

영상 기반 모델링 기법을 이용한 대화식 3차원 입체 영상 저작 시스템 (Interactive 3D Stereoscopic Image Editing System using Image-based modeling)

윤창옥, 윤태수*, 이동훈

(Chang Ok Yun, Tae Soo Yun*, Dong Hoon Lee)

요 약

최근 몰입도가 높은 가상화 기법 중 하나인 3차원 입체영상에 관심이 높아지고 있다. 그러나 일반적인 2차원 영상과는 달리 3차원 입체 영상은 3차원의 기하정보가 존재해야만 영상 생성이 가능하다. 3차원 기하정보가 존재하지 않는 2차원 영상을 이용한 입체 영상 저작이 매우 어렵다. 따라서 본 논문에서는 영상 기반 모델링 기법을 이용한 장의 실사 영상으로부터 3차원 입체 영상 생성하기 위한 3차원 입체 영상 저작 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 Adobe Photoshop®의 Plug-in 형태로 개발함으로써 범용성과 확장성을 고려하였고 몰입감이 높은 입체 영상의 시점을 결정하기 위한 대화식 3차원 입체 영상 미리 보기 기능을 제공한다.

Abstract

Recent technique has shown high interest in 3D stereoscopic image, one out of high immersion appearance techniques. Unlike general 2D image, 3D stereoscopic image is generated by 3D geometric information. Therefore, the lack of 3D geometric information sometimes imposes restrictions or makes editing more tedious. We propose a new unsupervised technique aimed to generate stereoscopic image which is estimated by depth-map information using image-based modeling from a single input image. The proposed system is implemented as the Adobe Photoshop® plug-in for considering generality and expandability, and also supports a preview function of interactive 3D stereoscopic image to determine stereoscopic view of high quality.

* 본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

Key words : Stereoscopic Image, Image-based modeling, Vanishing Point/Line

© THE KOREAN SOCIETY FOR INDUSTRIAL AND APPLIED MATHEMATICS, 2006

1. 서 론

3차원 입체영상 기술은 기존의 2차원 평면 영상과는 달리 사람이 보고 느끼는 실제 영상과 유사하여 시각정보의 질적 수준을 몇 차원 높여 주는 새로운 개념의 실감 영상미디어로서 차세대 디지털 영상문화를 주도하게 될 것으로 전망되고 있다. 따라서 이러한 2차원 영상에 대한 3차원 입체 영상으로의 변환 및 제작에 대한 관심이 높아지고 있다.

일반적인 3차원 입체 영상 제작은 미리 알려진 2차원 실사 영상 또는 3차원 모델에 대해 양안에 해당하는 정해진 거리차를 가진 두 대의 카메라의 영상을 획득하여 양안 영상을 얻음으로 3차원 입체 영상을 표현한다. 한 대의 카메라로부터 얻어진 영상은 이론상 영상에 맺힌 각 픽셀의 깊이 정보값을 추정할 수 없으므로 입체의 영상을 시현하는 것이 불가능하다.

그러나 최근 컴퓨터 비전과 그래픽스 기술의 융합을 통한 영상 기반 모델링 및 렌더링 등의 기술은 자동화 또는 반자동화 기법으로 신뢰할만한 영상의 깊이정보를 추정하고 있다. 이런 영상기반 기법의 주된 연구 흐름 중 하나는 이미 만들어진 영상을 이용하여 깊이 정보를 추출하고 이것을 이용하여 새로운 시점에서 다른 영상을 만들어 내는 것이다. 이렇게 만들어진 다른 영상을 이용하여 두 대의 카메라의 영상을 획득할 수 있다. 이러한 영상기반 기법으로 여러 장의 영상을 이용하여 영상 사이의 대응관계를 찾아낸 후 새로운 시점에서 영상을 유도하는 방법이 연구되고 있다. 특히, 최근에는 여러 장이 아닌 한 장의 영상을 이용하여 3차원의 모델을 생성한다. 일반적으로 한 장의 영상으로부터 깊이 정보를 알아낼 수 없기 때문에 사용자의 수작업을 통하여 영상 내에 존재하는 암묵적인 기하정보를 이용한다. 그 예로 영상 내의 소실점을 설정한 뒤 육면체에서 정면을 제외한 나머지 5개의 면을 설정하여 영상의 깊이 정보를 추출하는 방법[5]과 사용자가 직접 물체의 특성에 맞게 깊이정보를 부여하는 방법[6]이 있다. 본 논문에서도 이러한 암묵적인 기하정보인 소실선(Vanishing Line)이나 소실점(Vanishing Point)을 이용하며 사용자가 직관적으로 깊이정보를 얻는다. 3차원 입체 영상에서도 입체감을 부여할 물체가 투영평면의 앞 혹은 뒤에 상이 맺히게 하거나 물체 자체의 기본성질에 따른 물체감을 표현하기 위해 깊이정보가 필요한데, 한 장의 영상에 대해 사용자의 수작업을 통한 깊이정보의 부여는 정확한 계산에 따른 것이 아님에도 불구하고 시간이 많이 걸린다는 단점이 있다. 또한 영상의 전처리 과정인 영상분리 및 홀에 대한 채우기 과정에서 복잡한 알고리즘으로 인해 연산 속도가 느리다는 단점이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 사용자가 직관적으로 깊이 정보 값을 부여하거나 미리 만들어진 템플릿을 이용하여 물체의 물체감 및 입체감을 표현한다. 그리고 영상의 전처리 과정을 쉽게 하기 위해 강력한 2차원 편집 도구인 Adobe Photoshop®을 이용하고 3차원 모델 생성을 위해 확장된 Plug-in 형태로 시스템을 개발한다. 그리고 3차원 영상의 몰입감을 높이기 위해 사용자가 편광 안경을 착용하여 입체 정도를 조절할 수 있는 대화식 미리 보기 기능을 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 기존의 관련 연구 방법들에 대해서 기술한다. 3장에서는 영상 기반 모델링 기법을 이용한 3차원 입체 영상을 생성하는 과정에 대해서 기술하고 4장에서는 제안한 기법의 결과와 고찰에 대해서 기술한다. 마지막으로 5장에서는 본 논문의 결론에 대해서 기술한다.

2. 관련 연구 및 연구 동기

기존의 3차원 입체 영상 생성 방법들은 2차원 영상에 존재하는 사물 중에서 3차원의 기하정보를 가진 사물과 합성하는 방법[3]으로 영상 내에 합성하고자 하는 물체를 Adobe Photoshop®의 2차원 편집 도구를 이용하여 분리하고 깊이정보 값을 생성한다. 그리고 Adobe Photoshop®의 Plug-in으로 개발된 합성 도구를 이용하여 배경 영상과 물체를 합성하여 렌더링한 후 3차원 입체 영상을 생성하게 된다. 이 방법은 Adobe Photoshop®의 Plug-in형태로 개발했다는 면에서 본 논문의 방법과 유사하나 3차원 입체 영상을 생성하는 알고리즘이나 방법에서 많은 차이점을 두고 있다. 또 다른 방법으로 일반적인 2차원 영상 한 장 내에 존재하는 암묵적인 사영 기하 정보인 소실선, 소실점을 이용하여 3차원 입체 영상 시점을 생성하는 방법[1]이 있다. 근사한 깊이지도(Depth Map)를 생성하기 위해 몇 가지 휴리스틱(Heuristic)한 방법을 통해 소실선과 소실점을 추출하게 된다. 이렇게 얻어진 깊이지도는 3차원 입체 영상을 생성하는데 사용된다. 그리고 Zhang[4]은 깊이 영상 기반으로 한 렌더링 시스템을 이용하여 3차원 입체 영상을 생성하는 방법을 제안하였다. 이러한 기존의 방법들은 미리 만들어진 깊이 정보값을 이용하여 3차원 입체 영상을 생성하였기 때문에 결과 영상을 보고 영상의 입체정도를 확인 할 수 있었다. 하지만 본 논문에서는 실시간 미리 보기 기능을 이용하여 사용자가 원하는 입체정도를 실시간으로 설정함으로써 보다 입체감 높은 영상을 얻을 수 있다.

2차원 영상에서 3차원 정보를 추출하는 연구는 컴퓨터 비전에서 사진측량법의 한 분야로서 연구되어 왔다. 여러 장의 영상을 이용한 영상기반모델링 기법은 카메라의 위치와 시점을 정하기 위하여 사진 측량원리에 근거로 하여 2장 이상의 사진에서 공통으로 나타나는 특징점을 추출하여 상대적인 대응관계를 유추하면 카메라의 위치를 찾을 수 있고 이를 이용하여 3차원 정보를 추출하여 3차원 모델을 만든다. 이렇듯 사진측량법을 이용하여 Beardsley[8]는 동영상에서 사용자가 특징점을 찍어 그 상관관계를 유추하여 3차원 기하 모델을 추출하는 연구를 수행하였다. Szeliski[9]는 컴퓨터 비전 분야에서 다루던 실루엣을 360°회전하며 얻은 다중영상에 적용하여 물체의 형상을 복원하는 연구를 수행하였다. 이러한 연구들을 기반으로 Canoma[12], Photomodeler[13], Image Modeler[14]과 같은 상용제품들도 출시하게 되었다.

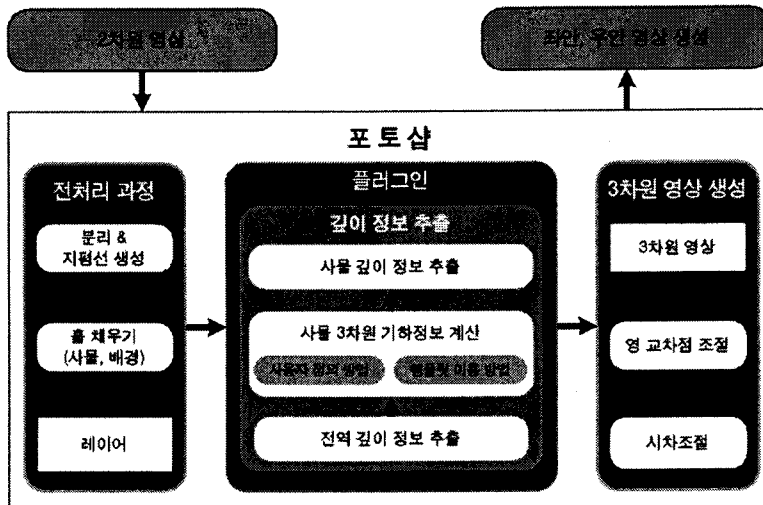
여러 장의 참조 영상을 이용하는 방법 외에 최근에 한 장을 이용한 영상 기반 모델링 기법들이 제안되고 있다. 그 예로 Horry[5]은 단지 한 장의 2차원 영상을 이용하여 탐색이 가능하도록 하는 기법을 제안하였다. 2차원 영상을 분할하고 전경의 물체에 대해서는 폴리곤 모델로 배경은 5개의 사각 영역으로 구성한다. 이러한 TIP(Tour Into the Picture)에 의한 기법은 완벽한 3차원 환경의 구성없이 단지 한 장의 영상만을 이용하여 애니메이션이 가능하도록 하였지만 전경과 배경의 구분, 소실점의 선택이 수작업으로 이루어져야 하는 한계를 지니고 있다. Kang[11]는 한 장의 영상에서 3차원 기하정보를 추출하기 위해 무한의 개념인 소실점의 집합으로 구성된 소실선을 이용하였다. 소실선 아래 부분은 무한히 뻗어 있는 지평면으로 하고, 소실선의 윗부분은 지면 위의 공간인 배경 평면으로 하여 3차원 환경을 구성하였다. 본 논문에서는 영상의 배경 모델을 생성하는 과정에서 앞에서 제시한 연구와 접근 방법이 비슷하나, 새로운 시점의 영상을 얻는데 국한되는 것이 아

년 시점 영상을 통해 3차원 입체 영상을 생성한다는 점에서 근본적으로 다른 연구의 내용이다. Oh[6]는 한 장의 영상을 이용하여 3차원의 모델을 생성하고 네비게이션(Navigation)할 수 있는 방법을 제안하였다. 하지만 작업시간에 많은 연산이 필요하여 전처리 과정에서 많은 시간이 소요된다는 한계점을 지니고 있다.

이렇듯 여러 장의 영상을 이용한 모델링 방법은 현재까지 많은 연구가 되고 있으면 다양한 방법들로 인해 상용화 제품까지 출시된 상태이다. 하지만 단 한 장의 영상을 이용한 방법은 3차원 모델에 필요한 기하학적 정보들을 얻는데 한계가 있기 때문에 사용자의 입력을 통해 기하정보를 유추해야하는 어려움을 겪고 있는 상태이다. 따라서 본 논문은 사용자의 입력을 최소화하기 위해 전처리 과정이나 깊이 정보를 추출하는 과정을 기존의 방법보다 단순화한다. 그리고 본 시스템은 상용화 제품을 만들기 위한 단계로 Adobe Photoshop@[15]의 Plug-in형태로 개발한다. 즉, 2차원 영상 편집 과정이나 3차원 영상 생성을 위한 카메라 설정 등의 과정들이 각각 다른 툴을 통해 이루어져 작업 과정들이 일괄적으로 이루어 지지 못하여 작업 시간이 많이 걸리는 단점이 있다. 본 시스템은 Plug-in형태로 개발하여 기존 도구보다 확장성과 범용성을 고려하여 작업 시간이 단축되어 효율성을 높인다.

3. 영상 기반 모델링 기법을 이용한 3차원 입체 영상 생성

본 시스템의 전체 흐름도는 그림 1과 같다. 그림 1과 같이 3차원 입체 영상 생성 과정은 크게 전처리 과정, 영상 기반 모델링 기법을 이용한 3차원 모델 생성 과정, 3차원 입체 영상 생성 과정으로 구성된다.

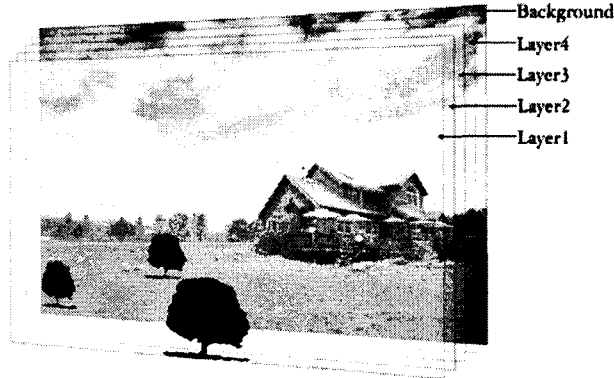


(그림 1) 시스템 전체 흐름도

3.1. 전처리 과정

본 논문에서는 입력된 영상의 배경과 물체를 분리하고 홀 채우기를 위해 Adobe Photoshop@[15]의 강력한 편집 기능을 이용한다. 분리된 영상은 Adobe Photoshop@[15]의 레

이러 데이터로 저장되어 다음 과정에서 사용된다. 이렇게 레이어로 저장된 데이터를 사용하기 때문에 다른 중간 단계를 거치지 않고 레이어의 정보 값을 직접 사용하여 작업의 효율을 높인다. 분리된 배경과 전경 물체들을 레이어 형태로 저장된 모습은 그림 2와 같다.



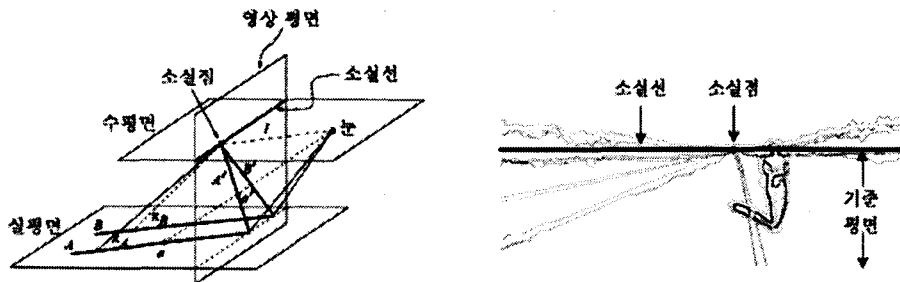
(그림 2) Adobe Photoshop®의 레이어 데이터 생성

3.2. 전역 깊이 정보 추출

입력된 한 장의 영상에서 깊이 정보를 추출하기 위해서는 영상 내에 존재하는 사영 기하 정보를 사용한다. 본 논문에서 영상 기반 모델링 기술을 위하여 사용한 방법은 비교적 간단하면서도 쉽게 사용할 수 있는 Kang의 방법을 사용하였다. 본 논문에서는 영상의 전역 깊이 정보를 추출하기 위해 크게 2단계를 거치게 된다. 첫 번째 단계는 영상 내에 존재하는 소실선을 이용한 지평선 추출이다. 두 번째 단계는 추출된 지평선을 기준으로 3차원 좌표값을 설정이다.

(1) 지평선 추출

지평선을 추출하기 위해서는 먼저 소실점과 소실선의 원리를 알아야한다. 그림 3은 소실점과 소실선이 기하 이론에서 어떻게 정의되는지를 보여주고 있다[10].



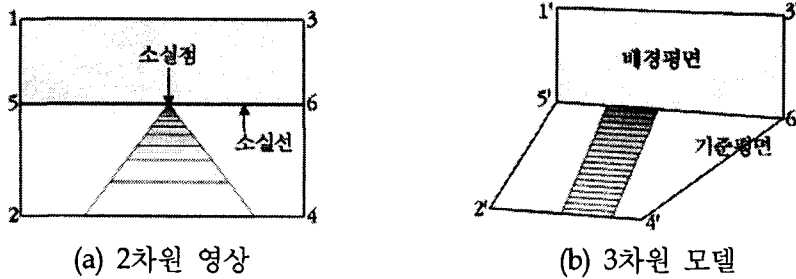
(a) 소실점과 소실선의 기하 이론 (b) 2차원 영상에서의 소실점, 소실선

(그림 3) 소실점과 소실선의 원리

그림 3에서 보듯이 사영 기하 이론에 의해 공간상에서 평행한 직선들이 영상 평면위의 한 점인 소실점에서 만나는 것을 볼 수 있다. 사영 기하 이론에 따르면 실평면 내의 평행한 두 직선에 의한 소실점과 눈을 연결한 직선은 항상 실평면과 평행하다. 따라서 같은 실평면 내의 평행선으로부터 정의되는 소실점의 집합은 언제나 하나의 직선을 이루며 이 직선을 소실선이라 한다. 사람이 주변의 경치를 바라볼 때 생기는 지평선이 바로 지평면 상의 평행선으로부터 정의된 소실선에 해당한다. 이때 얻어진 소실선은 영상의 지평선으로 추출하게 되고 영상에서 소실선의 아래 부분은 무한히 뻗어 있는 지평면에 해당하고, 소실선의 윗부분은 지면 위의 공간으로 배경 평면에 해당한다. 이러한 기하학적인 이론을 이용하여 소실점과 소실선을 추출한 후 지평선을 추출한다.

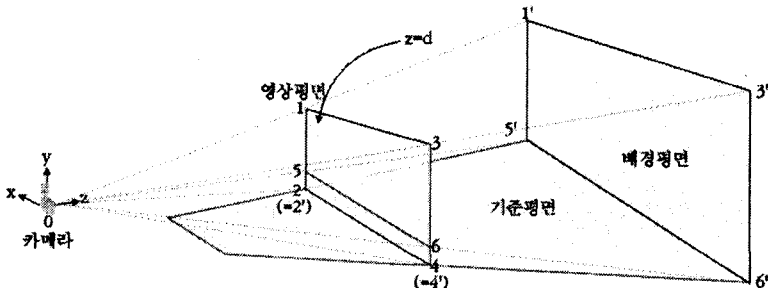
(2) 배경 모델의 3차원 좌표값 설정

그림 4(a)에서 점 1~4는 영상의 4개 꼭짓점에 해당하는 점이고 점 5와 6은 지평선과 영상 경계와의 교차점이다. 배경 모델은 그림 4(b)의 배경 평면과 기준 평면으로 두 개의 평면으로 나타난다.



(그림 4) 3차원 모델 생성

3차원 배경 모델을 생성하기 위해서는 배경 모델 내 각 점들의 3차원 좌표값을 계산해야 한다. 먼저 계산을 쉽게 하기 위해 그림 5와 같이 카메라는 원점에 위치시키고 시선 방향은 z를 향하며 카메라의 업 벡터(up vector)는 +y 방향이라고 설정한다. 점 2와 점 4는 카메라의 뷰 볼륨(View Volume)에 의해 제한되는 영상 평면(Image Plane)의 4개 꼭짓점 중 아래의 두 점과 일치한다. 나머지 점은 카메라에서 좌표 (x_i, y_i, d) 인 점을 연결하여 무한하게 연장한 위치에 있는 점들이다. x_i 와 y_i 는 각각 i 번째 점의 x와 y좌표를 나타낸다.



(그림 5) 배경 모델의 3차원 좌표 설정

이렇게 영상 평면의 각 점들을 수식 1과 같이 나타낸다.

$$\begin{aligned} 1 : (x_L, y_1, d), 2 : (x_L, y_2, d), 3 : (x_R, y_3, d) \\ 4 : (x_R, y_4, d), 5 : (x_L, y_5, d), 6 : (x_R, y_6, d) \end{aligned} \quad (1)$$

그리고 각 점들의 좌표값을 이용하여 모델의 구성 및 연산의 효율을 높이기 위해 호모지니어스 좌표계(Homogeneous Coordinate)를 사용한다. 각각의 점들을 호모지니어스 좌표로 수식 2와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} 1' : (x_L, y_1, d, 0), 2' : (x_L, y_2, d, 1), 3' : (x_R, y_3, d, 0) \\ 4' : (x_R, y_4, d, 1), 5' : (x_L, y_5, d, 0), 6' : (x_R, y_6, d, 0) \end{aligned} \quad (2)$$

여기서 x_L 와 x_R 은 각각 이미지의 왼쪽 경계와 오른쪽 경계의 x좌표이며, d 는 카메라의 초점 거리를 말한다.

배경 모델 내의 각 평면의 방정식은 다음과 같은 방법으로 구할 수 있다. 일반적으로 좌표가 (x_1, x_2, x_3, x_4) 인 임의의 점 \vec{p} 를 지나는 평면의 방정식은 수식 3과 같이 정의된다[10].

$$\pi_1 x_1 + \pi_2 x_2 + \pi_3 x_3 + \pi_4 x_4 = 0 \quad (3)$$

로 주어진다. 서로 다른 세 점 $\vec{q}, \vec{r}, \vec{s}$ 의 좌표가 각각 $(q_1, q_2, q_3, q_4), (r_1, r_2, r_3, r_4), (s_1, s_2, s_3, s_4)$ 로 주어진 경우, 이들 세 점에 의해 정의되는 평면의 계수는 수식 4와 같이 구할 수 있다[10].

$$\pi_1 = \begin{vmatrix} q_2 & q_3 & q_4 \\ r_2 & r_3 & r_4 \\ s_2 & s_3 & s_4 \end{vmatrix}, \quad \pi_2 = - \begin{vmatrix} q_1 & q_3 & q_4 \\ r_1 & r_3 & r_4 \\ s_1 & s_3 & s_4 \end{vmatrix}, \quad \pi_3 = \begin{vmatrix} q_1 & q_2 & q_4 \\ r_1 & r_2 & r_4 \\ s_1 & s_2 & s_4 \end{vmatrix}, \quad \pi_4 = - \begin{vmatrix} q_1 & q_2 & q_3 \\ r_1 & r_2 & r_3 \\ s_1 & s_2 & s_3 \end{vmatrix} \quad (4)$$

수식 4를 적용하여 점 2', 4', 5' (6')의 좌표로부터 배경 모델 중 지면에 해당하는 기준 평면의 방정식을 구하고, 점 1', 3', 5' (6')의 좌표를 사용해서 배경 평면의 방정식을 구한다. 수식 4로 구해진 평면의 방정식은 전경 물체의 3차원 좌표를 계산하는데 사용되어진다.

3.3. 전경 물체의 깊이 정보 추출

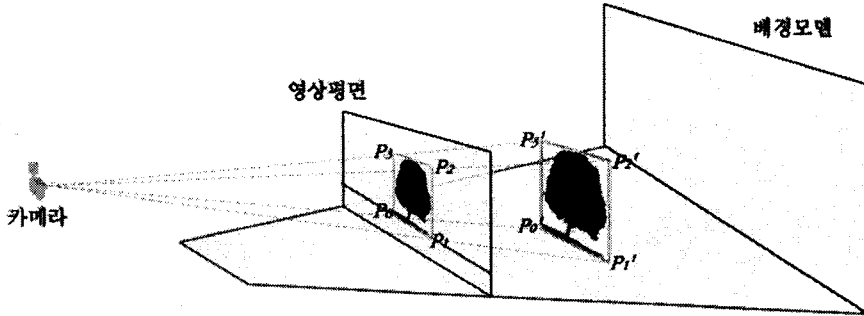
(1) 전경 물체의 3차원 좌표값 결정

전경 물체의 3차원 좌표값을 결정하기 위해서 먼저 레이어 형태로 저장된 데이터를 간단한 다각형으로 표현한다. 그리고 카메라와 전경 물체를 나타내는 다각형의 각 꼭짓점을 잇는 직선을 연장하여 배경 모델 내의 평면과 어느 지점에서 교차하는 지를 찾는다. 계수가

$\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4$ 인 평면을 Π 라 하고 임의의 두 점을 \vec{q} 와 \vec{r} 을 연결하는 직선이 평면 Π 와 교차하는 점 \vec{p} 의 좌표는 수식 5(10)와 같다.

$$\vec{p} = (\vec{q} \cdot \vec{\pi}^T) \vec{r} - (\vec{r} \cdot \vec{\pi}^T) \vec{q} \quad (5)$$

이러한 연산은 전경 물체를 구성하는 점들 중 직접 지면에 붙여지는 점들과 지면 사이에서만 이루어진다. 보통 전경 물체는 여러 개의 점들로 구성된 다각형이고, 이들 중 바닥에 붙여지는 점은 사용자가 표시하는 순서상 처음 두 점 뿐이다. 시점과 두 점을 잇는 벡터를 지면에 해당하는 평면과 교차 연산하여 첫 두 점의 삼차원 좌표를 결정하고 나머지 점들은 이 두 점으로부터의 x축 거리로 보간하여 그 z좌표를 결정한 후 나머지 좌표를 계산한다. 모델링 된 다각형은 이와 같이 계산된 삼차원 좌표값을 반영하여 그림 6과 같이 배경 모델의 한 면에 수직으로 나타난다.



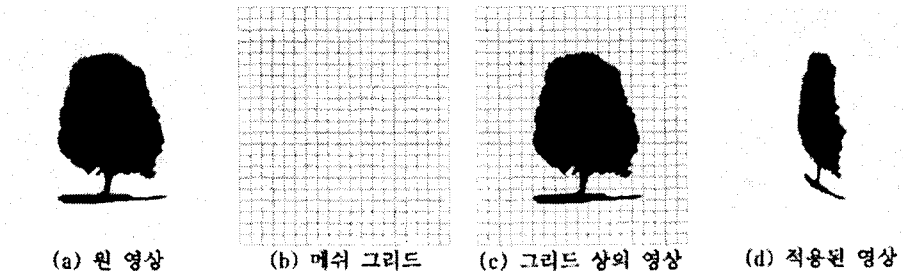
(그림 6) 전경 물체의 3차원 좌표설정

3차원 좌표값이 결정된 전경 물체는 3차원 배경 모델에 단면의 다각형으로 표현이 되기 때문에 본 논문에서는 전경 물체에 깊이 정보를 부여하기 위해 사용자 정의에 의한 방법과 템플릿 형태를 이용한 방법을 사용한다.

(2) 사용자 정의에 의한 깊이 정보 수정

한 장의 영상에는 다양한 형태를 가진 물체가 존재한다. 그 중에서 입방체(Cube), 구면(Sphere), 원기둥(Cylinder), 그리고 각추(Pyramid)등과 같은 형태의 물체에서는 기하 정보의 규칙성으로 인해 깊이 정보를 추론하는 것이 간단한 반면 나무, 사람, 동물 등은 기하 정보가 불규칙하기 때문에 깊이 정보를 추론하는 것이 어렵다. 이번 절에서는 그림 7(a)과 같은 불규칙한 기하 정보를 가진 사물의 깊이 정보를 수정하는 방법을 제안한다. 먼저 그림 7(b)과 같이 임의의 깊이 정보($z=0$)가 적용된 메쉬 기반 영역에 그림 7(a)을 맵핑한다. 이제 맵핑된 영상은 그림 7(c)과 같이 임의의 깊이 값을 얻게 되며 사용자는 맵핑된 영상을 통해 깊이 값을 추정하여 각각의 깊이 값을 부여한다. 이 과정을 통해 사물은 보다 정확한 깊이 정보를 가지게 된다(그림 7(d)). 또한, 각 깊이 값 사이를 곡면으로 만들어 부드러운 깊이 값을 적용하기 위해 B-Spline간의 보간 기능으로 곡면을 생성하는 Multi-Level B-Spline을 사용한다[6]. 이러한 Multi-Level B-Spline기법은 매우 빠른

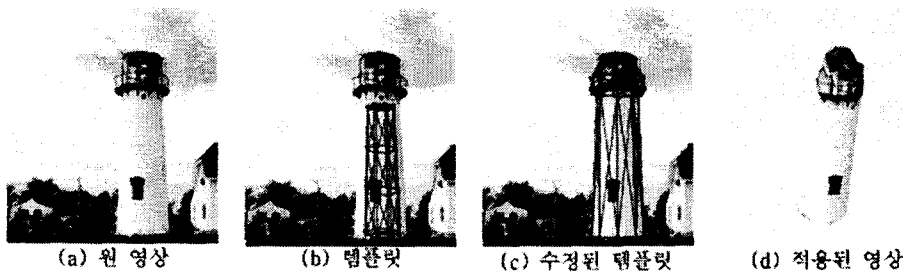
연산 속도를 제공한다. 즉, 평활화 제한조건(Smoothness Constraints), 시간 복잡도(Time Complexity)와 데이터 분포(Data Distribution)의 문제를 다루기 때문에 기존의 균일 데이터 보간, 또는 근사 방법에 비해 매우 빠르다. 이 알고리즘은 임의의 균일 데이터로부터 C^2 연속 조건을 만족하고 계산적이며 안정적으로 매우 방대한 양의 데이터를 처리할 수 있다. 이러한 방법을 통해 많은 전경 물체에 대해서 실시간으로 깊이 정보 수정이 가능하다.



[그림 7] 사용자 정의에 의한 깊이 정보 수정

(3) 템플릿 형태를 이용한 깊이 정보 수정

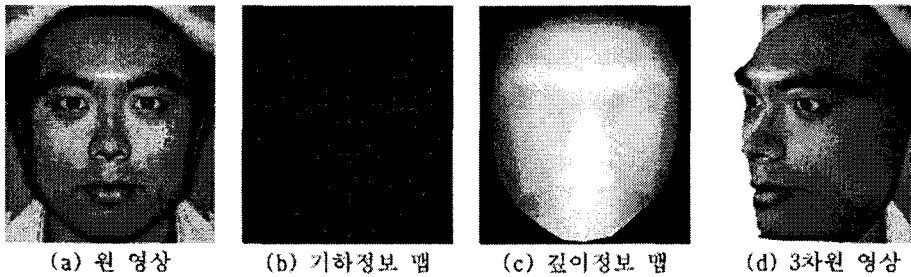
불규칙한 형태를 가진 물체의 깊이 정보를 수정하는 방법과는 달리 규칙적인 형태의 물체를 수정하는 방법에서는 그림 8과 같이 템플릿 데이터를 이용한다. 깊이 정보가 미리 정의된 물체의 데이터로써 비슷한 형태를 가진 사물에 템플릿 데이터를 물체위에 생성시킨다(그림 8(b)). 이렇게 생성된 템플릿의 3차원 특징점을 물체의 형태에 맞게 수정한다(그림 8(c)). 마지막으로 물체의 텍스처를 템플릿에 매칭한다(그림 8(d)). 이때, 특징점들이 정확하게 물체와 매칭하게 된다. 즉, 미리 만들어진 템플릿 데이터를 비슷한 형태를 가진 사물에 적용함으로써 템플릿 데이터가 가지고 있는 기하정보를 사물의 기하정보로 대체하여 사용하게 된다. 템플릿 형태 기반 깊이 정보 수정 방법의 또 다른 이점은 사용자 정의에 의해 만들어진 깊이 정보들을 다시 사용할 수 있다는 것이다.



[그림 8] 기본 템플릿을 이용한 깊이 정보 수정

그리고 사람의 얼굴과 같은 복잡한 모델일 경우에는 미리 템플릿 파일 형태로 저장된 데이터 정보를 불러들이게 된다. 이때 템플릿 데이터는 사용자 정의 방법에서 얻어진 정보들

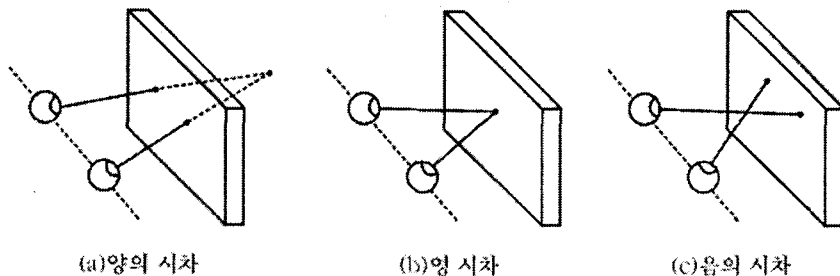
을 파일로 저장된 것이다. 또한 얼굴 모델링 기법을 이용하여 얼굴 형태의 템플릿 데이터를 사용 한다. 먼저 특징 영역의 좌표를 추출하는 단계로 물체 윤곽과 물체 특징 영역을 워터셰드(Watersheds) 변환으로 영역기반 데이터로 추출함으로써 특징 영역 좌표를 구할 수 있다. 다음 단계로 특징 영역 좌표데이터를 이용하여 2차원 물체 매쉬를 생성하고 템플릿 모델과의 좌표 매칭을 통해 기본 점의 깊이 정보를 구하여 데이터 근사화를 시킴으로써 3차원 물체 모델을 생성한다. 마지막 단계로 유니폼 파라메트리제이션(Uniform Parameterization)을 이용하여 텍스처의 왜곡을 최소화하는 텍스처 맵핑 단계를 거쳐 물체의 깊이 정보를 추출하게 된다. 그림 9는 사람의 얼굴 모델링기법을 이용하여 깊이 정보값을 추출하는 과정이다.



(그림 9) 얼굴 형태의 템플릿을 이용한 깊이 정보 추정

3.3. 3차원 입체 영상 생성

일반적으로 사람의 양안은 65mm간격을 가지고 있다. 이로 인해 사람이 어떤 사물을 바라보게 되면 양안의 시차에 의해 사물을 입체로 인지하게 되며 깊이 판단에 중요한 실마리가 된다. 또한 사물의 깊이 정보를 판단하는 기준인 영 교차점은 그 위치에 따라 입체감이 달라진다. 영 교차점은 그림 10과 같이 그 위치에 따라 양의 시차, 영의 시차, 음의 시차가 있다. 양의 시차(그림 10(a))는 영 교차점이 영상의 뒤에 위치해서 사물이 영상 뒤에 맺히며 영 시차(그림 10(b))는 영상과 같은 위치에, 음의 시차(그림 10(c))는 영상의 앞에 사물이 보이게 된다. 따라서 양안 시차와 영 교차점을 적절히 조절함으로써 3차원 입체 영상이 생성된다.



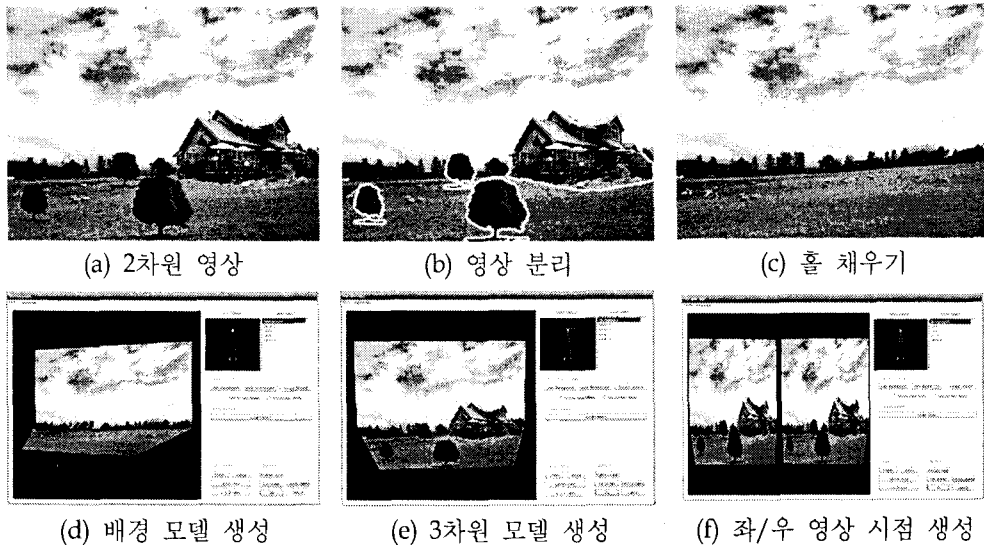
(그림 10) 시차의 종류

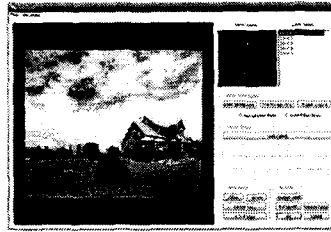
양안 시차와 영 교차점을 설정하는 것은 사람마다 느끼는 입체감이 다르기 때문에 설정하기가 어렵다. 따라서 일반적으로 양안 시차와 영 교차점을 변경한 후 생성되는 3차원 입체 영상이 사용자로 하여금 몰입감이 높은 영상으로 인식되기까지는 반복적이며 많은 시간을 필요로 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 사용자가 직관적으로 3차원 입체 영상의 시차와 영 교차점을 실시간으로 조절하여 3차원 입체 영상의 입체정도를 확인 할 수 있도록 대화식 3차원 입체 영상 미리 보기 기능 제안한다. 양안 시차나 영 교차점등과 같이 영상의 입체감을 높일 수 있는 정보들을 변경함으로써 사용자가 높은 몰입감을 느낄 수 있는 3차원 입체 영상 시점을 결정한다. 이러한 3차원 입체 영상 생성 작업은 파버나인[16]의 입체 영상 모니터와 편광 필터 안경을 사용하여 실시간으로 3차원의 입체 영상 확인이 가능하다.

4. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서 제안한 실사 영상을 이용한 대화식 3차원 입체 영상 저작 시스템은 펜티엄4 3GHz, 1GB 램 시스템에서 Visual C++과 OpenGL Library, Adobe Photoshop® SDK 6.0, Adobe Photoshop® CS2 버전을 이용하여 구현하여 실험하였다.

그림 11은 일반적인 풍경사진을 이용하여 실험한 것이다. 풍경 영상은 지평선을 정하기 힘든 영상으로 사용자가 직관적으로 지평선을 설정하였다. 그리고 영상 내에 존재하는 물체들이 규칙적인 모양의 물체가 존재하지 않아 본 논문에서 제안한 사용자 정의에 의한 방법을 사용하여 나무의 깊이 정보값을 수정하였다. 비슷한 형태의 나무들은 크기를 줄이거나 늘리는 방법을 사용하여 쉽게 깊이 정보를 수정할 수 있었다.





(g) 3차원 입체 영상 생성

(그림 11) 풍경 사진을 이용한 실험 결과

5. 결 론

본 논문에서는 일반적인 2D 실사 영상을 이용하여 3차원 입체 영상을 생성하는 저작 시스템을 개발하였다. 먼저 영상 기반 모델링 기법을 활용하여 실사 영상으로부터 깊이 정보를 추출하고 이것을 이용하여 새로운 시점에서 다른 영상을 만들어 낸다. 이렇게 만들어진 다른 영상을 이용하여 두 대의 카메라 영상을 획득하고 3차원 입체 영상을 표현하게 된다. 이때, 본 논문에서 제안하는 3차원 모델을 구성하는 전역 깊이 정보 추출 방법과 영상 내에 존재하는 사물을 정확한 깊이 정보로 수정하기 위한 부분 깊이 정보 수정 방법을 사용하였다.

본 저작 시스템은 Adobe Photoshop®의 2차원 영상 편집 환경으로는 3차원 환경에서 작업을 할 수 없기 때문에 Adobe Photoshop®의 Plug-in 형태로 개발하여 3차원 환경을 제공하였다. 따라서 본 시스템은 다양한 영상 포맷들을 쉽게 3차원 입체 영상으로 생성 가능하다. 즉, Adobe Photoshop®과 같은 2차원 편집 도구의 확장 형태인 Plug-in으로 개발하여 높은 범용성과 확장성을 제공한다. 생성된 3차원 입체 영상은 사용자 개개인의 입체정도가 다르기 때문에 입체 모니터와 편광 필터 안경을 사용하여 실시간으로 입체 정도를 확인할 수 있는 대화식 미리보기 기능을 제공함으로써 효율성을 높였다.

참 고 문 헌

1. S. Battiato, A. Saprà, S. Curti, M. La Cascia. 3D Stereoscopic Image Pairs by Depth-Map Generation. International Symposium on 3D Data Processing, Visualization, and Transmission, (3DPVT), pages 124-131, 2004.
2. M. Chen, Interactive Specification and Acquisition of Depth From Single Images, Master thesis, Bachelor of Science, Architecture Massachusetts Institute Of Technology, 1999.
3. M. H. Feldman, L. Lipton, StereoGraphics Corp., Interactive 2D to 3D Stereoscopic Image Synthesis. In Proc of SPIE, pages 186-197, 2005.
4. L. Zhang, W James Tam. Stereoscopic Image Generation Based on Depth Images for 3D TV. IEEE Transactions on Broadcasting, pp. 2993~2996,

2004.

5. Y. Horry, K. Anjyo, and K. Arai. Tour Into the Picture: Using a Spidery Mesh Interface to Make Animation from a Single Image. In Proceedings of SIGGRAPH 1997, pages 225 - 232, 1997.
6. B. Oh, M. Chen, F. Durand, and J. Dorsey. Image-based modeling and photo editing. In Proc. of SIGGRAPH, pages 433-442, 2001.
7. S.-Y. Lee, G. Wolberg and S.Y. Shin, Scattered data interpolation with multilevel B-splines. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, pages 228-244, 1997.
8. Beardsley, Paul, Phil Torr, Andrew Zisserman, 3D Model Acquisition from Extended Image Sequences, European Conference on Computer Vision, pages 683-695, 1996.
9. R. Szeliski, Rapid Octree Construction from Image Sequences, CVGIP : Image Understanding, 58(1), pages 23-32, July 1993.
10. Michael A. Penna and Richard R. Patterson. Projective Geometry and Its Applications to Computer Graphics. Prentice-Hall, 1986.
11. H. Kang, S. H. Pyo, K. Anjyo, and S. Y. Shin. Tour Into the Picture using a Vanishing Line and its Extension to Panoramic Images. In Proceedings of EuroGraphics 2001, pages 132-141, 2001.
12. Canoma. <http://www.canoma.com>.
13. Photomodeler. <http://www.photomodeler.com>.
14. Realviz. Image modeler. <http://www.realviz.com>.
15. Adobe. <http://www.adobe.com>.
16. Pavonine. <http://www.3dview.co.kr>.

윤 창 옥(Chang Ok Yun)

- e-mail : coyun@dit.dongseo.ac.kr
- 2005년 동서대학교 산업공학과 학사졸업
- 2006년~현재 디자인&IT 전문 대학원 석사과정
- 관심분야 : Stereo Vision, 가상현실, 영상 기반 모델링 및 렌더링

**윤 태 수(Tae Soo Yun)**

- e-mail : tsyun@dongseo.ac.kr
- 1991년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
- 1993년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사)
- 2001년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(박사)
- 2001년~현재 동서대학교 디지털 콘텐츠학부 조교수
- 관심분야 : Machine Vision, 멀티미디어, 게임 개발

**이 동 훈(Dong Hoon Lee)**

- e-mail : dhl@dongseo.ac.kr
- 1999년 동서대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
- 2001년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사)
- 2005년 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(박사)
- 2004년~현재 동서대학교 디지털 콘텐츠학부 전임강사
- 관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 3D Vision, 가상현실, 영상기반 모델링 및 렌더링

