

건설데이터와 GIS데이터의 효율적 활용을 위한 IFC와 CityGML 간의 연관성 분석 연구

A Study on The Correlation Analysis Between IFC and CityGML for Efficient Utilization of Construction Data and GIS Data

황 정 래*

강 태 욱**

홍 창 희***

Jung Rae Hwang

Tae Wook Kang

Chang Hee Hong

요 약 최근 건물정보를 다루는 BIM(Building Information Modeling)과 공간정보를 다루는 GIS(Geographic Information System) 간의 연계 또는 통합을 시도하는 다양한 연구가 이루어지고 있다. 특히, BIM의 표준 데이터모델인 IFC(Industry Foundation Classes)와 GIS 표준 데이터모델인 CityGML 간의 변환에 대한 연구가 시도되었지만, 두 데이터의 특성과 사용목적이 많이 달라서 그 연구결과를 활용하기에는 아직 미미한 실정이다. 이에 본 연구에서는 BIM과 GIS의 상호연계의 가능성을 파악하기 위하여 IFC와 CityGML의 LOD(Level of Detail)별 객체 간의 특성을 분석하였으며, 이러한 분석 내용을 바탕으로 빌딩 관점에서 IFC와 CityGML의 객체 간의 매핑을 수행함으로써 IFC와 CityGML 간의 연관성을 분석하였다. 이러한 연관성 분석 결과를 기반으로 본 연구에서는 IFC와 CityGML 간의 좀 더 효율적인 연계방안을 제시하였다.

키워드 : 건물정보모델링, 지리정보시스템, IFC, CityGML, 세밀도, 연관성

Abstract Recently, various researches have been attempted to link or integrate BIM and GIS. In particular, some of the researches were progressed to convert the data model between the BIM standard model IFC and the GIS standard model CityGML. However, it is hard to utilize the previous research results yet because characteristics and domains of between two data models are very different, In order to obtain the correlation between BIM and GIS, in this research, we analyzed the characteristics between IFC and CityGML objects of each LOD, And, we analyzed the correlation of IFC and CityGML by performing mapping between IFC and CityGML objects from view point of building with these characteristics. In this research, based on these correlation analysis results, we proposed the efficient interrelation plan between IFC and CityGML.

Keywords : BIM, GIS, IFC, CityGML, LOD, Correlation

1. 서 론

최근 시설물들의 대형화 및 고층화에 따른 복잡도가 증가하면서 실내공간에 대한 관리 및 활용의 중요성이 증가하고 있다. 이에 건물정보를 다루는 BIM과 공간정보를 다루는 GIS 간의 연계 또는 통합을 시도하는 연구가 이루어지고 있다[4, 5].

GIS 분야는 국가기반사업으로 10년이 넘는 기간

동안 많은 연구가 이루어졌고, 그 동안의 연구 및 기술개발을 바탕으로 정착기에 돌입하고 있는 상황이다. 그리고 국내외에서 GIS를 활성화하기 위한 방안으로 OGC(Open GeoSpatial Consortium), ISO(International Organization for Standardization) 등에서 공간정보 표준화 작업이 진행 중에 있다. 특히, 최근 몇 년간 3D에 대한 요구가 증대함에 따라 OGC에서는 3D GIS에 대한 표준 데이터모델로

† 본 연구는 한국건설기술연구원 2012년 주요사업(BIM/GIS 상호연용 개방형 플랫폼 개발)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

* 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 수석연구원 jrhwang@kict.re.kr

** 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 수석연구원 ktw@kict.re.kr

*** 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 수석연구원 chhong@kict.re.kr(교신저자)

CityGML을 정의하고 있다. 반면에, BIM 분야는 국내에 도입된 지 수년에 지나지 않아서 아직 초기 단계라고 할 수 있다. 현재 BIM은 buildingSMART에서 제안한 IFC를 사실상의 표준 데이터모델로 정의하고 있다. 이와 같은 상황에서 지난 수년간 실내의 공간정보 및 위치정보에 대한 효율적인 관리 및 제공을 위한 연구가 다양한 분야에서 진행되어 오고 있다[6]. 특히, 복잡하고 대형화되고 있는 현대의 건축시설물들이 증가하면서 실내공간정보에 대한 관리 및 활용에 대한 필요성이 증가하고 있으며, 이를 위한 방안으로 건설데이터와 GIS데이터 간의 연계성을 통하여 실내의 공간을 대상으로 끊임없는 공간정보 서비스를 제공하기 위한 연구가 현재 국가사업으로 진행되고 있다.

또한, 최근 u-City 등의 사업이 활발히 진행되어 건물에 대한 관리뿐만 아니라 건물로 시작하여 도시전체에 이르는 통합관리 및 운영에 대한 기술 요구가 증가하고 있는 실정이다. 이를 위하여 BIM과 GIS의 대표적인 표준 데이터모델인 IFC와 CityGML을 상호연계할 수 있는 기술에 대한 필요성이 증가하고 있을 뿐만 아니라 그 방법에 대한 연구도 다양하게 진행되고 있으나 연구가 초기 단계에 지나지 않으며, 국내시장 전망이나 여러 가지 기술적 및 제도적인 환경으로 인하여 연구에 대한 진척이 느린 상황이다.

따라서 본 연구에서는 건설데이터와 GIS데이터를 효율적인 연계활용을 위하여 건설데이터의 대표적인 표준 데이터모델인 IFC와 GIS데이터의 대표적인 표준 데이터모델인 CityGML 간의 연관성을

분석하였으며, 이 분석 결과를 통하여 두 데이터를 좀 더 효율적으로 연계활용하기 위한 방안을 제시한다. 그림 1은 본 연구를 수행한 연구흐름도를 보여주고 있다.

2. 관련연구

2.1 IFC : BIM DATA MODEL

건설데이터모델은 여러 가지나 있으나 현재 대표적인 표준으로 자리 잡고 있는 것은 IFC이다. IFC 역시 XML을 기본 표현방법으로 채택하고 있으며, 빌딩스마트에서 개발된 것으로 건축, 엔지니어링, 시공 분야 간의 상호운용성을 지원하기 위해 만들어졌다.

본 연구에서는 IFC의 다양한 특징 중에서 GIS데이터와의 연계활용을 위해 필요한 몇 가지 특징에 대하여 살펴본다. IFC는 건축물을 객체지향 기법을 적용하여 분석한 것이며, IFC 구조는 건축물의 구성요소인 건물, 지붕, 벽, 문 등의 객체와 그 객체들 간의 다양한 관계로 구성되어 있다. 이를 효과적으로 표현하기 위하여 데이터모델링 표준 언어인 Express를 이용하여 객체지향 방식으로 표기되었으며, 보다 용이한 이해를 위하여 Express-G로 표현하고 있다. 이것은 객체지향 특성을 가지기 때문에 UML로도 표현이 가능하다. 그리고 IFC는 건물과 건물의 공간 관계의 구성을 나타내는 데이터 요소를 정의하며, 구성의 공간적 범위에 관련된 정보를 포함하고 있다.

IFC 스키마 구조는 그림 2와 같이 4개의 계층구조를 가지도록 설계되어 있으며, 각 레벨은 개념적인 레이어 형태로 구성된다[1]. 각 레이어에 대하여 간단히 살펴보면, 도메인 레이어(Domain Layer)는 최상위 레벨로서 전기, 구조요소, 시설물관리, 빌딩 컨트롤 등의 다양한 분야에 대한 필수 데이터에 따라 다르게 정의된다. 상호운용 레이어(Interoperability Layer)는 다른 응용 프로그램 간의 상호운용성 및 정보교환을 정의하는 개별 스키마 집합을 나타낸다. 코어 레이어(Core Layer)는 커널과 다른 코어 확장을 위한 코어 레벨로 설계되었으며, 상위 레벨에 정의된 모든 클래스에 대한 엔티티 및 루트를 포함한다. 리소스 레이어(Resource Layer)는 상위 레벨 클래스에서 사용되는 모든 클래스 리소스를 제공하며, 글로벌 정의 없이 사용 가능하도록 상속이 된다.

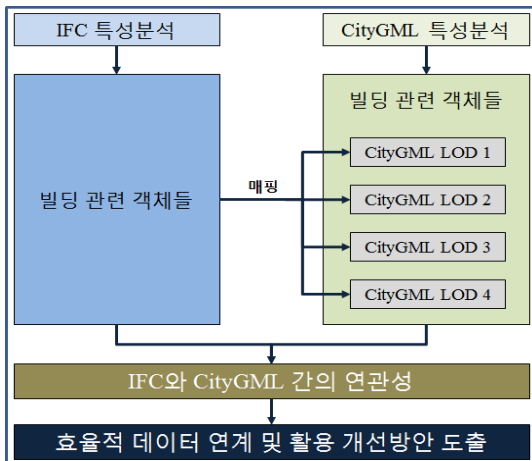


그림 1. 본 연구의 흐름도

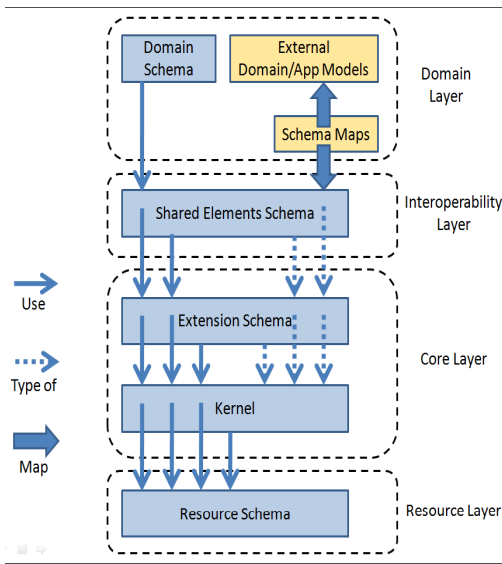


그림 2. IFC 아키텍처 레이어[1]

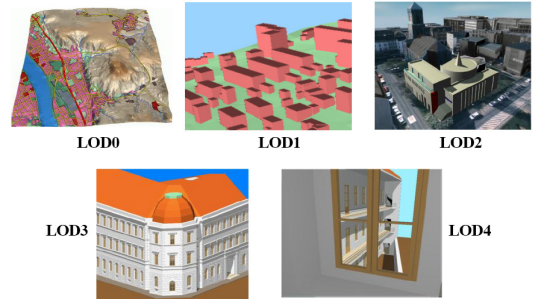


그림 3. CityGML 5단계 LOD[2]

2.2 CityGML : GIS DATA MODEL

현재 GIS분야에서 개방형 표준으로 OGC에서 제안하고 있는 CityGML이 도시형 어플리케이션에 널리 사용되고 있으며, CityGML은 개방형 데이터모델로써 가상의 3D 도시모델의 저장 및 교환을 위한 XML기반의 포맷으로 GML(Geographic Markup Language) 3.1의 응용 스키마이다. 본 연구에서는 CityGML의 다양한 특징 중에서 LOD에 대한 내용을 살펴본다.

CityGML은 5개의 LOD를 가지도록 설계되었으며, 서로 다른 어플리케이션이나 프로젝트에서 요구되는 정확도에 따라 사용된다. LOD는 LOD0~LOD4로 표현되고 각각은 서로 다른 정밀도와 최소 객체를 가진다[2]. 그림 3은 CityGML의 5단계 LOD에 대한 예들을 보여주고 있다. LOD0은 최소의 상세를 가지며 DTM(Digital Terrain Model)과 같이 덜 상세한 객체를 표현하는데 사용된다. LOD1은 보통 빌딩 블록 모델을 표현하는데 사용되며, LOD2는 구조물들을 서로 다르게 표현하는데 사용된다. LOD3은 아키텍처 레벨로 간주되며 텍스처 등을 이용하여 보다 상세한 빌딩이나 객체를 표현하는데 사용된다. LOD4는 빌딩 등의 객체의 내부 및 외부를 표현한다. 표 1은 CityGML의 LOD0~4에 대한 정확도 요구사항을 정리하여 보여주고 있다.

표 1. CityGML의 LOD별 정확도 요구사항[2]

	LOD0	LOD1	LOD2	LOD3	LOD4
Model scale description	regional, landscape	city, region	city, city districts, projects	city districts, architectural models (exterior), landmark	architectural models (interior), landmark
Class of accuracy	lowest	low	middle	high	very high
Absolute 3D point accuracy (position / height)	lower than LOD1	5/5m	2/2m	0.5/0.5m	0.2/0.2m
Generalisation	maximal generalisation	object blocks as generalised features; > 6*6m/3m	objects as generalised features; > 4*4m/2m	object as real features; > 2*2m/1m	constructive elements and openings are represented
Building installations	no	no	yes	representative exterior features	real object form
Roof structure/representation	yes	flat	differentiated roof structures	real object form	real object form
Roof overhanging parts	yes	no	yes, if known	yes	yes
CityFurniture	no	important objects	prototypes, generalized objects	real object form	real object form
SolitaryVegetationObject	no	important objects	prototypes, higher 6m	prototypes, higher 2m	prototypes, real object form
PlantCover	no	>50*50m	>5*5m	< LOD2	<LOD2
...to be continued for the other feature themes					

3. IFC와 CityGML의 빌딩 관련 객체

본 장에서는 건설데이터와 GIS데이터의 연계활용을 위해 필요한 IFC와 CityGML의 빌딩과 관련된 객체들에 대하여 살펴본다.

본 연구에서는 IFC의 SharedBuildingElements인 IfcBuildingElement의 엔티티만을 고려하며, IFC에서 빌딩과 관련된 주요 객체들은 표 2와 같이 정리된다. 그림 4은 IFC의 빌딩에 대한 다이어그램을 보여주고 있다[1].

표 2. IFC의 빌딩과 관련된 객체들

• IfcBeam	• IfcRamp
• IfcColumn	• IfcRoof
• IfcCurtainWall	• IfcSite
• IfcDoor	• IfcSlab
• IfcPile	• IfcStair
• IfcPlate	• IfcWall
• IfcRailing	• IfcWindow

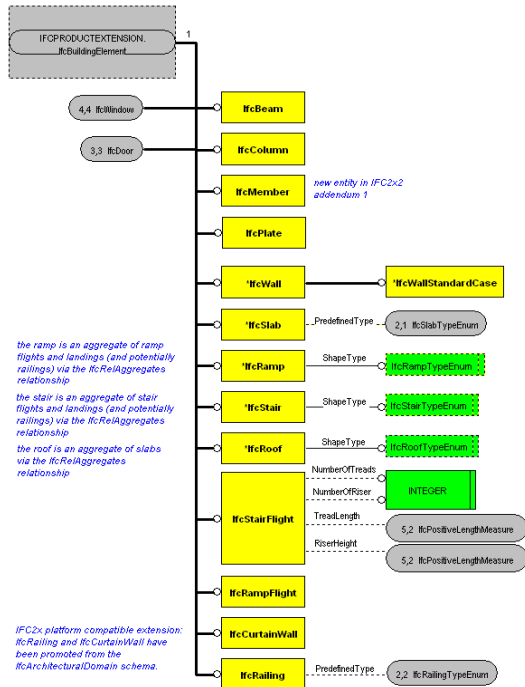


그림 4. IFC의 SharedBuildingElements 다이어그램[1]

또한, 본 연구에서는 CityGML의 Thematic 모델 중에서 건설정보와의 연계에 필수적인 빌딩 모델만

을 고려하며, CityGML의 빌딩과 관련된 객체들은 표 3과 같이 정리된다. 그림 5는 CityGML의 빌딩에 대한 UML 다이어그램을 보여주고 있다[2].

표 3. CityGML의 빌딩과 관련된 객체들

- BuildingInstallation
- IntBuildingInstallation
- _BoundarySurface
- _BoundarySurface::RoofSurface
- _BoundarySurface::WallSurface
- _BoundarySurface::GroundSurface
- _BoundarySurface::ClosureSurface
- _BoundarySurface::FloorSurface
- _BoundarySurface::OuterFloorSurface
- _BoundarySurface::InteriorWallSurface
- _BoundarySurface::CeilingSurface
- _BoundarySurface::OuterCeilingSurface
- _Opening
- _Opening::Door
- _Opening::Window
- Room
- BuildingFurniture

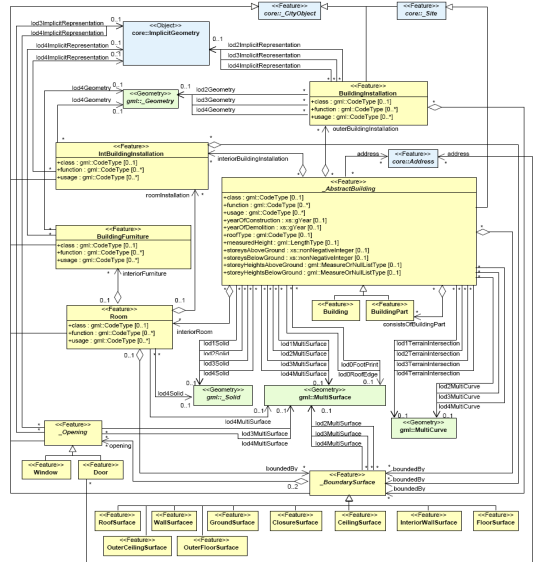


그림 5. CityGML의 빌딩에 대한 UML 다이어그램[2]

4. IFC와 CityGML 간의 연관성 분석

본 장에서는 건설데이터와 GIS데이터 간의 효율적인 연계활용을 위하여 IFC와 CityGML의 객체들 간의 매핑을 통한 연관성 분석에 대하여 살펴본다.

4.1 IFC와 CityGML 간의 매핑 방법

CityGML은 LOD를 이용한 표현의 정밀도를 단계별로 구분하고 있는 데 비하여 IFC는 CityGML의 LOD4보다도 더 정밀한 데이터 구조를 가지고 있다. 따라서 IFC와 CityGML 간의 연계활용은 데이터 변환의 의미보다는 IFC에 대응하는 CityGML의 각 요소들에 대한 매핑이 더 의미가 있다고 볼 수 있다.

IFC가 CityGML에 비하여 더 풍부한 정보를 가지고 있기 때문에 IFC 데이터모델을 CityGML 데이터모델에 맞게 매핑하는 것이 두 데이터를 연계하는데 더 효과적인 것이라고 본 연구에서는 판단하였다. 만약 IFC의 객체가 CityGML에 대응하는 것이 없다면 기존 CityGML에 대응되는 객체를 확장하거나 새로운 객체를 추가함으로써 상호연계를 위한 모델을 제시할 수 있다. 하지만 이와 같이 확장하거나 추가하는 방법은 새로운 데이터모델의 표준화에 대한 요구가 발생하며, 이는 기존 표준 데이터모델의 확장 또는 신규 표준 데이터모델의 추가가 요구되므로 신중히 접근할 필요가 있다. 특히, 이와 같은 방법을 적용하기 위해서는 IFC와 CityGML 간 객체에 대한 매핑 dictionary가 구성되어야 하며, 이를 기반으로 의미적 온톨로지가 형성되어야 하는 어려움이 있다.

이에, 본 연구에서는 두 표준 데이터모델의 순수성을 최대한 유지하는 것을 기본으로 하여 상호간 매핑이 가능한 수준까지 매핑을 하도록 하며, 이미 언급한 대로 매핑이 불가능할 경우에는 CityGML을 확장하도록 한다.

IFC를 CityGML로 매핑하기 위해서는 CityGML의 각 LOD에 따라 적용하는 매핑 규칙이 있어야 한다. 다음은 IFC를 CityGML로 매핑하기 위한 내용들을 LOD별로 정리한 것이다.

- IFC → CityGML LOD0 : IFC를 CityGML LOD0으로 매핑하는 것은 매핑이 거의 이루어지지 않아 사실상 의미가 없는 것으로 간주하여 본 연구의 범위에서는 제외시킨다.
- IFC → CityGML LOD1 : IFC를 CityGML LOD1로 매핑하는 것 역시 매핑이 거의 이루어지지 않는 관계로 본 연구의 범위에서는 제외시킨다.
- IFC → CityGML LOD2 : LOD2부터는 실질적

인 빌딩모델의 형상이 나타나기 때문에 IFC객체에 대응되는 CityGML 객체를 매핑하는 것이 가능하다. 하지만, 주로 건물의 외형적 형상인 지붕, 벽 등을 표현하므로 IFC 객체의 상당 부분이 단순화되거나 매핑에서 제외된다.

- IFC → CityGML LOD3 : LOD3은 창과 문이 포함되어 표현되므로 IFC 객체의 상당수가 매핑될 수 있다. 하지만, CityGML의 객체의 한계로 인하여 매핑이 부분적으로 이루어지며 LOD2와 큰 차이를 보이지 않는다.
- IFC → CityGML LOD4 : LOD4는 빌딩의 외관뿐만 아니라 내부 인테리어까지 묘사되는 단계이기 때문에 IFC와 가장 근접한 레벨이며, IFC의 빌딩과 관련된 객체 모델의 상당 부분이 매핑이 가능하다.

본 연구에서의 두 데이터모델의 객체들 간의 매핑규칙을 정리하기에 앞서, 각 모델의 객체 간의 유사성 및 매핑 가능성을 확인하기 위하여, 표 4와 같이 각 LOD에 따라 IFC의 빌딩 관련 객체를 CityGML의 빌딩 관련 객체로 매핑하였다[3].

IFC 객체와 CityGML 객체 간의 유사성 및 매핑 가능성은 표 4를 통하여 확인할 수 있다. 하지만, 대부분의 객체들이 객체의 의미나 구성방식 또는 형태에 따라 1:1로 매핑이 불가능하여 각각에 따른 매핑 규칙이 필요하다. 이를 위하여, 본 연구에서는 우선, CityGML의 LOD 수준에 따라 빌딩의 표현에 사용되는 객체가 다르므로 빌딩을 표현하는 모든 객체

표 4. IFC와 CityGML의 객체 매핑 관계

IFC	CityGML		
	LOD2	LOD3	LOD4
IfcBeam	X	X	IntBuildingInstallation
IfcColumn	X	X	IntBuildingInstallation
IfcCurtainWall	X	X	IntBuildingInstallation
IfcDoor	X	Door	Door
IfcPile	X	X	X
IfcPlate	X	X	X
IfcRailing	X	X	IntBuildingInstallation
IfcRamp	X	X	IntBuildingInstallation
IfcRoof	RoofSurface	RoofSurface	RoofSurface
IfcSite	X	X	X
IfcSlab	RoofSurface	RoofSurface	One of _BoundarySurface
IfcStair	X	X	IntBuildingInstallation
IfcWall	WallSurface	WallSurface	One of _BoundarySurface
IfcWindow	X	Window	Window

표 5. CityGML의 LOD 수준별 빌딩 객체

CityGML Object	LOD		
	LOD2	LOD3	LOD4
ClosureSurface	O	O	O
CeilingSurface			O
FloorSurface			O
GroundSurface	O	O	O
InteriorWallSurface			O
OuterFloorSurface			O
OuterCeilingSurface			O
RoofSurface	O	O	O
WallSurface	O	O	O
Door		O	O
Winodw		O	O
Room			O
BuildingFurniture			O
BuildingInstallation	O	O	O
InBuildingInstallation			O

들을 LOD의 수준 별로 표 5와 같이 정리하였다. 표 5에서 보는 바와 같이, 빌딩을 표현하는 객체들은 LOD에 따라 다르므로, 각 LOD에 따라 IFC 객체를 매핑하는 규칙이 필요하다. 또한, Door나 Window 같이 1:1 매핑이 가능한 객체들이라도 LOD 수준이나 의미에 따라 매핑하는 방법이 달라질 수 있다.

4.2 IFC와 CityGML 간의 매핑 결과

본 연구에서는 각 LOD별 매핑을 각각 구분하는 것이 아니라, CityGML 객체를 기준으로 하여 매핑 규칙을 생성함으로써 각 LOD에 따른 변환의 일관성을 유지할 수 있도록 매핑 규칙을 표 6과 같이 정리하였다.

표 6. IFC와 CityGML 간의 매핑 규칙

CityGML Object		IFC Object	LOD	Mapping Rule	
RoofSurface		IfcRoof	LOD2	<ul style="list-style-type: none"> IfcRoofTypeEnum에 따른 12가지 종류의 지붕 모양을 미리 정의함 IfcRoofTypeEnum이 FREEFORM일 경우 IFC geometry로부터 CityGML geometry로 변환함 FREEFORM이 아닐 경우, 미리 정의된 객체 이용 	
			LOD3		
LOD4					
WallSurface		IfcSlab	LOD2 LOD3 LOD4	<ul style="list-style-type: none"> IfcSlabTypeEnum이 ROOF일 경우, IFC geometry로부터 CityGML geometry로 변환 	
		IfcWall	LOD2 LOD3 LOD4	<ul style="list-style-type: none"> IFC geometry로부터 CityGML geometry로 변환함 	
WallSurface	WallSurface	IfcDoor, IfcWindow	LOD3	<ul style="list-style-type: none"> IFC geometry로부터 CityGML geometry로 변환함 변환된 CityGML geometry를 포함하는 Wall Sursface를 검색함 변환된 CityGML geometry를 검색된 Wall Sursface에 interior boundary로 추가함 	
			LOD4		
	Door	IfcDoor	LOD3 LOD4	<ul style="list-style-type: none"> Bldg.:opening으로 Door객체 생성한 후, IFC geometry로부터 CityGML geometry로 변환함 	
Window	IfcWindow	LOD3 LOD4	<ul style="list-style-type: none"> Bldg.:opening으로 Window객체 생성한 후, IFC geometry로부터 CityGML geometry로 변환함 		
Room	FloorSurface		IfcSlab	LOD4	<ul style="list-style-type: none"> IfcSlabTypeEnum이 FLOOR일 경우 IFC geometry로부터 CityGML geometry로 변환함 IfcSlabTypeEnum이 ROOF일 경우 IFC geometry로부터 CityGML geometry로 변환함
	CeilingSurface		IfcSlab	LOD4	
	Interior WallSurface	InteriorWallSurface	IfcWall, IfcDoor, IfcWindow	LOD4	<ul style="list-style-type: none"> WallSurface와 동일한 방법으로 생성함
		Door			
Window					
BuildingFurniture				해당 사항 없음	

5. 연관성 분석결과

본 연구에서는 빌딩의 주요 구성요소에 대하여 CityGML에 정의된 객체를 중심으로 그에 대응하는 IFC 객체로부터의 매핑에 초점을 두고 있으나, 이러한 연구는 다음과 같은 한계점을 가진다. 첫째, IFC의 방대한 정보에 비하여 CityGML은 상대적으로 단순하게 구성되어 있어 IFC 정보를 CityGML로 완벽하게 매핑하는 것은 매우 어렵다. 또한, IFC에서는 주요객체들에 대하여 다양한 미리 정의된 타입을 제공하며 그 이외의 형태에 대해서 표현할 수 있는 방법을 제공하고 있으나, CityGML에서는 가장 단순한 객체집합만을 제공하고 있다. 둘째, CityGML에서는 빌딩의 내부와 외부에 분리하여 표현하고 있으나, IFC는 내부와 외부에 대한 구분이 없다. 따라서, IFC로부터 CityGML을 매핑할 때, 매핑대상이 내부인지 외부인지에 대한 판단이 어려운 경우가 발생하기도 한다. 이럴 경우, IFC 객체가 가지는 속성정보를 활용할 필요가 있다.

이와 같은 한계점을 해결하기 위해서는 먼저, IFC의 정보를 표현하기 위해서는 CityGML에서 기본으로 제공되는 Room과 같은 수준의 새로운 객체를 생성해야 한다(예, Stair, Railing 등). 그리고 IFC 객체의 속성정보에 따른 매핑 규칙을 보다 세분화 하여 적용할 수 있도록 하여야 한다.

6. 결론

본 연구에서는 건설데이터와 GIS데이터의 효율적인 활용 및 연계를 위하여 건설데이터의 대표적인 표준 데이터모델인 IFC와 GIS데이터의 대표적인 표준 데이터모델인 CityGML의 특성을 바탕으로 두 데이터모델 간의 연관성을 분석하였다. 특히, LOD별 특성을 고려하여 IFC의 빌딩 객체들을 CityGML의 빌딩 객체와 매핑을 수행하였으며, 이를 통한 두 데이터모델 간의 좀 더 효율적인 연계방안을 도출하였다. 본 연구는 향후 BIM과 GIS의 연계 또는 실내와 실외의 연계를 통한 3차원 공간정보서비스 기술 개발에 이바지할 수 있을 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] BuildingSmart Alliance, www.buildingsmart.org
- [2] OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard, <http://www.opengis.net/spec/citygml/2.0>.
- [3] U. Isikdag, S. Zlatanova, 2010. "Towards defining a framework for automatic generation of building in CityGML using Building Information Models", 3D geo-information sciences, Springer LNG&C, pp. 79-96.
- [4] 고일두, 최중현, 김이두, 정연석, 이재민, 2008, "BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물정보의 추출," 한국GIS학회지, 제16권, 제2호, pp.249-261.
- [5] 김혜미, 손병훈, 김영찬, 홍원화, 2011, "BIM/GIS를 활용한 건설폐기물관리시스템 개선방안에 대한 연구," 한국GIS학회지, 제19권, 제5호, pp. 53-62.
- [6] 이권우, 김화성, 2011, "실내의 연속측위 시스템을 위한 실내의 좌표변환 기법 연구," 한국컴퓨터종합학술대회 논문집(D), 제38권, 제1호, pp.52-53.

논문접수 : 2012.09.09
수정일 : 2012.10.25
심사완료 : 2012.10.29



황 정 래

2007년 부산대학교 대학원 지형정보공학과 공학박사
2008년~2009년 부산대학교 컴퓨터 및 정보통신연구소 기금교수
2008년~현재 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 수석연구원
관심분야는 공간데이터모델, 3차원 공간정보, BIM/GIS



강 태 옥

2009년 중앙대학교 공학박사
2009년~2011년 나모소프트 기술이사
2011년~2012년 (주)한길아이티 BIM 사업본부장
2012년~현재 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 수석연구원
관심분야는 BIM/GIS, 소프트웨어 엔지니어링

**홍 창 희**

1997년 인하대학교 공학사

1999년 인하대학교 대학원 공학석사

2006년 서울대학교 대학원 공학박사수
료

1999년~현재 한국건설기술연구원 수

석연구원

관심분야는 3차원 공간정보, BIM/GIS, u-City