

디지털 공간에 나타난 선의 유기체적 확장성에 관한 연구

- NOX 디지털 공간을 중심으로 -

A Study on Organistic Line Extension on Digital Space

- Focus on NOX digital space -

유미연* / Yu, Mi-Yeon

윤재은** / Yoon, Jae-Eun

Abstract

The following research focuses on the formation method of digital space by organistic line extension among various digital formation methods. The paper reflects on the meaning and concept of today's digitalism which enables the application of complex organistic system on space through advanced technology. It also explores the concept of a line in topology which differs in assumptive meaning from traditional Euclidian geometry. The findings of the research are that first, digital space is not optimized, but is a tentative formation in process. A digital space encompasses characteristics such as infinity, possibility, potential, asymmetry, and the force of virtuality such characteristics are expressed through a moving surface constantly changing with direction. Second, a digital space formed by line extension is inseparable and durable since no measurement or dimension is predetermined. Furthermore, its sense of direction and flexibility gives it a feeling of a living organism. Third, a Euclidian methodology called 'NURBS' is being developed to express such a dynamic digital space; this is reflected through three elements, control point, weights, and knots to effectively reflect the characteristics of virtuality. The opportunities of digital space are infinite, and the possibilities of formation methods likewise vast.

키워드 : 디지털, 유기체, 선, 확장성, 가상, 유연성

Keywords : Digital, Organism, Line, Extension, Virtual, Flexibility

1. 서론

1.1. 연구의 목적 및 의의

현대 공간을 디자인 하는데 있어서 컴퓨터 등의 디지털 매체는 단순한 결과를 도출하기 위한 도구적 수단을 넘어서 새로운 형태나 디자인 프로세스를 창발(emergence)시키는 경향으로 나아가고 있다. 유기체적 형태의 건축공간에서의 적용은 오랜 역사를 통해 건축분야에서 많이 나타나고 있다. 인체 비례의 건축적용, 아르 누보의 식물 형상 건축, 20세기 초 표현주의의 유기적 형상 건축, 1950년대의 신표현주의의 유기적 형상 건축 등을 통해 건축에 적용되었지만, 1990년대 이후의 디지털 기술의 발전으로 인한 건축공간에서 새롭게 나타나는 양상은

단순한 외적인 표면의 형태 모방이 아니라 형상의 창조과정에서부터 생물체의 발생과 진화의 과정을 컴퓨터로 시뮬레이션하여 적용하는 등 새로운 형상을 창발¹⁾시키는 것으로 나타난다.

디지털 건축가들에 의해 디지털의 가능성을 공간에 적용시키고 있는 노력들이 활발히 이루어지고 있으며, 기술의 발달로 인하여 그 잠재성이 더해지고 있다. 하지만 아직 디지털 공간의 생성방법론에 대한 연구는 미약한 편이며, 그 연구의 범위는 상상할 수 없을 만큼 방대하다고 생각된다. 따라서 본 연구에서는 디지털 공간에서 나타나는 선의 유기체적 확장성을 디지털공간을 통해 연구하고자 한다. 특히 선에서 발생되고 확대되어 공간으로 진화되는 라인시스템(line-systems)의 과정 연

1)창발은 복잡계에서 나타나는 현상으로, 이전에는 보이지 않던 것이 갑작스레 나타나는 것을 의미하며, 하위 수준에서 예측될 수 없는 새로운 속성이상의 수준에서 나타나는 것을 의미한다. 생명체의 형태 발생 같은 것은 이것의 대표적 예라 할 수 있다.

Ernst Mayr, This is Biology, 최재천 역, 몸과 마음, 2002, p.48

* 정회원, 국민대학교 테크노디자인대학원 실내디자인전공 석사과정

** 정회원, 국민대학교 조형대학 교수(교신저자, dreamask@kookmin.ac.kr)

구를 통해 디지털 공간형성의 가능성을 연구하려는 것이 목적이다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

디지털 공간 디자인에서 디자인의 사고영역은 무한히 확장되어 디자인 방법론의 가능성과 잠재성의 한계를 더욱 넓히고 있다. 이에 본 연구에서는 디지털 공간과 유기체의 의미와 개념을 이론적으로 정의하여 현대 사회의 디지털 패러다임을 고찰한다. 또한 디지털과 유기체의 관계성을 파악하여 그 특성을 살펴보고, 특히 선에서 발생하는 디지털 공간의 유기체적 확장 특성을 파악한다. 기존 유클리드기하학과는 다른 개념의 디지털 공간의 특성을 잘 반영할 수 있는 위상기하학의 스플라인(spline)체계인 넵스(NURBS)의 개념을 가상(the Virtual)과 연계하여 고찰한 후, NOX의 디지털 공간에서 잘 나타나고 있는 라인시스템에 의한 공간의 생성 방법과 적용 사례들로 디지털 공간에서 나타난 선의 유기체적 확장성을 연구 및 분석한다.

2. 디지털 공간과 유기체

산업혁명에 의하여 성립되고 발전해 온 공업사회가 성숙되고 고도화하여 '탈공업화사회', '정보화사회'라고 부를 수 있는 새로운 단계로 전환하고 있으며, 이를 정보혁명이라고 부른다. 이는 사회, 경제, 정치의 모든 면에 미치는 영향이 막대하며, 정보이론, 사이버네틱스, 또는 정보과학이라는 새로운 종합적 학문영역을 이루고, 이론적 발전에 의하여 자연(自然)을 인식하기 위한 기초적 개념으로 물질, 에너지와 더불어 정보가 널리 주목되게 되었다. 디지털 기술, 즉 컴퓨터의 발달로 인해 방대한 정보처리가 가능하게 됨에 따라 유기체적인 이상적인 시스템 개발이 가능해지고 있으며, 이는 건축공간의 형성과정에도 영향을 미친다.

2.1. 디지털 공간과 유기체의 의미

(1) 디지털 공간의 개념

컴퓨터에서 정보를 다루는 것을 데이터(data)라 한다. 데이터란 정보의 저장과 보관을 위하여 필요한 자료를 저장하는 것으로, 특정의 목적에 대하여 평가되지 않은 상태의 저장 공간을 말한다. 데이터는 일정한 규칙과 조정을 통해 프로그램에 따라 컴퓨터가 처리·가공함으로써 특정목적 달성을 데 필요한 정보를 생산한다. 디지털 기술은 비트(bit)라고 불리우는 0과 1의 이진법 부호로 이루어진다. 이것은 실재(實在)계의 물질을 컴퓨터가 인식할 수 있도록 하는 최소의 정보 단위이다. 니콜라스 네그로폰테(N. Negroponte)는 비트를 물질세계의 최소 단위인 아톰(atoms)과 비교해 설명하고 있고, 들뢰즈는(G. Deleuze)²⁾는 물과 분자로 구분하여 설명하고 있다.

<표 1> 비트와 아톰

아톰(atom)	비트(bit)
아날로그 세계 연속성 복수적 형질(모호성/다중적 기의) 몰(mole)적 결합체 구조적 존재 (물질적 결박 상태)	디지털 세계 불연속/단절 단형의 성질 분자적(molecule)적 덩어리 탈구조적 존재 (물질적 결박으로부터 이탈된 상태)
기표와 기의(결핍된 욕망) 물질의 공간	기의 없는 기호(충족된 욕망) 탈 물질의 공간

이러한 디지털의 개념은 건축공간에 접목되어 디지털 건축이라 명명되며, 이는 아주 넓은 의미에서 '컴퓨터에 의해 건축 분야에 나타나고 있는 변화'³⁾를 모두 포함하는 말로 사용되고 있다. 이 말을 조금 더 풀어 해석하면 컴퓨터 기술을 건축의 디자인, 프로세스, 생산에 능동적으로 활용하는 건축이라고 생각해 볼 수 있다. 하지만 공간을 설계하는데 컴퓨터를 이용하는 것은 이제 너무나 일상적인 일이 되어버렸고 '능동적'이라는 뜻이 모호함으로, 포함 범위를 좀 더 좁힐 필요가 있다고 생각된다. 여기서는 '컴퓨터를 생각하기 위한 도구로 사용함으로써 디지털 정보와 인간의 지각이 연관성을 이루고, 기하학적인 인위성을 배제함으로써 자연 그대로의 공간을 표현해 인간 감성과 상호 작용하는 건축이라고 정리하고자 한다.⁴⁾

인간은 컴퓨터의 발명을 통해 디지털이라는 새로운 차원의 문화를 창조하였다. 디지털 공간은 정보화의 확산과 미디어의 흐름 속에서 사회문화적 관계성과 자연 속에 존재하는 생물체와의 관계를 상호 결합함으로써 부드럽고 유동적인 유기체적 시스템을 발견하게 되었다. 그 결과로 공간은 외피와 내피의 구분이 없는 모호한 경계로 나타나며, 공간 요소들의 상호작용은 자유로운 유기체의 활동성을 표현하고, 그 공간의 구조는 유기체가 자기 조직화로 인해 복잡함 속에 질서를 지니고 있듯이 움직임과 방향성을 가지며 복잡한 혼동에서 필요의 질서를 가지면서 형성된다.

툰슨(Christian W. Thomson)은 2000년대의 새로운 건축을 이끌어갈 큰 흐름으로 '미디어건축(media architecture)'과 '가상건축(virtual architecture)'을 들고 있다. 오늘날의 건축공간은 더욱 비물질화의 경향성을 드러내며, 실재와 비실재간의 구분이 모호한 특성을 가지고 있다.⁵⁾ 매우 방대한 영역과 관련된 디지털 공간은 현재 빠르게 변하는 테크놀러지의 발달로 인해 그 개념 또한 계속해서 변해가고 있다.

2) 들뢰즈(G. Deleuze)는 물(物)을 몰(mole)과 분자(molecule)로 구분한다. 몰은 여러 층이 결합되어 있는 원자(atoms)를 말하고, 분자는 어떤 것에도 구속 받지 않는 단절되어 있는 분자적 형태를 말한다.

3) 류무열, 디지털 건축의 '시간기반 프로세스'에 관한 연구, 서울대 석론, 2002, p.3

4) 이은정, 디지털 패러다임에 의한 유기체적 공간에 대한 연구, 홍대석론, 2003.12, p.23 (표 1 포함)

5) 권영걸, 공간디자인 16강, 도서출판 국제, 2001, p.225

(2) 유기체의 개념

디지털과 유기체적 본질을 담고 있는 생물은 상호 밀접한 관련성이 있으며, 생물의 시스템인 유기체에서 나타나는 생명 현상은 여전히 풀리지 않는 많은 신비에 싸여 그에 대한 연구는 아직도 무한한 가능성을 내포하고 있다. 유기체의 의미는 크게 두 가지로 볼 수 있는데 첫 번째는 협의적 의미로써, 유기적으로 이루어진 생활 기능을 가진 조직체, 곧 생물(生物, living organism)과 같은 뜻이다. 즉, 성장이나 생식력이 있고, 물질교배의 능력과 외계의 자극에 반응하고, 세포 또는 그의 집합으로 된 일정한 현상을 가진 것을 말한다. 두 번째는 광의적 의미의 개념으로, 여러 부분이 일정한 목적 아래에서 통일, 조직되어 그 각 부분과 전체가 필연적 관계로 나타나는 것을 말한다. 유기체의 특성은 철학, 사회 과학, 자연 과학 이론에 접목되어 연구 되어 왔으며,⁶⁾ 공간과 연계하여 다음과 같이 정리 할 수 있다. 유기체는 전체성의 개념을 갖고 있어, 부분들이 상호 긴밀하게 결합되어 하나의 시스템을 형성하며, 이는 비선형(nonlinear), 혼성적(heterogeneous)인 특성을 가진다. 또한 창발, 자기조직화의 개념을 갖고 있어, 여러 과정의 상호작용에 의해 닫힌 체계가 아닌 개방적 진화가 이루어지는 열린 체계이며, 복잡성과 다양성, 복수성의 개념을 담고 있다.

피터 벤틀리(Peter Bentley)는 그의 저서 '디지털 생물학(digital biology)'에서 초유기체의 쉬운 예로 '개미사회'를 들고 있다. 유기체가 다양한 기능을 하는 많은 세포들로 이루어진 협동의 결과물이라면, 번식기관이라 할 수 있는 여왕개미를 비롯해 식량을 구하는 개미, 침략을 방어하는 개미, 새로운 구성원을 양육하는 개미 등 기능이 구분되어진 각 개미들은 유기체의 세포와 같은 역할을 하며 초유기체를 이루고 있다고 주장한다. 이렇게 각 개체일 때는 뇌가 없는 개미들이, 개미 집단이 되면서 마치 지능이 있는 것처럼 큰 힘을 발휘하는 초유기체를 형성할 수 있는 것은, 자연의 질서 현상의 하나인 '자기 조직화(Self-Organization)' 때문이라는 것이다.⁷⁾ 자기 조직화를 통해 생물은 생명성을 유지하며 무한의 변화가능성을 통해 유기체적 번식을 한층 강화할 뿐 아니라 자연의 일부와 전체의 역할을 동시에 수행하고 있다고 할 수 있다.

2.2. 디지털 공간과 유기체의 관계성

디지털 생물학의 저자 피터 벤틀리는 생명의 특성들을 내재하고 있는 미래 디지털기술은 과거 우리사회가 담고 있는 모든 차원을 넘어 새로운 차원의 사회를 생성할 것으로 예측하고 있다. 예를 들어 사회의 모든 구조가 생물처럼 자유번식하고 다양한 개체변이를 통해 사회를 변화시킬 가능성을 상상할 수 있

다. 디지털의 소프트웨어는 스스로의 정보를 통해 판단하고, 환경과의 조건에 부합하지 않을 경우 스스로 도태되면서 진화를 통한 변화를 추구한다. 이와 같이 자체적으로 진화하는 소프트웨어 또는 회로는 이미 실험단계를 뛰어 넘어 사회에 적용 가능한 실용단계에 다다르고 있다. 이런 디지털 회로는 온오프버튼으로 작동하는 디지털적 특성을 뛰어넘어 연속된 값을 취하는 유기체적 생물활동으로 변화하고 있다. 유기체적 생물활동은 개미의 낮은 지능을 사용하여 여러 개체와 의사교환을 이루며, 개미 집단 전체의 문제해결을 여러 소자(素子)를 연결해 고도의 작업을 수행하게 하는 네트워크 작업에 대입할 수 있다. 또한 식물학의 데이터와 유기체적 연구는 프랙털 패턴의 연속성에 영향을 미치고, 생물체의 면역 메커니즘은 문자 그대로 디지털과의 소통을 통해 효율적인 방법을 제시한다.

미래에는 디지털 공학과 생물학이, 컴퓨터와 생물체가 매우 유사한 형태를 갖는 단계에 도달할 것으로 예측된다. 디지털 형태의 의미소(意味素, Meme)⁸⁾가 디지털 복제의 가상성을 넘어 진화하기 시작할 경우 궁극적으로 자연계에서 생명체가 유기적 작용을 통해 거듭해온 진화의 형태와 유사할 것이다. 양쪽이 추구하는 결과가 닮아갈수록 디지털계가 생물계에 줄 수 있는 도움도 커지고, 이미 생명의 내부논리를 간직하고 있는 컴퓨터를 통해 생명계가 맞을 수 있는 위기를 미리 예견하거나 방지할 수도 있을 것이다. 이러한 디지털과 생물체의 관계를 고찰해 보는 것은 유기체적인 공간 발전에 과학적 근거가 될 수 있다.⁹⁾ 오스터라우스(Kas Oosterhuis)는 그의 저서 '건축은 야생으로 간다(Architecture goes wild)'에서 공간은 우리의 신체(body)같아야 한다고 주장하며, "빌딩과 도시는 인공적인 유기체들(synthetic organisms)."이라고 선언하고 있다.¹⁰⁾

디지털과 유기체의 관계를 설정하는 이론으로는 유기체론과 사이버네틱스, 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm, GA) 등이 있다. 유기체론은 고대 아리스토텔레스(Aristotle) 이후의 철학자들과 생물학자들이 생명체에 대해 가지고 있던 생각이고, 이들은 생명의 자기진화, 자기 증식, 합목적 증식, 조직적 증식 등의 특성을 가지고 있기 때문에 기계와는 다르다고 주장한다. 사이버네틱스의 창시자들은 기계가 고도로 조직화 체계를 갖추게 될 경우 생명체와 구별되기 어렵다고 생각했으며 실제로 그러한 기계를 만들어 전쟁과 우주개발 등의 여러 목적에 사용하고자 했다. 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm, GA)은 적자생존과 유전자가 가지고 있는 메커니즘을 바탕으로 하는 탐색 알고리즘을 말한다. 이 이론은 기존의 유클리드기하학을 바탕으

8) 자기 스스로를 복제하여 세대를 이어 자기 자신을 보존하는 생물학적 존재를 DNA이라 한다면, 하나의 완성된 정보(지식, 문화)가 마치 살아 있는 것처럼 말과 문자를 매개체로 세대를 넘어 보존, 전파되는 것.

9) 이은정, Op. cit., p.71

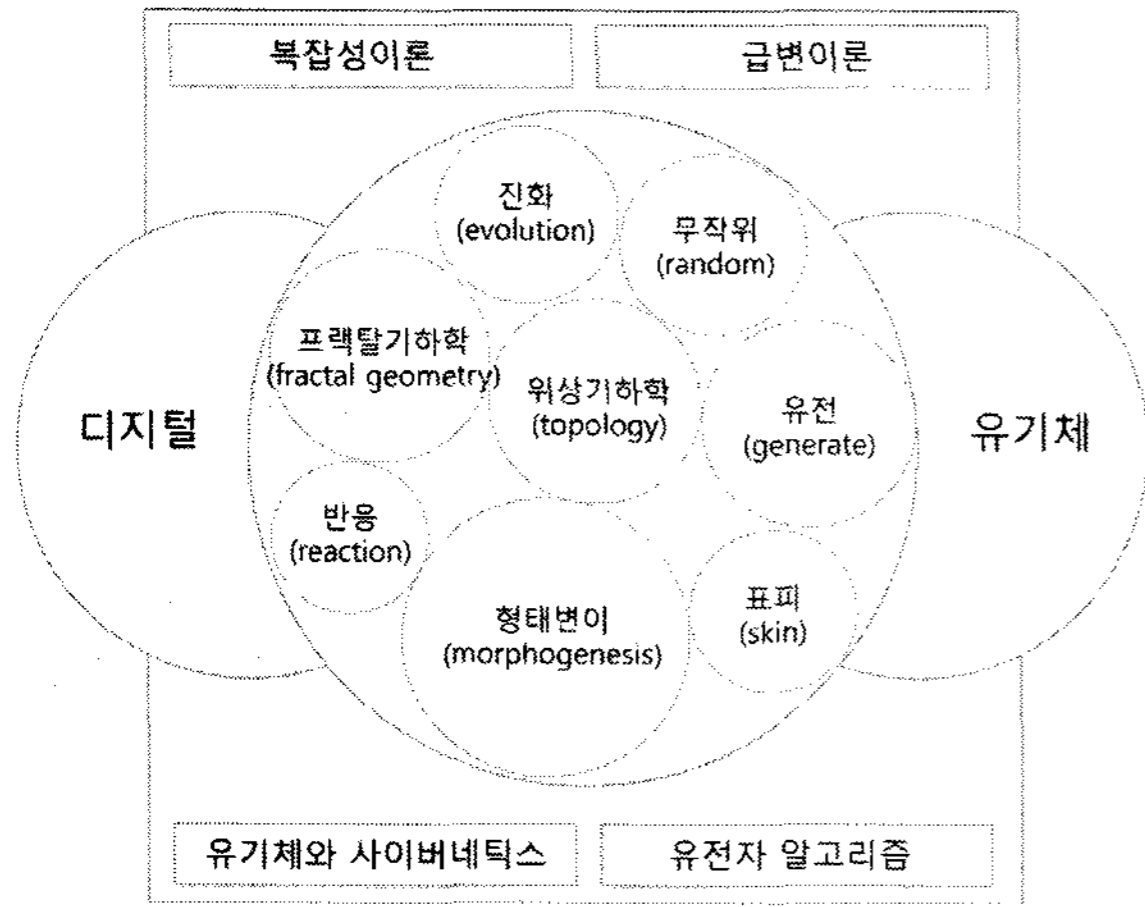
10) Kas Oosterhuis, Architecture goes wild, 2002

6) 이은정, Op. cit., pp.60-61

7) 피터 벤틀리(Peter Bentley), 김한영 역, 디지털 생물학, 김영사, 2003, pp.144-146

로 하는 질서 정연한 공간에 대한 개념을 유기체처럼 복잡한 기관들의 결합과 비일관화된 병치에 의해 이루어진 공간에 대한 개념으로 변화 되고 있다.

<표 2> 디지털공간과 유기체의 관계



디지털 공간에서 생성되는 변화는 이전에 건축에서 나타났던 것과는 본질적으로 다르다. 아날로그 공간들에 나타난 움직임이 일정한 공식과 방식에 따라 진행되는 단순, 반복적이었다면, 디지털 공간의 움직임은 실시간으로 그 형상을 아메바의 변형처럼 바꾸기 때문에 그 정확한 모습을 알 수 없고, 형상은 동일한 모습으로 다시 반복되지 않는다. 모든 유기체는 중력의 영향과 빛의 변화를 통해 열, 소리, 다른 사물과의 접촉, 주위에 확산되어 있는 화학물질과 같은 것 등 환경의 자극과 변화에 대해서도 이를 감지하고 반응한다. 이는 현재 주변과 상호작용하는 미디어를 이용한 감성 욕구 충족에 이용되고 있어 미디어 건축(media architecture)이라고 명명되고 있으며, 디지털의 가상공간과 현실 공간 사이의 중간적 전이공간을 연출하기 위해 디지털의 기술을 이용하는 등 기술과 자연의 상호작용을 통해 디지털의 유기적 가능성은 생물학적 변형과 유사성을 보여주고 있다.

2.3. 디지털 공간에서의 선의 발생

디지털 공간의 가장 큰 특징 중의 하나는 가상현실(virtual reality)이 가지는 의미를 공간에 적용하는 것이다. '가상(the virtual)'이라는 말은 원래 힘과 능력을 의미하는 라틴어 'virtus'에서 나왔다. 그래서 사전적으로는 구체적인 물질이나 형태로 존재하지 않으면서 사람들에게 영향을 미치는 힘이나 능력을 가리킨다.¹¹⁾ 디지털의 가상공간에서 일어나고 있는 일은 현실공간에 직접적으로 영향을 미치며 이는 디지털 기술이 발달하여 현실사회에 직, 간접적으로 사용됨에 따라 그 사이의 구분이 붕괴되어 새로운 실재 공간(the real space)이 생성된다. 건축공간에 디지털 기술이 도입되면서 다양한 제작 방식이 나

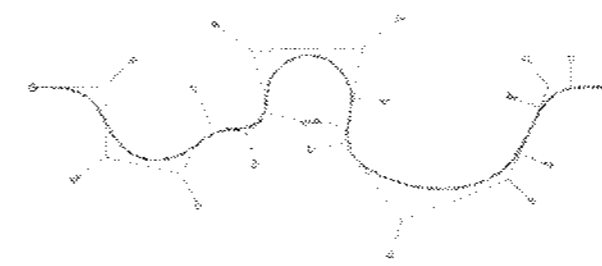
타나게 되었고, 이 과정에서 건축은 건축가들의 생각과는 상관 없이 디지털 기술에 의해 가상이 가지고 있는 속성들로부터 직접적인 영향을 받게 되었다. 가상의 속성으로는 프로이드의 꿈의 세계와 같은 비 인칭성, 초현실적 힘, 그리고 움직이는 유동성으로 나타나며, 디지털 공간 역시 이런 특성을 갖고 있다.

현대의 건축 및 실내공간은 디지털의 특성을 반영한 공간을 생성하기 위해 3d max, maya, Rhino프로그램 등이 사용되고 있으며, 많은 부분이 연구과제로 남아있다. 이러한 디지털방식 가운데 공통적으로 넵스(NURBS)¹²⁾라고 불리는 방법이 사용되고 있다. 이는 좌표상의 점이나 선 혹은 각도, 반지름 등으로 정의되는 전통적 유클리드기하학 표현과는 달리 미분적으로 정의되어 움직임을 가장 잘 표현할 수 있는 스플라인으로 이루어진 위상기하학(Topology)적 표현을 말한다. 이는 시간에 따라 변하는 자연의 형태와 변화를 곡률과 매개변수 값만을 달리함으로써 표현가능 하다.

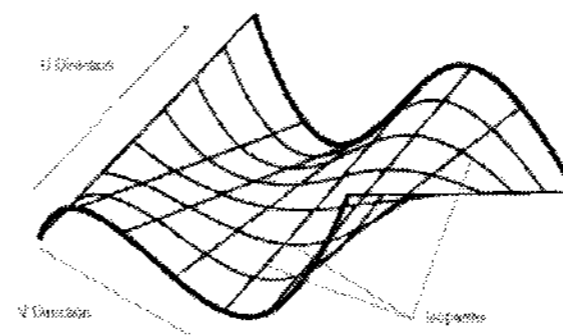
넵스(NURBS)를 통한 형태구축방법은 최소한의 정보를 필요로 하며, 복잡한 곡면을 만들어 내기 위해 버텍스(Vertex)가 갖는 좌표 개념을 사용하지 않고, 대신 제어점(control points), 하중(weights), 매듭(knots)이라는 세 가지 요소를 이용한다. 이는



<그림 1> 전통적 유클리드기하학 표현



<그림 2> Spline으로 이루어진 위상기하학적 표현



<그림 3> Nurbs surface

힘의 강도에 따라 곡률이 계속해서 변화되고, 정확한 좌표점이 아닌 각각의 제어점들에 내재되어 있는 다항식에 의해 상대적으로 결정된다. 즉 매순간 매개변수의 값이 달라질 경우 하나의 대상물이 바뀌는 것이 아니라 그것을 둘러싼 전체에 영향을 미치게 되며, 그들의 관계, 장(field), 차원들 그리고 공간의 곡면 그 자체를 어떻게 조작하느냐가 더 중요하다.¹³⁾ 이는 디지털 공간에서 중요한 가상의 특성을 잘 반영하는 것이라 볼 수 있다.

디지털 공간에서 유기체적인 공간의 모델링을 위해 NURBS 모델링 방법을 사용하는 것이 바람직하며, 현재 상용화되어 널리 사용되고 있는 거의 모든 모델링 소프트웨어는 이 NURBS 모델링 방법을 지원하고 있으며, 각각의 소프트웨어에서는 기본 곡선, 곡면들을 제공하고, 자유곡선, 곡면은 일정한 형태를 가지지 않고 어떠한 모양이라도 가질 수 있는 자유로운 모양의

12)Non-Uniform Rational B-Spline의 첫 글자를 따서 조합한 단어로써 복잡한 움직임을 빠르게 표현하기 위해 고안된 방법이다.

13)Ibid., p.157

11)정인하, 현대 건축과 비표상, 아카넷, 2006, p.149

곡선, 곡면을 말하는 것이다. 소프트웨어 중 Rhino가 가장 다양한 방법으로 nurbs곡면을 생성할 수 있는 기능을 제공한다.

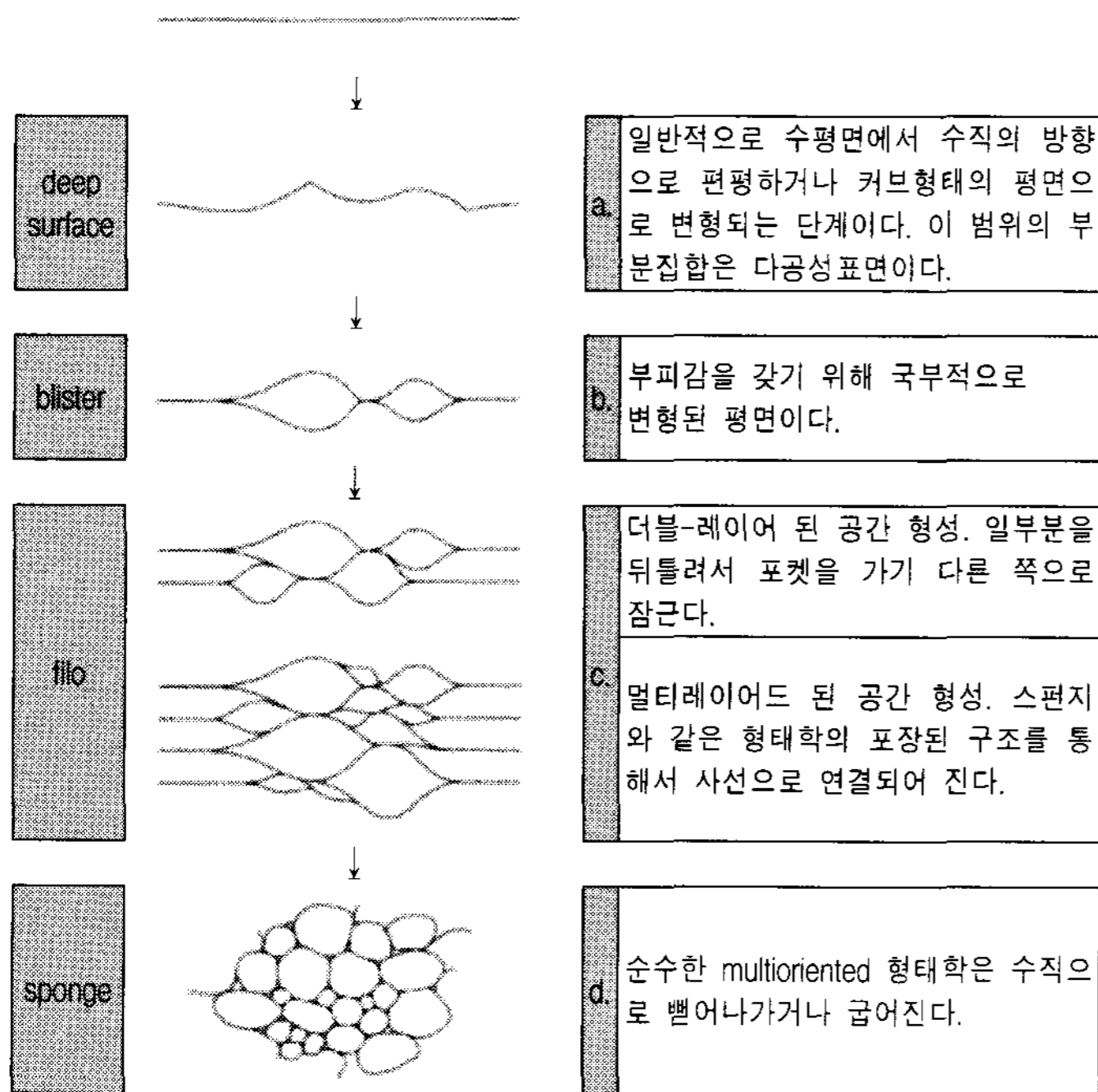
3. 디지털 공간에서의 선의 유기체적 발생과 유형

본 장에서는 유기체적 디지털 공간의 특성 중에 NOX의 디지털 공간개념에서 볼 수 있는 선(line)으로부터 시작되어 공간으로 확장되는 과정을 분석한다. 기존의 유클리드기하학과는 다른 가상성을 포함하는 디지털공간에서의 위상기하학의 선의 개념을 도출하고, NOX 공간에서 보여 지는 독특한 선의 개념을 분석한다. 이를 통해 디지털 공간은 최적이 아닌 잠정적인 형태학의 과정임을 살펴본다.

3.1. line-system에 의한 디지털 공간의 생성

본 연구에서는 디지털 공간의 다양한 생성 방법 중에 라인 시스템(line-system)에 의한 디지털 공간 생성 방법을 조사하였다. 이 형태생성방법은 주로 NOX의 디지털 공간의 생성방법

<표 3> line-system에 의한 형태생성방법(Nox의 전개도표)



이며 거의 항상 기술적인 부분으로 line-to-surface와 형태발생 surface-to-volume으로 유기체적인 움직임이 있는 공간을 만들기 적합한 방법이다. 4가지 단계의 방법은 각각 심원표층(deep surface), 수포(blister), 선입후출(filo), 해면(sponge)으로 되어진다. 이 기술에 의한 모든 절차는 그 치수나 차원이 미리 정해져 있지 않기 때문에 분리되지 않고 지속적이며 연속적이

다. 즉 건물의 치수와 차원이 변화되어가는 기하학으로 이루어지며 기계적으로 그 과정이 진행되지 않고 유기적으로 종합되어진다.

3.2. 디지털 공간에서 발생하는 선의 확장성

선으로부터 이루어지는 추상적인 움직임의 언어로 이루어지는 디지털 공간은 신축, 뒤틀림, 굴곡, 전이, 층화, 컬화, 회전, 병합, 균열 등의 특징을 가지며, 더욱 복잡하게 말하면 뒤틀린 균열, 신축된 뒤틀림, 회전병합으로 그 특징을 설명할 수 있다.¹⁴⁾ 이러한 행위를 지시하는 동사의 단어로 형상과 행동, 즉 움직임을 설명할 수 있는 것은 복잡한 관계, 다각적인 벡터, 다양한 방향 내에서 서로 다른 층위를 가지고 공존하고 있는 움직임의 네트워크를 이루고 있기 때문이다. 이러한 움직임은 단순히 불특정의 힘이 아니라 구조적성질을 가지고 있다. 즉 선들은 전체 속에서 다른 것들과 연관을 맺고 있는 것이다.

<표 4> 선의 특징과 의미의 확장

특징	선의 특징의 의미 확장
신축	expansion and contraction, elasticity, flexibility
뒤틀림	twist, wrench, screwed, sprain, warp
굴곡	winding, refraction, crooked, bent, curved
전이	change, transition, transfer
층화	stratification
컬화	curly, wavy
회전	revolution, rotation, gyration, turn, spin, spiral
병합	annexation, amalgamation, absorption
균열	crack, cleft, fissure, crevice

컴퓨터의 발달로 인한 완벽한 형태 문법과 디자인 자동생성 등의 기법은 드로잉의 기능 그 이상을 실천하며 생성과 복잡성을 다룬다. 건축은 여전히 선의 예술이며, 선은 방향성과 유연성의 의미를 지니고 계속해서 변화되는 동적인 건축을 이룬다. NOX의 디지털 공간 중에 wetGRID의 디자인 프로세스과정을 통하여 선이 유기체적으로 확장되는 과정을 알아보고, 선의 움직임으로 생명력 있는 디지털공간의 가능성을 탐구해 본다.

위의 <표 5>의 wetGRID에서와 같이 선으로 이루어진 추상적 시스템에 의한 공간은 방향성과 움직임을 갖는 열린 경계의 공간이다. 이 공간은 마치 선으로 연결되어 있는 생명체 같이 움직이며 임의의 꼭지점으로 선을 따라 이동하는 위상학적 연결망을 지니고 있다. 선으로 연결되어 만들어진 무한 반복적인 자기복제의 공간은 아무리 뒤틀리고 구부리고 늘여도 변하지 않는 본질적인 부분을 유지하며 지극히 자연에 가까운 인공적 공간을 창출하는 것을 알 수 있다.

14)건축문화(anc), 2001.4, p.117

<표 5> wetGRID의 디자인프로세스과정

건축가	NOX	작품명	wetGRID
개념도출		<ul style="list-style-type: none"> • (B)dome • (A,C) capsule • (D)helmet 	내용
디자인프로세스	선의 유기체적 확장		위상적 기술 topological description
		<ul style="list-style-type: none"> • vortex상호작용으로 일어나는 4가지 단계 • 아날로그와 디지털 기술의 조합 	
결과물	평면	Volume	내용
			<ul style="list-style-type: none"> • 선들이 외부의 힘에 의해 표면으로부터 갈라지며 각각의 선들은 명백하게 전체 속에서 다른 것들과 연관을 맺고 있다. 어느 방향의 움직임에 의해 모두가 다 변화되는 움직임의 네트워크이며, 서로 다른 층위를 가지고 공존한다.

4. 선의 유기적 확장의 적용사례 및 분석

4장에서는 3장에서 분석되어진 심원표층(deep surface), 수포(blister), 선입후출(filo), 해면(sponge)의 형태 생성과정에 해당하는 적용사례의 경우를 분석하고, 선의 확장으로 생성되는 디지털 공간의 의미까지 연구, 분석한다. 예시작품은 전문서적이거나 문헌에 소개된 NOX의 작품으로 한정한다.

4.1. 심원표층(deep surface)의 선의 확장

3장의 라인시스템(line-system)과정 중에 1차적 선의 확장이라 볼 수 있는 심원표층과정의 표현특성과 기본적인 결과와 과정을 분석한다. 작품사례로는 NOX의 H2Oexpo, blowout, V2_Lab를 가지고 조사한다. 1993-97년에 설치된 H2Oexpo는 기존의 전시장과는 다른 건축과 기하학과 설비가 통합되어 방문자에게 물의 일부분이 되는 색다른 경험을 가능하게 하는 공간이다. 총길이 65m이상의 길이에 걸쳐 외부의 힘에 의해 뒤

<표 6> 심원표층(deep surface)의 line system의 작품사례

작품명	작품	선의 이미지	내용
H2Oexpo			<ul style="list-style-type: none"> • 튜브(Tube)개념 • 14개의타원형태의 변형 • 뒤틀림(twisting)
blowout			<ul style="list-style-type: none"> • 튜브(Tube)개념 • 블록과 오목한 기하학형태의 조화
V2_Lab			<ul style="list-style-type: none"> • 물결형상의 5선은 중앙의 스프링 형태로 연결되고, 선안의 정보들은 통합되어지며, 공간이 형성된다.
심원표층(deep surface)			
선의 확장으로 생성된 디지털 공간의 특성	신축	뒤틀림	굴곡
	expansion, contraction	wist, wrench, warp	winding, refraction
	전이	층화	컬화
	change, transition	stratification	curly, wavy
	회전	병합	균열
revolution, rotation	annexation	crack, cleft	

틀리고, 프로그램에 따라 크기의 변형이 생긴 14개의 타원형태의 튜브로 형성되어있다. 변형된 튜브형태의 기하학은 객체와 이벤트 사이의 상호작용을 예고하며, 실질 공간에 있어서 방문자는 다양한 센서로 인해 환경과 상호 반응하며 지속적인 변화으로 확대된다. 1997년에 설계된 blowout은 내부와 외부로부터의 압력과 힘으로ダイナミック한 형태를 발생시킨다. H2Oexpo와 그 형태가 비슷하나 볼록한 형태 다음에 따른 오목한 형태를 띄고 있다. 외관은 스틸판에 와이어메쉬가 용접되어 기본골격을 이루고 스프레이 콘크리트로 마감되어진다. 형태를 발생시키는 힘은 사람들의 행동과 냄새를 옮기는 바람을 일으키는 벡터를 나타내며, 이는 미디어로 형상화 되어 시각으로 그들의 후각을 자극한다. 1998년에 완공된 V2_Lab은 V2_빌딩의 외부 입면과 홀의 리노베이션, 공공시설을 위한 추가 층의 삽입을 위한 프로젝트이다. V2_Lab은 가상(the Virtual)이 현실의 반대편에 있는 대응되는 세계가 아니라 현실에 지속적인 영향을 미치며 충전하는 세계임을 연구하며, 그에 관련된 미디어를 개발하는 연구소이다. V2_Lab의 디지털 공간디자인에서는 인간행위의 지속적인 신경의 변화를 배경으로 시각적인 디자인의 영역에서 촉각의 영역으로의 전이를 시도하고 있다. 본 연구에서 살펴본 심원표층에 해당하는 작품들은 연속성이 가장 큰 특징으로 나타나며 2방향성을 가지고 있으며, 전체적인 공간의 모습은 단순한 유기체의 형상을 띄고 있다.

4.2. 수포(blister)의 선의 확장

'blister'은 물집, 부풀음, 수포, 기포 등의 뜻을 지닌다. 심원 표층과정에서 생성된 디지털공간이 한 방향성과 움직임을 가지고 있다면 수포(blister)의 과정에서 생성된 디지털 공간은 양방향성과 좀 더 다이나믹한 움직임과 유연성을 보이고 있다.

<표 7> 수포(blister)의 line system의 작품사례

작품명	작품	선의 이미지	내용
De Gothic Stijl			<ul style="list-style-type: none"> • 휨(bending) • 회전(torquing) • 왜곡(twisting)의 힘으로 형태발생.
D-tower			<ul style="list-style-type: none"> • 구에 수축과 팽창의 힘을 가한 형태 • 중력에 수직방향성
ECB			<ul style="list-style-type: none"> • 수직방향성의 리브볼트의 위상학적 형태생성 • 뾰족함(spikes), 주름(creases)
선의 확장으로 생성된 디지털 공간의 특성	수포(blister)		
	신축	뒤틀림	굴곡
	elasticity, flexibility	sprain, warp	bent, curved
	전이	층화	컬화
	transition, transfer	stratification	curly, wavy
회전	병합	균열	
gyration, turn, spin	amalgamation	fissure, crevice	

1999-2000에 설치된 De Gothic Stijl전시장은 시간과 형태의 관계, 시간과 이미지의 관계에 대한 고찰에서부터 시작한다. 시간에 따른 기하학의 변형은 분리대신에 연속되고 움직이는 구조를 형성하는데 영향을 미치며 그 결과 보는 각도에 따라 다른 구조를 형성한다. NOX의 구조물에서 가장 독특하게 느껴지는 D-tower는 물리적인 12m의 건축물과 설문조사 및 웹사이트로 이루어져 있다. 이 건축물은 정형 및 비정형의 기하학이 복합적으로 적용되어 고딕볼트를 연상시키는 독특한 외형을 가지고 있다. 로테르담에 살고 있는 사람들은 이 건축물의 통하여 중요, 사랑, 기쁨, 공포 등의 감정을 교류하며, 녹색, 적색, 청색, 황색으로 웹사이트에 시각화되어 이는 건축물의 색을 변화시키는 요인이 된다. 2003에 계획된 ECB는 도서관, 레스토랑, 스포츠센터 등을 포함하는 유럽중앙은행 프로젝트이다. 벌집표면으로부터 흥미로운 디자인 전개로 건축물이 시작된다. 이는 평면상의 방향성을 가진 형태의 변형으로부터, 리브볼트의 위상기하학적인 수직방향의 변형으로 기둥을 필요로 하지 않는 커브형태의 지붕을 가진 넓은 홀을 갖게 된다. 본 연구에서 살펴본 수포(blister)에 해당하는 작품들은 다양한 방향성을 가지고 있으며, 가상성 또한 범위가 확대되어 현실에 더욱 많은 영향을 미치고 있다.

4.3. 선입후출(Filo)의 선의 확장

3장의 라인 시스템과정 중에 3차적 선의 확장이라 볼 수 있는 선입후출(Filo)의 선의 확장은 NOX의 소프트 오피스(Soft Office)와 손오 하우스(Son-O-House)에서 그 특징이 잘 나타난다. 2001년 계획된 소프트 오피스는 일과 놀이가 동시에 가능하도록 계획되어졌다. 공간의 반은 아이들을 위한 공간으로 환경과 상호작용되고, 반은 어른들을 위한 공간으로 서류작성, 회의 및 프리젠테이션 등의 창의성을 요구하는 작업들의 능력을 최대한으로 하기 위해 유동적인 사무공간을 연출한다. 이 공간은 공간을 구성하는 모든 요소들이 연결되어 있음을 전제로 시작하고 있으며, 2mm직경의 고무튜브의 선들의 고정과 유동으로 인해 공간이 형성된다. 손오 하우스는 주택 안에서의 신체의 움직임에 따른 행위를 종이띠 위에 기록하는 것에서 시작된다. 그 기록들은 결과적으로 복잡하게 얽혀진 선으로 한 덩어리의 덩굴무늬의 형태를 만들어 낸다. 이러한 공간에 23개의 센서가 장착되어 있으며, 센서들은 사람의 움직임에 따라 음악을 생성해 내며, 신체의 행위로 인한 공간속의 자취는 진

<표 8> 선입후출(Filo)의 line system의 작품사례

작품명	작품	선의 이미지	내용
Soft Office			<ul style="list-style-type: none"> • 두 방향성으로는 공간의 정보를 충분히 담아내지 못하여 수직의 레벨을 사용한다.
Son-O-House			<ul style="list-style-type: none"> • 몸의 움직임을 공간의 요소로 삼입하여 움직이는 공간을 연출한다.
선의 확장으로 생성된 디지털 공간의 특성	선입후출(Filo)		
	신축	뒤틀림	굴곡
	flexibility, expansion	wrench, screwed	crooked, bent
	전이	층화	컬화
	change, transfer	stratification	curly, wavy
회전	병합	균열	
gyration, turn	amalgamation	cleft, fissure	

화되는 기억장치로서의 악보가 된다. <표 8>에서 분석한 것과 같이 선입후출(Filo)로 인한 선의 확장은 복잡한 구조를 이루고 있는 공간을 형성한다. 이 복잡한 구조는 인간과 더욱 상호작용하기 위해 진화한다.

4.4. 해면(Sponge)의 선의 확장

해면(Sponge)의 선의 확장성으로 정의되어지는 디지털 공간의 표현은 라인시스템과정 중에 가장 선의 확장성이 가장 짙게 나타난다. 선의 특성이 가장 복합적으로 작용하며 그에 따른 디자인프로세스와 디지털 기술, 공간의 의미 또한 복합적이다. 그 사례로는 Beachness와 obliqueWTC를 들 수 있다. Beachness는 계획안은 해변이라는 공간적 위치가 개방적이며

불확정적인 상태로 더욱 그 건축의 모양새가 느슨하며, 유동적이다. 나무, 섬유, 모래 등의 가벼운 재료의 표현으로 가변성(Plasticity)과 기억(memory)이라는 성격을 나타낸다. 그리고 호텔은 'Swarm'과 'Vortex'의 형태발생 언어로 하늘로 치솟아 오르는 소용돌이 형상을 하고 있다. obliqueWTC는 9.11세계무역센터테러사건 이후에 새로운 건축물을 위한 계획안이다. obliqueWTC의 공간형성을 위해 3가지 치수의 실로 변화를 주어 분기한 기둥시스템을 발생한다. 각각의 구부러진 실은 서로를 기대고 있는 형상을 한 타워의 중심선이 된다. 이러한 실험을 거친 후 디지털기술로 다발형태의 불확정적인 라인의 형태발생 후 'thickened'와 'rotated'의 형태생성언어로 최종 형태를 발생한다. 이 건축 계획안은 사선(oblique)의 의미를 새로운 건축구조물의 가능성을 보여주는 차원으로 높이고 있다.

<표 9> 해면(Sponge)의 line system의 작품사례

작품명	작품	선의 이미지	내용
BEACHNESS			<ul style="list-style-type: none"> 구의 나선형의 움직임으로 공간구조 발생. 내부의 원활한 순환 유도, 공공의 기능은 타워의 중앙에 위치.
obliqueWTC			<ul style="list-style-type: none"> 다발형태의 기둥 시스템으로 유연한 공간을 연출 두께(thickened)와 회전(rotated)의 형태생성언어로 최종 형태를 발생
선의 확장으로 생성된 디지털 공간의 특성	해면(Sponge)		
	신축	뒤틀림	굴곡
	flexibility, contraction	screwed, sprain	winding, crooked
	전이	층화	컬화
	transition, transfer	stratification	curly, wavy
	회전	병합	균열
gyration, turn, spin	absorption, annexation	cleft, fissure, crack	

<표 9>에서 분석한 것과 같이 해면(Sponge)으로 인한 선의 확장은 아직 현실화 되지 못하는 디지털 형상을 보여준다. 무한한 방향성과 유동성의 가능성을 보여주며, 미래의 건축공간을 보여준다.

5. 결론

본 연구에서는 선의 유기체적 확장으로 생성되는 디지털 공간은 더 이상 고정되어 있는 실체가 아니라 움직이며, 변화되는 무한한 가능성을 지닌 공간임을 알 수 있다. 이는 가상성을

포함하며 컴퓨터 등의 하드웨어와 그에 따른 다양한 소프트웨어를 통해 가능해 졌다. 이상의 연구를 통해서 얻어진 선의 유기체적 확장으로 생성되는 디지털 공간과 구성요소인 선의 특성을 정리하면 다음과 같다.

첫째, NOX의 디지털 공간은 최적이지 아닌 잠정적인 형태학의 과정이다. line-system은 선의 형태가 deep surface, blister, Filo, Sponge의 4단계로 점점 복잡해지고, 다방향성을 지니며 유기적으로 진화되는 공간의 양상을 보인다.

둘째, 선의 확장은 신축, 뒤틀림, 굴곡, 전이, 층화, 컬화, 회전, 병합, 균열 등의 특징을 가지고 있으며, 이러한 특징으로 이루어지는 디지털 공간은 그 치수나 차원이 미리 정해져 있지 않기 때문에 분리되지 않고 지속적이며 연속적이다. 또한 방향성과 유연성을 지니고 있어 마치 살아있는 생명체처럼 느껴지게 한다.

셋째, 선의 움직이는 디지털 공간을 표출하기 위해 위상기하학적 특징을 지니고 있는, 넵스(NURBS)라는 방법이 고안되고 있으며, 이는 제어점(control points), 하중(weights), 매듭(knots)이라는 세 가지 요소를 이용하여 자유로운 기하학을 생성한다.

디지털의 개념이 점점 더 우리의 생활에 확대되고, 보편적으로 인식되는 현시점에서 그 의미와 적용점을 현실공간에 잘 표출하고, 그 장점과 단점을 파악해야 할 것이다. 본 연구에서는 NOX의 디지털공간으로 한정하여 조사를 하였으나 다른 디지털 건축가들의 작업과정과 그 공간적 의미를 연구할 필요성은 과제로 남는다. 또한 앞으로의 디지털 공간 생성에 더욱 의미를 부여하고 더욱 적극적으로 그 가능성을 연구해야 한다고 생각한다.

참고문헌

1. 강훈, 디지털 디자인 건축, 비온후, 2005
2. 권영걸, 공간디자인 16강, 도서출판 국제, 2001
3. 정인하, 현대 건축과 비표상, 아키넷, 2006
4. 피터 벤틀리, 디지털 생물학, 김영사, 2003
5. Ernst Mayr, This is Biology, 최재천 옮김, 몸과 마음, 2002
6. Kas Oosterhuis, Architecture goes wild, 2002
7. Lars Spuybroek, NOX, Thames & Hudson, 2004
8. 김동준, 디지털 건축에서 유기적 형태의 구축특성에 관한 연구, 대한건축학회 23권 제12호, 2007.12
9. 김원갑, 현대 건축 디자인에서의 생물학적 형태의 적용에 관한 연구, 한국실내디자인학회 제15권1호, 2006.2
10. 박전자, 디지털 건축 형태에 나타난 유기적 디자인 경향에 관한 연구, 숙명여자대학원, 2003.12
11. 배강원, 디지털건축공간에 나타난 위상기하학적 불변항의 표현특성에 관한 연구, 한국실내디자인학회 제14권3호, 2005.6
12. 윤재은, 디지털공간이 현실공간의 '생성(becoming)'에 미치는 영향에 관한 연구, 한국실내디자인학회 제16권5호, 2007.10
13. 이은정, 디지털 패러다임에 의한 유기체적 공간에 대한 연구, 홍대석론, 2003.12
14. 건축문화(anc), 2001년 4월호

<접수 : 2008. 4. 10>