

디지털미디어/아트와 시각표상 및 재 표상의 관계성

- 작품 예를 중심으로 -

The Relationship between Digital Media/Art and the Visual Representation, Rerepresentation

- Focused on the Digital Media/Art works -



안호은 (Ahn, Ho Eun)

안양과학대학

논문요약

Abstract

I. 서론

II. 표상 (Representation)

1. 표상의 의미(Meaning of representation)
2. 심적 표상(Mental representation)
3. 시각 표상과 시각예술
(Visual representation & Visual Art)
4. 재 표상(Rerepresentation)

III. 디지털미디어/아트와 컴퓨터(계산) 모델

1. 디지털미디어/아트 개념
2. 디지털미디어/아트의 형식

IV. 지능형 미디어/아트(Intelligent Media Art)

V. 작품제작예시

VI. 결론

참고문헌

(Keyword)

Representation, Re-representation, digital media/art, computer model, intelligent model of art

논문요약

미술과 디자인영역에서 시각적 재현은 어떤 대상 혹은 개념의 심적 표상이 실체화로 표현되는 것을 말한다. 작가는 사실세계로부터 감각기관을 거쳐 입력된 정보를 종합하고 창작과정을 통해 재 표상한다. 사실에 가까운 묘사행위에서는 작가의 조형적인 의도가 개입되어 입력된 대상정보에 기인한 재 표상이 이루어지나 무형적인 관념의 재 표상은 - 추상화 - 마음속에서 시각표상이 발아되고 사실세계에 재 표상하게 된다. 표상은 인간의 인지과정에서 가장 중요한 요소 중 하나이다. 이러한 마음의 상태에 대해서 인지과학분야에서는 계산모형으로 구조화하고 있으며 컴퓨터구조에 비유하여 설명하고 있다. 디지털미디어/아트분야는 컴퓨터미디어를 적극적으로 사용하는 예술의 한 분야로서 그 형식에 인간의 인지구조와 닮은 컴퓨터의 구조적 계산 모형을 내재하고 있다고 가정하였다. 또한 이 부류의 작품표현양식은 사실에 대한 묘사보다 관념을 표출하려는 구상적 형태에서부터 비구상적인 외형까지의 스펙트럼을 가지고 있으며 계산 알고리즘의 결과로 완성되는 특징을 가지고 있다.

이 글에서는 인지 과학적 관점에서 1. 표상과 재 표상의 개념, 2. 디지털미디어/아트에서의 형식과 표상방법, 3. 인간의 표상구조와 디지털미디어/아트의 유사성 비교해 보고 지능형 디지털미디어/아트의 현재와 가능성을 제시하였다. 시각 표상의 예로서 작가 중에서는 몬드리안의 작품들을 기호학과 관련시켜 비교해 보았으며 개념적 계산모델인 오토마타(Automata)이론 등을 적용한 미디어는 표현형식에 변화를 주며 예술작품을 비롯한 표현 미디어에도 새로운 형태의 재 표상이 가능을 제안하였다.

Abstract

The representation is the realization of the mental representation from the subjects. There are two different dimensions which are the realistic expression from perception and the abstract results from subjectiveness of the objects. one of the most distinct character of the human cognitive system is the mental representation. The theory of cognitive science is that the human mind can be explained through the computational model. Digital Media/Art heavily uses

computer technologies for their creative processes and the results. A similar process has also been applied to external structure of digital media and human cognitive process. However, human cognitive process also occur during the experiencing the digital media. Representation might be the goal of both activities and the processes.

This paper describes the concept of representation and rerepresentation, second, filing representation formula and methods for digital media, Third, Compared with the similarities of the human representation structure and the digital media/Art form. Finally, couple of experimental works and the possibility of intelligent digital media future are included.

I. 서론

기술의 발달은 새로운 미디어의 출현을 가져왔다. 디자인과 미술 분야에서도 새로운 미디어의 사용은 표현양식의 변화와 관람자에게 이전에 경험할 수 없었던 체험적인 작품형태를 제시하고 있다. 뉴미디어의 개념은 그 시대에 따라 상대적인 개념으로 신기술의 등장과 수용은 항상 새로운 미디어로서 인식되어왔다. 그러나 컴퓨터의 출현은 과거의 새로운 미디어와 많은 차이가 있으며 인간의 여러 생활환경에 막대한 영향을 끼치고 있다. 컴퓨터의 사용은 수작업에 의존하던 미술과 디자인분야의 패러다임을 변화시켰으며 오늘날에는 표현의 수단으로서 필수적인 도구로 인식되고 있다. 보다 적극적으로 컴퓨터를 사용하는 디지털미디어와 아트분야에서는 그 형식면에서 컴퓨터를 이용하여 만들어진 미디어로서 인간과 상호작용이 가능하도록 작품들이 구성되고 있다. 과학과 예술의 상호관계는 도구와 개념과의 관계처럼 밀접한 관계가 있다. 전통적인 미술 및 디자인 분야에서는 작가가 주제를 개인의 관념을 통해 재해석해내고 대상 혹은 주제를 작품으로 재 표상해 낸다. 특히 디지털 미디어/아트 분야에서는 같은 주제를 표상하는 작가의 재 표상이 매우 다르게 시각적 결과물로 나타난다. 그러나 표상 혹은 재 표상의 과정에서 계산모델을 중시하며 컴퓨터를 사용함으로써 형식구조상 공통점을 가지는 특징이 있다.

컴퓨터가 인간의 인지모델과 유사한 구조라는 가정 속에 인간의 마음을 구조화 모델로 해석하는 인지과학적인 관점에서 보면 디지털미디어에도 같은 구조적 요소들을 자연스럽게 발견하게 된다. 먼저 인간 인지과정의 핵심요소중 하나인 표상에 대해 살펴보고자 한다. 표상은 내향적 개념으로서 예술에서 다양한 표현을 가능하도록 도와준다. 또한 시각표상은 외부세계의 내적 이미지 형성에 의해 발아되며¹⁾ 외부로부터의 자극을 내향화시켜 재 표상의 단서를 제공한다. 또한 작가의 기호해석 과정을 거친 후 심적 표상 내에서 일련의 과정을 통해 사용자의 관념 속에 재현된다고 본다. 어떻게 표상이 만들어지는가에 대한 논의는 크게 알란 뉴웰과 허버트 사이먼(Allen Newell & Herbert Simon 1976) 계산모형을 가설로 하는 상징주의(symbolism; 계산적 인지주의) 관점과 생물학적 지식기반위에 신경망(neural network)등을 통해 연구하는 연결주의(connectionism) 관점 그리고

1) Kim Sterelny *The Representational Theory of Mind* Blackwell publisher 1990

두 가지를 절충한 관점에서 연구되고 있다.²⁾ 동일한 대상이나 관념을 가지고 다양한 표상이 발생하는 현상은 인간이 가질 수 있는 자유로움일 수도 있으며 작가들의 창작활동에는 필수적인 요소이기도 하다. 이 글에서는 시각적 표상의 의미와 재 표상의 관계성을 시각예술분야에 제한적으로 적용하여 절충주의적인 관점에서 고찰하고자 한다. 특히 인간이 통제 가능한 실시간 상호작용 미디어(Realtime Interactive Media)분야에서 계산적 인지모델의 사용과 관련된 표상과 재 표상의 구조와 컴퓨터의 구조 및 사용과 관련지어 살펴보고자 한다. 첫째, 표상과 재 표상에 대한 관계성과 구조적인 모델 둘째, 디지털미디어/아트의 형식 그리고 마지막으로 디지털미디어/아트에서 표현 매체로 사용되는 컴퓨터의 모델이 인간의 계산적 인지모델과 유사하다는 점이다. 따라서 디지털미디어/아트는 인간의 마음을 계산모형을 통해 이해하려는 인지과학적인 속성이 내재되어 있다고 가설한다.

이 글에서는 표상에 대한 방대한 이론과 구조 및 주장들에 대한 세부적인 논의를 피하고 예술가의 작품제작과 관련된 사실세계로부터의 지각 그리고 인지과정을 통해 인간의 마음에 받아들이는 것을 표상으로 제한 및 가정하고 논제를 기술한다. 또한 재 표상은 표상으로부터 다시 사실세계에 재구성하는 것을 뜻하며 구조적으로 계산모형을 가지고 있다는 가설을 가지며 디지털미디어/아트에서의 작품구조 및 형식과의 유사점을 약술하고자 한다. 인공생명(Artificial Life)³⁾의 이론 중 오토마타(automata)⁴⁾등을 사용한 작품들과 디지털미디어/아트분야가 인간의 인지모델과 유사한 점 그리고 인공지능 등의 이론이 예술작품과 결합하여 보다 지능적인 매체의 가능성을 살펴보고자 한다. 따라서 디지털미디어/아트분야에서 제작된 작품의 사례와 작품제작을 통해 디지털미디어/아트의 계산 혹은 개념적인 모델형식을 실험하도록 한다. 표상과 재 표상이 컴퓨터모델로서 구현 가능성과 이를 통한 보다 인간화된 미디어 작품제작을 시도해보고자한다

사전연구배경에는 표상을 선택적 맵핑(Daniel G. Bobrow 1975)⁵⁾으로 보는 연구와 시각표상이 문제해결

을 위해 중요하다는 점 (Schrager, 1990; Farah,1988; Casakin & Goldschmidt 1999; Monaghan & Clement, 1999). 자극에서의 시각 상기작용 (Gick & Holyoak, 1980; Beveridge & Parkins, 1987), 시각적 사고를 위한 과학적 사례 및 자료들도 존재한다.(Miller, 1984; Gooding, 1994; Shepard, 1988; Thagard & Hardy, 1992). 그러나 시각적 단서를 어떻게 문제해결에 적용하는지에 대한 세부적인 단서의 발견은 아직까지 미약한 단계이다. 시각표상에 대한 연구로는 일반적으로 사실적(realistic), 자연주의적(naturalistic) 접근과 상징적(symbolic), 비유적인(allegorical) 접근이 있으며⁶⁾ 이 글에서는 상징적 접근방식에 가깝게 기술하고자 한다.

가설 : 사용되는 용어 및 가설을 아래와 같이 제한한다.

- 사실세계로부터 인간의 마음에 인지되는 일련의 과정과 결과를 표상이라 한다.
- 표상을 시각화 시키고 실체화 시켜 사실세계에 재현하는 것을 재 표상이라 한다.
- 표상의 인지구조는 컴퓨터의 계산모형과 유사하며 디지털미디어/아트의 형식과 구조, 내용의 설계는 컴퓨터의 계산 모형을 닮고 있다. 인간의 인지모델과 디지털미디어 형식은 유사하며 사실세계 표상이 가능한 지능적인 디지털미디어/아트의 설계가 가능하며 인간은 시스템의 일부로서 재 표상을 할 수 있다.

II. 표상

우리는 모두 그리고 항상 표상을 사용하고 있다.⁷⁾ 표상은 외향적인 어떤 실체를 만들기 위한 하나의 형식시스템(formal system) -시스템의 작용의 세부사항을 포함한 - 혹은 정보의 유형들이다. 로버트 하니쉬(Robert M Harnish)는 1. 표상들의 문제와(복수) 2. 표상의 문제(단수)로 구분하여 설명하고 있다.⁸⁾

2) Anthony Ralston, Edwin D. Reilly, & David Hemmendinger Eds., *Encyclopedia of Computer Science, 4th edition* New York Grove's Dictionaries 2000 William J Rapaport *Cognitive science* p229-231

3) 인공생명(Artificial Life)

4) 오토마타(automata) 근원적 의미는 스스로 움직이는 힘. 전문적 의미는 스스로 움직이는 힘을 가진 기계.

Robert A. Wilson and Frank C. Keil *The MIT Encyclopedia of the cognitive science* Mit press 1999 p60, p110,

5) Bobrow, D. G. *Dimensions of representation*. In Bobrow, D. G.

and Collins, A., editors, *Representation and Understanding*, chapter 1, Academic Press, New York.1975 p1-34.

6) Olav W. Bertelsen, Soren Pold *Criticism as an approach to interface aesthetics Proceedings of the third Nordic conference on Human-computer interaction Nordi CHI '04* ACM Press p8

7) David Marr *Vision* freeman 1982 p20

8) Robert M Harnish *Minds, Brains, Computers* Blackwell publisher 2002 p.153

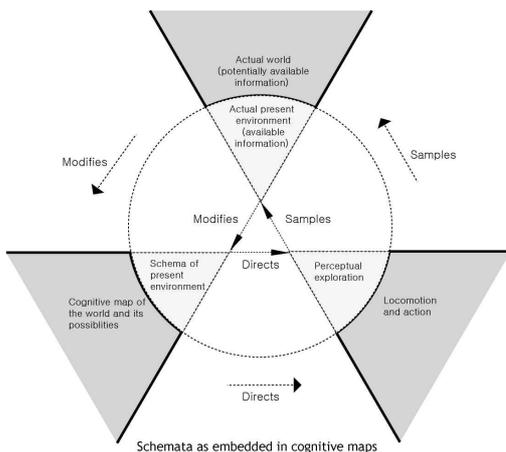
Question	Answer	
the problem of representations	reveal the structure	reveal the important features of the major schemes of computer representation
the problem of representation	under what conditions something is a representation, that is represents something	what determines exactly what it represent

<표 1> 표상의 유형. 문제제기와 대답들.

복수형의 표상은 상징을 매개체로 형식을 분석해내는 계산모델을 취하고 단수형의 경우 표상의 내용에 대한 접근이다. 외부자극을 내적 모델화 시키는데 이 두 가지 개념이 포괄되어 있으며 작가의 표상 역시 동일선상에서 이루어진다고 볼 수 있겠다.

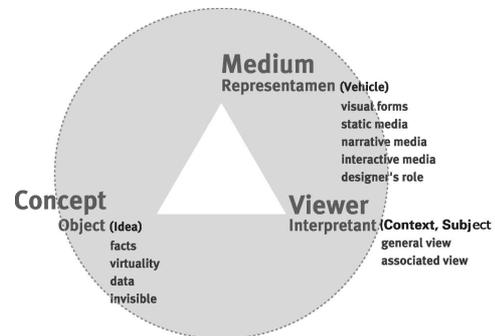
1. 표상의 의미

일반적으로 표상은 내용과 형식의 구성으로 본다. 내용은 무엇이 표상될 것 인가에 대한 것이며 형식은 표상 자체이다. 형식은 다시 둘로 구분해 볼 수 있는데 물리적인 것과 정보적인 것이다. 종이에 적힌 숫자는 지각되는 물리적인 환경을 가지고 있으며 숫자는 주변 환경이나 상황을 포함한 각기 고유의 인지적 정보를 가지고 있다. 그러나 해석상의 문제가 개입되어 어떤 종이인가, 어느 나라에서인가, 누가 보는가에 따라 표상은 매우 달라질 수 있다. 이것은 표상의 주체에 따라 상대적 개념이 부여된다는 의미이다.



<표 2> 인지지도에 내재된 심적 구조 (Schemata)⁹⁾

[표2]는 표상이 단지 지각에서 발화되는 일련의 정보 찾기(information-seeking) 행위가 아니라 그런 단위 행위가 내재되어 있는 보다 큰 차원의 시스템이다.¹⁰⁾ 인지심리학자들은 인간의 심적 활동이 특별한 것에서 일반적인 것으로, 입력된 패턴의 세부적인 것으로부터 그룹화하거나 추상적으로 진행된다고 추측하고 있다. 여기에는 선행정보로부터 계승적인 상태 혹은 진행의 단계가 있다고 보는데 또 다른 차원에서는 [표 2]의 인지 맵이 이미 인간에게 내재되어 있는 속성으로 인정하는 것이다. 즉 각각의 단계는 분리해서 보기 어렵고 서로 상호작용에 의해 의식이 일어난다.¹¹⁾ 이 논리는 한편 퍼스 기호학에서 기호 인식의 삼각형 구조이론과 구조 및 내용면에서 유사하며 내재된(embedded) 인식구조에 대한 관점역시 논리학에 기초한 퍼스의 기호이론과 같다.



<표 3> 퍼스의 3원론. 기호인식의 상관관계¹²⁾

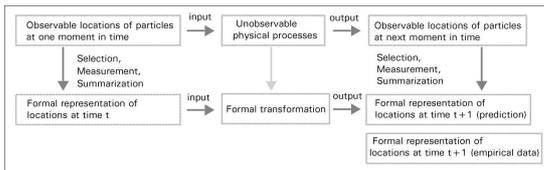
2. 심적 표상(Mental Representation)

인간의 심적 표상은 생물학적으로 뇌의 신경망구조와 신경의 전기적, 화학적 상태를 기반으로 발생된다. 이를 통해 생성되는 정보적인 것을 심적 표상이라 할 수 있다.¹³⁾ 상상하는 것(imagination)역시 인지 맵(cognitive map)에 의해 심적 표상의 시각화(시각표상)라 볼 수 있는데 정보적인 요소들의 조합으로 이미지를 만들어 내는 것으로 추정된다.

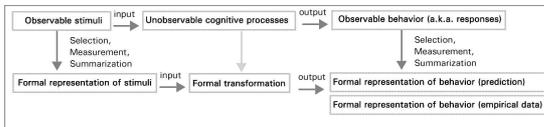
아래의 [표4]와 [표5]는 각각 물리적 세계와 인지적 세계를 비교모델화 한 것이다. 물리적인 세계에서는 인간이 보지 못한 속성들이 변화의 원인을 제공한다. 과학의 모델 속에는 보이지 않는 많은 속성들로-ex) 전기적인 힘이나 극성(magnetic forces) 원자력 등. 화학에서는

9) Papineau, David *Reality and representation* B. Blackwell, 1987 p112
 10) Ulric Nelsner *Cognition and reality* Freeman 1976 p111
 11) 같은 책 p113
 12) Hoen Ahn *Visual mapping in dynamic space* risd 2004 p28
 13) Robert A. Wilson *The encyclopedia of the cognitive sciences* Mit press p527

전자궤도가 존재하며 생물학에도 질병을 옮기는 세균과 유전인자를 가진 유전자등 구성되어 있다. 이러한 속성들을 형식화 하는 작업이 물리적 세계에 대한 표상의 구체화 및 실체화이다.¹⁴⁾



<표 4> 물리적 세계의 일반적인 모델



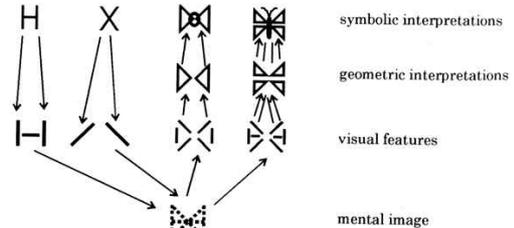
<표 5> 인지적 세계의 일반적인 모델

위의 두 가지 모델은 본질적으로 같지만 인지모델의 경우 물리적인 속성으로 인한 자극과 행동, 반응이 형식화될 수 있다. 이러한 과정이 형식화한 것을 표상들(representations)이라 하고 단위 표상(representation)들도 외향적으로 내용과 형식을 가진다. 물리학자와 인지과학자간의 표상에 대한 관점 차이는 각각 물리적인 세계에서 표상이 일어난다는 주장과 표상은 마음에서 일어난다는 시각으로 대별된다. 표상의 실체에 대한 결론은 철학적인 문제와 함께 아직까지 해결하지 못한 문제로 논의되고 있다. 중력의 법칙 그리고 상대성이론처럼 사실세계로부터 관찰된 물리학적 실체의 표상은 보다 구체적으로 보이지 않는 세계를 표상 가능하도록 도와주고 있다.

3. 시각 표상과 시각예술

이 글에서 시각 표상이란 시각정보와 심적 표상의 일련의 과정을 통해 내적 시각화하는 것 즉, 시각을 통해 감지되는 사실세계의 모든 요소들을 사진, 그림, 지도 동영상등 물리적인 형상으로 재현하기 전 인간의 마음속에서 형성되어진 현상을 말한다. 호그랜드(Haugland 1991)는 하나의 이미지는 논리적 표상으로 번역되거나 옮겨지지 못하며 단지 논리적 미디어에 기록되어질 수 있다고 한다. 휴 클라핀(Hugh Clapin 1999)은 이에 대한 반론으로 대상으로부터의 시각표상은 논리적 표상(Logical representation)과 도상적 표상(Iconic

representation)으로 구분되어 일어난다고 한다.¹⁵⁾ 이 주장은 재해석(reinterpretation)의 단계에서 내적이미지가 추상적인 공간에 개념과 시각정보적인 것으로 나누어 발생하는 것 (Rita Kovordanyi 1999)¹⁶⁾과 유사하다 여기서 시각적인 재해석은 곧 표상을 의미한다.



<그림 1> 내적이미지의 해석

자극으로부터 시각적인 표상이 일어나는 과정상에는 자극정보에 대한 해석이 선행과정으로 일어난다. 이때의 해석은 주관적이며 이에 따르는 시각적 표상역시 주관적이다. 결과적으로 미술가가 작품을 제작하는 재 표상 과정에서는 더욱 주관적인 색채를 갖게 된다. 앞에서 언급한 퍼스(Pierce C. S.)기호학¹⁷⁾에서는 시각 표상에 외부자극(Object), 해석행위(Interpretant) 그리고 표상(Representamen)으로 설명한다. 이들 간의 관계는 각기 두개의 요소 간에 영속적인 상호작용을 발생시키는 세미오시스(semiosis)라는 개념이 있으며 대상과 해석, 해석과 표상 그리고 표상과 대상은 서로 상호작용을 하는 영속적인 과정으로 설명하고 있다. [그림 2]¹⁸⁾는 여러 근대미술가들의 작품특성을 유리잔 그림의 예로서 설명하고 있다. 같은 대상을 재현하는데 이들의 시각표상이 다른 것과 이에 따른 재 표상과정이 이루어진 것을 볼 수 있다. 구체적인 사물에 대한 표상은 작가들마다 다르지만 유리잔이라는 요소를 포함하고 있다. 그러나 추상적인 개념의 재 표상은 사용되는 시각적 요소들도 달리 사용되어진다.

이것은 작가가 보고 있는 것과 경험들 간의 상호작용이 일어나며 작가의 경험으로부터 생성된 심적 표상과 연결되어 시각적인 표상의 의도는 재 표상의 결과물로 나타난다. 의식의 세계에 존재할 수 있는 주관적이며 질적인 경험(subjective qualitative experience; qualia)이 이러한 현상에 관여한다고 판단된다. 또한 기호학적 해석

15) Visual representations and interpretations p317

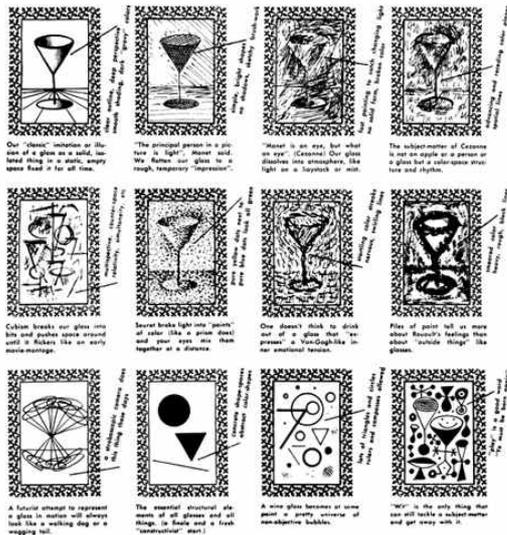
16) 같은 책 p264

17) Noth, Winfried, *Handbook of Semiotics* Indiana Univ. Press. 1995 p44-47

18) Edward R. Tufte *Visual explanations* Graphics Press p117

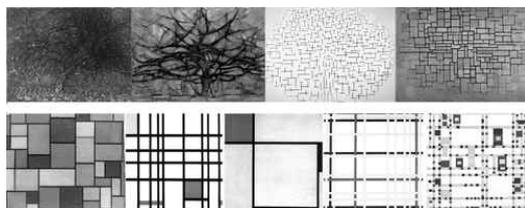
14) John K. Kruschke
http://www.indiana.edu/~jkteach/Q550/gravmodel.html

은 해석과정의 많은 경우의 수가 발생하고 이로 인한 결과가 다시 연속선상의 과정으로 이어지는 관계로 표상에 대한 연결주의적인 성향이 더욱 강하다.



<그림 2> 유리잔을 대상체로 예상되는 여러 작가들의 다양한 표현 기법¹⁹⁾

인지지도는 이러한 상관관계를 설명해 준다. 일부 동양화는 상상으로만 사실을 재현하는 경우가 있는데 기억으로부터 시각표상화 과정을 거치고 실체화되는 것이다. 따라서 이원론적인 재해석 또는 표상의 구조 역시 서로 특정한 알고리즘을 이용한 상호작용을 통해 영향을 주고받을 것으로 생각된다.

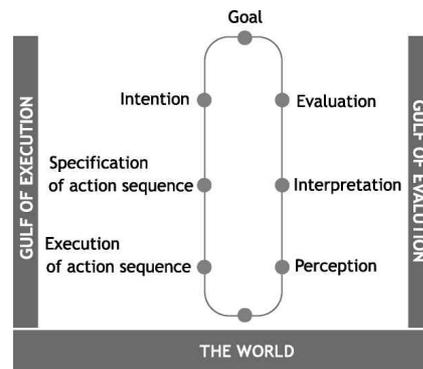


<그림 3> 몬드리안의 연대별 주요 작품 (1914~1945)²⁰⁾

<그림3>은 몬드리안의 작품이 약30년 동안 연대별로 어떻게 변화하였는지를 보여준다. 몬드리안의 시각표상은 대상의 구체화, 즉 나무의 사실적 표현에서부터 출발하지만 시간이 갈수록 보다 더 추상화된 그림으로 표현

되고 있다. 일차적으로는 대상을 지각하여 시각인지과정을 거치고 이에 따른 심적 표상으로부터 시각표상을 일으켜 그것을 그림으로 재 표상하고 있는 것으로 볼 수 있다. 그러나 추상적인 작업의 경우 발아가 외부적인 지각자극에서 시작되는 것 보다는 심적 표상 내부에 있는 메커니즘에 기인하여 재해석과 재 표상이 이루어지고 할 수 있다. 이 경우 외부적인 자극이 직접적인 대상체로부터 온 것이 아니라 경험이나 무형적인 외부자극으로 인하여 내적표상이 영향을 받았다.

인간의 심적 표상이 외부적인 자극으로부터 시작될 수도 있으나 한편으로는 내부에서 발생하여 표상화 단계를 거친 후에는 “매우 자유로운 상태”가 되며 또 다른 외부자극 요소 혹은 의도 또는 주제에 의해 재 표상이 가능해진다. 이 재 표상된 결과는 초기 작가가 지각하고 표상했던 대상으로부터 달라질 수 있으며 때로는 전혀 다른 주제에 대해 재 표상을 하게 된다. 연대기별 몬드리안의 작품은 크게 실체(나무)-추상(기호)-추상/구상(맨해튼)으로 재현되었다. 작품을 바라보는 관람자는 추상적인 이미지에서 자유로운 자신의 생각을 맵핑 과정을 통해서 표상하게 된다. 위의 그림 중 마지막 작품은 미국 맨해튼으로 거처를 옮긴 후 그린 마지막 작업 중 하나이다.²¹⁾ 몬드리안은 맨해튼의 바둑판같은 도시구조를 상징화 하여 그의 작업에 재 표상하였다. 몬드리안의 작품에서 “매우 자유로운 상태”의 추상적인 작품들은 표상의 내용과 형식이 모두 기호화/추상화(symbol/abstract)되어있는 내적 표상이 재 표상 되는 것으로 추정된다. 구체주의와 연관이 있으나 이 글에서는 생략한다.



<표 7> 도널드 노만(Donald Norman)의 행동의 7단계 ²²⁾

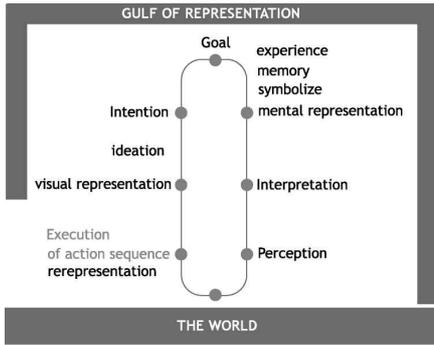
19) Ad Reinhardt, "How to look at things through a wine glass" PM, July 7, 1946. Edward Tufte Visual Explanations Graphic press p118

20) Yve-Alain Bois, Piet Mondrian Bulfinch 1994 p104-294

21) Broadway Boogie Woogie (1942-43)

22) Rudolf Arnheim 의 시지각 이론을 기초로 작성된 심리 모형. Norman, D.A. 1988 "The Design of Everyday Things." MIT Press p

노만은 인간의 문제해결방식을 실행과 검증의 과정으로 보고 표7과 같은 모델을 제시하였다. 컴퓨터와 인간의 상호작용(HCI)에 적용시킨 모델로서 목표(표상) 지향적 구조를 가지고 있다. 인지모형이 순차적인 과정을 가진다는 전제하에 평가과정과 실행과정으로 나누고 있다.

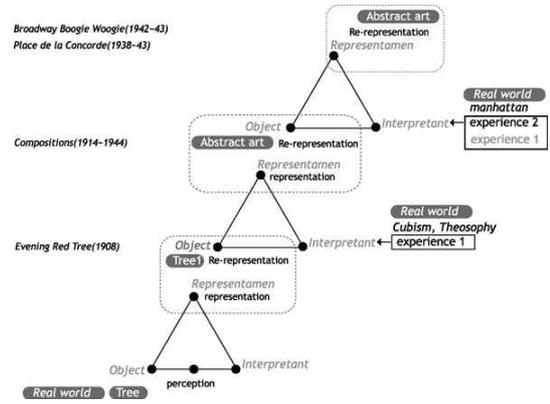


<표 8> 표상과정

<표 8>은 도널드 노만(Donald Norman)의 맵을 표상과 관련해서 변형시킨 것이다. 사실세계에 재 표상하기 전 단계까지 표상의 과정으로 정하고 복잡한 표상의 과정들을 나열하였다. 여기서도 행동의 과정이 순차적으로 진행될 수 있지만 표상영역에서는 인지지도(cognitive map)에서 설명하는 것처럼 요소 간에 상호작용이 발생하면서 형성된다고 본다.

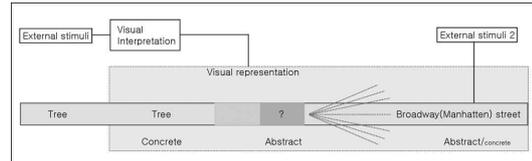
4. 재 표상 (Re representation)

재 표상은 대상으로부터 해석과정을 거쳐 이미 표상된 것의 선택적 표상과정이라고 제한한다. 재 표상의 과정은 표상단계에서 인지과정을 거쳐 받아되고 시각표상화를 통해 사실세계에 재 맵핑된다. 여기서의 인지과정에는 작가의 경험과 주변 상황이 입력되어 각각 다른 형태로 출력되는 것은 유리잔의 예에서도 볼 수 있다. 그러나 추상적인 개념의 맵핑에는 창발적인(emergence) 요소의 개입이 없이 받아되기 어렵다고 판단된다. 모여진 인지정보들이 다시 어떠한 이미지로 만들어지기 위해서는 데이터 이외의 어떤 요소가 개입된다고 본다.



<표 9> 몬드리안작품의 연대별 시각표상; 기호적인 구조(호린 글색)와 인지적 구조(어두운 글색)

<표 9>는 몬드리안의 연대별작품들을 기호학적 모형으로 제시한 예이다. 기호작용(semiosis)이 지속적으로 일어나면서 새로운 표상을 발생시킨다. 그림의 구조가 크게 바뀌는 시점에는 여러 자극요소가 있었음을 알 수 있다. 이 시기에 심적 표상의 재구조화가 이루어 졌고 이에 따른 재 표상의 결과가 나타난 것이다. [표 10]은 몬드리안 작업의 과정모형이다. 자극(입력)과 프로세싱(계산) 그리고 표상의 결과로 작품이 재 표상(출력)된다.



<표 10> 몬드리안 작품들의 시기별 특징 구조화

몬드리안의 초기작품은 시각자극에 대한 사실적인 재 표상에서 출발하여 다른 외부자극에 의해 또 다시 재 표상과정을 거치면서 매우 추상적인 작품을 제작하게 된다. 이 추상적인 형태는 다양한 사실세계의 자극과 결합하여 재 표

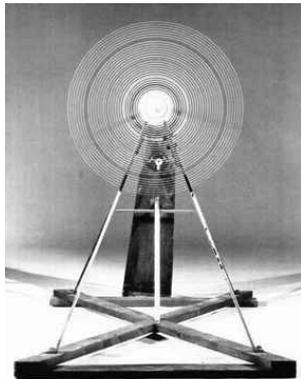
상이 되고 있다. 심적 표상의 중심에는 이러한 추상성²³⁾이 있으며 구상성(사실세계)과 결합하여 작품이 탄생된다. 그의 마지막 작품인 브로드웨이 부기 우기 (Broadway Boogie Woogie)는 맨해튼의 거리를 작품에 재 표상한 것으로 관람자에게 구체적인 단서와 함께 보다 많은 해석상의 자유도를 부여하고 있다. 의미적인 해석과 재 표상 측면에서는 기호작용의 설명이나 인지

23) 여기에서 추상성은 심볼화된 기호(symbolic signs)들의 입력정보들로 추정.

맵의 내재된 속성에 의해 표상이 일어난다고 볼 수 있고 계산적인 측면에서의 상징모형은 인식된 기호의 추상화와 경험 등이 내면에서 진행된 알고리즘의 결과로 추측 된다.

III. 디지털미디어/아트와 컴퓨터 모델

1. 디지털미디어/아트 개념



<그림 4>마르셀 듀샹(Marcel Duchamp) *Rotary Glass Plates (Precision Optics)*. 1920

디지털미디어/아트는 19세기의 다다(DADA), 플럭서스(Fluxus), 개념아트 등의 미술운동과 밀접한 관계가 있다.²⁴⁾ 이 미술운동은 개념을 중시하고 이벤트 적이며 관람자의 참여가 특징이다. 통제(control)와 우연(randomness)을 시도하면서 점차 법칙(rule)의 중요성을 인식하여 알고리즘을 이용한 형식주의적인 모습을 가지게 된다. 이러한 작품 구성의 요소들은 컴퓨터의 발전과 함께 자연스럽게 새로운 미디어로 위치하게 되었다. 1968년 런던에서 있었던 “기대치 못했던 인공두뇌”(Cybernetic serendipity) 전시는 현대 디지털미디어/아트의 효시 역할을 했다. 이때 로봇을 이용한 작품이나 실시간 시스템 등이 등장하며 미디어와 예술의 새로운 가능성을 보여주었다.²⁵⁾

이 글에서 말하는 디지털미디어/아트는 뉴미디어²⁶⁾와 미술의 한 분야로서 적극적인 컴퓨터의 사용을 기반으로 하는 매체를 말한다. 디지털 미디어는 전통적인 방식과

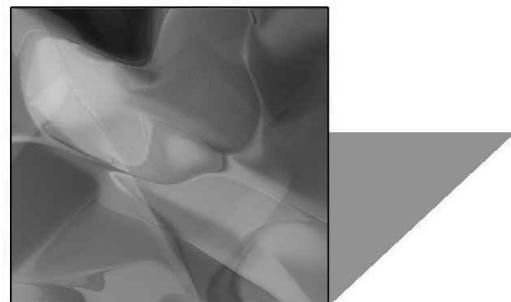
같은 가능성을 가지고 있지만 기능적인 면에서는 과거의 새로운 미디어개념과 질적으로 다르다.²⁷⁾ 즉 디지털 미디어는 다음과 같은 특성을 가진다. ²⁸⁾

- 재생산성 (reproducibility)
- 발신성 (transferability)
- 일반화, 충만 (persuasiveness)
- 조작성 (manipulability)

위에 언급된 내용은 컴퓨터에 입력되어지는 디지털신호를 기반으로 하는 미디어에 국한된다. 컴퓨터기술을 물리적인 오브제등과 연동시킨 설치관련 작업들은 위의 특성들과 일반적인 예술작품의 특성을 모두 띄게 된다. 특히 컴퓨터를 하나의 미디어로 사용할 경우 나타나는 특징들에는 아래의 내용들을 더 할 수 있다. 아래의 내용들은 인공생명(artificial life)에서 나타나는 특징이기도 하기 때문에 5장에서 언급할 지능형 미디어의 구성요소이다.

- 상호작용성 (interactivity)
- 자아 표상성 (self representation)
- 자아 조직성 (self organization)

디지털미디어는 도구 혹은 미디어로서 컴퓨터를 적극적으로 사용하는 하나의 미술표현방식이다. 뉴미디어가 시간을 두고 상대적인 개념이라면 디지털미디어는 미디어의 사용에 대한 절대적인 개념이라 할 수 있다. 따라서 컴퓨터의 등장 시점과 그 역사를 함께하고 있다고 볼 수 있다. 여러 가지 컴퓨터관련 기술과 이론들이 표현에 사용되고 있는데 컴퓨터로부터 파생된 형식인 웹 아트(web art), 넷 아트(net art), 그리고 신경망(neural networks) 이론을 사용한 그림 등 많은 예가 존재한다.²⁹⁾



<그림 5> 신경망이론을 이용한 그림(표상의 형식).

24) Christiane Paul *Digital Art* Thames & Hudson 2004 p11

25) Christiane Paul 같은 책 p13-18

26) 뉴미디어는 상대적인 개념으로 각 시대별로 항상 존재해왔다. 예를 들면 라디오가 첨단기술로 등장한 시기에는 라디오 자체가 뉴미디어로 인식되었다. 세상을 재생산 혹은 재창조하는 방법들(Slavko Milekic 1999)

27) Slavko Milekic, Bearman, D., Trant, J. (eds.) *Cultural Heritage Informatics 1999: Selected Papers from ICHIM99, Archives & Museum Informatics*

28) 같은 글 Slavko Milekic, p3

29) <http://www.psych.mcgill.ca/labs/Insc/html/art.html> outputs a two-dimensional display of random output values of neural networks. Cascade-correlation algorithm 사용

수학적 미술 장르, 추상적인 이미지를 가진다.

컴퓨터를 사용하는 디지털미디어/아트에서는 외부적인 자극을 컴퓨터를 통해 또 다른 형태로 재현해낸다. 이는 인간의 표상과 재 표상하는 과정과 흡사하며 인간의 마음을 계산모델로 보는 인지과학의 그것과도 유사하다. 한편 전통적인 미술양식에 있어서도 몬드리안의 예치럼 외부적인 자극에 대해 내적표상과정을 거쳐 재 표상의 결과를 나타낸다. [그림 3]은 신경망 계산모델을 이용한 시각적 결과물이다. 추상적인 이미지 결과물은 몬드리안의 추상적인 작품과 개념적인 면에서 유사하다. 추상성은 다양한 주제와 연결하여 시각적으로 표현될 수 있다. 몬드리안 작품을 분석하여 그의 표상 모델을 계산모델로 만들 수 있다면 같은 작품이 지금도 생산될 수 있다는 논리가 성립된다. 그러나 수많은 경우의 수 중 하나인 몬드리안의 작품들을 통해 그의 표상전체를 증명하는 것은 어떤 원리가 발견되지 않고는 실현이 어렵다. 몬드리안의 후기 작품들은 그의 추상화된 내적 표상을 최대한 그자체로 외부세계에 재현한 것으로 생각된다.

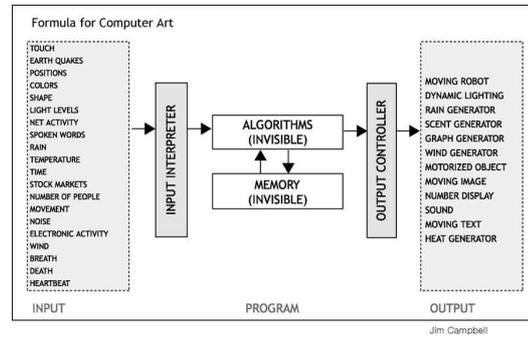


<그림 6> 백남준 부처(표상의 내용)

백남준의 작품은 부처가 자신을 비추는 TV라는 하나의 시스템에서 바라보고 있다. 백남준의 작품 중 특징적인 것이 이러한 관계성 시스템의 사용인데 입력과 출력이 되는 하나의 닫힌 시스템으로 작품을 완성한다. 그러나 관람자는 이 시스템을 보면서 또 다른 시스템(관람자)과의 결합이 되는데 보다 복잡한 시스템으로의 확산인 것이다.

2. 디지털미디어/아트의 형식

[표 12]는 미디어 아티스트 짐 캠벨(Jim Campbell)이 정리해 놓은 컴퓨터 아트 형식이다. 사실세계로부터 입력된 정보는 입력 장치에 의해 컴퓨터로 전달되고 다시 출력장치에 의해 사실세계의 기계장치로 전달되어 표현되어진다. 극단적으로 보면 인간인 작가에 의해 재 표상되었던 작품이 디지털미디어/아트에서는 컴퓨터(계산모델)가 대신하고 있는 셈이다.

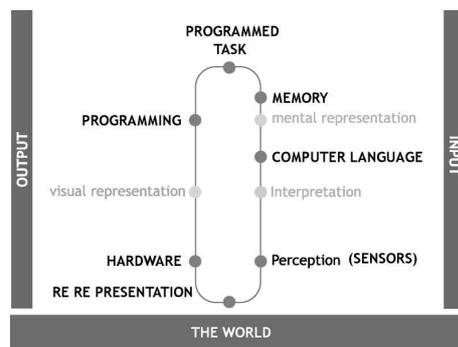


<표 11> 컴퓨터아트의 형식³⁰⁾

2000년 이후 작품들은 더욱 스스로 재 표상하는 형태를 가지는데 기본적으로 제한된 물리적 기반은 가지고 있지만 표현 및 표상은 입력환경에 따라 반응하는 실시간 상호작용(realtime interactivity)을 가지는 경향이 있다. 디지털미디어/아트의 형식은 인간의 표상모델과 같이 복잡하지는 않지만 컴퓨터 모형을 사용하고 있으므로 유사한 형식을 보여준다.

3. 디지털미디어/아트와 컴퓨터 모델

[표12]노만의 모형을 디지털미디어/아트의 자아표상적인 컴퓨터 구조화로 볼 때 나타날 수 있는 형식이다. 구조적으로는 크게 입력(지각), 표상(내적 모델화), 재 표상(재현)의 과정을 인간의 표상과 비교될 수 있도록 구성하였다. 다소 비약적인 면이 있으나 입력과 출력단계가 각각 표상과 재 표상으로 연결될 수 있으며 프로그램의 알고리즘 성격에 따라 보다 지능적인 개체로 나타날 수 있을 것이다.



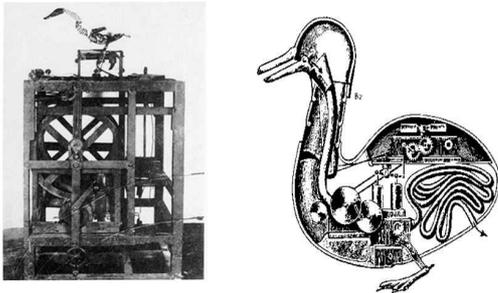
<표 12> 디지털미디어/아트의 표상 및 재 표상 과정

30) <http://www.jimcampbell.tv/>

IV. 지능형 미디어아트

알타미라 동굴의 벽화에서부터 오늘날의 미술작품의 진화를 보면 작품 중 한 방향은 항상 기술과 결합되어 표현되고 있다. 오늘날의 뉴미디어 작품들은 보다 지능형이 되어가고 있으며 인공지능기술과 결합한 형태로 표현되고 있다.

인공생명(Artificial life; A-life)³¹⁾의 개념은 생물의 계산적인 형태로서 정보적인 개념을 가지고 계산적인 모델로 생명에 대해 연구하는 분야이다. 현대적인 의미에서의 계산모델을 포함하는 인공생명은 크리스토프 랑톤(Christopher Langton 1986)에 의해 이름이 명명되었으나 역사적으로는 알란 튜링(Alan Turing)과 폰 노이만(Von Neumann)의 셀룰러 오토마타(Cellular Automaton)에서 기본적인 원리가 제공되었다.³²⁾ 스스로 복제가 가능한 수학적인 모형을 제시하여 기계가 생명을 가질 수 있는 가능성을 보여주었으며 현대적 의미에서 게임이론의 원리를 제공하였다.³³⁾ 폰 노이만은 또 생명을 기계로 보고 자율성을 통일적으로 기술하는 계산모델을 셀룰러오토마타 이론으로 증명하고자 하였다.



<그림 7> 자크 드 바캉송 (Jacques de Vaucanson)의 오리 ³⁴⁾

인공생명에 대한 인간의 도전의 역사는 이보다 더 일찍 시작되었다. 프랑스의 기술자 자크 드 바캉송(Jacques de Vaucanson)은 생물을 기계로 보고 오리를 기계화 모델로 발명하였는데 최초의 자동화 기계(Automaton)로 설명되고 있다.³⁵⁾ 물론 움직임에 대한 기계적인 시도가

31) 정보적인 개념과 컴퓨터모델링으로 생명에 대해 연구하는 분야. 생명의 추상적인 특성, 생명의 현상에 대해 생화학적 신진대사의 근원으로부터 행위적 전략의 공진화(coevolution)를 설명하고자 하는 분야. 수학적 생물의 형태를 가지고 있다. 인공지능, 계산심리학, 수학, 물리학, 생화학, 면역학, 경제학, 철학, 인류학 등에서 주제로 다루어지고 있다. Robert A. Wilson and Frank C. Keil 같은 책 p37

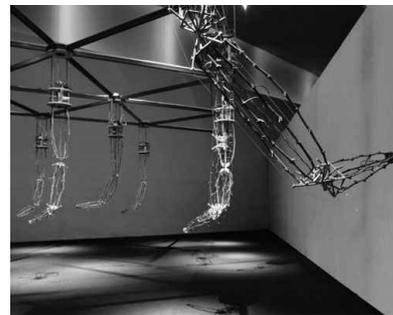
32) Robert A. Wilson and Frank C. Keil 같은 책 p38-39

33) 이원근 *디지털 영상과 가상공간* 연세대학교출판부 2004 p157

34) http://fr.wikipedia.org/wiki/Jacques_de_Vaucanson

자크 드 바캉송(1709-1782) 프랑스 기술자 및 발명가. 최초의 로봇을 발명. 최초의 자동화된 게임발명(loon; 직조기계를 이용한 게임)

지만 생명체를 하나의 기계로 보는 관점은 본 노이만(Von Neumann)의 그것과 크게 다르지 않다고 본다. 예술가들은 이러한 기술에 많은 흥미를 가져왔다. 인공 생명과 관련된 기술은 스크린에서의 단순한 메뉴선택에 따른 상호작용을 넘어서 정교한 상호작용이 가능한 작품제작을 가능하게 한다.³⁶⁾ 예술에 있어서 기술이 인간을 대체하는 모델은 인공지능에 의한 예술창작에서 정점을 이루게 된다고 할 있는데 미술 분야에서는 아론(Aaron)과 뮤테이터(Mutator) 음악 분야에 있어서는 엠미(Emi, Experiments in Musical Intelligence)라는 창조능력을 가진 인공지능물이 70년대와 80년대에 걸쳐 활동했다.



<그림 8> 켄 리날도(Ken Rinaldo)의 A-life 조형물 the Flock

2000년대 들어서면서 인공지능 혹은 인공생명과 창발적인 속성을 지닌 작품들이 나타나기 시작한다. 켄 리날도는 Autopoiesis라는 로봇개념의 인공생명원리를 이용한 작품을 제작했다. 중앙통제장치가 없이 관람자의 소리를 이용하여 각기 반응하는 로봇팔의 외형을 가지고 있다. 복잡성과, 혼돈, 무작위성 등 생명에서 나타나는 특성을 내재한다.³⁷⁾ 그러나 이러한 무작위성이나 복잡성에도 입력과 출력 등 기본적인 구조의 시스템이 존재하며 이에 따른 움직임 등 생명체와 유사한 행위가 발생하고 있다. 이 밖에도 대표적인 예술가로는 조엘 슬레이톤(Joel Slayton) 사이먼 페니(Simon penny), 루이스 백(Louis Bac), 요브 클라인(Yves Klein)등이 활동하고 있다. 또한 최근에는 예술과 인공생명과의 결합에 대한 창작활동이 단계를 결성하여 이루어지고 있으며 과학자와 예술가가 교류하는 장이 되고 있다.³⁸⁾

35) Robert A. Wilson and Frank C. Keil 같은 책 p60

인공오리는 오리처럼 움직이고 옥수수 등을 먹고 소화와 배설까지 했으며 오리울음을 낼 수도 있다.

36) Stephen Wilson *Information Arts* MIT press 2002 p341-347

37) Stephen Wilson 같은 책 2002 p341

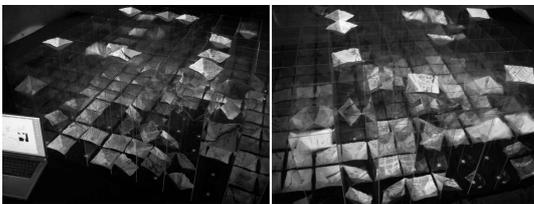
19세기	>>>	21세기
eye cinema		neurocinema
medicine; Roget		cognitive science; Edelman
physiology; Marey		neurophysiology; Kandel
physics; Faraday		nanotechnology; Feynman
optics; Stampfer		quantum physics; Bell
mathematics; Mach		quantum computing; Deutsch
macro	engineers;	molecular engineering; Drexler
Lumiere		

<표 13> 19세기에서 21세기로 학문의 발전 방향 39)

위의 표13 에서 피터 웨ibel(Peter Weibel 2004)은 학문이 어떻게 변할 것인가에 대해 비교 제시하고 있다. 일부 연결에 대해 동의하지 않지만 미디어와 과학기술이 서로 연결되어있음을 알 수 있다. 미래의 미디어 및 예술은 과학적인 지식 기반위에서 보다 역동적으로 진행될 것이다.

V. 작품제작에서

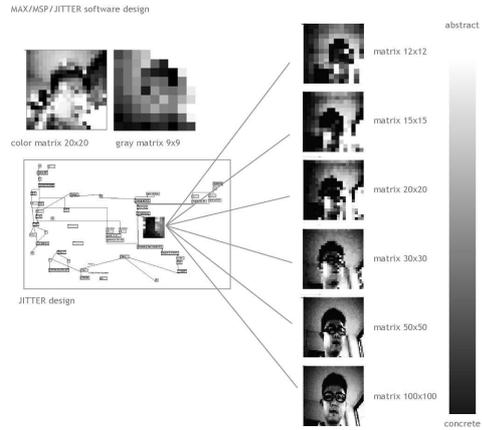
개념의 구체화라는 측면에서 보여 지는 사실세계의 실체가 보이지 않는 바람이라는 속성을 이용하여 재 표상되는 것을 주제로 하고 있다. 매 순간 역동적으로 움직이는 사실세계의 모습을 바람을 이용한 종이 오브제에 전달하여 같은 원리로 작동하게 구성하였다. 대상의 재 표상이라는 측면에서는 실시간으로 대상을 재현하게 구성되었다. 사람의 의식 구조를 시스템으로 본다면 컴퓨터구조를 가진, 그리고 인간의 인지구조와 유사한 미디어 오브제는 또 하나의 유기적인 시스템으로 볼 수 있다. 작품의 시스템과 관람자(혹은 대상체; 입력요소)라는 시스템이 보다 복잡한 하나의 시스템으로 연결되어진다.



<그림 9> you are here 2004 안호은 작. 바람에 의해 움직이는 종이 오브제들. 픽셀의 역할을 대신한다.

38) Fundación Telefónica,

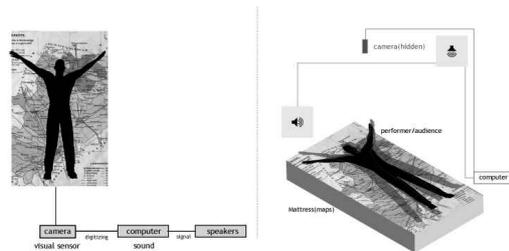
39) Jeffrey Shaw Peter Weibel Ed Peter Weibel *future cinema* mit press 2004 p599



<그림 10> 프로그램. 해상도 조절에 따라 대상 체의 입력신호가 구체화 혹은 추상적으로 변한다. 40)

위의 작품은 형식면에서 볼 때 카메라가 환경을 감지하여 프로그램 되어있는 오브제를 움직인다. 원시적인 단계이기는 하지만 환경으로부터 입력된 정보를 처리하고 스스로 변화하여 대상을 표상한다. 카메라(센서, 지각)에서 입력된 시각정보는 컴퓨터(두뇌, 기억)로 보내지고 입력된 값(해상도)에 따라 사실적이거나 보다 추상적인 이미지로 바뀐다. 이 정보는 전기 보드를 통해 최종 동작을 할 물리적인 기계장치(몸)로 보내진다. 작품 스스로 대상을 지각하여 입력된 정보에 의해 값을 출력하여 사실세계에 실시간 재현하는 원리이다.

외부의 사실적인 이미지는 신호로 입력되고 계산된 결과는 추상적인 이미지로 표출된다. 이 결과에서 인간표상이 계산모델화 했을 때의 결과와 비교해서 생각해 볼 수 있다.



<그림 11> 사운드 지도 안호은 2005 움직임과 소리, 음악과의 상호작용

위의 작품은 움직임을 감지하여 관련된 지도상의 물리적인 환경과 연결된 소리 및 음악을 출력하는 구조를 갖고 있다.

사람의 움직임이라는 대상을 소리로 재 표상한다. [표

40) Hoeun Ahn *Visual mapping in dynamic space* risd 2004 p92

]와 같이 작품이 인간의 인지구조와 유사한 형태를 가지며 스스로 표현해낸다. 보다 진보된 인공지능 알고리즘이 접목된다면 일부분 표상의 기능을 할 수 있는 미디어로의 발전 가능성을 가지고 있다.

VI. 결론

지금까지 인간의 인지모델 중 표상의 구조와 디지털 미디어의 구조적 유사성에 맞추어 비교해 살펴보았다. 인간은 외부적인 자극에 대해 다양한 내부반응을 한다. 자극으로부터 촉발되는 심적 표상을 시각표상화 하고 작품으로 재 표상 과정은 미술가, 디자이너들에게는 막연한 창작 작업으로만 여겨졌다. 다이어그램 제작이나 설계 및 전기도면, 또는 지도와 같이 상징적인 이미지로 가득한 시각결과물은 법칙을 적용시켜 실용적으로 사실 세계의 개념을 연결시킨 재 표상의 대표적인 산물이라 할 수 있다. 게슈탈트 심리학자들의 주장처럼 시각적인 자극요소들의 합은 정량적인 합 이상의 전체로 인식될 수 있다. 정적인 표현양식에서 디지털 기술을 이용한 미디어의 활용은 입력과 출력의 구조를 가지며 하나의 계산모형으로 형식을 가진다는 점과 계산모형을 적용시켰을 때 지능적인 예술매체의 가능성을 예측할 수 있다. 컴퓨터구조와 유사한 인지과정을 가지는 인간과 상호작용이 있을 때 두개의 시스템으로 볼 수 있다. 백남준의 부처작품⁴¹)과 같이 하나의 작품이 닫힌 시스템이지만 그것을 인식하는 인간(또 다른 시스템)이 있을 때 닫힌 시스템과의 상호작용은 보다 상위의 개념전달효과를 기대할 수 있기 때문이다. 또한 표상 모델이 계산모델화된다면 인간의 내부에서는 시각적으로 추상의 상태가 될 수 있을 것이라는 추측이다.(알고리즘 아트, 수학 미술, 몬드리안 등의 추상화류) 디지털미디어/아트는 계산모형을 사용하기 때문에 이러한 추상의 상태를 알고리즘을 이용하여 재현하기에 적합한 매체이며 인간에 대해 조금 더 이해 가능하도록 하는 매체될 수 있을 것이라는 예측도 해 본다.

이미 과학과 예술과의 경계는 규정하기 어렵다. 과학자의 연구결과는 사실에 바탕을 한 예술작품이 되고 있으며 예술가의 기술도입은 표현의 영역을 넓히게 된다. 또 때로는 과학자의 연구결과물이 미술작품처럼 보이기도 하며 실제로 작품이 되기도 한다. 뉴미디어에서 지능형 아트오브제의 활용은 실용적인 디자인 분야에서부터 전

시 공간 및 건축공간에서도 다양하게 활용가능하다. 실시간으로 상호작용이 가능한 미디어의 미래는 인간과 환경 그리고 미디어가 보다 큰 하나의 시스템으로 다가올 것으로 생각된다.

추후 연구로 인공지능의 원리를 사용한 보다 지능적인 미디어, 즉, 자기조직화(self organism)가 가능한 미디어 작품의 창작과 관련이론에 대해 연구하고자 한다.

참고문헌

- 1) Robert L. Solso, *Cognition and the Visual Arts*, MIT Press, 1994
- 2) Robert M Harnish *Minds, Brains, Computers* Blackwell publisher 2002
- 3) Thagard, P., 1996, *Mind. Introduction to Cognitive Science*, The MIT Press, Cambridge, MA
- 4) Ulric Nelsser *Cognition and reality* Freeman 1976
- 5) Ray Paton and Irene Neilson(Eds) *Visual representations and interpretations* Springer 1999
- 6) Bobrow Collins[ed] *Representation and understanding* Academic press 1975
- 7) Semiotics unfolding : *proceedings of the second Congress of the International Association for Semiotic Studies*, Vienna, July 1979, v. 3 / edited by Tasso Borbe.Berlin : Mouton, 1983.
- 8) Parret, Herman *Semiotics and pragmatics : an evaluative comparison of conceptual frameworks* / Herman Parret. J. Benjamin, 1983.
- 9) Cummins, Robert *Meaning and mental representation* / Robert Cummins. Cambridge, Mass. : MIT Press, 1989.
- 10) Haugeland, John *Mind design II : philosophy, psychology, artificial intelligence* / edited by John Haugeland. MIT Press, 1997.
- 11) Stephen Wilson *Information Arts* MIT press 2002
- 12) Franklin, Stan *Artificial minds* MIT Press, 1995.
- 13) Papineau, David *Reality and representation* B. Blackwell, 1987
- 14) Hawkes, Terence *Structuralism & semiotics* Methuen, 1977.
- 15) Mellor, D. H *Ways of communicating : the*

- Darwin College lectures* / edited by D.H. Mellor. Cambridge University Press, 1990.
- 16) Durso, Francis Thomas Nickerson, Raymond S *Handbook of applied cognition* / edited by Francis T. Durso ; associate editors, Raymond S. Nickerson [John Wiley & Sons, 1999.
- 17) Smith, Edward E., 1940- Osherson, Daniel N *An invitation to cognitive science, v. 3, Thinking* / edited by Edward E. Smith and Daniel N. Osherson. MIT Press, 1995.
- 18) Cox, M. V. (Maureen V.) Freeman, Norman H *Visual order : the nature and development of pictorial representation* / edited by N.H. Freeman, M.V. Cox. Cambridge University Press, 1985.
- 19) Kim Sterelny *The Representational Theory of Mind* Blackwell publisher 1990.
- 20) David Marr *Vision* freeman 1982
- 21) Christiane Paul *Digital Art* Thames & Hudson 2004
- 22) 이원곤 *디지털화 영상과 가상공간* 연세대학교출판부 2004
- 23) Hoeun Ahn *Visual mapping in dynamic space* risd 2004 p28
- 24) <http://www.psych.mcgill.ca/labs/lpsc/html/art.html>
- 25) http://fr.wikipedia.org/wiki/Jacques_de_Vaucanson
- 26) <http://www.jimcampbell.tv/>