

# Virtual GIS 적용을 위한 3차원 공간데이터 작성

## Three Dimensional Spatial Data Creation for Application of Virtual GIS

신 석 효\* · 안 기 원\*\*

Shin, Sok Hyo · Ahn, Ki Won

### 要 旨

지리정보를 정보시스템에서 사용하기 위해서는 복잡한 실세계의 형상을 단순화, 일반화하여 전산적으로 처리할 수 있는 정보구조로 변환해야 한다. 기존의 2차원 GIS에서는 실세계의 형상을 점, 선, 면 등의 2차원적인 형상으로 수치 정보화 하여 GIS 기능을 수행하고 있다. 하지만 지구상에 존재하는 지리적인 요소들은 3차원적인 공간정보로 구성되므로 이를 2차원으로 추상화시키면 많은 정보의 손실이 일어나게 되며, 기존의 2차원 GIS는 근본적인 한계가 존재하게 된다. 따라서, 실세계의 3차원적인 지리요소는 컴퓨터 상에서도 3차원으로 처리하는 것이 지리요소가 원래 지니고 있는 정보의 손실을 최소화 할 수 있으며, 실세계의 자연물 및 인공 시설물에 대한 3차원적인 표현과 분석을 위해서는 궁극적인 형태의 3차원 GIS가 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 점, 선, 면 등의 2차원적인 형상을 3차원 공간 데이터로 수치 정보화 하기 위한 수단으로 VRML(Virtual Reality Modeling Language)을 이용하여 Virtual GIS 적용을 위한 3차원 가상세계를 생성함으로써 각종 의사결정을 보다 효율적이고 시각적으로 행할 수 있는 공간데이터를 작성하고자 하였다.

### 1. 서론

WWW(World Wide Web)는 네트워크 사용자가 전세계의 분산된 정보를 쉽고 빠르게 접근할 수 있도록 하는 매우 효과적인 정보 공유의 형태를 제공함으로써 GIS 분야에서도 인터넷 GIS라는 개념이 제기 되었으며 인터넷의 발달에 따라 개발된 인터넷 GIS는 오늘날 그 이용도가 더욱 더 크게 확대되고 있다.<sup>1)</sup> 이제까지는 데스크탑 시스템 위주로 작업을 수행하였기 때문에 자료의 공유가 폐쇄적이었지만 현재는 인터넷을 통하여 대용량의 자료를 손쉽게 주고 받을 수 있고 그 속도도 향상되고 있다. 그러나, 현재 웹 상에서 작동되는 GIS 시스템은 CGI(Common Gateway Interface)를 이용한 2차원 매핑(mapping) 위주의 시스템이어서 자료의 전송과 분석에 제약이 많았다.

---

\*경상대학교 공과대학 토목공학과 박사

\*\*경상대학교 공과대학 토목공학과 교수(경상대학교 공학연구원 책임연구원)

특히, 지하시설물은 지하공간의 비가시성으로 인해 기존의 2차원적으로는 효율적인 관리가 더욱 어렵기 때문에 지하시설물을 3차원으로 시각화 해주는 도구가 필요한 실정이다. 이러한 이유로 1990년대 중반 이후 비용의 효율성과 접근의 용이성 측면에서 인터넷 환경에서 구동되는 3차원 GIS의 중요성이 인식되기 시작하였다. 이러한 인터넷 환경 하에서 3차원 GIS 소프트웨어의 시각화모델을 위한 이용 방법의 하나로 VRML이 등장하였다. 또한, 웹이 가지는 2차원 정보를 3차원으로 확장하려는 노력의 일환으로 VRML을 이용하여 웹의 3차원 공간을 활용측면의 다양한 시도들이 나타나고 있다. 그러나 현재까지는 VRML을 이용하여 단지 DEM(Digital Elevation Model) 데이터로부터 지형을 3차원적으로 표현하거나 지형을 간단히 분석하는데 머물고 있다. 이러한 3차원 GIS는 2차원 GIS를 거쳐 발전해오고 있으며 1980년대부터 현재까지 3차원 지형분석의 2차원적인 표현에서부터 3차원 지형의 가시화 및 분석시스템을 거쳐 최근에는 3차원 가상도시 구축단계까지 발전해 오고 있다. 이러한 3차원 GIS의 국외 연구로는 Lin등<sup>2)</sup>은 웹 기반으로 하는 3차원 가시화를 위해 다차원 데이터와 응용시스템간의 관계를 중점으로 VRML과 자바 3D를 이용하였다. Moore등<sup>3)</sup>은 자바와 VRML간의 상호작용을 통해 TIN, DEM을 이용한 지형표현 기법으로 VFC(Virtual Field Course)를 제안하였다. 또한 Zlatanova등<sup>4)</sup>은 3차원 도시데이터의 가시화를 위해 VRML을 이용하고 공간분석과 데이터 저장을 위한 데이터 구조로는 3차원 FDS (Formal Data Structure)를 제안하였다. 국내의 연구로는 김경호등<sup>5)</sup>은 자바/VRML 기반 3차원 GIS의 기본구조와 프로토타입 모델 개발을 통해 지형고도 데이터와 위성영상 데이터를 가상공간에 표현하였으며 3차원 피쳐에 대한 멀티미디어 정보검색기능을 구현하였다. 또한 홍장현등<sup>6)</sup>은 웹 상에서 사용되는 3차원 지형 가시화 시스템을 구현하여 제시하였다. 또한 강인준등<sup>7)</sup>은 수치지도와 지형정보를 이용하여 VGIS 적용을 위해 3차원으로 가시화 하여 의사결정에 있어서 시각적인 효과를 증진시키고자 하였다. 이러한 국내·외 연구들을 살펴본 결과 3차원 GIS 시스템의 대부분이 3차원 지형처리에 중점을 두고 있으며 3차원 입체 시설물의 생성, 편집, 분석기능이 취약하다고 하겠다. 이에 본 연구에서는 2차원 정보공간을 3차원으로 확장하기 위해 3차원 물체 표현에 강력한 기능을 제공하는 VRML(Virtual Reality Modeling Language)을 이용하여 대상지역내의 지상시설물과 지하시설물 데이터로 나누어 3차원 가시화 및 3차원 공간시설물의 작성하고자 하였다. 대상지역의 2차원 공간데이터 작성에서 지상시설물 데이터로는 건물, 도로, 지형데이터를 지하시설물 데이터로는 가스관, 공동구, 상수관, 오수관, 폐수관, 배수관 데이터를 이용하여 수치지도와 DEM을 작성하였다. 3차원 공간데이터 작성은 지형데이터 부분과 공간데이터 부분으로 나누었고, 지형데이터 표현 부분은 항공사진을 이용하여 VRML의 이미지텍스처매핑(ImageTexture Mapping)으로 3차원 영상을 작성하였다. 또한 공간데이터 작성에 있어서 2차원 공간데이터를 이용하여 VRML에 의한 3차원으로 구성하였고 특히, 건물 데이터 작성에 있어서는 단순한 모양에서 중간 상세도 모양, 그리고 높은 상세도 모양의 세 단계로 구현함으로써 더욱 더 나은 현실감 증대와 시각적 효과를 제공하고자 하였다.

## 2. Virtual GIS

### 2.1 3차원 GIS

2차원 GIS를 거쳐 발전해온 3차원 GIS는 초창기에는 지형을 단순히 3차원으로 가시화 하는 기능 위주였지만, 최근에는 3차원 지형 분석 및 3차원 시설물과 3차원 도시 등의 실감

있는 모델링, 분석 기능을 제공하는 단계까지 이르렀고, 미래에는 3차원 모델링 뿐만 아니라 현실감 있는 가상현실(Virtual Reality) 기능이 더욱 강조된 3차원 GIS가 등장할 것이다.<sup>9)</sup>

표 1은 3차원 GIS 의 발전 단계로서 1980년대부터 현재까지 3차원 지형분석의 2차원적인 표현에서부터 3차원 지형의 가시화 및 분석시스템을 거쳐 최근 웹 상에서의 3차원 가상도시 구축 단계까지를 나타내고 있다.

표 1. 3차원 GIS 발전 단계

년 대	단계	기 술	비 고
1980	1단계	2차원 GIS의 지형분석표현	등고선, GRID
	2단계	3차원 지형 가시화시스템	위성영상, DEM자료의 가시화 지형가시화, 분석
1990	3단계	3차원 지형분석시스템	(향, 고도, 가시권, 단면분석)
	4단계	3차원 브라우징 시스템	가상도시구축, 3D Browsing
2000	5단계	3차원 GIS	3D 검색, 편집, 분석, 가상현실(VR)

이러한 3차원 GIS 발전 추이로서는 1980년대에는 3차원 지형분석의 알고리즘은 개발되었으나 컴퓨터 그래픽 기술의 부족으로 인해 분석결과를 3차원적으로 표현하지 못하고 2차원적 표현만 가능하였다. 다음단계로 컴퓨터 그래픽 기술의 발달과 하드웨어의 성능향상으로 인해 지형의 3차원적 가시화 및 애니메이션이 가능해졌다. 1990년대에 와서는 3차원 지형의 단순한 가시화뿐만 아니라 다양한 분석의 결과를 3차원적으로 나타내어 사용자의 이해력을 높이고 요구를 충족시켜 주었다. 이때 웹의 등장으로 인해 네트워크 사용자가 전세계의 분산된 정보를 쉽고 빠르게 접근할 수 있도록 하는 매우 효과적인 정보 공유의 형태를 제공함으로써 GIS 분야에서도 인터넷 GIS라는 개념이 제기 되면서 3차원 GIS에도 커다란 영향을 미치게 되었다. 또한 웹이 널리 사용되고 컴퓨터 그래픽과 VR(Virtual Reality) 기술의 발전으로 인해 비약적인 3차원 GIS가 발전하게 되었다. 특히 3차원 GIS의 발전은 가상현실과 맞물려 발전 되어왔고, 웹이라는 환경 하에서 비약적인 발전을 이루어 왔다. 이러한 웹 환경에서 3차원 콘텐츠를 표현하기 위한 방법으로 최근에 가장 많이 사용되고 있는 것이 VRML과 자바 3D 이다. VRML은 가상 현실 모델링 언어로 기존의 HTML이 텍스트와 이미지위주로 구성되어 사람이 실제로 감지하고 느낄 수 있는 가상공간을 구축하는데 적합하지 않다고 판단되어 이를 대체할 새로운 규약으로 제정된 것이다. 한편 웹에서의 3차원 그래픽 프로그래밍을 위해 개발된 자바 라이브러리가 바로 자바 3D이다. 자바 3D는 자바언어의 확장 라이브러리가기 때문에 3차원 객체에 대한 더욱 직접적인 조작과 관리가 가능하다. 하지만 3차원 가상세계를 가시화하기 위한 브라우저를 직접 개발해야하고 3차원객체의 생성 및 조작을 위한 프로그래밍에 시간이 많이 걸리는 등의 단점이 있다. 본 연구에서는 이러한 내용들을 조합해 볼 때 VRML을 이용하여 3차원 공간데이터를 작성하고자 하였다.

## 2.2 VRML

1994년 7월 제네바에서 열린 제1차 World Wide Web Conference에서 웹이 가지는 2차원 정보공간을 3차원으로 확장하는데 필요한 데이터 표준으로서 VRML이 처음으로 등장했다. 전세계적인 관심과 지적자원을 끌어오기 위해 메일링 리스트가 만들어 졌고 많은 참여자들이 새로운 아이디어를 이곳에 제시했다. 그 결과 VRML의 버전 1.0이 1995년 5월에 발표되었으며, 그 후 그래픽 관련회사와 단체로부터 표준으로 인정받게 되고 많은 VRML브라우저와 적용 사이트가 생겨났다. 이러한 빠른 성장에 발맞추어 1996년 8월에는 VRML 버전 2.0이 발표되기에 이르렀다. 특히 VRML 2.0은 그저 보기만 하는 3차원 그래픽에서 탈피하여 가상공간 안의 물체를 만지거나 원하는 대로 움직일 수 있는 것이 가능하다. 이러한 상호작용을 위해 여러 가지 형태의 센서노드로 구성되고 있다. 또한 VRML세계와 외부 환경과의 의사 소통을 위해서 EAI(External Authoring Interface)를 제공하며 자바를 이용하여 VRML 세계의 동적인 조작이 가능하게 되었다. 그림 1은 VRML의 발전 단계를 나타내고 있다.

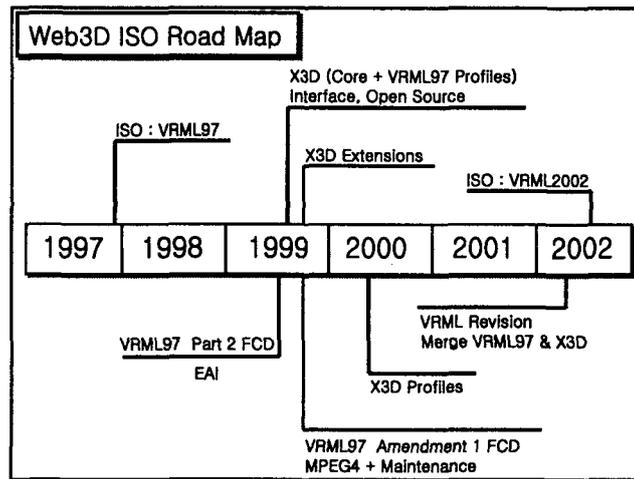


그림 1. VRML의 발전 단계.

VRML은 SGI의 오픈 인벤터 파일 포맷을 근간으로 만들어졌기 때문에 장면 그래프라는 구조를 이용하여 3차원 콘텐츠를 표현한다. 장면 그래프는 3차원 객체들을 트리 구조로 관리함으로써 3차원 가상 세계에 대한 조작 및 변경을 편리하게 하기 위한 것이다. VRML 버전 1.0은 주로 정적인 3차원 세계에 대한 생성 및 가시화가 주된 기능이였다. 하지만 VRML 2.0이 발표되면서 3차원 가상공간에 대한 다양하고 동적인 움직임을 부여할 수 있게 되었다. 특히 자바와 같은 외부 프로그램에 대한 인터페이스를 지원함으로써 3차원세계에 대한 복잡하고 세밀한 조작을 가능케 하였다. VRML과 외부 프로그램과의 인터페이스를 EAI라고 하며 현재 EAI를 이용하여 도시계획, 건축, GIS 등의 다양한 분야에 대한 응용시스템을 웹 상에 구축하려는 시도가 활발히 진행중이다. VRML과 자바를 이용하여 구축된 3

차원 GIS 시스템은 3차원 객체의 모델링 및 가상세계 구축이 비교적 용이하고, 3차원 브라우저의 기능을 충분히 활용할 수 있다는 장점이 있다. 최근에는 인터넷 GIS에서 2차원 정보 공간을 3차원으로 확장하려는 노력의 일환으로 VRML이 등장하면서 웹의 3차원 공간을 활용하려는 다양한 시도들이 나타나고 있다.

### 3. 3차원 공간데이터의 작성

#### 3.1 연구대상지역 선정

본 연구에서는 대상지역을 규모가 크고 구조와 설비가 복잡하여 많은 인력과 유형, 무형의 자산을 포용하고 있으므로 장기간동안 모든 시설물 기능의 유지관리가 필요한 대학 시설물을 선정하였다. 선정지역은 경상남도 진주시 가좌동에 위치한 국립 경상대학교(면적 약 1,4km<sup>2</sup> 이고 표고 10~80m)를 선정하여 도로, 전기, 건물, 지적, 상수, 오·폐수관로, 배수관로, 상수관로, 공동구 등 기본적인 대학 시설물을 이용하였다. 그림 2는 대상지역에 대해서 구축된 시설물로서 각각의 기본도를 조인한 그림이다. 또한 그림 3은 본 연구의 작업 흐름도를 나타내고 있다.

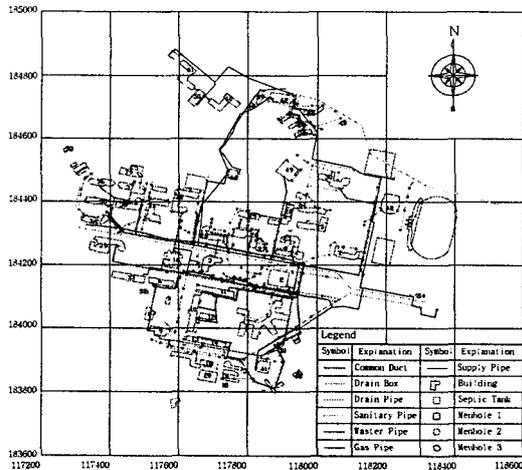


그림 2. 구축된 대상지역의 시설물도.

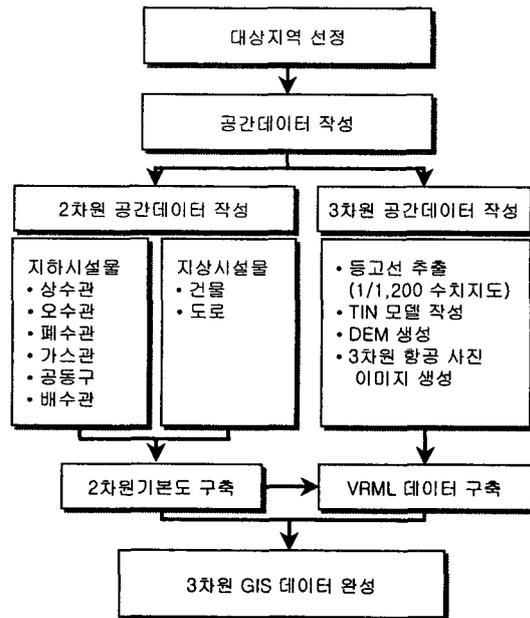


그림 3. 본 연구의 흐름도.

#### 3.2 지형표현을 위한 3차원 영상생성

본 연구에서는 3차원 영상을 작성하기 위한 전 단계로서 DEM을 생성하였다. DEM의 추출 방법 중 가장 많이 사용되는 방법은 수치지도의 등고선에서 추출하는 방법, 항공 영상에서 추출하는 방법, 위성 영상에서 추출하는 방법이 있다. 본 연구에서는 수치지도의 등고선에서 추출하는 방법으로 벡터라이징된 등고선 레이어를 이용하였다. 벡터라이징된 등고선의 파일은 기본도 구축에서와 마찬가지로 작업의 진행과정에서 발생한 불필요한 부분을 정리한

다음 하나의 등고선이 일체가 되도록 complex chaining을 실시하여 구축하였다. 이렇게 획득된 자료는 2차원적이기 때문에 각 등고선과 지점표고(spot height)에 표고 값을 부여하여 모델작성에 필요한 3차원 자료를 만들어 TIN 모델, Grid 모델을 형성하였다. 또한 그림 4와 5는 완성된 수치지도를 TIN 모델로 작성한 후 DEM으로 생성한 그림이다.

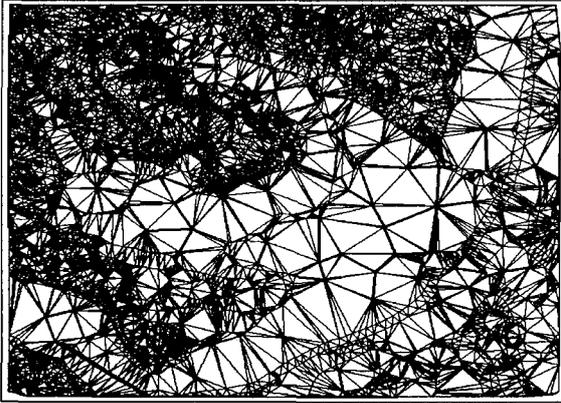


그림 4. 대상지역의 TIN 모델.



그림 5. 대상지역의 DEM.

가상세계에서 3차원 지형요소를 지지할 바닥면의 생성이 필요하다. 이때 바닥면이 텍스처로 위성영상이나 항공사진을 입힌다면 더욱 현실감이 증가하고 GIS에서 3차원 벡터데이터에 래스터를 중첩하는 효과를 얻을 것이다. 이러한 효과를 향상시키기 위한 지형의 3차원적인 굴곡의 표현 및 분석은 TIN이나 DEM을 사용할 필요가 있다. 본 연구에서는 작성된 수치지도 부분에서 등고선 및 지점표고를 추출하여 TIN을 생성하고 지세가 심한 곳은 작고 조밀한 삼각형으로 표현하고 평평한 곳은 크고 넓은 삼각형으로 구현하였다. 여기서 TIN 모델은 삼각형의 메쉬의 크기에 제한 받지 않는 삼각형의 집합이다. 즉 일정하지 않은 크기의 삼각형들이 표현될 수 있다. 이와 같은 성질 때문에 복잡한 지형에서는 작고 세밀한 메쉬로 표현되어 지형의 특성을 섬세히 나타낼 수 있고 그렇지 않은 부분에서 사용되는 삼각형의 개수도 줄일 수 있기 때문에 지형에 따라 사용되는 데이터의 수가 달라진다.

이러한 성질은 지형의 가시화 효율을 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 TIN 데이터의 지형고도를 추출한 다음 이를 이용하여 VRML 포맷에 맞게 변환한 후 이미지텍스처 노드를 이용하여 3차원 형상을 나타낸다. 텍스처는 브라우저의 성능을 위해서 256×256셀밖에 지원하지 못하며 이로 인해 항공사진의 질이 떨어지게 되나, IndexedFaceSet을 이용하면 LOD를 도입하여 가까이 갈수록 더욱 큰 이미지를 보여준다든지 하는 지형보정을 쉽게 할 수 있어서 유리하다. 그림 6은 항공사진에서 최종적으로 대상지역만 절출하여 VRML에서 이미지 텍스처 매핑을 이용하여 최종적으로 합성한 대상지역의 3차원 영상이다.



그림 6. 항공사진의 이미지 텍스처 매핑.

### 3.3 VRML에서의 상세도 모델

지형요소를 설계하는데 고려해야 할 문제는 모델링과 가시화에 관한 것으로 일반적으로 임의의 3차원 객체의 상세도(LOD)는 객체를 표현하는데 사용되는 데이터의 양에 비례한다. 상세도는 사용자의 눈앞에 보여질 가상현실 사물들에 보여질 계층을 설정해 주는 기능이다. 우리가 사는 실제 세계에서는 우리 눈의 구조상 멀리 있는 물체는 자세히 볼 수가 없다. 하지만 VRML로 만들어질 세계에서는 이를 상세도와 같은 기능으로 사용자에게서 너무 멀리 있어서 잘 보이지 않아야 할 물체는 단순하게 보여지도록 하는 것이다. 그래서 하나로 보여질 물체에 대해 여러 단계의 복잡도로 모델링을 해야한다. 또한 상세도가 높을수록 현실감은 증가하게 된다. 하지만 웹 환경 하에서는 네트워크의 대역폭과 전송시간의 제약으로 인해 이러한 데이터의 양에 제약을 가하지 않을 수 없게 된다. 따라서 본 연구에서는 표 2에서 보는 바와 같이 3차원 지형요소를 단순한 모양에서 중간 상세도 모양, 그리고 높은 상세도 모양의 세 단계로 구현함으로써 상세도와 네트워크 제약간의 상호관계를 제공하고자 하였다.

표 2. 세 단계의 상세도 표현

Modeling level	Geometry	Appearance
Level-1 (low level)	Simple geometry (Box, Cone, Cylinder, etc.)	Single color
Level-2 (medium level)	Medium geometry (Extrusion, Face-set)	Single color and Simple texture(texture tile)
Level-3 (high level)	Complex geometry (Wire frame)	Photo-realistic texture

### 3.4 VRML에서의 공간데이터 작성

본 연구에서의 3차원 공간데이터의 구성은 시설물 데이터 중 지하시설물 데이터인 가스관, 상수도관, 오수관, 폐수관, 배수관, 공동구 등의 관 형상의 객체들을 공간 정보와 속성정보를 이용하여 3차원 형상으로 구성하였다. 이 과정에서는 관의 폭과 색상 및 재질을 이용하여 3차원 원점(0, 0, 0)에 3차원 관 객체를 생성하는 단계를 거쳐 원점을 기준으로 만들어진 객체를 실제 좌표 상에 위치시키기 위해 회전 및 이동을 수행하였다. 또한, 3차원 데이터 모델은 Point, LineString, Surface, Polyhedrons를 기본 모델로 하여 Topology를 구성하게 된다. 또한 본 연구에서는 실제 현상과 같은 사실감을 더하기 위해 3차원 시각화를 위한 모델링은 3차원 기하정보에 조명, 음영, 색깔, 재질, 텍스처 매핑을 통하여 구성되었고, 카메라 객체를 이용하여 3차원 영상을 제작하였다.

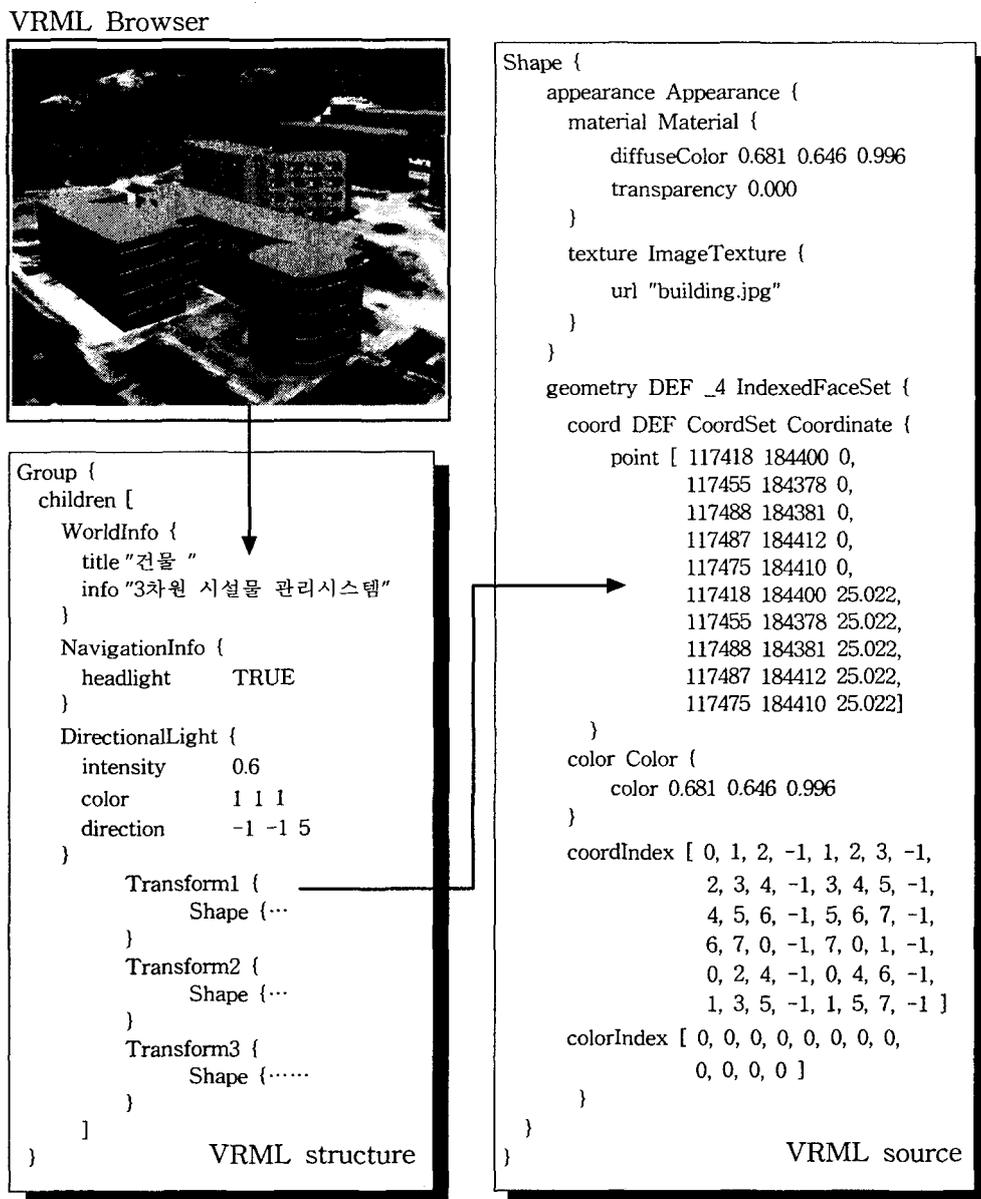


그림 7. VRML에 의한 건물 모델링과정.

## VRML Browser

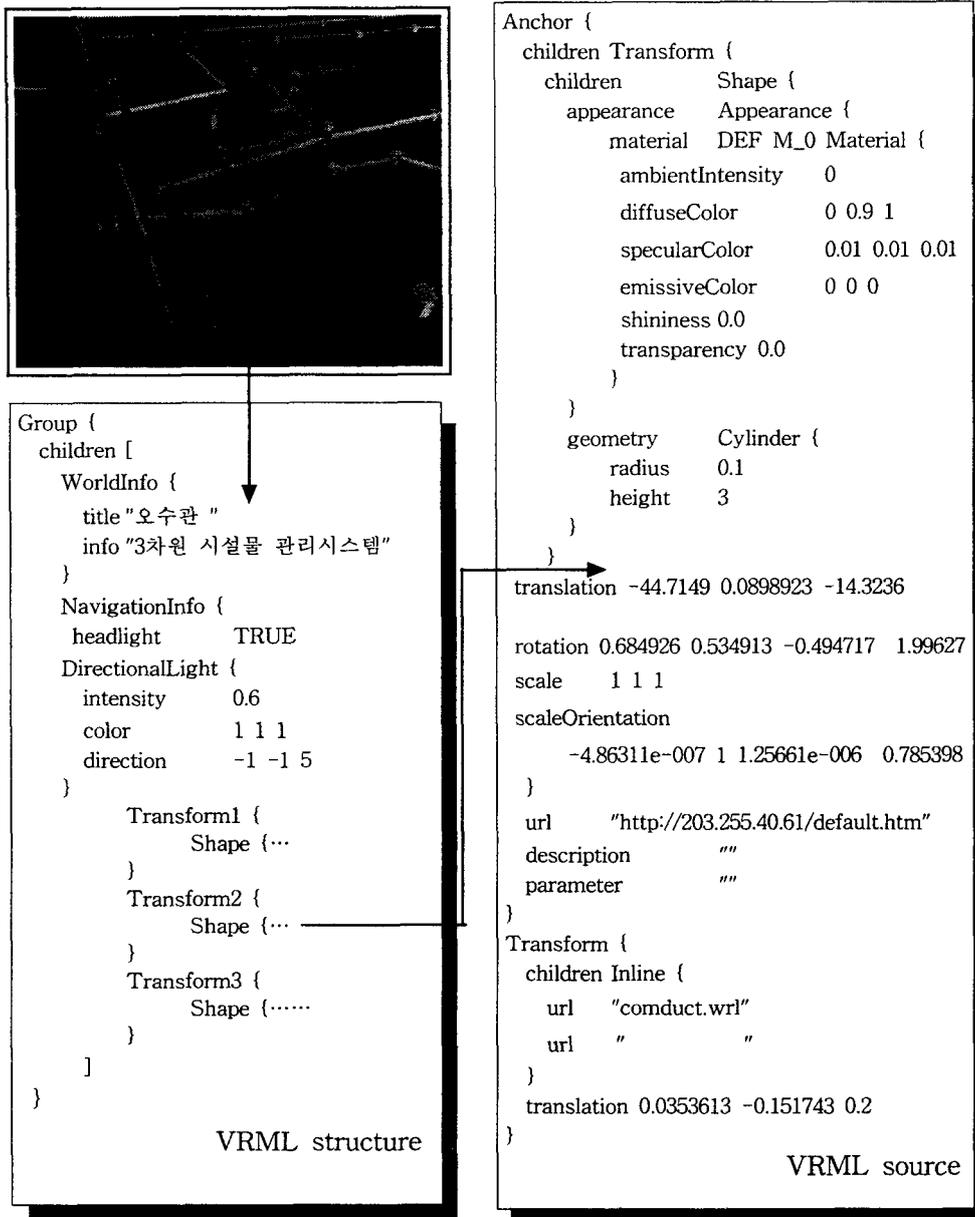


그림 8. VRML에 오수관의 모델링.

본 연구에서 작성한 3차원 공간데이터로서 그림 7은 건물의 형태를 VRML 브라우저에 나타낼 때 작성하는 단계로서 한 파일에는 VRML의 구조와 그 구조에 소스가 들어가는 형태로 작성된 모습을 나타내고 있다. 또한 브라우저에 나타난 폴리곤 형태의 건물은 사실감을 더하기 위해서 건물의 사진을 촬영한 후 건물에 매핑 시키는 작업인 이미지텍스처를 수행한 모습을 나타내고 있다. 그림 8은 본 연구에서 작성된 지하 시설물 중 오수관, 상수도관, 가스관, 공동구, 배수관, 폐수관 등을 연결시켜 나타내고 있는 그림으로서 또한 Anchor 노드를 이용하여 웹 환경에서 VRML 모델을 상호작용하고 다른 VRML 페이지로 이동, 다른 HTML 페이지로 이동, 임의의 사운드나 동영상을 시작, 다른 뷰포인트로 이동이 가능하도록 하였다.

## 4. 3차원 공간데이터 활용

### 4.1 3차원 뷰

3차원 뷰어는 가상세계를 가시화 하는데 필수적인 부분이다. 뷰어를 통하여 2차원 이미지와는 다른 3차원 가시화만의 특징을 느낄 수 있다. 본 연구에서는 작성된 지형부분과 공간데이터 부분을 3차원으로 조망함으로써 사용자에게 보다 현실감 있고 직관적인 뷰를 제공하기 위한 부분으로서 up, down, left, right, rotation을 위한 X, Y, Z 방향으로 회전을 할 수 있게 된다. 이것은 3차원 시설물을 다양한 방향에서 동시에 조감함으로써 현실에 대한 판단력과 이해력을 높이기 위한 구성이다. 3가지 기준으로서 가상의 공간을 걸어 다니는 것처럼(walk) 움직일 수 있고, 또 날아다닐 수도 있으며(fly) 또는 자신의 자리에서 돌려보며 관찰(examine)할 수 있는 모드가 있다.(그림 9, 10)

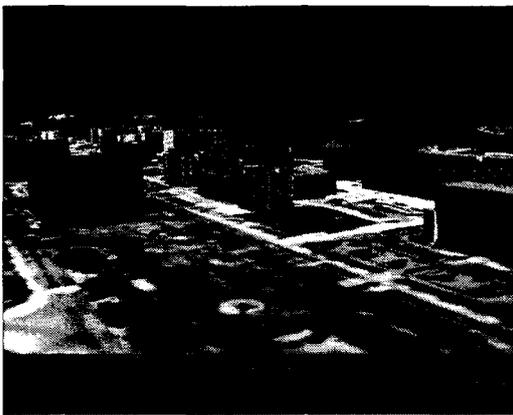


그림 9. 지형이 포함된 3차원 뷰.

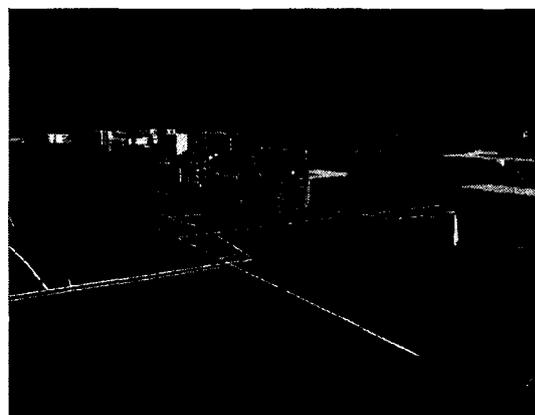


그림 10. 지형이 포함되지 않은 3차원 뷰.

### 4.2 Navigation

본 연구에서 가상공간의 네비게이션을 위하여 3차원의 각 위치와 시각방향 정보에 의한 프레임 애니메이션을 이용하였다. 3차원 네비게이션은 사용자가 향해 하고자 하는 경로를 지정하면 경로에 따른 비행시뮬레이션을 제공하는 기능으로 3차원 영상들을 각 프레임별로 연속적으로 웹 브라우저 안에서 비행하는 모습을 디스플레이 하는 기능이다. 이는 원하는 비행 좌표를 설정하여 마치 비행기나 헬리콥터를 타고 가상 공간에서 실제로 비행을 하는 것 같은 시뮬레이션 효과를 발휘한다. 이 네비게이션 기능을 이용하면 직접 갈 수 없는 지형이나 생소한 시설물의 위치 모양 등을 직접 가지 않고도 모니터 상에서 미리 조망하고 지형과 시설물을 실제처럼 시뮬레이션을 할 수 있어 훨씬 더 많은 정보를 제공할 수 있다. 이 기능을 이용할 수 있는 예로서 직접 갈 수 없는 적진을 비행하는 시뮬레이션이나, 분석 방법을 통해 다양한 형태로 활용하여 군 작전계획을 세우는 데 유용하게 사용할 수 있다. 또한, 미리 시뮬레이션을 해볼 수 있게 하여 3차원 형태의 정보를 제공할 수 있고, 도시경관 시뮬레이션 및 가상 차량주행 시뮬레이션 등의 효과를 낼 수 있을 것이다. 이러한 연속적인

영상을 통하여 관들의 연결성이나 주위의 다른 객체들과의 연관성을 파악할 수 있다. 그림 11은 네비게이션의 한 경로에 관한 영상을 프레임 단위로 보여주는 결과로서 네비게이션이 이루어지고 있는 모습이다.

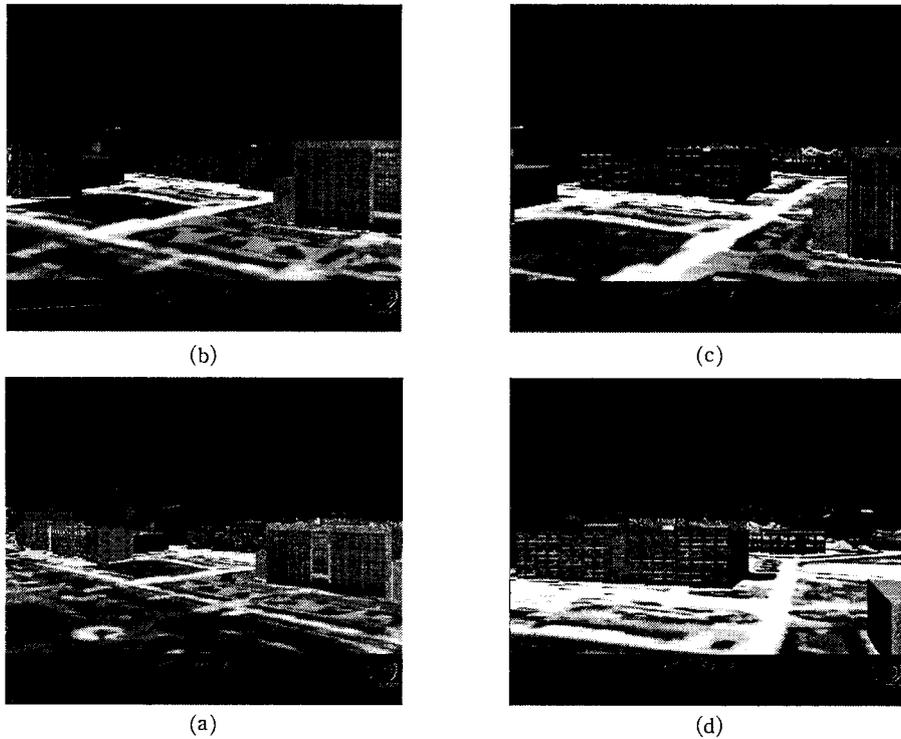


그림 11. 3차원 네비게이션의 결과.

## 5. 결론

본 연구에서는 Virtual GIS의 적용을 위하여 3차원 공간데이터 작성에 관한 내용으로서 공간 시설물의 효율적인 데이터 관리를 위해 VRML을 이용하여 웹 상에서 효율성을 얻고자 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 기존의 GIS시스템이 단순한 2차원 매핑 위주의 시스템인데 반해 3차원 물체 표현에 강력한 기능을 제공하는 VRML을 이용함으로써 사용자에게 특정한 시설물에 대해 보다 상세한 공간정보를 제공할 수 있었다.
2. 기존의 정적인 지도표현에서 웹을 통해 지형지물의 3차원 시각화 및 지하공간 시설물의 동적인 표현이 가능하였다.
3. VRML의 이미지텍스처 처리에서 건물과 항공사진의 질을 향상시키기 위한 텍스처 처리방법으로 LOD를 이용함으로써 더욱 더 나은 현실감 증대와 해상도 증가를 이룰 수 있었다.

향후 3차원 가상현실을 이용하여 관광 정보 제공, 토지 이용실태 조사, 군사용, 다양한 3차원 가상도시의 구축으로 현실과 아주 유사한 각종 생활 지리 정보서비스, 건설분야에의

활용, 시설물 관리에 있어서 비가시지역인 지하 시설물의 설계, 시공 및 관리시 의사결정에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

## 6. 참고문헌

1. 안기원, 신석효, 서두천(2000) 인터넷 GIS를 이용한 대학 시설물관리시스템 구축에 관한 연구, 한국측량학회, 제 18권 제4호, pp.415-421.
2. Lin, H., Gong, J. and Wang, F., Web-based three-dimensional georeferenced visualization. *Computers & Geosciences* 25, 1999, pp. 1177-1185.
3. Moore, K., Dykes, J., and Wood, J., Using Java to interact with geo-referenced VRML within a virtual field course. *Computers & Geosciences* 25, 1999, pp.1125-1136.
4. Zlatanova, S. and Gruber, M., 3D Urban GIS on the Web: Data Structuring and Visualization. presented at the AGILE conference, 1998, pp. 111-120.
5. 김경호, 이기원, 이종훈, Java/VRML 기반 3차원 GIS의 기본 구조와 프로토타입 모델 개발. 한국지형공간정보학회 논문집. 6(1), 1998, pp.11-17.
6. 강인준, 최현, 박창하, 수치지도와 지형정보를 이용한 VGIS 구축에 관한 연구, 한국측량학회, 제 19권 제 4호, 2001, pp. 327-335.
7. 홍장헌, 송창근, 웹 환경 하에서 3차원지형 가시화 시스템. 한국정보 처리학회, 2001 10(1), pp. 910-915.
9. 한국전자통신연구원, 웹 기반 3차원 지리 정보 소프트웨어 도구개발에 관한 연구. 정보통신부 최종 연구개발 결과 보고서, 1999, pp. 5-108.
10. Forgiomne, G. A., Loane, R. L., Armstrong, T.C., A geographical information system to facilitate militaryhousing management. *IJGIS* 10(8), 1998, pp. 991-1007.
11. Martin, R., Lee, I., Leclerc, Y. G., Under the Hood of GeoVRML 1.0, *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol(19), 2000, pp. 30-38