

실내 원통맵 영상에서의 하이라이트 표현 기법

권주조* 신병석 한창호

인하대학교 전자계산공학과

g1992064@inhavision.inha.ac.kr, {bsshin, chhan}@inha.ac.kr

Representation of Highlight in Cylindrical Indoor Scene

Koo-Joo Kwon* Byeong-Seok Shin Chang-Ho Han
Dept. of Computer Science & Engineering, Inha University

요약

영상기반 렌더링(image-based rendering) 기법은 전통적인 컴퓨터 그래픽 기법과는 다르게 장면 생성 시 복잡한 3차원 정보들을 2차원 영상들의 조합으로 표현하여 렌더링 하는 방법이다. 그 중에서 원통맵을 이용한 렌더링은 파노라마 영상을 이용해 관찰자에게 보다 빠르게 실시간으로 장면을 렌더링 하여 보여준다. 이러한 영상기반 렌더링에서도 실제감을 보다 더 높이기 위해서는 빛과 빛에 의해 생기는 그림자, 하이라이트의 역할이 매우 중요하다. 하지만 파노라마 영상의 경우 미리 촬영된 영상들을 사용하므로 실시간으로 동적인 광원의 변화와 그로 인한 그림자와 하이라이트 부분을 표현하기 위해서는 변화된 영상들을 재촬영하여 새로운 파노라마 영상을 제작해야 한다. 본 논문에서는 OpenGL을 이용하여 실내 공간을 표현한 원통 영상 기반 환경 맵에서 광원의 위치변화에 의해 가상 하이라이트(virtual highlight)의 움직임을 파노라마 이미지의 재 촬영 없이 몇 가지 기하학 정보만으로 계산하여 표현해 주는 방법을 제안한다.

1. 서론

컴퓨터 그래픽에서 가상의 공간[1]을 탐색하는 기술은 3차원 기하정보를 바탕으로 한 가상현실에서 매우 흥미있는 분야이다. 하지만 기하정보를 바탕으로 장면마다 렌더링하는 방법은 실시간 항행(real-time navigation)[2]에는 적합하지 않다. 이러한 이유로 최근 들어 영상을 기반으로 한 렌더링 방법이 활발히 연구되고 있다.

영상 기반 렌더링 방법은 전통적인 컴퓨터 그래픽스 기법보다 적은 비용으로 장면을 렌더링 할 수 있는 방법이다. 영상 기반 렌더링 방법 중 원통맵에 파노라마 영상을 매핑시켜 탐색할 수 있도록 하는 방법으로 QuickTime VR[3], LivePicture[4] 등이 있다. 위의 3차원 기하정보를 바탕으로 렌더링 하는 방법과 영상 기반 렌더링 방법 모두에서 생성된 장면이 현실감을 높이는 데 중요하게 영향을 미치는 것은 광원에 의해 생성되는 그림자와 하이라이트이다. 3차원 공간에서 광원에 의한 효과를 표현하는 방법에는 광선추적법[5], 래디오시티[6]와 같은 방법이 있지만 영상 기반 렌더링 방법에서는 이미 얻어진 영상들을 가지고 변화되는 광원에 의한 효과를 나타내기는 많은 어려움이 있다.

본 논문에서는 파노라마 영상을 이용한 원통맵 영상 기반 렌더링에서 광원의 위치변화에 따라 파노라마 영상 위에 하이라이트가 변경되는 현상을 간단한 기하학 정보를 이용하여 표현하였다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 기존의 영상 기반 렌더링 방법 및 영상 기반 조명방법에 대해 살펴보고, 3절에서는 본 논문에서 제안하는 방법에 대하여 기술한다. 4절에서는 실험환경과 실험방법에 대해 기술하고 5절에서는 결론 및

향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련연구

영상 기반 렌더링 방법은 전통적인 렌더링 방법과는 달리 미리 정해진 지점에서 영상들을 얻어내고, 얻어진 영상들의 2차원 정보와 단순한 기하학적 정보들을 가지고 장면을 렌더링 하는 방법이다[7]. 이 방법은 장면의 3차원적 공간정보가 아닌 평면영상들에 의존하므로 실시간 렌더링이 가능하고, 적은 양의 정보만으로도 짧은 시간 내에 현실감이 높은 장면들을 얻을 수 있다.

환경맵[8]은 정해진 지점으로 들어오는 모든 광선들을 기술하는 함수이다. 환경맵을 이용하는 방법은 관측자의 주어진 위치에서 카메라를 회전시킬 경우 매우 빠르고 실제감이 높은 영상을 얻을 수 있지만 카메라의 위치를 이동시킬 경우 영상 생성이 어렵다는 단점이 있다.

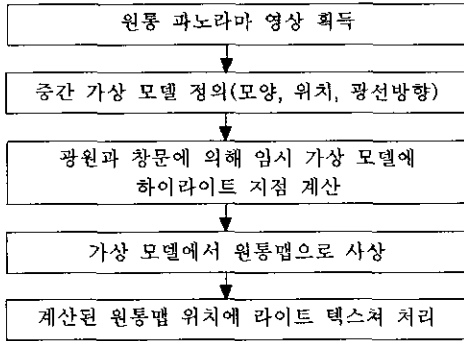
Light-field rendering[9]과 Lumigraph[10]은 미리 주어진 여러 지점들에서의 대상물의 색상정보를 충분히 확보하고 시점을 재구성 할 때, 미리 확보된 특정 시점에서의 대상물의 색상을 선별하여 보여주거나 보간하여 보여주는 방법이다. 이 방법들은 양질의 영상을 얻기 위해서 매우 많은 양의 메모리가 필요하기 때문에 이것들을 효율적으로 관리하기가 어려운 단점이 있다.

영상 기반 렌더링 방법에서 장면을 구성함에 있어서 시점의 이동시 재구성하는 문제는 빛의 효과를 표현함에 있어서도 마찬가지이다.

3. 영상기반 하이라이트 표현방법

본 논문에서는 빛의 변화에 따라 영상을 재구성하는 방법이 아닌 이미 얻은 영상들 위에 빛의 변화된 효과를 표현하는 방법을 제안한다.

여기서 제안하는 방법은 [그림 1]과 같이 요약할 수 있다. 여러 장의 영상을 붙여서 만든 파노라마 영상을 얻은 후, 파노라마 영상에 맞는 가상 모델을 정의한다. 방의 크기는 원통맵의 지름에 해당되고 실제 방의 창문 위치를 지정해 준다. 광원의 위치는 임의의 위치를 준다.



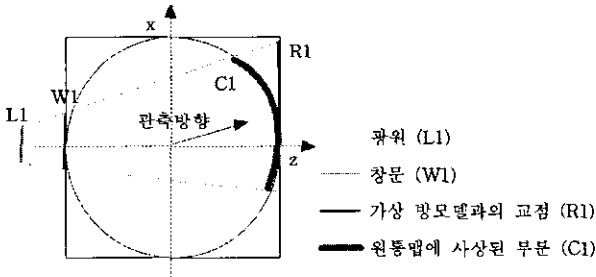
[그림 1] 원통맵에 하이라이트 표현 흐름도

3.1 중간 가상 모델(intermediate virtual model)의 하이라이트 위치

[그림 2] 에서와 같이 주어진 가상 모델에서 광원(L1)과 창문(W1)에 의해 생기는 직선의 교점을 찾고, 교점이 다시 원통맵에 사상되는 지점(C1)을 찾는다.

$$\begin{aligned} f_r &: L_1 \rightarrow R_1 \\ f_c &: R_1 \rightarrow C_1 \\ C_1 &= f_r \cdot f_c \end{aligned} \quad (1)$$

Where f_r : 가상공간과의 교점계산 함수
 f_c : 가상공간 좌표를 원통맵에 사상하는 함수



[그림 2] 광원의 원통맵 사상 (XZ 평면)

먼저, 직선과 평면의 교점을 구하는 방법으로 $R1(R_{1x}, R_{1y}, R_{1z})$ 의 값을 찾는다. 두 점 $L1(L_{1x}, L_{1y}, L_{1z})$, $W1(W_{1x}, W_{1y}, W_{1z})$ 을 지나는 공식은 다음과 같다.

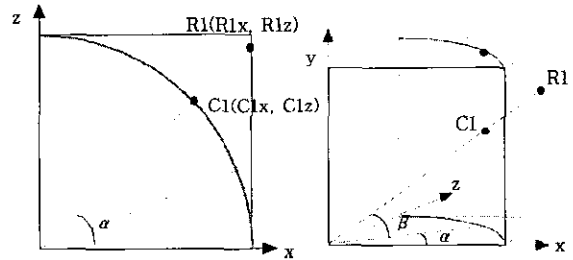
$$\frac{x-L_{1x}}{W_{1x}-L_{1x}} = \frac{y-L_{1y}}{W_{1y}-L_{1y}} = \frac{z-L_{1z}}{W_{1z}-L_{1z}} \quad (2)$$

두 점 $L1, W1$ 을 지나는 직선과 창(W1)의 맞은편($Z=-r$)인 평면과의 교점은 식(2)를 t 로 치환 후 t 값을 먼저 구한 다음, 식(2)에 t 값을 대입하여 구한다. 이와 같은 방식으로 얻어진 $R1(R_{1x}, R_{1y}, R_{1z})$ 의 값은 식(3)과 같다.

$$\begin{aligned} t &= \frac{Z-L_{1z}}{W_{1z}-L_{1z}} \\ R_{1x} &= t(W_{1x}-L_{1x})+L_{1x} \\ R_{1y} &= t(W_{1y}-L_{1y})+L_{1y} \\ R_{1z} &= Z \end{aligned} \quad (3)$$

이때, Z평면과의 교점 $R1(R_{1x}, R_{1y}, R_{1z})$ 의 R_{1x} 의 값이 $\pm r_x$ 밖으로 구해지는 경우 Z평면에 나타난 $R1(R_{1x}, R_{1y}, R_{1z})$ 값을 변환하여 $X = +r$ 평면과 $X = -r$ 평면에 맞히도록 한다.

3.2 원통맵 사상점 구하기



[그림 3] 원통맵의 사상점

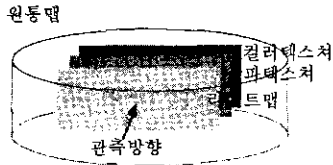
[그림 3]에서 보는 것과 같이 가상 모델에 구해져진 $R1(R_{1x}, R_{1y}, R_{1z})$ 이 원통맵에 사상되는 지점 $C1(C_{1x}, C_{1y}, C_{1z})$ 을 구하는 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} C_{1x} &= r \cos \alpha = r \frac{R_{1x}}{\sqrt{R_{1x}^2 + R_{1z}^2}} \\ C_{1z} &= r \sin \alpha = r \frac{R_{1z}}{\sqrt{R_{1x}^2 + R_{1z}^2}} \\ C_{1y} &= r \tan \beta = r \frac{R_{1y}}{\sqrt{R_{1x}^2 + R_{1y}^2}} \end{aligned} \quad (4)$$

위의 식(2),(3),(4)를 이용해 광원이 창문을 통해 원통맵에 사상되는 한 지점을 찾을 수 있고, 사각형 창이라고 가정했을 때 4개의 지점을 위 식을 가지고 구할 수 있다.

3.3 라이트 텍스처 맵

원통맵 위에 컬러 텍스처 맵과 라이트 맵을 적용하여 하이라이트를 표현한다. 라이트 맵은 광정보를 미리 계산하여 만든 텍스처이다. 이 두 개의 텍스처가 실시간에 합하여져서 하이라이트된 영역을 표현하게 된다. 난반사(diffuse reflection) 효과를 내는 텍스처 이미지와 투명한 영역을 지정해주는 알파 텍스처 맵을 이용하여 알파 블렌딩(alpha-blending) 한다. 이것은 곧바로 원통맵의 텍스처와 동시에 관측자의 시야에 표현된다. 도식으로 표현하면 아래 [그림 4]와 같다.



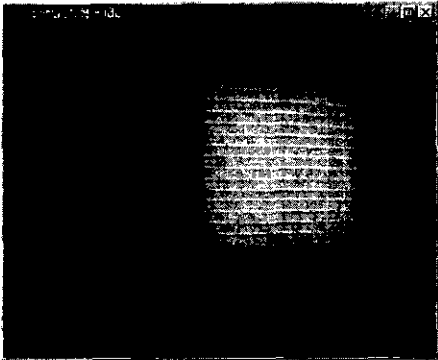
[그림 4] 라이트 텍스처 사상

4. 실험결과

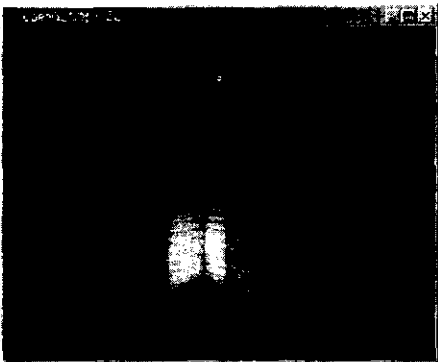
본 논문에서는 다음과 같이 파노라마 영상을 제작하여 실험하였다. 가로, 세로의 길이가 같은 정사각형 모형의 방이라고 가정하였고, 사방의 벽은 벽돌모양의 텍스처로 처리하였다. 천장과 바닥은 제외하였고 창문 밖에는 가상의 광원을 두었다.

실험에 사용된 장비는 Pentium-III550Mhz, RAM 128MB PC, 3Dfx Voodoo3 그래픽 가속기이고, OpenGL V1.1, VC++ 6.0을 사용하여 구현하였다.

구현된 결과는 [그림 5], [그림 6]과 같다. [그림 5]는 창문에 광원이 근접한 원근을 표현한 경우이고, [그림 6]은 무한한 평행 광원이 창을 통하여 두 벽에 걸친 하이라이트 부분을 파노라마 이미지에 표현한 그림이다. 실제로 광원의 위치를 임의로 움직여 보았을 경우 그에 따라 원통맵 파노라마 이미지에 표현되는 하이라이트 부분도 사각형 방에 맞게 움직이는 것과 같은 효과로 파노라마 이미지에 표현되었다.



[그림 5] 창문 맞은 편에 생긴 하이라이트



[그림 6] 창문 맞은편과 좌측모서리에 생긴 하이라이트

벽면에 맺힌 하이라이트 영역은 1개의 난반사(diffuse) 라이트 텍스처와 1개의 알파 텍스처맵에 OpenGL 블렌딩 함수를 이용하여 표현하였고 벽면에 걸치는 부분은 가상 모델의 사각형 모서리 부분에 해당하는 값으로 하이라이트 영역을 잘라 2개의 라이트 맵으로 나누어 표현하였다.

5. 결론

실시간으로 광원의 위치가 변하는 경우 실험을 통하여 미리 얻은 파노라마 영상 위에, 그에 따른 하이라이트 부분을 계산하여 표현 할 수 있었다. 하이라이트가 변한 또 다른 파노라마 영상을 다시 계산하지 않고, 기존의 파노라마 영상에 간단한 변환 함수를 이용하여 파노라마에 표현되는 하이라이트 영역을 라이트 텍스처 맵을 사용하여 표현하였다.

향후에는 실내의 천장과 바닥에 표현되는 하이라이트 변환함수를 찾고, 창문의 모양이 사각형이 아닌 다각형인 경우의 함수와 실내의 모양이 불규칙한 경우의 하이라이트 표현 방법에 관한 연구를 진행할 계획이다.

참고문헌

- [1] J. Vince, Virtual Reality Systems, Addison-Wesley, 1995.
- [2] T. Möller, E. Haines, "Real-Time Rendering," AK Perers, 1999.
- [3] S. E. Chen, "QuickTime VR - An Image-Based Approach to Virtual Environment Navigation," Proc. SIGGRAPH '95, pp.29~38, August 1995.
- [4] http://www.mgisoft.com/webtools/photovista/vt_main.asp
- [5] T.L. Kay, and J.T. Kajiya, "Ray Tracing Complex Scenes," SIGGRAPH '86, pp. 269~278
- [6] M.F. Cohen, D.P. Greenberg, "The Hemi-cube: A Radiosity Solution for Complex Environments," Computer Graphics (Proc. SIGGRAPH '85), 19(3), pp.31~40, August 1985.
- [7] P. Debevec, "What is Image-Based Modeling and rendering? And What is Image-Based Lighting," SIGGRAPH '99 Course Note 39, pp.1-1~1-7, August, 1999.
- [8] N. Green, "Environment Mapping and Other Applications of World Projections," Computer Graphics and Applications, 6(11) : pp.21~29, November 1986
- [9] M. Levoy, P. Hanrahan, "Light Field Rendering," SIGGRAPH '96, pp. 31~42, 1996.
- [10] S.J Gortler, R. Greszczuk, R. Szeliski and M. F. Cohen, "The Lumigraph," SIGGRAPH '96, pp. 43~54, 1996