

3D 벡터 데이터를 이용한 효과적인 내부문양 표현

박성준, 조진수, 황보택근
경원대학교 소프트웨어학부

e-mail : *silvermars01@hanmail.net, jscho@kyungwon.ac.kr, tkwhangbo@kyungwon.ac.kr,*

Effective Internal Pattern Expression Using 3D Vector Data

Sung-Jun Park, Jin-Soo Cho, Taeg-Keun Whangbo
School of Software
Kyungwon University

Abstract

Silhouette extraction is widely used in many computer graphics applications. In this paper, we proposed a method for extracting 3D silhouette and internal pattern from 3D vector data. To do this, we first make an edge-list, secondly define the silhouette, and finally remove hidden lines. After getting the silhouette, we extract internal pattern using adjacent edge's dihedral. The proposed method not only effectively improves the performance of extracting 3D silhouette and internal pattern from 3D vector data but also reduces the computational complexity.

I. 서론

현재 다양한 종류의 3D 모델 렌더링 및 실루엣(Silhouette) 추출 기법이 존재하며, 여러 분야에서 이 기술들이 적용되고 있다. 본 논문에서는 이러한 3D 모델 렌더링 및 실루엣 추출 기법 중 실측된 3D 벡터를 이용하여 외곽선 추출 및 효과적 내부문양 표현을 하기 위한 새로운 알고리즘을 제안한다. 실루엣 추출 알고리즘은 실루엣 추출과 은닉선 제거의 두 단계를 거친다. 본 논문에서는 실루엣 추출 단계에서 Brute

Force[1] 방법을 사용하며, 은닉선 제거를 위하여 세 개의 깊이 버퍼를 가지고 혼합 알고리즘을 적용한다. 또한 보다 나은 실루엣을 얻기 위해 세부적 내부문양 추출을 위한 효과적 알고리즘을 제안한다.

II. 본론

1. 3D 데이터의 외곽선 추출

실제 모델 데이터인 PLY 파일의 점과 삼각형 정보를 불러들여 와서 실루엣 추출을 위한 에지 리스트(edge-list)를 만든다. 먼저 데이터 파일에서 정점과 삼각형의 정보를 불러 들여와 2차원 벡터 구조에 넣으며, 에지의 인덱스(index) 값을 통하여 최종 에지 리스트를 만든다. 하지만 이렇게 얻어진 에지 리스트들은 매우 긴 생성시간이 요구되어 연산에 있어서 효율적이지 못하므로 각각의 데이터 모델들의 에지 리스트를 생성하여 다른 파일에 저장시킴으로써 추후 실루엣 추출 시 연산의 효율성을 높인다.

다음으로 생성된 에지 리스트들을 가지고 실루엣 단계를 진행시킨다. 외각 실루엣은 시점에 따른 에지의 두 법선벡터와의 내적으로 결정한다. 내적 계산 값이 하나는 양수 하나는 음수인 경우, 즉 하나는 뒷면이고 하나는 보이는 면이면 윤곽 에지가 된다. 또한 인접면의 내적 계산 값이 둘 다 음수 이면, 즉 둘 다 보이는 면이면 주름 에지가 된다. 이렇게 얻어진 윤곽 에지들과 주름 에지들을 합치면 실루엣 에지가 된다[2].

본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구소 육성사업의 연구결과로 수행되었음

마지막으로 깊이버퍼를 이용한 은닉선 제거 단계를 거친다[3]. 배경이 아닌 두 가지 실루엣이 겹치면 깊이 버퍼 값이 작은 것 즉 시점에서 가까운 부분만을 살리고 지워준다[4].

2. 내부 중요선 및 문양 추출

위의 단계에서 얻어지는 실루엣은 최외각에 대한 실루엣이다. 내부문양을 위한 실루엣 추출에는 또 다른 접근 방법이 요구된다. 본 논문에서는 내부문양 추출을 위해 한계선(threshold) 및 인접한 4개의 에지를 적용하여 내부문양을 추출하는 알고리즘을 제안한다[5].

2.1 내부 문양 추출

본 논문에서는 기본적 내부문양 표현을 위해 한계선(threshold)을 적용한다. 내부문양의 경우 3D 모델의 메쉬(mesh)를 구성하는 인접한 두 삼각형의 방향이 같은 방향을 가지므로 이 에지를 찾기 위해서는 두 삼각형 간의 이루는 각도를 이용하여 이 각도가 일정한 각도 이상이면 추출 되도록 한다. 이렇게 추출되는 에지는 두 가지가 있는데 에지의 두 인접면의 각도가 지정된 한계선보다 작을 경우인 뾰족한 에지들(ridge edges)과 지정된 한계선보다 클 경우인 안으로 들어간 에지들(valley edges)로 구성된다.

2.2 내부 중요선의 효과적 표현

한 개의 에지는 두 개의 인접 삼각형을 가지고 있다. 인접한 두 삼각형을 가지고 한 에지의 인접 에지 4개를 구할 수 있다. 인접한 4개 에지의 각도를 현재 에지의 각도와 비교하여 차이가 큰 것, 즉 변화량이 큰 의미 있는 선들은 한계선(threshold)와 관계없이 실루엣으로 결정하고 추출한다.

III. 구현

본 논문에서 제안한 실루엣 및 내부문양 추출 방법의 성능을 검증하기 위하여 다양한 메쉬 모델들과 실제 3차원 석탑 데이터들을 가지고 실험을 진행하였다.

그림 1은 내부문양 표현에서 한계선(threshold)에 따른 내부문양의 변화를 나타낸다. 그림 2는 인접면을 이용한 내부 중요선 추출을 보여준다. 그림 1과 2의 첫 번째 그림은 기본 실루엣 추출이고 두 번째 그림은 한계선을 0.8이상 높인 영상인데 이렇게 될 경우 실루엣이 너무 많이 추출되어 불명확해 지는 것을 볼 수 있다. 하지만 인접면을 활용하여 중요선을 추출 할 경우 마지막 그림처럼 기본 한계선에서도 참 살 같은 의미 있는 실루엣은 추출 되는걸 볼 수 있다.

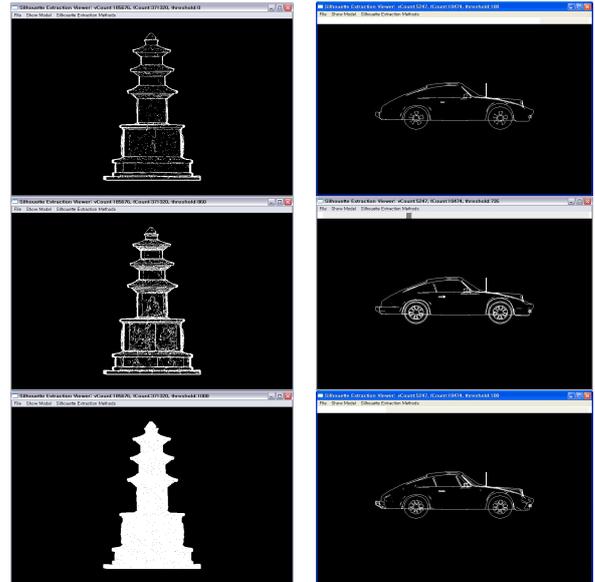


그림 1 한계선(threshold) 그림 2 인접면을 이용한 내부 문양의 변화 내부중요선 표현

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 3D 데이터를 이용한 효과적 벡터 실루엣 및 내부문양 추출 방법을 제안 하였다. 제안한 알고리즘을 적용하여 3D 벡터 데이터의 실루엣 추출 시 보다 향상된 실루엣과 내부문양 추출의 결과를 얻을 수 있었다. 하지만 모델의 복잡성에 따라 중요선 표현 중 변화량 차이의 기준이 불명확하므로, 보다 세밀한 내부문양 추출을 위하여 추후 지속적 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] T. Isenberg, B. Freudenberg, N. Halper, S. Schlechtweg, and T. Strothotte, "A developer's guide to silhouette algorithms for polygonal models," IEEE Comput. Graph, pp, 28-37, 2003.
 [2] Isenberg T, Halper N, "Strothotte T.: Stylizing silhouettes at interactive rates: From silhouette edges to silhouette strokes," Computer Graphics Forum 21, 3 Proceedings of Eurographics, pp. 249 - 258. 2002.
 [3] D. Epstein, F. Jansen, J. Rossignac, "Z-Buffer Rendering from CSG: The Trickle Algorithm," IBM Research Report RC 15182, Nov. I989.
 [4] M. S. Peercy, M. Olano, J. Airey, and P. Jeffrey Ungar. "Interactive multi-pass programmable shading". Proceedings of SIGGRAPH 2000, pp. 425-432, July 2000.
 [5] Xue Mei Lu, Sun Jong Eun and Taeg Keun Whangbo, "Vector Silhouette Extraction for Generating Blueprint," IEEE on Automation and Logistics, pp.2946-2951, Aug 2007.