

2차원 캐드자료를 이용한 웹기반 가상공간 모델링

이장경, 이성기

경북대학교 컴퓨터과학과

e-mail:z9613124@hanmail.net, sklee@knu.ac.kr

A Web-based Virtual Space Modeling Using 2D CAD Data

Jang-Kyung Lee, Sung-Kee Lee

Dept. of Computer Science, Kyungpook National University

요 약

인터넷과 컴퓨터 기술이 발달함에 따라 가상공간에 대한 관심은 커져가고 있다. 그러나 가상공간을 생성하는 작업은 많은 시간과 노력이 필요하다. 그래서 가상공간 모델링에 관련된 연구들이 많이 이루어지고 있다. 본 논문에서는 2차원 CAD 데이터로부터 가상공간을 모델링하는 방법을 제시한다. CAD 파일에서 2차원 지형정보를 추출하여 웹에서 볼 수 있는 3차원 가상공간을 생성한다. 가상공간생성 과정은 진처리, 데이터 추출, 모델생성, 렌더링으로 이루어진다. 진처리는 CAD 파일에서 도로경계선을 분리하며 데이터 추출은 등고선, 도로경계선, 건물 정보를 CAD 파일로부터 추출하는 과정이다. 모델생성은 추출한 지형정보들을 이용해서 3차원 공간모형 데이터를 생성하는 과정이다. 본 논문에서 제시한 방법은 실제세계에 근접한 가상공간을 생성하며 가상공간을 생성하는데 드는 시간과 노력을 줄일 수 있다.

1. 서론

인터넷과 컴퓨터 기술이 발달함에 따라 가상공간에 대한 관심은 커져가고 있으며 가상박물관, 가상공원, 가상도시, 컴퓨터 게임, 가상시뮬레이션 등 많은 분야에서 활용되고 있다. 가상공간 모델링 과정은 수동으로 할 경우 많은 시간과 노력이 필요하며 자동으로 할 경우 정확한 모델링 데이터 생성이 어려운 문제점이 있다. 그래서 자동으로 정확하게 가상공간을 모델링 할 수 있는 연구들이 이루어지고 있다.

기존의 가상공간 모델링 방법은 주로 도면이나 영상을 이용하였다. 그러나 최근 컴퓨터 기술의 발달로 도면을 만들 때 대부분 CAD 소프트웨어를 이용하여 설계한다[1]. 그리고 기존의 도면들도 도면전산화 작업을 통해 CAD 자료로 변환하는 작업이 진행 중이다. CAD 자료를 이용한 가상공간 생성은 지형정보들이 특정 형식에 따라 디지털화되어 있어 모델링 자료의 추출이 간단하고 정확한 데이터를 추출할 수 있다. 지금까지 가상공간을 모델링하는 방법은 많이 연구되어 왔지만 2차원 CAD 파일을 모

델링에 이용한 연구는 많지 않다[2]. 그리고 기존에 CAD 파일을 이용한 모델링에 관한 연구들도 건물이나 제품 모델링에 제한되어 있다.

본 논문에서는 2차원 CAD(Computer Aided Design)자료를 이용해 가상공간을 구현한다. 2차원 CAD 파일을 분석하여 3차원 모델링에 필요한 지형정보를 반자동으로 추출한다. 그리고 추출한 지형정보를 이용해서 가상공간을 자동으로 모델링하는 시스템을 구현한다. 모델링한 가상공간은 웹 상에서 보기 위해 VRML(Virtual Reality Modeling Language)[3]로 표현한다.

본 논문의 2장에서는 기존의 가상공간 모델링 방법에 대해 고찰한다. 3장에서는 CAD 파일 및 가상공간 구현 과정의 개요에 대해 설명한다. 4장에서는 가상공간 시스템에서 지면 모형생성, 도로 모형생성, 건물 모형생성, 나무 모형생성 등을 하는 방법에 대해 설명한다. 5장에서는 구현 결과를 보이고, 6장에서는 결론에 대해 기술한다.

2. 기존의 가상공간 모델링 방법

가상공간을 모델링하는 방법은 모델링을 위한 입력 자료의 종류에 따라 나눌 수 있다.

영상을 이용하는 방법은 모델링하는 대상의 실제 사진을 모델링 입력 자료로 사용하는 방법으로 파노라마 영상을 이용한 모델링 방법과 영상에서 3차원 정보를 추출하여 모델링하는 방법이 있다. 파노라마 영상 접근 방법은 여러 장의 영상을 합성하여 한 장의 파노라마 영상을 만들어 가상공간을 모델링하는 것으로 최종 결과 영상이 사실성을 가지며 연산이 간단하다는 장점이 있다. 하지만 관찰자가 다른 위치로 이동하여 영상을 생성하고자 하는 경우 물리적으로 올바른 영상을 생성하지 못하게 되며 대상물의 광원 속성의 변화들이 표현되지 않는다. 2차원 영상에서 3차원 모델링 정보를 추출하는 방법은 사람의 양안 시차를 이용하여 3차원 정보를 얻는 방법으로 정확한 변위 측정이 필수이지만 많은 연산 시간과 함께 높은 오정합 확률의 문제가 있다.

도면을 이용한 모델링 방법은 수동으로 도면을 보고 모델링할 경우 많은 노력과 시간이 필요하며 정확한 모델링이 어렵다. 그래서 도면 인식을 통해 자동으로 모델링하는 방법에 대한 연구가 이루어지고 있지만 아직 정확하게 지형지물들을 모두 인식하는 단계는 아니다.

CAD 파일을 이용한 모델링은 CAD 소프트웨어를 이용해 그려진 설계도면이나 지적도 등의 2차원 CAD 파일에서 정보를 추출하여 모델링하는 방법이다. So, Baciu와 Sun[2]은 2차원 층별 설계 CAD 파일로부터 3차원 가상 건물을 모델링하였다. 이것은 CAD 자료에서 건물내부 벽의 위치를 추출한 데이터와 3D 모델링 툴을 이용해 수작업한 데이터를 이용해 건물을 모델링한다. 그 외에도 Marefat과 Ji[4], Meeran과 Pratt[5]은 정확한 제품 생산을 위해서 2차원 CAD 파일에서 제품구조 정보를 추출하여 제품 모델링을 하였다. Lee와 Han[6]은 2차원 CAD 파일에서 선박의 앞, 위, 옆의 설계정보를 추출하고 추출한 도형정보를 이용하여 3차원 모델을 생성하였다.

CAD 파일을 이용한 가상공간 모델링은 도면만큼 쉽게 CAD 파일을 구할 수 없으며 모델링 할 지역에 대한 CAD 파일이 존재하지 않을 경우 그것을 제작하는 시간이 많이 걸린다는 단점이 있다. 하지만 다른 계산 과정 없이 정확한 지형정보를 빠르게 자동으로 추출할 수 있다는 장점이 있다. 본 논문에서

서는 2차원 CAD 파일에서 등고선, 도로외곽선, 건물정보를 추출하고 추출한 지형정보를 이용하여 3차원 가상공간을 자동으로 모델링하는 시스템을 제안한다.

3. CAD 파일을 이용한 가상공간 시스템

가상공간 시스템의 전체 구현과정은 그림 1과 같다. 그림 1은 CAD 파일을 입력으로 받아 전처리, 2차원 지형정보 추출, 3차원 공간 모형생성, 렌더링 과정을 거쳐 가상공간을 생성한다는 것을 보여준다. 그리고 출력은 가상공간이 모델링된 VRML2.0 파일들이다.

전처리는 CAD 파일에서 자동으로 추출할 수 없는 도로경계선에 대해 처리하는 과정이다. 즉 도로 경계선을 자동 추출할 수 있도록 반자동으로 도로경계선을 분리한다. 그리고 2차원 지형정보 추출은 CAD 파일 분석을 통해 모델링에 필요한 CAD 도면 요소를 지면 모델링, 도로 모델링, 건물 모델링 데이터로 나누어 추출한다. 3차원 공간 모형생성은 추출한 2차원 지형정보를 모델링에 이용할 데이터로 만든다.

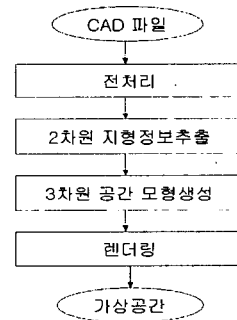


그림 1. 가상공간 시스템의 구현과정

CAD 파일 형식은 DWG, DXF, DWT 등이 있다. 본 논문에서는 DWG 파일을 가상공간 생성을 위한 모델링 입력 자료로 하였다. 2차원 CAD 파일을 이용해서 지형 데이터를 추출하기 위해서는 CAD 파일의 구조와 CAD 파일 내 지형정보의 구성을 알아야한다. CAD 파일은 서로 다른 지형정보를 구분할 수 있도록 레이어로 이루어져 있다[7]. 지형정보를 가지는 CAD 파일은 등고선 정보, 도로선 정보, 건물 정보 등의 지형정보들이 서로 다른 레이어에 특정 도면 요소로 포함되어 있다. 본 논문의 입력 CAD 파일을 화면에 표시한 것은 그림 2와 같다.

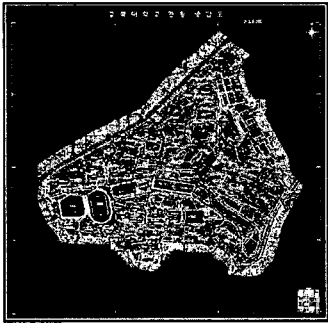


그림 2. 전체 CAD 파일

4. CAD 파일을 이용한 3차원 가상공간 모델링

본 장에서는 CAD 파일에서 2차원 지형정보를 추출하여 3차원 공간모형생성 과정을 지면, 도로, 건물, 나무 모형생성으로 나누어서 설명한다.

4.1 지면 모형생성

지면 모델링은 CAD 파일에서 추출한 등고선을 이용한다. 지면 모델링을 하기 위해 균일한 삼각메쉬로 이루어진 지면모델을 만든다. 지면 모델을 이루는 각 점의 높이값을 구하는 방법은 그림 3과 같이 균일한 그리드로 만든 지면모델의 각 점에서 수직 수평방향으로 가장 가까운 등고선을 찾는다. 그리고 수직 수평의 4방향에 있는 등고선을 이용해 지면 모델의 각 점의 높이 값을 선형보간법을 이용해 계산한다. 이 방법은 간단하여서 적은 노력과 시간으로 지면을 모델링 할 수 있으며 시각적으로도 자연스러운 지면을 얻을 수 있다.

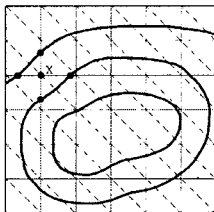


그림 3. 수직수평 방향의 등고선 찾기

4.2 도로 모형생성

도로 모델링을 위해 CAD 파일로부터 도로경계선을 추출한다. 도로는 지면의 일부분이다. 지면모델을 이루는 각 삼각형 중 어떤 것들은 도로와 도로가 아닌 영역에 모두 포함되는 것이 있다. 그래서 도로영역을 정확하게 구분하기 위하여 지면모델을 이루는 삼각형 중 도로 경계선과 만나는 삼각형을 분할

한다.

추출한 도로경계선을 이용해 지면모델의 각 점을 크게 도로영역에 포함되는 것과 도로가 아닌 영역에 포함되는 것으로 나눈다. 그림 4와 같이 지면을 이루는 각 점이 도로가 아닌 영역의 점일 경우 양수로, 도로 영역의 점일 경우 음수로 표시한다. 지면 모델을 이루는 삼각형의 세 점의 부호가 같지 않으면 도로경계선이 삼각형 내에 위치하는 것이므로 삼각형은 도로 영역과 도로가 아닌 영역에 모두 포함된다. 이 경우 정확한 도로 모델링을 위해 도로 경계선을 이용해 삼각형을 분할한다.

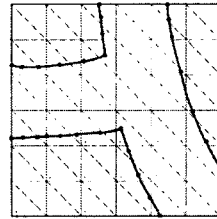


그림 4. 지면모델을 이루는 점 분류

4.3 건물 모형생성

2차원 CAD 파일에서 건물 외곽선을 이루는 점의 좌표값, 건물 층수, 건물명에 대한 정보를 추출한다. 추출한 건물정보와 지면 모델의 정보를 이용해 각 건물의 3차원 공간상에서의 위치값과 건물높이 및 건물명을 찾는다. 그리고 높이가 같은 지면 위에 건물을 모델링 할 수 있도록 건물 외곽선을 이루는 각 점의 지면에서의 높이와 건물 주위의 지면 높이를 조절한다. 마지막으로 이 데이터를 이용해 건물을 모델링하고 미리 저장한 건물 영상을 이용해 텍스처 맵핑한다.

건물이 위치한 지면 중 높이를 균일하게 할 영역의 외곽선은 지면을 이루는 다각형을 분할한다. 분할알고리즘은 앞의 도로경계선에 의한 삼각형 분할과 같은 방법으로 한다.

4.4 나무 모형생성

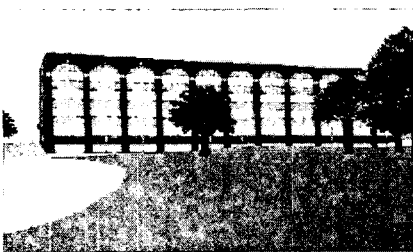
가상공간에는 지면과 건물 외에 나무나 문기등과 같은 다른 개체들이 있다. CAD 파일에는 이러한 것들에 대한 위치정보가 있다. 나무 위치정보가 있는 레이어에서 각 나무의 위치정보를 CAD 파일 구조 분석을 통해 추출한다. 그리고 나무를 모델링해서 각 위치에 배치한다.

실제 나무는 외관이 복잡하므로 폴리곤 수가 많이 필요하다. 그러나 웹 상에서 볼 수 있는 가상공간을 표현한다는 점을 고려해서 단지 두 개의 평면을 십자모양으로 모델링하고 각 평면에 나무 영상을 이용해 텍스처 맵핑하였다.

5. 구현 결과

본 논문에서 제안한 방법은 PentiumⅢ CPU 시스템에서 Visual C++을 이용해 구현하였다. 이 시스템을 이용해 '경북대학교'라는 실제 존재하는 지역을 가상공간으로 구현하였다. 모델링한 학교전체의 면적은 대략 698,737㎡이며 89개의 건물과 122개의 나무를 모델링하였다. 구현하는데 걸린 시간은 전처리 과정 30분, 모델링 시스템을 이용해 CAD 파일 입력 후 결과 출력까지 15분이 걸렸다. 그 외 각 건물에 대한 사진 촬영에 걸린 시간이 있다. 모델링 결과는 VRML 2.0 형식으로 저장되어 있어 네트워크 상에서 웹 브라우저를 통해서 볼 수 있다.

그림 5는 본 논문에서 제시한 모델링 방법을 이용해 '경북대학교'를 가상공간으로 구현한 결과영상과 실제 카메라로 촬영한 영상을 비교한 것이다.



(a) 구현한 가상공간의 3차원 영상



(b) 카메라를 이용해 촬영한 영상

그림 5. 구현결과와 실제사진의 비교

6. 결론

본 논문에서는 CAD 파일로부터 2차원 지형정보를 추출하여 웹 기반 가상공간 모델을 생성하는 시

스템을 구현하였다. 가상공간 모델링은 크게 지면 모델링, 도로 모델링, 건물 모델링 그리고 나무 모델링 등으로 이루어져 있다.

이 방법은 여러 사람의 공동작업 없이도 가상의 넓은 공간을 짧은 시간에 정확하게 모델링 할 수 있으며 다른 가상공간 모델링 방법인 영상을 이용한 모델링 시 생길 수 있는 시점 제한 문제나 오 정합 문제가 생기지 않는다. 그리고 도면인식에 의한 부분 데이터 추출이나 부정확한 데이터 추출 문제들이 생기지 않으며 계산과정 없이 CAD 파일내의 데이터를 추출함으로써 모델링 개체 소실이나 데이터 오차를 줄일 수 있다.

본 논문에서 제시한 방법은 가상도시, 가상공원, 유적지와 같은 큰공간의 모델링에 이용 가능하며 실제 존재하는 지역을 모델링 하였다는 점에서 3차원 GIS(Geographical Information System)에도 활용 가능하다. 향후 연구과제로는 CAD 자료 중 도로경계선에 대한 추출을 자동으로 할 수 있는 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] B. Burchard, D. Pitzer and D. Harrington, INSIDE Auto CAD 2002 Infobook Corp., 2002.
- [2] C. So, G. Baciuc and H. Sun, "Reconstruction of 3D Virtual Buildings from 2D Architectural Floor Plans," Proc. the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, pp. 487-490, 1998.
- [3] Web 3D Consortium, Web3D Specification, 2002.
- [4] M. M. Marefat and Q. Ji, "Hierarchical Bayesian Methods for Recognition and Extraction of 3-D Shape Features from CAD Solid Models," IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics, vol. 27, pp. 705-727, 1997.
- [5] S. Meeran, M. J. Pratt, "Automated Feature Recognition from 2D Drawing," Computer-Aided Design, vol. 25, no. 1, pp. 7-17, 1993.
- [6] H. M. Lee and S. H. Han, "Reconstruction of 3D CAD Models from 2D Drawing Files," Proc. Computers and Information in Engineering Conference, vol. 9, pp. 543-549, Sept. 2000.
- [7] The OpenDWG Alliance, AutoCAD R13/R14/R2000 DWG File Specification, 2000.