
카오스, 프랙탈 패러다임에 기초한
컴퓨터그래픽 작품의 세계관에 관한 연구

홍수화, 국민대학교 테크노디자인대학원 디지털미디어디자인학과



Chaos And Fractal Paradigm of
Computer Graphics Art-Works



1. 문제제기와 연구방법

2. 컴퓨터와 카오스

2-1. 컴퓨터와 과학혁명

2-2. 컴퓨터 기하학

2-3. 컴퓨터와 카오스

3. 컴퓨터와 프랙탈

3-1. 프랙탈 기하학

3-2. 프랙탈 컴퓨터그래픽

4. 프랙탈 컴퓨터그래픽스의 작품세계

4-1. 가와구치 요이치로 Yoichiro Kawaguchi

4-2. 데부치 료이치로Ryoichiro Debuch

4-3. 켄 무스그레이브Ken Musgrave

5. 결론

참고문헌

1. 문제제기와 연구방법

20세기 후기 특히 1970년대 이후 미술·디자인 분야에서는 절대주의, 확정주의, 완전주의적인 단순계 simple system 사고에서 벗어나, 상대주의, 불확정주의, 불완전주의 시각이 지배하는 복잡계 complex system에 근거한 패러다임의 이동을 보여준다. 새로운 패러다임의 이동은 과학에서도 유사하게 일어나는데, 뉴턴의 고전역학, 결정론, 환원주의적 단순성의 과학 Science of Simplicity은 프랙탈 기하학 Fractal Geometry, 카오스 Chaos 세계를 다루는 복잡성의 과학 Science of Complexity으로 옮겨가게 된다. 이러한 변화와 맥을 같이 하여 인문, 사회, 자연과학 및 예술전반에 심대한 영향력을 미치고 있는 프랙탈, 카오스 이론은 새로운 관점으로 제시될 수 있다고 본다. 새로운 패러다임의 이동은 모더니즘에서 포스트모더니즘 Post-Modernism과 해체주의 Deconstructionism로, 선형적 구조에서 비선형적 또는 랜덤한 구조로의 새로운 기하학적 세계관을 제시하면서, 우리를 둘러싸고 있는 자연현상과 작품세계에 대하여 새로운 세계관을 요구하게 된 것이다.

본고에서는 복잡계에 근거한 프랙탈 컴퓨터그래픽 작품의 세계관에서 나타나고 있는 비선형적, 유기체적, 생명체적 형태 생성과정과 사고과정에서 프랙탈, 카오스적 과정을 발견하고 이를 서술하고자 한다. 이를 통해 과학, 미술, 디자인 세계가 갖는 유사성과 상용성을 규명해보고자 한다. 즉 카오스, 프랙탈적 과정을 지닌 작품세계의 창조적 가능성을 타진해보고 검증을 시도한다.

2. 컴퓨터와 카오스

2-1. 컴퓨터와 과학혁명

데카르트, 갈릴레이, 뉴턴 등에 의하여 고전물리학이 성립될 당시 인류의 경험은 지상에서 일어나는 현상들을 관찰하거나 매우 초보적인 수준의 망원경으로 지구 근처의 혹성들을 관측하여 얻은 사실들이 전부였다. 비록 일천하긴 하지만 이런 객관적인 경험 사실들을 토대로 복잡한 자연현상을 수학적 공간에서 결정론적인 운동법칙에 의해 지배되는 것으로 환원시킨 것이 고전물리학이다. 고전물리학의 방법에 의하여 각 분야에서 혁혁한 성과를 거둔 제 과학은 18,19세기의 서양인들에게 물리학적 방법

에 대한 무한한 자신감을 가지게 하였다. 이 자신감은 19세기의 라플라스(Laplace)의 호언으로 대변되었다 할 수 있다. 라플라스는 '인간이 우주의 현재 모든 상태와 그 운동을 다 알게 되는 날에는 우주의 미래가 어떻게 되리라는 것을 알 수 있게 된다'고 말했다. 고전물리학은 인간이 자연의 모든 현상을 합리적인 논리로 이해할 수 있으며 언젠가는 인간은 전지자의 위치에 오를 수 있다고 확신했던 것이다. 자연을 관찰함에 있어서의 고전 물리학의 기본 태도는 순수한 이원론적 객관주의였다. 관찰의 대상체는 주관과는 상관없이 '거기 존재해' 있는 것이므로 그러한 객관적 존재의 불변적 특성인 수량적 제 속성의 파악에 물리학은 전력을 기울여 왔던 것이며, 따라서 관찰의 과정에서 가변적이며 불확신한 결과를 가져올 수 있는 주관은 배제되어야 한다.

그러나 이렇듯 눈부신 과학의 성과도 인간과 자연세계의 복잡계적 구조에서 일어나는 대부분의 현상에 대해서 아직도 충분한 답을 갖고 있지 못했다. 담배연기나 타오르는 불꽃, 하늘의 구름, 바다의 폭풍, 번쩍이는 번개 등은 마치 붓놀림이 번덕스러운 추상화를 보는 느낌이다. 그 과정은 도저히 이원론적 단순성의 과학적 수식으로 나타낼 수가 없었다. 알고보면 우리 주변은 도저히 예측할 수 없는 수수께끼로 가득 차 있다. 20세기에 이르러 탄생한 상대성이론과 양자역학에 의해 대체되기까지 고전물리학은 수백년간 인간의 자연관을 지배했다.

오만의 극에 달했던 고전 물리학은 태양에 도전했다가 추락한 그리스 신화의 이카로스처럼 현대 물리학에 의하여 산산조각이 난 것이며, 자연은 그 신비의 자태를 되찾게 되었다. 현대 물리학이라 함은 20세기에 들어와서 나타난 상대성 이론과 양자물리학을 말하는 것으로서 그 자연관은 고전 물리학과는 극히 대조적이다. 절대 공간과 절대 시간은 아인슈타인의 상대성 이론에 의하여 그 허구성이 드러났으며, 관찰자의 입장, 즉 주관적 요소를 도입함으로써 상대성 이론은 더 넓은 진리를 발견하게 되었던 것이다. 고전 물리학의 철적이었던 인과율은 하이젠베르크가 불확정 원리를 도입하여 양자 역학을 수립함으로써 원자의 세계에서는 통용될 수 없는 개념으로 전락하였고, 고전 물리학에서 생각하였던 단순히 질량적 물질은 양자 물리학에서는 합리적 이해를 초월하는 자기모순에 가득 찬, 정체를 알 수 없는 신비로운 것으로 보여지게 되었다.

그 같은 복잡계적 자연세계의 불가사의한 현상의 규명이 20세기 후반 현대과학과 밀접한 결합으로 등장한 컴퓨터로 인하여 가능하게 되었다. 변수가 너무 많아서 사람의 두뇌로는 그 결과에 대한 분석이 도저히 불가능하던 복잡한 현상들이 이제 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 분석할 수 있게 되었다. 컴퓨터는 복잡하고 당혹스러운 현상들을 수로서 분석하는, 말하자면 새로운 시대의 현미경이다. 컴퓨터는 대상을 수치로 파악하고 그것을 그림으로 그려낸다. 자연세계의 복잡한 현상들은 선형적(1차원적)인 단순한 고전과학의 인과관계로는 성립될 수 없다. 이원론적 사고 즉 인간과 자연을 분리해서 기계론적으로 해석하려 한 근대과학적 세계관은 종말을 고하고 있다. 세상은 온통 복잡성으로 가득 차 있다. 이제는 더 이상 어제까지의 과학의 틀에 매달려 있을 수 없다. 새로운 과학혁명의 시기에 어느새 접어들고 있는지도 모른다. 기존 과학의 틀이 소리내어 무너지고 있는 지금에야말로 새로운 패러다임이 형성되어야 하는 시기이다. 컴퓨터의 발명으로 이어진 디지털 과학혁명은 새로운 세계의 지형을 창조해내고 있는 것이다.

2-2. 컴퓨터 기하학

학교에서 배운 기하학은 자와 컴퍼스만을 사용하여 작도할 수 있는 도형이 대상이다. 이 기하학은 유한의 기계론적, 선형적 기하학이다. 여기서는 아무리 복잡한 도형 일지라도 자와 컴퍼스를 유한번만 사용하여 작도한다. 그래서 이 기하학은 무한히 구불구불한 해안선이나, 윤곽이 분명하지 않은 구름의 모습이나, 깨진 유리처럼 불규칙하고 우연적인 형태를 연구의 대상으로 삼는다는 것은 엄두도 내지 못했다. 실존하는 자연의 대상은 유한번의 자와 컴퍼스의 사용만으로 그 실제 모습을 파악할 수 없다.

아인슈타인의 상대성이론은 절대적 공간과 시간 개념을 상대적인 공간과 시간 개념으로 바꾸어 놓았다. 우주론에는 물질-공간-시간의 연속체 개념이 도입되었다. 불확정성의 원리와 상대론적 양자역학은 고전물리학의 엄밀성을 뒤바꾸어 놓았고, 기계론적 세계관을 확률적인 세계관으로 바꾸어 놓았다. 기하학 역시 무한대와 무한소의 대상을 다루어야 할 시기이다. 금세기에 거세계 불어닥친 무한 개념을 중심에 세운 수학은 기하에서도 무한의 바람을 일으켰다. 그것은 자와 컴퍼스가 아닌 컴퓨터의 기하학이다. 물론 컴퓨터가 그리는 도형도 분명히 유한번의

것이다. 하지만 자연의 모습은 결코 자와 컴퍼스로는 흉내낼 수 없는 엄청난 되풀이를 해야만 파악이 가능하다. 컴퓨터는 무한에 가까운 조작의 과정을 밟아 자연의 미세한 부분에 내포되어 있는 부분까지도 살살이 그려낸다.

거대한 우주의 모습, 극미 세계의 대부분의 도형들은 컴퓨터의 도움없이 그의 이미지마저 상상하기 어렵다. 이제 기하학은 컴퓨터에의 의존도가 매우 높은, 아니 컴퓨터 없이는 성립될 수 없는 수학이다. 컴퓨터 기하학은 이제까지 금기로만 여겨왔던 무한을 오히려 가장 본질적인 수단으로 삼는, 이를테면 무한의 기하학이다. 이를 이룸하여 프랙탈 기하학이라 한다. 기하학에서도 새로운 혁명이 시작된 것이다. 프랙탈 기하학은 기존의 상식이었던 기하학의 개념들을 무너뜨리고 보다 포괄적이고 보편적인 개념으로 이루어진다.

2.3. 컴퓨터와 카오스

카오스는 무질서 disorder 그 자체를 뜻하는 것으로 오인하기 쉽다. 카오스는 그 안에 질서와 무질서의 양면성을 동시에 지니고 있다. 이전의 결정론적, 기계론적, 유클리드적 세계관에서 복잡한 물리적 현상을 규명하려는 시도가 없었던 것은 아니다. 그것은 주로 비선형의 불규칙한 현상을 선형으로 근사시키기 위한 통계적 처리 기법들이었다. 그러나 이런 것들은 평균화시키거나, 아예 요철이 심한 땅을 볼도저로 고르는 것처럼 대체적인 상황을 파악할 수는 있어도 살아 숨쉬는 실상은 파악할 수 없다.

프랑스의 과학자 아다마르(J. Hadamard, 1865-1963)의 자연현상을 묘사하는 방정식²⁾인 유일적인 존재성이나 안정성에 대한 믿음은 무너지고 만다. 자연세계는 이들 조건을 만족하지 않는 기이한 현상들이 많다. 미래가 유일하게 존재한다라는 유일성에 대한 믿음은 양자역학에서 지켜지지 않았고, 현재가 조금만 변하면 미래도 그와 대응해서 조금 변한다는 안정성은 기상학에서 확인된 '나비효

과Butterfly Effects'로 인하여 무너졌다. 미래의 예측, 즉 존재성마저도 확정할 수 없다라는 것이 아이슈타인의 일 반상대성이론의 결론이다.

21세기의 새로운 패러다임은 '복잡성'이란 한 단어로 집약할 수 있을 것이다. 컴퓨터와 통신기술의 발달로 감당할 수 없을 만큼의 정보가 범람하는 불확실의 시대에 살고 있다. 사소한 정보 하나가 막대한 영향력을 행사하는 나비효과를 일으켜 복잡계적 상황으로 몰고 간다. 오늘 서울의 나비 한마리가 일으킨 공기의 작은 요동이 내일 뉴욕의 날씨를 좌우한다. 이제는 복잡한 자연현상을 복잡한 그대로 파악하지 않으면 안된다. 마음과 물질의 일체성을 시도하는 일원론적 세계관은 질서와 무질서는 매우 깊은 연관이 있음을 알게 한다. 무질서한 현상 내에는 한 가닥의 질서가 숨어있고, 더구나 그 질서에 의해 새로운 혼돈이 초래된다.

카오스 이론이 등장한 이제는 무질서하고 복잡한 것으로만 보였던 현상들을 단순히 무질서로 외면할 수 없게 되었다. 오히려 잡음이다. 혼란이라고 무시해 왔던 것들을 적극 파헤치고, 그 속에 숨어있는 질서를 찾아내야 한다. 그 질서 안에는 새로운 구조를 자유롭고 역동적으로 자기조직화self-organization하는 능력을 가지고 있다. 즉 카오스란 결정론에 따르는 계이지만 정해진 단순한 행동이 아니라 극히 복잡하고 불규칙하면서도 불안정한 행동을 보여주고, 초기값을 정했다고 생각해도 그 이후 상태가 변동을 계속하며 먼 장래의 상태가 어떻게 될지 예측할 수 없는 현상인 것이다.

복잡하고 혼란스러운 현상들은 단순히 무질서, 무작위가 아니다. 무질서로 보이지만 알고보면 나름의 질서가 있는 복잡한 현상이다. 낱알의 반응은 결정론적이고, 단순한 규칙으로 되어 있지만, 전체는 이들 결과를 단순히 합친 꼴이 아닌 어떤 현상, 이것이 복잡성 또는 복잡계의 특징이다. 그러니까 카오스는 일종의 복잡성 또는 복잡계이다. 요컨대 카오스 이론은 프랙탈 기하학Fractal Geometry과 더불어 복잡성의 과학Science of Complexity인 것이다. 당연하지만 카오스 연구의 방법론은 지금까지 고수해 왔던 공식화 또는 형식화 등으로 꾸며진 추상적인 방법과는 본질적으로 다르다. 그것은 대상을 생생한 현실적인 숫자에 의해 파악하는 현상 중심의 연구인 것이다.

- 1) 각 변수의 실수배와 그 합으로 나타내어지는 식(=1차식)을 선형, 그밖의 것을 비선형이라고 한다
- 2) ① 解의 존재성:초기 조건이 주어지면, 즉 현재의 상황을 알게되면 미래에 관한 방정식은 풀린다.
② 解의 유일성:현재의 상황이 분명하면, 방정식의 해는 꼭 한가지로 정해진다.
③ 解의 안정성:현재의 상황이 조금 변할 때, 방정식의 해(미래의 모습)도 그에 대응해서 조금만 변화한다.

카오스현상의 특징으로는 궤도 불안정성(또는 초기치 민감성), 장기예측 불가능성, 그리고 자기유사Self-Similarity와 어트랙터Attractor<그림1>가 있다. 즉 카오스는 자기유사와 어트랙터가 그의 실상을 밝히는 열쇠가 된다. '끌어당긴다'라는 뜻의 어트랙터는 복잡하게 보이는 운동의 중심인 한정된 영역을 가리킨다. 하나 이상의 어트랙터를 가질 때' 그중에는 이상한 궤도를 그리는 것이 있다. 이 기묘한 어트랙터Strange Attractor<그림2>는 너무나 복잡해서 컴퓨터의 도움을 받아야만 그릴 수 있다. 컴퓨터의 역할이 중요한 이유는 카오스가 주목을 받게 되고, 어트랙터를 밝히는 일 때문이기도 하다. 즉 컴퓨터가 새로운 패러다임을 형성하는 촉매 역할을 하게 된 것이다.

<그림1>어트랙터

<그림2>기묘한 어트랙터

3. 컴퓨터와 프랙탈

3-1. 프랙탈 기하학

1975년 만델브로트Benoit Mandelbrot는 우리를 둘러싸고 있는 자연계의 복잡하고 불규칙한 모양이나 현상들을 프랙탈이란 개념을 사용하여 해석하였다. 즉 프랙탈은 자연

과 관련된 카오스 과학 이론에 근거한 그래픽적 표상물이다. 구름이나 번개, 유리파편, 겨울철 유리창에 서린 성에, 비바람에 시달려서 꼬부라진 소나무, 바다 속의 아름다운 산호, 강의 해안선, 인간의 뇌 등을 수치로 표시하게 된 것이다. 프랙탈fractal은 라틴어 fractus의 어원으로 분해, 해체to break의 개념으로 부서진broken up, 불규칙한irregular, 분할된fragmented 의미를 지닌다. 이제까지의 기하학은 이러한 것들에서 어떠한 법칙성이나 공통점을 차지 못했으며 아예 연구의 대상으로도 생각하지 못했다.

프랙탈은 컴퓨터를 이용하여 창조된다. 예전의 컴퓨터그래픽은 실제적인 이미지들을 위한 자연스러운 곡선이나 색을 묘사하기에는 생명력이 없거나 단순했다. 그러나 프랙탈 기하학은 다르다. 프랙탈은 때로는 복잡하고 깊이, 다양성, 실제감을 지닌다. 프랙탈은 우리를 둘러싼 세계처럼 대단히 복잡적이다. 프랙탈을 컴퓨터그래픽으로 이용하는 것은 논리적, 수치적으로 작성된 컴퓨터그래픽 화상을 보다 자연스럽게 보이는 화상으로 바꾸는 작업에 매우 적절하기 때문이다.

프랙탈은 크게 두가지로 특성화하는데 먼저 비정수 차원을 가지며 자기유사성이나 통계적 자기 유사성 Statistically Self Similar 중의 하나인 성질로서 자신의 모습에서 무한히 축소되면서 반복하여 복제되는데, 이중 프랙탈의 복제 과정에서 자기 유사성을 갖는 프랙탈을 결정적 프랙탈이라고 하고 통계적 자기유사성을 갖는 프랙탈을 랜덤프랙탈이라고 한다. 통계적 자기 유사성이란 매 단계마다 일정한 분포를 갖는 랜덤 변수들을 사용하여 원하는 프랙탈을 얻는데 이때 작은 부분을 확대해서 보면 전체와 같은 통계적 분포를 갖는다. 기존의 연구에서 나타나는 비정수fractional 브라운 운동fBm은 액체상태에서 정지된 작은 분자들이 매우 불규칙한 경로로 이동되는 현상을 말하는 것으로 이를 일반화한 개념인 브라운 운동은 자연의 랜덤한 형상들을 묘사하는데 프리미티브가 되는 프랙탈 곡선이다.

컴퓨터에 의해 프랙탈을 실현하는 데는 세가지 방법이 사용되고 있다. 첫째로, $Z=Z^2+C$ 의 반복계산에 의한 대수학적 방법이 있다.<그림3> 수치를 약간만 변화시켜도 완전히 다른 도형이 된다. 그림의 작은 일부분을 확대하더라도 전체와 같은 모양을 하고 있고 이것이 무한으로 반

복된다. 전체와 같은 모양을 하고 있고 이것이 무한으로 반복된다. 두 번째로, 위상수학, 통계이론 그리고 프랙탈 기하학을 혼합한 개념인 랜덤 프로세스에 의한 방법이 있다. 만델브로트가 최초로 제안한 비정수 브라운 운동방법인데, 사진과 혼동할 정도로 자연스러운 정경의 작품들이다. 컴퓨터그래픽에서 표현이 곤란한 질감이나 표면 형태에 대하여 자연스러운 표현을 위하여 이 방법이 사용되고 있다. 세 번째로, 기하학적인 방법으로 선분으로 된 프랙탈 도형을 그리는데 사용된다. 컴퓨터를 이용해서 이러한 도형을 단독으로 또는 조합된 그림으로 묘사하는 것이 카오스 컴퓨터그래픽이다.

프랙탈 세계는 자연법칙에 따른다. 프랙탈을 창조할 경우, 보여주고자 하는 범위, 투시도, 색 구성, 빛들을 선택하여 표현하고자 하는 감정, 느낌, 메시지를 전한다. 이들 세가지 요소들을 변화시키면 전혀 다른 이미지들이 만들어진다. 프랙탈 세계는 이질적인 것이 아니라 우리를 둘러싼 세계가 동일한 규칙을 따르는 대안의 세계이다.

3-2. 프랙탈 컴퓨터그래픽

우리가 살고 있는 이 세상은 규칙에 따라 질서정연하게 움직이는, 닫힌 세계가 아니라 불확정적이며 불안정하고 혼돈스런 복잡계적 성격을 지닌 열린 세계이다. 또한 디지털 미디어 혁명은 상상도 할 수 없었던 새로운 가상공간인 사이버스페이스cyberspace의 세계를 창조해내고 있다. 사이버스페이스는 비물질적 유동성과 구조의 분열을

기초로 하기 때문에 기존 특정한 결정 형태로 파악해 온 문화적 정체성 논리를 거부하고, 자기변형 또는 자기증식적인 지형으로서 새로운 공간 개념과 새로운 문화 개념을 필요로 한다.

우리의 현대문명은 전통적인 일상생활의 공간을 파괴하여 우리로 하여금 무조건 새로운 세계를 경험하도록 강요한다. 그래서 우리는 카오스(chaos)를 경험하게 되는데, 바로 여기서 이런 카오스를 질서 있는 코스모스(cosmos)로 재창조하는 매체로서 시각언어가 등장하는 것이다. 디자인이 자연, 과학, 미술과 함께 이러한 복잡계적 구조의 패러다임과 유사하다고 할 때, 우연에 의한 가능성처럼 혼성적인 자연관에서 새로운 디자인적 사고를 지닌 조형 질서를 갖게 되는 것이다. 복잡계에 기초한 새로운 조형 질서는 사회나 자연의 유기체적 패턴의 형성절차와 유사한, 이른바 프랙탈 과정을 따르게 된 것이다. 디자인의 시각언어language of vision는 우리를 둘러싼 세계의 혼란스런 경험을 하나의 잘 정돈된 유기적 전체로 만들어 내려고 한다.

이러한 카오스, 프랙탈적 개념은 컴퓨터 그래픽을 이용한 자연현상의 시뮬레이션, 사이버 공간에서의 유기체적 창조나 영화의 절차적 묘사를 위한 특수효과에서 응용이 되고 있다. 3차원 모델 -특히 자연 현상에 기초한- 의 절차적 묘사procedural description 기법은 규칙적인 현상이나 지형 모델링 시스템에 의해 얻어진 고정형rigid shape의 모델링에 효과적이다. 절차적 묘사 기법에서는 물체의 외

부 표면을 조각하여 모델링하지 않는다. 절차적 묘사 모델링 기법은 물체가 자신의 자연적 성장을 프로시저 형식으로 묘사하는 시뮬레이션에 의해 모델링된다는 사실 때문에 붙여진 이름이다. 프랙탈 기하학이나 미립자 시스템은 기하학적 모델링으로 얻기 어려운 복잡한 모델링을 만드는 두가지 절차적 묘사법의 예이다. 이들 방법들은 다 임의적이고 반복적이며, 자연적 형태와 같이 우연한 모형을 허용하기 때문에 자연스러운 형태를 만드는데 적합하다.

가와구치 요이치로 Yoichiro Kawaguchi, 데부치 료이치로 Ryoichiro Debuch, 켄 무스그레이브 Ken Musgrave의 비선형적, 유기체적, 생명체적 형태 생성과정과 사고과정에서 카오스, 프랙탈적 과정을 지닌 작품세계의 창조적 가능성을 타진해보자.

4. 프랙탈 컴퓨터그래픽스의 작품세계

4-1. 가와구치 요이치로 Yoichiro Kawaguchi

도쿄대 인공물 공학 연구센터에서 교수로 재직 중인 가와구치 요이치로는 1975년부터 컴퓨터 그래픽스 작업을 시작해 현재 세계적인 컴퓨터 그래픽 아티스트로 활약하고 있다. 그는 성장의 알고리즘을 사용한 그로스 모델 Growth Model이라는 독자적인 작품 세계를 확립, 자체 증식하는 인공 생명의 미디어 도시를 창출해 낸다. 무기적 미디어인 컴퓨터 속에서 생생한 생명체를 만들고, 그 사이버 공간에서 살아가는 인공적인 생명체를 마치 몸의 내부로부터 내장의 벽을 통해 느끼면서 보는 것과 같은 영상으로 만들어 낸다.

가와구치의 '그로스 모델'이라는 작품 세계는 밀도 높은 형상화를 위한 자기조직화 수법으로서, 독자적으로 복잡한 생명체의 알고리즘을 개발하는 것이다. 따라서 '시간의 예술'에서 어떤 형상의 발생, 성장, 진화를 프로그래밍하고 일정한 규칙 하에 점차적으로 발생시켜 철저하게 수리화, 구조화한다.

우주 어딘가의 혹성에 있을지도 모르는 미지의 생명체, 그런 이미지를 방불케하는 가와구치의 컴퓨터 그래픽아트는 생생하고 약동적이며 때로는 무서울 정도의 이색감을 나타낸다. 컴퓨터에 의해 창출된 디지털 작품이라는 것이 믿기 어려울 정도로 유기적이다.

<그림4> Eggy, 1990

<그림5> 셀cell, 1993

<그림6> 페스티발, 1991

<그림7>파라다이스Paradise, 1997

4-2 데부치 료이치로Ryoichiro Debuch

일본의 아톰사에서 VRML(가상 현실 모델링 언어)을 이용한 콘텐츠 개발 업무를 담당하고 있는 데부치 료이치로는 1994년 '기린 컨템포러리 어워드'에서 1등 상을 수상했으며, 91년과 94년에는 'SIGGRAPH 일렉트로닉 씨에터' <그림8>에서 수상하는 등 다양한 수상 경력을 지니고 있다. 대표작으로는 세계적으로 유명한 '아키라'(1988)와 NHK의 TV 시리즈 '더 유니버스 워던'(1989, 1993) 등이 있다. '프로그래밍의 초기 단계부터 예술적 접근 방식을 취한다'는 것과 '규칙성과 불규칙성의 법칙에 입각하여 중간 영역으로부터 의미가 있는 형태를 선택한다'는 그의 디자인 철학은 이 분야에 새로운 바람을 불어넣고 있다.

그의 예술적인 즐거움은 '규칙성과 불규칙성'을 조절하는 영역에서 얻어진다. 수학적으로는 '불규칙성이 증가할수록 그에 따라 정보량도 함께 증가한다'라고 하지만 예술적인 정보량이 그런 법칙을 따르지 않는다. 최근 '생명'에 대해 '혼돈의 가장자리에 자리잡고 있는 존재'라고 규정

한다. 인간도 생명을 지닌 이상 혼돈의 영역에 속하는 사물에 흥미를 가질 수밖에 없다. 그의 예술적 목표는 현상 세계를 그대로 재현해 내는 시뮬레이션과, 완전한 추상물의 중간 영역에 속하는 그래픽을 만들어 내는 것이다. 그래서 컴퓨터 애니메이션 제작을 할 때 특히 프로그램, 이미지, 스토리, 음악

이라는 네 영역들의 중간 영역 개념에 많은 비중을 둔다.

데부치는 주로 미립자 시스템을 사용하여 모델링을 한다. 미립자 시스템particle system을 통한 모델링은 대개 3차원 공간에 있는 점같은 단순한 형태를 기반으로 해서 이루어진다. 이런 형태, 즉 미립자들은 성장 속성을 가진다. 이런 속성이 시뮬레이션될 때 그 미립자는 특정한 미립자 궤도를 따라 행동한다. 시간이 흐르면서 미립자가 성장함에 따라 궤도는 3차원 모델을 생성하는 특정한 형태

<그림8> 얼어버린 산들Frozen Gods, 1992

를 규정한다. 높이, 너비, 가지의 벌어진 각도, 밴딩 요인, 가지 수, 색상등을 포함하는 미립자의 여러 가지 속성이 성장하는 과정은 조절될 수도 있고, 임의로 수행될 수도 있다.

신성한 새The Holy Bird는 SIGGRAPH94에 출품한 컴퓨터 애니메이션이다. 일본 전통의 의상인 기모노의 디자인과 류큐 지방의 춤에서 영감을 얻었다. 3차원 공간의 표면에 뻗어 성장한 미립자를 만드는 작업에 의해 새의 깃털 또는 꽃잎을 시뮬레이션하여 모델링된 장면을 보여준다. 이 작업에서 채색된 맵이 깃털에 적용되었고, 새는 골격 변형기법에 의해 애니메이션되었으며, 모든 깃털은 몸체가 움직이는 대로 각각의 위치에서 자라난다.

<그림9>

<그림9> 신성한 새The Holy Bird, 1994

3-3. 켄 무스그레이브Ken Musgrave

그는 예일대학교 수학과에서 프랙탈 기하학의 아버지인 만델브로이트와 함께 작업을 하였다. 처음에 만델브로이트는 그를 프로그래머로 고용하였으나, 곧 컴퓨터 아티스트로 두각을 나타냈다. 여기 작품들은 예술과 기술의 두 분야 모두에서 진정한 결합을 일궈낸 컴퓨터 아티스트 아니 그의 표현대로 알고리즘 컴퓨터 아티스트인 것이다.

켄은 자연의 풍경을 주로 다룬다. 그의 작품들은 모두 컴퓨터 프로그램으로 창작되는데, 이러한 작품들은 '알고리즘 예술'Algorithmic Art이라 불린다. 또한 그는 스스로 알고리즘Proceduralist / Algorithmic Computer Artist라 칭한다. 켄은 절차적 묘사procedural description와 미립자 시스템을 사용하여 시간의 흐름에 따라 형태가 일정하게 변해가는 다양한 자연물이나 자연현상을 만들었다. 이런 예로 눈보라, 구름, 흐르는 물, 산, 불 등이 있다.<그림10, 11, 12, 13, 14, 15> 한 예로 미립자가 물의 움직임을 만들기 위해 사용될 때, 그것들은 각각 밀도, 응집력, 투명도, 굴절률과 같은 속성을 지닌 각각의 물방울을 표현한다. 미립자에는 수명이 있고 그 기간 동안 일정한 방식으로 행동하다가 사라지거나 다른 부분과 합쳐진다. 모든 절차적 모델링 기법 중에서 미립자 시스템은 자연적인 구성요소의 역동적 모형을 가장 잘 만들어내는 것 중 하나이다. 이 기법은 특별한 형태가 아닌 구나 점 같은 형태의 수많은 미립자를 만들어낸다. 그러나 이 미립자들은 물이나 불같은 요소의 특징을 정의하는 규칙에 따라 시간이 지나면 변하는 형태로 그룹지어진다.

켄은 영화에서 자연현상을 위한 특수효과도 제작하였다. 1997년 디지털 도메인Digital Domain의 짐 카메론감독을 위해서 영화 타이타닉Titanic에서의 바닷물 장면을 컴퓨터를 사용하여 만들어 냈다<그림16,17>. 그 밖에 Dante's Peak, Lawnmower Man 영화에서 특정한 부분의 자연현상을 만들어 낸 것을 볼 수 있다.

그 립17> 5:00 AM, July 5th, 1998, 1990

4. 결 론

1970년대 이후 복잡계적 구조에 기초한 포스트모더니즘 시대의 작품들은 자연의 유기적 패턴의 형상절차와 유사한 프랙탈 과정을 따르게 된다. 작품 속 조형의 요소적 단위들과 이것들의 집합이 작품 전체의 장과 유기적으로 상호작용하는, 부분과 전체의 상동성적 성격을 지닌다. 즉 전체와 부분은 같을 수 있다라는 자기유사성을 가진다. 그러나 이러한 작품에서의 프랙탈절차는 우연을 함의한 엔트로피Entropy를 동반하여, 비선형과 소산구조 Dissipative Structure를 결과시킨다. 창작은 불균형에 빠지게 되어 이질적인 소산구조가 이루어진다. 이를 극복하기 위해 자기조직화Self-Organization적 조형언어를 갖게 되는 것이다.

위의 프랙탈 컴퓨터그래픽 작품들의 세계관에 나타난 공통적 속성을 열거하면 다음과 같다.

- i. 시간성에 근거한 진화적 과정과 변화성을 함의한다.
- ii. 불확실성에 근거한 과정지향적 작품세계관: 유기적인 자기증식과 역동성을 지닌다.
- iii. 반복, 프랙탈적 조직화의 과정 즉 자기유사적 구조를 가진다.
- iv. 단일화된 형식적 규칙보다 디자이너 나름대로의 작품 세계관인 카오스적 세계관과 해체주의적 입장을 동시에 가진다.
- v. 비유클리드적인 변형과 분절 그리고 응집과정의 관계

망을 형성하면서, 그 가운데 중심축을 두어 어트랙터의 역할을 수행시킨다.

본연구를 통해 새로운 디자인, 디자이너의 세계관을 위한 기초적 정보를 제공한데 중점을 두었으며, 프랙탈, 카오스 개념은 우리가 생각하고 기대하는 것 이상으로 많은 창의적 가능성을 제공할 수 있으리라 생각한다.

참고문헌

- 김복영, 청주대학 초청 현대미술 강연, 1997
에리히 안치, 자기조직하는 우주, 1980, 범양사
이이오카 마사오, 21세기를 향한 디자인, 1996, 미진사
일리아 프리고진, 확실성의 종말, 1996, 사이언스 북스
일리아 프리고진 이사벨 스텐저스, 혼돈으로부터의 질서
제임스 클렉, 카오스, 1993, 동문사
Issac Victor Kerlow, The Art of 3-D Computer Animation and Imaging, 2000
<http://www.ncsa.uiuc.edu/Fractal>
<http://www.wizardnet.com/musgrave>
<http://www.cgw.com>