

Control de acceso vehicular mediante machine learning

Vehicle access control using machine learning

MSc. Luis Manuel Palmera Quintero¹, MSc. Miguel Alberto Rincón Pinzón¹,
MSc. Luis Octavio Ramírez Orellano¹

¹Universidad Popular del Cesar, Ingeniería de sistemas, Grupo de Investigación GIDEATIC, Aguachica, César, Colombia.

Correspondencia: mpalmera@unicesar.edu.co

Recibido: 21 enero 2024. Aceptado: 11 junio 2024. Publicado: 24 julio 2024.

Cómo citar: L. M. Palmera Quintero, M. A. Rincón Pinzón, y L. O. Ramírez Orellano, «Control de acceso vehicular mediante machine learning», RCTA, vol. 2, n.º 44, pp. 112–117, jul. 2024.

Recuperado de <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcta/article/view/3023>

Derechos de autor 2024 Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada (RCTA).
Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



Resumen: El lograr aplicar técnicas de machine learning implica usar tecnología que apunte a la innovación y que brinden a las empresas ciertas ventajas estratégicas frente a la competencia que enfrentan. El propósito de esta investigación es desarrollar un sistema de reconocimiento de patrones para identificar placas vehiculares que utilice técnicas de aprendizaje automático para controlar el ingreso de vehículos a las instalaciones de la Universidad. La metodología utilizada es Scrum, permitiendo un trabajo cíclico incremental “sprints”, en la que se contó con tiempos cortos en donde se realizó un número de tareas, logrando una planificación y control del desarrollo del proyecto, cumpliendo con tareas programadas, interviniendo tres roles el scrum master, el product owner y el team. La solución está construida por un conjunto de pequeños servicios, para garantizar la reusabilidad, escalabilidad, flexibilidad y todas las ventajas que nos brinda una arquitectura por microservicios. Los resultados del desarrollo tecnológico en la investigación permitieron demostrar que es posible identificar y reconocer las placas con precisión y rapidez utilizando modelos y algoritmos de aprendizaje automático, logrando superar dificultades que incluyen diversas condiciones de imagen, detección y segmentación precisas de matrículas, así como la adaptabilidad del sistema a diversas fuentes, tamaños y estilos de matrículas.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Machine Learning, Scrum, Segmentación.

Abstract: Being able to apply machine learning techniques involves using technology that aims at innovation and that provides companies with certain strategic advantages over the competition they face. The purpose of this research is to develop a pattern recognition system to identify vehicle license plates that uses machine learning techniques to control the entry of vehicles into University facilities. The methodology used is Scrum, allowing cyclical incremental work "sprints", in which there were short times where a number of tasks were carried out, achieving planning and control of the development of the project, fulfilling scheduled tasks, intervening three roles the scrum master, the product owner and the team. The solution is built by a set of small services, to guarantee reusability, scalability, flexibility and all the advantages that a microservices architecture offers us. The results of

the technological development in the research made it possible to demonstrate that it is possible to identify and recognize license plates accurately and quickly using machine learning models and algorithms, managing to overcome difficulties that include various image conditions, accurate detection and segmentation of license plates, as well as the system adaptability to various fonts, sizes and styles of license plates.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Scrum, Segmentation.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, en 2020 se registraron más de 248.976 vehículos robados, donde esto causa y trae serios problemas, donde el robo organizado de vehículos, aparte de darle una preocupación a los propietarios, también trae consigo implicaciones financieras, para las empresas que aseguran dichos vehículos. [1] De esta manera, [2] expresan que el uso de las tecnologías de la información ha apoyado esta práctica en el cual se ve reflejado la reventa de las partes de los vehículos robados, convirtiéndose en un motivo de gran preocupación.

Por otra parte, el aumento en el hurto de vehículos, en Colombia, se ha tornado como una gran dificultad ya que ha ido en aumento, como se expone en Valora Analitik, el cual realizan una investigación que da como resultado que en el 2021 el robo de vehículos solamente en el periodo comprendido entre el mes de enero y el mes de junio se incrementó en un 12% el robo de vehículos por encima del mismo periodo en el 2020, el cual paso de 4.318 vehículos hurtados a 4.836 vehículos hurtados entre los mismos periodos. [3]

Debido a la inseguridad existente en la ciudad de Aguachica, el hurto de vehículos es un delito altamente entrenado que presenta oportunidades por la rentabilidad que ofrece en el comercio de autopartes a precios cada vez más bajos y de manera informal, no es lo mismo lo que ganan los delincuentes que lo que se utiliza en prácticas relacionadas con la tecnología para el cuidado, búsqueda, y paradero de los vehículos. [4] Actualmente, el procedimiento para ingresar a la universidad es inseguro ya que el ingreso se realiza de modo manual y la única norma para permitir o no el ingreso a los vehículos, es a través de la credencial de la universidad, el cual no cuenta con un módulo de autenticación para comprobar su legitimidad.

Asimismo, Rincón et al. [5] explican que controlar el acceso a un gran número de usuarios es una labor desgastante, compleja y engorrosa, sin embargo, existen otros sistemas diseñados para este fin, se no

cumplen con los requisitos necesarios para darle a los usuarios una atención adecuada y que acceden a una ubicación concreta y verificar si acceden a una determinada ubicación.

Desde este punto de vista, utilizar el sistema de reconocimiento de matrículas para verificar e identificar los vehículos que entran y salen representa un soporte significativo para la Universidad Popular del Cesar, no obstante existen gran diversidad de opciones de softwares en el comercio, el precio de estos es muy elevado, el cual es un gran impedimento para conseguirlo y establecerlo en la institución, esta es una de las razones por las que existió una necesidad urgente de desarrollar un prototipo para reconocer patrones en las placas vehiculares y cuyo uso de licencias no exceda los costos de desarrollo de la investigación.

El desarrollo de sistemas de reconocimiento de placas vehiculares en la ciudad de Aguachica, es prácticamente nulo a pesar de las necesidades de aumentar la seguridad, a esto se le suma los costos elevados de los equipos y software que existen en el mercado. Por esta razón, Trejo, expone que hay varias razones por las que los vehículos se identifican mediante matrículas “Control de tráfico, búsqueda de vehículos robados y/o sospechosos, registro estadístico del comportamiento vehicular, entre otros” [6, p. 14]. Dado que cada vez es mayor la cantidad de vehículos que ingresan a la Universidad Popular del Cesar, al contar con una población estudiantil de alrededor de 2768 estudiantes activos, 168 docentes y administrativos, sin contar con el personal que ingresa ya sean terceros o egresados de la institución.

Por otro lado, [7] explica que, otras ventajas que ofrecen estas tecnologías son los bajos precios de varios dispositivos para cámaras con cable e inalámbricas, el cual tiene un ahorro significativo en infraestructura y tecnología. De igual manera, [8] expresan que aprovechar al máximo diferentes alternativas de software de código abierto y con licencia pública, como bibliotecas, administradores

de bases de datos, MySQL, etc., que son de libre acceso son cruciales para el desarrollo de software.

Tener un sistema que reconozca patrones en las placas vehiculares ayuda a las empresas y organizaciones a comandar, proteger, capturar e identificar vehículos, o como herramienta para que los vehículos ingresen automáticamente a la empresa. [9] Por otro lado, Zambrana, expresa que “la visión artificial y el procesamiento de imagen se han transformado en herramientas de gran provecho para el examen y el estudio de objetos o movimientos a partir de sistemas basados en conocimiento, involucrando diferentes métodos de procesamiento de imágenes”. [10, p. 2]

En la actualidad, los avances tecnológicos han ido aumentando de carácter vertiginosa, subiendo la calidad en la competencia tecnológica y la calidad de resguardo adentro de las instalaciones de la universidad, esta propuesta se plantea con el término de ofrecer una mejor seguridad y un mayor flujo vehicular de la sociedad académica y administrativa al entrar a la institución. El desarrollo de este sistema de reconocimiento de placas vehiculares planteado contribuye al mejoramiento de la calidad en la prestación de los servicios que presta la universidad a todo el grupo académico, tanto tecnológica como a nivel de protección, ya que contribuye a registrar el flujo de vehículos que ingresan a la institución, impidiendo el ingreso de terceros o personas mal intencionadas.

2. METODOLOGÍA

Con el fin de describir el tipo y diseño de investigación y así mismo la descripción de la metodología para el desarrollo del sistema en el cual la investigación se enfoca desde un paradigma cualitativo con enfoque descriptivo en razón a lo expuesto por, Mousalli-Kayat, señala que este “procedimiento se encarga de lograr obtener un mejor resultado, logrando verificar los métodos para formular y comprobar las suposiciones a partir de la comprobación, lo que forma la representación hipotético-deductivo, es decir a partir de la recolección de datos” [11, p. 8]

Asimismo, la investigación adoptó un enfoque documental, ya que tiene un alcance de dominio descriptivo y se basa en la información recopilada a través de la revisión bibliográfica para proponer la mejor solución para la investigación, Hernández et al. [12]

La investigación se realiza sobre terminaciones absolutas o sobre cómo un individuo, conjunto o cosa se conduce o marcha en la actualidad. Como método para la realización del proyecto nos basamos en la observación directa, es un método que sólo mide las características del elemento a estudiar. El investigador observa al sujeto a distancia y el tipo observado es natural y positivo considerando que se encuentra en un ambiente satisfactorio, Guevara et al. [13, p. 5].

En cuanto al nivel descriptivo se considerará el planteamiento hecho por, Rojas, siendo un: “Enfoque observacional, exploratoria, en el que se exhibe el conocimiento de la realidad tal como se presenta en una situación de espacio y de tiempo dado, el cual se observa y se registra, o se pregunta y se registra” [14, p. 8]. Por otro lado, Mousalli-Kayat, explica que los estudios descriptivos sirven para: “Puntualizar las habilidades, las capacidades y el cumplimiento de cada profesional, persona o cualquier otro interesado en someterse a un examen, apuntando, exclusivamente a evaluar o acumular resultados de una investigación” [11, p. 14]

3. RESULTADOS

Teniendo en cuenta que en el proceso de desarrollo de producto de software intervienen diferentes fases en donde se requieren pasos para dar soluciones a los requerimientos del cliente por lo que es necesario optar por una metodología de desarrollo de software, pues es necesario tener un marco de trabajo para hacer seguimiento que permita lograr cumplir con los requerimientos iniciales.

La metodología utilizada es la “ágil/scrum”, ya que esta es una metodología orientada a un trabajo cíclico incremental que lleva el nombre de sprints, en la que se cuentan con tiempos cortos en donde realizan un número de tareas, de esta forma se logra una planificación y control del desarrollo de un proyecto de software, cumpliendo con tareas programadas, dentro de esta metodología los agentes implicados trabajan bajo un enfoque de mejoras o cambios de los requerimientos del proyecto, siendo autoorganizados y enfocados en el producto final y el cliente. Según el criterio de, [15] es de mucha importancia definir los roles que intervienen en las iteraciones, por lo que en el desarrollo de este proyecto se hablara de tres:

- Scrum master: Encargado de guiar en el cumplimiento de los procesos de la metodología.
- Product owner: Encargado de representar al cliente y su responsabilidad de velar por que se

entregue un producto de calidad y que cumpla con los requerimientos del cliente.

- Team: son el grupo de profesionales encargados de desarrollar el producto, siendo auto-organizados para conseguir un producto final cumpliendo con los requerimientos del cliente.

Capítulo	Fase	Procesos fundamentales de Scrum
8	Inicio	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crear la visión del proyecto 2. Identificar al Scrum Master y Stakeholder(s) 3. Formar Equipos Scrum 4. Desarrollar épica(s) 5. Crear el Backlog Priorizado del Producto 6. Realizar la planificación de lanzamiento
9	Planificación y estimación	<ol style="list-style-type: none"> 7. Crear historias de usuario 8. Estimar historias de usuario 9. Comprometer historias de usuario 10. Identificar tareas 11. Estimar tareas 12. Crear el Sprint Backlog
10	Implementación	<ol style="list-style-type: none"> 13. Crear entregables 14. Realizar Daily Standup 15. Refinar el Backlog Priorizado del Producto
11	Revisión y retrospectiva	<ol style="list-style-type: none"> 16. Demostrar y validar el sprint 17. Retrospectiva del sprint
12	Lanzamiento	<ol style="list-style-type: none"> 18. Enviar entregables 19. Retrospectiva del proyecto

Fig. 1. Diseño Modelo Conceptual - Sistema

Este diagrama de conceptos permite tener una visión más clara del sistema a desarrollar, las entidades importantes a tener en cuenta, las relaciones que estas poseen y los atributos que de alguna u otra manera son indispensable para cumplir con los objetivos principales de toda aplicación o software. Caballero et al. [16] hablan sobre la importancia de utilizar el aprendizaje automático para el reconocer patrones de las placas vehiculares, donde el diseño de un modelo lógico es crucial, ya que estos sistemas se basan en algoritmos y modelos que se han enseñado a detectar y reconocer patrones particulares en imágenes de matrículas de los vehículos. La eficacia, la precisión y la confiabilidad del sistema están garantizadas por un modelo lógico bien diseñado como se muestra en la Figura 2.

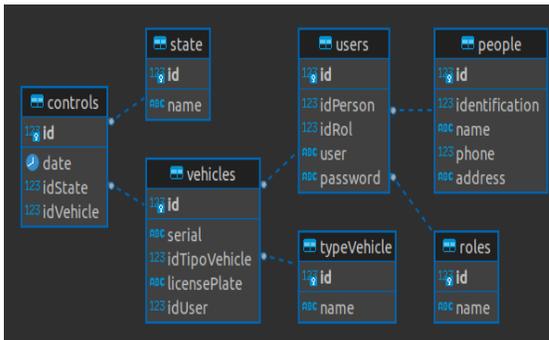


Fig. 2. Diseño Modelo lógico

El procesamiento de una gran cantidad de imágenes en tiempo real y el reconocimiento de matrículas de vehículos pueden ser tareas que requieran muchos recursos. [17] explica que un diseño lógico

cuidadosamente considerado permite la optimización de la arquitectura y los algoritmos del modelo para garantizar un rendimiento eficaz y escalable, al tiempo que evita retrasos innecesarios o problemas de rendimiento que podrían poner en peligro la operatividad del sistema.

```

# Importar las bibliotecas y módulos necesarios
import cv2 # OpenCV V2
import pytesseract
import modules.draw as draw # módulo to draw
import modules.processFindContours as processFindContours # módulo to find contours
import modules.filterContours as filterContours # módulo to filter contours

# ----- global variables -----
camera_device = 0 # default
window_name = 'Camera Preview'
# aspecto de relación de la placa 235 mm. de largo, por 105 mm. de ancho: 235/105 = 2.238095238
placa_ratio = 2.238095238
placa_width_max = 640
placa_width_min = 40
placa_height_max = 285
placa_height_min = 11
placa_text = ''
    
```

Fig. 3. Importar Módulos y librerías

Cada una de estas bibliotecas y módulos juega un papel importante en el proceso de reconocimiento de imágenes, OpenCV se utiliza para la manipulación y análisis de imágenes y Tesseract se utiliza para extraer texto de la pizarra. Con lo anterior, [18] hablan sobre que tener en cuenta los módulos personalizados que realizan funciones especiales, como lo son dibujar cuadros delimitadores o buscar contornos para definir las placas, es una tarea que minimiza los tiempos de ejecución en la captura de imágenes. [19] sustenta que todas estas herramientas pueden automatizar el reconocimiento de matrículas a partir de capture de imagen, lo que puede resultar útil en aplicaciones como sistemas de seguridad, seguimiento de vehículos o gestión de aparcamientos.

```

alphanumeric = "ABCDEFGHJKLMNPQRSTUVWXYZ0123456789"
options = "-c tesseract_char_whitelist={}".format(alphanumeric)
options += " -psm {}".format(7)

# ----- video capture -----
source = cv2.VideoCapture(camera_device) # open a capture device
if not source.isOpened():
    print("Cannot open camera")
    exit()

# allows you to resize the window
cv2.namedWindow(window_name, cv2.WINDOW_NORMAL)

# ----- start the program -----
    
```

Fig. 4. Video capture image

[18] explica que el reconocimiento de matrículas implica entrenar un modelo de aprendizaje automático para detectar y leer matrículas en imágenes. Por esta razón, como se muestra en la Figura 4, al capturar imágenes de matrículas individuales, puede crear conjuntos de datos personalizados que reflejen los tipos de matrículas y las condiciones de su entorno. Según, [19] establecer un modelo es fundamental para ser eficaz en situaciones reales.



Fig. 5. Reconocimiento placa Vehicular

En esta etapa como se muestra en la Figura 5, se extrae los caracteres de la placa y los guarda en un vector para su análisis. [21] sustenta que la etapa de verificación, es necesario aplicar una máscara mediante el uso de expresiones regulares, debido a que el algoritmo puede darnos distintas líneas de textos. Asimismo, [22] explica que “los resultados que se logran obtener en el desarrollo y aplicación de algoritmos de aprendizaje autónomos muestran que dependen directamente de la calidad de la imagen”, (p. 43)

4. RECONOCIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad Popular del Cesar – Seccional Aguachica, que financió esta investigación, y cuyo Grupo de Investigación en Desarrollo y Aplicación de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (GIDEATIC) cuenta con talentosos expertos en el campo de la inteligencia Artificial.

5. CONCLUSIONES

Los desarrollos recientes han demostrado que es posible identificar y reconocer las placas con precisión y rapidez utilizando modelos y algoritmos de aprendizaje automático. Además de mejorar la gestión del tráfico y facilitar la aplicación de la ley, sin embargo, para abordar los principales problemas, es necesario un enfoque de investigación riguroso. Estas dificultades incluyen diversas condiciones de imagen, detección y segmentación precisas de matrículas, así como la adaptabilidad del sistema a diversas fuentes, tamaños y estilos de matrículas, además, la privacidad y la protección de datos son factores importantes a considerar para garantizar que se cumplan los estándares de privacidad y que se proteja la información confidencial del usuario.

Es crucial tener en cuenta las implicaciones éticas y sociales de estos sistemas a medida que se desarrolla

la investigación, es importante abordar las preocupaciones sobre el sesgo algorítmico, la equidad en la identificación y el reconocimiento de placas y la apertura en la selección de criterios. Para garantizar el desarrollo y la implementación responsable del sistema, maximizar los beneficios y minimizar los riesgos potenciales, también es fundamental promover la colaboración entre investigadores, organizaciones gubernamentales y la industria.

REFERENCIAS

- [1] Y. A. Franco, «Machine Learning aplicado a dificultades financieras y quiebra empresarial: Una revisión de literatura, » Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, Colombia., vol. 4, pp. 277 - 329, 2023.
- [2] M. Pérez y R. Beltrán, «Inteligencia Artificial y Experiencia de usuario: Revisión de la Literatura a Través de un estudio Bibliométrico,» Universidad Rey Juan Carlos, pp. 1-37, 2023.
- [3] V. Alvear Puertas, P. Rosero Montalvo, D. Peluffo Ordóñez y J. Pijal Rojas, «Internet de las Cosas y Visión Artificial, Funcionamiento y Aplicaciones: Revisión de Literatura,» Revista Enfoque UTE, vol. 8, n° 1, pp. 244 - 256, 2017.
- [4] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, «Metodología de la Investigación,» McGraw-Hill, pp. 1-150, 2016.
- [5] G. P. Guevara Alban, A. E. Verdesoto Arguello y N. E. Castro Molina, «Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción),» Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento, pp. 163-173, 2020.
- [6] F. G. Caballero Julián, L. R. Díaz Vega, V. M. Jiménez Ramos, I. Velásquez Cruz, A. Domínguez Ramírez y M. A. Pérez Solano, «Identificación y Reconocimiento de Placas de Automóviles por OCR,» Avances de Investigación en Ingeniería Aplicada, pp. 406 - 415, 2023.
- [7] A. T. Alegría Espinoza, «La inteligencia artificial en el control del tránsito vehicular en la ciudad de Babahoyo, Provincia de los Ríos, » Universidad Técnica de BabaHoyo, pp. 1-31, 2022.
- [8] A. G. Córdova Limones, Propuesta de mejora al acceso de vehículos autorizados y no autorizados mediante el reconocimiento de

- placas, tratamiento de imagen y automatización al edificio "El Velero Azul", La Libertad - Ecuador, 2021, pp. 1-80.
- [9] J. C. Fernandez Amanon, Sistema de reconocimiento de patrones con inteligencia artificial para detectar placas de vehículos requisitorizados para la Policía Nacional del Perú, Lima - Perú: Universidad César Vallejo, 2022, pp. 1 - 159.
- [10] J. L. León Bayas, Desarrollo de una aplicación para detección de placas Vehiculares del Ecuador, Escuela Politécnica Nacional, 2022, pp. 1-98.
- [11] J. F. Changotasig Yáñez, Procesamiento Digital de imágenes mediante Inteligencia Artificial para la Detección de accidentes de Tránsito en Quito, Quito - Ecuador: Universidad Israel, 2023, pp. 1-55.
- [12] R. A. Anasi Nasimba y G. A. Martínez Arellano, Sistema de control para distribución de combustibles mediante la identificación de placas en vehículos utilizando visión artificial, Quito - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2023, pp. 1-56.
- [13] S. D. Peñafiel Falcón, Entrenamiento del modelo YOLO para detección de una placa vehicular previamente capturada en imagen o video y aplicación de OCR para obtención de sus caracteres, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2022, pp. 1-46.
- [14] F. G. García Sánchez y J. T. Perleche Mogollon , Desarrollo de un sistema de autenticación biométrica por reconocimiento de rostro para maximizar la seguridad antirrobo de los vehículos de transporte, Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2023, pp. 1-89.
- [15] J. P. Aguilar Anaya, Prototipo de reconocimiento de placas vehiculares para detección de vehículos alertados en el complejo de control aduanero de Tomasiri, Tacna - 2022, Tacna - Perú: Universidad Privada de Tacna, 2022, pp. 1-104.
- [16] L. M. Márquez Rodríguez, «Diseño e implementación de un software de reconocimiento de placas vehiculares en tiempo real,» Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, pp. 1-48, 2018.
- [17] L. M. Palmera Quintero, D. Navarro Pino, L. A. Muñoz Morales y L. O. Ramírez Orellano, Modelo de gestión para los procesos de las PYMES con el apoyo de la Tecnología de la Innovación en Aguachica, Venezuela: Fondo Editorial Universitario de la Universidad Nacional Experimental del Sur del Lago de Maracaibo Jesús María Seprum, 2023.
- [18] F. J. Núñez Sánchez-Agustino, Diseño de un sistema de reconocimiento automático de matrículas de vehículos mediante una red neuronal convolucional, España: Universitat Oberta de Catalunya, 2016.
- [19] Interpol, «Base de datos sobre vehículos robados,» Interpol, octubre 2023. [En línea]. Available: <https://www.interpol.int/es/Delitos/Delincuencia-relacionada-con-vehiculos-de-motor/Nuestra-respuesta>. [Último acceso: 24 abril 2024].
- [20] G. Mousalli-Kayat, Métodos y Diseño de Investigación Cuantitativa.
- [21] M. A. Rincón Pinzón, D. F. Guerrero Sumalave, L. M. Palmera Quintero y L. O. Ramírez Orellano, Sisitema de control basado en IOT para el acceso a los laboratorios de sistemas de la Universidad Popular del Cesar, Venezuela: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés, 2021, pp. 232-248.
- [22] M. Rojas Cairampoma, «Tipos de investigación científica: Una simplificación de la complicada inchoyente nomenclatura y clasificación,» Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 16, nº 1, pp. 1-14, 2015.
- [23] N. Trejo de la Cruz, Reconocimiento Automático de Matrículas de Automóviles Particulares Mexicanos con Información del Color, México: Universidad Autónoma del Estado de México, 2016, pp. 1-68.
- [24] F. Gómez, «En 2021, aumenta hurto de vehículos y motocicletas en Colombia, » VALORA ANALITIK, 09 agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.valoraanalitik.com/2021/08/09/en-2021-aumenta-hurto-de-vehiculos-y-motocicletas-en-colombia/>. [Último acceso: 24 abril 2024].
- [25] O. R. Zambrana , «Detección de placas vehiculares, mediante visión artificial,» 2018.