



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TESIS

**Identificación automática de personas mediante el
procesamiento de imágenes digitales de las líneas
palmarias**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
DE SISTEMAS**

Autor (es)

**Bach. Anton Chiclayo Rafael Jhamyr
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2102-1727>**

Asesor(a)

**Mg. Mejia Cabrera Heber Iván
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0007-0928>**

Línea de Investigación

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2024

**IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE PERSONAS MEDIANTE EL
PROCESAMIENTO DE IMÁGENES**

Aprobación del jurado

**DR. Vasquez Leyva Oliver
Presidente de Jurado**

**DR. Forero Vargas Manuel Guillermo
Secretario de Jurado**

**Mg. Mejia Cabrera Heber Iván
Vocal de Jurado**



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado del Programa de Estudios de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE PERSONAS MEDIANTE EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DIGITALES DE LAS LÍNEAS PALMARIAS

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Anton Chiclayo Rafael Jhamyr DNI: 71573886

Anton Chiclayo Rafael Jhamyr	DNI: 71573886	
------------------------------	---------------	---

Pimentel, 30 de Julio de 2024.

NOMBRE DEL TRABAJO

Turniting Rafael.docx

RECUESTO DE PALABRAS

8754 Words

RECUESTO DE CARACTERES

46268 Characters

RECUESTO DE PÁGINAS

62 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.4MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 30, 2024 11:41 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 30, 2024 11:42 AM GMT-5

● **19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

Dedicatoria

Dedicado a mis padres Rafael Antón y Mercedes Chiclayo, por darme la educación que me permite cumplir mis objetivos y metas ; a Arcadia Ayala y Herminia Terrones, ángeles que cuidan de mí desde donde están ; a mi hermano Piero Lorenzo esto también es por ti; A mi familia que siempre me motivaron en los momentos difíciles; A los hermanos que me dio la vida y estuvieron apoyándome siempre, Julio Zeballos, Emily Távora amiga desde hace años, y a todas las personas que estuvieron ahí para alentarme y apoyarme en las adversidades.

Rafael Jhamyr Anton Chiclayo

Agradecimientos

A Dios por su gracia y los dones que me ha dado; a mi asesor de tesis, Iván Heber Mejía Cabrera, por la motivación en esta investigación y ser un apoyo durante la carrera; a Francis Paul Esquivel Cuenca, por ser un gran amigo, consejero y un guía profesional, siempre motivándome a aprender cosas nuevas, a Don Victor por la confianza y consejos de vida, a Paola Vargas por su motivación a seguir creciendo profesionalmente y su confianza en el ámbito laboral.

Índice

Dedicatoria	5
Agradecimientos	6
Índice de tablas	9
Índice de figuras.....	10
Resumen.....	13
Abstract.....	14
INTRODUCCIÓN	15
1.1. Realidad problemática.....	15
1.2. Formulación del problema	21
1.3. Hipótesis.....	21
1.4. Teorías relacionadas al tema	22
II. MATERIALES Y MÉTODO	42
2.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	42
2.2. Variables, Operacionalización	42
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección	45
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	
2.5. Procedimiento de análisis de datos	46
2.6. Criterios éticos.....	46
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
3.1. Resultados.....	48
3.2. Discusión.....	55
3.3. Aporte de la investigación (opcional).....	57
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
4.1. Conclusiones	74

REFERENCIAS.....	76
ANEXOS.....	80

Índice de tablas

Tabla 1. Comparación de características	19
Tabla 2. Resumen las características y los métodos de comparación utilizados en detención de líneas palmarias	20
Tabla 3. Operacionalización de la variable dependiente	43
Tabla 4. Operación de las variables independientes	44
Tabla 5. Algoritmos de detección de bordes y líneas.	45
Tabla 6. Técnicas de clasificación	45
Tabla 7 Criterios de Rigor científico.....	47
Tabla 8 Matriz de confusión de entrenamiento de modelo de 3 capas.....	48
Tabla 9 Comparación del resultado con un trabajo previo.	56
Tabla 10 Especificación del Scanner HP L415.....	60

Índice de figuras

Fig. 1 Avances tecnológicos en bancos. Fuente,HBSC. (2017)[2]	16
Fig. 2Porcentajes de que tecnología prefieren los usuarios para remplazar sus contraseñas Fuente: HBSC(2017)[2]	17
Fig. 3Tipos de identificación biométrica. Fuente: Maarouf Korichi, Abdallah Meraoumia, Mouhamed Saigaa and Hakim Bendjenna (2018)[3]	18
Fig. 4 Conjunto de Pixes de una imagen digital.	27
Fig. 5 Representación grafica de una imagen en código Binario.....	27
Fig. 6Representación gráfica de un Pixel. Fuente Anibaldesings24	29
Fig. 7Espectro visible por el ojo humano Fuente Vasallo [18]	29
Fig. 8 Representación grafica del espacio RGB. Fuente, lledoenergia[22].....	31
Fig. 9 Algoritmos De Identificación De Piel Humana Y Su Relación Con Los Sistemas De Color. Su Aplicación A La Segmentación De Piel Basada En Píxeles [25].....	31
Fig. 10 Numeración de la escala a gris. Fuente, Mariano Molinari[26]	32
Fig. 11. Imagen binarizada. Fuente,Open Cv[31].....	35
Fig. 12. Función del filtro gaussiano. Fuente, OpenCV Documentación [31]...	35
Fig. 13 Representación gráfica de la fórmula de Filtro Bilateral Fuente: Elaboración Propia	36
Fig. 14 Modelo de Canny en una imagen. Fuente, OpenCV Documentación [31].....	37
Fig. 15 Representación gráfica de la ecuación de Canny en OpenCV. Fuente: OpenCV Documentación [31]	37
Fig. 16 Representación grafica de un Red Monocapa.	38
Fig. 17 Representación de un estructura de una red neuronal multicapa. Fuente: Sin autor	39
Fig. 18 Esquema de programación en Machine learning. Fuente: Elaboración Propia	40
Fig. 19 Nuevas tecnologías de IA Fuente: Análisis de Accenture[37].....	41
Fig. 20 Análisis del Resultado. Fuente, Elaboración propia.....	50
Fig. 21 Resultados del Individuo 1, Fuente: Elaboración propia	50
Fig. 22 Resultados del Individuo 2, Fuente, Elaboración propia	51

Fig. 23 Resultados del Individuo 3, Fuente, Elaboración propia	52
Fig. 24 Resultados del Individuo 4, Fuente: Elaboración propia	54
Fig. 25 Resultados del Individuo 5, Fuente, Elaboración propia	55
Fig. 26 Etapas de desarrollo del trabajo de investigación para la identificación de personas mediante imágenes digitales de las palmas de las manos. Fuente: Elaboración, Propia	57
Fig. 27 Proceso de desarrollo de la etapa "Construir una base datos", Fuente, Elaboración propia	58
Fig. 28 Prototipo "uno" de ambiente controlado para la adquisición de imágenes de la palma de las manos. Fuente: Elaboración Propia	59
Fig. 29 Etapas del desarrollo de la adquisición de imágenes, Fuente: Elaboración Propia	59
Fig. 30 Prototipo "DOS" con el Scanner HP L415 en un ambiente controlado para la adquisición de imágenes de la palma de las manos. Fuente, Elaboración Propia	60
Fig. 31 9Resultado de Implementación del algoritmo de Otsu. Fuente: Elaboración Propia	68
Fig. 32 Implementación del algoritmo de Sobel. Fuente; Elaboración propia ..	68
Fig. 33 Estructura de red neuronal Convolutiva. Fuente, Elaboración Propia	69
Fig. 34 Etapas de implementación de una CNN. Fuente, Elaboración Propia ..	70
Fig. 35 Importación de librerías Keras y Tensorflow. Fuente, Elaboración Propia	70
Fig. 36 Estructura de la Red Neuronal Convolutiva con 3 Capas Fuente, Elaboración Propia	72
Fig. 37 Proceso de convolución con kernel de 3x3. Fuente: Elaboración Propia	73
Fig. 38 Instalación del ide Anaconda. Fuente: Elaboración Propia	84
Fig. 39 Código fuente de importación de directorios. Fuente: Elaboración Propia	85
Fig. 40 Lectura de archivos digitales y creación de Etiquetas I. Fuente: Elaboración Propia	86
Fig. 41 Lectura de archivos digitales y creación de Etiquetas II. Fuente:	

Elaboración Propia	87
Fig. 42 Código de Reentrenamiento. Fuente: Elaboración Propia.....	91
Fig. 43 Código de Reentrenamiento. Fuente: Elaboración Propia.....	92

Resumen

En la actualidad, el avance de la tecnología y la globalización trae consigo la inseguridad y el peligro por nuevas modalidades de hacking, por tal motivo, nos obliga a buscar nuevos métodos de seguridad y protección, y es ahí, donde renace la importancia de la biometría, la cual busca integrar sistemas seguros, infalibles y rápidos para cada persona, logrando imposibilitar la suplantación de la misma. la presente investigación busca brindar una alternativa de solución, que ya no se refugie en sistemas clásicos como la huella dactilar, reconocimiento facial, iris, voz, etc, sino que con el fin de innovar y evitar la vulneración de estos sistemas obsoletos y basándose en estudios previos , los cuales han tenido un resultado óptimo de la tasa de detección falsa, se presenta un sistema integrado de seguridad de la detección a través de líneas de la huella palmar, en la cual se utilizan técnicas de segmentación de imágenes y se toma en cuenta un área de región de interés amplio, como el uso de algoritmos de detección de líneas y bordes. en el sistema de huella palmar propuesto en la presente investigación, se tomó en cuenta una región de interés amplia, anteriormente mencionada, con la finalidad de detectar la mayoría de las líneas palmarias, las que serán captadas desde imágenes digitales utilizando los algoritmos de sobel, donde posteriormente utilizando redes convolucionales podamos clasificar e identificar a las personas a través de estas. en conclusión, al utilizar los algoritmos de sobel se obtiene un mayor rendimiento, precisión y exactitud en la detección de las líneas y los bordes, así mismo se logró un 94% de identificación y clasificación utilizando las redes convoluciones.

Palabras Clave: Redes Neuronales, Biometría, Segmentación de imágenes, Procesamiento de imágenes.

Abstract

Nowadays, the advance of technology and globalization brings with it the insecurity and danger of new hacking modalities, for this reason, it forces us to look for new security and protection methods, and it is there where the importance of biometrics is reborn, which seeks to integrate secure, infallible and fast systems for each person, making it impossible to impersonate them. This research seeks to provide an alternative solution, which no longer takes refuge in classic systems such as fingerprint, facial recognition, iris, voice, etc., but in order to innovate and prevent the violation of these obsolete systems and based on previous studies, which have had an optimal result of false detection rate, we present an integrated security system of detection through lines of the palmprint, which uses image segmentation techniques and takes into account a wide area of interest region, such as the use of line and edge detection algorithms. In the palmprint system proposed in this research, a wide region of interest was taken into account, previously mentioned, in order to detect most of the palmprint lines, which will be captured from digital images using the sobel algorithms, where later using convolutional networks we can classify and identify people through these. In conclusion, by using the sobel algorithms a higher performance, precision and accuracy in the detection of lines and edges is obtained, likewise 94% of identification and classification was achieved using convolutional networks.

Keywords: Neural Networks, Biometrics, Image Segmentation, Image Processing

INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

El uso de la biometría hoy en día, está dada por el incremento de sistemas automatizados para la identificación de personas, ya sea por los gobiernos o empresas privadas. Los sistemas obtienen datos biométricos particulares de cada individuo los cuales tienen una proyección matemática.

La red virtual privada (VPN) emplea el cifrado como una de las funciones más básicas [38]. Nos explican que las VPN buscan hacerte invisible en internet, por ello cifran sus datos. El emplear un tipo de cifrado debe ser de mucho cuidado ya que debe garantizar seguridad (indescifrable y privado) de la información que se intercambie. Además, la ciberseguridad es amenazada constantemente por fugas de información debido a la escasa implementación de cifrado, presentando un riesgo para la empresa en la divulgación de sus datos [3]. En la realidad que nos encontramos ya no solo se considera una opción, sino que es obligatorio que las empresas contemplen el cifrado de sus datos para evitar la pérdida de información valiosa ante los ciberdelincuentes. Para generar mayor protección de la información de los clientes se presentaron nuevos reglamentos como el GDPR en la Unión Europea o la CCPA en USA [4]. Los ciberdelincuentes el PII (información de identificación personal) muchas veces lo toman como rehén, posteriormente amenazan con reportar la brecha de seguridad a las autoridades del cumplimiento del reglamento del GDPR. Teniendo en cuenta que mientras más seguro es algoritmo menos rendimiento presentará ya que, que la seguridad se ve reflejada en el largo de su clave. Mientras más largo es la clave genera mayor tiempo, costo, productividad de descifrado disminuyendo su rendimiento.

Ante todo, lo expuesto se propone realizar esta presente investigación para identificar qué algoritmo criptográfico ofrece el mejor nivel de seguridad en una red privada virtual en la provincia de Chiclayo, 2023.

Según the Garante's Order un dato biológico es un dato cualquiera obtenido de propiedades biológicas, fisiológicas y cualidades particulares de una persona; según lo citado se concluye que un dato biométrico es único y singular la cual solo le pertenece a una persona; es tan común hoy en día ver

algún tipo de dispositivo biométrico en entidades, dado que se su uso se está convirtiendo en algo cotidiano.

La HBC en el 2017 realiza un completo reporte, denominado “Trust and Technology,” que concluye que esta tecnología se popularizado en un 40 % en países asiáticos, mientras que en los europeos solo un 9 %

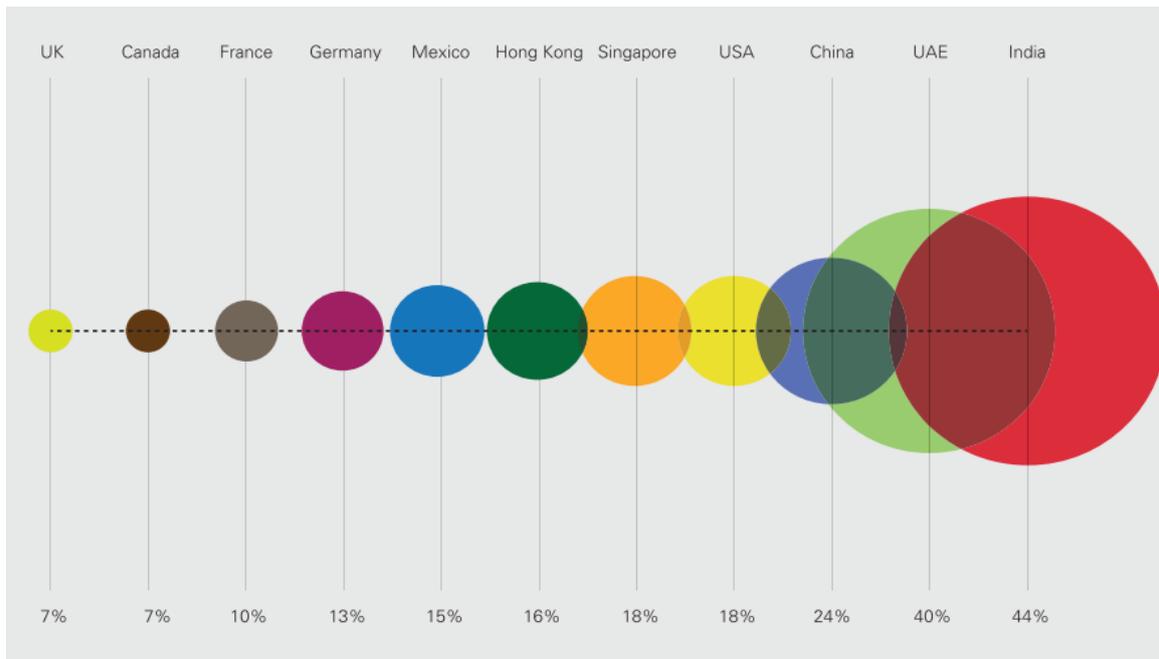


Fig. 1 Avances tecnológicos en bancos. Fuente,HBSC. (2017)[2]

Dentro de su reporte realizan una encuesta donde muestran que el 46% de personas encuestadas preferirían utilizar huella dactilar como contraseña en sus transacciones bancarias y un 26% el reconcomiendo de iris, ambas tecnologías biométricas lo cual demuestra que las tradicionales contraseñas o procesos de identificación clásicas han sido desplazadas

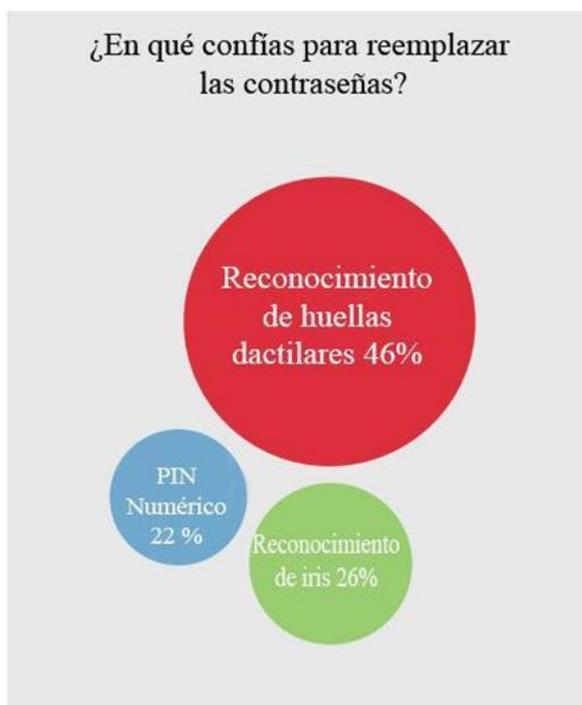


Fig. 2 Porcentajes de que tecnología prefieren los usuarios para reemplazar sus contraseñas Fuente: HBSC(2017)[2]

En efecto en el 2019 se puede concluir que el uso de la biometría se da incluso en cosas cotidianas, como la realización de transacción bancaria hasta la identificación de personas en dispositivos computacionales.

En el Perú el uso de la biometría tuvo un crecimiento desde el año 2016 cuando el estado peruano propuso el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1338 el cual menciona que para la adquisición de una línea móvil era necesario identificarse con huella dactilar, esto llevó a cabo la implementación de sistemas que permitan la consulta directa con la base de datos de RENIEC, para así poder evitar las clonaciones y/o estafas durante la adquisición de alguna línea móvil.

Dentro de los sistemas convencionales de biometría encontramos detección por huella dactilar, iris, voz, facial, contorno de la mano, etc., los cuales se muestran en la Figura 3, de los cuales los que son más propensos a ser vulnerables a ser clonados y/o hackeados son los sistemas de identificación de huella dactilar y voz.



Fig. 3 Tipos de identificación biométrica. Fuente: Maarouf Korichi, Abdallah Meraoumia, Mouhamed Saigaa and Hakim Bendjenna (2018)[3]

Chaos Computer Club quienes son una comunidad europea de hackers, en el 2017 aseguraron en la convención número 31 en la ciudad de Hamburgo, que lograron clonar la huella dactilar de la ministra de defensa de Alemania, simplemente con el uso de unas fotografías, Jan Krissler quien fue el hacker que clono dicha huella, utilizo diversas fotografías con diferentes ángulos, con la ayuda del software VeriFinger logro obtener al 100 % la huella digital de la ministra.

El Perú no es ajeno a estos ataques tecnológicos, en marzo del 2019 un grupo de delincuentes utilizando una base de datos de huellas dactilares de una entidad bancaria lograron escanearla en una impresora 3D la cual permitía captar las crestas papilares, el resultado era imagen idéntica a la original, esta imagen la plasmaban en una lámina de silicona del tamaño del dedo índice, de esta manera lograron suplantar a una gran cantidad de personas y utilizarla para la adquisición de celulares de alta gama, perjudicando su historial crediticio de sus víctimas.

En la actualidad las soluciones a los problemas de clonación de huellas dactilares es la utilización de hardware de biométrica con la tecnología LFD - Live Finger Detection, la cual fue desarrollada para impedir el acceso al intentar usar dedos falsos hechos de látex, plástico, goma, etc. esta solución tiene un alto costo de adquisición la cual rodea los 1800 dólares americanos por lo cual no es una solución viable para las pequeñas empresas.

En los sistemas de identificación biométricos mencionados anteriormente, son evaluados con sus características principales, como se muestra en la Tabla 1; Según Agarwal y Verma afirman en su estudio que la detección por huella palmar es la que mejor rendimiento tendría a en el reconcomiendo de una persona

Tabla 1. Comparación de características

		Características							
		Univ ersa lida d	Unic idad	Per man enci a	Men sura bilid ad	Ren dimi ento	Ace ptab ilida d	Evit abili dad	
Ras go Bio metr ico	Fisiológico	Cara	A	B	M	A	B	A	A
		Geometría de la mano	M	M	M	A	M	M	M
		Huella dactilar	M	A	A	M	A	M	M
		Huella Palmar	M	A	A	M	A	M	M
		Iris	A	A	A	M	A	B	B
		Oreja	M	M	A	M	M	A	M
	De comportami ento	Dinámica de tecleo	B	B	B	M	B	M	M
		Firma	B	B	B	A	B	A	A
		Forma de andar	M	B	B	A	B	A	M
		Voz	M	B	B	M	B	A	A

Fuente: Agarwal y Verma

La huella palmar es un rasgo biométrico psicológico que contiene una multitud de características las cuales permiten que sean utilizadas en sistemas biométricos, en la cual es posible capturar algunas de sus características distintivas tales como las de las líneas principales de la palma y de los dedos utilizando imágenes con una calidad deficiente.

En el uso de detección de la huella palmar se utilizan técnicas de segmentación para el área de región de interés como el uso de algoritmos de detección de líneas y bordes para las líneas palmarias pero ningún de los trabajos previos obtiene un óptimo resultado de la tasa de detección falsa en la se muestra en los trabajos previos, Aguilar desarrolla un cuadro con trabajos previos y los algoritmos empleados para la identificación de líneas palmarias, como se observa en la investigación se propone el uso de diferentes algoritmos desde la etapa inicial al obtener el área de región de interés completa incluyendo las lianas de los dedos de las imagines digitales para a que la tasa de detección falsa logre obtener un rendimiento óptimo, minimizando costos de los procedimientos cotidianas, y en la última etapa el uso de redes neuronales y máquinas de aprendizaje para la detección del individuo.

Tabla 2. Resumen las características y los métodos de comparación utilizados en detención de líneas palmarias

Algoritmo	Conjunto de Características	Método de Clasificación
Zhang, D	Textura: Vector obtenido mediante un filtro circular de Gabor	Distancia de Hamming normalizada
M. Karnel	Textura: Vector obtenido mediante un filtros de Gabor de distintas orientaciones	Distancia de Hamming normalizada
Connie	Apariencia: características obtenidas mediante la proyección de la banda de baja frecuencia mediante PCA, LDA y ICA	Red Neuronal probabilística (PNN)y distancias (Mahanttan, Mahalanobis,y euclídea).
Zhang, D	Apariencia: Egenplams obtenidas mediante transformación de Karhuenen-Loeve	Distancia Euclidea
LI,W	Múltiples cálculos GTE(global texture Energy)para selección de candidatos y puntos de interés obtenidos mediante el operador de Plessey	Distancia Hausdorff en modelo jerárquico(calculada para distintas resoluciones)

Jain	Múltiples características: posición orientación de puntos localizados en líneas principales	Menor distancia media entre puntos calculada mediante un algoritmo de alineamiento
Han	Líneas principales: Líneas principales y pliegues extraídos mediante operadores de Sobel y operadores morfológicos	Media de correlación entre características de BPPN(backpropagation neural network)
Wei Jia	Lineas principales: líneas principales extraídas mediante MFRAT(Modified Finite Radion Transform)	Algoritmo de comparación de pixeles contra área

Fuente: Reconocimiento biométrico basado en imágenes de huellas palmares,(2015)

Los investigadores tienen en común el patrón de no utilizar el 100 % la imagen de la palma de la mano si no tan solo una región de interés la cual significa la discriminación de características que podrían ser relevantes para que la identificación se vuelva optima, los trabajos previos resuelven los problemas de manera parcial pero no de una manera óptima es por eso que el desarrollo de esta tecnología a su menor costo está en desarrollo en ser optimizado

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el mejor algoritmo para la obtención de las líneas palmarias mediante imágenes digitales?

1.3. Hipótesis

La investigación logrará tener 95% en la obtención de líneas palmarias en le regios de interés, y utilizando redes neuronales poder identificar a los individuos con tasa de precisión del 94%.criptográfico AES presenta un alto nivel de seguridad en la red privada virtual, 2021.

Justificación e importancia del estudio.

La investigación dentro de la comunidad científica tendrá una real importancia dado que adiciona un aporte de investigación en el área de procesamiento de imágenes y máquinas de aprendizaje que pertenecen a la rama de ciencias de la computación. En la actualidad existen diversas investigaciones sobre la seguridad biométrica, sin embargo, muchas de ella se centran solo en la

biometría dactilar en el tema de identificación de personas.

La investigación sobre el método de desarrollo para la identificación de líneas palmarias para la identificación de personas, permitirá determinar la precisión y rapidez en la que se identificará una persona mediante el uso de un software. Las empresas que utilizan biometría para sus transacciones y/o procesos serán las beneficiadas dado que optimizarán los errores comunes de los actuales métodos biométricos. **Objetivos**

Objetivo general.

Identificar a los individuos automáticamente por sus líneas palmarias mediante el uso procesamiento de imágenes.

Objetivos específicos.

- Construir una Base de datos de las palmas de las manos
- Seleccionar técnicas de segmentación para identificar las líneas palmarias.
- Implementar el uso de una Red Neuronal.
- Evaluar resultados de técnicas de clasificación.

1.4. Teorías relacionadas al tema

La investigación de Agarwal y Verma ellos están buscan la manera de que el FAR sea el más óptimo para que así esta metodología tenga una mayor aceptación por las máquinas de aprendizaje al identificar un individuo a lo cual proponen un nuevo algoritmo para la obtención de las características de la palma de la mana incluso cuando dicha imagen sea tomada en ángulos diferentes por el scanner, dicho algoritmo busca reducir la tasa de rechazo. Su metodología consiste en siete fases. Agarwal obtiene las características mediante el filtro de Gabor segmentando la imagen de la mano en 16 bloques, el algoritmo propuesto por Agarwal muestra que la mayor tasa de reconocimiento es del 94.5% para la base de datos empleada, lo concluyente d esta investigación que el FAR(False Acceptance) es menor del 5%.[3]

En el artículo "A novel hierarchical approach for multispectral palmprint recognition" los autores se enfrentan los problemas que tienen los otros métodos de obtención de imágenes con luz natural sin embargo ellos proponen el uso de imágenes multi-espectrales para lograr un alta tasa de reconocimiento con información discriminativa, su metodología propone utilizar el filtro de Gabor junto al uso de histogramas de gradientes orientado(HOG) para extraer las características de las texturas de las líneas palmarias, luego extrae el código de orientación dominante(BDOC) como una características aproximada, y el histograma basado en bloques de gradiente orientado(BDOC) esta metodología dan como resultado que la precisión es superior a los métodos de alto rendimiento basados en el uso de imágenes con luz natural.[5]

Young xu, Lunke fei, David Zhang en su investigación más que enfrentar un problema ellos proponen un novedosa técnica que hace uso de la multi-biometría para seguridad de alto nivel, combinando las imágenes de ambas palmas (Derechas e Izquierda); los autores realizan la integración de tres tipos de puntuaciones generadas a partir de las imágenes digitales luego hacen una fusión de puntos, en las dos primeras utilizando metodologías clásicas mientras en la tercera proponen un nuevo algoritmo el cual estaba basado en fusiones de ambas manos donde encuentran que ambas son muy similares pero no idénticas, en cuanto a la identificación ellos obtiene una alta precisión y que la similitudes entre ambas manos conduce a una mejora importante en la precisión[6]

Li Qin, Li Xiu, Guo Zhenhua, You Jane en su artículo llamado "Online personal verification by palm vein image through palmprint-like and palm vein information", proponen un uso de las líneas palmarias junto a las venas de las palmas(Palmevien) lo cual aumentar efectivamente la precisión y robustez de la biometría, el uso de palmevien aumentaría la precisión dado que aunque pase los años las venas mantienen sus características, para su procedimiento ellos primero hacen una captura de imagen con una fuente de luz adecuada

la cual permite simplificar el sistema de imágenes y minorar el tiempo de recolección de datos luego de esto utilizando el filtro de Gaussian logran obtener los palmevien lo cuales son caracterizados para poder luego poder fusionarlos con las caracterizaciones, la investigación logra identificar a una persona dentro de un segundo con una tasa de error de tan solo alrededor de 0.03 %. [1].

K. B. Ray and R. Misra, en su artículo titulado “Palm Print Recognition using Hough Transforms” enfrentan que actualmente los métodos tradicionales para la extracción de características de imágenes para la identificación de personas no cuentan con un pre procesamiento de la región de interés por lo cual al ajustar un conjunto de segmentos de línea con un conjunto de putos de una imagen discreta se vuelve un problema.

Por lo cual proponen una nueva técnica de extracción de características de la región de interés, en su propuesta está el extraer los conjuntos de los pintos picos utilizando la transformada de Hough el cual les proporciona las ubicaciones para el número máximo de los bordes en los espacios houg, el cual mostrara el conjunto de líneas que no pueden ser obtenidas con el procedimiento tradicional, su investigación concluyo que el pre procesamiento y el uso de la transformada de Hough obtuvo un alta valor de detección correcta[8].

M. Misar and D. Gharpure realizan un análisis de los coeficientes de wavelets para la extracción de características de las imágenes de la impresión de la palma en la biometría. Ellos desarrollan una nueva técnica de pre-procesamiento para la alineación de imágenes de Palmprint que permite colocar la palma de la mano en cualquier orientación frente a la cámara. Este documento también presenta un método para extraer una Región de interés con forma cuadrada de la imagen alineada en función de la geometría de la palma. Se ha realizado un procesamiento adicional sobre los coeficientes obtenidos de la transformada de wavelet discreta para generar el vector de características. Teniendo como resultado la precisión de identificación es del 75.6% para 25 personas. Por ciertas personas, la precisión es inferior al 50%

desde la línea. Los patrones no han sido claramente extraídos para estas personas; La precisión se puede mejorar aún más agregando más características en el vector de características. [9].

Por otro lado V. Victor y Marques Salomao Joao proponen que dado la innovación del uso de biométricos en el mundo están sustituyendo los clásicos métodos de identificación de contraseña es por eso que ellos proponen el uso de la mano de la palma como una característica biométrica en la primera etapa hacen uso de la transformada wavelet para extraer las características principales de la palma al igual que una preclasificación a través de líneas principales para agilizar la identificación. La identificación final que realizaron es mediante el uso de redes neuronales y máquinas de aprendizaje siendo el uso de Wavelet y Redes Neuronales junto a Wallet y SVM son lo que alcanzan una identificación del 98 %. En su artículo enfrentan a las técnicas convencionales la cuales tiene un error al capturar las características personales y confiables dado que no es de captura múltiple. El propone una selección dinámica que consiste en la medición de características globales y la detección de puntos de intereses locales dicho metodología propuesta logra ser eficiente para las clasificaciones de las características, el cual fue esencial para reducir el número de muestras para su poder procesamiento ,utilizando la distancia de Hausdorff como criterio de coincidencia poder manejar los patrones parciales de las huellas de la palma ocluido lo que hace que el sistema propuesto sea más robusto. [10].

D. Zhang and W. Shu, proponen un nuevo sistema biométrico bimodal que utiliza una fusión a nivel de características de la forma de la mano y la textura de la palma. La combinación propuesta es importante, ya que se propone extraer tanto la imagen de la palma de la mano como la forma de la mano de la imagen obtenida de una cámara digital, la obtención la realizaron mediante coeficientes de transformación de coseno discretos, sus estudios demuestran que los usos de esta técnica obtienen la mayoría de características de la huella digital de la palma lo cuales son útiles para la identificación de las personas, pero sin embargo esta no esta tan precisa. [11].

Además en la investigación de Sánchez y Sadonís (2009). En su trabajo indican que para el reconocimiento óptico de caracteres también llamada OCR, no son reconocidos particularmente los caracteres de una determinada clase en cambio esta lograría reconocer a un grupo de componentes contenido en parte a la forma o el símbolo. Concluyendo que es necesario una gran población de conjuntos de formas o símbolos para que tendencia del fallo en la clasificación sea mayor. [13].

Biometría

Según el diccionario de Oxford-Complutense es la tecnología que se utiliza en seguridad la cual está basada en el uso características físicas e intransferible de las personas tales como rasgos físicos o partes del cuerpo como las manos.

Según la web homini La Biometría “Es la tecnología de seguridad que se basa en el reconocimiento característica física e intransferible de las personas, como por ejemplo la huella dactilar.” [14]

Según el libro “HACKING DESDE CERO” se define que la biometría estudia la automatización de los métodos automáticos para poder reconocer a personas mediante los rasgos físicos, comportamientos y conductas. La palabra biometría, se origina del griego “bios” que significa vida y “metrón” que es medida. En la ingeniería, se aplica para la identificación o verificación de identidades utilizando métodos matemáticos y tecnológicos [15].

Según Purificación Aguilera plantea que el uso de los dispositivos biométricos se basa principalmente en la identificación de los atributos físicos, estos dispositivos fueron diseñados para el uso de seguridad en compañías y/o empresas.

Los dispositivos biométricos utilizan imágenes digitales que representen unos rasgos biológicos de un individuo [16].

Imagen digital

Según Passariello & Mora indican que una imagen digital representa en forma bidimensional a una imagen real la cual esta expresada en una función de intensidad de luz. Una imagen en es un conjunto de puntos las cuales se presentan en las coordenadas (x, y) . los cuales se les divide en una mínima porción de la imagen y estos son llamados pixeles. La imagen o representación que se visualiza es el resultado del reflejo de que ejerce la luz en los objetos lo cual dependerá de iluminación con la reflectancia propia de los objetos. [17].

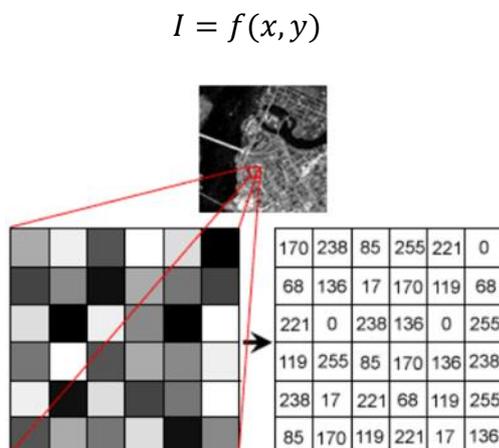


Fig. 4 Conjunto de Pixes de una imagen digital.

Según Vassallo una imagen digital está representada en un lenguaje binario, que se representa en una matriz bidimensional la cual contiene unos y ceros [18]

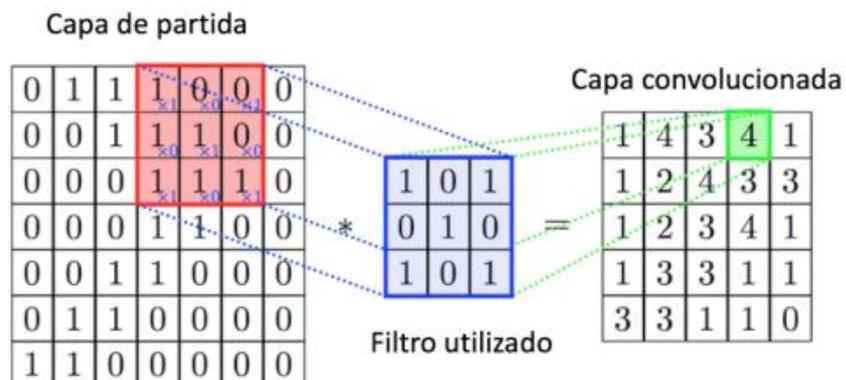


Fig. 5 Representación grafica de una imagen en código Binario

Según Hugo Cruzado una imagen digital está representada bidimensional la cual se construye a partir de una matriz binaria, que se forma por un conjunto de bits; donde un bit sería la mínima unidad de información computarizada por dígitos binarios[19]

Según Pajares dice que existen un conjunto de técnicas que se aplican a las imágenes que implican la alteración del histograma de la imagen o el procesamiento del valor de los píxeles, con el fin de mejorar la calidad o encontrar cualquier tipo de información que se quiera obtener, por lo que el histograma de la imagen está compuesto en escala de grises definidos con valores entre 0 y 255, para obtener la representación de frecuencia de cada uno de los valores, en donde el 0 representa técnicamente el color negro y el 255 representando el color blanco, dando origen a que se muestre los píxeles oscuros a los claros[20]

Pixel

Un píxel fundamentalmente es el elemento que hace posible que una imagen digital con diversas características y formatos exista, para la visualización de un píxel es necesario la ampliación de la imagen en la pantalla del computador, durante este proceso se puede visualizar diminutos rectángulos con diferentes colores, estos son los píxeles los cuales conforman la imagen.

Según Techopedia dice que la unidad lógica de las imágenes digitales es el píxel, dado que su combinación de ellos logra formar una imagen digital, video, etc. [22]

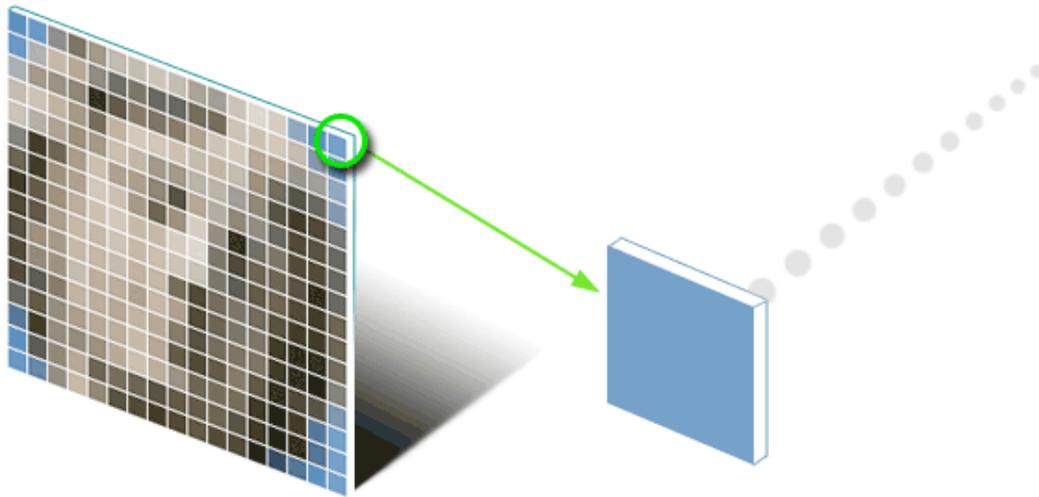


Fig. 6 Representación gráfica de un Pixel. Fuente Anibaldesings24

Característica del Pixel

Son tres los componentes esenciales que determinan el color de un pixel los cuales son: Color de Luz: Es la energía en forma de luz que permitir hacer visibles las cosas a través de su iluminación la cual es propagada por las partículas conocidas como fotones. La característica principal es que los componentes son representativos a través de ondas con sus en longitudes o frecuencias en un espacio determinado de color. El espectro visible son los subconjuntos de luz el cual puede ser perceptible por el ojo humano

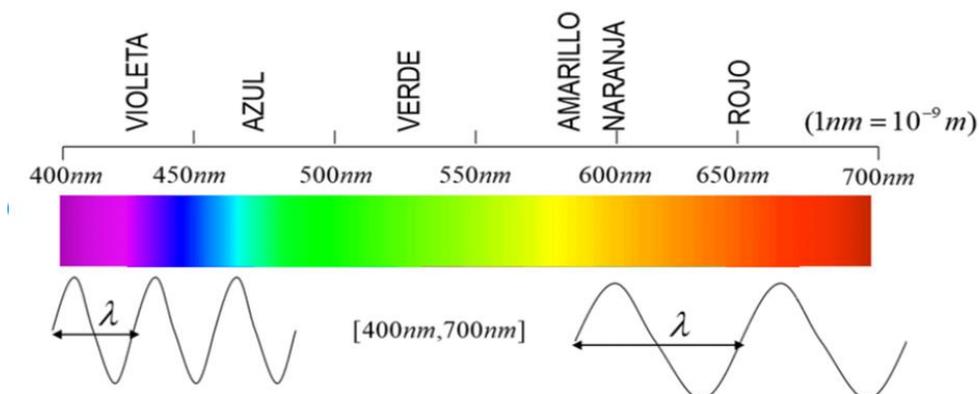


Fig. 7 Espectro visible por el ojo humano Fuente Vasallo [18]

Material de la superficie: Este componente es el que va determinar las longitudes que va absorber y refleja.

Sensibilidad del dispositivo: Las capturadores de fotos y videos tienen sensores que se integran en las diversas longitudes de onda con el propósito de capturar todo el espectro visible en sus lentes.

Espacios de Color

Isaac Newton en el año 1666 indicaba que “El color no existe y no es una característica de un objeto sino una apreciación subjetiva”,

Ford Roberts nos dice que el espacio de color es el método el cual nos permitir visualizar, especificar y la creación del color, en palabras moderna digitalizarla.

En la actualidad los avances tecnologías en computación gráficas y las transmisiones de señal han originado nuevos espacios color.

Con los avances de la computación gráfica, transmisión de señal han surgido diferentes espacios de color. Podemos consultar los diferentes espacios de color

Villa, Arístegui, Rodriguez, Rodriguez, Alfonso de Tomás, indican que el espacio de color se relacionan los colores reales con numero en un plano tridimensional en el cual se pueden realizar diversas combinaciones de colores.[27]

Existen tres tipos de espacios de color que son más utilizados e importantes que se realizan en la visión por computador para las detecciones de imágenes, las cuales son las siguientes.

Espacio de Color RGB Tiene origen en aplicaciones de pantalla CRT. Según Brau que su gama de colores es las más reducida afirma, mejor dicho, el espacio más reducido y con menor representación, porque tan solo logra abarcar un 35 % de espacio de color CIE. Esta cuenta con una gama de 2.2

apropiadamente superior en las luces. que es el espacio de color más utilizado en imágenes digitales

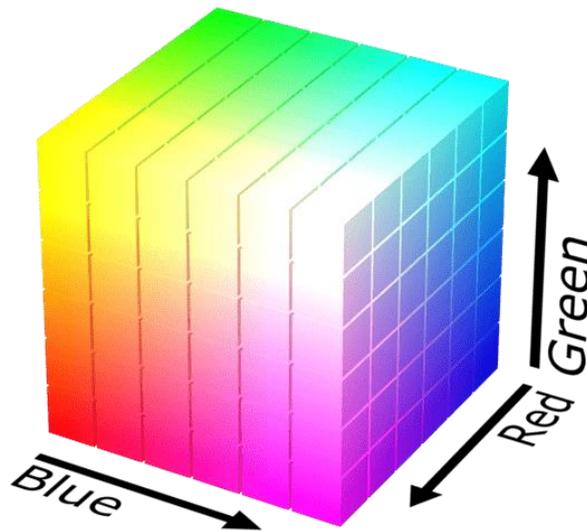


Fig. 8 Representación grafica del espacio RGB. Fuente, lledoenergia[22]

El espacio de color YCbCr es conocido por su capacidad de compresión. Este es usado usualmente en la captura de video digital. Este espacio facilitar el poder eliminar la información de colores redundantes, también este utilizado en las compresiones estándares de contenido digital como imágenes y videos. Este espacio es una escala del plano de coordenadas UV y del modelo YUV

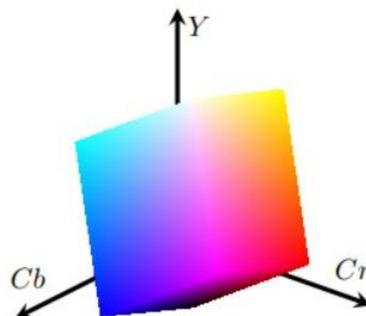


Fig. 9 Algoritmos De Identificación De Piel Humana Y Su Relación Con Los Sistemas De Color. Su Aplicación A La Segmentación De Piel Basada En Píxeles [25]

Espacio de Color HSV, donde sus siglas en ingles nacen de Hue, Saturacion, Value que en el español son tonalidad, saturación y valor. Huang nos dice que este es un modelo de transformación no lineal en un espacio de color RGB, este lleva modelo logra especificar de manera intuitiva a comparación de los otros espacios de color.

Escala gris es “Una imagen en escala de grises está conformado únicamente por una capa, la cual muestra la intensidad de la luz que refleja cada objeto en tono de gris, que va a un rango de 0 a 255”. Para convertir a escala de grises, podemos utilizar dos expresiones matemáticas:

$$(1) \text{escala}_{gris} = Red * 0.3 + Verde * 0.59 + Azul * 0.11$$

$$(2) \text{escala}_{gris} = (Rojo + Verde + Azul)/3$$

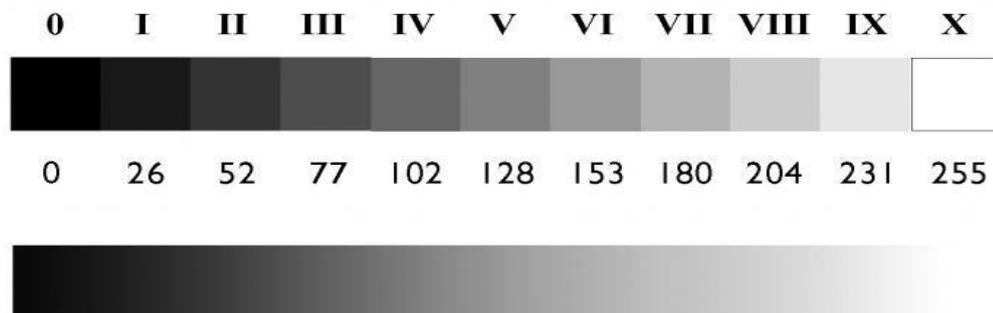


Fig. 10 Numeración de la escala a gris. Fuente, Mariano Molinari[26]

Visualización de imágenes

Passariello & Mora explica que existe una necesidad que la información digital en una señal analógica sea compatible con los dispositivos como los monitores de videos ya que estos son los que principalmente son utilizados para su visualización. Una vez que un computador ha efectuado dicho proceso, es necesario de convertir las señales digitales a analógicas para volver a transformar los resultados de la computadora en señales electrónicas las cuales permitan visualizar la imagen en monitores.[17]

Digitalización de imágenes

Carrion, Ronedas y Rietan mencionan que los diversos sistemas digitales existentes cuenta con la capacidad de operar y detectar estados lógicos binarios que son representados en 1 y 0. La rapidez de operación del sistema binario permite que puedan realizarse diferentes operaciones.

Las tecnologías digitales asociadas a la información facilitan almacenar la información con diferentes soportes, la cual hace posible el procesamiento, procedimiento y análisis de los fenómenos que se presentan en una imagen Digital.[26]

Passariello & Mora, indican que un procesamiento digital de imagen es el tratamiento de una o muchas imágenes bidimensionales utilizando un computador. [17]

En la digitalización de una imagen se debe tener en cuenta el conjunto de elementos del computador para lograr para el procesamiento de la señal visual, donde

La imagen principal pasara por un conjunto de transformaciones hasta lograr el objetivo de visualizar dicha imagen.

Segmentación de Imágenes

Según Gonzales y Woods indican que la palabra segmentación el termino genérico para las transformaciones que dividen en partes a una imagen ya procesada, las cuales cada una de ellas muestra un correlación fuerte con algún objeto o región. La segmentación es el paso inicial para el análisis de imágenes que consiste generalmente en dividir y/o segmentar una imagen este genera subdivide una imagen en partes constituyentes u objetos dicha subdivisión dependerá del problema que pretendan a resolver. Una segmentación se debe degenerarse cuando los objetos de interés hayan pasado un proceso de asilamiento. Los resultados de una segmentación en su mayoría son puntos de partidas de otros procesos de interpretación de un alto nivel.[27]

Gonzales y Woods nos dicen que para detección de las discontinuidades

básicas como el borde línea y punto su procedimiento implica la sumatoria de los productos de los coeficientes de los niveles de grises que pueden contener la región retenidas por la máscara, este resultado es la respuesta de la máscara en algún punto aleatorio de la imagen. [27]

Chancafe y Mazabel indican que una segmentación es el proceso de subdivisión de partes constituyentes u objetos de una imagen digital la cual también en el inicio de otro proceso de alto nivel.[28]

Lucero y Saldaña indican que la división o partición de una imagen en regiones y/o subregiones homogéneas cuyas divisiones, regiones y/o componentes cuentan con una etiqueta única. Los algoritmos mas utilizados para una segmentación seria los métodos K-meas, Otsu, Fuzzy C-Means[24]

Técnicas o método para la segmentación

Binarización

Según Sebastián y Santiago indican que el proceso de transformación de una imagen que se encuentra en escalas de grises a los colores binarios blanco y negro.

Ecuación 1 Esquema de binarización – Fuente: Opencv Documentación[31]

$$I_2(x,y)=\begin{cases} 0 & \text{si } I_1(x,y) < T(x,y) \\ 255 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$



Fig. 11. Imagen binarizada. Fuente,Open Cv[31]

Suavizado

Según Caponetti y Castellano indican que el proceso de suavizado se realiza para el desenfoque de una imagen digital para su procesamiento, este proceso permite una eliminación de ruido.[30]

Según OpenCV indican que el objetivo principal de este proceso es la reducción de ruido mediante el uso de técnicas de filtros como gaussiano, bilateral, mediano, de caja normalizada.[31]

Según Gaponetti y Gastellano indican que en el proceso de suavizado el filtro gaussiano es el operador bidimensional que desenfoca y reduce el ruido de una imagen. [30]

$$G(x, y, \sigma) = \left[\frac{1}{2\pi\sigma^2} \right] \exp \left(- \frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2} \right)$$

Fig. 12. Función del filtro gaussiano. Fuente, OpenCV Documentación [31]

Filtro bilateral

Según Lélis (2015) El proceso del filtro bilateral conserva una imagen tras una eliminación del ruido, cada uno de los componentes son importantes, este filtro es más utilizado en el campo médico, y su complicación esta en el análisis de la distancia espacial con la diferencia de intensidad de pixeles al calcular.[27]

Según Chancafe y Mazabel (2016) indican que es el promedio ponderado de los pixeles y sus adyacentes, muy parecida al proceso de convulsión gaussiana[28]

$$BF[I]_p = \frac{1}{w_p} \sum_{q \in \delta} G_{\sigma_2}(|p - q|) G_{\sigma_2}(|I_p - I_q|) I_q^3$$

Fig. 13 Representación gráfica de la fórmula de Filtro Bilateral Fuente: Elaboración Propia

Canny

Según Vassallo indican que Canny permite una detección de líneas y bordes más robusta y precisa, dado su origen es la más utilizada para el procesamiento de imágenes.[18]

Según Caponetti y Castellano indican que el uso de Canny debiera pasar un un filtro gaussiano mediante la convulsión de una imagen.[30]

Según Lélis (2015) indican que John F. Canny realizo este proceso para obtener una identificación correcta de los bordes de una imagen y así realizar optimización al detectar los bordes con una baja tasa de error.[27]

Según la documentación de OpenCV indican que la técnica de Canny cumple tres criterios baja tasa de error, buena localización, respuesta mínima[31]



Fig. 14 Modelo de Canny en una imagen. Fuente, OpenCV Documentación [31]

$$Edge_Gradient(G) = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

$$Angle(\theta) = \tan^{-1}\left(\frac{G_y}{G_x}\right)$$

Fig. 15 Representación gráfica de la ecuación de Canny en OpenCV. Fuente: OpenCV Documentación [31]

Redes Neuronales.

Según el sitio web Redes-neuronales.com.es del 2017, indican una clasificación de redes neuronales basadas en su topología o estructura, su tipo de capas, siendo esta una característica importante porque conformación y/o agrupación de neuronas forman la red neuronal que esta conformadas en dos tipos: mono capas y multicapas.[76]

Redes mono capas contiene solo una capa, esta es formada por neurona las cuales implementan conexiones laterales que permiten conectarse con otras neuronas de su misma capa. Esta red es usa para la implementación del aprendizaje auto asociado y recurrente; La Red Hopfield propuesta por Jhon Hopfield es las más famosa y usada de este tipo de Red, al igual que otras redes como "Brain State In The Box" que también es conocida como Asociador lineal, realizada por James Anderson.

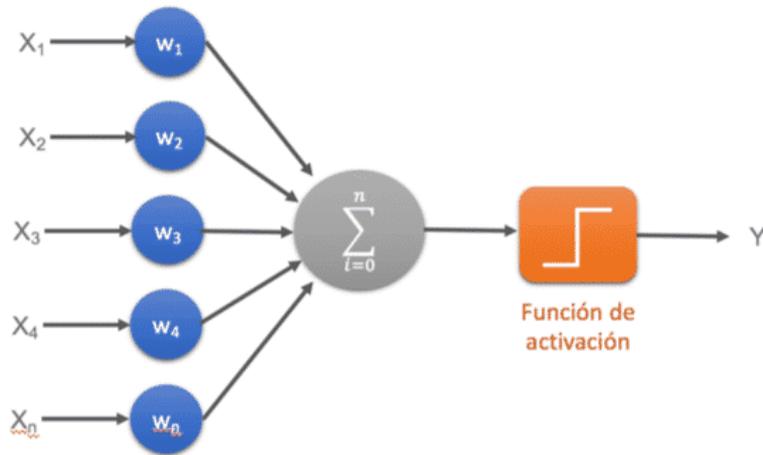


Fig. 16 Representación grafica de un Red Monocapa.

Redes multicapas a diferencia de una red monocapas está compuesta por dos 2 capas como mínimo y están son generadas en el momento que una capa recibe un conjunto de señales de entradas de una capa previa y a su vez esta capa emite un conjunto de señales para la capa continua; para el reconocimiento y/o clasificación de patrones son utilizadas las redes multicapas

Las conexiones posteriores son llamas Feedbak(cuyo datos o información pueden regresar a una capa anterior) y se les llama conexiones Feedforward a las cuales van hacia delante sin poder regresar.

Según Casillas indica que una red neuronal tiene como función principal cumplir con tareas o procesos simulando a un ser humano dicho objetivo se cumple utilizando algoritmos personalizados. Casillas indica que una red neuronal se conforma por dos fases una es la del aprendizaje donde la red pasa por una etapa de entrenamiento mediante el uso de datasets y una fase de la evaluación, donde la red neuronal verificara la eficiencia real de los resultados. [32]

Chancafe y Mazabel indican que el uso de redes neuronales resuelve tareas

de identificación, clasificación, optimización, diagnóstico y predicción de un conjunto de datos.[28]

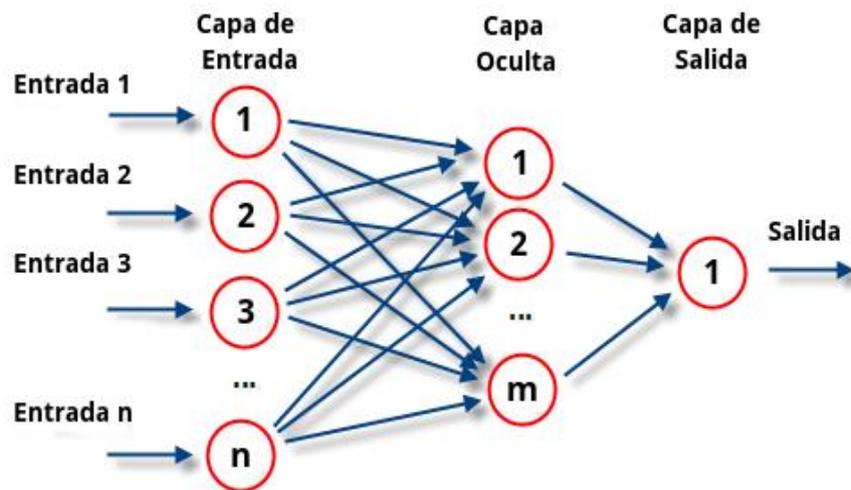


Fig. 17 Representación de un estructura de una red neuronal multicapa. Fuente: Sin autor

Al igual que las redes neuronales también existen máquinas de aprendizaje automático más conocidas como Machine learning

EL autor J.C. Lorenzo en su publicación nos indica que los Machine learning es el conjunto de diversas técnicas de sistemas computacionales las cuales proporcionarían la capacidad cognitiva a un CPU o máquina que mediante un entrenamiento de una red neuronal el cual debe de tener una base de datos de ejemplos para lograr dicha capacidad. Lorenzo nos dice que el objetivo principal que la máquina logre su autonomía para realizar tareas específicas.[33]

Tom M. Mitchell dice "no tanto en términos cognitivos sino operacionales: "Se dice que un programa informático aprende de la experiencia E respecto a algún tipo de tareas T con desempeño P si su desempeño en tareas T , tal y como es medido por P , mejora con la experiencia ."[34]



Fig. 18 Esquema de programación en Machine learning. Fuente: Elaboración Propoia

Según R.G Utrera, El Machine Learning su principal objetivo es el desarrollo de técnicas que permitirán a los ordenadores, computadores, aprender, generalizar comportamientos y estudios a partir de una información aprovisionada en forma de ejemplos; machine learning pertenece a un sub campo de las ciencias computacionales y una rama de la inteligencia artificial(IA).[35]

Según Maojo y Martin. La inteligencia artificial (IA) es una rama de las ciencias computacionales cuyo objetivo es el estudio de elementos artificiales y su inteligencia, desde la perspectiva de la ingeniería, propone una creación que elementos las cuales poseen un comportamiento inteligente. En otras palabras, la IA propone la construcción de sistemas computacionales y maquinas que lleven a cabo la tarea de una persona, para que su comportamiento sea llamado inteligente.[36]

Según Purdy y Daugherty La inteligencia artificial en la actualidad ya no es nada nuevo, debido que últimas décadas científicos como Alan Turing, Marvin Minsky o John McCarthy desarrollaron los fundamentos tecnológicos y teóricos para su desarrollo, Actualmente el termino Inteligencia artificial nos da entender que es una combinación de diversas tecnologías que pueden lograr comprender y actuar. [37]

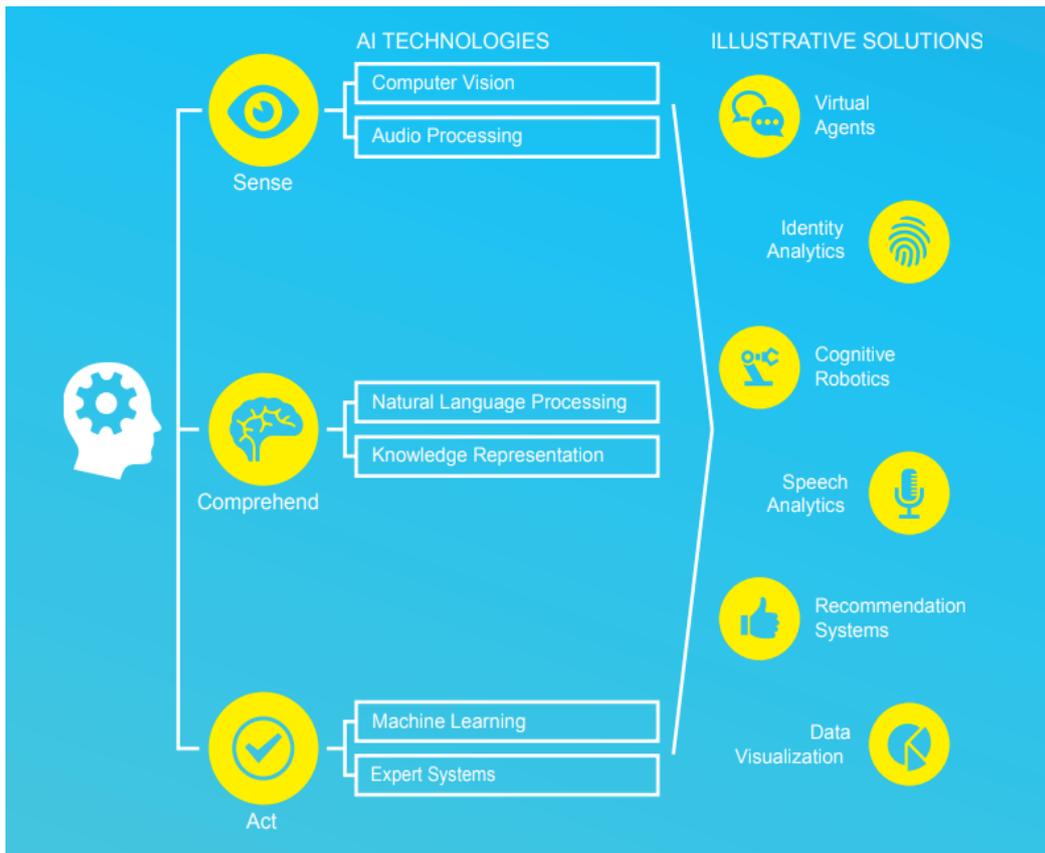


Fig. 19 Nuevas tecnologías de IA Fuente: Análisis de Accenture[37]

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo

Este proyecto fue de enfoque cuantitativo, tipo básico. La investigación pura o también llamada básica o sustantiva, es dicha de esa manera porque el indicio es la curiosidad de seguir destapando nuevos conocimientos [24], es básica porque es la estructura de soporte para la investigación aplicada o tecnológica.

Diseño

El Diseño es Experimental, debido a que fue un proceso sistemático con aproximación científica en la cual se hicieron experimentos donde se manipularán las variables dependientes

Para esta investigación la población está formada por los algoritmos de segmentación y procesamiento de imágenes en la primera etapa esta población está conformada por las técnicas y los algoritmos utilizados en los trabajos previos y similares, en tanto en la segunda etapa se utilizan clasificadores que nos permitirán identificar a los individuos correctamente.

2.2. Variables, Operacionalización

Variables Dependientes:

Identificación de Personas

Variable Independiente:

Redes Neuronales

Tabla 3. Operacionalización de la variable dependiente

Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Formula	Técnica e instrumento de recolección de datos
Identificación de líneas de palmas de manos	Eficiencia	Precisión	$\frac{\sum TI}{\sum FI + \sum TI}$	Observación, ficha técnica
		Sensibilidad	$\frac{\sum TI}{\sum FNI + \sum TI}$	
		Exactitud	$\frac{\sum vp + \sum vn}{Total}$	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Operación de las variables independientes

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Formula	Técnica e instrumento de recolección de datos
Redes Neuronales	Tiempo	Tiempo de respuesta	O(n)	Observación, ficha técnica
	Rendimiento	Consumo de Memoria	$A \cdot \log(k) + B$	
		Tiempo de CPU	T_{cpu}	
			$= \frac{\text{Numero de ciclos de reloj del cepu}}{F_c}$	
			Donde $F_c = \text{Frecuencia_de_reloj} = 1/T_c$	

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

La Población

La población está formada por los algoritmos de segmentación y procesamiento de imágenes en la primera etapa esta población está conformada por las técnicas y los algoritmos utilizados en los trabajos previos y similares, en tanto en la segunda etapa se utilizan clasificadores que nos permitirán identificar a los individuos correctamente.

Tabla 5. Algoritmos de detección de bordes y líneas.

Nombres
Log operator
Sobel operator
canny operator
zero cross
Prewitt
Binary operator

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Técnicas de clasificación

Nombres
Redes Neuronales
Super vector machine
Ridge Regression
Kernel ridge regression
Gaussian Processes
Feature selection

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica

En la investigación se utilizaras la siguiente técnica:

Observación Científica, servirá para evaluar los comportamientos y seguimiento de los algoritmos y técnicas utilizadas para la investigación, el cual al final nos permitirá compararla con los trabajos previos realizados

Los instrumentos empleados fueron:.

- Matrices de relación entre las muestras.
- Matriz de Resultados.

Las herramientas que se utilizaron fueron:

- Anaconda, para programación en Python

Equips

- 1 Laptop Lenovo 5l

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Basándose en las técnicas de recolección de datos se consideró:

En la primera etapa se adquirió las imágenes con un prototipo de toma de imágenes de manos, después se optó por realizar la recolección desde un scanner y luego se armó la base de datos con todas las imágenes adquiridas con un tamaño de 1275x1754 pixeles de 50 personas, 100 imágenes p.

En la segunda etapa luego de haber hecho las pruebas y basándose en los artículos leídos se determinó la estructura del modelo.

En la tercera etapa se implementó la red neuronal convolucional. En la cuarta etapa se evaluó los resultados.

2.6. Criterios éticos

La Confidencialidad: Considerando los códigos de ética fue priorizado la seguridad y protección de los colaboradores protegiendo su identidad y datos personales; expresando como anonimato en la identidad de los colaboradores.

Derechos de Autor: En la investigación el material procesado que se usó fue referenciado y citado con sus autores respectivos.

Veracidad: Se muestra originalidad e información verdadera.

2.7 Criterios de Rigor Científico.

En la investigación su calidad dependió de los rigores con la que se realizó, la cual condiciona su credibilidad, dichos criterios empleados en la investigación se muestran en la siguiente tabla con sus respectivas descripciones.

Tabla 7 Criterios de Rigor científico

Criterios	Características éticas del criterio
Fiabilidad	Técnica utilizada para la segmentación, la cual permitió analizar qué tan fiable fueron los algoritmos utilizados.
Consistencia	En el trabajo los datos que se recolectaron fueron de carácter formal y científico. En el análisis que se realizó a los datos fueron hechos total profesionalidad aplicando habilidades, conocimientos y técnicas de ingeniería e investigación para que se mantengan la consistencia de los datos y resulte en información consistente y útil.
Validez	Los datos obtenidos de la técnica de detección de líneas y bordes en las palmas de las manos y en su implementación fueron evaluados y analizados correctamente que lograron dar un resultado válido que verifique la hipótesis
Originalidad	Las fuentes bibliográficas utilizadas en la investigación fueron citadas correctamente con la que se finalizó la inexistencia de plagio.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

En los Resultado podemos ver que las imágenes procesadas por cada individuo fueron de 15 imágenes donde mostraran, la optimización.

Tabla 8 Matriz de confusión de entrenamiento de modelo de 3 capas

		Verdaderos				
		Individuo 1	Individuo 2	Individuo 3	Individuo 4	Individuo 5
Predicciones	Individuo 1	20	2	0	0	0
	Individuo 2	0	20	0	0	0
	Individuo 3	0	0	20	0	0
	Individuo 4	2	0	0	18	0
	Individuo 5	0	1	0	0	20

a) **Identificar los algoritmos criptográficos de la red privada virtual.**

En Luego que se obtuvo los resultados y se plasmaron en la matriz de confusión se procedió a evaluar el nivel de precisión global y por clase, además de la sensibilidad y exactitud.

Donde:

TP = Verdaderos positivos

TN = Verdaderos negativos.

FP = Falsos positivos.

FN = Falsos negativos.

Exactitud:

Luego que se obtuvo los resultados y se plasmaron en la matriz de confusión se procedió a evaluar el nivel de precisión global y por clase, además de la sensibilidad y exactitud.

Donde:

TP = Verdaderos positivos

TN = Verdaderos negativos.

FP = Falsos positivos.

FN = Falsos negativos.

Exactitud:

$$\frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

Precisión global:

$$\frac{\text{suma de diagonal principal}}{TP + TN + FP + FN}$$

$$\frac{20 + 20 + 20 + 18 + 20}{20 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 20 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 20 + 0 + 0 + 2 + 0 + 0 + 18 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 20} = 0,98$$

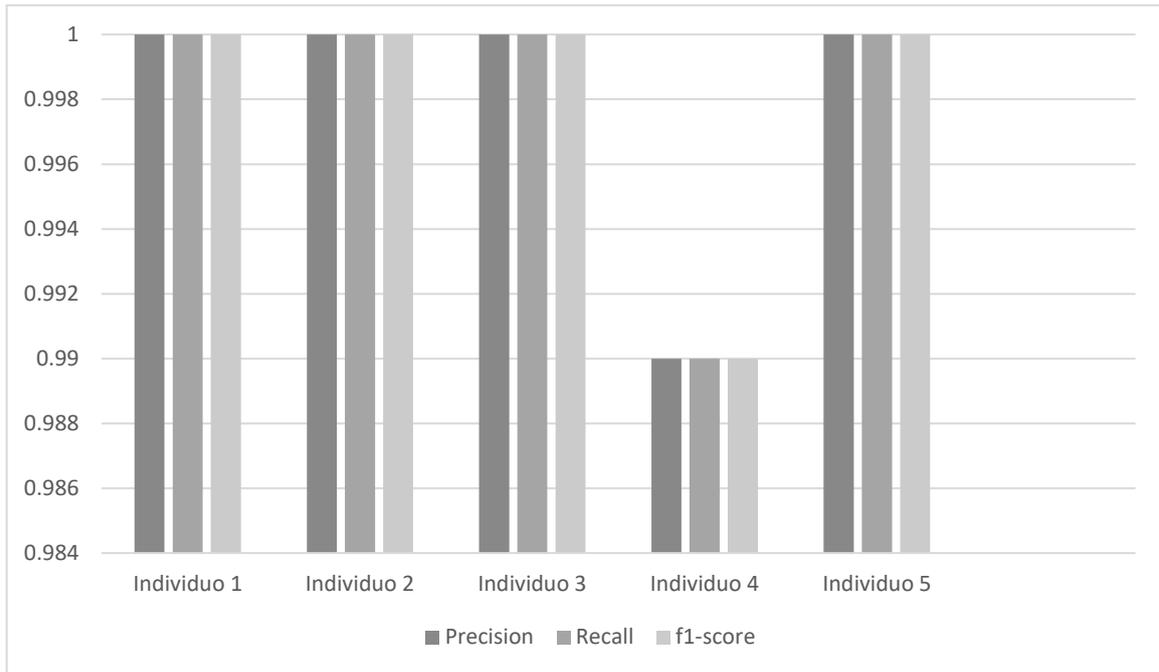


Fig. 20 Análisis del Resultado. Fuente, Elaboración propia

En el caso del individuo 1, donde las 20 imágenes utilizadas para el test, donde 20 imágenes fueron reconocidas correctamente mientras que ninguna fue errónea, dando los siguientes resultados.

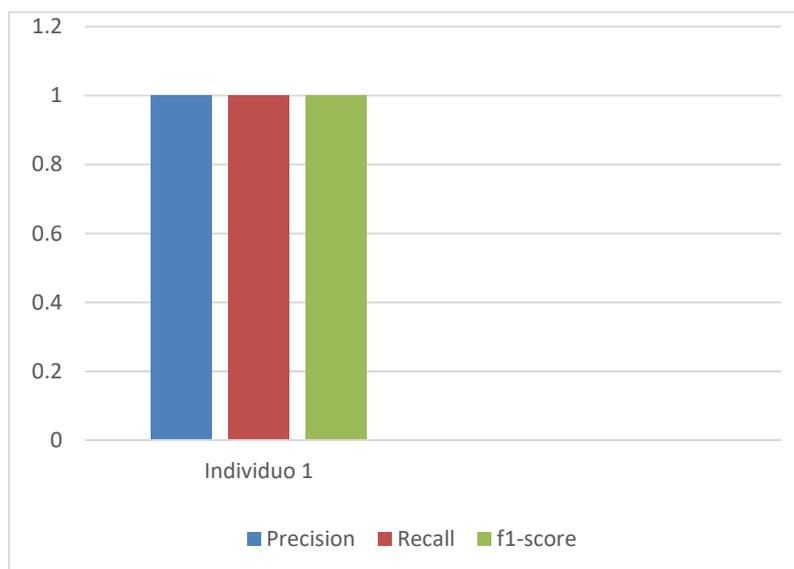


Fig. 21 Resultados del Individuo 1, Fuente: Elaboración propia

Precisión para la clase Individuo 1:

$$\frac{TP}{TP + FP}$$
$$\frac{20}{20 + 0}$$
$$\frac{20}{20} = 1$$

Recall para la clase Individuo 1:

$$\frac{TP}{TP + FN}$$
$$\frac{20}{20 + 0}$$
$$\frac{20}{20} = 1$$

En el caso del individuo 2, donde las 20 imágenes utilizadas para el test, donde 20 imágenes fueron reconocidas correctamente, dando los siguientes resultados.

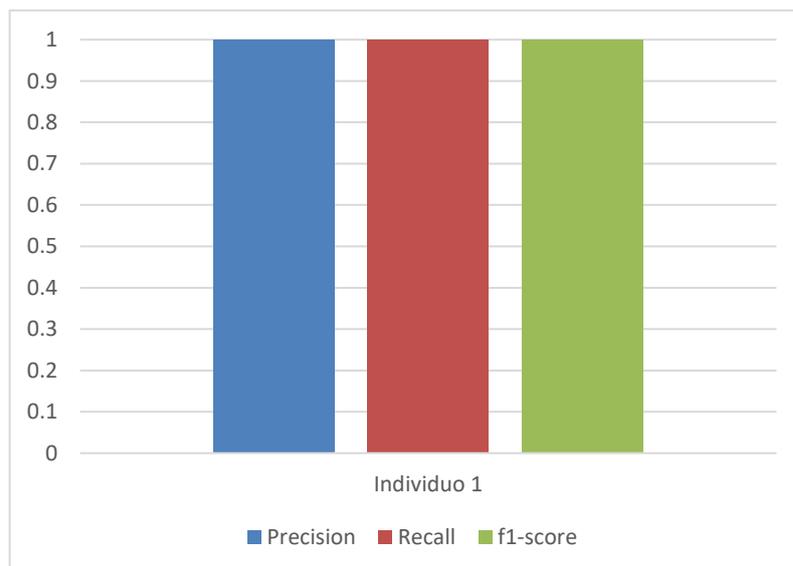


Fig. 22 Resultados del Individuo 2, Fuente, Elaboración propia

Precisión para la clase Individuo 2:

$$\frac{TP}{TP + FP}$$

$$\frac{20}{20 + 0}$$

$$\frac{20}{20} = 1$$

Recall para la clase Individuo 2:

$$\frac{TP}{TP + FN}$$

$$\frac{20}{20 + 0}$$

$$\frac{20}{20} = 1$$

En el caso del individuo 3, donde las 20 imágenes utilizadas para el test, donde 20 imágenes fueron reconocidas correctamente, dando los siguientes resultados.

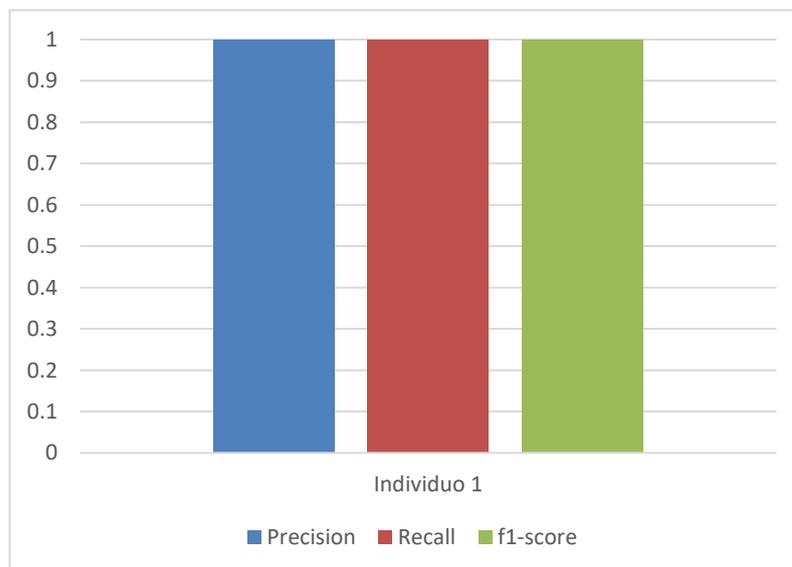


Fig. 23 Resultados del Individuo 3, Fuente, Elaboración propia

Precisión para la clase Individuo 3:

$$\frac{TP}{TP + FP}$$

$$\frac{20}{20 + 0}$$

$$\frac{20}{20} = 1$$

Recall para la clase Individuo 3:

$$\frac{TP}{TP + FP}$$

$$\frac{20}{20 + 0}$$

$$\frac{20}{20} = 1$$

En el caso del individuo 4, donde las 20 imágenes utilizadas para el test, donde 18 imágenes fueron reconocidas correctamente, mientras 2 imágenes fueron reconocidas como el individuo 1, dando los siguientes resultados.

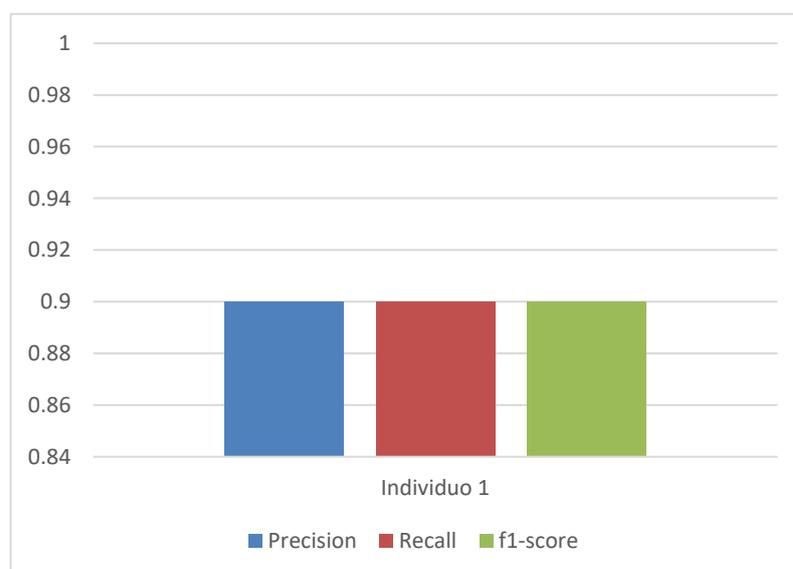


Fig. 24 Resultados del Individuo 4, Fuente: Elaboración propia

Precisión para la clase Individuo 4:

$$\frac{TP}{TP + FP}$$
$$\frac{18}{18 + 2}$$
$$\frac{18}{20} = 0,90$$

Recall para la clase Individuo 4:

$$\frac{TP}{TP + FP}$$
$$\frac{18}{18 + 2}$$
$$\frac{18}{20} = 0.90$$

En el caso del individuo 5, donde las 20 imágenes utilizadas para el test, donde 20 imágenes fueron reconocidas correctamente, dando los siguientes resultados.

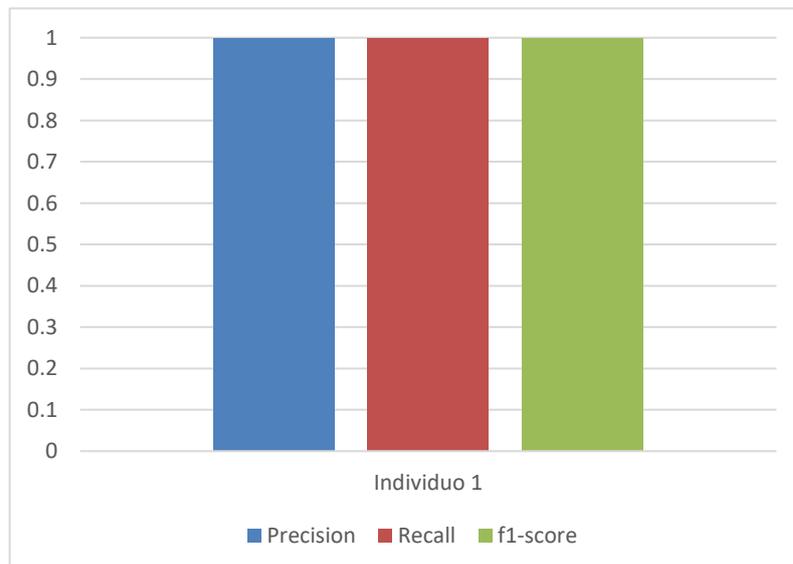


Fig. 25 Resultados del Individuo 5, Fuente, Elaboración propia

Precisión para la clase Individuo 5:

$$\frac{TP}{TP + FP}$$
$$\frac{20}{20 + 0}$$
$$\frac{20}{20} = 1$$

Recall para la clase Individuo 5:

$$\frac{TP}{TP + FP}$$
$$\frac{20}{20 + 0}$$
$$\frac{20}{20} = 1$$

3.2. Discusión

Los resultados de esta investigación se compararon con la investigación de Shalini Agarwal, Pawan Kumar Verma y Mohd Aamir Khan titulado "An Optimized Palm Print Recognition Approach using Gabor filter" donde en la etapa de clasificación utilizan Support Vector Machine(SVM).

Como se puede apreciar en la siguiente tabla ambos trabajos con diferentes métodos de elaboración logran obtener un porcentaje de precisión en el momento de clasificar superior del 90 %.

Tabla 9 Comparación del resultado con un trabajo previo.

Título de investigación	Algoritmo de detección y borde	Clasificador	Precisión
“An Optimized Palm Print Recognition Approach using Gabor filter”	Filtro de gabor	SVM	94.5 %
“Identificación automática de personas mediante el procesamiento de imágenes digitales de las líneas palmarias”	Operador Otsu	CNN VGG16	98%

3.3. Aporte de la investigación (opcional)

El desarrollo de la investigación se estableció en cinco etapas donde se logró identificar a las personas mediante imágenes digitales de las huellas palmarias, la que se representa en la siguiente imagen.

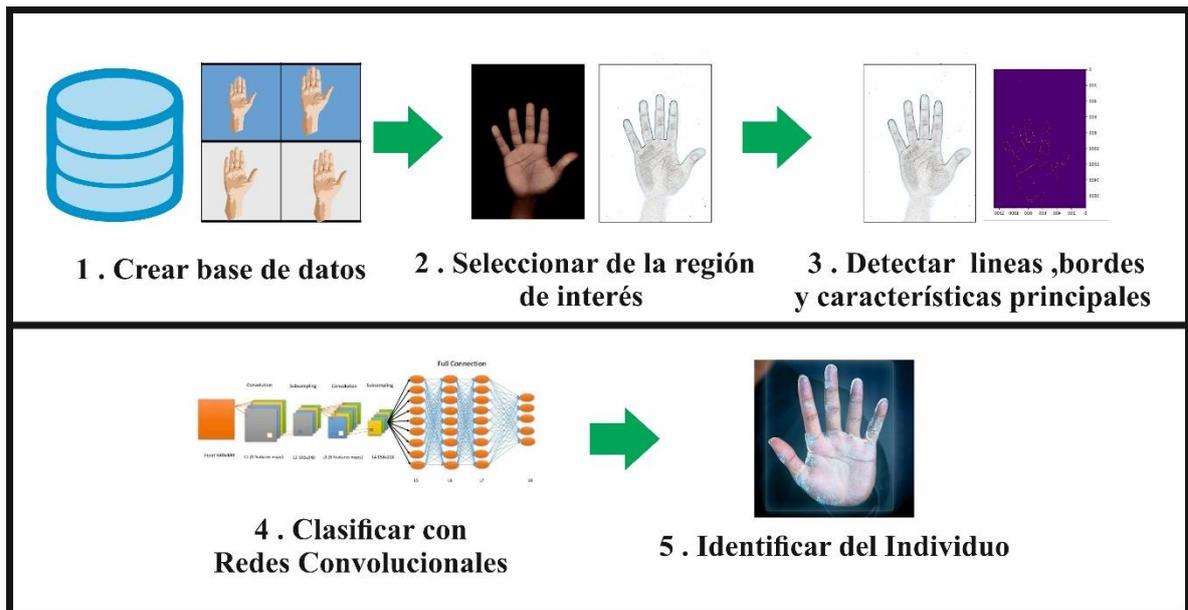


Fig. 26 Etapas de desarrollo del trabajo de investigación para la identificación de personas mediante imágenes digitales de las palmas de las manos. Fuente: Elaboración, Propia

En cada etapa se utiliza protocolos que satisficieron los requerimientos, dicho lo anterior se explica cada etapa.

Durante la construcción de la base datos, se estableció su desarrollo en tres etapas: adquisición de imágenes, estratificaron de datos y almacenamiento de datos; donde cada etapa es establecida por protocolos basados en los trabajos anteriores

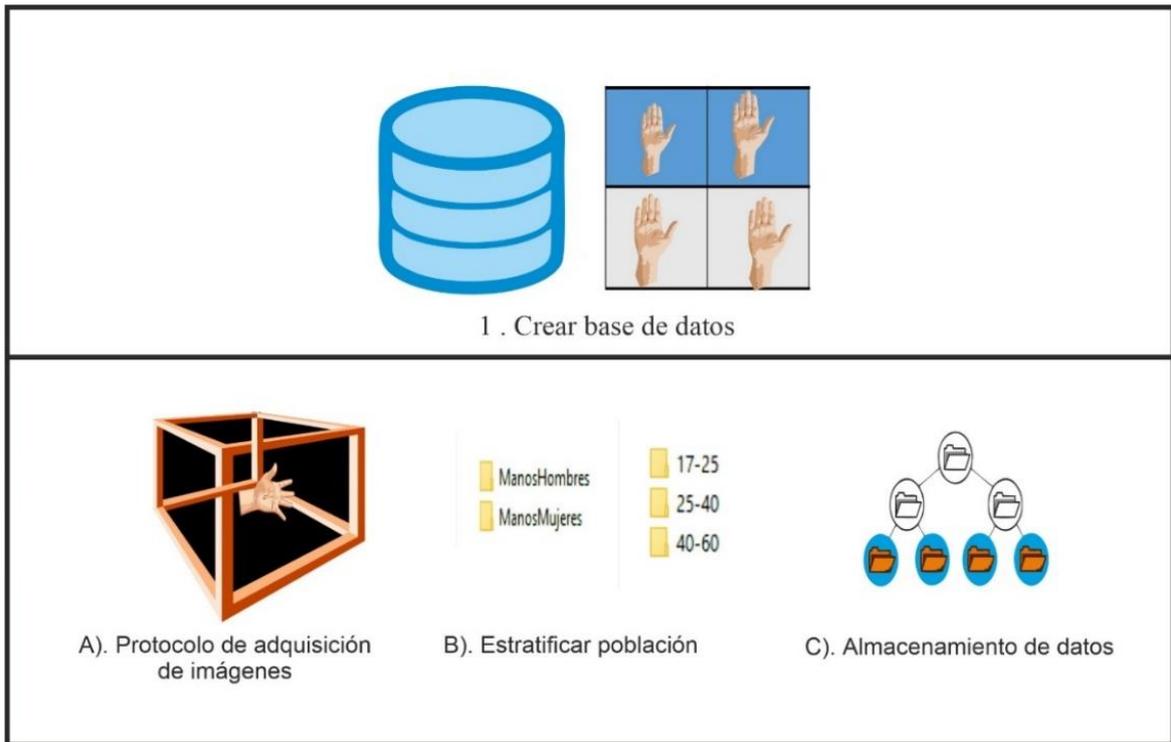


Fig. 27 Proceso de desarrollo de la etapa "Construir una base datos", Fuente, Elaboración propia

En la primera etapa se adquirió las imágenes de las manos en un ambiente controlado mediante un prototipo llamado "uno" utilizando un protocolo. Dicho protocolo considera que el fondo sea de color negro, y que las capturas de las imágenes sean tomadas en una distancia de 30 cm máximo del, mientras en la elaboración del prototipo se definió que sea de la forma de cubo la cual contiene las siguientes características con un área de 5400 cm, con una estructura hecha de madera, una placa de vidrio de 25 [cm] ^2, tornillos, soportes para la placa del vidrio como se aprecia en la siguiente imagen



Fig. 28 Prototipo “uno” de ambiente controlado para la adquisición de imágenes de la palma de las manos. Fuente: Elaboración Propia

En el desarrollo de la adquisición de las imágenes con el prototipo inicial se obtuvieron resultados no esperados, dado que la calidad de las imágenes no eran las óptimas



Fig. 29 Etapas del desarrollo de la adquisición de imágenes, Fuente: Elaboración Propia

Dado el resultado anterior se optó utilizar un nuevo protocolo de adquisición para las imágenes el cual se realice utilizando el scanner de una impresora multifuncional en esta ocasión optamos por la marca HP modelo L495 y estar

cubierta totalmente con una tela negra la que permitió que no se capture algún haz de luz no deseado; esta implementación permitió que los resultados sean los esperados, respetando el protocolo de adquisición ya que se cuidó la iluminación y calidad de la imagen ,en la siguiente imagen se puede apreciar el prototipo número dos.



Fig. 30 Prototipo “DOS” con el Scanner HP L415 en un ambiente controlado para la adquisición de imágenes de la palma de las manos. Fuente, Elaboración Propia

Las especificaciones del scanner de la impresora HP L415 se muestran en la siguiente tabla

Tabla 10 Especificación del Scanner HP L415

<i>Resolución de escaneo, hardware</i>	Hasta 1200 x 1200 dpi
<i>Profundidad de bits</i>	24 bits
<i>Tamaño máximo de escaneado plano (sistema métrico)</i>	216 x 297 mm
<i>Niveles de escala de grises</i>	256
<i>Tecnología de escaneado</i>	Sensor de imágenes por contacto (CIS)

El resultado de las imágenes con el scanner de la impresora HP L415 lograron cumplir con las expectativas, cada imagen teniendo una resolución de 1275 pixeles de ancho y una altura de 1754 pixeles.

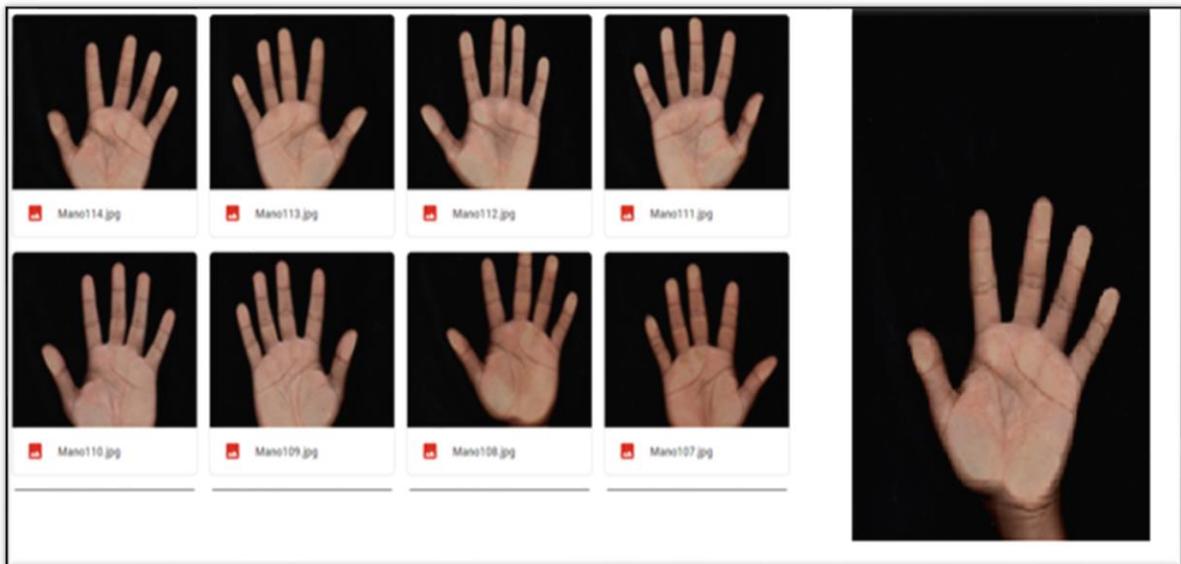


Figura 1 1 Figura 30 Manos capturadas digitalmente por el prototipo dos, Fuente, Elaboración Propia

En la estratificación de las imágenes estuvo compuesta por dos carpetas, llamadas hombres y mujeres, esta decisión es tomada por las características como tamaño, textura, profundidad de líneas etc. son diferentes por el género de los individuos, cada una conteniendo sub carpetas las cuales almacenan a cada uno de los individuos colaboradores teniendo cada uno propia etiqueta anónima.

Fig. 15. Esqueleto de un paquete en proceso de captura 97259 de 171 bytes.

Fuente: Elaboración propia

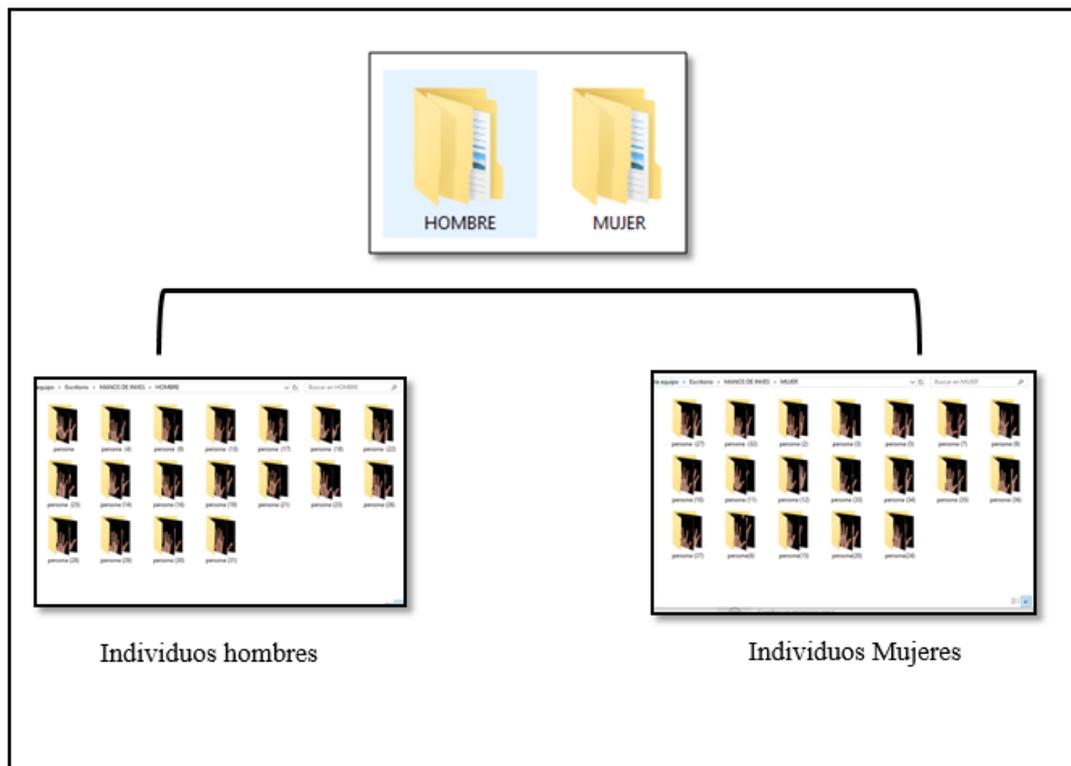


Figura 1 2 Estratificación de las imágenes, Fuente, Elaboración Propia

La información requerida de cada colaborador se guardó en una tabla de Excel, con los siguientes datos nombre de la persona colaboradora, edad, número de la mejor imagen de la mano derecha y numero de la imagen de la mano izquierda.

En la segunda etapa del método se inició con la selección de la región del interés y reducir el tiempo de aprendizaje de una red neuronal utilizando algoritmo Otsu permitió que la imagen sea segmentada del fondo para poder y así poder obtener la región de interés la región de interés, logrando que la obtención de las líneas y contornos de las líneas palmarias .

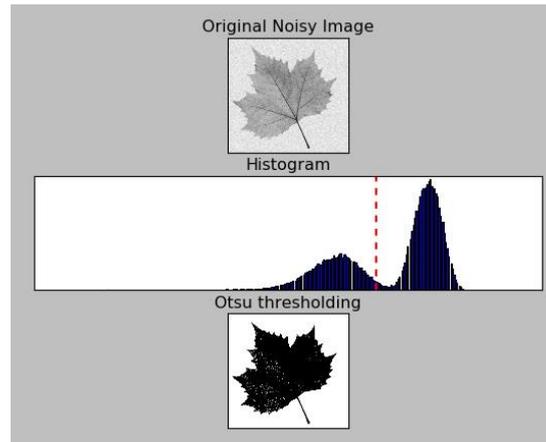


Figura 1 3 Ilustración de flujo construido para ejecutar el algoritmo de Otsu.. Fuente OpenCV

Otsu se define por cada píxel y sus bordes para obtener una estadística que se llamara varianza entre clases. Este umbral será la mejore división entre las clases (Imágenes en escalas y grises) para que la segmentación sea lo mas pequeña posible sin que la dispersión sea lo más alta posible entre los segmentos

Definir el valor de Umbral T

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 \Leftrightarrow f(x, y) > T \\ 0 \Leftrightarrow f(x, y) \leq T \end{cases} \quad g(x, y) = \begin{cases} 1 \Leftrightarrow f(x, y) < T \\ 0 \Leftrightarrow f(x, y) \geq T \end{cases}$$

División para los pixeles en dos clases (C1, C2) con niveles de gris.

$$\left| \begin{array}{l} C_1 : \frac{p_1}{\omega_1(t)}, \dots, \frac{p_t}{\omega_1(t)} \\ C_2 : \frac{p_{t+1}}{\omega_2(t)}, \frac{p_{t+2}}{\omega_2(t)}, \dots, \frac{p_L}{\omega_2(t)} \end{array} \right.$$

Donde:

$$\left| \begin{array}{l} \omega_1(t) = \sum_{i=1}^t p_i \\ \omega_2(t) = \sum_{i=t+1}^L p_i \end{array} \right.$$

GrabCut se define por cada píxel y sus bordes a los cuatro píxeles vecinos. Cada píxel también se conecta a dos nodos terminales. Los nodos terminales son importantes porque se utilizan al realizar el corte mínimo para segmentar píxeles de primer plano y fondo.

Asigna fondo del primer plano GMM

$$\alpha_n = 0 \text{ and } \alpha_n = 1 \text{ respectively}$$

Asigna componentes GMM píxeles

$$k_n := \arg \min_{k_n} D_n(\alpha_n, k_n, \theta, z_n)$$

Aprender parámetros GMM de datos Z

$$\underline{\theta} := \arg \min_{\underline{\theta}} U(\underline{\alpha}, \mathbf{k}, \underline{\theta}, \mathbf{z})$$

Estimar la segmentación: utilizar corte min para resolver:

$$\min_{\{\alpha_n: n \in T_U\}} \min_{\mathbf{k}} E(\underline{\alpha}, \mathbf{k}, \underline{\theta}, \mathbf{z})$$

```

1 import cv2
2
3 img = cv2.imread('C:\Users\Rafael Desarrollo\Desktop\MANOS DE INVES\HOMBRE\persona (8)\Mano017.jpg', cv2.IMREAD_UNCHANGED)
4
5 print('Original Dimensions : ',img.shape)
6
7 width = 250
8 height = 250
9 dim = (width, height)
10
11 # resize image
12 resized = cv2.resize(img, dim, interpolation = cv2.INTER_AREA)
13
14 print('Resized Dimensions : ',resized.shape)
15 |
16 cv2.imshow("Resized image", resized)
17 cv2.waitKey(0)
18 cv2.destroyAllWindows()

```

Figura 1 6 Implementación del algoritmo de Grabcut en lengua Python.

Para la determinación de los métodos de reconocimiento de las líneas palmarias, se ha tenido a bien, analizar los algoritmos de Canny, Sobel, Otsu a fin de determinar que algoritmo fue el mejor para la detección de las líneas palmarias; esta etapa fue desarrollada con un conjunto de etapas la cuales se muestran a continuación

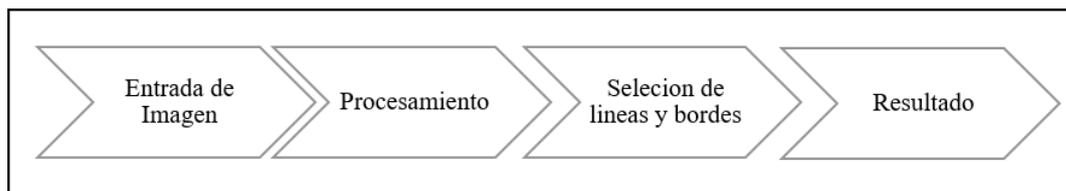


Figura 1 7 Método de reconocimiento de líneas y bordes. Fuente, Elaboración Propia

En la entrada de la imagen se procede a realizar una redimensión de las imágenes utilizando la función `cv2.resize` dándoles un valor específico en pixeles de 224 x 244 este valor fue considerado por la revisión trabajos previos, donde cada imagen resultante fue almacena otra vez en las carpetas de cada colaborador, el desarrollo del código se muestra a continuación.

Matemáticamente la función de `resize` se expresa de la siguiente manera:

```
dsize = Size(round(fx*src.cols), round(fy*src.rows))
```

```

E: > cosas 2019-2 > tesis > redimension.py
1  import cv2
2
3  img = cv2.imread('C:\Users\Rafael Desarrollo\Desktop\MANOS DE INVES\HOMBRE\persona (8)/Mano017.jpg', cv2.IMREAD_UNCHANGED)
4
5  print('Original Dimensions : ',img.shape)
6
7  width = 350
8  height = 450
9  dim = (width, height)
10
11 # resize image
12 resized = cv2.resize(img, dim, interpolation = cv2.INTER_AREA)
13
14 print('Resized Dimensions : ',resized.shape)
15
16 cv2.imshow("Resized image", resized)
17 cv2.waitKey(0)
18 cv2.destroyAllWindows()
19

```

Figura 1 8 Implementación del algoritmo de Grabcut en lengua Python.

En la etapa del procesamiento y selección de líneas y bordes se evaluaron dos algoritmos Otsu el cual nos servirá para la obtención de las características de las líneas planarias de cada imagen obteniendo un 98 % de obtención de dichas líneas mientras utilizando el algoritmo de Sobel se obtiene un 95 % de obtención, de dichas imágenes como se puede apreciar en las siguientes imágenes.

El algoritmo de Otsu escala la imagen a una blancos y negros para obtener la región de interés.



Fig. 31 Resultado de Implementación del algoritmo de Otsu. Fuente: Elaboración Propia

El algoritmo de Sobel encuentra la primera derivada de la siguiente manera:

$$w = \begin{bmatrix} z_1 & z_2 & z_3 \\ z_4 & z_5 & z_6 \\ z_7 & z_8 & z_9 \end{bmatrix}$$

$$\nabla f \approx |G_x| + |G_y|$$

$$\nabla f \approx |(z_3 + 2z_6 + z_9) - (z_1 + 2z_4 + z_7)|$$

$$+ |(z_7 + 2z_8 + z_9) - (z_1 + 2z_2 + z_3)|$$

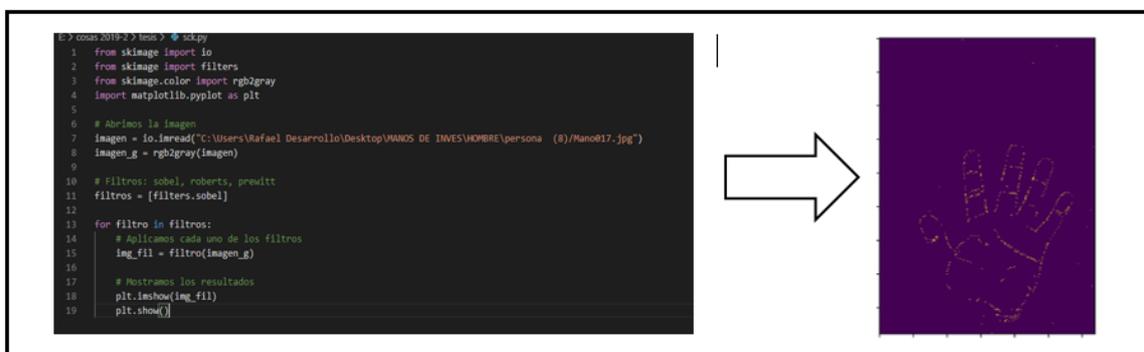


Fig. 32 Implementación del algoritmo de Sobel. Fuente; Elaboración propia

Teniendo ya las imágenes procesadas para luego hacer la comparación de la gran verdad se realizó la cuarta etapa la implementación de Redes Neuronales Convolucionales (CNN) esta decisión fue tomada dado que dichas redes son idóneas para el análisis de un conjunto de imágenes, y así poder hacer la clasificación debida de cada colaborador, en esta etapa se seleccionó de la base de datos un conjunto de colaboradores para las etapas de entrenamiento, validación y prueba. Esta red neuronal tuvo una estructura de 3 capas

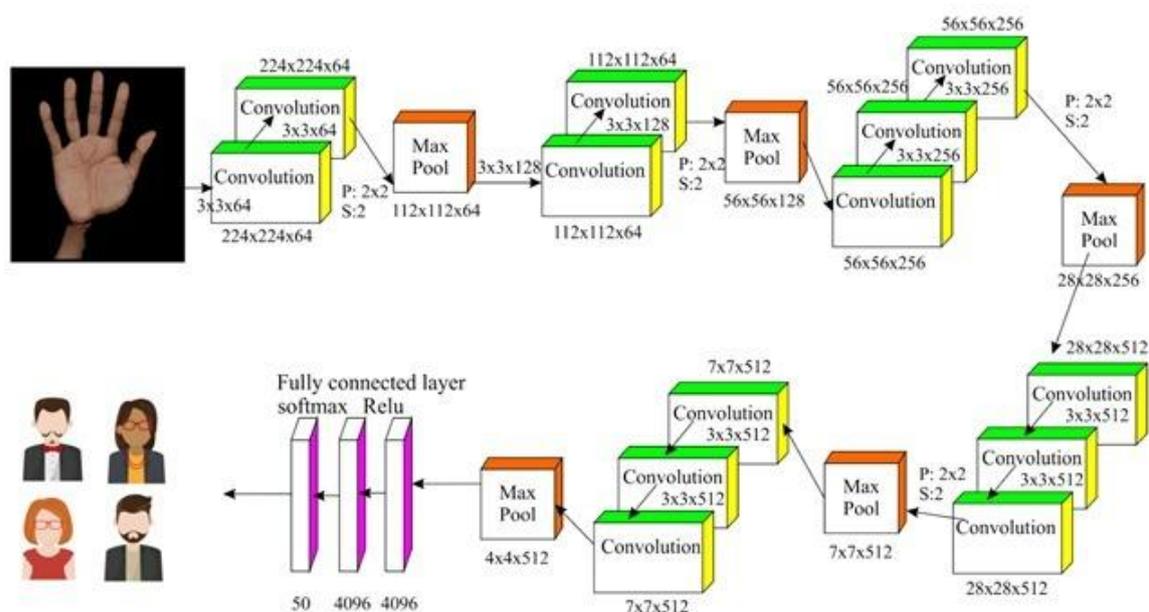


Fig. 33 Estructura de red neuronal Convolutiva. Fuente, Elaboración Propia

En la elaboración de la Red Neuronal Convolutiva se estableció un proceso de cinco etapas, donde se establecieron: el lenguaje de programación, los entornos de desarrollo y las librerías a utilizaron como las Keras y Tersoflow i

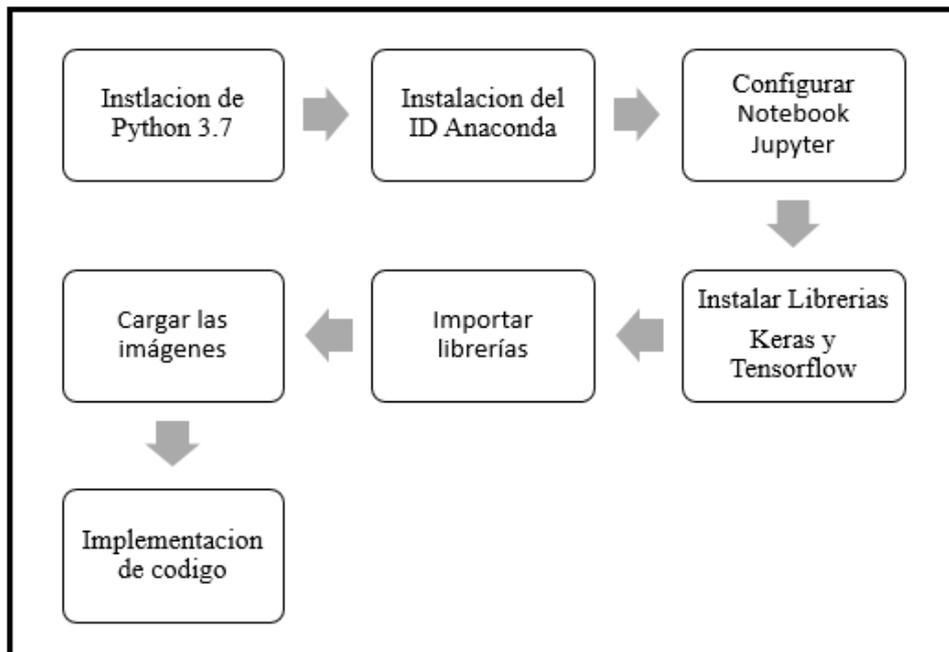


Fig. 34 Etapas de implementación de una CNN. Fuente, Elaboración Propia

En el desarrollo de las dos primeras que son la instalación de Python y la instalación de ID Anaconda ambas se realizaron en conjunto.

En la siguiente etapa procedemos a la importación de las librerías Keras y Tensorflow a nivel de código

```

1 import numpy as np
2 import os
3 import re
4 import matplotlib.pyplot as plt
5 %matplotlib inline
6 from sklearn.model_selection import train_test_split
7 from sklearn.metrics import classification_report
8 import keras
9 from keras.utils import to_categorical
10 from keras.models import Sequential, Input, Model
11 from keras.layers import Dense, Dropout, Flatten
12 from keras.layers import Conv2D, MaxPooling2D
13 from keras.layers.normalization import BatchNormalization
14 from keras.layers.advanced_activations import LeakyReLU
  
```

Fig. 35 Importación de librerías Keras y Tensorflow. Fuente, Elaboración Propia

Para la carga de imágenes se guardó en un directorio, en la implementación de código busco los archivos con extensiones JPG, JPEG, PNG, en cada sub carpeta de la carpeta llamada manos investigación

```
17 --Codigo:
18 dirname = os.path.join(os.getcwd(), 'manosinvestigacion')
19 imgpath = dirname + os.sep
20
21 images = []
22 directories = []
23 dircount = []
24 prevRoot=''
25 cant=0
26
27 print("leyendo imagenes de ",imgpath)
28
29 for root, dirnames, filenames in os.walk(imgpath):
30     for filename in filenames:
31         if re.search("\.(jpg|jpeg|png)$", filename):
32             cant=cant+1
33             filepath = os.path.join(root, filename)
34             image = plt.imread(filepath)
35             images.append(image)
36             b = "Leyendo..." + str(cant)
37             print (b, end="\r")
38             if prevRoot !=root:
39                 print(root, cant)
40                 prevRoot=root
41                 directories.append(root)
42                 dircount.append(cant)
43                 cant=0
44             dircount.append(cant)
45
46 dircount = dircount[1:]
47 dircount[0]=dircount[0]+1
48 print('Directorios leidos:',len(directories))
49 print("Imágenes en cada directorio", dircount)
50 print('suma Total de imágenes en subdirs:',sum(dircount))
51
```

En la implementación de la red neuronal convolucional se inició desde la creación de un etiqueta y clases en este caso se seleccionó a 5 colaboradores, luego se realizó la creación de lo set de entrenamiento y test; el procesamiento de las imágenes y finalmente la CNN

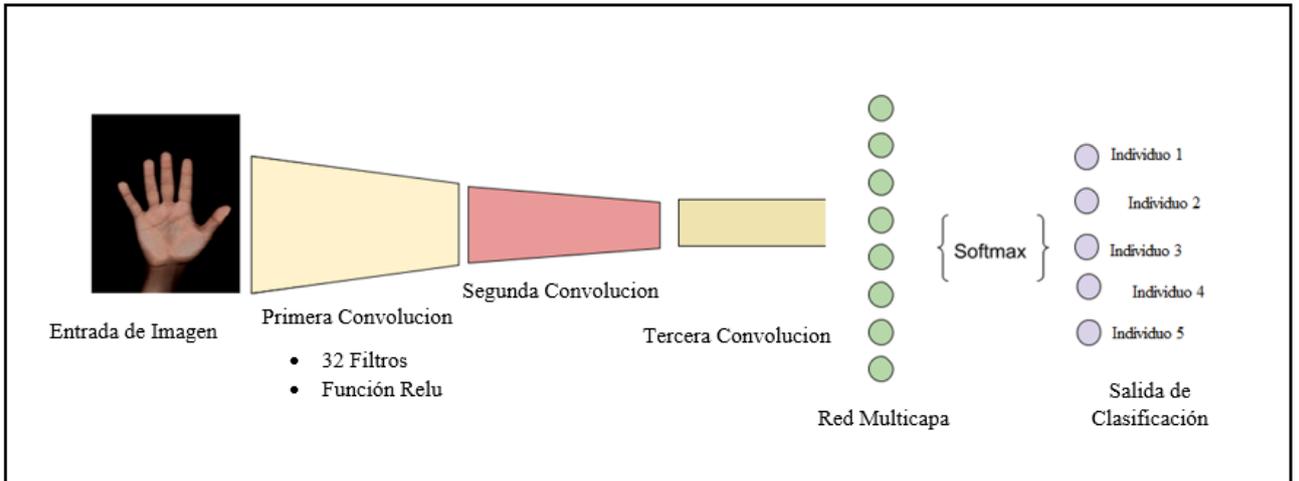
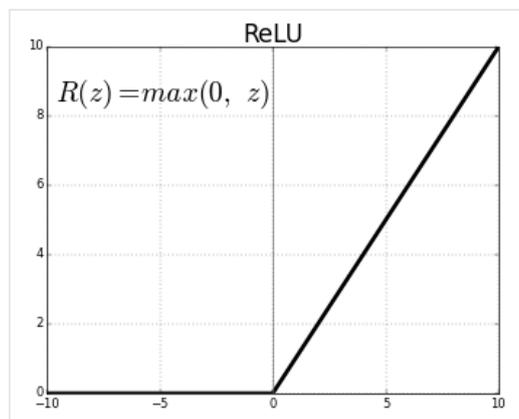


Fig. 36 Estructura de la Red Neuronal Convolutiva con 3 Capas Fuente, Elaboración Propia

En la primera convolución se aplica el uso de 64 filtros los cuales busco características particulares de cada imagen como texturas, líneas verticales, etc. ; y se utiliza la función de activación “Relu” dado que su comportamiento es idóneo para las imágenes este anula los valores negativos y dejando los positivos tal y como entran; así darle no linealidad

En la ecuación Función ReLU:

$$f(x) = \max(0, x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 0 \\ x & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$$



Se utiliza un Kernel de 3x 3, también se implementa un padding de tipo “Same” la cual llenara a los pixeles vecino con un valor 0.

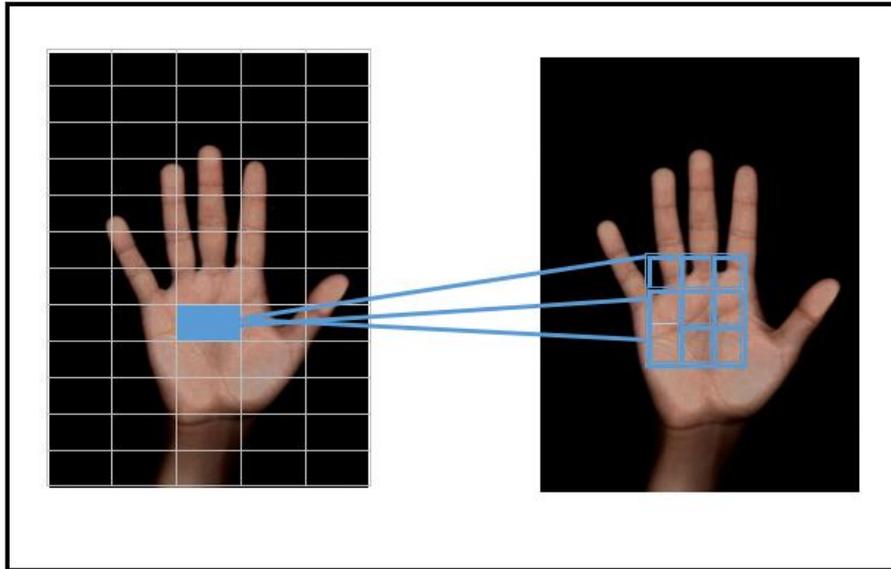


Fig. 37 Proceso de convolución con kernel de 3x3. Fuente: Elaboración Propia

Para la etapa final aplica la función de activación softmax esta función permitió la clasificación multi-clases, esta función nos dio un porcentaje de probabilidades de que una imagen pertenece a una clase en específico. La fórmula de la función softmax es:

$$\frac{e^{Y_j}}{\sum_{k=1}^K (e^{Y_k})}$$

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. Se logró Basado en los resultados de la investigación, se llegó a la conclusión de: En la creación de la base de dato en su etapa de adquisición de imágenes se utilice un dispositivo de tipo scanner dado que la captura da como resultado una imagen con una resolución optima donde se puede apreciar la mayor parte de las líneas palmarias y no utilizar la creación de un prototipo ya que los resultados de las imágenes fueron de una resolución pésima y con saturación de luz..
2. En la etapa de segmentación de líneas y bordes de las palmas de las manos se utilizó el algoritmo de Sobel, por ser el mejor de acuerdo a los antecedentes documentados en esta investigación, en su implementación logro obtener un 95% de detección de líneas y bordes de las líneas palmarias. También se realizaron pruebas con el algoritmo Canny encontrando una gran diferencia en el resultado, siendo Canny poco eficiente para esta investigación dado que lo máximo de líneas que llego a reconocer fue del 85 %.
3. La implementación de una red neuronal se seleccionó un de clase convolucional con 3 capas dado que estudios previos, y la aplicación de esta demostró que los resultados fueron los esperados y idónea para una identificación multiclase. En el objetivo general se concluye que con el procesamiento que realiza una red neuronal de aprendizaje profundo utilizando los filtros de líneas y la función de Relu, se logra reconocer a los individuos de prueba con una tasa de precisión de 94 %.

4.2. Recomendaciones

- a) Se recomienda que para la adquisición de imágenes se realice con un scanner que cuente con un mínimo de profundidad de bit de 24, y que está cubierta por una tela negra que facilitara el proceso de segmentación de la imagen.
- b) Se recomienda capturar un mínimo de 100 imágenes por mano de los individuos para que para las etapas de entrenamiento, validación y prueba, para que así la red neuronal en su etapa de entrenamiento sea óptima.
- c) Se recomienda trabajar la implementación de los algoritmos con Python 3.6 dado que facilita la implementación de las librerías de keras versión 2.3 para que pueda soportar TensorFlow 2.0.

REFERENCIAS

- [1] M. Tarzan, «Ciberseguretat i vulnerabilitat en les telecomunicacions,» Arxius, nº 4 Compàs d'amalgama, 2021.
- [1] "Guidelines on Biometric Recognition and Graphometric Signature," no. November, pp. 1–20, 2014.
- [2] HBSC, "Trust in Technology," Trust Technol. a Ubiquitous Mod. Environ., pp. 145–159, 2017.
- [3] S. Agarwal, P. K. Verma, and M. A. Khan, "An optimized palm print recognition approach using Gabor filter," in 8th Int. Conf. Comput. Commun. Netw. Technol. (ICCCNT 2017), pp. 3–6, 2017.
- [4] M. M. Aguilera, "Reconocimiento biométrico basado en imágenes de huellas palmares," 2012.
- [5] D. Hong, W. Liu, J. Su, Z. Pan, and G. Wang, "A novel hierarchical approach for multispectral palmprint recognition," Neurocomputing, vol. 151, pp. 511–521, 2015.
- [6] Y. Xu, L. Fei, and D. Zhang, "Combining left and right palmprint images for more accurate personal identification," IEEE Trans. Image Process., vol. 24, no. 2, pp. 549–559, 2015.
- [7] Q. Li, X. Li, Z. Guo, and J. You, "Online personal verification by palmvein image through palmprint-like and palmvein information," Neurocomputing, vol. 147, pp. 364–371, 2015.
- [8] K. B. Ray and R. Misra, "Palm print recognition using Hough transforms," in Proc. 2015 Int. Conf. Comput. Intell. Commun. Networks (CICN 2015), pp. 422–425, 2016.

- [9] M. Misar and D. Gharpure, "Extraction of feature vector based on wavelet identification system," pp. 8–10, 2015.
- [10] S. V. Victor and J. Marques Salomão, "Use of wavelet transforms and neural networks for identifying individuals through extracted features of the palm hand," 2011.
- [11] D. Zhang and W. Shu, "Two novel characteristics in palmprint verification: datum point invariance and line feature matching," vol. 32, pp. 691–702, 1999.
- [12] A. Kumar, D. Zhang, and S. Member, "Personal recognition using hand shape and texture," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 15, no. 8, pp. 2454–2461, 2006.
- [13] V. Sánchez Fernández and C. J. Sadonís Consuegra, "Reconocimiento óptico de caracteres (OCR)," 2009.
- [14] "<http://www.homini.com.co/>," Homini.
- [15] Users Staff and RedUsers, *Hacking desde cero: Manuales Users (Spanish Edition)*, 2011.
- [16] P. Aguilera, *Seguridad Informática*, 2010.
- [17] F. Passariello and G. Mora, *Imágenes Médicas: Adquisición, análisis, procesamiento e interpretación*, 1st ed., 1995.
- [18] M. J. Vassallo Barco, "Procesamiento de imágenes digitales utilizando descriptores de forma para la identificación de deficiencias nutricionales a nivel foliar del cafeto," 2015.
- [19] H. Cruzado, *Imagen Digital, Conceptos Básicos*, 2015.
- [20] E. A. and G. Pajares, *Conceptos y Métodos en Visión por Computador*, 1st ed., 2016.
- [21] "Tecnologia-informatica." [Online]. Available: <https://tecnologia-informatica.com/que-son-pixeles-pixelado-pixel-art/>.

- [22] Techopedia, "Pixel." [Online]. Available:
<https://www.techopedia.com/definition/24012/pixel>.
- [23] A. y R. A. Ford, "Colour space conversions," 1998.
- [24] H. A. Lucero Carrillo, E. D., and Saldaña Saldaña, "Utilización de técnicas de visión artificial para la detección automática de defectos externos del mango," 2016.
- [25] A. A. V. Vezhnevets and V. Sazonov, "A survey on pixel-based skin color detection techniques," in Proc. Graphics Conf., 2003.
- [26] J. Calleja López, J. A. Durante Molina, and J. L. Trabadela, Fotografía digital, n.d.
- [27] R. E. Gonzalez and R. Woods, Digital image processing, 2nd ed., n.d.
- [28] G. A. Chancafe Sirlopu and J. R. Mazabel Quijandria, "Detección automática de caries utilizando reconocimiento de patrones en placas radiográficas," 2016.
- [29] S. Gómez González and S. Gutierrez Alzate, "Desarrollo de un sistema prototipo de reconocimiento de dígitos usando momentos invariantes," 2011.
- [30] G. Caponetti and L. Castellano, "Fuzzy logic for image processing," 2017.
- [31] OpenCV, "Opencv Documentación," 2017.
- [32] N. Casillas Gil, "Sistema basado de redes neuronales para el reconocimiento de dígitos manuscritos," 2012.
- [33] J. C. Lorenzo, Máquinas de aprendizaje y aplicaciones, 2017.
- [34] T. M. Mitchell, Machine Learning, n.d.
- [35] R. G. Utrera, "Uso de algoritmos de aprendizaje automático aplicados a bases de datos genéticos," no. July, 2017.

[36] V. Maojo, F. Martín, and J. M. Vázquez-Naya, "Nuevas perspectivas en informática médica y bioinformática," vol. 13, 2007.

[37] M. P. and P. Daugherty, "Inteligencia artificial," Accenture, 2016.

ANEXOS

Anexo 1. Resolución de aprobación del trabajo de investigación



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

RESOLUCIÓN N°0574-2022/FIAU-USS

Pimentel, 19 de septiembre de 2022

VISTO:

El Acta de reunión N°0509-2022 del Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS remitida mediante Oficio 0195-2022/FIAU-IS-USS de fecha 5 de septiembre de 2022, y;

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con la Ley Universitaria N° 30220 en su artículo 48° que a letra dice: "La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, creadas por las instituciones universitarias públicas o privadas.";

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 21° señala: "Los temas de trabajo de investigación, trabajo académico y tesis son aprobados por el Comité de Investigación y derivados a la facultad o Escuela de Posgrado, según corresponda, para la emisión de la resolución respectiva. El periodo de vigencia de los mismos será de dos años, a partir de su aprobación. En caso un tema perdiera vigencia, el Comité de Investigación evaluará la ampliación de la misma.

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 24° señala: La tesis es un estudio que debe denotar rigurosidad metodológica, originalidad, relevancia social, utilidad teórica y/o práctica en el ámbito de la escuela profesional. Para el grado de doctor se requiere una tesis de máxima rigurosidad académica y de carácter original. Es individual para la obtención de un grado; es individual o en pares para obtener un título profesional. Asimismo, en su artículo 25° señala: "El tema debe responder a alguna de las líneas de investigación institucionales de la USS S.A.C.".

Que, mediante documentos de vistos, el Comité de investigación de la referida Escuela profesional acordó aprobar la designación de jurado evaluador de tesis que se detallan en el Acta de reunión N° 0509 - 2022, de la línea de investigación de INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE, a a cargo de los estudiantes y /o egresados del Programa de estudios INGENIERÍA DE SISTEMAS, hasta la fecha que indica la presente resolución.

Estando a lo expuesto, y en uso de las atribuciones conferidas y de conformidad con las normas y reglamentos vigentes;

SE RESUELVE:

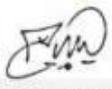
ARTÍCULO ÚNICO: APROBACION, la designación de jurado evaluador de Tesis a cargo de los estudiantes y /o egresados del Programa de estudios de **INGENIERÍA DE SISTEMAS** que se detallan en el anexo de la presente Resolución.

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

RESOLUCIÓN N°0574-2022/FIAU-USS

Pimentel, 19 de septiembre de 2022

APELLIDOS	TEMA DE TESIS	JURADO
ANTON CHICLAYO RAFAEL JHAMYR	IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE PERSONAS MEDIANTE EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DIGITALES DE LAS LÍNEAS PALMARIAS	PRESIDENTE: DR. VASQUEZ LEYVA OLIVER SECRETARIO: DR. FORERO VARGAS MANUEL GUILLERMO VOCAL: MG. MEJIA CABRERA HEBER IVAN
FLORES TELLO JAIME NICOLÁS	DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE LA ENFERMEDAD LASIODIPLDIA THEOBROMAE DEL PALTO UTILIZANDO IMÁGENES DIGITALES CON REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES.	PRESIDENTE: DR. FORERO VARGAS MANUEL GUILLERMO SECRETARIO: MG. DIAZ VIDARTE MIGUEL ORLANDO VOCAL: MG. MEJIA CABRERA HEBER IVAN
CHIMPEN SERQUEN MERLINA JESSICA	DISEÑO DE UNA MESA DE AYUDA BASADO EN ITIL V3 Y BPM PARA EL AREA DE TI DE UNA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE	PRESIDENTE: MG BRAVO RUIZ JAIME ARTURO SECRETARIO: MG. BANCES SAAVEDRA DAVID ENRIQUE VOCAL: DR. TUESTA MONTEZA VICTOR ALEXCI
GASTELO FERNANDEZ EDIN JONNY RODRÍGUEZ FLORES ALFREDO HIPÓLITO	DESARROLLO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS BASADO EN LA METODOLOGÍA MAGERIT PARA MINIMIZAR LOS RIESGOS DE ADQUISICIÓN Y USO DE TI EN UNA MUNICIPALIDAD DE PERÚ. CASO DE ESTUDIO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUPISNIQUE - CAJAMARCA	PRESIDENTE: MG ATALAYA URRUTIA CARLOS WILLIAM SECRETARIO: MG. BRAVO RUIZ JAIME ARTURO VOCAL: MG. BANCES SAAVEDRA DAVID ENRIQUE
HERNANDEZ NERIA MARCO ANTONIO ROSAS	IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE GATOS MEDIANTE RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES USANDO REDES NEURONALES CONVOLUCIONES	PRESIDENTE: MG. MEJIA CABRERA HEBER IVAN SECRETARIO: MG. AGUINAGA TELLO JUAN VOCAL: MG. MINGUILLO RUBIO CESAR AUGUSTO
HUAMAN CASAS JUNIOR ALDAIR	DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA DETECCIÓN DE FRAUDES DE PAGOS EN LÍNEA UTILIZANDO APRENDIZAJE AUTOMÁTICO	PRESIDENTE: MG. BRAVO RUIZ JAIME ARTURO SECRETARIO: MG. SAMILLAN AYALA ALBERTO ENRIQUE VOCAL: MG. DIAZ VIDARTE MIGUEL ORLANDO
PARDO VILLEGAS JOSE DIEGO SALINAS VELEZ BRYAN JOSE RICARDO	COMPARACIÓN DE TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DEL GRADO DE SALINIDAD EN SUELOS DE ESCASA VEGETACIÓN MEDIANTE EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES MULTIESPECTRALES DE SATELITE	PRESIDENTE: MG. MEJIA CABRERA HEBER IVAN SECRETARIO: MG CACHAY MACO JUNIOR EUGENIO VOCAL: MG. AGUINAGA TELLO JUAN




DR. VICTOR ALEXCI TUESTA MONTEZA
DECANO (E) FACULTAD DE INGENIERÍA,
ARQUITECTURA Y URBANISMO
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN SAC.
CHICLAYO




DR. HALYN ALVAREZ VÁSQUEZ
SECRETARIO ACADÉMICO | FACULTAD
DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN SAC.
CHICLAYO

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE

Cc: Interesado, Archivo

Anexo 1. Listado de Individuos de pruebas.

	<i>EDAD</i>	<i>DERECHA</i>	<i>IZQUIERDA</i>
<i>Inviduo 1</i>	25	0-05	0-06
<i>Inviduo 2</i>	31	0-54	0-55
<i>Inviduo 3</i>	25	0-27	0-28
<i>Inviduo 4</i>	28	0-17	0-18
<i>Inviduo 5</i>	28	0-15	0-16
<i>Inviduo 6</i>	23	0-21	0-22
<i>Inviduo 7</i>	25	0-03	0-04
<i>Inviduo 8</i>	22	0-29	0-30
<i>Inviduo 9</i>	23	0-01	0-02
<i>Inviduo 10</i>	24	0-13	0-14
<i>Inviduo 11</i>	22	0-07	0-08
<i>Inviduo 12</i>	26	0-23	0-24
<i>Inviduo 13</i>	23	0-09	0-10
<i>Inviduo 14</i>	21	0-11	0-12
<i>Inviduo 15</i>	27	0-19	0-20
<i>Inviduo 16</i>	23	0-25	0-26
<i>Inviduo 17</i>	25	0-31	0-32
<i>Inviduo 18</i>	21	0-33	0-34
<i>Inviduo 19</i>	20	35	36
<i>Inviduo 20</i>	20	37	38
<i>Inviduo 21</i>	20	39	40
<i>Inviduo 22</i>	21	41	42
<i>Inviduo 23</i>	20	43	44
<i>Inviduo 24</i>	22	45	46
<i>Inviduo 25</i>	24	47	48
<i>Inviduo 26</i>	23	49	50
<i>Inviduo 27</i>	25	51	52
<i>Inviduo 28</i>	26	72	73
<i>Inviduo 29</i>	23	70	71
<i>Inviduo 30</i>	23	68	69
<i>Inviduo 31</i>	27	66	67
<i>Inviduo 32</i>	28	60	61
<i>Inviduo 33</i>	23	74	75
<i>Inviduo 34</i>	22	58	59
<i>Inviduo 35</i>	20	76	77
<i>Inviduo 36</i>	19	62	63
<i>Inviduo 37</i>	23	78	79
<i>Inviduo 38</i>	23	84	85
<i>Inviduo 39</i>	18	82	83
<i>Inviduo 40</i>	19	80	81
<i>Inviduo 41</i>	20	64	65
<i>Inviduo 42</i>	25	56	57
<i>Inviduo 43</i>	21	103	104
<i>Inviduo 44</i>	19	91	92
<i>Inviduo 45</i>	21	101	102
<i>Inviduo 46</i>	18	95	96

<i>Inviduo 47</i>	20	97	98
<i>Inviduo 48</i>	20	99	100
<i>Inviduo 49</i>	21	105	106
<i>Inviduo 50</i>	22	111	112
<i>Inviduo 51</i>	19	87	88
<i>Inviduo 52</i>	21	109	110
<i>Inviduo 53</i>	21	113	114
<i>Inviduo 54</i>	19	89	90
<i>Inviduo 55</i>	21	107	108
<i>Inviduo 56</i>	20	93	94

Anexo 2. Instalación de Anaconda.

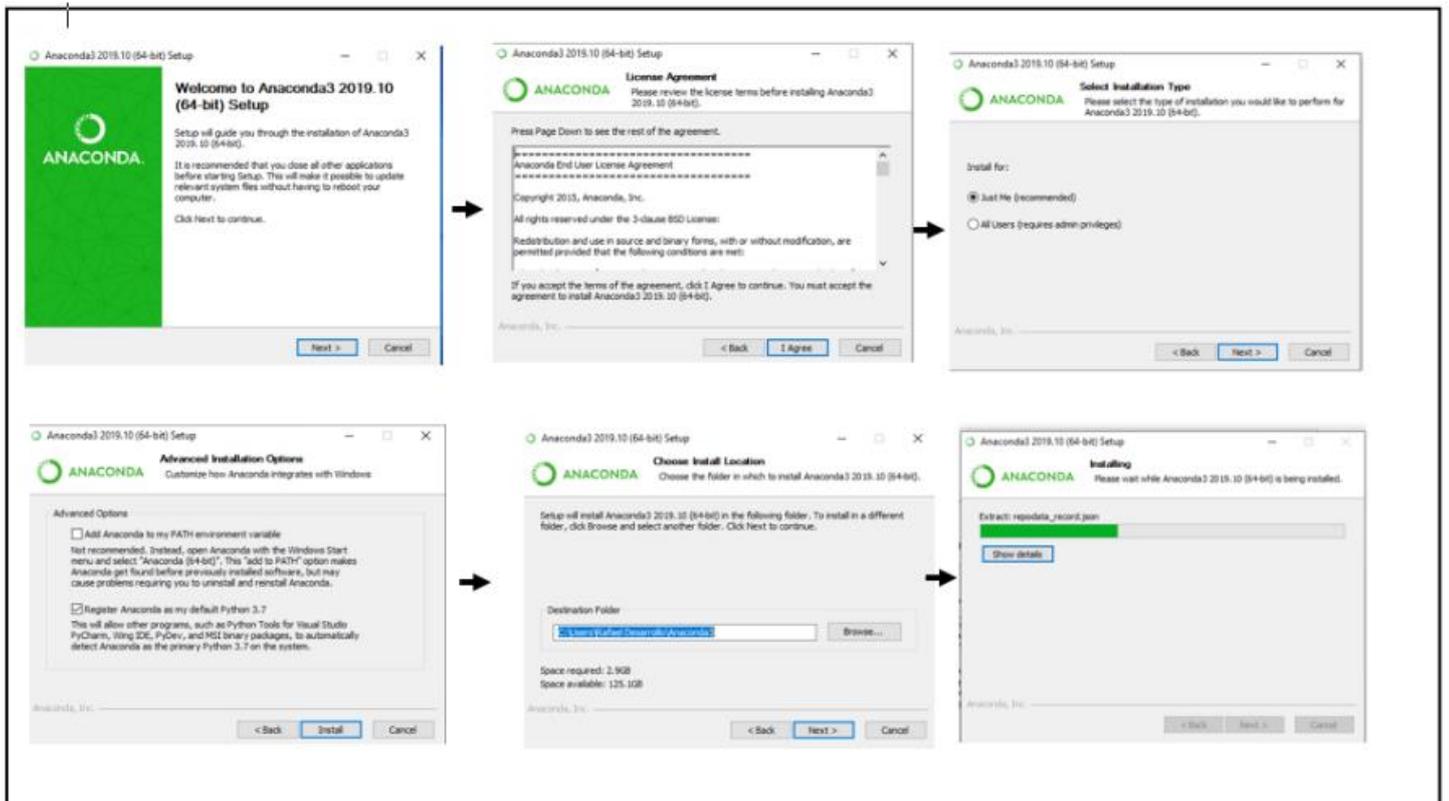


Fig. 38 Instalación del ide Anaconda. Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3. Código para importación de Librería y lectura de carpeta de imágenes.

```
1 import numpy as np
2 import os
3 import re
4 import matplotlib.pyplot as plt
5 %matplotlib inline
6 from sklearn.model_selection import train_test_split
7 from sklearn.metrics import classification_report
8
9 import keras
10 from keras.utils import to_categorical
11 from keras.models import Sequential, Input, Model
12 from keras.layers import Dense, Dropout, Flatten
13 from keras.layers import Conv2D, MaxPooling2D
14 from keras.layers.normalization import BatchNormalization
15 from keras.layers.advanced_activations import LeakyReLU
16
17 dirname = os.path.join(os.getcwd(), 'manosinvestigacion')
18 imgpath = dirname + os.sep
19
20 images = []
21 directories = []
22 dircount = []
23 prevRoot=''
24 cant=0
25
26 print("leyendo imagenes de ",imgpath)
```

Fig. 39 Código fuente de importación de directorios. Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4. Etiquetas para las imágenes

```
5 print("leyendo imagenes de ",imgpath)
6
7
8 for root, dirnames, filenames in os.walk(imgpath):
9     for filename in filenames:
10         if re.search("\.(jpg|jpeg|png)$", filename):
11             cant=cant+1
12             filepath = os.path.join(root, filename)
13             image = plt.imread(filepath)
14             images.append(image)
15             b = "Leyendo..." + str(cant)
16             print (b, end="\r")
17             if prevRoot !=root:
18                 print(root, cant)
19                 prevRoot=root
20                 directories.append(root)
21                 dircount.append(cant)
22                 cant=0
23 dircount.append(cant)
24
25 dircount = dircount[1:]
26 dircount[0]=dircount[0]+1
27 print('Directorios leidos:',len(directories))
28 print("Imagenes en cada directorio", dircount)
29 print('suma Total de imagenes en subdirs:',sum(dircount))
30
31 labels=[]
32 indice=0
33 for cantidad in dircount:
34     for i in range(cantidad):
35         labels.append(indice)
36         indice=indice+1
37 print("Cantidad etiquetas creadas: ",len(labels))
```

Fig. 40 Lectura de archivos digitales y creación de Etiquetas I. Fuente: Elaboración Propia

```

manosinv=[]
indice=0
for directorio in directorios:
    name = directorio.split(os.sep)
    print(indice , name[len(name)-1])
    manosinv.append(name[len(name)-1])
    indice=indice+1

y = np.array(labels)
X = np.array(images, dtype=np.uint8) #convierto de lista a numpy

# Find the unique numbers from the train labels
classes = np.unique(y)
nClasses = len(classes)
print('Total number of outputs : ', nClasses)
print('Output classes : ', classes)

y = np.array(labels)
X = np.array(images, dtype=np.uint8) #convierto de lista a numpy

# Find the unique numbers from the train labels
classes = np.unique(y)
nClasses = len(classes)
print('Total number of outputs : ', nClasses)
print('Output classes : ', classes)

labels=[]
indice=0
for cantidad in dircount:
    for i in range(cantidad):
        labels.append(indice)
        indice=indice+1
print("Cantidad etiquetas creadas: ",len(labels))

```

Fig. 41 Lectura de archivos digitales y creación de Etiquetas II. Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5. Código de Red Neuronal.

```
1 import h5py
2 import numpy as np
3 import os
4 import os.path
5
6 import keras
7 from keras import backend as K
8 from keras import optimizers
9 from keras.applications.inception_v3 import InceptionV3
10 from keras.applications.resnet50 import ResNet50
11 from keras.applications.vgg16 import VGG16
12 from keras.applications.imagenet_utils import preprocess_input as imagenet_utils_preprocess_input
13 from keras.applications.inception_v3 import preprocess_input as inception_v3_preprocess_input
14 from keras.layers import Dropout, Flatten, Dense, GlobalAveragePooling2D, Input
15 from keras.models import Model, Sequential, model_from_config
16 from keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator
17 from keras.utils.np_utils import to_categorical
18
19 from report import save_model_summary, print_confusion_matrix, print_model_info, print_class_balance
20
21 from sklearn.model_selection import train_test_split, StratifiedKFold, GroupShuffleSplit, GroupKFold, LeaveOneGroupOut
22 from sklearn.metrics import accuracy_score, classification_report, confusion_matrix, f1_score, precision_recall_fscore_s
23 from sklearn.utils import class_weight as cw
24
25
26 os.environ['TF_CPP_MIN_LOG_LEVEL']='2' # Suppress TensorFlow message about CPU features
27
28
29 def load_base_model(model_name, input_shape=None):
30     """Load pre-trained model without final layers.
31
32     Accepted model names: 'InceptionV3', 'ResNet50', and 'VGG16'.
```

Figura 1, Código de Reentrenamiento. Fuente: Elaboración Propia

```

28
29 def load_base_model(model_name, input_shape=None):
30     """Load pre-trained model without final layers.
31
32     Accepted model names: 'InceptionV3', 'ResNet50', and 'VGG16'.
33     Optional input shape:
34     | 'InceptionV3': minimum (75, 75, 3), default (299, 299, 3)
35     | 'ResNet50': minimum (32, 32, 3), default (224, 224, 3)
36     | 'VGG16': minimum (32, 32, 3), default (224, 224, 3)
37
38     For more info see: https://keras.io/applications/
39     """
40
41     # Need include_top=False and pooling='avg' to generate bottleneck features
42     if model_name == 'InceptionV3':
43         if input_shape is None:
44             input_shape = (import) InceptionV3: Any
45         base_model = InceptionV3(weights='imagenet', include_top=False, input_shape=input_shape, pooling='avg')
46     elif model_name == 'ResNet50':
47         if input_shape is None:
48             input_shape = (224, 224, 3)
49         base_model = ResNet50(weights='imagenet', include_top=False, input_shape=input_shape, pooling='avg')
50     elif model_name == 'VGG16':
51         if input_shape is None:
52             input_shape = (224, 224, 3)
53         base_model = VGG16(weights='imagenet', include_top=False, input_shape=input_shape, pooling='avg')
54     else:
55         print("Model name not recognized.")
56         return
57     print(base_model.name, 'base model with input shape', base_model.input_shape, 'loaded.\n')
58     return base_model

```

Figura 2, Código de Reentrenamiento. Fuente: Elaboración Propia

```

retrain.py 9+ X
Cod rafa > retrain.py > combine_classes
60
61 group_dict(groups_file):
62 """Returns dictionary of group membership, where the keys are file names.
63
64 input: file path to csv which have rows with the format: file_name,group
65 """
66
67 print("Loading groups...")
68 _ = np.loadtxt(groups_file, delimiter=',', dtype='U')
69 groups = {}
70 for file_name, group in _:
71     groups[file_name] = group
72 print(groups_file, "loaded.")
73
74 return groups
75
76
77 create_bottlenecks(bottleneck_file, data_dir, base_model, groups_files=[]):
78 """Saves features and related data to 'bottleneck_file'.
79
80 Generates features for the images in 'data_dir' with 'base_model' and saves
81 the features along with related data to 'bottleneck_file' using the HDF5
82 data format. 'bottleneck_file' can be loaded as an h5py file object which
83 works like a dictionary. For example if 'bottleneck_file' is loaded into
84 the variable bottlenecks, then bottlenecks['features'][:] returns a numpy
85 array of the features. The keys available are:
86 'base_model' -> base_model.name
87 'features_layer' -> base_model.layers[-1].name
88 'file_names' -> np.array(file_names, dtype='S')
89 'class_numbers' -> class_numbers (numpy array)
90 'class_labels' -> np.array(class_labels, dtype='S')
91 'classes' -> np.array(classes, dtype='S')
92
93 'blank_groups' -> numpy array, used for sklearn's cross validation
94 Each group type also gets a key, for example the groups file
95 patient_groups.csv
96 will cause creation of the key
97 'patient_groups'
98
99 Inputs:
100 bottleneck_file: path to h5 file to be created
101 data_dir: path to directory of images used to calculate features
102 (where images are in a subdirectory for each class)
103 base_model: Keras model used to generate features
104 groups (optional): list of file paths to csvs which
105 have rows with the format: file_name,group
106
107 """
108
109 print("Generating bottleneck file... ")
110 if not os.path.exists(bottleneck_file):
111     # Use correct image preprocessing for model
112     if base_model.name in ('inception_v3'):
113         preprocess_input = inception_v3_preprocess_input
114     elif base_model.name in ('vgg16', 'vgg19', 'resnet50'):
115         preprocess_input = imagenet_utils_preprocess_input
116     else:
117         print(base_model.name, "preprocessing function not found. Exiting.")
118         return
119
120 img_height, img_width = base_model.input_shape[1], base_model.input_shape[2]
121 datagen = ImageDataGenerator(preprocessing_function=preprocess_input)
122 images = datagen.flow_from_directory(
123     data_dir,
124     target_size=(img_height, img_width),
125     batch_size=1,

```

Figura 3, Código de Reentrenamiento. Fuente: Elaboración Propia

```

retrain.py 9+ x
Cod rafa > retrain.py > combine_classes
125     data_size=1,
126     class_mode='categorical',
127     shuffle=False)
128
129     # Keras orders classes alphanumerically
130     classes = sorted(images.class_indices.keys())
131
132     file_names = images.file_names
133     class_numbers = images.classes
134     class_labels = []
135     for number in class_numbers:
136         class_labels.append(classes[number])
137     features = base_model.predict_generator(images, images.samples, verbose=1)
138
139     bottlenecks = h5py.File(bottleneck_file, 'w')
140     bottlenecks.attrs['base_model'] = base_model.name
141     bottlenecks.attrs['features_layer'] = base_model.layers[-1].name
142     bottlenecks.create_dataset('file_names', data=np.array(file_names, dtype='S'))
143     bottlenecks.create_dataset('class_numbers', data=class_numbers)
144     bottlenecks.create_dataset('class_labels', data=np.array(class_labels, dtype='S'))
145     bottlenecks.create_dataset('classes', data=np.array(classes, dtype='S'))
146     bottlenecks.create_dataset('features', data=features)
147
148     # blank group labels sometimes required for the way sklearn's cross validation
149     group_labels = ['' for name in file_names]
150     bottlenecks.create_dataset('blank_groups', data=np.array(group_labels, dtype='S'))
151     for groups_file in groups_files:
152         groups_type = os.path.basename(groups_file).split('.')[0]
153         groups = group_dict(groups_file)
154         group_labels = [groups[name] for name in file_names]
155     bottlenecks.create_dataset(groups_type, data=np.array(group_labels, dtype='S'))
156
retrain.py 9+ x
Cod rafa > retrain.py > combine_classes
156     bottlenecks.close()
157     print(bottleneck_file, "created.\n")
158 else:
159     print(bottleneck_file, "already exists.\n")
160
161
162
163 load_bottlenecks(bottleneck_file):
164     """Loads 'bottleneck_file' into an h5py file object and returns it.
165
166     Inputs:
167         bottleneck_file: path to h5 file
168
169     Returns: h5py file object
170     """
171
172     print("Loading ", bottleneck_file, "...\\n", sep='')
173     return h5py.File(bottleneck_file, 'r')
174
175
176 combine_classes(combine, bottlenecks):
177     """Given a bottlenecks file, combine multiple classes into a single class.
178     It's possible for multiple new combinations can be created at once.
179
180     Inputs:
181         combine: dictionary, values are existing class names that are to be
182             combined into a new class with the name of their key.
183         bottlenecks: h5py file object returned by 'create_bottlenecks' function
184
185     Returns: tuple of numpy arrays, (class_numbers, class_labels, classes) which
186         are meant to be used instead of the corresponding arrays from the
187         bottleneck file

```

Fig. 42 Código de Reentrenamiento. Fuente: Elaboración Propia

```

retrain.py 9+ x
Cod rafa > retrain.py > combine_classes
189
190 class_labels = bottlenecks["class_labels"][:].astype(object)
191 classes = bottlenecks["classes"][:].astype(object)
192 # use 'object' dtype (i.e. strings are bytes objects) so string length
193 # can change in numpy arrays
194 class_indices = {}
195 for i, name in enumerate(classes):
196     class_indices[name] = i
197
198 for new_class_name in combine:
199     print("Making", new_class_name, "class from", combine[new_class_name])
200     # use encode() so all strings are bytes objects
201     combine_labels = sorted([name.encode() for name in combine[new_class_name]])
202     combine_numbers = sorted([class_indices[name] for name in combine_labels])
203
204     for number in combine_numbers:
205         class_labels[class_labels == classes[number]] = new_class_name.encode()
206
207     # replace class name corresponding to smaller class number in classes
208     classes[combine_numbers[0]] = new_class_name.encode()
209     # delete class names corresponding to larger class numbers from classes
210     classes = np.sort(np.delete(classes, combine_numbers[1:]))
211     # update class indices
212     class_indices = {}
213     for i, name in enumerate(classes):
214         class_indices[name] = i
215
216     print("Updating class numbers...\n")
217     class_numbers = np.array([class_indices[name] for name in class_labels])
218
219     # convert bytes objects back to fixed length strings for compatability and speed
220     class_labels = class_labels.astype(str)
221     classes = classes.astype(str)
222
223 exclude_classes(exclude, class_labels):
224 """Returns indexes corresponding to classes that are to be excluded.
225
226 Inputs:
227     exclude: tuple of strings, class names to be excluded
228     class_labels: 'class_labels' numpy array from
229                 'bottlenecks' h5py object
230
231 Returns: numpy array of indexes
232 """
233
234 excluded = []
235 for name in exclude:
236     indexes = np.where(class_labels == name)[0]
237     excluded = np.concatenate((excluded, indexes))
238 return excluded.astype(int)
239
240
241 cross_validate(
242     model, optimizer, bottleneck_file, tmp_dir, data_dir,
243     groups=None, combine=None, exclude=None,
244     num_folds=5, logo=False, use_weights=False, resample=None,
245     epochs=10, batch_size=32, base_model=None,
246     summarize_model=False, summarize_misclassified_images=False):
247 """Use cross validation to evaluate a Keras model.
248
249 If group labels exist, folds will split on groups. Prints training status
250 and results summary. Raw results are also saved to 'tmp_dir/results' for
251 further analysis.
252
253 Inputs:

```

Fig. 43 Código de Reentrenamiento. Fuente: Elaboración Propia