

구형 영상기반 가상환경에서의 카메라 이동 운동 지원*

추창우, 장경호, 정순기
경북대학교 컴퓨터공학과 가상현실연구실

Supporting Translational Camera Motions on Spherical Image-based Virtual Environment

Chang Woo Chu, Kyung Ho Jang and Soon Ki Jung
Department of Computer Engineering, Kyungpook National University

요 약

구형 파노라믹 영상은 영상기반의 가상현실 시스템에서 가상환경을 구축하기 위해 널리 이용되고 있다. 이러한 구형 파노라믹 영상은 카메라를 회전시켜 실세계를 촬영하고 각 영상들을 정렬(image alignment)을 거쳐 구에 사상시킴으로써 얻어진다. 실세계로부터 직접 입력된 영상을 가상환경으로 표현하기 때문에 기하학적 기반의 가상환경에 비해 현실감이 뛰어나다. 그러나 고정된 시점에서 카메라의 회전에 대해서만 가상환경의 영상이 복원 가능하므로 가상환경의 항해(navigation)에 있어서 제약 을 받는다. 본 논문에서는 시점의 이동운동에 따른 운동시차(motion parallax)를 제공하기 위해 구 파노라믹 영상의 특정 부분에 TIP(Tour Into the Picture)[1]기법을 이용하여 spidery mesh 인터페이스 를 제공하는 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 가상환경 제작 기술은 보다 나은 사용자 상호 작용(interaction)을 제공하는 영상기반 가상 환경 구축에 활용될 수 있다.

1. 서론

전통적으로 가상현실 시스템에서 가상환경은 기하학적 기반으로 모델링된다. 기하학적 기반의 가상환경은 실시간 렌더링 제약성 때문에 근사기법(approximation)을 적용할 수밖에 없으며, 이렇게 표현된 가상환경은 현실감을 부여하기에는 부족하다. 이에 반해, 실세계의 환경으로부터 직접적으로 얻은 영상을 기반으로 하는 영상기반의 가상환경은 간단한 계산에 의해 표현이 가능하며, 실세계의 영상을 직접적으로 사용함으로써 기하학적 기반의 가상환경에 비해 보다 현실감 있는 가상환경을 제공할 수 있다.

구형 파노라믹 영상은 영상기반의 가상현실 시스템에서 가상환경을 구축하기 위해 널리 이용되고 있다[6,7]. 이러한 구형 파노라믹 영상은 고정시킨 카메라를 회전시켜 실세계 를 촬영한 영상을 영상 모자이크(image mosaics) 또는 영상 정합(image stitching) 기법을 사용하여, 영상을 정렬한 후, 구에 사상시켜 영상을 얻는다. 그러나 구형 파노라믹 영상 은 고정된 시점에서 카메라의 회전만으로 영상의 복원이 가 능하므로 가상환경의 항해(navigation)시 수평과 수직회전만 가능하며, 다른 기능은 제공되지 않는 제약성을 가지게 된다.

영상기반의 렌더링 기법으로 시점변환을 제공하려는 많 은 노력이 있었으며, 그 방법들로는 시점 보간(view interpolation)[2], 시점 모핑(view morphing)[3] 등의 방법이

있다. 이러한 방법은 가상환경 속에 존재하는 3차원 구조에 대한 사전 지식이 요구되며, 여러 장의 영상을 필요로 한다. 다른 접근 방법으로는 TIP(Tour Into the Picture)[1]가 있다. 이 방법은 장면 속의 3차원 구조에 대한 사전 지식없이 도, 2차원의 소실점 위치로부터 대략적인 3차원 구조를 복 원하며, 이를 통해 간단하고 효율적인 애니메이션 효과를 구현할 수 있다.

본 논문에서는 시점의 이동운동에 따른 운동시차(motion parallax)를 제공하기 위해, 구형 파노라믹 영상의 일부분에 TIP기법을 이용하여, spidery mesh 인터페이스를 제공하는 방법을 사용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문과 관 련된 연구를 살펴보고, 3장에서는 구 모델링에 대하여 살펴 보며, 4장에서는 구 영상의 일부분을 큐브로 표현하기 위한 방법과 5장에서 실험결과를 살펴보고, 마지막으로 6장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

영상기반의 렌더링 기법중 시점변환을 제공하려는 많은 시도가 있었다. 그 대표적인 예로는 시점 보간(view interpolation)[2] 기법과 시점 모핑(view morphing)[3] 기법, Light field rendering[4] 등 이다. 시점 보간 기법과 시점 모핑 기법은 서로 다른 시점의 두 개 또는 여러개의 영상으 로부터 임의의 시점의 영상을 복원하는 방법을 말한다. 이

*이 연구의 일부는 뇌공학 연구사업단의 재정지원용 받았음.

러한 기법들을 적용하기 위해서 먼저 두 영상간의 존재하는 픽셀들간의 대응점(correspond point)을 구한후, 시점의 보 간방법에 의해 임위의 시점에서 영상을 복원해야 한다. 이 방법은 두 영상간의 대응점을 찾는데 많은 노력이 필요하며, 서로 대응되는 않는 점들에 대해서 구멍(hole)이 생기게 되는 문제점을 가지고 있으며, 제한적인 경우에 적용이 가능하다.

다른 방법으로는 Light field rendering[4] 기법이 있다. 이 방법은 여러 방향으로부터 보여지는 영상들을 4D 함수(function)의 2D 슬라이스(slice)로 표현하는데 있다. 이 방법은 위의 방법과는 달리 대응점을 찾을 필요가 없다. 하지만, 모든 시점에서 보여지는 영상을 필요로 한다.

계층 깊이 영상(layered depth image)방법[5]은 앞에서 언급된 방법들과 다른 접근 방법으로서, 영상 속에 존재하는 물체들을 깊이에 따라 분류하여 시점이동을 제공하려는 방법이다.

위에서 살펴본 방법들은 영상 기반의 렌더링 기법에서 시점 변환 이동을 지원하기에 충분하다. 하지만 이 방법들을 적용하기 위해서는 영상속에 존재하는 3차원상의 구조를 알고 있어야 한다는 제약성을 가지게 된다.

시점 이동을 제공하기 위한 다른 접근 방법으로 TIP(Tour Into the Picture)가 있다. 이 방법은 일반적인 기법들 대신 2차원의 상의 소실점을 이용하여, 카메라의 위치를 복원한 후, 복원된 카메라 위치로부터 spidery mesh를 구성하여 대략적인 형태의 3차원 구조를 복원하는 방법이며, 이를 통해 시점 이동 운동에 대한 애니메이션을 쉽게 제공할 수 있도록 구현한 것이다.

본 논문에서는 운동시차를 제공하기 위한 방법으로 구형 파노라믹 영상의 일부분에 TIP를 적용하여 spidery mesh 인터페이스를 제공하는 방법을 제안한다.

3. 구 모델링

구 파노라믹 영상을 이용하여 가상환경을 표현하기 위해서는 가상환경을 표현하기 위한 구를 모델링하여야 한다.

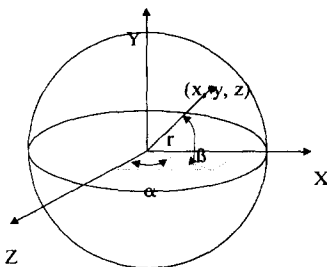


그림 1. 구 모델링

그림 1은 구 상의 한 점과 수평회전각 α 와 수직회전각 β 간의 기하학적 관계를 보여주고 있으며 이를 수식으로 표현하면 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned} x &= r \cos(\beta) \sin(\alpha) \\ y &= r \sin(\beta) \\ z &= r \cos(\beta) \cos(\alpha) \end{aligned} \quad (1)$$

가상환경을 표현하기 위한 구를 모델링하기 위해 구를 40×80의 폴리곤 형태로 표현한 후, 모델링된 구에 텍스처 맵핑을 수행하여 가상환경을 표현한다.

다른 방법으로는 수평, 수직회전각 α, β 에 결정되는 구 파노라믹 위치로부터 그에 대응되는 영상의 픽셀의 위치를 찾는 방법이다. 이런 경우, 구멍(hole)문제를 해결하기 위해 역방향 사상(backward mapping)을 수행하여야 한다.

4. 운동시차 지원을 위한 모델링

본 장에서는 구 파노라믹 영상기반의 가상환경에 다양한 카메라 운동을 지원하기 위한 TIP 적용 방법에 대하여 살펴 본다. 먼저 역 투영에 의한 3차원상의 점을 구하는 방법을 살펴본 후, 구에 큐브를 모델링하여 붙이는 방법을 살펴 본다.

4.1 역 투영(inverse projection)

모델링한 대상이 구이므로, 이미지 평면의 임의의 점으로부터 각 화소가 맵핑되는 3차원 상의 점을 구할 수 있다. 실세계의 점을 이미지로 맵핑하는 과정은 두 단계로 이루어진다. 실세계 좌표계(world coordinate)를 카메라 좌표계(camera coordinate)로 변환한 후, 이를 이미지 상으로 투영(projection)시킨다. 이미지 좌표계에서 실세계 좌표계로의 변환은 역순서로 이루어진다. 일반적으로 한장의 이미지에서 2D에서 3D로의 변환은 깊이를 알지 못하기 때문에 불가능하지만, 여기서는 구하고자 하는 공간의 점이 구면상에 존재한다는 제약조건을 이용하여 구할 수 있다.

$$P_c = M_{proj}^{-1} P_{img} \quad (2)$$

$$P_w = R^{-1}(P_c - T)$$

(단, P_c : 카메라 좌표계, P_w : 실세계 좌표계, P_{img} : 이미지 좌표계, M_{proj} : 투영 변환, R, T : 외부 카메라 파라미터)

식 (2)와 같이 공간상의 좌표를 구할 수 있으며, 이때 사용하는 내부 카메라 파라미터는 초점 거리만을 사용한다.

4.2 큐브(Cube) 모델링

큐브를 모델링하기 위해 먼저 큐브의 전면 벽과 후면 벽을 구한다. 그림 2와 같이 이미지 평면의 네 모서리를 구에 역 투영하여 구한 네개의 점으로 전면 벽을 구성하고, 후면 벽은 전면 벽의 네 점을 뷰의 방향으로 일정 깊이로 밀어 구성한다. 전면 벽과 후면 벽 사이를 보간(interpolation)하여 큐브를 구성하는 매쉬의 각 점들의 3차원 좌표를 구한다.

텍스처 맵핑을 하기 위해서는 텍스처를 입힐 대상의 좌표와 대응되는 텍스처의 좌표를 알아야 한다. 큐브의 각 점과 대응되는 텍스처의 좌표를 구하는 절차는 다음과 같다.

- ① 큐브의 점을 이미지 평면에 투영한다.
- ② 이미지 평면의 점을 구에 투영한다.
- ③ 구면상의 좌표로부터 그 점의 시각 α, β 를 구한다.

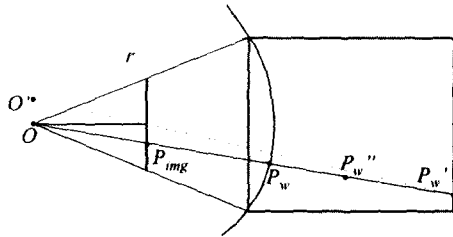


그림 2. 구와 큐브의 관계

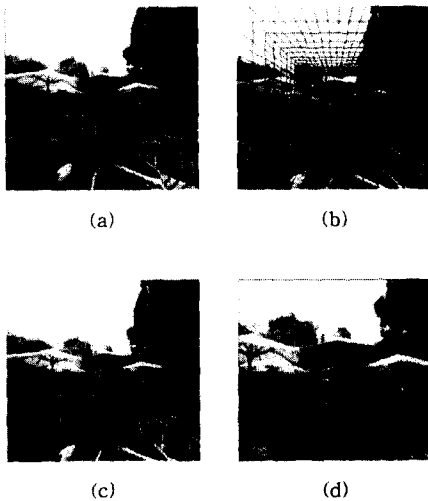
그림 2에서 보듯이 시점 O 에서 큐브 안에 놓여진 물체 P_w'' 에 의해 가려 보이지 않던 후면 벽의 P_w' 이 시점이 O' 으로 이동함으로써 깊이 차이에 의해 보여지게 된다.

5. 실험결과

본 논문에서 제안한 방법을 Visual C++ 6.0과 OpenGL을 사용하여 구현하였으며, 구현결과는 다음과 같다.



그림 3. 외부에서 본 모델



(a)

(b)

(c)

(d)



(e)

(f)

(a) 일반적인 가상환경

(b), (c) 큐브에 텍스처 맵핑을 수행한 후

(d), (e), (f) 시점 이동의 예

그림 4. 실험결과

그림 3은 구형한 모델을 외부에서 본 영상이다. 그림 4의 (a)는 일반적인 구에 왜곡(warping)된 영상이며, (b)는 구에 큐브를 붙이고, 물체를 삽입한 경우이다. (c)는 큐브에 텍스처 맵핑을 수행한 후, 완성된 영상이며, (d)는 시점이 앞으로 이동한 경우이며, (e)와 (f)는 각각 왼쪽과 위쪽으로 시점을 이동한 후의 영상이다.

6. 결론

본 논문은 구형 파노라믹 기반의 가상환경에서 카메라의 이동운동에 의해 생기는 운동시차를 제거하기 위한 새로운 모델링 방법을 제시하였다. 이러한 모델링 방법은 모델링하려는 가상 환경에 따라 다양하게 적용될 수 있으며, 기존의 모델링 방법에 비해 다양한 상호작용을 제공해 줄 수 있다는 장점을 가지고 있다. 본 논문에서 제공하는 저작 기술은 추후에 영상기반의 가상환경 내에서 다양한 상호작용을 제공하는 저작 시스템의 바탕이 될 것이다.

[참고문헌]

- [1] Touichi, H., A. Ken-ichi and A. Kiyoshi "Tour into the picture : using a spidery mesh interface to make animation from a single image," SIGGRAPH '97, pages 225-232, NewYork, 1997.
- [2] Chen, S.E. and L. Willams, "View interpolation for Image Synthesis," SIGGRAPH '93 page 279-288, 1993.
- [3] Seitz, S. M. and C.R. Dyer "View Morphing," SIGGRAPH '95, pages 477-484, 1995.
- [4] Leyov, M. and P. Hanrahan "Light field rendering," SIGGRAPH '96, pages 39-46, 1996.
- [5] Lengyel, J. and J. Snyder "Rendering with coherent layers," SIGGRAPH '97, 1997.
- [6] IPIX pictures, "http://www.ipix.com".
- [7] LivePicture, "http://www.livepicture.com".