

사실적인 영상기반 렌더링을 위한 Diffuse Map 생성

최태호, 윤경현
중앙대학교 컴퓨터공학과

Generation of Diffuse Map using HDRI Environment map for Image based Rendering

Choi Tai ho, Kyung Hyun Yoon
Dept. of Computer Science & Engineering, Chung-Ang Univ.

요 약

텍스처 매핑은 복잡한 3차원 모델을 모델링하는 대신 텍스처 맵으로써 대체하는 기법이다. 일반적인 영상기반 렌더링 기법에서는 영상으로부터 바로 텍스처를 추출하여 렌더링에 사용한다. 그러나 이러한 텍스처는 주변 환경으로부터의 빛과 물체의 반사 속성이 결합되어 나타나는 색이므로 영상으로부터 획득한 텍스처를 텍스처 맵으로 사용할 경우 비 사실적인 영상을 생성하게 된다. 그러므로 획득한 텍스처에서 물체의 재질을 찾아내는 것은 사실적인 렌더링을 하기 위해 매우 중요한 일이다. 본 논문에서는 사실적인 렌더링을 위해 HDRI 환경맵을 이용하여 Diffuse map을 생성하는 기법을 제시한다.

1. 서론

실세계의 복잡한 구조물들을 모델링하고 렌더링하는 것은 많은 노력을 필요로 하는 작업이다. 이러한 작업을 손쉽게 하기 위해 영상 기반 모델링과 렌더링이라는 기술이 등장하게 되었다. 영상기반 렌더링은 한 장 또는 여러 장의 영상들을 이용하여 3차원 영상을 생성하는 기술이다[1]. 이러한 기술들은 영상으로부터 텍스처를 추출하여 렌더링에 사용한다. 그러나 이러한 텍스처는 주변 환경으로부터의 빛의 영향을 받았으므로 영상으로부터 획득한 텍스처를 텍스처 맵으로 사용할 경우 영상을 획득할 때와 다

른 조명 환경 상에서는 비 사실적인 영상을 만들어 낸다. 이러한 점을 해결하기 위해서는 획득한 텍스처로부터 사용한 물체의 실제 반사 속성을 알아내는 작업을 필요로 한다. 본 논문에서는 환경맵을 이용하여 주변 환경으로부터 오는 광원의 정보를 사실적으로 저장하는 HDRI 환경맵[2][3]을 사용하여 영상으로부터 획득한 텍스처로부터 실제 물체의 반사 속성을 획득하고 다른 조명 조건 하에서 렌더링하기 위한 방법을 제시한다.

본 논문에서는 HDRI 환경맵[2][3]을 사용하여 텍스처로부터 반사 속성을 획득하였다. 또한 이렇게 획득한 텍스처를 사용하여 다른 조명 조건에서 사실적

으로 영상을 만들어 내었다.

2. 관련연구

본 논문에서 사용하는 HDRI는 노출 시간이 다르게 한 여러 장의 사진을 가지고 만들어 낼 수 있다.[3] HDRI는 영상의 사실적인 광량 정보를 가지고 있으므로 다양한 연구에 활용되고 있다. 환경맵은 반사 속성을 표현하기 위해 널리 사용되는 기술이다. 광택이 있는 반사를 렌더링하기 위해 환경맵에 특정 BRDF에 따라 필터링을 수행하는 기법이 제시되어 있다[4]. HDRI 환경맵의 필터링을 통하여 물체의 난반사 부분의 빛의 계산 시간을 줄임은 물론 사실적으로 영상을 렌더링하기 위한 기법이 소개되었다[2].

[1]에서는 사영기하학을 이용하여 몇 장의 영상에서 3차원의 재구성을 하였다. 그러나 텍스처 맵 영상에서 획득하여 바로 사용함으로써 다양한 조명 조건 하에서는 비 사실적인 영상을 생성하게 된다. [5]에서는 모델링된 건축 장면에서 pseudo-BRDF를 획득하고 이를 이용하여 사실적으로 렌더링 하였다. 그러나 이러한 방법은 시간대의 태양의 위치와 하늘의 밝기를 예측하여 BRDF를 획득한 것이므로 건축물 장면에 대해서만 적용이 가능하다는 단점을 가지고 있다. [6]에서는 한 장의 사진과 주어진 영상의 모델로부터 각 물체의 반사 속성을 계산해 내고 이를 가지고 다시 광원 효과를 주었다. 그러나 이러한 방법은 필요로 하는 물체뿐만 아니라 영상내의 모든 평면의 반사 속성들을 복원해 냄으로써 방대한 계산 시간을 필요로 한다.

본 논문에서는 이러한 단점들을 보완하여 보다 일반적인 환경에서 물체중심의 반사 속성을 구해 낼 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

3. HDRI 환경맵과 필터링

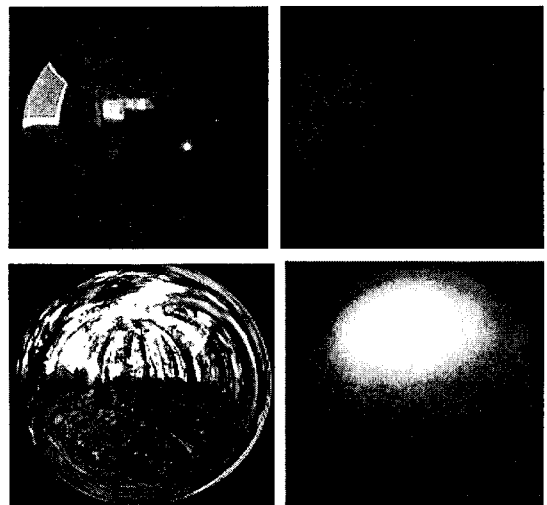
HDRI는 실제계의 광원 정보를 사실적으로 저장한 영상이다. 이러한 HDRI는 같은 장면에 대해 노출 시간을 다르게 하여 촬영하고 이를 조합 함으로

써 얻어 낼 수 있다. 본 논문에서 사용한 환경맵은 스피어 맵이다. 스피어 맵은 Light probe에 맺힌 영상을 이용하여 환경맵으로 사용할 텍스처 맵을 생성한다. Light probe에 맺힌 영상은 모든 방향으로부터 오는 빛을 반사하므로 한 장의 텍스처를 가지고 모든 방향으로부터의 빛을 표현 할 수 있다.

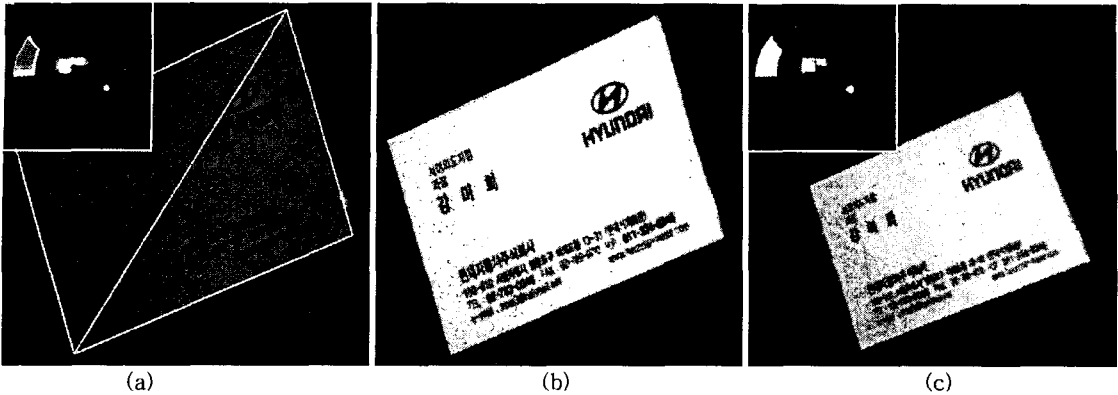
난반사 물체의 밝기를 계산하기 위해서는 모든 방향으로부터 오는 빛을 고려 해 주어야 한다. 이를 위한 방법으로는 몬테 카를로 레이 트레이싱을 통해서 가능하다. 그러나 이 방법은 너무 많은 계산 시간을 필요로 할 뿐만 아니라 결과 영상에 잡음을 포함한다는 단점이 있다. 이러한 문제를 보완하기 위해 본 논문에서는 HDRI 환경맵에서 미리 필터링을 통하여 난반사를 위한 광원 정보를 저장하는 텍스처를 생성한다. [식 1]은 x에 들어오는 모든 방향의 빛을 합하는 식이다.

$$L_{diffuse}(x; \vec{h}) = k_a \int_{\Omega} L_i(x; \vec{l}) \langle \vec{h}, \vec{l} \rangle d\vec{l} \quad [식1]$$

$L_{diffuse}(x; \vec{h})$ 는 법선 벡터가 \vec{h} 인 x에서의 밝기이다. k_a 는 Diffuse 상수이고 $L_i(x; \vec{l})$ 는 \vec{l} 에서 x로 들어오는 빛을 말한다. $\langle \vec{h}, \vec{l} \rangle$ 는 \vec{h} 과 \vec{l} 의 내적이다. 필터링을 통한 난반사 물체의 광원 처리는 물체들간의 상호 반사나 그림자 효과를 고려하지 못한다



(a) (b)
[그림 1] (a)환경을 촬영한 Light Probe (b)(a)의 환경맵을 필터링한 결과



[그림 2] (a)는 입력 영상의 모델을 보여 주고 있다. 상단의 Light Probe는 모델 주변의 환경맵이다. (b)는 본 논문에서 제시한 알고리즘을 통해 계산해 낸 Diffuse map이다. (c)는 상단의 Light probe 와 (b)의 Diffuse map을 사용하여 렌더링한 결과이다.

는 단점을 가지고 있으나 몬테 카를로 레이 트레이싱의 계산시간을 현저히 단축시킬 수 있다. [그림 1]은 환경맵 필터링을 수행하여 얻은 텍스처 맵이다

4. Diffuse map 생성

기존의 영상기반 렌더링 알고리즘[1][7]은 영상으로부터 획득한 텍스처를 바로 사용하여 다른 조명 환경 하에서는 비 사실적이라는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 본 논문에서는 HDRI 텍스처로부터 Diffuse map을 생성하고 이를 텍스처로써 사용한다.

Diffuse map을 생성하는데 있어 몇 가지를 가정하고 있다. 우선 현재 고려하는 물체는 완전 난 반사체라는 것과 주변 환경과 물체와의 빛의 교환이 매우 적어서 무시할 정도라는 점, 그리고 물체 자체에 의한 그림자는 존재하지 않는다는 점을 가정으로 한다. 이와 같은 가정을 가지고 ρ_{bd} 를 계산해 낼 수 있다. 사진에 기록되는 영상은 물체의 반사 속성과 빛에 의해 결정 된다.

[식 2]에서 우리가 알고자 하는 것은 Diffuse 계수인 ρ_{bd} 이고 이를 위해서 $\int_{\Omega} L_i(x, \theta, \phi) \cos \theta d\omega$ 를 계산해내야 한다. $L(x, \theta_0, \phi_0)$ 은 x에서 (θ_0, ϕ_0) 방향으로 나가는 빛을 말하며 L_e 은 자체 발광을 말한다.

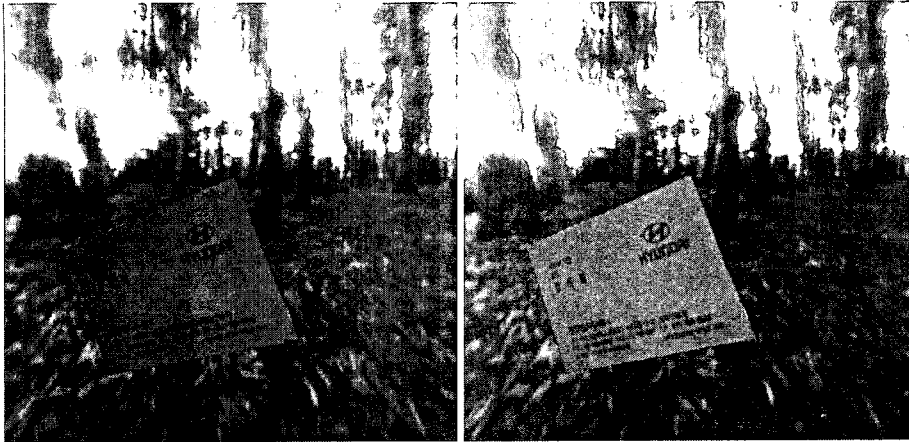
$\int_{\Omega} L_i(x, \theta, \phi) \cos \theta d\omega$ 는 환경맵 필터링을 통해 얻어 낼 수 있다.

$$\begin{aligned} L(x, \theta_0, \phi_0) &= L_e(x, \theta_0, \phi_0) + \\ &\int_{\Omega} \rho_{bd}(x, \theta_0, \phi_0, \theta, \phi) L_i(x, \theta, \phi) \cos \theta d\omega \\ &= L_e(x, \theta_0, \phi_0) + \rho_{bd} \int_{\Omega} L_i(x, \theta, \phi) \cos \theta d\omega \\ &= L_e(x, \theta_0, \phi_0) + \rho_{bd} E(n) \quad [식 2] \end{aligned}$$

알고리즘의 입력으로는 물체의 모델 좌표와 텍스처 좌표, 물체의 HDRI 텍스처 영상, 그리고 물체 주변을 싸고 있는 HDRI 환경맵이다. 우선 물체 주변의 HDRI 환경맵에 Filtering을 수행한다. 그 후 Diffuse map을 구성하고자 하는 평면의 법선 벡터를 이용하여 필터링된 환경맵으로부터 광원 정보를 얻어 온다. 텍스처의 빛의 세기에서 광원 정보로 나눔으로써 ρ_{bd} 를 계산해 낸다. 이렇게 복원된 Diffuse map을 이용하여 [2]의 방법을 통해 렌더링한다.

5. 결과

[그림 2]는 결과 영상이다. (a)는 입력 영상으로 모델링 된 결과를 보여 주고 있다. (b)는 왼쪽 그림 상단의 Light Probe를 입력으로 하여 본 논문에서 제시하는 알고리즘을 통하여 반사 속성을 얻어낸 결과이다. 그리고 (c)는 오른쪽 상단의 Light probe를 이



(a)

(b)

[그림 3] (a)영상으로 획득한 텍스처를 이용

(b)본 논문에서 제시한 Diffuse map을 이용

용하여 (2)의 방법으로 렌더링한 결과이다. (c)는 풍쇄 이딩을 이용하여 렌더링한 결과이다. [그림 3]의 (a)는 텍스처로부터 획득한 데이터를 바로 사용한 결과이고 (b)는 논문에서 제시한 알고리즘을 이용하여 Diffuse map을 생성하고 렌더링을 수행한 결과이다.

6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 HDRI환경맵을 이용하여 텍스처로부터 물체의 반사 속성을 획득해 낼 수 있었다. 본 논문에서 제시하는 방법은 기존의 복잡한 계산을 피하면서도 필요한 물체만의 반사 속성을 획득하고 이렇게 얻은 물체의 반사 속성이 기록된 Diffuse map을 이용하여 사실적인 영상을 렌더링 할 수 있었다.

본 논문에서는 몇 가지를 가정하고 있다. 고려하는 물체가 완전 난 반사체라는 것과 주변 환경과 물체와의 빛의 교환이 매우 적다는 점, 그리고 물체 자체에 의한 그림자는 존재하지 않는다는 점이다. 이러한 가정들을 하나씩 없애 나가는 것은 앞으로 해야 할 연구이다.

7. 감사의 글

본 논문은 과학기술부 국가지정 연구소(2000-N-NL-01-C-285)의 지원으로 수행되었습니다.

[참고문헌]

- [1] P.E. Debevec, C.J. Taylor, and J. Malik, "Modeling and Rendering Architecture from Photographs: A Hybrid Geometry- and Image-Based Approach," Proc. SIGGRAPH '96, pp. 11-21, Aug. 1996
- [2] 최태호,윤경현,"HDRi 환경맵을 이용한 사실적인 광원효과", HCI 2003 pp.261-265
- [3] Paul E. Debevec, Jitendra Malik, "Recovering high dynamic range radiance maps from photographs", Proceedings of the 24th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, p.369-378, August 1997
- [4] J. Kautz, P.-P. Vazquez, W. Heidrich, and H.-P. Seidel. "A Unified Approach to Prefiltered Environment Maps". Rendering Techniques '00 (Eurographics Workshop on Rendering), pp. 185-196. Springer, 2000
- [5] Yizhou Yu, Jitendra Malik, "Recovering photometric properties of architectural scenes from photographs", Proceedings of the 25th annual conference on Computer graphics and interactive techniques", p.207-217, July 1998
- [6] Samuel Boivin and Andre Gagalowicz. "Image-based rendering of diffuse, specular and glossy surfaces from a single image". SIGGRAPH 2001, Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, pages 107--116.
- [7]Sung-Dong Cho,Seung-Taek Ryoo,Tai-Ho Choi, Kyung-Hyun Yoon, "3D Primitive Reconstruction Using the Line Segment with Single Image" CGGM2003 게재예정