

3-DTIP: 깊이 데이터 기반 3차원 입체 TIP

3-DTIP: 3-D Stereoscopic Tour-Into-Picture Based on Depth Map

조철용, 김제동, 정다운, 길종인, 이광훈, 김만배
Cheolyong Jo, Jedong Kim, Daun Jeong, Jongin Gil, Kwanghoon Lee, Manbae Kim

Abstract - This paper describes a 3-DTIP(3-D Tour Into Picture) using depth map for a Korean classical painting being composed of persons and landscape. Unlike conventional TIP methods providing 2-D image or video, our proposed TIP can provide users with 3-D stereoscopic contents. Navigating inside a picture provides more realistic and immersive perception. The method firstly makes depth map. Input data consists of foreground object, background image, depth map, foreground mask. Firstly we separate foreground object and background, make each of their depth map. Background is decomposed into polygons and assigned depth value to each vertexes. Then a polygon is decomposed into many triangles. Gouraud shading is used to make a final depth map. Navigating into a picture uses OpenGL library.

Our proposed method was tested on "Danopungjun" and "Muyigido" that are famous paintings made in Chosun Dynasty. The stereoscopic video was proved to deliver new 3-D perception better than 2-D video.

Key Words : TIP(Tour-Into-Picture), 3-D, 고전 한국화

1. 서론

한 장의 입력 영상만으로 마치 영상 내부로 여행하듯이 자유로운 시점이동이 가능한 TIP (Tour into Picture) 방법은 영상의 구도정보를 분석하여 이미지 렌더링을 통해 구현한다.

Horry et al.은 정확한 3D 모델링 작업 없이 원근 변환 정보만을 이용하여 간단한 방법으로 TIP를 구현하였고 [1], Gozali는 하나의 영상만을 가지고 2차원 투영을 통한 3D 모델링을 하는 방법을 제안하였다[2]. 또한, Chu et al.은 중국풍경화를 다시점 모델링(multi-perspective modeling)을 통해 애니메이션을 만들었다 [3]. 이외에도 다양한 알고리즘을 이용한 TIP 구현 방법들이 있다 [4-6].

상기 기법들은 2차원 영상의 모델링을 통해 3차원 환경을 구성하여 네비게이션을 한다. 그러나 이러한 모델링은 2차원 영상을 기반으로 만들기 때문에 원근투영을 이용하여 원근감을 표현할 수 있지만, 3-D 장면과 같은 정확한 입체감을 표현하는 데는 한계가 있다.

본 논문에서는 그림 1의 고전 한국화의 구도 및 깊이 정보를 이용하여 3-D 입체 시청을 제공하는 3-DTIP(3-D Tour Into Picture) 기법을 제안한다. 이 기법은 2-D 동영상인 3-D 입체영상으로 제작되어 보다 실감적인 영상을 시청할 수 있다.

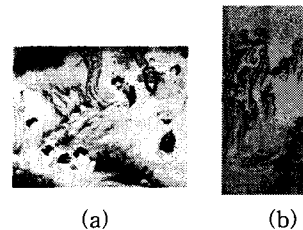


그림 1. 고전 한국화 실험영상. (a) 단오풍정, (b) 무이귀도

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 제안하는 기법의 개요를 소개하고, 3절에서는 제작 방법을 상세하게 설명한다. 4절에서는 실험 결과를 보여주고, 5절에서 결론을 맺는다.

2. 제작 방법의 개요

그림 2는 제안하는 3-DTIP의 전체 흐름도를 보여준다. 전처리에서는 입력영상을 배경과 전경으로 분리하고, 배경과 전경에 깊이정보를 할당하여 깊이맵(depth map)을 생성한다. 비디오 생성에서는 전처리에서 얻어진 영상의 내부를 카메라 시점을 이동하면서 네비게이션을 하고, 비디오 영상을 획득한다. 후처리는 전경객체들의 위치를 찾고 볼륨감을 향상한다. 마지막으로 입체영상 생성에서는 전경 영상과 배경 영상의 깊이맵을 이용하여 전경과 배경의 입체영상을 생성하고, 각각의 영상을 통합하여 하나의 입체영상을 생성한다.

3. 제안 방법

3.1 전처리

전처리에서는 영상내의 전경 객체들을 분리하는 작업과, 입체 영상을 만들기 위해서 필요한 2D 영상과 깊이맵을

저자 소개

조철용: 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 석사과정
김제동: 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 석사과정
정다운: 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 학사과정
길종인: 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 학사과정
이광훈: 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 학사과정
김만배: 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수 (교신저자)

생성한다.

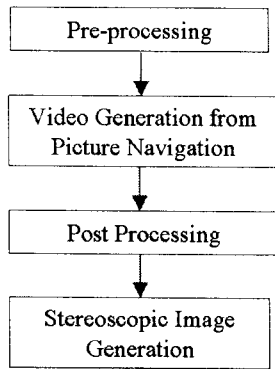


그림 2. 3-DTIP의 흐름도

먼저 원 영상에서 전경 객체들을 지정하여 전경 객체 마스크를 만들고, 이때 만들어진 마스크를 사용하여 영상을 배경과 전경으로 분리한다. 전경객체를 제거한 후에 홀(hall) 영역은 이미지 인페인팅(inpainting) 툴과 포토샵을 사용하여 채웠다.

배경영상의 깊이맵을 생성하기 위해 배경영상을 여러 폴리곤으로 나눈 뒤 수작업으로 폴리곤의 각 정점에 깊이값을 할당한다. 생성된 폴리곤은 다시 삼각형으로 분할하고, 각 삼각형에 고라드 셰이딩(Gouraud Shading)을 적용하여 최종 배경 깊이맵을 생성한다. 삼각형 분할을 위해서 [7]의 알고리즘을 적용하여, 삼각형 매쉬로 분할하였다. 또한, 유사한 방법으로 깊이맵도 삼각형 매쉬로 분할하였다.

전경객체의 깊이맵은 전경객체 마스크와 배경 영상의 깊이맵을 매칭하여 만들어 낸다. 전경객체의 하단부와 배경 영상이 만나는 픽셀의 깊이값으로 각 객체의 깊이정보를 할당한다.

다음 그림 3은 전처리로부터 얻어진 입력데이터이다.

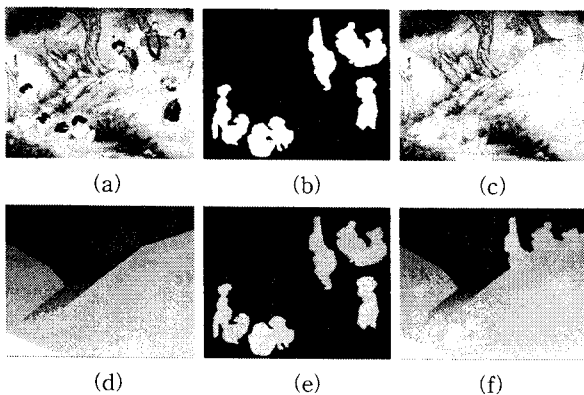


그림 3. 전처리에서 얻어진 단안풍정 데이터. (a) 원영상, (b) 전경 마스크, (c) 전경객체 영역을 채운 배경영상, (d) 배경 깊이맵, (e) 전경객체 깊이맵, (f) (a)의 깊이맵

3.2 영상 내부 네비게이션

네비게이션에서는 카메라 시점을 이동하면서 촬영된 텍스처 영상 및 깊이맵을 저장한다. 그림 4는 네비게이션의 흐름을 보여준다.

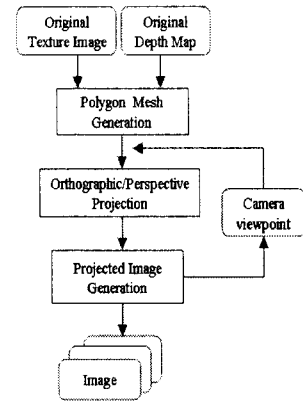


그림 4. 네비게이션으로 동영상을 제작하는 블록도

원 영상과 깊이맵을 삼각 매쉬로 나누어 뷰평면에 투영한다. 카메라의 뷰잉볼륨은 뷰평면을 향하여 투영된 영상을 볼 수 있게 설정한다. 카메라의 이동, 확대 및 축소, 회전을 사용하여 카메라의 뷰포인트가 변경되면, 뷰 평면의 영상은 고정되어 있지만 카메라의 이동으로 영상이 이동하는 효과를 볼 수 있다. 카메라의 이동이 계속 되면 그에 따른 뷰포인트도 바뀌게 되고 이를 연속하여 저장하여 비디오를 생성한다.

3.3 후처리

A) 전경객체 입체 향상

전경객체의 정확한 깊이 데이터를 얻는 것은 매우 어려운 작업이다. 3.1절에서 얻은 전경객체의 깊이는 픽셀의 위치에 관계없이 상수 깊이값인데, 이 깊이를 이용하여 입체영상을 생성하면 입체영상 시청시에 카드보드현상이 발생하는데 [7], 이 현상은 눈의 피로도를 증가시킨다. 카드보드 효과를 감소하기 위해서는 볼륨감 있는 깊이가 필요하고, 이를 위해 깊이 템플릿(depth template) 및 로스필터(Laws filter) 방식을 제안한다.

B) 로스 필터 깊이

로스 텍스처 필터는 단안 비전에서 3-D depth를 얻기 위한 방법으로 종종 사용된다. 실제 2-D 영상에서 깊이를 예측하기 위해 일반적으로 texture variation, texture gradient, color를 사용한다. 이의 구현을 위해서, 로스 텍스처 필터가 활용되어 왔다 [8-10].

카드보드 현상이 발생하는 곳은 주로 깊이 영역이 작은 전경 객체이다. 전경객체는 상대적으로 배경보다 앞에 보이게 되며, 또한 인간의 시각에 민감하다. 로스 필터를 적용하면 카드보드 현상을 감소시킬 수 있다.

C) 템플릿 깊이

보다 부드러운 깊이맵을 얻기 위해 템플릿 깊이를 활용할 수 있다. 예를 들어, sphere, cylinder로 구성된 템플릿 깊이맵과 로스 필터를 적용한 깊이맵을 통합하여 다음 식처럼 최종 깊이맵을 얻는다.

$$D_F = D_T + \lambda D_L \quad (1)$$

여기서, D_1 는 템플릿 깊이, D_L 은 로스 필터의 깊이, D_F 는 최종 깊이 값이다. λ 는 -1 또는 +1이다.

3.4 입체 영상 생성

2D 영상과 깊이맵이 주어지면 깊이값을 이용하여 변이(disparity)를 구해 이미지를 수평으로 이동, 입체영상을 만든다.

깊이맵의 데이터는 [0, 255]의 값이므로 이 값을 적절한 변이로 변형한다. 픽셀의 깊이값이 $D(x, y)$ 이면 변이(disparity) d 를 다음 식으로 계산한다.

$$d = P \times \left(1.0 - \frac{D(x, y)}{255} \right) \quad (2)$$

여기서 P 는 최대시차 값이고, 실험에서 사용한 P 값은 20 (pixel)이었다.

픽셀 $I(x, y)$ 의 변이가 구해지면 좌우 영상은 다음 식으로 생성한다.

$$\begin{aligned} I_L(x-d, y) &= I(x, y) \\ I_R(x-d, y) &= I(x, y) \end{aligned} \quad (3)$$

여기서, I_L 과 I_R 은 각각 좌우영상이다.

4. 실험 결과

실험에서는 김홍도의 '무이귀도'와 신윤복의 '단오풍정'을 실험영상으로 사용하였으며, 제안하는 3-DTIP 방법을 적용하여 입체동영상을 제작하였다. 기존에 2-D로만 감상해왔던 고전 한국화를 네비게이션하면서 입체 영상을 시청할 수 있어 사용자에게 보다 몰입감을 제공할 수 있는 장점이 있다.

원영상, 마스크맵, 및 깊이맵을 카메라 시점을 변경하면서, 그림의 내부로 들어가면서, 투영영상을 생성하였다. 영상의 크기는 640 x 480이고, 단오풍정에서는 5,000장의 영상, 무이귀도에서는 4,000장의 영상을 생성하였다.

이중 3장의 영상과 깊이맵은 그림 5와 6에서 보여진다.

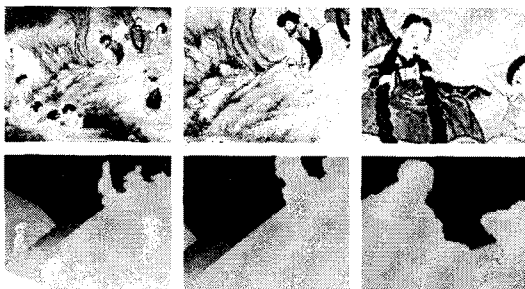


그림 5. 단오풍정의 네비게이션에서 생성된 영상과 깊이맵

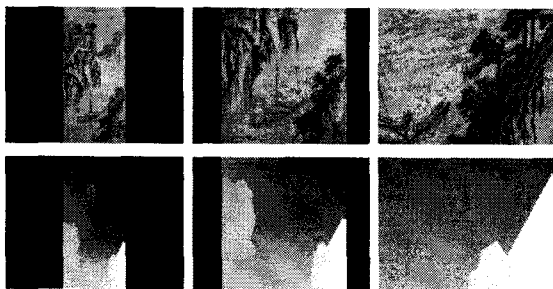


그림 6. 무이귀도의 네비게이션에서 생성된 영상과 깊이맵

5. 결론

본 논문에서는 고전 한국화의 구도 및 깊이정보를 이용하여 3-D 입체 시청을 제공하는 3-DTIP 기법을 제안하였다. 이 방법은 기존의 TIP기법으로 제작된 2-D 애니메이션이 아닌 3-D 입체 영상으로 제작되어 보다 실감적인 영상을 시청할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음. GIST-RBRC (IITA-2009-(C1090-0902-0017))

참고 문헌

- [1] Y. Horry, K. Anjyo, K. Arai. "Tour Into the Picture: Using a Spidery Mesh Interface to Make Animation from a Single Image," In Proceedings of the 24th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, pp.225-232, 1997.
- [2] F. K. Gozali, "Two-Point Perspective 3D Modeling from a Single Image: A Tour into the Picture Experience."
- [3] N. S. Chu, "Animating Chinese landscape paintings and panorama using multi-perspective modeling," In Proceedings of International Conference on Computer Graphics, pp.107. 2001),
- [4] K. Anjyo. "Tour into the picture" as a non-photorealistic animation. Computer Graphics (1999), pp.54-55
- [5] 황태규, 윤경현, "새로운 모델링방법에 의한 개선된 TIP", '99 한국 컴퓨터그래픽스학회 학술대회 논문지, pp.95~100, 1999.
- [6] K. Boulanger, K. Bouatouch, S. Pattanaik. "ATIP: A Tool for 3D Navigation inside a Single Image with Automatic Camera Calibration," EG UK Theory and Practice of Computer Graphics 2006
- [7] R. Seidel, "A Simple and Fast Randomized Algorithm for Computing Trapezoidal Decompositions and for Triangulating Polygons", Computational Geometry Theory & Application, 51-64, 1991.
- [8] T. Komatsu and S. Pastoor, "Puppet theater effect observing stereoscopic images," Tech. Rep. of IEICE, IE 92-104) pp. 39-46, 1993.
- [9] E. R. Davies, *Laws' texture energy in Texture. In Machine Vision: Theory, Algorithms, Practicalities*, 2nd Ed., Academic Press, San Diego, 1997.
- [10] J. Michels, A. Saxena, and A. Y. Ng, "High speed obstacle avoidance using monocular vision and reinforcement learning," In ICML, 2005.