

복합용도 개발 도시재생 사업에서의 단위 공간 기반 개산견적 모델링 가이드 제안

– OO시 OO역 복합환승센터 사례를 중심으로 –

A Proposal of Modeling Guide of the Unit Space-based Preliminary Cost Estimation in Urban Renewal Mix-Used Development

- Case Study on OO Transfer Station Complex -

강신엽¹⁾, 안재홍²⁾, 김주형³⁾

Kang, Shin-Yeop¹⁾ · Ahn, Jae-Hong²⁾ · Kim, Ju-Hyung³⁾

Received March 19, 2013 / Accepted March 19, 2013

ABSTRACT: Mix-used development in urban renewal project is done to effectively utilize the limited downtown. Generally unlike a single project, It features placing a large number of different facilities(residential, commercial, business, cultural, etc.) which is each other organically linked. The purpose of this study is to suggest the method of modeling guide for 3D preliminary cost estimation considering visual and intuitive judgement of space in mix-used development Urban Renewal project. In this research, introducing SME(Standard Module and Element) breakdown structure, FID(Finish Identity) for estimating building space unit-based quantity take off was implemented. It could narrow the discrepancy of opinion between the stakeholders with more accurate cost-estimates, comparing to the traditional methods.

KEYWORDS: Urban Renewal, Mix-Used Development, Preliminary Cost Estimation, Unit Space, BIM

키워드: 도시재생사업, 복합용도개발, 개산견적, 단위공간, 빌딩정보모델

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

도시재생사업은 복합용도 건축물의 공간을 입체적으로 계획하여 한정된 도심공간의 효율성을 제고하는 것을 목표로 한다(김찬주, 2007). 복합용도 건축물은 일반적인 단일용도 건축물과 달리 다양한 용도의 공간(주거, 상업, 업무, 문화)이 혼재되어 있고(현창택, 2009), 일반적으로 공사규모가 대형 프로젝트로 진행되어 투입되는 공사비가 막대하고 공사기간이 장기적으로(김주형, 2009), 사업초기에 사업구성안에 대한 타당성 평가가 중요하게 인식되고 있으며(손보식, 2005), 그중 공사비 추정으로는 보편적으로 개산견적을 활용하고 있다(강현구, 2009).

사업초기 단계에 사업성 평가의 기준이 되는 개산견적을 산출하는 방법에는 평당단가법, 인공지능(예: 인공신경망, 유전자 알고리즘, 사례기반 추론)을 이용한 방법, 통계 및 확률(예: 회귀 분석, 몬테카를로 시뮬레이션) 등이 적용되어 왔다(현창택, 2009). 그러나 이러한 방법은 단일 용도의 건축물 프로젝트의 사업성 평가에서 예측 방법의 유효성이 검증되어 왔으나, 이러한 사업과 달리 복합적 용도가 혼재된 건축물 개발이 포함된 도심재생사업의 타당성을 평가하기 위한 개산견적을 추산하는 데에는 신뢰수준의 한계가 드러난다. 예컨대, 몬테카를로 시뮬레이션 또는 사례기반추론 기법을 통해 예측한 개산견적 비용의 오차는 미국의 AACE에서 제시한 개산견적과 실제 공사비 간의 오차 범위인 +50~-30%, Ahuja가 제시한 25%, 마지막으로 RSMears

¹⁾학생회원, 한양대학교 건축환경공학과 석사과정 (evans7@nate.com)

²⁾정회원, U-MID System 소장 (midsys@daum.net)

³⁾정회원, 한양대학교 건축환경공학과 부교수, 공학박사 (kcr97jhk@hanyang.ac.kr) (교신저자)

에서 제시한 20%를 상회하는 수준이다. 막대한 자재, 인력과 수조원대의 공사비가 투입되는 복합용도개발 사업에서 앞서 언급한 기존의 개략적 공사비 산출방식을 따르는 것은 우리가 있어 이러한 개산건적 예측치의 정확도를 향상시킬 수 있는 방안이 필요하다(박영진, 2009).

따라서 기존 단위 프로젝트 관점의 개산건적과는 다른 경험자의 직관 또는 실적데이터에 구애받지 않는 개산건적이 필요하다.

최근 건축물의 원가절감 및 관리기법이 활성화 되면서 BIM(Building Information Modeling)의 건설정보를 활용한 공간단위의 공사비 예측이 대두되고 있다. 이러한 BIM을 활용한 공간단위 공사비 추정치는 기존 단위 프로젝트 관점의 개산건적과는 다른, 경험자의 직관 또는 실적데이터에 구애받지 않고 3차원 파라메트릭 솔리드 모델링으로서 시각정보, 공간정보, 위치정보를 획득하여 초기단계에서 비교적 개관적이며 다수의 대안을 제시하는 기성공사비를 제시하고, 잦은 설계 변경으로 인한 추가 공사비 산정에 대한 대책을 마련 할 수 있다.

이에 본 연구는 3D 공간기반 개산건적을 위해 체계화된 부위별 분류체계를 정의하고 부위별 그룹화를 통한 공간단위 산출방법을 제시하는 모델링 가이드 방안을 제안하고자 한다. 이를 적용한 오브젝트와의 속성정보 연계를 통한 물량산출을 통해 향후 프로젝트 초기단계에서 정확한 공사비를 추정하기 위한 사전 모델링 방법이다.

이는 설계단계의 모델링과 견적단계의 수량산출을 위한 모델링 가이드를 제안하는 것이며 이를 통해 수량 산출 과정에서 구축된 정보를 이용하여 초기에 정확한 정보를 제공하여 이해관계자들의 상이한 견해차를 줄이고 더 나아가 해당 사업의 체계적인 분류체계와 연계한 타당성 분석은 이해 관계자 개개인이 얻을 수 있는 이익에 대해서 객관적으로 제시할 수 있다.

또한 향후 시공단계의 비용-일정 통합 공사관리가 가능하도록 설계단계 모델링에서 생성한 정보를 이용하여 수량산출과 공사내역서 그리고 공정관리 정보를 공유, 연계하여 관련된 모든 주체가 BIM 기반으로 체계를 관리 유지할 수 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 현재 수행 중인 “복합용도 도시재생 기반기술 개발”이라는 연구에서 “기본설계단계에서의 개략적 공사비 추정 시스템 개발” 연구의 일부이다.

연구의 대상 및 범위는 상세설계 도서가 확정 되지 않은 계획 및 기본 설계단계의 복합용도 시설물의 도면을 가지고 개산건적을 위한 모델링 가이드를 제시하는 것으로 한정하였다. 계획단계에서의 개략건적을 위해 00시 00역 복합환승 센터의 2D 기반 계획설계 도면정보를 바탕으로 BIM 소프트웨어(Revit 2012)를 활용하여 SME(Standard Module and Element) 분류체계,

FID(Finish Identity) 코드 및 공간정의를 설정하는 모델링 가이드 시범 프로젝트를 진행하였다.

첫째 도시재생사업 및 3D 공간기반의 개산건적 관련 문헌조사를 실시하고 문제점을 도출한다.

둘째, 층별 공간별 위별 공사비 정보의 추출을 위해 층 레벨 규칙을 정의한다.

셋째 SME 객체 부위별 분류체계를 개발하여 지정된 객체정보의 위치정보, 부위정보를 입력한다.

넷째, SME 코드가 적용된 부위객체에 FID ID코드를 입력하여 부위객체의 마감속성정보를 입력한다.

다섯째, 수량산출을 위해 부위별 속성정보가 입력된 부위객체들을 그룹화하여 공간정의를 한다.

여섯째, 그룹화 된 공간요소에 대한 물량 산출 방법 및 단가 DB와의 연동방안을 기술하며 향후 후속연구에 대한 제안을 한다.

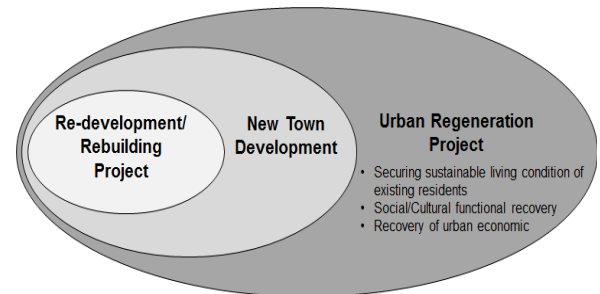
2. 도시재생 복합용도개발 사업 및 3D 공간기반 개산건적에 대한 고찰

2.1 도시재생 및 복합용도개발 사업의 특징

도시재생사업은 신도시·신시가지 위주의 도시 확장으로 상대적으로 낙후되어 가는 기존 도시의 물리·환경, 생활·문화, 산업·경제적 재생을 통한 도시 기능의 회복을 목적으로 하며 새로운 기능을 도입·창출함으로써 새로운 공간을 창조하고자 추진되고 있다.(류한국, 2009)

아래의 그림 1은 도시재생 사업안에 뉴타운 사업, 재건축, 재개발 사업이 포함되어 있으며 쇠퇴한 도시지역의 노후화된 인프라를 재정비하고 공간구조재편 및 신공간 창출을 도모함으로써 새로운 도시 기능을 수행할 수 있도록 하기 위한 사업을 의미한다.

이러한 도시재생사업은 일반적인 건설사업과 비교하여 장기간의 사업기간, 막대한 규모의 공사비용, 사업에 참여하는 이해관계자의 다양성과 복잡한 구조로서 최근 국내에서 진행 중인 도시재생사업이 입체복합개발, 역세권개발 등 대형 프로젝트 중심의 복합용도 개발 사업위주로 전개되고 있다(추효진, 2012).



〈그림 1〉 Scope of Urban Renewal Project (Ministry of Land Infrastructure and Transport, 2013)

〈표 1〉 Problems and features of Urban Renewal Project

Category	Features & Problems
Main features of Urban Renewal Project	Pursuit of diverse Value <ul style="list-style-type: none"> • pursuit of various value in each projects • Difference of purpose from each project to pursue • Lack of interoperability (region, strict, space)
	Number of Projects <ul style="list-style-type: none"> • Presence of different type of projects • Lack of linkage between the work of project • Difference of business process in each projects • Exist various stakeholders in each projects
	Complicated involvement of stakeholders <ul style="list-style-type: none"> • Mixed various types of facilities. • High risk in whole of project • Difference of pursuit of purpose

도시재생사업의 특성은 다음 표 1과 같이 다양한 가치추구, 다수의 프로젝트, 복잡한 이해관계자 구조로 크게 3가지로 나눌 수 있다.

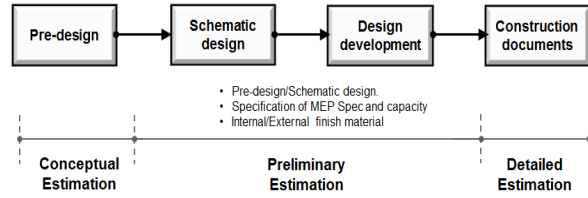
표 1과 같이 단일프로젝트로는 달성할 수 없는 복합적인 가치를 추구하는 도생재생사업은 사업 내에 각각 프로젝트 별 추구하는 목적을 조율하여 복합적이고 유기적인 지역별, 구역별, 공간의 연계가 필요하다.

하지만 대부분 도심지역에 대규모 사업이 집약적으로 시행되는 관계로 공사 진행에 대한 제약 조건이 여타 프로젝트에 비하여 까다롭다. 또한 초기단계에서 제한된 정보들 가지고 다수 프로젝트들의 원활한 진행을 위해서는 직관적이고 시각적인 방법을 통해 자원 및 비용의 예측을 통한 물량의 효과적인 할당이 필요하며 성공적인 공사 진행을 위해 상이한 각 프로젝트의 업무프로세스가 대한 종합적인 관리가 요구된다.

또한 다수의 프로젝트이므로 복잡한 이해관계자가 존재하여 사업 시행에 있어 도시재생사업 내에 존재하는 다수의 프로젝트를 수행하는 시행사와 시공사, 설계사, 감리 또는 CM 등의 이해관계자들이 존재하며 민간 및 공공집단 및 개발지역의 토지소유자 및 임차인의 등 복잡한 이해관계자 간의 갈등이 발생된다. 예를 들어 조합은 개발이익의 극대화를, 시공사 및 설계사, 행정업무 수행업체는 각 기업의 이익을, 행정관청은 제반계획 및 지역균형 발전을 우선시 하므로 관련 주체들은 각자의 입장에서 행동하게 된다.

이러한 이해관계자 간의 갈등은 사업의 기간을 장기화 시키고 비용 상승의 원인이 되며 이해관계간의 갈등을 최소화하기 위한 효과적인 관리가 요구된다.

따라서 복합용도개발 도시재생 사업을 성공적으로 수행하기 위해서는 무엇보다 사업의 초기단계부터 정확한 정보를 제공하여 효과적으로 관리할 수 있는 지원도구의 필요성이 증대되고 있는 실정이다.



〈그림 2〉 Definition of Preliminary Cost Estimation

2.2 3D 공간기반 개산견적에 대한 고찰

2.2.1 개산견적의 정의 및 선행연구 고찰

개산견적은 설계도서가 확정되지 않은 단계에서 프로젝트의 사업 타당성을 알아보기나 기본설계 단계 또는 설계 진행단계에서 여러 설계안의 경제성을 평가하기 위해 수행된다.(임철우, 2010) 개산견적은 공사금액을 예측한다는 의미에서 개념견적, 기본견적, 예산견적 등으로 표현되기도 한다.

위의 그림 2와 같이 개산 견적은 설계도면이 확정되지 않은 계획·기본 설계안을 토대로 수행되면 시방서 등의 구체적인 프로젝트 관련 자료가 없는 상태에서 이전의 유사한 공사에서 얻을 수 있는 경험적 단가정보를 토대로 기계·전기 설비의 예상용량, 예상 내·외장재료 등 견적자의 경험과 판단에 의해 수행된다.

기존에 설계단계에서의 개산견적 모델의 구축에 관한 연구로는 면적당 단가를 곱하는 방법, 회귀분석, 통계적 산출과 인공지능, 인공신경망, 유전자알고리즘, 개략견적DB를 이용한 방법이 연구되었으며 다음(표 2)과 같이 크게 3가지로 구분할 수 있다.

첫째로 통계자료에 따라 단위면적, 체적, 설비 당 단위 단가를 결정한 뒤 곱하여 공사비를 산출하는 단위기준에 의한 방법(Adain 1993, Hartgen and Talvitie 1995)은 과거 유사한 프로젝트 자료와 프로젝트 수행자의 경험에 의존하여 실시된다. 이와 같은 방법은 프로젝트의 변수를 기준으로 적절한 단가를 적용하여 전체 사업비를 용이하게 산출할 수 있다. 그러나 파라미터의 값이 확정되어야만 공사비를 산출 할 수 있다는 한계를 지니고 있다.

〈표 2〉 Research on Preliminary Cost Estimation

Researcher	Analysis Method	Contents
Kim (2004)	Multiple regression analysis	Verify the validity using genetic algorithm and multiple regression analysis for cost estimation early stage
Cheng (2009)	Evolution of fuzzy Nerve Reasoning	Proposed artificial intelligence system, which can improve the accuracy of cost estimates using (EFNIM) Evolution Fuzzy Neural Inference Model
Seo (2008)	QS based cost estimation	Study on developing cost estimating framework by analyzing previous cost estimating model and case of QS.
Lee (2010)	Calculation of standard payment in quantities of information	constructing attribute information model DB by using standard estimation and standard unit cost, and development of Work Sheet for expecting cost.

둘째로 실적자료 분석을 기반으로 하는 회귀분석과 시계열분석을 이용한 통계모델은(Harthen et al. 1997, 홍성희 2001, 이만희 2003, 전재열 2003, 김기홍 2005, 구원용 2007)은 표준공종 대입법에 의한 공사비 산출로, 도출된 회귀식의 결과 중 설명력이 높은 것을 이용하여 나머지 공종에 대한 공사비를 추론하는 방법이다. 이 방법은 수학적 모델을 기초하여 개산견적 값을 도출함으로써 오차율을 줄일 수 있는 장점이 있으나, 프로젝트 초기단계의 제한된 정보만을 활용하기 때문에 주요 설계의사결정과 연계되기 어려웠다.

세번째는 프로젝트초기단계에서의 공사비예측을 위해 인공신경망(Artificial Neural Network, ANN)과 사례기반추론(Case-Based Reasoning, CBR), 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm, GA) 또는 인공신경망과 유전자알고리즘을 포함한 모델에 관련한 연구들이다.(Yeh et al. 1998, Al Tabtabai 1999, David et al. 1999, 김선국 1999, 조훈의 2002, 김광희 2007)

이는 프로젝트별 입력 값과 목표 값인 공사비간의 관계를 신경망의 구조로 연결하고 학습시킨 후 학습에 사용되지 않았던 프로젝트의 실적데이터를 가지고 건축공사비를 추정하는 방법으로 분류한다. 위에 기법은 앞에서 언급한 방법론 보다 정확하고 유지관리가 용이한 장점이 있으나, 시간이 오래 소요되며 다양하고 풍부한 사례가 필요하며 사례가 누락되면 예측의 오차가 커지는 단점이 있다.

위에서 언급한 사업비 예측 접근 방식 중 인공지능을 이용한 방법과 통계 및 확률을 이용한 방법은 이전 프로젝트의 실적 데이터에 의존하였다. 하지만 도시재생 사업에서의 복합용도 시설물에 대한 사업비 예측은 실적 데이터가 충분하지 않고, 얻을 수 있는 정보가 한정되어있기 때문에 예측 정확도가 낮아지는 문제점이 발생한다. 국내 현업에서 적용되는 개산견적의 기본 접근 방식은 크게 두 가지로 구분할 수 있다.(박영진, 2009) 첫째로는 통계적, 경험적 접근 방식으로 각 건설사가 보유하고 있는 DB를 통해 공사비를 산출하는 평당 공사비 산출 방법이다. 둘째, 평면분석을 토대로 단위 면적당 공사비를 기준으로 하는 물량기반의 공사비 산출 방법이다. 경험적 공사비라 할 수 있는 평당 공사비 기반의 개산견적은 견적시간 단축과 비교적 간단한 방법이지만 기 수행 데이터들의 신뢰도와 작성자의 경험에 영향을 많이 받는 등 견적업무의 일관성과 정확도를 확보하기에 어려움이 따르는 문제로, 최근에 물량기반의 개산견적 방법을 구축하려는 노력이 진행되고 있다.

2.2.2 3D 기반 개산견적 사업비 예측 기법에 대한 선행연구 고찰

계획·기본설계 단계에는 발주자측과 설계자간의 협의과정에서 발주자측의 의견이 가장 많이 반영되며, 사업비에 관한 사

항은 상세도면이 없이 개산견적에 의해 공사비를 산출하므로 공사비를 추정하는데 한계가 있다.(김수민, 2009) 따라서 발생하는 공사비 변경요인에 따라 변동이 일어났을 경우, 문제점을 파악하기 위해서는 시간과 비용의 낭비 요소를 고려한다면 합리적이고 객관적인 개산견적 방법이 요구되며 이에 대한 대안으로 3D 기반 개산견적을 활용하는 방안이 떠오르고 있다.

3D 기반 개산견적은 BIM(Building Information Modeling)을 통해 3차원 파라메트릭 솔리드 모델링 기반의 정보체계를 기반으로 사업기획단계 에서부터 설계, 시공, 유지관리 및 수명주기 동안 필요한 모든 정보, 공사비 예측 및 공정 등을 통합관리 하고 있다. (이치주, 2009) BIM은 시각정보, 위치정보를 제공하며, 비용요소와 연계하여 견적업무를 효율적으로 수행하게 된다. 즉, 3차원 공간 모델링의 공간과 속성정보를 이용하여 물량산출이 수행되며 데이터베이스의 단가정보와 연동하여 견적업무를 구행하게 된다. 3D 공간기반 개산견적을 위한 BIM application은 그 목적과 활용에 따라 다양한 종류가 있으며, 가장 대표적인 BIM application의 종류 및 특성은 다음 표 3과 같다.

국내·외에서 상용되고 있는 각 BIM application마다 객체 정의방식과 속성정보 구축방식에서 차이가 있지만 모델링을 통해서 생성된 객체에 속성정보가 맵핑되어 물량이 산출되는 개념은 동일하다. BIM 활용 시 설계초기 단계에 생성된 도면 정보를 바탕으로 필요한 물량산출이 이루어지며, 설계진행 중 필요한 시기에 따라 물량산출이 가능하다. 이는 기존에 설계 중 물량산출을 위해 필요한 재작업의 문제를 해결함과 동시에 설계완료 시점과 이 후 시공 및 유지관리 단계까지의 도면정보의 관리를 통해 정보의 DB화를 가능하게 한다. 국내·외에서는 2000년대 이후로 물량산출/견적 업무의 자동화를 위해 3D 기반 자동화 시스템을 개발하고 있다.

현재 진행되고 있는 연구들의 추세를 보면 3D 기반 객체 지향

〈표 3〉 Main features of current BIM tools

Sort	Advantages	Disadvantages
ArchiCAD	Modeling in outward shape of surface and solid, parametric CAD, BIM modeling	Never built a rule-based relationship among objects, and restriction on parametric modeling
Bentley Architecture	Available BIM architecture design, solid modeling, 3D based calculated drawing models	Lack of compatibility with other BIM tools and utility
Revit Building	Parametric modeling, material estimates, rendering	Decrease of performance as the size of project becoming larger, the limitation on rule of setting parametric
Dprofiller	Feasibility study to carry out prior to the schematic design fast economic evaluation of space-based modeling	Not a common BIM tool, hard to generate detailed 2D drawings, and malfunction in integrating design process
Digital Project	Modeling in outward shape of surface and solid, parametric CAD, BIM modeling	Confusing user interface, restriction of extending library, and limitation on transforming 3D model into 2D drawings

적 방법론인 BIM을 활용한 연구들이 진행되고 있으며 단순 견적 업무만이 아닌 다양한 프로세스 업무와의 연계방안에 대한 연구들이 증가하고 있다.

기존 선행 연구에서는 골조공사나 공공주택 등 단순 부재 중심의 모델링과 단순평면배치의 교육시설 및 공공주택의 범위 안에서 개산견적을 수행해 왔으나, 향후 복잡하고 다양한 시설물에 대한 3D 기반 개산견적에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 또한 일부 BIM application을 제외한 대부분은 건물의 벽체, 슬래브, 보 기둥 등의 건물 부재단위 객체로 모델링이 되기 때문에 도면표현, 재질, 형태 등의 세부정보 등 구체적 정보제공이 미흡한 초기 계획단계에서 상세 모델링을 수행하기에 괴리가 발생한다. 또한 프로젝트의 의사결정 관점에서 부재단위의 모델링은 초기단계 발주자측 입장에서 시설물 공간용도의 재배치 및 면적 및 체적에 대한 경제성 평가 시 시각정보(visual information), 위치정보(location information)를 확인하는 데 있어서 어려움이 있다.

이에 본 연구는 3D 공간기반 개산견적을 위해 체계화된 부위별 분류체계를 정의하고 부위별 그룹화를 통한 공간단위 산출방

법을 제시하는 모델링 가이드 방안을 제안하고자 한다. 이를 적용한 오브젝트와의 속성정보 연계를 통한 초기단계에서의 정확한 물량산출 및 공사비 추정 통해 프로젝트 이해관계자의 의사결정을 지원하는 것이 목적이다.

3. 3D 공간기반 모델링 가이드 제안

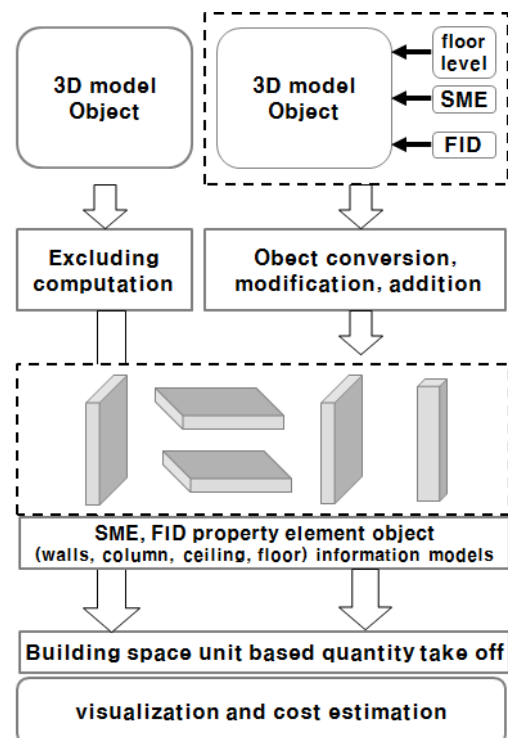
3.1 3D 공간기반 개산견적 모델링 가이드 개념

아래 그림 3은 3D 공간기반의 개산견적을 위한 모델링 가이드 개념도이다.

모델링 과정에서부터 프로세스에 진행 단계에 따른 디테일 수준을 고려하여 산출배제 객체 항목들에 대해 분류를 하고 층별 공간별 부위별 공사비 정보의 추출을 위해 층 레벨 매개변수를 설정한다. 또한 물량 및 공사비를 산출 하고자하는 객체에 대해서 3D 오브젝트 부위별 객체에서 시공단계에서의 WBS(Work Breakdown Structure)분류체계와의 연계를 고려한 SME(Standard Module and Element)분류코드와 마감재료 코드 FID (Finish Identity)를 부여하여 객체변환, 수정, 추가, 정보 가공 수행한다. 이렇게 부여된 3D 모델 객체들은 Revit Category와 연계되며 부위별로 그룹화 한 공간정의를 통해 부위의 위치 및 공간 내 그룹화된 부위들에 대한 재료속성을 확인할 수 있다. 또한 공간정의 및 물량산출을 통해 모델링의 시각화 및 개산견적을 추정할 수 있어 향후 프로세스의 진행에 원활한 흐름으로 진행 될 수 있다.

〈표 4〉 Research on 3D information model-based approximate cost estimation

Researcher	Subject	Contents
Zhigang Shen, (2010)	Comparison on pre-existing cost estimation methods and BIM-based one	Attesting the effectiveness of BIM-based cost estimation by comparing pre-existing approaches and BIM-based one in terms of generality, flexibility, efficiency, and accuracy
Lee (2004)	Automation in QTO (quantity takeoff)	BIM-based automatic QTO module for approximate estimation
Franco K.T, Cheng (2012)	Cost estimation method for decision making in building information modeling	Developing approximate estimation information model for facile creation of business alternatives in the early stage of construction project
Park (2011)	BIM based-approximate estimation	For attaining more precise approximate estimation, structural work of apartment house is categorized into spatial factor and integrated with cost DB
Kim (2012)	Information model scheme for open-BIM based cost estimation	For facilitation of open BIM-based cost estimation, information model scheme in terms of prerequisite for property, construction of breakdown structure, and its level of detail
Shim (2012)	BIM-based integrated solution to the preliminary estimation	Attesting the effectiveness of BIM-based total solution by comparing with previous cost estimating approaches
Kwon (2009)	Calculating QTO by codifying breakdown structure of quantities	Accuracy validation on 3D BIM-based quantity takeoff method by implementing to the case of education facility and comparing with result from previous methods
Park, (2011)	Model for BIM-based approximate estimation	Systemic early-stage estimation model mirroring factors related to construction cost fluctuation for preliminary study



〈그림 3〉 Concept of building space unit-based estimation process

3.2 층 레벨 규칙 정의

모델링을 수행하기 전에 층별 공간별 부위별 공사비 추출을 위해 층을 입면에 정의한다. 이는 향후 공간단위 물량을 뽑아내기 위한 위치정보를 나타내는 것으로 추후 예산편성의 적정성을 판단하는데 활용된다.

층 레벨의 매개변수는 FLEVEL로 정의하며 각 층 마다. 변수로는 지하층은 B1, 지상층은 01로부터 시작한다. SL 기준으로 층 레벨을 정의하며 최하위 층 바닥레벨부터 기초 바닥까지는 FT 층으로 정의한다. 또한 층간에 반이층이나 PIT 층 개념은 B1PIT 층으로 정의한다.

단, 난간 등 층고가 명확하지 않아 FEVEL 값이 적용되지 않는 레벨은 직접 FLEVEL를 입력한다.

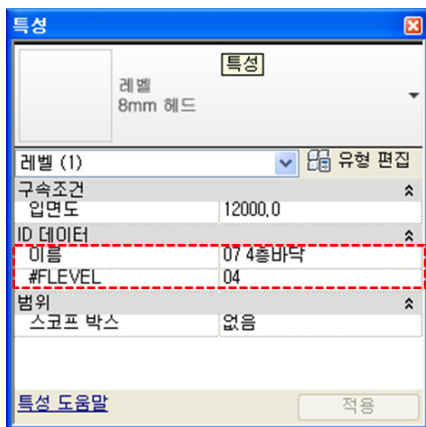
3.3 SME(Standard Module and Element) 분류체계 정의

모델링된 객체들은 SME(Standard Module Element)분류체계코드를 매개변수로 이용하여 오브젝트의 속성과 적용범위를 설정할 수 있다. 이는 초기단계에서부터 체계화된 객체의 분류체계를 통해 향후 프로세스 진행단계에서 공사 관리를 위한 WBS와 연계가 가능하다. 서로 다른 여러 개의 객체들을 묶어 하나의 공간기반인 프로덕트로 묶기 위한 방법으로 SME의 부위별 객체들을 묶어 공간을 정의할 수 있다.

SME는 적용범위에 따라 공동가설, 가설, 구조, 창호, 커튼월, 내부마감, 비 내력벽, 계단마감, 외부마감, 토공, 부대공사, 기타 공종 등 총 12개의 적용범위를 나누었으며 적용범위의 부위에 따라 내부, 외부별로 각각의 부재들의 코드를 정의하였다. 부위에서는 보, 기둥, 슬래브, 계단, 커튼월, 창호, 문 등으로 분류하였다.

다음 표 5와 같이 SME 분류체계코드를 따라 3D 모델링 된 객체와 객체의 속성정보에 매개변수를 정의하게 된다.

이러한 코드체계를 부여하는 것은 모델링 후 향후 지속적으로 모델에 대한 검토를 수행할 때 쉽게 판단할 수 있으며, 또한



〈그림 4〉 Example of Floor Level Definition

개산견적을 위한 단가 DB와의 연동에 있어 정확한 공사비를 추출 할 수 있다.

SME분류 코드를 부여하는 과정에서 사용자가 보고자하는 부위에 대한 공사비 산출 옵션을 설정 할 수 있다.

가령 ‘걸레받이’ 같이 계획 설계단계에서 고려하지 않아도 되는 부위에 대해서는 실제 모델을 구축하지 않고 향후 공사비 추정에서 공사비를 산정하는 코드로 설정할 수 있다. 반대로 대지나 부대시설 같이 모델링하는 과정에서 단순 시각화를 위한 모델링을 구축하고 공사비 추정은 제외하도록 할 수 있다. 옵션 종류는 Z, DIS(disregard), X로 표시 할 수 있으며 일반적으로

〈표 5〉 Example of SME(Standard Module Elements) Type

Area	Module	SME	Type(Element)
Window	Internal Window	211	Internal Door
	Internal Window	212	Internal Window
	External Window	221	External Door
	External Window	222	External Window
Curtain Wall	Internal Curtain Wall Curtain System	213	Internal Curtain Wall
	External Curtain Wall Curtain System	223	External Curtain Wall
Internal Finish	Internal Finish	231	Floor
	Internal Finish	232	Wall
	Internal Finish	233	Washboard
	Internal Finish	234	Ceiling
	Internal Finish	235	Molding
	Internal Finish	236	Curtain Box
	Internal Finish	237	Furniture, Appliances
Nondearing Wall	Internal Finish	239	Etc.
	Nondearing Wall	251	Masonry
	Nondearing Wall	252	Partition
Stairs Finish	Nondearing Wall	259	Etc.
	Stairs	261	Floor
	Stairs	262	Wall
	Stairs	263	Ceiling
External Finish	Stairs	269	Ect.
	External	281	Floor
	External	282	Wall
	External	283	Ceiling
	Roof	284	Etc.
Earth work	External etc.	289	Etc.
	Earth work	311	Earth work
	Earth work	312	Temporary Steel
	Earth work	313	Pile
	Earth work	314	Soil ground
	Earth work	319	Etc.
Subsidiary	Subsidiary	321	Subsidiary
	Subsidiary	322	Scenic Planting
	Subsidiary	323	Landscape Facility
Etc.	Subsidiary	329	Architecture Etc.
	Etc.	400	Mechanic Facility
		500	Electronic Facility
		600	Communication Facility
		700	Earth Work
		800	Landscape

모델링과 같이 공사비를 산출하는 부위에 대해서는 SME에 코드 번호를 입력하되 나머지 옵션사항에 대해서는 Z, DIS, X로 입력하여 향후 공사비 DB와의 연동 시 모델링 수준에 맞는 부위별 분류를 통해 공사비를 추정할 수 있게 된다.

Z 옵션은 모델링 시물레이션은 개략견적에서 필요 없으나, 견적을 위한 부위일 경우에 사용되며, X 옵션은 객체가 그대로 고정으로 있는 경우나 단순 시각화 모델링 자체로의 의미가 있는 부위에 대한 설정이다. 마지막으로 DIS 옵션은 타 공정이나 건축설계에서 고려되지 않은 기계(M), 토목 및 조경(S), 전기(E), 통신(C)설비 모델링에 관련된 부위에 대해서는 DIS 옵션을 설정한다.

3.4 FID(Finish Identity)를 통한 실내·외 마감 상세재료 표현

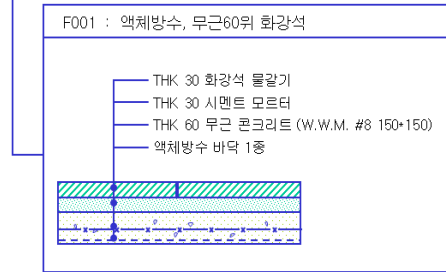
SME 부위코드 체계를 오브젝트의 속성정보를 입력한 후 부위에 들어가 실내 마감의 상세재료로서 FID(Finish Identity) ID를 이용하여 수량산출을 지원한다.

모델링된 객체들은 FID를 매개변수로 이용하여 오브젝트의 속성에 마감 재료의 유형명을 작성하고 향후 수량산출단계에서는 각각의 재료를 산출 정보화 할 수 있어 룸 단위 공간단위 공사비를 추출 할 수 있으며, 예상 내·외장재료 등을 수시로 변경이 가능하다.

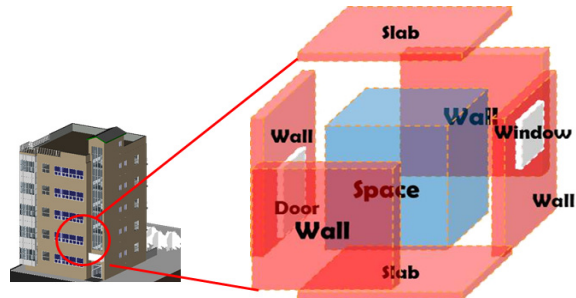
다음 그림 5는 부위에 대한 내·외 마감재료 FID 코드화에 대한 예시이다. SME에서 정의한 부위에 대한 마감재료로서 THK 30 화강석 물갈기, THK 30 시멘트 모르터, THK 60 무근콘크리트 (W.W.M. #8 150*150)로 구성이 되어 있다.

이 각각의 마감에 대해서 코드를 부여하여 F001이라는 하나의 복합단가를 정의하였다. 이는 향후 공사비를 추정하는데 있어 각각의 재료마감 단가에 대한 고려가 없이 정의된 복합단가로 부위에 대한 마감공사비를 추출 할 수 있다.

Finish Identity				
코드	명칭	규격	단위	비고
F001	액체방수, 무근60위 화강석			
35236202502	화강석 물갈기 T30		m2	일위 대가
47452000352	시멘트 몰탈 30 mm		m2	일위 대가
40523630250	무근콘크리트 60 mm		m3	일위 대가
45268563202	와이어 메쉬 #8 150*150		m2	자재 대가
56931032110	시멘트 액체방수 바닥 1종		m2	일위 대가



〈그림 5〉 Codification of Elements of Internal & External Material



〈그림 6〉 Integrating elements on the basis of meta knowledge

00.000.00

- 00 : 공간분류
- 000 : 실 번호
- 00 : 같은 실의 Serial

〈그림 7〉 Code mask for space definition

3.5 부위별 객체의 그룹화를 통한 공간 정의

공간정의의 목적은 부위별 객체의 물량을 룸 단위의 실별 견적으로 뽑아내기 위함이며, 이를 통해 층별, 및 공간별 물량 및 공사비에 대한 분포를 알기 위함이다.

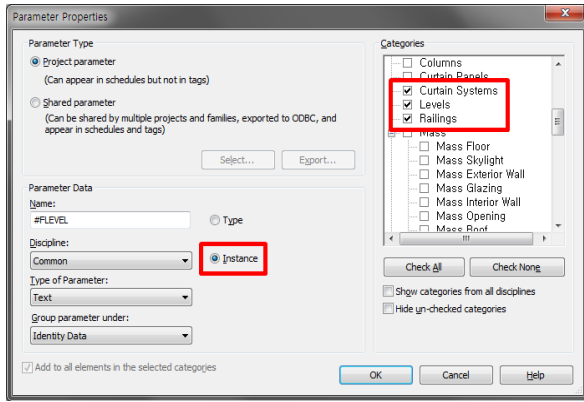
공간정의의 방법은 룸을 구획하는 벽체의 안쪽으로부터 공간정의를 실시하며 모델링 객체에서 룸의 룸 경계선을 이용하여 공간정의를 설정한다. 공간정의의 기준은 구조벽 중심 또는 비 내력벽 중심으로 하여 산정하며, 벽이 없는 경우는 바닥 마감경계나 실 구분을 기준으로 공간정의를 실시한다.

그림 6과 같이 SME 및 FID 정의된 부위별 객체에 대해서 공간단위로 그룹화하여 공간단위의 물량을 산출 할 수 있도록 정의한다. 공간정의의 대상은 SME으로 정의된 내·외마감에 국한되

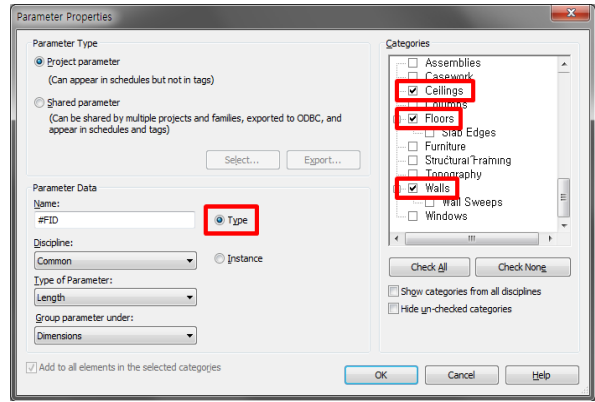
며 특히 계단실도 공간정의를 하여야 한다. 각 층별로 룸 코드 번호는 고유하며 층별로 같은 번호체계로 구성한다. 룸 번호는 00.00.00번호의 체계를 가지게 되며 공간분류, 실 번호, 같은 실의 Serial 번호 로 구성된다.

4. 현재 연구 진행 과정(00시 00역 복합환승센터 모델링)

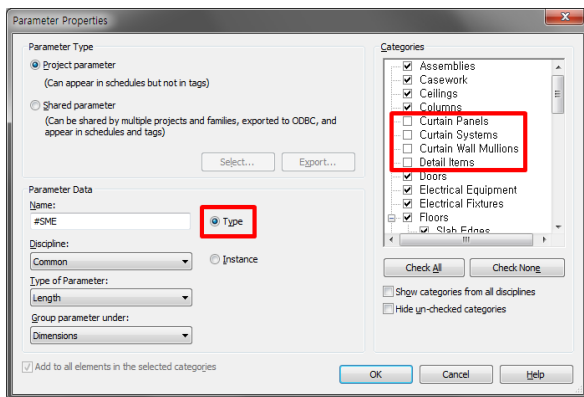
계획설계 도면을 바탕으로 00시 00역 복합환승센터의 모델링을 통한 3D 공간기반 개산견적 모델링을 위해서 제시한 모델링 가이드 방법으로 수행하였다.



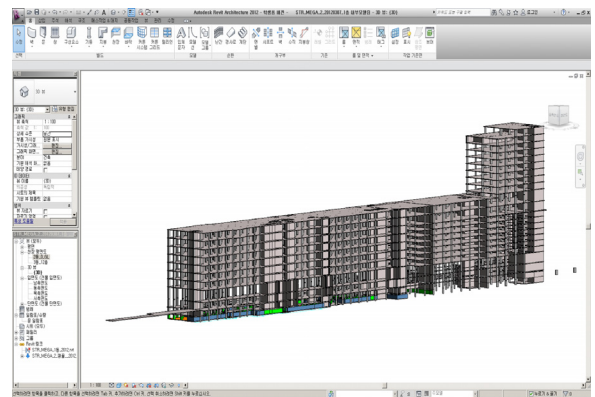
〈그림 8〉 Application to Floor level: process of add in parameter properties



〈그림 10〉 Application to FID: process of add in parameter properties



〈그림 9〉 Application to SME: process of add in parameter properties



〈그림 11〉 Framework modeling of transfer station complex

우선 BIM application Revit 2012 기준으로 모델링을 실시하기 위한 사전 작업으로 층별 공간별 부위별 공사비 정보를 추출하기 위한 층 레벨(FLEVEL), SME, FID 매개변수를 정의한다.

Parameter Data에 #FLEVEL은 모델의 레벨에 관여하는 매개변수 이므로, 우측상단에 Revit Category에서 #FLEVEL이 제어할 수 있는 Curtain Systems, Levels, Railings를 선택한다.

Parameter Data에 #SME는 모델의 내·외부에 부위에 객체에 관여하는 매개변수 이므로, 우측상단에 Curtain Panels, Curtain Systems, Curtain Wall Mullions, Detail Items 같이 외부 커튼월에 대한 정보를 제외한 대부분의 Revit Category를 선택한다.

Parameter Data에 #FID는 주로 천정이나 바닥, 벽체 객체 모델 관여하는 매개변수 이므로, 우측상단에 Revit Category에서 #FLEVEL이 제어할 수 있는 Ceilings, Floors, Walls을 선택한다.

위와 같이 층레벨, SME, FID 매개변수를 설정한 후 그림 11과 같이 00시 00역 복합환승센터의 구조체 모델링 작업을 실시하였다.

구조체 작업이 완료 후 실제적으로 SME, FID 코드를 입력하

기 위한 내·외부 부위 객체 모델링을 실시하고 있다.

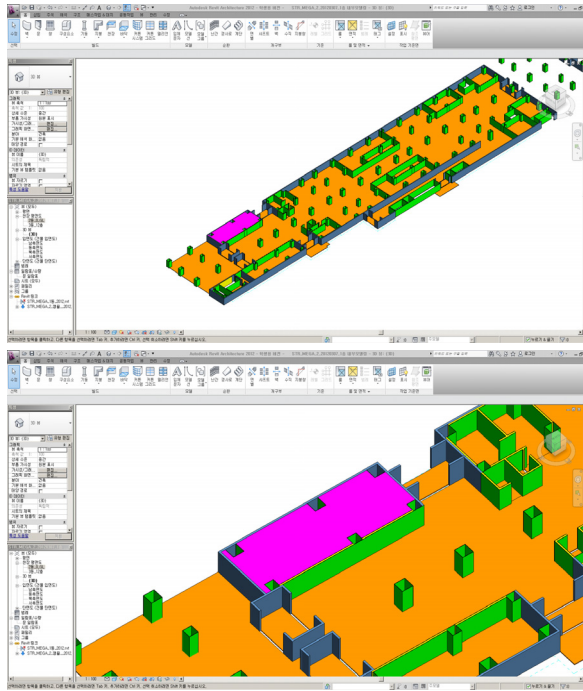
현재 1층 부분 상업 시설 및 교통 환승시설에 대한 내부 모델링은 바닥, 천정, 벽체, 주변 마감재에 대한 모델링과 공간정의 및 실별 물량 산출을 하기 위한 룸 경계선 모델링을 실시하고 있다.

5. 향후 연구 진행 방향 및 결론

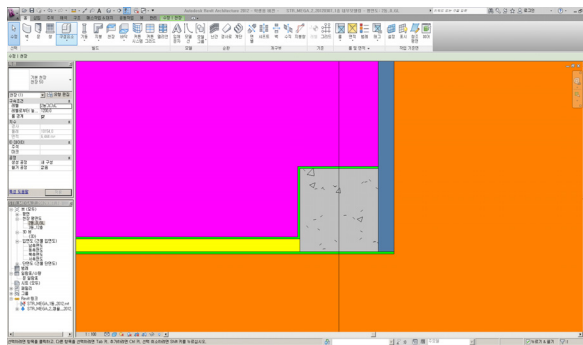
본 연구는 3D 공간기반 개산견적을 위해 체계화된 부위별 분류체계를 정의하고 부위별 그룹화를 통한 공간단위 산출방법을 제시하는 모델링 가이드 방안을 제안하였다. 층별, 공간별, 부위별, 공사비 정보의 추출을 위해 층 레벨, SME 및 FID코드를 입력하여 부위객체의 속성정보를 입력 하였으며 수량산출을 위해 부위별 속성정보가 입력된 부위객체들을 그룹화하여 공간정의 방안을 제시 하였다. 이를 통한 공간단위 물량산출을 통해 공사비DB 단가와 연동하여 개산견적을 추정할 수 있다.

본 연구를 통해 도출된 문제점은 다음과 같다.

첫째, 복합환승센터는 기존 3D 기반의 선행연구에서 언급했던 일반적인 학교시설물 및 주택시설물과는 달리 대 단위 시설물에 대한 모델링이므로 모델링의 파일이 커질수록 작업의 효율



〈그림 12〉 Example of interior modeling of transfer station Complex



〈그림 13〉 Example of modeling for floor, ceiling, walls, internal finishes

성이 떨어진다. 또한 모델링의 상세 수준(Level of Detail) 수준의 정의가 없기 때문에 사용자마다의 모델링 구현 정도가 다르다. 때문에 프로세스별 모델링 LOD 정의 및 프로세스별 모델 분류 및 범위 설정이 필요하다.

둘째, 설계, 견적, 시공사가 생각하는 3D 개산견적의 개념이 다르기 때문에 모델링하는 방법이 달라 모델의 활용 범위가 떨어져 업무 프로세스의 단절이 발생한다. 때문에 기획설계단계에서의 향후 시공단계까지 참여자들이 하나의 모델을 기반으로 협업할 수 있는 모델링 가이드로써의 발전이 필요하다.

향후 연구는 현재 구축된 3D 모델링정보와 연계되는 경험적 단가정보 DB구축 및 단가 조사 연구를 통한 데이터 확장이 필요하며, 다양한 시실물을 고려한 SME, FID코드의 업데이트 및 향

후 시공단계에서의 공종별 분류체계와의 연계를 위한 고려가 필요할 것으로 판단된다.

또한 향후 기존 개산견적과 대비한 3D 공간기반 개산견적과의 공사비 정확도에 대한 비교 분석을 통해 향후 기본설계 단계에서의 개략적 공사비 추정시스템의 적정성을 검증 할 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술 평가원에서 시행한 2007년도 첨단도시개발사업(07도시재생 B03)의 연구비 지원에 의한 결과임.

참고문헌

- Choo, H-J(2012) "A Study on the Effective Application Method of Construction Management System on Urban Regeneration Program", Masters Thesis, Chuang University.
- Franco K.T. Cheng, Jonathan Rihan, Joseph Tah, David Duce, Esra Kurul (2012), "Early stage multi-level cost estimation for schematic BIM models", Automation in Construction", Vol. 27, pp. 67-77.
- Hyun, C-T, Hong, T-H, Son, M-J, Jang, D-W (2009) "Development of the Construction Cost Prediction Model Based on Case-Based Reasoning in the Planning Phase of Mega-Project", Journal of the Architecture Institute of Korea, Vol. 25, No. 9, pp. 181-190.
- Kang, H-K(2009), "Value System Management Method Considering characteristic of Urban Regeneration Program." Masters Thesis, Kwang Woo University.
- Kim, C-J, Kim, Y-O (2007), "A Study on the Function Relations & Proximity of Facilities in Commercial Mixed-Use Building", Journal of the Architecture Institute of Korea, Vol. 23, NO. 4, pp. 73-82.
- Kim J-W, Ryu, H-G, Son Bo-Sik, Choi, Y-K (2009), "Process Model based on Characteristics of Mega-Scale and Multi-Complex Urban Regeneration Project." Journal of the Architecture Institute of Korea, Vol. 29 No. 1 pp. 617-620.
- Kim, G-H, Kang, K-I (2004) "A Study on Predicting Cost Estimation of Apartment Building Using Neural Network's Architecture Optimized by Genetic Algorithms", Journal of the Architecture Institute of Korea, Vol. 20 No. 2, pp.

- 81-88.
- Kim, H-J (2012), "The Development of Data Model for Open BIM-Basd Estimates -Focused on Construction Type for Actual Cost of Public Project-", Masters Thesis, Kyung-Hee University.
- Kim, S-M, Cho, J-H, Lee, J-S, Chen, J-Y (2009), "Cost Estimating Model of Structural Elements using Approximate Quantity Survey in Preliminary Building Design Phase", Journal of the Architecture Institute of Korea, Vol. 25 No. 12, pp. 155~164.
- Kwon, O-H (2010), "The Study on application of 3D-based BIM for enhancing the efficiency of cost estimate and control : focusing on school facilities", Masters Thesis Hong ik University.
- Lee, M-C (2010), "A Study on the BIM Property Information Modeling for the Cost Estimate of the Public Construction Project", Masters Thesis, Seoul National University of Science and Technology.
- Lee, C-J, Lee, G, Won, J-S (2009) "An Analysis of the BIM Software Selection Factor", Journal of the Architecture Institute of Korea, Vol. 25 No. 7, pp. 153-163.
- Lim, C-W, Yu, J-H, Kim, C-D (2010), "Analysis for BIM Object Information Compatibility Problem Classification Among BIM Softwares", The Korea Institute of Building Construction Conference Vol. 10 No. 1 pp. 257-260.
- Lee, J-C (2004), "Developing an Automated Modules for Scheduling and Quantity Estimation Based on 3D CAD Model Information towards Effective Use of 4D CAD Model", Journal of the Architecture Institute of Korea, Vol. 20 No. 2, pp. 15-22.
- Min-Yuan Cheng, Hsing-Chih Tsai, Wen-Shan Hsieh, (2009) "Web-based Conceptual Cost Estimates for Construction Projects Using Evolutionary Fuzzy Neural Inference Model", Automation in Construction, 18, pp164-172.
- Park, S-H (2011), "Judgement Model for Consturction Cost Appropriateness of Mulit-Family House Projects in Planning Phase" Master Thesis University of Seoul.
- Park, Y-J, Won, S-K, Han, C-H, Lee, J-B (2011), "A Study on 3D BIM Collaborative Approximate Estimating Model of Structural Work for Apartment Project", Journal of the Architecture Institute of Korea, Vol. 27, No. 6, pp. 123-130.
- Seo, J-H, Ryu, H-G, Lee, D-R (2008) "Development of Public Office Cost Estimation Framework in Feasibility and Design Stage", Journal of the Architecture Institute of Korea, Vol. 24 No. 3, pp. 153-160.
- Son, B-S (2005), "Schematic cost estimation model based on quantity variables in building projects" Doctors Thesis Seoul National University.
- Shim, H-W (2012), "A Study on The Usability of a BIM-based Integration Solution to The Preliminary Estimate of The Public Construction Projects." Masters Thesis, Seoul National University of Science and Technology.
- Urban Renaissance Ministry of Land Infrastructure and Transport, (www.kourc.or.kr)