

일반논문-09-14-5-07

3DTIP: 한국 고전화의 3차원 입체 Tour-Into-Picture

조철용^{a)}, 김만배^{a)†}

3DTIP: 3D Stereoscopic Tour-Into-Picture of Korean Traditional Paintings

Cheolyong Jo^{a)} and Manbae Kim^{a)†}

요 약

본 논문에서는 인물, 배, 풍경 등으로 구성되는 한국 고전화의 3D 입체 Tour-Into-Picture를 제안한다. 기존의 TIP 기법은 2D 영상 또는 동영상을 제공하는 것과는 달리, 제안하는 TIP는 3차원 입체 콘텐츠를 제공한다. 따라서 한 장의 영상 내부를 향해하면서 입체로 시청할 수 있는 특징이 있다. 제안 방법은 첫째 전경 마스크, 배경영상, 및 깊이맵을 생성한다. 다음에는 영상 내부를 향해 하면서 투영 영상들을 획득한다. 마지막으로 전경객체에서 발생하는 카드보드효과를 감소시키기 위하여 템플릿 및 로스 텍스처 필터 기반 깊이맵 생성을 새로이 제안한다. 제안 방법을 조선시대의 작품인 신윤복의 '단오풍정'과 김홍도의 '무이귀도'에 적용하였고, 입체 애니메이션으로 제작되어 보다 실감있는 콘텐츠를 제공한다.

Abstract

This paper presents a 3D stereoscopic TIP (Tour Into Picture) for Korean classical paintings being composed of persons, boat, and landscape. Unlike conventional TIP methods providing 2D image or video, our proposed TIP can provide users with 3D stereoscopic contents. Navigating a picture with stereoscopic viewing can deliver more realistic and immersive perception. The method firstly makes input data being composed of foreground mask, background image, and depth map. The second step is to navigate the picture and to obtain rendered images by orthographic or perspective projection. Then, two depth enhancement schemes such as depth template and Laws depth are utilized in order to reduce a cardboard effect and thus to enhance 3D perceived depth of the foreground objects. In experiments, the proposed method was tested on 'Danopungjun' and 'Muyigido' that are famous paintings made in Chosun Dynasty. The stereoscopic animation was proved to deliver new 3D perception compared with 2D video.

Keywords : TIP (Tour-Into-Picture), 3D, depth map, rendering, Korean painting

a) 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과

Computer and Communications Eng., Kangwon National University

† 교신저자 : 김만배(manbae@kangwon.ac.kr)

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

· 접수일(2009년6월14일), 수정일(1차:2009년7월28일, 2차:8월5일), 게재확정일(2009년8월5일)

1. 서 론

한 장의 영상으로부터 자유로운 시점이동을 통해 가상영상을 만드는 TIP (Tour into Picture)는 현재까지 꾸준히 연구되어 왔다¹⁻⁶⁾. 한 장의 영상 또는 동영상 내부의 기본적인 구도 정보를 활용하는 기법부터 여러 장의 영상에서 3차

원 구조를 추출하여 보다 넓은 시각을 제공하는 TIP 기술까지 다양한 접근 방식들이 존재한다. TIP에서 얻어진 애니메이션은 영상의 내부를 향해하면서 놀라운 시각 효과를 종종 전달한다.

Horry 등은 장면을 5 개의 사각형으로 구성되는 박스 형태의 모델링을 이용하는 TIP를 구현하였고^[1], Boulanger 등은 자동 카메라 캘리브레이션을 이용하여, [1]에서 제안한 기법보다 신속하게 TIP을 제작할 수 있는 방법을 제안하였다^[2]. 또한, Chu 등은 중국 풍경화 영상에 두 종류의 구도가 존재한다고 가정하고, 다투영(multi-perspective) 모델링을 통해 애니메이션을 만들었다^[3]. 이외에도 다양한 알고리즘을 이용한 TIP 구현 방법들이 있다^[4-6]. 상기 방법들은 특정 영상을 대상으로 알고리즘을 만들었고, 또한 결과영상이 2D에 국한되어 있다.

본 논문에서는 기존의 2D TIP을 확장하여, 3D 입체 TIP을 제공하는 새로운 방법을 제안한다. TIP에서 3D 입체영상을 제작하는 것은 기존의 방법들과 다른 접근 방식이 필요하다. 기본적인 차이는 깊이맵을 얻는 것이 필요하고, 이를 이용하여 입체영상을 제작하는 것이다. 일반적으로 입체영상은 양안식 입체 카메라로 획득되는데, 실제 입체영상의 제작은 매우 어려운 과정을 필요로 한다. 따라서, 최근 입체영상의 부족을 해소하기 위하여 2D 영상으로부터 입체영상을 생성하는 입체변환 기술이 최근 많은 관심을 받고 있다. 제안하는 기술은 기존의 입체변환과 달리 한 장의 영상으로부터 입체 동영상을 생성하는 3D TIP(3D Tour

Into Picture)이다. 그림 1의 실험영상은 한국 고전화인 신윤복의 '단오풍정'과 김홍도의 '무이귀도'를 보여주며, 제안 기법은 2D 영상이 아닌 3D 입체영상으로 제작되어 실감적인 영상을 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 제안하는 3D TIP 방법의 개요 및 제작 단계들을 상세하게 설명한다. III 장에서는 실험 결과를 보여주고, IV 장에서는 결론을 맺는다.

II. 3D Tour Into Picture (3D TIP) 제안 방법

그림 2는 전처리, 렌더링, 후처리 및 입체영상 생성의 4 단계로 구성되어 있는 3D TIP의 전체 흐름도를 보여준다. 전처리에서는 입력영상으로부터 전경 마스크, 배경영상, 및 깊이맵을 생성한다. 렌더링에서는 이동과 회전이 가능한 가상 카메라의 투영된 텍스처 영상 및 깊이맵을 생성한다. 후처리 과정에서는 전경객체들을 입체로 시청할 때 발생하는 카드보드 효과(cardboard effect)를 감소하기 위해^{[7][8]}, 전경객체 깊이에 불륨을 주기 위한 필터링 기법을 사용한다. 마지막으로 입체영상 생성에서는 전경객체와 배경영상의 깊이맵을 이용하여 입체영상을 생성한다.

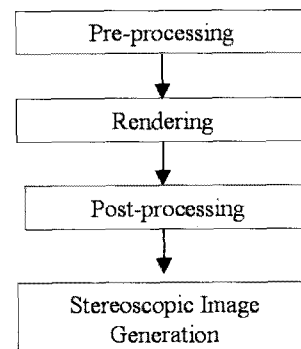


그림 2. 3D TIP의 전체 흐름도
Fig. 2. Overall flow diagram of 3DTIP

1. 전처리

전처리에서는 영상에 존재하는 전경객체들의 분할을 수



그림 1. 한국 고전화 실험영상. (a) 신윤복의 '단오풍정', (b) 김홍도의 '무이귀도'
Fig. 1. Korean traditional paintings. (a) Shin Yoon Bok's 'Danopungjun' and (b) Kim Hong Do's 'Muyigido'

행하고 입체영상을 만들기 위해서 필요한 깊이맵을 생성한다. 전체 영상에는 전경객체와 배경영상의 2 종류의 정보가 존재한다. 전경 마스크 F 는 전체 영상 I 의 서브영상이며 전경객체로 정의된다. 전경객체는 전체영상에서 사용자가 지정하였다. 예를 들어 단오풍정에서는 여인, 동자승, 나무들이고, 무이귀도에서는 1척의 배와 주변 나무들을 전경객체로 지정하였다. 전경객체의 영역을 얻기 위해서 포토샵을 이용하여 경계선을 추출하였다. 영상 I 에서 모든 $\{F_i\}$ 를 제거하면, 한 개의 배경영상 B 가 얻어진다. 전체영상에서 전경객체를 제거하면 해당 영역에 대한 정보가 없기 때문에 배경영상에 가려짐 영역(occlusion)이 발생하게 되는데, 여기서 발생하는 가려짐 영역의 보간(interpolation)은 주변 픽셀을 이용하여 채우는 인페인팅(inpainting) 기법을 사용하였다⁹⁾. 인페인팅 기법은 하나의 영상 내에는 수많은 픽셀 정보가 담겨 있다는 전제하에 텍스처 합성 방법을 토대로 보간 할 영역에 대하여 가장 적절한 텍스처를 픽셀 정보가 존재하는 다른 영역에서 찾는다. 또한 인페인팅 기법의 적용이 어려운 영역은 포토샵을 이용하여 채웠다. 그림 3은 배경영상의 가려짐 영역을 채우기 전과 후를 보여준다.

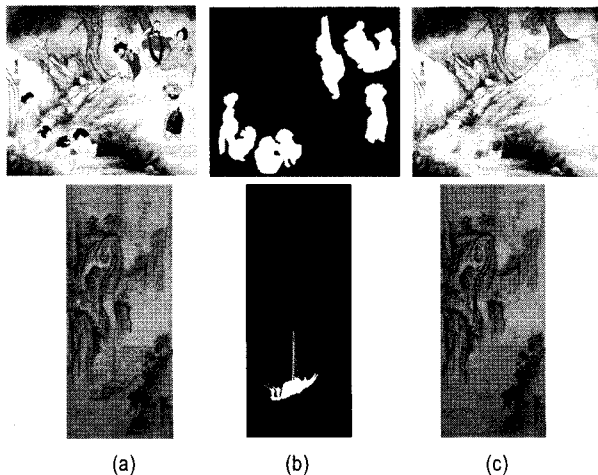


그림 3. 배경영상. (a) 홀 채우기 전, (b) 전경 마스크, (c) 홀 채운 후
Fig. 3. Background image. (a) before hole filling, (b) foreground mask and (c) after hole filling

배경영상 B 의 깊이맵을 생성하기 위해 먼저 수작업으로 배경영상을 유사한 깊이를 가지는 영역으로 분할하고, 각

분할된 영역을 폴리곤으로 구성한다. 따라서 배경영상은 N 개의 폴리곤 $P = P_1, P_2, \dots, P_N$ 으로 분할되게 된다. 여기서 N 은 폴리곤의 개수이다. 폴리곤 P_i 는 각각 M_i 개의 정점으로 구성된다. 다음에 $[0, 255]$ 의 범위에서 폴리곤의 각 정점(vertex)에 깊이값을 할당한다. 생성된 각각의 폴리곤 P_i 는 [10]의 알고리즘을 이용하여 3개의 정점 $\{V_1, V_2, V_3\}$ 로 구성된 삼각형 메쉬(mesh)로 분할한다. 각 삼각형은 V_i 의 좌표와 깊이값을 가지고 있다. 다음에 삼각형 내부 픽셀의 깊이값을 구하기 위해 세 정점의 좌표 및 깊이값에 Gouraud 셰이딩을 적용하여 삼각형의 깊이맵을 생성한다. 이 과정을 모든 삼각형에 적용하면 배경영상의 깊이맵이 생성된다. Gouraud 셰이딩은 삼각형 정점의 깊이값이 주어지면 선형보간법을 적용하여 삼각형 내부 픽셀의 깊이값을 계산한다. 즉, 임의의 픽셀에서의 깊이는 정점들의 깊이값으로부터 선형보간법을 적용하여 구한다.

그림 4는 깊이맵을 생성하는 과정을 보여준다. 그림 4(a)는 $N = 6, 7$ 인 두 실험영상의 폴리곤들을 보여주고, (b)는 폴리곤 분할에서 얻어진 삼각형 메쉬 구조이다. 삼각형에 Gouraud 셰이딩(Gouraud shading)을 적용한 후에 얻은 최종 깊이맵은 (c)에서 보여준다.

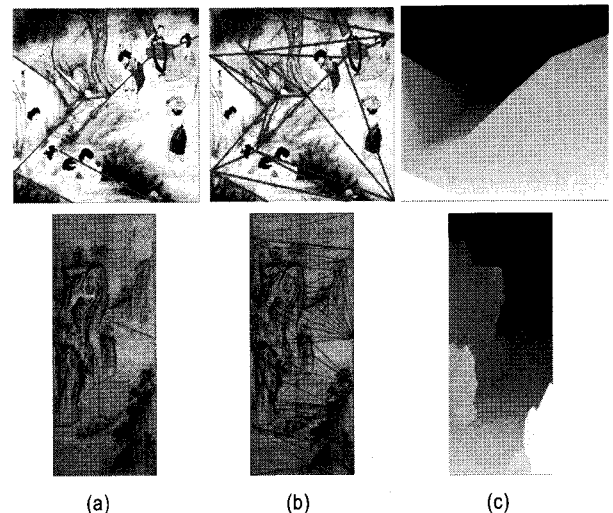


그림 4. 배경영상의 깊이맵. (a) 폴리곤 분할, (b) 삼각형 메쉬 (c) 최종 깊이맵
Fig. 4. Background depth map. (a) polygons, (b) triangle mesh obtained from polygon decomposition, and (c) final depth maps of background images

전경객체의 깊이맵은 전경 마스크와 배경영상의 깊이맵을 비교하여 만든다. 이를 위해서 전경 마스크의 바운딩 박스(bounding box)를 구한 후에, 박스의 아래 경계선에 있는 전경 마스크 픽셀과 인접한 배경 픽셀의 깊이값을 전경객체에 할당한다. 따라서 전경객체의 깊이는 상수값을 가지게 되고, 상수 깊이맵은 후처리 단계에서 비상수 깊이맵으로 변환한다. 그림 5는 실험 영상에서 얻어진 전경객체의 마스크 및 깊이맵을 보여준다. 단오펍정의 전경객체로는 여인, 동자승, 및 나무들이 있고, 무이귀도에서는 1 척의 배와 주변의 나무들을 전경객체로 처리하였다.

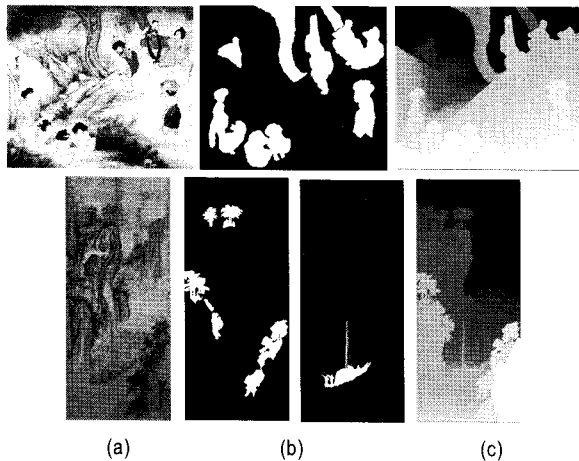


그림 5. 전경객체의 깊이맵. (a) 원영상, (b) 전경 마스크, (c) 전경객체의 깊이맵
Fig. 5. Depth maps of foreground objects. (a) original images, (b) foreground masks, and (c) depth maps.

2. 렌더링

3차원 공간에서의 가상 영상을 얻기 위해서 가상 카메라의 위치와 방향을 변경하면서 투영 영상을 생성한다. OpenGL을 기반으로 가상 카메라 좌표와 투영될 영상의 위치를 설정한 후 투영된 영상을 가상 카메라의 시점 이동에 따라 촬영을 하고, 각 영상은 애니메이션으로 만들어진다. 렌더링에서는 카메라 시점을 이동하면서 촬영된 텍스처 영상 및 깊이맵을 저장한다.

3D 장면의 애니메이션을 제작하기 위하여 다양한 가상 카메라의 위치를 제어하는 것이 필요하다. 가상 카메라에서는 카메라 위치, 뷰-평면 법선(view-plane normal: VPN)

벡터, 및 뷰 앵글의 조절을 활용한다. 사용자 인터페이스(UI)는 다음 기능들을 제공한다.

- 1) 회전: VPN을 변경하면서 틸팅(tilting) 및 패닝(panning) 효과를 얻는다.
- 2) 이동: VPN을 고정시킨 상태에서, 카메라 위치를 위아래 또는 좌우로 이동한다.
- 3) 줌: 카메라 위치를 고정된 VPN 방향으로 이동한다.
- 4) 뷰앵글: 카메라 위치와 VPN을 고정된 상태에서 FOV(Field of View)를 조정된다.

3. 후처리

TIP에서 후처리 과정은 일반적으로 전경객체의 처리 작업이다. 실사 영상에서 다양한 형태를 가지는 전경객체의 3차원 데이터를 자동으로 생성하는 것은 어려운 작업이다. 또한 기존의 TIP는 2D 모델링에 국한되었으나, 제안 방법은 3D 입체영상을 처리하기 때문에 다른 기술을 필요로 한다. 기존 TIP에서는 단순한 방법으로 전경객체의 3D 모델링을 연구하였다. Horry 등은 계층적 폴리곤 모델 기법을 제안하였는데, 전경인물의 모델을 네모꼴(quadrangle)로 가정한 후에 원근투영으로 2차원 평면에 투영하였다^[1]. 이 기법은 2D 영상에서는 약간의 원근감을 줄 수 있으나, 입체영상에서는 적용이 어려운 기법이다. Chu 등은 전경객체를 사각형 빌보드(billboard)로 모델링하였다^[3]. Anjyo 등은 전경객체를 배경에 포함하여 동일하게 처리하였다^[4]. 또한 Kang 등은 전경인물 객체의 모델링을 위해서 삼각형 또는 사각형 폴리곤을 이용하였다^[6]. 상기 방법들은 2D TIP에서는 적합한 방법이나, 입체 TIP에서는 전경객체를 3D로 지각할 때에 시각적 불편을 제공할 수 있다. 따라서 입체영상에 적합한 깊이 생성 방법이 요구되는 동시에, 다양한 형태의 많은 전경객체들을 수작업으로 깊이맵을 생성하는 것은 제작 효율을 저하시키기 때문에 자동 깊이 추출이 필요하다.

전경객체의 깊이맵을 생성하기 위하여 세가지 깊이값의 가중치 합을 이용한다. 상수값이는 주변의 배경 깊이와의 동질성 유지를 위해서 초기 깊이값으로 이용된다. 전처리 단계에서 구해진 전경객체의 깊이는 픽셀의 위치에 관계없

이 상수 깊이값인데, 이 깊이를 이용하여 생성된 입체영상을 시청할 때에 카드보드 효과가 발생한다^{[7][8]}. 카드보드 효과는 입체로 시청할 때에 영상에 존재하는 객체가 계층화되어있는 것처럼 지각되는 현상이다. 즉, 전경객체가 납작하게 보이는 현상으로 이 스테레오 아티팩트(artifact)는 눈의 피로도를 증가시킨다. 카드보드 효과를 감소하기 위해서는 불륨있는 깊이가 필요하고, 이를 위해 깊이 템플릿(depth template) 및 로스 텍스처 필터(Laws texture filter) 기반 깊이 생성 방법을 제안한다. 깊이 템플릿은 객체의 구조에 맞는 유사 깊이맵을 만들어 불륨감있는 기본적인 깊이감을 생성해주고, 객체 내부에 세밀한 깊이데이터를 주기 위해서 로스 텍스처 필터를 기반으로 로스 깊이를 계산한다. 최종적으로 상기 세가지 깊이의 가중치 합으로 전경객체의 깊이맵이 얻어진다.

인간은 3D 깊이감을 얻기 위해 단안 및 스테레오 정보로 구성된 다양한 종류의 시각 정보를 이용한다^[13]. 단안 정보 중 에지(edge) 방향의 분포를 알려주는 텍스처 그라디언트(texture gradient)는 깊이 인식의 중요한 역할을 담당한다. 로스 텍스처 필터는 단안 비전에서 3D 깊이를 얻기 위한 방법으로 종종 사용된다^[11]. 실제 2D 영상에서 깊이를 예측하기 위해 일반적으로 텍스처 편차, 텍스처 그라디언트, 색상 등을 활용하는데, 이의 구현을 위해서 로스 텍스처 필터가 활용되어 왔다^[12].

로스 텍스처 에너지는 텍스처의 평균 명암, 에지, 스포트(spot), 리플(ripple) 및 웨이브(wave)의 특성을 가지고 있다. 에너지는 다음 3가지 벡터로부터 얻어진다.

$$L3 = \{1, 2, 1\} \text{ (average)}$$

$$E3 = \{-1, 0, 1\} \text{ (edge),}$$

$$S3 = \{-1, 2, -1\} \text{ (second difference, spot)}$$

이 벡터에 자신 및 다른 벡터를 컨볼루션(convolution)하면, 다음의 4개의 벡터가 얻어진다.

$$L5 \text{ (Level)} = \{1 \ 4 \ 6 \ 4 \ 1\} \text{ - center weighted local average}$$

$$E5 \text{ (Edge)} = \{-1 \ -2 \ 0 \ 2 \ 1\} \text{ - row or column step edges}$$

$$S5 \text{ (Spot)} = \{-1 \ 0 \ 2 \ 0 \ -1\} \text{ - detects spots}$$

$$R5 \text{ (Ripple)} = \{1 \ -4 \ 6 \ -4 \ 1\} \text{ - detects ripples}$$

2D 컨볼루션 마스크 M은 상기 1x5 벡터의 곱으로 만들어지는데, L5E5는 다음과 같이 구해진다.

$$L5E5 = \begin{bmatrix} -1 \\ -2 \\ 0 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} [1 \ 4 \ 6 \ 4 \ 1] = \begin{bmatrix} -1 & -4 & -6 & -4 & -1 \\ -2 & -8 & -12 & -8 & -2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 8 & 12 & 8 & 2 \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

이외에도 두 개의 1x5 벡터에 컨볼루션을 적용하면 다양한 5x5 텍스처 필터가 얻어진다.

컬러 신호 Cb 및 Cr에 적용하는 평균 컬러 필터 M은 다음과 같다.

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} / 16$$

K 개의 2D 로스 필터를 적용하는데, 식 (2)의 $F_k(i, j)$ 는 영상 I를 k번째 필터 M_k 로 컨볼루션하여 얻은 결과이다.

$$F_k(i, j) = I(i, j) \otimes M_k \quad (2)$$

여기서 \otimes 는 컨볼루션 연산자이다. $k \in \{1, \dots, K\}$.

따라서, k번째 텍스처 에너지는 식 (3)과 같이 계산된다. 픽셀 주변의 15x15 블록의 에너지의 합이 현재 픽셀의 에너지가 된다.

$$E_k(r, c) = \sum_{i=r-7}^{r+7} \sum_{j=c-7}^{c+7} |F_k(i, j)| \quad (3)$$

여기서 r과 c는 픽셀의 수평, 수직 좌표값이다.

각 텍스처 에너지는 입력영상에 k번째 필터를 적용하여 얻는다. 얻어진 에너지들의 합은 최종적으로 깊이값으로 변환한다. 에너지의 범위가 $[E_{\min}, E_{\max}]$ 이면, 로스 깊이 D_L 은 에너지 E로부터 다음 선형 변환식을 이용하여 구해진다.

$$D_L = D_{\min} + \frac{E - E_{\min}}{E_{\max} - E_{\min}} \cdot (D_{\max} - D_{\min}) \quad (4)$$

여기서 $[D_{min}, D_{max}]$ 는 사용자가 지정하는 깊이값의 범위이다.

보다 부드러운 깊이맵을 얻기 위해 템플릿 깊이를 활용할 수 있다. 예를 들어, 그림 6의 반구나 실린더 형태의 템플릿 깊이맵과 식 (4)의 로스 깊이를 상수 깊이 D_C 에 더하여 식 (5)처럼 최종 깊이맵을 얻는다.

$$D_F = D_C + D_T + \lambda D_L \quad (5)$$

여기서, D_C , D_T 는 각각 상수 깊이 및 템플릿 깊이이다. λ 는 사용자가 지정하는 가중치이다. 실험에서는 D_T 의 범위는 D_C 의 값에 따라 적절하게 정의하였고, 가중치 λ 의 범위는 $[-1, +1]$ 이다.

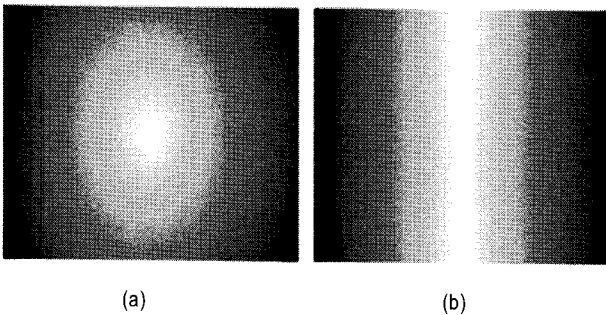


그림 6. 템플릿 깊이맵의 예. (a) 반구 템플릿, (b) 실린더 템플릿
Fig. 6. Two examples of template depths. (a) hemisphere template and (b) cylinder template

4. 입체영상 생성

마지막으로 2D 영상과 깊이맵이 주어지면 식 (6)과 (7)을 이용하여 픽셀의 변이(disparity)를 구해 영상을 좌측 및 우측으로 수평으로 이동하여 각각 좌영상과 우영상을 만든다.

$$\begin{aligned} I_L(x-d, y) &= I(x, y) \\ I_R(x+d, y) &= I(x, y) \end{aligned} \quad (6)$$

여기서 I_L 과 I_R 은 각각 좌우영상이고, 변이 d 는 다음 식을 이용하여 깊이 D_F 로부터 계산한다.

$$d = \tau \times \left(1.0 - \frac{D_F}{255} \right) \quad (7)$$

여기서 τ 는 최대 입체시차이고, 실험에서 사용한 값은 10 (픽셀)이었다.

III. 실험 결과

실험에서는 김홍도의 '무이귀도'와 신윤복의 '단오풍정'을 실험영상으로 사용하였으며, 제안하는 3DTIP 방법을 적용하여 입체영상을 제작하였다. 영상 해상도는 각각 600×477 및 $704 \times 1,500$ 이다. 단오풍정에는 10개의 전경객체가 존재하고, 무이귀도에서는 총 5개의 전경객체가 있다. 객체들은 주변 배경의 깊이와 비교하여 뚜렷하게 깊이의 차이를 가지고 있는 특징이 있고, 배경영상으로 처리하면 입체영상 시청시에 시각적 피로감이 발생하였다. 예를 들어 단오풍정에서 뒤편에 서있는 나무들을 전경객체로 처리를 안하고 배경영상에 포함하면 시각적 입체 피로감이 발생하였다.

그림 7은 단오풍정에서 렌더링된 영상, 후처리 단계에서 구한 깊이맵, 그리고 top-bottom 형식의 좌우영상을 보여준다. 이 깊이맵으로 만든 좌우 입체영상을 입체 디스플레이로 시청하면, 카드보드 효과가 감소함을 인식할 수 있다. 단오풍정에서는 모든 전경객체에 실린더 템플릿 및 로스 깊이를 적용하여 깊이맵을 생성하였다. 그림 7(b)의 가운데 그림에서 파란 옷과 회색 옷을 입은 두 여인의 깊이를 보면, 가운데를 중심으로 블록한 형태를 보여주는데, 전처리에서 전경객체를 추출할 때에 두 객체의 분할이 어려워서 1개의 동일 객체로 처리했기 때문에 발생한다. 또한 무이귀도의 결과영상은 그림 8에서 보여준다. 다른 전경객체와는 달리 1척의 배에는 반구 템플릿을 적용하였다. 로스 텍스처 필터는 다양한 종류가 있는데 실험에서는 L5E5, E5L5 및 평균 커널 필터를 사용하였다. 다른 종류의 필터는 성능 향상이 크지 않았다.

단오풍정에는 10개의 전경객체가 존재한다. 전처리 단계에서는 상수 깊이값 D_C 에 각각 69, 125, 145, 183, 196, 209, 217, 222, 224, 236을 할당하였다. 이 깊이값은 객체 하단 부분의 배경 픽셀의 깊이값으로부터 구했다. 또한 무이귀도에서는 배에는 170, 나무들에는 77, 81, 173, 220의

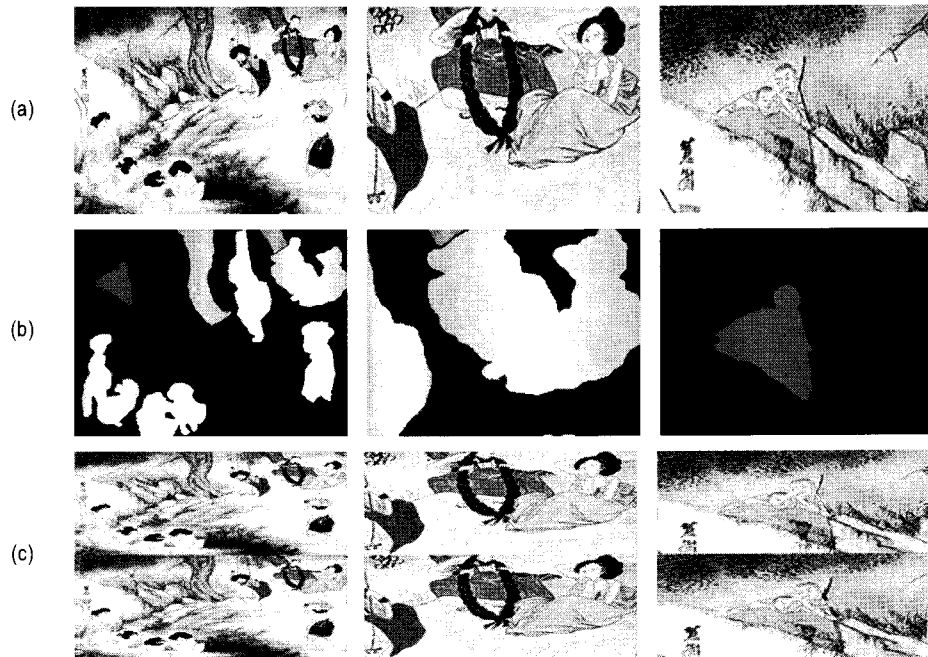


그림 7. '단오풍정'의 결과 영상. (a) 렌더링된 영상, (b) 전경객체의 깊이맵, (c) 좌영상(top) 및 우영상(bottom)
 Fig. 7. Resulting images of Danopungjun. (a) rendered image, (b) foreground object depth map, (c) left (top) and right (bottom) images

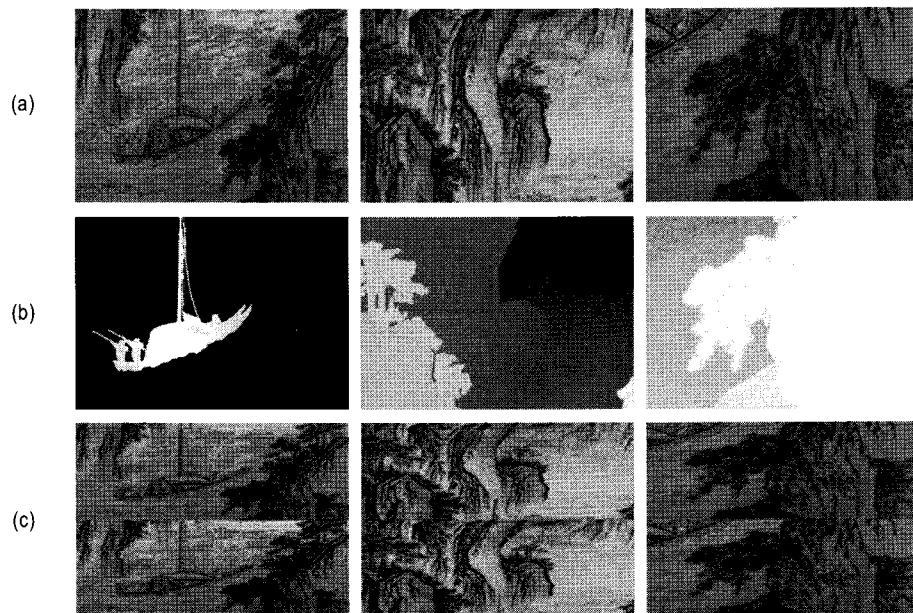


그림 8. '무이귀도'의 결과 영상. (a) 렌더링된 영상, (b) 전경객체의 깊이맵, (c) 좌영상(top) 및 우영상(bottom)
 Fig. 8. Resulting images of Muyigido. (a) rendered image, (b) foreground object depth map, (c) left (top) and right (bottom) images.

초기 깊이값이 지정되었다. 템플릿 깊이값은 $[0, a]$ 의 범위에서 만들었다. 최대 깊이 a 는 해당 D_c 의 크기에 따라 적절하게 조절하였다. 로스 깊이 D_L 은 식 (5)의 가중치 λ 에 의해 조절이 가능하다. 따라서, $D_L = [0, \beta]$ 의 범위를 갖는데, 실험에서는 $\beta=30$ 을 사용하였고, λ 에 의해 조정되도록 하였다. 앞쪽에 있는 네 여인들은 다른 전경객체와 달리 일부 카드보드효과가 발생하는데, 그 원인은 다음과 같다. 1) 여인들의 깊이값이 255에 가깝기 때문에 제안 방법의 적용이 어렵다. 따라서 2) 입체영상을 제작할 때에는 시각적 피로감을 줄이기 위해서 최대 입체시차 $t=10$ (픽셀)을 사용하였다. 깊이값을 시차로 변환하는 과정에서 $255/10=25.5$ 로 깊이 범위가 약 25내에 있는 픽셀들은 동일한 시차를 가지기 때문에, 입체영상으로 시청하게 되면, 입체 지각의 차이가 발생하지 않는다.

렌더링된 영상들을 입체 애니메이션 동영상으로 제작하여 관찰하였다. 관찰 결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 한국 고전화의 특성중의 하나가 경계가 뚜렷하지 않는 것이다. 따라서, 경계에서 흔들림 등의 입체 아티팩트가 발생하게 된다. 둘째, 전경객체에 로스 텍스처 필터를 적용하면 카드보드 효과는 감소한다. 그러나 필터의 출력 데이터는 컬러 및 명도에 의존하는데, 렌더링 단계에서 가상 카메라의 시점에 따라 컬러 및 명도는 변화하게 된다. 그 결과 동영상을 시청하면 전경객체의 내부 픽셀에서 떨림 현상이 관찰된다. 상기 두 문제는 향후 개선을 필요로 한다.

IV. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 2D 영상 또는 동영상을 제공하는 TIP와 달리 3D 입체 동영상을 제공하는 3DTIP 기법을 제안하였다. 제안 방법은 전처리, 렌더링, 후처리 및 입체영상 생성의 4단계로 구성되었다. 전처리 단계에서 구해지는 전경 마스크와 배경영상 및 깊이맵을 기반으로, 영상 내부의 렌더링을 수행하였다. 또한 전경객체의 깊이에 템플릿 깊이 및 로스 텍스처 필터를 적용하여 개선된 깊이를 얻음으로써 카드보드 효과를 감소하였다. 제안 방법은 전처리 단계의 전경 마스크 생성 및 폴리곤 정점의 깊이값 할당 등의 수작

업을 제외하고는 모두 자동화 알고리즘으로 구현하였다.

기존의 TIP기법으로 제작된 2D 애니메이션이 아닌 3D 입체 애니메이션으로 제작되어 보다 실감적인 영상을 시청할 수 있다. 따라서 입체 TIP는 2D TIP와 다른 기법을 필요로 하기 때문에 입체 TIP의 향후 연구 방향을 제시하였다. 또한 3D 디스플레이의 빠른 발전에 맞추어 3D 콘텐츠 공급의 중요성이 대두되고 있으나, CG 콘텐츠와 달리 실사영상의 입체 콘텐츠 제작은 상대적으로 어려운 작업을 필요로 한다. 따라서, 제안하는 3D TIP처럼 기존의 2D 실사 콘텐츠를 입체 콘텐츠로 제작하는 것은 3D 기술 및 제품의 확대에 기여할 것으로 기대한다. 실험영상으로 한국 고전화들을 선택한 것은 한국의 고유한 미술 작품을 국내외에 널리 알릴 수 있기 때문이었다. 물론 다른 영상물에도 제안 기법의 적용은 가능하기 때문에 향후 지속적인 개선으로 다양한 콘텐츠에 적용할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] Y. Horry, K. Anjyo, and K. Arai, "Tour Into the Picture: Using a Spidery Mesh Interface to Make Animation from a Single Image," Proceedings of the 24th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, pp. 225-232, 1997.
- [2] 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.
- [3] N. S. Chu and C. Tai, "Animating Chinese landscape paintings and panorama using multi-perspective modeling," Proceedings of International Conference on Computer Graphics, IEEE, pp. 107-113, 2001.
- [4] K. Anjyo, "Tour into the picture as a non-photorealistic animation," Computer Graphics, pp. 54-55, 1999.
- [5] 황태규, 윤경현, "새로운 모델링방법에 의한 개선된 TIP," 한국 컴퓨터 그래픽스학회 학술대회 논문지, pp. 95-100, 1999.
- [6] H. W. Kang and S. Y. Shin, "Tour into the video: image-based navigation scheme for video sequences of dynamic scenes," ACM Symposium on Virtual Reality and Software Technology, Nov. 11-13, pp. 73-80, 2002.
- [7] H. Yamanoue, M. Okui and F. Okano, "Geometrical analysis of puppet-theater and cardboard effects in stereoscopic HDTV Images," IEEE Trans. On Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 16, No. 6, June 2006.
- [8] H. Yamanoue, M. Okui and I. Yuyama, "A study on the relationship between shooting conditions and cardboard effect of stereo-

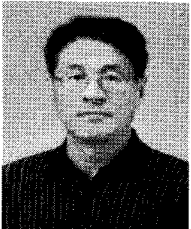
- scopic Images," IEEE Trans. On Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 10, No. 3, Apr. 2000.
- [9] A. Criminisi, P. Perez and K. Toyama, "Region filling and object removal by exemplar-based image inpainting," IEEE Trans. Image Processing, Vol. 13, No. 9, pp. 1200-1212, 2004.
- [10] R. Seidel, "A simple and fast randomized algorithm for computing trapezoidal decompositions and for triangulating polygons," Computational Geometry Theory & Application, Vol. 1, pp. 51-64, 1991.
- [11] E. R. Davies, Laws' texture energy in Texture. In Machine Vision: Theory, Algorithms, Practicalities, 2nd Ed., Academic Press, San Diego, 1997.
- [12] J. Michels, A. Saxena, and A. Y. Ng, "High speed obstacle avoidance using monocular vision and reinforcement learning," Proc. of International Conference on Machine Learning, ACM, 2005.
- [13] D. F. McAllister (editor), Stereo computer graphics and other true 3D technologies, Princeton, NJ:Princeton University Press, 1993.

저 자 소 개



조 철 용

- 2007년 : 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 학사
- 2008년 ~ 현재 : 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 석사과정
- 주관심분야 : 다시점영상처리, 입체영상처리, 3D모델링



김 만 배

- 1983년 : 한양대학교 전자공학과 학사
- 1986년 : University of Washington 전기공학과 공학석사
- 1992년 : University of Washington 전기공학과 공학박사
- 1992년 ~ 1998년 : 삼성종합기술원 수석연구원
- 1998년 ~ 현재 : 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수
- 주관심분야 : 3D비디오처리, 입체변환, 다시점영상처리, 3DTV시스템