

3차원 GIS 적용을 위한 가상공간 데이터베이스 구축 Virtual Spatial Database Creation for Application of Three Dimensional GIS

안기원¹⁾ · 신석호²⁾ · 김상철³⁾

Ahn, Ki Won · Shin, Sok Hyo · Kim, Sang Chul

Abstract

Generally, feature of real world as 2-dimensional information of point, line and polygon achieve a GIS function from 2-dimensional GIS. But at enduring the geography elements which exist when it is composed of 3-dimensional spatial information it is abstracted with 2-dimensional which will reach, the loss of many information and 2-dimensional GIS of existing the basic limit exists and. Accordingly, 3-dimensional geography elements of the real world even at the computer controlling with 3-dimensional geography element original it will be able to minimize the loss of information which it keeps, for 3-dimensional expression and the analysis against the natural facility and the artificial facility of the real world it is the actual condition whose 3-dimensional GIS of ultimate form are necessary. This study was 2-dimensional feature a point, the line and polygon and 3-dimensional spatial data information as the method for to use the VRML(Virtual Reality Modeling Language), 3-dimensional virtual worlds for 3-dimensional GIS applications to create and hereafter various decision making of at connection web more efficient and the possibility of doing in vision in order to be, it drew up a spatial database.

요 지

일반적으로 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 컴퓨터상에서도 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 공간데이터로 수치 정보화하기 위한 방법으로서 VRML(Virtual Reality Modeling Language)을 이용하였고, 3차원 GIS 적용을 위한 3차원 가상세계를 생성하고 향후 연계할 웹상에서의 각종 의사결정을 보다 효율적이고 시각적으로 행할 수 있도록 공간데이터베이스를 작성하고자 하였다.

핵심용어(Keywords) : 3차원 GIS(3-dimensional GIS), VRML, 공간데이터베이스(Spatial database)

1. 서 론

지하에 묻혀있는 상하수관, 전력시설, 가스관, 통신시설 등의 시설물들은 국민생활에 필수 불가결한 도시기반시설로서 효율적인 유지관리가 절실히 요구된다. 하지만 지하 공간의 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 웹이 가지는 2차원 정보를 3차원으로 확장하려는 노력의 일환으로 VRML(Virtual Reality Modeling Language)이 등장하였고, 이를 이용하여 웹의 3차원 공간을 활용측면의 다양한

1) 정희원 · 경상대학교 공과대학 토목공학과 교수, 공학연구원 책임연구원(E-mail:kwahn@nongae.gsnu.ac.kr)
2) 정희원 · 경상대학교 공학연구원 건설연구센터 연구원(E-mail:s_shshin@gsnp.gsnu.ac.kr)
3) 정희원 · 경상대학교 공과대학 토목공학과 박사과정(E-mail:sangcholyi@hanmail.net)

시도들이 나타나고 있다. 그러나 현재까지는 VRML을 이용하여 단지 DEM 데이터로부터 지형을 3차원적으로 표현하거나 지형을 간단히 분석하는 3차원 지형의 가시화 및 분석시스템에 머물고 있다. 이러한 3차원 GIS의 국외 연구로는 Lin등(1999)은 웹 기반으로 하는 3차원 가시화를 위해 다차원 데이터와 응용시스템간의 관계를 중점으로 VRML과 자바 3D를 이용하였다. Moore등(1999)은 자바와 VRML간의 상호작용을 통해 TIN, DEM을 이용한 지형 표현 기법으로 VFC(Virtual Field Course)를 제안하였다. 또한 Zlatanova등(1998)은 3차원 도시데이터의 가시화를 위해 VRML을 이용하고 공간분석과 데이터 저장을 위한 데이터 구조로는 3차원 FDS(Formal Data Structure)를 제안하였다. 국내의 연구로는 김경호등(1998)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(2001)은 웹 상에서 사용되는 3차원 지형 가시화 시스템을 구현하여 제시하였다. 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 공간데이터베이스를 작성하고자 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, 미래

에는 3차원 모델링뿐만 아니라 현실감 있는 가상현실(Virtual Reality) 기능이 더욱 강조된 3차원 GIS가 등장할 것이다.

이러한 3차원 GIS 발전 주이로서는 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 전 세계의 분산된 정보를 쉽고 빠르게 접근할 수 있도록 하는 매우 효과적인 정보 공유의 형태를 제공함으로써 GIS 분야에서도 인터넷 GIS라는 개념이 제기되면서 3차원 GIS에도 커다란 영향을 미치게 되었다. 또한 웹이 널리 사용되고 컴퓨터 그래픽과 VR(Virtual Reality) 기술의 발전으로 인해 3차원 GIS가 비약적으로 발전하게 되었다. 특히 3차원 GIS의 발전은 가상현실과 맞물려 발전되어왔고, 웹이라는 환경 하에서 비약적인 발전을 이루어 왔다. 표 1은 3차원 GIS의 발전 단계로서 1980년대부터 현재까지 3차원 지형분석의 2차원적인 표현에서부터 3차원 지형의 가시화 및 분석시스템을 거쳐 최근 웹상에서의 3차원 가상도시 구축 단계까지를 나타내고 있다.

이러한 웹 환경에서 3차원 콘텐츠를 표현하기 위한 방법으로 최근에 가장 많이 사용되고 있는 것이 VRML과 자바 3D이다. VRML은 가상현실 모델링 언어로 기존의 HTML이 텍스트와 이미지위주로 구성되어 사람이 실제로 감지하고 느낄 수 있는 가상공간을 구축하는데 적합하지 않다고 판단되어 이를 대체할 새로운 규약으로 제정된 것이다. 자바 3D는 3차원 가상세계를 가시화하기 위한 브라우저를 직접 개발해야하고 3차원객체의 생성 및 조작을 위한 프로그래밍에 시간이 많이 걸리는 등의 단점이 있다. 따라서 본 연구에서도 이러한 내용들을 조합해 볼 때 VRML을 이용하여 3차원 공간데이터를 작성하고자 하였다.

표 1. 3차원 GIS 발전 단계

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

2.2 VRML

1994년 7월 제네바에서 열린 제1차 World Wide Web Conference에서 웹이 가지는 2차원 정보공간을 3차원으로 확장하는데 필요한 데이터 표준으로서 VRML이 처음으로 등장했다. 전 세계적인 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 적용사이트가 생겨났다. 이러한 빠른 성장에 발맞추어 1996년 8월에는 VRML 버전 2.0이 발표되기에 이르렀다. VRML 버전 1.0은 주로 정적인 3차원 세계에 대한 생성 및 가시화가 주된 기능이었다. 하지만 VRML 2.0이 발표되면서 3차원 가상공간에 대한 다양하고 동적인 움직임을 부여할 수

있게 되었다. 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 의사소통을 위해서 EAI (External Authoring Interface)를 제공하며 자바를 이용하여 VRML 세계의 동적인 조작이 가능하게 되었다. 그림 1은 VRML의 발전 단계를 나타내고 있다. 그림 2는 VRML에서 제공하는 shape 형태 일부의 좌표관계를 나타내고 있다.

3. 3차원 공간데이터의 작성

3.1 연구대상지역 선정

본 연구에서는 대상지역을 규모가 크고 구조와 설비가

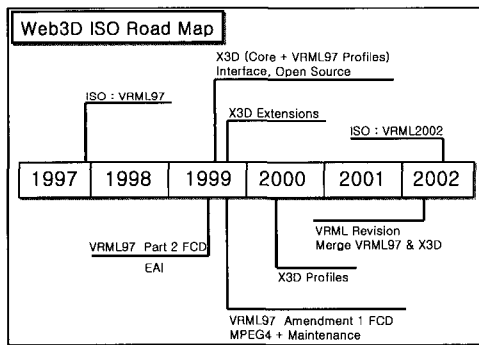


그림 1. VRML의 발전 단계

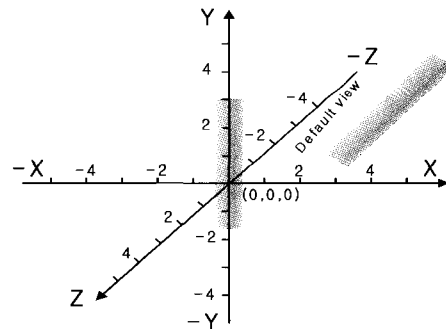


그림 2. VRML에서의 3차원 좌표계

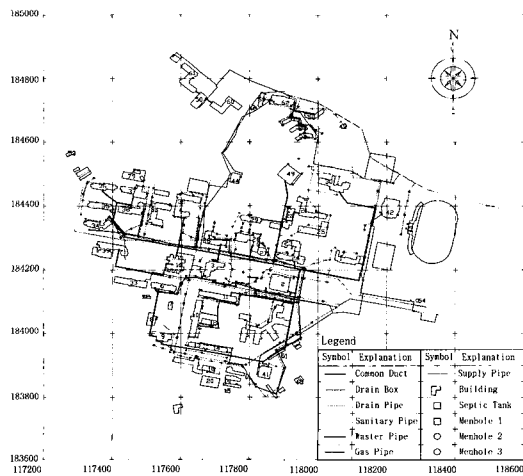


그림 3. 구축된 대상지역의 시설물도

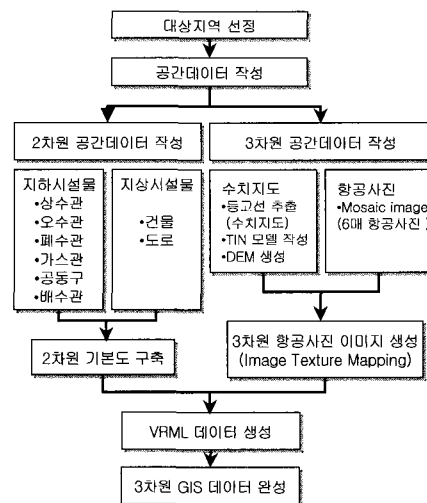


그림 4. 본 연구의 흐름도

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 1,4km²이고 표고 10~80m)를 선정하여 도로, 건물, 오·폐수관로, 배수관로, 상수관로, 가스관로, 공동구 등 기본적인 대학 시설물을 이용하였다. 그림 3은 대상지역에 매설되어져 있는 각각의 시설물도로서 3차원 공간데이터 제작 시 기본이 된다. 또한 그림 4는 본 연구의 작업 흐름도를 나타내고 있다.

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 완성된 수치지도를 TIN 모델로 작성한 후 DEM으로 생성하였다. 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 연구에서도 작성된 수치지도 부분에서 등고선 및 지점표고를 추출하여 TIN을 생성하고 지세가 심한 곳은 작고 조밀한 삼각형으로 표현하고 평평한 곳은 크고 넓은 삼각형으로 구현하였다. 이러한 성질은 지형의 가시화 효율을 향상시킬 수 있다. 따라서 TIN 데이터의 지형고도를 추출한 다음 이를 이용하여 VRML 포맷에 맞게 변환한 후 이미지텍스처 노드를 이용하여 3차원 형상을 나타낸다. 텍스처는 브라우저의 성능을 위해서 256×256셀

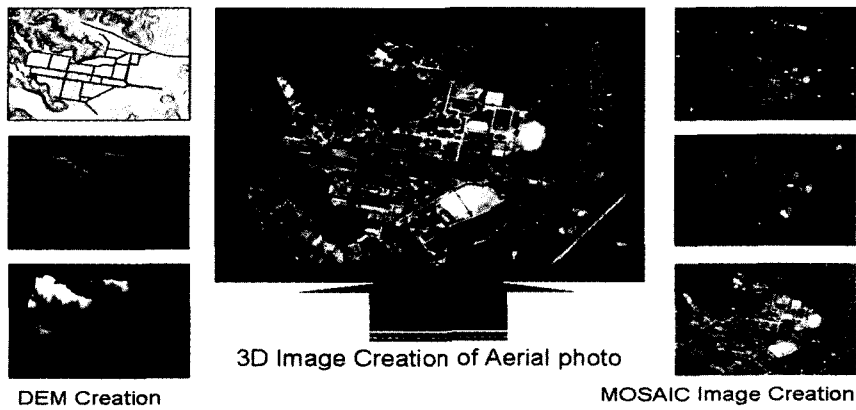


그림 5. 항공사진의 이미지텍스처 매핑 과정

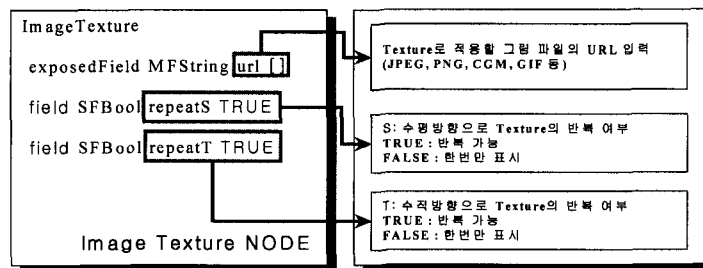


그림 6. 이미지텍스처 노드의 정의

밖에 지원하지 못하며 이로 인해 항공사진의 질이 떨어지게 되나, IndexedFaceSet을 이용하면 LOD(Level of Detail)를 도입하여 가까이 갈수록 더욱 큰 이미지를 보여준다든지 하는 지형보정을 쉽게 할 수 있어서 유리하다. 그림 5는 설명한 것과 같이 작업과정을 거쳐 항공사진에서 최종적으로 대상지역만 절출하여 VRML에서 이미지텍스처 매핑을 이용하여 합성한 대상지역의 3차원 영상을 나타내고 있다.

그림 6은 VRML에서 이용되는 이미지텍스처 노드 코드로 표현된 내용이다.

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 보여 질 가상현실 사물들에 보여질 계층을 설정해 주는 기능이다. 우리가 사는 실제 세계에서는 우리 눈의 구조상 멀리 있는 물체는 자세히 볼 수가 없다. 하지만 VRML로 만들어질 세계에서

는 이를 상세도와 같은 기능으로 사용자에게서 너무 멀리 있어서 잘 보이지 않아야 할 물체는 단순하게 보여 지도록 하는 것이다. 그래서 하나로 보여질 물체에 대해 여러 단계의 복잡도로 모델링을 해야 한다. 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 2와 그림 7에서 보는 바와 같이 3차원 지형요소를 단순한 모양에서 중간 상세도 모양, 그리고 높은 상세도 모양의 세 단계로 구현함으로써 상세도와 네트워크 제약간의 상호관계를 제공하고자 하였다.

3.4 VRML에서의 3차원 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 원

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

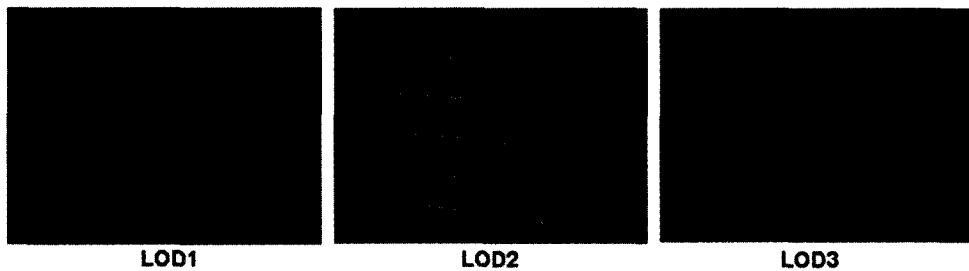


그림 7. 건물 상세도의 표현

표 3. 3차원 데이터 모델의 Topology

Model	Description(topology)	Representation class
Point	3D coordinates class (X, Y, Z)	Tree, Road Lamp
LineString	Connected class of continuity point (length)	Underground facilities
Surface	Connected class of closed LineString (area)	Boundary
PolyHedron	Composed PolyHedron of polygon (volume)	Building
DEM	Height data representation class	Topography

점(0, 0, 0)에 3차원 객체를 생성하는 단계를 거쳐 원점을 기준으로 만들어진 객체를 실제 좌표 상에 위치시키기 위해 회전 및 이동을 수행하였다. 또한, 3차원 데이터 모델

은 점, 선, 면, 다면체를 기본 모델로 하여 위상을 표 3과 같이 구성하게 된다. 또한 본 연구에서는 실제 현상과 같은 사실감을 더하기 위해 3차원 시각화를 위한 모델링은 3차

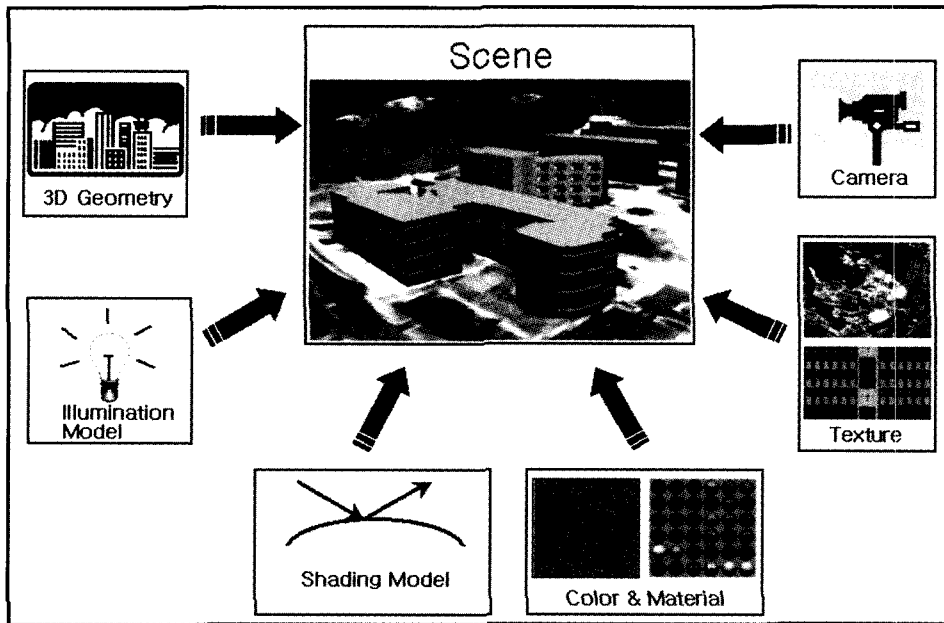


그림 8. 3차원 가시화 모델링 과정

VRML Browser

	<pre>Shape { appearance Appearance { material Material { diffuseColor 0.681 0.646 0.996 transparency 0.000 texture ImageTexture { url "building.jpg" } } } geometry DEF 4 IndexedFaceSet { coord DEF CoordSet Coordinate { point [117418 184400 0, 117455 184378 0, 117488 184381 0, 117487 184412 0, 117475 184410 0, 117418 184400 25.02, 117455 184378 25.02, 117488 184381 25.02, 117487 184412 25.02, 117475 184410 25.02] } } color Color { color 0.681 0.646 0.996 } coordIndex [0, 1, 2, -1, 1, 2, 3, -1, 2, 3, 4, -1, 3, 4, 5, -1, 4, 5, 6, -1, 5, 6, 7, -1, 6, 7, 0, -1, 7, 0, 1, -1, 0, 2, 4, -1, 0, 4, 6, -1, 1, 3, 5, -1, 1, 5, 7, -1] colorIndex [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0] } } VRML source</pre>
<pre>Group { children [WorldInfo { title "건물" info "3차원 시설물 관리시스템" } NavigationInfo { headlight TRUE } DirectionalLight { intensity 0.6 color 1 1 1 direction -1 -1 5 } Transform1 { Shape { ... } } Transform2 { Shape { ... } } Transform3 { Shape { ... } }] } VRML structure</pre>	

그림 9. VRML에 의한 건물 모델링 과정

VRML Browser

	<pre>Anchor { children Transform { children Shape { appearance Appearance { material DEF M_0 Material { ambientIntensity 0 diffuseColor 0 0.9 1 specularColor 0.01 0.01 0.01 emissiveColor 0 0 0 shininess 0.0 transparency 0.0 } } geometry Cylinder { radius 0.1 height 3 } } } translation -44.7149 0.0898923 -14.3236 rotation 0.684926 0.534913 -0.494717 1.99627 scale 1 1 1 scaleOrientation -4.86311e-007 1 1.25661e-006 0.785398 url "http://gis.com/default.htm" description "" parameter "" children Inline { url "conduct.wrl" } translation 0.0353613 -0.151743 0.2 } } VRML source</pre>
<pre>Group { children [WorldInfo { title "오수관" info "3차원 시설물 관리시스템" } NavigationInfo {headlight TRUE} DirectionalLight { intensity 0.6 color 1 1 1 direction 1 -1 5 } Transform1 { Shape { ... } } Transform2 { Shape { ... } } Transform3 { Shape { ... } }] } VRML structure</pre>	

그림 10. VRML에 의한 오수관 모델링 과정

원 기하정보에 조명, 음영, 색깔, 재질, 텍스처 매핑을 통하여 구성되었고, 카메라 객체를 이용하여 3차원 영상을 그림 8과 같이 제작하였다.

본 연구에서 작성한 3차원 공간데이터로서 그림 9는 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 10은 본 연구에서 VRML 코드로 작성된 지하 시설물 중 오수관 모델링으로서, 상수도관, 가스관, 공동구, 배수관, 폐수관 등을 연결시켜 나타내고 있고, Anchor 노드를 이용하여 웹 환경에서 VRML 모델을 상호작용하고 다른 VRML 페이지로 이동, 다른 HTML 페이지로 이동, 임의의 사운드나 동영상 시작, 다른 뷰포인트로 이동이 가능하도록 하였다.

4. 3차원 공간데이터 활용

4.1 3차원 뷰

3차원 뷰어는 가상세계를 가시화 하는데 필수적인 부분이다. 뷰를 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 위, 아래, 좌, 우, 회전을 위한 X, Y, Z 방향으로 회전을 할 수 있게 된다. 이것은 3차원 시설물을 다양한 방향에서 동시에 조감함으로써 현실에 대한 판단력과 이해력을 높여

기 위한 구성이다. 3가지 기준으로서 가상의 공간을 걸어다니는 것처럼(walk) 움직일 수 있고, 또 날아다닐 수도 있으며(fly) 또는 자신의 자리에서 둘러보며 관찰(examine)할 수 있는 모드가 있다.(그림 11, 12)

4.2 항해(navigation)

본 연구에서 가상공간의 항해를 위하여 3차원의 각 위치와 시각방향 정보에 의한 프레임 애니메이션을 이용하였다. 3차원 항해는 사용자가 항해 하고자 하는 경로를 지정하면 경로에 따른 비행시물레이션을 제공하는 기능으로 3차원 영상들을 각 프레임별로 연속적으로 웹 브라우저 안에서 비행하는 모습을 디스플레이 하는 기능이다. 이는 원하는 비행좌표를 설정하여 마치 비행기나 헬리콥터를 타고 가상공간에서 실제로 비행을 하는 것 같은 시물레이션 효과를 발휘한다. 이 항해 기능을 이용하면 직접 갈 수 없는 지형이나 생소한 시설물의 위치, 모양 등을 직접 가지 않고도 모니터 상에서 미리 조망하고 지형과 시설물을 실제처럼 시물레이션을 할 수 있어 훨씬 더 많은 정보를 제공할 수 있다. 이 기능을 이용할 수 있는 예로서 직접 갈 수 없는 적진을 비행하는 시물레이션이나, 분석 방법을 통해 다양한 형태로 활용하여 군 작전계획을 세우는 데 유용하게 사용할 수 있다. 또한, 미리 시물레이션을 해볼 수 있게 하여 3차원 형태의 정보를 제공할 수 있고, 도시경관 시물레이션 및 가상 차량주행 시물레이션 등의 효과를 낼 수 있을 것이다. 이러한 연속적인 영상을 통하여 관들의 연결성이나 주위의 다른 객체들과의 연관성을 파악할 수 있다. 그림 13, 14는 VRML에서 항해처리 코드와 항해 한 경로에 관한 영상을 프레임 단위로 보여주는 결과로서 항법이 이루어지고 있는 모습이다.



그림 11. 지형이 포함된 3차원 뷰

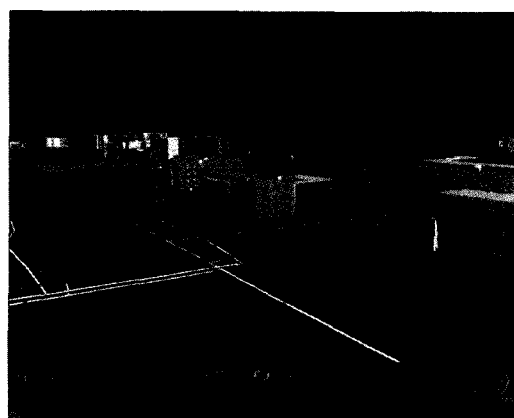


그림 12. 지형이 포함되지 않은 3차원 뷰

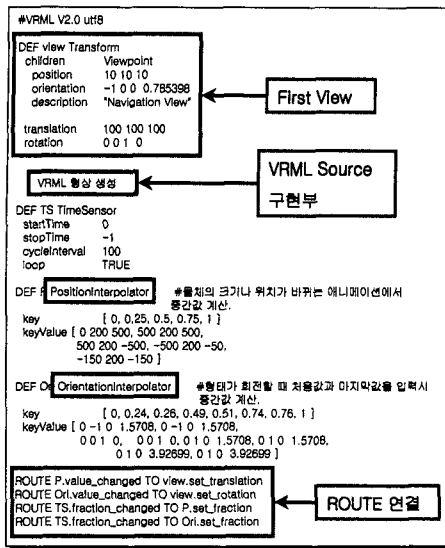


그림 13. 항해(navigation) 처리코드

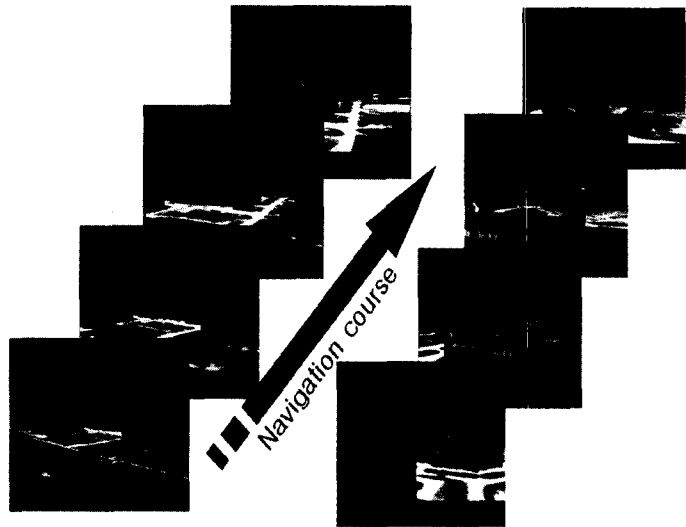


그림 14. 3차원 항해 결과

5. 결 론

본 연구에서는 3차원 GIS의 적용을 위하여 3차원 공간데이터 작성 방법에 관한 내용으로서 3차원 가상세계를 생성하고 향후 연계할 웹상에서의 각종 의사결정을 보다 효율적이고 시각적으로 행할 수 있도록 공간데이터베이스를 작성하고자 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 공간정보 제공과 특히, 지하 공간 시설물의 동적인 표현이 가능하였다.

2. VRML의 이미지텍스처 처리에서 건물과 항공사진의 질을 향상시키기 위한 텍스처 처리 방법으로 LOD를 이용함으로써 현실감 증대와 해상도 증가를 이룰 수 있었다.

향후 3차원 가상현실을 이용하여 관광 정보 제공, 토지 이용 실태 조사, 군사용, 다양한 3차원 가상도시의 구축으로 현실과 아주 유사한 각종 생활 지리 정보서비스, 건설 분야에의 활용, 시설물 관리에 있어서 비가시지역인 지하 시설물의 설계, 시공 및 관리 시 의사결정에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- 안기원, 신석효, 이효성, 지학송 (2002), GIS를 이용한 3차원 시설물관리시스템 개발, 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 제 22권, 제 3-D호, pp. 541-550.
- 김경호, 이기원, 이종훈 (1998), Java/VRML 기반 3차원 GIS의 기본 구조와 프로토타입 모델 개발, 한국지형공간정보학회 논문집, 한국지형공간정보학회, 6(1), pp. 11-17.
- 홍장현, 송창근 (2001), 웹 환경 하에서 3차원지형 가시화 시스템, 한국정보처리학회지, 한국정보처리학회, 10(1), pp. 910-915.
- 한국전자통신연구원 (1999), 웹 기반 3차원 지리 정보 소프트웨어 도구개발에 관한 연구, 정보통신부 최종 연구개발 결과 보고서, 한국전자통신연구원, pp. 5-108.
- Lin, H., Gong, J. and Wang, F. (1999), Web-based three-dimensional georeferenced visualization, *Computers & Geosciences*, 25, pp. 1177-1185.
- Moore, K., Dykes, J., and Wood, J. (1999), Using Java to interact with geo-referenced VRML within a virtual field course, *Computers & Geosciences*, 25, pp. 1125-1136.
- Zlatanova, S. and Gruber, M. (1998), 3D Urban GIS on the Web: Data Structuring and Visualization, presented at the AGILE conference, pp. 111-120.

(2003년 2월 18일 원고접수)