Gemelo digital 2D/3D para la gestión inteligente de la vegetación en la Red Ferroviaria de Interés General

Un geoportal desarrollado con software libre que integra LiDAR, inteligencia artificial y modelos predictivos para el apoyo a la toma de decisiones.

García Rochera, Aurelio;

Temas:

- Inteligencia artificial, Large Language Model, Deep Learning, etc.
- Visualizadores, Geoportales y Gemelos Digitales

Resumen

La gestión eficiente de la vegetación en infraestructuras ferroviarias requiere combinar información geoespacial de alta resolución, modelos analíticos avanzados y herramientas que faciliten la toma de decisiones operativas. Este trabajo presenta una solución integral desarrollada para la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG) que combina captura masiva de datos, inteligencia artificial y un gemelo digital 2D/3D para transformar el mantenimiento tradicional en un proceso predictivo y basado en evidencias.

La base del sistema es una campaña de adquisición mediante LiDAR aerotransportado de muy alta densidad (más de 150 puntos/m^2) e imagen RGB de alta resolución sobre más de 11.800 km de infraestructura ferroviaria, complementada con información procedente de Sentinel-1, Sentinel-2 y otras fuentes geoespaciales. Estos datos permiten construir una representación detallada y continuamente actualizable del corredor ferroviario y su entorno.

Sobre esta información se implementa una cadena de procesamiento basada en inteligencia artificial, que incluye la clasificación automática de la nube de puntos en múltiples categorías, la generación de cartografía temática de alta resolución, la delimitación de teselas homogéneas de gestión y el desarrollo de modelos predictivos capaces de estimar el crecimiento de la vegetación, detectar futuros incumplimientos de las distancias de seguridad y calcular indicadores de riesgo para la priorización de actuaciones. La integración de estas capacidades convierte la información geoespacial en conocimiento accionable para optimizar las operaciones de poda, tala y desbroce.

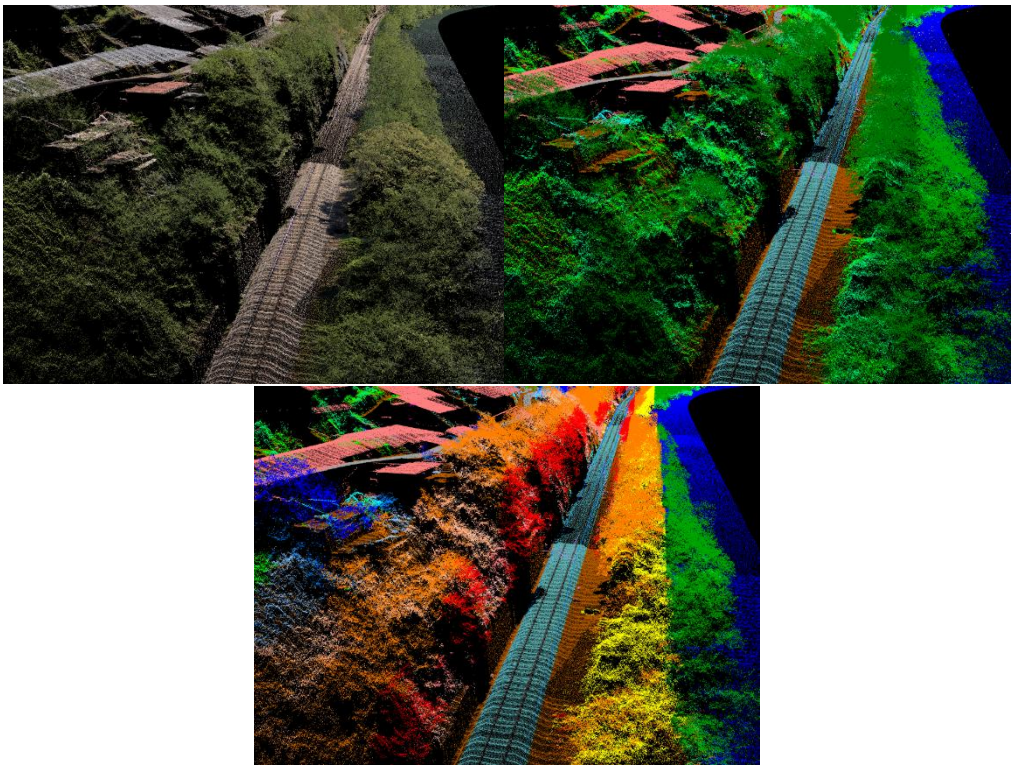
Todos los resultados se integran en una plataforma web desarrollada íntegramente con software libre, concebida como un auténtico gemelo digital de la infraestructura. El visualizador combina navegación 2D y 3D con herramientas de consulta y análisis que permiten visualizar la nube de puntos clasificada, las teselas de gestión, las alertas de vegetación, las predicciones de crecimiento, los niveles de riesgo y la planificación de actuaciones sobre un entorno único e interoperable. De este modo, el sistema no solo representa el estado actual de la red, sino que incorpora información dinámica y

capacidades predictivas que facilitan una gestión proactiva del mantenimiento.

La solución demuestra cómo la integración de datos geoespaciales de muy alta resolución, inteligencia artificial y tecnologías web 3D permite evolucionar los geoportales convencionales hacia plataformas inteligentes de apoyo a la decisión, mejorando la seguridad, optimizando la asignación de recursos y aumentando la resiliencia de infraestructuras críticas mediante un enfoque escalable y replicable.



Diagrama general del proyecto



Imágenes de los datos LidAR clasificados mediante Inteligencia artificial.

Palabras claves

Gemelo digital, Inteligencia artificial, LiDAR de alta densidad, Gestión de la vegetación, Infraestructuras ferroviarias, Visualización 3D, Gemelo digital geoespacial, Mantenimiento predictive, Software libre, Geoportal

Autores

1º Jorge Del Aguila
jorgedelaguila@grupotecopy.es
COTESA

2º Aurelio García Rochera
aureliogarcia@grupotecopy.es
COTESA