

# IFC-BIM 연계 지식정보기반 마감공사 개산견적 프레임워크

박상헌<sup>1</sup>, 박형진<sup>1</sup>, 구교진<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>서울시립대학교 건축공학과

## Schematic Estimate Framework of Finishing Works based on IFC-BIM Knowledge

Sang-Hun Park<sup>1</sup>, Hyung-Jin Park<sup>1</sup>, Kyo-Jin Koo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Architectural Engineering, University of Seoul

**요약** 건설사업 전 생애주기 중 설계단계에서의 대안별 비용 예측은 사업의 수익성 및 타당성 분석을 위한 판단기준이 된다. 설계도서가 완성되지 않은 초기 설계단계에서 과거의 유사자료를 바탕으로 개산견적이 실시되고 있다. 견적자의 경험과 산정방법에 따라 물량이 상이하고 누락되는 경우가 발생한다. 최근 IT기술 발전으로 BIM 기술이 주목을 받으면서 건설 전반에 걸쳐 기획, 설계, 시공, 유지관리 기술의 패러다임을 변화 시키고 있다. BIM을 활용한 다양한 연구가 시도되고 있지만, 활용 효과는 건설 사업의 기대에 미치지 못하고 있다. 본 연구에서는 국제 표준 IFC와 견적 관련 지식정보를 연계한 개산견적 프레임워크를 제안한다. 그 결과, 초기 설계단계에서 의사결정을 위한 공사비 예측을 수행하며, 그리고 선행연구의 한계점을 일부 극복이 가능할 것으로 기대된다. 또한, 개산견적 프레임워크는 프로세스 일부를 자동화하였기 때문에 변경에 대한 능동적인 대처가 가능하다.

**Abstract** Cost Estimate for alternative in design phase of construction become criterion for profitability and feasibility analysis of projects. Initial design phase performed schematic estimate based on similar data in the past. The quantity take-off according to estimators experience and calculation method are occurred different or missing. IT (Information Technology) technology evolution has been promoting BIM technology in construction. It is changing the paradigm of planning, design, construction and maintenance phase throughout the construction project. A number of studies have been attempted to apply BIM technology in the construction. In this paper, we propose schematic estimation framework linking standard format IFC (Industry Foundation Classes) and estimate related knowledge. As a result, it performs a cost prediction for decision-making in the design phase, and expected to overcome the limitations of previous studies. In addition, it is possible actively coping with changes.

**Key Words** : Finishing Works, IFC-BIM, Knowledge-based, Schematic Estimate

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 목적

설계단계에서 비용 예측은 사업의 수익성 분석에서 발주자 및 설계자의 의사결정을 위해 중요하다. 설계도서가 완성되기 전 기본설계단계에서 과거의 유사자료를 근거로 개략적인 비용을 산정하는 개산견적이 수행되고

있다. 현재 개산견적은 2D 전자도면을 바탕으로 견적자 경험에 의존하여 수작업으로 산정된다. 이로 인해 산정된 물량이 상이하거나 누락되는 경우가 발생하며, 변경 사항에 대한 능동적인 대처가 어렵다.

IT기술 발전으로 건설 산업의 패러다임이 변화하고 있으며, 건설 생산과정의 정보를 통합할 수 있는 BIM (Building Information Model) 기술이 주목받고 있다. 견

본 논문은 국토교통부과학기술진흥원 도시건축 연구개발사업의 연구비지원(과제번호#14AUDP-C067817-02)에 의해 수행되었습니다.

\*Corresponding Author : Kyo-Jin Koo (University of Seoul)

Tel: +82-2-6490-2760 email: kook@uos.ac.kr

Received May 13, 2015

Revised (1st June 5, 2015, 2nd June 10, 2015)

Accepted June 11, 2015

Published June 30, 2015

적분야에서도 BIM을 기반으로 다양한 연구가 시도되고 있지만, 활용 효과는 기대에 미치지 못하고 있다. BIM 기반 개산견적 관련 연구 현황을 고찰한 결과, 1) 물량산출을 위한 상세한 모델 요구, 2) BIM 객체에 많은 양의 견적정보 입력 요구, 3) BIM 소프트웨어간 입력된 견적정보의 호환성 문제 등이 있다. 본 연구에서는 IFC (Industry Foundation Classes)의 형상정보와 사례로부터 도출한 오브젝트, 부위별 물량 산정모델, 파라미터 회귀 모델로 구성된 견적 지식정보를 연계한 개산견적 프레임워크를 제안한다. 초기 설계단계부터 비용 검토가 가능하여 설계변경에 능동적인 대처에 도움을 줄 것이다.

## 1.2 연구 범위 및 방법

본 연구는 개산견적이 수행되는 기본설계단계에서 IFC와 견적 지식정보를 연계하여 마감공사 개산견적을 위한 프레임워크를 제시하는 것이며, 다음과 같은 절차에 따라 진행되었다. 첫째, 기존 개산견적과 BIM 기반 개산견적 관련 선행 연구를 통해 한계점을 분석하였다. 둘째, 오브젝트-파라미터 개산견적 시스템을 고찰하여 한계점과 지식정보를 유형별로 구분하였다. 셋째, 국내의 BIM 가이드라인 및 연구 관련 문헌에서 설계단계별 BIM 모델 상세수준 (Level of Detail, 이하 LOD)을 분석하여 개산견적을 위한 상세수준을 도출하였다. 다섯째, 지식정보와 IFC-BIM 연계를 위한 프레임워크를 구축하였다. 여섯째, 지식정보와 IFC-BIM 연계한 프레임워크에 사례를 적용하였다. 제안된 프레임워크의 유효성 검증은 사례 프로젝트를 대상으로 기존 견적방식과 결과 값을 정량적으로 비교하며, 프레임워크의 활용적인 측면에 대해 계층적 분석 방법 (Analytic Hierarchy Process, AHP)을 활용하여 평가 및 비교를 실시하였다.

## 2. 예비적 고찰

### 2.1 개산견적 개념

설계단계별 수행되는 견적의 유형을 살펴보면 기획 및 개념 설계단계에서는 개념견적, 기본설계단계에서는 개산견적, 실시설계단계에서는 상세견적으로 구분할 수 있다. 기본설계단계에서 수행되는 개산견적은 공사에 필요한 재료의 수량 및 노무의 수량을 상세히 산출하지 않고, 과거의 유사한 자료를 통해 개략적으로 산출하는 방법이다. 설계도면이나 시방서 등 구체적인 자료가 없는

상황에서 견적자의 경험과 판단에 의해 수행되고 있다. 국내에서 활용되는 개산견적 산정방법에는 통계 및 경험적 산정방법, 단위 면적당 공사비 산정방법 등 두 가지로 구분할 수 있다. 기존 산정방법의 장점은 견적시간 짧지만 결과 값의 일관성 및 정확도에서 한계가 있다. 2008년 설계협업 및 최적화 기술 개발 연구에서 따르면 예상 공사비 초과빈도 정도 측정에서 자주 발생 46%, 초과발생 원인은 공사비 검토부족 49%로 설계단계 초기에 개산견적의 중요성을 시사하고 있다.

### 2.2 IFC 개요

IAI(International Alliance for interoperability)에서는 AEC와 FM분야의 정보 표준화 및 공유를 위해 표준 포맷의 필요성을 제기하였다. IAI에서는 건설분야를 위한 IFC를 개발하여 건설 관련 소프트웨어간 정보교환과 상호 호환성을 극대화하였다. 최근 IFC 2x 버전은 4개의 개념적인 Layer로 구조화되어 있으며, 각각의 개념들은 참조(Reference)원칙을 따른다[1]. IFC의 구성요소는 건물의 정보를 가시적으로 표현하는 요소(벽, 문, 기둥, 바닥, 보 등)와 비가시적으로 표현하는 요소(명세, 실행, 공간, 조직, 비용 등)로 구분할 수 있다. 가시적으로 표현되는 요소는 Table 1과 같이 ifcBuildingElement의 하위 엔티티에 포함된다.

Table 1. Sub-Entities of ifcBuildingElement

Entity	Elements	Type
ifcBeam	Beam	beam, joist etc
ifcColumn	Column	column
ifcMember	Linear Element	brace, member etc
ifcPlate	Plate	curatin_panel, sheet etc
ifcWall	Wall	standard, polygonal etc
ifcSlab	Slab	floor, roof, landing etc
ifcRamp	Ramp	ramp for moving floor
ifcStair	Stair	stair for moving stair
ifcRoof	Roof	object make
ifcStairFlight	Stair Flight	straight, curved etc
ifcRampFlight	Ramp Flight	straight, spiral etc
ifcCurtainwall	Curtainwall	surrounding outer wall
ifcRailing	Rail	handrail, guardrail etc
ifcWindow	Window	windows or skylights
ifcDoor	Door	opening
ifcBuildingElementProxy	Universal Elements	information of elements

각 하위항목의 속성항목은 형상정보와 식별정보 등을 포함하고 있다. 벽 객체에서 형상정보는 길이 (Length),

폭(Width), 면적(Area), 부피(Volume) 등이 포함되며, 식별정보는 부제명(Name), 생성자 (Authorize), 생성일(Date) 등이 해당된다.

### 2.3 선행연구 분석

1990년 이후 설계단계 초기에 공사비의 관리 중요성을 인식하고 개산견적을 위한 연구가 다양하게 시도되었다. 기획설계단계에서 개산견적 관련 연구는 Table 2와 같이 확률 및 통계적 방법, 인공지능을 활용한 방법 등 두 가지로 구분할 수 있다. 회귀분석을 이용한 방법에서는 부위와 공종을 대상으로 공사비 예측을 수행하였으며, 인공지능 관련 연구에서는 공사비 예측과 조정을 통한 대안별 공사비 산출이 가능하다. 그러나 개산견적 관련 선행연구들은 과거의 실적자료를 바탕으로 수행되기 때문에 자료의 양과 질적인 수준 정도에 따라 오차가 발생하는 한계가 있다. 따라서 견적의 오차를 없애는 것은 불가능하므로 가능한 오차의 편차를 줄이는 것이 관건이다.

Table 2. Schematic Estimation Literature

CAT	Methodology	Contents
Probability Statistics	Regression	Construction of Computerized Algorithm for Proper Construction Cost Estimation Method by Historical Data Analysis [2] Multiple regression model for Cost Prediction of Office Building [3] Cost Prediction Model for compilation of budget in Educational Building [4]
	Simulation	Probabilistic cost planning during design decision-making process focused on high-rise office building [5]
Artificial Intelligence	Neural Network	Prediction model using neural network for total estimated of apartment project [6]
	GA	Prediction construction cost of apartment based on case based reasoning technique at the early project stage [7]

BIM 도입으로 견적 분야 및 다양한 분야에서 적용하기 위한 다양한 연구들이 시도되고 있다. 국내 BIM 견적 관련 연구를 살펴보면 3차원 모델을 적용한 자동화 시스템, 3차원 객체에 단가를 연동한 연구, IFC를 통해 물량을 산정하는 연구 등이 있다. 국외의 경우에는 상용 소프트웨어에서 견적을 위한 데이터베이스 구축과 에너지 성능 및 견적 자동화 방법 등이 있다. 선행 연구를 특성별로 분류하면 Table 3과 같이 물량산출 자동화, 견적 자동화, 견적 업무 효율화로 구분할 수 있다. 그러나 선행연구들은 단순 물량산출과 마감모델 생성 자동화에 초

점을 맞추어 연구가 진행된 것을 알 수 있다. 또한 물량 산출 및 견적을 위해서는 상세한 모델과 많은 정보를 수동으로 입력하도록 요구하고 있다. 따라서 모델에서 표현이 어려운 객체들로 인한 오차율과 객체별 견적 관련 정보 입력과정에서 많은 시간이 소요되는 문제가 발생한다.

Table 3. BIM based Cost Estimation Literature

CAT	Methodology	Contents
Quantity	Object oriented	Automated cost estimating system using 3D CAD element information [8]
	Recipe	Unit price & building elements integrated Recipe-based estimation system [9]
	IFC	Automatic quantity takeoff from drawing through IFC model [10]
Estimation	3D Drawing	Improving estimating practices of building projects using BIM [11]
	Estimation	BIM-assisted construction detailed cost estimation [12]
Efficiency	Modeling	Automated modeling system to improve productivity of BIM-based quantity [13]
	DB	Database based cost-estimation system to support building design [14]

### 2.3 오브젝트-파라미터 기반 개산견적

기본설계단계 진행 중에 견적 지식이 부족한 설계자들이 한정된 정보만으로 상세견적과 같은 방식으로 견적을 수행하는 것은 어렵다. 2008년 서울시립대학교에서는 천정, 바닥, 벽 부위별 설계 및 시공정보 통합을 통해 오브젝트 개념을 도입하여 부위별로 설계 대안을 평가할 수 있는 오브젝트 기반 개산견적 시스템 (Objected-based Schematic Estimation System, OBSES)을 개발하였다. OBSES에서 오브젝트는 Fig 1과 같이 구조적인 힘을 받는 구조체를 골조공사에 포함시키며, 이외의 항목들은 실내 마감 오브젝트로 정의하고 있다.

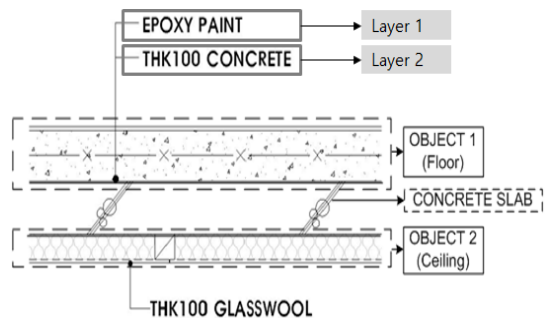


Fig. 1. Definition of Object

콘크리트 구조체를 기준으로 위로는 바닥 마감 오브젝트, 아래로는 천정 마감 오브젝트로 구성된다. 또한 구조체를 기준으로 양쪽의 마감이 서로 상이한 경우가 많으므로, 양쪽의 오브젝트를 각각 별도의 오브젝트로 정의하였다. OBSES에 포함된 실내 마감 오브젝트들은 자재비, 노무비, 기타 공구손료 등이 포함된 단위당 단가정보를 포함한 합성단가의 개념을 담고 있다. 설계자는 설계과정 중에 대안별 공사비 견적을 위해 설계요건에 맞는 오브젝트를 검색하여 선택이 가능하다. 부위별 마감 오브젝트는 도면에 표기되는 자재와 작업항목만으로 구성되기 때문에 도면에 포함되지 않은 정보들은 반영하지 못하는 한계점이 있다. 이를 해결하기 위해 구교진(2009)은 그림 1과 같이 도면에 표기되는 오브젝트를 주요 오브젝트라 정의하고, 도면에 표기가 안되는 비(非)오브젝트를 활용하는 방안을 제시하였다. 비(非)오브젝트는 주요 오브젝트와 연관관계를 가지는 부속항목 오브젝트와 공사개요의 연면적, 건축면적 등을 입력변수로 활용하여 통계적 분석이 가능한 파라미터 작업항목을 정의하고 있다. 오브젝트-파라미터 통합 개산견적 모델을 제시하여 OBSES 보다 개산견적의 오차율을 줄일 수 있었다. 개발된 시스템들은 설계자가 직접 층수, 규모 등의 물리적인 정보를 수작업으로 입력하기 때문에 대형화된 복잡한 건물에 적용하는 경우 물리적인 정보 입력에 많은 시간이 소요되는 한계가 있다.

### 3. 부위 통합 지식정보와 BIM 연계 개산견적 프레임워크

#### 3.1 기본설계단계 BIM 모델 상세수준 도출

BIM 모델은 건축 프로세스별 또는 분야별 모델로 표현되며, 각 분야별 모델들은 통합되어 사용이 가능해야 한다. 모델링과 건축 프로세스는 각 목적에 따라 건축물의 상세수준 (Level of Detail, LOD)을 정해야 한다. 본 연구에서는 국내·외 BIM 가이드를 통해 설계단계별 모델의 상세수준을 도출하였다. 2006년 가상건설연구단에서는 BIM 적용 가이드라인을 통해 설계, 시공, 시설관리에 이르는 기본적인 지침을 제공하고 있다. 모델링 가이드라인에서 건축프로세스를 설계단계 4단계, 입찰 및 시공 단계, 시설관리 단계 등 총 6단계로 구분하여 모델의 상세수준을 제시하고 있다. 싱가포르 건설청에서는

기존 도면의 축척과 BIM 모델 수준을 설계단계, 시공단계, 완공단계로 구분하여 표현되는 요소를 구체적으로 제시하고 있다. 덴마크의 3D working Method에서는 싱가포르와 유사하게 건축프로세스 단계별 모델수준을 정의하고 있으며, 정보 수준(Information Level)을 0~6까지 7단계로 구분하고 있다. 국내·외 가이드별 BIM 모델 상세수준을 설계단계별로 구분하여 정리하면 Table 4와 같다.

Table 4. LOD of BIM Model in Design Phase

	Korea (VCC)	Singapore (BCA)	Denmark (3D WM)
Schematic Design			
Design Development			
Construction Document			

기본설계단계의 모델은 한정된 정보로 인하여 부위별 마감재를 상세히 표현하지 못하고 있는 것으로 분석되었다. 그러나 건물의 물리적인 구조와 공간별 구획을 표현하는 수준은 유사한 것으로 나타났다. 본 연구에서는 기본설계단계의 BIM 모델 상세수준을 건물의 구조적 요소와 공간이 구획된 형태로 한정하며, 부위별 마감재 표현은 제외하였다.

#### 3.2 사례·규칙 기반 지식정보 구성 및 활용

BIM 기반 견적관련 선행연구의 한계점을 극복하고 설계단계 공사비 관리 지원도구로서 활용되기 위해서는 사례와 규칙으로 구성된 지식정보의 연계가 필요하다. 사례 기반 지식정보는 OBSES에서 정의된 오브젝트 개념을 활용한다. 수집된 사례의 설계도면에서 실내 마감 오브젝트를 추출할 뿐만 아니라 내역서를 통해 자재비, 노무비, 기타 공구손료 등이 포함된 단위당 단가정보를 담는다. 규칙 기반 지식정보는 BIM 객체별 물량산출 선정식, 주요 오브젝트와 연관성을 가지는 부속 오브젝트 및 프로젝트 파라미터를 활용한 회귀모델로 포함할 수 있다.

Table 5. Type of knowledge

Type	Data Contents
Case	- Extract objects from drawings (Interior Drawings, Finish Details, Floor plans)
Rule	- Finish area Equation - Secondary objects regression model - Parameter regression model

Fig 2와 같이 지식정보 데이터베이스는 사례를 저장하기 위한 오브젝트와 규칙정보를 포함한다. 사례정보에서 수집된 도면을 통해 부위별 주요 오브젝트를 구성하며, 연관관계를 통해 오브젝트 부속항목과 파라미터 작업항목을 매칭하여 오브젝트 데이터베이스에 저장된다. 3차원 형상정보 데이터베이스와 부위별 매칭을 통해 저장된 주요 오브젝트를 추천하며, 부속 오브젝트와 파라미터 회귀모델을 통해 물량을 산정하게 된다.

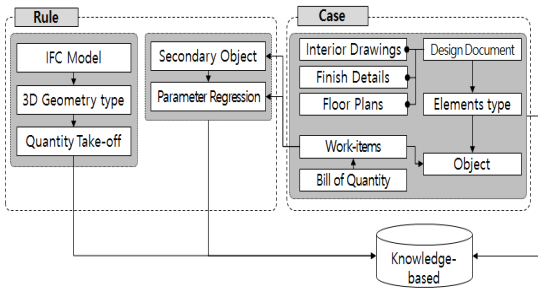


Fig. 2. Case-Rule based Knowledge Linked

### 3.2 부위별 마감면적 산정 및 공간분류

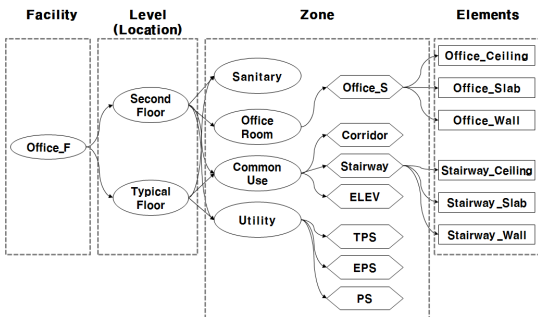


Fig. 3. Spaces and Objects of Office Building

BIM 객체의 부위별 마감면적 산정은 상용화된 소프트웨어에서 일부 지원이 가능하지만, 호환성 문제로 부위별 마감면적 값이 다르게 산출된다. 본 연구에서는 상

용화된 소프트웨어에 국한하지 않으며, 상호 정보교환이 용이한 IFC 표준을 대상으로 실단위 부위별 마감면적을 산정하였다. IFC에는 Table 1에서 제시한 객체 외에도 공간을 정의할 수 있는 ifcBuildingStorey와 ifcZone이 있다. Fig 3과 같이 공간을 정렬하는 과정은 ifcBuildingStorey 엔터티에 포함된 층(Level) 기준으로 분류한 후 ifcZone 엔터티에 포함된 정보를 바탕으로 실을 구분하게 된다.

IFC 객체별로 형상정보를 표현하는 ifcProduct-DefinitionShape를 포함하고 있다. 하위 항목으로 ifc-CartesianPoint를 포함하며, 실제 모델은 Fig 4와 같이 객체를 좌표체계로 표현하고 있다.

```
#9882=IFCCARTESIANPOINT((0.050813,-0.021048,1.01));
#9883=IFCCARTESIANPOINT((0.055,0.,1.01));
#9884=IFCCARTESIANPOINT((0.04037,0.,1.01));
#9885=IFCCARTESIANPOINT((0.037297,-0.015449,1.01));
#9886=IFCPOLYLOOP((#9882,#9883,#9884,#9885));
```

Fig. 4. Coordinate of ifcCartesianPoint

실단위 부위별 마감면적 산정방법은 객체별 좌표를 아래의 식 1을 활용하여 산정한다.

$$F.Area = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{N-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad Eq.(1)$$

예를 들어 좌표 개수가 5개로 구성된 바닥 마감면적을 산정하는 경우 Fig 5와 같이 A 좌표  $x_1$ 과 B좌표  $y_2$ 를 곱한 값  $x_1 y_2$ 와 A 좌표의  $y_1$ 과 B 좌표  $x_2$ 를 곱한 값  $x_2 y_1$  차례대로 구한 후 합계를 2로 나누면 마감면적을 산정할 수 있다.

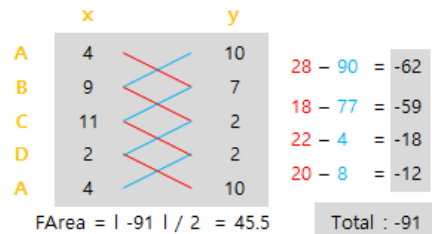


Fig. 5. Finish Area Calculation Process

Eq. 1을 기반으로 Fig 6과 같이 건물 객체별 마감면적을 자동으로 산정하기 위한 모듈을 Visual Studio 2008에서 C#을 활용하여 개발하였다. 모듈은 모델 객체의 ifc 파일을 읽고, ifcCartesianPoint 엔터티에서 좌표

정보를 읽어 좌표의 개수를 나타내며, 입력된 좌표를 계산하여 면적을 산정하게 된다. 산정된 건물의 객체의 면적은 해당 공간 및 부위 정보에 입력된다.

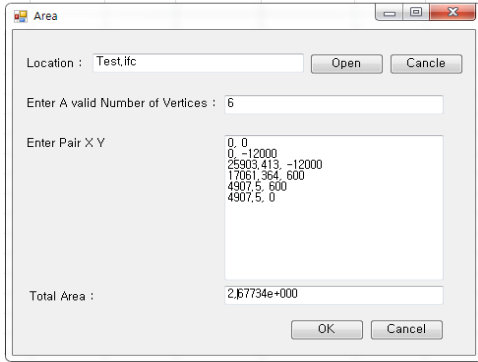


Fig. 6. Interface for Area Calculation

### 3.3 지식정보-BIM 연계 개산견적 프레임워크

기존 견적 프로세스는 작업자별 노하우와 기준 등이 상이하기 때문에 설계자들이 기본설계단계에서 적용하기에는 무리가 있다.

이를 위해 IFC-BIM기반 부위별 마감면적 산정식과 오브젝트 데이터베이스에 견적 관련 지식정보를 사례와 규칙으로 구분하여 정의하였다. 본 연구에서는 IFC-BIM과 구축된 견적 관련 지식정보를 연계하여 설계과정에서

활용할 수 있는 프레임워크를 개발하였다. 그림 6의 프레임워크를 살펴보면 설계과정 중 또는 완료 후에 IFC 파일을 생성하여 입력하면 해당 건물의 층 및 실 관련 정보를 추출한다. 그리고 층 단위 기준으로 관련 실 목록을 구성한 후 벽, 바닥, 천정 등 부위별로 구분하여 마감 면적을 산정한다. 지식정보에 해당하는 오브젝트 기반 데이터베이스가 연계하여 부위별 내역을 산정하며, 이를 취합한 통합 내역서가 작성된다.

## 4. 지식정보 기반 BIM 연계 개산견적 프레임워크 사례적용 및 검증

### 4.1 사례적용

프레임워크 적용을 위해 사례를 통한 면적 비교와 오브젝트를 연계한 개산견적을 각각 수행하였다. 산정된 면적을 비교하기 위해 N업무시설 1층을 대상으로 Autodesk Revit® 2014와 ArchiCAD® 17을 통해 생성된 모델에서 부위별 면적을 산정하여 기존 물량산출서의 산정된 면적과 비교하였다.

Table 6과 같이 상용 소프트웨어를 통해 산정된 N업무시설의 바닥면적 합계는 360.01m<sup>2</sup>로 동일하였으며, 물량산출서의 바닥면적은 357.21m<sup>2</sup>로 약 2.8m<sup>2</sup>의 차이가 있는 것으로 나타났다. 산정된 바닥면적이 상이한 원인

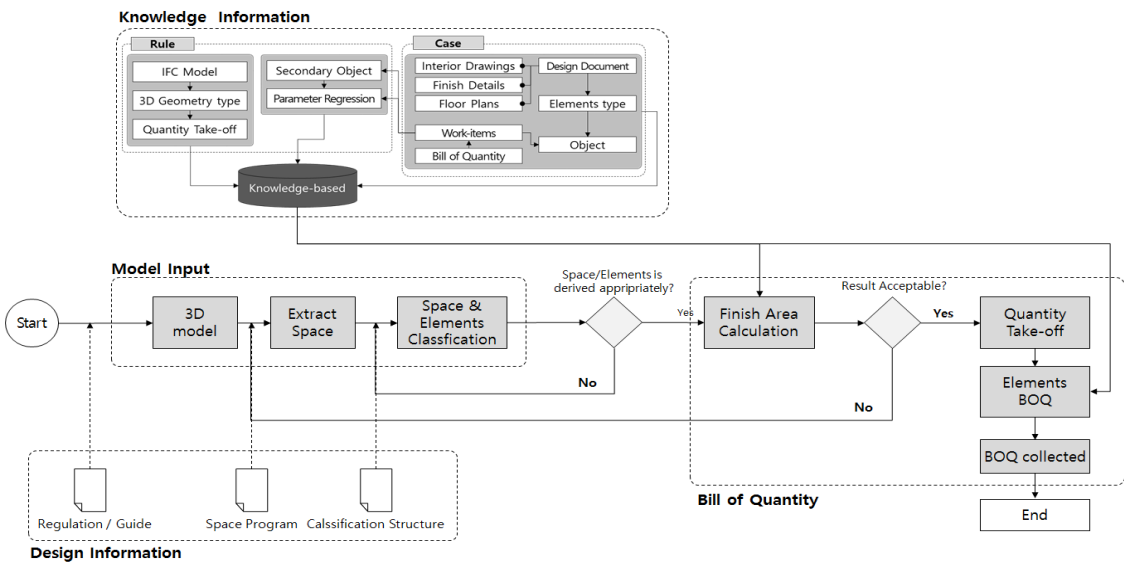


Fig. 7. Framework based on IFC-BIM Knowledge



은 첫째, 2D 전자도면으로 작성된 준공도면에서 면적 산정 기준이 견적자에 따라 기준이 상이하기 때문이다. 둘째, IFC 모델은 기본설계단계 수준으로 생성된 모델이기 때문에 준공도면과 상세수준이 상이하여 발생될 수 있다. 상세수준이 다르지만 면적의 오차율은 1%미만으로 초기 설계단계에서 개산견적을 위해 적용이 가능한 것으로 판단된다.

Table 6. Comparison of area in drawing and ifc

Spaces	As-built	Revit-IFC	ArchiCAD-IFC
Office	282.12	281.73	281.73
ELEV	17.07	18.22	18.22
Stairway	14.64	16.28	16.28
Corridor	26.27	26.89	26.89
Toilet(M)	8.39	8.21	8.21
Toilet(F)	8.72	8.68	8.68
Total	357.21	360.01	360.01

오브젝트 연계를 통한 개산견적은 N업무시설과 H업무시설 기준층 대상으로 수행하였으며, 공간단위 부위별 마감면적과 비용 견적결과는 Table 7과 같다.

Table 7. Cost Estimating using K-BIM

Space	Element	Area (m <sup>2</sup> )		Unit Price	Cost (won)	
		N-Office	H-Office		N-Office	H-Office
Office	Ceiling	532.12	240.18	24,989	13,297,147	6,001,858
	Slab	532.12	223.46	78,400	41,718,208	17,519,107
	Wall	127.3	98.7	51,458	6,550,603	5,078,905
⋮						
ELEV HALL	Ceiling	123.15	55.58	23,572	2,902,892	1,310,132
	Slab	41.05	24.7	13,000	533,650	321,100
	Wall	77.3	41.6	11,153	862,127	463,965

N업무시설과 H업무시설 기준층 내부 마감공사비는 각각 34,943천원, 29,812천원으로 산출되었다. 각 실별 마감공사비 평균 비율은 사무실(47.36%), ELEV/HALL (41.81%), 화장실(6.99%), 계단실(2.84%) 순으로 분석되었다. 부위별 공사비는 N업무시설과 H업무시설 모두 바닥, 천정, 벽 순으로 공사비가 높게 나타났다.

#### 4.2 프레임워크 유효성 검증

본 연구에서 제안한 개산견적 프레임워크의 유효성을 판단하기 위해 실무 적용성 및 효용성 측면에서 검증하였다. 실무 적용성 검증을 위해 견적 경험이 있는 경력 5년 이상의 설계자 7명과 견적자 5명을 대상으로 제안

된 프레임워크와 오차율을 비교하였다. 오차율은 기존 내역서에서 기준층에 해당하는 공사비와 프레임워크를 통해 산정된 비용 및 검증 대상자가 산정한 결과값을 비교하였다. Fig. 8과 같이 K-BIM의 오차율 13%로 견적자의 평균 오차율 13.68%와 유사하였으며, 설계자들은 오차율이 -11.50% ~ 19%로 분석되었다. 설계자들은 견적자 보다 견적 경험이 부족하기 때문에 오차율이 큰 것으로 판단된다.

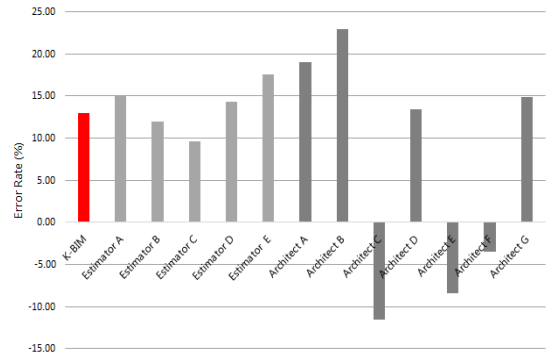


Fig. 8. Error Rates of Schematic Estimation

효용성 검증은 기존 견적방식과 비교를 통해 개산견적 프레임워크의 사용성을 확인하기 위한 목적으로 수행되었다. 사용성 평가항목은 기존 견적 방식과 비로글을 위해 작업의 효율성, 모델링 요구수준, 정보입력 절차 등으로 구성되며, 계층적 분석 방법을 활용하였다. 평가대상은 설계업체에서 BIM 실무 경험이 있는 경력 5년 이상의 설계자 7명과 BIM 업체에서 경력 4년 이상의 BIM 실무자 13명을 대상으로 실시하였다. 평가항목 중요도는 작업의 효율성 0.45, 모델링 요구수준 0.28, 정보입력 절차 0.32로 산정되었다. 중요도와 전문가 20명을 대상으로 도출한 평가치를 반영한 결과 Table 8와 같이 작업의 효율성과 입력정보에서 기존의 개산견적 방식보다 효과적인 것으로 나타났다.

Table 8. Verification of Usability

	Efficiency	LOD	Input Process	Total
TEM	0.96	0.64	0.62	2.22
K-BIM	1.48	0.76	1.01	3.24

TEM : Traditional Estimation Method

## 5. 결론

본 연구는 개산견적 프레임워크의 핵심요소인 IFC 형상정보를 통한 부위별 면적산정, 오브젝트-파라미터 기반 견적지식 정보와 연계하여 초기 설계단계에서 개산견적을 수행하기 위한 프레임워크 제안을 목적으로 진행하였다. 이를 통해 도출된 결론은 다음과 같다.

- (1) 국내·외 BIM 모델 가이드 및 지침을 통해 초기 설계단계에 건물 모델의 상세수준을 제시하여 기본 설계단계에서 개산견적을 위한 모델의 상세수준을 지원한다.
- (2) IFC를 활용하여 정보교환 및 호환성을 높이고, IFC 형상정보를 활용하여 실단위 부위별로 내부 마감면적을 산정하기 위한 산정식을 제안하였다.
- (3) 도면 사례에서 부위별 오브젝트와 파라미터 회귀 모델을 통해 견적 지식정보를 구성하고, IFC 모델과 실단위 부위별로 연계하여 신속하고 정확한 개산견적을 지원한다.
- (4) 사례 적용을 통해 개산견적 프레임워크의 사용 가능성을 확인하였으며, 실무 적용성 및 효용성 검증 등을 통해 개산견적 프레임워크의 유효성을 입증하였다.

향후 연구에서는 실무활용성을 높이기 위해 외부 마감에 대한 반영이 필요하다. 또한 단계별 견적을 위해 건물의 특성을 반영한 모델 수준 정립과 다양한 공종에 대하여 고려할 필요가 있다.

## References

- [1] I. H. Kim, "An IFC-Based Data Model for Structural Design Phases of Buildings", PH. D. Thesis, Seoul National University, 2004.
- [2] J. Y. Chun, "A Study on the Construction of Computerized Algorithm for Proper Construction Cost Estimation Method by Historical Data Analysis", Korean journal of construction engineering and management, Vol. 4, No. 4, pp. 192~200, 2003.
- [3] S. H. Hong, I. S. Choi, "A Study on the Cost Prediction Model of Office Building", Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 17, No. 2, pp. 129~140, 2001.
- [4] Y. I. Jeon, C. S. Hwang and T. K. Park, "Construction cost Prediction Model for Educational Building", Proceedings of KICEM Annual Conference, pp.290~295, 2004.
- [5] C. H. Park, S. H. Chang and K. H. Kim, "A Probabilistic Cost Planning Model during the Design Decision-Making Process-Focused on High-Rise Office Building", Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 19, No. 11, pp. 181~189, 2003.
- [6] W. Y. Park, J. H. Cha and K. I. Kang, "A Neural Network Cost Model for Apartment Housing Projects", Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 18, No. 7, pp. 155~162, 2002.
- [7] G. H. Kim, K. I. Kang, "A Study on Predicting Construction Cost of Apartment Housing Projects Based on Case Based Reasoning Technique at the Early Project Stage", Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 20, No. 5, pp. 83~92, 2004.
- [8] S. W. Oh, B. J. Sung, Y. S. Kim and J. R. Kim, "Development of an Automated Cost Estimating System using 3D CAD Building Element Information", Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 17, No. 6, pp. 103~112, 2001.
- [9] C. H. Choi, Y. J. Park, S. H. Han and S. Y. Chin, "Recipe-based estimation system for 5D(3D + Cost + Schedule) CAD system", Proceedings of KICEM Annual Conference, pp.154~160, 2006
- [10] Y. S. Hwang, "Automatic Quantity Takeoff from Drawing Through IFC Model", Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 20, No. 12, pp.89~97, 2004.
- [11] M. G. Yoo, "A study on improving estimating practices of building projects using BIM", Master's. Thesis, Chung-ang University, 2009
- [12] Shen, Z., and Raja, R. A, "Quantitative Evaluation of The BIM-Assisted Construction Detailed Cost Estimation", Journal of Information Technology in Construction, Vol. 15, pp.234~257, 2010.
- [13] S. A. Kim, S. W. Yoon, S. Y. Jin and T. Y. Kim, "A Development of Automated Modeling System for Apartment Interior to Improve Productivity of BIM-based Quantity Take-Off", Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 25, No. 9, pp.133~143, 2009.
- [14] P. Vaidya, L. Greden, D. Eijadi, T. McDougall, R. Cole "Integrated cost-estimation methodology to support high-performance building design", Energy Efficiency Vol. 2, No. 1, pp.69-85, 2008.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12053-008-9028-4>
- [15] K. J. Koo, S. H. Park, S. C. Park and J. K. Song, "Object & Parameter based Schematic Estimation Model for Predicting Cost of Building Interior finishings",



Korean journal of construction engineering and management, Vol. 9, No. 6, pp.175~184

- [16] H. G. Kim, "Object-based Design Decision Support System for Cost Control of Building Interior-Finishing", Master's. Thesis, University of Seoul, 2008.

---

**박 상 헌(Sang-Hun Park)**

[정회원]



- 2013년 2월 : 서울시립대학교 일반대학원 건축공학과 (공학석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 서울시립대학교 일반대학원 건축공학과 (박사과정)

<관심분야>

BIM, IFC, 원가관리, 문서관리, 공정관리

---

**박 형 진(Hyung-Jin Park)**

[정회원]



- 2009년 8월 : 서울시립대학교 일반대학원 건축공학과 (공학석사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 서울시립대학교 일반대학원 건축공학과 (박사과정)

<관심분야>

BIM, 원가관리, 문서관리

---

**구 교 진(Kyo-Jin Koo)**

[정회원]



- 2000년 12월 : University of Wisconsin-Madison (공학박사)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 서울시립대학교 도시과학대학 건축학부 정교수

<관심분야>

BIM, 설계·시공 및 공정·공사비 통합관리, 문서·지식 관리