

ALGORITMO DE RECONOCIMIENTO DE PLACAS AUTOMÁTICO

Tapia Pérez Fernando, Arredondo Armenta Luis Alberto, Proa Arias Alejandro, Gaxiola Sánchez Leopoldo Noel, Gaxiola Sánchez Omar Iván

Tecnológico Nacional de México Campus Culiacán – Instituto Tecnológico de Culiacán

Departamento de Ingeniería Eléctrica-Electrónica

Juan de Dios Bátiz No. 310 Pte., Col. Guadalupe, C.P. 80220 Culiacán Rosales, Sin.

leopoldo.gs@culiacan.tecnm.mx

RESUMEN.

Este trabajo presenta un programa de computadora diseñado para llevar a cabo un registro automático de cada uno de los automóviles que ingresen a un estacionamiento, haciendo uso de técnicas de procesamiento de imágenes y manejo de bases de datos. Funciona capturando fotografías de los vehículos, analizándolas para encontrar los caracteres presentes en ellas, filtrándolos para obtener los correspondientes a sus placas; posteriormente se almacenan los caracteres e imágenes en miniatura de estas placas en bases de datos de Excel junto con su hora y fecha de guardado. Adicionalmente, con el propósito de prevenir inconveniencias, el programa proporciona un sistema de restricción, el cual identifica y alerta cuando un automóvil registrado en una lista especial intente ingresar al estacionamiento.

Palabras Clave: Reconocimiento automático de matrículas, reconocimiento óptico de caracteres, placas vehiculares, base de datos.

ABSTRACT.

This paper presents a computer program designed to automatically register every automobile entering a parking lot, making use of image processing techniques and database management. It works by taking photographs of the vehicles, analyzing them to find the characters they contain, and filtering them to obtain those corresponding to their license plates; the characters and miniature images of these license plates are then stored in Excel databases along with their time and date of saving. Additionally, aiming to prevent inconveniences, the program provides a restriction system, which identifies and alerts when a car registered on a special list tries to enter in the parking.

Keywords: Automatic plate recognition, optical character recognition, license plate, database.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente los automóviles representan un aspecto de vital importancia en la sociedad, según datos de INEGI actualmente hay 55 millones de automóviles registrados en el país, siendo el método de transporte por defecto de la mayoría de las personas [1]. Los estacionamientos son los espacios públicos designados para dejar estos vehículos, y por lo general las plazas comerciales, negocios e instituciones cuentan con amplios espacios designados para esto.

Idealmente estos se tratarían de lugares donde las personas se estacionan correctamente al llegar y tras realizar sus actividades se retiran sin haber causado ningún problema; sin embargo, esta no es la realidad, ya que en estos espacios es de común ocurrencia que algunos autos se estacionen en espacios

indebidos, incumplan reglas o causen problemas al estacionamiento o a otras personas.

Si bien muchos de estos lugares cuentan con sistemas de seguridad y vigilancia, es notorio como existen grandes oportunidades de mejora basadas en tecnología, las cuales generalmente son ignoradas en el contexto de nuestro país.

Una de estas es el reconocimiento automático de matrículas (*ANPR*, por sus siglas en inglés), una metodología basada en el reconocimiento óptico de caracteres (*OCR*), el cual utiliza técnicas de procesamiento de imágenes para identificar los caracteres de texto que se encuentren en una imagen [2][3]. De este modo obteniendo la capacidad de capturar automáticamente las placas vehiculares que distinguen a los automóviles.

Esta se trata de una funcionalidad ampliamente explorada, destacándose en las cámaras *ANPR*, las cuales son utilizadas en las calles y carreteras para identificar automóviles que cometan infracciones [4].

Este trabajo propone utilizar el *ANPR* en las entradas de los estacionamientos como una forma de llevar un registro automatizado de todo automóvil que ingrese, conformando un programa de computadora que utilice principalmente el *OCR* y el filtrado lógico para obtener las placas vehiculares y almacenarlas en bases de datos, de forma continua y automática. Su enfoque siendo el apoyo y la accesibilidad, puesto que se trata de una herramienta y una plataforma para mejorar la seguridad y facilitar la resolución de inconveniencias, y a su vez, está diseñado para que fácilmente puedan utilizarse las instalaciones con las que los estacionamientos ya cuentan (sea computadora, cámaras y/o sensores). Además, el sistema propuesto es capaz de restringir el acceso al estacionamiento a aquellos vehículos que hayan incumplido las reglas del mismo.

La organización de este artículo es la siguiente: la sección 2 explica las librerías y funciones que conforman el programa, la sección 3 describe el algoritmo utilizado para el reconocimiento de placas, la sección 4 muestra los resultados obtenidos con el programa propuesto, y por último, las conclusiones aparecen en la sección 5.

2. MARCO TEÓRICO

Se presenta un algoritmo capaz de reconocer los caracteres de una placa vehicular cuando esta se encuentra delante de una cámara encargada de capturar la imagen, guardando dichos caracteres en una base de datos local.

2.1. Herramientas.

Para llevar a cabo la codificación de las distintas funcionalidades que componen a este proyecto se hizo uso de lo siguiente:

- El IDE *VisualStudio*, donde se programó y compiló código en el lenguaje *Python*.
- La librería *OpenCV*, para la conexión entre la computadora y la cámara, la captura y el manejo de imágenes.
- La librería *easyOCR*, la cual nos brinda la capacidad de reconocer los caracteres de las placas.
- La librería *Openpyxl*, encargada de las funciones relativas a la creación de libros de Excel, así como su escritura y lectura.
- La librería *Tkinter*, utilizada para el desarrollo de interfaces gráficas.

2.2. Equipo de cómputo.

El equipo utilizado para las pruebas del algoritmo fue una computadora OMEN Laptop 15-ek00051a, la cual cuenta con un procesador Intel Core i7-10750H con una frecuencia de reloj de 2.60GHz, el cual es un procesador de 6 núcleos físicos y 12 núcleos lógicos, este procesador está acompañado por una NVIDIA GeForce RTX 2060 como tarjeta gráfica, además de 16Gb de memoria RAM, este equipo se encuentra corriendo el sistema operativo Windows 11.

La librería *easyOCR* puede configurarse para que utilice o no la tarjeta gráfica del computador, ambas opciones arrojan los mismos resultados, al habilitarlo, simplemente se logra que el reconocimiento de caracteres sea más veloz. Para poder utilizarla es necesario que la GPU utilice la arquitectura CUDA; dadas las capacidades de la computadora utilizada, se optó por habilitar esta funcionalidad, para lo cual fue necesario reemplazar las librerías de *Pytorch: torch* y *torchvision* (para funciones de aprendizaje automático), por sus versiones para CUDA 12.1.

2.3. Extracción de los caracteres.

Se utiliza un sistema de filtrado de caracteres basado la librería *easyOCR*, indicando que:

- Identifique en español y en inglés.
- Se active el procesamiento con GPU.
- Realice el reconocimiento en la debida imagen.
- Solo identifique ciertos caracteres. En este caso se excluyen las letras minúsculas, los símbolos (a excepción de "-"), y las letras "I", "O" y "Ñ", al no aparecer en las matrículas.

Una vez se lleva a cabo el reconocimiento, se habrán identificado todos los caracteres presentes en dicha imagen, dividiéndolos por grupos, y entregando en forma de matriz: su posición (X y Y de sus 4 esquinas, midiéndose en píxeles), seguido de el grupo de caracteres (entre comillas), seguido de la confianza que se les asignó a dichos caracteres de representar los que aparecen en la imagen. Siendo a partir de estos datos de donde se deben extraer y/o reconstruir los relativos de la placa vehicular [5].

Para identificar a la placa, es necesario obtener un grupo de 7 caracteres, como los ejemplos que se muestran en la Figura 1. Las placas pueden reconocerse en base a [6]:

- Su número de dígitos, ya que puede haber sido reconocida completamente.
- Su altura, ya que tanto las placas vehiculares mexicanas, como los marcos que llevan una gran cantidad de vehículos poseen leyendas, las cuales generalmente son de un menor tamaño que la matrícula.
- Su formato, puesto que la gran mayoría de placas utilizan una de tres formatos:
 1. 3 letras - 3 números - 1 letra. La última letra siendo A, B o C.
 2. 2 letras - 2 números - 3 números. Este tipo es el designado para camionetas de tipo pick-up.
 3. 3 letras - 2 números - 2 números.



Figura 1. Los 3 formatos más comunes de placa vehicular.

3. IMPLEMENTACIÓN

En este apartado se detallará el programa que compone al algoritmo de reconocimiento de placas automático.

3.1. Interfaz visual.

Para el desarrollo de una interfaz visual se utilizó la librería *Tkinter*. Su diseño puede observarse en las Figuras 2 y 3.



Figura 2. Interfaz visual en el “modo Automático”.



Figura 3. Interfaz visual en el “modo Semi-Automático”.

La interfaz visual designada para este programa se puede explicar a partir de las siguientes secciones:

- *Superior izquierda*: está conformado por el encabezado de la ventana, el logo del programa y su nombre.
- *Medio y derecha*: se muestra la extracción de caracteres en tres etapas, la foto completa con la placa remarcada, un

recorte de la placa (*Imagen*), y los caracteres de la placa (*Placa*).

- *Inferior izquierda*: Botones de interacción con el programa.

Como se observa, la interfaz presenta dos modos, los cuales serán detallados en el siguiente apartado.

3.2. Funcionamiento.

La principal función del programa es la de reconocer los caracteres de las placas de los automóviles que ingresen a un estacionamiento. Esta funcionalidad puede configurarse en dos modos.

El *modo Automático* (ver Figura 2), se encuentra diseñado para trabajar en conjunto con los sistemas de sensores de los estacionamientos, para poder llevar a cabo una captura automática de las fotografías de los automóviles, analizándolas y guardando sus caracteres sin ningún tipo de intervención humana.

El *modo Semi-Automático* (ver Figura 3), la fotografía es tomada al presionar el botón llamado *Siguiente Placa* dentro de la interfaz, estando destinado para casos especiales, donde una persona tenga que intervenir en el proceso.

Notando que para cambiar entre modo, únicamente se debe presionar este botón, la leyenda indicando el modo actual.

Al realizar un ciclo de captura, sea activando un sensor en el *modo Automático* o presionando el botón *Siguiente Placa* en el *modo Semi-Automático*, se lleva a cabo el ciclo de trabajo fundamental del programa, como se muestra en la Figura 4.

A continuación una explicación punto por punto del diagrama (ver Figura 4):

1. Mediante la librería *OpenCV* se hace uso de una cámara externa la cual tomara una ilustración de la placa del automóvil que quiera ingresar al estacionamiento.
2. Tras comprobar que la detección de texto en la imagen fue positiva, el programa hace uso de la librería *easyOCR* para ubicar e identificar todos los caracteres dentro de la imagen, los cuales son filtrados de acuerdo con su estructura, tamaño y confiabilidad para determinar aquellos pertenecientes a la placa. En caso de no encontrar ningún texto, el programa manda un aviso informando que la detección no se pudo llevar a cabo, esto para que el usuario ingrese otra imagen y el programa vuelva a iniciar.
3. La imagen es filtrada mediante la antes mencionada *easyOCR*, esto para que le sea más fácil al algoritmo reconocer los caracteres en la imagen.
4. Se guardan en una variable de texto los caracteres de la placa que el algoritmo identificó, además, se guarda una imagen de la placa ya recortada.
5. El texto y la imagen antes mencionadas se muestran al usuario.
6. En caso de que el reconocimiento haya sido correcto, los caracteres están listos para guardarse un archivo *Excel*. En caso de que se presente un error por parte del algoritmo, este verificara si se encuentra en *modo Automático* o *modo Semi-Automático*; para el caso del primero, se realizaran los procesos necesarios para mejorar la confiabilidad de la imagen hasta que esta sea aceptable, en caso de estar

controlada de manera manual. se le da la opción al usuario de modificar y corregir el texto que el algoritmo identificó, para ambos casos, una vez hecho esto, estará listo para ser almacenado en la base de datos.

7. Finalmente, y después de que la placa haya sido analizada y almacenada, el programa comprueba si la placa que se acaba de registrar está en la lista de usuarios restringidos, en caso de que esto sea correcto, se le manda una alerta al usuario indicándole que el automóvil recién ingresado se ubica en dicha lista.

Por su parte, el botón "*Otros...*" (véase en las Figuras 2 y 3), despliega una ventana que muestra una serie de opciones adicionales que complementan al proceso anteriormente descrito (ver Figura 5).

La función de esta ventana es la de poder incluir herramientas útiles, adyacentes al proceso de captura y administración de placas, sin comprometer la sencillez de la interfaz principal. Conteniendo lo siguiente:

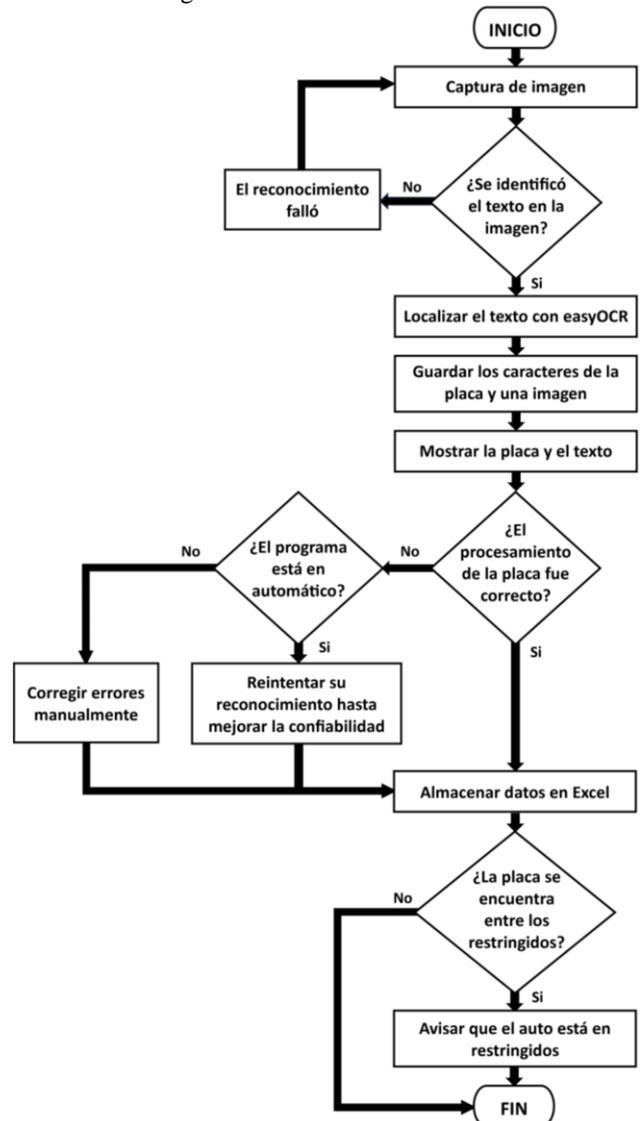


Figura 4. Diagrama a bloques del sistema de reconocimiento de placas vehiculares.

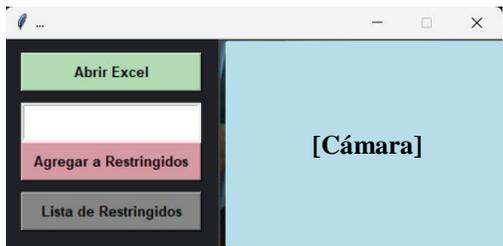


Figura 5. Ventana desplegada al presionar el botón “Otros...”.

- El recuadro al lado derecho denominado [Cámara] es el espacio donde se muestra en tiempo real la información captada por la cámara destinada a capturar las fotografías de los vehículos.
- El botón “Abrir Excel”, brinda un acceso directo a la base de datos donde se almacenan las matrículas.
- La caja de texto y el botón “Agregar a restringidos”, es el sistema con el cual se puede agregar a un automóvil a la Lista de Restringidos. La caja de texto únicamente permite ingresar los 7 caracteres de una placa vehicular, la cual es registrada una vez se presiona el botón.
- El botón “Lista de Restringidos”, abre la base de datos en Excel que contiene a todos los automóviles cuyo acceso se ha sido restringido.

3.3. Bases de datos.

Como se ha mencionado, las bases de datos son aquellas listas en las cuales se almacenan las placas identificadas. Tratándose de archivos Excel e imágenes organizadas por carpetas, los cuales se manejan de forma totalmente automatizada. Se utiliza un sistema de organización diario, en el que cada nuevo día se genera una nueva estructura para la base de datos, compuesta de una carpeta principal para esa fecha (ARPA_Fecha), la cual contiene una subcarpeta con todas las fotografías tomadas (Fotos Guardadas_Fecha), una subcarpeta con las miniaturas de las placas extraídas de las fotografías (ImgExcel_Fecha), así como el archivo de Excel (Placas_Fecha.xlsx); como se muestra en la Figura 6.

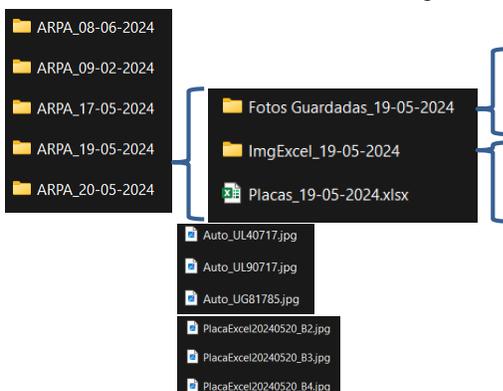


Figura 6. Organización de la base de datos.

Es un sistema que se asegura de mantener esta “estructura” consistente, utilizando las librerías *os* y *Openpyxl* para generar estos archivos.

Asimismo, *Openpyxl* es utilizada para generar una plantilla para el archivo de Excel, la cual se llena fila por fila al agregar placas. La Figura 7 muestra un ejemplo de estas bases de datos.

	A	B	C	D
1	PLACA:	FOTO:	HORA Y FECHA:	
2	VFS5639	VFS5639	17:59:36 - 19/05/2024	
3	VJA713B	VJA-713-B	17:59:48 - 19/05/2024	
4	UE03652	UE-03-652	18:00:00 - 19/05/2024	
5	UL40717	UL-40-717	18:00:19 - 19/05/2024	
6	VSP508A	VSP-508-A	18:00:33 - 19/05/2024	
7	VFY688C	VFY-688-C	18:01:01 - 19/05/2024	
8	VJN552B	VJM-552-B	18:01:15 - 19/05/2024	
9	UG81785	UG81785	18:01:37 - 19/05/2024	
10	VGM288B	VGM288-B	18:02:36 - 19/05/2024	
11	VMG409C	VMG-409-C	18:02:55 - 19/05/2024	

Figura 7. Base de datos de Excel.

Las bases de datos contienen las siguientes partes:

- *Placa*: los caracteres de las placas extraídos de las imágenes. Las celdas marcadas en rojo siendo aquellos automóviles detectados en la Lista de Restringidos.
- *Foto*: una versión miniaturizada del recorte de la placa realizado en la interfaz visual (ver Figuras 2 y 3). La subcarpeta *ImgExcel_Fecha* es la encargada de almacenar estas fotografías para que puedan ser visualizadas en la base de datos.
- *Hora y fecha*: La hora y fecha de registro de la placa correspondiente.

3.4. Lista de Restringidos.

Esta es una base de datos única e independiente, destinada a almacenar las placas de aquellos automóviles que a los que se les desea restringir el acceso. La Figura 8 muestra un ejemplo de la Lista de Restringidos.

	A	B
1	PLACA:	HORA Y FECHA:
2	VFY688C	10:26:58 - 20/05/2024
3	UG81785	11:30:02 - 20/05/2024
4	VJM552B	13:56:14 - 20/05/2024
5	FIN	

Figura 8. Lista de Restringidos.

Siendo que estas matrículas son agregadas manualmente, las partes que la conforman son solo las placas, y la hora y fecha en que fueron agregadas.

Como tal, esta funcionalidad representa la medida preventiva del programa, en la que se pueden ingresar mediante un cuadro de texto las placas de aquellos automóviles que hayan roto las reglas del estacionamiento; cuando alguno de los vehículos que se encuentren en esta lista intenta ingresar al estacionamiento, se emite una alerta (ver Figura 9), que notifica a la persona encargada para que tome las medidas pertinentes.

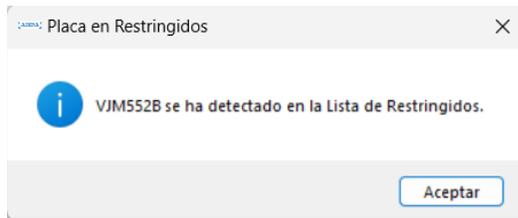


Figura 9. Alerta: “Placa se ha detectado en la Lista de Restringidos.”

Al momento de obtener los caracteres de una placa, se accede a esta lista en modo de solo lectura para identificar si se es parte de esta. Si se encuentra, se envía la alerta, y si llega a la celda “FIN” (ver Figura 8), se prosigue normalmente.

4. RESULTADOS

El algoritmo de reconocimiento de placas automático fue probado en condiciones muy variadas y no controladas, diurnas, nocturnas, con iluminaciones cambiantes, diferentes ángulos de captura de imagen, distancias cortas, medianas y largas, así como imágenes borrosas (ver Figura 10). En un total de 37 imágenes, con resoluciones mayormente de 1024 x 768 y 1204 x 1600; utilizando también imágenes recortadas de 388 x 515 y 780 x 585 píxeles.



Figura 10. Fotografías utilizadas en el desarrollo y comprobación del programa.

En la mayoría de las condiciones antes mencionadas, el programa consiguió resultados satisfactorios, siendo que detecto la mayoría de las placas de manera correcta a pesar de las condiciones adversas a las que se sometió, sin embargo, cabe recalcar que en las condiciones más extremas tanto de desenfoco como de distancia, el programa erro en algunos de los caracteres, obteniendo un rango de aciertos de alrededor de 90%; quedando claro que la precisión del programa en un ambiente controlado, como un estacionamiento, es mayor que en las diferentes pruebas realizadas.

Por último, en las Figuras 11 y 12 se observa cómo se obtienen los mismos resultados tanto al utilizar imágenes, como al utilizar una cámara.



Figura 11. Reconocimiento de placas: *Imagen*.



Figura 12. Reconocimiento de placas: *Cámara*.

5. CONCLUSIONES

Se desarrolló un programa de computadora capaz de llevar a cabo el reconocimiento de placa vehiculares para un registro automático de todos los automóviles que ingresen a un estacionamiento, permitiendo el almacenamiento y la administración de sus placas por medio de su interfaz gráfica y sus funciones; ofreciendo una capa extra de ayuda a seguridad por medio de la Lista de Restringidos, la cual alertará a los encargados del estacionamiento cuando algún automóvil que previamente haya sido registrado en esta intente volver a entrar. Conforme a los resultados obtenidos, el algoritmo fue capaz de detectar correctamente los caracteres de una amplia muestra de placas vehiculares en condiciones urbanas. Las cuales presentaban cambios de iluminación, de perspectiva, de escala, fondos variados y ruido. Con lo que se pudo comprobar la robustez del sistema propuesto, alcanzando una tasa del 90% de detecciones correctas.

El algoritmo puede funcionar para cualquier estacionamiento con moderación de entrada, se adapta fácilmente a instalaciones preexistentes, y una vez instalado, tiene la capacidad de favorecer a la sencillez y la eficacia en el control y la seguridad de estos espacios. Encontrando en su base de datos útiles herramientas de administración, prevención y solución de problemáticas.

6. REFERENCIAS

- [1] INEGI. “Parque vehicular”, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), [En línea], disponible: <https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/>, accedido el 12 de junio de 2024.
- [2] Gonzalez, R. C., & Woods R. E., “Digital Image Processing 4th edition, global edition”, Pearson, 2018, pp. 904-905.

- [3] Singh, Amarjot & Bacchuwar, Ketan & Bhasin, Akshay, "A Survey of OCR Applications", International Journal of Machine Learning and Computing (IJMLC), 2012, pp. 1.
- [4] Patel, Chirag & Shah, D. & Patel, Atul, "Automatic Number Plate Recognition System (ANPR): A Survey", International Journal of Computer Applications (IJCA), 2013, pp. 1.
- [5] JaidedAI, "EasyOCR", GitHub, [En línea], disponible: <https://github.com/JaidedAI/EasyOCR?tab=readme-ov-file#usage>, accedido el 12 de junio de 2024.
- [6] El Universal, "Qué significan los números y letras de las placas vehiculares", El Universal, [En línea], disponible: <https://www.eluniversal.com.mx/autopistas/que-significan-los-numeros-y-letras-de-las-placas-vehiculares/>, accedido el 19 de junio de 2024.