



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA

SALESIANA

ECUADOR

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE MECATRÓNICA

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD Y MONITOREO
QUE PERMITA LA IDENTIFICACIÓN DE PLACAS VEHICULARES
MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL EN TIEMPO REAL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Mecatrónica

AUTORES: Alex Felipe Orozco Calderón

Alex Andrés Zúñiga Rendón

TUTOR: Ing. Jorge Bladimir Fariño Cedeño, Mgtr.

Guayaquil - Ecuador

2024

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke, located in the bottom right corner of the page.

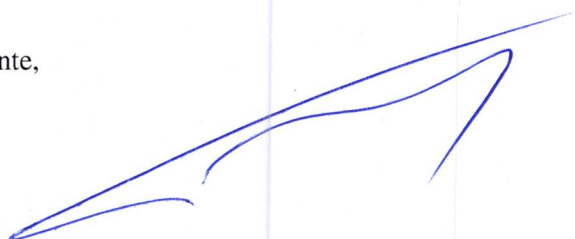
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **Alex Felipe Orozco Calderón** con documento de identificación N° **0706162906** y **Alex Andrés Zúñiga Rendón** con documento de identificación N° **0954416285**; manifestamos que:

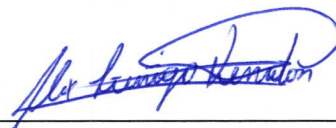
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo.

Guayaquil, 7 de marzo del año 2024

Atentamente,



Alex Felipe Orozco Calderón
0706162906



Alex Andrés Zúñiga Rendón
0954416285

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, **Alex Felipe Orozco Calderón** con documento de identificación N° **0706162906** y **Alex Andrés Zúñiga Rendón** con documento de identificación N° **0954416285**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del **Desarrollo de un sistema de seguridad y monitoreo que permita la identificación de placas vehiculares mediante visión artificial en tiempo real**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo a final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Guayaquil, 7 de marzo del año 2024

Atentamente,

Alex Felipe Orozco Calderón
0706162906

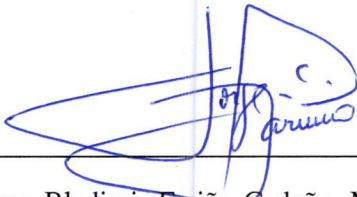
Alex Andrés Zúñiga Rendón
0954416285

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Jorge Bladimir Fariño Cedeño**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD Y MONITOREO QUE PERMITA LA IDENTIFICACIÓN DE PLACAS VEHICULARES MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL EN TIEMPO REAL**, realizado por **Alex Felipe Orozco Calderón** con documento de identificación N° **0706162906** y por **Alex Andrés Zúñiga Rendón** con documento de identificación N° **0954416285**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Dispositivo Tecnológico** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 7 de marzo del año 2024

Atentamente,



Ing. Jorge Bladimir Fariño Cedeño, Mgtr.
0914335484

DEDICATORIA

Esta dedicatoria es un testimonio del profundo agradecimiento que siento hacia mi madre Virginia Calderón, mi tío Javier Bautista y mi abuela Janeth Calderón por su incansable apoyo y sacrificio a lo largo de mi trayectoria académica. Su amor incondicional y su constante aliento fueron como un faro en los momentos más oscuros, guiándome hacia adelante cuando las dificultades parecían abrumadoras. Nunca podré expresar suficientemente la gratitud que siento por todo lo que han hecho por mí. Desde asegurarse de que nunca me faltara comida en la mesa hasta sacrificar sus propias comodidades para pagar mis cuotas universitarias, su dedicación y generosidad son verdaderamente inspiradoras. Cada comida preparada con cariño, cada palabra de aliento en los momentos de duda, han sido como rayos de luz en mi camino hacia el éxito. A mi madre, que siempre estuvo pendiente de mi progreso académico, y a mi tío, que hizo todo lo posible para facilitar mi ingreso a la universidad, les debo más de lo que puedo expresar con palabras. Su sacrificio y determinación son el pilar sobre el cual he construido mi futuro. Y a mi querida abuela, que siempre estuvo ahí para darme su bendición y su amor incondicional, mi corazón rebosa de gratitud. Sus visitas, sus palabras de aliento y su cariño incondicional han sido un regalo invaluable en mi vida. Esta dedicatoria es un humilde homenaje a su amor, su sacrificio y su constante apoyo. Su influencia ha sido fundamental en mi vida, y siempre estaré eternamente agradecido por todo lo que han hecho por mí. Sin ustedes, nada de esto habría sido posible. Con amor y gratitud eternos.

Alex Felipe Orozco Calderón

Este trabajo de titulación es dedicado a mi familia, a mi padre por todo el sacrificio que hizo, las malas noches y los largos tramos que recorría día tras día para poder llevarme a la Universidad y después llevarme de regreso a la casa, por todo el esfuerzo que él hacía para esperarme hasta la hora de salir de clases en las noches, a mi madre, por todo el apoyo que me dio desde el inicio de la carrera, por el esfuerzo y sacrificio que ella hacía para pagar mes a mes las pensiones de la Universidad, por preocuparse de que yo tenga unos buenos estudios universitarios, a mi hermana, por ser uno de mis principales apoyos, por ser la principal persona en escuchar mis historias de la universidad, escuchar cuando no me iba tan bien en clases y decirme con un abrazo que todo saldrá bien, mi familia siempre ha sido el centro de mi mundo y este nuevo logro es para ellos que siempre estuvieron y estarán atrás mío celebrando mis metas, ayudándome a levantar en mis caídas, siempre dándome su aliento para poder seguir adelante, seguir por mis metas y sueños.

Alex Andrés Zúñiga Rendón

AGRADECIMIENTO

Comienzo dándole gracias a Dios por haber terminado la carrera con mucho esfuerzo de parte de mi madre, tío y abuelos ya que sin ellos no hubiera hecho este sueño posible, me apoyaron económicamente, nunca me hicieron faltar nada, mi madre que siempre me preguntaba como me iba en los estudios a mi tío que desde el primer momento me ayudo ingresando a la universidad y luego fueron dos años virtuales cuando fue presencial viajamos a guayquil a buscar cuarto para arrendar siempre con la mejor predisposición para ayudarme a que yo me sienta cómodo y pueda continuar con mis estudios gracias totales por estar siempre para mí ya que ustedes fueron mi impulso y poder terminar la carrera siento que, si en algún punto, se me pasó retirarme, pero luego pensé que los defraudaría y eso no se permite en la casa, entonces alce la cabeza y continué para así hacerlos sentir bien y que no se molesten por lo que están invirtiendo en mí, su apoyo no solo fue vital durante tu tiempo en la universidad, sino que también fue un factor crucial en tu desarrollo personal y emocional. Destaca cómo su amor y aliento te dieron la fuerza y la confianza necesarias para enfrentar los desafíos que surgieron en el camino, la determinación y perseverancia te ha inspirado a seguir adelante en momentos de duda o dificultad, y cómo su confianza en ti te ha motivado a esforzarte aún más por alcanzar tus metas.

Alex Felipe Orozco Calderón

Primero le doy gracias a Dios por haberme permitido cumplir esta meta, por haberme dado esa fuerza de seguir adelante día tras día hasta este día hasta poder cumplirla.

Le doy gracias a mi mamá por cada día que tenía clases en las mañanas me ayudaba a levantar y me daba un rico desayuno, ella que siempre antes de partir de la casa para ir a clases me daba su bendición para que me vaya muy bien en clases y que nada malo me pase, por siempre estar atenta a mí y siempre poder estar al día con las pensiones para que yo no tenga ningún inconveniente en la Universidad, a mi papá por siempre estar ahí en cada momento, sea de tarde, de noche o de día, él hacía lo posible por siempre estar presente y que no me tenga que regresar solo a la casa o haciendo que de alguna manera llegue seguro a donde tenía que ir, le agradezco a ellos que siempre de manera incondicional estuvieron dando todo su esfuerzo a pesar de estar cansados, le agradezco a mi hermana por siempre al llegar preguntar qué tal me fue en la Universidad, por hacerme reír cuando llegaba cansado o amargado de las clases, por darme a un abrazo cada día que me veía con una cara de que no me había ido tan bien, gracias a ellos estoy donde estoy, por su apoyo, por su compañía, por sus ánimos, por sus sacrificios, por hacerme el hombre que soy hoy en día.

También les quiero agradecer a mis mejores amigos, por siempre darme sonrisas, por ayudarme a distraerme cuando tenía la cabeza llena de deberes, lecciones y proyectos, por también preguntar qué tal me está yendo y alegrarse que cada vez faltaba menos para poder graduarme.

También les quiero agradecer a mis amigos de la Universidad por haber hecho esto de una gran experiencia, por sacarme un sin número de sonrisas en clases, en horas libres, por las bromas, por las salidas a comer en grupo, por todos esos lindos recuerdos que cree junto a ellos.

Alex Andrés Zúñiga Rendón

RESUMEN

La implementación de sistemas basados en sensores de proximidad e identificación de placas en el ingreso a parqueos y áreas de estacionamiento tiene como objetivo primordial mejorar varios aspectos claves del control y funcionamiento del usuario. Estos sistemas prometen una mayor seguridad al permitir la detección precisa de placas de vehículos, lo que contribuye a la identificación efectiva de vehículos no autorizados o robados. Además, se prevé una significativa mejora en la eficiencia operativa al automatizar el proceso de ingreso y salida, reduciendo los tiempos de espera y optimizando la circulación de vehículos en los puestos de control.

Sin embargo, este enfoque innovador también enfrenta desafíos significativos. La detección efectiva de placas en condiciones adversas, como mal tiempo, suciedad o daños en las placas, es esencial para el éxito de estos sistemas, lo que exige tecnologías avanzadas y sofisticadas. Además, la privacidad de los datos es una preocupación constante, ya que la recopilación y almacenamiento de información sensible vinculada a las placas de los vehículos plantea interrogantes éticas y legales sobre su uso y protección.

Por otro lado, la inversión en la implementación y el mantenimiento de estos sistemas puede resultar costosa, lo que exige una planificación cuidadosa para mitigar los costos a largo plazo. A pesar de estos desafíos, la promesa de una mayor seguridad, una operación más eficiente y una gestión de acceso y pagos simplificada continúa impulsando la adopción de sistemas de detección de placas en diversos contextos. Con una atención adecuada a la precisión y efectividad en la detección, la protección de la privacidad y la gestión económica; estos sistemas tienen el potencial de transformar la forma en que controlarían los parqueos y áreas de estacionamiento en un futuro cercano.

Palabras claves: Sensores de proximidad, identificación de placas, seguridad vehicular, eficiencia operativa, automatización, privacidad de datos, tecnologías avanzadas, visión artificial, python, opencv, redes neuronales.

ABSTRACT

The implementation of systems based on proximity sensors and registration plate identification in parking lots and parking areas is primarily aimed at improving several key aspects of the operation and user experience. These systems promise increased security by enabling the accurate detection of vehicle registration plates, which contributes to the effective identification of unauthorized or stolen vehicles. In addition, a significant improvement in operational efficiency is anticipated by automating the check-in and check-out process, reducing waiting times and optimizing vehicle flow at checkpoints.

However, this innovative approach also faces significant challenges. Effective detection of registration plates in adverse conditions, such as bad weather, dirt or damage to the plates, is essential to the success of these systems, which requires advanced and sophisticated technologies. In addition, data privacy is an ongoing concern, as the collection and storage of sensitive information linked to vehicle registration plates raises ethical and legal questions about its use and protection.

On the other hand, the investment in implementing and maintaining these systems can be costly, requiring careful planning to mitigate long-term costs. Despite these challenges, the promise of enhanced security, more efficient operation, and simplified access and payment management continues to drive the adoption of badge detection systems in a variety of contexts. With proper attention to detection accuracy and effectiveness, privacy protection and economic management, these systems have the potential to transform the way parking lots and parking areas are controlled in the near future.

Keywords: Proximity sensors, registration plate identification, vehicle security, operational efficiency, automation, data privacy, advanced technologies, computer vision, python, opencv, neural networks.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	11
II.	PROBLEMA	12
III.	JUSTIFICACIONES	13
IV.	OBJETIVOS	14
	IV-A. Objetivo general	14
	IV-B. Objetivos específicos	14
V.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	15
	V-A. Definición de sistema de seguridad y monitoreo	15
	V-B. Visión Artificial	15
	V-C. Tipos de función de Visión Artificial	16
	V-D. Software Más Utilizados	16
	V-E. Componentes Clave	17
	V-F. Ventajas del Parqueo Inteligente con Visión Artificial	17
	V-F1. Detección y Seguimiento de Vehículos	18
	V-F2. Reconocimiento de Matrículas	18
	V-G. Python y Librerías OPENCV	18
	V-G1. Python	18
	V-G2. Librería OpenCv	19
	V-G3. Aprendizaje Automático Continuo	20
VI.	MARCO METODOLÓGICO	21
	VI-A. Funcionamiento del sistema actual	21
	VI-B. Codificación, fotos y detección	21
	VI-C. Petición y Aprobación	23
	VI-D. Solicitudes	23
VII.	PROCEDIMIENTO	24
	VII-A. Simulación de la lectura de placas en Python	24
	VII-B. Importar librerías	24
	VII-C. Configuración de Tesseract OCR y carga de base de datos	24
	VII-D. Activación de la cámara e inicio de bucle principal	24
	VII-E. Procesamiento de la imagen y detección de contornos y placa	25
	VII-F. Extracción de texto mediante Librería Tesseract OCR, procesamiento de texto y comparación con la base de datos.	26
	VII-G. Enseñar mensaje de bienvenida y acceso, salida y liberación del de recurso	27
VIII.	RESULTADO	28
	VIII-A. Primeras pruebas	28
	VIII-B. Segunda prueba	29
IX.	CRONOGRAMA	31
X.	PRESUPUESTO	32
XI.	CONCLUSIONES	33
XII.	RECOMENDACIONES	34

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Congestión en peaje [24].	15
2.	Implementación de control inteligente[23].	15
3.	Visión artificial [3].	16
4.	Detección de placa [23].	16
5.	Software de Python y OPENCV [23].	17
6.	Redes neuronales [2].	17
7.	Registro de placas [28].	18
8.	Python[15].	19
9.	Detección de objetos con OpenCV[15].	20
10.	Toma de muestra de placa [15].	21
11.	Funcionamiento de la red neuronal [16].	22
12.	Detección de placa de vehículo [27].	22
13.	Barra de seguridad del parqueo [9].	23
14.	Librerías importadas[21]	24
15.	Tesseract OCR y Carga de datos[25]	24
16.	Cámara e inicio de bucle[5]	24
17.	Procesamiento de placa[25]	25
18.	Extracción de texto y comparación[26]	26
19.	Mensajes y cierre de programa[25]	27
20.	Detección de placa y mensaje de bienvenida.	28
21.	Segunda lectura de placa.	28
22.	Placa no encontrada en la base de datos	28
23.	Prueba 1 en vehículo sin registro en base de datos.	29
24.	Prueba 2 en vehículo sin registro en base de datos.	29
25.	Prueba 3 en vehículo incorporado a la base de datos y verificación.	30

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de sistemas de seguridad y monitoreo que emplean tecnologías de visión artificial ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años, especialmente en el ámbito de la identificación de placas vehiculares en tiempo real. La capacidad de estos sistemas para detectar, registrar y analizar automáticamente las placas de los vehículos ha generado un interés significativo en el campo de la seguridad vial y la gestión del tráfico. En este contexto, el presente trabajo se enfoca en el desarrollo de un sistema de seguridad y monitoreo que utiliza visión artificial para la detección instantánea de placas vehiculares. Esta tecnología promete mejorar la eficiencia y precisión en la identificación de placas, lo que puede tener un impacto positivo en diversas áreas, como el control de acceso, la aplicación de leyes de tránsito y la seguridad en entornos públicos y privados. En esta introducción, se explorarán los fundamentos, aplicaciones y beneficios de este sistema, así como los desafíos y consideraciones importantes asociados con su implementación y operación.

En los últimos años, la visión artificial ha demostrado ser una herramienta poderosa en diversos campos, desde el reconocimiento facial hasta la detección de objetos en imágenes médicas. En el ámbito de la seguridad vial y la gestión del tráfico, el desarrollo de sistemas que utilizan visión artificial para identificar placas vehiculares en tiempo real ha generado un gran interés y expectativas.

Este tipo de sistema ofrece una solución avanzada y eficiente para la identificación y seguimiento de vehículos en entornos urbanos y rurales. La capacidad de capturar imágenes de placas vehiculares y procesarlas automáticamente para extraer información relevante representa un avance significativo en la optimización de la seguridad y la gestión del tráfico.

Además de su aplicación en la identificación de vehículos robados o sospechosos, este sistema tiene un amplio potencial en la mejora de la aplicación de leyes de tránsito, el control de acceso a áreas restringidas y la vigilancia de zonas de estacionamiento y peaje. Su capacidad para operar proporciona a las autoridades una herramienta valiosa para tomar decisiones rápidas y efectivas en situaciones de tráfico intenso o emergencias.

Sin embargo, a pesar de sus beneficios, el desarrollo e implementación de sistemas de identificación de placas vehiculares mediante visión artificial plantea desafíos técnicos y éticos. La precisión y confiabilidad del sistema deben ser rigurosamente probadas y validadas para garantizar su eficacia en diversas condiciones ambientales y situaciones de tráfico. Además, es fundamental abordar preocupaciones relacionadas con la privacidad y la protección de datos, asegurando que la recopilación y el almacenamiento de información se realicen de manera ética y conforme a las regulaciones vigentes.

En esta investigación, se analizarán en detalle los fundamentos tecnológicos, las aplicaciones potenciales y los desafíos asociados con el desarrollo de un sistema de seguridad y monitoreo que permita la identificación de placas vehiculares mediante visión artificial en tiempo real. Se explorarán también las estrategias y consideraciones clave para la implementación exitosa de este tipo de sistemas en entornos urbanos y rurales, con el objetivo de maximizar sus beneficios y mitigar posibles riesgos y limitaciones.

II. PROBLEMA

La Policía Judicial ha comunicado un preocupante aumento en los robos de vehículos en Guayaquil en los últimos tres años. En el año 2020, se registraron 4,500 casos de vehículos robados, una cifra que experimentó un incremento significativo al alcanzar los 5,543 en 2021. En el año 2022 se registraron aproximadamente 8,916 automóviles que fueron sustraídos, lo que equivale a un promedio de veinticuatro robos por día. En el año 2023, se registró una disminución de apenas un 1 % con respecto al año 2022, presentando la cantidad de 8,851 vehículos sustraídos. Este elevado número de robos ha generado inquietud tanto en las autoridades como en la comunidad, resaltando la creciente actividad delictiva. Frente a este problema, se ha intensificado la vigilancia en las zonas más propensas a los robos de vehículos y se está promoviendo la adopción de sistemas de seguridad vehicular. [1]

En el ámbito de la detección precisa de placas de vehículos, se enfrenta a un desafío fundamental. Los sensores que se emplean deben alcanzar un nivel de sofisticación considerable, siendo capaces de operar de manera fiable en diversas condiciones. La exactitud en la detección de placas se revela como un elemento crucial para asegurar un control de acceso efectivo y un registro preciso de los vehículos que entran y salen de una ubicación específica.[2]

La implementación y el mantenimiento de sistemas con cámaras y sensores de proximidad para la verificación de placas pueden representar un desafío económico significativo. Además de la inversión inicial en hardware y software, es esencial considerar los costos continuos asociados con la calibración, actualización y reparación de estos sistemas. La durabilidad y la confiabilidad a largo plazo son cuestiones claves, ya que afectan directamente los costos operativos de un parqueo o sistema de control de acceso. La selección de tecnologías y proveedores confiables, así como la planificación adecuada del presupuesto, son aspectos cruciales para garantizar una gestión eficiente de estos costos a lo largo del tiempo.

III. JUSTIFICACIONES

La detección precisa de placas de vehículos representa un avance significativo en el control y seguridad de los parqueos y áreas de estacionamiento. Al permitir la identificación efectiva de vehículos no autorizados o robados, se crea un entorno más seguro para los usuarios y propietarios de vehículos. Este sistema de seguridad adicional puede contribuir a disuadir a posibles delincuentes y proporcionar una mayor tranquilidad a los visitantes de un parqueo.

La automatización en la detección de placas ofrece una ventaja importante en términos de eficiencia operativa. Al agilizar el proceso de ingreso y salida del parqueo, se reducen significativamente los tiempos de espera, lo que mejora la experiencia del usuario. Los conductores pueden entrar y salir de manera más rápida y sin problemas, lo que también permite aumentar la circulación de vehículos y optimizar la capacidad de estacionamiento disponible.

La implementación de sistemas de alta calidad plantea desafíos económicos significativos para las empresas. La inversión inicial involucra la adquisición de hardware y software costosos como sensores, cámaras, servidores y sistemas de almacenamiento. Además, surgen gastos continuos relacionados con la calibración, actualizaciones y mantenimiento regular. Mantener la durabilidad y la confiabilidad a largo plazo es esencial para evitar costosas reparaciones o la necesidad de reemplazo.

IV. OBJETIVOS

IV-A. Objetivo general

Desarrollar un sistema de seguridad y monitoreo que permita la identificación de placas vehiculares mediante visión artificial en tiempo real.

IV-B. Objetivos específicos

- Desarrollar un algoritmo de visión artificial que identifique placas de los vehículos basados en redes neuronales.
- Instalar un sistema de alarma que notifique la entrada y salida del vehículo a la central de monitoreo y a los propietarios respectivos.
- Validar el sistema propuesto mediante su implementación en un parqueo de la Universidad Politécnica Salesiana.

V. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Con el constante crecimiento de la población en las ciudades, se ha observado un considerable incremento de soluciones residenciales (urbanizaciones) y con ello la necesidad de mayor seguridad y menos congestión en puntos de control como peajes o garitas. En este contexto, la implementación de sistemas de seguridad y monitoreo inteligente basados en visión artificial surge como una solución favorable para mejorar la eficiencia y la experiencia del usuario en entornos urbanos. [3]

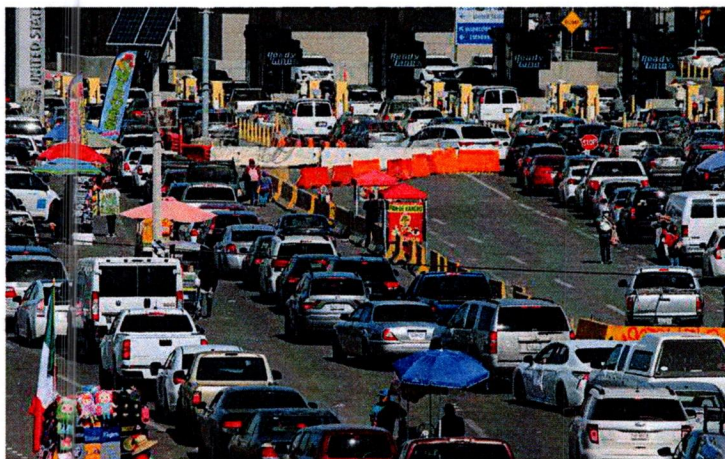


Figura 1. Congestión en peaje [24].

V-A. Definición de sistema de seguridad y monitoreo

El sistema de seguridad y monitoreo inteligente comprende el uso de tecnologías avanzadas como la visión por computadora para gestionar de manera eficiente y automática el control en áreas urbanas o estacionamientos privados. Al recopilar y analizar datos en tiempo real, el objetivo es incrementar el uso de la seguridad, reducir la congestión y brindar a los conductores una mejor experiencia de usuario.[4]



Figura 2. Implementación de control inteligente[23].

V-B. Visión Artificial

La visión artificial es un campo de la inteligencia artificial que se centra en proporcionar a las máquinas la capacidad de interpretar y comprender el mundo visual de la misma manera que lo hacen los humanos. Implica el desarrollo de algoritmos y sistemas informáticos que pueden analizar y procesar imágenes y videos de la misma manera que el sistema visual humano. Es una disciplina que permite a las máquinas adquirir, procesar y analizar información visual de su entorno. Utiliza algoritmos y modelos computacionales para emular la capacidad humana de interpretar imágenes y videos. La visión artificial se basa en el procesamiento de imágenes digitales. Las imágenes se descomponen en píxeles, y los algoritmos trabajan en la extracción de características, reconocimiento de patrones y toma de decisiones basadas en la información visual. Esto puede incluir la detección de objetos, reconocimiento facial, seguimiento de movimiento, entre otros.[5]

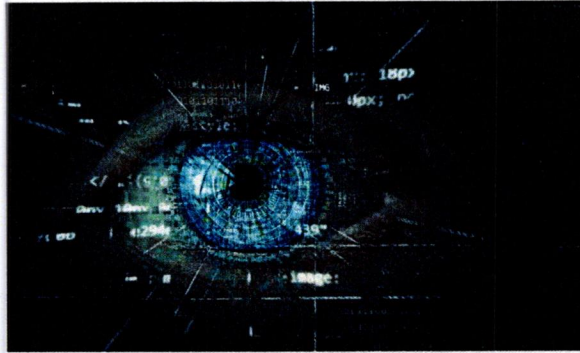


Figura 3. Visión artificial [3].

V-C. Tipos de función de Visión Artificial

- **Detección de Objetos:** Identificación y localización de objetos específicos en una imagen o video. Este es el tipo de visión artificial que será implementado para la detección de placas vehiculares. [6]
- **Reconocimiento Facial:** Identificación y análisis de caras humanas en imágenes o videos.
- **Segmentación de Imágenes:** División de una imagen en segmentos para analizar y comprender regiones específicas.
- **Clasificación de Imágenes:** Categorización de imágenes en clases o categorías predefinidas. [7]
- **Reconstrucción 3D:** Creación de modelos tridimensionales a partir de imágenes bidimensionales. [8]
- **Seguimiento de Movimiento:** Rastreo y seguimiento de objetos o personas en movimiento a lo largo del tiempo. [9]

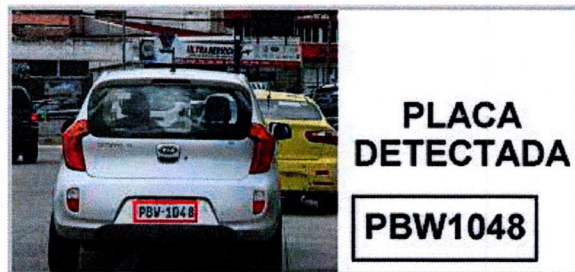


Figura 4. Detección de placa [23].

V-D. Software Más Utilizados

Existen varios software en los cuales se puede trabajar con visión artificial, estos depender del uso y del usuario en el cual él se sienta más cómodo para trabajar, los software más comunes para un sistema de visión artificial son los siguientes:[10]

- **Librerías OpenCV (Open Source Computer Vision Library):** Una biblioteca de código abierto que proporciona herramientas para el desarrollo de aplicaciones de visión artificial. Ofrece una amplia gama de funciones para procesamiento de imágenes y visión por computadora.
- **Librerías TensorFlow y LibreríasPyTorch:** Bibliotecas de aprendizaje profundo que se utilizan para construir y entrenar modelos de visión artificial.
- **Librerías Scikit-Image:** Una biblioteca en Python para el procesamiento de imágenes.

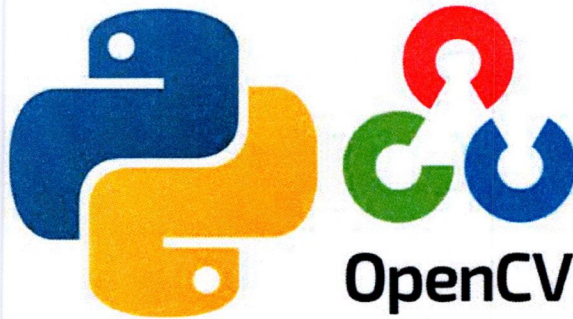


Figura 5. Software de Python y OPENCV [23].

V-E. Componentes Clave

- **Cámaras Inteligentes:** La base del sistema es la instalación estratégica de cámaras inteligentes en el área de estacionamiento. Estas cámaras capturan imágenes y videos de vehículos y espacios de estacionamiento.
- **Procesamiento de Imágenes:** Los algoritmos de procesamiento de imágenes analizan y extraen información relevante de las imágenes capturadas. Esto incluye detección de vehículos, reconocimiento de matrículas y evaluación de la disponibilidad de estacionamiento.
- **Redes Neuronales Convolucionales (CNN):** Las CNN son utilizadas para el aprendizaje profundo y la mejora continua del sistema. Permiten entrenar al sistema para reconocer patrones más complejos y mejorar la precisión en la detección de vehículos y la disponibilidad de espacios.

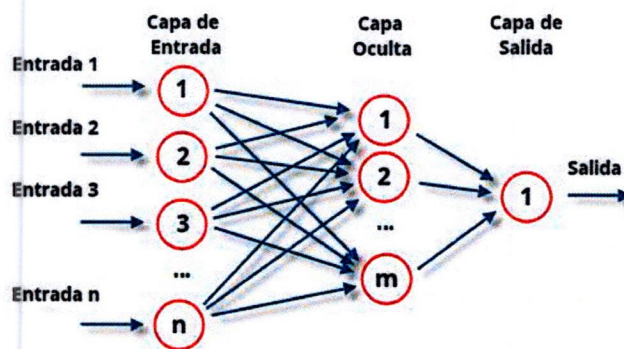


Figura 6. Redes neuronales [2].

V-F. Ventajas del Parqueo Inteligente con Visión Artificial

- **Optimización del Espacio:** La visión artificial permite una gestión más eficiente del espacio de estacionamiento, maximizando su utilización y reduciendo la congestión.
- **Experiencia del Usuario Mejorada:** Los conductores pueden acceder a información en tiempo real sobre la disponibilidad de espacios, facilitando la búsqueda y reduciendo el tiempo empleado para estacionar.
- **Reducción de Emisiones y Tráfico:** Al acelerar el proceso de estacionamiento.

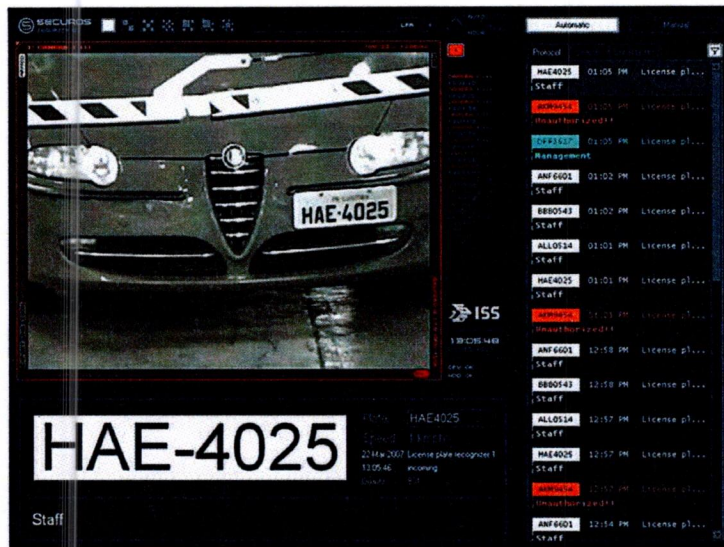


Figura 7. Registro de placas [28].

V-F1. Detección y Seguimiento de Vehículos:

- Detección de Vehículos: Los algoritmos de visión artificial, como YOLO (You Only Look Once) o Faster R-CNN, se utilizan para detectar la presencia de vehículos en tiempo real a partir de las imágenes capturadas por las cámaras. Estos algoritmos permiten una identificación rápida y precisa de los vehículos en diferentes condiciones de iluminación y entornos.[11]
- Seguimiento de Vehículos: Para un monitoreo continuo, se emplean técnicas de seguimiento de objetos que permiten rastrear la posición y el movimiento de los vehículos a medida que se desplazan por el área de estacionamiento. Esto mejora la capacidad del sistema para gestionar la dinámica del estacionamiento en tiempo real. [12]

V-F2. Reconocimiento de Matrículas:

- (Optical Character Recognition): La visión artificial se utiliza para reconocer y leer las matrículas de los vehículos. Esto no solo facilita la identificación única de cada vehículo, sino que también contribuye a la seguridad y el control de acceso en el área de estacionamiento denominado colectivamente como "nodos", brindan funcionalidad a los VI. Cuando se agregan nodos a los bloques, es posible conectarse entre sí o a los terminales creados por controles e indicadores en el panel de control, usando la opción de cableado en el panel de herramientas. Finalmente, un diagrama de bloques completo es similar a un diagrama de flujo. [13]

V-G. Python y Librerías OPENCV

V-G1. Python : Python es un lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y multipropósito. Fue creado por Guido van Rossum y lanzado por primera vez en 1991. Desde entonces, ha ganado una gran popularidad y se ha convertido en uno de los lenguajes de programación más utilizados en el mundo, tanto en la industria como en la academia. Este lenguaje se destaca por su sintaxis clara y legible, lo que lo hace muy accesible para programadores principiantes y expertos por igual. Utiliza una sintaxis basada en la identificación para definir bloques de código, lo que facilita la escritura y lectura del código.

Python es conocido por su versatilidad, ya que se puede utilizar para una amplia variedad de aplicaciones, como desarrollo web, scripting, análisis de datos, inteligencia artificial, aprendizaje automático, automatización de tareas, desarrollo de juegos y más.

Al ser un lenguaje interpretado, el código Python se ejecuta línea por línea por un intérprete, lo que facilita el

desarrollo y la depuración, aunque puede resultar en una ejecución más lenta en comparación con lenguajes compilados.

Python es un lenguaje orientado a objetos, lo que significa que todo en Python es un objeto con propiedades y métodos. Esto facilita la programación modular y reutilizable, así como el desarrollo y mantenimiento de código.[14]

Además, Python viene con una amplia biblioteca estándar que incluye módulos y paquetes para realizar una variedad de tareas comunes, lo que facilita comenzar a desarrollar aplicaciones sin tener que instalar bibliotecas adicionales.

Python cuenta con una gran comunidad de desarrolladores en todo el mundo, que contribuyen con bibliotecas, marcos de trabajo, tutoriales y recursos educativos. Esto, junto con su amplia documentación y base de conocimientos en línea, hace que Python sea una excelente opción para programadores de todos los niveles. [15]

```
31 def __init__(self):
32     self.file = None
33     self.fingerprints = {}
34     self.logdupes = True
35     self.debug = debug
36     self.logger = logging.getLogger(__name__)
37     if path:
38         self.file = open(os.path.join(path, 'fingerprints.txt'), 'w')
39         self.file.seek(0)
40         self.fingerprints.update({})
41
42 @classmethod
43 def from_settings(cls, settings):
44     debug = settings.getbool('DEBUG', False)
45     return cls(job_dir(settings), debug)
46
47 def request_seen(self, request):
48     fp = self.request_fingerprint(request)
49     if fp in self.fingerprints:
50         return True
51     self.fingerprints.add(fp)
52     if self.file:
53         self.file.write(fp + os.linesep)
54
55 def request_fingerprint(self, request):
56     return request_fingerprint(request)
```

Figura 8. Python[15].

V-G2. Librería OpenCv: Librería OpenCV (Open Source Computer Vision Library) es una biblioteca de código abierto ampliamente utilizada para aplicaciones de visión por computadora y procesamiento de imágenes. Desarrollada originalmente por Intel en 1999. La librería OpenCV ha sido continuamente mantenida y mejorada por una comunidad activa de desarrolladores en todo el mundo. Esta biblioteca proporciona una amplia gama de herramientas y funciones para realizar tareas relacionadas con la visión por computadora, como detección de objetos, seguimiento de objetos, reconocimiento de patrones, calibración de cámaras, análisis de movimiento, segmentación de imágenes, entre otras.

OpenCV está escrita en C++ y cuenta con interfaces para varios lenguajes de programación, incluyendo Python, Java y MATLAB, lo que la hace accesible para una amplia variedad de desarrolladores. Además, OpenCV es compatible con múltiples sistemas operativos, incluyendo Windows, Linux, macOS, Android e iOS. Esta biblioteca es ampliamente utilizada en una variedad de campos, incluyendo la industria automotriz, robótica, medicina, seguridad, agricultura, entretenimiento y muchos otros. Su flexibilidad y poder la convierten en una herramienta invaluable para cualquier aplicación que requiera análisis y procesamiento de imágenes.

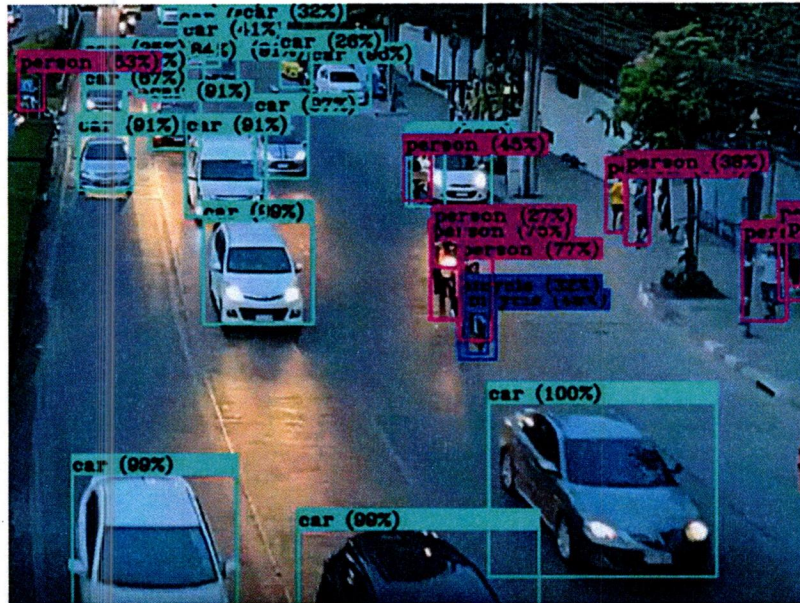


Figura 9. Detección de objetos con OpenCV[15].

V-G3. Aprendizaje Automático Continuo: La implementación de un sistema de aprendizaje automático continuo permite mejorar la precisión del reconocimiento de objetos con el tiempo. La retroalimentación constante de datos permite ajustar y mejorar los modelos de visión artificial para adaptarse a cambios en el entorno, como la introducción de nuevos tipos de vehículos. Este marco teórico proporciona una visión más detallada de los componentes y consideraciones clave para un sistema de parqueo inteligente con visión artificial, abordando tanto aspectos técnicos como prácticos para su implementación y desarrollo futuro. [16].

VI. MARCO METODOLÓGICO

VI-A. *Funcionamiento del sistema actual*

En el parqueo del bloque C de la universidad el control de entrada y salida no cuenta con ningún registro de qué vehículos ingresan o salen del mismo. En este parqueo las puertas siempre permanecen abiertas controladas por un guardia permitiendo que muchos vehículos ingresen a las instalaciones sin registro alguno, generando un impacto negativo contra la seguridad institucional.

A continuación, se expone la planificación de la estructura del sistema y del código, la cual se divide de la siguiente manera: [17]

- Codificación del proceso de manera en que el sistema este conectado mediante una cámara y esta realiza el reconocimiento de placas.
- Programación de las redes neuronales convolucionales para el aprendizaje de matrículas de vehículos.
- Implementación de la red neuronal que permita reconocer las matrículas vehiculares a las cuales se le permitirá el acceso al parqueo.

VI-B. *Codificación, fotos y detección*

Se establece la codificación de las redes neuronales mediante el software de Python para parametrizar el número válido de intentos de aprendizaje, se unen los códigos de complemento de la convolución con la red de redes neuronales, y la detección de matrículas vehiculares logrando una decisión.

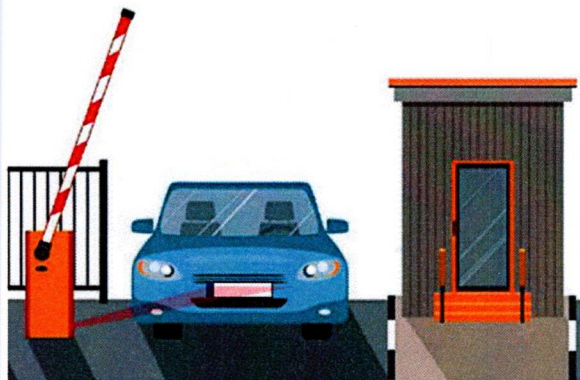


Figura 10. Toma de muestra de placa [15].

Se determinan las cantidades de ilustraciones que se usarán para el proyecto, para posteriormente realizar el ingreso en la base de datos, de esta manera se consigue aprender los patrones de diseño de una placa vehicular, se toman como referencia 50 a 60 fotos para poner en práctica el código.

La codificación realiza variaciones de filtros y saturación para generar un mayor número de fotos; para lo cual se obtendrán alrededor de 70 fotos, luego de este proceso de filtrado y saturación a las fotos se les designa carpetas con un número específico, el cual facilita el proceso de aprendizaje del sistema de detección, con esta serie de carpetas generadas se realizará el entrenamiento de la red neural convolucional.

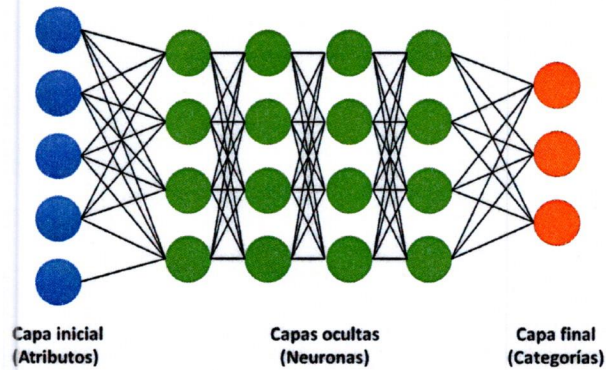


Figura 11. Funcionamiento de la red neuronal [16].

Se enviará una cantidad de 100 a 150 épocas, las cuales consisten en el número de veces en la que se realizará pruebas para aprender los patrones de las matrículas, se estudiará la gráfica de aprendizaje de la red, de esta manera logrando obtener una visualización del margen de error presente en la red, a su vez se realizará el ingreso de un comando que nos mostrará visualizar los pesos de la red para su uso.

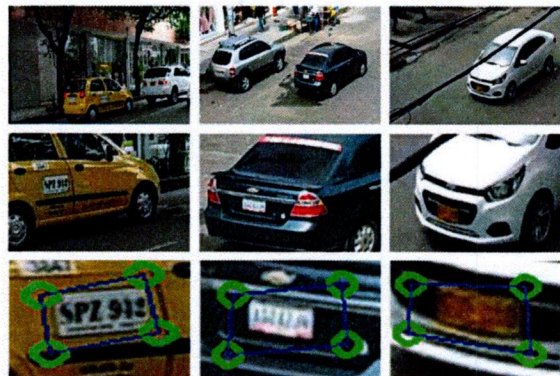


Figura 6. Adquisición y modificaciones iniciales a la imagen. Fuente: Autores.

Figura 12. Detección de placa de vehículo [27].

Se almacenarán los pesos y el modelo el cual se pondrá en práctica y verificar que logre realizar la detección de placas vehiculares, se implementa el modelo y los pesos al sistema de detección para realizar las pruebas, se programa de forma en la que cuando realice la detección llame al modelo para poder realizar la verificación con el sistema.

Se asignará una señal de color verde y rojo, los cuales indicarán si la verificación de patrones es la registrada en la base de datos, verde si la verificación es correcta y rojo si no lo es. Cuando la verificación sea correcta la plumilla de seguridad dará paso al parqueo al vehículo respectivo.

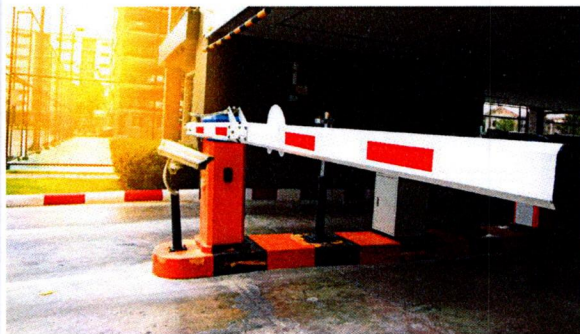


Figura 13. Barra de seguridad del parqueo [9].

VI-C. *Petición y Aprobación*

Ya entendido el funcionamiento y lo que se quiere implementar, se envía un correo electrónico solicitando la autorización de usar uno de los parqueos de la universidad y la información de los vehículos de los docentes que sean necesarios para elaborar este proyecto, cuando se realice la aprobación se asignarán días específicos para poder tomar las fotos a cada una de las matrículas. Se solicitará también mediante correo electrónico la autorización para el uso de una de las plumillas de seguridad o del presupuesto para una plumilla nueva que ese ubicará en el parqueo respectivo.

VI-D. *Solicitudes*

Una vez tomadas las fotos necesarias, estas pasan por filtros de diferentes niveles de iluminación y de contraste para poder obtener un mayor número de fotos, se estima que por cada docente se obtendrán aproximadamente 70 fotos. [18]

Las fotos de cada matrícula serán registradas y guardadas en una carpeta con un código que será el método por el cual cada docente será identificado en específico, de esta manera se facilita el proceso de aprendizaje, finalmente con las carpetas se realiza el entrenamiento de la red neuronal convolucional.[19]

Se envían entre 100 a 150 épocas el cual es el número de veces que realizará las pruebas, se procede a analizar la gráfica de aprendizaje de la red, esta nos mostrara el índice de error que puede presentar la lectura de placas error que puede presentar, se utilizará un comando para ver los pesos de la red para después usarlo, se guardan los pesos y el modelo para ponerlo en práctica y verificar que si pueda reconocer las matrículas.[20]

La prueba a realizar es con uno de los docentes que nos dé su consentimiento para de esta manera se pueda comprobar que no presente ningún tipo de fallo de lectura, una vez confirmado que no existen fallos y que el sistema si reconozca la matrícula, se realiza las conexiones con la tarjeta para poder dejarlo como una unidad independiente.[21]

Se realizarán las respectivas conexiones de la plumilla de seguridad a las tarjetas de control para confirmar su correcto funcionamiento de apertura y cerrado de con base a las indicaciones del controlador, se realizan las pruebas con la plumilla para confirmar que el sistema esté funcionando por completo.[22]

Con los permisos respectivos se realizará la instalación de la plumilla, cámaras en el área de implementación.[23]

VII. PROCEDIMIENTO

VII-A. Simulación de la lectura de placas en Python

VII-B. Importar librerías

```
import cv2
import pytesseract
import pandas as pd
import re
import pyautogui
```

Figura 14. Librerías importadas[21]

En el cual **la librería Cv2** hace el llamado a la biblioteca de librería OpenCV, que brinda funciones de procesamiento de imágenes y videos. La **librería Pytesseract**, permite utilizar las bibliotecas de Tesseract OCR para el reconocimieto óptico de caracteres. **La librería Pandas**, permite el análisis de datos en Python y por último la **librería Re** que permite realizar coincidencias de patrones de texto.

VII-C. Configuración de Tesseract OCR y carga de base de datos

```
# Configurar el comando de Tesseract OCR (asegúrate de que la ruta sea correcta)
pytesseract.pytesseract.tesseract_cmd = r'C:\Program Files\Tesseract-OCR\tesseract.exe'

# Cargar la base de datos desde un archivo Excel
df = pd.read_excel("C:\\Users\\Alex Zuñiga Rendon\\Desktop\\Base de datos de placas.xlsx")
```

Figura 15. Tesseract OCR y Carga de datos[25]

- Se establecen la ruta de ejecución de la librería Tesseract OCR.
- Se cargan la base de datos de las placas en un archivo de Excel.

VII-D. Activación de la cámara e inicio de bucle principal

```
# Inicializar la cámara
cap = cv2.VideoCapture(0)

while True:
    # Capturar un frame de la cámara
    ret, frame = cap.read()
    if not ret:
        break
```

Figura 16. Cámara e inicio de bucle[5]

- Se realiza la captura de video desde la cámara asignada.
- Se interpreta un frame de la cámara en cada interacción del bucle, si no se logra leer de manera correcta el bucle se interrumpe (*ret = False*).

VII-E. Procesamiento de la imagen y detección de contornos y placa

```
# Convertir el frame a escala de grises
gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

# Aplicar un filtro de suavizado para reducir el ruido
blurred = cv2.GaussianBlur(gray, ksize: (5, 5), sigmaX: 0)

# Detectar los bordes en la imagen utilizando el algoritmo de Canny
edged = cv2.Canny(blurred, 50, 150)

# Encontrar contornos en la imagen
contours, _ = cv2.findContours(edged.copy(), cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

# Variable para indicar si se ha detectado una placa válida
plate_detected = False

# Iterar sobre los contornos para encontrar la placa
for contour in contours:
    # Calcular el área del contorno
    area = cv2.contourArea(contour)

    # Filtrar los contornos por área
    if 1000 < area < 50000:
        # Aproximar la forma del contorno
        approx = cv2.approxPolyDP(contour, 0.02 * cv2.arcLength(contour, closed: True), closed: True)

        # Si el contorno tiene cuatro vértices, es probablemente una placa
        if len(approx) == 4:
            # Dibujar un rectángulo alrededor de la placa
            cv2.drawContours(frame, contours: [approx], -1, color: (0, 255, 0), thickness: 2)
```

Figura 17. Procesamiento de placa[25]

- Se convierte el frame a escala de grises.
- Se aplica un filtro de suavizado (Gaussian Blur) para reducir el ruido.
- Se detectan los bordes en la imagen utilizando el algoritmo de Canny.
- Se encuentran los contornos en la imagen.
- Se itera sobre los contornos filtrando por área y número de vértices para identificar las posibles placas.

VII-F. Extracción de texto mediante Librería Tesseract OCR, procesamiento de texto y comparación con la base de datos.

```
# Recortar la región de interés (ROI) que contiene la placa
x, y, w, h = cv2.boundingRect(approx)
plate_roi = gray[y:y + h, x:x + w]

# Utilizar Tesseract OCR para extraer el texto de la placa
plate_text = pytesseract.image_to_string(plate_roi, config='--psm 10')

# Preprocesamiento de texto
plate_text = plate_text.upper() # Convertir a mayúsculas
plate_text = re.sub(pattern: r'\W+', repl: '', plate_text) # Eliminar espacios en blanco y caracteres especiales

# Verificar si la placa es actual (tres letras y cuatro números)
if re.match(pattern: r'^[A-Z]{3}\d{4}$', plate_text):
    plate_type = 'actual'
# Verificar si la placa es antigua (tres letras y tres números)
elif re.match(pattern: r'^[A-Z]{3}\d{3}$', plate_text):
    plate_type = 'antigua'
else:
    plate_type = None

# Comparar el texto de la placa con la base de datos
if plate_type and plate_text in df['Placa'].str.upper().str.replace(r'\W+', '').values:
    # Obtener el nombre del dueño de la placa
    owner_name = df.loc[df['Placa'].str.upper().str.replace(r'\W+', '') == plate_text, 'Dueño'].values[0]
    # Mostrar un mensaje de bienvenida con el nombre del dueño
    cv2.putText(frame, text: f"Bienvenido, {owner_name}!", org: (x, y - 10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, fontScale: 0.7, color: (0, 255, 0), thickness: 2)
    plate_detected = True
elif plate_type:
    # Mostrar un mensaje de "No tiene permitido el acceso" para placas válidas pero no registradas
    cv2.putText(frame, text: "Acceso negado", org: (x, y - 10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, fontScale: 0.7, color: (0, 0, 255), thickness: 2)
```

Figura 18. Extracción de texto y comparación[26]

- Se implementa la librería Tesseract OCR para la extracción de texto de la placa de la sección de interés.
- Se transforma el texto a mayúsculas y se eliminan los caracteres especiales y los espacios en blanco que pueden generar una mala lectura de placa.
- Se compara el texto de la placa con las placas registradas en la base de datos.

VII-G. Enseñar mensaje de bienvenida y acceso, salida y liberación del de recurso

```
# Mostrar el frame con la placa detectada y el mensaje de bienvenida o de no acceso
cv2.imshow( winname: 'Placa detectada', frame)

# Salir del bucle si se presiona la tecla 'q'
if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
    break

# Liberar la cámara y cerrar todas las ventanas
cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

Figura 19. Mensajes y cierre de programa[25]

- Se añaden mensajes al frame para mostrar el resultado del procesamiento de la placa.
- Se muestra el frame con la placa detectada y los mensajes agregados.
- Se sale del bucle si se presiona la tecla 'q' y se liberan los recursos de la cámara y las ventanas.

VIII. RESULTADO

VIII-A. Primeras pruebas

Mediante el código de la sección Procedimiento, se descargaron diversas placas vehiculares con las cuales se iniciaron las pruebas. Estas pruebas consistían en la detección de placa, y al momento de detectarla, si coincidía con la base de datos agregada al código, se mostraba un mensaje de bienvenida. Sin embargo, si la placa no se encontraba en la base de datos, se desplegaba un mensaje de acceso negado.

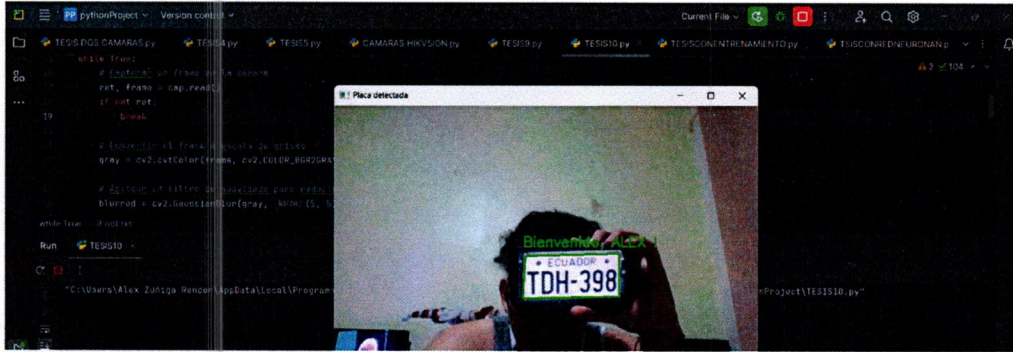


Figura 20. Detección de placa y mensaje de bienvenida.

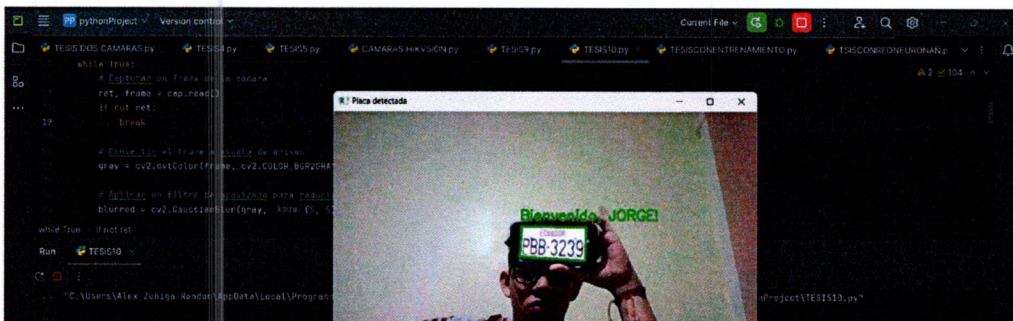


Figura 21. Segunda lectura de placa.

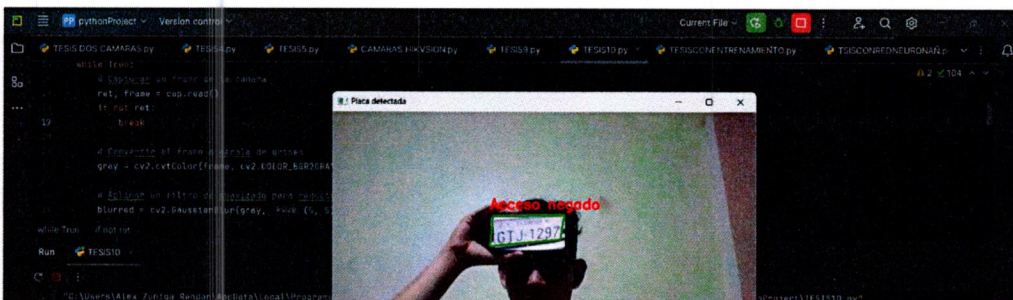


Figura 22. Placa no encontrada en la base de datos

VIII-B. Segunda prueba

Después de completar las pruebas iniciales que involucraron el funcionamiento del código de detección de placas, se procedió a llevar a cabo una verificación en el parqueadero B de la Universidad Politécnica Salesiana. En dicho proceso, se incorporaron a la base de datos tanto la placa como el nombre del propietario del vehículo, así como otra placa que no fue incluida en la base de datos. De esta manera, se confirmó que al detectar una placa registrada, el sistema emite un mensaje de bienvenida, mientras que si la placa no está registrada, se muestra un mensaje de acceso denegado.



Figura 23. Prueba 1 en vehículo sin registro en base de datos.

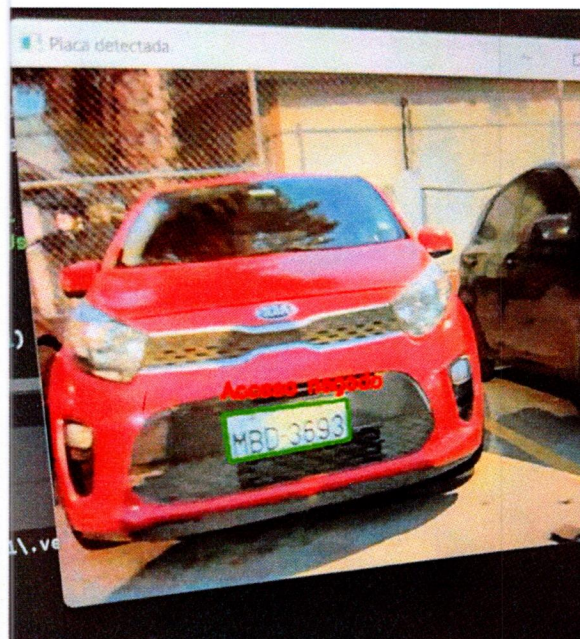


Figura 24. Prueba 2 en vehículo sin registro en base de datos.

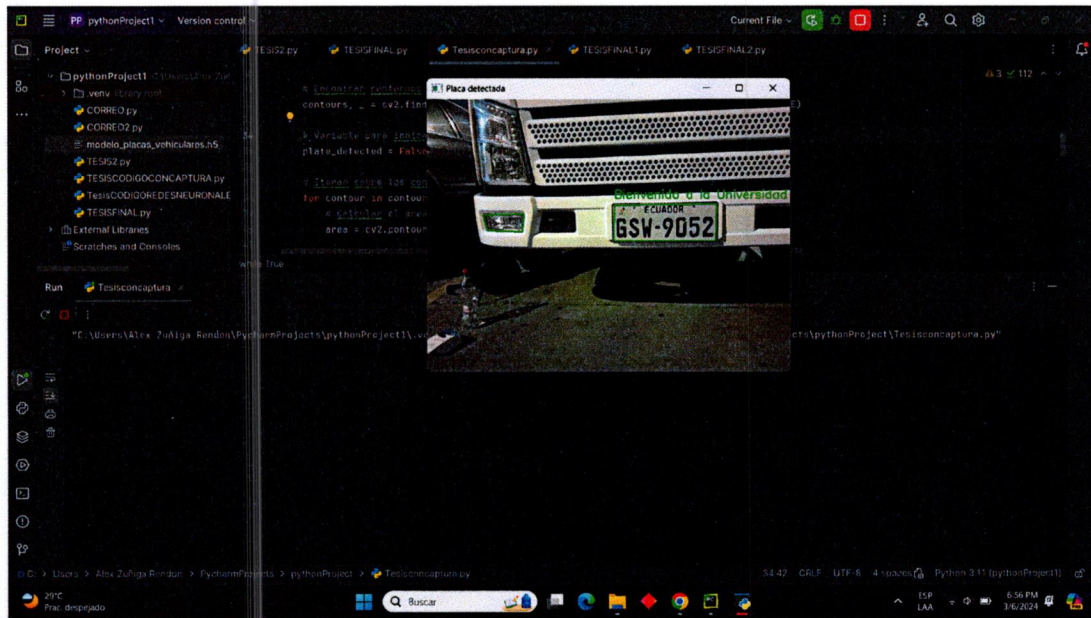


Figura 25. Prueba 3 en vehículo incorporado a la base de datos y verificación.

IX. CRONOGRAMA

Se presenta el siguiente cronograma para el trabajo de titulación:

Tabla I
CRONOGRAMA, OROZCO ALEX, ZÚÑIGA ALEX

CRONOGRAMA DEL PROYECTO	
NOMBRE DEL PROYECTO	Desarrollo de un sistema de seguridad y monitoreo que permita la identificación de placas vehiculares mediante visión artificial en tiempo real.
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES (SEMANAS Y MESES)	1
	2
(SEMANAS Y MESES)	3
	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7
	8
	9
Toma de fotos de las placas vehiculares y realizar pruebas del sistema de reconocimiento.	
Se adquieren las fotos de los carros que desearon participar en el proyecto.	
Se procesan las fotos tomadas de cada placa para ingresar al sistema.	
Se realizan pruebas del sistema y se comprueba que no exista falla.	
Se envía una petición a la universidad para que nos permitan realizar cambios en dicho espacio.	
Se comienza a trabajar en el espacio designado por la universidad.	
Se realizan las últimas pruebas para dejar todo listo.	

X. PRESUPUESTO

Tabla II
CRONOGRAMA, OROZCO ALEX, ZÚÑIGA ALEX

Nombre del elemento	Descripción	Cantidad	USD
kit Raspberry Pi 4	Disipadores de calor, tarjeta micro SD, cable micro HDMI	1	169,00
Cables Jumper	Longitud, grosor, flexibilidad, aislamiento	1	5,00
Monitor	Pantalla led, resolución,tamaño	1	130,00
Laptop	Victus HP, almacenamiento rápido, gráficos,	1	1600,00
Mouse	Botones, ruedas de desplazamiento, sensor de movimiento	1	15,00
Teclado	Diseño, teclas especiales, teclado numérico, conectividad	1	20,00
Cámara Hikvision	Sensor CMOS, resolución de3840x2160 a 20 fps	1	289,00
SUBTOTAL PROYECTO			1792,00
Alimentación			300,00
Horas de trabajo		260 Horas	2140,00
Transporte	Gasolina, envíos, movimientos		400,00
SUBTOTAL COSTOS LOGÍSTICOS			2840,00
TOTAL(PROYECTO + COSTOS LOGÍSTICOS)			4632,00

XI. CONCLUSIONES

El desarrollo de un sistema de seguridad y monitoreo basado en visión artificial para la identificación de placas vehiculares en tiempo real representa un hito significativo en la evolución de la tecnología aplicada a la gestión del tráfico y la seguridad. Este sistema ofrece una solución innovadora y eficiente que no solo mejora la capacidad de identificar y rastrear vehículos en diversas situaciones, sino que también tiene el potencial de transformar fundamentalmente la forma en que se abordan los desafíos relacionados con el control del tráfico, la aplicación de leyes de tránsito y la seguridad en áreas públicas y privadas.

La implementación de este sistema no solo ofrece ventajas tangibles en términos de seguridad y eficiencia operativa, sino que también abre nuevas posibilidades en términos de análisis de datos y optimización de recursos. Además, su versatilidad para integrarse con otros sistemas de seguridad y monitoreo en caso de requerirse, ofrece una solución integral que puede adaptarse a una variedad de entornos y necesidades.

Sin embargo, es importante destacar que el desarrollo y despliegue exitoso de este sistema requiere un enfoque cuidadoso en cuanto a privacidad y protección de datos, así como una planificación meticulosa para abordar posibles desafíos técnicos y operativos. Además, la capacitación adecuada del personal encargado de operar y mantener el sistema es esencial para garantizar su funcionamiento óptimo y su efectividad a largo plazo.

En última instancia, el desarrollo de este sistema de seguridad y monitoreo representa un paso adelante hacia un entorno urbano más seguro, eficiente y tecnológicamente avanzado; donde la visión artificial se convierte en una herramienta invaluable para mejorar la calidad de vida y la seguridad de la comunidad en general.

XII. RECOMENDACIONES

Pruebas exhaustivas: Antes de implementar el sistema a gran escala, se recomienda realizar pruebas exhaustivas para evaluar su precisión y fiabilidad en una variedad de condiciones ambientales y situaciones de tráfico.

Actualizaciones regulares: Dado el constante avance en la tecnología de visión artificial, es importante mantener el sistema actualizado con las últimas mejoras y algoritmos que permitan garantizar su eficacia a largo plazo.

Protección de datos: Es fundamental asegurar la protección de la privacidad de los datos recopilados por el sistema, implementando medidas de seguridad robustas y cumpliendo con las regulaciones de protección de datos vigentes.

Integración con otros sistemas: Para maximizar la utilidad del sistema, se recomienda explorar la integración con otros sistemas de seguridad y monitoreo, como cámaras de vigilancia y sistemas de gestión de tráfico.

Capacitación y soporte: Es esencial proporcionar capacitación adecuada al personal encargado de operar y mantener el sistema, así como ofrecer un soporte técnico eficiente para resolver cualquier problema que pueda surgir durante su uso.

REFERENCIAS

- [1] P. M. sanz G De La Cruz García J, *Visión por computador.Imágenes digitales y aplicaciones*. México .: Editorial Alfaomega, 2008.
- [2] A. Bull, «Congestión de Tránsito, el Problema y cómo enfrentarlo,» 2003.
- [3] C.A.Tizaguano, «Desarrollo de algoritmos de reconocimiento de placas de vehículos,» 2011.
- [4] A. S. CALLE, *Aplicaciones de la Visión Artificial y la Biométrica Informática*. Madrid.: Dykinson, 2003.
- [5] Cámara, «Cámara web,» 2017.
- [6] Dointech, *Control de Acceso Vehicula*, Accedido: 19-10-2023, 2012. dirección: www.dointech.com.co.
- [7] y. M. P. E. Cuevas D. Zalívar, *Procesamiento digital de imágenes con MATLAB y SIMULINK*. México DF.: Editorial Alfaomega, 2008.
- [8] C. del Ecuador, *Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador*, accedido: 19-10-2023, 2010. dirección: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>.
- [9] G. d. i. EDMANS, *Técnicas y algoritmos básicos de visión artificial*, accedido: 19-10-2023, 2010. dirección: <https://silicondevelop.files.wordpress.com/2010/05/tecnicas-y-algoritmos-basicos-de-visionartificial.pdf>.
- [10] X. F. H. Fernando Martín Rodríguez, *Un Nuevo Método, Basado en Morfología, para la Localización de Matrículas*. México .: Departamento de Tecnologías de las Comunicaciones. Universidad de Vigo. E.T.S.I.T, 2000.
- [11] R. Gonzales, *Tratamiento Digital de Imágenes*. Madrid.: Ediciones Díaz de Santos S.A, 2018.
- [12] J. L. M. González, *Reconocedor Automático de Matrículas de Automóviles*. España.: Departamento de Tecnologías de las Comunicaciones. Universidad de Vigo. E.T.S.I.T, 2000.
- [13] J. V. y J. Pelegrí, *LABVIEW Entorno Gráfico de Programación*. México.: Editorial Alfaomega, 2011.
- [14] R. de datos Lan, *Introducción a las redes de datos” fecha de recuperación*, Accedido: 19-10-2023, 2013. dirección: www.uazuay.edu.ec.
- [15] Manuallabview, «Congestión de Tránsito,» 2019.
- [16] D. Mery, *Visión Artificial*. Santiago de Chile.: Departamento de Ingeniería Informática, Universidad de Santiago de Chile, 2002.
- [17] J. Ocampo, *Reconocimiento de caracteres de una placa de automóvilmediante redes neuronales artificiales usando matlab*. Sangolquí.: Escuela Politécnica del Ejército, 2011.
- [18] G. Pajares, *Visión por Computador, Imágenes Digitales y Aplicaciones*. México DF.: 2da Ed. Editorial Alfaomega, 2008.
- [19] P. de placa, «Procesamiento de placa a base datos,» 2017.
- [20] M. y cierre de programa, «Mensaje y cierre de programa,» 2017.
- [21] Pyhton, «librerías importadas,» 2017.
- [22] R. Qadir, *Vehicle number plate recognition*, Accedido: 19-10-2023, 2013. dirección: <http://www.mathworks.com/>.
- [23] Ruano, «Congestión de Tránsito, el Problema y cómo enfrentarlo,» 2018.
- [24] Saltaren, «Barras vehucilares, uso,» 2017.
- [25] Tesseract, «carga de datos,» 2017.
- [26] E. de texto, «Comparación,» 2017.
- [27] Tyssa, *Ingeniería de Tránsito*, Accedido:19-10-2023, 2008. dirección: www.tyssatransito.com.
- [28] G. L. P. Viñuela, *Redes de Neuronas Artificiales*. .: Pearson Prentice Hall, 2003.