

대학캠퍼스의 관리효율화를 위한 3D 공간모델링

3D Modelling for Efficient Management of the University Campus

이진덕¹⁾ · 소재경²⁾ · 박진표³⁾ · 김동수³⁾

Jin-Duk Lee · Jae-Kyoung So · Jin-Pyo Park · Dong-Soo Kim

¹⁾ 금오공과대학교 토목환경공학부 교수 (E-mail: jdlee@kumoh.ac.kr)

²⁾ 금오공과대학교 토목공학과 대학원 (E-mail: sojk0070@hanmail.net)

³⁾ 금오공과대학교 측량 및 지형공간정보연구실

요 약

지리정보데이터는 공간개념을 가지고 있음에도 불구하고 대부분 2차원 평면 위주의 공간 자료로 이루어져 왔다. 그러나 GIS 데이터는 2차원 평면위주의 공간자료보다 3차원 공간자료를 기반으로 한 시각화를 통하여 다차원적인 분석이 가능해지고 있다. 최근 인터넷 환경에서 구동되는 3D GIS의 중요성이 인식되기 시작하였고, 3D GIS는 초기에는 지형을 단순히 3차원 가시화하는 기능 위주에서 최근 3차원 지형분석, 3차원 도시, 3차원 시설물 등의 현실감 있는 모델링과 분석기능을 제공하는 단계는 물론, 가상현실 기능이 강조된 3D GIS 까지 등장하는 단계에 이르렀다.

본 연구에서는 GIS 툴(ArcView)을 사용하여 대학캠퍼스의 부지, 구조물 및 시설물의 3D GIS를 구축할 수 있었으며 3D 모델링을 통해 다양한 각도에서의 조감도 작성과 경관분석을 행하였고 향후 시설물 확충에 따른 공간활용계획의 기본 자료로서 그 활용성을 검토하고자 하였다. 이것은 GIS의 가장 발전적 형태인 Web GIS구축을 위한 인터넷 데이터베이스로서 정보 공유와 조회는 물론 사용자 측면의 분석까지 가능하도록 이용할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 추후 웹 GIS 기법을 적용하여 캠퍼스의 3차원 관리를 위해 웹서버를 구축하고 2D를 기반으로 한 인터넷 맵의 한계를 벗어나 3D 모델링으로 웹상에서 사용자에게 다각도의 3차원 공간을 구현함으로써 2차원 데이터와 더불어 3차원 공간영상의 공유가 가능하도록 시도하고자 한다.

1. 서 론

지리정보시스템(GIS)은 기술발전의 가속도와 사용자 측면의 효율성과 필요성이 확대됨에 따라 각계의 연구가 계속되고 있다. 지형공간정보(Geo-Spatial Data)를 정부와 민간에서 효율적으로 활용하기 위하여 H/W와 S/W 등 각종 기술의 개발, 표준과 규약 제정 등 다각적인 방향에서 새로운 연구가 진행되어 성과를 가시화하고 있다. 그

중에서도 공간자료(Spatial Data)의 오차의 한계를 극복하고 보다 정밀한 데이터를 생성하기 위한 연구는 그 무엇보다 중요하다. 지리정보 데이터는 공간 개념을 가지고 있음에도 2차원 평면 위주의 공간자료의 제공으로 이루어져 왔다. 그러나 최근 GIS 데이터는 3차원 공간자료를 기반으로 통계, 부피, 연산 등과 함께 시각화를 통하여 다차원적인 분석이 가능하게 되었다.

지리정보시스템의 효율적 구현을 위하여

추구하는 공간자료(Spatial Data)의 최종결정체는 현실과 똑같은 개념과 수치, 정보를 가지고 있는 3차원 공간자료(3D Spatial Data)의 구축이라 할 수 있다. 현실과 똑같은 즉, 오차를 최소화하기 위하여 여러 가지 측량기술과 3차원 생성기술이 적용된 공간자료(Geo-Spatial Data)를 제작하고 있다.

본 연구에서는 금오공과대학교 신캠퍼스의 부지 및 구조물의 3D 시각화를 통한 경관분석 및 속성자료를 부여함으로써 시설물의 관리시스템을 구축하는데 목적이 있다. 그 첫 번째 단계로 금오공과대학교 신캠퍼스의 지형 및 도로, 구조물과 아직 완공되지 않은 구조물을 데스크탑 GIS S/W를 통해 3D로 재현함으로써 다양한 시각에서의 조감도 작성 및 경관분석을 하고자 한다. 그리고 부지, 건물 및 시설물의 3D GIS구축을 통해 3D 모델링, 도면자료와 속성자료를 연결한 시설물 관리시스템 구축자료로 활용, 다각도의 경관분석 및 향후 시설물 확충에 따른 공간 활용계획의 기본자료의 활용성을 도모할 수 있다. 또한 Web GIS 구축을 위한 데이터베이스로 그 활용성을 모색해 보았다.

2. 3차원 GIS 구축방식의 고찰

2.1 지형·도로의 3차원 구축

3차원의 공간정보를 제공하는데는 부피를 갖는 하나의 Object로 취급하는 3D Solid 모델(3차원 데이터 모델)을 주로 사용하고 있다. 3D Solid 모델은 CAD/CAM 및 컴퓨터 그래픽 분야에서 먼저 사용하고 있으며, X, Y 좌표 지점에 대해 복수개의 Z 값을 가지고 있다.

데이터 조작 및 공간분석 등 각종연산 과정이 복잡하므로 3차원의 Surface 모델링 기법을 보편적으로 사용하고 있다. Surface 모델링 기법은 연속적인 2차원 X, Y 좌표에 고도 값을 마치 속성처럼 할당하여 처리하는 방식이다. Surface 모델링은 연속적인 면을 대상으로 하지만 현실적으로 면상에 연속적으로 존재하는 모든 지점의 고도 값을 저장하기 어렵기 때문에 대표 지점만의

고도 값으로 지형을 표현하는 Sampling Method를 사용한다. Sampling Method에는 2차원의 등고선(Contour Line)이나 3차원 GIS에서 활용하는 DEM(Digital Elevation Model), TIN (Triangulated Irregular Network) 등 보편적으로 사용된다.

2.1.1 DEM 구축

지표면에 일정한 간격을 갖는 격자 구조를 설정하고 교차점 혹은 격자 셀에 2차원 형태로 좌표와 고도 값을 저장하는 레스터 방식으로 각 교차점이나 셀에 고도 값을 부여할 때는 알려진 몇 개 지점의 고도로부터 보간 알고리즘 적용하여 인접한 격자 교차점이나 셀에 고도 값을 부여하는 방식으로 미국 USGS의 DEM 구조가 가장 보편적으로 사용되고 있는데 포맷은 ASCII 형태로 되어 있어서 문서 편집기 등으로도 읽을 수 있다.

2.1.2 TIN 방식

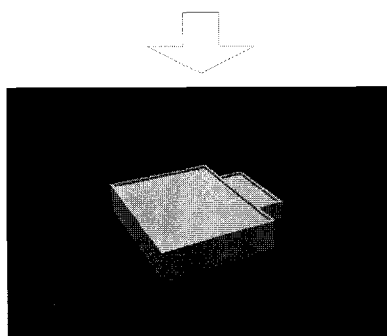
연속적인 지표면을 대상으로 굴곡의 변화가 일어나는 지점에 노드를 찍어 X, Y, Z 값을 저장하고, 가장 가까운 노드끼리 서로 연결하여 삼각형의 형태로 지형을 표현하는 벡터 방식으로, 경사 표현에 있어서 중요한 지점들에 대한 정보만을 관리하므로 DEM 방식에 비해 보다 효율적이고 현실적으로 Surface를 표현할 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 TIN 방식에 의해 지형 모델링을 하였다.

2.2 구조물 3차원 모델링

구조물이나 시설물 같은 단일 또는 몇 개의 오브젝트(Object)로 구성되는 단위 모델링은 그 활용도나 목적에 따라 다양한 방법이 적용된다. 다양하고 많은 방법들 중 3차원 GIS에 가장 작은 용량으로 생성되는 대표적인 방법으로는 기본 입체 모형인 박스나 실린더를 직접 이용하는 방법과 Shape을 그린 후 Extrude와 메쉬(Mesh) 편집의 방법 등이 있다.

2.2.1 기본 입체모형(Object) 이용방식

구조물이나 시설물의 형태가 기본모형들의 형태와 유사할 경우 사용하는 방식으로, 기본모형의 크기를 정확한 X(폭), Y(깊이), Z(높이)의 수치입력 값으로 생성한다. 폴리곤 면들의 개수는 기본적으로 GIS에 사용되는 Object를 모델링 시 단 한 개의 면만을 사용한다.

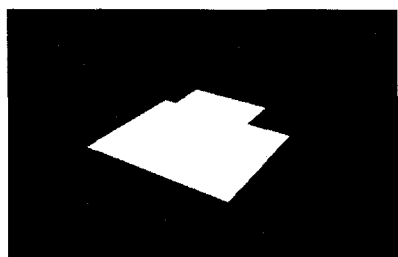


(b) 여러 개의 polygon 3D생성

2.2.2 Shape 방식

기본도형으로 표현이 힘든 구조물이나 시설물의 경우 그 단면의 형태로 Shape(2차원)을 이용하여 만든 후 Extrude(입체화)시켜 형태(Mesh)를 완성한다. Shape의 Extrude 기법의 적용만으로도 부족할 경우 Edit mesh 방법 등으로 그 형태를 수정하여 완성하게 된다.

Shape을 이용한 Object 제작방식은 표준도형(Standard Primitives)으로 모델링하기에 부적당하고 좀 더 다양하고 복잡한 형태의 Object를 만들 때 사용한다. Shape 제작시 형태가 복잡하더라도 기본적으로 4개에서 5개의 면으로 만들어 주는 방식을 선택함으로써 그 형태의 다양성과 복잡성과는 관계없이 전체적인 면의 숫자를 기본 Object의 개수만큼 한정 지움으로써 GIS 데이터 구축 시, 다양한 구조물과 조형물을 그 형태에 가장 이상적으로 근접하게 제작을 하면서도 그로 인한 데이터의 증가를 최대한 억제시킬 수 있으며 인터넷 환경이나 인터넷 등에서 구현시 고속으로 이를 구현할 수 있는 기반이 되는 방식이다.



(a) 여러 개의 polygon

그림 1. 여러 폴리곤의 합성에 의한 구조물 모델링

3. 캠퍼스의 GIS 시험구축

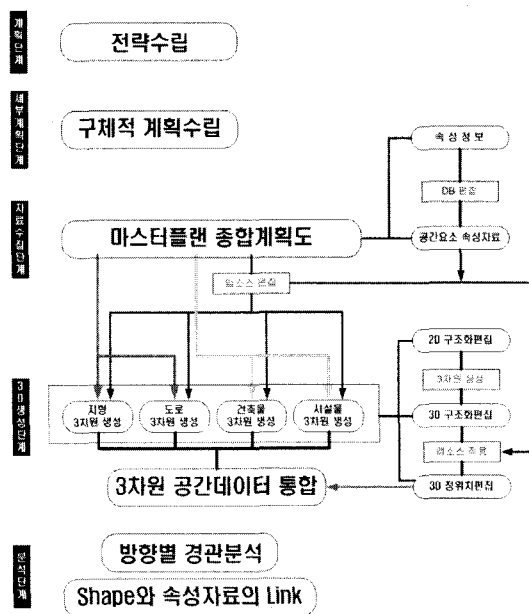


그림 2. GIS 데이터 구축 과정 개요도

3.1 지형의 3차원 구축

TIN 방식을 사용하기 위해선 X, Y, Z 좌표 값이 저장된 도면을 사용해야 하는데 기본도면으로 사용한 마스터플랜의 파일은 높이 값이 없는 2차원으로 되어있어 Z값을 결정해주는 작업이 필요하다.

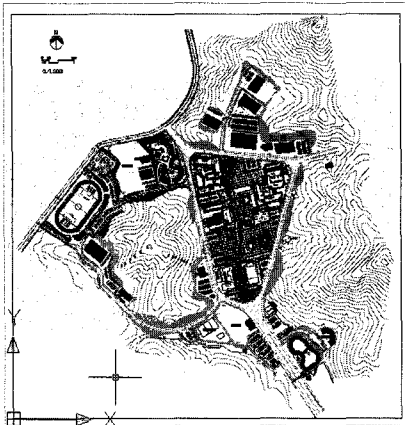
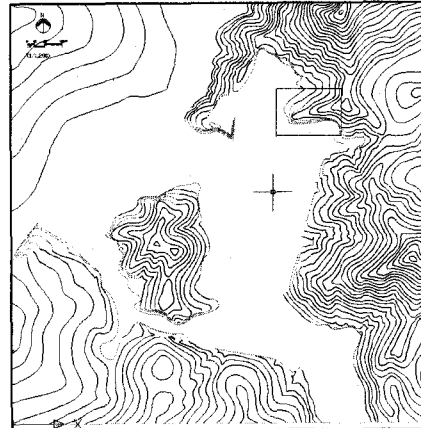


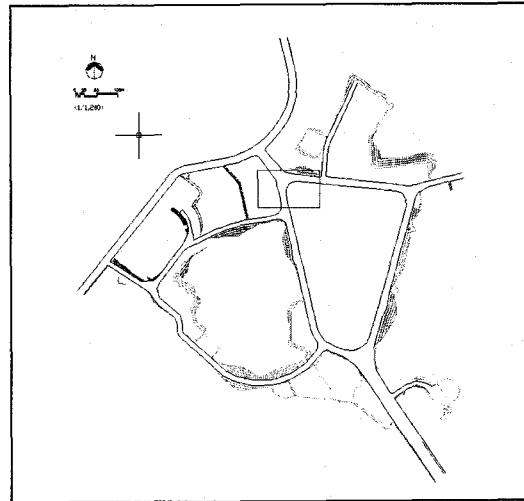
그림 3. 기본도면

마스터플랜에서 가져온 도면은 x, y 좌표만 입력되어있어서 도면에서 등고선, 사면, 도로 및 건물 등으로 레이어를 분류한 후 각각의 높이값을 입력해 준다. 따라서 이들 레이어들의 통합으로 하나의 3D 도면으로 만들어 ArcView와 호환하여 작업할 수 있는 기초자료를 만들 수 있다. 그러나 등고선과 사면, 부지 등의 바깥경계에 대한 고도가 2차원으로 한정되어있어 임의로 경계선을 만든 후 그 경계까지 등고선을 확장 수정하였다.

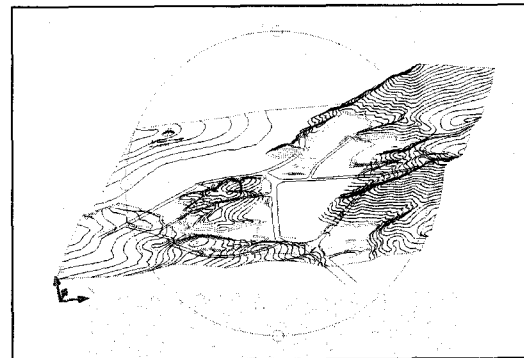
도로부분은 polygon이 아닌 line으로 설정하여 등고선처럼 단순한 높이 값을 넣는 것이 아니라 시작점과 끝점의 값을 다르게 넣어 경사나 굴곡을 표현하여 TIN 생성작업시 라인의 break point의 부재로 발생하는 오류를 방지하기 위해 기존 line을 더욱 세분화 하는 작업을 선행한 후 높이 값을 입력해주었다. 개별 작업을 통해 높이 값이 결정되어진 레이어들을 다시 하나의 도면으로 통합한다. 이 도면은 CAD 프로그램 상에서 dxf 파일로 변환·저장하고 ArcView에서 읽어들이어 TIN을 형성할 수 있도록 했다.



(a) 등고선 레이어



(b) 도로, 사면 레이어



(c) 등고선, 도로, 사면 레이어

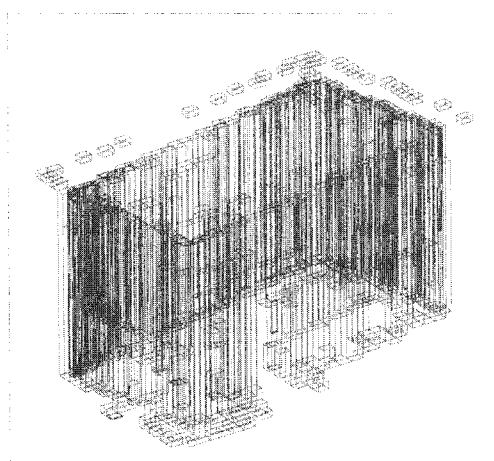


(d) TIN 생성

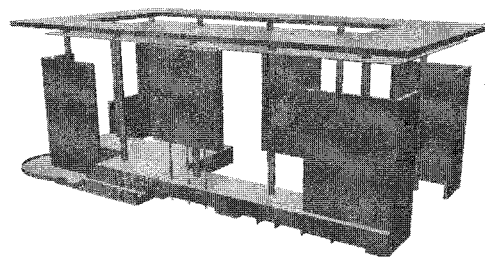
그림 4. 부지의 TIN 생성 과정

3.2 건축물의 3D 모형 구축

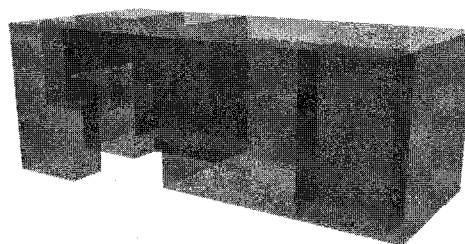
기본도에서 따로 분류한 건물의 도면을 ArcView에서 사용하기 위해 dxf 파일로 변환·저장 후 ArcView에서 2차원 Shape파일 생성하여 Extrude시켜 Mash 형태를 완성한다. Shape의 Extrude 기법의 적용만으로 부족할 경우 Edit mesh 방법 등으로 그 형태를 수정하여 완성하게 된다. 이렇게 제작된 2차원 형태인 polyline을 polygon으로 변환하여 3차원적인 건축물을 구현했다. 또한 구조물을 여러 부분으로 나누어 따로 구현함으로써 더욱 세밀하고 다양한 묘사가 가능했다.



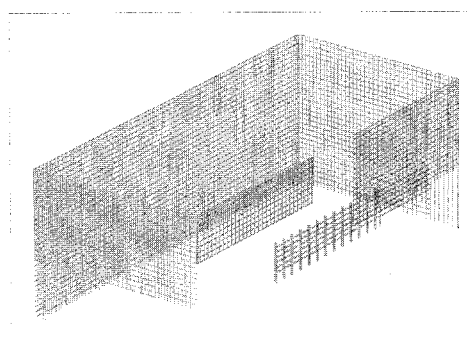
(a) 골조



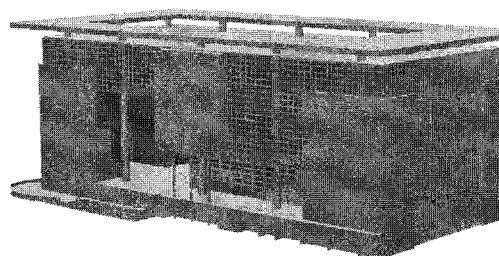
(b) 콘크리트 골조



(c) 유리창 효과



(d) 창틀 효과



(e) 폴리곤 합성

그림 5. 도서관 모델링

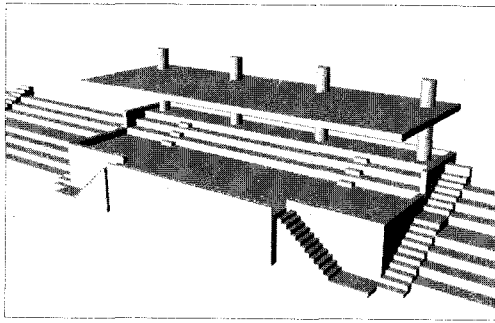


그림 6. 운동장 스탠드

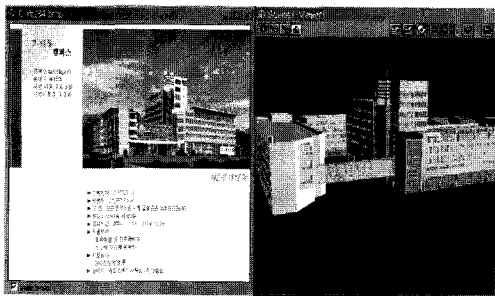


그림 7. 글로벌관의 모델링과 조감도의 연결

4. 지형 및 건축물 경관

4.1 지형 경관

등고선 및 도로, 사면 레이어들을 통합하여 지형 레이어를 모델링하고 각 구조물의 3차원 모델링을 랜더링한 후 지형 레이어의 정확한 위치에 얹어 전체적인 캠퍼스의 3차원 모형을 구축했다. 색상은 TIN형성시 등고선 간격 10m마다 다르게 표현했다. 이는 추후 위성영상이나 항공사진 등으로 접합하여 더욱 사실감 있는 모델링으로 표현할 수 있다.



그림 8. 캠퍼스 3차원 조감도 (북→남)

지형 및 도로를 3D로 모델링하여 일반적

인 조감도와는 달리 다양한 시각에서의 경관을 분석할 수 있었다. ArcView의 3D Scene을 이용하여 각 방향과 다른 각도로 지형의 경관을 볼 수 있었고 향후 신축될 건물의 주변 환경과의 조화 등을 분석할 수 있었다.

또한 해당 구조물의 속성정보를 연결하여 효과적인 정보 전달이 가능하며 이는 Web GIS 구축 시 더욱 발전된 형태로 많은 정보를 전달할 수 있다.

4.2 건축물 경관

건축물을 3D 모델링을 하여 기존의 조감도와 비교, 분석할 수 있었고 아울러 기존의 조감도는 한 방향으로만 볼 수 있지만 3차원 조감도는 여러 가지 방향과 각도로 다양한 경관을 볼 수 있었다.

그리고 3D Scene의 Zoom in 기능으로 건물의 어느 부분이나 확대해서 볼 수 있었다.

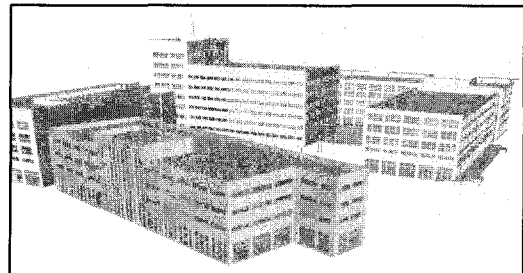


그림 9. 글로벌관 3차원 조감도 (남동→북서)

5. 결론

GIS 데스크탑 s/w ArcView를 사용하여 캠퍼스의 지형 및 구조물들의 3D 모델링을 구현할 수 있었다.

본 연구에서 구축한 공간 데이터베이스를 통하여 다양한 방향과 고도에서의 경관분석이 가능하며 캠퍼스의 모든 공간 구성요소(구조물, 지형, 도로, 시설물 등)들을 가상의 공간 속에 수치개념과 함께 재현할 수 있었다.

구축한 도형데이터와 속성데이터를 연계·확장한다면 향후 주변 지형 및 시설물

과의 조화를 고려한 추가 공간배치계획은 물론, 대학시설물 관리시스템의 기초자료로서 그 활용이 기대된다.

기본적인 데이터 처리를 통해 효과적인 관리를 위한 세부적인 3차원 모델링을 구축하였으며, 이것은 향후 인터넷상에서 2차원 및 3차원 데이터와 함께 서비스될 기본자료가 될 수 있을 것이다. 이를 위해 향후 Web GIS 구축에 맞는 파일변환을 통해 캠퍼스 안내서비스는 물론 검색 및 분석과 같은 3차원 가상 캠퍼스의 시각화를 구현할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 금오공과대학교 종합기본재계획, 2003
2. 김영표, 디지털시대에 대비한 사이버 국토 구축전략, 한국 GIS학회, 춘계학술대회 논문집, p101~p118, 2002
3. 김재윤, 3차원 GIS의 구축기술과 활용, 한국지리정보학회, 춘계워크샵 및 학술논문발표대회 논문집, p3~p33, 2002
4. 김성삼, 김기열, 유복모, 유환희, 3차원 GIS를 이용한 도시건축물 용도관리, 한국측량학회, 춘계학술발표대회 논문집, p251~p256, 2003