

클라우드 컴퓨팅 기반 항만 BIM 서비스를 위한 브라우저 설계

Design of Browser for The Harbor BIM Service Based on Cloud Computing

장재열¹⁾, 문현석²⁾

Chang, Jae-Yeol¹⁾ · Moon, Hyoun-Seok²⁾

Received November 15, 2018; Received December 16, 2018 / Accepted December 17, 2018

ABSTRACT: The port BIM technology has many problems such as lack of relevant system, high cost of BIM infrastructure construction, and process difference of existing domestic inter-industry. Since the port facilities as national key industries are managed and operated by public organizations, it is necessary to integrate IT resources and have a system that needs collective construction and joint utilization management. In this paper, we proposed the convergence of cloud computing technology and BIM as a way to reduce the infrastructure cost required for port BIM operation and to provide various BIM services for domestic process. To do this, we collected system requirements based on demand surveys of port staff and designed a BIM browser that provides IFC-based BIM server and customized services to reduce infrastructure cost in cloud computing environment. In terms of infrastructure, we designed cloud-based IaaS to support cost reduction, which is an essential component, and designed SaaS to support customized services in terms of services. We will perform performance verification with focus on whether port BIM servers and browsers have reached a level where they can manage four BIM models with different types and capacities.

KEYWORDS: BIM, Cloud computing, IaaS, Cloud-based BIM service, Port BIM browser

키 워 드: IM, 클라우드 컴퓨팅, IaaS, 클라우드 기반 BIM 서비스, 항만 BIM 브라우저

1. 서론

1.1 연구의 목적 및 필요성

BIM (Building Information Modeling, 이하 BIM)은 건설 분야 프로젝트의 생애주기 동안 3D 기반 기술과 정보 모델을 활용하여, 프로젝트와 관련된 정보를 프로젝트 참여자들 간에 생성, 교환, 활용하는 행위 또는 기술을 말한다. 이러한 BIM 기술은 최근 공공발주 프로젝트의 BIM 적용 의무화, 기업의 경쟁력 강화, 건설 프로젝트의 복합화, 대형화, 첨단화 등으로 인해 전 분야로 확대되고 있다. 하지만 국내 BIM 기술의 현주소는 실제 실무에 적용하기 위해 다양한 시도가 이루어지고 있으나 도입 초기 높은 기대치와는 달리, 실제로는 기대치에 많이 못 미치고 확산이 미비한 상황이다(Kim et al., 2012).

이렇듯 국내 BIM 기술이 내포하고 있는 문제점을 살펴보면, BIM 인프라 구축을 위한 투자비용, BIM 전문가의 부족, 협력업체 및 조직의 부족, 현업에 적용하기 위한 현재의 불충분한 기술 수준 등을 들 수 있다. 이 외에도 기술적으로는 참여자 간의 정보공유 및 관리를 위한 데이터 호환, 시스템 및 활용 방안의 미비, 운영지침 및 절차의 미정립 등의 문제가 있다. 또한 참여자 간의 법적 문제라든가 BIM 도입 효과에 대한 검증의 어려움 등(Lee et al., 2007) 여러가지 문제들을 해결하여야 한다.

국가 기간산업의 여러 BIM 기술이 내포하고 있는 이러한 문제들은 항만 BIM 기술발전에도 많은 저해요인이 되고 있으며 특히, 항만시설 통합운영관리 시스템은 공공기관에 의해 관리 및 운영되므로 IT 자원을 통합하여 일괄 구축 및 공동 활용 관리할 수 있는 체계가 무엇보다 절실하다. 항만 BIM 확산의 저해 요인 중 가

¹⁾정회원, (주)인제INC 사업2본부장, 협동기관 연구책임자 (beastj@injeinc.co.kr)

²⁾정회원, 한국건설기술연구원, 미래융합연구본부 건설자동화연구센터, 수석연구원, 공학박사 (hsmoon@kict.re.kr) (교신저자)

장 중요한 기술적 요인으로는 다양한 향만 BIM 관련 소프트웨어, 고사양의 컴퓨터 및 서버 문제 등과 같은 인프라 구축관련 문제를 들 수 있다.

이러한 측면에서 볼 때, 행정적인 문제 외에도 기술적으로는 향만 BIM 구성 인프라 문제가 저해요인이 된다고 할 수 있으며 향만 BIM을 사용하는 사용자 측면에서 좀 더 효율적으로 원하는 기능 위주의 사용성을 겸비한 인터페이스 기반의 UI환경이 제공되어야 한다. 즉, BIM을 효과적으로 확산하기 위해서는 컴퓨팅 인프라와 UI 구성에 대한 해결방안이 핵심적으로 요구된다.

이를 위해서는 최근의 추세인 사용자가 보유한 로컬 컴퓨터와 같이 기기 내에서 소프트웨어를 구동하고 데이터를 저장하는 환경에서 벗어나 인터넷 상의 서버를 통하여 데이터 저장, 네트워크 환경, 콘텐츠 사용 등 IT 관련 서비스를 제공할 수 있는 클라우드 컴퓨팅 기술이 등장하여 활용되고 있으며, 이러한 클라우드 컴퓨팅 기술의 도입과 이를 사용하기 위한 사용자 인터페이스의 연구가 그 효과성을 입증하고 있다.

따라서 본 연구는 향후 향만관점의 다양한 프로젝트에서 BIM 확산을 위한 소프트웨어, 하드웨어 등의 비용부담 절감 및 협업 환경 개선을 위하여 클라우드 컴퓨팅 기반의 향만 BIM 서비스에 대한 요구사항을 조사하였다. 실제 사용자 UI 관점에서는 이러한 클라우드 컴퓨팅 환경에서 국내 IT 환경에 맞는 클라우드 기반 BIM 서비스 제공을 위한 기반 기술로 활용될 수 있는 향만 BIM 브라우저를 설계하였다.

1.2 연구의 절차 및 방법

본 연구는 1장에서 기술한 바와 같이 국내 향만 BIM 기술의 문제를 해결하기 위해 BIM 기술 확산의 중점 저해요인 중의 하나인 소프트웨어, 하드웨어 등의 인프라 구축 문제를 해결하기 위해 클라우드 컴퓨팅 기술을 도입하기 위한 기반기술 설계에 초점을 맞추고 있다. 그리고 이 기반 기술 위에서 사용자 편의성과 국내 BIM 서비스 환경에 맞는 향만 BIM 브라우저를 설계하였다. 개발 시스템의 요구사항 범위를 도출하기 위해 현업 실무자 대상의 설문 및 인터뷰를 실시하고 이를 통해 도출된 서비스 모델에서 공통적으로 요구되는 기술인 BIM 서버 기반 뷰어 개발을 중심으로 연구를 진행하였다.

본 연구의 수행 절차는 Figure 1과 같다. 연구방법으로는 먼저 유사시스템 조사를 통해 기존 플랫폼을 분석하고 그 결과 향만 플랫폼을 위한 기능적 요구사항을 도출하여 설계 및 유지관리가 가능한 플랫폼을 개발한다. 두 번째, 기능적 요구사항을 달성하기 위해 기본적으로 플랫폼 아키텍처를 구성하되 그것을 클라우드 기반으로 구성한다. 마지막으로 향만 BIM 플랫폼 관리, 클라우드 인프라(IaaS, PaaS, SaaS) 설계, 향만에 요구되는 기능적 요구사항인 BIM 브라우저를 포함하여 설계 한다.

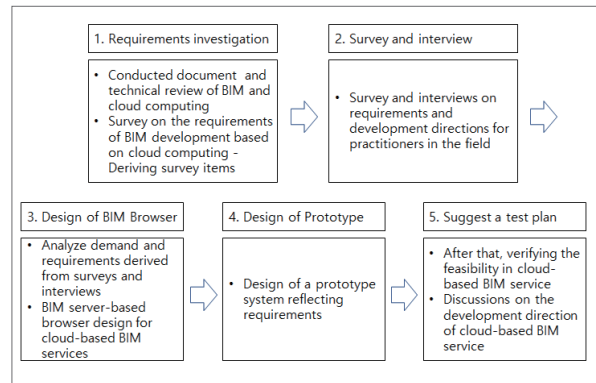


Figure 1. Step-by-step procedures and key contents of the study

2. 향만 BIM 관련 연구

2.1 BIM 개요 및 동향

BIM은 이스트만이 1975년에 제안한 초기 Building Description System이라는 개념의 등장 이래로 3D 객체(Object-oriented)의 속성(Parameter)과 속성들 간의 규칙을 이용하여 객체를 보다 쉽게 모델링할 수 있는 기술이 등장하면서 시작되었다고 할 수 있다. 그 이후 3D 객체가 단순한 형상 정보 이외의 다양한 정보를 담을 수 있게 됨으로써, 공정, 비용, 품질, 안전 등 다양한 분야로 확장 시도되었고 그 결과로 3D 객체와 공정정보를 연계한 4D (3D + time), 3D 객체로부터 물량을 추출하고 내역과 연계하여 견적을 지원하는 5D (3D + cost, 또는 3D + time + cost), 그리고 에너지/환경/품질/안전/유지관리 등과 결합된 nD (6D, 7D 등으로 불리기도 함)로 기술이 확장되어 현재 이러한 모든 기술을 포괄하는 개념으로 BIM이라는 용어가 사용되고 있다(Yoon et al., 2013).

BIM이 적용된 기술분야를 좀 더 세분화해서 살펴보면 Table 1과 같이 다양한 기술을 포괄하고 있다.

Table 1. BIM applied technology field

Field	Details and application examples.
Project process planning	· Quantity calculation and estimation · Project process planning and management · Model validation review and analysis
Analysis / Design	· Design and model authoring technology · Structural Analysis and Design Technology · Design error and interference check technology
Information management	· Data compatibility technology · BIM data storage and management technology · Documentation technology : rendering / drawing · Information standardization technology · Guidelines for BIM operation
Civil Engineering	· Geospatial and rainwater / drainage analysis
Mechanical electrical plumbing	· MEP(Mechanical, Electronic, Plumbing) technology
ECO	· Green Building technology
Maintenance documentation	· Facilities Maintenance Technology

또한 각 분야별로 다양한 시스템이 활용되고 있으며, 최근의 국내/외 연구들은 4D 개선(Kang et al., 2007; Kang et al., 2008; Yun et al., 2008; Jo et al., 2008), 3D 디자인 및 모델 제작 개선(Goh et al., 2008), 도면화(Bae and Cho, 2008, Kwon and Jo, 2008, Chae and Lee, 2011), 협업(Jeon et al., 2007; Park and Kim, 2009) 등과 같이 상용된 BIM 기술을 보완/개선하기 위한 연구들과 BIM 평가 지표 개발(Kim et al., 2009), BIM 조직 및 환경(Won, 2009, Youn and Kim 2008), 프로세스 개발(Han et al., 2008; Ham et al., 2008) 등과 같이 BIM 확산과 정착화를 위한 BIM 환경 연구들이 진행되고 있다.

2.2 BIM의 활용 현황 및 적용 방안

국내의 BIM은 2006년 말 국토해양부의 '가상건설 시스템' 개발 연구의 시작 및 2008년 청와대 교육원 BIM 적용 검토 이래로, 공공 프로젝트를 중심으로 다양한 시범 사업이 추진되고 있다.

하지만 송미림(Song et al., 2011)의 연구에서 나타나듯이 국내의 BIM 기반 프로젝트의 전반적인 만족도는 5점 만점에서 3.58%(약 70%)로 다소 높은 듯 보이나, 주로 발주자의 만족도와 간섭, 오류 체크, 도면의 이해도 향상 등에 의해 만족도가 나타나고 있고 일부 공중 중심의 BIM 적용, 참여자들의 BIM 이해력 부족, 기존 사례 부족, BIM 데이터 관리 및 운영 부족, 투입금액 대비 효과 저조 등의 문제를 가지고 있어, 3D 모델 기반 기술 이외에 다른 분야로 BIM 기술을 확대하기 위해서는 다양한 문제를 해결해야 하는 것으로 조사되고 있다.

이주성(Lee et al., 2009b)의 연구를 살펴보면 BIM 기술 확산을 위해 해결해야 되는 국내외의 BIM 관련 연구들(Kim and Kano, 2006; Lim and Kim, 2006; Yoo et al., 2006; Park et al., 2009; Lee et al., 2009a; BuildingSMART, 2008; Haymaker and Fischer, 2001)을 조사하여 BIM 활성화 저해 영향요인 도출에 관한 영향 요인을 4개 분야, 13개 영향요소, 38개 세부요소로 구분하여 수행하였다. 특히, BIM 기술의 오류, 사용자 편의성, 관련 데이터의 미비, 호환성 및 표준화 문제 등과 관련된 기술 분야의 개선 사항, BIM 조직, 전문가 부재 등 조직 분야의 개선 사항, BIM 활용전략 부재, 전사 시스템 및 활용 가이드의 부재 등과 관련된 운영 및 지원 분야의 개선사항, 그리고 BIM 도입을 위한 소프트웨어 및 하드웨어에 대한 초기 투자금액, 장기플랜 부재 등과 같은 계획 및 재무 분야의 개선 사항이 있는 것을 알 수 있다.

그리고 김성아(Kim et al., 2012)의 연구에서는 이러한 요인들을 단순화하여 기술(검증 및 평가, DB 구축, 데이터 호환성), 조직/인력(협업체계, 전문가 및 인력 양성, 교육체계 확보), 운영(CEO의 동기부여, 통합/협업 프로세스 및 가이드), 재무(BIM 도입관련 비용 부담 해소, 적절한 대가 산정 기준), 제도(발주 제도, 표현/작성/납품기준), 그리고 기타(별주처의 BIM 활용 능력 향상)로 구분

하여 해결 사항을 6개 분야 13개 항목으로 제시하고 있다.

3. 클라우드 컴퓨팅 개요와 항만관련 산업에서의 활용 현황

3.1 클라우드 컴퓨팅의 개요

클라우드 컴퓨팅은 기업의 대규모 IT 분야 중복투자 등 투자의 비효율성, 최고 사용 상황을 가정하여 구축된 IT 인프라의 실제 활용률 저조, 그리고 개별로 인프라를 구매하고 설치하는 기존 방식이 현재의 변화하는 빠른 비즈니스 환경 변화에 대응하기 어려운 현실 등을 해결하기 위해 나타난 기술로서 인터넷 기술을 활용하여 다수의 고객들에게 높은 수준의 확장성을 가진 자원들을 서비스하는 자원 공유형 컴퓨팅의 한 형태이다(Han, 2011).

클라우드 컴퓨팅 서비스는 인터넷을 통하여 제공되는 어플리케이션들과 이 서비스들을 제공하는 클라우드 컴퓨팅 센터 내의 모든 하드웨어와 소프트웨어를 포함한다(Fig. 2). 클라우드 컴퓨팅은 Table 2에서와 같이 서비스 모델에 따라 서버 인프라를 통해 저장장치(storage) 또는 컴퓨팅 능력을 제공하는 IaaS(Infrastructure as a Service, 이하 IaaS), 사용자가 클라우드 기반의 소프트웨어를 개발할 수 있는 플랫폼을 제공하는 PaaS(Platform as a Service, 이하 PaaS), 그리고 인터넷을 통해 사용자가 필요한 소프트웨어를 제공하는 서비스형 소프트웨어 SaaS(Software as a Service, 이하 SaaS)로 구분된다. 또한 운용 모델에 따라 서비스 공급업체가 리소스를 소유 및 관리하고 사용자들이 이를 활용하는 퍼블릭(Public), 특정 조직이 리소스를 소유 및 관리하고 조직 내 사용자가 활용하는 프라이빗(Private), 그리고 두 가지 방식을 혼합한 하이브리드(Hybrid)로 구분되기도 한다.

Table 2. Technical department of cloud computing

Classification criteria	Details
Service Model	<ul style="list-style-type: none"> · IaaS : Provide storage or computing power through server infrastructure · PaaS : Provide a platform for users to develop cloud-based software · SaaS : Service-oriented software that provides the software users need over the Internet
Application Model	<ul style="list-style-type: none"> · Public : Service providers own and manage resources, and users use them · Private : A specific organization owns and manages resources, and is used by users in your organization. · Hybrid: Mix two methods

클라우드 컴퓨팅의 대표 기술로는 SBC(Server Based Computing, 이하 SBC) 방식의 가상화기술과 VDI(Virtual Desktop Infrastructure, 이하 VDI)환경 기술이 존재한다.

먼저 SBC 방식은 사용자가 이용하는 어플리케이션을 사용자 PC가 아닌 서버에서 실행하는 방식으로 사용자 PC에서는 해당 어플리케이션의 화면과 결과값만을 볼 수 있도록 구축하는 기술을 의미하며, 각종 소프트웨어와 보안 솔루션, 컴퓨팅 능력까지 다양한 분야에 대해 서비스가 이루어지고 있다. 다음으로 VDI 기술은 원격 접속이나 로컬 환경에서 사용자에게 운영체제와 어플리케이션이 탑재된 가상 머신 형태로 통상적인 데스크탑(Desktop)과 동일한 환경을 제공하는 것으로 PC나 스마트폰, 태블릿 등 다양한 모바일 단말기를 통해 접속해 원하는 작업을 할 수 있다.

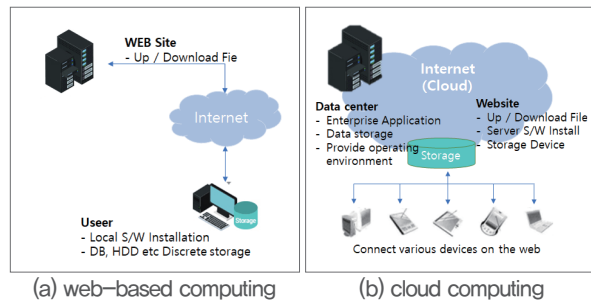


Figure 2. Comparison of web-based and cloud computing

3.2 향만 BIM 클라우드 컴퓨팅 도입

과거 클라우드 컴퓨팅 기술은 주로 건설 산업보다는 인터넷 서비스 산업 즉, Google Apps(Google Docs, Gmail 등) 등과 같이 어플리케이션을 제공하는 서비스형 소프트웨어(SaaS), iCloud(애플), G드라이브(Google)와 같은 인프라 서비스(iaaS) 등의 사례와 같이 구글, 마이크로소프트, 애플, 오라클 등과 같은 글로벌 IT 기업을 중심으로 개발되어 여러 산업에 확산되어 왔다.

최근 향만 건설 산업 또한 IT 인프라 구축의 효율성 확보(Kumar et al., 2010), SaaS를 통한 건설용 소프트웨어의 제공, 모바일 기술의 활성화(Song and Ju, 2011, Lee and Eom, 2011) 등을 위해 클라우드 컴퓨팅 기술의 접목을 시도하고 있다. Kumar(Kumar et al., 2010)의 연구에서는 건설산업의 클라우드 서비스 모델을 제안하면서, 퍼블릭 서비스를 통한 건설용 소프트웨어의 제공과 프라이빗 서비스를 통한 BIM 모델 등의 데이터 저장 및 관리를 제안한 바 있다. 또한 최근 클라우드 기반 BIM 서비스를 위한 BIM 정보의 교환 방식에 대한 테스트(Redmond and Smith, 2011) 등과 같이 클라우드 기반 BIM 서비스에 관한 연구들이 활성화되고 있다.

이렇듯 최근의 향만 BIM 개발을 위해 클라우드 컴퓨팅 기술이 필요한 이유는 먼저, 클라우드 컴퓨팅 기술은 기존 기술들과 달리, 인터넷 접속만 가능하면 고성능 기기가 아니어도 원격으로 하고자 하는 작업을 수행할 수 있는 특징을 가지고 있다. 즉, 인프라 및 리소스 자원은 가상화 기술을 이용하여 사용자들 간에 상호 공유하고 사용 후에는 점유했던 자원들을 다시 해제 하여

다른 사용자에게 할당하게 함으로써 효율적인 BIM 자원공유 컴퓨팅을 실현 할 수가 있는 것이다. 이는 1장에서 제기한 국내 BIM 인프라 환경을 해결할 수 있는 대안이 된다. 또 다른 장점으로는 서비스 측면에서 복잡하고 다양한 기능의 향만 BIM을 서비스하기 위해서는 서버 인프라를 통해 저장 장치 또는 컴퓨팅 기반을 구성하고, 사용자가 클라우드 기반의 소프트웨어를 개발할 수 있는 플랫폼 환경위에서 인터넷을 통해 사용자가 필요한 소프트웨어를 제공받을 수 있는 최적의 환경이 될 수 있기 때문이다.

4. 클라우드 기반 BIM 서비스의 기능정의

본 4장의 연구에서는 연구과제를 진행하면서 조사된 문헌 및 기술 조사 내용을 기반으로 BIM 확산의 주요 저해 요인 중의 하나인 소프트웨어와 하드웨어의 구축비용, BIM 데이터의 관리 효율화 등을 해결하기 위해 클라우드 기반 BIM 서비스가 타당성이 있는지와 향후 서비스 제공을 위한 기반 기술의 개발 방향성, 그리고 서비스 개발 시 고려해야할 요구사항들을 도출하기 위해 설문조사와 전문가 워크숍을 실시하였다(Fig. 3).

4.1 기능정의의 수요조사 개요

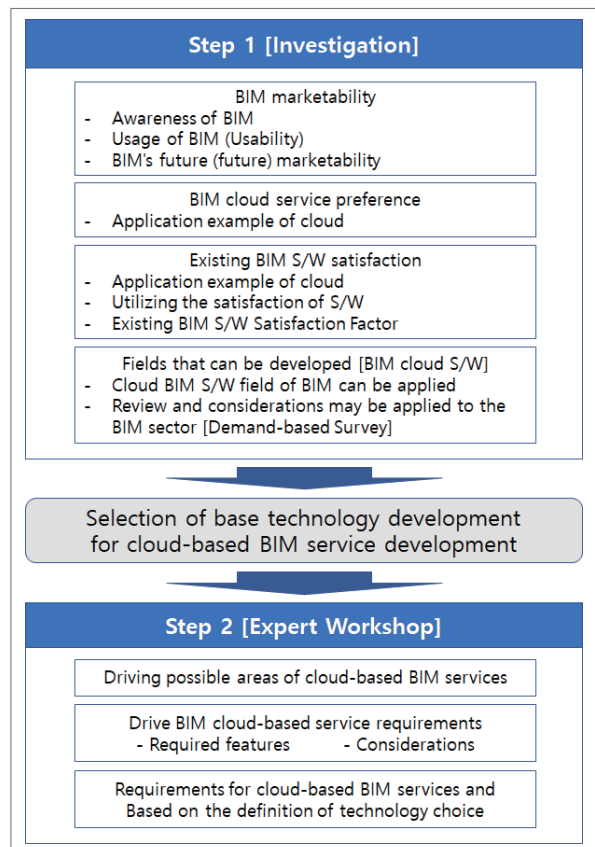


Figure 3. Establish requirements research direction for cloud BIM service

4.1.1 기능정의 수요조사 방법

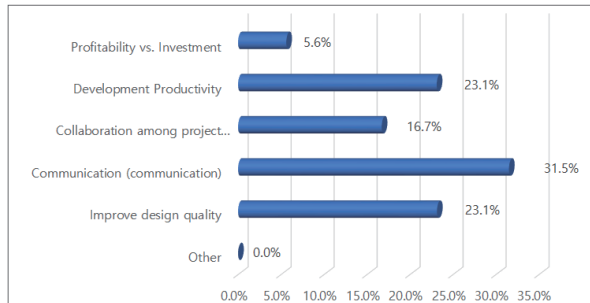
설문조사는 현재 BIM 기술에 대한 응답자의 인식을 파악하기 위해 ①BIM 시장성 ②클라우드 서비스에 대한 선호도 조사, 클라우드 기반 BIM 서비스의 방향 설정을 위한 ③기존 BIM 소프트웨어의 만족도 및 ④클라우드 기반 BIM 소프트웨어의 개발 가능 분야 조사로 설문항목을 도출하였다. 그리고 클라우드 BIM 서비스 방향 도출 및 프로토타입으로 개발할 기반 기술의 선정을 위한 워크숍은 연구진 및 학계, 업계 전문가를 포함한 총 10명의 참여로 이루어졌다.

4.1.2 1단계 설문조사 조직 구성

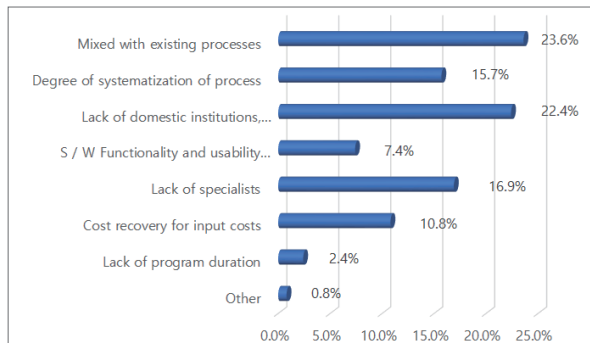
본 연구의 설문 대상자는 총 40명 (조직구성 : 과제참여자 10명, 시공사 10명, 설계사 및 엔지니어링사 10명, 전문건설업체 및 기타 10명 / 분야 : 컨설턴트 5명, 건축 20명, 토목 15명)이며, 응답자의 경력은 평균 15년 이상의 실무 경험과 주로 3D 모델링(설계, 구조 등)과 간섭체크를 중심으로 평균 3개 이상의 BIM 기반 프로젝트 수행 경력을 가지고 있었다.

4.2 1단계 설문조사 : BIM 에 대한 인식 및 선호도

BIM 에 대한 인식 및 선호도에 관한 질문 결과, 응답자의 BIM 적용 효과에 대한 인식은 평균 3.5점 (70%의 만족도)으로 나타났으나, 향후 활용성은 평균 4점으로 현재 만족도보다 향후 가치에 대해 긍정적 집단으로 조사되었다. 그리고 BIM의 활성화 시기는 약 3년으로 예측하고 있었다.



(a) application effect



(b) BIM inhibition factor

Figure 4. BIM inhibition factor and application effect

결과로는 Figure 4 (a)에 나타난 바와 같이, BIM의 적용효과로 '커뮤니케이션'이 가장 높게 나타났으며 뒤이어 '설계품질향상'과 '개발생산성'이 좋아진다고 조사되었다. 그리고 Figure 4 (b)와 같이 BIM의 저해 요인으로는 '기존 프로세스와 혼용', '국내제도 및 시스템 부족' 등의 문제를 언급하였다.

4.3 1단계 설문조사 : 클라우드 기반 BIM 서비스 인식 및 선호도

BIM 기술의 확산을 위해 클라우드 기반 BIM 서비스에 대한 선호도는 5점 척도에서 평균 4.32점 (약 86.4%)으로 나타났으며, 특히 클라우드 서비스를 사용해본 사용자(29명)의 선호도(4.4점)가 미경험자(11명)의 선호도(2.7점) 보다 높게 나타나 클라우드 서비스가 일반화 되면서 사용이 확대되고 있는 것으로 조사되었다.

그리고 클라우드 기반의 BIM 서비스의 개발 방향은 Figure 5와 같이 라이브러리 등과 같은 BIM 데이터 제공 서비스와 핵심기능을 중심으로 가격이 낮거나 공개용 소프트웨어에 대한 선호가 높은 것으로 조사되었다.

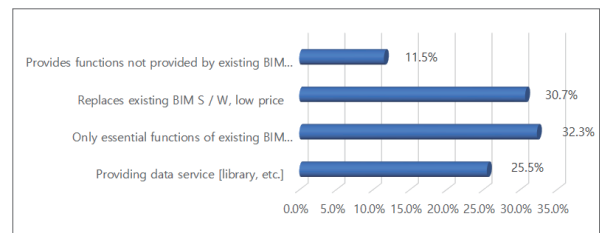


Figure 5. Development direction of cloud-based BIM Service

클라우드 기반 BIM 서비스의 개발 분야에 대해서는 Figure 6에서 보듯이 주로 본인의 담당 업무와 연관성이 높은 업무에 대해 선호도가 높은 것으로 조사되었다. 즉, 항만 업무의 성격상 토목엔지니어링, 기계/전기/배관, 항만 엔지니어링 순으로 선호도가 높게 나타났고, 그 이하의 순위로는 주요 업무에서 좀 더 세분화된 업무를 선호하는 양상으로 나타났다.

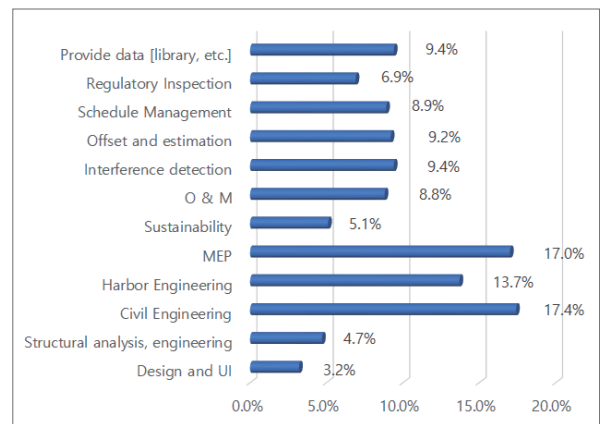


Figure 6. Development preference area of cloud-based BIM service

추가적으로 클라우드 서비스 개발 분야에 대한 응답자의 기타 의견(주관식 답변)으로는 기존 데이터와의 호환성 보장이 가장 중요하였고 데이터 관리의 효율성 확보, 정보보안 유지, 서버 장애에 대한 불편 최소화, 제품의 형상/이력 정보 등과 같이 프로젝트 각 단계별로 추가되는 BIM 정보의 관리 기능이 있었다. 이 외에도 처리속도 및 사용성 향상, 모바일 기기 등과의 연계, 정보 호환성 제공, 고급 기능 보다는 기본 기능에 대한 성능 향상 및 신뢰도 향상 등 필수적이면서도 기본기능에 대한 고려가 필요한 것으로 조사되었다.

4.4 클라우드 기반 BIM 서비스의 핵심 기능 도출을 위한 전문가 워크샵 결과

본 연구에서는 앞 서 실시한 설문 조사를 바탕으로 클라우드 기반 BIM 서비스의 개발 방향과 향후 서비스 도출을 위한 핵심 기능 선정 등 개발 시 필요한 요구사항을 분석하였다. 다음은 설문 조사결과를 바탕으로 2차에 걸친 전문가 워크샵을 통해 시장성 관련 비기능 요건 정의의 Table 3과 같이 정리하였다.

Table 3. Definition of cloud-based BIM marketability non-functional requirements

Classification	Details
Price range	· Developed BIM-based cloud services should be developed around the basic functions of existing commercial systems, but should form an affordable price.
Main function	· Among the cloud service types, it is necessary to develop mainly the SaaS that provides software services and the IaaS that provides data storage and management services.
Development scope	· Developed with core functions and low cost · No development of general type for all project types and all subjects · Specialized development for specific projects (eg public institutions, hospitals, small buildings, etc.) and specific subjects (eg public bills, small design offices, etc.) is more advantageous for securing market
Basic Elements	· It is important to secure speed and security because it is internet based service. · For general users, it is necessary to develop it so that it can be accessed only by simple education.
Service area	· Planning service: Provides land analysis, coverage rate, floor space ratio, legal review, module analysis, outline estimate etc. · Server for BIM model management: IFC support, revision management, etc. · Server-based browser for BIM model review: Collaborative, annotation, etc. · Interference and Construction Review Service · 4D simulator of process review level · BIM-based collaboration system (PMIS replacement) · Eco-friendly service

5. 클라우드 기반 BIM 서비스의 수요를 반영한 프로토타입 시스템 설계

5.1 클라우드 기반 BIM 서비스를 위한 프로토타입 설계

본 장에서는 수집된 시스템 요구사항 정의 결과를 바탕으로 아래 Figure 7, Figure 8과 같이 클라우드 기반 BIM 서비스를 위한 기반 모듈로 IFC를 지원하는 BIM 서버와 BIM 모델 검토 및 향후 다양한 정보 데이터와 결합하여 BIM 서비스를 하는데 구간이 되는 BIM 서버 기반 브라우저를 결정하고 시스템 프로토타입을 설계하였다.

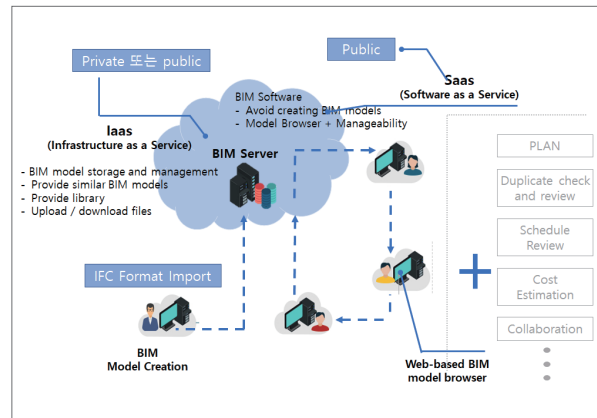


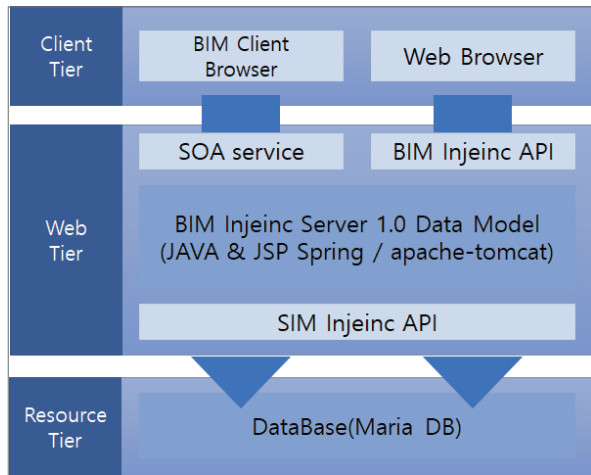
Figure 7. Conceptual diagram of establishing cloud-based BIM service

우선 BIM 서버 측에서 BIM 서버의 아키텍처는 BIM 정보를 저장하는 Resource tier, BIM 모델의 업/다운로드를 지원하는 web tier, 그리고 사용자가 BIM 모델을 관리하고 BIM 모델을 업/다운로드 할 수 있는 인터페이스를 제공하는 Client tier로 구분하여 설계하였다. 그리고 데이터베이스는 업계에서 범용적으로 활용되는 데이터베이스인 Oracle 11g를 활용하여 향후 웹 기반의 다양한 클라우드 컴퓨팅 서비스에 활용될 수 있도록 하였다.

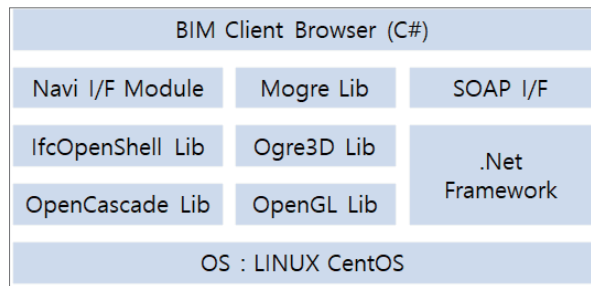
또한 기존 BIM 모델 관리를 위해 사용되는 상용 서버(예) Gehry Technology의 Gteam, Autodesk의 클라우드 컴퓨팅 서비스 등)와는 달리 항만 건설 프로젝트에서 사용되는 다양한 BIM 모델을 수용/활용할 수 있도록 설계하였다. 이를 위하여 데이터베이스 측면에서는 IFC(Industry Foundation Classes) 2x3의 데이터 구조 분석을 기반으로 IFC 포맷으로 된 BIM 데이터의 전체를 담을 수 있도록 데이터베이스를 구성하였다. 그리고 BIM 서버 기반 브라우저는 .Net Framework를 이용한 C# 프로그램을 이용하여 개발하도록 설계하였다.

IFC 기반 BIM 서버는 Figure 9와 같이, 대용량의 IFC 파일을 서버에서 보다 신속하게 활용할 수 있도록 BIM 모델의 데이터를 IFC 속성 정보와 형상 정보(Geometry 정보)로 분리하고, 객체의 속성과 형상 정보에 각각 GUID를 부여하여 BIM 모델 서버에 저

장할 수 있는 BIM Data 임포터(Importer)와 이렇게 구분된 정보를 GUID를 기반으로 각각 분리하여 관리할 수 있는 데이터베이스 구조를 갖추고 있다.

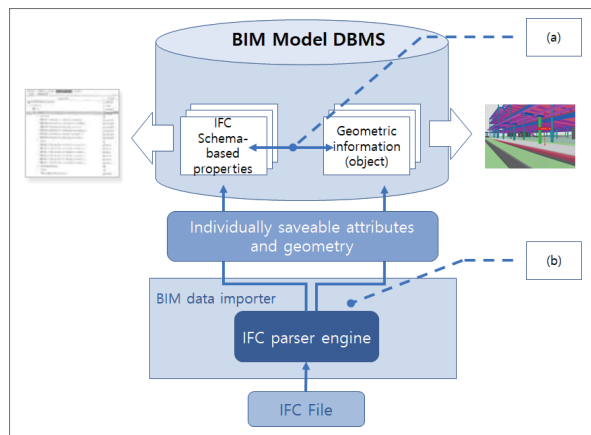


(a) Proposed BIM server architecture



(b) Proposed BIM browser architecture

Figure 8. BIM server and browser architecture



- (a) It is configured in the DB so that mutual information can be extracted through the combined property GUID and geometry GUID.
- (b) The developed IFC parser engine separates attribute information and shape information from IFC file. It also provides attribute GUIDs and geometry-like GUID attributes for individual objects. The generated information is stored in the BIM model server.

Figure 9. BIM server architecture

Browsing	Browsing Design
Modeling	
Geometric information	
Phase information	
Object information	
Knowledge information	

Figure 10. Key features of BIM server manager and browser screen

Figure 10은 BIM 서버기반 브라우저에서 적용된 BIM 서버의 브라우저 설계 화면으로, 향후 클라우드 기반 BIM 서비스 제공 시 BIM 모델의 효과적 관리를 위하여, IFC 기반의 다양한 BIM 모델의 등록, 조회, 이력 관리가 가능하고 IFC 데이터의 불러오기 이력 정보의 상세조회, IFC 속성 위계(hierarchy)를 반영한 정보 조회, 각 세부 객체별 상세 정보 조회 및 관리 기능을 제공한다.

본 연구에서 제안한 브라우저는 Figure 10에서 정의된 클라우드 기반 BIM 서비스 개발 시 활용할 가능한 기본 기능을 중심으로 프로토타입 시스템을 설계하였다. Figure 10과 Table 4는 각각 개발된 BIM 서버 기반 뷰어의 기능도와 주요 기능별 화면을 나타낸 것이다.

Table 4. Key features of BIM server-based browser

Feature Requirements		Main Function
WebBased Model Browser	open	- File - Import
	Tree Mode	- Containment - Component - Layer
	Basket	- Transparent - Solid - Perspective - Orthogonal
	View mode	- Add - Remove - Set
	Snapshot	- Capture - First - Previous - Next - Last - Play/Stop
BIM Server	IFC Model Import	- File Upload - IFC File Upload - Model Import - Image Creation - Model Import
	Project List	- Basic Information - Project Image - Project Information - Link Information - Element List - Link List - Model Tree - Detail Information - WebGL View - Link List - Property information - Item Information
	IFC Model Interface	- SOAP I/F - I/F Function

브라우저에서 검토 가능한 BIM 모델은 프로토타입으로 개발된 BIM 서버와 연계하거나 로컬에 있는 모델 파일을 직접 열 수 있도록 하였으며, 또한 IFC 위계를 반영한 속성 정보 조회 및 모델 검토, 검토 내용 작성을 위한 스프레드시트, 그리고 캡처된 화면을 중심

로 모델의 시점 추적(first, previous, next) 및 자동보기 기능(play/stop) 등 향후 항만 건설 프로젝트에서 BIM 기반 클라우드 컴퓨팅 서비스를 위한 기본기능을 중심으로 시스템을 설계하였다.

5.2 시스템 기능 요구사항 정의

항만 BIM 브라우저를 구현하기 위한 요구사항은 Table 5와 같다. 항만 BIM 브라우저 개발을 위해서는 IaaS, PaaS, 플랫폼 설계 등 많은 기능적 요구사항이 필요하지만 이번 연구에서는 브라우저 부문만 일부 정리하였다.

Table 5. Port BIM browser functionality requirements

Classification	Function	(Key) Requirements Description
Port BIM Browser Development	Administrator library registration function	- Establishment of classification system ((OBS classification system) and creation of structure - Classify library files according to established classification scheme - Automatic mass registration when library file is registered
	User library view and download function	- Library view / download screen UI / UX standard compliance - Main screen: Completion of library download screen UI at https://www.calspia.go.kr - Thumbnail representation of library
	User Rights Management	- Authorization required when downloading library files
	Visualization of results	- Providing data in Excel format and inputting data - Provide visualization algorithm - Reflecting that in workflow - Requires visualization screen

브라우저 내에서 파일 업다운 방식이나 렌더링 방식 등은 의사결정이 필요한 부분이므로 이 부분은 Table 5에서 제외하였다.

5.3 시스템 데이터베이스 구조

제안하는 시스템의 데이터베이스 설계는 크게 ConePortal(공통), ConePortal(IaaS), ConePortal(PaaS) 와 Monitor&batch(공통), Monitor&batch(IaaS), Monitor&batch(PaaS)로 구성된다. 이들 DB구조는 PaaS를 기반으로 공통기반 레벨에서 동작하는 메커니즘이다. Figure 11에서와 같이 PaaS - SaaS - IaaS를 공통 기반으로 정의하고 이를 기반으로 항만 BIM IaaS 중의 하나인 BIM 서버 기반 브라우저를 구현한다. 위 아키텍처를 위한 DB 구조는 Figure 12와 같다.

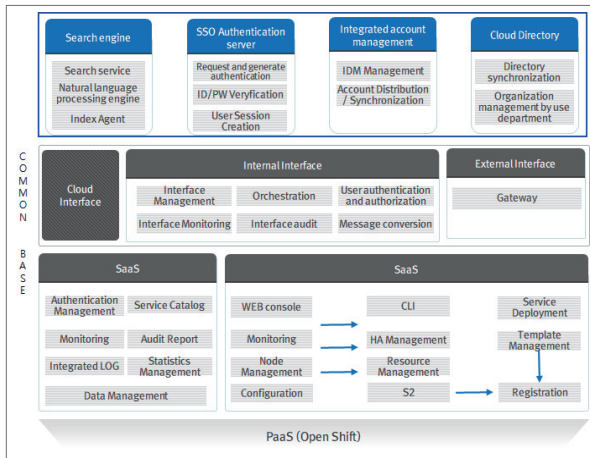


Figure 11. Common base PaaS - SaaS - IaaS structure design

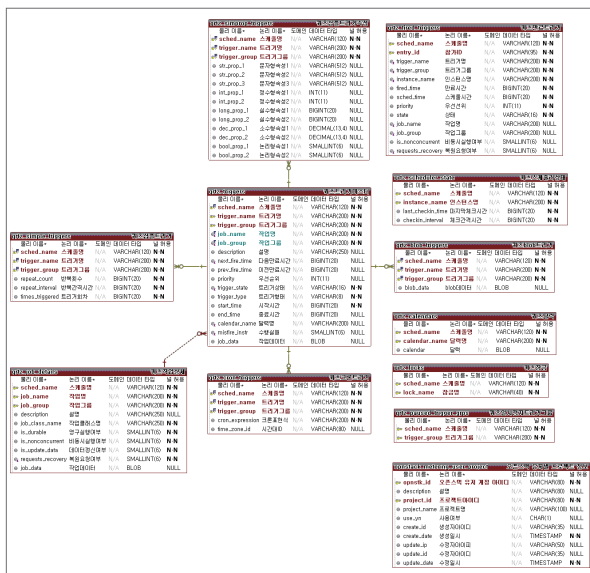


Figure 12. Database design monitor & batch (common) part

IaaS로 정의할 서비스의 각종 스케줄과 작업 등을 키(Key)로 설정하고 해당 서비스가 트리거 또는 사용자 요청에 의해 동작하게 되며 각각의 task는 task의 성격에 맞게 각각 독립적인 정보를 저장하게 된다. 이러한 개별 task의 집합을 IaaS를 통해 관리할 수 있으며 이는 결국 포털에서 통합관리가 된다.

5.4 시스템의 성능 검증 방안

클라우드 기반 향만 BIM 서비스를 위해서는 앞서 조사된 설문 결과에서도 나타났듯이 속도와 보안 등 성능이 중요하다. 향만 BIM의 객체들은 대부분 대용량 정보들이므로 이에 대한 속도 및 성능 검증이 필수적이기 때문이다. 여기서 보안 영역은 클라우드 컴퓨팅 기반 모듈로 제공되며, 서비스 시 인프라 정책에 따라 구성하면 된다.

하지만 성능 부문에 있어서는 개발될 향만 BIM 서버와 브라우저가 인터넷상에서 대용량의 BIM 모델을 관리할 수 있는 수준에 도달했는지에 초점을 맞추어 성능 검증을 실시할 것이다. 따라서 본 연구에서는 개발될 프로토타입 시스템이 실제 향만 BIM 모델을 불러내고 조작하는데 걸리는 시간을 Table 6과 같이 각기 다른 형태와 용량을 가진 네 가지 모델을 활용하여 테스트하고 결과를 도출할 것이다.

Table 6. Test items of prototype system to be developed

Items	Detailed Description			
Model	Geometric model 20 cases	Phase model 20 cases	Object model 20 cases	Knowledge model 20 cases
Size(MB)	Maximum Capacity Size Load Verification			
Upload(sec.)	Verify browser upload performance			
Generator(sec.)	Verification of rendering and 3D image generation time			
Sum	Result 1	Result 2	Result 3	Result 4

Table 6과 같이 성능검증을 실시한 후, 결과치를 예측해보면, BIM 브라우저에서 모델의 업로드 및 모델의 생성 시 저용량의 모델의 경우는 불편함 없이 활용이 가능한 수준으로 예측된다. 용량이 어느 정도 있는 모델 또한 모델 생성에 평균 10분 정도 소요될 것으로 예측 된다. 생성 후의 활용은 거의 실시간으로 조작이 가능할 것이며, 향후 성능 향상을 지속적으로 할 경우 실무 적용성이 매우 높을 것으로 기대된다.

6. 결론

최근 BIM 적용을 의무화하는 국내/외 프로젝트의 증가 등으로 인해 BIM 기술의 적용 확대가 시도되고 있으나 관련 제도 미비, 인프라 구축비용, 산업간 프로세스 상이 등과 같은 다양한 문제로 인해 업계의 기대치보다는 확산 속도가 빠르지 못한 상태이다.

본 연구에서는 이러한 문제 중, BIM 운영을 위해 필요한 인프라 구축비용 절감과 국내 프로세스에 맞는 다양한 BIM 서비스 제공을 위해 타 산업에서 최근 활성화 되고 있는 클라우드 컴퓨팅을 BIM 분야에 접목시키기 위한 연구를 수행하였다.

연구 수행은 BIM 분야에 클라우드 컴퓨팅을 적용하는 것이 타당한지와 적용할 경우 어떤 방향으로 진행해야 하는지를 검토하기 위한 수요 조사를 우선적으로 진행한 다음 수요 조사의 결과를 바탕으로 향후 클라우드 기반 BIM 서비스를 위해 기본적으로 요구되는 BIM 서버와 브라우저를 설계 및 개발하는 순서로 진행하였다.

클라우드 기반 BIM 서비스에 대한 수요조사 결과, 해당 서비스에 대한 만족도는 약 73.5%로 조사되었고 개발 방향은 기존 기능을 수용하되 호환성이 보장되도록 BIM 데이터 제공 서비스와 주요 핵심 기능을 중심으로 가격이 저렴한 소프트웨어에 대한 선호도가 높은 것으로 조사되었다. 개발 후에는 유사 업계에서 해당 서비스 대한 수요가 있다는 것을 아울러 확인할 수 있었다. 그리고 개발적인 기능은 클라우드 서비스 형태 중, 소프트웨어 서비스를 제공하는 서비스형 소프트웨어(SaaS)와 데이터 저장 및 관리 서비스를 제공하는 인프라 서비스(IaaS) 위주로 개발이 필요한 것으로 조사되었으며, 이를 위해 BIM 서버와 브라우저가 기반 모듈로 필요한 것으로 조사되었다.

이에 본 연구에서는 인프라 서비스(IaaS)를 하기 위한 기반 기술로 IFC를 지원하는 BIM 서버와 서비스형 소프트웨어(SaaS)를 위한 브라우저의 프로토타입을 설계하고, 이 프로토타입이 실용화 가능한 지에 대한 검토를 위해 성능 검증 테스트를 실시할 예정이다. 또한 의존도가 높은 해외의 상용 시스템과 동등 수준 이상의 성능을 확보할 수 있도록 평가지표를 설정하였다.

추가로 본 연구에서 설계한 BIM 서버와 브라우저는 IFC 파일을 지원하여 다양한 BIM 데이터의 관리를 지원한다는 측면 이외에, 국내 자체 기술로 BIM서버 및 브라우저를 개발함으로써 향후 국내 현실에 맞는 다양한 클라우드 컴퓨팅 서비스 창출이 가능하다는 측면에서 향후 추가 개발 및 연구를 통해 다양한 클라우드 기반 BIM 서비스 개발의 요소기술로 활용할 예정이다.

감사의 글

이 논문은 2018년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(생애주기별 항만시설 통합 운영 관리를 위한 BIM 기반기술 개발).

References

Bae, J. S., Cho, Y. S. (2008). A study on the embodiment of prototype for one-way slab design based on the objectARX applying the concept of BIM. Journal of The Architectural Institute of Korea (Structure & Construction Section), Architectural Institute of Korea, 24(8), pp. 41-48 (in Korean).

BuildingSMART (2008). Challenges on BIM and common countermeasures in architectural design. BuildingSMART Forum 2008.

Chae, K. H., Lee, G. (2011). A study on the problems and the measurements for improving representations and drafting methods of architectural drawings by Adopting BIM. Journal of The Architectural Institute of Korea (Planning & Design Section), Architectural Institute of Korea, 27(10), pp. 67-74 (in Korean).

Goh, I. D., Choi, J. H., Kim, E. D., Jeong, Y. S., Lee, J. M. (2008). Extracting building geometry from BIM for 3-D city mode. Journal of GIS Association of Korea, The Korean Association of Geographic Information Studies, 16(2), pp. 49-57 (in Korean).

Ham, N. H., Moon, H., Lee, Y. S., Kim, J. H., Lee, S. J., Kim, J. J. (2008). A study on application of BIM(Building Information Modeling) to pre-design in construction project. Journal of The Architectural Institute of Korea (Planning & Design Section), Architectural Institute of Korea, 24(7), pp. 39-46 (in Korean).

Han, J. Y., Cha, H. S., Lee, D. G. (2008). A measure for standardization of old aged apartment remodeling through application of BIM. Korea Journal of Construction Engineering and Management, Korea Institute of Construction Engineering and Management, 9(1), pp. 66-76 (in Korean).

Han, S. B. (2011). Feasibility study on strategic planning to build a cloud computing environment for smart education, 2011 KERIS Issue Report RM 201 M9, Korea Education and Research Information Service, 3(2), pp. 33-43 (in Korean).

Haymaker, J., Fischer, M. (2001). Challenges and Benefits of 4 D Modeling on the Walt Disney Concert Hall Project, CIFE, Stanford University, Working Paper, pp. 53-63.

Jeon, S. H., Yun, S. H., Paek, J. H. (2007). A study on analysis of the correlation between building information modeling and project management information system. Proc. of Conference in Architectural Institute of Korea, Architectural Institute of Korea, pp. 757-760 (in Korean).

Jo, J., Park, J. H., Park, W. H., Yun, S. H., Paek, J. H. (2008). A study on the BIM based architectural construction simulation system using combinative construction schedule creation method. Journal of The Architectural Institute of Korea (Structure & Construction Section), Architectural Institute of Korea, 24(7), pp. 101-108 (in Korean).

- Kang, J. H., Anderson, S. D., Clayton, M. J. (2007). Empirical study on the merit of web-based 4D visualization in collaborative construction planning and scheduling. *Journal of Construction Engineering & Management*, ASCE, 133(6), pp. 447-461.
- Kang, L., Moon, H. S., Ji, S. B., Lee, T. S. (2008). Development of major functions of visualization system for construction schedule data in plant project. *Korea Journal of Construction Engineering and Management*, 9(1), pp. 66-76 (in Korean).
- Kim, H. E., Kano, N. (2006). Visualization of process and inference of assemble sequence using 3-dimensional CAD data. *Journal of The Architectural Institute of Korea (Structure & Construction Section)*, Architectural Institute of Korea, 22(5), pp. 179-186 (in Korean).
- Kim, K. H., Kim, E. J., Kim, J. J. (2009). A study to judge the importance of indices to estimate architectural competition on the apartment for using BIM. *Journal of The Architectural Institute of Korea (Planning & Design Section)*, Architectural Institute of Korea, 25(2), pp. 59-66 (in Korean).
- Kim, S. A., Yang, B. H., Chin, S., Yoon, S. W. (2012). A study on a development and current state of BIM in Korean focus on hype-cycle. *Proc. of KIBIM Annual Conference 2012*, Korea Institute of Building Information Modeling, 2(1), pp. 73-74 (in Korean).
- Kumar, B., Cheng, J., Mcgibbney, L. (2010). Cloud computing and its implications for construction it. *Proc. of the International Conference, Computing in Civil and Building Engineering*, pp. 315-320, Nottingham University Press.
- Kwon, O. C., Jo, C. W. (2008). A study on the improvement of 2D digital drawing standards considering the paradigm shift to BIM. *Journal of The Architectural Institute of Korea (Planning & Design Section)*, Architectural Institute of Korea, 24(5), pp. 49-57 (in Korean).
- Lee, C. J., Lee, G., Won, J. S. (2009a). An analysis of the BIM software selection factor. *Journal of The Architectural Institute of Korea (Structure & Construction Section)*, Architectural Institute of Korea, 25(7), pp. 153-164 (in Korean).
- Lee, J. H., Eom, S. J. (2011). Computing technology for mobile BIM based project management information system. *Proc. of The Korea Institute of Building Construction, 2011 Spring conference*, The Korea Institute of Building Construction, 11(1), pp. 145-148 (in Korean).
- Lee, J. S., Moon, S. K., Kim, J. H., Kim, J. J. (2009b). An analysis about factors affecting inactiveness of BIM (Building Information Modeling) introduction in the construction project. *Proc. of KICEM Annual Conference 2009*, Korea Institute of Construction Engineering and Management, pp. 757-762 (in Korean).
- Lee, S. H., Ahn, B. J., Kim, J. H., Kim, K. H., Lee, Y. S., Kim, J. J. (2007). An analysis on affecting factors about lowly using 3D CAD by using the AHP. *Korea Journal of Construction Engineering and Management*, Korea Institute of Construction Engineering and Management, 8(6), pp. 188-196 (in Korean).
- Lim, J. T., Kim, N. U. (2006). A Study on the design process by prototype method. *Journal of The Architectural Institute of Korea (Planning & Design Section)*, Architectural Institute of Korea, 22(4), pp. 127-134 (in Korean).
- Park, J. D., Kim, J. W. (2009). A study on the ontology representation of the IFC based building information model. *Journal of The Architectural Institute of Korea (Structure & Construction Section)*, Architectural Institute of Korea, 25(5), pp. 87-94 (in Korean).
- Park, J. W., Kim, S. C., Lee, S. S., Song, H. Y. (2009). Suggesting solutions when applying building information modeling (BIM) to the Korean construction industry through case studies. *Journal of The Korea Institute of Building Construction*, The Korea Institute of Building Construction 9(4), pp. 93-102 (in Korean).
- Redmond, A., Smith, B. (2011). Exchanging partial BIM information through a cloud-based service: Testing the Efficacy of a Major Innovation. *Proc. of the IBEA Conference 2011*, London South Bank University, 31(4), pp. 22-29.
- Song, J. K., Ju, K. B. (2011). Applying the cloud computing technology for utilizing mobile device of BIM-based maintenance systems. *Proc. of KICEM Annual Conference 2011*, Korea Institute of Construction Engineering and Management, pp. 311-312 (in Korean).
- Song, M. L., Yoon, S. W., Chin, S. (2011). BSC based measurement of satisfaction degree for based BIM construction projects. *Korea Journal of Construction Engineering and Management*, Korea Institute of Construction Engineering and Management, 12(4), pp. 117-129 (in Korean).

- Won, J. (2009). Key success factors for adopting BIM (building information modeling) in A/E/C projects, Master Thesis, Yonsei University (in Korean).
- Yoo, S. H., Song, J. H., Oh, K. S. (2006). Infrastructure of web-based system for collaborative design, Journal of The Architectural Institute of Korea (Planning & Design Section), Architectural Institute of Korea, 22(2), pp. 67-74 (in Korean).
- Yoon, S. W., Kim, B. K., Choi, J. M., Kwon, S.W. (2013). Aprototype BIM Server Based viewer for Cloud Computing BIM Services, Journal of the Korean Society of Civil Engineers, 33(4) : 1719 ~ 1730.
- Youn, Y. J., Kim, D. H. (2008). A study on the organizational change in architectural design firm by introducing BIM. Journal of The Architectural Institute of Korea (Planning & Design Section), Architectural Institute of Korea, 24(6), pp. 11-18 (in Korean).
- Yun, S. H., Park, C. W., Lee, G., Kim, B. K. (2008). A study on a method for tracking lifting paths of a tower crane using GPS in the BIM environment. Journal of The Architectural Institute of Korea (Structure & Construction Section), Architectural Institute of Korea, 24(6), pp. 163-170 (in Korean).