

# 공간자료 구축을 위한 BIM/GIS 표준정보 기반 건축도시통합모델(iBUM)의 개발에 관한 기초연구

## A Basic Study of iBUM Development based on BIM/GIS Standard Information for Construction of Spatial Database

류정림\* · 추승연\*\*

Jung Rim Ryu · Seung Yeon Choo

**요약** 최근 건축정보 분야에서는 터널, 교량 등 도시의 인프라에도 건축정보모델링(BIM: Building Information Modeling)이 적용되면서 대형화된 도시 건축물의 유지 및 관리를 위해 BIM 뿐만 아니라 건물의 외부환경에 대한 정보가 필요하게 되었다. 또한, 건축물정보모델 및 도시/지리정보 모델 간 정보의 상호운용성을 바탕으로 다양한 시뮬레이션 및 도시계획, 국토보안 등 기타 응용프로그램에서의 상당한 이익과 발전을 가져올 수 있다는 관점에서 공간정보와 빅 데이터의 융합은 강한 잠재력을 지니고 있다. 이에 본 연구에서는 건축정보 분야의 개방형 BIM(open BIM) 표준모델인 IFC(Industry Foundation Classes)와 GIS분야의 표준모델인 CityGML의 정보를 효율적으로 연계하기 위해 IFC와 CityGML, LandXML의 정보체계 및 형상표현의 차이점을 비교분석하였으며 공간정보 분석을 위한 객체기반의 건축도시통합모델의 개발방향을 제시하고 BIM과 GIS 간의 기초 융합전략 및 활용방안을 마련하고자 하였다.

**키워드** : 건축도시통합모델, 공간자료, 공간정보활용, BIM/GIS융합, 상호운용성

**Abstract** Recently, BIM(Building Information Modeling) has been applied to the infrastructure such as road and bridge, and information about the outside environment of buildings is needed for maintaining and managing the large urban facilities. In addition, the convergence between spatial information and Big-data has a large potentiality, in respect that considerable profits and developments in other application problems such as various simulations and urban plans, national land security, may be brought about on the basis of the interoperability of information between BIM and GIS. Therefore, this study attempted to suggest the development direction of a model integrating building for spatial information analysis and city on the subject by comparing and analyzing difference between information system and shape expression of IFC, CityGML and LandXML to efficiently link information between IFC as a standard model of BIM and CityGML as a standard model in the GIS sector and to prepare a basic fusion strategy and a method of utilization between BIM and GIS. The result of the study are as follow. Firstly, contents and structure of IFC, CityGML and LandXML are compared and analyzed. Secondly, the development direction of iBUM(Integrated Building and Urban Model) suggested, which is based on convergence technology for analysis of space information. Finally, a strategy and method of the BIM and GIS are proposed in the iBUM environment.

**Keywords** : Integrated Building & Urban Model, Spatial DB, Spatial Information Utilization, BIM/GIS-Convergence, Interoperability

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경

오늘날 AEC/FM분야에서의 기술적 융·복합은 다양한 유즈케이스를 통해 확인할 수 있으며, 건축정보 분

야에서는 터널, 교량 등 도시의 인프라에 BIM(Building Information Modeling)이 적용되면서 대형화된 도시/건축물의 유지 및 관리를 위해 BIM 뿐만 아니라 건물의 외부환경에 대한 정보가 필요하게 되었다. 이러한 배경으로 하나의 공간에서 BIM과 GIS 두 분야가 만나는 영역이 발생하였다[3]. 이는 건축물정보모델 및

† This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MEST)(No.2011-0016727).

\* Jung-Rim Ryu, Doctor's Student, Dept. of Architecture, Kyungpook National University. ajaxrim@gmail.com

\*\* Seung-Yeon Choo, Assistant Professor, Dept. of Architecture, Kyungpook National University. choo@knu.ac.kr (Corresponding Author)

공간정보, 지리정보 모델 간 정보의 상호운용성을 바탕으로 한 공간정보자료 기반의 다양한 시뮬레이션 및 도시계획, 국토보안 등 기타 응용프로그램에서의 상당한 이익과 발전을 가져올 수 있다는 관점에서 강한 잠재력을 지니고 있다. 이에 두 분야의 개념적, 기술적 통섭은 대단히 중요한 이슈로써 BIM과 GIS의 융합을 위해서는 각각의 표준모델 정보체계분석을 통한 적절한 공통분보를 도출하는 일이 반드시 필요하다. 또한, 최근 시설물이 대형화 및 초고층화 되어 가면서 실외 공간만큼 실내 공간정보에 대한 데이터베이스 구축 및 활용에 대한 중요성이 높아지고 있다. 이를 효과적으로 관리하고 통합하고 활용하기 위해서는 BIM 데이터가 3차원 정밀 실내의 공간정보를 구축할 수 있는 최고의 소스데이터로서의 역할을 하기에 충분하다고 판단된다. 이러한 관점에서 BIM과 GIS의 융합이 가지는 의미는 건축, 도시 공간데이터의 연계 활용을 통해 건물단위에서 도시단위까지 효과적으로 관리하고 운영 및 서비스할 수 있는 기반을 마련한다는 점으로 설명될 수 있다[6].

## 1.2 연구의 목적 및 방법

본 연구의 목적은 국가공간자료의 구축을 위해 객체기반의 건축도시통합모델(iBUM: Integrated Building & Urban Model))의 개발방향을 제시하고 iBUM시스템의 정보정의 및 정보교환, 정보표현 방안을 마련하여 iBUM시스템의 활용방안을 모색하는 것이다. 이를 위해 건축정보의 표준모델인 IFC(개방형 BIM의 표준포맷: Industry Foundation Classes)와 GIS분야의 표준모델인 CityGML의 정보를 효율적으로 연계하고자 IFC와 CityGML, LandXML의 정보체계 및 형상표현의 차이점을 비교/분석하였으며 iBUM의 개발방향을 도출을 위해서는 2003년 이후의 국내 KCI 등재지 이상의 학회계재논문 및 석/박사 학위논문과 해외 연구사례 중 BIM, GIS, IFC, IFG<sup>2)</sup>, CityGML, LandXML, BIM-GIS 융합관련 키워드를 검색한 자료를 분석하였다. 또한 2012년 10월 12일 서울에서 개최된 ISO/TC 211 and ISO/TC 59/SC 13 Joint Workshop on GIS-BIM의 발표 내용 및 논의자료, 2013년 4월 18일과 11월 26일에 열린 buildSMART의 FORUM 및 CONFERENCE의 내용 중 BIM-GIS 융합관련 내용, 특히 지난 11월 26일 한국건설기술연구원의 최현상 박사의 “BIM-GIS

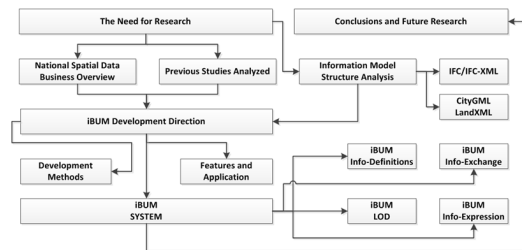


Figure 1. The flow of research & method

연계 활용 기술개발” 발표에서 소개된 BIM-GIS 상호 운용 모델의 발전방향을 참고하였다. 2014년 4월 17일 buildSMART 주최로 개최된 BIM FORUM의 내용 중 건설기술연구원의 주기범 박사의 최신기술동향 “도로분야 BIM도입 전략-BIM에서 Infra로-”발표의 InfraBIM 표준 스키마 확장을 위한 연구 방향에 대한 논의 및 국내외 공간자료 구축의 최신동향 또한 참고하였다.

이밖에도 연구자가 현재까지 스크랩한 보도자료 및 특집원고, 연구보고서(유비쿼터스 도시에서의 BIM (김인한), 국토연구원의 공간정보 패러다임 변화에 대응한 국가GIS 전략 연구(2007), 국토연구원의 국토정책 Brief 등), The BIM(ISSN 2092-8890) Winter(2013)에 수록된 한국건설기술연구원(문현석, 최원식)의 “인프라 분야의 IFC 확장 및 국제 표준화 동향”을 분석하고 문헌고찰 및 각종 학술행사에 참석하여 최신경향을 파악하였다. 또한, BIM과 GIS 데이터의 정보체계의 파악을 위해 선형연구자료 외 관련 웹사이트<sup>3)</sup>를 활용하여 iBUM의 개발방향을 도출하고자 하였으며, 이러한 분석적 고찰을 바탕으로 iBUM시스템의 정보정의, 정보교환, 정보표현, LOD를 제시하고자 하였다. 본 연구의 절차는 Figure 1과 같다.

## 2. 관련분야 현황 및 이론적 고찰

### 2.1 국가 공간자료 사업현황

국가 공간자료 구축사업의 배경을 간단히 살펴보면 서울 아현동(94.12) 및 대구지하철(95.4) 가스폭발사고 등을 계기로 국가지리정보(NGIS)<sup>4)</sup> 구축을 시작,

1) 본 연구에서는 건축도시통합모델을 Integrated Building & Urban Model의 약어(준말)인 iBUM으로 정의함.  
2) IFG: Industry Foundation Classes for GIS(IFC+GIS).

3) 상세주소(URL) Ministry of Land, Infrastructure and Transport: <http://www.molit.go.kr/portal.do>; National Spatial Data Infrastructure : <http://www.nsd.go.kr/>; Building SMART : <http://www.buildingsmart.org/>; <http://www.buildingsmart-tech.org/>; <http://www.citygml.org/>; <http://www.landxml.org/>  
4) NGIS(National Geographic Information Systems): 국토·토지·환경·시설물 등 국토공간정보를 DB화하여 정책

Table 1. Spatial Information Systems business objectives

Objectives	Contents
Industry Support Spatial Information	Spatial Information System suitable for industry characteristics
Spatial Information on Convenient living	Implementation of Spatial Information for everyone's convenient
Spatial Information in preparation for a disaster	Implementation of Spatial Information in order to prepare for a disaster
Future oriented Spatial Information	Construction of Spatial Information System
Spatial Information for New Growth Engines (신성장동력)	Development of future market leading Spatial Information

1995년에 「국가GIS기본계획」을 수립하고 관련 제도를 정비하면서, NGIS사업을 본격 추진(13개 부처.청등이 참여하는 국가GIS추진위원회(위원장: 건교부 장관) 구성(95.4) 및 「국가 지리정보체계의 구축 및 활용 등에 관한 법률」 제정(00.1) 등)하였다. 공간정보와 관련된 2개의 법률이 제정, 공포됨에 따라 (국가공간정보에 관한 법률, 공간정보산업진흥법) 각 기관에서 구축한 공간정보체계를 통합하여 원스톱 공간정보 공급체계(국가공간정보통합체계) 구축, 범정부 차원의 통합 데이터베이스 구축 등으로 통일성 있는 국가공간정보 인프라 구축 및 최신 자료의 신속한 제공 등을 통해 국민 누구나 손쉽게 정보에 접근하여 이를 개인 생활이나 상업화 하는데 이용할 수 있게 되었다. 2014년 1월 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원에서 발표한 “2014년도 국토교통기술 연구개발사업 시행계획”에서는 국토공간정보연구사업의 목적을 공간정보 빅데이터 분석 및 활용, 오픈소스 활용기술 등 관련 기술개발을 통해 국민이 행복한 공간세상을 창조하는데 목적을 두고 2020년까지 Table 1과 같은 5대 분야별 목표를 수립하고 있으며 특히 재난/재해로부터 안전한 도시환경 조성을 위한 실내외 공간정보구축 및 도시기반시설물(Infra) 정보구축 기술개발에 초점을 맞추어 주력하고 있는 실정이다.

## 2.2 국내의 관련분야 연구동향

국내에서는 연세대학교에서 Steel Box교량을 대상

결정, 계획수립 등을 지원하는 시스템.

으로 IFC 2×4 Beta1을 기반으로 형상정보 확장체계를 제안하였다. 또한 NATM터널을 대상으로 IFC 2×3기반의 구조물 형상정보모델의 개발사례가 있다. 한국건설기술연구원에서는 2012년부터 자체연구 프로젝트를 통해 국가차원의 새로운 납품표준으로 활용하기 위해 도로시설을 포함한 교량 및 터널에 대한 공통 IFC 개발을 진행하고 있다. 이러한 신규확장(안)에 대해서는 2013년 10월 독일에서 개최된 bSI(building SMART International) 국제회의의 Infra Room에 신규 프로젝트로 발표된 바 있다.

해외에서는 bSI France Chapter에 의해 프랑스의 Milau Bridge(Cable-Stayed Bridge)를 대상으로 IFC 2× Edition 4모델의 교량 정보를 위한 확장 모델로서 IFC-Bridge Version 2 Data Model R8(2009)를 구축하였다. 이는 2012년 bSI에 신규 프로젝트로 제안되었으며, 2013년에는 IFC4를 기반으로 통합하여 Version 3 발간을 목표로 하고 있다. 일본에서는 2007년 철근 콘크리트 및 프리스트레스 슬라브 교량을 대상으로 IFC 2×를 기반으로 IFC-BRIDGE가 개발되었으며, 해당 교량의 특성적 형상 Entity를 추가적으로 구성하였다. 또한 터널의 경우 일본(2007)과 독일(2013)에서는 TBM(Tunnel Boring Machine)에 대한 IFC기반의 Product Model을 개발한 바 있다. 이처럼 국내외 관련 분야에서는 IFC 및 GIS, 이를 아우를 수 있는 인프라 분야의 IFC 확장의 필요성에 갈증을 느끼고 있으며, 이에 Infra분야의 IFC 표준개발 및 합의에 필요한 조정을 위해 bSI의 ITM(International Technical Management Committee)가 구성되어 있고, OpenINFRA Initiative를 통한 도로 및 토목구조물 분야의 IFC개발과 표준화 추진을 위해 미국, 프랑스, 독일, 일본, 한국, 핀란드 및 노르웨이 등이 참여하고 있다.<sup>5)</sup> 이처럼 본 연구의 방향과 유사한 선행연구는 전무한 실정이며 최근 2014년 5월 31일 스웨덴에서 개최된 building SMART Meeting(bSI국제회의)에서 Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu 의 “Schiphol-Amsterdam-Almere The use of Open BIM and GIS” Henk Schaap의 발표 중 IFC와 CityGML, LandXML 정보를 이용한 통합체계 구축과 관련된 내용이 소개되었으나 구체적인 알고리즘이나 시스템의 실체는 알 수 없었다.

또한 국내에서 2014년 4월 소개된 건설기술연구원의 BIM 3D model & GIS Viewer의 개발은 공간정보 분야의 분석 프로세스와 연계되지 않으며 현재 개발

5) 인프라 분야의 IFC 확장 및 국제 표준화 동향, 문현석, 최원식, The BIM Winter, pp. 46~47, 2013의 내용을 본 연구에 맞게 재구성함.

의 초점은 BIM 정보와 GIS 정보를 하나의 플랫폼에서 구현하는 것으로 판단된다. 물론 현재 단계인 시설의 중요도에 따른 LOD의 설정 및 데이터 경량화가 완벽히 구현되면 공간분석 등의 기능은 추가할 수 있

다고 생각되며 향후 LandXML의 지형정보와 CityGML 연계는 반드시 풀어야 할 숙제라고 생각된다. 현재 지형정보는 LandXML이 아닌 Google어스를 기반으로 하고 있다.

Table 2. Analysis of previous BIM/GIS research

Year	Title	Author	Contents of the study	Limit of the study
2008	Using open web services for urban data management: A testbed resulting from an OGC initiative for offering standard CAD/GIS/BIM services	A. Lapierre, P.Cote	Discussing the challenges related to the definition of a web service for serving building information, by leveraging existing standards such as the Industry Foundation Classes (IFC) and the Web Feature Service (WFS) and describing a testbed experiment where a CAD/GIS/BIM client editor will combine the information obtained from multiple OGC web services for responding to a disaster scenario.	Shortage of consideration for the data loss
2010	Integrating BIM and GIS for 3D city modelling	Mohamed El-Mekawy	The proposed approach is believed to need future research beyond the building models alone and on an implementation process for testing and verification.	-
2011	Developing a Module to Store 3DF-GML Instance Documents in a Database	Kang Jae Lee, Gun Up Jang, Ji Yeong Lee	The GML instance documents generally require large volumes to represent huge amounts of geographict objects. store such GML instance documents in relational database for efficient management and use.	-
2012	A Study on Standardization for Civil-BIM Construction of Harbor Structure based on Geo-Spatial Information Technique	Byung Keun Min, Dong Hyun Park, Yong Gu Jang, In Joon Kang	Existing BIM comparison with harbors in the field based on GIS civil engineering-BIM standardization and direction of application could be presented.	Using only the outermost surface information
2012	The External BIM Reference Model Suggestion for Interoperability Between BIM and GIS	Tae Wook Kang, Chang Hee Hong, Jung Rae Hwang, Hyun Sang Choi	The purpose of the present study is to suggest the extern BIM reference model for interoperability between BIM and GIS. After we surveyed the research progress and usecases related to the interoperability to do this, we analyzed the architecture of the neutral model such as IFC, CityGML to identify the differences between these and expand CityGML model.	Provided a map and rules. However, there is a problem
2012	A Study on The Correlation Analysis Between IFC and CityGML for Efficient Utilization of Construction Data and GIS Data	Jung Rae Hwang, Tae Wook Kang, Chang Hee Hong	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, In this research, based on these correlation analysis results, we proposed the efficient interrelation plan between IFC and CityGML.	Failed to consider various mapping methods
2012	A Study on the Platform Design for Efficient Interoperability of BIM and GIS	Jung Rae Hwang, Hye Young Kang, Chang Hee Hong	In this research, we propose the platform to secure efficient interoperability between BIM and GIS and define the component technologies and functions of the platform proposed in this research by analyzing the existing commercial softwares.	Only suggested the design stage

Table 2. Continued

Year	Title	Author	Contents of the study	Limit of the study
2013	Integrating BIM and GIS to improve the visual monitoring of construction supply	Javier Irizarry, Ebrahim P.Karan, Farzad Jalaei	This paper represents the integrated GIS-BIM model manifesting the flow of materials, availability of resources, and “map” of the respective supply chains visually. A case example is presented to demonstrate the applicability of the developed system.	-
2013	A Study on the Lightweight BIM Shape Format(LBSF) Structure Development to Represent the Large Volume BIM Geometry Objects based on GIS as the Viewpoint of the Building Facility Management	Tae Wook Kang, Chang Hee Hong	The lightweight BIM shape format is designed with the considerations and the prototype for the pilot test is implemented. In the pilot test phase, after developing the IFC file and LBSF file about the model data of the three areas, the performance with the data volume, the screen loading time etc was compared.	Using only the outermost surface information

본 연구에서는 현시점에서 가장 합리적인 iBUM 개발방향을 제안하고자 하였으며 선행연구의 위계적인 방법론 즉, 건축정보 또는 공간정보를 상위개념으로 생각하여 형상 및 속성정보를 맵핑하거나 추가하는 방법론 또는 시스템 내부 BIM, GIS 구현엔진을 함께 탑재하는 방식과는 차별성을 가진다. 또한, 타 분야와의 연계(상호운용성: Interoperability)가 용이하도록 iBUM시스템의 개발방향을 설정하였다. 주요 선행연구의 분석내용은 Table 2의 내용과 같다.

### 2.3 정보모델 구조체계의 분석적 고찰

#### 2.3.1 건축정보와 IFC, IFC-XML

BIM이란 평면(2D)으로 이뤄지던 건축설계를 입체적(3D)으로 구현하는 동시에 공사에 투입되는 자재 및 설비의 수량과 공정 등의 각 정보를 설계 단계부터 반영하는 기술이다. 이는 설계에서 생산·유지관리에 이르는 건축의 모든 정보를 3D모델 하나로 확인·관리를 할 수 있는 새로운 개념의 건축 환경이다. BIM을 통해 불필요하게 소모되는 비용을 최소화 할 수 있으며 이는 설계자 뿐 아니라 모든 건설 관계자들에게 이득으로 작용한다. 최근 BIM 환경이 급속하게 확산되어 건설산업에서도 3차원 정보체계 기반의 방대한 건축정보가 전 분야에 걸쳐 생성되고 있다. 그러나 다양한 분야와 다양한 BIM 시스템으로부터 생성된 건축정보는 각 소프트웨어의 고유한 데이터 포맷에 저장되어 운용되기 때문에 제한적으로 활용되고 있다. 이러한 제한적인 정보의 활용 문제를 극복하기 위해

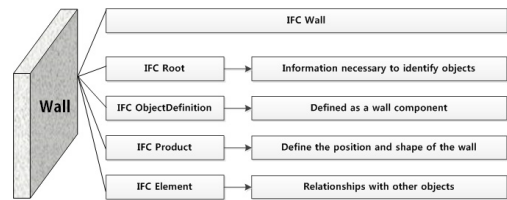


Figure 2. IFC Object structure

건축정보를 전자적으로 표현한 IFC 정보모델이 개발되었다.

IFC는 국제buildingSMART<sup>6)</sup>를 중심으로 개발되어 온 건설분야 국제표준포맷으로, 건설 프로젝트의 전 생애주기 동안 사용되는 많은 건설 관련 소프트웨어들의 정보를 공유 및 교환하기 위한 공통 객체 라이브러리다. 국제 표준인 IFC는 건축정보를 개방형으로 제공하기 때문에 표준 인터페이스 방법론을 통하여 건축정보에 접근이 가능하다. 현재 대부분의 BIM 시스템들은 모델링된 건축정보를 IFC 정보 모델 기반의 데이터 포맷으로 저장할 수 있는 기능을 지원한다. IFC 표준은 건축의 건설전반에서 발생하는 다양한 데이터를 표현할 수 있도록 개발되었으며, 건축의 생애주기 동안 발생하는 데이터를 표현할 수 있다. IFC의 궁극적인 목표는 건설 관련 소프트웨어들에 대한 건축물 정보교환의 상호호환성을 극대화하는 것으로, ISO/STEP표준, OMG(Object Management Group) 표준과의 연계성을 고려하여 개발이 진행되고 있으며,

6) <http://www.buildingsmart.org>.

이러한 IFC의 표현형식을 Markup 언어를 정의하기 위한 확장성 Markup 언어로 표현한 출력형태가 IFC-XML이다.

XML(eXtensible Markup Language)은 HTML(Hyper Text Markup Language)과 같은 마크업 언어로 HTML과 SGML(Standard Generalized Markup Language)<sup>7)</sup>의 장점 모두를 살려 표준화 작업이 이루어진 웹페이지 기술언어로서 문서의 내용에 관련된 태그를 사용자가 직접 정의할 수 있으며, 그 태그를 다른 사람들이 사용하도록 할 수 있다. XML은 본질적으로 다른 언어를 기술하기 위한 언어, 즉 대상을 직접 서술하는 언어 그 자체를 다시 언급하는 한 차원 높은 메타언어이기 때문이다. IFC의 정보구조체계는 객체지향적인 구조로 Kernel 패키지를 Extension 패키지가 객체적으로 파생 받아 활용하는 식의 계층적 구조를 가지고 있으며 IFC 객체 간 관계는 속성으로 미리 정의되어 있지 않고 IfcObjectDefinition이 IfcRel\*로 시작되는 클래스 관계(Relationship)를 관리한다. 이런 이유로 클래스 간의 유연한 관계처리가 가능해진 반면에, 모델러가 클래스 관계를 생성하는 방식에 따라 서로 다른 버전의 IFC파일이 생성되므로 모델 간에 호환성 문제가 발생할 수 있다.

IFC의 계층적 객체 구조에서 실제 교류에 이용되는 객체들은 상당히 긴 상위 객체의 목록을 가진다. 예를 들면 벽을 표현하는 엔티티는 다음과 같은 계층구조로 구성되어 있다. IfcRoot→IfcObjectDefinition→IfcProduct→IfcElement→IfcBuildingElement→IfcWall 이러한 계층구조의 각 단계들은 벽체에 대한 정보를 기술하는 각기 다른 속성과 타 객체와의 상관관계를 정의하고 있다. IfcRoot는 전역 식별자와 기타 객체 식별에 필요한 정보를 갖고 있다. 선택적 요소인 IfcObjectDefinition은 다른 구성요소의 일부분으로서 벽체를 정의할 뿐 아니라 이를 구성하는 하위 요소들을 나타내는데 쓰인다. IfcProduct는 벽의 위치와 그 형태를 정의한다. IfcBuildingElement는 다른 객체들과의 관련성을 보여준다. 그 예로 이 벽체를 둘러싸는 슬래브나 다른 벽체, 그리고 이 벽체에 의해 구획되는 공간과의 관계 등이 있다.<sup>8)</sup>

또한, IFC는 확장성 있는 속성구조를 가지고 있다. 속성은 IfcPropertySet에서 관리하는데 IfcProperty-

Resource 패키지에 정의된 IfcProperty 클래스를 가진다. IfcProperty는 정수, 실수와 같은 단일 값이나 행렬과 같은 테이블 값, 리스트 형태 값 및 이와 같은 속성 값이 복합적으로 적용된 값과 같은 속성을 다룰 수 있다. 벽체와 같은 건축요소들은 여러 개의 범주로 IfcPropertySet을 가질 수 있으며, 이 객체는 IfcObjectDefinition에서 파생받은 IfcTypeObject에서 관리한다. IFC의 모델표현은 B-Rep 솔리드 모델 구조로 물체를 표현한다. 솔리드는 크게 위상정보와 형상정보로 나뉘는데, 이 위상정보는 형상을 구속하는 Vertex, Edge, Loop, Face로 구성되며, 형상은 곡선 및 곡면을 수학적으로 표현할 수 있는 매개변수로 구성된다. 형상은 다양한 종류의 곡선이나 곡면으로 표현할 수 있다.

이런 구조로 인해, 곡면 요소도 평면으로 나누어 조합하는 방식으로 형상을 처리할 수 있으므로 이에 따라 수량이 원본 모델과 차이가 발생할 수 있다. IFC 모델은 현재 IFC4 버전까지 개발되었으며, BIM 소프트웨어 간 동일한 유형의 3D 객체를 IFC로 변환하여 운영하더라도 완전한 호환성을 보장하지는 못하며 객체의 시각처리, 정보누락 등의 오류가 발생하기도 한다.<sup>9)</sup>

### 2.3.2 CityGML과 LandXML

CityGML은 OGC에서 제안하는 GIS분야의 개방형 표준으로 도시관련 소프트웨어에서 널리 사용되고 있으며, 가상의 3D 도시모델의 저장 및 교환을 위한 XML 기반의 포맷으로 GML(Geographic Markup Language) 3.1의 응용 스키마이다. CityGML은 3차원의 다양한 도메인 중 3차원 도시 모델을 효과적으로 표현하기 위한 표준이다. 이는 도시 및 지역에 관한 모델에서

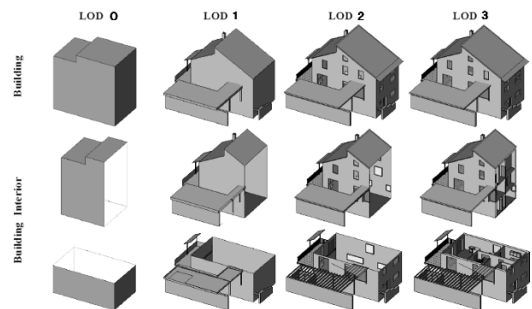


Figure 3. CityGML LOD(Karlsruhe Institute of Technology(KIT), courtesy of Franz-Josef Kaiser)

7) SGML은 구조화된 전자문서를 만들기 위한 국제표준 규약.

8) BIM HANDBOOK, 이강, 문현준, 권순욱, 이재민, 이진국, 김준하, 시공문화사, p.99, 2009의 내용을 본 연구에 맞게 재구성함.

9) BIM과 GIS간 정보상호운용을 위한 외부 BIM 참조 모델 제안, 강태욱, 홍창희, 황정래, 최현상, 한국공간정보학회지 20(5), pp.93~94, 2012. 의 내용을 본 연구에 맞게 재구성함.

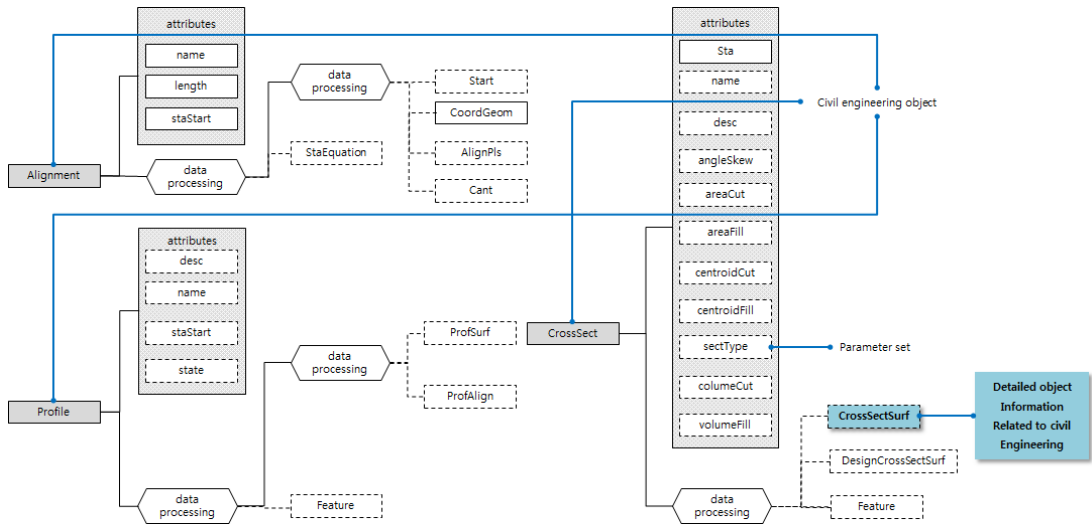


Figure 4. LandXML Information Structure

주제가 되는 지리정보요소에 대한 객체와 객체들의 관계를 3차원 기하, 3차원 위상, 의미(Semantics) 및 표현(Appearance) 등의 속성들로 정의한다. 이러한 속성들은 도시모형, 도시자료, 시설물관리, 그리고 주제 검색과 같은 여러 응용분야에서 복잡한 분석업무를 수행할 수 있는 3D가상 도시모델을 가능하게 한다. CityGML에서는 도시를 구성하는 요소들을 위해 48개의 그룹과 12,500개의 객체로 분류되는 비주얼 객체 분류법을 제시하고 있으며, 5개의 LOD(Level of Detail)를 가지도록 설계되어 서로 다른 소프트웨어나 사용자의 요구에 부합하는 정확도에 따라 사용된다.

LOD는 LOD0~LOD3로 표현되며 LOD0은 건축물의 매스를 표현하고 LOD1은 건축물의 정확한 외부형태를 표현한다. LOD2는 개구부를 포함하며, LOD3은 건축물 내부의 구성물을 포함한다. CityGML의 구조는 서페이스(Surface)로 3차원 형상을 표현하고, 형상과 관계(Relationship)가 외부(Exterior) 서페이스와 내부(Interior) 서페이스들의 집합으로 처리되도록 되어 있어, 형상 구조가 서페이스들의 집합으로 표현된다. 이런 구조적 특징은 LOD를 쉽게 처리할 수 있다. CityGML의 객체구조는 CityModel이 기본 클래스인 CityObject와 1:n 관계가 있으며, CityObject에서 Site, LandUse, TransportationObject 등이 상세화되고, Site에서 AbstractBuilding이 파생된다. CityGML의 형상은 모델, 객체, 재질 및 속성 간의 위상적 관계로 설명할 수 있으며 CityGML의 속성은 CityObject와 집합관계로 설정되어 있으며, 확장성을 고려하고 있다[9].

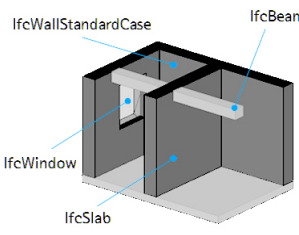
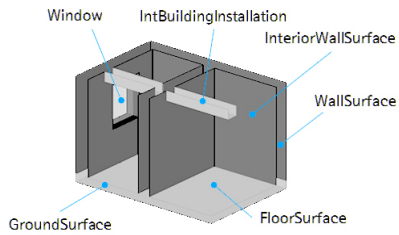
LandXML은 토목 엔지니어링 분야에서 활용되는

상호운용성 파일포맷으로 측량, DTM, 선형, 횡단 객체를 엔지니어링이 가능한 정도로 표현한 정보모델이다. LandXML은 US DOT EAS-E와 Autodesk에 의해 개발되었으며 Autodesk의 Civil3D 소프트웨어에서 출력되는 포맷으로 널리 알려져 있다. OGC에서 GML 체계인 LandGML로 통합하기도 하였으며, Forum의 UC-Win과 같은 시뮬레이션 프로그램에서도 사용된다.

또한, LandXML.org<sup>10)</sup>에서 중립포맷의 활용 및 소프트웨어의 사용 지원을 위해 Open API를 제공하는 SDK(Software Development Kit)를 지원한다. LandXML이 다양하게 활용될 수 있는 가장 큰 이유는 다양한 유즈케이스를 처리할 수 있을 만큼 충분한 모델링 수준을 포함하고 있기 때문이다. LandXML의 정보체계의 구성은 선형(Alignment), 종단(Profile), 횡단(CrossSection)으로 나누어져 구성되어 있다. 토목 엔지니어링 분야에서는 토공(절토/성토)이 많은 부분을 차지하므로, 지형을 변형하기 위한 기준 선들인 선형, 종단, 횡단을 그리고 물량을 산출한다. 또한, 지구단위계획과 같은 대규모 개발의 경우 땅(면:Surface)을 기반으로 깎고 쌓아 건축대지를 편집한다. 그러므로 토목 엔지니어링 관점에서는 도로나 교량과 같은 시설물로서 정보가 보이는 것이 아니라 선형, 종단, 횡단과 같은 정보로 표현하는 것이 용이하며 이에 LandXML의 구조도 이 같은 형태를 취하고 있다. LandXML의 정보는 활용하는 유즈케이스 관점에 따라 이렇게 이름, 속성, 스키마 구조가 변경될 수 있으며 위의 그림과 같이 Alignment

10) <http://www.landxml.org>

Table 3. Features of application-specific standard format<sup>12)</sup>

Division	IFC	CityGML	LandXML
Object structure	It is architecture component object oriented and has specific structure of the degree to which comparably precise supply calculation is possible and is divided into the shape information and attribute information.	It is the structure of which the large scale 3D object visualization which considers the process performance based on the city object is possible and of which the object expansion is easy and has shape information and space information.	It is a vertical structure for the engineering quantity calculation composed in liner, vertical and horizontal direction and is favorable for the points, distance, additional distance, ground level, ground, cutting of the ground and grades.
LOD	The concept of LOD which defines the modeling level in the BIM exists but the LOD is not supported in the IFC.	Stores and displays the shape according to the LOD level considering the process performance depending on the phase abstraction.	The LOD which considers the level of modeling, location of the observation point and process performance does not exist.
Phase expression	<p style="text-align: center;">Solid/3D</p>  <p style="text-align: center;">IFC</p>	<p style="text-align: center;">Surface/3D</p>  <p style="text-align: center;">CityGML</p>	<p style="text-align: center;">TIN(linear)/3D</p>
Supporting object	Transform the Site information and geographical shape and store them. Supports most of the architecture elements.	Transform the Site information and geographical shape and store them. Supports most of the architecture elements.	Supports the topography, topographical change, roads and city based facilities, but does not support the architecture components.

는 attribute를 name(이름), length(연장), staStart(추가 거리<sup>11)</sup>)을 가지고 있다. 또한, 최소한 1개 이상의 CoordGeom을 포함하고 있다. Profile을 보면 desc(설명), name, staStart, state(상태)를 속성으로 포함하고 있으며, CrossSect의 경우에는 마찬가지로 areaCut과 같은 수량들을 포함한 속성들과 CrossSectSurf(횡단표면)와 같은 지반 표면을 이루는 point list를 내포하고 있음을 알 수 있다. LandXML의 정보들을 활용하면, 3D시뮬레이션에 필요한 메쉬 정보나, 물량을 얻기 위한 단면 영역, 안전성 등을 해석하기 위한 기하학적(선형 기하조건, 구배, 편경사 등) 속성들의 관계를 정의할 수 있다. LandXML의 정보구조는 Figure 4와 같다.

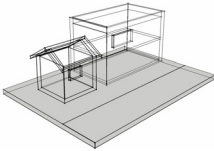
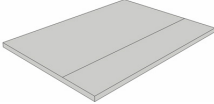
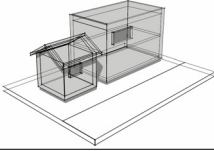
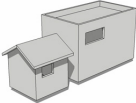
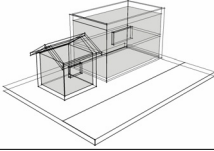
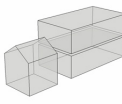
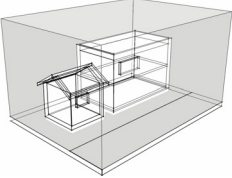
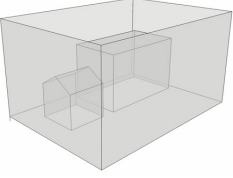
11) 추가거리란 공사시점부터의 거리로 누가거리라고도 함.  
 12) BIM과 GIS간 정보상호연용을 위한 외부 BIM 참조 모델 제안, 강태욱, 홍창희, 황정래, 최현상, 한국공간정보학회지 제20권 제5호, P.96, 2012. 의 내용을 포함하여 추가 작성.

### 2.3.3 분야별 정보모델 구조체계 비교분석

본 연구는 건축정보(BIM)와 공간정보(GIS) 데이터의 구조적 융합알고리즘을 개발하거나 IFC 파일의 CityGML 매핑, 또는 건축정보와 도시 정보의 정보가 시화 수준에 연구의 초점을 두고 있는 것이 아니라 IFC와 CityGML, LandXML의 정보체계 및 정보표현의 차이점을 이해하여 iBUM이 어떠한 방향으로 구축되어야 할 것인가에 대한 방향성을 제시하고 이를 어떻게 공간분석과 연계하여 활용할 수 있을 것인가에 초점을 두고 진행되었다. 이를 위해 IFC, CityGML, LandXML의 정보체계와 표현방법을 앞서 고찰하였으며, 포맷별 특징을 비교한 결과는 Table 3과 같다. 객체구조의 경우 IFC와 CityGML이 비교적 비슷한 구조를 가진다. 객체의 표현방법에 있어서는 Solid와 Surface라는 차이점을 가지는 반면 객체의 확장이 용이하고 속성정보를 사용자가 편집할 수 있다는 점에



Table 4. The shape of the iBUM object & Property Information

Category	Object shape	Property Information
Topographical information 		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordinates</li> <li>- Address</li> <li>- Land boundary</li> <li>- Area</li> <li>- Land use</li> <li>- Land cover</li> <li>- Urban infra</li> </ul>
Architectural information 		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Use</li> <li>- Height</li> <li>- Material</li> <li>ex) RC structure</li> <li>- Permit, completed information</li> <li>- Uniqueness</li> </ul>
Interior space information 		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertical coordinate(stories)</li> <li>- Volume</li> <li>- Spatial relationship</li> <li>- Responding to change in space</li> </ul>
External space information 		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Position relation information (geography, road, zone)</li> <li>- Volume per area</li> <li>- Spatial relationship</li> <li>- Responding to change in space</li> </ul>

서 공통점이 있다. 빅 데이터와의 연계를 위한 LOD의 의미는 GIS분야의 LOD개념과 부합하며 CityGML의 LOD를 수용하는 것이 가장 합리적이라 판단된다. 또한, IFC의 지원객체에 건축물의 도시기반시설물 및 기타시설은 현재 반영되지 않은 반면 CityGML과 LandXML은 이를 수용한다는 점에서 공통점을 가진다.

### 3. 건축도시통합모델(iBUM)의 개발방향

#### 3.1 iBUM의 정보정의 및 개발방향

우선적으로 iBUM에서 표현되어야 할 정보를 4가지로 정의하였다. 첫 번째로 “지형정보”이다. 지형정보(Site)는 LandXML과 GIS에 분석과정에 많이 사용되는 수치지형도(digital map)의 정보 중 Layer 번호 7111, 7114, 7217(등고선과 표고점)을 shp파일로 변환하여 Raster 정보를 표고분석, 경사도분석, 향분석 등에 활용되고 있으며, BIM S/W에서도 가공된 수치지형도를 불러들여서 지형을 생성할 수 있다. 또한, 토목분야의 표준인 LandXML을 이용하여 지형을 표현하고 토공

사의 물량을 산출, 다양한 도시기반 시설물 및 지면포장의 종류를 표현할 수 있다는 점에서 iBUM 안에서 가장 기초가 되는 정보이다. 지형정보에서 사용자가 얻을 수 있는 속성정보는 주소(지적도)와 좌표계이며, 표현정보는 지형의 형상정보(포장종류 포함) 및 도시기반 시설물의 3D 모델이다. iBUM에서 지형을 고려하지 않는다면 도시단위의 건축계획, 도시계획, 경관디자인 및 환경영향(기류, 일조 등) 분석 등은 신뢰성을 보장할 수 없다. 현재 IFC에서는 Site에 해당하는 지형정보를 일부 지원하고 있으나 수치지형도의 정보를 누락시킨 형상정보만을 지원한다.

두 번째는 “건축정보”이다. 건축정보는 BIM 환경에서 구축한 정보의 양이 방대하여 iBUM 개발 시 표현 및 시스템의 구동에 부하가 예상된다. 이에 건축도시의 설계 및 관리에 불필요한 정보는 제외시키고 건축물의 형상정보와 현재 국가지리정보유통망에서 사용되는 1:1000 지도의 정보 중 건축물용도, 건축물높이, 건축물재료 제한하였다. 그리고 사용자의 필요에 따라 정보의 입력이 가능한 특이사항 및 건축물의 허가/완공 정보를 속성정보에 포함시켰다. 이는 도시를 관

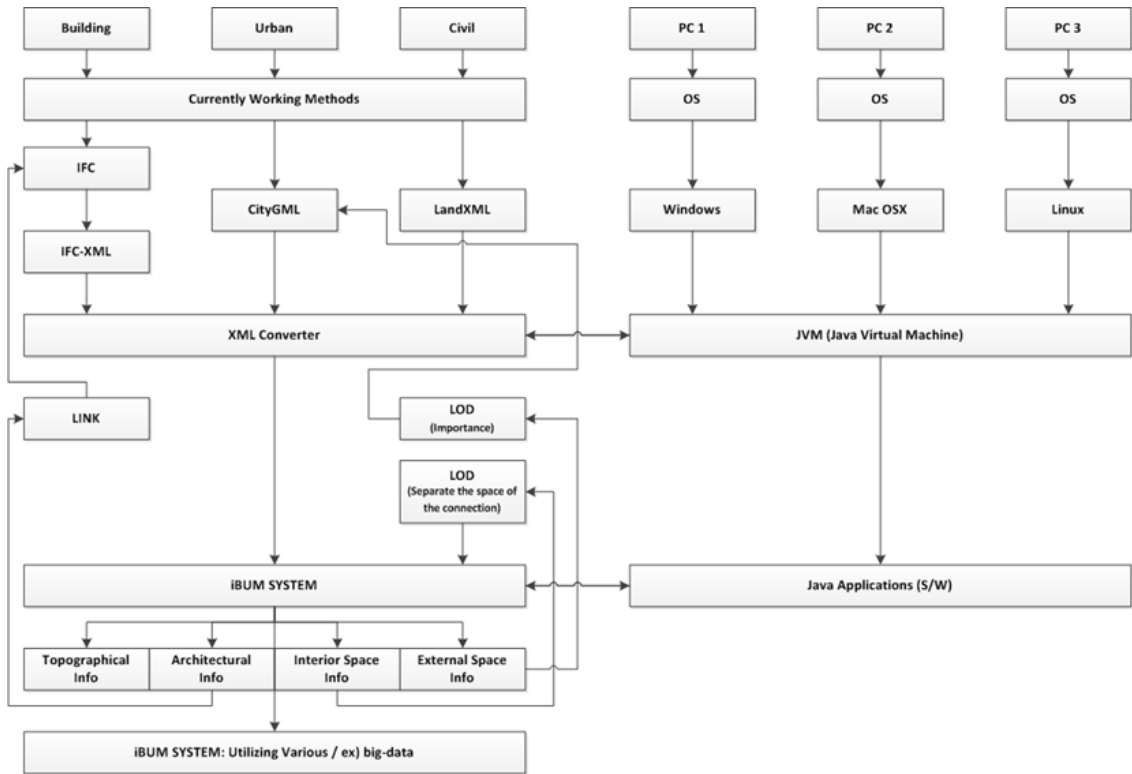


Figure 5. Object-based iBUM spatial information generating flow

리하는 차원에서 필요한 최소한의 정보만을 선택한 것으로 상세한 건축정보의 열람 시 별도의 링크를 따라 CityGML 기반의 LOD에 따른 표현과 건축물 원본 IFC를 열람할 수 있도록 iBUM 구축방안을 마련하였으며, 실내공간정보의 LOD와 구분된다.

세 번째는 “실내공간정보”이다. 실내공간정보는 최근 건물의 대형화, 고층화로 인해 실내공간이 복잡해지고 비정형화 되면서 실내공간의 데이터 구축 및 활용에 대한 수요도 늘고 있는 추세이다. 실내공간정보의 구축은 건축물 하나만을 생각하더라도 스마트폰을 활용한 3D 건물지도를 통해 사용자의 현재 위치를 파악하고 목적지까지의 경로를 파악할 수 있다는 점에서 실내공간정보의 디지털화 작업은 매우 중요하다. 2010년 미국에서는 정부의 주도하에 다수의 기업이 실내공간에 대한 정보 서비스를 시작했으며 우리나라 역시 정부에서 GIS를 기반으로 전자정부 구현, 삶의 질 향상, 새로운 비즈니스 창출 등을 목표로 국가지리정보체계 사업을 진행하고 있다. 또한 우리 정부가 지향하는 U-City는 첨단 IT 인프라와 유비쿼터스 정보 서비스를 실내공간정보에 융합하여 생활의 질과 편의를 높일 수 있는 차세대 정보화 도시를 뜻한다. 이러한

점에서 실내공간정보는 전 세계의 지리정보시스템 시장에 부응하고 다양한 산업에 적극적으로 활용될 수 있으며, 특히 iBUM에 반드시 포함되어야 할 정보로 사료된다.

마지막으로 “실외공간정보”이다. 사전적 의미에서의 공간이라 함은 “아무것도 없는 빈 곳”을 지칭한다. 우리가 살고 있는 현실에서도 건축물내의 실내공간만을 공간으로 인지하지는 않는다. 건축과 도시는 모두 공간과 공간의 관계에서 설명될 수 있다. iBUM에서 실외공간정보가 제외된다면 건축물 및 도시의 공간구조의 분석을 객관적으로 해석할 수 있는 틀의 신뢰성이 낮다고 판단된다. 기본적으로 모든 건축, 도시계획 및 설계는 공간구조의 변화를 수반하며 초기설계단계에서 어떠한 목표를 달성하기 위해 주관적, 직관적 판단을 과학적으로 보완해 주는 통합적인 데이터가 구축되어야 한다. 실내공간정보와 실외공간정보의 유기적인 활용을 통해 도시개발 혹은 재개발의 공간변화 예측, 건축물의 입지선정 또는 주변 지역의 영향력 분석, 기존 도시공간구조의 문제점 분석, 토지이용계획의 적합성 판단, 건축물 내부/외부의 동선계획, 건축물의 입지와 기능을 고려한 과학적인 설계 등을 지원할

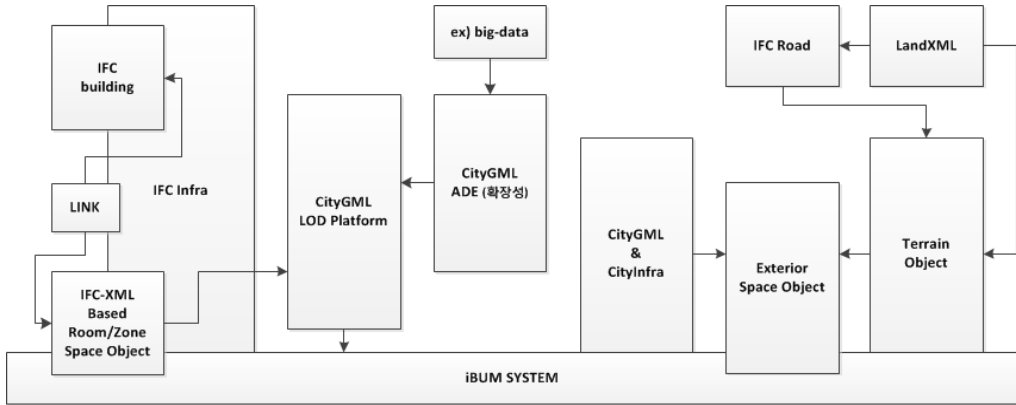


Figure 6. iBUM System-Architecture

수 있다. 실외공간정보의 표현을 위해서는 지형정보의 구역에 해당하는 범위를 건축물의 형상 및 체적을 제외한 외부 공간의 체적 객체로 정의하였다. 또한 실외공간정보의 높이 값은 iBUM이 구축되는 도시단위의 최고 건물높이보다 10m 높은 높이로 설정하는 것이 적절하다고 판단된다. 이는 기상청의 기후 측정높이 및 기류시뮬레이션 범위 값을 기준점에서부터 높이가 10m로 설정하는 것을 근거로 하였다.

앞서 제시한 지형정보, 건축정보, 실내공간정보, 실외공간정보 4가지를 효과적으로 표현, 관리하고 사용하기 위해서 Figure 5와 같은 통합시스템 구축방안을 마련하였으며, 이는 앞서 언급한 Table 3의 분야별 표준포맷의 특징분석 결과를 근거하여 최종적으로 XML기반의 iBUM 컨버터: 정보 및 파일형식의 전처리과정을 거쳐 객체기반의 iBUM을 구축하는 방법이 현실적으로 가장 효과적이라 판단된다. 이와 같은 개발방향은 건축, 도시, 토목분야에서 지금까지 해오던 작업의 도구 및 방법을 바꿀 필요가 없다는 점에서 가장 유리하다. 컨버터를 새롭게 만드는 것이 능사는 아니지만 각 분야에서 기존의 방법대로 정보를 생산하고 이용할 수 있다는 것은 나아가 건축, 도시, 토목 분야가 아닌 타 분야와의 융합을 생각할 수 있다는 점에서도 유리하다. 또한 형상 및 속성정보를 다루는 정보의 단위에서 객체는 가장 발전적인 형태를 취하고 있다는 점에서 iBUM의 4가지 정보는 각각의 객체 형태로 표현되는 것이 정보의 변환에 있어 유리하다.

객체기반의 정보는 정보를 구성하는 각 entity의 관계를 정의하고 있으며 프로그램개발 분야에서도 과거 C++보다 C#과 Java 등을 활용한 객체지향 언어의 개발사례가 크게 증가했다는 점에서 데이터의 구조와 정보의 표현에 있어 객체형식의 건축 및 공간정보의

표현은 iBUM 개발방향의 적합성을 뒷받침해 준다. BIM은 객체지향적이며 CityGML, LandXML의 정보체계보다 진화한 형태로 객체의 구조는 IFC와 CityGML의 호환이 IFC와 LandXML의 호환보다 쉽다. 이는 객체지향적인 BIM에 비해 LandXML의 구조가 선형, 종단, 횡단의 구조로 IFC의 스키마와 다른 형태를 취하고 있기 때문이다. 하지만 CityGML의 경우 형상표현에 있어 Solid와 Surface라는 차이점을 보이지만 CityGML이 객체의 가시화 및 확장이 용이한 ADE구조를 가지고 있다. 예로 실내공간 데이터를 구축할 경우 CityGML 확장 객체모델과 객체간의 위상관계를 표현하는 IndoorGML을 참조하는 위상모델로 구성할 수 있다. 형상표현에 있어서는 IFC와 CityGML, LandXML 모두 고유의 형태를 취하고 있어 기존의 데이터 구조를 통합하여 새로운 데이터 구조를 취한다거나 3개의 포맷 중 하나의 형태로 개발하기 보다는 XML 기반의 iBUM 컨버터를 개발하여 객체기반의 XML 형태의 형상표현을 지향하는 것이 바람직하다고 사료된다. 또한 IFC의 경우 IFC-XML로 출력이 가능하며 CityGML과 LandXML 모두 XML 형태의 정보교환이 용이하다. XML 형태의 4가지 객체정보들은 평등한 정보위계에서 건축도시의 설계지원 및 통합적 관리를 위한 타 기술과의 연계에 있어 유기적으로 대처할 수 있을 것으로 판단된다.

### 3.2 iBUM의 LOD 및 실내공간정보 추출 실험

LOD의 경우 IFC는 BIM에서의 모델링 수준을 정의하는 Level of Development의 개념이 존재한다. 하지만 LandXML은 LOD에 대한 개념이 없으며 iBUM의 LOD는 CityGML의 LOD(Level of Detail) 개념에 부합한다고 판단된다. 이는 앞서 언급한 건설기술연구

원의 BIM 3D model & GIS Viewer의 개발방향과 유사점을 가진다. 하지만 단순히 거리에 따른 상세수준을 벗어나 시설물의 중요도에 따른 LOD 정의는 건설기술연구원의 개념이 CityGML의 LOD보다 진화하였다고 볼 수 있다. iBUM의 LOD는 실내공간정보의 LOD와 실외공간정보의 LOD로 구분된다.

실내공간정보 iLOD(interior LOD)는 다음의 Table 5와 같이 정의하였으며, 실외공간정보 eLOD(exterior LOD)는 CityGML의 확장성(ADE)을 이용하여 구현할 수 있는 방안을 모색하되 국가연구기관의 공간정보구축사업과 발을 맞추어 개발되어야한다.

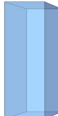
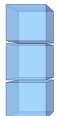
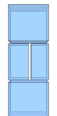
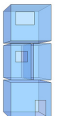
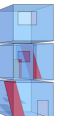
다음은 실내공간정보 추출을 위한 실험적 방법론과 그 결과이다. 실험은 Figure 7과 같은 프로세스로 진행하였다. 우선 BIM 툴(본 연구에서는 국내 점유율이 높은 Autodesk사의 Revit을 사용하였다.)에서 기본적으로 제공되는 건축 3D모델을 사용하여 IFC XML 파일로 출력한 다음 Rhion과 실시간으로 연동되는 그래픽기반 알고리즘 툴인 Grasshopper를 이용하여 실내공간정보를 추출하였다. 실내공간정보의 XML이 생성되는 모든 과정에 있어 100%의 완성도를 가지지는 못하지만(육안검사 시 90%의 완성도) 일부구간의 오류를 제외하면 충분한 가능성을 보여주었다. 이와 같은 실험을 통하여 IFC 건축모델 정보에서 실내공간정보의 추출은 높은 실효성이 있다고 판단된다.

## 4. 건축도시통합모델(iBUM)의 활용

### 4.1 iBUM기반 건축도시통합관리 시스템구축

iBUM기반의 건축도시통합 생산/유지관리를 위한 시스템(이하 iBUM System)구축은 건축물정보모델 및 공간정보, 지리정보 모델 간 정보의 상호운용성을

Table 5. iBUM Interior Spatial Information LOD

	LOD 1	LOD 2	LOD 3	LOD 4	LOD 5
LOD					
Interior	○	○	○	○	○
Floor		○	○	○	○
Room			○	○	○
Opening				○	○
Vertical connection					○

바탕으로 한 공간정보자료 기반의 다양한 시뮬레이션 및 도시계획, 국토보안, 재해/재난대비 등 기타 응용프로그램에서의 상당한 이익과 발전을 가져올 수 있다는 점에서 기대가 크다. 이러한 iBUM System은 Figure 6과 같이 국제표준에 부응하는 IFC, IFC Infra, IFC Road, CityGML, LandXML 정보를 기반으로 구성되며 지형정보, 건축정보, 실내공간정보, 실외공간정보를 정의하고 표현하기 위하여 서로를 호출하여 필요한 정보를 추출하고 XML형식으로 변환하여 상호운용성을 극대화한다. 또한, 링크를 통해 원본데이터에 접근할 수 있는 구조이기 때문에 데이터의 무게가 가볍고 각 포맷의 장점(CityGML의 확장성(ADE)등)을 수용할 수 있다. iBUM System 공간정보의 표현은 층식(Layer)구조로 지형정보, 건축정보, 실내/외 공간정보 이 4가지 정보 레이어를 사용자의 요구에 맞게 표현할 수 있어야하며 Table 6는 iBUM System의 View를 예시적으로 보여준다.

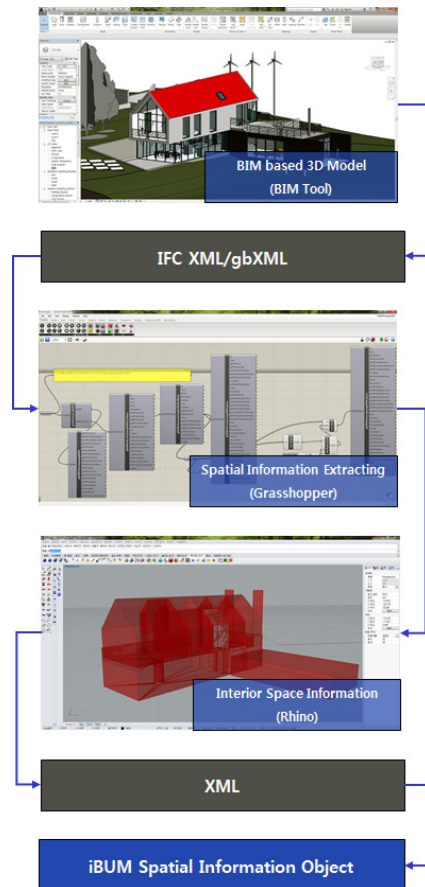

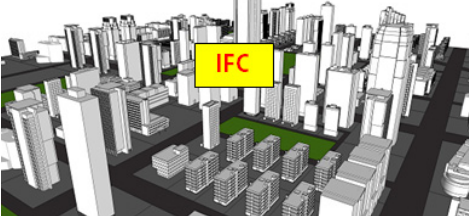




Figure 7. IFC based Spatial Information Extracting Test

Table 6. Integrated Management System view(example)

<p>Topographical information: Model View Definition</p>  <p>Topographical information(Urban Infra, CityGML)</p>	<p>Architectural information: Model View Definition</p>  <p>Architectural information DB(LINK)</p>
<p>Interior space information: Model View Definition</p>  <p>Interior space information: IFC based</p>	<p>External space information: Model View Definition</p>  <p>External space information: Integrated calculation</p>

#### 4.2 건축도시통합관리 시스템의 빅 데이터 연계

iBUM을 바탕으로 각종 시뮬레이션 및 건축설계지원, 도시계획 및 관리, 국토교통부의 공간정보 오픈플랫폼 VWorld 지도서비스, 증강현실, 국토보안, 방재, 전력망에 정보기술을 접목한 Smart Grid와의 접목 등 새로운 부가가치를 창출하고 다양한 분야에서 활용이 기대된다. 특히 빅 데이터와의 연계는 상당한 이익과 공간정보의 구축 및 활용에 있어 새로운 지표를 창출할 것이라 예상된다. 세계경제포럼은 2012년 떠오르는 10대 기술 중 그 첫 번째를 빅 데이터 기술로 선정했으며 대한민국 지식경제 R&D 전략기획단은 IT 10대 핵심기술 가운데 하나로 빅 데이터를 선정하는 등 세계는 빅 데이터를 주목하고 있다. 빅 데이터는 기존 데이터베이스 관리도구의 데이터를 수집, 저장, 관리, 분석할 수 있는 역량을 넘어서는 대량의 정형 또는 비정형 데이터의 집합으로 데이터로부터 필요한 정보를 수집하고 결과를 분석하는 기술을 포함한다. 방대한 데이터의 생성, 수집, 분석, 표현을 특징으로 빅 데이터 기술의 발전은 다변화된 현대 사회를 더욱 정확하게 예측하여 효율적으로 작동하게 하고 개인화된 사회구성원마다 맞춤형 정보를 제공, 관리, 분석을 가능하게 한다. 이렇듯 iBUM과 빅 데이터의 연계는 기존 2차원의 정보표현 및 분석을 3차원의 입체분석을 실현(Figure 8)시킬 수 있으며, 이와 같은 예로 스마트 모바일기기 기반 불특정 다수의 개인위치정보 표현에

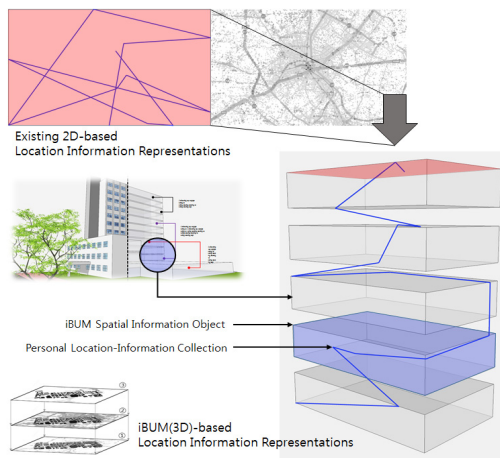


Figure 8. ex) Big-data analysis in 3D space(iBUM based)

서 기존 지도(2D)표현방식을 iBUM 공간객체(3D)표현 방식으로 대체할 수 있다.

특히 세월호침몰사고(2014.04.16.) 이후 안전의식이 국가적 차원에서 고조됨에 따라 재해/재난에 대비할 수 있는 건축도시통합관리 시스템 구축에 있어 빅 데이터와의 유기적인 연계발전이 기대된다. 21세기의 원유라 불리는 빅 데이터는 현재 우리의 생활 속에서 활용되고 있다. 카드사의 소비자트렌드 분석, 마케팅, 브랜드 전략 수립 등의 활용사례가 그 예이다. 또한, 도시 및 일정한 구역단위에서 GPS, SNS(Social Network

Service), 센서네트워크(Sensor Network), 사물인터넷 기술 등을 활용하여 공간점유율 및 동선을 파악하고 그 정보를 iBUM의 실내공간정보와 실외공간정보 객체 내에서 표현하고 분석 할 수 있다면 건축 및 도시계획, 관리에 있어 수평, 수직적 맞춤형 고급정보를 구축, 재사용 할 수 있을 것으로 사료된다.

## 5. 결 론

본 연구는 공간자료 구축을 위한 BIM/GIS 정보추출기반의 건축도시통합모델(iBUM) 개발을 위해 건축정보(BIM)와 공간정보(GIS)의 정보무게를 줄이고 가장 현실적인 정보 통합방안을 찾고자 IFC(XML)와, CityGML, LandXML의 정보체계 및 형상표현을 비교 분석하고 이를 통해 객체기반 iBUM의 정보정의 및 개발방향을 제시하였다. 본 연구를 통해 도출된 결론은 다음과 같다.

첫째, 개방형BIM의 표준인 IFC에 공간 및 지형정보를 통합할 수 있는 도메인을 추가 개발하여 IFC 구조 안에서 각 정보들이 구현되는 것이 이상적이나 현재 각 분야에서 사용하는 소프트웨어가 다르다는 점과 각 포맷별 데이터구조의 차이, BIM과 GIS의 LOD의 불일치, LandXML의 기하학적 객체정의구조 등 해결해야 할 문제가 많다. 특히 토공사의 경우 IFC 구조에서 성토, 절토 등 공사방법에 대한 각각의 모듈개발이 선행되어야 한다. 이에 iBUM은 객체단위의 속성정보 및 표현이 가능한 XML 형태로 개발되어야 한다. 또한 이러한 개발방향은 GML 3.1을 기반으로 하는 국내 3차원 공간정보 데이터 표준인 3DF-GML과의 상호호환에 있어 유리하다.

둘째, iBUM은 Figure 9와 같이 ① IFC의 건축물형

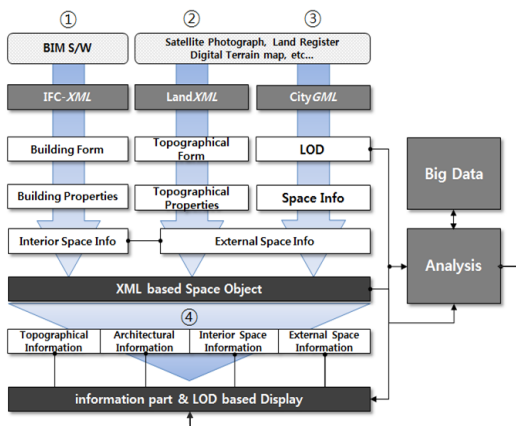


Figure 9. iBUM Development Direction

태 및 속성정보, Room(실내공간) 정보, ② 수치지도와 지적도의 기초정보를 바탕으로 한 LandXML의 지형정보, ③ CityGML의 공간정보 및 LOD기반의 정보표현방법과 ADE 확정성을 이용한 원형데이터(iBUM 컨버터의 입력데이터)의 로드(Load)로 요약될 수 있으며, ④ 관련되는 모든 정보들을 통합하여 정의하고 LOD단계별로 표현하는 객체기반 XML형태로 개발되어야 하며 정보의 표현 또한 평등한 정보위계의 객체로 표현되어야 한다. 또한, BIM과 GIS 두 분야를 동시에 만족시킬 수 있는 LOD의 개발이 필요하다.

셋째, 애매한부분의 실내외공간구분 및 경계의 설정, 도시기반시설물, 도로, 교통정보의 객체정의 등 실내공간정보 및 실외공간정보, 다양한 분석을 위해 추가되어야 할 정보에 대한 객체속성 및 표현방법이 구체적으로 정립되어야 한다. 예를 들어 실내공간정보의 경우 개구부 정보의 침사에 따라 공간분석의 값이 상이할 것이며 실외공간정보와의 분석을 위해서는 반드시 개구부에 대한 정보정의가 필요하다. 또한, 실외공간정보의 높이설정근거에 있어 다양한 니즈파악이 선행되어야 한다. 향후 건축과 도시의 통합적 디자인 및 관리를 위해 iBUM이 상당히 중요한 역할을 가지는 만큼 현재의 미흡한 점을 보완하는 연구가 지속되어야 하며 2014년 4월에 소개된 건설기술연구원의 해당 연구과제 또한 장기적으로 본 연구와 하나의 목표로 추진되고 있으므로 이에 대한 연계가 필요할 것이다.

## References

- [1] Ministry of Land, Infrastructure and Transport Housing and Land Office, 2014, The trial plan for national housing and land using policy 2014, Ministry of Land, Infrastructure and Transport South Korea
- [2] Kim Inhan, Park Jungdae, Park Cheolsoo, Jung Jonghyun, Choo Seungyeon, 2013, BIM in Architecture: Design and Engineering, Kimoondang.
- [3] Kim Kyehyun, 2011, Introduction to GIS, Munundang.
- [4] Kang Tae Wook, Choi Hyun Sang, Hwang Jung Rae, Hong Chang Hee, 2012, The study related to the meta data for the attribute from IFC to CityGML, Korean Society of Surveying geodesy photogrammetry and Cartography, 30(6-1): 559-565.
- [5] Cho Hyun-Jeong, Hong Sangki, 2012, Interoperability issues for the standardization of GIS and BIM from ISO/TC 211 perspective, The BIM

Autumn, 8.

- [6] Hwang Jung Rae, Kang Tae Wook, Hong Chang Hee, 2012, A Study on The Correlation Analysis Between IFC and CityGML for Efficient Utilization of Construction Data and GIS Data, Korea Spatial Information Society, 20(5): 49-56.
- [7] Hwang Jung Rae, Kang Hye Young, Hong Chang Hee, 2012, A Study on the Platform Design for Efficient Interoperability of BIM and GIS, Korea Spatial Information Society, 20(6): 99-107.
- [8] Park Jae-Nam, 2007, Development of an information model based on IFC for NATM tunnel structure, Dept. of Civil Engineering The Graduate School Yonsei University M.A. Thesis
- [9] Andrew T. Campbell, Shane B. Eisenman, Nicholas D. Lane, Emiliano Miluzzo, Ronald A. Peterson, 2006, PeopleCentric Urban Sensing, Smartphone Sensing Group.
- [10] Bernd RESCH, 2011, Integrated Urban Sensing: A Geo-sensor Network for Public Health Monitoring and Beyond, The MIT Faculty.
- [11] Francesco Calabrese, 2011, Urban sensing using mobile phone network data UbiComp 2011 Tutorial, Smarter Cities Technology Centre.
- [12] Kim B. G., 2009, Integration of a 3D Bridge Model and Structured Information of Engineering Documents, Ph.D Dissertation, Yonsei University.
- [13] Rebolj D., Tibaut A., Cus-Babic N., Magdic A., and Podbreznik P., 2008, Development and application of a road product model, Automation in Construction, 13: 719-728.
- [14] Hegemann F., Lehner K., and Konig M., 2012, IFC-based product modeling for tunnel boring machines, eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction: 289-296.
- [15] John Przybyla, 2010, The Next Frontier for BIM: Interoperability With GIS, JBIM(Fall).
- [16] Bormann A. and Jubierre J., 2013, A multi-scale tunnel product model providing coherent geometry and semantics, IWCCE, Los Angeles, UK.

---

논문접수 : 2014.7.1  
수 정 일 : 2014.10.21  
심사완료 : 2014.10.24