

Modelo basado en Deep Learning para clasificación de fallas de calidad de limpieza en sistemas limpiaparabrisas

Manuel Roberto Ornelas Escárcega^{1*}, Ángel Israel Soto Marrufo², Florencio Abraham Roldán Castellanos³

Resumen

Este proyecto propone un modelo basado en visión artificial y aprendizaje profundo (Deep Learning) para la evaluación automatizada de la calidad de limpieza en sistemas limpiaparabrisas, un aspecto crítico para garantizar la seguridad y visibilidad del conductor en condiciones climáticas adversas. Actualmente, las inspecciones se realizan de forma visual, lo que introduce subjetividad y variabilidad en los resultados. La solución planteada busca estandarizar el proceso mediante algoritmos que detectan y clasifican cuatro modos de falla principales: rayas, parches, brincoteo y bruma, cada uno con características específicas identificables por técnicas de visión por computadora. El sistema se fundamenta en la captura y etiquetado de imágenes, entrenamiento de redes neuronales convolucionales (CNN) y validación comparativa frente a evaluaciones humanas, con métricas esperadas superiores en precisión, *recall* y F1. Su implementación permitirá reducir costos y tiempos de validación, mejorar la confiabilidad del producto y garantizar la satisfacción del cliente, consolidando una metodología objetiva y repetible para la industria automotriz.

Palabras Clave

Inteligencia artificial – Redes neuronales convolucionales – Clasificación de imágenes – Deep learning

^{1,2,3}Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

***Autor de correspondencia:** al263154@alumnos.uacj.mx

Programa académico

Maestría en Tecnología

Fecha de presentación

20 y 27 de noviembre de 2025

Financiamiento

SECIHTI (CVU 2159048)

Institución responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Eventos académicos

10.º Coloquio de Posgrados del IIT, 1.º Congreso Internacional de las Fronteras de las Ingenierías

Conflicto de interés

Sin conflicto de interés declarado

Referencias

1. Chen, Z., Huang, S., Lv, H., Luo, Z., & Liu, J. (2024). Defect detection in automotive glass based on modified YOLOv5 with multi-scale feature fusion and dual lightweight strategy. *The Visual Computer*, 40, 8099–8112.
2. Dash, A., Bange, P. G., Patil, N. D., & Bhardwaj, R. (2020). An image processing method to measure droplet impact and evaporation on a solid surface. *Measurement Science and Technology*, 31(10), 105301.
3. Ding, P., & Yang, L. (2024). Glass defect detection with improved data augmentation under total reflection lightning. *Applied Sciences*, 14(3), 1024.
4. Sari, F., & Ulas, A. B. (2022). Deep learning application in detecting glass defects with color space conversion and adaptive histogram equalization. *Traitement du Signal*, 39(2), 731–736.
5. Shinde, R. G., & Dharmadhikari, V. B. (2017). Development of computer vision-based windshield wiper control system for automobiles. *IRJET*, 4(7), 1573–1578.

CITACIÓN: Ornelas Escárcega, M.R., Soto Marrufo, A.I., & Roldán Castellanos, F.A. (2026). Modelo basado en Deep Learning para clasificación de fallas de calidad de limpieza en sistemas limpiaparabrisas [Fronteras de la Ingeniería y Transformación Tecnológica]. *Memorias Científicas y Tecnológicas*, 5(1), 77-78.



“Modelo basado en Deep Learning para clasificación de fallas de calidad de limpieza en sistemas limpiaparabrisas”

Manuel Roberto Ornelas Escárcega, Ángel Israel Soto Marrufo, Florencio Abraham Roldán Castellanos

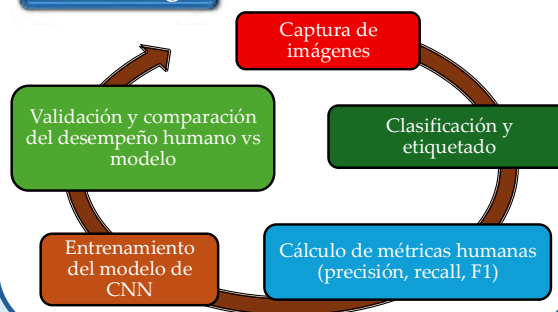
Resumen

Este proyecto presenta una solución innovadora enfocada a reducir la subjetividad de las evaluaciones de la calidad de limpieza en sistemas limpiaparabrisas. Mediante la integración de sistemas de visión artificial y modelos de aprendizaje profundo (Deep Learning), se busca estandarizar el método de evaluación, proporcionando un proceso automatizado, preciso y repetible. El sistema se enfoca en la detección y clasificación de cuatro modos de falla principales: rayas, parches, brincoteo y bruma, cada uno con características visuales específicas identificables mediante técnicas de visión por computadora. La implementación de este modelo, permitirá obtener evaluaciones objetivas y consistentes, contribuyendo a mejorar la confiabilidad del producto, reducir los costos asociados a errores de evaluación y garantizar la seguridad del conductor y sus pasajeros.

Introducción

En la industria automotriz, la evaluación de la limpieza de los sistemas limpiaparabrisas se realiza de forma visual, lo que introduce subjetividad y variabilidad en los resultados. Estudios recientes han demostrado que el uso de **visión artificial** y **deep learning** permite detectar defectos con alta precisión y repetibilidad (Chen et al., 2024; Ding y Yang, 2024; Sari y Ulas, 2022). Estas técnicas ya se han aplicado con éxito en la detección de fallas en vidrio automotriz y el análisis de fenómenos sobre superficies (Dash et al., 2020). Con base a estos avances, este proyecto propone un modelo basado en Deep Learning que automatiza la evaluación de limpieza en limpiaparabrisas, reduciendo la subjetividad humana y mejorando la confiabilidad de las validaciones del producto.

Metodología



Objetivos

General: Implementar un sistema de visión artificial basado en aprendizaje profundo para estandarizar el método de medición de la calidad de limpieza de un sistema limpiaparabrisas.

Generar un conjunto de imágenes etiquetadas

Evaluar el desempeño humano mediante comparación de tiempos de evaluación y calificación otorgada

Desarrollar un modelo automático de clasificación de defectos mediante redes neuronales

Validar el desempeño del sistema comparando los resultados del modelo con evaluaciones humanas

Resultados esperados

Al finalizar la investigación se espera contar con un modelo entrenado capaz de clasificar las fallas de limpieza en sistemas limpiaparabrisas obteniendo métricas de precisión, Recall y F1 superiores a las evaluaciones humanas.

Conclusiones

- El modelo propuesto se presenta como una herramienta objetiva y automatizada capaz de clasificar los modos de falla con métricas de desempeño superiores a las obtenidas por evaluaciones humanas.
- Su implementación contribuirá a mejorar la confiabilidad del producto y reducir los tiempos y costos de validación, así como garantizar la satisfacción del cliente.

Referencias

- Chen, Z., Huang, S., Lv, H., Luo, Z., and Liu, J. (2024). Defect detection in automotive glass based on modified YOLOv5 with multi-scale feature fusion and dual lightweight strategy. *The Visual Computer*, 40:8099–8112.
- Dash, A., Bange, P. G., Patil, N. D., and Bhardwaj, R. (2020). An image processing method to measure droplet impact and evaporation on a solid surface. *Measurement Science and Technology*, 31(10):105301.
- Ding, P., and Yang, L. (2024). Glass defect detection with improved data augmentation under total reflection lightning. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(3):1024.
- Sari, F., and Ulas, A. B. (2022). Deep learning application in detecting glass defects with color space conversion and adaptive histogram equalization. *Traitement du Signal*, 39(2):731–736.
- Shinde, R. G., and Dharmadhikari, V. B. (2017). Development of computer vision-based windshield wiper control system for automobiles. *International Research Journal of Engineering and Technology (IJRET)*, 4(7):1573–1578.