

# 프리미티브 기반의 윤곽선을 이용한 홀 채우기

이 수 현  
중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 그래픽스연구실,  
윤 경 현  
중앙대학교 컴퓨터공학과 그래픽스연구실

## Primitive Based Hole Filling with Silhouette Edge

\*Soo-Hyun Lee

Dept. of Image Engineering, Graduate School of Advanced  
Imaging Science, Multimedia & Film, Chung-Ang University  
Kyung-Hyun Yoon  
Dept. of CS&E Chung-Ang University

### 요 약

본 논문은 프리미티브 모델을 바탕으로 윤곽선 추출하여 효율적으로 홀 채워서 결과 영상의 질과 속도를 향상시키는 알고리즘을 제시한다. 이 알고리즘은 입력 영상에서 뷰의 위치와 방향이 바뀌어 홀이 발생하면 그 홀을 동일 프리미티브의 윤곽선을 이용하여 프리미티브 내의 영상 정보만을 이용하므로 이질감이 작고 홀 주위의 모든 점들의 영상 정보를 이용하여 결과 영상의 질을 향상 시켰다.

### 1. 서론

전통적 컴퓨터 그래픽스는 컴퓨터로 실세계와 비슷한 가상의 세계를 만들고 보여준다. 그러나 복잡한 모델링자료와 많은 계산을 하기위하여 자료 저장 용량과 계산량에 많은 비용이 든다. 이러한 단점을 극복하기 위해 영상을 기반으로 하는 연구로 진행되어 졌다. Debevec[1]은 영상을 이용하여 건축물을 여러 가지 프리미티브를 가지고 모델링 하였다. 이러한 모델링을 바탕으로 텍스처맵핑을 이용하여 렌더링 하였다. 그리고 Debevec[2]은 여러 장의 영상을 이용하여 뷰맵을 구성하고 뷰맵을 이용하여 텍스처를 블렌딩하고 프로

젝티브 텍스처 맵핑해서 결과 영상의 질을 높였다. 그러나 영상을 기반으로 하는 렌더링에서는 뷰의 위치나 뷰의 방향이 바뀌는 경우에 영상 내에서 영상 테이터가 없는 부분이 생기게 된다. 이러한 부분을 홀이라 하는데 이러한 홀은 영상의 사실적 표현에 사실감을 떨어트린다. 그래서 이러한 홀을 채우려는 많은 연구가 되어져 왔다. Debevec[2]은 폴리곤을 바탕으로 홀을 채우려는 연구가 진행되었다. 본 논문은 Debevec[1]의 프리미티브 모델을 바탕으로 프리미티브의 윤곽선을 추출하고 이것을 이용하여 효율적으로 홀을 채워서 결과 영상의 질을 향상시키는 알고리즘을 제시한다.

이를 위하여 본 논문의 2장에서는 윤곽선을 이용한 연구와 영상기반 모델링과 렌더링에 대한 연구를 살펴보고 기존의 홀 채우기 알고리즘을 살펴본다. 그리고 3장에서는 프리미티브 모델을 바탕으로 윤곽선을 이용하여 홀을 채우는 방법을 제안한다. 4장에서는 구현과정과 결과를 살펴보고 5장은 이를 토대로 결과를 분석하고 향후 연구에 대해 알아본다.

## 2. 관련연구

### 2.1 Silhouette line

윤곽선은 3차원에서 모델링 되어진 객체에 테두리를 이루는 선이다. 이러한 윤곽선을 이용하여 Xianfeng[6]에서는 복잡한 폴리곤 메쉬를 단순화 시키면서 복잡한 폴리곤 메쉬로 렌더링 된 이미지의 질을 유지하는 방법을 제안 했다. 이 방법에서는 렌더링 이전에 윤곽선들을 구하여 Silhouette map을 구성하고 이 Silhouette map을 보간하여 뷰에 따라 윤곽선을 만들고 단순화된 폴리곤 메쉬에 텍스처를 매핑하고 폴리곤 메쉬의 테두리를 윤곽선을 이용하여 실루엣 영역을 잘라서 이미지의 질을 유지하는 방법이다. 본 논문에서도 이러한 윤곽선을 이용하여 홀의 영역을 찾아내는 방법을 이용하여 렌더링 이전에 홀의 영역을 가지고 홀을 채우는 방법을 제안 하고 있다.

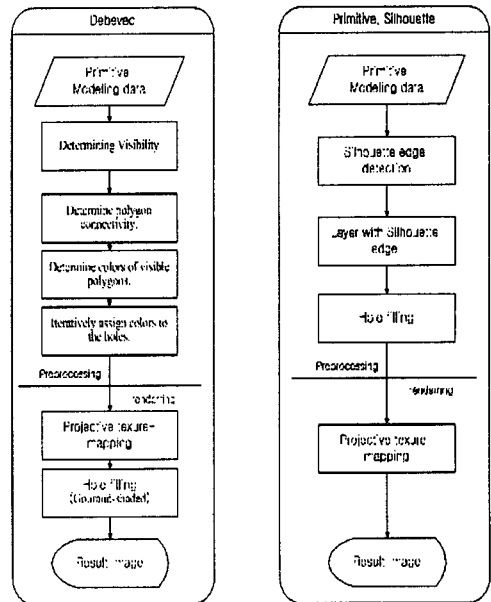
### 2.2 Image-based modeling and rendering

Debevec[1]은 사영기하학을 이용하여 몇 장의 영상을 가지고 3차원의 재구성을 하였다. 이 방법은 영상에서 프리미티브를 이용하여 건축물의 모델을 만들고 이 프리미티브들의 기하학적 성질을 이용하여 3차원의 재구성을 하였다. Debevec[2]은 효과적인 영상기반 렌더링을 하기 위해 여러 장의 영상을 가지고 프로젝티브 텍스처 매핑과 뷰맵을 이용하여 뷰의 위치와 뷰의 방향에 관계없이 렌더링을 하는 방법을 제안하였다. 이러한 방법은 뷰의 위치나 방향이 바뀌면 홀이 발생하게 되는 데 이러한 홀의 영역을 나누고 텍스처 매핑을 하기 위해 폴리곤들의 분할을 필요로 한다. 이는 폴리곤의 양을 증가시키는 단점을 가진다. 그리고 렌더링 과정에서 홀을 채우므로 렌더링 시간을 소비한다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 본 논문에서는 프리미티브 모델을 바탕으로 한 윤곽선을 이용하여 홀 채우기 방법을 제안한다. 이러한 방법은 폴리곤 분할을 하지 않고 윤곽선을 이용하므로 폴리곤의 수가

증가하지 않으므로 렌더링 하는 시간을 단축할 수 있다. 그리고 폴리곤 렌더링 이전에 홀을 채우기 때문에 렌더링 하는 시간을 단축할 수 있다.

## 3. 프리미티브 기반의 윤곽선을 이용한 홀 채우기

영상 기반의 모델링이 얻어진 모델의 자료를 바탕으로 렌더링과정 중 Debevec[2]과 본 논문에서 제안한 홀 채우기 과정은 [그림1]과 같다.



[그림 1] Debevec홀 채우기와 프리미티브 기반의 윤곽선을 이용한 홀 채우기의 흐름도

### 3.1 윤곽선 추출

모델링 자료를 바탕으로 윤곽선을 추출하기 위해서는 각각의 폴리곤의 법선벡터( $N_i$ )와 다른 폴리곤과의 접한 모서리의 정보, 그리고 관찰자시점( $V_i$ )을 가지고 윤곽선을 계산하게 된다. [그림 2]와 [수식 1]과 같이 가시성검사를 하여 두 폴리곤이 접한 모서리가 한 폴리곤은 관찰자에게 보이고 다른 폴리곤은 관찰자에게 안 보이면 이 모서리가 윤곽선이 된다. 이러한 방법을 이용해 윤곽선을 검출 하였는데 [그림 3]과 같

은 프리미티브 모델에서 [그림 4]에서와 같이 프리미티브의 윤곽선을 추출하였다.



[그림 2] 윤곽선 추출

$$D_i = N_i \cdot (X_i - V_i)$$

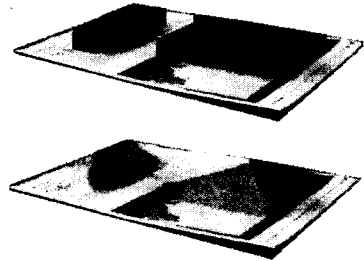
$$\theta_1 : D_i > 0, \text{ visible}$$

$$\theta_2 : D_i < 0, \text{ non visible}$$

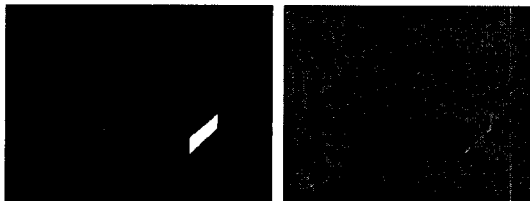
$$\theta_3 : D_i = 0, \theta = 90^\circ$$

$$A \text{ and } B \text{ as sets } \in Z^2$$

$$A \oplus B = z | (B)_z \cap A \neq \phi$$



[그림 5] 홀 채우기의 전과 후의 결과영상



[그림 3] 모델링 자료영 [그림 4] 모델의 윤곽상

#### 4. 구현과 고찰

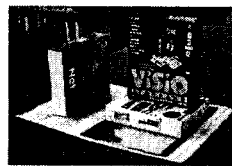
##### 4.1 결과 영상

본 논문에서 제안한 방법을 이용하여 홀을 채운 영상을 프리미티브의 텍스처로 사용하여 프로젝티브 텍스처 매핑을 실행하여 결과 영상을 만들었다.

[그림 6]은 입력영상이고 [그림 7]은 뷰의 위치와 방향이 바뀌어 홀이 발생하였다. [그림 8]은 이러한 홀을 본 논문에서 제안한 홀 채우기 방법을 이용하여 렌더링한 결과이다. 이 결과로 [그림 8]에서 [그림 7]의 붉은 색의 홀 부분이 이질감이 작게 채워졌음을 알 수 있다.

##### 3.2 홀 채우기

모델링 자료에서 각각의 프리미티브의 윤곽선을 추출하여 각각의 프리미티브를 계층화한다 그리고 이 계층들을 카메라 시점과 프리미티브의 거리를 기준으로 모델링 자료를 이용하여 정렬하였다. 입력 영상에서 각각의 프리미티브의 윤곽선을 이용하여 영역을 분할하고 이 영역에서 카메라 시점과 프리미티브의 거리가 더 가까운 프리미티브의 윤곽선의 영역을 구분한다 그리고 그 부분이 해당하는 프리미티브의 홀의 영역이 된다. 이러한 홀의 영역을 이미지처리 방법 [7]에 중 형태론적 연산의 팽창연산[수식 2]을 적용하여 [그림 5]와 같이 홀의 주변 팽창하며 홀의 영역을 채우었다.



[그림 6] 입력 영상



[그림 7] 홀 영상



[그림 8] 결과 영상

#### 4.2 홀 채우기 방법과의 비교

1. Debevec의 홀 채우기 알고리즘에서 Gouraud-shade 을 수행하였는 데 비교해서 본 논문에서는 형태학적 확장을 이용하여 홀 주위의 모든 점들의 영상정보를 이용하여 홀 채워서 결과 영상의 질을 향상 시켰다.
2. Debevec의 홀 채우기 알고리즘은 홀의 주변 폴리곤의 영상정보를 이용하는 데 비교해서 본 논문의 제안한 방법은 동일 프리미티브 내의 영상 정보만을 이용하여 이질감이 작은 홀 채울 수 있었다.
3. 본 논문의 제안한 방법은 [그림1]과 같이 Debevec의 홀 채우기 알고리즘 보다 전 처리 프로세스의 비율을 높여 렌더링과정의 프로세스의 양을 줄여 렌더링 시간을 단축시킬 수 있다.
4. Debevec의 홀 채우기 알고리즘은 홀 영역의 구분을 위해 폴리곤을 카메라 뷰에 따라 분할하게 된다. 이에 비해 본 논문의 제안한 방법은 폴리곤을 분할하지 않아 렌더링 시간을 단축시킬 수 있다.

#### 5. 결론

본 논문은 프리미티브 기반의 모델링자료로부터 프리미티브의 윤곽선을 가지고 효율적인 홀 채우기를 하여 결과 영상의 질과 속도를 향상시키는 알고리즘을 제시하고 있다. 이결과 입력 영상에서 뷰의 위치와 방향이 바뀌어 홀이 발생하면 그 홀을 동일 프리미티브 내의 영상정보만을 이용하여 이질감이 작은 결과 영상을 얻을 수 있었다.

본 논문의 향후 연구는 현재까지의 싱글이미지를 멀티 이미지로 변경하여 뷰에 의존적인 텍스처 맵핑을 적용하는 연구가 필요 하겠다. 그리고 뷰에 의존적인 텍스처 맵핑의 렌더링 시간을 줄이는 연구하여 실시간 뷰에 의존적인 텍스처 맵핑에 대한 연구가 필요하다.

#### 6. 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (R01-2000-00274-0(2002))지원으로 수행되었음.

#### 6. 참고문헌

- [1] DEBEVEC,P.E.,TAYLOR,C.J.,AND MALIK, J. "Modeling and rendering architecture from photographs: A hybrid geometry- and image-based approach". In SIGGRAPH '96 (August 1996), pp. 11-20.
- [2] P. Debevec, Y. Yu, and G. Boshokov, "Effient view-dependent image-based rendering with projective texturemapping, " Technical Report CSD-98-1003, University of California, Berkeley, May 1998.
- [3] SEGAL,M.,KOROBKIN,C.,VAN IDENFELT,R.,FORAN,J.,AND HAEBERL,P. "Fast shadows and lighting effects using texture", apping. In SIGGRAPH 92 (July 1992), pp. 249 252.
- [4] David Blythe Silicon Graphics, "Advanced Graphics Programming Techniques Using OpenGL", SIGGRAPH '99 Course,7.4 Silhouette Edges
- [5] Ramesh Raskar, Michael Cohen,"Image Precision Silhouette Edges", Symposium on Interactive 3D Graphics 1999, Atlanta, April 26-29, 1999
- [6] Xianfeng Gu Steven J. Gortler Hugues Hoppe, "Silhouette Mapping", Harvard University, Computer Science Technical Report: TR-1-99, March 15, 1999
- [7] Gonzalez, Woods "Digital Image Processing ", Addison-Wesley,2nd edition,2002.