



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



**MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE
SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN
PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE
LA CLÍNICA AREQUIPA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SISTEMAS

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE
SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN
PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE
LA CLÍNICA AREQUIPA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE SISTEMAS

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. JUAN CARLOS HERRERA MIRANDA

PRIMER MIEMBRO

:



Dr. RICHARD CONDORI CRUZ

SEGUNDO MIEMBRO

:



Dr. PAUL MAMANI TISNADO

ASESOR DE TESIS

:



Dr. JUAN BENITES NORIEGA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CIENCIA DE LOS ORDENADORES – P24



RESOLUCIÓN N° 039-2025-UI.S-D-FIS-UANCV-J

Juliaca, 10 de enero de 2025.

VISTOS:

El Expediente: 2025-CU-425 (fecha y hora de Sustentación) de fecha 10 de enero de 2025 y el expediente: 2025-CU-424 (título) de fecha 10 de enero de 2025, del (la) bachiller **LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI** quien *solicita nominación de jurados, fecha y hora de sustentación*, para rendir la sustentación y defensa de la tesis titulada **MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024**, conducente a la obtención del Título Profesional de INGENIERO DE SISTEMAS, que fue revisada por el Director de la Unidad de Investigación y el Decano de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, Escuela Profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS.

CONSIDERANDO:

Que, el Director de la Unidad de Investigación autoriza la ejecución de la propuesta de investigación según Resolución Nro. 213-2023-UI.P-D-FIS-UANCV-J (aprobar y autorizar la ejecución de la propuesta de investigación) y con Resolución. Nro. 226-2024-UI.R-D-FIS-UANCV-J (aprobar y autorizar el informe final de la investigación).

Que, de conformidad con el artículo 8°, numeral b) del Reglamento General de Grados y Títulos de la UANCV vigente, es procedente acceder a la petición del interesado.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Y, estando a la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y el Decano de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, y las atribuciones que confiere el artículo 28° del Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, que confiere facultades al Decano de la Facultad de Ingeniería de Sistemas.

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- DECLARAR APTO para la sustentación del informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) titulada **MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024**, del bachiller **LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI**, para optar el Título Profesional de INGENIERO DE SISTEMAS, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO. - NOMINAR JURADOS para la sustentación y defensa de la tesis a los siguientes docentes:

- Presidente : M.Sc. JUAN CARLOS HERRERA MIRANDA.
- Primer miembro : Dr. RICHARD CONDORI CRUZ.
- Segundo miembro : Dr. PAUL MAMANI TISNADO.
- Asesor: : Dr. JUAN BENITES NORIEGA.

ARTÍCULO TERCERO. - PROGRAMAR FECHA Y HORA de sustentación como se detalla:

- Modalidad, Lugar : Presencial, Pabellón de la Facultad de Ingeniería de Sistemas.
- Fecha, Hora : 13 de enero de 2025, 16:30 Horas.

ARTÍCULO CUARTO. - DISPONER que la comisión de Grados y Títulos de la facultad, secretarías académicas y administrativas, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.

C.c
Arch 2025
JCHM/ v1.5
Distribución: Asesor de Tesis, Interesado



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
M.Sc. Juan Carlos Herrera Miranda
DECANO



P} Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

RESOLUCIÓN N° 226-2024-UI.R-D-FIS-UANCV-J

Juliaca, 26 de Agosto de 2024

VISTOS:

El Expediente: 2024-CU-10888 de fecha 19 de Agosto de 2024, del Bach. **LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI**, quien solicita Revisión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" que fue revisada por el Comité de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, Escuela Profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, el (la) Bach. **LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI**, quien solicita la revisión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) del tema titulada: **MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024**, conducente para optar el Título profesional de INGENIERO DE SISTEMAS.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión favorable al Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis).

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, Escuela Profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS, corroboro el asesoramiento en el Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) del ASESOR Dr. **JUAN BENITES NORIEGA**,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades al Decano de la Facultad de Ingeniería de Sistemas.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - APROBAR Y AUTORIZAR EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (Borrador de Tesis) para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, del tema titulado: **MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024**, presentado por el (la) Bach. **LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI**, para optar el Título Profesional de INGENIERO DE SISTEMAS, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO. - RATIFICAR, como ASESOR al Dr. **JUAN BENITES NORIEGA**.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la facultad, secretarías académicas y administrativas, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

M.Sc. Juan Carlos Herrera Miranda
DECANO

C.c
Arch 2024
JCHM/ v1.1
Distribución: Asesor de Tesis, Interesado

Ciudad Universitaria Urbanización Taparachi Km 4.5 Salida Puno - Juliaca



RESOLUCIÓN N° 213-2024-UI.P-D-FIS-UANCV-J

Juliaca, 19 de julio de 2024

VISTOS:

El Expediente: 2024-CU-9109 de fecha 16 de julio de 2024, del (la) Bach. **LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI**; con el cual solicita Revisión de la Propuesta de Investigación y el Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación" que fue revisada por el Comité de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, Escuela Profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, el (la) Bach. **LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI**, solicito la revisión y aprobación de la Propuesta de Investigación de la tesis titulada: **MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024**; conducente para optar el Título Profesional de INGENIERO DE SISTEMAS.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación ha emitido opinión favorable a la propuesta de investigación.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, Escuela Profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS, ratifico la propuesta del Asesor Dr. **JUAN BENITES NORIEGA**, quien debe estar acreditado y facultado para orientar y ayudar al asesorado en el proceso de elaboración del trabajo de investigación (Tesis).

Estando, la opinión favorable del comité de Investigación, en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades al Decano de la Facultad de Ingeniería de Sistemas.

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - APROBAR Y AUTORIZAR LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, titulada: **MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024**, presentado por el (la) Bach. **LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI**, para optar el Título Profesional de INGENIERO DE SISTEMAS, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO. - RECONOCER, como ASESOR al Dr. **JUAN BENITES NORIEGA**.

ARTÍCULO TERCERO. - DISPONER que la facultad, secretarías académicas y administrativas, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

M.Sc. **Juan Carlos Herrera Miranda**
DECANO

C.c
Arch 2024
JCHM/ v1.1
Distribución: Asesor de Tesis, Interesado

Ciudad Universitaria Urbanización Taparachi Km 4.5 Salida Puno - Juliaca



MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
2	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	<1%
6	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to UNIBA Trabajo del estudiante	<1%
8	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.eesppsantarosacusco.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
11	1library.co Fuente de Internet	<1%




Metadatos complementarios



Título de la Tesis	
MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75910130
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-2788-8890
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	JUAN BENITES NORIEGA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06195745
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-3842-8435
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	JUAN CARLOS HERRERA MIRANDA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29606930
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	RICHARD CONDORI CRUZ
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442917
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	PAUL MAMANI TISNADO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01314987



Datos de investigación	
Línea de investigación	Ciencia de los Ordenadores – P24
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Arequipa Provincia: Arequipa Distrito: Arequipa Clínica Arequipa Coordenadas: Latitud: -16.3920331 Longitud: -71.5395171</p> <p>URL Maps: https://maps.app.goo.gl/M9EhTuhru6oKm6hCA</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2024 – Enero 2025
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería de sistemas y comunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.04</p> <p>Ingeniería de procesos https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.04.00</p>



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CERREJÓN VELÁSQUEZ"
M.Sc. Juan Carlos Herrera Miranda
DIRECTOR (e)
Unidad de Investigación FIS



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI, identificado con DNI Nro. 75910130, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA DE SISTEMAS

informo que he elaborado el/la **Tesis** o **Trabajo de Investigación**, **Trabajo Académico** denominada:

MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024

Asesorado por: Dr. JUAN BENITES NORIEGA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 22 de MAYO del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Con mucho amor dedico a mis
padres por su apoyo moral,
económico.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a los docentes de la
Universidad Andina "Néstor
Cáceres Velásquez"



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN.....	x

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1 Problema principal	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3. Justificación	2
1.3.1. Justificación Económica.....	2
1.3.2. Justificación Social.....	3
1.3.3. Justificación Académica y Tecnológica.....	3
1.4. Objetivos de la investigación	3
1.4.1 Objetivos generales	3
1.4.2 Objetivos específicos	3



1.5. Importancia 4

1.6. Limitaciones 5

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes 7

2.2. Marco epistemológico 9

2.3. Estado del arte 11

 2.3.1. Sistemas para la detección de letargo 11

 2.3.2. Reconocimiento Facial 12

2.4. Bases teóricas 14

 2.4.1. Aprendizaje profundo 14

 2.4.2. Redes Neuronales Convolucionales (CNN) 15

 2.4.3. Sistema de reconocimiento facial 21

 2.4.4. Sistema de Codificación de la Acción Facial 23

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

3.1. Hipótesis 25

3.2. Variables de la investigación 25

3.3. Métodos de investigación 26

 3.3.1. Tipo de Investigación 26

 3.3.2. Diseño de la investigación 26



3.3.3. Nivel de la investigación.....	26
3.3.4. Línea de investigación	26
3.4 Modalidad de estudio de casos.....	26
3.4.1. Población de estudio.....	26
3.4.2. Tamaño de la muestra	27
3.5 Métodos y técnicas de recogida de información	27
3.5.1. Técnicas de recolección de datos.....	27
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos	28

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de datos.....	29
4.2 Diseminación de los hallazgos.....	39
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	53
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	54
Anexo 2. Instrumento	55
Anexo 3. Validación de instrumento	56
Anexo 4. Tabulación de datos	59



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables	26
Tabla 2 Resultados de las arquitecturas analizadas	44



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Arquitectura de una CNN	16
Figura 2 Arquitectura VGG 16.....	17
Figura 3 Bloque residual	19
Figura 4 Arquitectura ResNet50.....	20
Figura 5 Estructura de reconocimiento facial	21
Figura 6 El rostro y las 16 regiones de interés	24
Figura 7 Esquema de la propuesta	30
Figura 8 Creación de un nuevo cuaderno en Google Colab.....	32
Figura 9 Interfaz de un cuaderno de Google Colab.....	32
Figura 10 Selección de la GPU disponible en Google Colab.....	33
Figura 11 Montar Google Drive para acceder a datos de un directorio.....	33
Figura 12 Paquetes utilizados en el proyecto.....	34
Figura 13 Configuración de parámetros de la imagen.....	34
Figura 14 <i>Ruta de archivos a ejecutar</i>	35
Figura 15 Generación de un conjunto de datos.....	35
Figura 16 Transfer learning VGG16	36
Figura 17 Descargar modelo entrenado.....	36
Figura 18 Definición de los parámetros de la gráfica del entrenamiento.....	37
Figura 19 Cargar el modelo para la predicción.....	38
Figura 20 Parámetros de la matriz de confusión aplicado en la predicción	38
Figura 21 Pérdida durante el entrenamiento	39
Figura 22 Exactitud durante el entrenamiento.....	40
Figura 23 Matriz de confusión TL VGG16	40
Figura 24 Perdida en el entrenamiento	42
Figura 25 Exactitud del entrenamiento.....	42
Figura 26 Matriz de confusión TL ResNet50	43



RESUMEN

La presente tesis muestra un sistema inteligente para la detección de letargo en conductores (DSC), utilizando tecnologías avanzadas como redes neuronales y procesamiento de imágenes. Se justifica la necesidad de este sistema debido a la alta provocación de accidentes creadas por la letargo en el desarrollo del tránsito vial. A través de una revisión de literatura, se analizan diversos enfoques y métodos existentes, destacando la efectividad de modelos como PERCLOS y redes neuronales convolucionales (CNN).

El sistema propuesto se basa en la adaptación de modelos preentrenados, como VGG16 y ResNet50, mediante transferencia de aprendizaje, lo que permite una detección precisa en tiempo real. Los resultados obtenidos muestran una alta tasa de precisión en la identificación de letargo, lo que sugiere que el sistema ayudara en el desarrollo adecuado de la seguridad vial y prevenir accidentes. En conclusión, la investigación contribuye al avance en la tecnología de detección de letargo, ofreciendo un enfoque innovador y práctico para abordar este problema crítico.

Palabras clave: Modelo inteligente, somnolencia, conductores, patrones faciales.



ABSTRACT

This thesis presents an intelligent system for detecting drowsiness in drivers (DSC), using advanced technologies such as neural networks and image processing. The need for this system is justified by the high incidence of accidents caused by drowsiness in road traffic. Through a literature review, various existing approaches and methods are analyzed, highlighting the effectiveness of models such as PERCLOS and convolutional neural networks (CNN).

The proposed system is based on the adaptation of pre-trained models, such as VGG16 and ResNet50, through transfer learning, which allows for accurate detection in real time. The results obtained show a high accuracy rate in identifying drowsiness, suggesting that the system will aid in the proper development of road safety and prevent accidents. In conclusion, the research contributes to the advancement of drowsiness detection technology, offering an innovative and practical approach to address this critical problem.

Keywords: Intelligent model, drowsiness, drivers, facial patterns.



INTRODUCCIÓN

La letargo al volante es un problema crítico que contribuye significativamente a los accidentes de tráfico. La presente tesis propone un sistema inteligente basado en características visuales para la (DSC), utilizando tecnologías avanzadas como redes neuronales y técnicas de procesamiento de imágenes. El objetivo principal es desarrollar un sistema que permita identificar la letargo de manera temprana, contribuyendo así a la prevención de accidentes viales.

Capítulo I: Planteamiento Metodológico

El primer capítulo establece el marco metodológico de la investigación, donde se define el problema a investigar: el grado de precisión y exactitud de un sistema inteligente para la (DSC). Se revisan las metodologías existentes y se justifica la necesidad de un enfoque innovador que combine la inteligencia artificial con el análisis de características faciales.

Capítulo II: Planteamiento Operacional

En este capítulo se detallan los procedimientos operativos del sistema propuesto. Se discuten las herramientas y tecnologías que se utilizarán, así como el diseño del sistema. Se enfatiza la importancia de la recolección de datos y la preparación de conjuntos de datos para entrenar los modelos de aprendizaje automático.

Capítulo III: Revisión de Literatura

La revisión de literatura revela diversas investigaciones sobre la detección de letargo. Se destacan estudios como el de Torres (2022), que utiliza un enfoque basado en el comportamiento del conductor, analizando el (%) de cierre de los ojos (PERCLOS) y otros indicadores como los bostezos. Por otro lado, Fernandez (2022) implementa redes neuronales convolucionales (CNN) para detectar letargo,



mostrando buenos resultados en sus pruebas. Estos estudios fundamentan la necesidad de un sistema más robusto y efectivo.

Capítulo IV: Diagnóstico Situacional

Este capítulo presenta un diagnóstico situacional sobre el estado actual de la investigación en detección de letargo. Se analizan las limitaciones de los métodos existentes y se argumenta la necesidad de un sistema que combine diferentes enfoques para mejorar la precisión en la detección. Se concluye que la integración de tecnologías avanzadas puede ofrecer soluciones más efectivas.

Capítulo V: Propuesta Planteada

La propuesta se centra en el desarrollo de un sistema inteligente para el reconocimiento de características faciales, aplicable a la detección de letargo en tiempo real. Se utilizan modelos de redes neuronales preentrenados, como VGG16 y ResNet50, que se adaptan mediante transferencia de aprendizaje. Este enfoque permite mantener las características originales de los modelos mientras se ajustan las últimas capas para la detección específica de letargo. Se presenta un esquema del funcionamiento del sistema, destacando la importancia de la integración de los modelos entrenados en el algoritmo de detección.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2016 ocurrieron 1,35 millones de fallecimientos a nivel global debido a accidentes de tráfico, además de millones de personas que sufrieron lesiones graves y viven con efectos adversos prolongados en su salud (OMS, 2024). La letargo al volante representa un riesgo considerable, contribuyendo significativamente a la ocurrencia de accidentes de tránsito graves (Altameem et al., 2021). Este estado de letargo genera síntomas que afectan el rendimiento, como tiempos de respuesta más lentos, periodos de distracción o micro sueños (parpadeos superiores a 500 milisegundos) (Dinges, 1995; Dawson y Reid, 1997). Al conducir, estos síntomas incrementan el riesgo de no ver señales, desviarse de los carriles o pasar salidas, lo que puede llevar a accidentes (Soartes et al., 2020).

Diversas investigaciones se han enfocado en identificar la letargo de forma temprana. Los métodos actuales incluyen la monitorización del comportamiento del conductor y los cambios fisiológicos, así como el análisis de las respuestas del vehículo a las acciones del conductor. Entre las medidas fisiológicas se encuentran variaciones en la frecuencia cardíaca, ondas cerebrales y actividad muscular. Aunque estas medidas pueden detectar la fatiga de manera precisa, están expuestas a interferencias (Sommer y Golz, 2010).



Los métodos basados en el vehículo, como el monitoreo de la velocidad, maniobras de dirección y desviaciones de carril, también se ven afectados por factores externos, lo cual limita su fiabilidad en la detección de la letargo del conductor (Li et al., 2017; Krajewski et al., 2009).

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema principal

¿Cuál es el grado de precisión y exactitud de un sistema inteligente basado en características visuales para la (DSC)?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Qué característica adopta el sistema inteligente en la detección de letargo?
2. ¿Cuáles son las secuencias y criterios necesarios para el entrenamiento del sistema inteligente?
3. ¿Cómo es el modelado del sistema inteligente para la detección de letargo?
4. ¿Cómo es el funcionamiento del sistema inteligente para la detección de la letargo?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación Económica

La propuesta beneficiará al conductor al contribuir a la disminución de accidentes y los costos asociados, promoviendo además una mayor productividad y eficiencia en las empresas de transporte. También permitirá reducir gastos en primas y reclamaciones de seguros, asegurar el cumplimiento de regulaciones, ofrecer ventajas competitivas y generar un efecto positivo tanto en la sociedad como en la economía.



1.3.2. Justificación Social

Contribuirá a mejorar notablemente la seguridad vial, reducir los costos sociales, elevar la calidad de vida, fomentar prácticas seguras de conducción y generar un efecto positivo en la comunidad y en la sociedad.

1.3.3. Justificación Académica y Tecnológica

Nuestra investigación se enfoca desde la necesidad de tener asistencia tecnológica al conductor, alertando sobre la presencia de letargo mientras maneja para prevenir accidentes en las rutas asignadas y así ofrecer mayor seguridad y tranquilidad al conductor. En el ámbito académico, el proyecto fomenta el avance del conocimiento científico, promueve la investigación interdisciplinaria y facilita la formación y capacitación de estudiantes e investigadores. Desde el aspecto tecnológico, impulsa la innovación mediante el uso de tecnologías emergentes, el desarrollo de prototipos y productos, y la colaboración con la industria. Además, contribuye a la creación de estándares y normativas, posicionándose como un referente en seguridad vial y tecnología automotriz.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivos generales

Proponer un modelo de Sistema Inteligente basado en características Visuales para la (DSC)

1.4.2 Objetivos específicos

1. Analizar las características de un sistema inteligente para la detección de letargo
2. Establecer los procedimientos y criterios de aprendizaje del sistema inteligente para la detección de letargo
3. Describir el modelado durante el procesamiento para la detección de letargo
4. Implementar el Modelo del sistema inteligente para la detección de letargo haciendo uso de características visuales



1.5. Importancia

Nuestra investigación lo consideramos importante por el enfoque innovador hacia un problema crítico de seguridad vial: la letargo al volante. A medida que el tráfico y la movilidad aumentan en las sociedades modernas, también lo hace el riesgo de accidentes relacionados con la fatiga de los conductores. Este trabajo no solo aborda la necesidad urgente de detectar la letargo de manera efectiva, sino que también propone un sistema inteligente que utiliza tecnologías avanzadas, como redes neuronales y procesamiento de imágenes, para lograrlo.

Uno de los aspectos más significativos de esta investigación es su contribución al desarrollo de soluciones prácticas y efectivas que pueden ser implementadas en vehículos. Al integrar modelos de aprendizaje profundo y técnicas de transferencia de aprendizaje, el sistema propuesto tiene el potencial de adaptarse a diferentes condiciones y contextos, mejorando así la precisión en la detección de letargo. Esto no solo puede ayudar a prevenir accidentes, sino que también puede salvar vidas y reducir costos asociados con los siniestros viales.

Además, este proyecto proporciona una revisión exhaustiva de la literatura existente, lo que permite identificar las limitaciones de los métodos actuales y resaltar la necesidad de un enfoque más robusto. Al hacerlo, establece un marco teórico sólido que respalda la propuesta del sistema inteligente, lo que puede ayudar en investigaciones futuras relacionadas al mismo enfoque.

En resumen, esta investigación es de gran relevancia no solo para la comunidad académica y de investigación, sino también para la industria del transporte y la seguridad pública. Su enfoque en la detección de letargo a través de tecnologías avanzadas representa el inicio de la mejora de la transmisibilidad vial, contribuyendo a la creación de entornos de conducción más seguros y eficientes.



1.6. Limitaciones

A pesar de los avances significativos presentados en este documento, la investigación también enfrenta varias limitaciones que deben ser consideradas. Estas limitaciones pueden influir en la aplicabilidad y efectividad del sistema inteligente propuesto para la (DSC).

- **Dependencia de los Datos de Entrenamiento:** El desempeño del sistema está estrechamente ligado a un conjunto particular de datos que contiene imágenes de conductores con los ojos abiertos y cerrados. La eficacia del modelo depende significativamente de la calidad y la diversidad de estos datos. Si el conjunto no es lo suficientemente representativo, el rendimiento del sistema podría verse comprometido no representa adecuadamente la variabilidad en las condiciones de conducción, como diferentes etnias, edades o condiciones de iluminación, el modelo podría no generalizar bien en situaciones del mundo real.
- **Condiciones Ambientales:** La efectividad del sistema puede verse afectada por factores externos, como condiciones de iluminación, clima y el entorno del vehículo. Por ejemplo, la detección de letargo podría ser menos precisa en condiciones de baja visibilidad o en situaciones donde el conductor está parcialmente cubierto por objetos o sombras.
- **Interferencias Fisiológicas:** Aunque el sistema se centra en el análisis visual, la letargo puede manifestarse de diversas maneras que no siempre son capturadas por las imágenes. Factores como el estrés, la fatiga acumulada y otros estados emocionales pueden influir en el comportamiento del conductor y no ser detectados por el sistema, lo que limita su capacidad para ofrecer una evaluación integral de la letargo.
- **Implementación en Tiempo Real:** La integración del sistema en un entorno de conducción real plantea desafíos técnicos. La necesidad de procesamiento en



tiempo real puede requerir hardware especializado que no siempre está disponible en todos los vehículos. Además, la latencia en la detección y respuesta del sistema podría ser crítica en situaciones de emergencia.

- **Aceptación del Usuario:** La efectividad del sistema también depende de la aceptación y disposición de los conductores para utilizarlo. La resistencia a la tecnología o la falta de confianza en su precisión pueden limitar su implementación y uso efectivo.
- **Evaluación de Resultados:** Aunque se presentan resultados prometedores, la evaluación del sistema en condiciones del mundo real y en una variedad de escenarios de conducción es esencial para validar su efectividad. La falta de pruebas extensivas en situaciones diversas puede limitar la credibilidad del resultado encontrado del entorno controlado de nuestro estudio.

En terminación, aunque la investigación ofrece un enfoque innovador para la detección de letargo, es fundamental abordar estas limitaciones para mejorar la aplicabilidad y efectividad del sistema en la práctica. Esto puede implicar la realización de estudios adicionales, la ampliación de los conjuntos de datos y la consideración de factores externos que afectan la conducción.



CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes

La revisión de la literatura revela varias investigaciones sobre detección de letargo, cada una utilizando distintos enfoques.

Por ejemplo, Torres (2022) aborda la detección de fatiga mediante un enfoque basado en el comportamiento del conductor, empleando imágenes capturadas para analizar el (%) de cierre de los ojos (PERCLOS). Este método mide el tiempo en el que los ojos permanecen al menos un 80% cerrados. Además, el autor considera los bostezos y utiliza lógica difusa para el procesamiento de imágenes. Su sistema demostró eficacia en la detección temprana de cansancio, relacionando PERCLOS y la apertura de la boca con el nivel de letargo, logrando buenos índices de especificidad y sensibilidad mediante matrices de confusión.

Fernandez (2022) desarrolló un sistema de detección de letargo (SDS) usando redes neuronales convolucionales (CNN), probando su modelo con el conjunto de datos Data Flair y concluyendo que su sistema mostró buenos resultados en las pruebas realizadas.

Suarez (2021) implementó un (SDS) para conductores mediante procesamiento de imágenes y algoritmos de machine learning, como K-nearest neighbor, SVM y CNN,



utilizando el MRL Eye Dataset. Destacó la importancia de contar con suficientes datos para un correcto entrenamiento del modelo, logrando una precisión del 78.25%.

Diwakar y More (2022) desarrollaron un sistema en tiempo real para la detección de letargo usando CNN, concluyendo que los comportamientos fisiológicos, como el bostezo y la frecuencia de parpadeo, son indicadores útiles para evaluar el nivel de letargo del conductor.

Thiruvallar (2020) comparó dos algoritmos de detección de letargo, Viola-Jones y PERCLOS basados en CNN, y encontró que aunque Viola-Jones ofrece mayor precisión, PERCLOS es adecuado para situaciones de conducción prolongada, aunque presenta un tiempo de latencia de un segundo.

Altameem et al. (2021) diseñaron un sistema que se integra con la electrónica de un vehículo para la detección de letargo, utilizando SVM para analizar expresiones faciales. El sistema demostró una precisión del 83.25% bajo distintas condiciones de iluminación.

Chirra, Uyyala y Kolli (2019) propusieron un marco basado en aprendizaje profundo para detectar letargo mediante el estado de los ojos. Utilizando el algoritmo Viola-Jones y CNN con una capa SoftMax para clasificar el estado de alerta, lograron una precisión del 96.42%.

Dua et al. (2021) desarrollaron un sistema basado en cuatro modelos de aprendizaje profundo (AlexNet, VGG-FaceNet, FlowImageNet y ResNet) que usa videos RGB y combina gestos, expresiones faciales y movimientos de la cabeza para clasificar niveles de letargo, alcanzando una precisión del 85%.

Magan et al. (2022) crearon un sistema que usa secuencias de imágenes de 60 segundos para detectar letargo, empleando una red neuronal recurrente y convolucional y un sistema basado en lógica difusa. La segunda opción destacó por su baja tasa de falsos positivos y alta especificidad.

Hashemi et al. (2020) desarrollaron un (SDS) utilizando CNN, presentando tres



redes, una de ellas FD-NN, diseñada para clasificar el estado ocular en tiempo real con una precisión del 98.15% y un AUC del 99.8%.

Aunque todas estas investigaciones aplican técnicas de aprendizaje profundo, esta investigación se centra en el uso de modelos preentrenados robustos como VGG16 y ResNet50, conocidos por su efectividad donde tiene diferentes actividades de visión por medios digitales.

2.2. Marco epistemológico

El marco epistemológico de este proyecto se basa en una comprensión multidimensional de la letargo y su impacto en la conducción, integrando conceptos sobre el procesos de datos, principios psicológicos, técnicas de IA y un enfoque interdisciplinario que considera las implicaciones éticas y sociales. Este enfoque permite desarrollar un sistema inteligente que no solo sea técnicamente efectivo, sino que también contribuya a optimizar la calidad y su seguridad de los mismos conductores.

igualmente, la forma epistemológicamente hablando este proyecto se basa en la intersección de la inteligencia artificial, la psicología del comportamiento humano y la seguridad vial, teniendo la finalidad del desarrollo de un sistema inteligente para la (DSC).

Este enfoque se fundamenta en diversas teorías y paradigmas que permiten comprender y analizar el fenómeno de la letargo y su impacto en la conducción.

1. **Teoría del Procesamiento de la Información:** Esta teoría sugiere que los seres humanos procesan información a través de diferentes etapas, desde la percepción hasta el reconocimiento de las mejores decisiones. Desde el punto de vista de conducción, la letargo puede afectar negativamente la capacidad del conductor para procesar información visual y auditiva, lo que puede llevar a errores y accidentes. El sistema propuesto busca identificar patrones visuales que indiquen letargo, utilizando procedimientos del manejo de imágenes y la captación de forma automática.



2. **Psicología del Comportamiento:** La investigación sobre la letargo y la fatiga se basa en principios psicológicos que exploran cómo estos estados afectan la conducta humana. El concepto sobre la atención, por ejemplo, es relevante, ya que la letargo puede disminuir la capacidad de atención del conductor, aumentando el riesgo de accidentes. El sistema inteligente se fundamenta en la identificación de indicadores visuales sobre la falta de sueño y la presencia del cierre de ojos como los bostezos, que son comportamientos observables relacionados con la fatiga.
3. **Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático:** El uso de redes neuronales convolucionales optimiza el análisis de datos complejos, destacando en reconocimiento de patrones y procesamiento de imágenes, mejorando precisión y generalización en diversas aplicaciones (CNN), es fundamental en el desarrollo del sistema. Estas técnicas permiten al modelo aprender de grandes volúmenes de datos y mejorar su precisión en la detección de letargo, la inteligencia artificial se fundamenta en la premisa de que las máquinas pueden aprender y adaptarse a partir de datos y adaptarse a partir de la experiencia, lo que se traduce en un sistema que puede evolucionar y mejorar con el tiempo.
4. **Enfoque Interdisciplinario:** Este trabajo se sitúa en un marco interdisciplinario que combina la ingeniería, la psicología, la medicina y la seguridad vial. La colaboración entre estas disciplinas es esencial para abordar el problema de la letargo al volante de manera integral. La investigación no está centrada en el manejo de las tecnologías también maneja el enfoque de la comprensión de los factores humanos y sociales que influyen en la conducción.
5. **Ética y Responsabilidad Social:** La implementación de un (SDS) plantea cuestiones éticas relacionadas con la privacidad y la autonomía del conductor. Es fundamental considerar cómo se manejarán los datos recopilados y cómo se garantizará que el sistema se utilice de manera responsable. La epistemología del trabajo también debe incluir un análisis crítico sobre las intervenciones sociales como las éticas de uso de la tecnología en la seguridad vial.

2.3. Estado del arte

La implementación de sistemas biométricos ha ganado una importancia significativa en seguridad y prevención de riesgos, los sistemas destacan como herramientas clave para mitigar amenazas y mejorar la protección diseñados para detectar letargo y realizar reconocimiento facial mediante inteligencia artificial (IA) han demostrado ser herramientas clave en aplicaciones como la seguridad vial y la identificación de individuos. Este documento ofrece una revisión actualizada del estado del arte en estos sistemas, destacando los avances en aprendizaje profundo, arquitecturas de redes neuronales y su aplicación en tareas específicas.

2.3.1. *Sistemas para la detección de letargo*

La letargo al volante representa un riesgo significativo en la seguridad vial, siendo responsable de una proporción considerable de accidentes de tráfico. Los sistemas biométricos diseñados para detectar este estado utilizan datos visuales como características faciales y patrones de parpadeo.

2.3.1.1 Técnicas Comunes

1. Análisis de PERCLOS:
 - Este método mide (%) del tiempo de la vista en cuanto a la permanencia de los intervalos cerrados. Es ampliamente utilizado en investigaciones debido a su capacidad para relacionar el cierre ocular con el nivel de fatiga.
2. Reconocimiento de gestos faciales:
 - Involucra el análisis de movimientos como bostezos, caída de cabeza y cambios en la expresión facial mediante cámaras.
3. Uso de Redes Neuronales Convolucionales (CNN):
 - Arquitecturas como VGG16 y ResNet50 han sido aplicadas con éxito en la detección de estados de alerta. Estas redes permiten clasificar patrones visuales de parpadeo y otras características relacionadas con la letargo.



2.3.1.2 Avances en Aprendizaje Profundo

- Transferencia de Aprendizaje:
 - La utilización de modelos preentrenados como VGG16 y ResNet50 facilita el desarrollo de sistemas precisos, incluso con conjuntos de datos limitados. Estos modelos han demostrado tasas de precisión superiores al 90% en tareas relacionadas con la letargo.
- Evaluación mediante matrices de confusión:
 - La precisión y la exactitud del sistema se evalúan utilizando métricas derivadas de estas matrices, lo que permite identificar puntos de mejora y ajustar hiperparámetros.

2.3.1.3 Casos de Estudio

- Sistemas que integran CNN con sensores de vehículos han demostrado ser efectivos en condiciones de luz variables, alcanzando precisiones del 83.25% en entornos controlados.
- Implementaciones como las de Magan et al. (2022) utilizan redes neuronales recurrentes y lógica difusa para analizar secuencias temporales de video, reduciendo la tasa de falsos positivos.

2.3.2. Reconocimiento Facial

El reconocimiento facial se basa en el manejo biométrico esta misma tecnología es utilizada en diversas tareas de identificación y verificación de identidad. Este campo ha evolucionado gracias al uso de redes neuronales profundas, que permiten el procesamiento eficiente de datos visuales.

Etapas del Proceso

1. Detección de Rostros:
 - Identificar y localizar rostros humanos en una imagen. Herramientas como el algoritmo de Viola-Jones o los histogramas de gradientes orientados (HOG) son utilizadas para esta tarea.



2. Extracción de Características:

- Las CNN extraen representaciones jerárquicas de datos faciales, capturando detalles como la separación de los ojos entre sí y la forma de la boca.

3. Reconocimiento:

- Las características extraídas se comparan con la BD de identidades donde se determina su procedencia. Esto incluye técnicas de clasificación supervisada y aprendizaje por transferencia.

2.3.2.1 Arquitecturas Principales

1. VGG16:

- Diseñada para la clasificación de objetos, consta de 16 capas que permiten identificar patrones visuales con una precisión del 92.7%.

2. ResNet50:

- Incorpora bloques residuales que mejoran el flujo de gradientes, permitiendo entrenar redes profundas con mayor eficiencia y una precisión del 98% en tareas de reconocimiento facial.

3. Métodos basados en puntos clave:

- Identifican características geométricas específicas como la separación métrica de los ojos y el entorno del rostro o cara.

2.3.2.2 Casos de Aplicación

- En seguridad vial, sistemas de reconocimiento facial monitorean la atención del conductor, integrándose con algoritmos de detección de letargo.
- En sistemas de seguridad, se utilizan para identificación en tiempo real con alta precisión incluso en condiciones de iluminación desfavorables.

2.3.2.3 Limitaciones y Retos

- Datos Limitados:
 - Aunque la transferencia de aprendizaje mitiga la necesidad de mucha



información en el manejo de datos etiquetados sigue siendo un reto.

- Variabilidad de Condiciones:
 - Cambios en la iluminación, ángulos de visión y expresiones faciales pueden afectar la precisión de los sistemas.
- Capacidad Computacional:
 - Los sistemas basados en modelos profundos requieren hardware avanzado, lo que puede limitar su implementación en entornos con recursos limitados.

2.4. Bases teóricas

2.4.1. Aprendizaje profundo

El aprendizaje profundo (Deep Learning) es un enfoque del aprendizaje automático que emplea redes neuronales con múltiples capas para abordar y resolver problemas de alta complejidad. Estas redes aprenden representaciones jerárquicas de los datos, identificando características básicas en capas iniciales y patrones abstractos en capas superiores (Deng y Yu, 2014). Dentro de este campo, las Redes Neuronales Convolucionales (CNN) destacan por su diseño especializado para procesar datos estructurados en cuadrículas, como las imágenes. Las CNN se distinguen por sus capas convolucionales, que aplican filtros (kernels) para extraer características locales y espaciales de los datos de entrada, elementos esenciales utilizados en el reconocimiento y comparación de imágenes por medios digitales.

Los algoritmos de aprendizaje profundo se caracterizan por el uso de redes neuronales con muchas capas (Pouyanfar et al., 2018), lo que permite automatizar la extracción de características (Najafabadi et al., 2015). Dentro de estos algoritmos, las CNN destacan en el ámbito de la visión por computadora debido a su capacidad para identificar patrones y extraer características específicas de las imágenes (Krizhevsky et al., 2017).

Un concepto clave en las CNN es el aprendizaje por transferencia, una técnica que utiliza un modelo preentrenado en un problema relacionado (por ejemplo, la detección de



perros en imágenes) para abordar un problema nuevo (como la detección de gatos). Este enfoque se basa en construir una nueva CNN en la que las capas iniciales provienen del modelo preentrenado, mientras que las capas superiores se entrenan específicamente para la nueva tarea.

Así, el conocimiento del modelo original sirve de base para el nuevo modelo. El aprendizaje por transferencia resulta especialmente útil para desarrollar modelos precisos con conjuntos de datos limitados, facilitando la obtención de alta precisión con menos épocas de entrenamiento y evitando la necesidad de entrenar desde cero (Transfer Learning & Fine-Tuning, 2024).

2.4.2. Redes Neuronales Convolucionales (CNN)

Una red neuronal convolucional (CNN) es una red neuronal cuya estructura tiene una o más capas convolucionales (LeCun, Kavukcuoglu y Farabet, 2010; Zeiler y Fergus, 2014).

CNN se utiliza principalmente para el procesamiento, clasificación y segmentación de imágenes.

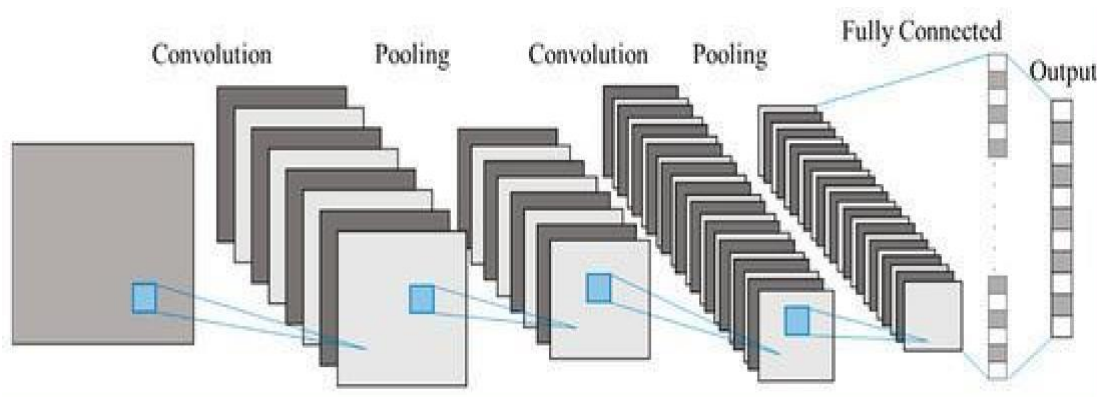
En el procesamiento de imágenes, la entrada suele ser una imagen RGB (una matriz de tres canales de rojo, verde y azul).

CNN utiliza varias capas especializadas que forman parte del enfoque de aprendizaje profundo.

- a) Capa de convolución: Realiza operaciones de convolución para detectar características locales como bordes, texturas y patrones.
- b) Capa de pooling: Reducen la dimensionalidad de los datos, reducen el número de parámetros y la carga computacional, preservando la información relevante.
- c) Capa de activación: Aplica el ingreso e iniciación de la linealidad al modelo, permitiéndole aprender representaciones más complejas.
- d) Capas completamente conectadas: Al final de la red, estas capas combinan todas las características aprendidas para hacer la predicción final. (Figura 1).

Figura 1

Arquitectura de una CNN



Nota. (Gu. et al., 2017)

Las CNN permiten un proceso de aprendizaje profundo que toma múltiples elementos en una imagen y los prioriza para que puedan distinguirse entre sí.

Cada característica dentro de una capa convolucional se llama neurona y la salida de una neurona está definida por los píxeles circundantes.

El perceptrón es el rango de densidades de píxeles que pueden afectar la respuesta de una neurona.

Según el incremento de las operaciones de convolución en el diseño, aumenta la eficiencia computacional de la neurona.

Las capas que dividen la CNN tienen una estructura jerárquica.

CNN incluye unidades de entrada, unidades ocultas, aspectos convolucionales, etc.

También incluye una capa de normalización por lotes y una capa de convolución.

Las CNN varían linealmente en la cantidad de capas implementadas, su tamaño y el tipo de método de activación utilizado.

Las variables CNN se determinan empíricamente y se respaldan empíricamente mediante prueba y error.

Las neuronas sólo responden a cambios en una parte de la corteza visual, el llamado campo receptivo.

Campos similares se superponen para cubrir toda el área de visualización.

Entre las principales arquitecturas de CNN se tienen AlexNet (Krizhevsky, Sutskever y Hinton, 2012), VGG (Simonyan y Zisserman, 2014), GoogLeNet (Szegedy et al., 2014) y ResNets (He et al., 2016) todas ellas con buenos resultados y buen rendimiento.

2.4.2.1 VGG16

VGG-16 es un modelo CNN de 16 capas.

La arquitectura del modelo VGG-16 se centra en capas con un tamaño de núcleo de 3×3 .

Destaca su sencillez frente a otros modelos de desarrollo.

El tamaño mínimo de imagen de entrada esperado para este modelo es 224×224 píxeles con 3 canales.

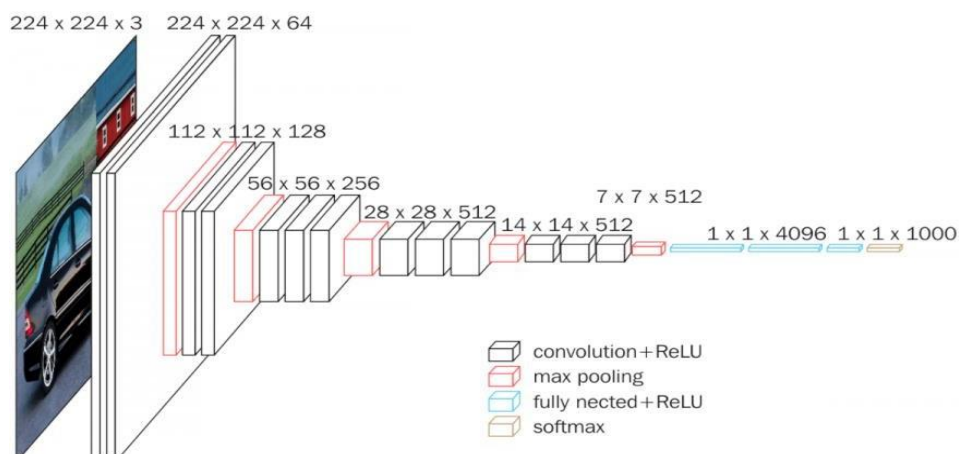
VGG16 se utiliza para la detección y clasificación de objetos y puede clasificar 1000 imágenes en 1000 categorías diferentes con una precisión del 92,7%.

Es un algoritmo de clasificación de imágenes ampliamente utilizado y es especialmente fácil de usar en aplicaciones de aprendizaje por transferencia.

La Figura 2 muestra la arquitectura estándar VGG-16.

Figura 2

Arquitectura VGG 16





VGG16 consta de 13 capas convolucionales, 5 capas de agrupación máxima y 3 capas completamente conectadas.

Por lo tanto, el número de capas cuyos parámetros se pueden ajustar es 16 (13 capas convolucionales y 3 capas completamente conectadas).

Por este motivo, este modelo se llama VGG16.

El primer bloque utiliza 64 filtros, y este número se duplica en cada bloque sucesivo hasta alcanzar 512.

El modelo incluye dos capas totalmente conectadas y finaliza con una capa de salida.

Ambas capas totalmente conectadas cuentan con 4096 neuronas cada una.

La capa de salida tiene 1000 neuronas, correspondiendo a las categorías del conjunto de datos ImageNet.

2.4.2.2 ResNet 50

Residual Networks (ResNet) (He et al., 2015) presenta un marco de aprendizaje residual (ReLU) que aborda el problema de degradación observado al entrenar redes neuronales muy profundas.

ResNet introduce el concepto de aprendizaje residual, lo que permite redes de capacitación más profundas que las utilizadas anteriormente.

ResNet reformula la capa para aprender características residuales haciendo referencia a la entrada de la capa, en lugar de aprender características irrelevantes.

Un concepto importante en ResNet es el bloque residual.

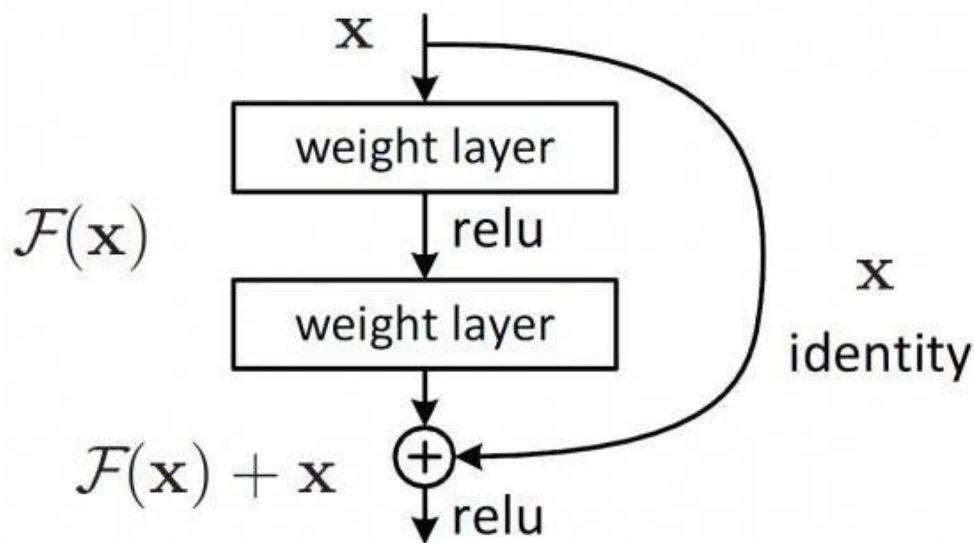
Un bloque residual consta de varias capas apiladas y conexiones de enlace que omiten una o más capas.

Este atajo agrega la entrada directamente a la salida de la capa apilada.

Esta configuración permite que los gradientes fluyan a través de la red más fácilmente, lo que reduce el problema del gradiente que desaparece y que dificulta el entrenamiento de redes profundas.

Figura 3

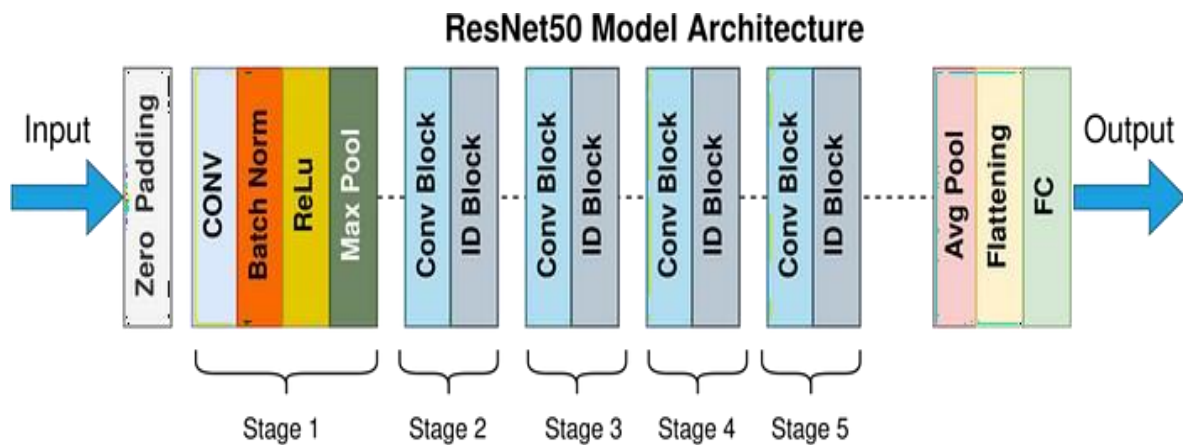
Bloque residual



Utilizando bloques residuales, como se muestra en la figura 3, ResNet puede alcanzar una mayor profundidad en comparación con las redes tradicionales sin enfrentar problemas de degradación. La arquitectura de ResNet mejoró el rendimiento, particularmente con ResNet-50, una variante de 50 capas que logró una tasa de error del 3.57%. ResNet-50 está compuesta por 49 capas convolucionales y una capa totalmente conectada, como se observa en la figura 4. Las capas convolucionales están organizadas en bloques residuales que emplean un diseño de cuello de botella, en el cual cada bloque contiene tres capas: una capa de convolución de 1×1 para reducir dimensiones, una capa de convolución de 3×3 y otra capa de convolución de 1×1 para restaurar las dimensiones. Después de cada capa convolucional se aplica normalización por lotes y Utiliza la función de activación ReLU, que acelera la convergencia y optimiza el rendimiento.

Figura 4

Arquitectura ResNet50



ResNet-50 emplea filtros de convolución de 1x1, 3x3 y 1x1 en sus bloques residuales. La red incorpora un diseño de cuello de botella en estos bloques, lo que permite reducir el número de parámetros y cálculos al comprimir y luego expandir la cantidad de canales. Después de cada capa convolucional se aplican la normalización por lotes y la función de activación ReLU.

Las conexiones residuales facilitan el entrenamiento de redes muy profundas al permitir un flujo más libre de los gradientes. ResNet-50 ha mostrado un rendimiento destacado. Se utiliza en visión por computadora para tareas como clasificación de imágenes, detección de objetos y segmentación.

Gracias a su robustez y a la disponibilidad de modelos preentrenados, ResNet-50 es una arquitectura comúnmente utilizada en aprendizaje por transferencia. Además, es ampliamente aplicada en investigaciones y aplicaciones prácticas que requieren aprendizaje profundo, particularmente en procesamiento de imágenes y visión por computadora.

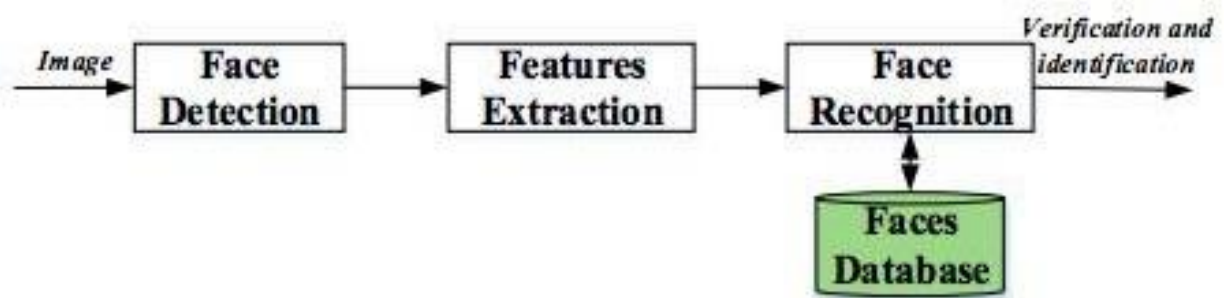
2.4.3. Sistema de reconocimiento facial

2.4.3.1 Proceso de reconocimiento facial

Basado en el trabajo de Kortli et al. (2020), el desarrollo de un sistema de reconocimiento facial sigue tres pasos fundamentales, como se muestra en la figura 5: (1) Detección de rostros, que permite identificar y ubicar la imagen del rostro capturada por el sistema; (2) Extracción de características para obtener vectores representativos de cada rostro identificado en el paso anterior, y (3) Reconocimiento facial, en el cual se utilizan las características extraídas para compararlas con una BD de rostros modelo y determinar la identidad del rostro.

Figura 5

Estructura de reconocimiento facial



Nota. (Napoléon, T., & Alfalou, A. 2017)

En la actividad de reconocimiento facial, un sistema de reconocimiento facial comienza localizando los rostros humanos en una imagen específica. El objetivo de este paso es identificar si la imagen de entrada contiene algún rostro humano. Sin embargo, factores como la iluminación y las expresiones faciales pueden dificultar una detección precisa. Para mejorar la robustez y efectividad del sistema, se aplican técnicas de preprocesamiento.

Existen múltiples métodos para detectar y localizar rostros, como el detector Viola-Jones (Viola y Jones, 2004) o el Histograma de Gradientes Orientados (HOG) (Dalal y Triggs, 2005). La detección de rostros también se aplica a tareas como clasificación de imágenes y videos, detección de objetos (Du et al., 2009) y regiones de interés.



En cuanto a la extracción de características, el objetivo principal es obtener las características distintivas de las imágenes faciales identificadas en el paso de detección. Este proceso representa un rostro mediante un conjunto de vectores de características o "firma" que describe las principales particularidades de la cara, como la forma y disposición de la boca, nariz y ojos. Cada rostro se define por su estructura, tamaño y forma, lo que permite su identificación. Algunas técnicas extraen específicamente las formas de la boca, ojos o nariz para identificar el rostro según el tamaño y la distancia entre estas características (Napoleón y Alfalou, 2017).

2.4.3.2 Clasificación de los sistemas de reconocimiento facial

Existen diversos sistemas diseñados para detectar rostros humanos tanto en 2D como en 3D, pero esta investigación se enfoca en el método de enfoque local (Kortli et al., 2020).

En el ámbito del reconocimiento facial, los enfoques locales se centran en analizar solo algunos rasgos específicos del rostro. Estos enfoques son más sensibles a cambios en las expresiones faciales, oclusiones y variaciones de pose (Liao, Jain y Li, 2012). Su objetivo principal es identificar características distintivas. Generalmente, estos enfoques se dividen en dos categorías: (1) técnicas locales basadas en la apariencia, que extraen características locales dividiendo la imagen facial en pequeñas regiones o "parches"; y (2) técnicas basadas en puntos clave, que detectan puntos de interés en la imagen facial y luego extraen las características en estas ubicaciones (Napoleón y Alfalou, 2017).

2.4.3.3 Técnicas locales basados en la apariencia

Es una técnica geométrica en donde la imagen del rostro está representada por un conjunto de vectores distintivos con regiones pequeñas (parches). Las técnicas locales basadas en la apariencia se centran en puntos críticos del rostro como la nariz, la boca y los ojos para generar más detalles. Además, tiene en cuenta la particularidad del rostro como forma natural para identificar y utilizar un número reducido de parámetros. Están

basadas en las características locales a través de orientaciones de píxeles, histogramas, propiedades geométricas y planos de correlación (Kortli et al., 2020)

2.4.3.3.1. Técnicas basadas en puntos clave

Las técnicas basadas en puntos clave se utilizan para detectar características geométricas específicas, de acuerdo con cierta información geométrica de la superficie de la cara (por ejemplo, la distancia entre los ojos, el ancho de la cabeza). Estas técnicas se pueden definir mediante dos pasos importantes: detección de puntos clave y extracción de características (Heflin, Scheirer y Boulton, 2012). El primer paso se centra en el rendimiento de los detectores de las características clave de la imagen del rostro. El segundo paso se centra en la representación de la información contenida en las características clave de la imagen del rostro.

2.4.4. Sistema de Codificación de la Acción Facial

El Sistema de Codificación de la Acción Facial (FACS) (Ekman et al., 2002) es un modelo anatómico integral para medir movimientos faciales. Este sistema clasifica actividades faciales visibles en 44 Unidades de Acción (AU) y en categorías de posiciones y movimientos de cabeza y ojos, asignando a cada AU un código numérico. El autor lo divide en seis grupos:

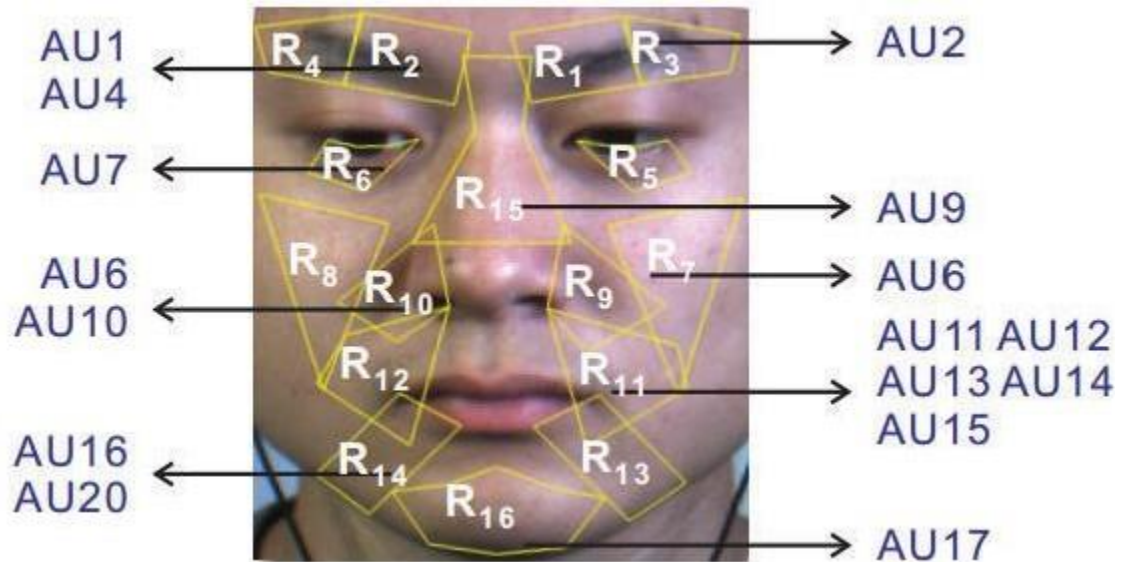
- Parte superior del Rostro AU (Grupo 1)
- Parte inferior del Rostro AU- Arriba/Abajo (Grupo 2)
- Parte inferior del Rostro AU -Horizontal (Grupo 3)
- Parte inferior del Rostro AU - Oblicuo (Grupo 4)
- Parte inferior del Rostro AU - Oblicuo (Grupo 5)
- Acciones diversas y suplementarias (Grupo 6)

De los cuales el grupo 1 parte superior del rostro se encuentran diversas características como los ojos y que se enfocan en los parpadeos y duración del ojo cuando este se mantiene cerrado. La combinación de las AUs genera patrones distintivos que

identifican expresiones de cansancio o fatiga, como se ilustra en la figura 6.

Figura 6

El rostro y las 16 regiones de interés



Nota. (Wang et al., 2014a)



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

3.1. Hipótesis

El sistema inteligente basado en características visuales para la detección de letargo tiene un alto grado de precisión y exactitud.

3.2. Variables de la investigación

3.2.1. *Variable Independiente*

3.2.1.1. Sistema Inteligente

Concepto: Sistema inteligente es aquel que puede percibir su entorno, razonar sobre la información adquirida y tomar acciones que maximicen la probabilidad de alcanzar sus objetivos (Russell & Norvig, 2022, pág. 54)

3.2.2. *Variable dependiente*

3.2.2.1. Detección letargo en conductores

Concepto: Es un estado fisiológico caracterizado por una disminución del nivel de alerta y la capacidad para mantenerse despierto (Berkowitz, 1999).

3.2.3. *Indicadores*

En la siguiente tabla se detallan las variables e indicadores de la investigación.

Tabla 1*Variables*

Variables	Indicadores
VI01: Sistema Inteligente	Tiempo de respuesta Exactitud Precisión
VD01: Letargo en Conductores	Retardo en el parpadeo

3.3 Métodos de investigación

3.3.1. Tipo de Investigación

El enfoque del estudio considerado en el proyecto es de carácter aplicado

3.3.2. Diseño de la investigación

El diseño del estudio se toma de forma experimental, donde se recogerán datos y se establecerán parámetros necesarios para obtener resultados. Estos datos previamente definidos serán empleados para integrar el algoritmo de detección de letargo.

3.3.3. Nivel de la investigación

Nuestro nivel de estudio en el presente es experimental.

3.3.4. Línea de investigación

Inteligencia artificial

3.4 Modalidad de estudio de casos

3.4.1. Población de estudio

La población de estudio seleccionada corresponde a la BD de Kaggle, que contiene un total de 4000 imágenes de entrenamiento, divididas en 2000 clasificadas como "Ojos Abiertos" y 2000 como "Ojos Cerrados". Entre los datos de entrenamiento, prueba y validación se incluyen un total de 4396 imágenes.



3.4.2. Tamaño de la muestra

Para calcular el tamaño de la muestra se utiliza la siguiente fórmula probabilística

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2(N-1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

Descripción	Variable	Valor
Tamaño de la población	N	4396
Nivel de confianza del 95%	Z	1.96
Probabilidad de éxito 50%	p	0.5
Probabilidad de fracaso 50%	q	0.5
Margen de error 5%	e	0.05

Reemplazando valores se tiene

$$n = \frac{4396 \times (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}{(0.05)^2(4396 - 1) + (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = \frac{42219184}{119479}$$

$$n = 353.36$$

3.5 Métodos y técnicas de recogida de información

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

El procedimiento se lleva a cabo de la siguiente manera: primero, se revisan antecedentes de investigaciones previas que mencionan modelos CNN con altos niveles de eficiencia y disponibilidad. En segundo lugar, se evalúa y verifica la arquitectura de estos modelos, aplicando la transferencia de aprendizaje. En tercer



lugar, para implementar la transferencia de aprendizaje, se utiliza el conjunto de datos de Kaggle y se lleva a cabo una serie de pasos previos para iniciar el proceso de entrenamiento. Finalmente, los datos obtenidos durante el entrenamiento son analizados mediante gráficos y la evaluación de la matriz de confusión.

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Se registran las bases de datos e importan las arquitecturas de los modelos CNN VGG16 y ResNet50. Para el desarrollo se utilizan herramientas como Python, Google Colab, y bibliotecas esenciales para el aprendizaje del sistema inteligente, tales como TensorFlow, Keras, Matplotlib, NumPy y CV2.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

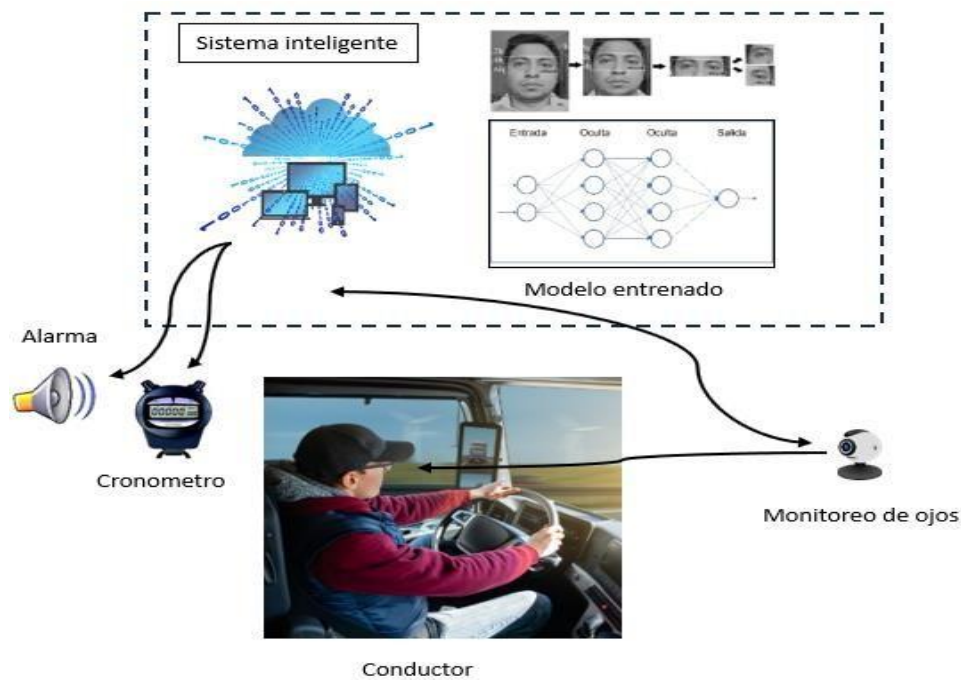
4.1 Análisis de datos

En el presente proyecto se desarrolla un sistema inteligente para el reconocimiento de características faciales, el cual puede ser usado en la detección de letargo en tiempo real.

Para el funcionamiento del sistema inteligente, se emplean modelos de redes neuronales VGG16 y ResNet50 previamente entrenados, aplicando procedimientos de aprendizaje. En el caso de la detección de letargo, es necesario realizar un reentrenamiento adaptando estos modelos mediante transferencia de aprendizaje. Este método consiste en entrenar el modelo manteniendo sus características originales, modificando únicamente las últimas capas para adaptarlas al nuevo modelo. Una vez entrenado con los nuevos parámetros, el modelo se descarga e integra en el algoritmo de detección de letargo, como se muestra en la figura 7.

Figura 7

Esquema de la propuesta



El proyecto presentado se divide en dos etapas:

La primera etapa se centra en el entrenamiento y aprendizaje de los modelos de redes neuronales VGG16 y ResNet50, que se diferencian tanto en su arquitectura como en su precisión y capacidad de predicción durante el proceso de entrenamiento. Para ello, se utiliza un conjunto de datos almacenado en Kaggle, en el que las imágenes están organizadas en carpetas denominadas: Entrenamiento (Train), Pruebas (Test) y Validación (Validation).

En esta fase de aprendizaje, se emplean herramientas de procesamiento de imágenes de Google Colaboratory, que permite utilizar GPU o TPU en la nube para acelerar las tareas de aprendizaje automático. Tras el entrenamiento, el modelo puede descargarse y utilizarse en el algoritmo de detección de letargo, que corresponde a la segunda etapa del proyecto.



La segunda etapa implica la aplicación del modelo entrenado en un algoritmo de visión por computadora, el cual utiliza este modelo para predecir características faciales, especialmente en la región de los ojos, que fue el foco de entrenamiento en la primera fase del estudio.

a. Clasificador de imágenes

La visión por computadora, una aplicación destacada de la inteligencia artificial, incluye técnicas como clasificación de imágenes (por ejemplo, identificar si una imagen muestra un perro o un gato), localización de objetos (determinar su posición exacta en la imagen) y segmentación (asignar píxeles a cada objeto detectado). Estas técnicas tienen aplicaciones amplias, desde sistemas de conducción autónoma y reconocimiento facial hasta usos médicos como la detección de tumores o neumonía.

El desarrollo de estos sistemas es posible gracias a librerías como TensorFlow y Keras, que facilitan la creación de redes neuronales. En este contexto, se desarrollará un clasificador que identifique si una imagen corresponde a un ojo humano o no. La BD contiene imágenes RGB de ojos humanos, tanto abiertos como cerrados, y la red neuronal debe ser capaz de distinguir entre estas dos clases.

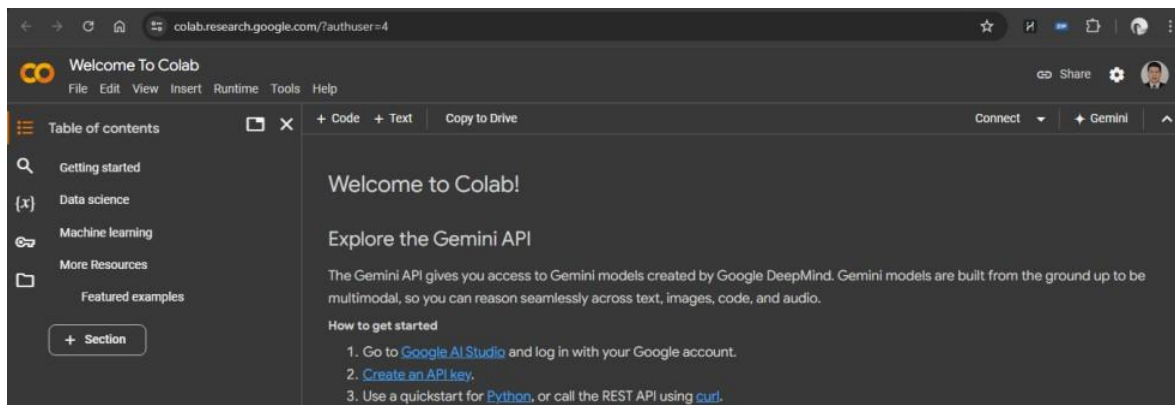
b. Desarrollo del Proyecto

Para este proyecto, se utiliza Google Colab, que permite trabajar con GPU para reducir los tiempos de procesamiento, así como Google Drive, donde se almacenan los cuadernos y datasets de la red neuronal.

El primer paso es crear un nuevo cuaderno en Google Colaboratory, tal como se ilustra en la figura 8.

Figura 8

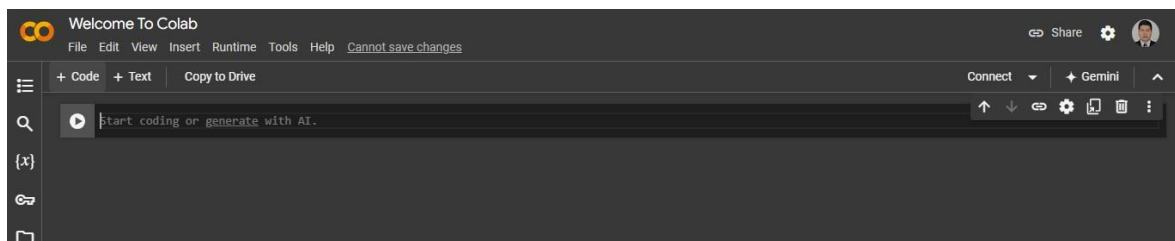
Creación de un nuevo cuaderno en Google Colab



Una vez creado, se presenta la interfaz, como se ilustra en la figura 9.

Figura 9

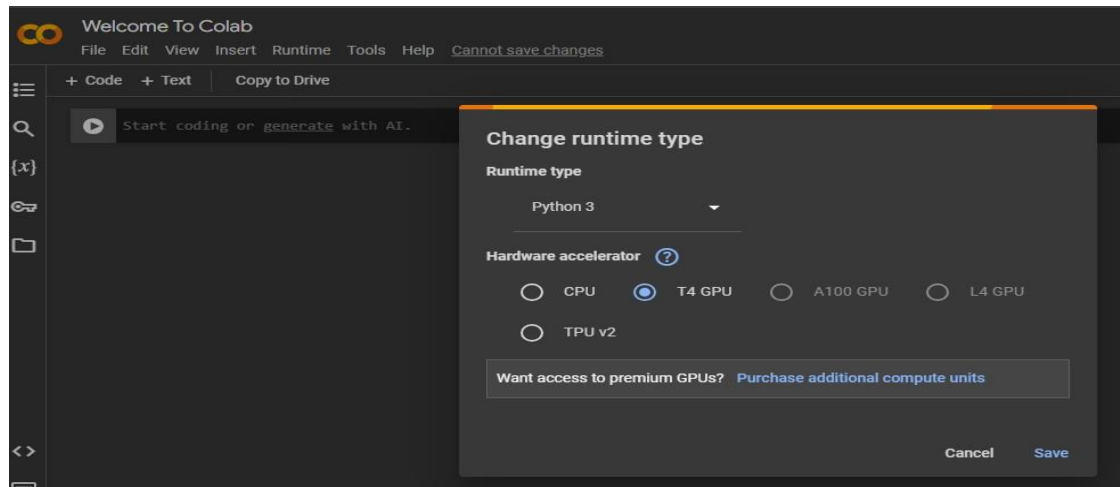
Interfaz de un cuaderno de Google Colab



Es crucial habilitar la GPU disponible antes de escribir el código para garantizar una ejecución más rápida y eficiente. Para ello, en la pestaña "Entorno de ejecución," se selecciona el tipo de entorno, configurando el cuaderno como se muestra en la figura 10. En la sección "Acelerador por hardware," se elige la opción T4 GPU.

Figura 10

Selección de la GPU disponible en Google Colab



A partir de este punto, se puede implementar el programa y ejecutar las celdas presionando el botón de reproducción o utilizando el comando SHIFT+ENTER. En proyectos de Machine Learning o ciencia de datos, es común manejar grandes volúmenes de datos. Dado que cada cambio de entorno requiere volver a cargar los archivos, lo que consume tiempo, se recomienda almacenar los datos en una unidad remota, como Google Drive. Este almacenamiento se puede montar en el cuaderno de Colab, permitiendo acceder a los archivos como si estuvieran en el disco local del ordenador. Para montar Drive en Colab, se utiliza el código mostrado en la figura 11

Figura 11

Montar Google Drive para acceder a datos de un directorio

```
[ ] # montar drive
from google.colab import drive
import os

[ ]
# Montar Google Drive
drive.mount('/content/drive')
```

Drive already mounted at /content/drive; to attempt to forcibly remount, call drive.mount("/content/drive", force_remount=True).

Como todo programa, el código tiene como primera tarea la importación de los paquetes necesarios para la implementación del proyecto tal como se muestra en la Figura12.

Figura 12

Paquetes utilizados en el proyecto

```
from tensorflow.keras.models import Sequential, Model
from tensorflow.keras.layers import Conv2D, MaxPool2D, Dense, Flatten, Dropout, BatchNormalization, Input
from tensorflow.keras.optimizers import Adam
from tensorflow.keras.callbacks import TensorBoard, ModelCheckpoint
from tensorflow.keras.utils import to_categorical
import os
import numpy as np
from tensorflow.keras.preprocessing import image
from tensorflow.keras.applications.imagenet_utils import preprocess_input, decode_predictions
#from tensorflow.keras.applications.vgg16 import VGG16
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator
from sklearn.utils import shuffle
from sklearn.model_selection import train_test_split
import cv2
import tensorflow as tf
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline
```

El siguiente paso es definir los parámetros de la imagen ya que en el dataset se tiene las imágenes en diferentes dimensiones, para ello se ajusta a un solo formato, este punto es primordial para que el modelo pueda entrenarse y se describe en la figura13

Figura 13

Configuración de parámetros de la imagen

```
[ ] # Configuración de parámetros
width_shape = 224
height_shape = 224
num_classes = 2
epochs = 50
batch_size = 32
```

Posteriormente se define la ruta de los archivos dataset de entrenamiento y validación que se describe en la figura 14

Figura 14

Ruta de archivos a ejecutar

```
[ ] #Path de dataset
train_data_dir = '/content/dataset/train'
validation_data_dir = '/content/dataset/valid'
```

El siguiente paso consiste en crear las imágenes que se utilizarán para el entrenamiento y validación, Como se observa en la figura 15, el conjunto de datos de entrenamiento se generó utilizando la función de alto nivel `imageDataGenerator()` de Keras. Esta función produce lotes de imágenes tensoriales aplicando aumento de datos en tiempo real. Las imágenes de entrenamiento y validación se cargan en los lotes generados, provenientes de sus respectivos directorios.

Figura 15

Generación de un conjunto de datos

```
#Generador de imágenes (entrenamiento y validación)
train_datagen = ImageDataGenerator(
    rotation_range=20,
    zoom_range=0.2,
    width_shift_range=0.1,
    height_shift_range=0.1,
    horizontal_flip=True,
    vertical_flip=False,
    preprocessing_function=preprocess_input)

valid_datagen = ImageDataGenerator(
    rotation_range=20,
    zoom_range=0.2,
    width_shift_range=0.1,
    height_shift_range=0.1,
    horizontal_flip=True,
    vertical_flip=False,
    preprocessing_function=preprocess_input)

train_generator = train_datagen.flow_from_directory(
    train_data_dir,
    target_size=(width_shape, height_shape),
    batch_size=batch_size,
    #save_to_dir='',
    class_mode='categorical')

validation_generator = valid_datagen.flow_from_directory(
    validation_data_dir,
    target_size=(width_shape, height_shape),
    batch_size=batch_size,
    #save_to_dir='',
    class_mode='categorical')

Found 4000 images belonging to 2 classes.
Found 240 images belonging to 2 classes.
```

Como siguiente etapa, es la aplicación de transferencia de aprendizaje figura

16, en este procedimiento se muestra el modelo VGG16

Figura 16

Transfer learning VGG16

```
[ ] # Entrenamiento de modelo VGG16
nb_train_samples = 4000
nb_validation_samples = 240

image_input = Input(shape=(width_shape, height_shape, 3))

model = VGG16(input_tensor=image_input, include_top=True, weights='imagenet')

last_layer = model.get_layer('fc2').output
out = Dense(num_classes, activation='softmax', name='output')(last_layer)
custom_vgg_model = Model(image_input, out)

for layer in custom_vgg_model.layers[:-1]:
    layer.trainable = False

custom_vgg_model.compile(loss='categorical_crossentropy', optimizer='adam', metrics=['accuracy'])

custom_vgg_model.summary()

model_history = custom_vgg_model.fit_generator(
    train_generator,
    epochs=epochs,
    validation_data=validation_generator,
    steps_per_epoch=nb_train_samples//batch_size,
    validation_steps=nb_validation_samples//batch_size)

Downloading data from https://storage.googleapis.com/tensorflow/keras-applications/vgg16/vgg16_weights_tf_dim_ordering_tf_kernels.h5
553467096/553467096 [=====] - 10s 0us/step
Model: "model"
```

Una vez finalizado el entrenamiento se procede a guardar el modelo con el siguiente comando mostrado en la figura 17

Figura 17

Descargar modelo entrenado

```
# Grabar modelo en disco
custom_vgg_model.save("model_VGG16.h5")

/usr/local/lib/python3.10/dist-packages/keras/src/engine/training.py:3103:
saving_api.save_model(
```

A continuación, se muestra la definición de los parámetros de la gráfica del entrenamiento y validación del nuevo modelo

Figura 18

Definición de los parámetros de la gráfica del entrenamiento

```
# Gráficas de entrenamiento y validación (accuracy - loss)
def plotTraining(hist, epochs, typeData):

    if typeData=="loss":
        plt.figure(1,figsize=(10,5))
        yc=hist.history['loss']
        xc=range(epochs)
        plt.ylabel('Loss', fontsize=14)
        plt.plot(xc,yc,'-r',label='Loss Training')
    if typeData=="accuracy":
        plt.figure(2,figsize=(10,5))
        yc=hist.history['accuracy']
        for i in range(0, len(yc)):
            yc[i]=100*yc[i]
        xc=range(epochs)
        plt.ylabel('Accuracy (%)', fontsize=14)
        plt.plot(xc,yc,'-r',label='Accuracy Training')
    if typeData=="val_loss":
        plt.figure(1,figsize=(10,5))
        yc=hist.history['val_loss']
        xc=range(epochs)
        plt.ylabel('Loss', fontsize=14)
        plt.plot(xc,yc,'--b',label='Loss Validate')
    if typeData=="val_accuracy":
        plt.figure(2,figsize=(10,5))
        yc=hist.history['val_accuracy']
        for i in range(0, len(yc)):
            yc[i]=100*yc[i]
        xc=range(epochs)
        plt.ylabel('Accuracy (%)', fontsize=14)
        plt.plot(xc,yc,'--b',label='Training Validate')
```

Posteriormente el procedimiento para la predicción del modelo entrenado en el cual se carga el modelo y poner a prueba su desempeño

Figura 19

Cargar el modelo para la predicción

```
[ ] # Predicción usando el modelo entrenado
from keras.applications.imagenet_utils import preprocess_input, decode_predictions
from keras.models import load_model

names = ['Closed_Eyes', 'Open_Eyes']

modelt = load_model("model_VGG16.h5")
#modelt = custom_vgg_model

imagenet_path = "/content/dataset/test/Closed_Eyes/s0001_00001_0_0_0_0_01.png"
imagenet=cv2.resize(cv2.imread(imagenet_path), (width_shape, height_shape), interpolation = cv2.INTER_AREA)
xt = np.asarray(imagenet)
xt=preprocess_input(xt)
xt = np.expand_dims(xt,axis=0)
preds = modelt.predict(xt)

print(names[np.argmax(preds)])
plt.imshow(cv2.cvtColor(np.asarray(imagenet),cv2.COLOR_BGR2RGB))
plt.axis('off')
plt.show()
```

1/1 [=====] - 1s 1s/step
Closed Eyes

Finalmente se analiza la matriz de confusión y las métricas de desempeño

Figura 20

Parámetros de la matriz de confusión aplicado en la predicción

```
names = ['Closed_Eyes', 'Open_Eyes']

test_data_dir = '/content/dataset/test'
test_datagen = ImageDataGenerator()

test_generator = test_datagen.flow_from_directory(
    test_data_dir,
    target_size=(width_shape, height_shape),
    batch_size = batch_size,
    class_mode='categorical',
    shuffle=False)

custom_Model= load_model("model_VGG16.h5")

predictions = custom_Model.predict_generator(generator=test_generator)

y_pred = np.argmax(predictions, axis=1)
y_real = test_generator.classes

matc=confusion_matrix(y_real, y_pred)

plot_confusion_matrix(conf_mat=matc, figsize=(9,9), class_names = names, show_normed=False)
plt.tight_layout()

print(metrics.classification_report(y_real,y_pred, digits = 4))
```

4.2 Diseminación de los hallazgos

Después de detallar el desarrollo del proyecto mediante transferencia de aprendizaje para la detección de ojos en el capítulo anterior, ahora se exponen los resultados obtenidos durante el entrenamiento y las predicciones. Proceso de Transferencia de Aprendizaje: En este proceso se utilizaron dos modelos, VGG16 y ResNet50, para determinar cuál es más eficiente. Transferencia de aprendizaje del modelo VGG16

Para esta etapa, se empleó un dataset de Kaggle que incluye 2000 imágenes de ojos abiertos y 2000 de ojos cerrados, distribuidas en archivos de entrenamiento, prueba y validación. En el directorio de entrenamiento se colocaron las 4000 imágenes, mientras que en la carpeta de prueba se añadieron 156 imágenes y en la de validación, 120 imágenes. Este proceso es crucial, ya que los datos mencionados son esenciales para el entrenamiento del modelo. La Figura 21 muestra el resultado del entrenamiento del modelo VGG16.

Figura 21

Pérdida durante el entrenamiento

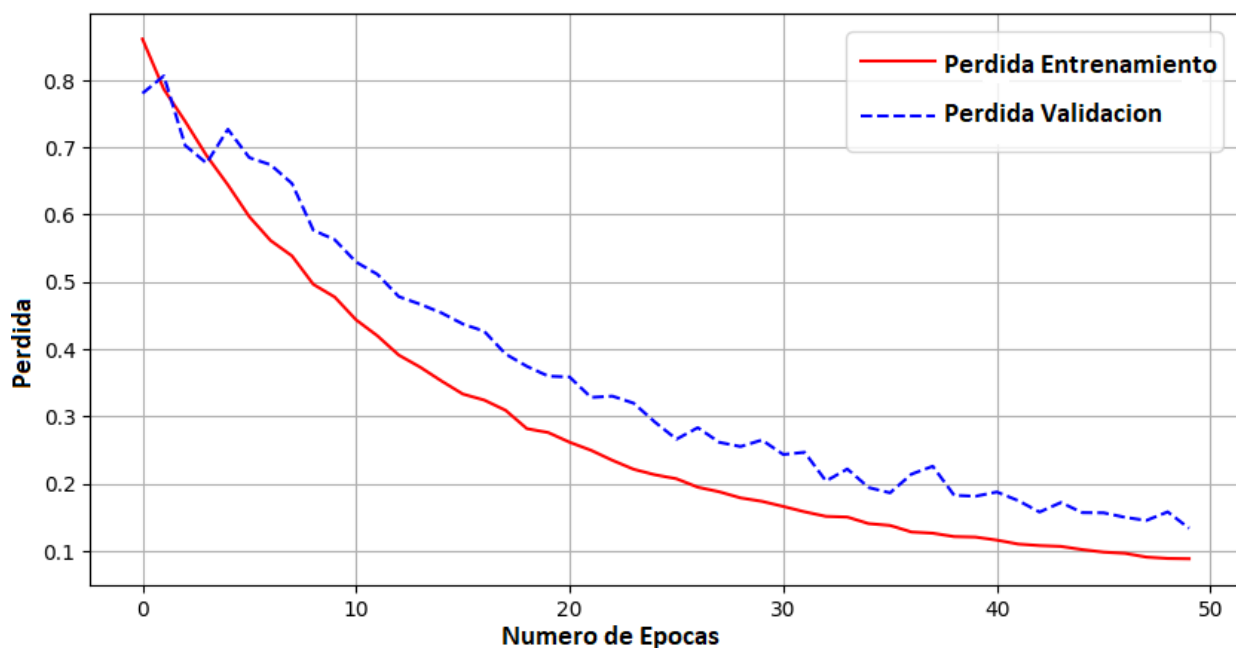
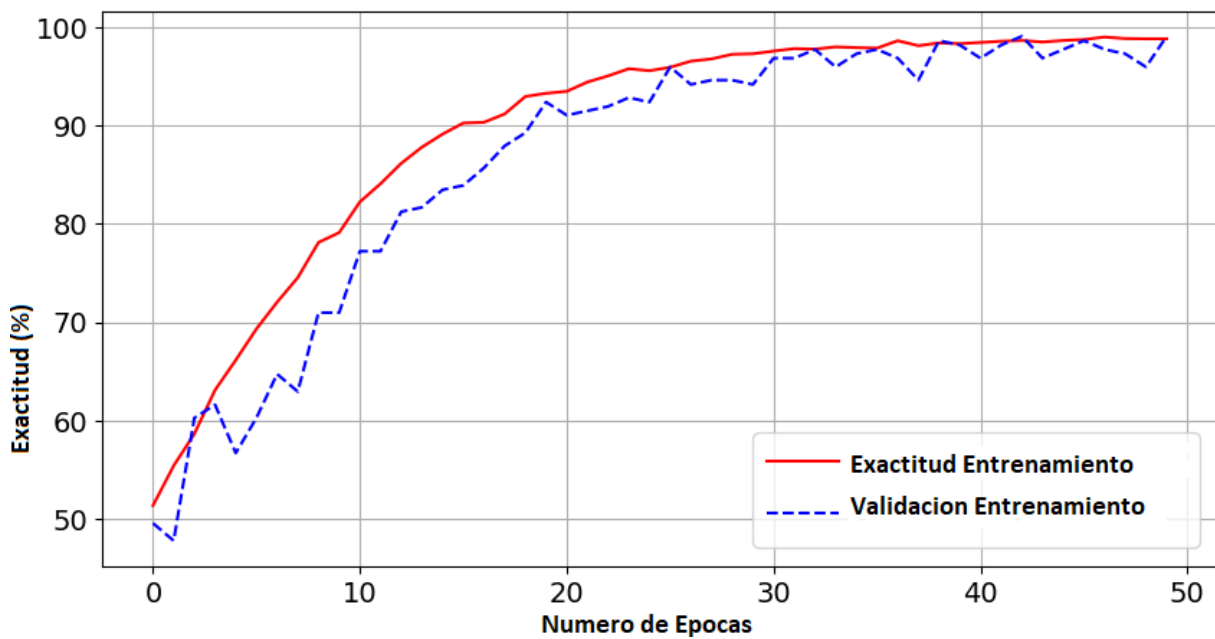


Figura 22

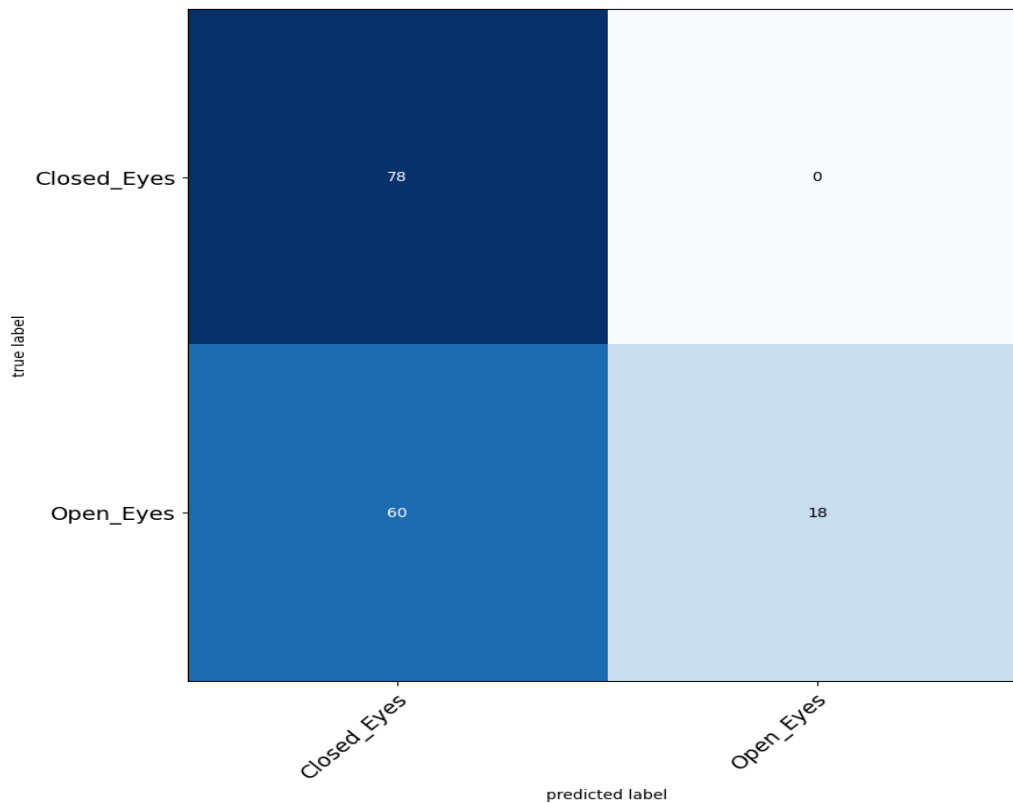
Exactitud durante el entrenamiento



Tal como se puede observar se logra una precisión del 100% Para este paso se realiza la matriz de confusión.

Figura 23

Matriz de confusión TL VGG16



En la Figura 23 se observa la matriz de precisión la cual muestra 0 falsos positivos para los ojos cerrados y 18 falsos positivos para ojos abiertos. El cálculo de la precisión se presenta en base a la fórmula mostrada en (1).

El cálculo de la exactitud se da en referencia a la fórmula mostrada en (2)

$$\text{Precisión} = \frac{\text{Verdadero Positivo}}{\text{Verdadero Positivo} + \text{Falso Positivo}} \quad (1)$$

$$\text{Exactitud} = \frac{\text{Verdadero Positivo} + \text{Verdadero Negativo}}{\text{Verdadero Positivo} + \text{Falso Positivo} + \text{Verdadero Negativo} + \text{Falso Negativo}} \quad (2)$$

Reemplazando valores se obtiene

$$\begin{aligned} \text{Precisión} &= \frac{78}{78 + 0} = \frac{78}{78} = 1 \\ \text{Exactitud} &= \frac{78 + 18}{78 + 0 + 60 + 18} = \frac{96}{156} = 0.6154 \end{aligned}$$

Para los resultados derivados en la matriz de confusión del modelo VGG-16 se tiene una precisión del 100% y una exactitud de solamente 61.54%.

Se siguieron los mismos procedimientos de entrenamiento que antes. El dataset de Kaggle, con 2000 imágenes de ojos abiertos y 2000 de ojos cerrados, se organizó en carpetas llamadas Train, Test y Validación. En la carpeta de entrenamiento se colocaron las 4000 imágenes, mientras que en la de prueba se añadieron 156 imágenes y en la de validación, 120 imágenes. Aplicando el mismo procedimiento que el modelo anterior, se obtuvieron resultados que se ilustran gráficamente en las figuras 24 y 25 para una mejor comprensión.



Figura 24

Perdida en el entrenamiento

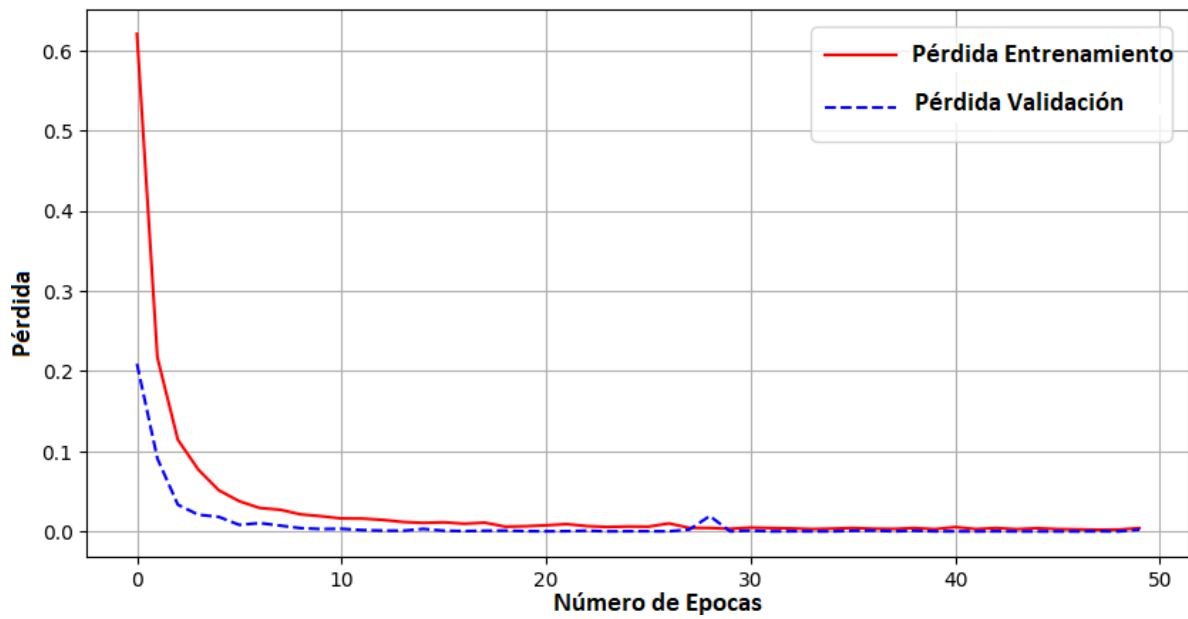
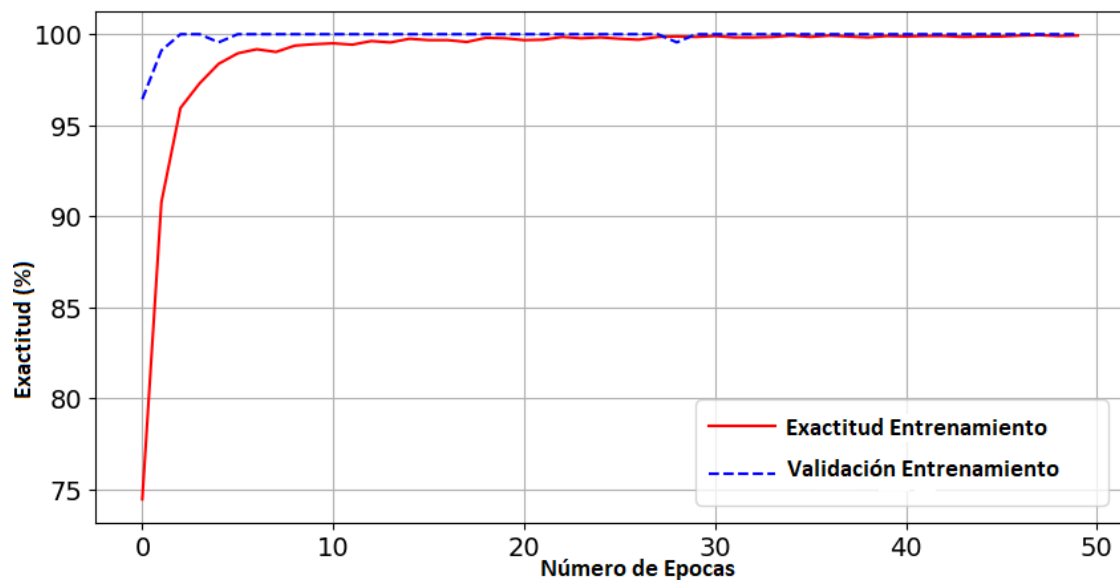


Figura 25

Exactitud del entrenamiento

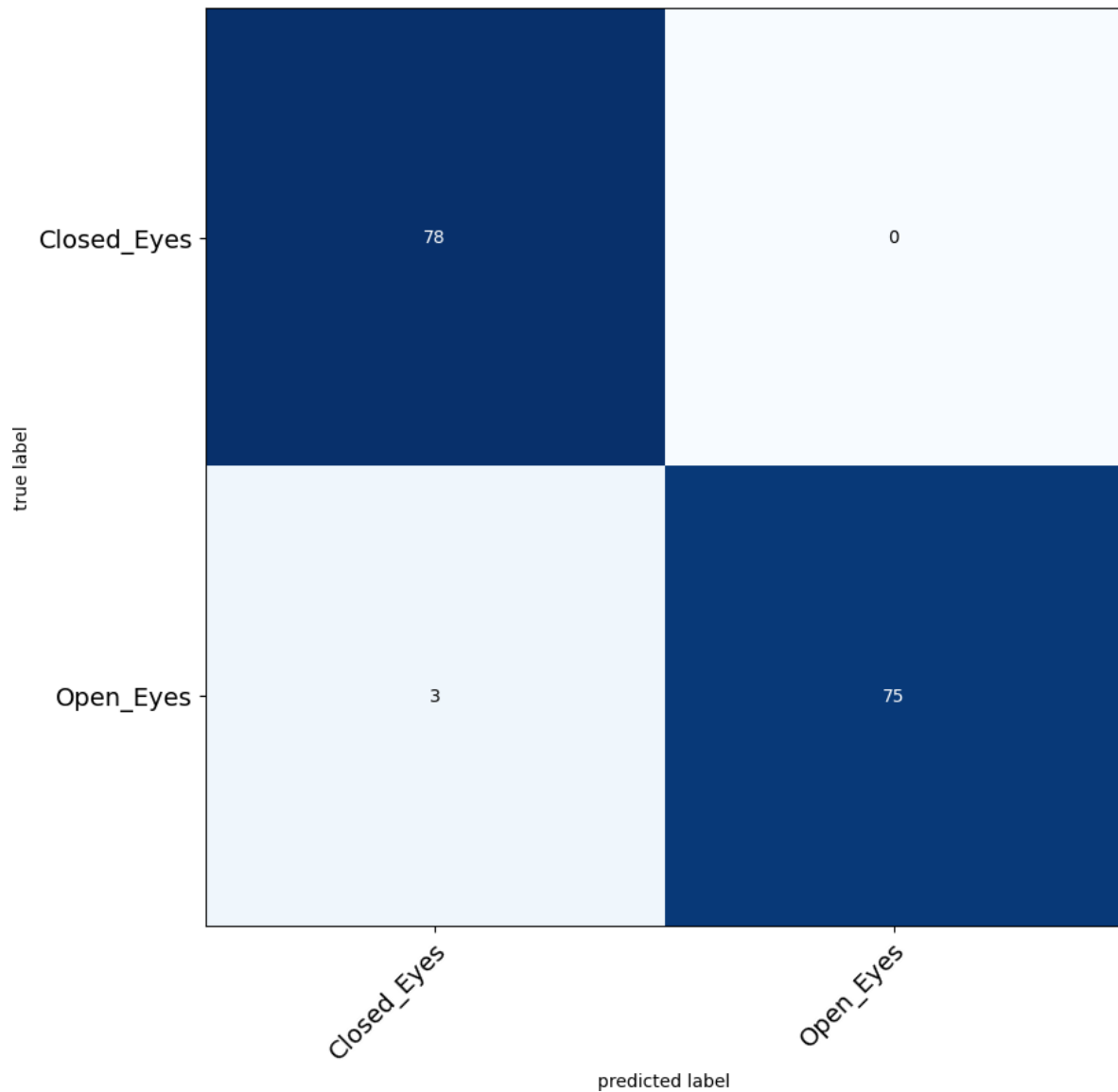


Para ello también se realiza un análisis de la matriz de confusión figura

26.

Figura 26

Matriz de confusión TL ResNet50



En donde reemplazando a las fórmulas (1) y (2) se tiene:

$$\text{Precisión} = \frac{78}{78 + 0} = 1$$
$$\text{Exactitud} = \frac{78 + 75}{78 + 0 + 3 + 75} = \frac{153}{156} = 0.9807$$

En el modelo ResNet50 se obtiene la mayor precisión y exactitud.

En el marco de este trabajo, se han obtenido resultados específicos que se detallan a continuación:

Tabla 2

Resultados de las arquitecturas analizadas

Transfer Learning modelo	Precisión n	Exactitud
VGG16	100%	0.6154
ResNet 50	100%	0.9807

Como se muestra en la Tabla 1, las métricas de Precisión y Exactitud en el proceso de entrenamiento y validación varían entre los modelos VGG16 y ResNet50.

El modelo VGG16 presenta alta precisión pero una exactitud del 61.54%, mientras que el ResNet50 también muestra alta precisión y una exactitud del 98.07%. Estos resultados son comparables con el estudio de Magan et al. (2022), donde se alcanzó una precisión del 60% utilizando Redes Neuronales Convolucionales, lo que sugiere que el ResNet50 es más eficaz que el VGG16 en este contexto.



Para mejorar la precisión y exactitud, es necesario utilizar más datos durante el entrenamiento y definir mejor los hiperparámetros. La arquitectura del VGG16 con 16 capas podría explicar su menor exactitud en comparación con las 50 capas del ResNet50.

Las limitaciones de este estudio incluyen la capacidad computacional necesaria y la complejidad de implementación al elegir el modelo adecuado. Futuras investigaciones deberían considerar ajustes finos en el entrenamiento de algunas capas superiores para mejorar la precisión de los resultados.



CONCLUSIONES

- PRIMERA:** En el presente trabajo se propuso un modelo de sistema inteligente basado en la transferencia de aprendizaje de modelos robustos obteniendo como resultados un 61% y 98% en las predicciones según la dataset utilizado
- SEGUNDA:** Se analizaron diferentes propuestas comparando las ventajas y desventajas de los modelos utilizados siendo la ResNet50 el modelo más robusto por las características que posee y profundidad de las capas como ventaja a otros modelos
- TERCERA:** El modelo tiene la capacidad de ser usado en la detección de letargo a través de la verificación de las características visuales el cual puede prevenir accidentes viales.
- CUARTA:** Se puede decir que el modelo adaptado a la detección de letargo es efectivo y eficiente como se vio en los resultados obtenidos



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Ampliación y Diversificación del Conjunto de Datos: Es fundamental recopilar un conjunto de datos más amplio y diverso que incluya diferentes perfiles de conductores, condiciones de iluminación y escenarios de conducción. Esto permitirá entrenar el modelo de manera más robusta y mejorar su capacidad de generalización, asegurando que el sistema sea efectivo en una variedad de situaciones del mundo real.
- SEGUNDA:** Integración de Múltiples Modalidades de Detección: Para aumentar la precisión y fiabilidad del sistema, se recomienda combinar la detección visual con otras modalidades, como el monitoreo de señales fisiológicas (frecuencia cardíaca, actividad eléctrica cerebral) y el análisis del comportamiento del vehículo (maniobras de dirección, velocidad). Esta integración podría proporcionar una evaluación más completa del estado de letargo del conductor.
- TERCERA:** Pruebas en Entornos del Mundo Real: Realizar estudios de campo que evalúen el sistema en condiciones de conducción reales es crucial. Estas pruebas permitirán identificar y abordar problemas prácticos que puedan surgir durante la implementación del sistema, así como validar su efectividad en situaciones diversas y dinámicas.
- CUARTA:** Desarrollo de Interfaces de Usuario Efectivas: Es importante diseñar interfaces de usuario intuitivas y accesibles que faciliten la interacción del conductor con el sistema. La educación y sensibilización sobre la importancia de la detección de letargo y el uso del sistema pueden aumentar la aceptación y el cumplimiento por parte de los conductores, mejorando así la seguridad vial.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altameem, A., Kumar, A., Poonia, R. C., Kumar, S., & Saudagar, A. K. J. (2021). Early identification and detection of driver drowsiness by hybrid machine learning. *IEEE Access*, 9, 162805-162819.
- Chirra, V. R. R., Uyyala, S. R., & Kolli, V. K. K. (2019). Deep CNN: A Machine Learning Approach for Driver Drowsiness Detection Based on Eye State. *Rev. d'Intelligence Artif.*, 33(6), 461-466.
- Dalal, N., & Triggs, B. (2005, June). Histograms of oriented gradients for human detection. In 2005 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition (CVPR'05) (Vol. 1, pp. 886-893). Ieee.
- Dawson, D., & Reid, K. (1997). Fatigue, alcohol and performance impairment. *Nature*, 388(6639), 235-235.
- Deng, L., & Yu, D. (2014). Deep learning: methods and applications. *Foundations and trends® in signal processing*, 7(3-4), 197-387.
- Dinges, D. F. (1995). An overview of sleepiness and accidents. *Journal of sleep research*, 4, 4-14.
- Dua, M., Shakshi, Singla, R., Raj, S., & Jangra, A. (2021). Deep CNN models-based ensemble approach to driver drowsiness detection. *Neural Computing and Applications*, 33, 3155-3168.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1978). Facial action coding system. *Environmental Psychology & Nonverbal Behavior*.
- Gu, J., Wang, Z., Kuen, J., Ma, L., Shahroudy, A., Shuai, B., ... & Chen, T. (2018). Recent advances in convolutional neural networks. *Pattern recognition*, 77,



354-377.

- Hashemi, M., Mirrashid, A., & Beheshti Shirazi, A. (2020). Driver safety development: Real-time driver drowsiness detection system based on convolutional neural network. *SN Computer Science*, 1(5), 289.
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 770-778).
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 770-778).
- Heflin, B., Scheirer, W., & Boult, T. E. (2012, January). For your eyes only. In *2012 IEEE Workshop on the Applications of Computer Vision (WACV)* (pp. 193-200). IEEE.
- Kortli, Y., Jridi, M., Al Falou, A., & Atri, M. (2020). Face recognition systems: A survey. *Sensors*, 20(2), 342.
- Krajewski, J., Sommer, D., Trutschel, U., Edwards, D., & Golz, M. (2009, June). Steering wheel behavior based estimation of fatigue. In *Driving assessment conference* (Vol. 5, No. 2009). University of Iowa.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Advances in neural information processing systems*, 25.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2017). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Communications of the ACM*, 60(6), 84-



90.

LeCun, Y., Kavukcuoglu, K., & Farabet, C. (2010, May). Convolutional networks and applications in vision. In Proceedings of 2010 IEEE international symposium on circuits and systems (pp. 253-256). IEEE.ISO 690

Li, Z., Chen, L., Peng, J., & Wu, Y. (2017). Automatic detection of driver fatigue using driving operation information for transportation safety. *Sensors*, 17(6), 1212.

Liao, S., Jain, A. K., & Li, S. Z. (2012). Partial face recognition: Alignment-free approach. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 35(5), 1193-1205.

Magán, E., Sesmero, M. P., Alonso-Weber, J. M., & Sanchis, A. (2022). Driver drowsiness detection by applying deep learning techniques to sequences of images. *Applied Sciences*, 12(3), 1145.

Najafabadi, M. M., Villanustre, F., Khoshgoftaar, T. M., Seliya, N., Wald, R., & Muharemagic, E. (2015). Deep learning applications and challenges in big data analytics. *Journal of big data*, 2, 1- 21.

Napoléon, T., & Alfalou, A. (2017). Pose invariant face recognition: 3D model from single photo.

Optics and Lasers in Engineering, 89, 150-161.

Pouyanfar, S., Sadiq, S., Yan, Y., Tian, H., Tao, Y., Reyes, M. P., ... & Iyengar, S. S. (2018). A survey on deep learning: Algorithms, techniques, and applications. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 51(5), 1-36.



- Razzaghi, A., Soori, H., Kavousi, A., Abadi, A., Khosravi, A. K., & Alipour, A. (2019). Risk factors of deaths related to road traffic crashes in World Health Organization regions: A systematic review. *Archives of Trauma Research*, 8(2), 57-86.
- Seo, H. J., & Milanfar, P. (2011). Face verification using the lark representation. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 6(4), 1275-1286.
- Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *arXiv preprint arXiv:1409.1556*.
- Soares, S., Monteiro, T., Lobo, A., Couto, A., Cunha, L., & Ferreira, S. (2020). Analyzing driver drowsiness: From causes to effects. *Sustainability*, 12(5), 1971.
- Sommer, D., & Golz, M. (2010, August). Evaluation of PERCLOS based current fatigue monitoring technologies. In 2010 annual international conference of the IEEE engineering in medicine and biology (pp. 4456-4459). IEEE.
- Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., Sermanet, P., Reed, S., Anguelov, D., ... & Rabinovich, A. (2015). Going deeper with convolutions. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 1-9).
- Transfer Learning & Fine-Tuning (2024). Available online: https://keras.io/guides/transfer_learning/ (accessed on 20 August 2021).
- Viola, P., & Jones, M. J. (2004). Robust real-time face detection. *International journal of computer vision*, 57, 137-154.
- World Health Organization (2024). Road traffic mortality. <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/topic-details/GHO/road->



traffic- mortality

Zafaruddin, G. M., & Fadewar, H. S. (2019). Face recognition using eigenfaces. In Computing, Communication and Signal Processing: Proceedings of ICCASP 2018 (pp. 855-864). Springer Singapore.

Zeiler, M. D., & Fergus, R. (2014). Visualizing and understanding convolutional networks. In Computer Vision—ECCV 2014: 13th European Conference, Zurich, Switzerland, September 6-12, 2014, Proceedings, Part I 13 (pp. 818-833). Springer International Publishing.



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general ¿Cuál es el grado de precisión y exactitud de un sistema inteligente basado en características visuales para la (DSC)?</p>	<p>Objetivo general Proponer un modelo de Sistema Inteligente basado en características Visuales para la (DSC)</p>	<p>Hipótesis general El sistema inteligente basado en características visuales para la detección de letargo tiene un alto grado de precisión y exactitud</p>	<p>Variable independiente Sistema Inteligente</p>	<p>Tipo de investigación: Tecnológico</p> <p>Diseño de investigación: No experimental - transversal</p> <p>Enfoque: descriptivo</p> <p>Población: 353 colaboradores</p> <p>Muestra: 353 colaboradores</p> <p>Técnica: Encuesta, entrevistas, la observación</p> <p>Instrumento:</p> <p>Cuestionario Métodos: Estadística descriptiva e inferencial</p>
<p>Problemas específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Qué característica adopta el sistema inteligente en la detección de letargo? ¿Cuáles son las secuencias y criterios necesarios para el entrenamiento del sistema inteligente? ¿Cómo es el modelado del sistema inteligente para la detección de letargo? ¿Cómo es el funcionamiento del sistema inteligente para la detección del letargo? 	<p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> Analizar las características de un sistema inteligente para la detección de letargo Establecer los procedimientos y criterios de aprendizaje del sistema inteligente para la detección de letargo Describir el modelado durante el procesamiento para la detección de letargo Implementar el Modelo del sistema inteligente para la detección de letargo haciendo uso de características visuales 	<p>Hipótesis específicas</p> <ol style="list-style-type: none"> Un sistema inteligente para la detección de letargo Los procedimientos y criterios de aprendizaje del sistema inteligente para la detección de letargo El procesamiento para la detección de letargo La detección de letargo haciendo uso de características visuales 	<p>Variable dependiente Detección letargo en conductores</p>	



Anexo 2. Instrumento

Cuestionario de Preguntas

Tema: MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024

INSTRUCCIONES:

Cuando contestes las preguntas, debes utilizar una (X) para señalar tu elección y marcar la respuesta con un lapicero.

El encuestado, sus datos son confidenciales, lo que garantiza que la información no será compartida con terceros.

Donde: 1: En desacuerdo 4: Acuerdo 2: Desacuerdo 5: De acuerdo 3: Neutral		Marque la casilla con una X:				
Nro.	Preguntas	1	2	3	4	5
Políticas de Seguridad de la Información						
1	Las políticas de seguridad de la información de la empresa están claramente definidas y son fáciles de entender.					X
2	Las políticas de seguridad de la información se revisan y actualizan regularmente para mantenerse al día con las nuevas amenazas y normativas.					X
3	Los procedimientos para la recolección de datos de clientes aseguran que solo se recolecta la información necesaria y relevante.					X
4	La transmisión de datos de clientes se realiza mediante protocolos seguros para evitar interceptaciones no autorizadas.					X
Controles Técnicos y Administrativos						
5	La empresa utiliza herramientas avanzadas de gestión de seguridad, como SIEM y autenticación multifactor (MFA), para proteger los datos de clientes.					X
6	El personal recibe capacitación regular sobre mejores prácticas de seguridad y cumplimiento de normativas.					X
Gestión de Riesgos						
7	La empresa tiene procesos efectivos para identificar y evaluar los riesgos relacionados con la gestión de datos de clientes.					X
8	La empresa tiene planes de mitigación bien definidos y actualizados para abordar los riesgos identificados.					X
9	Se realizan auditorías internas y externas periódicas para asegurar el cumplimiento de las normativas de seguridad.					X
10	La empresa genera informes claros y detallados sobre el estado de cumplimiento de las normativas de seguridad.					X



Anexo 3. Validación de instrumento



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTOS

- I. **TÍTULO DE MI TESIS:** MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024
- II. **REFERENCIAS:**
 - a. **Experto/Nombres** : PERCY JESUS ESPINOZA CALSIN
 - b. **Especialidad** : INGENIERO DE SISTEMAS
 - c. **Cargo Actual** : PLANIFICADOR
- III. **AUTOR DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN:**
Bach. LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI
- IV. **ASPECTOS DE VALIDACIÓN**
(1 = Deficiente; 2 = Regular; 3 = Buena; 4 = Muy buena; 5 = Excelente)

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
1. Claridad	Está redactado con lenguaje apropiado					X
2. Objetividad	Está expresado en capacidades observables					X
3. Actualidad	Está adecuado al avance de la ciencia					X
4. Organización	Existe una organización lógica de los ítems y las variables				X	
5. Suficiencia	Valora las dimensiones en cantidad y calidad suficientes					X
6. Intencionalidad	Esta adecuada para cumplir los objetivos de la investigación					X
7. Consistencia	Está basado en aspectos teóricos y científicos					X
8. Coherencia	Entre las dimensiones, indicadores e ítems				X	
9. Metodología	Responde al propósito de la investigación					X
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					X


Coefficiente de valoración porcentual. C = Total/50

- V. **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES**
.....

VI. RESOLUCIÓN DEL EXPERTO

- Aprobado (C>75%=0.75)
- Desaprobado (C<75%=0.75)

LUGAR Y FECHA: Juliaca, 22 de octubre del 2024


 Ing. PERCY JESUS ESPINOZA CALSIN
 N° CP 94347
 INGENIERO DE SISTEMAS



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTOS

I. **TITULO DE MI TESIS:** MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024

II. **REFERENCIAS:**

- d. **Experto/Nombres** : EDWARD MACEDO VALERIANO
- e. **Especialidad** : INGENIERO DE SISTEMAS
- f. **Cargo Actual** : ASISTENTE DE SISTEMAS

III. **AUTOR DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN:**

Bach. LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI

IV. **ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

(1 = Deficiente; 2 = Regular; 3 = Buena; 4 = Muy buena; 5 = Excelente)

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
1. Claridad	Está redactado con lenguaje apropiado					X
2. Objetividad	Está expresado en capacidades observables					X
3. Actualidad	Está adecuado al avance de la ciencia					X
4. Organización	Existe una organización lógica de los ítems y las variables				X	
5. Suficiencia	Valora las dimensiones en cantidad y calidad suficientes					X
6. Intencionalidad	Esta adecuada para cumplir los objetivos de la investigación					X
7. Consistencia	Está basado en aspectos teóricos y científicos					X
8. Coherencia	Entre las dimensiones, indicadores e ítems				X	
9. Metodología	Responde al propósito de la investigación					X
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					X

Coefficiente de valoración porcentual. C = Total/50

V. **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES**

.....

VI. **RESOLUCIÓN DEL EXPERTO**

Aprobado (C>75%=0.75)

Desaprobado (C<75%=0.75)

LUGAR Y FECHA: Juliaca, 22 de octubre del 2024


Edward Macedo Valeriano
INGENIERO DE SISTEMAS
CIP. 37294



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

JUICIO DE EXPERTOS

- I. **TITULO DE MI TESIS:** MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024
- II. **REFERENCIAS:**
 - a. **Experto/Nombres** : LUTHER PEDRO VILCA MANSILLA
 - b. **Especialidad** : INGENIERO DE SISTEMAS
 - c. **Cargo Actual** : ESPECIALISTA EN SISTEMAS
- III. **AUTOR DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN:**
Bach. LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI
- IV. **ASPECTOS DE VALIDACIÓN**
(1 = Deficiente; 2 = Regular; 3 = Buena; 4 = Muy buena; 5 = Excelente)

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
1. Claridad	Está redactado con leguaje apropiado					X
2. Objetividad	Está expresado en capacidades observables					X
3. Actualidad	Está adecuado al avance de la ciencia					X
4. Organización	Existe una organización lógica de los ítems y las variables				X	
5. Suficiencia	Valora las dimensiones en cantidad y calidad suficientes					X
6. Intencionalidad	Esta adecuada para cumplir los objetivos de la investigación					X
7. Consistencia	Está basado en aspectos teóricos y científicos					X
8. Coherencia	Entre las dimensiones, indicadores e ítems				X	
9. Metodología	Responde al propósito de la investigación					X
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					X

Coefficiente de valoración porcentual. C = Total/50

V. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

.....

VI. RESOLUCIÓN DEL EXPERTO

Aprobado (C>75%=0.75)

Desaprobado (C<75%=0.75)

LUGAR Y FECHA: Juliaca, 22 de octubre del 2024


Luther Pedro Vilca Mansilla
Ingeniero de Sistemas
C.R. N. 12963



Anexo 4. Tabulación de datos

Edad	Sexo	Mod	P1				P2				P3				P4				P5				P6				P7				P8				P9				P10				P11			
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11					
25	2	2	4	4	3	4	4	5	3	3	2	3	2	3	3	5	3	3	4	4	3	4	4	2	4	4	4	4	2	4	4	2	4													
27	1	2	4	3	3	4	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	2														
28	1	2	4	4	3	4	3	4	4	5	3	4	3	3	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4															
26	2	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4															
38	2	1	4	5	3	4	3	2	3	4	4	3	3	2	2	3	2	2	3	4	2	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2															
28	1	2	4	5	4	5	4	3	4	4	4	5	4	5	5	4	4	3	5	3	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4															
24	2	2	2	2	2	1	2	2	3	2	4	5	4	4	5	3	5	3	4	4	3	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4															
29	1	2	4	4	5	5	4	4	2	4	4	5	3	1	4	5	5	3	4	5	2	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4															
26	2	1	4	4	3	3	4	3	2	3	2	4	5	3	3	5	3	3	2	4	2	4	4	4	3	3	2	3	3	2																
25	1	2	4	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	3	5	4	4	3	5	4	5	4	5	4	5	4	5																
27	1	2	4	4	5	4	4	2	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	2	4	4	4	3	4	3	4	5	4	5																
27	1	2	4	5	3	3	4	2	2	5	1	1	4	4	3	4	3	1	3	1	2	5	1	1	4	1	4	1	4	1																
40	2	1	4	5	3	1	4	5	4	4	3	4	4	3	4	5	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3																
26	2	2	4	5	4	3	2	3	2	3	4	4	4	3	4	5	3	4	4	3	4	2	4	4	3	2	3	2	3	2																
36	1	1	4	3	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	3	5	5	3	5	4	5	4	4	5	3	4	4	4	4	4																
36	2	1	4	5	4	4	4	5	4	4	4	3	4	5	4	5	5	5	4	4	3	4	4	5	4	3	3	4	3	3																
30	1	2	5	4	4	5	5	5	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4																
28	2	1	1	4	4	3	4	5	2	3	2	2	3	4	3	5	5	4	4	2	3	4	5	3	3	2	3	2	3	2																
30	1	2	4	3	3	4	4	4	4	5	3	4	5	4	3	5	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	5	4	5																
27	2	2	4	5	4	5	4	4	4	4	3	4	2	3	3	4	5	4	3	3	4	3	4	3	4	3	2	2	3	3																
30	1	1	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	3	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	5	5																
30	1	2	4	4	4	3	4	5	4	5	4	3	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5																
33	2	1	4	4	3	4	3	4	5	5	2	4	5	4	4	5	4	4	4	3	4	5	4	4	5	3	4	5	3	4																
28	1	2	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4																
36	1	2	4	5	4	2	4	4	4	3	5	4	4	4	5	3	3	3	3	4	5	3	4	4	3	5	4	4	3	5																
29	1	2	4	5	2	3	4	5	3	4	4	3	4	3	2	3	4	4	3	3	3	3	4	3	2	2	2	2	2	2																
26	2	2	4	4	3	3	4	4	4	4	3	2	5	4	4	5	4	4	4	4	3	5	4	3	4	4	4	4	4	4																
27	1	2	4	3	2	4	2	4	2	2	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	5	3	3	4	2	3	4	3																
26	2	2	4	3	4	4	3	4	4	2	3	2	4	4	3	4	4	2	4	3	3	4	4	2	3	4	4	4	4	4																
50	1	1	3	4	3	2	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																
49	2	2	5	4	4	3	4	4	4	4	5	3	3	3	4	5	3	4	5	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4	4																
43	1	2	2	3	2	1	3	2	2	2	2	3	2	2	1	5	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3																
52	1	1	4	5	3	4	4	5	3	3	2	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4																
22	2	2	4	2	3	4	3	2	4	1	3	2	3	2	3	5	4	2	3	4	4	3	4	5	2	3	1	2	3	1																
24	2	2	4	5	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4																
43	1	1	4	4	5	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4																
36	2	1	4	5	5	5	4	5	5	3	5	5	4	4	5	5	4	4	3	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4																	
23	2	2	4	4	4	3	3	4	5	4	3	4	5	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4																
22	1	2	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5																
23	2	2	1	2	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	3	4	4	3	5	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3																
22	2	2	4	4	4	1	1	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	5																
27	2	2	4	4	3	4	3	5	3	4	4	5	4	3	4	5	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3																
24	1	2	3	4	3	4	3	4	3	3	2	3	3	2	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	2	3	3	3	3																
20	2	2	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	3	5	4	3	4	4	5	4	5	3	3	3	3	3	5	5	5																
20	2	2	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4																
39	2	2	1	4	3	3	4	4	3	2	3	3	3	2	2	3	4	3	1	2	1	1	4	3	3	5	4	4	5	4																
39	1	2	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	5	4	4																
22	2	2	1	1	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5																
20	1	2	2	4	4	3	4	5	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4																
20	1	2	3	4	4	4	3	4	3	2	2	4	3	4	4	4	4	4	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	4																
21	2	1	3	4	4	3	4	3	2	2	4	3	4	4	4	3	3	4	2	2	2	3	2	2	2	3	4	3	4	4																
49	1	1	1	2	2	2	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	3	5	4	4	5																
23	1	2	4	4	3	3	4	4	2	3	2	2	3	3	2	4	3	4	2	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3																
35	1	1	4	5	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	5	5	4	5	5	4	4	5	4	3	3	3	3	3																
28	2	1	2	4	4	3	4	3	4	5	4	3	4	5	4	5	4	3	4	5	4	3	4	4	3	4	4	3	4	5																
21	2	1	4	4	5	4	5	4	4	5	5	4	5	2	3	5	4	4	4	3	5	4	3	5	4	3	5	4	5	5																
25	2	2	4	5	3	4	5	4	4	4	2	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4																
21	1	2	2	3	4	4	4	3	5	5	3	5	3	2	3	5	5	2	3	4	4	5	5	3	4	2	5	4	2	5																
36	1	1	4	5	4	4	5	3	4	5	4	2	3	2	3	4	5	5	3	4	3	4	3	4	3	4	5	2	1	1																
35	1	2	2	3	2	3	4	2	3	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	4	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2																
38	1	1	1	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	5	5																												



26	2	2	3	4	4	3	2	4	2	4	3	3	3	4	3	5	4	4	3	3	4	5	4	4	4	3	5	
40	1	1	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	4
30	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
27	1	2	4	4	5	2	3	1	2	1	2	1	2	3	1	3	2	2	3	3	4	4	4	4	2	4	5	
27	1	2	1	3	1	2	1	2	3	2	5	2	3	2	4	3	3	1	2	4	3	5	4	4	3	4	5	
28	1	2	4	3	5	4	3	2	3	4	5	4	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	4	2	
26	2	2	3	4	5	4	3	2	3	4	5	4	3	2	3	4	3	3	4	5	2	3	4	5	4	3	4	
31	2	1	3	3	4	2	4	2	3	4	3	4	2	4	3	3	3	2	4	3	5	4	4	2	5	5	5	
37	1	2	3	4	5	4	5	4	5	3	4	3	4	3	5	4	3	3	5	5	5	5	5	5	4	5	4	
30	1	1	5	5	4	5	4	4	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	
33	1	1	1	1	2	1	3	4	1	4	1	4	2	1	3	2	2	2	1	3	1	2	3	1	2	4	3	
56	2	1	3	2	3	3	2	2	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	
25	1	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	
29	1	1	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	
35	1	1	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	
27	2	2	3	4	5	5	4	4	5	4	3	2	3	2	3	2	3	5	3	3	3	2	4	3	2	4	2	
25	2	2	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	5	5	4	5	4	4	5	4	5	4	
30	2	2	4	4	4	4	3	2	3	3	2	4	2	3	4	2	3	3	4	2	3	3	3	2	3	4	4	
29	1	2	4	4	2	3	3	4	4	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	3	3	2	
27	1	2	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	3	4	3	5	5	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	
25	2	2	4	4	3	4	4	5	3	3	2	3	2	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	2	4	4	2	
27	1	2	4	3	3	4	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	2	
28	1	2	4	4	3	4	3	4	4	5	3	4	3	3	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4
26	2	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	3	4	
38	2	1	4	5	3	4	3	2	3	4	4	3	3	2	2	3	2	2	3	4	2	2	3	1	2	2	2	
28	1	2	4	5	4	5	4	3	4	4	4	5	4	5	5	4	5	4	3	5	3	4	5	4	5	4	5	
24	2	2	2	2	2	1	2	2	3	2	4	5	4	4	5	3	5	3	4	4	3	4	4	5	4	4	4	
29	1	2	4	4	5	5	4	4	2	4	4	5	3	1	4	5	5	3	4	5	2	4	4	4	4	5	4	
26	2	1	4	4	3	3	4	3	2	3	2	4	5	3	3	5	3	3	2	4	2	4	4	4	3	3	2	
25	1	2	4	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	3	5	4	4	3	4	5	4	5	4	5	
27	1	2	4	4	5	4	4	2	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	2	4	4	4	3	4	5	4	
27	1	2	4	5	3	3	4	2	2	5	1	1	4	4	3	4	3	1	3	1	2	5	1	1	4	1	4	
40	2	1	4	5	3	1	4	5	4	4	3	4	4	3	4	5	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	
26	2	2	4	5	4	3	2	3	2	3	4	4	4	3	4	5	3	4	4	3	4	2	4	4	3	2	3	
36	1	1	4	3	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	3	5	5	3	5	4	5	4	4	5	3	4	4	
36	2	1	4	5	4	4	4	5	4	4	4	3	4	5	4	5	5	5	4	4	3	4	4	5	4	3	3	
30	1	2	5	4	4	5	5	5	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	
28	2	1	1	4	4	3	4	5	2	3	2	2	3	4	3	5	5	4	4	2	3	4	5	3	3	2	3	
30	1	2	4	3	3	4	4	4	4	5	3	4	5	4	3	5	4	4	4	3	4	3	4	3	4	5	4	
27	2	2	4	5	4	5	4	4	4	4	3	4	2	3	3	4	5	4	3	3	4	3	4	3	2	2	3	
30	1	1	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	3	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	
30	1	2	4	4	4	3	4	5	4	5	4	3	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5	
33	2	1	4	4	3	4	3	4	5	5	2	4	5	4	4	5	4	4	4	3	4	5	4	4	5	3	4	
28	1	2	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	3	4	4	5	4	
36	1	2	4	5	4	2	4	4	4	3	5	4	4	4	5	3	3	3	3	4	5	3	4	4	3	5	4	
29	1	2	4	5	2	3	4	5	3	4	4	3	4	3	2	3	4	4	3	3	3	3	4	3	2	2	2	
26	2	2	4	4	3	3	4	4	4	4	3	2	5	4	4	4	5	4	4	4	4	3	5	4	3	4	4	
27	1	2	4	3	2	4	2	4	2	2	3	4	3	4	4	3	4	4	3	5	3	3	4	2	3	4	3	
26	2	2	4	3	4	4	3	4	4	2	3	2	4	4	3	4	4	2	4	3	3	4	4	2	3	4	4	
50	1	1	3	4	3	2	3	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	
49	2	2	5	4	4	3	4	4	4	4	5	3	3	3	4	5	3	4	5	4	4	4	3	4	3	3	4	
43	1	2	2	3	2	1	3	2	2	2	2	3	2	2	1	5	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	
52	1	1	4	5	3	4	4	5	3	3	2	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	
22	2	2	4	2	3	4	3	2	4	1	3	2	3	2	3	5	4	2	3	4	4	3	4	5	2	3	1	
24	2	2	4	5	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	
43	1	1	4	4	5	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	5	4	
36	2	1	4	5	5	5	4	5	5	3	5	5	4	4	5	5	5	4	4	3	4	5	4	5	4	5	4	
23	2	2	4	4	4	3	3	4	5	4	3	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	
22	1	2	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	
23	2	2	1	2	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	3	4	4	3	5	3	4	4	3	4	4	3	
22	2	2	4	4	4	1	1	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	4	5	
27	2	2	4	4	3	4	3	5	3	4	4	5	4	3	4	5	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	
24	1	2	3	4	3	4	3	4	3	3	2	3	3	2	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	2	3	3
20	2	2	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	3	5	4	3	4	4	5	4	5	3	3	3	3	5	
20	2	2	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3	3	
39	2	2	1	4	3	3	4	4	3	2	3	3	3	2	2	3	4	3	1	2	1	1	4	3	3	5	4	
39	1	2	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	
22	2	2	1	1	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	
20	1	2	2	4	3	4	5	4	3	4	5	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	
20	1	2	3	4	4	4	3	4	3	2	2	4	3	4	4	4	4	4	2	2	2	3						



21	2	1	3	4	4	3	4	3	2	2	4	3	4	4	4	3	3	4	2	2	2	3	2	2	2	3	4	
49	1	1	1	2	2	2	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	3	5	
23	1	2	4	4	3	3	4	4	2	3	2	2	3	3	2	4	3	4	2	3	3	4	4	4	3	3	3	
35	1	1	4	5	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	3	3	
28	2	1	2	4	4	3	4	3	4	5	4	3	4	5	4	5	4	3	4	5	4	3	4	4	3	4	5	
21	2	1	4	4	4	5	4	5	4	5	5	4	5	2	3	5	4	4	4	3	5	4	3	5	5	4	5	
25	2	2	4	5	3	4	5	4	4	4	2	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	
21	1	2	2	3	4	4	4	3	5	5	3	5	3	2	3	5	5	2	3	4	4	5	5	3	4	2	5	
36	1	1	4	5	4	4	5	3	4	5	4	2	3	2	3	4	5	5	3	4	3	4	3	4	5	2	1	
35	1	2	2	3	2	3	4	2	3	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	4	2	3	2	3	2	2	2	
38	1	1	1	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4	
29	1	2	5	4	5	4	2	3	2	1	3	1	3	2	4	2	2	2	1	2	3	4	2	1	2	3	2	
29	2	2	3	4	3	3	4	3	3	4	2	4	3	4	4	5	3	4	3	3	4	3	4	4	4	5	5	
41	1	1	4	4	5	4	3	4	4	3	4	5	5	1	2	2	2	2	1	2	1	2	3	1	3	2	2	
30	1	2	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	5	5	3	5	4	3	3	5	4	4	3	4	5	
37	2	1	4	4	4	4	3	2	3	4	3	2	3	4	3	2	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	
26	2	2	3	4	4	3	2	4	2	4	3	3	3	4	3	5	4	4	3	3	4	5	4	4	4	3	5	
40	1	1	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4
30	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	5	
27	1	2	4	4	5	2	3	1	2	1	2	1	2	3	1	3	2	2	3	3	4	4	4	4	2	4	5	
27	1	2	1	3	1	2	1	2	3	2	5	2	3	2	4	3	3	1	2	4	3	5	4	4	3	4	5	
28	1	2	4	3	5	4	3	2	3	4	5	4	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	4	2	2	
26	2	2	3	4	5	4	3	2	3	4	5	4	3	2	3	4	3	3	4	5	2	3	4	5	4	3	4	
31	2	1	3	3	4	2	4	2	3	4	3	4	2	4	3	3	3	2	4	3	5	4	4	2	5	5	5	
37	1	2	3	4	5	4	5	4	5	3	4	3	4	3	5	4	3	3	3	5	5	5	5	5	4	5	4	
30	1	1	5	5	4	5	4	4	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	
33	1	1	1	1	2	1	3	4	1	4	1	4	2	1	3	2	2	2	1	3	1	2	3	1	2	4	3	
56	2	1	3	2	3	3	2	2	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	
25	1	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	
29	1	1	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	
35	1	1	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	
27	2	2	3	4	5	5	4	4	5	4	3	2	3	2	3	2	3	5	3	3	3	2	4	3	2	4	2	
25	2	2	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	5	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	
30	2	2	4	4	4	4	3	2	3	3	2	4	2	3	4	2	3	3	4	2	3	3	3	2	3	4	4	
29	1	2	4	4	2	3	3	4	4	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	4	2	3	3	2	2	
27	1	2	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	3	4	3	5	5	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	
25	2	2	4	4	3	4	4	5	3	3	2	3	2	3	3	5	3	3	4	4	3	4	4	3	4	2	4	
27	1	2	4	3	3	4	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	2
28	1	2	4	4	3	4	3	4	4	5	3	4	3	3	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4
26	2	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	3	4
38	2	1	4	5	3	4	3	2	3	4	4	3	3	2	2	3	2	2	3	4	2	2	3	1	2	2	2	
28	1	2	4	5	4	5	4	3	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	3	5	3	4	5	4	5	4
24	2	2	2	2	2	1	2	2	3	2	4	5	4	4	5	3	5	3	4	4	3	3	4	4	5	4	4	4
29	1	2	4	4	5	5	4	4	2	4	4	5	3	1	4	5	5	3	4	5	2	4	4	4	4	5	4	
26	2	1	4	4	3	3	4	3	2	3	2	4	5	3	3	5	3	3	2	4	2	4	4	4	3	3	2	
25	1	2	4	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	3	5	4	4	3	4	5	4	5	4	5	
27	1	2	4	4	5	4	4	2	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	2	4	4	4	3	4	5	4	
27	1	2	4	5	3	3	4	2	5	1	1	4	4	3	4	3	1	3	1	3	1	2	5	1	1	4	1	4
40	2	1	4	5	3	1	4	5	4	4	3	4	4	3	4	5	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	
26	2	2	4	5	4	3	2	3	2	3	4	4	4	3	4	5	3	4	4	3	4	2	4	4	3	2	3	
36	1	1	4	3	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	3	5	5	3	5	4	5	4	4	5	3	4	4	
36	2	1	4	5	4	4	4	5	4	4	4	3	4	5	4	5	5	5	4	4	3	4	4	5	4	3	3	
30	1	2	5	4	4	5	5	5	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	
28	2	1	1	4	4	3	4	5	2	3	2	2	3	4	3	5	4	4	2	3	5	4	4	2	3	3	2	3
30	1	2	4	3	3	4	4	4	4	5	3	4	5	4	3	5	4	4	4	3	4	3	4	3	4	5	4	
27	2	2	4	5	4	5	4	4	4	4	3	4	2	3	3	4	5	4	3	3	4	3	4	3	2	2	3	
30	1	1	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	3	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5
30	1	2	4	4	4	3	4	5	4	5	4	3	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5
33	2	1	4	4	3	4	3	4	5	5	2	4	5	4	4	5	4	4	4	3	4	5	4	4	5	3	4	
28	1	2	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	3	4	4	5	4	4	5	4	
36	1	2	4	5	4	2	4	4	4	3	5	4	4	4	5	3	3	3	3	4	5	3	4	4	3	5	4	
29	1	2	4	5	2	3	4	5	3	4	4	3	4	3	2	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	2	2	2
26	2	2	4	4	3	3	4	4	4	4	3	2	5	4	4	5	4	4	4	4	3	5	4	3	4	4	4	
27	1	2	4	3	2	4	2	4	2	2	3	4	3	4	4	3	4	4	3	5	3	3	4	2	3	4	3	
26	2	2	4	3	4	3	4	4	2	3	2	4	4	3	4	4	3	4	4	2	4	3	3	4	2	3	4	4
50	1	1	3	4	3	2	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	
49	2	2	5	4	4	3	4	4	4	4	5	3	3	3	4	5	3	4	5	4	4	4	3	4	3	3	4	
43	1	2	2	3	2	1	3	2	2	2	2	2	3	2	2	1	5	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	
52	1	1	4	5	3	4	4	5	3	3	2	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	
22	2	2	4	2	3	4	3	2	4	1	3	2	3	2														



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 22/05/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: LUIGY JUNIOR PORTUGAL HUMPIRI

Dirección: Ups Juan XXIII Mz - p L-7 – Miraflores - Arequipa

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 75910130

Teléfono: 924884470 email: luigyporta@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍA DE SISTEMAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA DE SISTEMAS

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO DE SISTEMAS

Asesor: Dr. JUAN BENITES NORIEGA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: MODELO INTELIGENTE PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES
BASADO EN PATRONES FACIALES EN ADULTOS DE LA CLÍNICA AREQUIPA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): Modelo inteligente, somnolencia, conductores, patrones faciales

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: CIENCIA DE LOS ORDENADORES – P24

Firma de Autor



huella digital

22 - MAYO - 2025

Fecha