios motores de detección, y en este caso, se ha optado por `mtcnn` por su balance entre precisión y rendimiento.

#### 4. **Clasificación de Confusión y Frustración(5):** “frust\_conf(emociones, emocionDominante, dominanteValor)”

Esta función calcula si una persona muestra signos de confusión o frustración basado en las emociones detectadas. Se definen umbrales específicos para identificar estos estados, considerando la suma de emociones relevantes (e.g., miedo, tristeza, sorpresa para confusión) y verificando si las diferencias entre ellas están dentro de un rango aceptable. Si las condiciones se cumplen, se etiqueta la imagen como "confundido" o "frustrado" (Se detalla a profundidad más adelante).

#### 5. **Creación de Archivos CSV:** “create\_csv(todasImágenes)”

Las emociones detectadas para cada persona son almacenadas en archivos CSV. Se genera un archivo por cada persona, que contiene el nombre, la ruta de la imagen y la emoción detectada. Si se produce algún error durante la escritura, se captura y se notifica.

### **Formulación del Algoritmo para la Detección de Confusión y Frustración(5)**

La función “**frust\_conf()**” es el algoritmo propuesto para calcular los estados de **confusión** y **frustración** a partir de las emociones detectadas en una imagen. A continuación, se presenta la formulación matemática utilizada para determinar estos estados.

#### **1. Emociones Base y Umbrales**

- fear: miedo.
- sad: tristeza.
- surprise: sorpresa.
- angry: enojo.
- disgust: disgusto.

Los umbrales y parámetros utilizados son:

- umbral\_confusion = 20
- umbral\_frustracion = 20
- rango\_diferencia = 20

#### **2. Cálculo de la Confusión**

La confusión se define como la suma de las emociones de **miedo**, **tristeza** y **sorpresa** en conjunto con una serie de validadores:

$$\mathbf{Cf = fear + sad + surprise}$$

La confusión se considera válida si se cumplen dos condiciones:

1. Al menos dos de las emociones **fear**, **sad**, y **surprise** superan el umbral **umbral\_confusion**.
2. La diferencia entre las emociones conjuntas es menor o igual a **rango\_diferencia**.
3. El valor de confusión no supera los 40 puntos porcentuales al validar el resultado de la función además de que su valor asignado no supere al número de confusión.

### 3. Cálculo de la Frustración

La frustración se define como la suma de las emociones de enojo, disgusto y tristeza junto con sus validadores:

$$Fr = angry + sad + disgust$$

Al igual que con la confusión, la frustración es válida si:

1. Al menos dos de las emociones angry, sad, y disgust superan el umbral **umbral\_frustracion**.
2. Las diferencias entre las emociones conjuntas son menores o iguales a **rango\_diferencia**.
3. El valor de frustración no supera los 40 puntos porcentuales al validar el resultado de la función además de que dicho valor no supera al número perteneciente a la confusión.

### Ejemplo de Resultados y Visualización.

A continuación se muestra la información obtenida de una muestra obtenida para pruebas

- **Muestra 1:** (Figura 1) Del archivo “Muestra2\JonaEmociones\img8.png” (Figura 2)

Emoción	Porcentaje (%)
Angry	17.665287236537072
Disgust	0.00042167707281800425
Fear	38.06499385058953
Happy	0.9154394109023319
Sad	40.55509381829574
Surprise	1.0071499003887294
Neutral	1.7916053260439246

### Emociones detectadas por DeepFace

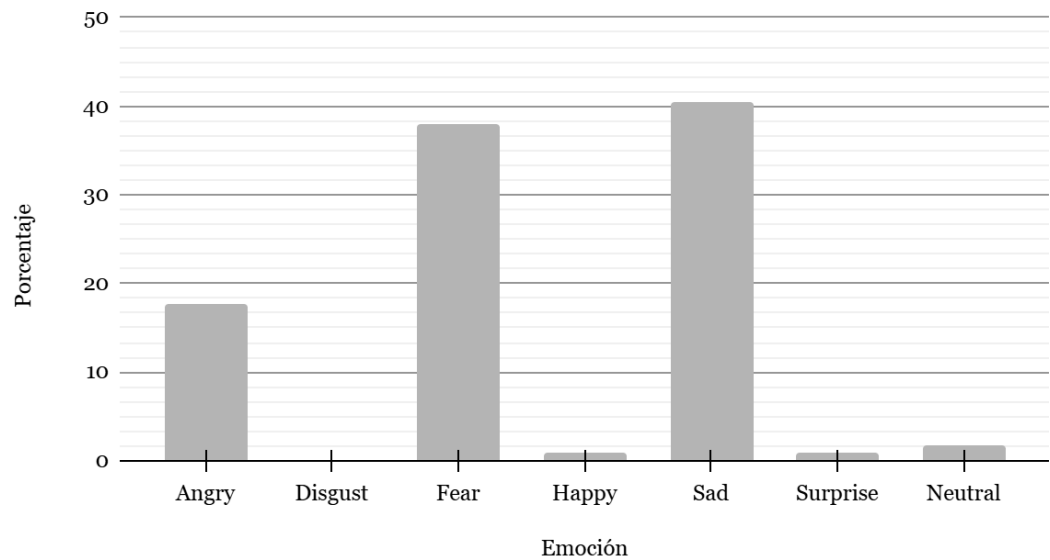


Figura 1

Emoción Compuesta	Validación	Detectado
Confusión	<div>Fear (38.06%) y Sad (40.56%) superan el umbral de 20%. La diferencia entre Fear y Sad es 2.50% (&lt; 20%). La suma de Fear 38.06 + Sad 40.56 + Surprise 1.00 = 79.62, superando ámoliamente el criterio de los 40 puntos además del valor de la frustración.</div>	Sí
Frustración	<div>Angry (17.67%) y Sad (40.56%) superan el umbral de 20%. La diferencia entre Angry y Sad es 22.89% (&gt; 20%), por lo que se descarta de inmediato.</div>	No



Figura 2

- **Muestra 2: (Figura 3) Del archivo “Muestra2\JonaEmociones\img49.png” (Figura 4)**

Emoción	Porcentaje (%)
Angry	45.343175530433655
Disgust	0.007111665036063641
Fear	13.29852044582367
Happy	0.05007181316614151
Sad	29.033225774765015
Surprise	0.16470595728605986
Neutral	12.103192508220673

### Detección de emociones por Deepface

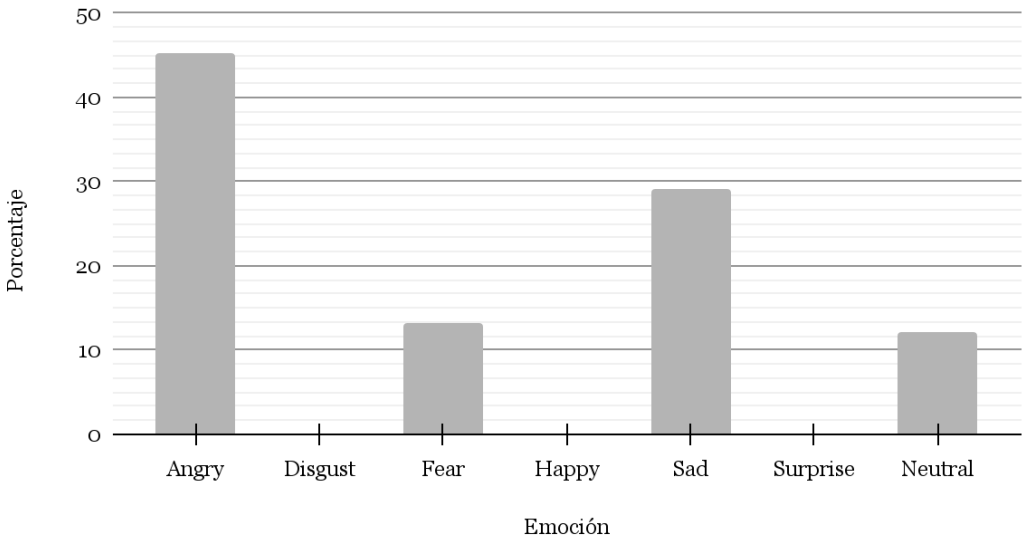


Figura 3

Emoción Compuesta	Validación	Detectado
Confusión	<p><b>Fear</b> (13.30%) y <b>Sad</b> (29.03%) superan el umbral de 20% cada uno. También la diferencia entre <b>Fear</b> y <b>Sad</b> es 15.73%, que está dentro del rango aceptable de 20%. Sin embargo, como la suma <b>Fear</b> 13.30 + <b>Sad</b> 29.03 + <b>Surprise</b> 0.16 = 42.49%, cumpliendo con el criterio de al menos 40 puntos pero siendo inferior al valor de frustración, <b>no se detecta confusión</b>.</p>	No
Frustración	<p><b>Angry</b> (45.34%) y <b>Sad</b> (29.03%) superan el umbral de 20% cada uno. La diferencia entre <b>Angry</b> y <b>Sad</b> es 16.31% (&lt; 20%). La <b>frustración es detectada</b> con la suma de <b>Angry</b> 45.34 + <b>Sad</b> 29.03 + <b>Disgust</b> 0.007 = 74.38%, superando ampliamente el umbral además del valor de confusión.</p>	Sí



Figura 4

#### ● Referencias

1. MediaPipe: GitHub Repository. (n.d.). \*MediaPipe: Cross-platform Framework for Building Multimodal Applied ML Pipelines\*. <https://github.com/google/mediapipe>
2. Google AI Edge. (2024, mayo 14). MediaPipe Solutions. Google Developers. <https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions>
3. Serengil, S., & Ozpinar, A. (2024). DeepFace (versión 0.0.75). GitHub. <https://github.com/serengil/deepface>
4. Serengil, S., & Ozpinar, A. (2024). A Benchmark of Facial Recognition Pipelines and Co-Usability Performances of Modules. Journal of Information Technologies, 17(2), 95-107. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.1399077>
5. Pérez, P. (2022). *Análisis de sentimientos con inteligencia artificial para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje en el aula virtual*. <https://biblioteca.sistedes.es/bitstreams/6d0228d0-dedd-451a-9206-4bf0e93d1d4f/download>