



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE INFORMÁTICA



Materia

Inteligencia Artificial

Profesor

Andrea Elizabeth Góngora Tun

Tema

Reciclaje Inteligente en México: Desarrollo de Sistema de Clasificación Automatizada de Residuos con IA y Aplicación Web

Que presentan

**María Fernanda Martínez May, Ángel Gabriel Paulin
Azpilcueta, Luis Joel Álvarez Rojas, Valeria Ixchel Ramírez
Rodríguez**

RESUMEN

Este proyecto propone un sistema integral para automatizar la clasificación de residuos en México mediante una aplicación web, combinando una red neuronal convolucional (CNN) con funcionalidades de gamificación y análisis de datos. El núcleo del sistema es una CNN entrenada con un dataset de 39,369 imágenes de residuos locales, incluyendo categorías específicas como baterías, cartón, electrónicos, cristal, metal, orgánico, papel, plástico, Tetrapak y basura en general. Para mejorar la generalización del modelo, se empleó aumento de datos mediante bibliotecas de procesamiento de imágenes (como ImageDataGenerator de Keras), logrando una precisión del 80% en pruebas controladas. El sistema busca reducir los errores de clasificación frente a métodos manuales tradicionales. Adicionalmente, la aplicación está diseñada para escalar hacia basureros inteligentes y generación de métricas. Todo el código, dataset y documentación técnica están disponibles públicamente en el repositorio de GitHub: <https://github.com/LokitoAngel/smartwaste-sorter.git>. Más allá de la automatización, este proyecto busca educar a la población y fomentar una cultura de reciclaje, contribuyendo a reducir los 44.6 millones de toneladas de RSU que México genera anualmente (SEMARNAT, Informe del Medio Ambiente, 2024).

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores desafíos ambientales en países en desarrollo como México es la gestión ineficiente de residuos sólidos urbanos (RSU), derivada de la falta de infraestructura, cultura de reciclaje y sistemas de registro confiables. Según el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos, la generación total de residuos en México se estima en aproximadamente 120,128 toneladas diarias, lo que equivale a cerca de 43.8 millones de toneladas al año. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020)

También, SEMARNAT en 2017, informó que México generó alrededor de 44.6 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos, con un promedio per cápita de 0.98 kg diarios (SEMARNAT, 2024). Esta problemática se agrava por la ausencia de datos precisos sobre tipos y cantidades de residuos, así como por prácticas inadecuadas de disposición final.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) definidos como aquellos que se producen en los domicilios, ya sea casas habitación, oficinas o pequeños comercios (DOF, 2003). Sin embargo, el cálculo de su generación es limitado y sin herramientas tecnológicas para verificación en tiempo real se dificulta la planificación de políticas públicas y la participación ciudadana, perpetuando un ciclo de contaminación y daño ecosistémico.

Ante este escenario, las tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA) y la gamificación surgen como soluciones viables. Sistemas basados en IA han demostrado eficacia global en clasificación automatizada de residuos (Fernando Jair et al., 2024) Por ejemplo, modelos existentes no consideran residuos mexicanos como el unicele o el Tetrapak, ni integran incentivos conductuales para usuarios.

Este proyecto aborda estas brechas mediante un sistema integral que combina:

- Una red neuronal convolucional (CNN) entrenada con 39,369 imágenes de residuos locales, incluyendo categorías como baterías, cartón, electrónicos, cristal, metal, orgánico, papel, plástico, Tetrapak y basura en general.
- Una aplicación web con gamificación para educar a la población y generar métricas en tiempo real.
- Un diseño escalable hacia basureros inteligentes con sensores IoT y creación de estadísticas.

Al automatizar la clasificación y fomentar la participación ciudadana, este sistema busca no solo reducir los errores de clasificación frente a métodos manuales, sino también contribuir a alcanzar las metas de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible en México.(Eli et al., n.d.)

OBJETIVOS

Objetivo General

Automatizar la clasificación de residuos con IA para incrementar el reciclaje y ayudar a mejorar el problema ambiental generado por el mal manejo de los RSU.

Objetivos Específicos

- Alcanzar una precisión del 80% en el conjunto de prueba
- Reducir errores de clasificación.
- Aumentar la cultura del reciclaje.
- Desarrollar una aplicación web para la gamificación de la información de RSU.

REFERENCIAS

Eli, G., Mendivil, T., Cesar, J., Berdugo, M., Yeseth, Y., & Meza, H. (n.d.). *Clasificación de residuos sólidos por medio del reconocimiento de imágenes*.

Fernando Jair, A. M., Luis Enrique, G. C., Luis Alberto, C. P., & Francisco Alonso, D. M. (2024). Artificial Intelligence-Powered Solid Waste Detection System. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*. <https://doi.org/10.18687/LEIRD2024.1.1.669>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). *DIAGNÓSTICO BÁSICO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS*. www.gob.mx/inecc

SEMARNAT. (30 de septiembre de 2024). Informe del Medio Ambiente. Recuperado el 02 de Mayo de 2025, de Informe del Medio Ambiente: <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap7.html#tema1>

DESARROLLO

Proceso

Metodología

Materiales y Herramientas

RESULTADOS

CONCLUSIONES

