

신기술동향

컴퓨터그래픽스기술의 현재와 미래

金人鎬¹⁾

'80년대 초반까지는 대형컴퓨터에 의한 과학기술계산 및 대형컴퓨터에 PC단말기의 접속을 통한 정보열람에 지나지 않았으나, '80년대 중반이후에는 분산시스템에 의한 인터넷과 LAN을 통한 근거리 통신망과 컴퓨터통신망이 급속히 구축되어 발전하였다. 향후에는 네트워크중심시스템으로 발전하여 PC를 통한 가상무역, 전자화폐가 일반화되고 정보열람이 보편화 될 것이다.

다가올 2000년대의 고도정보화사회에서는 윈도우네트워크의 영향력이 확대되고 운영체계의 비중은 감소하는 대신에 사용자인터페이스의 중요성은 확대될 전망이다. 이러한 컴퓨터기술 환경의 변화와 더불어 과거 데이터위주에서 음성, 화상 등의 멀티미디어신호의 처리기술과 휴먼인터페이스기능이 중요기술로 대두되었고 이로인한 대용량의 데이터 처리가 가능한 컴퓨터하드웨어의 성능이 이루어지고 있다. 멀티미디어신호의 시각적 인터페이스기술이라 할 수 있는 그래픽처리기술은 CAD, 광고, 영화, 컴퓨터게임, 교육 등의 영상산업분야에서 고부가가치를 생산할 수 있는 기술로서 부각되고 있다.

I. 기술의 개요

컴퓨터그래픽스(Computer Graphics)기술은 컴퓨터의 계산능력을 이용하여 수작업으로 처리하기 어려운 많은 양의 정보를 시각화하여 인간이 정보를 쉽게 이해할 수 있도록 한다. 컴퓨터그래픽스를 이용하여 정보를 시각화하기 위해서는 모델링(modeling)과 렌더링(rendering)과정이 필요한데, 모델링이란 컴퓨터그래픽스에서 다룰 물체를 어떻게 컴퓨터내에서 표현할것인가에 관한 문제이며 컴퓨터내부에서 모델링된 물체를 가시화하는 것이 렌더링이다. 이 외에 움직이는 물체를 표현하기위한 애니메이션(animation), 울퉁불퉁한 면을 쉽게 표현할 수 있는 텍스처 매핑(texture mapping), TV광고 등에 많이 쓰이는 모핑(morphing)등 다양한 기술이 개발되고 있다.

사용자에게 친숙한 환경을 제공하기 위한 사용자 인터페이스, CAD/CAM, 컴퓨터게임, 방송, 영화, 모의실험, 컴퓨터아트 등 다양한 분야에서 컴퓨터그래픽스 기법이 응용되고 있으며, 가상현실의 중요한 요소인 가상환경은 3차원 컴퓨터그래픽스 기법에 의해 생성되고 있다. 시각정보를 다루는 모든 디지털통신의 응용서비스개발을 위한 기초기술인 컴퓨터그래픽스는 디지털통신과 매우 밀접한 관계를 갖고 있을 뿐만 아니라 더욱 활발하게 연구가 전개될 것이다.

컴퓨터그래픽스는 컴퓨터를 이용하여 시각적인 정보 즉 영상을 다루는 전반적인 기술로서 영상생성과 영상처리 및 분석으로 대별할 수 있다. 영상생성은 컴퓨터내에 표현된 물체를 시각적으로 출력하는 것이고 영상처리 및 분석은 사진과 영상을 입력으로 이들이 어떤 물체로부터 생성될수있는가를 분석하거나 보다 나은 사진 및 영상을 얻는 기법이다. 일반적으로 컴퓨터그래픽스라함은 주로 영상생성에 관련된 제반기법을 가리키나 최근 인식 및 컴퓨터비전에서 개발된 기법과 결합되어 보다 현실감있고 사실적인 방향으로 급속히 발전하고 있는 추세이다.

II. 핵심기술의 발전과정과 전망

1. 그래픽스 하드웨어기술

그래픽스 장치는 초기 단계에서 매우 고가였기 때문에 컴퓨터 그래픽스의 응용분야가 매우 제한되었으나 그 후 컴퓨터의 대중화와 저가의 다양한 그래픽스 장치의 출현으로 컴퓨터 그래픽스는 급속히 발전해 왔다. 그래픽스 장치는 크게 CRT와 같은 출력장치와 마우스(mouse) 및 라이트 펜과 같은 입력 장치로 구별할 수 있다.

그래픽스 디스플레이 장치로 리프레쉬(refresh) CRT가 초기에 사용되었는데 이 장치에서는 화면상의 한 점에서 다른 점으로 직접 직선을 그릴 수 있으나, 그림이 지속적으로 화면에 존재하는 것처럼 보이게 하기 위해서는 초당 30회 이상 리프레쉬해야 하며 그림의 내용을 저장하는 리프레쉬 파일(refresh file)을 필요로 하였다. 리프레쉬 CRT는 그 당시의 기술 수준으로는 매우 고가일 수밖에 없었기 때문에 학교나 연구실에서 특수 목적으로만 사용되었다.

미니 컴퓨터와 시분할 시스템의 출현은 저렴한 디스플레이 장치의 필요성을 가중시켰고, 이에 부응하여 스토리지 튜브형(storage tube) CRT가 Textronix사에서 만들어졌다. 이 CRT의 기본적인 기능은 리프레쉬 CRT와 비슷하나, 화면에 그려진 그림이 리프레쉬 없이 오랫동안 지속될 수 있다. 스토리지 튜브형 CRT는 컴퓨터 그래픽스의 대중화를 촉발시켰으나, 화면에 그려진 그림의 부분적인 수정이 어렵고 칼러 사용의 제약 때문에 동적인 환경에서 현실감 있는 그림을 생성하기에는 미흡했다.

1960년대 중반, 지금의 디스플레이 장치의 주종인 래스터(raster) CRT에 관한 연구가 시작되었으나 당시의 컴퓨터 메모리가 매우 고가였기 때문에 상품화되지 못했다. 1970년대에 들어서면서 반도체 기술의 발달로 초고집적 메모리가 실용화됨에 따라 래스터 디스플레이 장치의 대중화를 가져왔다. 래스터형 장치에서의 그림의 기본요소는 선분이 아니라 화소(pixel)라고 불리는 극소의 사각형 면적이며, 화면은 이러한 화소의 배열 형태로 구성되어 있다. 리프레쉬를 위하여 화소의 색깔이나 회색 척도는 프레임 버퍼(frame buffer)라고 불리는 메모리에 저장되며, 화면은 주사선 방식으로 리프레쉬된다. 래스터 디스플레이 장치는 천연색 그림을 가능하게 할 뿐 아니라 시간에 따라 동적으로 변하는 그림의 표현도 가능하게 한다. 이것은 최근의 저가의 개인용 컴퓨터의 급속한 보급과 함께 게임, 애니메이션 및 컴퓨터 아트 등의 새로운 컴퓨터 그래픽스 응용분야를 창출하였다.

최근 더욱 해상도가 높고 선명한 디스플레이 장치의 개발을 위한 노력이 계속되고 있다. 차세대 TV로 각광받고 있는 HDTV는 선명하고 생동감 있는 그래픽스 모니터로서 멀지 않은 장래에 사용될 것이며, 디지털 대화형 TV(digital interactive television)의 출현과 연계되어 컴퓨터 그래픽스의 기술혁신을 더욱 자극할 것이다. 또한, CRT의 단점을 극복할 수 있는 새로운 기술들이 개발되고 있는데, 프라즈마 패널 디스플레이(plasma panel display), LED 및 LCD모니터 등이 대표적인 예이며 3차원 디스플레이 장치도 등장하고 있다.

2. 형상 및 동작 모델링

데이터 모델과 응용 프로그램은 그래픽스 출력 이전의 문제로서, 컴퓨터 그래픽스에서 다룰 물체를 어떻게 모델링하여 컴퓨터 내에 표현할 것이며, 이것을 이용하여 어떤 일을 할 것인가가 그 이슈이다. 컴퓨터 그래픽스에서 다루는 물체는 다른 컴퓨터 응용분야와는 달리 주로 물체의 기하학적 측면이 관심이 대상이다. 따라서, 컴퓨터 그래픽스에서 데이터 모델이라는 물체의 형상을 다루는 기하학적 모델링과 그 표현방법이라고 말할 수 있다. 컴퓨터를 이용한 자동 제도에서 시작한 CAD는 그 발전이 본격화됨에 따라, 보다 복잡한 물체를 효과적으로 모델링하기 위한 노력이 계속되어 왔으며, 1970년 말부터 상업용 솔리드 모델러(solid modeler)가 시장에 출현하기 시작했다.

컴퓨터 시스템의 눈부신 발달에 따라 보다 현실감 있는 물체의 모델링에 대한 인간의 도전은 계속되어 왔다. 즉, 다면체 모델링에서 곡면모델링으로, 2차원 물체에서 3차원으로, 정지물체에서 연속적으로 움직이는 물체로 그 대상이 확대되어 왔다. 곡면의 정확한 표현은 그 자체로서 매우 흥미있는 문제일 뿐만 아니라 많은 응용분야에서 필요하다. 예를 들어, 자동수치제어에 의한 곡면가공을 위하여 곡면의 정확한 표현은 필수적이다. 곡면 표시방법은 곡면을 직관적으로 생성할 수 있어야 하고, 부드러운 곡면을 생성해야 하며, 곡면의 국지적 제어가 가능해야 한다.

시간에 따라 연속적으로 움직이는 물체의 표현은 방송, 영화, 광고 및 CAD 등에서 핵심적인 기술인데, 사람이나 동물이 움직이는 것은 물리적 법칙 이외에 생물학적, 심리적 요소와 같은 복합적인 요인이 작용하기 때문에 컴퓨터 그래픽스로 표현하기가 매우 어려운 분야이다. 키-프레임(key frame)방식의 애니메이션은 물체의 움직임에 대한 역학적 요소를 무시하고 중요한 순간의 키-프레임, 즉 물체의 위치와 방향을 시간 순서로 나열하고 이것을 부드럽게 보간함으로써 물체가 자연스럽게 움직이는 것처럼 보이도록 하는 기법이다. 이 방법은 현재 가장 많이 사용되고 있지만 물리적인 이론에 맞지 않고 물체가 급격히 움직일 때 키-프레임의 선정에 문제점이 있다.

물체의 초기 위치 및 방향과 속도를 주고 이후의 운동 궤적을 찾아 영상을 생성하는 운동학(kinematics)을 이용한 애니메이션은 키-프레임 방식보다 진보된 방법이다. 물체의 초기 위치 및 방향과 속도만을 제어 변수로 하여 애니메이터가 원하는 운동 궤적을 구하기는 매우 힘든 작업이며, 이러한 단점을 보완한 역운동학(inverse kinematics)은 초기 위치 및 방향과 일정 시간 후의 위치 및 방향과 그 시점에서의 속도가 입력으로 주어질 때, 역으로 초기 속도와 중간 운동 궤적을 구하는 방법이다. 운동학과 역운동학을 이용한 애니메이션에서는 힘을 고려하지 않기 때문에 어색한 움직임이 만들어질 경우가 발생할 수 있다. 보다 자연스러운 애니메이션을 위해서는 동력학(dynamics)과 역동력학(inverse dynamics)같이 물체의 위치, 방향 및 속도 뿐만 아니라 외부에서부터 가해지는 힘과 토크(torque)를 고려해야 한다. 이러한 방식은 계산 시간이 많이 걸리고 계산상의 많은 문제점이 있기 때문에 아직 실용화되지 못하고 있다.

웃이나 천 및 신문지와 같은 물체는 자연물은 아니지만 모양이 고정되어 있지 않고 주변환경에 따라 변한다. 따라서, 기하학적 및 위상학적 데이터로는 특정 순간의 모습은 표현이 가능하지만, 주변환경이 시간에 따라 변할 경우 물체의 영상도 따라서 변하므로 기존의 방법으로는 모델링이 불가능하다. 이러한 물체를 표현하기 위하여, 물체의 기본 형태를 작은 요소로 나누고, 이들 요소간에 상호작용하는 힘과 외부에서 작용하는 힘이 균형을 이루는 방향으로 모습이 변해가는 과정을 계산하여, 특정 순간의 물체의 형태를 결정한다. 이 방법은 기존의 영상 중심의 기하학적 모델과 물리적인 법칙을 결합하려고 하는 물리 기반 모델링(physically based modeling) 기법의 하나로 최근 많은 연구가 이루어지고 있다.

공상과학영화나 괴기영화에서 레이저 광선총을 맞는 사람이 서서히 재로 변한다든가 사람이 괴물로 변하는 것을 종종 볼 수 있다. 컴퓨터 그래픽스에서 이러한 기법을 메타모퍼시스(metamorphosis)라고 부르며, 어떤 모습에서 완전히 다른 모습으로 변하는 것을 모핑(morphing)이라 하고 같은 종류의 다른 모습으로 바뀌는 것을 와핑(warping)이라고 한다. 이 기법은 2차원 영상처리에서 시작됐으나, 최근 컴퓨터 그래픽스에도 도입되어 2차원 및 3차원 물체의 변형에 대한 활발한 연구가 수행되고 있다.

3. 렌더링(rendering) 및 가시화(visualization)

컴퓨터에 모델링한 물체나 현상은 뷰잉 파이프라인(viewing pipeline)이라고 불리는 복잡

한 과정을 통하여 가시화 된다. 일반적으로 물체는 그 자신의 좌표계를 가지고 이러한 물체들이 모여서 하나의 장면을 구성하기 때문에 각각의 좌표계에서 정의된 물체는 세계좌표계로 변환된다. 화면에 영상을 생성하는 것은 윈도우(window)라고 불리는 세계좌표계의 특정 부분에 위치하는 물체들을 뷰 포트(view port)라고 불리는 화면의 특정부분에 투영하는 과정이다. 따라서, 윈도우를 벗어나는 물체들을 절단해야 하는데 이것을 절단(clipping)이라고 부른다. 절단된 물체는 가상화면이라고 볼 수 있는 정규좌표계로 변환되며 최종적으로 디바이스 드라이버(device driver)에 의해 장치좌표계로 옮겨진다. 여기서 정규좌표계는 그래픽스 소프트웨어의 장치 독립성을 위하여 필요하다.

현실감 있는 영상을 생성하기 위하여 광원과 세계좌표계에 정의된 물체로 구성된 환경간의 상호 작용에 의하여 생기는 음영을 계산하는 과정을 음영처리라고 부른다. 가시면 결정(visibility determination) 혹은 은선/은면제거(hidden line/surface removal)는 음영처리의 가장 단순한 형태로서 문자 그대로 관측자의 위치에서 보이지 않는 선이나 면을 제거하고 보이는 선이나 면만을 표시하는 방법으로서, 기술 도면 작성에 많이 사용되며, 보다 진보된 형태의 음영처리에서 이 방법이 직접 혹은 간접적으로 사용된다. 1970년대에 많은 은선/은면 알고리즘이 발표되었으며, 대표적인 것으로는 면분할 알고리즘, 깊이정렬 알고리즘, Z-buffer 알고리즘 등이 있다.

관측자의 시점에서 보이는 물체 표면의 밝기(intensity)는 광원, 물체 표면의 성질 및 관측자의 위치에 의하여 결정된다. 표면의 밝기와 색깔의 계산에서 주변 환경의 고려 정도에 따라, 음영처리방법들은 국지적(local) 방법과 총체적(global) 방법으로 나눌 수 있다. 국지적 방법은 경험적 모델로서, 임의의 가시면의 밝기를, 주변의 다른 면이나 다른 물체들과의 광학적 관계를 고려하지 않고, 그 가시면의 광학적 특성에 따라 결정한다. 따라서, 알고리즘이 단순하고 효율적이기 때문에 가장 많이 사용되고 있으며, 많은 그래픽스 워크스테이션에 하드웨어로 구현되어 있다. 국지적 방법의 대표적인 알고리즘으로는 상수 셰이딩, Gouraud 셰이딩, Phong 셰이딩 등이 있다. 이러한 알고리즘은 경험적이고 광학적인 근거가 약하기 때문에 사실적인 영상 생성에 한계가 있다. 따라서, 그림자 생성기법 및 투명도 조절과 같은 다른 경험적 기법과 함께 사용되는 경우가 많다.

총체적 모델은 광학적 근사 이론에 근거를 두고 있으며, 광원과 표면의 상호작용을 다루는 관점에 따라 광선추적모델과 래디오시티(radiosity) 모델로 구분할 수 있다. 래스터 디스플레이 장치는 기본적으로 화소라고 불리는 극소의 사각형의 배열로 구성된 이산적 장치이다. 영상을 생성하는 것은 기본적으로 각각의 화소의 밝기 및 색깔을 결정하는 것이다. 화소를 작은 창이라고 생각하고 시점에서 이 창을 통하여 컴퓨터에 모델링된 세계 중 일부를 관측한 것을 하나의 밝기 값이나 색깔로 표시해야 한다. 광선 추적 모델은 광원에서 출발하여 이 화소를 통하여 직접 시점에 도달하거나 물체의 표면에 반사, 또는 굴절되어 도달하는 광선을 추적하여 화소의 밝기나 색깔을 결정하는 접근 방법이다. 화소에 영향을 미치는 광선의 수는 반사 및 굴절의 횟수가 늘어남에 따라 급속히 늘어나고, 이에 따라 광선과 물체 표면의 교차점 계산에 엄청난 시간이 소요되기 때문에 현재의 컴퓨터 능력으로는 아직 실용적이라고 볼 수 없으나, 광택이 있는 물체나 투명한 물체들을 매우 사실감있게 묘사한다.

래디오시티 모델은 광선 추적 기법과는 달리 빛의 산란 효과를 잘 표현하며 전열학(heat transfer)이론에 근거를 두고 있다. 밀폐된 실내에서 형광등이 켜진 장면을 상상해 보자. 형광등에서 출발한 빛에너지는 형광등이 비치는 각 면에 전달될 것이고, 서로 보이는 임의의 두면은 상호간에 에너지를 주고 받는다. 이 과정이 평형 상태에 도달할 때 각 면은 일정한 에너지를 가지며, 물체의 표면의 밝기는 이 에너지에 비례한다. 래디오시티 기법은 평형 상태의 표면의 에너지를 계산한 후 이것으로부터 그 밝기를 결정한다. 이 방법에서는 모든 물체를, 광선추적법과는 달리, 완전 난반사체로 가정하고 있으며, 실제로 이러한 물체들로

주로 구성된 실내 환경의 렌더링(rendering)에 적합한 방법이다. 광선 추적 모델과 라디오 시티 모델은 일견 서로 달라 보이지만, 사실은 광선과 물체 표면의 상호작용을 각각 다른 관점과 가정에서 접근 한 것이다. 최근, 광선 추적 모델과 라디오 시티 모델을 결합하여 빛의 반사 및 굴절 효과와 산란 효과를 동시에 나타내고자 하는 연구가 진행되고 있다.

물체 표면의 완전한 밝기를 계산하기 위해서는 광원의 모양, 방출되는 스펙트럼 분포, 밝기 강도분포(luminous intensity distribution)등의 정보가 필요하다. 대부분의 시스템에서는 점광원(point light source)을 가정하고 광원의 모양은 생각하지 않고 있다. 점광원에 의해 생성된 물체의 그림자는 그 윤곽이 뚜렷하기 때문에 자연스럽게 않다. 이를 개선한 것이 분산광원(distributed light source)으로서, 면적을 가지는 광원을 사용하기 때문에 빛이 완전히 가려져 나타나는 완전그림자(umbra)와 빛이 약간 가려져 나타나는 반그림자(penumbra)를 구분하여 나타낼 수 있다. 그러나, 이 광원 모델은 계산시간이 너무 많이 요구되기 때문에 널리 사용되지는 않고 있다.

음영처리에 의해 생성되는 영상은 표면이 매끄러운 물체는 잘 표현하지만, 오렌지나 인간의 피부와 같이 거친 표면을 갖는 물체를 나타내는 데 어려움이 있다. 현실의 거의 모든 물체는 같은 표면 내에서도 조직이나 색깔이 각각 다르기 때문에 이를 나타내기 위한 방법이 필요하다. 가장 많이 쓰이는 기법은 2차원으로 된 무늬(texture)를 물체의 표면에 입히는 방식으로서 대부분의 물체의 사실적인 이미지 생성에 사용된다. 그러나, 오렌지와 같이 거친 표면을 가진 물체의 경우에는 기존의 2차원 텍스처 매핑(texture mapping)기법을 그대로 적용할 수 없기 때문에 새로운 기법이 필요하다. 이와 같은 거친 표면을 표현하기 위하여 사용되는 기법중의 하나가 범프 매핑(bump mapping)이다. 이 기법은 물체를 표면의 정규 벡터(normal vector)를 조절하여 현실감 있는 영상을 생성한다. 조개껍질이나 나무와 같은 물체는 그 표면 뿐 아니라 내부도 무늬를 가지고 있다. 따라서, 조개껍질을 깎아내면 역시 비슷한 무늬가 나타난다. 이러한 물체는 3차원 무늬를 가지며, 이러한 개념을 사용한 기법이 솔리드 텍스처(solid texture)이다.

실제 화면의 해상도에 비해 물체표면의 해상도는 거의 무한대이기 때문에, 유한 해상도의 영상에는 계단 현상이나, 화소보다 작은 물체가 사라지는 현상, 화소보다 작은 폭을 가지는 rols 물체의 일부가 단절되는 현상 등이 나타나기도 한다. 이러한 현상을 앨리어싱(aliasing)이라 부른다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 화소의 중심에 대응하는 물체의 표면만을 고려하는 포인트 샘플링(point sampling)이외에, 면적 샘플링(rea sampling), 적응성 슈퍼샘플링(adaptive supersampling), 스토케스틱 슈퍼샘플링(stochastic supersampling)등이 사용되고 있다. 면적 샘플링은 화소에 일정한 면적을 부여하고 대응하는 물체의 표면을 고려하는 것이고, 적응성 슈퍼샘플링은 샘플링이 더 많이 필요한 부분을 구분하여 그 부분의 샘플링 비율(sampling rate)을 높이는 방식이다. 스토케스틱 슈퍼샘플링은 앨리어싱 효과가 샘플링 포인트의 규칙성에 기인한다는 점을 이용하여 샘플링 포인트에 적당한 노이즈(noise)를 주어 샘플링하는 기법으로 앨리어싱 제거에 매우 효율적인 방식이다.

애니메이션에서는 시간 요소가 개입되기 때문에 공간 상에서의 앨리어싱 뿐만 아니라 시간적 앨리어싱 문제가 발생한다. 시간적 앨리어싱은 인터페이스 방식의 모니터(interlaced monitor)를 출력장치로 갖는 시스템에서 물체가 수직으로 움직일 때 여러개의 띠 모양으로 나뉘어 나타나는 인터레이스(interlace)효과, 프레임 변화율로 샘플링했을 때 수평으로 움직이는 물체의 이미지가 제대로 표현되지 않는 현상, 빠른 속도로 회전하는 물체가 정지된 모습으로 나타나는 현상 등으로 나타난다. 이러한 효과를 제거하기 위해 사용하는 방법이 모션 블러(motion blur) 기법이다. 이 기법은 움직이는 물체를 카메라로 촬영했을 때 셔터가 열려있는 시간동안에 움직인 물체의 이미지가 흐려지는 원리를 이용하여 시간적 앨리어

상 문제를 해결하는 기법이다.

일몰, 촛불, 풍경 등의 2차원 영상을 사실감 있게 표현하기 위하여 색깔의 보간에 기초를 둔 그레이데이션 기법이 많이 사용되고 있다. 물체의 색깔이나 모양은 광선이 지나는 매체에 따라 달라진다. 광선이 대기를 지나면서 대기에 포함된 여러 가지 입자들에 의해 무지개나 일몰같은 아름다운 풍경을 만들기도 하고, 오염된 공기를 통과하면서 그 색깔이 흐려지기도 하는, 대기 효과가 대표적인 예이다. 사실감 있는 영상을 생성하기 위해서는 이러한 효과가 충분히 고려되어야 한다.

CAE, 컴퓨터 모의실험, 위성촬영, 의료용 단층촬영 등의 분야에서 생성되는 수치 및 영상 자료의 크기는 일반인의 상상을 초월할 정도로 방대하다. 따라서 이러한 자료를 그래픽으로 표현하지 않고는 이해하기가 거의 불가능함을 이미 지적한 바 있다. 이러한 자료는 연속적인 함수 값이 아니라 샘플된 점에서의 스칼라(scalar) 및 벡터(vector) 값이기 때문에, 이러한 값으로부터 다른 모든 점에서의 값을 보간하여 얻은 후, 이 값을 색깔, 또는 밝기 정보로 변환함으로써 가시화된다. 특히, 3차원의 점에서의 측정값을 이용하여 원래의 모양으로 복원하거나 이해하기 쉽도록 영상을 구성하는 일을 볼륨(volume) 가시화라고 부르며, 단층촬영과 같은 의료 영상처리시스템과 관련하여 크게 각광을 받고 있다.

4. 그래픽스 시스템 및 사용자 인터페이스

그래픽스 시스템은 그래픽스 디바이스와 응용프로그램을 연결하는 인터페이스 역할을 한다. 응용 프로그램의 사용 요청에 의해 디스플레이 화면이나 프린터에 그림을 출력하기 위해서는 그래픽스 입출력장치를 장치 제어 명령어, 혹은 제어 명령어의 함수를 통하여 제어해야 한다. 이들 제어 명령어나 함수는 컴퓨터와 장치의 생산 및 제조 업체에 따라 다를 수 있기 때문에 그래픽스 소프트웨어의 호환성에 심각한 문제를 야기해왔다. 1970년대 이후, 컴퓨터 그래픽스가 활성화됨에 따라 이 문제는 더욱 심각하게 인식되어, ISO를 중심으로 그래픽스 시스템의 표준화가 시작되었다. 응용 프로그래머의 입장에서 보면, 장치 제어뿐만 아니라 뷰잉 파이프라인과 그래픽스 데이터 모델링의 표준화가 같은 맥락에서 필요하고, 사용자 입장에서 응용프로그램과 자연스럽게 대화할 수 있는 사용자 인터페이스의 표준이 필요하다. 과거 20여년간 ISO를 중심으로 만들어진 그래픽스 국제표준은 그 수준 및 용도에 따라 API(application programmer's interface, 응용프로그래머 인터페이스), VDI(virtual device interface, 가상 장치 인터페이스)로 구분될 수 있으며, 사용자 수준의 인터페이스 작성을 위한 노력이 진행되고 있다.

ISO와는 별도로, MIT의 X-컨소시엄에서 제공하는 X-윈도우 시스템은 윈도우 방식의 획기적인 사용자 인터페이스를 제공할 뿐만 아니라, CGI와 비슷한 VDI 수준의 그래픽스 기능을 제공하며, 컴퓨터 통신망 환경에 적합하도록 고안되었다. X-윈도우 시스템은, 응용프로그램과 사용자 인터페이스를 분리하여, 프로그래머가 사용자 인터페이스에 구매되지 않고 프로그램 작성에만 집중할 수 있도록 한다. 따라서, 이 시스템은 그 출현시부터 많은 사람들의 관심을 끌었고, 현재 워크스테이션에 해당하는, ISO의 정의와는 달리 화면의 크기와 성질이 동적으로 변한다. 이것은 X-윈도우 시스템과 ISO의 그래픽스 표준들 간의 통합에 장애요인으로 작용하고 있다.

III. 국내외 기술개발동향

1. 국외

선진국의 경우 컴퓨터그래픽 기반기술은 연구계와 산업계의 공동 노력에 의해 기술개발이 활발히 이루어지고 있다. 1996년도 국제학술회의인 SIGGRAPH에 발표된 컴퓨터그래픽 분야의

논문을 보면 학계와 연구계가 38편을, 그리고 산업계가 18편의 논문을 발표하여 산업계의 기술개발이 활발히 진행되고 있음을 알 수 있다. 기반기술의 이론적 발전은 컴퓨터그래픽 이론과 관련 학문의 결합에 의한 새로운 이론 제시 및 S/W의 개발이 이루어지고 있다.

캐나다는 1984년 산업디자인용 애니메이션소프트웨어 ALIAS를 개발하였는데 이는 IRIS 4D 계열의 워크스테이션에서 동작하며, 이 소프트웨어는 타 소프트웨어보다 특수효과의 모델링 기능이 강력하여 눈, 불꽃, 구름 등의 효과를 잘 나타낼 수 있다. 또한 CAD/CAM 같은 엔지니어링 자료와도 호환성을 갖추고 있다.

프랑스에서는 1986년 개발된 Explore는 library로 보유하고 있는 풍부한 Solid texture를 사용하여 다양한 표면의 재질을 갖는 물체의 모델링 기능을 제공하고 있다. 현재 광고업계에서 많이 쓰이고 있으며, Build라는 애니메이션 언어를 제공한다. 또한 애니메이션 script를 통해 다른 소프트웨어와 자료를 상호교환할 수 있는 장점도 가지고 있다.

1989년 미국의 Microsoft사에서 개발된 Softimage는 그래픽 디자이너를 위해 2차원 영상의 처리능력을 배가시켰다. 특히 이 소프트웨어는 재질, 질감을 표현할 수 있는 library를 제공하여 표면 재질의 특성 즉, 확산광, 발산광, 투명도, 반사도 등을 첨가함으로써 다른 소프트웨어보다는 재질의 사실화에 중점을 두었다.

미국 Wavefront사에서 만들어진 Advanced Visualizer는 애니메이션 소프트웨어로서 주로 학문적인 연구분야에서 사용되고 있다. 평면에 기초한 모델링을 주로 사용하고 있으며 곡면을 표현할 수 있는 B-spline이나 Bezier 곡면도 표현 가능하도록 확장하였다. 3D Studio는 DOS 환경에서 동작하는 애니메이션 소프트웨어로서 가장 가격이 저렴한 만큼 제공되는 기능도 다른 소프트웨어들에 비해 적지만, 장비의 가격이 저렴한 만큼 초보자의 교육용으로 주로 사용되고 있다. 미국의 Autodesk에 의해 개발된 AutoCAD는 건축물 설계용 CAD 프로그램으로 1970년 이후 많이 사용되어지고 있다. 개발될 당시 건축물 도면설계용으로 개발되어 주로 2차원 자료를 입력하고 보관, 출력하는 부분에 있어서 다른 CAD 소프트웨어에 비해 많은 장점을 가지고 있다.

응용기술 추진체계는 기존 S/W를 기반으로하여 디자이너 그룹, 엔지니어 그룹, R&D그룹의 공동연구로 이루어지고 있다. 우리가 잘 알고 있는 영화 Terminator II의 경우 특수영상제작을 위해 70여대의 그래픽 워크스테이션과 60여명의 엔지니어, R&D팀이 연구하여 10만 스텝의 in-house S/W를 개발하였으며 이를 250여 개의 기술특허로 등록하였다.

컴퓨터 그래픽기술의 응용은 광고, 영화, 게임, 패션, 그래픽 디자인, 예술, 도시계획, 군사훈련, 우주계획 등등 산업의 전 분야에서 사용되고 있다. 현재 컴퓨터그래픽의 응용이 가장 주목받고 있는 분야는 영화 제작을 중심으로 한 영상 소프트웨어의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 최근 미국에서 제작되는 영화의 대부분이 그래픽툴에 의한 영상 합성기술을 이용하고 있으며 터미네이터 II, 쥘라기공원, 토이스토리 등은 컴퓨터그래픽 기반에 의해 제작된 대표적인 영상물이다.

2. 국내

국내 컴퓨터그래픽 소프트웨어의 연구개발은 정부출연연구소, 대학, 기업체 연구소 등에서 필요한 기능이 요구될 때마다 산발적으로 이루어지고 있으나 아직 상품화된 소프트웨어는 없는 실정이다. 그래서 컴퓨터 그래픽소프트웨어는 외국의 소프트웨어를 구매하여 사용하고 있다. 1995년 한 해 동안 구입된 컴퓨터 그래픽소프트웨어는 약 100억 원에 달하고 앞으로 구입에 사용될 외화는 계속 증가할 것으로 예상된다.

과학기술처에서는 국내 소프트웨어의 기반기술을 개발할 목적으로 『핵심소프트웨어 기반 기술개발사업』을 추진 중에 있으며, 이 프로그램의 연구내용 중 CG/VR 기술개발을 산학연의 협동연구로 실시하고 있다. 이 프로젝트에는 대우, 삼성, 쌍용, LG, 한국 실콘 그래픽스 등 5개 회사와 고려대, 서강대, 숭실대, 중앙대, 포항공대, 한국과학기술원, 미국의 George Washington대학, 이스라엘의 Technion대학 그리고 시스템공학 연구소 등이 참여하고 있다.

응용기술에 대한 통합적인 연구는 이루어지지 않고 있으나, 원자력 연구소, 화학연구소, 전자부품연구소, 시스템공학연구소 및 전남대학교에서 컴퓨터그래픽기술에 기반을 둔 응용연구를 자체적으로 수행하고 있다.

IV. 결어

컴퓨터그래픽기술은 21세기에 크게 활성화되고 기술개발이 무한하게 발전할 가능성이 큰 분야로 주목받고 있다. 실시간 렌더링, 애니메이션 기술의 발전과 함께 PC에 기반을 둔 3차원 그래픽 소프트웨어의 개발이 활발하게 이루어지고, 지식기반 시스템에 의한 지능형 멀티미디어 시스템의 개발과 Image processing에 기반을 둔 그래픽기술과 관련한 기반기술의 비약적인 기술진전이 이루어질 것으로 보인다.

우리나라는 이 분야에서의 연구역사가 매우 일천하며 상업화 추진실적 또한 미미한 실정이다. 그러나 컴퓨터그래픽기술은 21세기에 더욱 활용분야가 확대될것으로 보여 인력양성과 벤처기업의 육성을 위한 환경조성 등 다각적인 지원정책이 이루어져야 할 것이다.

주석 1) 기술기획실 실장, 공학 박사 (Tel:02-250-3124)

