

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería en Informática y Sistemas

**EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE RECONOCIMIENTO
FACIAL DE SERVIDORES PÚBLICOS PORTADORES DE
MASCARILLA HACIENDO USO DEL ALGORITMO
LBPH – MOQUEGUA 2021**

TESIS

Presentada por:

Bach. Alvaro Hugo Ticona Flores

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS

TACNA - PERÚ

2024



Acta de Sustentación de Tesis

En Laboratorio "A" de la ESIS, siendo las 11:00 horas del día 24 de enero de 2024, y cumpliendo lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, se reunió el Jurado Calificador integrado por los docentes:


- Mag. Gianfranco Alexey Málaga Tejada Presidente
- Mag. Oliver Israel Santana Carbajal Secretario
- Dra. Ana Silvia Cori Morón Vocal

Designados mediante Resolución de Facultad N° 08375-2024-FAIN/UNJBG de fecha 19 de enero de 2024, para evaluar la Tesis: "Evaluación de la precisión de reconocimiento facial de servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH – Moquegua 2021", presentado por el Bachiller Alvaro Hugo Ticona Flores, para optar el Título Profesional de Ingeniero en Informática y Sistemas. Le asesoró, el Dr. Edgar Aurelio Taya Acosta (R.F. N° 07664-2023-FAIN/UNJBG).

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas; procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del jurado.

Habiendo absuelto las preguntas que le fueron formuladas por los miembros del Jurado Calificador, y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo APROBADO por unanimidad, con el calificativo de doce (12).

Siendo las 12:15 horas del día 24 de enero del 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Mag. Gianfranco Alexey Málaga
Presidente


Mag. Oliver Israel Santana Carbajal
Secretario


Dra. Ana Silvia Cori Morón
Vocal

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo **EDGAR AURELIO TAYA ACOSTA** en mi condición de asesor acreditado por la **Resolución de Facultad N° 07664-2023-FAIN/UNJBG** de la tesis titulada: **"EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE RECONOCIMIENTO FACIAL DE SERVIDORES PÚBLICOS PORTADORES DE MASCARILLA HACIENDO USO DEL ALGORITMO LBPH - MOQUEGUA 2021"**. Presentado por Bachiller **ALVARO HUGO TICONA FLORES** para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS**. Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual **TURNITIN** cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es **7%**. Por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la **TESIS** está de acuerdo al nivel **PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio Institucional**.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del grado/ título/ especialidad.


 REPUBLICA DEL PERU
Firmado digitalmente por:
TAYA ACOSTA Edgar Aurelio FIR
00509033 hard
Motivo: En señal de conformidad
Fecha: 09/01/2024 15:42:25-0500



Firmado digitalmente por:
Dr. Edgar Aurelio Taya Acosta
DNI: 00509033



NOMBRE DEL TRABAJO

EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE RECONOCIMIENTO FACIAL DE SERVIDORES PÚBLICOS PORTADORES DE MASCARILLA

AUTOR

ALVARO HUGO TICONA FLORES

RECUENTO DE PALABRAS

15501 Words

RECUENTO DE CARACTERES

86571 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

84 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.1MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 3, 2023 2:21 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 3, 2023 2:23 PM GMT-5

● 7% de similitud general

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

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Fuentes excluidas manualmente
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente

DEDICATORIA

A mis amados padres, quienes con su amor inquebrantable me han inspirado a perseguir mis sueños, les dedico este logro. Vuestra dedicación y sacrificio han sido mi mayor motivación, impulsándome a superar cada obstáculo con valentía y determinación.

A mi estimado asesor, cuya sabiduría y guía han sido fundamentales para mi desarrollo académico, le agradezco de corazón. Tu paciencia, compromiso y conocimiento han sido una fuente constante de inspiración y crecimiento, brindándome las herramientas necesarias para alcanzar el éxito.

A mis queridos profesores, cuyos conocimientos y enseñanzas han dejado una huella imborrable en mi formación, les agradezco su dedicación y compromiso con la educación. Vuestra pasión por transmitir el conocimiento ha sido un motor constante en mi búsqueda de la excelencia académica.

Por último, pero no menos importante, quiero dedicar un lugar especial en mi corazón a mis abuelos Hugo y Laura. Vuestra presencia y amor incondicional han sido un regalo invaluable en mi vida. Vuestro apoyo diario y cariño han sido mi mayor fortaleza y guía. Cada paso que he dado en este trabajo ha estado acompañado por vuestros ánimos y bendiciones, y hoy dedico este logro a ustedes con profunda gratitud.

También quiero mencionar a mi amada mamá Zenovia y a mi querido papá Vicente, quienes desde el cielo continúan guiando mis pasos y enseñándome valiosos valores. Su legado de perseverancia, honestidad y amor incondicional sigue presente en mi vida, y dedico este trabajo en honor a su memoria y ejemplo eterno.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, mi más sincero agradecimiento a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza a lo largo de este trabajo. Su divina inspiración y protección han estado presentes en cada etapa de esta investigación, brindándome sabiduría y dirección.

También quiero agradecer a mi asesor por su guía invaluable y apoyo constante a lo largo de esta investigación. Su experiencia y conocimientos fueron fundamentales para el éxito de este proyecto.

Además, quiero agradecer a todas las personas e instituciones que participaron, por su valioso apoyo y contribución. Sus esfuerzos combinados han sido fundamentales para el éxito de este trabajo, y estoy enormemente agradecido por su colaboración.

Finalmente, agradezco a mis padres, amigos y familiares por su apoyo constante y por ser un recordatorio del amor y la bondad de Dios en mi vida. Su presencia ha sido un regalo invaluable que ha dado fuerzas a mis pasos y ha iluminado mi camino.

ÍNDICE TEMÁTICO

AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE TEMÁTICO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Antecedentes del problema a investigar	2
1.2. Descripción del problema.....	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.3.1. <i>Problema general</i>	2
1.3.2. <i>Problemas específicos</i>	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. <i>Objetivos General</i>	3
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.5. Justificación e importancia de la investigación	3
1.6. Limitaciones	4
1.7. Viabilidad del estudio	4
1.8. Formulación de hipótesis	4
1.8.1. <i>Hipótesis general</i>	4
1.8.2. <i>Hipótesis derivadas o secundarias</i>	4
1.9. Variables	5
1.9.1. <i>Identificación de las variables</i>	5
1.9.2. <i>Caracterización de las variables</i>	5
1.10. Operacionalización de variables.....	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	10

2.1.	Antecedentes del trabajo de investigación	10
	2.1.1. <i>A nivel internacional</i>	10
	2.1.2. <i>A nivel nacional</i>	11
	2.1.3. <i>A nivel local</i>	13
2.2.	Bases Teóricas	14
	2.2.1. <i>Local Binary Pattern Histograms (LBPH)</i>	14
	2.2.2. <i>Librería de software</i>	16
	2.2.3. <i>Biometría</i>	17
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO		25
3.1.	Planteamiento metodológico	25
	3.1.1. Tipo de la investigación	25
	3.1.2. Nivel de la investigación.....	25
	3.1.3. Diseño de la investigación.....	25
3.2.	Población y muestra de estudio	26
	3.2.1. Población.....	26
	3.2.2. Muestra de estudio	26
3.3.	Equipos y materiales.....	26
	3.3.1. <i>Acciones y actividades para la ejecución del proyecto</i>	27
3.4.	Procedimiento de las pruebas experimentales	27
	3.4.1. <i>Recolección de imágenes de entrenamiento</i>	27
3.5.	Técnicas de recolección de datos.....	28
3.6.	Técnicas de procesamiento de datos	30
	3.6.1. <i>Librería LBPH elaborada en OpenCV.</i>	30
	3.6.2. Tratamiento de datos	31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....		33
4.1.	Descripción de las pruebas experimentales.....	33
4.2.	Presentación y análisis de los resultados	35
	4.2.1. <i>Análisis descriptivo</i>	35
4.3.	Contrastación de hipótesis	36
	4.3.1. <i>Análisis inferencial</i>	36
	4.3.2. <i>Prueba de hipótesis</i>	42
CAPÍTULO V. DISCUSION		46
5.1.	Pruebas de validación del modelo experimental.....	46

5.2. Aplicación de la tecnología encontrada.....	47
5.3. Contraste con trabajos de investigación similares.....	49
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	59
Anexo 1. Matriz De Consistencia.....	60
Anexo 2. Viabilidad Del Estudio.....	62
Anexo 3. Scripts utilizados.	63
Anexo 4. Carpetas utilizadas	70
Anexo 5. Captura De Datos De Los Participantes	71
Anexo 6. Fotografías Generadas Utilizando El Script Catura_Dataset.py	72
Anexo 7. Reconocimiento Facial.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización - variable Algoritmo LBPH en OpenCV (algoritmo)	
8	
Tabla 2 Matriz de operacionalización - variable Precisión del reconocimiento facial (algoritmo)	9
Tabla 4 Población	26
Tabla 5 Especificaciones de aplicaciones usadas	26
Tabla 6 Acciones y actividades para la ejecución del proyecto	27
Tabla 7 Especificaciones de Software	29
Tabla 8 Especificaciones de aplicaciones usadas	29
Tabla 9 Prueba de normalidad de la precisión	38
Tabla 10 Resultados de recuperación de rostros	46
Tabla 11 Resultados de tasa de precisión	46
Tabla 12 Resultados en reconocimientos faciales	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ejemplo de aplicación de operador LBP	15
Figura 2	Zonas definidas por el operador LBP.	15
Figura 3	Procesamiento de imágenes	19
Figura 4	Ejemplo de aplicación de operador LBP	31
Figura 5	Proceso de entrenamiento	33
Figura 6	Proceso de Test	33
Figura 7	Cuadro general	34
Figura 8	Resultados de precisión en la DRTPE	37
Figura 9	Resultados de precisión en el PERPG	37
Figura 10	Resultados de la Tasa de recuperación de reconocimiento de rostros	38
Figura 11	Resultados de la Tasa de precisión en el emparejamiento de lista negras y listas blancas.	39
Figura 12	Resultados de la Tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales	39
Figura 13	Prueba de normalidad de la Tasa de recuperación de reconocimiento de rostros	40
Figura 14	Prueba de normalidad de la Tasa de precisión en el emparejamiento de lista negras y listas blancas	41
Figura 15	Prueba de normalidad de la Tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales	41
Figura 16	Prueba no paramétrica hipótesis general	43
Figura 17	Prueba no paramétrica primera hipótesis derivada	44
Figura 18	Prueba no paramétrica segunda hipótesis derivada	44
Figura 19	Prueba no paramétrica tercera hipótesis derivada	45
Figura 20	Cuadro de precisión para cada institución	48

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la precisión de reconocimiento facial de servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH. Se utilizó una metodología descriptiva, explicativa y experimental y se aplicó el sistema para la Gerencia del trabajo y promoción del empleo – Moquegua y el Proyecto Especial Regional Pasto Grande (PERPG). Los resultados concluyen que con el uso del algoritmo LBPH para el reconocimiento facial en servidores públicos portadores de mascarilla se logra un nivel de precisión significativamente alto en los diferentes indicadores evaluados, lo que sugiere que es una técnica efectiva para esta tarea. Los resultados obtenidos en la Gerencia de trabajo y en el Proyecto Pasto Grande indican que el algoritmo LBPH es una herramienta útil para el reconocimiento facial en distintos contextos y escenarios y que puede proporcionar una alta precisión en ambas situaciones. Los indicadores de tasa de recuperación de detección de rostros y tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o blancas, así como en la búsqueda de imágenes faciales, sugieren que el algoritmo LBPH es capaz de detectar y reconocer rostros con alta precisión y que puede ser utilizado en diferentes situaciones donde se requiera esta funcionalidad.

Palabras clave: Reconocimiento facial, Servidores públicos, Algoritmo LBPH

ABSTRACT

The aim of the present research was to evaluate the facial recognition accuracy of public servants wearing masks using the LBPH algorithm. Descriptive, explanatory and experimental methodology. Application of the system for Labor Management and employment promotion – Moquegua, and the Special Regional Project Pasto Grande (PERPG). The results conclude that: The use of the LBPH algorithm for facial recognition in public servants wearing masks has demonstrated a significantly high level of accuracy in the different indicators evaluated, which suggests it's an effective technique for this task. The results obtained in the Work Management and the Pasto Grande Project indicate that the LBPH algorithm is a useful tool for facial recognition in different contexts and scenarios and that it can provide high precision in both situations. The indicators of Face detection recovery rate and Accuracy rate in matching black or white lists as well as in finding facial images, suggest that the LBPH algorithm is capable of detecting and recognizing faces with high precision and that it can be used in different situations where this functionality is required.

Keywords: Facial recognition, Public servants, LBPH algorithm

INTRODUCCIÓN

Tecnologías como el reconocimiento facial se utilizan principalmente en instituciones privadas o con fines de investigación, la situación es diferente en países de primer mundo donde la adopción de tecnología para este propósito es constante y variable, es decir se usa por un tiempo y luego se reemplaza por una mejor. Ante lo anterior surge la pregunta: ¿Se necesita más seguridad o más privacidad? Sentirse seguro es algo que debería ser reconfortante para todos, pero vivir sin la privacidad adecuada puede causar complicaciones para un montón de personas. (John F. Hughes, 2013)

El presente trabajo consta de 5 capítulos: El Capítulo I está conformado por el planteamiento del problema, el cual incluye los Antecedentes del problema a investigar, Descripción y Formulación del problema, Objetivos, Justificación e importancia de la investigación, Limitaciones, Viabilidad del estudio, Formulación de hipótesis, Variables y Operacionalización de variables.

El Capítulo II conformado por el Marco teórico, el cual contiene los Antecedentes del trabajo de investigación, Bases teóricas y Definiciones conceptuales.

El Capítulo III está conformado por el Marco metodológico, el cual incluye el Planteamiento metodológico, Población y muestra, Equipos y Materiales, Procedimiento de las pruebas experimentales, Técnicas de recolección de datos y Técnicas para el procesamiento de datos.

El Capítulo IV conformado por los Resultados, el cual incluye la Descripción de las pruebas experimentales, Presentación y análisis de los resultados, Contrastación de hipótesis.

El Capítulo V está conformado por la Discusión, el cual incluye las Pruebas de validación del modelo experimental, Aplicación de la tecnología encontrada y Contraste con trabajos de investigación similares; seguido de las conclusiones y recomendaciones.

Finalmente, se incluyen las referencias bibliográficas, así como los anexos correspondientes.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes del problema a investigar

Teniendo en cuenta que el reconocimiento facial es clave en esta era digital, donde se comparte y genera una gran cantidad de información y datos personales a toda velocidad. (Georgiadou, 2010).

Sin duda, cualquier avance tecnológico ofrece ventajas, especialmente si se utiliza para mejorar la capacidad de protección de las personas y prevenir comportamientos indeseables, como terrorismo, ciber-delito, robo de identidad, entre otros (Aquilina, 2010)

Sin embargo, existen costos asociados a estos beneficios. En comparación con países de América del Norte, Europa e incluso de América Latina la situación del uso de nuevas tecnologías para la seguridad en el Perú tiende a ser atrasada tanto por la reacción social como por la mala adaptación a los medios de comunicación. Limitaciones que impiden un desarrollo esperado.

El uso y monitoreo de cámaras ya no es beneficioso cuando se descubre que la información personal se está utilizando indebidamente, por el contrario, se convierte en una invasión a la privacidad y a la protección de datos. Por ello, es necesario abordar estas preocupaciones de manera efectiva. Sin embargo, a pesar de estas preocupaciones legítimas, es importante considerar que, si bien existen vacíos en la implementación de estas tecnologías, también pueden contribuir en parte a la mejora de aspectos tanto del entorno laboral como del entorno que los rodea. Esto es especialmente cierto en el caso del reconocimiento facial, que puede tener beneficios significativos cuando se utiliza de manera ética y con protecciones adecuadas. Uno de ellos es exactamente lo que se hará en este estudio: el reconocimiento facial.

1.2. Descripción del problema

Siendo afectados hoy en día por la propagación de la pandemia generada por el Covid-19 y viendo su repercusión en la tasa elevada de contagios de personas de todas las edades, ocasionando desde tan solo un simple resfrío hasta la pérdida de la vida misma, es que la mayor parte de instituciones optaron por la suspensión parcial de sus labores

hasta tener nuevas disposiciones por parte del gobierno o al menos hasta que la situación pudiera normalizarse en cierta medida. Por otro lado, hay entidades tanto públicas como privadas que no pararon sus labores puesto que sus servicios son indispensables, bien en su repercusión diaria en la vida de la población o bien en su influencia directa para con otras entidades.

En nuestro país es claro que, conforme se han ido dando las situaciones, el gobierno ha optado por establecer medidas y protocolos que busquen salvaguardar la integridad de las personas, ello para reducir la tasa de contagio ocasionada por el virus. Sin embargo, a pesar de las restricciones estipuladas, la situación parece agravarse cada vez más. Es por ello que las entidades en funcionamiento, al momento de ofrecer algún tipo de servicio, deben mantener una serie de protocolos que permitan en lo posible tener dichas medidas vigentes

Siendo esta la situación, a nivel local es claro observar dichos sucesos como por ejemplo en los mercados al requerir productos de primera necesidad, así como en bancos, hospitales, clínicas entre otros. Entre ellos se encuentran la Dirección Regional de Promoción del Trabajo y Empleo de Moquegua (DRTPE) la cual es una entidad descentralizada del Gobierno Regional de Moquegua que tiene la responsabilidad de ejecutar, supervisar y valorar las acciones relacionadas con el empleo y su promoción, conforme a la Ley de Acciones Administrativas, Presupuestales y Técnicas, recae en quien, en su mayoría, desempeña un papel de orientación normativa en relación con el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (Gobierno Regional Moquegua, 2021) y el Proyecto Regional Especial Pasto Grande (PERPG) encargados de la gestión integral de Proyectos de Agua y estudios que permitan identificar y compatibilizar las mejores alternativas de abastecimiento de agua reutilizable en la Región Moquegua; Junto con la Dirección de Proyectos y Desarrollo Agropecuario el Órgano Rector es responsable de la programación ejecución, evaluación y seguimiento de los estudios en las distintas fases así como de la planificación y ejecución de las actividades destinadas al desarrollo de la agricultura en el sector agrario. Mejora constante de riego en el marco del PERPG y la Gestión de Infraestructura asegurando el cumplimiento de los requisitos técnicos financieros y administrativos de los documentos técnicos de licitación pública; así como la realización del trabajo por los distintos métodos permitidos por la ley y su supervisión.

Teniendo un papel fundamental para la región, es decir su labor no se detiene tanto en los campamentos como en su área administrativa, dicha entidad también depende de

las distintas oficinas encargadas de la ejecución del proyecto; y en esta situación se debe seguir un estricto uso de procedimientos sanitarios tratando de evitar cualquier posible foco de infección ya que este será principalmente el contacto entre empleados. Anteriormente, para el control de asistencia se hacía uso de un lector de huella, el cual actualmente se encuentra suspendido por considerarse un punto de contagio; es debido a esto que el registro de asistencia lo viene realizando el personal de seguridad encargado en la portería de forma manual, ello aumenta considerablemente su carga laboral y disminuye a su vez la eficiencia del proceso. Es este hecho el que ha motivado la realización de la presente investigación, la cual busca como opción futura automatizar el registro de asistencia del personal mejorando así la seguridad dentro de la institución, evitando el contacto directo y a su vez ayudando en el flujo de entrada del personal, siendo como punto de partida el uso del reconocimiento facial

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo será la precisión de reconocimiento facial de servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será la tasa de recuperación de detección de rostros de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH?
- ¿Cuál será la tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o listas blancas de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH?
- ¿Cuál será la tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos General

Evaluar la precisión de reconocimiento facial de servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la tasa de recuperación de detección de rostros de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH.
- Determinar la tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o listas blancas de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH.
- Determinar la tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH

1.5. Justificación e importancia de la investigación

La importancia del presente proyecto radica en el impacto que puede tener en la institución dónde se implementará el uso del reconocimiento facial utilizando la librería OpenCV con el algoritmo Local Binary Pattern Histograms (LBPH) con respecto a su eficiencia, puesto que, frente al estado actual que atraviesa el país por efecto de la pandemia, debido al contagio masivo el estado Peruano junto con el Ministerio de Salud impuso medidas sanitarias como el lavado constante de manos con agua y jabón, distanciamiento social y uso obligatorio de mascarillas o barbiquejos, para lo cual se debe contar con las medidas necesarias de cuidado del personal que labora en las instituciones y los resultados que se tendrán con el reconocimiento facial no solo con personas sin mascarillas sino también en caso que estén usándola.

1.6. Limitaciones

a. Área geográfica

La presente investigación abarca únicamente la aplicación del sistema para las instituciones:

- Dirección Regional de Promoción del Trabajo y Empleo – Moquegua (DRTPE)
- Proyecto Especial Regional Pasto Grande (PERPG)

b. Época o periodo

La presente investigación contó con 03 momentos para realizarse, el planteamiento elaborado a finales del año 2021, seguidamente se procedió a la recolección de datos, pretest y postest a concretados a finales del año 2022 y la obtención de resultados, elaboración del informe de trabajo a inicios del año 2023.

1.7. Viabilidad del estudio

En el Anexo 2 adjunto se incluirá información adicional relevante para respaldar la viabilidad económica y temporal del estudio de reconocimiento facial con OpenCV y el algoritmo LBPH. (Ver ANEXO 2).

1.8. Formulación de hipótesis

1.8.1. Hipótesis general

H0: El nivel de precisión de reconocimiento facial de servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH no es significativamente alto.

H1: El nivel de precisión de reconocimiento facial de servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH es significativamente alto.

1.8.2. Hipótesis derivadas o secundarias

a. Primera hipótesis derivada.

H0: La tasa de recuperación de detección de rostros de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH no es aceptable.

H1: La tasa de recuperación de detección de rostros de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH es aceptable.

b. Segunda hipótesis derivada.

H0: La tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o listas blancas de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH no es aceptable.

H1: La tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o listas blancas de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH es aceptable.

c. Tercera hipótesis derivada

H0: La tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH no es aceptable.

H1: La tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH es aceptable.

1.9. Variables

1.9.1. Identificación de las variables

Variable Independiente: Algoritmo LBPH

Variable Dependiente: Precisión del reconocimiento facial

1.9.2. Caracterización de las variables

a. Variable independiente. Algoritmo LBPH OpenCV

- Por la función que cumple en la hipótesis : Independiente
- Por el método de estudio : Cualitativa
- Por los valores que adquieren : Politémica
- Por su escala : Ordinal
- Por la posición de características : Categórica

b. Variable dependiente. Precisión del reconocimiento facial (algoritmo)

- Por la función que cumple en la hipótesis : Dependiente
- Por el método de estudio : Cualitativa
- Por los valores que adquieren : Politémica
- Por su escala : Nominal
- Por la posición de características : Categórica

1.10. Operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de operacionalización - variable Algoritmo LBPH en OpenCV

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Algoritmo LBPH en OpenCV	El algoritmo que emplea descriptores e histogramas para destacar las áreas más relevantes en un rostro constituye un método que facilita la identificación de individuos a partir de imágenes o fotogramas de video. A pesar de que su concepción se originó en la década de 1960, su aplicación a gran escala es más reciente. En la actualidad, los sistemas de reconocimiento facial han experimentado un notorio avance, haciendo uso de algoritmos más complejos, eficaces y eficientes. Este progreso se debe a la extensa investigación que se ha llevado a cabo en los últimos años en este ámbito. (García-Rios, 2014).	La medición se realizará mediante la aplicación de la evaluación de su precisión	Usabilidad	<ul style="list-style-type: none">• Eficacia• Eficiencia

Tabla 2

Matriz de operacionalización - variable Precisión del reconocimiento facial (algoritmo)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Precisión del reconocimiento facial (algoritmo)	La precisión del reconocimiento facial se refiere a la capacidad de un sistema para reconocer e identificar correctamente los rostros de las personas. Una alta precisión significa que el sistema puede hacer esto de manera más precisa y confiable, minimizando los errores de identificación.	La medición se realizará mediante la aplicación utilizando sus indicadores mencionados.	Evaluación de reconocimiento	<ul style="list-style-type: none">• Tasa de recuperación de reconocimiento de rostros.• Tasa de precisión en el emparejamiento de lista negras y listas blancas.• Tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del trabajo de investigación

2.1.1. A nivel internacional

Bravo et al. (2018) Chile, En el artículo llamado “Aceptación del Reconocimiento Facial Como Medida de Vigilancia y Seguridad: Un Estudio Empírico en Chile”, En el análisis de la adopción de la tecnología de reconocimiento facial como una medida de seguridad, se empleó el Índice de Predicción de Tecnología (TRI) y el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM). Después de establecer el marco de investigación, se realizó una encuesta a 220 individuos en Chile para la recopilación de datos, los cuales se sometieron a un análisis utilizando la técnica de mínimos cuadrados fraccionarios. Los resultados del estudio muestran que la utilidad del reconocimiento facial como una medida de seguridad se encuentra influida en un 50% por factores como la norma social, la percepción de responsabilidad, el optimismo, el nivel de innovación y la conciencia de inseguridad

Caballero et al., (2017) México, en su estudio denominado “Reconocimiento facial por el método de Eigenfaces”, demuestra una aplicación de detección de rostros con Eigenfaces usando Microsoft Visual Studio con varias herramientas de programación y bibliotecas de C # y CV Emgu vinculado con el entorno de OpenCV. Luego se elaboró dos partes de la codificación: una para registrar y otra para acreditar. El software se instala en PCs de escritorio que ejecutan el sistema operativo Windows 8 y aprovecha la cámara integrada en dichos equipos. Durante el proceso de grabación, la persona se coloca ante la cámara y toma tres fotos en distintos momentos. En la fase de identificación, el usuario se posiciona frente a la cámara, y el sistema compara su imagen con todas las entradas existentes en la base de datos, determinando si el usuario está registrado o no. Tanto en la fase de registro como en la fase de identificación, se generan otros formularios para vincular ambos procesos, empleando modelos de navegación de soluciones de HaarCascade CANNY_PRUNING y el objeto EigenObjectRecognizer.

El proyecto se somete a una fase de pruebas que involucra a un grupo de diez usuarios, compuesto por ocho hombres y dos mujeres. Se llevan a cabo diez pruebas para cada usuario, lo que resulta en una matriz de confusión que arroja incluso 100 casos de identificación incorrecta de usuarios no registrados. Martínez (2017) en el artículo “Reconocimiento facial para la autenticación de usuarios”, Este proyecto incluye la creación de una herramienta que, gracias al reconocimiento facial, permite la autenticación del usuario gracias a imágenes capturadas en tiempo real. Para ello, se capturará la foto del usuario mediante la cámara web y su ID, que son las muestras analizadas durante el proceso de validación. Por un lado, la foto del usuario será capturada por el algoritmo Cascade Haar Classifier para la detección de rostros (Caballero et al., (2017)

Por otro lado, a la hora de fotografiar documentos, será necesario utilizar diversas tecnologías como detectores y descriptores de imágenes y reconocimiento óptico de caracteres para extraer información del documento de identificación. Para hacer este primer comentario, utilizará la biblioteca OpenCV. Finalmente, se crea y se entrena una red neuronal compleja para buscar la autenticación del usuario a través de la imagen capturada en el instante y la imagen obtenida de muestra del documento, ya sea identificación. Luego en esta sección, se basan en implementar la red neuronal acumulativa del modelo VGG, y para implementar este modelo, se usó el marco Coffe. Con una actuación de 80% (Caballero et al., (2017)

2.1.2. A nivel nacional

Verdeguer (2022) Lima, en el estudio titulado “Diseño e implementación de un sistema de identificación de personas para la seguridad de los accesos a condominios, basado en el algoritmo de reconocimiento facial Lbph Faces”. Se identificaron múltiples proyectos de investigación vinculados al uso del reconocimiento facial para la seguridad de personas. Posteriormente, se examinaron los enfoques estadísticos empleados. Se adquirieron y guardaron 300 imágenes de rostros humanos en un repositorio, cada una asociada con el nombre de la persona a ser identificada por el sistema. El sistema reconoce caras, convierte fotos en escala de grises y las entrena para determinar si una cara vista en una cámara de seguridad en tiempo real es comparable a imágenes entrenadas en el repositorio. Se investigaron los tres enfoques más utilizados: FisherFaces, EigenFaces y LBPHFaces. Finalmente, los hallazgos indicaron valores altamente favorables para los

algoritmos elegidos y determinaron que los LBPHFaces eran mejores que los otros dos listados en tiempo de reacción y tasa de éxito, por lo que es el más confiable para la protección de las personas.

Arroyo et al. (2019), Lima, en el estudio titulado "Modelo Tecnológico de Reconocimiento Facial para la Identificación de Pacientes en el Sector Salud". Emplear un servicio de reconocimiento facial basado en la nube con capacidades cognitivas para atender la demanda de la industria de la salud en la prevención del robo de identidad. Además, en situaciones de emergencia, se informa a la familia del paciente identificado acerca del estado de salud actual del paciente a través de un mensaje de texto. Azure fue identificado como el servicio de reconocimiento facial más apropiado basado en eficiencia, usabilidad, SLA, seguridad y certificaciones ISO. Sobre la base del método CCRA V4, se desarrolló un modelo tecnológico para la identificación y notificación de pacientes. La funcionalidad del modelo técnico fue validada en un entorno clínico a lo largo del proceso de atención. Se creó un plan de continuidad de acuerdo con un paradigma tecnológico validado de alta disponibilidad y usabilidad.

Llapasca y Ochoa (2019) Lima, en su investigación denominado "Creación de una librería de software de reconocimiento facial enfocado a la identificación de trabajadores de una empresa", que utiliza OpenCV, que es una librería de visión artificial, que les permite procesar imágenes, obteniendo así rasgos faciales básicos, para que los empleados puedan ser identificados utilizando el modelo LBP (Local Binary Pattern), que capacitó con imágenes de la empresa CompusolutionsPeru. Una vez completado, los trabajadores identificados por su rostro en la pantalla tendrán un rectángulo verde alrededor de su rostro con su nombre en la parte superior del rectángulo junto a la confianza promedio. Con una precisión media de 75%.

Vejarano (2018) Lima, en su Tesis denominada "Reconocimiento facial mediante imágenes estereoscópicas", En el proceso, se emplea el algoritmo de Análisis de Componentes Principales para extraer información de los datos, seguido por la aplicación de técnicas de análisis documental y observación. Esto resulta en un alto grado de eficacia, con un 94.54% de precisión en la identificación de rostros, un 93.78% de acierto en el sistema computacional, y una sensibilidad del 96.32%.

Yañez (2019), Lima, en su investigación denominada "Sistema de reconocimiento facial para el control de acceso de estudiantes a los laboratorios de la FIIS-UNAC, 2019", usando el sistema RUP, mediante la herramienta Rational Rose, teniendo como objetivo identificar la influencia del sistema de reconocimiento facial en

el control de acceso de estudiantes a los laboratorios teniendo una tasa de 97% de accesos correctos.

2.1.3. A nivel local

Coaquira (2022) Tacna; en su estudio titulado "Desarrollo de un Sistema para Evaluar el Estado de Somnolencia de Conductores de Vehículos Utilizando Visión Artificial en la Ciudad de Tacna", se creó un sistema en Python que se basa en la biblioteca OpenCV para identificar diversas métricas, como la detección de rostros, ojos abiertos, ojos cerrados, parpadeo, episodios de micro sueño y bostezos. Para llevar a cabo este proyecto, se aplicó la metodología ágil denominada RUP (Proceso Unificado Racional). Con el fin de evaluar los resultados, se emplearon cuestionarios que se apoyaban en preguntas de escala Likert. Como resultado de este enfoque, el sistema diseñado para identificar la somnolencia en conductores obtuvo una amplia aceptación, logrando un 95% de eficacia en la detección de rostros, un 94% en la identificación de ojos abiertos, un 96% en la identificación de ojos cerrados, un 95% en la medición del número de parpadeos, un 95% en la identificación de episodios de micro sueño y un 96% en la detección de bostezos.

Mamani (2022) Tacna, en su estudio titulado "Implementación de un Sistema de Identificación de Individuos en el Control de Acceso a la Tesorería del Gobierno Regional de Tacna - Tacna 2020", se aplicó un sistema de reconocimiento de iris basado en deep learning para regular el acceso a la zona de tesorería del Gobierno Regional de Tacna. Esto resultó en una notable mejora de un 98.5% en la seguridad del acceso.

Tesillo (2018) Tacna, en su investigación denominada "Análisis comparativo de los algoritmos Fisherfaces y LBPH para el reconocimiento facial en diferentes condiciones de iluminación y pose", Proporciona una sólida opción para su aplicación en sistemas de videovigilancia, en respuesta al incremento de la delincuencia en Perú. Este enfoque involucró la evaluación de un grupo de 20 individuos, empleando algoritmos implementados en un entorno .NET y validados mediante el uso de la biblioteca OpenCV. El diseño del estudio es de comparación descriptiva, utilizando una tabla descriptiva de recolección de datos, lo cuales se analizan bajo la prueba estadística del estudiante, los resultados obtenidos muestran la efectividad del estudio. Los resultados en reconocimiento facial del algoritmo de Fisherface comparados al algoritmo del patrón de histograma binario local (LBPH) son del 25%.

Dado el énfasis en establecer relaciones causales y controlar cuidadosamente las condiciones del estudio, así como la necesidad de aplicar un método robusto y confiable para analizar imágenes faciales, he elegido el algoritmo LBPH (Local Binary Patterns Histograms) como la opción más adecuada. Este algoritmo ofrece la capacidad de extraer características locales de las imágenes, lo que lo hace especialmente útil para reconocimiento facial. Además, su eficacia ha sido demostrada en numerosos estudios previos, respaldando su idoneidad para mi investigación. Al seleccionar el algoritmo LBPH, confío en obtener resultados precisos y confiables que contribuyan significativamente al avance del conocimiento en este campo.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Local Binary Pattern Histograms (LBPH)

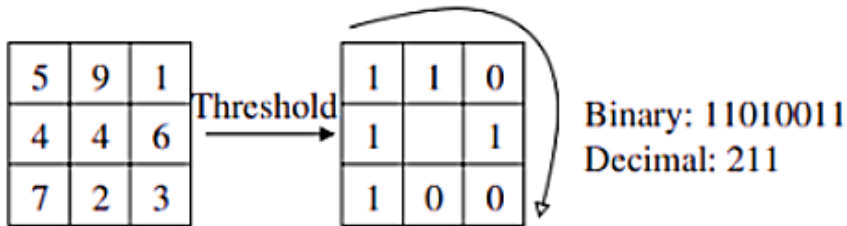
De acuerdo a Ojala et al. (2000), en el año 2000, se introduce en el artículo titulado "Clasificación de Texturas Invariantes en Escala de Grises y Rotación con Patrones Binarios Locales" una metodología eficaz para examinar texturas en imágenes en escala de grises mediante el uso de Local Binary Patterns (LBP).

Luego, y sobre la base del documento antes mencionado, Ahonen et al. (1995), desarrollaron el trabajo "Face Recognition with Local Binary Patterns" donde muestran la primera aproximación para el reconocimiento facial mediante el análisis local de patrones LBP.

Se fundamenta en la comparación directa de imágenes con dimensiones reducidas y se basa en la extracción de características significativas de cada imagen. La premisa clave del algoritmo se concentra en la subdivisión de la imagen en pequeñas áreas cuadradas de 3 x 3 píxeles. En cada una de estas regiones, se aplica un análisis mediante un patrón de bits local, que implica la comparación de cada píxel central con sus píxeles circundantes. Si el valor central es mayor o igual al de sus vecinos, se asigna un valor binario de "0", y si es menor, se le asigna un "1", como se ilustra en la figura 1. A partir de estos valores binarios, se genera un número (en sentido horario) que, convertido a decimal, se convierte en el descriptor LBP de cada píxel de una imagen. Este descriptor LBP se utiliza para crear la imagen LBP, que a su vez se emplea para destacar las características faciales del sujeto. (Ver Figura 1).

Figura 1

Ejemplo de aplicación de operador LBP

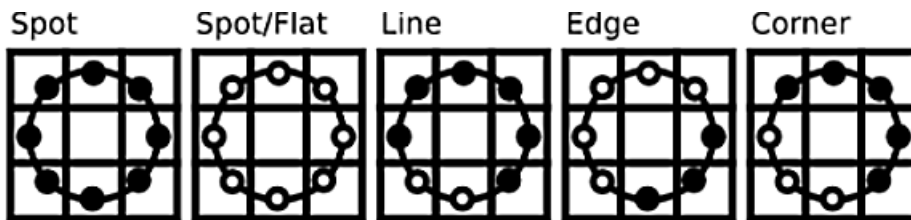


Nota: Tomado de (Face Recognition with OpenCV- OpenCV 2.4.13.7 documentation, n.d.)

Así, los píxeles que poseen un valor binario de 1 identifican una frontera o una región de contraste, permitiendo así la distinción de bordes, puntos, líneas y áreas planas en la imagen.

Figura 2

Zonas definidas por el operador LBP.



Nota: Tomado de (Face Recognition with OpenCV- OpenCV 2.4.13.7)

La expresión matemática obtenida de LBP sería la siguiente:

$$LBP = \sum_{i=0}^{P-1} s(n_i - G_c)2^i \quad s(x) = \begin{cases} 1, & \text{si } x > 0 \\ 0, & \text{otros casos} \end{cases}$$

- n_i es el valor de intensidad del pixel vecino.
- G_c es el valor de la intensidad del pixel central.
- $S(x)$ es igual a 1 cuando el resultado de $n_i - G_c$ es mayor o igual a 0, y en los demás casos es 0.

Las características del histograma de tamaño 2^P se extrajeron del código LBP obtenido. Por lo tanto, para ocho píxeles vecinos, la longitud del vector de características del histograma es 256.

2.2.1.1. Algoritmo LBPH.

Para extraer las características de la imagen, el algoritmo se basa en el operador LBP. Si la imagen LBP codificada se utiliza directamente para el reconocimiento facial. Primero, use el operador LBP para extraer las propiedades de la imagen para que pueda obtener la imagen codificada con LBP de toda la imagen. Después de eso, divida la imagen codificada por LBP en diferentes áreas y obtenga el histograma codificado por LBP para cada área para obtener el histograma codificado por LBP para toda la imagen. Este enfoque tiene el de disminuir la inexactitud generada al no alinear completamente el área facial dentro de un margen específico (González, 2019).

2.2.2. Librería de software

2.2.2.1. OpenCV.

El 13 de junio de 2000, Intel® Corporation comunicó su colaboración con un grupo de destacados investigadores en el campo de visión por computadora con el objetivo de crear una nueva colección de funciones y construcciones del lenguaje C. Esto se llevó a cabo en un esfuerzo por desarrollar nuevas formas de interacción con computadoras. Este anuncio se realizó durante la inauguración de la Conferencia de la Sociedad de Computadoras IEEE sobre Reconocimiento de Patrones y Visión por Computadora (CVPR). Como resultado de esta iniciativa, nació la biblioteca Open Computer Vision, que fue lanzada bajo la licencia BSD (software gratuito).

La biblioteca OpenCV se compone de alrededor de 300 funciones escritas en lenguaje C y cuenta con los siguientes atributos:

- Es gratis para fines comerciales y no comerciales
- No depende de bibliotecas técnicas. Ella podría usar algunas de ellos si los hay al tiempo de ejecución.
- Admite la biblioteca de procesadores Intel® (IPL) y utiliza las pautas de rendimiento Intel® Integrated (IPP) para mejorar su rendimiento si está disponible en el sistema.
- Posee interfaces para diversos lenguajes y entornos, que incluyen el intérprete EiC ANSI C desarrollado por Ed Breen, así como entornos interactivos como Hawk y CvEnv (escritos en MFC y TCL, respectivamente) que utilizan el intérprete EiC. También cuenta con el intérprete Ch ANSI C ofrecido y

mantenido por SoftIntegration, junto con un entorno de cálculo numérico y simbólico de alta calidad para Matlab® creado por Mathworks.

La biblioteca OpenCV se centra principalmente en la visión por computadora en tiempo real. Sus diversas aplicaciones abarcan campos como la interacción hombre-máquina (HCI), la segmentación y detección de objetos, el reconocimiento de gestos, el seguimiento de movimientos, la estructura de movimiento (SFM), así como las raíces móviles.

OpenCV tiene varias funciones clave que son la base del uso de la biblioteca como leer y escribir imágenes acceder a sus propiedades etc. Y que estas características combinadas con el lenguaje Python se utilizan para realizar operaciones más complejas (OpenCVTeam Main Functions, 2017)

La biblioteca OpenCV tiene muchos paquetes de alto nivel para desarrollar apps visuales. Se puede agrupar en bibliotecas C /C++ de usuario avanzadas y en herramientas de scripting de usuario de nivel medio que en este caso son ideales para practicar diferentes técnicas de procesamiento visual y de imágenes. HighGUI y CvCam pertenecen al primer grupo mientras que Hawk y OpenCV Toolbox para Matlab® pertenecen al segundo grupo.

2.2.3. *Biometría*

2.2.3.1. Visión artificial.

A pesar de que la visión por computadora industrial comparte muchos algoritmos y enfoques con las aplicaciones académicas, educativas y gubernamentales, sus restricciones son distintas. Los sistemas de visión artificial se apoyan en sensores digitales que se encuentran protegidos en cámaras industriales equipadas con ópticas especializadas para capturar imágenes, lo que permite que el hardware y el software procesen, analicen y midan diversas características con el propósito de tomar decisiones. Estos sistemas también tienen la capacidad de realizar mediciones específicas, como determinar el espacio de una bujía o proporcionar información de ubicación que guía a un robot en la alineación de piezas dentro de un proceso de fabricación.

La definición de Marr (1982), es la definición más adecuada para el

concepto de visión artificial incluye tres aspectos clave: la visión se aborda como un proceso computacional, la descripción obtenida depende del observador y se destaca la importancia de la reducción de información, es decir, la eliminación de información innecesaria.

El propósito principal de la visión artificial es la captura de información visual relevante del entorno físico mediante procesos automatizados. De acuerdo con la perspectiva de Marr, "la visión consiste en generar una representación útil para el observador a partir de una imagen del mundo exterior que no contiene información superflua". La visión por computadora busca desarrollar algoritmos más avanzados para la obtención de información visual de nivel básico. Aunque está lejos de igualar la percepción visual de los seres vivos, la visión por computadora se demuestra altamente eficaz en tareas visuales repetitivas y desconocidas para los humanos, como la inspección de productos industriales, el conteo de células en imágenes microscópicas o la determinación de la trayectoria de un vehículo en una carretera, por mencionar algunas (Marr, 1982)

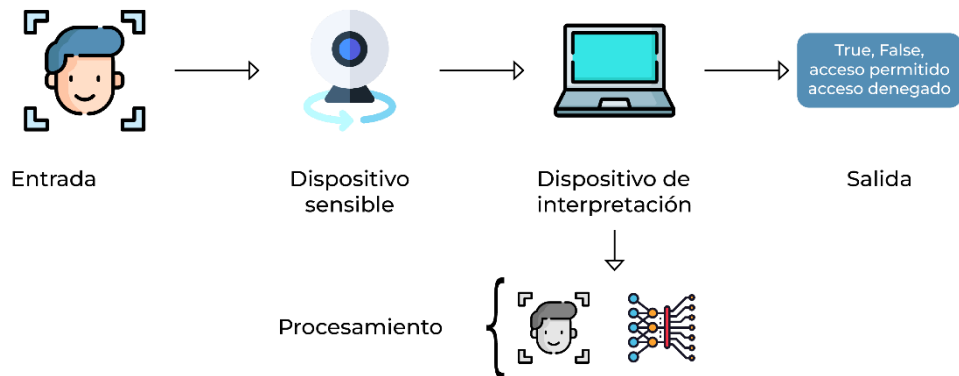
Los dos componentes esenciales del sistema de visión física son: el sistema de captura de imágenes y el sistema de procesamiento de imágenes. En la primera fase, se abordarán los aspectos del subsistema de iluminación, adquisición de imágenes y señales para el sistema informático. Una vez que la señal entra en la computadora, se somete a procesos algorítmicos para su transformación en información de alto nivel. Esta información puede utilizarse para la representación visual, como insumo en la planificación de robots, o como fuente de datos para un controlador lógico programable. En resumen, diversos dispositivos periféricos pueden recibir y asociarse con esta información en el sistema de procesamiento de imágenes (Marr, 1982)

a. Procesamiento de imágenes.

Las imágenes que se procesan en una computadora se capturan mediante una cámara de video y se almacenan en la memoria de la máquina a través de una tarjeta de captura de video. La señal que se maneja es bidireccional y se basa en valores discretos. Los componentes individuales de la matriz se denominan píxeles, y se accede a esta información fundamental indicando las filas y columnas correspondientes. El punto de partida de la imagen se encuentra en la esquina superior izquierda. El eje horizontal corresponde a las columnas, mientras que el eje vertical corresponde a las filas. Para ubicar los píxeles, se utilizan índices enteros, y el valor de cada píxel se representa mediante una función, denotada como $f(x, y)$, donde "x" representa el índice de la fila y "y" corresponde al índice de la columna.

Figura 3

Procesamiento de imágenes



b. Etapas.

A pesar de que cada aplicación de visión artificial presenta sus peculiaridades individuales, se puede identificar un conjunto de pasos comunes en su funcionamiento. Estos pasos no siempre se mencionan o se implementan en su totalidad en una aplicación en particular; a veces, se utiliza solo un subconjunto de estos pasos según las necesidades específicas. Por otro lado, aunque la exposición muestra una secuencia cronológica de un período a otro, esta simplificación no es práctica; Se hace para facilitar la comprensión y en la implementación siempre hay retroalimentación entre las diferentes etapas.

Según Marr (1982), el primer paso es construir el sistema de imágenes. El propósito de la visión artificial es realzar las características visuales de un objeto, como su forma, textura, colores y sombras, a través de técnicas fotográficas que incluyen la manipulación de la luz, la óptica, la cámara, los filtros y la pantalla. El éxito de muchas aplicaciones depende en gran medida de un diseño eficaz en esta fase inicial.

Una vez que se obtiene la imagen, se procede a la etapa de preprocesamiento cuyo objetivo es mejorar la calidad de la información resultante. Esto engloba operaciones para mejorar la relación señal/ruido (reducción de ruido), minimizar imperfecciones derivadas de la adquisición de imágenes (deconvolución), ajustar la imagen, mejorar el contraste, optimizar la distribución de intensidad (mejora) o resaltar características específicas como bordes o áreas.

La siguiente fase es la segmentación, en la que la imagen se divide en áreas de interés. Por ejemplo, en una imagen satelital, esto implica identificar cuerpos de agua, zonas cultivadas, áreas urbanas, carreteras, etc. Diversas técnicas se aplican, como umbralización, detección de discontinuidades, crecimiento de regiones, uso de información de color o movimiento, entre otros.

Una vez que la imagen se ha segmentado en áreas con características distintivas, se procede a la extracción de dichas características. Estas pueden ser principalmente de naturaleza morfológica, como área, circunferencia, excentricidad, momento de inercia y esqueleto, pero también se pueden utilizar características basadas en textura o color.

Otros autores han propuesto diferentes enfoques para describir las etapas de la visión artificial. Un enfoque clásico, proporcionado por González y Woods (2002), se basa en tres niveles de información: bajo, medio y alto. La información de bajo nivel se obtiene a través de las etapas de adquisición y procesamiento, la información de nivel medio se relaciona con la segmentación y la extracción de características, mientras que la información de alto nivel está vinculada a los pasos de identificación e interpretación. Un aspecto valioso de esta presentación es la centralidad del conocimiento en todas estas etapas del proceso.

Los desafíos involucrados en el análisis de imágenes son extremadamente complicados y demandan un conocimiento previo de sus particularidades. La

mayoría de las escenas procesadas por Machine Vision siguen una estructura definida, lo que implica que todos los elementos de iluminación están establecidos y son predecibles. En contraste, una escena no estructurada presenta objetos impredecibles y cambios en la iluminación a lo largo del tiempo. Por supuesto, la complejidad de los entornos no estructurados supera en la actualidad el alcance de la visión por computadora, involucrando disciplinas relacionadas. Los proyectos de Visión Artificial suelen ser de naturaleza multidisciplinaria, ya que la ejecución de las diversas etapas mencionadas requiere el dominio de técnicas tales como:

- **Fotografía y Óptica.** Establecer las condiciones lumínicas apropiadas durante la adquisición de las imágenes a menudo implica la aplicación de métodos especializados de fotografía y videografía. Esta labor incluye la elección de la lente y la cámara adecuadas, la utilización de filtros y polarizadores, así como la implementación de técnicas de iluminación mediante reflectores y la selección de fuentes de luz apropiadas. Estas son algunas de las habilidades esenciales en este contexto (King, 2021).
- **Procesamiento Digital de las Imágenes (Image Processing).** Se refiere a los algoritmos informáticos que transforman la imagen digital adquirida en otra que destaque detalles de mayor importancia. La distinción entre el procesamiento de imágenes y la visión artificial a menudo es ambigua (Woods, 2010).
- **Reconocimiento de Patrones (Pattern Recognition).** Dentro del campo de la Inteligencia Artificial, se focaliza en la categorización de señales y la identificación de patrones que existen en estas señales. Esto abarca técnicas que involucran clasificadores estadísticos, Redes Neuronales, Sistemas Expertos, Lógica Borrosa, entre otros (Bishop, 2006).
- **Computación Gráfica (Computer Graphics).** presenta el problema inverso de la Visión Artificial. Si en Visión se desea extraer las características físicas de las imágenes, la Computación Gráfica se dedica a la presentación visual de los modelos geométricos. Cada vez más, la Visión Artificial emplea la Computación Gráfica para representar las conclusiones extraídas del análisis de las imágenes adquiridas. La naturaleza del proyecto hace que se incida en una disciplina más que en otra. Por ejemplo, en un problema de inspección visual de piezas, la parte de la formación de las imágenes suele ser fundamental, mientras que un análisis de imágenes de una tomografía tiene

más importancia el procesamiento y la computación gráfica (John F. Hughes, 2013).

2.3. Definiciones conceptuales

- **Librería de software.** Bibliotecas de software, también conocidas como bibliotecas de clases, son herramientas comunes en la programación orientada a objetos que ofrecen los fabricantes de software. Estas bibliotecas contienen una serie de clases y funciones que facilitan la creación de programas. La ventaja principal de utilizar una biblioteca radica en la posibilidad de reutilizar y personalizar el código existente, que ha sido previamente verificado y optimizado por los desarrolladores responsables de crear la biblioteca (Joyanes, 2008)
- **OpenCV.** Se trata de una biblioteca de visión artificial de código abierto que fue inicialmente desarrollada por Intel. Desde la introducción de su primera versión alfa en enero de 1999, ha sido empleada en una amplia variedad de aplicaciones, abarcando desde sistemas de seguridad con capacidad de detección de movimiento hasta aplicaciones de control de procesos que demandan capacidades de reconocimiento (OpenCVTeam Main Functions, 2017)
- **Biometría.** Según el INCIBE (2006), La tecnología biométrica se describe como un conjunto de métodos automatizados que se emplean para identificar a las personas a través del análisis de sus características físicas o comportamentales. Según la técnica biométrica específica utilizada, se consideran diferentes parámetros, como las huellas dactilares, la morfología de la mano, la voz, las características faciales, entre otros. Estos parámetros sirven como base para crear un modelo único para cada individuo, que se utiliza en futuras comparaciones. La tecnología biométrica se aplica en dos fases: el registro y la autenticación.
- **Imágenes obtenidas.** La visión artificial capacita para desarrollar algoritmos y aplicaciones que permiten interpretar el contenido de una imagen, lo que posibilita la obtención de información tridimensional de un objeto al capturar, recibir y procesar una o más imágenes digitales bidimensionales del objeto. Traducir el significado de ciertos tipos de imágenes, como escenas naturales o rasgos faciales, representa un desafío complejo para las máquinas. No obstante, el análisis cuantitativo de imágenes se considera una tarea relativamente sencilla para los sistemas de visión artificial (Gonzalez & Woods, 2002)

- **Proceso de bajo nivel.** Hace referencia a acciones fundamentales como la captura o adquisición de imágenes y la etapa de preprocesamiento, que tiene como objetivo reducir el ruido y mejorar el contraste y la nitidez de la imagen. Un aspecto relevante de estas operaciones radica en que sus insumos y resultados se presentan en formato visual (Gonzalez & Woods, 2002)
- **Procesos de nivel medio.** Se hacen referencia a acciones como la segmentación y caracterización de los objetos individuales que se encuentran en una escena, con el propósito de transformarlos en una forma apropiada para su procesamiento, reconocimiento y análisis informático. Un aspecto esencial de estos procedimientos es que, aunque suelen tomar imágenes como entrada, sus resultados consisten en características extraídas de las imágenes, tales como bordes, contornos o identificaciones de los objetos presentes en la imagen (Gonzalez & Woods, 2002)
- **Procesos de nivel superior.** Se refieren a operaciones que reconocen un conjunto de objetos en una imagen y realizan funciones cognitivas normalmente asociadas con la visión, conocidas como procesos interpretativos. Aunque estos pasos son obviamente secuenciales, no es necesario que lo sean, y pueden ocurrir interacciones entre diferentes niveles, incluida la retroalimentación de niveles superiores a inferiores (Gonzalez & Woods, 2002)
- **Procesamiento de imágenes.** El tratamiento digital de imágenes, siguiendo la perspectiva de Berrocal, Löfgren, Lundgren, Görander y Halldén (Berrocal et al. 2016) Se enfoca en tres etapas secuenciales, a saber, la umbralización, la limpieza y el filtrado. De acuerdo a los autores, en cada una de estas etapas se llevan a cabo una serie de tareas para obtener la información requerida utilizando imágenes en formato RGB, que incluye tres capas de colores.). (Michalska-Poggoga et al., 2016)

El umbral se realiza seleccionando bandas de intensidad y manipulando los valores del histograma de cada clase. Por otro lado, el filtrado de características se realiza mediante análisis espacial en busca de objetos y geometrías (Bouchet, 2016)

- **Reconocimiento facial.** Según Delbiaggio (2017), en el ámbito de la informática,

el reconocimiento facial se incluye en el campo de la visión por computadora. Históricamente, el reconocimiento facial ha sido utilizado principalmente por las fuerzas militares. Para comprender mejor este tema, es fundamental definir la visión por computadora, dado que el reconocimiento facial se considera una parte integral de este campo. La visión por computadora se refiere a un conjunto de técnicas y procesos que se utilizan para capturar y procesar imágenes del mundo real con el propósito de obtener información digital que puede ser gestionada por computadoras.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Planteamiento metodológico

3.1.2. Tipo de la investigación

Aplicada distinguiéndose por su enfoque práctico y su objetivo de resolver problemas o aplicar conocimientos en situaciones reales. En esta metodología, se busca generar soluciones concretas y aplicables en el ámbito profesional o social. Se basa en la aplicación directa de los resultados obtenidos mediante la investigación, ya sea para mejorar procesos, tomar decisiones informadas o diseñar estrategias efectivas. Actúa como un vínculo entre la teoría y la práctica, donde se convierten los descubrimientos científicos en acciones palpables que influyen en la sociedad y en las organizaciones. Este enfoque resulta esencial para afrontar los desafíos contemporáneos y promover el desarrollo y bienestar de las personas. (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018)

3.1.2. Nivel de la investigación

Explicativa, ya que pretende ampliar el conocimiento existente sobre algo de lo que sabemos poco o nada. Este método se centra en los detalles, lo que permite aprender más sobre un fenómeno. Para resumir, lo que hace el investigador es comenzar con un concepto amplio y pasar a examinar aspectos específicos en profundidad. (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018)

3.1.3. Diseño de la investigación

El diseño experimental implica manipular deliberadamente una o más variables independientes para observar cómo afectan a una o más variables dependientes, manteniendo bajo control otros factores que podrían influir en los resultados. En este tipo de diseño, los participantes o unidades de estudio son asignados aleatoriamente a diferentes grupos o condiciones experimentales. Se aplica un tratamiento o intervención a uno o más de estos grupos, mientras que otros actúan como controles o reciben un tratamiento alternativo. Gracias a este diseño, es posible establecer relaciones causales entre variables al mantener controladas cuidadosamente las condiciones del estudio. Se considera uno de los diseños más sólidos para evaluar el impacto de una intervención o tratamiento en un entorno controlado. (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018)

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

Está formada la población por trabajadores de ambas instituciones las cuales se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 3
Población

Instituciones	Género	Cantidad	Total
Proyecto Especial Regional Pasto Grande (PERPG) (Personal administrativo)	Masculino	13	29
	Femenino	16	
Dirección Regional de Promoción del Trabajo y Empleo de Moquegua (DRTPE) (Personal administrativo)	Masculino	14	26
	Femenino	12	
	Total		55

3.2.2. Muestra de estudio

Según Arias (2012) cuando la población es pequeña: Recomendación sobre demarcación poblacional: "Cuando toda la población, en función de su tamaño, es accesible, no se requerirá tomar una muestra de la misma. Por eso, será posible relevar u obtener datos de toda la población objetivo", por ello se usará el total de la población.

3.3. Equipos y materiales

El instrumento que se empleará será una librería elaborada en OpenCV, en el cual se obtendrá todos los datos y resultados que luego serán procesados en la muestra probabilística. Su objetivo fue medir el aporte de la aplicación de la librería ya mencionada. Su aplicación fue individual y el tiempo de duración se calcula fue aproximadamente 30 minutos.

Tabla 4

Especificaciones de aplicaciones usadas

Software	Versión	Licencia
Sistema Operativo	Windows 11 Pro (64 bits) 10.0 Compilación 22621	Licencia Comercial
PyCharm	Versión 2021.1.2	Licencia para estudiante
IBM SPSS software	Versión de Prueba	Licencia de prueba
Office 365	Versión Profesional Plus	Licencia para estudiante
Python	Versión 3.11.1(64 bits)	Licencia gratuita

3.3.1. Acciones y actividades para la ejecución del proyecto

Tabla 5

Acciones y actividades para la ejecución del proyecto

Actividad	Responsable	Duración (Días)	Producto
Creación de la librería	Tesista	64 días	Librería LBPH en OpenCV
Recolección de imágenes de entrenamiento	Tesista	10 días	Obtención del dataset
Procesamiento de datos	Tesista	10 días	Optimo uso de los datos
Proceso de entrenamiento	Tesista	12 días	Buen funcionamiento de los recursos
Proceso de test	Tesista	12 días	Funcionamiento de la librería
Mejoras o validación de la librería	Tesista	19 días	Corrección de la librería
Evaluación de la identificación de Rostro	Tesista	12 días	Evaluar el rendimiento de la librería.

3.4. Procedimiento de las pruebas experimentales

3.4.1. Recolección de imágenes de entrenamiento

Para poder implementar nuestra aplicación utilizando la librería de reconocimiento facial se necesita un dataset de imágenes que serán obtenidas de la captura de rostros de los trabajadores de la Dirección de trabajo y el Proyecto Pasto Grande. Por lo tanto, uno de los objetivos es la adquisición de imágenes en tiempo real. Para lograrlo, se desarrolló un archivo Python denominado `capture_dataset.py`, diseñado específicamente para capturar

imágenes en tiempo real de los empleados de la empresa mencionada. Posteriormente, estas imágenes se convierten a escala de grises mediante el uso de la función `cv2.cvtColor()`, la cual se encuentra dentro de la biblioteca OpenCV. A continuación, se redimensiona la imagen utilizando la función `resize ()`. Luego, se procede a buscar las coordenadas del rostro, si este está presente, con el propósito de almacenarlas.

3.5. Técnicas de recolección de datos

Según Arias (2012), las técnicas de adquisición de datos se refieren a las diversas metodologías o enfoques utilizados para obtener información. Estas técnicas implican la captura de todos los datos emitidos o generados por estos elementos u objetos. Se destacan por ser versátiles, adaptables, y están diseñadas para ser flexibles, lo que significa que pueden ajustarse o ser modificadas según sea necesario.

Para de este estudio, se utilizó como técnica el muestreo probabilístico estratificado. Esta se define como una técnica que pretende dividirse en dos o más niveles del mismo tipo o categoría, en cuyo caso se puede dividir por organizaciones para evaluar la efectividad de la biblioteca (Arias, 2012)

La información representada es de tipo cuantitativo, por lo que las muestras previamente seleccionadas permiten completar la tarea, de igual manera, una vez recolectada la información, se planea representarla gráficamente estadísticas para su posterior interpretación y análisis de los resultados.

A. Instrumentos

Aplicación basada en las sub librerías contenidas en la librería CV2 en OpenCV, con la cual se obtendrá todos los datos y resultados que luego serán procesados en la muestra probabilística. Su objetivo fue medir el aporte de la aplicación de la librería ya mencionada. Su aplicación fue individual y el tiempo de duración se calcula fue aproximadamente 30 minutos.

Definición del ambiente de prueba

Las pruebas se realizaron con las siguientes especificaciones técnicas del hardware y software para la simulación de las consultas a la base de datos por parte de los usuarios, de igual manera para el procedimiento de migración de la base de datos se utilizó el mismo software para ambos sistemas gestores de base de datos

Tabla 6*Especificaciones de Software*

Laptop	
Modelo	MSI GF63 Thin 10SCSR
Procesador	Intel® Core™ i7-10750H CPU@ 2.60GHZ
Memoria RAM	16 GB de RAM
Tarjeta de video	NVIDIA Geforce GTX 1650 Ti with Max-Q Design

Tabla 7*Especificaciones de aplicaciones usadas*

Software	Versión	Licencia
Sistema Operativo	Windows 11 Pro (64 bits) 10.0 Compilación 22621	Licencia Comercial
PyCharm	Versión 2021.1.2	Licencia para estudiante
IBM SPSS software	Versión de Prueba	Licencia de prueba
Office 365	Versión Profesional Plus	Licencia para estudiante
Python	Versión 3.11.1(64 bits)	Licencia gratuita

3.6. Técnicas de procesamiento de datos

3.6.1. Librería LBPH elaborada en OpenCV.

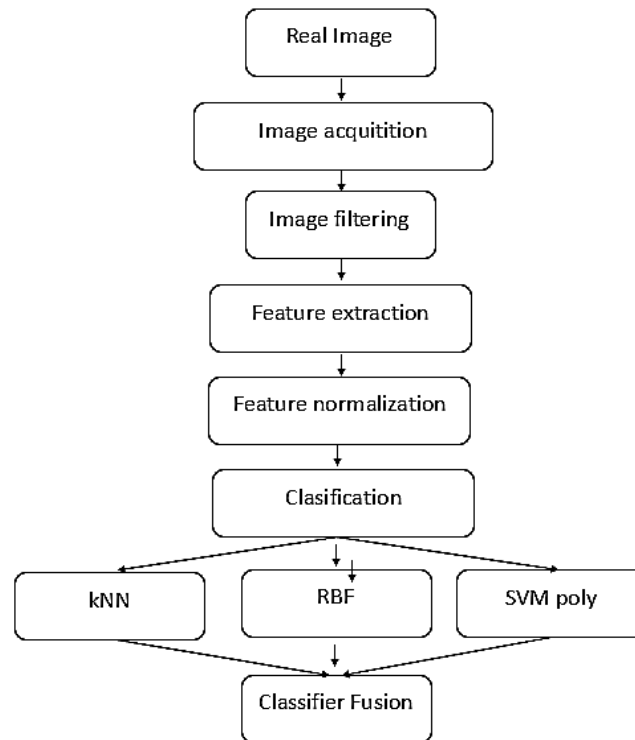
Al-Dulaimi et al. (2020) en su artículo: “Review of local binary pattern operators in image feature extraction. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science”, explica la evolución del algoritmo LBPH, y sus diferentes adaptaciones con respecto a diferentes desafíos que tenía al principio de su elaboración dado el caso de la rotación, la uniformidad y otros, al final del artículo lo denomina como un poderoso descriptor de textura invariable en escala de grises, viendo su gran facilidad en la extracción de una característica de textura, siendo este el motivo para usar este algoritmo en esta investigación.

Para procesar los datos se utilizará un sistema difuso, que es una de las técnicas de inteligencia artificial más utilizadas en el procesamiento de imágenes digitales.

En los últimos años se ha desarrollado el procesamiento de imágenes digitales mediante lógica difusa, aquí se muestran algunas aplicaciones como la realizada por Amir Mollajan, et al. (2016), con el objetivo de desarrollar un algoritmo para identificar cinco tipos de huecos en rocas carbonatadas. El algoritmo se desarrolla en 5 pasos como se muestra en la Figura 3, es decir, filtrado y segmentación, para separar los vacíos por color; Extraiga características en él aplicando muestras de características de máscara obtenidas para una clasificación adicional; Los pasos finales incluyen la aplicación de 3 procedimientos diferentes para la clasificación de muestras.

Figura 4

Ejemplo de aplicación de operador LBP



Nota: Tomado de (Mollajan et al. 2016)

Luego, se utilizará el software IBM SPSS Statistics 2x en su versión de prueba para obtener y calcular los resultados. SPSS es un programa estadístico que combina capacidades de análisis de datos y visualización gráfica en una sola plataforma, lo que simplifica tanto la evaluación estadística de los datos como la representación gráfica de los mismos (Pedroza & Dicoovskyi, 2007)

3.6.2. Tratamiento de datos

Respecto al procesamiento de los datos recopilados mediante la guía de observación, se realizó un análisis descriptivo con el apoyo del software estadístico SPSS. Utilizando este programa, se calcularon medidas de tendencia central y se generaron gráficos para examinar la distribución de los datos. Además, se empleó Microsoft Excel para crear representaciones gráficas que contribuyeran a la comprensión de los datos recabados en relación a cada sistema de gestión de bases de datos.

En cuanto al análisis inferencial de la variable de estudio, dado que no se cumplieron las condiciones necesarias para aplicar pruebas paramétricas, se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para llevar a cabo pruebas de hipótesis. Este análisis compara las medianas de dos conjuntos de datos independientes, ya sea que provengan de poblaciones idénticas o de una misma población, en situaciones en las que no se cumple el supuesto de que los datos siguen una distribución normal (Ramírez & Polack, 2020). Para ello, se combinan las dos muestras, se ordenan de manera ascendente y se comparan los promedios de las muestras en los datos combinados.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de las pruebas experimentales

A. Proceso de entrenamiento

Figura 5

Proceso de entrenamiento



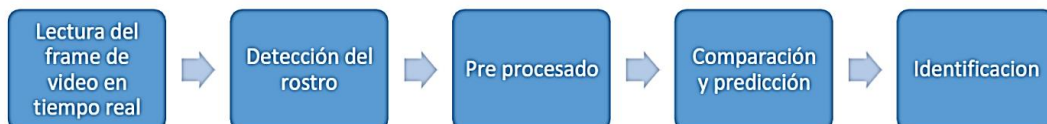
Esta fase entrena al sistema para que reconozca rostros. Se requiere una cantidad suficiente de imágenes de personas para un entrenamiento eficiente. Cuenta con los siguientes pasos:

- Para cada imagen obtenida, se detectará el rostro y se pre procesa para solo obtener rostros.
- Ya teniendo la imagen pre procesada, continuamos con la extracción de características con los clasificadores Haar.
- Luego, pasamos a usar un modelo LBP (Local Binary Patterns) el cual entrenamos con las imágenes y sus etiquetas.
- Finalmente, obtener los coeficientes de la imagen de entrenamiento.

B. Proceso de test

Figura 6

Proceso de Test

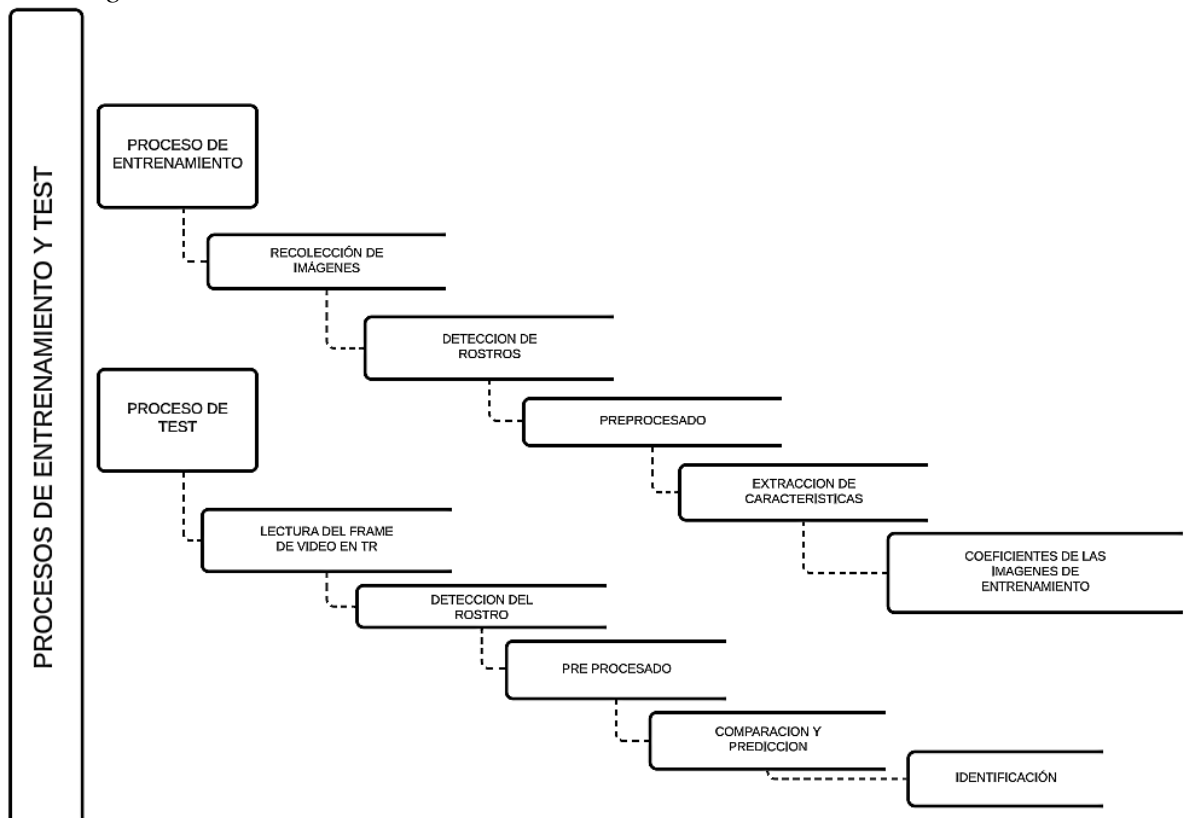


Después de completar la fase de entrenamiento, pasamos al test que se basa de:

- Empleamos el modelo previamente entrenado junto con la cámara en tiempo real.
- Capturamos el fotograma y lo almacenamos.
- Transformamos la imagen en escala de grises.
- Ajustamos las dimensiones de la imagen.
- Localizamos las coordenadas del rostro y registramos su posición.
- Luego, realizamos una predicción para el reconocimiento facial.
- Dibujamos un rectángulo en torno a las coordenadas del rostro e indicamos el nombre de la persona identificada.
- En caso de que la predicción supere el valor de 101, consideramos que se trata de un desconocido, y entonces trazamos un rectángulo y, en la parte superior, incluimos el texto "desconocido".

Figura 7

Cuadro general



4.2. Presentación y análisis de los resultados

4.2.1. Análisis descriptivo

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el desempeño del sistema de reconocimiento facial aplicado en 3 situaciones, por cada uno de los indicadores:

A. Tasa de recuperación de detección de rostros.

Con respecto al indicador que es la tasa de detección de rostros en la cual:

Velocidad de recuperación = #caras detectadas (excluyendo conteos repetidos causados por el algoritmo y falsas detecciones de no caras) / # total de caras válidas.

$$VR = CD / CV * 100\%$$

Los resultados indican que el algoritmo tiene una capacidad variable para detectar caras válidas, lo que puede depender de factores como la calidad de la imagen, la iluminación, la posición de las caras, entre otros. En general, un porcentaje de éxito del 100% sería el ideal, pero en la práctica, se espera que el algoritmo tenga una tasa aceptable de éxito que permita su aplicación en situaciones reales (Ver tabla 10)

B. Tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o en listas blancas.

Tasa de precisión en la coincidencia de caras en la lista negra o en la lista blanca = Número de caras en la lista negra o en la lista blanca que coinciden correctamente / Número real de caras en la lista negra o en la lista blanca que aparecen x 100%.

$$TP = CL/NR * 100\%$$

Los resultados indican que la tasa de precisión en el emparejamiento de caras en la lista negra o blanca mejora a medida que se realizan más intentos. Además, los resultados también sugieren que la precisión puede variar significativamente entre diferentes intentos y que es importante realizar múltiples intentos para obtener una evaluación precisa de la tasa de precisión (Ver tabla 11)

C. Tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales

Una cara de destino aparece X veces en imágenes tomadas por el IPC especificado dentro de un período específico. Durante la búsqueda de la imagen de la cara, si la cara del objetivo aparece M veces en los primeros N resultados de búsqueda (Ver tabla 12), la fórmula de cálculo es la siguiente:

Tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales

$$= M / \text{Min}(X, N) \times 100\%$$

4.3. Contrastación de hipótesis

4.3.1. Análisis inferencial

A. Prueba de normalidad

Los datos fueron sometidos a un análisis con un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5%. Se formularon las siguientes hipótesis:

Ho: Los datos se originan a partir de una distribución normal.

Hi: Los datos no se originan a partir de una distribución normal.

El test de Kolmogorov-Smirnov se empleó para evaluar la normalidad de una muestra, siendo adecuado para muestras de tamaño grande ($n > 30$), aunque su aplicación es válida tanto para muestras grandes como para muestras pequeñas (Guisande González, 2013)

En el contexto del indicador de tiempo de respuesta, se optó por emplear la prueba de Kolmogorov-Smirnov debido a que la cantidad de valores supera los 30.

- En caso de que el valor P sea mayor o igual que α , se procede a aceptar la hipótesis nula (Ho).
- Si el valor P es menor que α , se acepta la hipótesis alternativa (Hi).

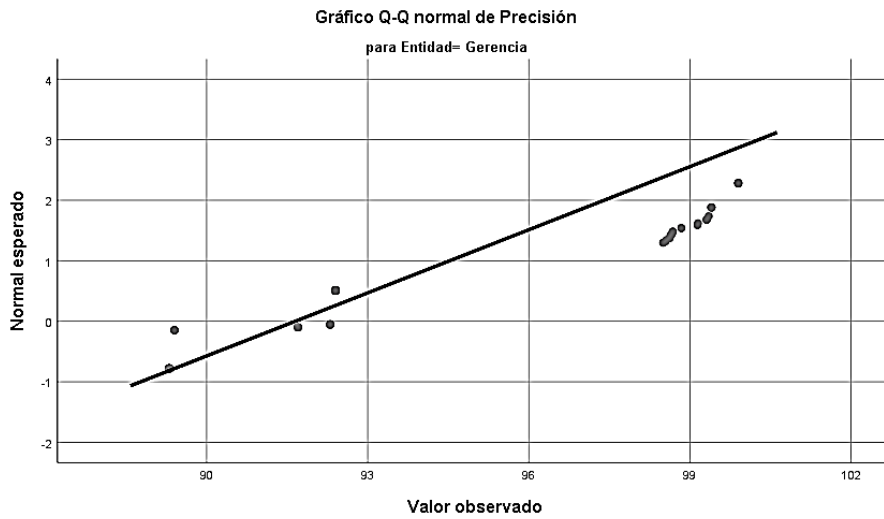
El valor de referencia α se fijó en 0,05.

Se llevó a cabo la prueba y los resultados obtenidos son los siguientes:

En la figura 8 y 9 se puede observar la distribución de la Precisión en cada entidad.

Figura 8

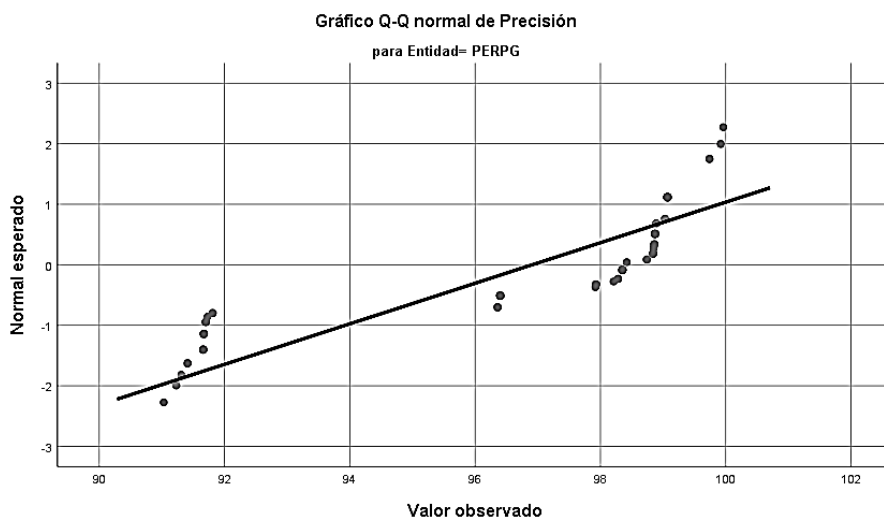
Resultados de precisión en la DRTPE



Nota: Elaborado con SPSS

Figura 9

Resultados de precisión en el PERPG



Nota: Elaborado con SPSS

Se puede apreciar que las dos mediciones de precisión no presentan una distribución normal de los datos esperada, ya que muchos de ellos no siguen la línea diagonal que representa la tendencia normal. A pesar de esto, se observa que el sistema PERPG tiene una mayor dispersión de datos en comparación con la otra entidad.

A continuación, se calcula el valor P utilizando la siguiente tabla proporcionada por SPSS al aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Tabla 8

Prueba de normalidad de la precisión

Pruebas de normalidad				
		Kolmogorov-Smirnov ^a		
Entidad		Estadístico	gl	Sig.
Precisión	Gerencia	0,299	266	0,000
	PERPG	0,284	86	0,000

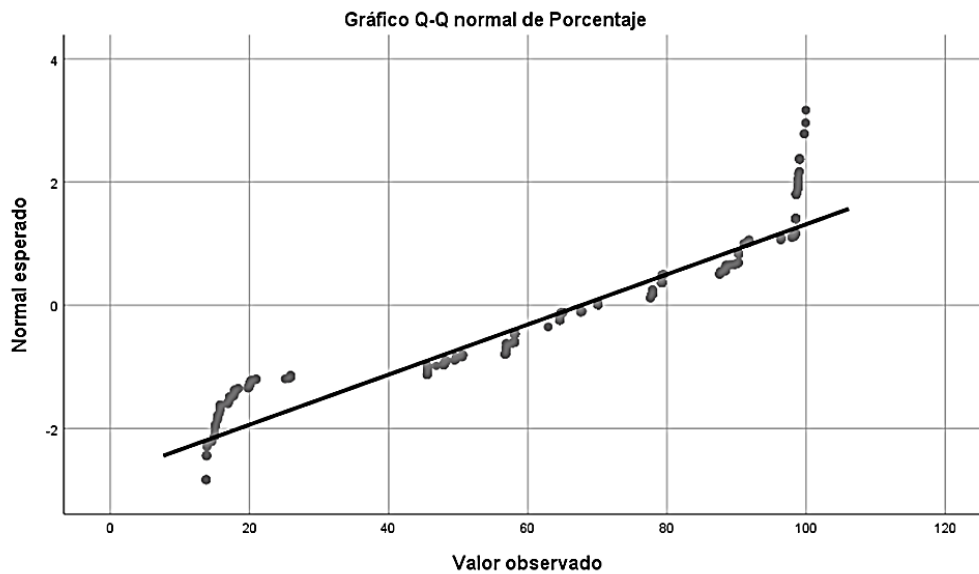
Nota: Elaborado con SPSS

Los resultados de las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov sugieren que los datos de ambas muestras pueden no seguir una distribución normal, dependiendo del valor de p.

Prueba de normalidad para cada hipótesis derivada.

Figura 10

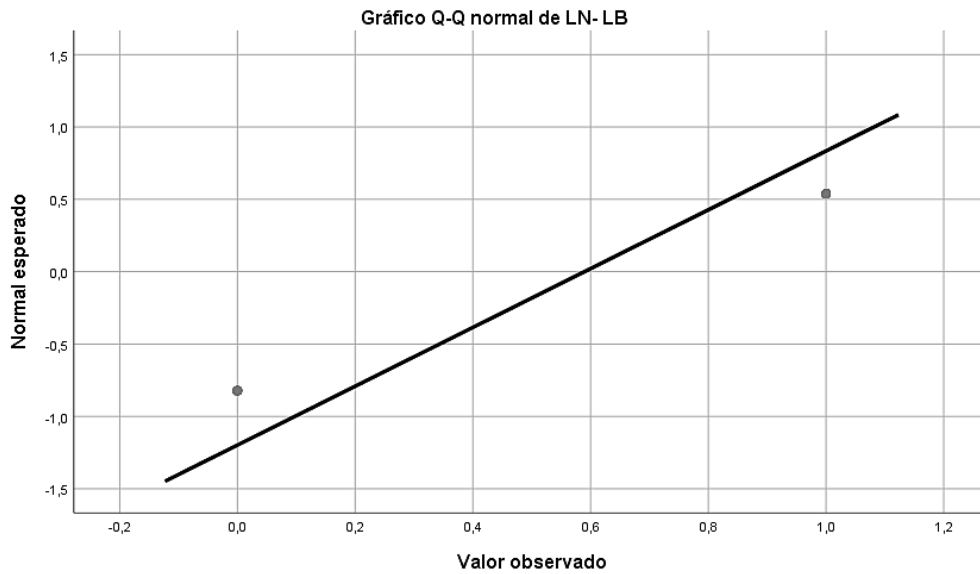
Resultados de la Tasa de recuperación de reconocimiento de rostros



Nota: Elaborado con SPSS

Figura 11

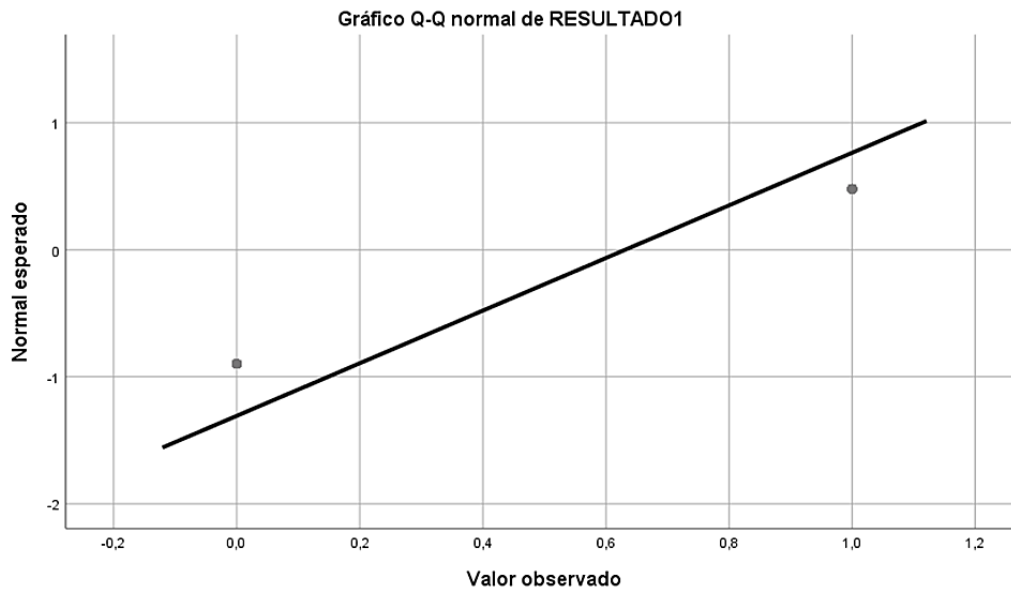
Resultados de la Tasa de precisión en el emparejamiento de lista negras y listas blancas.



Nota: Elaborado con SPSS

Figura 12

Resultados de la Tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales



Nota: Elaborado con SPSS

Se puede apreciar de igual manera en las 3 mediciones de precisión no presentan una distribución normal de los datos esperada, ya que muchos de ellos no siguen la línea diagonal que representa la tendencia normal, en el caso de la tasa de listas negras y blancas y la búsqueda de imágenes faciales sigue tiene dos valores tanto positivo como negativo a diferencia de la recuperación de rostros que si cuenta con un porcentaje.

Luego, se calcula el valor P utilizando la tabla proporcionada por SPSS al aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Figura 13

Prueba de normalidad de la Tasa de recuperación de reconocimiento de rostros

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje	,116	1299	,000	,908	1299	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Elaborado con SPSS

Figura 14

Prueba de normalidad de la Tasa de precisión en el emparejamiento de lista negras y listas blancas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESULTADO1	,409	1299	,000	,611	1299	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Elaborado con SPSS

Figura 15

Prueba de normalidad de la Tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VALOR1	,387	1299	,000	,625	1299	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Elaborado con SPSS

Los resultados de las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov sugieren que los datos de las tres muestras pueden no seguir una distribución normal, teniendo como Pvalor 0,00.

4.3.2. Prueba de hipótesis

4.3.2.1. Hipótesis General.

H0: El nivel de precisión de reconocimiento facial de servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH no es significativamente alto.

H1: El nivel de precisión de reconocimiento facial de servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH es significativamente alto.

4.3.1.2. Hipótesis Derivadas

a. Primera hipótesis derivada.

H0: La tasa de recuperación de detección de rostros de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH no es aceptable.

H1: La tasa de recuperación de detección de rostros de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH es aceptable.

b. Segunda hipótesis derivada.

H0: La tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o listas blancas de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH no es aceptable.

H1: La tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o listas blancas de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH es aceptable.

c. Tercera hipótesis derivada

H0: La tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH no es aceptable.

H1: La tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH es aceptable.

Para este análisis, se fijó un nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Dado que nuestros datos no se ajustan a una distribución normal, recurrimos al estadístico de prueba de hipótesis para la comparación de medianas, como se detalló en la sección de selección de pruebas estadísticas en esta investigación.

Se llevó a cabo la prueba y se obtiene el valor P mediante la siguiente tabla proporcionada por SPSS.

Figura 16

Prueba no paramétrica hipótesis general

Resumen de prueba de hipótesis			
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 La distribución de Precisión es normal con la media 92,93 y la desviación estándar 3,679.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 ¹	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

¹Lilliefors corregida

Nota: Elaborado con SPSS

Según los resultados obtenidos en la prueba de hipótesis, se concluye que se acepta H1, por lo tanto, El nivel de precisión de reconocimiento facial de servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH es significativamente alto.

Figura 17

Prueba no paramétrica primera hipótesis derivada

	Porcentaje
U de Mann-Whitney	53414,000
W de Wilcoxon	147375,000
Z	-10,993
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Variable de agrupación: Intento

Nota: Elaborado con SPSS

De acuerdo a los resultados derivados de la prueba de U de Mann-Whitney, se llega a la conclusión de que se respalda la hipótesis alternativa (H1). Por lo tanto, se considera que la tasa de detección y recuperación de rostros de los servidores públicos que utilizan mascarillas mediante el algoritmo LBPH es satisfactoria.

Figura 18

Prueba no paramétrica segunda hipótesis derivada

	RESULTADO 1
U de Mann-Whitney	48279,500
W de Wilcoxon	142240,500
Z	-14,495
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Variable de agrupación: Intento

Nota: Elaborado con SPSS

A partir de los resultados obtenidos en la prueba de U de Mann-Whitney, se llega a la conclusión de que se acepta H1, por lo tanto, La tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o listas blancas de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH es aceptable.

Figura 19

Prueba no paramétrica tercera hipótesis derivada

Estadísticos de prueba^a	
	VALOR1
U de Mann-Whitney	45032,000
W de Wilcoxon	138993,000
Z	-15,325
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Variable de agrupación: Intento

Nota: Elaborado con SPSS

En base a los resultados obtenidos en la prueba de U de Mann-Whitney, se puede concluir que se respalda la hipótesis alternativa (H1). En consecuencia, se considera que la precisión en la búsqueda de imágenes faciales de los servidores públicos que usan mascarillas mediante el algoritmo LBPH es satisfactoria.

CAPÍTULO V. DISCUSION

5.1. Pruebas de validación del modelo experimental

A. Tasa de recuperación de detección de rostros.

Tabla 9

Resultados de recuperación de rostros

Intento	# caras detectadas	# caras válidas	Velocidad de recuperación	Tasa de recuperación (%)
1	10	12	0,83	83,33
2	5	7	0,71	71,43
3	14	15	0,93	93,33

El porcentaje de la Tasa de recuperación de la tabla 10 representa la eficiencia del algoritmo de reconocimiento facial en cada uno de los tres intentos realizados en la prueba. En el primer intento se utilizaron los rostros de la Dirección de Trabajo, el algoritmo logró detectar correctamente el 83.33% de las caras válidas, en el segundo intento se utilizaron los rostros del PERPG el porcentaje de éxito disminuyó al 71.43%, y en el tercer intento se utilizaron otros rostros el porcentaje de éxito aumentó nuevamente al 93.33%.

Tabla 10

Resultados de tasa de precisión

Intento	Coincidencias correctas	Caras reales	Tasa de precisión (%)
1	1700	2050	82,93
2	290	318	91,19
3	162	170	95,29

Nota: Elaborado con SPSS

En la tabla anterior se muestran los resultados de tres intentos diferentes para emparejar caras en una lista negra o blanca. En cada intento, se comparó el número de caras que aparecían en la lista con el número de caras que se identificaron correctamente.

En el primer intento, se identificaron correctamente 1700 de las 2050 caras reales, lo que corresponde a una tasa de precisión del 82,93%. En el segundo intento, se identificaron correctamente 290 de las 318 caras reales, lo que corresponde a una tasa de precisión del 91,19%. En el tercer intento, se identificaron correctamente 162 de las 170 caras reales, lo que corresponde a una tasa de precisión del 95,29%.

Tabla 11

Resultados en reconocimientos faciales

Caso	X	M	N	Tasa de Precisión
1	23	22	28	78,57%
2	14	12	13	92,31%
3	37	34	41	87,18%

En el caso 1 se usaron imágenes de la Dirección del trabajo se evaluaron 23 imágenes y se identificaron correctamente 22 imágenes faciales de un total de 28 disponibles en la base de datos. La tasa de precisión es del 78.57%.

En el caso 2 se usaron imágenes del PERPG, se evaluaron 14 imágenes y se identificaron correctamente 12 imágenes faciales de un total de 13 disponibles en la base de datos. La tasa de precisión es del 92.31%.

En el caso 3 se usaron las dos entidades, se evaluaron 37 imágenes y se identificaron correctamente 34 imágenes faciales de un total de 41 disponibles en la base de datos. La tasa de precisión es del 87.18%.

5.2. Aplicación de la tecnología encontrada

Se obtuvo en la figura 20 el nivel de precisión que se evaluó en cada indicador:

Figura 20

Cuadro de precisión para cada institución

		Descriptivos					
	Entidad		Estadístico	Desv. Error			
Precisión	Gerencia	Media	91,6483	,17640			
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	91,3009			
			Límite superior	91,9956			
		Media recortada al 5%	91,3389				
		Mediana	92,4000				
		Varianza	8,278				
		Desv. Desviación	2,87708				
		Mínimo	89,30				
		Máximo	99,90				
		Rango	10,60				
		Rango intercuartil	3,10				
		Asimetría	1,536	,149			
		Curlosis	1,931	,298			
		PERPG	PERPG	Media	96,9124	,32183	
				95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	96,2726	
					Límite superior	97,5523	
				Media recortada al 5%	97,0670		
Mediana	98,3500						
Varianza	8,907						
Desv. Desviación	2,98450						
Mínimo	91,03						
Máximo	99,96						
Rango	8,93						
Rango intercuartil	2,53						
Asimetría	-1,102			,260			
Curlosis	-,499			,514			

Nota: Elaborado con SPSS

5.3. Contraste con trabajos de investigación similares

Los resultados de la presente investigación indican que la precisión en la Dirección de trabajo fue del 91,64%, mientras que en el Proyecto Pasto Grande alcanzó el 96,91%. Además, los indicadores muestran una Tasa de recuperación de detección de rostros del 83,33%, 71,43% y 93,33% en cada caso respectivamente, así como una Tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o blancas de 82,93 %, 91,19% y 95,29% en cada intento, y una tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales de 78,57%, 92,31 % y 87,18% en cada caso. Comparado con trabajos anteriores en este campo, el resultado de precisión del 91% es muy prometedor. La tecnología de reconocimiento facial ha experimentado avances constantes en los últimos años, y alcanzar una tasa de precisión tan alta es un indicativo de que has utilizado un enfoque sólido y efectivo en tu estudio.

CONCLUSIONES

Es importante precisar que la variable independiente “Librería LBPH en Open CV”, no se ha manipulado o modificado, solo se ha utilizado y es el medio de transporte, elaborándose en Python para poder reconocer, detectar y poder hacer las mediciones necesarias para alimentar los objetivos específicos, más bien en la variable dependiente “Precisión de reconocimiento facial” si se obtiene y genera la precisión dependiente de los datos e imágenes obtenidas luego del entrenamientos y testeos, esto mostrando y guiándonos de la forma de una investigación de diseño descriptivo.

Al comparar el trabajo con investigaciones anteriores es importante tener en cuenta las condiciones específicas en las que se llevaron a cabo los estudios anteriores. Cada investigación puede haber utilizado diferentes conjuntos de datos, algoritmos y métodos de evaluación, lo que puede influir en las tasas de precisión obtenidas. Sin embargo, con una precisión del 91%, siendo una media de los trabajos anteriores no menor al 70%, debido también al entrenamiento y las condiciones que se dieron, debido a esto se obtuvo resultados alentadores, al igual que los indicadores teniendo una mínima de 71,43% y una máxima de 95,29%, debido a que la tasa de precisión en emparejamiento se contaba con más restricciones y se usaba exclusivamente unas listas tanto negras como blancas se obtuvo un mayor grado de precisión, gracias a esto se obtuvo resultados superiores a las otras tasas, con todo lo mencionado anteriormente damos las siguientes conclusiones abarcando los objetivos respectivos.

PRIMERA

El uso del algoritmo LBPH para el reconocimiento facial en servidores públicos portadores de mascarilla ha demostrado un nivel de precisión significativamente alto en los diferentes indicadores evaluados, lo que sugiere que es una técnica efectiva para esta tarea.

SEGUNDA

Los indicadores de la tasa de recuperación de detección de rostros de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH. muestran que En el

primer intento se utilizaron los rostros de la Dirección de Trabajo, el algoritmo logró detectar correctamente el 83,33% de las caras válidas, en el segundo intento se utilizaron los rostros del PERPG el porcentaje de éxito disminuyó al 71,43%, y en el tercer intento se utilizaron otros rostros el porcentaje de éxito aumentó nuevamente al 93,33%.

TERCERA

Los indicadores de Tasa de recuperación de detección de rostros y Tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o blancas, así como en la búsqueda de imágenes faciales, sugieren que el algoritmo LBPH es capaz de detectar y reconocer rostros con alta precisión y que puede ser utilizado en diferentes situaciones donde se requiera esta funcionalidad, teniendo un porcentaje de 82,70%, 89,80%, 86,02% respectivamente.

CUARTA

Los resultados obtenidos en la Dirección de trabajo y en el Proyecto Pasto Grande indican que el algoritmo LBPH es una herramienta útil para el reconocimiento facial en distintos contextos y escenarios, y que puede proporcionar una alta precisión en ambas situaciones, teniendo una precisión en el reconocimiento facial para el PERPG del 96,91%, y para la DRTPE un 91,64% de precisión.

RECOMENDACIONES

Considerando los resultados obtenidos en la investigación, se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

El algoritmo LBPH es una técnica efectiva para el reconocimiento facial en servidores públicos portadores de mascarilla. Se sugiere considerar su uso en diferentes contextos donde se requiera esta funcionalidad.

Dado que la precisión del algoritmo puede depender de factores como la calidad de las imágenes, se recomienda contar con equipos de alta calidad y con iluminación adecuada para obtener mejores resultados.

Es importante considerar la privacidad y seguridad de los datos biométricos de las personas que se sometan a un proceso de reconocimiento facial. Se sugiere implementar medidas de seguridad apropiadas para evitar el acceso no autorizado a esta información.

Se recomienda realizar estudios adicionales que permitan evaluar el rendimiento del algoritmo en situaciones más complejas, por ejemplo, en situaciones donde haya cambios en las condiciones de iluminación, cambios en la apariencia facial de las personas, entre otros.

De igual manera se muestra y solicita para futuros trabajos de investigación abordar el uso de reconocimiento facial en:

Entretenimiento y gaming: En la industria del entretenimiento, el reconocimiento facial se puede utilizar para crear experiencias de juego más inmersivas, como juegos que reaccionan a las expresiones faciales de los jugadores o aplicaciones de realidad virtual que ajustan los entornos según las reacciones emocionales del usuario.

Banca y servicios financieros: Los bancos y las instituciones financieras pueden utilizar el reconocimiento facial como parte de sus medidas de seguridad para verificar la identidad de los clientes en transacciones en línea, retiros de cajeros automáticos o apertura de cuentas bancarias.

Prevención del fraude: En varias industrias, incluyendo seguros, comercio electrónico y telecomunicaciones, el reconocimiento facial se utiliza para detectar y prevenir el fraude al verificar la identidad de los usuarios en transacciones en línea o durante la creación de cuentas.

Gestión de eventos: En eventos masivos como conciertos, conferencias o festivales, el reconocimiento facial puede utilizarse para agilizar el registro de asistentes, mejorar la seguridad y controlar el acceso a áreas VIP.

Gestión de identidades: El reconocimiento facial se puede emplear en la gestión de identidades gubernamentales, como la emisión de pasaportes, la identificación de votantes en elecciones o la prevención del fraude en programas de asistencia social.

Control de fronteras: Los sistemas de reconocimiento facial se utilizan en puertos de entrada y control de fronteras para verificar la identidad de los viajeros y detectar posibles amenazas de seguridad, como personas en listas de vigilancia o buscadas internacionalmente.

Experiencias personalizadas en retail: En el sector minorista, el reconocimiento facial se puede emplear para personalizar la experiencia de compra, ofreciendo recomendaciones de productos basadas en el perfil y las preferencias del cliente identificadas a través del reconocimiento facial.

Investigación científica: En campos como la psicología y la neurociencia, el reconocimiento facial se utiliza para estudiar las respuestas emocionales y las expresiones faciales en diferentes contextos, ayudando a comprender mejor el comportamiento humano.

Control de calidad en fabricación: En entornos de fabricación, el reconocimiento facial se puede utilizar para verificar la identidad de los trabajadores y garantizar que solo personal autorizado tenga acceso a áreas sensibles o equipos especializados.

Reconocimiento de emociones en automóviles: En la industria automotriz, el reconocimiento facial se está integrando en los sistemas de conducción autónoma para detectar el estado emocional del conductor y responder de manera apropiada para mejorar la seguridad vial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahonen, T., Hadid, A., & Pietikäinen, M. (1995). A comparative study of texture measures with classification based on featured distributions. *Pattern Recognition*, *Pattern Recognition 29(1)*, 51-59. doi:10.1016/0031-3203(95)00067-4
- Al-Dulaimi, S., Mostafa, S., Mustapha, A., & Nasrudin, M. (2020). Review of local binary pattern operators in image feature extraction. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 23 - 31.
- Aquilina, K. (2010). Public security versus privacy in technology law: A balancing act? *Computer Law & Security Review 26(2)*, 130-143.
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de investigación, Introducción a la Metodología Científica*. Caracas-Venezuela: Edit. Episteme CA.
- Arroyo, M., Alonso, D., Rivera, B., & Humberto, M. (2019). *Modelo Tecnológico de Reconocimiento Facial para la Identificación de Pacientes en el Sector Salud*. Lima: UPC.
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. New York: Springer.
- Bouchet, A. (2016). Fuzzy mathematical morphology for color images defined by fuzzy preference relations. *Pattern Recognition*, 720–733.
- Bravo, C. J., Ramirez, P. E., & Arenas, J. (2018). Aceptación del Reconocimiento Facial Como Medida de Vigilancia y Seguridad: Un Estudio Empírico en Chile. *Información Tecnológica (online) 29(2)*, 115-122. doi:10.4067/S0718-07642018000200115
- Caballero, F. G., Vidal, M., López, A., & Jerónimo, C. A. (2017). *reconocimiento facial por el método de EIGENFACES*. México: Tecnológico Nacional de México en Celaya.
- Coaquira, G. S. (2022). *Sistema para detectar el estado de somnolencia de conductores de vehículos utilizando visión artificial en la ciudad de Tacna*. Tacna: Universidad Privada De Tacna.
- De la orden, A., & Pimienta, J. (2019). *Metodología de la investigación*. México: Pearson Educación.
- Delbiaggio, N. (2017). *A comparison of facial recognition's algorithms*. Helsinki,

- Finland: University of Applied Science.
- García-Rios, E. E.-H.-M.-M. (2014). *Sistema de Reconocimiento de Rostros Usando Visión Estéreo*. Información Tecnológica.
- Georgiadou, y. F.-H. (2010). *What Kind of Information Society? Governance, Virtuality, Surveillance, Sustainability, Resilience, IFIP Advances in Information and Communication Technology*.
- Gobierno Regional Moquegua. (2021). *Plataforma digital unica del Estado Peruano*. Obtenido de Información Institucional: <https://www.gob.pe/institucion/regionmoquegua-drtpe/institucional>
- Gonzalez, R., & Woods, R. (2002). *Digital Image Processing 2ed*. Nueva Jersey: Prentice Hall.
- González, S. (2019). *Algoritmo de extracción de características faciales para la clasificación de individuos por edad*. Valladolid: Universidad De Valladolid .
- Guisande González, C. V. (2013). *Tratamiento de datos con R, STATISTICA y SPSS*. España: Diaz de Santos.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México D.F: Editorial Mc Graw Hill Education.
- INCIBE. (2006). *instituto nacional de ciberseguridad*. Obtenido de instituto nacional de ciberseguridad web site: <https://www.incibe.es/protege-tu-empresa/catalogo-de-ciberseguridad/listado-empresas/servicios-integrales-empresas-2006>
- John F. Hughes, A. v. (2013). *Computer Graphics: Principles and Practice*. Boston: Addison-Wesley.
- Joyanes, L. (2008). *Fundamentos De Programación Algoritmos, estructura de datos y objetos 4 ed*. España - Madrid: McGraw-Hill/ Interamericana de España S.A.U.
- King, J. A. (2021). *Fotografía digital para Dummies*. New Jersey: For Dummies.
- Llapasca, M. A., & Ochoa, M. A. (2019). *Creación de una librería de software de reconocimiento facial enfocado a la identificación de trabajadores de una empresa*. Lima: UTP.
- Mamani, L. E. (2022). *Uso De Sistema De Reconocimiento De Iris Basado En Deep Learning Para La Identificación Humana En El Control De Acceso Al Área De Tesorería Del Gobierno Regional De Tacna - Tacna 2020*. Tacna: Universidad

Privada De Tacna.

- Marr, D. (1982). *Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Mendoza, A., & Ramírez, J. (2020). *Aprendiendo metodología de la investigación*. Guayaquil Ecuador: Editorial Grupo Compás.
- Michalska-Poggoga et al. (2016). Towards the usage of image analysis technique to measure particles size and composition in wood-polymer composites 92. *Industrial Crops and Products*, 149–156.
- Mollajan, A., Ghiasi-Freez, J., & Memarian, H. (2016). Improving pore type identification from thin section images using an integrated fuzzy fusion of multiple classifiers. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 396–404.
- Ojala, T., Pietikäinen, M., & Mäenpää, T. (2000). Gray Scale and Rotation Invariant Texture Classification with Local Binary Patterns. *Conference: Computer Vision - ECCV 2000, 6th European Conference on Computer Vision, Dublin, Ireland* (págs. 404-420). Dublin - Ireland: DBLP. doi:10.1007/3-540-45054-8_27
- OpenCVTeam Main Functions. (2017). *OpenCV*. Obtenido de OpenCV web site: <https://opencv.org/about/>
- Pedroza, H., & Dicoovskyi, L. (2007). *Sistema de análisis estadísticos con SPSS*. Managua, Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Ramírez, A., & Polack, A. (2020). Estadística inferencial. Elección de una prueba estadística no paramétrica en investigación científica. *Horizonte de la ciencia* 10(19), 191–208. doi:10.26490/uncp.horizonteciencia.2020.19.597
- Tesillo, C. M. (2018). *Análisis comparativo de los algoritmos Fisherfaces y LBPH para el reconocimiento facial en diferentes condiciones de iluminación y pose, Tacna – 2015*. Tacna: UNJBG.
- Vejarano, M. D. (2018). *Reconocimiento facial mediante imágenes estereoscópicas*. Pimentel: Universidad Señor De Sipan.
- Verdeguer, D. C. (2022). *Diseño e implementación de un sistema de identificación de personas para la seguridad de los accesos a condominios, basado en el algoritmo de reconocimiento facial LBPH faces*. Lima: UPN.
- Woods, R. C. (2010). *Digital Image Processing*. New York: Pearson.

Yañez, M. L. (2019). *Sistema de reconocimiento facial para el control de acceso de estudiantes a los laboratorios de la FIIS-UNAC, 2019*. Lima - Callao: UCV.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz De Consistencia

EVALUACIÓN DE LA PRECISIÓN DE RECONOCIMIENTO FACIAL DE SERVIDORES PÚBLICOS PORTADORES DE MASCARILLA HACIENDO USO DEL ALGORITMO LBPH - MOQUEGUA 2021

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>Problema General: ¿Cómo será la precisión de reconocimiento facial de servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la precisión de reconocimiento facial de servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH.</p>	<p>H0: El nivel de precisión de reconocimiento facial de servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH no es significativamente alto. H1: El nivel de precisión de reconocimiento facial de servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH es significativamente alto.</p>	<p>Variable independiente. Librería LBPH en OpenCV</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Eficacia -Eficiencia -Satisfacción -Facilidad de uso -Fiabilidad -Tiempo del proceso <p>Variable dependiente. Precisión del reconocimiento facial (algoritmo)</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tasa de recuperación de detección de rostros. Tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o en listas blancas. Tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales. 	<p>Población y muestra: Personal del Proyecto Especial Regional Pasto Grande y La Dirección Regional de Trabajo y Promoción de Empleo</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Explicativa</p> <p>Metodología de investigación: Descriptiva – campo</p> <p>Diseño de investigación: Descriptivo</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Uso de la librería LPBH.</p>
<p>Problemas específicos: ¿Cuál será la tasa de recuperación de detección de rostros de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH?</p>	<p>Objetivos específicos: Determinar la tasa de recuperación de detección de rostros de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH.</p>	<p>Primera hipótesis derivada H0: La tasa de recuperación de detección de rostros de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH no es aceptable. H1: La tasa de recuperación de detección de rostros de los servidores públicos portadores de mascarilla</p>		

¿Cuál será la tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o listas blancas de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH?

¿Cuál será la tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH?

Determinar la tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o listas blancas de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH.

Determinar la tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBP

haciendo uso del algoritmo LBPH es aceptable.

Segunda hipótesis derivada

H0: La tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o listas blancas de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH no es aceptable.

H1: La tasa de precisión en el emparejamiento de listas negras o listas blancas de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH es aceptable.

Tercera hipótesis derivada

H0: La tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH no es aceptable.

H1: La tasa de precisión en la búsqueda de imágenes faciales de los servidores públicos portadores de mascarilla haciendo uso del algoritmo LBPH es aceptable

Anexo 2. Viabilidad Del Estudio

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	RECURSOS HUMANOS	PRESUPUESTO/ FUENTES DE FINANCIAMIENTO
1. Recolección de datos: Ir a ambas instituciones a capturar imágenes de los servidores públicos para nuestro dataset.	Responsable del proyecto (1). Asesor (1).	A. BIENES Se optó por utilizar el equipo informático descrito en la Tabla 7 y Tabla 8.
2. Elaboración de nuestra dataset.	Colaboradores:	B. SERVICIOS Fotocopias S/.150.00
3. Procesamiento, limpieza de datos.	Se utilizaron para obtener la información personal	Digitación S/.100.00
4. Proceso de entrenamiento.	administrativo de la	Recolección de la información S/.0.00
5. Proceso de Test.	Dirección del Trabajo	Anillados (5 juegos x S/. 3.00) S/. 15.00
6. Mejoras y Validación de la librería.	de Moquegua y del	Encuadernación (5 juegos x S/. 3.00) S/. 15.00
7. Evaluación de la identificación del Rostro.	Proyecto Especial	Pasajes S/.200.00
8. Presentación de resultados.	Regional Pasto Grande	Otros S/. 20.00
9. Comentarios de los resultados obtenidos.	de la Gestión 2021.	C. TOTAL S/.500.00
10. Discusión de los resultados.		
11. Elaboración de conclusiones.		
12. Redacción del informe final		
13. Presentación del estudio.		

Anexo 3. Scripts utilizados.

Captura_dataset.py

```
#OpenCV module
import cv2
#Modulo para leer directorios y rutas de archivos
import os
#OpenCV trabaja con arreglos de numpy
import numpy
#Obtener el nombre de la persona que estamos capturando
import sys
nombre = 'PERPG'

#Directorio donde se encuentra la carpeta con el nombre de la persona
dir_faces = 'GRUPOS'
path = os.path.join(dir_faces, nombre)

#Tamaño para reducir a miniaturas las fotografías
size = 4

#Si no hay una carpeta con el nombre ingresado entonces se crea
if not os.path.isdir(path):
    os.mkdir(path)

#cargamos la plantilla e inicializamos la webcam
face_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade_frontalface_default.xml')
cap = cv2.VideoCapture('PRG.mov')

img_width, img_height = 112, 92
```

```

#Ciclo para tomar fotografias
count = 0
while count < 1000:
    #leemos un frame y lo guardamos
    rval, img = cap.read()
    img = cv2.flip(img, 1, 0)

    #convertimos la imagen a blanco y negro
    gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

    #redimensionar la imagen
    mini = cv2.resize(gray, (int(gray.shape[1] / size), int(gray.shape[0] / size)))

    """buscamos las coordenadas de los rostros (si los hay) y
    guardamos su posicion"""
    faces = face_cascade.detectMultiScale(mini)
    faces = sorted(faces, key=lambda x: x[3])

    if faces:
        face_i = faces[0]
        (x, y, w, h) = [v * size for v in face_i]
        face = gray[y:y + h, x:x + w]
        face_resize = cv2.resize(face, (img_width, img_height))

        #Dibujamos un rectangulo en las coordenadas del rostro
        cv2.rectangle(img, (x, y), (x + w, y + h), (0, 255, 0), 3)
        #Ponemos el nombre en el rectagulo
        #####cv2.putText(img, nombre, (x - 10, y - 10), cv2.FONT_HERSHEY_PLAIN, 1, (0, 255, 0))

```

```

#El nombre de cada foto es el numero del ciclo
#Obtenemos el nombre de la foto
#Despues de la ultima sumamos 1 para continuar con los demas nombres
pin=sorted([int(n[:n.find('.')]) for n in os.listdir(path)
            if n[0]!='.'][0]) + 1

#Metemos la foto en el directorio
cv2.imwrite('%s/%s.png' % (path, pin), face_resize)

#Contador del ciclo
count += 1

#Mostramos la imagen
cv2.imshow('OpenCV Entrenamiento de '+nombre, img)

#Si se presiona la tecla ESC se cierra el programa
key = cv2.waitKey(10)
if key == 27:
    cv2.destroyAllWindows()
    break

```

Reconocimiento_trabajador.py

```
#OpenCV module
import cv2
#Modulo para leer directorios y rutas de archivos
import os
#OpenCV trabaja con arreglos de numpy
import numpy
#Se importa la lista de personas con acceso al laboratorio
#from listaPermitidos import flabianos
#flabs=flabianos()

# Parte 1: Creando el entrenamiento del modelo
print('Entrenando...')

#Directorio donde se encuentran las carpetas con las caras de entrenamiento
dir_faces = 'GRUPOS'

#Tamaño para reducir a miniaturas las fotografias
size = 4

# Crear una lista de imagenes y una lista de nombres correspondientes
(images, lables, names, id) = ([], [], {}, 0)
for (subdirs, dirs, files) in os.walk(dir_faces):
    for subdir in dirs:
        names[id] = subdir
        subjectpath = os.path.join(dir_faces, subdir)
        for filename in os.listdir(subjectpath):
```

```

    path = subjectpath + '/' + filename
    lable = id
    images.append(cv2.imread(path, 0))
    lables.append(int(lable))
    id += 1
(im_width, im_height) = (112, 92)
print('Fin de entrenamiento :3')
#import time
#time = time.ctime()
#print(time)

# Crear una matriz Numpy de las dos listas anteriores
(images, lables) = [numpy.array(lis) for lis in [images, lables]]
# OpenCV entrena un modelo a partir de las imagenes
model = cv2.face.LBPHFaceRecognizer_create()
model.train(images, lables)

# Parte 2: Utilizar el modelo entrenado en funcionamiento con la camara
face_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade_frontalface_default.xml')
cap = cv2.VideoCapture('MT.mov')

while True:
    #leemos un frame y lo guardamos
    rval, frame = cap.read()
    frame=cv2.flip(frame,1,0)

    #convertimos la imagen a blanco y negro
    gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

```

```

#redimensionar la imagen
mini = cv2.resize(gray, (int(gray.shape[1] / size), int(gray.shape[0] / size)))

"""buscamos las coordenadas de los rostros (si los hay) y
guardamos su posicion"""
faces = face_cascade.detectMultiScale(mini)
carasf=0
for i in range(len(faces)):
    face_i = faces[i]
    (x, y, w, h) = [v * size for v in face_i]
    face = gray[y:y + h, x:x + w]
    face_resize = cv2.resize(face, (im_width, im_height))

# Intentado reconocer la cara
prediction = model.predict(face_resize)

#Dibujamos un rectangulo en las coordenadas del rostro
cv2.rectangle(frame, (x, y), (x + w, y + h), (0, 255, 0), 3)

# Escribiendo el nombre de la cara reconocida
# La variable cara tendra el nombre de la persona reconocida
cara = '%s' % (names[prediction[0]])

#Si la prediccion tiene una exactitud menor a 100 se toma como prediccion valida
if prediction[1]<100 :
    #Ponemos el nombre de la persona que se reconoció
    cv2.putText(frame,'%s - %.0f' % (cara,prediction[1]),(x-10, y-10), cv2.FONT_HERSHEY_PLAIN,1,(0, 255, 0))
    print(prediction,cara)
    #En caso de que la cara sea de algun conocido se realizara determinadas accione
    #Busca si los nombres de las personas reconocidas estan dentro de los que tienen acceso

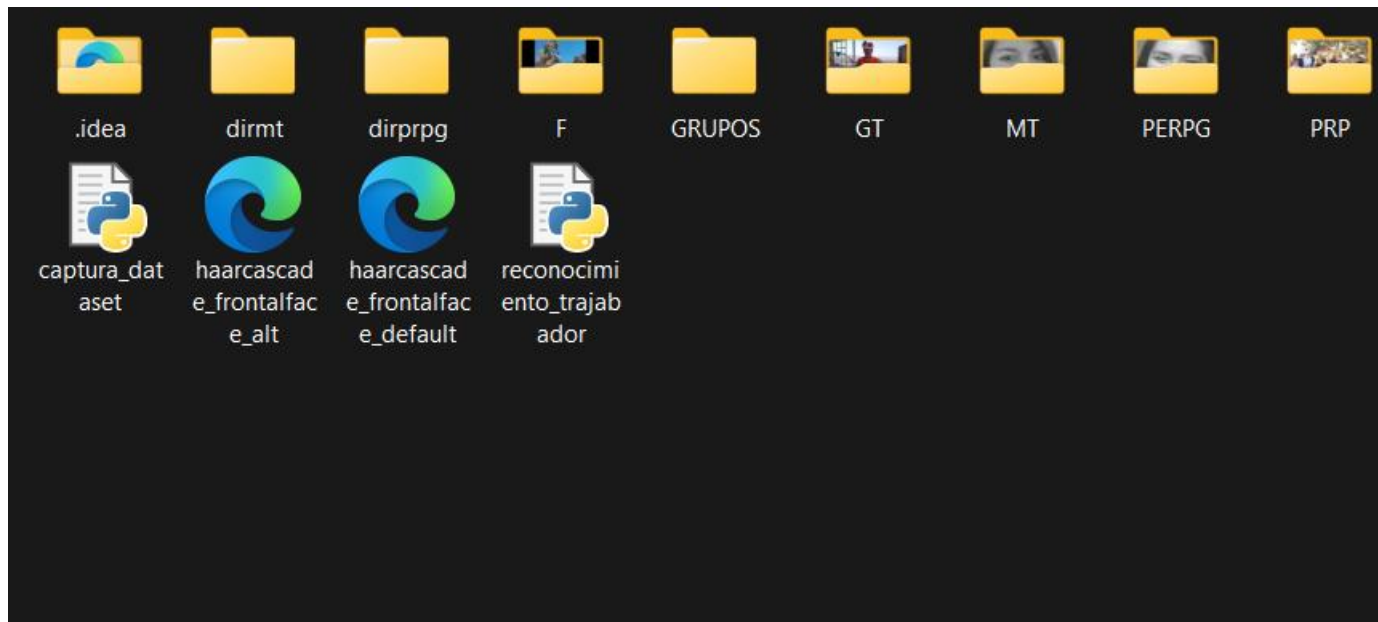
```

```
#flabs.TuSiTuNo(cara)

#Si la prediccion es mayor a 100 no es un reconocimiento con la exactitud suficiente
elif prediction[1]>101 and prediction[1]<500:
    #Si la cara es desconocida, poner desconocido
    cv2.rectangle(frame, (x, y), (x + w, y + h), (0, 0, 255), 3)
    cv2.putText(frame, 'Desconocido',(x-10, y-10), cv2.FONT_HERSHEY_PLAIN,1,(0, 0, 255))
    print("Desconocido")
    carasf= carasf+1
#Mostramos la imagen
cv2.imshow('OpenCV Reconocimiento facial', frame)

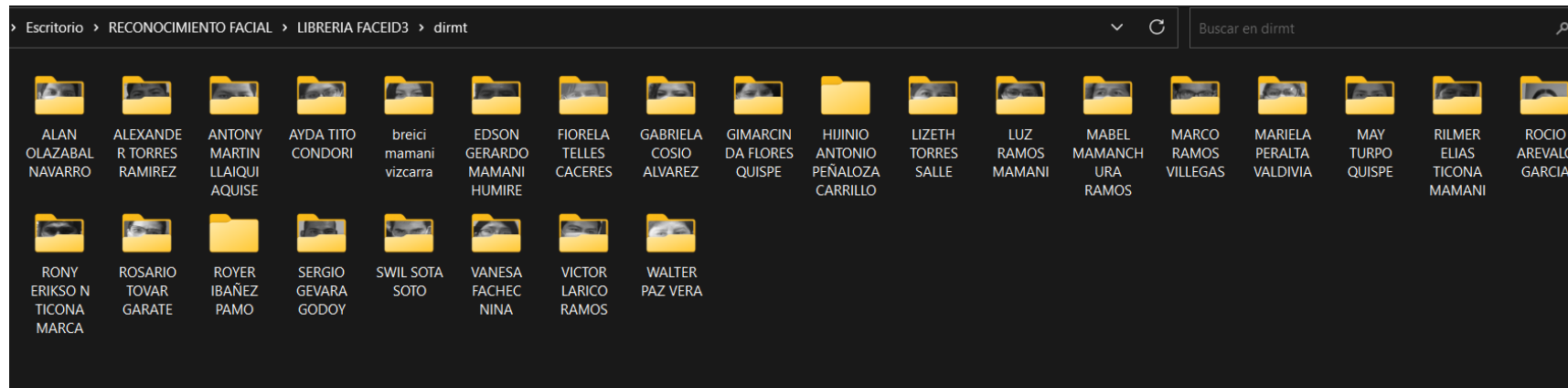
#Si se presiona la tecla ESC se cierra el programa
key = cv2.waitKey(10)
if key == 27:
    print(carasf)
    cv2.destroyAllWindows()
    break
```

Anexo 4. Carpetas utilizadas



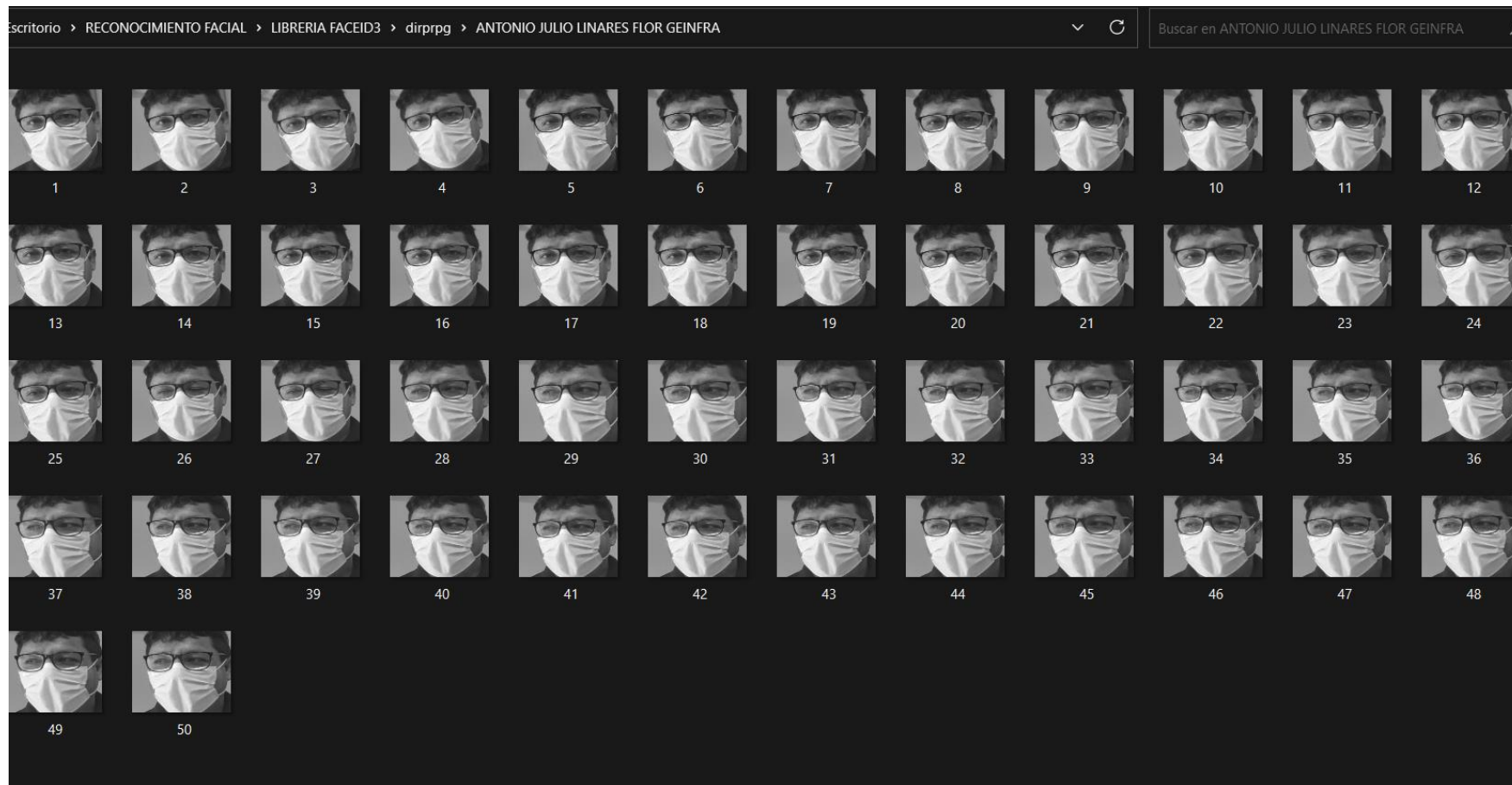
Nota: En las carpetas dirmt y dirprpg se encuentran las imágenes recolectadas para ser luego procesadas

Anexo 5. Captura De Datos De Los Participantes



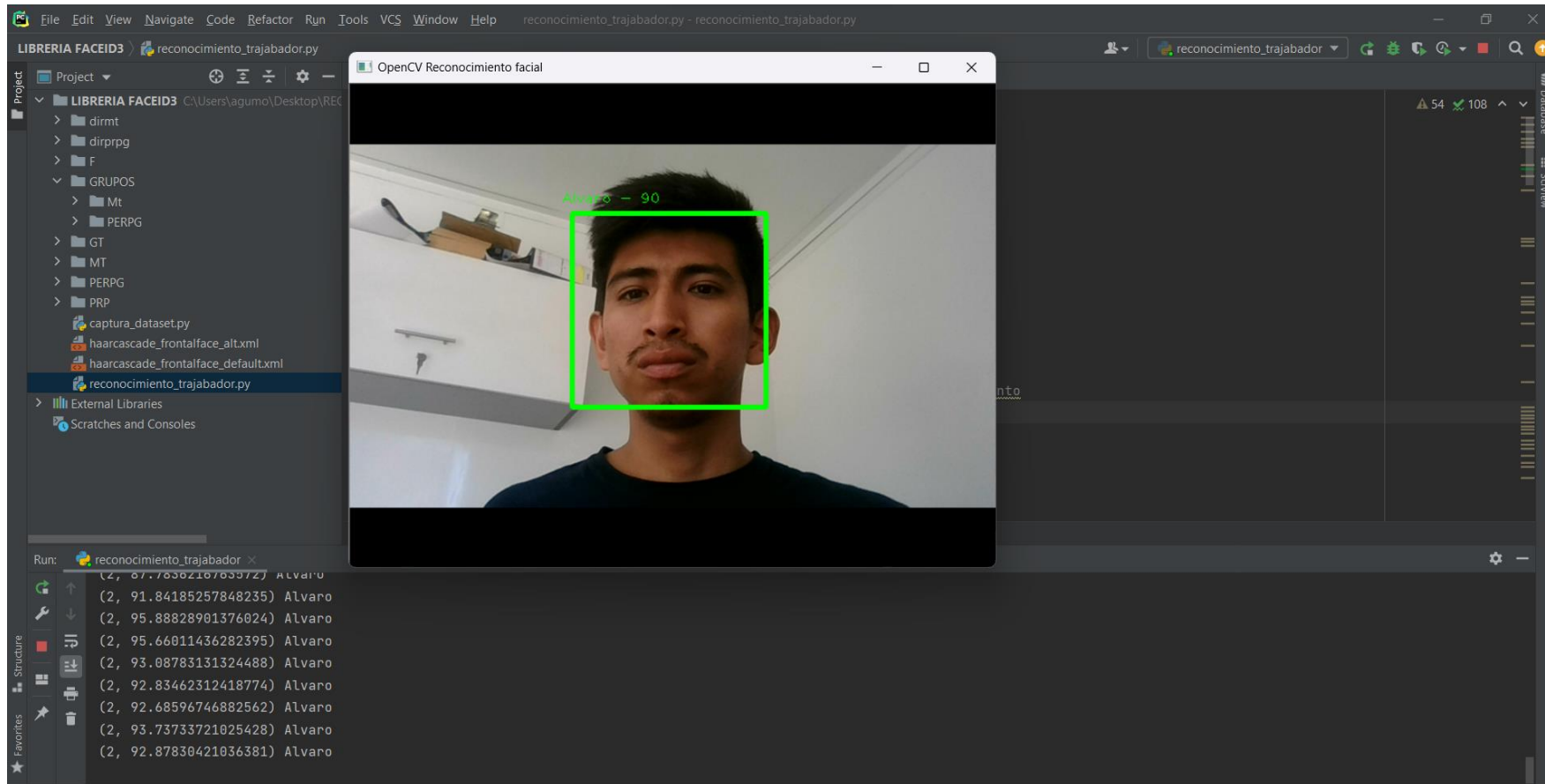
Nota: Como se visualiza en las dos imágenes superiores encontramos todas las carpetas generadas por la captura de los datos.

Anexo 6. Fotografías Generadas Utilizando El Script Catura_Dataset.py



Nota: Cada carpeta generando sus 50 imágenes capturadas.

Anexo 7. Reconocimiento Facial



Nota: En la imagen anterior visualizamos como detecta el rostro pre entrenado y va guardando en tres campos la información, el primer dato obtenido es la imagen a la que se asemeja de las 50 obtenidas, el segundo dato es la precisión que calcula el algoritmo y como tercer dato el nombre que se le asigna al iniciar la captura de los datos.

*Se está usando datos de la misma persona que elabora el trabajo para cumplir con la privacidad de los participantes.