

IFC-BIM을 활용한 실내공기질 인증 요구정보 생성 자동화

홍심희¹ · 여창재¹ · 유정호*

¹광운대학교 건축공학과

Automation of Information Extraction from IFC-BIM for Indoor Air Quality Certification

Hong, Simheee¹ · Yeo, Changjae¹ · Yu, Jungho*

¹Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University

Abstract : In contemporary society, it is increasingly common to spend more time indoors. As such, there is a continually growing desire to build comfortable and safe indoor environments. Along with this trend, however, there are some serious indoor-environment challenges, such as the quality of indoor air and Sick House Syndrome. To address these concerns the government implements various systems to supervise and manage indoor environments. For example, green building certification is now compulsory for public buildings. There are three categories of green building certification related to indoor air in Korea: Health-Friendly Housing Construction Standards, Green Standard for Energy & Environmental Design(G-SEED), and Indoor Air Certification. The first two types of certification, Health-Friendly Housing Construction Standards and G-SEED, evaluate data in a drawing plan. In comparison, the Indoor Air Certification evaluates measured data. The certification using data from a drawing requires a considerable amount of time compared to other work. A 2D tool needs to be employed to measure the area manually. Thus, this study proposes an automatic assessment process using a Building Information Modeling(BIM) model based on 3D data. This process, using open source Industry Foundation Classes(IFC), exports data for the certification system, and extracts the data to create an Excel sheet for the certification. This is expected to improve the work process and reduce the workload associated with evaluating indoor air conditions.

Keywords : IFC, BIM, Indoor Air Quality, Automatic Assessment, Certification

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

점차 증가되고 있는 현대인의 실내 활동 소요시간은 하루 중 약 80-90%를 차지한다. 이에 따라 쾌적하고 안전한 실내 환경에 대한 요구는 꾸준히 증대되고 있다(실내공기질관리 기본계획, 2015). 또한, 새집증후군과 같은 생활주변 유해인자로 인한 문제들이 주목받게 되면서 이를 관리하기 위한 실내공기질 관련 정책들이 제정되었다. 대표적인 예로 정부는 2015년부터 2019년까지 '실내공기질관리 기본계획'을 수립하여 다중이용시설과 신축공동주택의 오염물질 농도를 저감시키고, 실내오염 취약계층인 어린이, 노인, 환자 등을 위해 실

내환경 관리를 강화한다고 밝혔다. 또한, 연면적 3000제곱미터 이상의 공공건물에 대한 친환경인증은 필수화하여 자연친화적인 건축물 건축을 유도하고 있다.

실내공기질과 관련 친환경인증제도는 크게 도면, 제품인증서 등의 문서로 인증정보를 취득하는 건강친화형 주택건설기준과 녹색건축 인증기준(Green Standard for Energy & Environmental Design, 이하 G-SEED), 이하 녹색건축 인증기준)과 측정을 통해 대부분의 인증정보를 취득하는 실내공기질 인증으로 나누어진다. 도면으로 취득된 정보는 실면적과 체적, 친환경자재 사용면적, 개구부 면적 등이 있으며, 측정으로 취득되는 정보는 자재에서 방출된 오염물질의 농도, 실의 오염도 등이 있다. 이중 도면을 이용한 정보의 취득은 전체 인증업무에서 차지하는 비중에 비하여 많은 작업량이 요구된다. 또한, 설계변경 시에는 정보취득을 위해 동일한 과정의 재작업을 수행해야 한다는 문제점을 갖는다.

친환경인증업무 전문컨설팅 회사를 대상으로 녹색건축인

* Corresponding author: Yu, Jungho, Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University, Seoul 01-897, Korea
E-mail: myazure@kw.ac.kr

Received January 19, 2017; revised March 21, 2017
accepted April 28, 2017

증업무 소요시간을 조사하였다. 인터뷰 결과, 500세대이상으로 구성된 공동주택에서 56개의 전체 인증업무를 위해 소요되는 평균시간은 약 795시간으로 조사되었다. 이중 실내공기질 인증업무¹⁾를 위해 소요되는 평균시간은 약 71시간으로 과도한 작업시간이 소요되고 있었다. 그 이유는 현재 업무환경에서는 2D기반으로 작성된 도면을 기준으로 정보를 취득하여, 수작업으로 된 별도의 측정과 계산과정이 요구되기 때문이다. 따라서 3D 기반인 Building Information Modeling (BIM)을 이용하여 면적정보와 친환경자재 관련 정보를 자동으로 추출한다면, 수작업으로 인해 소요되던 시간을 크게 단축할 수 있을 것으로 예측된다.

따라서 본 연구는 BIM모델을 활용하여, 실명, 자재명과 같이 독립적인 하나의 데이터로 변환 가능한 정보와 면적, 체적과 같이 수치로 개량되는 정보가 자동 추출되는 과정을 정립하고, 이에 대한 타당성을 검증하고자 한다. 인증항목을 통해 인증에 필요한 입력(Input)정보와 출력(Output)정보를 정리하고, BIM의 국제표준파일포맷인 Industry Foundation Classes (IFC)로 바로 추출 가능한 정보와 추가로 Properties(이하 특성)에서 정의되어야 하는 정보를 분류한다. 이를 기준으로 BIM모델에서 IFC 정보를 추출하여 업무 자동화를 위해 적용할 수 있는 알고리즘을 생성한다. 마지막으로, 공동주택 사례에 자동화를 위한 알고리즘을 적용하여 타당성을 검증한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 BIM모델에서 추출한 IFC데이터를 활용하여 면적, 체적, 길이 등의 수치정보와 자재, 실의 ID정보와 관련된 인증평가항목의 정보 입력을 자동화하는 것에 목적이 있다. 수치정보와 ID정보를 활용하여 자동화 가능한 인증항목은 환기량 산정, 친환경자재 사용면적 산정, 친환경자재에서 방출되는 오염물질 방출량과 관련된 항목으로, 건강친화형 주택 건설기준에는 11개의 항목, 녹색건축 인증기준에는 3개의 항목이 포함되며, 마지막으로 실내공기질 인증에는 포함되는 항목이 없다. 따라서 본 연구는 BIM 데이터를 활용하여 자동화 가능한 건강친화형 주택건설기준의 11개 항목과 녹색건축 인증기준의 3개 항목, 즉 14개의 항목을 연구범위로 한정하여, 외부 데이터베이스의 연동 없이 인증정보 생성이 가능한 항목들을 중심으로 검증을 시행하였다.

본 연구는 4단계의 연구과정을 갖는다. 먼저, 실내공기질과 관련된 인증업무 자동화를 위하여 필요한 전체 프로세스를 제시한다. BIM을 통해 정보를 생성하는 과정과 외부데이

터베이스를 통해 정보를 생성하는 과정을 구체적으로 기술하고 생성되는 결과물을 제시하였다. 두 번째로, BIM을 통해 생성 가능한 실내공기질 관련 인증항목들의 요구정보를 입력(Input)과 출력(Output)²⁾으로 구분하여 정의한다. 건강친화형 주택건설기준과 녹색건축 인증제도에 대하여 각각 별도의 표로 정리하였다. 세 번째로, 정의된 요구정보를 유형(Name)정보, 면적(Area)과 길이(Width & Height)정보, 특성으로 정의된 정보로 구분하여 IFC데이터를 추출한다. 추출을 위해 필요한 IFC 구조도를 기존에 정의되어 있는 정보와 속성을 통해 새롭게 정의된 정보로 나누어 제시하였다. 마지막으로 공동주택 사례를 통해 정의된 요구정보들의 추출여부를 검증하였다. 추출된 정보를 활용하여 인증용 엑셀시트를 작성하였다.

2. 예비적 고찰

2.1 기존연구 고찰

기존 연구동향은 크게 실내공기질 관련 인증제도에 관한 연구, BIM모델에서 추출된 IFC데이터를 활용한 연구, 마지막으로 BIM 정보를 실내공기질 관련 인증제도에 활용한 연구로 나누어진다. 선행된 연구들 중 BIM정보를 활용한 연구들은 거의 동일한 연구방법이 적용되었는데 방법은 크게 3과정으로 정리된다. 먼저, BIM정보를 활용하여 자동화할 대상의 요구정보를 정의한다. 정의된 요구정보는 기존 BIM틀을 활용하여 표현 가능한 정보와 표현이 되지 않는 정보로 분류한다. 다음으로, 분류된 요구정보 중 표현되지 않는 정보를 표현하기 위한 방법을 제시하고, 제시한 방법과 기존 BIM틀을 이용하여 원하는 정보를 추출한다. 마지막으로 추출된 정보에 대한 사례 검증을 진행한다. 기존연구에 동일한 연구방법이 적용된 이유는 BIM은 건물정보를 표현하는 디지털화된 표현방식이기 때문에 적용대상이 달라지면, 대상을 표현하기 위한 새로운 방법과 그 방법에 대한 검토가 요구되기 때문이다. 따라서 본 연구 역시 선행된 연구들과 동일한 연구방법을 채택하였다.

첫 번째로 국내에서 선행된 실내공기질 관련 인증제도에 관한 연구는 인증제도 개선방향을 제시하는 연구가 주를 이루며, 인증에 필요한 정보를 자동으로 생성하기 위하여 BIM을 활용한 연구는 미비하였다(Table 1). 김선숙(2012)의 연구는 홍콩, 필란드, 미국, 그리고 일본의 인증제도를 비교분석하여 국내 인증제도의 개선방향을 제시하였으며, 비교내용을 기준으로 평가절차상의 문제점과 측정항목에 대한 문제점을 지적하였다. 조성준(2014)의 연구는 마감자재에서 방출되는 유해물질과 국외 건축자재 인증제도 그리고 국내 실내공기질

1) 녹색건축 인증기준(G-SEED 2016 version 1.0) 중 7.1 실내공기 오염물질 저방출 제품의 적용, 7.2 자연 환기성능 확보, 7.3 단위세대 환기성능 확보로 3개의 항목이 포함.

2) 입력(Input)과 출력(Output)에 대한 내용은 3.1내용을 참고.

관리방법을 비교분석하였다. 이를 기준으로 실제 공동주택에서 채취한 오염물질을 분석하여 친환경자재 선정기준 및 관리방안을 제시하였다. 김동일(2015)의 연구는 국내의 녹색건축 인증기준의 평가 항목을 분석하여 국내제도 항목 중 개선이 필요한 항목들을 도출하고 이에 대한 전문가 자문을 실시하였다. 자문을 통해 중점적으로 개선이 필요하다고 판단되는 에너지 환경성능 지표를 선정하고 이를 중심으로 구체적인 개선 방향을 제시하였다.

Table 1. Literature reviews on indoor air system

| Author | Main Contents |
|-------------------|--|
| Kim, S. S. (2012) | This study analyzed various indoor air quality certification systems around the world. Proposals were put forward to improve the direction of air quality certification systems in Korea. |
| Joo, S. J. (2014) | This study analyzed pollutant emissions and management standards of interior finishing materials in apartments. Selection criteria and a management plan were proposed for eco-friendly materials. |
| Kim, D. I. (2015) | This study compared domestic and international certification systems for green construction. Performance indexes were proposed to improve processes. |

두 번째로, 국내에서 선행된 BIM모델에서 추출된 IFC데이터를 활용한 연구는 BIM정보를 이용하여 연구대상의 자동화과정을 제시한 연구가 주를 이룬다(Table 2). 김가람(2012)의 연구는 에너지부하량 산정을 위해 프로그램에서 필요로 하는 요구정보를 정의하고, 형상정보에 관한 IFC 파일을 통해 정보를 추출하는 방법을 제시하였다. 이창윤(2012)의 연구는 장애인 관련 법규를 예시로 BIM모델을 활용한 법규 자동화 검토 방안을 제시하였다. 관련 법규 룰셋을 정의하였으며, 기준 미통과여부를 모델에 반영하여 시각화할 수 있는 프로그램을 제시하였다. 유승은(2015)의 3인은 인허가를 위한 요구정보를 정의하고, 예시 모델에서 IFC 파일을 추출하여 인허가를 위해 필요한 요구정보를 추출하는 프로세스를 제시하였다. 마지막으로, 박지은(2016)은 유지관리를 위한 수선교체비산정 자동화프로세스를 제시하였다. Entity Relationship Diagram (ERD)기반으로 데이터를 정리하여 IFC파일로 추출할 수 있는 정보를 정의하고, 외부 정보와 연동하여 자동 수선교체비 산정 프로세스를 제시하였다.

Table 2. Literature reviews on BIM based assessment method

| Author | Main Contents |
|--------------------------|--|
| Kim, K. R. (2012) | This study proposed a method to extract IFC data from a BIM model for use in an energy load calculation program. |
| Lee, C. Y. (2012) | This study proposed a method to check compliance with construction regulations. A model was proposed and verified based on the Disabilities Act. |
| Yoo, S. E. et al. (2015) | This study proposed a model based on the “세움터” system using BIM data regarding licensing and construction regulations. |
| Park, J. E. (2016) | This study proposed a Life Cycle Cost(LCC) process based on BIM data and an automatic costing method. |

마지막으로, 국외에서 이루어진 BIM정보를 실내공기질 관련 제도에 활용한 연구는 사례검증을 통해 에너지성능평가나 에너지 인증제도에 활용한 연구가 주를 이룬다(Table 3). Arno (2008)의 연구는 BIM모델의 정보를 활용하여 에너지성능분석 프로세스에 적용하였다. BIM모델에서 측정된 정보를 에너지성능평가 프로그램에 적용하여 설계단계에서 에너지성능을 예측할 수 있는 프로토타입(Prototype) 소프트웨어를 제시하였다. Salman (2010)의 3인의 연구는 정보의 중복을 방지하기 위해 Leadership in Energy and environment Design (LEED) Ver. 2,2를 분석하여 BIM정보를 이용할 수 있는 항목들을 도출하였다. 도출된 항목들에 BIM을 적용하여 인증과정을 간소화하는 과정을 사례검증을 통해 제시하였다. Ibrahim (2013)의 1인의 연구는 입주 이후 단계에 에너지 관리를 위해 사용될 수 있는 BIM모델을 구축하였으며, 온톨로지 기술을 활용하여 에너지 사용정보 및 평가정보를 연결하였다.

Table 3. Literature reviews on BIM based assessment method

| Author | Main Contents |
|---------------------------|---|
| Arno, s. (2008) | This study proposed prototype software to analyze energy performance in the design phase using a BIM model. |
| Salman, A. et al. (2010) | This study proposed the use of model to process and verify BIM data for LEED certification. |
| Ibrahim, M. et al. (2013) | This study suggested the BIM modeling after move-in phase for managing energy. It applied the ontology. |

2.2 국내 현행제도 고찰

2.2.1 건강친화형 주택건설기준

건강친화형 주택건설기준은 재실자에게 쾌적한 실내환경을 제공하기 위한 목적으로 제정되었으며, 친환경 건축자재 사용, 환기, 설비 등의 방법으로 새집증후군과 같은 문제들

을 개선한다(법제처, 2016). 건강친화형 주택건설기준에 포함된 기준들은 의무기준과 권장기준으로 나누어지며, 일정 수준 이상의 실내공기질과 환기성능을 확보하기 위해서는 모든 의무기준과 최소 2개 이상의 권장기준을 만족시켜야한다. 의무기준이란 사업주체가 건강친화형 주택을 건설할 때 오염 물질을 줄이기 위해 필수적으로 적용해야하는 기준을 의미하며, 권장기준이란 사업주체가 건강친화형 주택을 건설할 때 오염물질을 줄이기 위해 필요한 기준을 의미한다(건강친화형 주택 건설기준, 2015). 권장기준을 포함하여 총 19개의 기준으로 구성되며, 이중 설비설치, 가구배치 등과 같은 항목을 제외한 의무기준 7개, 권장기준 4개의 항목³⁾이 실내공기질 평가와 직접적으로 연관된다. 최소한으로 만족해야 하는 권장기준을 포함하여 19개중 9개의 항목, 즉 47.47%의 기준이 실내공기질 평가와 연관되며(Table 4), 항목 세부내용은 친환경자재의 종류, 사용된 자재의 면적산정, 실의 환기량 산정으로 구성된다.

Table 4. The System related Indoor Air in Korea

| | All Contents | Categories related Indoor Air | Percentage of Indoor Air Work |
|--|---|--|--|
| Health-Friendly Housing Construction Standards | 15 Mandatory and 4 Recommended Categories | 7 Mandatory and All Recommended Categories | 47.47% (Included 2 Recommended Categories) |
| G-SEED in New Building | 56 Mandatory and 10 Additional Categories | 3 Mandatory Categories | 5.36% (Excepted Additional Categories) |
| G-SEED in Existing Building | 25 Mandatory and 2 Additional Categories | 1 Mandatory Categories | 4% (Excepted Additional Categories) |

2.2.2 녹색건축 인증기준(G-SEED)

녹색건축 인증기준은 지속가능한 개발실천과 자원절약을 목적으로 시행되었으며, 3000제곱미터 이상의 공공기관 건물 신축 및 증축 시 인증을 필수화 하였다(법제처, 2016). 예비인증과 본인증이 있으며 점수에 따라 4등급으로 차등 평가된다. 실내공기질과 관련된 항목⁴⁾은 가산기준 포함 총 56개의 항목 중 3개로 전체 5.36%의 업무가 실내공기질과 연관된다(Table 4). 전체 업무 중 9개의 세부항목으로 구성된 '7. 실내환경'이 도면에서 수작업으로 정보를 취득하는 업무의 비중이 가장 높으며, 전체 업무 소요시간 대비 평균 21.97%의

업무비중을 차지한다. 또한, 실내공기질 업무는 전체 업무시간 대비 약9%의 작업비중을 차지한다(Table 5).

Table 5. Work time related indoor environment

| | Building1 | Building2 | Building3 |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| 7. Indoor Environment | 21.57% | 20.95% | 23.40% |
| Related Air Indoor | 8.82% | 8.57% | 9.57% |

2.2.3 국내 현행제도 인증요구정보

국내 실내공기질 관련제도 인증을 위해 요구되는 정보는 면적과 관련된 정보, 자재와 관련된 정보, 시점과 관련된 정보 그리고 인증서류와 관련된 정보로 분류된다. 우선 면적과 관련된 정보는 실의 면적과 개구부의 면적 그리고 자재사용 면적으로 구분된다. 환기량 산정을 위하여 실면적과 층고 그리고 개구부 면적을 산정하며, 친환경자재 사용과 관련하여 실 전체 대비 일정수준 이상의 친환경자재사용 여부를 확인한다. 다음으로 자재와 관련된 정보는 마감자재의 종류와 접착제 등 유해물질을 방출하는 자재의 사용 여부로 나누어진다. 확인된 자재 사용량을 기준으로 실내의 오염도를 예측하여 인증여부를 확인한다. 다음으로 시점과 관련된 정보는 설비 필터의 교체시기와 플러쉬아웃⁵⁾(Flush-out) 시행시기에 관한 정보로 구성되며, 마지막으로 인증서류와 관련된 정보는 각종 시험성적서, 인증서 등에 관한 정보로 구성된다.

3. 실내공기질 인증 정보생성 자동화 방법

3.1 실내공기질 인증 정보생성 자동화 프로세스

실내공기질 인증 정보생성 자동화 프로세스는 3가지 과정으로 구성된다(Fig. 1). 첫 번째 과정에서는 입력과 출력으로 구분하여 정의된 요구정보에 따라 BIM에서 정보를 추출한다. BIM에서 추출되는 IFC 데이터는 2종류로 IFC 스키마(Schema)에서 정의되어 모델에서 바로 추출 가능한 실명, 자재명, 자재적용면적 등에 관한 데이터와 IFC 스키마에서 정의된 정보는 아니지만 동구분, 세대구분, 개구부의 개폐여부 등과 같이 특성에서 추가로 설정하여 추출되는 데이터로 나누어진다. 이 과정에 추출되는 데이터를 BIM내부정보라고 지칭하며, 추출된 데이터 중 면적관련 데이터는 마감자재 면적산정 알고리즘을 거쳐서 계산을 완료한 후에 정보생성을 마무리한다. 두 번째 과정에서는 친환경자재정보시스템 기반

3) 건강친화형 주택건설기준(2015.12.30. 시행) 중 의무기준 1.1, 1.2, 4.1, 5.1, 5.2, 6.2, 6.3과 권장기준 1.1, 1.2, 1.3, 1.4가 이에 해당된다.

4) G-SEED, ver2.0 중 7.1, 7.2, 7.3의 항목이 이에 해당.

5) 플러쉬아웃(Flush-out)이란 대형 팬 또는 기계환기설비 등을 이용하여 신선한 외부공기를 실내로 유입하여 실내 오염물질을 외부로 배출시키는 것을 의미하며, 모든 실내 마감재와 불박이 가구가 설치된 이후 입주자가 입주하기 전까지의 기간에 시행한다(건강친화형 주택건설기준, 2015).

으로 만들어진 외부 데이터베이스와 모델을 연동하여 필요한 정보를 불러들인다. 이때 외부 데이터베이스에서 연동되는 정보를 BIM외부정보라고 지칭한다. 외부 데이터베이스에서 생성되는 정보는 자재별 실내오염물질 방출량, 인증정보 등 개별자재의 특성정보이며, IFC데이터 중 ID 혹은 Name으로 추출된 정보가 연동되는 매개정보로 사용된다. 마지막으로 세 번째 과정에서는 생성된 정보가 엑셀기반의 자체인증서에 자동으로 입력되며 인증업무를 완료한다.

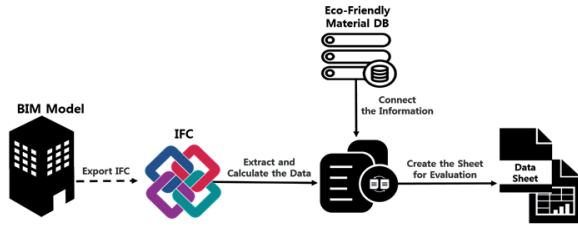


Fig. 1. The automated process of indoor air certification

3.2 실내공기질 관련 인증제도의 요구정보 정의

요구정보란 인증내용을 기준으로 입력(Input)과 출력(Output)으로 구분이 가능한 정보를 지칭한다. 예를 들어 '실내공기 오염물질 저방출 재료를 70%이상 사용'이라는 기준에서 입력요구정보는 '자재ID', 출력요구정보는 '자재적용면적'이 된다. 2가지 제도에 대하여 인증업무를 위해 요구되는 정보 중 BIM 모델을 통해 추출되는 정보는 개량된 수치로 표현되는 면적정보와 'ID' 혹은 'Name'으로 명명되는 ID정보이다. 각각의 항목에서 필요한 ID정보는 면적정보 혹은 자재정보에 포함된다. 각각의 요구정보는 입력(Input)정보와 출력(Output)정보로 나누어지는데, 입력정보는 문서, 자재 등과 같이 업무에 필요한 정보를 지칭하며 업무가 진행됨에 따라 변형되고 가공되는 정보를 말한다. 출력(Output)정보는 업무수행을 위해 사용되는 방법이나 기술 혹은 제약사항들로 생성되는 결과물로서의 정보를 말한다. 또한, 건강친화형 주택건설기준의 권장기준은 오염물질억제 혹은 곰팡이억제 자재 사용면적에 관한 내용을 포함되는데, 이에 관한 정보는 1.1 실내공기 오염물질 저방출 자재의 적용 항목에 포함하여 요구정보를 정의하였다.

건강친화형 주택건설기준에서는 7개의 항목이 실내공기질 관련 요구정보로 정의된다(Table 6). 먼저, 면적정보는 1.1 실내공기 오염물질 저방출 자재의 적용 및 4.1 적정 환기 효율로, 크게 실면적과 개구부면적으로 나누어진다. 이를 입력정보와 출력정보로 정리하면, 입력되어야 하는 정보는 각 실의 면적, 자재가 사용된 길이, 너비, 높이 그리고 개구부의 너비와 높이가 있으며, 출력되어야 하는 정보는 마감재가 사용된 벽, 바닥, 천장의 면적, 접착제사용 면적 그리고 내장재 사

Table 6. The input & output criteria of Health-Friendly housing construction standards

| Category&Contents | Input | Output |
|--|--|---|
| Area1. 1.1 Application of low emission products that pollute the indoor air (Suit on Standard of pollutant emission) | ①Length, ②Height, ③Window&DoorArea (Each room : Entrance, Living room, Kitchen/ Dining room, Bed room, Dress room, Bath room etc.) | The finishing materials area of wall (=Length(m)*CeilingHeight(m) - Window&Door(m ²)) |
| | | The finishing materials of Ceiling (Each room) |
| | | The finishing materials of Floor (Each room) |
| | | The glue of wall |
| | | The glue of ceiling |
| | | The glue of floor |
| | | The interior materials of wall The interior materials of ceiling |
| Area2. 4.1 Ratio of proper ventilation (Deviation within 25% of ventilation standard) | ①The Area of Each Room ②Ceiling Height ①Window Width ②Window Height (Each Room : Bed room, Kitchen/ Dining room, Living room etc.) | Room Volume |
| | | The Area of Window |
| MaterialDB1. 1.2 The harmful element content of interior finishing material e.g. Pb etc. | The Sort of Materials | Certification (Suit on KEITI standard) |
| MaterialDB2. 5.1 The performance evaluation of Built-in Home appliances | The Location of Home appliances & Furniture | Furniture Test Report & Floor Plan (Representation of Furniture & Home Appliances) |
| MaterialDB3. 5.2 The performance evaluation of Built-in Furniture | | |
| MaterialDB4. 6.2 The management standard of glue | ①The Sort of Glue ②The Mass of Pollutant | The Prevention Plan of Pollutant Emission |
| MaterialDB5. 6.3 The management standard of Pollutant Diffusion prevention in Painting work | ①The Sort of Paint ②The Mass of Pollutant | |

용 면적으로 정리된다. 다음으로, 자재정보 관련 항목은 2.1 실내마감용으로 사용되는 도료의 납(Pb)등 유해원소 함유량,

5.1 빌트인(built-in) 가전제품의 성능평가, 5.2 붙박이 가구의 성능평가, 6.2 접착제 시공 관리기준 그리고 6.3 유해화학물질 확산방지를 위한 도장공사 시공관리 기준이 있다. 이를 입력정보와 출력정보로 정리하면, 입력되어야 하는 정보는 자재와 가구의 종류, 가구와 가전제품의 적용위치, 각 자재와 가구의 오염물질 방출량이 있으며, 출력되어야 하는 정보는 각 자재와 가구에 따른 인증서 및 시험성적서, 가구와 가전제품의 적용위치를 표시한 평면도, 그리고 오염물 방출량에 따른 대책계획이 있다.

Table 7. The input & output criteria of G-SEED in new building & existing building

| Category&Contents | Input | Output |
|--|--|---|
| Area1. 7.1 Application of low emission products that pollute the indoor air (over 70%) | ①Length, ②Height, ③Window&DoorArea (Each room : Entrance, Living room, Kitchen/ Dining room, Bed room, Dress room, Bath room etc.) | The finishing materials area of wall (=Length(m)*CeilingHeight(m) -Window&Door(m²)) |
| | | The finishing materials of Ceiling (Each room) |
| | | The finishing materials of Floor (Each room) |
| | | The glue of wall |
| | | The glue of ceiling |
| | | The glue of floor |
| | | The interior materials of wall The interior materials of ceiling |
| Area2. 7.2 Ensure the natural ventilation performance (Ratio of open and close) | ①Window Width ②Window Height (Each Room : Bed room, Kitchen/ Dining room, Living room etc.) | The Area of Window |
| Area3. 7.3 Ensure the unit ventilation performance & application of low emission products that pollute the indoor air | Natural ventilation ①The Area of Each Room ②Ceiling Height (Based on the line of finish to finish interior) | Room Volume |
| MaterialDB 7.3 Ensure the unit ventilation performance & application of low emission products that pollute the indoor air | Mechanical ventilation ①The Sort of Application (Suit on Health-Friendly Housing Construction Standards) | The Plan of Mechanical Equipment |

녹색건축 인증기준에서는 3개의 항목이 실내공기질 관련 요구정보로 정의된다(Table 7). 면적정보는 7.1 실내공기 오염물질 저방출 제품의 적용, 7.2 자연 환기성능 확보로 세대 및 유형기준에 따라 구분된다. 입력정보와 출력정보의 세부내용은 건강친화형 주택건설기준의 면적정보와 동일하다. 다음으로 7.3 단위세대 환기성능 확보는 환기방식에 따라 입력과 출력정보가 달라진다. 자연환기의 경우 요구정보는 면적정보이며, 입력정보는 각 실의 면적과 천정고이고 출력정보는 실제적이 된다. 기계환기의 경우 요구정보는 자재정보이며, 입력정보는 설치된 가구와 가전제품의 종류이고 출력정보는 설치계획이 된다. 자연환기에 관한 입출력정보는 건강친화형 주택건설기준 4.1항목과 동일하며, 기계환기에 관한 입출력정보 건강친화형 주택건설기준 5.1, 5.2항목과 동일하다.

3.3 IFC데이터 추출

실내공기질 관련 인증 요구정보를 자동으로 추출하기 위해 필요한 IFC파일의 엔티티(Entity)와 속성(attribute, 이하 속성)을 구조도로 정리하여, 이미 정의된 스키마(Schema)를 가지고 있어서 바로 추출되는 IFC와 새롭게 스키마를 정의하여 추출해야 하는 IFC를 각각 표현하였다. 이미 정의된 스키마를 가지고 있는 IFC는 실명, 부위에 사용된 자재명, 최종 마감자재명, 실의 면적, 개구부의 너비와 길이 그리고 천정고로, 이름(Name), 면적(Area), 너비(Width) 그리고 높이(Height) 4개로 분류된다(Table 8). IFC 4 스키마를 기준으로 IFC 추출 구조도를 정의하였으며, 다양한 BIM 저작도구를 사용하여 생성된 정보가 동일한 경로로 추출되었음을 확인하였다(Fig. 2).

Table 8. Information of extracted IFC Data by BIM model

| Category | | Entity | Attribute |
|----------|--------------------|----------------------|---------------|
| Name | Room | IfcSpace | Name |
| | Material | IfcMaterial | Name |
| | Finishing Material | IfcMaterialLayerSet | MaterialLayer |
| Area | Space | IfcQuantityArea | AreaValue |
| | Window | IfcQuantityArea | AreaValue |
| | Door | IfcQuantityArea | AreaValue |
| Width | Window | IfcWindow | OverallWidth |
| | Door | IfcDoor | OverallWidth |
| Height | Window | IfcWindow | OverallHeight |
| | Door | IfcDoor | OverallHeight |
| | Ceiling | IfcExtrudedAreaSolid | Depth |

먼저, 실명과 자재명에 관한 정보를 추출하기 위해, 실명은 엔티티 IfcSpace의 속성 Name을, 자재명은 엔티티 IfcMaterial의 속성 Name을 확인한다. 또한, 적용된

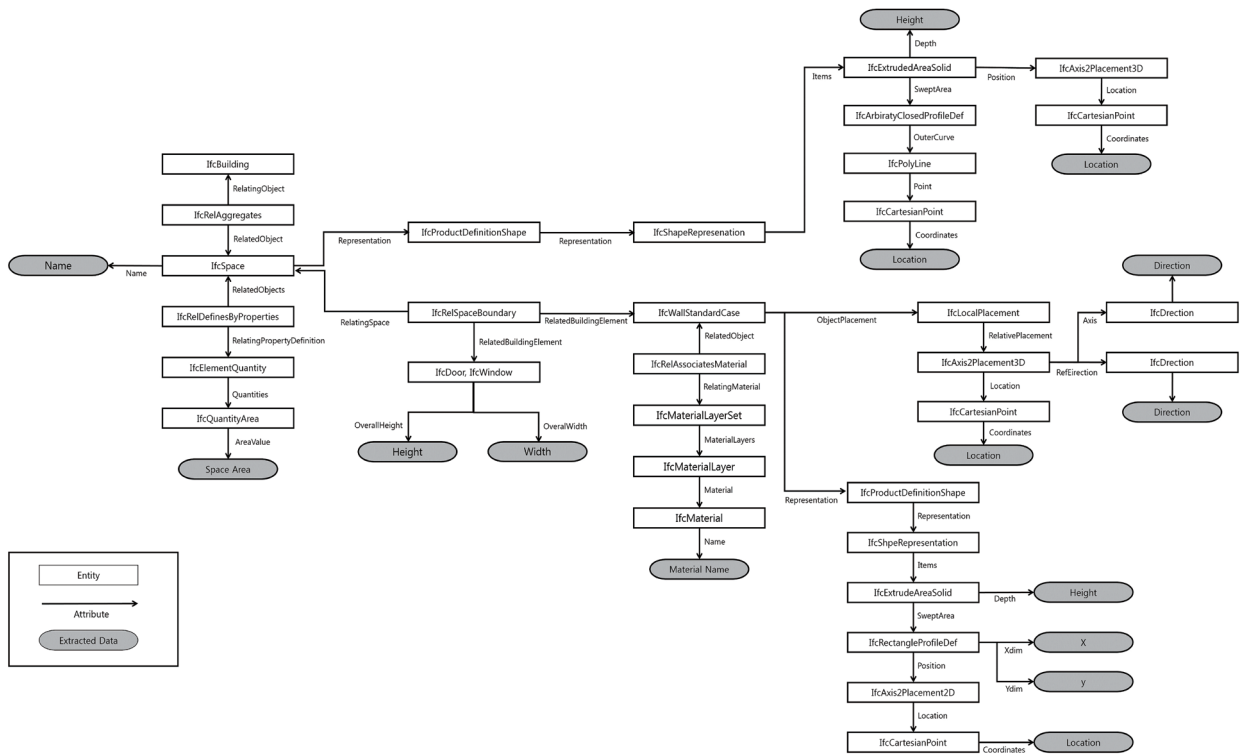


Fig. 2. The extracting structure of information from IFC file

최종마감재의 종류에 관한 정보를 추출하기 위해, 엔티티 IfcMaterialLayerSet의 속성 MaterialLayer를 확인한다. 엔티티 IfcMaterialLayerSet의 속성 MaterialLayers에는 외부에서 내부 순으로 벽체의 구성이 나열되어있다. 예를 들어, Wall 1의 최종마감재를 확인하기 위해서는 IfcRelSpaceBoundary를 통해 Wall 1이 포함되어 있는 실에 연관된 벽체를 찾고, IfcRelAssociatesMaterial을 통해 해당 벽체의 자재구성을 표현하는 엔티티인 IfcMaterialLayerSet을 찾는다. IfcMaterialLayerSet의 속성인 MaterialLayer에 자재가 콘크리트(Concrete), 석고보드(Gypsum Board), 벽지(Wall Paper)순으로 나열되어 있다고 가정할 때 가장 뒤에 있는 벽지가 최종마감재가 된다. 다음으로, 실과 개구부의 면적은 엔티티 IfcQuantityArea의 속성 AreaValue에서 면적 값이 확인되며, 최종마감재 적용면적은 별도의 산정 알고리즘으로 값을 확인한다. 세 번째로, 너비에 관한 정보를 추출하기 위해 엔티티 IfcWindow의 속성 OverallWidth와 엔티티 IfcDoor의 속성 OverallWidth를 확인한다. 마지막으로, 높이에 관한 정보를 추출하기 위해 개구부는 엔티티 IfcWindow의 속성 OverallHeight와 엔티티 IfcDoor의 속성 OverallHeight를 확인한다. 개구부의 면적값이 없다면 너비와 높이의 값을 활용하여 면적을 계산한다. 또한, 천정고는 엔티티 IfcExtrudedAreaSolid의 속성 Depth에서 확인한다.

다음으로, 새롭게 스키마를 정의하여 추출해야 하는 IFC는 건물의 동과 실의 호, 그리고 개구부의 개폐여부이다. 이러한 정보들은 기존 IFC 스키마에서 정의된 정보는 아니지만, 건물 및 세대 구분, 자연환기량 산정을 위해 모델링과정에서 추가로 입력되어야 하는 정보들이다. 이에 해당되는 정보는 모델링 과정에서 Parameter Properties를 이용하여 입력할 수 있으며, Revit 2016을 기준으로 이름(Name), 분류(Discipline), 타입(Type of parameter), 용도(Group Parameter), 그리고 정보위치(Categories) 총 5가지의 정보가 생성된다(Table 9).

Table 9. Definition of parameter properties

| Name | Discipline | Type of Parameter | Group Parameter | Categories |
|-----------------|------------|-------------------|-----------------|------------|
| Building Number | Common | Text | Identity Data | Room |
| Room Number | Common | Text | Identity Data | Room |
| Open & Close | Common | Yes or No | Identity Data | Window |

이름(Name)은 새로 정의하는 정보의 이름을, 분류(Discipline)는 정보가 포함되는 분야 또는 분류를, 타입(Type of parameter)은 정보의 타입을, 정보위치(Categories)는 정보가 위치하는 모델의 부위객체를, 그리고 용도(Group

Parameter)는 정보의 용도를 지칭하며, 용도에 일반적으로 입력되는 Identity Data는 프로파일과 관련된 데이터를 총칭한다. 새롭게 정의된 정보들 중 이름, 분류, 타입에 대한 정보는 엔티티 IfcPropertySingleValue에서, 용도에 대한 정보는 엔티티 IfcPropertySet에서, 마지막으로 정보위치에 대한 정보는 엔티티 IfcSpace, IfcWindow에서 확인된다(Fig. 3).

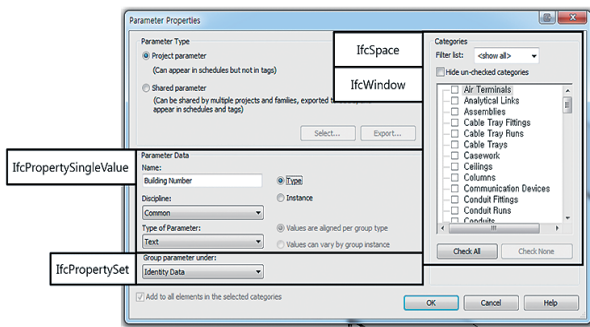


Fig. 3. Properties of defined IFC data

새롭게 정의된 정보들의 추출 구조도를 IFC 4 스키마를 기준으로 정의하였다(Fig. 4). 동과 실의 호수에 대한 정보는 엔티티 IfcSpace의 최종 하위 엔티티인 IfcPropertySingleValue의 속성 NominalValue에서, 개구부의 개폐여부는 엔티티 IfcWindow의 최종 하위 엔티티인 IfcPropertySingleValue의 속성 NominalValue에서 확인된다. 또한, 새롭게 정의된 5가지의 정보 중에서 이름은 엔티티 IfcSpace의 속성 Name에서, 용도는 엔티티 IfcPropertySet의 속성 HasProperty에서 확인된다. 건물의 동과 실의 호수를 확인하는 구조도와 개구부의 개폐여부를 확인하는 구조도의 경로는 동일하다.

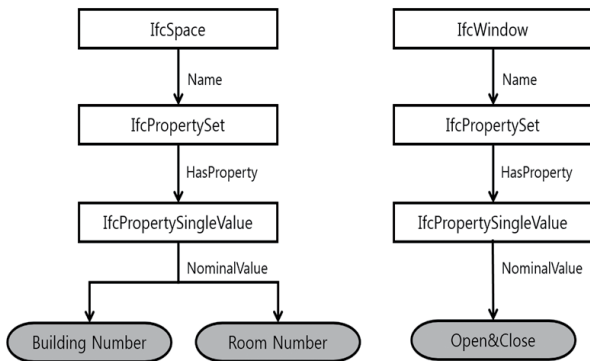


Fig. 4. The Extracting structure of additional properties information from IFC file

3.4 최종마감재면적 산정 알고리즘

정확한 최종마감재면적 산정을 위하여 실의 좌표정보와 형상정보를 활용한 알고리즘을 정의하였다(Fig. 5). 먼저, 최종마감재면적 산정이 요구되는 부위의 좌표정보와 실에 관한 좌표정보를 파악한다. 엔티티 IfcCaetesianPoint의 속성Coordinates에서는 면적산정이 요구되는 부위의 기준좌표정보를, 엔티티 IfcRectangleProfileDef의 속성 Xdim, Ydim에서는 인접벽 모서리 정보를 추출하며, 엔티티 IfcExtrudedAreaSolid의 속성 Height에서 적용 마감재의 높이를 추출한다. 인접벽 모서리 정보를 활용하여 벽체를 형상화하고, 실의 기준좌표정보를 활용하여 벽체의 위치를 확인한다. 다음으로, 실에 관한 좌표정보와 실의 형상순서 정보를 파악한다. 실의 좌표정보는 엔티티 IfcCaetesianPoint와 엔티티 IfcRectangleProfileDef에서, 실 형상순서에 관한 정보는 엔티티 IfcAtbiratyClosedProfileDef의 하위 엔티티 IfcPolyLine에서 확인된다. 이 정보들을 활용하여 실을 형상화한다. 마지막으로, 좌표를 통해 파악한 실 정보와 형상화된 부위 정보를 겹쳐 비교하여 두 객체가 완전히 겹쳐지면 마감재 면적이 정확히 산정되었다고 판단하며, 산정된 정보에서 부위에 포함된 개구부의 면적을 제하여 면적 산정을 완료한다.

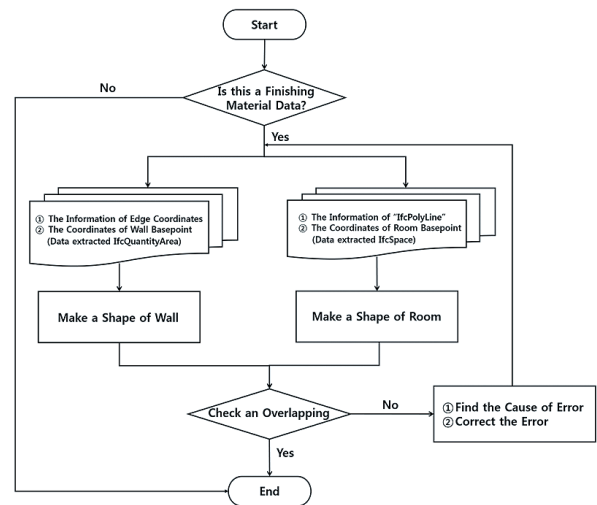


Fig. 5. Finishing material area calculation algorithm

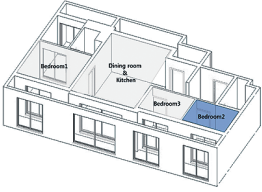

4. 사례연구

4.1 건물개요 및 가정사항

본 연구에서 제시하는 BIM기반 실내공기질 인증 요구정보 생성 자동화 프로세스의 효율성을 검증하기 위하여 Revit 2016 버전으로 작성된 예시건물 모델을 이용하였으며, IFC 4 표준파일 포맷으로 정보를 생성하였다. 예시로 사용된 건물은 남양주 OO지구에 위치한 건물로, 각 세대에서 추출되는

IFC의 유형과 경로는 동일하므로 4개 세대유형 중 가장 세대 수가 많은 84m² 세대유형을 대상으로 분석하였다(Table 10).

Table 10. Building summary

| BIM | Building Summary | |
|---|---|------------------|
| |  | Building Use |
| Type | | 84m ² |
| Floor Plan | | |
|  | | |

프로세스 중 외부데이터베이스는 실무에서 사용되는 데이터의 일부를 추출하여 사용하였다. 예시로 사용된 건물에 시공된 친환경 자재로 리스트를 만들어서 이를 데이터베이스로 사용하였다(Table 11). 벽을 기준으로 사용된 친환경 자재는

Table 11. The use of Eco-Freindly material list in wall

(The Unit of Households)

| Name | Wall | | | | | |
|------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | Base Material | The Sort of Using Material | | Finishing Material | The Sort of Using Material | |
| | | Interior Material | Glue | | Interior Material | Glue |
| Entrance | Concrete | KCC/ Gypsum Board | KCC/ Gypsum Bond | Wall Paper | Seoul wallpaper / Ezen | Chilbo/ Eco-Freindly Glue |
| | Gypsum Board | | | | | |
| Dining Room | Concrete | KCC/ Gypsum Board | KCC/ Gypsum Bond | Wall Paper | LGhausys/ Wall covering Velet | Chilbo/ Eco-Freindly Glue |
| | Gypsum Board | | | | | |
| Kitchen | Concrete | KCC/ Gypsum Board | KCC/ Gypsum Bond | Tile/ Wall Paper Tile/ Wall Paper | Seoul wallpaper / Ezen | Chilbo/ Eco-Freindly Glue |
| | Gypsum Board | | | | | |
| Bed Room | Concrete | KCC/ Gypsum Board | KCC/ Gypsum Bond | Wall Paper | LG hausys/ Wall covering Velet | Chilbo/ Eco-Freindly Glue |
| | Gypsum Board | | | | | |
| Bath Room | Liquid Water Proofing/ Mortar | - | - | The Tile of Wall | - | - |
| Dress Room | Concrete | KCC/ Gypsum Board | KCC/ Gypsum Bond | Wall Paper | LG hausys /Wall covering Velet | Chilbo/ Eco-Freindly Glue |
| | Gypsum Board | | | | | |
| Veranda /Balcony | Concrete | - | - | Water Paint | KCC/ Supro Well-being | - |

크게 바탕재료와 마감재로 구분되며, 각각의 항목에 사용된 자재명칭, 자재제조회사와 자재제품명을 기입하였다. 각 자재에 대한 제품인증서는 친환경건설자재정보시스템(<http://gmc.greenproduct.go.kr/>, KEITI)에 공개되어 있는 정보를 참고하였다. 제출용 인증엑셀시트는 정부에서 지정된 양식이 존재하지 않기 때문에 회사별 양식을 참고하여 해당 항목에 필요한 인증정보를 포함한 양식을 가상으로 작성하였다.

4.2 실내공기질 인증업무평가 요구정보 추출

예시건물 중 침실2에 대하여 정보를 추출하였다(Fig. 6). 벽의 마감재 면적정보를 산정하기 위해 BIM내부정보 추출 알고리즘으로 실명, 바닥면적, 실과 연관된 객체의 개수, 개구부의 높이와 너비 그리고 실의 높이에 관한 정보를 추출하였다. 또한, 마감재 면적산정 알고리즘을 토대로 마감재의 면적을 계산하였으며, 기존 방식으로 산출된 결과와 비교하여 마감재 면적이 정확히 계산되었는지를 확인하였다.

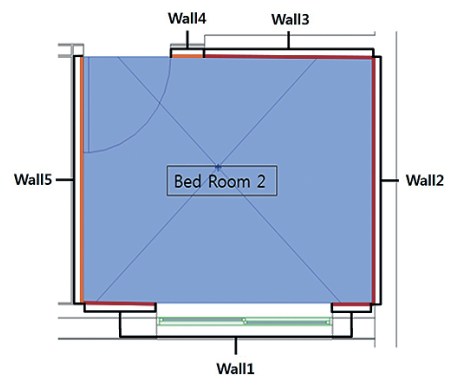


Fig. 6. Floor plan of bed room 2

먼저, 침실 2의 실명은 엔티티 IfcSpace의 8번째 속성인 Name에서 추출되었으며, 실 면적은 엔티티 IfcQuantityArea의 세 번째 속성인 AreaValue에서 바닥면적 6,976m²가 추출되었다. 엔티티 IfcRelSpaceBoundary를 통해 침실2와 연관된 창, 문 벽, 슬래브의 정보를 추출하였으며, 벽 5개, 슬래브 2개, 문 1개, 창 1개 총 9개의 객체가 연관되어 있음이 확인되었다. 다음으로, 침실 2와 연관된 창의 높이와 너비는 각각 2100mm, 2200mm로 엔티티 IfcWindow의 9번째와 10번째 속성인 OverallHeight와 OverallWidth에서 추출되었다. 문의 높이와 너비는 엔티티 IfcDoor의 동일한 속성에서 각각 높이 2100mm, 너비 900mm가 추출되었다. 또한, 실 벽체의 높이는 엔티티 IfcSpace의 하위 엔티티인 IfcExtrudedAreaSolid의 4번째 속성인 Depth에서 추출되었다. 마지막으로, 최종마감재면적 산정 알고리즘을 적용하여 실의 바닥면적과 벽면적이 정

확히 산정되었는지를 확인하였다. 실 바닥의 면적은 엔티티 IfcCartesianPoint를 통해 실의 기준 좌표정보인(16213.91, 4585.83, 0)을 추출하여 이를 통해 정확한 실의 가로, 세로 길이를 산출하였다. 실 벽체의 면적 또한 좌표정보를 포함하고 있는 엔티티 IfcWallStandardCase의 하위엔티티인 IfcExtrudedAreaSolid를 통해 동일하게 추출되었으며, 벽체의 좌표정보와 실의 좌표정보를 비교하여 구성객체별 길이를 산정하였다(Table 12).

Table 12. The extracting result of bed room 2

| Room Name | Object | | Value |
|--------------|-----------|---------------------|---------------------|
| Bedroom 2 | Window | Width | 2100 mm |
| | | Height | 2200 mm |
| | Door | Width | 900 mm |
| | | Height | 2100 mm |
| | Wall 1 | Base | Gypsum Board |
| | | finishing | Wallpaper |
| | | Area | 2.48 m ² |
| | Wall 2 | Base | Concrete |
| | | finishing | Wallpaper |
| | | Area | 5.46 m ² |
| | Wall 3 | Base | Concrete |
| | | finishing | Wallpaper |
| | | Area | 4.14 m ² |
| | Wall 4 | Base | Gypsum Board |
| | | finishing | Wallpaper |
| | | Area | 1.06 m ² |
| Wall 5Wall 5 | Base | Gypsum Board | |
| | finishing | Wallpaper | |
| | Area | 5.46 m ² | |

자동으로 추출된 정보를 기존 수작업방식으로 산정한 정보와 비교하였다(Table 13). 비교결과, 실의 면적 정보 이외의 정보는 2D도면을 참고하여 면적을 직접 산정하는 기존 수작업 방식으로 추출된 정보와 동일하다는 것이 확인되었다. 면적정보에서 차이가 발생한 이유는 도면에 표기 되지 않아 모델링에 반영되지 않은 수치들이 있었기 때문이다. 사례검증 시 벽체의 형별성능관계내역서를 참고하여 세부두께를 표현하였는데, 내역서에 기재된 석고보드와 시멘트 모르타르의 두께는 9.5mm로, 2D 평면에는 두께가 10mm로 표현되어 차이가 발생하였다. 또한, 욕실2 면적을 산정하여 결과를 비교하였는데, 수작업(Manual)과 자동화(Automation)에서 2.448m²의 차이가 발생하였다. 이러한 이유 역시 내역서에 마감재인 타일의 두께가 표현되지 않아 두께를 0mm로 모델링하였기 때문으로 판단된다. 따라서 실에 사용된 재료두께의 세부정보가 표현된 도면 혹은 내역서를 참고한다면 이러한 오차들은 보완 가능하며, 이와 같은 방법으로 실의 면적

정보와 내부 마감재 면적을 산정하여 친환경인증항목에 활용 가능하다.

Table 13. The comparison of manual and automation

| Category | | Manual | Automation |
|----------------|-----------|------------------------|------------------------|
| Room Name | | Bed Room 2 | Bed Room 2 |
| Material Name | Base | Concrete, Gypsum Board | Concrete, Gypsum Board |
| | finishing | Wallpaper | Wallpaper |
| Space Area | | 6.90 m ² | 6.976 m ² |
| Window Area | | 4.62 m ² | 4.62 m ² |
| Door Area | | 1.89 m ² | 1.89 m ² |
| Window Width | | 2200 mm | 2200 mm |
| Window Height | | 2100 mm | 2100 mm |
| Door Width | | 900 mm | 900 mm |
| Door Height | | 2100 mm | 2100 mm |
| Ceiling Height | | 2.35 m | 2.35 m |

5. 결론

본 연구에서는 BIM모델의 IFC데이터를 활용하여 건강친화형 주택건설기준의 권고기준을 제외한 10개 항목의 자동화 과정을 제시하였으며, 작업자는 이러한 과정을 통해 전체 평균 업무 소요시간 795시간 중 약 10%에 해당하는 약 71시간을 단축할 수 있다. 본 연구는 국내 친환경인증제도 중 실내공기질 관련 인증정보 중 자동화 할 수 있는 항목을 선정하고 이에 대한 요구정보를 정의하였으며, 실내공기질 인증평가 업무에 활용 가능한 알고리즘을 제시하였으며, 그리고 이후 BIM을 활용한 친환경인증제도 정보생성 자동화에 기초연구로 기여가 있다.

본 연구는 자동화 과정 중 BIM모델을 통해 생성 가능한 정보를 추출하기 위해 국내 친환경인증제도 중 실내공기질과 관련된 항목들을 고찰하고, 이에 대한 인증요구정보를 정의하였다. 정의된 인증요구정보에 따라 필요한 IFC데이터를 추출하고, 추출된 데이터를 활용하여 업무에 필요한 값과 내용을 추출하였다. 이를 통해 실내공기질 관련 인증평가 업무 중 자연 통풍 확보 여부, 실내 마감 재료표, 환기횟수계산, 특정 자재의 적용비율정보를 자동으로 추출할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 권고기준은 흡방습 건축자재의 시공부위 면적, 흡착 건축자재의 시공부위 면적, 항공팡이 건축자재의 시공부위 면적, 항공 건축자재의 시공부위 면적에 관한 것으로 이에 대한 정보 역시 본 연구에서 제시한 면적산정프로세스에 따라 자동화 가능할 것으로 기대된다.

본 연구는 친환경건설자재시스템에서 가져온 정보로 만들어진 데이터베이스가 구축되어있다는 가정하여 연구를 진행하였다. 따라서 향후연구에서는 친환경건설자재시스템에 있는 정보들을 통해 데이터베이스를 자동으로 생성하는 과정을

제시하고, 이를 BIM모델과 연동하여 정보를 자동으로 생성하는 프로세스를 제시하고자 한다. 본 연구는 인증정보 생성에 관한 사례검증을 BIM모델에서 추출한 정보로 한정하였음에 한계를 갖는다.

감사의 글

본 논문은 국토교통부 국토교통기술촉진 연구개발사업의 연구비지원(16CTAP-C114926-01)에 의해 수행되었습니다.

References

- Arno S., and Frank T. (2008). "Building information model based energy/exergy performance assessment in early design stages" *Automation in Construction*, 18, pp. 153-163.
- Salman, A., Wade A. C., Darren O., and Irtishad A. (2010). "Building information modeling for sustainable design and LEED rating analysis" *Automation in Construction*, 20, pp. 217-224.
- Kim, K. R., and Yu, J. H. (2012). "A Method for Extracting Geometry Data from IFC File for Building Energy Load Analysis" *Architectural Institute of Korea*, 28(5), pp. 241-248.
- Kim, S. S. (2012). "Comparative Analysis of Domestic and Foreign Indoor Air Quality Certification Systems" *Journal of Korean institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems*, 6(3), pp. 191-196.
- Lee, C. Y., and An, Y. S. (2012). "A Study on Method for Open BIM-based Automatic Review of Building Code : Focused on the Disability-related Act" MS thesis, Yeungnam Univ., Korea.
- Kang, J. S. (2013). "A Study on the Development of Architectural Administration for Code Checking Support System in Open BIM Environments (Focused on Technology of the BIM Data Management)" Doctor of Philosophy, KyungHee Univ., Korea.
- Ibrahim M., and Kate C. (2013). "Sustainable BIM-based Evaluation of Buildings" *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 74, pp. 419-428.
- Joo, S. J. (2014). "Selecting and Managing Finishing Materials for Indoor Air Quality in Apartment House" MS thesis, Hanyang Univ.
- Yoo, S. E., Kim, K. R., Kim, I. H., and Yu, J. H. (2015). "Development of BIM-based Building Approval Submission System" *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 20(2), pp. 171-181.
- Kim, D. I. (2015). "A Study on the Improvement of Environmental Performance Indicators of Green Building Certification Criteria" Doctor of Philosophy, Kyungpook National Univ., Korea.
- The Ministry of Environment (2015). "Basic plan of Indoor Air Quality Management"
- The Health-Friendly Housing Construction Standards (2015)
- Park, J. E., and Yu, J. H. (2016). "Bim-based Repair&Replacement (R&R) Cost Estimating Process" *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 17(2), pp. 31-38.
- Korea Ministry of Government Legislation (2016). Green Construction Material Information system (2017). *KEITI*, <<http://gmc.greenproduct.go.kr/main.do>> (Jan, 1, 2017)

요약 : 실내에서 보내는 시간이 증가함에 따라, 쾌적한 실내환경에 대한 요구가 증가되고 있다. 또한, 새집증후군과 같은 문제들에 관심이 집중되면서 실내공기질에 관한 요구 역시 증가되고 있다. 정부에서는 이러한 요구에 따라 실내환경을 관리하기 위하여 다양한 정책 및 제도를 제정하였으며, 공공건물에서의 친환경제도 인증을 필수화하였다. 실내공기질과 관련된 인증제도는 크게 3가지로 도면기반으로 인증을 평가하는 건강친화형 주택건설기준과 녹색건축인증 그리고 측정정보 기반으로 인증을 평가하는 실내공기질 인증이 있다. 이중 도면기반으로 인증을 평가하는 제도들을 업무의 비중 대비 과도한 업무량이 요구된다. 친환경인증업무를 수행하는 한 회사의 인터뷰 결과 평균 업무비중보다 2배 이상의 소요시간이 필요한 것으로 조사되었다. 이는 2D기반의 작업환경에서 면적에 관한 정보들을 일일이 수작업으로 측정하여 필요이상의 업무를 수행하고 있기 때문으로 분석된다. 따라서 본 연구에서는 3D기반의 BIM모델을 이용한 실내공기질 평가 자동화 프로세스를 제시한다. 국제표준 포맷인 IFC 파일을 이용하여 필요한 면적정보 및 자재정보를 자동으로 추출하고 이를 모델에 적용하여 자동화하는 과정을 제시한다. 본 연구는 인증을 위해 필요한 업무시간을 단축하고 업무효율성을 높이는 것에 기여할 것으로 기대된다.

키워드 : IFC, BIM, 실내 공기질, 자동평가, 인증