

## 인공생명과 예술\*

김진엽·이재준\*\*

(서울대 미학과·홍익대 미학과)

21세기 문화에서 기술의 함의는 그 무게를 더해가고 있다. 살아있는 기계, 즉 자율적으로 스스로를 조직화하며 생명을 영위할 수 있는 기계의 여러 변용들이 이 시대 기술 현장에서 다양한 방식으로 실현되고 있다. 인공생명 연구는 컴퓨터 과학에 생물학적 개념들과 원리들을 적용한 최근의 예에 해당한다.

인공생명 연구는 현대 과학의 역사에서 물리학적 패러다임의 독주에 대한 생물학적 패러다임의 대응이라고도 볼 수 있다. 그리고 비록 인공생명연구가 컴퓨터과학의 한 분야에 속하는 것이긴 하지만 물리 세계와 생명 세계를 동일한 지

---

\* 이 논문은 2004년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2004-041- G00002(103092))

\*\* 김진엽이 제1 저자, 이재준이 제2 저자로 참여하였음.

**주 제 어:** 디지털 미학, 인공생명, 인공생명예술, 셀룰러오토마타, 린덴마이어시스템, 유전자알고리즘, 상호작용성, 자기조직화, 생명, 진화, 창발성, 복잡한 시스템, 칼 심스, 크리스타 졸머러, 케네스 리날도, 롭 러벨  
Digital Aesthetics, Artificial Life, Artificial Life Art, Cellular Automata, L-system, Genetic Algorithms, Interactivity, Self-organization, Life, Evolution, Emergence, Complex System, Karl Sims, Christa Sommerer, Robb Lovell, Kenneth Rinaldo

평에서 이해할 수 있는 지점을 확보하려는 기본적인 의도를 가지고 있다.

현대 예술은 오랫동안 문화 영역에서 과학적 세계관에 대한 비판적 태도를 취해왔다. 인공생명의 이념과 기술을 기반으로 한 인공생명 예술 역시 일정 부분 현대 예술의 이런 기능을 떠맡고 있다.

우리의 논문은 컴퓨터과학계에서 새로운 패러다임으로 평가받고 있는 인공생명연구에 대해 살펴보고, 인공생명 예술의 대표적 작품들을 소개함으로써 인공생명 예술 현상들을 조망할 것이다. 그리고 인공생명예술이 제시하는 미학적 특징을 전통적인 디지털예술의 상호작용성과 비교 분석할 것이다. 그럼으로써 우리는 인공생명 예술의 미학적 전망을 모색할 것이다.

## 1. 인공생명: 정의와 구현 기술

### 1.1. 정의

인공생명은 자기재생산(증식), 포식-피식, 교배, 번식 그리고 진화 등 생명현상에서 나타나는 여러 특징들을 직접 나타내거나, 혹은 그런 생명 특징들을 시뮬레이션하는 컴퓨터 프로그램이다. 인공생명 연구는 미국 남서부 로스앨러모스 국립연구소(Los Alamos National Lab.)와 산타페 연구소(Santa Fe Institute)에서 1990년대 이래 본격화된 컴퓨터과학의 한 분야이다.<sup>1)</sup>

크리스토퍼 랭턴(Christopher G. Langton)과 같은 제1세대 인공생명 연구자들은 생명을 탄소기반의 물질적 실체(즉, carbon-based life)로 보는 기존의 생명 정의에서 벗어날 것을 주장한다. 그 대신 생명을 타자와 상호작용하는 행위 형식으로 간주할 것을 제안한다. 왜냐하면 유기체와 컴퓨터 프로그램처럼 서로 다른 물질적 기반을 갖고 있는 두 시스템이 서로 유사한 행위특성을 보인다면, 그 행위 특성의 유사성에 근거해서 양자 모두 생명이라고 부를 수 있을 것이기 때문이다. 그래서 랭턴은 인공생명을 ‘가능한 생명(a possible life)’ 혹은 ‘있을 법

1) 이에 대한 자세한 설명은 Helmreich(2000: 29ff)을 참조.

한 생명(the life-as-it-could-be)'이라 부르고 일종의 '새로운 생명현상'으로 규정한다(Langton 1989: 2-4).<sup>2)</sup> 이러한 정의는 기존 생물학 영역에 대한 일종의 과격한 도전이라고도 볼 수 있으며, 따라서 인공생명연구는 등장시기부터 여러 논란을 야기해왔다.

그러나 제1세대 연구자들이 인공생명을 단순한 시뮬레이션현상이 아닌 '새로운 생명현상'임을 확신하고 그것을 고수하려했던 데 반해, 현재 인공생명 연구를 주도하고 있는 제2세대 연구자들은 이들보다 더 현실적이고도 유연한 입장을 취한다. 제2세대 연구자들은 연구 현장에서 직접 활동되는 기법들의 개발과 응용을 더 중요시 한다. 그래서 그들에게 인공생명은 새로운 유형의 생명일 수도 있고, 또한 생명현상에 대한 시뮬레이션일 수도 있다고 말한다. "인공생명[연구]은 생명과 유사생명의 행위과정을 연구한다. 특히 인공적인 매개물, 즉 컴퓨터 테크놀로지를 사용하여 이 대상들을 종합한다. 인공생명 연구의 목표는 생명 시스템과 유사생명 시스템을 모델링할 뿐만 아니라 창조하는 일까지 포함한다"(Bedau 2002: 395). 이에 따라 인공생명을 세 가지 형태로 나누어 볼 수 있다(Bedau 2003: 505).<sup>3)</sup> '말랑한soft' 인공생명. 이것은 생명과 유사한 행위를 보여주는 시뮬레이션이나 여타의 순수한 디지털 구성물이다. 가령, 소프트웨어나 프로그램이 그것이다. '단단한hard' 인공생명. 이것은 인공생명 시스템을 특정 하드웨어에 적합하도록 만들어 탑재한 것이다. 가령, 벌레로봇(즉, 스웜봇swarm-bot) 등이 그것이다. 그리고 '촉촉한wet' 인공생명. 이것은 생물화학적 기체(substances)들로부터 추출한 살아있는 시스템들이다. 가령, 생물학 실

2) 랭턴은 생명이 '조직화된 물질(organized matter)' 이 아니라 '물질의 조직화(organization of matter)' 현상이라고 말한다. 그리고 이에 대한 자세한 분석은 Langton(1991: 81f)에서 제시한다. 한편, 이러한 인공생명 연구자들은 "가능한 생명" 혹은 "있을 법한 생명"을 '유사생명(life-like)'이라고도 일컫는다. 반면 인공지능의 철학적 현상들을 오랫동안 연구했던 보덴은 랭턴의 주장과 달리 인공생명이 생명현상. 특히 지구상의 생명에 대한 연구를 위한 인포메이션 개념이자 컴퓨터 모형일 뿐이라고 주장한다(Boden 1996: 1).

3) 그리고 인공생명의 담론 구조를 분석하려는 헤일즈는 특히 소프트웨어로서의 인공생명 연구의 서사들에 주목한다(Hayles 1999: 225).

험실에서 컴퓨터의 도움으로 배양된 유기체들이 그것이다. 인공생명에 대한 제 2세대의 이러한 입장은 인공생명을 탄생시켰던 컴퓨터 과학에만 머무르지 않고 인공생명을 반대해왔던 생물화학의 영역까지 만족시킬 만큼 포괄적이라 볼 수 있다.

## 1.2. 구현 기술

인공생명을 구현하는 주요 기법에는 『세포자동자(CA: Cellular Automata)』, 『린덴마이 시스템(L-System: Lyndenmayer system)』, 『유전자 알고리즘(GA: Genetic Algorithms)』 등이 있다.<sup>4)</sup>

『셀룰라 오토마타』는 자발적으로 작동하는 수학적 계산 모형으로, 단순한 규칙에 따라 구성되지만 복잡한 행위 패턴을 보여준다. 『셀룰러 오토마타』는 행위를 통해서 자기를 조직화하는 생명 특성과 유사할 뿐만 아니라 생명의 형태발생을 이해할 수 있는 모형을 제공하기도 한다(Wolfram 1994: 115).<sup>5)</sup>

『규칙90』을 예를 들면, 0과 1의 상태를 가지는 3개의 세포로 구성된 1차원 셀룰러 오토마타가 다음과 같은 3가지 규칙을 가질 경우를 생각해볼 수 있다.

---

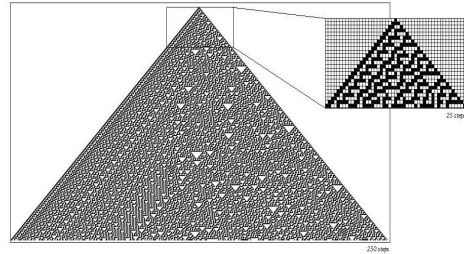
4) 김경중과 조성배는 위의 세 가지 주요 기법 외에도 『신경망(NN: Neural Network)』을 포함시킨다. 이 기법은 이미 인공지능 연구 영역에서 개발된 것으로, 컴퓨터 계산 구조를 인간 두뇌의 병렬적 신경망 구조와 흡사하게 모델링한 것이다. 과거의 컴퓨터 계산은 중앙 제어기에 의해 선형적으로 통제되는 구조를 가지고 있었다. 이 구조는 복잡한 문제 해결을 위해 필요한 다량의 데이터를 동시에 처리하지 못하는 한계가 있다. 이를 극복하기 위해 인간 두뇌의 신경망과 같은 병렬적인 계산 처리 모형으로 대체한 것이다. 이것은 주로 학습 알고리즘과 관련된다(Kyung-Joong, Kim and Sung-Bac, Cho 2006: 154-155).

5) 셀룰러 오토마타의 일반적 형식은 여러 개의 세포들 혹은 위치(site)들로 이루어진 오토마톤들의 집합이다. 오토마톤은 원래 자동인형을 의미하지만, 여기서는 자동적으로 계산을 수행할 수 있는 형식적인 논리 기계를 의미한다. 셀룰러 오토마타는 1차원 오토마타에서 다차원 오토마타까지 다양하다. 우리에게 가장 많이 알려진 것은 1950년대 폰 노이만식의 다차원 오토마타와 1970년 수학자 콘웨이(John Conway)가 고안한 『생명게임 the Game of LIFE』이 있다.

즉, ① 중앙 셀 좌우의 이웃 셀 상태가 모두 1이면 다음 시간단계에서 셀의 상태는 0이다. ② 중앙 셀 좌우의 이웃 셀 상태가 모두 0이면 다음 시간단계에서 셀의 상태는 0이다. ③ 중앙 셀 좌우의 이웃 셀들 하나가 1이면 다음 시간단계에서 셀의 상태는 1이다. 그리고 이것을 격자와



[규칙90을 8단계 진행했을 경우의 패턴]



[규칙30을 250단계 진행했을 경우의 패턴]

on/off 형식(1=■, 0=□)으로 바꾸어 8단계까지 진행시키면 특정한 패턴으로 진화하는 것을 확인할 수 있다.<sup>6)</sup>

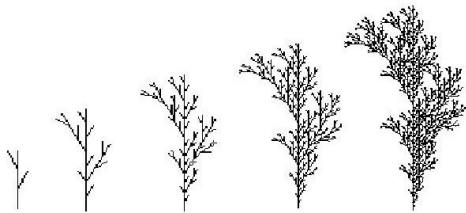
이것에 대한 아이디어는 1952년 처음으로 디지털 컴퓨터의 창시자들 중 한 명인 존 폰 노이만(John von Neumann)이 제공했다. 그의 아이디어를 1960년대에 아서 벅스(Arthur W. Burks)가 다시 발굴해서 보완했다. 이 『폰 노이만-벅스 모형』은 약 20만개의 셀로 구성된 『셀룰러 오토마타』였다. 현재 『셀룰러 오토마타』는 병렬 컴퓨터 계산 모형으로 알려져 있고, 특정 패턴을 자발적으로 산출할 수 있는 논리적 기계로 평가된다(Wolfram 2002: 876). 『셀룰러 오토마타』 기법은 급류의 운동 패턴에 대한 컴퓨터 계산 모형이나 혹은 표범의 보호 무늬 등 자동적인 패턴 발생에 대한 시뮬레이션으로 활용된다.

『L-시스템』은 생물학자 린덴마이어가 1968년 제안한 컴퓨터 계산 모형이다. 처음에 린덴마이어는 이 모델을 단순한 다세포 유기체의 형태가 어떻게 발생하는지를 연구하기 위해 설계했다. 그러나 『L-시스템』을 컴퓨터 프로그래밍했을 때, 단순 규칙으로부터 복잡한 모양으로 형성되는 이미지들은 마치 어린 식물이 점차 복잡한 형태로 성장해가는 현상과 매우 흡사했다(Lindenmayer 1968:

6) 울프램은 이진 코드 '01011010'을 십진 코드로 바꾸어 『규칙 90』이라 한다.



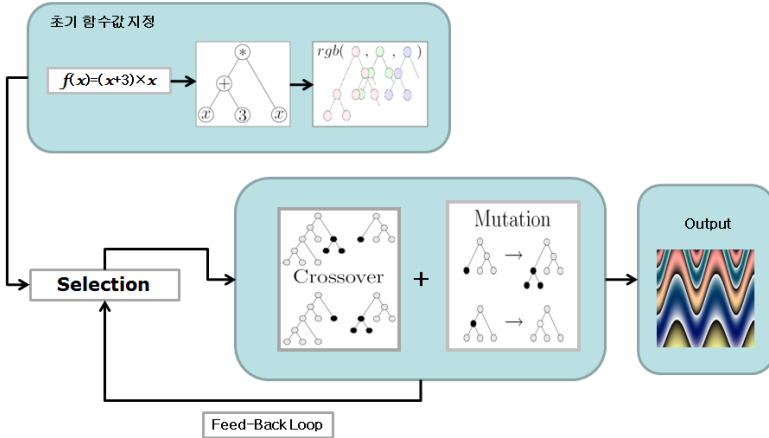
280-281, 그리고 Prusinkiewicz and Lindenmayer 1991: vi). 이 경우 L-시스템은 식물 성장의 수학적 이론이라고 볼 수 있다. 이 기법의 중심 개념은 ‘다시쓰기(rewriting)’이다. 일반적으로 ‘다시쓰기’란 초기의 단순 대상의 부분들을 계속 대체해서 궁극적으로 복잡한 대상을 파악하기 위한 기법이다. 가장 단순한 유형의 L-System의 하나인 DOL-System(Deterministic and 0 context L-System)을 예로 들어보자. 기본적으로 부분을 구성하는 요소는 ‘a’와 ‘b’이다. 규칙은 단순히 2가지이다. ‘b’는 ‘a’로 바꾸고(다시 쓰고), ‘a’는 ‘b 와 a’로 갈라진다. 그리고 이 규칙을 몇 단계 진행시키면, 복잡한 가지 패턴으로 분기한다



(Prusinkiewicz and Lindenmayer 1991: 3-4). 1980년대부터 이 시스템은 식물의 가지와 뿌리, 동물의 깃털 등을 CG로 모형화하는데 본격적으로 사용되었다.

『유전자 알고리즘』은 생명체가 최적화 상태로 진화하는 과정을 모형화한 기법이다(Mitchell 1997: 4아래). 일반적으로 지놈(genome)은 생명체를 형성하기 위한 유전정보의 설계도이라 할 수 있다. 가령, 인간의 지놈은 24개의 염색체(chromosom)으로 구성된다. 그리고 염색체는 네 가지 종류의 염기로 이루어진 이중 나선 구조의 DNA 유전자(gene)로 구성된다. 또한 유전자는 DNA들 중 유전에 작용하는 요소들이다. 『유전자 알고리즘』 기법은 그림에서처럼 DNA 염기코드를 특정 기호나 혹은 궁극적으로는 이진 코드 스트링으로 환원시켜, 여기에 진화원리들을 응용한다. 즉, 선택(selection), 교배(crossing over), 돌연변이(mutation) 등의 연산규칙을 활용한다.<sup>7)</sup>

예를 들어 색상의 패턴 진화를 위한 유전자 알고리즘으로 구현한다고 해



보자. 초기 RGB색상의 변화 함수를  $f(x) = (x+3) \times x$  라 하고, 이것을 그림처럼 컴퓨터 계산 알고리즘 형식으로 변형시켜 선택과 교배, 돌연변이를 반복해서 최적화된 이미지를 산출할 수 있다.

『유전자 알고리즘』은 1960년대 존 홀랜드에 의해 처음으로 개발되었는데, 『진화 컴퓨터 계산(EC: Evolutionary Computation)』의 영역에 속한다.

음악, 미술, 그리고 그래픽 분야와 관련해서 인공지능 테크놀로지는 『진화 컴퓨터 계산』과 『L-시스템』, 그리고 이 『셀룰러 오토마타』 기법들이 다양하게 종합적으로 응용되고 있다.

## 2. 인공지능예술

인공지능예술은 인공지능 테크놀로지로 구현된 예술현상이다. 그래서 그것은 인공지능의 정의와 원리들을 예술의 차원에서 구현한다. 인공지능예술은 인공지능

7) [www.ams.org/featurecolumn/archive/primer1.html](http://www.ams.org/featurecolumn/archive/primer1.html)

명 연구에 새로운 가능성들을 추가할 수 있다. 예술이 전통적으로 생명 의미에 대한 문화적 관심을 표명해왔을 뿐만 아니라 자연과학이 제공하는 자연 해석에 대해서도 비판적인 태도를 취해왔다는 점에서, 인공생명예술 역시 인공생명 연구가 제시하는 다양한 주제들에 새로운 전망을 제시할 수 있는 것이다(Teenhaff 1998: 399f).

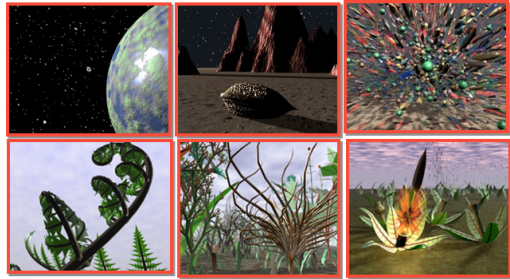
미첼 화이트로(M. Whitelaw)는 인공생명예술을 네 가지 영역으로 구분한다(Whitelaw 2004: 20f). 첫째, 컴퓨터 안에서 배양되는 인공생명예술작품들이 있다. 이 구분에 속하는 작가들은 칼 심스(Karl Sims), 스티븐 루크(Steven Rooke), 켄 머스그레이브(Ken Musgrave), 닉 재프니(Nik Gaffney), 윌리엄 래섬(William Latham), 제프리 벤트렐라(Jeffrey J. Ventrella) 등이다. 둘째, 컴퓨터와 외부 환경이 상호 작용하는 인공생명예술작품이 있다. 이 구분에 속한 작가들은 크리스타 좀머러와 롤랑 미뇨노(Christa Sommerer and Laurent Mignonneau), 록 러벨과 존 미첼(Robb Lovell and John Mitchell), 트로이 이노슨트(Troy Innocent), 존 맥코맥(John MacCormack), 나탈리 제레미젠코(Natalie Jeremijenko) 등이다. 셋째, 인공생명이 로봇 안에 구현된 상태로 실제 공간에서 스스로 움직이는 형태의 인공생명예술작품이 있다. 이 부류에 속한 작가들은 이브 아뮤 크랭(Yve Amu Klein), 케네스 리날도(Kenneth Rinaldo), 빌 보른과 루이-필립 데머스(Bill Vorn and Louis-Philippe Demers), 사이먼 페니(Simon Penny) 등이 있다. 그리고 넷째, 이 세 가지 구분에 덧붙여 전적으로 추상적인 이미지 표현을 산출하는 인공생명예술작품이 있다. 여기에는 폴 브라운(Paul Brown), 스콧 드레이브스(Scott Draves) 등이 속한다. 그러나 네 번째 영역의 작품들은 비록 추상적인 형태에 집중하고 있지만, 현상적 측면에서 볼 때 사실상 첫 번째 영역과 마찬가지로 컴퓨터 프로그램 안에서 발생시킨 이미지들로 구성된다. 따라서 첫 번째 영역과 네 번째 영역은 하나로 묶일 수 있다.

우리는 화이트로의 이런 네 가지 구분들을 수정해서 인공생명예술의 현상 형식에 따라 다음과 같이 대표적인 작가들의 작품을 세 가지 영역으로 나누어 분석하고자 한다. 첫째, 컴퓨터 안에서 배양된 인공생명예술, 둘째, 환경과 상호작용하는 인공생명예술, 셋째, 외부세계에서 개체로 살아 움직이는 인공생명예술

등이 그것이다.

## 2.1. 컴퓨터 안에서 배양된 인공생명예술: 칼 심스의 『팬스퍼미아(Panspermia)』(1990)

끝없이 아주 먼 곳에서 호두처럼 생긴 유성 하나가 황량한 원시 지구로 날아든다. 지구중력에 이끌려 폭주하던 그것은 작렬하면서 지상에 도달한다. 그 유성은 이내 알 수 없는 힘



에 이끌려 폭발한다. 이로 인해 신비한 우주의 힘을 간직한 고귀한 생명의 씨앗들이 산포된다. 이 씨앗들은 그로테스크한 형상으로 점점 자라나고, 꽃을 피우고, 다시 또 씨앗을 뿌린다. 지구는 온통 원시 식물들로 가득하다. 결국 범우주적 씨앗(panspermia)에서 발생한 지구의 모든 생명체가 우주의 흐름과 조응한다. 이것이 『팬스퍼미아』의 전말이다.

칼 심스는 인공생명예술의 선구적 역할을 한 인물이다. 인공생명연구의 1세대에 속하는 대니 힐리스의 싱킹 머신(Thinking Machine)사에서 그래픽디자이너로 일하던 심스는 진화생물학자인 리처드 도킨스(Richard Dawkins)의 영향을 직접 수용해서 인공생명예술의 장을 열었다(Sims 1991: 319).<sup>8)</sup> 심스는 『팬스퍼미아(Panspermia)』(1990), 『액체 자아들(Liquid Selves)』(1992), 『진화된 가상 생명(Evolved Virtual Creatures)』(1994) 등의 컴퓨터그래픽작품들과 일본 NTT ICC에서 전시한 인터랙티브 작품 『갈라파고스(Galapagos)』(1997)을 제작했다. 그 가운데 『팬스퍼미아』는 도킨스 이론과의 영향관계를 특히 잘 보여

8) 도킨스의 영향은 칼 심스에게만 국한된 것이 아니었다. 그는 또 다른 선구적 인공생명예술가인 W. 래섬(Latham)과 S. 토드(Todd)에게도 영향을 주었다(Haggerty 1991: 5-9).

주는 작품이다.

진화에 대한 도킨스의 핵심적인 생각은 진화가 돌연변이와 같은 유전적 충격을 통해 우연한 순간에 갑자기 이루어지는 것이 아니라 지속적인 자연선택의 누적과정에 의해 결정된다는 것이다. 그러나 이것을 증명할 수 있는 방법은 시간 한계상 거의 불가능에 가깝다. 그래서 도킨스는 자신의 생각을 증명하기 위해 수십억 년 동안 지속되어온 진화의 역사를 일순간에 실험할 수 있는 방법을 생각한다. 1980년대 중반 그가 생각해낸 것이 바로 교배(crossing over)와 돌연변이(mutation), 그리고 선택(selection) 등의 몇 가지 진화 매개변수를 이용한 컴퓨터 프로그램이었다. 이 진화 컴퓨터 계산 모형은 놀라게도 전혀 예측하지 못했던 2차원 가지 구조의 형상들을 만들어냈는데, 그는 이것들을 『바이오모र्फ Biomorph』라고 불렀다. 그는 몇 가지 규칙만으로도 진화를 시뮬레이션할 수 있음을 보여주었다(Dawkins 2004: 87아래).

『팬스퍼미아』라는 말은 모든 우주를 통해 생명이 포자나 미생물 형태로 존재한다는 생각에서 붙여진 명칭이다. 이것은 디지털 가상세계에서 독특하게 자기 증식하는 시스템이다.<sup>9)</sup>

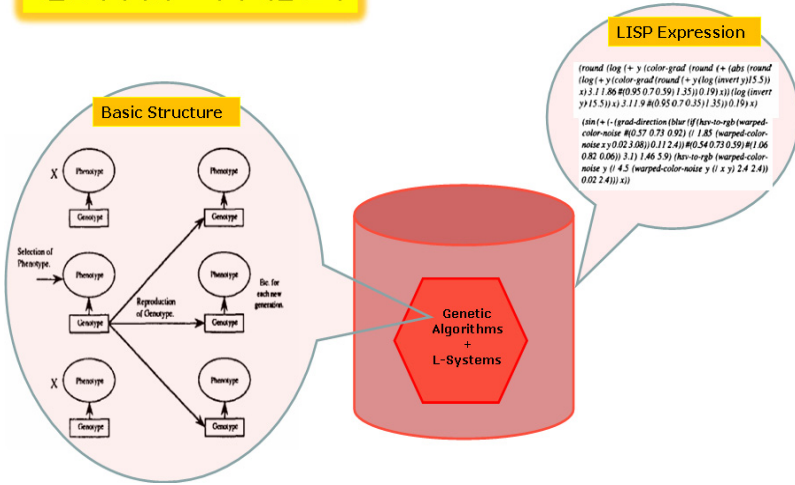
『팬스퍼미아』는 3차원 입체이미지들로 된 유사생명체들이 성장하는 프로그램이다. 여기에 사용된 진화 원리들과 유전 원리들은 유전자형(genotype)과 유전형의 발현 특성인 표현형(phenotype), 선택, 그리고 재생산(혹은 증식), 교차 등이다. 이것은 『유전자 알고리즘』 기법의 일반적인 연산자들로 이용된다. 심스는 여기에 나무의 성장을 시뮬레이션하는 『L-시스템』 기법을 응용했다. 그리고 이 두 기법을 인공지능 언어인 LISP로 프로그래밍했다.

유전자형은 개체를 발생시키는 유전자 정보라고 할 수 있으며, 표현형은 유전자형에 의해 발현된 개체 자체라고 볼 수 있다. 여기서의 재생산은 생명의 자기 증식 원리를 모델링한 것으로, 유전자형이나 표현형에 의해 새로운 유전자형이 발생되는 것을 말한다. 그리고 특히 심스의 프로그램에서, 선택은 자연의 진화에서 이루어지는 선택과 달리 프로그래머의 직접적인 임의의 선택이거나 혹은

9) <http://www.genarts.com/karl/>

관객의 선택이다. 심스는 이 선택을 표현형에 대해 직접 수행했다. 그래서 『팬

〈팬스퍼미아〉(1990)의 개념 도식



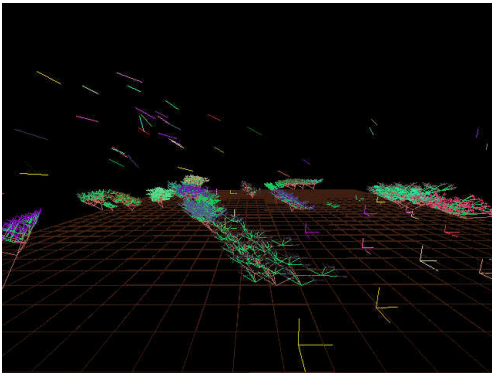
스퍼미아』는 표현형의 변화가 궁극적으로 유전형에 영향을 미치고 다시 이것이 재생산(증식)되는 구조로 설계되었다.

그리고 『팬스퍼미아』는 나무의 성장을 상징적으로 표현하는 요소들을 매개변수로 삼아 제어했다. 말하자면 심스는 발아하기, 가지를 뺏기, 개화하기 등등의 매개변수 값을 변화시키고, 여기서 적합한 이미지들을 골라낸 후 다시 이 과정을 몇 세대 반복하여, 결국 전혀 경험한 적이 없는 낯선 나무 형상을 만들어냈다. 『팬스퍼미아』라는 이 가상의 생명체는 성장과 진화를 명료하게 보여주었다. 자연의 진화가 어떻게 이루어질지 알 수 없듯이 이 인공생명체의 진화 역시 예측불가능한 형태로 컴퓨터 안에서 이루어진다.

## 2.2. 환경과 상호작용하는 인공생명예술: 림 러벨과 존 미첼의

『에이디어(EIDEA)』(1994), 좀머러와 미노노의

『에이-볼브(A-Volve)』(1994) 및 『베르바리움(Verbarium)』(1999)



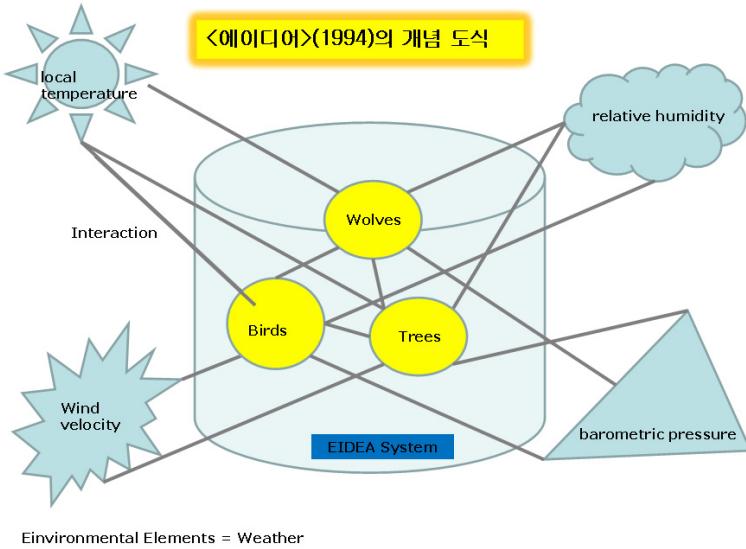
러벨과 미첼의 『에이디어』는 생명이 환경과 상호작용함으로써 생태 시스템을 구성한다는 기본 개념을 구현한 인공생명예술작품이다. 『에이디어』에는 나무, 새, 늑대 등과 같은 상징적인 생태계 존재자들이 등장한다.

그러나 컴퓨터 공학자들

이 대개 그렇듯이 그래픽에 전혀 신경 쓰지 않은 느낌을 준다. 뼈죽뼈죽 솟아난 가지들은 그런대로 나무의 형상을 하고 있지만, 좌우로 짝 그어놓은 토막 줄들은 전혀 새의 모습과 비교되지 않으며, 세 방향으로 뻗친 형상도 늑대를 닮지 않았다. 그러나 그 이미지들은 모두 세 가지 개체군에 대응한다.

작동원리는 생각보다 간단하다. 기본적으로 『에이디어』는 시스템 외부 실제 날씨를 환경으로 설정하고 있다. 말하자면 가상의 생태공간과 실제의 날씨가 상호 연결된 것이다. 만일 바람이 불고 눈이 많이 내린다면, 나무의 성장 상태가 악화될 것이다. 그렇다면 이 악조건에서 새들은 쉴 곳을 잃고 살아가기 힘들 것이다. 나무와 새의 상호작용으로부터 늑대의 생태 가능성도 함께 변화한다. 말하자면 새를 먹이로 삼는 늑대로서는 새의 개체수 감소가 종국에 자신의 생존을 결정짓는 요인으로 작용하게 된다. 이처럼 『에이디어』의 모든 생명체들은 서로 상호작용하며 번성하거나 쇠퇴하는 생태 세계의 구성원들이라는 생태학적 이념을 구현한다.

원래 이 작품은 미국 아리조나 주립대학 예술연구소(Arizona State



University's Institute for Studies in the Arts)의 운동감지연구프로젝트의 일환으로 1994년부터 제작되기 시작했다.<sup>10)</sup> 러벨과 미첼은 가상의 생태환경인 『에이디어』를 실제 생태환경의 날씨와 작용할 수 있도록 설계했다. 실시간 연결된 기상센터에서 기온, 풍속과 풍향, 기압, 습도 등의 변수값들이 『에이디어』에 입력되면, 그 상태에 따라 생태 공간의 거주자들은 변화된 행위를 보인다. 러벨과 미첼 유전자 알고리즘, L-시스템 등을 사용해서 나무의 성장과 포식행위 등을 표현하고, 크레이그 레이놀드(Craig Reynold)의 기법을 사용해서 새의 무리짓기(flocking)를 표현했다.

좀머러와 미노노는 인공생명연구가 출범한지 오래지 않은 1990년대부터 지속적으로 인공생명예술을 구현하고 있는 작가들이다. 『에이-볼브(A-Volve)』(1994)로부터 시작해서 『트랜스 플랜트(Trans Plant)』(1995), 『젠마(Genma)』(1996), 그리고 『젠마』의 개념을 확장한 『야릇한 생명(Life Species)』(1997)로

10) <http://www.siliconatelier.com/intelligentstage/installations/eidea1/eidea.html>

이어진다. 그리고 『야릇한 생명 II』와 『베르바리움』(1999) 도 이 영역에 속한다. 『생명타자기(LifeWriter)』(2006)와 같은 최근 작업들은 인공생명의 모티브를 일상의 사물들과 결합시키는 ‘친숙한 인터페이스’를 반영하고 있다.

인공생명예술의 중요한 목표들 중 하나는 작품을 살아있는 개체로 이해하고 이를 생태계의 관점에서 인간의 행위와 결합시키는 일이다. 『에이-볼브』 또한 이러한 노력의 궤적 위에 서있다.



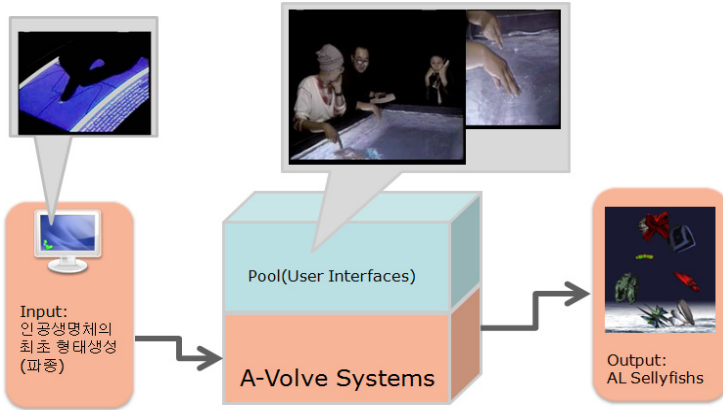
『에이-볼브』는 1994년 당시 디지털예술에서 흔히 사용되지 않았던 좀 독특한 사용자 인터페이스를 갖추고 있다. 이 작품은 지구 탄생기의 원시 수프를 상징하는 듯한 수조(water pool)를 인터페이스로 사용한다. 그 수조 속에서 유유히 떠다니는 인공생명체들

은 서로 먹고 먹히는 생존공간을 형성한다. 이 작품은 생명이 물에서 태어나 축축한 액체로 존재한다는 옛 이야기에 대한 은유라고 할만하다.

관객들은 자신이 뿌린 씨앗 이미지가 어떻게 새로운 생명으로 태어나 성장하고 또 자손을 전파하는지를 한눈에 확인할 수 있다. 그러나 그들이 비록 이 새로운 생명의 발원지긴 하지만, 파종하는 일 이외에는 더 이상 직접적인 영향력을 행사할 수 없다. 관객들은 그 대신 수조 안에 손을 집어넣어 인공 생태계의 한 개체로서 인공생명체와 만날 수 있다.

『에이-볼브』는 인공생명을 지닌 가상유기체가 인간과 상호작용함으로써 진화하는 생태계이다. 이 작품은 인공생명 연구의 초기에 중요한 역할을 했던 토머스 레이가 직접 작품제작에 참여했던 것으로도 유명하다. 생물학자인 레이는 1990년대초 인공생명 시스템 『티에라(Tierra)』로 컴퓨터의 가상공간 안에서 자

<A-Volve>(1994)의 개념적 도식



울적으로 진화하는 인공생명을 실험했던 인물이다.

『에이-볼브』는 관객, 이미지 에디터, 그리고 수조를 포함한 시스템 등의 세 가지 구조로 되어있다. 관객은 터치스크린을 통해 초기 이미지의 형태를 만들어 낸다. 이 이미지들은 『에이-볼브』의 알고리즘을 통해 3차원의 젤리피시로 배양 된다. 물이 담겨있는 수조 안에서 인공생명체인 이 젤리피시들은 수조 안에서 움직이는 관객의 손에 직접 반응하기도 하고, 자기들끼리 서로 생사의 경쟁을 벌이기도 한다. 『A-Volve』의 인공생명체가 수조라는 환경에 가장 잘 적응하는 조건은 얼마나 빨리 수영을 할 수 있느냐는 운동능력에 달려있다. 떠 빠르게 헤엄칠 수 있는 젤리피시만이 더 느린 젤리피시를 먼저 잡아먹을 수 있는 것이다. 환경에 최적화된 인공생명체들은 서로 교배할 수 있으며, 또한 자손을 퍼뜨릴 수 있다.

『베르바리움』은 생명현상의 복잡성을 구현한 작품이다. 생명체의 내부에는 수많은 세포들이 서로 접하면서 단일한 유기체를 총체적으로 구성한다. 그리고 그 유기체는 외부와의 지속적인 에너지 교환을 통해 신진대사를 완수한다. 물론 교환 에너지는 단순한 물질일 수도 있고, 또 정신적인 것일 수도 있다. 그리고



이 모든 상호작용은 하위의 각 부분들의 행위들로부터 시작해서 상위의 개별 단위에 이르는 지속적인 과정이다. 그 결과 이러한 행위 과정은 전체적으로 쉽게 조망되지 않고, 지극히 복잡한 형태로 남는다. 좀머러와 미뇨노의 『베르바리움』은 바로 이런

지점에 서있다.

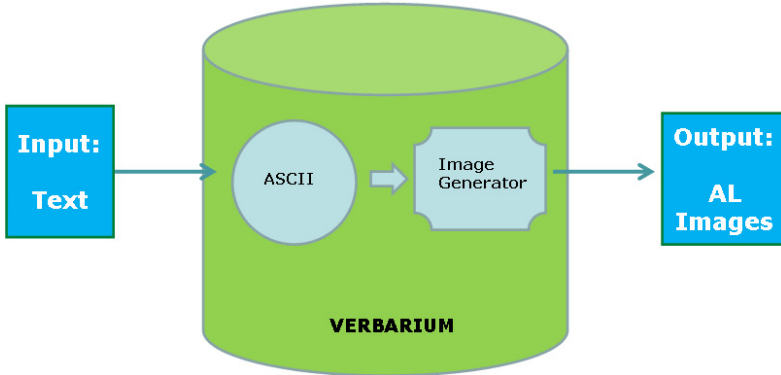
사이버 공간의 어딘가에 살고 있는 인공의 생명체가 『베르바리움』이다. 우리가 가상 세계 저 너머에 거주하는 『베르바리움』에게 편지를 쓰면, 그것은 자기 모습을 우리에게 살며시 보여주기 시작한다. 인공생명예술 대부분 그렇듯이 『베르바리움』이 생산하는 이미지들도 낯설고 이해하기 어렵다. 『베르바리움』에게 계속 편지를 쓰면 그것은 더욱더 복잡한 형태로 성장해간다. 새로운 생명인 그것은 식물인지 아니면 형형색색의 퇴직한 비누거품인지 알 수가 없다.

프랑스 파리에서 전시된 『베르바리움』의 기반 공간은 웹이다.<sup>11)</sup> 이 작품에서 상호작용은 관객이 작성한 이메일 문장과 이를 번역인 3차원 이미지로 이루어진다. 이 3차원 이미지들이 관객들의 이야기를 양분으로 삼아 배양된 인공식물들이다. 어떤 문장이 작성되는지는 전적으로 관객에게 맡겨져 있으며, 이 문장은 ASCII값으로 변형되고, 이 변수 값에 대응하는 3차원 이미지가 『유전자 알고리즘』을 통해 발생한다. 인공생명체인 각 이미지들의 형태발생은 몇 가지 매개변수들의 국지적 상호작용에 의해 자율적으로 이루어지며, 그래서 이 인공생

11) <http://www.interface.ufg.ac.at/christa-laurent/>

명체가 결국 어떤 모양과 색상을 가질지는 작가 자신도 예측할 수 없게 된다.

<베르바리움>(1999)의 개념 도식



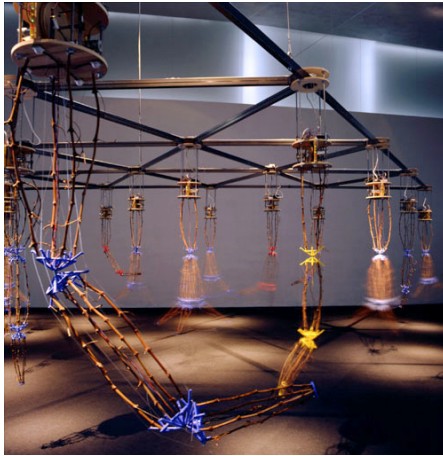
좀머러와 미노노는 이 작품의 이론적 배경이 도킨스와 수전 블랙모어(Susan Blackmore)의 “میم(meme)” 개념, 그리고 스투어트 코프맨(Stuart Kauffman)의 자기조직화하는 인포메이션 개념임을 밝힌다. 그리고 이를 토대로 인공생명이 복잡한 시스템임을 증명하려 한다(Sommerer and Mignonneau 2002: 161 그리고 2003: 85). 그래서 관객과 미적 형태를 지닌 인공생명체들이 부분의 수준에서 서로 작용함으로써 나타나는 복잡한 현상이 바로 『베르바리움』이다. 이 작품은 인공생명체가 창발적으로 자기조직화하는 현상을 발생부터 성장까지 그려 내고 있다.

2.3. 외부세계에서 개체로 살아 움직이는 인공생명예술: 케네스 리날도의 『오토포이에시스(Autopoiesis)』(2000)

전시장 안이 온통 툼니바퀴 물리는 소리와 전자기 버튼음으로 가득하다. 키높이만한 여러 개의 로봇팔들이 이리저리 춤을 춘다. 사운드에 더하여 이 시각적

인 풍경이 우리를 압도한다. 『오토포이에시스』를 설치한 케네스 리날도는 이 광경을 “사이버네틱스의 발레(cybernetic ballet)”라고 부른다.<sup>12)</sup>

로봇에 대한 인간의 꿈은 역사가 길다. 흔히 로봇 작품들은 옛 중국 황제가 사용했다고 전해지는 자동 종달새 인형이나 음식을 먹고 글씨를 쓰는 자크 보캉송의 오토마타를 떠올리게 한다. 게다가 인공생명 또한 폰 노이만의 오토마타에서 유래했다는 것은 잘 알려진 사실이다. 그러나 『오토포이에시스』는 단순한 오토마타가 아니다. 여기 등장하는 로봇팔들은 서로를 알아보고 낯선 방문자를 마주한다. 비록 거친 모습을 하고 있긴 하지만 우리와 대화하길 원하고 또 흉내내길 원한다.



이 작품의 명칭인 ‘오토포이에시스’는 ‘자율적인 생산’ 혹은 ‘자기생산’이라는 말로 옮겨질 수 있다. 이 용어는 원래 뇌신경생리학자인 움베르토 마투라나와 프란시스코 바렐라의 것으로, 이들은 생명의 기본적인 특성을 ‘오토포이에시스’라 불렀다. 그들에 따르면 생명체는 기능상 폐쇄적인 시스템을 유지하면서도 외부의 타자와는 지속적으로 에너지 교환 작용을

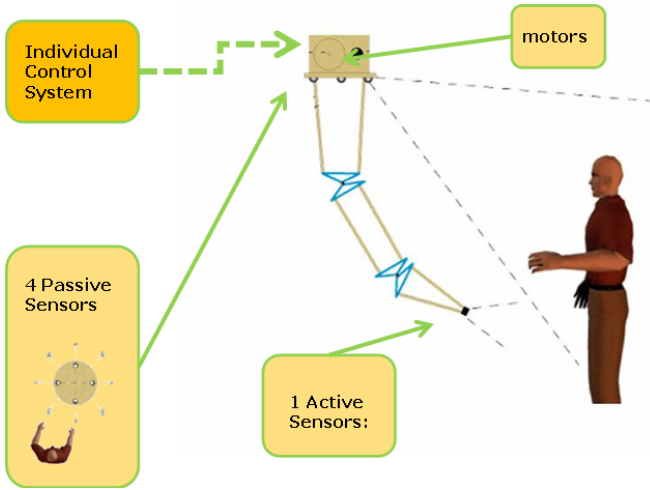
통해 자기를 조직화한다(Maturana and Varela 1995: 101아래). 리날도는 이 로봇이 자동성을 넘어 자율성을 갖춘 미적 생산자이길 바란다.

케네스 리날도는 『무리짓기(The Flock)』(1994), 『테크놀로지는 계통발생을 반복한다(Technology Recapitulates Phylogeny)』(1995-97), 『오토포이에시스』(2000), 그리고 최근 『자동텔레매틱 거미로봇(Autotelematic Spider-Bots)』

12) <http://www.kenrinaldo.com/>

(2006)를 발표했다. 케네스 리날도는 로드니 브룩스의 영향을 수용한 로봇예술

**<오토포이에시스>(2000) 개념 도식**



가로 잘 알려져 있다(Whitelaw 2004: 141 그리고 Shanken 2002: 384). MIT 인공지능 로봇 센터의 브룩스는 선형적인 제어시스템으로서의 인공지능을 비판하고 그 대신 새로운 형식의 인공지능 개념을 주장했다. 그는 기존의 인공지능 연구방향과 반대로 인간의 두뇌를 전체적으로 모방하려는 노력에서 벗어나, 벌레들의 단순한 감각반응으로부터 고도의 지능으로 진화하는 인공지능 개념을 소개했다(Brooks 1991: 140ff).<sup>13)</sup>

13) 인공지능 연구에 새로운 바람을 불러왔던 신경망모형과 함께, 또 다른 대안들 중 하나가 벌레의 지능과 같은 국지적이며 저수준의 인지활동에 관한 연구이다. 이 연구의 입장은 전통적인 인공지능연구처럼 지능을 고차적인 인지처리활동으로 간주하지 않고, 지능의 구성과정이라는 측면에서 중시하며, 따라서 지능을 국지적인 말단으로부터 이루어지는 단순한 지각활동의 총합으로 본다. 이것은 기본적으로 브룩스의 입장에 해당하는데, 생명활동을 단순한 개체들의 상호작용으로부터 상향식으로(bottom-up) 전개된 창발활동이

『오토포이에시스』는 마크 그로스맨(Mark Grossman)과 공동 작업한 『무리짓기』와 유사한 모양의 로봇으로 구성되어있다. 이 작품은 기괴하게 생긴 15개의 로봇 팔들의 군집이다. 『오토포이에시스』의 로봇 팔들은 대략 160cm 크기이며 천장에 장착되어있다. 각 로봇 팔의 상단에는 네 개의 적외선센서가 달려있어서 네 방향을 감지한다. 다른 개체가 나타나면 이 센서들이 반응해서 팔 전체를 그 개체가 이동하는 쪽으로 움직이게 한다. 또한 로봇 팔의 말단에도 적외선센서가 달려있는데, 그것은 30cm 반경 내의 대상을 식별해서 그쪽을 향해 움직일 수 있는 능동적 센서이다. 로봇은 전화기 버튼음을 내서 자신들이 다른 개체들과 서로 소통하고 있음을 보여준다. 군집으로서의 이 로봇들은 하나의 컴퓨터로 제어되지 않는다는 점이 중요하다. 그것들은 서로 분리된 컴퓨터 제어를 갖고 있는 개체들이며, 따라서 각기 폐쇄되어있으면서 따로따로 반응하지만, 동시에 상호 작용함으로써 전체 시스템의 생명활동을 조직화한다.

### 3. 상호작용의 미학

지금까지 인공생명의 정의와 인공생명예술 현상들을 살펴보았다. 앞서 언급한 것처럼, 인공생명의 가능성은 생명이 외부 환경과 에너지를 교환하면서 내적으로 질서나 패턴을 스스로 조직화하는 현상이라고 간주할 때 성립한다. 컴퓨터 과학 분야의 인공생명 연구자들은 이런 전제 아래 스스로 조직화하는 프로그램을 생명의 영역에 포함시킬 수 있다고 주장한다.

인공생명 연구는 오토마타라는 문화적 욕망과 관련이 있다. 자율성을 지닌 오토마타의 급진전은 1940년대 세계대전 당시 군비경쟁의 일환으로 이루어진다. 자동화병기 개발전략아래 사이버네틱스, 인포메틱스, 그리고 컴퓨터 과학의 일대 혁신이 계기를 마련한다(Mindell 2002: 276-277). 인공생명 연구와 관련해서, 그 혁신의 성과물이 바로 폰 노이만의 셀룰러 오토마타라는 수학적인 오토

---

라고 간주하는 인공생명연구의 입장과 연결된다(Brooks 2001: 410f).

마타이다.

인공생명 연구의 뿌리인 사이버네틱스가 인간을 포함해서 “동물과 기계의 제어 및 소통”에 관한 학문이라는 규정은 시사하는 바가 크다(Wiener 1961: 11ff). 비록 사이버네틱스가 반세기 전 과학자들의 일이긴 하지만, 인간-기계의 관계는 사회적으로 구성된 테크놀로지의 작동 과정 안에 놓여있다(Winner 2003: 241-242). 그리고 이제 인간과 컴퓨팅 머신 사이의 관계는 문화 전체의 새로운 쟁점이 되고 있다.

한편 우리가 순진한 태도로 기계를 물리적이고 가시적인 사물에 국한 짓지 않는다면, 인공생명체도 하나의 기계로서 이러한 테크놀로지의 구성체 안에 포함된다. 인공생명 연구를 토대로 한 인공생명 예술은 이러한 현상에 대한 문화적 대응이다. 특히 인공생명 예술의 상호작용성은 기존의 디지털 예술이 보여주었던 상호작용성에 대한 새로운 미학적 가능성을 제시한다.

인공생명은 자기조직화라는 생명 원리를 토대로 구축된 시스템이며, 생명과정에서 개별 시스템들 간의 상호작용, 즉 개체와 환경 사이의 상호작용은 매우 중요한 원리이다. 그리고 이 상호작용은 생태 시스템이라는 총체적인 그림으로 의미 확장된다. 물론 인공생명의 생태학은 인간과 기계, 특히 컴퓨팅 머신 사이의 상호작용에 근거한다는 점에서 디지털 생태학이라 새로운 명칭을 얻을 수 있다. 이런 이유로 인공생명 예술은 디지털 예술의 상호작용성에 대한 생태학적 관점을 제공한다.

인공생명 예술의 생태학적 지평에서 작가-작품-관객은 각각 독립적으로 필요에 따라 서로에게 상호 작용함으로써 생존을 영위하는 개체들이다. 따라서 인공생명 예술가는 파종의 주체에 불과하다. 인간은 범씨를 뿌릴 뿐 범씨를 낳지 않는다. 그러나 가을 들녘 범씨는 다시 범씨들을 재생산한다. 이 재생산과정의 중심은 범씨의 독립적인 생명과정이다. 마찬가지로 작가는 인공생명 예술 작품의 온전한 생산자가 아니다. 거기서 작가는 씨앗으로서의 알고리즘을 구성하며, 나머지는 작품의 자립적인 조직화 행위이다. 심스의 『팬스퍼미아』는 인공생명의 자립적 조직화 현상에 대한 일종의 서사로 볼 수 있다.

각 개체들의 독립적 관계가 의미하는 것은 개체들의 성장이 사실상 자신의

조직력에 따른다는 점이다. 이 경우 외부 요인들은 직접적인 영향관계를 가지지 못한다. 즉 조직화의 측면에서 각 개체들은 닫혀있다. 그래서 인공생명 예술 작품의 시스템을 멈춰 죽음에 이르게 한 후 처음부터 다시 시작하지 않는 이상, 작가는 작품의 결과에 직접적으로 개입할 수 없다. 관객 역시 작품에 영향을 미치는 환경요인일 뿐이며, 작가와 비슷한 입장에 놓인다.

인공생명예술작품의 자기 조직화는 작가, 관객만이 아니라, 시스템 내부의 다른 알고리즘, 그리고 시스템 외부에 존재하는 제3의 시스템과 상호작용에 의한 것일 수도 있다. 예를 들어 러벨과 미첼의 『에이디어』에서 나무, 새, 늑대 등과 같은 상징적 생명체들은 외부의 실제 날씨환경과 상호 작용한다. 그리고 리날도의 『오토포이에시스』도 이러한 관심을 직접 드러내고 있다.

그런데 여기서 다음과 같은 물음이 제기된다. 과연 이런 디지털 생태 시스템에서 미적인 요인은 어떤 것인가? 무엇보다도 인공생명 예술작품은 외부와의 상호작용 없이는 자기재생산이 불가능하다. 그리고 이 상호작용은 모양, 색상, 사운드, 동작 등 작품의 외적인 형식들과 텍스트, 메시지 등 작품의 내용들과 같은 매개요소들로 이루어진다. 작가와 관객은 심미적 선호도나 문화적 선판단에 따라 이 요소들에 영향을 준다. 그리고 다시 작품은 이러한 영향을 자신의 시스템 구조에 맞게 변형시켜 작가와 관객에게 제시한다. 이 과정은 지속적으로 열려진 미학적 순환구조를 지닌다. 이것은 기존 디지털 예술의 상호작용이 보여주었던 기계적이며 닫힌 순환을 넘어선다.

이미 모더니즘 이후 예술들은 참여 형식을 통해 작품과 관객의 상호 소통을 적극적으로 옹호해왔다. 따라서 디지털 예술이 보여주는 상호작용성의 다양한 변주는 모더니즘 이후 예술의 중요한 미학적 요소로서 평가 받는다. 그렇지만 이 시대 디지털 예술의 상호작용성에 대한 해석은 획일적이며 새로운 전망을 제시하지 못하고 있는 듯 보인다. 인공생명 예술은 담보상태에 머무른 디지털 예술의 이런 한계에 대한 새로운 해석 가능성을 제공한다.

무엇보다도 인공생명 예술은 타자, 즉 자신에게 환경으로 작용하는 수많은 개체들과 지속적인 상호작용을 통해서만 생존 혹은 진화한다. 이 점에서 인공생명 예술의 최종결과는 항상 뒤로 미뤄져있으며 오히려 작품의 과정이 전면에 나선

다. 생명의 진화과정의 궁극적으로 어디에 도달할지를 누구도 예측할 수 없는 것처럼 말이다.

인공생명 테크놀로지의 원리상 인공생명 작품이 외부로 향해 열려있지 않다면, 그것은 차가운 죽음에 이르고 말 것이다. 따라서 여기서의 상호작용은 작품-관객 사이의 단순히 닫힌 반복적 행위에 불과한 것이 아니라 지속적으로 공급되는 문화적 에너지의 상호 교환이다. 결국 인공생명 예술은 문화적 생산과 예술적 경험에 있어서 하나의 새로운 형식을 실험하고 있다.

인공생명 연구와 인공생명 예술 현상과 관련해서, 테크놀로지 자체에 대한 결정론적 옹호도 있을 것이며 또한 비판적 입장도 있을 것이다. 인공생명 연구는 수많은 사회적 실천현장에서 현실적으로 유의한 결과들을 제공해왔으며, 이는 사회의 미래가 테크놀로지에 의해 결정될 수 있다는 희망을 부추긴다. 그리고 이것은 더욱 더 강력한 인공생명 은유를 탄생시키는 밑거름이 되고 있다. 그러나 지구라는 거대 생태 시스템의 입장에서 테크놀로지는 그다지 긍정적인 성과를 내지 못하고 있는 것 또한 사실이다. 여기서 늘 비판적 해석이 의미를 갖는다. 이와 마찬가지로 양날의 칼인 인공생명 현상에 대해 인공생명 예술은 새로운 문화적 전망을 위한 실험이자 동시에 비판적 태도의 문화적 실천이기도 하다.

## 참고문헌

- 김진엽(2002), 「미니멀리즘」, 『미학』 32, 227-253.
- \_\_\_\_\_ (2003), 「예술이란 무엇인가? 진화 심리학적 답변」, 『미학』 36, 121-143.
- \_\_\_\_\_ (2005), 「가상현실 예술에 대한 미학적 비평」, 『미학예술학연구』 22, 105-123.
- 이원곤(2002), 「영상테크놀러지와 예술의 리얼리티」, 『미학예술학연구』 16, 221-235.
- Bedau, M.(2002), “The Scientific and Philosophical Scope of Artificial Life”, Leonardo 35\_4, 395-400.
- \_\_\_\_\_ (2003), “Artificial Life: organization, adaption and complexity from the bottom up”, TRENDS in Cognitive Sciences 7\_11, 505-512.

- Boden, M., ed. (1996), "Introduction", M. Boden, ed., *The Philosophy of Artificial Life*, Oxford: Oxford UP, 1-35.
- Brooks, R.(1991), "Intelligence Without Representation", *Artificial Intelligence* 47, 139-159.
- \_\_\_\_\_ (2001), "The relationship between matter and life", *NATURE* 409, 409-411.
- Dawkins, R.(2004), *The Blind Watchmaker*(1986): 이용철 옮김, 『눈먼 시계공』, 서울: 사이언스북스.
- Haggerty, M.(1991), "Evolution by Esthetics. an Interview with W. Latham and S. Todd," *IEEE Computer Graphics* 11\_2, 5-9.
- Hayles, K. N.(1999), *How We Become Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics*, Chicago: University Of Chicago Press.
- Helmreich, S.(2000), *Silicon Second Nature*, LA: Univ. of California Press.
- Kyung-Joong, Kim and Sung-Bae, Cho(2006), "A Comprehensive Overview of the Applications of Artificial Life", *Artificial Life* 12, 153-182.
- Langton, C. G.(1989), "Artificial Life", in : C. Langton, ed., *Artificial Life*, SFI Studies in the Sciences of Complexity Vol. VI, Reading Mass.: Addison-Wesley Publishing Company, 1-48.
- \_\_\_\_\_ (1991), "Life at the Edge of Chaos", C. G. Langton, C. Tayler, J. D. Farmer, and S. Rasmussen, eds., *Artificial Life II*, SFI Studies in the Science of Complexity, Vol. X, Reading Mass.: Addison-Wesley, 41-91.
- Lindenmayer, A.(1968), "Mathematical Models for Cellular Interactions in Development", *Journal of Theoretical Biology* 18\_3, 280-99.
- Maturana H. and Varela, F.(1995), *The Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding*. Boston: Shambhala(1987): 정호영 옮김, 『인식의 나무』, 서울: 자작아카데미.
- Mindell, David A.(2002), *Between Human and Machine: Feedback, Control, and Computing before Cybernetics*, The Johns Hopkins UP: Baltimore and London.
- Mitchell, M.(1996), *An Introduction to Genetic Algorithms*, Cambridge Mass.: the MIT Press:

- 공성곤 외 옮김(1997), 『유전자 알고리즘 입문』, 서울: 진영사.
- Prusinkiewicz P. and Lindenmayer, A.(1991), *The Algorithmic Beauty of Plants*, New York: Springer Verlag.
- Shanken, E. A.(2002), “Life as We Know It and/or/ Life as It Could Be”, *Leonardo* 31\_5, 383-388.
- Sims, K.(1991), “Artificial Evolution for Computer Graphics”, *ACM Computer Graphics* 25\_4, 319-328
- Sommerer C. and Mignonneau, L.(2002), “Modeling the Emergence of Complexity: Complex Systems, the Origin of Life and Interactive On-Line Art”, *Leonardo* 35\_2, 161-169.
- \_\_\_\_\_ (2003), “Modelling Complexity for Interactive Art Works on the Internet”, J. Casti and A. Karlqvist, eds., *Art and Complexity*, Elsevier Science B. V., 85-99.
- Teenhaff, N.(1998), “As Art Is Life-like: Evolution, Art, and the Readymade”, *Leonardo* 31\_5, 397-404.
- Whitelaw, M.(2004), *Metacreation. Art and Artificial Life*, Cambridge Mass.: the MIT Press.
- Wiener, Norbert(1961), *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*, 2nd ed., Mass.: MIT Press.
- Winner, Langdon(2003), “Social Constructivism: Opening the Black Box and Finding it Empty”, in R. C. Scharf and V. Dusek, *Philosophy of Technology*, Oxford: Blackwell.
- Wolfram, S.(1984), “Universality and Complexity in Cellular Automata”, (*Physica D*, Vol. 10, 1984, pp. 1-35)”, *Cellular Automata and Complexity*, Reading Mass.: Addison-Wesley Pub. Co., 115-157.
- \_\_\_\_\_ (2002), *A New Kind of Science*, Champaign, IL: Wolfram Media.

원고 접수일: 2007년 9월 30일

게재 결정일: 2007년 11월 12일

ABSTRACT

---

## Artificial Life and Art

Kim, Jin Yup · Lee, Jae-Joon

Artificial Life(ALife) is the studies of all possible living things(life and lifelike) that are produced mainly by techniques in computer science. As is well known, life is complex system, and its behavior processes emerge synthetically from interaction of its low level parts. Like life, the behavior of ALife is the synthetic processes. ALife includes three or four prime techniques: Cellular Automata, Lindenmayer System, and Genetic Algorithms, or Neural Network.

Artificial Life Art bases on the idea of ALife and its techniques. We analyze phenomena of ALife Art in general as M. Whitelaw has aptly pointed out, and classify three groups from the forms of phenomena: a) works of ALife Art that are bred in computing machine, b) works of ALife Art that interact with its environment, c) works of ALife Art that behave as an individual entity in their world. Group a) includes Karl Sims's 『Panspermia』(1990). To our knowledge, Sims is the notable artist and computer graphic designer in early ALife Art. According to Sims, 『Panspermia』 are the virtual living things that are assumed as sperms from the universe. These virtual sperms are bred in computer abstract spaces.

Group b) includes Robb Lovell and John Mitchells' 『EIDEA』(1994), Christa

Sommerer and Laurent Mignonneaus' 『A-Volve』(1994) and 『Verbarium』(1999). Overall, these works bred in computer are interaction with their environment, for examples, real weather conditions, users in internet spaces, and visitors in gallery.

Group c) includes Kenneth Rinaldo's 『Autopoiesis』(2000). Rinaldo influenced from Rodney Brooks, Humberto Maturana and Francisco Varela has worked with lifelike-robots since 1990s. His 『Autopoiesis』 is also robotic art, its 6 large robot arms as an individual living entity interact with itself and visitors.

The interaction of works-visitors as one of the participant art phenomena has been appreciated in the post-modern culture. The interactivity of digital art is also the important aesthetic property. The behaviors of ALife maintain some relations with it's environments. These relations can be understood as an autonomous interactions of work-environment of ALife Art. The autonomy of interactivity are new meaningful themes of digital aesthetics and discourses about human-machine relation in our techno-culture era.