

토폴로지 개념을 통한 형태의 정성적 구성에 관한 연구

Study on the Qualitative Form Construction with Topology

김원섭, 권은숙
한국과학기술원 산업디자인학과

Won-Sup Kim, Eun-Sook Kwon
Department of Industrial Design, KAIST

중심어 : Form, Topology, Qualitative Design

1. 서론

디자인에서의 형태연구는 학제적으로 연구되어 왔으며, 특히 기하학은 오랫동안 형태 구성의 원리와 개념을 제공해 왔다. 그러나 20세기 초 기존의 뉴튼식 과학이 지배하던 기계주의적 세계관이 분열되면서 건축가들과 예술가들을 중심으로 형태 구성에 관련한 장(場)의 개념적 접근이 이루어졌고, 비유클리드 기하학 중 위상 기하학이라 불리는 토폴로지(Topology)는 이러한 형태의 개념적 기술에 유용한 수학이다.

본 연구는 형태와 관련한 디자인 분야의 새로운 패러다임을 고찰해 보고, 이러한 변화에 따른 형태 구성의 경향을 토폴로지를 통해 개념적 모델로 제시하고자 한다.

2. 디자인 형태의 정성적 연구의 필요성

1) 형태 연구를 위한 제반 학문의 환경적 변화

형태가 형성되는 원인에서부터 형태는 많은 정보를 가지고 있는 존재임에도 불구하고 정량화가 곤란했기에 과학의 대상으로부터 간과되어 왔다. 그러나 최근에 이르러 각 분야의 전문가들이 개별 분야의 지식과 경험을 바탕으로 형태가 이루어지는 원인에 대한 보편적 법칙(형태이론)을 형성하려는 연구에 몰두하고 있다. 이러한 경향은 형태 연구에 관련한 제반 학문 분야에서 공통적으로 나타나고 있다. 이들 제반 학문의 경향은 다음과 같이 변화되고 있다.

- 기하학 : 정량적 기하학 ⇨ 정성적 기하학
- 생물학 : DNA연구 ⇨ 형태장 연구
- 물리학 : 안정적, 정량적 과학 ⇨ 불확실성, 확률 통계적 과학
- 건축 : 구조에 적합한 형태 ⇨ 형태에 적합한 구조
- 디자인 : 생산중심적 디자인 ⇨ 인본주의적 디자인

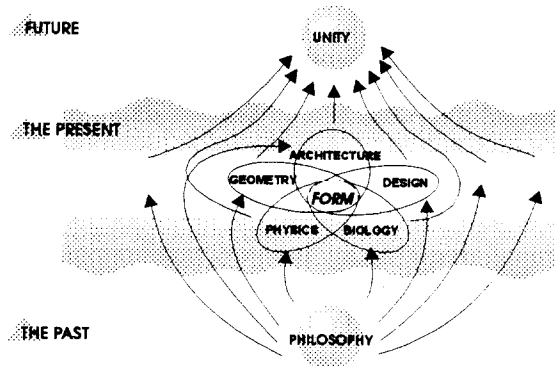


그림 1. 형태에 관련된 제반 학문의 통시적 흐름

2) 정량적 형태 형성의 한계

형태 구성이 한계를 갖게되는 대표적인 원인에는 다음의 세 가지가 있다. 첫째, 인간 감성이나 생태계의 역할이 디자인의 중요한 인자로 등장하면서 형태의 무형적 데이터를 반영할 수 있는 적절한 표현 방법이 필요하게 되었다. 둘째, 그 동안 기계론적 환원주의적 사고 속에서 형태의 구성이 개별적·산발적·분석적으로 이루어져 왔으며 이러한 확산적 문제 접근 방식은 그 과정에서 전체 의미의 상실을 초래한다. 마지막으로 정량적 접근을 고집하는 것은 보다 창의적인 사고와 우연적 사고의 자유를 제한함으로써 창발자의 사고적 불확실성으로 나타날 수 있는 여러 가지 형태의 출현 가능성을 배제시킨다.

3) 형태의 정성적 접근 : 새로운 패러다임의 제기

과거 황금분할이나 정 다면체(Platonic Solids) 등의 기하학적 개념은 디자인의 형태 구성에 있어서는 가장 보편적인 법칙이었다. 하지만 정량적 형태 형성의 과정을 살펴 보면 제한된 환경 속에서 부분적 해결에만 몰두함으로써 제반 환경과 관련한 전체적 의미 속에서의 합리적인 형태를 개발하는 것이 어려웠다. 최근 형태와 관련한 제반학문의 변화는 형태 구성의 매체, 수단 및 방법에 따라 다음의 표 1과 같이 다양하게 변화되고 있다. 이는 형태 구성이 단지 외형을 가시화시키는 단계 뿐 아니라 이전에 수행되는 제반 프로세스에 이르기까지 총체적인 관점에서 다루어지고 있음을 보여준다. 토폴로지는 유클리드 기하학이 제공해 줄 수 없었던 형태 형성과 관련된 이러한 정성적 문제를 전체적인 관점에서 파악할 수 있게 한다.

표 1. 형태 구성 수단의 변화에 따른 모델의 개념적 전환

형태 구축 방식 변화	버네굴러	그리기	보조 수단	컴퓨터	정보 변환
표현 공간	생활 공간	2차원 평면	3차원 공간	가상공간	개념 공간
결과물 형식	실물	Drawing	개념적 구성물	0 or 1	Data
핵심 요소	장인의 기술	공감각적 인 표현	문제의 분석	개념의 파악	프로세스의 구현

3. 형태의 정성적 구성을 위한 토폴로지적 접근

토폴로지(topology)란 점·선·면 등의 개수라든가 이것들 사이의 연결 상태 등에 대해 주로 연구하는 말 그대로 '위'(Lage)와 '상'(Gestalt)에 관한 연구를 중심으로 하는 수학이다.¹⁾

1) 김용운, 김용국 共著, 토폴로지입문, 중판, 서울, 우성문화사.

정량적 데이터에 의존하던 기존의 형태 구성 방법과 달리 커뮤니케이션 언어로서 형태의 정성적 구성을 위한 토폴로지는 다음과 같은 특성을 제공한다.

- 전체 수준에서 형태를 파악
- 각 형태 요소들 간의 체계적인 구조 형성
- 효율적인 구조 형태 설계

이와 같은 토폴로지 개념에 의해 형태를 구성하는 과정은 그림 2와 같다.

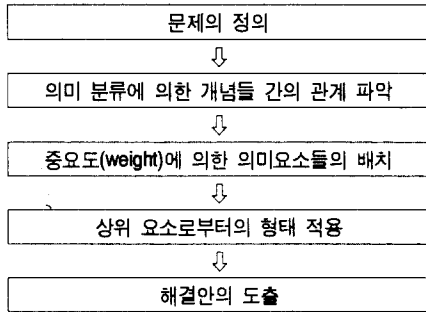


그림 2. 토폴로지 개념의 형태 구성 프로세스

기존의 형태 구성 프로세스가 형태의 기능적, 구조적 측면에 기초하여 개별적, 산발적 문제 해결에 의존했던 반면, 토폴로지 개념의 형태 구성 프로세스는 전체적 수준에서 각 요소들간의 관계와 이들간의 상관관계에 주목함과 더불어 환경적 변화의 수용에 이르기까지 총체적인 입장을 취하고 있기 때문에 과거 형태 구성과는 근본적으로 차이가 있다.

개별적 형태를 총체적으로 조합하기 위해서는 각 개별적 요소들간의 상관관계를 재구성하고 전체 유의 수준에서 파악해야 한다. 이와 같은 보편적인 형태의 정성적 구성 프로세스를 제품 디자인에 적용하는데에는 제품의 생태적 적응과 환경적 변화의 수용이라는 또 다른 어려움이 따른다. 즉 제품이 환경적 변화에 대한 반응과 이를 효율적으로 수용하는 과정 및 체계적인 대안의 제시 및 지속적인 변화에 대한 효율적인 관리가 필요하다.

4. 컴퓨터 네트워크를 이용한 형태의 정성적 구성 모델의 가능성 제시

이 프로세스는 형태의 정성적 구성 프로세스를 기반으로 하여 스테판 토드(Stephen Todd)와 윌리엄 라담(William Latham)의 컴퓨터를 이용한 '가상형태의 구성 과정'(그림 3)과 AI 프로그램의 일종인 크레이그 레이놀즈(Craig Reynolds)의 '보이드(boird)' 모형의 생태학적 형태 개념을 적용시킨 모형이다(그림 4). 이 모델은 형태 구성에 있어 복잡한 환경적 변화에 수용되어 가는 과정을 컴퓨터를 및 네트워크를 통해 구현함으로써 디자이너의 노력과 수고를 덜 뿐 아니라 미처 예상치 못했던 미세한 결과 및 과정까지도 가시화시킬 수 있는 특성이 있다.

컴퓨터가 형태적 대안을 선정하는데 있어 디자이너가 채택한 규칙들은 형태적 특성으로 대변되며, 이를 통해 형태는 제품 환경속에서 자가 복제 및 진화 과정을 거치면서 새로운 형태를 구성해 나가게 된다.

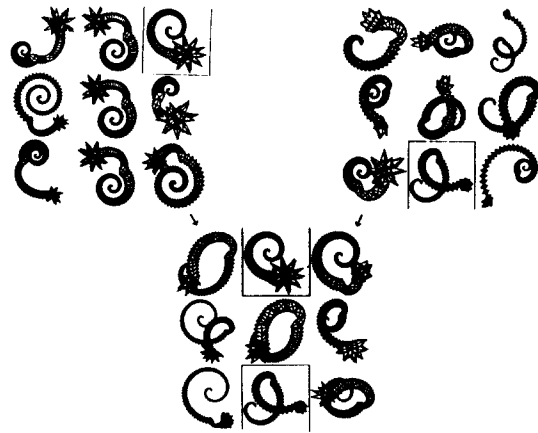


그림 3. 컴퓨터를 이용한 두 형태 변수의 수용 과정

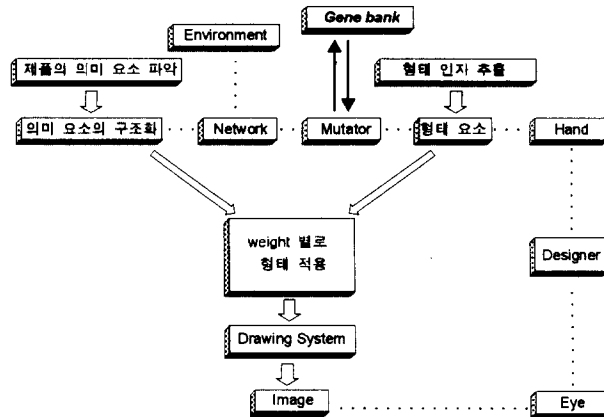


그림 4. 제품디자인을 위한 형태의 정성적 구성 모델

5. 결론

형태의 형성 개념과 수단은 여러 학문과 학제적 관계를 지속적으로 유지하면서 발달해 왔다. 그러나 학문 전반에 걸친 통합적 변화로 정량적 데이터에 의존해 오던 형태 구성도 개별적 요소를 종합하는데 있어 한계를 갖게 되었다. 이에 본 연구에서는 정성적 수학이라 불리는 토폴로지의 개념을 도입하여 형태 구성 개념을 재해석하고, 이를 바탕으로 컴퓨터 네트워크를 이용하여 제품 디자인에 활용할 수 있는 형태 구성의 프로세스를 제시하였다. 본 연구에서는 직접적으로 제품 디자인 프로세스에 활용될 수 있는 정성적 형태 구성 프로세스의 구현까지 다루지는 못했으나, 형태 요소의 시각화에 따른 Data Base 및 제반 요소와의 네트워크 환경 구축은 이 프로세스에 따른 형태의 정성적 구현을 가능케 할 것이다.

■ 참고문헌

1. Van de Ven. *건축공간론(Space in Architecture)*, 정진원, 고성룡 共譯, 서울, 기문당, 1992.
2. 김재희. *신과학 산책*, 서울, 김영사, 1994.
3. Jeffrey R. Weeks. *The Shape of Space*. New York and Basel, Marcel Dekker, Inc., 1985.
4. Stephen Todd and William Latham. *Evolutionary Art and Computers*. San Diego, Academic Press Inc., 1992.