Clasificación avanzada de nubes de puntos LiDAR mediante inteligencia artificial

Un enfoque híbrido basado en Deep Learning y postprocesado espacial aplicado a la tercera cobertura del PNOA-LiDAR en Extremadura, País Vasco y la Rioja.

García Rochera, Aurelio;

Tema: Inteligencia artificial, Large Language Model, Deep Learning, etc.

Resumen

La tercera cobertura del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA-LiDAR), promovido por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), supone un salto cualitativo en la disponibilidad de información tridimensional del territorio gracias a una densidad mínima de 5 puntos/m² y a la incorporación de un mayor número de clases semánticas, lo que amplía significativamente las posibilidades de explotación de estos datos para aplicaciones cartográficas, ambientales y de gestión territorial.

En este contexto, se presenta una metodología avanzada para la clasificación automática de nubes de puntos LiDAR desarrollada sobre la tercera cobertura del PNOA-LiDAR en Extremadura. La propuesta se estructura en dos fases complementarias. En primer lugar, la clasificación inicial se realiza mediante un modelo de ***Deep Learning*** basado en la arquitectura KPConv (Kernel Point Convolution), diseñada para procesar directamente nubes de puntos tridimensionales sin necesidad de rasterización o voxelización previa y capaz de aprender características geométricas, radiométricas y espaciales de los datos LiDAR. Este modelo ha sido entrenado utilizando un conjunto de datos de **10.000 teselas de 50 × 50 m** aproximadamente representativas de la diversidad paisajística de Extremadura y posteriormente validado mediante un conjunto independiente de referencia. Para País Vasco y La Rioja el proceso fue similar.

Posteriormente, los resultados son refinados mediante una fase de **postprocesado** que combina técnicas de **Machine Learning**, reglas heurísticas y **análisis espacial**. Para ello se emplean descriptores geométricos obtenidos del entorno local de cada punto, como vectores normales, métricas derivadas del análisis de componentes principales (PCA), indicadores de planaridad, linealidad, anisotropía, rugosidad, curvatura y densidad, junto con operaciones de suavizado espacial y árboles de decisión orientados a mejorar la coherencia de la clasificación y corregir errores sistemáticos en aquellas clases de mayor complejidad geométrica.

Los resultados obtenidos en Extremadura (Figura 1) alcanzan una exactitud global del **88,2 %**, evidenciando mejoras significativas respecto a la clasificación inicial, especialmente en categorías como vegetación baja y en infraestructuras lineales de elevada complejidad geométrica, entre ellas carreteras, líneas ferroviarias y puentes. La arquitectura desarrollada presenta además un carácter modular, iterativo y escalable, permitiendo su aplicación eficiente sobre grandes volúmenes de

información y facilitando su integración en procesos de producción cartográfica automatizada.

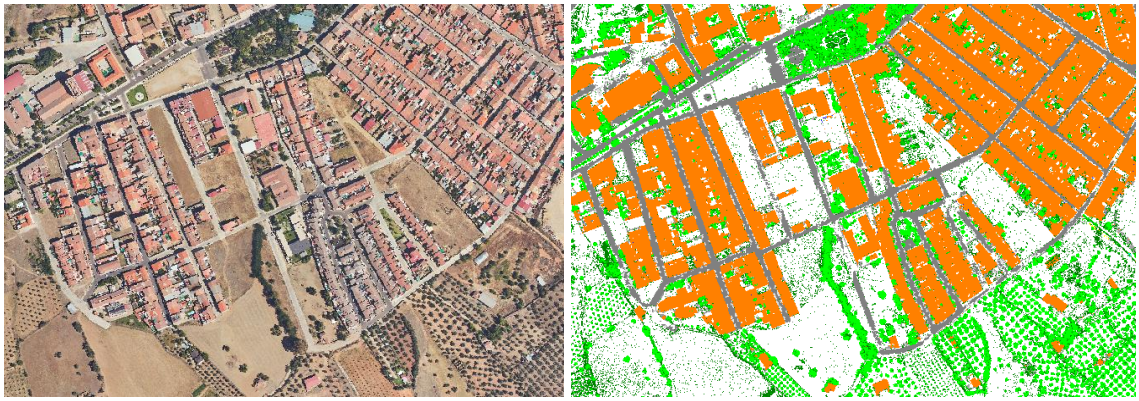

Figura 1. La imagen de la izquierda respresenta la nube de puntos en RGB y la imagen de la derecha la nube de puntos clasificada con esta metodología. Leyenda: Vegetación (verde), Construcciones (naranja), Vías (gris) y Suelo (blanco).

La **metodología** constituye una aproximación práctica para incrementar el valor añadido de los datos abiertos generados por el PNOA-LiDAR, contribuyendo a la obtención de información geoespacial de mayor calidad para su incorporación en infraestructuras de datos espaciales, sistemas de información territorial y procesos de producción cartográfica. Los **productos generados**, que pertenecen al procesamiento NPC02- Edición básica: clasificación semiautomática y manual de las clases suelo, vegetación, edificios, puentes y solapes, los publica el CNIG en su web oficial (Centro de Descargas del CNIG y, a partir de estas clasificaciones, se obtienen los productos **MDEs (Modelos Digitales de Elevación)** que también se encuentran disponibles en el Centro de Descargas del CNIG. Su aplicación en Extremadura, País Vasco y La Rioja demuestra el potencial de la inteligencia artificial para mejorar los procesos de clasificación de nubes de puntos y avanzar hacia la actualización automática de bases de datos geográficas. Entre sus principales ventajas destacan el incremento de la productividad, la mejora de la coherencia de la clasificación y la escalabilidad del procesamiento sobre grandes volúmenes de datos. Como principal limitación, estos modelos dependen de datos de entrenamiento de alta calidad, requieren recursos computacionales significativos y precisan procesos de validación y supervisión experta para garantizar la fiabilidad de los resultados en escenarios complejos.

Palabras claves

Inteligencia artificial, Deep Learning, LiDAR, PNOA-LiDAR, Clasificación semántica, Postprocesado espacial, Aprendizaje automático, Datos geoespaciales, Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), Producción cartográfica

Autores

1º Alejandro Redondo García
alejandroredondo@grupotecopy.es
COTESA

2º Eduardo Rosado Sánchez
eduardorosado@grupotecopy.es
COTESA

3º Javier Becerra Corral
javierbecerra@grupotecopy.es
COTESA

4º Aurelio García Rochera
aureliogarcia@grupotecopy.es
COTESA