

효과적인 도시시설물 관리를 위한 BIM기반 참조 모델 개발

강태욱¹, 윤준희¹, 김장욱², 최현상^{1*}
¹한국건설기술연구원, ²웨이버스 기술연구소

A Study on BIM-based Reference Model for Effective Urban Facility Management

Tae-Wook Kang¹, Jun-Hee Youn¹, Jang-Wook Kim² and Hyun-Sang Choi^{1*}

¹Korea Institute of Construction Technology, ²Wavus

요약 본 연구의 목적은 BIM기반 도시 시설물 관리 시스템을 효과적으로 개발하는 데 지침이 될 수 있는 참조 모델을 제안하는 것이다. 도시 시설물 관리의 목적은 건설된 도시 시설물이 제 기능을 유지하기 위해 점검을 통해 이용자 편의와 안정을 도모하는 것이다. 최근 효율적인 시설물 관리를 위해 BIM기술이 주목되고 있다. 도시 시설물 관리 시 BIM을 고려한 참조 모델 개발을 위해 먼저 이와 관련한 연구 및 개발 동향을 조사해 분석한다. 이를 통해 참조 모델 프레임워크 구성요소와 프로세스 요소를 도출한 후 BIM기반 도시 시설물 관리 참조 모델을 제안한다.

Abstract The purpose of this study is to suggest BIM-based Reference Model(RM) for Urban Facility Management(UFM) System development efficiently. The urban facility management's objective is to take the user convenience and safety from checking the facility to maintain it's function. Recently, to manage the facilities effectively, the BIM technology is being applied to it. In this study, the research trend related to the UFM system is surveyed and analyzed to develop the BIM-based UFM RM. After developing the RM component and process, the BIM-based UFM RM is proposed.

Key Words : BIM, Urban Facility, Management, Reference Model

1. 서론

도시 시설물 관리의 주된 목적은 건설된 시설물이 제 기능을 유지하기 위하여 점검을 통해 사전에 유해요인을 제거하고, 손상된 부분을 원상 복구하여 시설물의 상태를 유지함과 동시에 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량과 추가시설을 용이하게 함으로써 이용자의 편의와 안정을 도모하기 위함이다. 이러한 목적에 맞추어 시설물 관리 시스템도 발전해 가고 있으며 기존의 단순 시설물 관리에서 벗어나 주변 상황 및 시대에 맞는 관리방법 도입으로 유지보수 시간의 단축, 비용 절감, 인원의 최소화

를 이룰 수 있는 형태로 발전하고 있다.

현재까지 진화된 도시 시설물 관리 시스템은 GIS(Geographic Information System)과 USN(Ubiquitous Sensor Network)을 기반으로 하고 있다. USN은 소/중형의 센서를 이용하여 효율적으로 시설물에 대한 정보를 수집하고 유지보수 함으로써 공공 시설물의 노후 및 이상으로 인한 사고를 미연에 방지할 수 있다.

최근 들어서는 GIS와 USN기반 도시 시설물 관리 시스템에 BIM(Building Information Modeling)을 접목하려는 시도가 진행되고 있다. 하지만, BIM은 아직 시설물 관리 산업에서는 초기 단계의 기술이므로 이 기술을 접목할 때는 시행착오를 줄이는 방향으로 도시 시설물 관리

본 연구는 한국건설기술연구원 2014년 주요사업(BIM/GIS 플랫폼기반 건설공간정보 통합운영기술 개발)의 연구비지원에 의해 수행되었음.

*Corresponding Author : Hyun-Sang Choi(Korea Institute of Construction Technology)

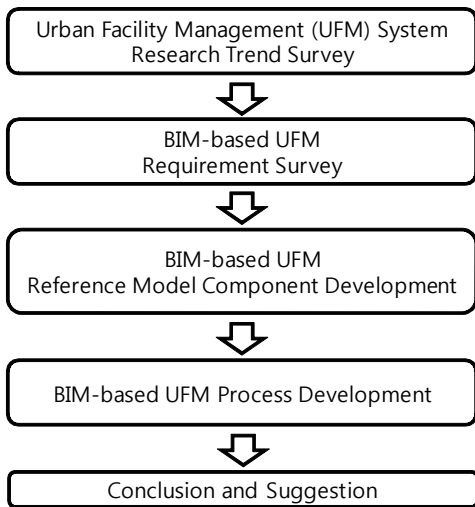
Tel: +82-10-4000-4639 email: hyunsang@kict.re.kr

Received January 27, 2014 Revised February 25, 2014 Accepted March 6, 2014

시스템이 개발할 필요가 있다. 본 연구는 이와 같은 필요성을 바탕으로 BIM기반 도시 시설물 관리 시스템을 효과적으로 개발하는 데 지침과 참조가 될 수 있는 BIM기반 도시 시설물 관리 참조 모델을 제안한다.

2. 연구 방법

BIM기반 도시 시설물 관리 참조 모델을 개발하기 위해 도시 관리 시스템 프레임워크 관련 연구 동향을 분석하고 지자체에서 활용되고 있는 도시 정보 관리 시스템을 분석해 BIM기반 UFM의 요구사항을 조사한다. BIM기반 도시 관리 시스템 실행 시 예상되는 요구사항을 분석하여 시스템 구성요소와 프로세스를 도출하고 바탕으로 참조 모델에 대한 프레임워크를 설계한다. 본 연구의 흐름은 다음 그림과 같다.



[Fig. 1] Research Flow

3. 연구 동향 조사

효과적인 시설물 관리 시스템 개발을 위해서는 설계 단계에서 다양한 건설 정보 모델링 도구를 통해 생성된 건설 정보 모델이 유지단계까지 고려되어 재활용될 필요가 있다. 이러한 관점에서 BIM기술이 최근 도시 시설물 관리에 접목되고 있는 상황이다.

국내의 경우 실시간 도로 환경 정보를 모니터링하기 위해 USN과 BIM을 접목하기 위한 연구가 있었다[1]. 이 연구에서는 기존 GIS와 USN을 기반으로 한 시설물 데이

터 모니터링 시 BIM을 활용하고자 노력하였으나, 실질적으로 BIM의 정보를 GIS 및 USN와 연계하는 방안에 대한 제시가 없었으며 가능성에 대해서만 언급되어 있다. 건물 시설물 관리 관점에서 GIS기반 BIM 형상 객체 표현에 관한 연구가 있었다[2]. 이 연구에서는 도시 시설물 관리를 위해 GIS에 BIM형상 모델을 연계하는 방식에 대해 기술하고 있다. 하지만, 도시 시설물 관리 기능을 포함한 전체에 대한 참조 모델이 제시되지는 않았다.

해외의 경우 GIS, BIM 을 3D 도시 모델 서비스를 위한 관점에서 통합하는 것에 대한 연구가 있었다[3]. 이 연구에서는 IFC에서 CityGML로 변환해 CityGML 뷰어에 IFC의 속성정보와 형상정보를 표현하는 방법에 대해 제안하고 있다. Jae wook[4]은 도시 시설물 관리 시 비상 상황이 발생하였을 경우 실시간으로 관련 정보를 취득해 분석할 수 있는 방안을 제안하고 있다. 이 연구에서는 USN을 이용해 상황 인식 모듈을 이용한 실시간 공지 방식을 구현하고 있다.

Martin[5]은 가상 도시 모델 프레임워크 개발에 대한 연구를 하였으며, 증강현실 기술을 통해 도시 시설물을 가상으로 표현하는 프레임워크에 대한 연구를 진행하였다.

해외 관련 연구는 대부분 도시 시설물 관리 중 3D가시화나 IFC를 CityGML로 변환하는 등의 특정 기술에 대한 구현에 치중하고 있으며 도시 시설물 관리 차원에서 전체적인 프레임워크를 포함한 참조 모델을 제시하고 있지는 않다. 본 연구에서는 효과적인 BIM기반 도시 시설물 관리를 위한 참조 모델을 제안한다.

4. 스마트 도시 시설물 관리 시스템 요구사항 조사 및 분석

4.1 개요

본 장에서는 BIM기반 스마트 도시 시설물 관리 시스템의 참조 모델을 개발하기 위한 요구사항을 조사한다. 이를 위해 현재 지자체에서 개발해 사용되고 있는 UIS 시스템, 현재 효율적인 도시 시설물 관리를 위한 시스템 개발 관점에서 진행되고 있는 BIM on GIS 시스템 및 관련 요구사항을 조사하여 참조 모델 개발을 위한 공통 요구사항을 도출한다.

4.2 도시 시설물 관리요소 분석

도시에서 관리를 해야 할 시설물의 종류는 다음 표와 같이 도로, 상수도, 하수도, 가스, 전기, 통신, 공동구, 송유관, 지역난방, 지하철, 기타시설 등이다. 이러한 시설물

에서 지자체에서 직접적으로 관리하는 주요 시설물은 도로, 상수, 하수, 공동구이다.

[Table 1] Urban Facilities

Category	Items
Urban Ground Facilities	Road, Crosswalk, Overpass, Tunnel, Bridge, Grade Facilities, Common Duct, Curb, Water Grate Inlet, Street light, Retain-wall, Noise Barrier, Roadside Barriers, Road Cut Slope, Green Buffer Zone, Bikeway, Crash cushions, Bus/Taxi Facilities, Railway Facilities etc.
Urban Under-ground Facilities	Underpass, Underground passageways, Water-supply, Sewerage, Electrical Installations, Communication Installations, Gas Utility, Pipeline, Manhole, Electric Ditch etc.
General Urban Facilities	Public Building, Electric Facilities, Signboards, Park Facilities etc.

이 중에서 도로는 도시에서 관리해야 할 중요한 시설물로서 도심지의 다른 시설물에 직접적인 영향을 미치는 요소이다.

Table 1에 정의한 도시 시설물은 객체로 다음과 같이 DBMS에 일반화되어 체계적으로 저장될 수 있다.

- UFO = {GUID, T, S*, PSet}
- GUID = Globally unique identifier
- T = {N, R, PSet, RSet}, S = {UCS, E*}
- N = Name String
- R = {Derivation, Association, Dependency, Composition}
- PSet = {P*}, P = {N, D, V}
- D = Description, V = Property Value
- RSet = {R*}, R = {N, PT, RU}
- PT = {Integer, Real, String, List, Table}
- RU = Property Value Validation Rule
- UCS = User Coordination System
- E = Geometry Entity

여기서 ‘*’ 기호는 다음과 같이 동일한 요소를 반복적으로 표현한다는 의미이다.

$$S^* = \{S, S, S, \dots\}$$

도시 시설물 객체는 GIS와 BIM 데이터베이스에서 효과적으로 관리될 수 있는 데 도로, 상하수도 및 공원과 같은 선형 및 지형에 기반 한 시설물은 GIS객체로 관리하는 것이 효과적이며, 부피를 가진 3D형상을 기반으로 시설물을 관리해야 하는 경우 BIM 데이터베이스로 관리

하는 것이 효과적이다.

4.3 현재 도시 시설물 관리 시스템 분석

현재 도시 시설물 관리 시스템은 다음 표와 같이 대부분 GIS와 USN을 기반으로 연구 및 개발되어 왔다.

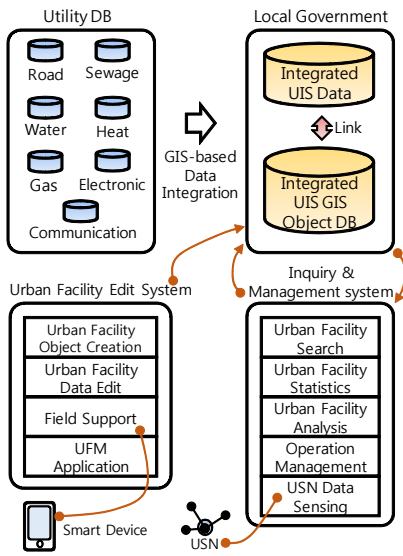
[Table 2] Urban Facility Management System

Service Platform	Description	Objective
U-Eco City Integration Platform[6]	The integration platform for developing the urban integrated operation center which can manage the facilities as controlling the central U-service.	Improving the service quality as integrating the existed urban service.
U-Bridge Safety Management System[7]	The service which can transfer the information such as the structure strain, stress etc to the facility manager and connect it to the urban integrated control center for U-City SOC facility management effectively.	Aged bridge maintenance for the urban citizen safety.
Intelligent CCTV Integrated Management[8]	The intelligent integrated control service based on 3D technology with the image analysis for operating the existed security works effectively.	The moving route trace technology development with the intruder behavior pattern analysis and the face recognition etc for the security.
Digital Artifact Service[9]	U-service to improve the satisfaction of citizen and support the urban landscape management by using media digital technology such as LED, Sensor, Sound etc.	The citizen physical interactive interface considering the urban recycling business.

하지만, 시설물 유지관리에 필요한 속성정보는 이미 시설물 설계 시 모델링된 정보를 재활용하지 못하고 데이터베이스 구축 사업을 통해 별도로 개발해 입력하고 있는 상황이다. 이러한 이중 작업의 문제점을 개선하고자 시설안전공단은 사회간접자본 전체 시설물을 유지 관리하는 데 BIM을 적용하기로 계획하고 있다.

4.4 도시 시설물 정보관리 시스템 요구사항

현재 각 도시 및 지자체에서 개발해 운영하고 있는 UIS (Urban Information System)을 분석해 보면 다음과 같은 구조를 가지고 있다.



[Fig. 2] UIS system architecture

도시 시설물들은 공간적인 특성을 기반으로 분류하게 되는데, Table 1과 같이 도시의 지상과 지하시설물로 구분할 수 있으며 이들 시설물들은 공간적인 특성뿐만 아니라 기능적, 관리적 측면에서도 큰 차이가 있다. 먼저 기능적인 측면에서는, 도로, 건물, 교량 등의 지상시설물들이 거주민의 주된 활동 공간에서의 역할을 담당하는 반면 상수도, 전기선, 통신선 등과 같은 지하시설물들은 지상시설물들의 정상적인 기능 수행을 지원하는 기반 시설물로서 활용된다.

GIS 만의 시스템일 경우에는 이미 구축되어 있거나 구축되어질 지형/도로/건물 등의 데이터를 기초로 시스템에 맞게 가공하여 DB에 넣게 된다. 하지만 BIM과의 연계를 위해서는 상호운용성을 확보하기 위해 BIM 프로세스의 일부분을 고려하여 DB 구축 시 반영할 필요가 있다. 이와 관련해 BIM을 기반으로 도시 시설물 객체를 체계적으로 관리하기 위해서는 건축 모델의 객체 별 분류체계를 지원할 필요가 있다.

또한 BIM 기반 시설물 관리 객체를 DB에 생성하고 편집할 수 있어야 하기 때문에 GIS와 같은 이기종 시스템과 절차적인 결합 및 운용상의 통합 작업 지침이 필요하다.

GIS, BIM, 그리고 FM(Facility Management) 데이터는 통합되어 관리되는 것이 수월하므로 시스템의 필요 상황에 맞게 데이터의 LOD(Level Of Detail)를 조정하여 데이터를 생성하고 유지보수 데이터를 관리하는 방식이 효과적이다.

4.5 BIM on GIS 시스템 요구사항

최근 도시 시설물 관리를 위한 새로운 기술로 BIM과 GIS 상호운용 플랫폼 기술이 연구되고 있다[10]. BIM/GIS 플랫폼 기술은 상호운용성을 고려하기 위해 아래와 같은 핵심 요구사항을 고려한다.

1. 데이터 통합 쿼리 기능: BIM과 GIS객체에서 사용자가 필요한 정보를 통합적으로 쿼리할 수 있어야 함
2. 3D가시화 기능: 객체를 신속하게 렌더링하고 검색할 수 있어야 함
3. 플랫폼 기능: 플랫폼 기반 어플리케이션을 개발할 수 있어야 함
4. 세션 관리: 다중 사용자가 동시에 이용할 수 있어야 함
5. 데이터 통합: 이기종 시스템 간 데이터 교환이 지원되어야 함

이를 바탕으로 핵심 컴포넌트를 정리하면 다음과 같다.

[Table 3] BIM,-GIS Core Component

Function	Description
Effective 3D Visualization	Extracting the light-weight model from IFC BIM file and linking the properties with it.
Data Query	Querying the needed data from BIM and GIS DBMS.
Adaptive LOD (Level Of Detail)	Supporting the adaptive LOD to rendering many objects related to the shape and the property data.
Geographic Service	Various geo-information service based on GIS.
IFC-CityGML Convert	Converting IFC to CityGML.
ETL (Extract, Transform, Load)	Supporting the interoperability between the heterogeneous systems by using ETL concept.

BIM/GIS 상호운용성은 건설과정에서 생산된 건설도면정보를 공간정보 분야까지 연계하여 활용할 수 있도록 사용자를 지원해야 한다. 이를 통해 BIM의 장점과 GIS의 장점을 동시에 활용할 수 있어 차세대 첨단 시설물관리에서부터 도시계획/관리, 소방방재 등의 공공분야에까지 활용할 수 있으며 위치기반의 실내의 Seamless 공간정보 서비스에 기반한 모바일 앱 등 다양한 분야에서도 차세대서비스 플랫폼으로 활용할 수 있다.

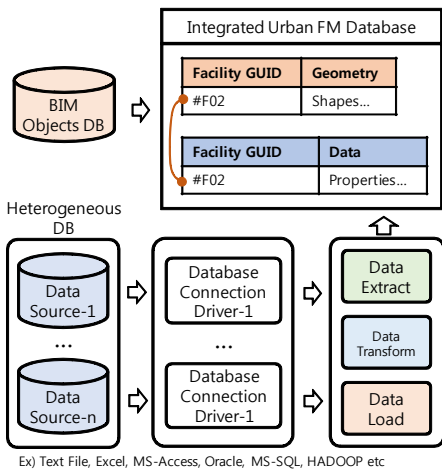
BIM/GIS 상호운용성을 확보방안으로는 IFC와 같은

BIM 표준에 근거한 건설정보모델과 CityGML이나 IndoorGML 등과 같은 3차원공간정보 모델을 상호 연계할 수 있도록 하여, 건설과정에서 BIM 정보로 활용하고 건설 이후단계에서는 GIS 정보로 활용할 수 있도록 정보체계를 융합할 수 있는 프레임워크를 개발할 필요가 있다.

4.6 BIM/GIS/FM 데이터 통합 요구사항

IFC 같은 표준 파일 포맷은 이기종 솔루션에 대한 지원을 하지 않는 반면 ETL과 같은 방식은 이기종 데이터 교환을 위한 드라이버를 제공하여 보다 더 유연한 데이터 통합 방법이 될 수 있다. BIM-GIS 간의 데이터 연계 방식에 있어 각 분야의 데이터 포맷이 존재하므로 각각의 객체 생성 시 데이터를 GUID를 부여하여 서로 연계할 수 있도록 미리 정의해 놓도록 해야 한다.

Fig. 3은 이를 표현한 BIM기반 FM 데이터 통합 데이터베이스 개념도이다.



Ex) Text File, Excel, MS-Access, Oracle, MS-SQL, HADOOP etc

[Fig. 3] BIM-based FM Data Integrated Database

4.7 도시 시설물 관리 컴포넌트 구성

도시 시설물 관리를 위해서는 센터 데이터 취득을 포함해 Fig. 3에서 생성된 BIM기반 FM 통합 데이터베이스에서 필요한 정보를 쿼리하고 그 정보를 사용자에게 시각화하며 다양한 응용 목적에 맞게 활용할 수 있는 기능을 지원해야 한다. 이를 위해 Fig. 4와 같이 도시 시설물 관리를 위한 컴포넌트를 개발할 필요가 있다.

최종 사용자는 GIS 도면 기반 통합관리 시스템을 통해 GIS 데이터나 센싱 데이터를 모니터링 하며 센서 이상 등의 정보는 메시지 서비스를 통해 알람으로 처리하고 모든 데이터가 DB에 저장되어 이력으로 관리되어야 한다.

웹서비스는 서버 연결관리 모듈을 통해 인증을 하고 웹서비스 페이지와 모바일 서비스 페이지를 구분하여 서비스를 제공할 수 있도록 해야 한다.

미들웨어는 GIS 렌더링과 공간연산을 위한 질의, 센싱 데이터 또는 시설물의 대장정보 조회, 알람을 위한 메시지 서비스 등의 미들웨어와 센서들부터 데이터를 수신 받는 센서 서버로 구성된다.

데이터 공급자는 공간 DBMS와 속성 DBMS의 연결을 위한 역할을 지원해야 하며 BIM-GIS 플랫폼에서의 데이터 송수신을 책임진다.

System	End User	Raster Manager	Message Manager
		Vector Manager	Sensing Data Manager
		USER Profile Manager	
Web Service		Connection Manager	
		Web/Mobile Service	
Middleware		Service Manager	
		Spatial Query Service	Data Service
		Map Rendering Service	Message Service
		Sensor Service	
Data Provider		Spatial Data Provider	Data Provider
		Spatial DBMS	DBMS
HW Platform		Windows/Linux	
		Multi-Core Platform	

[Fig. 4] Urban Facility Management Framework Component

5. BIM기반 도시 시설물 관리 참조 모델 개발

5.1 참조 모델의 프레임워크 개발 고려사항

프레임워크는 어플리케이션의 구조와 틀을 제공하는 하부의 구조이다. 시스템 개발 시 특정 문제 해결을 쉽게 할 수 있는 기능과 절차를 미리 개발해 놓아 필요할 때 재활용할 수 있도록 한 것이다.

현재는 많은 프로젝트 개발에서 공통 기능의 구현에 있어 프레임워크를 사용하는 사례가 증가하고 있다. 프레임워크의 사용은 일관성 있는 개발방법으로 인해 불필요한 인터페이스 개발 시간을 줄이고 향후 프로그램의 호환성을 높여 지속적인 유지보수를 가능하게 하며 개발 사용자의 수가 늘어남에 따라 기능 구현 시 타 프로그램의 참조가 용이하게 만들어 준다.

도시 시설물 관리의 참조 모델 프레임워크는 아래 표와

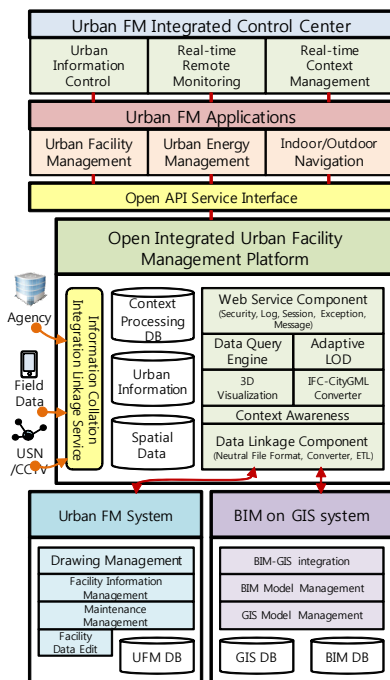
같이 정보수집, 정보통합/가공, 정보 활용으로 구분할 수 있다.

[Table 4] Integrated Platform Framework Function

Category	Description
UFM Data Acquisition	Collecting the data related to the facility management information including BIM data to make a decision considering the context awareness.
UFM Data Integration / Modification	Executing the activities such as the data transformation, integration from the collected data for UFM
UFM Data Operating Service	Offering the UFM service to users such as the damaged facility query, the UFM history data recording and reporting, UFM budget estimation etc.

5.2 BIM기반 도시 시설물 관리 참조 모델 구성요소 도출

BIM기반 도시 시설물 관리 참조 모델은 정보 수집통합 연계서비스를 통해 다양한 도시정보를 수집하고 수집된 정보를 내부 시스템과 연계함으로써 통합 시설물 관리에 필요한 서비스는 물론 분야별 정보를 융합한 통합 운영 서비스가 Open API로 제공되어야 한다.



[Fig. 5] BIM-based UFM Integration Framework Reference Model

또한, 도로 및 지하시설물은 물론 BIM을 통한 건축물 까지 포함된 종합적인 도시시설물을 통합하여 관리하고 센서, 현장데이터 등 시설물 유지관리를 위한 데이터를 수집하여 도시시설물 통합 관제가 가능하도록 구성되어 야 한다. Open API로 제공되는 인터페이스는 웹 기반의 표준 인터페이스를 준수하여 모바일 등 다양한 환경에서도 동일한 데이터가 제공될 수 있다.

통합 플랫폼 구성에 대한 상세 정의는 다음과 같다.

[Table 5] Integrated Platform Reference Model Component Definition

Category	Description	
Urban FM Integrated Control Center (ICC)	Urban Information Control (UIC)	Controlling the Urban Information for the facility management.
	Real-time Remote Monitoring (RRM)	FM data monitoring related to FM such as CCTV, Field data, USN data etc.
	Real-time Context Management (RCM)	Facility management by using the context awareness.
Urban FM Application (UFMA)	Urban Facility Management (UFM)	Urban facility management application to support UIC.
	Urban Energy Management (UEM)	Facility management application considering energy optimization.
	Indoor/Outdoor Navigation (ION)	The navigation application for FM operating activities.
Open Integrated Urban FM Platform	Open API Service Interface	The application program interface to support the UFMA's functions.
	Web Service Component	The component which supports the Open API Service Interface.
	Data Query Engine	The query engine for searching the needed FM data which is similar to SQL(Structured Query Language).
	Adaptive LOD	The LOD generation technology for the geometry and property representation performance about the large volume BIM and GIS objects.
	3D Visualization	BIM and GIS 3D object representation function.

	IFC-CityGML Converter	The converting functions to represent the BIM objects on GIS.
	Context Awareness	The function for operating FM activities considering the FM context effectively.
	BIM-GIS-FM Data Linkage Component	The needed data integration function between BIM, GIS and FM.
	Context Processing DB	DB for managing the context awareness rule about FM.
	UFM Integrated DB	The integrated DB from BIM, GIS and FM.
	Spatial DB	BIM and GIS spatial object such as the polyline, 3D solid DB.
	Data Collection Integrated Linkage Service	The linkage service to extract the data related to FM from the various sensor such as USN, CCTV, Field device etc.
Urban FM System	Facility Information Management	Facility objects CRUD function support.
	FM Reporting System	Facility reporting function to support the decision making.
	FM Decision Supporting System(DSS)	FM DSS function by using the data mining.
	FM DB	Facility Management Database
BIM on GIS System	BIM-GIS integration	BIM-GIS integration function such as BIM-GIS coordination and topology mapping.
	BIM Model Management	BIM model management including the object(Building, Wall, Slab, Door etc).
	GIS Model Management	GIS model management including the object(Road, Sewage, Pipe, Site, Railway etc).
	GIS DB	GIS Database
	BIM DB	BIM Database

5.3 BIM기반 도시 시설물 관리 참조 모델 프로세스 도출

앞서 분석한 내용을 바탕으로 BIM기반 UFM 참조모델의 핵심 프로세스를 정의하면 다음과 같다.

[Table 6] Integrated Platform Reference Model Process Definition

Process	Description	Actor
Access control and Account Management	Managing the access and the account.	Facility Manager
FM Objects CRUD	FM Objects CRUD (Create, Read, Update, Delete) process.	User
FM Work Activity Definition	FM work activities definition using WBS.	Facility Manager
FM Work Scope Definition	Scope definition related to FM work.	Facility Manager Engineer
Report Query	Report query related to FM operation and management.	Facility Manager
Report Generation	Report file generation for FM.	Facility Manager
FM History Query	FM history data query about the facility maintenance.	Facility Manager Subcontractor
FM History Update	FM history data input and update such as the facility inspection etc.	Subcontractor
FM Object Property Definition	Object properties definition about the facilities.	Facility Manager
Report Schema Definition	Report schema definition with color-code and report style.	Facility Manager
BIM-based FM Object Creation	BIM-based facility object creation including the object type, relationships and properties.	Engineer
Spatial Information Searching	Facility searching by using the spatial query such as the region selection.	Owner Facility Manager
FM Property Searching	Facility searching by using the property value.	Owner Facility Manager
Maintenance Period Estimation	Estimating the facility maintenance period.	Asset Manager
FM Operating strategy Estimation	FM Operating strategy to estimate maintenance period.	Asset Manager

6. 결론

본 연구는 BIM기반 도시 시설물 관리 시스템을 효과적으로 개발하는 데 지침이 될 수 있는 참조 모델을 제안하였다. 이를 위해 도시 관리 시스템 프레임워크 관련 연구 동향을 분석한 후, 지자체에서 활용되고 있는 도시 정보 관리 시스템을 분석해 BIM기반 UFM의 요구사항을 조사하였다. BIM기반 도시 관리 시스템 실행 시 예상되는 요구사항을 분석하여 시스템 구성요소와 프로세스를 도출하고 바탕으로 참조 모델에 대한 프레임워크를 설계하였다.

제안된 참조 모델은 아직은 초기 개발 단계인 BIM기반 도시 시설물 관리 시스템 개발이나 공공 차원의 시설물 관리 시스템 개발 시 효과적으로 활용될 수 있다. 예를 들어 제안된 BIM기반 UFM 참조 모델은 도시 시설물 관리에 BIM기술을 접목할 때 필요한 핵심 구성 요소와 기능, 그리고 프로세스가 무엇인지 확인하고 유사한 시스템을 개발할 때 참고를 할 수 있으며, 이와 관련된 시행착오를 줄이는 데 효과적으로 활용될 수 있다.

향후 연구 계획은 개발된 BIM기반 도시 시설물 관리 참조 모델을 바탕으로 프로토타입을 개발하고 이를 통한 효과 및 실제 활용 시 문제점을 도출할 계획이다.

References

[1] J. A. Kang, T. H. Kim, H. N. Bae, J. Y. Na, C. H. Hong, An USN "Test Bed Construction for Real Time Monitoring of Road Environment Information", *Korean Association of Geographic Information Studies*, Vol.16, No.3, pp.180-192, 2013
DOI: <http://dx.doi.org/10.11108/kagis.2013.16.3.180>

[2] T. W. Kang, C. H. Hong, "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", *Korea Spatial Information Society*, Vol.21, No.3, pp.79-87, 2013

[3] J. Dollner, B. Hagedorn, "Integrating urban GIS, CAD, and BIM data by service-based virtual 3D city models", *Urban and Regional Data Management*, pp.157-170, 2008

[4] J. W. Lee, Y. W. Jeong, Y. S. Oh, J. C. Lee, N. S. Ahn, J. H. Lee, S. H. Yoon, "An integrated approach to intelligent urban facilities management for real-time emergency response", *Automation in Construction*, Vol.30, pp.256-264, 2013

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.11.008>

[5] M. Podevyn, "Developing an Organizational Framework for Sustaining Virtual City Models", Doctor degree paper, Northumbria University, 2012

[6] Korea Land & Housing corporation, U-Eco City project team planning research report, 2008

[7] D. Y. Roh, K. H. Park, W. S. Jang, "A Study on the Process of U-City Based Facilities for Management : Case of Bridge", *The Korean Society for Geo-Spatial Information System*, Vol.17, No.2, pp.101-112, 2009

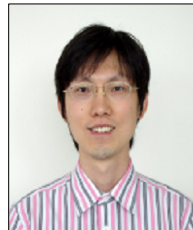
[8] H. Song, H. S. Shin, S. Y. Kwak, J. S. Yoo, B. H. Choi, "Development of online/realtime intelligent video analytic system for CCTV retrieval system", *the institute of electronics engineers of Korea*, Vol.2013, No.7, pp.735-737, 2013

[9] Ministry of Land, U-Service master plan report, 2011

[10] H. J. Cho, S. G. Hong, "The interoperability issues for GIS and BIM standardization", *The BIM*, 2012

강 태 옥(Tae-Wook Kang)

[정회원]



- 2005년 2월 : 숭실대학교 소프트웨어공학 (공학석사)
- 2009년 3월 : 중앙대학교 건설환경공학 (공학박사)
- 2010년 6월 ~ 2011년 5월 : 중앙대 겸임교수
- 2011년 6월 ~ 2012년 6월 : 한길아이티 BIM본부장
- 2012년 7월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원

<관심분야>

CAD, CAM, BIM, GIS, Computer Graphics, SW공학

윤 준 희(Jun-Hee Youn)

[정회원]



- 1998년 8월 : 연세대학교 토목공학 (공학석사)
- 2006년 8월 : Purdue University, Dept of Civil Eng. (Engineering Ph.D)
- 2007년 5월 ~ 2012년 1월 : 삼성SDS 수석컨설턴트
- 2012년 2월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원

<관심분야>

GIS, 원격탐사, 3D가시화

김 장 욱(Jang-Wook Kim)

[정회원]



- 1994년 2월 : 한양대학교 지구해양과학 (공학학사)
- 1996년 2월 ~ 2004년 2월 : 쌍용정보통신 과장
- 2004년 2월 ~ 현재 : (주)웨이버스 연구소장

<관심분야>

GIS, 텔레메틱스, U-Pole

최 현 상(Hyun-Sang Choi)

[정회원]



- 1998년 2월 : 경북대학교 대학원 (공학석사)
- 2002년 2월 : 경북대학교 대학원 (공학박사)
- 2002년 12월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 연구위원
- 2010년 5월 ~ 현재 : 한국공간정보학회 상임이사

<관심분야>

3차원 공간정보, BIM/GIS, u-City