

RECONOCIMIENTO FACIAL APLICADO A LA TOMA DE ASISTENCIA

Gerardo Benavides Pérez

Facultad de Estadística e Informática / Universidad Veracruzana

benavides_gerardo@outlook.es

Candy Obdulia Sosa Jiménez

Facultad de Estadística e Informática / Universidad Veracruzana

cansosa@uv.mx

Luis Gerardo Montané Jiménez

Facultad de Estadística e Informática / Universidad Veracruzana

lmontane@uv.mx

Resumen

El pase de lista es una de las actividades que los docentes de la Universidad Veracruzana tienen que realizar y entregar al final del periodo escolar para determinar si un estudiante tiene derecho a examen ordinario, extraordinario o título de suficiencia. En apoyo a esta tarea y con la ayuda de la herramienta Matlab se propone el registro de asistencia de los estudiantes mediante reconocimiento facial, apoyando al docente con la automatización de esta tarea administrativa que debe realizar diariamente. El presente trabajo ofrece una alternativa para las instituciones educativas con un elevado número de alumnos de diferentes niveles, realizando el registro de asistencia a clases de los estudiantes de una manera autónoma y sistematizada con un sistema de software.

Palabras Clave: Análisis de componentes, eigenface, reconocimiento facial

Abstract

Taking attendance is an activity that allows to University of Veracruz teachers to determine whether students can take ordinary, first and second chance exams. To

support this task, that is currently carried out in a subjective way, and aided by the Matlab tool, a face recognition attendance record is proposed, helping teachers to get rid of some of the paperwork they have to do daily and automatize it using technology. The present work offers an alternative to educational institutions with a high number of students from different levels, recording class attendance in a much more autonomous way in which the teacher doesn't interfere, allowing him to make this task a more objective one.

Keywords: *Component analysis, eigenface, face recognition.*

1. Introducción

La labor del docente ante un grupo no se limita a impartir una clase, hoy en día la labor del docente se encuentra diversificada en investigación, tutoría, dirección de trabajos recepcionales, entre otras, además de lo cual, conlleva una serie de actividades administrativas, tales como: firmar entrada y salida de clases, pasar lista a los alumnos de grupo, poner a disposición de los alumnos material digital en una página web o sistema institucional, revisar, corregir, calificar y registrar tareas y proyectos, registrar participaciones, ponderar calificaciones, asentar calificaciones finales en actas oficiales, entre otras.

Actualmente el registro de asistencia de los alumnos en las escuelas no se ha estandarizado para realizarse de una manera objetiva, cada docente lo realiza de forma distinta, algunas formas son: puntualmente al iniciar su clase, después de unos minutos de tolerancia de entrada, al terminar la sesión, al inicio y fin de clase para comprobar que el alumno efectivamente asistió a la sesión completa, al inicio de cada hora cuando las sesiones son largas, existen quienes no pasan lista, etc. provocando que el alumno solo asista a la hora en la que el docente pasa asistencia al grupo y saliendo del salón el resto de la clase.

El pase de lista en las aulas sigue siendo un tema de contradicciones para algunas de las personas que aún están en contra con la evolución e implementación de las nuevas tecnologías, ya que, argumentan que podría ser más confiable seguir con el método tradicional en vez de utilizar la tecnología.

En la actualidad existen en el mercado aplicaciones que prometen que el reconocimiento facial se realizará de una manera fidedigna, llevando así un mejor control en la asistencia de los involucrados. Una de las propuestas revolucionarias en el reconocimiento facial es la aplicación móvil para Android que lleva por nombre AFRECO (*Attendance by Face Recognition*), cuya función principal consistía en realizar el pase de lista de un conjunto de usuarios dados de alta utilizando el reconocimiento facial. Al probar esta aplicación no realizó dicha función de manera correcta y posteriormente fue retirada del mercado de aplicaciones (Prologix Technologies, 2013).

Otra aplicación relacionada es "Face Recognition & Facial DNA", la cual utiliza un algoritmo de LBP (Patrón Binario Local), sobre un sistema Android. Es un sencillo pero eficaz algoritmo de texturas para las etiquetas de los píxeles de una imagen por el barrido de umbrales de cada píxel, dicho resultado se toma como un número binario para el reconocimiento de un rostro. Para que la aplicación funcione correctamente la cámara del dispositivo Android debe tener una resolución mínima de 176x144 píxeles. (GooglePlay, 2014). "NameTag" registra la fotografía de una persona desconocida, y la compara contra millones de registros en línea entregando de vuelta: nombre, fotos relacionadas y los enlaces a los perfiles en diversas redes sociales (iTunes, 2015).

En las redes sociales, Facebook® ha implementado "DeepFace", que crea modelos 3D de los rostros a partir de fotografías y posteriormente los analiza con tecnología de inteligencia artificial conocida como "aprendizaje profundo". La distancia entre los ojos y la simetría de la boca no suelen cambiar con el tiempo, a diferencia de una fotografía, que capta una expresión efímera, una plantilla de reconocimiento de rostro permanece vigente, casi como una huella digital (Taugman, *et al*, 2014):

- Tratamiento de imágenes digitales: La biometría es la ciencia de la identificación de los seres humanos sobre la base de características físicas únicas. La biometría se define también como la ciencia dedicada al estudio estadístico de las características cuantitativas de los seres vivos como son: peso, longitud, entre otros. Este término es utilizado para referir a los

métodos automáticos que analizan determinadas características humanas con el fin de identificar y autenticar a las personas. El reconocimiento facial se ha convertido en un área de investigación activa que abarca diversas disciplinas, como el procesamiento de imágenes, reconocimiento de patrones, etc. El objetivo de un sistema de reconocimiento facial es que dada la imagen de una cara "desconocida", o imagen de prueba, encontrar una imagen de la misma cara entre un conjunto de imágenes "conocidas", o imágenes de entrenamiento. Uno de los métodos para realizar este proceso es PCA.

- Pre-procesamiento digital: Entre las acciones que se realizan para el pre-procesamiento de una imagen se encuentra la mejora de contraste, redimensión de las imágenes digitales, ajuste en la exposición, filtrado para eliminación del ruido o para realzar bordes de una imagen entre otras.(Araiza *et al*, 2007).
- Reconocimiento facial: La biometría es la ciencia de la identificación de los seres humanos sobre la base de características físicas únicas. La biometría se define también como la ciencia dedicada al estudio estadístico de las características cuantitativas de los seres vivos como son: peso, longitud, entre otros. Este término es utilizado para referir a los métodos automáticos que analizan determinadas características humanas con el fin de identificar y autenticar a las personas. El reconocimiento facial se ha convertido en un área de investigación activa que abarca diversas disciplinas, como el procesamiento de imágenes, reconocimiento de patrones, etc. El objetivo de un sistema de reconocimiento facial es que dada la imagen de una cara "desconocida", o imagen de prueba, encontrar una imagen de la misma cara entre un conjunto de imágenes "conocidas", o imágenes de entrenamiento. Uno de los métodos para realizar este proceso es PCA.
- Análisis de Componentes Principales (PCA): cuyo objetivo principal es reducir la dimensionalidad de un conjunto grande de datos (Pang- Ning *et al*, 2006). Con PCA, el sondeo y la galería de imágenes deben ser del mismo tamaño y deben ser normalizadas previamente para alinear los ojos

y bocas de los sujetos en las imágenes. PCA revela la más efectiva estructura de baja dimensión de los patrones faciales.(Sirovich & Kirby, 1987)

- Eigenface: El enfoque Eigenface es considerado como la primera tecnología de reconocimiento facial, y sirvió como base para uno de los mejores comercios de productos de tecnología de reconocimiento facial, figura 1. (Cuevas, Zaldivar y Pérez, 2012). La inspiración de esta técnica viene del hecho de que para una imagen facial $f(x, y)$ consistente en una matriz o arreglo bidimensional de $N \times N$ de valores de intensidad, si se representa mediante el vector de longitud N formado por todos los valores de sus píxeles alineados, el espacio vectorial de todas las imágenes de longitud N , de cualquier objeto o escena (caras, coches, paisajes, etc.), será de dimensión N . Sin embargo, en este espacio de enorme dimensión, sólo un pequeño subespacio es el de imágenes de caras, denominado espacio de caras eigenspace (NSTC, 2006).



Figura 1 Ejemplo de Eigenfaces.

2. Método

La metodología utilizada para la presente investigación consiste en la aplicación de los siguientes pasos:

- Adquisición de base de datos de imágenes para entrenamiento: A los estudiantes se les tomo una fotografía de su rostro para entrenar el sistema.

- Pre-Procesamiento de la imagen: Convertir las imágenes a escala de grises, recortar únicamente área del rostro en las fotografías eliminando rasgos como cabello, orejas, cuello, etc.
- Adquisición de datos necesarios: A partir de una cámara web obtener las fotografías necesarias en el salón de clase de cada alumno colocándose frente a la cámara por tres segundos para captar su rostro.
- Reconocimiento facial: La fotografía obtenida por la cámara web es comparada contra la eigenface obtenida por PCA formada por las fotografías previas. Dicho procesamiento se realizó empleando el software MATLAB. (Cuevas, Zaldivar, & Pérez, 2012).
- Registro de asistencia: En el servidor se crea o actualiza un archivo de hoja de cálculo con la contabilidad de la asistencia de la fecha actual, para el grupo en cuestión.

Al final del periodo escolar (semestre) este archivo estará listo para entregar directamente a las autoridades correspondientes de la facultad en forma de un archivo en formato .CSV o .XLSX. Con el cual las autoridades determinan en el sistema SIIU (Sistema Integral de Información Universitaria, 2016) que estudiantes tienen derecho a examen ordinario, examen extraordinario y examen a título dependiendo del número de sus asistencias, en periodos anteriores el procedimiento se ha realizado pidiendo a los docentes que entreguen su lista de asistencia en hoja impresa o en archivo de hoja de cálculo a las autoridades de la facultad, como se muestra en la figura 2.

Para el diseño experimental se solicitó consentimiento al profesor y estudiantes para participar voluntariamente en las pruebas. A los estudiantes participantes se les tomaron dos fotografías con una cámara digital con 20.4 megapíxeles efectivos, con un diafragma de $f/3.5$, una velocidad de $1/50$ s y una sensibilidad de ISO-800. Se utilizó un fondo de color blanco y luz natural para que las fotografías, las fotografías fueron tomadas de los hombros hacia arriba, en los alumnos que utilizaban lentes se les hizo una toma con lentes y otra sin ellos. El tamaño inicial de cada una de las fotografías de los alumnos era de las siguientes dimensiones:

un ancho de 5184 pixeles por un alto de 3888 pixeles ,es por eso, que se requirió el pre-procesamiento de todas las imágenes, quedando con una nueva configuración de ancho de 281 pixeles por un alto de 355 pixeles para reducir los tiempos de ejecución de una manera notoria, ocupando menos de 500 bytes cada imagen con lo cual también se optimiza el espacio de almacenamiento en el servidor permitiendo almacenar gran cantidad de fotografías suficientes para identificar a los estudiantes de la facultad.



Figura 2 Diagrama de metodología aplicada.

El equipo fue configurado a una altura de 1.50 metros, los estudiantes participantes a este trabajo fueron pasando conforme iban llegando, para que el registro de sus asistencias fuera de manera natural y no con algún orden específico, como se muestra en la figura 3. Dentro de las indicaciones que se les mencionaron a los participantes fueron:

- Ver detenidamente la cámara por un tiempo de tres segundos, la cámara indicaría con dos parpadeos de color verde la toma de fotografía exitosa para posteriormente utilizarla al momento de registrar su asistencia.
- Pararse atrás de una línea blanca previamente marcada en el suelo frente a la cámara.
- Se les pidió a los alumnos con anteojos puestos que pasaran a tomar su asistencia.
- En el caso de las alumnas se les pidió que se tomaran la fotografía con los accesorios que traían consigo cuando llegaron al salón de clase.

- Las imágenes capturadas de los rostros de los alumnos tuvieron que pasar por una etapa de pre-procesamiento, la cual consistió en aplicarles un cambio de 1/3 de exposición a cada y realizando un corte que va desde la barbilla o mentón hasta las cejas y omitiendo la parte de las orejas como etapa final.

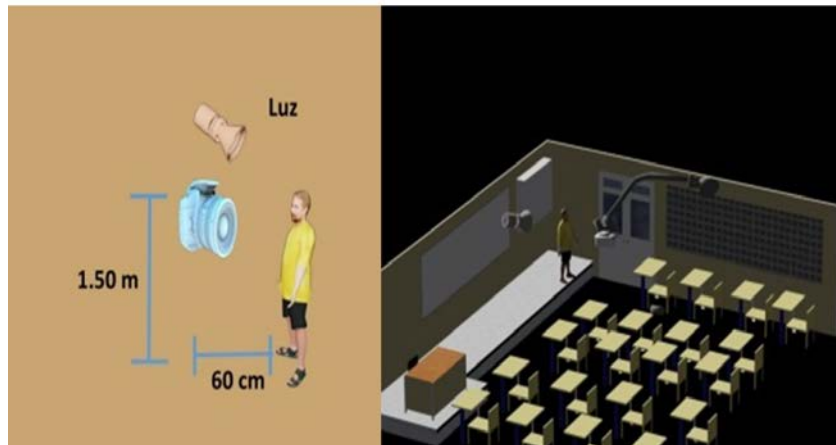


Figura 3 Posición de los elementos para el reconocimiento facial.

3. Resultados

En las pruebas realizadas se experimentó con una base de datos de rostros del laboratorio de la Universidad de Cambridge Computer (Cambridge, 2015), compuesta por 10 imágenes diferentes de cada una de 40 personas, las imágenes fueron tomadas en diferentes momentos, con variación de iluminación, expresiones faciales distintas (ojos abiertos / cerrados, sonriendo / no sonrientes) y detalles faciales (con lentes/sin lentes). El tamaño de cada imagen era de 92x112 píxeles, con 256 niveles de gris por píxel. De dicha base de datos se tomó una muestra solo de 10 sujetos para probar la precisión del método, obteniendo un 100% de precisión en la clasificación (figuras 4 y 5).

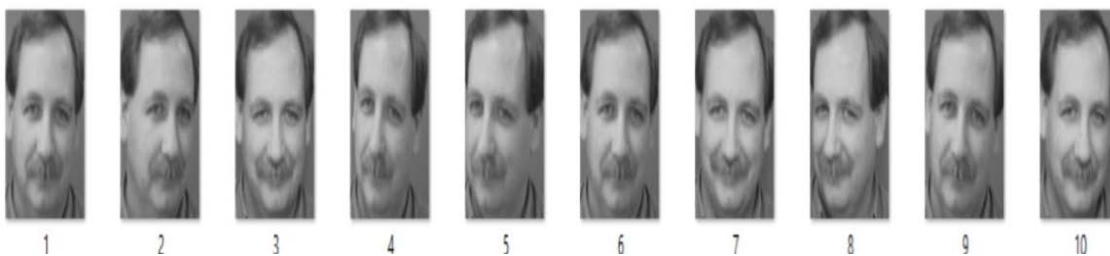


Figura 4 Ejemplo de los rostros de un sujeto en la base de datos.

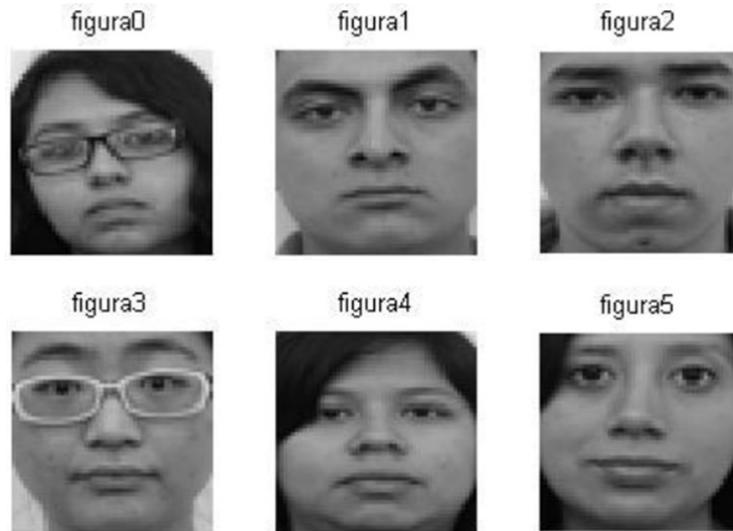


Figura 5 Imagen de la base de datos redimensionadas y en escala de gris.

Se realizaron pruebas durante el periodo enero-julio 2015 con dos grupos de experiencias educativas de la licenciatura en Informática de la Universidad Veracruzana región Xalapa. El grupo uno estaba formado por 22 alumnos, 17 hombres y 5 mujeres, El grupo dos estaba formado por 15 alumnos, 12 hombres y 3 mujeres.

Al realizar el reconocimiento facial se obtuvo un 94.44 % de reconocimiento facial acertado el primer día. En una sesión posterior se obtuvo un porcentaje de reconocimiento facial de un 100% como puede apreciarse en la tabla 1.

Tabla 1 Matriz de confusión de la clasificación de los rostros

	persona1	persona1	persona1	persona1	persona1	persona1	persona1	persona1	persona1	persona1
persona1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
persona2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
persona3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
persona4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
persona5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
persona6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
persona7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
persona8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
persona9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
persona10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4. Discusión

El uso adecuado de PCA redujo la redimensionalidad de las fotografías eliminando información innecesaria. El reconocimiento facial se aplicó satisfactoriamente en personas que tenían una barba abundante y que posteriormente ya no contaban con ella. También se pudo verificar que el sistema reconocía exitosamente estudiantes utilizando lentes y sin ellos.

En un principio se obtuvo una precisión del 70% en la clasificación y posteriormente un 100% sobre rostros de una misma persona pero con diferentes gestos como sonrisa, uso de barba, lentes, y diferentes posturas como lateral derecha, lateral izquierda, etc. En las pruebas iniciales realizadas con los estudiantes cuando la base de datos contenía una foto por alumno se obtuvo un 94.44 % de precisión en el reconocimiento facial; el cual a medida de que se incrementaron las fotografías se alcanzó el 100%.

Un factor primordial para realizar el reconocimiento facial fue contar con la luz apropiada para la toma de las fotografías ya que poca luz o exceso de luz provocaba resultados erróneos. Se observó que para la obtención de las fotografías la distancia adecuada entre la cámara y la persona se mantuvo en el rango de los 30 cm a los 60 cm entre la cámara y la persona. El fondo para la toma de la fotografía también fue fundamental para el proceso, ya que un fondo blanco liso, facilitó la extracción de los rostros y la eliminación del ruido.

Otro factor importante fue la altura a la que se colocó la cámara web la cual fue a 1.60 m, logrando obtener el área de interés (rostro) satisfactoriamente en todos los casos. Hechas las consideraciones anteriores se comprobó que implementar reconocimiento facial para registrar la asistencia a clases con un porcentaje de clasificación correcto elevado, este proceso se realiza de forma más precisa y objetiva sin que el docente se involucre en ello ofreciendo un estándar para realizar dicha actividad.

A pesar de ello, el reconocimiento de gemelos fue una limitante encontrada, por lo que el uso de un accesorio apoyó al proceso de reconocimiento, en este caso se realizaron pruebas con dos gemelas de las cuales una de ellas utiliza lentes y eso

fue lo que permitía reconocerlas de forma diferenciada, de lo contrario el sistema no fue capaz de distinguir entre ambas

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Araiza, E., et al. (2007). "Mejora de Contraste y Compensación en Cambios de la Iluminación. Computación y Sistemas". En revista e-journal. Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM]. México: <http://www.ejournal.unam.mx/cys/vol10-04/CYS010000402.pdf>
- [2] Cambridge University Computer Laboratory. (2015, 12 de enero). The Database of Faces: <https://goo.gl/StvOz2>.
- [3] Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [NSTC] (2006, agosto). Métodos Biométricos. Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, Venezuela: <https://goo.gl/JqQz2S>
- [4] Cuevas, E., Zaldivar, D. y Pérez, M. (diciembre 2012). Procesamiento Digital de Imágenes usando Matlab & simulink (Primera edición ed.). México: Alfaomega grupo editor.
- [5] iTunes Apple. (9/abril/2015). NameTag en AppStore: <https://goo.gl/9d2DPX>
- [6] González, R., & Woods, R. (2007). Digital Image Processing (2da Edición). E.U.A.: Prentice Hall.
- [7] Pang-Ning, T., Steinbach, M. & Kumar, V. (2006, 25 de marzo). Introduction to Data Mining. E. U. A.: Addison-Wesley Companion Book Site.
- [8] Prologix Technologies. (2013, 17 de octubre). Attendance by Face Recognition: <https://goo.gl/TNp5y7>.
- [9] Rabia, J., & Hamid R., A. (2009, junio). A Survey of Face Recognition Techniques (Vol. 5).
- [10] Sirovich, L. & Kirby, M. (1987). Low-dimensional procedure for the characterization of human faces. Journal of the Optical Society of America A, 4:519-524.
- [11] Taigman, Y., Yang, M., Ranzato, M. & Wolf, L. (2014). Deepface: Closing the gap to human-level performance in face verification. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1701-1708.

- [12] Tsung-Yi Wu (2014, 2 de septiembre), Face Recognition & Facial DNA. Blog de Google Play: <https://goo.gl/fUuXil>.
- [13] Universidad Veracruzana. (2016, 28 de octubre). Sistema Integral de Información Universitaria: <https://www.uv.mx/siiu/>.