

# 가상도시 구축을 위한 BIM의 건물정보 추출에 관한 연구

## Building Model Extraction for 3-D City Model Construction

고일두\*, 최종현, 김이두, 정연석

Il-du Goh\*, Joong-hyun Choi, E-doo Kim, Yeon-suk Jeong

서울산업대학교 건축공학과, 우송대학교 건축학부, 울산대학교 건축대학, 조지아텍 건축대학  
gid@snut.ac.kr, choijh@woosong.ac.kr, edookim@ulsan.ac.kr, yjeong8@mail.gatech.edu

### 요약

본 연구는 다양한 형상과 정보를 가질 뿐만 아니라 신축 및 재건축을 통하여 끊임없이 갱신되는 건물에 대해 3-D GIS를 구축하기 위한 기초자료를 효율적으로 획득하고 관리하기 위한 방법을 제시한다. 먼저 BIM과 GIS의 정보모델의 특징들을 비교해 보고, 가상도시 구축을 위한 CityGML에 대한 개요와 건물의 세밀도(Level of Detail)를 살펴본 다음, BIM으로부터 CityGML에 따른 건물정보를 추출하기 위한 프로토타입을 구현하여 실행사례를 보인다. 본 연구의 접근방법은 건축설계 및 건축관련 엔지니어링 사무소, 또는 건설회사에서 CAD로 작성한 기존의 건물 및 부지에 관련한 2,3차원 정보뿐만 아니라 새로운 추세로 자리잡는 BIM 정보를 활용할 수 있어 국가GIS 구축을 위해 건물 외형과 내부 모델을 생성하기 위한 많은 노력을 절감할 수 있다는 장점이 있다.

## 1. 연구의 개요

### 1-1. 연구배경

GIS(Geographic Information System)는 지리관련 정보, 즉, 위치를 기반으로 하는 자료를 획득하여 저장하고, 필요한 자료를 검색, 분석하고, 그리고 표현할 수 있는 시스템을 의미한다. 우리나라는 이러한 GIS에 관련한 산업을 미래 성장동력으로 파악하여 국가정보화의 일환으로 1995년부터 제1,2차 국가 GIS 구축사업을 수행하여 지형도, 지적도, 도로, 하천, 건물 등의 기본지리정보 구축하였다. 이러한 사업의 일환으로, 국토해양부의 3차원 국토공간정보 구축사업과 국토지리원의 다차원 공간정보구축사업에서는 시범도시를 선정하여 3차원 가상도시 시스템을 구축하였고, 이를 신규 건축물의 인, 허가시에 설계된 건축을 가상도시내에 배치해봄으로써 주변경관과의 조화, 조망권, 가시권, 일조권 등의 객관적인 판단자료를 제공하는 것을 비롯한 도시계획, 도시개발, 도로 건설 등에 모의실험용으로 활용함으로써 과학적이고 합리적인 의사결정을 지원할 수 있도록 추진되고 있다.

이러한 성과에 따라, 2005년부터 2010년까지 진행되는 제3차 국가GIS 기본계획을 통하여 수요자중심의 기본지리정보 구축을 완료하여 국가GIS활용을 고도화하고 내실화하면서 표준화된 고품질의 기본지리정보를 공공 및 민간 차원으로 제공함으로써 유비쿼터스 국토실현을 위한 기반을 조성하려고 하고 있다. 지능형 국토공간정보기술개발을 목표로 하는 u-GIS사업은 국토공간정보의 가공, 관리, 유통에 필요한 IT기반의 핵심기술을 개발하여 이러한 국가GIS구축사업을 성공적으로 추진하기 위한 주요사업이다. 이러한 u-GIS를 구현하기 위해서 2-D GIS에 3차원 자료 모델링, 컴퓨터 그래픽스에 의한 시각화기법 등이 추가된 3-D GIS에 기반한 지리정보의 구축과 갱신이 필수적이다. 그림 1은 서울시가 구축한 3-D GIS 시스템으로 도시계획 등의 실무에 실시간으로 사용할 수 있도록 고해상도와 대용량 자료처리가 가능하며, 건축물, 교량, 고공, 조경, 가로 시설물 등의 요소들을 모델할 수 있다.

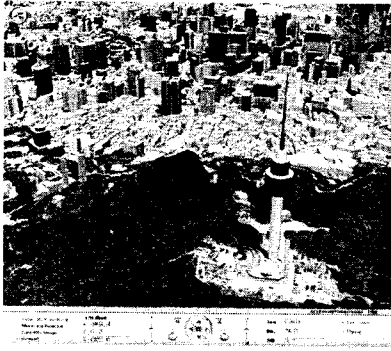


그림 1. 3-D GIS에 의한 도시계획정보관리시스템(서울시)

1-2. 연구내용

3-D GIS를 바탕으로 국가GIS를 구축하기 위한 기본지리정보로 주요한 구성요소들 중의 하나가 건물이다. 건물은 다양한 형상과 정보를 가질 뿐만 아니라 신축 및 재건축을 통하여 끊임없이 갱신되기 때문에 GIS로 그 자료를 구축하기 위해서는 효율적으로 자료를 획득하고 관리하기 위한 방법이 요구된다. 본 연구는 건축설계 및 건축관련 엔지니어링 사무소, 또는 건설회사에서 CAD/BIM으로 작성된 건물

정보로 가상국토 또는 가상도시 구축을 위한 3-D 건물모형을 생성하는 방법을 제시한다.

2. BIM과 GIS의 연계

2-1. BIM과 GIS의 특징

BIM(Building Information Modeling)은 건축, 구조, 설비, 시공분야 등의 협업을 위한 디지털 데이터베이스를 생성하여 그 위에서 운영되며, 공통의 데이터베이스를 통하여 한 분야에서 발생한 변화가 다른 관련분야에서 반영될 수 있는 형태로 자료가 관리되며, 다른 산업분야에서 재사용될 수 있도록 정보가 갱신되고 보존된다. 이러한 BIM은 표 1에서 보는 바와 같이 건물의 내부공간을 주로 다루며, 위상구조가 없이 건물의 주요구성요소인 벽체, 슬라브, 보, 기둥 등의 건물부재단위로 도면표현, 재질, 형태 등의 세부정보를 가지며, 부재단위로 모델링된다.

반면에 GIS는 지리정보를 다루기 때문에 건물인 경우에는 그 외형이나 건물주변의 외부공간을 주로 다루며, 점, 선, 면으로 구성되는 위상구조로 각 위상요소에

표 1. BIM과 GIS의 특성비교(건축물 위주)

구분	BIM	GIS
표현대상	건물의 내부공간	건물의형 및 외부공간
표현요소	위상구조 없음, 벽체,슬라브,보,기둥 등의 건물부재단위로 도면표현,재질,형태 등 세부정보를 가짐	위상구조를 가짐, 점,선,면의 공간객체와 속성자료의 연계
이용 분야	건축설계, 실내공간분석, 물량산출, 시공, 유지관리	지리공간분야(지형, 지적), 도시계획, 교통계획, 시설물계획, 환경관리, 자원관리, 재난관리
상용 프로그램	GraphiSoft ArchiCAD, Autodesk Revit, Bentley Architecture, Gehry Technologies Digital Project	ESRI ArcGIS
BIM과 GIS의 통합과 활용분야	건물단위 <----- 지역단위 / 도시단위 -----> 국토단위 (Interior Model) (City/Site Model) (Regional Model) <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> 건축계획 및 설계, 단지계획 및 설계, 도시경관분석, 도시계획, 도면관리, 시설물관리, 보안관리, 재난관리, 관광, 텔레매틱스 등	

관련한 속성자료를 테이블형태로 가진다. 이러한 GIS는 지리공간분야(지형,지적), 도시계획, 교통계획, 시설물계획, 환경관리, 자원관리, 재난관리 등에 활용되고 있다.

따라서, 건물단위의 세부정보를 표현하는 BIM과 국토 및 지구단위의 지리정보를 가지는 GIS를 통합하면 지리공간을 기반으로 하는 지역 및 도시단위의 정보를 효율적으로 관리하고 분석할 수 있다. 즉, BIM에서 모델링된 건물정보를 GIS와 통합하여 가상도시를 구축하면, 건축계획 및 설계, 단지계획 및 설계, 도시경관분석 및 도시계획, 공간정보 위주의 도면관리 및 시설물관리, 보안관리, 재난관리 등의 업무가 고급화되고, 효율적이며 많은 비용을 절감할 수 있다. 뿐만 아니라, 시티투어 등의 관광, 차량과 보행인 길안내, 중계국 위치 선정 등의 텔레매틱스분야 등의 공공 및 민간분야의 여러 산업분야를 위한 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

## 2-2. CityGML의 건물모델








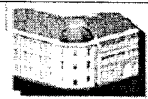

GML(Geography Markup Language)은 site(건물,교량,터널 등의 인공시설물), vegetation, water, transportation, cityfurniture, terrain 등의 3차원 가상도시모델의 저장 및 교환을 위한 XML기반 데이터

모델로, OGC(Open Geospatial Consortium)에 의한 ISO 19136의 국제표준이다. 그러나 GML은 메타형식으로 그 구체적인 교환형식은 CityGML과 같은 응용스키마에 의해 구현된다. CityGML(City Geography Markup Language)은 도시 및 지역에 관한 모델에서 주제가 되는 지리정보요소에 대한 객체와 그들간의 관계를 3차원 기하, 3차원 위상, 의미(semantics) 및 표현(appearance) 등의 속성들로 정의하여, 도시모형, 도시자료마이닝, 시설물관리, 그리고 주제검색과 같은 여러 응용분야에서 복잡한 분석업무를 수행할 수 있는 3-D 가상도시모델을 가능하게 한다(참고문헌 1,2).

우리나라에서도 3차원 국토공간정보 사업에서 핵심적인 공간구성요소로 21개의 구축항목(Coreset)을 설정하여 교통, 건물, 문화재, 수자원, 지형 등을 표현하고 있다. 건물에 대해 우리나라의 3차원 국토공간정보 사업에서 설정한 세밀도와 CityGML에서 설정한 세밀도의 관계는 표 2와 같다(참고문헌 3).

CityGML에서는 건물을 표현하기 위하여 5단계의 세밀도(LOD 0 - LOD 4)를 제공하고 있다. LOD 1은 지붕의 실제형태를 고려하지 않고 박스형태로 묘사하며,

표 2. 건물세밀도의 비교(참고문헌 3)

3차원 국토공간정보		LOD 구분		CityGML	
			LoD 0		2.5D의 수치지형모델(DTM)
	지붕없는 단순블록	Level 1	LoD 1		블록 형태
	창구분, 기본 color 표현	Level 2			
	지붕, 창문, 출입문 표현	Level 3	LoD 2		벽, 지붕, 지표면 표현
	건물의 재질까지 경교하게 표현	Level 4	LoD 3		창문, 출입문까지 표현
			LoD 4		층내부, 방, 내부 가구, 내부 벽, 천장까지 표현

LOD 2는 벽, 지붕, 지표면 등을 실제형태를 고려하고 있으며, LOD 3은 창문 및 출입문까지 세부적인 건축적 모델을 표현한다. 건물을 가장 세밀하게 표현하는 LOD 4는 내부벽체, 층, 천정, 실내공간과 가구 등까지 묘사할 수 있다. LOD 4로 표현되는 건물의 내부모델은 재난관리를 위한 피난경로계획이나 로봇의 움직임을 제어하는 데 사용될 수 있다.

2-3. BIM과 GIS의 통합방식

BIM과 GIS를 통합하려는 노력은 크게 NIBS(National Institute for Building Sciences)의 NBIMS(National Institute of Building Sciences)의 BuildingSmart Alliance, IAI(International Alliance for Interoperability), OGC(Open Geospatial Consortium Inc.) 등을 들 수 있다. 또한 USACE(US Army Corps of Engineers)에서도 BIM과 GIS의 통합에 의해 업무효율을 추구하기 위한 여러 프로젝트를 진행하고 있다(참고문헌 4,5,6).

이러한 연구들의 BIM과 GIS를 통합하기 위한 방식은 다음과 같이 3가지로 대별된다.

1) BIM을 GIS로 연계 - 건축도면(CAD/BI

M)에 포함된 건물, 지형, 지적, 도로, 단지계획 등의 정보를 GIS로 전달하여 3차원 공간정보를 구축하는 방식으로 가상도시 구현에 이용된다.

2) GIS를 BIM으로 연계 - BIM에서 GIS 정보를 제공받는 형태로, BIM을 사용하는 건축계획, 엔지니어링, 시공 등의 업무측면에서는 주변 여건에 관한 정보 즉, 상하수도, 전력, 통신, 가스 등의 기본 지리정보 등을 획득하기 위하여 GIS를 활용할 필요가 있다.

3) BIM과 GIS의 데이터베이스 공유 - 통합 데이터베이스를 구축하는 방식으로, CAD/BIM의 사용자는 자신의 데이터외에 GIS의 정보를 활용할 수 있고, GIS측면에서도 필요한 BIM의 정보를 즉시 활용하거나 관련한 BIM정보를 갱신할 수 있다. 이러한 방식으로 BIM과 GIS를 통합하려는 사례로는 NBIMS, IFC의 IFC/ifcXML의 공통모델 등을 들 수 있다. USACE에서는 BIM데이터를 관계형 데이터베이스에 저장하여 BIM과 GIS에서 동시에 사용될 수 있는 모델을 제시하고 있다. BuildingSmart Alliance에서도 OGC와 협력하여 기존의 IFC모델을 확장하여 GIS와 연계한 통합데이터모델을 구축하려는 노력을 하고 있다

표 3 IFC에서 CityGML으로 변환되는 건물모델정보

\* 아래 표에서 Level 3+와 Level 4+는 본 연구의 분류

CityGML	건물모델 수준	IFC로부터 추출되는 정보	용도
Level 0	2.5차원 수치지형모델	TINs(Triangulated Irregular Network), Grids, 3D Breaklines, 3D Mass Points 등	Regional model
Level 1	지붕모델이 없는 블록모델	건물의 입면을 구성하는 외부벽체로부터 입면정보를 추출하고, 이로부터 2.5차원의 입체를 구성(필요시 면에 질감을 표현하여 상세표현 구현)	City/ Site model로 도시계획 및 설계, 외부공간 표현, 네비게이션 등에 활용
Level 2	지붕모델을 갖는 건물모델	건물의 입면을 구성하는 외부벽체에 대한 개별 입면, 지붕에 관한 면, 바닥면 등의 정보로 3차원 입체를 구성(필요시 면에 질감을 표현하여 상세표현 구현)	
Level 3	상세한 건축의형모델	Level 2의 정보에 창문과 문과 같은 개구부를 감안한 건물의 입체정보 구현(창의 형상까지 질감표현 가능)	Level 2의 용도이외에도 시경관 검토 등에 활용이 가능
	Level 3+	건물의 모든 물리적 구성요소(빌딩, 지붕, 슬라브, 벽체, 보, 기둥, 문, 창문 등)에 대한 3차원 입체구성	건물의 구조체에 대한 정보를 제공하므로 방재 등에 활용이 가능
Level 4	실내정보를 갖는 건물모델	Level 3의 정보 이외에 내부벽체, 슬라브, 천정, 실내공간(실, 가구)의 건축적 구성요소를 표현	건축 실내공간의 표현 및 관리 등에 응용
	Level 4+	Level 3+에 엔지니어링 도면(건축,구조,설비,시공,유지관리 등)대한 상세도와 연계	건물정보에 대한 통합관리가 가능

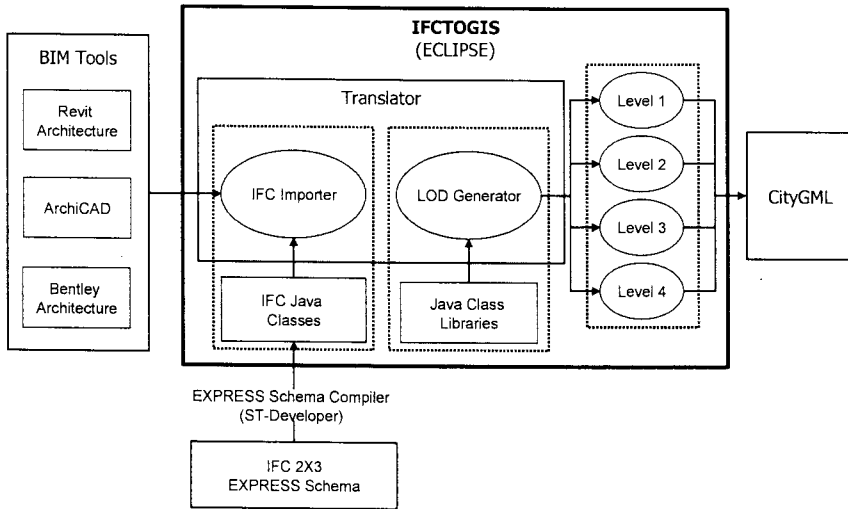


그림 2. 건물모델정보 변환 프로그램 개발을 위한 시스템 아키텍처

(참고문헌 4, 5, 6).

### 3. BIM으로부터 건물정보의 추출

#### 3-1. BIM/IFC와 GIS/CityGML로의 변환

일반적으로 BIM용 프로그램들은 내부 모델이 표현하고 있는 정보를 다양한 형식으로 내보낼 수 있는 기능을 제공하고 있다. 예를 들면, Autodesk의 Revit과 Graphisoft의 ArchiCAD는 DXF, DGN, IFC/IFCXML 등의 형식으로 출력할 수 있다. 본 연구에서는 대부분의 BIM용 프로그램들이 IAI의 국제표준모델인 IFC를 지원하는 현실을 고려하여 BIM으로부터 IFC파일을 읽어들이어 GIS 프로그램에서 입력가능한 CityGML형식으로 변환하는 응용프로그램을 제시한다. 본 연구에서는 표 3과 같이 BIM/IFC가 갖는 다양한 정보 중에서 CityGML에서 제시한 건물의 LOD에 관련한 항목만을 우선적으로 추출한다.

#### 3-2. 시스템의 개요

본 연구는 BIM 툴로부터 생성된 건물정보를 GIS 데이터로 변환하기 위한 응용프로그램을 개발하기 위해서 JAVA 프로그래밍 개발 환경을 이용하였다. 그림 2에 나타난 바와 같이, 응용프로그램은 크게 두 개의 응용모듈로 구성된다. 첫 번째 응용모듈은 BIM 툴로부터 생성된 건물정보

를 변환 프로그램인 IFCTOGIS로 읽어 들이는 응용모듈이다. 이 응용모듈은 IFC 데이터 구조를 응용프로그램 상에서 다룰 수 있도록 지원하는 JAVA 클래스가 요구된다.

본 연구에서는 이러한 JAVA 클래스를 생성하기 위해서 EXPRESS 스키마 컴파일러인 ST-Developer를 사용하였다. ST-Developer는 IFC EXPRESS 스키마를 JAVA 클래스로 자동적으로 생성해주는 프로그램이며, 생성된 JAVA 클래스는 기본적으로 건물정보를 메모리 상에서 다룰 수 있도록 구성자(Constructor), 데이터 필드(Field) 및 함수(Method)를 제공한다. 따라서 BIM 툴로부터 생성된 건물모델의 데이터 인스턴스(Instance) 값들을 IFCTOGIS 프로그램으로 업로드 시켜준다. 두 번째 응용모듈은 업로드된 건물정보를 CityGML에서 제시한 건물의 LOD별로 가공하는 모듈이다. 각 Level 별로 건물정보를 가공하기 위해서는 JAVA 기반의 다양한 응용 라이브러리를 필요로 한다. 특히, Level 1, 2 및 3에 해당하는 정보를 추출하기 위해서 CAG(Constructive Area Geometry) 방법론이 주로 사용된다. CAG 방법은 3차원 Solid 모델의 CSG(Constructive Solid Geometry)처럼 2차원 기하형상에 대해서 boolean 연산을 수행할 수 있도록

지원한다. 따라서 건물의 외벽을 둘러싸는 면은 각 외벽의 3차원 정보를 2차원으로 투영시켜 boolean 연산을 수행함으로써 생성된다. 본 연구에서는 CAG 연산을 지원하는 JAVA 클래스 라이브러리를 사용하였다. 또한, 생성된 각 Level 별 기하형상을 가시화하기 위해서 Java3D 라이브러리가 사용되었다.

### 3-3. 예제 건물

CityGML에서 필요한 건물정보를 추출하기 위해 BIM으로 모델링된 건물은 아래와 같다.

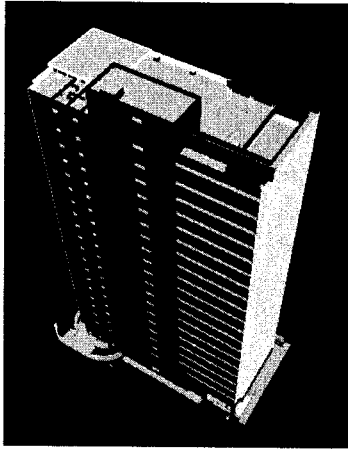


그림 3 BIM으로부터 CityGML정보 추출사례

## 4. 결론 및 후속 연구

본 연구에서는 기존 건축관련 업무에서 생성, 보관된 BIM정보를 활용하여 가상도시구축을 위한 건물 외형과 내부 모델을 자동으로 생성할 수 있도록 함으로써 가상도시 구현을 위한 많은 노력을 절감시킬 수 있는 방법을 제시하였다. 그러나, BIM이 GIS로 활용되기 위해서는 그 목적에 적합한 건물모델링가이드가 제시되어 건물정보가 표준화된 체계로 먼저 구축되어야만 그 활용가능성이 높을 것으로 예제수행의 과정에서 파악되었다. 따라서, BIM/IFC의 모델링요소 중 어떤 항목이 NGIS 또는 CityGML의 데이터체계로 매핑이 될 것인지에 대해 관련 전문가들의 표준화 노력이 있어야 할 것이다.

## 5. 참고문헌

1. OGC(Open Geospatial Consortium), <http://www.citygml.org>
2. Gerhard Gröoger, Thomas H. Kolbe, Angela Czerwinski, Candidate OpenGIS® CityGML Implementation Specification, OGC 07-062, Open Geospatial Consortium Inc., 2007-06-17
3. 국토지리정보원, 기본지리정보 사용자 가이드, 2006년 12월
4. NIBS(National Institute for Building Sciences) FIC(Facility Information Council), <http://www.buildingsmartalliance.org>
5. IAI(International Alliance for Interoperability), <http://www.iai-international.org>
6. US Army Corps of Engineers US Army Corps of Engineers (USACE), CA DBIM Technology Center, <http://www.erd.usace.army.mil>
7. Jürgen Döllner, Thomas H. Kolbe, Falko Liecke, Takis Sgouros, Karin Teichmann, THE VIRTUAL 3D CITY MODEL OF BERLIN - MANAGING, INTEGRATING AND COMMUNICATING COMPLEX URBAN INFORMATION, 25th International Symposium on Urban Data Management UDMS 2006 in Aalborg, Denmark, 15-17 May 2006
8. Thomas H. Kolbe, CityGML Tutorial, 1st Joint Workshop on the Sino-Germany Bundle Project "Interoperation of 3D Urban Geoinformation" in Urumqi, China, 27th of August, 2007

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(07국토정보C04)에 의해 수행되었습니다.