

碩 士 學 位 論 文

指 導 教 授 全 鐘 讚

Web 3D 그래픽기술을 활용한  
제품 표현기법에 관한 연구

A Study on the Product Expression  
Applied Web 3D Graphic Technique

2002年

漢 城 大 學 校 大 學 院

産 業 디 자 인 學 科

環 境 디 자 인 專 攻

朴 敏 秀

碩士學位論文

指導教授 全鐘讚

Web 3D 그래픽기술을 활용한  
제품 표현기법에 관한 연구

A Study on the Product Expression  
Applied Web 3D Graphic Technique

위 論文을 美術學 碩士學位 論文으로 提出함

2002年 8月 日

漢城大學校 藝術大學院

産業디자인學科

環境디자인專攻

朴 敏 秀

朴敏秀의 美術學 碩士學位 論文을 認定함

2002年 8月 日

審査委員長 印

審査委員 印

審査委員 印

# 목 차

I. 서론 .....	1
1. 연구 목적 .....	2
2. 연구 범위 .....	2
II. Web 3d에 대한 이론적 배경 .....	3
1. 3D 컴퓨터 그래픽스의 개요 .....	3
1) 3D 컴퓨터 그래픽스의 개요 .....	3
2) 컴퓨터 그래픽스의 발전과 특징 .....	5
2. Web 3D의 개요 및 특징 .....	9
1) Web 3D의 개요 .....	9
2) Web 3D의 특징 .....	12
3) Web 3D의 종류 및 활용분야 .....	14
3. Web 3D의 발달추이 및 전망 .....	23
1) Web 3D의 기술 동향 .....	23
2) Web 3D의 현실적 문제와 개선방향 .....	25

III. 3D 컴퓨터 그래픽스의 표현 과정 .....	27
1. 모델링 (Modeling) .....	28
1) 폴리곤 모델링 (Polygon Modeling) .....	29
2) 넵스 모델링 (NURBS Modeling) .....	34
2. 매핑 (Mapping) .....	36
1) 텍스처 매핑 (Texture Mapping) .....	36
2) 솔리드 매핑 (Solid Mapping) .....	37
3. 조명과 투상의 설정 .....	40
1) 조명 (Lighting) .....	40
2) 투상 (Projection)의 설정 .....	41
4. 애니메이션 설정 (Animating) .....	46
1) 키 프레임 (Key Frame) .....	46
2) 몰핑 (Morphing) .....	49
3) 모션 캡처 (Motion Capture) .....	50
5. 렌더링 (Rendering) .....	53
1) 3D CG에서 렌더링의 의미 .....	53
2) 렌더링의 종류 .....	53
IV. Web 3D를 이용한 제품 표현 사례 .....	64
1. Web 3D의 제품 표현 프로세스 .....	64
1) Web 3D 구축에 필요한 과정과 소프트웨어 .....	64
2) Web 3D 구축 프로세스의 유형 .....	66

2. Web 3D를 이용한 제품 표현 사례 제시 .....	68
1) NURBS Modeler로의 Modeling .....	69
2) 곡면 해석 .....	69
3) Export와 Optimizing .....	71
4) Interactive 요소의 첨가 .....	72
3. 사례연구의 결과 .....	73
V. 결론 .....	74
참고문헌 .....	76
Abbreviation .....	78
ABSTRACT .....	79

## 그림목차

<그림 1> CRT(음극선관) .....	4
<그림 2> Graphic Controller .....	4
<그림 3> 아바타 .....	12
<그림 4> Panorama VR 제작을 위해 연속적으로 이어 붙여진 이미지 .	20
<그림 5> Object VR 구현원리 .....	20
<그림 6> Web상에서 구현된 Object VR .....	20
<그림 7> Reflection이 적용된 Web 3D 기술별 샘플 .....	25
<그림 8> 서피스 모델과 솔리드 모델의 비교 .....	31
<그림 9> 육면체의 Topology .....	32
<그림 10> Spline과 NURBS의 비교 .....	34
<그림 11> NURBS Model(左)과 Polygon Model(右)의 비교 .....	35
<그림 12> 이미지를 물체에 텍스처 매핑한 예 .....	37
<그림 13> Pattern Mapping sample .....	39
<그림 14> 맨 위부터 선형광, 점광, 투사광 .....	41
<그림 15> 건축물 중심 투상의 예 .....	42
<그림 16> 1점 투시, 2점 투시, 3점 투시 .....	43
<그림 17> 바라보는 위치에 따른 투시 .....	43
<그림 18> 정 투상(Orthogonal Projection) .....	44
<그림 19> 축측 투상의 예 .....	45
<그림 20> Technical Illustration의 예 .....	45
<그림 21> a. 곡선 보간 그래프(左) b. 선형 보간 그래프(右) .....	47
<그림 22> 키 프레임에 따른 운동 비교	
a. 직선 운동(左) b. 포물선 운동(右) .....	48
<그림 23> 머그컵에서 체인으로 변형되는 몰핑기법의 예 .....	49

<그림 24> Optical, Magnetic, Mechanical 식 모션 캡처 장비 ....	51
<그림 25> 3차원 그래픽스로 제작된 애니메이션 Final Fantasy(左上), Toy Story(左下) Shrek(右上), Monster Inc.(右下) .....	52
<그림 26> 와이어프레임(左)과 은선 제거(右)의 비교 .....	54
<그림 27> 좌로부터 Flat, Gouraud, Phong Shading .....	56
<그림 28> Ray Tracing으로 생성된 이미지 .....	57
<그림 29> Radiosity Rendering Algorithm으로 생성된 이미지 ..	58
<그림 30> Radiosity 연산을 위해 나누어진 Patch .....	59
<그림 31> Ray Tracing과 Radiosity Rendering의 차이 .....	60
<그림 32> Participating Media로 구현된 Volumetric Effect .....	61
<그림 33> Photon Map, Image Based, NPR Rendering 기법으로 생성된 이미지 .....	62
<그림 34> 일반적인 Web 3D 구축 프로세스 .....	66
<그림 35> 개발중심 Web 3D 구축 프로세스 .....	67
<그림 36> 최적화 중심의 Web 3D 구축 프로세스 .....	67
<그림 37> 오프라인용 Web 3D 구축 프로세스 .....	68
<그림 38> Rhino 3D를 이용한 NURBS Modeling .....	69
<그림 39> Analysis 메뉴 아이콘 .....	70
<그림 40> Object 곡면 해석을 위한 Environment Reflection Map Source .....	70
<그림 41> Object에 Environment Reflection Map을 적용한 상태 ..	70
<그림 42> Polygon Mesh로 변환해가면서 Map의 상태를 점검 ...	70
<그림 43> VRML Export Option과 Polygon 변환 과정 .....	71
<그림 44> Cosmo World(左)와 ISA(右)에서의 작업화면 .....	72
<그림 45> Viewer 및 Browser에서 구현되는 Web 3D .....	72

## 표목차

<표 1> 각 세대별 컴퓨터 그래픽의 발전과정 .....	6
<표 2> VRML의 연혁 .....	16
<표 3> VRML Road Map .....	16
<표 4> 3D CG 프로세스 .....	28
<표 5> 투상(Projection)의 종류 .....	42

# I. 서론

오늘날 급속한 발전을 이루고 있는 인터넷 기술과 개인용 컴퓨터 성능의 향상, 그리고 컴퓨터 그래픽스와 가상현실 기술의 발전은 우리 생활의 많은 변화를 가져왔다. 종래의 단순한 2차원적인 온라인 서비스가 아니라 웹상에서 3차원 정보처리 기술을 이용한 온라인 서비스를 제공하는 움직임이 활발하게 진행되고 있으며 이러한 기술이 온라인 쇼핑물에 사용되어 일반 사용자는 구매하려는 상품의 평면적인 그림만을 보게 되는 것이 아니라 3차원 공간상에서 그 상품을 여러 각도에서 관찰해 보고 더 나아가서는 그 상품의 여러 기능을 직접 테스트한 후 구매 여부를 결정하게 된다.

현대의 과학적 진보에 의한 디자인 방법의 다양화와 상품의 정보를 효과적으로 전달할 수 있는 첨단 메커니즘의 발전에 힘입어 그 기능적 확장과 표현적 확장은 무한하다고 볼 수 있다.

Web 3D는 인터넷이라는 가상공간 속에서 구현되는 3D의 전반적인 개념이며, 인터넷상에서 구현되는 가상현실, 인터넷 웹 브라우저 안에서 실시간으로 사용자의 행동에 반응하면서 보여지는 3차원적 그래픽 기술을 말한다. Web 3D 기술을 이용하여 기존의 텍스트와 단조로운 2차원 이미지들로만 이뤄진 인터넷 환경을 가상현실 기반의 3차원 환경으로 바꿀 수 있으며, 기존의 고성능 영상출력장치 및 다양한 장비를 이용하여 특정분야에만 적용되었던 가상현실 기술이 인터넷의 빠른 발전과 개인 PC 사양의 고급화를 통해 Web 3D 기술이 점점 대중화되고 있다.

본 고에서는 이렇게 온라인상에서 3차원 정보를 처리하는 기술이 어디까지 와 있고, 앞으로의 현황은 어떠한가 살펴보고자 한다. 그리고 그 응용분야를 중심으로 제품에 그 기술을 적용해 보는 사례를 통한 구현과정을 통하여 좀 더 체계적인 이해를 돕는다.

## 1. 연구 목적

본고는 과거의 단순한 텍스트 또는 정지된 이미지만을 통하여 제품을 표현하던 과거의 패턴에서 벗어나 이제는 새로운 패러다임으로 자리 잡을 것으로 기대되는 Web 3D를 이용하여 보다 리얼리티하고 인터랙티브한 제품의 시뮬레이션을 통해 클라이언트나 소비자들에게 제품을 충실히 설명하는 장점에 초점을 맞추었다. 작게는 제품디자이너의 수고를 덜어주고 크게는 기업의 이윤을 증대시킬 수 있는 하나의 방법으로서 사례를 들어 제작방법을 제시하고자 한다.

## 2. 연구 범위

본 연구는 총 5장으로 구성되어있다.

첫째 제 1장 서론에서는 본 연구를 실시하게된 목적과 범위에 대해 논하였다.

둘째 제 2장 Web 3d에 대한 이론적 배경에서는 자료조사를 통하여 Web 3D의 전반적인 개념을 설명한 개요와 Web 3D의 특징과 활용분야, 그 중에서도 각광받는 Web 3D의 표준인 VRML을 중심으로 Web 3D의 발달과 전망을 서술하였다.

셋째 제 3장 3D 컴퓨터 그래픽스의 표현 과정에서는 컴퓨터를 활용하여 삼차원 컴퓨터 그래픽스의 표현 방법을 기술적인 측면에서 프로세스에 따라 서술하였다.

넷째 제 4장 Web 3D를 이용한 제품표현 사례에서는 Web 3D 저작 도구를 이용하여 제품을 제작하여 웹상에서 구현해 봄으로써 전반적인 개념과 프로세스를 이해하고 기존에 사용되어온 표현방법과의 비교를 통하여 얻어지는 가치창출에 중점을 맞추어 서술하였다.

다섯째 제 5장 결론에서는 본 연구의 결과를 요약하고 연구의 진행과정에서 나타난 한계점 및 발전방향에 대하여 제시하였다.

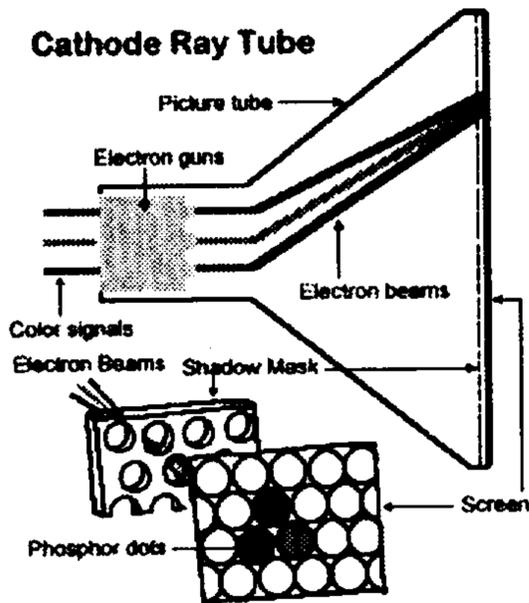
## II. Web 3d에 대한 이론적 배경

### 1. 3D 컴퓨터 그래픽스의 개요

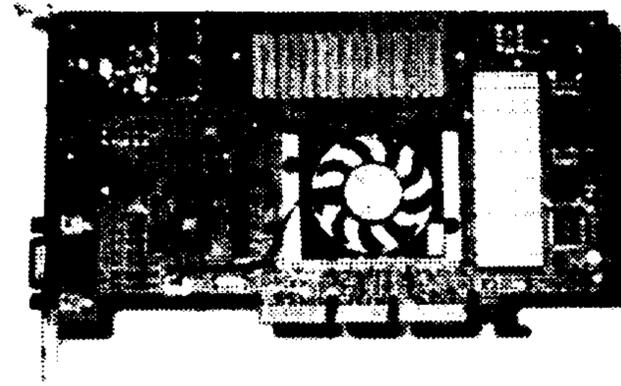
#### 1) 3D 컴퓨터 그래픽스의 개요

그래픽스(Graphics)란 단어를 살펴보면 희랍어의 write(쓰다)란 단어에서 유래되었다고 하는데 도형이나 그래프의 산법(算法), 또는 도학(圖學)이라한다. 따라서 컴퓨터 그래픽스란 원하는 영상을 컴퓨터 화면에 그림으로 표현하려는 모든 행위, 즉 컴퓨터로 그려내는 그림이나 도형뿐 아니라, 이것을 만들기 위한 학문적인 분야로 이를 위한 연산 처리나 조작, 동작 계산 결과의 가시화 등을 포함한 포괄적인 의미로 사용되어지고 있다. 이것은 문자나 숫자 정보에 그림 정보를 처리하도록 하는 기술이라고도 할 수 있는데, 기존의 컴퓨터 분야와 그래픽스 기술이 합쳐져 컴퓨터의 응용 분야가 확대되었다 해도 과언이 아닐 것이다.

컴퓨터는 정보화 시대의 막을 열게 한 결정적인 요인 중의 하나로서 특히 컴퓨터 그래픽스는 디자이너에게 표현을 위한 필수적인 도구로 사용되어진다. 컴퓨터 그래픽스의 사전적 개념은 수치 계산에 의한 산출된 원리에 의해서 표현하는 것으로 컴퓨터를 사용하여 만들어 졌거나 처리된 화상으로서 컴퓨터를 도구로 사용하여 그림을 그리거나 수치나 기호를 화상이나 영상으로 바꾸는 일을 총칭한다. 즉 컴퓨터를 사용하여 만들어진 모든 시각적 대상을 뜻한다. 컴퓨터 그래픽스는 수치화된 영상을 출력장치 특히 CRT(Cathode Ray Tube, 음극선관)에 표시하게 되는데 그 과정을 설명하면 다음과 같다.



<그림 1> CRT(음극선관)



<그림 2> Graphic Controller

키보드, 마우스, 스캐너 등의 입력장치나 프로그래밍에 의해 생성된 이미지의 모든 정보는 수치화되어 기억장치에 기억되는데, 특히 화상에 대한 정보를 기억하는 기억장치를 프레임 버퍼(Frame Buffer)라고 한다. 여기에서는 화상의 각각의 점에 대한 정보를 수치화 하여, 위치는 화면상의 XY 좌표로써 그리고 빛의 RGB의 밝기에 대한 값을 기억하고 있다. 이 정보는 그래픽 컨트롤러(Graphic Controller)가 화면에 출력하면서 위치와 색을 빛의 정보로 화면상에 한점씩 출력하여 줌으로써 그래픽 이미지를 생성해 주는 것이다. 컴퓨터 그래픽에 의하여 화상이 만들어 지는 원리는 수치계산에 의해 산출되는 것이다. 즉 표시 물체의 윤곽한 색조나 채색처리, 미묘한 농담에 의한 음영, 국소적으로 빛나는 하이라이트 효과, 소재표면의 재질감, 유리와 같은 투명감, 형상의 일체가 최종적으로 0이나 1이냐의 수치계산에 의해서 동작되는 것이다. 이점이 바로 종래의 손으로 그리는 기술과 구별되는 가장 중요한 점이다.

오늘날의 컴퓨터 그래픽스는 우리의 생활에서 컴퓨터의 영향을 받지 않는 분야는 거의 없다. 광고, 신문, TV, 인터넷 등 시각을 통한 전달 분야에 컴퓨터로 처리된 이미지가 거의 대부분을 차지하고 있으며 산

업, 예술, 교육, 과학, 오락 등에서부터 정치에 이르기까지 거의 모든 분야에 걸쳐 광범위하게 사용되고 있다. 특히 디자인 프로세스에서 수작업의 단점을 보완해주고 완성도를 높여주는 뛰어난 표현의 도구이자 수단으로 활용되고 있다. 즉 이는 화판작업이나 사식, 일러스트레이션 등과 같이 디자이너의 수작업을 대신하는 시각적 문제해결의 표현도구로, 또한 정보의 조직화, 디자인의 평가, 공간의 분석 등과 같은 사람의 정신적 작업을 도와주는 비시각적 문제해결을 위한 도구로 활용될 수 있다.

이런 컴퓨터 그래픽스는 컴퓨터가 지닌 뛰어난 기능과 다양한 응용성으로 상상으로만 가능한 형태들을 구체적으로 이미지화하여 보여줄 수 있으며, 전문 응용프로그램을 이용하여 여러 가지의 이미지를 합성할 뿐만 아니라 크기나 형태의 변화를 수시로 수정할 수 있어 작업이 용이하다.

## 2) 컴퓨터 그래픽스의 발전과 특징

1960년대부터 이미 컴퓨터에서 점과 선, 원 등의 도형을 표현하는 기술적 수학적 알고리즘이 연구되었으며 소개되었다. 초창기 컴퓨터 그래픽스는 예술을 위한 것이 아닌 컴퓨터와 인간과의 원만한 대화를 위한 개념으로 시작된 것으로 보면 사실상 컴퓨터에서 그래픽이 쓰이는 가장 큰 이유는 좀더 효과적으로 사상이나 의미를 표현하는데 있다고 해도 과언이 아니다. 이러한 개념이 프로그램 전체에 적용되면서 오늘날의 GUI(Graphic User Interface)가 탄생하였다.

컴퓨터가 생겨난 이후 컴퓨터에서 그림 정보를 다루도록 한 1950년대부터 컴퓨터 그래픽스가 시작되었다고 본다면 각 세대별 발전과정을 아래 <표 1>에서 설명하였다.

세 대	단 계	발달과정
제 1세대 (1950년대)	컴퓨터그래픽스 초기 연구단계	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1946년, 세계최초로 ENIAC 컴퓨터 탄생</li> <li>· 프린터, 플로터 개발</li> <li>· 미공군, 레이더와 컴퓨터를 조합한 'SAGE System' 개발하여 최초의 시뮬레이션 시스템 탄생</li> <li>· MIT에서 'Whirlwind I'를 개발하여 출력을 도형으로 표시하는 시험 연구</li> <li>· 1952년, B. 라포스키 세계최초의 컴퓨터 아트인 'Oscillon 40'이라는 작품 발표</li> </ul>
제 2세대 (1960년대)	컴퓨터그래픽스 이론적 발달과 번성기	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 트랜지스터 발명, 상업용 컴퓨터 등장, CRT 개발</li> <li>· 1960년대 초, 미국의 벨 연구소에서 컴퓨터를 이용한 영상작성의 시험 시작</li> <li>· 1963년, 이반 서덜랜드(Ivan E. Sutherland) '스케치 패드(Sketch Pad) 시스템' 이란 개념 세움</li> <li>· 1960년대 후반, J. 호이트니 수학적 음계를 기초로 최초의 컴퓨터 애니메이션 제작</li> </ul>
제 3세대 (1970년대)	컴퓨터그래픽스 연구의 성숙기	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 반도체기술 발전, 래스터 스캔형 디스플레이 개발</li> <li>· 1970년, 이반 서덜랜드, G. S. 워터킹스, J. E. 워녹 음선소거법 개발하여 서피스 모델링 방법 정립</li> <li>· 1970년대 초반, 하프톤 애니메이션의 탄생</li> <li>· 1972년, 리얼타임 애니메이션 개발 → '애니마 시스템' 이라는 애니메이션 프로그래밍언어 발표</li> <li>· 1975년, 풍(Phong)은 스무드 셰이딩 법 고안</li> <li>· 1977년, '애니마 II 시스템' 발표 → 3차원 입체를 폴리곤으로 영상제작</li> <li>· 영화&lt;스타워즈&gt;에서 전투장면에서 컴퓨터 그래픽스 사용</li> <li>· 1978년, 블린(Blinn)에 의한 스캔라인 법 발표</li> <li>· 1979년, NASA가 목성에 탐사위성을 근접시킨 주변의 위성 비행 시뮬레이션 TV방영</li> </ul>
제 4세대 (1980년대)	컴퓨터그래픽스 의 보급기	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 컴퓨터그래픽스의 화상생성 아키텍처 등의 하드웨어 기술진보</li> <li>· 화상처리 기술이나 데이터베이스 기술 등의 소프트웨어 급속도로 진보</li> <li>· 1982년 디즈니사에서 'Tron' 이라는 컴퓨터 그래픽스를 도입한 상업영화 발표로 컴퓨터 그래픽스의 붐을 일으킴</li> <li>· 1986년 미국 텍사스 주 달라스에서 시그래프(SIGGRAPH) 개최</li> </ul>
제 5세대 (현재까지)	컴퓨터그래픽스 의 전성기	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 그래픽스 API 등장 (DirectX, OpenGL)</li> <li>· LCD와 PDP 등의 디스플레이 출력장치 개발</li> <li>· 1995년, 디즈니사, 작품전체를 컴퓨터 그래픽스로 제작한 최초의 영화 '토이스토리' 발표</li> <li>· 멀티미디어 발전, 인터넷 확산으로 영화 외에도 각 분야의 컴퓨터 그래픽스 발전, 애니메이션 분야 성숙</li> </ul>

<표 1> 각 세대별 컴퓨터 그래픽의 발전과정

컴퓨터 그래픽스는 응용프로그램과 주변기기 등의 개발에 따라 그 제작방법도 발전하여 왔다. 단지 단순한 문서 작성이나 계산도구로만 사용되어 왔던 컴퓨터는 이제 하나의 혁신적인 표현도구로서 디자인 분야에 사용되고 있다.

컴퓨터 그래픽스의 최대의 특징은 다른 도구들에 비해 Artist가 해결해야 되는 Process를 대부분 Computer에 의해 해결하는 제작 과정에 있다. 인간의 감각으로 볼 때 거의 무한에 가까운 계산 속도에 의하여 그려내는 그림들을 CRT, Plotter, Printer 등의 출력기기에 의해 형상화되며 반복, 수정 등이 무제한 가능하다. 또, 최근 하드웨어의 발전과 함께 수많은 소프트웨어의 개발은 궁극적으로 대중에게 보여주는 영상의 질을 높여주고 있다. 이에 따른 컴퓨터 그래픽스의 분야는 Simulation 분야, Presentation 분야, 정밀 측정 분야(의료, 지질학 등)로 분류할 수 있는데 이들의 특징을 설명하면 다음과 같다.

첫째, 실제로 보이지 않는 현상이나 실소재로는 만들어 낼 수 없는 형태들을 구체적으로 이미지화 할 수 있게 하여 상상력을 극대화 하고 다양하게 표현할 수 있게 하였다.

둘째, 실소재가 가지고 있는 제약을 거의 제거 할 수 있다. 예를 들면, 물감을 사용하여 그림을 그리는 경우, 색상(Color), 질감(Material), 휘도(Brightness)의 표현에는 한계가 있으나, 컴퓨터를 사용하면 1,680만 가지 이상에 이르는 인간의 가시영역을 벗어난 무한에 가까운 색상을 만들 수 있을 뿐만 아니라, 휘도나 질감도 의도대로 표현해 낼 수 있다.

셋째, 창조적인 작업과정에서의 모호한 이미지를 명확하게 정립시키는 도구로서의 우수성을 지니고 있다. 즉 모니터 상에 나타난 이미지를 통해 머릿속의 추상적인 이미지를 명확하게 정착시켜 주며 저장된 정보를 수시로 빼내어 사용할 수 있을 뿐 아니라 제작된 이미지를 몇 번이고 수정하여 재작업 할 수 있는 특징이 있다.

넷째, 전문 응용프로그램을 이용한 여러 이미지의 합성을 가능하게 할 뿐만 아니라, 이미 구성된 이미지의 크기나 형태의 변화 등 양식을 조작할 수 있다.

이러한 특징 이외에도 독특한 표현 능력을 지니고 있으며 지금까지의 도구와는 크게 다르다. 컴퓨터는 사람의 지시로 정밀한 그림을 그리지만 파라미터(parameter)를 바꾸는 것만으로도 때로는 작가의 상상을 초월한 결과를 낼 수도 있다. 컴퓨터와 대화를 해가면서 의외의 새로운 그림을 창출해 내는 것도 하이테크 시대에 어울리는 문화라고 말할 수 있을 것이다.

## 2. Web 3D의 개요 및 특징

### 1) Web 3D의 개요

인터넷용 3차원 컴퓨터 그래픽스를 말하며 그 기술이나 콘텐츠 자체를 지칭하는 경우도 있다. 1998년 8월에 VRML(Virtual Reality Modeling Language)의 보급·촉진 단체인 VRML Consortium이 Web 3D Consortium이라고 명칭을 바꿔서 해외를 중심으로 Web 3D라는 말이 퍼지기 시작했다. VRML은 Web에서 3차원 컴퓨터 그래픽스를 표시하기 위한 기술 언어(파일포맷)로서 1995년 5월에 버전 1.0이 등장한 후 2년간은 신기술로 주목을 받았지만 그 후에는 급속도로 관심이 사라졌다. 당시 Web 3D(VRML)가 비즈니스로서 성립되지 못했던 이유는 시기가 너무 빨랐던 점과 표준화에 집착했기 때문이다. PC의 성능이 최근 수년간 개선되고, CPU 메이커인 인텔이 Web 3D를 뒷받침하기 시작하면서 Web 3D가 활약할 수 있는 환경이 정비되기 시작하였다. 2차원 이미지로는 불가능했던 것을 가능하게 하는 Web 3D가 사이트의 상품가치를 높이는 효과적인 도구로서 주목을 받기 시작하면서 지금은 많은 기업이 인터넷을 이용한 비즈니스에 뛰어들어 기업간 경쟁은 날로 치열해지고 있다.

Web 3D는 인터넷이라는 가상공간 속에서 구현되는 3D의 전반적인 개념이며, 인터넷상에서 구현되는 가상현실, 인터넷 웹 브라우저 안에서 실시간으로 사용자의 행동에 반응하면서 보여지는 3차원적 그래픽 기술을 말한다. Web 3D Technology를 이용해서 기존의 텍스트와 단조로운 2차원 이미지들로만 이뤄진 인터넷 환경을 가상현실 기반의 3차원 환경으로 바꿀 수 있다.

기존에는 고성능의 영상출력장치 및 다양한 장비를 이용하여 특정분야에만 적용되었던 가상현실 기술이 인터넷의 빠른 발전과 개인 PC 사

양의 고급화를 통해, Web 3D 기술이 점점 대중화되고 있다.

Web 3D는 인터넷 사용자 중심의 체험적 환경으로, 이를 응용한 기술들 또한 무한하다고 말할 수 있다. 최초로 Web 3D라는 말을 사용한 것은 1995년 VRML(Virtual Reality Modeling Language)<sup>1)</sup>이 등장할 때부터이다. 하지만, 표준화 문제와 하드웨어 및 인터넷 기반 기술의 취약으로 당시에는 사업화 되지 못하였으나 2000년 말 부터 본격적인 업데이트와 표준화로 다시 급속히 변화의 움직임이 시작되었고, 이때 인텔사가 자사 CPU의 홍보를 위해 Web 3D의 후원자로 나서면서 순식간에 많은 사람들이 Web 3D에 눈을 돌리게 되었다. 더욱이 과거에는 고가의 장비를 갖추어야 구현 가능했던 기술들이 점차 인터넷 기반 기술의 발전으로 인하여 PC에서 간단히 구현해 볼 수 있는 플랫폼으로 옮겨지면서, 하드웨어 등 제반 여건과 타사 사이트와의 차별화라는 장점을 내세워 Web 3D를 가장 효과적인 대안으로 인식하기 시작했다는 것이다. 더욱이 온라인 3D 게임 분야와 시뮬레이션, 전자상거래 분야에서 많은 관심을 보이고 있으며 특히 전자상거래 분야에서는 다양한 콘텐츠와 기술력으로 상품을 효율적으로 홍보할 수 있는 방안을 모색하여 소비자들에게 어필할 예정이다. 초기 수준을 이제 막 탈피한 Web 3D시장은 많은 인터넷 사용자들과 소비자들에게 희망을 현실로 한층 가속화 시켜 줄 것이다.

IT기술<sup>2)</sup>이 발전하면서 다양한 분야에 최첨단 IT기술이 적용되어 실로 이제는 IT산업이 중심산업으로 자리매김 하고 있다. 특히 21세기 새로운 화두로 떠오른 문화의 시대에 맞춰 IT와 문화산업의 최첨단 결

---

1) VRML(Virtual Reality Modeling Language)은 국제 표준기구인 ISO(International Organization for Standardization)와 IEC(International Electrotechnical Commission)에서 인터넷상에서 3차원 그래픽을 표현하는 표준으로 공인되어 있다.

2) IT기술 [情報技術, Information Technology] : 정보화 시스템 구축에 필요한 유형·무형의 모든 기술과 수단을 아우르는 정보통신 용어

합이 계속 등장하고 있다.

인터넷 기술과 속도의 향상으로 평면상으로 보여지던 이미지들이 3차원 그래픽을 이용해서 인터넷에서도 쉽게 표현됨으로써 웹페이지상에서 물체를 돌려보거나, 현실과 같이 공간을 이동할 수 있게 해주는 등의 기술도 그와 함께 비약적으로 발전하고 있다.

Web 3D는 사용자와 콘텐츠사이에 상호작용이 가능하므로 쇼핑몰, 게임, 전시관, 시뮬레이션 등이 요구되는 사이트에서 뛰어난 효과를 얻을 수 있다.

대표적인 Web 3D기술로는 VRML, Cult 3D, Pulse 3D 등이 있으며 최근 들어서는 플러그인이 필요 없는 Blaxxun 3D, Shout 3D, JAVA 3D 등의 기술이 등장하고 있다.

오늘날 컴퓨터를 통한 전 분야의 변화속도는 가히 혁명적이라 할 만큼 빠르게 발전되어지고 있으며, 각 사회분야에서의 파급효과 또한 엄청나다고 할 수 있다. 과학기술이 급속히 발전하면서 인간의 일상을 바꾸어 놓았을 뿐 아니라, 전통적인 의식주 개념에도 직·간접의 영향을 주게 되었다. 또한 문화 전반에도 확산되어 새로운 라이프스타일을 불러오고 있다. 최근의 컴퓨터 기술 및 멀티미디어의 발전은 시뮬레이션의 차원을 한층 더 높여 웹 환경을 효과적으로 재구성할 수 있는 혁신적인 기술의 개발을 가능케 하고 있다. 현재 인터넷 가상현실의 발달 속도가 가장 빠르며 비중도 큰 것이 현 추세이며 이는 앞으로도 계속될 것으로 보인다. 가상현실은 웹의 대중성과 가능성을 기반으로 인간 의식의 새로운 조류를 만들어 낼 것으로 기대하고 있다.

## 2) Web 3D의 특징

Web 3D란 웹브라우저(Web Browser) 상에서 3차원 이미지, 입체 영상들이 실시간으로 유저들의 마우스 움직임에 의해 보여지는 것을 말한다. 또한 현실의 물적 조건에 구애받지 않고 상상의 세계를 현실과 같이 만들어 인위적으로 창조된 세계에 몰입됨으로써 자신이 바로 그곳에 있는 것처럼 느낄 수 있는 Cyber Space의 세계를 의미하는 개념이다. 즉 실제와 유사하게 만들어진 컴퓨터의 모델 속으로 들어가 그 속에 정의된 세계를 경험하고 대화식으로 정보를 주고받을 수 있는 새로운 세계인 것이다. 현재 구현되고 있는 인터넷 가상현실(Web 3D) 기술은 하드웨어와 네트워크, 그리고 Real Time Streaming<sup>3)</sup> 기술 등의 인터넷 기술의 발전으로 더욱 빠르고 다이나믹한 VR Worlds를 실현하고 있다.

Web 3D Interactive(상호작용)는 Web 3D 기술과 가상현실 기술에 있어 가장 기본적인 기능이라 할 수 있다.

초기의 Web 3D는 주로 상품을 웹에서 Interactive하게 확대, 축소, 회전해 볼 수 있도록 하는 기술이 대부분이었다.



<그림 3> 아바타

특히 전자상거래 사이트에서 '3D e-Catalogue'라는 개념으로 등장하게 되었다.

대부분 상품을 클릭하여 구동되는 것을 보거나 아바타<sup>4)</sup>가 Navigation을 하면서 가상공간 내에서 채팅을 하도록 하는 방식이 주류를 이루었던 초기와 달리 최근에는 Web의

3) Real-Time Streaming Protocol - 실시간으로 음성이나 동화를 송·수신하기 위한 통신 규약. 미국 Real Networks(구 progressive network)와 Netscape Communications가 공동 개발하였다.

4) 아바타(Avatar) - 분신(分身)·化身(化身)을 뜻하는 말로, 사이버 공간에서 사용자의 역할을 대신하는 애니메이션 캐릭터를 말한다.

기존 언어들과 연계되어 상호작용을 구현시킨다.

예를 들어 차의 색깔을 선택하면 3D로 모델링 된 차 색깔이 바로 바뀌거나, 모델하우스의 내부 공간을 직접 인테리어 해 볼 수 있는 기술 까지 실생활과 다양하게 접목시키는 방향으로 발전해 가는 추세이다.

#### (1) 상호작용성(Interactive)

- 사용자 입력에 의한 상호작용과 탐색이 가능하다.
- VRML 월드 내에서 사용자는 주위의 사물과 상호작용이 가능하다.

#### (2) 탐색항해(Navigation)

- 웹을 기반으로 하며 사용자는 VRML 월드 내를 마음대로 돌아다닐 수 있다.
- 흥미 있는 물체를 마음대로 돌려보거나 이동시켜 볼 수도 있다.
- HTML에서처럼 Anchor<sup>5)</sup>를 통하여 다른 VRML문서나 HTML문서로 이동한다.

(3) 인터넷을 통한 다중 참여자를 지원하는 가상환경 시스템 구축이 가능하다.

#### (4) 장면의 구성

- 그래픽이나 비디오 같은 매체는 우리가 실제로 보고자 하는 장면에 대한 데이터를 미리 준비해서 파일 속에 저장한다.
- VRML은 국제 표준인 아스키(ASCII)<sup>6)</sup>나 유니코드(Unicode)<sup>7)</sup>

---

5) HTML에서 텍스트나 이미지를 다른 문서로 연결해주는 것을 하이퍼링크(Hyperlink) 혹은 앵커(Anchor) 라고 한다.

6) ASCII - 1963년 미국표준협회(ASA)에 의해 결정되어 미국의 표준부호가 되었다. 미니컴퓨터나 개인용 컴퓨터(PC)와 같은 소형 컴퓨터를 중심으로 보급되어 현재 국제적으로 널리 사용되고 있다.

형식으로 저장된다.

- VRML은 장면에 대한 데이터를 저장하는 대신 장면을 이루는 요소들에 대한 정보를 저장한다. (VRML 플러그인 만 설치하게 되면 웹 사용이 가능한 어떤 시스템에서도 볼 수 있다. 빠른 전송을 위해서 아스키 파일 형태로 되어 있다.)

(5) 텍스트 파일 형식으로 되어 있으며 제공하는 정보의 양에 비하여 파일의 크기가 작다.

### 3) Web 3D의 종류 및 활용분야

#### (1) Web 3D의 종류

##### ① VRML (Virtual Reality Modeling Language)

- VRML의 특징

인터넷에서 3D를 구현하는 가장 강력한 언어인 VRML로 현실과 상상속의 모든 장면을 Web Page에서 구현한다.

VRML은 텍스트, 사운드, 무비와 이미지와 같은 다른 미디어와의 하이퍼링크 된 멀티미디어와 정적이고 움직이는 동적 3D를 표현할 수 있다. VRML 파일을 만들기 위한 저작도구뿐 아니라 VRML 브라우저는 많은 다양한 플랫폼에서 이용할 수 있다.

VRML은 허가된 응용업계에서 기본 표준에 따라 상호운용 가능한 확

---

7) Unicode-세계 각국의 다양한 현대 언어로 작성된 텍스트에 대해 상호교환, 처리, 및 표현을 용이하게 하기 위한 시스템이다. 현재 유니코드 표준은 24개 언어를 지원하기 위해 34,168개의 개별 코드문자를 담고 있는데, 이 문자들은 세계 주요 언어로 작성된 문자들을 모두 충족시키기에 충분하며, 심지어 여러 가지 언어로 작성된 고문서(古文書)까지도 지원할 수 있다. 현재 아직 포함되지 않은 몇 가지 현대 언어를 추가하기 위한 작업이 진행 중이다.

장형을 개발해 정의한 새로운 동적 3D 물체를 가능토록 한 확장 모델을 지원한다. 이것은 VRML 물체와 공통적으로 사용되는 3D 응용프로그램 인터페이스(API)<sup>8)</sup> 특징들 사이에서 쓰인다.

다양한 Web 3D 기술 중 VRML이 주목받는 이유는 많은 이유들이 있지만 몇 가지로 정리할 수 있다.

첫째. VRML은 국제 표준 기구인 ISO(the International Organization for Standardization)와 IEC<sup>9)</sup>(the International Electro-technical Commission) 에서 인터넷상에서 3차원 그래픽을 표현하는 표준으로 공인되어 있다. 표준화 된다는 것에는 장단점이 있지만, 장점은 각기 다른 업체에서 기술 개발이 진행되더라도 쉽게 통합이 가능하여 능률적인 개발이 가능하다는 것이다.

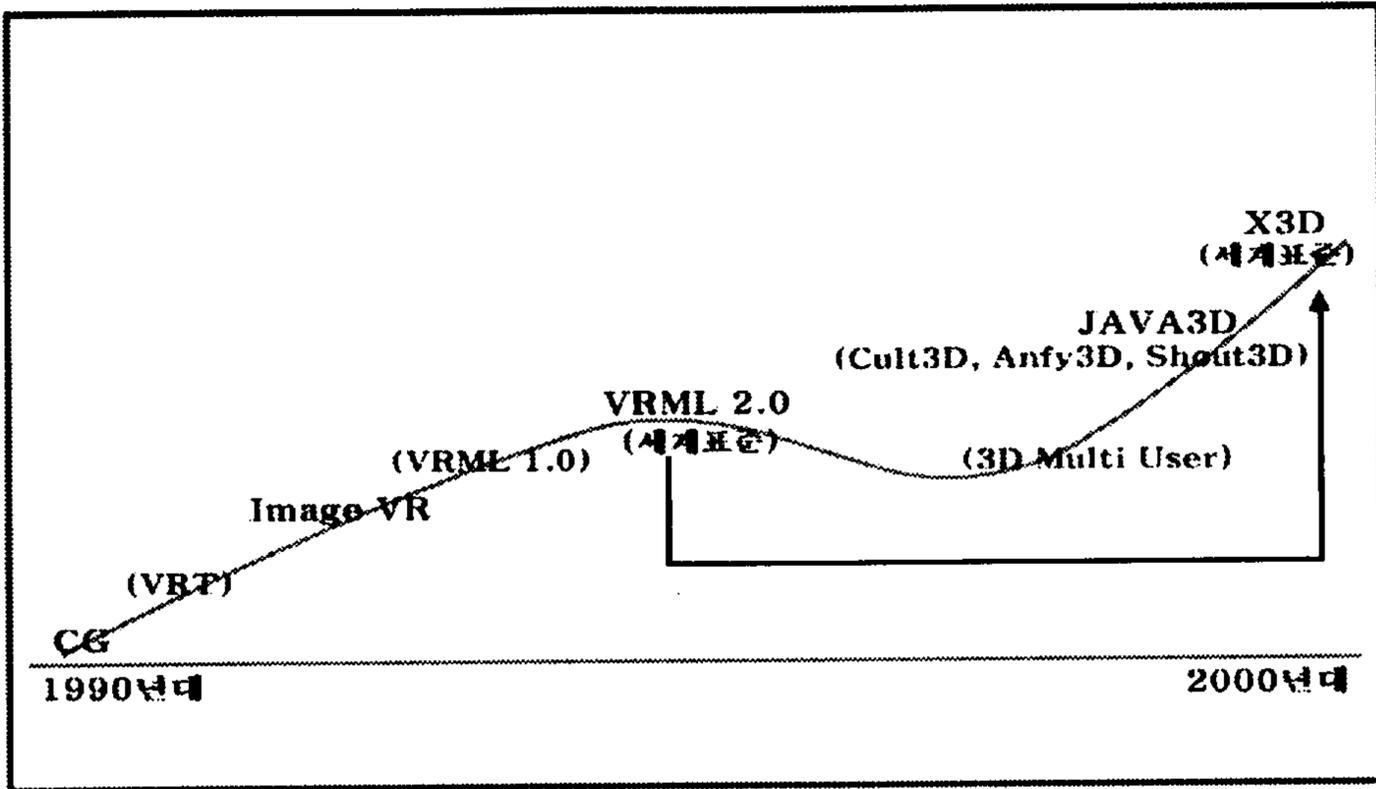
또 소스자체가 공개되어 있어 누구나 VRML만드는 원천 기술을 개발할 수 있다. 단일 업체에서 개발한 기술은 웹의 발달에 따른 기술 향상에 어려움이 있을 수 있다. 그러나 VRML은 여러 개의 우수한 업체에서 기술향상에 노력하고 있고, Web 3D Consortium을 통해서 통합, 정리되고 있다.

둘째. Web 3D 기술을 살펴보면 크게 2종류의 특징으로 구분할 수 있다. 하나는 이미지를 기반으로 3차원 이미지를 만드는 경우이고 다른 하나는 물체를 실제로 3차원 프로그램으로 제작(모델링)하여 보여주는 경우이다. 사실 시각적으로는 이미지를 기반으로 한 것들이 결과물에서 우수해 보이고 제작하기도 쉽다. 하지만 상상의 공간이나 물체

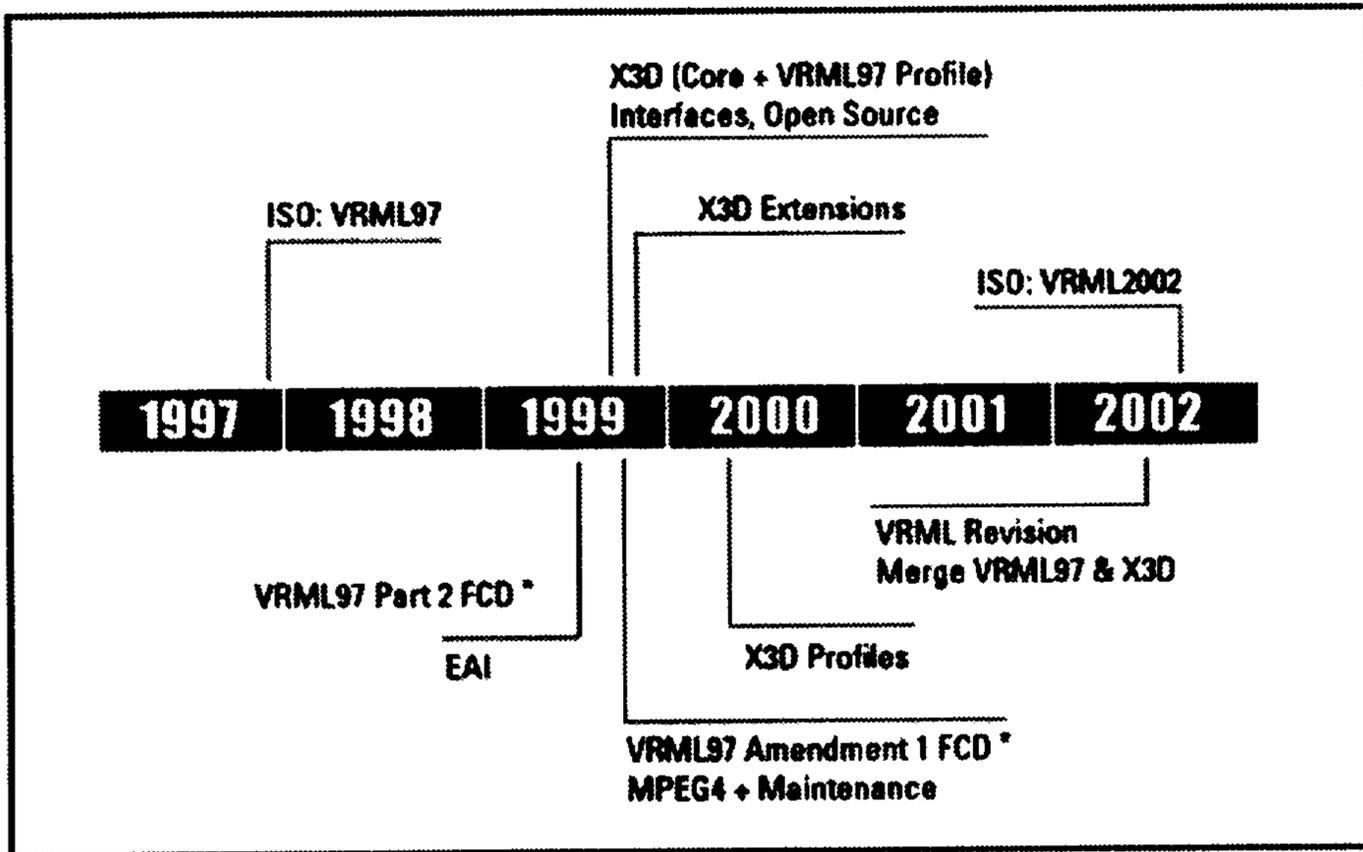
---

8) API(Application Program Interface) ; 응용프로그램 인터페이스  
API는 운영체제나 다른 응용프로그램에게 처리요구를 할 수 있도록 컴퓨터 운영체제나 다른 응용프로그램에 의해 미리 정해진 특별한 method 이다. API는 운영체제나 프로그램의 인터페이스로서 사용자와 직접적으로 대하게 되는 그래픽 사용자 인터페이스나 명령형 인터페이스와는 뚜렷한 차이가 있다.

9) 국제전기기술위원회(IEC: International Electro-technical Commission) :  
표준화에 관한 제반문제와 전기 및 전자기술 관련분야에 대한 국제간의 이해와 협력을 촉진. 1908년에 발족, 약 50개국의 가맹국을 가지고 있음.



<표 2> VRML의 연혁



<표 3> VRML Road Map

를 제작하는 데는 어려움이 있고, 특히 물체(object)를 위주로 개발되기 때문에 전후좌우 위아래를 포함하는 입체적인 공간(world)을 표현해주는 방법은 흔하지 않다.

셋째. VRML을 제외하고는 모든 Web 3D가 실제 웹으로 공개할 경우 라이선스를 요구한다. 사업적으로 이용할 경우는 아주 고가의 비용이 들어가나 VRML은 누구나 개발할 수 있는 것처럼 누구나 자유로이 웹상에서 표현할 수 있다.

웹 브라우저에서 3차원 그래픽 모형(VR)을 제시하는 방법은 여러 가지가 있다. 각각의 방법마다 장점은 있지만 초보자에게는 이러한 방법이 너무 어렵거나 너무 많은 비용이 들고 또 어떤 것들은 너무 폐쇄적으로 운영되기 때문에 접근하는 것 자체가 무리가 있다.

그러나 VRML은 완전히 공개되어 있는 모델링 언어로 누구나 관심만 있다면 특별한 프로그램이 없이도 만들 수 있고, 다른 사람이 만든 것을 보고 노하우를 받아들일 수 있다.

#### • VRML의 사용목적과 설계 범주

VRML은 상호대화적인 3D 물체와 세상을 표현하기 위한 파일 포맷이다. VRML은 인터넷, 인트라넷과 로컬 클라이언트 시스템에 사용하기 위해 설계되었다. 또한 VRML은 3D 그래픽과 멀티미디어의 통합을 위해 범용적인 호환 포맷이 될 수 있다. VRML은 공학과 과학에서의 시각적 표현, 멀티미디어 프레젠테이션, 오락과 교육목적, 웹 페이지 그리고 가상세계를 만드는데 사용할 수 있다.

VRML은 다음과 같은 요구를 만족시킬 수 있도록 설계되었다.

#### - 제작이 용이하게 한다.(저작성)

공통으로 사용되는 다른 3D 파일 포맷을 VRML 파일로 변환하기 위한 자동변환 프로그램뿐 아니라 VRML 파일을 만들고 편집하고

- 유지 할 수 있는 컴퓨터 프로그램의 개발을 가능하게 한다.
- 구성이 쉽도록 한다.(조직성)
  - VRML 세계 내에서 동적인 3D 물체를 사용하고 조합할 수 있는 능력뿐 아니라 재사용이 가능토록 한다.
- 확장이 가능하도록 한다.(확장성)
  - VRML에서 명확히 정의되지 않은 새로운 물체 형태도 추가할 수 있도록 한다.
- 수행능력
  - 다양한 시스템에서 수행이 가능하도록 한다.
- 성능
  - 다양한 컴퓨팅 플랫폼에서의 최대한의 성능을 발휘토록 한다.
- 무한한 가능성
  - 임의적인 3D 세계를 가능하게 한다.

## ② JAVA 3D

Java 3D는 3차원 그래픽 사운드 렌더링 시스템 인터페이스를 제공하여 자바언어로 3차원 그래픽 애플리케이션과 애플릿 구현을 할 수 있게 한다.

일반적으로 Direct3D, OpenGL등 기존의 네이티브 라이브러리를 사용하여 구현되며 Scene Graph라는 High-Level Programming Feature를 지원한다.

Java 3D API는 VRML과의 일치성을 고려하여 설계되었으므로, 기본적인 개념이 유사하며, 3D API의 클래스, 메소드는 각각 VRML의 노드, 필드에 대응하고 그 이름 및 의미가 유사한점이 많다.

Plug-In이 필요 없으며 적용분야는 무궁무진하다고 볼 수 있다.

### ③ Image Based VR

Image Based VR은 3D 데이터를 이용하여 구현하는 것과는 달리 사진 Image를 이용한다. 사진 Image를 이용해서 3D Graphic처럼 보이게 하여 VR을 만들어 주므로 3D Graphic 보다 System 부하를 작게 주고 Data 제작이 용이하면서도 3D Graphic에 뒤지지 않는 결과를 만들어 낼 수 있다. 그 종류로는 Panorama VR과 Object VR 등이 있다.

#### • Panorama VR

Panorama VR의 경우 실사 이미지를 원통이나 구 형태로 매핑하여 중심점에서 돌려보는 방식과 각기 다른 위치에서 찍은 여러 장의 사진을 하나의 물체로 조합하는 방식이 있는데 제작과정이 간단하고 사진을 사용하기 때문에 질적인 면에서 우수하다.

현재 쓰이고 있는 3차원 Panorama 기술은 Live Picture Plug-In과 IPIX Plug-In, 그리고 플러그 인을 사용하지 않는 JAVA 애플릿 방식의 Hot Media 등이 있다.

이들은 기본적으로 Zoom-in /out 기능과 360도 회전기능을 제공하여 사용자가 물체나 배경을 돌려볼 수 있도록 되어있으므로 Web 3D 기술의 대체 수단으로 많이 이용되고 있다.

이 분야는 3D 디자이너들의 작업을 요한다기 보다는 주변기기들을 활용하여 대부분의 작업이 이루어지기 때문에 사진기술과 툴 사용 능력이 구비된다면 누구나 쉽게 웹에 파노라마 기술을 구현해 볼 수 있다.

적용분야는 건물 조감도, 전경, 인테리어, 쇼핑몰 등등 다양하게 사용되고 있다.

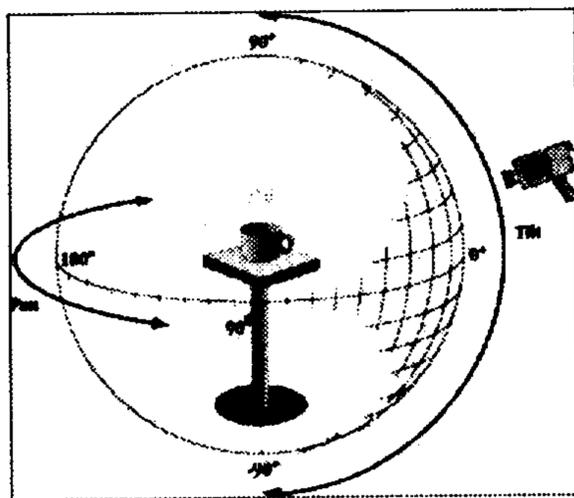
- Object VR

Object VR은 특정 물체를 현실과 같이 이리저리 돌려서 자세히 살펴 보는 것과 같은 효과를 주는 것으로 물체 360도 돌려 볼 수도 있고, 특정 부분을 자세히 볼 수 있도록 확대해서 볼 수도 있게 해준다.

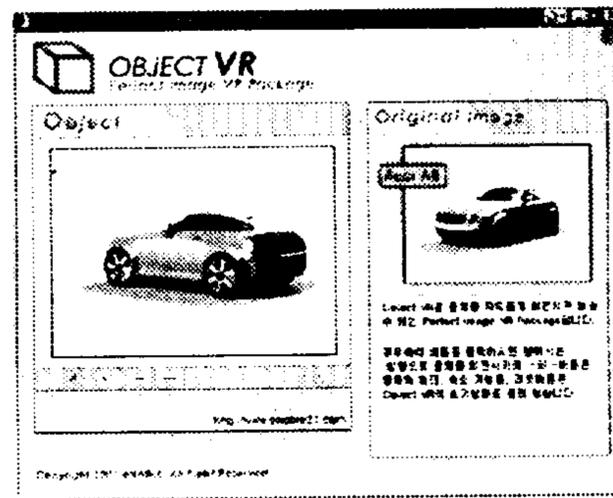
Panorama VR 제작방식과 거의 같으나 Panorama VR이 로테이터를 이용해 카메라를 돌려가며 찍는 것과는 달리 Object VR은 턴테이블 위에 물건을 올려놓고 물건을 돌려가며 찍는다.



<그림 4> Panorama VR 제작을 위해 연속적으로 이어 붙여진 이미지



<그림 5> Object VR 구현원리



<그림 6> Web상에서 구현된 Object VR

#### ④ X3D (eXtensible 3D)

X3D는 웹에서의 3D 구현을 위한 차세대의 개방된 표준안이다. X3D는 콘텐츠 제작 도구, 회사별 소유의 브라우저와 그 밖의 3D

Application에서 Import 및 Export 모두 쉽게 지원이 가능토록 하는 확장 가능한 표준이다. X3D는 VRML을 대체하지만, 현존하는 VRML 콘텐츠와 브라우저와의 호환성을 제공한다. 현재의 VRML 콘텐츠는 수정 없이 모든 X3D 브라우저에서 보여줄 수 있을 것이며, 현재의 VRML Application에서 불러들일 수 있을 것이다.

X3D는 VRML의 한계를 겨냥하고 있다. 이에 대해서는 아주 명확히 규정되어 있기 때문에 콘텐츠는 완전히 호환될 것이다. X3D는 확장 가능하다. 이는 X3D가 작고 효율적인 3D 애니메이션 재생기를 만드는데 사용이 가능함이나, 최신의 스트리밍 또는 렌더링 확장기능을 지원하는 데 사용될 수 있음을 의미한다. X3D는 다양한 인코딩과 API를 지원하기 때문에, XML을 통한 웹 브라우저와의 통합이나 다른 Application과의 통합이 쉽게 이뤄질 수 있다. 게다가 XML과의 밀접한 연관으로, X3D는 MPEG-4의 3D 기능 지원 기술이다.

## (2) Web 3D 활용분야

VR 기술은 뛰어난 현실성을 기반으로 관광 및 홍보, 교육, 광고, 상품정보, 게임, 건설(가상 모델하우스)등 다양한 분야에서 활용중이며, 메이저회사의 인터넷 홈페이지를 통해 자사 제품 및 시설을 홍보하는 수단으로 활용중이다.

21세기 전자 상거래 시대를 대비하는 기업에게 쌍방향적인 특징을 가지고 있는 VR 기술은 필수적인 요소로 작용하고 있다.

### ① 관광

자신이 방문하고자 하는 곳을 미리 방문하거나 전 세계에 펼쳐져 있는 관광명소를 가상의 공간을 통해서 방문할 수 있는 기회를 제공한다.

## ② 홍보

인터넷을 통해서 전 세계의 모든 사람들에게 상품 및 시설에 대해서 홍보하는 수단을 제공한다.

## ③ 교육

현존하지 않는 사물이나 장소(예: 선사시대의 모습이나 공룡의 생활상등)를 가상의 제작물로 관람 할 수도 있고, 외국에 있는 유적이거나 유물, 유명한 박물관을 미리 방문할 수 있는 프로그램을 제작할 수 있다.

## ④ 건설

세계적인 건축물이나 현재 분양중인 건축물에 대해서 이동의 불편함이나 시간낭비 없이 인터넷이나 CD-ROM을 이용, 사용자가 직접 가서 방문하는 것과 동일한 효과를 제공할 수 있다.

## ⑤ 안내

현재 사람이 안내 중인 건물이나 시설의 안내를 키오스크 (터치스크린) 기술과 가상현실 기술의 결합을 통해서 무인 안내 시스템으로 활용할 수 있다. 이는 자신이 방문하고자 하는 장소와 그 외의 장소에 대한 정보를 보다 자세하고 현실감 있게 제공할 수 있다. 이외에도 많은 분야에서 Web 3D 기술이 활용되고 있다.

### 3. Web 3D의 발달추이 및 전망

#### 1) Web 3D의 기술 동향

최근 Web 3D의 기술 동향은 과거 VRML로 널리 알려져 있던 Web 3D분야의 표준 1세에 이어 2세대라 할 수 있는 X3D로 넘어가는 시점에서 많은 시행착오와 이를 기반으로 하는 기술적 진보를 이루고 있다.

3D Polygon 기반 기술인 Web 3D 기술은 이미지가 아닌 실제 3차원 모델을 생성하여 실시간 렌더링으로 구현되므로 공간적 현실감이 뛰어나며 사용자와 특정 물체와의 상호작용, 사운드와 동영상, 애니메이션의 지원 등으로 3차원 공간을 표현하는 기술이다.

실사에 가까운 표현을 위하여 반사효과(Reflection), Anti-aliasing<sup>10)</sup> 등의 기술이 적용되고 있으나 저 폴리곤(Low Polygon) 모델링 작업과 맵핑 작업등이 기반 되어야 하는 작업의 한계와 제작비의 부담으로 현재 저가의 상품이나 하우스 인테리어는 상대적으로 가격대가 저렴한 Panorama VR 기술과 3D 스캐너 기술 쪽으로 방향을 선회하고 있다. Web 3D 기술의 발전 추세는 지극히 단순하면서 매우 중요한 세가지 원칙을 가지고 있다. 시장에서는 '사실처럼 보이는 것', '가격이 저렴한 것', '사용하기 쉬운 것' 을 요구하고 있는데, 이는 특정 분야를 포함한 일반적인 인터넷 3D 시장에서도 공통적으로 적용되고 있다. 이 세 가지 원칙 중 '사용하기 쉬운 것' 은 아주 단순한 원칙이다. 말 그대로 사용하기 쉬운 기술이 확산될 것이라는 사실이다.

현재 세계적으로 VRML, JAVA 3D, CULT 3D, MTS3, PULSE

---

10) 컴퓨터로 도형을 그릴 때 원이나 곡선, 사선 등이 거칠고 들쭉날쭉하게 표현되는 계단현상(Aliasing)을 줄이기 위한 방법으로 디스플레이의 해상도를 높여 Aliasing이 식별되지 않도록 하는 것과 픽셀의 밝기를 변경하거나 색상을 혼합하는 방법 등이 있다.

3D, SEV, VTU, XVL, Toon 3D, Anfy 3D, Shout 3D, Blaxxun 3D, V3D, Revel 3D, 3DML 등을 비롯하여 30여 종 이상의 Web 3D 기술들이 발표되어 있다.

그 중에서 GUI가 갖추어져 있지 않은 스크립트 기술과 비표준화 상태인 JAVA Applet<sup>11)</sup>(Not JAVA3D) 등과 대화형 상호작용의 완성도를 기준으로 볼 때 약 5종의 기술이 알려져 있다. 각 기술별로 특징을 살펴보면 각 업체의 발전 동향을 알 수 있다.

Web 3D 표준그룹이 강조하는 장점 중에는 X3D가 XML(eXtensible Markup Language)과 같이 작동하도록 설계됐다는 것이 있는데, XML은 광범위한 종류의 웹 문서를 연결하는 수단으로 급속히 부상하고 있다.

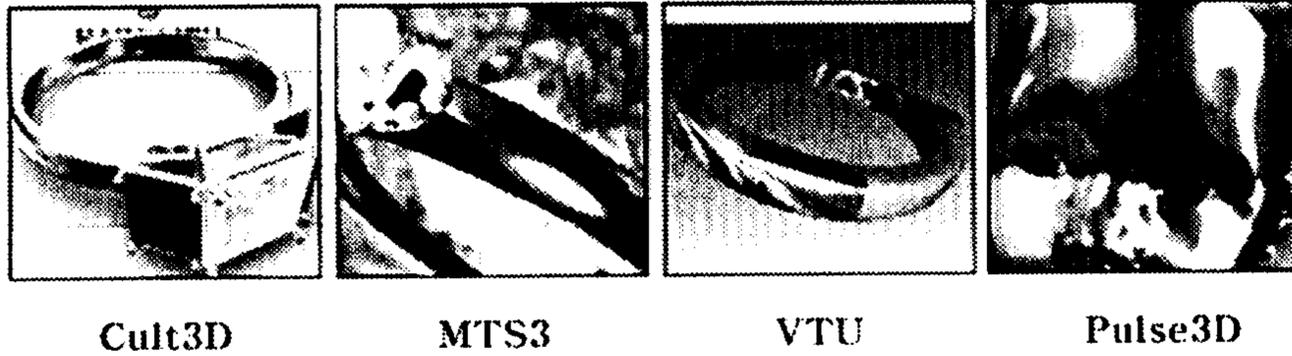
성공적인 3D 프로그래밍 표준은 웹 개발자들에게 대담한 새로운 네비게이션과 렌더링 가능성을 가져다준다. 이런 것들은 PC 게임 같은 시장에서는 오랫동안 번성했지만 개방형 웹에서는 수년 동안의 노력에도 불구하고 성공하지 못했다.

1997년 ISO가 이를 승인한 후에도 VRML은 주류로 편입되는 데 거의 진전을 이루지 못했다. 비록 CAD 시장이나 군사목적(개방형 표준의 안정성을 필요로 하는)으로는 사용됐지만, 부족한 대역폭, 컴퓨터 파워, 그리고 소비자의 수요 때문에 VRML은 게임이나 전자상거래와 같은 주류 컴퓨팅 애플리케이션에는 끼지 못했다.

분석가들은 웹상의 3D가 일반인에게 많은 관심을 끌 수 있는지 여부에 관해 상반된 의견을 갖고 있다. 마케팅 종사자들은 상품을 3차원에

---

11) 애플릿(Applet)이란 작은 응용프로그램을 의미한다. 월드와이드웹이 나오기 이전에는, 마이크로소프트 윈도우와 함께 기본으로 제공되던 작은 프로그램들을 지칭한다. 웹상에서는 자바와 같은 객체지향 프로그래밍 언어를 써서 웹 페이지와 함께 사용자 측으로 보내질 수 있도록 작게 만든 프로그램을 애플릿이라고 부른다. 자바 애플릿은 애니메이션이나, 간단한 계산 그리고 사용자가 서버에 별도의 요청을 하지 않고서도 수행할 수 있는 단순한 작업들을 수행할 수 있다.



<그림 7> Reflection이 적용된 Web 3D 기술별 샘플

서 회전시키고 조작할 수 있는 3D 소매 환경에서 보인 성공에 관해 보고한 바 있다. 다른 분야의 응용으로는 멀티 플레이어 게임, 전자교육(e-learning) 애플리케이션, 데이터 시각화, 웨어 하우스링, 그리고 협동 설계와 엔지니어링이 있다.

## 2) Web 3D의 현실적 문제와 개선방향

Web 3D 기술이 인터넷에 획기적인 3D 콘텐츠로 자리 잡을 것이라는 예상들과는 달리 실제 웹에서 적용사례를 보기는 아직도 쉽지 않은 게 현실이다.

이는 세 가지 정도로 요약할 수 있다.

첫째, 전문인력 부족

둘째, 빠른 속도로 변하는 기술들

셋째, 온라인에 관한 소극적 투자 마인드

첫번째 ‘전문 인력 부족’은 3D 저작 툴을 다룰 수 있는 3D 전문 인력들이 웹 보다는 애니메이션이나 동영상, 게임 등에 더 많은 관심을 갖고 있기 때문에 웹 지식과 3D 디자인 기술을 접목해줄 만한 인력이 적은 상태이다.

또한 홈페이지 제작 업체들이 보유한 인력들은 대부분 2D 디자이너들이기 때문에 3D를 웹에 직접 적용할 수 있는 인력들이 아직 확보되지 않았다는 점 등을 들 수 있다.

곧 고가의 Web 3D 콘텐츠 제작에 관련한 인력 공급 부족의 문제점을 들 수 있다.

두번째 ‘빠른 속도의 기술변화’이다. 앞에서 언급한 바대로 이 분야에서의 빠른 속도의 기술변화로 인하여 전문 인력 확보에 문제가 있다.

마지막으로 ‘온라인에 관한 소극적 투자 마인드’ 역시 Web 3D의 발전을 위해 배척되어야 할 부분이다.

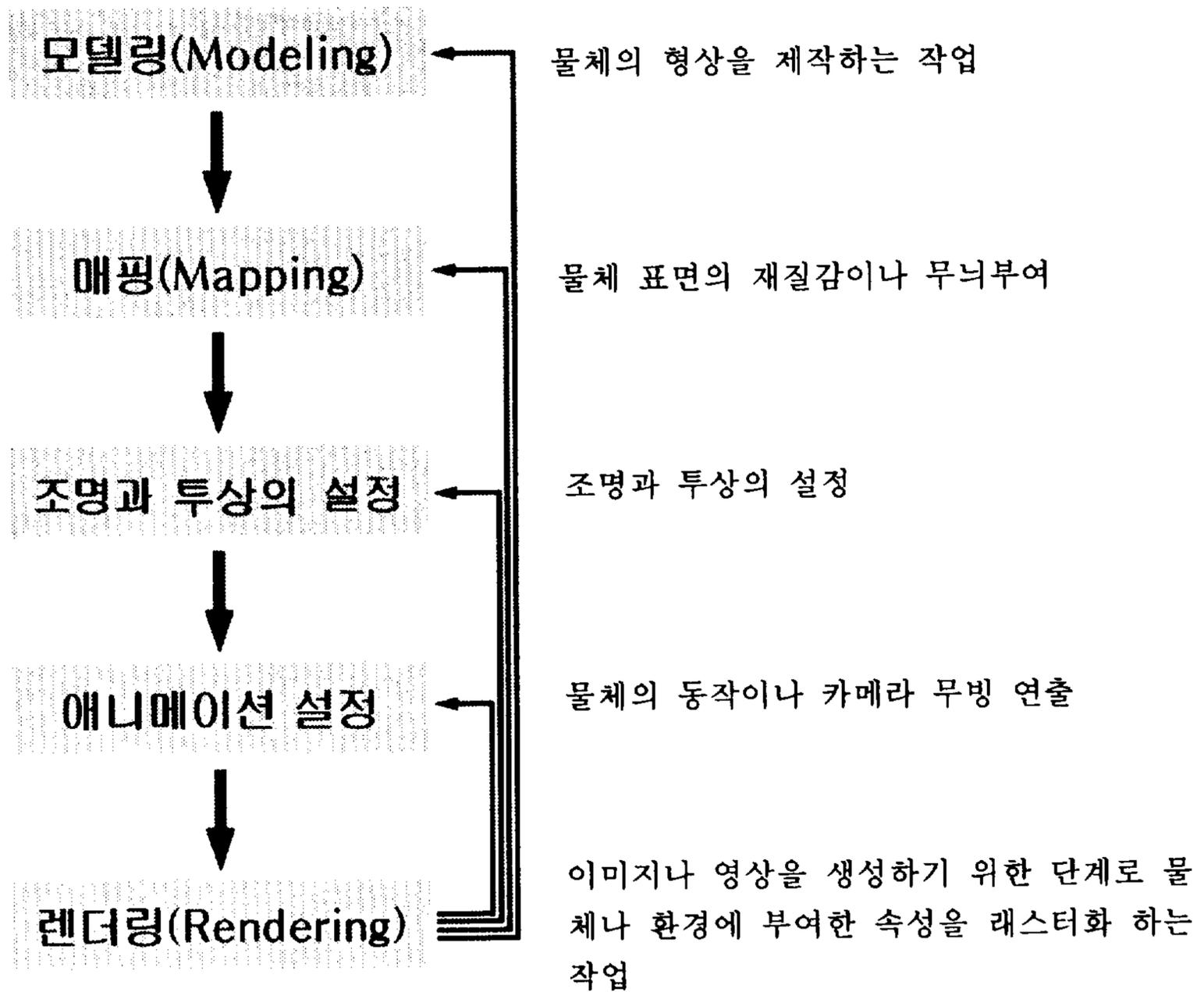
Web 3D를 통한 이득을 단기간 내에 얻어내려고만 할 것이 아니라, 2D가 3D화 되어감에 따라 Web 3D 역시 자연스레 부흥할 것을 고려하여 지속적인 투자를 그치지 말아야 한다.

### Ⅲ. 3D 컴퓨터 그래픽스의 표현 과정

3차원 컴퓨터 그래픽스(3 Dimensional Computer Graphics)는 컴퓨터에서 3차원 이미지나 애니메이션 등을 제작하는 일이나 그 제작물을 뜻한다. 보다 넓은 의미에서는 CAD/CAM/CAE(컴퓨터를 이용한 제도, 설계, 엔지니어링), 가상현실, 과학적인 화상 해석에서 구조 해석, 환경 시뮬레이션, 동작 시뮬레이션 등의 공업적인 이용까지 포함된다.

현실 세계에서 비현실적이거나 범위가 큰 스케일의 작업은 막대한 비용과 시간 그리고 노하우가 요구된다. 하지만 컴퓨터 그래픽스를 이용하면 광대한 파노라마 세트라도 마음먹은 대로 가상공간 상에 구축할 수 있음은 물론이고 도구, 조명, 우수한 카메라맨, 특수촬영담당, 현상소 등 각각의 역할을 총체적으로 관리할 수 있고 배우(캐릭터)를 자유자재로 조종할 수 있다는 장점이 있다. 그리고 한 번 제작한 것은 몇 번이고 다시 사용할 수 있고 나이를 먹거나, 열화되거나, 풍화되는 일이 없이 디지털 데이터를 자산으로서 영원히 사용할 수 있다.

위의 <표 4>에서 간략하게 3차원 그래픽스의 제작 과정을 나타내었다.



<표 4> 3D CG 프로세스

## 1. 모델링 (Modeling)

모델링 과정이란 컴퓨터 그래픽스에서 물체의 형상이나 색, 운동, 눈의 위치(시점)나 시야, 광원의 배치나 색의 변화 등 모든 데이터를 단순화시켜 컴퓨터로 표현하는 것을 모델링이라 하며 완성된 데이터를 모델이라 한다.

모델링을 하기 위해 형상모델을 만드는 방법은 세 가지가 있다. 와이어 프레임 모델, 서피스 모델, 솔리드 모델 등을 수식으로 표현된 기본

물체를 몇 개씩 조합하여 복잡한 형상을 표현하는 CSG(Constructive Solid Geometry)<sup>12)</sup>방법과 서피스 모델을 확장하여 항상 입체로서의 정합성을 가지도록 하는 B-Rep(Boundary Representation)<sup>13)</sup> 방법이다. 이는 다른 관점으로도 분류할 수 있는데 Application에서 다루는 방식으로 나누어 보자면 폴리곤 모델링(Polygon Modeling)과 넵스 모델링(NURBS Modeling)으로 구분될 수 있다. 최근에는 서브디비전(Sub Division) 방식의 모델링 방법도 많이 사용하고 있다.

본 고에서는 주제의 성격상 Application에서 다루는 방식의 모델링으로 구분하여 설명하고자 한다.

## 1) 폴리곤 모델링(Polygon Modeling)

폴리곤이란 'Poly(多)+gon(角)', 즉 다각형이란 뜻으로 생성된 형상을 이루는 기본단위가 다각형으로 이루어져 있음을 알 수가 있다. 보통 3각이나 4각 폴리곤이 기본단위가 되어 형상을 구성하는 것이 보통이다. 폴리곤 모델링 방식 중에는 크게 서피스 모델링과 솔리드 모델링 방식이 있다.

### (1) 서피스 모델링(Surface Modeling)

물체의 외각만 폴리곤으로 생성하는 방식이므로 이와 같은 프로그램에서 만든 물체는 일정한 면의 방향(Face Normal)을 가지며 면의 방향이 뒤집혀(flip) 형체를 알아볼 수 없게 변형되기도 하고, 면이 깨지는 등의 단점이 존재한다. 하지만 데이터의 용량이 작고 연산의 속도가

---

12) 기본적인 입체(primitive)로 시작하여 입체간의 Boolean 작업에 의해 모델링을 수행할 때 그 모델링 과정을 CSG Tree구조로 저장하는 방법

13) B-Rep (Boundary Representation)

Solid Model을 그 경계를 이루고 있는 면, 모서리, 꼭지점으로 묘사하는 방법

빨라서 애니메이션이나 건축인테리어 물 렌더링에서의 Radiosity처럼 많은 연산을 요하는 작업에 적합하다.

서피스 모델링은 애니메이션에서 많이 쓰이는데 입체를 구성하는 전체의 면에 대해 그 정점면의 좌표치를 입력하여 입체를 표현하는 모델이다. 서피스 모델링은 사용하기 편리한 User Interface로 정확한 값을 찾기는 힘들지만 어려운 자유곡선 형태를 표현할 수 있으며 다양한 형태를 빨리 만들 수 있다.

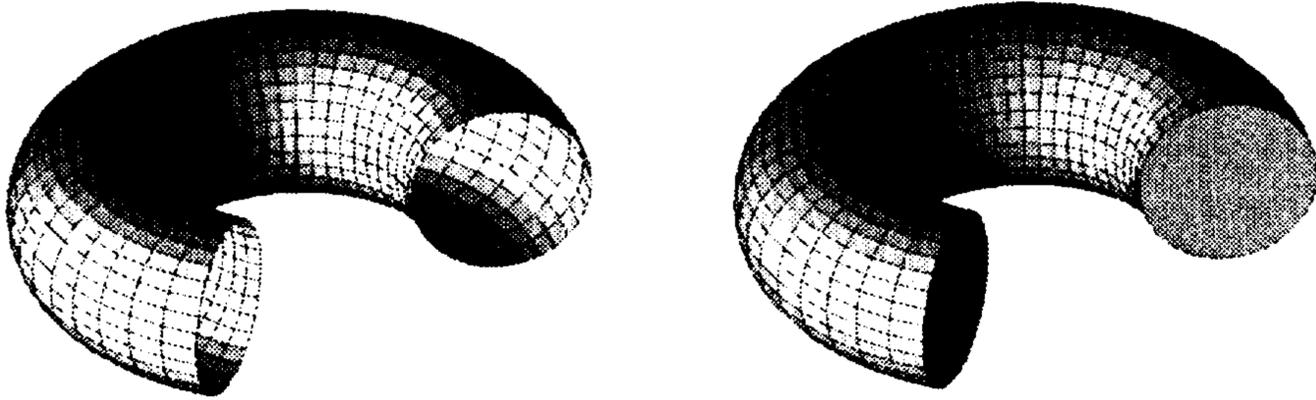
서피스 모델은 속이 텅 빈 겉가죽 같은 형태라서 솔리드 모델과는 다르게 하나하나씩 덮어 간다. 마치 종이로 속이 빈 상자를 만드는 것과 비슷하다. 이 모델은 면마다 데이터를 입력하기 때문에 작업량은 입력면의 수에 비례한다. 따라서 복잡한 형상의 입체나 곡면을 작은 면이 모인 다면체로 처리할 경우 입력 작업량이 많아지는 단점이 있다. 이러한 경우 형상을 대강 입력하고 렌더링 작업 시 입체의 표면을 부드럽게 하는 방법이 있다. 이것은 Smooth Rendering이라고 한다.

서피스 모델링의 특징을 들자면 다음과 같다.

- 물체의 각각의 면을 곡면의 방정식으로 표현하여 데이터베이스 내에 저장
- 각 면들의 상호연결 관계는 저장되지 않고, 면들의 list만 저장됨.
- 인접면에 대한 정보가 없기 때문에 교차선 계산 등 추후 정보 산출 시 많은 계산을 요한다.

## (2) 솔리드 모델링(Solid Modeling)

물체를 표현하는 구성 방식 중에서 가장 고급의 모델링 기법이다. 기본적으로 공간상에서 형상을 구성하는 방식은 와이어 프레임이나 Surface Model과 유사하지만, 확실한 차이는 공학적 해석을 실시하여 구성된 물체가 제작되었을 때 주변 여건에 따라 물체에 영향을 주는 상태를 파악할 수 있는 기능을 가지고 있다. 솔리드 모델링은 다른 모



<그림 8> 서피스 모델과 솔리드 모델의 비교

델링 방식들과 달리 물체를 실제로 가공하기 전에 가공상태를 여러 가지로 변화를 주어 점검할 수 있고, 로봇의 팔이 구동 중에 다른 물체와 충돌하는지의 여부, 기구학적 구동체에 대한 부피, 무게 중심, 관성 모멘트 등을 계산하기, 유한 요소 해석(Finite Element Analysis)을 통한 응력과 온도 변화 상태를 유한 요소 모델로 구성하여 확인해 볼 수 있게 한다.

이러한 솔리드 모델러의 표현방식은 B-Rep으로써 윤곽 표현방식, 일명 Perimeter Modeling이라고도 한다.

그 이름에서도 알 수 있듯이 B-Rep은 물체의 외곽을 폴리곤 단위로 표현한다. 하지만 일반 Polygonal Modeler와는 달리 B-Rep에 의한 물체의 형상(Geometry)은 Topology(위상기하학)라는 별개의 개념을 가지고 있다.

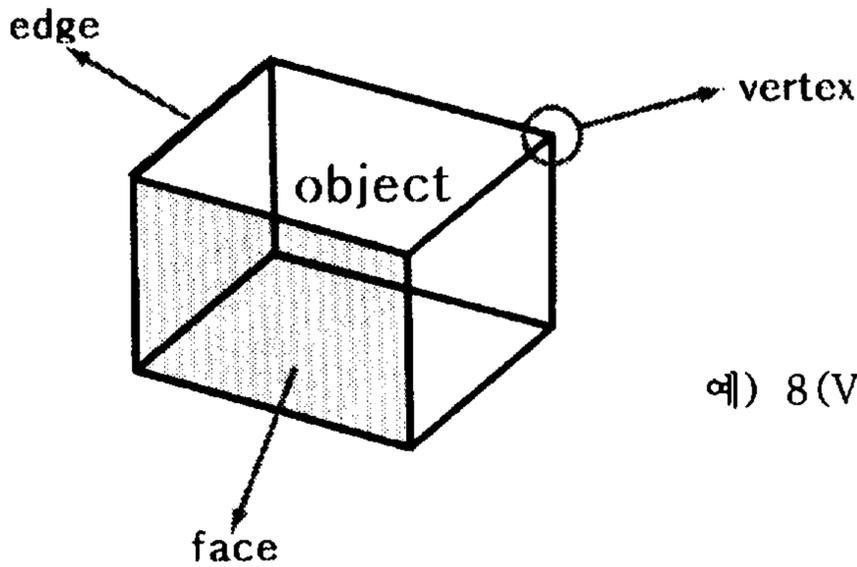
Topology란 형상을 구성하는 정점(Vertex), 면(Face), 모서리(Edge)의 연결 상태가 어떻게 이루어져 있는가를 기술하는 것으로 B-Rep에 의한 모델은 정점, 면, 모서리의 상관관계가 각각 트리 구조(Tree Structure)로 모델의 구성 정보에 저장된다. 이에 비해 일반적

※오일러의 공식

$$\text{정점의 숫자}(V) + \text{면의 숫자}(F) - \text{모서리의 숫자}(E) = 2$$

(V : Vertex , F : Face , E : Edge)

단, 구(Sphere)와 면에 구멍이 없는 도넛형의 Torus 형상 같은 단면체의 경우에는 예외이다.



예)  $8(V) + 6(F) - 12(E) = 2$

<그림 9> 육면체의 Topology

인 Polygonal Modeler들은 물체나 정점만을 조절할 수 있다. B-Rep방식에 의한 형상을 구성할 때 물체에 구멍이 없는 다면체인 경우에는 다음과 같은 오일러(L. Euler)<sup>14)</sup>의 관계식이 성립하는데, 이것이 어긋날 경우 Non Planar Face나 Non Planar Object가 된다.

14) 오일러 <Euler, Leonhard> (1707. 4. 15~1783. 9. 18)

스위스의 수학자·물리학자. 바젤 출생. 주로 독일·러시아의 학사원을 무대로 활약하였고, 해석학의 화신(化身), 최대의 알고리스트(algorist:數學者) 등으로 불렸다. 그의 연구는 수학·천문학·물리학뿐만 아니라, 의학·식물학·화학 등 많은 분야에 광범위하게 걸쳐 있다.

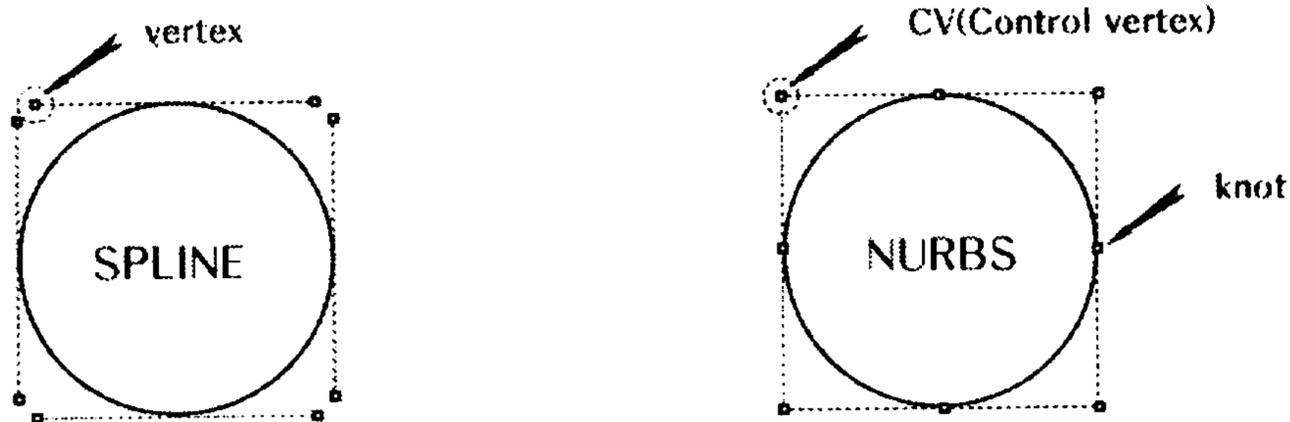
솔리드 모델링은 CAD 중에서도 CAE/CAM 쪽에서 쓰고 'Primitive Solid' 또는 단순히 'Solid' 라고 부르는 입체를 각종 조작 과정을 거쳐 최종적인 입체로 생성해 내는 방법이다.

솔리드 모델은 속이 꽉 차있는 모델이다. 그래서 육면체에서 잘라나가면서 형태를 만들거나 붙여나간다. 그래서 나중에 가서는 하나의 성질을 가지는 물체를 만든다. 마치 나무나 쇠를 깎아서 물건을 만드는 것과 같다. 그리고 그 물체의 밀도, 성질을 지정해서 가상 실험을 하거나 선반 가공을 위한 예비 설계도 한다.

솔리드 모델링의 장점은 정확한 치수로 정밀한 모델링을 할 수 있고 평행 이동, 회전, 확대, 축소, 소거, 절단, 분할, 반사면의 생성 등을 조작할 수 있다. 또한 솔리드 모델을 컴퓨터 내부에서 기억하는 방법으로 CSG와 B-Rep방식이 사용되고 있다.

솔리드 모델링의 특징을 들자면 다음과 같다.

- 삼차원 물체의 형상에 대한 면들의 정보는 물론이고, 이들 면들 간의 상호연결 관계, 면들의 내부/외부방향 등에 관한 정보도 함께 저장.
- 면 단위의 작업뿐만 아니라 체적계산, 유한요소의 자동생성 등 부피 단위의 작업이 가능함.
- 경계성 (Bounded)  
경계가 Solid의 내부를 제한하고 포함하여야 함.
- 등질 3차원성(Homogeneously 3-dimensional)  
매달린 모서리나 면이 없어서 경계는 항상 Solid의 내부와 접촉하고 있어야 한다.
- 유한성(Finite)  
Solid는 크기가 무한하지 않고 제한된 양의 정보에 의해서 표현 가능하여야 한다.



<그림 10> Spline과 NURBS의 비교

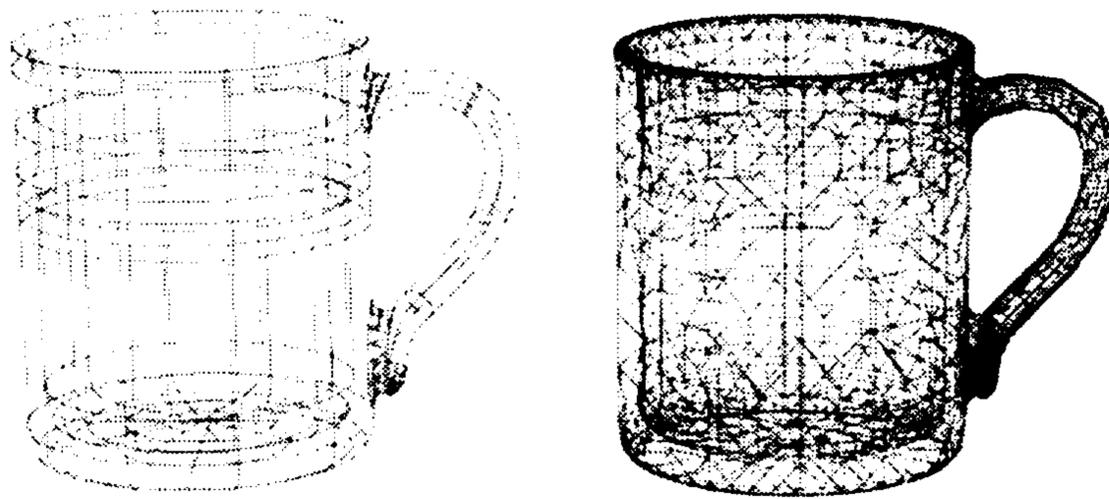
## 2) 넵스 모델링 (NURBS Modeling)

NURBS<sup>15)</sup> Modeling 방식은 지금까지 알려진 모델링 방식 가운데 가장 진보적인 모델링 방식이라고 알려져 있다. NURBS 모델링 방식은 원래 워크스테이션에서 구동되었던 Alias와 같이 고급 프로그램에서나 쓰이던 방식인데, 일반 PC의 성능이 향상됨으로 말미암아 대중화 되었다.

NURBS는 수학적으로 정의된 곡선이며 폴리곤과는 달리 모서리를 따라 면을 만들어 내지 않으며, 조작하기도 한결 쉽다. NURBS는 B-Spline<sup>16)</sup>의 변형으로 B-Spline이 두 개의 포인트 사이에 항상 접점을 가지고 그 지점을 변형하는 것과는 달리 Curve상의 분기점,

15) NURBS(Non-Uniform Rational B-Spline) : 3차원 Curve를 수학적으로 표현하는 가장 진보된 방식으로서, 특히 비 정형화된 Curve와 Surface(의 표현을 정확하게 수학적으로 정의하는 Modeling방식이다

16) B-Spline(Beta-Smooth polyline) : Bezier를 기초로 해서 만들어진 Curve의 형태로 B-Spline은 특성상 Bezier Curve가 복잡한 곡선을 그리기 위해서는 조절점이 많아져야만 하는 것을 보완한 것으로 4개의 포인트로 구성되는 선형적인 특성이 연속성과 접속성, 연결성 등을 유지하면서 구성하게 된다. B-Spline 곡선은 Bezier 곡선보다 더 굴곡을 가지게 되며 이 곡선의 구성 개념은 각 세그먼트의 필요에 따라서 좀 더 세분화하여 세분화된 좌표 값을 이용해서 계산하게 된다.



<그림 11> NURBS Model(左)과 Polygon Model(右)의 비교

Knot의 위치와 Knot사이의 Weight를 조절하여 Curve를 조절하고 구성하게 된다.

Spline-Vertex의 단점은 <그림 10>에서 보듯이 각각의 정점들이 연결되어 있지 않으므로 서로 간에 상호 작용을 하지 못한다. 정점간의 상호 작용이 되지 않는다면 유연한 커브를 생성할 경우 보다 많은 시간이 걸린다. 그러나 NURBS의 발전된 Vertex인 CV(Control Vertex)는 정점간의 상호 작용이 가능하도록 서로 연결되어 있으므로 마치 펜으로 그리는 것과 같은 유연한 커브를 보다 쉽고 빠르게 생성할 수 있는 장점이 있다. 이와 같이 NURBS 커브를 NURBS 모델링 툴을 사용하여 3D 모델로 생성하면, NURBS 커브의 부드러운 곡면을 지닌 모델링을 할 수 있다. 또한 생성된 모델을 렌더링 할 경우 폴리곤 모델에서 나타나는 면의 각들이 보이지 않기 때문에 렌더링의 질감이 뛰어나다.

## 2. 매핑 (Mapping)

모든 물체는 자기 자신의 고유한 질감(Texture)을 갖는다. 따라서 이 질감을 표현하기 위한 단순화한 방법이 매핑이다. 매핑이란 물체의 색, 광택, 투명도, 굴절률, 반사, 모양 등의 재질이나 질감의 속성을 부여하는 것을 뜻한다.

보통 렌더링할 때 물체의 색정보로부터 밝기를 계산하지만 표면에 이미지가 매핑된 물체의 경우는 매핑되는 이미지의 색정보에서 계산되어져 표면에 이미지가 그려지는 것이다.

매핑의 방식에는 크게 2가지가 있는데 텍스처 매핑과 솔리드(패턴) 매핑이 있다.

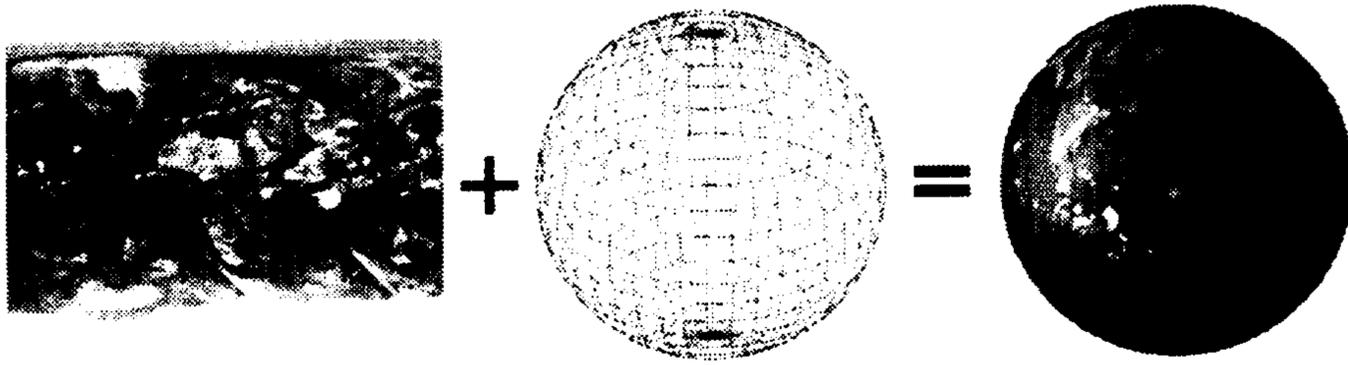
### 1) 텍스처 매핑(Texture Mapping)

픽처 매핑(Picture Mapping)이라고도 부르며, 재질감과 무늬를 표현하기 위하여 물체의 표면에 벽지(이미지)를 붙이는 것과 같으며, 이 이미지는 프로시저 셰이더(Procedure Shader)<sup>17)</sup>와 혼합해서 쓰인다. 이미지 텍스처를 사용하면 물체가 정교하며 사실적으로 보인다. 그러나 물체의 형태가 다양한 관계로 텍스처를 적용하는 방법 또한 다양하며 까다롭다. 그래서 매핑 좌표(Mapping Coordinate)가 필요한데 이는 물체 위에 입혀지는 맵(이미지)의 위치, 방향, 비례 등을 결정한다.

텍스처 매핑은 현실감을 높이기 위해 이미지를 폴리곤에 입히는 과정이다. 생성된 3D 이미지인 폴리곤의 각각의 면 위에 이미지를 넣는 작업으로 최근 대부분의 3D 게임이 텍스처 매핑을 사용해 화려한 화면을 나타내고 있으며, 정밀한 이미지를 그려 넣기 위해서는 그래픽 카

---

17) 루틴이나, 서브루틴 및 함수와 같은 의미로서 하나의 프로시저는 특정 작업을 수행하기 위한 프로그램의 일부이다.



<그림 12> 이미지를 물체에 텍스처 매핑한 예

드 성능이 뒷받침 되어야 한다. 최근 텍스처 매핑을 개량한 빠른 속도의 'MIP(Multum In Parvo) 매핑'<sup>18)</sup> 방식도 쓰이고 있다.

3D 객체에 질감이나 그림, 사진, 문양 등을 입히는 것으로, 보통 매핑이라고 하면 거의 텍스처 매핑을 가리키는 것을 정도로 가장 일반적인 매핑 기법이다.

## 2) 솔리드 매핑(Solid Mapping)

솔리드 매핑은 패턴 매핑이라고 한다. 이는 프로그램 자체에서 제공하는 텍스처로 무늬를 작성, 변형하며, 수학의 함수로 표현할 수 있는 무늬를 입체적으로 작성한다. 그렇기 때문에 제한이 따르고 물결, 나무, 돌, 금속이나 일정한 패턴 등으로 한정된다.

18) MIP는 폴란드어의 'multum in parvo' 에서 나온 말로, "좁은 곳에 많은 것들 (many thing in small place)"이라는 뜻을 가지고 있다. mip매핑은 다른 크기로 텍스처를 만든 뒤 원하는 폴리곤의 크기와 가장 비슷한 크기의 텍스처를 우선적으로 이용해 텍스처 매핑을 하는 것을 말한다. 각각의 거리를 둔 화면상의 텍스처를 나타내기 위해 사용되는 기술로서 멀리 있는 텍스처는 더 작게, 가까이 있는 텍스처는 더 크게 보이도록 한다. MIP 매핑은 메모리 대역폭을 많이 사용하게 되지만, 보다 나은 렌더링 이미지를 제공하게 된다.

(1) Diffuse Reflection(확산반사)

Diffuse는 확산이란 의미로 빛이 물체에 확산되는 정도를 정하는 부분이다. 이 수치를 높일 경우 물체의 명암비는 높아져서 더욱 강한 입체감을 표현할 수 있게 된다.

(2) Ambient Reflection(환경반사)

이 수치가 올라가면 물체의 contrast는 줄어들고 음영면(빛이 닿지 않는 부분)은 밝아지게 된다.

(3) Specular Reflection(정반사)

정반사란 빛이 물체 표면에 닿으면 일정한 각도로 표면에서 반사되는 것으로 이 수치가 올라가면 하이라이트의 밝기는 밝아진다.

(4) Transparency(투명도)

물체의 투명도를 조절하는 옵션이다.

(5) Reflection(반사율)

물체의 반사 정도를 조절하는 옵션으로 설정된 수치만큼 주변이 반사된다.

(6) Refraction(굴절률)

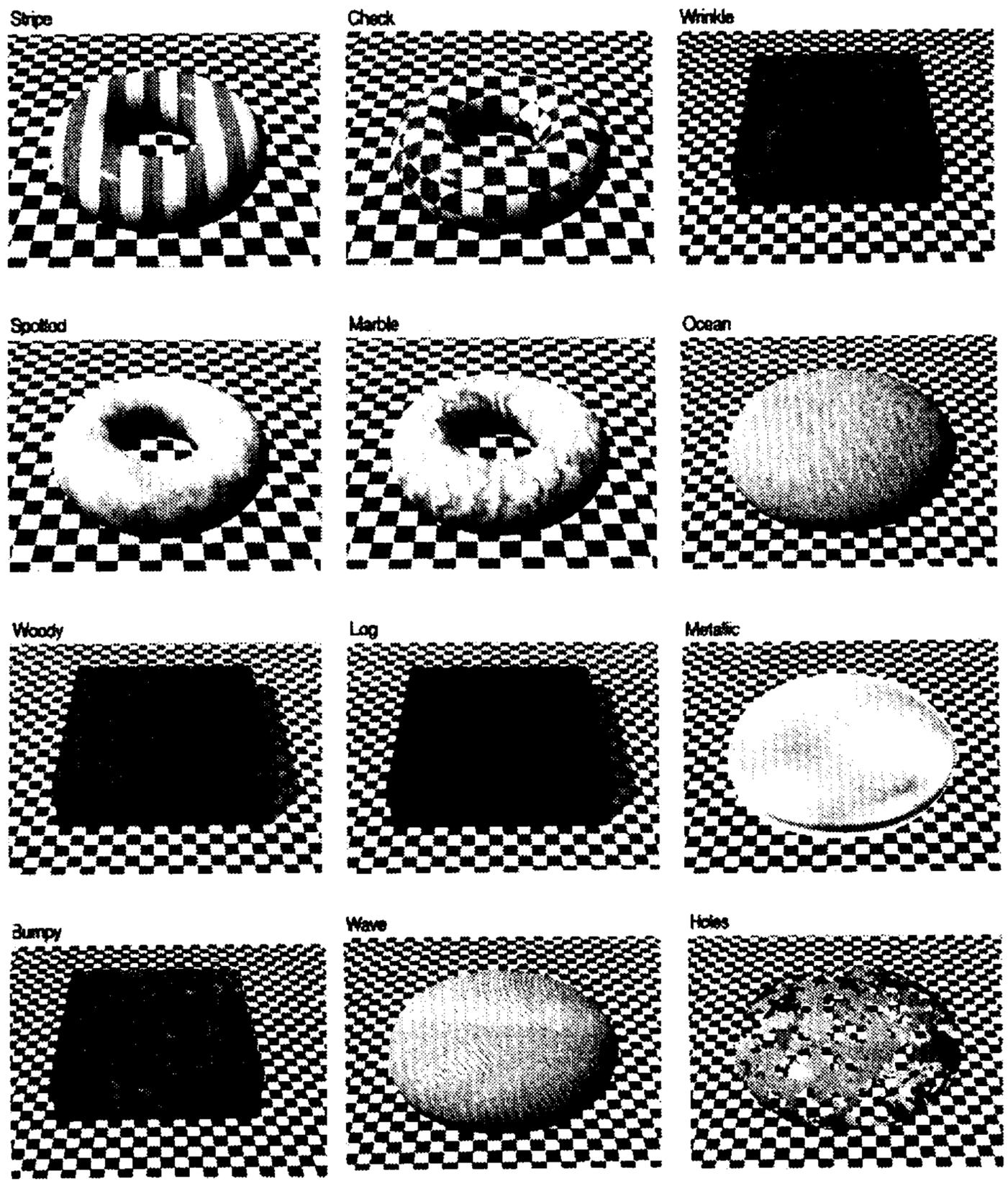
투명한 물체에서 빛이 굴절되는 것을 표현할 수 있도록 하는 것으로 Ray Tracing 렌더링 타입에서만 가능하다.

(7) Bump(요철)

매핑 이미지의 명도 단계가 음영처리시의 표면 정규벡터 값에 영향을 미치도록 하여 마치 객체 표면이 굴곡지거나 울퉁불퉁한 것처럼 보이도록 하는 방식. 실제로 모델링데이터에는 영향을 미치지 않기 때문에 객체의 외각선에는 굴곡이 반영되지 않는다.

(8) Glow(발광)

물체 자체의 발광도를 조절하여 전구와 같은 자체발광 물체를 표현하는데 효과적이다.



<그림 13> Pattern Mapping sample

### 3. 조명과 투상의 설정

#### 1) 조명(Lighting)

사물을 본다는 것은 사물의 표면에 빛이 반사되어 우리의 눈에 들어오는 것을 말한다. 이와 마찬가지로 3D 공간에서도 빛의 영역이 물체에 닿느냐 닿지 않느냐에 따라서 물체가 보이느냐 보이지 않느냐가 결정된다.

3D CG에서 쓰이는 조명의 종류는 Application에 따라 지원하고 안하고의 차이가 있지만 대략 다음과 같다.

##### (1) 환경광(Ambient Light)

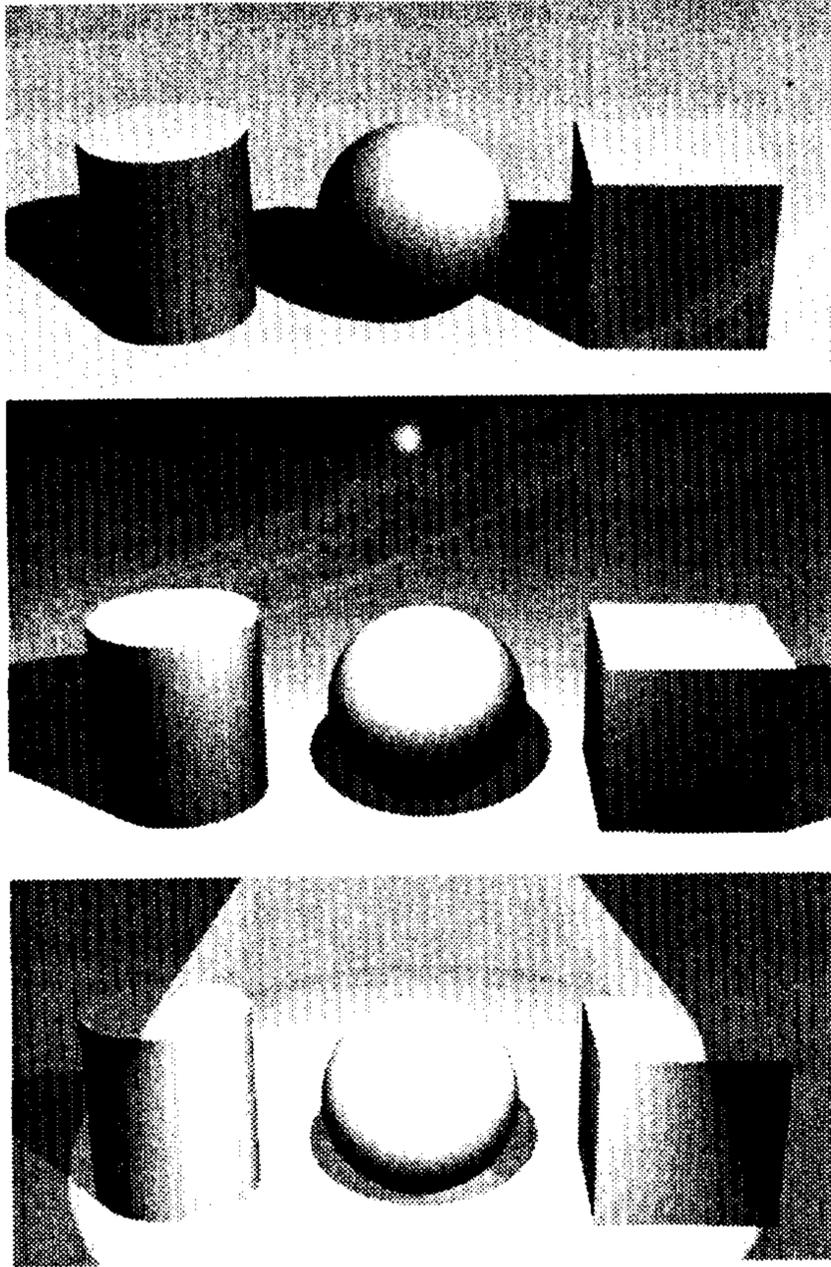
환경광은 방향이나 위치가 없는 조명으로 모든 3차원 공간 전체에 고르게 분포되고 영향을 미치는 빛이다. 이 빛은 실세계에서 난반사하거나 공간에 있는 무수한 먼지에 반사되어 도달하는 빛에 해당한다. 환경광은 모든 물체에 동일하게 비추기 때문에 물체의 입체감을 표현할 수가 없다.

##### (2) 선형광(Parallel Light, Distant Light)

일정한 조사 방향으로 빛을 평행 투사(投射)한다. 그렇기 때문에 그림자나 음영면 또한 빛의 반대 방향으로 생기게 된다. 실세계의 태양광과 같다.

##### (3) 점광(Point Light)

Bulb Light 이라고도 부르며, 전구와 같이 일정한 위치에서 모든 방향에 빛을 발산한다. 실내를 표현할 때 효과적이며 발광점으로 부터 서서히 광원의 세기가 줄어드는 감쇄(減殺) 기능과 빛의 방사 범위를



<그림 14> 맨 위부터 선형광, 점광, 투사광

설정해 줄 수 있다. 점광은 Omni-directional Light 이라고도 한다.

(4) 투사광(Spot Light)

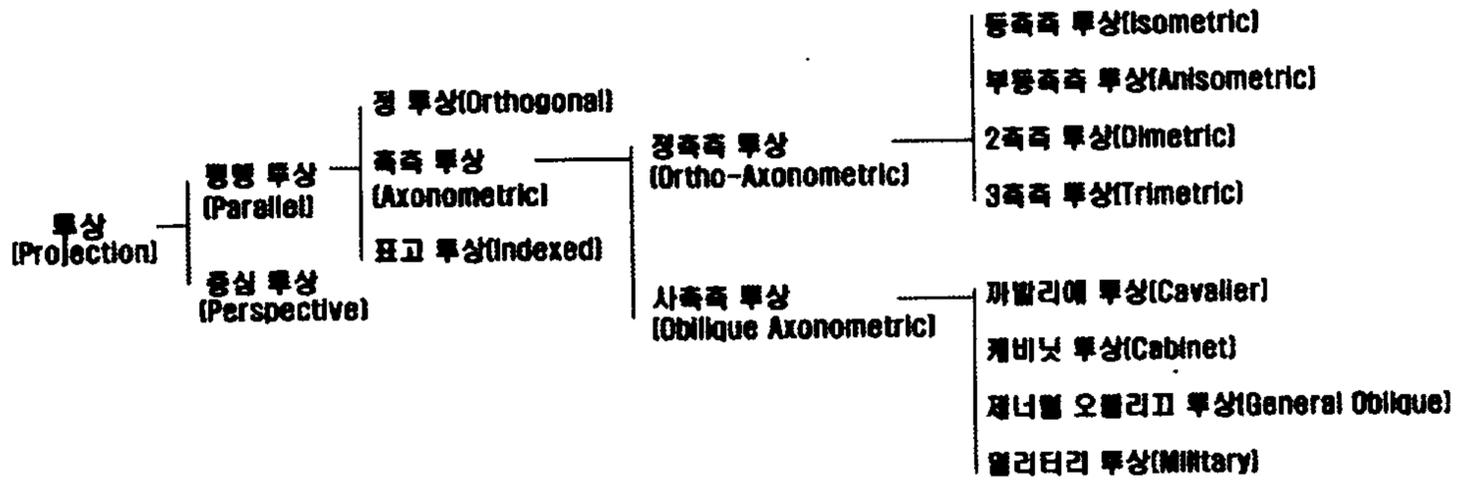
Cone Light 라고도 하며, 투사광은 특정한 각도와 방향을 가지고 빛을 조사(照射)할 수 있기 때문에 물체를 강조하는 효과면에서 뛰어난 역할을 한다. 투사광 역시 감쇄와 방사 범위를 설정할 수 있기 때문에 선형광과는 구별된다.

(5) 부분광(Area Light)

일부 프로그램은 사각형 형태의 부분광(area light)을 제공한다. 부분광은 거의 모든 크기를 지원하지만 작을 때 더 효과적이다. 부분광은 전문 사진작가가 반투명의 광원 상자 또는 두 개의 광원 상자를 이용해 보석류들을 사직 찍을 때와 같이 작은 영역에 균일한 빛을 비추고자 할 때 유용하다.

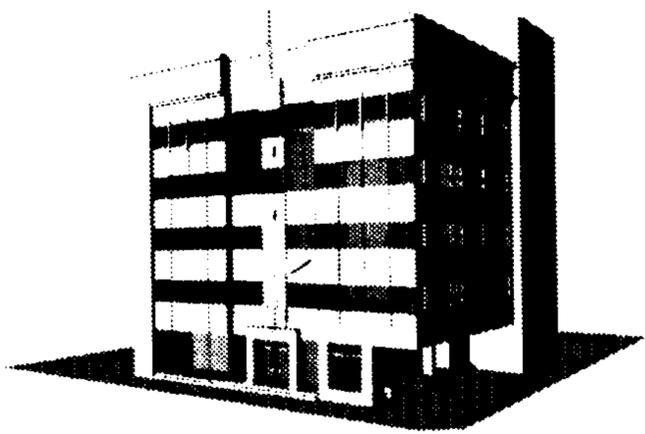
2) 투상(Projection)의 설정

투상은 보통 뷰(View)라고도 하며 화면상에서 물체가 사용자에게 보여지는 형태를 말한다. 뷰는 어떤 Application이든지간에 Descriptive



<표 5> 투상(Projection)의 종류

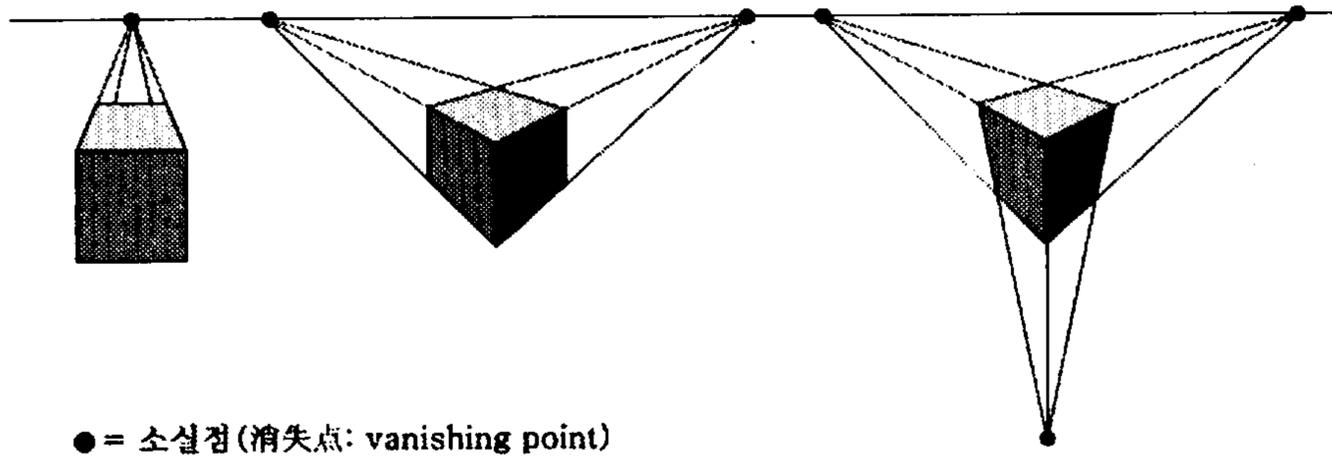
Geometry(圖法 幾何學)라는 입체 기하학을 기준으로 알고리즘이 구성되어있다. 이것을 컴퓨터 그래픽스에서는 Viewing System이라고 하며 이는 입체 공간에 위치한 물체의 형태, 위치, 크기 등을 납득할 수 있는 객관적, 합리적, 규칙적 그리고 기하학적으로 표현해 주는 것을 의미한다. 투상의 설정은 컴퓨터 그래픽스에서 3차원의 물체를 2차원으로 표현하기 위해 공간에 있는 물체를 스크린에 투영하는 작업이다. 3D 공간 내에서 실세계의 카메라와 거의 같은 역할로서 물체의 형태로 존재하는 경우도 있다. 카메라는 렌더링 된 장면에는 나타나지 않으며, 물체와 같이 움직임을 부여해 시점에 따른 애니메이션을 할 수 있다. 보통 3D CG Application에서 지원하고 많이 쓰이는 투상은 중심 투상, 정 투상, 축척 투상 등이 있다.



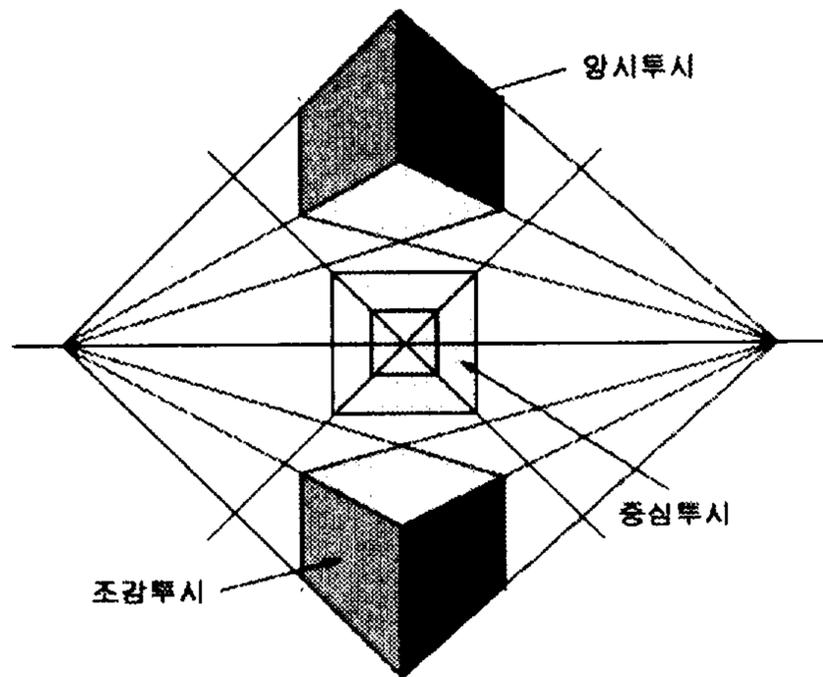
<그림 15> 건축물 중심 투상의 예

(1) 중심 투상(Perspective)

중심투상이란 물체의 평면 또는 입면의 전개와 같은 2차원적인 도면 위에다 3차원적인 공간감을 표현하는 입체디자인의 한 방법이다. 이 방법으로 화면을 구성하는 것

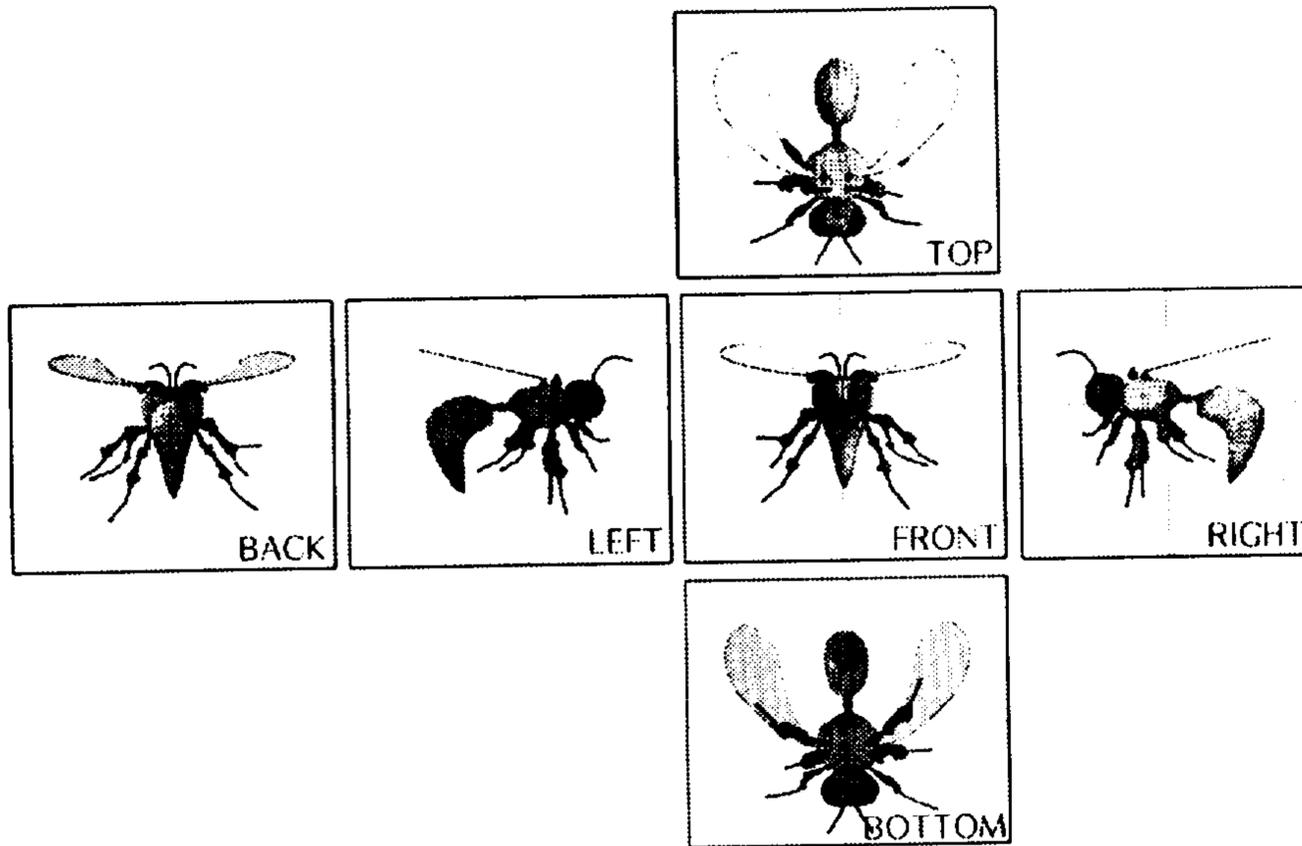


<그림 16> 좌로부터 1점 투시, 2점 투시, 3점 투시



<그림 17> 바라보는 위치에 따른 투시

을 투시도라고 하며 투시도는 평면도나 입면도만으로는 판단하기 어려운 대상을 입체화하여 공간의 조형감을 높여주는 역할을 하는 데 사용된다. 투시도는 인간의 눈이 평행으로 두 개가 붙어 있기 때문에 생기는 착시 현상인 원근감을 표현한 것이다.



<그림 18> 정 투상(Orthogonal Projection)

### (2) 정 투상(Orthogonal Projection)

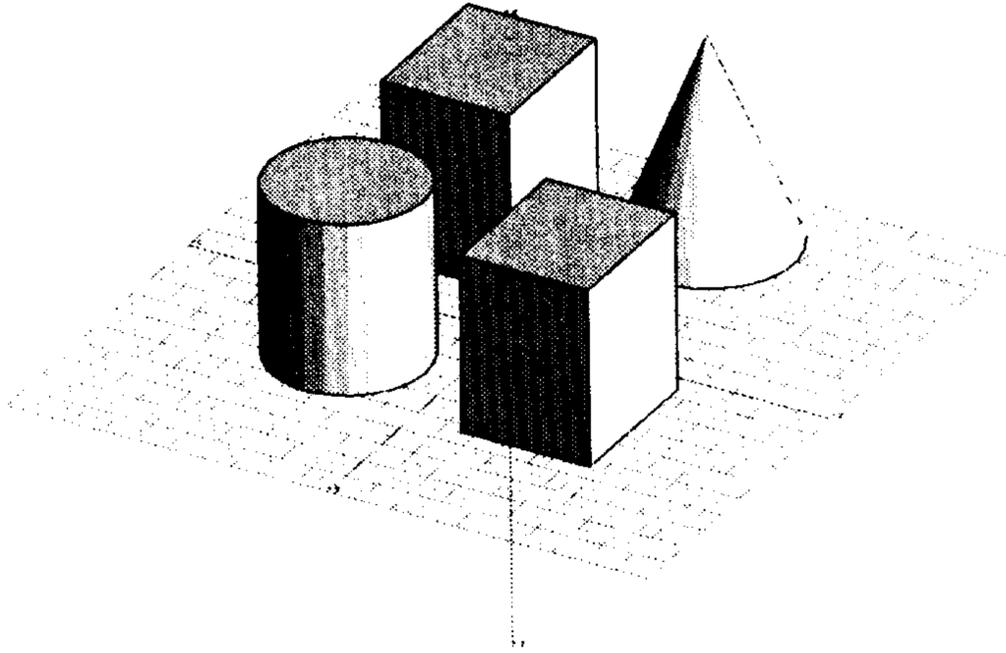
정 투상이란 축을 기준으로 한 면만을 보여 주는 뷰를 말한다. 보통 평면도라고도 하며 정면(正面), 배면(背面), 좌측면(左側面), 우측면(右側面), 상단면(上端面), 하단면(下端면) 등으로 세분화하여 표현한다. 정 투상은 도면을 생성할 때 주로 이용되며 측면도와 정면도가 접근해 있기 때문에 치수의 대조가 편해서 사용하는 데 능률을 높일 수 있다.

### (3) 축측 투상(Axonometric Projection)

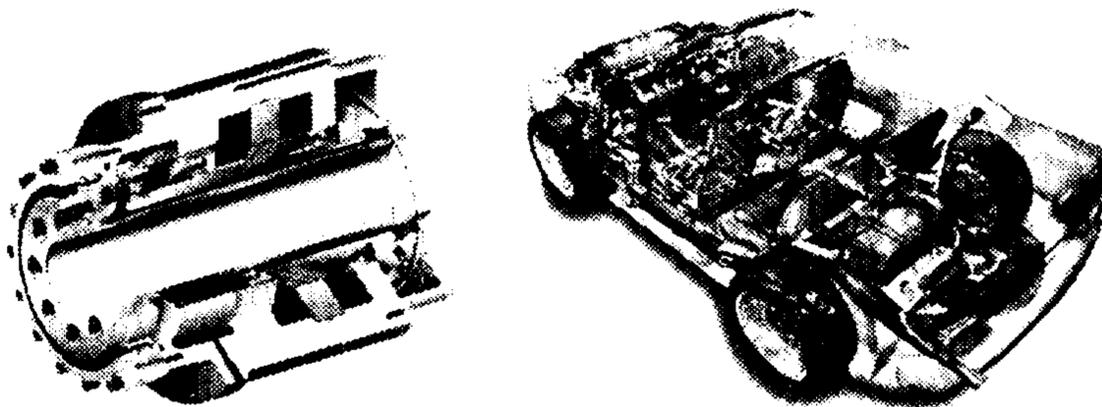
축측 투상은 정축측 투상(Ortho-Axonometric Projection)이 보통 많이 쓰이며 그 중에서도 등축측 투상(Isometric Projection)이 많이 쓰이고 있다. 축측 투상은 이론적으로 하나의 투상면만 이용되는 정 투상에서 물체를 경사, 회전시켜서 3면을 볼 수 있는 위치에 놓고 투

상한 것을 말한다. 축측 투상은 물체의 모든 기준선들이 비례하고 거리감이 배제되어 있기 때문에 모델링 할 때 주로 사용된다.

등축측 투상은 세 면이 같은 비례로 축소하는 등축(등각)의 위치로 높이, 길이, 모서리가 같은 비율로 축소되는 것을 말한다. 등축측 투상은 일반적으로 Technical Illustration<sup>19)</sup>의 한 형태로 부르며 도면 제작에 사용되고 있다.



<그림 19> 축측 투상의 예



<그림 20> Technical Illustration의 예

19) Technical Illustration은 'Eyes of Science and Industry'라고 정의되며, 정 투상에서 제작된 여러 개의 투상들을 사용하여 다면체를 입체로 인식될 수 있는 그림으로 변환 시키는 작업을 말하며 Technical Illustration에서는 모든 면의 치수가 동일한 기준으로 비율이 같아야 하기 때문에 이러한 특성을 가진 Isometric을 사용한다.

## 4. 애니메이션 설정 (Animating)

Animating은 완성된 모델링 데이터나 조명, 카메라에 움직임을 부여하는 작업을 말한다. 위치의 변화뿐만이 아니라 형태의 변화, 색상이나 질감의 변화를 주는 것도 이 범주에 포함되며 정지된 물체에 생명력을 주는 작업이라고 볼 수 있다.

### 1) 키 프레임(Key Frame)

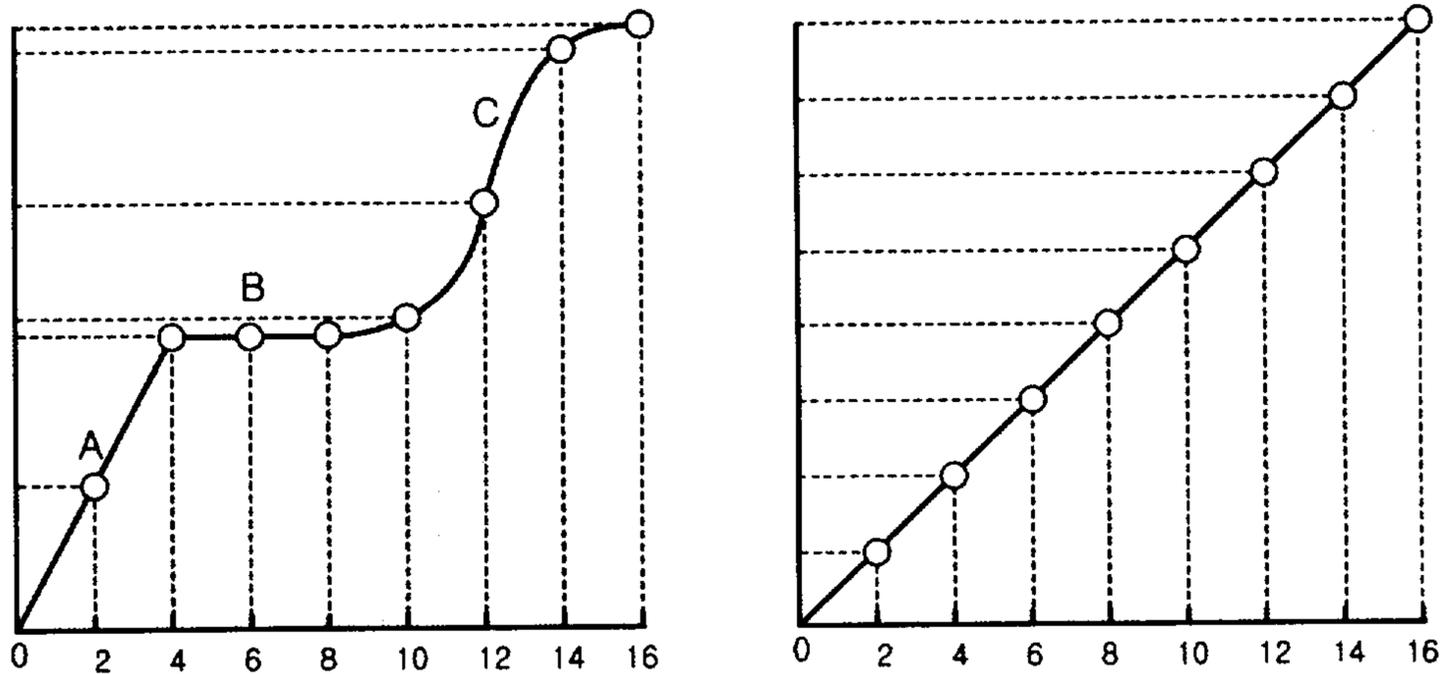
#### (1) 키 프레임 보간법(Key Frame Interpolation)

움직임의 포인트가 되는 프레임 데이터만을 만들고 그 중간의 데이터는 컴퓨터가 만들도록 하는데 그 포인트가 되는 포인트가 키 프레임이라고 하며 키 프레임에 의해 중간에 생성되는 프레임을 인비트윈 프레임(In-between Frame)이라 한다. 이는 두 키 프레임 사이에 자동으로 계산되어 만들어지기 때문에 간단한 움직임 등에 많이 사용된다. 이렇게 중간 프레임이 키 프레임 사이에 만들어지는 보간법으로는 선형 보간법(Linear Interpolation)과 곡선 보간법(Curve Interpolation)이 사용된다.

키 프레임 보간법은 간단하지만 하나의 키 프레임으로부터 다른 프레임까지 도달하는데 걸리는 시간과 변수나 속성 변화 사이의 관계를 나타내거나 제어하기도 한다. 변화 속도나 변화율은 하나의 프레임에서 다른 프레임으로 가는데 걸리는 시간과 애니메이션 변수의 변화량에 의하여 정의 된다.

곡선 보간법은 복합적인 방법으로 프레임과 프레임 사이를 계산하는 방법인데 속도의 변화율을 고려하여 변수의 평균을 계산한다.

<그림21, a>에서 곡선 보간법에 의한 그래프를 나타낸 그림에서 처음 직선 부분은 일정한 변화가 있음을 나타내며 가운데의 수평부분은 아



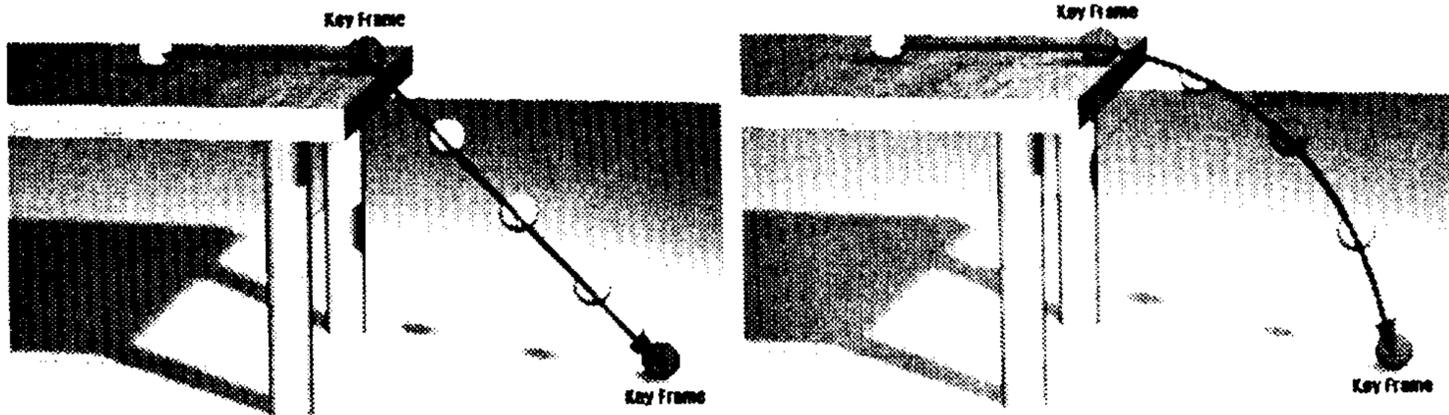
<그림 21> a. 곡선 보간 그래프(左)와 b. 선형 보간 그래프(右)

무런 변화가 없고 마지막 곡선부분에서는 애니메이션에서 다양한 변화가 있음을 의미한다.

선형 보간법은 프레임간의 일정한 속도를 기반으로 하며 중간 프레임들이 경로를 따라 동일한 간격으로 만들어지므로 미묘한 속도 변화를 만들지는 못하는 단점이 있으며 이에 의한 그래프를 그림에 나타내었다. 이 외에 매개변수 곡선을 통한 작업으로서 위치와 방향 보간법, 형태 보간법, 속성 보간법 등이 있다.

## (2) 스플라인 보간법(Spline Interpolation)

컴퓨터 그래픽스의 애니메이션에서 키 프레임과 키 프레임 사이를 등분하여 데이터를 만드는 방법은 보통의 움직임은 그대로 컴퓨터에 적용시키는 것이다. 우리는 현실 세계에서의 중력이나 공기저항, 마찰, 관성 등의 물리적인 법칙이 당연한 것처럼 존재한다고 생각하지만 컴퓨터 세계에서는 그러한 변수나 속성들이 일일이 계산되어져 만들어지는 것이므로 만약 컴퓨터 그래픽스의 움직임이나 표현이 부자연스럽다면 키 프레임이나 분할법 때문이 아니라 데이터를 만드는 사람의 노력에 따라 데이터가 잘못 만들어질 수도 있기 때문이다.



<그림 22> 키 프레임에 따른 운동 비교  
 a. 직선 운동(左) b. 포물선 운동(右)

단순한 직선운동이나 회전만으로는 표현하지 못하는 복잡한 움직임도 많이 있다. 예를 들어, 공이 책상 위에서 굴러 아래 바닥으로 떨어진 후 튕겨지는 장면을 생각해 본다면 마찰을 무시한 이상적인 움직임이라 한다면, 공은 위에서 구를 때에는 등속직선운동을 하고 위에서 아래로 떨어지면 공은 중력에 의한 등가속도 운동, 즉 자유낙하가 이루어진다.

이때, <그림22, a> 같이 키 프레임을 설정하면 공은 책상 끝에서 바닥까지 일정한 속도로 움직여 일직선으로 떨어지는 부자연스러운 애니메이션이 되어버릴 것이다. 그러나 물체가 낙하할 때의 속도는 시간의 제곱에 비례한다는 물리법칙에 따라 키 프레임을 <그림22,b> 같이 배치한다면 실제로 공이 떨어지는 것과 같은 포물선 데이터가 얻어지게 된다. 이와 같이 몇 개의 점을 부드럽게 결합해주는 곡선을 스플라인 곡선이라 하고, 스플라인 곡선에 따라 키 프레임과 키 프레임을 연결시키는 방법을 스플라인 보간이라고 한다.

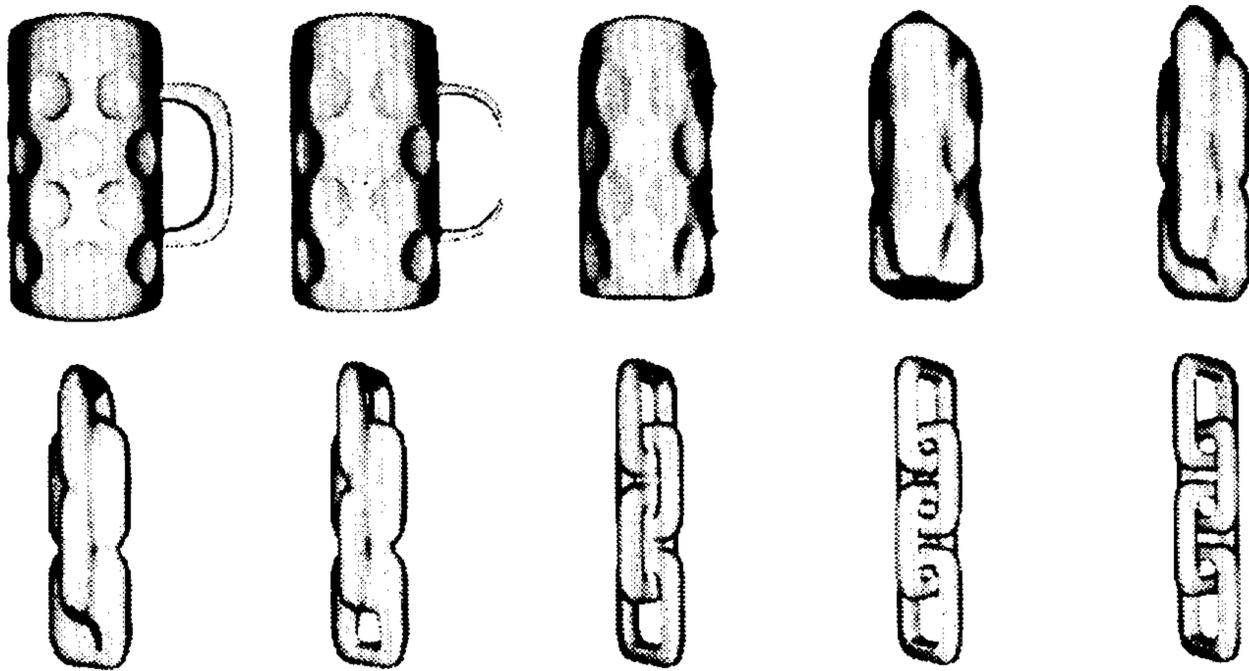
## 2) 몰핑 (Morphing)

몰핑은 작업시간이 많이 걸리지 않으면서도 애니메이션을 제작하는데 있어서 효과적인 방법이다. 몰핑에 필요한 것은 처음의 화상과 마지막 화상의 정보, 그리고 처음 화상의 어느 부분이 마지막 화상의 어느 부분으로 변화하는가 하는 정보이다. 처음 화상의 한 점을 초기 데이터로서 지정하고 그 점에 대응하는 최종 데이터를 마지막 화상의 한점으로 지정한다. 결국, 대응되는 점들을 기초로 전체의 변형을 계산하는 것이다. 그 점은 색상 뿐 아니라, 위치 요소들이 처음과 마지막 데이터로 비교되어 계산되어지는 것이다.

3차원 몰핑 애니메이션은 다음과 같은 요구사항이 충족되어야 한다.

첫째, 시작과 마지막 화상이 되는 3차원 모델이 동일한 수의 점(Vertex)을 가질 때 최상의 결과를 얻을 수 있다.

둘째, 3차원 모델의 점들 간에 대응되는 순서가 미리 정해져 있어야 한다.



<그림 23> 머그컵에서 체인으로 변형되는 몰핑기법의 예

### 3) 모션 캡처(Motion Capture)

모션 캡처란 일정 공간상 존재하는 다관절체의 움직임을 분석하여 애니메이션, 영화, 게임 등 영상 속에 재현하는 일을 말한다. 움직임의 요소를 파악하고 재현 하는데 애니메이터의 직관적 관념으로부터 재현하는 것은 어렵지 않은 일이나 이러한 포인트가 섞여 관절로 표현될 때 순차적인 움직임은 결국 많은 변수에 부딪혀 흡사 비선형적인 형태로 느끼게 되어 결국 표현의 한계를 갖게 된다. 또한 경제적인 이유로 모션 캡처를 사용하기도 한다. 디지털화 된 정보는 복제화 하는 힘을 가지고 경제성은 물론 용역의 재활용이란 측면에서 무한이 반복될 수 있다. 그러나 무엇보다 모션 캡처의 장점은 높은 품질의 실감나는 효과라는데 있을 것이다.

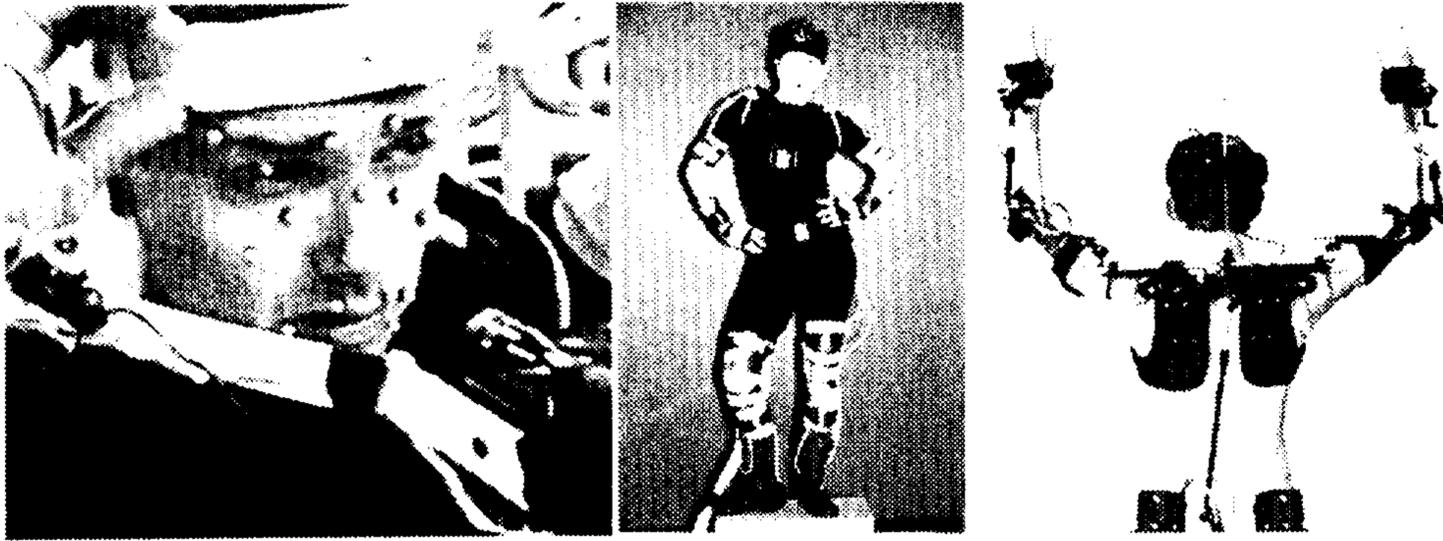
모션 캡처의 종류로서는 광학식(Optical), 자기식(Magnetic), 기계식(Mechanical) 방식 등이 있다.

#### (1) Optical 방식

시각적 캡처 장비로 시각과 물체사이에 가리는 물체가 있게 된다는 것이 단점이라 할 수 있다. 하지만 장점은 Performer에게 최소의 장비 착용만을 요구하는 것이 특징이며 이로 인해 공간의 제약이 없는 것이 특징이다. Optical도 무조건적으로 공간의 제약이 없는 것은 아니지만 타 방식에 비해 매우 탁월하다. 공간 밖에서 공간 안으로 들어와도 캡처가 가능하다는 것이 특징이다.

#### (2) Magnetic 방식

전자장을 이용한 장비로서 모션 캡처(Motion Capture)장비 중에 가장 보편화된 방법이다. Magnetic은 Optical에 비해 가격이 저렴하고 실시간 사용에 매우 편리하다는 이점이 있다. 하지만 Optical에 비해



<그림 24> 좌(左)로부터 Optical, Magnetic, Mechanical 식 모션 캡처 장비

정확도가 떨어지며 얻을 수 있는 정보의 제한이 있다. Performer 주변에 특별한 Pattern이 있는 전자장을 생성하는데 이 전자장이 공간을 인식하는 Sensor를 Performer가 착용하는데 공간 인식 시 단순한 위치 인식 외에 회전인식도 한다. 이로 인해 실시간 사용이 용이하다는 점이 있다.

### (3) Mechanical 방식

실시간 이용이 가장 편하다 말할 수 있다. Mechanical은 Magnetic보다 먼저 개발되었으나 상용화가 늦게 되었다. Mechanical은 Position보다는 Rotation에 의존을 하고 있다. 따라서 Rotation을 환산하여 데이터를 추출한다.

3차원 애니메이션의 본격적인 발전의 시작은 1972년에 발표된 Halftone Animation<sup>20)</sup>이라고 할 수 있다. 이것을 기초로 오하이오 주립대학에서 개구리의 움직임(1977)이라든지 미국 국립 연구소에서 N.

20) Halftone Animation은 먼저 모델을 석고로 만들어 무수히 많은 삼각형 네트로 엮은 포인트를 적어 넣어 각 포인트의 XYZ축의 데이터를 3차원 측정기를 사용하여 측정한 후 이 3차원 데이터를 컴퓨터에 입력한다. 여기서 와이어 프레임 모델을 얻을 수 있는데 이 와이어 프레임 모델에 각각 면을 만들어 Solid 모델을 생성할 수 있다.



<그림 25>

3차원 그래픽스로

제작된 애니메이션

Final Fantasy(左上)

Toy Story(左下)

Shrek(右上)

Monster Inc.(右下)

막스에 의해 DNA의 시뮬레이션(1981)이 만들어지게 되었으며 NASA에서 스페이스 셔틀을 발사하는 장면(1987)을 시뮬레이션 하였다.

1995년 겨울 월트디즈니사와 픽사(PIXAR)사의 합작으로 제작된 <토이 스토리>는 전체 75분의 장편 애니메이션을 최초로 3차원 컴퓨터 그래픽스로 소화해내는데 성공했다.

2001년에 상영된 <파이널 판타지>의 캐릭터는 모션 캡처<sup>21)</sup>를 이용한 액션과 미세한 얼굴표정과 훔날리는 머릿결, 피부질감까지 거의 완벽하게 표현함으로써 3차원 컴퓨터 그래픽스 기술의 극한에 이르렀다.

3차원 애니메이션은 영상게임이나 인터넷 방송 또는 광고용으로 멀리 이용되고 있으며 멀티미디어나 웹 디자인, 전자출판 등에도 이용되고 있다. 앞으로 더욱 TV 및 케이블 방송용 애니메이션, 비디오용 애니메이션, 광고 홍보물 등의 제작물에 많이 사용될 것으로 전망되며 앞으로 애니메이션 산업은 첨단 영상시대를 맞이하여 고부가가치를 창출하는 각광 받는 첨단 예술분야로서 전망이 기대된다.

21) 모션 캡처(Motion Capture)는 사람이나 물체(object)의 움직임을 컴퓨터가 사용할 수 있는 형태로 기록하는 것을 의미한다. 일반적으로 데이터는 컴퓨터에서 사용할 수 있는 형태로 기록되어지며, 애니메이션 프로그램에서 조정이 가능한 요소로 구성되어 있다.

## 5. 렌더링(Rendering)

### 1) 3D CG에서 렌더링의 의미

렌더링이란 ‘장면을 이미지로 전환하는 과정’이다. 우리가 살고 있는 3차원 공간이 사진기에 의해 사진이라는 2차원 이미지로 바뀌어 기록되는 것처럼 컴퓨터 속의 가상공간은 렌더링이라는 과정을 통해 2차원 이미지로 바뀌어 우리에게 보여지는 것이다.

사실 보통 우리가 렌더링이라고 부르는 과정(Render 명령을 내리고 나서부터 결과가 나오기까지)은 100% 컴퓨터에 의해서 이루어진다. 이 과정동안 사용자가 할 수 있는 일은 아무것도 없다. 그림에도 불구하고 우리는 컴퓨터가 어떤 과정을 통해서 3차원 장면이 2차원 이미지를 바꿔나가는지 그 구체적인 방법을 잘 이해하고 있어야 한다.

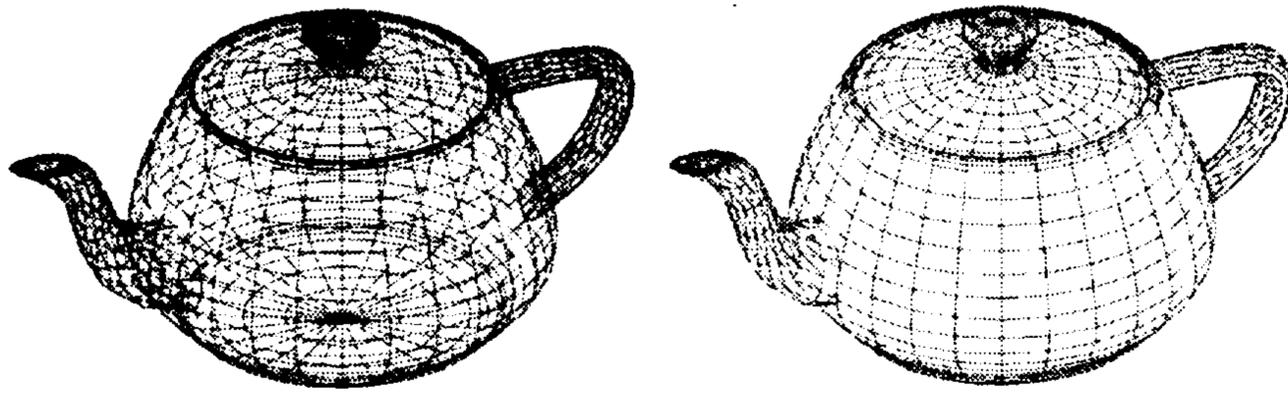
### 2) 렌더링의 종류

#### (1) 와이어프레임(Wireframe)

가장 간단한 렌더링 방법으로 거의 모든 3D 응용프로그램에서 사용하는 대표적인 표현방식이다. 물체의 모서리(Edge)만을 그려주는 렌더링 기법으로 처리 속도가 빠르며 물체의 구조를 쉽게 파악할 수 있기 때문에 작업용 화면 표시 방법으로 적합하긴 하지만 이름 그대로 뼈대만 보여주기 때문에 최종 결과물에는 적합하지 않다.

#### (2) 은선 제거(Hidden Line Removal)

은선(隱線:Hidden-Line)이란 현재 시점에서 물체의 다른 부분이나 혹은 다른 물체 등에 의해 가려져 보이지 않는 숨겨진 모서리(Edge)들



<그림 26> 와이어프레임(左)과 은선 제거(右)의 비교

을 의미하는데 이와 같은 은선 제거 과정을 거치면 어떤 면이 최종적으로 우리에게 보이는 면인지를 검출(Visible-Surface Determination)할 수 있게 된다.

1960년대 이후 수많은 은선 제거 기법들이 개발되었지만 그 중에서 가장 대표적인 은선 제거 기법은 바로 Z-Buffer Algorithm이다. Pixar의 설립자인 Ed. Catmull에 의해 개발된 Z-Buffer Algorithm은 각 면의 깊이 값을 별도의 Buffer에 임시로 저장하며 비교해서 최종적으로 어떤 면이 보일 것인지를 결정하는 방법이다. Z-Buffer라는 이름은 이처럼 깊이 값을 저장하는 Buffer를 사용한다고 해서 붙여진 이름이다. 좀 더 구체적으로 설명하면 각 픽셀마다 Polygon Table의 순서에 따라 각 물체 표면의 색상과 깊이 값을 계산한 다음 계산된 깊이 값과 현재 Z-Buffer에 저장되어 있는 값을 비교해서 새로 계산된 값이 더 크다면(시점과 더 가깝다면) Frame Buffer를 갱신하고 그렇지 않다면 기존의 값을 그대로 사용하는 것이다. 이런 과정을 반복하면 결국 Z-Buffer의 값이 가장 클 때의 Frame Buffer 값이 해당 픽셀의 색으로 결정되므로 가장 시점과 가까이 있는 물체를 찾아내는 효과를 얻을 수 있다. 이 기법은 Z-Buffer로 사용하기 위한 메모리가 별도로 필요하고 보이건 보이지 않건 일단 모든 물체를 모두 고려해야

하므로 다소 비효율적이라는 단점에도 불구하고 원리가 매우 단순하기 때문에 구현하기 쉽고 각 픽셀에 투영되는 면의 색과 깊이 값만 구하면 되므로 Polygon Mesh은 물론 모든 유형의 물체에 적용할 수 있으며 결과를 저장할 때 Z-Buffer의 값을 같이 저장하면 각각의 물체들을 따로 렌더링해서 나중에 합성하거나 Depth of Field 효과를 주는 등의 작업도 가능해진다는 장점덕분에 가장 널리 사용되고 있다. 그런데 최근에는 Z-Buffer Algorithm이 직접 사용되기보다는 A-Buffer Algorithm이라는 변형된 방법이 더 많이 사용되고 있다. A-Buffer의 A는 Anti-aliased, Area-Averaged, Accumulation의 약자로서 Z-Buffer Algorithm에 Anti-aliasing 기능을 추가한 것이다.

Z-Buffer와 함께 또 하나 꼭 알아두어야 할 은선 제거 기법은 바로 Scan-line Algorithm이다. 이 기법은 물체를 구성하는 모서리 목록(Edge Table)과 Polygon 목록(Polygon Table)을 이용 한번에 한 줄씩 각 Scan-line과 만나는 면들을 골라내고 이 면들에 대해서만 보이는 면을 판정(Visible-Surface Determination)하는 방법이다.

### (3) Flat Shading(Constant Shading)

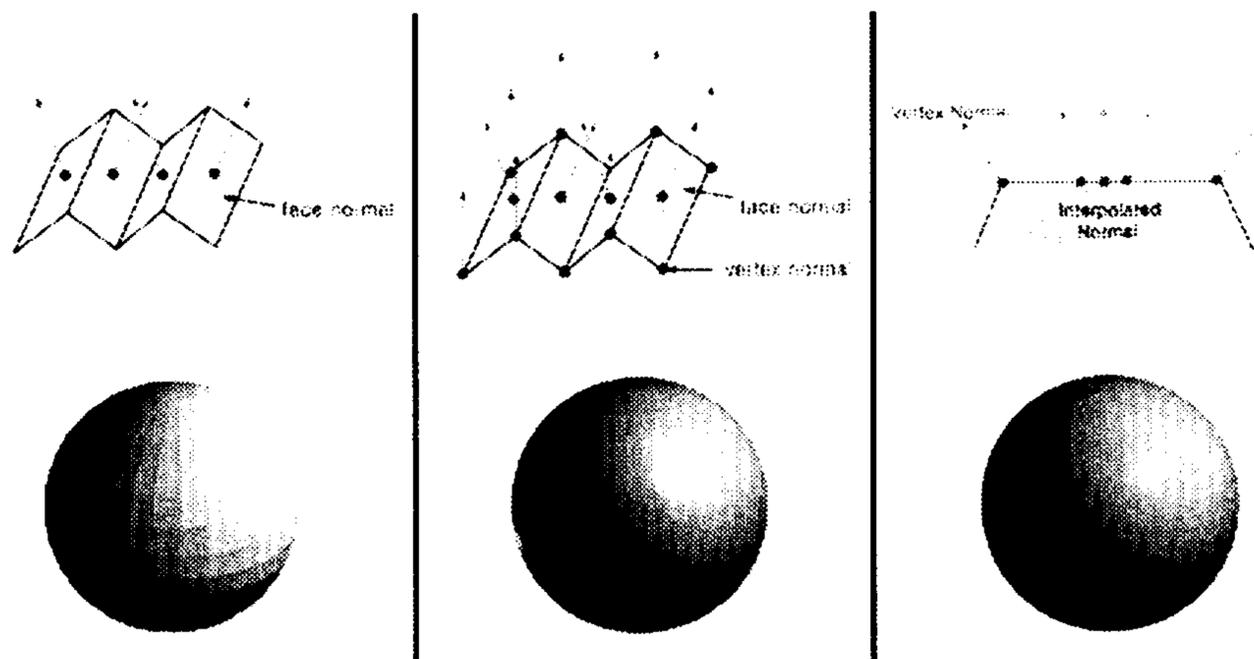
Flat Shading방식은 1970년 Bouknight에 의해서 개발된 것으로 Hidden Surface Removal에 의한 방식으로 현재의 화면에서 보이는 면들을 추출하고 각 폴리곤의 Shading이 한 가지 밝기로 지정되는 것이다. Hidden Surface Removal은 와이어 프레임 상태에서 변환되기 위해 Backface Culling이라는 배면 삭제 작업을 거친 후에 이루어지며, 그 다음에야 각 면에 Shading을 하게 된다. 이 Shading 기법은 전체 객체의 Shading을 만들기 위해 각 표면 당 하나의 정규 벡터를 사용하기 때문에 가장 단순한 Shading기법이며 가장 빠르다.

#### (4) Gouraud Shading

이 Shading 방식은 Gouraud라는 사람이 알고리즘을 만들었다 해서 이렇게 불리우며 Gouraud Shading이 Flat Shading과 다른 점은 Smooth Shading이 된다는 점이다. Flat Shading은 한 개의 폴리곤마다 한 개의 밝기를 가진 음영면을 생성하지만 Gouraud Shading은 이 중의 밝기를 가진 음영면을 생성한다. 이것은 서로 인접하는 면의 정점에 새로운 점의 방향(vertex normal)을 추가하면서 면이 가진 면 방향(face normal)을 함께 인식하면서 가능하게 된다. 이 때, 생성된 vertex normal의 밝기와 서로 접하는 face normal의 밝기의 평균을 내서 Shading을 한다.

#### (5) Phong Shading

1975년에 소개된 Rendering Type으로 알고리즘을 만든 사람의 이름이 Bui-Tuong Phong이라서 이렇게 불리운다. 이 방식은 확산 반사(Diffuse Reflection)만을 표현할 수 있는 Gouraud의 알고리즘에 정 반사(Specular Reflection) 효과 등을 포함시켜 이미지의 질을 혁신시



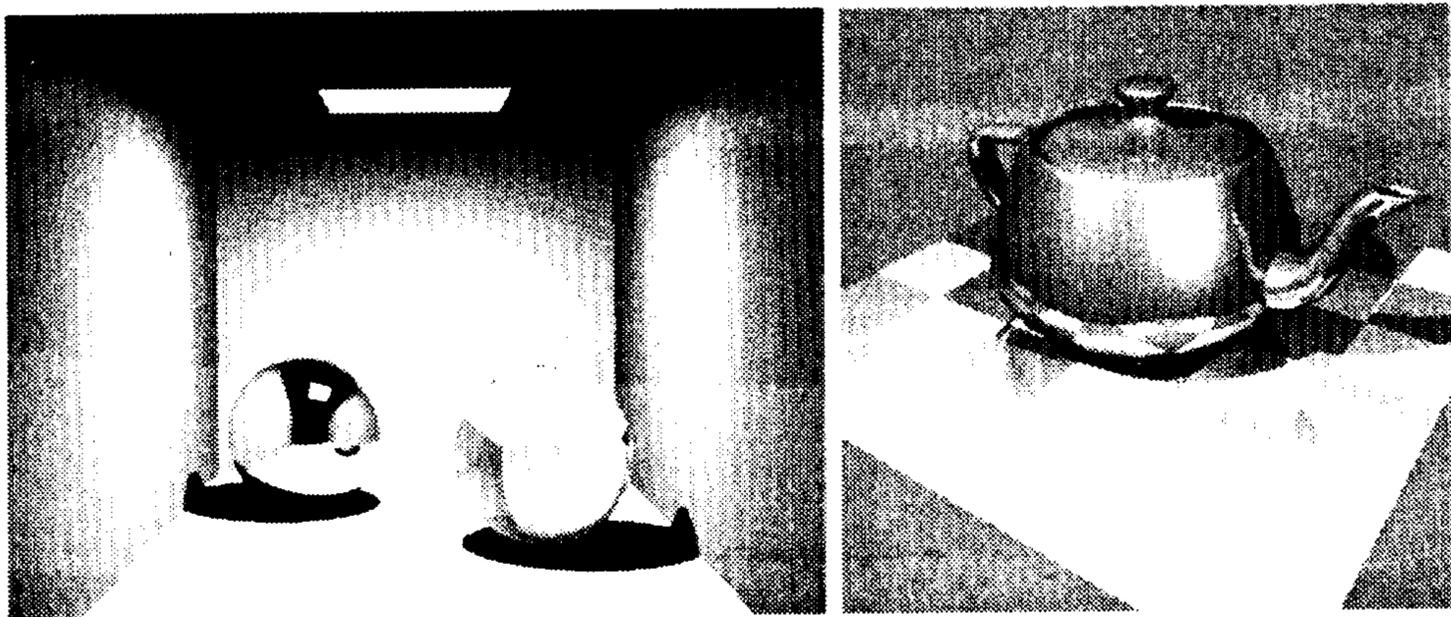
<그림 27> 좌로부터 Flat, Gouraud, Phong Shading

킨 방식으로 거의 모든 3D 프로그램들이 구현한다. Phong Shading은 그림자가 생성되지 않고 주위가 비치는 물체나 투명한 물체를 만들기 어렵다는 것과 굴절률을 계산하지 못한다는 단점이 존재하지만 속도가 빠르고 간단한 미리보기 렌더링에 적합하다.

#### (6) Recursive Ray Tracing

1980년 Turner Whitted는 'An Improved Illumination Model for Shaded Display' 라는 논문을 통해 눈에서부터 각 픽셀을 향해 광선(Ray)을 방출한 다음 이 광선의 굴절, 반사등을 계산해서 광선이 시작되었던 조명에 이를 때까지의 경로를 역추적 해 나가고 이 과정을 통해 각 픽셀의 색상을 결정하는 혁신적인 렌더링 방법이 바로 Ray Tracing이다. 특히 광선을 추적하는 과정에서 반사와 굴절이 되풀이(Recursion)해서 일어난다고 해서 Recursive Ray Tracing이라고 부르는데 처음 개발된 Ray Tracing이라는 뜻에서 Classic Ray Tracing이라고 부르기도 하고 Whitted가 개발했다고 해서 Whitted Ray Tracing이라고 부르기도 한다.

Ray Tracing 기법은 모든 사물의 모양과 색을 표현하는 빛을 컴퓨터로 Algorithm화 하여 표현해 내기 때문에 그 어떤 렌더링 Algorithm

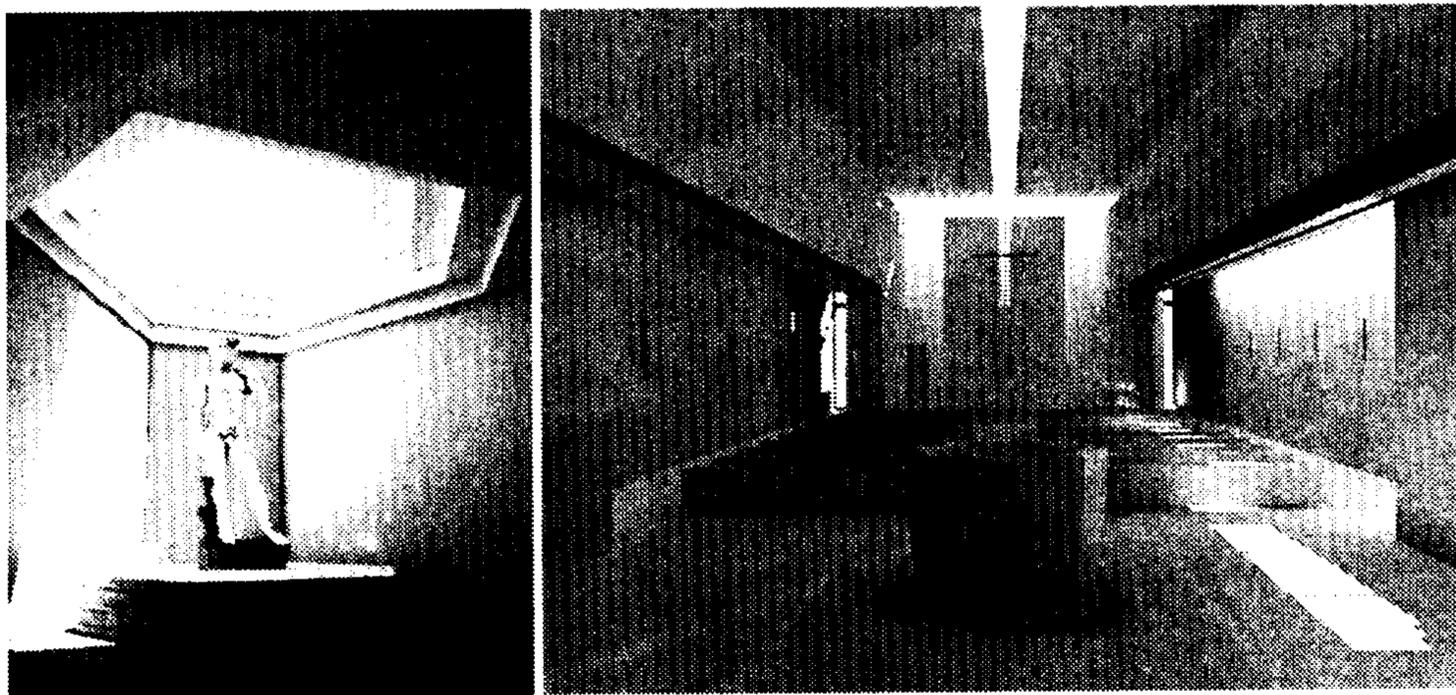


<그림 28> Ray Tracing으로 생성된 이미지

보다 실제에 가까운 색감과 느낌을 갖게 해준다. 특히 Phong Shading 이나 Gouraud Shading 기법으로는 어려운 Reflection 효과를 적절하게 표현해 냄으로서 1980년대 후반부터 불기 시작한 방송광고용 및 영화 분야에서 큰 활용이 이루어졌다.

### (7) Radiosity

Radiosity는 물체가 가지는 빛의 분산과 복사를 계산해서 이미지를 만들어 낸다. Radiosity가 만들어진 목적은 우주선이 받는 열복사 에너지의 분산과 확산을 연구하기 위해 1984년 ‘Radiative Heat Transfer’ 라는 이름으로 발표되었고, 그 후 Cornell 대학의 C. Goral 이 이를 기초로 이 알고리즘을 만들어 내었다. Ray Tracing 기법들이 개발되고 사용됨에도 불구하고 아직까지 해결되지 않은 중요한 현상 하나가 있으니 바로 난반사된 광선이 다른 표면에 영향을 미치는 ‘Diffuse Inter-Reflection’ 현상이다. 예제 <그림 29>에서 광원은 뚫려진 천장을 통해 들어오고 있는 태양광선 밖에 없다. 따라서 만약 이 장면을 Ray Tracing으로 렌더링 했다면 태양광이 직접 비춰지고

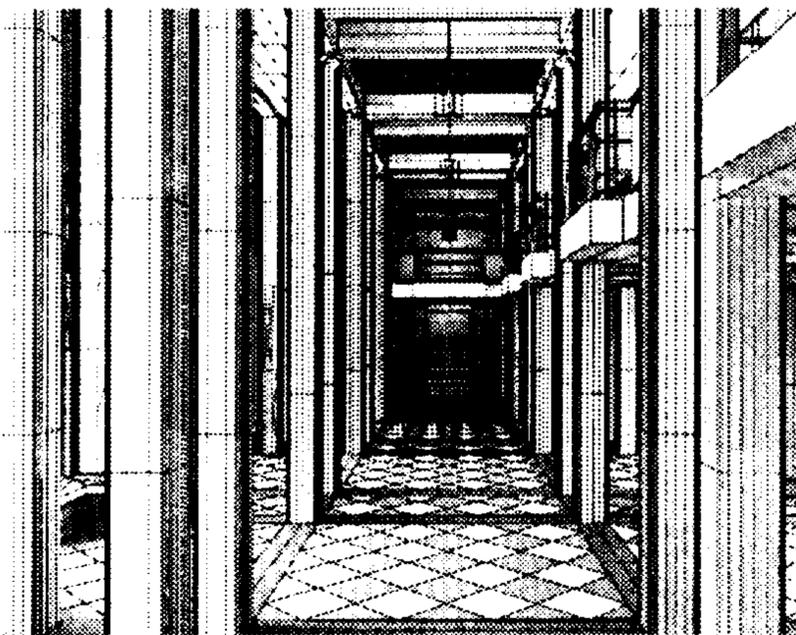


<그림 29> Radiosity Rendering Algorithm으로 생성된 이미지

있는 부분을 제외한 나머지 부분은 그림자로 간주되어 완전히 검은색으로 렌더링 되었을 것이다. 하지만 실제 상황은 그렇지 않다. 실제 상황에서는 직접 빛이 비춰지지 않는 곳에도 바닥이나 벽면 등 주위 물체 표면에서 난반사된 빛이 상호 다른 물체 표면에 반사(Diffuse Inter-Reflection) 되어 <그림 29>와 같은 결과가 얻어지게 된다.

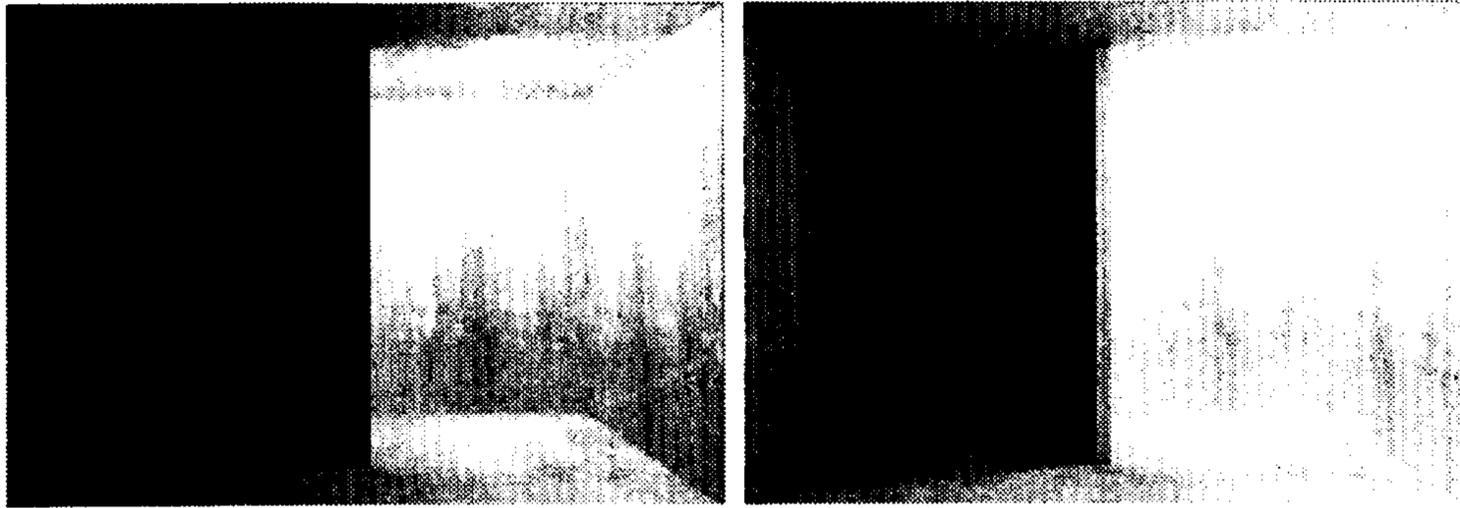
따라서 이와 같은 현상을 재현하기 위해 난반사 특성의 계산에 있어 주위의 다른 물체들과의 관계를 포괄적(Global)으로 고려하는 방법이 개발되었으니 이것이 바로 Radiosity 기법이다.

Radiosity에서는 먼저 장면을 이루는 모든 Surface를 Patch라고 불리는 조각으로 나누고 광원에서 특정 Patch로 또 이 Patch로부터 다른 Patch 그리고 또 다른 Patch로 얼마만큼의 광 에너지가 전달되는지 그 양을 계산한다. 그러니까 어떤 Patch가 광원 Patch로부터 받는 에너지의 양이 100%라고 할 때, 몇 %는 이 Patch가 흡수하고, 다른 Patch로 몇 %를 반사하며 이렇게 반사된 에너지를 받는 Patch는 또 다시 얼마만큼을 흡수하고 얼마만큼을 반사하는지를 계속해서 계산하게 되는 것이다. 이때 얼마만큼이 흡수되고 얼마만큼이 반사되는 지는 전적으로 두 Patch간의 기하학적 관계(위치, 방향)에 의해서 결정되고



<그림 30> Radiosity 연산을 위해  
나누어진 Patch

이를 Form Factor라고 한다. 이와 같은 계산이 반복되면 전체적으로 에너지 평형을 이루게 되는 각 Patch의 에너지 흐름을 방정식을 세워서 계산할 수 있게 된다. 이때 광원에서 나오는 빛 에너지가 장면을 이루는 Environment 내부에서만 돌고 돌다가 평형을 이루게 되는 상태를 가정



<그림 31> Ray Tracing(左)과 Radiosity Rendering(右)의 차이

하고 작업을 진행하게 되는데 Radiosity에 의해 렌더링 된 이미지가 거의 대부분 건물 내부 모습인 것도 바로 이런 이유 때문이다. 계산이 완료되면 그 결과는 Patch의 색상으로 장면상에 지정이 되고 이렇게 지정된 결과는 Scanline 렌더링 등의 방법에 의해 최종적인 이미지로 만들어진다.

이는 Radiosity가 Ray Tracing과 반대로 정반사는 고려하지 않고 난반사만을 고려하기 때문에 가능한데 그 결과 시점과는 관계없이 오로지 조명의 입사각만이 결과에 영향을 미치는 난반사 고유의 특성 덕분에 Radiosity 역시 시점 독립적인 특성을 갖게 된다. 시점 독립적 렌더링방식의 장점은 카메라가 움직여도 다시 렌더링을 할 필요가 없다. 장면상의 물체들이 움직이지만 않는다면 일단 한번 계산이 끝나면 그때부터는 마음대로 시점을 바꿔 보고 싶은 부분을 볼 수 있는 것이다. 물체가 거의 움직이지 않고 카메라만 이동하는 Fly Through 애니메이션이 대부분인 건축 시뮬레이션에 적합하다.

Radiosity 기법이 중요한 또 하나의 이유는 실제와 같은 조명 설정으로 실제 상황과 거의 근접한 물리학적으로 올바른 결과물을 얻을 수 있다는 점이다. 이런 기능은 렌더링 결과와 실제 상황이 일치해야 하는 제품 디자인 분야나 인테리어, 건축 시뮬레이션 분야에 필수적이다. 그러나 Radiosity는 난반사만 고려하기 때문에 반사, 굴절을 표현할

수 없어 대부분 Ray Tracing을 함께 사용하는 Hybrid 형태의 렌더링 형태로 제공된다. 먼저 Radiosity 기법을 이용해서 난반사(Diffuse) 특성의 계산을 끝낸 다음 Ray Tracing으로 반사와 굴절을 추가해서 마무리하게 된다. 또 하나는 엄청난 렌더링 시간이다. 앞서 Radiosity의 작동 원리에서 알 수 있듯이 장면을 이루는 모든 Patch간의 에너지 이동을 모두 고려하려면 엄청나게 큰 방정식을 풀어야 한다는 점이다. 물론 이런 문제를 조금이나마 해결하기 위해 Progressive Refinement 기법을 사용한다. 이 기법은 에너지의 흐름이 완전 평형 상태가 될 때까지 계산하고 나서 결과를 보여주는 것이 아니라 현재 다음 그 결과를 사용하는 것이 아니라 장면을 점진적으로 개선되어 가는 과정을 보다가 필요한 수준의 결과가 얻어지면 더 이상 계산을 진행시키지 않고 그 결과를 사용하는 방식이다.

## (8) 최신 렌더링 기법

### ① Photon Map을 이용한 Ray Tracing



<그림 32> Participating Media로 구현된 Volumetric Effect

이 방법은 최근 가장 각광을 받고 있는 렌더링 기법이다. 1995년 Henrik Wann Jensen에 의해 처음 소개된 이 기법은 Two-Pass Ray Tracing의 일종이다. Caustic 이미지를 생성하기 위해 사용하는 첫 번째 Pass를 수행함에 있어 Photon Map을 이용한다. 즉, 광원으로부터 광자(Photon)들을 방출한 다음 이 광자들이 반사되고 굴절되는 과정을 통해서 Photon Map을 생성한 다음 이를 이용해서 최종적인 결과를 얻는 것이다. 일반적으로 작업의 효



<그림 33> 좌(左)로부터 Photon Map, Image Based, NPR Rendering 기법으로 생성된 이미지

울을 위해 Caustic을 재현하기 위한 Photon Map과 Diffuse Inter-reflection을 재현하기 위한 Photon Map, Participating Media을 재현하기 위한 Photon Map을 별도로 생성한다.

이 방법의 가장 큰 장점은 Ray Tracing임에도 불구하고 Diffuse Inter-reflection을 재현할 수 있다는 점이다. 게다가 렌더링 속도도 매우 빠르며 Radiosity에서처럼 Mesh를 분할할 필요가 없다. 또한 이 방법을 이용하면 Participating Media 까지도 다룰 수 있다. 이것은 Volumetric Effect까지도 재현할 수 있다는 말이다.

## ② Image Based Rendering

이 기법은 전통적인 3차원 애니메이션 제작 과정 대신에 미리 찍어 놓은 사진들을 이용해서 필요한 이미지를 얻어내는 방법이다. 물론 이 방법은 여러 가지 제약이 많다. 하지만 이 방법이 주목받는 이유는 바로 매우 사실적인 렌더링 결과에 있다. 1998년에 발표된 'Rendering with Natural Light' 라던가 1999년 SIGGRAPH에서 발표되었던 'Fiat Lux<sup>22)</sup>' 가 바로 이 기법을 이용한 애니메이션이다.

22) This animation sketch presents how image-based modeling, rendering, and lighting were used to create the animation Fiat Lux from the SIGGRAPH 99 Electronic Theater. The film features a variety of dynamic objects realistically rendered into real environments, including St. Peter's Basilica in Rome.

### ③ NPR(Non Photo-realistic Rendering)

지금까지의 렌더링 기술의 발전은 모두 어떻게 하면 더 사실적인 결과물을 얻을 수 있을까에 초점이 맞춰져 있었다. 이러한 렌더링 기술들은 Photorealism이라는 신조어까지 만들어 내며 그 동안 급속한 발전을 이루어 왔다. 그러나 Ray Tracing과 Radiosity를 비롯한 각종 Global Illumination Model들이 속속 개발되면서 Photo-realistic 렌더링 기법이 거의 완성단계에 이르게 되자 사람들의 관심은 자연스럽게 새로운 방향으로 돌려지게 되었고 그래서 시작된 것이 바로 NPR(Non Photo-realistic Rendering)이다.

NPR은 주로 유화나 수채화 목탄화 등 전통적인 회화 기법들을 재현해 주는데 특히 최근에 셀 애니메이션과 3D 애니메이션의 접목이 시도되면서 더욱 많이 활용되고 있다.

## IV. Web 3D를 이용한 제품 표현 사례

### 1. Web 3D의 제품 표현 프로세스

#### 1) Web 3D 구축에 필요한 과정과 소프트웨어

##### (1) Modeling 과정

Web 3D에서의 Modeling 과정은 복잡한 삼차원 가상환경을 실시간에 렌더링 하기 위해 Low Polygon Modeling을 해야 한다. 이것은 실시간 렌더링에 있어서 하드웨어가 하는 복잡한 계산을 줄여주기 위해 최소의 Polygon으로 작업하는 것을 말한다. 넉스 모델링을 하면 좋은 품질의 영상을 얻을 수 있지만 실시간으로 렌더링하기에는 하드웨어에 부담이 많이 가기 때문에 VR에서는 Low Polygon Modeling을 주로 사용한다. 하지만 넉스로 모델링을 하더라도 파일변환과 최적화를 통해서 사용을 할 수가 있다.

Modeling이 가능한 소프트웨어로서는 3D Studio Max, Light Wave 3D, Soft Image 3D, Maya, Rhino 3D 등 많은 소프트웨어가 있다.

##### (2) Optimizing 과정

Web 3D 컨텐츠의 가장 중요한 부분인 용량의 과부하를 해결해 데이터의 경량화와 더불어 부드러운 곡면처리를 구현할 수 있도록 해주는 과정이다. 이 과정에서 주의하여야 할 점은 기본적인 형태를 유지하면서도 용량을 효과적으로 줄이는 것이 중요하다.

Parallel Graphics사에서 나온 Internet Model Optimizer, Decimator

가 대표적인 소프트웨어이고 그 외의 많은 3D 소프트웨어도 자체적으로 Optimizing 기능을 가지고 있다.

### (3) File Transfer 과정

3차원 모델링 소프트웨어에서 생성된 데이터의 파일 포맷을 Web 3D용 파일 포맷으로 변환하는 과정이다.

3D Exploration이 대표적인 소프트웨어이다. 이 과정 또한 여타의 3D 소프트웨어에서 지원하기도 하지만 3D Exploration은 다양한 파일 포맷의 Import와 Export를 지원하고 2D, 3D를 실시간으로 볼 수 있는 Viewer의 기능도 포함하고 있다.

### (4) Interaction 추가 과정

Web 3D에서 가장 매력적인 요소라고 꼽는다면 사용자가 컴퓨터와 상호작용을 할 수 있다는 것일 것이다.

Interaction 추가 과정은 정적인 모델링 데이터에 상호작용을 할 수 있는 요소를 첨가하는 작업으로 기본적인 기능인 물체의 회전, 확대/축소, 이동 뿐만이 아니라 HTML처럼 마우스로 특정영역을 Roll Over하여 Click 했을 때의 이벤트도 포함하며 점점 더 다양화된 양상을 보이고 있다.

Cult 3D나 ISB, ISA, VRB 등이 대표적으로 쓰이고 있다.

### (5) Expansion Function 추가 과정

Graphic User Interface를 갖춘 소프트웨어에서의 한계점에 대한 보완으로 전문적인 VRML 콘텐츠를 개발하기 위한 Code Editing Program을 사용하여 Code 내에서 불필요한 Node들을 자동으로 삭제하여 데이터를 최적화하는 작업이다. 텍스트 입력 기반의 Editor를 사용하므로 프로그램 언어를 익혀야 하기 때문에 일반 사용자가 하기에는 어려운 과정이라고 볼 수 있다.

VR-PAD, Ultra Editor와 같은 프로그램을 사용한다.

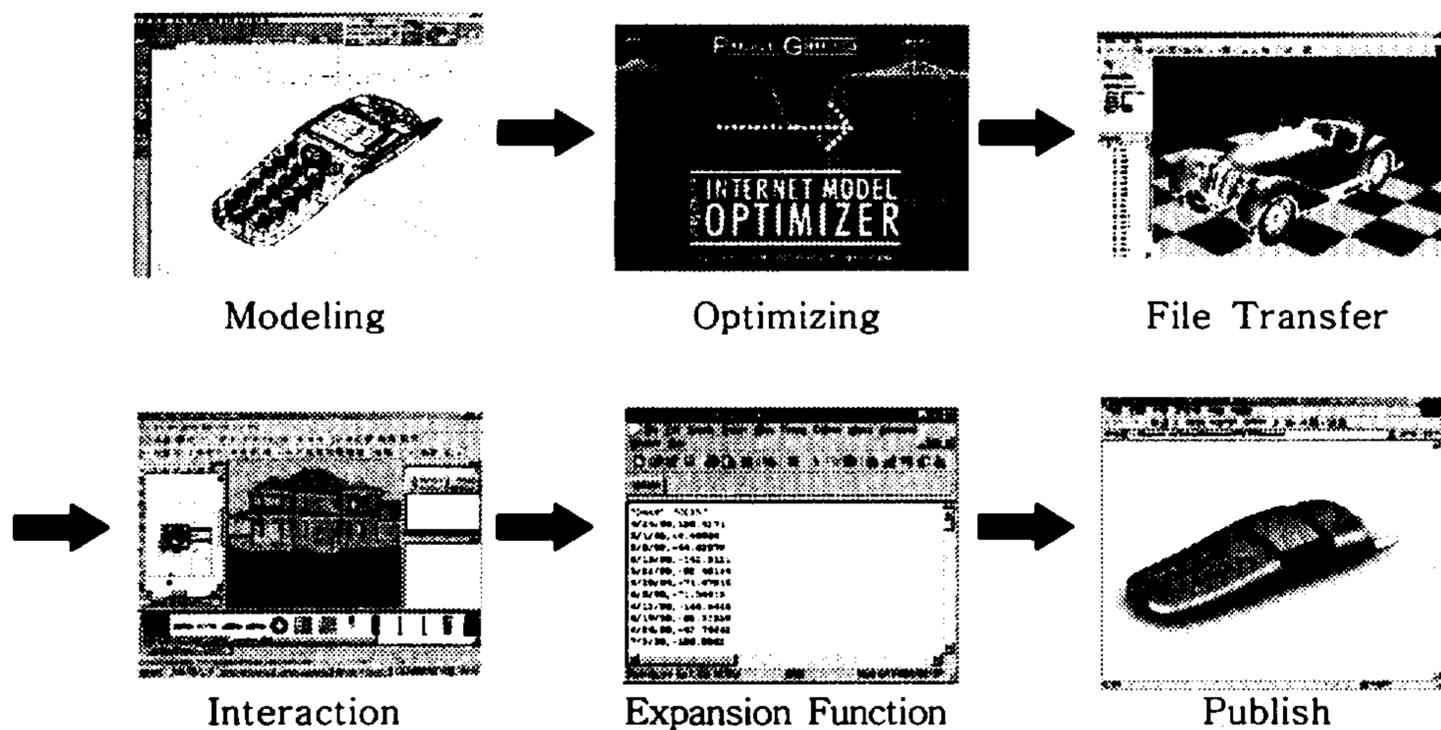
### (6) Publish & Viewer 탑재 과정

인터넷에서 Web 3D를 구현하려면 어차피 Hyper Text 기반의 문서에 삽입을 하여야 한다. 인터넷상에서 구현하지 않고 CD-Rom Title 이나 그 외 오프라인 상에서 구현을 하려면 Web 3D 전용 Viewer로 탑재하여 구현할 수 있다. 인터넷에서 구현하기 전에 전용 Viewer를 Download를 물어보는 경우도 있고, 그냥 자동으로 설치되는 경우도 있으며, 특정 뷰어가 없이도 구현되는 경우가 있다.

Viewer 프로그램으로는 3D Scape, Cortona, Cosmo Player 등의 프로그램이 있다.

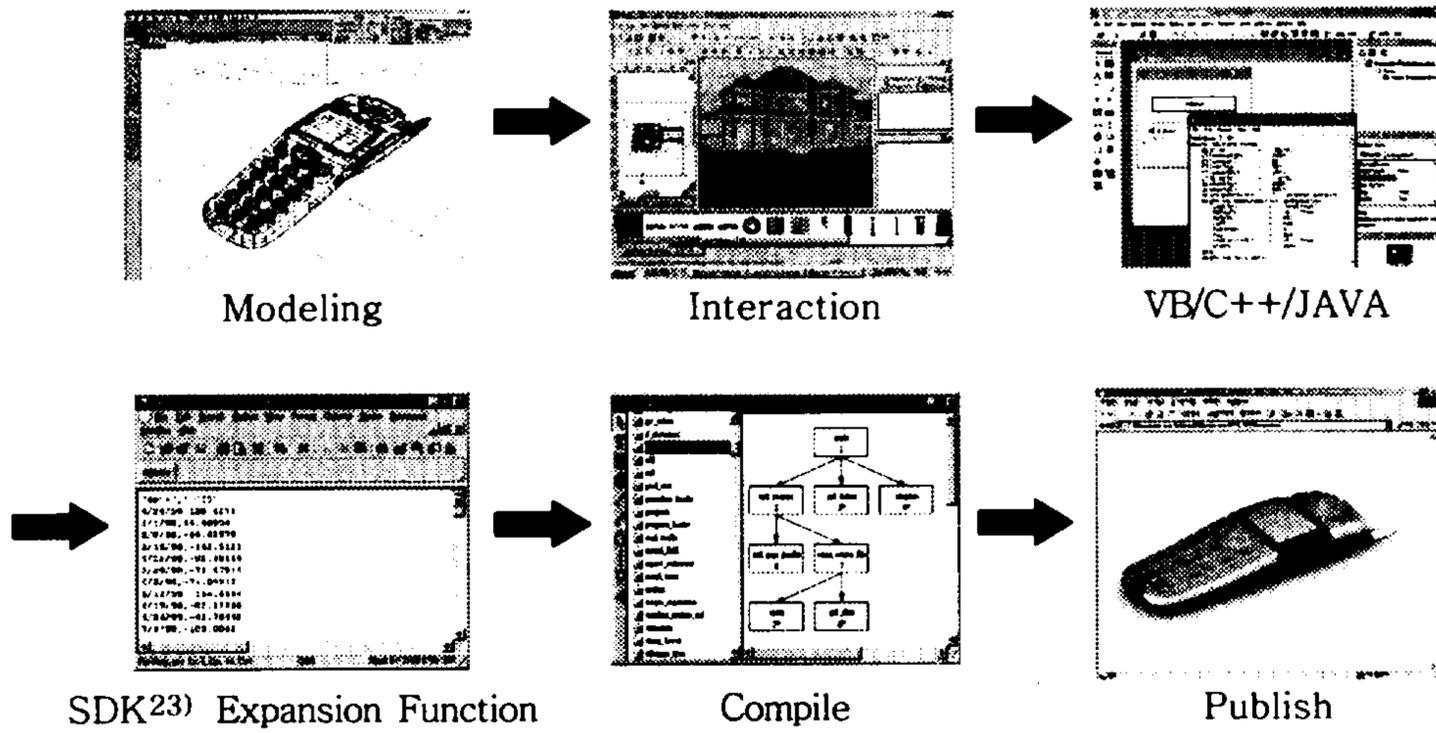
## 2) Web 3D 구축 프로세스의 유형

### (1) 일반적인 Web 3D 구축 프로세스



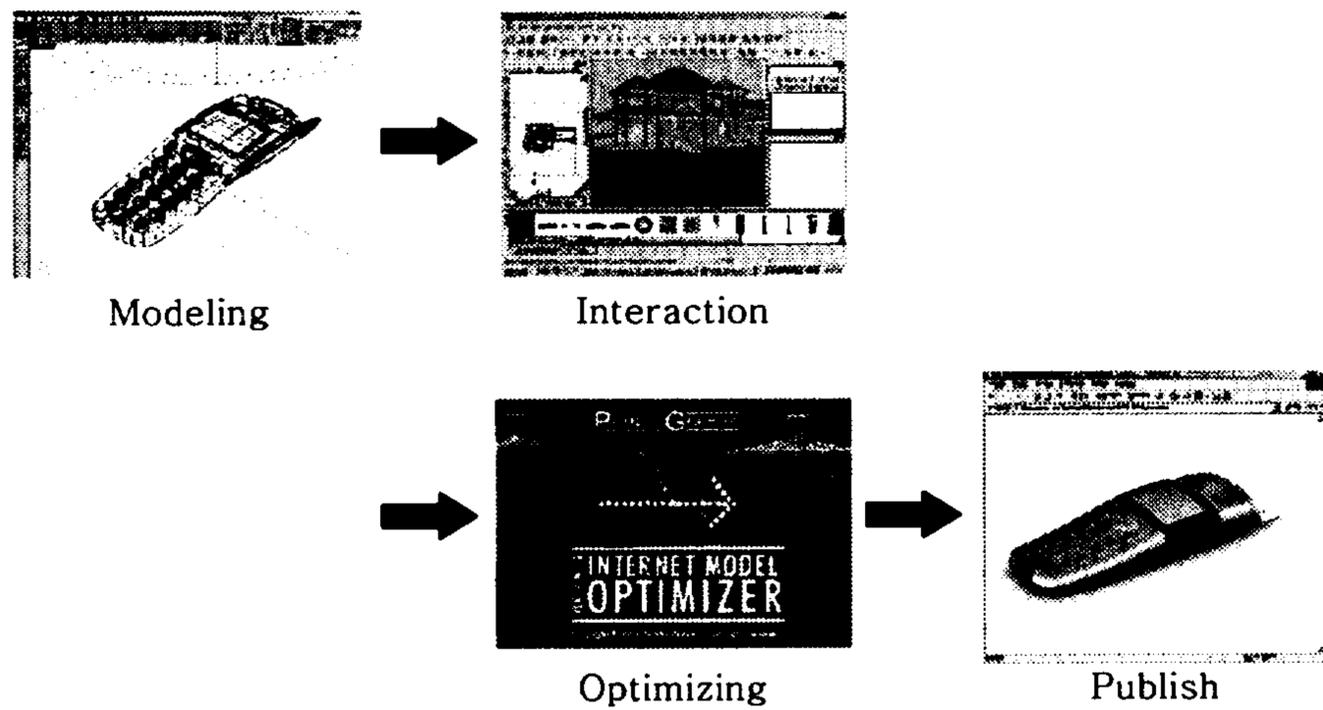
<그림 34> 일반적인 Web 3D 구축 프로세스

(2) 개발중심 Web 3D 구축 프로세스



<그림 35> 개발중심 Web 3D 구축 프로세스

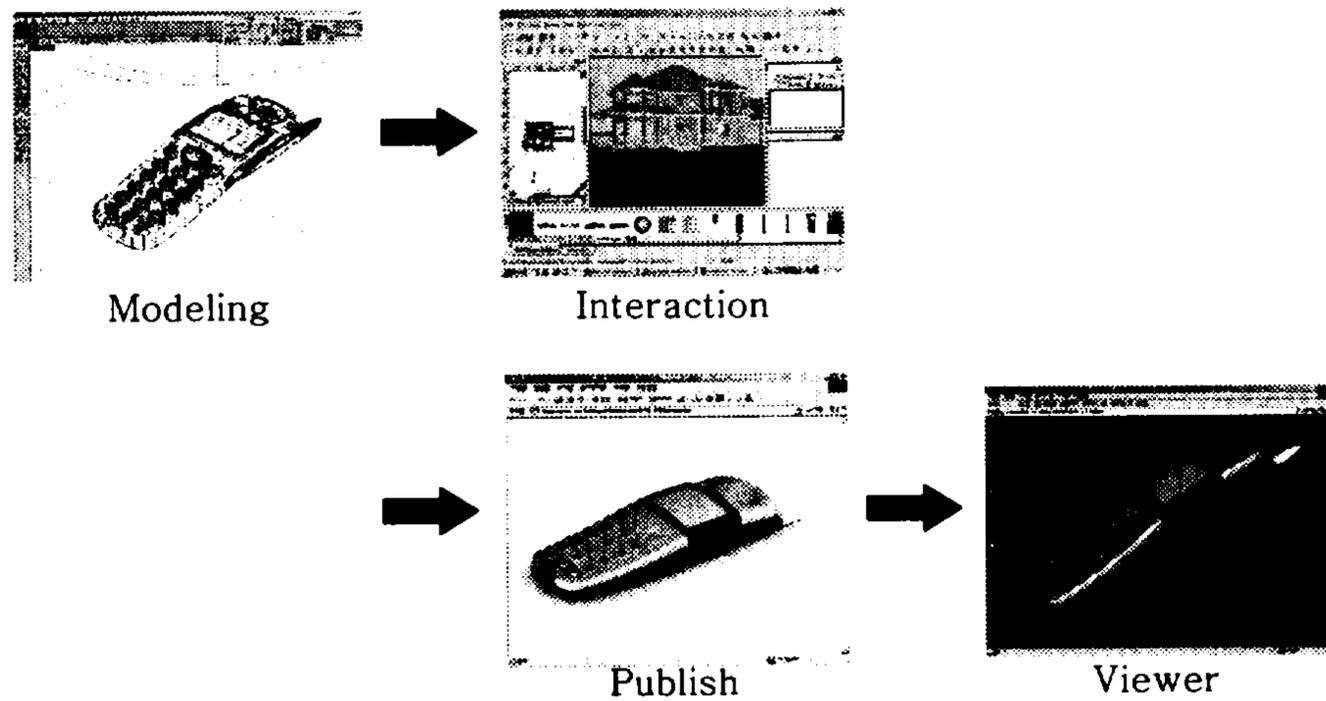
(3) 최적화 중심의 Web 3D 구축 프로세스



<그림 36> 최적화 중심의 Web 3D 구축 프로세스

23) SDK(Software Development Kit) : 마이크로소프트의 윈도우 환경에서 윈도우 프로그램을 보다 간단하고 편리하게 작성할 수 있도록 도와주는 개발 도구. 즉, 윈도우 프로그램에서 사용되는 윈도우 API 함수들과 윈도우 프로그램에서 사용되는 그래픽 자원들을 보다 간편하게 작성하고 이용할 수 있는 여러 가지 도구들이 제공되고 있다.

#### (4) 오프라인용 Web 3D 구축 프로세스



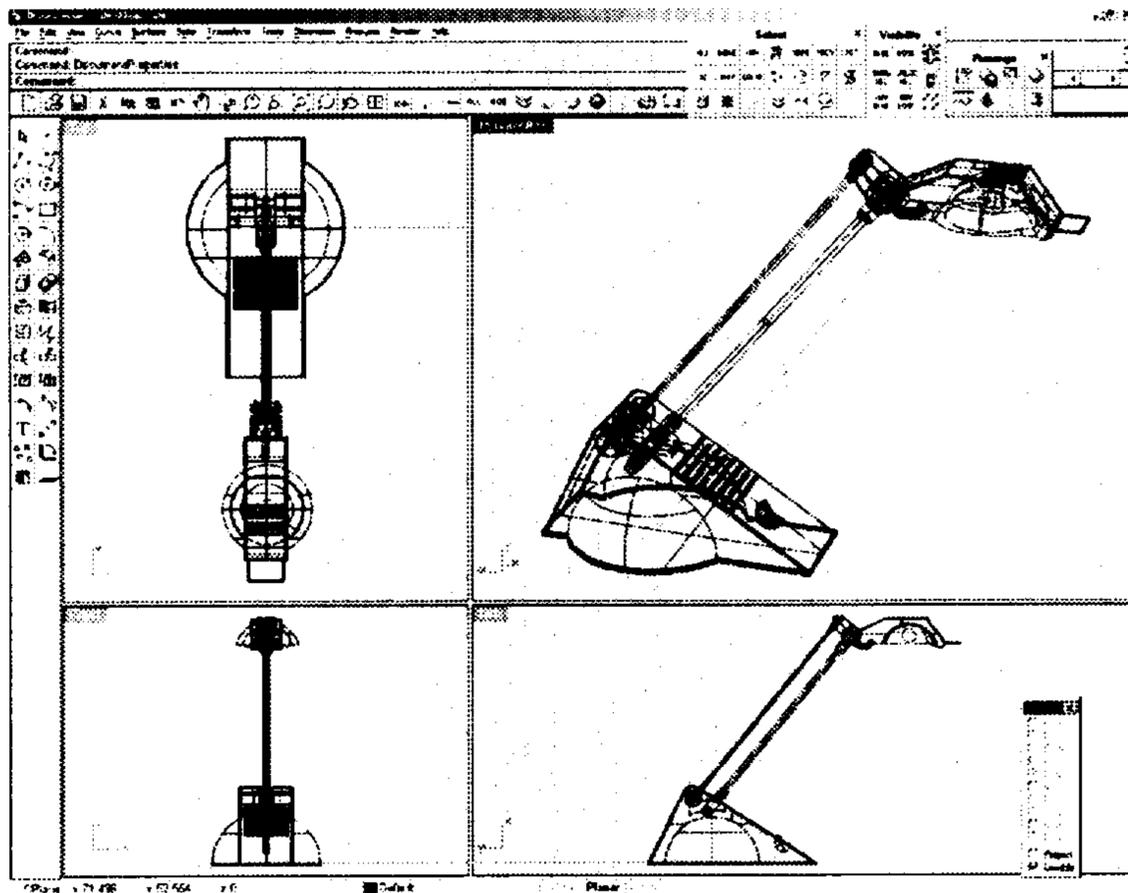
<그림 37> 오프라인용 Web 3D 구축 프로세스

## 2. Web 3D를 이용한 제품 표현 사례 제시

Web 3D를 구현하기 위해서는 저용량으로 최대한의 형태 변형 없이 제작을 해야 하는 만큼 Polygon Modeling을 해야 하지만 제품의 Modeling은 NURBS Modeling이 정확하고 섬세하게 할 수 있다. 그리하여 본 사례 연구에서는 NURBS Modeler로 형상을 만들고 효과적으로 이를 Polygon으로 변환한 다음 Publish하는 과정까지를 다루도록 하겠다.

## 1) NURBS Modeler로의 Modeling

일단 대상이 선정이 되었다면 Modeling을 시작한다. NURBS Modeler로서 대중성과 제작의 용이성을 가지고 있는 Rhino 3D 소프트웨어로 Modeling을 하였다.

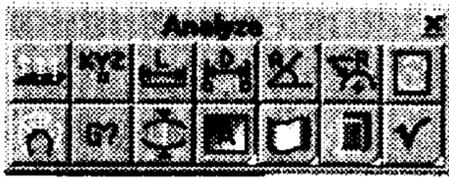


<그림 38> Rhino 3D를 이용한 NURBS Modeling

## 2) 곡면 해석

모델링 작업이 어느 정도 마무리 되었다면 Rhino 3D의 기능 중에 Analyze > Surface Analysis의 기능을 통해 곡면 해석을 한다. 이 기능을 사용하면 Low Polygon으로 Export 했을 때 어떻게 Web에서 보일 것인가를 미리 알 수 있을 것이다.

곡면 해석의 방법으로는 Environment Map을 Object에 Mapping하여 빛의 흐름을 읽는 것이다.

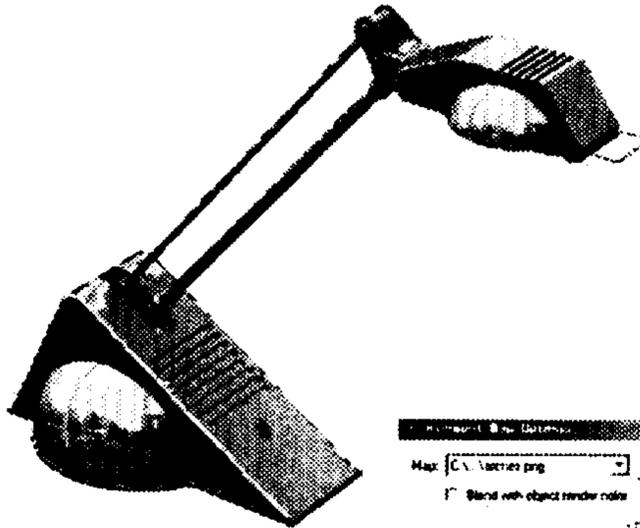


<그림 39> Analysis 메뉴 아이콘



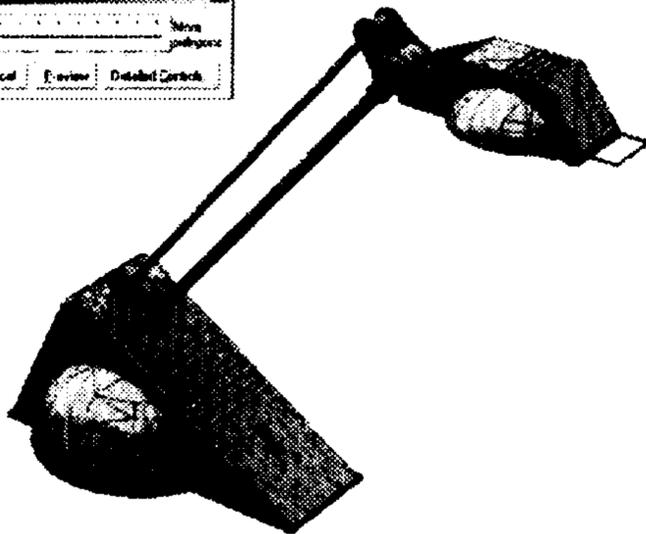
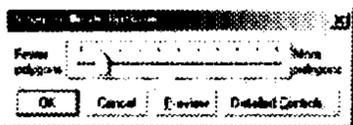
<그림 40>  
Object 곡면 해석을 위한  
Environment Reflection Map Source

Environment



<그림 41>  
Object에 Environment  
Reflection Map을 적용  
한 상태

Environment



<그림 42>  
Polygon Mesh로 변환  
해가면서 Map의 상태를  
점검

### 3) Export와 Optimizing

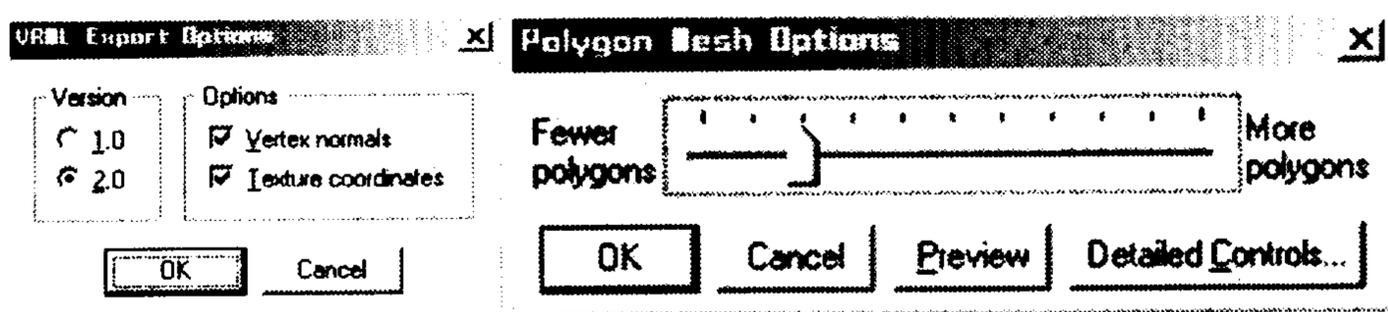
Export와 Optimizing은 거의 동시에 수행되며, Rhino 3D에서 지원하는 Web 3D용 File Format은 VRML의 File Format인 \*.WRL과 Viewpoint Technologies의 File Format인 \*.MTX/MTS<sup>24)</sup>이다.

Viewpoint Technologies의 File Format은 Export와 동시에 HTML 문서와 Object의 정보를 담고 있는 MTS File과 특별한 Browser 없이도 XML과 연동하여 구현할 수 있게 해주는 MTX File 이렇게 3개의 File이 생성된다. 그러므로 바로 Publish가 가능하고 용량도 비교적 작게 생성이 되어 빠른 실시간 렌더링을 구현한다.

그러나 본 고에서는 Web 3D의 표준인 VRML의 File Format으로 Export하여 기능을 첨가하는 것까지 다루어야 함으로 VRML File Format인 WRL을 사용하기로 한다.

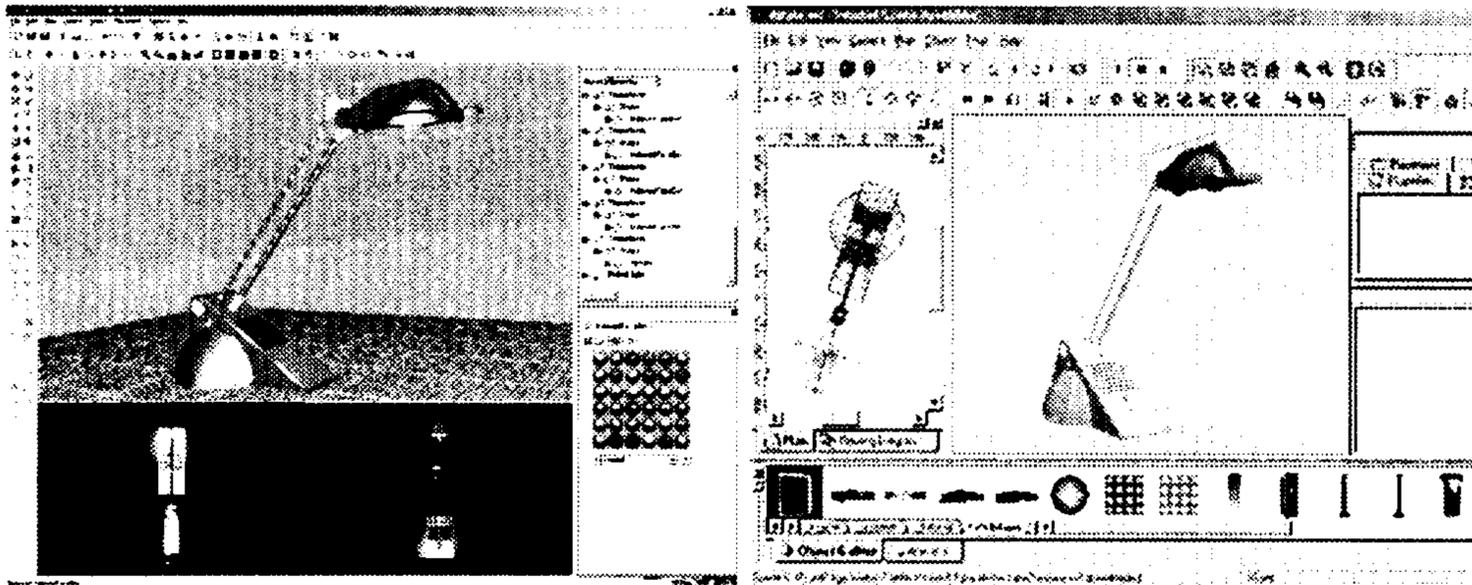
VRML Export Option에서 VRML 1과 VRML 2의 Version 중 선택을 하여 Export할 수 있고, Polygon으로 변환하기 전에 폴리곤의 밀도를 선택할 수도 있다. 앞에서 다루었던 곡면해석을 통해 형태를 유지하면서 용량을 줄일 수 있는 단계까지 줄인다.

만약 이 단계에서 File의 용량이나 형태가 원하는 만큼 형성되지 않았을 때에는 Internet Model Optimizer를 사용한다.



<그림 43> VRML Export Option과 Polygon 변환 과정

24) The MTS file contains the actual data. The MTX file is an XML file that describes how the data in the MTS file is to be displayed.

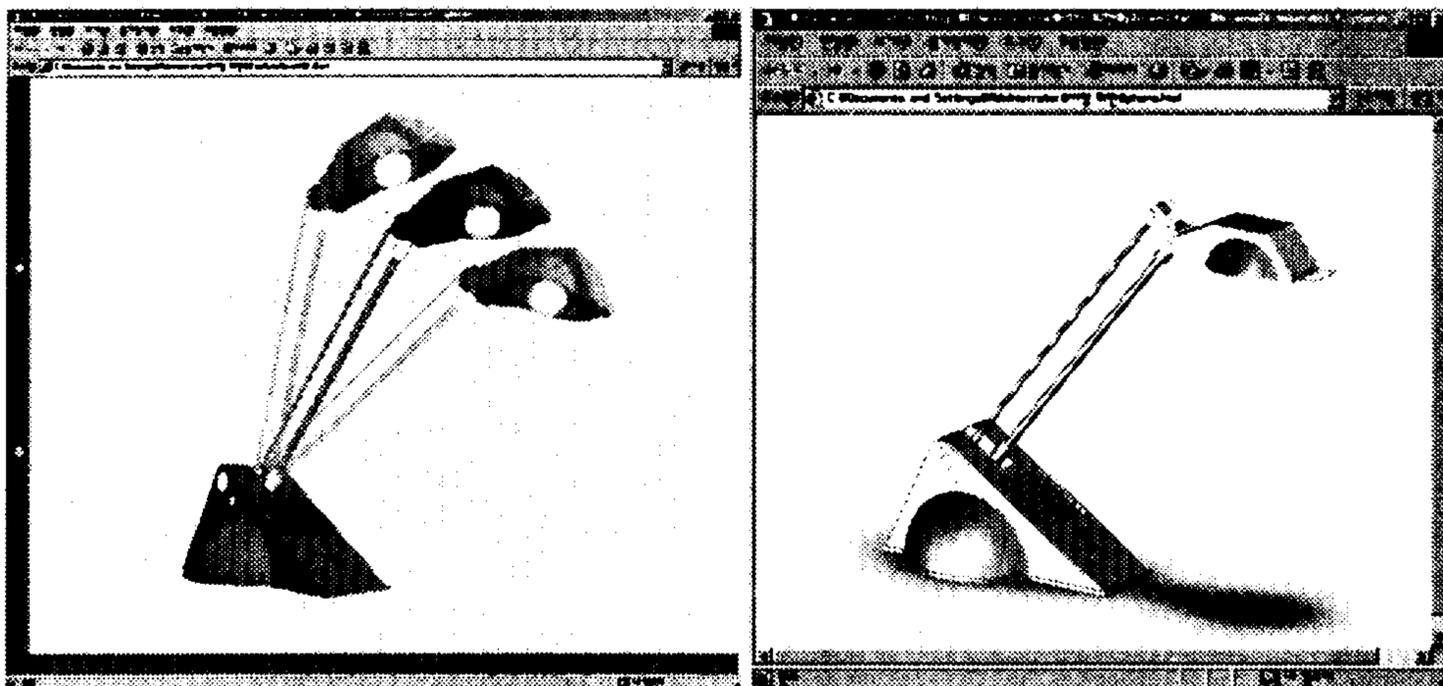


<그림 44> Cosmo World(左)와 ISA(右)에서의 작업화면

#### 4) Interactive 요소의 첨가

일단 VRML File Format으로 Export 된 File은 그대로 HTML에 삽입되어 구현이 가능하지만 단순히 회전, 이동, 확대/축소 정도의 간단한 동작만 가능하다. 좀 더 섬세한 움직임을 포함시키기 위해 Internet Scene Assembler나 Cosmo World, V Realm Builder 등의 Software를 이용하여 동작이나 이벤트를 추가할 수가 있다.

작업이 끝났으면 Publish한다. 그러면 이제 Web 3D Viewer나 인터넷상에서 Interactive한 Web 3D를 구현할 수가 있다.



<그림 45> Viewer 및 Browser에서 구현되는 Web 3D

### 3. 사례연구의 결과

지금까지 Web 3D의 제작 프로세스에 대한 연구와 프로세스를 바탕으로 한 제작을 해보았다. Web 3D의 기술들은 하루가 다르게 변하고 발전하고 있으며 그에 따른 제작 소프트웨어도 우후죽순처럼 쏟아져 나오고 있는 현실에서 어떤 도구를 활용하여 어떻게 만들 것인가는 사용자가 판단하기에 달렸다고 하겠다. 본 사례연구 과정에서 가장 아쉬웠던 점은 Web 3D의 표준이라고 불리는 VRML은 표준파일 포맷이라는 명칭에 걸맞게 여러 소프트웨어에서 Import와 Export가 비교적 자유로울 정도로 호환성을 보장받고 있었다. 하지만 상대적으로 작은 파일을 생성하고 더 좋은 효과를 낼 수 있는 비표준 Web 3D 파일들도 많이 존재하고 있었으나 이런 비표준 Web 3D 파일들은 호환성이 떨어져서 Export Plug-in을 설치해야 하는 등의 공정상에서 몇 번의 과정을 더 거쳐야 하는 번거로움이 있었다.

Web 3D의 기술이 다양한 만큼 여러 가지 다양한 제작방법과 효과들을 가져올 수 있으나 모든 기술들을 시험해 보기에는 한계가 있었다. 하지만 이번 연구에 사용된 소프트웨어만으로도 충분한 효과를 낼 수 있었으며 앞으로 2차원적인 인터넷 콘텐츠가 애니메이션이 2차원적인 것에서 3차원적으로 옮겨가고 있듯이 변화를 가져올 것이라는 것을 예상할 수 있다. 그것을 실현하기 위해서는 파일의 용량을 좀 더 효과적으로 줄여 로딩 시간을 절약하고 2차원적인 인터넷 콘텐츠 보다 매력적인 요소를 보다 많이 갖추어야 할 것이다.

## V. 결 론

제품과 사용자간의 관계성에 대한 다양한 차원에서의 연구가 진행되면서 제품이 갖고 있는 기술적, 기능적인 측면뿐만이 아닌 제품과의 커뮤니케이션 측면에 중요성이 커지면서, 제품과 사용자간의 상호작용을 제품 개발 단계에 효과적으로 반영할 수 있는 디자인 프로세스 개발에 대한 필요성이 증대되고 있다.

본 고에서는 웹 브라우저 상에서 가상 쇼핑몰이나 가상 모델하우스 등의 온라인 3차원 서비스를 하기 위한 기술인 Web 3D 기술의 현황과 미래에 대해 살펴보았다. Web 3D 기술은 그 응용분야에 따라 파노라마 영상을 이용하는 2차원적인 방법과 실제로 3차원 형상정보와 상호작용 정보를 모두 표현하는 3차원 접근방법으로 크게 분류할 수 있었으며, 3차원적인 접근방법은 다시 VRML을 비롯한 여러 분야의 제품으로 분류할 수 있었다. 그리고 3차원 컴퓨터 그래픽스의 모델링부터 렌더링에 이르는 기본적인 과정을 습득하여 그것에 대한 확장이 라고 볼 수 있는 Web 3D의 제작을 용이하게 하였다.

이러한 지식적 기반을 바탕으로 하여 인터넷상에서 3차원 제품의 형상을 프로세스에 맞추어 Web 3D로 구현해 보았으며 그 결과로 Web 3D가 어떠한 한계점과 발전가능성을 지니고 있는지를 검토할 수 있었으며 어떤 분야에서 어떻게 효과적으로 쓰일 것인가에 대한 실질적 경험을 통하여 제품의 정보를 최대한 전달할 수 있는 제작과정을 사례로 들었다.

Web 3D의 한계점이라고 한다면 앞서도 언급했듯이 파일의 용량을 좀 더 효과적으로 줄여 로딩 시간을 절약하고 2차원적인 인터넷 콘텐츠

츠 보다 매력적인 요소를 보다 많이 갖추어야 할 것이다. 그렇지만 Web 3D 기술은 앞으로도 계속 발전하고 있는 분야이고, 제품디자인에서의 사용자와 제품간의 인터넷에서의 구현에 대한 이러한 연구의 확장은 계속 진행될 것으로 예상되는 바이다.

## 참 고 문 헌

### 국내 논문

- 조진희, 「Web상에서의 3차원 디지털 카메라 모델 제시와 쇼핑몰 구현에 관한 연구」, 울산대학교 정보통신대학원 정보디자인학 전공, 2000
- 오유천, 「인터넷에서 3차원 STEP 형상정보의 가시화」, 한국과학기술원 자동화 및 설계공학과, 1997
- 박재석, 「소비자의 월드와이드웹 네트워크 네비게이션과 만족에 관한 연구」, 서강대학교 신문방송학과, 1998
- 전민호, 「전자 상거래 3D Shopping Mall의 효율적 구현」, 단국대학교 전산정보학과, 1999
- 이병덕, 「가상현실을 적용한 코스웨어에 관한 연구」, 충주대학교 산업대학원 전자계산학과 소프트웨어 전공, 2000
- 주치수, 「인터넷쇼핑몰에서 인터랙티브 제품표현방법 연구」, 홍익대학교 광고홍보대학원 멀티미디어광고 전공, 2000

### 국외 문헌

- Howard Reingold, 「Virtual Reality」, Summit Books, New york, 1991
- G. Bell, A. Paeisi, M. Pesce, 「The Virtual Reality Modeling Language」, 1994
- Jones, 「Lessons learned from Visual Simulation」, In SIGGRAPH '95 course note, 1995

## 단행본

- 임대현, 김재근, 드림스케이프, 「Web 3D를 이용한 가상현실 구축하기」, 가남사, 2000
- 강대진, 신태용, 「Web 3D Reality」, 디지털북스, 2001
- 오해석, 김은영, 「컴퓨터 그래픽스 이론과 실재」, 도서출판 대림, 2000
- 진성프레스 편저, 「Shade 기초와 활용」, 사이버출판사, 1998
- 김경은, 「알기쉬운 컴퓨터 그래픽스 이론」, 도서출판 세화, 2002
- 전상우, 「폼지로 폼재기2」, 성안당, 1998

## 정기 간행물

- 3D Artisan, vol.25, p. 112~115, 2000. 7
- 3D Artisan, vol.28, p. 56~63, 2000. 10
- 3D Artisan, vol.29, p. 85~93, 2000. 11
- 3D Artisan, vol.30, p. 126~132, 2000. 12
- 3D Artisan, vol.32, p. 125~127, 2001. 2
- 3D Artisan, vol.37, p. 105~111, 2001. 7
- Graphic Live, p. 118~134, (주)캐드앤그래픽, 2001. 5
- Graphic Live, p. 82~85, (주)캐드앤그래픽, 2001. 11
- Graphic Live, p. 160~162, (주)캐드앤그래픽, 2002. 4

## Internet Site

- <http://www.dreamscape.co.kr>
- <http://www.web3d.pe.kr>
- <http://www.web3d.co.kr>
- <http://www.cult3d.co.kr>
- <http://www.viewpoint.com>
- <http://www.3danywhere.com>
- [http://www.gible.com/korean/f\\_home.htm](http://www.gible.com/korean/f_home.htm)
- <http://www.microsoft.com/corpevents/gdc2002/>
- <http://www.pulse3d.com>
- <http://www.superscape.com>

## Abbreviation

ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

API (Application Program Interface)

B-Rep (Boundary Representation)

B-Spline (Beta-Smooth polyline)

CAD (Computer Added Design)

CAE (Computer Added Engineering)

CAM (Computer Added Manufacture)

CRT (Cathode Ray Tube)

CSG (Constructive Solid Geometry)

CV (Control Vertex)

GUI (Graphic User Interface)

HTML (Hyper Text Mark-up Language)

IEC (International Electrotechnical Commission)

ISA (Internet Scene Assembler)

ISB (Internet Scene Builder)

ISO (International Organization for Standardization)

IT (Information Technology)

MIP (Multum In Parvo)

NPR (Non Photo-realistic Rendering)

NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline)

SDK (Software Development Kit)

VRML (Virtual Reality Modeling Language)

X3D (eXtensible 3D)

XML (eXtensible Markup Language)

# **ABSTRACT**

## **A Study on the Product Expression Applied Web 3D Graphic Technology**

Park, Min-Soo

Major in Environment Design

Dept. of Industrial Design

The Graduate School of Art

Hansung University

The improvement of computer graphics and information technology have brought incredibly many changes to our lives in these days. Especially, 3-Dimensional information technology moves to be integrated with web environment which is already settled as an very important basis of modern life.

Web 3D graphic technology provides functional expansion and practical expression of the products in the cyber space such as

shopping mall. The Web 3D technology enables real-time simulation and expression of 3D graphic images integrated in internet. Nowadays, due to the fast improvement of computer engineering, especially for the personal computers, Web 3D is getting more powerful and generalized to the users.

This study aims to see the present situation and future perspective of Web 3D graphic technology first, and to see the possibilities of its application for effective product expression at internet next. This study includes a case study which shows the whole process of producing Web 3D contents on the web and helps to understand how to actualize real-time 3D product simulation in the cyber space which we live in at present.