

다수 시점의 TIP 영상기반렌더링

노창현
(주) 에스포라
chroh@esfora.com

Seamless Image Blending based on Multiple TIP models
Chang Hyun Roh
Esfora corporation

Abstract

Image-based rendering is an approach to generate realistic images in real-time without modeling explicit 3D geometry. Especially, TIP(Tour Into the Picture) is preferred for its simplicity in constructing 3D background scene. However, TIP has a limitation that a viewpoint cannot go far from the origin of the TIP for the lack of geometrical information. In this paper, we propose a method to interpolating the TIP images to generate smooth and realistic navigation. We construct multiple TIP models in a wide area of the virtual environment. Then we interpolate foreground objects and background object respectively to generate smooth navigation results.

1. 서 론

1.1 동기

최근 몇 년간 각광받고 있는 영상 기반 렌더링(Image-Based Rendering: IBR)은 장면을 3차원 기하 모델로 구축할 필요없이 실사 영상만을 이용하여 빠른 속도로 사실감 높은 결과 영상을 렌더링 할 수 있는 기법이다. 이 가운데 대표적인 '그림 속으로의 여행(Tour Into the Picture: TIP)' 기법은 3차원 배경을 매우 간단한 조작만으로 빠른 시간에 구축할 수 있어 이미 산업계에서 널리 사용되고 있다.

한편, 기존의 TIP 기법을 이용하여 3차원 네비게이션을 수행할 경우, 원거리 지형의 정보 부족으로 인해 시점 이동의 범위에 한계가 있다. 넓은 면적의 가상 환경을 구축하기 위해서, 본 연구에서는 다수의 시점에서 TIP 모델들을 구축

하고, TIP모델을 구성하는 전경 물체와 배경 물체를 각각 보간하여 렌더링에 사용함으로써 부드러운 네비게이션 결과를 얻는다.

1.2 관련 연구

Chen 등은 여러장의 파노라마 영상을 이용하여 가상 환경을 네비게이션하는 Quicktime VR 기법을 제안하였다[3]. McMillan 등은 플레네틱 함수(pleloptic function)를 최초로 정의하여 영상기반렌더링의 이론적 기반을 세웠다[8]. Gortler 등[6]과 Levoy 등[7]은 복잡한 플레네틱 함수를 4차원 함수로 간략화하였고 털과 같은 물체의 사실적인 렌더링이 가능함을 보였다.

Horry등은 다수의 참조 영상을 입력으로 하는 기존의 영상 기반 렌더링 기법들과 달리, 비교적 간단하면서도 실용

적인 접근 방법으로서, 주어진 하나의 영상 속을 여행할 수 있는 그림 속으로의 여행(tour into the picture)” 기법을 제안하였다[1].

그림 속으로의 여행 기법은 2D 영상으로부터 원근을 나타내는 요소를 추출하여 가상 배경의 단순화된 3D 모델을 구성하고 새로운 시점에서의 사실적인 영상을 생성하였다.

그러나, 참조 영상이 하나의 소실점을 갖는 경우로 국한되어 있어서 소실점이 여러 개이거나 분명히 나타나지 않은 경우, 그리고 파노라마 영상에 대해 적용하기 어려운 단점이 있다.

그림 속으로의 여행 기법은 이후 소실점이 아닌 소실선을 이용하여 가상 배경을 구성하도록 Kang 등에 의해 확장되었다[2]. 확장된 기법은 더 간단하면서도 보다 일반적인 경우를 다룰 수 있다. 또한, 소실점의 개수에 제한을 받지 않는다. 그림 1은 소실선을 이용한 배경 모델을 설명한 것이다. 그림에서 배경 평면을 무한대에 위치한 평면으로 가정하면 카메라 영상에 나타난 소실선을 기준으로 상부에 위치한 영상은 배경 평면에 대응하고 하부에 위치한 영상은 바닥 평면에 대응하게 된다. 그러므로 한 의 영상이 주어졌을 때 이를 카메라 영상 평면으로 하여 사영기하학을 적용

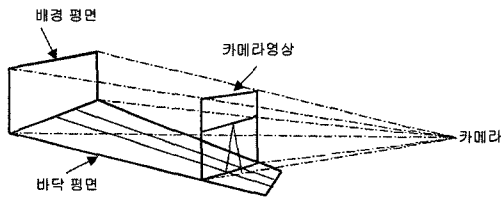


그림 1 소실선을 이용한 배경 모델

하면 배경 평면과 바닥 평면으로 구성된 배경 모델이 완성된다.

배경 모델과 마찬가지로 카메라 영상 평면에 존재하는 전경 물체들도 사영기하학 이론을 적용하여 바닥 평면에 대응하는 위치를 찾을 수 있으므로 전경 물체 모델링 또한 가능하다. 본 논문에서는 단일 시점에서의 TIP 모델 구성에 Kang의 방법을 이용한다.

2. 영상 획득 위치 추정 및 TIP 영상 검색

현재 위치에서의 결과 영상을 얻기 위해서, 본 연구에서는 가까운 위치에 있는 세 개의 TIP 환경 모델을 이용하였다. 가장 가깝게 놓여있는 세 개의 TIP 환경 모델을 검색하는 것은 n차원 공간에서 가장 가까운 점 k개를 검색하는 k-최근점 문제(k-nearest point problem)의 특수한 경우이며, 본 연구에서는 쿼드트리(quadtree)를 이용하여 공간을 셀(cell)들로 분할하고, 현재 위치 주변의 셀만을 검색함으로써 빠른 시간에 주변 TIP 환경 모델들을 찾을 수 있었다.

3. 전경 물체간의 대응관계 설정 및 보간

현재 위치에서 전경 물체의 형태를 얻기 위하여, 검색된 주변 TIP 환경 모델에 포함된 전경 물체들을 다음과 같이 보간한다. 우선 사용자는 세 TIP 환경 모델에 포함된 전경 물체들 중 같은 물체들이 어떤 것인지 지정한다. 같은 물체가 세 환경 모델 모두에 포함되어 있지 않은 경우에는 우선 크기가 0인 가상의 전경 물체를 생성한다. 같은 전경 물체들이 지정되면, 전경 물체를 이루는 정점들의 대응 관계를 설정한다. 서로 다른 TIP 환경 모델에 포함된 전경 물체들이 원과 같은 위상을 가지고 있지만, 같은 개수와 형태의 정점을 가지지는 않는다고 가정한다.

본 연구에서는 기존의 영상 모핑(image morphing) 기법을 이용하여 정점 사이의 대응 관계를 설정하고 새로운 위치에서의 전경 물체 형태를 생성하였다. 같은 물체가 세 환경 모델에 모두 포함되지 않아 가상 물체가 생성된 경우에는 컴퓨터 비전 분야의 운동 추정(motion estimation) 기법을 이용하여 가상 물체의 형태를 추정하였다.

가상 물체의 형태가 얻어지면, 정점과 픽셀 간의 거리를 이용한 가중합과 영상·변형(image warping)을 통하여 새로운 위치에서의 텍스처를 얻어낸다. 세 환경 모델로부터 텍스처 영상이 얻어지면 현재 위치와 환경 모델의 중심 간의 위치의 역에 비례하는 가중치를 설정하여 이들을 픽셀 단위로 합성(blending)함으로써 최종 텍스처 영상을 얻는다.

4. 배경 모델의 변형 및 합성

전경 모델과는 달리, 배경 모델은 TIP 환경 모델의 위치에

관계없이 일정한 형태를 취하고 있다. 따라서 형태의 변형보다도 텍스처 영상 간의 변형 및 합성이 중요한 문제가 된다. 우선 사영기하학을 통하여 배경 모델들을 이루는 픽셀들 간의 대응 관계를 찾는다.

이를 기반으로, 각 배경 모델로부터 새로운 위치에서의 텍스처 영상을 영상 변형을 통하여 생성한다. 각 배경 모델로부터 생성된 배경 영상들을 현재 위치와 환경 모델의 중심 간의 위치의 역에 비례하는 가중치를 설정하여 이들을 픽셀 단위로 합성(blending)함으로써 최종 텍스처 영상을 얻는다.

5. 전경 모델 배치 및 새로운 시점에서의 TIP 영상 합성

최종적으로, 보간에 사용된 전경 물체들의 영상 획득시의 3차원 좌표를 기반으로 하여, 보간된 전경 물체의 3차원 좌표를 사영 기하학을 이용하여 추정하고, 이들을 3차원 배경 모델 위에 배치한다. 전경 물체의 보간을 통하여 얻어진 텍스처 영상은 알파 텍스처(alpha texture)로서 배경 모델과 전경 모델의 부드러운 융합을 위하여 사용되었다.

6. 실험 결과

본 실험은 파노라마에 기반한 TIP 모델을 사용하였으며, Kaidan 사의 360 OneShot VR 시스템을 이용하여 파노라마 영상을 촬영하였다. 촬영 간격은 약 50미터 당 하나였으며 영상 렌더링 시스템은 HP사의 iPaq 3850기종으로, 64MB의 ROM과 64MB의 RAM을 내장하고 있으며 Microsoft Windows CE에 기반하고 있고, 320 x 240의 해상도에서 약 65000 가지의 색깔을 표현할 수 있었다. 개발 환경은 PC상에서 Microsoft Embedded Toolkit을 이용하여 구축되었다.

그림 2는 실험에 사용된 입력 파노라마 영상을 획득한 위치이며 대전지방기상청 정문에서 한국과학기술원 정문까지 총 23 지점에서 촬영되었다. 그림 3은 입력 파노라마 영상이며, 그림 4는 파노라마 사진 a)의 중심에서부터 f)의 중심까지 이동하며 얻은 렌더링 결과, 그림 5a), 5b)는 PC에서 얻은 결과 영상이다. 각 파노라마 영상의 획득 방향은 길 진행 방향과 일치한다.

실험 결과, 320 x 240 크기의 최종 영상을 평균적으로 초당 25 프레임의 속도로 얻을 수 있었다. 영상 생성에 사용되는

주위 TIP 모델이 변경되어 별도의 하드디스크 액세스가 발생할 경우에는 약 초당 15프레임의 속도를 얻을 수 있었다.

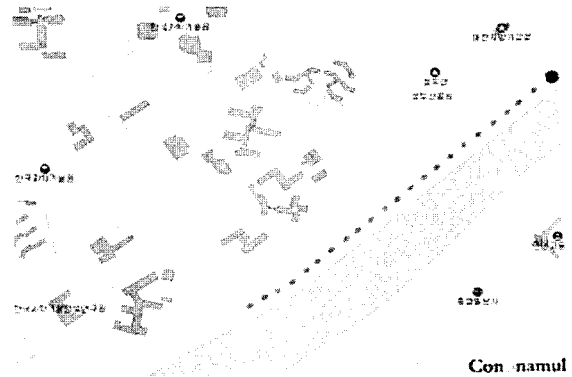


그림 2

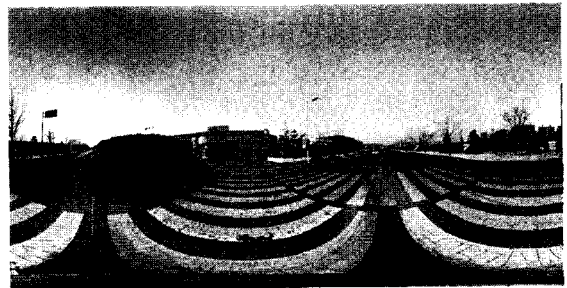


그림 3a



그림 3b

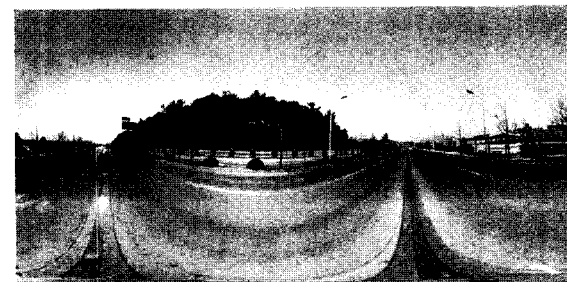


그림 3c

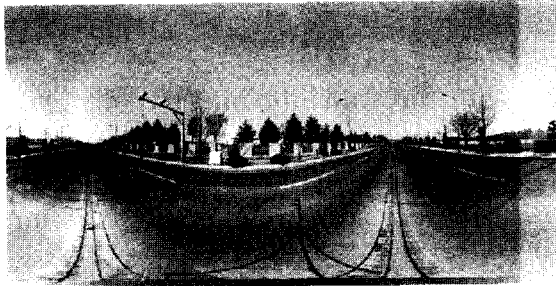


그림 3d

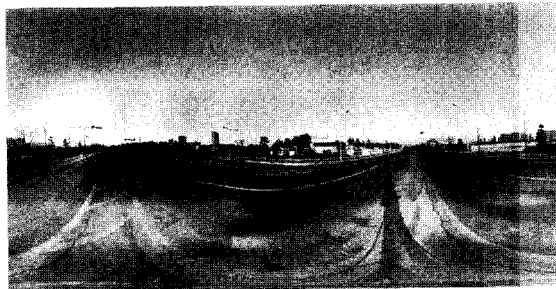


그림 3e



그림 4e



그림 4f

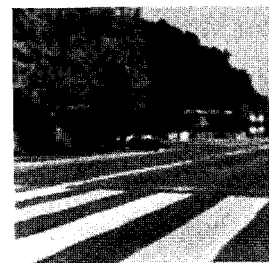


그림 5a

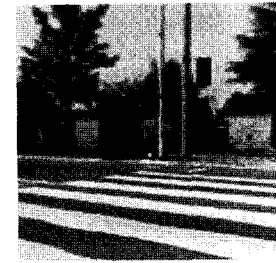


그림 5b



그림 4a

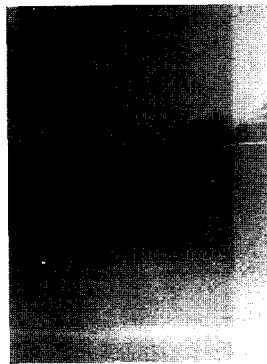


그림 4b



그림 4c



그림 4d

7. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 기존의 TIP 기법을 보완하여 원거리 지형에서의 시점 이동 범위를 넓혔다. 넓은 면적의 가상 환경을 구축하기 위하여 다수의 시점에서 파노라마 영상을 촬영하였고, 이를 이용하여 다수의 TIP 모델을 구성하였다.

임의의 시점에서의 렌더링 결과를 얻기 위하여 주변의 가장 가까운 세 개의 TIP 모델을 보간하였다. 전경 물체의 경우 물체를 이루는 각각의 정점 위치 및 색상 정보를 보간하여 새로운 전경 물체의 모양과 색상을 얻었으며, 배경 모델의 경우 텍스처 영상을 영상 변형을 통하여 생성함으로써 새로운 배경 영상을 얻을 수 있었다.

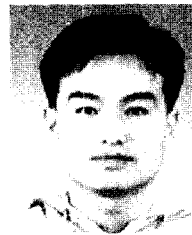
실제 실험을 통하여 일반 PC에서도 만족할 만한 속도를 얻을 수 있음을 보였고, 부드러운 내비게이션이 가능함을 입증하였다.

참고 문헌

- [1] Y. Horry, K. Anjyo, and K. Arai, Tour into the picture: using a spidery mesh interface to make

animation from single image. In Proc. SIGGRAPH, pages 225-232, 1997.

- [2] Chen S. E. and Williams L., "View Interpolation for Image Synthesis", Computer Graphics (SIGGRAPH 93), 279-288, 1993.
- [3] Chen S. E., "QuickTime VR - An Image-Based Approach to Virtual Environment Navigation", Computer Graphics (SIGGRAPH 95), 29-38, 1995.
- [4] Hyung Woo Kang, Soon Hyung Pyo, Ken-ichi Anjyo, Sung Yong Shin: Tour Into the Picture using a Vanishing Line and its Extension to Panoramic Images. Computer Graphics Forum 20(3): (2001)
- [5] Faugeras O.D, Three-Dimensional Computer Vision: A Geometric Viewpoint, MIT Press, Cambridge, MA, 1993.
- [6] Gortler S., Grzeszczuk R., Szeliski R., and Cohen M., "The Lumigraph", Computer Graphics (SIGGRAPH 96), 43-54, 1996.
- [7] Levoy M. and Hanrahan P., "Light Field Rendering", Computer Graphics (SIGGRAPH 96), 31-42, 1996.
- [8] [McMillan95] McMillan L. and Bishop G., "Plenoptic Modeling: An Image-Based Rendering System", Computer Graphics (SIGGRAPH95), 39-46, 1995.
- [9] Szeliski R. and Shum H., "Creating full view panoramic image mosaics and texture-mapped models", Computer Graphics (SIGGRAPH 97), 251-258, 1997.
- [10] Yu Y. and Malik J., "Recovering photometric properties of architectural scenes from photographs", Computer Graphics (SIGGRAPH 96), 207-218, 1996.



노창현

1989 ~ 1993	KAIST 원자력공학과 학사
1993 ~ 1995	KAIST 원자력공학과 핵전산 전공 (공학석사)
1995 ~ 2001	KAIST 원자력공학과 핵전산 전공 (공학박사)
2001 ~ 2002	KAIST 신형로센터 위촉연구원
2000 ~ 현재	(주)에스포라 연구소장
2002 ~ 현재	중부대학교 게임공학 전공 전임교수