



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0070824
(43) 공개일자 2012년07월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 15/06 (2011.01) G06T 17/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0132304

(22) 출원일자 2010년12월22일

심사청구일자 2010년12월22일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

임인성

서울특별시 양천구 목동서로 70, 목동2단지아파트 224동 1504호 (목동)

장병준

서울특별시 마포구 독막로29길 17-4, 201호 (신수동)

최병준

서울특별시 서초구 잠원로 127, 신반포한신아파트 116동 303호 (잠원동)

(74) 대리인

이지연

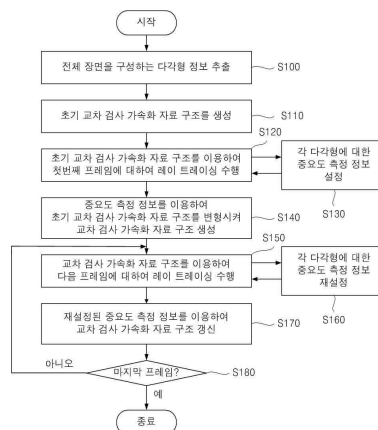
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 다각형 중요도에 기반을 둔 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법

(57) 요약

본 발명은 동적인 장면에 대한 교차 검사 가속화 자료 구조를 구성하는 방법에 관한 것이다. 상기 구성 방법은, (a) 렌더링할 장면을 구성하는 다각형 정보를 추출하고, 다각형을 포함하는 바운딩 박스에 대한 표면적을 이용하여 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 설정하는 단계; (b) 상기 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 이용하여 첫번째 프레임에 대하여 광선-다각형 교차 검사하여 광선 추적을 수행함과 동시에 상기 수행된 광선 추적에 근거하여 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 저장하는 단계; (c) 상기 중요도 측정 정보를 이용하여 상기 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 변형하여 교차 검사 가속화 자료 구조를 생성하는 단계; (d) 상기 교차 검사 가속화 자료 구조를 이용하여 다음 프레임에 대하여 광선-다각형 교차 검사를 수행하여 광선 추적을 수행함과 동시에 해당 프레임을 구성하는 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 갱신하는 단계; (e) 상기 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 이용하여 상기 교차 검사 가속화 자료 구조를 갱신하는 단계; (f) 마지막 프레임에 도달할 때까지 상기 (d) 및 (e) 단계를 반복적으로 수행하는 단계;를 구비한다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10035261-2010-01

부처명 지식경제부

연구사업명 SW컴퓨팅산업원천기술개발사업

연구과제명 고품질 CG 영상콘텐츠 제작을 위한 다중 CPU/GPU 기반 준실시간 렌더러 개발

주관기관 (주)매크로그래프

연구기간 2010.03.01 ~ 2013.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

연속되는 다수 개의 프레임으로 구성되는 동적인 장면에 대하여 광선 추적법을 적용함에 있어서 광선-다각형의 교차 계산을 최소화시키기 위한 교차 검사 가속화 자료 구조를 구성하는 방법에 있어서,

- (a) 렌더링할 장면을 구성하는 다각형 정보를 추출하고, 다각형들을 포함하는 바운딩 박스에 대한 표면적을 이용하여 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 설정하는 단계;
- (b) 상기 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 이용하여 첫번째 프레임에 대하여 광선-다각형 교차 검사하여 광선 추적을 수행함과 동시에 상기 수행된 광선 추적에 근거하여 상기 첫번째 프레임을 구성하는 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 저장하는 단계;
- (c) 상기 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 이용하여 상기 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 변형하여 교차 검사 가속화 자료 구조를 생성하는 단계;
- (d) 상기 교차 검사 가속화 자료 구조를 이용하여 다음 프레임에 대하여 광선-다각형 교차 검사를 수행하여 광선 추적을 수행함과 동시에 상기 수행된 광선 추적에 근거하여 해당 프레임을 구성하는 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 갱신하는 단계;
- (e) 상기 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 이용하여 상기 교차 검사 가속화 자료 구조를 갱신하는 단계;
- (f) 마지막 프레임에 도달할 때까지 상기 (d) 및 (e) 단계를 반복적으로 수행하는 단계;

를 구비하여 광선-다각형의 교차 계산을 최소화시키는 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법.

청구항 2

연속되는 다수 개의 프레임으로 구성되는 동적인 장면에 대하여 광선 추적법을 적용함에 있어서 광선-다각형의 교차 계산을 최소화시키기 위한 교차 검사 가속화 자료 구조를 구성하는 방법에 있어서,

- (a) 렌더링할 장면을 구성하는 다각형 정보를 추출하고, 다각형들을 포함하는 바운딩 박스에 대한 표면적을 이용하여 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 설정하는 단계;
- (b) 상기 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 이용하여 첫번째 프레임에 대하여 광선-다각형 교차 검사하여 광선 추적을 수행함과 동시에 상기 수행된 광선 추적에 근거하여 상기 첫번째 프레임을 구성하는 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 저장하는 단계;
- (c) 상기 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보 및 다각형을 포함하는 바운딩 박스에 대한 표면적 정보를 이용하여 상기 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 변형하여 교차 검사 가속화 자료 구조를 생성하는 단계;
- (d) 상기 교차 검사 가속화 자료 구조를 이용하여 다음 프레임에 대하여 광선-다각형 교차 검사를 수행하여 광선 추적을 수행함과 동시에 상기 수행된 광선 추적에 근거하여 해당 프레임을 구성하는 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 갱신하는 단계;
- (e) 상기 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보 및 다각형을 포함하는 바운딩 박스에 대한 표면적 정보를 이용하여 상기 교차 검사 가속화 자료 구조를 갱신하는 단계;
- (f) 마지막 프레임에 도달할 때까지 상기 (d) 및 (e) 단계를 반복적으로 수행하는 단계;

를 구비하여 광선-다각형의 교차 계산을 최소화시키는 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법.

청구항 3

제1항 및 제2항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 중요도 측정 정보는 광선 추적을 수행할 때 각 다각형이 광선과 교차한 빈도수를 포함하는 것을 특징으로 하는 광선-다각형의 교차 계산을 최소화시키는 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법.

청구항 4

제1항 및 제2항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 중요도 측정 정보는 광선 추적을 수행할 때 각 다각형이 광선과 교차되는지를 검사한 교차 검사 빈도수를 포함하는 것을 특징으로 하는 광선-다각형의 교차 계산을 최소화시키는 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법.

청구항 5

제1항 및 제2항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 교차 검사 가속화 자료 구조는 Kd-tree, Octree 및 BVH(Bounding Volume Hierarchies) 중 하나인 것을 특징으로 하는 광선-다각형의 교차 계산을 최소화시키는 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법.

청구항 6

제1항 및 제2항 중 어느 한 항에 있어서, 교차 검사 가속화 자료 구조는 Kd-tree로 구성되고, Kd-tree의 각 노드에서, 주어진 바운딩 박스 V를 2개의 자식 노드 V_L 과 V_R 로 분할할 때, 상기 바운딩 박스 V_L 과 V_R 의 표면적 정보 및 각 다각형들에 대한 중요도 측정 정보들을 이용하여, 비용 함수 $C(V,P)$ 를 최소화시킬 수 있도록 하는 분할 평면 P를 찾는 것을 특징으로 하는 광선-다각형의 교차 계산을 최소화시키는 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 비용 함수 $C(V,P)$ 는 아래의 수학적식으로 계산되는 것을 특징으로 하는 광선-다각형의 교차 계산을 최소화시키는 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법.

$$C(V,P) = C_T + C_I \left(\frac{\alpha \cdot SA(V_{BB})RF(V_L) + (1-\alpha) \cdot RF(V_{BB})SA(V_L)}{\alpha \cdot SA(V_{BB})RF(V) + (1-\alpha) \cdot RF(V_{BB})SA(V)} |T_L| + \frac{\alpha \cdot SA(V_{BB})RF(V_R) + (1-\alpha) \cdot RF(V_{BB})SA(V_R)}{\alpha \cdot SA(V_{BB})RF(V) + (1-\alpha) \cdot RF(V_{BB})SA(V)} |T_R| \right)$$

여기서, $C(V,P)$ 는 바운딩 박스 V를 축에 수직인 분할 평면 P를 사용하여 두 개의 바운딩 박스 V_R 과 V_L 로 분할할 때의 비용이며, $Pr(V)$ 는 임의의 광선이 해당 바운딩 박스 V와 교차할 확률에 대한 예측치이며, C_T 는 한번 탐색 비용이며, C_I 는 한번의 광선-다각형 교차 검사 비용이며, T_L 과 T_R 은 각각 V_L 과 V_R 의 내부에 존재하거나 교차하는 다각형의 개수를 나타내며, V_{BB} 는 렌더링하고자 하는 전체 장면에 대한 바운딩 박스를 나타내며, $SA(V)$ 는 바운딩 박스 V의 표면적이며, $RF(V)$ 는 바운딩 박스 V의 총 광선 빈도(ray frequency)임.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 가중치 α 는 $0 < \alpha \leq 1$ 의 범위에서 사전에 설정되는 것을 특징으로 하는 광선-다각형의 교차 계산을 최소화시키는 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법.

청구항 9

제1항 및 제2항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 초기 교차 검사 가속화 자료 구조는 Kd-tree로 구성되고, Kd-tree의 각 노드에서, 주어진 바운딩 박스 V를 2개의 자식 노드 V_L 과 V_R 로 분할할 때, 상기 바운딩 박스 V_L 과 V_R 의 표면적 정보들을 이용하여 비용 함수 $C(V,P)$ 를 최소화시킬 수 있도록 하는 분할 평면 P를 찾는 것을 특징으로 하며, 상기 비용 함수 $C(V,P)$ 는 아래의 수학적식으로 계산되는 것을 특징으로 하는 광선-다각형의 교차 계산을 최소화시키는 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법.

$$C(V,P) = C_T + C_I \left(\frac{Pr(V_L)}{Pr(V)} |T_L| + \frac{Pr(V_R)}{Pr(V)} |T_R| \right)$$

여기서, $C(V,P)$ 는 바운딩 박스 V를 축에 수직인 분할 평면 P를 사용하여 두 개의 바운딩 박스 V_R 과 V_L 로 분할

할 때의 비용이며, $Pr(V)$ 는 임의의 광선이 해당 바운딩 박스 V 와 교차할 확률에 대한 예측치이며, C_T 는 한번 탐색 비용이며, C_I 는 한번의 광선-다각형 교차 검사 비용이며, T_L 과 T_R 은 각각 V_L 과 V_R 의 내부에 존재하거나 교차하는 다각형의 개수를 나타냄.

청구항 10

제1항 및 제2항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 (a) 단계의 초기 교차 검사 가속화 자료 구조는 SAH(Surface Area Heuristic) 알고리즘을 적용하여 구한 Kd-tree 인 것을 특징으로 하는 광선-다각형의 교차 계산을 최소화시키는 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 렌더링 기법 중 광선 추적법에서 사용되는 교차 검사 가속화 자료 구조의 구성 방법에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 연속되는 다수 개의 프레임들로 구성되는 동적인 장면들에 대하여 실시간으로 광선 추적법을 적용하는 경우 구축해야 될 교차 검사 가속화 자료 구조의 구성 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] 특히, 표면 렌더링은 각 픽셀에 채워질 색상을 결정하게 되는데, 빛과 반사되는 면 사이에 발생하는 여러 종류의 상호 작용에 의하여 픽셀의 색상이 결정된다. 이러한 표면 렌더링의 기법으로는 지역적 렌더링 및 전역적 렌더링이 있으며, 전역적 렌더링 기법에는 광선 추적법(ray tracing) 및 레이디오시티(radiosity)가 있다.

[0004] 광선 추적법은 광선과 다른 사물들과의 반사, 굴절, 투과 등의 결과를 추적하여 이미지를 생성하는 기법으로서, 이 과정에서 광선이 어떤 사물과 교차하는지 검사하는 것이 렌더링 속도에 많은 영향을 미치게 된다. 하나의 장면(scene)은 매우 많은 삼각형들로 이루어져 있는데, 광선 추적법은 먼저 장면을 구성하는 많은 삼각형들 중에서 주어진 광선과 가장 먼저 교차하는 삼각형을 찾아내야 한다. 이와 같이, 실시간 광선 추적법을 구현함에 있어서, 성능에 가장 큰 저하를 초래하는 부분은 임의의 광선에 대하여 가장 처음 교차하는 다각형을 찾아내는 연산이다. 이러한 교차 검사 연산을 빨리 처리하기 위하여 여러 가지 가속화 방법이 사용되고 있다. 일반적으로 해당 장면의 기하 특성을 파악하여 그에 맞게 교차 검사 가속화 자료 구조를 구성하고, 이를 이용함으로써 광선-다각형의 교차 계산을 최소화시키게 된다. 교차 검사를 가속화시키기 위한 가속화 자료 구조들로는 Kd-tree, Octree, BVH(Bounding Volume Hierarchies) 등이 있다.

[0005] 한편, 연속되는 다수 개의 프레임들로 구성되는 동적인 장면에 대해 광선 추적하는 경우, 동적인 장면들은 장면의 특성이 지속적으로 변하게 되므로, 교차 검사 가속화 자료 구조를 매 프레임마다 다시 구성해야 된다. 종래의 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법들은 렌더링할 수 있는 시간의 한계로 인하여, 교차 계산을 최소화시킬 수 있는 최적의 교차 검사 가속화 자료 구조를 구성하지 못하고, 각 구현 환경에 맞도록 근사화된 교차 검사 가속화 자료 구조를 구성한다. 그 결과, 교차 계산의 효율은 떨어지지만 자료의 구성 시간을 최소화시킬 수 있는 근사화된 교차 검사 가속화 자료 구조를 생성하여 실시간 광선 추적법에 사용하게 된다.

[0006] 진술한 바와 같이 종래의 방법과 같이 근사화된 교차 검사 가속화 자료 구조를 사용하는 경우, 최적화된 교차 검사 가속화 자료 구조에 비해 상당히 좋지 않은 성능을 보여주게 된다. 특히, 장면의 복잡도가 증가할수록 성능 저하가 두드러지게 나타나게 되는 문제점이 있다.

[0007] 따라서, 실질적으로 동적인 장면에 대한 실시간 광선 추적법의 구현을 위하여, 제한된 시간내에 교차 검사 가속화 자료 구조를 구성하여야 될 뿐만 아니라 이를 이용한 광선 추적 비용을 최소화시킬 수 있는 교차 검사 가속화 자료 구조의 구성 방법이 절실히 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 동적인 장면들에 대하여 최적화된 교차 검사 가속화 자료 구조를 구성하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 특징은 연속되는 다수 개의 프레임으로 구성되는 동적인 장면에 대하여 광선 추적법을 적용함에 있어서 광선-다각형의 교차 계산을 최소화시키기 위한 교차 검사 가속화 자료 구조를 구성하는 방법에 관한 것으로서, (a) 렌더링할 장면을 구성하는 다각형 정보를 추출하고, 다각형들을 포함하는 바운딩 박스에 대한 표면적을 이용하여 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 설정하는 단계; (b) 상기 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 이용하여 첫번째 프레임에 대하여 광선-다각형 교차 검사하여 광선 추적을 수행함과 동시에 상기 수행된 광선 추적에 근거하여 상기 첫번째 프레임을 구성하는 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 저장하는 단계; (c) 상기 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 이용하여 상기 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 변형하여 교차 검사 가속화 자료 구조를 생성하는 단계; (d) 상기 교차 검사 가속화 자료 구조를 이용하여 다음 프레임에 대하여 광선-다각형 교차 검사를 수행하여 광선 추적을 수행함과 동시에 상기 수행된 광선 추적에 근거하여 해당 프레임을 구성하는 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 갱신하는 단계; (e) 상기 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 이용하여 상기 교차 검사 가속화 자료 구조를 갱신하는 단계; (f) 마지막 프레임에 도달할 때까지 상기 (d) 및 (e) 단계를 반복적으로 수행하는 단계;를 구비한다.

- [0010] 본 발명의 다른 특징에 따른 교차 검사 가속화 자료 구조를 구성하는 방법은, (a) 렌더링할 장면을 구성하는 다각형 정보를 추출하고, 다각형들을 포함하는 바운딩 박스에 대한 표면적을 이용하여 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 설정하는 단계; (b) 상기 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 이용하여 첫번째 프레임에 대하여 광선-다각형 교차 검사하여 광선 추적을 수행함과 동시에 상기 수행된 광선 추적에 근거하여 상기 첫번째 프레임을 구성하는 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 저장하는 단계; (c) 상기 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보 및 다각형을 포함하는 바운딩 박스의 표면적 정보를 이용하여 상기 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 변형하여 교차 검사 가속화 자료 구조를 생성하는 단계; (d) 상기 교차 검사 가속화 자료 구조를 이용하여 다음 프레임에 대하여 광선-다각형 교차 검사를 수행하여 광선 추적을 수행함과 동시에 상기 수행된 광선 추적에 근거하여 해당 프레임을 구성하는 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 갱신하는 단계; (e) 상기 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보 및 다각형을 포함하는 바운딩 박스의 표면적 정보를 이용하여 상기 교차 검사 가속화 자료 구조를 갱신하는 단계; (f) 마지막 프레임에 도달할 때까지 상기 (d) 및 (e) 단계를 반복적으로 수행하는 단계;를 구비한다.

- [0011] 전술한 특징들에 따른 구성 방법에 있어서, 상기 중요도 측정 정보는 광선 추적을 수행할 때 각 다각형이 광선과 교차한 빈도수를 포함하거나, 광선 추적을 수행할 때 각 다각형이 광선과 교차되는지를 검사한 교차 검사 빈도수를 포함하는 것이 바람직하다.

- [0012] 전술한 특징들에 따른 구성 방법에 있어서, 상기 교차 검사 가속화 자료 구조는 Kd-tree로 구성되고, Kd-tree의 각 노드에서, 그 노드에 해당하는 바운딩 박스 V 를 2개의 바운딩 박스 V_L 과 V_R 로 나누어 자식 노드로 분할할 때, 상기 바운딩 박스 V_L 과 V_R 의 표면적 정보 및 각 다각형들에 대한 중요도 측정 정보들을 이용하여, 비용 함수 $C(V,P)$ 를 최소화시킬 수 있도록 하는 분할 평면 P 를 찾는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명에 따른 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법은 동적인 장면들이 유사한 프레임들이 연속되는 특성을 갖는 점을 이용하여, 이전 프레임에서의 교차 검사에 관련한 다각형들에 대한 광선 빈도수 또는 교차 검사 빈도수 등을 파악하고, 이들에 따라 각 다각형의 중요도 가중치를 제공하여 다음 프레임의 교차 검사 가속화 자료 구조를 갱신한다.

[0014] 그 결과, 본 발명에 따른 구성 방법은 이전 프레임의 교차 검사 가속화 자료 구조를 갱신하여 사용함으로써, 광선 추적 속도를 향상시킬 수 있게 된다.

[0015] 또한, 본 발명에 의해 구성된 교차 검사 가속화 자료 구조는 동적인 장면의 광선 추적에 최적화된 구조로서, 광선 추적의 비용을 최소화시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법을 순차적으로 설명하는 흐름도이다.

도 2의 (a) 및 (b)는 각각 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 초기 Kd-tree 및 광선 추적법을 통한 각 리프 노드(leaf node)의 중요도에 따라 새롭게 구성한 Kd-tree를 예시적으로 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법은 연속되는 다수 개의 프레임들로 이루어지는 동적인 장면들에 대하여 광선 추적법을 적용함에 있어서, 이전 프레임에서 발생한 각 다각형의 광선 빈도수 또는 광선 교차 검사 빈도수에 따라 각 다각형의 중요도 가중치를 설정하고, 연속되는 다음 프레임의 교차 검사 가속화 자료 구조는 상기 각 다각형의 중요도 가중치를 적용하여 이전 프레임의 교차 검사 가속화 자료 구조를 갱신하여 사용하는 것을 특징으로 한다. 본 발명은 이와 같이 이전 프레임의 교차 검사 가속화 자료 구조를 각 다각형의 중요도 가중치를 이용하여 갱신하여 사용함으로써, 교차 검사 가속화 자료 구조를 구성하는 속도를 향상시킬 수 있으며, 교차 검사 가속화 자료 구조를 이용한 광선 추적 비용을 최소화시킬 수 있게 된다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법을 구체적으로 설명한다.

[0018] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법을 순차적으로 설명하는 흐름도이다. 도 1을 참조하면, 먼저, 광선 추적법을 수행할 전체 장면을 구성하는 다각형들에 대한 정보를 추출한다(단계 100).

[0019] 다음, 상기 다각형들에 대한 정보들을 이용하여, 다각형들을 포함하는 바운딩 박스에 대한 표면적에 기반을 둔 광선-다각형 교차 확률을 사용하는 표면적 분할(Surface Area Heuristic; 'SAH') 알고리즘을 적용하여 초기 교차 검사 가속화 자료 구조를 생성한다(단계 110). 본 발명에 따른 교차 검사 가속화 자료 구조는 Kd-tree, Octree, BVH(Bounding Volume Hierarchies) 등이 다양하게 사용될 수 있으나, 본 실시예에서는 가장 널리 사용되는 Kd-tree를 예를 들어 설명한다. 따라서, 상기 초기 교차 검사 가속화 자료 구조인 초기 Kd-tree를 구성한다. 초기 Kd-tree를 구성하기 위하여, 초기 Kd-tree의 주어진 노드에 대해 2개의 자식 노드(child-node)를 생성할 때, 즉 상기 노드에 해당하는 바운딩 박스(bounding box) V 를 2개의 자식 노드에 해당하는 V_L 과 V_R 로 분할할 때, 상기 바운딩 박스 V_L 과 V_R 의 표면적 정보들을 이용하여 수학적 식 1의 비용 함수 $C(V,P)$ 를 최소화시킬 수 있는 분할 평면(Partitioning Plane) P 를 찾게 된다.

수학적 식 1

$$C(V,P) = C_T + C_I \left(\frac{\Pr(V_L)}{\Pr(V)} |T_L| + \frac{\Pr(V_R)}{\Pr(V)} |T_R| \right)$$

[0021] 여기서, $C(V,P)$ 는 바운딩 박스 V 를 축에 수직인 분할 평면 P 를 사용하여 두 개의 바운딩 박스 V_R 과 V_L 로 분할할 때의 비용이며, $\Pr(V)$ 는 임의의 광선이 해당 바운딩 박스 V 와 교차할 확률에 대한 예측치로서, 수학적 식 2와 같이 전체 장면을 포함하는 바운딩 박스 V_{BB} 의 표면적에 대한 바운딩 박스 V 의 표면적(Surface Area)의 비율로 가정한다. C_T 는 Kd-tree에 대한 한번 탐색 비용이며, C_I 는 한번의 광선-다각형 교차 검사 비용이며, T_L 과 T_R 은 각각 V_L 과 V_R 의 내부에 존재하거나 교차하는 다각형의 개수를 나타낸다. V_{BB} 는 렌더링하고자 하는 전체 장면에 대한 바운딩 박스를 나타내며, $SA(V)$ 는 바운딩 박스 V 의 표면적이며, $RF(V)$ 는 바운딩 박스 V 의 총 광선 빈도(ray frequency)로서 바운딩 박스 V 의 내부에 속하는 다각형에 대해 교차 검사를 수행한 회수의 총합이다.

수학식 2

$$\Pr(V) = \frac{SA(V)}{SA(V_{BB})}$$

[0022]

[0023] 수학식 1 및 2를 통해, 초기 Kd-tree를 구성할 때 사용되는 교차 확률 $\Pr(V)$ 는 바운딩 박스의 표면적의 비율에 따라 결정되는 것임을 알 수 있다.

[0024] 다음, 렌더링하고자 하는 동적인 장면들의 첫번째 프레임에 대하여 초기 Kd-tree를 이용하여 광선-다각형 교차 검사를 수행하여 광선 추적한다(단계 120). 광선 추적함과 동시에, 각 다각형과 광선의 교차 검사 관련 정보들을 저장하고, 이들을 이용하여 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 설정하여 저장한다(단계 130). 여기서, 상기 각 다각형과 광선의 교차 검사 관련 정보들은 광선 추적을 수행할 때 각 다각형이 광선과 교차한 광선 빈도수를 포함하거나, 광선 추적을 수행할 때 각 다각형이 광선과 교차되는지를 검사한 광선 교차 검사 빈도수를 포함할 수 있다.

[0025] 상기 중요도 측정 정보는 주어진 바운딩 박스 V 에 대한 광선 빈도수 및 광선 교차 검사 빈도수 중 하나 또는 둘을 포함할 수 있다. 상기 바운딩 박스 V 에 대한 광선 빈도수(ray frequency)는 바운딩 박스 V 의 내부에 존재하는 각 다각형들과 교차하는 광선 빈도수의 합(합)으로 정의되며, 상기 바운딩 박스 V 에 대한 광선 교차 검사 빈도수는 바운딩 박스 V 의 내부에 존재하는 각 다각형들이 광선과 교차되는지를 검사한 광선 교차 검사 빈도수의 합(합)으로 정의된다. 상기 중요도 측정 정보들은 다음 프레임의 렌더링 성능에 직접적으로 영향을 미칠 다각형들에 대해 해당 광선 교차 검사 회수 또는 광선 교차 회수를 토대로 하여 다각형의 중요도를 설정하기 위하여 사용될 것이다.

[0026] 다음, 상기 중요도 측정 정보들을 이용하여 초기 Kd-tree를 변형하여 새로운 Kd-tree를 생성한다(단계 140). 새로이 생성된 Kd-tree를 이용하여 다음 프레임을 광선 추적한다(단계 150). 광선 추적함과 동시에, 각 다각형과 광선의 교차 검사 관련 정보들을 다시 저장하고, 이들을 이용하여 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 재설정하고 저장한다(단계 160).

[0027] 다음, 재설정된 중요도 측정 정보들을 이용하여 Kd-tree를 갱신한다(단계 170). 단계 150으로 되돌아가서 갱신된 Kd-tree를 이용하여 다음 프레임을 광선 추적(ray tracing)하고, 광선 추적함과 동시에, 각 다각형과 광선의 교차 검사 관련 정보들을 다시 저장하고, 이들을 이용하여 각 다각형에 대한 중요도 측정 정보를 재설정하고 저장한다. 이러한 과정을 마지막 프레임까지 반복적으로 수행한다. 전술한 과정을 통해 광선 추적이 완료되면 완료된 이미지들을 버퍼에 저장시킨 후 종료한다.

[0028] 이하, 본 발명에 따른 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법에 있어서, 상기 중요도 측정 정보들을 이용하여 Kd-tree를 갱신하는 과정을 비용함수를 통해 설명한다. 먼저, 수학식 3 및 4와 같이, 바운딩 박스 V 의 표면적의 비율 및 광선 빈도수의 비율을 정의한다.

수학식 3

$$NSA(V) = \frac{SA(V)}{SA(V_{BB})}$$

[0029]

수학식 4

$$NRF(V) = \frac{RF(V)}{RF(V_{BB})}$$

[0030]

[0031] 다음, 상기 표면적의 적용 비율 및 광선 빈도수의 적용 비율을 결정하기 위한 가중치(α)를 사전에 미리 설정하고, 이를 이용하여 임의의 광선이 바운딩 박스 V 와 교차할 확률 $\Pr(V)$ 를 수학식 5와 같이 재설정한다.

수학식 5

$$\Pr(V) = \frac{\alpha \cdot NRF(V) + (1-\alpha) \cdot NSA(V)}{\alpha \cdot NRF(V_{BB}) + (1-\alpha) \cdot NSA(V_{BB})} = \alpha \cdot NRF(V) + (1-\alpha) \cdot NSA(V)$$

[0032]

[0033]

여기서, 상기 가중치(α)는 $0 < \alpha \leq 1$ 의 범위에서 결정되는 것이 바람직하며, $\alpha=1$ 인 경우 $\Pr(V)$ 는 광선 빈도 수만을 적용하여 결정될 것이며, $\alpha=0$ 인 경우 $\Pr(V)$ 는 광선 빈도수가 적용되지 않고 표면적만을 적용하여 결정될 것이다. 따라서, α 값에 따라 본 발명에 따른 광선 교차 빈도를 사용하는 방법과 종래의 SAH 방법에 대한 Kd-tree 구성 방법을 적절하게 혼합하여 사용하게 된다. 실험 결과, Kd-tree의 효율성은 하위 노드로 향할수록 SAH 위주의 형태로 구성하여야 좋은 결과를 보여주기 때문에, α 값은 하위 노드로 갈수록 SAH의 비중이 더 크게 적용되도록 하는 것이 바람직할 것이다.

[0034]

재설정된 교차 확률을 이용하여 비용함수 $C(V,P)$ 를 다시 정리하면 수학식 6로 표현할 수 있다.

수학식 6

$$\begin{aligned} C(V,P) &= C_T + C_I \left(\frac{\alpha \cdot NRF(V_L) + (1-\alpha) \cdot NSA(V_L)}{\alpha \cdot NRF(V) + (1-\alpha) \cdot NSA(V)} |T_L| \right. \\ &\quad \left. + \frac{\alpha \cdot NRF(V_R) + (1-\alpha) \cdot NSA(V_R)}{\alpha \cdot NRF(V) + (1-\alpha) \cdot NSA(V)} |T_R| \right) \\ &= C_T + C_I \left(\frac{\alpha \cdot SA(V_{BB}) RF(V_L) + (1-\alpha) \cdot RF(V_{BB}) SA(V_L)}{\alpha \cdot SA(V_{BB}) RF(V) + (1-\alpha) \cdot RF(V_{BB}) SA(V)} |T_L| \right. \\ &\quad \left. + \frac{\alpha \cdot SA(V_{BB}) RF(V_R) + (1-\alpha) \cdot RF(V_{BB}) SA(V_R)}{\alpha \cdot SA(V_{BB}) RF(V) + (1-\alpha) \cdot RF(V_{BB}) SA(V)} |T_R| \right) \end{aligned}$$

[0035]

[0036]

상기 중요도 측정 정보인 광선 빈도수 또는 교차 검사 빈도수를 이용하여, 수학식 6으로 표현된 비용 함수 $C(V,P)$ 가 최소가 되도록 하는 분할 평면 P 를 찾고, 그에 따라 교차 검사 가속화 자료 구조인 Kd-tree를 갱신한다. 이러한 과정을 통해, 광선 교차 계산에 관여하는 중요도가 높은 다각형은 Kd-tree의 상위 노드에 위치하도록 구축하게 된다. 도 2의 (a) 및 (b)는 각각 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 초기 Kd-tree 및 광선 추적법을 통한 각 리프 노드(leaf node)의 중요도에 따라 새롭게 구성한 Kd-tree를 예시적으로 도시한 것이다.

[0037]

도 2의 (a)에 도시된 초기 Kd-tree는 모든 Leaf 노드들의 중요도와 무관하게 구성되므로, 광선 추적 비용이 증가하게 된다. 하지만, 도 2의 (b)에 도시된 본 발명에 따른 Kd-tree는 각 leaf 노드들의 중요도에 따라 서로 다른 깊이로 구성되므로, 광선 추적 비용을 최소화시킬 수 있게 된다.

[0038]

본 발명에 따른 방법은 광선 추적법에 사용되는 대부분의 광선-다각형 교차 검사 가속화 자료 구조에 적용되는 SAH 방법을 변형하여 사용하는 것이므로, Kd-tree 뿐만 아니라 BVH 방법을 사용하는 자료 구조에도 적용 가능할 것이다. 또한, 본 발명에 따른 구성 방법은 컴퓨터 그래픽 처리가 가능한 컴퓨터 그래픽 처리 시스템의 CPU에서 수행될 것이며, GPU(Graphics Processing Unit)에서도 수행가능할 것이다.

[0039]

진술한 본 발명은 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.

산업상 이용가능성

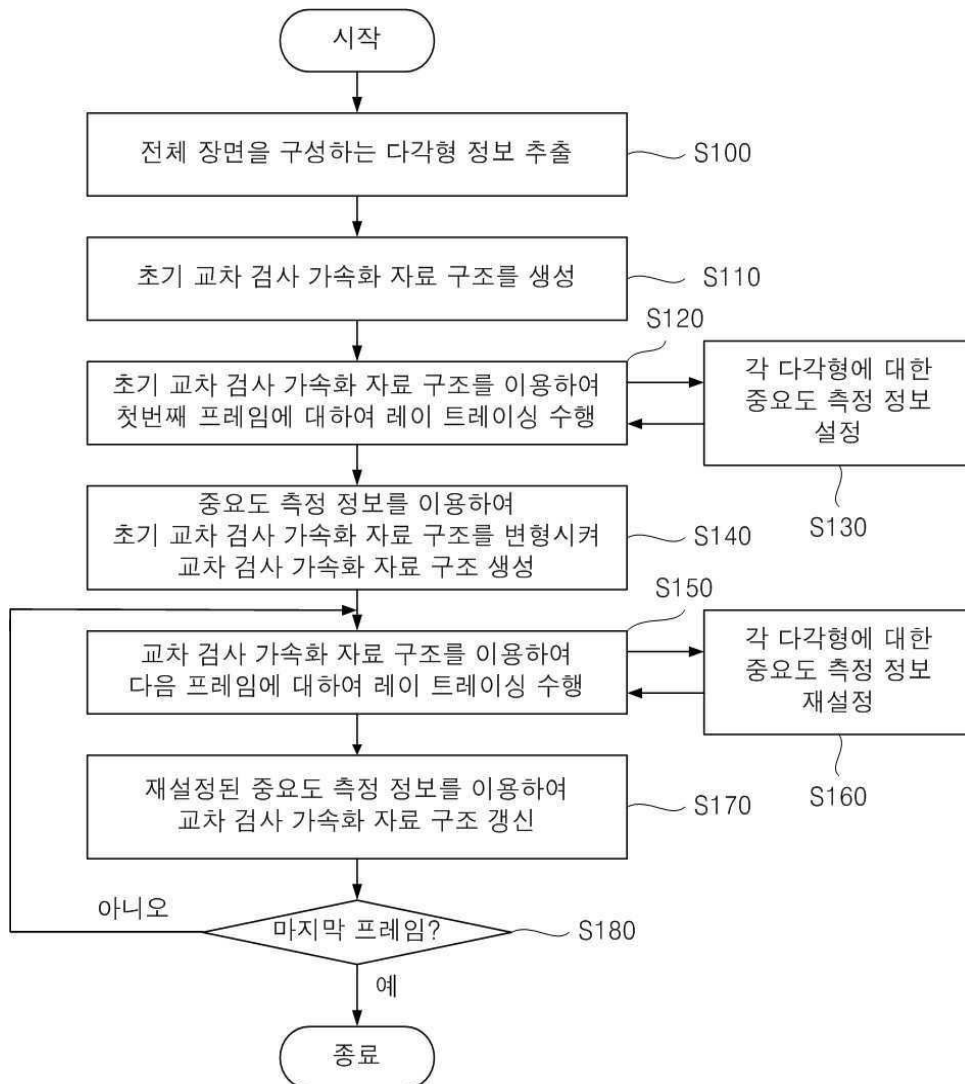
[0040]

본 발명에 따른 교차 검사 가속화 자료 구조 구성 방법은 전역 렌더링에 있어서, 다수 개의 프레임들이 연속

적으로 구성되는 동적인 장면들에 대하여 실시간으로 광선 추적법을 적용하는 경우 사용될 수 있다.

도면

도면1



도면2

