

형태에 있어서 미학 특성의 평가를 위한
스키마 표현과 방법론의 이론적 고찰

Shape Schema representation for Evaluation of Aesthetic value on Shape

차 명열(Cha, Myung Yeol)

배재대학교 건축학과

이 논문은 2002년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음
(KRF-2002-003-D00428)

1. 서 론

- 1-1. 연구의 배경 및 목적
- 1-2. 연구의 내용 및 방법

2. 형태의 미학특성(복잡성) 평가를 위한 방법론 고찰 및 방법론 제시

3. 형태의 미학특성 평가를 위한 지식표현과 방법

- 3-1. 형태지식의 스키마 표현
- 3-2. 미학특성 평가 방법

4. 복잡한 형태의 인지

- 4-1. 형태 속성에 의한 형태 복잡성
 - 4-1-1. 형태의 균제성에 의한 형태의 복잡성
 - 4-1-2. 형태 크기에 의한 형태의 복잡성
- 4-2. 인지작용에 의한 형태의 복잡성
 - 4-2-1. 선택에 의한 형태의 복잡성
 - 4-2-2. 일반화에 의한 형태의 복잡성

5. 결 론

참고문헌

(要約)

건축디자인을 평가하는 방법에는 상당히 많은 요소를 고려할 수 있다. 기능성, 구조성, 형태, 환경 등 다양한 요소를 고려하여 최종의 디자인을 생산해 낸다. 여기서 computer와 같은 자동화된 기계에 의해서 디자인이 생성된다면, 그 결과는 경우에 따라서 무수히 많아 우리 인간의 평가 능력 범위를 넘는 수가 있다. 따라서 디자인을 자동으로 생산할 뿐 만 아니라 자동으로 최선의 결과물을 자동적으로 평가하여 선택하는 것도 상당히 중요하다. 본 논문에서는 상기에 언급한 요소 중 미학적 특성을 기계가 자동으로 평가하여 최적의 결과물을 선택할 수 있도록 평가 방법을 제시하였다. 평가 방법은 고전적으로 내려오는 미적 평가방법의 하나인 질서와 무질서의 상관 관계를 측정하는 것으로 이는 형태요소와 공간관계를 나타내는 형태 디자인 지식의 스키마적 표현을 적용한다.

(Abstract)

In estimating designed architectural buildings, many factors in various design domains such as function, structure, form, environment may be considered and then a building design might be selected or modified as final design. This paper proposed a method to obtain complexity values from two dimensional drawings which are floor plans or elevations. The method has been developed based on information theory, shape pattern representation and cognitive theory. Results of measuring complexity value can make the computer evaluate and select final results produced from automatic design processes by the computer. That is to say, aesthetic values based on order and chaos can be measured using complexity values and then some results having superior values can be selected as final result.

(Keyword)

Shape, Aesthetics, CAD, Shape Schema, Knowledge Representation

1. 서 론

1-1. 연구의 배경 및 목적

건축 디자인 과정 중 디자이너는 top-down 과정과 bottom-up 과정을 번갈아 가면서 기능, 구조, 설비, 환경과 같은 각 분야에 대한 결과를 수치적으로 평가하고, 평가된 결과를 기초로 하여 건축물을 수정, 보완하여 최종의 결과물을 완성해 낸다. 상기와 같이 기술적이고 정량화 할 수 있는 디자인 요소들은 이해와 적용이 용이하지만, 건축물의 미에 대한 평가는 그 평가요소도 다양하고 복잡할 뿐만 아니라 주관적이거나 미에 대한 다양한 견해로 인해서 정량화하기가 어려워 디자이너의 직관에 의존하고 있다.

건축물의 미를 평가할 수 있는 영역¹⁾으로는 적합성, 장식성, 매력성, 우아성, 정묘성, 숭고성, 이원적인 미, 질서와 인식 등 다양하게 세분화되고, 이들은 미를 평가할 때 독립적으로 미의 가치에 영향을 미치는 것이 아니라 복합적으로 작용하여 우리인간의 절대적인 평가를 어렵게 만든다. 또한 미에 대한 가치는 디자인된 작품 그 자체뿐만 아니라 시대상황, 역사적 맥락 그리고 관찰자의 주관에 의해서도 다양하게 평가된다. Frans Boas에 의하면 예술의 효과는 작품의 형태 (form)에서 느끼는 직접적인 효과와, 형태로로부터 연상되는 아이디어에 의하여 얻어지는 두 가지가 있다고 하였다.²⁾ 이러한 분류는 "form과 idea", "형식과 내용", "절대의미와 상대의미", "서술과 해석", "내적의미와 외적의미" 등으로 설명될 수 가 있다. 형식 (form)으로 이해되는 디자인작품 그 자체는 작은 부속품으로 나누어지는데, 부속품들은 상호간에 상관관계를 갖고 있으며 또한 전체와도 어떤 관계를 유지하고 있다. 이러한 작품의 해석은 전체로서의 작품의 속성과, 부속품에 속한 속성 그리고 상관관계와 같은 작품 그 자체에 내재된 속성에 의하여 이루어진다. 반대로 작품의 내용에 대한 해석은 작품 자체 이외에 외부세계와의 관계이다. 여기서 작품을 이해할 때 "작품의 의미", "아이디어가 전달하는 것", "느끼는 감정", "사건", "작가의 의도"와 같은 작품 그 자체에서 직접적으로 인지할 수는 없고 개인의 사상, 문화적, 역사적 맥락에 의존하여 해석되는 것이다. 건축 작품에 대한 미학적 해석도 마찬가지로 부속품의 배열, 비례, 양식과 같이 작품 그 자체의 속성에 의하여 판단되는 것과, 관찰자의 주관적 사상이나 기호, 문화적 역사적 배경에 의하여 결정되는 것이 있다.

광범위하며, 복잡하고 다양한 미에 대한 종합적인 평가를 정량화 하는 것은 현재로서는 사실상 불가능하다. 특히 외부세계와 관련된 미학적 해석은 개인차, 시대, 지역에 따라서 다양하므로, 미의 측정을 위한 어떠한 공통점도 도출하기가 힘들다. 본 논문에서는 이러한 복잡한 미의 여러 속성 중에 작품 그 자체에 나타나는 속성 중의 하나인 질서와 무질서의 관계에 관심을 갖고 논문을 전개한다. 많은 미술사와 비평가들에 의해 일반적으로 받아들여지는 미의 가치에 대한 이론은 "시각적인 형태에서 나타나는 질서와 무질서의 조화에 의하여

미적 가치는 결정된다"는 것이다.³⁾ 형태에 있어서 질서와 무질서의 관계는 부속형태의 조합으로 이루어지는 형태에 있어서 부속형태의 배열에 의한 공간관계, 다시 말하면 형태를 인지할 때 느끼는 복잡성에 의하여 설명될 수 있다. 따라서 본 논문은 위와 같은 시각적인 형태에 대하여 미적 가치의 평가를 가능하게 할 수 있도록 부속형태의 배열과 전체와의 관계를 이용한 복잡성 측정 방법을 제시한다.

1-2. 연구의 내용 및 방법

형태의 복잡성을 이용한 미학 특성의 측정에 대한 연구는 예술평가, 심리학자(Attneave)⁴⁾ 디자인 이론가(Stiny)⁵⁾ 수학자(Birkhoff, Salingaros)⁶⁾⁷⁾ 등에 의해 많은 방법이 제안되어 왔다. 그러나 이들이 제시한 방법은 특정 형태와 형태의 일부 속성에 의한 복잡성에만 유효하며, 우리 인간이 형태를 인지하는 방법과는 거리가 있다. 본 논문에서는 이러한 이론가들의 방법을 분석하고 문제점을 파악하여, 인공지능, 인지학, 지식학 등에서 완성된 스키마 이론과 정보이론 그리고 지식표현의 방법을 적용하여 새로운 방법을 제시하는 연구로, 미학 특성의 측정에 근간이 되는 형태의 복잡성을 부속형태의 계층적 트리구조로 이루어지는 형태의 일부 속성을 이용한 측정 방법으로 이는 우리 인간이 느끼는 복잡성 과정과 유사한 것이다.

2. 형태의 미학특성(복잡성) 평가를 위한 방법론 고찰 및 방법론 제시

형태의 미학특성 또는 복잡성 측정에 대하여는 다양한 방법을 이용한 많은 시도가 있었다. Birkhoff는 선으로 이루어지는 다각형의 복잡성은 다각형을 구성하는 직선의 숫자에 의해서 결정된다고 주장하며 $M = O / C$ 라는 미학 특성의 측정 공식을 제시하였다. 여기서 M은 미학 특성이고, O는 질서, 그리고 C는 복잡성이다. Davis⁸⁾와 Eysenck⁹⁾에 의하면 이러한 측정 방법은 임의로 만들어 졌으며, 여러 개의 형태로 복잡한 형태가 아닌 하나의 다각형으로 이루어진 형태만을 측정할 수 있는 방법이라 실험을 통하여 비평하였다. Attneave도 형태의 복잡성을 측정하는 방법을 제시하였는데, 이 방법은 곡선의 정도(curvedness), 균제성(symmetry), 선의 방향이 바뀌는 절점의 수, 간결한 정도(non-compactedness) 그리고 각도의 변

1) Tatariewicz, W. (1980). A History of Six Ideas: An essay in aesthetics, Polish Scientific Publishers, Warszawa.

2) Boas, F. (1950). Primitive Art, Dover Publications, Inc., New York.

3) Stiny, G. (1978). Generating and measuring aesthetic forms, in E. C. Carterette and M. P. Friedman (eds), Handbook of Perception Vol X: Perceptual Ecology, Academic Press, New York. pp133-152

4) Attneave, F. (1957). Physical determinants of the judged complexity of shapes, Journal of Experimental Psychology, Vol. 53 No. 4 pp.221-227.

5) Stiny, G. (1978). Generating and measuring aesthetic forms, in E. C. Carterette and M. P. Friedman (eds), Handbook of Perception Vol X: Perceptual Ecology, Academic Press, New York. pp133-152

6) Birkhoff, G. D. (1932). Aesthetic measure, Harvard University Press, Cambridge.

7) Salingaros, N. A. (1997). Life and complexity in architecture from a thermodynamic analogy, Physics Essays, Vol. 10 pp. 165-173

8) David, R. C. (1936). An evaluation and test of Birkhoff's aesthetic measure and formula, Journal of General Psychology, 15: pp231-240

9) Eysenck, H. J. (1941). The empirical determination of an aesthetic formula, Psychological Review, 48: pp83-92

화에 의하여 복잡성을 측정하는 것이다. Birkhoff 와 Attneave 의 방법은 주로 하나의 다각형으로 이루어진 형태의 복잡성을 측정하는데 초점을 맞추고 있어, 여러 개의 부속형태로 이루어진 형태의 복잡성은 측정할 수 없다.

Salingeros는 도면의 복잡성을 측정하는데 열역학에서 유추된 방법을 사용하였다. 디자인으로부터 인지되는 복잡성은 건축적 온도와 조화에 의하여 측정되어지며, 건축적 온도는 열역학으로부터 유추된 방법으로 형태의 정교성, 디자인 사이의 차이점, 선들의 휘어진 정도 그리고 색상과 같은 요소에 의하여 산출되는 것이고, 건축적 조화는 균계성(symmetry), 형태의 일치성(shape congruency) 그리고 규칙성에 의하여 결정되는 것이다. 이 방법은 임의로 선택된 변수에 의존하며, 중요한 부속형태의 배열에 대하여는 언급이 없다.

또한 Stiny는 다양성에 있어서 통일성(Unity in Variety)라는 고전적인 명제를 기본으로 형태의 복잡성은 형태를 기술하는 기술문의 길이에 비례한다고 하여, 형태에 대한 기술문이 길면 길수록 복잡한 형태라 하였다. 여기서 미학 특성을 나타내는 복잡성은 상대적인 복잡성으로 복잡한 형태를 만들어 내기 위한 1차원적인 공식(기술문)과 형태 요소의 수에 의하여 결정된다는 것이다. Stiny는 형상문법과 정보이론을 이용하여 기술문의 길이를 측정하였으며, 형태는 부속형태, 색상 그리고 형태를 구성하는 과정에 의하여 복잡성이 결정된다는 것이다. 이러한 방법론은 형태요소들의 1차원적인 나열에 만 주로 의존하고 있다. 그러나 형태는 부속형태, 형태사이의 공간관계 그리고 계층적트리구조로 이루어진 패턴으로 구성되며, 또한 여러 층의 레이어로 구성된다. 복잡성 측정시 이러한 형태특성은 반드시 고려되어야 한다.

본 연구에서는 정보이론에서 제시된 패턴의 복잡성 측정 방법과 기존의 미학 특성 평가 방법을 고찰한 결과 복잡한 형태에 있어서의 미학 특성의 측정은 Unity in Variety를 근본으로 하여 다음과 같은 공식으로 도출하고, 형태 지식의 스키마적 표현 방법을 이용하여 미학 특성의 정량적 측정을 시도하였다.

$$C = L / N$$

- C: 형태에 있어서 미학 특성
- L: 형태의 함수적 기술문의 길이
- N: 초기 형태의 수

여기서 형태의 함수적 기술문의 길이는 기호와 숫자를 이용하여 복잡한 형태 내에 반복되는 패턴을 이용하여 간단하게 표현하는 것으로 우리 인간이 형태를 인지하는 방법과 가장 유사한 방법으로 형태를 기술하는 것이다. 이는 개체 지향적 데이터 구조(object oriented data structure)의 이론을 이용한 형태 스키마의 표현으로 다음 장에 설명된다. 초기형태¹⁰⁾의 수

10) 초기 형태 (Primitive shape): Stiny(1980)에 의하면 하나의 형태는 부속형태와 그들의 공간관계로 이루어진다. 공간관계는 부속형태들이 모여서 하나의 그룹형태를 만드는 구성법칙이다. 형태 중에 더 이상 부속형태로 나누어지지 않는 형태를 초기 형태라 하며, 초기 형태 중에 정사각형, 원, 정삼각형 등과 같은 형태는 순수한 초기 형태이다. 또한 부속형태로 나누어질 수 있는 형태에 있어서 형태의 외각선이 시지각적으로 부속형태 보다 중요할 때, 이 외각선으로 구성되는 형태는

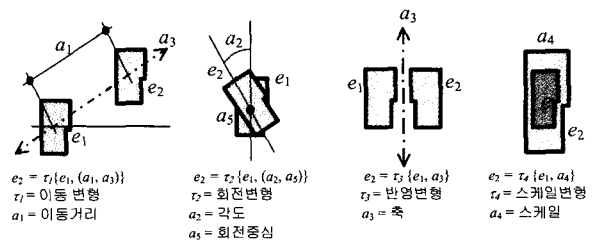
는 우리가 인지할 수 있는 최소 단위의 형태의 수이다.

3. 형태의 미학특성 평가를 위한 지식표현과 방법

3-1. 형태지식의 스키마 표현

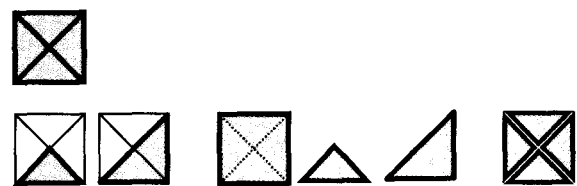
복잡한 형태의 일부를 구성하는 형태 패턴의 함수적 표현은 Gero 와 Cha에 의하여 발전된 것으로, 형태사이의 공간관계와 패턴을 기호와 숫자로 기술하는 방법이다.¹¹⁾ 이는 아이소메트릭 변형을 기본으로 하여 발전되었으며, 네 가지의 아이소메트릭 변형에는 평행이동(Translation), 회전(Rotation), 반영(Reflection), 스케일(Scale)의 공간변형이 있다(그림 1). 이와 같은 네 가지의 아이소메트릭 변형을 이용하여 복잡한 형태의 패턴은 모두 기술되어 질 수 있다.

(그림 1) 아이소메트릭 변형과 형태지식 표현



일정한 규칙으로 배열되어진 유사하거나 동일한 형태들은 다른 형태와 구별되어 하나의 그룹형태를 형성하고 이들의 배열 규칙은 패턴을 한정한다. 독립된 형태뿐만 아니라 이러한 그룹형태도 하나의 다른 대상형태(referent shape)를 이용하여 함수로 표현될 수 있다. 이는 아이소메트릭 변형 관계와 네스팅 오퍼레이터($\Pi_{i=1}^n$)를 이용하여 표현한다. 패턴을 구성하는 그룹형태의 모든 부속형태들은 초기 부속형태로부터 반복적으로 변형요소들을 적용하여 각 부속형태를 기술할 수 있다. 이는 초기 부속형태로부터 형태패턴이 구성되어지는 방법을 나타낸다. 두 개의 형태사이의 관계는 $e_1 = \tau_k\{e_{i-1}, a_k\}$ 로 표현되고, 형태패턴은 동일한 형태 $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ 의 배열로 이루어진다. 그러므로 형태패턴은 네스팅 오퍼레이터를 이용하여 다음과 같이 표현한다.

형태디자인 지식을 인지하는데 있어서 초기 형태로 간주된다. 예를 들면 아래의 그림에서 정사각형은 몇 개의 삼각형으로 분할될 수 있으나, 때로는 분할되는 부속형태인 삼각형이 시지각적으로 중요하지 않을 때 이들은 무시되고 정사각형만이 초기 형태로 간주된다.

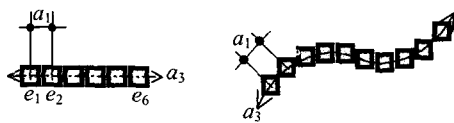


11) Gero and Cha (1997). Computable representation of patterns in architectural shapes, in Y-T. Liu, J-Y. Tsou and J-H. Hou (eds). CAADRIA'97, Hu's Publisher. Taipei. Taiwan. pp. 377-388.

$$S = \prod_{i=1}^n \tau_k(e_i, a_k)$$

네스팅 오퍼레이터는 변수(a_k)로 한정되는 아이소메트릭 변형 계수(τ_k)를 형태(e_i)에 반복적으로 n-1번 적용하여 형태패턴을 구성한다는 기호이다. 부속형태 e_i 는 물리적인 형태개체 뿐만 아니라 공간관계나 형태패턴에 대한 표현도 된다. 유사한 공간관계나 패턴은 또한 일정한 규칙으로 배열되어 상위계층의 패턴을 구성한다. 형태 및 형태 패턴으로 규정되는 패턴의 기술은 다음과 같다(그림 2).

(그림 2) 형태패턴의 지식표현



$$\prod_{i=1}^6 \tau_i\{e_i, (a_1, a_3)\}$$

(a)

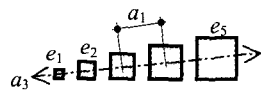
$$\prod_{i=1}^{10} \tau_i\{e_i, (a_1, a_3)\}$$

(b)



$$\prod_{i=1}^{12} \tau_i\{e_i, (a_2, a_5)\}$$

(c)



$$\prod_{i=1}^5 \tau_i\{\tau_i\{e_i, (a_1, a_3)\}, a_4\}$$

(d)

3-2. 미학특성 평가 방법

형태 패턴에 대한 함수적 기술문의 길이와 초기 형태의 숫자는 형태패턴의 함수적 표현으로부터 구할 수 있다. 하나의 형태는 한 그룹의 초기 형태로 이루어져 있으며, 이의 함수적 표현은 다음과 같다.

$$S = \{e_1, e_2, \dots, e_i\}$$

e_i : 초기 형태

일부 형태는 동등한 공간관계에 의하여 배열되고, 다수의 공간관계들은 또한 상위의 패턴으로 구성되기도 한다. 이러한 공간관계로부터 이루어지는 패턴은 반복되어 위계적 트리 구조로 이루어진 하나의 패턴을 형성하기도 한다. 초기 형태 또는 패턴으로부터 이루어지는 형태는 다음과 같이 표현된다.

$$S = \{e_1, e_2, \dots, e_i\}$$

e_i : 초기 형태 또는 패턴

$$(e_i = \{e_{k,1}, e_{k,2}, \dots, e_{i,j}\})$$

형태에 대한 기술문의 길이 (L)는 형태 요소에 대한 기술문의 길이($l(e_i)$)의 합에 의하여 구할 수 있다. 개개의 형태요소는 독립적이어서 그 자체의 형태 기술문에 대한 길이를 갖고 있다. 형태 기술문의 길이는 형태의 함수적 표현으로부터 계산할 수 있다.

$$L = l(e_1) + l(e_2) + \dots + l(e_i)$$

하나의 형태 e_i 가 다른 형태와 어떠한 공간관계를 갖지 않는다면, 이 형태에 대한 기술문의 길이는 1이다. 또한 n개의 서로 다른 형태가 아무 공간관계도 갖지 않고 하나의 형태를 구성하고 있다면, 형태 기술문의 길이 L은 n이 되고, 초기 부속 형태의 숫자 N은 n이 된다. 표 1에서 두 개의 서로 다른 L형태와 타원형사이에는 어떠한 공간관계도 존재하지 않는다. 그러므로 각 형태에 대한 기술문의 길이는 1이 되어 총 기술문의 길이는 2가 된다.

하나의 형태요소 (e_i)는 동등한 부속형태로 이루어진 패턴일 수 있다. 이러한 경우 모든 부속형태는 하나의 부속형태로부터 아이소메트릭 변형 공간관계를 이용하여 반복적으로 기술될 수 있다. 이 형태에 대한 기술문의 길이는 초기 형태에 대한 기본 수치 1과 공간관계에 의하여 산출된 수치의 합이다. 수치 1은 패턴을 구성하는 부속형태에 있어서 최초의 기준이 되는 형태에 주어지는 것이고, 공간관계에 의한 수치는 최초의 형태로부터 비교되는 형태사이의 공간관계에 의하여 산출된다. 두 형태사이에 한번의 아이소메트릭 변형이 적용되면 수치 1/5이 주어지고, 두 번의 아이소메트릭 변형이 이루어지면 수치 2/5가 주어진다. 이동변형, 회전변형, 반영변형 그리고 스케일변형의 네 가지의 변형이 이루어질 수 있다. 동등한 형태사이의 공간관계는 4 개의 아이소메트릭 변형관계를 이용하여 모두 기술될 수 있으며, 네 개의 모든 변형이 적용되는 공간관계는 수치 4/5가 주어진다. 아이소메트릭 변형은 동등한 형태사이의 공간관계이고, 동등하지 않는 형태사이에는 적용될 수 없다. 따라서 동등하지 않는 형태사이의 수치는 두 번째 형태에 주어지는 수치 1이 된다. 이러한 관계는 표 1에 그림과 수치로 나타나 있다.

표 1) 두 형태사이의 공간관계에 의한 기술문의 길이

공간관계의	0	1	2	3	4	0
공간관계에 의한 수치	0	1/5	2/5	3/5	4/5	1
기술문의 길이	1	1+1/5	1+2/5	1+3/5	1+4/5	2

만일 형태(e_i)가 여러 개의 부속형태로 구성되어진 패턴이라면, 이 형태에 대한 기술문의 길이는 형태 패턴의 함수적 표현으로부터 구할 수 있다. 예를 들자면, 하나의 형태 패턴은 n개의 부속형태로 이루어지며, 이 형태 패턴은 $e_i = \prod_{j=1}^n \tau_p(e_{ij}, a_p)$ 로 표현된다. 이 형태는 한 그룹의 초기 형태에 한 개

의 공간관계가 반복적으로 적용되어 하나의 패턴을 형성하고 있다. 형태 기술문의 길이는 패턴을 구성하기 위하여 적용되는 공간관계의 숫자에 의해 결정되므로, 이 형태에 대한 기술문의 길이는 1+1/5이 된다.

또한 다수의 공간관계가 하나의 형태 요소에 적용될 수 있으며, 이의 함수적 표현은 다음과 같다.

$$e_i = \prod_{j=1}^n \tau_p(\dots \tau_q(e_{ij}, a_q), \dots a_p)$$

만일 두 개의 공간관계(τ_p 와 τ_q)가 하나의 패턴을 구성하기 위하여 한 형태에 적용된다면, 형태 기술문의 길이는 1+2/5가 된다. 왜냐하면, 모든 형태요소는 동등하고 두 개의 공간관계가 적용되었기 때문이다.

추가로, 하나의 부속형태는 다양한 계층의 낮은 계층의 부속형태와 패턴으로 이루어진 복잡한 형태일 수 있다. 이러한 형태는 다음과 같이 표현된다.

$$e_i = \prod_{j=1}^n \tau_0(\prod_{k=1}^n \tau_p(\prod_{l=1}^n \tau_q(e_{ij,k,l}, a_q), a_p), a_0)$$

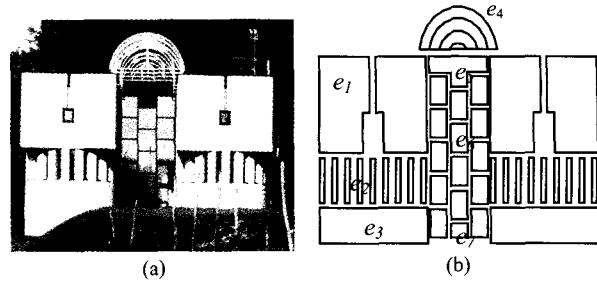
계층적 트리 구조에 있어서 각 계층은 네스팅 오퍼레이터 (\prod)에 의하여 구분된다. 상위 계층의 패턴을 구성하기 위하여 공간관계가 형태요소로 적용될 때, 네스팅 오퍼레이터에 의하여 한정되는 저층부의 형태 패턴은 하나의 단위 요소로 간주된다. 따라서 상위 계층에 위치한 패턴의 길이는 하위 계층의 패턴에 적용되는 공간관계의 숫자와 하위 계층 패턴요소의 숫자에 의하여 결정된다. 계층적 트리 구조에 있어서 각 계층은 각각의 형태 기술문에 대한 길이를 갖고 있으며, 각 계층에 대한 길이를 곱한 것이 그 형태 패턴의 길이가 된다. 따라서 n개의 계층으로 이루어진 형태 패턴에 대한 기술문의 길이는 다음과 같다.

$$l(e_i) = l(1) \times l(2) \dots l(n)$$

만일 상위계층에 두 개의 공간관계 (τ_0 와 τ_p)가 하나의 패턴을 만들기 위하여 사용되었고, 하층부에는 하나의 공간관계가 적용되었다면 ($S = \prod_{i=1}^n \tau_0(\tau_p(\prod_{j=1}^n \tau_q(e_{ij}, a_q), a_p), a_0)$), 형태 패턴에 대한 기술문의 길이는 7/5 X 6/5이 된다. 한 종류의 형태와 두 개의 공간관계가(공간관계에 의한 수치는 2/5) 상위계층에 사용되었고, 하위계층에는 하나의 공간관계 (공간관계에 의한 수치는 1/5)와 한 종류의 형태가 사용되었다. 따라서 상위계층에 있어서 기술문의 길이는 1+2/5가 되며, 하위계층은 1+1/5이 된다. 기술문의 총 길이는 7/5 X 6/5이다.

그림 3-(a)는 Mario Botta가 디자인한 Origlio에 있는 주택이며, 그림 3-(b)는 이 주택으로부터 다각형을 이용하여 그린 도면이다. 그림 3-(b)의 도면은 44개의 다양한 초기 형태로 이루어진 도면으로, 일부 동등한 형태들이 그룹을 지어 패턴을 형성하고 있다. 이는 7개의 형태 또는 패턴으로 이루어져 있다 $S = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7\}$.

(그림 3) (a) Botta가 디자인한 Origlio에 있는 주택, (b) 폐쇄된 다각형으로 그려진 주택.



형태요소 e_5 와 e_7 를 제외한 모든 부속 형태는 하위계층의 패턴 또는 형태로 구성되어 있다. 형태패턴 e_1 은 4 개의 r자 형태로 이루어졌으며, 두 개씩 분리되어 반영패턴을 형성하고 있다. 이에 대한 함수적 표현은 $e_1 = \prod_{j=1}^2 \tau_3(\prod_{k=1}^2 \tau_3(e_{1,j,k}, a_3), a_3)$ 이 된다. 이 패턴에 대한 기술문의 길이는 6/5 X 6/5이며, 다른 패턴에 대한 표현 및 기술문의 길이는 다음과 같다.

$$e_2 = \prod_{j=1}^2 \tau_3(\prod_{k=1}^9 \tau_1[e_{2,j,k}, (a_1, a_3)], a_3) \quad l(e_2) = 6/5 \times 6/5 = 36/25$$

$$e_3 = \prod_{j=1}^2 \tau_3(e_{3,j}, a_3) \quad l(e_3) = 6/5$$

$$e_4 = \prod_{j=1}^4 \tau_4(e_{4,j}, a_4) \quad l(e_4) = 6/5$$

$$e_5 = e_5 \quad l(e_5) = 1$$

$$e_6 = \prod_{j=1}^3 \tau_1(\prod_{k=1}^5 \tau_1[e_{6,j,k}, (a_1, a_3)], (a_1, a_3)) \quad l(e_6) = 6/5 \times 6/5 = 36/25$$

$$e_7 = e_7 \quad l(e_7) = 1$$

Botta 주택에 있어서 형태 기술문에 대한 총 길이 L은 218/25 이고, 초기 형태의 숫자 N은 44이므로 이 형태에 대한 복잡성 C는 (218/25)/44이 된다.

4. 복잡한 형태의 인지

본 논문에서 제시한 형태에 있어서 미학 특성의 측정은 물리적인 형태 속성보다는 형태패턴 특히 패턴을 구성하는 부속 형태들의 계층적 트리구조로 이루어지는 속성을 반영한 것이다. 미학 특성에 영향을 미칠 수 있는 요소로는 형태의 크기, 비중, 초기 형태의 균제성(symmetry), 일반화(generalization) 그리고 인지되는 형태의 위치 등이 있다. 이러한 모든 요소들이 형태의 미학 특성 측정에 모두 반영된다면 보다 정밀한 결과를 얻을 수 있을 것이다. 그러나 본 연구에서는 이들의 모든 요소를 반영한 완벽한 형태 미학 특성 측정을 위한 시스템을 개발하려는 것 보다, 형태의 스키마 표현을 이용하여 복잡한 인간의 인지과정 중의 하나를 설명하려고 하는 것이다. 그러면 복잡성에 관한 우리의 인지과정에 상기와 같은 여러 요소들이 어떻게 작용하는지를 설명하기 위하여, 초기 형태의 균제성, 형태의 크기, 지각의도 그리고 일반화가 형태의 복잡

성에 미치는 영향에 대하여 알아보기로 한다.

4-1. 형태 속성에 의한 형태 복잡성

4-1-1. 형태의 균제성에 의한 형태의 복잡성

부속형태로 구성되어지는 형태에 있어서 부속형태 또는 초기 형태의 균제성(symmetry)은 인지되는 형태 복잡성에 영향을 미친다. 간단하고 대칭을 이루는 형태는 균제성이 강하며, 불규칙한 형태보다는 쉽게 인지되고 표현된다. 간단화된 형태와 규칙적인 형태는 시각적인 복잡성을 감소시킨다. 원, 삼각형, 사각형 등과 같은 단순한 형태의 스키마와 관찰자에게 익숙한 형태는 우리 인간의 메모리에 형편으로 기억되어, 새로운 형태에 대한 인지과정을 손쉽게 해준다. 기억된 형태의 스키마와 유사한 형태의 인지에 있어서는 형태의 모든 속성을 기억시키기 위한 추가의 메모리와 인지 프로세스가 필요하지 않고, 이러한 모든 속성이 저장된 기존의 스키마와 유사하다는 정보만 기억된다.¹²⁾ 따라서 이러한 형태는 쉽게 인지되며, 복잡하다고 여겨지지 않는다.

따라서 단순한 형태나 익숙한 형태에 대하여는 본 논문에서 제시한 초기 형태에 주어지는 기술문의 길이 1보다 작은 수치를 주어줘야 한다. 그러나 본 논문에서는 형태의 공간관계와 패턴을 이용한 형태 복잡성의 산출에 중점을 두었고, 또한 초기 형태에 주어지는 값은 아직까지는 임의적인 수밖에 없어서, 균제성에 대해서는 고려하지 못하고 모든 초기 형태에 대한 길이는 기본단위 1을 부과하였다. 추후 정밀한 형태복잡성의 측정을 위해서는 이러한 초기 형태의 균제성은 반드시 고려되어야 한다.

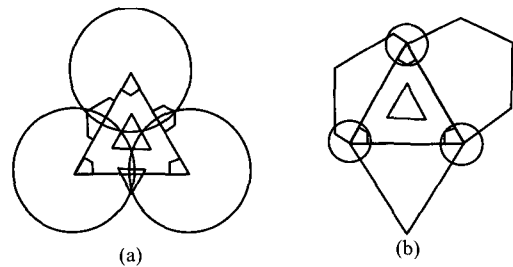
형태의 균제성은 선분의 수, 대칭성, 꼭지점의 각도 등과 같은 형태 속성에 의하여 결정된다. 아직은 유용할 만한 측정방법이 발전되지 못 하였다. 초기 형태에 대한 복잡성의 측정은 Birkhoff¹³⁾ 와 Attneaves¹⁴⁾의 방법론이 있으나 이들은 임의적으로 규정되고 발전된 것이므로 정확한 형태의 복잡성 측정에는 적용하기 힘들다. 그러므로 본 논문에서는 초기 형태에 대한 균제성은 포함시키지 못하고 기본 숫자 1을 부여하였다.

4-1-2. 형태 크기에 의한 형태의 복잡성

Arnheim에 의하면 본다는 것은 물체에 있어서 소수 뚜렷한 특성만을 인지하는 것이라 하여,¹⁵⁾ 크고 뚜렷한 형태가 작고 희미한 형태보다 시지각에 미치는 효과는 더 크다 하였다. 그림 4에 있는 두 개의 형태는 같은 수의 초기 형태를 갖고 있으며, 동일한 패턴으로 이루어져있다. 따라서 본 논문에서 제시한 방법으로 복잡성을 측정하면, 패턴에 의한 복잡성은 동일하게 나타난다. 그러나 우리의 시각으로 바라보면, 두 형태의 복잡성은 동일하지 않은 것을 알 수 있을 것이다. 형태 (b)

는 형태 (a) 보다 더 복잡하게 보인다. 형태 (b)에 나타나는 패턴은 형태 (a)의 패턴 보다 그 크기에 있어서 상대적으로 작고 그리고 뚜렷하지 못하다. 따라서 패턴에 의한 정형성이 강조된 형태 (a) 보다는 패턴과는 무관한 형태들이 그 크기에 의하여 우리의 인지작용에 미치는 영향이 더욱 큰 형태 (b)가 복잡하게 보인다. 형태 또는 패턴의 크기도 반듯이 형태복잡성의 측정에 추가되어야 하나, 본 논문은 계층적 트리구조로 이루어진 형태패턴에 있어서의 복잡성 측정에 중점을 두었으므로 형태의 크기에 대한 고려는 하지 않았다. 그러나 형태의 균제성과 마찬가지로 형태의 크기도 형태의 복잡성 측정을 위해서는 고려되어야 할 중요한 요소이다.

(그림 4) 부속 형태의 크기에 의한 다양한 형태 복잡성.



4-2. 인지작용에 의한 형태의 복잡성

하나의 형태로부터 인지되는 복잡성은 형태를 지각하는 사람의 의도, 일반화의 정도 등에 따라서 다양한 결과를 나타낸다. 형태와 패턴의 선택에 있어서 지각하는 사람의 의도와 기호는 인지되는 형태요소들을 결정한다. 우리 인간은 형태를 인지할 때 자기가 좋아하는 형태와 익숙한 형태를 먼저 인식하게 된다. 따라서 사람마다 형태로부터 상이한 형태와 패턴의 인식은 하나의 형태로부터 다양한 복잡성을 느끼게 한다. 또한 형태와 패턴은 일반화의 정도에 따라서 상이하게 인지된다. 특히 계층적 트리구조의 저층부에 위치한 형태요소들은 일반화의 정도에 따라서 인지될 수도 있고, 간과될 수도 있다. 다양한 계층에 있는 형태는 지각되거나 무시됨에 따라서 형태에 대한 복잡성은 변할 수 있다.

4-2-1. 선택에 의한 형태의 복잡성

형태로부터 지각되는 복잡성은 어떤 특정한 부분과 패턴을 인식하는 정도에 따라서 다양한 결과를 자아낼 수 있다. Arnheim에 따르면 인간의 시지각은 매우 선택적이어서, 복잡한 물건 또는 형태로부터 단지 소수의 선택된 부분만 인지한다고 하였다. 따라서 건축물의 인지에 있어서도, 최초로 건물 외관, 문과 창문의 사각형, 장식의 곡선 등이 인지되며, 이들은 건물을 대표하는 중요한 형태가 된다. 이러한 뚜렷한 형태가 인지될 때, 이 형태에 속한 디테일은 간과되어 마치 존재하지 않는 것처럼 여겨진다. 형태패턴은 이러한 명백하게 인지되는 형태로부터 구성된다. 다양한 형태의 인지는 다양한 패턴의 인지를 의미하며, 이는 다양한 형태 복잡성을 초래한다.

12) Tversky, A. (1977). Feature of similarity, Psychology Review, Vol. 64 No. 4 pp.327-350.

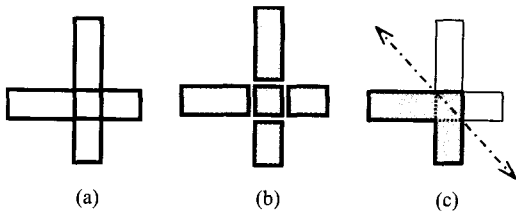
13) Birkhoff, G. D. (1932). Aesthetic measure, Harvard University Press, Cambridge.

14) Attneave, F. (1957). Physical determinants of the judged complexity of shapes, Journal of Experimental Psychology, Vol. 53 No. 4 pp.221-227.

15) Arnheim, R. (1967). Towards a Psychology of Art: Collected Essays, Faber, London.

또한 하나의 예술품은 전체와 부분으로 나타내질 수 있다. 전체로부터 특정부분에 대한 선택적인 인지는 형태 복잡성을 결정할 것이다. 그림 5-(a)는 인지하는 사람의 의도에 따라서 다양하게 인지된다. 만일 형태 (a)가 그림 (b)에 나타난 것처럼 직사각형과 정사각형으로 이루어진 형태로 인지된다면 이의 형태 복잡성은 그림 (c)에서와 같이 L형태로 인지될 때의 복잡성과는 상이하게 다를 것이다. 그림 (b)에서는 세 종류의 서로 다른 형태와 그들 사이의 공간관계가 인지되지만, 그림 (c)에서는 두 개의 L형태와 이의 반영패턴이 인지된다.

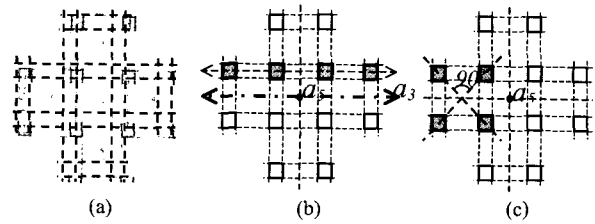
(그림 5) 관찰자의 의도는 다양한 형태 복잡성을 나타낸다; (a) 관찰되는 형태, (b) 세 개의 상이한 형태의 인지, (c) 두 개의 동등한 L형태의 인지.



형태 (b)는 상이한 형태로 구성되며 $S(b) = \{e_1, e_2, e_3\}$ 로 표현된다. 첫 번째 형태는 두 개의 커다란 직사각형이 반영된 것이고 $(e_1 = \prod_{i=1}^2 \tau_3(e_{1,i}, a_3))$, 두 번째 형태는 두 개의 작은 직사각형이 반영된 $(e_2 = \prod_{i=1}^2 \tau_3(e_{2,i}, a_3))$ 형태이며, 마지막은 하나의 정사각형 (e_3) 이다. 위와 같은 형태 패턴의 기술문으로부터 얻은 형태 복잡성 $C(b)$ 는 17/25이다. 또한 형태 (c)에서는 두 개의 L형태가 반영되고, $S(c) = \prod_{i=1}^2 \tau_3(e_i, a_3)$ 로 표현된다. 이 형태의 복잡성 $C(c)$ 는 6/10이다. 이상과 같이 하나의 형태로부터 관찰자가 무엇을 인지하는가에 따라서 상이한 결과를 가져올 수 있다.

하나의 형태로부터 서로 다른 형태의 인지뿐만 아니라 상이한 패턴의 인지는 다양한 형태 복잡성 결과를 가져온다. 그림 6-(a)의 형태는 네 개의 작은 정사각형으로 이루어진 것으로 이해되지만, 다른 형태 또는 패턴으로 구성되어진 것으로 인지될 수 있다. 그림 6-(b)의 형태 패턴은 정사각형으로 이루어진 저층부의 이동패턴으로 구성되어진 것이다. 두 개의 이동패턴은 반영축 a_3 를 중심으로 반영되고, 이 패턴은 회전중심 a_5 를 중심으로 회전한다. 이의 함수적 기술은 $S(b) = \prod_{k=1}^2 \tau_2(\prod_{j=1}^2 \tau_3(\prod_{i=1}^4 \tau_1(e_{k,j,i}, (a_1, a_3)), a_3), (a_2, a_5))$ 이다. 이와는 다르게 그림 4-(c)에서는 정사각형으로 이루어진 저층부의 회전패턴으로 구성되어져 있다. 이의 함수적 표현은 $S(c) = \prod_{j=1}^4 \tau_2(\prod_{i=1}^4 \tau_1(e_{j,i}, (a_2, a_5)), (a_2, a_5))$ 이다. 상기에 기술된 형태의 함수적 표현으로부터 두 개의 상이한 복잡성 결과를 산출할 수 있다. 형태 (b)에 나타나는 복잡성의 수치는 27/250이고, 형태 (c)에 나타나는 복잡성의 수치는 9/100이다. 이러한 서로 다른 복잡성의 결과는 형태패턴의 구성 방법이 다르기 때문이다. 따라서 하나의 형태로부터 상이한 패턴의 인지는 다양한 형태 복잡성의 결과를 자아낸다.

(그림 6) 특정한 공간관계와 패턴에 대한 관찰자의 의도적인 인지는 동일한 형태로부터 다양한 형태복잡성을 보여준다.



4-2-2. 일반화에 의한 형태의 복잡성

인간은 복잡한 형태를 지각할 때 시각적으로 단순화된 형태를 인지하려는 경향이 있다.¹⁶⁾ 단순한 구조로의 성향은 복잡한 형태를 이해하는데 많은 도움이 된다. 복잡한 형태가 만일 단순히 선이나 형태의 나열로 구성되어졌다면, 일반화되거나 단순화된 형태지식으로의 전환은 힘들 것이다. 우리 인간의 형태 지각은 일반화된 형태와 형태개념만이 인지되고 메모리에 저장되는 프로세스이다.¹⁷⁾ 형태에 있어서 단순화와 일반화의 정도는 형태 복잡성에 커다란 영향을 미친다. 소수의 일반화되거나 단순화된 형태 또는 형태 특성은 쉽게 인지되고, 그리고 복잡한 형태를 대신하여 인간의 메모리에 저장된다. 만일 하나의 형태가 일반화되기 어려운 형태들로 구성되어 있다면, 이러한 복잡한 형태를 인지하고 기억하는데 보다 많은 에너지와 시간이 필요로 될 것이다. 다시 말하면, 이 형태에 대한 복잡성의 수치는 높은 것이다.

형태를 인지하는데 있어서 관찰자의 의도뿐만 아니라 형태의 복잡한 정도에 의해서도 형태는 다양하게 인지된다. 일반화의 정도 다시 말하면 계층적 트리구조에 있어서 상이한 계층에 위치한 형태 또는 패턴의 인지는 다양한 복잡성을 나타낼 수 있다. 뚜렷하게 인지되지 않는 형태 또는 패턴은 시각에 의한 일반화 과정에서 차별되어 인지되지 않을 수 있다.¹⁸⁾ 단지 뚜렷이 구별되는 형태 또는 패턴만이 인지된다. 다시 말하면, 계층적 트리구조로 표현되는 형태에 있어서 상위계층의 형태와 패턴만이 그 형태를 대신하여 인지된다는 것이다. 또한 저층부의 형태와 패턴의 인지 정도에 따라서 형태의 복잡성은 차이가 있다.

예를 들자면 그림 7-(b)는 Frank Lloyd Wright가 디자인한 Huntington Hartford Sports Complex(그림 7-(a))로부터 뚜렷이 인지되는 형태만 다각형을 이용하여 그린 것이다. 그리고 그림 7-(c)는 건물평면의 좀더 자세한 부분까지 다각형을 이용하여 그린 것이다. 그림 7-(b)는 표 2에서 보여주는 것과 같이 세 개의 초기 형태와 계층적 트리구조로 이루어진 세 개의 패턴으로 구성되어져 있다. 그림 7-(c)는 표 2와 같이 두 개의 초기 형태와 네 개의 패턴으로 이루어져 있다. 비록 이들 두 형

16) Kohler, W. (1930). Gestalt Psychology, G. Bell and Sons, London.

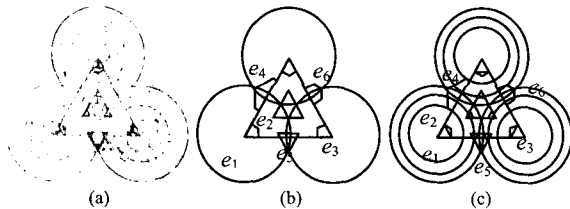
17) Marshall, S. P. (1995). Schemas in Problem Solving, Cambridge University Press, Cambridge.

18) Arnheim, R. (1967). Towards a Psychology of Art: Collected Essays, Faber, London.

태에 있는 최상위 계층의 부속 요소의 수가 같더라도, 형태 기술문으로부터 산출되는 형태 복잡성은 서로 다르게 나타난다. 두 형태는 다른 깊이로 일반화된 것이다. 형태 (b)가 형태 (c)보다 더 일반화된 것이다. 형태 (b)의 형태요소 e_1 이 세 개의 원형으로 이루어진 것과는 틀리게, 형태 (c)의 형태요소 e_1 은 원형의 스케일 패턴으로 이루어진 세 개의 형태패턴으로 구성되어 있다. 형태 (c)는 자세한 형태지식과 보다 많은 초기 형태를 갖고 있으며, 이들 형태지식과 초기형태는 형태 (b)와는 상이한 시각적 복잡성을 나타나게 한다. 형태 (b)의 복잡성 $C(b)$ 는 0.6이고, 형태 (c)의 복잡성 $C(c)$ 는 0.32이다. 그러므로 형태의 복잡성은 일반화 깊이의 정도에 따라서 달라진다.

두 형태로부터 인간에 의하여 인지되는 시각적 복잡성과 본 논문에서 제시된 방법을 이용한 복잡성의 결과는 상당한 차이가 있다. 왜냐하면, 형태 (c)에서는 인간의 시지각적인 복잡성을 높여주는 초기 형태가 보다 많으므로 형태 (c)가 형태 (b)보다 복잡한 형태로 인지된다. 형태 (b)에서는 형태 (a)에서 발견될 수 없는 초기 형태가 있으며, 이들은 모두 패턴을 구성하고 있기 때문에 형태 (c)에서 많은 패턴이 인지된다. 따라서 형태 (c)에서는 초기 형태의 숫자가 증가하는 것보다는 상대적으로 적은 숫자만큼 함수적 기술문의 길이가 증가한다. 여기서 복잡성의 계산에 대한 결과는 절대적인 것보다는 상대적이어서, 동수의 초기 형태를 갖는 형태들 비교할 때 유효하다고 볼 수 있다.

(그림 7) (a) Huntington Hartford Sports Complex (Frank Lloyd Wright), (b) Huntington Hartford Sports Complex에서 뚜렷이 인지되는 형태, (c) Huntington Hartford Sports Complex에서 보다 더 자세하게 인지되는 형태.



Shape (b)

$$S_b = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6\}$$

$$e_1 = \prod_{i=1}^3 \tau_2\{e_{1,i}, (a_2, a_5)\}$$

.....

$$e_2 = \prod_{i=1}^2 \tau_4\{e_{1,i}, (a_2, a_5)\}$$

Shape (c)

$$S_c = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6\}$$

$$e_1 = \prod_{i=1}^3 \tau_2\left\{\prod_{j=1}^3 \tau_4\right.$$

$$\left. [e_{j,i,1}, a_4], (a_2, a_5)\right\}$$

$$e_2 = \prod_{i=1}^2 \tau_4\left\{\prod_{j=1}^3 \tau_2\right.$$

$$\left. [e_{j,i,2}, (a_2, a_5)], a_4\right\}$$

$$e_3 = \prod_{i=1}^3 \tau_2\{e_{1,i}, (a_2, a_5)\}$$

$$e_4 = e_4$$

$$e_5 = e_5$$

$$e_6 = e_6$$

$$e_3 = \prod_{i=1}^3 \tau_2\{e_{1,i}, (a_2, a_5)\}$$

$$e_4 = e_4$$

$$e_5 = \prod_{i=1}^3 \tau_2\{e_{1,i}, (a_2, a_5)\}$$

$$e_6 = e_6$$

(표 2) 그림 7의 그림으로부터 깊이가 틀린 일반화에 따라서 상이하게 나타나는 형태 복잡성.

$$I(S_b) = 6/5 + 6/5 + 6/5 + 1 + 1 + 1 = 33/5 \quad N = 11$$

$$N = 11$$

$$I(S_c) = 36/25 + 36/25 + 6/5 + 1 + 6/5 + 1 = 182/25 \quad N = 23$$

$$N = 23$$

$$C(S_b) = (33/5)/11 = 0.6$$

$$C(S_c) = (182/25)/23 = 0.32$$

5. 결론

디자인된 작품을 평가한다는 것은 매우 중요하다. 특히 건축물을 양적으로 평가하는 방법에는 많은 발달을 보아 왔지만, 질적인 인자를 평가하는 것은 어려움이 있어, 소수의 방법만이 발전되었다. 본 논문에서 제안된 복잡성 측정 방법은 건축물의 질적인 요소를 평가할 수 있는 것으로, 이는 컴퓨터를 이용한 디자인과정의 결과로 생산되는 건축물의 질적인 요소를 평가하여 요구되는 품질의 결과물을 선택하게 할 수 있다. 또한 형태의 속성에 의해서도 복잡성은 다양하게 나타날 수 있다. 부속형태의 위에서 아래로의 배열(top down) 또는 아래에서 위로의 배열(bottom up), 계층적 트리형태(hierarchical tree type) 그리고 공간관계 또는 패턴의 다층적 구성과 같은 형태의 속성은 형태를 시지각적으로 복잡하게 만든다. 이러한 형태속성들을 정확히 파악하고, 유용하게 표현하는 것은 형태 복잡성을 측정하는데 필수적이다. 형태 패턴 표현은 공간관계와 패턴을 인식하고 그들을 기호와 숫자로 기술하는 방법이다. 형태에 내재한 대부분의 복잡성은 형태를 구성하는 부속 형태가 다수의 레이어(layer)로 구성된 계층구조로 형성되었기 때문이다. 본 연구에서 사용된 형태 패턴 표현은 이러한 형태 속성을 명확하게 밝히고 표현하는 것으로, 정확한 형태 복잡성 측정에 적합한 것이다.

같은 형태를 보더라도 관찰자의 주관과 기호에 따라서 보이는 형태가 틀릴 수 있다. 서로 상이한 형태를 본다는 것은 서로 다른 복잡성을 인지한다고 볼 수 있다. 하나의 형태로부터 다양한 형태를 지각한다는 것은 형태의 인지에 영향을 줄뿐만 아니라 컴퓨터를 이용한 디자인과정에 상당한 영향을 준다. 이는 처음에는 인지되지 않았던 형태나 패턴을 인지하게 해주며, 다양한 디자인 상황이나 맥락을 제공하기도 한다.

본 연구에서 제안하는 형태 복잡성 측정방법은 형태패턴을 만들어내기 위한 프로그램의 길이를 패턴의 크기 그 자체로 하는 값을 패턴의 복잡성의 값으로 하는 정보이론분야에서 제안되는 방법론을 근본으로 하여 발전시켰다. 이는 형태를 표현하는 기술문이 길면 길수록 짧은 형태보다는 복잡하다는 것이다. 여기서 제시되는 방법은 단순히 1차원적으로 나열되는 선

분 또는 형태에 의하여 측정하는 것이 아니라, 형태들 사이의 공간관계 그리고 계층적으로 표현되는 패턴의 속성을 반영하여 발전시킨 것이다. 이를 이용하여 Botta의 주택 입면에 나타나는 복잡성을 측정하였다. 이러한 측정결과를 토대로 입면이 "복잡하다 또는 복잡하지 않다" 라고 절대적으로 결론 지을 수는 없지만, 유사한 형태 또는 같은 수의 초기 형태로 이루어진 형태를 비교할 때 유용하다. 다시 말하면 같은 수의 초기 형태로 이루어진 형태에 있어서 그들의 배열이 어떻게 이루어지는가에 따라서 형태의 복잡성이 다양하게 나타난다는 것이다. 이는 컴퓨터에 의하여 생산되는 대량의 유사한 형태를 평가하여 선택할 때 복잡성의 결과를 이용할 수 있는 것이다.

형태의 복잡성 측정에는 다양한 인지요소들이 복잡하게 작용하고 또한 관찰자의 의도와 형태에 대한 사전 지식의 차이에 따라서 상이하게 나타나므로 정확하고 객관적인 결과를 산출한다는 것은 어렵다는 것을 인식하고, 본 연구에서는 개체 지향적 데이터 구조로 표현되는 형태패턴의 함수적 기술을 이용하여 복잡성 측정의 방법을 모색하였으며, 이의 측정 결과를 이용하여 우리 인간의 형태에 대한 인지작용을 이론적으로 설명하였다. 또한 본 논문은 형태에 있어서의 미학 특성을 위한 지식표현과 방법론을 제시한 이론적 연구로, 여기서의 방법은 실증적인 실험을 거치지 않은 것으로 추후 많은 양의 그림과 다양한 분야의 사람을 상대로 하는 실험을 통한 검증이 요구된다.

참고문헌

- Arnheim, R. (1967). *Towards a Psychology of Art: Collected Essays*, Faber, London.
- Attneave, F. (1957). Physical determinants of the judged complexity of shapes, *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 53 No. 4 pp.221-227.
- Birkhoff, G. D. (1932). *Aesthetic measure*, Harvard University Press, Cambridge.
- Boas, F. (1950). *Primitive Art*, Dover Publications, Inc., New York.
- Chaitin, G. J. (1975). Randomness and mathematical proof, *Scientific America*, 232: 47-52.
- Gero and Cha (1997). Computable representation of patterns in architectural shapes, in Y-T. Liu, J-Y. Tsou and J-H. Hou (eds). *CAADRIA'97*, Hu's Publisher. Taipei. Taiwan. pp. 377-388.

- Kohler, W. (1930). *Gestalt Psychology*, G. Bell and Sons, London.
- Kolmogorov, A. N. (1968). Logical basis for information theory and probability theory, *IEEE Transaction Information Theory*, Vol. IT-14 pp.662-664.
- Marshall, S. P. (1995). *Schemas in Problem Solving*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Salingeros, N. A. (1997). Life and complexity in architecture from a thermodynamic analogy, *Physics Essays*, Vol. 10 pp. 165-173
- Stiny, G. (1978). Generating and measuring aesthetic forms, in E. C. Corterette and M. P. Friedman (eds), *Handbook of Perception Vol X: Perceptual Ecology*, Academic Press, New York.
- Stiny, G. (1980). Introduction to shape and shape grammars, *Environmental and planning B: Planning and Design*, 7: 343-351.
- Tatariewicz, W. (1980). *A History of Six Ideas: An essay in aesthetics*, Polish Scientific Publishers, Warszawa.
- Tversky, A. (1977). Feature of similarity, *Psychology Review*, Vol. 64 No. 4 pp.327-350.