

Informe Final

Reconocimiento Facial

Nombre: Javier Valladares Cortés
 Rol: 201710508-9
 Universidad Técnica Federico Santa María



UNIVERSIDAD TECNICA
 FEDERICO SANTA MARIA
 Laboratorio de modelación MAT-282

Resumen—El reconocimiento facial es un sistema biométrico que básicamente consiste en reconocer la identidad de una persona dada una imagen, en general el reconocimiento facial funciona comparando características faciales de un rostro en una imagen con otras imágenes de una base de datos, donde una imagen de la base de datos coincida con el rostro de la imagen dada.

I. INTRODUCCIÓN

El primer algoritmo de reconocimiento facial fue desarrollado por Woody Bledsoe (Figura 1) en 1964, quien es considerado el padre del reconocimiento facial, ya que desarrolló un sistema de reconocimiento facial que podía clasificar fotos de rostros registrando manualmente las ubicaciones de coordenadas de varias características faciales, ojos, nariz, etc. Estas métricas eran puestas en una base de datos, para así cuando se ingresará una nueva fotografía de un individuo, el sistema fuera capaz de devolver un conjunto menor de imágenes donde alguna imagen de ese conjunto contenga el rostro de la imagen ingresada, claramente este sistema estaba muy limitado por la tecnología de la época, sin embargo fue un gran avance en el reconocimiento facial.



Figura 1. Woody Bledsoe.

Ya a finales de los 80s, Sirovich y Kirby comenzaron a aplicar el álgebra lineal al problema del reconocimiento facial, conocido como el enfoque Eigenface, el cual comenzó como una búsqueda de una representación de baja dimensión de las imágenes faciales, ya en 1991 se logró con el enfoque

Eigenface detectar rostros en imágenes, de ahí en más se fueron desarrollando sistemas más complejos a medida que la tecnología iba evolucionando.

Hoy en día el reconocimiento facial es implementado por distintas instituciones, por ejemplo en 2011, la secretaria de Seguridad Nacional de Panamá, Janet Napolitano, autorizó un programa piloto de la plataforma de reconocimiento facial de FaceFirst para reducir la actividad ilícita en el aeropuerto Tocumen de Panamá, también el reconocimiento facial se usó para ayudar a confirmar la identidad de Osama bin Laden después de que fuera asesinado en una redada en los EE. UU, así se pueden dar muchos ejemplos más como las nuevas formas de desbloquear celulares, diferentes implementaciones en redes sociales para el entretenimiento, etc.

II. HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS

Algunas herramientas matemáticas importantes utilizadas en el reconocimiento facial son las siguientes:

- **Vectores:** Los cuales son utilizados principalmente para representar en el plano estas características faciales que ubicamos en la imagen.

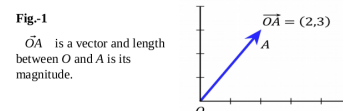


Figura 2. Vectores.

- **Producto punto:** El producto punto es necesario para tener una operación entre vectores.

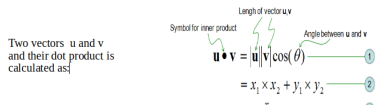


Figura 3. Producto punto.

- Norma: Es necesaria una norma para poder establecer distancias entre las características faciales.

Length of vector $x(x_1, x_2, x_3)$ is calculated as :

$$\|x\| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}$$

Figura 4. Norma.

- Dirección de un vector: Necesaria para poder identificar diferentes características faciales.

Direction of vector $x(x_1, x_2, x_3)$ is calculated as:

$$\left\{ \frac{x_1}{\|x\|}, \frac{x_2}{\|x\|}, \frac{x_3}{\|x\|} \right\}$$

Figura 5. Dirección de un vector.

- Eigenvalores y Eigenvectores de una matriz: Debido a que una imagen ésta compuesta por pixeles, sabemos que puede ser representada como una matriz (como se puede ver en la Figura 6), es por esto que los valores y vectores propios son importantes para el reconocimiento facial, ya que muchas veces tendremos imagenes con mucha infomación inútil que podría demorar ciertos procesos, es por eso que esta herramienta sirve para disminuir la dimensión de la imagen y así eliminar información innecesaria, es necesario ajustar la información que queremos eliminar, debido a que si se disminuye demasiado la dimensión de la imagen se puede perder información importante para determinar un rostro en una imagen, como tambien si se disminuye demasiado poco la dimensión se haría innecesario este proceso, como se explica en el paper [1].

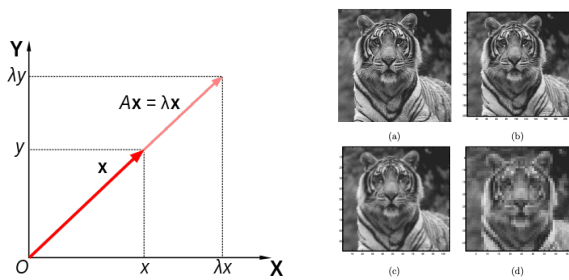


Figura 6. Valores y vectores propios.

- Hiperplano: Sabemos que un hiperplano divide puntos de datos n-dimensionales en dos componentes, en la Figura

7 podemos ver el caso 2D. En este contexto el óptimo hiperplano es el cual divide de mejor manera estos puntos, ya que si elegimos cualquier otro al momento de tener una instancia nueva, tendremos un resultado con un error grande, es por eso que es importante encontrar este hiperplano óptimo. Para escoger este hiperplano óptimo de un conjunto de hiperplanos como el que se ve en la Figura 8, buscamos que el hiperplano tenga la mayor distancia con respecto a datos más cercanos, es decir que el área que no contiene puntos en nuestro hiperplano sea máxima. Es por esto que esta herramienta es necesaria en el reconocimiento facial ya que en primera instancia el algoritmo buscara inicialmente características basicas del rostro, en nuestro caso 6 puntos ubicados en el centro de los ojos, la punta de la nariz y en la boca, de este modo con estos puntos buscamos el hiperplano óptimo para poder aproximar la posición de otros 67 puntos faciales útiles al momento de implementar la alineación 3D.

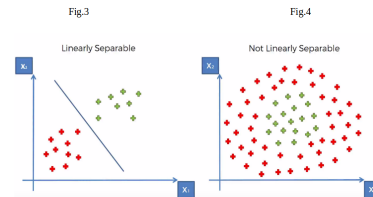


Figura 7. Hiperplano.

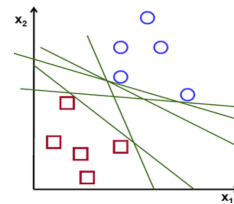


Figura 8. Óptimo hiperplano.

III. APLICACIÓN DEL RECONOCIMIENTO FACIAL

Veamos una aplicación de nuestro sistema de reconocimiento facial, utilizaremos la Figura 9, El la aplicación del código se encuentra en el siguiente link: https://github.com/javiervalladaresc/Reconocimiento_Facial/blob/master/Tarea%204.ipynb.

En primer lugar nuestro algoritmo detectará los 6 puntos en el rostro definidos anteriormente, ubicados en el centro de los ojos, la punta de la nariz y la boca como se puede ver en la Figura 9, además de eliminar la información inecesaria como lo es la camiseta, los tatuajes, etc., entrenando el algoritmo con los valores que se deben borrar y con los que debemos seguir trabajando, en los distintos algoritmos estos valores cambian pero en nuestro código estudiamos los valores rgb de la imagen (en el paper [1] se explica de manera más profunda

esta parte del proceso), luego de eso el algoritmo generará un recorte como el que se ve en la segunda imagen de la Figura 9. Después de eso el algoritmo busca el hiperplano óptimo utilizando estos 6 puntos faciales encontrados para poder estimar la posición de otro 67 puntos faciales necesarios como se puede ver en la Figura 10, el siguiente proceso que realiza el algoritmo es utilizando un modelo genérico 3D, toma los promedios de escaneos de la base de datos de USF-HumanID que permiten la colocación manual de estos 67 puntos en el modelo 3D generando un modelo como que se puede ver en la segunda imagen de la Figura 10 o también en otras aplicaciones de este algoritmo como se ven en la Figura 11. Finalmente el algoritmo genera una frontalización del modelo 3D para poder tener una imagen frontal del rostro y así tener un menor error al momento de comparar la posición de los puntos faciales con las distintas imágenes de rostros que están en una base de datos, para así determinar la identidad del rostro que aparece en la imagen. Esta última parte del algoritmo aparece mejor detallada en el paper [2].



Figura 9. Imagen original y recorte 2D con los 6 puntos faciales básicos.

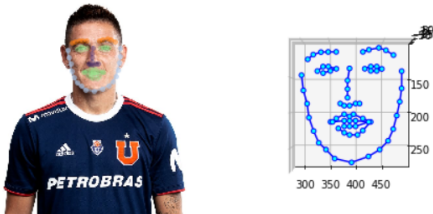


Figura 10. 67 puntos faciales y modelo 3D.

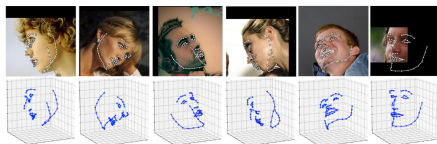


Figura 11. Ejemplos de modelos 3D.

IV. CONCLUSIONES

El sistema de reconocimiento facial hemos visto que puede ser usado en muchas situaciones diferentes por ejemplo cuando ocurre un robo y existe material de video donde se puede obtener ciertos rostros en frames específicos, sin ir

más lejos con un sistema de reconocimiento facial se puede identificar fácilmente la identidad de los involucrados en la destrucción de las diferentes estaciones de metro, pero para lograr esto es necesaria una buena calidad de imagen y también una buena base de datos ya que logramos identificar un rostro pero este no está en nuestra base de datos, resultara inútil todo esfuerzo por identificar a la persona, es por eso que comparado a otros sistemas de reconocimiento biométricos como lo son la huella digital o el reconocimiento del iris no es tan confiable y está muy lejos de tener la misma precisión que éstos aún, debido a que muchos factores como el envejecimiento, la luz, la calidad de la imagen, la expresión del rostro, etc. afectan al momento de identificar el rostro y pueden hacer imposible verificar si existe o no un rostro en la imagen, pero en ambientes más controlados a mostrado ser efectivo como se puede ver en distintos dispositivos móviles al momento de desbloquearlos con reconocimiento facial, es por eso que empresas como Samsung y Apple lo están implementando en sus diferentes dispositivos.



Figura 12. Desbloqueo con reconocimiento facial.

REFERENCIAS

- [1] Lindsay I Smith. A tutorial on principal components analysis. Technical report, 2002.
- [2] Yaniv Taigman, Ming Yang, Marc'Aurelio Ranzato, and Lior Wolf. Deep-face: Closing the gap to human-level performance in face verification. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, pages 1701–1708, 2014.