

ANTEPROYECTO CLASIFICADOR DE EMOCIONES

ASIGNATURA

Aprendizaje Automático

PROFESOR

Santiago Hernández Torres

ESTUDIANTE

David Esteban Martín Acosta

Santiago Torres Gallego

Universidad Nacional de Colombia

Sede Medellín

2024 - 1

Índice

1. (30 %) Pregunta de investigación y objetivos	2
1.1. Objetivo principal	2
1.2. Objetivos específicos	2
2. (15 %) Metodología de investigación	3
2.1. Formación conceptual	3
2.2. Visión artificial	3
2.3. Entrenamiento del sistema neuronal	3
2.4. Análisis de resultados	3
3. (30 %) Datos y análisis previo	4
3.1. Definición de variables	4
3.2. Fuentes y formatos de los datos	4
3.3. Análisis exploratorio básico	5
4. (15 %) Plan detallado (diagrama Gantt o Pert)	6
5. (5 %) Implicaciones éticas	7
6. (5 %) Aspectos legales y comerciales	8

1. (30 %) Pregunta de investigación y objetivos

¿Es factible que un modelo de Aprendizaje Profundo identifique y clasifique con precisión las emociones manifestadas en las expresiones faciales de los individuos a partir de datos visuales?

1.1. Objetivo principal

Desarrollar y optimizar un modelo de Red Neuronal Convolutiva robusto y eficiente para la identificación y clasificación precisa de las expresiones faciales en imágenes, con el fin de avanzar en las aplicaciones de reconocimiento de emociones en tiempo real y mejorar la interacción entre humanos y sistemas informáticos

1.2. Objetivos específicos

- **Comprender Teóricamente de las CNNs:** Estudiar y comprender los fundamentos matemáticos y conceptuales de las Redes Neuronales Convolucionales, incluyendo la teoría subyacente, el funcionamiento de las capas convolucionales, la función de las funciones de activación, los métodos de regularización y las estrategias de optimización.
- **Dominar los conceptos fundamentales de la Visión Artificial:** Profundizar en los componentes críticos y conceptos fundamentales de la visión por computadora, tales como adquisición de imágenes, preprocesamiento, extracción de características, segmentación y el reconocimiento y clasificación de objetos.
- **Reconocer las Emociones humanas mediante CNNs:** Demostrar empíricamente que una máquina puede replicar la capacidad humana de distinguir entre diferentes expresiones faciales mediante el uso de una Red Neuronal Convolutiva entrenada y validada con un conjunto de datos representativo.
- **Evaluar alternativas en Aprendizaje Profundo:** Investigar y comparar el rendimiento de otros algoritmos de Aprendizaje Profundo supervisado, como las Redes Neuronales Recurrentes (RNNs), para abordar la tarea de clasificación de expresiones faciales, identificando fortalezas y limitaciones en comparación con las CNNs.
- **Implementar y validar el modelo:** Diseñar y desarrollar un modelo de CNN optimizado para la clasificación de emociones faciales, implementar un protocolo de entrenamiento y validación riguroso, y realizar experimentos para evaluar la precisión, generalización y rendimiento en tiempo real del modelo.

2. (15 %) Metodología de investigación

Detalles del desarrollo del proyecto.

2.1. Formación conceptual

- **Fundamentos de CNN:** El componente matemático que fundamentan las redes neuronales convolucionales lo tomaremos bajo los siguientes referentes bibliográficos:
 - Neural Networks and Deep Learning (Charu C. Aggarwal 2018)
 - Neural Networks and Deep Learning (Michael Nielsen 2021)
- **Investigación sobre RNNs:** Con el objetivo de potencializar el rendimiento del sistema neuronal a abordar en el proyecto, se extenderá el estudio sobre los mismos referentes bibliográficos en la aplicación de redes neuronales recurrentes.

2.2. Visión artificial

- **Adquisición de Imágenes:** Recopilación de un conjunto de datos amplio y diversificado de expresiones faciales, asegurando la representatividad de distintas demografías y condiciones de iluminación.
- **Preprocesamiento:** Normalización de imágenes, ajuste de tamaño, y aplicación de técnicas de reducción de ruido para preparar los datos para el proceso de entrenamiento.
- **Extracción de Características:** Uso de capas convolucionales para identificar patrones y rasgos relevantes en las expresiones faciales.
- **Segmentación:** División de las imágenes en regiones significativas para aislar características faciales importantes.
- **Reconocimiento y Clasificación de Objetos:** Desarrollo de un sistema de clasificación que asigne las etiquetas correctas a las expresiones faciales detectadas en las imágenes.

2.3. Entrenamiento del sistema neuronal

- **Configuración de la Red:** Diseño de la arquitectura de la red neuronal convolucional, seleccionando hiperparámetros y funciones de activación adecuadas para la tarea de clasificación de emociones.
- **Validación Cruzada:** Implementación de técnicas de validación cruzada para evaluar la generalización del modelo y ajustar los parámetros.
- **Optimización:** Aplicación de técnicas de optimización y regularización para mejorar el rendimiento del modelo y prevenir el sobreajuste.

2.4. Análisis de resultados

- **Evaluación del Modelo:** Uso de métricas de rendimiento como la precisión, la recuperación, el valor F1 y la matriz de confusión para evaluar la eficacia del modelo.
- **Interpretación de Resultados:** Análisis crítico de los resultados obtenidos, discusión sobre el sesgo potencial en el conjunto de datos y las limitaciones del modelo.
- **Comparación con RNNs:** Contraste de los resultados del modelo de neuronal convolucional con aquellos obtenidos a través de modelos basados en neuronal concurrente para determinar la mejor aproximación al problema.

3. (30 %) Datos y análisis previo

3.1. Definición de variables

- **Variables independientes (X):**

Las variables independientes, del clasificador de emociones, son las características visuales extraídas de imágenes de rostros en escala de grises, cada una con dimensiones de 48x48 píxeles. Estas características incluyen:

- **Intensidades de Píxeles:** Cada imagen está compuesta por 2,304 píxeles (48x48), donde cada píxel representa un valor de intensidad en escala de grises. Estos valores proporcionan la base para el análisis y la extracción de características adicionales.
- **Características Texturales y de Contorno:** Dado que las imágenes muestran diversas expresiones faciales, las texturas y los contornos de estas expresiones son críticos para diferenciar entre las emociones.
- **Características Geométricas:** Elementos como la curvatura de los labios, la apertura de los ojos, y la elevación de las cejas son indicativos de emociones específicas y pueden ser cuantificados a través de técnicas de procesamiento de imágenes o aprendizaje profundo.
- **Uniformidad y Centrado de Rostros:** Todos los rostros en las imágenes están centrados y uniformemente presentados, reduciendo la variabilidad debida a la posición y orientación del rostro, lo que permite que el modelo se concentre en las expresiones faciales sin distracciones.

- **Variables dependientes (Y):**

- Sorpresa
- Triste
- Neutral
- Feliz
- Miedo
- Disgusto
- Enojado

3.2. Fuentes y formatos de los datos

- **Formato de los datos:** Los datos que serán utilizados en este proyecto consisten en imágenes con las características detalladas a continuación:

- **Tamaño:** Cada imagen tiene dimensiones de 48x48 píxeles.
- **Color:** Las imágenes están en escala de grises, lo que facilita el procesamiento y reduce la complejidad computacional.
- **Recorte:** Los rostros en las imágenes ya están centrados, lo que asegura una uniformidad en la presentación de los datos y permite que el modelo se enfoque en las expresiones faciales sin distracciones de fondo.

- **Fuentes de los datos:** Los datos provienen de dos conjuntos de datos públicos disponibles en la plataforma Kaggle, lo que asegura la reproducibilidad y transparencia en el uso de información:

- **FER2013 Dataset:**

- **URL:** <https://www.kaggle.com/datasets/msambare/fer2013>
- **Descripción:** Este conjunto de datos es ampliamente utilizado en la comunidad de investigación para tareas de reconocimiento de emociones faciales. Incluye imágenes de rostros expresando diferentes emociones categorizadas en varias clases.

- **Face Expression Recognition Dataset:**

- **URL:** <https://www.kaggle.com/datasets/jonathanoheix/face-expression-recognition-dataset/data>
- **Descripción:** Similar al FER2013, este conjunto de datos contiene imágenes etiquetadas con diversas expresiones emocionales, proporcionando una rica fuente de datos para entrenar y validar modelos de reconocimiento de emociones.

3.3. Análisis exploratorio básico

Los resultados de este análisis se pueden revisar en el siguiente enlace a un Google Colab.

URL: <https://acortar.link/FRH01i>

4. (15 %) Plan detallado (diagrama Gantt o Pert)

- **URL:** <https://acortar.link/RkqWLa>

5. (5 %) Implicaciones éticas

■ Sesgo y Discriminación

Uno de los desafíos éticos más significativos de nuestro proyecto es la posibilidad de que el modelo de reconocimiento de emociones desarrolle y perpetúe prejuicios basados en rasgos raciales o de género. Esta problemática surge cuando los conjuntos de datos de entrenamiento no son representativos de la diversidad poblacional, lo que podría llevar a la clasificación inadecuada de ciertas emociones como “enojo” o “disgusto” más frecuentemente en determinados grupos demográficos. Este sesgo puede tener repercusiones negativas, especialmente si se utiliza en contextos como la vigilancia, el reclutamiento laboral o la evaluación de desempeño, perpetuando estereotipos y discriminación.

■ Privacidad y Consentimiento

El proyecto implica el manejo de imágenes faciales, que constituyen datos personales sensibles. La captura y análisis de estas imágenes debe gestionarse con estricto cumplimiento de las normativas de privacidad, asegurando el consentimiento informado de los participantes. Es crucial explicar cómo se usarán las imágenes, los datos que se extraerán de ellas y los fines específicos de estos procesos. En contextos comerciales, el uso de esta tecnología exige una consideración meticulosa para evitar invasiones a la privacidad personal, asegurando que los individuos estén plenamente conscientes de y consientan la utilización de sus datos emocionales.

■ Transparencia y Responsabilidad

Es imperativo que el modelo operativo del sistema de reconocimiento de emociones sea transparente y explicable. Los usuarios y las partes afectadas deben poder entender y cuestionar las decisiones tomadas por el sistema, en conformidad con regulaciones como el GDPR, que aboga por el derecho a la explicación de decisiones automatizadas. Además, se deben implementar auditorías éticas y técnicas periódicas para evaluar y corregir posibles desviaciones en el comportamiento del modelo, garantizando su justicia y precisión a lo largo del tiempo.

■ Implicaciones a Largo Plazo

La implementación a gran escala de tecnologías de reconocimiento de emociones lleva consigo importantes consideraciones éticas a largo plazo. Es esencial evaluar cómo estas tecnologías afectarán las dinámicas sociales y personales, incluyendo potenciales manipulaciones emocionales o cambios en las interacciones humanas. Estos efectos deben ser cuidadosamente analizados para prevenir consecuencias sociales adversas y garantizar un impacto positivo en la sociedad.

6. (5 %) Aspectos legales y comerciales

■ Potencial comercial

El reconocimiento de emociones mediante tecnología de visión por computadora tiene un considerable potencial en el sector del servicio al cliente. Integrar esta tecnología permite a las empresas adaptar las interacciones en tiempo real, mejorando la satisfacción y la eficiencia en la atención. Las aplicaciones específicas incluyen:

- **Respuestas Adaptativas:** Los sistemas que comprenden el estado emocional del cliente pueden ajustar automáticamente el tono y el contenido de las respuestas, lo que resulta en una experiencia de usuario más personalizada y sensible.
- **Capacitación de Representantes:** Al analizar las emociones de los clientes durante las interacciones, se pueden identificar áreas de mejora para los representantes de servicio, mejorando así sus habilidades de comunicación y empatía.
- **Gestión Proactiva de Conflictos:** La detección temprana de emociones negativas como frustración o enojo permite intervenir antes de que estos sentimientos escale a mayores conflictos, protegiendo así la relación con el cliente y la imagen de la empresa.

■ Aspectos Legales

Implementar el reconocimiento de emociones en el servicio al cliente trae consigo responsabilidades legales y éticas significativas:

- **Protección de Datos Personales:** Dado que el procesamiento de emociones implica el manejo de datos personales sensibles, es crucial adherirse a normativas como el GDPR en Europa y la CCPA en California, asegurando que todos los datos se manejen de manera segura y conforme a la ley.
- **Consentimiento Informado y Transparencia:** Es fundamental obtener el consentimiento explícito de los clientes antes de utilizar tecnologías de reconocimiento de emociones. Los clientes deben estar plenamente informados sobre cómo se recopilan, procesan y utilizan sus datos emocionales, y deben tener la opción de optar por no participar en cualquier momento.