

건물 내의 사용자 생활안전설계를 위한 BIM기반 실시간 성능검토 기술개발에 관한 기초연구

이 윤 길[†]

A Basic Study on the Development of a BIM-based Realtime Performance Evaluation Technology for the User Life Safety in the Buildings

Yun Gil Lee[†]

ABSTRACT

Dweller's safety is one of the most important factors for the evaluation of building performance. The process of conventional safety design which is normally performed by the codes and designer's experiences is not enough to check the whole possibilities of unexpected accidents in the built environment. It means that the dwellers might be always exposed by the dangerous situation which should have been removed in the architectural design process. In order to solve this problem, this study intends to introduce a rule-based performance evaluation technology based on BIM(Building Information Modeling). The proposed technology focuses on the real time evaluation of dweller's safety in the ordinary life in the designed building alternatives and uses a commercial BIM tool as a design and evaluation platform.

Key words: Performance Based Design, Rule-based Evaluation, BIM(Building Information Modeling), User Safety, Real Time

1. 서 론

1.1 연구의 목적 및 배경

화재, 붕괴 등의 사건으로 인하여 건축물내의 사용자의 안전에 대한 관심은 점차로 증가하고 있는 실정이다. 예를 들어 최근 관심이 높아지고 있는 '장애물 없는 생활환경(Barrier Free)'은 사용자 안전에 대한 사회적인 관심을 대변하는 것으로서 장애인 등 사회적 약자의 시설접근·이용 및 이동권 보장에 대한 사회적 관심을 확산시켜 누구나 편리하게 이용 가능한 건축물 등의 도시환경을 만들기 위한 자율적 인식개선의 기회로 제공하고자 하고 있다. 또한, 건축실무에서도 사용자 안전에 대한 노력이 지속되고

있다. 예를 들면 여성 및 장애인 주차는 주동출입구에 확보, 주동 출입구 인접배치 및 CCTV 설치를 통해 장애인 및 입주민의 편의성 및 안전성 확보하고 주동통합형 시스템으로 편리하고 안전한 주동출입 확보, 사각지대 없는 주동출입구 계획하고 있다. 또한 주동하부를 활용한 지하주차장의 차량 대기 공간 확보하여 편리하고 접근이 용이한 맞이방 계획을 하고 있으며 시야확보가 가능한 모듈화된 주차구획과 주차장내 인지성 향상시키는 등의 노력이 계속되고 있다. 이는 설계단계에서부터 사용자 안전에 대한 보다 심도 있는 고민이 필요하며 다양한 형태로 발생하는 사고 상황에 대한 면밀한 검토 및 이를 위한 기술 지원의 필요성을 보여준다고 할 수 있다.

* Corresponding Author : Yun-Gil Lee, Address: (336-795) 304, JoHyungKhaHak-Khan, Hoseo University, BaeBangMyun, Asan, ChungNam, Korea, TEL : +82-41-540-5784, FAX : +82-41-548-5126, E-mail : yglee@hoseo.edu

Receipt date : Jun. 10, 2015, Revision date : Jul 16, 2015

Approval date : Jul 23, 2015

[†] Dept. of Architecture, College of Engineering, Hoseo University

* This research was supported by the Academic Research fund of Hoseo University in 2013(2013-0352)

특히, 우리나라는 세계적으로 유래를 찾아보기 힘든 빠른 속도의 고령화가 진행 중이다.¹⁾ 대다수 노인들은 집안에서 더 많은 시간을 보내기 때문에 주택 공간 내에서 안전사고의 위험성은 더 커지게 된다. 노인주거 실태조사(2007)에 따르면 65세 이상 노인이 거주하는 주택유형은 단독주택이 61.8%로 가장 높고 대부분 오래된 단독주택이기 때문에 생활안전에 취약한 상황일 가능성이 높다.[2] 한국소비자원에 따르면 65세 이상 노인 안전사고 건수가 2010년에 2910건, 2011년 3661건, 2012년 3911건으로 매년 꾸준히 증가하고 있다고 한다.[15] 또한 주택에서의 노인 안전사고 유형은 주로 미끄러짐, 넘어짐, 떨어짐, 부딪힘 등이 주를 이루고 있기 때문에 주택을 개보수하거나 위험요인을 제거할 경우에 해결이 가능한 것이 많다[14].

사용자 안전 디자인에 대한 연구는 오랫동안 지속되어 왔으나 대부분이 설계자의 경험이나 관련 법규를 기반으로 소극적으로 이루어지고 있는 실정이다. 이와 같은 접근방법은 설계자가 예측하지 못한 상황이나 법규에서 정하고 있지 않은 상황에 대해서는 대응하지 못하는 단점이 있으며 점차 다변화하는 건물형태나 사용자 사용 행태에 대응하기 어렵다. 특히, 생활안전은 생활환경의 다양하고 복잡한 변화와 노령인구의 증대로 더욱 깊은 관심과 배려가 필요한 상황이지만 아직까지 구체적인 방안이나 기술적인 뒷받침이 없는 상태이다. 이와 같은 상황을 개선하기 위하여 본 연구는 설계단계에서 보다 적극적인 사고방지를 위한 기술개발을 목표로 하고 있으며 이를 위하여 건축 정보 모델링(Building Information Modeling) 기술을 도입하여 해결하는 방안을 제안하고자 한다. 본 연구는 안전설계를 위한 자동화된 검토기술 개발하고 이를 건축설계 전용 소프트웨어에 적용시키는 것에 주된 목적이 있다. 이는 기존의 안전설계 관련 이론, 문헌 및 사례를 중심으로 분석한 결과를 전산 정보화하는 방식으로 진행되며 본 연구에서 사용된 건축설계 전용 소프트웨어는 최근 전세계적으로 관심이 집중되어 있는 BIM기반 저작도

구인 Revit Architecture 2014(이후 Revit)을 이용하였다.

1.2 연구의 방법 및 주안점

본 연구는 핵심기술 개발을 위한 기초연구성격의 연구라고 할 수 있다. 즉, BIM을 기반으로 모델링된 설계안을 자동으로 검토하여 안전설계가 잘 이루어졌는가를 평가하는 기술을 개발하고 향후 사용자가 검토규칙을 시스템 외부에서 입력이 가능한 확장성 있는 플랫폼(platform)개발을 주로 하고 있다. 설계 과정에서 활용되는 것을 목표로 하여 BIM 저작도와 일체화된 모듈개발을 시도하고 있으며 결국 이와 같은 개발을 통하여 향후 BIM을 근간에 둔 성능기반 설계기술(PBD, Performance Based Design)이 실현될 수 있도록 하는 기반 기술을 제시하고 있다. 이를 위하여 본 연구는 사례와 이론을 통하여 기술개발 방향 및 전략을 수립하고 수립된 방향과 전략으로 프로토타입(prototype)을 개발하여 실현가능성을 모색하였다. 또한 개발된 시스템을 전문가를 통한 심층면접으로 그 실현 및 실무활용 가능성을 고찰하였다.

2. 사례 및 이론연구

2.1 안전설계관련

건축물의 안전설계에 관한 연구는 주로 화재 및 재난으로부터 대피에 관한 연구가 많은 실정이다. 대구 지하철 참사 이후 건물을 사용하는 사용자의 피난에 대한 사회적인 관심이 높아지면서 이에 대한 이론 및 실증연구가 급증하였다. 해외의 유사시설 분석을 통한 계획대안 제시와 피난 및 안전 확보를 위해 최단거리 피난을 정량화하여 계획 방향을 제시하는 연구가 주로 이루어 졌으며 최근에는 피난거리 및 시간에 대한 단순 시뮬레이션에서 탈피하여 시설물의 물리적 특성과 사용자의 유동특성, 인지특성 등의 행태적 특성을 함께 고려한 실증연구가 실시되고 있다. 대표적인 예를 들면 오인욱(2003)은 해외 10개 공항 철도역사의 실내환경을 분석하여 식별성/진로인식/시인성/신비성/상징성 등의 분석틀을 활용하여 인천국제공항철도역사에 적용 가능한 환경인지 요소 제안하였다[6]. 또한, 김찬주(외 1, 2007)는 지하철 역사 내 다중 이용 시설에서의 일반적인 최단거리 피난 시뮬레이션을 반영한 계획에서 탈피하여 사용자 보

1) 2014년 고령자 통계자료에 의하면, 65세 이상 노인인구가 2014년 600만 명을 넘었다고 한다. 이는 전체 인구의 약 13%를 차지하는 것이며 2026년에는 전체 인구의 20%가 65세 이상인 초고령화사회로 진입 할 것으로 예측된다. 노년기의 사람은 노화 및 노인성 질환으로 신체적으로 건강한 일상생활을 위협받을 수 있다.[13]

행 행태(유동패턴)와 시설 특성을 depthmap등의 프로그램을 활용, 가시접근성을 분석함으로써 안전한 역사 계획 방법론을 제시하였다[1]. 박병직(외 1, 2012)은 서울의 120개 역사를 조사하여, 승강장에서 계단 및 승하차 형식을 기준으로 10가지로 유형화하여 피난시간을 단축하고 병목구간을 축소할 수 있는 지하철 역사 설계 기준 제시하였다[7]. 송종영(외 3, 2012)은 지하철 지하공간의 수많은 시각적 요소 중에서 피난 유도등의 조도 및 휘도 등을 대구지하철을 중심으로 조사 분석함으로써, 피난자의 인지성과 가시성을 고려한 피난 유도등 계획 방향을 제시하였다[10].

사용자 피난에 대한 관심은 법률개정으로 이어져 2013년 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법이 시행되었다. 이에 따르면 건축물 및 시설물의 인허가 이전에는 의무적으로 사전재난영향성검토협의를 필수적으로 시행하도록 하고 있다. 사전재난영향성검토협의의 내용은 건축물 내에서의 사고(지진, 화재, 붕괴 등)에 대하여 건축물이 거주자를 안전하게 보호하고 사고 상황에서 거주자의 안전 및 피난을 위하여 효과적으로 대응할 수 있는 물리적 그리고 공간적 성능을 보유하고 있는가에 대한 것이다.[12] 이외에도 다양한 법률들(건축법, 건축법 시행령, 건축물의 피난 및 방화구조등의 기준에 관한 규칙, 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 등)에서 건축물의 피난, 방화, 화재 등에 대한 규정을 명시하고 건축물의 설계 시에 준수하도록 요구하고 있다.

상기와 같이 건축물에서의 화재 및 방재 상황에서 피난에 대한 성능을 높이기 위한 연구 및 규제는 확대되고 있는 실정이지만 보다 일상적인 상황에서 벌어지는 사고 등에 대한 건축물의 성능을 높이기 위한 노력은 상대적으로 미약한 편이다. 전술한 것과 같이 빈번한 노약자의 거주환경에서 벌어지는 사고가 점점 증대하는 것에 비하여 이른바 생활안전에 대한 연구는 충분하지 못하며 보다 증대될 필요가 있다.

2.2 PBD 및 BIM관련연구

건축분야에서 성능기반설계(PBD, Performance-based Design)란 사용자 및 설계자 모두가 대상 건축물의 목표성능을 명확히 설정하고 이를 만족할 수 있는 성능의 건축물을 설계하기 위한 디자인 방법의 하나이다. 따라서 건축물의 디자인과정에서 도출된

설계안이 설정된 목표에 부합하는 지를 검토하여 최적의 디자인 안을 산출하는 것이 일반적이다. 성능기반설계와 대비되는 개념으로서 사양설계법(Prescriptive Design Methodology)이 있는데 이는 성능기반설계의 개념이 대두되기 이전에 일반적으로 건축공학 설계에 이용되었던 개념으로 구체화된 법규나 시방서등의 강제규정을 기준으로 설계가 이루어지는 것이다. 이는 다양한 설계조건에 대한 설계자의 합리적인 판단을 설계 안에 적용할 수 없기 때문에 상황에 맞지 않는 불합리한 설계로 이어질 수 있는 단점이 있다[3].

PBD개념은 소방방재분야에서도 많이 고려되고 있다. 즉, 피난안전성평가라는 개념이 도입되고 법제화되면서 이를 위한 성능위주의소방설계가 적극적으로 도입되고 있다. 소방방재청 고시 제 2013-10호 “소방 시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준”에 규정하고 있는 내용에 따르면 소방관계기준에 따라 제도화된 설계를 성능위주의 설법으로 대처하여 소방방화설계를 수행하는데 있어서 설정된 화재안전의 목표와 목적에 부합하도록 재실자의 안전을 위하여 피난에 필요한 충분한 여건이 갖추어져 있는가를 가능한 기준 및 예측수법을 이용하여 확인하는 것이다[8].

BIM의 도입과 보급에 따라서 PBD의 개념은 보다 확장되어 최근에는 건축물의 에너지 성능 분석을 기반으로 한 설계에 활용되고 있다. 이권형(외2, 2014)은 에너지성능기반설계라는 용어를 사용하면서 이는 디자인 초기 단계에서부터 건축물의 에너지 성능향상에 중점을 두고 설계안을 발전해 나가고자 진행되는 일련의 설계프로세스라고 정의하였다[4]. 본 연구에서 초기단계에서부터 설계안의 에너지 성능분석이 가능했던 것은 BIM을 기반으로 설계안이 작성되어 초기단계에서부터 구체적으로 건축물의 3차원 모델링이 이루어졌고 이를 기반으로 한 생애주기를 통한 건축정보의 활용이 가능했기 때문이다. 문현준(외1, 2010)은 같은 맥락에서 효율적인 건물 에너지 분석을 위해서 BIM기술이 각광을 받고 있는 것은 BIM기술을 활용하면 설계모델을 바로 분석모델로 활용하여 분석을 위한 준비시간을 단축할 수 있고 설계변경에 대해서도 즉각적으로 반영할 수 있는 장점이 있기 때문이라고 말하고 있다[5]. BIM의 활용이 높아질수록 성능기반설계의 BIM에 도입은 점차 늘어날 것으로 전망되나 BIM기반 생활안전 성능검

토를 위한 기술개발에 대한 연구 및 사례는 찾아보기 어렵다.

3. 시스템 개발

3.1 개발개요

상기와 같이 관련된 연구를 살펴보았으나 건축물의 생활안전성능에 대한 고려의 필요성은 인식하고 있으나 이에 대한 기술적인 개발이나 지원에 대한 연구 수행은 찾아보기 어려운 실정이다. 본 연구는 거주자의 생활안전성능을 설계과정에서 검토하고 이를 통하여 생활안전성능기반 설계를 실현하기 위한 기술 개발을 목표로 진행되었다. 이를 위하여 최근 전 세계적으로 도입과 활용이 증대하고 있으며 성능기반설계를 위한 주요 기반기술로 인식되고 있는 BIM기술을 기반으로 생활안전성능을 검토할 수 있는 기술을 고안하고 이에 대한 프로토타입을 개발하여 본 기술의 실현 가능성을 검토하였다.

3.2 개발전략

본 시스템 개발을 위하여 다음과 같이 몇 가지 개발전략을 기반으로 개발이 이루어 졌다. 개발전략은 앞서 논의한 이론 및 사례연구와 본 개발을 위한 기반기술인 BIM기술의 특성을 고려하여 설정되었다.

첫째, 거주자의 생활안전을 고려한 성능검토설계 기술을 개발한다. 앞서 논의한 것과 같이 화재예방 등을 위한 성능검토기술은 많이 시행되고 있다고 할 수 있다. 이는 사회적으로 문제시되고 있으며 법적으로 강력하게 규제하고 있기 때문이다. 그러나 생활안전과 같이 상대적으로 법적 규제가 미미한 부분은 설계과정에 간과되기 쉽다. 우리나라와 같이 노령화가 급속히 진행되는 사회에서는 생활안전에 대한 고려도 필수적이라고 할 수 있다. 아직까지는 생활안전에 대한 검토는 건축가의 경험 맡겨놓는 실정이다. 양질의 거주공간의 계획은 법적인 규정의 충족은 물론 사용자에 대한 세심한 고려가 필요한데 건축실무의 경제적인 상황을 고려하여 볼 때 자동화된 기술을 통하여 지원하는 방법이 효과적으로 판단된다.

둘째, 설계 과정 중에 실시간으로 성능검토가 이루어질 수 있도록 한다. 성능기반설계를 실현하기 위해서는 설정한 성능 목표를 이루기 위하여 설계과정 중에 지속적으로 설계변경이 이루어져야 한다. 따라

서 성능검토의 시점이 설계가 최종적으로 마쳐진 상태보다는 설계가 이루어지고 있는 과정 중에서 가능하도록 구축할 필요가 있다. 이와 같은 실시간 성능검토는 기존의 전형적인 스케치, 2차원 도면을 중심으로 수행되었던 설계방식으로는 현실화되기 어렵다. 즉, 아날로그 정보 및 2차원 정보는 3차원 건축공간에 대한 충분히 정의하기에는 한계가 있고 설계변경이 용이하지 않은 단점이 있다.[9] 본 연구에서는 이와 같은 문제점을 극복하기 위하여 BIM을 기반으로 생활안전 성능 검토방법을 고안하였다. BIM은 설계초기 단계에서부터 3차원으로 대상물을 구체적으로 모델링하여 성능검토에 필요한 정보를 충분히 제공하며 잦은 설계 변경에도 능동적으로 대응할 수 있기 때문에 본 개발을 위한 기반기술로 사용하였다.

셋째, 성능검토를 위하여 추가적인 모델링 및 수치 입력 작업이 없도록 한다. 성능기반설계를 저해하는 주요 원인중의 하나는 성능분석을 위하여 추가적인 모델링 작업이나 수치 입력 작업이 수행되는 것이다. 성능분석을 위한 추가 작업은 과도한 시간과 노력의 투입을 요구하며 이는 전체적인 설계업무의 효율을 떨어뜨리는 원인이 된다. 일반적인 설계방식인 사양설계법이 많이 이용되고 있는 이유도 이와 같은 맥락이다. 본 연구에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위해서 건축물의 설계를 위하여 사용된 BIM 정보를 그대로 활용하여 성능검토를 수행할 수 있도록 개발하였다. 즉, BIM 저작도구에서 제공하는 API(Application Programming Interface)를 활용하여 BIM으로 모델링된 설계안의 3차원 정보를 추출하고 이를 검토 알고리즘을 통하여 검토하는 방식을 도입하였다. 이와 같은 방식은 성능검토를 위한 추가적인 모델링 및 수치 입력 작업이 제거하는 동시에 실시간 성능검토를 가능하게 하는 장점이 있다.

넷째, 사용자가 직관적으로 검토내용을 인지할 수 있도록 한다. 앞서 논의한 바와 같이 설계과정에서 실시간으로 성능을 검토할 수 있기 위해서는 설계자의 직관적인 검토결과의 인지가 필요시 된다. 즉, 가시적인 방법으로 문제가 있는 부분 또는 상황에 대한 전달이 요구되어지고 이를 통하여 신속한 설계자의 의사결정이 이루어질 수 있을 것이다. 이를 위하여 본 연구에서는 BIM 저작도구에서 사용하는 전통적인 가시화 방법 중의 하나인 시트(Sheet)를 활용한 가시화 방법을 고안하였다. 즉, 분석된 결과가 시트

에 가시화되어 설계자가 결과를 확인하거나 보고서를 작성하기 편리하도록 개발하였다.

다섯째, 안전설계관련 기준의 변경이나 새로운 기준의 적용이 용이하도록 한다. 안전설계 및 관련법규는 여러 가지 상황에 따라서 변경이 가능하기 때문에 기준의 변경에 능동적으로 대응할 필요가 있다. 또한 단순히 기준이 바뀌는 것뿐만 아니라 기준을 적용하는 방식도 바뀔 수가 있기 때문에 이에 대비할 필요가 있다. 본 연구에서는 시스템 외부에서 기준 및 적용 방식을 C와 같은 전통적인 프로그래밍 언어보다는 상대적으로 간편한 스크립팅(Scripting)을 활용한 입력이 가능하도록 개발하여 적용하고자 하였다. 이는 향후 다양한 법규 및 기준 적용에 유리하다.

3.3 시스템구성

Fig. 1은 본 연구에서 프로토타입으로 제안한 시

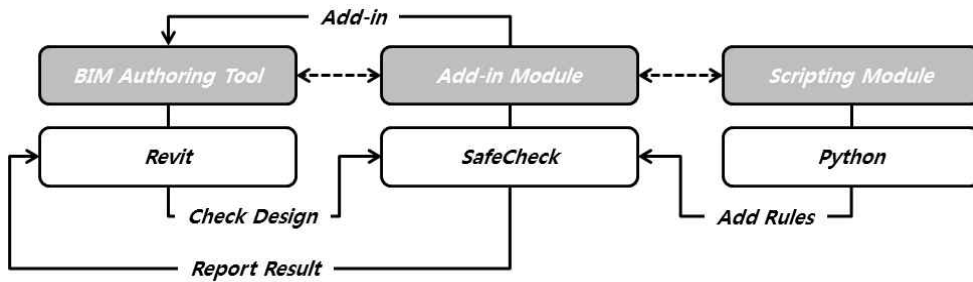


Fig. 1. The system structure of the proposed system named SafeCheck.

스템(가칭 SafeCheck)의 구조를 보여주고 있다. SafeCheck은 일종의 Add-in 모듈로서 상용 BIM도구인 Revit에 장착되어 활용된다. 즉, SafeCheck은 일종의 *.dll형식의 모듈로서 Revit의 인터페이스에서 호출하여 구동하는 방식으로 활용된다. SafeCheck은 Revit API를 이용하여 Revit으로 제작된 건축물 모델의 각 정보를 검색하여 디자인된 설계안이 규정에 적절한지 검토한다. 안전설계 규정 및 검토 방식은 Python을 기반으로 구축된 Scripting 모듈을 통하여 입력이 가능하도록 SafeCheck모듈과 연계되어 운영된다.

3.4 인터페이스 구성

Fig. 2는 개발된 SafeCheck의 사용자 인터페이스의 구성 및 작동순서에 대한 것을 보여주고 있다. 앞서 설명한 것과 같이 SafeCheck은 Revit 인터페이스

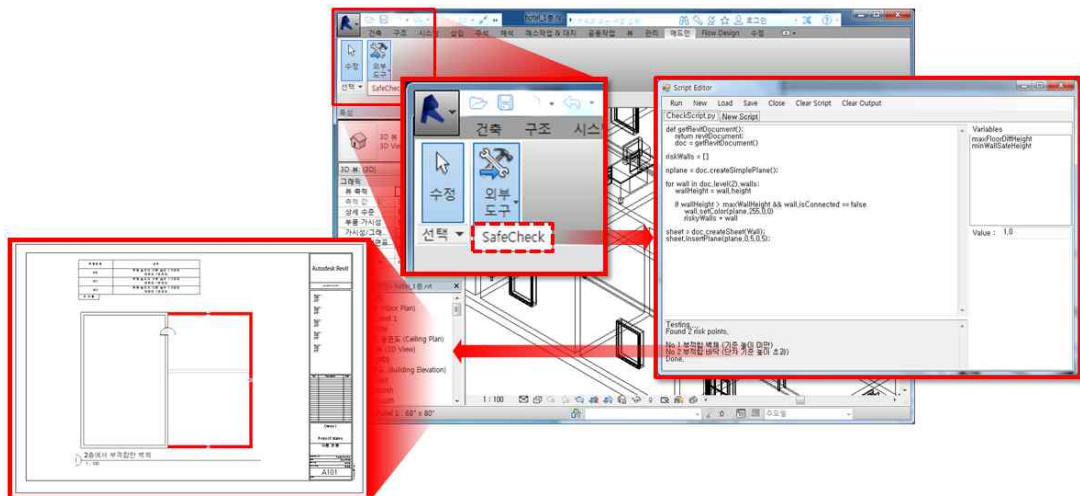


Fig. 2. User interface of SafeCheck and its operation procedure.

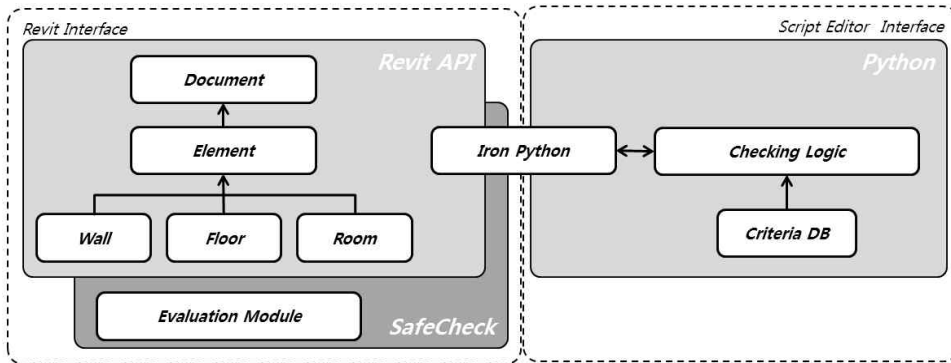


Fig. 3. Integration of Revit API and Python.

```

def getRevitDocument():
    return revitDocument;
    doc = getRevitDocument()

riskWalls = []
nplane = doc.createSimplePlane();

for wall in doc.level(2).walls:
    wallHeight = wall.height
    if wallHeight > maxWallHeight && wall.isConnected == false
        wall.setColor(plane,255,0,0)
        riskyWalls + wall
sheet = doc.createSheet(Wall);
sheet.insertPlane(plane,0.5,0.5);
    
```

Fig. 4. An Example of Python scripts for the checking logic.

상에서 구동된다. Fig. 2에서와 같은 Revit 메뉴 중에 “에드인”항목에 “외부도구”아래 구동하는 메뉴가 설정 할 수 있다. 설정된 메뉴를 선택하면 개발된 *.dll 이 구동된다. 메뉴생성과 *.dll의 연결을 위하여 XML(eXtensible Mark-up Language)기반의 Safe Check.addin파일을 “C:\ProgramData\Autodesk\Revit\Addins\2014”폴더 하위에 파일을 설치한다. “SafeCheck”메뉴를 구동하면 Script Editor가 구동되어 규칙검토를 위한 알고리즘 및 규칙기준을 입력 할 수 있다. 입력 후에 규칙을 실행시키면 개발된 SafeCheck모듈이 디자인된 모델을 읽어 규칙에 부합한지 검토한 후에 Revit의 Sheet²⁾에 그림과 같이 자동으로 결과가 가시화된다. 사용자는 생성된 Sheet 를 선택하여 결과를 실시간으로 검토하게 된다.

2) 이것은 일반적으로 건축도면을 보고서 형태로 제출하는 포맷이다. 관공서 등에 납품하는 도면 역시 일정한 포맷 안에 각 도면을 배치하여 출력한다.

3.4 Revit API와 Python의 통합

Fig. 3은 본 연구에서 다양한 규칙의 적용을 위하여 개발된 Python을 기반으로 입력된 스크립트가 어떻게 SafeCheck과 연계되는지 보여주고 있다. 스크립트를 입력하는 Script Editor와 SafeCheck모듈을 연결해 주는 역할을 수행하는 것은 IronPython이다. IronPython은 .NET 프레임워크와 강력하게 결합된 오픈 소스 기반의 Python 프로그래밍 언어이다. IronPython은 .NET 프레임워크와 Python라이브러리를 같이 사용할 수 있으며 다른 .NET 언어도 Python 코드를 쉽게 사용할 수 있게 한다[11]. 본 연구에서는 IronPython을 통하여 Revit API를 기반으로 SafeCheck모듈에서 작성된 클래스(Class)를 불러들여 Python 스크립트 기반으로 함수를 기술할 수 있다.

Fig. 4는 Python 기반으로 작성된 규칙의 예이다. 앞에서 설명한 것과 같이 getRevitDocument()와 같

은 함수를 호출할 수 있는 것은 IronPython이 SafeCheck모듈을 연결하여 주고 있기 때문이다. Fig. 4과 같이 불러들인 RevitDocument 객체 하위의 함수를 이용하여 모델링된 안을 검토하고 결과를 가시화하는 함수역시 실행할 수 있다. 즉, sheet 객체를 생성(doc.createSheet(Wall))하고 생성된 sheet에 검토된 평면을 삽입(sheet.insertPlane())하여 가시화하는 규칙을 기술한 것을 볼 수 있다.

이와 같은 방식은 구축된 시스템은 API에 대한 빠른 테스트와 디자인 변경을 가능하게 한다. 즉, C#으로 구현하고 컴파일 한 후 테스트하는 방법은 비효율적이며 테스트 후에는 많은 양의 코드를 폐기해야 하는 단점을 최소화 할 수 있다. 스크립트를 사용한 인터랙티브한 기능 변경은 보다 생산적인 검토 환경을 조성할 수 있다. 실시간으로 돌아가는 어플리케이션 상에서 바로 실행 가능하며 실제 돌아가는 데이터를 바로 끄집어내어 새로운 규칙에 적용 가능하기 때문에 다른 개발자 및 사용자들이 손쉽게 기능 추가가 가능하다. 인터페이스 측면에서도 새로운 데이터가 생길 때 마다 사용자 인터페이스를 추가 변경할 필요가 없기 때문에 이에 대한 노력 및 비용도 최소화 할 수 있다.

3.6 알고리즘 개발

본 연구는 BIM기반 실시간 생활안전평가 기술에 대한 기반을 구축하는 것을 목표로 하는 기초연구적인 성격으로 가장 기본적인 생활안전의 대상이 되는 바닥단차 및 난간높이에 대한 안전검토를 수행하는 알고리즘에 대하여 개발하였다. 바닥에 대한 단순 비교는 단순한 알고리즘이기는 하지만 공간이라는 개념과 사용자의 이동을 고려하면 몇 가지 고려사항이 발생하게 된다. 바닥단차를 예를 들면 Fig. 5는 바닥단차의 한계높이 이상의 차이가 나는 것을 검토하는 알고리즘이다. 단순히 바닥객체들을 서로 비교분석하여 주어진 한계높이 이상 차이가 있는 두 바닥 객체를 찾아내는 것은 사용자의 이동이 없는 두 바닥 객체의 차이까지 고려하게 되어 불필요한 다수의 결과를 도출할 가능성이 있다. 이를 해소하기 위해서는 사용자의 주행이 연속된다고 볼 수 있는 같은 공간에 존재하는 바닥의 차이만을 고려하도록 하면 된다. 이를 위하여 Revit API에서 제공하는 Room객체를 활용하였는데 단차가 있는 두 바닥이 같은 Room안에

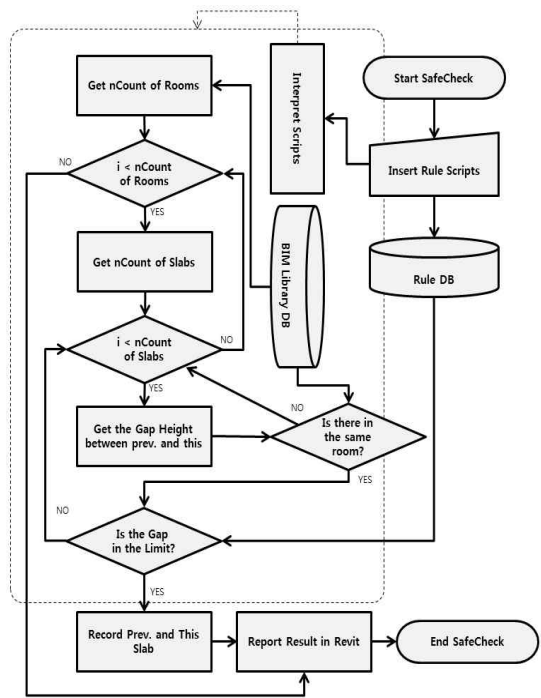


Fig. 5. Algorithm of checking the safety of Floor.

있는 객체인가를 확인하여 같은 Room안에 있는 바닥만을 고려하였다. 이와 같은 것이 가능한 것은 Revit의 데이터구조상 Room객체는 Floor객체와 연결되어 어떤 Floor객체가 연결되었는지 Room객체를 통하여 검색할 수 있기 때문이다.

3.6 SafeCheck의 실행

Fig. 6은 개발된 SafeCheck 실행과정 및 각 단계에서의 실행 모습을 보여주고 있다. Fig. 6은 간단한 아파트 평면을 모델링하고 이를 SafeCheck으로 검토하는 것에 대한 내용이다. 먼저 Revit을 이용하여 모델링을 실시하고 SafeCheck을 구동하면 Fig. 6의 두 번째 그림과 같이 스크립트를 입력하는 창이 생성된다. 이를 통하여 검토규칙을 입력하고 검토를 시작하면 Fig. 6의 세 번째, 네 번째 그림과 같이 Sheet형태로 검토결과가 가시화된다. 세 번째 그림은 바닥에서 위험여지가 있는 곳을 표시하고 있는데 상대적으로 다른 바닥보다 높은 바닥에 대하여 다른 색으로 표시하여 가시화한다. 네 번째 그림은 난간 높이가 규정보다 낮은 것에 대하여 다른 색으로 표시하여 설계자에게 제시한다. 모든 과정이 건축 설계도구인

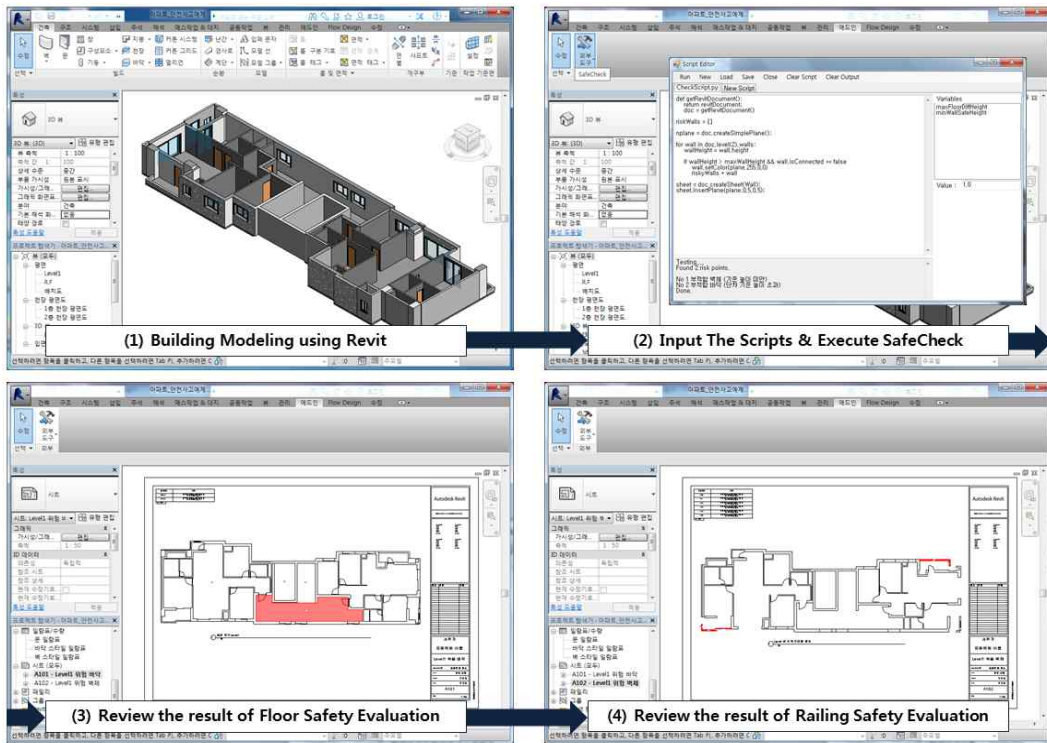


Fig. 6. The execution procedure of SafeCheck.

Revit 상에서 진행되기 때문에 설계자가 실시간으로 설계안을 검토할 수 있고 즉각적인 설계변경이 가능하다.

4. 시스템 평가

4.1 시스템 평가 대상 및 방법

본 연구에서 제시된 프로토타입 시스템인 Safe-Check의 평가는 전문가 심층면접으로 진행되었다. 본 연구와 같이 생활안전에 대한 내용으로 구축된 시스템은 없기 때문에 비교분석을 통한 검증은 불가능하다. 따라서 설계 경험이 많은 건축사 5인을 선정하여 본 시스템을 시연하고 본 연구 결과물의 가능성에 대하여 심층면접을 실시하였다. 심층면접의 대상자는 건축실무 15년 이상의 건축사 소자자이며 그중 3인은 건축사무소를 직접운영하고 있는 건축설계 전문가이다. 심층면접 방법은 먼저 개발된 시스템을 시연하고 개발의 의도 및 개발내용에 대하여 설명하고 건축사 BIM 소프트웨어에 익숙한 경우 직접 사용해 볼 수 있도록 하였다. 이후 개발된 시스템의 실무활

용 가능성, 실무활용 시 장점/단점, 향후 추가로 개발이 진행되어야 할 내용 등을 중심으로 질의응답을 진행하였다. 개발내용에 대한 시연 및 설명은 40분정도 진행되었으며 심층면접은 1시간정도 진행되었다. 심층면접의 결과는 개인적인 차이가 있기 때문에 일반화된 결과라고 볼 수는 없지만 본 연구의 결과의 향후 실무활용성 및 발전 가능성에 대하여 확인할 수 있는 의미 있는 견해로 볼 수 있다.

4.2 시스템 평가 결과

J건축사는 본 시스템을 통하여 생활안전에 관한 검토뿐만 아니라 건축설계과정에서 건축사가 놓치기 쉬운 부분에 대한 자동화된 검토가 가능할 것으로 예상하였다. 예를 들어, 건축법규는 내용이 방대하고 각 시도의 조례에 따라서 미세한 차이가 있을 수 있을 뿐만 아니라 자주 바뀌기 때문에 설계초기는 물론 설계과정에서 수시로 검토가 이루어져야 한다. 이는 건축설계 업무의 중요한 부분이나 방대하고 복잡하기 때문에 때때로 중요한 부분은 간과하기 쉬운데 이와 같은 도구를 이용하면 유용할 것으로 예상하였다.

Table 1. The summary of the result of in-depth interviews

	Strength & Opportunity	Weakness & Complementary
Performance Evaluation	<ul style="list-style-type: none"> • Review for overlook items • Realtime evaluation in the design process 	<ul style="list-style-type: none"> • Limit of the simple calculation • Consider of various spatial context
Practical Application	<ul style="list-style-type: none"> • Complicated codes auto-review • Minimize design errors • Useful for re-purpose project 	<ul style="list-style-type: none"> • Only for the expert of using BIM-based authoring tool • "Zone" concept needed

C건축사는 J건축사의 의견에 동의하며 규모가 작은 건물보다는 규모가 상대적으로 큰 건물의 설계에 보다 유용할 것으로 예상하였다. 더불어 설계과정 중 수시 검토도 유용하지만 소방, 건축, 환경 등 건축에 관계된 법규를 설계완료 이후에 종합적으로 검토하는데 활용될 수 있을 것으로 말하였다. 또한 사용자가 규칙에 관련된 사항을 직접 입력할 수 있기 때문에 실제 건축법규에 규정하는 규칙보다 강화된 실제 거주자의 편의를 위하여 필요한 수치를 입력하여 건축설계를 진행한다면 보다 거주환경이 우수한 건물의 디자인도 가능할 것으로 예상하였다.

L건축사는 건축물의 용도를 바꾸는 설계에 활용하는 것이 적절하다고 평가하였다. 즉, 건축사가 건축물의 용도를 바꾸어 설계를 수행하는 리모델링(remodeling)과 같은 프로젝트를 진행할 때는 기존 건물의 상세한 상황에 대하여 충분히 검토하기 어렵다. 또한 새로운 용도에 필수적으로 필요시 되는 요소(예를 들어 복도의 최소 폭 등)를 간과하기 쉬운데 이에 대하여 검토하고 설계자에게 제안하여 준다면 설계오류를 최소화할 수 있다고 예상하였다.

S건축사는 위의 내용에는 동의하나 BIM 프로그램에 익숙해야 한다는 한계가 있다고 평가하였다. 즉, 비록 BIM을 기반으로 한 설계업무가 점차 확대된다 하더라도 현재는 전통적인 2차원 방식의 설계 방법이 많이 쓰이고 있기 때문에 BIM기반 모델링도구에 익숙하지 않은 실무자는 본 프로그램을 활용할 수 없다는 단점이 있다. 또한 현재는 단순한 비교계산 정도의 검토가 가능한 형태인데 이를 통해서 건축공간 상에서 고려해야 할 다양한 상황에 대해서 검토하기에는 한계가 있을 수 있다. 따라서 공간의 관계, 사회적인 현상 등에 대하여 보다 면밀한 검토가 가능하도록 추가적인 기술개발이 필요시 된다고 하였다.

K건축사는 S건축사와 같은 맥락에서 제안하였는데 단순한 크기 및 높이 비교는 유용하나 충분하지는

못하다고 하였다. 즉, 재료의 성격, 구조적인 물성 등도 반영되어야 할 필요가 있는데 이는 이와 같은 상황에 따라서 공간의 크기 및 용도 등이 달라질 수 있기 때문이다. 현재는 공간을 Room이라는 단위로 지정하여 검토를 진행하였지만 건축은 몇 개의 Room이 합쳐지거나 하나의 Room을 구획하여 Zone이라는 개념으로 활용되기도 하기 때문에 이에 대한 고려도 필요시 된다. 또한, 디자인 과정을 고려하여 보면 이와 같은 도구를 디자인 초기단계에 사용하면 오히려 디자인에 대한 제약이 될 가능성도 있다고 평가하였다.

5. 결 론

본 연구는 설계단계에서 설계안의 생활안전 성능 검토를 위한 기술개발을 목표로 하고 있으며 이를 위하여 건축 정보 모델링(BIM)기반 기술개발 방안을 제안하고자 하였다. 즉, BIM기반 소프트웨어에 plug-in되어 사용되는 방식의 프로토타입을 개발하여 자동화된 성능검토 기술의 실현 가능성에 대하여 고찰하였다. 특히, 설계과정 중에 실시간으로 거주자 안전에 대한 성능을 검토할 수 있으며 스크립트를 이용하여 시스템 외부에서 검토 기준 및 규칙을 입력할 수 있도록 연구와 개발이 진행되었다. 연구의 결과는 설계 전문가를 통한 심층면접으로 그 장단점 및 실무활용가능성에 대하여 검토하였는데 향후 추가 개발을 통하여 몇 가지 부분을 보완한다면 건축설계 과정에서 다양한 활용이 가능하다고 검토되었다. 본 연구는 향후 BIM을 근간에 둔 성능기반설계기술이 실현될 수 있도록 하는 기반 기술을 제공하였으며 본 시스템을 기반으로 설계안에 적용된 법규, 환경, 소방 등의 규정들을 보다 객관적이고 효율적으로 검토하고 최적화된 설계안을 도출할 수 있는 가능성에 대하여 제시하고 있다는 점에서 의의가 있다.

본 연구는 기반기술 개발 및 실현가능성에 대한

고찰이 주된 목적으로 진행되었기 때문에 관련 분야의 내용을 보다 심도 있게 조사 및 분석하고 본 시스템에 적용할 필요가 있다. 또한 전문가 심층면접에서 제시한 바와 같이 공간의 관계, 사회적인 현상 등에 대하여 보다 면밀한 검토가 가능하도록 추가적인 기술개발이 필요시 된다.

REFERENCE

[1] C.J. Kim and Y.W. Kim, "A Study on the Movement Pattern of Passengers in Subway Station," *Journal of the Architectural Institute of Korea : Planning & Design*, Vol. 23, No. 11, pp. 71-78, 2007.

[2] O.J. Kwon, "Occurrence of Safety Accidents at Home of Seniors and Preventing Them for Healthy Life," *Review of Architecture and Building Science*, Vol. 59, No. 2, pp. 33-37, 2015.

[3] C.H. Lee, "Some Notes on Performance-Based Design," *Review of Architecture and Building Science*, Vol. 51, No. 12, pp. 82-84, 2007.

[4] K.H. Lee, I.H. Kim, and S.Y. Choo, "A Causality Analysis Among Architectural Design Decision Factors in the Early Design Stage-focused on Reduction of Cooling and Heating Loads in Energy BIM Simulation," *Journal of the Architectural Institute of Korea : Planning & Design*, Vol. 30, No. 12, pp. 31-39, 2014.

[5] H.J. Moon and M.S. Choi, "gbXML-based Energy Performance Evaluation Process," *Proceeding of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 30, No. 1, pp. 463-464, 2010.

[6] I.W. Oh, "Study on Interior Environment Design of Incheon International Airport Railroad Station in a Way of Environment Recognition Approach," *Journal of Korean Institute of Interior Design*, Vol. 39, No. 1, pp. 116-123, 2003.

[7] B.J. Park and K.H. Park, "A Study on

Evacuation Performance for Various Subway Station Categories during Acts of Terror or Fires," *Journal of the Architectural Institute of Korea : Planning & Design*, Vol. 28, No. 10, pp. 73-82, 2012.

[8] S.R. Park and E.K. Hwang, "A Study on Improvement of Laws through Case Study of Domestic Evacuation Safety Assessment," *Proceeding of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 34, No. 2, pp. 153-154, 2014.

[9] S.W. Hong, Y.Gi. Lee, "A Comparative Study on the Effects of BIM and Conventional 3D Modeler on the Idea Generation in Architectural Design Process," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 17, No. 5, pp. 623-630, 2014

[10] J.Y. Son, S.H. Lee, K.Y. Jeon, and W.H. Hong, "Study on Visual Environment of Emergency light in Subway Station," *Proceeding of the Korean Housing Association*, Vol. 1, No. 1, pp. 209-214, 2012.

[11] IronPython, <http://ironpython.net> (accessed June., 10, 2015)

[12] Korea Ministry of Government Legislation, <http://www.law.go.kr> (accessed June., 10, 2015)

[13] Statistics Korea, *Elderly Statistics 2014*, 2014.

[14] Korea Consumer Agency, Department of Consumer Safety, Injury Information Team, *Elderly Safety Cases Analysis 2011*, 2012.

[15] Korea Consumer Agency, Department of Consumer Safety, Injury Information Team, *Elderly Safety Cases Analysis 2012*, 2013.



이 윤 길

호서대학교 공과대학 건축학과
 조교수
 관심분야: User Behavior
 Simulation in built
 environment, Building
 Information Modeling