



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년03월11일
(11) 등록번호 10-1373174
(24) 등록일자 2014년03월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 15/06 (2011.01)
(21) 출원번호 10-2012-0120625
(22) 출원일자 2012년10월29일
심사청구일자 2012년10월29일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020120070824 A

(73) 특허권자
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
임인성
서울 양천구 목동서로 70, 224동 1504호 (목동, 목동2단지아파트)
최병준
서울 서초구 잠원로 127, 116동 303호 (잠원동, 신반포아파트)
장병준
서울 마포구 서강로16길 45, 204호 (노고산동)
(74) 대리인
이지연

전체 청구항 수 : 총 8 항

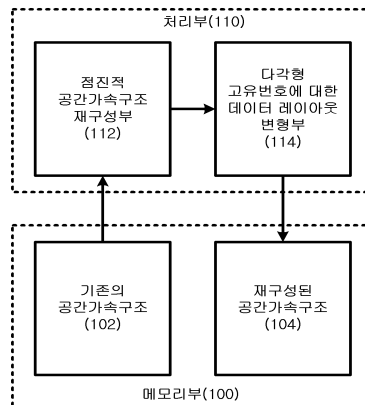
심사관 : 박금옥

(54) 발명의 명칭 공간가속구조의 다각형 데이터 처리방법 및 장치

(57) 요약

본 발명에 따르는 공간가속구조의 다각형 데이터 처리방법은, 공간가속구조에 속한 이너노드들 각각에 대해, 해당 이너노드에 속한 리프노드들에 저장된 다각형 데이터들을 리드하여 중복 저장된 다각형 데이터들을 검출하는 단계; 및 상기 리프노드들에 중복 저장된 다각형 데이터들을 재구성 대상 다각형 데이터로 선택하여 상기 이너노드에 저장하고, 상기 리프노드들에서는 상기 다각형 데이터들을 삭제하는 단계;를 구비하며, 상기 다각형 데이터는 다각형 고유번호에 대한 데이터임을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	201241002
부처명	지식경제부
연구사업명	CG콘텐츠 제작을 위한 준-실시간 렌더러 개발
연구과제명	CG콘텐츠 제작을 위한 준-실시간 렌더러 개발(3차년도)
기 여 율	1/2
주관기관	서강대학교 산학협력단
연구기간	2012.03.01 ~ 2013.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	201235053
부처명	교육과학기술부
연구사업명	일반연구자지원사업
연구과제명	실시간 광선 추적을 위한 효과적인 공간가속구조 구축
기 여 율	1/2
주관기관	서강대학교 산학협력단
연구기간	2012.05.01 ~ 2013.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

공간가속구조의 다각형 데이터 처리방법에 있어서,

공간가속구조에 속한 이너노드들 각각에 대해, 해당 이너노드에 속한 리프노드들에 저장된 다각형 데이터들을 리드하여 중복 저장된 다각형 데이터들을 검출하는 단계;

상기 리프노드들에 중복 저장된 다각형 데이터들을 재구성 대상 다각형 데이터로 선택하여 상기 이너노드에 저장하고, 상기 리프노드들에서는 상기 다각형 데이터들을 삭제하는 단계;를 구비하며,

상기 다각형 데이터는 다각형 고유번호에 대한 데이터임을 특징으로 하는 공간가속구조의 다각형 데이터 처리방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 중복 저장된 다각형 데이터들 각각에 대해, 휴리스틱한 척도인 점유율과 빈도율을 산출하고,

그 점유율과 빈도율이 미리 정해진 한계치이상인 다각형 데이터에 대해서만 상기 재구성 대상 다각형 데이터로 선택하며,

상기 점유율은 최하위 레벨의 공간에 대해서, 다각형 t가 포함된 공간에 대한 표면적 비율로 계산되며,

상기 빈도율은 최하위 레벨에 대한 공간의 개수에 대한 다각형 t가 포함된 공간의 비율로 계산됨을 특징으로 하는 공간가속구조의 다각형 데이터 처리방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 점유율은 수학적식 3에 따라 산출되고,

상기 빈도율은 수학적식 4에 따라 산출됨을 특징으로 하는 공간가속구조의 다각형 데이터 처리방법.

<수학적식 3>

$$f_{occu}(t, T_I) = \frac{\sum_{L \in \mathcal{L}(t, T_I)} SA(V_L)}{\sum_{L \in \mathcal{L}(\cdot, T_I)} SA(V_L)}$$

<수학적식 4>

$$f_{freq}(t, T_I) = \frac{|\mathcal{L}(t, T_I)|}{|\mathcal{L}(\cdot, T_I)|}$$

상기 수학적식 3 및 수학적식 4에서, T_N 은 노드 N을 최상위 레벨로 하는 부분자료구조(SUB-HIERARCHICAL

STRUCTURE)이고, V_N 은 노드 N의 복셀(VOXELL) 영역이고, $SA(V)$ 는 복셀 V의 표면적이고,

$\mathcal{L}(\cdot, T_I)$ 는 T_I 의 최하위 레벨의 모든 리프 노드들의 집합이고, $\mathcal{L}(t, T_I)$ 는 다각형 t와 교차하는 T_I 의 최하위 레벨의 모든 리프 노드들의 집합임.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 다각형 데이터는 다각형 고유번호 목록을 가리키는 포인터와 다각형 고유번호의 상위값과 다각형의 개수, 변경된 데이터 레이아웃 사용여부 식별자로 구성되고,

상기 다각형 고유번호 목록정보는 다각형 고유번호의 하위값들로 구성됨을 특징으로 하는 공간가속구조의 다각형 데이터 처리방법.

청구항 5

공간가속구조의 다각형 데이터 처리장치에 있어서,

공간가속구조를 저장하는 메모리부;

상기 공간가속구조에 속한 이너노드들 각각에 대해, 해당 이너노드에 속한 리프노드들에 저장된 다각형 데이터들을 리드하여 중복 저장된 다각형 데이터들을 검출하고,

상기 리프노드들에 중복 저장된 다각형 데이터들을 재구성 대상 다각형 데이터로 선택하여 상기 이너노드에 저장하고, 상기 리프노드들에서는 상기 다각형 데이터들을 삭제하는 처리부;를 구비하며,

상기 다각형 데이터는 다각형 고유번호에 대한 데이터임을 특징으로 하는 공간가속구조의 다각형 데이터 처리장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 처리부는,

상기 중복 저장된 다각형 데이터들 각각에 대해, 점유율과 빈도율을 산출하고,

그 점유율과 빈도율이 미리 정해진 한계치이상인 다각형 데이터에 대해서만 상기 재구성 대상 다각형 데이터로 선택하며,

상기 점유율은 최하위 레벨의 공간에 대해서, 다각형 t가 포함된 공간에 대한 표면적 비율로 계산하고,

상기 빈도율은 최하위 레벨에 대한 공간의 개수에 대한 다각형 t가 포함된 공간의 비율로 계산함을 특징으로 하는 공간가속구조의 다각형 데이터 처리 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 점유율은 수학식 5에 따라 산출되고,

상기 빈도율은 수학식 6에 따라 산출됨을 특징으로 하는 공간가속구조의 다각형 데이터 처리장치.

<수학식 5>

$$f_{occu}(t, T_I) = \frac{\sum_{L \in \mathcal{L}(t, T_I)} SA(V_L)}{\sum_{L \in \mathcal{L}(\cdot, T_I)} SA(V_L)}$$

<수학식 6>

$$f_{freq}(t, T_I) = \frac{|\mathcal{L}(t, T_I)|}{|\mathcal{L}(\cdot, T_I)|}$$

상기 수학적식 5 및 수학적식 6에서, T_N 은 노드 N을 최상위 레벨로 하는 부분자료구조(SUB-HIERARCHICAL STRUCTURE)이고, V_N 은 노드 N의 복셀(VOXEL) 영역이고, $SA(V)$ 는 복셀 V의 표면적이고, $\mathcal{L}(\cdot, T_I)$ 는 T_I 의 최하위 레벨의 모든 리프 노드들의 집합이고, $\mathcal{L}(t, T_I)$ 는 다각형 t와 교차하는 T_I 의 최하위 레벨의 모든 리프 노드들의 집합임.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 다각형 데이터는 다각형 고유번호 목록을 가리키는 포인터와 다각형 고유번호의 상위값과 다각형의 개수, 변경된 데이터 레이아웃 사용여부 식별자로 구성되고,

상기 다각형 고유번호 목록정보는 다각형 고유번호의 하위값들로 구성됨을 특징으로 하는 공간가속구조의 다각형 데이터 처리장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 렌더링에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 전역적 렌더링 기법에 속하는 광선 추적법에서 사용되는 공간가속구조의 다각형 데이터를 최소화하는 공간가속구조의 다각형 데이터 처리방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 렌더링(rendering)은 평면 영상에 형태·위치·조명 등 외부의 정보에 따라 변경되는 그림자나 색상, 농도 등을 부여하여 3차원 영상을 생성하는 과정 또는 그러한 기법을 일컫는다. 즉 평면적으로 보이는 물체에 대한 그림자나 농도 등을 변화시켜 입체감이 들게 함으로써 사실감을 추가하는 것이다. 이러한 렌더링은 영화나 3차원 애니메이션 제작을 위해 요구됨은 물론이고, 게임 등의 실시간 응용에 적용되고 있다.

[0003] 상기한 렌더링 중 하나인 표면 렌더링은 각 픽셀에 채워질 색상을 결정하는 것으로, 상기 픽셀의 색상은 광선(ray)과 반사되는 면 사이에 발생하는 여러 종류의 상호 작용에 따라 결정된다. 이러한 표면 렌더링의 기법으로는 지역적 렌더링 및 전역적 렌더링이 있으며, 상기 전역적 렌더링 기법에는 광선 추적법(ray tracing)과 레이디오시티(radiosity)가 있다.

[0004] 상기 광선 추적법은 광선과 다른 사물들과의 반사 및 굴절, 투과 등의 결과를 추적하여 이미지를 생성하는 것이며, 이 과정에서 광선이 어떤 사물과 교차하는지 검사하는 것이 렌더링 속도에 많은 영향을 미친다.

[0005] 좀 더 설명하면, 하나의 장면은 매우 많은 삼각형들로 이루어져 있는데, 상기 광선 추적법은 장면을 구성하는 많은 삼각형들 중에서 주어진 광선과 가장 먼저 교차하는 삼각형을 검출하는 교차 검사 연산을 요구하며, 상기 교차 검사 연산은 그 연산과정이 복잡하고 시간이 많이 걸린다.

[0006] 이에 종래에는 상기한 교차 검사 연산을 빨리 처리하기 위하여 여러 가지 가속화 방법을 사용하고 있다. 상기 가속화 방법으로는 장면의 기하 특성을 파악하여 그에 맞게 교차 검사 가속화 자료 구조를 구성하고, 이를 이용함으로써 광선-다각형의 교차 검사 연산을 최소화시키는 방법이 있다. 상기 교차 검사 연산을 가속화시키기 위한 교차 검사 가속화 자료 구조(이하 공간가속구조라 칭함)들로는 KD-tree, Octree, BVH 등이 있다.

[0007] 상기 광선 추적 방법에 사용되는 공간가속구조들은 장면을 구성하는 공간을 연속적으로 분할(subdivision)하면서, 물체(object)들을 구성하는 다각형(polygon)들을 공간 배치하고, 최하위 계층의 노드(node)인 리프노드(leaf node)에 자신이 나타내는 3D 장면(scene) 내에서 특정 영역과 교차하는 다각형들의 고유번호에 대한 데이터를 저장하는 특성을 가진다.

[0008] 이러한 특성은 계층적 구조(hierarchical structure)의 구축시 주어진 공간이 두 개의 부분공간(subspace)으로

분할되는 KD-tree와 같이, 상기 두 개의 부분공간에 걸쳐지는 다각형이 존재할 때에, 그 다각형을 양쪽 공간에 중복해서 배치하는 방식을 사용하는 공간가속구조에 대해 효과적인 응용을 가능하게 한다. 또한 BVH(Bounding Volume Hierarchy)와 같은 비중복 공간가속구조에 대해서도 각 노드가 차지하는 공간(bounding volume)을 컴팩트하게 구성하여 광선 추적 과정의 효율성을 증대시킬 수 있다.

[0009] 한편 렌더링시 메모리 사용량을 줄이는 것은 시스템의 부하 및 처리속도를 결정하는 주요 요인이다. 예를 들어, 큰 건물이나 비행기 모델과 같이 복잡하고 방대한 3D 장면(3D scene) 데이터는 그 크기로 인하여 종종 최신 및 최고의 컴퓨팅 환경에서도 해당 3D 장면 데이터를 한 번에 처리하지 못하는 문제가 있었다. 그 뿐만 아니라 상대적으로 상당히 제한적인 메모리 용량을 갖는 핸드폰이나 태블릿 PC와 같은 모바일 장비 환경에서는 데이터의 크기를 줄이는 것이 중요하다.

[0010] 그러나 종래의 공간가속구조에 대한 연구나 기법들은 대부분 광선 추적법의 광선-물체의 교차 계산(ray-object intersection computation)의 비용을 감소시켜 렌더링 속도를 향상시키는 데에만 초점이 맞춰져 있었다. 즉, 주어진 장면(scene)에 대하여 KD-tree와 같은 공간가속구조를 구축할 때, 공간가속구조에 대한 데이터 크기에는 크게 신경을 쓰지 않아 왔다.

[0011] 그런데 KD-tree는 공간가속구조 내에 다각형 중복을 허용하므로, 장면을 구성하는 다각형들의 크기가 고르지 않을 경우에, 크기가 큰 다각형들이 공간 가속 구조의 하위 계층의 노드들에 해당하는 많은 작은 공간들과 겹치게(overlap)되어, 그 다각형에 대한 데이터가 리프노드(leaf node)마다 중복 저장되어, 불필요한 메모리 낭비를 초래하였다.

[0012] 또한 일반적으로 렌더링할 장면을 모델링하는 과정에서 건물의 벽면이나 바닥, 천정과 같은 물체들은 두세 개의 큰 다각형만으로 간단하게 구성하는 경우가 많다. 이러한 다각형들을 세밀하게 분할(refinement)하여 장면을 구성하면, 다각형이 매우 많아져서 장면의 기하 데이터(geometry data)를 저장하는데 필요한 메모리 요구량이 급속히 높아졌다. 반면에 장면내의 크기가 큰 삼각형들은 그대로 놔두면 공간가속구조를 생성할 때, 중복적으로 저장되어 공간 자료 구조의 크기가 급속히 증가하였다.

[0013] 이에 공간가속구조 구축 시 다각형에 대한 데이터가 중복되어 저장되던 문제를 완화시켜, 공간가속구조의 데이터 크기를 감소시키는 기술의 개발이 절실하게 요망되었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) 대한민국 특허출원 제10-2006-0124007호
(특허문헌 0002) 대한민국 특허출원 제10-2007-0131731호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명은 공간가속구조의 구축 시 다각형 데이터가 중복되어 여러 번 저장되지 않도록 공간가속구조를 점진적(progressively)으로 재구축하여 결과적으로 공간가속구조의 데이터 크기를 감소시키는 공간가속구조의 다각형 데이터 처리방법 및 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0016] 또한 본 발명의 다른 목적은 공간가속구조의 노드들에 저장된 데이터의 응집성을 이용하여 데이터 크기를 감소시키는 공간가속구조의 다각형 데이터 처리 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0017] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따르는 공간가속구조의 다각형 데이터 처리방법은, 공간가속구조에 속한 이너노드(inner node)들 각각에 대해, 해당 이너노드에 속한 리프노드들에 저장된 다각형 데이터들을 리드하여 중복 저장된 다각형 데이터들을 검출하는 단계; 및 상기 리프노드들에 중복 저장된 다각형 데이터들을 재구성 대상 다각형 데이터로 선택하여 상기 이너노드에 저장하고, 상기 리프노드들에서는 상기 다각형 데이터들을 삭제하는 단계;를 구비하며, 상기 다각형 데이터는 다각형 고유번호에 대한 데이터임을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0018] 상기한 본 발명은 공간가속구조의 구축 시 다각형 데이터가 중복되어 여러 번 저장되지 않도록 공간가속구조를 점진적(progressively)으로 재구축하여 결과적으로 공간가속구조의 데이터 크기를 감소시킬 수 있는 효과를 야기한다.
- [0019] 또한 본 발명은 공간가속구조의 노드들에 저장된 데이터의 응집성을 이용하여 데이터 크기를 감소시킬 수 있는 효과를 야기한다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 공간가속구조의 다각형 데이터 처리장치의 구성도.
- 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 KD-tree에 따른 공간가속구조를 예시한 도면.
- 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 공간가속구조의 다각형 데이터 처리방법의 흐름도.
- 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 다각형 데이터 구조도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 발명은 공간가속구조의 구축 시 다각형 데이터가 중복되어 여러 번 저장되지 않도록 공간가속구조를 점진적(progressively)으로 재구축하여 결과적으로 공간가속구조의 데이터 크기를 감소시킨다.
- [0022] 또한 본 발명은 공간가속구조의 노드들에 저장된 데이터의 응집성을 이용하여 데이터 크기를 감소시킨다.
- [0023] <공간가속구조의 다각형 데이터 처리장치의 구성>
- [0024] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 공간가속구조의 다각형 데이터 처리장치의 구성을 도 1을 참조하여 설명한다.
- [0025] 상기 공간가속구조의 다각형 데이터 처리장치는 메모리부(100)와 처리부(110)로 구성된다. 상기 메모리부(100)는 종래 방식에 따라 생성된 제1공간가속구조(102)가 임시저장 되었다가, 상기 제1공간가속구조(102)의 데이터 크기를 감소시켜 재생성된 제2공간가속구조(104)가 저장된다. 상기 처리부(110)는 상기 메모리부(100)에 저장된 제1공간가속구조(102)를 리드하여 중복 저장된 다각형 데이터를 최소화하는 제1다각형 데이터 처리과정을 수행하는 점진적 공간가속구조 재구성부(112)와, 상기 제1 다각형 데이터 처리과정을 통해 생성된 다각형 데이터 중 데이터 응집성을 가지는 데이터를 압축하는 제2다각형 데이터 처리과정을 수행하여 제2공간가속구조(104)를 생성하고, 이를 상기 메모리부(100)에 저장하는 다각형 고유번호 데이터에 대한 레이아웃 변형부(114)로 구성된다.
- [0026] <공간가속구조의 다각형 데이터 처리과정>
- [0027] <제1다각형 데이터 처리과정>

- [0028] 상기한 바와 같이 구성되는 공간가속구조의 다각형 데이터 처리장치에 의해 수행되는 공간가속구조의 제1다각형 데이터 처리과정을 도 2 및 도 3을 참조하여 좀 더 상세하게 설명한다.
- [0029] 먼저 상기 KD-tree 구조를 가지는 공간가속구조는 도 2에 예시한 바와 같이 다수의 노드가 계층적으로 연결되어 구성된다. 즉, 제0노드는 제1노드 및 제2노드를 차일드 노드로 가지며, 상기 제1노드는 제3노드 및 제4노드를 차일드 노드로 가지며, 제3노드는 제5노드 및 제6노드를 차일드 노드로 가지며, 제4노드는 제7노드와 제8노드를 차일드 노드로 가진다. 상기한 다수의 노드들 중 차일드 노드를 가지는 노드들은 이너 노드(inner node)라 칭하고 상기 다수의 노드들 중 차일드 노드를 가지지 않는 노드들은 리프 노드(leaf node)라 한다.
- [0030] 상기 다수의 노드 중 이너 노드에는 [평면 영역 정보]와 [차일드 노드들의 포인터 정보들]이 저장되고, 상기 다수의 노드 중 리프 노드에는 [평면 영역 정보]와 [자신의 평면 영역에 포함된 다각형(삼각형) 데이터들]이 저장된다. 상기 다각형 데이터는 [실제 다각형 정보의 고유번호에 대한 데이터]이다.
- [0031] 상기 다수의 이너 노드들에는 KD-tree 구조를 가지는 공간가속구조의 특성상 동일한 다각형 데이터들이 중복 저장되며, 본 발명은 중복 저장된 다각형 데이터를 최소화하여 공간가속구조의 데이터 크기를 최소화한다.
- [0032] 또한 다각형 데이터는 다각형의 고유번호에 대한 데이터이며, 고유번호는 일련 숫자로 부여되므로 어느 한 영역에 포함된 고유번호들은 유사한 숫자열인 응집성을 가지므로, 본 발명은 상기 다각형 데이터 중 동일한 숫자열인 상위부분을 압축하여 공간가속구조의 데이터 크기를 최소화한다.
- [0033] 이러한 본 발명에 따른 공간가속구조의 다각형 데이터 처리과정을 도 3을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0034] 상기 공간가속구조의 다각형 데이터 처리를 위해 처리부(110)는 공간가속구조의 어느 한 노드를 선택한다(200단계). 여기서 상기 노드의 선택은 상위레벨에서 하위레벨의 순으로 이루어진다. 즉 이너 노드에서 리프 노드의 방향으로 또한 루트 노드에 차일드 노드의 방향으로 순차적으로 선택될 수 있다.
- [0035] 상기 공간가속구조의 어느 한 노드가 선택되면, 상기 처리부(110)는 해당 노드에 속한 하위 노드들에 저장된 다각형 데이터 중 재구성 대상 다각형 데이터를 추출한다(202단계).
- [0036] 상기 재구성 대상 다각형 데이터는 하위 노드들에 저장된 다각형 데이터들 중 중복된 다각형 데이터 각각에 대해 휴리스틱한 척도인 점유율과 빈도율을 산출하고, 그 점유율과 빈도율이 미리 정해진 임계치를 초과하는지를 판별하여 결정된다.
- [0037] 여기서, 어느 한 다각형 t에 대한 점유율이란, 현재 레벨에 대한 하위레벨의 자료구조를 탐색할 때에 평균적으로 다각형 t와 교차할 확률로 계산된다. 상기 점유율은 기하학적 확률로 공간에 대한 표면적을 사용하여 수학식 1에 따라 산출될 수 있다. 즉, 최하위 레벨의 공간에 대해서, 다각형 t가 포함된 공간에 대한 표면적 비율로 계산되며, 점유율 값이 높을수록 재구성으로 인한 자료구조의 탐색과 교차 계산에 대한 추가 비용의 부담이 적어진다.
- [0038] 그리고 다각형 t에 대한 빈도율이란, 현재 레벨에 대한 하위 자료구조에서 다각형 t가 중복되어 나타난 비율이다. 최하위 레벨에 대한 공간의 개수에 대한 다각형 t가 포함된 공간의 비율로 계산되며, 이는 수학식 2에 따른다. 상기 다각형 t가 모든 최하위 레벨의 노드 즉 리프노드에 포함된다면 빈도율의 값은 1이 된다. 상기 빈도율의 값이 높을수록 재구성으로 인한 자료구조의 압축효과가 커진다.

수학식 1

$$f_{occu}(t, T_I) = \frac{\sum_{L \in \mathcal{L}(t, T_I)} SA(V_L)}{\sum_{L \in \mathcal{L}(\cdot, T_I)} SA(V_L)}$$

[0039]

$$f_{occu}(t, T_I) \geq \tau_{occu}$$

수학식 2

$$f_{freq}(t, T_I) = \frac{|\mathcal{L}(t, T_I)|}{|\mathcal{L}(\cdot, T_I)|}$$

$$f_{freq}(t, T_I) \geq \tau_{freq}$$

상기 수학식 1 및 수학식 2에서, T_N 은 노드 N을 최상위 레벨로 하는 부분자료구조(SUB-HIERARCHICAL STRUCTURE)이고, V_N 은 노드 N의 복셀(VOXEL) 영역이고, $SA(V)$ 는 복셀 V의 표면적이고, $\mathcal{L}(\cdot, T_I)$ 는 T_I 의 최하위 레벨의 모든 리프 노드들의 집합이고, $\mathcal{L}(t, T_I)$ 는 다각형 t와 교차하는 T_I 의 최하위 레벨의 모든 리프 노드들의 집합이고, τ_{occu} 는 점유율의 한계값이고, τ_{freq} 는 빈도율의 한계값이다.

이와 같이 다각형의 점유율과 빈도율을 고려하여 재구성 대상 다각형을 결정하는 것은, 탐색과 교차 계산에 대한 추가 비용은 적으면서, 압축효율이 높은 다각형만을 선택하기 위한 것이다.

상기한 바와 같이 재구성 대상 다각형이 결정되면, 상기 처리부(110)는 추출된 재구성 대상 다각형에 대한 다각형 데이터를 해당 노드에 부가하여 저장하여, 해당 노드의 데이터 구조를 갱신한다(204단계). 그리고 하위 노드들에서 상기 재구성 대상 다각형 데이터를 삭제하여 하위 노드들의 데이터 구조를 갱신한다(206단계).

즉, 종래 방식과는 달리 본 발명은 리프 노드들에 중복되어 저장되던 다각형 데이터를 이너 노드에 저장한 후에, 리프 노드들에서는 삭제하여 다각형 데이터가 중복 저장되지 않게 한다. 이로서 공간가속구조의 데이터 크기가 작아진다.

또한 본 발명은 리프 노드들에 중복 저장된 모든 다각형 데이터에 대해 이너 노드로 이동시키는 것이 아니라, 점유율과 빈도율이 한계값 이상이거나 점유율과 빈도율이 한계값 이상인 것들 중에 최대인 다각형 데이터에 대해서만 이동시킬 수도 있으며, 이는 다각형 데이터의 저장위치의 변경에 따른 탐색과 교차 계산에 대한 부하를 최소화하기 위한 것이다.

상기한 200 내지 206의 단계를 공간가속구조에 포함된 모든 노드에 대해 수행하였으면 상기 처리부(110)는 제1 다각형 데이터 처리과정을 완료한다.

<제2다각형 데이터 처리과정>

이제 본 발명에 따른 제2다각형 데이터 처리과정을 도 4를 참조하여 설명한다.

도 4의 (a)는 종래 방식에 따른 리프노드의 다각형 데이터의 레이아웃을 도시한 것이다. 상기 다각형 데이터에는 단위자료구조가 포함되며, 상기 단위자료구조는 [다각형 고유번호 목록을 가리키는 포인터]와 [다각형으로 개수]로 이루어진다. 그리고 별도의 메모리 영역에는 다각형 고유번호 목록이 저장되며, 상기 다각형 고유번호 목록은 [다각형의 고유번호]들로 구성된다. 상기 다각형 고유번호는 32비트로 할당된다.

상기 32비트의 다각형 고유번호들은 일련번호이므로, 본 발명은 도 4의 (b)에 도시한 바와 같이 32비트의 다각형 고유번호들을 16비트 단위로 분할하고, 상위 16비트의 다각형 고유번호에 대해서는 다각형 데이터의 단위자료구조에 부가하고, 하위 16비트의 다각형 고유번호에 대해서만 다각형 고유번호목록에 기록한다.

이에 따라 처리부(110)는 단위자료구조에 속하는 다각형 고유번호들의 상위 16비트가 모두 동일하면 본 발명에

따라 단위자료구조 레이아웃을 변경한다. 즉, 처리부(110)는 단위자료구조 레이아웃을 [다각형 고유번호 목록을 가리키는 포인터]와 [다각형 고유번호 중 상위 16비트]와 [다각형의 개수]와 [변경된 데이터 레이아웃 사용여부]를 가리키는 식별자]로 변경하고, 다각형 고유번호 목록 레이아웃은 [다각형 고유번호 중 하위 16비트]들로 변경한다.

[0054] 이로써 다각형 고유번호 중 상위 16비트가 중복 저장되는 것을 해소하여 공간가속구조의 데이터 크기를 최소화한다.

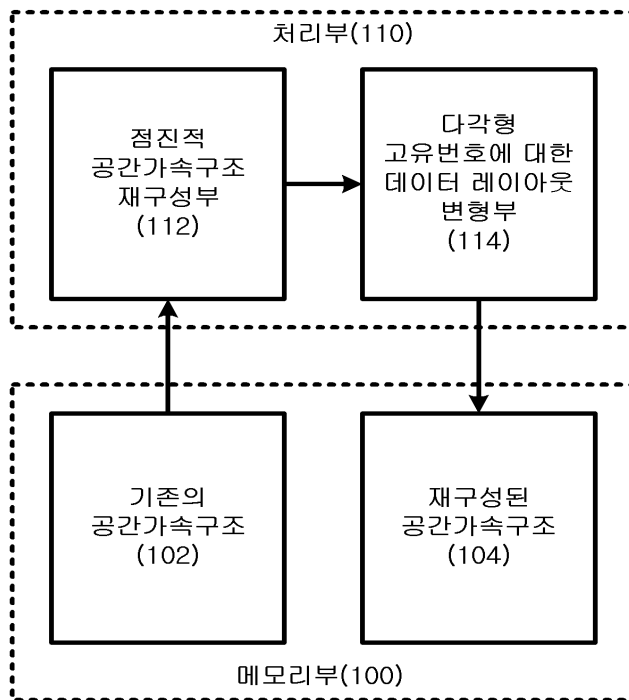
부호의 설명

[0055] 100 : 메모리부

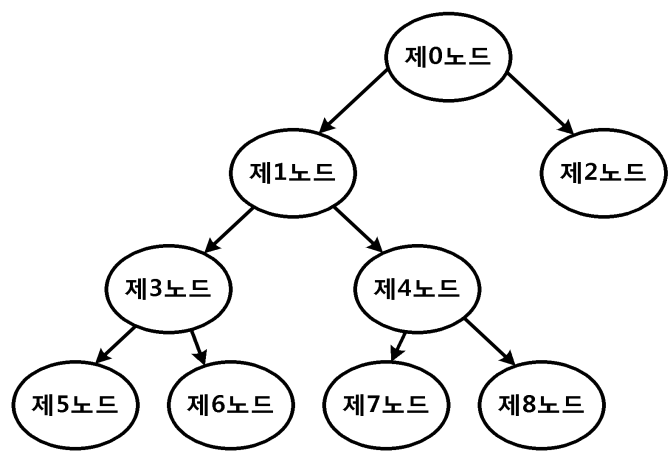
110 : 처리부

도면

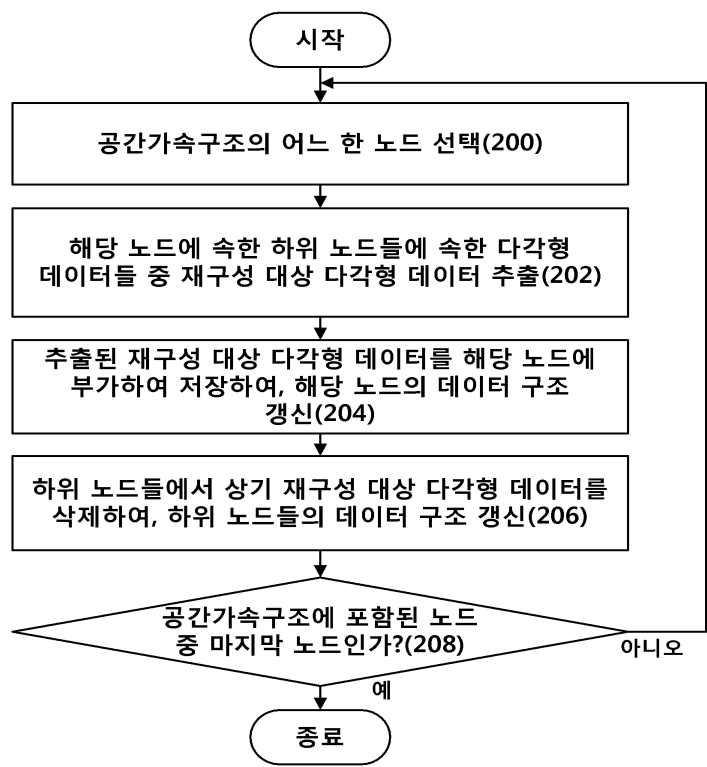
도면1



도면2



도면3



도면4

(a) <종래 방식에 따른 리프노드의 단위자료구조 레이아웃>

A (다각형 고유번호 목록을 가리키는 포인터)	B (다각형 개수)
---------------------------------	---------------

<종래 방식에 따른 리프노드의 다각형 고유번호 목록정보 레이아웃>

←-----32비트----->
47001
47002
47003
⋮

(b) <본 발명에 따른 리프노드의 단위자료구조 레이아웃>

A (다각형 고유번호 목록을 가리키는 포인터)	C (다각형 고유번호의 상위 16비트)	B (다각형 개수)	D (변경된 데이터 레이아웃 사용여부)
---------------------------------	-----------------------------	---------------	-----------------------------

<본 발명에 따른 리프노드의 다각형 고유번호 목록정보 레이아웃>

←-----하위 16비트----->
1444
1445
1446
⋮