

# 영상 기반 모델링을 위한 다시점 영상에서의 텍스처 영상 생성 기법\*

\*이원우 \*\*우운택

광주과학기술원 U-VR 연구실

\*wlee@gist.ac.kr \*\*wwoo@gist.ac.kr

## Texture Map Generation from Multi-view Images for Image-based Modeling

\*Lee, Wonwoo \*\*Woo, Woontack

GIST U-VR Lab.

### 요약

본 논문에서는 3D 모델에 적용할 수 있는 텍스처 영상을 다시점 영상으로부터 생성하는 방법을 제안한다. 텍스처 영상을 3차원 모델에 적용할 때 인접한 삼각형들 사이의 edge에서 발생할 수 있는 텍스처 보간 문제를 해결하기 위해 확장된 텍스처 패치 방법을 이용한다. 확장된 텍스처 패치는 원래의 텍스처 패치를 균일하게 확장하여 텍스처를 복사하므로 텍스처들 사이의 보간이 일어나지 않도록 한다. 이를 통해 인접한 삼각형들 사이에서 텍스처가 일관성있고 부드럽게 변화할 수 있도록 한다. 제안된 텍스처 영상 생성 방법의 성능을 보이기 위해 실제 영상 기반 모델로 제작된 3차원 모델과 다시점 영상 데이터를 통해 진행된 실험을 진행하고 그 결과를 보인다.

### 1. 서론

영상 기반 모델링으로 제작된 3차원 콘텐츠는 높은 사실감을 제공할 수 있으므로, 최근 방송이나 영화 등의 분야에서 이에대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 사실감은 실제 영상을 3차원 모델의 텍스처(texture)로 사용하기 때문에 가능한 것으로, 텍스처는 주로 사람의 손을 통해 3차원 모델에 입혀지는 것이 일반적이나 3D 모델과 다시점 영상의 관계를 이용해 자동으로 텍스처 맵을 생성하는 것에 대한 연구도 이루어져왔다.

다시점 영상으로부터 3D 모델에 텍스처 매핑을 하기 위해 많이 쓰이고 있는 방법인 Projective Texture Mapping [1] 은 실시간에 점들의 텍스처 좌표를 계산하고 3D 모델에 텍스처의 적용이 가능하므로 실시간 렌더링 시스템에 많이 쓰여왔다 [2]. 다시점 영상에서 텍스처 맵을 생성하는 연구로는 Particle 기반의 방법이 대표적이다. Particle 기반의 방법은 하나의 삼각형을 여러개의 particle로 나누고 각 particle의 컬러를 다시점 영상에서 샘플링함으로써 텍스처 맵을 만들어낸다. Hernandez는 인접한 삼각형들 사이의 텍스처가 부드럽게 이어지도록 하는 알고리즘을 제안하였고, Soucy는 텍스처를 효율적으로 저장할 수 있는 방법을 제안하였다[3,4].

본 논문에서는 영상 기반 모델링을 통해 제작된 3차원 모델에 사용할 수 있는 텍스처 영상을 다시점 영상으로부터 자동으로 생성하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 텍스처 영상을 3차원 모델에 적용할 때 인접한 삼각형들 사이의 edge에서 발생할 수 있는 텍스처 보간 문제를 해결하기 위해 확장된 텍스처 패치 방법을 이용한다. 확장된 텍스처 패치는 하나의 삼각형이 점유하는 텍스처 영역을 균일한 scaling 변

환을 통해 확장함으로써 인접한 삼각형들 사이의 텍스처가 서로 섞이는 것을 막는다. 이를 통해 인접한 삼각형들 사이에서 텍스처가 일관성 있고 부드럽게 변화하도록 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 제안된 알고리즘에 대한 자세한 설명을, 3장에서는 실제 데이터를 이용한 실험 결과를 보인다. 4장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 논한다.

### 2. 확장된 텍스처 패치를 이용한 텍스처 맵 생성

그림 1에서 보인 것과 같이 텍스처가 3D 모델에 적용될 때 텍스처에서 서로 인접한 texel들은 인접한 texel들과의 보간을 통해 렌더링 될 때의 색상을 결정하게 된다.

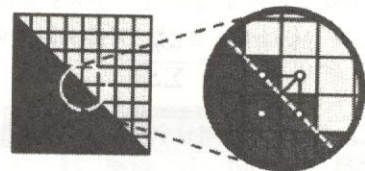


그림 1 인접한 texel 사이의 보간

다시점에서 텍스처를 생성하는 경우, 두 텍스처 패치들이 서로 인접하고 있다고 할지라도, 이들에 대응하는 삼각형들은 일반적으로 서로 인접하지 않는다. 따라서 texel의 색상이 보간을 통해 변경되는 경우 인접한 삼각형의 edge에서는 색상이 부드럽게 변화하지 못하고 경계가 보이게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 확장된 텍스처 패치를 이용하는 방법을 제안한다.

다시점 영상의 경우 하나의 삼각형에 대응하는 텍스처가 각 시점마다 서로 조금씩 다르게 존재하므로 각각의 텍스처 패치를 다음과 같

\* 본 연구는 한국전자통신연구원 광통신연구센터의 평가사업(FTTH) 서비스개발 실험사업 연구지원으로 수행되었습니다.

이 얻는다. 하나의 삼각형  $t$  에 대한 가시성(Visibility)을 고려하여 가림(Occlusion)이 없이  $t$  가 보이는 카메라들을 선정한다.  $t$  를 각 영상으로 투영하여 생성된 삼각형  $\Delta p_1 p_2 p_3$ 는 다음과 같은 방법을 통해 확장된 텍스처 패치  $\Delta P_1 P_2 P_3$  로 변환된다. 텍스처 이미지로 저장될 때에는 직각 삼각형  $\Delta p'_1 p'_2 p'_3$  과  $\Delta P_1 P_2 P_3$  으로 매핑된다.

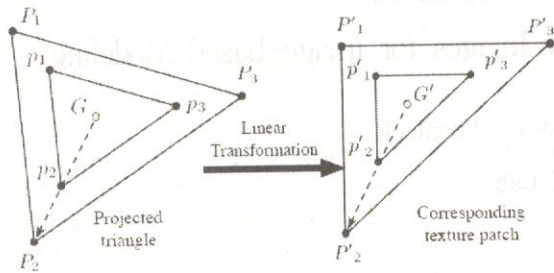


그림 2. 텍스처 패치 사이의 변환

$P_i$  는  $\Delta p'_1 p'_2 p'_3$  삼각형의 무게중심  $G$ 와  $\overrightarrow{GP}$ 의 단위벡터인  $u_i$ 로 나타낼 수 있다.

$$P_i = G + \alpha_i u_i \quad (1)$$

$\alpha$ 는  $G$ 에서  $P_i$  까지의 거리로서, 두 삼각형의 닮음비에 의해 식 2와 같이 계산된다.

$$\alpha_i = \sqrt{\frac{2}{1 - \cos \theta_i} + \|\overrightarrow{Gp_i}\|} \quad (2)$$

$\Delta P_1 P_2 P_3$  에서  $\Delta p'_1 p'_2 p'_3$  으로의 변환은 선형 변환이므로 텍스처 영상에서의 삼각형의 좌표  $\Delta p'_1 p'_2 p'_3$ 은 위와 동일한 방법을 통해  $\Delta p'_1 p'_2 p'_3$ 의 무게 중심인  $G'$ 으로부터 구할 수 있다.

$$p'_i = G' + \beta_i u'_i \quad (3)$$

$$\beta_i = \frac{1}{\alpha} \|\overrightarrow{Gp_i}\| \|\overrightarrow{G'p'_i}\|$$

이와 같이 얻어진 텍스처 패치들은 가중치를 적용하여 혼합되어 최종적인 텍스처 패치가 만들어지게 된다. 각 텍스처 패치에 적용될 가중치는 식 4와 같이 각 시점에 투영된 삼각형  $t$ 의 면적에 대한 비율로 계산된다.

$$w_i = \frac{S_i}{\sum S_i} \quad (4)$$

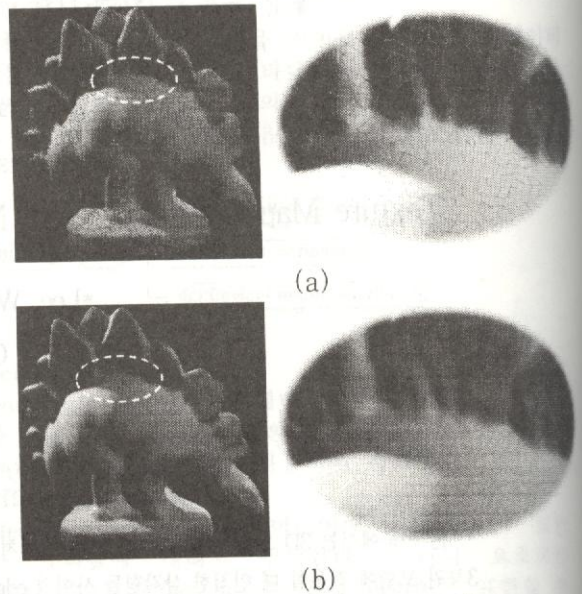
식 4에서  $S_i$ 는 카메라에 투영된  $i$ 번째 삼각형의 면적이다.

### 3. 실험 결과

제안된 방법의 유효성을 검증하기 위해 영상 기반 모델링을 통해 생성된 3D 모델과 모델링에 사용된 다시점 영상을 이용해 텍스처 맵 생성 실험을 진행하였다.

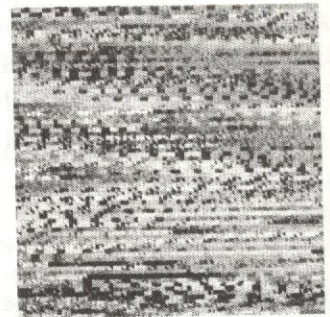
그림 3은 확장된 텍스처 패치 방법을 사용한 경우와 사용하지 않은 경우에 대한 실험 결과를 보인 것이다. 확장된 텍스처 패치를 사용하지 않는 경우 인접한 삼각형들 사이의 edge에서 텍스처 보간으로 인한 경계가 나타남을 알 수 있다. 이에 반해 확장된 텍스처 패치 방법을 적용한 경우는 인접한 삼각형들 사이의 경계가 나타나지 않는 것을 볼 수 있다. 그림 3(c)는 제안된 방법으로 생성된 텍스처 맵 영상을 보인

것이다.



(a)

(b)



(c)

그림 3. 텍스처 매핑 결과 (a) 단순 텍스처 패치를 이용한 경우 (b) 확장된 텍스처 패치를 이용한 경우 (c) 생성된 텍스처 맵 영상

### 4. 결론

본 논문에서는 확장된 텍스처 패치를 이용한 다시점 영상에서의 텍스처 맵 생성 방법을 제안하였다. 실험에서 보인 것과 같이 제안된 방법은 인접한 텍스처 패치 사이의 보간으로 인해 서로 인접한 삼각형의 edge에서 발생할 수 있는 텍스처의 경계 문제를 효과적으로 해결한다. 향후에는 텍스처의 크기에 따라 텍스처 샘플링을 최적화 하는 것에 대한 연구를 진행할 예정이다.

### 참고문헌

1. Everitt, C.: Projective texture mapping. Tech. rep., NVIDIA (2001). URL <http://developer.nvidia.com>
2. Yu, Y.: Efficient view-dependent image-based rendering with projective texture-mapping. Journal of Computers and Graphics 23(2) (1999)
3. Soucy, M., Godin, G., Rioux, M.: A texture-mapping approach for the compression of colored 3d triangulations. The Visual Computer 12(10), 503-514 (1996).
4. Hernandez, C.: Stereo and silhouette fusion for 3d object modeling from uncalibrated images under circular motion. Ph.D thesis, Ecole Nationale Supérieure des Telecommunications (2004)
5. Schmitt, F., Yemez, Y.: 3d color object reconstruction from 2 image sequences. In IEEE International Conference on Image Processing, volume 3, 65-69 (1999).