Journal of the Korean Institute of Interior Design
Vol.19 No.1 Serial No.78 _ 2010. 02

디지털 물성을 이용한 모듈화 표피생성방법 연구*

- 디지털 파라메트릭디자인 중심으로 -

Modularized Membrane Generation Method by Using Digital Property

- Based on digital parametric design-

Author 박정주 Park, Jeong-Ju / 정회원, 원광대학교 미술대학 디자인학부 공간환경·산업디자인전공 조교수

Abstract

The purpose of this study is to research a method of creating a new type of boundary by repeated disposition of single unit of modularized membrane successively. In the contemporary architectural indoor space, more highly dimensional analysis of boundary is required and the necessity of establishing boundary of a new concept that may satisfy cultural value, social value and artistic value as a whole as well as aesthetic and functional merit has been increased. In order to create a membrane that may fulfil the requirements of the diversified programs of space like this, an approach of complicated mechanism and high-dimensional calculation are required. At this time, digital GA modelling, parametric modelling technique may expand its range of possibility.

One thing to be noted at this juncture is that indefinite expandability involved in digital modelling technique, modelling by grid of absolute and relative coordinates and convenience of systematization may surpass limitation of analogue or simple numerical calculation being progressed in the past. And in order to create solid process including unit modelling or pattern formation, precise calculation process of computer is necessitated inevitably.

Keywords 패턴, 반복, 차이, 파라매트릭, 모듈
Pattern, Repetition, Difference, Parametric, Module

1. 서론

1.1. 연구의 배경과 목적

공간구축에서 규격화 된 벽체 마감재의 활용은 보다 시공적, 경제적 측면에서 매우 유용하게 이용된다. 그러나 이러한 규격화된 하드웨어는 대량생산방식으로 제작되다보니 그 종류와 유형의 선택의 폭이 한정적이어 디자인의 보편화를 가져다 줄 수 있다. 이러한 가운데 디자이너는 차별화를 이끌어 내기 위해 새로운 재료의 구상과 공간의 표피와 구조적 관계를 고민하게 된다.

최근 경계는 단순히 공간을 구획하거나 기능을 더하는 벽체적 의미로서 머무르지만은 않는다. 또 과거처럼 미학적 관점에서의 장식적 측면의 강조를 다루는 것도 아니다. 이미 공간 생성에서의 표피의 구조적 생성은 복합적이고 다양한 의미를 내포하고 있으며 사용자와 공간을 연결시켜주는 소통의 매개체로서 크게 작용되고 있다.

역사적인 관점에서 살펴보면 모더니즘이 추구하던 단순성과 투명성으로 장식은 단순하게 시각적인 측면에서의 해석이 주를 이루게 되면서 기능적 매커니즘(mechanism)이나 문화적인 영향력과 관련된 다른 의미의 해석은 퇴색되어 버렸다.

1950년대[1] 이후 모더니즘의 공간의 한계가 드러나면서 이를 절충 혹은 보완하기 위한 새로운 형태의 경계들이 등장하게 되며, 산업화와 더불어 보다 빠르고 안정적이면서 미학적으로 아름다운 모듈화 된 표피유닛이 개발되게 되었다. 이처럼 최근의 경계의 의미는 광범위하게 그 의미가 확장되었다. 물리적이고 현상적 의미를 초월하여 역사적, 문화적, 사회학적, 과학적인 해석의 접근이 이루어지게 된 것이다.[2]

* 이 논문은 2009년도 원광대학교 교내연구비 지원에 의해 이루어짐.

1) 1950년대의 조각가였던 Erwin Hauer의 프로젝트를 살펴보면 흐름을 이해 할 수 있다. 조각가였던 어윈은 건축가의 요구에 의해 건축표피에서 모듈화 된 유닛을 연속적으로 반복할 수 있도록 캐스팅하여 그 조각들을 연결하였다. 이때 그는 빛의 확산과 공기의 순환, 시각적 개방의 중점으로 그 쉘(shell)을 생성하였다.

2) 최근 경계는 단순히 공간이 비워지는 의미뿐만 아니라 담고 있는 내용에 따라 다양하게 변화되어야 하며 단순히 개방과 차폐적 특성뿐만 아니라 보다 고차원적인 경계설정 인식이 증가되었음을 증명해 준다. 예를 들어 백화점, 쇼핑몰, 시네플렉스, 도서관 그리고

또 현대 공간디자인에서 서비스 영역이 확장되면서 공간을 제어하기 위한 기술과 구조적 이해가 필요하며, 이에 맞춰진 보다 복잡한 시스템과 구조를 지닌 경계가 등장하게 된 것이다.[3] 이러한 가운데 컴퓨터를 이용한 파라매트릭 모델링(Digital Parametric Modeling), 디지털 패브리케이션(Digital-Fabrication) 분야의 도약적인 발전에 힘입어 보다, 다양하고 정밀한 작업들이 수작업의 방법을 거치지 않고도 구현될 수 있게 되었다. 이러한 시도는 최근 빈번히 이루어지고 있으며, 혁신적인 모듈레이션 작업들을 통한 유닛생성과 다양한 디지털 하드웨어 구현방법들이 연구되고 있다. 본 연구는 이러한 연구들을 조사하고 정리하여 이에 따른 접근 방법론들을 유형화하고 이에 따른 실질적 표피구축 방법의 특성과 그 가능성을 정의 내리는데 의미를 둔다.

1.2. 연구 방법 및 범위

디지털 물성이란 형태적 생성에서 표피의 최적화, 분절을 통한 규격화, 유닛설정, 패브리케이션에 이르기까지의 과정을 모두 포함하고 있다. 그 가운데 특히 선정된 유닛을 모듈화 하여 연속적으로 반복 가능한 패턴생성과정이 많은 부분을 차지하고 있다.

앞에서 언급한 바와 같이 현대공간에서 표피를 통해 경계를 생성하는 방법은 유형적으로 분류하면 재료, 유닛의 규정, 이에 따른 배열과 방식에 대한 논의 또 그에 따르는 패턴, 디지털 생성방법, 시공방식에 따라 분류 할 수 있다.

본 연구의 주목적인 디지털 중심의 모듈레이션 표피 생성방법을 종합적으로 접근하기 위해서는 디지털에서 구현 될 수 있는 가능성 혹은 막을 생성하는 다양한 프로세스 이해가 필요하다.

이에 본 연구 크게 두 가지 맥락에 접근이 요하며, 그 내용은 다음과 같다.

첫 번째 현대건축 혹은 인테리어에 드러난 모듈화 표피의 사례와 경향 등을 조사하여 그 성질을 이해한다.

두 번째 디지털 생성방법과 연동하여 그 과정들을 모의 추적한다. 그리고 이에 나타난 유사성을 발견하고 가능성을 모색해 본다.

2. 디지털 표피 생성과 모듈방법의 원리

2.1. 디지털 물성으로서의 파라메트릭 디자인

공간디자인에서의 재료를 다루는 실제는 재료의 배열들(arrangements)과 구조들(structures)의 조합을 통해 사회, 문화, 경제, 예술 등의 내용을 담아 표현되어진다. 그리고 개념은 직접적인 재료적 간섭에 의해 표출 되어지는 것이며, 공간의 외양적인 구축은 그 시대가 지니고 있는 기술력에 의해 좌우된다. 현재는 컴퓨터를 이용한 설계(CAD : computer aided design)와 컴퓨터 원용 생산(CAM : computer aided manufacturing)과 그 밖에 진보적인 디지털 설계 기술로 디자인의 영역은 광범위하게 확장되었다. 또 다양한 재료개발과 구축기술의 발달로 컨셉(concept)과 구축논리가 자연스럽게 융화되어 디자인 초기부터 설계되기 시작했다.[4]

이른바 자유 형태(free-form)기간이라 불리던 지난 10여년 동안 많은 건축가들은 혁신적인 구조와 공간의 질을 향상시키는 방법들을 연구해왔다. 이중에 디지털 "모퍼제니시스(mophorgenesis)[5]"는 확장과 진화적인 형태적 시스템과 구조의 복잡한 발현과정을 통해 생성하는 형태의 연구이며, 외부적인 환경에 의한 자극뿐만 아니라 재료속성의 본질적인 시스템들을 소통하여 생성하는 과정을 담고 있다. 형상과 재료는 항상 내재되어있고 불가분한 과정이며 모퍼제니시스 속성과 관계 되어있다고 말할 수 있다. 디지털 모퍼제니시스는 형태 생성과 재료적 과정들 사이의 차별화 없이 복잡한 과정을 창출하거나 수행 가능한 변수를 생산해 내는 것이다.

컴퓨터에 의한 기하학적인 도형 생성과 공정의 상호관계성, 자기유사성, 재료의 속성의 구성 등 기본적인 시스템을 유지하면서 형태적 논리를 창출하는 과정이다. 더욱이 다용도의 구조, 분석 툴과 열역학, 조명관련 분석 소프트웨어가 발전됨에 따라 기능적인 문제가 발생할 경우 피드백(feedback)을 통해 그 기능을 보완하거나 향상시킬 수 있다.

이러한 특징들은 파라메트릭 디자인적 특성과 매우 유사한 특징을 지니고 있다고 볼 수 있다.

박물관등의 대형공간에서는 더 이상 내부와 외부사이를 절대적으로 분리하여 독립적으로 관계 지어 디자인 하지 않는다.
Moussavi, Fashid, Kubo, Michael, The Fuction of Ornament, Actar, Barcelona, 2006, p.5

3) 서비스보이드(service void), 플랜트 룸(plant room), 스토리지 공간(storage space), 서버룸(server room) 등과 같이 공간 내에서 서비스공간과 같은 특성공간이 증가되면 이를 조절하기 위하 특별한 장치의 경계가 생성되기 시작했다. 그러면서 공간 설계에서 공간 표피와 인테리어 경계를 표현하기 위한 특수한 성격의 경계를 설정하는 역할이 증가 되었다. 그러면서 에너지 효율적 측면의 친환경 개념과 같은 기능적인 측면에서의 실질적 문제를 다루게 되었다. Moussavi, F, Kubo, M, op. cit., p.6

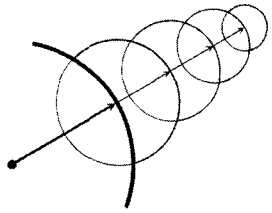
4) 재료로부터 자유롭지 못했던 과거에는 형태생성의 제한이 많아 재료적 특성이나 연결을 고려하면서 설계되어야 했다. 18세기 후반 영국에서 금속캐스팅 된 팀버(timber) 구조물 교각이 처음 나왔다. 또 19세기 말 금속과 콘크리트가 동시에 사용되었다는 점을 감안한다면 현재 대량생산의 건축은 100여년적의 역사에 불가 하며, 그 이전에는 물리적 재료적 특성에 따라 건축의 형태가 구조가 결정되는 비중이 매우 크다고 볼 수 있다.

5) 그리스어 morphê는 형(shape)이고 genesis는 생성(creation)에서 비롯된 단어이다. 형태가 유기체적인 원인에 의해 스스로 발전되는 생물학적 과정이다. 중요한 것은 발전하는 생물학 작용은 셀의 성장과 셀의 차이에 의해 통제 받아진다는 점이다. 그 통제 과정은 유기체의 초기발전 과정 동안 세포의 공간분배에 의해 조직화 되어 진다. http://en.wikipedia.org/wiki/Morphogenesis 요약

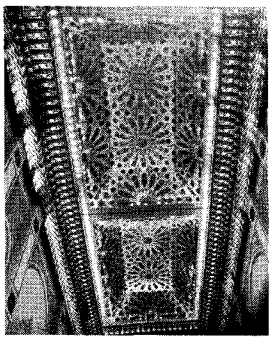
2.2. 반복 가능한 패턴 생성

최근 공간디자인에서의 경계를 구분 지을 때 표피가 가지고 있는 재료적 특성과 구조의 관계성을 고려한 디자인 작업들이 증가되고 있다.[6]

이때 유사성을 지닌 패턴을 조직화하는 문제는 기능적, 미적, 경제적 측면을 충족하기 위한 가장 중요한 작업이다. 즉 이는 연속적으로 반복하여 동일한 형태의 지오메트리(geometry)나 스케일링(scaling)시 유닛 분절이 용이한 셀[7]의 증식가능성을 지니고 있어야 한다는 것이다.



<그림 1> 이슬람 철학가 이븐 알 아리비(Ibn al' Arabi)가 언급한 패턴(pattern)의 확산(proliferation)

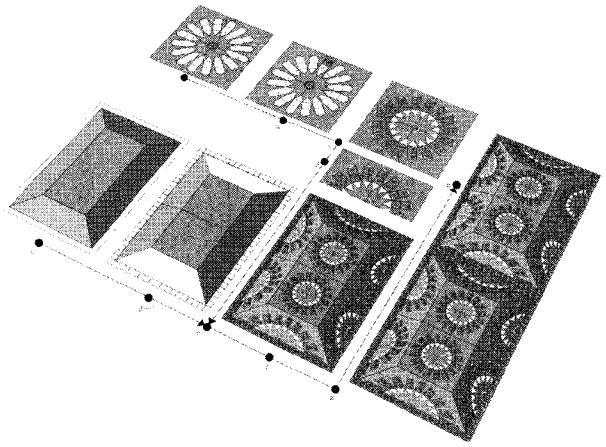


<그림 2> 모로코 카사블랑카의 하산(Hassan) II 모스크의 플레이어 홀의 천정장식

이미 고대 이슬람(<그림 1>참조)양식[8]에서 이런 반복 가능한 기하학적인 도형을 이용하여 건축, 공예, 예술 등의 분야에 적용하여 사용하였다. <그림 2><그림 3>는 하사 II의 플레이어 홀의 천정 쉘터를 살펴보면 정육면체 두 개가 합쳐진 직사각형 안에 방사형의 유닛이 두 개가 있고 그 둘레에 두변의 평행한 사다리형의 사각형 안에 분절되어 정육면체를 기준으로 할 때 반절 모양의 유닛이 디스토션(distortion) 되어 있다. 그 주위를 감싸는 두 가지 이상의 패턴의 유닛이 반복되어 처리되어 있다. 여기서 우리가 주목할 두 가지 측면의 특징이 있다.

첫째는 전체적 영향을 주는 커다란 지오메트리가 있고 그 내부를 분절하여 하나의 유닛을 혹은 유닛의 반을 반복했다는 것이다. 또한 사각형의 체계 안에 형성했다는 점이다.

둘째는 모스크와 천정사이를 투각함으로서 구조와 장식 사이의 거리감과 빛과 어둠의 깊이를 증폭 시켰다는 점이다.



<그림 3> 하산 II 플레이어룸의 천정부위 유닛 반복 디지털모델링 재현

이처럼 사각형의 모듈안에서의 분절이나 스케일링을 통한 유닛의 반복은 고전적으로 가장 많이 사용되는 방법 중 하나이며, 아날로그 작업을 통해서도 변형하기가 용이하다. 그리고 4각형의 그리드(grid)를 기본으로 생성된 모듈이 가지는 이점은 크게 두 가지 측면의 이점이 있으며 그 내용은 다음과 같다.

첫 번째 단일 유닛의 변형이 쉽다.

전체 형이 왜곡되었거나 부분 유닛의 크기나 형태가 균등하지 않는 경우 4개의 그리드 엣지(edge) 분할로 생성되는 내부 그리드 안에 점을 위치시킴으로서 변형이 가능하다. [9]<그림 4, 5>

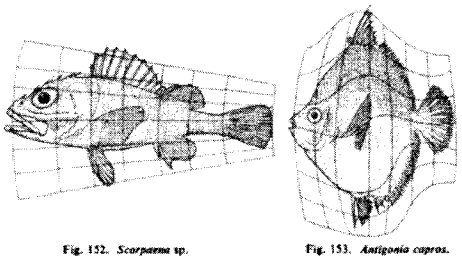


Fig. 152. *Scorpaena* sp. Fig. 153. *Antigonia capros.*

<그림 4> D'Acy Thompson's 의 물고기 변형(morphing) : 점감펭(학명: scorpaena)을 동일 그리드 개수를 그리드 규정한 후 내부그리드를 위치를 변형하였을 때 병치(학명: Antigonia capros)의 형태와 유사하게 변형된다.

작은 유닛 형태에 포함된 점(vertex)의 위치를 분리되어진 각각의 그리드위에 맞게 펼침으로서 전체적 속성을 반영하면서 반복 가능하다.

두 번째 반복 가능한 개방 패턴생성이 용이하다.

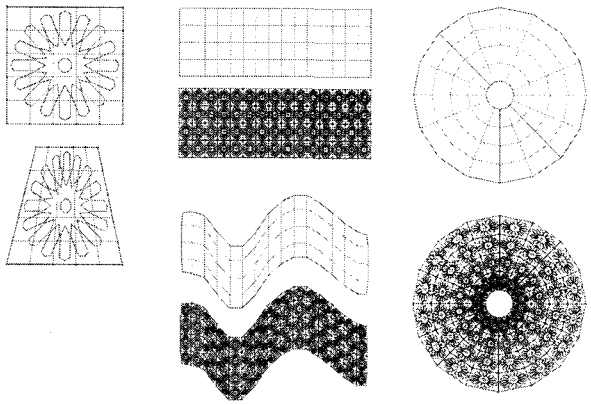
이 문제는 유닛의 형태가 질서를 유지하면서 반복 증식되

6) 건물 외관 벽, 내부벽, 스크린벽(screen wall), 빛확산벽(light- diffusing -wall), 지붕 혹은 옥상의 (rooftop)기계실 벽 천정벽(celing wal), 미디어 벽 등 용도와 목적에 맞는 다양하게 규정된 경계가 나타나고 있다.

7) 캐스팅이나 사출 혹은 진공 성형 등으로 제작된 벽체 마감의 최소 단위로 대량 생산된 단일한 조각이나 패턴을 지닌 유닛으로 여기서 셀(cell)이란 언어로 지칭하겠다.

8) 이슬람의 건축구축 방식은 종교적 가르침이 자연스럽게 스며들어 있다. 예스파냐 태생의 이슬람 신비 사상가 이븐알아라비(Ibn al' Arabi) 는 형상의 패턴에 대하여 다음과 같이 말했다 "디자인들은 단지 신들이 만들어 놓은 존재를 가져오는 것이다" 이를 다르게 해석하면 신이 디자인 한 것은 자연이고 결국 자연의 속성의 이해하고 반영하는 것이 창조적 활동임을 역술한 것이다. 또 다르게 해석하면 부분과 전체가 연속적으로 반복하여 전체를 이룬다는 측면을 강조한 문장이기도 하다.
Akkach, Samer, Cosmology and Architecture in Premodern Islam, State University of New York Press, 2006, pp.74-82

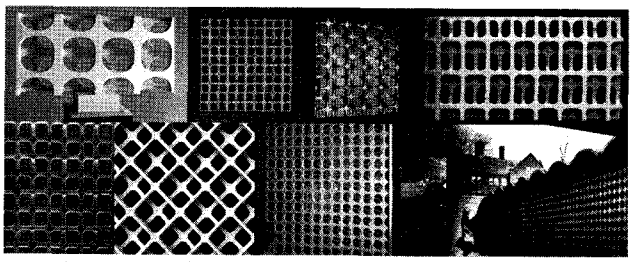
9) Thompson, D'Arcy. On Growth and Form, Cambridge University Press, Canto edition, 1992, pp.40-41



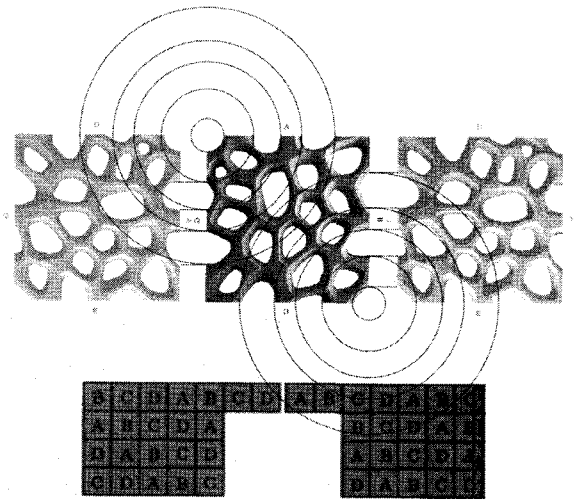
<그림 5> 하산 II의 방사형 유닛을 동일 개수의 변형된 그리드 위에 반복 배열 실험

는 구조의 문제이다. 기본적으로 유닛이 반복하기 위해서는 유닛이 끝나는 바깥 엣지(edge)들의 접합가능성과 형태의 유기적인 연속성이 기반이 되어야한다. 이를 위해서는 접합되는 형태의 완결성이 중요하며. 모서리의 길이와 접합위치가 동일하게 맞춰져야 한다. 수직, 수평의 대각선 확장을 염두에 둔 유사성을 고려한 설계가 요구 된다.<그림 7>

<그림 6, 7>은 모두 정사각형의 그리드 형태를 채택한 것을 볼 수 있는데 이는 반복하였을 때 비례에 따른 형태



<그림 6> 어윈 하우어(Erwin Hauer)의 1954-58년의 공간의 외부스킨과 내부 스킨의 모듈 유닛으로 정육면체의 반복을 통해 연속성을 실현 했다. 생산방식은 스톤 캐스팅과 인젝션 사출방식으로 동일 사이즈의 유닛을 대량생산화 시켰다. 변화를 주기 위해 재료나 유닛 크기설정 등의 차이를 주었다. 리징교회, 코카콜라 파빌리온, 몬트리얼 상업은행에 설치되었다.



<그림 7> 3deluxe의 cocoon club(2004) 스크린 월 a-d, b-c 엣지들은 사이 간격을 동일하게 함으로써 회전하여 접합 시 연결이 가능하게 그 구조를 열어 두었다.

적 균질성을 유지 시켜 줄 뿐만 접합 하였을 때 4면을 모두 활용가능하기 때문이다. 또한 어윈하우어의 작업처럼 45도 회전된 다이아몬드 형태의 그리드 배열도 용이하다.

이상 지켜본 두 가지의 특성은 연속 가능한 개방구조의 만들기 위해 유닛과 패턴을 이용하여 배열 배치하는 과정이 필요하며, 디지털 모델링을 통해 손쉽게 구현 해 낼 수 있다.

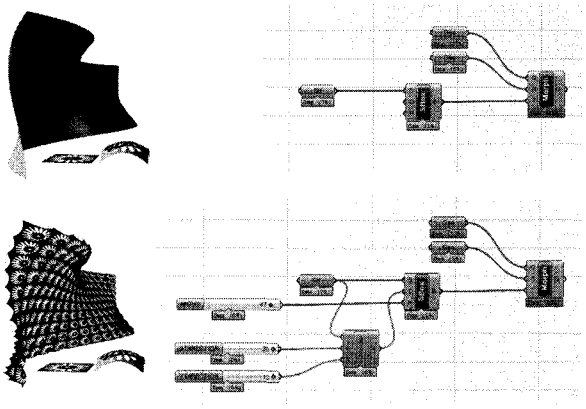
2.3. 파라메트릭디자인을 통한 연속성 재현

어윈 하우어(Erwin Hauer)는 연속적인 모듈의 반복을 자연스럽게 연출하기 위해 여러 개의 정육면체(주로 4개, 9개 단위의 스터디를 통해 여러 개의 레이어가 입체적으로 반복되도록 스터디 했다.)를 기준으로 작업했다.[10]

연속성을 유지하기 위해서는 입체그리드가 기준이 되어 전체적 속성을 지닌 패턴 그리드(pattern-grid) 혹은 매트릭스(matrix)와 여러 개의 레이어로 구성된 모듈화된 유닛, 구조체를 조직화 하는 작업이 필요하다.

복잡한 생성에서 정밀한 시공방법을 고려한 연산방법이 요구되는데 이때 파라메트릭 디자인[11]을 이용한다.

파라메트릭 디자인은 까다로운 디자인을 매개변수 대입을 통해 차별화된 객체 값을 얻어 낼 수 있다. 이러한 파라메트릭 방정식(equation)[12]은 객체와 조합 가능한 기하학 도형사이의 관계를 설명할 때 사용되며, 기하학도형의 알고리즘 분석표는 절차상에 포함되어 있다.



<그림 8> 알고니즘 분석표를 이용하여 그리드패턴 위에 유닛 반복재현과 UV방향, 높이 값(parameter)추가로 유닛의 수량과 크기, 개체수를 조절할 수 있다.

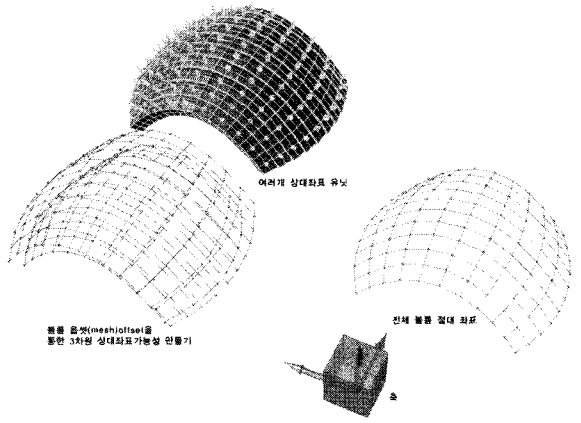
10) Hauer, Erwin, Erwin Hauer ; Continua-Architectural Screen and Walls, Princeton Architectural Press, New York, 2004, pp.32-51

11) 파라메트릭 모델링은 가능성의 범위, 안정적인 매개변수의 대입 혹은 교체, 다양성(multiplicity)을 수반한 특이성(singularity) 이점을 지닌 건축적인 형태의 개념적인 모델링 과정을 수행할 때 커다란 도움이 된다. 파라메트릭을 사용하면 유사한 개체를 무한한 생성, 다양한 차원의 예비 연결 개요, 기하학적인 증상발현(manifestation), 관계 또는 상호간 작동되는 상관성을 파악하는데 이점이 있다.
Kolarevic, Branko, Architecture in the Digital Age : Design and Manufacturing, Taylor & Francis, New York, 2005, p.17

12) 방정식은 연속적으로 반복되는 기하학적인 도형 간의 상호적인 연결가능성을 열어두어 내부적 형태변이를 이끌 수 있다.
Burry, Mark, Perrella Stephen, Hypersurface Architecture ; Paramorph, John Wiley & Sons, London, 1998, p.133

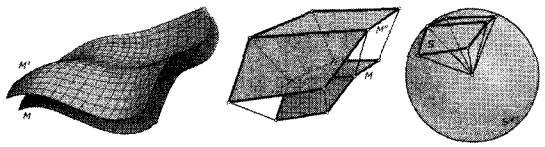
분석표는 매개변수를 추가하거나 숨겨져 있는 변수를 개방하여 내부조직을 재 조직화할 수 있다. 또 반복되어지는 모델링 패턴이나 새로운 스크립트 방정식 접합이 가능하게 하며 여러 형식의 벽체 레이어를 추가 할 수 있게 도움을 준다 <그림 8 참조>

이런 원리를 이해하면 수직 수평의 평평한 벽체에서 비선형의 볼륨에 이르기까지 패턴을 지닌 면(surface)과 유닛 설정을 통해 다양한 경계를 생성 해 낼 수 있다. <그림 9 참조>



<그림 9> 4각형 단일 그리드(절대 좌표의 영향을 받은)를 입체화하여 분리하여 좌표를 정의 대입하여 각각의 상대 좌표를 지닌 입체 유닛의 반복 가능하다. 파라매트릭 모델링 재현.

패턴이 되는 입체 그리드를 생성하는 방법은 전체에 영향을 받는 절대좌표와 볼륨패턴에 존재하는 각각의 그리드 면(face)에 수직 하는 축방향의 상대좌표 체계를 기준으로 생성된다. 입체화 과정을 거치기 위해서는 두께 값을 지니도록 메쉬옵셋(mesh-offset)[13]하여 생성한다.



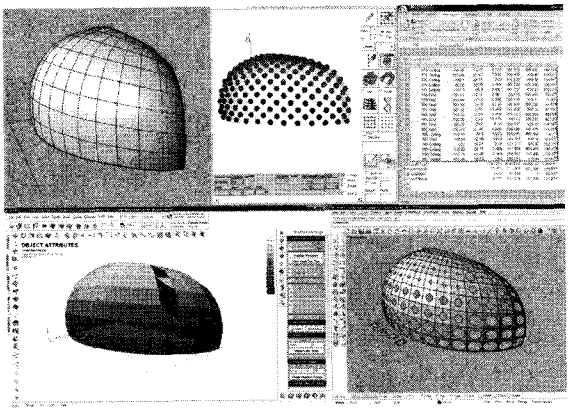
<그림 10> 두개의 병렬의 메쉬 m과 md이다 각각의 버텍스에서 절대좌표(absolute coordinate)축 영향을 받아 밖(Md) 병렬 메쉬의 면(face)스케일이 크다. 이는 기본 메쉬인 M의 축(axis)의 위치에 따라 옵셋메쉬(offset-mesh)의 면적과 내부 좌표체계가 달라질 수 있음을 알 수 있다.

그리고 옵셋 된 두 볼륨을 순열에 따라 분리한 후 번호를 정의하고 안쪽 면과 바깥쪽 버텍스(vertex)를 링크한다. 이렇게 하여 입체적 기준이 되는 육면체 기준을 생성한다.

13) 면의 중심축(axis)에서 버텍스(vertex), 엣지(edge), 페이스(face)를 정접을 병렬하여 안 혹은 바깥으로 면의 속성이 반영된 쌍의 면체 형성하는 방법.
Bentley, Daril, Architectural Geometry, Bentley Institute Press, Exton, 2007, p.692

앞서 언급한 것처럼 파라메트릭 디자인은 매개변수 혹은 형태를 지닌 방정식 스크립트와의 교접이 가능하다.

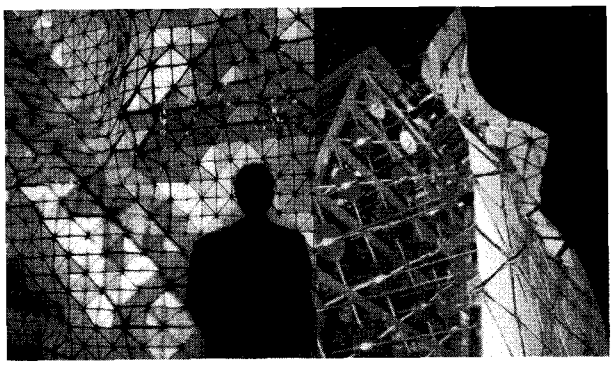
실제 공간에서 경계를 설정할 때 단순히 얇은 표피만으로 결정되는 것은 아니며 이를 지지하기 위한 구조물과의 관계, 빛을 들이는 방향과 크기의 다양성, 내부의 임의적 분절 등 수많은 레이어링(layering)으로 구성되어 있다.



<그림 11> 친환경 건축설계 시뮬레이션 소프트웨어 "ECOTECT"에서 면이 받는 태양빛의 양을 계산하여 이를 수치화하여 각각의 페이스에 투과되는 원의 지름에 반영하여 빛을 조절하였다.

파라메트릭디자인은 기본적인 쉐입(shape)의 형태 생성을 위해 활용되는 것은 아니다. 면이 패턴의 속성을 최적화하거나 새롭게 재편성하기 위해 숨어있는 매개변수를 개방하고 그 가능성을 확장시켜주는 것이다.

파라메트릭 모델링의 가장 커다란 이점은 숨어있는 변수를 조작하여 형태적 변이의 수를 더 생산해 낼 수 있다는 점이다. 또 디지털 코드로 치환되는 다양한 방정식의 교접이 가능하기 때문에 더욱 복잡한 형태의 경계와 이를 따르는 매커니즘을 정교하게 실현 시켜 줄 수 있다.[14]<예제 그림 12>



<그림 12> Hypersurface Display System() 삼각형 유닛(매끄러운 곡면의 형태를 재현해내기 위해 삼각형을 선택, 정육면체를 이등분한 삼각형)을 기본으로 다이나믹한 영상을 입체로 재현해내는 물리적 기반의 디스플레이 벽체로 양, 음각을 이용하여 형상을 표현한다.
실린더와 내장된 수직 수평의 패턴이 실린더의 높이 값에 의해 곡면의 볼륨이 나타난다. 파라메트릭 모델링 작업을 병행하여 제작.

14) Spiller, Neil Digital, Architecture Now: A Global Survey of Emerging Talent, Thames & Hudson, New York, 2009, pp.130-131

또 유닛의 중량이 증가되면서 사전 제작되어진(ready made) 보다 정교한 모델링이 요구되어지고 파라메트릭 모델링은 이런 정밀한 작업에 커다란 도움을 줄 수 있다.

3. 차이를 만들기 위한 속성들

형식적인 차이(difference)란 한계적인 맥락적 의미를 내포하고 있다. 디자인의 변수는 단계적인 탐험과 다름(different)을 창조함으로써 표면적인 차이를 제공하는 것이다. 우리는 식별 가능한 이른바 둘러싸여진 새로운 표피와 이미지로부터 강요받고 있다.[15] 우리가 공간을 접하거나 실험적으로 출현하는 복잡한 이미지들을 경험했을 때 대부분의 사람들은 의심도 하지 않은 채 쉽게 그 정보를 받아들인다. 표면(surface)은 겉으로만 보여 지는 것(superficial)만이 아니며 이미지가 지니고 있는 영향과 복잡함의 불확실함을 동시에 지각하게 되는 것이다. 표면적으로부터 출현한 형은 연장되며, 경계의 단절을 실험적인 연결을 통해 이어준다. 우리는 자연을 동경하고 모방하고 또 배운다. 시각적으로 지각하는 자연은 정형화 되어있지 않으며 인공적인 매트릭스 질서와 다른 속성의 패턴을 지니고 있다.

실질적으로 변화 없이 하나의 유닛을 매트릭스의 틀 안에서 일정하게 반복 했을 경우 공간이 지루 해 질수 있다. 또 전달하는 메시지나 의미도 한정되며, 무한 가능성 때문에 인공적인 느낌으로 오는 답답함을 느낄 수도 있다.

근대 건축은 자유로운 평면과 탈 수직 수평적 평면구조가 되면서 내부의 창의 위치나 도어의 형태가 다양해졌다. 이로 외부적인 형태는 기본적인 볼륨의 그리드를 벗어나 배열되는 경우가 흔히 등장한다.

이유로 반복되는 패턴이 지니고 있는 속성을 유지하면서 상황에 맞게 스케일이나 위상학적인 변화를 주는 방법들이 필요하게 되었다. 인위적인 조작을 통한 차이를 생성방법이 요구된다. 실제 차별화 된 모듈화표피를 구현한 프로젝트를 살펴보면 작업들이 지니고 있는 유형의 유사성과 그 특징들을 분류 할 수 있다.

<표 1>[16]은 대표성을 지닌 10개의 작품을 추출하여 분석한 도표이다. 살펴보면 기본적으로 패턴을 유지하면서 복잡한 매커닉과 시각적 차이를 동시에 이끌어 내고자 노력했음을 엿 볼 수 있다. 또 주목할 점은 시각적으로 보여 지는 장식적 측면이 아니라 기능이나 요구에 의해 의도된 새로운 개념의 장식으로서의 의미 전환이라는 점을 둘 수 있다.

차이를 만들기 위해서는 변화되는 패턴의 정의가 요구되며 단일의 유닛, 다양한 집합체의 차별화된 배열 배치 과정을 통해 변화를 줄 수 있다.

이들을 분류하면 크게 5가지 접근에서 변화를 발견할 수 있으며 그 내용은 다음과 같다. <표 1 참조>

첫 번째, 부분적 모듈세포의 접합가능성(회전과, 모서리 변의길이 통일)을 통해 확장과 변화를 유도하는 작업을 둘 수 있다(표의 1, 2, 4 프로젝트) 이들은 정육면체의 변의 길이가 같아 접합이 용이하다. 즉 확장 가능한 구조를 유지하면서 회전을 통한 접합이 가능하다. 형의 만곡과 접촉 높이와 길이를 통일하여 연결하는 것이다. 이에 대한 변수를 증가 시키려면 프로젝트 2, 4번처럼 모듈의 타입과, 재료를 변화의 폭을 다양하게 만들어 줄 수 있다.

두 번째 모듈 셀 집합체의 패턴의 임의 반복성을 통한 구현 방법이다.(표의 5, 9프로젝트)

5번 프로젝트를 예를 들어 설명하겠다. 이 프로젝트를 2005년 일본의 아이치에스포의 스페인 파빌리온의 작업으로 정육각형이 주는 규칙성을 없애기 위해 6개를 집합하여 내부의 엣지(edge)의 방향의 각도를 바꿔 임의 변경하고 다시 모듈에 6가지 컬러를 대입하여 반복하였다.

그리고 연결이 손쉽게 이뤄지기 위해 브라켓(bracket) 구조를 사용하여 연결하였고 단일 유닛과 집합체의 대비 상황을 통해 공간에 차이를 두었다.

세 번째 패턴들의 구성된 표피를 시간차 혹은 오버랩을 통해 레이어링(layering)하여 표피의 깊이를 더하는 방식이다. (프로젝트 4, 7번) 이는 투명성이 요구되거나 적절한 시각적 개방이 요구되는 성질에 적합하다. 빛과 그림자 등의 입체감이 고조 되고 사용자의 위치에 따라 다양한 형태가 보여 진다.

네 번째 물성과 색채에 의한 차이 만들기이다.

(프로젝트 2, 3, 6, 8, 10) 이는 재료가 지니고 있는 물리적 화학적, 디지털 물성과 같이 그 재료의 성질이 변함으로 오는 다양성을 의미한다. 프로젝트 3번의 경우는 각각의 돌이 지니고 있는 비정형적인 형태들을 집합체 육면체로 유닛을 구성함으로써 축성이 가능하도록 하였다.

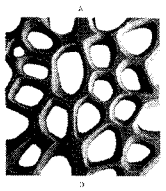
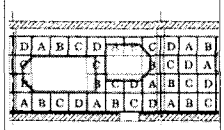
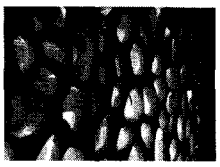
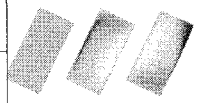
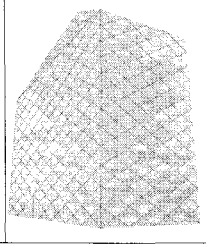
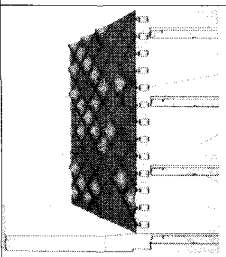
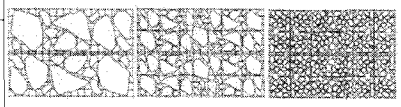
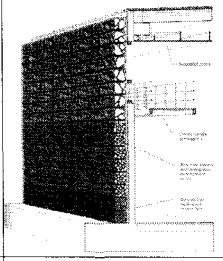
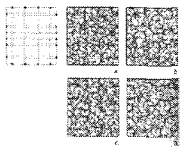
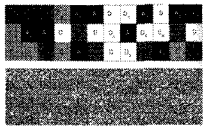
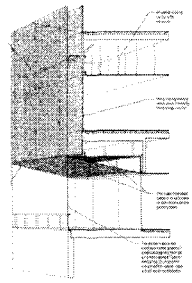
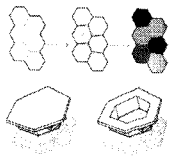
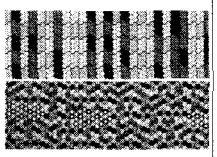
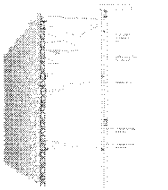
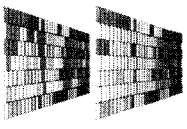
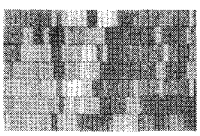
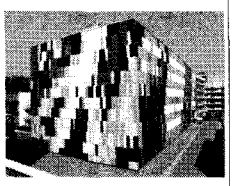
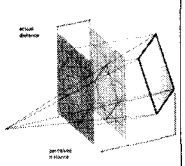
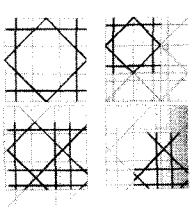
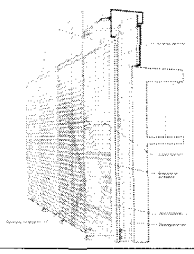
돌이 지니고 있는 천연의 질감을 살리면서 기능성을 살린 예라 볼 수 있다. 또 다른 예로 프로젝트 10번의 경우 콘크리트에 유리섬유를 넣어 본래 일반 콘크리트가 지니고 있는 빛의 불 투과성, 폐쇄성을 극복하였다. 기본적 성질을 화학적 변화를 통해 새로운 재료로 전환하였다.

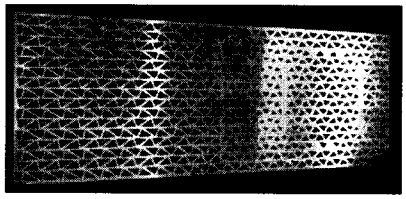
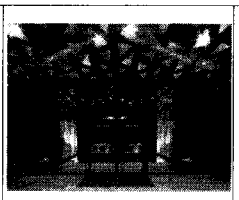
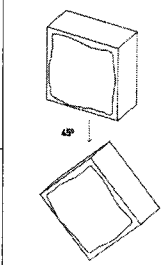
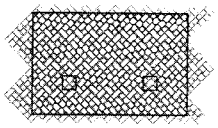
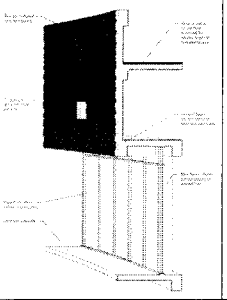
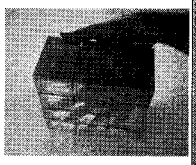
지금까지 살펴본 작업들은 유닛의 부분전체 규정 그리고 패턴이라는 자기 조직화 시스템아래 재료의 물리적 화학적인 변화, 배열 배치의 차별화를 통해 차이를 만들어 낼 수 있으며 확인할 수 있었다.<표 2 참조>

15) Kolarevic, b, Manufacturing Material Effects: Rethinking Design and Making in Architecture [Bates, Donald ; Different Differences], Routledge, China, 2008, p.160

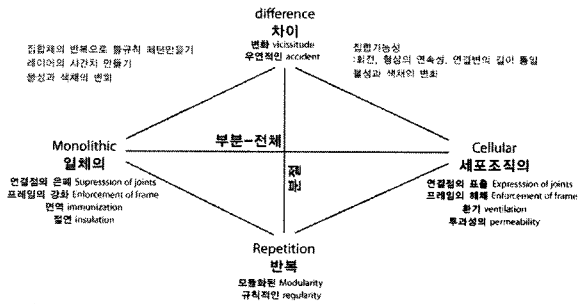
16) Frame Publishers, 3deluxe ; Transdisciplinary Approaches to Design, Die Gestalten Verlag, Berlin, 2009, pp.94-95
Kolarevic, b, op. cit., pp.91-102
Moussavi, F, op. cit., pp.64-181

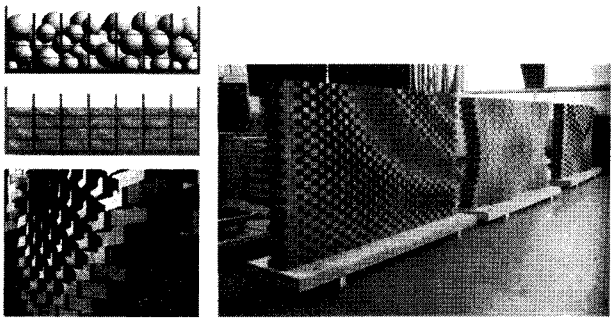
<표 1> 반복과 차이 모듈 경계 프로젝트들

	디자인 프로젝트 / 용도	모듈유닛 (module unit)	패턴(pattern)	재현장면	디자인 요소	디자이너	특징 및 가공법
1	cocoon club (2004) / sreen wall (interior)				유닛의 회전	3deluxe	세포조직의 구조를 재현했다. 유닛은 캐스팅에 의해 성형되었다. 이 유닛은 정사각형의 4방향을 통해 연결된다, 내부의 형태는 랜덤(random) 하나 끝나는 엣지(edge)의 점들이 수직 수평의 높이가 일치하고 90도 회전 시 맞아 떨어지도록 하였다. 그리고 더블 레이어링(double layering) 배열하여 공간감이 형성 되도록 하였다.
2	Prada Aoyama store (2003) / 건물 외장재 (outer-skin)				3타입의 유닛 재료 변형, 배열배치	Herzno & De Meuron	다이어그리드(diagrid)위에 평평한(flat), 볼록한(convex), 오목한(concave) 3가지 타입의 유리들이 외관을 감싸고(cladding)있다. 배열 배치는 무작위적으로 하였으며, 왜곡과 빛의 굴절을 통해 시각적 다양성을 이끌어 내었다.
3	Dominus Winery (1997) / 건물 외장재 (outer-skin)				그리드에 가둬둔 돌의 밀도(density) 조절	Herzno & De Meuron	양조장 설계를 위해 바람, 빛의 조절에 중점을 두었다. 주재료는 돌의 크기에 따라 분류하고 육면체의 메쉬 케이지(mesh cage) 안에 돌을 넣었다. 하단에는 술을 시원하게 보관하기 작고 조밀한 돌을 이용해 블록들을 만들었다. 상단의 매자닌(mezzanine)은 서비스 공간으로 큰 돌로 구성된 간극이 크고 밀도가 적은 블록을 사용하였다. 이는 비를 막는 스크린기능과 강한 태양빛을 차단해주는 필터효과를 겸한다.
4	John Lewis Department Store (2007) / 건물 외장재 (outer-skin)				모듈의 다양성, 모듈회전, 레이어링	FOA (Foreign Office Architects)	유리로 구성된 외관을 레이스(lace)패턴을 이용하여 4개의 다른 모듈(module)들을 만들었다. 단 4각형의 다른 모듈들 간 연결을 위해 레이스 패턴의 엣지(edge)를 각각의 사각형 도형이 회전하거나 위치를 바꿨을 때도 연결이 매끄럽게 되도록 구성하여 연속성을 실현시켰다. 또 유리집합체를 시간차를 두어 레이어링(layering)하여 원근감을 줌으로써 시각적 깊이 감을 더해 준다.
5	Aichi Spanish Pavilion (2005) / 건물 외장재 (outer-skin)				모듈레이션 패턴의 왜곡(distortion), 변형, 컬러, 모듈의 다양성	FOA (Foreign Office Architects)	6개의 육각형(hexagons) 모듈 유닛으로 구성된 패턴의 변화를 주기 위해 패턴의 내부의 엣지를 왜곡한다. 그리고 모듈에 각각의 색채를 대입하여 차이를 두고 캐스팅 된 세라믹타일을 투각하여 시각을 개방시켜 준다. 그리고 패턴을 반복하여 차별화한다.
6	B.I Office Labororatories 2002 / 건물 외장재 (outer-skin)				컬러, 각각 조각의 회전 레이어링	Sauerbruch Hutton	8개의 컬러로 감싸진 패널들을 차이를 두어 반복 배열 배치하였다. 이때 수평적으로 고정된 유리와 자폐가 가능한 유리패널을 설치함으로써 다양성을 주었다.
7	Christian Dior Ginza Store (2004) / 건물 외장재 (outer-skin)				중첩 레이어링 분할	Kumiko Inui	격자무늬(tartan)를 회전하여 중첩한 후 반복되는 패턴을 만든다. 그리고 생성된 라인을 두께에 맞춰 원으로 치환한다. 그리고 패널집합체를 옵셋(offset)하여 두 개의 레이어로 분리한 후 외부 스킨은 메탈소재를 CNC로 컷팅(cutting)하고 내부 스킨은 점(dot)을 실크스크린을 통해 마감한다. 두 레이어간 난반사되어 깊이 있는 이미지가 형성된다.

8	Trumpf Gatehouse 2007 천정 패널			내부 유닛의 밀도	Frank Barkow	천정 패널로 빛이 투각된 사이로 나올 수 있도록 그 밀도 조절하였다. 스크립트를 통해 내부 도형(offset-geometry)을 임의로 조작한 패턴(arbitrary graphic pattern)으로 바꾼 후 이를 규격화 된 사이즈로 전환하여 컷팅(CNC cutting)하였다. 간격은 기능 상 하중 혹은 빛의 문제를 고려하여 작업하였다.
9	Nexus Housing 1991 건물 외장재 (outer-skin)				유닛 집합체 패턴의 임의 반복	O.M.A Office of Metropolitan architecture	일본 건축물의 전통적 특성을 살릭 위해 프리캐스팅(precasting) 콘크리트 패널을 제작하여 공정했다. 볼록을 45도로 회전하여 임의로 집합체를 반복 연결시켰다. 그리고 시공 될 사이즈에 맞게 잘라내었다. 단조로운 모노톤을 사용하여 통일감을 주었다.
10	건축외장 인테리어 벽체 랜드스케이프				재료의 화학적 변화를 통한 임의성	Áron LOSONCZI	Litracon(콘크리트에 광섬유를 섞어, 빛이 통과되는 반투명 콘크리트)이 2008년 iF Material 어워드에서 상을 받았다, 최대 600 x 300mm 크기의 블록을 25~500mm 규격으로 만들어졌다. 빛이 통과되어 밝은 실내공간을 유지할 수 있다.

<표 2> 패턴의 차이 만들기





<그림 13> 스위스 간텐바인(Gantenbein)의 포도 온실 서비스 공간

4. 감성적인 디지털 모듈화 표피 설계

4.1. 이미지의 디지털화

최근 들어 여러 종류의 CNC 머신, 쾌속조형기, 로봇 등의 발달로 보다 복잡한 패턴이나 형태가 쉽게 구현되면서 더 좋은 소스의 이미지를 만들고 또 이를 입체화시키는 작업들이 활발하게 이루어지고 있다. 앞서 언급한 작업들이 부분적인 관점의 유닛에 중점을 둔다면 이 작업들은 전체적 관점에서 부분으로 확대 되면서 정밀한 패브리케이션 작업까지 이어진다 할 수 있다. 다르게 해석하면 아날로그적 감성에서 디지털적 이성으로 이어지는 작업이라 할 수 있으며, 총체적으로 볼 때 디지털미디어는 사고를 보다 빠르게 형상으로 구체화, 확산 시켜준다고 볼 수 있다.

예를 들어 이야기 해 보겠다. 아래의 3가지 사례는 이미지 정보를 파라메트릭 소프트웨어의 특성에 맞게 치환하여 새로운 패턴을 형성이 부각된 작업으로 아날로그 작업과 디지털 작업을 병행하여 디자인 되어 진 것이다.

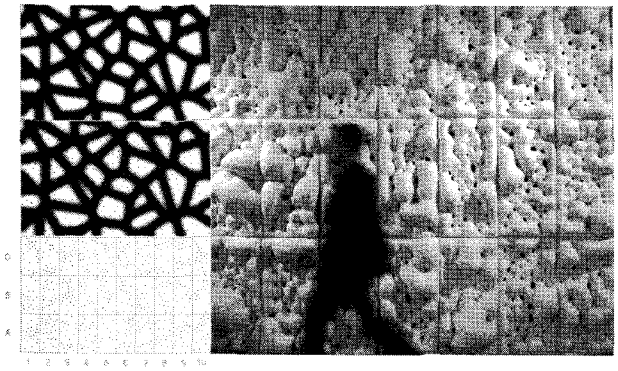
프로젝트를 살펴보면서 설명하겠다. 아래의 이미지에 포함되어 있는 스위스 간텐바인(Gantenbein)의 포도 온실의 서비스 공간은 와인과 관련된 서비스 공간이 응집된 온실 공간이다.[17] 이 프로젝트는 온도와 일조조절이 가능한 막을 설계하는 하는 것이 주된 목적이다. 이런 요구에 벽돌은 이를 충족 시켜주는 물성을 지닌 재료이고 이를 미학적으로 아름답게 디자인하는 것이 가장 중요한 대목이라 볼 수 있다. 그 과정을 들여다보면 초기에 상자 안에 포도알갱이가 놓여 지도록 중력과 객체가 간섭받지 못하도록 값을 대입하여 시뮬레이션 한 다음 결과물의 측면들을 렌더링(rendering)하여 비트맵 정보로 저장한다. 그리고 이미지의 음영 값을 벽돌의 회전각도로 치환하도록 프로그래밍 한다. 그리고 그 수치가 결정

17) Kolarevic, b, Manufacturing Material Effects ; Rethinking Design and Making in Architecture [Fabio, g, Bates, Matthias, K ; Towards a Digital Materiality], Routledge, China, 2008, pp.101-118

되면 정보를 로봇[18]<그림 14 참조>이 받아들여 접착을 하고 각에 맞게 회전하여 접합한다. 이렇게 하여 직유면체의 규격화된 모듈의 집합을 만들어 내고 이를 설치한다.

<그림 14> 여러개의 관절이 있는 로봇이 벽돌을 접착하고 회전하고, 쌓는 과정

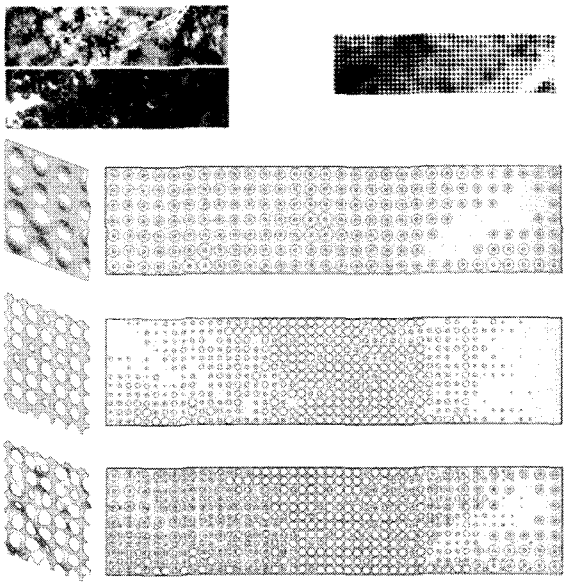
여기서 우리가 주의 깊게 봐야 할 항목은 사고가 2d 이미지가 되고 다시 이 정보가 컴퓨터의 데이터로 전환되고 그 데이터가 블록을 회전하는 코드로 전환 된다는 것이다. 형상이 점, 선, 면으로 전환되고 다시 컴퓨터에서 수자와 벡터 값으로 전환되면 이미 만들어 놓은 프로그램의 의해 재창조 될 수 있다는 것이다.



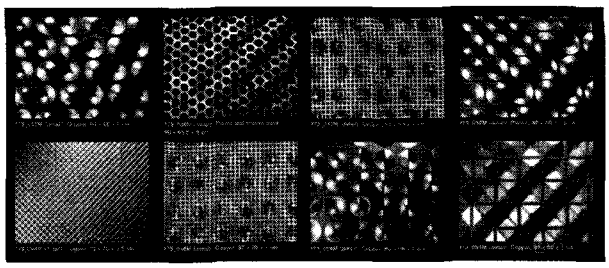
<그림 15> P_Wall Andrew Kudless/ Matsys 2006

P_wall[19]의 초기 작업에서 검정색 선<그림 15 참조>의 음영을 계산하여 점을 위치시킨다. 이점은 탄력 있는 패브릭과 석고 회 반죽을 고정하는 위치이다. 초기 구획된 점은 색의 경계와는 전혀 다르게 패턴의 모듈이 형성되었다. 이처럼 디지털 미디어의 활용 특히 코드를 전환하였을 때 예측 불가능한 새로운 형태를 발견 할 수 있다.

마지막으로 Herzog & de Meuron의 De Young Museum 외부스킨 생성과정을 보자. 먼저 식물(vegetation) 이미지를 디지털화 한 후 반전하여 밝은 부분이 많게 전환한다. 그리고 음영의 단계를 줄여주고 도트매트릭스(dot matrix)로 전환한다. 그리고 픽셀 패턴을 돌출(protruding) 혹은 밀어 내는 등 눌러(stamp) 명암의 깊이에 따라 돌출 깊이를 다르게 하고 다른 데이터 값을 지닌 원형으로 타공하여 패턴을 합친다. 결국 조합의 과정에서는 전혀 다르게 작업된 디지털생성 작업을 판금과, 원형 컷팅(laser CNC cutting)을 통해 교접한 것이다. 이때 만들어진 물성은 전혀 그 관계를 고려하지 않은 것이고 결과에 있어 우연하게 그 효과를 얻어 낸 것이라 볼 수 있다. 헤르초크 & 드 뫼롱은 이처럼 디지털 작업과 아날로그 작업을 번갈아 가면서 예측하지 못한 결과를 얻어 내었다. 이미 만들어진 물리적 물성을 디지털화된 조작에 의해 변형 한 것이다. 이런 결과물 그의 아날로그 물성실험에서도 들어난다[20]<그림 16, 17 참조>



<그림 16> Herzog & de Meuron De Young Museum(2005) 외부 스킨



<그림 17> 헤르초크 & 드 뫼롱 물성 실험
압박하여 요철을 만들고 기존 그리드위에 물건을 대고 눌러 형상을 기록하기도하고 찢어 다르게 엇갈리기도 하는 등 원래 재료가 지닌 성질을 바꿈으로서 새로운 재료를 재창출한다.

18) 이 로봇은 놓여 진 재료를 핸들(handle), 회전(rotation), 드릴(drill)하는 것이 가능하다. 이 로봇은 CNC와 같이 컴퓨터의 데이터에 의해 작동된다. 드릴기능은 5축의 Routet CNC 머신과 동일하며, 핸들이나 다른 기능을 사용 시 에는 맞는 키트를 장착하여 사용하여야 한다.
Iwamoto, Lisa, Digital Fabrications ; Architectural and Material techniques, Princeton Architectural Press, New York, 2009, pp.36-39

19) 시각적인 환기와 방음효과를 만들어 내기 위하여 탄력성 있는 섬유(elasic fabric)와 석고 회반죽(plaster) 두 재료를 이용해 자기조직화 된 벽체를 탐구한 결과물이다. 이 프로젝트는 스페인 건축가 Miguel Fisac과 1960-70년대 실험되었던 콘크리트 형태연구에서 영감을 받아 시도 했다. 이 연구는 생성론적 관점과 차별화된 패턴을 만들어 내기 위한 실험이었다. 이 플라스터 타일은 중력과 구조와의 관계에서 처짐과, 확장, 늘어짐을 통해 형성되는 것이다.
Iwamoto, Lisa, op. cit., pp.138-139

20) Urprung Philip, Herzog & de Meuron : Natural History, Las Muller Publishers, Monteral, 2003, pp.101-102

4.2. 아날로그 디지털 작업의 조합

앞서 보여준 작업들은 모두 우연적이고 다소 작위적인 실험을 통해 형성된 프로젝트들이다. 초기 작업 시 그 결과를 미리 예측하지 않고 과정 중 물리적 발상이나 하드웨어 실험을 통해 구현 된 예들이라 할 수 있다.

<표 3> 형태정보의 치환과정

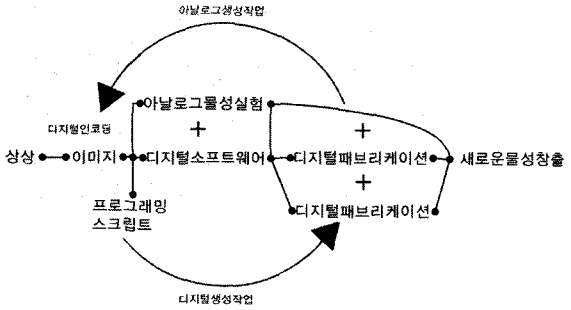
프로젝트명	디자이너	아날로그 디지털 전환방법
간텐바인(Gantenbein)의 포도 온실 서비스 공간	Gramazio & Kohler /Bearth & Deplazes	렌더링 이미지 정보 - 벽돌의 회전 값으로 전환하여 쌓기 : 컴퓨터 정보로 생성된 비트맵 정보를 벽돌의 회전 각도로 전화하여 로봇에게 정보를 제공하여 축성하는 방식
P_Wall	Andrew Kudless/ Matsys	이미지 정보 - 점의 위치 값으로 배치 - 물리적 구현단계에선 천을 고정하는 위치 : 이미지정보, 디지털 전환, 재료의 물성으로 발생되는 우연성과 이로 방음 효과 기능생성
De Young Museum	Herzog & de Meuron	이미지정보 - 점의 크기 음영 - 공정기기의 정보 값 (컷팅과 프레스 값) : 사진 촬영한 이미지 정보를 크기가 다양한 점과 음영으로 전환한 후 공정과정에서 컷팅과 프레스과정을 혼합하여 새로운 재료 생성

디자이너들의 사고가 디지털 상에 구현되고 그 정보가 실제 물리적으로 구현되는 공정 시공의 단계에서 많은 가능성을 이끌어 낼 수 있다는 것이다. 순성상의 변화, 하드웨어상의 이용, 물리적 화학적 물성의 따른 재료의 가공이 그 예라 볼 수 있다. 이들은 모두 디지털 미디어가 지니고 있는 통섭성과 확장성이 기인하는 것이라 볼 수 있다.

디자인의 시작에서 마무리까지 많은 과정에서 발생되는 가능성 즉 아날로그 작업과 디지털 작업에서 발생하는 변수들은 고정적이지 않고 영역의 경계를 자유롭게 넘나들면서 형성되는 것이다.

물론 이는 아날로그 정보를 치환 가능하게 하는 디지털미디어 활용능력(스크립트 방정식이나 프로그램 활용능력)과 상관관계를 지니고 있지만, 먼저 이를 가능하게 하는 지식과 경험 그리고 아날로그적 감성에 의해 화장되는 것이라 볼 수 있다.

<표 4> 아날로그 작업과 디지털작업을 통한 형태생성 가능성 증가



일방적으로 논리적이라 믿고 있는 디지털 생성작업은 오히려 기계적이고 환원적 결과를 가져다 줄 수도 있다. 앞서 언급한 것처럼 우리는 변화가 있는 일률적이지 않은 공간을 선호한다. 이런 작업을 진행하기 위해서는 보다 직관적이고 통찰력 있는 안목이 요구되고 이는 지니고 있는 감성에서 시작되어진다는 점이다. 후반부 제시한 헤르초크 & 드 뫼롱의 작업처럼 디지털의 새로운 생성을 촉발할 수 있는 도구로서 이용되고 그 원천인 직관을 살릴 때 그 디자인 비로서 가치를 발휘 할 수 있다.

결국 디자이너는 직관적인 안목과 사고를 증폭할 수 있는 도구 즉 디지털소프트 하드웨어의 이해를 통해 발전시킬 수 있다.

5. 결론

본 연구는 디지털 파라메트릭 디자인을 응용하여 경계를 생성하는 방식의 유형과 그 특징을 연구하는데 목적을 두었다. 연구 과정 중 생물학적인 형태생성법인 모퍼제니시스(morphogenesis)와 파라메트릭 모델링의 유사성을 발견하였으며, 두 가지의 디지털 생성방법은 모두 고유의 시스템을 유지하면서 내부적 조직을 재창조하는 공통된 특징을 살펴 볼 수 있었다. 여기서 언급한 고유한 시스템은 형의 연속성적 특성이 반영된 패턴의 반복적 배열배치를 의미하고 이 관계에서 전체와 부분적 상관성이 드러난다. 쉽게 풀어 이야기하면 패턴은 전체적 흐름이나 속성 혹은 약속이라 볼 수 있고 셀은 반복되는 부분이라 볼 수 있다. 즉 경계의 생성은 전체와 부분적 속성을 정의 내리는 것을 의미하는 것이며 관계에서 형성되는 복잡한 메커니즘을 이해하는 것이라 볼 수 있다.

이는 결국 다양하고 복잡한 경계를 재현해낼 수 있는가의 문제로 경제성과 기술력의 문제로 볼 수 있다. 즉 이상적인 부분의 정의 그리고 배열배치 그리고 생산성과 미적 충족을 만족시키기 위한 생성방법이 그러한 것이다. 이때 디지털 모델링을 활용한 모듈화 된 표피의 생성은 앞서 언급한 조건을 충족 시켜 줄 수 있는 기준이 될 수 있다.

종합하여 모듈화 된 표피의 이상적인 생성을 위한 조건들은 다음과 같다.

첫 번째 디지털 파라메트릭 모델링의 확장성을 이용하여 숨어있는 가능성을 발견 할 수 있다.

파라메트릭디자인은 여러 종류의 스크립트 방정식이나 분석 툴과의 연동, 반복되는 작업의 편리성, 다양한 매개변수를 변이 등과 같이 다양한 표피생성을 창출하는데 도움을 줄 수 있다.

두 번째 디자인적 요구나 외부환경의 조건을 디지털로 치환하여 새로운 개념의 경계를 생성 해 낼 수 있다.

다양한 디지털 미디어의 연동을 통해 드로잉이나 이미지와 같은 직관적인 정보를 디지털 코드로 치환하여 기

능에 맞게 대입할 수 있다.

세 번째 모듈 표피를 반복적으로 배열 배치하기 위해서는 그 구조가 열려 있어야 하며. 각각의 유닛과의 연결성을 고려한 유닛작업과 패턴의 균등함이 요구된다.

네 번째 차이를 만들어내기 위해서는 패턴의 우연적 변화와 의도적인 불규칙 반복이 필요하다.

이들 모두는 경제성과 생산성을 기본으로 염두에 두고 생성되는 것이며, 디지털 소프트웨어의 확장성과 툴 간의 통합성에 기인하는 것이라 볼 수 있다. 디지털 물성이란 컴퓨터상에 구현되어진 물리 모델정보의 가능성 즉 자연스러운 자기조직화를 실현시키는 속성을 규정하는 것이며 이를 위해서는 차별화된 패턴(반복과 차이) 그리고 이들을 구현하기 위한 유닛 설정의 요건을 정의 내리는 것이라 볼 수 있다. 이를 통해 새로운 개념의 경계를 창출할 수 있다.

참고문헌

1. Akkach, Samer, Cosmology and Architecture in Premodern Islam, State University of New York Press, 2006
2. Bechthold, Martin, Inovative Surface Structures : Technologies and Application, Taylor & Francis, New York, 2007
3. Thompson, D'Arcy. On Growth and Form, Cambridge University Press, Canto edition, 1992
4. Hauer, Erwin, Erwin Hauer: Continua-Architectural Screen and Walls, Princeton Architectural Press, New York, 2004
5. Lynn, Greg, Animate Form, Princeton Architecture Press, 1998 Press, Exton, 2007
6. Frame Publishers, 3deluxe: Transdisciplinary Approaches to Design, Die Gestalten Verlag; illustrated edition edition, Berlin, 2009
7. Urprung Philip, Herzog & de Meuron : Natural History, Las Muller Publishers, Monteral, 2003
8. Bentley(ed.), Daril, Architectural Geometry, Bentley Institute
9. Iwamoto, Lisa, Digita Fabrications: Architectural and Material techniques, Princeton Architectural Press, New York, 2009
10. Burry, Mark, Perrella Stephen, Hypersurface Architecture : Paramorph, John Wiley & Sons, London, 1998
11. Kolarevic, B, Architecture in the Digital Age : Design and Manufacturing, Taylor & Francis, New York, 2005
12. Kolarevic, B, Bates, Donald, Manufacturing Material Effects ; Rethinking Design and Making in Architecture, Routledge, China, 2008
13. Moussavi, Fashid, K, Michael, The Fuction of Ornament, Actar, Barcelona, 2006
14. Spiller, Neil Digital(ed.), Architecture Now: A Global Survey of Emerging Talent, Thames & Hudson, New-York, 2009
15. Weinstock, Michael, Morphogenesis and the Mathematics of Emergence, Architectural Design Vol. 74, No. 3, Wiley & Academy, England, 2004
16. Zaera-Polo Alejandro, Pattern, Fabrics, Protitypes, Tessellations, Architectural Design Vol. 79, No. 6, Wiley & Academy, England, 2009
17. DeLanda, Manuel, Spuybroy, Lars, Material Evolvability and Variability ; The Architecture of Variation, Thames & Hudson, New-York, 2009
18. http://en.wikipedia.org/wiki/Morphogenesis

[논문접수 : 2009. 12. 31]
[1차 심사 : 2010. 01. 15]
[2차 심사 : 2010. 01. 29]
[게재확정 : 2010. 02. 05]