



Reconocimiento de señales de tráfico cubanas

Claudia Alvarez Martínez Roger Moreno Gutiérrez
Kevin Majim Ortega Alvarez Jan Carlos Perez González

July 3, 2024

Facultad de Matemática y Computación.
Universidad de la Habana

Abstract

La detección y clasificación de señales de tránsito es una tarea para apoyar al conductor e incluso asistir en la navegación de un automóvil autónomo. El objetivo de este trabajo es presentar una metodología para la detección y clasificación de señales de tráfico cubanas mediante el uso de redes convolucionales. La metodología se divide en cinco etapas, 1-) se realiza la recolección de 615 de señales de tráfico en un ambiente no controlado, 2-) se realiza un proceso manual de marcado para la detección de señales de tráfico en las imágenes, 3-) se entrena una red neuronal (YOLOv8) en el conjunto GTSRB para obtener un conocimiento general de las características de las señales, 4-) se evalúa esa red neuronal en el conjunto de datos creado, 5-) se realiza un proceso de transferencia de conocimiento y aumento de datos para la clasificación. **AQUI VA MUELA DE LOS RESULTADOS**

Palabras clave: Señales de tráfico, redes convolucionales, imágenes segmentadas, YOLOv8

1 Introducción

Las señales de tráfico son los signos visuales utilizados para ofrecerle información a los conductores y peatones que transitan por un camino. Las señales de tráfico se clasifican de acuerdo a sus colores y formas, de manera que sean llamativas para que los automovilistas les presten atención. Muchos países europeos han trabajado para estandarizar las señales de tráfico, lo que dio lugar a la convención de Viena del 8 de noviembre de 1968.

Particularmente en nuestro país, las señales de tránsito se distribuyen en 8 grupos[1], entre las que se encuentran algunas de prohibición, que por lo general son blancas y rojas en los bordes, las de peligro son triángulos amarillos o las de obligación que son redondas y de fondo azul.

Es sabido por todos los conductores de vehículos la importancia de obedecer las leyes de tránsito, respetando con especial énfasis las señales de tráfico, dado que las consecuencias pueden ser nefastas cuando las mismas están en un estado deprobable debido a las inclemencias del clima, mala iluminación, o simplemente no se ven a tiempo. De ahí la importancia de contar con sistema automatizado que sea capaz de detectar de forma rápida y eficiente estas señales, además, este sistema puede ser utilizado como asistencia a conductores, mejorando la seguridad en la vía.

Debido a que aún se encuentran retos, para diseñar un sistema de detección totalmente exitoso, el presente trabajo tiene como objetivo, desarrollar una metodología para la detección y clasificación de señales cubanas, además de proporcionar una base de datos de las mismas, con imágenes obtenidas en un entorno no controlado; para la evaluación de este tipo de modelos.

2 Revisión bibliográfica

Dado que las señales de tráfico se clasifican por sus formas y colores, se pueden aplicar técnicas de aprendizaje de máquinas y visión computacional para su reconocimiento [5], aunque las más utilizadas son las redes convolucionales pues estas han demostrado poseer una gran precisión en la detección de señales. A. Hechri y A. Mtibaa [6] realizan una comparación entre dos aproximaciones distintas, una utilizando Maquinas de Soporte Vectorial (SVM por sus siglas en inglés) y la otra utilizando redes convolucionales, además proponen un nuevo modelo a dos fases, la primera de detección y reconocimiento, en la cual utilizan el SVM, y la segunda de clasificación, en la cual utiliza redes convolucionales para esta tarea. Se muestran resultados prometedores para este modelo, y un tanto desalentadores para el SVM.

Divya Elankumaran [3] propone un algoritmo que combina redes residuales (ResNet-50), YOLOv8 (You Only Look Once) y redes neuronales convolucionales profundas (DCNN) durante el entrenamiento para resolver esta tarea. En él, se utiliza YOLOv8 para la detección de las señales, mientras que de la clasificación se utilizan las DCNN, y para mitigar el efecto que pueda tener el trabajo con estas redes profundas se utiliza ResNet-50, dado que como posee capas residuales, permite que el gradiente salte ciertas capas durante el entrenamiento.

Gege Guo y Zhenyu Zhang [4] crean un algoritmo ligero basado en YOLOv5s para la detección de baches en las calles de manera más rápida, y aunque no detecte señales de tránsito, utiliza varias técnicas que son interesantes. Cambian la estructura de YOLOv5s, dado que modifican la columna (Backbone) del mismo utilizando una red MobileNetV3, la cual es una red, eficiente en términos de computación y memoria, lo cual se traduce en una mayor rapidez, aplican el algoritmo de KMeans para determinar automáticamente las mejores anclas ("anchor boxes" son uno de los hiperparámetros de YOLOv5); el suavizado de etiquetas y la reparametrización estructural. en el año 2022, Yanzhao Zhu y Wei Qi Yan [8] realizan una comparación entre los modelos de YOLOv5 y SSD (Single Shot MultiBox Detector), donde los resultados evidencian que YOLOv5 posee métricas mejores para el reconocimiento de señales.

En 2023 Weizhen Song and Shahrel Azmin Suani[7] proponen un nuevo modelo basado en YOLOv4-tiny y que utiliza una versión simplificada CSP-Darknet53 para la extracción de características, Agrupamiento de Pirámides Espaciales Mejorado (spatial-pyramid-pooling) lo cual mejora la capacidad del modelo para procesar objetos de diferentes tamaños; además de utilizar el algoritmo e K-Means para agrupar los datos y encontrar las mejores cajas anclas (anchor boxes).

Para concluir, los métodos basados en aprendizaje profundo, nos ofrecen amplios beneficios, dado su efectividad, precisión y rapidez para detectar y clasificar señales. En particular YOLO, es el que mejores resultados ofrece, además con la llegada de YOLOv8, como son la optimización de bloques residuales y cuellos de botella (bottleneck blocks) más eficientes, optimización de anclas con el algoritmo de K-Means++ mejorando la precisión del modelo, se han mejorado las

partes fundamentales de la red (backbone) y la cabeza de la red (head) para una mejor extracción de características y detección de objetos; hace que YOLOv8 sea un buen candidato para utilizar en nuestro modelo.

3 Nuestro Modelo

Esta sección se divide en 3 secciones esenciales, la creación de la base de datos, la selección del modelo, el entrenamiento del modelo y la transferencia de conocimientos para evaluar con mejores métricas nuestro conjunto de imágenes.

3.1 Creación de la base de datos

Para la creación de la base de datos se filmaron varios videos del recorrido de un carro por diferentes calles de La Habana, para luego de cada video extraer las imágenes de las señales. Los videos fueron filmados desde un teléfono con cámara *Sony IMX 586 1/2" 48MP*, lo cual nos provee imágenes de calidad. Además, al ser filmaciones del recorrido de un carro, se obtienen señales de gran variedad, con buena y mala iluminación, en diferentes horarios del día, y con diferentes estados climatológicos lo cual le provee a nuestro conjunto de imágenes mucho realismo. Se obtuvieron un total de 614 fotos y 26 videos.

Para la segmentación de las imágenes, utilizamos una herramienta llamada Computer Vision Annotation Tool (CVAT) [2]. Las imágenes se separaron en cuatro grupos esenciales, **Prohibición**, **Peligro**, **Obligación**, **Otras** debido a que, con el total de imágenes que poseíamos el entrenamiento no sería muy efectivo, por lo que se seleccionó otro conjunto de datos para esta tarea, el cual poseía estos grupos. Las imágenes del conjunto de entrenamiento son imágenes de calles de Alemania (El nombre del conjunto de datos es *GTSRB*), puesto que este país europeo forma parte de los países europeos que firmaron la convención Viena a la que Cuba después se añadió. Del total de imágenes se obtuvieron 1011 señales, 70 de peligro, 398 de prohibición, 87 de obligación y 456 de otros tipos de señales, como se muestra en la imagen 1

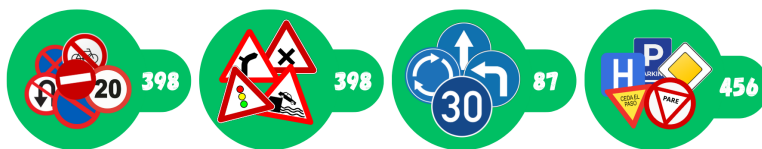


Figure 1: Señales separadas por grupos

3.2 Entrenamiento del modelo

4 Resultados

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

5 Conclusiones

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris.

Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

6 Bibliografía

References

- [1] *Ley 109, Código de Seguridad Vial*. Editorial Capitán San Luis, 2011.
- [2] CVAT.ai Corporation. Computer vision annotation tool, 2024.
- [3] Divya Elankumaran. An improved traffic sign recognition and road lane detection for self-driving cars using yolo-v8. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 2023.

- [4] Gege Guo and Zhenyu Zhang. Road damage detection algorithm for improved yolov5. *Scientific Reports*, 2022.
- [5] Tejal Patil; Sonali Patil; Pawan Nirpal; Govind Madankar; Prof. B Mahalakshmi. A survey on traffic sign recognition techniques. 2022.
- [6] A. Hechri; A. Mtibaa. Two-stage traffic sign detection and recognition based on svm and convolutional neural networks. *IET Image Processing*, 2020.
- [7] Weizhen Song and Shahrel Azmin Suand. Tsr-yolo: A chinese traffic sign recognition algorithm for intelligent vehicles in complex scenes. *Italian National Conference on Sensors*, 2023.
- [8] Yanzhao Zhu and Wei Qi Yan. Traffic sign recognition based on deep learning. *Multimedia tools and applications*, 2022.