

3D GIS를 활용한 가상 캠퍼스 구현

송상훈*, 정종필**

Virtual Campus Development using 3D GIS

KSang Hun Song*, Jong Pil Jeong**

요약

2D에서 3D로 이동하고 있는 현재의 GIS는 자료 크기가 기하급수적으로 커지고 이로 인해 처리속도가 느려지고 있으며 사용자의 실시간 렌더링(Rendering) 요구는 커지고 있다. 대용량의 공간자료에 대한 처리속도, 3차원 처리기술, 가상현실 처리기술 등의 제약조건과 3차원 GIS를 가시화하기 위해서는 방대한 양의 데이터를 처리하기 위한 시간과 비용이 많이 과다하게 발생하는 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하고 웹상에서 가상 캠퍼스(Virtual Campus)를 구현하기 위해 위성 및 항공으로부터 획득한 DEM 데이터를 VRML로 가시화하여 3차원으로 가시화된 지형 정보를 구하고, 모델링 툴을 이용하여 건물 및 도로에 대한 3차원의 캠퍼스 정보를 획득하게 된다. 이렇게 획득된 3차원의 정보를 보다 사실감 있는 질감과 재질을 표현하기 위하여 실물에 가까운 텍스처 맵핑 작업을 통해 웹 기반의 3차원 가상 캠퍼스를 구현할 수 있었다.

Abstract

Data size of moving current GIS great exponentially from 2D to 3D and the processing speed becomes slow thereby and user's real time rendering request is growing. Have problem that time and expense to process data of bulky quantity produce constraint condition of the processing speed, third dimension processing skill, virtual reality processing skill etc. and third dimension GIS about space data of bulk much overmuch to materialize. In this paper, DEM data that acquire from satellite or aviation solve these problem embody virtual city in web save topography information that visualization to 3D visualization by VRML, and use modelling tool and acquire 3D campus information for building and road. 3D information acquired this to express texture and natural gifts that have truth stuff more to thing through near texture mapping work 3D imagination illustration of web based embody can.

▶ Keyword : 3D GIS, DEM(Digital Elevation Model), Virtual campus, Web3D

* 제1저자 : 송상훈

* 호남대학교 컴퓨터공학과 석사 4기, ** 순천청암대학 컴퓨터정보과 교수

1. 서론

GIS(Geographic Information System)는 지리정보체계로 지표면과 지하 및 지상공간에 존재하고 있는 각종 자연물, 인공물에 대한 위치 정보와 속성 정보를 컴퓨터에 입력 후, 이를 연계시켜 각종 계획 수립과 의사결정 및 산업 활동을 효율적으로 지원할 수 있도록 만든 첨단 정보시스템으로 정의할 수 있다.

과거 지도, 서류에 의존하여 복잡하고 긴 시간을 요하며, 많은 사람이 동원되던 작업이 현대에 와서 컴퓨터를 통해 통합 관리할 수 있는 효율적인 시스템으로 변모된 것이다. 이미 GIS는 실생활 속에서 지도서비스, 생활 지리정보서비스, 차량위치정보서비스, 관광정보서비스 등 여러 분야에서 많이 활용되고 있어 일반인들에게도 친숙한 단어가 되어가고 있으며, GIS의 발달로 인해 GIS가 다양한 분야에 적용되고 있으며, 그 규모 역시 확대되고 있다.

위성사진, 항공사진, 모델링 데이터, DEM, 입체지형도, 텍스처, 가상도시, 3차원 시각화 및 분석. 이들의 공통점을 잘 분석해 보면 최근의 GIS분야의 흐름을 어느 정도 가늠할 수가 있다. 첫째, 데이터양이 방대하다는 것이다. 기존의 벡터 데이터 레스터 데이터도 보통의 데이터보다 많지만 위성사진, 항공사진, 또는 텍스처(건물 표면 사진 등)들의 데이터들은 이전보다 훨씬 데이터양이 크다는 것을 알 수 있다. 둘째, 고급의 시각화 및 분석이 필요하다는 것이다. 즉, 2차원이 아닌 3차원 세계에서 데이터를 시각화하고, 분석함으로써 실제에 더 가까운 형태로 데이터를 처리하고 있다.

위의 2가지만 보더라도 최근에 GIS 분야에서 많이 다루어지는 용어들, 다시 말하면 다루는 데이터 종류, 데이터 처리 방식 등의 요구를 만족시키려면 컴퓨터의 성능이 고성능이 되어야 한다는 것을 알 수 있다. 최근에는 PC의 CPU, GPU 성능의 비약적인 발전으로 이러한 대용량의 데이터를 저장, 관리 및 처리하는 것이 일반화 되어 가고 있으며, 이러한 3차원 GIS 기술은 기존의 2차원 GIS에서 제공된 정보인 실세계의 지리요소를 점, 선, 면의 2차원 객체로 일반화함으로써 정보의 손실을 가져온다는 한계점을 극복하고 실제 현실 세계를 보다 유사하게 반영하고 다양한 분석을 수행할 수 있는 3차원 GIS로 발전되고 있으며, 네트워크 및 인터넷 기술의 발달, 영상처리 기술의 발달에 힘입어 미래의 각광받는 기술로 주목받고 있다.

3차원 GIS는 초창기에는 지형을 단순히 3차원으로 가시

화 하는 기능 위주였지만, 최근에는 3차원 지형 분석 및 3차원 시설물과 3차원 도시 등의 실감 있는 모델링과 분석 기능을 제공하는 단계까지 이르렀고, 미래에는 3차원 모델링뿐만 아니라 현실감 있는 가상현실(Virtual Reality) 기능이 더욱 강조된 3차원 GIS가 등장할 것으로 보인다.

더욱이 최근 국제 지리정보 시스템 시장을 주도할 소프트웨어 기반 기술로는 3차원 자료 분석, 인터넷 기반 응용 기술, 대용량 공간 정보 분산처리 기술, 실시간 자료처리 기술 등이 핵심 요소로 인식되고 있으며, 3차원 GIS 소프트웨어는 인터넷 응용 기술, 공간 및 시간 데이터베이스(Clementini Eliseo and Di Felice Paolino, 1998; Tsotras and Kumar, 1996)와 같은 대용량 데이터베이스 응용 기술, 실시간 대용량 자료 처리 기술, 3차원 그래픽 처리 기술, 가상현실 기술 등 고난도의 제반 요소 기술들이 종합적으로 적용되는 고부가가치 통합 개발 기술로 국내 자체 개발의 필요성이 급격히 대두 되고 있다.[1]

또한, 최근 들어 인공위성 및 항공사진을 통한 영상처리 및 지형 디지털 수치고도자료의 제작 등으로 관련 자료의 생산 활동과 획득이 원활 해지면서 이를 이용한 3차원 지형 가시화 연구가 진행되고 있다. 특히 일정한격으로 지형고도를 기록해 놓은 DEM(Digital Elevation Model)지리 데이터는 광범위한 용도로 즉시 사용할 수 있기 때문에 이를 이용한 연구가 대표를 이루고 있으며, 더욱이 웹상에서 2차원 공간정보를 확장하려는 노력에서 시작되었던 VRML(Virtual Reality Modeling Language)은 현재 인터넷 표준 언어로 발전하면서 인터넷상의 각종 건축, 관광, 과학 등 다양한 3차원 그래픽 응용분야에서 폭 넓게 활용되고 있다.

하지만, 위성 및 항공으로부터 획득한 사진에는 매우 다양한 정보가 포함되어 있어, 획득된 데이터의 용량이 매우 크기 때문에 시간과 비용이 많이 소요된다는 많은 문제점을 가지고 있어, 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고 3차원의 가상 캠퍼스를 구현하기 위해 위성 및 항공으로부터 획득한 DEM 데이터를 이용하여 VRML로 변환하고 변환된 VRML 파일을 보다 사실적으로 가상 공간상에 디지털 콘텐츠를 생성하기 위해서 실제공간의 X, Y, Z축 방향의 좌표 값을 가진 실물과 같은 데이터를 입력하고, 가상의 공간상에 하나씩 그려 나가게 된다. 이렇게 외형이 만들어진 후 사실감 있는 질감과 재질을 표현하기 위하여 실물에 가까운 텍스처 맵핑 작업을 하고, 텍스처 맵핑된 정보를 이용하여 3차원의 가상캠퍼스를 구현한다.

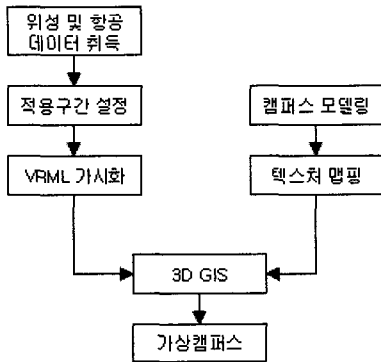


그림 1. 제안한 방식
Fig 1. Proposal Method

II. 전체 시스템 개요

그림2는 본 논문에서 제안한 방식의 전체 시스템을 알고리즘 흐름도로 나타낸 것이다.

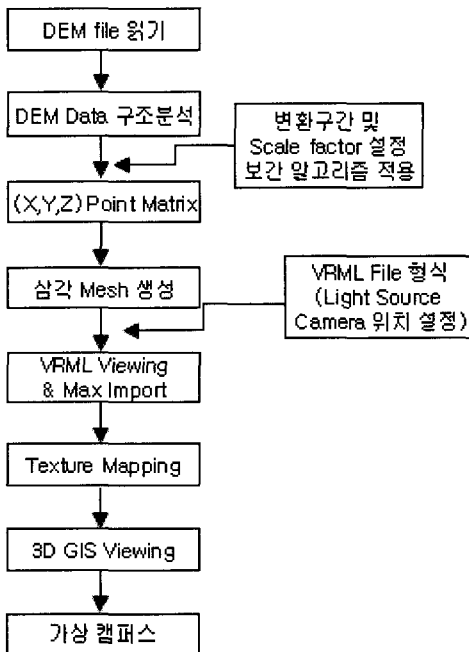


그림 2. 전체 시스템 구성도
Fig 2. Overall System Configuration

DEM을 VRML로 가시화하기 위해서 먼저 GUI를 만들어 여기에서 필요한 입력 값을 지정하는 과정을 거치게 된다. 다음으로 DEM의 데이터 구조를 분석하고 GUI상의 조

건을 VRML 파일에 입력하게 되고, X, Y, Z의 점 행렬 (Point Matrix)을 생성한다. 이렇게 생성된 점 행렬을 VRML 파일에 삽입하게 되고, 이때 보다 고품질의 화면을 얻기 위해 보간 알고리즘을 적용한다. 이렇게 획득된 점 행렬을 기반으로 하여 삼각 메쉬를 생성하고, 생성된 삼각 메쉬를 면으로 만들어 셰이딩 하거나, 와이어 프레임, 또는 점 행렬 형태로 가시화한다. 이렇게 가시화된 VRML 정보와 수치지도를 기반으로 한 3차원의 캠퍼스모델링 과정 및 질감과 사실적인 텍스처 맵핑 과정을 통해 3차원의 가상 캠퍼스를 볼 수 있다.

2.1. DEM을 이용한 지형의 3차원 가시화

DEM(Digital Elevation Model)은 지형 데이터를 2차원 평면상의 표본점들에 대한 고도 데이터 값의 집합으로 표현한 것으로 DEM은 일정한 간격으로 지형의 고도를 레스터(RESTER)나 아스키(ASCII)형태로 표현한 것으로, 이의 제작 및 자료기저화가 일반화 되고 있다. DEM을 읽어 3차원 가시화를 시키는 방법은 많이 연구되고 있으며, 상용 S/W에서도 선택모듈로 DEM 가시화 기능을 제공하고 있는 추세이며, 별도의 DEM 전용 시각화도 많이 개발되고 있다. 그러나 여러 분야에서 VRML을 이용한 다양한 연구가 진행되고 있지만, 직접 DEM을 VRML로 전환하는 방법은 아직까지 거의 개발되어 있지 않은 실정이다.

그 이유는 첫째, 일반적으로 입수되는 DEM은 1 : 250,000 정도의 거시적 데이터들이므로 이를 세밀하게 꾸며서 보여주는 VRML의 장점이 사라진다는 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 면적 등의 공간분석 기능이 제대로 제공되지 않고, 온라인상에 능동적인 파일갱신이 불가능하다는 VRML의 한계 때문이다.

그러나 위와 같은 문제점에도 불구하고, 다른 방식의 S/W와 같이 DEM을 기반으로 도로나 건물 등 정보를 얼마든지 결합시킬 수 있다는 점과 VRML2.0이 되면서 센서기능이 추가되어 분석과 질의 기능을 확보할 수 있다는 점이 DEM의 가시화에 직접 VRML을 이용하는 동기를 제공하고 있다.[3]

현재 GIS 분야에서 가장 범용 적으로 사용되는 DEM 자료는 아스키(ASCII) 코드의 형태로 제공되어 쉽게 자료의 내용을 검색할 수 있도록 되어있다. 따라서 획득된 DEM 자료를 VRML상에서 가시화하기 위해서는 DEM 파

일의 헤더 부분을 해석하여 필요한 부분만을 선택하여 VRML파일 형태로 변환하여 사용한다.[3]

DEM은 파일크기가 매우 크고, 파일 헤더 정보 및 수치 고도를 수록하는 방법이 매우 복잡하기 때문에 처리할 필요가 없는 부수적인 정보를 많이 포함하고 있고 격자점으로 표현되는 고도 값(Elevation Point)을 저장하기 위해서 6 자리 정수를 가지고 각 자리마다 1바이트의 아스키 값을 사용하므로 6바이트로 비효율적인 정보를 가지고 있다. [4]

우선은 이와 같이 비효율적인 데이터의 사이즈를 줄이고 자 아스키를 이진화된 포맷으로 변환 한다. 이러한 변환을 통해서 6바이트 정수는 2바이트의 unsigned short형으로 표현 할 수 있어 파일 자체의 사이즈를 1/3정도로 줄 일 수 있다. 또한 하나의 파일에 행과 열이 1201 * 1201로 저장 되어 있어 데이터의 사이즈가 크고 웨이블릿 (Wavelet)을 적용하기 위한 포맷인 행과 열이 2n * 2n 형태로 저장 되어 있지 않아서 다음 표1과 같이 Original DEM을 256 * 256 의 BT(Binary DEM)로 재 저장 할 필요가 있다.

표 1. 변환된 Binary DEM Header 정보
Table 1. Conversion to Binary DEM Data Info

0	10	biterra1 .0	데이터 형식에 대한 signature
10	4 (int)	열의 크기	영역의 동서방향으로의 폭의 크기
14	4 (int)	행의 크기	영역의 남북방향으로의 높이의 크기
18	4 (int)	데이터 크기	수치고도 데이터의 크기, 2 혹은 4bytes
22	2 (short)	UTM flag	UTM 좌표 사용시 1, 그렇지 않으면 0
24	2 (short)	UTM zone	UTM 좌표 사용시 zone번호, 남반구에 대하여서는 음의 zone번호를 사용함
26	4 (float)	왼쪽 좌표	UTM 좌표사에는 해당되는 좌표를 zone 번호와 함께 zone내부에서는 위치를 표시, 그렇지 않으면 경위도를 표시함.
30	4 (float)	오른쪽 좌표	상동
34	4 (float)	아래쪽 좌표	상동
38	4 (float)	위쪽 좌표	상동
42	4 (int)	실수 flat	수치고도 데이터를 실수로 표시하면 1, 그렇지 않으면 0
44-255	212	확장 대비용	0으로 채움

Original DEM을 이진화된 DEM로 변환하기 위해서 Original DEM의 헤더를 모두 읽어 위치 정보를 파일의 이름과 연관 시키는 정보 파일을 생성하고 정보 파일을 가지고 파일을 왼쪽에서 오른쪽, 아래에서 위의 방향으로 정렬한 후 정보 파일에서의 왼쪽-아래 지점으로부터 이진화된 DEM 파일을 생성하기 시작하여 오른쪽-위 까지 만들어 모든 경우에 4개의 파일을 통합한 후 하나의 256*256 이진화된 DEM을 추출한다.

이렇게 변환된 DEM을 읽어 들여 각각의 DEM의 구조를 분석하고 DEM상의 변환될 구간을 설정하게 된다. DEM 자료로부터 측량된 지역의 넓이와 수치데이터 간격, 고도 수치 값을 읽어서 VRML 형태로 옮겨 놓는다. 옮겨진 VRML 파일은 VRML 브라우저를 통해 3차원 지형으로 가시화 하게 된다.

2.2. 수치지도를 기반으로 한 3차원 캠퍼스 모델링

캠퍼스의 대부분을 차지하는 건물에 대한 3차원 정보는 도로, 교통 등의 시설물관리시스템 구축, 도로계획, 택지개발, 도시계획 등 여러 분야에 필요하다.

DEM으로부터 가시화된 VRML정보에 도면 내에 그려진 요소들의 형상 및 위치를 나타내는 지리정보와 지리 정보에 부가하여 요소들의 성격을 정의하는 속성 정보, 지리 정보와 속성정보를 화면이나 도면에 표시하는 방법에 대한 자료인 출력정보, 도형요소간의 위상관계를 표현하는 위상정보가 포함된 수치지도를 기반으로 하여 각각의 위치에 해당하는 건물 및 도로를 모델링 툴을 이용하여 캠퍼스를 모델링 하였다.

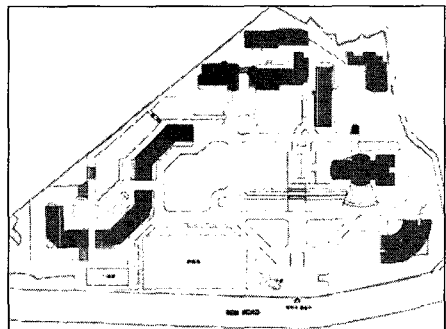


그림 3. 호남대학교 광산 캠퍼스 구성도
Fig 3. HonamUni. Gwangsan Campus Map

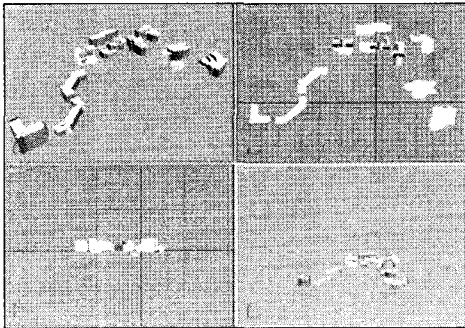


그림 4. 캠퍼스 모델링 과정
Fig 4. Campus Modeling Pprocess

III. VRML정보를 활용한 3차원 가상 캠퍼스 구현

VRML은 3차원 공간을 표현하는 언어로서 인터넷 사용자들에게 현실감 있는 공간과 상호작용을 가능하게 해주는 언어이다. 이것의 사용으로 텍스트, 이미지, 애니메이션, 사운드 등으로 이루어진 3차원 세계와 상호작용을 할 수 있으며, HTML과 마찬가지로 텍스트 파일이기 때문에 텍스트 에디터만 있으면 VRML파일을 만들 수 있다.

본 논문에서는 이러한 VRML의 특성을 고려하여 위성 및 항공으로부터 획득한 DEM 데이터를 이용하여 VRML로 변환하고, 변환된 VRML 파일을 보다 사실적으로 가상 공간상에 디지털 콘텐츠를 생성하기 위해서 실제공간의 X, Y, Z축 방향의 좌표 값을 가진 실물과 같은 데이터를 입력하고, 가상의 공간상에 하나씩 그려 나가게 된다. 이렇게 외형이 만들어진 후 사실감 있는 질감과 재질을 표현하기 위하여 실물에 가까운 텍스처 맵핑 작업을 하고, 텍스처 맵핑된 정보를 이용하여 3차원의 가상 캠퍼스를 구현 하였다.

IV. 실험 및 결과

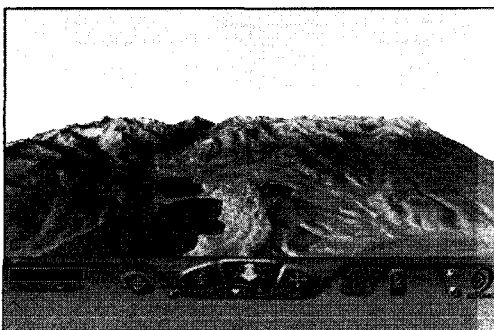


그림 5. DEM으로 가시화된 3차원 지형정보
Fig 5. Convert DEM to 3D Terrian Information

그림5는 위성 및 항공에서 획득된 DEM 자료로부터 측량된 지역의 넓이와 수치데이터 간격, 고도 수치 값을 읽어서 VRML로 가시화된 지형 정보이다.

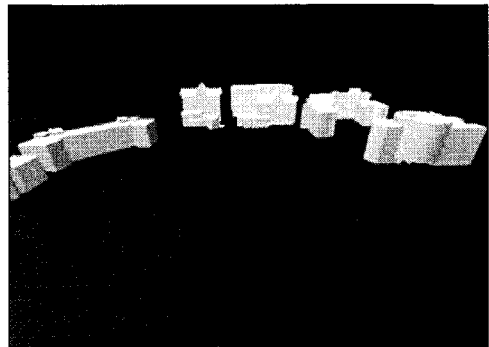


그림 6. 수치지도도를 기반으로 한 3차원 캠퍼스
Fig 6. Numerical Map Based 3D Campus

그림6은 호남대학교 광산 캠퍼스의 구성도를 기반으로 하여 각각의 위치에 해당하는 건물 및 도로를 3D 모델링 툴을 이용하여 3차원으로 모델링 및 텍스처 맵핑한 정보이다.

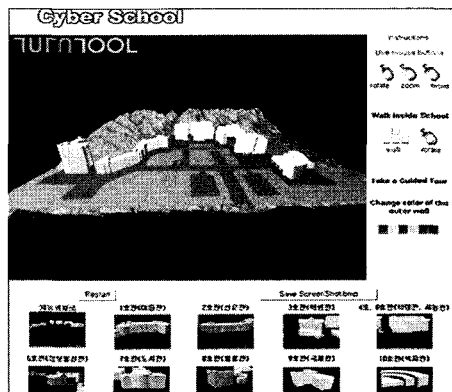


그림7. 3D GIS를 활용한 3차원 가상캠퍼스
Fig 7. 3D Campus using 3D GIS

그림7은 가시화된 VRML 정보와 수치지도도를 기반으로 한 캠퍼스 모델링 과정을 통해 획득한 3차원의 캠퍼스 정보에 질감과 재질을 표현하고 사실적인 면을 강조하기 위한 텍스처 맵핑 과정을 통해 획득한 웹 기반의 가상 캠퍼스(Virtual Campus)정보 이다.

V. 결론 및 향후계획

3차원 GIS는 인터넷 응용기술, 대용량 데이터베이스 응용기술, 실시간 대용량 자료 처리 기술, 3차원 그래픽 처리 기술, 가상현실 기술 등의 제반 요소기술들이 종합적으로 적용되는 분야로써, 기존의 2차원 GIS가 갖는 한계를 극복하고 다양한 응용 분야에서 3차원 지리정보의 처리 및 활용이 활발히 모색되고 있다. 2차원에서 3차원의 GIS로 발전함에 따라서 데이터양의 증가와 데이터 취득의 문제점이 있어 DEM을 이용하여 VRML로 가시화하고, 캠퍼스 모델링 과정과 텍스처 맵핑 과정을 거쳐 3차원의 가상 캠퍼스를 구현하였다.

이러한 3차원의 GIS를 활용하여 고품질의 그래픽 처리 기술과 다양한 인터랙션 기능을 통해 누구나 손쉽게 GIS를 접할 수 있고, 또한 해당하는 위치나 건물 정보를 빠르고 쉽게 접근 할 수 있는 웹과의 연동을 통해 추후의 활용성이 높을 것으로 예상된다.

그러나 본 연구에서 가장 큰 문제점인 전통적인 모델링 방식을 사용하여 캠퍼스 정보를 획득하였기 때문에 시간과 비용이 많이 들고, 단순 반복적인 수작업으로 기하학적 모델링 데이터를 만드는 방식으로 이루어져 있어 표현할 수 있는 한계성과 사실감이 많이 떨어지는 문제를 가지고 있어 추후 이러한 문제를 해결하기 위해 문화재 원형 복원과 역설계 분야에서 사용하는 3차원 스캐너를 이용하여 전통적인 모델링 방식의 단점을 보완함으로써 보다 빠르고 쉽게 서비스를 제공할 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

[1] 남광우, 이성호, 박종현, "3차원 GIS 데이터 제공자 시스템의 설계 및 구현"
 [2] "Virtual GIS : A Realtime 3D Geographic Information System," with David Koller, Peter Lindstrom, Larry Hodges, Nick Faust, and Gregory Turner, Report GIT-GVC- 95-14, IEEE Proceedings Visualization '95, pp. 94-100

[3] 홍장현, 송창근, "웹 환경하에서 3차원 지형가시화 시스템"
 [4] David Koller, Peter Lindstrom, William Ribarsky, Larry F. Hodges, VIRTUAL GIS: A Real-Time 3D Geographic Information System
 [5] T.A. Funkhouser and C.H. Sequin, "Adaptive Display Algorithm for Interactive Frame Rates during Visualization of Complex Virtual Environments," Computer Graphics (ACM SIGGRAPH Proceedings), pp. 247-254 (August 1993).
 [6] 김경호, 이기원, 이호근, 하영렬, "www에서 구동되는 3차원 GIS의 설계 및 구현"
 [7] Arne Schilling, Daniel Holweg, " 3D GIS for Virtual City Models"

저자소개

송상훈

2005년 : 호남대학교 컴퓨터공학과 졸업
 2005년~ 현재 : 호남대학교 컴퓨터공학과 대학원 재학 중
 관심분야: 3D GIS, VR., 3D 렌더링



정종필

1995년 조선대학교 전산통계학과 이학석사
 2002년 조선대학교 전산통계학과 이학박사
 1997.3 ~ 현재 : 순천청암대학 컴퓨터정보과 교수
 관심분야: 영상처리, 컴퓨터비전, 가상현실, 멀티미디어콘텐츠, 모바일인터넷

