



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE COMPUTACIÓN

**DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB PARA EL
REGISTRO AUTOMÁTICO DE PLACAS VEHICULARES
UTILIZANDO CÁMARAS DE VIGILANCIA EN
PARQUEADEROS**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingenieros en Ciencias de la Computación

AUTORES: DIEGO JAVIER GONZÁLEZ QUINGA
DODY LEONEL PARRALES MACHUCA
TUTOR: HOLGER RAÚL ORTEGA MARTÍNEZ

Quito - Ecuador
2022

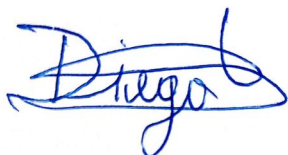
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Diego Javier González Quinga con documento de identificación N° 1725670390 y Dody Leonel PARRALES Machuca con documento de identificación N° 0923159099; 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 de titulación.

Quito, 22 de Marzo del año 2022

Atentamente,



.....
Diego Javier González Quinga
1725670390



.....
Dody Leonel PARRALES Machuca
0923159099

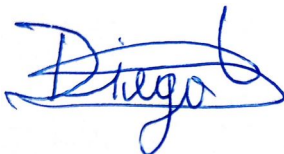
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA**

Nosotros, Diego Javier González Quinga con documento de identificación N° 1725670390 y Dody Leonel PARRALES Machuca con documento de identificación N° 0923159099, 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 artículo académico: “Desarrollo De Un Sistema Web Para El Registro Automático De Placas Vehiculares Utilizando Cámaras De Vigilancia En Parqueaderos”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros en Ciencias de la Computación, 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 final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 22 de Marzo del año 2022

Atentamente,



.....
Diego Javier González Quinga
1725670390



.....
Dody Leonel PARRALES Machuca
0923159099

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Holger Raúl Ortega Martínez con documento de identificación N° 1708182728, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB PARA EL REGISTRO AUTOMÁTICO DE PLACAS VEHICULARES UTILIZANDO CÁMARAS DE VIGILANCIA EN PARQUEADEROS, realizado por Diego Javier González Quinga con documento de identificación N° 1725670390 y Dody Leonel Parrales Machuca con documento de identificación N° 0923159099, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción artículo académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 22 de Marzo del año 2022

Atentamente,



.....
Fís. Holger Raúl Ortega Martínez, MSc
1708182728

ÍNDICE DE CONTENIDO

I	Introducción	1
II	Trabajos Relacionados	2
III	Metodología	3
III-A	Marco Teórico	3
III-A1	Canny	3
III-A2	Transformación escala de grises	3
III-A3	Reducción de ruido en imágenes	3
III-A4	OCR	3
III-A5	Hilos	3
III-A6	Algoritmo de Sustracción de Fondo	3
III-B	Etapas para la Detección de Placas Vehiculares	3
III-B1	Lectura del Video	4
III-B2	Detección del Movimiento Vehicular	4
III-B3	Captura de Imagen	4
III-B4	Detección de la placa	4
III-B5	Lectura de la placa	5
III-B6	Presentación de Resultados	5
IV	Resultados	5
V	Conclusiones	6
	Referencias	6

Desarrollo de un Sistema Web para el Registro Automático de Placas Vehiculares Utilizando Cámaras de Vigilancia en Parqueaderos

1st Dody Parrales Machuca
dparrales@est.ups.edu.ec

2nd Diego González Quinga
dgonzalezq2@est.ups.edu.ec

3rd Holger Ortega Martínez
hortega@ups.edu.ec

Resumen—El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un sistema web para el registro de placas vehiculares utilizando cámaras de vigilancia en parqueaderos usando técnicas de visión por computador. Como parte de la detección de vehículos se ha utilizado un algoritmo de sustracción de fondo, para obtener el movimiento en un área específica. Una vez detectado el movimiento se extrae el frame que será almacenado y procesado mediante transformación a escalas de grises y reducción de ruido. Al completarse este proceso se aplica el algoritmo de detección de bordes de Canny, que identifica los 4 contornos pertenecientes a una placa vehicular. El siguiente paso será aplicar OCR, el cual devolverá el texto inscrito en la placa. Los resultados obtenidos comparan el rendimiento que tiene el sistema y el intervalo de tiempo en cual es evaluado, por lo cual, se detecta que el punto más alto de detección de vehículos se dio en el rango de 10:30 a 10:45 y la detección de placas se da en el rango de 11:30 a 11:45. En conclusión, el rendimiento del sistema genera una efectividad que va desde el 70% hacia el 88% en grabaciones durante el día, con el fin de obtener iluminación de luz natural, y a la vez excluyendo condiciones climáticas adversas.

Palabras Clave—Algoritmo, detección, vehículos, placa vehicular, movimiento.

Abstract—The objective of this work is to develop a web system for the registration of license plates using surveillance cameras in parking lots using computer vision techniques. As part of the vehicle detection, a background subtraction algorithm has been used to obtain the movement in a specific area. Once the motion is detected, the frame is extracted, stored and processed by means of grayscale transformation and noise reduction. Once this process is completed, the Canny edge detection algorithm is applied, which identifies the 4 contours belonging to a vehicle license plate. The next step will be to apply OCR, which will return the text inscribed on the license plate. The results obtained compare the performance of the system and the time interval in which it is evaluated, whereby, it is detected that the highest point of vehicle detection occurred in the range of 10:30 to 10:45 and the detection of plates occurs in the range of 11:30 to 11:45. In conclusion, the performance of the system generates an effectiveness ranging from 70% to 88% in recordings during the day, in order to obtain natural light illumination, while excluding adverse weather conditions.

Keywords—Algorithm, detection, vehicles, license plate, movement.

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, el aumento poblacional a nivel mundial ha producido un incremento igualitario en los medios de transporte, específicamente en vehículos tales como automóviles y camiones. De tal manera que los vehículos que se encuentran en circulación en carreteras se convierten en un problema difícil de resolver, razón por la cual, es importante automatizar varias tareas, por consiguiente, la más fundamental, es la identificación de vehículos. Por este motivo, se están empleando sistemas automáticos de identificación de placas vehiculares [1].

El reconocimiento de placas vehiculares surge con el fin de ser una metodología central que garantice el desarrollo de aplicaciones de tráfico y de seguridad, que van desde el monitoreo y control de acceso al estacionamiento o parqueadero hasta la vigilancia de vehículos, cobro de peajes (manuales o automáticos), monitoreo de tráfico vial, etc [2]. Sin embargo, el reconocimiento de placas vehiculares se realiza en la mayoría de casos de forma manual, lo cual genera tiempos de espera extensos para obtener los datos del propietario del automotor, provocando pérdida de tiempos en situaciones de premura tales como, accidentes, secuestros, robos, entre otros escenarios de seguridad en los que el tiempo juega un papel primordial que determina la probabilidad de vivir o morir de una o varias personas.

En Ecuador existen empresas que se han dedicado a automatizar estos procesos, de las cuales destacan las siguientes: TEP Systems ofrece un sistema para diversos escenarios tales como entradas a parqueaderos de centros comerciales o negocios, parqueaderos en general, peajes nacionales o internacionales, etc [3]. Por otra parte, Solutek, ofrece su sistema con los mismos escenarios, como plus adiciona interacciones con aplicaciones externas de gestión de estacionamiento.

tos que permitirán llevar un control completo sobre los vehículos [4]. Por otro lado, existen empresas internacionales que ofrecen sus servicios tales como Neural Labs o como Universal Technologies que se dedican a recolectar información de placas vehiculares de todo el mundo para ofertar un sistema con un resultado óptimo [5].

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Marquéz [6] presenta un proyecto que tuvo como objetivo construir un software el cual permita la captura y reconocimiento de placas vehiculares en Colombia. La metodología utilizada es la experimental, pues el proyecto pone a prueba el sistema de reconocimiento de placas en tiempo real, tomando como punto inicial la entrada y salida de los vehículos que se encuentren en un parqueadero. Para este desarrollo se utilizó diversas técnicas de recolección de información como la revisión documental y los informes generados durante la fase de pruebas del mismo. En los resultados, se demostró que el procesamiento de una imagen puede incrementar las posibilidades de obtener un resultado acertado a la hora de verificar el texto inmerso en las placas vehiculares. Por otra parte, los dispositivos empleados para la captura de imágenes fueron de resolución media, lo cual generaba contenido borroso o poco entendible que con el procesamiento de imágenes podía ser corregido en algunos casos. Concluyendo, para el reconocimiento de placas es importante tener en cuenta dos factores, algoritmos de procesamiento de imágenes y los dispositivos de captura de imágenes siendo los más recomendados aquellos que ofrezcan imágenes o fotogramas en resolución alta, pues permitirá realizar un mejor reconocimiento en los textos internos que se encuentran en la placa.

Torres [7] presenta un proyecto que tuvo como objetivo desarrollar un sistema para el reconocimiento de placas vehiculares en Ecuador. La metodología utilizada es la experimental, pues fue necesario un conjunto de imágenes obtenidas dentro de la UPS para la comprobación de los aciertos o errores que se presenten durante las pruebas del software. Para este desarrollo se utilizó algunas técnicas de recolección de información como la revisión documental y la visualización de resultados preliminares que permitieron mejorar los algoritmos procesamiento y reconocimiento de placas vehiculares. En los resultados, se demostró que una imagen capturada a una distancia máxima de 3 metros permite obtener una mayor resolución de la imagen, de tal manera que los algoritmos generan un incremento en la cantidad de placas reconocidas con exactitud, por otro lado, una cámara con mayor resolución también aumenta las posibilidades de obtener mejoras al momento de procesar y reconocer placas vehiculares. Concluyendo, el reconocimiento de placas toma en cuenta factores

para tener una mayor tasa de aciertos con referencia a las imágenes recibidas, la distancia y la capacidad de resolución permiten tener una captura más nítida, que pueda ser analizada sin tanta dificultad, reduciendo tiempos de espera y obteniendo resultados óptimos para solventar cualquier necesidad.

Sevar et al [8] presentan su proyecto que tuvo como objetivo desarrollar un sistema de reconocimiento de placas utilizando un detector de objetos denominado YOLO el cual es de última generación, especializado para tareas de esta índole. La metodología utilizada es experimental, pues fue necesario proporcionar un conjunto de imágenes en la cual se realiza dos trabajos, se reconoce que el objeto que cruce por delante de la cámara sea un auto y se analiza la parte posterior del mismo, de tal manera que se obtiene una imagen con la placa, la cual se encuentra preparada para pasar por todo los algoritmos de procesamiento de imágenes necesarios para eliminar imperfecciones y completar el reconocimiento del texto contenido en la placa. Para este desarrollo se aplicó la revisión documental de trabajos como de información proporcionada por las librerías requeridas para el desenvolvimiento de esta actividad. En los resultados se hace hincapié en 2 aspectos, el dispositivo o equipo que se encargue del procesamiento debe tener características óptimas para recibir imágenes o fotogramas, de tal manera que los procesos de identificación y segmentación sean cortos, ofreciendo mayor portabilidad y confianza en el área que sea empleado, por otra parte, la calidad de la imagen contribuye al reconocimiento adecuado de los caracteres contenidos en las placas vehiculares y por último el escenario, esto significa que si existen cambios de luz o cambios en el clima se verá afectado al momento de realizar el análisis de las placas. En conclusión, para obtener resultados óptimos es necesario verificar componentes físicos tales como ordenadores, computadores, cámaras de video, etc, de tal manera, que no limite los análisis establecidos por el sistema. Por otra parte, ofrecer un entrenamiento previo a los algoritmos de reconocimiento permite disminuir la posibilidad de confusión en caracteres, de tal manera que los procesamientos son idóneos a las necesidades requeridas.

Borja et al [9] presentan su proyecto que tuvo como objetivo desarrollar un sistema de reconocimiento automático de placas vehiculares en los accesos de la Universidad Central del Ecuador. La metodología utilizada es experimental, pues hace un requerimiento de dos componentes esenciales para llevar a cabo este desarrollo, las cuales son la recolección de datos que hace referencia a la captura de imágenes estáticas en los ingresos de esta universidad con resoluciones de 640 x 480, 450 x 390 y 2592 x 1728, por otra parte, los algoritmos de reconocimiento de objetos y reconocimiento de caracteres. En los resultados se pudo

observar que mientras la imagen tenga una resolución alta la cantidad de aciertos en la detección incrementa considerablemente, dado el caso de tener resoluciones iguales o superiores a la tercera descrita anteriormente se tiene un porcentaje de aciertos que tienen tendencia de sobrepasar el 90%. En conclusión, para obtener resultados óptimos es importante aumentar la calidad de la imagen pues, al momento de aplicar algoritmos de procesamiento de imágenes se conseguirá reducir el tiempo de análisis, de tal manera que existan menor cantidad de errores al instante de detectar la placa vehicular. Por otra parte, es importante tomar en cuenta los cambios de iluminación, pues destellos de luz pueden perjudicar la captura de imágenes y conducir a resultados no favorables. Por último, al utilizar una cámara de vigilancia se mejora e incluso se agilitan los procesos de ingreso y salida de vehículos pues, la presencia de un operario humano produce largos tiempos de espera.

Yuan et al [10] presentan su proyecto que tuvo como objetivo realizar un sistema de detección de placas vehiculares para localizar el contenido inscrito en las mismas. La metodología empleada es experimental, se obtuvo un dataset con imágenes de placas vehiculares, el cual pasó diferentes pruebas con el algoritmo de detección de bordes y el clasificador de caracteres implementado con máquinas de soporte vectorial. Los resultados demuestran que el procesamiento de las imágenes tanto para su tratamiento como para su reconocimiento de caracteres se ve sujeto a un ordenador con características actuales, se realiza una carga computacional al procesador del mismo al enviar imágenes que no son claras a varios algoritmos que aumentan su resolución, pues a menor resolución mayor es el trabajo de procesamiento. En conclusión, ofrecer un dataset de entrenamiento al clasificador permite disminuir problemas con caracteres similares en situaciones donde la imagen capturada sea borrosa, la resolución de la imagen entra en juego cuando se busca un porcentaje de acierto superior al 80

La presente investigación se basó en el análisis de esta información, con el fin de diseñar un algoritmo capaz de identificar vehículos, seleccionar las placas vehiculares y, por último, mediante la aplicación de visión por computador identificar y registrar el contenido inscrito dentro de las mismas. De tal manera, que se puede evaluar el desempeño de este sistema utilizando la métrica de precisión, enfocada en la cantidad de veces que acertó o falló en la lectura de los caracteres pertenecientes a la placa.

III. METODOLOGÍA

A. Marco Teórico

1) *Canny*: El filtro Canny es un detector de bordes de varias etapas. Utiliza un filtro basado en la derivada de una gaussiana para calcular la intensidad de los

gradientes. La gaussiana reduce el efecto del ruido presente en la imagen. Por último, los píxeles de los bordes se mantienen o se eliminan mediante un umbral de histéresis en la magnitud del gradiente. [11]

2) *Transformación escala de grises*: La escala de grises es una gama de tonos de gris que va del blanco al negro, tal y como se utiliza en una pantalla o impresión monocromática. Las imágenes en escala de grises se utilizan con mayor frecuencia en el procesamiento de imágenes porque los datos más pequeños permiten a los desarrolladores realizar operaciones más complejas en menos tiempo. [12]

3) *Reducción de ruido en imágenes*: La reducción de ruido es el proceso de eliminar el ruido de una señal. Las imágenes tomadas tanto con cámaras digitales como con cámaras de cine convencionales captan ruido de diversas fuentes. El uso posterior de estas imágenes suele requerir la eliminación (parcial) del ruido, ya sea con fines estéticos, como en obras artísticas o de marketing, o con fines prácticos, como la visión por ordenador. [13]

4) *OCR*: OCR significa reconocimiento óptico de caracteres. Es una tecnología muy extendida para reconocer texto dentro de imágenes, como documentos escaneados y fotos. La tecnología OCR se utiliza para convertir prácticamente cualquier tipo de imagen que contenga texto escrito (mecnografiado, escrito a mano o impreso) en datos de texto legibles por máquina, las cuales pueden ser mejoradas para un resultado más conciso [14]

5) *Hilos*: Los hilos se definen como la unidad de ejecución dentro de un proceso. Por otra parte, un proceso puede tener desde un solo hilo hasta muchos hilos. Razón por la cual, se puede ejecutar un proceso amplio en subprocesos más pequeños, que cumplan todas las labores para las cuales son establecidas [6].

6) *Algoritmo de Sustracción de Fondo*: Es una técnica común y ampliamente utilizada para generar una máscara en primer plano (es decir, una imagen binaria que contiene los píxeles que pertenecen a objetos en movimiento en la escena) mediante el uso de cámaras estáticas. Calcula la máscara en primer plano realizando una resta entre el fotograma actual y un modelo de fondo, conteniendo la parte estática de la escena o, más en general, todo lo que pueda considerarse como fondo dadas las características de la escena observada [7].

B. Etapas para la Detección de Placas Vehiculares

Para este proyecto se utiliza el lenguaje de programación Python, donde se desarrolla un flujo asíncrono basado en cuatro etapas, la primera etapa inicia con la lectura de un video, estableciendo una región en específico por donde pasarán los vehículos. La segunda etapa consiste en el almacenamiento del frame para su posterior análisis. La tercera etapa continua con

la detección de la placa a través de la combinación de técnicas de transformación a escala de grises, reducción de ruido y bordes de Canny. Y la cuarta etapa concluye con el envío de la placa recortada al proceso de OCR que se encargará de detectar los caracteres que se encuentren inscritos en la placa vehicular.

El diagrama de funcionamiento se describe en la Figura 1.

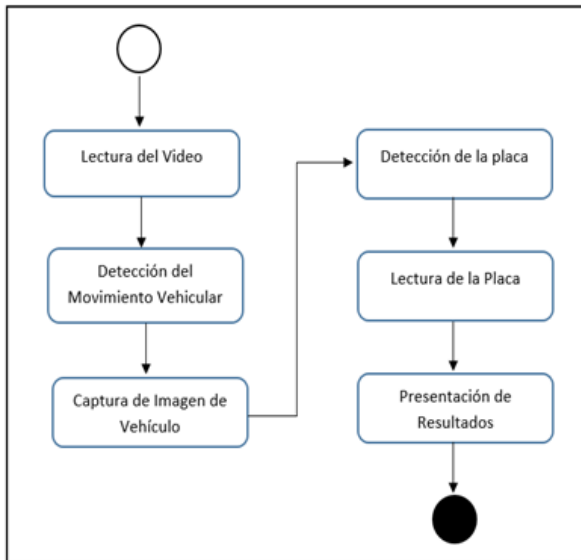


Fig. 1. Diagrama de funcionamiento del sistema.

1) *Lectura del Video*: Parte fundamental de este proyecto es el análisis de múltiples videos, en los cuales circulan vehículos y se visualiza la parte frontal, la cual contiene la placa. Este proceso se lo realiza utilizando la cámara de un sistema de vigilancia de marca D-LINK modelo DCS-7110 con un lente óptico de 8 megapíxeles y una resolución de 1280 x 800. Los videos son grabados a una altura de 3 metros y a una distancia de 20 metros, en los cuales se visualiza la parte frontal del vehículo, que es el área de interés de análisis. El diagrama de funcionamiento se describe en la Figura 2.

2) *Detección del Movimiento Vehicular*: Los videos reproducidos cuentan con un área específica, en la cual, la imagen del vehículo proporciona una resolución de la placa cercana a los píxeles más altos para su lectura. Por ello, dentro de la resolución de 1280 x 800, se realizó diferentes pruebas en los ejes x e y, proponiendo valores para el eje x que iban del 0 al 800 y en el eje y valores que iban desde el 500 al 800, sin embargo, se ha escogido aplicar una región de detección vehicular en las coordenadas (5,600) (5,790). Por otra parte, se ha establecido los contornos de áreas de cada elemento del video superior a 30500 para descartar la detección de personas, animales o cualquier otro ente externo.



Fig. 2. Lectura del video.



Fig. 3. Definición de región de movimiento.

3) *Captura de Imagen*: Una vez que el vehículo ha sido detectado mediante el algoritmo de sustracción de fondo, se procede a almacenar dicho frame en la base de datos, y a su vez, esta imagen puede contener un vehículo con una placa o no. Esto quiere decir que cualquier vehículo será registrado para su posterior análisis.



Fig. 4. Vehículo detectado con placa.

4) *Detección de la placa*: Para la detección de la placa se realizan 3 procesos conocidos como:



Fig. 5. Vehículo detectado sin placa.

- Transformación a Escala de Grises: Este paso facilita el procesamiento de la imagen, de tal manera, que los procesos siguientes serán más sencillos.
- Reducción de Ruido: Este paso permite disminuir de manera gradual el ruido que existe en la imagen detectada.
- T• Detección de bordes de Canny: Este paso permite encontrar los 4 bordes que corresponden a la placa vehicular contenida en la imagen procesada anteriormente.

Al final de estos pasos, se obtiene un recorte de la imagen analizada que contiene la placa a procesar por el ORC.

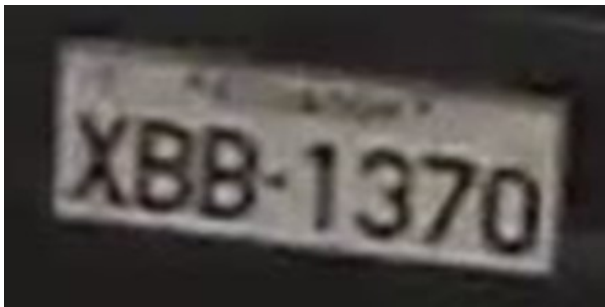


Fig. 6. Placa detectada.

5) *Lectura de la placa:* Para la lectura de la placa se utilizó OCR, perteneciente a las librerías de Visión por Computador ofrecidas por Python, la cual recibe la placa detectada en los procesos anteriores y da como resultado el texto inscrito dentro de la misma, en este caso el valor obtenido será XBB – 1370. Una vez que se ha completado este proceso, la imagen recortada y el texto obtenido son almacenados en la base de datos en conjunto con el vehículo detectado en el primer paso.

6) *Presentación de Resultados:* Para la presentación de resultados se desarrolló una interfaz gráfica en React.js que contiene los siguientes componentes detallados en la Figura 8.

Placa

XBB-1370

Fig. 7. Resultado de la Placa Procesada.



Fig. 8. Resultado de la Placa Procesada.

Permite realizar una búsqueda de registros por fecha y hora de los vehículos con sus respectivas placas como se muestra en la Figura 9.



Fig. 9. Filtro de Registros por Fechas.

Por último, los registros se visualizan como lo muestra la Figura 10.

IV. RESULTADOS

Se realizó pruebas en un video de 3 horas de duración, el cual corresponde a la cámara de seguridad ubicada en la entrada vehicular principal de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito campus sur, se analizó el video por secciones de 15 minutos para el rendimiento del sistema. Los resultados obtenidos se visualizan en la tabla I.

La figura 11 compara el rendimiento que tiene el sistema y el intervalo de tiempo que se está evaluando,



Fig. 10. Visualización de registros.

TABLA I
TABLA DE RESULTADOS PRUEBAS N°1

Hora Analizada	N° Autos Ingresados	N° Autos detectados	% Autos Detectados	N° Placas detectadas	% Placas detectadas
9:00 - 9:15	23	19	82,61	17	73,91
9:15 - 9:30	20	17	85,00	16	80,00
9:30 - 9:45	17	15	85,24	15	88,24
10:30 - 10:45	22	20	90,91	19	86,36
11:00 - 11:15	20	17	85,00	16	80,00
10:15 - 11:30	8	8	100,00	6	75,00
11:30 - 11:45	10	9	90,00	8	80,00
11:45 - 12:00	12	10	83,33	9	75,00

se detecta que el punto más alto de detección de vehículos se dio en el rango de 10:30 a 10:45, y la detección de las placas se da en el rango de 11:30 a 11:45.

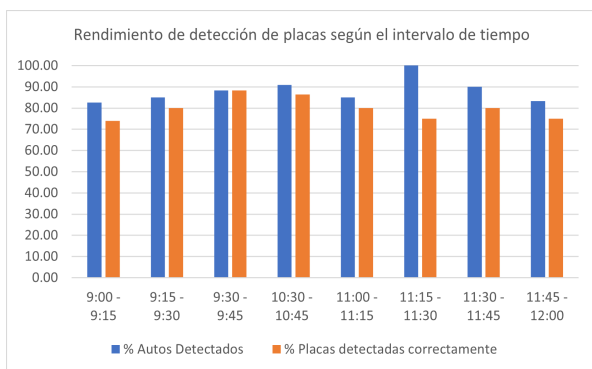


Fig. 11. Rendimiento del sistema en la detección de placas según el intervalo de tiempo.

Adicional se realizó una segunda prueba en el rango horario de 6:39 a 6:56 en un video de 17 minutos de duración, los resultados se visualizan en la tabla II.

En este rango horario se produce un efecto de contraluz en la grabación del video, por lo que provoca un escenario distinto al tener una luminosidad diferente,

TABLA II
TABLA DE RESULTADOS PRUEBAS N°2

Hora Analizada	N° Autos Ingresados	N° Autos detectados	% Autos Detectados	N° Placas detectadas	% Placas detectadas
6:39 - 6:56	20	16	80,00	14	70,00

obteniendo un 80% de autos detectados y un 70% de placas detectadas correctamente.

V. CONCLUSIONES

Se logró realizar un sistema de reconocimiento de placas ecuatorianas aplicado al acceso del parqueadero de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito campus sur, con un rendimiento entre el 70% y 80%. El sistema emplea un módulo de detección de carros usando técnicas de detección de movimientos, un módulo de detección de placa por medio del algoritmo de detección de bordes, y un módulo de reconocimiento de caracteres dentro de la placa empleando la librería EasyOCR. El sistema fue aplicado en grabaciones durante el día, con el fin de obtener iluminación de luz natural, y a la vez excluyendo condiciones climáticas adversas. Adicional que desarrolló un módulo para el almacenamiento de las placas detectadas empleando el framework Flask y el servidor web IIS, las cuales pueden ser visualizadas a través de un website creado con la librería React.

REFERENCIAS

- [1] S. Ozbay and E. Erçelebi, "Automatic vehicle identification by plate recognition," 2007.
- [2] A. Khairuddin, M. Y. Arafat, R. Paramesran, and U. Khairuddin, "Systematic review on vehicular licence plate recognition framework in intelligent transport systems," *IET Intelligent Transport Systems*, vol. 13, 01 2019.
- [3] TEP SYSTEMS – Empresa de Servicios de Ingeniería en Sistemas y Seguridad Electrónica, "Reconocimiento de placas vehiculares ecuador – tep systems," Sep 2020. [Online]. Available: <https://tepsystems.page/reconocimiento-de-placas-vehiculares-ecuador/>
- [4] Soluteka, "Venta de sistema de reconocimiento de placas vehiculares adaptado a colombia cámara integrada con reconocimiento de placas vehiculares, algoritmo lpr líder en la industria, software para gestión de estacionamientos, reconocimiento automático de placas, pantalla y voz, facil instalacion y conectividad, aplicación para exteriores en ecuador." [Online]. Available: https://ecuador.solutekla.com/product/zkt/indefinida/sistema_de_reconocimiento_de_placas_vehiculares_adaptado_a_colombia_cmara_integrada_con_reconocimiento_de_placas_vehiculares_algoritmo_lpr_lider_en_la_industria_software_para_gestin_de_estacionamientos_reconocimiento_automtico_de_placas_pantalla_y_voz_facil_instalacion_y_conectividad_aplicacin_para_exteriores
- [5] Neurallabs, "City amp; its - software de reconocimiento vehicular." [Online]. Available: <https://www.neurallabs.net/es/soluciones>
- [6] M. R. L. Manuel, "Diseño e implementación de un software de reconocimiento de placas vehiculares en tiempo real." 2017-07-06. [Online]. Available: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/21319>

- [7] M. D. Torres Cabrera, "Reconocimiento automático de la placa de un vehículo de Ecuador," Feb 2020. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18537>
- [8] R. Laroca, E. Severo, L. A. Zanlorensi, L. S. Oliveira, G. R. Goncalves, W. R. Schwartz, and D. Menotti, "A robust real-time automatic license plate recognition based on the YOLO detector," in *2018 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*. IEEE, Jul. 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/ijcnn.2018.8489629>
- [9] G. M. Fernández Paucar and J. M. Quinatoa Alomoto, "Reconocimiento de placas vehiculares en tiempo real por medio de visión artificial caso: Universidad central del Ecuador." Jul 2017. [Online]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/11755>
- [10] Y. Yuan, W. Zou, Y. Zhao, X. Wang, X. Hu, and N. Komodakis, "A robust and efficient approach to license plate detection," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 26, no. 3, pp. 1102–1114, Mar. 2017. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/tip.2016.2631901>
- [11] Contributors to Wikimedia projects, "Noise reduction," Feb 2022. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Noise_reduction#:~:text=Noise%20reduction%20is%20the%20process,the%20signal%20to%20some%20degree.&text=To%20compensate%20for%20this,%20larger,noise%20to%20an%20acceptable%20level.
- [12] H. Joshua, "What is ocr and what is it used for?" Jan 2022. [Online]. Available: <https://docparser.com/blog/what-is-ocr/>
- [13] R. Bauer, "Threads vs. processes: A look at how they work within your program," Aug 2021. [Online]. Available: <https://www.backblaze.com/blog/whats-the-diff-programs-processes-and-threads/>
- [14] "How to use background subtraction methods." [Online]. Available: https://docs.opencv.org/4.x/d1/dc5/tutorial_background_subtraction.html