

DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO DE DETECCIÓN DE DESPERFECTOS EN PAVIMENTO MEDIANTE ALGORITMOS DE VISIÓN POR COMPUTADOR

PROBLEMA

Las inspecciones viales actuales dependen de métodos manuales ineficientes, lentos y costosos, lo que genera un desfase temporal crítico entre la aparición de fallas menores (como fisuras o grietas) y su reporte. A nivel institucional, la ausencia de datos cuantitativos, objetivos y georreferenciados en tiempo real impide planificar mantenimientos preventivos, limitándolas a actuar de forma reactiva y sin herramientas locales accesibles para procesar imágenes viales de manera eficiente.

OBJETIVO GENERAL

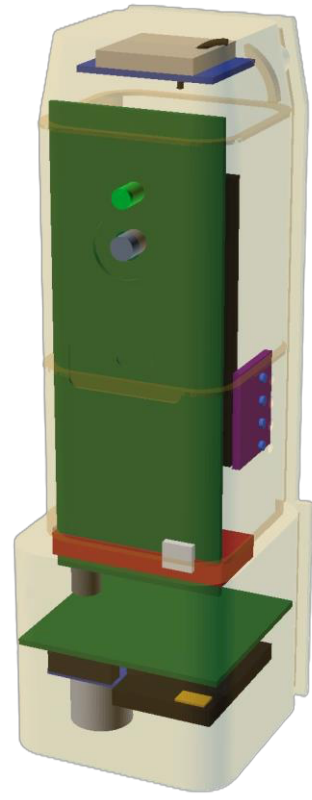
Desarrollar un prototipo de dispositivo para la detección y registro de desperfectos en el pavimento mediante visión por computador, optimizando los procesos de auditoría e inspección vial.

PROPUESTA

La propuesta consiste en el desarrollo de un prototipo portátil y un sistema de análisis temporal por obra para fiscalizar y auditar el mantenimiento de calles de forma precisa, objetiva y de bajo costo. El prototipo final consta de dos elementos.

Dispositivo de Captura: Un equipo manual offline con cámara y GPS operado mediante un botón físico (disparo único o ráfaga). Guarda los datos en memoria flash y se sincroniza automáticamente mediante una base de carga cableada hacia el servidor central.

Plataforma Web: Interfaz interactiva en Angular y Leaflet que permite a las autoridades consultar los tramos en mapas GeoJSON y ejecutar una comparación temporal ("Antes" vs. "Después") para certificar cuantitativamente el cumplimiento de los contratos viales.



RESULTADOS

- El prototipo se probó de extremo a extremo procesando 250 capturas en distintos tramos urbanos de Guayaquil, cumpliendo los umbrales del plan de evaluación:

 - Se logró una tasa de éxito del 98% en la captura fotográfica manual y en ráfaga. El dispositivo alcanzó un aproximado de 7 horas de autonomía continua.
 - El módulo GNSS registró un error medio de 1.85 m en cielo abierto (validado con Smartphone que dispone de doble frecuencia L1/L5), suficiente para la vinculación espacial en PostGIS dentro de un margen de 2.5 m.
- La sincronización de lotes vía HTTP Bulk logró una tasa de entrega del 100%, procesando lotes estándar de 4 imágenes en tan solo 0.210 segundos.
 - El modelo alcanzó una precisión del 95.83%, una sensibilidad del 92.00% y un mAP@50 del 89.4% para la segmentación de baches y grietas.
 - El filtro analítico descartó exitosamente el 94.6% de los parches de asfalto nuevo, reduciendo los falsos positivos a un 5.33%.
 - El módulo de contraste "Antes vs. Después" evidenció una reducción del 94.2% del área dañada en las calles reparadas.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló y validó de manera exitosa el prototipo funcional para la detección, segmentación y registro de desperfectos en el pavimento mediante visión artificial y telemática.
- El sistema optimizó sustancialmente el proceso de auditoría vial al mapear cuantitativamente el área dañada y correlacionar levantamientos temporales (Línea Base vs. Auditoría) bajo un mismo Identificador Único de Obra.
- Para posteriores iteraciones del proyecto, se recomienda migrar parte del proceso de inferencia a aceleradores de borde montados directamente en un vehículo, con la finalidad de otorgar al inspector retroalimentación inmediata en pantalla sobre el estado del pavimento.