

## 인터넷상의 3차원 가상공간

윤진수

(삼성전자 정보기기본부, 멀티미디어사업팀)

□ 차 례 □

I. 들어가는 말  
III. 3차원 가상공간  
참고문헌

II. VRML  
IV. 앞으로의 방향

### I. 들어가는 말

WWW의 보급으로 말미암아 전문가들이 사용하던 인터넷이 점차 일반 대중들에 의해 활용되기 시작했다. 이러한 폭발적인 인터넷의 사용은 초기 HTML(Hyper Text Markup Language)의 발전과 보급을 기반으로 움직였으나 Java와 VRML(Virtual Reality Modeling Language)로 대표되는 애니메이션, 상호작용, 3차원 공간등으로 발전되고 있다. 특히 인터넷이 가지고 있는 속성인 확장성과 분산성 그리고 현실세계와의 유사성등으로 말미암아 인터넷으로 대변되는 네트워크 자체를 하나의 커다란 컴퓨터 또는 지적 프레임으로 보는 시각이 나오게 되었다 [5]. 네트워크/인터넷을 사용하는 사람들에게는 자신이 사용하는 컴퓨터는 일종의 네트워크 단말장치의 역할을 한다. 이들은 인터넷이 제공하는 가상의 공간을 향해 계된다. 이러한 현상은 기존의 HTML이 2차원적이고 매우 정적이며 수동적인데 반해 VRML이 scene이라고 하는 3차원 공간을 사용자에게 제공하게 됨으로써 새로운 전기를 맞고 있다. 이 3차원 공간은 사용자가 직접 navigation할 수 있으며 이 공간내에서 필요한 정보를 얻거나 다른 scene으로 인터넷을 통해서 연결된 hyperlink를 이용하여 이동하는 것이 가능하게 되었다. 이러한 3차원 공간은 공상과학소설에 등장하는 가상공간을 위한 초기 단계로 보여진다.

3차원 가상공간을 PC와 같은 플랫폼상에서 구현하

기 위해서는 그 밑에 3차원을 표현하기 위해서 사용하는 API들과 이를 실시간에 구현하는 engine이 필요하다. 요즘에 들어서는 API와 engine이 하나가 되어 그래픽 워크스테이션부터 PC에 이르기까지 지원이 되는 실정이다. 이러한 움직임은 32비트 또는 64비트로 대변되는 새로운 게임기(예: Sega Saturn, Sony PlayStation, Nintendo Ultra64)에도 기본으로 포함되고 있으며 이를 이용하여 실시간 3차원 입체영상을 표현한다.

이러한 3차원 API들은 크게 다음과 같이 분류할 수 있다. 그래픽 워크스테이션에서부터 시작한 것으로써 대표적인 것으로 OpenGL을 들 수 있다. Macintosh의 QuickDraw 3D도 이에 해당한다. 이밖에 최근에 들어서면서 PC에서의 3차원 그래픽을 지원하거나 게임 콘솔을 위한 실시간 렌더링을 위한 전용 라이브러리들이 등장하게 시작하였다. 이들은 PC와 같은 저성능의 컴퓨터에서도 수행될 수 있게 많이 optimize되었다. RenderMorphics, RenderWare, BRender, 3DR과 같은 것들이 이에 해당한다. 이중 일부는 전용 3차원 그래픽 칩과 같이 제공되기도 하나 점차 multi-platform/chip을 지원하는 형태로 발전하고 있다. OpenGL이나 QuickDraw 3D와 같은 표준성은 아직 확보되지 못한 실정이며, 기능적인 면에 있어서도 OpenGL과는 차이가 많이 있다. 이는 지원하는 타겟 플랫폼이 Windows 처럼 개인용 컴퓨터이기 때문에 성능을 위해서 고급 기능들은 제공하지 않

고 있기 때문이다.

본 논고에서는 VRML을 중심으로 하는 인터넷에서의 3차원 가상공간 지원과 관련된 것들을 중심으로 살펴보겠다.

## II. VRML

### 2.1 개요

VRML은 Virtual Reality Modeling Language의 약자로서 3차원 가상공간을 표시하기 위한 언어 사양이다. VRML에서 정의하는 언어를 통해서 World Wide Web (WWW)상의 hyperlink된 있는 인터넷 상의 가상 공간을 제공한다. VRML에 의해서 제공되는 가상 공간에서는 상호작용(interaction)을 해볼(simulation) 수 있다. 현재 Version 1.0 스펙이 나와있다.

VRML에서 제공하는 파일포맷은 SGI에서 개발한 Open Inventor (오브젝트지향 3차원 그래픽 개발툴)의 파일형식인 iv 파일의 서브셋 사양이다. 본래 OpenInventor에서는 텍스트 형식과 바이너리 형식의 두 종류가 있지만, VRML에서는 ASCII 텍스트 형식만을 지원하고 있다. 즉 텍스트 형식으로 3차원 공간의 데이터를 기술한 wrl 파일을 작성한다. OpenInventor의 iv 포맷은 3차원에 관한 부분만 정의하고 있기 때문에, 여기에 hyperlink를 위한 몇가지 기능들을 추가함으로써 Web과의 연계를 이루고 있다. 현재로는 그 가능성으로 인하여 많은 각광을 받고 있으며, 특히 PC의 성능의 향상에 따라 3차원 그래픽을 구동하는데 별 어려움이 없게되면서, Web에서 제공되고 있는 HTML의 다음단계로 보는 사람들이 많아졌으며, 상업적인 의미로의 확산도 빨라지리라 보고 있다.

1969년 ARPANET이 미국 서부의 4개 지역을 연결함으로써 현재의 인터넷이 태동되기 시작되었다. 가상공간, 즉 cyberspace는 1984년 Gibson에 의해서 Neuromancer에서 언급되기 시작하였다. 1986년 ISO 표준으로 SGML(Standard Generalized Markup Language)가 제정되어 HTML의 모태가 되었다. 인터넷에 존재하는 정보들을 하나로 연결하는 움직임으로 첫번째 World Wide Web 프로토타입이 1990년 11월에 만들어졌다. 이후 Mosaic으로 시작하는 HTML browser들이 폭발적으로 나오게 되었으며 현재에 이르게 되었다. VRML은 1994년 이름이 탄생하면서 그 해 있었던 제1회 Web 컨퍼런스의 BOF에서 Mark Pesce가 cyberspace 프로토콜을 설명하였다. 이후

www-vrml이라는 메일링 리스트를 통한 많은 토의와 노력을 통해 1995년 5월 VRML 버전 1.0이 나오게 된다. 이후 많은 업체들이 VRML의 지원을 약속하고 있으며 현재는 인터넷의 3차원 공간 지원을 위한 표준 모델링 언어로 자리잡고 있다. 이와 다른 움직임으로써는 다중사용자의 지원이 있다. 1979년 최초의 MUD인 MUD1이 Richard Battle과 Roy Trubshaw에 의해서 만들어졌다. 1988년에는 Jarkko Oikarinen이 만든 IRC(Internet Relay Chat)이 인터넷상에서의 가상 공간인 텍스트를 지원하는 채팅시스템을 제공하게 된다. 1990년 LambdaMOO라 불리는 객체지향 MUD가 나오게 되었다. 현재 VRML은 버전 2.0을 목표로 MOO, java와의 결합을 시도하고 있다. 즉 현재의 버전에서 부족한 다양한 상호작용(interaction)과 다중참여(multi-user participation)등을 VRML에 반영하여 보다 실질적인 가상공간으로써의 역할을 수행할 수 있도록 노력하고 있다.

### 2.2 VRML 1.0

본 절에서는 VRML의 기본 스펙에 대한 소개를 하겠다.

VRML 파일은 계층적 scene 그래프와 노드들로 이루어진다. 모든 VRML 1.0 파일은 파일의 맨처음에 "#VRML V1.0 ascii"으로 시작한다. 다음은 예제 파일을 보여준다.

```
Separator {
  PerspectiveCamera { position 0 1.5 5 ;
  DirectionalLight { direction 0 -1 0 ;
  Separator {
    Translation { translation 10 0 -5.2 ;
    WWWInline { name "cow.wrl" ;
    ;
  Separator {
    Translation { translation -4.2 2 -2 ;
    WWWInline { name "barn.wrl" ;
    ;
```

7비트 ASCII 코드를 사용하며, 맨 첫문장을 제외한 부분의 # 표시는 # 이후에 나오는 문장 끝까지의 내용이 코멘트임을 의미한다. 가장 간단한 빈 3차원 공간을 보여주는 VRML 파일은 다음과 같다.

```
#VRML V1.0 ascii
Separator {
  # This is empty
  ;
```

VRML에서 사용하는 coordinate 시스템은 right-handed(x축: 위, y축: 오른쪽, -z축: 앞방향)이며, separator, world space, object space등에 의해서 상대적으로 정의된다.

scene을 표현하기 위한 방법으로 쉬운 형태의 3차원 도형은 육면체, 구, 콘, 실린더등이다. 이밖에 3D 네트워크를 위해서 WWWInline을 통한 네트워크상의 URL을 지원하며, 존재하는 오브젝트들과 scene을 재 사용할 수 있다.

3D 공간상에서의 transformation을 위한 기능으로는 translation, rotation, scale등 세가지를 제공하고 있으며 format은 다음과 같다.

```
Translation { translation x y z ;
Rotation {rotation axisX axisY axisZ angleRadians;
Scale { scaleFactor x y z ;
```

계층적이고 이전의 결과가 축적되며 transformation의 영향을 미치는 범위는 separator에 의해서 제한된다. 다음은 전형적인 형태의 계층적 파일의 모습이다.

```
Separator { # First joint
Transform { ... parameters for first joint ;
Separator { ... geometry for first joint ;
Separator { # Second joint
Transform { ... transformation for second joint ;
Separator { ... geometry for second joint ;
Separator { # ... etc, third joint ;
```

카메라는 viewer의 초기 위치로 카메라의 위치와 방향을 정하는 것이 가능하다. default값은 원점과 -z 축 방향이다. light는 intensity와 color를 지정하는 것이 가능하며, light의 종류는 3가지(point, directional, spot)가 있다. 다음은 각각의 기본 포맷이다.

```
PointLight { location x y z ;
DirectionalLight { direction vx vy vz ;
SpotLight { ... lots of stuff ;
```

VRML에서 네트워크상의 연결을 지원하기 위해서 필요한 두가지 기능이 있다. 첫번째는 WWWAnchor로써 이 명령을 이용하면 다른 scene으로 옮겨갈 수 있다. 옮겨져 가는 곳의 이름(name)과 내용(description)을 기입할 수 있으며, 자체적으로 다른

node들을 가질 수도 있다. 다음은 WWWAnchor를 사용하는 예이다.

```
#VRML V1.0 ascii
Separator {
# ... cameras, lights, other objects ...
WWWAnchor {
name "http://www.university.edu/~user/toys.wrl"
# 사용자가 이 박스를 클릭하면 toys.wrl로 감.
WWWInline
{name "http://www.university.edu/~user/box.wrl";
}
```

또다른 하나의 명령은 WWWInline으로 네트워크 상에 어느곳으로부터 오브젝트를 가져와서 scene을 만들게 된다. WWWAnchor는 네트워크상의 다른 scene으로 옮겨가는데만해서 WWWInline은 네트워크상에서 가져오는 것이다. 또한 이러한 이유 때문에 초기상태에서는 필요하지 않은 오브젝트들을 가져오지 않으므로써 전체적인 성능의 향상을 꾀할 수 있으며, 필요시 on-demand로 가져오는 것이 가능하다. 즉 이 명령을 이용하면 하나의 world를 여러개의 기계에 쪼개 놓는 것이 가능하게 된다. Browser는 자주 만나게 되는 WWWInline의 내용은 cache하는 것도 가능하다. 또한 scene의 다른 부분을 보고 있는 동안 multi-thread를 이용한 fetch를 가능하게 해준다.

또다른 특징중의 하나는 LOD를 이용한 scalable 환경의 구축이 가능하다는 것이다. 이를 잘 나타내는 예는 다음과 같다. 오브젝트가 관찰자로부터 3미터보다 가까이 있는 경우에는 구가 보이거나(디스플레이되고), 3미터와 17미터 사이에 있는 경우에는 콘으로 보이며, 17미터와 88미터 사이에 있는 경우에는 실린더로 보이게 된다. 그보다 멀리 있는 경우에는 육면체로 보이게 된다.

```
LOD { ranges [ 3, 17, 88 ] center 0 0 0
Sphere! { # 3미터 이내에 있을때
Cone !! { # 3미터와 17미터 사이에 있을때
Cylinder! { # 17미터와 88미터 사이에 있을때
Cube !!! { # 88미터보다 떨어져 있을때
}
```

실제의 예에서 scalable하게 world를 꾸미는 경우를 보면 다음과 같다. 이때는 각 구간에 해당하는 부분이 단순한 도형이 아닌 WWWInline 형태로 구성되어 있다.

```

LOD { ranges [ 30, 200 ]
WWWInline { bboxSize 15 10 20 name
"DetailedHouse.wrl" }
WWWInline { bboxSize 15 10 20 name
"LessDetailedHouse.wrl" }
Separator { # Lowest LOD, just a beige cube
Material { diffuseColor .85 .9 .9 }
Cube { }
}

```

이밖의 기능들은 Open Inventor에서 정의되어 있는 것 들 로 써 Property, Material, Texture, IndexedFaceSet, ShapeHints, Texture2, Texture2Transform, Coordinate3, IndexedLineSet, PointSet, DEF: giving objects names, Browser hints 등이 있다.

2.3 Browser

VRML 1.0 스펙이 나오면서부터 다양한 플랫폼을 위한 browser가 만들어지기 시작했다. 현재 약 20여개의 browser가 소개되고 있다. 특히 Windows 플랫폼에서 돌아가는 browser의 개발은 VRML의 보급에 많은 도움을 주고 있다.

대표적인 VRML browser로는 SGI와 TGS사가 공동으로 개발한 Webspaces를 들 수 있다. Webspaces에서는 3차원 물체를 회전시키는데 이용하는 Examiner Viewer 모드와 쇼핑볼을 걸어다니는데 사용하는 Walk Viewer 모드의 2종류가 지원되고 있다. 많이 사용하는 Walk Viewer 모드에는 다음과 같은 조작 패널들이 있다. 그림 1은 예제 화면을 보여주고 있다.



그림 1. Webspaces 화면 예

- 조이스틱(Joystick): 화면 하단의 중앙에 위치하는 것으로 비행기의 조종판 역할을 하는 것이다.

조이스틱을 클릭해 잡아당기면 수평면의 위를 향하고, 앞으로 나가거나 뒤돌아오고 우로 좌로 향할 수 있다.

- Knob: 조이스틱의 우측에 붙어있다. 그 장면에서 시점의 방향을 바꾸는데 사용한다. 이 노브를 따라 주위를 살펴볼 수 있다.
- Arrow Pad: 화면의 하단 우측에 표시되어 있는 조작판으로 높이와 좌우 방향을 조절한다. 시점을 상하 및 좌우로 움직일 수 있다.
- Seek Tool: 화면의 하단 좌측에 위치하는 조작판으로 가고 싶은 곳에 순식간에 이동하는 것이 seek tool이다. 처음 seek tool을 클릭하면 커서의 모양이 바뀌게 되고 이때 이동하고 싶은 위치에 마우스를 옮겨서 더블클릭하면 일시에 그 장소까지 갈 수 있는 편리한 툴이다.

이들 조작패널(Navigation Interface)에 관한 규정은 VRML 1.0 스펙에 규정되어 있지 않다. 현재까지 나와있는 VRML browser들을 살펴보면 다음과 같은 공통적인 특징을 볼 수 있다.

첫째, VRML 1.0 지원을 들 수 있다. 1995년 상반기에 나온 VRML 1.0 스펙은 이전까지의 표준화 작업의 첫번째 결실이 되었고 이전까지 제공되던 browser의 보급을 확산시키는 계기가 되었다. 둘째, Object Anchor의 제공을 들 수 있다. VRML browser는 가상 공간상에 존재하는 object anchor를 이용하여 다른 scene으로의 자유로운 이동이 가능하다. 셋째, 모든 VRML browser는 자체적인 shading 기능을 제공한다. 이는 보다 실감나는 3차원 공간의 제공을 위해서 필요한 부분으로써 다양한 형태의 shading중 일부를 제공하고 있다. 넷째, Texture Mapping의 제공이다. 일부 browser에서는 제공되고 있지 않으나, 3차원 모델의 실감을 위해서 필수 불가결한 보조 기능이다. 다섯째, Navigation & Scene/Model view이 제공된다. 하나의 scene인에서의 navigation과 navigation을 하기 위한 다양한 방식의 view를 제공하고 있다.

VRML browser를 실행하는 방식에는 크게 두가지로 나눌 수 있다. 첫째는 HTML의 보조 응용프로그램으로 동작하는 것이다. 즉 Netscape나 Mosaic과 같은 HTML browser가 기본적으로 작동하고 navigation하는 URL의 내용이 VRML 파일인 경우 연결되어 있는 (Helper Application) browser가 구동된다. 화면에는 HTML browser와 VRML browser가 동시에 떠 있게 된다. 일반적인 방식으로 대부분의 browser들이 채택하고 있다. 또 다른 방식은 Netscape이나

Microsoft에서 제공하는 plug-in architecture를 이용하는 방식이다. 최근에 발표가 된 plug-in API를 이용하게 되면 이전까지 독자적인 browser가 생성되고 HTML browser와의 communication을 통해서 동작하던 것을 HTML browser의 내부에서 수행되도록 하는 것이다. Microsoft VRML Add-In, VR scout와 WebFX가 이러한 기법을 채택하고 있다. 앞으로는 표. VRML browser

인터페이스의 통일을 위해서도 이러한 plug-in 방식이 많이 제공되리라 본다.

아래의 표는 9개의 대표적인 VRML browser들의 업체와 지원 플랫폼, 대표적인 기능들을 보여주고 있다.

앞에서 언급한 3차원 API들이 VRML browser에서 기초로 사용되고 있다. 특히 OpenGL, RenderMorphics,

제 품	회 사	Platform	설 명
AmberGL	DIVE Labs	Windows95 WindowsNT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenGL based AmberGL 사용</li> <li>• VR support with i-glass option</li> <li>• Low speed w/o H/W 3D accel.</li> </ul>
Fountain	Caligari Co.	Windows3.1 Windows95	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intel 3DR 사용</li> <li>• True Space-Like interface</li> <li>• 3D Shape Modeler 기트인 → Browser 보다는 Modeler에 가까게 보임</li> </ul>
GL View	Holger Grahm	Windows95 WindowsNT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenGL 사용</li> <li>• 다양한 파일 포맷 지원</li> </ul>
Microsoft VRML Add-In	Microsoft	Windows95	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RenderMorphic Tech 사용</li> <li>• Microsoft의 Internet Explorer에 Plug-In 되어 작동</li> <li>• Beta version-불안정, VRML 지원 미숙</li> <li>• 편리한 인터페이스 지원</li> </ul>
NAVFlyer	MicronGreen	Windows3.1 Windows95 WindowsNT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D Modder 기능</li> <li>• Move/Navigation 기능 위주</li> </ul>
VRweb	ICM, NCSA, Gopher Team	Windows X-windows	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesa Library(OpenGL) 사용</li> <li>• 다수의 개발자에 의한 지속적인 Upgrade</li> </ul>
WebFX	Paper Software, Inc.	Windows3.1 Windows95 WindowsNT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Render Ware Tech 사용</li> <li>• Petscape Inline-Plug-ins 지원</li> <li>• Model Viewing 기능 우수/편리한 사용자 인터페이스</li> </ul>
WebSpace	SGI & TGS	Windows95 WindowsNT SGI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenGL 기능 사용</li> <li>• 최초의 상업적 VRML Browser</li> <li>• 충실한 VRML Spec. 지원</li> </ul>
WorldView	InterVista Software	Windows3.1 Windows95 WindowsNT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenGL 사용</li> <li>• 3D Graphic Engine과 Betwoking 기능 통합 지원</li> </ul>

Renderware, 3DR, QuickDraw3D와 같은 다양한 API들을 이용한 VRML browser들이 개발되고 있다. 이들은 대개 여러 플랫폼에서 지원되기 때문에 browser

의 다중플랫폼 지원을 자연스럽게 해결하고 있다. 일부 browser에서는 자체에서 사용하는 3차원 engine과 API를 사용하기도 한다. 이러한 움직임은 점차 일반

화 내지는 여러 플랫폼을 제공하는 API와 engine을 사용하는 형태로 발전하게 될 것으로 본다.

기타 제공되는 특징으로는 VRML browser들이 VRML 파일의 browsing 이외에도 자체적으로 3차원 파일 포맷을 볼수 있는 viewer의 역할을 하고 있기도 한다. 또는 VRML 파일에서 사용되는 object를 생성하는 modeler 기능을 제공하기도 한다. 이는 하나의 소프트웨어를 이용하여 3차원 제작부터 browsing까지 통합적인 환경을 제공하고 있으며 점차 이러한 방향으로 진행되리라 본다. 즉 간단한 VRML 파일의 제작이나 3차원 데이터의 변환등은 browser에서 지원하게 되며, 보다 복잡한 형태의 제작은 독립적인 응용 프로그램으로 제공하게 된다. 궁극적으로는 기능들의 모듈화를 통해 통합적인 인터페이스 안에서 필요한 기능을 제공하는 형태가 되리라고 본다. 또 다른 특징으로는 VR을 위한 입력도구의 지원을 들 수 있다. VRML의 이름에서도 볼 수 있듯이 다양한 형태의 VR용 입력도구의 제공이 두드러진 특징이다. glove나 입체 안경등은 점차 보다 정교한 형태로 발전하리라 본다. 영화/소설 Johnny Mnemonics에서 볼수 있는

VR 기기등을 통해서 Internet의 navigation할 수 있는 토대가 VRML을 이용하여 제공되고 있다.

2.4 관련 Tool

VRML과 관련되는 소프트웨어로는 크게 VRML browser를 개발하거나 VRML과 관련된 소프트웨어를 개발하기 위한 라이브러리, VRML 파일포맷을 지원하는 geometry translator, 3차원 공간이나 물체를 만드는데 사용하는 소프트웨어 (대개 프로그래밍에 관한 특별한 지식을 요구하지 않는다.). 다양한 파일 포맷으로 텍스쳐 이미지를 포함하며 VRML 파일내에서 사용이 가능한 텍스쳐 관련 라이브러리와 유틸리티들이 있으며, 이밖에 VRML 파일과 소프트웨어 개발에 도움을 주는 각종 유틸리티들이 있다. 다음표들은 각각 현재 제공되고 있는 관련 툴을 보여주고 있다.

2.5 애플리케이션

VRML을 이용한 애플리케이션은 그 범위나 가능성에 비취볼 때 부궁무진하다. 이는 VRML이 가지는

VRML 개발 라이브러리

제 품	회 사	기 능
qv1win16.zip	Paper Software	QvLib의 Windows3.1 버전
QvLib parser library	Paul Strauss & Gavin Bell, SGI	VRML 파일을 parse할 수 있는 C++ set로써 프로그램이 traverse할 수 있는 parse tree를 제공한다.
QvLib reberse	Tenet Networks	qvtraverse를 위한 plug-in 대체를 제공하는 cpp 소스 모듈
QvLib OpenGL rendering	Torgeir Viemo, Inst. Informatik	단순한 노드들인 cube, sphere, cylinder, 카메라(perspective Camera)등을 위한 OpenGL 렌더링을 지원하는 QvLib의 버전
QvTraverse	Jan Hardenbergh	VRML을 위한 샘플 traverser 를 만들기 위해 QvLib에 대한 OpenGL call을 추가해주는 C++ 소스 코드
A Yacc/lex parser	SICS DIVE	VRML 파일을 parse하는 C, Yacc, lex 소스

VRML 개발 라이브러리(간접)

제 품	회 사	기 능
Amber	DIVE Labs	개발자들이 복잡한 분산 가상환경을 다중 플랫폼에 만들수 있게 해주는 C++ 클래스의 set
CERN Library	MIT, CERN	클라이언트와 서버들을 만들기 위해 사용될 수 있는 일반적인 코드
GSM 06,10	-	디지털 음성 압축
I-Collide	CS of UNC	convex polyhedra로 구성된 대규모 환경을 위한 상호작용 및 정밀 충돌 판정 라이브러리

CERN Line Mode Browser	CERN	텍스트 기반 WWW browser
Mesa 3D	Brian Paul, UW	OpenGL과 유사한 3D 그래픽 라이브러리
Open Inventor	SGI	객체지향, OpenGL 기반 3D 그래픽 툴킷으로 파일포맷은 VRML1.0DML 규격이됨
Open Inventor for Win32	Template Gpialate	Windows 플랫폼을 위한 첫번째 Open Inventor Solution과 첫번째 VRML 1.0 SDK
Portable Network Graphics	Group 42	텍스처 맵을 위해 유용한 PNG 이미지 파일 포맷용 라이브러리들
QuickDraw3D	Apple	실시간 워크스테이션급의 3D 그래픽을 만들고 렌더링해주는 cross 플랫폼 API

Geomotry Translator (VRML 포맷지원)

제 품	회 사	기 능
3D Model to VRML Translation	ORC	.alias, .dxf, .3ds, .ig(e)s, .iv, .hrc, .dsc, .obj
3D Studio R4 to VRML 1.0 Converter	Autodesk	3D studio 오브젝트 지원(.esh와 light 포함)
Dx2vrml Version1.1	Cornell Theory Center	DX 오브젝트들을 scene 형태로 변경해주는 IBM Visualization Data Explorer를 위한 outboard module
dxf2wrl conversion server	Organic Online	dxf files을 batch로 batch로 BRML으로 바꾸어주는 web 서버 ( <a href="http://www.organic.com">http://www.organic.com</a> websaver)
im2rkl	SDSC	이미지를 읽어, quad mesh를 만들어주고 입력 이미지를 읽어서 색을 입히고 결과를 VRML 파일로 저장
image2wrl	U. of Sydney	sgi 포맷 파일 → a grid in VRML 포맷
InterChange	Syndesis	30개 이상의 파일포맷을 지원해주는 Windows 응용프로그램
ivToVRML	SGCS	Inventor메이타 파일 → VRML 포맷
Iwtoiv	U. of Arizona	Lightwave 오브젝트 포맷 → Open Inventor 2.0
obj2vrml	Fraunhofer	OBJ → VRML
obj2wrl	SDSC	OBJ → VRML
off2vrml	OZ	SoftImage 3.0 3D → VRML
Tierra2VRML	Tom Ray	the Tierra Project 포맷 → VRML
tri2wrl	SDSC	Alias tri → VRML
VRML Stereograms	ORC	VRML 모델/scene → random-dot 스테레오그램
wadtoiv	MIT	Doom wad → Open Inventor 포맷

WCV2POV V2.6	Keith Rule	MS Windows program, 3D studio, Wavefront, VRML, POVRay, NFF, DXF, TrueType Fonts 등등
Wld2vml	Univ. of Waterloo	WLD files → VRML
wr13offConverter	ChungAng Univ.	*.wrl 3d file format → *.off format

3차원 scene/object 모델러

제 품	회 사	기 능
Clay Works	Lancaster Univ.	PC용 3D 모델러
Ez3d Modeler	Radiance Software Int.	SGI용 실사수준의 3D 모델링 시스템
Fountain/ Caligari worldSpace	Caligari	WWW과 MSN에서 모델링을 하거나 browsing을 할 수 있는 통합 VRML 불
G Web	Virtual Presence	VRML용 가상세계 저작툴
Home Space Builder	ParaGraph Int.	사용하기 쉽고 값싼 3D paradigm 제공
Medit	Medit Prod.	저가격 모델링 툴로써 IRIS performer 같은 소프트웨어를 위한 실시간 3D 데이터베이스를 만드는데 사용
Spinner	3D Web	Windows하에서 3D Web site를 만드는데 사용하는 저작도구
STRATA StudioPro Blitz	Strata	QuickDraw 3D, QuickTime VR, VRML을 지원하는 Macintosh용 모델링, 렌더링, 애니메이션 시스템
TriSpectives	3D/Eye	Windows/5를 위한 다기능 3D drawing 프로그램
TriSpectives Prof.	3D/Eye	Windows/5를 위한 최초의 full-powered multi-function 3D design 프로그램
Virtus WalkThrough Pro 2.5	Virtus	VRML을 export 할 수 있고 스테레오 HMD를 지원
WebSpace Author 1.0	SGI	WebFORCE 소프트웨어 환경의 일부분
World Builder:	Caligari	3d vooleans, organic deformations, numerical modeling and surface sculpting과 같은 기능을 포함하는 고급 모델링 툴

3차원 표현에 근거한다고 볼수 있다. 즉 3차원 공간을 표현하게 되면서 이를 기존의 Web 사용자들로 하여금 단순한 형태의 2차원 HTML에서 3차원으로 들어오게 함으로써 Web에서 제공하는 하나하나의 페이지를 책의 metaphor에서 일반적인 환경의 metaphor로 발전시켰다. 즉 극단적으로는 현실세계를 고스란

히 옮겨놓을 수 있는 환경을 제공할 수 있다.

이러한 이유로 말미암아 다양한 응용개발이 이루어지고 있다. 여기서는 학계를 중심으로 사용되는 대표적인 몇몇 사례를 살펴보기로 한다.

예, 건축분야의 활용을 들수 있다. 3차원 공간상의 물체를 가상 많이 활용하는 분야인 건축에서는 이미



여러 가지 VRML의 활용이 이루어지고 있다. UCLA의 건축과 도시설계학과에서는 LA 지역의 현존하는 빌딩들과 앞으로 도시계획에 의해서 지어질 건물들을 3차원 공간상에 모델링하였다. NIST에서는 집에 대한 VRML 샘플들을 제공한다. 업체로는 Lightscape에서 자체에서 제공하는 visualization 시스템을 이용하는 건축 walk-through를 제공한다. 이 시스템에서는 이미지 갤러리와 휴의 모델, 예루살렘시 휴, 가상의 연구소와 조작실을 꾸며놓고 있다. 이밖에도 ParaGraph나 University of Bath등에서 다양한 건축 모델들을 VRML을 이용하여 제공하고 있다.

둘째, 예술분야의 활용을 들 수 있다. Mathew Lewis의 최근 오일 페인팅 작품들을 볼 수 있는 Ohio State 대학의 갤러리와 1995년 6월에 열렸던 실재의 갤러리의 내용을 그대로 가상공간으로 옮기는등 가상 갤러리의 역할을 하기도 한다.

셋째는 화학분야에서의 활용으로 3차원으로 보여지는 분자 및 원자의 구조를 모델링하거나 교육 프로그램을 위해서 사용되기도 한다. 뉴욕대학에서는 조동학교 학생들의 과학교과서에 나오는 분자들의 3차원 구조를 보여주는 라이브러리를 구축하고 있다. 이밖에도 특정 분자나 물질의 구조를 3차원적으로 보여주는 작업이 각 대학 (Imperial College, Arizona 대학, Darmstadt 대학등)을 중심으로 이루어지고 있다.

이밖에도 천문학에 관한 블랙홀, 은하계등을 모델링한 작업, 생의학 분야에서의 활용등 그 범위를 폭넓게 하고 있다.

일반적인 활용으로써의 VRML은 크게 세 가지의 요구사항을 만족시키고 있다. 지역성, 네모성, 경제성이다. 즉 지역적인 정보를 제공하기 적합하고, 이를 3차원 그래픽을 이용하여 제공하며, 가상의 공간을 제공하는 값싼 환경이다. 가장 대표적인 응용들로는 Virtual SoMa, WaxWeb 2.0, IUMA를 들 수 있다.

Virtual SoMa는 샌프란시스코의 남부지역을 모델링하였다. 이 지역에 있는 몇몇 조직들이 주축이 되어 진행한 이 프로젝트는 사용자들이 관광을 위한 가상공간으로 활용할 수 있으며 또한 지역사회의 서비스 디렉토리로도 사용이 가능하다.

WaxWeb 2.0은 영화의 Web 버전이라고 볼 수 있다. 모든 방문자는 WaxWeb 에서 제공하는 비디오, 음악, 이미지들을 통해서 조금씩 다른 내용을 보게 된다. 이 프로젝트에서는 Xerox Parc의 MOO 기술을 이용함으로써 VRML의 scripting과 현명한 마인딩을 해결하고 있다.

IUMA는 Internet Underground Music Archive의 준말로써 Web상의 가장 중요한 사이트중의 하나로 발전해왔다. 또한 IUMA의 거실 또한 현실감을 잘 나타낸 것으로 알려져 있다. 이전에는 단순한 음악 정보의 ftp site으로 시작하였으며, 몇몇 기술들을 잘 활용함으로써 보다 실감나는 환경을 제공하고 있다.

### III. 3차원 가상공간

인터넷상에서 제공하는 가상공간은 VRML을 지원하는 WWW이외에도 몇가지가 있다. 가장 대표적인 움직임이 3차원 가상공간을 제공하는 chatting 환경이다. 이중에서도 Worlds Inc.에서 제공하고 있는 Alpha World는 기능적인 면이나 성능적인 면에서 많은 주목을 받고 있다. 이전에 제공되었던 Worlds Chat에서 처음으로 시도되었던 3차원 chatting 기능을 보다 보강하였으며, 3차원의 표현력이나 텍스트의 사용을 통한 보다 좋은 질감, PC에서 수행되는 실시간 렌더링과 다양한 기능들을 선보임으로써 3차원 가상공간의 가능성을 제시하고 있다. 여기서는 Alpha World가 제공하는 기능들을 살펴보기로 하겠다.

다중사용자가 활용을 하는 환경에서는 사용자들이 서버에 접근할 수 있는 클라이언트와 사용자들의 상태와 정보를 수집하고 제어해주며 이러한 정보를 클라이언트들에게 제공하는 서버 시스템이 필요하다. 또한 사용자들이 활용하고 정보를 얻는 공간과 그 특성을 생성하거나 수정하여 제공할 수 있는 개발도구들이 필요하다. Alpha World는 현재 Windows 버전의 클라이언트 프로그램을 제공하고 있다. Alpha World에서 제공하는 기능들은 다음과 같다.

렌더링 속도는 실시간으로 이루어지기 때문에 다소 느린편이다 (속도에 대한 사용자의 느낌은 네트워크의 전송속도에도 영향을 받을 수 있다). 그래픽의 수준은 이전의 Worlds Chat에 비해 많이 나아져서 Renderware가 제공하는 정도이다. 또한 3차원 뷰도 1인칭과 3인칭을 지원하며 6 DOF(Degree of Freedom)을 제공한다. 사용자의 참여도라는 측면에서 Alpha World는 repository에 등록되어 있는 오브젝트에 대하여 스스로 위치, 크기, 정보 및 action을 지정하여 복제하거나 생성하는 것이 가능하다. 즉 이러한 오브젝트를 이용하여 Alpha World에서 제공하는 공간에 자기 자신만의 영역을 설정하고 집을 짓는 것이 가능하다. 대화는 3차원 화면의 사용자들의 머리 위에 디스플레이된다.

사용자는 빈 공간에 자신의 오브젝트를 생성하는 것이 가능하다. 이때 빈공간은 3차원상의 영역을 의미하며 오브젝트가 잡히지 않은 곳을 의미한다. 화면에 나타나 있는 오브젝트중에서 repository에 등록된 오브젝트를 복사하여 자신이 원하는 위치에 크기/회전/방향등을 지정하여 놓기만 하면 된다. 이때 자신의 오브젝트에 대해서 필요한 action을 정할 수 있다. 우선 설명이나 주석같은 내용을 덧붙이며, double click될 때, 부딪힐 때, 화면에 표시될 때등을 위한 조건을 정의하며, 통과가능, 보이기, 네트워크 인터페이스 (URL), sound, noise, 이름 및 애니메이션 정보를 제공할 수 있다. sound의 경우는 화면에 표시될 때

해당 sound를 연주하게 된다.

예) Create Sound bell.wav # 화면에 표시될 때 bell.wav의 음악을 연주

공간상에서 좌표값(x/y/z)을 줌으로써 사용자 이동이 가능하며, 걷거나 날아다니는 것이 가능하다. 현재로서는 실시간 렌더링에 많은 시스템 자원이 필요하며 특히 3차원 accelerator와 같은 3차원 보드나 고성능 CPU등의 사용이 필요한 실정이다. 그림 2는 Alpha World의 한 화면을 보여주고 있다.

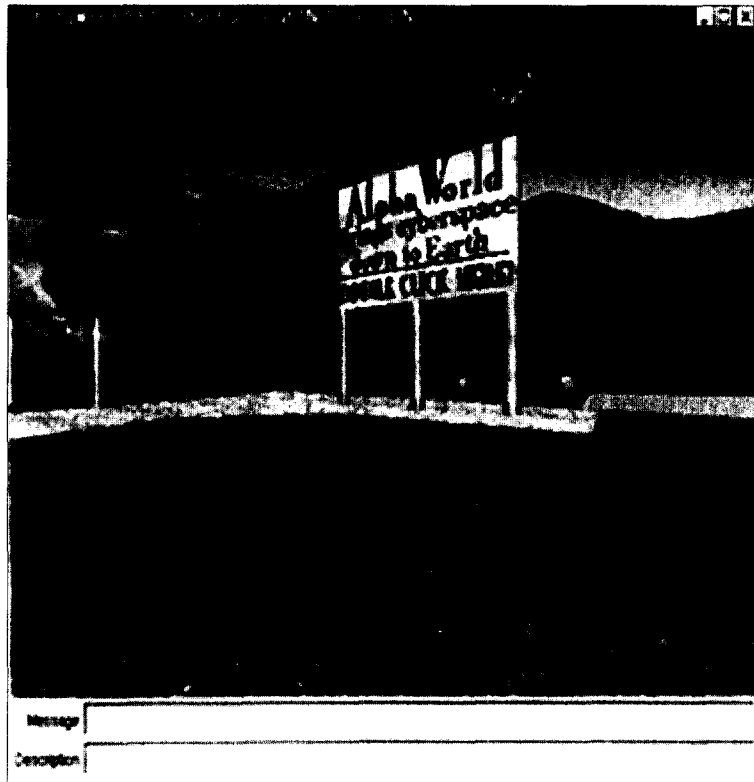


그림 2. Alpha World의 한 화면

#### IV. 앞으로의 방향

VRML을 중심으로 발전해 나아갈 인터넷상의 가상공간은 상호작용이 뛰어난 Java와 다중사용자 환경을 지원하는 MUD, 객체지향적 파라다임이 합해지는

형태를 이루게 될 것이다. 또한 3장에서 언급한 3차원 공간의 chatting 프로그램들에서 보여주는 기능성들이 구현 측면에서 영향을 주리라고 본다. 이장에서는 VRML의 스펙을 중심으로 이들의 발전 방향을 살펴보겠다.

#### 4.1 발전방향 - VRML 1.x

VRML은 앞에서도 언급한 것처럼 버전 1.0이 95년에 나와있다. 버전 1.0이 다양한 기능들을 제공하기는 하지만 새로운 기능들이 스펙에 고려되고 있다. 이들은 스펙으로 정하기 위해서 필요한 시간적인 부족 때문이거나 기능에 대한 공감대의 형성이 부족했기 때문이다. 우선 버전 1.x에서 포함되리라고 생각되어지는 것들을 보면 다음과 같다.

첫째, 그래픽 부분에 있어서 Open Inventor에서는 다루어지나 VRML 1.0에서는 포함되지 않은 것들이 있다. NURBS(Non-Uniform Rotational B-Splines)라고 하는 일련의 곡선으로 이루어진 오브젝트를 정의하는 방식으로 복잡한 오브젝트들을 묘사하는데 필요하다. 즉 복잡한 곡선으로 이루어진 표면이나 자연스러운 모습을 보여주기 위해서 필수적이다. 또 다른 개선이 필요한 부분이 텍스처이다. 현재의 VRML에서도 텍스처가 지원되기는 하지만 텍스처파일의 포맷에 있어서는 제한이 있다. 텍스처 맵으로 사용되는 것이 SFIImage 하나 이외에는 없다. 이 SFIImage는 큰 텍스처 맵을 위해서는 사용하기에 어려움이 있으며 보통 각 browser마다 자기에 맞는 텍스처 맵의 형식이 있게 마련이다. 즉 Webspaces의 경우에는 SGI에서 사용하는 RGB 포맷을 사용하고 WorldView에서는 GIF나 JPEG를 사용한다. 이러한 이유로 어느 한 포맷은 표준으로 제공해야하지만, 다른 포맷들은 옵션으로 정의해주는 것이 필요하다.

둘째, 네트스케이프의 Navigator의 최신 버전에서 제공하는 클라이언트 당기기 (client-side pull)와 서버 밀기 (server-side push) 기능을 제공하고 있다. 클라이언트 당기기는 특정 시간이 지난후에 문서 (HTML)를 재 로드하는 기능을 말하며 이러한 기능을 통해서 browser는 서버로부터 매분마다 최신의 정보를 가져올 수 있다. 서버 밀기는 서버가 클라이언트의 요청에 의해서 필요한 문서를 보내준 후에도 연결을 유지하고 있다가, 좀더 많은 정보를 browser에게 제공하는 것이다. 즉 증진시세와 같은 동적으로 변하는 문서의 내용들을 클라이언트로 수시로 보내는 것이 가능하게 된다. 이러한 기능들은 VRML을 보다 동적으로 만드는 데 반드시 필요하다.

셋째, VRML의 심각한 제한점 중에 하나는 확장성이다. VRML에서 제공할 수 있는 세계는 매우 제한적이어서 현재로는 수만 폴리곤정도에 지나지 않는다. 화면에 폴리곤을 실시간으로 렌더링하는 것이 메모리와 프로세서를 지나치게 많이 사용하게 되기 때

문에 데스크탑에서는 매우 큰 세계는 보기가 어렵다. 이를 위해서 proximal cache와 proximal relevance와 같은 기능들이 제공되게 될 것이다. 즉 상대적으로 가깝고 가장 눈에 띄는 수천개의 오브젝트들만을 보여주는 기능들이 필요하다.

넷째는 오디오, 비디오등과 같은 데이터의 스트림 제공이다. 즉 지속적으로 제공되어야 하는 오디오나 비디오 정보들이 끊어지지 않고 서버로부터 보내져야 한다.

다섯째는 CD-ROM과 같은 local에 있는 VRML 문서를 접근할 수 있는 Resource Naming과 Caching 기능의 추가이다.

여섯째는 VRML browser에게 다양한 종류의 Navigation 장치나 하드웨어 또는 소프트웨어로부터 입력을 받아들일수 있는 표준 API들의 제공이다. 표준 API가 있게되면, 장치를 만드는 설계자들은 보다 적절한 인터페이스 요소를 제공할 수 있으며 browser 제작의 부담을 줄일 수 있다. 이들은 Universal Navigation Interface (UNI)로 불리며 다양한 종류의 navigation 장치들을 시험해 볼수 있게 된다.

#### 4.2 발전방향 - VRML 2.0

사람들은 보다 실제에 가까운 가상공간을 기대한다. 이 공간에서는 여러명의 참가하여 서로 상호작용을 할 수도 있는 환경을 의미한다. 현재의 VRML이 정적인데 반해서 이러한 새로운 환경은 매우 능동이며 현재 나와있는 Java와 매우 유사한 기능들을 가지게 될 것이다. 2.0에서 추구하고 있는 기능들은 풍부한 행동 (behavior), 상호작용, 다중참가 (multiple participants)등이다. 풍부한 행동은 시간과 사건에 따라 움직이는 오브젝트를 의미하며, 상호작용은 VRML 공간내에 있는 오브젝트들과의 상호작용을 통한 이벤트의 발생을 의미한다. 나의 action에 대해서 반응을 보이고 대화를 할수 있는 기능을 의미한다. 또한 이러한 상호작용은 다중의 참석자들 사이에서 이루어질 수 있어야 한다. 이러한 기능들은 VRML 공간에 들어오는 사람들로 하여금 telepresence하는 환경을 제공하게 되며 보다 현실에 가까운 가상공간이 된다. 이와 같은 버전 2.0을 위한 기능들은 현재 여러 가지 시험적인 VRML 관련 프로젝트에서 테스트되고 있다. 다음은 대표적으로 이루어지고 있는 미래형 VRML 프로젝트들이다.

Dive는 다중참석자들의 VR 환경이다. 이 환경속에서 다중의 참석자들이 서로 상호작용과 행동을 하는

것이 가능하다. 기술적으로는 replication, 신뢰할 수 있는 multicast 프로토콜, 분산 lockin 방식등에 대해 주안점을 두고 있다. MERL은 미쯔비시의 연구소에서 이루어지고 있는 프로젝트로 사람이 가상공간상에 존재하는 agent와 서로 상호작용을 할수 있으며 verbal 대화를 나누는 것이 가능하다. 또한 제스처를 인식하거나 몸의 위치를 인식한다. DIS는 분산 상호작용 시물레이션의 약자로서 네트워크상에 떨어진 다중의 site들을 연결하는 상호작용 시물레이션을 제공하는 환경이다. 이밖에도 OOGI이나 Tecate와 같은 프로젝트를 통해서 다양한 VRML 확장 시험들이 이루어지고 있다.

참고문헌

[1] Proceedings of Symposium on the VRML '95, 1995년 12월.  
 [2] M. Pesce, VRML: Browsing & Building Cyberspace, New Riders.  
 [3] G. Bell and M. Pesce, VRML: Using 3D to surf the Web, SIGGRAPH '95, Tutorial Course 12.  
 [4] 야마모토 세이치, "인터넷의 3D 실현기술: VRML" (번역), 월간 Internet, 95년 12월.  
 [5] G. Gilder, The Software-Shift, Article, 1995년.  
 [6] 윤진수, 인터넷상의 가상공간 : VRML, OSIA 기술발표회, 1995년 12월.

관련 인터넷 Web 사이트

- <http://www.ncsa.uiuc.edu/EVL/docs/html/CAVE.html>  
 - <http://nemo.ncsl.nist.gov/~sressler/OVRThome.html>  
 - <http://vesta.physics.ucla.edu:7777/lambda/lambda.html>  
 - <http://www.cis.ohio-state.edu/hypertext/faq/usenet/games/mud-faq/top.html>  
 - <http://uvacs.cs.virginia.edu/~rws2v/wim/wim-paper.html>  
 - <http://www.sgi.com/Products/WebFORCE/WebSpace/>  
 - <http://www.sd.tgs.com/~template/WebSpace/>  
 - <http://www.geom.umn.edu:80/software/geomview/>  
 - <http://www.netpower.com/>  
 - <http://vrml.wired.com/arch/1647.html>

- <http://www.us.paragraph.com/>  
 - <http://www.webcom.com/~radiance/vrml.html>  
 - <http://www.sics.se/dce/dive/dive.html>  
 - <http://www.merl.com/merle/Welcome.html>  
 - <http://dis.pica.army.mil/index.html>  
 - <http://www.geom.umn.edu/software/webogl/welcome.html>  
 - [http://www.sdsc.edu/\\*Repository of VRML\\*/](http://www.sdsc.edu/*Repository of VRML*/)



윤진수

- 1986년 2월: 서울대학교 공과대학 컴퓨터공학과 학사과정졸업
- 1988년 8월: 한국과학기술원 전산학과 석사과정졸업
- 1994년 8월: 한국과학기술원 전산학과 박사과정졸업 학위논문: "분산환경을 위한 윈도우 시스템"
- 1993년 11월 ~ 현재: 삼성전자 멀티미디어사업부 디지털미디어사업팀 근무
- 주요관심분야: 분산시스템, User Interface, 윈도우시스템, 인터넷, 3D 그래픽, VR 언어