



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년04월07일
(11) 등록번호 10-0951121
(24) 등록일자 2010년03월29일

(51) Int. Cl.

G06T 15/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0124011

(22) 출원일자 2008년12월08일

심사청구일자 2008년12월08일

(56) 선행기술조사문헌

2004년 한국정보과학회 가을 학술발표논문집,
Vol.31. No.2, 2004.10.21., 정재광 외, “가변
포톤 반지름을 이용한 Photon Mapping 렌더링 방
법”, pp.649-651*

컴퓨터그래픽스학회논문지. vol.14 no.4
,2008.12., 송기동 외, “연기 파티클에 대한 포톤
매핑 기반의 렌더링 기법”. pp.7-18.*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

서강대학교산학협력단

서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교

(72) 발명자

임인성

서울특별시 양천구 목6동 902 목동신시가자아파트
224-1504

차득현

경기도 남양주시 도농동 부영그린타운 301-1301

(74) 대리인

이지연

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 조남신

(54) 간접 조명 효과를 위한 렌더링 방법

(57) 요약

본 발명은 간접 조명 효과를 위한 렌더링 방법에 관한 것이다. 상기 렌더링 방법은, 렌더링 방정식을 외부에서

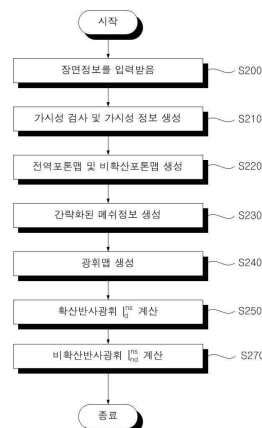
입사되는 광휘의 종류에 따라 분할하고, 분할된 광휘들 중 간접 조명의 확산반사광휘(I_d^{ns}) 및 비확산반사광휘

(I_{nd}^{ns})에 의한 효과를 계산하는 방법을 제공한다. 상기 확산반사광휘(I_d^{ns})는 포톤이 가시지점(x)에 입사하
기 직전에 떠난 지점(y)에서 확산(diffuse) BRDF에 의해 반사된 광휘로서, 광휘맵과 방향맵을 이용하여

계산된다. 상기 비확산반사광휘(I_{nd}^{ns})는 포톤이 가시지점(x)에 입사하기 직전에 떠난 지점(y)에서 비확산
(non-diffuse) BRDF에 의해 반사된 광휘로서, 포톤들을 이미지 평면에 2차 투영하여 적응적 광휘 정보를 계산된
다.

본 발명에 따른 간접 조명 효과를 위한 렌더링 방법은 3차원 애니메이션 제작 시간 및 비용을 단축시키고 효과적
으로 고품질 영상을 생성할 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

간접 조명 효과를 위한 렌더링 방법에 있어서,

- (a) 렌더링하고자 하는 장면에 대한 정보를 입력받는 단계;
- (b) 상기 장면에 대한 가시성 검사를 수행하여 가시지점들의 정보를 생성하는 단계;
- (c) 포톤 매핑 기법을 이용하여 근사화된 광휘 정보를 포함하는 전역 포톤 맵 및 비확산 포톤 맵을 생성하는 단계;

(d) 상기 전역 포톤 맵을 이용하여 모든 가시지점에 대하여 확산반사광휘(I_d^{ns})에 의한 효과를 계산하는 단계;

(e) 상기 비확산 포톤 맵을 이용하여, 비확산반사광휘(I_{nd}^{ns})에 의한 효과를 계산하는 단계;

를 구비하고, 상기 확산반사광휘(I_d^{ns})는 포톤이 가시지점(x)에 입사하기 직전에 떠난 지점(y)에서 확산(diffuse) BRDF에 의해 반사된 광휘이며, 상기 비확산반사광휘(I_{nd}^{ns})는 포톤이 가시지점(x)에 입사하기 직전에 떠난 지점(y)에서 비확산(non-diffuse) BRDF에 의해 반사된 광휘인 것을 특징으로 하며,

상기 (d) 단계는

- (d1) 상기 전역 포톤 맵을 하나의 가시지점에 대한 반육면체의 각 면에 렌더링하여, 해당 가시지점에 대하여 반구위 방향으로 들어오는 광휘 정보를 포함하는 반육면체를 생성하는 단계;
- (d2) 상기 가시지점에 대한 BRDF 정보를 이용하여 반구위 방향을 샘플링하여 방향 맵(direction map)을 생성하는 단계;
- (d3) 상기 가시지점에 대한 방향 맵을 로딩하여 해당 가시지점에 대한 반육면체 맵을 샘플링하고, 샘플링된 광휘 정보를 합산하여 1×1 픽셀을 계산하는 단계;
- (d4) 상기 (d1) 내지 (d3) 단계를 모든 가시지점에 대하여 반복 수행하여, 모든 가시지점에 대하여 각각 1×1 픽셀을 계산하는 단계;

를 구비하는 것을 특징으로 하는 간접 조명 효과를 위한 렌더링 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 (e) 단계는

- (e1) 상기 비확산 포톤맵을 이용하여, 각 포톤을 중심으로 하여 사전에 설정된 최대 커널 반경(R)의 2배의 길이의 변을 갖는 도형을 형성하고, 상기 도형들을 해당 포톤이 저장된 위치의 법선 벡터를 따라 이미지 평면에 1차 투영하는 단계;
- (e2) 이미지 평면을 구성하는 각 픽셀에 1차 투영된 포톤들의 개수를 측정하여 해당 픽셀의 픽셀 정보로 저장하는 단계;
- (e3) 각 픽셀에 픽셀 정보로 저장된 포톤들의 개수에 따라 각 포톤들에 대한 커널 반경들을 조정하는 단계; 및
- (e4) 각 포톤을 중심으로 상기 (e1)에서 생성된 도형을 이미지 평면에 재투영 하고 커널을 계산하는 과정에서

상기 조정된 커널 반경을 적용하여 각 픽셀에 광휘 정보를 누적하는 단계;
를 구비하는 것을 특징으로 하는 간접 조명 효과를 위한 렌더링 방법.

청구항 4

그래픽 프로세서(GPU)를 이용하여, 간접 조명 효과를 계산하는 렌더링 방법에 있어서,

- (a) 렌더링하고자 하는 장면에 대한 정보를 입력받는 단계;
- (b) 상기 장면에 대한 가시성 검사를 수행하여 가시지점들의 정보를 생성하는 단계;
- (c) 포톤 매핑 기법을 이용하여 근사화된 광휘 정보를 포함하는 전역 포톤 맵을 생성하는 단계;
- (d) 상기 전역 포톤 맵을 하나의 가시지점에 대한 반육면체의 각 면에 렌더링하여, 해당 가시지점에 대하여 반구위 방향으로 들어오는 광휘 정보를 포함하는 반육면체를 생성하는 단계;
- (e) 상기 가시지점에 대한 BRDF 정보를 이용하여 반구위 방향을 샘플링하여 방향 맵(direction map)을 생성하는 단계;
- (f) 상기 가시지점에 대한 방향 맵을 로딩하여 해당 가시지점에 대한 반육면체 맵을 샘플링하고, 샘플링된 광휘 정보를 합산하여 1×1 픽셀을 계산하는 단계;
- (g) 상기 (d) 내지 (f) 단계를 모든 가시지점에 대하여 반복 수행하여, 모든 가시지점에 대하여 각각 1×1 픽셀을 계산하는 단계;

를 구비하여, 포톤이 가시지점(x)에 입사하기 직전에 떠난 지점(y)에서 확산(diffuse) BRDF에 의해 반사된 광휘인 확산반사광휘(I_d^{ns})에 의한 간접 조명 효과를 계산하는 것을 특징으로 하는 간접 조명 효과를 위한 렌더링 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 (f) 단계에서 샘플링된 광휘 정보를 합산하는 것은 mip맵 연산을 사용하는 것을 특징으로 하는 간접 조명 효과를 계산하는 렌더링 방법.

청구항 6

그래픽 프로세서(GPU)를 이용하여 간접 조명 효과를 계산하는 렌더링 방법에 있어서,

- (a) 렌더링하고자 하는 장면에 대한 정보를 입력받는 단계;
- (b) 상기 장면에 대한 가시성 검사를 수행하여 가시지점들의 정보를 생성하는 단계;
- (c) 포톤 매핑 기법을 이용하여 비탄반사 BRDF를 갖는 표면에서 반사되는 포톤을 추출하고, 추출된 포톤의 정보를 이용하여 비확산 포톤 맵을 생성하는 단계;
- (d) 상기 비확산 포톤맵을 이용하여, 각 포톤을 중심으로 하여 사전에 설정된 최대 커널 반경(R)의 2배의 길이의 변을 갖는 도형을 형성하고, 상기 도형들을 해당 포톤이 저장된 위치의 법선 벡터를 따라 이미지 평면에 1차 투영하는 단계;
- (e) 이미지 평면을 구성하는 각 픽셀에 1차 투영된 포톤들의 개수를 측정하여 해당 픽셀의 픽셀 정보로 저장하는 단계;
- (f) 각 픽셀에 픽셀 정보로 저장된 포톤들의 개수에 따라 각 포톤들에 대한 커널 반경들을 조정하는 단계;
- (g) 각 포톤을 중심으로 상기 (d)에서 생성된 도형을 이미지 평면에 재투영 하고 커널을 계산하는 과정에서 상기 조정된 커널 반경을 적용하여 각 픽셀에 광휘 정보를 누적하는 단계;

를 구비하여, 포톤이 가시지점(x)에 입사하기 직전에 떠난 지점(y)에서 비확산(non-diffuse) BRDF에 의해 반사된 광휘인 비확산반사광휘(I_{nd}^{ns})에 의한 간접 조명 효과를 계산하는 것을 특징으로 하는 간접 조명 효과를 위

한 렌더링 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 (f) 단계는 각 픽셀에 픽셀 정보로 저장된 포톤들의 개수와 사전에 설정된 하나의 픽셀에 영향을 미치는 최대 포톤의 개수의 비율에 따라 각 포톤들에 대한 커널 반경들을 조정하는 것을 특징으로 하는 간접 조명 효과를 위한 렌더링 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 영화나 3차원 애니메이션에서 사용될 수 있는 고품질 영상을 그래픽스 프로세서의 성능을 사용하여 빠른 시간안에 생성할 수 있는 렌더링 기법에 대한 것으로서, 더욱 구체적으로는 렌더링 방정식을 그래픽스 프로세서에 적합하도록 재구성하고 렌더링 방정식에서의 간접 조명 처리를 그래픽스 프로세서를 사용하여 가속화하는 간접 조명 처리를 위한 렌더링 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 렌더링 기술은 컴퓨터 그래픽스 장면의 3차원 디스크립션(description)을 2차원 영상으로 생성하면서 사실감을 부여하는 그래픽스 파이프라인의 최종 과정을 말한다. 이와 같이 가상의 3차원 장면을 사실적인 영상으로 생성하는 렌더링 기술은 실제 영화나 3차원 애니메이션 제작을 위해 반드시 필요한 기술이며 최근 하드웨어의 급속한 발전으로 인하여 게임 등의 실시간 응용에서도 적용되고 있다.

[0003] 최근 전역 조명(global illumination) 및 셰이딩(shading) 기술이 발전하면서, 극사실적인 영상의 렌더링이 가능하게 되었으나, 이를 위해서는 많은 계산 시간을 필요로 하고 있다. 특히, 3차원 공간에서의 빛이 가지는 복잡한 이동 경로를 물리적 이론에 근거하여 추적함으로써, 보다 자연스러운 전역 조명(global illumination)의 효과를 자동으로 생성할 수 있게 된다. 이와 같이, 전역 조명 효과를 생성하기 위하여 빛의 이동과 3차원 물체들과의 상호 작용을 표현한 물리 방정식을 렌더링 방정식이라고 하며, 이는 사실적인 영상 생성을 위해 가장 기본이 되는 이론이라고 할 수 있다.

[0004] 이러한 렌더링 방정식을 계산하기 위하여 광선 추적법(ray tracing), 경로 추적법(path tracing), 래디오시티(radiosity), 포톤 매핑(photon mapping) 그리고 최종 모음(final gathering) 등의 전통적인 방법들이 연구되어 왔으며 이들 방법들을 확장하거나 발전시킨 여러 방법들이 개발되었다. 그러나 이러한 발전된 방법들이 요구하는 계산시간이 여전히 많거나 렌더링 방정식을 간략화하는 경우 품질의 저하를 가져오는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점들로 인하여, 국외의 대형 프로덕션에서와 같이 렌더링에 필요한 하드웨어(예컨대, 렌더팜 등)를 충분히 보유하지 못한 국내 혹은 국외의 소형 제작사에서는 이러한 고품질 렌더링 기법의 사용을 포기해야만 했다.

[0005] 그러므로 현재 이용할 수 있는 PC와 같은 하드웨어의 성능을 최대한 활용하여 영상의 품질을 유지하면서 계산 시간을 단축하는 것이 매우 중요하다. 현재 보급되고 있는 개인용 컴퓨터의 성능은 빠른 속도로 발전하고 있으며 특히 실시간 3차원 렌더링 파이프라인에 특화되어 발전되어온 그래픽스 프로세서(GPU)의 성능은 더욱 빠르게 발전하고 있다. 또한 기존의 고정된 파이프라인에서 사용자가 프로그래밍한 명령어를 수행할 수 있도록 하는 큰 변화를 가져왔다. GPU는 CPU에 비하여 제약적인 명령어 수행이 가능하지만 특정 부분에 특화된 하드웨어를 가지고 있기 때문에 그래픽스 프로세서를 사용하여 보다 빠르게 계산 가능한 많은 방법들이 발견되고 있다.

[0006] 현재까지는 전역 조명 효과를 구현하는 방법 중 광선 추적법, 단순화된 래디오시티 방법들을 그래픽스 프로세서를 사용하여 실시간화하거나, 포톤 매핑 기법을 그래픽스 프로세서를 사용하여 가속화하는 연구 등이 발표되었다. 하지만, 영화나 3차원 애니메이션 제작에 사용될 수 있는 고품질 영상에 대한 렌더링 기법을 그래픽스 프로세서를 사용하여 가속화하는 연구는 종래 찾아보기 어렵다. 이러한 전역 조명 효과와 관련된 기존의 선행 기술로서, 대한민국 특허출원번호 10-2004-0108828호의 "실시간 전역조명 효과를 위한 렌더링 장치 및 그 방법"이 있으나 이는 게임 등에 사용될 수 있는 실시간 렌더링 기법에 대한 것으로서, 본 발명에서 추구하는 비실시간 고품질 영상 생성과는 그 목적과 방법에 있어서 차이가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0007] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 렌더링 방정식을 외부에서 입사되는 광휘의 종류에 따라 분할하여 계산하도록 함으로써, 게임 등의 실시간 응용이 아닌 영화나 3차원 애니메이션과 같은 비실시간 응용에서 요구되는 품질의 영상을 낮은 제작 시간과 낮은 제작 비용으로 제공할 수 있는 간접 조명 처리를 위한 렌더링 기법을 제공하는 것이다.
- [0008] 본 발명의 다른 목적은, 실시간 3차원 렌더링을 위해 특화되어 발전해 온 그래픽스 프로세서(GPU)의 성능을 활용하여, 간접 조명 처리를 고속으로 수행할 수 있는 렌더링 기법을 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 또 다른 목적은, 특히 제약적인 연산 환경을 가질 수 있으나 대용량 데이터 처리와 메모리 참조등에 있어서 높은 성능을 가지는 다중 또는 스트리밍 프로세서에서 효과적으로 고품질 영상을 생성할 수 있는 기법을 이용하여, 3차원 렌더링을 위해 특화되어 발전해 온 그래픽스 프로세서 등의 성능을 활용하여 범용의 CPU에서 보다 월등한 성능으로 영화나 3차원 애니메이션 제작 시간과 비용을 단축 할 수 있는 렌더링 기법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0010] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 특징은, 분할된 렌더링 방정식 중 간접 조명 효과를 위한 렌더링 방법에 관한 것으로서, 상기 렌더링 방법은,
- [0011] (a) 렌더링하고자 하는 장면에 대한 정보를 입력받는 단계; (b) 상기 장면에 대한 가시성 검사를 수행하여 가시 지점들의 정보를 생성하는 단계; (c) 포톤 매핑 기법을 이용하여 근사화된 광휘 정보를 포함하는 전역 포톤 맵 및 비확산 포톤 맵을 생성하는 단계; (d) 상기 전역 포톤 맵을 이용하여 모든 가시지점에 대하여 확산반사광휘(I_d^{ns})에 의한 효과를 계산하는 단계; (e) 상기 비확산 포톤 맵을 이용하여, 비확산반사광휘(I_{nd}^{ns})에 의한 효과를 계산하는 단계;를 구비하고, 상기 확산반사광휘(I_d^{ns})는 포톤이 가시지점(x)에 입사하기 직전에 떠난 지점(y)에서 확산(diffuse) BRDF에 의해 반사된 광휘이며, 상기 비확산반사광휘(I_{nd}^{ns})는 포톤이 가시지점(x)에 입사하기 직전에 떠난 지점(y)에서 비확산(non-diffuse) BRDF에 의해 반사된 광휘이다.
- [0012] 전술한 특징을 갖는 렌더링 방법의 상기 (d) 단계는, (d1) 상기 전역 포톤 맵을 하나의 가시지점에 대한 반육면체의 각 면에 렌더링하여, 해당 가시지점에 대하여 반구위 방향으로 들어오는 광휘 정보를 포함하는 반육면체를 생성하는 단계; (d2) 상기 가시지점에 대한 BRDF 정보를 이용하여 반구위 방향을 샘플링하여 방향 맵(direction map)을 생성하는 단계; (d3) 상기 가시지점에 대한 방향 맵을 로딩하여 해당 가시지점에 대한 반육면체 맵을 샘플링하고, 샘플링된 광휘 정보를 합산하여 1x1 픽셀을 계산하는 단계; (d4) 상기 (d1) 내지 (d4)단계를 모든 가시지점에 대하여 반복 수행하여, 모든 가시지점에 대하여 각각 1x1 픽셀을 계산하는 단계;를 구비한다.
- [0013] 전술한 특징을 갖는 렌더링 방법의 상기 (e) 단계는, (e1) 상기 비확산 포톤맵을 이용하여, 각 포톤을 중심으로 하여 사전에 설정된 최대 커널 반경(R)의 2배의 길이의 변을 갖는 도형을 형성하고, 상기 도형들을 해당 포톤이 저장된 위치의 법선 벡터를 따라 이미지 평면에 1차 투영하는 단계; (e2) 이미지 평면을 구성하는 각 픽셀에 1차 투영된 포톤들의 개수를 측정하여 해당 픽셀의 픽셀 정보로 저장하는 단계; (e3) 각 픽셀에 픽셀 정보로 저장된 포톤들의 개수에 따라 각 포톤들에 대한 커널 반경들을 조정하는 단계; (e4) 각 포톤을 중심으로 상기 (e1)에서 생성된 도형을 이미지 평면에 재투영하고 커널을 계산하는 과정에서 상기 조정된 커널 반경을 적용하여 각 픽셀에 광휘 정보를 누적하는 단계;를 구비한다.
- [0014] 본 발명의 다른 특징은, 그래픽 프로세서(GPU)를 이용하여, 간접 조명 효과를 계산하는 렌더링 방법에 관한 것으로서, 상기 렌더링 방법은,
- [0015] (a) 렌더링하고자 하는 장면에 대한 정보를 입력받는 단계; (b) 상기 장면에 대한 가시성 검사를 수행하여 가시 지점들의 정보를 생성하는 단계; (c) 포톤 매핑 기법을 이용하여 근사화된 광휘 정보를 포함하는 전역 포톤 맵을 생성하는 단계; (d) 상기 전역 포톤 맵을 하나의 가시지점에 대한 반육면체의 각 면에 렌더링하여, 해당 가

시지점에 대하여 반구위 방향으로 들어오는 광휘 정보를 포함하는 반육면체를 생성하는 단계; (e) 상기 가시지점에 대한 BRDF 정보를 이용하여 반구위 방향을 샘플링하여 방향 맵(direction map)을 생성하는 단계; (f)상기 가시지점에 대한 방향 맵을 로딩하여 해당 가시지점에 대한 반육면체 맵을 샘플링하고, 샘플링된 광휘 정보를 합산하여 1×1 픽셀을 계산하는 단계; (g) 상기 (d) 내지 (f)단계를 모든 가시지점에 대하여 반복 수행하여, 모든 가시지점에 대하여 각각 1×1 픽셀을 계산하는 단계;를 구비하여, 포톤이 가시지점(x)에 입사하기 직전에

떠난 지점(y)에서 확산(diffuse) BRDF에 의해 반사된 광휘인 확산반사광휘(I_d^{ns})에 의한 간접 조명 효과를 계산한다.

[0016] 본 발명의 또 다른 특징은, 그래픽 프로세서(GPU)를 이용하여 간접 조명 효과를 계산하는 렌더링 방법에 관한 것으로서, 상기 렌더링 방법은,

[0017] (a) 렌더링하고자 하는 장면에 대한 정보를 입력받는 단계; (b) 상기 장면에 대한 가시성 검사를 수행하여 가시 지점들의 정보를 생성하는 단계; (c) 포톤 매핑 기법을 이용하여 비탄반사 BRDF를 갖는 표면에서 반사되는 포톤을 추출하고, 추출된 포톤의 정보를 이용하여 비확산 포톤 맵을 생성하는 단계; (d) 상기 비확산 포톤맵을 이용하여, 각 포톤을 중심으로 하여 사전에 설정된 최대 커널 반경(R)의 2배의 길이의 변을 갖는 도형을 형성하고, 상기 도형들을 해당 포톤이 저장된 위치의 법선 벡터를 따라 이미지 평면에 1차 투영하는 단계; (e) 이미지 평면을 구성하는 각 픽셀에 1차 투영된 포톤들의 개수를 측정하여 해당 픽셀의 픽셀 정보로 저장하는 단계; (f) 각 픽셀에 픽셀 정보로 저장된 포톤들의 개수에 따라 각 포톤들에 대한 커널 반경들을 조정하는 단계; (g) 각 포톤을 중심으로 상기 (d)에서 생성된 도형을 이미지 평면에 재투영 하고 커널을 계산하는 과정에서 상기 조정된 커널 반경을 적용하여 각 픽셀에 광휘 정보를 누적하는 단계; 를 구비하여, 포톤이 가시지점(x)에 입사하기

직전에 떠난 지점(y)에서 비확산(non-diffuse) BRDF에 의해 반사된 광휘인 비확산반사광휘(I_{nd}^{ns})에 의한 간접 조명 효과를 계산한다.

효 과

[0018] 본 발명에 따른 렌더링 방법은 영화나 3차원 애니메이션 등에 사용될 수 있는 고품질 영상을 생성하기 위한 것으로 렌더링 방정식에서 간접 조명 부분에 해당되는 빛의 모든 경로를 고려하였으며 그 계산에 있어서 근사적인 계산 부분을 최소화한 방법이다. 따라서, 계산 시간 대비 물리적 정확도를 극대화할 수 있는 효과를 가져올 수 있는 기법이다. 이에 따라 조명 효과를 위해 설정해야 하는 변수를 감소시키고 간략화된 변수를 통해 사실적인 조명 효과의 생성을 자동화할 수 있다.

[0019] 이러한 자동화의 성능 향상을 통해 제작 시간의 단축과 비용 절감으로 이어 질 수 있는데, 본 발명에서는 특히 일반적으로 사용되는 개인용 컴퓨터(PC)와 그래픽스 프로세서를 사용하여 그 성능을 향상함으로써 다량의 고성능 하드웨어를 구비하고 있지 못한 소형 제작사에서도 본 기법을 적용한 물리 기반 렌더러를 사용한 효율 증대를 기대할 수 있다.

[0020] 본 발명 역시 기존에 CPU에서 많은 계산 시간을 요구했던 고품질 영상 생성을 위한 렌더링 기법을 그래픽스 프로세서를 통해 효과적으로 가능하게 하는 렌더링 기법이다. 본 발명에 따른 렌더링 방법은, CPU와는 다른 입력 형태와 계산 형태를 가지는 그래픽스 프로세서에서의 효율성을 극대화하기 위해, 렌더링 방정식을 분할하여 재구성하고 3차원 장면 정보 및 빛의 정보를 변환하여 렌더링 방정식의 부분 중 가장 많은 시간을 요구하는 간접 조명 계산 부분을 효과적으로 계산하며, 특히 최근 많이 사용되고 있는 고급 알고리즘인 포톤 매핑 기법과 최종 모음 방법을 그래픽스 프로세서에 적합한 형태로 적용하였다.

[0021] 따라서, 본 발명에 따른 렌더링 방법은, 렌더링 방정식을 외부에서 입사되는 광휘의 종류에 따라 분할하여 계산함으로써, 3차원 애니메이션 제작 시간과 비용을 단축할 뿐만 아니라 효과적으로 고품질 영상을 생성할 수 있게 된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전역 조명 처리를 위한 렌더링 방법 및 상기 방법을 적용한 렌더링 장치에 대하여 구체적으로 설명한다. 특히 본 발명에 따른 간접 조명 효과를 위한 렌더링 방법은 그래픽 프로세서(GPU)에 의해 수행되는 것으로서, 렌더링 방정식을 외부에서 입사되는 광휘의 종류에 따

라 분할하여 계산함으로써, 3차원 애니메이션 제작 시간과 비용을 단축할 뿐만 아니라 효과적으로 고품질 영상을 생성할 수 있게 된다.

[0023] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전역 조명 처리를 위한 렌더링 방법에 있어서, 렌더링 방정식을 분할하여 계층적으로 도시한 구조도이다. 수학적 식 1은 원래의 렌더링 방정식이다.

수학적 식 1

$$L(x, w_0) = L_e(x, w_0) + L_r(x, w_0)$$

[0024]

여기서, $L(x, w_0)$ 는 3차원 공간상의 한 지점에서 시점방향으로 들어오는 빛을 말하며, $L_e(x, w_0)$

[0025]

는 해당 지점에서의 자체 발광에 의한 효과 부분이며, $L_r(x, w_0)$ 는 외부로부터 해당 지점의 반구위 방향으로 입사하는 광휘에 의한 효과 부분으로서, 수학적 식 2와 같이 표현된다.

수학적 식 2

$$L_r(x, w_0) = \int_{\Omega} f_r(x, w_0, w_i) L_i(x, w_i) \cos \theta_i dw_i$$

[0026]

한편, 수학적 식 3은 본 발명에 따라 $L_r(x, w_0)$ 이 분할된 렌더링 방정식이다. 이하, 도 1 및 수학적 식 3을 참조하여, 본 발명에 따라 렌더링 방정식의 분할 방법을 설명한다.

[0027]

수학적 식 3

$$L(x, w_0) = L_e(x, w_0) + L_r(x, w_0) = L_e(x, w_0) + I^s + I_l^{ns} + I_c^{ns} + I_d^{ns} + I_{nd}^{ns}$$

[0028]

수학적 식 3에 표시된 바와 같이, 렌더링 방정식을 해당 지점에서의 자체 발광에 의한 효과 부분인

[0029]

$L_e(x, w_0)$ 을 제외하고, $L_r(x, w_0)$ 에서 고려해야 하는 반구위 방향으로 입사하는 광휘를 크게 BRDF의 성질과 입사하는 빛의 성질에 따라 분해할 수 있다. 여기서, BRDF(Bidirectional Reflectance Distribution Function)는 물체의 표면에 대한 반사 속성 정보이다.

[0030]

본 발명에서는 첫째, 원래의 렌더링 방정식의 적분부가 계산해야 하는 모든 요소를 포함하면서 둘째, 각 부분이

효과적으로 계산될 수 있도록 하는 조건을 만족하도록 원래의 렌더링 방정식의 $L_r(x, w_0)$ 를 분할한다. 도 1을 참조하면, 먼저 물체의 BRDF의 성질에 따라 반구위 방향을 정반사 방향과 비정반사 방향으로 분할하고, 이중 정반사(Specular) 방향을 통해 입사한 간접 광휘를 I^s 라 표기한다. 나머지 비정반사(nonspecular) 방향을 통해 입사하는 간접 광휘를 광원으로부터 직접 들어오는 직접광(direct light)의 방향과 공간상의 다른 물체와 1회 이상 상호작용 후 들어오는 간접광(indirect light)의 방향으로 분할하고, 이중 직접광의 방향에 대한 광휘를 I_l^{ns} 로 표기한다. 다시, 나머지 간접광에 대한 방향 집합을 (1) 정반사 방향으로만 반사 또는 굴절된 간접광, (2) 정반사와 비정반사 방향 모두를 포함하고 있는 간접광 중 최종 반사 또는 굴절 방향이 난반사 방향인 간접광, 그리고 (3) 정반사와 비정반사 방향 모두를 포함하고 있는 간접광 중 최종 반사 또는 굴절 방향이 비난반사 방향인 간접광으로 분할하고, 이들 방향 집합에 의해 계산되는 광휘를 각각 I_c^{ns} , I_d^{ns} , I_{nd}^{ns} 으로 표기한다. 이렇게 렌더링 방정식에서 복잡한 계산을 요하는 반구위 방향에 대한 적분을 누락되는 방향없이 분할함으로써 기존에 이미 제안된 방법 및 본 발명에서 제안하는 방법을 각 부분에 적용하여 효과적으로 전체 방정식을 계산할 수 있게 된다. 특히 I^s , I_l^{ns} , I_c^{ns} 의 세가지 광휘 요소들은 기존의 여러 효율적인 방법들을 사용하여 계산이 가능

하다. 본 발명에서는 정반사와 비정반사를 가지는 간접광에 의한 광휘를 가시지점($\mathbf{x}$)에 입사하기 직전에 떠난 지점에서 확산(diffuse) BRDF에 의해 반사된 광휘(I_d^{ns})와 가시지점($\mathbf{x}$)에 입사하기 직전에 떠난 지점에서 비확산(non-diffuse) BRDF에 의해 반사된 광휘(I_{nd}^{ns})로 분할함으로서, 전역 조명 효과 처리에 있어서 실제로 가장 계산이 어려운 비정반사(I^s 와 I_c^{ns} 를 제외한) 간접 조명 부분을 효과적으로 계산할 수 있도록 한다. I_d^{ns} 부분은 최종 모음 기법을 그래픽스 프로세서를 사용하여 가속화 함으로서 노이즈가 제거된 고품질의 간접 조명을 계산하고, I_{nd}^{ns} 는 최종 모음 기법에 적합하지 않는 성질의 광휘 정보를 표현하고 있으므로 적응적인 photon splat 기법을 그래픽스 프로세서에 빠르게 계산한다.

[0031] 전술한 구성을 갖도록 분할된 렌더링 방정식을 계산함에 있어서, 본 발명에서는 렌더링 방정식 중 $L_e(\mathbf{x}, \mathbf{w}_0)$, I^s , I_l^{ns} , I_c^{ns} 의 요소는 기존의 방법을 이용하여 계산하며, 간접 광원에 의한 조명 처리를 위한 요소인 I_d^{ns} , I_{nd}^{ns} 에 대한 계산 방법만을 제시한다.

[0032] 이하, 도 2 및 도 3을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 간접 조명 효과를 위한 렌더링 방법을 구체적으로 설명한다. 도 2는 본 발명에 따른 간접 조명 효과를 위한 렌더링 방법을 순차적으로 도시한 흐름도이며, 도 3은 본 발명에 따라 비정반사 표면(nonspecular surface)으로 입사하는 간접 광원에 의한 조명 처리를 설명하기 위하여 개념적으로 도시한 것이다.

[0033] 도 2를 참조하면, 먼저 렌더링할 장면 정보를 입력받는다(단계 200). 여기서, 장면 정보에는 표면 재질 정보를 가지고 있는 3차원 물체, 광원, 카메라 정보 등과 같이, 렌더링할 장면을 가상의 3차원 공간으로 표현하는 모든 정보가 포함된다.

[0034] 다음, 장면을 구성하는 모든 픽셀에 대하여 가시성 검사(visibility test)를 수행하여 가시지점들을 검출하고, 검출된 가시지점들에 대한 정보를 생성한다(단계 210). 상기 가시성 검사는 이미지 공간 기반 방법(image space method)이나 물체 공간 기반 방법(object space method)에 포함되는 다양한 기법들을 통해 효과적으로 계산 가능하다. 상기 가시성 검사 방법은 당업계에 다양하게 실행되고 있으므로, 본 명세서에서는 본 발명의 요지와는 관계가 없는 가시성 검사에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

[0035] 다음, 포톤 매핑 기법을 통해 근사화된 다중 반사 광휘 정보를 포함하는 전역 포톤 맵과 비확산 포톤 맵이 각각 생성된다(단계 220). 더욱 근사화된 광휘 정보를 사용하고자 하는 경우, 직접 광원에 의한 셰이딩 정보를 계산하여 사용할 수 있다. 상기 비확산 포톤 맵은 비난반사 BRDF를 가지는 표면에서 반사된 포톤을 추출하여 생성한 포톤 맵이다.

[0036] 다음, 영상 품질을 유지하면서 그래픽스 프로세서의 계산 성능을 향상하기 위해, 간략화된 메쉬 정보를 생성한다(단계 230). 여기서 생성된 메쉬 정보는 파일로 저장되어 후공정에서 사용된다.

[0037] 다음, 상기 전역 포톤 맵을 그래픽스 프로세서에서 효과적으로 표현 가능한 텍스처 형태의 광휘 맵(irradiance map)으로 변환한다(단계 240). 상기 광휘 맵으로 변환하는 과정도 GPU를 사용하여 매우 효과적으로 계산될 수 있다.

[0038] 다음, 상기 광휘 맵을 이용하여 확산 반사 광휘(I_d^{ns})에 의한 효과를 모든 픽셀에 대하여 반복적으로 계산한다(단계 250). 상기 확산 반사 광휘(I_d^{ns})는 간접광에 의한 광휘 중 비정반사 표면을 갖는 가시지점($\mathbf{x}$)에 입사하기 직전에 떠난 지점으로부터 확산(diffuse) BRDF에 의해 반사된 광휘를 말하는 것으로서, 도 3에 도시된 가시지점($\mathbf{x}$)에 입사하기 직전에 떠난 지점이 확산 표면(diffuse surface)를 갖는 경우에 해당된다. 단계 250에 대하여 구체적인 설명은 후술한다.

[0039] 다음, 2단계 포톤 투영 과정을 통해 비확산 반사 광휘(I_{nd}^{ns})에 의한 효과를 계산한다(단계 270). 상기 비확산 반사 광휘(I_{nd}^{ns})는 정반사와 비정반사를 가지는 간접광에 의한 광휘 중 가시지점($\mathbf{x}$)에 입사하기 직전에 떠난 지점

에서 비확산(non-diffuse) BRDF에 의해 반사된 광휘를 말하는 것으로서, 도 3에 도시된 가시지점($\mathbf{x}$)에 입사하기 직전에 떠난 지점이 비확산 표면(nondiffuse surface)를 갖는 경우에 해당된다. 단계 270에 대하여 구체적인 설명은 후술한다.

[0040] 전술한 과정을 통해 본 발명에 따른 간접 조명에 의한 효과를 계산할 수 있게 된다.

[0041] 이하, 도 4 및 도 5를 참조하여 본 발명에 따른 간접광 조명 효과 중 확산 반사 광휘(I_d^{ms})에 의한 효과를 계산하는 과정(도 2의 단계 250에 해당됨)을 구체적으로 설명한다. 도 4는 본 발명에 따른 렌더링 방법 중 확산 반사 광휘(I_d^{ms})에 의한 효과를 계산하는 과정을 순차적으로 도시한 흐름도이며, 도 5는 확산 반사 광휘의 계산 과정을 설명하기 위하여 도시한 도면이다. 도 5에 있어서, 현재 시점으로부터 보이는 3차원 물체위 가시지점($\mathbf{x}$)에 대하여, N_x 는 법선 방향, ω_o 는 시점 방향, ω_{ij} 는 반구위 방향에 대해 2차원 매개변수(i,j)로 표현된 샘플 방향, r_w, r_h 는 ω_{ij} 를 샘플링할 때 사용된 2차원 매개변수 공간의 해상도로서, 총 $r_w \times r_h$ 개의 샘플링을 수행한 것을 각각 의미한다.

[0042] 도 4를 참조하면, 먼저 광휘맵과 간략화된 메쉬 정보를 반육면체의 5면에 렌더링하여 가시지점($\mathbf{x}$)에서 반구 방향으로 들어오는 광휘 정보를 포함하는 반육면체 를 생성한다(단계 252).

[0043] 다음, 가시지점($\mathbf{x}$)에 대한 BRDF 정보의 특성을 반영하는 반구위 방향 샘플 집합들로 구성되는 방향 맵(direction map)을 기준 지역 좌표계(local coordinate)안에서 생성하고 이를 텍스처 형태로 저장한다(단계 254).

[0044] 다음, 저장된 방향 맵의 각 샘플 방향을 샘플링이 이루어진 기준 지역 좌표계에서 셰이딩 계산이 이루어지는 지점의 개별 지역 좌표계로 변환하여 상기 반육면체를 샘플링한다(단계 256). 단계 256은, 방향 맵의 샘플 방향에 대한 정보를 그래픽스 프로세서의 텍스처로 로딩하고, 상기 반육면체에 저장된 광휘맵을 육면체 맵(cube map)으로 로딩한 후, 픽셀 셰이더를 사용하여 상기 육면체 맵에 대하여 하드웨어적으로 가속화된 샘플링을 수행함으로써, 보다 효과적인 계산을 수행하게 된다.

[0045] 다음, 육면체 맵을 샘플링해서 얻어진 광휘 정보를 그래픽스 프로세서에서 하드웨어적으로 제공하는 맵맵 연산을 사용하여 합산하여 1×1 픽셀 형태의 최종 간접 조명을 구한다(단계 258).

[0046] 전술한 단계 252 내지 단계 256을 모든 가시지점에 대하여 반복 수행하여, 모든 가시지점에 대하여 각각 1×1 픽셀을 계산하고(단계 259) 이들을 메인 메모리로 읽어옴으로써, 확산반사광휘에 의한 효과의 계산을 완료한다. 이와 같이, 맵맵 연산에 의한 1×1 의 결과 픽셀만을 메인 메모리로 가져옴으로써, 메모리간 데이터 이동으로 인한 오버헤드(overhead)를 최소화할 수 있다. 즉, 전술한 단계 252부터 단계 256은 주어진 하나의 가시 지점에서 그래픽스 프로세서를 사용한 최종 모습(I_d^{ms})을 수행하는 것으로서, 모든 가시 지점에 대해 이 단계들을 반복해서 수행하거나 캐싱 방법등을 사용해 효과적으로 모든 픽셀에 대한 간접 조명 정보를 생성하게 된다.

[0047] 이하, 도 6 및 도 7을 참조하여, 본 발명에 따른 간접 조명 효과 중 비확산 반사 광휘(I_{nd}^{ms})에 의한 효과를 계산하는 과정(도 2의 단계 270에 해당됨)을 설명한다. 도 6은 본 발명에 따른 렌더링 방법 중 비확산 반사 광휘(I_{nd}^{ms})의 효과를 계산하는 과정을 순차적으로 도시한 흐름도이며, 도 7은 비확산 반사 광휘의 계산 과정을 설명하기 위하여 도시한 도면이다. 도 7에 있어서, 투영하고자 하는 비난반사 포톤 p가 저장된 3차원 공간상의 지점 $\mathbf{x}$ 에 대하여 N_x 는 법선 방향, $\bar{x}$ 는 포톤 p에 대한 사각형이 이미지 평면에 투영되었을 때 영향을 미치는 특정 픽셀에서 보이는 실제 물체위 지점, $d_{\bar{x}}$ 는 포톤 p가 저장된 지점 $\mathbf{x}$ 와 투영된 특정 픽셀에서 보이는 실제 지점 $\bar{x}$ 사이의 거리를 의미한다.

[0048] 도 6을 참조하면, 먼저 비확산 포톤맵의 광휘 정보를 이용하여, 각 포톤을 중심으로 하여 사전에 설정된 최대 커널 반경(R)의 2배의 길이의 변을 갖는 사각형들을 해당 포톤이 저장된 표면에 접하도록 형성하고, GPU의 래스터화 연산을 통해 상기 사각형들을 해당 포톤이 저장된 위치의 법선 벡터를 따라 이미지 평면(image plane)에 1

차 투영한다(단계 272). 여기서, 상기 비확산 포톤맵은 포톤 매핑기법을 이용하여 비탄반사 BRDF를 가지는 표면에서 반사된 포톤을 추출하여 저장한 포톤 맵이다.

[0049] 다음, 이미지 평면을 구성하는 각 픽셀에 1차 투영된 포톤들의 개수를 측정하고 상기 측정된 포톤들의 개수를 픽셀 정보로 저장한다(단계 274).

[0050] 다음, 각 픽셀에 픽셀 정보로 저장된 포톤들의 개수와 사전에 설정된 하나의 픽셀에 영향을 미치는 최대 포톤의 개수의 비율에 따라, 각 포톤들에 대한 커널 반경들을 조정한다(단계 276).

[0051] 다음, 포톤 매핑 기법을 이용하여, 각 포톤을 중심으로 하여 상기 단계 272에서 생성된 사각형을 해당 포톤이 저장된 위치의 법선 벡터를 따라 이미지 평면에 재투영하고 커널을 계산하는 과정에서 상기 조정된 커널 반경을 적용함으로써, 2차 투영된 포톤들의 분포에 따른 적응적 광휘 정보를 계산한다.

[0052] 전술한 과정을 통해 본 발명에 따른 간접 조명 중 비확산 반사 광휘에 의한 효과를 계산하게 된다. 간접 조명 중 비확산 반사 광휘에 의한 효과를 계산하기 위하여는 입사된 지점과 입사하기 직전에 반사된 지점의 BRDF를 모두 고려하여야 되므로, 종래의 최종 수집 방법으로는 계산이 쉽지 않다. 하지만, 본 발명에 따른 비확산 반사 광휘에 의한 효과를 계산하는 방법은 비확산 포톤 맵을 그래픽스 프로세서를 사용하여 이미지 평면에 투영함으로써, 비확산 간접 조명을 효과적으로 생성할 수 있다.

[0053] 전술한 바와 같이, 본 발명에 따른 비확산 반사 광휘에 의한 효과를 계산하는 방법은, 모든 픽셀 샘플에 대한 가시 지점 정보를 텍스처 형태로 GPU에 입력하고 각 비확산 포톤이 저장된 3차원 물체 지점의 법선에 수직인 사각형 형태로 포톤 정보를 변환하여 드로우(draw) 함으로서 이미지 평면에 투영한다. 이때 각 포톤이 가지고 있는 정보는 사각형의 각 꼭지점에 텍스처 좌표 형태로 넣어 줌으로써 래스터화(rasterization) 과정에서 생성된 프래그먼트(fragment)들이 동일한 정보를 가지고 투영될 수 있도록 한다. 픽셀 셰이더(pixel shader)에서는 투영되는 픽셀의 가시 정보와 프래그먼트의 포톤 정보를 사용하여 보간 커널(interpolation kernel)을 계산함으로써 포톤이 해당 픽셀에 영향을 미치는 광휘를 계산한다. 일반적으로 포톤 매핑 기법을 사용할 때 저장된 포톤의 분포가 장면의 특성에 따라 비균일한 경우가 많으므로, 포톤이 적은 지역에서는 충분한 커널 반경을 사용하여 부드러운 광휘를 생성하고 포톤이 많은 지역에서는 커널 반경을 줄여 세밀함을 유지하도록 하는 방법이 사용되고 있다. 그러나 모든 과정이 끝날 때까지 하나의 픽셀에 영향을 미치는 포톤의 전체 개수를 알 수 없는 투영 방법의 경우에는 커널 반경과 포톤 개수의 두가지 변수를 모두 사용하여 계산 중간에 동적으로 커널 반경을 조절하는 적응적인 커널 적용이 불가능하다. 비동적인 커널 반경을 사용하거나 적응적인 적용을 위해 복잡한 자료 구조를 사용하여야 했던 기존의 기법들과는 달리, 본 기법에서는 포톤을 두번 투영하는 간단한 확장을 사용하여 동적인 커널 반경을 적용한다. 첫번째 투영에서는 사용자에게 의해 정의된 초기 커널 반경을 사용하여 투영된 포톤들에 대해 각 픽셀에서의 광휘 정보 대신 횡수를 누적함으로써 픽셀에 영향을 미치는 포톤의 개수를 구하고 두번째 투영에서는 사용자에게 의해 정의된 최대 포톤 개수와 첫번째 투영에서 계산된 실제 영향을 미치는 포톤 개수의 비율로 커널 반경을 재조정하여 픽셀 셰이더에서 새로 계산된 반경 밖에 위치한 포톤에 대해서는 계산하지 않음으로서 포톤 개수에 의한 적응적인 계산을 가능하게 하였다. 이러한 방법을 통해 포톤이 많은 지역에 세밀한 광휘의 형태를 보존하고 포톤이 적은 지역에는 부드러운 광휘를 생성하는 것이 가능하다

[0054] 이상에서 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예를 중심으로 설명하였으나, 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 그리고, 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

산업이용 가능성

[0055] 본 발명에 따른 렌더링 방법은 게임 등의 실시간 응용이 아닌 영화나 3차원 애니메이션과 같은 비실시간 응용에서 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0056] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전역 조명 처리를 위한 렌더링 방법에 있어서, 렌더링 방정식을 분할하여 계층적으로 도시한 구조도이다.

[0057] 도 2는 본 발명에 따른 간접 조명 처리를 위한 렌더링 방법을 순차적으로 도시한 흐름도이며, 도 3은 본 발명에

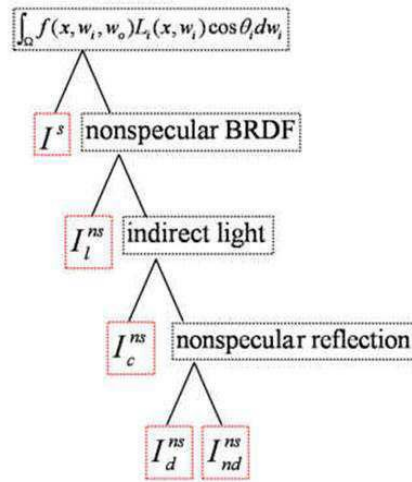
따라 비정반사 표면(nonspecular surface)으로 입사하는 간접 광원에 의한 조명 처리를 설명하기 위하여 개념적으로 도시한 것이다.

[0058] 도 4는 본 발명에 따른 렌더링 방법 중 확산 반사 광휘(I_d^{ns})에 의한 효과를 계산하는 과정을 순차적으로 도시한 흐름도이며, 도 5는 확산 반사 광휘의 계산 과정을 설명하기 위하여 도시한 도면이다.

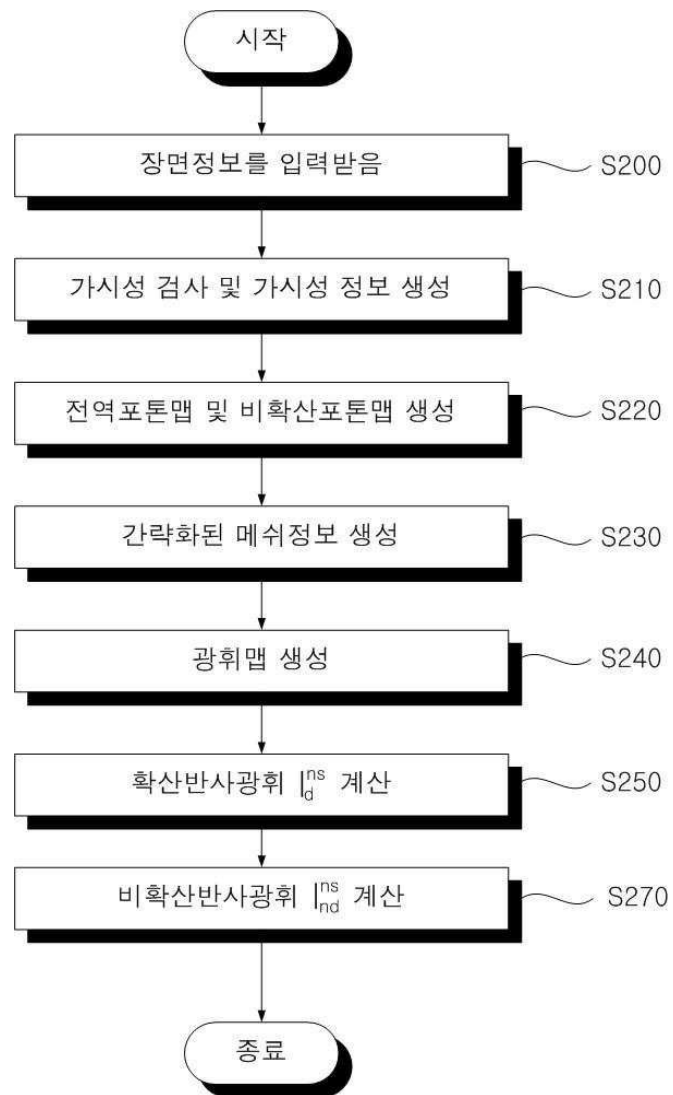
[0059] 도 6은 본 발명에 따른 렌더링 방법 중 비확산 반사 광휘(I_{nd}^{ns})의 효과를 계산하는 과정을 순차적으로 도시한 흐름도이며, 도 7은 비확산 반사 광휘의 계산 과정을 설명하기 위하여 도시한 도면이다.

도면

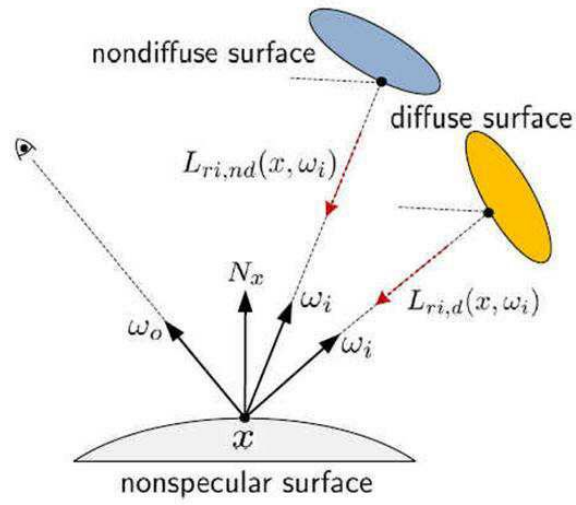
도면1



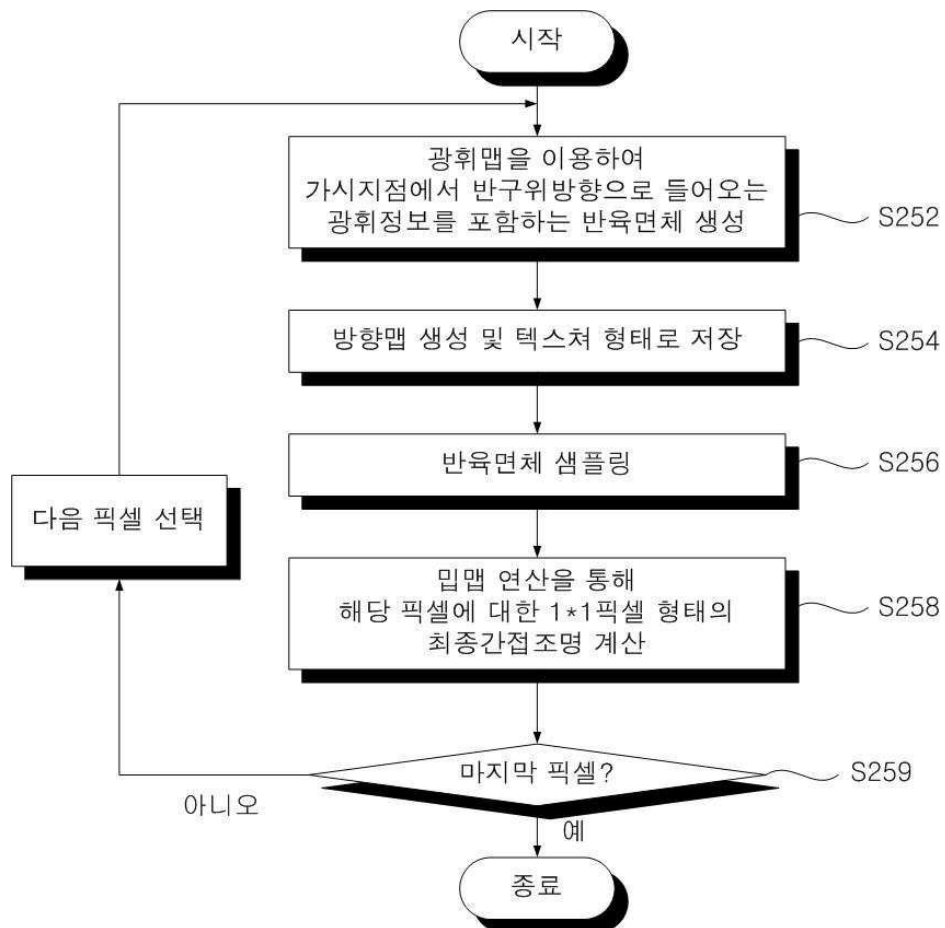
도면2



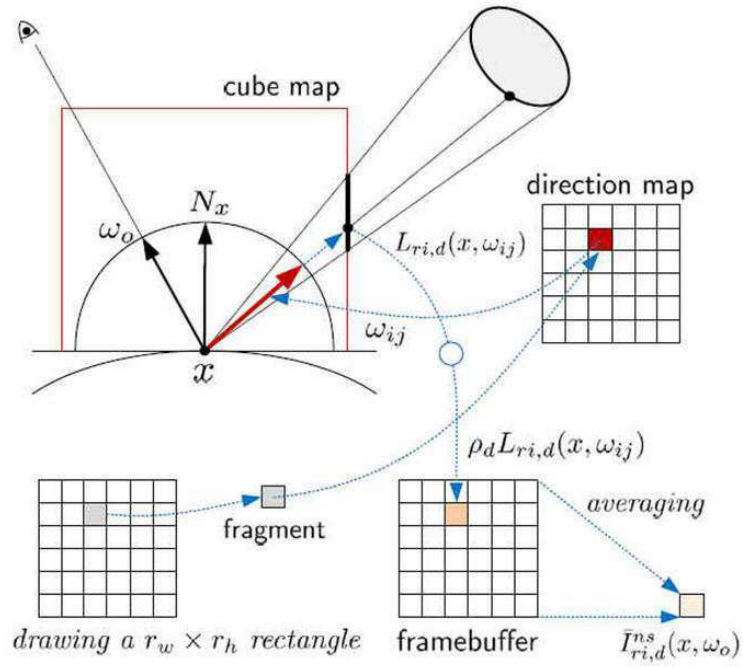
도면3



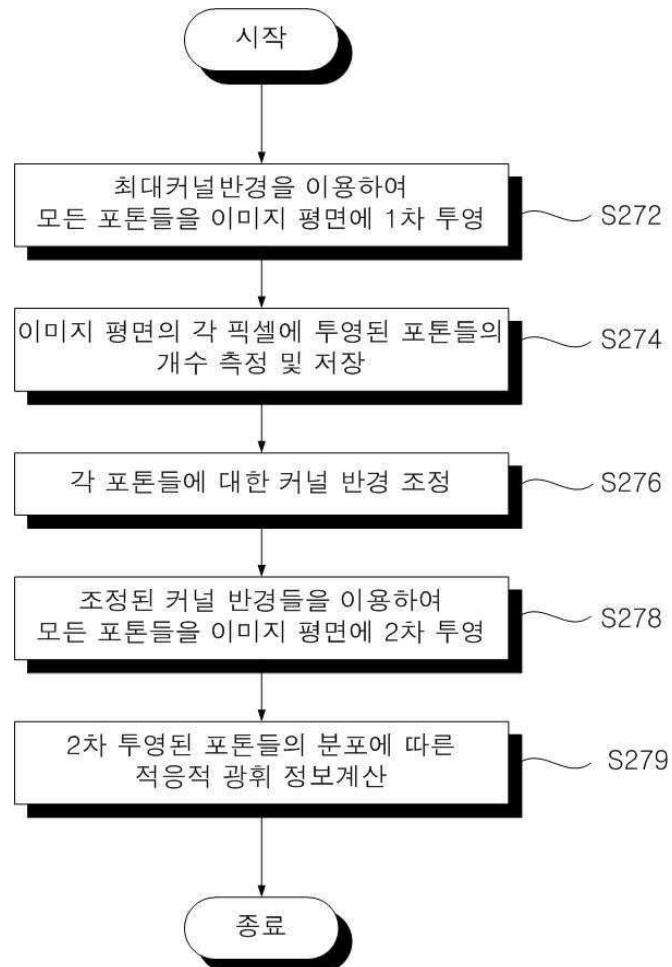
도면4



도면5



도면6



도면7

