

TIP기술을 이용한 3차원 배경 영상 구축에 관한 연구

노창현*, 정광호**

* 중부대학교 컴퓨터공학부, chroh@mail.joongbu.ac.kr

** 중부대학교 컴퓨터공학부, khjung@mail.joongbu.ac.kr

A Study on 3D Background Image Construction using TIP

Chang Hyun Roh*, Kwang Ho Jung**

Division of Computer Engineering, Joongbu Univ.

Abstract

In this paper we propose the methodology for 3D background image construction in computer games. This methodology was developed based on TIP (Tour Into the Picture) using a vanishing line proposed by Kang et al. The methodology proposed in this study can simply implement a 3D background for a computer game with a background model which is very complex or based on a real picture. Compared to the graphics technologies generally used, the proposed methodology does not need the process of modeling elaborate 3D information of a background, and hence can display the background even on a low grade personal computer using a small reference image. TIP technology was successfully applied to the implementation of a background model for a computer game and was found to be appropriate especially for real time games.

Key Words: Background Modeling, TIP, Computer Game

1. 서론

1.1 동기

최근 3D 그래픽 기술을 응용하여 제작되는 게임들이 늘고 있으며 이들은 캐릭터를 비롯한 모든 물체 및 배경들을 폴리곤을 이용하여 제작하고 있다. 캐릭터와 배경을 전부 폴리곤으로 처리하는 것은 매우 높은 계산 시간을 요구하므로 최근에 제작된 일부 게임들은 캐릭터를 3D로 표현하고 배경을 2D 이미지를 사용하여 표현하는 방법 또는 반대로 배경을 3D로 처리하고 캐릭터를 2D 이미지로 표현하는 방법을 이용하기도 한다[1].

배경 또는 캐릭터의 사실적인 2D 이미지를 생성하기 위해 일반적으로 3D 모델러를 이용하여 모델링한 후 이로부터 렌더된 이미지를 사용하고 있다. 이러한 과정을 거치게 되면 캐릭터 및 배경 제작에 많은 시간을 소비하여야 하고 배경이 아주 복잡하거나 실사의 경우는 3D 모델링이 사실상 불가능한 경우가 있어 게임 개발에 어려움을 겪고 있는

실정이다.

그러므로 1)사실적인 영상을 생성하면서 2)표현할 장면의 모델링 시간을 단축하고 3)복잡한 장면의 영상이라도 실시간 렌더링이 가능하며 4)사용자와의 상호작용(interaction)이 가능한 기법이 필요하다.

최근 들어, 영상 기반 렌더링(image-based rendering)이라는 실시간 영상 생성을 위한 새로운 기법이 등장하였다. 이 기법은 환경 또는 물체를 담은 참조 영상들로부터 얻은 정보를 바탕으로 임의의 시점에서 그 환경이나 물체를 볼 때의 영상을 얻는다. 기존의 렌더링 기법과는 달리 표현하고자 하는 장면의 3D 모델링 과정이 필요 없으며, 출력 영상의 생성 속도가 대상물의 기하학적 복잡도와는 상관없이 참조 영상의 해상도에 의해 결정되므로 영상의 실시간 렌더링이 가능하다. 또한, 참조 영상과 같은 수준의 사실적인 영상을 생성할 수 있다. 그러므로 현실감 있는 3D 배경을 얻을 수 있게 된다.

본 연구에서는 최근에 제안된 영상기반 렌더링 기법중의

하나인 '그림 속으로의 여행' (Tour Into the Picture; TIP)[2] 기술을 이용하여 게임에서 배경 모델이 아주 복잡하거나 실사를 기반으로 하여야 하는 경우를 대상으로 3D 배경을 간단히 구축할 수 있는 방법을 제안한다. 제안된 방법에서는 일반적인 컴퓨터 그래픽스 기술과는 달리 배경의 세밀한 3D 정보를 모델링하는 과정이 필요하지 않으며 적은 양의 참조 영상만으로 낮은 사양의 PC에서도 배경을 빠르게 보여줄 수 있다.

1.2 연구동향

대부분의 영상 기반 렌더링 기법들이 다수의 참조 영상을 필요로 하는데 반해, 비교적 간단하면서도 실용적인 접근 방법으로서, 주어진 하나의 영상 속을 여행할 수 있는 그림 속으로의 여행(tour into the picture)" 기법이 Horry등[2]에 의해 제안되었다. 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 등[3]에 의해 확장되었다. 확장된 기법은 더 간단하면서도 보다 일반적인 경우를 다룰 수 있다. 또한, 소실점의 개수에 제한을 받지 않는다.

2. 기존 연구

2.1 소실점을 이용한 TIP

Horry등은 한 장의 입력 영상을 이용하여 단순화된 3D 모델을 구성하여 시점의 변화에 따른 새로운 영상을 생성할 수 있는 방법을 제안하였다. 이 방법은 여러 장의 입력 이미지들을 필요로 하는 일반적인 컴퓨터 비전 기법들 대신, 2D 이미지의 소실점 위치로부터 배경의 3D 정보를 복원하여, 한 장의 이미지만으로 그림이나 사진 속으로의 전진이나 비행 같은 시점 이동의 애니메이션을 구현한 것이다.

그림 1은 Horry 등이 제안한 방법의 TIP 환경 구축 과정이

다. 한 장의 입력 영상에서 전경 물체를 추출하고, 최초의 입력 영상을 참조하여 전경 물체 추출로 인해 생긴 여백을 채워넣어 배경 영상을 얻는다. 떼어낸 전경 물체의 영상을 저장하고 전경 물체 마스크(mask)를 구성한다. 그리고 입력 영상에서 소실점을 찾아 거미줄 메쉬(spiderly mesh)를 그린다. 거미줄 메쉬에서 바닥, 천정, 벽 등을 구분하여 배경을 모델링 한 후 완성된 배경 모델속에 전경 물체를 배치시켜 전경 물체를 모델링 한다. 이렇게 완성된 가상 공간을 카메라의 위치 변화에 따라 새롭게 렌더링된 결과를 생성할 수 있게 된다.

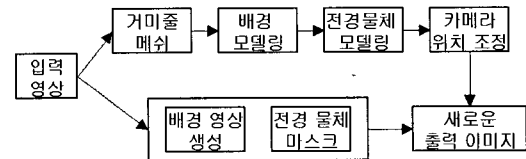


Fig. 1. 소실점을 이용한 TIP의 흐름도

2.2 소실선을 이용한 TIP

Horry등의 연구는 무엇보다도 한 장의 입력 영상만으로 애니메이션을 구현하는 간단한 방법을 제시했다는 데 큰 의의가 있다. 그러나 참조 영상이 하나의 소실점을 갖는 경우로 국한되어 있어서 소실점이 여러 개이거나 소실점이 분명하지 않거나 없는 경우에 적용하는데 어려움이 있다. 이러한 단점을 해결하기 위해 Kang 등은 소실선을 이용한 TIP 모델을 제안하였다.

그림 2는 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 장의 영상이 주어졌을

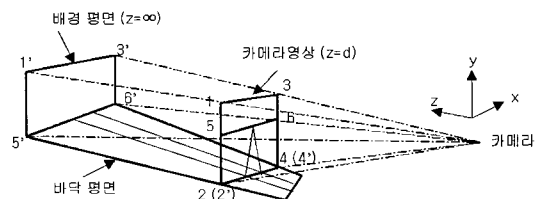


Fig. 2. 소실선을 이용한 배경 모델 [3]

때 이를 카메라 영상 평면으로 하여 사영기하학을 적용하면 배경 평면과 바닥 평면으로 구성된 배경 모델이 완성된다. Horry가 제안했던 모델은 배경을 이루는 평면이 최고 5개로 구성되었으나 이 모델은 바닥과 배경 평면 2개로 간단히 구성된다.

카메라의 위치를 원점으로 했을 때 카메라 영상의 좌표를 다음과 같다.

$$1 : (x_L, y_1, d), 2 : (x_L, y_2, d), 3 : (x_R, y_3, d)$$

$$4 : (x_R, y_4, d), 5 : (x_L, y_5, d), 6 : (x_R, y_6, d)$$

여기서 x_L 과 x_R 은 카메라 영상의 좌측과 우측의 x 좌표이고 d 는 카메라 초점 거리이다. 이 때 이와 대응하는 바닥 평면 및 배경평면에 대응하는 점을 균질좌표 (homogeneous coordinate)로 표현하면 다음과 같다.

$$1' : (x_L, y_1, d, 0), 2' : (x_L, y_2, d, 1), 3' : (x_R, y_3, d, 0)$$

$$4' : (x_R, y_4, d, 1), 5' : (x_L, y_5, d, 0), 6' : (x_R, y_6, d, 0)$$

임의의 점 (x, y, z, w) 를 포함하는 평면은 아래의 식을 만족한다.

$$a_1x + a_2y + a_3z + a_4w = 0$$

위 평면이 서로 다른 점 $q=(q_1, q_2, q_3, q_4)$, $r=(r_1, r_2, r_3, r_4)$, $s=(s_1, s_2, s_3, s_4)$ 을 포함한다면 계수들은 아래와 같이 계산된다.

$$a_1 = \begin{vmatrix} q_2 & q_3 & q_4 \\ r_2 & r_3 & r_4 \\ s_2 & s_3 & s_4 \end{vmatrix}, \quad a_2 = - \begin{vmatrix} q_1 & q_3 & q_4 \\ r_1 & r_3 & r_4 \\ s_1 & s_3 & s_4 \end{vmatrix}$$

$$a_3 = \begin{vmatrix} q_1 & q_2 & q_4 \\ r_1 & r_2 & r_4 \\ s_1 & s_2 & s_4 \end{vmatrix}, \quad a_4 = - \begin{vmatrix} q_1 & q_2 & q_3 \\ r_1 & r_2 & r_3 \\ s_1 & s_2 & s_3 \end{vmatrix}$$

위 식을 이용하여 바닥 평면과 배경 평면에 관한 식을 얻을 수 있다.

배경 모델과 마찬가지로 카메라 영상 평면에 존재하는 전경 물체들도 사영기하학 이론을 적용하여 바닥 평면에 대응하는 위치를 찾을 수 있다. 먼저 영상 평면에서 전경 물체를 포함하는 직사각형 영역을 선택한다. 카메라위치(원점)에서 카메라영상 평면 상의 전경물체 바닥 꼭지점을 연결하는 직선과 바닥 평면이 만나는 점이 전경물체가 위치하는 곳이 된다. 이 위치에 수직으로 직사각형의 전경물체를 위치시켜 전경물체 모델링을 하게 된다.

파노라마 영상에서 카메라로부터 보여지는 배경은 카메

라 위치를 원점으로 하는 구에 매핑(mapping)될 수 있기 때문에 이들의 연구에서는 이 방법을 파노라마 영상에도 적용하였다.

소실선을 이용한 TIP 기법에서 재연된 환경 모델은 간단한 원리에 의해 구성되면서도 매우 사실적인 장면을 생성할 수 있고 소실점의 유무 및 개수에 제한 받지 않으므로 다양한 분야에 적용 가능할 것으로 보인다.

3. 소실선을 이용한 배경 구축

3.1 개요

PC에서 3D 그래픽을 이용하여 게임을 제작하기 위해 일반적으로 DirectX4와 OpenGL5 등의 3D 그래픽 라이브러리를 이용하는데, 이중 대부분의 게임들이 DirectX를 이용하고 있고 id soft사의 게임 Quake의 경우 OpenGL을 이용하여 제작된 바 있다. 이외에 Nova Logic 사는 3D 공간을 실시간으로 표현하는 Voxel 기반 렌더링 기술을 도입하여 이를 전자 시뮬레이션과 비행 시뮬레이션 등에서 이용하고 있다[1].

일반적으로 복잡한 3D 배경의 사실적 영상을 게임에서 얻기 위해서는 배경 모델을 모델링 도구를 통해 3D 모델링하는 작업을 반드시 거쳐야 한다. 이 작업은 숙련된 전문가라 할지라도 상당한 시간을 필요로 하고 게임 제작비 증가의 원인이 되기도 한다. 게다가 실제 자연 경관과 같은 수준의 렌더링 영상을 목표로 하는 경우 3D 모델러를 통한 모델링은 사실상 불가능하다.

이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 게임 개발 시 배경 모델이 아주 복잡하거나 실사를 기반으로 하여야 하는 경우를 대상으로 TIP 기술을 적용하여 배경 모델을 간단히 구축할 수 있는 방법론을 개발하고자 한다.

3.2 배경 영상 구축 방법론

본 연구의 주 아이디어는 그림 3과 같다. 먼저 배경으로 사용될 입력 영상으로부터 전경 물체를 분리할지 전경 물체를 새로 제작 할지를 결정한다. 입력 영상에 나타난 전경 물체는 일반적으로 복잡한 모양을 갖기 때문에 영상 전역을 분석하여 원하는 영역의 외곽선을 가장 잘 나타내는 곡선을 찾아 영상을 분리하는 IS (intelligent Scissors) 기술을 많이 활용한다. 그러나 본 연구에서는 전경 물체의 외곽을

수동적으로 그려주면 그 물체를 포함하는 최소의 직사각형을 전경물체로 떼어내도록 했다. Anjyo 등이 제안한 것처럼 여러 개의 전경 물체의 형태는 전경물체 마스크를 통해 복원된다. 입력 영상에서 전경 물체를 분리하면 그 전경 물체에 가려졌던 배경 부분은 빈 영역으로 남게 된다. 입력 영상의 배경 모델을 구성하기 위해서는 빈 영역이 없는 완전한 형태의 배경 영상이 필요하기 때문에, 전경을 떼어낸 빈 영역을 메워야 한다. 빈 영역을 자동으로 완벽하게 원래의 배경과 같은 모습으로 메우는 것은 불가능하기 때문에, 빈 영역 근처의 영상 부분을 참조로 하여 비슷한 패턴을 갖는 영상 조각들을 생성하여 채워 나간다.

배경 영상을 지정된 소실선을 기준으로 바닥 평면과 하늘 영역으로 분리하여 바닥과 구형의 벽으로 구성된 배경 모델을 구축한다. 구성된 3차원 배경 모델을 사양이 낮은 PC에서도 실시간에 렌더링 할 수 있도록 하기 위해, 배경 영상을 텍스처 맵으로 하여 배경 모델 표현을 위한 기하 모델에 맵핑한다.

일반적으로 전경 물체 영상은 복잡한 모양을 갖기 때문에, 효율적인 렌더링을 위해 전경 물체를 담은 직사각형 영상을 텍스처 맵으로 준비하고, 전경 물체 외의 부분을 투명하게 처리하여 가상 배경 내의 빌보드(billboard)에 맵핑함으로써 실시간에 전경 물체를 표현할 수 있도록 한다.

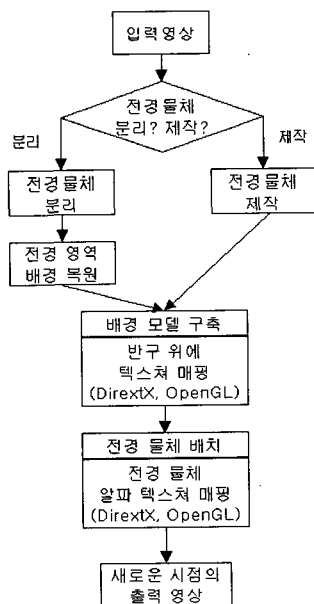


Fig. 3. 게임 배경 구축 흐름도

4. 실험 결과 및 토의

그림 4는 공항을 배경으로 한 실사 영상을 바탕으로 본 연구에서 제안된 방법론을 실험한 결과이다. 주어진 입력 영상(그림 4a)에서 전경 물체를 분리한다(그림 4b). 전경 물체를 떼어낸 빈 영역을 주변 영상을 참조하여 메워 배경 영상(그림 4c)을 만들었다. 복잡한 전경 물체의 모양의 마스크(그림 4d)를 생성하였다. 소실선을 기준으로 3D 배경모델(그림 4e)을 만들어 그 위에 전경물체를 배치하였다. 구축된 배경 모델 내에서 시점의 변화에 따른 장면 랜더링 결과가 그림 4f에서 그림 4i까지 보여진다. 그림에서 보는 것과 같이 시점 이동에 따른 장면 변화가 자연스럽게 나타남을 알 수 있다.

Fig. 5는 Kang[3]등이 사용했던 사막에서의 파노라마 사

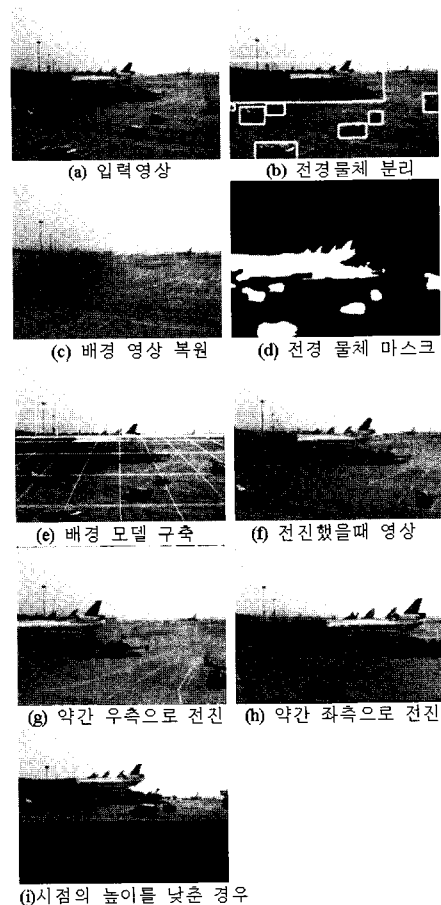


Fig. 4. 실사 영상의 배경 모델링 및 렌더링 결과 (공항 사진)

진을 이용하여 시점 변화에 따른 영상을 출력한 결과이다. 그림 5a의 입력 영상의 좌측 끝을 기준(0o)으로 하고 우측 끝을 360o로 가정하여 결과를 생성하였다.

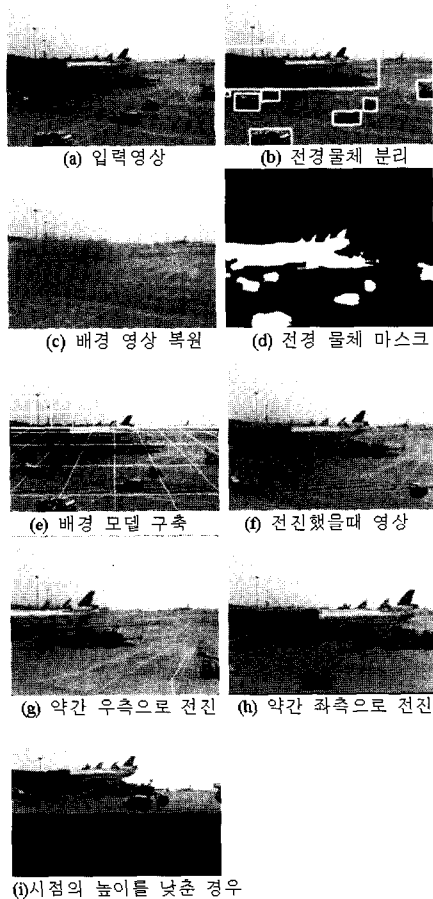


Fig. 5. 실시 영상의 배경 모델링 및 렌더링 결과 (시막 사진)

실험 환경은 다음과 같다

입력영상 : 400 x 300, 24bit

알파채널 : black=0, white=1

CPU: AMD Athlon 1.2 GHz

Main Memory: 512MB

3D Accelerator: GeForce2 GTS Pro = 1)

이상의 시스템에서 초당 50 프레임 이상의 렌더링 속도를 보였다.

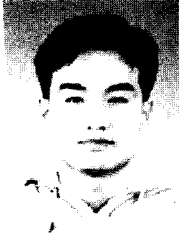
5. 결론 및 향후 연구

본 연구에서 우리는 TIP 기법을 이용하여 게임 개발 시 배경 모델이 대단히 복잡하거나 실사를 기반으로 하여야 하는 경우 간단히 배경 모델을 구축할 수 있는 방법론을 제안하였다. 우리는 TIP 기법을 게임 배경 모델 구축에 처음으로 도입하였고 실험 결과 실시간 게임에 적합함을 알 수 있었다. 배경 모델 구축에 드는 시간과 비용은 적으면서도 3D 모델러에 의해 구축된 3D 배경과 화질에 큰 차이가 없었다. 게임 캐릭터의 행동 반경이 적은 아케이드 게임이나 어드벤처 게임의 경우 그 적용성이 상당히 용이하다.

현재 TIP는 단일 영상을 바탕으로 구성되기 때문에 카메라의 위치가 많이 변하게 되면 화질이 나빠지는 문제점이 있다. 그러므로 카메라의 위치 변화가 있더라도 화질에 영향을 줄일 수 있도록 하나 이상의 TIP 영상들 사이의 보간 기법을 개발할 예정이다.

참고문헌

1. ETRI, "게임소프트웨어 (기술/시장보고서)", 50대 품목 기술/시장 보고서, 01-25, ETRI, 2001.
2. Y. Horry, K. Anjyo, and K. Arai, "Tour Into the Picture: Using a Spidery Mesh Interface to Make Animation from a Single Image", ACM RAPH 97 Conference Proceedings, pp. 225-232, August, 1997.
3. H. W. Kang et al, "Tour Into the Picture using a Vanishing Line and its Extension to Panoramic Images", EUROGRAPHICS, Vol.20, No.3, 2001.
4. Adrian Perez, "Advanced 3D Game Programming using Direct X", 도서출판 (주)민커뮤니케이션, 2001.
5. Richard S. Wright et al, "OpenGL Super Bible 2nd Edition", 인포북, 2001.
6. K. Anjyo and Y. Horry, Theory and Practice of "Tour Into the Picture", In Course Notes #8(SIGGRAPH '98), 1998. 3, 5, 8



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
 관심분야 : 가상현실, 게임기획



정광호

서울산업대학교 전산기기전공(공학사)
 건국대학교 산업대학원 컴퓨터응용(공학석사)
 동국대학교 대학원 전산통계학전공(이학박사)
 육군통신학교 마이크로웨이브교관(예비역 대위)
 중부대학교 전자계산소장, 학생처장, 대학원장등
 중부대학교 전자계산학전공 전임강사, 조교수, 부교수
 중부대학교 컴퓨터공학부 게임공학전공 부교수
 관심분야 : 게임공학, 소프트웨어공학