



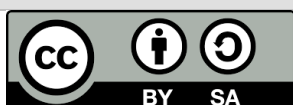
L1.3 Conversión de datos BIM-GIS

Apuntes

Autor(es)/Organización(es):

Ariana Kubart, Ocellus Information Systems AB, Suecia

Licencia



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Versión

Versión 2.0

Fecha: Mayo 2024

Resumen

La última lección de este bloque profundiza en la conversión de datos. En primer lugar, proporciona información sobre qué datos se pueden obtener de qué modelo, antes de continuar con la descripción de la conversión en ambas direcciones. En primer lugar, se describe la ruta de BIM a GIS, incluidas las partes más difíciles. Le sigue una explicación similar del procedimiento de SIG a BIM. Al final, la conferencia proporciona una breve descripción general del software que se ocupa de la conversión.

Resultados de aprendizaje

Al final de esta clase, se espera que el alumno sea capaz de:

- Resumir qué información se puede proporcionar desde el modelo BIM y GIS
- Describir los principales pasos y desafíos de la conversión de BIM a GIS
- Describir los principales pasos y desafíos de la conversión de SIG a BIM



Competencias esperadas al ingresar a la clase magistral

Conocimientos de BIM y GIS 3D correspondientes a los cursos de BIRGIT Introducción a BIM y GIS 3D, Modelos de Ciudad y Gemelos Digitales, completados L1.1 y L1.2

Carga de trabajo esperada

13 diapositivas con información y texto de acompañamiento, aproximadamente 1,5 horas

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados solo comprometen a su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser considerados responsables de ellos.



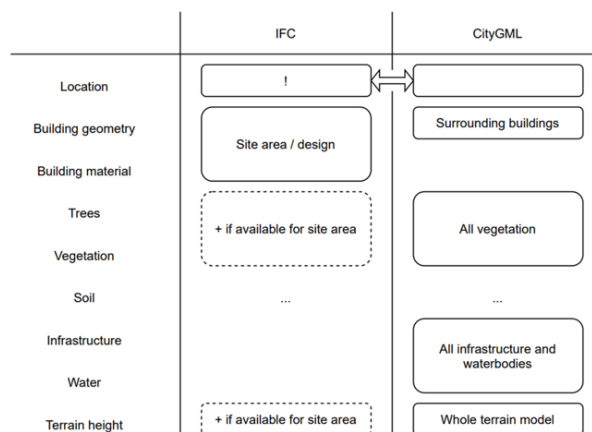
Contenido

¿Qué información de qué modelo?.....	4
Las versiones más recientes de los estándares CityGML e IFC	5
Conversión IFC a CityGML I	6
Conversión de IFC a CityGML II	7
Mapeo semántico.....	8
Transformación de geometría	10
Simplificación	11
Conversión de GIS a BIM I	12
Conversión de GIS a BIM II	13
Mapeo semántico I y II	14
Transformación de geometría	15
Software de integración	16
Referencias.....	17

Conversión de datos BIM-GIS

¿Qué información de qué modelo?

- La dirección de conversión depende de la aplicación
- Los GIS proporcionan contexto espacial, entorno, entorno
- Por lo general, el diseño BIM de nuevas instalaciones, restringido al sitio del proyecto
- Se necesitan objetivos de integración bien definidos



Information provided by different models I

4

¿Qué información de qué modelo?

La conversión de BIM a GIS o viceversa, depende de la aplicación final y del usuario. Si usted es, por ejemplo, arquitecto, probablemente necesite importar datos SIG al modelo BIM. Si usted es un urbanista, lo más probable es que necesite llevar el edificio recién planificado al modelo de ciudad existente, es decir, BIM-to-GIS.

En general, los SIG proporcionan un contexto espacial adicional a los modelos BIM, que están destinados principalmente al diseño de nuevos edificios o instalaciones y están restringidos al sitio del proyecto. Alguna información sobre el terreno y la vegetación se puede encontrar incluso en el modelo BIM, si se proporciona en el archivo IFC. En cualquier caso, el edificio y sus materiales se extraerán normalmente de un fichero IFC.

Sin embargo, el SIG puede agregar muchos datos adicionales y para un área más grande. Pueden ser datos sobre el terreno, el uso del suelo o las redes de infraestructura, y los edificios circundantes. Esto puede mejorar los análisis a mayor escala espacial, relacionados, por ejemplo, con la logística o con el impacto ambiental. Además, CityGML permite modelar objetos genéricos, lo que no es tan fácil en IFC (es decir, características que no están representadas explícitamente en el modelo conceptual CityGML y que pueden ser definidas por el usuario).

Hay que tener en cuenta que BIM-to GIS supone la conversión de un modelo más detallado a uno menos detallado, lo que conlleva necesariamente cierta simplificación. El SIG a BIM, es decir, el modelo menos detallado, se ve limitado por la falta de disponibilidad de la información exigida en IFC.

En esta lección, veremos más a fondo cómo funciona la traducción entre IFC y CityGML.

Conversión de datos BIM-GIS

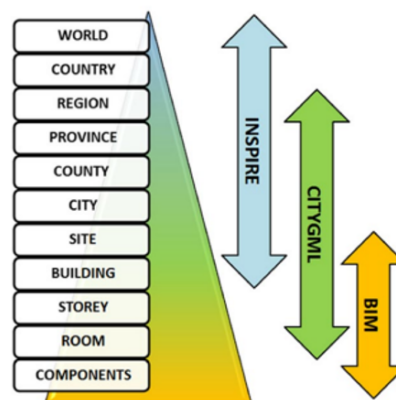
Las versiones más recientes de los estándares

Versión 3.0 de [CityGML](#)

- Mejor integración con BIM
- Espacios interiores en diferentes niveles de detalle Compatibilidad con datos de sensores dinámicos
- Modelado de tiempo
- Extensiones de dominio de aplicación (ADE)

Versión IFC 4.3

- Interoperabilidad mejorada con [CityGML](#)
- Modelado 4D y 5D
- Entidades energéticas y medioambientales
- BIM de infraestructura



Information provided by different models II From [Bachert](#)
(2023) Mapping the Energy ADE to [CityGML](#) 3.0

5

Las versiones más recientes de los estándares CityGML e IFC

La versión 3.0 de CityGML proporciona una integración mucho mejor con BIM, en comparación con las versiones anteriores. Incluye, por ejemplo, la capacidad de representar espacios interiores en diferentes niveles de detalle (LOD), soporte para datos de sensores dinámicos y para modelado de tiempo, y la capacidad de extender el modelo de información a extensiones de dominio de aplicación (ADE).

Del mismo modo, IFC4 es la versión más reciente de IFC y tiene varias mejoras en lo que respecta a la interoperabilidad con CityGML, a las opciones de modelado 4D y 5D y a las entidades energéticas y ambientales, en comparación con IFC2x3.

Sin embargo, muchos datos aún pueden estar en las versiones anteriores de los estándares. En tal caso, se recomienda considerar su conversión a las versiones más recientes.

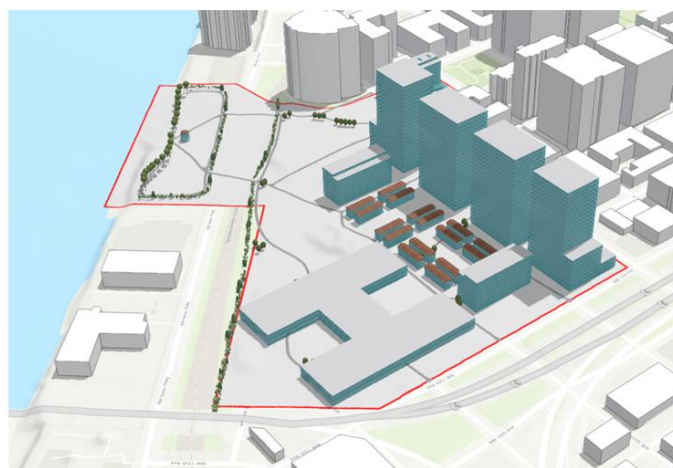


Conversión de datos BIM-GIS



Conversión BIM a GIS I

- Visualización y análisis del desarrollo recién planificado junto con los objetos existentes
- El modelo CityGML consta de una capa geométrica y otra semántica
- Geométrica: consistencia semántica necesaria para el objeto existente en ambas capas
- Conversión semántica y geométrica



New development visualised in existing city environment.
Screenshot of Esri's training data.

6

Conversión IFC a CityGML I

La conversión de BIM a GIS permite visualizar y analizar el nuevo desarrollo planificado junto con los objetos existentes ubicados en su entorno.

El modelo CityGML consta de una capa geométrica y una capa semántica. Si un objeto específico existe en ambas jerarquías, se conecta a través de relaciones para formar consistencia geométrica-semántica. Por ejemplo, si un muro de un edificio tiene dos ventanas y una puerta a nivel semántico, la representación geométrica del muro también debe contener la geometría de las ventanas y de la puerta.

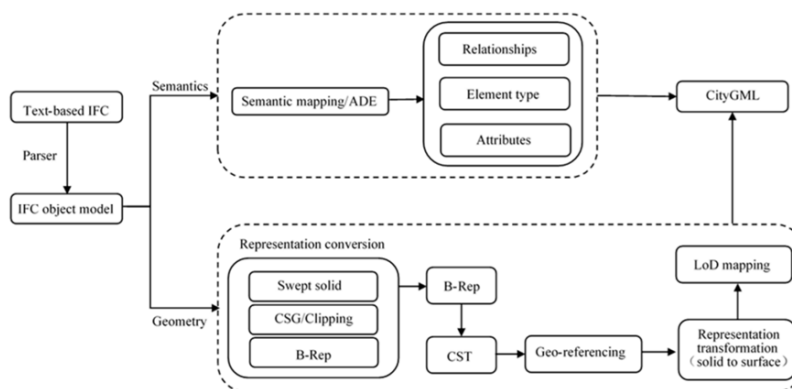
Este enfoque permite la navegación independiente tanto en las jerarquías como entre ellas. Admite la integración de datos, así como la consulta y el análisis semántico espacial. Por lo tanto, la tarea principal de BIM-a-GIS es la conversión geométrica y el mapeo semántico (ver más adelante en una descripción más detallada).



Conversión BIM a GIS II

- 1) Análisis de objetos desde un archivo de texto IFC
- 2) Conversión propiamente dicha, semántica y geometría por separado
- 3) Visualización y validación

Cualquier conversión de IFC a CityGML conlleva la pérdida de información.



La conversión de IFC a CityGML. De: Tan, Liang, Zhu (2023) CityGML en la integración de BIM y el SIG: desafíos y oportunidades. Edificios 13, <https://doi.org/10.3390/buildings13071758>

7

Conversión de IFC a CityGML II

Como primer paso de la conversión, el archivo IFC basado en texto se analiza en un modelo de objetos.

A continuación, la información semántica y geométrica del modelo de objetos IFC se procesa por separado y se convierte al modelo CityGML.

Finalmente, el último paso incluye el refinamiento y la visualización de la información procesada para garantizar que el resultado sea válido.

Como ya sabemos, existen diferencias en el alcance y la intención de BIM y GIS, lo que da lugar a formatos de datos IFC y CityGML contrastantes. Como BIM se utiliza para el modelado detallado a pequeña escala, IFC utiliza clases para gestionar todos los elementos imaginables de un edificio. Hay más de 800 clases en IFC4. Sin embargo, solo 60-70 de estas 800 clases están relacionadas con la información geoespacial. Y de estos, solo 17 clases se pueden asignar a CityGML.

En realidad, las clases de objetos más relevantes para CityGML son solo un subconjunto de IfcSpace y todos los subtipos/subentidades de IfcBuildingElement. Todas las demás clases representan objetos móviles o son clases abstractas sin geometría.

Por lo tanto, es importante darse cuenta de que **cualquier conversión de IFC a CityGML implica la pérdida de información.**

Sin embargo, es beneficioso preservar un cierto subconjunto de información de IFC, incluso si esa información no es nativa de CityGML. La parte de la información de IFC que sea, depende del caso de

uso. En la práctica, es posible mediante el uso del módulo genérico o la extensión de dominio de aplicación (ADE) de CityGML.

Conversión de datos BIM-GIS

Mapeo semántico

Mapeo de tipos de elementos, relaciones y atributos de IFC a [CityGML](#).

Varias situaciones:

- Algunos objetos se asignan directamente uno a uno
- Otro mapa en varias clases de [CityGML](#)
- Muchos objetos IFC se asignan a una clase [CityGML](#)
- Mapeo indirecto

La semántica suele ser la principal limitación de la conversión

IFC-[CityGLM](#) mapping. From: [Sahleb et al \(2020\)](#) Automatic conversion from [CityGLM](#) to IFC, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIV-4-W1-2020-127-2020>

CityGML	IFC
AbstractBuilding	IfcBuilding
-GroundSurface -FloorSurface -CeilingSurface	IfcSlab -GroundSlab -FloorSlab -CeilingSlab
RoofSurface	IfcRoof
-WallSurface -InteriorWallSurface	IfcWall -Interior Wall -Exterior Wall
WallSurface	IfcCurtainWall
GenericCityObject	IfcBuildingElementProxy
SolitaryVegetationObject	IfcBuildingElementProxy
Opening Door Window	IfcOpeningElement IfcDoor IfcWindow
BuildingInstallation	IfcBeam, IfcColumn, IfcCovering, IfcStair, IfcRailing, IfcRamp

8

Mapeo semántico

La asignación semántica es la asignación de tipos de elementos, relaciones y atributos del modelo de objetos IFC al modelo CityGML.

El mapeo semántico consiste en identificar la semántica del conjunto de datos IFC analizado y su posterior conversión a un modelo semántico CityGML. En la práctica, se exportan desde IFC series de archivos .obj relevantes para la conversión y, a continuación, los archivos .obj individuales se transforman en CityGML.

Ciertos objetos se pueden asignar uno a uno. Por ejemplo, IfcDoor se puede asignar directamente a Door en CityGML e IfcWindow se puede asignar directamente a Window en CityGML.

Por el contrario, la asignación de uno a muchos significa que una clase IFC se puede asignar a varias clases CityGML. Por ejemplo, IfcSlab se puede asignar a OuterFloorSurface cuando la superficie está activa, a WallSurface cuando la superficie es horizontal y a OuterCeilingSurface cuando la superficie está inactiva.

Alternativamente, se pueden asignar varias clases IFC a una sola clase CityGML mediante la asignación de varios a uno. Aquí, podemos nombrar IfcColumn, IfcBeam e IfcStair, que están asignados a BuildingInstallation o IntBuildingInstallation en CityGML.



La asignación indirecta se refiere a situaciones en las que la clase IFC no se puede asignar directamente a CityGML y que requieren operaciones geométricas adicionales basadas en los resultados de las asignaciones de uno a uno y de uno a muchos.

A continuación, es necesario no solo asignar las clases IFC a las entidades CityGML, sino también mapear las propiedades y relaciones de las clases.

Por ejemplo, las propiedades de `IfcWindow` (como el grosor, el material, etc.) deben asignarse a las propiedades correspondientes de la entidad `Window` en CityGML. Esto garantiza que el modelo CityGML convertido pueda conservar y representar los atributos relevantes de `Window`.

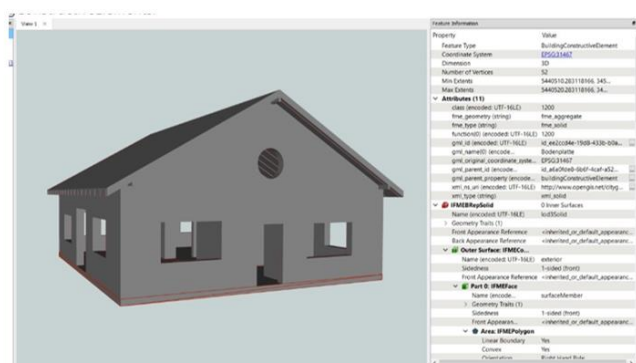
Además, es importante asignar las relaciones entre `IfcWindow` y otras clases, como `IfcWalls` e `IfcOpeningElement`. Esto garantiza que el modelo CityGML convertido represente con precisión las asociaciones entre Ventana, Muros y Abertura.

En total, toda la parte de edificios con nombre pertenecerá a la clase de entidad `AbstractConstructiveElement`, la subclase `BuildingConstructiveElement`, módulo `Building`, en CityGML3.

Si la información semántica correspondiente para el modelo IFC no está disponible en CityGML, se puede aplicar el módulo `Generics` y el mecanismo de extensión ADE (véase también más arriba). También sucede que falta cierta información semántica en el archivo IFC, pero se espera o se requiere en CityJSON. En cualquier caso, la semántica suele ser la principal limitación de la conversión.

Conversión de datos BIM-GIS

Transformación de geometría



FZK Haus (conocido por la conferencia de IFC) convertido en CityGML por FME; Se visualizan los elementos constructivos. Fuente: GitHub - tum-gis/ifc-to-citygml3: Un espacio de trabajo FME para convertir conjuntos de datos IFC en conjuntos de datos CityGML 3.0

Cada `IfcObject` en el archivo IFC se comprueba si:

- Tiene una geometría
- Está fuera o dentro de un edificio

A continuación, se almacena como `gml:Solid` o `gml:MultiSurface`.

Los desafíos surgen de las diferentes representaciones geométricas y los diferentes niveles de detalle.

La georreferenciación y la transformación del sistema de coordenadas se pueden realizar en este paso.

9

Transformación de geometría

En las transformaciones geométricas, cada `IfcObject` filtrado en el archivo IFC comprueba si tiene una geometría y si está contenido fuera o dentro de un edificio. A continuación, se almacena como `gml:Solid` o `gml:MultiSurface`.

De forma similar a la asignación semántica, algunos objetos se pueden transformar directamente, como `IfcRoof`. En otros casos, se necesita más descomposición. Esta descomposición se realiza hasta que se encuentra una asignación final. Por ejemplo, un `IfcPlate` por sí solo podría tener muchos significados, por lo que debe descomponerse aún más hasta, por ejemplo, `IfcWindow`, que luego se asigna a `Window` en CityGML.

Los desafíos en la conversión geométrica surgen de las diferentes representaciones geométricas y los diferentes niveles de detalle entre IFC y CityGML.

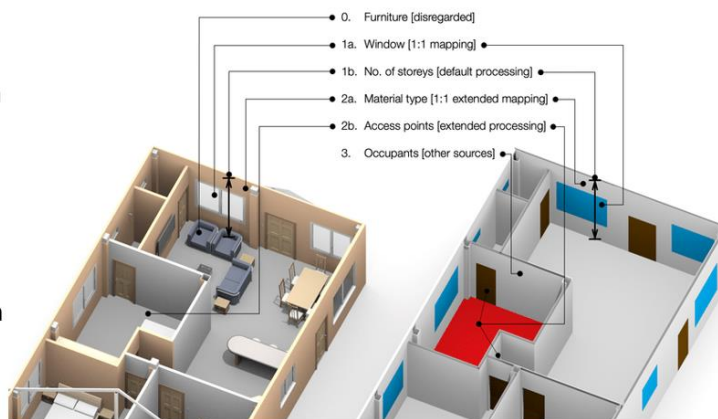
Como ya hemos comentado, IFC define cinco niveles de desarrollo (LOD), pero no coinciden con los cuatro niveles de detalle (LoD) definidos en CityGML. Por lo tanto, el mapeo de LoD es necesario para convertir los modelos IFC a diferentes LoD de CityGML.

La georreferenciación y la transformación del sistema de coordenadas se pueden realizar en la transformación de geometría, si no se realizaron previamente en los datos de entrada.



Simplificación

- La conversión de BIM a GIS conduce a la simplificación y a la eliminación de detalles
- Elegir el nivel óptimo es crucial
- Lo mejor es personalizar el modelo IFC ya a nivel BIM, no en la conversión
- Se recomienda el uso de definiciones de vista de modelo (MVD)



[Illustration-of-the-relation-between-IFC-and-CityGML-showing-examples-of-categories-in.ppm \(850x478\) \(researchgate.net\)](#)

10

Simplificación

Recordemos que la conversión de IFC a CityGML implica simplificar y eliminar detalles e información innecesaria en los datos. De las más de 800 clases definidas en el esquema IFC, la mayoría no es relevante en SIG.

Elegir un nivel óptimo de detalles para convertirlos a partir de un modelo BIM es muy importante. Los objetos deben modelarse con suficientes detalles, de acuerdo con el alcance del trabajo. Al mismo tiempo, demasiados detalles harán que el modelo integrado sea muy grande, multiplicarán los errores y provocarán retrasos en el software.

El modelo IFC se puede personalizar ya a nivel BIM, no necesariamente tan tarde como en la conversión IFC-CityJSON. Las definiciones de vista de modelo (MVD, consulte también el curso de introducción a BIM) se pueden utilizar para restringir el modelo de datos a un propósito específico, como el diseño o los análisis energéticos. En la base de datos de MVD de buildingSMART International se puede encontrar una gama de MVD predefinidos.

En cualquier caso, validar el archivo CityGML de salida con un esquema debería ser un procedimiento estándar debido a todos los errores introducidos en diferentes pasos.

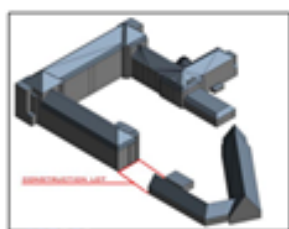


Data Conversion

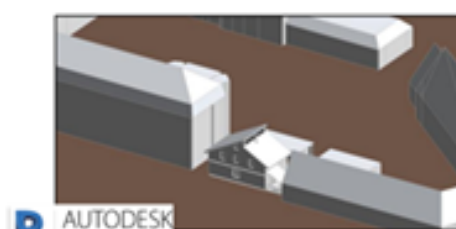


Conversion GIS to BIM I

- GIS data used in BIM – usually conversion CityGML to IFC
- Improves information about surroundings



CityGML



- 1) Defining surroundings in city model /CityGLM datafile
- 2) Export from CityGML to IFC
- 3) Import to BIM software to join with a planned building

Visualisation of CityGML to IFC conversion steps. From: Salhab (2019) Automatic Conversion of CityGML to IFC, MSc thesis, TU Delft

11

Conversión de GIS a BIM I

GIS-to-BIM significa que los datos geospaciales creados por GIS se utilizan en BIM, lo que generalmente significa la conversión de CityGML a IFC. Este tipo de conversión solía ser menos común, ya que el modelo más simple se convierte en el más detallado.

Sin embargo, la incorporación de modelos semánticos 3D de ciudades y modelos de terreno a BIM mejora en gran medida la información sobre el entorno circundante, tanto para proyectos planificados como para renovaciones. Los datos GIS se almacenan según el modelo IFC y se gestionan desde el software BIM en este caso.

Por lo tanto, una aplicación consiste en crear un modelo BIM simplificado de los edificios circundantes a partir de CityGML y combinarlo con los modelos completos del proyecto utilizando el software BIM, como se documenta en las figuras.



Conversión de datos BIM-GIS

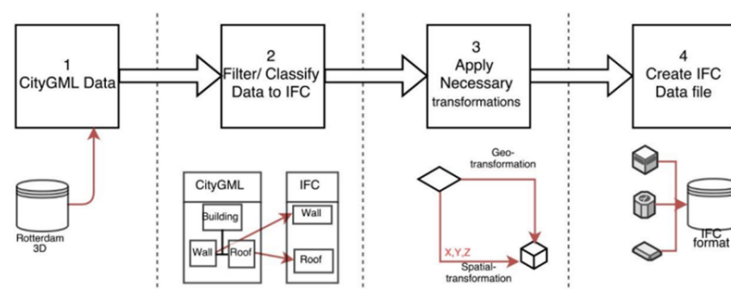


Conversión de GIS a BIM II

Uso:

- Análisis para el diseño y la construcción
- Gemelo digital, facility management
- Tanto IFC como CityGML, son modelos semánticos con una estricta separación entre geometría y semántica

- El modelo más simple se convierte en el más detallado



Schema of conversion workflow from CityGML to IFC. From: Salhe (2019) Automatic Conversion of CityGML to IFC, MSc thesis, TU Delft

12

Conversión de GIS a BIM II

No cabe duda de las ventajas de la visualización y el análisis de cualquier novedad en su entorno. Existen numerosas aplicaciones en todas las fases del ciclo de vida.

En la fase de diseño, se pueden probar diferentes ubicaciones, la exposición del edificio o incluso el diseño arquitectónico en sí. Durante la construcción, es posible, por ejemplo, optimizar la logística en el sitio. Más adelante, el modelo BIM detallado dentro de su entorno puede convertirse de forma óptima en un gemelo digital con todas sus ventajas. Más adelante en este curso se imparten clases magistrales especializadas en las aplicaciones (Bloque 2 y 3).

De manera similar a CityGML, incluso IFC es un modelo semántico con una estricta separación entre geometría y semántica. Como tal, existe el mapeo semántico y la transformación de la geometría como dos pasos diferentes, incluso en la dirección de SIG a BIM.

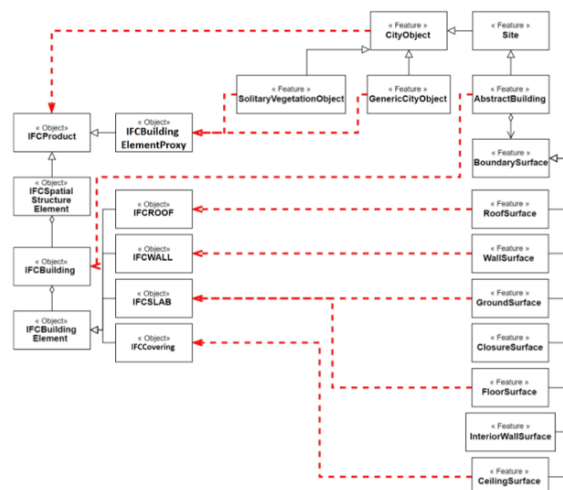


Conversión de datos BIM-GIS

Mapeo semántico I

- IFC tiene más clases que CityGML
- Solo una minoría de clases relevantes para la conversión
- Común con diferentes significados semánticos de objetos

Desafío: ¿cuál es la mejor manera de mapear la semántica de CityGML a sus equivalentes en IFC?



Semantic mapping from CityGML to IFC. From Sahleb et al (2020) Automatic conversion from CityGML to IFC, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIV-4-W1-2020-127-2020>

13

Conversión de datos BIM-GIS

Mapeo semántico II

Pasos:

- Coincidencia de esquemas IFC y CityGML
- Investigar qué objetos y atributos se corresponden entre sí
- Datos relevantes filtrados y clasificados en IFC

Cierta pérdida de información semántica es inevitable porque muchas partes no son aplicables para la conversión

IFC objects	CityGML 3.0 objects
IfcProject	CityModel
IfcSite	LandUse
IfcBuilding	Building
IfcBuildingStorey	Storey
IfcSpace	BuildingRoom
IfcWallStandardCase	BuildingConstructiveElement
IfcBeam	BuildingConstructiveElement
IfcSlab	BuildingConstructiveElement
IfcMember	BuildingConstructiveElement
IfcDoor	Door
IfcWindow	Window
IfcRailing	BuildingInstallation
IfcStair	BuildingInstallation

Mapping between IFC and CityGML objects.

14

Mapeo semántico I y II

IFC tiene un alto número de clases, en comparación con CityGML. Como ya sabemos, solo una minoría de las clases son relevantes en la conversión y es común con diferentes significados semánticos de los objetos. La pregunta es, entonces, cuál es la mejor manera de mapear la semántica de CityGML a sus equivalentes en IFC.

es necesario comprobar la correcta georreferenciación, ya que los modelos BIM originales suelen tener solo un sistema de referencia local, como ya sabemos.

Conversión de datos BIM-GIS

Software de integración

Software libre

Visor de modelos KIT

Software comercial FME

Aplicaciones de Esri-
Autodesk

Algoritmos propios
Todos se convierten de diferentes
maneras, lo que da como
resultado resultados variados



Esri-Autodesk cooperation apps: Adding City Furniture from ArcGIS to InfraWorks (up), BIM model added to a city model in ArcGIS GeoBIM (screenshots)

16

Software de integración

Existe software gratuito y comercial para la conversión BIM-GIS. La tercera forma es desarrollar algoritmos a medida.

A medida que los diferentes programas BIM tratan los datos IFC de diferentes maneras, también lo hace el software de conversión. Como resultado, los modelos GIS o BIM convertidos diferirán entre sí, dependiendo del software utilizado.

Los paquetes de software existentes ofrecen una alta eficiencia y robustez y proporcionan modelos atractivos. Por otro lado, son caros, pueden carecer de la capacidad de ajustarse según requisitos específicos y se comportan como una caja negra. Los pasos de procesamiento de datos están ocultos para los usuarios y es complicado identificar la causa si hay algún error.

La integración más avanzada la proporcionan ArcGIS de Esri y el software de Autodesk, que son compatibles entre sí. Se pueden utilizar para la conversión, gestión y visualización de datos en ambas direcciones y, por supuesto, se ocupan tanto de la transferencia semántica como de la conversión de geometría. Con el software de Autodesk, los más relevantes para la integración BIM-GIS son Revit, que se ocupa del diseño detallado, e InfraWorks, que se ocupa del diseño conceptual y la infraestructura.



Otra opción comercial es FME, Feature Manipulation Engine. FME también admite tanto la conversión geométrica como el mapeo semántico. Sin embargo, convierte el archivo, pero no logra una conversión y visualización completas en aplicaciones prácticas. Es ArcGIS el que se puede utilizar como plataforma para la gestión y visualización integrada de datos.

El software comercial (como Revit) a menudo espera que solo se importen modelos IFC completamente precisos. Si el modelo IFC no está completo, es posible que siga funcionando en software libre como KIT Model Viewer (seguidor de FZK Viewer). Sin embargo, el software gratuito suele ser menos fácil de usar, en comparación con el comercial.

Las secuencias de comandos personalizadas ofrecen flexibilidad y pueden cerrar las brechas en los datos de origen, pero difícilmente se usarán ampliamente en la práctica.

Referencias

Bachert (2024) Mapeo del ADE de energía a CityGML 3.0 utilizando un enfoque basado en modelos, [ISPRS International Journal of Geo-Information](#) 13(4):121, DOI: [10.3390/ijgi13040121](#)

Salheb (2019) Conversión automática de CityGML a IFC, tesis de maestría, TU Delft

Salheb et al (2020) CONVERSIÓN AUTOMÁTICA DE CITYGML A IFC. Archivos Internacionales de Fotogrametría, Teledetección y Ciencias de la Información Espacial, Volumen XLIV-4/W1-2020

Tan, Liang, Zhu (2023) CityGML en la integración de BIM y el SIG: desafíos y oportunidades. Edificios 13, <https://doi.org/10.3390/buildings13071758>