

# 다시점 실루엣 영상을 이용한 3차원 물체 복원

\*장우석, 오관정, 호요성  
광주과학기술원 정보통신공학부  
e-mail : {jws, kjoh81, hoyo}@gist.ac.kr,

## 3-D Object Reconstruction from Multi-view Silhouette Images

\*Woo-Seok Jang, Kwan-Jung Oh, Yo-Sung Ho  
Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

### Abstract

In this paper, we propose a three-dimensional (3-D) object reconstruction method from multiple two-dimensional images. We obtain an initial silhouette of the 3-D object by examining whether each voxel in the 3-D space is a part of the object or not. The initial silhouette of the 3-D object is refined by a object carving technique, we separate only the surface from the detected object. Finally, we determine proper color values to surface points of the 3-D object for a more natural 3-D model. Experimental results shows high feasibility and accuracy of our approach.

### I. 서론

3차원 물체 복원은 현재 활발히 연구되고 있는 분야이다. 이 연구 분야의 목적은 물체의 3차원 기하학 정보와 색상 정보를 얻어내는 것이다. 3차원 복원 방법으로는 능동적인 방법과 수동적인 방법이 있다 [1]. 일반적으로 능동적인 방법은 고품질의 결과를 만드나, 대개 많은 비용이 필요하다. 수동적인 방법은 주로 카메라에 의해 취득된 영상만 이용하므로 정보의 신뢰도는 능동적인 방법에 비해서 낮지만 비교적 데이터 취득이 용이하고 비용이 적게 든다. 이러한 이유로 3차원 물체 복원을 위해서 수동적인 방법을 사용하는 경우도 많다.

본 논문에서는 복원하고자 하는 물체의 주위에 여러 대의 카메라를 설치하여 획득한 영상들을 이용하는 수동적인 방법을 사용하였다. 제안하는 알고리즘은 실루엣 기반 모델링 방법[2]을 사용하여 대략의 3차원 물체의 윤곽을 구하고, 이 초기의 물체 윤곽을 정확하게 보정하기 위해서 3차원 물체 다듬기(carving) 방법을 이용한다. 또한 가시성(visibility)을 검사하여 물체의 표면만 적절히 얻어낸다. 이때 모든 표면의 점은 최소한 하나의 카메라에 직접적으로 연결된다는 사실을 이용한다. 색상 값의 사상은 카메라 위치에 따라서 정해진다.

### II. 3차원 복원 알고리즘

#### 2.1 초기의 3차원 물체 윤곽 탐지

3차원 물체의 대략적인 윤곽을 탐지하기 위해서 복셀 (voxel) 표현 방법을 사용한다[3]. 복셀이란 2차원 영상 데이터의 픽셀과 비슷한 의미로 3차원 공간에서의 한 점을 정의하는 그래픽 정보의 단위이다. 우선 3차원 공간을 작은 복셀들로 나눈 다음에 각 복셀들을 2차원 영상에 투영을 하여 물체의 내부에 포함되는 객체 영역은 물체가 있는 영역이라고 가정을 하고 그렇지 않는 부분은 물체가 없는 부분이라고 가정을 한다. 이렇게 하여 만들어진 3차원 물체의 윤곽을 초기 3차원 물체 윤곽으로 설정한다.

#### 2.2 3차원 물체 다듬기(carving)

3차원 물체 윤곽의 정확도를 높이기 위해서 물체의 다듬기 과정이 필요하다. 이전 단계까지는 물체의 오

목한 부분을 포함하여 정확한 물체의 윤곽이 얻어지지 않았다. 물체의 다듬기 과정은 RGB 거리에 따른 색상 값의 차이를 이용하는데, 물체의 동일한 3차원 점을 각 시점으로 투영을 시켜본 후 각각의 투영된 점의 색상 값이 차이가 많이 난다면 그 3차원 점을 물체의 3차원 부분에서 제외시킨다. 이 때 여러 시점에서 동일한 3차원 물체의 점을 가지더라도 다듬기를 위해서는 최대 3개의 시점만을 선택한다. 3개의 시점은 3차원 물체의 점과 각 시점의 카메라 중심과의 거리를 고려하여 거리가 가장 짧은 시점과 그 양 옆의 시점으로 결정한다.



(a) 원본 영상 (b) 복원된 모델

그림 1. 3차원 복원 결과

### 2.3 가시성(visibility) 검사

3차원 물체의 가시성을 검사하여 3차원 물체의 내부를 제외한 표면만을 복원하는 작업이 필요하다. 물체의 가시성을 검사하기 위해서 각 카메라의 중심과 물체의 3차원 점을 연결한 선분을 이용한다. 3차원 물체의 한 점과 모든 시점의 카메라 중심 사이에 연결한 선분이 3차원 물체에서 어떤 다른 점을 포함한다면 이 점은 3차원 물체의 표면이 아니라고 간주하고 물체의 3차원 정보에서 제거한다. 이러한 과정을 이전 단계까지에서 구해진 3차원 물체의 모든 점에 반복적으로 적용하면 물체를 적절하게 복원할 수 있다.

### 2.4 색상 값 사상

색상 값 사상을 위해서 구해진 3차원 물체의 표면의 점과 각 카메라 중심을 연결한 후, 직접적으로 연결된 시점들만 선택을 한다. 그 중에서 2.2에서와 같이 최대 3개의 시점을 선택을 한 후, 3차원 점과 카메라 중심과의 거리에 반비례하여 각 시점의 색상 값을 혼합하여 물체의 3차원 점의 색상 값을 결정한다.

## III. 실험 결과

3차원 물체의 복원을 위해서 카메라 보정된 영상들을 사용하였고, 이 영상들은 카메라들을 3차원 물체 주위로 원을 그리면서 배치하여 획득한 영상들이다. 영상의 크기는 640×480이고, 10장의 영상을 이용하였다. 그림 1은 카메라들로부터 획득된 원본 영상 중 하나와 복원된 3차원 모델을 보여준다. 3차원 모델은 복셀로 표현하였다. 제안한 알고리즘에서 좀 더 정확한 실루엣 영상을 얻기 위해 팽창(dilation)과 침식(erosion) 영상처리 기법을 사용하였고, 초기의 3차원 물체 윤곽을 탐지할 때 영상에 주어진 3차원 공간의 범위를 이용하였다.

## IV. 결론

본 논문에서는 다중 시점의 영상을 사용한 3차원 물체를 복원하는 기법을 제시하였다. 기본적으로 실루엣 기반 모델링 기법을 사용하였고, 동일한 3차원 물체의 한 점에 대한 각 시점의 색상 값 차이와 가시성 검사를 통해 정확도를 높였다. 3차원 물체의 색상 값은 시점과 물체의 점 사이의 거리에 반비례하게 혼합을 하여 정하였다. 실험 결과를 통해 제안한 방법이 사실감 있는 3차원 복원이 가능함을 알 수 있었다.

## 감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2009-C1090-0902-0017)

## 참고문헌

- [1] D. G. Lowe, "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints," Proc. Int'l Journal of Computer Vision, Vol.60, No.2, pp.91-110 (2004)
- [2] L. Zhang, N. Snavely, B. Curless, and S.M. Seitz, "Spacetime Faces: High Resolution Capture for Modeling and Animation," Proc. of ACM Transactions on Graphics, Vol.23, No. 3, pp.548-558 (2004)
- [3] K.M. Cheung, T. Kanade, J. Bouguet, and M. Holler, "A real time system for robust 3D voxel reconstruction of human motions," Proc. of IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 2, pp. 714-720 (2000).