건설 엔지니어링 생산성 향상을 위한 Application Program Interface(API) 활용방안에 대한 연구

A Study of the Using Application Program Interface (API) for Improving Productivity in Construction Engineering

박기백¹⁾, 정영호²⁾, 함남혁³⁾, 김재준⁴⁾

Park, Gi-Back¹⁾ • Jung, Young-Ho²⁾ • Ham, Nam-Hyuk³⁾ • Kim, Jae-Jun⁴⁾

Received September 4, 2013 / Accepted September 30, 2013

ABSTRACT: Domestic construction industry is larger in size, and its shape is more complex. As a result, collaboration and information management tasks are difficult to manage in a way that conventional 2D-based exchange of information. BIM technology was introduced as a solution for this. But BIM only provides a very limited set of features such as Constructability review, clash detection in reality, and duplication of work and a lot of iterations occurs in BIM process. Thus, it takes quite a lot time to work. We studied how to improve the work efficiency by connecting API to business processes. Using the API in the integration process by automating repetitive tasks, reduce a significant amount of work time Using API (Automation, Optimization, Interoperability, Analysis) can solve the task problem that does not solved by the basic features, If we make good use of the combined API will be improved productivity.

KEYWORDS: BIM, Intergrated Process, API(Application Programing Interface), Interoperability, Automation

키워드: BIM, 통합프로세스, API(Application Programing Interface), 상호운용성, 자동화

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

현대의 건설 산업은 규모가 대형화, 고층화되고 그 형상이 복잡해짐에 따라 재래의 2D 기반의 정보 교환 방식으로는 건설 산업의 각 분야에서 발생하는 방대한 양의 데이터를 처리하기에는 한계에 다다르게 되었다(Eom, J-U, Shin, T-S, 2011). 특히 대형 프로젝트의 경우 건축가, 종합건설업체, CM(Construction Management)업체, 전문 엔지니어링 업체 등의 수많은 참여자들 간의 의사소통, 정보관리 및 교환 등의 협업방식이나 정보관리에 대한 문제가 대두되고 있다(Won, J-S, Lee, J-J, Lee, G, 2008). 이에 3D 객체 모델을 중심으로 각 분야에서 생산되는 데이터를 통합하고 저장하며, 이를 공유하여 업무의 효율성을 제고하기 위한 노력의 일환으로 BIM 기술이 도입되었다.

하지만 BIM 적용 실태를 살펴보면 2D 도면을 3D로 재 모델링하여 시공성 검토, 부재 간섭체크를 수행하는 등 그 적용성이 제한적이며 기존의 2차원 기반 CAD를 중심으로 한 업무 프로세스에 BIM을 부수적, 중복적으로 활용하고 있는 실정이다. 이 같은 경우 업무 프로세스 중복으로 인해 BIM의 효과를 기대할 수 없으며, 오히려 새로운 기술의 도입으로 업무량 및 작업시간만 상승시키는 결과를 초래하였다.

하지만 최근 들어 업계에서도 BIM 전담 조직을 마련하는 등 BIM에 적극적으로 대응하고 있으며, 정부에서는 정부와 발주자, 민간업체가 체계적으로 활용할 수 있는 BIM 적용 가이드의 개발, 보급을 위한 연구를 수행함으로써 BIM 공공발주와 민간도입의 확산에 따른 BIM 적용범위, 방법 등에 대한 실무적 혼선을 바로잡기 위해 노력 중에 있다(건설경제신문, 2009. 04. 14).

또한 BIM을 지원하는 소프트웨어 벤더들은 BIM 프로세스의

¹⁾한양대학교 대학원 건축공학과 석사과정 (waterangel@hanyang.ac.kr)

²⁾한양대학교 대학원 건축공학과 석사과정 (jyhjyhko@nate.com)

³⁾한양대학교 대학원 건축공학과 박사과정 (sunkist7@hanyang.ac.kr)

⁴⁾한양대학교 대학원 건축공학과 교수, 공학박사 (jjkim@hanyang.ac.kr) (교신저자)

원활한 수행을 위해 최신의 기술들을 적용한 업데이트를 지속적으로 지원하고 있으며, 블랙박스(black box)화 되어 있던 자사의 원천 기술들을 오픈 소스(Open Source)화 하여 지원함으로써 그 기술의 개발이 더욱 용이해지고 있으며, 다양한 분야에서 활용되고 있다. 이를 통해 사용자는 단순히 밴더에서 제공하는 기술들을 사용하는데 그치지 않고, 필요로 하는 기능을 적용한 다양한 API를 개발함으로써 소프트웨어를 좀 더 유연하게 활용할 수 있으며 이를 통해 BIM의 적용성을 높일 수 있게 되었다 (Lee, B-H, 2010).

해외의 BIM 실무 사례를 살펴보면 상용 BIM Tool의 기능 외에 업무 효율성 향상을 위해 필요한 기능은 업데이트 또는 관련 API 개발을 통해 업무 프로세스를 개선하는 등 BIM기술을 매우 효율적으로 사용하고 있다. 하지만 국내에서 API와 그 활용방안에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기존의 BIM기반 통합 설계 프로세스를 분석하고 현재 Open 되어 있는 건축 분야 API의 사례 분석을 통해 업무에 API 활용방안을 연구하여 효율성을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 건설 산업의 전 생애 주기 중 BIM이 적용될 수 있는 업무를 대상으로 한다. 연구의 목적인 업무의 효율화를 위한 API는 인터넷 웹사이트, BIM 엔지니어링 사, 소프트웨어 개발사에서 공개하는 API를 대상으로 한다.

본 연구는 다음과 같이 진행하였다.

첫째, 기존의 BIM 기반 업무 프로세스에 대한 이론적 고찰과 BIM 엔지니어링사 전문가 인터뷰를 통해 각 단계별 BIM 업무 Activity를 도출하였다.

둘째, 현재 OPEN되어 있는 API에 대해 분석한 뒤, 분류 기준에 맞춰 분류하였다.

셋째, 각 단계별 BIM 업무 Activity와 분류한 API를 대상으로 다시 전문가 인터뷰를 실시하여 API의 업무 적용 가능성에 대해 검토하였다.

넷째, 활용성 Test를 실시하여 API를 활용하여 업무를 효율적으로 수행할 수 있는지에 대해 검증하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 API의 정의

Application Program Interface(API)는 응용프로그램이 운영체제나 데이터베이스 관리 시스템과 같은 시스템 프로그램과 통신할 때 사용되는 언어나 메시지 형식을 말한다. API는 프로그램 내에서 실행을 위해 특정 서브루틴(프로그램 안의 다른 루

틴들을 위해서 특정한 기능을 수행하는 부분적 프로그램)에 연결을 제공하는 함수를 호출함으로써 구현된다. 그러므로 하나의 API는 함수 호출에 의해 요청되는 작업을 수행하기 위해 이미 존재하거나 또는 연결되어야 하는 몇 개의 프로그램 모듈이나 루틴을 가진다. 소프트웨어 개발에 있어서 객체 지향 패러다임을 적용하는 이유는 여러 가지가 있지만, 분산된 개발을 가능하게 하고, 기존 개발된 코드의 재사용이 쉽다는 장점을 들 수 있다 (Jung, S-W, Choo, S-Y, 2011).

2.2 API 활용의 필요성

매크로와 단순한 스크립트 방식의 API 개발을 통해 BIM의 주목적인 통합적인 정보 관리에서 여러 장점이 얻어진다. 먼저 확장기능과 복잡한 스크립트 방식으로 표준화된 포맷(DXF, IFC, COLLADA 등)을 통해 여러 프로그램들과의 연계가 가능해지며 조작된 결과가 즉각적으로 반영되므로 원활한 피드백 과정을 거쳐 건축품질을 향상시킬 수 있다. 또한 API를 활용하면 단순 반복적이거나 규칙성이 있는 작업을 자동화하여 BIM도 단순노동집약적인 작업에서 벗어날 수 있고 프로그램의 기본 기능만으로 해결하기 힘든 상황에서 완전히 새로운 프로그램의 개발, 마케팅, 유지보수에 드는 막대한 비용과 시간 및 인력을 현저하게 줄일 수 있다. 그리고 패키지 시대에서 솔루션 시대로 변화하면서 협업을 위해 다른 프로그램과 연계해서 운용해야 할 필요성이 증대되면서 특화된 확장기능을 통해 연구개발과 목적에 맞게 적용시킬 수 있다(Jung, S-W, Choo, S-Y, 2011).

국내에서 API를 개발하고 활용한 사례로는 삼성물산 레미안 웨어의 종합 환경 분석 시스템, 5D With 건적프로그램, 한샘인테리어의 월플렉스 캐드설계 등 API를 개발하여 건축품질을 높이려는 노력들을 하고 있다. 삼성 물산의 경우 건축의 모든 과정에서 정보를 한 곳에 모으고 작업효율을 높이겠다는 취지로 전 사업 분야에 BIM을 적용하고 있다. 5D With는 업무분야를 설계 BIM, 건적 BIM, 시공 BIM, 건적 BIM 솔루션 개발, 교육 BIM 콘텐츠로 나누어서 회사 내에서 API 개발과 생성된 프로그램을 실무에 즉시 활용 할 수 있는 체제를 갖추고 있다(Jung, S-W, Choo, S-Y, 2011).

2.3 BIM 기반 설계 프로세스

BIM을 앞서 받아들이는 국가들은 각 국가별 건축시장의 흐름에 맞춰 BIM 가이드라인을 구축했다. 핀란드, 덴마크, 미국 AIA (American Institute of Architects)의 프로세스를 비교 분석한 연구에 따르면 각 프로세스는 분류기준과 분석 단계 수에는 차이가 있으나 목적에 있어서는 유사성을 갖고 있다. Figure 1은 각 나라의 설계프로세스의 작업 단계를 비교한 것으로 각 단계별 특징은 다음과 같다.

Figure 1 Compare BIM design process abroad

우선 1단계는 발주자의 요구사항과 사회적 요구사항 검토 및 대안 비교를 통하여 건물의 기능 및 대략적인 매스를 시각화하는 작업을 한다. 2단계는 건물의 기능 및 형태, 예산에 대해 검토하고 매스에서 발전한 대안공간의 제시를 통해 건물의 전반적인 물리적, 기능적인 특성평가를 분야별 참여자를 통해 실시한다. 3단계는 2단계에 이어 분야별 참여자의 건물 전반적인 물리적, 기능적인 특성평가가 이루어지며 이를 기초로 간섭체크와 건물 개체 정의 및 구조대안의 비교, 물량산출, 기초 치수정보관리를 한다. 4단계는 3단계의 정보를 기반으로 입찰문서의 구성 및 물량 산출이 이루어지며 5단계에서는 시공정보 기초 형성, 시공계획과 같은 시공 정보에 대한 전반적인 관리가 이루어지는 단계로 공사의 범위, 양, 질, 치수, 위치, 재질, 질감, 색상 등을 결정한다(Park, M-S, Cho, J-Y, Lee, H-S, Kwon, S-K, Ahn, S-, 2012).

2.4 BIM 업무 프로세스에 대한 선행연구

현재 국내 다수의 연구자들이 BIM 기반 업무 프로세스에 대한 필요성을 인지하고 관련 연구들을 수행하고 있다. 나경재(2008)은 기존 건설 프로세스의 문제 해결을 위해, 정보관리, 업무 간소화, 협업체계를 고려한 구조, 설계, 견적, 시공에 관련된 4가지 각 업무주체별 중심적인 BIM 프로세스를 제안하였다. 서창석(2010)은 기존 설계프로세스의 문제점을 분석하고, 설계자 BIM 실무자, 건축주 등 각 참여주체별 수행업무를 연계하여 협업 중심의 통합 BIM 설계프로세스를 제안했다. 이진희(2007)는 미국 건축가 협회인 AIA의 BIM 통합 설계프로세스의 국내 적용 가능성을 IDEF0를 이용하여 검증하였다. 박문서(2012)는 DSM을 이용하여 BIM 설계프로세스의 각 작업 Activity를 세분화하여 관계를 규명하고 각 Activity의 정보 흐름을 최적화 하는 BIM 설계프로세스 모델링을 제안하였다.

선행 연구들을 살펴보면 한계점으로 첫째, 기존 업무 프로세스에서의 개선 방안을 찾는 데 초점이 맞추어져 있고 구체적인 업무가 세분화 되어 있지 않아 실무에 적용하기가 어렵다. 둘째, 업무 간 협업 방안에 대한 고려, 실제 업무의 가치치와의 연계가 미비하며, 프로세스 개선에 따른 정량적인 검증 역시 미비하다.

따라서 업무내용에 대한 세부적인 단위 Activity를 토대로 정

보의 흐름을 효과적으로 관리할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요하다.

3. Open API

3.1 Open Source의 개념 및 활용

오픈 소스 소프트웨어(OSS : Open Source Software)라고도 하며, 소프트웨어의 설계도에 해당하는 소스 코드를 인터넷 등을 통하여 무상으로 공개하여 누구나 그 소프트웨어를 개량하고, 이것을 재배포할 수 있도록 하는 것. 또는 그런 소프트웨어를 말한다. 소스코드를 알면 그 소프트웨어와 비슷한 것을 만들거나 그 소프트웨어에서 이용하고 있는 기술을 간단히 전용할 수 있다. 이 때문에 기업 등에서는 자사에서 개발한 소프트웨어의 소스코드를 극비로 하고 있으며, 이를 다른 사람에게 제공할 때에는 사용료(라이선스료)를 받는 경우가 많다. 이에 대하여 오픈 소스의 개념은, 소스코드를 공개하여 유용한 기술을 공유함으로써 전 세계의 누구나 자유롭게 소프트웨어의 개발·개량에 참여할 수 있게 하는 것이 우수한 소프트웨어를 만드는 데 도움이 된다는 생각에 바탕을 두고 있다. 본 연구에서는 현재 웹상에서 Open Source를 기반으로 개발된 API를 대상으로 한다.

3.2 API 분류 기준

API를 BIM 업무에 활용하기 위해 크게 4가지 항목으로 분류하였고, 그 항목은 아래와 같다.

첫째, 단위 프로세스를 대상으로 자동화(Automation) 시킬 수 있는 API

둘째, 단위 프로세스를 최적화(Optimization) 시킬 수 있는 API

셋째, 이종 소프트웨어간 협업을 위해 상호운용성(Inter-operability)확보가 가능한 API

넷째, 설계 및 엔지니어링의 품질을 높여줄 수 있는 분석(Analysis)기능이 강화된 API

3.2.1 자동화(Automation) API

자동화(Automation) API는 반복적으로 수행되는 설계 및 엔지니어링 업무 중 단위 업무를 추출하고, 프로세스 중 일부를 자동화할 수 있는 API를 말한다.

3.2.2 최적화(Optimization) API

최적화(Optimization) API는 사용자 인터페이스 개선, 정보 입력 및 출력 체계 등 통합 설계 및 엔지니어링 업무에 있어서 사용자 편의성 강화를 위한 API를 말한다.

Table 1 Automation API

API Name	Contents	Developer
View Template Manager for Revit	When creating a drawing, repeat Setting the view to simplify the process of the work process can reduce the amount of work that,	CASE inc.
Exceler8 for Revit	To extract the information in Excel format that can be easily modified,	CASE inc.
Excel Link(CTC BIM Project Suite for Revit)	When you enter the information to model or modify information, iterations occur, In order to reduce repetitive tasks to link to Excel and Revit	CTC inc.
Project Link(CTC BIM Project Suite for Revit)	by managing frequently used files and Associated with the current task,Simply work and may save you time,	CTC inc.
Revit extensions	Automated reinforcement	Autodesk
Cut Opening LT	Cut Opening LT easily cut holes automatically in the places where MEP ducts, pipes, cable traces or conduits intersect walls, floors or ceilings. This extension manages the creation of openings using Revit [®] "Interference Check" results, Compatible with Revit	TOOLS 4 REVIT
Curtain Modeler	user can select one or more than one linked models and then specify the curtain panel types, the curtain systems will be created automatically on the surface,	BIM CODER, INC
Column Splitter	Splits one or multiple structural or architectural columns by point(s), level(s), or reference plane(s) with specified gap offsets,	StrucSoft Solutions Ltd.

Table 2 Optimization API

API Name	Contents	Developer
Delete Sheets, Views, and Revit Links	Setting the work environment at the time, According to individual worker Sheet, View, Revit Links allows you to set	CASE inc.
Change and Replace Line Styles	Drawing in Revit, pre-assigned line styles and macros performing repetitive tasks, Work environment by reducing repetitive tasks that can be optimized,	CASE inc.
Coins Auto-Section Box	Ability to arrange the section box view side-by-side with the selected view and Support for creating section boxes from view outlines, section lines, and scope boxes	COINS
PowerMeasure	With a simple modeless dialog will display the length and surface information from selected faces in Revit,	AsiaSW
Family Processor (CTC BIM Manager Suite for Revit)	Characteristic values of a family-controlled by a single management tool for project management can be optimized,	CTC inc.

Table 3 Interoperability API

API Name	Contents	Developer
CASE Exchange	After point data extraction (json file format) from Rhino & Grasshopper, Revit geometry created by loading the information can be entered,	CASE inc.
Import openNURBS	Import Rhino curves in revit project environment and curves enables the modification and editing	CASE inc.
STL Exporter for Revit	Export to STL file format(3D Printer file format) from Revit model	Autodesk
Export Revit to ETABS	Exprot to ETABS which is structural analysis software file format	Nasser' s Revit Tools
Hummingbird & Modelbuilder	Hummingbird is a set of Grasshopper components that facilitate the creation of Revit native geometry.	TimMeador and Mario Guttman

Table 4 Analysis API

API Name	Contents	Developer
Extrude Rooms to 3D Mass	Mass according to the boundary plane is implemented as an individual space, Each area and other areas, such as copper, and the relationship can be analyzed in 3D.	CASE inc.
COBie2 Link(CTC BIM Project Suite for Revit)	Revit models created in real-time to extract information based COBie2. Submitted in writing and reporting data that can minimize the time it takes,	CTC inc.
Wall Opening Area	This plug-in calculates the sum of opening areas on each wall and stores the values as two shared parameters on walls,	Autodesk
MDX 3D Exporter for Revit [®] 13	Collaboration and Data Management- Meta Data Exporter software helps organize, manage, and track data creation, simulation, and documentation processes for design and engineering workgroups,	3DA Systems Inc.
Detail Filter	Detail Filter is a tool for filtering selected elements in greater detail, Users can also use the detailed filtering function as a preview tool	GSA, Inc.

3.2.3 상호운용성(Interoperability) API

상호운용성(Interoperability) API는 이중 AEC 소프트웨어간 교환되어야 하는 설계 및 엔지니어링 정보 호환성을 강화하기 위한 API를 말한다.

3.2.4 분석(Analysis) API

분석(Analysis) API는 3차원 기반 BIM Model의 시각화, 시물레이션, 분석 기능을 활용하여 건축 디자인 검토, 구조 해석 등 설계 품질을 높이기 위한 분석 지원 API를 말한다.

4. BIM 활용 중심의 Activity 도출

본 연구에서는 이진희(2007)의 ‘BIM 기반 통합설계프로세스의 국내 적용 가능성에 관한 연구’ 중에 포함되어 있는 IDEF0 모델링을 통한 통합설계프로세스의 분석에서 제시된 각 단계별 업무내용을 기반으로 설계업무단계를 구분하고, 그 중 실무에서 요구되어지는 BIM Authoring Tool의 관점에서 본 BIM 활용 중심의 Activity의 세부항목을 도출하기 위하여 BIM 엔지니어링사 전문가들을 대상으로 인터뷰¹⁾를 실시하였다.

통합설계단계에서의 업무의 각 단계는 Co단계, Cd단계, Dd단계, Id단계로 구분하였다.

Co단계에서는 법규분석, 배치계획, 스페이스 프로그램, 대지 분석 등 업무내용에서 사전제한검토, 건폐율, 용적률 검토와 같은 건축기준법 체크에 관한 BIM 활용 Activity와 디자인 모델링, 일조권, 스페이스 검토와 같은 디자인 초기단계에서 검토 가능한 Activity들이 도출되었다.

Cd단계에서는 초기 BIM 모델, 외부디자인 계획, 시뮬레이션을 통한 개략공사비, 개략공사공정표, 면적표 및 스케줄표 등의 업무항목에서 Activity들이 도출되었다. 특히 Cd 단계에서는 구조물의 형상, 치수, 위치, 건물요소의 정보 등을 포함한 구조모델을 제작하는 단계로 이를 활용한 구조모델의 해석 및 시스템 검토와 구조 모델의 물량산출, 부위별 면적표 작성 등이 가능하며 다음 단계인 Dd단계에서 도출되는 Activity들과 상당히 밀접한 관계를 가지는 것을 알 수 있었다.

Dd단계에서는 Cd 단계에서 작성되는 초기 BIM 모델을 기반으로 모델의 형상 및 속성정보를 수정하고 기계 전기 및 배관 시스템을 설계, 구축하는 업무가 이루어진다. 이 단계에서는 수정된 BIM 모델, 주요재료 마감표, 공사비산출데이터, 엔지니어링 협의용 최종도서, 면적표 및 스케줄표 등의 업무내용을 바탕으로 구조모델의 각 부재에 대한 구조해석, 물량산출과 연계된 공정표를 활용한 공사비 데이터, 뷰 템플릿 작성 등과 같은 Activity가 도출되었다.

마지막으로 Id 단계에서는 최종 BIM 모델, 각종 도면, 각종 상세도, 도서 추출, 4D공사 시뮬레이션, 5D를 통한 최종 비용 산출 등의 업무내용을 기반으로 Activity들이 도출되었다. 최종 BIM 모델은 Co단계, Dd단계, Id단계에서 구축된 구조, 건축, 설비모델이 통합된 모델을 의미한다. 따라서 각 모델들의 간섭체크를 통해 설계오류를 찾아내고, 건물의 빛, 열, 음과 같은 에너지 관련 분석에 대한 Activity와, 각 부위별 면적표 작성, 재료 마감표 작성, 물량 산출표와 공정표를 연계한 BIM 모델기반의 견적과 같은 BIM 활용 Activity들이 도출되었다.

1) 전문가 인터뷰는 개별 면담 형식으로 BIM Coordinator 6명, BIM Manager 5명을 대상으로 실시하였으며 경력 1년(2명), 2년(3명) 3년(4명), 3년 이상(2명)을 중심으로 진행되었다.

Table 5 BIM Activities

Act.	Contents	Activity
Co phase	business plan	
	design quality management manual	
	Design service range plan	
	economic evaluation data	
	Legislative Analyses	building coverage floor area ratio Building Standard Law
	concept setting up	Design Modeling
	Schematic layout plan	layout plan & right of light amount of insolation space program
	Approximate estimate & construction period	
	funds supply	
	progress schedule	
	Relevant departments teaming	
	space program	Outline of Space Modeling
	Site Analyses	Site modeling
Cd phase	Criteria design BIM model	Design-based BIM modeling structure modeling
	external design	
	azimuth	
	Approximate estimate by Simulation	
	Applied Systems Simulation	Structural model analysis and system review Legislative Analyses & MEP system review
	Fire / safety plan	
	Approximate construction period	Input process information to BIM model
	Major Equipment Plan	
	Major equipment system and method	
	Structural materials	
Dd phase	Area Table and Schedule Table	Tabulated flat area
	Civil Engineering and Landscape Data	Banking the ground, cutting the ground
	Detailed design BIM model	modifying shape & information MEP modeling, Design system of MEP
	range of Detailed design	
	member of framework simulation	structural analysis
	performance evaluation	Analysis of Cooling & Heating load, Analysis of atmosphere
	Finish materials Table	list of material
	Construction output data	
	Drawings for collaboration	Construct view template Extracting Drawings
	Approximate specification	
Id phase	Area Table and Schedule Table	Tabulated flat area
	Implementation document, BIM model	BIM model Modified
	BIM model simulation data	Clash Detective Analysis of building energy
	drawings	Extraction from drawings
	detailed drawings	Extraction from shop drawings
	Area Table and Schedule Table	Tabulated flat area
	shop drawings	
	Finish materials Table	Finish materials Table
	specification	
	construction approval letter	
	Business Permit	
	Client consent	
	4D simulation	Input process information to BIM model Link process information to BIM model Project management &
	Estimate by 5D	Estimate by 5D

Table 6 Analysis of Matrix for using API

Act.	Contents	Activity	Automation	Optimization	Interoperability	Analysis
Co phase	Legislative Analyses	building coverage				○
		floor area ratio				○
		Building Standard Law				○
	concept setting up	Design Modeling			○	
	Schematic layout plan	layout plan & right of light				○
		amount of insolation				○
		space program				○
	space program	Outline of Space Modeling				○
Cd phase	Criteria design BIM model	Site Analyses			○	
		Site modeling				
	external design	Design-based BIM modeling (wall,column)	○		○	
		structure modeling	○		○	
	Applied Systems Simulation	external design	○		○	
		Structural model analysis and system review				○
	Approximate construction period	Legislative Analyses & MEP system review				○
		Input process Information to BIM model	○			
Dd phase	Area Table and Schedule Table	Tabulated flat area	○			
		modifying shape & information	○			
	Detailed design BIM model	MEP modeling, Design system of MEP	○			
		member of framework simulation			○	○
	performance evaluation	structural analysis			○	
		Analysis of Cooling & Heating load, Analysis of atmosphere			○	
	Drawings for collaboration	Construct view template		○		
		Extracting (Plan, Section, Elevation, Perspective)		○		
Id phase	Area Table and Schedule Table	Tabulated flat area	○			
	Implementation document, BIM model	BIM model Modified	○			
		Clash Detective		○		○
	BIM model simulation data	Analysis of building energy				○
		drawings		○		
	detailed drawings	Extraction from shop drawings		○		
	Area Table and Schedule Table	Tabulated flat area	○			
	shop drawings	Extraction from drawings		○		
		Extraction from shop drawings		○		
	4D simulation	Input process information to BIM model	○			
		Link process information to BIM model	○			
		Project management &				
	Estimate by 5D	Estimate by 5D				○

5. API 활용을 위한 Matrix 분석

Table 6에서는 3장과 4장에서 도출한 API 분류 항목과 Activity를 기반으로 각 단계별 세부 Activity에 API 적용 가능성을 BIM 엔지니어링사 전문가가 인터뷰²⁾를 통해 검토하였다. Table 6에서는 각 Activity에 대해 자동화, 분석, 상호운용성, 최

2) 전문가 인터뷰는 개별 면담 형식으로 BIM Coordinator 6명, BIM Manager 5명을 대상으로 실시하였으며 경력 1년(2명), 2년(3명) 3년(4명), 3년 이상(2명)을 중심으로 진행되었다.

적화 항목 중 적용 가능한 항목에 체크하였으며, 적어도 한 가지 이상의 API가 적용 가능할 것으로 나타났다.

Co단계에서는 부지 모델링과 디자인 Concept모델링, 법규 분석, 일조에 관한 Activity를 수행하는 데에 있어 주로 분석 API가 사용될 수 있음을 알 수 있다. 특히 개략적인 배치계획과 매스를 검토하는 과정에서 면적, 공간모델에 관한 정보를 추출하는 과정이 수반되는데 이 과정에서 시각화, 시뮬레이션 등의 분석 기능을 지원하는 API의 활용이 가능할 것으로 보인다.

Cd단계에서는 자동화와 상호운용성을 지원하는 API가 활용

Figure 2 Using API in workflow

될 수 있다. 벽, 기둥과 같은 구조 모델링이 진행되는 단계로서 건축모델과 구조모델 작성 시 사용되는 이중 AEC 소프트웨어간 설계 및 엔지니어링 정보 호환을 강화하기 위한 API를 활용할 수 있다. 또한 모델링 작업을 수행하는 과정에서 반복적으로 수행되는 설계 및 엔지니어링 업무의 프로세스 중 일부를 자동화하여 사용자의 작업시간을 줄일 수 있다.

다음으로 Dd단계에서는 BIM 모델링의 상세작업이 진행된다. 건축, 구조, MEP 모델링의 간섭검토, 오류체크 등 프로젝트에 참여하는 업체들의 협업이 가장 활발히 일어나는 시기로서 모델 형상의 수정, 정보의 수정이 빈번하게 발생하여 작업의 반복, 중복, 호환 등의 문제점으로 인해 많은 시간이 소요된다. 이 단계에서는 자동화, 상호운용성, 분석, 최적화를 지원하기 위한 API들의 활용도가 가장 활발할 것으로 예상된다.

마지막으로 Dd단계는 통합 프로세스상의 최종단계로서 도면 추출과 상세도면 추출, 면적표, 재료 마감표와 같은 도서관련 Activity들이 많이 포함되어 있다. 이러한 작업을 위해서는 주로 자동화를 지원하기 위한 API가 활용될 것으로 보인다.

BIM 활용 중심의 Activity에 API를 활용했을 경우 상호운용성 API는 설계 공종에서 초기 디자인 Tool과 BIM Authoring Tool을 유기적으로 연계하여, 요구되는 형상 및 속성 정보를 누락 없이 호환해줄 수 있다. 또한 다양한 공종간의 협업 팀 내·외부에서 협업 시 이중 소프트웨어 간 정보의 손실 없이 호환을 가능하게 한다. 분석 API는 설계 품질을 향상시킬 수 있으며 자동화, 최적화 API는 건축 설계 및 엔지니어링 업무 과정에서 반복적이고 많은 설계 정보 변경을 요하는 부분의 프로세스를 개선시킬 수 있다. Figure 2는 BIM 기반 설계 및 엔지니어링 업무의 API의 활용에 대해 개념화한 그림이다.

6. API 활용성 Test 및 분석

현재 건설 산업에는 BIM을 기반으로 하는 다양한 소프트웨어들이 출시되고 있다. 이에 대하여 BIM 소프트웨어들의 등장과 더불어 이들 제품들이 만들어내는 데이터간의 정보호환에 있어 많은 문제점이 제시되고 있다(Lim, C-W, YU, J-H, Kim, C-D, 2010). 이처럼 정보 호환에 대한 문제와 이로 인해 발생하는 반복적인 작업은 생산성 저하의 직접적인 이유가 된다. 하지만 본 연구 3장에서 제시하는 네 가지 종류의 API 중 상호운용성(Interoperability) API는 프로그램 데이터간의 정보호환의 문제를 해결할 수 있으며, 자동화(Automation) API는 반복되는 작업을 줄일 수 있어 작업 생산성을 향상시킬 수 있다.

이에 대한 검증으로 BIM 활용 중심의 Activity에서 API 활용성에 대해 검토 및 분석을 위해 Activity를 선정하여 실제 Open되어 있는 API 활용성을 Test하고 그 과정을 분석하였다. Test 대상 Activity는 ‘디자인 모델 기반의 BIM 모델링’, ‘BIM 모델에 형상, 속성 정보 입력 및 수정’ Activity이며, 적용할 수 있는 API 항목은 상호운용성 API, 자동화 API이다.

6.1 상호운용성 API 활용성 Test

‘디자인 모델 기반의 BIM 모델링’ Activity에서는 초기 디자인 Tool인 Rhino & Grasshopper에서 디자인된 매스를 활용하여 형상정보를 BIM Authoring Tool인 Revit으로 호환시키는 과정을 Test 하였다.

Hummingbird는 Grasshopper의 API로 Rhino & Grasshopper에서 생성한 디자인 형상의 3차원 Point 데이터를 Excel형식으로 추출하는 API이다. Model Builder는 3차원 Point 데이터를

받아들여 각 속성에 맞는 형상 데이터를 자동으로 모델링 하는 API이다.

아래 Figure 3은 BIM Competition 2013 참가팀의 Concept Mass 작업 중 한 가지를 선택하여 Rhino & Grasshopper에서 Revit으로 호환되는 작업 과정을 나타낸 것이다. A-1은 Rhino & Grasshopper에서 작업한 Concept Mass이며 A-2는 기둥, 바닥, 보, 패널의 3차원 Point 데이터를 추출하는 Hummingbird 컴포넌트이다. 기둥, 보 같은 경우 시작점과 끝점 이 두 점을 나타내는 3차원 Point Data를 추출한다. 패널은 네 점, 바닥의

Workflow using Interoperability API

A-1
Concept Mass

A-2
Grasshopper Component which extract 3D point data

A-3
3D Point Data

A-4
Model Builder Interface

A-5
Column, Beam, Floor Modeling

A-6
Panel Modeling

Figure 3 Interoperability API Test

경우 Curve를 구성하는 각 점을 추출한다. A-3은 추출한 3차원 Point 데이터를 나타내는 Excel 데이터이며, A-4는 Revit API인 Model builder의 Interface를 나타내는 그림이다. Model builder에서는 추출된 3차원 Point Data를 바탕으로 기둥, 보 등 설계자가 원하는 패밀리, 유형을 선택하여 모델링할 수 있다. A-5, 6은 3차원 Point Data를 기반으로 기둥, 보, 바닥, 패널이 자동으로 모델링 되고 있는 장면이다.

최근 비정형 건축물이 주목받기 시작하면서 형상에 대한 정보관리가 중요한 문제가 되었다. Rhino & Grasshopper는 초기 디자인 Tool 중 비정형 형상을 구현하는데 많은 이점을 가지고 있지만 BIM Authoring Tool간 호환이 잘 되지 않아 다시 데이터

를 구축해야 하는 경우가 많았다. 하지만 이와 같이 이종 S/W간 데이터를 교환할 수 있는 상호운용성 API를 사용하면 Co단계의 디자인 형상에 대한 데이터를 이후 단계인 Cd, Dd, Id단계까지 정보연속성을 확보하여 단계별로 반복되는 작업량 및 시간을 절감할 수 있다.

6.2 자동화 API 활용성 Test

‘BIM 모델에 형상, 속성 정보 입력 및 수정’ Activity에서는 CTC Excel Link API를 사용하였으며 공정 정보를 입력하는 과정을 Test 하였다.

CTC Excel Link API는 BIM 모델의 정보를 수정하거나 새로 입력할 때 발생하는 반복 작업을 편리하게 수행하기 위해 Excel과 Revit을 Link 시켜 작업시간을 최소화 한다.

다음의 Figure 4에서 제시된 A는 API를 사용하지 않았을 때의 속성정보 입력방식을 나타낸다. BIM 모델의 각 부재(벽, 기둥, 바닥, 보) 하나하나를 선택하여 매개변수 창에서 속성을 입력해주는 방식으로 반복 작업이 불가피하며 사용자의 작업시간이 많이 소요된다.

B-1,2,3,4,5는 API를 사용했을 때의 작업과정을 보여주고 있다. B-1 단계에서는 BIM 모델 상에 부재를 선택한 뒤, API의

B-2
Exported Excel format

Uniquid	Typeld	Category	Element	Phase	Level	Room No	Room Name	Remarks
6a6e204-9d2c78f1-4e	1	E_S_CW5A	세	구입	E-1FL	na	na	Test
6a6e204-9d2c78f1-4e	2	E_S_CW5B	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	3	E_S_CW5C	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	4	E_S_CW5D	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	5	E_S_CW5E	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	6	E_S_CW5F	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	7	E_S_CW5G	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	8	E_S_CW5H	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	9	E_S_CW5I	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	10	E_S_CW5J	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	11	E_S_CW5K	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	12	E_S_CW5L	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	13	E_S_CW5M	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	14	E_S_CW5N	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	15	E_S_CW5O	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	16	E_S_CW5P	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	17	E_S_CW5Q	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	18	E_S_CW5R	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	19	E_S_CW5S	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	20	E_S_CW5T	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	21	E_S_CW5U	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	22	E_S_CW5V	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	23	E_S_CW5W	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	24	E_S_CW5X	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	25	E_S_CW5Y	세	구입	E-1FL	na	na	
6a6e204-9d2c78f1-4e	26	E_S_CW5Z	세	구입	E-1FL	na	na	

B-3
Modify information

Uniquid	Typeld	Category	Element	Phase	Level	Room No	Room Name	Remarks
6a6e204-9d2c78f1-4e	1	E_S_CW5A	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	2	E_S_CW5B	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	3	E_S_CW5C	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	4	E_S_CW5D	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	5	E_S_CW5E	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	6	E_S_CW5F	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	7	E_S_CW5G	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	8	E_S_CW5H	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	9	E_S_CW5I	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	10	E_S_CW5J	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	11	E_S_CW5K	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	12	E_S_CW5L	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	13	E_S_CW5M	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	14	E_S_CW5N	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	15	E_S_CW5O	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	16	E_S_CW5P	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	17	E_S_CW5Q	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	18	E_S_CW5R	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	19	E_S_CW5S	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	20	E_S_CW5T	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	21	E_S_CW5U	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	22	E_S_CW5V	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	23	E_S_CW5W	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	24	E_S_CW5X	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	25	E_S_CW5Y	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트
6a6e204-9d2c78f1-4e	26	E_S_CW5Z	세	구입	E-1FL	na	na	1층 내벽 콘크리트

B-4
Import Excel data

B-5
Modified information

Figure 4 Automation API Test

Export 기능을 활용하여 부재에 대한 속성정보를 Excel Data로 추출한다. B-2 단계에서는 BIM 모델에서 추출된 부재에 대한 Type, Category, Element, Phase, Level, Room 등 모델에 대한 속성정보들을 파악할 수 있다. B-3 단계에서는 Excel 상에서 속성정보를 입력 및 수정이 가능하다. B-4 단계에서는 B-3 단계에서 작성한 Excel Data를 BIM 모델에 Import하는 과정을 보여준다. B-5 단계에서 BIM 모델상의 각 부재를 선택하여 공정에 관한 속성정보를 확인한다. 이러한 API 활용을 통해 기존의 작업방식(A)에 비해 사용자의 속성정보 입력시간에 대한 작업 소요시간을 단축시킬 수 있다는 것을 알 수 있다.

7. 결론

본 연구에서는 BIM 환경에서 API를 업무 프로세스에 연결하고 통합하여 업무 효율을 향상시키기 위한 방안에 대해 서술하였다. 현재 Open 되어 있는 API의 적용가능성에 대해 분석한 뒤, BIM 기반 업무프로세스에서 전문가 인터뷰를 통해 BIM 활용 중심의 Activity를 도출하였다. 분석한 API를 BIM 활용 중심의 Activity에 적용가능한지 검토하였으며, 활용성 Test를 통해 API가 어떻게 사용될 수 있는지 분석하였다.

BIM 기반 통합프로세스에서 API를 사용하면 반복적이거나 규칙성이 있는 작업을 자동화하여 단순노동집약적인 작업에서 벗어날 수 있으며 소프트웨어의 기본 기능만으로는 해결하기 힘든 작업을 상당부분 해결할 수 있다. API를 조합하여 잘 활용할 경우 초기 설계단계부터 실시설계단계, 시공단계까지의 업무뿐만 아니라 데이터의 유기적인 연계를 통해 설계 및 엔지니어링 생산성을 향상시킬 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다.

또한 이후 API를 BIM 업무 프로세스에서 연계한 통합프로세스에 관한 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다. 더 나아가 이종 S/W간 형상 및 속성 정보를 누락 없이 호환해줄 수 있는 API, 조직 내·외부 협업지원을 위한 API, 업무 단위 프로세스를 도출하여 반복적인 작업을 줄일 수 있는 API 등 다양한 API 개발

에 대한 연구 역시 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Eom, J-U, Shin, T-S (2011) A Development of Interface Module between Structural Design and Detail Design based on BIM, International Journal of Steel Structures, Vol.23, No. 1, pp. 113-124.
- Won, J-S, Lee, J-J, Lee, G (2008) "A Case Study On BIM Collaboration and Information Management Methods", The Architectural Institute of Korea, Vol. 24, No. 8, pp. 25-32.
- Lee, B-H (2010), BIM Application for the Structural Engineering Field in Korea, The Architectural Institute of Korea, Vol. 54, No. 1, pp. 52-57.
- Jung, S-W, Choo, S-Y (2011) A Study on Introducing The Integrated Building Design Process in Domestic Construction Industries Through BIM-API Cases, The Architectural Institute of Korea Vol. 31, No. 1, pp. 59-60.
- Park, M-S, Cho, J-Y, Lee, H-S, Kwon, S-K, Ahn, S-J (2012), BIM Design Management Process Using the Dependency Structure Matrix at the Introduction Phase, The Architectural Institute of Korea, Vol. 28, No. 1, pp. 37-45.
- Lim, C-W, YU, J-H, Kim, C-D, Analysis for BIM Object Information Compatibility Problem Classification Among BIM Softwares, The Korea Institute of Building Construction, Vol. 10, No. 1 pp. 257-260.
- Lee, J-H, Jun, H-J, (2007) "A Study on the Adaptability of BIM-based Integrated Building Design Process in Domestic Architectural Design Firms", Korean institute of interior design journal, Vol. 16, No. 6, pp. 19-27.