

# Las Infraestructuras de Datos Espaciales y los formatos emergentes de datos geográficos. Nubes de puntos y fotografías georeferenciadas.

Lidar aéreo, terrestre y geo-fotografías panorámicas en las IDES.

**Guinea de Salas, Alejandro; Jorrín Abellán, Sergio**

## RESUMEN

Los diferentes instrumentos de medición y posicionamiento como Estaciones Totales, GNSS, escáneres, etc. están en un momento de su evolución en que está cobrando importancia su integración. Combinaciones de Estación Total + GPS, cámaras + GPS, o cámaras + Estación Total son cada vez más habituales.

La madurez de estas integraciones ha llegado a un punto en el cual es posible una integración completa entre GPS + IMU para asegurar un posicionamiento absoluto y continuo en movimiento, junto con una integración entre cámaras fotográficas + escáneres láser que permiten una adquisición de datos masiva en movimiento.

Estos sistemas producen un nuevo tipo de datos aplicables a multitud de campos que consisten en una nube de puntos y una serie de fotografías 360°. La nube de puntos registra cuantitativamente la realidad, mientras que las fotografías lo hacen cualitativamente. La integración métrica entre ambos datos permite medir e identificar la realidad física de un modo no visto hasta ahora. Los mapas y planos, utilizados para representar una abstracción de la realidad, están siendo complementados e incluso sustituidos por imágenes verticales, nubes de puntos, fotografías panorámicas o incluso escenarios. Los escenarios consisten en una modelización en 3d de la realidad en la que se puede navegar, y por supuesto medir, e integrar con otras informaciones. Los escenarios suponen una representación nueva de la realidad, que sólo se puede explotar mediante sistemas informáticos, pero actualmente goza de una madurez y una potencia sin precedentes.

Estos nuevos formatos y métodos de escanear y gestionar la realidad física supondrán nuevos retos que las Infraestructuras de datos espaciales deberán asumir para poder dar solución a las necesidades de los usuarios. En la ponencia se abordará el estado del arte de las IDES en materia de los tipos de datos mencionados, y la evolución que deberán acometer para una correcta gestión de los mismos. En concreto, se estudiarán las capacidades de almacenamiento (Bases de datos y ficheros) de los nuevos formatos consecuencia de la evolución en los sistemas de adquisición masiva, la estandarización de formatos aplicable a nubes de puntos y fotografías panorámicas georeferenciadas, la posible aplicación de los servicios estándares tal y como están actualmente planteados, y las nuevas necesidades en cuanto a metadatos.

## INTEGRACIÓN DE SENSORES

Una breve descripción de los sensores integrados en dispositivos móviles es la siguiente:

GNSS: Global Navigation Satellite System. Esta denominación hace ya tiempo que está sustituyendo a la más específica GPS, dando a entender que soporta más redes satelitales que la americana, a saber, Glonass, Rusa, Galileo Europea y probablemente en un futuro cercano Compass, China. Un sistema GNSS consiste básicamente en un receptor que utiliza señales emitidas por satélites de los cuales se conoce su posición para calcular la posición

del receptor en la tierra. La precisión que se alcanza cuando se realiza un postproceso de la señal es centimétrica. Este sistema requiere un horizonte despejado para la recepción de las señales, lo que limita su uso a espacios abiertos.

IMU: Para resolver pérdidas puntuales del horizonte como obstáculos o túneles, se utilizan las unidades inerciales IMU (Intertial Movement Unit). Estos sistemas consisten básicamente en unos giróscopos que detectan aceleraciones en los tres ejes, con lo que se puede calcular la posición de la unidad basada en las posiciones anteriores. Consigue mantener la precisión del posicionamiento en los casos de pérdidas de señal GNSS.

Cámaras fotográficas: Las cámaras fotográficas registran la realidad física proporcionando gran cantidad de información cualitativa. La integración de varias cámaras de gran angular en un solo dispositivo permite fotografiar todo el campo visual 360° alrededor. Mediante sensores ultrarrápidos, es posible realizar fotografías en movimiento de todo el campo visual. Localizando los puntos focales de las cámaras integradas es posible colocar las fotografías sobre el terreno, superponiendo éstas con otros datos geográficos, y permitiendo realizar mediciones.

Escáneres 3D: Los escáneres emiten un haz de rayos que permiten calcular la distancia a los puntos en los que rebota la señal. Esto genera una gran nube de puntos de la zona medida, con gran precisión métrica. Situando la posición del escáner se fabrican escenas concatenando las diferentes tomas.

Resultado de la integración de todos los sensores descritos, se obtienen fundamentalmente dos tipos de datos, que se describen en los siguientes capítulos.

Ejemplo de integración de sensores:



## NUBES DE PUNTOS

Las nubes de puntos son los datos obtenidos por los escáneres en tres dimensiones. Tradicionalmente los sistemas de información geográfica siempre han soportado datos en formato punto. Puntos, líneas y polígonos forman las estructuras de datos geográficos más básicas y comúnmente utilizadas en la cartografía tradicional. Un punto es básicamente un trío de coordenadas X, Y y Z. A los puntos es posible asociarle determinados atributos de representación puntual, y su visualización se completa con determinados símbolos en función de lo que representen.



Sin embargo, el punto de vista tradicional no es válido para las nubes de puntos, generadas por los escáneres 3D o sensores Lidar. Las nubes de puntos representan la realidad física mediante su posición X, Y, Z. Las nubes de puntos son extremadamente densas, lo que representa la primera gran diferencia respecto a un nivel de puntos al uso. Esta densidad de puntos hace que la información no resida en un punto, sino que es la nube en sí la que representa los elementos. Cada punto tiene pocos atributos y hacen referencia al punto registrado desde un punto de vista físico, como el color o la intensidad de la señal. No tiene atributos que recogen otros aspectos del punto. Esto los hace informáticamente más sencillos, ya que las nubes de puntos están limitadas a las coordenadas más el color y la intensidad.

La gran densidad de puntos hace que para registrar una zona determinada, lo que se denomina escena, puede ser necesario registrar millones, o incluso billones de puntos. Esta particularidad limita directamente el tratamiento de los puntos con la metodología tradicional, pues los sistemas CAD y GIS no están preparados para este volumen.

La representación de los puntos es otra diferencia. Según el tratamiento tradicional, todos los puntos contenidos en un nivel de información tienen una representación similar, a veces mejorada mediante visualizaciones temáticas, que varían la simbolización de los elementos en función de los valores de los atributos. En las nubes de puntos cada punto tiene un valor concreto de color (R, G, B) e intensidad, que se representa en pantalla.

Sería el equivalente a realizar una visualización temática con una grandísima cantidad de atributos, lo que ralentiza todavía más los procesos si se tratan como puntos de la forma que tradicionalmente tratan los CAD o GIS a este tipo de datos.

Las nubes de puntos generadas con escáneres 3D requieren adicionalmente para su correcta visualización un entorno de visualización en tres dimensiones reales. Habitualmente los Sistemas de Información Geográfica basan la visualización en interfaces 2D, ya que el uso más común es la exploración de mapas en 2D. Cambios del punto de vista para visualizar elevaciones de los elementos, o la superposición de sólidos "apoyados" sobre el terreno son herramientas cada vez más habituales en las herramientas GIS pero sin embargo no llegan a ser verdaderos interfaces en 3D. Algo normal considerando la ausencia de este tipo de datos hasta hace pocos años.

La necesidad de un tratamiento especial es también una particularidad de las nubes de punto. Las herramientas GIS incorporan desde hace tiempo funcionalidad para el cálculo de perfiles, volúmenes, o superficies. Sin embargo estas funcionalidades están basadas en que los datos se refieren a elevaciones sobre el terreno, lo que a veces se denomina dos dimensiones y media. Esta suposición no permite resolver escenarios en tres dimensiones reales, que contienen elementos verticales y superposición de diferentes superficies.

Es necesario, por tanto, un cambio en la forma de gestionar y visualizar los datos para resolver una problemática que se encuentra realmente en tres dimensiones, y en la que se encuentran las nubes de puntos.

El tratamiento de los datos en formato ráster no soluciona tampoco la visualización de las nubes de puntos. Por lo que es necesario el establecimiento de un nuevo formato de datos para resolver esta problemática. Dado lo relativamente reciente de este tipo de datos, no están soportados por los formatos más estándares de intercambio de datos, y se utilizan formatos específicos binarios (LAS) o ASCII para el intercambio. En la estandarización de índices para la gestión de grandes volúmenes de datos queda un importante camino por recorrer, para llegar realmente a incorporar las nubes de puntos en las herramientas actuales, como una forma más de representar la realidad.

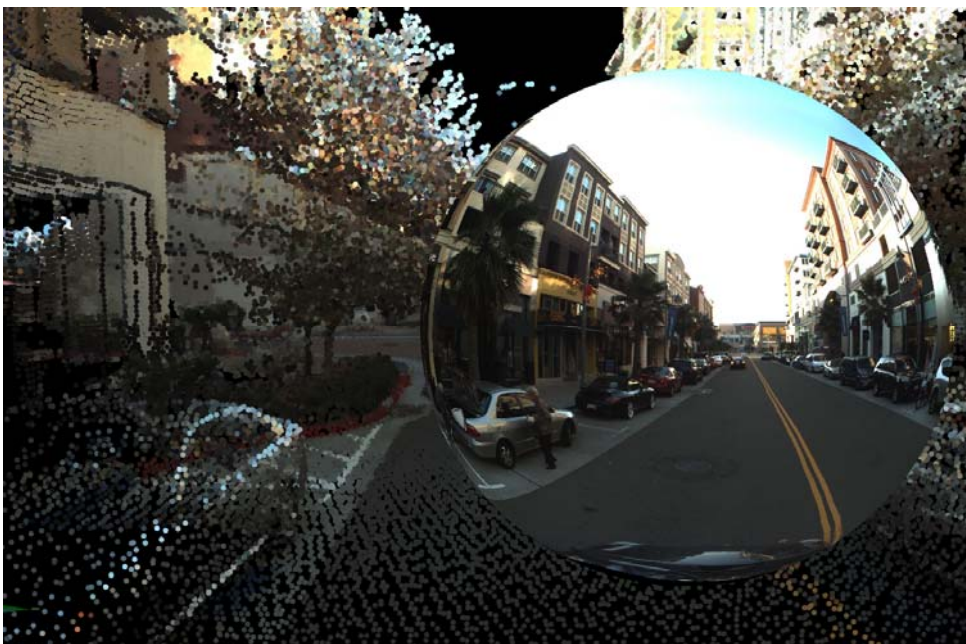


## FOTOGRAFÍAS PANORÁMICAS

Las fotografías panorámicas terrestres suponen una nueva representación de la realidad, que cada vez está cobrando más importancia. Tradicionalmente las fotografías y los datos geográficos ha estado limitada a las fotografías aéreas, convertidas en ortofotos tras un proceso de tratamiento, o las imágenes de satélite. Este tipo de datos ráster, se almacenan físicamente como cualquier fotografía, mediante píxeles que recogen los valores RGB, junto con canales adicionales en el caso de imágenes de satélite. A los datos del ráster propiamente dichos les acompañan, a veces incrustados y otras veces en un fichero asociado, los datos de georeferenciación. Estos datos de georeferenciación consisten básicamente en la localización por coordenadas de una de las esquinas de la imagen, junto con el tamaño del pixel en unidades terreno. Esto permite la medición y tratamiento de datos de la superficie terrestre (píxeles con elevación), pero está limitado para otro tipo de datos.

Las georeferenciación de una fotografía panorámica requiere de datos adicionales para ser colocada en el terreno, ya que la ubicación de una esquina no es suficiente para ubicar el plano, y el tamaño del pixel no es constante sobre el terreno. La geolocalización de la fotografía está compuesta por las coordenadas del punto de vista, el giro de la cámara en los tres ejes (cabeceo, guiñada y alabeo; omega, fi y kappa en la fotogrametría tradicional; o roll, pitch and heading en inglés). Adicionalmente son necesarios datos de la cámara como la focal o el ángulo de apertura, o un factor de escala. El almacenamiento de la geolocalización de las fotografías terrestres no está estandarizado, ni siquiera está considerado como un tipo de dato concreto.

A la problemática de las geo-fotografías terrestres hay que añadirle otras particularidades en el caso de ser panorámicas. Las fotografías panorámicas requieren el uso de una proyección para ser visualizadas sin distorsiones. Esta necesidad, al igual que en el caso de nubes de puntos antes comentado, se debe cubrir mediante el uso de interfaces que realmente manejen las tres dimensiones.



## ALMACENAMIENTO Y SERVICIOS DE RED

Estudiando las nubes de puntos desde la perspectiva del almacenamiento, el almacenamiento de las nubes de puntos es posible realizarlo en ficheros. Los datos en formato binario LAS o ASCII suponen una forma habitual para almacenar los datos. Sin embargo, no está resuelta su indexación para un gran volumen de datos, con lo que cada fabricante implementa su propia solución, dificultando la interoperabilidad práctica.

El formato ASCII, aunque facilita aún más la interoperabilidad, dificulta el uso de los datos debido a su ineficiencia en la gestión de grandes volúmenes de datos, tanto en tamaño de los ficheros como en el rendimiento en el acceso.

El almacenamiento de nubes de puntos en bases de datos es también un tema incipiente, que los principales fabricantes de sistemas gestores de bases de datos no han implementado aún. Los requisitos de rendimiento y entorno 3D dificultan esta implementación, aunque todos los fabricantes tienen proyectos en esta línea. Los principales SGBD implementan el tipo de datos de Lidar, pero están principalmente dirigidos a datos de sensores aerotransportados y su explotación.

Los servicios de red estándares no resuelven actualmente de forma satisfactoria este tipo de datos. El requisito de tridimensionalidad del interface puede solucionarse en cliente, pero no así el transporte vía servicios web de la nube de puntos. Un protocolo WFS, por ejemplo, requeriría un gran tamaño en las respuestas para el proceso de nubes de puntos, con lo que sería necesario implementar un tipo de dato específico.

La solución más próxima pasa por procesar los datos en el servidor de tal forma que a la parte cliente se envíe únicamente una parte procesada de los mismos, que permite la visualización limitada de los datos, que luego se gestionan mediante protocolos estándares como WMS. La estandarización de la indexación mediante un método similar a las tiles pero en tres dimensiones podría ser también un camino a recorrer.

Las fotografías panorámicas georeferenciadas, desde la perspectiva del almacenamiento, no es posible tratarlas como las ortofotos o las imágenes de satélite. A diferencia de éstas, no cubren una parte amplia del territorio, y no se georeferencian de la misma forma. Su almacenamiento en ficheros es posible, pero no está estandarizada su indexación ni el almacenamiento de sus metadatos. El almacenamiento en bases de datos es posible, ya que los SGBD permiten desde hace tiempo almacenar fotografías, y asociarle a cada una campos con los datos de georeferenciación es una tarea sencilla. Sin embargo, los sistemas no están maduros para reconocer, gestionar y procesar este tipo de datos de una forma estándar, con lo que cada fabricante actúa independientemente en este sentido.

Requieren una proyección para ser visualizadas sin distorsiones, pero estas proyecciones no son las habituales en las herramientas GIS, ya que no se puede considerar una proyección cartográfica.

## CONCLUSIONES

Nuevos instrumentos de captura de la realidad están produciendo nuevos formatos. Estos nuevos formatos están llamados a complementar, o en algunos casos incluso a sustituir, la manera tradicional de representar la realidad, basada en herencias históricas derivadas del uso de la cartografía en papel. De manera particular e independiente están surgiendo herramientas capaces de gestionar y tratar estos tipos de datos. Las infraestructuras de datos espaciales deben adaptarse en un breve período de tiempo a este tipo de datos y tendencias en la representación de la realidad, si quieren seguir formando parte de una infraestructura útil para la sociedad.

## PALABRAS CLAVE

Ejemplos: LIDAR, Escáner 3D, Nubes de puntos, Points Cloud, panorámicas, IDES.

## 2.3 CONTACTOS

**Alejandro Guinea de Salas**  
alejandro.guinea@geograma.com  
Geograma SL  
Dirección

**Sergio Jorrín Abellán**  
sergio.jorrin@geograma.com  
Geograma SL  
Dirección SIG