

제한된 시점이동을 통한 실린더 기반 가상환경탐색

고혜경^U 조청운 윤경현
중앙대학교 첨단영상전문대학원 영상공학과
(curie, blue, khyoon}@cglab.cse.cau.ac.kr

Cylinder-based virtual environment navigation through restricted movement of viewpoint

Ko, HyeKyung^U Jho, CheungWoon Yoon, KyungHyun
Dept. of Image Engineering
Graduate School of Advanced Imaging Science, Multimedia, and Film,
Chung-Ang University

요 약

가상환경을 구축하는데 있어 실제 3차원 데이터를 쓰지 않고 환경맵을 사용하면 고품질의 영상을 제공하면서도 실시간 탐색이 가능하다. 그러나 환경 맵은 고정된 시점에서 시선변경에 의해서만 탐색이 가능하다는 단점이 있었다. 본 논문에서는 여러 개의 실린더 환경 맵을 사용하고 이 실린더들간의 자연스러운 이동을 위해 제한적으로 시점 변경을 가능케 함으로써 좀더 자연스러운 가상환경탐색을 제공한다.

1. 서론

전통적으로 가상환경 시스템은 3차원 컴퓨터 그래픽스를 사용하여 모델링하고 렌더링 되었다. 그러나 장면의 복잡도가 증가할수록 렌더링 시간은 증가하게 되고 그에 따라 가상공간을 탐색하는 속도도 느려지게 된다. 때문에 실시간 탐색을 위해 비싸고, 특별한 용도의 렌더링 하드웨어가 필요하게 되었으며, 렌더링 품질과 장면 복잡도가 제한되어 현실감 있는 가상환경표현이 어렵다. 이에 비해 실세계 환경으로부터 사진영상을 환경맵으로 사용하여 가상환경을 표현하게 되면 특별한 용도의 값비싼 하드웨어의 필요 없이 실시간 표현이 가능하고, 영상의 복잡도가 제한되지 않아 양질의 가상환경 표현이 가능하다. 그러나 환경 맵은 시점이 고정되어 있기 때문에 제한된 공간 속에서의 탐색이라는 단점이 있다. 본 논문은 이와 같은 환경 맵을 사용하되 여러 개의 환경 맵을 쓰고, 이들 환경 맵에서 일부 공간내 이동을 가능케 함으로써 지속적으로 가상환경을 탐색할 수 있도록 하였다.

2. 관련연구

환경맵을 구성하기 위해서 큐브맵, 구형맵, 실린더 맵과 같은 세가지 방법을 사용할 수 있다. 큐브맵은 구성하기 쉽지만 코너 부분에서 부자연스러움을 만드는 단

점이 있다. 구형 맵은 가장 자연스러운 표현으로 사용자가 자유롭게 돌레를 둘러볼 수 있으나 평면으로 프로젝션하기가 어렵고, 컴퓨터로 인덱싱하고 저장하는 것이 까다롭다는 단점이 있다. 이에 비해 실린더 맵은 위아래 방향의 시야가 제한된다는 단점이 있지만 구성하기가 쉽고 평면으로 프로젝션시키는 것이 쉽다[1,2]. 실린더맵을 사용하여 가상환경 탐색을 가능케 한 대표적인 시스템으로 QuickTime VR 이 있다. QuickTime VR 은 여러개의 환경맵을 사용하여 환경맵들간의 이동을 통해 박물관과 같은 큰 공간에 대한 탐색이 가능하게 하였다. 그러나 실린더 내부는 고정된 시점이고, 여러 실린더들간의 이동은 마우스 클릭에 의해 점핑하는 방식으로 이루어진 것으로 시간적 지속성이 없다는 단점이 있다[3]. 환경맵 내부에서의 시점이동에 대해 다룬 것으로 맥밀란의 plenoptic modeling 이 있다. 두 개의 환경맵 간의 에피폴라 기하학을 이용하여 시점이동시의 영상을 만들어 낸다. 그러나 매우 복잡한 단계의 수식이 요구되며 환경맵들은 5피트마다 획득한 것으로 넓은 영역에 대한 탐색을 제공하기에는 어렵다[4].

3. 실린더 환경맵 뷰어

본 논문에서는 실린더 환경맵을 사용하였으며 획득한 영상을 실린더 매핑형태로 보여주기 위한 뷰어를 제작하였다. 먼저 실린더 환경맵을 획득하기 위한 작업이

필요하다. 실린더 환경맵은 파노라마 영상을 찍어주는 카메라를 사용할 수 있으나 이러한 카메라는 매우 고가의 제품이기 때문에 대개는 일반 카메라를 고정시켜 놓은 후 일정한 각도마다 회전시켜가며 찍은 영상을 사용하여 파노라마 영상으로 만들기 위한 스티칭 작업이 필요하게 된다[1,5,6]. 이렇게 획득한 파노라마 영상은 그림 1과 같이 실린더 맵핑형태로 보여주기 위해 좌평단계를 거친후 화면에 출력되게 된다.

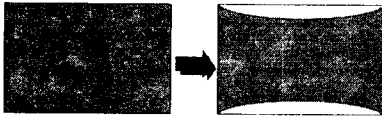
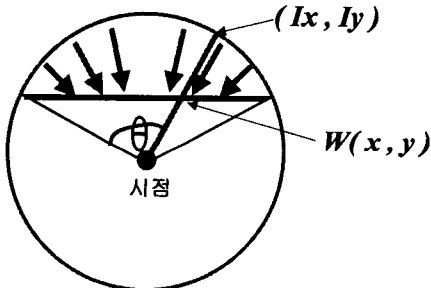
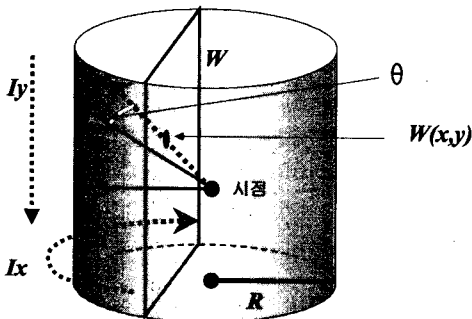


그림 1. 실린더 맵핑후

그림 2와 같이 파노라마 영상이 실린더에 맵핑 되었다고 보았을 때 실제 화면에 보이는 결과는 평면 w 에 프로젝션된 영상이 되고 이 평면 w 가 화면윈도우가 된다.



(a) x축에 대한 실린더 환경맵 맵핑



(b) y축에 대한 실린더 환경맵 맵핑

그림 2 실린더 환경맵 프로젝션

이 때 실린더의 둘레의 길이는 파노라마 영상의 길이와 같고, 영상의 좌표 (I_x, I_y) 는 실린더 위의 점이 된다. 그림 2(a)는 화면의 x축 값과 실린더 환경맵 간의 관계를 보여준다. 평면 w 의 좌표를 (x, y) , 시점으로부터 평면 w 까지의 수직 거리를 d 라 할때 식 $\tan \theta = \frac{x}{d}$ 가 성립한다. 위의 공식중 호의길이 $l = r\theta$ 를 적용하면 다음과 같은 수식을 얻을 수 있다.

$$I_x = r \cdot \tan^{-1}\left(\frac{x}{d}\right) \dots\dots\dots (식 1)$$

그림 2(b)는 화면의 y축 값과 실린더 환경맵 간의 관계를 보여준다. 시점에서 평면까지의 거리 공식은 $\sqrt{d^2 + x^2}$ 이므로 역시 다음과 같은 수식을 얻을 수 있다.

$$I_y = \frac{r}{\sqrt{d^2 + x^2}} \cdot y \dots\dots\dots (식 2)$$

위의 식1,2를 통해 입력 파노라마 영상을 마치 3차원 실린더에 맵핑한 것과 같은 결과 영상을 얻을 수 있으며 여기에 좌·우 스크롤 기능을 추가함으로써 360도 영상을 둘러볼 수 있게 된다.

4. 실린더간의 이동

환경맵은 원칙적으로 시점은 고정되어 있고, 시선을 변화시킴으로써 가상환경을 탐색하게 된다. 따라서 환경맵 내부에서의 탐색으로 제한되어 있었다. 본 논문에서는 환경맵을 사용하되 여러 개의 환경 맵을 쓰고, 이들 환경 맵에서 일부 공간내 이동을 가능케 함으로써 지속적으로 가상환경을 탐색할 수 있도록 하는 방법에 대해 제시한다. 가상환경을 구축하기 위해 먼저 그림 3, 4 처럼 도로나 복도와 같은 탐색하고자 하는 길을 따라서 파노라마 영상들을 획득한다.



그림 3. 시점이동

가상환경을 탐색할 때 주어진 길을 따라 이동한다는 가정 하에 그림 4와 같이 이동 경로를 따라 실린더들을 배열시킨다. 실린더 내에서는 기본적으로 고정된 시점에 시선변경만 가능하지만 실린더 맵에서 이동경로인 길 부분은 시점 이동이 가능한 특정영역이 된다. 이와 같이 특정 영역에서만 앞 방향으로의 시점이동을 가능케 하고, 이동하다가 현재의 실린더에서 벗어나 연결관계에 있는 다음 실린더로 이동하게 된다. 이처럼 길이라는 영역을 실린더간의 연결지점으로 정하여 현재 실린더에서 다음 실린더로의 이동시 공간의 지속성을 유지토록 한다.

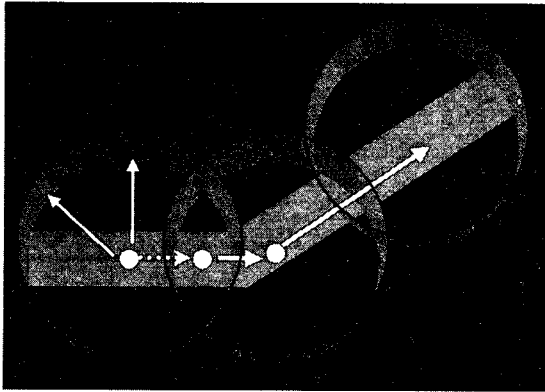


그림 4. 실린더간의 이동

그러나 같은 방향에 대해 다른 가시거리에서 바라보았기 때문에 실린더 간의 이동시 두 영상 사이에는 불일치가 발생하게 되므로 자연스러운 변화를 위한 중간과정이 필요하게 된다. 두 영상은 그림 5와 같이 줌인, 줌아웃 관계가 있으나 초점거리가 달라 원근 영향을 받기 때문에 단순한 줌인 과정을 통해서서는 자연스런 영상변환을 얻을 수 없다. 따라서 전처리 과정에서 사용자 입력으로 줌인될 영역과 그밖에 몇몇 대응점을 정해주고 이 대응점들을 통해 변환식을 구하여 자연스런 영상변환을 가능케 하였다[6]. 또한 실린더와 실린더가 연결된 지점의 중간 영상을 한 장 더 획득하여 이 중간 영상을 사용함으로써 좀더 자연스러운 영상변환을 가능케 할 수 있었다. 그림 6은 전체적인 시스템 구성도이다.

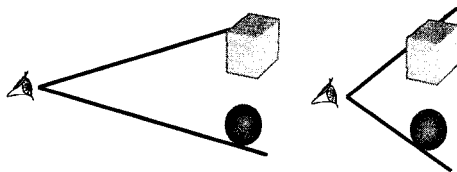


그림 5. 다른 초점거리에서 동일장면을 바라보았을 때

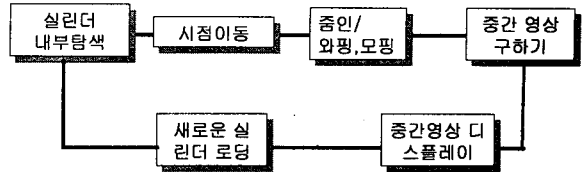


그림 6. 시스템 구성도

5. 결론

인터넷등에서 QuickTime VR 이나 LivePicture 등의 시스템을 통해 환경맵을 사용하여 간편하게 고품질이면서도 실시간으로 가상환경 탐색이 가능함은 이미 알려져 있다. 본 논문에서는 여기에 제한된 시점이동을 가능하게 하여 여러실린더를 연결사용하는 것으로 확장함으로써 대형가상공간에 대한 자연스러운 실시간 탐색을 제공하였다. 그러나 현재는 주어진 경로를 따라 이동한다는 가정 하에 시점 이동을 허용하기 때문에 완전히 자연스러운 탐색이라고 할 수는 없다. 환경 맵에서의 임의 시점변경을 제공하기 위해서는 Plenoptic modeling 에 대해 더 적은 영상을 사용하고 실시간으로 계산 가능하도록 하기 위한 확장 연구가 필요하다. 또한 환경맵과 다른 영상기반 렌더링 방법들과 적절히 조합하여 사용하는 방법에 대한 연구도 수반되어야 할 것이다.

6. 참고 문헌

- [1] Alan Watt, Mark Watt, "Advanced Animation and Rendering Techniques", ACM Press,1992
- [2] Anders Gustafsson, Henrik Turbell, "Image-Based Rendering", Linkoping University,Sweden, 1997
- [3] Shechang Eric Chen, "QuickTime VR-An Image-Based Approach to Virtual Environment Navigation",Proceedings of SIGGRAPH, 1995
- [4] Lenoard McMillan, Gary Bishop, "Plenoptic Modeling: An Image-Based Rendering System",Proceedings of SIGGRAPH ,1995,
- [5] Amnon Shashua, "Computer Vision: Image Based Rendering"
- [6] Szeliski,R., "Image Mosaicing for Tele-Reality Applications", DEC and Cambridge Research Lab Technical Report, CRL 94/2,May 1994