

CityGML: modelado urbano 3D

Creación de modelos urbanos 3D de acuerdo a los requerimientos y directrices del estándar CityGML

Amelibia Hernando, Iñigo

Hasta hace pocos años los modelos 3D de ámbitos urbanos eran puramente visuales y no presentaban valor añadido alguno más allá de la mera simulación con mayor o menor fortuna de dichos entornos. Sin embargo hoy en día y debido a aplicaciones tan populares como Google Earth/Google Maps que permiten la visualización 3D de distintas ciudades y/o edificios y a la rápida evolución de los Sistemas de Información Geográfica desde entornos de trabajo 2D a 3D, surge la necesidad de disponer de modelos urbanos 3D que cuenten no sólo con un componente geométrico sino que además estén enriquecidos con un amplio componente semántico acorde a las necesidades de información que la sociedad actual demanda. A medida que se han ido incrementado tanto las plataformas tecnológicas que permiten generar, mantener y gestionar geoinformación 3D como el número de modelos 3D que distintos usuarios tanto privados como públicos han venido demandando, se han desarrollado distintos estándares internacionales con el objeto de cubrir la necesidad de contar con un modelo de información común y abierto que permita la representación 3D de objetos urbanos. Uno de ellos es el conocido como CityGML, adoptado por el Open Geospatial Consortium (OGC) como estándar oficial desde el año 2008. Dicho modelo define detalladamente tanto las clases de objetos que participarán en un modelo urbano como las relaciones a establecer entre ellos y que configurarán tanto sus propiedades geométricas como topológicas, semánticas y de apariencia. Además se caracteriza por contemplar cinco niveles de detalle con lo cual es posible recrear un modelo desde un entorno básico 2D a un entorno 3D de gran complejidad. Y dado que se trata de un formato basado en XML, en concreto desarrollado bajo el estándar Geography Markup Language 3 (GML3), es completamente compatible con cualquiera de los servicios web OGC actualmente en uso (WFS, WPS, WVS, W3DS, ...). Por todo ello CityGML se ha convertido en el estándar de referencia en el modelado de entornos urbanos 3D dado su enorme potencial en este campo y el gran número de proyectos y aplicaciones en los que es posible su utilización.

PALABRAS CLAVE

CityGML, OGC, GML3

INTRODUCCIÓN

Estudios GIS es una consultora independiente nacida en 1997 y radicada en el Parque Tecnológico de Álava altamente especializada en Tecnologías de la Información con componente geográfico.

Ofrece un servicio integral que cubre todo el ciclo de vida del dato geográfico. Desde la consultoría, captura y tratamiento de datos, hasta el desarrollo e implantación de aplicaciones GIS personalizadas según los requerimientos y necesidades del cliente sin olvidar facetas tan importantes como la formación, el mantenimiento y la asistencia técnica postproyecto.

A lo largo de estos años Estudios GIS ha participado en proyectos nacionales e internacionales en sectores tan diversos como son el Planeamiento Urbanístico y la Ordenación del Territorio, la Gestión de activos de la Vía Pública, Medio Ambiente, Cultura y Turismo, Gestión de Redes de Servicio, Redes de Transporte y Logística, Cartografía y Callejeros, Gestión de inmovilizado, Gestión de espacios de negocio, Agricultura, Software Marino, Eficiencia Energética, Emergencias y Gestión Catastral, ...

No obstante y en su afán por prestar un mejor servicio al cliente y ofrecerle las últimas novedades y soluciones tecnológicas presentes en la actualidad, Estudios GIS viene desarrollando una intensa actividad en aportar un valor añadido a los Sistemas de Información Geográfica tradicionales, incorporando a éstos la tercera dimensión principalmente en aquellos proyectos donde esta componente resulta ser poco menos que imprescindible como es el caso de numerosos estudios y análisis llevados a cabo en ámbitos urbanos.

Sin embargo y hasta fechas muy recientes la creación de modelos urbanos 3D no dejaba de ser un ejercicio puramente visual sin más utilidad que la mera representación más o menos real de estos entornos. Pero la popularización de aplicaciones como Google Earth / Google Maps y similares donde es posible acceder a modelos en tres dimensiones de distintas ciudades y/o edificios, así como la rápida evolución de los Sistemas de Información Geográfica desde entornos de trabajo 2D a 3D han permitido dar un paso más allá dando lugar a la necesidad de disponer de modelos urbanos 3D que cuenten no sólo con un componente geométrico sino que además estén enriquecidos con un amplio componente semántico acorde a las necesidades de información que la sociedad actual demanda y susceptibles de ser incorporados a distintos tipos de análisis geoespaciales.

Por lo tanto el modelado 3D con componente tanto geométrico como semántico se antoja a día de hoy una herramienta de gran utilidad en dichos entornos urbanos tanto para la realización de estudios de planeamiento urbano y de eficiencia energética como para el diseño de nuevas infraestructuras, la ordenación del territorio, ...

En los últimos años y a medida que se han ido incrementado tanto las plataformas tecnológicas que permiten generar, mantener y gestionar geoinformación 3D como el número de modelos 3D que distintos usuarios tanto privados como públicos han venido demandando, se han desarrollado distintos estándares internacionales con el objeto de cubrir la necesidad de contar con un modelo de información común y abierto que permita la representación 3D de objetos urbanos.

Uno de ellos es el conocido como CityGML, adoptado por el Open Geospatial Consortium (OGC) como estándar oficial desde el año 2008. Dicho modelo define detalladamente tanto las clases de objetos que participarán en un modelo urbano como las relaciones a establecer entre ellos y que configurarán tanto sus propiedades geométricas como topológicas, semánticas y de apariencia.

Además se caracteriza por contemplar cinco niveles de detalle con lo cual es posible recrear un modelo desde un entorno básico 2D a un entorno 3D de gran complejidad. Y dado que se trata de un

formato basado en XML, en concreto desarrollado bajo el estándar Geography Markup Language 3 (GML3), es completamente compatible con cualquiera de los servicios web OGC actualmente en uso (WFS, WPS, WVS, W3DS, ...).

En base a todo ello CityGML se ha convertido en el estándar de referencia en el modelado de entornos urbanos 3D dado su enorme potencial en este campo y el gran número de proyectos y aplicaciones en los que es posible su utilización.

ANTECEDENTES

A continuación se detalla la cronología seguida en el desarrollo del estándar CityGML desde sus inicios hasta el día de hoy:

Año 2002

Comienza el desarrollo del estándar CityGML por parte de los miembros del denominado “Special Interest Group 3D (SIG 3D)” perteneciente a la iniciativa “ Geodata Infrastructure North-Rhine Westphalia (GDI NRW)” radicada en Alemania. Dicho grupo SIG 3D es una plataforma libre y de carácter internacional compuesta por más de 70 compañías, administraciones municipales e institutos de investigación que trabajan en el desarrollo y la explotación comercial de modelos 3D interoperables así como en su geovisualización.

Año 2004

El estándar CityGML pasa a ser debatido en el seno de organismos internacionales como es el caso tanto del “European Spatial Data Research (EuroSDR)” como del grupo de trabajo “3D Information Management (3DIM) Working Group” del “Open Geospatial Consortium (OGC)”.

Año 2006

Se desarrolla la versión beta CityGML 1.0 aprobándose por parte del Comité Técnico del OGC la especificación CityGML como documento de debate. Durante este año se aborda su discusión desde distintos grupos de trabajo del OGC como es el caso por ejemplo del “CAD/GIS Interoperability Working Group”.

Año 2007

CityGML es evaluado y chequeado de forma exhaustiva y con resultados muy positivos por parte del “OGC Web Services Testbed No. 4 (OWS-4)” lo que da lugar a que el Comité Técnico del OGC considere a este estándar por primera vez como miembro oficial del OGC.

Año 2008

El 20 de agosto los miembros del OGC aprueban la versión 1.0.0 del CityGML como estándar oficial del OGC.

Año 2009

Se comienza a trabajar en las futuras versiones del estándar CityGML (1.1 y 2.0).

Año 2010

El OGC pone en marcha de forma oficial la revisión del estándar CityGML con vistas a la aprobación de una futura nueva versión.

Año 2011

El grupo de trabajo del OGC destinado a promocionar y evaluar el estándar CityGML da a conocer el borrador de la versión 1.1 con el fin de que pueda ser revisado por el público en general y éste pueda aportar las sugerencias que estime oportunas.

Año 2012

Se decide desechar la versión 1.1 prevista inicialmente y realizar un cambio más significativo que dará lugar a la aparición de la versión 2.0.0, aprobándose ésta el 14 de marzo como estándar oficial del OGC.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

El estándar CityGML es un modelo de información común que permite tanto la representación de conjuntos de objetos urbanos en 3D así como su almacenamiento y exportación. Define de una forma estandarizada tanto las clases de objetos que intervendrán en este modelo así como las relaciones que se establecerán entre ellos dentro de un entorno urbano, teniendo no sólo en cuenta sus propiedades geométricas sino también sus propiedades topológicas, semánticas y de apariencia. Incluyendo además la generalización de jerarquías entre clases temáticas, agregaciones, relaciones entre objetos y las propiedades espaciales que los caracterizan.

Por lo tanto este modelo de datos abierto, basado en XML e implementado como un esquema de aplicación para el Geography Markup Language 3.1.1 (GML3) no solo permite la representación virtual de escenarios 3D urbanos sino que va más allá de un formato clásico de intercambio gráfico y hace posible integrar dichos escenarios en análisis con componente geográfico como los que son necesario realizar en aplicaciones de planeamiento urbano, diseño de edificios e infraestructuras o gestión de emergencias por poner solo unos ejemplos.

Por otra parte y dada su flexibilidad permite la representación simultanea de un modelo 3D con diferentes niveles de detalle, escalando su visualización desde una perspectiva global o regional partiendo de una representación básica del terreno a una perspectiva de detalle a nivel de edificio.

Además y dado que se trata de un estándar basado en GML3, como se ha citado anteriormente, es plenamente compatible con el resto de estándares definidos y aprobados por el OGC. Por lo que puede hacer uso de cualquiera de los servicios web OGC actualmente en uso (Web Feature Service - WFS, Web Processing Service - WPS, Catalog Service - CS-W, Web 3D Service - W3DS, Web Terrain Service - WTS, ...) para acceder, procesar, identificar o visualizar recursos disponibles en formato CityGML.

NIVELES DE DETALLE

CityGML se caracteriza por permitir un modelado 3D multiescala permitiendo en un único modelo la convivencia de hasta 5 niveles de detalle que serían los siguientes:

Nivel de detalle	Descripción
LoD 0	El nivel LoD 0 (Level of Detail 0) se correspondería con una representación 2.5 D del terreno mediante el empleo de un modelo digital de elevaciones que podría estar compuesto por TIN's (Triangulated Irregular Network), mallas reticuladas o cuadrículas, líneas de ruptura y masas de puntos. Se trataría de un nivel de detalle suficiente e idóneo para realizar modelos a escalas globales o regionales.
LoD 1	Nivel de detalle a escala de ciudad en el que los edificios son representados únicamente por bloques.
LoD 2	De nuevo estamos hablando de un modelo a escala de ciudad pero en el que los edificios aparecen definidos con un mayor detalle, adquiriendo sus fachadas diferentes texturas y distinguiendo claramente los tejados y techos del resto de estructuras propias del edificio. También quedarían diferenciadas en este nivel estructuras externas del edificio como es el caso de miradores, escaleras o balcones.
LoD 3	Continuamos a una escala de ciudad pero definiendo el exterior de los edificios (puertas, ventanas, ...) cada vez con mayor lujo de detalles desde un punto de vista arquitectónico.
LoD 4	Completa al nivel anterior centrándose en esta ocasión en el interior de los edificios configurando la distribución de los pisos y habitaciones, las escaleras, puertas, columnas, mobiliario, ... Se trataría de un modelo a escala de edificio muy similar al estándar, basado en el concepto BIM (Building Information Modelling), como es el IFC (Industry Foundation Classes). El nivel LoD 4 de CityGML es asimilable al IFC en cuanto al detalle, aunque el formato sea diferente.

ESTRUCTURA MODULAR

CityGML se estructura en torno a una serie de módulos que permiten la representación 3D de una amplia gama de objetos propios de ámbitos urbanos. Dichos módulos son los siguientes:

Módulo	Descripción
Apariencia	Define y describe las texturas y materiales a emplear en cualquier superficie que se considere dentro del modelo así como las distintas apariencias que un objeto pueda tomar en función de determinadas variables (p.ej. representación de entornos urbanos en verano o invierno, escenarios diurnos o nocturnos, ...).
Puente	Define y describe para el tipo de objeto puente los atributos tanto temáticos como geométricos a considerar así como las distintas partes que lo componen, la forma en que éstas se interrelacionan y su comportamiento semántico y topológico.
Edificio	Define y describe para el tipo de objeto edificio los atributos tanto temáticos como geométricos a considerar así como las distintas partes que lo componen, la forma en que éstas se interrelacionan y su comportamiento semántico y topológico.
Mobiliario urbano	Define y describe los objetos que componen el mobiliario urbano como es el caso de farolas, semáforos, bancos, ... otorgándoles su correspondiente comportamiento tanto geométrico como semántico y topológico.
Agrupación de objetos urbanos	Permite al usuario realizar agrupaciones arbitrarias de elementos urbanos en base a criterios definidos por éste (p.ej. agrupaciones en función de barrios o distritos).
Objeto genérico	Permite al usuario modelar objetos o elementos urbanos que no estén cubiertos explícitamente por el esquema CityGML.
Uso de suelo	Define y describe áreas de la superficie terrestre que presentan un uso determinado.
Relieve	Define y describe los elementos que componen el modelo digital del terreno, sus atributos, referencias externas, comportamiento semántico y topológico, ...
Transporte	Define y describe los elementos que componen las redes de transporte (objetos complejos compuestos por distintos elementos como aceras, calzadas, bicarriles, aparcamientos, ...), sus atributos, referencias externas, comportamiento semántico y topológico, ...
Túnel	Define y describe para el tipo de objeto túnel los atributos tanto temáticos como geométricos a considerar así como las distintas partes que lo componen, la forma en que éstas se interrelacionan y su comportamiento semántico y topológico.
Vegetación	Define y describe para el tipo de objeto vegetación (árboles, arbustos, macizos florales, ...) los atributos tanto temáticos como geométricos a considerar así como las distintas partes que lo componen, la forma en que éstas se interrelacionan y su comportamiento semántico y topológico.
Masa de agua	Define y describe para el tipo de objeto masa de agua (lagos, ríos, balsas, ...) los atributos tanto temáticos como geométricos a considerar así como las distintas partes que lo componen, la forma en que éstas se interrelacionan y su comportamiento semántico y topológico.

SOFTWARE

Debido a la creciente popularidad del estándar CityGML, hoy en día es posible encontrar un gran número de programas tanto comerciales como gratuitos y open source, con los que gestionar y visualizar datos generados acorde a las especificaciones de dicho estándar. A continuación se citan varios ejemplos de software que soportan CityGML:

Software shareware	Descripción
ArcGIS	Sistema de Información Geográfica líder en el tratamiento, gestión y análisis de datos 2D y 3D (CityEngine) que soporta entre otros formatos aquellos generados siguiendo el estándar CityGML.
Autodesk InfraWorks	Software que permite generar modelos 3D con compatibilidad CityGML (importación / exportación).
Bentley Map	Presenta herramientas avanzadas de edición, análisis y mantenimiento de información geoespacial tanto en entornos de trabajo 2D como 3D, completamente compatible con el estándar CityGML.
CityServer3D	Software para el desarrollo, gestión y visualización de modelos 3D bajo distintos estándares (CityGML, X3D, KML, WFS y W3DS).
Geores	Diseño, visualización, gestión, mantenimiento e importación y exportación de datos 3D mediante la implementación de estándares OGC como CityGML.

Software freeware	Descripción
3D City Database	Base de datos de uso conjunto con cualquier base de datos estándar relacional con componente espacial para el almacenamiento, representación y gestión de modelos urbanos 3D basados en CityGML.
3D City Database Import/Export Tool	Software de importación / exportación entre diferentes formatos 3D de visualización de entornos urbanos (CityGML, KLM, COLLADA, ...).
Aristoteles	Software que permite la visualización, edición y actualización de datos 3D generados siguiendo el estándar GML 3 / CityGML.
Autodesk LandXplorer CityGML Viewer	Visor de datos CityGML.
Citygml4j	Software que facilita la lectura, procesamiento y edición de modelos 3D CityGML.
CityGML-Toolchain	Set de herramientas para la visualización y gestión de modelos CityGML.
FZKViewer	Visor de datos CityGML e IFC (Industry Foundation Classes).
Geores CityGML Spider Viewer	Visor de datos CityGML.

APLICACIONES

La utilización del estándar CityGML en la creación de modelos urbanos 3D resulta ser de gran ayuda en ámbitos tan diversos como el planeamiento urbano, el diseño de infraestructuras y edificios, la gestión de emergencias, estudios de eficiencia energética o la realización de mapas de ruidos entre otros.

Por este motivo a continuación se indican distintas iniciativas llevadas a cabo por diferentes organismos y administraciones públicas que sirven de ejemplo para ilustrar las múltiples aplicaciones que los modelos urbanos en tres dimensiones son capaces de aportar cuando se construyen desde la perspectiva integradora, como es el caso del estándar CityGML, que aúna una representación realista con la capacidad de análisis que le otorga la componente semántica y topológica propia de dicho estándar:

- Análisis de la contaminación por ruido en el estado North Rhine - Westphalia (Alemania)

http://www.ikg.uni-bonn.de/uploads/tx_ikgpublication/071105_ec_gi_gis_fullpaper_czerwinski.pdf

- Creación de un modelo 3D de la ciudad de Berlin (Alemania) con información semántica asociada correspondiente tanto a datos catastrales como al potencial solar de los tejados de los edificios modelados (posibilidad de instalar paneles fotovoltaicos, producción de electricidad estimada, reducción de emisiones de CO₂, inversión a realizar, ...).

<http://www.businesslocationcenter.de/en/berlin-economic-atlas>

<http://www.businesslocationcenter.de/en/berlin-economic-atlas/the-project/project-examples/solar-atlas>

- Modelado 3D acorde a las directrices del estándar CityGML de ciudades como Rotterdam (Holanda), Zurich (Suiza), Ginebra (Suiza), Vancouver (Canadá), Paris (Francia), Marsella (Francia), Estambul (Turquía), Yokohama (Japón), ...

http://3d-stadtmodelle.org/3d-stadtmodelle_2012/vortraege/15_Smit_Rotterdam3D_und_Open_Data.pdf

REFERENCIAS

- [1] www.citygml.org (página principal del estándar “CityGML”)
- [2] www.citygmlwiki.org (página no oficial del estándar “CityGML”)
- [3] www.igg.tu-berlin.de/courses (plataforma E-Learning del Instituto para la Geodesia y Ciencias de la Geoinformación de la Universidad Técnica de Berlín)
- [4] www.opengeospatial.org (página principal del “Open Geospatial Consortium”)
- [5] www.opengeospatial.org/projects/groups/3dimwg (página principal del grupo de trabajo “3D Information Management (3DIM) Working Group” del OGC)
- [6] www.sig3d.org (página principal del grupo “Special Interest Group 3D (SIG 3D)”)

AUTOR

Iñigo Amelibia Hernando
iamelibia@estudiosgis.com
Estudios GIS
Departamento de
Geoinformación