

ANEXO I

RETO TECNOLÓGICO: CLASIFICACION AUTOMATICA DE NUBES DE PUNTOS LIDAR MEDIANTE EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

1. Antecedentes

Tanto las actividades humanas como los procesos naturales que acontecen en nuestro planeta están influidos por la orografía del lugar en el que se desarrollan. Es por eso que la información sobre elevaciones es considerada un dato geoespacial global fundamental por las Naciones Unidas.

La información de elevaciones se ha venido obteniendo en España desde 2009 a través del proyecto PNOA LiDAR, cubriendo todo el territorio nacional en dos ciclos o coberturas (2009-2015 y 2015-2021). Durante estos años ha quedado demostrada la enorme utilidad de los datos proporcionados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), y la creciente demanda por parte de los usuarios de la Administración General del Estado (AGE), las comunidades autónomas (CC. AA.), y los ciudadanos en general, de mayor detalle y precisión en la clasificación de las nubes de puntos LiDAR capturados.

El IGN ha comenzado una nueva cobertura nacional que ocupará el periodo 2022-2027. La captura LiDAR se realizará a una mayor densidad de pulsos (5 puntos/m²), con más precisión, y con un aumento del número de clases y mayor fiabilidad en su clasificación (>95%). Los productos obtenidos ofrecerán mayor detalle, dando servicio a más aplicaciones y nuevos usos.

En coberturas anteriores, los procesos de clasificación de nubes de puntos se han realizado de forma en gran medida manual, mediante edición básica con el software existente en el mercado, con medios propios de la AGE, o por los propios usuarios según sus necesidades específicas. Para la 3.ª cobertura, con el aumento de densidad previsto, es posible que sea necesarios licitar parte de la producción para cumplir con el calendario de ejecución previsto y asegurar la puesta en disposición de los productos en las fechas previstas.

Adicionalmente, con el auge de la inteligencia artificial (IA) han surgido nuevas técnicas aplicables en la clasificación de nubes de puntos 3D, que permiten acortar plazos y reducir costes, aumentando incluso el número de clases a obtener. Durante el tercer ciclo actual, se pretende implantar de forma gradual estas nuevas técnicas de clasificación mediante IA, tal y como se está realizando en el resto de agencias europeas homologas.

El etiquetado automatizado mediante IA disminuirá los tiempos de procesamiento y los trabajos manuales de clasificación de puntos, permitiendo poner a disposición de los usuarios los datos en menor tiempo y por tanto más actualizados.

2. Descripción del reto tecnológico

Actualmente, las nuevas tecnologías nos dan la posibilidad de obtener información de todo tipo, de forma prácticamente inmediata. Para cumplir las demandas de los usuarios, es imprescindible que esta sea lo más actual y rigurosa posible. De no ser así, los servicios de información pierden por completo su utilidad y pronto son olvidados por la sociedad. En el ámbito de la geoinformación ocurre exactamente lo mismo, y más aún, cuando existe la creciente necesidad de saber en todo momento donde nos encontramos y que tenemos a nuestro alrededor. En líneas generales, la producción y difusión de datos geográficos lo más recientes posible, así como su actualización y mantenimiento continuo, es una demanda cada vez más creciente, obligando a los organismos responsables a la implementación de procesos de automatización que ofrezcan la posibilidad de producir grandes volúmenes de datos de alta calidad en poco tiempo.

El objetivo de la clasificación de la nube de puntos es simplificar su representación para determinar qué objetos aparecen en la escena y qué posición ocupan en coordenadas xyz. La clasificación por los métodos convencionales actualmente implantados en el IGN, es un proceso que consta de dos etapas, una primera fase de clasificación automática seguida de una edición manual lenta y costosa. La metodología actual abarca la revisión y edición manual de 4 clases básicas: suelo, vegetación, edificios y construcciones, necesarias para la generación de productos derivados MDT, que cubren las necesidades de la gran mayoría de las aplicaciones y de los usuarios involucrados en el proyecto PNOA (FEGA, DG Agua, Bosques, Confederaciones hidrográficas, DG Catastro, etc.).

Las nubes de puntos a capturar en la 3ª Cobertura LIDAR serán de alta densidad (5 pts/m²), proporcionándonos más información y detalle. Sin embargo, tener que clasificar manualmente millones de puntos, además de ser un trabajo tedioso, no es eficiente ni desde un punto de vista temporal ni desde un punto de vista económico. La clasificación de nubes de puntos, como la generación de productos cartográficos en general, lleva implícita una serie de procesos que se caracterizan principalmente por su complejidad técnica y por la cantidad de tiempo que requieren, siendo esto sinónimo de un elevado coste económico.

La solución ideal sería que una máquina fuera capaz de realizar el proceso de clasificación, obteniendo resultados mucho más rápido que un etiquetado manual. El aprendizaje profundo o Deep Learning es un nuevo paradigma de aprendizaje automático que científicamente se ha hecho muy popular en los últimos años y sobre el que no cesan de aparecer nuevos estudios, algoritmos y librerías de programación aplicadas a esta tarea.

Esta nueva metodología basada en IA debería poder aportar adicionalmente otro valor añadido, aumentando el número de clases a identificar y el nivel de confianza de dicha clasificación. Incluyendo las nuevas clases en los ejemplos de entrenamiento del algoritmo, ampliamos las capacidades del servicio con nuevas funcionalidades y usos específicos que los aumentos de densidad previsto en el tercer ciclo posibilitan. Mediante clasificación automatizada se pretende caracterizar elementos de la red de transporte, transportes eléctrico, generadoras de energía, elementos estructurantes del paisaje, cerramientos de fincas, etc., clases muy demandados por su gran utilidad para tareas propias de las AAPP

Aquí nace el reto de innovar en este concepto para aportar tecnología sustitutiva de mayor productividad, y que a la vez pueda ampliar sus funcionalidades.

3. Justificación de la necesidad pública

El proyecto Plan Nacional LiDAR es de extraordinaria utilidad para las AAPP tal y como lo demuestran las numerosas descargas de los productos LiDAR que se realizan desde el Centro de Descargas del CNIG. Entre los usuarios habituales, destacan los Ministerios de Transporte Movilidad y Agenda Urbana, Agricultura Pesca y Alimentación, Hacienda, Transición Ecológica y Reto Demográfico..., así como comunidades autónomas, diputaciones y ayuntamientos, entre otros.

Las nubes de puntos LiDAR clasificadas tienen múltiples aplicaciones, dando solución a problemas de gran complejidad y atendiendo demandas nuevas tanto de los servicios que prestan las administraciones públicas como del sector privado y las universidades.

Las nubes de puntos densas clasificadas son necesarias en muchas de las aplicaciones del proyecto PNOA LiDAR. En el ámbito forestal son utilizadas para cuantificación de biomasa (esencial para la prevención de incendios) y huella de carbono. En entornos urbanos, tareas relacionadas con disciplina urbanística y alteraciones catastrales en altura, estudios de alturas de edificios, coberturas señal, producción de gemelos digitales, etc. En Medio ambiente, detección cambios multitemporales, evolución línea de costa, dunas, zonas protegidas, análisis riesgos inundación, modelos de peligrosidad costera y fluvial. Modelados 3D de infraestructura para navegación autónoma, mapas de susceptibilidad movimientos laderas, detección obstáculos aeronáuticos, asentamientos arqueológicos, inventario e inspección líneas eléctricas, etc, son algunas de las aplicaciones más habituales, además de la producción cartográfica de modelos digitales del terreno, ortofotografías y curvas de nivel automáticas.

La clasificación automática de nubes de puntos densas obtenidas mediante sensores LiDAR es una tecnología clave para futuras aplicaciones que pueden ser claves para las Administraciones Públicas como pueden ser la conducción autónoma o asistida con automóviles, así como la localización, mapeo y entendimiento de escenas en vehículos no tripulados y robots móviles, que se están aplicando ya en entornos naturales o desestructurados, tales como búsqueda y rescate, exploración planetaria, agricultura, forestal, etc. Esta innovación y reto planteado, va a suponer un paso más en este contexto.

4. Aspectos específicos a considerar

Dada la importancia del desarrollo de metodologías de clasificación acordes con los requisitos de calidad exigidos en el la 3ª Cobertura LIDAR LiDAR, habrá que priorizar y asegurar los siguientes aspectos:

- Proponer alternativas metodológicas automatizadas mediante técnicas de Inteligencia Artificial de clasificación de nubes de puntos LiDAR que permitan cumplir con las especificaciones de productos PNOA LiDAR.
- Innovación en las técnicas de procesamiento de nubes de puntos densas que aporten una disminución de los tiempos de producción y ahorro de costes económicos.
- Innovación en la definición e implementación de procesos de clasificación automática inteligentes y adaptativos a distintas tipologías territoriales.
- Aumento del número de clases a tipificar de manera automática en las nubes de puntos.
- Integración y aplicabilidad de soluciones informáticas existentes consolidadas en el mercado, con un grado de madurez y productividad contrastable.
- Metodología para la determinación de los coeficientes de fiabilidad exigibles para cada una de las distintas clases resultantes de la clasificación.
- Efecto del aumento de densidad de puntos.

5. Objetivos

La solución propuesta deberá contemplar las siguientes funcionalidades y características:

- Clasificación mediante técnicas de Inteligencia Artificial del mayor número de clases posibles incluyendo, al menos, suelo, vegetación (baja, media y alta), edificios y puentes.
- La solución debe ser aplicable al conjunto del territorio nacional con todas sus tipologías del terreno capturadas mediante nubes de puntos LiDAR con densidad 5 pto/m2.
- Los aplicativos, librerías y desarrollos propuestos en la solución deben estar programados sobre un framework software conocido, consolidado y estable, con una arquitectura software que permita la parametrización de variables.
- El algoritmo de clasificación debe ser modulable en función de las necesidades y funcionalidades requeridas. Esta característica permitirá adaptar y flexibilizar el entrenamiento a distintas clases y tipologías de territorios.
- Para optimizar el procedimiento de clasificación actual, un dato importante a especificar es el rendimiento global de la solución propuesta.
- La implantación de la plataforma tecnológica de clasificación IA debe ser posible tanto en modo cloud como in site.
- Se debe estimar el coste unitario (€/Km2) el cual debe incluir todos los costes relativos a la solución: procesamiento, licencias software en caso de ser necesarias, hardware, almacenamiento, etc. Así mismo, se debe individual el coste y requerimientos de edición manual por métodos convencionales, en caso de estar incluida esta tarea como una parte de la solución por IA planteada.
- Se deben indicar las estrategias, criterios y metodologías propuestas, para la selección y etiquetado de muestras de entrenamiento y validación de resultados, indicando los porcentajes recomendados que ambos conjuntos de datos deben cubrir, respecto al total de superficie a clasificar mediante IA.
- Se describirán los métodos propuestos para el control de calidad requerido sobre las nubes de puntos clasificadas mediante la solución propuesta, el cual debe garantizar una fiabilidad en la clasificación del 95%.

ANEXO II
FORMULARIO

Nota: En la medida de lo posible, se tratarán de cumplimentar todos los apartados. No se admite ninguna documentación adjunta.

1. Datos generales de la solución propuesta

Título	
Acrónimo	
Reto tecnológico principal	
Plazo de disponibilidad de la solución propuesta	

2. Requerimientos funcionales

Resumen general de la solución innovadora. Especificación funcional. Descripción de la solución que puede satisfacer el reto tecnológico planteado desde un enfoque funcional. Máximo 5.000 caracteres	
Identificación de las clases a obtener. Máximo 500 caracteres	
Determinación de la fiabilidad y la precisión objetivo para cada clase. Máximo 500 caracteres	
Plataforma tecnológica (hardware y software) necesaria para la aplicación de la solución. (se deben incluir ejemplos concretos). Máximo 1.000 caracteres	
Procesamiento en la nube.	SI/NO
Plataforma GPU en la nube recomendada.	
Número de GPUs recomendado	

<p>¿Este apartado es confidencial?</p> <p>Criterios y metodologías propuestas para la selección y etiquetado de muestras de entrenamiento y validación de resultados, indicando los porcentajes recomendados que ambos conjuntos de datos deben cubrir, respecto al total de superficie a clasificar mediante IA.</p> <p>(Máximo 4.000 caracteres)</p>	<p>SI/NO</p>
<p>¿Este apartado es confidencial?</p> <p>Método propuesto para el control de calidad requerido sobre las nubes de puntos clasificadas mediante la solución propuesta.</p> <p>(Máximo 4.000 caracteres)</p>	<p>SI/NO</p>
<p>¿Este apartado es confidencial?</p> <p>Métricas propuestas para el control de precisión y fiabilidad de resultados</p> <p>(Máximo 4.000 caracteres)</p>	<p>SI/NO</p>
<p>Justificación de la experiencia en proyectos similares al planteado. (Indicar por cada proyecto año de ejecución, cliente, importe, ámbito geográfico, superficie ejecutada y descripción de los resultados).</p> <p>(Máximo 1.000 caracteres).</p>	

3. Características de las entidades proponentes.

Solución propuesta conjunta de varias personas jurídicas (SÍ/NO).

Datos entidad proponente (en caso de existir más de una entidad, se solicita la aportación de los datos de cada una de ellas dentro de cada apartado, identificando cada entidad de la siguiente forma: ENTIDAD1: ENTIDAD 2...etc.).

<p>Datos generales</p>	
-------------------------------	--

Contacto	
Contacto técnico	
Número de personas en plantilla	
Existe departamento/unidad I+D	Si/NO
Número de personas del departamento/unidad I+D	
Facturación total de la entidad en los últimos 3 ejercicios (€)	
Facturación en proyectos similares a las de esta solución en los últimos 3 ejercicios (€)	
Facturación I+D de la entidad en los 3 últimos ejercicios (€)	
Certificaciones técnicas relevantes de las que dispone su entidad para acometer un reto como el que se plantea	SI/NO. (max. 500 caracteres)
Inversión realizada por la entidad en I+D en los últimos tres últimos 3 ejercicios (€)	
Ayudas públicas de I+D en concurrencia competitiva obtenida por la entidad en los últimos 3 ejercicios (€)	
Para el reto planteado aportar información detallada con relación a investigaciones, desarrollo de soluciones, publicaciones, ...etc. realizadas o en curso con objeto similar al planteado en esta CPM. (Máximo 500 caracteres).	

4. Madurez tecnológica de la solución

Descripción del grado de madurez de la solución propuesta. Nivel TRL alcanzado. (Máximo 1.000 caracteres).	
Riesgos tecnológicos asociados a la propuesta de solución innovadora. (Máximo 2.000 caracteres).	

5. Rendimientos y planificación temporal

Incluir una estimación de tiempos y cronograma básico del desarrollo del proyecto para el caso hipotético de tener que clasificar mediante la solución propuesta el 100 % del territorio español, dividido en 17 bloques de trabajo (1 por CCAA). Incluir las principales actividades e hitos.

Rendimiento general de la solución. Capacidad de producción (Km/día).	
Rendimiento procesamiento (Km/hora) por GPU.	

Número GPU en paralelo	
Rendimiento etiquetado manual zonas entrenamiento.	
Porcentaje superficie (mínimo y máximo) zonas de entrenamiento respecto a la superficie total del bloque de trabajo.	
Rendimiento etiquetado manual zonas test.	
Porcentaje superficie (mínimo y máximo) zonas de test respecto a la superficie total del bloque de trabajo.	
Porcentaje de superficie a clasificar/revisar manualmente en postproceso.	
Identifique posibles riesgos que puedan impedir, dificultar o retrasar la realización del proyecto en el plazo estimado. (Máximo 1.000 caracteres)	

6. Valoración económica de la solución propuesta

Se deben incluir todos los costes relativos a la solución: procesamiento, licencias software en caso de ser necesarias, hardware, almacenamiento, etc., así como los costes de clasificación manual por métodos convencionales, tanto a nivel básico como avanzado.

Coste unitario total (€/km)	
Descuento coste por volumen.	SI/NO
Indicar tabla descuentos por volumen (€/km)	
Incremento coste por uso GPUs adicional	SI/NO
Indicar incremento coste por GPU adicional (€/Km)	
Coste clasificación manual (€/km)	
Diferencias en el coste unitario de la clasificación manual por tipología de terreno de cada zona de entrenamiento/test (montaña, rural, urbano).	SI/NO
Indicar coste unitario en caso afirmativo (%)	

7. Derechos de propiedad intelectual (DPIs)

¿Este apartado es confidencial?	Si/NO
Derechos de propiedad Intelectual (Es necesario identificar:	
Si hay derechos de propiedad intelectual preexistentes (por parte de los proponentes o de terceros) a la solución propuesta o no los hay.	
Si hay potencial riesgo de infringir algún DPI.	

Si durante el Proyecto se va a generar derechos de propiedad Intelectual.	
Si van a patentar la tecnología desarrollada en el Proyecto	
Si se va a permitir la divulgación científica de resultados de investigación obtenidos.	
Señalar que diferencias más importante existen con otras soluciones o patentes	
Propuesta política de gestión de los DPIs generados en el Proyecto por parte de la entidad	
Máximo 3.000 caracteres	

8. Declaraciones obligatorias.

Autorizo al IGN al uso de los contenidos de la propuesta, que podrá compartir con la ADMINISTRACIÓN PÚBLICA usuaria y con un grupo externo de expertos, con el único fin de valorar la posible inclusión de los contenidos en el proceso de definición en las especificaciones de un eventual procedimiento de contratación a través de una Contratación Pública Precomercial.

SÍ/NO

De conformidad con el Reglamento (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, o Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales (LOPDGDD), le informamos que sus datos personales son tratados por IGN, en calidad de responsable del tratamiento, con la finalidad de facilitar el contacto con el participante durante el proceso de consulta preliminar del mercado.

Por todo ello le solicitamos nos confirme su consentimiento expreso para el tratamiento de sus datos para las finalidades anteriormente descritas.

Conservaremos sus datos personales mientras sean necesarios para dichas finalidades, mientras no ejercite su derecho de supresión sobre los mismos. A este respecto, Ud. puede ejercer sus derechos de acceso, portabilidad, revocación, rectificación, supresión, oposición y limitación del tratamiento de sus datos personales mediante el envío de una comunicación escrita al correo electrónico a: ign@mitma.es, con la referencia "Derecho RGPD", o bien mediante escrito a la dirección C/ General Ibáñez de Ibero, 3. 28003 - Madrid - España, acompañada en ambos casos de una copia del DNI o documento de identificación equivalente.

De no estar conforme con la respuesta facilitada por el IGN en el ejercicio de sus derechos, podrá presentar una reclamación ante la Agencia Española de Protección de Datos o ante cualquier otra autoridad de control competente en materia de protección de datos de la Unión Europea. Finalmente, le informamos que podrá dirigirse al correo electrónico ign@mitma.es para consultar cualquier aspecto en relación al tratamiento de sus datos personales realizado por el IGN. Por lo tanto Ud. consiente expresamente el tratamiento de sus datos personales por el IGN, E.P.E. en los términos expuestos.

SI/NO

9. Anexos adicionales.

En este apartado se permite que el participante presente en formato libre toda aquella documentación que considere relevante, con una extensión máxima de 25 caras en formato A4. Si la información aportada es **CONFIDENCIAL**, debe manifestarse expresamente.