

Visualización geográfica 3D: estándares y aplicaciones

O. Fonts⁽¹⁾, C. Granell⁽¹⁾

(1) Centro de Visualización Interactiva (CeVI), Universitat Jaume I (UJI), Castellón.
fonts@sq.uji.es, granell@uji.es

RESUMEN

Desde la aparición de Google Earth se ha desencadenado una proliferación de aplicaciones de “visores 3D” o globos virtuales facilitando a los usuarios la navegación y exploración de cualquier localización de la Tierra en formato 3D. A estas alturas, nadie puede negar la repercusión mediática de este tipo de aplicaciones y, sobretudo, el impacto diseminador de conceptos geográficos (capas, mapas, etc.) que ha tenido sobre la gran mayoría de usuarios, normalmente no especializados en el dominio geográfico.

En el ámbito del software libre, a los originales World Wind (.NET) y Ossimplanet se han venido uniendo iniciativas en otras plataformas como Marble KDE, nuevas versiones de WordWind (Java SDK), a las que últimamente se están añadiendo iniciativas españolas dignas de consideración, como el Capaware canario y el módulo 3D de gvSIG.

En este artículo se analiza el estado del desarrollo de estos proyectos, así como los estándares y formatos específicos que se están elaborando en el OGC para el ámbito específico de la información geográfica tridimensional (modelado de escenarios, objetos, terreno o cachés).

Palabras clave: Globos virtuales, visualización 3D, estándares OGC.

LA VISUALIZACIÓN GEOGRÁFICA TRIDIMENSIONAL

Usos

No cabe duda de que la representación tridimensional del territorio abre nuevas posibilidades en el ámbito geográfico. Pero el 3D por sí solo no está justificado. Las acciones para la navegación por una escena tridimensional son más complejas que las necesarias para la navegación en un plano. Cada aplicación de software ha resuelto de de manera distinta la manera de controlar la elevación, rotación y cabeceo del punto de vista, lo que requiere un aprendizaje por parte del usuario. Además, la sintetización en tiempo real de las escenas exige más cantidad de recursos, tanto de cálculo como de datos. Así, por ejemplo, la consulta de un mapa de carreteras suele ser más eficaz en una representación en dos dimensiones.

La representación tridimensional es conveniente cuando la visualización de una tercera magnitud, típicamente la elevación del terreno, resulta útil para la interpretación de los datos que se quieren mostrar. Se presentan a continuación algunos de los usos más comunes.

Para las rutas a pie o en bicicleta, la forma del terreno facilita la orientación y ayudar a calibrar su dificultad. En este caso, la ortofotografía juega un papel mucho más útil cuando se utiliza en combinación con los datos de elevación del terreno.



Figura 1. Comparación de representaciones 2D y 3D de un itinerario excursionista¹

La representación tridimensional también juega un papel importante en el terreno educativo, facilitando la exploración de los fondos oceánicos o la interpretación de la geología. En combinación con representaciones bidimensionales, puede facilitar la comprensión de conceptos como las curvas de nivel o las deformaciones proyectivas.

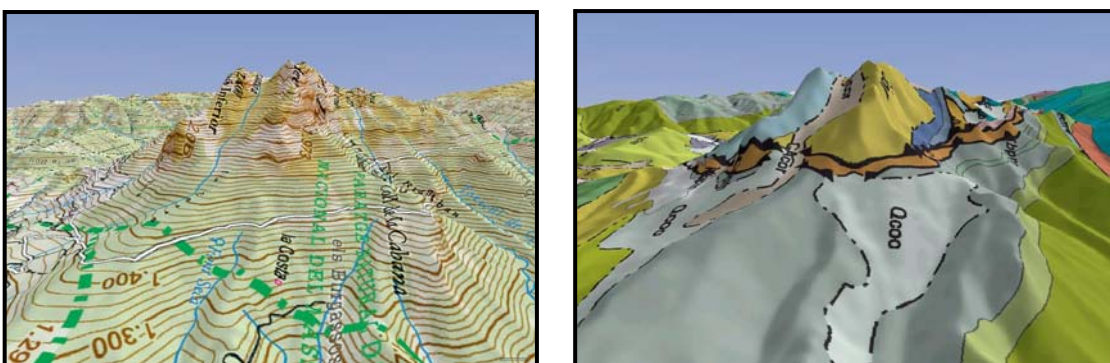


Figura 2. Interpretación de curvas de nivel y mapa geológico en 3D²

¹ Fuente: Wikiloc. <http://es.wikiloc.com/wikiloc/view.do?id=181635>

² Datos © Institut Cartogràfic de Catalunya. <http://www.icc.cat>

En lugar del terreno, también puede ser útil representar otra magnitud en la tercera dimensión. Donde las técnicas bidimensionales recurren a las isolíneas o las cloropletas, en 3D podemos representar físicamente la medida como datos de elevación, extrusiones o símbolos proporcionales. Una buena discusión sobre estas técnicas se puede encontrar en [Bjorn Sandvic].

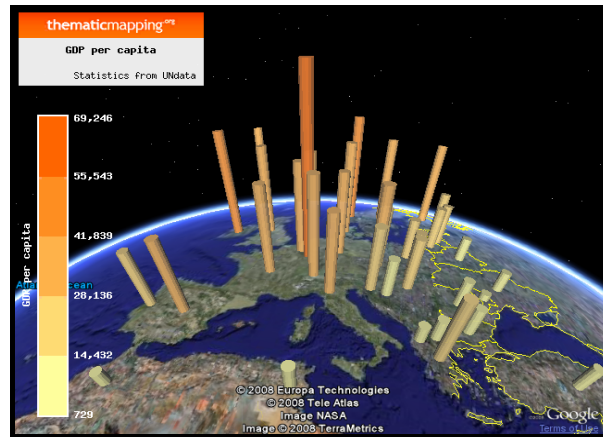


Figura 3. Cloropletas y extrusión combinadas en un mapa temático

Por último, la representación tridimensional permite la inclusión de modelos sintéticos de detalle para dar lugar a escenarios más realistas. Es el nexo entre el SIG, y el modelado tridimensional del CAD.

Técnicas de visualización e interacción

La visualización más común de un escenario 3D acaba siendo una proyección bidimensional sobre el plano de la pantalla, teniendo en cuenta la perspectiva. Existen técnicas estereoscópicas que, a partir de dos puntos de vista de la escena, permiten percibir la tercera dimensión.

La más simple es la representación en anaglifo, pues sólo requiere unas gafas pasivas coloreadas que actúan de filtro complementario para cada ojo. Al utilizar un filtrado cromático para discriminar entre las dos vistas necesarias, interfiere con la información de color de la propia imagen, con lo que produce mejores resultados sobre escenas en escalas de gris. La visualización durante largos períodos de tiempo no es saludable para la vista.

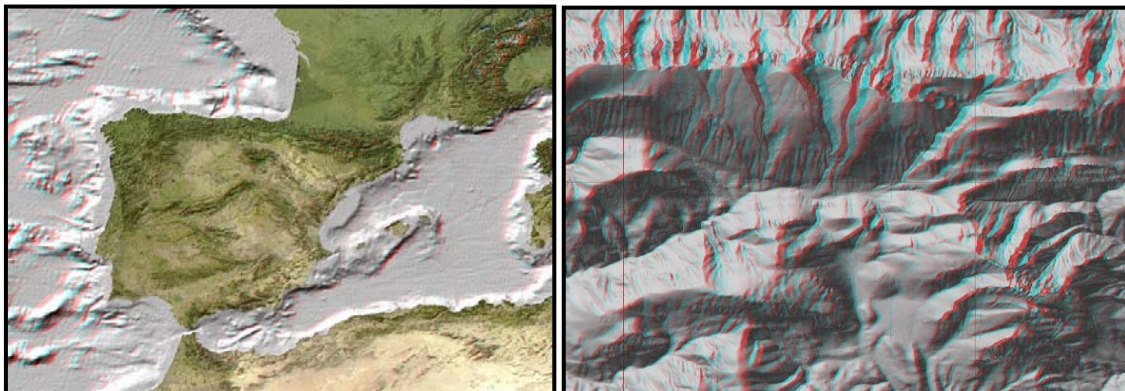


Figura 4. Anaglifos de la península ibérica y de la sierra de Cadí-Pedraforca

Para obtener resultados de mayor calidad, deben utilizarse técnicas de filtrado distintas para cada ojo. Una solución económica para proyección colectiva consiste en utilizar dos cañones de proyección con sendos filtros polarizadores, dispuestos ortogonalmente el uno respecto al otro. Con una pantalla capaz de conservar la polarización de la luz, y unas gafas pasivas de bajo coste, se consigue el mismo efecto sin cansar la vista de la audiencia y conservando la información de color. Son necesarios dos proyectores de gran luminosidad y un software capaz de generar el par de imágenes para cada uno de forma sincronizada y en tiempo real. Esta técnica se utiliza en entornos académicos³.



Figura 5. Par estereográfico. Con un poco de entrenamiento y cruzando la mirada, puede observarse una tercera imagen en relieve en el centro.

Para puestos de trabajo individuales se utiliza una técnica con gafas activas y monitor de rayos catódicos. Las gafas ocluyen la visión de cada ojo alternativamente, a una frecuencia sincronizada con la frecuencia de refresco del monitor, que muestra también el par de imágenes de forma alternativa. Es la técnica habitual utilizada para la restitución fotogramétrica y en el sistema de cine Imax 3D.

En cuanto a la interacción con escenarios 3D, como se ha comentado, los dispositivos comunes (ratón y teclado) resultan poco adecuados. Se han realizado pruebas que permiten manejar OssimPlanet con el mando Nunchuk de Wii⁴, o pantallas Multitouch⁵ para moverse por Nasa WorldWind. Logitech comercializa 'ratones 3D' destinados al gran consumo⁶, y ha publicado la API que permite integrar su uso.

³ The Geowall Consortium. <http://www.geowall.org/>

⁴ Tyler Mitchell's Blog. <http://spatialguru.com/hardware/arduino/inputs>

⁵ Instituto de Geoinformática, Universidad de Münster
<http://www.youtube.com/watch?v=aVhjARASg1I>

⁶ SpaceNavigator <http://www.3dconnexion.es/>

DATOS Y ESTÁNDARES

Modelos digitales de elevación del terreno

A nivel global, los datos de elevación que se utilizan son los de la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) del Jet Propulsión Laboratory (JPL) de la NASA⁷. Estos datos se tomaron en una misión espacial durante el mes de febrero de 2000 con una resolución de un arco de segundo (equivalente a unos 30 metros sobre el ecuador). Los datos son públicos, y accesibles por FTP⁸. Se dan en las siguientes resoluciones:

- Datos de base SRTM1 (< 30 m), para el territorio de los EUA.
- Promediados STRM3 (<90 m) y SRTM30 (<1000 m), para el resto del mundo.

Para España, el IGN dispone de los datos de elevación con un paso de malla de 25 metros, y otras Comunidades Autónomas, como Castilla y León, disponen de mallas de mayor precisión⁹. Por tanto, es interesante que los visores 3D puedan incluir datos de elevación de otras fuentes locales más precisas, y no sólo de SRTM.



Figura 6. Comparativa de una escena con distintas fuentes de datos

La figura anterior ilustra la importancia de poder incorporar datos de elevación más precisos. En la izquierda, vista de Google Earth (ortofoto 1:5 000 del ICC y SRTM3). En el centro, vista con los datos por defecto en WorldWind (Landsat y SRTM30). A la derecha, WorldWind con datos propios (ortofoto 1:5 000 y MET 30x30 del ICC).

En general, existe aún una falta de uniformidad en el formato y la forma de acceso a estos datos, lo que dificulta su integración. Una solución es el uso del estándar de OGC Web Coverage Service, (WCS). La IDEE dispone de dicho servicio, que proporciona el modelo de elevación a 25 metros en formatos GeoTIFF, ASCII Grid y FloatGrid+ZIP¹⁰.

Pero el protocolo WCS adolece de la misma carencia que WMS: Su lentitud. Por ello es recomendable establecer una caché también para los datos de elevación. WorldWind publica de esta caché a través de un servicio web con los datos SRTM30. Se indica en los parámetros el nivel de detalle (L), y la fila (X) y columna (Y) de la tesela a recuperar. Las peticiones tienen un formato como éste:

⁷ <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>

⁸ <ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/>

⁹ <ftp://ftp.itacyl.es/cartografia/MDE/>

¹⁰ http://www.idee.es/wcs/IDEE-WCS-UTM30N/wcsServlet?REQUEST=DescribeCoverage&SERVICE=WCS&VERSION=1.0.0&COVERAGE=MDT25_peninsula_ZIP

<http://worldwind25.arc.nasa.gov/wwelevation/wwelevation.aspx?T=srtm30pluszip&L=6&X=580&Y=422>

Los datos devueltos son ficheros RAW de 512x512 muestras de elevación, donde cada muestra es un entero de 16 bits. Estos datos se comprimen en formato ZIP para ahorrar ancho de banda.

Las posibles implementaciones de una caché de terreno pueden tomar como referencia el servicio de NASA WorldWind, o utilizar el candidato a estándar de la OGC Web Map Tiling Service (WMTS)¹¹, añadiendo los formatos mime propios de una cobertura.

Cartografía de base raster

La cartografía de base ráster se utiliza como textura para el terreno, y generalmente se usa una imagen de satélite o una ortofotografía. En cuanto a datos globales libremente disponibles, debemos recurrir nuevamente a la NASA. Existen los siguientes datos:

- Blue Marble Next Generation: Con una resolución máxima de 1 km/píxel, dispone de 12 coberturas para los 12 meses del año, capturadas durante el 2004.
- Landsat 7, con resoluciones de hasta 15 metros por píxel.
- Modis: Datos diarios con información ambiental, como la disposición de las nubes, con una resolución de hasta 250 m/píxel.

En cuanto a España, existe un servicio WMS del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea¹² (PNOA), con ortoimágenes de 50 cm/píxel.

La solución técnica para el acceso ágil a los datos pasa por una caché de teselas en forma de *quadtree*. Hay diferentes cachés públicas de teselas para los conjuntos de datos de la NASA.

Para crear una caché propia, es conveniente tener en cuenta la convención en cuanto al marco de referencia (EPSG:4326) y niveles de resolución. En las recomendaciones no oficiales TMS¹³ y WMS-C¹⁴ se puede encontrar bajo los epígrafes *unprojected profile* y *global-geodetic* respectivamente. En cuanto al protocolo de acceso, además de TMS, el propio de World Wind se puede considerar estándar de facto. TileCache¹⁵ es una buena herramienta para crear la cachés propias, pues será accesible con los tres protocolos. Se espera que la propuesta WMTS de OGC, una vez fijada como estándar oficial, unifique el criterio de acceso a estos datos.

¹¹ Candidato a estándar WMTS en <http://www.creaf.uab.es/temp/wmts/>

¹² <http://www.ideo.es/wms/PNOA/PNOA?Request=GetCapabilities&Service=WMS>

¹³ http://wiki.osgeo.org/wiki/Tile_Map_Service_Specification

¹⁴ http://wiki.osgeo.org/wiki/WMS_Tiling_Client_Recommendation

¹⁵ <http://www.tilecache.org/>

Datos vectoriales y modelos de objeto

CityGML ha sido adoptado como estándar por OGC y realmente se trata de un esquema de aplicación (o perfil) de GML versión 3.1.1, diseñado para la representación, almacenamiento e intercambio de modelos de ciudades virtuales en 3D (por ejemplo planeamiento urbano, arquitectura, etc.). Se basa en las primitivas geométricas disponibles de GML para extenderlas con una serie de propiedades topológicas, semánticas y de apariencia, propias para objetos urbanos en 3D, el contexto para el que ha sido concebido.

Una de las características más importantes de CityGML es su capacidad para contener datos vectoriales 3D complejos y georreferenciados junto a la semántica asociada a esos datos. En contraste con otros formatos 3D, CityGML se basa en modelo de información rico y de propósito general que va más allá del contenido gráfico y geométrico. Para trabajar en dominios específicos, CityGML proporciona también un mecanismo de extensión con el objetivo de enriquecer los datos con características identificables que permitan la interoperabilidad semántica en esos dominios.

KML (Keyhole Markup Language) versión 2.2 ya forma parte del grupo de estándares de OGC. Este formato se popularizó rápidamente con el lanzamiento de Google Earth como mecanismo para describir y publicar todo tipo de contenidos georreferenciados, como fotos, modelos 3D, panoramas, etiquetas, etc. sobre el globo virtual.

KML es un lenguaje relativamente sencillo (comparado con GML) cuyo objeto no es la descripción de un dato sino su visualización, en 2 o en 3 dimensiones, así como el control de la navegación del usuario sobre el mapa o el globo. KML es el estándar popular para el intercambio de datos vectoriales que todo visor 3D debería soportar.

COLLADA (COLLABorative Design Activity) es un esquema XML estándar y abierto gestionado por un consorcio sin ánimo de lucro llamado Khronos Group¹⁶. Al ser un formato basado en XML, resulta fácil de integrar en cualquier entorno. De hecho, su intención original fue servir meramente como formato de intercambio. Los objetos SketchUp contienen el modelo en Collada y las texturas asociadas a cada elemento, así como la georreferenciación del objeto.

Descripción de escenas

X3D (eXtensible 3D) es un estándar reconocido por ISO y por el consorcio Web3D¹⁷. Se trata de un formato de almacenamiento vectorial 3D que permite ser codificado tanto en sintaxis VRML (aunque en desuso) y XML.

El diseño de X3D está basado en componentes y no todas las implementaciones de los visualizadores implementan todos los componentes. Un fichero X3D contiene metadatos indicando qué componentes son necesarios para una visualización correcta. Existen, por ejemplo, componentes definidos para CAD Geometry, Cube Map Environmental Texturing, Environmental Effects, Geometry2D, Geometry3D, Geospatial, Layering, NURBS; Particle Systems, Texturing 3D, etc.

¹⁶ <http://www.khronos.org/collada/>

¹⁷ <http://www.web3d.org/x3d/specifications/>

X3D es una especificación muy ambiciosa y, como tal, tiene ventajas e inconvenientes. Su principal ventaja radica en la flexibilidad de su estructura de componentes, permitiendo que el formato X3D sea capaz de albergar prácticamente cualquier novedad que aparezca en el campo gráfico. Como contrapartida, la implementación de un visor X3D que soporte un buen número de componentes es una tarea compleja, pudiendo impedir de esta forma su rápida diseminación y adopción por parte de la industria. Además, una característica interesante de X3D frente a otros formatos similares es que el usuario puede interactuar con una escena X3D mediante un API basada en JavaScript (Ajax3D18).

Estándares OGC para la recuperación de escenas 3D

WTS19 (Web Terrain Server, borrador en versión 0.3.2) ofrece la posibilidad de recuperar una vista tridimensional de un área geográfica determinada. A partir de un punto de vista proporcionado en una petición, el servicio genera una vista 3D a partir del conjunto de datos contenidos o accesibles por el proveedor. La escena 3D devuelta es el resultado de la renderización de diferentes datos accesibles por el servicio, en el cual se pueden combinar tanto información ráster como vectorial. Sin embargo, WTS resulta poco atractivo para sistemas de visualización intensiva de escenarios 3D, tales como navegación en tiempo real, dado su protocolo de petición-respuesta y de la propia generación de la vista en la parte servidora. WTS es poco más que un servicio WMS donde se puede indicar un punto de vista para obtener una imagen en perspectiva.

Posteriormente a WTS, OGC lanzó el Web 3D Service20 (borrador versión 0.3.0) que ofrece la posibilidad de recuperar elementos gráficos dado un área geográfica. La principal diferencia con WTS radica en que la fase de renderización debe ser realizada en el propio cliente. Al igual que WTS, se basa en petición-respuesta, cuyos parámetros básicos describen el área geográfica a visualizar y las capas a recuperar. Cabe destacar, que Web 3D Service contempla la posibilidad de parametrizar las peticiones con información de entorno como hora del día, color o imagen de fondo, descriptores de estilo para las diferentes capas, etc., para conseguir un mayor realismo. Para ello se podrán definir diferentes fuentes de luz, fenómenos atmosféricos como niebla y lluvia. Los formatos típicos de recuperación de la información son X3D y su antecesor geoVRML.

PROYECTOS DE SOFTWARE LIBRE

Nasa World Wind

Nasa World Wind²¹ es anterior a Google Earth, y hasta la fecha el proyecto de software libre más parecido a él, con lo que se ha convertido en una referencia.

Para el acceso a los datos de elevación y de textura remotos utiliza un protocolo

¹⁸ <http://www.ajax3d.org/>

¹⁹ http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=1072

²⁰ http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=8869

²¹ <http://worldwind.arc.nasa.gov/>

propio de caché, muy simple, que popularmente ha tomado el nombre del proyecto, World Wind.

Se pueden añadir datos de elevación y de textura propios que cumplan con este protocolo, datos de textura que cumplan con el protocolo WMS, y toponimia y datos vectoriales siguiendo el protocolo WFS. Incluso pueden crearse planetas propios. Toda esta configuración se realiza mediante ficheros XML simples, sin necesidad de modificar el código fuente. También es posible la inclusión de plug-ins. Esta arquitectura abierta y basada en geoservicios estándar da una flexibilidad enorme a la aplicación, que puede ser adaptada a voluntad.

Las primeras versiones se desarrollaron utilizando la plataforma .NET y utilizan DirectX como librería gráfica, lo que hace a la aplicación totalmente dependiente del sistema operativo Windows. El desarrollo se produjo en el seno de la NASA por un solo programador, dando lugar a un código bien estructurado pero pobremente documentado. Llegada la versión 1.4.0, la NASA dejó de mantener la versión para .NET, que ha quedado en manos de una comunidad construida alrededor de WorldWindCentral²². WorldWind .NET es un desarrollo ejemplar en cuanto al uso de estándares y modularidad, y pionero en sus orígenes, pero que se ha estancado por falta de liderazgo, y por uso de tecnologías de base privativas.

Tras el abandono de la versión .NET, la NASA se ha puesto a trabajar en un SDK basado en Java. En lugar de una aplicación final, se dispondrá de un componente y una API que permita integrarlo en otras aplicaciones. El desarrollo del núcleo continúa en manos de la NASA, que confía en publicar la primera versión estable del plugin a finales de 2009. Actualmente se encuentra en su versión 0.5.0, y ya ha sido utilizada en un buen número de aplicaciones que necesitan ir más allá de lo que Google Earth ofrece. Estas aplicaciones están reunidas en una galería de demos²³.

OssimPlanet

OssimPlanet²⁴ es un proyecto desarrollado sobre Ossim (Open Source Security Information Management) y OpenSceneGraph, una librería en C++ que usa OpenGL como API para la renderización de escenas tridimensionales. El desarrollo de OssimPlanet está liderado por RadiantBlue Technologies y financiado por los organismos de defensa de los EUA, y puede ejecutarse en plataformas Linus, OSX, Windows y Solaris.

OssimPlanet destaca por su capacidad para cargar cualquier imagen ráster local en multitud de formatos y sistemas de referencia, pues utiliza GDAL para su transformación. Además, es capaz de descargar datos de servicios WMS o World Wind remotos. Está concebido para la visualización de grandes cantidades de datos ráster sin que tengan que ser preprocesados. También permite la incorporación de datos de elevación diversos, videos y ficheros KML además de compartir sesión y sincronizar la vista con otros clientes OssimPlanet remotos.

El visor no se caracteriza por su rapidez, pero si por su precisión y versatilidad, al no usar datos pretratados y hacer reproyecciones en tiempo real. Su público potencial es por el momento limitado.

²² http://worldwindcentral.com/wiki/Main_page

²³ <http://worldwind.arc.nasa.gov/java/demos/>

²⁴ <http://www.ossim.org/OSSIM/ossimPlanet.html>

Marble KDE

Marble KDE²⁵ es la visión opuesta a OssiPlanet. Forma parte del *KDE Education Project*. Es un cliente muy ligero, con versiones tanto para KDE como para Windows, que tarda muy poco en iniciarse y no requiere OpenGL. Además de los datos de la NASA, puede visualizar el callejero OpenStreetMap y, clicando sobre los topónimos, se puede acceder al artículo de Wikipedia de un lugar determinado. La vista del planeta puede ser esférica, plana (no proyectiva) o Mercator. Puede cargar datos adicionales de disco, en formatos GPX y KML.

Es en definitiva una aplicación de muy simple manejo con fines educativos. También existe en versión widget o control para integrarse en otros desarrollos.

Extensión gvSIG 3D

Esta extensión añade la capacidad de crear vistas 3D en gvSIG. Se puede configurar la escena a voluntad: Modelos de tierra plana o esférica, modelos de elevación, y cualquier capa convencional que pueda ser cargada en gvSIG, además de modelos de edificios tridimensionales. Permite trabajar en modo estereográfico o anaglifo, y crear animaciones. Actualmente se distribuye como versión alfa para gvSIG 1.9, y es bastante inestable.

El módulo 3D de gvSIG²⁶ utiliza para la representación en pantalla el framework osgVP (por Virtual Planets), especialmente orientado a la visualización de información geográfica, y que actúa como wrapper de OpenSceneGraph para su utilización desde Java.

CONCLUSIONES

La visualización de datos geográficos 3D no sustituirá a los mapas bidimensionales, pero existen aplicaciones para las que facilita la comprensión y uso de la información geográfica, en los ámbitos del ocio, la educación o la ciencia, y permite navegar de la escala planetaria hasta las escalas reservadas hasta hace poco a las aplicaciones CAD.

Existen proyectos de código abierto para un uso generalista (World Wind .NET) o para adaptación en aplicaciones concretas (World Wind Java), visores pesados para la toma de decisiones en tiempo real (OssiPlanet) y visores ligeros con fines educativos (Marble). En el ámbito español cabe mencionar dos proyectos emergentes: El módulo 3D para gvSIG y Capaware. No existe un proyecto claramente dominante por su madurez, pero existe una librería, OpenSceneGraph, sobre la que se han construido la mayoría de ellos.

Los estándares OGC para 3D se encuentran en fases previas de borrador o RFC, y no existen implementaciones para los más avanzados. Aun así, los globos virtuales son una buena oportunidad para construir herramientas que permitan una mayor integración de datos y servicios geográficos.

REFERENCIAS

Al Gore

²⁵ <http://edu.kde.org/marble/>

²⁶ Documentación: <https://gvSIG.org/web/docdev/trunk-extensions-guide/plugins/3d>

The Digital Earth: Understanding Our Planet in the 21st Century

http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=6210&version=1&format=pdf

Benjamin T. Tuttle, Sharolyn Anderson, Russell Huff

Virtual Globes: An Overview of Their History, Uses, and Future Challenges

Geography Compass, 2(5): 1478-1505, 2008

Rahul Rakshit, Yelena Ogneva-Himmelberger

Application of Virtual Globes in Education

Geography Compass 2(6): 1995-2010, 2008

Gould, M.

El papel de las IDEs en globos virtuales

V Jornadas Técnicas de la IDE de España (JIDEE), 2008

Mark Lukas

OssimPlanet – a collaborative open source virtual Earth

Free and Open Source Software for Geospatial (FOSS4G), 2007.

Olivier Courtin, David Jonglez

PostGis and X3D – Few steps through a full web 3D GIS

Free and Open Source Software for Geospatial (FOSS4G), 2007.

I. Sabbagh

CAPAWARE, un SIG 3D basado en software libre

Semana de la Ciencia y la innovación en Canarias 2008

Bjorn Sandvik

Using KML for Thematic Mapping

MSc Thesis. University of Edimburgh, december 2008.