

# 디지털디자인도구의 Geometry 변형을 통한 비정형 디자인 형태 생성 방법에 관한 연구

## A Study on Free-form Design Shape Creation through Geometric Transformation of Digital Design Tool

박상준

신라대학교 실내디자인학과

Sang-Jun Park(jun-2i@hanmail.net)

### 요약

비정형형태 생성을 위한 디지털디자인도구의 활용은 작업자의 능력에 따라 극히 주관적으로 활용되기 때문에, 공통적으로 활용될 수 있는 규칙의 설정을 통해 프로토타입으로서 비정형 생성방법의 설정을 제시하고, 보다 효과적인 비정형 디자인 형태생성방법을 제시하고자 한다. 본 연구는 비정형 형태의 일반적 이론이 아닌 Concept발의-전개 단계에서 Mass구성 및 표현을 위한 비정형형태생성을 위한 디지털디자인도구의 활용 위주로 진행한다. 현대건축의 비정형적 형태는 디지털디자인도구와 디자인개념의 변화에서 시작된다. 선행연구를 통한 비정형적 작품을 사례를 바탕으로, 이를 분석하여 나타나는 형태적 특성을 디지털디자인도구의 언어를 중심으로 해석하고, 디지털디자인도구의 Geometry 변형을 통해 비정형 형태를 구현하는 기법을 제안하고자 한다.

■ 중심어 : | 비정형 | 디지털디자인도구 | 기하학 |

### Abstract

Both the formal type of architecture and free-form architecture have basic factors and methods for basic expression. Because the use of digital design tools for creation of free-form design mostly depends on the character and ability of designer, this study aims to propose establishment of free-form design creation method as a prototype, including the method to create free-form design, through setting up rules that can be used in common. This study is carried out on the basis of the application of digital design tools used for creation of conceptual free-form styles at the phase of conceptualization and development, which is different from the general theory of free-form design. The free-form style in the modern architecture has begun with the changes in digital design tools and design concepts. In the case study based on the free-form designs in precedent studies, the morphological characteristics have been analyzed and interpreted by using the language of digital design tools, so that this study will suggest the techniques to realize the free-form style on the basis of geometric transformation by using the digital design tools, as well.

■ keyword : | Free-Form | DigitalDesignTool | Geometry |

접수일자 : 2015년 12월 21일

수정일자 : 2016년 01월 28일

심사완료일 : 2016년 01월 28일

교신저자 : 박상준, e-mail : jun-2i@hanmail.net

## 1. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

시대에 따라 여러 디자인도구가 발전되고 디자인 도구와 건축을 포함한 형태적 이론이 상호작용을 통해 변화하고 있으며, 현시대의 건축, 실내공간 및 기타 형태는 디지털패러다임의 영향으로, 위계적 공간의 질서를 거부하고 유기적인형상과 자유로운 구조를 지향하는 비정형의 형태로 확산 되고 있다. 건축형태의 정형 또는 비정형은 기본적인 표현의 요소와 방법들을 가지고 있다. 건축의 형태는 ‘조형’이라 불릴 수 있는 기본적인 표현의 요소들이 각각의 시대와 장소의 상황에 맞는 표현의 방법으로 조형되어 특정한 형태로 나타나고 있다[1].

현대건축의 비정형성은 디지털디자인도구의 발전과 디자인 개념의 변화에서 시작하고 있으며, 디지털미디어의 확산은 건축 등 디자인 분야에 많은 변화를 가져오게 되었다. 건축가 및 디자이너들에 의해서 비정형적 인식을 강조하며 형태생성과 변형에 새로운 방법을 추구하게 된다. 특히, 디지털디자인도구는 과거 디자인을 위한 보조적인 수단에서, 개념의 도출 및 형태구성 방법에 까지 그 역할을 확장 시키고 있다. 따라서, 비정형 형태로의 변화에 따라 비정형의 형태언어와 디지털디자인도구의 언어가 함께 발전되고 있음을 인지하고, 디지털디자인도구의 발전과 동시에 건축형태의 변화를 통하여 건축언어가 생성되고, 자연스럽게 디자인도구와 건축언어 사이에 서로 상관성이 존재하게 된다. 디지털디자인도구의 발전으로 비정형 형태구현의 대한 관심과 연구가 많아지고 이를 활용한 작품들이 증가하면서, 디지털디자인도구를 활용하여 형태를 생성하는 구체적인 방법이 필요하게 된다.

지금까지 비정형 형태생성방법 등은 많은 연구자에 의해 분류되고 정의되었으나, 대다수 Parametric, NURBS, 외피의구성에 따른 비정형형태연구가 주를 이루었으며, 컨셉 단계에서 Geometry변형은 비정형 형태구현을 위한 하나의 방법으로서 그 연구가 부족하였다고 판단된다.<sup>1</sup> 비정형형태 생성을 위한 디지털디자인

도구의 활용은 작업자의 능력에 따라 극히 주관적으로 활용되기 때문에, 공통적으로 활용될 수 있는 규칙의 설정을 통해 프로토타입 으로서 비정형 생성방법의 설정과 보다 효과적인 비정형 디자인 형태생성방법을 제시하고자 한다.

비정형 형태언어를 바탕으로 한 디지털디자인도구의 활용은 다양한 비정형의 형태를 표현 할 수 있다. 본 연구의 비정형 형태 언어를 기본으로 향후 비정형형태의 다양성에 부합하기 위하여 더 많은 형태언어를 생성 할 수 있으며, 이는 비정형형태의 Database로서 다양한 연구를 가능하게 할 수 있을 것이라 판단된다. 동시에 비정형형태의 표현을 위하여 디지털디자인도구의 언어도 비정형에 맞게 응용되거나 발전 될 수 을 것이다.

### 2. 연구의 범위 및 방법

건축은 형태로 존재하며 디자이너의 의도 및 추구하는 방향이 형태로 표현 되어져야 한다. 비정형을 구체적인 형태로 표현하기 위해서는 이를 위한 표현의 요소와 방법이 필요하다. 일반의 정형적인 형태와는 달리 최근의 비정형적 형태는 디자이너의 주관적인 능력에만 의존하지 않고, 디지털디자인도구의 활용 능력과 그 안에서의 규칙에 따라 형태를 생성 한다.

본 연구는 비정형 형태의 일반적 이론이 아닌 Concept발의-전개 단계[2]에서 Conceptural한 비정형 형태생성을 위한 디지털디자인도구의 활용 위주로 진행한다. 분석의 작품사례는 2000년 이후[3]의 논문 및 관련서적, 웹사이트 등의 비정형 형태 위주 중심으로 진행 분석하였다. 현대건축의 비정형적 형태는 디지털 디자인도구와 디자인개념의 변화에서 시작된다. 선행 연구를 통한 비정형적 작품을 사례로 하여, 분석하여 나타나는 형태적 특성을 디지털디자인도구의 언어를 중심으로 해석하고, 디지털디자인도구의 Geometry 변

태를 표현하는 경우를 가정하고, 디지털디자인도구의 Geometry변형을 통해 비정형형태를 생성하는 연구이며, Parametric Modeling, NURBS등의 형태생성 방법은 분석에서 제외한다. Geometry변형은 국내 교육 및 업계에서 비교적 활용도가 높은 Autodesk 3DsMax를 중심으로 진행한다.

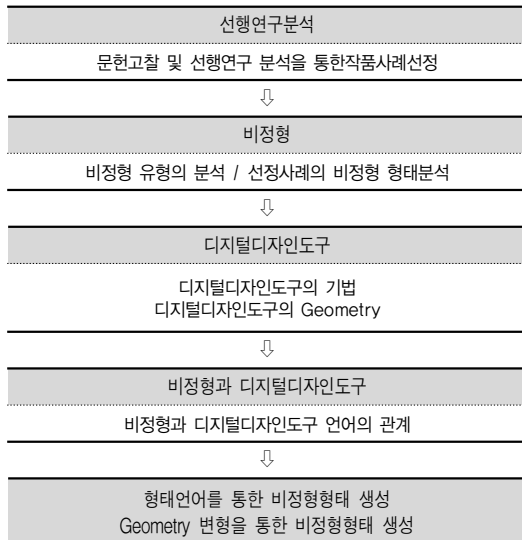
2. 2000년 이후의 작품 사례들은 주로 개념적 디자인 프로세스를 진행하기 위한 프로그램과 다이어그램, 디지털 소프트웨어를 통한 변형을 의도하는 공통적인 특징을 가진다.

1. 본 연구는 디자인 초기단계에서 디지털디자인 도구를 이용 하여 형

형을 통해 비정형 형태를 구현하는 기법을 제안하고자 한다.

본 연구의 범위는 우선, 비정형 형태변화에 따른 디지털디자인도구의 활용과 적용의 필요성을 인지하고, 비정형에 관한 문헌고찰과 사례분석을 통하여 비정형 형태의 개념을 설정한다. 그리고 디지털디자인도구의 형태생성언어와 비정형 형태언어의 특성과, Geometry를 활용하기 위한 비정형 형태의 적용 사례를 분석하여 Concept단계에서 적용 할 수 있는 형태생성방법을 제안하기 위하여 다음과 같은 방법으로 진행한다. 첫째, 문헌고찰과 사례분석을 통해 디지털 패러다임에서 형태의 변화에 따른 비정형 개념을 정의하고, 비정형 형태의 특성을 분석한다. 비정형의 형태는 대표적 형태특성을 통해 그 하위의 여러 유형들로 구분하여 분석한다. 그리고 작품사례에 비정형형태언어를 적용하여 분석한다. 둘째, 비정형형태 생성을 위한 디지털디자인도구의 분석을 통하여, 도구의 기법 및 디지털디자인 도구의 형태생성 언어를 비정형 언어와 관련하여 분류한다. 셋째, 비정형형태의 언어와 디자인도구 언어의 관계를 통해 디지털디자인도구를 활용한 비정형 형태생성 방법을 제시하고, 그 결과 프로토타입으로서 Database 구축의 틀을 마련한다[표 1].

표 1. 연구 방법



### 3. 선행연구 분석

선행연구의 분석 결과 비정형과 비선형에 관련한 연구는 다양한 측면에서 연구되고 있으나, 형태에 있어서 디지털 도구와 관련되는 연구는 최근 비정형의 유행을 반영하는 결과로 인해 Parametric 또는 BIM에 제한되는 경향을 보인다. 디지털 테크놀러지가 적용된 프로세스에서 이를 도구적으로 해결하려고 하는 시도의 연구는 대체적으로 빈약하였다. 형태적 측면에서 비정형/비선형을 다루고 있는 연구는 디지털과 관련한 연구는 다수 있으며, 크게 비정형 공간에서의 표현과 비정형 공간의 속성, 디지털 도구의 활용, 디지털 디자인 프로세스의 연구 정도로 구분 할 수 있다. 대부분 표현 이론과 경향에 관한 분석들이며, 비정형의 이론과 특징을 유사하게 정의 하고 있다. 디지털에 의한 공간 디자인적 특징을 ‘비선형’, ‘비유클리드’, ‘비물질’, ‘복잡성’, ‘자기유사성’, ‘예측불가능’, ‘프랙탈’, ‘카오스’, ‘위상변환’, ‘유동성’ 등으로 정의 하고 있었다.(김경은, 2000/안효정, 2003/김태수, 2005/한영호, 2006/이강일, 2008) 비정형의 조형언어는 주로 1990년대 이후의 사례 분석을 통하여 ‘중첩’, ‘빼기’, ‘스케일링’, ‘분열’, ‘접기’, ‘비틀기’, ‘왜곡’, ‘파동’ 등으로 정리 하고 있었다.(안효정, 2003/한영호, 2006) 디지털 프로세스와 관련한 연구는 프로세스에서 디지털도구의 개념이나 필요성의 언급은 있으나 실제 적용에 관한 연구는 미비하였다. (송현주, 2003/박상준, 2011/김경은, 2000/이강, 2008) 비정형/비선형과 관련한 디지털 도구의 연구는 ‘파라메트릭3’, ‘NURBS4 [4]’가 주류를 이루고 있다. NURBS의 경우 크게 수학적 이론의 개발과 곡면의 표현 및 분석으로 나누어지고 있다.(권정훈, 2006/이원규, 2006/안철영, 2010/김연웅, 2009) 디지털 도구의 적용 및 활용에 관한 연구는 소수 진행되고 있으나, 그 연구들은 디지털도구의 개념에 대

3. 수학적 공식에 의해 치수 값을 정의함으로써 모델의 형상을 조절하는 방식으로, 모델의 형상 또는 각 단계마다 종속 및 상호 관계를 부여함으로써 어떤 한 형태를 변경 할 경우 다른 형태의 크기나 위치 등에 영향을 부는 방식

4. 비정형 형태에서 디지털 방식의 수학적 정의. 수학적으로 정확히 곡면성의 점의 위치를 표현함으로써, 2차원, 3차원의 좌표를 가지는 형태를 생성한다. 곡선,곡면을 표현하는 방법 중 하나로써 제어점, 강도, 결점 값들을 조절하여 특정형태로 제어한다. XYZ좌표 대신 UV라는 매개변수 방식에 의해 정의.

해 개략적으로 언급되거나, 디지털 도구의 필요성 강조, 도구의 특성 분석은 언급하지만 실제 적용 방안의 연구는 부족하다.(정지석, 2004/정성훈, 2009/박소리, 2001)[5]

## II. 비정형 형태의 이론적 고찰

### 1. 비정형의 개념

비정형이라는 것은 일종의 자유 형태를 말하는 것으로 공간의 지각에 있어서 기존의 사고 질서를 깨는 관념적 개념을 통틀어 비정형이라 개념 지을 수 있다. 건축에서 의미하는 ‘비정형’이라는 단어는 단순히 정형성에 상반되는 개념이 아니라 합리주의적, 기능주의적 관점에서 벗어나서 작가의 조형의지를 극대화 시킨 형태라고 정의한다[6].

표 2. 정형과 비정형의 형태 및 속성

정형		
유클리드	원, 삼각, 사각, 그리드	정적, 단순성, 직선성
아날로그 : 개별적인 존재 객체들 각각의 통일성, 정체성		
비정형		
비유클리드	프랙탈, 카오스	동적, 복잡성, 곡선성
디지털 : 복잡성과 유동적 세계 속에서 개체들이 전혀 다른 형태로 변하면서 다양하게 변이		

오늘날 비정형은 카오스, 프랙탈의 개념으로 설명되고 있다. 실내공간에서의 비정형 또한 자연의 유기체적 패턴의 조직화 과정인 프랙탈 과정을 따르게 된다. 이로 인해 디자인은 프랙탈적, 복잡성, 불확실성, 유동성 등으로 형성되지만, 그것을 통해 새로운 질서를 창조하게 된다. 과거 아날로그에서 디지털로 변화 하면서[표 2], 비정형은 형태가 시간 속에서 변화하고 그것의 관계들은 비례적이지 않은 특징을 가지게 된다[7].

“비정형”이라는 단어는 “비선형”, “곡선형” 등의 단어로 주로 해석된다. 그리고 “비정형”은 “기하학적이지 않은”, “정형적이지 않은” 등의 단어적 표현 외에 그 의미 등을 한마디로 규정짓기가 어려우며, 원인에 대한 결과를 예측 할 수 있는 정형과는 달리, 비정형은 예측

불가능을 추구한다.

### 2. 현대건축 비정형의 조형적 특징

비정형의 형태는 부분적 형태들의 총합인 플라톤적 조화가 아닌 복잡한 전체구조를 기본으로, 자연의 유기체적 본성에 대한 인식을 강조하며 형태생성과 변화에 대한 새로운 방법을 지향한다.

형태로서의 비정형은 Mass의 비선형적 연결, 상호간의 관입, 중첩 등을 프랙탈로 보고, 경계의 모호성, 임의성, 연속성 등을 형태에 적용한다. 일반적으로 비정형 건축형태의 조형적 특징은 표현주의적 자유 형태를 추구하는 것으로, 형태에 따라 왜곡된 원, 중심을 알 수 없는 원호, 다양한 곡률의 곡선, 평행하지 않은 선 등 서로 중첩되거나, 우연적으로 종합되어 나타난다[8]. 원과 직선, 삼각형, 그리드에 의한 유클리드 기하학 중심의 결정론적 선형구조에서 벗어나 복합적이고 무질서한 자연현상과 사회현상들을 비선형적 개념을 바탕으로 새로운 질서와 다양성, 의외성을 표현하고자 하는 것을 건축형태에서의 비정형이라고 개념 지을 수 있다[9]. [표 3][10] 현대에 들어 컴퓨터의 활용으로 기존의 기하학적 형태에서 벗어나 자유곡선의 사용과 기존 기하학의 해체에 따라, 비정형 개념이 디지털 패러다임과 함께 더욱 부각되어 형태의 변화가 필요할 수밖에 없게 되었다. 그리고 비정형 형태는 비예측성 형태로 인지되며, 형태의 구성방식을 예측 할 수 있는 정형적 공간과는 달리, 비정형적 형태는 디자이너의 창조적 상상력에 의해 공간의 전개와 형태가 전개되기 때문에 예측 불가능한 형태를 형성하게 된다[11][표 2][표 3].
















표 3. 비정형 표현의 개념적 특성

특성	내용	특성	내용
중첩	축선의 중첩	관입	중첩에 의한 상호침투
병치	재료와 형태의 병치	스케일	크기와 위치의 변화
개방	규범과 체계의 탈피	불확실성	객관적 우연
조합	단편과 이질적 요소의 조합		

























아래의 [표 4]처럼 비정형적 형태는 해체주의의 영향으로 쪼개지고(split), 깨지고(break), 휘어지고(bend),

분해되고(decompose), 비틀어지고(twisted), 기울이는(tilted)등 여러 다양한 양상으로 나타난다. 작품사례분석을 통한 비정형 건축 형태의 유형으로는 크게 Extrusion, Twist, Curve, Torso, Rotor, Extension, BasicTransform, Enfoldment, FreeShape, Overlapping의 형태를 보이며, 그 하위에 여러 유형으로 구분되고 있다.<sup>5</sup> [표 4][11-13]에서처럼 비정형형태는 입체형태 변형을 통한 변형의 유형과 2차원 형태의 기본본형을 중심으로 한 형태 변형의 유형도 함께 보이고 있다.

표 4. 비정형 표현의 유형 및 특징

유형	특징		기호				
Extrusion	내용	돌출 / 사출 수직축에 의한 변형(비틀림)없이 형태변형					
	유형		2차원 면의 수직 돌출 추가 변형 없음	EX1			
			사선축(외부작용)에 의한 돌출	EX2			
			TW2의 형태변형과 유사 외부 힘에 의한 변형	EX3			
			수직으로 당김 & 끌어올림 자연스러운 입면의 형태	EX4			
Twist	내용	입체적 방향을 가지는 평면적, 입체적 회전 선형과비틀림에 의한 비정적 특성 외부작용의 힘(Move)에 의한 방향성 존재					
	유형		수직축에 의한 비틀어 올림	TW1			
			사선축(외부작용)에 의한 비틀어 올림	TW2			
			외부작용에 의한 비틀어 올림 TW1+TW2(힘)의 동시 작용	TW3			
Curve	내용	비정형의 대표적 형태 (곡면, 비선형) 입체적이지 않으며 유동적 형태					
	유형		파동/물결 연속된 역동적 형태의 표현	CU1			
			힘, 연속되지 않음 유연한 곡면의 형태	CU2			
			(외부힘에의한) 구부러기 EX3, TW3과 동일 힘의 위치에 따라 다양한 형태	CU3			
Rotor	내용	축 및 회전의 수직기준인 실린더가 기본 회전곡선의 조작을 통한 비정형 유도					
	유형		기본 실린더의 일부 팽창 외부돌출의 일방향 곡선 형태	RO1			
			수직축에 의한 상부면 수평회전 직선형의 회전 라인 (TW1-곡면형 / RO2-평면형)	RO2			
			Hyperboloid	RO3		Paraboloid	RO4
							

5. 비정형사례에서 보이는 대표적 유형을 분석하였으며, 더 많은 유형을 가질 수도 있음.































유형	특징				기호	
Torso	내용	직교 격자면의 변형 (평면상태의 모서리이동)				
	유형		수평 및 수직표면의 직선변형 직선구조의 뒤틀어진 면		TO1	
			2개의곡선과 1개의직선		TO2	
			2개의곡선과 2개의직선		TO3	
			2개의대칭곡선과 1개의직선		TO4	
Extension	내용	외부작용에 의한 변형 (체적의 변화가 없음)				
	유형		늘리기, 당김 (인장)	EXT1		짜 내기 (압축)
Enfoldment	내용	주름, 접기 각이지거나, 곡면으로 모서리 처리				
	유형		끼기, 접기		EN1	
			기울이기 평행하지 않은 평면에 소점연결		EN2	
Overlapping	내용	솔리드적 형태변형, 형태를 덧붙이거나, 파내는 전통적 기법				
	유형		겹침, 감싸기 평면 또는 단면의 형태 겹침		OV1	
			합집합, Union		OV2	
			교집합, Inersection		OV3	
			차집합, Difference set		OV4	
			모서리 처리 곡면 또는 직선으로 변형		OV5	
Free Shape	내용	평면 및 입면의 가공된 형태 변형				
	유형		연결점은 고정된 자유변형 Free Form Deformation		FS1	
			중심축에 대한 양측 경사 변형		FS2	
			상하부 다른 평면을 연결		FS3	
			경로에 따른 단면의 궤적		FS4	
Basic Transform <sup>6</sup>	내용	2D변형 (차원변형이 아닌 기본변형)				
	유형		2차원 Shape의 모서리 변화		BT1	
			형태, 크기 유지한 상태의 회전		BT2	
			형태, 크기 유지한 위치의 변화		BT3	
			형태유지 규칙적 반복, 복사 Repetition(불규칙반복)		BT4	
			동일한 형태의 대칭 Asymmetry (비대칭)		BT5	
			평행선과 각도를 유지한 형태의 크기변화		BT6	
						

6. 2차원적 형태 변형을 포함한다.



































### 3. 작가와 작품의 선정

건축의 비정형 형태생성을 위하여 비정형 작품 활동을 하는 Frank O. Gehry의 10인의 작가들 작품13개를 선정 하였다. 각각의 작품들은 2000년 전후를 비정형 특성을 잘 나타내고 있는 작품들을 대상으로 수학적 해석의 비정형 형태 생성이 아닌 직접적 Geometry원형의 변형을 통한 비정형 형태 생성방법을 분석 한다. 선정 작가의 작품 13개와, 그 작품에 나타난 비정형의 형태 유형을 아래 [표 5]과 같이 분류 하였다. 디지털디자인 도구를 활용한 형태의 구현에선 그 내용이 다소 달라질 수 있으나, 아래의 [표 5]는 작품의 사례에서 나타나는 비정형의 대표적 유형만을 분류하였다[15].

표 5. 분석을 위한 작가와 작품사례 및 형태분석

작가 [작품]					
작품	비정형 형태 유형 <sup>7</sup>				
	기호				
Frank O. Gehry [Diseny Concert Hall]					
					
Frank O. Gehry [National Nederlanden Building]					
					
Bjarke Ingels [TEK building]					
					
Bjarke Ingels [Shenzhen Energy Mansion]					
					
Norman Foster [Swiss Re Tower(Gherkin building)]					
					
Herzog & De Meuron [Baijiang National Stadium]					
					

7. 형태의 유형을 Polygon, NURBS의 도구에 의한 분류가 아닌, 대표적 유형들이 복합적으로 나타난다 하더라도 그 특성이 뚜렷한 유형을 기준으로 한다.  
 8. BT2는 FS2와 동시 작용할 수 있으며 2차원변형의 유형이나 디지털디자인도구의 절점Vertex의 이동에 의한 변형으로 보고 유형에 추가함.

작가 [작품]					
작품	비정형 형태 유형				
	기호				
Daniel Libeskind [Imperial War of the North]					
					
Bernhard Franken [BMW Bubble]					
					
SOM [Infinity Tower]					
					
Studio Nicoletti Association [Central Concert Hall Kazakhstan]					
					
Gunther Webber [여수 엑스포 주재관]					
					
NL Architects - Silos zeebergereiland					
					
Zaha Hadid [Mobile Art Pavilion For Chanel]					
					

위의 [표 5]에서 보면 Frank O. Gehry [National Nederlanden Building]의 경우의 “ $W2=TW1+BT2(+EN1)$ ”는 외부 힘에 의한 TW2의 유형으로 구분 되고, TW1의 유형에서 시작하여 절점(FFD, Vertex)에서 BT2의 이동으로 인해 EN1의 접힘으로도 그 형태가 나타날 수 있다. 그리고 접혀있는 절점에서는 BT2로 인한 중심축에 의한 일정경사를 유지하여 나타나는 형태인 FS2를 보이고 있다. Bjarke Ingels [TEK building]는 Geometry 기본형태인 정육면체에서 시작하여, OV4를 위하여 RO3, FS2가 관입되어 차집합적 형태를 나타낸다. OV5의 적용의 경우는 OV4적용 이후 비선형적 곡면 처리를 위해 다중적용된 형태를 나타낸다. 반면 SOM [Infinity Tower]의 경우 TW1의 단독 실행만으로 그 유형이 확실히 구분 된다. 이처럼 비정형의 형태

는 그 유형이 뚜렷한 하나의 형태로 나타날 수 있으며, 하나의 유형이 여러 단계를 거쳐서 나타나거나, 여러 요소가 상호작용을 통하여 그 형태가 나타날 수 있다.

### III. 비정형형태의 디지털디자인도구

#### 1. 비정형 형태로서의 디자인도구

비정형 형태는 ‘동적’ 형태로 이해 될 수 있는데, 비정형적이고 동적인 형태는 현대건축의 특징 중 하나로 불확실성과 다양한 형태 해석의 가능성을 제공한다[16]. 건축의 형태는 다양하게 변화하는 비정형적 형태들이 시도되었고, 이러한 형태의 표현을 위해 3차원적인 표현방식과 변형의 방법들이 필요하게 된다[17]. 비정형 건축을 표현하는데 2차원적인 도면은 그 한계를 가질 수밖에 없기 때문에, 3차원 표현 방식과 방법이 필요하게 되고, 볼륨의 회전 및 변형 등 새로운 역동적인 작업이 필요하게 된다. 단순히 수작업을 전산화하는 것에서부터 시작되었던 컴퓨터는 사고를 위한 도구로 발전하여, 현재는 건축의 형태도출을 위한 용도로 확대되었으며, 디지털기술의 도입으로 인해 디지털디자인도구의 활용은 설계과정을 더욱 효율적이고 체계적으로 발전시킬 수 있다. 디자이너는 추상적인 디자인 언어를 형태화하기 위해 개념을 만들고 분석하며 조작하는 과정을 수행하게 된다. 이러한 디자이너의 개념을 형태화, 물상화하는 과정을 디지털디자인도구를 이용함으로써 보다 효율적이고 효과적으로 수행 할 수 있다[18]. 디자이너 개인의 주관적인 개념을 2차원 도면만으로는 표현 할 수 없는 비정형 형태를 3차원 모델링을 통해 설계 초기단계인 Concept발의 및 전개 단계 [표 6]에서부터 디자인된 형태를 검토 할 수 있게 된다.

표 6. 개념과 재현 단계의 디지털디자인 프로세스[19]

프로세스		내용	연구전제
개념	개념발의	디자인발상 및 구체화	디자인발상 단계에서 다양한 비정형 형태 유추
	개념전개	디자인 도출	
재현		형태구축	

2000년 전후의 현대건축에서의 비정형은 형태 및 공간에 까지 영향을 미치게 되고, 새로운 기술로서의 디지털 매체가 프로세스에 있어서 중요한 역할을 하게 되었다[20]. 기존의 구축된 건축 질서에서의 일탈과 기존의 박스형 형태에서 벗어난 해체주의 건축이 나타나면서, 전통적인 건축에 대한 도전과 표현의 풍부한 전개를 추구하게 된다. 또한 디지털 매체의 급속한 발전으로 인해 작가의 창의력을 표현 할 수 있는 도구가 만들어지면서 비정형기술이 디지털 패러다임과 상관관계를 가지게 되었다. 디지털 디자인도구의 발전에 따라 2D 또는 3D작업에 다양성을 추구할 수 있으며 형태, 기능, 의미 등의 개념을 전달하고 사고들을 발전시키는 방법들이 점차 디지털화된 디자인 도구로 바뀌고 있다[21]. 디지털디자인도구의 변화는 건축사고의 확장과 가능성을 가져왔으며, 이는 디자인의 원칙과 원리, 형태와 공간의 변화, 디자인 방식과 개념의 변화를 유도한다. 따라서 디지털디자인도구는 단지 결과물을 생산하기 위한 수단이 아니라 건축적 사고와 개념, 프로세스를 생성하는 실질적인 체계로 작동하게 되었다[19].

#### 2. 디지털디자인도구의 종류 및 기법

디지털 생성기법의 활용으로 디자이너의 창조적 사고를 형태화 하게 되는데 이를 위해 기존의 2차원적인 도구대신 3차원적으로 좀 더 빠르게 접근할 수 있는 디지털디자인도구를 활용하게 되는데, 그중 표적인 도구로서 3DsMax, Rhino, Catia, From-z, Design studio, Sketch-up, Maya 등의 3차원 그래픽 소프트웨어들이 활용 되고 있다. 이들은 모두 3차원 상에서 형태를 조작하고 재질과 특성을 부여한 뒤 형태의 부가적인 요소들을 부여한다. Geometry, Topology 등 작가마다 다양한 기법을 활용 하고 있으나, 국내에서는 형태생성을 위한 도구로서 활용도가 높은 도구는 3DsMax, Rhino, Sketch-up 등이 주로 활용되고 있다.

디지털디자인도구의 형태위계는 아래의 [표 7][표 8]에서 처럼 1.점(point)은 다른 개체의 위치를 결정하는 기준 2.커브(curve)는 선으로 이루어진 2차원적 형태를 말하며, 복잡한 형태를 만들어 내기 위한 기준이 되고 3.서페이스(Surface+Polygon)는 분리되어 있는 면을 의

미하며, 두 개 이상의 서페이스가 결합되면 폴리서페이스가 되고, 폴리서페이스는 속이 비어 있는 형태이며 4. 솔리드는 체적을 포함하는 서페이스 또는 폴리서페이스 5.폴리곤매쉬는 다면의 개체의 형태를 정의하는 다각형의 집합이다.

표 7. 3DsMax에서 모델을 위한 형상 위계





점 vertex	선 edge	면 polygon	체적 element
			

표 8. Rhino에서 NURBS 형상위계

점	커브	서페이스	솔리드	매쉬
				

일반적 디지털도구에서 공간을 형성하는 방법으로 Polygon이나 NURBS방식을 사용 하고 있는데, NURBS이전의 Polygon 방식은 3차원 곡면상의 좌표 위치 추출이 불가능 하다. 형태생성과 관련하여 3d 프로그램의 국내 활용 정도는 Catia, 3DsMax, Rhino등의 3가지를 뽑을 수 있으며, 3ds Max는 기본 Polygon 모델링 외에 NURBS는 추가로 제공 하고 있지만 Rhino에 비해서 그 활용도가 뒤떨어진다. Rhino의 경우 강력한 NURBS모델을 지원하지만 3DsMax에 비하여 다소 렌더 퀄리티가 뒤떨어지지만, 강력한 NURBS모델로 산업디자인, 항공기 제작 등의 톨로 주로 활용 되었으며, 최근 건축의 비정형화에 따라 건축, 실내건축 분야에서의 활용도가 증가 하고 있으나, 건축 및 실내건축에서는 3DsMax가, 산업디자인계열에서는 Rhino의 활용이 앞서고 있다.

### 3. 디지털디자인도구의 Geometry 유형

디지털디자인도구의 기하학적형태란 여러 종류의 기하학을 기초로 만들어진 형태로서, 그 형태적 성질을 좌표나 식으로 나타내어지는 것을 말한다. 일반적 기하

학형태는 직선과 원을 사용하여 만들어지는 평면과 입체적 형태를 나타낸다[23].

표 9. 디지털디자인도구의 지오메트리 유형

내 용	유 형	
max	3D Geometry	Box, Sphere, Cylinder, Torus, Plane, Cone, GeoSphere, Tube, Pyramid, Capsule, OilTank, Spindle, Hedra, Torus Knot, Prism.
	2D Shape	Line, Rectangle, Circle, Ellipse, Arc, Donut, NGon, Star, Text, Helix, Section
Rhino	Box, Sphere, Cylinder, Tube, Cone, TCone, Ellipsoid, Torus	

기하학적 건축형태는 사각형, 삼각형, 정다각형, 원 그리고 입체기하학 형태인 육면체, 다각기둥, 구 등의 기본 기하학적 형태를 바탕으로 하여, 이들 기본 형태를 변형 없이 단독으로 사용하는 방법, 기본 형태들을 분할, 절단 등의 변형방법을 통하여 만드는 방법 등으로 구성하여 생성한다. 이러한 기본 형태의 변형은 정형적 형태에서 비정형으로의 변화를 유도하게 된다. 과거 건축에서 형태생성의 기하학 활용은, 지붕, 벽체 등 구조부 개벽의 형태변형의 방법[24]이 사용되었으나, 최근의 비정형의 지붕과 벽 등의 구성요소의 경계가 모호해지고 있다. 따라서, 본 연구는 건축 매스전체를 단일매스로서 보고 여기에 활용될 수 있는 디지털디자인도구의 형태생성을 분석한다. 유클리드 기하학적 형태인 정육면체는 기하학의 대표적 조형요소인 2차원 정방형이 XY, XZ, YZ의 세 평면에 걸쳐 각각 도면씩 여섯면으로 놓여 생성되는 3차원 형태이다. 정육면체와의 파생 형태인 직육면체는 박스 형태로서 건축디자인 과정 중 매스스터디에 폭넓게 사용되어 왔다. 대부분 디자인 과정 중 두 개 이상의 육면체가 함께 사용되어 형태 합과 차의 Boolean연산이나 반복, 회전 등의 형태 변환 과정이 반복적으로 수행된다.[25]

### 4. 디지털디자인도구 Geometry의 형태 변형

디지털디자인도구는 여러 단계를 거쳐 표현이 되고, 명령체계는 실제구축물의 형태언어가 된다. 집고 삭제하고 늘이고, 굽히는 통제의 수단인 명령체계는 건축 형태와 공간을 만들고 건축언어로 자리잡고 있다. 형태



는 2차원이 아닌 3차원적인 변화를 구체화하는 언어들로 대체되었다. 형태의 중첩, 병치, 관입 등 새로운 언어들은 형태의 입체적인 조각들과 구조적 해석으로 생겨났다. 3차원 디지털디자인 도구들의 명령은 그자체로 형태언어가 된다. 예를 들어 형태를 길게 늘이거나 당기는 형태는 디지털디자인도구의 Extrude의 명령이 사용되고 Extruded Architecture[26]라고 부르기도 한다. 아래의 [표 10]은 디지털디자인도구인 3DsMax<sup>9</sup>를 기준으로 명령 체계와 그 명령으로 인해 나타나는 유형과 내용을 정리하였다.

표 10. 디지털디자인도구의 형태 언어

구분	언어	내용	기호	
2d	Move	위치 변화	2D1	
	Copy	복사 (개체수의 확산)	2D2	
	Rotate	회전 변화	2D3	
	Mirror	대칭 변화	2D4	
	Scale	각도 및 방향성 유지, 크기변화	2D5	
	Fillet	모서리 변화	2D6	
	Array	복사의 연장	2D7	
3d	Fillet	입체형태의 모서리 변화	3D1	
	Champer	입체형태의 모서리 변화 Fillet의 중첩으로 곡선형 변화	3D2	
	boolean	중첩, 교차의 변화	3D3	
	Extrude	2D의 직선 돌출, 3D의 면 돌출	3D4	
	Twist	입체 방향의 회전	3D5	
	Shell	두께, 외피 생성	3D6	
	Bend	구부리기	3D7	
	Taper	기하학의 양쪽 끝 조절 변환	3D8	
	Symmetry	대칭 변화	3D9	
	Squeeze	용적의 변화없이 늘리거나 쥐어짜기	3D10	
	Lathe	좌표축을 기축으로 한 360도 회전	3D11	
	FFD	자유 형태 변형 도구 격제 제어점을 조정하여 구조 변형	3D12	
	Poly	Move	Geometry의 Poly변환 Vertex, FFD의제어점 이동 3차원 축에 의한 이동변화	3D13
		Copy		3D14
		Rotate		3D15
		Scale		3D16

비정형의 형태를 표현하기 위하여 디지털디자인도구와 비정형 형태유형을 아래의 [표 11][표 12]와 같이 2D와 3D로 구분하여 정리하였다. 아래 [표 11][표 12]에서 처럼 비정형 형태는 2D변형과 3D변형이 동시에 작용하여 나타나는 경우가 많았으며, 디지털디자인도구의 명령 언어를 통하여 다양한 비정형 형태의 유형이 나타남을 알 수 있다. 디지털디자인도구의 Fillet[3D1]의 경

9. Rhino를 포함한 유사 디지털디자인도구 또한 동일하거나 유사한 명령언어를 가지고 있다.

우 OV5와 EN1의 형태를 가질 수 있으며, Champer [3D2]의 경우는 3D1과 같은 결과를 가질 수 있음과 동시에 OV5의 중첩하여 적용하면 곡률을 가지는 비선형의 면으로 나타날 수 있다. Boolean[3D3]은 솔리드한 전통적 방식의 더하고 빼내는 형태의 생성이 가능하며, Extrude[3D4]는 단독실행 또는 기준면의 복사[BT2], Geometry 정육면체의 상부 절점의 이동[BT3], 전체 체적의 늘리기[EXT1]의 유형을 생성할 수도 있다.

표 11. 디지털디자인도구와 비정형형태유형 [2D]

디지털디자인		비정형디자인	디지털디자인		비정형디자인
언어 기호 <sup>10</sup>	내용	유형 기호	언어 기호	내용	유형 기호
Move 2D1	객체이동		Copy 2D2	객체복사	
Rotate 2D3	객체회전		Mirror 2D4	대칭변형	
Scale 2D5	크기확대 각도방향성 유지		Fillet 2D6	모서리변형 사선또는곡선 으로 변형	
Array 2D7	다중복사				

표 12. 디지털디자인도구와 비정형형태유형 [3D]

디지털디자인도구		비정형디자인			
언어 기호	내용	유형 기호			
Fillet 3D1	3D형태의 모서리변형 (접기, 깎기)				
Champer 3D2	Fillet의 중첩활용의 곡률을가진비선형형태				
Boolean 3D3	솔리드방식의 전통적 모델링 +, -등의 중첩, 삭제				
Extrude 3D4	단독실행가능형태 밀어올리기 면의 수직복사				
Twist 3D5	단독실행가능형태 밀어올린 면의 회전				

10. [표 11]의 기호기준

디지털디자인도구		비정형디자인 <sup>11</sup>			
언어	내용	유형			
기호		기호			
Shell 3D6	겹치고, 감싸기 형태의 복사를 통해 다중 겹침				
Bend 3D7	1방향의 힘의 위치에 따라 다양한 형태 힘의 형태로 발전				
Taper 3D8	2방향의 힘의 위치에 따라 다양한 형태 축에 의한 경사변형				
Symmetry 3D9	2D의 Mirror와 동일				
Squeeze 3D10	단독실행가능형태 다중적용으로 Wave 힘의위치에 따라 변형				
Lathe 3D11	축에의한 2차원 단면의 360도 회전				
FFD 3D12	절점을 고정한 상태의 형태 변형				
P12-Move 3D13	3D형태의 절점이동				
P-Copy 3D14	3D FFD제어점 변형				
P-Rotate 3D15	3D FFD제어점 변형				
P-Scale 3D16	3D FFD제어점 변형				













아래 [표 13]는 디지털디자인도구의 언어체계 [표 10]을 바탕으로 한 비정형형태를 생성방법이며, 각 Sequence에 맞추어 단계별로 구축하였다. 비정형의 형태를 표현하기 위해선 디지털디자인도구의 Sequence마다 위의 [표 11][표 12]의 비정형형태유형이 명령어와 동일하게 함께 나타나고 있으며, 자유 비정형형태의 표현은 대다수 FFD[FS1]의 활용을 통해 최종 형태

11. 비정형디자인의 형태유형은 [박상준, 비정형디자인의 형태분석 방법에 관한 연구, 동서대학교박사학위논문, 2012]를 본 논문에 맞게 재분류 및 수정하였다.  
12. 3DsMax에서 모델을 위한 형상 위계에 의한 Poly 형태 변형

를 생성하고 있다.

표 13. 디지털디자인도구 비정형 형태생성

구분	Sequence (원형)	Sequence1	Sequence 2	Sequence 3
project				
Disney Hall	Box의 원형에서 시작하여 3D7-3D8의 순서를 유지하며, 2중곡면은 FFD응용			
Bernhard Franken - BMW Bubble	3D10-3D3, 3D10의 경우 힘의 위치 설정 3D3의 경우 Boolean, Poly Cut 동시가능			
Pavillon Chanel	원형을 Box또는 Line(삼각)-3D4(+3D8)도 가능함, Smooth이후 Boolean연산			
N,N Building	3D5-3D8-3D13, FFD+Move			
TEK Building				
	원형을 형태를 유지하고 교차되는 부분의 형태를 변형하여 Boolean 3D5-3D3-3D2			
Shenzhen Energy Mansion	여러 대안이 가능하며, 원형을 Cut-EXT1, 외부에서 비정형의 면을 만들어(3D12-2D1) Boolean 이용 가능			
	2D Shape			
Gherkin Build.	Line			
	LINE-3D11-3D5 Shape의 경로에 따라 형태가 결정			
Baijiang Stadium	3D10-3D3			

project	구분	Sequence (원형)	Sequence 1	Sequence 2	Sequence 3
Imperial War					
		Box	Bend	Taper+FFD	
		3D7-3D8-3D12+2D1 (제어점 이동)			
Infinity Tow					
		Box	Taper	Twist	
		3D8-3D5 형태에 따라 명령의 추가 생략 가능			
Central Concert Hall					
		Box	Bend	TaperX2	FFD
		3D7-3D8-3D12-3D13			
여수엑스포주제관					
		Cylinder	TaperX2	FFD	Boolean
		3D8-3D12-3D3			
Silos					
		Cylinder	Sphere	FFD	Boolean
		두 개의 원형을 이용한 Boolean 3D12-3D13-3D3			

#### IV. 결론

대다수의 건축의 비정형형태는 NURBS를 활용하여 형태를 구현하거나 분석하고 있지만, 본 연구에서는 건축관련 분야에서 활용도가 높은 3DsMax를 기준으로 하여 유형을 분류하였다. NURBS 모델링의 경우 Rhino나 Catia에서 그 활용도가 높다. 3DsMax의 경우 NURBS의 기능을 지원하지만, 주로 곡면 제작에 있어서는 Polygon방식을 사용하고 있다. 디지털 모델의 화면상의 결과로는 NURBS와 큰 차이를 보이지 않는다. 그리고 디자인 초기의 개념적 매스형태를 생성하기 위한 디자인도구의 활용을 가정하였기 때문에 NURBS를 활용한 3차원곡면의 좌표를 추적하여 정확한 모델링을 추구하는 것 보다 개념적 접근을 유도하기 위하여 연구를 진행 하였다. 수학적 계산에 영향을 받지 않는 개략적 매스표현의 단계인 Concept 단계에서는 그 유형과 패턴의 사용만으로 기본적 형태의 추출이 가능하다.

Geometry의 형태변형은 그 원형의 형태에서 출발하여 작게는 2개 이상의 단계를 거쳐 비정형 형태를 생성한다. 예를 들어 Frank O. Gehry의 Diseny Concert Hall의 형태는 부분 매스의 Box에서 시작하여 Bend-Taper1-Taper2-FFD로 구성 된다. [표 13]

FFD 경우 비정형형태 생성을 위해 Move등 제어점 편집이 필요하며, 비정형 표현을 위해 가장 많이 활용되는 명령중 하나이며, 힘의 방향에 따른 변화를 표현하기 위해 제어점에 Move가 활용된다. 각각의 Sequence는 유지 되어야 하여 Sequence의 순서에 따라 전혀 다른 형태가 생성될 수 있다. FFD는 시각적 표현에 있어서 NURBS와 유사한 표현이 가능해진다. 비정형형태생성을 위해 Geometry는 Bend, Taper의 활용이 가장 많았으며, FFD의 경우 힘의 방향과 크기를 결정하는 요소가 된다. 본 연구를 통해 기하학적 특성을 이해하고 디지털디자인도구의 활용을 통해 비정형형태 원형을 파악 할 수 있었으며, 디지털 디자인도구의 Sequence에 따른 형태 변화에 따라 컨셉-발의 과정에서 서부터 여러 단계의 비정형 형태 Mass를 도출할 수 있을 것이라 판단된다. 디지털디자인도구의 Concept 단계에서의 활용은 개인의 창의성과 응용능력에 따라 무한한 가능성을 가지며 자유로운 조형의지와 선택에 따라 그 표현의 범위를 넓힐 수 있다. 본 연구에서의 디지털디자인도구의 활용은 비정형형태생성이라는 구체적인 목적을 가지고 있기 때문에 표현의 형식과 규칙이 존재하게 된다. 이러한 형식의 규칙들의 조합으로 비정형 형태생성을 다양하게 언어를 가지고 조합 할 수 있다. 본 연구에서의 제한적 사례 외에 다양한 비정형형태의 변형과정의 프로세스를 구축하면 향후 비정형형태생성에 있어서 Database로서 그 역할을 충분히 할 수 있을 것이라 판단된다. 비정형의 형태가 Database화 구축된다면 변형된 다양한 형태를 기본매스로 설정하고, 설정된 매스의 조합을 통해 다양한 건축적 형태를 생성할 수 있을 것이다. 그리고 디자인 초기단계의 직관에 의해 형태를 생성하는 방법보다, 여러 대안의 매스형태를 빠른 시간 내에 표현 할 수 있을 것이다. 다양한 매스의 조합에 의한 형태생성은 지속적으로 연구 하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] 조중철, 윤도근, “기하학적 형태를 사용한 건축 조형 방법에 관한 연구,” 대한건축학회학술발표논문집, 제15권, 제2호, p.57, 1995.

[2] 박정대, 김진균, “프랭크 게리의 디지털디자인 프로세스에 관한 연구,” 대한건축학회논문집, 제20권, 제10호, pp.173-182, 2004.

[3] 변대중, “비정형 현대건축의 역동성과 방향성 표현에 관한 연구,” 기초조형학연구, 제13권, 제3호, p.167, 2012.

[4] 이원규, 오세규, “곡면디자인 전개과정에 있어서 디지털 도구를 이용한 표현방법에 관한 연구,” 대한건축학회, 제26권, 제1호, p.290, 2006.

[5] 박상준, 비정형 디자인의 형태분석 방법에 관한 연구, 동서대학교박사학위논문, 2012,

[6] 이재국, 이강복, “비정형 건축구현을 위한 디지털 디자인 프로세스에 관한 연구,” 한국 디지털 건축·인테리어학회논문집, 제11권, 제2호, p.17, 2011.

[7] 김주미, “비선형 패러다임과 디지털 건축,” 건축 (대한건축학회지), 제45권, 제9호, p.10, 2001.

[8] 이재국, 이강복, Op. cit., p.17.

[9] 배경진, 이상현, 전한중, “비정형건축물 구현을 위한 디지털 디자인 프로세스에 관한 연구,” 대한건축학회논문집, 제29권, 제1호, p.221, 2009.

[10] 박상준, 홍관선, “비정형적 공간디자인에 있어서 Digital 도구의 활용에 관한 연구,” 기초조형학연구, 제12권, 제3호, p.190, 2011.

[11] 김철규, 천동훈, “현대건축 공간구성의 비정형적 형태에 관한 연구,” 한국실내디자인학회논문집, 제41권, 제41호, p.91, 2003.

[12] 박상준, 홍관선, 이경훈, “비정형 건축디자인의 형태분류에 관한 연구,” Journal of Digital Interaction Design, 제11권, 제4호, pp.49-50, 2012.

[13] Dr. Karel Vollers, “Morphological scheme of Second-Generation Non-Orthogonal high-rises,” CTBUH 8<sup>th</sup> World Congress, Dubai, 2008.

[14] 박상준, 홍관선, Op. cit., p.190.

[15] 박상준, Op. cit., pp.126-132.

[16] Charles Wallschiaeger, Cynthea Basic-Synder, 디자인 개념과 원리, 안그래픽스, p.59, 2001.

[17] 변대중, Op. cit., p.170.

[18] 김동준, 디지털 건축형태의 유기적 특성 원리에 관한 연구, 단국대학교 박사학위논문, p.143, 2006.

[19] 박정대, 김진균, “프랭크게리의 디지털 디자인 프로세스에 관한 연구,” 대한건축학회논문집, 제20권, 제10호, pp.173-182, 2004.

[20] 박정근, 이명식, “비정형 건축에 있어서 BIM의 적용 방안에 관한 연구,” 대한건축학회학술발표대회논문집, 제28권, 제1호, p.209, 2008.

[21] 이윤, “파라메트릭 디자인 방식의 디지털 형태 형성,” 한국디자인지식학회, 제9권, p.57, 2009.

[22] 장정제, “건축디자인도구의 발전과 건축언어의 상관성에 관한 연구,” 대한건축학회논문집, 제28권, 제6호, p.4, 2012.

[23] 조중철, 윤도근, Op. cit., p.58.

[24] 조중철, 윤도근, Ibid, pp.60-62.

[25] 박현수, “건축디자인 입체조형구성을 위한 디지털 모델링 방법에 관한 연구,” 대한건축학회 논문집, 제20권, 제6호, p.54, 2004.

[26] 장정제, Op. cit, p.9.

저 자 소 개

박 상 준(Park-Sang Jun)

중신회원



- 2000년 2월 : 동서대학교 건축학과(공학사)
- 2002년 2월 : 동서대학교 일반대학원 건축학과(공학석사)
- 2012년 8월 : 동서대학교 디자인전문대학원(디자인박사)

▪ 2015년 3월 ~ 현재 : 신라대학교 실내디자인학과 조교수

<관심분야> : 비정형디자인, 디지털디자인, 건축(공간)디자인