

# 영상 기반 모델링 기법을 이용한 입체 영상 저작도구 개발

한상헌<sup>1</sup>, 윤창옥<sup>1</sup>, 박현우<sup>2</sup>, 김정훈<sup>1</sup>, 이영보<sup>1</sup>, 이동훈<sup>3</sup>, 윤태수<sup>3</sup>  
동서대학교 소프트웨어 전문 대학원<sup>1</sup>, 유비쿼터스 컴퓨터그래픽스응용  
지역기술혁신센터<sup>2</sup>, 디지털 콘텐츠 학부<sup>3</sup>  
alpha8151@gmail.com, {airkiti<sup>1</sup>, schark<sup>2</sup>, spice<sup>1</sup>, young\_04861<sup>1</sup>}@nate.com, {dhl<sup>3</sup>,  
tsyun<sup>3</sup>}@dongseo.ac.kr

## Development of Stereoscopic image editing tool using Image-based Modeling

Sang Heon Han<sup>1</sup>, Chang Ok Yun<sup>1</sup>, Hyun Woo Park<sup>2</sup>, Jung Hoon Kim<sup>1</sup>, Young Bo  
Lee<sup>1</sup>, Dong Hoon Lee<sup>3</sup>, Tae Soo Yun<sup>3</sup>  
Graduate School of Software<sup>1</sup>, UCGA for TIC<sup>2</sup>, Div. of Digital Contents<sup>3</sup>, Dongseo  
University<sup>1 2 3</sup>

### 요약

몰입도가 높은 가상화 기법 중 하나인 입체 영상은 차세대 미디어의 표준으로 최근 크게 주목 받고 있다. 그러나 일반 2 차원 영상과는 달리 입체 영상은 3 차원의 기하정보가 존재해야만 영상을 생성하는 것이 가능하다. 따라서 3 차원의 기하정보가 존재하지 않는 2 차원 영상을 이용한 입체 영상의 저작은 매우 어려운 문제이다. 본 논문은 영상 기반 모델링 기법을 활용하여 단안 영상으로부터 입체 영상을 생성하기 위한 입체 영상 저작 도구를 제안한다. 이를 위해 입력된 영상에서 사영 기하 정보를 사용하여 깊이 정보를 추론함으로써 3 차원 환경을 구성하는 전역 깊이 정보 추출 방법과 영상 내에 존재하는 사물의 정확한 깊이 정보로 수정하기 위한 부분 깊이 정보 수정 방법을 제안한다. 또한, 추출한 깊이 정보로부터 몰입감이 높은 입체 영상의 시점을 결정하기 위한 대화식 입체 영상 미리 보기 기능을 제안한다. 본 논문에서 제안한 기법은 2 차원 영상 저작 도구인 포토샵의 플러그인으로 구현함으로써 범용성을 높였다.

Keyword : Stereoscopic image, Vanishing Point/Line, Depth image, Image-based Modeling

### 1. 서론

본 논문에서는 단안 영상으로부터 입체 영상을 손쉽게 생성하기 위하여 영상 기반 모델링 기법을 활용한 입체 영상 저작 도구를 제안한다. 단안 영상을 통해 3 차원의 입체 영상을 생성하기 위한 관련 연구로는 암묵적인 사영 기하 정보인 소실선 (Vanishing Line), 소실점 (Vanishing Point)을 사용하는 방법[1], 2 차원 영상에 존재하는 사물중에서 3 차원의 기하정보를 가진 사물과 합성하는 방법 [6], 2 차원 영상에서 운동 시차를 이용하여 서로 다른 원근 깊이를 갖는 입체 영상을 실시간으로 생성하는 방법[3], 2 차원의 영상에서 각 사물의 외곽선에 존재하는 불규칙한 깊이 정보의 변화를

부드럽게 하는 비대칭 필터를 사용하여 깊이 정보 값을 추출한 후 입체 영상을 생성하는 방법[15], 여러 장의 2 차원 영상에 대한 변형을 계산하고 또 다른 시차를 사용자가 임의로 설정하여 3 차원 영상을 자동으로 생성하는 방법[13]등의 다양한 연구가 있다.

이전 연구들은 2 차원의 영상에서 부분적인 3 차원 정보를 얻거나 사용자가 임의로 영상을 수정함으로써 3 차원 상에서 새로운 시점의 영상을 얻는다. 이러한 작업은 2 차원의 영상을 처리하는 단계에서 배경과 사물의 분리(Segmentation), 홀 채우기(Hole Filling)등의 영상 처리 과정에서 많은 시간이 소요되는 문제점이 발생한다.

본 논문에서는 이전 연구들의 문제점을 개선하기 위해 사용자가 단안 영상에서 손쉽게 3 차원의 기하정보를 찾아 수정함으로써 입체 영상을 생성할 수 있는 입체 영상 저작 도구의 개발을 목적으로 한다. 이를 통해 사용자는 영상내에 존재하는 다양한 기하 정보들을 추론하여 사용하기 용이한 형태로 가져 올 수 있다. 또, 입체 영상을 생성하는 과정의 편의성을 제공하기 위해 영상 편집 도구로 포토샵을 사용한다. 포토샵은 현재 가장 보편적으로 사용되는 영상 편집 도구로써 새로운 영상 편집 방식을 제공하는 것보다 사용자에게 높은 범용성을 제공받게 한다. 또한, 본 논문에서는 이러한 범용성을 더욱 높이기 위해 포토샵에서 모든 작업을 처리할 수 있도록 포토샵 플러그인 형태로 저작 도구를 개발한다.

영상 처리 과정을 거쳐 생성된 새로운 영상은 최종단계에서 입체 영상으로 보여지는데 간혹 입체 영상 화면이 몰입도가 현저히 낮거나 입체 영상의 몰입도를 결정하는 몇 가지 요소들을 변경해야 하는 경우가 생긴다. 본 논문에서는 입체 영상의 몰입감을 높이기 위한 방법으로 사용자가 직접 입체 영상 모니터에서 편광 필터 안경을 착용하여 양안 시차(Disparity), 영 교차점(Zero Crossing Point)을 조절하여 몰입감이 높은 입체 영상의 시점을 결정할 수 있도록 대화식 입체 영상 미리 보기 기능을 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서 전체 시스템 개요에 대해서, 3 장에서 2 차원 영상을 통해 전역 깊이 정보를 추출하는 방법을, 4 장에서 영상과 분리된 사물들의 깊이 정보를 추출하는 방법에 대해서 설명한다. 5 장에서는 3, 4 장에서 얻어진 깊이 정보를 사용하여 3 차원의 입체 영상으로 생성하는 방법에 대해서 설명한다. 6 장에서는 구현 및 실험 결과를 설명하고, 마지막으로 7 장에서는 결론 및 향후 연구에 대해서 설명한다.

## 2. 시스템 개요

본 논문에서 제안하는 시스템의 전체적인 흐름은 그림 1 과 같다. 포토샵에서 진행되는 모든 작업은 크게 전처리, 영상 기반 모델링, 입체 영상 시점

조절로 구성된다. 전처리 단계에서는 영상에 있는 각각의 데이터들을 레이어로 저장하고, 영상 기반 모델링 단계에서는 영상을 모델링하기 위한 전반적인 작업을 진행한다. 마지막으로 입체 영상 시점 조절을 통해 몰입감이 높은 입체 영상의 시점을 결정한다.

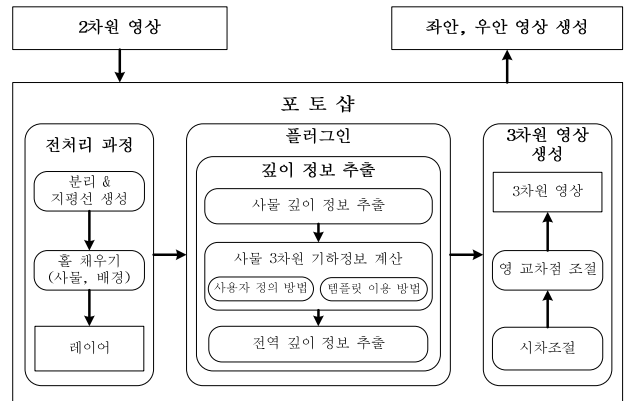


그림 1. 시스템 흐름도.

## 3. 전역 깊이 정보 추출

입력된 한 장의 영상에서 영상 내에 존재하는 사영 기하 정보를 사용하여 전역적인 깊이 정보를 추출한다. 영상의 전역 깊이 정보 추출은 크게 2 단계로 나누어 진다.

먼저 분리된 사물이 세워지는 영역을 지정하기 위해서는 영상의 지평선을 찾아야 한다. 지평선은 그림 2 와 같이 소실선, 소실점등을 사용하여 쉽게 찾아낸다.

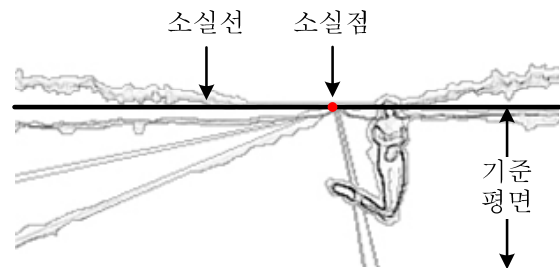


그림 2. 소실점을 이용한 지평선 구하기.

다음 단계는, 영상 기반 모델링 기법을 적용하기 위해서 깊이 값을 연산한다. 깊이 값은 그림 3 에서 보여지는 공간에 각 사물들의 입체감과 지면에서 세워지는 정확한 좌표를 알아낼 수 있는 중

요한 값이다. 앞서 찾아낸 지평선을 기준으로 위를 하늘, 아래를 지면으로 설정하고 하늘은 무한대의 위치로 가정한다. 지면에는 깊이 정보 값을 설정한 후 픽셀 데이터를 변환하여 x, y, z 값으로 지정하여 전역 깊이 정보 값을 추출한다.

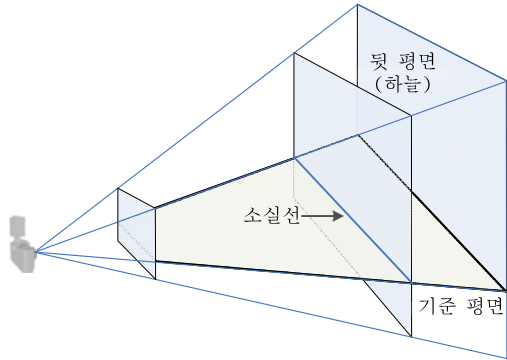


그림 3. 지평선을 이용한 지면 설정.

#### 4. 사물의 깊이 정보 수정

이전 작업들은 한 장의 영상을 배경과 각각의 사물들로 분리 한 후 영상 내에 존재하는 사물들의 위치 정보를 사용하여 깊이 정보를 추출하게 된다. 영상에서 분리된 각 사물들의 깊이 정보는 단순한 평면 형태를 나타내므로 실제 사물을 표현하기 위해서는 보다 정확한 깊이 정보로 수정하기 위한 방법이 필요하다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 장에서는 다음 방법들을 사용한다.

일반적으로 이러한 문제를 해결하기 위해서 사용되는 방법은 깊이 값이 적용된 기본 도형들을 이용하여 영상에 존재하는 비슷한 형태의 사물에 적용하는 방법[9], 영상에 똑같은 깊이 값을 적용하여 사용자가 직접 영상에서 깊이 값을 추론하여 깊이 정보를 수정하는 방법[14] 등이 있다.

본 논문에서는 기존의 해결 방법에서 사용하던 구조를 메쉬 구조로 변경하여 적용하는 방법과 그 기능을 확장한 템플릿 적용 방법을 사용하여 사물의 깊이 정보를 수정하는 다음 방법들을 사용한다.

먼저 복잡하고 불규칙적인 형태의 사물에 대해 사용자가 임의로 깊이 정보를 수정하는 사용자 정의에 의한 깊이 정보 수정 방법과 단순하고 규칙적인 형태의 사물에 미리 만들어진 깊이 정보들을 적용하여 깊이 정보를 수정하는 템플릿 적용 깊이 수정 방법이다.

##### 4-1. 사용자 정의에 의한 깊이 정보 수정

한 장의 영상에는 다양한 형태를 가진 사물이 존재한다. 그 중에서 입방체(Cube), 구면(Sphere), 원기둥(Cylinder), 그리고 각추(Pyramid) 등과 같은 형태의 사물에서는 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 4(a)와 같은 불규칙한 기하 정보를 가진 사물의 깊이 정보를 수정하는 방법을 제안한다. 먼저 그림 4(b)와 같이 임의의 깊이 정보( $z=0$ )가 적용된 메쉬 기반 영역에 그림 4(a)를 맵핑한다. 이제 맵핑된 영상은 그림 4(c)와 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 4(d)). 또한, 각 깊이 값 사이를 곡면으로 만들어 부드러운 깊이 값을 적용하기 위해 B-Spline 간의 보간 기능으로 곡면을 생성하는 Multi-Level B-Spline 을 사용한다.

이러한 사용자 정의에 의한 깊이 정보 수정 방법을 통해 얻어진 결과 값은 메쉬 기반 3 차원 데이터 구조를 통해 깊이 값으로 저장이 가능하며 이렇게 저장된 깊이 값은 템플릿 기반 깊이 수정 방법에서 다시 사용할 수 있다.

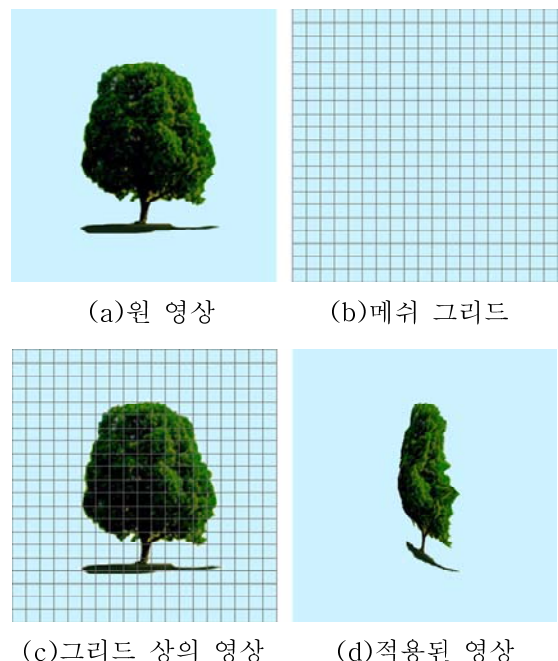


그림 4. 사용자 정의에 의한 깊이 정보 수정.

#### 4-2. 템플릿을 이용한 깊이 정보 수정

불규칙한 형태를 가진 사물의 깊이 정보를 수정하는 방법과는 달리 규칙적인 형태의 사물을 수정하는 방법에서는 그림 5 와 같이 템플릿 데이터를 이용한다. 템플릿 데이터는 깊이 정보가 미리 정의된 사물의 데이터(그림 5(b))로써 비슷한 형태를 가진 사물에 템플릿 데이터를 적용(그림 5(c))하여 사물의 깊이 정보를 수정한다. 즉, 미리 만들어진 템플릿 데이터를 비슷한 형태를 가진 사물에 적용함으로써 템플릿 데이터가 가지고 있는 기하정보를 사물의 기하정보로 대체하여 사용하게 된다. 템플릿 기반 깊이 정보 수정 방법의 또다른 이점은 사용자 정의에 의해 만들어진 깊이 정보들을 다시 사용할 수 있게 해주는 것이다.



그림 5. 템플릿을 이용한 깊이 정보 수정.

#### 5. 입체 영상 생성

일반적으로 사람의 양안은 6.5cm 간격을 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 6 과 같이 그 위치에 따라 양의 시차, 영의 시차, 음의 시차가 있다. 양의 시차는 영 교차점이 영상의 뒤에 위치해서 사물이 영상 뒤에 맺히

며 영의 시차는 영상과 같은 위치에, 음의 시차는 영상의 앞에 사물이 보이게 된다.

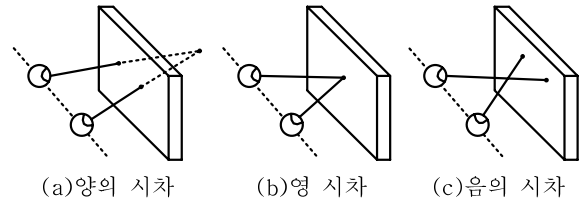


그림 6. 시차의 종류.

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

#### 6. 구현 및 실험 결과

본 논문에서 제안하고 있는 방법은 펜티엄 4 3GHz, 1GB 램 시스템에서 Visual C++과 OpenGL Library, 포토샵 SDK 6.0, 포토샵 CS2 버전을 이용하여 구현하였다. 사용된 2 차원 영상은 24bit 800×600 영상을 사용하였고 포토샵 CS2 를 이용하여 배경과 사물을 20 여개의 레이어로 분리하였으며 영상의 분리 시간은 2 시간이 소요되었다. 데이터가 포토샵의 레이어로 저장되어 사용되기 때문에 다른 중간 저장 단계를 거치지 않고 레이어의 정보 값을 직접 사용함으로써 작업의 효율을 높일수 있었다. 사물의 깊이 정보 수정에 소요된

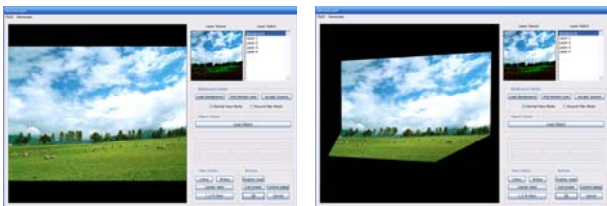


시간은 3 시간이며 이를 통해 수정된 깊이 정보들을 사용해서 모델링 결과를 바로 볼 수 있었다. 최종 결과물을 입체 영상으로 보기 위해 파브나인 [19]의 입체 영상 모니터를 사용하였다. 이 모니터는 좌안, 우안 영상을 혼합하여 입체 영상으로 생성하는 기능을 가지고 있으며 이를 통해 그림 7(e)와 같이 깊이 정보를 수정한 영상을 그림 7(f)처럼 좌안, 우안으로 영상을 그림 7(g)처럼 입체 영상으로 혼합했다. 입체 영상으로 생성한 영상은 편광 필터 안경을 착용하여 실시간으로 확인하였다.



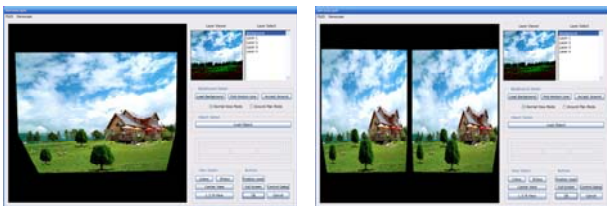
(a) 영상분리

(b) 홀 채우기



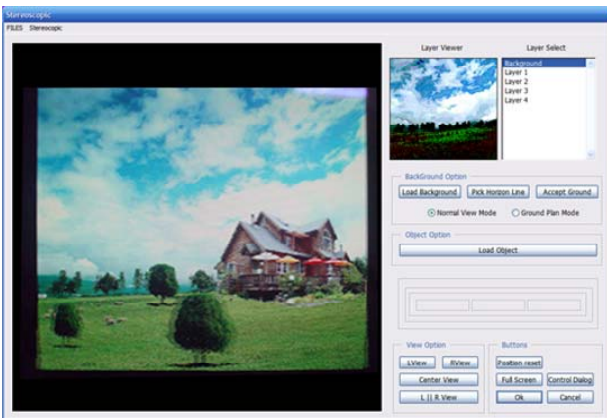
(c) 레이어 블러오기

(d)지면 설정



(e) 깊이 정보 적용

(f) 좌, 우 영상 생성



(g) 입체 영상 생성

그림 7. 실험 결과 영상

## 7. 결론

본 논문에서는 영상 기반 모델링 기법을 활용하여 단안 영상으로부터 입체 영상을 생성하기 위한 입체 영상 저작 도구를 제안했다. 이를 위해 입력된 단안 영상으로부터 사영 기하 정보를 토대로 깊이 정보를 추론하고 3 차원 환경을 구성하는 전역 깊이 정보 추출 방법과 영상내에 존재하는 사물을 정확한 깊이 정보로 수정하기 위한 부분 깊이 정보 수정 방법을 구현했다. 깊이 정보를 수정한 후, 영상 기반 모델링 기법을 사용하여 단안 영상을 3 차원의 영상으로 생성하였으며 추출한 깊이 정보로부터 몰입감이 높은 입체 영상의 시점을 결정하기 위한 대화식 입체 영상 미리 보기 기능의 구현을 통해 사용자가 원하는 다양한 결과를 손쉽게 생성할 수 있었다.

포토샵 플러그인의 형태로 개발되어 범용성을 높인 본 저작 도구는 포토샵에서 제공하는 영상 편집 도구들을 사용하여 수준 높은 영상 처리 환경을 제공하고 있다. 포토샵의 종래 환경으로는 3 차원 환경에서 작업을 할 수 없었기 때문에 플러그인을 이용하여 3 차원 환경을 제공함으로써 범용성 이외에도 작업의 효율을 높일 수 있었다. 또한, 최종 작업을 통해 생성된 입체 영상은 입체 모니터와 편광 필터 안경을 사용하여 손쉽게 결과를 입체 영상 화면으로 볼 수 있었다.



그림 8. 입체 영상 시연.

## 감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구 결과로 수행되었음

## 참고문헌

- [1] S. Battiato, A. Sapra, S. Curti, M. La Cascia. 3D Stereoscopic Image Pairs by Depth-Map Generation. *International Symposium on 3D Data Processing, Visualization, and Transmission*, (3DPVT), 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] C.H. Choi, B.H. Kwon, M.R. Choi. A Real-Time Field-Sequential Stereoscopic Image Converter. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 2004.
- [4] P. E. Debevec, C. J. Taylor, and J. Malik. Modeling and rendering architecture from photographs: A hybrid geometry and image-based approach, *In Proc. of SIGGRAPH*, 1996.
- [5] O. Faugeras, S. Laveau, L. Robert, G. Csurka, and C. Zeller. 3-d reconstruction of urban scenes from sequences of images. In A. Gruen, O. Kuebler, and P. Agouris, editors, *Automatic Extraction of Man-Made Objects from Aerial and Space Images*. Birkhauser, 1995.
- [6] M. H. Feldman, L. Lipton, StereoGraphics Corp., Interactive 2D to 3D Stereoscopic Image Synthesis, *In Proc of SPIE*, 2005.
- [7] Y. Horry, K. Anjyo, K. Arai, Tour into the picture: using a spidery mesh interace to make animation from a single image. *In Proc. of SIGGRAPH*, 1997.
- [8] S.B. Kang, Depth painting for image-based rendering applications, Tech. report. CRL, Compaq Computer Corporation, Cambridge Research Lab, 1998.
- [9] B. Oh, M. Chen, F. Durand, and J. Dorsey. Image-based modeling and photo editing. *In Proc. of SIGGRAPH*, 2001.
- [10] S.-Y. Lee, G.Wolberg and S.Y. Shin, Scattered data interpolation with mul-tilevel B-splines. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 1997.
- [11] D. Liebowitz, A. Criminisi, and A. Zisserman. Creating architectural models from images. *In Proc. of Eurographics*, 1999.
- [12] P. Poulin, M. Ouimet, and M.C. Frasson. Interactively modeling with photogrammetry. *In Eurographics Workshop on Rendering*, 1998.
- [13] E. Rotem, K. Wolowelsky, D. Pelz. Automatic Video to Stereoscopic Video Conversion, *In Proc of SPIE*, 2005.
- [14] L. Zhang, G. Dugas-Phocion, J. Samson, and S. Seitz. Single view modeling of free-form scenes. *In Proc. of CVPR*, 2001.
- [15] L. Zhang, W James Tam. Stereoscopic Image Generation Based on Depth Images for 3D TV. *IEEE Transactions on Broadcasting*, 2004.
- [16] Adobe. <http://www.adobe.com>.
- [17] Canoma. <http://www.canoma.com>.
- [18] Photomodeler. <http://www.photomodeler.com>.
- [19] Pavonine. <http://www.3dview.co.kr>
- [20] Realviz. Image modeler. <http://www.realviz.com>.