



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero de Sistemas

**AUTORES:**

Meza Hernandez, Marc Aleman ([orcid.org/0000-0002-5606-878X](https://orcid.org/0000-0002-5606-878X))  
Roman Cabello, Julio Cesar ([orcid.org/0000-0003-3957-8021](https://orcid.org/0000-0003-3957-8021))

**ASESOR:**

Mg.Ing. Carranza Barrena, Wilfredo Eduardo ([orcid.org/0000-0003-0845-1984](https://orcid.org/0000-0003-0845-1984))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistema de Información y Comunicaciones

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ

2023

## DEDICATORIA

Quisiéramos expresar nuestro profundo agradecimiento a nuestros familiares, quienes siempre nos brindaron su apoyo incondicional y aliento durante este viaje académico. Su constante respaldo ha sido nuestra fuente de inspiración y motivación.

A nuestro asesor, Carranza Barrena Wilfredo Eduardo, quiero agradecerle sinceramente por su experta asesoría, su paciencia y su dedicación en cada etapa de este proceso académico. Su orientación ha sido fundamental para dar forma y dirección a esta investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios por la vida que nos da y protegenos a cada uno de los integrantes de este grupo. A nuestras familias por darnos una formación, enseñanzas, amor en nuestras vidas. A nuestro docente por sus conocimientos que nos brinda los días de clase.

Queremos agradecer al profesional Carranza Barrena Wilfredo Eduardo, a quien hago llegar mi más sincero agradecimiento por parte de todo mi grupo, ya que siempre estuvo para cualquier duda, por lo paciente, por su entrega incondicional durante el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, agradezco a los psicólogos de Lima Metropolitana que generosamente compartieron su conocimiento y experiencia, demostrando la utilidad de esta herramienta en el ámbito que exploramos. Su colaboración ha enriquecido significativamente este trabajo y ha contribuido a su relevancia en el contexto actual.

Este logro no sólo es de nosotros, sino de todos aquellos que han contribuido de diversas maneras. Gracias a cada uno de ustedes por ser parte fundamental de este proceso y por creer en la importancia de esta investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CARÁTULA</b> .....	<b>1</b>
<b>- DEDICATORIA</b> .....	<b>2</b>
<b>- AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS</b> .....	<b>6</b>
<b>- Resumen</b> .....	<b>7</b>
<b>- Abstract</b> .....	<b>8</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>32</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	32
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	32
3.3.1 Población .....	32
3.3.2 Muestra:.....	33
3.3.3 Muestreo:.....	33
3.3.4 Unidad de análisis: .....	33
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
3.5. Procedimientos.....	34
3.6. Método de análisis de datos .....	39
3.7. Aspectos éticos .....	39
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	<b>41</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	<b>46</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	<b>50</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>52</b>
<b>- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>53</b>
<b>- ANEXOS</b> .....	<b>60</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Tabla de posiciones de enfermedades mentales a nivel internacional según la OMS 2023.....	11
Tabla 02: Prevalencia de la ansiedad en Lima Metropolitana, según la edad de Saavedra y Astuquipan 2023.....	33
Tabla 03: Personas con ansiedad recopilado gracias a la aplicación. ....	43
Tabla de operacionalización de variables.....	60
Tabla de operacionalización de variables.....	61
Tabla de integridad ética.....	70
Tabla de Validez y Confiabilidad del instrumento de recolección de datos....	72

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 01: Niveles de ansiedad a nivel mundial antes, durante y después del covid-19 según Forbes, la OMS y la ONU. ....	10
Figura 02: Niveles de ansiedad a nivel nacional antes, durante y después del covid-19 según MINSA. ....	10
Figura 03: Clasificación de las enfermedades mentales más comunes a nivel mundial según la OMS 2023. ....	11
Figura 04: Capturas de los puntos de referencia faciales de la librería dlib para la detección de landmarks faciales. ....	25
Figura 05: Capturas de los puntos de referencia faciales de nuestro sistema. ....	26
Figura 06: Redes neuronales convolucionales recolectada de Solutions DATA. ....	28
Figura 07: Estructura de las redes neuronales convolucionales recolectada de Solutions DATA. ....	28
Figura 08: Estructura del deep learning utilizada y adaptada de Carchemilla. ....	29
Figura 09: Capturas de los puntos de referencia seguimiento ocular de nuestro sistema ....	35
Figura 10: Arquitectura del aplicativo. ....	38
Figura 11: Producto final ....	39

## - Resumen

En este estudio se propuso a desarrollar y evaluar la efectividad de un sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad. La metodología empleada se basó en Aprendizaje Automático, utilizando algoritmos como redes neuronales convolucionales y máquinas de vectores de soporte para entrenar modelos que reconocen patrones entre movimientos oculares y emociones. El análisis comparativo permite comprender las percepciones y dificultades de los psicólogos sin el uso de la tecnología de seguimiento ocular. Los resultados indican que el sistema logra una precisión del 88,2% en la detección de la ansiedad, con un grado de mejoría del 66,45% en el estado emocional post-intervención. Se confirma la hipótesis, demostrando que la tecnología de seguimiento ocular mejora significativamente las intervenciones psicológicas en pacientes con ansiedad. Aunque los resultados son prometedores, se reconoce la fase temprana de desarrollo de la tecnología y la necesidad de investigaciones adicionales. La tecnología de seguimiento ocular emerge como una herramienta revolucionaria con el potencial de transformar la detección y el tratamiento de trastornos emocionales.

**Palabras clave:** Detección del estado emocional, patrones de seguimiento ocular, intervención psicológica, Aprendizaje automático y Redes Neuronales Convolucionales

- **Abstract**

This study aimed to develop and evaluate the effectiveness of an emotional state detection system using eye-tracking technology for psychological intervention in patients with anxiety. The methodology employed was based on Machine Learning, using algorithms such as convolutional neural networks and support vector machines to train models that recognise patterns between eye movements and emotions. Comparative analysis provides insight into the perceptions and difficulties of psychologists without the use of eye-tracking technology. The results indicate that the system achieves an accuracy of 88.2% in the detection of anxiety, with an improvement of 66.45% in the post-intervention emotional state. The hypothesis is confirmed, demonstrating that eye-tracking technology significantly improves psychological interventions in patients with anxiety. While the results are promising, the early stage of development of the technology and the need for further research is acknowledged. Eye-tracking technology emerges as a revolutionary tool with the potential to transform the detection and treatment of emotional disorders.

**Keywords:** Detection of emotional states, eye tracking patterns, psychological intervention, Machine Learning and Convolutional Neural Networks

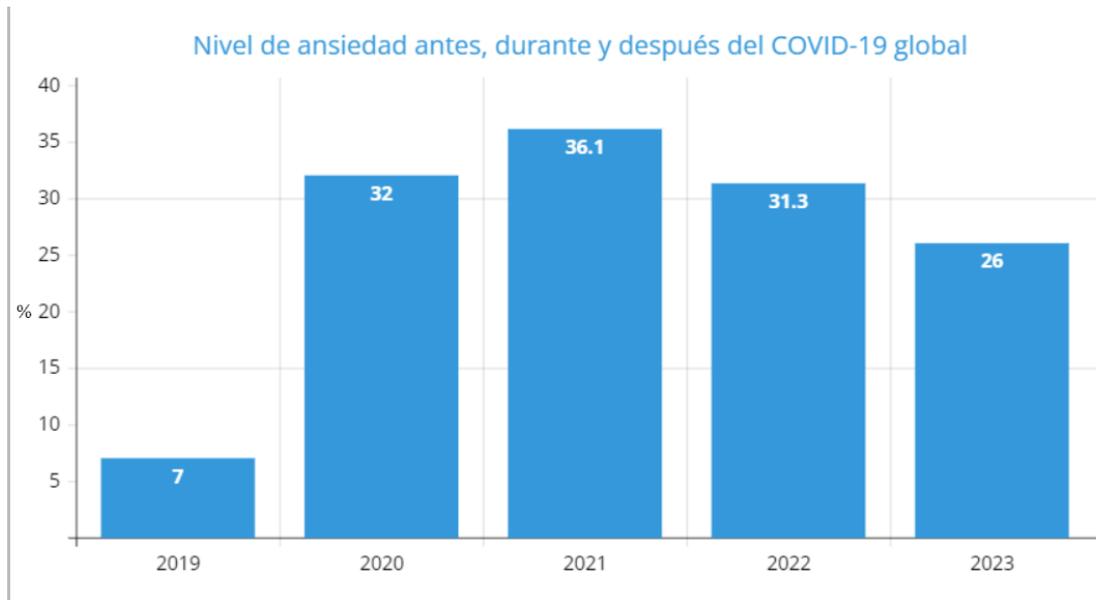
## **I. INTRODUCCIÓN**

Hoy en día, muchas personas tratan de lidiar con problemas emocionales con la ayuda de psicólogos, se observa que los sesgos personales de los profesionales de la salud mental pueden influir en las evaluaciones subjetivas de los estados emocionales de los pacientes, lo que lleva a un diagnóstico y tratamiento inadecuados. Estos errores en la evaluación pueden hacer perder tiempo y recursos tanto a los pacientes como a los psicológicos. El resultado puede ser una angustia exacerbada para el paciente y una carga adicional para los profesionales de la salud mental.

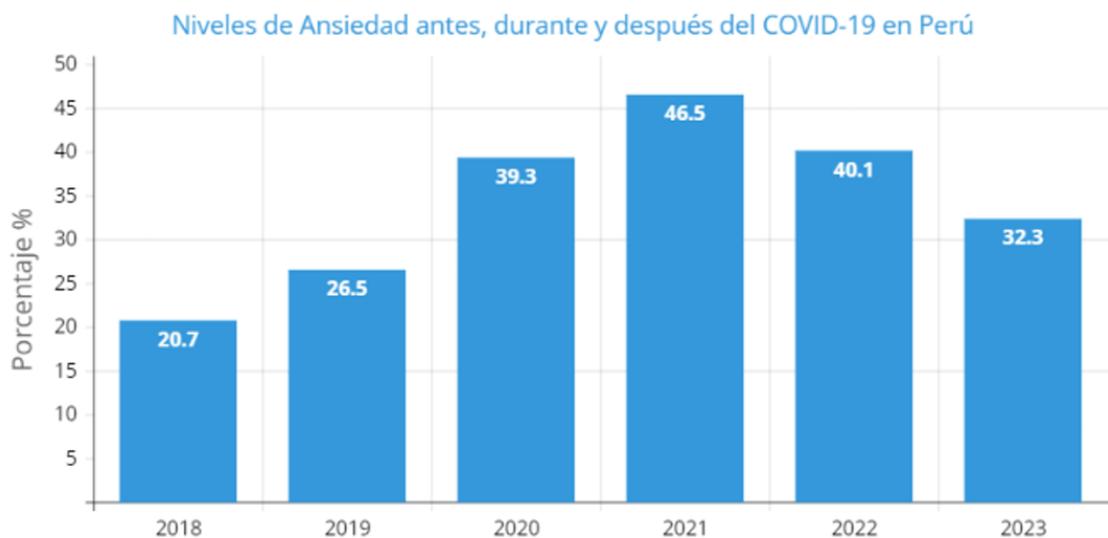
Una de cada ocho personas en el mundo sufre algún trastorno mental que provoca cambios significativos en el pensamiento, la regulación emocional o el comportamiento. Existen numerosos tipos de trastornos mentales, así como opciones efectivas de prevención y tratamiento. Lamentablemente, la mayoría de las personas carecen de acceso a un tratamiento médico eficaz y los sistemas de salud aún no han sabido responder adecuadamente las necesidades de quienes la padecen por no contar con los recursos necesarios (OMS, 2022).

Antes de la pandemia de COVID-19, la ansiedad afectaba al 5-7% de la población. Sin embargo, durante el primer año de la pandemia, la prevalencia mundial de la ansiedad se elevó al 14%.(Forbes, 2021)

Para el año 2021, esta cifra aumentó significativamente al 25%, impactando de manera más notable a las mujeres que a los hombres y a los jóvenes, en particular a aquellos de 20-24 años, en comparación con los adultos mayores. Estos datos son respaldados por la ONU(2022) y la OMS(2022).

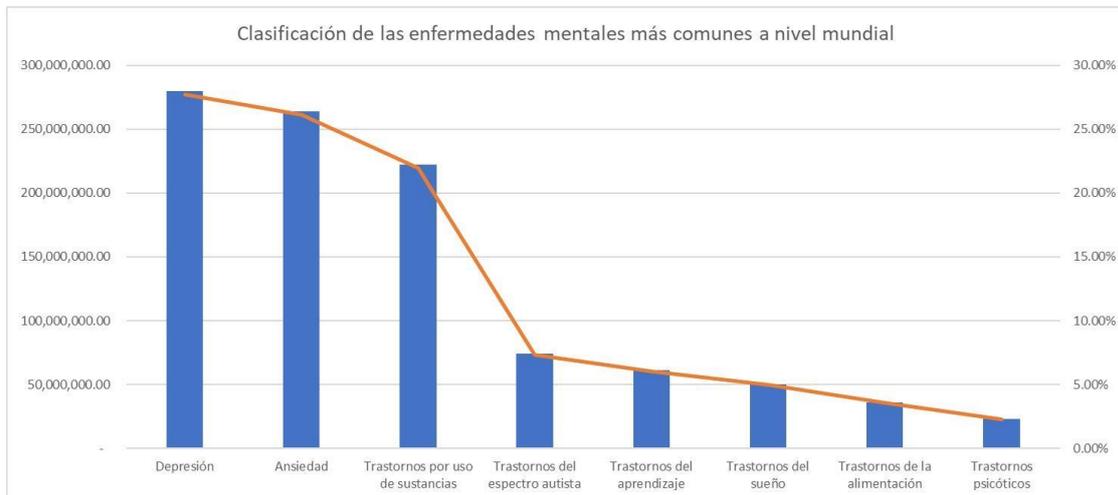


*Figura 01: Niveles de ansiedad a nivel mundial antes, durante y después del covid-19 según Forbes, la OMS y la ONU.*



*Figura 02: Niveles de ansiedad a nivel nacional antes, durante y después del covid-19 según MINSA.*

Es importante destacar que la depresión se posiciona como la afección más prevalente a nivel mundial, impactando a una cifra superior a los 280 millones de individuos, lo que constituye aproximadamente el 4,4% de la población global. Posteriormente, la ansiedad ocupa el segundo lugar como trastorno mental más frecuente a escala mundial, afectando a más de 264 millones de personas, lo cual equivale al 4% de la población mundial, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el año 2023.



*Figura 03: Clasificación de las enfermedades mentales más comunes a nivel mundial según la OMS 2023.*

Puesto	Enfermedad	Personas
1	Depresión	280 millones
2	Ansiedad	264 millones
3	Trastornos por uso de sustancias	222 millones
4	Trastornos del espectro autista	74 millones
5	Trastornos del aprendizaje	61 millones
6	Trastornos del sueño	50 millones
7	Trastornos de la alimentación	36 millones
8	Trastornos psicóticos	23 millones

*Tabla 01: Tabla de posiciones de enfermedades mentales a nivel internacional según la OMS 2023.*

La falta de atención a la resolución de problemas en el campo de la salud mental, tienen un origen complejo en el que interactúan factores personales y sociales. Las personas afectadas por trastornos psicológicos como ansiedad, depresión, etc., disminuyen su bienestar y funcionalidad que afectan su calidad de vida. Estas dificultades pueden variar de una persona a otra, ya que cada

individuo experimenta y percibe su entorno de manera única que presentan cambios a lo largo de su vida (Ornelas y Ruíz, 2017).

Consideran que en la etapa de la adolescencia, las personas gozan de buena salud tanto física como mental, sin experimentar trastornos mentales. Sin embargo, también es durante esta etapa que suelen manifestarse los trastornos mentales más graves. Por lo tanto, cuando estos trastornos surgen en edades tempranas y no se reciben tratamientos durante periodos prolongados, corren el riesgo de empeorar el pronóstico, obtener peores resultados clínicos y funcionales y aumentar el riesgo de suicidio (Casañas y Lalucat, 2019).

Para garantizar un tratamiento efectivo, es esencial realizar un diagnóstico preciso de las enfermedades mentales. Sin embargo, existe una superposición de síntomas en ciertos problemas psicológicos, lo cual dificulta la tarea de los psicólogos al distinguir y diagnosticar de manera definitiva. Por lo tanto, es crucial contar con un diagnóstico preciso antes de comenzar cualquier forma de tratamiento para los trastornos psicológicos. A pesar de los esfuerzos realizados, los errores en el diagnóstico son casi inevitables, incluso para los psicólogos que también encuentran dificultades al diferenciar entre diversas condiciones psicológicas. Por lo tanto, se requiere una cuidadosa evaluación y consideración de los síntomas para asegurar un diagnóstico lo más preciso posible, lo cual a su vez permitirá una terapia más efectiva (Umar y Qamar, 2019).

El imparable avance tecnológico que estamos presenciando en esta última década y lo más destacado de este año 2023, es sobre la Inteligencia Artificial (AI por sus siglas en inglés), que ha tenido un crecimiento sin precedentes en términos de desarrollo, inversión e integración en casi todos los sectores y disciplinas (AI Index, 2021). La IA es un sistema inteligente capaz de llevar a cabo tareas comunes que normalmente necesitan inteligencia humana como por ejemplo: reconocimiento facial, voz y texto, aprendizaje automático, traducción de idiomas y la toma de decisiones (OpenAI, 2023).

En este contexto, es importante enfatizar la relevancia del seguimiento ocular para la evaluación objetiva del estado emocional de los pacientes durante la psicoterapia, medir el progreso del tratamiento es fundamental para evaluar su efectividad, y que sin medir los estados emocionales no hay una forma objetiva y precisa de medir este progreso, por lo tanto, en ausencia de herramientas objetivas y precisas para medir el tratamiento progreso, se debe prestar más atención a la identificación de las áreas que están afectando la salud emocional de los pacientes, lo que puede resultar difícil.

Considerando el panorama actual, se presenta la siguiente problemática general: ¿Cómo se puede medir la efectividad del estado emocional utilizando la tecnología de seguimiento ocular? y los problemas específicos son: a) ¿Qué tan efectiva es la tecnología de seguimiento ocular en pacientes con ansiedad?; b) ¿Qué tan eficaz es la tecnología de seguimiento ocular para detectar las emociones?; c) ¿El sistema de seguimiento ocular ayudará a tomar mejores decisiones respecto al tratamiento?.

La justificación de esta investigación parte de la necesidad de poder detectar y comprender de manera oportuna y precisa el estado emocional de una persona con ansiedad, lo cual es fundamental en el proceso de diagnóstico y tratamiento psicológico. Esta tecnología de seguimiento ocular puede proporcionar una evaluación objetiva y continua del estado emocional, lo que permite la detección temprana de problemas psicológicos y el monitoreo del progreso del tratamiento.

El objetivo general de nuestra investigación es evaluar la efectividad de un Sistema de Detección del Estado Emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad. Los objetivos específicos son los siguientes: a) determinar si el sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad es capaz de identificar y analizar las expresiones emocionales en tiempo real; b) determinar la eficacia del sistema de detección del estado Emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad es mucho más precisa que las evaluaciones manuales realizadas por

psicólogos; c) determinar si el sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad ayuda a los profesionales de la salud mental a tomar mejores decisiones. Estos objetivos permiten realizar la siguiente hipótesis general: El sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular mejora las indicaciones en la intervención psicológica en pacientes con ansiedad.

## II. MARCO TEÓRICO

Recaudando información de antecedentes de trabajos similares a nivel nacional, Galindo, Huaranga y Samaniego (2021) en su tesis llamada “Reconocimiento facial para la identificación de los alumnos en exámenes finales en la modalidad presencial de la Universidad Continental - Huancayo, 2021 ” presenta un tipo de investigación aplicada experimental con una población de todos los estudiantes de la Universidad Continental y con una muestra de 5 estudiantes El objetivo de esta investigación es desarrollar un sistema de reconocimiento facial utilizando la metodología Kanban para identificar el fraude de identidad entre los estudiantes de los exámenes finales de la Universidad Continental de Huancayo. Los resultados obtenidos en la evaluación del modelo de reconocimiento facial mediante la matriz de confusión son del 93% frente a la probabilidad de similitud. Y se concluyó que el sistema de reconocimiento facial es beneficioso para reducir la sustitución de identidad en los exámenes.

También, Yañez (2019) en su tesis titulada “Sistema de reconocimiento facial para el control de acceso de estudiantes a los laboratorios de la FIIS-UNAC, 2019” con objetivo de analizar el impacto de un sistema de reconocimiento facial para el control de Acceso de estudiantes a los laboratorios de la FIIS-UNAC,2019. Su tesis fue de tipo aplicada experimental con una población de 93 tomando como muestra a 75 alumnos de la FIIS-UNAC usando la metodología RUP. Como resultado de la implementación de un sistema de reconocimiento facial, se logró optimizar el proceso de control en los laboratorios de la FIIS-UNAC. Esto permitió calcular el tiempo de retraso, la tasa de asistencias y el nivel de accesos, mejorando significativamente el control de acceso de los estudiantes a dichos laboratorios. Los resultados obtenidos respaldaron la efectividad del uso de esta tecnología para garantizar un control más preciso y eficiente en el entorno académico.

Además, Martínez y Morocho (2022) en su tesis llamada “Diagnóstico del estado emocional, a través de reconocimiento facial para una empresa del Sector Público Piura 2021” con El objetivo de una investigación aplicada pre

experimental fue demostrar la eficacia de un diagnóstico basado en el reconocimiento facial del estado emocional en los trabajadores de una institución pública. Se trabajó con una población de 15 colaboradores de diferentes áreas y se seleccionó una muestra de 8 colaboradores utilizando la metodología Scrum. Los resultados obtenidos revelaron que el sistema de reconocimiento facial fue capaz de analizar de manera precisa las emociones mostradas por los colaboradores en un 75% de los casos, con un margen de error mínimo. Como conclusión, se determinó que la implementación de sistemas basados en aprendizaje automático ofrece una solución superior en comparación con los enfoques tradicionales basados en la interpretación de expertos.

El estado emocional desempeña un papel fundamental en diversos aspectos de la vida de las personas, incluyendo la salud mental, las relaciones interpersonales y el rendimiento cognitivo. Comprender la importancia del estado emocional se ha convertido en un tema relevante en diferentes disciplinas, incluyendo la psicología, la neurociencia y la medicina. Es por ello que, exploramos cómo el estado emocional afecta la calidad de vida de las personas y su bienestar general. Pinedo, I. A., & Yanez, J. (2019).

Según Shen, et al. (2021) con su teoría del sesgo atencional y el seguimiento ocular, esta teoría se refiere a la tendencia de nuestra atención a ser selectiva y enfocarse en ciertos estímulos o información mientras ignoramos otro; este autor pudo identificar la depresión en pacientes con una tasa de precisión del 77,0%. Además, se encontró que la inclusión de la etapa de seguimiento de fotogramas mejoró el desempeño del modelo. Estos hallazgos demuestran la viabilidad de utilizar imágenes emocionales y seguimiento ocular para identificar la depresión en pacientes. Los resultados sugieren que el sesgo atencional y el seguimiento ocular pueden ser útiles para identificar patrones específicos en pacientes con depresión, lo que podría mejorar el diagnóstico y el tratamiento de esta enfermedad. Aunque se necesitan estudios adicionales para validar estos hallazgos y ampliar la muestra para incluir a más pacientes y poblaciones, los resultados de este

estudio son prometedores y pueden contribuir al avance en la investigación de la depresión.

La detección de estados emocionales a través de las expresiones faciales de los conductores, integrada en un portátil dedicado a los vehículos, presenta un prometedor potencial para mejorar la seguridad en la carretera, esta tecnología, basada en un módulo desarrollado específicamente para este propósito, tiene la capacidad de detectar de manera rápida y eficiente los estados emocionales de los conductores mientras manejan, la incorporación de esta tecnología en los vehículos permitiría transmitir información relevante sobre el estado emocional de los conductores a otros usuarios de la vía, lo que proporciona una visión más completa de la situación y les permitiría tomar medidas preventivas en situaciones potencialmente peligrosas, aunque se requieren estudios adicionales para validar completamente estos hallazgos y ampliar la muestra de conductores y poblaciones incluidas en la investigación, los resultados preliminares son alentadores y sugieren que esta tecnología puede ser un avance significativo en el campo de la seguridad vial, la detección de estados emocionales a través de las expresiones faciales de los conductores integrada en un portátil dedicado a los vehículos tiene el potencial de mejorar la seguridad en la carretera al proporcionar información valiosa a otros usuarios de la vía. Este avance puede contribuir a la prevención de accidentes y al desarrollo de medidas más efectivas para garantizar la seguridad de todos los usuarios de la carretera. Andrunyk, V., et al. (2020).

El método de representación y detección del estado emocional de los usuarios en el espacio de la biblioteca basado en el reconocimiento de la postura corporal ofrece una forma efectiva de comprender y representar los estados emocionales en el entorno bibliotecario. Su implementación puede contribuir a la mejora del diseño del espacio de información común (IC) de la biblioteca y a la creación de ambientes emocionalmente positivos que satisfagan las necesidades de los usuarios. Al utilizar parámetros como la frecuencia espacial del cambio promedio de posición corporal y el cambio de posición corporal per cápita, se puede obtener una visión general de la distribución de los estados emocionales de los usuarios. Este enfoque,

respaldado por la monitorización por vídeo, supera la inexactitud de la identificación manual de imágenes de videovigilancia, especialmente en situaciones con un gran número de usuarios. Los resultados de este método pueden ser utilizados para establecer parámetros ambientales y mejorar el diseño de la biblioteca universitaria. En conclusión, este enfoque representa un avance significativo en la investigación de la representación y detección del estado emocional de los usuarios en espacios bibliotecarios, brindando una base para la creación de entornos más emocionalmente adecuados y satisfactorios. Wang, J., et al (2020).

Hasan, M., et al (2019) presentó un algoritmo de detección de estado de estrés emocional basado en un conjunto de características híbridas utilizando señales de EEG, este significa electroencefalografía, una técnica no invasiva utilizada para medir la actividad eléctrica del cerebro. El modelo de aprendizaje automático desarrollado logró una precisión general del 73,38% para identificar los niveles de estrés a partir de las señales de EEG. Este enfoque demuestra que un conjunto de funciones híbridas, que incluye características de los dominios del tiempo y la frecuencia, junto con un selector de funciones, puede mejorar la precisión de los modelos de aprendizaje automático en la identificación de los niveles de estrés utilizando señales de EEG. Estos resultados son prometedores y sugieren la viabilidad de utilizar el EEG como una herramienta para detectar el estrés emocional en los individuos. Sin embargo, se requieren investigaciones adicionales para validar y expandir estos hallazgos en poblaciones más amplias y en diferentes contextos.

Azam, N., et al. (2021) propone un método para el reconocimiento automático de las emociones de los pacientes en datos de atención médica utilizando enfoques de aprendizaje automático supervisado. Utilizando un conjunto de datos llamado EmoHD, compuesto por muestras de texto sobre diferentes enfermedades y emociones, se desarrollaron seis modelos de aprendizaje automático supervisado basados en técnicas de ingeniería de funciones. El modelo de Perceptrón multicapa logró la precisión más alta, alcanzando un 87% en comparación con otros modelos de última generación. Estos resultados demuestran la eficacia del enfoque propuesto en el

reconocimiento automático de las emociones en datos de atención médica. El trabajo tiene el potencial de ser útil en la detección automática de las emociones de los pacientes durante su enfermedad, lo que podría ayudar a prevenir actos extremos como el suicidio, trastornos mentales o problemas de salud psicológica.

La herramienta de análisis de sentimientos, SentiHealth-Cancer (ShC-PT), presenta resultados prometedores en la detección del estado emocional de los pacientes en comunidades oncológicas en línea. Al inspeccionar las publicaciones escritas en portugués, ShC-PT alcanzó los mejores promedios de precisión y medida F1 en las tres clases de sentimientos abordadas (positiva, negativa y neutra) en todos los entornos experimentales. Además, superó a otras herramientas en términos de precisión y medida F1. Estos resultados demuestran la eficacia y el potencial de la herramienta ShC-PT para mejorar la detección del estado de ánimo de los pacientes en las redes sociales en línea. En futuros trabajos, el método SentiHealth podría ser aplicado a otras enfermedades, como el VIH, el accidente cerebrovascular y la esclerosis, para desarrollar herramientas específicas, como SentiHealth-HIV, SentiHealth-stroke y SentiHealth-sclerosis. Estas herramientas podrían contribuir a una mejor comprensión de los estados emocionales de los pacientes en diferentes contextos de salud. Rodriguez, R. G., et al (2016)

Cabe recalcar que la medida F1 es una medida de precisión de un modelo en un conjunto de datos. Se busca encontrar un equilibrio entre la precisión y el recall al combinar ambas métricas en una sola medida. Esto tiene la ventaja de facilitar la comparación del rendimiento global de la precisión y la exhaustividad entre distintas soluciones. En lugar de examinar individualmente cada métrica, se busca una medida combinada que proporcione una visión más completa del desempeño, teniendo en cuenta tanto la precisión como la exhaustividad..

M. Villaret, et al (2021) proporciona una descripción general de los últimos desarrollos y avances en el campo de la Inteligencia Artificial (IA) y sus aplicaciones. A través del análisis de temas como el aprendizaje automático, el

procesamiento del lenguaje natural, la robótica y la visión artificial, se destaca el dinamismo y el potencial de la IA en diversos dominios. La inteligencia artificial (IA) ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, gracias a los avances en áreas como el aprendizaje automático y el procesamiento del lenguaje natural. Estos avances han permitido a los sistemas de IA realizar tareas complejas y tomar decisiones basadas en datos. Por ejemplo, el procesamiento del lenguaje natural ha mejorado la capacidad de las máquinas para comprender y generar lenguaje humano, lo que ha impulsado avances en áreas como la traducción automática y la generación de texto. Estos desarrollos en la IA ofrecen soluciones más eficientes y precisas en diversos sectores, abriendo nuevas posibilidades para resolver problemas y satisfacer necesidades de manera más efectiva. La robótica ha sido otro campo de aplicación destacado para la IA. Los robots dotados de capacidades de IA pueden llevar a cabo tareas físicas y colaborar con los humanos en entornos diversos, desde la industria manufacturera hasta la atención médica. Además, la visión artificial ha permitido a los sistemas de IA analizar y comprender imágenes y videos, lo que ha impulsado avances en áreas como la detección de objetos, el reconocimiento facial y la conducción autónoma, sin embargo, a pesar de los notables avances en el campo de la IA, aún existen desafíos significativos por superar, la interpretación y comprensión del contexto humano, el razonamiento abstracto y la ética en el diseño de sistemas de IA son algunos de los temas que requieren una investigación y desarrollo continuos; además, la confiabilidad y la seguridad de los sistemas de IA son aspectos críticos que deben abordarse para garantizar su aplicación efectiva y responsable.

El análisis de la literatura científica reveló que las técnicas de aprendizaje profundo han demostrado ser altamente efectivas en el reconocimiento de señales en redes inalámbricas. Los enfoques basados en redes neuronales profundas, como las redes neuronales convolucionales (CNN) y las redes neuronales recurrentes (RNN), han demostrado resultados prometedores en la extracción de características relevantes y la clasificación precisa de señales inalámbricas. Las CNN son eficaces en el procesamiento de datos de imagen, permitiendo identificar patrones y características

importantes en las señales. Por otro lado, las RNN son adecuadas para el procesamiento de secuencias temporales, como las señales inalámbricas, capturando su dependencia temporal y logrando una mejor precisión en la clasificación. Estos enfoques basados en redes neuronales profundas han demostrado su capacidad de abordar problemas complejos y se espera que sigan mejorando y encontrando nuevas aplicaciones en la extracción y clasificación de señales inalámbricas. Li, X., et al (2019)

Fu, X. (2021) presenta un diseño de sistema de reconocimiento facial basado en el efecto de comunicación visual, con el objetivo de mejorar la precisión y velocidad del reconocimiento facial. Se realizó una investigación experimental utilizando una base de datos pública llamada LFW, que contiene 13,233 imágenes de rostros de diferentes personas. El sistema de reconocimiento facial desarrollado en el estudio logró una tasa de precisión promedio del 99.68%, superando a otros sistemas basados en características faciales tradicionales. Los resultados destacan que el uso de técnicas de comunicación visual puede mejorar significativamente la precisión y velocidad del reconocimiento facial. El sistema propuesto tiene potencial para su aplicación en áreas como seguridad, control de acceso y autenticación de identidad.

Magdin, M., et al (2021) mostró que la sección de películas diseñada para evocar emociones negativas generó una mayor intensidad percibida en comparación con las emociones positivas, tanto en el grupo experimental como en el de control. Se encontró que el uso de la realidad virtual para evocar emociones negativas produjo una intensidad emocional significativamente mayor que la mostrada en la pantalla LCD estándar, estos hallazgos indican que la realidad virtual puede ser una herramienta efectiva para provocar respuestas emocionales más intensas en comparación con las pantallas LCD tradicionales, especialmente en el caso de las emociones negativas. Además, se demostró que el instrumento SAM fue una herramienta válida y confiable para medir de manera objetiva las respuestas emocionales de los participantes.

Dubois, Antoine (2023) en su tesis denominada “Facial recognition using deep neural networks” demuestra el potencial de las técnicas de procesamiento de imágenes y redes neuronales para mejorar la precisión y eficacia del reconocimiento de rostros, este sistema de reconocimiento de rostros logra una alta precisión en la identificación de rostros, y supera a otros métodos de reconocimiento de rostros evaluados en la investigación. Además, se realizaron diferentes experimentos y pruebas para evaluar la capacidad del sistema propuesto para reconocer rostros en diferentes condiciones de iluminación, posición, pose y expresión facial, toda esta investigación abre el camino para futuras investigaciones en este campo.

Lee, Pei y Lin (2023) en su investigación titulada “Detección de emociones basada en la variación de la pupila” cuyo objetivo es comprender la conexión entre la emoción y la dilatación pupilar, así como intentar identificar la emoción a través de las variaciones en el tamaño de la pupila durante la visualización del vídeo. La investigación fue de tipo aplicada experimental con una población igual a la muestra de 30 participantes voluntarios expuestos a material multimedia diseñado con el propósito de provocar emociones específicas. Obtuvo como resultado una precisión de clasificación del 76% al utilizar la respuesta pupilar como medida para predecir emociones específicas. Los resultados obtenidos respaldan la idea de que detectar el estado emocional de una persona a través de la pupila usando herramientas tecnológicas adecuadas como el rastreador ocular Tobii Pro X3-120 usado en esta investigación son muy efectivas.

Sharan, Viji, Sajith y Pradeep (2020) en su investigación “Detección de fatiga del conductor basada en el reconocimiento del estado ocular mediante una red neuronal convolucional” que tiene como objetivo de desarrollar un sistema de alerta destinado a disminuir los accidentes de tránsito ocasionados por la fatiga de los conductores usando la metodología de redes neuronales convolucionales (CNN). La investigación fue de tipo aplicada experimental con una población de todas las imágenes etiquetadas que se utilizaron para entrenar el sistema de alerta y una muestra de 152 iteraciones. Se obtuvo como resultado una precisión al identificar a los conductores somnolientos en un 80%

en los momentos cuando los ojos del conductor permanecen cerrados durante el lapso de 5 a 6 segundos. Se concluyó que el sistema es eficaz para la detección de fatiga en conductores, proporcionando alertas en tiempo.

Mount y Teo (2021) es su investigación llamada “Una investigación comparativa del reconocimiento de emociones de 4 clases basado en la fijación ocular en realidad virtual utilizando el aprendizaje automático” cuyo objetivo es evaluar y contrastar la eficacia del reconocimiento de emociones mediante el análisis de dos variables: el diámetro de la pupila y la posición de la fijación, utilizando datos recopilados a partir del seguimiento ocular en entornos de realidad virtual. La investigación fue de tipo aplicada experimental con una población igual a la muestra de 30 participantes voluntarios (16 hombres y 14 mujeres) entre 21 y 29 años de edad. Según los resultados obtenidos, la identificación de emociones basada en la posición de la fijación logró una precisión del 75%, mientras que la utilización del diámetro de la pupila alcanzó una precisión del 57%. Finalmente se concluyó que en el reconocimiento de emociones, la utilización de la fijación ocular como característica de aprendizaje muestra una mayor precisión de clasificación en comparación con el uso del diámetro de la pupila.

Se da a entender que la detección y comprensión de las emociones a través de tecnologías como el reconocimiento facial y el seguimiento ocular pueden mejorar la intervención de enfermedades mentales. Además, el reconocimiento del estado emocional puede tener aplicaciones en la seguridad vial y la atención médica. Sin embargo, todavía existen desafíos por superar, como la interpretación del contexto humano y la ética en el diseño de sistemas de reconocimiento emocional, es por ello que el estado emocional desempeña un papel fundamental en la vida de las personas, influyendo en un 100% en la salud mental, las relaciones interpersonales y el rendimiento cognitivo es por ello que el reconocimiento facial con el seguimiento ocular tiene un potencial del 100% para mejorar la seguridad vial, visualizar si el estado emocional y la autenticación de identidad, además de tener aplicaciones en áreas como la atención médica y la detección de emociones para diferentes fines, cabe

recalcar que la intervención psicológica engloba el diagnóstico y tratamiento psicológico.

Continuando con los conceptos de las variables, la variable independiente “Sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular” Zadobrischi y los hermanos Miahí (2020), señalan que un sistema de detección del estado emocional es aquel sistema que detecta las expresiones faciales, oculares, corporales, texto o voz de una persona mediante visión por computadora y con aprendizaje automático.

Además, Mount y Teo explican que la tecnología de seguimiento ocular puede tener el mismo uso e implementación de un sistema de reconocimiento de emociones, esta tecnología utiliza varias señales oculares para clasificar las emociones calculando el tamaño de la pupila, las fijaciones, posiciones o incluso los movimientos oculares de un individuo (2021).

Al momento de la detección del rostro y la pupila de un paciente, hemos llevado a cabo el uso de “landmarks” (puntos de referencia) gracias a la librería llamada **Dlib**, que consta de un algoritmo de detección de puntos de referencia faciales específicos que predice, identifica y sigue automáticamente las áreas de los puntos de referencia faciales únicos en imágenes y/o vídeos definiendo la forma de la cara de un individuo (Yue y Qiang, 2018).

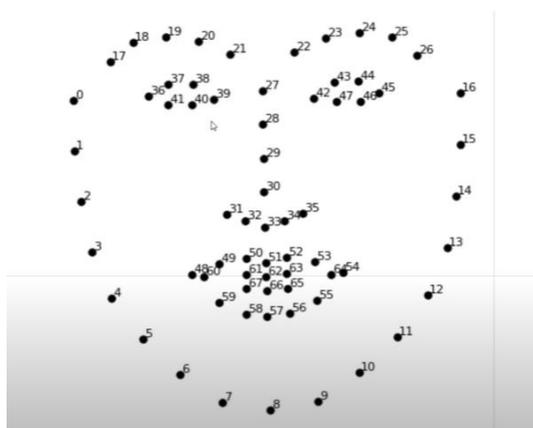


Figura 04: Capturas de los puntos de referencia faciales de la librería dlib para la detección de landmarks faciales.



Figura 05: Capturas de los puntos de referencia faciales de nuestro sistema.

Según IBM, las redes neuronales convolucionales (CNN, por sus siglas en inglés, Convolutional Neural Networks) son un tipo especializado de arquitectura de redes neuronales artificiales diseñadas principalmente para procesar datos de tipo estructurado en forma de cuadrículas o matrices, como imágenes y señales de audio. Las CNN se han vuelto muy populares y exitosas en la visión por computadora y el procesamiento de imágenes, la característica distintiva de las redes neuronales convolucionales (CNN) es su capacidad para aprovechar la estructura espacial de los datos de entrada. En lugar de tratar cada dato de forma individual, las redes neuronales convolucionales (CNN) utilizan filtros convolucionales para explorar relaciones locales en los datos, aprendiendo patrones y características relevantes en diferentes niveles de abstracción.

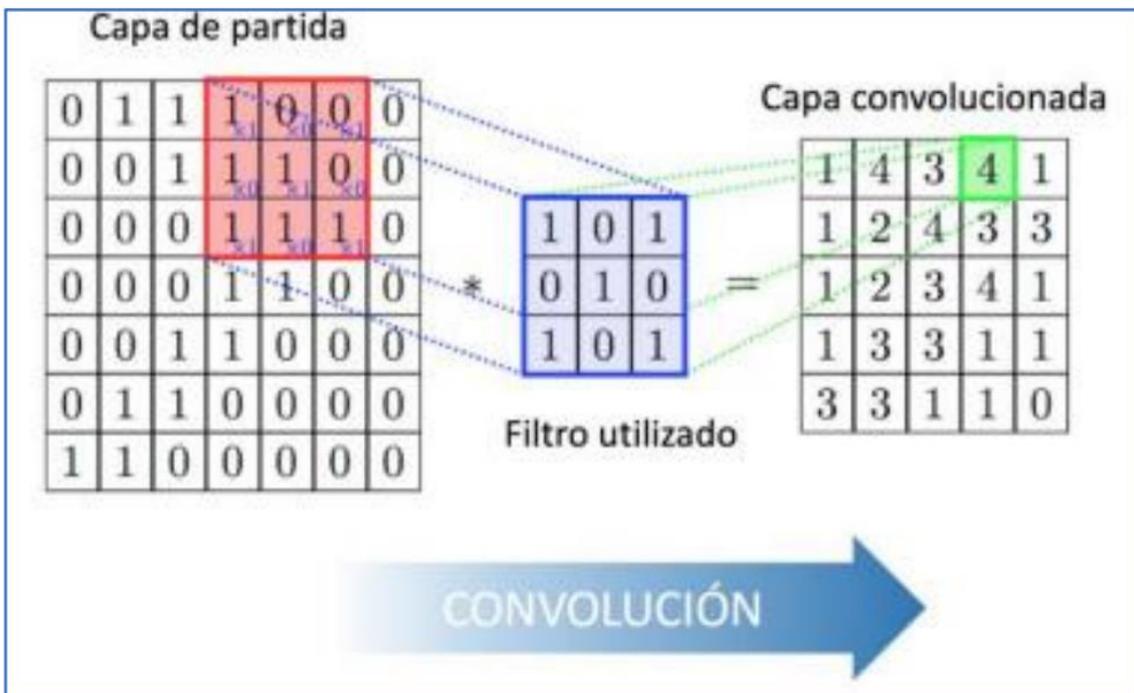


Figura 06: Redes neuronales convolucionales recolectada de Solutions DATA.

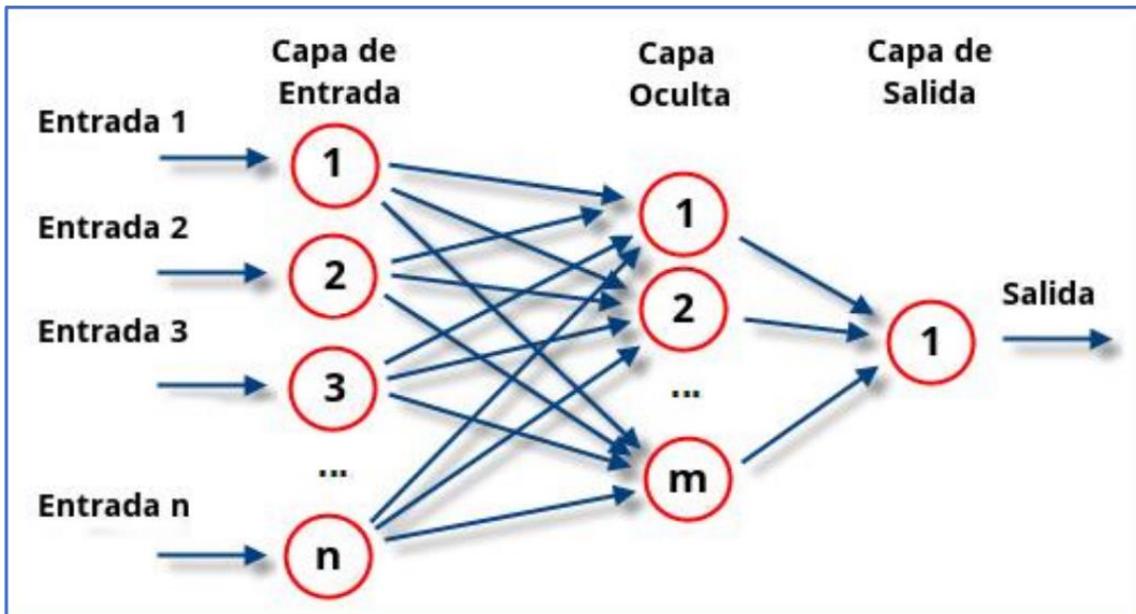


Figura 07: Estructura de las redes neuronales convolucionales recolectada de Solutions DATA.

Es por ello que se evaluó una metodología para realizar la tecnología de seguimiento ocular y la metodología elegida es el Aprendizaje automático, esta metodología hace uso de algoritmos de aprendizaje automático, como redes neuronales convolucionales (CNN) o máquinas de vectores de soporte (SVM), puede ser beneficioso para el seguimiento ocular de personas con problemas emocionales. Puedes entrenar un modelo utilizando conjuntos de datos etiquetados con emociones y características faciales correspondientes, a esto se le denomina aprendizaje profundo o deep learning. El modelo aprenderá a reconocer patrones y asociaciones entre las características de los movimientos oculares y las emociones, permitiendo así la detección del estado emocional; y la metodología que se usa para investigar este proyecto es el análisis comparativo, brinda una visión general de las percepciones y dificultades de los psicólogos sin el uso de la tecnología de seguimiento ocular, permitiendo identificar áreas específicas en las que se presentan mayores dificultades y aquellas en las que los profesionales se sienten más cómodos.

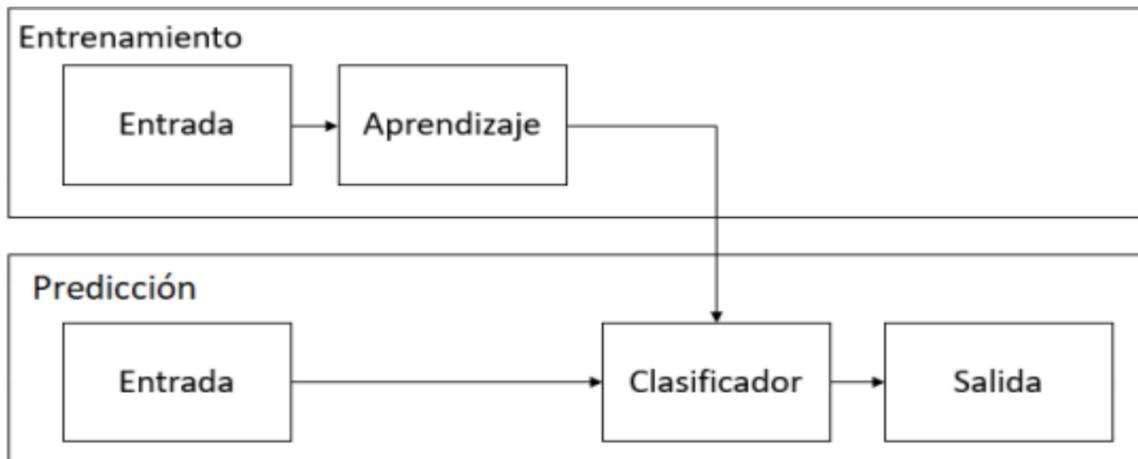


Figura 08: Estructura del deep learning utilizada y adaptada de Carchemilla.

El proceso para extraer el “landmark” y adaptarlo a nuestra investigación es el siguiente:

1. El marco del ojo se extrae de la cara, utilizando los puntos de referencia particulares definidos mediante el modelo previamente entrenado landmarks.dat.
2. Se convierte en una imagen en escala de grises y utiliza el algoritmo de detección de pupila para encontrar el mejor valor de umbral de binarización para la persona y la cámara web (gracias al “GazeTracking” o seguimiento de la mirada en español).
3. La pupila se extrae usando contornos y el centro se encuentra usando el método centroide de ese contorno, es decir:

$$Cx=M10/M00$$

$$Ci=M01/M00$$

Donde M es el momento de la imagen, que es un promedio ponderado particular de las intensidades de los píxeles de la imagen, con la ayuda del cual, podemos encontrar algunas propiedades específicas de una imagen, como el radio, el área, el centroide, etc.

4. El vídeo se convierte en muchos fotogramas y se encuentra el centroide de la pupila de ambos ojos en cada fotograma.

Evelyn Maitee Marín nos dice que el "método del centroide", es una técnica que se utiliza para encontrar un "centro" o punto promedio en un conjunto de datos. Imaginemos un grupo de puntos en el espacio, como si fueran pelotas de colores en una caja. Para calcular el centroide, sumariamos todas las coordenadas de esos puntos y luego se dividiría esa suma por la cantidad de puntos en el grupo. El resultado es un punto que representa el "centro" en términos de las coordenadas de los puntos en ese espacio.

Esto es útil en matemáticas, estadísticas y en campos como la visión por computadora para analizar datos o encontrar patrones en un conjunto de objetos.

Es por ello que se usó el método del centroide para calcular la pupila y poder analizar la ansiedad.

La ansiedad es una respuesta natural del cuerpo ante situaciones estresantes o peligrosas. Es una emoción que todos experimentamos en ciertos momentos de nuestras vidas. Sin embargo, la ansiedad se convierte en un trastorno cuando es intensa, persistente y afecta negativamente la calidad de vida de una persona.

Es por ello que nos enfocaremos en 2 trastornos mentales que son:

- Trastorno de ansiedad social (Fobia social):

El trastorno de ansiedad social, también conocido como fobia social, se caracteriza por un miedo intenso y persistente a situaciones sociales en las que la persona teme ser juzgada, humillada o avergonzada. Algunos ejemplos de estas situaciones pueden ser hablar en público, entablar conversaciones, conocer gente nueva o comer o beber en público.

Las personas con ansiedad social suelen evitar estas situaciones o las enfrentan con una gran angustia. El trastorno puede interferir significativamente con la vida diaria y las relaciones personales. Los síntomas pueden incluir rubor facial, sudoración excesiva, temblores, dificultad para hablar y taquicardia. El

tratamiento para la ansiedad social generalmente incluye terapia cognitivo-conductual, medicación y técnicas de manejo de la ansiedad.

- Trastorno de ansiedad generalizada (TAG):

El trastorno de ansiedad generalizada se caracteriza por una preocupación excesiva y persistente acerca de una amplia gama de eventos o actividades cotidianas. Las personas con TAG suelen preocuparse constantemente por cosas como el trabajo, la salud, el dinero o las relaciones personales, aunque no haya una causa específica para la preocupación.

Esta preocupación excesiva puede provocar síntomas físicos como tensión muscular, fatiga, problemas de sueño y dificultad para concentrarse. El trastorno de ansiedad generalizada tiende a ser crónico y puede afectar negativamente la calidad de vida de una persona. El tratamiento puede incluir terapia cognitivo-conductual, técnicas de relajación, medicación y cambios en el estilo de vida para reducir el estrés.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

El tipo de investigación es aplicada en la que se aplicará los conocimientos teóricos existentes en el campo de la psicología para abordar problemas de los trastornos de conducta de las personas.

El diseño de la investigación es de tipo experimental, que implica la manipulación de la variable independiente y la medición de la variable dependiente para establecer relaciones causales y evaluar el impacto de una intervención o tratamiento; para lo cual se realizará un pre test y un post test.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

Las variables que contiene la presente investigación son: Sistema de Detección del Estado Emocional aplicando tecnología de reconocimiento ocular como variable independiente cuantitativa y la Intervención psicológica como nuestra variable dependiente cuantitativa. La variable dependiente posee 2 dimensiones: Diagnóstico y Evaluación del Tratamiento, que poseen un indicador que son la Asertividad del diagnóstico y Grado de mejoría del paciente. La tabla de la operacionalización de estas variables se encuentra en el Anexo N° 01.

#### **3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis**

##### **3.3.1 Población**

Está conformada por 16 psicólogos con casos de pacientes que están afectados por los estados emocionales de ansiedad que se presentan en toda Lima Metropolitana durante el último mes que son tratados por consultorios privados de psicólogos.

Según Saavedra y Astuquipan (2023), la prevalencia de la ansiedad en Lima Metropolitana es de alrededor del 49% entre 2022 y 2023. Esto significa que, de cada 100 personas en Lima Metropolitana, 49 presentan síntomas de ansiedad.

Edad	Porcentaje
Niños (0 - 17 años)	30%
Adultos (18 - 60 años)	49%
Tercera edad (61 años o más)	21%

*Tabla 02: Prevalencia de la ansiedad en Lima Metropolitana, según la edad de Saavedra y Astuquipan 2023.*

### **3.3.2 Muestra:**

La muestra que se utilizó consta de los pacientes que fueron tratados en el último mes por 16 psicólogos en sus consultorios privados que corresponden a un estimado de 30 casos.

### **3.3.3 Muestreo:**

El muestreo es intencionalmente dirigido a los 30 casos de ansiedad que han sido tratados en el último mes por los 16 psicólogos referidos.

### **3.3.4 Unidad de análisis:**

Está conformada por los casos detectados como estados emocionales de ansiedad.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En esta investigación, se empleó la técnica de encuesta para llevar a cabo un cuestionario como instrumento de recolección de datos dirigido a los psicólogos que cuentan con pacientes con trastorno de ansiedad. Dicho cuestionario está diseñado de acuerdo a nuestros 2 indicadores: asertividad de diagnóstico y grado de mejoría del paciente; este cuestionario será realizado a través de un pre test (antes de usar el aplicativo) y un post test (después de usar el aplicativo). (Ver: Anexo 05).

### 3.5. Procedimientos

En la presente investigación se pre entrenó un modelo de landmarks con dlib; es un proceso que implica enseñar a una computadora a identificar puntos clave en los rostros a partir de una gran cantidad de imágenes faciales previamente etiquetadas. Estos puntos clave pueden ser cosas como los ojos, la nariz y la boca. Para hacer esto, dlib utiliza técnicas de aprendizaje profundo, que son un tipo de inteligencia artificial. Una vez que el modelo ha sido pre entrenado, se convierte en una herramienta útil para detectar y rastrear estos puntos clave en rostros en imágenes nuevas, lo que es valioso en aplicaciones como el seguimiento ocular y la detección de expresiones.

El proceso para extraer el “landmark” y adaptarlo a nuestra investigación es el siguiente:

1. El marco del ojo se extrae de la cara, utilizando los puntos de referencia particulares definidos mediante el modelo previamente entrenado landmarks.dat.
2. Se convierte en una imagen en escala de grises y utiliza el algoritmo de detección de pupila para encontrar el mejor valor de umbral de binarización para la persona y la cámara web (gracias al “GazeTracking” o seguimiento de la mirada en español). (Figura 4)
3. La pupila se extrae usando contornos y el centro se encuentra usando el método centroide de ese contorno, es decir:

$$C_x = M_{10} / M_{00}$$

$$C_i = M_{01} / M_{00}$$

4. Donde M es el momento de la imagen, que es un promedio ponderado particular de las intensidades de los píxeles de la imagen, con la ayuda del cual, podemos

encontrar algunas propiedades específicas de una imagen, como el radio, el área, el centroide, etc.

5. El vídeo se convierte en muchos fotogramas y se encuentra el centroide de la pupila de ambos ojos en cada fotograma.



Figura 09: Capturas de los puntos de referencia seguimiento ocular de nuestro sistema

La estructura está diseñada de la siguiente manera:

Aplicación de Seguimiento de la Mirada (Gaze Tracking):

1. Clase principal gazetracking.py:

Esta clase GazeTracking rastrea la posición de los ojos y proporciona información útil sobre el estado de los ojos, la dirección de la mirada, etc.

La clase Eye y Calibration gestiona la información de los ojos y realiza la calibración.(Anexo 06)

#### 1.1. eye.py:

Define la clase Eye para crear un nuevo fotograma que aísla el ojo y realiza la detección de la pupila.

#### 1.2. calibration.py:

Calibra el algoritmo de detección de la pupila encontrando el mejor valor de umbral de binarización para la persona y la cámara.

#### 1.3. pupil.py:

Contiene funciones relacionadas con el procesamiento de la imagen de la pupila.

### 2. Páginas estáticas:

#### 2.1. Templates y static:

Aquí encontramos la estructura y organización de los archivos en un proyecto web utilizando Flask (un marco de aplicación web en Python). En Flask, los "templates" y "static" son directorios especiales utilizados para almacenar plantillas HTML y archivos estáticos (como hojas de estilo CSS, imágenes, etc.), respectivamente.

#### Templates:

En Flask, las plantillas son archivos HTML que permiten la generación dinámica de contenido web.

Estos archivos pueden incluir variables de Python (usando el motor de plantillas Jinja) que se renderizarán cuando se envíe la página al cliente.

Los archivos HTML dentro del directorio "templates" se pueden renderizar utilizando Flask.

#### Estático:

Este directorio almacena archivos estáticos que son servidos directamente al cliente, como hojas de estilo CSS, imágenes, scripts de JavaScript, etc.

La estructura de archivos en este directorio es accesible directamente desde el navegador.

### 3. Despliegue de la Aplicación con Flask:

#### 3.1. main.py:

Utiliza Flask para crear una aplicación web.

Define rutas como / para la página principal, /run\_model para ejecutar un modelo externo y /face para mostrar resultados.

#### 3.2. Flujo de Trabajo:

Cuando alguien accede a la página web, Flask renderiza la plantilla Index.html.

La ruta /run\_model ejecuta un script externo (run\_this.py) utilizando subprocess. Este script está relacionado con la detección de emociones.

Los resultados se muestran en la página face.html.

### 4. Despliegue de la Aplicación Web:

En el proceso de despliegue de la aplicación web desarrollada en Flask en Google Cloud Platform (GCP), se implementó un servidor web para mejorar la eficiencia y escalabilidad del

servicio. Para este propósito, se utilizó la interfaz estándar de Gateway de Servidor Web (WSGI) en el servidor que se creó con IP 10.182.0.4 (Imagen N° 08).

La idea central fue separar el servidor de desarrollo incorporado de Flask y utilizar un servidor WSGI más robusto. Flask, como framework web, simplifica el desarrollo de aplicaciones, pero para entornos de producción, se necesita un servidor que pueda manejar la carga de manera eficiente.

Se optó por Gunicorn (Green Unicorn), un servidor WSGI compatible con Flask. Este servidor es altamente eficiente y adecuado para entornos de producción en la nube. Se instaló Gunicorn localmente y se configuró para manejar las solicitudes de la aplicación Flask.

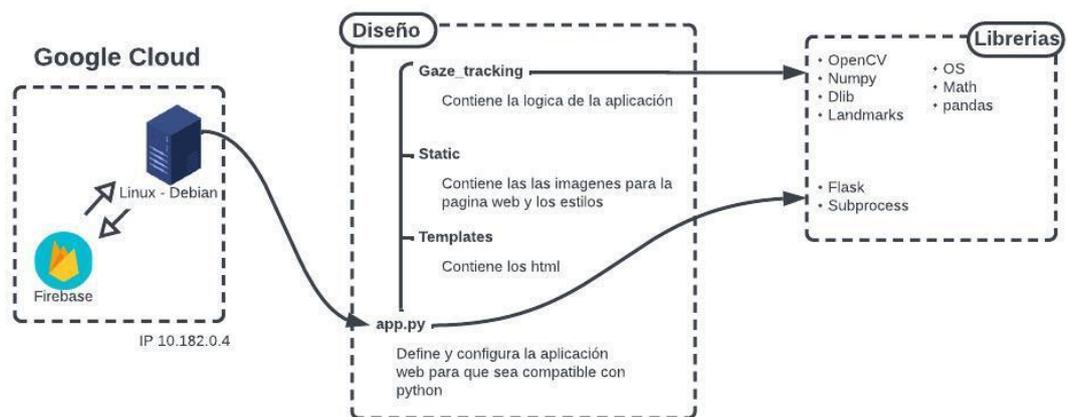


Figura 10: Arquitectura del aplicativo - fuente propio

Nuestro producto final ha quedado de la siguiente manera. Los requisitos para un buen funcionamiento de este sistema son: mantenerse dentro de un rango máximo de 2 metros de la cámara y contar con una iluminación adecuada (Figura 9)

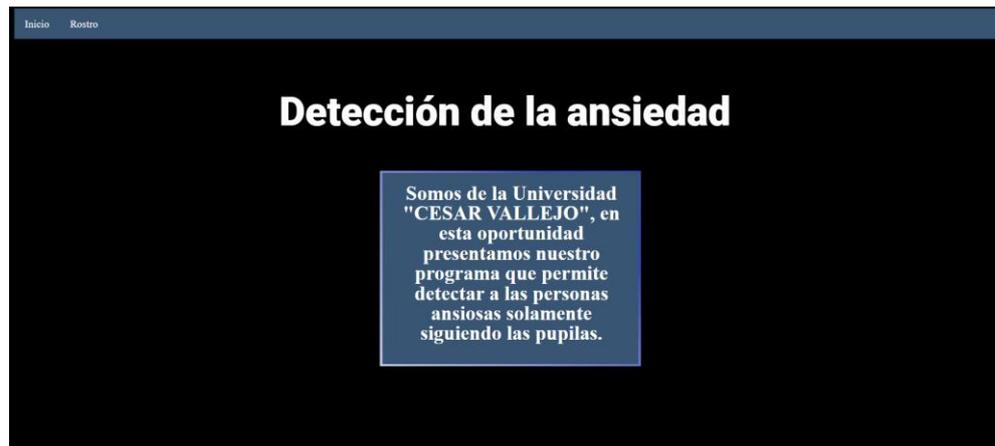


Figura 11: Producto final - fuente propio

### 3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de datos utiliza inicialmente los datos cuantitativos obtenidos mediante el uso del paquete estadístico SPSS. Estos datos serán procesados y analizados a nivel descriptivo e inferencial (Ver: Anexo 05).

### 3.7. Aspectos éticos

En el proyecto de investigación sobre el reconocimiento ocular de emociones, se prioriza la protección de la privacidad de los individuos a través de las sólidas medidas de protección de datos y la obtención del consentimiento informado de los participantes. Se trabaja de manera activa para minimizar sesgos y asegurar la equidad en el sistema, abordando de manera responsable cualquier sesgo inherente en los datos de entrenamiento y en el algoritmo utilizado. Además, se fomenta

la transparencia al explicar claramente el funcionamiento del sistema de seguimiento ocular, brindando información comprensible sobre las decisiones tomadas por el algoritmo. Todo esto se realiza dentro de un marco ético que promueve el uso responsable de la tecnología y protege los derechos individuales, estableciendo mecanismos de rendición de cuentas y responsabilidad para garantizar la integridad ética del proyecto, el marco ético se encuentra en la tabla de integridad ética del Anexo N°04.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados son presentados siguiendo el orden de los objetivos planteados y describen los datos obtenidos como producto de la comparación entre el pre test y post test.

- a) El primer objetivo específico “Determinar si el sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad es capaz de identificar y analizar las expresiones emocionales en tiempo real”, se confirmó a través de los resultados obtenidos mediante la fórmula del primer indicador “Asertividad del diagnóstico”, los cuales se detallan de la siguiente manera:

$$AD = \left( \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN} \right)$$

Donde:

AD : Asertividad del Diagnóstico

VP (Verdaderos Positivos): Número de casos correctamente identificados como ansiosos.(27)

VN (Verdaderos Negativos): Número de casos correctamente identificados como no ansiosos.(3)

FP (Falsos Positivos): Número de casos incorrectamente identificados como ansiosos.(2)

FN (Falsos Negativos): Número de casos incorrectamente identificados como no ansiosos.(2)

$$AD = \left( \frac{27 + 3}{27 + 3 + 2 + 2} \right)$$

$$AD = \left( \frac{30}{34} \right)$$

$$AD = 0.882$$

El Sistema de Detección del Estado Emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad logró identificar y analizar con una tasa de precisión del 88.2%. Lo que significa que en el proceso,

el sistema sí fue capaz de identificar y analizar las expresiones emocionales en tiempo real. Además existe evidencia donde uno de los psicólogos que participó en la investigación, reseñó un buen comentario sobre la identificación y análisis de las expresiones emocionales en tiempo real del sistema.

- b) El segundo objetivo específico “Determinar la eficacia del sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad es mucho más precisa que las evaluaciones manuales realizadas por psicólogos”, también se confirmó a través de los resultados obtenidos con la fórmula del primer indicador “Asertividad del diagnóstico”, los cuales se detallan a continuación:

$$AD = \left( \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN} \right)$$

Donde:

AD : Asertividad del Diagnóstico

VP (Verdaderos Positivos): Número de casos correctamente identificados como ansiosos.(27)

VN (Verdaderos Negativos): Número de casos correctamente identificados como no ansiosos.(3)

FP (Falsos Positivos): Número de casos incorrectamente identificados como ansiosos.(2)

FN (Falsos Negativos): Número de casos incorrectamente identificados como no ansiosos.(2)

$$AD = \left( \frac{27 + 3}{27 + 3 + 2 + 2} \right)$$

$$AD = \left( \frac{30}{34} \right)$$

$$AD = 0.882$$

El sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad logró un valor notable de 0.882, lo que

corresponde al 88.2% de precisión que las evaluaciones manuales realizadas por psicólogos. Lo que indica una alta precisión en la detección de la ansiedad.

- c) El tercer objetivo específico “Determinar si el sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad ayuda a los profesionales de la salud mental a tomar mejores decisiones”, se confirmó a través de los resultados obtenidos de la fórmula del segundo indicador “Grado de mejoría”, los cuales se detallan a continuación:

$$GM = \left( \frac{EEI - EEP}{EEI} \right) * 100$$

Donde:

GM: Grado de Mejoría.

EEI: Valoración del Estado Emocional Inicial.

EEP: Valoración del Estado Emocional Post-Intervención.

Se evaluó el estado emocional inicial (EEI) y post-intervención (EEP) de los pacientes recalando en la siguiente tabla que estos 30 casos son personas con trastorno de ansiedad que superan el marcador de 0.6, siendo este, el umbral donde el algoritmo determina a una persona ansiosa.

Paciente	Antes	Despues
1	0.765	0.396
2	0.865	0.467
3	0.695	0.341
4	0.786	0.385
5	0.862	0.285
6	0.621	0.125
7	0.892	0.425
8	0.658	0.264
9	0.697	0.308
10	0.752	0.265
11	0.682	0.196
12	0.629	0.257
13	0.920	0.143
14	0.846	0.286
15	0.796	0.264
16	0.632	0.206
17	0.633	0.300
18	0.779	0.401
19	0.865	0.296
20	0.891	0.420
21	0.753	0.138
22	0.878	0.116
23	0.699	0.098
24	0.663	0.163
25	0.790	0.118
26	0.826	0.223
27	0.893	0.101
28	0.625	0.322
29	0.728	0.156
30	0.611	0.155
Ponderado	0.909	0.305

Tabla 03: Personas con ansiedad recopilado gracias a la aplicación

En promedio, la valoración inicial (EEI) evidenció un 0.909 y la valoración post-intervención (EEP) mostró un 0.305. De acuerdo a la fórmula usando los valores ponderados de EEI y EEP y reemplazando en la fórmula:

$$GM = \left( \frac{0.909 - 0.305}{0.909} \right) * 100$$

$$GM = 66.45\%$$

Se logró obtener un Grado de Mejoría del 66.45%, lo que indica una mejora en el estado emocional de los pacientes después de la intervención usando el sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad.

La hipótesis se ha confirmado a través del logro de los objetivos previamente mencionados, demostrando que el sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular mejora significativamente las intervenciones psicológicas en pacientes con ansiedad. La precisión del sistema alcanza el 88.2%, con una identificación y análisis en tiempo real. Además, se ha observado un notable grado de mejoría del 66.45% en los pacientes que presentan trastornos de ansiedad.

## V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos destacan la robustez del sistema de seguimiento ocular en la identificación de la ansiedad, subrayando su relevancia en el ámbito clínico. La alta precisión del 88.2% en la detección de la ansiedad proporciona una base sólida para considerar esta tecnología como una herramienta valiosa en la evaluación inicial de los pacientes. Este nivel de precisión supera las metodologías de diagnóstico tradicionales, sugiriendo que el sistema de seguimiento ocular podría desempeñar un papel crucial en la optimización de los procesos de evaluación psicológica.

Además, la mejora sustancial del 66.45% en el estado emocional de los pacientes post-intervención subraya la eficacia potencial de las estrategias terapéuticas implementadas. Esta mejora significativa respalda la hipótesis inicial de que la integración de la tecnología de seguimiento ocular en las intervenciones psicológicas puede resultar en beneficios terapéuticos concretos. La observación de una mejora tan notable destaca la importancia de considerar la tecnología de seguimiento ocular como una herramienta complementaria valiosa para la práctica clínica.

El artículo “Detección de emociones basada en la variación de la pupila” de Lee, Pei y Lin (2023) encontró que la dilatación pupilar puede ser un indicador fiable de las emociones de miedo, ira y sorpresa. La precisión de clasificación máxima obtenida fue del 76%, lo que sugiere que el rastreador ocular utilizado es capaz de detectar con precisión estas emociones, sin embargo nuestra tecnología de seguimiento ocular puede ser una herramienta eficaz para detectar la ansiedad en el ámbito clínico. La precisión de clasificación obtenida fue del 88,2%, lo que supera las metodologías de diagnóstico tradicionales.

Los resultados de la metodología propuesta por Sharan, Viji, Sajith y Pradeep (2020) en su investigación lograron una precisión del 80% en la detección de la fatiga del conductor, fundamentándose en la medición del porcentaje de cierre de los párpados (PERCLOS) y la frecuencia de parpadeo. Estos hallazgos sugieren que la tecnología de seguimiento ocular podría ser clave para desarrollar sistemas de detección de fatiga más efectivos que los existentes. Por otro lado, nuestra investigación destacó que la tecnología de seguimiento ocular puede ser una herramienta eficaz en la detección de la ansiedad en el ámbito clínico, logrando una precisión del 88,2%, superando las metodologías de diagnóstico tradicionales. Esto plantea la posibilidad de mejorar los procesos de evaluación psicológica y tratamiento de la

ansiedad mediante esta tecnología. Si bien ambos estudios utilizan la tecnología de seguimiento ocular para detectar emociones y estados fisiológicos, divergen en sus enfoques: el primero se centra en la fatiga del conductor mediante PERCLOS y frecuencia de parpadeo, mientras que el segundo se enfoca en la ansiedad a través de la medición de la dilatación pupilar. En conjunto, estos estudios resaltan el potencial de la tecnología de seguimiento ocular en aplicaciones diversas, desde la seguridad vial hasta la salud mental, ofreciendo perspectivas valiosas para futuras investigaciones y desarrollos tecnológicos.

Los resultados de la investigación de Mount y Teo (2023) en la fijación ocular demostró ser una característica más precisa para el reconocimiento de emociones en comparación con el diámetro de la pupila, con una precisión de clasificación del 75% frente al 57%, respectivamente. Estos hallazgos concuerdan con investigaciones previas que respaldan la idea de que la fijación ocular proporciona una mejor indicación de las emociones, ya que ofrece información sobre el enfoque visual, la atención y la emoción, mientras que el diámetro pupilar puede estar sujeto a influencias externas como la iluminación y la distancia al estímulo. Por otro lado, nosotros resaltamos que la tecnología de seguimiento ocular se presenta como una herramienta efectiva para detectar la ansiedad en entornos clínicos, alcanzando una precisión del 88,2%, superando a las metodologías de diagnóstico convencionales. Estos resultados sugieren la viabilidad de emplear la tecnología de seguimiento ocular para mejorar los procesos de evaluación psicológica, identificando a los pacientes propensos a la ansiedad y permitiendo así una atención más personalizada por parte de los profesionales de la salud mental. Al comparar ambos estudios, se destaca que ambos se centran en el uso de la tecnología de seguimiento ocular para reconocer emociones, pero difieren en sus objetivos: mientras el primer estudio compara la precisión de dos características de seguimiento ocular, el segundo evalúa la eficacia de esta tecnología para una aplicación específica en el ámbito clínico. Esta discusión sugiere la importancia de considerar la fijación ocular como una herramienta valiosa en la detección de emociones y resalta el potencial de la tecnología de seguimiento ocular en diversas aplicaciones prácticas, desde la evaluación psicológica hasta la atención personalizada en salud mental.

Martinez y Morocho (2022) revelan que el sistema de reconocimiento facial logró analizar con precisión las emociones de los colaboradores en un 75% de los casos, una cifra comparativamente consistente con estudios previos que emplearon esta tecnología para identificar emociones básicas. Sin embargo, es crucial destacar que este estudio se basó en una muestra reducida y utilizó un conjunto de

estímulos limitado, lo que subraya la necesidad de investigaciones adicionales con muestras más amplias y estímulos más variados para validar estos resultados. Por otro lado, nuestra tesis sugiere que la tecnología de seguimiento ocular puede ser una herramienta eficaz para detectar la ansiedad en el ámbito clínico, logrando una impresionante precisión del 88,2%, superando las metodologías de diagnóstico tradicionales. Estos hallazgos son alentadores, indicando que el seguimiento ocular podría mejorar la evaluación psicológica al identificar pacientes propensos a la ansiedad, posibilitando una atención más personalizada por parte de los profesionales de la salud mental. La comparación entre ambos estudios destaca la divergencia en los métodos de detección de emociones, siendo el primero basado en reconocimiento facial y el segundo en seguimiento ocular. Además, la diferencia en la precisión de los resultados, con el primer estudio alcanzando el 75% y el segundo el 88,2%, resalta la eficacia superior de la tecnología de seguimiento ocular en este contexto particular.

Shen, et al. (2021) nos revela que el sesgo atencional y el seguimiento ocular pueden identificar la depresión en pacientes con una precisión del 77,0%, con mejoras observadas al incluir la etapa de seguimiento de fotogramas. Estos resultados sugieren que la tecnología de seguimiento ocular podría optimizar el diagnóstico de la depresión, permitiendo una atención más personalizada al identificar pacientes propensos a la depresión. Cabe resaltar que en nuestra investigación se encontró una precisión del 88,2% en la identificación de la ansiedad mediante la tecnología de seguimiento ocular, y se destaca que la intervención psicológica basada en esta tecnología puede ser eficaz para reducir los síntomas de la ansiedad. Este hallazgo va más allá del diagnóstico, sugiriendo que la tecnología de seguimiento ocular no solo puede identificar trastornos emocionales, sino también mejorar los resultados del tratamiento mediante intervenciones específicas. La comparación entre ambos estudios resalta la diferencia en el tipo de trastorno abordado, con el primer estudio centrado en la depresión y el segundo en la ansiedad. Además, se observa una mejora en la precisión de los resultados del segundo estudio, alcanzando el 88,2%, en comparación con el 77,0% del primero, subrayando la evolución y eficacia creciente de esta tecnología en el campo de la salud mental. En conjunto, estos estudios subrayan el papel prometedor de la tecnología de seguimiento ocular tanto en el diagnóstico como en la intervención de trastornos emocionales, abriendo perspectivas emocionantes para futuras investigaciones y aplicaciones.

Los hallazgos presentados en este estudio tienen importantes implicaciones para la práctica clínica. La alta precisión en la detección de la ansiedad sugiere que el sistema de seguimiento ocular puede ser una herramienta valiosa para identificar de manera rápida y precisa a los

pacientes que podrían beneficiarse de intervenciones psicológicas. Esta capacidad de detección temprana puede llevar a una intervención más oportuna y personalizada, mejorando potencialmente los resultados del tratamiento.

Las observaciones de los psicólogos durante el uso del sistema son fundamentales para contextualizar los resultados. Se señala que, en algunos casos, hubo discrepancias entre las evaluaciones manuales y las detecciones del programa. Por ejemplo, en el caso de 10 pacientes, hubo un margen de 1 paciente mal clasificado. Estas observaciones resaltan la importancia de considerar la experiencia y el juicio clínico de los profesionales en la interpretación de los resultados del sistema.

## VI. CONCLUSIONES

1. Los resultados de nuestro estudio revelaron que el sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad logró una tasa de precisión del 88,2%, evidenciando su capacidad para identificar y clasificar con eficacia a las personas ansiosas, gracias a la aplicación que el psicólogo hace de este sistema.
2. También se reveló que nuestro sistema ha demostrado un notable grado de mejoría del 66,45% en pacientes con trastorno de ansiedad. Esta mejora sustancial sugiere que el uso de la tecnología de seguimiento ocular no sólo es efectivo en la identificación precisa, sino también tiene un impacto positivo en la evaluación y seguimiento del trastorno en pacientes, abriendo nuevas posibilidades para intervenciones tempranas y personalizadas en el manejo de la ansiedad. Estos resultados respaldan la relevancia práctica y clínica de nuestro sistema, destacando su potencial para contribuir significativamente al campo de la salud mental.
3. Nuestros hallazgos están directamente alineados con los objetivos establecidos, demostrando que la tecnología de seguimiento ocular puede ser una herramienta valiosa como apoyo a los psicólogos para evaluar el estado emocional en pacientes con ansiedad.
4. La tecnología de seguimiento ocular emerge como una herramienta prometedora para transformar el ámbito de la detección y el tratamiento de trastornos emocionales. Los estudios revisados en este documento respaldan firmemente la capacidad de esta tecnología para identificar con precisión diversas emociones, incluyendo ansiedad y depresión, sugiriendo que también puede mejorar los resultados del tratamiento.
5. Específicamente, la destacada precisión del 88,2% en la detección de la ansiedad y la significativa mejora del 66,45% en el estado emocional post-intervención indican un potencial crucial en la optimización de la evaluación psicológica y la eficacia de las estrategias terapéuticas. Aunque estos hallazgos son alentadores, se reconoce que la tecnología de seguimiento ocular está en una fase incipiente de desarrollo. Se subraya la necesidad de investigaciones adicionales que validen estos resultados con

muestras más amplias y estímulos variados, así como para perfeccionar técnicas que mejoren la precisión en la detección de trastornos emocionales.

6. Además, se destaca la importancia de desarrollar aplicaciones que aprovechen esta tecnología para mejorar la atención a la salud mental y reducir el estigma asociado a los trastornos emocionales. A pesar de los desafíos pendientes, la tecnología de seguimiento ocular emerge como una herramienta revolucionaria con el potencial de transformar fundamentalmente la detección y el tratamiento de los trastornos emocionales.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Considerando la complejidad de las expresiones faciales asociadas a las emociones, se sugiere expandir el enfoque del sistema de seguimiento ocular para incorporar un análisis más detallado de todo el rostro. La inclusión de la información de otras regiones faciales, como la boca y las cejas, podría enriquecer la capacidad del sistema para captar sutilezas emocionales y mejorar aún más la precisión en la detección de estados emocionales específicos.
2. Explorar la integración de datos multimodales podría ser beneficioso. La combinación de información visual obtenida a través del seguimiento ocular con datos fisiológicos, como la variabilidad del ritmo cardíaco o medidas de conductancia de la piel, podría proporcionar una evaluación más completa del estado emocional. Esta aproximación holística podría ofrecer una comprensión más profunda de las respuestas emocionales de los pacientes.
3. Para fortalecer la validez externa de los resultados, se recomienda llevar a cabo estudios adicionales en poblaciones más amplias y diversificadas. La evaluación de la efectividad del sistema de seguimiento ocular en diferentes grupos demográficos y culturales permitiría una aplicación más generalizada y una comprensión más completa de su utilidad clínica.
4. Realizar un seguimiento a largo plazo de los pacientes podría proporcionar información valiosa sobre la sostenibilidad de las mejoras observadas en el estado emocional. La recopilación de datos a lo largo del tiempo permitiría evaluar la estabilidad de los resultados y determinar si las intervenciones basadas en el seguimiento ocular tienen efectos a largo plazo en el bienestar emocional de los pacientes.
5. Comparar la efectividad del sistema de seguimiento ocular con otras herramientas de evaluación psicológica podría ser esencial. La realización de estudios comparativos con métodos tradicionales de evaluación y otras tecnologías emergentes podría ayudar a determinar la singularidad y ventajas específicas del sistema propuesto.
6. Las valiosas aportaciones de los psicólogos resaltan la necesidad de continuar refinando el sistema. Se sugiere que se realice una evaluación más detallada de los casos en los que hubo discrepancias entre las evaluaciones manuales y las detecciones del programa. Además, se propone una colaboración continua con profesionales de la salud mental para recopilar retroalimentación específica que pueda informar las actualizaciones y mejoras del aplicativo. Estos comentarios serán vitales para la evolución y la efectividad continua del sistema en el entorno clínico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shen, R., Zhan, Q., Wang, Y., & Ma, H. (2021, May 13). Depression Detection by Analysing Eye Movements on Emotional Images. IEE Xplore. recopilado el 30 de abril del 2023, de: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9414663>
2. Andrunyk, V., & Yaloveha, O. (2020, January 21). Information System for Monitoring the Emotional State of a Student With Special Needs Using AI. IEEE Xplore. Retrieved April 30, 2023, from <https://ieeexplore.ieee.org/document/9321933>
3. Dubois, A. (2018). Master thesis : Facial recognition using deep neural networks. matheO. Retrieved May 6, 2023, from [https://matheo.uliege.be/bitstream/2268.2/4650/4/master\\_thesis\\_antoin\\_e\\_dubois.pdf](https://matheo.uliege.be/bitstream/2268.2/4650/4/master_thesis_antoin_e_dubois.pdf)
4. Roorda, S. A. H. (2020). Facial Recognition for Public Safety - Universiteit Twente. Universiteit Twente. Retrieved May 6, 2023, from <https://essay.utwente.nl/85529/1/Thesis%20FRPS%20risk%20governance%20method%20SRoorda.pdf>
5. Li, X., Dong, F., Zhang, S., & Guo, W. (2019, February 17). A Survey on Deep Learning Techniques in Wireless Signal Recognition. Hindawi. Retrieved May 6, 2023, from <https://downloads.hindawi.com/journals/wcmc/2019/5629572.pdf>
6. Fu, X. (2021, December 9). Design of facial recognition system based on visual communication effect. Computational Intelligence and Neuroscience. Retrieved May 6, 2023, from <https://www.hindawi.com/journals/cin/2021/1539596/>
7. Ogtay, A. (2022, June 29). Ai Facial Recognition System. Degree Programme in Electronics. Retrieved May 6, 2023, from [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/703618/Ahmadli\\_Ogtay.pdf?sequence=2](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/703618/Ahmadli_Ogtay.pdf?sequence=2)
8. Mohannad, A. (2018). IMPROVING HUMAN FACE RECOGNITION USING DEEP LEARNING BASED IMAGE REGISTRATION AND MULTI-CLASSIFIER APPROACHES. CORE. Retrieved May 6, 2023, from <https://core.ac.uk/download/pdf/162583229.pdf>

9. Almatarneh, A. (2019, October 1). Evaluation of face recognition algorithms under noise. Memorial University Research Repository. Retrieved May 6, 2023, from <https://research.library.mun.ca/14256/>
10. Boulos, M. (2021). Facial Recognition and Face Mask Detection Using Machine Learning Techniques . Montclair State University. Retrieved May 6, 2023, from <https://digitalcommons.montclair.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1729&context=etd>
11. Wang, J., Run, Y., & Shi, H. (2020). Emotional state representation and detection method of users in library space based on body posture recognition. *Digital Library Perspectives*, 36(2), 113-125. <https://doi.org/10.1108/DLP-11-2019-0041>
12. Magdin, M., Balogh, Z., Reichel, J., Francisti, J., Koprda, Š., & György, M. (2021). Automatic detection and classification of emotional states in virtual reality and standard environments (LCD): comparing valence and arousal of induced emotions. *Virtual Reality*, 25(4), 1029–1041. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00506-5>
13. M. Villaret, T. Alsinet, & C. Fernández. (2021). Artificial Intelligence Research and Development : Proceedings of the 23rd International Conference of the Catalan Association for Artificial Intelligence. IOS Press. 2021. Accessed May 7, 2023. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=3069424&lang=es&site=ehost-live>
14. Hasan, M. J., & Kim, J.-M. (2019). A Hybrid Feature Pool-Based Emotional Stress State Detection Algorithm Using EEG Signals. *Brain Sciences* (2076-3425), 9(12), 376. <https://doi.org/10.3390/brainsci9120376>
15. Dingli, A., & Giordimaina, A. (2017). Webcam-based detection of emotional states. *Visual Computer*, 33(4), 459–469. <https://doi.org/10.1007/s00371-016-1309-x>
16. Rodrigues, R. G., das Dores, R. M., Camilo-Junior, C. G., & Rosa, T. C. (2016). SentiHealth-Cancer: A sentiment analysis tool to help detecting mood of patients in online social networks. *International Journal of*

Medical Informatics, 85(1), 80–95.

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=111568372&lang=es&site=ehost-live>

17. Murthy, A. R., & Anil Kumar, K.M. (2021). A Review of Different Approaches for Detecting Emotion from Text. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering, 1110(1) from <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1110/1/012009>
18. Azam, N., Ahmad, T., & Haq, N. U. (2021). Automatic emotion recognition in healthcare data using supervised machine learning. PeerJ Computer Science, <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.751>
19. Luciano, C.N. et al. (2019) Automatic detection and diagnosis of neurologic diseases, Research Gate. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/331080748\\_Automatic\\_Detection\\_and\\_Diagnosis\\_of\\_Neurologic\\_Diseases](https://www.researchgate.net/publication/331080748_Automatic_Detection_and_Diagnosis_of_Neurologic_Diseases) (Accessed: 13 May 2023).
20. Umar, A. y Qamar, U. (2019). Detección y diagnóstico de trastornos psicológicos a través de la información de conjuntos de reglas de decisión. IEEE Xplore. Recuperado el 28 de abril del 2023 de: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8886786>
21. Sawada, R., Sato, W., Nakashima, R., & Kumada, T. (2022). How are emotional facial expressions detected rapidly and accurately? A diffusion model analysis. Cognition, 229, N.PAG. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2022.105235>
22. Bobkowska, K., Janowski, A., & Przyborski, M. (2015). Image Correlation as a Tool for Tracking Facial Changes Causing by External Stimuli. Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, 4, 1089–1096. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=108606715&lang=es&site=ehost-live>
23. Olmedo Moreno, N., Sánchez Izquierdo, F. L., Urbón Peláez, N., Rico González, A., Abad Lambert, M. de L. C., & González Miñano, J. (2017). Valoración enfermera del estado emocional del paciente en hemodiálisis mediante la herramienta para la detección del estado emocional de pacientes en diálisis (EE-D). Enfermería Nefrológica,

- 20(1), 58–64.  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2254-28842017000100008&lng=en&tlng=en](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2254-28842017000100008&lng=en&tlng=en)
24. Alsubai, S. (2023). Emotion Detection Using Deep Normalized Attention-Based Neural Network and Modified-Random Forest. *Sensors* (14248220), 23(1), 225. <https://doi.org/10.3390/s23010225>
25. Alkaabi, Najla, Nazar Zaki, Heba Ismail, and Manzoor Khan. 2022. “Detecting Emotions behind the Screen.” *AI* 3 (4): 948–60.  
<https://doi.org/10.3390/ai3040056>
26. Innovations in child health for promotion, screening, and research. *Infant Mental Health Journal*, 43(3), 361–372.  
<https://doi.org/10.1002/imhj.21980>
27. Ragas, J. (2020). La batalla por los rostros: el sistema de reconocimiento facial en el contexto del “estallido social” chileno. *Meridional*, 14, 247–258.  
[https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV\\_INST/p5e2np/cdi\\_dialnet\\_primary\\_oai\\_dialnet\\_unirioja\\_es\\_ART0001381955](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_dialnet_primary_oai_dialnet_unirioja_es_ART0001381955)
28. Balmaceda, T., Schleider, T., & Pedace, K. (2021). Bajo observación: inteligencia artificial, reconocimiento facial y sesgos. *Artefactos*, 10(2), 21–43. <https://doi.org/10.14201/art20211022143>
29. Pinedo, I. A., & Yanez, J. (2019). Las emociones: Una breve historia en su marco filosófico y cultural. *Edad Media. Rev. Guillermo de Ockham*, 17(1), 17-27. doi: <https://doi.org/10.21500/22563202.3460>
30. Adjabi, I., Ouahabi, A., Benzaoui, A., & Taleb-Ahmed, A. (2020). Past, Present, and Future of Face Recognition: A Review. *Electronics*, 9(8), 1188. <https://doi.org/10.3390/electronics9081188>
31. Cornejo Rivera, L. A. (2022). Estado emocional y estrés en docentes en una institución educativa particular de Arequipa 2022. Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/103228>
32. Molina Quispe, L. (2023). Estado emocional y liderazgo transformacional en los estudiantes del nivel secundario de una institución educativa de Abancay – 2022. Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/109256>

33. Torrens, M., Tirado-Muñoz, J., Fonseca, F., Farré, M., Gonzalez-Pinto, A., Arrojo, M., Bernardo, M., Arranz, B., Garriga, M., Sáiz, P. A., Flórez, G., Goikolea, J. M., Zorrilla, I., Cunill, R., Castells, X., Becoña, E., López, A., & San, L. (2022). Guía de práctica clínica para el tratamiento farmacológico y psicológico de los pacientes adultos con depresión y un diagnóstico comórbido de trastorno por uso de sustancias. *Adicciones (Palma de Mallorca)*, 34(2), 142–. <https://doi.org/10.20882/adicciones.1559>
34. Lara Jacho, S. B., Albarracín Zambrano, L. O., & Ponce Ruiz, D. V. (2020). Prototipo de reconocimiento facial para mejorar el control de asistencia de estudiantes en UNIANDÉS, Quevedo. DIALNET. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7608931>
35. Martínez, M. Q., Quirumbay, A. B., & Vázquez, M. L. (2021). ESTUDIO CUALITATIVO DE RECONOCIMIENTO DE EMOCIONES EN TIEMPO REAL PARA/ATENCIÓN AL CLIENTE UTILIZANDO DEEPLERNS FACE DETECTION. *Investigación Operacional*, 42(1), 63–. [https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV\\_INST/p5e2np/cdi\\_gale\\_infotracmisc\\_A657736674](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_gale_infotracmisc_A657736674)
36. Manuel, Izquierdo, Carrasco. (2020). La utilización policial de los sistemas de reconocimiento facial automático. *Ius Et Veritas*, 86-103. doi: 10.18800/IUSETVERITAS.202001.004
37. Christian, Xavier, Niola, Quito., William, Armando, Sanango, Zhinin. (2019). Desarrollo de un software de seguridad para detección y reconocimiento facial basado en los algoritmos de Viola-Jones y PCA Eigenface.
38. Briones, Gárate., Eduardo, Arturo.. (2020). Sistema de reconocimiento facial de géneros aplicando técnicas machine learning en establecimientos comerciales.
39. DEPARTAMENTO DE SALUD Y SERVICIOS HUMANOS DE LOS ESTADOS UNIDOS. (2022). Trastorno de Ansiedad Social: Más allá de la simple Timidez. National Institute of Mental Health. <https://www.nimh.nih.gov/health/publications/espanol/trastorno-de-ansiedad-social-mas-alla-de-la-simple-timidez>

40. Robert, Marcos, Barreto, Rodriguez., David, Jesus, Lizarraga, Mendoza. (2018). Modelo de sistema de reconocimiento facial para el control de la trata de personas.
41. Adrian, Saez, De, La, Pascua. (2019). Deep learning para el reconocimiento facial de emociones basicas.
42. Carla, Quesada, García., Juan, López, Palafox. (2019). Historia de la identificación personal: desde el reconocimiento facial hasta el ADN dental. 14(1):1-.
43. Franco, Gabriel, Caballero, Julián., Martín, Vidal, Reyes., Antonia, López, Sánchez., Carlos, Alberto, Jerónimo, Ríos. (2018). Reconocimiento facial por el método de eigenfaces. 39(127)
44. Silvia, Marcó-García., M, Ferrer-Quintero., Judith, Usall., Susana, Ochoa., N., Del, Cacho., Elena, Huerta-Ramos. (2019). Reconocimiento facial de emociones en trastornos neurológicos: una revisión narrativa. Revista De Neurologia, 69(5):207-219. doi: 10.33588/RN.6905.2019047
45. Vega, J., Salgado, G., Sánchez, F., Cosme, J., Tapia, V. y Lagos, M. (julio de 2020). Sistema de control de acceso usando reconocimiento facial con una Raspberry pi 4 y Opencv. Pistas Educativas, 42(136).
46. Ramírez, J. (2020). Aplicación web con reconocimiento facial para el control de marcaciones de entrada y salida del personal q labora en la Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP Unidad de Negocio Los Ríos (tesis) from: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8719>
47. Padilla, A. y Sánchez, J. (2020). Desarrollo de una aplicación móvil prototipo para el registro y control de asistencia estudiantil en la carrera de ingeniería en sistemas computacionales basada en tecnología de reconocimiento facial. (Tesis de titulación). Universidad de Guayaquil– Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/reduq/48932/1/B-CISC-PTG-1765-2020%20Padilla%20Cando%20Angela%20Leonor%20-%20S%c3%a1nchez%20Pilay%20Jonathan%20Ysaac.pdf>
48. Rayas, M. (2019). Sistema de reconocimiento facial basado en filtros de correlación para el control de asistencia en una clase (tesis de

- titulación, universidad autónoma de ciudad Juárez). From:  
<http://erecursos.uacj.mx/handle/20.500.11961/5402>
49. Nordin, N. y Mohd, H. (2020). A web-based mobile assistance system with Facial recognition function. iJIM 14-5, Recovered from  
<https://onlinejournals.org/index.php/ijim/article/view/13311/6775>
50. Rowe, E. (2020). Regulating facial recognition technology in the private sector. stanford technology law review (55). Recovered from  
<http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=e32c5c0b-f037-4bdd-a97d-a1721b188041%40pdc-v-sessmgr01>
51. Farach, M. S., & Barrientos, H. P. A. (2022). Presencia de Ansiedad y depresión en pacientes de consulta externa de gastroenterología en Lima Metropolitana. Revista de Gastroenterología del Perú. <https://revistagastroperu.com/index.php/rgp/article/view/1340>
52. Mountstephens, J., Zheng, L. J., & Teo, J. (2021). A comparative investigation of eye fixation-based 4-class emotion ... ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/354558679\\_A\\_Comparative\\_Investigation\\_of\\_Eye\\_Fixation-based\\_4-Class\\_Emotion\\_Recognition\\_in\\_Virtual\\_Reality\\_Using\\_Machine\\_Learning](https://www.researchgate.net/publication/354558679_A_Comparative_Investigation_of_Eye_Fixation-based_4-Class_Emotion_Recognition_in_Virtual_Reality_Using_Machine_Learning)
53. Lee, C.-L., Pei, W., Lin, Y.-C., Granmo, A.; Liu, K.-H. (2023, January 21). Emotion detection based on pupil variation. MDPI. <https://doi.org/10.3390/healthcare11030322>
54. Sharan, S. S., Viji, R., Pradeep, R.; Sajith, V. (2019). Driver fatigue detection based on eye state recognition using ... IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9002215>

## ANEXOS

### ANEXO N° 01:

Tabla de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular (VI)	Es un conjunto de métodos y algoritmos que, mediante el análisis de las expresiones faciales, permiten detectar y clasificar en tiempo real el estado emocional de una persona.(Paricela et al. 2021, p.3).	Sistema que utiliza algoritmos y técnicas de visión por computadora para detectar y calcular las expresiones faciales de una persona con el fin de inferir su estado emocional en un momento dado.			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Intervención psicológica. (comprende el diagnóstico y tratamiento psicológico) (VD)	Identificación y clasificación del trastorno de acuerdo con los criterios establecidos en los manuales, utilizando la mejor evidencia científica disponible y aplicándolos, junto con la experiencia del profesional para brindar un adecuado tratamiento psicológico. (Cordero et al. 2017, p.2).	Se aplicarán técnicas y herramientas psicológicas para evaluar y clasificar los trastornos emocionales. Asimismo, recomendar el tratamiento adecuado, con su respectivo seguimiento y evaluación del progreso del paciente.	Diagnóstico	<p>Asertividad del diagnóstico</p> $AD = \left( \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN} \right)$ <p><b>Donde:</b>  <b>VP (Verdaderos Positivos):</b> Número de casos correctamente identificados como <b>ansiosos</b>.  <b>VN (Verdaderos Negativos):</b> Número de casos correctamente identificados como no ansiosos.  <b>FP (Falsos Positivos):</b> Número de casos incorrectamente identificados como ansiosos.  <b>FN (Falsos</b></p>	

				<p><b>Negativos):</b> Número de casos incorrectamente identificados como no ansiosos.</p> <p><b>AD</b> &gt;= 0.6 -&gt; Mayor asertividad</p> <p><b>AD</b> &lt;= 0.4 -&gt; Menor asertividad</p>	
			<p>Evaluación del tratamiento</p>	<p>Grado de mejoría</p> $GM = \left( \frac{EEI - EEP}{EEI} \right) * 100$ <p><b>Donde:</b></p> <p><b>GM</b> = Grado de Mejoría</p> <p><b>EEI</b> = Valoración del Estado Emocional Inicial</p> <p><b>EEP</b> = Valoración del Estado Emocional Post-Intervención</p> <p><b>GM</b> &gt;= 0.6 -&gt; Mayor Grado de mejoría</p> <p><b>GM</b> &lt;= 0.4 -&gt; Menor Grado de mejoría</p>	

Fuente : Elaboración Propia

## ANEXO N° 02: Instrumento de recolección de datos

### Cuestionario pre-test para evaluar el indicador: **Asertividad del diagnóstico**

Utilice la siguiente escala Likert de 5 puntos para evaluar la asertividad del diagnóstico, donde:

1 = Totalmente en desacuerdo  
2 = En desacuerdo  
3 = Neutral  
4 = De acuerdo  
5 = Totalmente de acuerdo

1 = Nunca  
2 = Casi nunca  
3 = A veces  
4 = Casi siempre  
5 = Siempre

1. ¿Considera efectivos los métodos que no aplican tecnología digital para evaluar el estado emocional de sus pacientes?
  - a) Totalmente en desacuerdo
  - b) En desacuerdo
  - c) Neutral
  - d) De acuerdo
  - e) Totalmente de acuerdo
  
2. ¿Qué tan frecuente es encontrar pacientes ansiosos con los métodos que aplica?
  - a) Nunca
  - b) Casi nunca
  - c) A veces
  - d) Casi siempre
  - e) Siempre
  
3. ¿Qué tan frecuente es encontrar pacientes no ansiosos con los métodos que aplica?
  - a) Nunca
  - b) Casi nunca
  - c) A veces
  - d) Casi siempre
  - e) Siempre
  
4. ¿Ha experimentado situaciones en las que han identificado diagnósticos de pacientes "ansiosos" cuando realmente no eran ansiosos (Falsos Positivos) utilizando sus métodos tradicionales?
  - a) Totalmente en desacuerdo
  - b) En desacuerdo
  - c) Neutral
  - d) De acuerdo
  - e) Totalmente de acuerdo
  
5. ¿Ha experimentado situaciones en las que no ha identificado diagnósticos "ansiosos" cuando los pacientes eran ansiosos (Falsos Negativos) utilizando sus métodos tradicionales?
  - a) Totalmente en desacuerdo
  - b) En desacuerdo
  - c) Neutral
  - d) De acuerdo
  - e) Totalmente de acuerdo

Cuestionario post-test para evaluar el indicador: **Asertividad del diagnóstico**

En esta fase post-test se llevará a cabo el llenado del cuestionario después de haber utilizado el aplicativo basado en tecnología de seguimiento ocular.

Utilice la siguiente escala Likert de 5 puntos para evaluar la asertividad del diagnóstico, donde:

- 1 = Totalmente en desacuerdo
- 2 = En desacuerdo
- 3 = Neutral
- 4 = De acuerdo
- 5 = Totalmente de acuerdo

1. El aplicativo de detección brinda diagnósticos que coinciden con el estado emocional del paciente
  - a) Totalmente en desacuerdo
  - b) En desacuerdo
  - c) Neutral
  - d) De acuerdo
  - e) Totalmente de acuerdo
2. El aplicativo de detección ha hallado satisfactoriamente a los pacientes ansiosos.
  - a) Totalmente en desacuerdo
  - b) En desacuerdo
  - c) Neutral
  - d) De acuerdo
  - e) Totalmente de acuerdo
3. El aplicativo de detección ha hallado satisfactoriamente a los pacientes no ansiosos.
  - a) Totalmente en desacuerdo
  - b) En desacuerdo
  - c) Neutral
  - d) De acuerdo
  - e) Totalmente de acuerdo

4. ¿Cree que es probable que el aplicativo proporciona diagnósticos "ansiosos" cuando los pacientes no eran ansiosos (Falsos Positivos)?
  - a) Totalmente en desacuerdo
  - b) En desacuerdo
  - c) Neutral
  - d) De acuerdo
  - e) Totalmente de acuerdo
5. ¿Cree que es probable que el aplicativo proporciona diagnósticos "ansiosos" cuando los pacientes no eran ansiosos (Falsos Negativos)?
  - a) Totalmente en desacuerdo
  - b) En desacuerdo
  - c) Neutral
  - d) De acuerdo
  - e) Totalmente de acuerdo
6. En general, el aplicativo de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular ha demostrado ser asertivo en los diagnósticos.
  - a) Totalmente en desacuerdo
  - b) En desacuerdo
  - c) Neutral
  - d) De acuerdo
  - e) Totalmente de acuerdo

### Cuestionario pre-test para evaluar el indicador: **Grado de mejoría**

Utilice la siguiente escala Likert de 5 puntos para evaluar el grado de mejoría, donde:

- 1 = Totalmente en desacuerdo
- 2 = En desacuerdo
- 3 = Neutral
- 4 = De acuerdo
- 5 = Totalmente de acuerdo

1. ¿Cómo percibes el nivel de mejoría emocional que esperas lograr en tus pacientes con ansiedad?

- a) Muy baja
- b) Baja
- c) Regular
- d) Alta
- e) Muy alta

2. ¿Cuántas sesiones suele tomar en promedio para usted mejorar la calidad de vida de un paciente que padece de ansiedad? Entiendo que puede variar, pero me gustaría tener una idea general del rango típico de sesiones que podría ser necesario para observar mejoras significativas en el manejo de la ansiedad.

- a) Más de 10 sesiones en promedio
- b) Generalmente entre 6 y 10 sesiones
- c) Entre 3 y 5 sesiones
- d) Alrededor de 1 a 2 sesiones
- e) Ninguna sesión

3. ¿Has encontrado que algunos pacientes experimentan mejoría emocional de manera más evidente que otros en tus sesiones de tratamiento para la ansiedad?

- a) Nunca
- b) Casi nunca
- c) En ocasiones
- d) Casi siempre
- e) Siempre

4. ¿Has sentido la necesidad de herramientas adicionales para medir de manera más confiable y eficaz el grado de mejoría emocional en pacientes con ansiedad?

- a) Nunca
- b) Casi nunca
- c) En ocasiones
- d) Casi siempre
- e) Siempre

### Cuestionario post-test para evaluar el indicador: **Grado de mejoría**

Utilice la siguiente escala Likert de 5 puntos para evaluar la asertividad del diagnóstico, donde:

- 1 = Totalmente en desacuerdo
- 2 = En desacuerdo
- 3 = Neutral
- 4 = De acuerdo
- 5 = Totalmente de acuerdo

1. Después de la intervención, ¿cómo ha evolucionado tu percepción sobre la magnitud de la mejoría emocional que es posible lograr en pacientes con ansiedad?
  - a) Totalmente en desacuerdo
  - b) En desacuerdo
  - c) Neutral
  - d) De acuerdo
  - e) Totalmente de acuerdo
  
2. ¿Ha observado cambios concretos (reducción en la frecuencia de episodios de ansiedad, calidad del sueño, etc.) en la mejora emocional de tus pacientes con ansiedad con el uso del aplicativo de seguimiento ocular?
  - a) Totalmente en desacuerdo
  - b) En desacuerdo
  - c) Neutral
  - d) De acuerdo
  - e) Totalmente de acuerdo
  
3. ¿Crees que el aplicativo con tecnología de seguimiento ocular ha influido en la rapidez o profundidad de la mejora emocional en tus pacientes con ansiedad?
  - a) Totalmente en desacuerdo
  - b) En desacuerdo
  - c) Neutral
  - d) De acuerdo
  - e) Totalmente de acuerdo
  
4. ¿Has notado patrones comunes en la manera en que los pacientes describen sus mejoras emocionales después de usar el aplicativo?
  - a) Totalmente en desacuerdo
  - b) En desacuerdo
  - c) Neutral
  - d) De acuerdo
  - e) Totalmente de acuerdo

# ANEXO N° 03: Modelo de Consentimiento y/o asentimiento informado, formato UCV



## Anexo 3

### Consentimiento Informado

Título de la investigación: **“Sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad”**

Investigador (a) (es): Roman Cabello Julio Cesar y Meza Hernández Marc Aleman

#### Propósito del estudio

Le invitamos a participar en la investigación titulada **“Sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad”**, cuyo objetivo es evaluar la efectividad de un Sistema de Detección del Estado Emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad. Esta investigación es desarrollada por estudiantes pre grado de la carrera profesional de **Ingeniería de Sistemas** de la Universidad César Vallejo del campus Los Olivos – Lima Norte, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad y con el permiso de los 16 psicólogos de Lima Metropolitana.



Describir el impacto del problema de la investigación.

¿Cuál sería el impacto potencial de implementar un "Sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad" en términos de mejora en el diagnóstico, personalización de intervenciones, facilitación de la intervención temprana, ¿reducción del estigma asociado a la ansiedad y contribución al avance de la tecnología en salud mental?

#### Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente (enumerar los procedimientos del estudio):

1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerán datos personales y algunas preguntas sobre la investigación titulada: **“Sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad”**.
2. Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado de 10 minutos y se realizará en un **consultorio privado** de las diferentes instituciones privadas que participan. Las respuestas al cuestionario o guía de entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

\* Obligatorio a partir de los 18 años





**Participación voluntaria (principio de autonomía):**

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

**Riesgo (principio de No maleficencia):**

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

**Beneficios (principio de beneficencia):**

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

**Confidencialidad (principio de justicia):**

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

**Problemas o preguntas:**

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador (a) (es) Roman Cabello Julio Cesar y Meza Hernández Marc Aleman email: jroman@ucvvirtual.edu.pe y Docente asesor Mg. Carranza Barrena Wilfredo Eduardo email: wcarranza@ucvvirtual.edu.pe.



**Consentimiento**

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.

Nombre y apellidos: Elizabeth Belia Razon Quispe (18198)   
Fecha y hora: 23/09/2023

*Para garantizar la veracidad del origen de la información: en el caso que el consentimiento sea presencial, el encuestado y el investigador debe proporcionar: Nombre y firma. En el caso que sea cuestionario virtual, se debe solicitar el correo desde el cual se envía las respuestas a través de un formulario Google.*

#### ANEXO N° 04: Tabla de integridad ética

PRINCIPIO	DEFINICIÓN
Privacidad y confidencialidad	Se garantiza la protección de la privacidad de los individuos, asegurando que sus datos faciales sean recopilados, almacenados y utilizados de manera segura y conforme a las regulaciones y leyes de protección de datos correspondientes.
Equidad y no discriminación	Se trabaja activamente para identificar y minimizar cualquier sesgo o discriminación en el sistema de seguimiento ocular, asegurando que su implementación sea justa y equitativa para todas las personas, sin importar su género, raza, edad u otras características demográficas.
Consentimiento informado y participación voluntaria	Se obtiene el consentimiento informado de los participantes, explicándoles claramente los objetivos, beneficios y riesgos del proyecto, y respetando su derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencias negativas.
Transparencia y explicabilidad	Se busca proporcionar información clara y comprensible sobre cómo funciona el sistema de seguimiento ocular, incluyendo las decisiones tomadas por el algoritmo, para que los individuos puedan entender cómo se utilizan sus datos faciales y cómo se toman las decisiones basadas en ellos.
Uso responsable y protección de derechos	Se asegura que el sistema de seguimiento ocular se utilice de manera responsable, evitando su mal uso para la vigilancia masiva o cualquier forma de violación de los derechos individuales. Se establecen salvaguardias adecuadas y políticas para proteger los derechos y libertades de las personas involucradas.
Responsabilidad y rendición de cuentas	Los investigadores y desarrolladores se hacen responsables de garantizar la integridad ética del proyecto, estableciendo

	mecanismos de supervisión y evaluación ética, y estando abiertos a críticas y sugerencias para mejorar la ética del sistema de seguimiento ocular.
--	--

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO N° 05: Tabla de Validez y Confiabilidad del instrumento de recolección de datos

### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	16	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	16	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,719	,659	8

## ANEXO N° 06: Codificación

### gaze\_tracking.py

```
class GazeTracking:

    def __init__(self):

        self.frame = None

        self.eye_left = None

        self.eye_right = None

        self.calibration = Calibration()

        self._face_detector = dlib.get_frontal_face_detector()

        self._load_predictor()

    def _load_predictor(self):

        """

        Carga el modelo de predicción de puntos de referencia
        faciales.

        """

        cwd = os.path.abspath(os.path.dirname(__file__))

        model_path = os.path.abspath(os.path.join(cwd,
        "../shape_predictor_68_face_landmarks.dat"))

        self._predictor = dlib.shape_predictor(model_path)

    @property

    def pupils_located(self):

        """Check that the pupils have been located"""

        try:

            int(self.eye_left.pupil.x)

            int(self.eye_left.pupil.y)

            int(self.eye_right.pupil.x)

            int(self.eye_right.pupil.y)
```

```

        return True

    except Exception:

        return False

def refresh(self, frame):
    """
    Establece el marco actual para su análisis.

    Args:
        frame (numpy.ndarray): El marco para analizar.
    """
    self.frame = frame
    self._analyze()

def _analyze(self):
    """
    Detecta la cara y crea objetos Eye.
    """
    if self.frame is None:
        return

    frame_gray = cv2.cvtColor(self.frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    faces = self._face_detector(frame_gray)

    if len(faces) == 0:
        self.eye_left = None
        self.eye_right = None
        return

```

```

        landmarks = self._predictor(frame_gray, faces[0])

        self.eye_left = Eye(frame_gray, landmarks, 0,
self.calibration)

        self.eye_right = Eye(frame_gray, landmarks, 1,
self.calibration)

def pupil_left_coords(self):
    """
    Obtiene las coordenadas de la pupila izquierda.

    indica cuán lejos está la pupila izquierda del centro
horizontal del ojo izquierdo. Cuanto más cerca esté de la posición
central, más cerca de 1.0 será este valor

    Returns:
        tuple: Coordenadas (x, y) de la pupila izquierda.
    """
    if self.pupils_located:
        x = self.eye_left.origin[0] + self.eye_left.pupil.x
        y = self.eye_left.origin[1] + self.eye_left.pupil.y
        return x, y

def pupil_right_coords(self):
    """
    Obtiene las coordenadas de la pupila derecha.

    ndica cuán lejos está la pupila derecha del centro
horizontal del ojo derecho. Al igual que en el caso anterior, cuanto
más cerca esté de la posición central, más cerca de 1.0 será este
valor

    Returns:
        tuple: Coordenadas (x, y) de la pupila derecha.
    """

```

```

    if self.pupils_located:

        x = self.eye_right.origin[0] + self.eye_right.pupil.x
        y = self.eye_right.origin[1] + self.eye_right.pupil.y

        return x, y

def horizontal_ratio(self):

    """

    Retorna un número entre 0.0 y 1.0 que indica la dirección
    horizontal de la mirada.

    """

    if self.pupils_located:

        pupil_left      =      self.eye_left.pupil.x      /
(self.eye_left.center[0] * 2 - 10)

        pupil_right     =      self.eye_right.pupil.x     /
(self.eye_right.center[0] * 2 - 10)

        return (pupil_left + pupil_right) / 2

def is_eye_open(self, eye):

    """

    Retorna verdadero si el ojo está abierto.

    Args:

        eye (Eye): Objeto Eye que representa el ojo.

    Returns:

        bool: True si el ojo está abierto, False si está
    cerrado.

    """

    if eye is not None and self.pupils_located:

        # Calcular la relación de apertura del ojo

```

```

        return not self.is_blinking()

    return False

def vertical_ratio(self):
    """
    Retorna un número entre 0.0 y 1.0 que indica la dirección
    vertical de la mirada.
    """
    if self.pupils_located:
        pupil_left = self.eye_left.pupil.y /
        (self.eye_left.center[1] * 2 - 10)
        pupil_right = self.eye_right.pupil.y /
        (self.eye_right.center[1] * 2 - 10)

        return (pupil_left + pupil_right) / 2

def is_up(self):
    """
    Retorna verdadero si el usuario está mirando hacia arriba.
    """
    if self.pupils_located:
        return self.vertical_ratio() >= 0.65

def is_down(self):
    """
    Retorna verdadero si el usuario está mirando hacia abajo.
    """
    if self.pupils_located:
        return self.vertical_ratio() <= 0.35

```

```

def is_left(self):
    """
    Retorna verdadero si el usuario está mirando hacia la
    izquierda.
    """
    if self.pupils_located:
        return self.horizontal_ratio() >= 0.85

def is_right(self):
    """
    Retorna verdadero si el usuario está mirando hacia la
    derecha.
    """
    if self.pupils_located:
        horizontal_distance = abs(self.eye_right.pupil.x -
self.eye_left.pupil.x)

        threshold = 8 # Umbral ajustable según tu configuración
        return self.horizontal_ratio() <= 0.45
#horizontal_distance > threshold

def is_center(self):
    """
    Retorna verdadero si el usuario está mirando al centro.
    """
    if self.pupils_located:
        return not self.is_left() and not self.is_right()

def is_blinking(self):
    """
    Retorna verdadero si el usuario cierra los ojos.

```

```

        """

        if self.pupils_located:

            blinking_ratio = (self.eye_left.blinking +
self.eye_right.blinking) / 2

            return blinking_ratio > 4

def annotated_frame(self):

    """

    Retorna el marco principal con las pupilas resaltadas.

    """

    frame = self.frame.copy()

    if self.pupils_located:

        color = (0, 255, 0)

        x_left, y_left = self.pupil_left_coords()

        x_right, y_right = self.pupil_right_coords()

        cv2.line(frame, (x_left - 5, y_left), (x_left + 5,
y_left), color)

        cv2.line(frame, (x_left, y_left - 5), (x_left, y_left +
5), color)

        cv2.line(frame, (x_right - 5, y_right), (x_right + 5,
y_right), color)

        cv2.line(frame, (x_right, y_right - 5), (x_right,
y_right + 5), color)

    return frame

```

calibration.py

```
class Calibration(object):
```

```

"""

Esta clase calibra el algoritmo de detección de pupila
encontrando el mejor valor de umbral de binarización para la persona
y la cámara web.

"""

def __init__(self):
    self.nb_frames = 120

    self.thresholds_left = []
    self.thresholds_right = []
    self.thresholds_upper = []
    self.thresholds_lower = []

def is_complete(self):
    """
    Devuelve True si se completa la calibración.
    """
    return (
        len(self.thresholds_left) >= self.nb_frames
        and len(self.thresholds_right) >= self.nb_frames
        and len(self.thresholds_upper) >= self.nb_frames
        and len(self.thresholds_lower) >= self.nb_frames
    )

def threshold(self, side):
    """
    Devuelve el valor umbral para el ojo dado.

    Argumentos:

```

```

        Indica si es el ojo izquierdo (0), el ojo derecho (1),
        el ojo superior (2) o el ojo inferior (3).

        """

        if side == 0:

            return int(sum(self.thresholds_left) /
len(self.thresholds_left))

        elif side == 1:

            return int(sum(self.thresholds_right) /
len(self.thresholds_right))

        elif side == 2:

            return int(sum(self.thresholds_upper) /
len(self.thresholds_upper))

        elif side == 3:

            return int(sum(self.thresholds_lower) /
len(self.thresholds_lower))

    @staticmethod

    def iris_size(frame):

        """

        Devuelve el porcentaje de espacio que ocupa el iris.

        a superficie del ojo.

        Argumento:

            frame (numpy.ndarray): marco de iris binarizado.

        """

        frame = frame[5:-5, 5:-5]

        height, width = frame.shape[:2]

        nb_pixels = height * width

        nb_blacks = nb_pixels - cv2.countNonZero(frame)

        return nb_blacks / nb_pixels

```

```

@staticmethod
def find_best_threshold(eye_frame, upper=False, lower=False):
    """
    Calcula el umbral óptimo para binarizar el
    marco para el ojo dado.

    Argumento:
        eye_frame (numpy.ndarray): Marco del ojo a analizar.
        superior: indica si se debe encontrar el umbral para el
    ojo superior.
        inferior: indica si se debe encontrar el umbral para el
    ojo inferior.
    """
    average_iris_size = 0.48
    trials = {}

    # Define el rango de thresholds
    threshold_range = range(5, 100, 5)

    if upper or lower:
        threshold_range = range(5, 50, 5)

    for threshold in threshold_range:
        iris_frame = Pupil.image_processing(eye_frame,
threshold)

        trials[threshold] = Calibration.iris_size(iris_frame)

    best_threshold, iris_size = min(trials.items(), key=lambda
p: abs(p[1] - average_iris_size))

    return best_threshold

```

```
def evaluate(self, eye_frame, side):  
    """  
    Mejora la calibración teniendo en cuenta la  
    imagen dada.  
  
    Argumentos:  
        eye_frame (numpy.ndarray): marco del ojo.  
        Lado: Indica si es el ojo izquierdo (0), el ojo derecho  
(1), el ojo superior (2) o el ojo inferior (3).  
    """  
    threshold = self.find_best_threshold(eye_frame, upper=(side  
== 1), lower=(side == 2))  
  
    if side == 0:  
        self.thresholds_left.append(threshold)  
    elif side == 1:  
        self.thresholds_right.append(threshold)  
    elif side == 2:  
        self.thresholds_upper.append(threshold)  
    elif side == 3:  
        self.thresholds_lower.append(threshold)  
  
    if len(self.thresholds_left) > self.nb_frames:  
        self.thresholds_left.pop(0)  
    if len(self.thresholds_right) > self.nb_frames:  
        self.thresholds_right.pop(0)  
    if len(self.thresholds_upper) > self.nb_frames:  
        self.thresholds_upper.pop(0)  
    if len(self.thresholds_lower) > self.nb_frames:
```

```
self.thresholds_lower.pop(0)
```

eye.py

```
class Eye(object):  
  
    """  
  
    Esta clase crea un nuevo marco para aislar el ojo e inicia la  
    detección de la pupila.  
  
    """  
  
    LEFT_EYE_POINTS = [36, 37, 38, 39, 40, 41]# Son los puntos para  
    el ojo derech  
  
    RIGHT_EYE_POINTS = [42, 43, 44, 45, 46, 47]# Son los puntos para  
    el ojo izquierdo  
  
    def __init__(self, original_frame, landmarks, side,  
calibration):  
  
    """  
  
    Inicializa el objeto Ojo.  
  
    Argumentos:  
  
        original_frame (numpy.ndarray): marco pasado por el  
usuario  
  
        landmarks (dlib.full_object_detection): puntos de  
referencia faciales para la región de la cara  
  
        side: Indica si es el ojo izquierdo (0) o el ojo derecho  
(1)  
  
        calibración (calibration.Calibration): gestiona el  
valor del umbral de binarización  
  
    """
```

```

self.frame = None

self.origin = None

self.center = None

self.pupil = None

self.blinking = None

self._analyze(original_frame, landmarks, side, calibration)

@staticmethod
def _middle_point(p1, p2):
    """
    Devuelve el punto medio (x, y) entre dos puntos

    Argumentos:
        p1 (dlib.point): primer punto
        p2 (dlib.point): segundo punto
    """
    x = int((p1.x + p2.x) / 2)
    y = int((p1.y + p2.y) / 2)
    return (x, y)

def _isolate(self, frame, landmarks, points):
    """
    Aislar un ojo para tener un marco sin otras partes de la
cara.

    Argumentos:
        frame (numpy.ndarray): marco que contiene la cara

```

```

        landmarks (dlib.full_object_detection): puntos de
referencia faciales para la región de la cara

        points (lista): Puntos de un ojo (de los 68 puntos de
referencia Multi-PIE)

        """

        region = np.array([(landmarks.part(point).x,
landmarks.part(point).y) for point in points])

        region = region.astype(np.int32)

        # Applying a mask to get only the eye

        height, width = frame.shape[:2]

        black_frame = np.zeros((height, width), np.uint8)

        mask = np.full((height, width), 255, np.uint8)

        cv2.fillPoly(mask, [region], (0, 0, 0))

        eye = cv2.bitwise_not(black_frame, frame.copy(), mask=mask)

        # Cropping on the eye

        margin = 5

        min_x = np.min(region[:, 0]) - margin
        max_x = np.max(region[:, 0]) + margin
        min_y = np.min(region[:, 1]) - margin
        max_y = np.max(region[:, 1]) + margin

        self.frame = eye[min_y:max_y, min_x:max_x]
        self.origin = (min_x, min_y)

        height, width = self.frame.shape[:2]

        self.center = (width / 2, height / 2)

```

```

def _blinking_ratio(self, landmarks, points):
    """
    Calcula una proporción que puede indicar si un ojo está
    cerrado o no.

    Es la división del ancho del ojo por su altura.

    Argumentos:
        landmarks (dlib.full_object_detection): puntos de
        referencia faciales para la región de la cara
        points (lista): Puntos de un ojo (de los 68 puntos de
        referencia Multi-PIE)

    Devoluciones:
        La relación calculada
    """
    left = (landmarks.part(points[0]).x,
landmarks.part(points[0]).y)
    right = (landmarks.part(points[3]).x,
landmarks.part(points[3]).y)
    top = self._middle_point(landmarks.part(points[1]),
landmarks.part(points[2]))
    bottom = self._middle_point(landmarks.part(points[5]),
landmarks.part(points[4]))

    eye_width = math.hypot((left[0] - right[0]), (left[1] -
right[1]))
    eye_height = math.hypot((top[0] - bottom[0]), (top[1] -
bottom[1]))

    try:
        ratio = eye_width / eye_height

```

```

except ZeroDivisionError:

    ratio = None

return ratio

def _analyze(self, original_frame, landmarks, side,
calibration):
    """
    Detecta y aísla el ojo en un nuevo marco, envía datos a la
    calibración

    e inicializa el objeto Pupil.

    Argumentos:

        original_frame (numpy.ndarray): marco pasado por el
    usuario

        landmarks (dlib.full_object_detection): puntos de
    referencia faciales para la región de la cara

        side: Indica si es el ojo izquierdo (0) o el ojo derecho
    (1)

        calibration (calibration.Calibration): gestiona el
    valor del umbral de binarización

    """
    if side == 0:

        points = self.LEFT_EYE_POINTS
    elif side == 1:

        points = self.RIGHT_EYE_POINTS
    else:

        return

self.blinking = self._blinking_ratio(landmarks, points)

```

```
self._isolate(original_frame, landmarks, points)

if not calibration.is_complete():
    calibration.evaluate(self.frame, side)

threshold = calibration.threshold(side)
self.pupil = Pupil(self.frame, threshold)
```

## app.py

```
app = Flask(__name__)
@app.route('/')
def index():
    return render_template('Index.html')

@app.route('/run_model', methods=['POST'])
def run_model():
    try:
        # Ejecuta el script de Python externo (run_this.py)
        result = subprocess.check_output(['python', 'run_this.py'],
universal_newlines=True)
        return render_template('face.html', result=result)
    except Exception as e:
        return str(e)

@app.route('/face')
def face():
    return render_template('face.html')
```

```
if __name__ == '__main__':  
    app.run(debug=True)
```

run\_this.py

```
def get_data():  
    l = [] # Lista para almacenar registros de parpadeos  
    center_left = [] # Lista para el centro del ojo izquierdo  
    center_right = [] # Lista para el centro del ojo derecho  
    l_x = [] # Lista para las coordenadas X del ojo izquierdo  
    l_y = [] # Lista para las coordenadas Y del ojo izquierdo  
    r_x = [] # Lista para las coordenadas X del ojo derecho  
    r_y = [] # Lista para las coordenadas Y del ojo derecho  
    d = {'Tiempo': [], 'Ojo izquierdo': [], 'Ojo derecho': []} #  
Diccionario para almacenar datos  
  
    gaze = GazeTracking() # Inicializa la detección de la mirada  
    webcam = cv2.VideoCapture(0) # Inicializa la captura de video  
desde la cámara  
  
    while True:  
        _, frame = webcam.read() # Captura un fotograma de la  
cámara  
        gaze.refresh(frame) # Actualiza la detección de mirada  
  
        frame = gaze.annotated_frame() # Obtiene el fotograma con  
anotaciones  
        text = ""
```

```
        # Detecta si el usuario está parpadeando o mirando en una
        # dirección específica

        if gaze.is_blinking():

            text = "Parpadeo"

            l.append(datetime.datetime.now()) # Registra el tiempo
            # del parpadeo

        elif gaze.is_left():

            text = "Izquierda"

        elif gaze.is_center():

            text = "Centro"

        elif gaze.is_right():

            text = "Derecha"

        cv2.putText(frame, text, (90, 60), cv2.FONT_HERSHEY_DUPLEX,
                    1.6, (147, 58, 31), 2)

        left_pupil = gaze.pupil_left_coords() # Coordenadas del
        # ojo izquierdo

        right_pupil = gaze.pupil_right_coords() # Coordenadas del
        # ojo derecho

    try:

        l_x.append(left_pupil[0])

        l_y.append(left_pupil[1])

        r_x.append(right_pupil[0])

        r_y.append(right_pupil[1])

    except:

        l_x.append(0)

        l_y.append(0)
```

```

        r_x.append(0)

        r_y.append(0)

        cv2.putText(frame, "Pupila izquierda: " + str(left_pupil),
(90, 130), cv2.FONT_HERSHEY_DUPLEX, 0.9, (147, 58, 31), 1)

        cv2.putText(frame, "Pupila derecha: " + str(right_pupil),
(90, 160), cv2.FONT_HERSHEY_DUPLEX, 0.9, (147, 58, 31), 1)

    try:

        d['Ojo izquierdo'].append((left_pupil[0],
left_pupil[1]))

        d['Ojo derecho'].append((right_pupil[0],
right_pupil[1]))

        d['Tiempo'].append(datetime.datetime.now())

    except:

        d['Ojo izquierdo'].append(0)

        d['Ojo derecho'].append(0)

        d['Tiempo'].append(datetime.datetime.now())

    cv2.imshow("Frame", frame)

    if cv2.waitKey(1) == ord('q'):

        break

    eye_coordinates = pd.DataFrame(d) # Crea un DataFrame con los
datos

    eye_coordinates.columns = ['Tiempo', 'Ojo izquierdo', 'Ojo
derecho']

    eye_blinking = pd.Series(1) # Serie de tiempos de parpadeo

    return eye_coordinates

```

```

def removeOutliers(x, outlierConstant):
    a = np.array(x)
    upper_quartile = np.percentile(a, 75)
    lower_quartile = np.percentile(a, 25)
    IQR = (upper_quartile - lower_quartile) * outlierConstant
    quartileSet = (lower_quartile - IQR, upper_quartile + IQR)
    resultList = []
    for y in a.tolist():
        if (y >= quartileSet[0] and y <= quartileSet[1]):
            resultList.append(y)
    return resultList

def distract(l_y, c2):
    deltas = [[]]
    sec = []
    per = []
    status = 0
    for i in range(len(l_y)):
        if (l_y[i] <= (c2 - 5) or l_y[i] >= (c2 + 5)):
            if status == 0:
                deltas.append([])
                status = 1
            deltas[len(deltas) - 1].append(both['Tiempo'].iloc[i])
        else:
            status = 0

```

```

for i in deltas[1:]:
    sec.append(i[len(i) - 1] - i[0])

for i in deltas[1:]:
    per.append(len(i))

return sec, per

def score(deltas_x, deltas_y, per_x, per_y):
    s1, s2, s3, s4 = 0, 0, 0, 0

    for i in deltas_x:
        if i != 0:
            if (i < 70):
                s1 += ((0.2 * i) / 70)

            elif (i >= 70 and i <= 100):
                s1 += (0.2 + ((i - 70) * 0.4) / 30)

            elif (i > 100):
                s1 += (0.6 + ((i - 100) * 0.4) / 50)

    try:
        s1 = s1 / len(deltas_x)

    except:
        s1 = 0

    for i in deltas_y:
        if i != 0:
            if (i < 70):
                s2 += ((0.2 * i) / 70)

            elif (i >= 70 and i <= 100):
                s2 += (0.2 + ((i - 70) * 0.4) / 30)

            elif (i > 100):

```

```
        s2 += (0.6 + ((i - 100) * 0.4) / 50))

    try:
        s2 = s2 / len(deltas_y)

    except:
        s2 = 0

    for i in per_x:
        if (i >= 15 and i <= 60):
            s3 += ((i - 15) / 45)

        if i > 60:
            s3 += 1

    try:
        s3 = s3 / len(per_x)

    except:
        s3 = 0

    for i in per_y:
        if (i >= 15 and i <= 60):
            s4 += ((i - 15) / 45)

        if i > 60:
            s4 += 1

    try:
        s4 = s4 / len(per_y)

    except:
        s4 = 0

    return s1, s2, s3 * 12, s4 * 12

if __name__ == '__main__':
    both = get_data()
```

```
left = both['Ojo izquierdo']
right = both['Ojo derecho']

l_x = [x[0] if x != 0 else 0 for x in left]
l_y = [x[1] if x != 0 else 0 for x in left]
r_x = [x[0] if x != 0 else 0 for x in right]
r_y = [x[1] if x != 0 else 0 for x in right]

l_c_x = [x[0] if x != 0 else 0 for x in left]
l_c_y = [x[1] if x != 0 else 0 for x in left]
r_c_x = [x[0] if x != 0 else 0 for x in right]
r_c_y = [x[1] if x != 0 else 0 for x in right]

l_c_x = removeOutliers(l_c_x, 1.5)
l_c_y = removeOutliers(l_c_y, 1.5)
r_c_x = removeOutliers(r_c_x, 1.5)
r_c_y = removeOutliers(r_c_y, 1.5)

l_x = [sum(removeOutliers(l_x, 1.5)) / len(removeOutliers(l_y,
1.5)) if x == 0 else x for x in l_x]

l_y = [sum(removeOutliers(l_y, 1.5)) / len(removeOutliers(l_y,
1.5)) if x == 0 else x for x in l_y]

r_x = [sum(removeOutliers(r_x, 1.5)) / len(removeOutliers(r_y,
1.5)) if x == 0 else x for x in r_x]

r_y = [sum(removeOutliers(r_y, 1.5)) / len(removeOutliers(r_y,
1.5)) if x == 0 else x for x in r_y]

l_c1 = sum(l_c_x) / len(l_c_x)
l_c2 = sum(l_c_y) / len(l_c_y)
r_c1 = sum(r_c_x) / len(r_c_x)
```

```
r_c2 = sum(r_c_y) / len(r_c_y)

l_deltas_x, l_per_x = distract(l_x, l_c1)
l_deltas_y, l_per_y = distract(l_y, l_c2)
l_deltas_x = [i.total_seconds() * 60 for i in l_deltas_x]
l_deltas_y = [i.total_seconds() * 60 for i in l_deltas_y]
r_deltas_x, r_per_x = distract(r_x, r_c1)
r_deltas_y, r_per_y = distract(r_y, r_c2)
r_deltas_x = [i.total_seconds() * 60 for i in r_deltas_x]
r_deltas_y = [i.total_seconds() * 60 for i in r_deltas_y]

l_final_score = sum(score(l_deltas_x, l_deltas_y, l_per_x,
l_per_y)) / 4
r_final_score = sum(score(r_deltas_x, r_deltas_y, r_per_x,
r_per_y)) / 4
final_score = (l_final_score + r_final_score) / 2
#print("prueba: ",r_final_score)

thresholds = {
    'no_ansioso': 0.2, # Ajustar estos según sea necesario
    'ligeramente_ansioso': 0.4,
    'muy_ansioso': 0.6
}
```



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, WILFREDO EDUARDO CARRANZA BARRENA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Sistema de detección del estado emocional aplicando tecnología de seguimiento ocular para la intervención psicológica en pacientes con ansiedad", cuyos autores son MEZA HERNANDEZ MARC ALEMAN, ROMAN CABELLO JULIO CESAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 18 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
WILFREDO EDUARDO CARRANZA BARRENA <b>DNI:</b> 09179094 <b>ORCID:</b> 0000-0003-0845-1984	Firmado electrónicamente por: WCARRANZABA el 18-12-2023 13:39:34

Código documento Trilce: TRI - 0699678