



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Análisis del método reconocimiento óptimo de caracteres (OCR) para  
detectar placas vehiculares

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero de Sistemas**

**AUTORES:**

Chiroque Murillo, Marlon Alexis ([orcid.org/0000-0001-9752-9098](https://orcid.org/0000-0001-9752-9098))

Ramirez Velasquez, Bryan Anthony Josue ([orcid.org/0000-0002-2784-8285](https://orcid.org/0000-0002-2784-8285))

**ASESOR :**

Mg. More Valencia, Ruben Alexander ([orcid.org/0000-0002-7496-3702](https://orcid.org/0000-0002-7496-3702))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas de Información y Comunicaciones

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA - PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A nuestros padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo nos han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más.

A nuestros hermanos(as) en el apoyo brindado y por estar siempre acompañándonos en momentos complicados.

Finalmente, esta tesis se dedica de todo corazón a nuestros padres, hermanos(as), amistades, asesor, compañeros, docente que nos brindaron su apoyo en momentos difíciles.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A nuestros padres por habernos apoyado en todo este tiempo y por habernos dado la oportunidad de formarnos en esta prestigiosa universidad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Mg. More Valencia, Rubén, principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |      |
|--|------|
| Dedicatoria.....   | ii   |
| Agradecimiento .....                                       | iii  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                     | v    |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                                    | vi   |
| RESUMEN .....  | vii  |
| ABSTRACT.....  | viii |
| I. INTRODUCCIÓN.....                                       | 9    |
| II. MARCO TEÓRICO.....                                     | 14   |
| III. METODOLOGÍA .....                                     | 20   |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación .....                  | 21   |
| 3.2. Variables y operacionalización .....                  | 21   |
| 3.3. Población, muestra y muestreo.....                    | 22   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... | 23   |
| 3.5. Procedimientos .....                                  | 23   |
| 3.6. Método de análisis de datos.....                      | 24   |
| 3.7. Aspectos éticos .....                                 | 24   |
| IV. RESULTADOS.....  | 31   |
| V. DISCUSIÓN .....   | 45   |
| VI. CONCLUSIONES.....                                      | 48   |
| VII. RECOMENDACIONES .....                                 | 50   |
| REFERENCIAS .....  | 53   |
| ANEXOS   |      |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| TABLA N01: Ventajas de Python y su librería OpenCV ..... | 53  |
| TABLA N°02: Población .....                              | 572 |
| TABLA N°03: Recolección de Datos .....                   | 57  |
| TABLA N°04: Cuadro general de resultados .....           | 30  |
| TABLA N°05: Deteccion de bordes .....                    | 32  |
| TABLA N°06: Reconocimiento de caracteres .....           | 38  |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Ilustración.1. Esquema conceptual de la categoría Factores .....                         | 25 |
| Fig. Relación de las citas textuales respecto a la categoría 1 .....                     | 25 |
| Ilustración.2. Esquema conceptual de la categoría Posicionamiento de placa .....         | 26 |
| Fig. Relación de las citas textuales respecto a la categoría 2 .....                     | 26 |
| Ilustración.3. Esquema conceptual de la categoría segmentación de imágenes .....         | 27 |
| Fig. Relación de las citas textuales respecto a la categoría 3 y subcategoría .....      | 28 |
| Ilustración.4. Esquema conceptual de la categoría detección de bordes .....              | 28 |
| Fig. Relación de las citas textuales respecto a la subcategoría 1 y la categoría 3 ..... | 29 |
| Ilustración.5. Esquema conceptual de la categoría reconocimiento de caracteres .....     | 29 |
| Fig. Relación de las citas textuales respecto a la Categoría 4.....                      | 30 |

## RESUMEN

En la última década surgieron nuevas tecnologías y métodos capaces de realizar cambios en nuestra vida en general, una de ellas en la inteligencia artificial que conforme pasa el tiempo va creciendo y expandiéndose a tal punto de llegar al alcance de muchas personas, últimamente el reconocimiento de caracteres que forma parte de este extenso campo llamado inteligencia artificial, ha empezado a general aplicaciones importantes en nuestro mundo.

El – OCR es conocido por ser sencillo de utilizar, comenzó aplicándose como escáner a documentos físicos y virtuales y ahora el uso más común que se le da al OCR es al reconocimiento de placas vehiculares, teniendo muchas aplicaciones a nivel social mayormente refiriéndose a la seguridad y al control vehicular pero también se ven sistemas automáticos en casas domóticas o empres como acceso de vehículos privados.

En este proyecto se analiza el método de reconocimiento de caracteres (OCR) mediante tomas de video en un ambiente exterior, se da a conocer el proceso que se realiza durante el reconocimiento de caracteres de placa y lo fundamental para que haya un resultado satisfactorio, se analiza todo lo referente a la segmentación de imágenes el cual es un indicador importante en el reconocimiento de caracteres, enfocándonos precisamente en la Binarización y Umbralización de las imágenes como etapas. La detección de bordes es un indicador igual de importante es debido a que nos recortara la imagen principal que viene a ser la placa del vehículo dando paso finalmente al reconocimiento de caracteres, todo esto conlleva a un proceso muy detallado en el cual se describe los pasos en secuencia de cómo funciona el OCR y si es factible su aplicación bajo ciertas condiciones que intervienen en su funcionamiento.

Se realizo fichas de registro y tablas de datos con el fin de argumentar lo observado durante las pruebas del sistema para luego realizar un análisis de los datos descriptivos mediante el programa de Atlas. Ti en el cual se detallan cuatro categorías y una subcategoría de los datos registrados.

Palabras clave : OCR, Binarización, Reconocimiento de caracteres.

## **ABSTRACT**

In the last decade, new technologies and methods have emerged capable of making changes in our lives in general, one of them in artificial intelligence that as time goes by grows and expands to the point of reaching the reach of many people, lately the recognition of the characters that are part of this vast field called artificial intelligence, have begun important general applications in our world.

The – OCR is known for being easy to use, it began being applied as a scanner to physical and virtual documents and now the most common use given to OCR is to recognize vehicle license plates, having many applications at a social level, mostly referring to security. and vehicle control, but there are also automatic systems in home automation houses or companies such as private vehicle access.

In this project, the method of character recognition (OCR) is analyzed by means of video recordings during an outdoor environment, the process that the recognition of plate characters is carried out is made known, and the fundamentals for a satisfactory result are analyzed. everything related to image segmentation which is an important indicator in character recognition, focusing precisely on the Binarization and Thresholding of the images as it enters. Edge detection is an equally important indicator because it cuts out the main image that becomes the vehicle license plate, finally giving way to character recognition, all this leads to a very detailed process in which the steps are described. in sequence of how the OCR works and if its application is feasible under certain conditions that intervene in its operation.

Record sheets and data tables were made in order to argue what was observed during the system tests and then carry out an analysis of the descriptive data using the Atlas program. Ti in which four categories and a subcategory of the recorded data are detailed.

Keywords: OCR, Binarization, Character recognition.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente vivimos en un mundo con un avance en tecnología muy amplio que poco a poco se virtualiza y varias empresas y organizaciones requieren de nuevas o mejores tecnologías para poder realizar y actualizar sus procesos en los que trabajan, hoy en día es válido decir que cada vez se exige mayor tecnología que ayude a resolver problemas dentro de diversos sectores de nuestra sociedad y utilizar dispositivos o sistemas avanzando que ayuden con el proceso de mejora de los objetivos.

Se plantea un nuevo sistema tecnológico que no está familiarizado puede ser complicado debido a la amplia información que manejan este tipo sistemas y los requerimientos y debidos cuidados, así como mantenimiento y actualizaciones que se necesitan para poder trabajar con ellos, por lo que se realiza ciertas asesorías como ayuda a los usuarios que se encargan de manipular tales tecnologías, de esta manera se solventa muchos problemas de técnicos y manuales en la oficina de TI de dicha empresa.

En relación con el reconocimiento de placas vehiculares, la Tesis “Desarrollo de sistema para el reconocimiento de placas de vehículos.” propuesto por (Ordoñez López, 2016) de la Universidad Técnica Particular de Loja –Ecuador, planteó automatizar tareas de identificación de placas vehiculares usando métodos que incrementen sus funcionalidades, basándose en librerías de visión artificial OpenCV y un módulo OCR. En este caso, dicha tesis permitió integrar las tecnologías propuestas en un solo entorno de desarrollo, esto debido a que OpenCV ofrece librerías en lenguajes de programación C#. Acerca del módulo OCR, este se implementó gracias a las herramientas que ofrece Visual Studio

En 2018, en el artículo (Developing Recognition System for New Iraqi License Plate), el responsable manifiesta la importancia de los algoritmos de reconocimiento, realizó el estudio detallado sobre sus requerimientos, cada etapa para la implementación del sistema que permita extraer y reconocer las placas vehiculares.

En principio a los antecedentes mencionados, explicamos en el marco teórico para centrar la investigación de conocimiento, son los siguientes:

**Sistema:** Es la agrupación de fundamento interconectados que tienen un fin en común, es útil si se percibe como un todo. (Beynon Davies, 2014 pág. 4)

**Reconocimiento:** Según la (Real Academia, 2011 pág. 6919) lo determina como la percepción de algo para dar a conocer sus características e identidad.

**Patrones de Reconocimiento:** (A Review on Pattern Recognition Using Genetic Algorithms, 2017) Describe como el proceso para clasificar tipo de objetos, establecer una identidad en los datos de entrada ya sea voz, imágenes o texto. Las etapas de reconocimiento de un patrón implican, medir, identificar, extraer, definir y comparar atributos de un objeto, los patrones pueden ser de carácter estadístico, sintáctico y neuronal.

El problema de validación describe el análisis que se realiza al reconocimiento óptimo de caracteres para validar su uso en ambientes reales donde sea capaz de reconocer placas vehiculares.

Dicho lo anterior se plantean muchos objetivos respecto a la solución a estos problemas, el objetivo principal es el análisis del reconocimiento óptimo de caracteres (OCR) mediante un sistema realizado para poner en práctica este método, de esta manera se toman también en cuenta los factores que intervienen durante el proceso de análisis.

El planteamiento del problema es el siguiente ¿El reconocimiento óptimo de caracteres, es un método efectivo para detectar placas vehiculares?

**Justificación teórica:** En el presente informe se justifica de manera teórica, el análisis del método de reconocimiento óptimo de caracteres permitió el análisis que se realiza en el procesamiento de imágenes por video, mostrando segmentación en escala de grises y filtros de color para el reconocimiento de caracteres, el sistema mostro las variaciones en los filtros agregados por cada fotograma de video

al ser procesados, por lo que cada placa detectada puede diferenciarse en la manera en la que se detectan los caracteres, aportamos conocimiento sobre, se debe conocer el momento oportuno en que un sistema OCR realice perfectamente su trabajo a las horas del día con una iluminación tenue y buena calidad de imagen, una vez conocido esto se puede aplicar dicho método en sistemas que tengan por objetivos un bien social.

Justificación practica: El presente informe se justifica en práctica, por que presenta aspectos de mejora en la aplicación de proyectos donde se haga uso de un reconocimiento de caracteres en imágenes de video, mediante la observación de las consecuencias de los factores externos en la aplicación del método OCR se observó que teniendo en cuenta las condiciones o factores es factible un sistema funcionando correctamente, así también muestra aspectos desfavorables en la aplicación de este proyecto que son en gran medida las condiciones o factores externos al método, la calidad de una imagen de entrada que será procesada por el sistema debe ser clara , así también como el movimiento de la cámara o del vehículo será de una velocidad mínima que le permita al sistema reconocer los caracteres, la iluminación jugo un papel importante al momento de segmentar una imagen y el ancho de fotogramas captados permite el alcance de reconocimiento a una mayor distancia en la que transitan los vehículos.

Justificación Metodológica: Mediante un programa especializado se realiza un análisis inductivo del proyecto, esto debido a que se desea generar nuevo conocimiento acerca del método de reconocimiento óptimo de caracteres OCR, los resultados fueron tomados en una ficha de registro en la que se detallan los momentos clave del sistema y observaciones dadas por los autores, la elaboración de este proyecto que contiene una sola variable de análisis permitió de que se aclaren los efectos del proceso en dicha variable se investigó.

Este proyecto redacta el proceso de un sistema de Reconocimiento óptimo de caracteres(OCR) que reconoce caracteres en un ambiente exterior donde la iluminación y movimiento de las placas, así como otros factores, juegan un papel muy importante a la hora de reconocer patrones dicho esto la finalidad del proyecto es realizar un análisis donde se muestre que este método de reconocimiento es efectivo en ciertas condiciones y será evidenciado con grabaciones de las placas

de los vehículos que hemos tomado en distintas posiciones con el fin de realizar las pruebas y detallar los indicadores que nos mostraran el proceso paso a paso realizado por el sistema.

Siendo el Objetivo General del proyecto de investigación: Analizar el método de reconocimiento óptimo de caracteres, para reconocer placas vehiculares y como objetivos específicos tenemos, el primero es: Comprobar si los resultados dados en la Binarización y Umbralización de imagen afecta al proceso de reconocimiento, el segundo es: Detectar la placa amarilla en zona de interés en RGB, como tercer objetivo: Explicar los factores externos que intervienen durante el procedimiento y cuarto objetivo: Recabar información relevante para futuras aplicaciones. Estos objetivos permiten formar la siguiente hipótesis general: El análisis de reconocimiento óptimo de caracteres es factible en un ambiente real. Y las siguientes hipótesis específicas, la primera es: La detección de bordes es factible en un ambiente real, la segunda hipótesis específica, el reconocimiento de caracteres es factible en un ambiente real y la tercera hipótesis específica, las imágenes binarizadas varían respecto a las tomas de placas vehiculares.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Para el respaldo de esta investigación se ha buscado distintos antecedentes, tanto internacionales como nacionales.

Miguel Noriega (2018), realizó una investigación sobre el reconocimiento de placas vehiculares aplicado a la detección de vehículos robados, en su tesis muestra apartados importantes de procesamiento de imágenes y captura de caracteres aplicándolo directamente a una organización.

Héctor Pérez (Mexico, 2010) Realizó una investigación sobre el procesamiento de imágenes orientado a placas vehiculares, en ella incluye apartados importantes sobre la segmentación en imágenes, y técnicas de procesamiento como, Binarización y Umbralización, filtros de imágenes, algoritmos de programación, detección y localización de placas, así también como la eliminación de ruido en una imagen aplicado al reconocimiento de placas vehiculares.

Un artículo realizado por Moisés Maquez (Mexico, 2018), nos muestra como detalladamente el proceso general de un procesamiento de imágenes orientado hacia placas vehiculares, el cual se fragmenta en los procesos de adquisición, algoritmos de procesamiento, ecualización, tipo de filtro gusano, segmentación y el reconocimiento de caracteres en imágenes, en este artículo se hace uso de los modelos asociativos para realizar dicho proyecto.

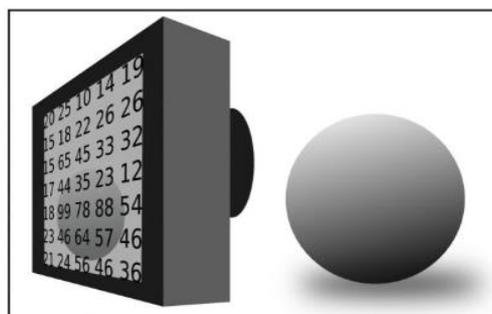
Karen Yenque, agrupa el Procesamiento digital de imágenes en dos categorías principales, Métodos cuya entrada y salida son imágenes, y Métodos cuyas entradas son imágenes, pero cuyas salidas son atributos extraídos de esa imagen, Karen resalta los pasos fundamentales para realizar el procesamiento digital de imágenes en los cuales encontramos la segmentación (Binarización) y el reconocimiento(caracteres). Los procesos de nivel medio incluyen segmentación, descripción, clasificación de objetos, etc. Las salidas son atributos de objetos como bordes, contornos, identidades de objetos individuales.

Gerardo (2014), nos dice que un borde es una variación en los niveles de gris, por lo que es posible hallarlos aplicando operaciones en las derivadas, considerando que se trata de una imagen en dos dimensiones, las operaciones con derivadas pasarían hacer de dos dimensiones también, el operador gradiente dimensional sería el involucrado.

La segmentación es un proceso que se utiliza para extraer o aislar de la imagen los objetos para su posterior análisis. Adan y Kaveh (2020) nos dicen que la segmentación se basa en dividir y subdividir imágenes en objetos o regiones de interés que parecen tener valores de intensidad similares, según un conjunto de criterios predefinidos, así mismo se refieren a la segmentación como una subdivisión siguiendo cambios abruptos en las intensidades.

Dentro de la segmentación haciendo uso de discontinuidades de intensidad tres tipos básicos de enfoque, los cuales pueden ser detección de puntos, detección de líneas y detección de bordes.

David Millan(2018, pag.31) nos dice que sin duda lo más importante dentro de la visión artificial son las imágenes, estas son la representación del mundo físico capturado con un dispositivo digital, la cual se convierte en más que números almacenados en una matriz, estos pueden almacenar más valores dependiendo si se trata de una imagen a color o blanco y negro conocida como imagen binaria que almacena solo un valor como 0 o 1. Una imagen nivel gris almacena dos valores y una imagen a color que almacena 3 colores, mayormente suelen estar entre 0 – 255 valores.



Fuente: Google

Las imágenes en escala de gris se almacenan en una sola matriz.

Gianfranco y Fernando (1995), definen la Binarización de una imagen como una técnica que permite transformar una imagen con niveles de gris, en una imagen binaria en blanco y negro, ciertos valores del píxel de la imagen son menores a un cierto umbral pre-especificado, que se convierten en negro mientras que los píxeles de mayores al umbral son convertidos a blanco.

Nixon (2012) plantea un método de distinguir bordes basado en operadores derivados, un borde es una variación en los niveles de gris, por lo que es posible hallarlos aplicando operaciones en las derivadas, considerando que se trata de una imagen en dos dimensiones, las operaciones con derivadas pasarían hacer de dos dimensiones también, el operador gradiente dimensional sería el involucrado, sin embargo Rober (2011), también plantea un método de detección de bordes basado en plantillas, para este método se utilizan modelos de bordes pequeños, sencillos y que puedan procesarse de manera rápida en vez de recurrir al operador gradiente directamente, entonces en vez de recurrir a este operador, Otsu propone utilizar matrices de convolución, también conocidas como matrices de Sobel.

Juan Sossa (2020), nos dice que el umbral puede ser seleccionado o en forma manual o automática, cuando el usuario decide escoger de forma manual el umbral observa el histograma de la imagen y selecciona un valor con el cual interactivamente observa el resultado.

En esta investigación se ponen a prueba dos tipos de método para marcar el umbral asignado a la imagen binaria y se decidió cuál sería la mejor primeramente una asignación manual con THRESH\_BINARY y una automática con THRESH\_OTSU, según Lino García (2021) El Método Otsu determina de manera automática el umbral que minimiza la suma de las varianzas de los píxeles del objeto y el fondo.

El ANRP no es más que todo tipo de sistemas automáticos capaces de identificar y registrar una placa vehicular y de esta manera reconocer vehículos que salen de algún lugar o sitio en específico, mediante un procesamiento de imagen y

reconocimiento de vectores. De esta manera se logra un mejor control vehicular y mayor seguridad.

Un sistema automático de matrículas no solamente se basa en reconocer vehículos en estacionamientos, si no que puede ser utilizado en diversas instalaciones que necesitan controlar, vigilar y tener un registro de todos los vehículos que pasan por un determinado acceso. hay muchos ejemplos que podemos tomar en cuenta, como por ejemplo una empresa u organización privada, la cual como sabemos tienen y exigen estrictas normas de identificación personal y un control de vehículos al ingresar a sus instalaciones, otro ejemplo puede ser centros comerciales enormes, que como sabemos muchos de ellos llegan a tener estacionamientos propios y por ende necesitan de igual manera un control vehicular, capaz de reconocer matrículas vehiculares, como último ejemplo y creo que sería el más importante, tenemos los peajes en estos lugares es muy común ver a distintas personas de distintos lugares salir y llegar a su destino de conducción, por lo tanto por tema de seguridad necesitan un sistema ANPR capaz de captar vehículos sospechosos, vehículos robados, fugitivos o cualquier sea el caso de que un vehículo quiera salir de un lugar.

Tiene muchas ventajas al confiar en uno de estos sistemas ANPR como por ejemplo las principales funciones que puede cumplir según sea el caso de utilidad, como lo es el dar accesos automáticos a vehículos autorizados, o reconocer matrículas de vehículos diferentes como, carros, motocicletas, camiones de carga, etc. vigilar algún aparcamiento o calle e incluso tener un acceso fácil a él desde tu Smartphone o laptop/PC. En todo caso, estos sistemas ANPR se están viendo mucho últimamente en lo que concierne a seguridad, usados normalmente en empresas y organizaciones privadas donde el mantener la imagen y seguridad de las personas es lo principal.

Sistema de control vehicular

Darío Gómez (2018, pag.124), define el Reconocimiento óptico de caracteres como un programa que convierte caracteres de una imagen capturada

en letra de maquina en diferentes documentos editables por medio de procesadores de texto.

Según Fernando Martos (2018) nos dice que, el reconocimiento óptimo de caracteres permite la introducción rápida de texto en un ordenador para el procesamiento electrónico de documentos, por el uso de un programa OCR y un escáner.

Otro término a utilizar en nuestro proyecto es el lenguaje de programación, según Balladares (2018) es un conjunto de códigos cuya función es orientar la programación tanto para el desarrollo de software, existen diversos lenguajes de programación, pero entre lo que usaremos y destacan son Python junto con su librería OPEN CV.

Open CV (Open Source Computer Visión) es una librería de visión artificial y machine learning, lo que permite esta librería es utilizar y modificar el código, lo cual conlleva hacer muy usada a nivel comercial, desde varias empresas conocidas como Google, Yahoo, Sony, entre otro más.

**TABLA N° 01: Ventajas de Python y su librería OpenCV**

| <b>PYTHON</b>                          | <b>OPEN CV</b>   |
|--|------------------|
| Orientado a objetos                    | Buen rendimiento |
| Sencillo y rápido de programar         | Multiplataforma  |
| Gran cantidad de funciones y librerías | Soporte          |
| Libre y de fuente abierta              |                  |

En la Tabla N°01: Se realizó un cuadro comparando las ventajas de Python junto a su librería OpenCV, lo cual serían de mucha utilidad al momento de aplicar nuestro proyecto de investigación

### **III. METODOLOGÍA**

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

El tipo de metodología de este proyecto será del tipo aplicada, de esta manera lo define el CONCYTEC (2018) para la aplicación de proyectos de tecnología de información y ver los resultados que tiene a favor de la sociedad.

En este proyecto presenta un estudio experimental basado en un sistema de reconocimiento de caracteres aplicado a placas vehiculares en el cual se pondrán a prueba varios métodos y procedimientos para lograr dicho objetivo siendo el algoritmo OCR como la base general para la implementación del sistema para reconocer caracteres.

Se analiza el procedimiento que lleva a cabo el reconocimiento de caracteres, reconocimiento de color, detección de bordes, Binarización y umbral de una imagen, utilización del tesseract para convertir imagen a texto, se analizarán los siguientes factores la iluminación, distancia, margen de error, color de placa y calidad de imagen, que forman las causas ambientales de detección de los caracteres, dicho esto se compara mediante los resultados obtenidos la mejor opción para un buen funcionamiento del programa.

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

Esta investigación se centra en una sola variable en la cual se mide todo lo relacionado al: Análisis del método de reconocimiento óptimo de caracteres OCR. Esta variable cuenta con los siguientes indicadores, detección de bordes, Binarización y umbral de imágenes y la detección de caracteres. La matriz de operacionalización se encuentra a más detalle en el Anexo N° 01.

### 3.3. Población, muestra y muestreo.

Población:

En este proyecto se escogió como población vehículos aleatorios propios de la empresa que poseen matriculas amarillas que corresponden a vehículos comerciales de la empresa TECNOQUIMICA, se escogió esta población debido a su variedad de vehículos que tiene esta empresa desde camionetas hasta vehículos de carga como camiones y grúas.

**TABLA N° 02: Población**

| INDICADOR                       | UNIDAD                |
|---------------------------------|-----------------------|
| Detección de bordes             | Matricula de Vehículo |
| Binarización y umbral de imagen | Matricula de Vehículo |
| Detección de caracteres         | Matricula de Vehículo |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°02: Para la población utilizamos nuestros 3 indicadores de nuestra variable dependiente, con dichas fórmulas para nuestra recolección de datos.

Muestra:

Se escogió un total de 25 tomas vehículos aleatorios comerciales.

Muestreo:

El tipo de muestreo es Probabilístico debido a que se eligió de manera aleatoria las placas tomadas de los vehículos en movimiento y estacionados.

Unidad de Análisis:

Funcionamiento del sistema de reconocimiento óptimo de caracteres OCR para reconocer el número de placa de los vehículos.

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

Para la siguiente investigación se decidió utilizar la técnica de la ficha de registro según Oscar y Alain (2019) la ficha de registro es un instrumento muy versátil que facilita centralizar diversos aspectos de una intervención, esto incluye el monitoreo de actividades, actualizaciones y reflexión sobre los resultados y aprendizaje, esta técnica será aplicada para llevar a cabo un seguimiento de lo que se quiere alcanzar con este proyecto.

**TABLA N°03: Recolección de Datos**

| <b>DIMENSIÓN</b> | <b>INDICADORES</b>              | <b>TÉCNICAS</b> | <b>INSTRUMENTO</b> |
|------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------|
| Análisis OCR     | Detección de bordes             | Observación     | Ficha de registro  |
|                  | Binarización y umbral de imagen |                 |                    |
|                  | Detección de caracteres         |                 |                    |

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Procedimientos

Se realiza un análisis al método de reconocimiento óptimo de caracteres OCR para probar su viabilidad en ambientes reales.

Se selecciona el instrumento de recolección de datos que se va aplicar a la muestra extraída de la población, en esta investigación se usará lo que es el instrumento una ficha de registro y una ficha de observación que serán aplicadas en el transcurso de las pruebas realizadas, se usa una ficha de registro de datos para realizar un seguimiento al reconocimiento de bordes de la placa y una ficha de

observación para el reconocimiento de caracteres aquí se realiza el seguimiento del total de placas que realizaron el procedimiento del OCR con éxito y las que fallaron, las fichas fueron elaboradas por los autores de la investigación adaptadas a los requerimientos del análisis y el sistema.

También se resaltan los factores más importantes que pueden implicar un mal funcionamiento del sistema por ende un fracaso en las pruebas, estos son

Color de la placa, se ha evidenciado que el color de la placa a detectar tiene tal importancia debido a que no se logrará identificar con éxito los bordes por ende no podrá realizar el proceso de Umbralización de imagen.

Movimiento de la cámara y/o vehículo, se ha evidenciado un defecto que podría variar dependiendo de la capacidad de nuestro hardware y es la velocidad de movimiento con la que transita el vehículo o la velocidad con la que hacemos la toma, debido a que no se da tiempo al sistema que procese bien la imagen por ende la detección no logra terminar el proceso.

La iluminación también es un efecto importante, se ha evidenciado que la luz del día normalmente de mañana entre un horario de 8am a 12 pm el sistema logra reconocer con éxito más del 80% de caracteres y en algunos casos la totalidad de los caracteres, las sombras en cierta parte también benefician al reconocimiento.

La distancia al detectar patrones es muy importante debido a que cierto punto es donde empieza la Binarización de imagen con el fin de reconocer caracteres, la placa debe estar centrada en la zona de interés aproximadamente entre unos 3 a 2 metros de distancia de la cámara.

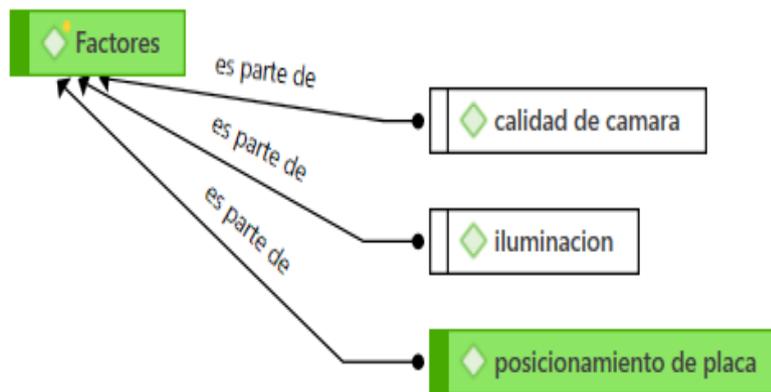
### **3.6. Método de análisis de datos**

Para el método de análisis de datos se utilizó el programa de Atlas. Ti para profundizar los resultados descriptivos de la tesis mediante una codificación de los textos más importantes, se desarrolló de manera inductiva debido a que se generó 4 categorías propias del análisis se muestra sus relaciones con los códigos y se generaron memos para describir las categorías y relacionarlas con el cuadro general de resultados.

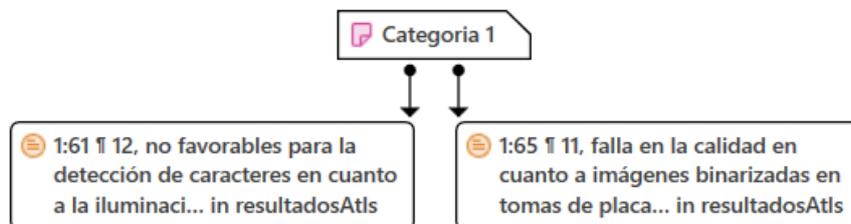
Las categorías mostradas por el software son:

Factores: se considera una categoría en el análisis debido a que es un grupo de fallos o causas que intervienen directamente con el funcionamiento del programa.

### Ilustración.1. Esquema conceptual de la categoría Factores



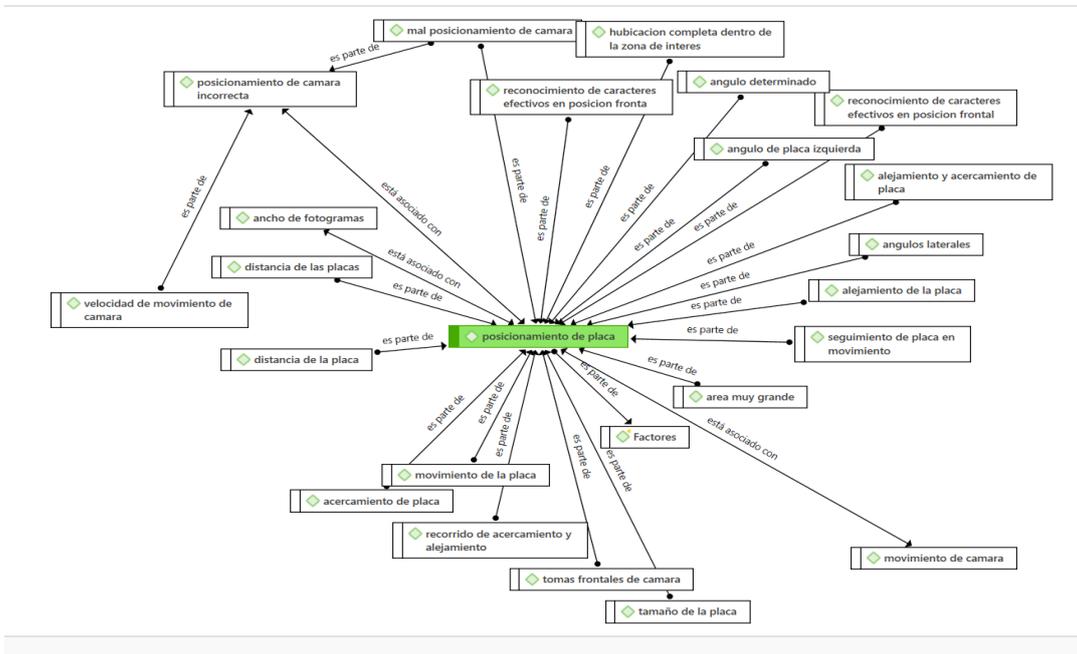
**Fig. Relación de las citas textuales respecto a la categoría 1**



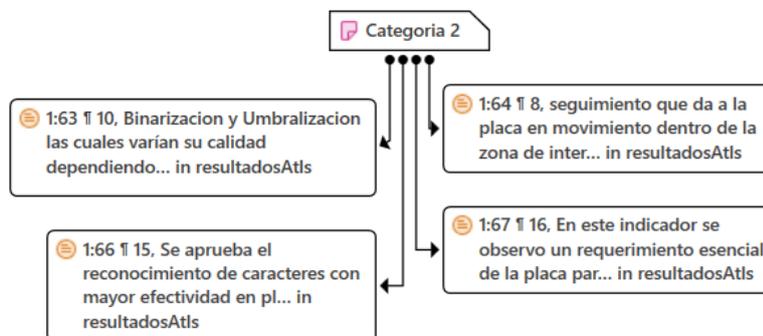
Posicionamiento de la cámara: debido a su alto contenido se considera un factor importante que interviene directamente con el objetivo de estudio, en el

ejemplo se muestra el esquema conceptual determinados ángulos de enfoque, la distancia de la placa, así como los fotogramas y asociaciones como el posicionamiento de la cámara.

**Ilustración.2. Esquema conceptual de la categoría Posicionamiento de placa**

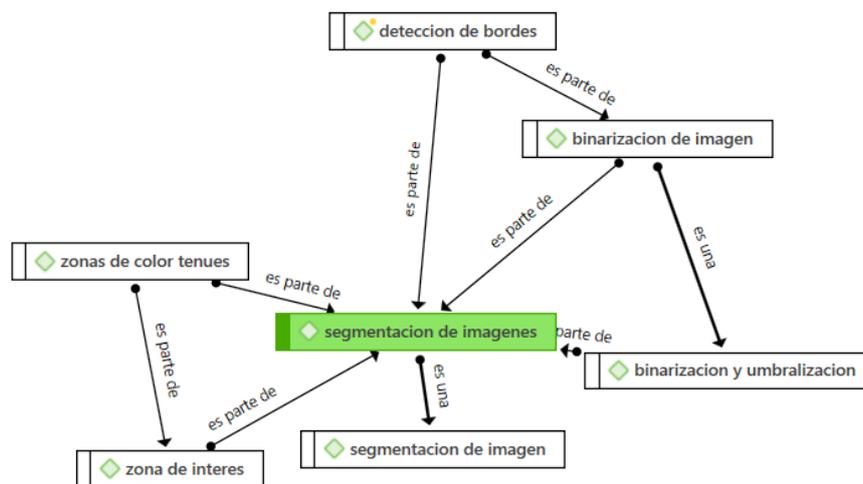


**Fig. Relación de las citas textuales respecto a la categoría 2**

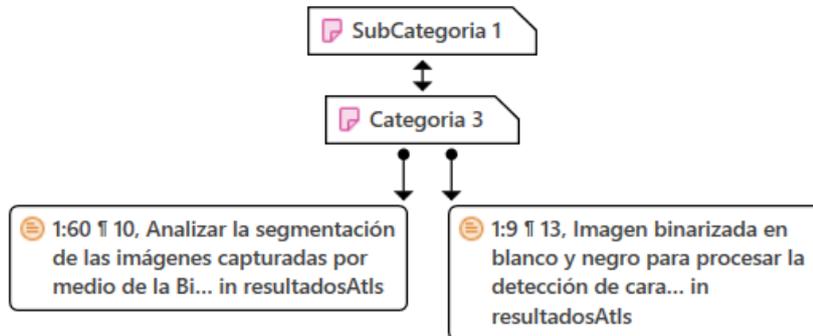


Segmentación de imágenes: es otro código con mucha importancia dentro del análisis esto debido a que es la parte fundamental y la cabeza del procesamiento de la imagen de entrada, en ella podemos encontrar relaciones con la zona específica donde se segmentara la imagen y la Binarización que forma parte de la segmentación de imagen y también la detección de bordes como una subcategoría de la segmentación.

### Ilustración.3. Esquema conceptual de la categoría segmentación de imágenes

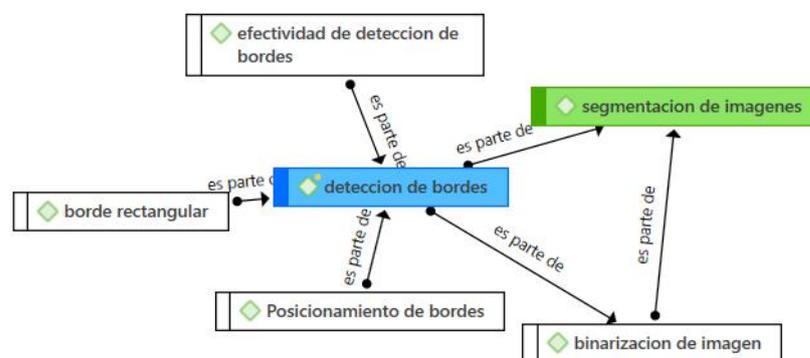


**Fig. Relación de las citas textuales respecto a la categoría 3 y subcategoría**

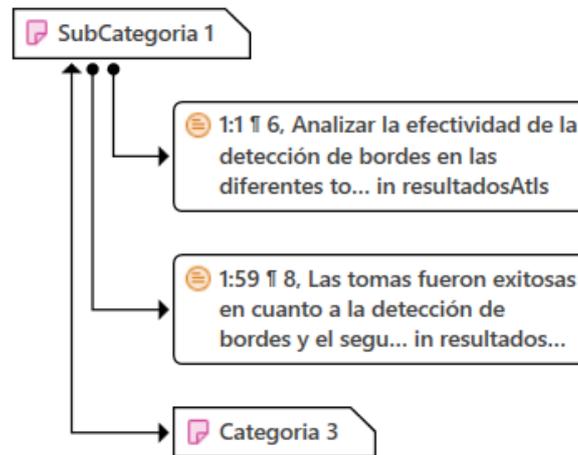


La segmentación de imágenes se divide en una subcategoría llamada detección de bordes, la detección tiene mucha densidad en el análisis, pero a la vez depende de la Binarización de imagen, en la detección de bordes podemos analizar el posicionamiento del área con el color correspondido que será la zona donde se dibujaran los bordes.

**Ilustración.4. Esquema conceptual de la categoría detección de bordes**

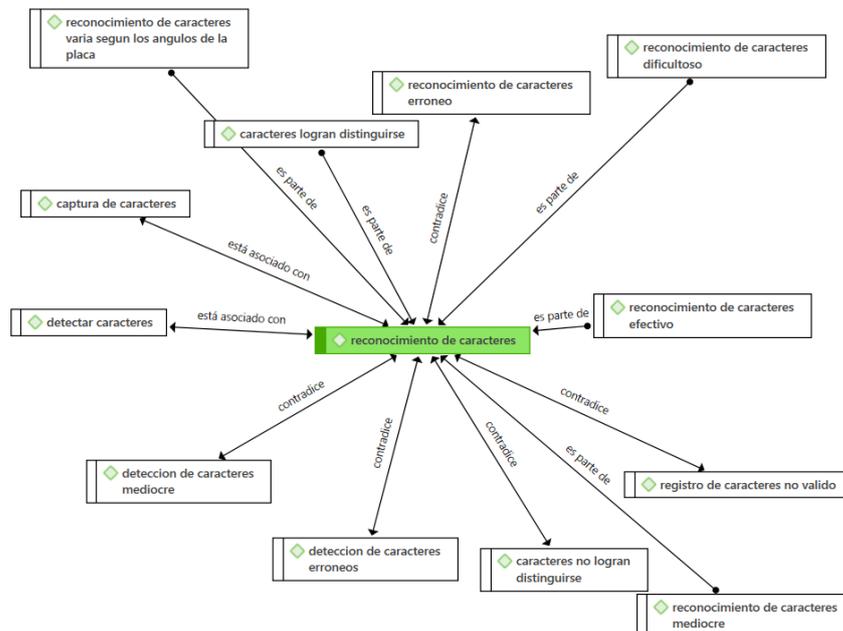


**Fig. Relación de las citas textuales respecto a la subcategoría 1 y la categoría 3**

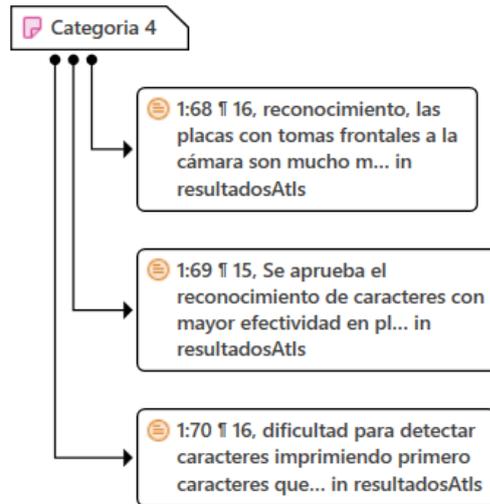


El reconocimiento de caracteres: tiene una densidad muy elevada en cuando a la codificación de los datos, en esta podemos observar relaciones efectivas y no efectivas de reconocimiento dependiendo de los ángulos, de los factores tales como la calidad  $\zeta$ , el color específico de la placa y la nitidez de los caracteres en la placa.

**Ilustración.5. Esquema conceptual de la categoría reconocimiento de caracteres**



**Fig. Relación de las citas textuales respecto a la Categoría 4**



### **3.7. Aspectos éticos**

El presente trabajo contó con documentación auténtica tesis, libros artículos y blog para nuestro contenido, se centró en investigaciones debidamente citadas acatando las normas que decreta la universidad para su desarrollo.

## **IV. RESULTADOS**

**TABLA N°4: Cuadro general de resultados**

| <b>DESCRIPCIÓN DE INDICADORES</b>  | <b>PRODUCTO ESPERADO</b>   | <b>OBSERVACIONES GENERALES</b>   | <b>ENTREGABLE</b>  |
|--|--|--|--|
| Analizar la efectividad de la detección de bordes en las diferentes tomas de placas amarillas.   | Se aprueba la eficacia de este método en cuanto a la detección de placas por color especificado.   | Las tomas fueron exitosas en cuanto a la detección de bordes y el seguimiento que da a la placa en movimiento dentro de la zona de interés, una de las desventajas que se observó fueron placas que no corresponden con el color especificado.   | Impresión grafica del borde rectangular alrededor de la placa vehicular para la segmentación de la imagen. |
| Analizar la segmentación de las imágenes capturadas por medio de la Binarización y Umbralización las cuales varían su calidad dependiendo la posición de la placa y diversos factores. | Se aprueba la eficacia de falla en la calidad en cuanto a imágenes binarizadas en tomas de placas vehiculares respecto a los distintos factores que impiden un buen proceso.   | Se observo imágenes binarizadas no favorables para la detección de caracteres en cuanto a la iluminación, el color de las placas no especificadas, movimiento y calidad de la cámara y vehículo, distancia y ancho de fotogramas y ángulos excesivos en placas de tomas laterales.       | Imagen binarizada en blanco y negro para procesar la detección de caracteres.                              |
| Analizar el reconocimiento de caracteres mediante el método OCR en tiempo real.  | Se aprueba el reconocimiento de caracteres con mayor efectividad en placas de vehículos que están en posición frontal a la cámara y se desaprueba en su mayoría las tomas de placas vehiculares con ángulos laterales. | En este indicador se observó un requerimiento esencial de la placa para un efectivo reconocimiento, las placas con tomas frontales a la cámara son mucho más efectivas al reconocer patrones mientras que en su mayoría las placas tomadas hacían el lado izquierdo o derecho tenían más | Apartado de caracteres reconocidos y extraído de una imagen procesada.                                     |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  | <p>dificultad para detectar caracteres imprimiendo primero caracteres que no correspondían a las placas, se observó también que dependiendo de tan bien se haya binarizado la imagen se podía detectar de manera correcta una captura de los caracteres de una placa con un ángulo determinado.</p> |  |
|--|--|---|--|

**TABLA N°5: Detección de bordes**

Toma de Vehículo 2

| <b>Posicionamiento</b> | <b>Det. Aceptada/No aceptada</b> | <b>Observaciones</b>  |
|------------------------|----------------------------------|---|
| De frente              | aceptada                         | El sistema reconoce bien la placa dentro de la zona de interés, con un recorrido del centro a la derecha. |

Toma de Vehículo 3

| <b>Posicionamiento</b> | <b>Detección</b> | <b>Observaciones</b>   |
|------------------------|------------------|--|
| De frente              | No aceptada      | El sistema logra reconocer la placa en la parte inferior con ciertas dificultades, posteriormente enfoca zonas que no son correspondidas al color amarillo |

Toma de Vehículo 4

| <b>Posicionamiento</b> | <b>Detección</b> | <b>Observaciones</b>  |
|------------------------|------------------|---|
| Girada a la derecha    | Aceptada         | El sistema logra detectar la placa con el color especificado. |

Toma de Vehículo 5

| <b>Posicionamiento</b>    | <b>Detección</b> | <b>Observaciones</b>   |
|---------------------------|------------------|--|
| Girada hacia la izquierda | Aceptada         | El sistema reconoce bien la placa dentro de la zona de interés, con un recorrido de derecha a izquierda. |

Toma de Vehículo 6

| <b>Posicionamiento</b>  | <b>Detección</b> | <b>Observaciones</b>  |
|-------------------------|------------------|---|
| Girada hacia la derecha | aceptada         | El sistema reconoce bien la placa dentro de la zona de interés. |

Toma de Vehículo 7

| <b>Posicionamiento</b> | <b>Detección</b> | <b>Observaciones</b>  |
|------------------------|------------------|---|
| De frente              | No aceptada      | El sistema reconoce zonas que no corresponden con el reconocimiento y no es capaz de reconocer por completo la placa por color y el tamaño. |

Toma de Vehículo 8

| <b>Posicionamiento</b> | <b>Det. Aceptada/No aceptada</b> | <b>Observaciones</b> |
|------------------------|----------------------------------|----------------------|
|------------------------|----------------------------------|----------------------|

|           |             |   |
|-----------|-------------|---|
| De frente | No aceptada | El sistema reconoce zonas con el color especificado dependiendo del área, pero no es una detección valida debido a que no es capaz de reconocer toda la placa por el acercamiento excesivo de esta. |
|-----------|-------------|---|

Toma de Vehículo 9

| Posicionamiento | Det. Aceptada/No aceptada | Observaciones  |
|-----------------|---------------------------|--|
| De frente       | aceptada                  | El sistema reconoce una zona específica de un color no requerido dentro del área especificado, luego de un momento reconoce satisfactoriamente la placa. |

Toma de Vehículo 10

| Posicionamiento     | Det. Aceptada/No aceptada | Observaciones  |
|---------------------|---------------------------|--|
| Girada a la derecha | aceptada                  | El sistema reconoce bien la placa dentro de la zona de interés en el área ubicada correctamente. |

Toma de Vehículo 11

| Posicionamiento | Det. Aceptada/No aceptada | Observaciones   |
|-----------------|---------------------------|---|
| De frente       | aceptada                  | El sistema reconoce bien la placa dentro de la zona de interés. |

Toma de Vehículo 12

| Posicionamiento | Det. Aceptada/No aceptada | Observaciones  |
|-----------------|---------------------------|--|
| De frente       | aceptada                  | El sistema reconoce bien la placa dentro de la zona de interés, cuando la placa no se muestra completamente dentro de la zona, es válido registrar errores de detección. |

Toma de Vehículo 13

| Posicionamiento | Det. Aceptada/No aceptada | Observaciones |
|-----------------|---------------------------|---------------|
|-----------------|---------------------------|---------------|

|                     |             |   |
|---------------------|-------------|---|
| Girada a la Derecha | No aceptada | El sistema no logra reconocer la placa debido a su color, pero reconoce zonas muy tenues con el color específico. |
|---------------------|-------------|---|

Toma de Vehículo 14

| Posicionamiento | Det. Aceptada/No aceptada | Observaciones  |
|-----------------|---------------------------|--|
| De frente       | No aceptada               | El sistema reconoce no logra reconocer la placa debido a su color, pero reconoce zonas muy tenues con el color específico. |

Toma de Vehículo 15

| Posicionamiento     | Det. Aceptada/No aceptada | Observaciones   |
|---------------------|---------------------------|---|
| Girada a la derecha | Aceptada                  | EL sistema reconoce la placa al ubicarse de manera completa dentro de la zona de interés. |

Toma de Vehículo 17

| Posicionamiento | Det. Aceptada/No aceptada | Observaciones   |
|-----------------|---------------------------|---|
| De frente       | Aceptada                  | El sistema reconoce la placa muy bien dentro de la zona de interés, teniendo este un recorrido de acercamiento y alejamiento. |

Toma de Vehículo 18

| Posicionamiento       | Det. Aceptada/No aceptada | Observaciones  |
|-----------------------|---------------------------|--|
| Girada a la izquierda | Aceptada                  | El sistema reconoce la placa de manera exitosa, teniendo este un recorrido hacia la izquierda y de alejamiento y acercamiento. |

Toma de Vehículo 19

| Posicionamiento       | Det. Aceptada/No aceptada | Observaciones   |
|-----------------------|---------------------------|---|
| Girada a la izquierda | Aceptada                  | El sistema reconoce primeramente el color específico con el área más amplia imprentada en la zona de interés, luego reconoce la placa exitosamente, |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | teniendo este un recorrido de alejamiento y acercamiento con un ligero desvío a la izquierda. |
|--|--|---|

Toma de Vehículo 20

| Posicionamiento | Det. Aceptada/No aceptada | Observaciones   |
|-----------------|---------------------------|---|
| De frente       | No aceptada               | EL sistema reconoce una zona con el color especificado que no es la placa, al final del video reconoce la placa por tener mayor área. |

Toma de Vehículo 21

| Posicionamiento     | Det. Aceptada/No aceptada | Observaciones   |
|---------------------|---------------------------|---|
| Girada a la derecha | Aceptada                  | El sistema reconoce la placa satisfactoriamente cuando se encuentra dentro de la zona de interés, teniendo este un recorrido de acercamiento y alejamiento. |

Toma de Vehículo 22

| Posicionamiento | Det. Aceptada/No aceptada | Observaciones  |
|-----------------|---------------------------|--|
| De frente       | Aceptada                  | El sistema reconoce la placa satisfactoriamente, teniendo este un recorrido de acercamiento y alejamiento. |

Toma de Vehículo 23

| Posicionamiento       | Det. Aceptada/No aceptada | Observaciones  |
|-----------------------|---------------------------|--|
| Girada a la izquierda | Aceptada                  | El sistema reconoce la placa de manera correcta, teniendo este un recorrido de acercamiento y alejamiento con un ligero desvío hacia la izquierda. |

## Binarización y umbral de Imagen

Los resultados respecto a la Binarización fueron muy imprevistos debido a que la mayoría de capturas de placas no lograban binarizar su imagen completamente con el objetivo de tener una imagen cuyos caracteres sean percibidos claramente.

| Placas           | Observación   |
|------------------|---|
| Toma de placa 22 | La toma 22 es de las mejores que dio resultado, podemos apreciar que se distingue los caracteres empezando desde el área detectada la cual da paso a la detección de caracteres que lo reconoce con éxito.  |
| Toma de placa 09 | La toma número 09 podemos apreciar como los 3 primeros caracteres se distinguen mejor que los 3 últimos, por lo que el resultado da una imagen no muy factible respecto a la Binarización dando un resultado de caracteres mediocre.  |
| Toma de placa 11 | Dentro de la zona de interés donde empieza a procesar la Binarización vemos que los caracteres de la placa de la toma número 11 se distinguen muy bien mientras se binariza la imagen, por lo que da como resultado un reconocimiento de caracteres factible.   |
| Toma de placa 02 | Ejemplo de dos factores muy importantes que se deben tener en cuenta en la toma número 2, los cuales son la distancia y la calidad con la que se capturan los bordes que terminara marcando la placa, podemos apreciar que no se distingue de manera correcta los caracteres, por lo que da como resultado una Binarización muy en contra de lo esperado y por ende no se logra reconocer caracteres. |
| Toma de placa 07 | En la toma número 07 se muestra una placa con el color especificado muy tenue o una desgastada por lo que no es posible realizar una Binarización, el resultado es una imagen que solo detecta las áreas amarillas tenues que hay en la placa, por lo que imposible reconocer caracteres.   |
| Toma de placa 06 | La toma de vehículo N° 6 es una toma lateral izquierdo, en la imagen binarizada se aprecia los caracteres pocos distinguibles por lo que el reconocimiento de caracteres se dificulta demasiado, dicha captura se realizó con un umbral de un valor de 50.  |

La toma 22 es de las mejores que dio resultado, podemos apreciar que se distingue los caracteres empezando desde el área detectada la cual da paso a la detección de caracteres que lo reconoce con éxito.



La toma número 09 podemos apreciar como los 3 primeros caracteres se distinguen mejor que los 3 últimos, por lo que el resultado da una imagen no muy factible respecto a la binarización dando un resultado de caracteres mediocre.



Dentro de la zona de interes donde empieza a procesar la binarizacion vemos que los caracteres de la placa de la toma numero 11 se distinguen muy bien mientras se binariza la imagen, por lo que da como resultado un reconocimiento de caracteres factible.



Ejemplo de dos factor muy importantes que se deben tener en cuenta en la toma numero 2, los cuales son la distancia y la calidad con la que se capturan los bordes que terminara marcando la placa, podemos apreciar que no se distingue de manera correcta los carracteres, por lo que da como resultado una binarizacion muy en contra de lo esperado y por ende no se logra reconocer caracteres.



En la toma número 07 se muestra una placa con el color especificado muy tenue o una desgastada por lo que no es posible realizar una Binarizacion, el resultado es una imagen que solo detecta las áreas amarillas tenues que hay en la placa, por lo que imposible reconocer caracteres.



La toma de vehículo N° 6 es una toma lateral izquierdo, en la imagen binarizada se aprecia los caracteres pocos distinguibles por lo que el reconocimiento de caracteres se dificulta demasiado, dicha captura se realizó con un umbral de un valor de 50.



**TABLA N°6: Reconocimiento de caracteres**

En el siguiente apartado de resultado se muestran la cantidad de caracteres detectados correctamente e incorrectamente durante las pruebas y sus observaciones correspondientes.

| <b>Vehículos</b> | <b>Caracteres Detectados</b> | <b>Caracteres no detectados</b> | <b>Observaciones</b>  |
|------------------|------------------------------|---------------------------------|---|
| 1                | -                            | No detectado                    | Mal posicionamiento de la cámara  |
| 2                | -                            | No detectado                    | Mal posicionamiento de la cámara  |
| 3                |                              | No detectado                    | El sistema reconoce caracteres que no son correspondidos a la matricula.  |
| 4                | -                            | No detectado                    | El sistema no logra detectar los caracteres, esto se debió al alejamiento excesivo del vehículo a la cámara, no se realizó procedimiento. |
| 5                | Detectado                    | -                               | El sistema capturo de manera eficaz los caracteres, se modificó el ancho de fotogramas para un mayor alcance.                             |
| 6                | -                            | No detectado                    | El sistema reconoció ciertos caracteres, pero en su mayoría incorrectos, se modificó el ancho de fotogramas.                              |
| 7                | -                            | No detectado                    | Toma de cámara incorrecta, el tamaño de la placa fue  |

|    |           |              |  |
|----|-----------|--------------|--|
|    |           |              | mayor al área requerida.   |
| 8  | Detectado | -            | El sistema reconoce gran parte de los caracteres con pocos errores.  |
| 9  | -         | No detectado | El sistema reconoció gran parte de los caracteres excepto uno, se modificó el ancho de fotogramas.                                     |
| 10 | Detectado | -            | El sistema detecta los caracteres de manera satisfactoria al alejar la placa de la cámara.   |
| 11 | Detectado | -            | El sistema reconoció de manera satisfactoria los caracteres de la placa.   |
| 12 | -         | No detectado | El sistema no logro reconocer los caracteres de la placa a pesar que se modificó el ancho de fotogramas y por la velocidad de la toma. |
| 13 | -         | No detectado | Debido al color claro de la placa no es posible detectar los caracteres.   |
| 14 | -         | No detectado | El sistema no reconoció los caracteres debido al color de la placa.  |
| 15 | Detectado | -            | El sistema reconoce caracteres que no son correspondidos a la matrícula.   |

|    |           |              |   |
|----|-----------|--------------|---|
| 16 | Detectado | -            | El sistema reconoce caracteres que no son correspondidos a la matricula.  |
| 17 | Detectado | -            | El sistema reconoce los caracteres de manera satisfactoria.   |
| 18 | -         | No detectado | El sistema reconoce caracteres que son y no son correspondidos a la matricula.  |
| 19 | -         | No detectado | El sistema reconoce caracteres que no corresponden con la matricula, el color de los caracteres en la placa son pocos visibles.                               |
| 20 | -         | No detectado | El sistema no logro reconocer de manera satisfactoria los caracteres debido a los ángulos y movimientos de la cámara, así como la el color de los caracteres. |
| 21 | -         | No detectado | El sistema reconoce caracteres que no corresponden a la matricula.  |
| 22 | Detectado | -            | El sistema logra reconocer caracteres de manera satisfactoria.  |
| 23 | Detectado | -            | El sistema reconoció de manera satisfactoria la placa,  |

|    |           |   |  |
|----|-----------|---|--|
|    |           |   | aunque con cierta dificultad, esto debido al ángulo de la placa, se minimizó el ancho de fotogramas. |
| 24 | Detectado | - | El sistema reconoció los caracteres de manera satisfactoria  |
| 25 | Detectado | - | El sistema logró reconocer los caracteres de manera satisfactoria.                                   |

## **V. DISCUSIÓN**

Los resultados mostraron que el reconocimiento óptimo de caracteres (OCR) es capaz de procesar imágenes y reconocer letras bajo ciertos factores.

Los datos mostraron una mayor cantidad de resultados negativos respecto a los indicadores, en la toma de placa de vehículo N° 13 y N°14 nos muestra lo importante que es la saturación del color de la placa debido a que si no es el color indicado simplemente será irreconocible para el sistema.

Los resultados mostraron casi en su totalidad que la detección de borde respecto al color especificado, tiene alta fiabilidad sin importar la posición o movimiento de las placas.

En cuanto al tema del reconocimiento de caracteres está muy vinculado con la Binarización y Umbralización de la imagen captada, aquí podemos decir que si no se da una buena segmentación de la imagen es muy complicado detectar texto dentro de una imagen, esto debido a que al binarizar una imagen no se logran distinguir en gran medida los caracteres, por lo que en ciertas circunstancias el sistema empieza a detectar caracteres basura o simplemente no detecta nada.

Para la segmentación de imagen un factor que juega en contra es la iluminación exterior, esto concuerda con lo descrito por Gerardo Espinosa (2014), el cual limita su proyecto a una iluminación natural tenue debido a las condiciones climáticas que puedan presentarse, es por eso que en presente proyecto podemos apreciar en ciertas imágenes captadas por el sistema que, es más probable una imagen captada no sea procesada de manera satisfactoria para lograr dicho reconocimiento.

La posición de la cámara es fue muy fundamental de hecho, este mismo autor coincide que es necesario limitar el alcance de las imágenes donde las placas estén en una posición centrada y limitar el ángulo de enfoque donde las placas estén orientadas directamente a la cámara para adaptarse a las necesidades de un mejor procesamiento (pag.22), por esa misma razón podemos observar los resultados en este proyecto que tomas de vehiculos con las placas vistas hacia los laterales es muy complicado reconocer caracteres.

Héctor Manuel Pérez (2010) es otro autor que coincide con el mismo resultado, en su tesis nos describe que las tomas de las placas vehiculares fueron expuestas a los rangos de acontecimiento en lo que corresponde a la altura, distancia y ángulo entre la cámara IP y el vehículo, como resultado obtuvo un éxito de localización de las placas en 92.1%. En el presente proyecto se puede observar por ejemplo en la toma de vehículo N°2 que el objetivo se encuentra demasiado lejos, por lo que la placa no alcanza el área asignada.

Otra factor clase a tener en cuenta es la velocidad en que se mueve el vehículo, podemos observar en las primeras tomas vehículos en movimiento en los que el reconocimiento óptimo de caracteres no cumple su funcionalidad, esto tiene que ver mucho con la capacidad de nuestro hardware, tener un equipo de calidad ayuda a una mayor velocidad de procesamiento de datos, por lo que no es problema reconocer patrones, en este proyecto se utilizó una laptop CORE i7, RAM 12G por lo que el sistema funciono de una manera mediocre a lo esperado.

Esto es un factor importante a tener en cuenta, se estimó una distancia entre 3 a 4 metro como máximo entre la placa y la cámara en una posición medio lateral para poder tener buenos resultados. Por ejemplo, en lugares como peajes o garitas de control donde el vehículo pasa cerca a los lugares donde pueden ir las cámaras con un sistema de reconocimiento.

Se debe tener en cuenta que este tipo de sistema funcionan con la luz del día debido a la iluminación adecuada, aunque no suele darse en todos los casos, este tipo de sistema es vulnerable a la iluminación o reflejo de luz por parte de las placas vehiculares, por lo que no se recomienda en iluminación nocturna debido a que todas las placas suelen brillar mucho de noche, en ese caso tendríamos que adaptar el sistema con otro tipo de algoritmo.

## **VI. CONCLUSIONES**

- a. El método de Umbralización OTSU no fue muy efectivo en este proyecto debido a las tomas de placas que no se definen bien por sus ángulos y por el movimiento de los vehículos, siendo el método OTSU más eficiente en tomas de placas que den frente a la cámara y una posición centrada.
- b. El reconocimiento del color de la placa hace de la Binarización un proceso factible y rápido debido al área de la placa que se toma en cuenta, aun así es vulnerable ante la detección de colores que no sean el objetivo.
- c. Se llegó a la conclusión que una mala Binarización de la imagen causa fallos al momento de asignar un umbral para separar el fondo de los caracteres que se quieren reconocer, esto debido a que no logran distinguirse de manera correcta.
- d. El reconocimiento óptimo de caracteres (OCR) es factible bajo condiciones que favorezcan su buen funcionamiento, a esto se le llamó en la investigación, FACTORES, en esta investigación la iluminación no jugó un papel importante en cuando al mal funcionamiento del programa, pero factores como el movimiento de la placa juegan un papel importante y por ende la calidad de imagen.
- e. Se llegó a la conclusión que el reconocimiento se dificulta excesivamente cuando se tiene una placa posicionada en una lateral derecha o izquierda, y muy efectivo cuando la placa que se va detectar está posicionada central y frontal a la cámara.
- f. Al lograrse la detección del color amarillo que representa las placas, se pudo deducir la combinación de la paleta RGB para detectar múltiples colores.

## **VII. RECOMENDACIONES**

#### Recomendaciones de factores externos involucrados:

- a. Recomendación al posicionamiento de la placa dentro de la zona de interés, el OCR no puede reconocer de manera sencilla caracteres que se encuentren en ángulos curvados o placas giradas a los laterales, es por eso que se recomienda una captura frontal de la placa perpendicular a la cámara.
- b. En cuanto al posicionamiento de la cámara se recomienda colocar en sitios donde el vehículo transite lentamente, esto puede ser cerca de rompemuelleres que se encuentran por ejemplo en peajes o garitas de control, también en entrada de portones donde el vehículo reduzca su velocidad y también en curvas de carreteras, esto también tiene el propósito de reducir la velocidad y el tiempo en que la placa se muestra en la cámara, dando opciones más efectivas al reconocimiento como por ejemplo buena calidad de imagen y menor ruido de la imagen capturada.
- c. Los resultados mostraron que la iluminación no juega un papel tan importante si no es excesiva, aun así, se recomienda zonas con una iluminación adecuada, preferible sombras a una iluminación excesiva, esto debido a que la placa tiende a reflejar la luz.
- d. El color de la placa es muy importante de igual manera, la detección de placas por color puede ser muy efectiva y rápida al reconocer placas, por lo que el mayor inconveniente va ser una placa deteriorada que ha perdido su color en mayor parte, por lo que se recomienda aplicar este tipo de proyecto a un grupo de vehículos de empresas u organizaciones que cuenten con placas de vehículos bien conservadas.

#### Recomendaciones de la aplicación de Análisis OCR.

- e. El ruido en una imagen puede ser el mayor inconveniente por lo que se recomienda la utilización de métodos de filtrados para la eliminación de ruido, para proyectos de gran alcance que requieran ser rápido y mayormente efectivo al reconocer caracteres.
- f. Se recomienda la utilización de un equipo de software y hardware que procesen datos de manera rápida, el OCR a pesar de ser el método más sencillo de reconocer caracteres, hay una diferencia significativa entre reconocer caracteres en imágenes y videos, esto debido a que una entrada de videocámara está constantemente procesando fotogramas.

- g. El umbral que se le asigna a la imagen binarizada es muy importante y complicada de analizar, los resultados mostrados que un umbral asignado manualmente es mucho más efectivo para detectar caracteres de manera individual en cada toma de imagen, pero se recomienda la utilización de un método de Umbralización automática para proyectos aplicados, esto debido a que se quiere lograr la automatización con este tipo de sistemas.
- h. Se recomienda el reconocimiento de placas por color para la detección especificada de placas.

## REFERENCIAS

***A Vehicle License Plate Recognition Method Based on Neural Network.***

XING-WAN, zhang, XIAN-GUI, liu y JIA, zhao. 2010. Bali, Indonesia : s.n., 16 de August de 2010, págs. 845-847.

**ALVES, james. 2015.** License plate recognition. 2015.

*Application of Improved BP Algorithm in Vehicle License Plate Recognition.* **XU, yuemei y ZHANG, hong. 2009.** 2009.

*Artificial neural networks based vehicle license plate recognition.* **KOCERA, erdinc y CEVIKB, kursat. 2011.** 2011, Vol. 3, págs. 1033-1037.

*Automatic identification method of motor vehicle license plate.* **JIANXIONG, zheng. 2017.** 2017.

*Automatic License Plate Recognition (ALPR).* **SHAN, du, y otros. 2013.** 2013, págs. 311-325.

*Automatic system for localization and recognition of vehicle plate numbers.* **NAKANO, n, VASQUÉZ, n y PÉREZ-MEANA, h. 2013.** México : s.n., Abril de 2013, Vol. 1.

**Beltrán, Pablo, Reyes Zúñiga y Vicente, Jonathan. dic-2016.** Propuesta de creación de un Plan Integral para la Disminución de Robo de Vehículos. Quito : Quito: USFQ, 2016, dic-2016.

**BRADSKY. 2008..** Learning OpenCV Computer Vision with the OpenCV Library. Washington United States of America : s.n., 2008.

**CAMPOS ALBUIXECH, arnau. 2015.** *Desarrollo de software de reconocimiento de matrículas de coche.* s.l. : Universitat Politècnica de València, 2015.

**Cañadas, P y Haro, G. 2011.** Prototipo de un sistema de adquisición de imágenes de vehículos, detección y reconocimiento automático de los caracteres de la placa en tiempo real por medio de visión artificial, aplicado al control vehicular. Quito : s.n., 2011.

*Character Recognition System Based on Back-Propagation Neural Network.* **LI, fuliang y GAO, shuangxi. 2010.** Kaifeng, : s.n., 2010, págs. 393-396.

**Delgado, A. 2002.** Software de Reconocimiento De Placas Vehiculares con Lógica Difusa en Matlab. Trujillo : s.n., 2002.

**Eduardo, Garea Llano, y otros. 2009.** sistema de captación e identificación de matrículas de vehículos. Habana, Cuba : s.n., 2009.

**EKREM BAŞER y YUSUF ALTUN. 2017.** DETECTION AND CLASSIFICATION OF VEHICLES IN TRAFFIC BY USING HAAR CASCADE CLASSIFIER. 2017, Vol. 4.

**ESCUDERO, L. 1977.** *Reconocimiento de Patrones.* s.l. : Paraninfo, 1977.

**FENG , jianlan, LI, yuping y CHEN, mianzhou. 2010.** *The research of vehicle license plate character recognition method based on artificial neural network.* 2010. págs. 317-320. Vol. 2.

**Fuentes, Laínez. 2016.** Desarrollo de Software Ágil, procesamiento de imágenes. 2016.

**G, Andrade y Lopez, J. 2012.** Sistema de Control vehicular utilizando reconocimiento optico de caracterres. Guayaquil : s.n., 2012.

**García-Peñalvo, Francisco J. , Rodríguez-Conde, María José y García-Holgado, Alicia . 2015.** PRETEST Y POSTEST PARA EVALUAR LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA METODOLOGÍA ACTIVA EN LA DOCENCIA DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE. Quito : s.n., 2015.

**Johanna, Gonzalez Diaz, Mabel , Lopez Diaz y Diego , Gonzalez Castillo. 2008.** Desarrollo de un sistema de visión artificial para el reconocimiento de placas en vehículos particulares. Bogotá D.C : s.n., 2008.

**Kristians, Edgardo y Rojas, Díaz. 2006.** Localización y reconocimiento automático del número de la placa de un automóvil. Lima : s.n., 2006.

**L, Dennis y Rojas , Pastrana. 2007.** DESARROLLO DE UN SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE PLACAS Y SU INFLUENCIA EN LA DETECCIÓN DE VEHÍCULOS ROBADOS EN LA MUNICIPALIDAD DE SAN ISIDRO. Lima : s.n., 2007.

*License Plate Recognition System using Back Propagation Neural Network.* **LAXMI, vijay y ROHIL, harish.**

**Montiel, Jose Luis Delgado. Diciembre 2010.** Reconocimiento de placas vehiculares. MÉXICO D.F : s.n., Diciembre 2010.

**Nicolás, Vega Beltrán. 2010.** Identificación de vehículos de transporte público utilizando visión por computador. Mexico : s.n., 2010.

**Ortega, Fabricio Roberto Sisalima. 2018.** SISTEMA PARA DETECCIÓN Y CONTEO VEHICULAR APLICANDO TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL. LOJA-ECUADOR : s.n., 2018.

**Pando, Miguel Ángel Noriega. 2018.** *Aplicativo de Reconocimiento de Placas vehiculares para mejorar la Detección de vehículos robados en la Municipalidad Provincial de Trujillo 2018.* Trujillo-Perú : s.n., 2018.

**Park , H, Jung, K y Kim, H. 1999.** Locating Car Lincese Plate using Neuronal Networks. August : s.n., 1999, Vol. 35.

**Pérez Villaba, Javier Eduardo y Brito Moncayo, Geovanni Danilo. 2014.** Reconocimiento de placas vehiculares mediante procesamiento de imágenes para optimizar el acceso a los parqueaderos de la UTA, Campus Huachi. Ecuador :

Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, 2014.

*Reconocimiento de patrones con redes neuronales.* **GAMARRA M., abraham y MUNIVE R., tatiana.** 2020. 22 de Enero de 2020, Vol. 12, págs. 39-41.

*Research and implement for vehicle license plate recognition based on improved BP network.* **WANG, zhiwen y LI, shaozi.** Vol. 3, págs. 101-104.

*Research and System Design of Intelligent License Plate Recognition Algorithm.* **FENG, yuping, LI, shuguang y PANG, tengfei.** 2018. Wuahn, China : s.n., 2018.

*Research on Modeling and Experiment of Vehicle License Plate Recognition System.* **WEN, changbao, y otros.** 2011. 2011.

**RODRÍGUEZ MORALES, roberto y HUMBERTO SOSSA, juan.** 2011. *Procesamiento y Análisis Digital de Imágenes.* s.l. : RA-MA S.A. Editorial y Publicaciones, 2011.

**Rubén, José.** 2016. *Procesamiento digital de imágenes con MATLAB y SIMULINK.* Cali, Colombia : s.n., 2016, Vol. 10.

**Shan Du, y otros.** **Febrero 2013.** Reconocimiento de matrículas programado ALPR. Febrero 2013, Vol. 23.

**TASIGUANO, cristian y CORRALES, luis.** 2018. *Desarrollo de algoritmos de Reconocimiento de placas de Vehículos.* s.l. : KS Omniscriptum Publishing, 2018.

*Vehicle License Plate Recognition With Random Convolutional Networks.* **MENOTTI, d, CHIACHIA, g y FALCAO, x.** 2014. Rio de Janeiro, Brazil : s.n., 2014, págs. 298-303.

*Vehicle Number Plate Detection and Recognition Techniques.* **PARVIN, shahnaj, JUDE ROZARIO, liton y EZHARUL, md.** 2021. 08 de February de 2021, Vol. 6, págs. 423-438.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

| VARIABLE  | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL  | INDICADORES   |
|---|---|---|---|
| <p><b>INDEPENDIENTE:</b></p> <p><b>ANÁLISIS DEL RECONOCIMIENTO ÓPTIMO DE CARACTERES OCR</b></p> | <p>Daño Gómez (2018, pag.124), define el Reconocimiento óptimo de caracteres como un programa que convierte caracteres de una imagen capturada en letra de maquina en diferentes documentos editables por medio de procesadores de texto.</p> <p>Según Fernando Martos (2018) nos dice que, el reconocimiento óptimo de caracteres permite la introducción rápida de texto en un ordenador para el procesamiento electrónico de documentos, por el uso de un programa OCR y un escáner.</p> | <p>Para el análisis de los indicadores se utilizó las fichas de registro por las cuales se describió lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La información obtenida por las fichas.</li> <li>➤ Las situaciones observadas por cada indicador.</li> <li>➤ Los factores que intervienen en el funcionamiento del programa.</li> </ul> | <p>DETECCIÓN DE BORDES.</p> <p>BINARIZACION Y UMBRALIZACION DE IMAGEN.</p> <p>DETECCIÓN DE CARACTERES</p> |

## ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

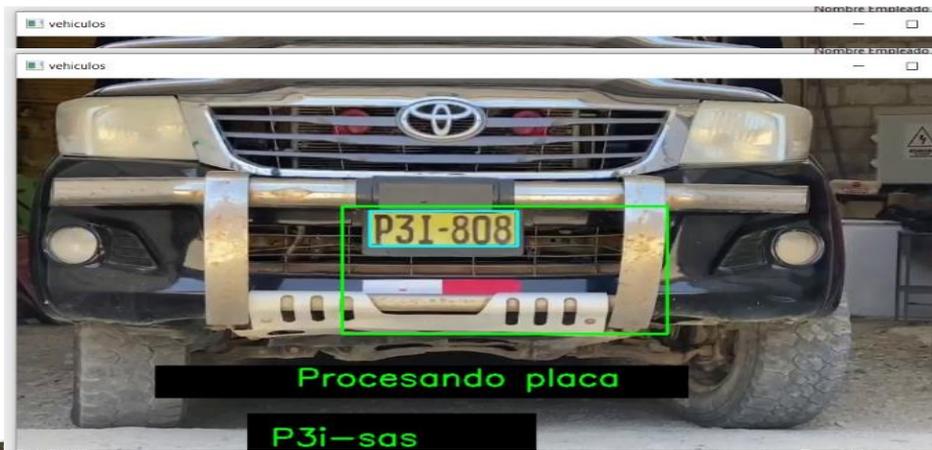
**Título:** Análisis del método reconocimiento óptimo de caracteres (OCR) para detectar placas vehiculares

**Autores:** Chiroque Murillo, Marlon Alexis, Ramírez Velásquez, Bryan Anthony Josué

| PROBLEMA   | OBJETIVOS  | HIPÓTESIS  | VARIABLES  | INDICADORES   | METODOLOGÍA  |
|--|--|--|--|---|--|
| <p>Problema general:</p> <p>¿El reconocimiento óptimo de caracteres, es un método efectivo para detectar placas vehiculares?</p> <p>Descripción de problema:</p> <p>Describe la efectividad del método OCR en placas vehiculares en un entorno exterior con video capturas como entradas de análisis, esto con el fin de saber que características varían en su proceso general mediante una aplicación de reconocimiento.</p> | <p>Objetivo General:</p> <p>Analizar el método de reconocimiento óptimo de caracteres, para reconocer placas vehiculares.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprobar si los resultados dados en la Binarización y Umbralización de imagen afecta al proceso de reconocimiento.</li> <li>- Detectar la placa amarilla en zona de interés en RGB.</li> </ul> | <p>Hipótesis General:</p> <p>El análisis de reconocimiento óptimo de caracteres es factible en un ambiente real.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La detección de bordes es factible al binarizar imágenes en un ambiente real</li> <li>- El reconocimiento de caracteres de la matrícula es factible en un ambiente real</li> <li>- Las imágenes binarizadas varían su calidad respecto a las tomas de placas vehiculares.</li> </ul> | <p>Variable Independiente:</p> <p>Análisis del método de reconocimiento óptimo de caracteres (OCR)</p> | <p>Indicador 1°</p> <p>Detección de bordes.</p> <p>Indicador 2°</p> <p>Binarización y Umbralización de imagen.</p> <p>Indicador 3°</p> <p>Detección de caracteres</p> | <p>Tipo de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo aplicado</li> </ul> <p>Nivel de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis descriptivo</li> </ul> <p>Metodología de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Método inductivo</li> </ul> <p>Diseño de la investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descriptiva</li> </ul> <p>Población:</p> <p>Se escogió como población de vehículos aleatorios que poseen matrículas amarillas que corresponden a vehículos comerciales, se escogió esa población debido a su variedad de vehículos, camionetas hasta vehículos</p> |

|  |   |  |  |  |   |
|--|---|--|--|--|---|
|  | <p>-Explicar los factores externos que intervienen durante el procedimiento.</p> <p>-Recabar información relevante para futuras aplicaciones.</p> |  |  |  | <p>de carga como camiones y grúas.</p> <p>Muestra:</p> <p>Se escogió un total de 25 tomas vehículos aleatorios comerciales</p> <p>Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Registro y Observación</li></ul> <p>Instrumento:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ficha de registro</li></ul> |
|--|---|--|--|--|---|

### ANEXO 3: IMÁGENES DEL SISTEMA













**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, MORE VALENCIA RUBEN ALEXANDER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Análisis del método reconocimiento óptimo de caracteres (OCR) para detectar placas vehiculares.", cuyos autores son CHIROQUE MURILLO MARLON ALEXIS, RAMIREZ VELASQUEZ BRYAN ANTHONY JOSUE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 10.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 15 de Diciembre del 2022

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>   | <b>Firma</b>   |
|--|--|
| MORE VALENCIA RUBEN ALEXANDER<br><b>DNI:</b> 02897931<br><b>ORCID:</b> 0000-0002-7496-3702 | Firmado electrónicamente<br>por: RMOREV el 18-12-<br>2022 09:26:54 |

Código documento Trilce: TRI - 0490767