

3차원 입체 콘텐츠 제작을 위한 통합 저작 시스템[†]

(Integrated editing system for 3D stereoscopic contents
production)

윤창옥*, 윤태수*, 이동훈*

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

요약 최근 디지털 영상 미디어의 발전으로 인해 3차원 입체 콘텐츠에 대한 관심이 높아지고 있다. 이로 인해 3차원 입체 콘텐츠 생성에 대한 많은 기술들이 연구·개발되고 있다. 하지만 자연스럽게 몰입감이 높은 3차원 입체 콘텐츠 생성하는데 많은 어려움이 있다. 왜냐하면 2차원 영상에서는 3차원의 기하정보가 존재하지 않아 입체 콘텐츠 생성이 매우 어렵기 때문이다. 그리고 입체 카메라 생성 시 몰입감이 높은 입체 시점을 결정하기 위해 반복적인 저작 과정이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 다양한 형태의 영상들을 이용하여 3차원 입체 콘텐츠 제작을 위한 통합형 저작 시스템을 제안한다. 이를 위해 영상 기반 모델링 기법을 활용하여 영상 내에 존재하는 사영 기하 정보를 통해 3차원 모델을 생성한다. 그리고 3차원 입체 카메라 생성 시 몰입감이 높은 입체 영상의 시점을 결정하기 위해 실시간 대화식 입체 영상 미리보기 기능을 제공한다. 이때 입체 모니터와 편광 필터 안경을 통해 직관적으로 고품질의 입체 콘텐츠를 생성한다.

핵심주제어 : 3차원 입체 콘텐츠, 영상 기반 모델링, 통합 시스템

Abstract Recently, it has shown an increased interest in 3D stereoscopic contents due to the development of the digital image media. Therefore, many techniques in 3D stereoscopic image generation have being researched and developed. However, it is difficult to generate high immersion and natural 3D stereoscopic contents, because the lack of 3D geometric information imposes restrictions in 2D image. In addition, control of the camera interval and rendering of the both eyes must be repetitively accomplished for the stereo effect being high. Therefore, we propose integrated editing system for 3D stereoscopic contents production using a variety of images. Then, we generate 3D model from projective geometric information in single 2D image using image-based modeling method. And we offer real-time interactive 3D stereoscopic preview function for determining high immersion 3D stereo view. And then we generate intuitively 3D stereoscopic contents of high-quality through a stereoscopic LCD monitor and a polarizing filter glasses.

Key Words : 3D stereoscopic contents, Image-based modeling, Integrated system

1. 서론

3차원 입체 콘텐츠 제작 기술은 기존의 2차원 평면 영상과는 달리 사람이 보고 느끼는 실제 영상과 유사하여 시각정보의 질적 수준을 한층 높여주는 새로운 개념의 실감형 영상미디어로서 차세대 디지

[†] 이 논문은 2007년 산학협동재단 연구비에 의해 연구되었음.
^{*} 동서대학교 디자인&IT 전문 대학원 영상콘텐츠학과

텔 영상 문화를 주도하고 있다. 이러한 3차원 입체 콘텐츠 제작 기술은 차세대 영상 가시화 분야 개발의 핵심기술로 자리매김을 하고 있다. 일반적인 3차원 입체 콘텐츠 제작은 미리 알려진 3차원 모델 정보 또는 2차원 실사 영상에 대해 양안에 해당하는 일정한 시차정보를 가진 두 대의 카메라 영상을 획득하여 양안 영상을 정합함으로써 3차원 입체 영상을 생성, 표현한다.

최근 컴퓨터 비전과 그래픽스 기술의 융합을 통한 영상 기반 모델링 및 렌더링 등의 기술은 자동화 또는 반자동화 기법으로 신뢰할만한 영상의 깊이정보를 추정하고 이것을 이용하여 새로운 시점에서 다른 영상을 만들어냄으로써 두 대의 카메라 영상을 획득하여 입체 영상을 생성한다. 이러한 영상 기반 기법으로 먼저 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 생성하는 방법들이 활발히 연구 [7,9]되고 있다. 이러한 방법은 대부분의 일반적인 환경이 아닌 특정한 조건에서만 모델링이 가능하며 객체의 전반적인 특징에 대한 표현을 위해서 너무 많은 수작업과 시간이 필요하다. 그리고 2차원 실사 영상이 아닌 3차원 모델링 정보를 이용할 경우 3차원 모델링 도구를 이용하여 모델을 생성하고 2대의 가상 카메라를 이용한다[15,16,17,18]. 일반적인 3차원 모델링 도구에서의 입체 영상 생성 방법들은 모델링 생성과 렌더링의 반복적인 작업을 통해 많은 시간이 소요된다.

이러한 방법들을 통해 만들어진 입체 영상 저작 도구[19,20]들은 독립적인 형태로 개발되어 전처리 과정에서부터 입체 영상 생성에 이르는 전체적인 저작 과정에서 많은 수작업과 시간이 필요하다. 즉, 영상의 전처리 과정인 영상분리 및 홀에 대한 채우기 과정에서 많은 복잡한 알고리즘으로 인해 연산 속도가 느리다는 단점이 있다. 그리고 기존의 3차원 모델은 복잡한 깊이 정보 추출과 같은 과정이 없이 두 대의 카메라를 통해 쉽게 3차원 입체 영상을 얻을 수 있지만 정확한 두 대의 카메라 거리 정보와 영교차점에 대한 설정이 어렵다. 이러한 한계점을 보완하기 위해 본 논문에서는 윈도우 플랫폼 기반에서 입체 콘텐츠 제작을 위한 통합형 저작 시

스템을 제안한다. 이를 위해 2차원 실사 영상과 3차원 비실사 모델링 정보를 이용한 저작 모듈을 개발한다. 2차원 영상의 전처리 과정을 보다 쉽게 처리하기 해 Adobe Photoshop®의 강력한 2차원 영상 편집 기능을 사용하며 보다 빠른 3차원 모델링 생성을 위해 Autodesk Maya®의 모델링 기능을 사용한다. 이때 본 논문에서는 사용자가 직관적으로 3차원 입체 영상의 입체감을 실시간으로 조절하기 위한 대화식 저작 모듈을 통해 보다 몰입감이 높은 3차원 입체 영상을 제공한다.

본 논문에서 개발된 기술들은 기존의 상업화 저작 도구[19, 20]의 한계를 넘어서서 보다 고품질의 입체 영상 저작에 필요한 기능을 포함하고 있다. 단일 영상 기반의 입체 영상 생성의 경우 Ground Plane 기반의 기하학적으로 유사한 깊이 정보 생성이 가능하며, 장면 내 객체의 경우 손쉬운 저작을 통한 보다 세밀한 깊이정보 부과가 가능하다는 장점이 있다. 따라서 기존 저작 도구에 비해 고품질의 입체 콘텐츠 생성이 가능하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 제 2장에서는 2차원 실사 영상과 3차원 비 실사 모델링 영상을 이용한 3차원 입체 영상 생성 기술에 대한 기존의 연구 방법들에 대해서 기술한다. 그리고 기존의 3차원 입체 저작 도구들에 대해서 기술한다. 제 3장에서는 본 논문에서 제안하는 3차원 입체 콘텐츠 통합 시스템에 대해서 기술하고 제 4장에서는 제안한 기법의 결과와 고찰에 대해서 기술한다. 마지막으로 제 5장에서는 본 논문의 결론에 대해서 기술한다.

2. 관련 연구 및 연구 동기

2.1 2차원 영상을 이용한 생성 방법

실사 영상으로부터 3차원 입체 영상을 생성하기 위해서는 입력 영상으로부터 기하정보를 추출하고 추출된 기하정보를 기반으로 입체 영상을 생성하는 단계를 거친다. 영상으로부터 기하정보의 추출은 컴퓨터 비전 기술을 활용하여 깊이맵을 추출하고 이를 활용하여 입체 영상을 생성하는 연구들이 주된 연구 방법으로 행해지고 있다[1,2,3]. 입체 영상

의 생성은 크게 입력에 따라 단일 영상으로부터의 입체 영상 생성과 영상열, 즉 비디오를 입력으로 입체 영상열을 생성하는 두 가지 경우를 들 수 있다. 한 장의 2차원 영상으로부터 3차원 모델의 생성은 컴퓨터 비전의 오래된 이슈로써 많은 선행연구가 있다. 하지만 이러한 기술들은 입체 영상 생성이 목적이 아닌 영상으로부터 정확한 기하정보의 획득 또는 새로운 시점 영상 생성을 위한 목적으로 연구가 진행되었다. 입체 영상 생성에 필요한 정보의 관점에서 기하정보의 표현은 일반적으로 영상의 객체에 대한 레이어 정보의 형태로 표현되며 이와 관련된 연구로는 Horry의 TIP[7] MIT의 Photo Editing[9], Compaq Cambridge Research Lab의 Depth Painting[8], Washington 대학의 Single View Modeling[11], CMU의 Automatic photo pop-up [6] 등이 있다.

레이어로 표현된 영상에 관련된 이전 2.4의 대부분은 레이어 영상의 효과적인 렌더링 기법에 관한 것 (e.g., [4,5])과 다중 영상으로부터 레이어 추출[10] 등에 관한 것이었다. 단일 영상으로부터 3차원의 효과를 생성하기 위한 연구로 시도된 최초의 연구는 TIP(Tour into the picture) System[7]이다. TIP 시스템은 하나의 소실점을 기준으로 영상을 기하구조로 모델링하기 때문에 일반적인 장면에 대하여 적용하기 힘들다는 단점이 있다. 한편 S.B. Kang의 Depth Painting System[8]은 수작업 도구를 사용하여 영상으로부터 객체를 분리하고 분리된 객체들을 몇 가지 유형의 깊이 부과 기능을 활용하여 사용자가 직접 깊이 정보를 부과하는 방식을 통해 깊이 정보를 생성하였다. MIT의 Photo Editing System[9]은 레이어 기반의 데이터 표현을 통해 각 객체를 표현하는 동시에, 레이어로 표현된 각 객체에 대한 세부적인 모델링을 위한 기법을 제공하고 있다. Washington대학의 Single View Modeling [11]은 Free-form 객체에 대한 손쉬운 모델링 기법으로 임의의 제약조건에 대한 최적화 기법을 사용하여 객체의 모델링을 수행하였다. 최근의 연구로서 CMU의 Automatic photo pop-up [6]은 과거 수작업에 의존하였던 객체 분할 방법을 학습이론을 도입하여 자동화하여 단일 영상 기반 모델링 기법에 있어 최초의 자동화 기법을 제시하였다.

2.2 3차원 모델링 정보를 이용한 생성 방법

기존의 3차원 모델링 도구를 이용하여 3차원 입체 영상을 생성할 때 가장 일반적으로 사용되는 방법은 2대의 가상 카메라를 이용하는 것이다. 즉, 모델링된 영상에 양안의 카메라 간격을 65mm로 생성한 후 사용자가 인위적으로 주시거리와 주시각을 조절하여 각각의 카메라 시점 영상을 렌더링한 후 좌, 우 영상을 얻는다. 이렇게 얻어진 좌, 우 영상은 영상편집 도구를 통해 정합하여 최종적으로 3차원 입체 영상을 생성한다. 이러한 방법을 통해 최근 많은 방법들이 Autodesk MAX®나 Autodesk MAYA®의 Plug-in과 Script 형태로 개발되고 있다.

VREX사에서 Autodesk MAX®의 Plug-in 형태로 개발한 DepthCam[15]과 HABWare사의 XidMary [16]가 있었다. 이 방법들은 양안의 카메라를 생성하고 카메라의 간격을 조절한 후 렌더링을 통해 입체 영상을 생성한다. 하지만 생성된 입체 영상의 시차가 맞지 않아 자연스러운 입체감을 느끼지 못하는 단점이 있다. 그리고 기존의 방법들과 다르게 Autodesk MAX®의 Script 형태로 개발된 Stereographer Max [17]는 하나의 인터페이스에서 카메라 생성과 렌더링이 가능하여 손쉽게 입체 영상을 생성한다. 하지만 좌, 우 시점의 카메라 영상을 정합한 입체 영상을 미리 보기 형식으로 제공하지 않아 입체 영상 생성에 어려움이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 최근에 SPATIAL VIEW사에서 SVI MaxPlug-in [18]를 출시하였다. 기존의 방법들과 다르게 렌더링하기 전에 미리보기기능을 통해 확인 할 수 있다. 하지만 한 장면에 대해서만 미리보기 기능을 제공하여 연속된 영상에서는 확인하지 못하는 단점이 있다. 이와 같이 기존의 입체 영상 생성 방법들은 다양한 형태로 개발되어 사용자에게 사용이 되고 있다. 하지만 사용자 마다 느끼는 입체정도가 다르기 때문에 입체 영상 생성 시 렌더링을 통해 확인할 수밖에 없다. 즉, 입체감이 높은 영상을 생성하기 위해 반복적인 양안의 카메라 간격 설정과 렌더링 작업 과정이 필요하다. 본 논문에서는 실시간 미리보기 기능을 통해 기존의 방법들의 한계점을 극복한다.

2.3 기존의 3차원 입체 영상 저작 도구 방법

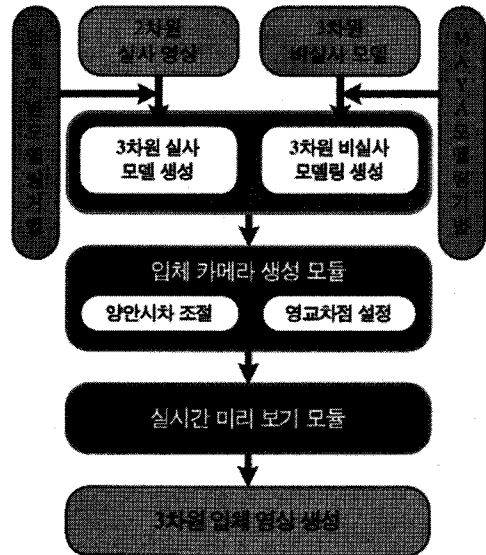
기존의 입체영상 생성을 위한 저작도구로는 대표적으로 DDD사의 TriDef[19]와 Mercury사의 Amira [20]가 있다. 단일 영상 기반의 입체영상 저작 도구인 DDD사의 제품(TriDef Photo Transformer)의 경우 색상을 기반으로 한 간단한 객체 추출 및 Depth painting을 통한 깊이 정보 부과의 기능을 사용하고 있다. 그러나 추출된 깊이 정보는 비교적 단순한 사물에 대해서만 적용이 가능하며 부과된 깊이가 정보는 객체간의 기하학적 관계에 대한 고려가 전혀 없다. 입체 비디오 생성 저작도구의 경우는 전통적인 SFM (Structure from Motion) 기법을 기반을 둔 저작도구(Amira)[20]와 실시간 깊이 정보 추정을 통한 저작도구(TriDef Movies)[19]로 나눌 수 있다. 그러나 두 가지 제품 모두 실제 상업화는 되어있으나 이를 통해 생성된 입체 영상의 품질이 매우 낮아 실질적으로 사용되기에는 많은 어려움을 지니고 있다. 왜냐하면 기존의 저작도구는 사용자가 입체 영상을 확인하는 단계에서 실시간으로 확인하지 못하여 입체 정도를 자연스럽게 설정하기가 힘들기 때문이다. 그러한 한계점을 극복하기 위해 본 논문에서는 입체 모니터[23]를 사용한다. 즉, 입체 정도를 확인하는 요소인 영교차점과 양안시차에 대한 조절을 편광필터 안경을 착용한 후 입체 모니터를 통해 실시간으로 확인한다.

3. 3차원 입체 콘텐츠 통합 저작 시스템

3.1 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 통합 저작 시스템 흐름도는 그림 1과 같다. 입력 영상의 형식에 따라 크게 2가지 모듈로 나뉜다. 먼저 2차원 실사 영상을 이용한 저작 모듈은 Adobe Photoshop®을 이용한 전처리 과정, 영상 기반 모델링 기법을 이용한 3차원 모델 생성 과정으로 구성된다. 3차원 비실사 영상인 모델링 정보를 이용한 저작 모듈은 Autodesk Maya®에서 진행되며 모델링 정보에 3차원 입체 카메라 생성 과정으로 구성된다. 각 모듈에서 생성된 입체 카메라의 양안시차와 영교차점을 설정하여 실시간으로 대화식 미리보기 기능을 통해 입체 정도를 확인한 후 최종적인 3차원 입체 영상을 생성

한다.



<그림1> 통합 저작 시스템 흐름도

3.2 3차원 모델 생성

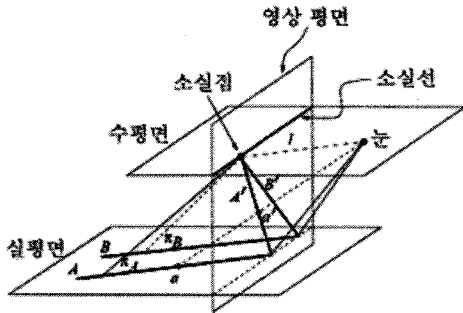
3차원 입체 영상을 생성하기 위해 3차원의 모델을 생성하여야 한다. 일반적인 3차원 모델링 경우에는 쉽게 사용자가 3차원 모델링 도구를 이용하여 생성하고 수정할 수 있지만 2차원 실사 영상 같은 경우에는 3차원 모델을 생성하는 것이 어렵다. 따라서 본 논문에서는 영상 기반 모델링 기법을 통해 2차원 영상으로부터 3차원 모델을 생성한다.

3.2.1 영상 전처리 과정

입력된 영상의 배경과 물체를 분리하고 홀 채우기를 위해 Adobe Photoshop®의 편집 기능을 이용한다. 이러한 기능은 사용자가 직관적으로 주위에 있는 영상 정보를 복사하여 사용하기 때문에 기존의 보간법이나 영상 처리 기법 보다 손쉽게 영상의 홀을 채울 수 있다는 장점을 가지고 있다. 전처리 과정을 통해 분리된 영상은 Adobe Photoshop®의 레이어 데이터 형태로 저장되어 사용된다. 이때 레이어로 저장된 데이터를 사용하기 때문에 다른 중간 단계를 거치지 않고 레이어의 정보 값을 직접 사용하여 작업의 효율을 높인다.

3.2.2 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 위해서 사용한 방법은 비교적 간단하면서도 쉽게 사용할 수 있는 Pyo가 제안한 방법[13]을 사용한다. 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 설정한다.

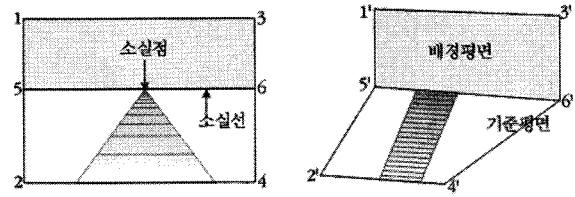


<그림 2> 소실점과 소실선의 기하 이론.

먼저 지평선을 추출하기 위해서는 소실점과 소실선의 기하 이론(그림2)을 이용한다. 실평면 상에는 무수히 많은 평행선이 존재할 수 있으므로, 이들로 부터 무수히 많은 소실점이 정의된다. 이러한 실평면 내의 평행선으로부터 정의되는 소실점의 집합은 언제나 하나의 직선을 이루며 이 직선을 소실선 (Vanishing Line)이라 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.

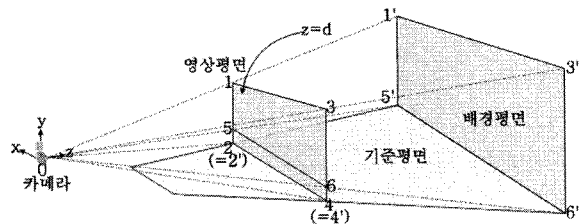
이러한 정보를 통해 배경 모델의 3차원 좌표값을 설정하게 된다. 그림 3(a)와 같이 2차원 영상에서 점 1~4는 영상의 4개 꼭짓점에 해당하는 점이고 점 5와 6은 지평선과 영상 경계와의 교차점이다.

배경 모델은 3차원 모델(그림 3(b))과 같이 배경 평면과 기준 평면으로 두 개의 평면으로 나타난다.



(a) 2차원 영상 (b) 3차원 모델
<그림 3> 3차원 모델 생성.

3차원 배경 모델을 생성하기 위해서는 배경 모델 내 각 점들의 3차원 좌표값을 계산한다. 먼저 계산을 쉽게 하기 위해 그림 4와 같이 카메라는 원점에 위치시키고 시선 방향은 z 를 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 x 와 y 좌표값을 나타낸다.



<그림 4> 배경 모델의 3차원 좌표 설정.

그리고 각 점들의 좌표값을 이용하여 모델의 구성 및 연산의 효율을 높이기 위해 호모지니어스 좌표계(Homogeneous Coordinate)를 사용하여 표현한다. 이때 x_L 와 x_R 로 각각 이미지의 왼쪽 경계와 오른쪽 경계의 x 좌표를 표현하며, 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 수식1과 같이 정의된다.

$$\pi_1 x_1 + \pi_2 x_2 + \pi_3 x_3 + \pi_4 x_4 = 0 \quad (1)$$

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 2와 같이 구할 수 있다.

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

$$\pi_3 = \begin{vmatrix} q_1 & q_2 & q_4 \\ r_1 & r_2 & r_4 \\ s_1 & s_2 & s_4 \end{vmatrix}, \quad \pi_4 = - \begin{vmatrix} q_1 & q_2 & q_3 \\ r_1 & r_2 & r_3 \\ s_1 & s_2 & s_3 \end{vmatrix} \quad (2)$$

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

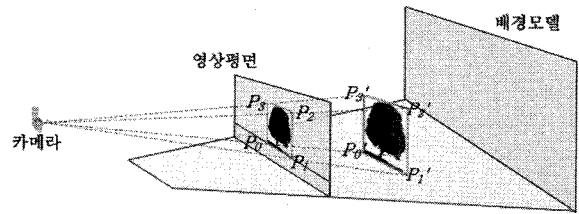
3.2.3 전경 물체의 깊이 정보 추출

배경 모델의 3차원 좌표값을 설정한 후 전경 물체의 3차원 좌표값을 결정하기 위해서 각각의 레이아웃 형태로 저장된 데이터를 간단한 다각형으로 표현한다. 그리고 카메라와 전경 물체를 나타내는 다각형의 각 꼭지점을 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 3과 같다.

$$\vec{p} = (\vec{q} \cdot \vec{\pi}^T) \vec{r} - (\vec{r} \cdot \vec{\pi}^T) \vec{q} \quad (3)$$

이러한 방법은 전경 물체를 구성하는 점들 중 직접 지면에 붙여지는 점들과 지면 사이에서만 이루어진다. 보통 전경 물체는 여러 개의 점들로 구성

된 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 3차원 좌표값을 반영하여 그림 5와 같이 배경 모델의 한 면에 수직으로 나타난다.



<그림 5> 전경 물체의 3차원 좌표설정.

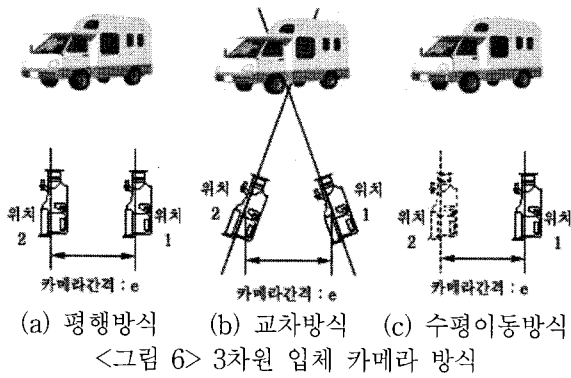
3차원 좌표값이 결정된 전경 물체는 3차원 배경 모델에 단면의 다각형으로 표현이 되기 때문에 본 논문에서는 전경 물체에 깊이 정보를 부여하기 위해 사용자 정의에 의한 방법[12, 14]과 템플릿 형태를 이용한 방법[14]을 사용한다.

3.3 입체 카메라 생성

3차원 영상의 획득이라 함은 사람의 양안시차에 관한 원리를 말한다. 즉, 인간은 두 눈을 통해 영상의 입체감·깊이감을 느끼듯이 카메라 두 대를 사용하여 좌측 카메라로 획득한 영상은 좌측 눈에, 우측 카메라로 획득한 영상은 우측 눈에 보여주는 것이다.

양안 입체영상의 품질은 인간의 시각 기능과 최대한 가까운 조건으로 설정 되었을 때 인간이 보는 듯한 현장감이 있는 양질의 3차원 입체 영상을 획득 할 수 있다. 인간의 두 눈의 기능과 가까운 양안 입체 영상 획득을 위해서는 양안 입체 영상 카메라가 필요하다.

일반적으로 좌, 우 영상을 획득하는 양안 입체 카메라는 두 대의 카메라와 카메라의 거리 조절에 따라 크게 세 가지로 평행방식(Parallel Camera)과 교차방식(Toed-in Camera), 그리고 수평이동방식(Horizontal-moving Camera)으로 나눌 수 있다. 그



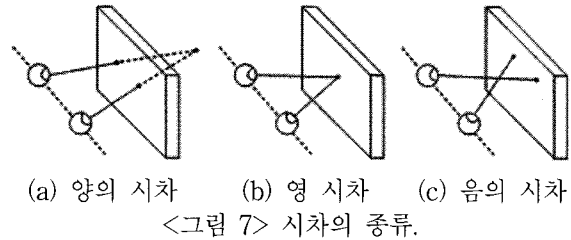
림 6은 3차원 입체 영상을 생성하기 위해 카메라를 사용하여 영상을 획득하는 세 가지 방법이다. 양안 입체영상 획득 방식 중 가장 단순한 형태로 그림 6(a)에 나타난 것과 같이 피사체에 대해 평행하게 일정간격을 고정시킨 후, 좌·우 영상을 획득하는 방식이다. 그림6(b)는 양안 입체 영상 획득 방식 중 가장 많이 사용되는 방식으로 피사체의 거리 이동에 따른 양안시차의 조절을 위해 좌·우 카메라의 광축을 회전시키는 방식이다. 수평이동방식은 평행방식이나 교차방식에서 두 대의 카메라를 이용해 좌·우 영상을 동시에 획득하는 것과는 달리 그림6(c)과 같이 한 대의 카메라를 이용해 좌측 혹은 우측 영상을 획득한 후, 카메라를 수평으로 이동시켜 반대쪽 영상을 순차적으로 획득한다. 이때 이동거리를 선정함으로써 양안을 얻게 되는데 보통 이동거리는 동공간격(65mm)으로 하고 있다.

본 논문에서는 다양한 입체 카메라 생성 방법 중에서 사람의 눈과 흡사한 방식인 교차식 방식(그림 6(b))을 주로 사용한다. 이 방식은 카메라 광축 간격의 거리를 조절함으로써 사용자가 입체감이 가장 높은 거리를 설정하는 방식으로 피사체의 이동에 따른 시차변화의 보정이 가능하다는 장점을 가지고 있기 때문이다.

3.4 실시간 대화식 미리보기

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

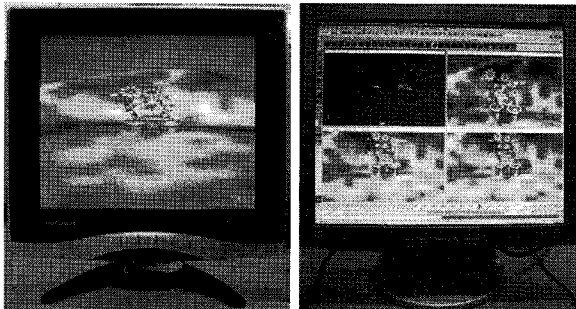
위치에 따라 입체감이 달라진다. 영 교차점은 그 위치에 따라 양의 시차, 영 시차, 음의 시차가 있다. 양의 시차(그림 7(a))는 영 교차점이 영상의 뒤에 위치해서 사물이 영상 뒤에 맺히며 영 시차(그림 7(b))는 영상과 같은 위치에, 음의 시차(그림 7(c))는 영상의 앞에 사물이 보이게 된다.



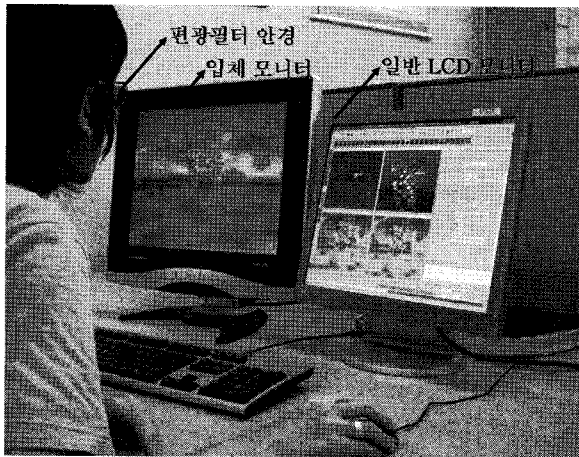
이렇듯 3차원 입체 영상을 생성하기 위해서는 양안 시차와 영 교차점은 중요한 요소들이다. 따라서 양안 시차와 영 교차점을 적절히 조절함으로써 각각의 3차원 입체 콘텐츠 제작을 위한 각 장면들의 입체 영상을 생성한다. 양안 시차와 영 교차점을 설정하는 것은 사람마다 느끼는 입체감이 다르기 때문에 설정하기가 어렵다. 왜냐하면 양안 시차와 영 교차점을 조절하여 사용자로 하여금 몰입감이 높은 결과물로 인식되기까지는 반복적이고 많은 시간이 필요하다. 그리고 기존의 방법들은 실시간으로 양안 시차와 영 교차점을 조절하면서 확인할 수 있는 방법을 제공하지 않고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 사용자가 직관적으로 각 장면들의 양안 시차와 영 교차점을 실시간으로 조절하여 입체 영상의 입체정도를 확인할 수 있도록 대화식 입체 영상 미리 보기 기능을 제안한다. 실제로 사용자가 높은 몰입감을 느낄 수 있는 입체 영상 시점을 결정하기 위해 편광 필터 안경을 착용한 상태에서 입체 모니터를 통해 실시간으로 카메라의 양안 시차와 영 교차점을 조절하고 입체정도를 확인하면서 사용자가 느낄 수 있는 가장 적절한 입체감을 결정한 후 3차원 입체 영상을 생성한다.

이때 사용자의 작업 환경에 따라 전체 또는 부분 화면으로 3차원 입체 시점을 확인할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 전체 화면으로 3차원 입체 시점을 확인하는 방법과 부분적인 영역으로 확인할 수

있는 방법을 제안함으로써 보다 효율적인 입체영상 제작이 가능하다. 먼저 사용자가 듀얼 모니터를 사용하는 경우 입체 모니터(그림 8(a))를 전체 3차원 입체 시점으로 설정하고 일반 LCD 모니터(그림 8(b))에서 카메라의 간격과 영교차점을 조절하여 쉽게 3차원 입체 영상의 입체 정도를 편광 필터 안경을 착용하여 실시간(그림 8(c))으로 확인하고 제작할 수 있다.



(a) 입체 모니터 (b) 일반 LCD 모니터



(c) 실시간 미리보기 환경
<그림 8> 실시간 대화식 미리보기.

그리고 사용자가 하나의 입체모니터를 사용하여 작업하는 경우 3차원 입체 영상 정합의 카메라 간격 및 영교차점을 직관적으로 확인할 수 있도록 작업 모듈에서 특정 영역만을 정합하여 효율적인 미리보기 작업이 가능하다. 이때 보통 SCA, SDA 클럭과 데이터로 이루어진 두 개의 채널을 통하여 DDC통신을 하게 되는데 부분 3차원 시점 정합을 하기 위해서는 FPGA에 세팅된 레지스트의 값을 변경한 후 그 FPGA에 세팅된 값을 스케일러가 모

니터 화면에 표현하게 된다.

3.5 3차원 입체 콘텐츠 생성

사용자가 미리보기 기능을 통해 영교차점과 양안 시차를 설정하여 최종적인 입체 영상을 생성하게 된다. 이때 3차원 입체 영상의 형식은 크게 Interlaced 방식, Anaglyph 방식, Left/Right 방식, Top/Down 방식으로 나뉘게 된다.

먼저 심리적 요인 중 중첩을 이용한 인터레이스(Interlaced)방식은 필드 순차 또는 렌티큘라 방식에서, 3차원 입체 영상을 이루는 두 이미지를 잘게 분할한 뒤 조각들을 번갈아 배치하여 섞어서 생성한 영상이다. 색안경(Anaglyph)방식은 좌, 우 영상에 해당하는 영상을 양안에 각기 따로 볼 수 있도록 투과 파장 영역을 공통으로 갖지 않는 보색에 가까운 Red나 Blue 또는 Red나 Green으로 제작된 간단한 안경을 사용하는데 가장 간단한 예로 좌측 눈을 통해서 빨간색 색안경을 보게 되면 붉은 색을 흰색과 구분하지 못하게 되고 우측 눈을 통해 파란색 색안경을 통해서 보게 되면 파란색을 흰색과 구분하지 못하게 된다. 이 원리를 이용한 것이 Anaglyph방식이다. Left/Right 방식은 Left, Right 영상을 각각의 영상으로 생성하는 방법도 있지만, 간단하게 입체 모니터에서 영상을 정합함으로써 입체 영상을 쉽게 볼 수 있다. 그리고 Top/Down 방식은 Left/Right 방식과 비슷하지만 영상을 상/하로 생성하여 입체 모니터에서 정합과정을 통해 입체 영상을 볼 수 있다.

4. 실험 결과 및 고찰

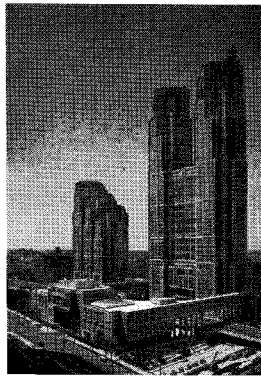
본 논문에서의 실험은 펜티엄4 3GHz, 1GB 램 시스템에서 실험하였다. 2차원 실사 영상일 때 Adobe Photoshop® CS2 버전을 이용하여 실험하였으며 3차원 모델링 영상일 경우에는 3차원 모델링 도구인 Autodesk Maya®를 이용하여 모델링한 후 실험하였다.

그림 9는 2차원 실사 영상을 이용한 입체 영상을 생성하는 과정이다. 먼저 Adobe Photoshop®의 2차원 영상 편집 기능을 이용하여 배경과 물체를 분리

하고 홀을 채우는 전처리 과정을 하였다. 이때, Adobe Photoshop®의 외곽선 추출 기능인 Lasso Tool과 Magic Wand Tool을 사용(그림 9(a))하고 Clone Stamp Tool을 사용하여 홀을 채웠다(그림 9(b)). 입체 영상 생성 Plug-in에서는 분리된 영상을 레이어 데이터(그림 9(c))로 불러들여 3차원 배

경 모델을 생성(그림 9(d))하고 각각의 전경 물체의 깊이 정보값을 적용하여 3차원 모델을 생성(그림 9(e))하였다. 이렇게 3차원 모델을 이용하여 인간의 눈과 같은 좌/우 시점을 생성(그림 9(f))한 후 시점 영상을 정합(그림 9(g))하기위해 파버나인[23]의 입체 모니터를 사용하였다. 이 모니터는 여러 형태의 영상을 입체 영상으로 보여주는 기능을 한다. 입체 영상으로 생성한 영상은 편광 필터 안경을 착용하여 실시간으로 확인하였다. 이때, 사용자가 느끼는 최대의 입체감을 얻기 위해 양안 시차와 영교차점을 설정한다.

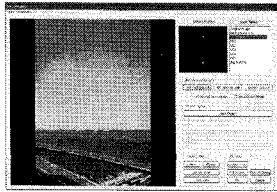
비 실사 영상을 이용하여 입체 영상을 생성하는 과정은 기존에 모델링된 정보에 입체 카메라를 생성한다. 사용자가 목적에 맞게 카메라를 생성한 후 생성된 카메라의 시점을 렌더링 함으로써 최종적인 입체 영상을 얻는다. 그림 10과 같이 3차원 모델링 정보를 이용하여 양안의 입체 카메라를 생성한 후 3차원 입체 영상 시점을 확인 할 수 있다.



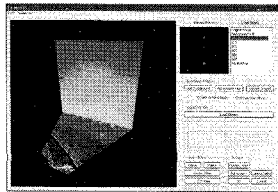
(a) 영상분리



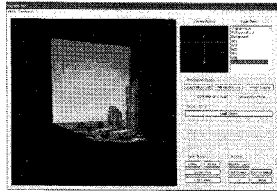
(b) 홀 채우기



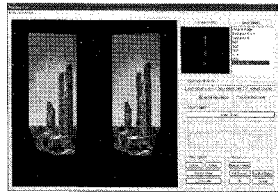
(c) 레이어 불러오기



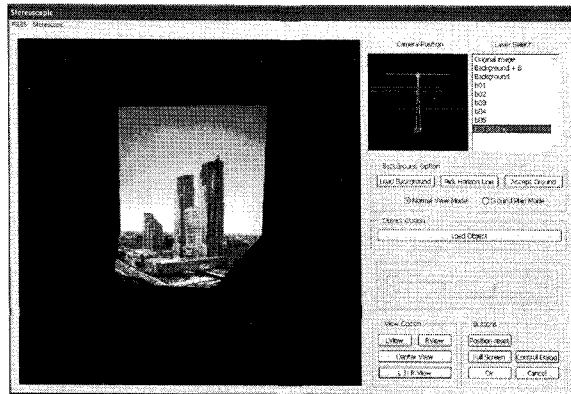
(d) 지면 설정



(e) 3차원 모델 생성

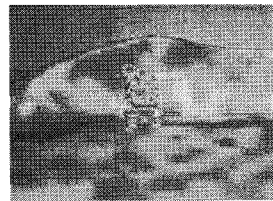


(f) 좌, 우 영상 생성

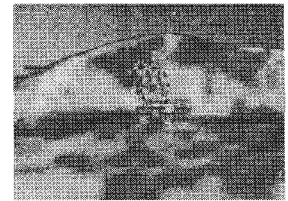


(g) 입체 영상 생성

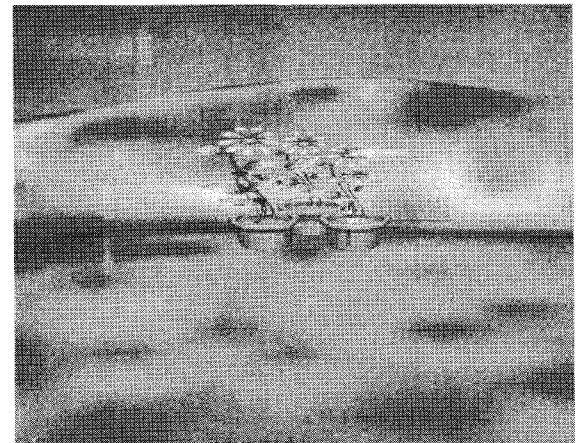
<그림 9> 실사 영상을 이용한 결과.



(a) 좌측 카메라 시점



(b) 우측 카메라 시점



(c) 3차원 입체 시점

<그림 10> 3차원 모델링 정보를 이용한 결과.

5. 결 론

본 논문에서는 2차원 실사 영상 또는 3차원 모델 정보인 비 실사 영상을 이용하여 양안의 영상을 생성하여 3차원 입체 영상을 생성하는 통합형 저작 시스템을 개발하였다. 기존의 3차원 입체 저작도구는 영상의 전처리에서 많은 시간이 소모되었고 자연스러운 3차원 입체 영상 생성을 위해 반복적인 처리과정이 필요하였다. 이러한 단점을 해결하기 위해 실시간 대화식 3차원 입체 영상 미리 보기 기능을 통해 사용자가 느낄 수 있는 최대 입체감을 제공하면서 원하는 다양한 3차원 입체 영상을 손쉽게 생성할 수 있다. 이때 입체 모니터와 편광 필터 안경을 사용하여 손쉽게 결과를 3차원 입체 영상 화면으로 볼 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] S. Battiato, A. Sapra, S. Curti, M. La Cascia, "3D Stereoscopic Image Pairs by Depth-Map Generation," Proc. of the 2nd International Symposium on 3D Data Processing, Visualization, and Transmission, pp.124-131, 2004.
- [2] L. Zhang, W. James Tam, "Stereoscopic Image Generation Based On Depth Images," International Conference on Image Processing, pp. 24-27, 2004.
- [3] L. Zhang, W. James Tam, "Stereoscopic Image Generation Based On Depth Images for 3D TV," IEEE Trans. on Broadcasting, Vol.51(2), pp. 191- 199, 2005.
- [4] M. F. Cohen, S. J. Gortler, L. He, "Rendering layered depth images," Tech. Report, Microsoft Research, 1997.
- [5] J. Shade, S. Gortler, L. He, R. Szeliski, "Layered depth images," ACM SIGGRAPH, pp. 231-242, 1998.
- [6] D. Hoiem, A. A. Efros, M. Hebert, "Automatic Photo Pop-up," ACM SIGGRAPH, 2005.
- [7] 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, pp. 225-232, 1997.
- [8] S.B. Kang, "Depth Painting for Image-based Rendering Applications," Tech. Report, CRL, Compaq Cambridge Research Lab, 1998.
- [9] B. Oh, M. Chen, F. Durand, and J. Dorsey, "Image-based modeling and photo editing," In Proc. of SIGGRAPH, pp. 433-442, 2001.
- [10] E. A. Adelson and J. Y. A. Wang, "Representing moving images with layers," IEEE Trans. on PAMI, 3(5), pp. 625-638, 1994.
- [11] L. Zhang, G. Dugas-Phocion, J-S. Samson, and S. M. Seitz, "Single View Modeling of Free-Form Scenes," Journal of Visualization and Computer Animation, vol. 13, no. 4, pp. 225-235, 2002.
- [12] S.-Y. Lee, G. Wolberg and S.Y. Shin, "Scattered data interpolation with multilevel B-splines," IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, pp. 228-244, 1997.
- [13] 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, pp. 132-141, 2001.
- [14] C. O. Yun, S. H. Han, T. S. Yun and D. H. Lee, "Development of Stereoscopic image editing tool using Image-Based Modeling," Proceedings of 2006 International Conference on Computer Graphics & Virtual Reality (CGVR'06), pp. 42-48, 2006.
- [15] <http://www.vrex.com>
- [16] <http://www.habware.at/ente.htm>
- [17] <http://www.burningpixel.com>
- [18] <http://www.spatialview.com>
- [19] <http://www.ddd.com>
- [20] <http://www.tgs.com>
- [21] <http://www.adobe.com>

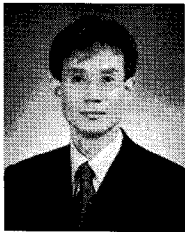
[22] <http://www.autodesk.com>

[23] <http://www.3dview.co.kr>



윤 창 옥 (Chang Ok Yun)

- 정회원
- 2005년 2월 : 동서대학교 산업공학과 (공학사)
- 2007년 2월 : 동서대학교 유비쿼터스네트워크학과 (공학석사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 동서대학교 영상콘텐츠학과 박사과정
- 관심분야 : Stereo Vision, 가상현실, 영상 기반 모델링 및 렌더링



윤 태 수 (Tae Soo Yun)

- 정회원
- 1991년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
- 1993년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2001년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 동서대학교 디지털 콘텐츠학과 부교수
- 관심분야 : Machine Vision, 멀티미디어, 게임 개발



이 동 훈 (Dong Hoon Lee)

- 정회원
- 1999년 2월 : 동서대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
- 2001년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 2004년 3월 ~ 현재 : 동서대학교 디지털 콘텐츠학과 전임강사
- 관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 3D Vision, 가상현실, 영상기반 모델링 및 렌더링