

Reconocimiento Biométrico de Huella Dactilar

1st Andres Felipe Girón Perez
Escuela de Ingeniería de Sistemas y
Computación
Universidad del Valle
Cali, Colombia
andres.giron.perez@correounivalle.edu.co

2nd Lina Marcela Guamanga Meneses
Escuela de Ingeniería de Sistemas y
Computación
Universidad del Valle
Cali, Colombia
lina.guamanga@correounivalle.edu.co

3rd Wiliam Alejandro Ballesteros Cortes
Escuela de Ingeniería de Sistemas y
Computación
Universidad del Valle
Cali, Colombia
william.ballesteros@correounivalle.edu.co

Resumen—El objetivo de este proyecto es la realización de un escáner biométrico con la capacidad de distinguir a distintos individuos entre sí. El aplicativo del reconocimiento biométrico es una excelente prueba de la utilidad de los métodos numéricos en el reconocimiento de patrones y el manejo de matrices de gran escala. La detección de huellas se hace por medio de la descomposición de valores singulares y vectores singulares con lo que se consigue un acercamiento de los distintos rastros dactilares del sujeto entrante con respecto a la base de datos, los resultados obtenidos consiguen una aproximación bastante precisa del reconocimiento del individuo, siempre y cuando se den las condiciones preestablecidas para el funcionamiento del programa.

Palabras Clave — huella dactilar, python, descomposición de valores singulares, reconocimiento biométrico, vector residual

INTRODUCCIÓN

El reconocimiento biométrico es una tecnología de identificación importante centrada en la autenticación de un individuo a través de una característica física, la cual debe poseer un patrón computable, como por ejemplo reconocimiento por el iris del ojo o por medio de una huella dactilar. Este reconocimiento es de gran interés en el campo de las matemáticas aplicadas porque hace un extenso uso del álgebra matricial al aplicar métodos que permiten desglosar los patrones computables, en este caso, implícitos en la biología del ser humano, los cuales se pueden representar con matrices, de ahí el hecho que se use el álgebra matricial. Tomando como base lo anterior, el reconocimiento biométrico se realizará por medio de SVD^[1] (singular value decomposition) que son una forma de factorizar una matriz ya sea real o compleja. Como la SVD tiene un espectro amplio de aplicaciones, para su utilidad en este proyecto se hará énfasis en el uso del SVD para obtener una base ortogonal de las matrices que representan las imágenes y en concordancia usando la base ortogonal anteriormente mencionada se resuelve el problema de mínimos cuadrados de forma iterativa para lograr la reducción del residuo hasta conseguir un margen de error aceptable, además de esto se usará un programa escrito en Python, el cual representará la herramienta para procesar la información proporcionada por las imágenes de las

huellas dactilares dadas. Este programa tiene el propósito de utilizar el reconocimiento de imágenes para crear matrices de las huellas dactilares y usar las matrices para afirmar si son idénticas o no

ESTRATEGIA DE SOLUCIÓN

Para llevar a cabo el reconocimiento dactilar para una persona se desarrolló en Python un programa que, primero convierte la imagen de la huella dactilar en una matriz, en nuestro caso de doscientas filas y doscientas columnas, en escala de RGB. Luego se pasa dicha matriz a escala gris^[4]. Estos dos pasos se llevaron a cabo con cada una de las imágenes de las huellas que posteriormente fueron convertidas en vectores y acopladas en una matriz. El uso de todas las huellas de cada persona se da con la necesidad de realizar una matriz que sirva de base para la identificación de una persona, esto debido a que con mayor cantidad de huellas de un mismo dedo de una persona hay mayor probabilidad de ser identificado.

Justo después de la creación de la matriz que corresponde a la agrupación de las distintas muestras de un dedo de una persona, se le realiza el SVD¹, el cual arroja como resultado U, S, V^T , donde S corresponde a la matriz de valores singulares de la matriz de la muestra original y U y V^T siendo ambas matrices unitarias $m \times m$ y $n \times n$ respectivamente, las columnas de U funcionan como base ortogonal de las columnas de la matriz original, mientras que las columnas de V^T transpuesta funcionan como base ortogonal de las filas de la matriz original. Para efectos de ahorro de recursos computacionales se usó la matriz U puesto que no se tendría que transponer, y este es otro de los motivos por los cuales cada columna representa una muestra del dedo a identificar de la matriz de las huellas de la persona.

$$\begin{array}{|c|c|} \hline & \\ \hline & \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|} \hline u_1 & u_2 \\ \hline & \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|} \hline \sigma_1 & 0 \\ \hline 0 & \sigma_2 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|} \hline v_1^T \\ \hline v_2^T \\ \hline \end{array}$$

$A \qquad \qquad U \qquad \qquad S \qquad \qquad V^T$

Imagen 1. Descomposición en valores singulares de la matriz A

Ahora que se tienen almacenadas las bases ortogonales para cada huella en una lista que corresponde a la base de datos para el aplicativo en cuestión, el procedimiento para saber si una huella dada corresponde a una de las personas en la base de datos es el siguiente, en primera instancia se tiene la huella del dedo entrante representado como un vector, luego se tiene una base ortogonal U , la cual a base de ejemplo podría ser la primera base ortogonal almacenada, se usa la función **lstsq** de la librería **np.linalg** para resolver el problema de mínimos cuadrados en la ecuación $Ax = b$ que representa la resolución del problema en cuestión^[3], la función utilizada devuelve tanto la solución X a la ecuación como el residuo del proceso. El residuo es almacenado en una lista, el proceso es repetido con todas las bases que se encuentran en la base de datos y posterior a la realización del proceso con todas las bases obtenemos el residuo más pequeño. Una vez se obtenido el residuo más pequeño se verifica que cumpla con un margen de error, si el residuo es menor que 100. se puede concluir que la huella entrante se encuentra en la base de datos y además corresponde con la base ortogonal U con la cual ha sido evaluada, si el residuo de mínimo valor no cumple con la condición anteriormente mencionada, no existe certeza de que el sujeto se encuentre en la base de datos y por lo tanto se dice que el dedo evaluado no corresponde al de ninguna persona.

PROCESO DE EVALUACIÓN Y RESULTADOS

Extrayendo una muestra aleatoria de la población en la base de datos, se probó el programa desarrollado, y se obtuvieron los siguientes resultados:

Sujeto	Residuo del sujeto	Otros Residuos
45	1.4345004369921804e-25	5347.745593664216 5347.430441222714 5166.191663985252
7	2.169366705776784e-25	5864.44825064413 5646.2968576908615 5273.92285422405
23	1.177310419195238e-24	5490.38965359389 5602.794071621792 4872.503469353132
50	2.675220677840313e-24	2094.0361932579463 1974.628341326346 2186.0534815452083
20	3.2808597948027504e-25	5371.197876131893 5260.473960252406 5300.242204962698
4	1.0847933608587787e-24	5126.844134712879

		5221.034663108706 4417.770114259113
31	1.7990030232337786e-24	5051.918365349832 5222.961821320392 4417.4090638159505
2	8.397156169263146e-26	6080.2193317335705 6027.782419853295 6017.946029497662
19	3.339753283518328e-25	5642.089216295386 4985.052773451126 5021.773791997545
24	6.457305382007226e-25	5704.36017691149 6155.937806826876 6012.988815184749

1 Tabla de residuos de huellas de sujetos aleatorios

Usando la función **lstsq** de la librería **linalg** para la utilización de los mínimos cuadrados es posible obtener resultados muy similares a los de la tabla anterior, en la primera columna se encuentran algunos sujetos usados de forma aleatoria, con la intención de no agregar todos los sujetos en la tabla por pragmatismo, aunque cabe aclarar que para verificar el correcto funcionamiento del programa se hizo la prueba con todos los sujetos, en la segunda columna podemos visualizar los residuos después de realizar el proceso de mínimos cuadrados usando las matrices guardadas en la base de datos y el dedo entrante, la matriz que arroja el residuo menor 100 corresponde con la matriz del sujeto, de no existir el sujeto en la base de datos todas las matrices con las cuales se evalúe obtendrán un resultado como el de la columna número tres, en la cual se evidencian valores demasiado altos, por tanto se considera que pertenecen a un individuo diferente al buscado.

CONCLUSIÓN

De manera concluyente podemos afirmar que el aplicativo de los métodos numéricos a lo que el procesamiento de imágenes concierne no es sólo práctico, además resulta preciso y eficiente, la velocidad de ejecución del programa y el margen de error proporcionado por el residuo resultan responsivos en cuanto piensen usarse en contexto de uso real.

REFERENCIAS

- 1 M. Khyati, "Master Dimensionality Reduction with these 5 Must-Know Applications of Singular Value Decomposition (SVD) in Data Science," Agosto 5, 2019.
- 2 L. Elden "Numerical linear algebra in data mining," Linköping University, SE-581 83 Linköping, Sweden, pp. 327–384, 2006
- 3 NumPy developers, Linear algebra (numpy.linalg), <https://numpy.org/doc/stable/reference/generated/numpy.linalg.lstsq.html>
- 4 scikit-image developers, <https://scikit-image.org/docs/dev/api/skimimage.color.html#skimage.color.rgb2gray>