

인터넷에서 VRML을 이용한 DEM의 3차원 가시화

한능우*·한순흥**

3D Visualization of DEM using VRML on the Internet

Nung-woo Han·Soon-Hung Han

요 약

3차원 형상표현 언어인 VRML을 이용하여 손쉽게 얻을 수 있는 DEM 데이터를 직접 인터넷상에서 가시화 하게되면, VRML이용의 가장 큰 난점인 VRML형식 파일 작성작업이 필요없게 되어 즉각적으로, 능동적인 3차원 지도를 이용할 수 있다. 본 논문에서는 DEM을 VRML파일로 만들어 인터넷 웹상에서 가시화 시키는 과정을 살펴보고, 이를 이용한 인터넷 GIS의 한 가능성을 살펴본다.

ABSTRACT : If DEM can be visualized by using the VRML which is 3D object expression language, we need not do the most laborous work of making VRML file because of the generality of the DEM. So we can use the 3D interactive map directly. In This paper we can see the DEM visualizing procedure and some possibility of Internet GIS using this way.

서 론

오늘날 각 분야에서의 인터넷 활용이 일반화 되어, GIS에서도 Internet GIS라는 개념이 제기되기에 이르렀다. 또한 월드 와이드 웹이 가지는 2차원 정보공간을 3차원으로 확장하려는 노력으로 VRML(Virtual Reality Modeling Language)이 등장하면서, 웹의 3차원 공간을 활용하려는 다양한 시도들이 나타나고 있다.

Fig.1은 인터넷과 GIS의 발전단계 및 기능을 살펴본 것으로, 현재 온라인 GIS단계에서 VRML이 활용되고 있음을 보여주고 있다.

인터넷 GIS는 크게 기반환경 조성과 전달표준의

확립이라는 두가지 방향에서 연구되고 있다. 기반 환경조성은 정보를 관리하는 기구의 확립, 이기종 분산환경에서 상호 가동성을 확보하기 위한 CORBA나 OGIS등의 등장과 이용, 이들 환경을

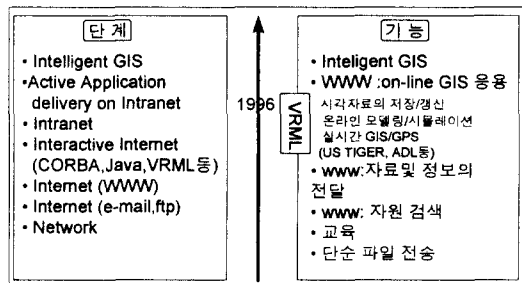


Fig. 1 Internet and GIS

*한국과학기술원, 자동화 및 설계공학과(Dep. of Automation & Design Eng., KAIST, 207-43, Cheongyangri-dong, Dongdaemun-gu, Seoul, Korea, (130-012))

**한국과학기술원 기계공학과 교수(Professor of Dep. of Mechanical Eng., KAIST)

이용한 전자 도서관의 구축등이라고 할 수 있다. 다양한 정보의 전달을 위한 Z39.50등 전달표준의 확립과 확산연구가 또 다른 방향이라 할 수 있으며, VRML을 활용하는 인터넷 GIS도 곧 이루어질 것이다. Fig.2는 미국에서 현재 추진되는 Internet GIS의 한 개념도로서 USDAC, FGDC등 기구의 위상과 Xerox, UCLA 등 회사나 연구기관과의 연관성, 이를 위한 표준으로서의 CORBA 등의 역할, 그리고 이들을 이용한 ADL의 위치를 설명하고 있다.

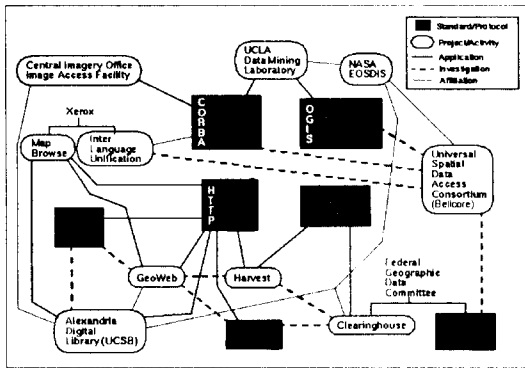


Fig. 2 A conceptual figure of Internet GIS

DEM(Digital Elevation model)은 일정한 간격으로 지형의 고도를 Raster나 ASCII형태로 표현한 것으로, 이의 제작 및 자료기지화가 일반화되고 있다[8,10]. 이 DEM을 읽어 3차원 가시화를 시키는 방법은 많이 연구되어 있고, 상용 S/W에서도 선택모듈로 DEM 가시화 기능을 채용하고 있는 추세이며, 별도의 DEM 전용 Visualizer도 많이 개발되고 있다[10]. 그러나 여러분야에서 VRML을 이용한 다양한 연구가 진행되고 있지만, 직접 DEM을 VRML로 전환하는 방법은 아직까지 거의 개발되어 있지 않은 실정이다.

그 이유는 첫째, 일반적으로 입수되는 DEM은 1:250,000정도의 거시적 데이터들이므로 이를 세밀하게 꾸며서 보여주는 VRML의 장점이 사라진

다는 점이다. 둘째, DEM이 지형의 높낮이 정보만 가지므로 전체적인 외관만 보여줄 뿐, 건물 도로 등의 인공요소와 하천 식생 등의 자연요소의 정보를 포함하고 있지 않기 때문에, 다른 방법과 별 차별성을 가지지 못한다는 점이다. 셋째, 원하는 곳의 위치, 거리, 면적등의 공간분석 기능이 제대로 제공되지 않고, 온라인상에서 능동적인 파일갱신이 불가능하다는 VRML의 한계 때문이다.

그러나 위와 같은 문제점에도 불구하고, 거시적인 지역의 Interactive overview도 이용분야가 많으며, DEM을 이용하는 다른 방식의 S/W와 같이, DEM을 기반으로 도로 건물등 다른 정보를 얼마든지 결합시킬 수 있다는 점, 또한 VRML version 2.0이 되면서 Sensor기능이 추가되어 분석과 질의 기능을 확보할 수 있다는 점이 DEM의 가시화에 직접 VRML이용하는 동기를 제공하고 있다.

VRML 3차원물체 표현에 강력한 기능을 제공하며, 온라인상에서 탐험이나, 줌(Zoom), 이동 및 회전이 가능하다. 이를 이용하여 손쉽게 얻을 수 있는 DEM을 직접 가시화하게 되면, VRML의 가장 큰 난점인 VRML 형식파일작성 작업이 필요없게 되어 즉각적으로 능동적인 3차원 지도를 만들 수 있다.

본 연구는 범용 DEM을 읽어 VRML파일로 변환하는 번역기를 만들고, 이를 이용하여 인터넷상에서 능동적으로 가시화한 것이다. 논문의 구성은 2절에서 DEM에 대하여 설명하고, 3절에서 구현과정 및 결과를 개괄한다. 4절에서는 남은 과제와 발전방향에 대해 알아보고 결론을 기술하였다.

DEM(Digital Elevation Model)

디지털 지리데이터는 광범위한 용도로 즉시 사용할 수 있기 때문에 그 중요성이 더욱 강조되고 있다. 미국의 경우는 이미 전국을 다양한 형태의 디지털 데이터로 만들어 공급하고 있으며, 세계 각국이 자국을 디지털 데이터화 하는 작업이 완료되었

거나 진행중에 있다.

여러 종류의 디지털 데이터중 가장 일반적인 것이 DEM이며, 지형의 위치에 대한 고도정보를 담고 있다. DEM을 구분하는 방법은 여러가지이지만, 가장 일반적인 것은 각 지점의 높이를 행렬로 표현하는 것으로 대부분의 국가에서 사용하는 형식이다. 이는 데이터가 불연속적이고, 복잡한 지형의 표현에 불리하며, 선형지도로의 변환시 보간작업이 필요하는 등의 단점이 있지만, 쉽게 광범위한 지형의 데이터를 얻을 수 있다는 장점 때문에 일반화되었다. USGS(United States Geological Survey)의 DEM 형식이 이 방법의 가장 일반적인 형식으로, 대부분 일반 S/W의 입력 데이터도 이 형식을 사용하고 있다.

현재 USGS에서 제공하는 DEM 형식은 7.5-minute DEM, 1-degree DEM, 30-minute DEM, 15-minute Alaska DEM, 7.5-min Alaska DEM : 의 5가지이다.

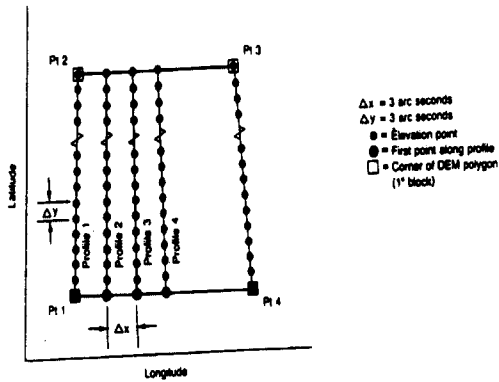


Fig. 3 Structure of a 1-degree DEM

이중 가장 보편화 되어 있는 것이 1-Degree DEM이며 이는 미국전역의 데이터를 인터넷상에서 즉시 얻을 수 있다. 또한 7.5-Minute DEM은 1-Degree DEM보다 정밀하고, 좌표계로 UTM (Universal Transverse Mercator)를 사용하고 있지만, 데이터 입수는 다른 경로를 이용하여야 한다.

Fig.3과 Fig.4는 1-degree와 7.5-minute DEM의 구조를 나타낸 것이다.

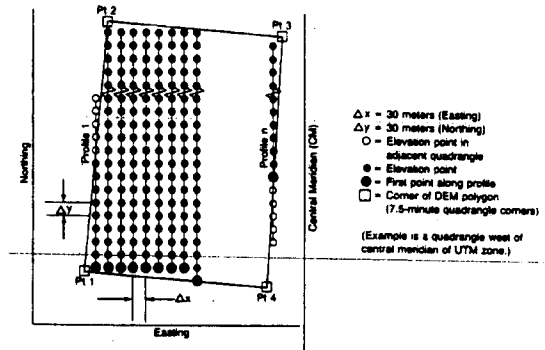


Fig. 4 Structure of a 7.5-minute DEM

USGS DEM 파일은 라스터나 아스키형태로 제공되며, 본 연구에서 가시화 대상으로 한 것은 아스키형태의 7.5-minute와 1-degree DEM이다. USGS DEM은 FTP(File Transfer Protocol)를 Anonymous로 접속해 무료로 얻거나[9], CD-ROM, 8mm 카트리지로 얻을 수 있다. 고정밀도의 DEM을 제공하는 상용 서비스 업체도 다수가 존재한다. Fig.5는 USGS가 웹상에서 1-degree DEM을 접근하기 쉽도록 구역으로 나누어 제공하는 것이다.

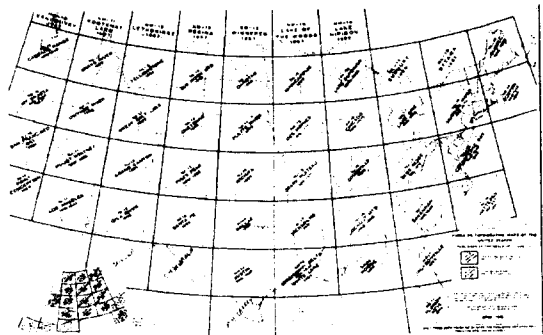


Fig. 5 USGS Web page figure providing the 1-degree DEM

전세계의 DEM은 카탈로그가 제공되므로 이를 참고하면 된다. 한국의 경우, 1995년부터 전국의 기본형 지도 수치화 작업에 착수하였으나 아직 일반적인 DEM구축은 이루어지지 않았고, 부분적인 DEM만이 존재한다.

DEM은 아이소메트릭 프로젝션, 경사의 방향, 원하는 지역의 단면도등의 그래픽을 얻는데 사용된다. 또한 DEM위에 강이나 도로의 위치, 날씨, 원격 감지 데이터등 다른 데이터와 결합 시킬 수 있으며, 자기장의 변화나 중력의 변화, 저수지 물의양 계산등에도 이용이 가능하다. Fig.6는 DEM을 이용한 다양한 그래픽을 보여주고 있다.

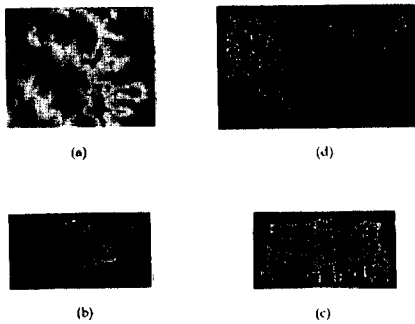


Fig. 6 Some graphics using DEM
 (a) Elevation tinting
 (b) Shaded perspective view
 (c) Fishnet image (d) Shaded relief map

DEM to VRML 번역기 설계 및 가시화

VRML의 개요

VRML은 웹이 가지는 2차원 정보공간을 3차원으로 확장하려는 노력의 일환으로, 1994년 7월 제네바에서 열린 제1차 World Wide Web Conference에서 인터넷상에서 사용할 수있는 3차원 데이터 표준으로 처음 등장하였다. 그후 1995년 5월 버전 1.0이 발표되고, 현재는 1996년 8월에 발표된 버전 2.0이지만 그 기능면에서 앞으로 많은 확장이 필요하다.

VRML의 규격은 SGI의 객체지향 3차원 그래픽 라이브러리인 오픈 인벤터의 아스키포맷을 기반으로 구성되어 있으며 헤더, 노드, 필드, 주석등 네가지 요소로 구성되어 있다. 본연구에서는 먼저 버전 1.0을 이용하여 번역기를 설계하였고, 버전 2.0을 이용한 갱신을 곧 이를 예정이다.

DEM to VRML 번역기의 구조

DEM을 VRML로 가시화시키기 위해 먼저 GUI(Graphic User Interface)를 만들어서 여기에서 필요한 입력값을 지정하는 과정을 먼저 구현한다. 다음으로 DEM의 데이터구조를 파악하여 이를 VRML파일 형식으로 전환하는 번역기(Translator)를 만들고 이를 통하여 만들어진 VRML 파일을 브라우저상에서 가시화 하는 단계를 거치게 된다.

본 연구에서는 GUI를 웹 브라우저 상에 CGI(Common Gateway Interface)를 이용하여 구성하고 있으며 이의 구성은 대략 Fig.7와 같다.

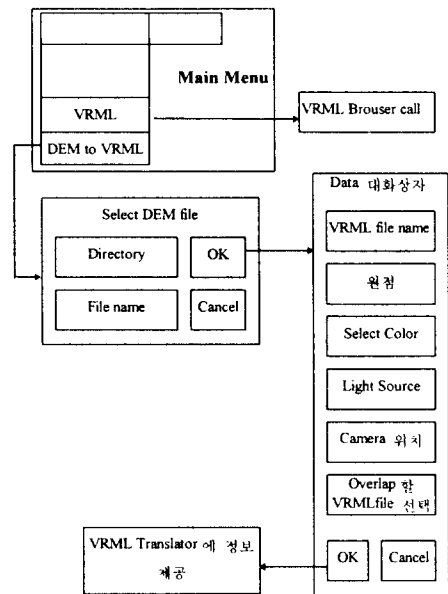


Fig. 7 GUI Composition of the VRML translator

번역기는 C언어와 VRML 버전 1.0을 이용하여 설계되었으며, 개념적인 구성절차는 다음과 같다.

- DEM의 구조분석
 - DEM상의 원하는 구간설정
 - DEM상의 측정단위 조정
 - z값의 배율 설정
 - GUI상의 조건을 VRML파일에 입력
 - 점(x, y, z) 행렬 생성→VRML 파일에 삽입
(이때 보다 고품질의 화면을 얻기위해 보간알고리즘을 적용하여 점행렬을 조정필요가 있다.)
 - 삼각메쉬 생성→VRML 파일에 삽입
 - 삼각메쉬를 면으로 만들어 셰이딩(Shading)하거나, 와이어 프레임, 또는 점 행렬 형태로 가시화
 - 다른 VRML파일의 중첩
- 위의 절차를 개념적으로 표현한 것이 Fig.8이다.

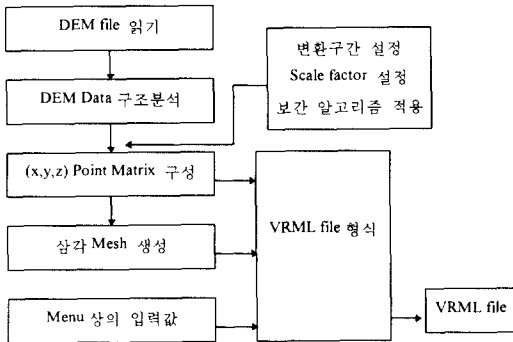


Fig. 8 Sequence of the VRML translator

셰이딩을 위한 삼각 메쉬(Mesh)를 만드는 절차는 일반적으로 많이 나와있는 절차에 의하며, 삼각 메쉬는 셰이딩시 빛의 영향을 고려하여 Fig.9와 같이 엇갈리는 형상으로 만든다.

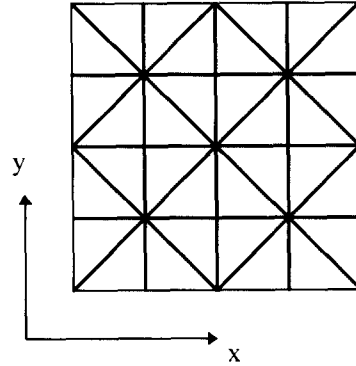


Fig. 9 Structure of triangular mesh

VRML 파일의 가시화

위와같이 설계된 번역기에 의해 1-degree DEM을 이용하여 미국전역중 원하는 지역을 점 행렬이나 와이어 프레임, 또는 셰이딩된 곡면등 원하는 형태로 즉시 가시화가 가능하다. 또한 일부분의 가시화가 가능하도록 하였기에 단면의 형상도 쉽게 얻어낼 수 있다.

Fig.10은 Grand-canyon의 일부를 셰이딩된 곡면으로 가시화 한것이다.



Fig. 10 Visualized figure of the part of Grand-Canyon

7.5-minute DEM은 데이터 입수가 1-degree DEM보다 용이하지는 않으나, 이를 이용하여 보다 상세한 지형도를 만들 수가 있다. 또한 인터넷 웹 상의 3차원 공간을 통한 정보의 공유가 가능하게 되어 즉각적인 3차원 지도를 이용할 있다. 그림 11는 웹 브라우저상에서 미국 L.A 동부지역을 집행렬로 가시화 한것을 보여주고 있다.

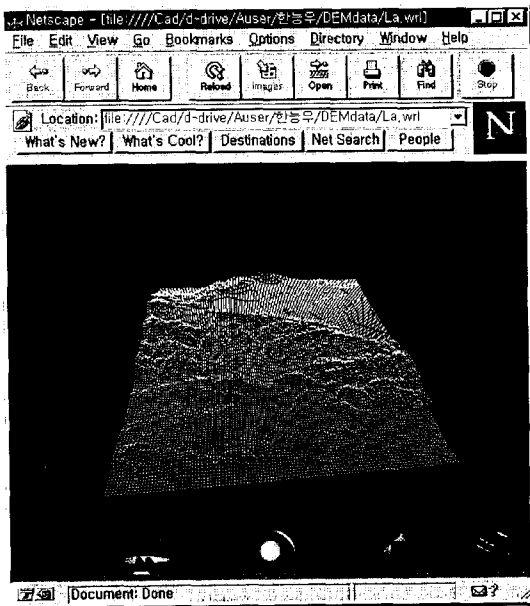


Fig. 11 Visualized figure of the part of L.A on the Web browser

결론 및 향후과제

VRML은 3차원물체 표현에 강력한 기능을 제공하며, 인터넷과 직접 연결될 수 있고, 파일 작성이 간단하다는 등의 많은 장점을 가지고 있다. 여기에 입력 데이터로 손쉽게 얻을 수 있는 DEM을 직접 이용하게 되면, VRML의 가장 큰 난점인 VRML 파일작성 작업이 필요없게 되어, 즉각적인 3차원 Interactive Map을 만들 수 있게 된다. 그러나 VRML버전 1.0은 한번 만들어진 파일을 온라인 상에서 능동적으로 갱신하는 것이 불가능하고, 생

상기능이 없기 때문에 질의 및 분석기능을 확보할 수 없고, 단순히 가시화에 머물러야 하는 단점이 있다. 따라서 앞으로 위에서 지적한 갱신 및 분석 기능 확보를 위한 작업이 계속되어야 하며, 아울러 인공지형물의 삽입이나, 실제 지형과 같은 텍스처 매핑이 가능 하도록 하는 것이 과제로 남는다. 또한 국내 데이터의 가시화도 가능한 한 계속할 것이다.

VRML은 완성된 것이 아니라 필요에 따라 계속 발전하고 있으며 기능과 영역이 확장되면서 이를 이용한 분야도 발전이 기대 되고 있다. 인터넷 상에서 Dynamic GIS, Interactive GIS의 가능성이 VRML을 이용함으로써 그 가능성이 열리고 있다. 그러나 GIS의 발전은 S/W뿐만 아니라 이를 이용할 수 있는기반 데이터 구축이 병행되어야만 진정한 의미를 가질 수 있다고 했을 때, 범 국가적차원의 디지털 데이터 구축이 한시 바빠 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- P.A.Burrough, "Principal of Geographical Information System for Land Resources Assessment", CLARENDON PRESS, Oxford, 1989
- Andrea L. Ames, "The VRML Sourcebook", Jhon Wiley & Sons Inc., 1996
- "The Virtual Reality Modeling Language Specification version 2.0", URL : <http://vrml.sgi.com/moving-worlds/spec/credits.html>
- Rodney Hoinkes, "3D for free-ToolkitExpands Visual Dimension in GIS", GIS World, July, 1995
- "미래의 GIS : Internet GIS", 선진기술 확산 및 모니터링, newsletter 2호, 1996
- M. Stephen, Ervin, "Integrating Visual and Environmental analysis Site planning and Design" GIS World July, 1992

김창호, “정보화사회에서 GIS의 역할과 국제표준 (TC211) 개발현황, 정보화소식, 제127호, 1996

United States Geological Survey, “Digital Elevation Models Data User Guide5”, Reston, Virginia, 1993

DEM data에 접속 가능한 ftp site : ftp edcftp.cr.usgs.gov, /pub/data

“Catalogue of Digital Elevation Data” URL :
http : www.geo.ed.ac.uk/geoinfo/dem.send