

객체 및 속성정보 제어를 이용한 BIM기반 파라메트릭 인테리어 패널 디자인 접근방법**

A Study on the Application of BIM-enabled Interior Panel Design by the control of Parametric Objects and their Properties

Author 김하얀 Kim, Hayan / 정희원, 한양대학교 실내건축디자인학과 석사과정
이진국 Lee, Jin-Kook / 정희원, 한양대학교 실내건축디자인학과 조교수, 공학박사*

Abstract This paper aims to describe a case study of parametric interior design based on BIM (Building Information Modeling). As the practical use of BIM-based design grows, its influence expands into the field of interior architecture design. BIM makes possible to check various design plan, reach decision making in an effective way, and change design plan in an efficient method. Therefore, BIM is also promising field in interior architecture design. However, compared to other fields in architecture, engineering, and construction (AEC) industry, there have been less research and projects on BIM in the field of interior architecture. For increasing the feasibility of adapting BIM in interior architecture design, this paper describes a case study-projecting images for designing interior panels using parametric modeling. This process needs elaborate, delicate, and precise steps for harmonious output. For continuous use of building, users look forward to the design which variable and changeable according to user's preference and environment. Therefore, demand for parametric design in the interior design part such as panel pattern design for various decoration is growing. Treated process in this paper deals with an advanced phase which much effective in decreasing time consumption and useless part of process. Finally, this paper suggests the possibility of using BIM in the interior design process and field where BIM can be applied.

Keywords 실내디자인, 건물정보모델링, 파라메트릭 모델링, 비주얼랭귀지, 물량산출
Interior Design, Building Information Modeling, Parametric Modeling, Visual Language, Quantity Takeoff

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

건물정보모델링(Building Information Modeling: 이하 BIM)은 건축시장 전반의 새로운 패러다임으로 건물의 전생애주기적 정보관리체계를 말한다. BIM은 단순히 건물의 설계, 기술, 시공 및 시설 유지관리 분야(AEC-FM)에서 꾸준히 사용되고 있을 뿐만 아니라 실내디자인 분야까지 그 영향력이 확장되고 있다.

건물 단위의 대규모 구조 및 객체를 다루는 건축 프로젝트와 달리 건물 내부 공간을 다루는 실내디자인은 상

대적으로 규모가 작다. 따라서 벽의 마감재, 창문의 프레임 구조 등 높은 상세수준의 모델링 설계 및 관련 정보를 요구한다. 또한 설계자의 의도를 정확하게 반영하기 위해 세부적이고 구체적인 시각화자료와 설계방식이 필요하다. 그의 대안으로 객체의 속성과 파라미터를 통한 유동적 정보관리 프로세스에 강한 플랫폼인 BIM은 실내디자인 설계과정에서 합리적 의사결정 및 효율적 디자인 과정을 구축할 수 있는 대안으로 평가받고 있다. 또한 정량적인 자료를 관리할 수 있고 설계 결과의 실시간 시각화를 지원하여 초기설계단계 내 각 대안 간 객관적이며 타당성 있는 비교 분석이 가능하다. 결국 BIM은 실내디자인 과정 중 설계안의 3D 모델을 구축하는 것뿐만 아니라 건물의 유지관리를 위한 전생애주기적 정보관리에 목적을 두고 있다.

하지만 실내디자인 설계자에게 BIM 적용은 객체의 세

* 교신저자(Corresponding Author): designit@hanyang.ac.kr

** 이 논문은 2015년도 정부(미래부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음. (NRF-2015R1C1A1A01053497)

부 및 장식요소 정보를 모델링함에 있어 생소한 방식이다. 프로젝트가 상대적으로 소규모이며 단기간에 진행되는 특성상 관련 연구가 많지 않으며 실무사례 또한 일반적이지 않다. 또한 현재의 실내디자인 객체들에 대한 BIM 라이브러리는 내부구조 혹은 마감재 정보와 같은 세부적인 정보를 포함하지 않고 오직 형상정보만 존재하는 경우가 많아 실제 프로젝트에 BIM의 장점을 살려 적용하기 어렵다. 본 논문은 효율적으로 BIM을 실내디자인 프로세스 및 실무에 적용할 수 있는 앞으로의 다양한 응용방안을 기대하며, 그 하나의 예시로써 비주얼랭귀지를 활용한 객체 및 속성정보 제어를 통해 설계자가 원하는 어떠한 이미지든 패턴화하여 디자인에 실시간으로 반영하고 시각화하며, 물량과 시공순서 등을 추출할 수 있는 파라메트릭 인테리어 패널디자인 사례를 기술한다.

1.2. 연구 방법 및 범위

건축분야의 BIM 관련 연구는 활발하게 진행되고 있으며 국토교통부 및 조달청 등의 국가건설관련 산업에서 표준화를 위한 로드맵을 수립하고 있는 단계에 들어섰다. 공공건물에 대한 인허가 과정에서 BIM 기반 건축물의 설계품질검토를 진행하기 위한 연구도 함께 이루어지고 있어 산업에서의 활용을 넘어 국가적으로 BIM의 적용을 지원하고 있다.¹⁾ 본 연구의 범위는 건축물 단위보다 세부적인 단위에서 실내디자인 객체에 BIM을 적용하여 소규모 실내디자인 프로젝트 내 BIM의 적용 가능성과 활용 방안을 제안하고자 한다.

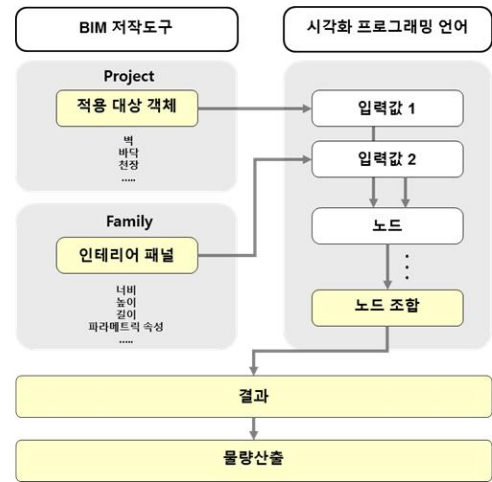
본 연구는 실내디자인 객체를 이용한 설계과정 중 반복적인 작업이 많아 알고리즘 적용의 필요성이 높고 기존의 방식보다 시간적으로 많이 단축할 수 있는 프로세스를 구축하도록 인테리어 패널을 연구 대상으로 설정하였다. 인테리어 패널을 본 연구의 구현대상으로 선택한 이유는 1) 단일 객체가 모여 집합으로 결과를 생성하는 대표적인 예이며 2) 주거 공간, 사무 공간, 상업 공간 등 실내공간의 종류에 구분 없이 사용되는 일반적인 실내디자인 요소이며 3) 구조에 영향을 미치지 않는 장식객체로 제한 없이 원하는 디자인을 적용할 수 있다는 점 때문이다.

연구의 방법은 1)이론적 고찰을 통해 실내 공간 관련 BIM 선행연구 및 파라메트릭 속성 적용 사례를 고찰하고 2)파라메트릭 모델링 및 시각화 프로그래밍 프로세스를 구축한 후 3)BIM 저작도구(Revit)와 시각화 프로그래밍 도구(Dynamo)를 사용하여 프로세스를 진행하여 결과를 도출하는 순서를 따른다.

본 연구의 구현도구는 대표적인 BIM 저작도구인

Revit 및 이를 기반으로 하는 플러그인 시각화 프로그래밍 도구인 Dynamo를 사용한다. 이를 이용하여 입력된 정보의 변경을 실시간으로 반영하여 서로 다른 패넬배치 결과를 도출하고 그에 따라 시각화 자료, 속성정보 및 물량정보 등의 유의미한 정보를 추출한다. 본 구현을 통해 실내디자인을 지원할 수 있는 BIM의 활용 방안을 제안하며 더 넓은 분야에 적용될 수 있음을 확인하고자 한다.

<그림 1>에 본 연구가 구현하고자 하는 바를 도식으로 표현하였다. BIM 저작도구에서 인테리어 패넬을 적용할 대상객체를 선정하고 인테리어 패넬의 원형(Prototype)을 만든다. 시각화 프로그래밍 과정에서 비주얼랭귀지(Visual Language)를 이용하여 서로 다른 변수들을 입력하여 다양한 대안을 생성하고 시각화 결과와 정보를 추출한다.



<그림 1> BIM 저작도구와 시각화 프로그래밍 언어 사이의 정보 교환도

2. 이론적 고찰

2.1. 실내디자인과 BIM 관련 선행연구

과거의 ‘실내 공간’은 사람의 기본적인 생활을 영위하기 위한 최소한의 공간을 의미하였으나 삶의 질 향상에 따라 개인의 개성을 드러내고 가치관이 반영되는 공간으로 의미하는 바가 확대되었다.²⁾ 최근 다양한 실내 공간의 유형이 단일 건물 안에 통합되며 사람의 생활 대부분은 실내 공간을 중심으로 이루어지고 있다. 또한 실내 공간은 사용자가 1차적으로 접하며 생활하는 공간으로 초기설계단계 다양한 사용자의 특성과 환경에 대응할 수 있도록 여러 가지 대안에 대해 객관적인 평가가 이루어져야 한다.

이와 같이 실내 공간의 중요성이 점차 증가되며 실내

1) 최준호, 김인한. 개방형 BIM 기반의 건축인허가 적법성검토체계 구축을 위한 사전프로세스 적용 방안에 관한 연구. 대한건축학회 논문집-계획계. 2014 Sep;30(9):3-12

2) Park, S.Y., Kim, K.H., Kim, J.H., Kim, J.J. (2012). Analysis of Business Process for Customizing Interior Design Introducing BIM. Journal of KIBIM, 2(1), 18-26

디자인 과정 내 실내 환경 측정 및 실내 공간 정보의 구축이 중요단계로 자리 잡았다.³⁾ 기존의 2D 도면은 기하학적 요소인 선, 혹은 공간이라는 명시에 의해 공간의 인식이 이루어졌다. 하지만 BIM기반 3D 모델링의 경우 공간객체 설정으로 실내 공간까지 객체로 파악되고 공간 정보의 관리체계 안에 포함되어 정확한 공간 속성 파악이 가능하다. 이는 벽, 창문, 가구와 같은 건축 객체뿐만 아니라 실내 공간에 대한 관리정보까지 얻을 수 있어 형상정보, 기초 에너지 분석⁴⁾ 및 동선과악⁵⁾ 등 추출된 데이터를 활용하여 정량적 평가가 이루어질 수 있음을 의미한다. BIM이 위와 같은 장점을 가질 수 있는 이유는 강력한 분석 툴과 시뮬레이션, 정보데이터 관리 체계를 가지고 있기 때문이다. 이로써 기존의 2D 도면을 바탕으로 단계별 책임자에 의해 서로 다르게 관리되었던 건물 정보가 통합적으로 관리된다. 결국 설계품질검토, 도면산출 등의 설계 단계 소요시간을 단축할 수 있게 되었으며 각 단계 별 정보전달 과정이 단순화되었다.

이와 같이 실내 공간 내 BIM의 적용으로 객체의 재료 및 내부구조 등 기존의 2D기반 도면에서는 따로 관리되거나 찾기 힘들었던 세부정보를 체계적으로 관리할 수 있게 되었다. 또한 각 정보를 해당 단계의 책임자에게 동일한 플랫폼 기반으로 제공하여 변경되거나 추가된 정보를 빠르게 반영할 수 있다. 동시에 관련 도면 및 모델의 시각화를 실시간으로 제공하며 도면, 모델, 관련 정보의 관리가 복잡적, 통합적으로 이루어진다.

2.2. 파라메트릭 디자인

(1) 파라메트릭 속성

1990년대 이후 CAD/CAM 도구의 발달은 각 설계안에 맞는 효율성 높은 공정의 중요함을 알려주었다.⁶⁾ 기존의 설계안을 바탕으로 다양한 대안 생성이 용이한 파라메트릭 모델링은 건축 디자인 과정 내 새로운 디자인 방식의 대안으로 자리 잡았다. 파라메트릭 속성은 파라미터와 규칙에 의해 생성된 형상정보를 나타내기 위한 필수 요소로써 형상정보와 다른 객체들 간의 관계를 정의한다. 또한 파라미터의 단위, 적용 대상, 범위에 따라 대안의 변수를 생성하며 종류는 치수선, 밀도, 조절함수 등 사용자의 의도에 따라 다양하게 확장 가능하다. 이

모든 파라메트릭 특성의 합리성은 설계안이 얼마나 시공가능성(Constructability)에 따라 달라지며 단순히 형상을 보여주는 3D 모델링과는 달리 BIM은 객체간의 간섭 및 불가능한 각도의 휘어짐과 같이 세부 오류를 감지할 수 있다. 따라서 불필요한 설계안의 검토를 방지하여 디자인 과정 내 효율적인 대안선택을 할 수 있도록 도와준다.

본 연구는 파라메트릭 속성이 적용된 부분(Part)과 이를 이용한 집합(Assembly)의 형성으로 결과를 구현한다. 부분의 모임은 또 다른 부분을 형성할 수 있으며 제한조건(constraint)은 부분과 집합 사이의 관계가 유기적으로 유지될 수 있도록 연결고리 역할을 한다. 본 연구의 구현과정에서 부분은 단일의 인테리어 패널이 되며 집합은 입력된 정보를 벽에 인테리어 패널의 집합으로 나타내게 된다. 또한 각 부분은 시각화 프로그래밍 언어를 활용하여 유기적으로 연결된다.

(2) 파라메트릭 모델링 사례

디자인의 자동화 및 지능화의 시장이 확대되며 변화를 실시간으로 적용하고 시각화가 빠르게 이루어지는 파라메트릭 모델링이 주목받기 시작했다.⁷⁾ 파라메트릭 모델링은 기존 모델을 그대로 사용할 수 있어 급격한 설계변경이 잦을 경우 용이하다. BIM은 프로젝트의 결과가 현실뿐만 아니라 가상의 정보모델로 관리될 수 있도록 하여 추후의 유지관리까지 적용될 수 있다. 따라서 BIM 모델이 프로젝트를 세부적이며 정확하게 반영하고 있어야 성공적으로 BIM을 활용하고 있다고 할 수 있다.

최근 파라메트릭 모델링을 위해 프로그래밍 과정을 시각화 한 비주얼랭귀지를 사용하는 파라메트릭 도구들이 각광받고 있다. 그래스하퍼(Grasshopper)는 3D 모델러인 라이노(Rhinoceros)의 플러그인 중 하나로 비주얼랭귀지의 대표 도구로 자리 잡았고 최근 다이نام(Dynamo)또한 BIM 플랫폼인 레빗(Revit)의 강력한 비주얼랭귀지 플러그인으로 발전했다. 위의 프로그램이 실내디자인 객체의 파라메트릭 모델링에 사용된 예시 및 공간은 <표 1>과 같다. 실내디자인의 설계 과정 내 BIM이 사용되는 사례는 많지 않으나 정보의 인식에 따른 객체의 자동배치를 통한 다양한 대안 검토 프로세스는 추후 본 연구에서 구현될 인테리어 패널뿐만 아니라 다른 객체로 확장되어 적용 가능하다.

3) 김민철, 장미경, 홍성문, 김주형. BIM 기반 실내공간정보구조 및 위치정보 활용 서비스 동향 고찰. KIBIM Magazine. 2015 Sep;5:41-50

4) 고동환. 건물 환경 성능 및 에너지 효율 평가를 통한 BIM 기반 친환경설계 프로세스 연구. 대한건축학회 논문집-계획계. 2010 Sep;26(9):237-47

5) 신재영, 이진국. 동선관련 정성적 요구사항 평가를 위한 가중치를 적용한 BIM 기반 정량데이터 활용방안에 관한 연구. 한국디지털콘텐츠학회논문지. 2015 Apr;16(2):335-43

6) 전유창. 건축 설계와 시공의 최적화를 위한 도구로서의 파라메트릭 디자인. 건축. 2009 Apr;53(4):22-6

7) Anderl R, Mecke K, Klug L. Advanced prototyping with parametric prototypes. InDigital Enterprise Technology 2007 (pp. 503-510). Springer US.

<표 1> 실내디자인 객체에 적용된 파라메트릭 디자인 및 적용 내용

프로젝트명	공간유형	플랫폼 소프트웨어	시각화 프로그램	적용 목적
Gravity Fields ⁸⁾	갤러리 로비			전시 작품 (벽 장식)
Toolbox office ⁹⁾	사무공간	Rhinceros	Grasshopper	디자인 포인트
Parametric furniture ¹⁰⁾	전시 홀			전시 작품 (가구)
Shipping Container Lounge ¹¹⁾	라운지	Revit	Dynamo	파티션

2.3. 시각화 프로그래밍 과정

(1) 비주얼랭귀지(Visual Language)

초기 건축디자인은 스크립트 기반의 절차 지향적 프로그래밍 언어로 이루어져 전문가의 설명 없이 과정을 이해하기 힘들다는 단점이 있었다.¹²⁾ 따라서 전문적인 프로그래밍 언어 사용가능자 없이는 설계자의 의도에 따라 즉각적인 수정이 어려운 프로세스 때문에 설계과정 내 프로그래밍을 도입하는 데 한계가 있었다.

비주얼랭귀지는 결과를 생성하는 알고리즘을 정보의 시각적인 흐름으로 표현하며 정보는 각각의 독립적인 작은 정보단위로 표현된다. 위 과정은 정보단위 간 연결 관계를 통해 이루어지며 해당 과정은 정보의 변화를 시각화하여 보여준다. 프로세스가 다루는 정보 및 결과를 시각화하는 것은 정확하고 효율적인 의사전달과 시간단축을 위해 필수적인 과정이다.

비주얼랭귀지는 단순 형상정보뿐만 아니라 각 객체의 내부구조 및 속성과 직결되어 연동되는 syntax¹³⁾이기 때문에 높은 수준의 설계의도를 구현하기 위한 파라메트릭 모델링에 적합한 구조로 평가되고 있다. 비주얼랭귀지 기반의 프로세스는 스크립트 기반의 프로그래밍 언어와 달리 비전문가도 쉽게 알고리즘 파악이 가능하고 수정할 수 있어 각 설계 단계 별 정보교환 효율성이 높아질 수 있으며 정보가 잘못 전달될 수 있는 오류를 줄인다.

이와 같이 비주얼랭귀지는 설계자의 효과적인 프로세스

스 생성 및 관리를 위해 정보전달 및 의사소통에 효과적인 요소이며 각 단계별 정보 및 알고리즘의 관리 및 수정이 용이하다. 기존의 스크립팅 방식을 사용한 알고리즘 생성단계는 관리자중심에서 사용자중심으로 확장해나 가며 시각적으로 발전하고 있다. Grasshopper를 시작으로 대중들에게 알려지게 된 비주얼랭귀지는 현재 Revit과의 호환성을 강화한 Dynamo의 발전으로 또 다른 전성기를 맞고 있다. 해당 프로그램들은 단계를 노드의 연결로 한눈에 파악할 수 있으며 관계별, 결과별 수정이 가능하여 즉각적인 결과를 시각화하여 볼 수 있다. 본 연구는 BIM 저작도구로 사용한 Revit과의 연동성을 높이기 위해 Plug-in으로 사용할 수 있는 비주얼랭귀지인 Dynamo를 시각화 프로그래밍 언어로 사용하였다.

(2) 시각화 프로그래밍 관련 선행연구

시각화 프로그래밍과 관련한 연구는 건축 및 실내 공간 모두에서 활발하게 이루어지고 있다. 우승학 외 2인(2014)은 시각적 프로그래밍 언어와 유전자 알고리즘을 활용하여 건축 외장패널의 최적화 및 데이터 관리를 진행하였다. 각 패널 단위 정보의 관리와 조절 프로세스를 대표적인 시각적 프로그래밍 언어인 Grasshopper로 구현하여 최적화 프로세스를 제안 및 구현하였다. 또한 이로써 초기 설계단계부터 시공 단계까지의 건축물 전생애 주기에 활용할 수 있는 새로운 데이터관리 프로세스를 제안하였다.

박현수 외 3인(2005)은 실내 공간 정보 구축을 위해 시각 프로그래밍을 활용하여 VR 저작도구인 VESL¹⁴⁾(Virtual Environment Specification Language)를 개발하였다. 해당 프로그램을 활용하여 사용자는 다이어그램 기법의 대화형(integrative) 알고리즘을 구축할 수 있다. 알고리즘은 최상위 House 노드, 하위 Room과 Furniture 노드, Task 노드들을 연결하고 Constraint를 부여하는 프로세스로 구성된다.

이와 같이 객체의 구성관계 정의 및 공간정보의 구축에 시각화 프로그래밍이 효율적인 구축의 도구로 사용됨을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서도 효과적인 시각화 프로그래밍 과정을 위해 비주얼랭귀지를 사용하여 인터리어 패널 패턴 디자인 프로세스를 구축하고자 한다.

3. 인테리어 패널 패턴 디자인 프로세스

3.1. 사용자 조절 파라미터 및 프로세스

BIM 저작도구와 시각화 프로그래밍 언어를 이용한 인터리어 패널 패턴 디자인 프로세스는 사용자가 입력한

8) Noiz architects, Le meridian lobby art "Gravity Fields". On-line: <http://noizarchitects.com/projects/le-meridian-lobby-art/>, Accessed: 12/02/2016

9) Caterina Tiazzoldi, Toolbox office lab & coworking. On-line: <http://www.tiazzoldi.com/#!m-toolbox/ctyw>, Accessed: 10/02/2016

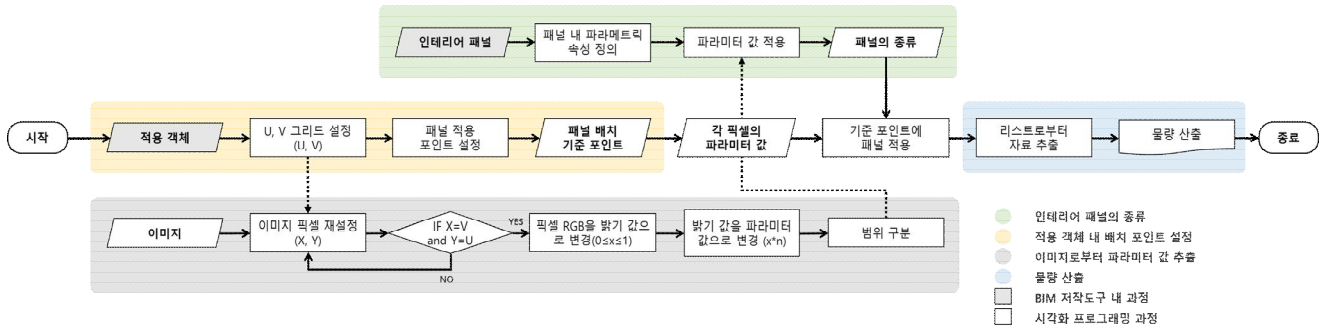
10) 24Studio Architecture, Parametric furniture. On-line: www.24studioarg.com, Accessed: 20/02/2016

11) Because we can, Shipping Container Lounge. On-line: <http://www.becausewecan.org/taxonomy/term/15>, Accessed: 30/08/2016

12) 우승학, 김승배, 추승연. 시각적 프로그래밍 언어를 이용한 비정형 건축 외장패널의 최적화에 관한 연구. 대한건축학회 논문집-계획계. 2014 Dec;30(12):13-20

13) Grabska E, ŁAchwa A, Ślusarczyk G. New visual languages supporting design of multi-storey buildings. Advanced Engineering Informatics. 2012 Oct 31;26(4):681-90

14) 박현수, 박성준, 김지인, 박재환. 실내공간구성을 위한 시각 프로그래밍 언어 기반 3차원 가상현실 저작도구 개발에 관한 연구. 한국실내디자인학회 논문집 2005.10. 14(5). pp.254-261



<그림 2> 인테리어 패널 패턴 배치 자동화 구현을 위한 상세 과정

이미지로부터 파라미터를 자동 추출하여 패널의 파라메트릭 속성에 대입한 후 적용 대상에 배치하여 패널의 집합으로 패널 패턴을 형성하는 과정이다. 기존의 패널 패턴 디자인 방식은 설계자의 시각 감각 및 경험에 의존한 2D기반 수작업으로 이루어져 초기설계단계 내 다양한 대안 간 빠른 비교가 불가능했다. 하지만 본 과정은 자동화된 과정을 거쳐 실시간으로 결과가 반영되므로 각 설계단계에 걸쳐 소요 시간을 단축하며 오류 발생의 가능성도 낮춘다. 또한 단계 내 필요한 정보들의 추출을 통해 시공단계가 빠르게 진행되도록 하여 최종적으로 단계 진행 시간을 단축한다.

시공단계를 위한 초기설계단계 내 물량산출 과정은 설계와 시공을 이어주는 중요한 역할을 한다. 물량산출이 제대로 이루어지지 않을 경우 초기 단계에서 의도하던 결과와 다른 결과가 도출될 수 있다. 이와 같은 오류를 막기 위해 본 연구는 시각화 프로그래밍 과정 내 물량산출을 위한 알고리즘을 추가하여 관련된 최소한의 정보를 추출하였다.

<그림 2>에 요약되어있는 구현 과정은 BIM 저작도구와 시각화 프로그래밍 언어를 이용한 인테리어 패널 패턴 자동 배치방식 과정을 보여준다. 인테리어 패널 패턴 디자인과정은 단일객체의 집합에 설계자의 이미지 입력 값이 반영된 결과를 생성하는 과정이므로 단일객체인 패널이 제대로 모델링 되고 파라미터를 반영해야 패널의 집합 또한 이미지 입력 값을 오류 없이 반영할 수 있다.

BIM 저작도구에서는 시각화 프로그래밍 과정에서 노트 배치를 하며 다루게 될 두 객체의 설정이 이루어진다. 가장 먼저 인테리어 패널의 집합이 적용될 대상 객체의 설정과 인테리어 패널의 원형 및 파라메트릭 속성을 설정하는 과정이다. 본 연구에서 적용 대상 객체는 벽으로 설정하였으며 인테리어 패널은 <그림 4>의 벽위에 집합이 구현된다. 패널 내 적용될 파라메트릭 속성은 패널의 지름이며 이를 통한 개구부의 면적 조절을 이용하여 이미지의 각 픽셀 별 밝기 값을 나타낸다.

시각화 프로그래밍 과정에서 본격적으로 이루어질 노트의 조합은 입력된 이미지에서 파라미터 추출, 객체의

파라메트릭 속성 조절 및 배치가 이루어진다. 입력된 이미지의 각 픽셀은 고유의 색상 값을 가지고 있고 해당 색상 값을 밝기 값으로 자동 변경하여 파라미터로 사용한다. 픽셀의 각 밝기 값은 일정 단계에 의해 범위로 지정되어 적용된 값으로 모든 인테리어 패널은 저마다의 파라메트릭 속성을 가지고 유형화된 패널의 한 타입에 속하게 된다.

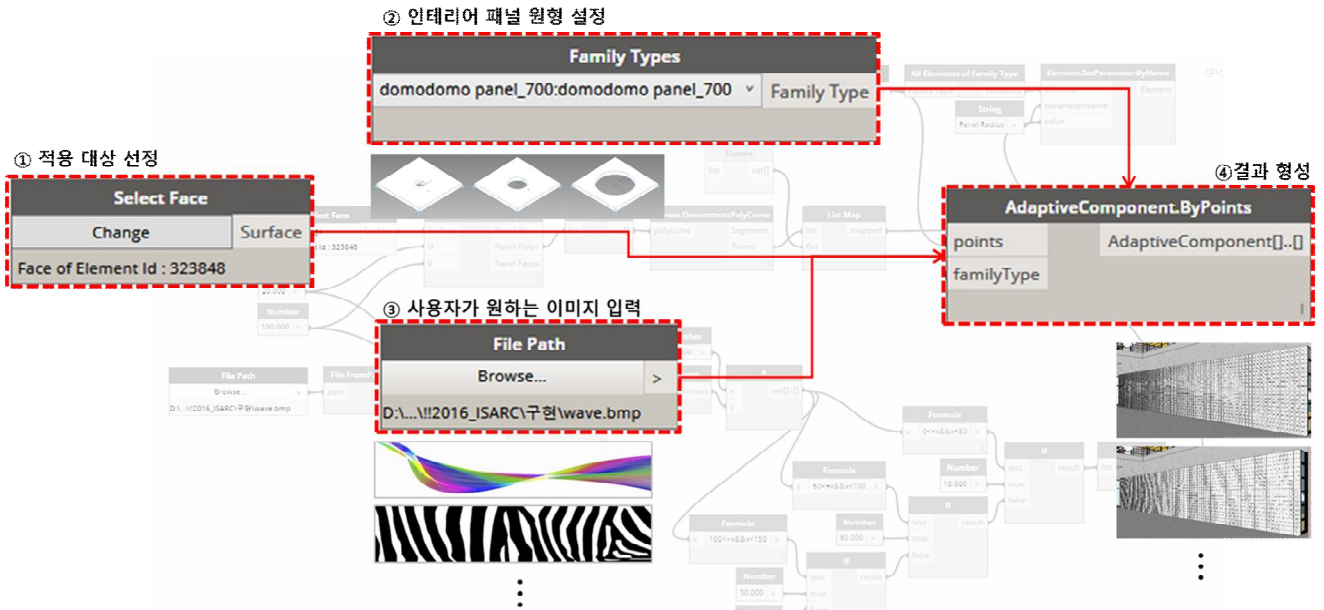
본 과정은 다양한 대안 생성 가능성을 보여주기 위해 사용자가 조절하고 변경할 수 있는 속성(독립변수)과 결과 생성을 위해 고정되어야 하는 속성에 의해 총 4가지의 대안이 생성된다. 과정 내 적용되는 속성은 <표 2>와 같다.

<표 2> 과정 내 사용자 조절 속성(독립변수)과 고정 속성

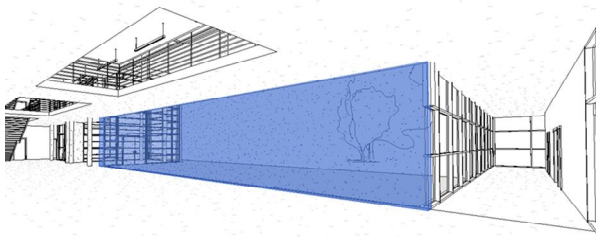
과정	사용자 조절 속성(독립변수)	고정 속성
BIM 저작도구 내 과정	-	패널의 원형, 적용 객체, 파라메트릭 속성
시각화 프로그래밍 과정	입력 이미지, 패널의 종류	적용 객체 내 UVGrid, 파라미터 변경 수식

3.2. BIM 저작도구 활용과정

본 연구의 BIM 저작도구로 사용될 Revit에서는 패널이 배치될 적용 대상을 설정하고 시각화 프로그래밍 과정에서 사용될 인테리어 패널의 원형을 Family Editor에서 모델링한 후 파라메트릭 속성을 주입한다. 파라메트릭 속성은 각 인테리어 패널이 이미지 픽셀의 밝기 값에 따라 서로 다른 형상 특징을 가질 수 있는 요소로 선정하였다. 본 연구는 인테리어 패널 개구부의 지름 값을 변경하여 각 픽셀이 가지는 다른 파라미터 값에 따라 서로 다른 크기의 개구부 모양을 가질 수 있도록 하였다. 파라미터 값에 따라 각각의 패널은 <그림 5>와 같이 개구부의 넓이에 차이가 있으며 이에 따라 각각의 픽셀이 해당 패널을 반영하여 집합이 입력된 이미지를 반영하도록 한다.

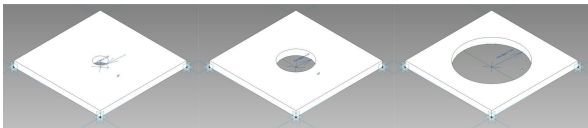


<그림 3> Dynamo 내 인테리어 패널 패턴 배치 알고리즘 구현예시



<그림 4> Revit 프로젝트 내 적용 대상 설정(벽)

<그림 6>의 속성 창 Dimension에 포함된 "Panel Radius"는 파라메트릭 속성으로 시각화 프로그래밍 과정의 노드에 String 정보로 연결되어 각각의 패널에 파라미터를 적용한다. 파라미터는 본 연구에서 사용하는 단순한 개구부의 지름뿐만 아니라 회전각도, 재료의 밀도, 색상 조절을 위한 함수 등 사용자의 의도에 따라 다양하게 확장 및 활용이 가능하다.



<그림 5> 인테리어 패널 파라미터(지름) 변경에 따른 개구부

3.3. 시각화 프로그래밍 과정

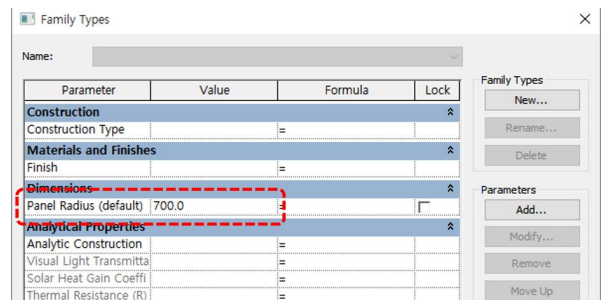
시각화 프로그래밍 과정은 <그림 3>과 같이 노드들의 port를 연결하여 배치하는 과정을 따른다. 알고리즘은 크게 주요 4부분으로 나뉘어진다. 1)적용 대상에 패널을 위치시키기 위해 그리드와 포인트를 설정하고 2)저작도구에서 생성한 파라메트릭 속성을 연결하고 3)이미지에서 추출한 파라미터 값을 대입하여 4)패널의 집합을 생성하는 단계를 따른다.

(1) 적용대상 내 패널의 위치기준 설정

패널의 배치를 위해 적용 대상에 적절한 수의 그리드를 설정한다. 범위 설정이 너무 적은 수로 이루어질 경우 이미지를 제대로 반영하지 못하며 너무 많은 수로 이루어질 경우 패널 수의 증가로 작업시간이 증가된다. 그리드 설정에 사용되는 숫자 값은 (3)의 단계에서 이미지 픽셀 수를 설정하는 단계에 동일하게 사용되기 때문에 각 픽셀이 벽의 그리드에 반영될 수 있도록 이미지의 해상도와 크기를 고려한 숫자를 입력해야 한다.

(2) 객체 내 파라메트릭 속성 연결

본 단계에서 BIM 저작도구로 만든 인테리어 패널의 파라메트릭 속성을 연결하게 된다. 파라메트릭 속성의 연결은 인테리어 패널의 Family Type를 노드에서 불러온 후 <그림 6>에서 설정했던 것과 같이 파라메트릭 속성명 "Panel Radius"를 String 값으로 연결한다. 파라메트릭 속성은 객체에 파라미터를 반영하여 각각의 패널에 입력된 이미지의 픽셀 밝기 값에 따른 파라미터를 부여하고 패널의 집합으로 이미지가 반영된 패턴을 형성하게 된다.



<그림 6> 인테리어 패널 내 파라메트릭 속성(Panel Radius)

(3) 파라미터 값 생성

각각의 인테리어 패널에 고유한 파라미터 값을 부여하기 위해 이미지 픽셀의 밝기 값을 변환하는 과정이다. 가장 먼저 이미지를 입력하고 (1)의 단계의 그리드에 적용된 숫자 노드를 사용하여 X, Y 값을 설정하며 이를 이용하여 인테리어 패널의 개수와 규모를 조절할 수 있다. X와 Y의 값으로 크기가 조절된 이미지의 각 픽셀은 각각 0부터 1까지 색상대에 따라 밝기 값이 부여된다. 가장 어두운 0에서 가장 밝은 1까지의 파라미터는 패널의 지름으로 적용하기에 너무 작은 수이므로 패널 지름에 맞는 적절한 값으로 증폭되어 유의미한 파라미터 값을 생성한다.

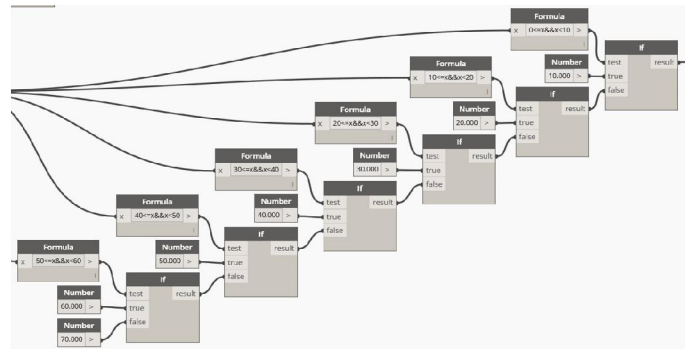
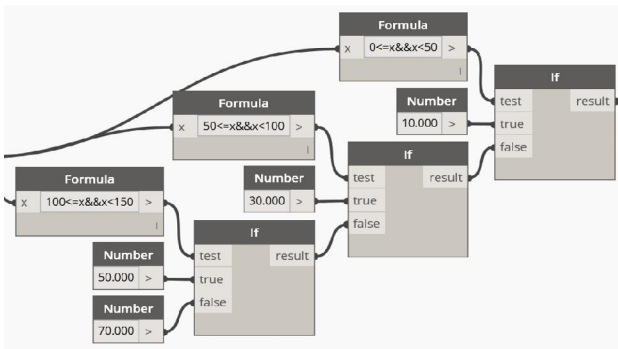
밝기에 따라 다양하게 생성되는 파라미터 값은 시공과정 중 패널의 효율적인 생산 및 시공과정을 위해 범위가 설정된다. 각 범위에 따라 유형화된 패널은 범위마다 일정한 면적의 개구부를 가지게 된다. 본 연구에서는 패널의 사용 유형수 별 이미지 반영 정도의 차이를 알아보기 위해 총 4종류의 패널을 사용한 경우와 7종류의 패널을 사용한 경우를 비교하였다. 범위설정에 따라 인테리어 패널의 집합이 이미지를 반영하는 수준의 차이가 다르게 나타나게 된다.

(4) 기준 포인트에 패널 적용

(1)의 단계에서 생성한 그리드 각각의 고유의 자리에 파라미터 값이 적용된 인테리어 패널들이 집합되는 과정이다. 기존에 반영하고자 입력했던 이미지가 패널의 집합으로 시각화되어 설계자는 각 대안 별 평가를 진행할 수 있다.

4. 구현 예시 및 결과

BIM 저작도구와 시각화 프로그래밍 언어를 사용하여 독립변수인 1) 입력 이미지의 변화 2) 패널의 종류 설정을 위한 범위 지정에 따라 각 4종의 예시를 생성하였다.

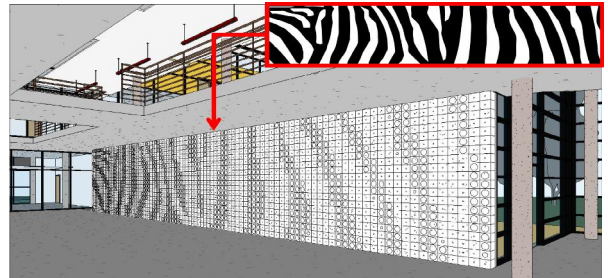


<그림 7> (좌) 4종류의 패널 설정 (우) 7종류의 패널 설정

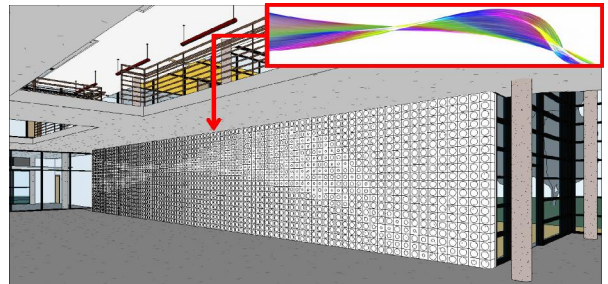
4.1. 입력 이미지의 변화에 따른 결과

시각화 프로그래밍 과정 내에서 입력된 이미지의 변화

에 따라 결과는 실시간으로 변한다. 이미지 노드에 입력된 이미지는 대비되는 특징을 가지도록 흑백으로 선명하게 나뉘는 이미지가 반영되어 <그림 8>의 결과를 나타내며 다양한 색상을 포함한 이미지는 <그림 9>와 같은 결과를 나타낸다. 이와 같이 색의 선명한 구분에 따라 각 이미지 픽셀 밝기의 대비 수준이 결과의 선명한 도출에 영향을 미친다는 것을 보여준다. 또한 이미지의 종류마다 적용 패널의 종류가 달라졌다.



<그림 8> 이미지1의 입력결과 인테리어패널 패턴 예시



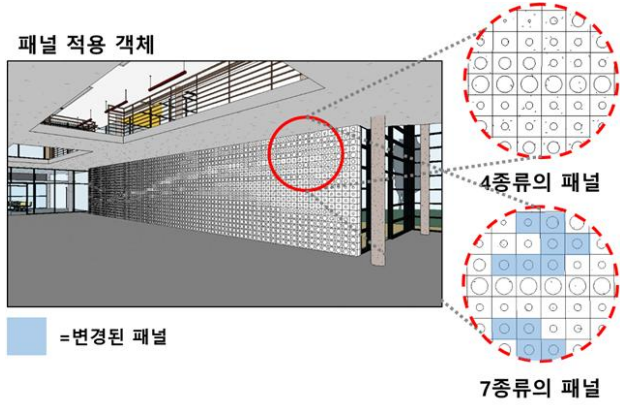
<그림 9> 이미지2의 입력결과 인테리어패널 패턴 예시

4.2. 패널의 종류 설정을 위한 범위 지정에 따른 결과

입력된 이미지가 최종 결과물인 패널의 집합에 선명하게 반영되기 위함과 시공성을 증가시키기 위하여 본 과정은 패널의 종류를 설정하였다. <그림 7>과 같이 이미지를 4 종류의 패널 및 7 종류의 패널로 표현한 결과 <그림 10>과 같이 이미지 반영의 정확도에 차이가 나타

났다. 이와 같이 적은 종류의 패널을 사용하면 패널의 생산 및 시공단계는 수월할 수 있지만 패널의 집합은 이미

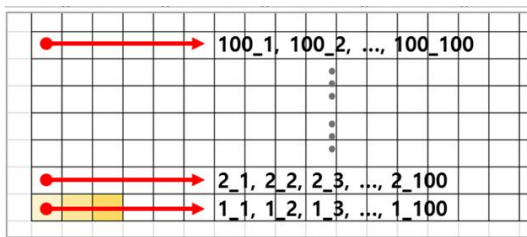
지를 제대로 반영할 수 없다. 특히 흑백이미지와 같이 선명하게 나누어지지 않고 <그림 9>와 같이 다양한 색상이 포함된 경우 적은 수의 패널은 다양한 색상 간 변화를 제대로 반영하지 못한다. 많은 종류의 패널을 사용할 경우는 반대로 시공단계 많은 시간이 소요되지만 이미지의 부드러운 곡선 및 다양한 색상이 더 선명하게 반영된다.



<그림 10> 패널의 종류 수 변화에 따른 이미지 반영 결과

4.3. 패널 물량산출과 설치 및 시공순서 도출

인테리어 패널 설치 및 시공의 효율성을 높이고 정확한 설계적용을 위해 시각화 프로그래밍 과정 내 물량산출을 위한 노드 조합이 이루어졌다. 해당 노드는 <그림 3>의 기존 노드 조합에 바로 연결되어 자료추출을 할 수 있으며 적절한 수준의 패널 생산을 위해 각 위치의 배치 패널 유형, 패널의 유형 별 필요한 수량, 패널이 배치될 위치의 고유 ID, 시각화 자료를 테이블 형식의 데이터로 시각화하여 <그림 12> 및 <그림 13>과 같이 추출한다. 시공자는 <그림 11>과 같이 각 셀이 포함하는 데이터에 따라 순서대로 패널배치를 진행하여 시공단계 내 오류를 최소화할 수 있다.



<그림 11> 시공순서 도출을 위한 패널 아이디 부여방법

Panel Radius	10	30	50	70
Count of Panel	1203	19	12	766
Panel Type	A_10	B_30	C_50	D_70
Panel Type=A_10	Panel Type=A_10	Panel Type=A_10	Panel Type=A_10	Panel Type=D_70
Panel ID=20_1	Panel ID=20_2	Panel ID=20_3	Panel ID=20_4	Panel ID=20_5
Panel Type=C_50	Panel Type=A_10	Panel Type=A_10	Panel Type=A_10	Panel Type=D_70
Panel ID=19_1	Panel ID=19_2	Panel ID=19_3	Panel ID=19_4	Panel ID=19_5

<그림 12> 물량산출로 자동 추출된 자료-패널 유형별 수량



<그림 13> 패널 종류별 부여된 기호로 시각화된 자료

물량산출의 정보를 바탕으로 <그림 8> 및 <그림 9>의 예시간 패널 수량 데이터를 비교하였다.

<표 3> <그림 8>, <그림 9> 예시간 사용패널 개수 및 분포도 비교

예시 유형	유형별 패널 개수	패널 분포도 비교	
		패널 개수	패널 유형
<그림 8>	A_10	1203	
	B_30	19	
	C_50	12	
	D_70	766	
<그림 9>	A_10	0	
	B_30	272	
	C_50	328	
	D_70	1400	

<표 3>에서 알 수 있듯이 <그림 8>은 흑백이미지를 사용하여 인테리어 패널의 파라미터(패널 유형)가 최소값(A_10)과 최대값(D_70)에 치중되어있는 것을 확인할 수 있다. 반면 다색 그래픽 이미지를 활용한 <그림 9>는 픽셀 당 다양한 종류의 색상과 색 변경이 많아 패널의 대부분이 최대값에 치중되어 있으나 최소값부터 꾸준히 패널의 개수가 향상하는 것을 확인할 수 있다.

이와 같이 자동화된 과정을 통해 물량산출이 자동으로 이루어져 설계자는 각 대안 간 객관화된 정보를 바탕으로 설계 및 시공의 유용성을 합리적으로 판단할 수 있다.

5. 결론

본 논문의 접근방법 사례는 BIM을 기반으로하여 객체 및 속성정보를 제어함으로써, 기존에는 불가능하거나 많은 시간이 소요되었던 방식의 인테리어 패널 디자인을 1)디자이너가 원하는 어떠한 이미지는 패널디자인에 패턴화 할 수 있으며, 2)즉시 3차원 BIM모델을 통해 시각화 되고, 3)패널별 물량을 시공성 등을 고려하여 조절할 수 있으며, 4)물량 뿐 아니라 패널별 태깅을 통해 시공순서정보까지 디자인단계에서 모델링이 가능하였다.

실내디자인 분야의 BIM 및 유관기술 도입은 아직 초기단계에 머물러 있으며 실무에 적용되기 위해 다양한 실증적 연구 및 개발이 필요하다. 즉 소규모 및 디자인 대상 객체들에 대한 상세수준이 높은 프로젝트에 적용할 수 있는 실용적 접근방법들이 필요하며, 본 논문을 통해

최신의 프리폼건축 등에 국한되어 적용되던 파라메트릭 디자인 기술을 실내디자인 패널에 적용하여 작은 하나의 가능성을 실증하였다. 본 연구는 또한 BIM기반 객체의 속성정보 및 제어를 활용한 파라메트릭 디자인 접근방법을 구현하고 제시함으로써, 다양한 실내디자인 객체 및 라이브러리로 그 대상을 확장시킬 필요성을 제시하였다.

연관 및 후속 연구 및 개발로써, 보다 복합적인 실내 디자인요구사항에 대한 규칙화 및 적용방법, 그리고 시공성을 고려한 파라메트릭 실내디자인 등이 있다.

참고문헌

1. 최준호, 김인한. 개방형 BIM 기반의 건축인허가 적법성검토체계 구축을 위한 사진프로세스 적용 방안에 관한 연구. 대한건축학회 논문집-계획계. 2014 Sep;30(9):3-12
2. Park, S.Y., Kim, K.H., Kim, J.H., Kim, J.J. (2012). Analysis of Business Process for Customizing Interior Design Introducing BIM. Journal of KIBIM, 2(1), 18-26
3. 김민철, 장미경, 홍성문, 김주형. BIM 기반 실내공간정보구축 및 위치정보 활용 서비스 동향 고찰. KIBIM Magazine. 2015 Sep;5:41-50
4. 고동환. 건물 환경 성능 및 에너지 효율 평가를 통한 BIM 기반 친환경설계 프로세스 연구. 대한건축학회 논문집-계획계. 2010 Sep;26(9):237-47
5. 신재영, 이진국. 동선관련 정성적 요구사항 평가를 위한 가중치를 적용한 BIM 기반 정량데이터 활용방안에 관한 연구. 한국디지털콘텐츠학회논문지. 2015 Apr;16(2):335-43
6. 전유장. 건축 설계와 시공의 최적화를 위한 도구로서의 파라메트릭 디자인. 건축. 2009 Apr;53(4):22-6
7. Anderl R, Mecke K, Klug L. Advanced prototyping with parametric prototypes. InDigital Enterprise Technology 2007 (pp.503-510). Springer US.
8. Noiz architects, Le meridian lobby art "Gravity Fields". On-line: <http://noizarchitects.com/projects/le-meridian-lobby-art/>, Accessed:12/2/2016
9. Caterina Tiazzoldi, Toolbox office lab & coworking. On-line: <http://www.tiazzoldi.com/#!m-toolbox/ctyw>, Accessed: 10/02/2016
10. 24Studio Architecture, Parametric furniture.On-line: [www.24studioarq](http://www.24studioarq.com), Accessed: 20/2/2016
11. Because we can, Shipping Container Lounge. On-line: <http://www.becausewecan.org/taxonomy/term/15>, Accessed: 30/08/2016
12. 우승학, 김승배, 추승연. 시각적 프로그래밍 언어를 이용한 비정형 건축 외장패널의 최적화에 관한 연구. 대한건축학회 논문집-계획계. 2014 Dec;30(12):13-20
13. Grabska E, Łachwa A, Ślusarczyk G. New visual languages supporting design of multi-storey buildings. Advanced Engineering Informatics. 2012 Oct 31;26(4):681-90

[논문접수 : 2016. 10. 31]

[1차 심사 : 2016. 11. 18]

[게재확정 : 2016. 12. 14]