

# 지하루와 그래험 웨이크필드의 ‘인공자연’ 시리즈를 통해 본 인공생명미술의 특징\*

## Ecosystem Embodied from the Technology of Artificial Life: Focusing on the “Artificial Nature” of Haru Ji and Graham Wakefield

전혜숙 (이화여자대학교 부교수)

Hyesook Jeon (Associate Professor, Ewha Womans University)

『현대미술사연구』 제47집 (2020. 6), pp. 7-37

<http://dx.doi.org/10.17057/kahoma.2020..47.001>

---

### I. 들어가는 말

### II. 인공생명과 인공생명 미술

1. 인공생명이란
2. 생명의 특성으로서 ‘창발성’과 ‘자기조직화’의 실현
3. 인공생명미술의 실행방식과 초기 역사

### III. ‘인공자연’ 시리즈에 구현된 인공생태계의 특징들

1. 유전알고리즘을 통한 내생적·창발적 생태계의 구축
2. 창발의 물질적 감각을 유지하는 혼합현실 설치
3. 관람자 경험의 특징과 미학적 의의

### IV. 나오는 말

---

## I. 들어가는 말

‘인공자연(Artificial Nature)’ 시리즈는 2007년부터 지하루<sup>1</sup>와 그래험 웨이크필드

---

\* 이 논문은 2018년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2018S1A5 B8069796).

1. 지하루(지현경)는 한국에서 조소를 전공하고 미국 캘리포니아 대학교 샌타바버라(UC Santa Barbara)에서 Media Arts and Technology 분야로 박사학위를 취득하였다. 2007년부터 인공생태계를 나타내는 가상 현실과 혼합현실의 설치인 ‘인공자연(Artificial Nature)’ 시리즈를 통해 미술에서의 생명에 대한 주제를 탐구하고 있으며, 현재 캐나다 온타리오 예술 디자인 대학교(Ontario College of Art and Design University)

(Graham Wakefield)<sup>2</sup>가 자연의 창조성과 생물학적 매커니즘에서 영감을 얻고 복잡계의 원리에 의해 컴퓨터 계산 기반의 생성예술 기법으로 만든 인공적 생태계를 몰입적인 혼합현실(immersive mixed reality)로 구현한 것으로, 관람자가 포함되는 환경으로서의 인터랙티브 미술설치 작품들이자 다학제적인 연구프로젝트다.<sup>3</sup> 본 논문에서는 ‘인공자연’ 시리즈처럼 디지털 기술을 이용한 인공생명미술(Artificial Life Art: A-life art)의 특징이 무엇인지 고찰함과 동시에, 1990년대부터 현재에 이르기까지 인공생명미술의 전개양상을 살펴보고, 특히 ‘인공자연’ 시리즈가 21세기 생명개념의 변화 시대에 제시하는 미학적 의미가 무엇인지 파악하는 데 목적을 둔다.

1996년 케서린 헤일즈(Katherine Hayles)는 「인공생명의 서사들(Narratives of Artificial Life)」(1996)이란 글에서 인공생명을 만들려는 시도들이 세 가지의 연구 영역, 즉 ‘생물학적 젖은 영역(wetware)’, ‘소프트웨어(software)의 영역’, 그리고 ‘하드웨어(hardware)의 영역’에서 일어나고 있다고 설명한 바 있다.<sup>4</sup> 이는 각각 어떤 분야에서 출발하여 인공생명연구에 접근하는가에 따른 것이다. 이와 유사하게 2003년 마크 베다우(Mark Bedau)는 컴퓨터 프로그램으로 생명의 형태와 특징을 시뮬레이션하는 ‘부드러운 인공생명(soft A-Life)’, 로봇과 같은 하

의 학부와 대학원 교수로 재직 중이다. 그는 광주 미디어아트 페스티벌(2018), 대전 비엔날레(Bio, 2018), 서울 시청 등 국내 전시뿐 아니라, La Gaîté Lyrique(파리), ZKM(칼스루에), CAFA(베이징), MOXI and the AlloSphere(산타 바바라) 전시와 Digital Art Festival(타이페이), SIGGRAPH(요코하마, 밴쿠버), ISEA(싱가포르, 대전), EvoWorkshops (튀빙겐), 그리고 the International 2015 VIDA Art & Artificial Life Competition(스페인)과 the 2017 Kaleidoscope Virtual Reality Showcase에 참가하는 등 해외에서 활발한 활동을 하고 있다.

2. 그레험 웨이크필드는 영국 워릭 대학교(Warwick University)에서 철학을 전공한 후, 골드스미스 대학교(Goldsmiths College, University of London)에서 작곡으로 석사를 하였으며, 미국 캘리포니아 대학교 샌타 바바라(UC Santa Barbara)에서 Media Arts and Technology 분야로 박사학위를 취득하였다. 그는 캘리포니아 나노시스템 연구소(California Nano-Systems Institute)의 3중 구형 다중 사용자 몰입형 기기(three storey spherical multi-user immersive instrument)인 알로스피어(AlloSphere)의 소프트웨어 시스템개발에 중요한 역할을 하였으며, 소프트웨어 회사인 Cycling '74의 개발자로, 미디어아트 환경에서 수만 명이 사용하고 있는 소프트웨어 Gen for Max/MSP의 핵심개발자이다. 그의 작업은 SIGGRAPH, ICMC, NIME, EvoWorkshops and ISEA 등 다양한 국제행사에서 실행되거나 발표되었다. 현재는 캐나다 요크 대학교(York University)의 예술, 미디어, 퍼포먼스, 디자인(School of the Arts, Media, Performance & Design) 분과에 있는 컴퓨터아트 학과(Department of Computational Arts)의 교수 및 Alice Lab의 연구소장으로 재직하고 있으며, Computational Worldmaking의 캐나다 연구위원장(Canada Research Chair)으로도 활동 중이다.

3. "Artificial Nature," <https://artificialnature.net/> (2020년 3월 20일 접속).

4. Katherine Hayles, "Narratives of Artificial Life," George Robertson et al, (eds.), *FutureNatural: Nature, Science, Culture* (New York and London: Routledge, 1996), p. 147.

드웨어를 통해 유사생명을 구현하고자 하는 ‘단단한 인공생명(hard-A-life)’, 그리고 크레이그 벤터(J. Craig Venter)처럼 합성생물학을 통해 인공DNA로 생명체를 만들어내는 ‘젓은 인공생명(wet A-Life)’의 세 가지로 인공생명을 분류했다.<sup>5</sup>

인공생명에 대한 이들의 분류에 따르면, 1990년대 이후 새로운 미디어아트 의 일환으로 활발하게 제작되어 온 인공생명미술 또한 세 영역으로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 유전공학과 합성생물학 혹은 조직공학 기술을 이용하는 생물학적 인공생명미술(Bio A-Life Art), 즉 젓은 미디어의 바이오아트(Bioart) 영역과, 둘째, 유전알고리즘과 같은 소프트웨어 프로그램을 이용해 생명현상을 모방하는 컴퓨터 시뮬레이션의 산물로서의 디지털 인공생명(Digital A-Life)미술의 영역<sup>6</sup>, 셋째, 디지털 인공생명 시스템을 로봇 등에 탑재시켜 실제 공간 안에서 스스로 움직이게 하는 인공생명 개체로서의 미술영역이다.<sup>7</sup>

세 가지 인공생명의 영역은 관련된 지식, 기술, 방법에 있어서 매우 다르면서도 서로 얽혀있다. 모두 인간이 기술을 이용해 만들어낸 것으로서, 이제까지의 ‘생명’ 개념의 변화를 이끄는 21세기의 주된 영역들이다.<sup>8</sup> ‘생명’은 고대 그리스의 아리스토텔레스로부터 시작해 첨단기술이 지배하는 현재에 이르기까지도 명쾌하게 정의내릴 수 없는 개념으로 여겨지고 있지만, 그럼에도 불구하고 ‘생명’은 여전히 지구상의 모든 살아있는 것들을 위해 본질적으로 설명되어야 하는 개념으로 남아있다. 필자는 오랫동안 유전공학과 생명기술의 발전으

5. Mark Bedau, "Artificial Life: Organization, Adaption and Complexity from the Bottom Up," *Cognitive Sciences*, vol. 7, no. 11 (2003), p. 503.

6. 미첼 화이트로(Mitchell Whitelaw)는 디지털 인공생명미술을 주요기술 및 동향에 근거해 다시 4가지로 분류하였다. 첫째, 초기 A-Life Art 그룹으로 인공진화의 과정을 강조하면서 인공생명을 사육하는 작업들(Breeders), 둘째, 시뮬레이션의 영역을 넓혀 유기체 생명의 복잡하게 얽힌 상호작용을 모방하는 인터랙티브 연산시스템 작업인 사이버자연(Cybernatures), 셋째, 상호작용 로봇 시스템 등 물리적인 표면에 방점을 두면서, 생물학적 생명과 기계공학적 시스템 사이를 연결하는 바이오 로보틱 합성과 같은 하드웨어(Hardware), 그리고 넷째, A-Life에서의 'Life'가 희미해지고 테크닉의 암시보다 형식적이고 생성적인 속성들이 더 강조되는 추상적 기계(Abstract Machine) 등이다. Mitchell Whitelaw, *Metacreation, Art and Artificial Life* (Cambridge, MA: MIT Press, 2004), pp. 20-21.

7. 본 논문에서 다루지는 않지만, 이러한 예로 15개의 사운드 로봇조각으로 구성된 케네스 리날도(Kenneth Rinaldo)의 <오토포이에시스(Autopoiesis)>(2000)를 들 수 있다.

8. Edwina Bartlem, "Immersive Artificial Life (A-Life) Art," Helen Edison-Smith, An Nguyen, Denise Tallis (eds.), *Backburning: Journal of Australian Studies*, no. 84 (Perth: API Network, 2005), p. 95.

로 인간에 의해 변화되거나 확장되고 있는 생명개념이 현대미술들에 어떠한 방식으로 반영되고 있는가를 고찰하기 위해 생물학 기술을 이용하는 바이오아트를 다양한 관점에서 연구해왔다. 예를 들면 유전자 이식 기술로 만들어진 '혼성체'의 새로운 생명, 유전자 분석으로 인해 비물질적 '정보'가 된 생명개념, 본체로부터 떨어져 나와 실험실에서 조직 배양되는 '반쯤 살아있는(semi-living) 생명'들, 그리고 눈에 보이지 않지만 지구에서 가장 오래된 생명체로 인간과 더불어 살아가는 '미생물' 등을 다루는 미술 연구였다.

본 논문에서는 세 가지의 인공생명미술들 중 두 번째의 영역인 디지털 인공생명미술을 다룬다.<sup>9</sup> 따라서 이후 본 논문에서 언급되는 인공생명미술은 모두 헤일즈에 의하면 소프트웨어 영역의 인공생명, 혹은 베다우의 분류에 의하면 부드러운 인공생명의 영역인 '디지털 인공생명미술'을 의미함을 밝혀둔다. 이제 디지털 인공생명미술로서의 '인공자연' 시리즈의 특징과 의미를 고찰하기 위해, 인공생명이란 무엇이며, 인공생명미술이 어떻게 전개되어 왔는지를 먼저 살펴보기로 한다.

## II. 인공생명과 인공생명 미술

### 1. 인공생명이란

'인공생명(Artificial Life: AL)'이라는 용어를 본격적으로 사용한 사람은 미국의 컴퓨터과학자 크리스토퍼 랭턴(Christopher Langton)이다. 그는 1987년 9월, 160여 명의 컴퓨터과학자, 물리학자, 생물학자, 인류학자 등등이 참가한 인공생명 첫 워크숍을 주도하였으며, 워크숍에서 나온 인공생명의 본질에 대한 어떤 공통된 아이디어와 내용들을 모아 그것을 다음 해에 묶어 출판하였다. 그는 서문에서 '인공생명'의 개념 혹은 특징을 명료하고 정확하게 정리하였는데, 그 내용 중에서 가장 설득력 있고 자주 인용되는 것이 '가능의 생물학(the biology of

---

9. 인공생명미술에 대한 국내의 연구들은 대개 디지털 디자인 분야에서 이루어졌으며, '창발'을 가장 중요한 특징으로 보았다. 「인공생명과 예술」(2007, 김진엽·이재준), 「인터랙티브 아트의 창발성에 관한 분석, 인공생명 예술을 중심으로」(2008, 김희영), 「존 맥코맥의 작품분석을 통해 살펴본 진화생성예술 연구」(2011, 이혜리), 「창발, 개미집에서 인공생명 예술로」(2012, 박상현) 등을 꼽을 수 있다.

possible)'과 '가능할 수 있는 것으로서의 생명(life-as-it-could-be)'의 개념들이 다.<sup>10</sup> 이는 (컴퓨터) 기술과 관계된 '인공성(artificiality)'의 의미와 '생명'에 대한 개념의 변화를 함께 지칭한다.

컴퓨터로 인공생명을 만드는 방법들로는 셀룰라 오토마타(Cellular Automata)<sup>11</sup>, L-시스템<sup>12</sup>, 유전알고리즘(genetic algorithm)<sup>13</sup> 등이 있다.<sup>14</sup> 이러한 방법들은 컴퓨터 계산으로 자연 또는 생명 현상을 수학적한 알고리즘을 통해 모델이 시간에 따라 변화하는 양상을 관찰하여 자연 생명 현상과의 유사성을 얻는다. 이러한 기술들은 생명의 논리적인 형식이 그것을 구성하는 물질적 기초로부터 분리될 수 있다는 원리, 즉 유기체의 '살아있음(alive-ness)'은 물질의 속성이 아니라 형식의 속성일 수 있음을 뒷받침해준다.<sup>15</sup> 다시 말해 인공생명의 세계는 '컴퓨터라는 매체를 통해 생명의 과정을 실현(시뮬레이션)하는 것'이므로 기본적으로는 기계(컴퓨터) 내부의 정보구조들의 흐름으로 실현된 비물질적 세계이다. 따라서 인공생명에서의 '생명'은 기존 생물학에서처럼 물질 혹은 에너지에 관한 문제로 생각하면 안 된다. 오히려 소프트웨어가 만들어내는 논리적인 과정으로서의 자기 발전적 패턴과 형식으로 이해되어야 한다.<sup>16</sup> 탄소기반의 생물학적 생명은 살아있는 것을 분해하여 그것을 이루는 가장 작은 부분으로 환원해 들어가는 하향식(top-down)으로 연구되는 반면, 인

10. Christopher G. Langton (ed.), *Artificial Life: the Proceeding of an Interdisciplinary workshop on the synthesis and simulation of living systems held September 1987 in Los Alamos, New Mexico*, SFI Studies in the Science of Complexity (Boston: Addison-Wesley Publishing Company, 1988), p. 2.

11. 인공생명의 아버지라고 불리는 헝가리계 미국인 폰 노이만(John von Neumann)이 1950년대에 처음 만든 수학기산모형으로, 생물계의 자기-재생산하는 과정의 논리를 컴퓨터를 통해 추상적으로 형식화하고 자동기계로 모형화한 것이다. 노이만은 이러한 유형의 자동기계에서 돌연변이에 의한 진화의 가능성도 고찰하였다. 클라우스 에메케, 『기계 속의 생명, 생명의 개념을 바꾸는 새로운 생물학의 탄생』, 오은하 (역), 서울: 이제이북스, 2004, pp. 72-78.

12. L 시스템(Lyndenmeyer System)은 동일한 규칙을 반복 적용해 복잡성을 증가시킴으로써, 식물의 성장 프로세스를 수학적으로 기술하거나 표현을 가능케 하는 알고리즘이다. 1968년 네덜란드의 생물학자 아리스티드 린덴마이어(Aristid Lindenmeyer)에 의해 발전되었으며, 기본 시스템만으로도 실제 식물과 똑같은 구조와 형태를 지닌 디지털 식물을 키워낼 수 있다. 피터 벤틀리, 『디지털 생물학, 자연이 우리의 삶과 과학 기술을 어떻게 변화시키는가』, 김한영 (역), 서울: 김영사, 2003, pp. 189-193.

13. 자연세계의 진화과정(다윈의 진화이론)에서 영감을 얻어 생명체가 최적화된 상태로 진화하는 과정을 모형화한 계산 모델로, 집단을 기반으로 최적화된 결과를 얻는 진화알고리즘의 한 종류다.

14. 김진엽·이재준, 『인공생명과 예술』, 『인문논총』, vol. 58 (2007), p. 120.

15. 클라우스 에메케 (2004), p. 82.

16. 앞 책, p. 17.

공생명은 분석하기보다는 ‘합성’하고 결합시키며 조립하여 만들어지는 상향식(bottom-up) 방식으로 연구되고 만들어진다.<sup>17</sup>

인공생명은 인공지능(Artificial Intelligence: AI)과 구별된다. 인공지능은 인간의 두뇌, 신경심리 등을 모방해 지능을 탐색하지만, 인공생명은 생명체의 진화 과정을 모방한다. 인공지능 분야에서는 사고과정을 모형화하기 위해 컴퓨터를 이용하는 반면, 인공생명 분야에서는 진화를 가능하게 하는 기본적인 생물학적 원리들이나 생명 자체를 모형화하기 위해 컴퓨터를 사용한다. 인공생명은 상향식 방법을 취해 생명의 원리인 자기복제, 진화, 돌연변이 등을 모방하지만, 인공지능은 하향식방식을 사용하며 자기복제를 하지 않는다.

## 2. 생명의 특성으로서 ‘창발성’과 ‘자기조직화’의 실현

그렇다면 인공생명이 “있을 수 있는”, “가능한” 새로운 ‘생명’으로 여겨질 수 있는 ‘생명적’ 특성들은 무엇일까? 인공생명이 ‘생명’이기 위한 원리는 어디에서 오는가? 본 논문에서 다루는 소프트웨어 분야의 인공생명은 프로그램에 의해 창조된 행동자들(agents)<sup>18</sup>의 움직임으로 생명의 현상을 모방(시뮬레이션)함으로써 얻는데, 그 원리는 행동자들에 적용하는 전체적 규칙을 만드는 것이 아니라 몇 가지 단순하고 특정한 규칙을 만들어 반복시킬 때 생명현상과 같은 복잡한 구조가 저절로 나타나게 하는 것이다. 이렇게 예상치 못했던 프로그램이나 특성들이 발생하는 것을 ‘창발(emergence)’이라고 하며, 새로운 질서의 발현인 창발을 일으키는 구조는 보통 시스템의 출력이 다시 입력되어 반복적으로 되돌아가는 복잡한 피드백 루프(feedback loops)를 포함하는 ‘자기조직화(self-organization)’의 원리를 따른다. 개별적으로는 똑똑하지 못한 개미들이 모여 집단적으로 행동할 때 집을 지을 만큼 똑똑해지듯이, 어떤 존재가 그것을 제어하고 설계하고 있는 것 같지만 사실 그것들은 자기 자신을 조직하고 있을 뿐이

17. Christopher G. Langton (ed.) (1988), p. 2.

18. 행동자(agents)란 컴퓨터 프로그램을 통해 구성되고 정의된 대행 존재 혹은 처리과정이다. 환경과 독립된 실체로 약간의 논리적 사고, 내적 세계모형의 구성, 언어 행동을 할 수 있다. 어떤 주어진 규칙에 따라 움직이지만, 개미들처럼 개별적으로는 똑똑하지 않아도 집단으로는 똑똑해질 수 있는 것이 특징이다. 피터 벤틀리 (2003), pp. 154-155.

다.<sup>19</sup>

창발과 자기조직화는 바로 생명의 독특한 현상을 대표하는 개념들이다. 이 개념들은 생명의 역학과 신진대사에 대한 이해가 없었던 과거의 생물학적 사고에서는 설명될 수 없었던 것이기에, 생명형태의 복잡성과 관련해 신비한 영역으로 남아있었던 부분이었다. 예를 들면 단백질 분자 하나하나를 살아있는 것이 아니지만, 모였을 때 단순히 단백질 구성요소들이 합쳐진 전체구조를 넘어서는 현상 즉 생명체를 형성하는 것과 같은 것이다.<sup>20</sup> 이렇게 구성요소가 개별적으로 갖지 못한 특성이나 행동이, 전체구조에서 자발적으로, 하향식이 아니라 상향식으로, 저차원의 법칙에서 고차원의 복잡계로 돌연히 출현하는 현상을 창발(emergence)이라 한다. 다윈이 진화론을 통해 생물 유형들 사이의 생존과 점진적인 유전적 변화를 설명하긴 했으나, 그의 진화론은 이미 잘 적응하여 조직화된 유기적인 생물물리학적 계에 대한 이론일 뿐, 단순한 것으로부터 복잡한 것으로 살아있는 구조가 만들어지는 자기조직화(self-organization)에 대해서는 파악하지 못하고 있었다. ‘단순한 것으로부터 복잡한 것이 창조되는 것’에 대한 원리가 발견된 것은 ‘복잡계’<sup>21</sup>가 이해되기 시작한 20세기 후반이 되어서이다.<sup>22</sup> 생명의 특성 중 하나인 자기조직화와 창발성은 복잡계의 현상으로 이해되며, 컴퓨터의 정보처리 능력은 이러한 과정을 모방함으로써 생명이 지닌 자기발전과정의 패턴 즉 스스로 조직하는 과정을 잘 드러낼 수 있다.

그런데 창발이 존재한다고 하더라도 생명을 모방한 컴퓨터 안의 프로그램은 살아있는 유기체와 여전히 거리가 있다. 그 틈을 메워주는 것이 바로 컴퓨터 프로그램을 생명체의 행동 즉 생존과 번식이라는 진화 시나리오로 만드는 내러티브다.<sup>23</sup> 진화과정의 모방은 DNA 염기코드를 특정기호나 이진 코드 스

19. 피터 벤틀리 (2003), pp. 142-146.

20. 스티브 존슨, 『이머전스: 미래와 진화의 열쇠』, 김한영 (역), 서울: 김영사, 2004, p. 6.

21. 복잡계(複雜系, complex system 혹은 complexity system)란, 단순한 구성요소가 비선형적, 비가역적, 우연적이고 복합적인 상호작용에 의해 서로 강하게 영향을 주고받는 집단적인 상태로, 질서와 혼돈이 균형을 이루는 경계면에 존재한다. 이때 자발적으로 높은 수준의 새로운 질서가 형성되는데 그것이 바로 창발이다. 앞 책, pp. 6-7.

22. 클라우스 에메케 (2004), p. 23.

23. Katherine Hayles, *How We Became Posthuman, Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics* (Chicago: University of Chicago Press), 1999, p. 225

트링으로 환원시켜 거기에 진화원리들인 선택, 교배, 돌연변이 등을 연산규칙으로 활용하는 유전(진화)알고리즘을 통해 가능해진다. 대표적인 경우가 생물학자이자 생태학자인 토머스 S. 레이(Thomas S. Ray)가 1991년에 만든 <티에라(Tierra)>다. 생물의 본질적인 특성을 자기복제와 진화로 설정한 생물학자 레이는 긴 시간동안 일어나는 진화와 생태의 역학과정을 빨리 지켜보기 위해, 진화, 돌연변이, 자기복제, 재조합이 가능한 프로그램으로 인공생명의 모델을 만들었다. 그것은 이제까지의 어떤 모델들보다 생물체의 진화과정을 닮은 것이었다. <티에라>의 세계에서, 각각의 행동자들의 형태로 표현되는 표현형(phenotype)은 미리 정해진 범주에 따라 나타나지만, 그것들 중 성공적인 요소들은 새로운 세대의 개체군(population)을 생산하는 데 선택되고, 이는 적합기준이 충족되는 한 계속 변화한다. 이렇게 새로운 개체들을 만들어내는 과정에서 그것들을 성공적으로 만든 특징들(본질적으로는 일련의 프로그래밍 변수들)은 새롭게 재결합되는 과정에서도 각 세대에 계속 남아있으면서 이전 세대보다 더 환경에 최적화되도록 만든다. 이때 내부에서 각각의 개별자들을 규정하는 몇몇 변수들에 랜덤으로 변화가 일어날 수 있는데, 여기에 시스템 디자이너가 예측하지 못한 새로운 가능성의 도입이 허용되며, 그것이 적합자에 가장 가까운 표현형을 만들 수 있을 경우 돌연변이의 가능성도 발생하게 된다.<sup>24</sup>

이렇게 외부에서 발생하는(exogenous) 것이 아닌 내부에서 발생하는(endogenous) 적합성 함수(fitness function)와 피드백의 역학은 끝없는(open-ended) 진화를 발생시킬 수 있게 된다.<sup>25</sup> 이는 지하루와 웨이크필드가 만든 ‘인공자연’처럼 진화(유전)알고리즘을 이용한 인공생명미술들이 구현하고자 하는 가장 중요한 원리 중 하나다. 생태계를 시뮬레이션 하는 <티에라>는 기생생물이 숙주와 경쟁하면서 진화하는 과정도 보여줌으로써 생태학 연구에 크게 기여했다.<sup>26</sup> 레이가 “인공생명을 실현(instantiation)하려는 목적은 자연적인 생명

24. Thomas S. Ray, "Evolution, Ecology and Optimization of Digital Organisms," Billingsley K.R. et al. (eds.), *Scientific Excellence in Supercomputing: The IBM 1990 Contest Prize Papers* (Athens, GA: The Baldwin Press, 1991), pp. 509–510, [https://www.cc.gatech.edu/~turk/bio\\_sim/articles/tierra\\_thomas\\_ray.pdf](https://www.cc.gatech.edu/~turk/bio_sim/articles/tierra_thomas_ray.pdf).

25. "Tierra-AI Study," <http://www.aistudy.com/demo/Tierra.htm> (2020년 4월 2일 접속).

26. Joan Soler-Adillon, "Emergence and Interactivity: A-Life Art as a paradigm for the Creation of Experiences in Interactive Communication," *Hypertext, net*, issue, 8 (2010), [https://www.upf.edu/hipertextnet/en/numero-8/a-life\\_art.html](https://www.upf.edu/hipertextnet/en/numero-8/a-life_art.html).

의 형태와 과정을 인공적인 매체로 들여오기 위한 것”<sup>27</sup>이라고 강조했다. 컴퓨터 코드는 이제 정보를 형태(표현형, phenotype)로 나타내는 것을 넘어 그 자체로 살아있고 자연적인 것이 되었다.<sup>28</sup> 진화알고리즘은 미술작품 뿐 아니라 로봇, 기계, 디젤 엔진의 디자인과 심지어는 증권시장 예측시스템에도 사용되고 있다.

### 3. 인공생명미술의 실행방식과 초기 역사

위에서 살펴보았듯이 ‘있을 수 있는 생명’인 인공생명은 컴퓨터 안에서 유전 알고리즘 프로그램을 통해 태어나, 생명의 특징들인 ‘진화, 돌연변이, 자기복제, 재조합, 그리고 창발성과 자기조직화’를 모방함으로써 생명의 속성을 나타낸다. 인공생명이 지닌 이러한 ‘생명 모방’의 가능성은 가상현실 설치 및 관람자와의 인터랙션 등을 이용하는 뉴미디어 아트와 결합되면서 의미심장한 미학적 잠재성을 지니고 ‘인공생명미술’이라는 새로운 형식의 미술이 탄생하는 데 탄력을 불어넣었다. 인공생명미술에 관한 책 『메타창조, 미술과 인공생명(Metacreation, Art and Artificial Life)』(2004)에서 미첼 화이트로(Mitchell Whitelaw)는 인공생명미술을 “미술가들이 인공생명의 개념과 기술을 적용하여 과학적 산물이 아닌 예술적 대상으로 만든 것이며, 예측불가능하고 자율적이며 살아있는 것을 생각나게 하는 미술”<sup>29</sup>이라고 정의하였다. 그는 폭발적인 생명기술 발전의 시대에 인공생명 기술과 뉴미디어 아트와 만나는 바로 그 지점이 인공생명미술이 시작된 장소이며, 이때 인공생명 기술은 생명현상에 대한 단순한 모방이 아니라, 전기와 실리콘으로 재(再)구현된 ‘살아있음’ 혹은 ‘생명 그 자체에 대한 추상적인 정수(精粹)’를 추출해내는 것이라고 주장하고 있다.<sup>30</sup>

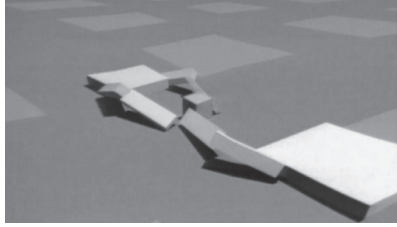
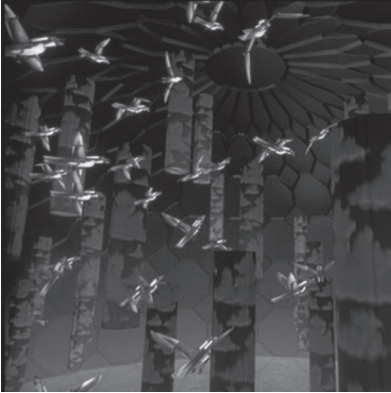
이렇게 인공생명미술이란 서로 거리가 먼 것 같은 ‘살아있는 것들(living things)’과 ‘기술적 시스템(technological system)’사이의 거리를 좁히고 생물학적 살아있음과 생명현상에 대한 기술적 모방을 결합한 미술이다. 그러므로 다른

27, Thomas S. Ray, “An Evolution Approach to Synthetic Biology: Zen and the Art of Creating Life,” *Artificial Life*, vol. 1, no. 1/2 (1993), p. 180.

28, Katherine Hayles (1999), pp. 224–229.

29, Mitchell Whitelaw (2004), p. 2.

30, Mitchell Whitelaw (2004), p. 5.



도판 1(왼쪽), 크레그 레이놀즈, 〈얼음을 깨는 스탠리와 스텔라〉, 1987, 동영상 스틸.

도판 2(위), 칼 심스, 〈진화하는 가상 생명체들〉, 1994, 동영상 스틸.

뉴미디어아트들과 마찬가지로 인공지능미술은 우선 인공지능에 대한 개념적 이해와 기술적 수준을 요구함과 동시에, 가상현실(Virtual Reality) 혹은 증강현실(Augmented Reality) 혹은 혼합현실(Mixed Reality)의 경험을 가능하게 하는 설치의 형태로 존재하는 것이 특징이며, 관람자들의 적극적인 상호작용을 이끌어냄으로써 생명의 의미를 다시 깨닫게 하는 데 목적을 둔다.

초기의 인공지능미술은 대체로 칼 심스(Karl Sims)의 〈진화된 이미지(Evolved Image)〉(1991)의 경우처럼 진화하는 이미지들을 생성해 시각화하는 것이었다. 크레그 레이놀즈(Craig Reynolds)가 자신의 인공지능 프로그램 〈보이즈(Boids)〉<sup>31</sup>의 단순한 규칙의 반복원리를 응용해 만든 짧은 애니메이션 〈얼음을 깨는 스탠리와 스텔라(Stanley and Stella in the Breaking the Ice)〉(1987)(도판 1)나 칼 심스의 〈진화하는 가상 생명체들(Evolving Virtual Creatures)〉(1994)(도판 2)<sup>32</sup>의 경우, (유사)생물들이 움직이는 근육의 힘을 통제할 수 있는 신경체계와 형태의 변화는 진화알고리즘에 의해 자동적으로 생성된다.<sup>33</sup> 이렇게 자동생성능력을 지니고 자신의 이미지를 재생산하는 특징 때문에 인공지능미술은 컴퓨터의 ‘생성’

31. 크레그 레이놀즈가 1987년에 새떼의 창발적 움직임을 시뮬레이트 한 것으로, 인공지능 원리의 아이콘이 된 프로그램이다. 여기에는 거리두기(separation), 정렬(alignment), 응집력(cohesion)이라는 행동자에 대한 3개의 단순한 규칙이 사용되었다. Craig Reynolds, "Flocks, Herds and Schools: A Distributed Behavioral Model," *SIGGRAPH '87: Proceedings of the 14th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, Association for Computing Machinery* (1987), pp. 25–34.

32. 〈Evolving Virtual Creatures〉, <http://www.karlsims.com/evolved-virtual-creatures.html>.

33. Karl Sims, "Evolving Virtual Creatures," *SIGGRAPH '94, Proceedings* (1994), p. 15.

기술에 방점을 둔 용어인 제너러티브 아트(generative art)<sup>34</sup>로도 불린다. 초기 인공생명미술은 미첼 화이트로가 리처드 도킨스(Richard Dawkins)의 '바이오모프 양육자(Biormorph breeder)'<sup>35</sup> 개념을 빌려와 "기르는 사람들(breeder)"<sup>36</sup>이라고 분류했던 것처럼, 인공생명을 '기르는' 작업들이었고, 흥미롭긴 해도 인터랙션(interaction, 상호작용)은 관람자(혹은 사용자)에게 아직 제공되지 않고 있다(각주 6번 참고). 즉 그 과정은 사용자의 참여 없이 프로그램 안에서 '진화'될 뿐이었다.

그러나 크리스타 좀머러(Christa Sommerer)와 로랑 미뇨노(Laurent Mignonneau)가 1994년에 만든 인터랙션 미술설치작품 <A-Volve: 실시간의 인터랙티브 환경(A-Volve: A real-time interactive environment)>은 독특한 인터페이스를 통해 이른바 기술영역(Technosphere)으로 관람자들의 참여를 끌어들이므로써 실시간으로 생명체들의 진화를 보여준 기념비적 작품이다(도판 3).<sup>37</sup>

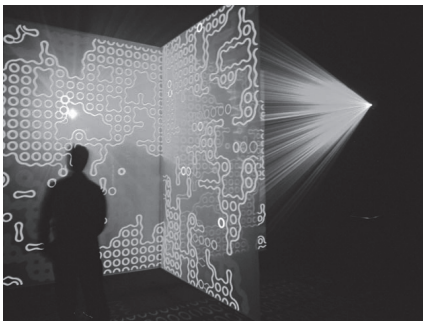


도판 3. 크리스타 좀머러와 로랑 미뇨노, <A-Volve: 실시간의 인터랙티브 환경>, 1994. 인터랙티브 설치.

34. 생성예술(Generative Art)이란 자연 언어법칙, 컴퓨터 프로그램, 기계, 다른 발명 등의 시스템을 이용하고, 자율적으로 나타나는 움직임으로 미술작품을 완성해가는 것으로, 자연의 구조 안에서 규칙을 찾아 이미지를 생성하며, 외부의 환경이나 주변 조건의 변화에 따라 자기 스스로 시스템을 무한히 확장시키고, 디지털 환경 속에서 생존하는 미술이다. 진화생성미술과 디지털인공생명미술은 거의 동일한 의미로 사용된다고 볼 수 있다. Philip Galanter, "Generative Art Theory," Christiane Paul (ed.), *A Companion to Digital Art* (New Jersey: John Wiley and Sons, Inc., 2016), p. 151; 이혜리, 「존 맥코맥의 작품분석을 통해 살펴본 진화생성예술 연구」, 『디자인지식저널』, vol. 20 (2011), p. 287.
35. 리처드 도킨스는 진화과정의 '누적적인 자연선택의 힘'을 설명하기 위해 자신이 실험적으로 만든 컴퓨터 프로그램을 그의 책 『눈먼 시계공』 3장 '바이오모프의 나라(Biormorph Land)'에서 기술하면서 '바이오모프 양육자(Biormorph breeder)'라는 용어를 사용했다.
36. Mitchell Whitelaw (2004), pp. 25-61.
37. 이 작품에서 진화알고리즘으로 프로그램 된 가상생명체들은 1값의 에너지를 갖고 태어난다. 에너지 값이 1보다 작으면 포식행위를 시작하고 에너지 값이 0이 되면 죽는다. 이때 포식자는 피식자의 에너지를 흡수한다. 생명체의 에너지 값이 1 이상이 되면 짝짓기를 통해 번식하는데, 이때 유전자 교환과 변이가 동시에 일어나 부모의 유전자 정보를 갖고는 있으나 새로운 개체가 탄생하게 된다. 이렇게 강력한 인공생명체들이 지속적으로 번식하게 되면 그 특성들은 계속 유전되어 독특한 종으로 진화된다: Christa Sommerer, Laurent Mignonneau, "Interacting with Artificial Life: A-Volve," *Complexity*, vol. 2, no. 6 (July 1997), pp. 13-21.

이 작품에는 〈티에라〉를 만든 토머스 레이가 공동제작자로 참여하였다. 물이 가득 찬 수조에 투사된 가상의 생명체들은 환경 안에 놓여 서로 먹고 먹히는 생존과 복제를 위한 행동을 지속하는데, 짝짓기에 의해 태어나기도 하고, 관람자의 드로잉에 의해 창조되기도 한다. 관람자들은 손을 수조의 물표면 위에 놓아 이미 존재하고 있는 생명체들과 상호작용할 수 있으며, 생명체들을 포식자로부터 보호할 수도 있고 생명체들을 가까이 모아 복제할 수 있게 도울 수도 있다.<sup>38</sup>

조금 더 발전된 예로 존 맥코맥(Jon McCormack)의 〈에덴(Eden)〉(2000-2010)을 들 수 있다(도판 4). 이 작품은 지하루의 ‘인공자연’처럼 개별적 인공생명체들이 아닌 환경을 포함하는 인공생태계 설치다. 〈에덴〉의 자기생성적이고 인터랙티브하며 진화하는 음향 생태계(Evolutionary Sonic Ecosystem) 안에 사는 가상의 생명체들은 소리를 듣고 만들면서 먹이를 찾으러 다니고 포식자들을 만나며, 그러는 동안 그들의 환경에 적합하게 진화한다.<sup>39</sup> 작품 앞에 놓인 카메라는 전시 공간 내 사람들의 존재와 움직임을 포착해 그것을 가상세계에 투사시킴으로써 가상세계 안의 먹이 생산에 영향을 줄 수 있게 한다. 관람자가 작



도판 4. 존 맥코맥, 〈에덴〉, 2000-2010, 인터랙티브 혼합설치 환경.

품에 관심을 가지면서 오래 머물수록 가상세계 안의 먹이는 더 많이 생산되어 생명체들로 하여금 더 나은 생존과 복제 환경을 갖도록 도움을 주게 된다. 이 작업은 가상세계의 생명체들과 현실세계의 관람자가 인터랙션을 통해 끝없는 창발적 관계로 이어진다는 점에서 ‘인공자연’ 시리즈와 비교할 만하다.

38. Christa Sommerer, Laurent Mignonneau, "A-Volve," *Leonardo*, vol. 35, no. 5 (October 2002), p. 481.

39. 〈에덴〉의 세계에는 바위, 생물량(biomass), 음향생명체라는 3가지 유형의 기본물질이 존재한다. 생명체들은 환경으로부터 학습하며, 학습된 지식을 자손에게 물려줄 수 있는데, 처음에는 자신들이 태어난 세계에 대해 별로 알지 못하지만 시간이 지나면서 먹이와 짝을 찾고 장애물과 포식자를 피하는 방법을 알게 된다. 다양한 소리를 내거나 듣는 생명체들은 환경에 적응할 뿐 아니라 환경을 바꾸면서 유기체와 환경 사이에 복잡한 피드백을 생성한다. Jon McCormack, "Eden, Evolutionary sonic Ecosystem, 2001-2010," <https://jonmccormack.info/artworks/eden/> (2020년 4월 2일 접속).

### III. '인공자연' 시리즈에 구현된 인공생태계의 특징들

지하루와 웨이크필드는 '인공자연'이 단순히 인공생명을 보여주는 것이 아니라 인공생명이 적응하고 살아가는 인공생태계의 구현임을 강조한다. 스스로 진화과정을 겪는 이 인공생태계는, 실제로 설치환경 속에서 인간을 포함한 많은 종류의 생명체들이 서로 적응해야하는 복잡한 경험을 제공한다.<sup>40</sup> 랭턴이 말한 '있을 수 있는 생명(life-as-it-could-be)'을 구현하는 것이 그들의 목적이 라면, 생명(life)의 뒤에 붙은 '있을 수 있는(-as-it-could-be)'이란 어휘는 상상할 수 있으면서 동시에 가능한 것을 넘어서는 사고(思考)로의 이동을 암시하는 것으로서, 그들에게 가장 중심이 되는 개념이다.<sup>41</sup> 그들은 아란차 엑시베리아(Arantza Etxeberria)의 말을 빌려, 작품들에서 사용되는 프로그램은 도구 혹은 이론적 모델에 그치는 것이 아니라 자연/인공 사이의 불분명한 경계를 제공함과 동시에 'life-as-it-could-be'의 급진적인 방식을 제공하는 "존재론의 새로운 창조를 나타내는 일종의 실현(instantiations)"<sup>42</sup>이라고 주장한다.

그들은 2007년 이래 2020년 현재까지, 근본원리는 같다고 하더라도 각각 다른 환경의 생태계를 구현한 15개<sup>43</sup> 이상의 '인공자연' 시리즈를 제작하고 40여 회 이상 전시를 해왔다. 본 연구에서는 그중에서 독특한 인공생태계 구현방식을 가장 잘 드러낼 뿐 아니라 관람자를 위한 다양한 경험을 이끌어내는 <이중의 시간/흐름(Time of Doubles/Flux)>(2011)<sup>44</sup>, <다도해(Archipelago)>(2013)<sup>45</sup> 및 <서식지(Inhabitat)>(2017)<sup>46</sup>, <그림자의 보존(Conservation of Shadows)>(2017)<sup>47</sup> 등을 중심으로 '인공자연'의 특징을 고찰하고자 한다. 이러한 작품들은, 생동

40. 「인공생태계 안에서의 새로운 조우: 지하루, Graham Wakefield 인터뷰」, *Aliceon: Media Art & Culture Channel* (2011년 5월 3일), <https://aliceon.tistory.com/1786> (2020년 1월 12일 접속).

41. Graham Wakefield·Haru Hyunkyung Ji (2009), p. 598.

42. Arantza Etxeberria, "Artificial Evolution and Lifelike Creativity," *Leonardo* (June 2002), p. 276; Graham Wakefield·Haru Hyunkyung Ji (2009), p. 597.

43. '인공자연' 시리즈 작업은 "Artificial Nature" 사이트를 참조 바람. <https://artificialnature.net/>.

44. 서울 소마미술관, 대전비엔날레, 타이페이 디지털아트 페스티벌, ZKM 등에 설치.

45. 서울 시청 상상력발전소 1등상, 프랑스 La Gaîté Lyrique 전시, VIDA 16.0 Art & Artificial Life Competition에서 명예상 수상.

46. 미국 산타 바바라의 어린이 과학박물관인 MOXI, The Wolf Museum of Exploration+Innovation에서 전시됨.

47. 2017년 SeMA창고에서 열린 《Requiem for Hybrid Art》전과 캐나다 토론토에서 전시.

적이고 다층적인 인공생태의 세계가 직관적이고 쉽게 다가갈 수 있는 다양한 설치환경에 적용되어, 관람자들로 하여금 몰입과 인터랙션을 통해 거기에 동화될 수 있게 만든 성공적인 예이며, 기술적인 것들과 미학적인 것들의 다층적인 통합이 복잡하게 이루어지고 있는 장소다.

## 1. 유전알고리즘을 통한 내생적·창발적 생태계의 구축

### 1) 기층과 유기체들

유전알고리즘과 LuaAV<sup>48</sup>을 이용해 시청각적으로 만들어진 ‘인공자연’의 생태계는 크게 자기조직적인 기층(substrata, 基層) 혹은 토양으로서의 환경과, 그 안에서 움직이는 유기체들(혹은 행동자들, agents)로 구성된다. 유동적이고 열역학적이며 소산적(消散的)인 기층은 생물학적 지층의 기본구성물(the building blocks)일뿐 아니라 내생적 진화선택의 원동력이 되는 역동적인 환경을 제공한다. 이러한 기층에 유사화학물질(pseudo-chemical) 응고체인 미립자들(particles)이 놓여진다. 색과 밀도를 가진 집단으로 존재하는 미립자들은 물질과 에너지 정보를 유지하면서 서로 반응할 수 있고, 유동적인 매체 안에서 끊임없이 움직이는 흐름을 형성한다.<sup>49</sup>

여기에 유기체인 행동자들(agents)이 공존하면서 활동성을 갖게 된다. 표 1에

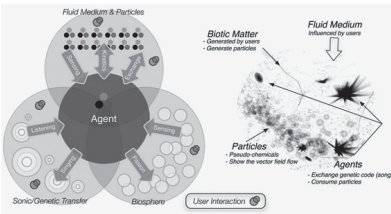


표 1. 〈인공자연 생태계 내의 기본 구성 요소 (Elementary Components within a Artificial Nature Ecosystem)〉 (출처: Graham Wakefield & H. Hyunkyung Ji, "Artificial Nature: Immersive World Making," 2009, p. 600)

서 볼 수 있듯이, 행동자들은 유동적인 흐름 안에서 표류하는데, 움직이기 위해 에너지를 사용하며, 활동과 성장을 위해 계속해서 에너지를 교환할 뿐 아니라, 쇠락을 막기 위해 유독성의 쓰레기를 방출함으로써 신진대사(자가생성)를 지속한다. 성장을 통해 충분한 에너지를 지니게 된 행동자들은

48. 웨이크필드와 웨슬리 스미스(Wesley Smith)가 Lua 프로그래밍 언어에 기반해 개발한 시청각 복합 프로그래밍 환경으로, 연산을 통해 시간적, 공간적, 시각과 청각 정보의 실시간 통합을 가능하게 하는 통합프로그래밍 환경이다.

49. Graham Wakefield & Haru Hyunkyung Ji (2009), p. 599 참조.

분열에 의해 재생산된다.

인공생태계의 구성은 각 작품마다 조금 다르다. <다도해>나 <서식지>의 경우를 보면, 생태계는 여러 층으로 구성되는데, 먹이사슬의 맨 아래에는 이끼 같은 생물자원 층이 있고, 그 위에 포식자를 포함한 여러 다양한 유기체들이 존재한다. 무리를 지어 다니며 물고기를 연상시키는 유기체들은 죽을 때 땅 위에 주홍 피를 남기는데, 이 피는 개미와 같은 다른 유기체들의 영양분이다. 이들은 페로몬과 같은 물질을 남겨 같은 종끼리 집과 먹이에 대한 정보를 공유한다. 이밖에 청소부와 같은 개체는 죽은 다른 개체를 영양분으로 삼으며 상위 포식자는 에너지가 떨어질 때 마다 가장 가까이 위치하는 다른 유기체를 섭취함으로써 에너지를 얻는다. 이끼 같은 식물자원은 높은 지형에서 더욱 왕성하게 자라며 물고기와 같은 개체의 먹이가 되며 또한 참여자의 그림자에 닿으면 소멸하게 된다. 이러한 생태계의 구성 및 각 유기체들의 모습과 생존방식은 인공자연 시리즈의 작품들에서 각각 다양하게 전개된다. 대부분 빠르게 움직이는 활동성을 보이면서 관찰자의 움직임에 상호작용하는 반응을 함께 나타내는 것이 공통적인 특징이다.

## 2) 진화와 돌연변이

이렇게 다양한 행동을 보이는 유기체들은 각각 유전자(게놈 데이터)를 지닌다. 이 유전자는 실행 가능한 고유한 함수코드로 전환되며, 이러한 함수코드는 유기체들 각각의 행동과 성장의 요소들을 제어한다. 함수들은 형태, 나이, 비축 정도, 환경감지정도를 포함하는 유기체들의 상태에 반응하여, 그것들의 움직임, 방향전환, 소비, 성장, 분열, 유전자 전달 등의 행동을 만들어낸다. 행동자들은 가까이 있는 것들끼리 측면유전자전이(lateral-gene-transfer: LGT) 방식으로 유전자를 교환하며 진화하는데, 이때 유전자는 소리로 치환됨으로써 유기체들이 유전자를 교환하며 노래를 하는 것처럼 보인다. 행동자들이 소리로 유전자를 교환하므로, 불완전하게 소리가 들렸을 경우 돌연변이가 발생할 수 있다. 이 과정에서 경쟁에 유리한 형질을 갖도록 행위자들의 선택적 증식을 재촉하는 '선택압(selective pressure)<sup>50</sup>이 발생하는데, 그것은 행동자 각자와 다른 행

50. 선택압이란, 자연돌연변이체를 포함하는 개체군에 작용하여 경쟁에 유리한 형질을 갖는 개체군의 선

동자, 그리고 그것들을 둘러싼 환경과의 관계 안에서 복합적 피드백을 통해 내생적으로(endogenously) 창발된다. 다시 말해 분명한 목적을 가지고 규정된 외부의 적합성 함수(fitness function)에 의해서 조정되지 않는다.<sup>51</sup> 오히려 인공생태계 안에서 행동자(유기체)들이 발전시킨 각각의 탐사전략은 돌연변이 등을 통해 다양성을 획득하게 되며, 이는 내생적 선택압력을 통해 진화로 이어지고, 여기에서 창발성이 특징으로 나타나게 되는 것이다.

### 3) 소리의 역할

‘인공자연’에서 소리는 인공생태계의 진화와 밀접하게 연관된다. 실제로 자연에 존재하는 많은 유기체들은 자신들의 위치와 정체성을 갖기 위해 혹은 환경에 적응하기 위해 특별한 소리(sound)들을 진화시켜왔다. 지하루와 웨이크필드는 ‘내생적 원리의 시각화’라는 ‘인공자연’ 시리즈의 공통된 목적을 위해 인공생태계의 “모든 지각 가능한 요소들이 여러 층위 및 과정 안에서 역동적인 존재론적(ontological) 역할을 해야 한다”<sup>52</sup>고 쓴 바 있다. 이렇듯 ‘인공자연’ 안에서는 모든 유기체들이 내는 소리들 또한 어떤 존재론적 역할을 지닌 것으로 사용되고 있다. <이중의 시간>을 예로 들자면, 귀뚜라미의 재잘거리는 것 같은 소리들은 데이터를 세심하게 해석하는 과정을 통해 만들어지는데, 짧은 간격의 소리와 긴 간격의 소리는 행동자의 움직임과 위치, 방향, 거리에 관계되어 소리 또한 공간성을 갖게 되며, 그 음색들은 진화하고 있는 유기체의 유전자들이 보여주는 세심한 변화에 따라 다양하게 변한다. 또 소리들은 개체들이 성장하거나 몰락함에 따라 ‘밀도 높은 소리의 무리(dense clouds of sounds)’<sup>53</sup>로 발현되기도 한다. 이는 인공생명의 진화를 통해 드러나는 시각적인 변화들이 청각

택적 증식을 재촉하는 생물적, 화학적 또는 물리적 요인을 말한다. 강영희 외, 『생명과학대사전』, 2008, <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=428900&cid=60261&categoryId=60261> (2020년 3월 21일 접속). 서식처에서의 각종 환경조건(자원과 조건, 그리고 경쟁자의 존재 등)은 종 또는 개체들에게 해당 서식처에 살아남도록 하는 입력이 된다. 김종원, 『한국 식물 생태 보감 1』, 2013, <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2431081&cid=42526&categoryId=51378> (2020년 3월 21일 접속).

51. Haru Ji & Graham Wakefield, “Endogenous Biologically Inspired Art of Complex Systems,” *Art on Graphics* (Jan/Feb 2016), p. 17.

52. 앞 글, p. 6, p. 19. 여기에서 지하루와 웨이크필드는 ‘존재론적(ontological)’이라는 용어를 실존, 존재, 현실, 궁극적 실체의 본성을 의미하는 철학적 의미 그대로 사용하고 있다.

53. 앞 글, p. 17.

적인 요소와도 밀접하게 묶여있음을 말해주며, 소리가 형태 못지않게 중요하게 작용하고 있음을 나타낸다.

## 2. 창발의 물질적 감각을 유지하는 혼합현실 설치

### 1) 확장된 생명의 경험을 위한 장치들

지하루와 웨이크필드는 관람자들과 함께 ‘자연-같음(nature-likeness)’에 대한 확장된 경험의 미학을 공유하는 것이기 때문에, 작업의 성패가 그러한 경험의 질(質)에 달려있다고 생각한다.<sup>54</sup> 그러므로 인공생태계의 구현전략에서 가장 중요한 부분은, 생명의 주된 특징으로서의 ‘예측할 수 없는 창발’이 한창 일어날 때 그 물질성의 감각을 어떻게 일관적으로 유지하면서 관람자에게 제공할 수 있을 것인가이다.<sup>55</sup> 작품들마다 약간 다르지만, 그들은 관람자들이 복잡한 생태계의 컴퓨터 시뮬레이션과 직관적으로 상호작용할 수 있도록, 시야의 범위가 넓은 거대한 디스플레이(스크린), 스테레오 그래픽, 고(高)프레임율(high frame-rates: HFR)을 지닌 3D 공간오디오 등의 장치로 고도의 감각적 환경을 조성하면서, 터치스크린, 마이크(ambient microphone), 서라운드 스피커, 다수의 대형 프로젝션, 그리고 깊이 영상 센서 카메라(RGB-D Camera)와 거기서 얻은 많은 양의 데이터를 빠르게 전송하기 위해 속도가 빠른 케이블 또는 무선 대역을 사용하는 저지연(low-latency: LL)<sup>56</sup>시스템 등 다중적 입력방식의 ‘투명 인터페이스’를 사용한다. 투명 인터페이스는 인터페이스를 가시적으로 드러내지 않음으로써, 사용자(관람자)가 인터페이스의 존재를 인식하지 않고 자연스럽게 가상현실을 경험할 수 있도록 한 것이다. 이는 볼터(Jay David Bolter)와 그루신(Richard Grusin)이 『재매개(Remediation: Understanding New Media)』(1999)에서 언급한 ‘투명한 비매개성(transparent immediacy)’과 통하는 개념이기도 하다. 일반적으로 투명 인터페이스는 가상현실세계 구현기술자들의 궁극적인 목표이기도 하다. 인공자연에서는 혼합현실에서 가능한 투명인터페이스의 장점

54. Graham Wakefield & Haru Hyunkyung Ji, "Becoming-there: Natural Presence in an Art of Artificial Ecologies," *Proceedings of 2013 International Symposium on Ubiquitous Reality* (2013), p. 11.

55. Graham Wakefield & Haru Hyunkyung Ji (2009), p. 599.

56. 컴퓨터의 input과 output 사이의 과정에서 지연을 최소화해 바로 응답하도록 하는 기술을 말할.

을 활용해 몰입의 정도와 가상성의 확보를 강화시키고 있는 것이 특징이다.

## 2) 현존성의 강화

‘인공자연’ 초기의 설치들은 바닥부터 사람의 키를 넘기는 대형화면을 1면에서 점차 2면, 3면으로 확장하면서 무한의 가상공간을 만들어 관람자의 자유로운 네비게이션을 강조했다. 또한 작가들은 산타 바바라의 캘리포니아 대학에서 CAVE<sup>57</sup>에 비교되는 구(球)형태의 가상현실 알로스피어(AlloSphere)<sup>58</sup>를 통해 완전 몰입형 작업을 실험 발표하기도 했다. 그것은 일찍이 네그로폰테(Nicholas Negroponte)가 설명한 것처럼, 가상현실에서 실재(the real)를 억압함으로써 얻게 되는 강력한 ‘거기에 있음(being-there)’의 감각을 전달하는 데는 효과적이었다.<sup>59</sup> 그러나 작가들도 인식했듯이, 실재를 억압하는 완전 몰입형의 VR세계는 1인 사용자를 자기중심적인 인터랙션에만 머물게 함으로써, 인공생태계를 탈신체화된 관찰자경험으로 축소시킬 수 있다는 단점이 있었다.<sup>60</sup>

이를 보완하기 위해 작가들은 네비게이션을 없애고, 현실적이면서 동시에 가상인 공간의 융합을 창출하는 혼합현실(Mixed Reality)을 만들기 시작한다. <이중의 시간/흐름(Time of Doubles/Flux)>에서는 3D 프로젝션이 여전히 존재하지만, 벽이 아닌 화랑 공간 안의 구부러진 건축적 오브제 양면에 투사된다



도판 5. 지하루와 그래험 웨이크필드, <이중의 시간/흐름>, 2011, 인터랙티브 혼합설치 환경.

(도판 5). 관람자와 같은 공간에 놓여 존재감을 갖는 스크린은 현실의 관람자들이 가상의 세계를 혼합하여 경험하게 하는 창문의 역할을 수행하게 된다. <서식지(Inhabitat)>(도판 6)와 <다도해(Archipelago)>(도판 7)에서는, 물과 송진의 코팅과정을 거쳐 손으로 조각한 발포스티렌수지에 모래를 올려

57. Cave Automated Virtual Environment의 약자로 가상현실이 조성된 방을 말함.

58. AlloSphere는 산타 바바라 캘리포니아 대학에 있는 일종의 몰입형 시설로, 26개의 프로젝터가 3개 층으로 된 공간에 투사되고 55개의 스피커로 소리를 전달함으로써 시각적, 청각적 인터랙티브리티를 제공한다.

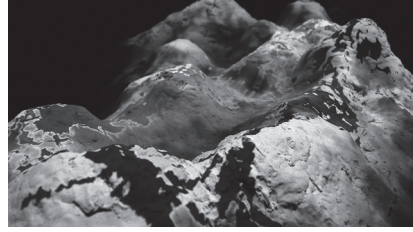
The AlloSphere Research Facility, University of California, Santa Barbara, <http://www.allosphere.ucsb.edu/>.

59. 니콜라스 네그로폰테, 『디지털이다』, 백육인 (역), 서울: 커뮤니케이션북스, 1995, p. 111.

60. Haru Ji & Graham Wakefield (2016), p. 17.



도판 6. 지하루와 그래픽 웨이크필드, <서식지>, 2017, 인터랙티브 혼합설치 인공지능태계.



도판 7. 지하루와 그래픽 웨이크필드, <다도해>, 2013, 인터랙티브 혼합설치 인공지능태계.

섬과 같은 서식지를 만들고 그 위에 인공지능태계를 투사함으로써 관람자가 개입할 수 있는 혼합현실을 구현했다. 혼합현실은 대개 현장에 설치된 카메라로 사람들의 움직임과 형태를 포착하여 시공간 필터링을 통해 얻은 이미지들을 인터랙션 공간에 다시 투사함으로써 가상과 현실을 섞는 기술을 이용한다. 그 효과는 그 과정이 얼마나 빨리 실시간으로 이루어지는가에 따라 달라진다.

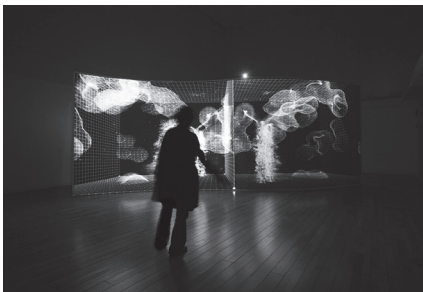
실제공간과 가상을 혼합하여 증강된 현실은 실재(the real)를 완전히 억압하지 않는다. 화랑 바닥에 놓인 커다란 스크린이나 모래섬들은 관람자의 개입과 상호작용 때문에 어디까지 현실이고 어디서부터 가상인지 구분을 모호하게 만든다. 이 때 관람자가 자기 자신과 인공지능태계의 생명체들에 대해 느끼는 현존성(presence)은 CAVE의 경우보다 훨씬 강하게 발생할 수 있다. 왜냐하면 둘러싸는 소리 및 공간의 환경에서 관람자가 친숙하게 인터페이스에 접근할수록, 또 가상의 행위자를 쉽게 지각할수록, ‘거기에 있다(being there)’는 원격현존성(telepresence)의 감각과 함께 현존성은 더 커지기 때문이다. 그라우(Oliver Grau)는 『가상미술, 일루전에서 몰입으로(Virtual Art, From Illusion to Immersion)』의 7장에서, 혼합현실로 구현한 폴 세르몬(Paul Sermon)의 <텔레마틱 드리밍(Telematic Dreaming)>(1992)을 예를 들어, 현존성과 원격현존성은 정확한 이미지의 전달보다는 실시간에 일어남으로써 효과를 배가시키는 동시성(the same time)에 의해 더 강하게 발생한다고 설명한 바 있다.<sup>61</sup> 지하루와 웨이크필드는 이러한 효과적인 인터랙션을 위해서 관람자의 모습을 사진처럼 정확히 반영하

61. Oliver Grau, *Virtual Art, From Illusion to Immersion* (Cambridge, MA: MIT Press, 2003), p. 275.

는 것(photo-realism)보다 저지연(LL)기술과 대역폭(high bandwidth)<sup>62</sup>으로 빨리 전달하는 것이 현존성 감각의 생성을 위해 절대적으로 중요하다는 것을 발견했다.<sup>63</sup> 관람자는 자신의 반영된 모습의 사실성보다 인공생태계 안에서 빠르게 이루어지고 있는 실시간의 움직임과의 인터랙션을 통해 더 큰 효과를 느끼기 때문이다.

### 3) 그림자의 존재론

지하루와 웨이크필드는 작품실행에서 우연히 나타난 것이든 아니면 고의적으로 생산된 것이든 그림자가 지닌 기능에 독특한 의미를 부여한다. <이중의 시간/흐름>에서는 작품에 가까이 가게 되면 관람자들은 그들 자신이 더블(double)존재로 가상의 세계 안에 들어가 있음을 발견하게 된다(도판 8). 이는 아바타가 아니라 관람자들을 카메라로 포착해 축적한 데이터들을 고해상도의 볼륨과 고(高)-에너지의 미립자로 재형성한 그림자와 같은 반영 혹은 거울이미지다. 그림자로 표현된 더블이미지들의 형상과 움직임은 생태계를 교란하기도 하지만, 결국은 유동적인 공간 안에서 움직이며 진화하고 있는 가상적 유기체들이 먹을 영양소 미립자(nutrient particles)를 방출하는 에너지 공급자가 된다. <다도해>와 <서식지>에서도 생태계의 풍경에 드리워지는 관람자의 그림자는 생태계의 시뮬레이션에 변화를 주는 요인으로 사용된다. 그림자 아래의 초



도판 8. 지하루와 그래픽 웨이크필드, <이중의 시간/흐름>, 2011, 인터랙티브 혼합설치 환경.

목은 근절되어 문자 그대로 어두움의 힘을 느끼게 하지만, 산불이 지나간 후처럼 그림자가 지나가고 난 자리에 생명은 더 풍성하게 되살아난다.

위의 작업들과는 달리, 전시 건물의 '장소특정성'<sup>64</sup>이 강조된 <그림자의 보존>(2017)에서는, 바닷

62. 컴퓨터 네트워크나 인터넷이 특정 시간 내에 보내는 최대정보량을 말함.

63. Graham Wakefield & Haru Hyunkyoung Ji (2013), p. 12

64. 이 작업의 설치장소였던 SeMA청고는 원래 질병관리본부의 시약창고로 사용되었던 곳이다.

도판 9. 지하루와 그래픽 웨이크 필드, 〈그림자의 보존〉, 2017, 인터랙티브 혼합설치 환경.



에 깔아놓은 4x6미터의 소금 카펫 위를 걸음으로써 만들어지는 관람자의 그림자와 보이지 않는 생명체들을 투사한 그림자들이 섞이게 된다(도판 9). 보이는 것과 보이지 않는 세계 사이의 다리역할을 하면서 공유되고 있는 그림자들의 '물리적인 이중성(physical duality)'<sup>65</sup>은 살아있는 것과 기술적인 것, 과거와 현재와 미래, 그리고 인간과 인공생태계를 이어주는 실체로서 기능한다. 모든 지각 가능한 요소들이 여러 층위 및 과정 안에서 역동적인 존재의미를 갖는 '인공자연'에서는 그림자에도 '존재론적 역할(ontological role)'이 부여되고 있다. 이는 질병과 죽음의 장소에 생명과 진화의 모습을 중첩시킴으로써 창조와 파괴라는 영원한 생명원리를 나타낸 것으로 볼 수 있다.

### 3. 관람자 경험의 특징과 미학적 의의

#### 1) 인공생태계에 통합되는 관람자 경험

'인공자연' 시리즈에서 의도하는 인터랙션의 주요 의미는 관람자가 순수하게 관찰자로 머무르는 것도, 신(神) 같은 조작자로 개입하는 것도 아니다. 인간(관람자)도 진화하는 생태계의 통합적 일부가 되게 하는 것이다. 관람자의 행동 및 공간의 점유는 물론 그 움직임을 통해 생태계에 영향을 주지만, 인터랙션은 역동적으로 빠르게 흐르고 있는 생태계 안에서 복잡한 피드백으로 이루어질 뿐 아니라 자발적이면서도 동시에 비자발적인 요소들과 함께 작용하기 때문

65. Haru Ji & Graham Wakefield, "Conservation of Shadows: Shared Physicality Between Worlds," *ISEA 2019*, Gwangju, Korea (June 2019), Proceeding, n.p.



도판 10. 지하루와 그래픽 웨이크필드, <서식지>, 2017, 인터랙티브 혼합설치 인공생태계.

에, 그 결과들을 지각하기는 쉽지만 예측하기는 어려운 것이 특징이다.<sup>66</sup> 다시 말해 시스템 안에서 창발적으로 일어나는 생명체들의 특징과 관람자의 개입이 만들어내는 변화의 상황들은 마치 다양한 요인들에 의해 생태계 안에서 진화가

일어나듯이 전혀 예측하지 못한 결과들을 만들어낸다.

<이중의 시간/흐름>에서 관람자들은 어둡고 유동적인 흐름의 가상세계 안에서 노래하고 수영하는 생명 형태들과 함께 더블이미지로 존재하면서, 각각의 유기체들이 어떤 방식으로 살아있는 상태를 유지하기 위해 환경 안에서 먹이를 찾고 소비함으로써 에너지 균형을 유지하는지 보고 듣고 느끼게 된다. 이때 '더블'이 된 관람자는 심리학적으로 몰입을 강화해 더블과의 동일시를 더욱 신속하게 만들고, 기술과 장치들은 인터랙션을 극대화한다. 발포스티렌수지 위에 모래를 얹은 <서식지>와 <다도해>의 경우, 관람자들은 그 모래의 지형을 바꿈으로써 초목이 높은 고도에서 잘 자란다거나 생명체들이 가파른 경사면을 피하는 것 같은 생명체들의 적응조건에 영향을 줄 수 있다. VR 헤드셋(headset)을 이용해 3D로 생명체들을 경험할 수도 있고, 손 위로 기어오른 유기체들을 주의 깊게 다른 곳으로 옮길 수도 있다(도판 10). 2017년 산타 바바라의 어린이 과학박물관에 설치되었던 <서식지>에 대해 당시 큐레이터는 “여러 센서들과 장치들을 통해 경험되는 다양한 가상현실들은 3-7세의 어린아이들에게도 강한 호기심을 불러 일으켰다. 장치에 따라 혹은 시점에 따라 크기가 다르게 표현되는 여러 층의 먹이사슬들과 행동자들 모두에 어린아이들은 어른들보다 훨씬 더 자연스럽게 큰 관심을 보였다.”<sup>67</sup>고 술회하고 있다.

이처럼 ‘인공자연’에서 관람자들은 관람을 위한 지침이 없어도 마치 자연에서처럼 발견하고 관찰하듯 스스로 알아간다. 아이들이 관찰을 통해 유기체들

66. Graham Wakefield & Haru Hyunkyung Ji (2013), p. 12

67. Ji Haru Hyunkyung & Graham Wakefield, “Inhabitat: An Imaginary Ecosystem in a Children’s Science Museum,” *Leonardo*, vol. 51, no. 4 (2018), p. 346.

의 다양한 행동과 움직임과 성장을 바라보고 자신의 신체 움직임이 인공생태계에 영향을 주는 모습을 발견하면서 상상의 이야기를 만들어내듯이, 관람자들은 자연스럽게 자신의 역할을 이해하게 되는 것이다. 혼합현실을 구현하는 기술이 미학적 환경으로 통합되는 '인공자연' 작업들의 의의는 관람자의 인터랙션을 단순한 참여와 몰입에 머무르게 하는 것이 아니라, 탐구적 혹은 탐사적 발견으로 발전되게 한다는 것이다.

## 2) 미학적 특징과 의의

인공생명을 만드는 것과 그것을 미술로 구현하는 것 사이에는, 관람자들에게 무엇을 전달하며 어떤 미학적 공감을 이끌어낼 것인가에 대한 미술가들의 고민이 존재한다. 지하루와 웨이크필드에게 있어서도 작품의 기술적 의미를 어떻게 미학적·경험적 효과로 통합시킬 것인가의 문제는 항상 작업의 중심에 놓여있었고, 이를 여러 연구논문을 통해 피력해왔다. 인공생명미술의 미학을 다룬 대부분의 다른 연구들은 대부분 진화알고리즘 덕분에 의도하지 않았던 조형적 창발성이 일어난다는 점을 강조한다. 미첼 화이트로는 책 『메타창조, 미술과 인공생명』에서 창발을 하나의 장(章)으로 다루었고, 사이먼 페니(Simon Penny) 또한 예측할 수 없는 '창조적인' 방식으로 그것들의 환경 안에서 변화되거나 적응하는 컴퓨터 기반의 '창발적 작동의 미학'을 인공생명미술의 첫 번째 미학으로 꼽았다. 그 외에도 페니는 자연을 모방하고자 하지만 외양의 모방 혹은 재현이 아닌 '생명의 내적 논리를 따르는 생성의 모방 미학', 그리고 열려있는 다양하고 참신한 '인터랙션의 미학'을 강조한 바 있다.<sup>68</sup>

인공생명에 대한 전형적인 구현을 보여주는 '인공자연' 또한 위에서 언급된 생명의 모방과 창발성, 관람자와의 인터랙션을 가장 기본적인 미학적 요소로 삼고 있지만, 그 외에 독특한 인공생태환경의 표현과 경험효과를 통해 추구하려는 몇 가지 미학적 특징들을 들 수 있다.

첫째, '인공자연' 시리즈는 웨이크필드의 소프트웨어 기술과 지하루의 독특

68. Simon Penny, "Art and Artificial Life—a Primer," *After Media Embodiment and Context: Proceedings of the Digital art and Culture* (Irvine: University of California, 2009), <https://escholarship.org/content/qt1z07j77x/qt1z07j77x.pdf?t=kx4619>.

한 미적 구현방식이 결합된 기술융합의 미학을 추구한다. 이 시리즈는 빛의 비물질성(immaterality)과 소리를 응용하는 뉴미디어 아트 속성을 기본으로 하지만, 지하루는 모래와 소금 등 현실세계에서의 다양한 재료를 적극적으로 사용함으로써 관람자의 시각, 청각에 더해 촉각적 감각의 경험 영역을 넓혀 감각적 증강세계의 확장을 도모한다. 뿐만 아니라 <그림자의 보존>과 같은 장소 특정성을 이용한 작품은 가상성의 존재성('being' there)뿐 아니라 장소성(being 'there')을 강조함으로써, 역사와 시간과 사건이 축적된 실제장소의 무게와 가상의 가벼움이 함께 존재하는 혼합현실의 다층적 의미를 강조한다.

둘째, '있을법한 새로운 생명'을 통해 독창적 창발성과 창조성을 드러내는 '인공자연' 시리즈는 미술가가 만든 것과는 독립적으로 미술작품의 특징들이 결정되는 발생적, 생성적 창조성을 허용한다는 점에서 작품의 존재방식과 의미를 열어놓는 상호작용성의 미학을 지향하고 있다.

셋째, '인공자연'에서 작가들은 내생적 창발성과 경험의 지속성(안정성)을 병행하려는 다소 대립하는 미학적 전략을 통합적으로 추구하고 있다.<sup>69</sup> 그들은 부분적 요소들이 '자기조직화'하는 상향식 접근법을 사용함으로써 생태계의 창발적 복잡성이 반영된 끊임없이 진화하는 작품을 만들고자 하는 한편, 가상의 생명체들과 관람자들의 인터랙션이 안정적으로 지속될 수 있는 보편적 항상성을 함께 탐구해왔다. 즉 생성과정 혹은 창조과정으로서의 포이에시스(poiesis)를 확장하고 자연의 성장원리를 창조적으로 모방하면서 그것을 전시공간에 효과적으로 설치 및 유지하는 방식에 모든 노력을 기울인다.<sup>70</sup> 이는 소프트웨어 및 설치를 위한 기술력의 뒷받침이 필요한 사항으로 두 작가의 협업이 성공적으로 이루어지고 있음을 말해준다.

넷째, '인공자연'에서는 다른 인공생명미술보다 훨씬 더 관람자가 생태계에 깊숙이 개입되는 몰입적 감각과 감수성의 미학을 제시한다. 이는 기계와 인간 사이의 친밀한 인터랙션을 통해 자연과 인공적인 것의 결합할 때 발생할 수 있는 이음새 혹은 긴장을 해소시키고, 가상의 자연과 물리적 자연의 경계를 없애도록 돕기 위함이다. 이는 투명 인터페이스의 활용으로 극대화된다. 앞서서도

69. Ji Haru Hyunkyung & Graham Wakefield (2018), p. 347.

70. Graham Wakefield & Haru Hyunkyung Ji (2009), p. 598.

언급했듯이, 현실세계에 구현되는 가상성은 이러한 자연스러운 몰입감을 강화시킬 수 있는 장점을 가진다. 작가들은 특히 어린이들이 즐거운 놀이로 쉽게 받아들이는 자연스러운 참여와 인터랙션에 주목한다. ‘인공자연’이 연구와 놀이와 미술적 탐구를 창발성과 창조성으로 연결시켜 하나가 되는 것은 그들의 주된 미학적 특징 중 하나다.

#### IV. 나오는 말

인공생명미술은 ‘있을 수 있는 생명’의 공간을 미술의 영역에서 구현하고 있다는 점에서 21세기 생명기술의 시대에 유의미한 시사성을 지닌다. 그러한 의미에서 지하루와 웨이크필드의 ‘인공자연’ 시리즈는 인공생명의 개념과 기술을 미술에 접목하면서, 미술로서의 인공생태계가 어떤 미학적 의미를 가져야하는가에 대한 철학적 탐구와 고민을 반영한 매우 성공적인 작업들이라고 할 수 있다.

인공생명은 또 하나의 새로운 생명을 탄생시켰고, 생명에 대한 새로운 정의를 가능하게 하였다. 컴퓨터 안의 생명(life-in-silico)인 인공생명이 살아있는 ‘생명’인가 아닌가는 이제 그리 중요하지 않다. 자연적인 것과 ‘만들어진 것(the made)’ 즉 인간이 구성한 모든 것 사이의 오래된 선이 모호해지기 시작했으며, 그것은 불가역적인 것이 되었기 때문이다. 인공생명의 핵심은 단지 생물학과 생명만 재 정의하는 것이 아니라 인공적인 것과 실제적인 것의 개념도 재 정의한다는 데 있다. 자율성과 자기생산능력, 자기조직화능력을 가지고 신진대사를 하는 인공생명과 그것들이 인간과 함께 만들어가는 인공생태계는, 케빈 켈리(Kevin Kelly)가 ‘비비시스템(vivisystem, 살아있는 계)<sup>71</sup>’이라고 부른, 만들어진 것이든 태어난 것이든 생명과 유사한 특성을 가진 통합적 변경지대를 가능하게 한다.

결론적으로, 인공생명미술로서 ‘인공자연’ 시리즈의 의의 혹은 타당성을 두 가지로 요약할 수 있겠다. 하나는 만연한 생명기술의 시대에 또 다른 ‘가능한 생명’의 형태로 생명영역을 확장시키고 있을 뿐 아니라, 그것을 은유적이면서

71. 케빈 켈리, 『통제불능-인간과 기계의 미래 생태계』, 이충호·임지원 (역), 파주: 김영사, 2015, p. 19.

도 직접적으로 표현하는 독특한 예술적, 문화적 장소로 기능하고 있다는 점이고, 다른 하나는 생물학적인 부분을 벗어나 더 넓어진 생명 개념, 즉 컴퓨터로 만들어진 '기술화된' 생명 개념들에 대한 논쟁을 넘어서, 인공생명에 대한 새로운 미학적 혹은 감성적 효과를 이끌어낼 뉴미디어아트의 역할을 훌륭하게 수행하고 있다는 점이다.

#### ■ 주제어(Keywords)

인공자연(Artificial Nature), 인공생명(Artificial Life), 인공생명미술(Artificial Life Art), 인공생태계(Artificial Ecosystem), 창발(Emergence), 혼합현실(Mixed Reality), 유전알고리즘(Genetic algorithm)

투고일	2020년 5월 1일	심사일	2020년 5월 22일	게재확정일	2020년 5월 29일
-----	-------------	-----	--------------	-------	--------------

## 참고문헌

- 김진엽, 이재준, 「인공생명과 예술」, 『인문논총』, 58집, 2007.
- 니콜라스 네그로폰테, 『디지털이다』, 백옥인 (역), 서울: 커뮤니케이션북스, 1995.
- 미첼 월드롭, 『카오스에서 인공생명으로』, 김기식·박형규 (역), 서울: 범양사, 2006.
- 스티븐 레비, 『인공생명』, 김동광·과학세대 (역), 서울: 사민서각, 1995.
- 스티븐 존슨, 『이머전스: 미래와 진화의 열쇠』, 김한영 (역), 서울: 김영사, 2004.
- 「인공생태계 안에서의 새로운 조우: 지하루, Graham Wakefield 인터뷰」, *Aliceon: Media Art & Culture Channel* (2011년 5월 3일), <https://aliceon.tistory.com/1786> (2020년 1월 12일 접속).
- 케빈 켈리, 『통제불능—인간과 기계의 미래 생태계』, 이충호·임지원 (역), 파주: 김영사, 2015.
- 클라우스 에메케, 『기계 속의 생명, 생명의 개념을 바꾸는 새로운 생물학의 탄생』, 오은하 (역), 서울: 이제이북스, 2004.
- 피터 벤틀리, 『디지털 생물학, 자연이 우리의 삶과 과학기술을 어떻게 변화시키는가』, 김한영 (역), 서울: 김영사, 2003.
- Bartlem, Edwina, “Immersive Artificial Life (A-Life) Art,” Helen Edison-Smith, An Nguyen, Denise Tallis (eds.), *Journal of Australian Studies*, no. 84, Perth: API Network (2005), pp. 95–107 (DOI: 10.1080/14443050509387995).
- Bedau, Mark, “Artificial Life: Organization, Adaption and complexity from the bottom up,” *Cognitive Sciences*, vol. 7, no. 11 (2003), pp. 505–512 (DOI: 10.1016/j.tics.2003.09.012).
- Etzeberria, Arantza, “Artificial Evolution and Lifelike Creativity,” *Leonardo* (June 2002), pp. 275–281 (DOI: 10.1162/002409402760105271).
- Galanter, Philip, “Generative Art Theory,” Christiane Paul (ed.), *A Companion to Digital Art*, New Jersey: John Wiley and Sons, Inc. 2016, pp. 146–180 (DOI: 10.1002/9781118475249.ch5).
- Grau, Oliver, *Virtual Art, From Illusion to Immersion*, Cambridge, MA.: MIT Press, 2003.
- Hayles, N, Katherine. “Narratives of Artificial Life,” George Robertson, Melinda Mash, Lisa Tickner, Jon Bird, Barry Curtis, Tim Putnam (eds), *Future Natural: Nature*,

- Science, Culture*, New York and London: Routledge, 1996, pp. 146–164.
- \_\_\_\_\_. *How We Became Posthuman, Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics*, Chicago: University of Chicago Press, 1999.
- Ji, Haru & Graham Wakefield, “Endogenous Biologically Inspired Art of Complex System,” *Art on Graphics* (Jan/Feb 2016), pp. 16–21 (DOI: 10.1109/mcg.2016.12).
- \_\_\_\_\_. “Inhabitat: An Imaginary Ecosystem in a Children’s Science Museum,” *Leonardo*, vol. 51, no. 4, 2018, pp. 343–348 (DOI: 10.1162/leon\_a\_01641).
- \_\_\_\_\_. “Conservation of Shadows: Shared Physicality Between Worlds,” *ISEA 2019*, Gwangju, Korea (June 2019), Proceedings, n.p.
- Langton, Christopher G. (ed.), *Artificial Life: the Proceeding of an Interdisciplinary workshop on the synthesis and simulation of living systems held September 1987 in Los Alamow*, New Mexico, SFI Studies in the Science of Complexity, Addison-Wesley Publishing Company, 1988.
- McCormack, Jon, “Eden, Evolutionary sonic Ecosystem,” *European Conference on Artificial Life(ICAL) 2001: Advances in Artificial Life*, 2001, pp. 133–142 (DOI: 10.1007/3-540-44811-x\_13).
- Penny, Simon. “Art and Artificial Life—a Primer,” *After Media Embodiment and Context: Proceedings of the Digital art and Culture*, Irvine: University of California, 2009, n.p. (<https://escholarship.org/uc/item/1z07j77x>).
- Ray, Thomas S.. “Evolution, Ecology and Optimization of Digital Organisms,” Billingsley K.R. et al (eds.), *Scientific Excellence in Supercomputing: The IBM 1990 Contest Prize Papers*, Athene, GA: The Baldwin Press, 1991, pp. 489–531.
- \_\_\_\_\_. “An Evolution Approach to Synthetic Biology: Zen and the Art of Creating Life,” *Artificial Life*, vol. 1, no.1/2 (Fall 1993), pp. 179–209 (DOI: 10.1162/artl.1993.1.1.\_2.179).
- Reynolds, Craig. “Flocks, herds and schools: A distributed behavioral model,” *SIGGRAPH ’87: Proceedings of the 14th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques. Association for Computing Machinery*, pp. 25–34 (DOI: 10.1145/37401.37406).
- Sims, Karl. “Evolving Virtual Creatures,” *SIGGRAPH ’94*, Proceedings, pp. 15–22 (DOI: 10.1145/192161.192167).
- Soler-Adillon, Joan. “Emergence and Interactivity: A–Life Art as a paradigm for the Creation of Experiences in interactive communication,” *Hypertext.net*, issue. 8, 2010, [https://www.upf.edu/hipertextnet/en/numero-8/a-life\\_art.html](https://www.upf.edu/hipertextnet/en/numero-8/a-life_art.html).
- Sommerer, Christa, Laurent Mignonneau. “Interacting with Artificial Life: A–Volve,” *Complexity*, vol. 2, no. 6 (July 1997), pp. 13–21 (DOI: 10.1002/(sici)1099-

0526(199707/08)2:6<13::aid-cplx4>3.0.co;2-i).

\_\_\_\_\_. “A-Volve,” *Leonardo*, vol. 35, no. 5 (October 2002), Cambridge, MA: MIT Press, p. 481.

Wakefield, Graham & Haru Hyunkyung Ji. “Artificial Nature: Immersive World Making,” Mario Giacobini et al.(eds.), *Theoretical Computer Science and General Applications of Evolutionary Computing: The Evolutionary Music and Art Workshop*, 2009, Issues, 5484, Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 597–602 (DOI: 10.1007/978-3-642-01129-0\_68).

\_\_\_\_\_. “Becoming—there: Natural Presence in an Art of Artificial Ecologies,” *2013 International Symposium on Ubiquitous Reality*, Proceedings, pp. 11–14 (DOI: 10.1109/isuvr.2013.14).

Whitelaw, Mitchell. *Metacreation, Art and Artificial Life*, Cambridge, MA: MIT Press, 2004.

“Artificial Nature” 사이트, <https://artificialnature.net/> (2020년 3월 20일 접속).

Karl Sims 사이트, <http://www.karlsims.com/> (2020년 4월 2일 접속).

“Tierra -AI Study” 사이트, <http://www.aistudy.com/demo/Tierra.htm> (2020년 4월 2일 접속).

지하루와 그래험 웨이크필드(Graham Wakefield)의 협업 작품들인 ‘인공자연(Artificial Nature)’ 시리즈는 자연의 창조성과 생물학적 매커니즘에서 영감을 얻고 복잡계의 원리에 의해 컴퓨터로 만든 인공적 생태계를 몰입적인 혼합현실(immersive mixed reality)에 구현한 것으로, 관람자가 포함되는 환경으로서의 인터랙티브 미술설치 작품들이자 다학제적인 연구프로젝트다. 본 논문에서는 ‘있을 수 있는 생명(life-as-it-could-be)’으로서의 인공생명(Artificial Life: AL)의 역사와 의의를 추적하고, 인공생명미술(A-life art)의 창발과 자기조직화의 특성을 정리하며, 1990년대부터 현재에 이르는 인공생명미술의 실행방식과 전개양상을 몇 개의 작품들을 통해 기술한다. 또한 지하루와 웨이크필드의 ‘인공자연’ 시리즈를 중심으로, 유전알고리즘을 이용해 내생적이고 창발적인 생태계를 구축하는 기술적 방식과 관람자와의 인터랙션을 극대화하는 혼합설치 방식을 고찰하면서, 그들이 사용하는 방식들이 인터랙션 안에서 어떠한 존재론적 역할을 하는가 살펴본다. ‘인공자연’ 시리즈는 인공생명의 개념과 기술을 미술에 접목함으로써 컴퓨터 기반 미술의 창발성과 생성의 미학을 전달하며, 미술로서의 인공생태계가 21세기 생명개념의 변화 시대에 어떤 미학적 의미를 전달할 것인가에 대한 철학적 탐구를 반영하고 있다는 데 의의를 가진다.

## Astract

“Artificial Nature” is an art installation series and research project by Haru Ji and Graham Wakefield. It is a kind of artificial ecosystem, created by computers through the principles of complex systems, inspired by nature’s creativity and biological mechanisms. Artworks of the “Artificial Nature” series are embodied in immersive mixed-reality as an interactive environment in which viewers are included. In this essay, I trace the history, meaning, and the technological methods of Artificial Life (AL), and summarize the characteristics of the emergence and self-organization of AL art, and then described the development of AL art from the 1990s to the present. Focusing on the “Artificial Nature” series, I examine the significance and implication of the technological method of artificial ecosystems using genetic algorithms, as well as of the mixed-reality installation method that maximizes the ontological role of the all perceivable elements within the interactions with viewers. The “Artificial Nature” series conveys the aesthetics of the emergence and generative creativity of computer-based art, which incorporates the concepts and techniques of artificial life into art, and reflects the philosophical quest for aesthetic meaning of artificial ecosystem, in the age of ‘changing concept of life’ of the 21st century.