

Resumen

El presente trabajo de integración curricular aborda la ausencia de herramientas tecnológicas en la Empresa Pública Metropolitana de Aseo (EMASEO EP) para estimar el nivel de severidad de los residuos sólidos urbanos acumulados en puntos estratégicos del Distrito Metropolitano de Quito. Dada la necesidad de hacer frente a dicha problemática, se elaboró MIC-EMASEO, el cual es un prototipo de sistema web y aplicación móvil que une las funcionalidades de los reportes georreferenciados de los ciudadanos con un pipeline de Machine Learning capaz de analizar las imágenes automáticamente. La forma de solucionarlo se fundamenta en una arquitectura de microservicios desarrollada con Node.js y Express, la cual está constituido por tres servicios que son independientes entre sí (autenticación, usuarios e imágenes/incidencias), en el caso de los ciudadanos, se ha implementado una aplicación móvil en React Native que permite realizar la suma de las acumulaciones de residuos basándose en la geolocalización automática de las fotografías. En relación con la parte operativa, el panel de gestión web en React hace visibles para los supervisores las incidencias e indicaciones de priorización. El componente de inteligencia artificial (RT-DETR-L v2, CLIP con backbone RN50 y MiDaS_small) procesa las imágenes usando Redis y Celery y clasifica la acumulación de residuos en uno de los cuatro niveles de severidad. Durante las pruebas de aceptación, el sistema cumplió satisfactoriamente los 16 requerimientos establecidos previamente y se mantuvo estable bajo una carga de 150 usuarios concurrentes y no presentó errores. El percentil 95 de latencia (5200 ms) es una señal de que esta métrica puede ser mejorada en futuras iteraciones. El estudio de usabilidad con 50 participantes dio como resultado una puntuación SUS de 80.4 (buena) y el personal de EMASEO EP consultado destacó de modo particular la utilidad de los mapas de calor y las estadísticas por sector como soporte operativo. El modelo de detección alcanzó en mAP@50 un valor de 0.8931. Estos resultados son coherentes con MIC-EMASEO como herramienta que entrega a los supervisores de EMASEO EP una predicción temprana y georreferenciada de la severidad de residuos, siendo un elemento que será beneficioso para su futura planificación operativa.

Palabras clave: Gestión de residuos sólidos urbanos, Machine Learning, RT-DETR, aplicación móvil, Participación Ciudadana, Microservicios, System Usability Scale.

Abstract

This curricular integration project addresses the lack of technological tools at the Metropolitan Public Waste Management Company (EMASEO EP) for estimating the severity level of urban solid waste accumulated at strategic points within the Metropolitan District of Quito. To tackle this problem, MICEMASEO was developed a prototype comprising a web system and a mobile application that integrates georeferenced citizen reports with a Machine Learning pipeline capable of automatically analyzing images. The solution is built upon a microservices architecture developed with Node.js and Express, consisting of three independent services (authentication, users, and images/incidents). For citizens, a React Native mobile application was implemented, allowing waste accumulation reports to be submitted based on automatic geolocation of photographs. On the operational side, a React-based web management panel makes incidents and prioritization instructions visible to supervisors. The artificial intelligence component (RT-DETR-L v2, CLIP with RN50 backbone, and MiDaS_small) processes images using Redis and Celery, classifying waste accumulation into one of four severity levels. During acceptance testing, the system successfully met all 16 pre-established requirements and remained stable under a load of 150 concurrent users with no errors. The 95th percentile latency (5200 ms) indicates that this metric could be improved in future iterations. A usability study with 50 participants yielded a SUS score of 80.4 (good), and EMASEO EP staff particularly highlighted the usefulness of heat maps and sector-based statistics as operational support tools. The detection model achieved an mAP@50 value of 0.8931. These results confirm MIC-EMASEO as a tool that provides EMASEO EP supervisors with early, georeferenced predictions of waste severity, serving as a valuable asset for future operational planning.

Keywords: municipal solid waste management, Machine Learning, RT-DETR, mobile application, citizen participation, microservices, user experience, System Usability Scale.