



컴퓨터 그래픽 아트의 현황과 미래 (1)

이 근 철

제일전산훈련원 원장

텔레비전을 보면, 방송 프로그램의 마지막이나 시작에는 대개 그것을 만든 사람들의 이름이 나온다. 몇년전까지만 해도 텔레비전에서 별로 볼 수 없었으나, 요즘에는 시청자들의 눈에 들어오는 것 중의 하나가 CG 또는 컴퓨터 그래픽(Computer Graphics) 이라는 말이다. 방송에서 바로 그 컴퓨터 그래픽을 담당하고 있는 사람들이 컴퓨터 그래픽 디자이너들이다.

우리나라에서 이 직종이 활성화되기 시작한 것은 1980년대 초 컬러 방송과 함께라고 할 수 있다. 그러나 채 10년이 안된 역사속에서 컴퓨터 그래픽은 눈에 뜨일만한 발전을 거듭해왔으며, 점차 그 속도도 빨라지고 있다.

컴퓨터 그래픽이란 '컴퓨터로 표현해 낼 수 있는 1천6백만의 무한한 색상으로, 물감을 찍어 붓으로 그림을 그리듯이 전자적인 방법으로 방송 등의 화면에 직접 그림을 그리는 것'이다. 그것은 '컴퓨터의 꽃'으로 불리기도 하고, '예술과 과학의 만남'으로 이야기되기도 한다. 한마

디로 말해 첨단 과학을 배경으로 새롭게 나타난 선진적인 분야라 하겠다.

뉴스에 나오는 각종 자막이나 스포츠중계의 자막들은 컴퓨터 그래픽의 가장 기본적인 형태이고 요즘 많이 나오는 주가 시세나 일기예보 등도 컴퓨터 그래픽의 가장 기본적인 형태이다. 또한 현장 사진이 없거나 그림이 채 입수되지 않은 사건·사고를 추정해서 보여주는 것도 많은 부분이 여기에 의존하고 있으며 편성 안내, 쇼나 드라마의 타이틀도 점차 컴퓨터 그래픽화하고 있다. 각종 선거나 입시 등의 보도에도 컴퓨터 그래픽은 빼놓을 수 없는 중요한 역할을 해낸다.

1984년 LA올림픽 중계방송 때 선보였던 샘(SAM)아저씨, 그리고 1988년 서울올림픽의 '한국의 영상' 등에 이용된 것 등은 꽤 수준을 요구하는 것이기도 하다. 추락한 비행기의 항로와 추락 지점을 표현해내는 경우, 컴퓨터 그래픽 디자이너는 화판 위에서 전자펜을 가지고 1

초에 30프레임의 그림을 그린다. 5초동안 방송할 것이라면 1백50장의 그림이 필요하므로, 적어도 몇 시간은 작업해야 하는 것이다. 1차원의 점, 선에서 공간 개념이 도입된 3D(3 Dimension)의 3차원, 거기에 몇 천년씩을 넘나드는 시간 개념이 도입된 4D(4 Dimension)의 4차원으로 진입하면서 컴퓨터 그래픽의 세계는 훨씬 복잡다단해져 가고 있다.

1. 컴퓨터 그래픽의 원년

제2차대전 후, 동서간의 긴장이 고조되면서 컴퓨터가 군사적으로 이용되는 경우가 점점 많아졌다.

1950년대에 들어서서, 미공군이 16억달러의 거대한 비용을 투자하여 미국 본토의 영공을 침범하는 적기를 보다 빨리 발견하여 전투기를 발진, 요격하기 위해 레이더와 컴퓨터를 조합시킨 'SAGE 시스템'이라는 반자동 지상 경계시스템에 조작하는 사람과 컴퓨터가 대화할 수 있도록 처음으로 라이트펜이 사용됐다.

SAGE 시스템은 그때까지 미 공군이나 해군이 전투기의 파일럿 양성이나 실제 전투에서 얻은 여러 사태를 상징하여 그중 필요한 최적 수단을 임의로 선택하는 시뮬레이션 시스템이기도 했다. 시뮬레이션에서는 컴퓨터로 계산한 결과를 수치로 출력하는 반면, 각각의 변화하는 정확이 시각적인 영상 형태로 정보를 출력하는 편이 알기 쉽고 정황판단도 빨라진다. 예를 들면, 발사된 포탄이 디스플레이용 CRT(음극선관)화면상을 한 개의 선이 되어 날아가 적기에 보기 좋게 명중되어 기체가 부서지고 파괴된 기체의 원형인 바퀴가 방사형으로 확대 표시되는 마치 TV게임을 보는 것 같은 광경이 눈 앞에 펼쳐진다.

컴퓨터를 이용하여 도형이나 화상을 생성하는 기술을 '컴퓨터 그래픽'이라 정의하고 있지만, 1950년대 후반에는 이러한 플라잇 시뮬레이션이라는 컴퓨터의 사실적 응용 기술에 있어서 이미 컴퓨터 그래픽 원형이 형성되어 있었던 것

이다.

플라잇 시뮬레이션에서는 전투기의 공중전에 관한 시뮬레이션 뿐만 아니라 그림에서 보듯이 전투기의 파일럿 조종석에서의 조종 상태도 시뮬레이트할 수가 있다. 몸도 움직일 수 없을 정도로 좁은 조종석에서 보다 효율적으로 계기류를 레이아웃하거나 조종간을 쥐는 파일럿 조종석에서의 조종 상태도 시뮬레이트할 수가 있으며, 또한 파일럿을 의학·생리학 견지에서 조사하여 인간 공학을 도입한 기능적인 조종석을 설계하는 새로운 디자인학으로 컴퓨터 그래픽은 받아들여진 것이다.

비행기가 프로펠러기에서 제트기로 진보됨에 따라 조정에 필요한 계기류는 대폭으로 늘어나 속도가 빨라진 만큼 이착륙 시간이 단축되었으므로 파일럿이 정확하게 기체를 조종하는 외에 필요한 데이터를 보다 빨리 얻기 위해 계기류의 레이아웃이 중요한 과제가 되었다.

그래서, 항공기 메이커인 보잉사에서 이러한 연구를 하던 W.페터씨는 파일럿의 신체적인 움직임에 디스플레이 화면상에 3차원 입체로 표시하기 위해 인간 체형의 특징을 파악한 윤곽선으로 나타내고 철사형태의 '와이어프레임 모델'로 표시할 것을 생각해 냈다. 당시 컴퓨터의 디스플레이는 지금과 같이 면 표시를 할 수 있는 '라스터 스캔(Raster Scan)형 디스플레이'와는 달리 선 표시만이 가능한 '벡터 스캔(Vector Scan)형 디스플레이'였으므로 3차원 형태를 모두 선으로 표현해야만 하는 숙명을 갖고 있었기 때문이었다. 와이어프레임 모델이란 말하자면 맑은 날 작업대에서 철사 세공사가 한가닥의 가는 철사를 자유 자재로 구부려서 여러 가지 형태를 만들어 내는 것과 같다.

그럼에도 불구하고, 시시각각으로 변하는 파일럿의 자세를 와이어프레임으로 표현한 플라잇 시뮬레이션을 처음으로 보았을 때 필자는 '이 얼마나 신선한 영상인가'하고 감탄했다. 이것은 아트 그 자체가 아닌가, 지금까지 동서고금의 예술가 중에서 일찍이 이런 인체 표현을

한 사람이 있었을까 하고. 컴퓨터 그래픽에 있어서 와이어 프레임 모델은 지금까지 디자인 설계에 변혁을 가져왔을 뿐 아니라, 영상 세계에 새로운 가능성을 펼치게 되었다. 결국, 컴퓨터 그래픽의 조형은 아트와 종이의 영역이며 컴퓨터 전문가 이외에는 이것을 새로운 표현 수단 또는 그 자체로 받아들였다.

페터씨의 일련의 작품은 모두 인간공학적인 목적을 가진 연구를 위한 소재였지만 디스플레이 화면 중에서 선이 그려진 파일럿이 팔을 벌려 조작하는 여러 가지 움직임은 지금까지 본격적이 없는 기묘한 조형 뿐만 아니라 인간의 육체적인 메커니즘의 그림 해설을 보는 것 같은, 언제까지 보고있어도 싫증나지 않는 불가사의한 시각적 매력을 갖고 있었다.

세계 제1의 항공기 제조회사인 보잉사는 예전부터 매사추세츠 공과대학(MIT)과 공동 연구로 항공기 설계에 CRT를 사용한 컴퓨터 그래픽 도입계획을 적극적으로 추진해 왔었다. 선박보다는 항공기에 의한 대량 수송 시대를 예견한 보잉사는 컴퓨터 그래픽 주입기사였던 W. 페터를 리더로 한 제트 여객기 설계팀을 편성하여 약 4년간에 걸쳐 1960년에 보잉737의 설계를 완성했다. 세계 최초의 컴퓨터 그래픽에 의한 항공기 설계인 것이다.

이 설계에는 1958년에 발표된 대형컴퓨터 IBM 7094를 본체로 하는 디지털 플로터 SC4020이 호스트 컴퓨터와 온라인으로 연결된 현재의 디스플레이 장치와는 달리, 독립된 출력 장치로서 사용되며 컴퓨터로 미리 계산된 자기 테이프를 다시 입력하여 와이어프레임 표시의 영상으로서 브라운관이 출력되는 변환 장치이다. 이 영상을 16 또는 35밀리 카메라로 촬영하여 자동적으로 볼 수 있게 되었다. 이 일련의 시스템에 의해 W. 페터씨가 파일럿의 조종실 내에 따른 인간 공학적인 조사를 위하여 시물레이션을 한 것은 앞에서 말한 것과 같다. 페터는 계속하여 항공모함에 착함하는 제트 전투기의 플라이트 시물레이션 컴퓨터 그래픽에 의한 새로

운 이용 분야를 차례로 개척했다.

또한 노스아메리칸 로웰사는 엔진 성능의 해석 프로그램과 'AUTODRAFT'로 불리는 컴퓨터 그래픽을 보조하는 반 자동 설계시스템을 개발했다.

반자동이란, 전부를 컴퓨터가 설계하는 것이 아니라 설계자가 설계하는 개개의 부품디자이너를 종래 방식으로 결정한 후, 부품 상호간의 관련이나 설계된 도면을 컴퓨터로 계산하여 디지털 플로터로 출력하는 시스템이다.

완전한 자동설계는 아니었지만, 이 AUTODRAFT에 의해서 사람 손을 빌렸을 때 일어날 수 있던 도면 전사에 의한 오차나 사진을 찍을 때의 잘못이 하나도 없을 정도까지 개선할 수 있게 되었다. 이러한 그래픽 시스템을 1960년대 말에는 수동적 그래픽 시스템이라 했다.

한편 세계 최대의 자동차 제조회사인 GM사는 DAC-1(Design Augmented by Computer)이라 불리는 이미지 프로세싱(화상처리)시스템을 개발했다.

DAC-1 시스템은 1950년대 말부터 개발되었지만 초기의 개발 목표는 컴퓨터와 인간사이에서 대화방식에 따라 도형의 교환을 가능하게 하는 것이었다. 이 실험은 1963에 거의 달성되어, 1963년 초기부터 DAC-1 시스템은 하루에 8시간 가동하여 자동차의 현상 디자인에 위력을 발휘했다. 디자이너는 DAC-1 시스템의 콘솔에 있는 디스플레이 장치에 직선이나 원, 원호 또는 자의곡선 등을 기억장치에 축적된 몇몇의 도형 중에서 선택하여 라이트펜이나 기능키를 사용해서 그것들을 조합하여 자유롭게 새로운 도형을 그릴 수 있게 되었다.

2. 컴퓨터 아트의 시작

세계 최초의 컴퓨터인 ENIAC는 이미 계산 결과를 종이 위에 숫자나 문자로 찍어내는 프린터를 갖추고 있었다.

컴퓨터는 당시에는 생각할 수 없던 초고속으로 연산하여 그 결과를 종이에 인쇄하는데 계산

결과뿐 아니라 지면의 정해진 여백을 생각한 숫자나 기호의 배열로 채울 수도 있다. 또한 컴퓨터를 조작하는 오퍼레이터들은 프린터를 조작하여 프로그램명을 지면에 크게 쓰는 것도 컴퓨터에 기억시킬 수 있는데 컴퓨터에 숫자나 문자와는 별개의 어떤 것, 결국 패턴이나 도형을 그리려는 생각은 이런 감각에서 싹튼 것이 아닌가 생각된다.

당시의 컴퓨터는 대수가 적었고, 프로그램 언어를 기억해 조작하는 데는 손이 많이 가는 대용품이었으므로 아주 고가였다. 따라서, 컴퓨터에 의한 자동화는 먼저 컴퓨터를 연구하거나 조작할 수 있는 연구자나 엔지니어를 중심으로한 집단에 의해 '아트'로의 실마리가 풀린 것이다.

컴퓨터 프린터가 찍어내는 지면 전체를 바둑판 눈처럼 격자 모양으로 구분하여 그 하나 하나의 칸에 문자나 숫자, 기호를 인쇄함으로써 전체에 통합된 그림이나 패턴을 만들어 낼 수 있는데 프린터를 사용하여 지면에 숫자나 기호로 그림이나 패턴을 그리는 즉, '칠하는 형식'의 표현은 미술가가 캔버스에 향할 때의 의식과는 근본적으로 차원을 달리한 것이며 이런 수준의 그림이나 패턴을 아트라고 부르는 것은 어울리지 않는다. 그러므로, 이 시대에는 자동 회화의 미술가는 존재하지 않았고 이런 종류의 '아트'도 거의 남아 있지 않다.

컴퓨터를 사용하여 처음으로 의식적으로 예술작품을 제작한 것은 회화분야가 아닌 소리의 세계이다.

음악에 컴퓨터를 사용하고자 하는 시도는 이미 1950년 이전부터 뉴욕의 폴럼비아 프랑스턴 전자음악센터나 서독의 쾰른 방송국을 위시한 연구기관으로, 실험 음악으로서 창작되었다. 1957년에는 일리노이 대학의 L. 히라와 L. 아이작슨이 컴퓨터가 어떤 조건하에서 무작위로 음계를 선택하여 작곡하는 컴퓨터 음악의 프로그램을 처음으로 완성했다. 이 프로그램이 작곡한 음악을 사용한 일리노이 대학의 대형 컴퓨터 '일리아'의 이름을 따서 '일리아 조곡'으로서 발

표되었다. 이렇게 컴퓨터의 예술에의 응용이 회화라는 시각 세계가 아니라 음악이었던 것은 소리를 구성하는 파장이나 진폭의 특성과 음악적인 선율이 수학적 처리가 뛰어난 컴퓨터가 가진 디지털 성격에 맞기 때문일 것이다.

본격적인 컴퓨터 음악의 작곡가로서 후세에 이름을 남긴 J. 케이지는 L. 히라로부터 이론을 배웠다. 벨 전화 연구소(현재의 ATT벨 연구소)의 엔지니어들은 히라와 공동으로 전자 악기 개발을 더욱 추진하여 1967년에는 세계 최초로 트럼펫 음을 정확히 인공적으로 재현할 수 있는 컴퓨터를 완성하여 오늘날 컴퓨터 음악의 기초를 확립하였다.

예술로의 구체적인 응용에서는 음악에 한 걸음 뒤졌지만 회화의 세계에서는 컴퓨터출력 장치인 프린터 기능을 이용하여 여러 가지 실험이 엔지니어들 사이에서 반복되어졌다.

그러면, 세계 최초의 컴퓨터 아트로 불리는 것은 언제, 누가, 어떻게 만들었을까? 필자 나름대로 최초의 컴퓨터 아트를 조사하는 동안에 B. 라포스키라는 벨 전화 연구소 연구원이 1950년에 발표한 작품을 발견 할 수 있었다. 이 작품은 컴퓨터의 제어 기능을 첨가한 브라운관 위에 수학적 곡선패턴을 그린 것으로서 1986년 컴퓨터 그래픽에 있어서 세계 최대의 회의의 'SIGGRAPH'가 텍사스주의 달라스에서 개최되었을 때 병설인 컴퓨터 아트 쇼에서는 컴퓨터 아트로써 어느 것이 전시될지 주목되었는데 역시 B. 라포스키 작품 '오실론 40'(1952년)이 최초의 코너에 전시되었다. 한편, 벨 전화 연구소의 J.J.R. 피어스 박사의 저서 'Science, Art and Communication'에 의하면 같은 연구소의 V. 줄레스 박사가 만든 흑백의 도트 패턴에 의한 작품이 세계 최초의 컴퓨터 아트라고 되어 있다.

당시의 컴퓨터 아트에 공통된 점은 작가가 전문적인 예술가가 아니라 과학자나 엔지니어라는 점이며 컴퓨터를 사용하면서 다른 목적을 가진 연구를 하는 사이에, 말하자면 남은 기술로

서 제작한 작품이라는 것이다.

1950년대부터 '60년대에 걸친 작품은 프린터나 플로터를 그린 것이 대부분으로, 제작의도도 예술작품으로서의 애매모호한 개념이 줄어들었으며, 1960년대 후반에는 컴퓨터의 특성을 잘 살린 기하학적 도형이나 패턴, 또는 사진을 기초로 하여 프린터로 문자나 기호를 교묘하게 찍은 새로운 도형의 컴퓨터 아트가 계속 등장하게 되었다.

1966년에는 그때까지의 단순한 '칠하는 패턴'에 더해서 카메라에서 컴퓨터에 입력한 사진의 농담을 문자나 기호로 바꾸거나 농도에 따라 타이프페이스(Type Face)의 굵기를 조정한 컴퓨터 아트가 발표되었다. 그림은 바다 위를 나는 기러기 사진을 기초로 컴퓨터로 처리하여 마이크로 필름에 출력한 작품이지만, 이것은 농담을 망점(網點: 이 경우는 그림문자)이 겹친 곳에 바꾸어 놓아 표현한 것이다. 또 컴퓨터로 누드를 표현한 최초의 작품으로 '컴퓨터 누드'라는 타이틀이 붙여져 있다.

이 일련의 작품은 당시 벨 연구원이었던 K. 놀턴과 I. 하몬에 의해 1960년대 후반부터 '70년대에 걸쳐서 제작되었다. 놀턴은 그 후에도 독특한 작품을 발표하여 컴퓨터를 예술분야로 이끈 개척자의 한 사람으로 여겨지고 있다.

처음에는 이러한 것을 컴퓨터 아트라고는 하지 않고 '일렉트로닉 드로잉'(Electronic Drawing) 또는 '오토매틱 드로잉'(Automatic Drawing)이라 하여 마치 컴퓨터가 자동적으로 그림을 그리는 것 같은 미개 회화의 이미지를 갖고 등장했다.

'컴퓨터 아트'라는 말은 1968년 런던에서 개최된 '사이버네틱 세렌디피티'(Serendipity: 찾아내는 재주를 뜻함)에서 정식으로 명명되어 예술 장르에 새로운 미디어로서 참여한 것이 최초였다. 다만, 이로부터 오래전인 1963년부터 미국의 컴퓨터 전문지인 '컴퓨터 앤드 오토메이션'은 널리 독자에게 이 새로운 미디어의 작품을 공보하는 형태로 모집하여 컴퓨터 아트의 보

급에 커다란 공적을 남겼다.

이런 과정을 거쳐 컴퓨터가 개발되고부터 20년 남짓하여 계산기라는 본래 기능과는 전혀 다른 예술의 컴퓨터 아트라는 새로운 예술 도전이 시작된 것이다.

3. 스케치 패드 시스템에 의한 비약

제네럴 모터사의 DAC-1 시스템은 지금의 컴퓨터에 의한 설계 방법인 CAD시스템의 원형이었다고 말할 수 있다.

GM사가 DAC-1 시스템을 개발하였을 당시, MIT의 대학원에서 컴퓨터 그래픽 연구를 하고 있었던 I. 서저랜드는 MIT 링컨연구소에서 개발된 TX-2 컴퓨터를 사용하여 맨 머신 시스템(어떤 목적을 대행하기 위해 인간과 기계를 하나의 시스템으로서 생각하는 것)의 개발에 착수했다. 서저랜드는 디스플레이용의 CRT, 라이트펜, 각종 기능 키나 조작용 핸들을 이용하여 인간과 컴퓨터가 도형을 교환하는 본격적인 대화형(회화형) 도형 처리 시스템을 체계화시켜 1963년에 '스캐치 패드(Sketch Pad) 시스템'이란 개념을 세웠다.

스캐치 패드 시스템은 인간의 감성이나 지각능력을 근거에 놓은 도형 처리 시스템이었다. 결국, 컴퓨터 능력에 인간이 맞추는 것이 아니라, 인간능력에 맞춰 컴퓨터를 사용해버린 시스템으로, 지금까지의 컴퓨터 처리 개념을 깨버린 기술이었다.

스캐치 패드 시스템에 따라 컴퓨터는 인간 능력을 넘은 속도로 인간의 명령에 좇아 하나의 다양한 형체나 3차원 형체를 표시하는 매우 편리한 도구가 되었다. 이것은 디자인에 의한 시뮬레이션이며 디자이너의 일은 많은 다양성 중에서 원하는 형상을 선택하는 것이다. 이러한 의미에서 서저랜드가 이 화상 처리 시스템을 스케치 패드라고 명명한 것은 정당하게 이름지어진 것이라 할 수 있겠다.

뒤라고 해도 I. 서저랜드에 의한 스케치 패드 방식에 따른 컴퓨터 그래픽의 CAD시스템이 오

늘날 CAD의 원형이 된 것은 사실이며, 이 논문이 발표된 1963년을 필자는 '컴퓨터의 원년'이라 생각해 이 이전과 이후의 기술적 발전을 위한 다리 역할을 했다고 본다.

오늘날, 컴퓨터 그래픽이란 언어는 현대 용어의 하나로 정착되었다. 이것은 1980년대 이후 TV의 커머셜에 컴퓨터 그래픽이 많이 사용되었기 때문일 것이다. 하이테크 지향과 더불어 컴퓨터 기술의 부산물인 컴퓨터 그래픽은 지금까지 볼 수 없었던 3차원 영상에 의한 새로운 시각 세계를 연출하고 기분 좋은 템포의 빠르기로 전개하는 디지털 화상은 그것만으로도 보는 사람들을 놀라게 했다.

그러나 1966년에 출판된 R.A.사이서스의 '컴퓨터 그래픽'에 의하면 당시 '컴퓨터 그래픽'이란 언어가 아직 시민권을 얻지 못해 이것을 의미하는 언어로서 ADE(Automated Design Engineering)나 컴퓨터 이용에 의한 의식이란 의미로 MAC(Machine Aided Cognition), 또는 디자인이 컴퓨터에 비해 크게 증대한다는 의미로 DAC(Design Augmented by Computer)라고도 했었다고 한다.

그중의 하나로 현재에도 남아있는 언어인 CAD(Computer Aided Design)가 있지만, 사이서스는 '디지그래픽'(Digigraphics)이 가장 잘 사용되는 언어임을 나타내고 있다. 디지그래픽이란 디지털과 그래픽을 합친 말로 언젠가 없어져 버렸다. 필자는 좀더 확실히 하기 위해 컴퓨터 용어 사전을 찾아보았지만 어디에도 없었다. 컴퓨터그래픽이란, 원래 ADE(결국 컴퓨터 그래픽을 말하지만)와 같이 ADE 등을 설명하는 부속 용어로서 너무나 짧지 않은 용어였다. 그러나 현재는 그 부속 용어가 주객이 전도되어 전문 용어로서 사용되고 있다.

4. 꽃피는 컴퓨터 아트

1960년대 초기가 되면서 컴퓨터 그래픽은 컴퓨터에 관한 하나의 전문영역으로서 정착되어 왔다.

그런데 당시의 도형 출력 장치는 플로터이거나 CRT(음극관)에 의한 영상이거나 간에 선 표시였기 때문에 3차원 형체도 철사 세공처럼 안쪽이 빈 와이어 프레임으로 밖에 표현할 수 없는 제약이 있었다. 결국 2차원의 선 표시이거나 3차원의 와이어프레임 모델이었던 것이다. 그러나 이런 수법에 의한 표현은 처음 보는 사람에게는 전자적인 메커니즘을 상징하는 선구적인 이미지를 부여하여 매우 신선한 인상을 주었다. W.페터의 파일럿 시뮬레이션은 바로 이런 것이었다. 초기에 나타난 컴퓨터 아트는 이러한 컴퓨터 도형 출력 장치의 특성을 살린 조형 활동이며 1950년대부터 제작되어 왔던 것은 앞서서도 서술했었던 바와 같다.

1960년대에 들어서면서 XY플로터나 CRT에 의한 도형이나 화상을 기초로 한 COM(Computer Output on Microfilm)이나 실크 인쇄, 부분촬영 등의 주변 기술과 제휴한 본격적인 컴퓨터에 의한 창작활동을 지향한 예술가가 나타났는데 벨 연구소의 K.놀턴('컴퓨터 누드'의 작가)이나 오하이오 주립 대학에서 전자 계산을 가르치고 있던 C.크슬리, 독일의 정보 이론가인 F.나케, H.프랑케 등의 인물이 있다.

이것은 CAD나 시뮬레이션을 중심으로 하는 컴퓨터 그래픽 분야에 새로운 시각 예술장르인 컴퓨터 아트의 영역이 추가된 것이다.

한발 먼저, 전자 음악은 컴퓨터에 의한 조형의 가능성을 보여주었다.

그들의 작품은 현재에도 신선하며 '60년대 후반에 나타난 컴퓨터 예술가에 아주 강한 영향을 주었다. 1967년에 결성된 일본의 컴퓨터 아티스트 그룹인 CTG(컴퓨터 테크닉 그룹)의 작품도 이 두 사람이 시작한 컴퓨터 아트의 제작 수법에서 많은 영향을 받았다.

K.놀턴과 C.크슬리의 작품은 둘다 컴퓨터 알고리즘(어떤 문제를 해결하기 위한 일련의 순서)이 가진 특성을 교묘히 살리고 있으므로 여기서 소개하기로 한다.

난수란, 암호에 사용하는 난수표를 떠올리지

만 일반적으로는 질서가 없는 무작위한 수로서, 이것을 수식의 패러미터에 대입하거나 난수에 따라 크기를 변화시키면 수학적인 딱딱한 형태에 변화가 나타난다. 크슬리는 난수를 인물의 선을 그리는 것에 투입하여 지금까지의 예술가에게는 상상도 할 수 없는 수법으로 컴퓨터 아트를 발전시켰다.

좌표 변환이란 정상적으로 그려져 있는 도형의 세로와 가로 비율을 바꾸거나 또는 곡면을 따라 오목 거울이나 볼록 거울위에 도형을 그린 것처럼 변화시킨 수법이다. 구체적으로는 좌표계 도형을 컴퓨터로 조작하여 좌표 변환시킨 좌표계에 이동되는 것이다. 중세경부터 유행한 메타몰피제 수법도 이 일종이다.

독자중에는 우그러진 거울에 비친 자기 얼굴에 놀란 경험을 가진 사람도 있을 것이다. 이것도 좌표 변환의 일종이다. 크슬리에 의한 레오나르도 다빈치의 카논 작품은 그 전형적인 예이다.

중간 연속 사상을 예를 들면, 원이 점차로 변환하고 있어 결국에는 정방형이 되려는 변화를 '중간 연속 사상'이라 한다. 후에 활발해지는 컴퓨터 애니메이션에서는 한 점 한 점을 그려 만드는 종래의 셀 애니메이션의 '내부 분할'(하나의 동작에서 다음 동작까지의 움직임을 부드럽게 하기 위한 그림 콤마)의 수법으로서 이 중간 연속사상이 사용되었다. 다만 컴퓨터의 애니메이션에서는 '비트윈'(betwen) 또는 '인비트윈'(inbetween)이라 부르고 있다.

1970년대 중반에 캐나다의 작가 P.홀츠가 만든 컴퓨터 애니메이션의 명작인 행거는 주인공인 인물이 자동차가 되다가 테이블이 되는 등 이상한 것으로 변신해 버리는 장면이 연속되는 선화 애니메이션이지만 이것도 중간 연속사상의 테크닉을 사용한 것이었다.

수학적 형태로 말하면 컴퓨터는 편리한 것으로서, 사람이 그림을 그리는 아주 어려운 작업을 간단히 해 버린다. 예를 들면 포물선이 2차 곡선 하나를 보아도 이론적으로는 좌표계에 X

축과 Y축 각 값의 교점을 순서대로 플롯하여 나중에 그 점을 지나는 부드러운 곡선을 그리면 되는데 이렇게 포물선을 그리는 것은 매우 어렵다.

필자는 학생 때, 손으로 뭔가 예쁜 포물선을 그릴 수 없을까 하고 연구해 본 적이 있다. 먼저, 앞에서 서술한 바와 같이 정확하게 플롯한 점을 운형자를 사용하여 그려서 이 종이를 얇화 비닐판에 풀로 붙인다. 이것을 가위로 연필선을 따라 자른 후, 줄로 동그랗게 간다. 손끝의 민감한 부분을 대고 위에 덧그리면서 굴곡을 발견하여 더욱 세밀하게 수정하여 포물선을 완성시키는 것이다. 이 완성한 얇화 비닐판을 이용하여 제도용 펜으로 가는 선을 그리면 수학적으로 정확한(실은 정확하게 보인다고 하는 편이 나을지도 모른다) 포물선이 완성된다. 2차원의 수학적 곡선까지도 이런 형태이기 때문에 3차원 곡면 등을 예쁘게 그리는 것은 더 어렵다.

컴퓨터 그래픽에 의한 도형 표현의 최대 특징은 인간이 지금까지 표현할 수 없었던 수학적 도형 표현을 쉽게 실현할 수 있다는 것이다. 더구나, 한 번 데이터를 입력해 버리면 시점을 바꾸는 키보드나, 움직임이나 위치를 조절하는 조이스틱이나 트랙볼 등의 조작으로 간단하게 여러 각도에서 그 형태를 디스플레이 상에 표현할 수 있다. 또한 도형의 축소나 확대, 회전, 이동, 반전 등은 컨트롤용 노브의 손잡이를 조금 돌리기만 하면 된다. XY 플로터에 의한 경우는 출력된 종이에 그려진 도형을 보고 마음에 들지 않거나 수정하고 싶은 부분이 있으면 다시 데이터를 넣어 고치거나 패러미터를 변경해야 한다. 다만 1960년대 중반의 플로터는 모두 0.1mm 이하의 오차로 곡선을 부드럽게 종이 위에 그릴 수 있는 성능을 갖고 있었기 때문에 설계 현장에서는 오로지 플로터에 의한 도면 작성이 이루어졌다. 컴퓨터 예술가도 플로터를 사용하면 종이에 직접 그릴 수 있어 그대로 작품으로 발표할 수 있기 때문에 플로터를 사용해서 제작하는 사람들이 많았다.