



Universidad Rey Juan Carlos

ESCUELA DE INGENIERÍA DE FUENLABRADA

Gonzalo Pacheco Agredano

GIST

*Facial Recognition with PCA and*

*Machine Learning Methods*

## **ÍNDICE**

<b>1. RESUMEN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3. METODOLOGÍA E IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1. BASE DE DATOS (ORL FACE DATABASE) .....</b>	<b>3</b>
<b>3.2. PREPROCESAMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3.3. ETAPA 1: EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS (PCA) .....</b>	<b>4</b>
<b>3.4. ETAPA 2: CLASIFICACIÓN (LRC).....</b>	<b>4</b>
<b>4. RESULTADOS EXPERIMENTALES .....</b>	<b>4</b>
<b>4.1. MÉTRICAS DE EVALUACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>4.2. MATRIZ DE CONFUSIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>5</b>
<b>6. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>7. REFERENCIAS.....</b>	<b>5</b>

# 1. Resumen

Este documento detalla la implementación y evaluación de un sistema de reconocimiento facial basado en el trabajo de Chen y Jenkins. El sistema utiliza el Análisis de Componentes Principales (PCA) para la extracción de características y el algoritmo de Clasificación por Regresión Lineal (LRC) para la identificación. Se ha utilizado la base de datos ORL, obteniendo una precisión del 98.25% mediante la técnica de validación Leave-One-Out.

## 2. Introducción

El reconocimiento facial es un área crítica en el procesamiento de imágenes y aprendizaje automático con aplicaciones en seguridad y control de acceso. Este trabajo se basa en la premisa de que es posible reducir la dimensionalidad de una imagen facial sin perder información esencial para su clasificación. Se sigue la metodología de dos etapas: reducción de datos mediante PCA y clasificación mediante algoritmos de alto nivel.

## 3. Metodología e Implementación

### 3.1. Base de Datos (ORL Face Database)

Se ha utilizado la base de datos ORL, la cual consta de:

- Individuos: 40 personas distintas.
- Muestras: 10 imágenes por persona (400 imágenes en total).
- Variaciones: Incluye cambios en la iluminación, expresiones faciales y accesorios como gafas.

### 3.2. Preprocesamiento

Siguiendo las recomendaciones del artículo para equilibrar la velocidad y la precisión, las imágenes originales de  $92 \times 112$  píxeles se han redimensionado a una resolución de  $20 \times 20$  píxeles.

### **3.3. Etapa 1: Extracción de Características (PCA)**

El proceso de PCA implementado en Matlab sigue estos pasos matemáticos:

- Cálculo de la imagen promedio (A): Se obtiene la media de todas las imágenes de entrenamiento.
- Centrado de datos (Y): Se resta la imagen promedio a cada imagen original ( $Y_i = I_i - A$ ).
- Cálculo de Autocaras (Eigenfaces): Se resuelve el problema de autovalores de la matriz de covarianza para obtener los autovectores que representan las variaciones principales. Se han seleccionado las 50 componentes principales para la proyección.

### **3.4. Etapa 2: Clasificación (LRC)**

Siguiendo las instrucciones de la asignatura, se ha implementado el clasificador LRC. Este algoritmo proyecta la imagen de test en el subespacio definido por las imágenes de entrenamiento de cada clase y asigna la etiqueta de aquella clase cuyo error de reconstrucción (residuo) sea mínimo.

## **4. Resultados Experimentales**

La evaluación se realizó mediante el método Leave-One-Out (LOO), donde se utiliza una imagen para test y las otras 399 para entrenamiento, repitiendo el proceso para cada una de las imágenes de la base de datos.

### **4.1. Métricas de Evaluación**

Los resultados obtenidos en el entorno Matlab son:

- Tasa de Acierto (Accuracy): 98.25%
- Tasa de Error: 1.75%
- Probabilidad de Error: 0.0175

### **4.2. Matriz de Confusión**

La matriz de confusión generada muestra una fuerte concentración de aciertos en la diagonal principal, lo que confirma la robustez del clasificador implementado. Se observan errores mínimos donde sujetos con rasgos muy similares o expresiones extremas fueron confundidos puntualmente.

## 5. Discusión de Resultados

La precisión alcanzada (98.25%) es significativamente alta. Algunos puntos clave observados son:

- Eficiencia del Tamaño: El uso de autocaras de  $20 \times 20$  demostró ser suficiente para capturar la identidad de los sujetos, validando la conclusión del artículo de que tamaños mayores como  $80 \times 80$  no ofrecen mejoras proporcionales al costo computacional.
- Estabilidad: El uso de 9 imágenes de entrenamiento por clase en cada iteración del LOO permite una reconstrucción lineal precisa en el algoritmo LRC, superando las tasas medias reportadas para KNN en el estudio original (93.58% con 7 imágenes).
- Limitaciones: Los errores de clasificación (1.75%) suelen ocurrir en imágenes con rotaciones laterales superiores a los 20 grados, el límite de tolerancia indicado para la base de datos ORL.

## 6. Conclusión

La implementación del sistema de reconocimiento facial mediante PCA y LRC en Matlab ha cumplido con éxito los objetivos de la asignatura. Se ha demostrado que la reducción de dimensionalidad no solo optimiza el tiempo de ejecución, sino que permite altas tasas de acierto cuando se combina con un clasificador adecuado.

## 7. Referencias

- [1] J. Chen and W. K. Jenkins, "Facial recognition with pca and machine learning methods," in 2017 IEEE 60th international Midwest symposium on circuits and systems (MWSCAS).