



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0009605
(43) 공개일자 2012년02월02일

(51) Int. Cl.

G06T 17/10 (2006.01) H04N 7/24 (2011.01)

(21) 출원번호 10-2010-0069581

(22) 출원일자 2010년07월19일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

안민수

서울특별시 송파구 백제고분로22길 31-18, 산호빌라 302호 (삼전동)

김창수

서울특별시 성북구 안암로 145, 공학관 (안암동5가, 고려대학교)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인무한

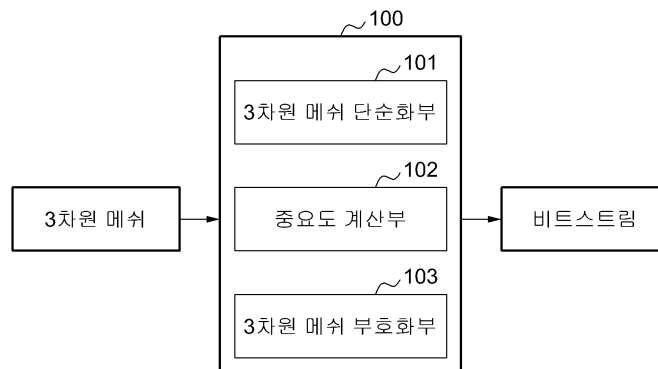
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 3차원 메쉬 가변 부호화 장치 및 방법, 그리고 3차원 메쉬 가변 복호화 장치 및 방법

(57) 요약

3차원 메쉬 가변 부호화 장치 및 방법, 그리고 3차원 메쉬 가변 복호화 장치 및 방법이 개시된다. 본 발명에 의하면, 3차원 메쉬를 레벨에 따라 단순화하고, 3차원 메쉬의 정점 위치 정보를 비트 평면별 중요도에 따라 중요도가 높은 비트 평면을 우선적으로 부호화함으로써 동일한 전송량 대비 원본과의 오차를 최소화할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

안재균

서울특별시 성북구 안암로 145, 공학관 (안암동5가, 고려대학교)

김도균

경기도 성남시 분당구 분당로381번길 6-6, 3층 (분당동)

이대연

서울특별시 성북구 안암로 145, 공학관 (안암동5가, 고려대학교)

특허청구의 범위

청구항 1

3차원 메쉬를 단순화하여 복수의 레벨 별로 정점 위치 정보 및 연결 정보를 생성하는 3차원 메쉬 단순화부;
상기 정점 위치 정보의 중요도를 계산하는 중요도 계산부; 및
상기 정점 위치 정보의 중요도를 고려하여 상기 3차원 메쉬를 부호화하는 3차원 메쉬 부호화부를 포함하는 3차원 메쉬 가변 부호화 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 중요도 계산부는,
상기 복수의 레벨마다 상기 정점 위치 정보의 비트 평면별 중요도를 계산하는 것을 특징으로 하는 3차원 메쉬 가변 부호화 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 중요도 계산부는,
레벨 정보, 비트 평면의 크기 또는 레벨별 오차 정보 중 적어도 하나를 고려하여 상기 정점 위치 정보의 중요도를 계산하는 것을 특징으로 하는 3차원 메쉬 가변 부호화 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,
상기 3차원 메쉬 부호화부는,
상기 비트 평면별 중요도에 기초하여 상기 정점 위치 정보를 부호화하는 것을 특징으로 하는 3차원 메쉬 가변 부호화 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,
상기 3차원 메쉬 부호화부는,
레벨에 기초하여 상기 연결 정보를 부호화하는 것을 특징으로 하는 3차원 메쉬 가변 부호화 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 3차원 메쉬 단순화부는,
상기 3차원 메쉬의 기본 메쉬와 관련된 연결 정보와 정점 위치 정보를 레벨 0로 설정하고,
레벨별 메쉬 형태를 복원할 수 있는 추가적인 정점의 정점 위치 정보 및 연결 정보를 상기 레벨 0을 제외한 나머지 레벨마다 설정하는 것을 특징으로 하는 3차원 메쉬 가변 부호화 장치.

청구항 7

3차원 메쉬의 연결 정보 및 정점 위치 정보가 정렬된 형태로 부호화된 비트스트림을 수신하는 비트스트림 수신부; 및
상기 비트스트림을 디코딩하여 정렬된 연결 정보 및 정점 위치 정보에 따라 상기 3차원 메쉬에 대응하는 3차원

객체를 복원하는 객체 복원부를 포함하는 3차원 메쉬 가변 복호화 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 비트스트림 수신부는,

레벨에 따라 정렬된 연결 정보 및 비트 평면별 중요도에 따라 정렬된 정점 위치 정보가 부호화된 비트스트림을 수신하는 것을 특징으로 하는 3차원 메쉬 가변 복호화 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 비트 평면별 중요도는,

레벨 정보, 비트 평면의 크기 또는 레벨별 오차 정보 중 적어도 하나에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 3차원 메쉬 가변 복호화 장치.

청구항 10

3차원 메쉬를 단순화하여 복수의 레벨 별로 정점 위치 정보 및 연결 정보를 생성하는 단계;

상기 정점 위치 정보의 중요도를 계산하는 단계; 및

상기 정점 위치 정보의 중요도를 고려하여 상기 3차원 메쉬를 부호화하는 단계

를 포함하는 3차원 메쉬 가변 부호화 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 정점 위치 정보의 중요도를 계산하는 단계는,

상기 복수의 레벨마다 상기 정점 위치 정보의 비트 평면별 중요도를 계산하는 것을 특징으로 하는 3차원 메쉬 가변 부호화 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 정점 위치 정보의 중요도를 계산하는 단계는,

레벨 정보, 비트 평면의 크기 또는 레벨별 오차 정보 중 적어도 하나를 고려하여 상기 정점 위치 정보의 중요도를 계산하는 것을 특징으로 하는 3차원 메쉬 가변 부호화 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 3차원 메쉬를 부호화하는 단계는,

상기 비트 평면별 중요도에 기초하여 상기 3차원 메쉬의 정점 위치 정보를 부호화하는 것을 특징으로 하는 3차원 메쉬 가변 부호화 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 3차원 메쉬를 부호화하는 단계는,

레벨에 기초하여 상기 연결 정보를 부호화하는 것을 특징으로 하는 3차원 메쉬 가변 부호화 방법.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 복수의 레벨 별로 정점 위치 정보 및 연결 정보를 생성하는 단계는,

상기 3차원 메쉬의 기본 메쉬와 관련된 연결 정보와 정점 위치 정보를 레벨 0로 설정하는 단계; 및

레벨별 메쉬 형태를 복원할 수 있는 추가적인 정점의 정점 위치 정보 및 연결 정보를 상기 레벨 0을 제외한 나머지 레벨마다 설정하는 단계

를 포함하는 3차원 메쉬 가변 부호화 방법.

청구항 16

3차원 메쉬의 연결 정보 및 정점 위치 정보가 정렬된 형태로 부호화된 비트스트림을 수신하는 단계; 및

상기 비트스트림을 디코딩하여 정렬된 연결 정보 및 정점 위치 정보에 따라 상기 3차원 메쉬에 대응하는 3차원 객체를 복원하는 단계

를 포함하는 3차원 메쉬 가변 복호화 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 비트스트림을 수신하는 단계는,

레벨에 따라 정렬된 연결 정보 및 비트 평면별 중요도에 따라 정렬된 정점 위치 정보가 부호화된 비트스트림을 수신하는 것을 특징으로 하는 3차원 메쉬 가변 복호화 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 비트 평면별 중요도는,

레벨 정보, 비트 평면의 크기 또는 레벨별 오차 정보 중 적어도 하나에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 3차원 메쉬 가변 복호화 방법.

청구항 19

제10항 내지 제18항 중 어느 한 항의 방법을 실행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체.

청구항 20

비트스트림을 처리하는 장치에 있어서,

상기 비트스트림은,

3차원 메쉬를 구성하는 복수의 정점과 관련된 연결 정보 및 정점 위치 정보를 포함하고,

상기 연결 정보는 레벨에 기초하여 정렬되고, 상기 정점 위치 정보는 상기 정점의 비트 평면별 중요도에 기초하여 정렬되는 것을 특징으로 하는 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명의 일실시예에 따르면, 3차원 객체의 3차원 메쉬를 부호화/복호화하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 3차원 객체를 복원하기 위한 3차원 메쉬는 큰 저장 공간, 많은 계산량 및 넓은 전송 대역폭을 필요로 한다. 3

차원 객체를 효과적으로 전송, 저장 및 렌더링을 위해서는 3차원 메쉬를 부호화하여 압축하는 것이 필요하다.

- [0003] 3차원 객체가 복잡할수록 3차원 메쉬도 복잡한 형태로 되며, 3차원 객체를 복원하기 위해서는 3차원 메쉬를 구성하는 정보들이 전부 복호화 장치로 전송되어야 한다. 이러한 방식이 단일 비트율 압축 방식이라고 정의된다.
- [0004] 기존의 단일 비트율 압축 방식의 경우, 3차원 메쉬를 구성하는 정점 위치 정보를 순차적으로 전송하기 때문에, 3차원 객체를 복원하기 위해서는 모든 정점 위치 정보가 전송되기까지 기다려야 하는 문제점이 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0005] 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 메쉬 가변 부호화 장치는 3차원 메쉬를 단순화하여 복수의 레벨 별로 정점 위치 정보 및 연결 정보를 생성하는 3차원 메쉬 단순화부, 상기 정점 위치 정보의 중요도를 계산하는 중요도 계산부 및 상기 정점 위치 정보의 중요도를 고려하여 상기 3차원 메쉬를 부호화하는 3차원 메쉬 부호화부를 포함할 수 있다.
- [0006] 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 메쉬 가변 복호화 장치는 3차원 메쉬의 연결 정보 및 정점 위치 정보가 정렬된 형태로 부호화된 비트스트림을 수신하는 비트스트림 수신부 및 상기 비트스트림을 디코딩하여 정렬된 연결 정보 및 정점 위치 정보에 따라 상기 3차원 메쉬에 대응하는 3차원 객체를 복원하는 객체 복원부를 포함할 수 있다.
- [0007] 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 메쉬 가변 부호화 방법은 3차원 메쉬를 단순화하여 복수의 레벨 별로 정점 위치 정보 및 연결 정보를 생성하는 단계, 상기 정점 위치 정보의 중요도를 계산하는 단계 및 상기 정점 위치 정보의 중요도를 고려하여 상기 3차원 메쉬를 부호화하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0008] 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 메쉬 가변 복호화 방법은 3차원 메쉬의 연결 정보 및 정점 위치 정보가 정렬된 형태로 부호화된 비트스트림을 수신하는 단계 및 상기 비트스트림을 디코딩하여 정렬된 연결 정보 및 정점 위치 정보에 따라 상기 3차원 메쉬에 대응하는 3차원 객체를 복원하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 본 발명의 일실시예에 따른 비트스트림을 처리하는 장치에 있어서, 상기 비트스트림은 3차원 메쉬를 구성하는 복수의 정점과 관련된 연결 정보 및 정점 위치 정보를 포함하고, 상기 연결 정보는 레벨에 기초하여 정렬되고, 상기 정점 위치 정보는 상기 정점의 비트 평면별 중요도에 기초하여 정렬될 수 있다.

발명의 효과

- [0010] 본 발명의 일실시예에 따르면, 3차원 메쉬를 레벨에 따라 단순화하여 낮은 레벨의 단순한 메쉬로부터 높은 레벨의 복잡한 메쉬의 순서로 부호화하는 점진적(progressive) 부호화 방식을 적용함으로써 적은 정보로도 3차원 객체의 원본과 가까운 형태로 표현할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일실시예에 따르면, 3차원 메쉬의 정점 위치 정보를 비트 평면별 중요도에 따라 부호화함으로써 동일한 전송량 대비 원본과의 오차를 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 메쉬 가변 부호화 장치의 전체 구성을 도시한 블록 다이어그램이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 메쉬 가변 복호화 장치의 전체 구성을 도시한 블록 다이어그램이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따라 3차원 메쉬를 레벨에 따라 단순화한 결과를 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따라 3차원 메쉬의 정점 위치 정보를 비트 평면별로 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 3차원 메쉬의 정점 위치 정보를 비트 평면별 중요도에 따라 부호화한 결과를 도시한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따라 3차원 메쉬의 레벨별 중요도를 설명하는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 3차원 메쉬의 정점 위치 정보를 부호화하는 과정을 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따라 3차원 메쉬의 정점 위치 정보를 분할하여 부호화하는 과정을 도시한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 메쉬 가변 부호화 방법을 도시한 플로우차트이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 메쉬 가변 복호화 방법을 도시한 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 메쉬 가변 부호화 방법은 3차원 메쉬 가변 부호화 장치에 의해 수행될 수 있다. 그리고, 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 메쉬 가변 복호화 방법은 3차원 메쉬 가변 복호화 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [0014] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 메쉬 가변 부호화 장치의 전체 구성을 도시한 블록 다이어그램이다.
- [0015] 도 1을 참고하면, 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(100)는 3차원 메쉬 단순화부(101), 중요도 계산부(102) 및 3차원 메쉬 부호화부(103)를 포함할 수 있다.
- [0016] 3차원 메쉬 단순화부(101)는 3차원 객체에 대응하는 3차원 메쉬를 단순화하여 복수의 레벨 별로 정점 위치 정보 및 연결 정보를 생성할 수 있다.
- [0017] 정점 위치 정보는 기하 정보로도 표현될 수 있으며, 3차원 메쉬를 구성하는 정점(vertex)의 3차원상 위치 좌표를 의미한다. 본 발명에서 정점 위치 정보는 양자화된 정점에 대응하는 3차원 상의 위치 좌표를 의미한다. 연결 정보는 정점들 간의 관계를 의미한다. 구체적으로, 연결 정보는 면을 구성하는 정점들의 종류를 의미한다.
- [0018] 구체적으로, 3차원 메쉬 단순화부(101)는 3차원 메쉬를 레벨에 따라 단순한 형태의 메쉬에서 복잡한 형태의 메쉬로 분류할 수 있다. 이 때, 하위 레벨은 상위 레벨보다 3차원 메쉬를 구성하는 정점(vertex)의 개수가 적기 때문에, 하위 레벨의 3차원 메쉬는 상위 레벨의 3차원 메쉬보다 단순한 형태를 나타낸다. 다시 말해서, 상위 레벨의 3차원 메쉬는 하위 레벨의 3차원 메쉬보다 3차원 객체의 원본에 가까운 형태를 나타낸다.
- [0019] 일례로, 3차원 메쉬 단순화부(101)는 3차원 메쉬의 기본 메쉬(base mesh)와 관련된 연결 정보와 정점 위치 정보를 레벨 0로 설정할 수 있다. 그리고, 3차원 메쉬 단순화부(101)는 레벨별 메쉬 형태를 복원할 수 있는 추가적인 정점의 정점 위치 정보 및 연결 정보를 나머지 레벨마다 설정할 수 있다.
- [0020] 예를 들어, 레벨 0의 3차원 메쉬는 4개의 정점으로 구성된 사면체이고, 레벨 1의 3차원 메쉬는 8개의 정점으로 구성된 육면체라고 가정한다. 그러면, 레벨 0의 경우, 사면체를 구성하는 4개의 정점과 관련된 연결 정보와 정점 위치 정보가 생성된다. 그리고, 레벨 1의 경우, 레벨 0에서 표현된 정점 외에 추가적으로 생성된 4개의 정점과 관련된 연결 정보와 정점 위치 정보가 생성된다. 만약, 레벨 2의 3차원 메쉬는 레벨 1의 3차원 메쉬보다 2개의 정점이 더 많다면, 레벨 2의 경우 추가적으로 필요한 2개의 정점과 관련된 연결 정보와 정점 위치 정보가 생성된다.
- [0021] 중요도 계산부(102)는 3차원 메쉬의 정점 위치 정보의 중요도를 계산할 수 있다. 일례로, 중요도 계산부(102)는 복수의 레벨 각각마다 정점 위치 정보의 비트 평면(bit plane)별 중요도를 계산할 수 있다. 비트 평면에 대해서는 도 4에서 구체적으로 설명하기로 한다. 즉, 본 발명의 일실시예에 따르면, 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(100)는 정점 위치 정보를 레벨별로 순차적으로 부호화하는 것이 아니라 비트 평면별 중요도에 따라 부호화할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일실시예에 따르면, 중요도 계산부(102)는 레벨 정보, 비트 평면의 크기 또는 레벨별 오차 정보 중 적어도 하나를 고려하여 정점 위치 정보의 비트 평면별 중요도를 계산할 수 있다. 일례로, 중요도 계산부(102)는 같은 레벨에 있어서 정점 위치 정보의 비트 평면들은 LSB(Least Significant Bit)보다 MSB(Most Significant Bit)에 가까울수록 중요도를 높게 계산할 수 있다. 그리고, 중요도 계산부(102)는 다른 레벨에 있어서 정점 위치 정보의 비트 평면들이 서로 다른 크기를 가지기 때문에, 레벨별 오차 정보와 비트 평면의 크기를 함께 고려하여 정점 위치 정보의 비트 평면별 중요도를 계산할 수 있다.
- [0023] 3차원 메쉬 부호화부(103)는 정점 위치 정보의 중요도를 고려하여 3차원 메쉬를 부호화할 수 있다. 일례로, 3차원 메쉬 부호화부(103)는 비트 평면별 중요도에 기초하여 정점 위치 정보를 부호화할 수 있다. 즉, 3차원 메쉬 부호화부(103)는 레벨과 무관하게 비트 평면별 중요도가 높을수록 정점 위치 정보를 우선적으로 부호화할 수 있다.

- [0024] 그리고, 3차원 메쉬 부호화부(103)는 레벨에 기초하여 연결 정보를 부호화할 수 있다. 즉, 3차원 메쉬 부호화부(103)는 정점들 간의 관계를 나타내는 연결 정보를 하위 레벨부터 상위 레벨 순으로 부호화할 수 있다.
- [0025] 결국, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단순한 형태의 3차원 메쉬를 먼저 전송하고 복잡한 형태의 3차원 메쉬를 나중에 전송하는 점진적 부호화 방식이 적용될 수 있다. 그리고, 점진적인 특성을 높이기 위해 정점 위치 정보를 전체가 아닌 비트 평면 단위로 부호화하는 가변 부호화 방식이 적용될 수 있다. 특히, 본 발명의 일실시예에 따른 점진적 부호화 방식은 비트 평면별 중요도에 따라 정점 위치 정보의 부호화 순서를 다르게 결정함으로써 같은 전송량 대비 원본과의 오차를 최소화할 수 있다.
- [0026] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 메쉬 가변 부호화 장치의 전체 구성을 도시한 블록 다이어그램이다.
- [0027] 도 2를 참고하면, 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(200)는 비트스트림 수신부(201) 및 객체 복원부(202)를 포함할 수 있다.
- [0028] 비트스트림 수신부(201)는 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(100)로부터 3차원 메쉬의 연결 정보 및 정점 위치 정보가 정렬된 형태로 부호화된 비트스트림을 수신할 수 있다. 도 1에서 설명하였듯이, 비트스트림에서 연결 정보는 레벨에 따라 부호화 순서가 결정되고 정점 위치 정보는 비트 평면별 중요도에 따라 부호화 순서가 결정된다.
- [0029] 객체 복원부(202)는 비트스트림을 디코딩하고, 정렬된 연결 정보 및 정점 위치 정보에 기초하여 3차원 메쉬에 대응하는 3차원 객체를 복원할 수 있다. 본 발명의 일실시예에 따르면, 레벨에 따라 단순한 형태의 3차원 메쉬(하위 레벨)로부터 점진적으로 복잡한 형태의 3차원 메쉬(상위 레벨)가 형성됨으로써 원본에 가까운 3차원 메쉬가 복구될 수 있다. 그러면, 객체 복원부(202)는 3차원 메쉬에 메쉬의 색, 수선 방향, 반사율 등을 포함하는 특징 정보를 적용하여 3차원 객체를 복원할 수 있다. 이 때, 3차원 메쉬를 구성하는 정점은 비트 평면별 중요도의 순서에 따라 부호화되었으므로, 상위 레벨의 3차원 메쉬를 구성하는 정점이라고 하더라도 하위 레벨의 3차원 메쉬를 구성하는 정점보다 먼저 복원될 수도 있다. 다만, 정점들간의 관계를 나타내는 연결 정보는 정점 위치 정보보다는 우선적으로 복원되어야 한다. 그리고, 연결 정보는 하위 레벨에서 상위 레벨의 순서로 복원될 수 있다.
- [0030] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따라 3차원 메쉬를 레벨에 따라 단순화한 결과를 도시한 도면이다.
- [0031] 도 3을 참고하면, 3차원 객체에 대응하는 3차원 메쉬는 레벨에 따라 연결 정보(301)와 정점 위치 정보(302)로 분류될 수 있다. 이 때, 레벨 0에 대응하는 3차원 메쉬는 레벨 1에 대응하는 3차원 메쉬보다 정점의 개수가 적은 단순한 형태를 나타낸다.
- [0032] 그리고, 레벨 1의 정점 위치 정보(302)는 레벨 0의 3차원 메쉬에서 추가적으로 요구되는 정점과 관련된 정보이다. 만약, 레벨 0의 3차원 메쉬가 정점 v1, v2, v3, v4로 구성되고, 레벨 1의 3차원 메쉬가 정점 v1, v2, v3, v4, v5, v6로 구성된다고 가정한다. 레벨 0에서, 정점 v1, v2, v3, v4의 정점 위치 정보(302)가 생성되나, 레벨 1의 3차원 메쉬를 복구하기 위해 추가적으로 요구되는 정점 v5 및 v6의 정점 위치 정보(302)가 생성된다. 즉, 레벨에 따라 표현되는 정점의 개수는 다를 수 있다. 다만, 레벨 0의 연결 정보(301)는 정점 v1, v2, v3, v4 간의 관계를 나타내고, 레벨 0의 연결 정보(301)는 정점 v1, v2, v3, v4, v5, v6 간의 관계를 나타낸다.
- [0033] 결국, 3차원 메쉬 가변 부호화 장치는 3차원 객체에 대응하는 레벨에 따라 단순한 형태에서 복잡한 형태로 분류함으로써 3차원 메쉬를 단순화할 수 있다.
- [0034] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따라 3차원 메쉬의 정점 위치 정보를 비트 평면별로 나타낸 도면이다.
- [0035] 도 4를 참고하면, 3차원 메쉬를 구성하는 정점 위치 정보가 비트 평면별로 표현된다. 이 때, 각각의 정점은 v1에서 vi를 의미하며 MSB와 LSB로 분류된 비트값으로 표현될 수 있다. 도 4에서 비트 평면은 3차원 메쉬를 구성하는 정점 각각의 비트값으로 구성될 수 있다.
- [0036] 앞서 설명하였듯이, 레벨에 따라 표현되는 정점의 개수는 다를 수 있다. 만약, 레벨 0의 3차원 메쉬가 정점 4개로 구성된 경우 비트 평면은 4개의 정점으로 구성된다. 그리고, 레벨 1의 3차원 메쉬가 정점 6개로 구성된 경우 비트 평면은 이전 레벨을 구성하는 정점 수와의 차인 2개의 정점으로 구성된다. 따라서, 정점 위치 정보의 비트 평면별 중요도는 레벨에 따라 다르게 결정되는 비트 평면의 크기가 고려될 수 있다.
- [0037] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 3차원 메쉬의 정점 위치 정보를 비트 평면별 중요도에 따라 부호화한 결과를 도시한 도면이다.
- [0038] 도 5를 참고하면, 3차원 메쉬를 부호화한 후 생성된 비트스트림이 도시된다. 이 때, 정점과 관련된 연결 정보

는 레벨의 순서에 따라 부호화된다. 다시 말해서, 3차원 메쉬 가변 부호화 장치는 하위 레벨에서 상위 레벨의 순서로 3차원 메쉬를 구성하는 정점들 간의 연결 정보를 부호화할 수 있다.

- [0039] 그리고, 정점과 관련된 정점 위치 정보는 비트 평면별 중요도의 순서에 따라 부호화된다. 도 5를 참고하면, 레벨과 무관하게 정점 위치 정보는 비트 평면별 중요도의 순서에 따라 부호화될 수 있다. 즉, 상위 레벨 i 의 비트 평면을 구성하는 정점 위치 정보들 중 일부는 하위 레벨 $i-1$ 의 비트 평면을 구성하는 정점 위치 정보들보다 우선적으로 부호화될 수 있다.
- [0040] 일례로, 같은 레벨에 있어서 정점 위치 정보의 비트 평면들은 LSB(Least Significant Bit)보다 MSB(Most Significant Bit)에 가까울수록 중요도를 높게 계산할 수 있다. 그리고, 다른 레벨에 있어서 정점 위치 정보의 비트 평면들이 서로 다른 크기를 가지기 때문에, 정점 위치 정보의 비트 평면별 중요도는 레벨별 오차 정보와 비트 평면의 크기를 함께 고려하여 계산될 수 있다.
- [0041] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따라 3차원 메쉬의 레벨별 중요도를 설명하는 도면이다.
- [0042] 도 5에서 설명하였듯이, 3차원 메쉬의 연결 정보는 레벨의 순서에 따라 부호화될 수 있다. 본 발명의 일실시예에 따른 점진적 부호화 방식은 단순화 과정을 통해 3차원 메쉬를 여러 개의 레벨로 표현한다. 이 때, 하위 레벨의 3차원 메쉬는 상위 레벨의 3차원 메쉬보다 정점의 개수가 적다. 다만, 각각의 레벨에서 정점을 복원할 때, 상위 레벨의 3차원 메쉬는 하위 레벨의 3차원 메쉬를 구성하는 정점들의 정점 위치 정보가 사용되어 복원될 수 있다.
- [0043] 따라서, 상위 레벨보다 하위 레벨의 정점 위치 정보가 더 중요하다. 만약, 하위 레벨에서 3차원 메쉬의 정점 위치 정보에 왜곡이 발생되면, 상위 레벨에서 3차원 메쉬도 왜곡이 발생된다. 즉, 도 6을 참고하면, 하위 레벨인 레벨 1의 정점과 관련된 정점 위치 정보가 왜곡되면 상위 레벨인 레벨 2 및 레벨 3의 정점과 관련된 정점 위치 정보도 연쇄적으로 왜곡이 발생할 수 밖에 없다. 결국, 정점 위치 정보의 비트 평면별 중요도를 계산할 때 레벨 정보도 요구된다.
- [0044] 3차원 메쉬 가변 부호화 장치는 정점 위치 정보를 비트 평면별 중요도에 따라 부호화한다. 이 때, 레벨별 추가되는 정점의 차이로 인해 레벨별 비트 평면의 크기는 다를 수 있다. 그리고, 레벨별 추가되는 정점의 차이로 인해 상위 레벨일수록 3차원 객체의 3차원 메쉬와의 오차는 줄어들 수 있다. 따라서, 3차원 메쉬 가변 부호화 장치는 레벨 정보, 비트 평면의 크기, 레벨별 오차 정보를 고려하여 정점 위치 정보의 비트 평면별 중요도를 계산할 수 있다.
- [0045] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 3차원 메쉬의 정점 위치 정보를 부호화하는 과정을 도시한 도면이다.
- [0046] 도 7은 9개의 정점을 5비트로 표현한 비트 평면을 나타낸다. 각각의 정점 위치 정보는 MSB에서 LSB까지 표현되며, 래스터 스캔 순서에 따라 부호화될 수 있다. 정점 위치 정보의 중요한 부분은 MSB에 의해 결정된다. 따라서, 3차원 메쉬의 정점 위치 정보의 비트 평면별 중요도는 LSB보다 MSB에 가까울수록 높게 계산된다.
- [0047] 도 7을 참고하면, 정점 위치 정보의 부호화 효율을 높이기 위해 MSB가 최초로 1이 나타나는 위치를 중심으로 비트 평면을 클러스터로 분류한다. 첫번째 클러스터(1st cluster)는 두번째 클러스터(2nd cluster)와의 경계를 제외한 나머지 비트가 모두 0 비트를 가질 확률이 높기 때문에 부호화 효율이 향상될 수 있다.
- [0048] 그리고, 첫번째 클러스터에 있는 비트들은 MSB에 가까울수록 0비트를 가질 확률이 높기 때문에, 첫번째 클러스터에 있는 비트들은 비트 평면에 따라 m 개의 클래스로 분류될 수 있다. 따라서, 첫번째 클러스터에 있는 비트들은 클래스에 기초하여 부호화될 수 있다. 이러한 관계를 이용하여 비트 평면을 클러스터에 따라 부호화하면, 첫 번째 클러스터의 비트를 최소화하여 부호화할 수 있다.
- [0049] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따라 3차원 메쉬의 정점 위치 정보를 분할하여 부호화하는 과정을 도시한 도면이다.
- [0050] 도 7에 따르면, 첫번째 클러스터에 있는 비트 개수가 MSB에 의해 결정된다. 만약, 하나의 정점의 MSB가 극단적으로 높은 값을 가지게 되면, 첫번째 클러스터에 속하는 비트가 불필요하게 많아진다. 이러한 부분을 개선하기 위해 3차원 메쉬 가변 부호화 장치는 정점 위치 정보의 비트 평면을 부분적으로 분리하여 적응적으로 MSB를 제어하면, 첫번째 클러스터에 속하는 비트를 최소화하여 부호화 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0051] 도 8에서 3차원 메쉬 가변 부호화 장치는 1개의 비트 평면을 3개로 분할한다. 그리고, 분할된 영역마다 MSB에서 부호화를 시작하면, 첫번째 클러스터의 비트 개수가 급진적으로 감소할 수 있다. 특히, 도 8에서 3번째 비

트 평면에서 첫번째 클러스터의 비트 개수는 13개에서 4개로 감소한다. 이 때, 비트 평면을 분할하여 부호화하는 경우, 분할 위치, 분할된 비트 평면 각각의 MSB 정보가 추가적으로 필요할 수 있다.

[0052] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 메쉬 가변 부호화 방법을 도시한 플로우차트이다.

[0053] 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(100)는 3차원 메쉬를 단순화하여 복수의 레벨 별로 정점 위치 정보 및 연결 정보를 생성할 수 있다(S901). 일례로, 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(100)는 3차원 메쉬의 기본 메쉬와 관련된 연결 정보와 정점 위치 정보를 레벨 0로 설정할 수 있다. 그런 후, 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(100)는 레벨별 메쉬 형태를 복원할 수 있는 추가적인 정점의 정점 위치 정보 및 연결 정보를 레벨 0을 제외한 나머지 레벨마다 설정할 수 있다.

[0054] 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(100)는 정점 위치 정보의 중요도를 계산할 수 있다(S902). 일례로, 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(100)는 복수의 레벨마다 정점 위치 정보의 비트 평면별 중요도를 계산할 수 있다. 이 때, 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(100)는 레벨 정보, 비트 평면의 크기 또는 레벨별 오차 정보 중 적어도 하나를 고려하여 정점 위치 정보의 중요도를 계산할 수 있다.

[0055] 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(100)는 정점 위치 정보의 중요도를 고려하여 3차원 메쉬를 부호화할 수 있다. 일례로, 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(100)는 비트 평면별 중요도에 기초하여 3차원 메쉬의 정점 위치 정보를 부호화할 수 있다. 즉, 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(100)는 비트 평면의 중요도 순서에 따라 3차원 메쉬의 정점 위치 정보를 부호화할 수 있다. 그리고, 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(100)는 레벨에 기초하여 연결 정보를 부호화할 수 있다.

[0056] 결국, 3차원 메쉬 가변 부호화 장치(100)는 3차원 메쉬를 부호화하여 비트 평면별 중요도의 순서에 따라 정점 위치 정보가 정렬되고 레벨의 순서에 따라 연결 정보가 정렬된 비트 스트림을 생성할 수 있다.

[0057] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 3차원 메쉬 가변 복호화 방법을 도시한 플로우차트이다.

[0058] 3차원 메쉬 가변 복호화 장치(200)는 3차원 메쉬의 연결 정보 및 정점 위치 정보가 정렬된 형태로 부호화된 비트스트림을 수신할 수 있다(S1001). 이 때, 비트 스트림은 레벨에 따라 정렬된 연결 정보 및 비트 평면별 중요도에 따라 정렬된 정점 위치 정보가 부호화된 데이터일 수 있다. 일례로, 비트 평면별 중요도는 레벨 정보, 비트 평면의 크기 또는 레벨별 오차 정보 중 적어도 하나에 기초하여 결정될 수 있다.

[0059] 3차원 메쉬 가변 복호화 장치(200)는 비트스트림을 디코딩하여 정렬된 연결 정보 및 정점 위치 정보에 따라 3차원 메쉬에 대응하는 3차원 객체를 복원할 수 있다(S1002).

[0060] 본 발명의 실시 예에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

[0061] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0062] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

[0063] 100: 3차원 메쉬 가변 부호화 장치

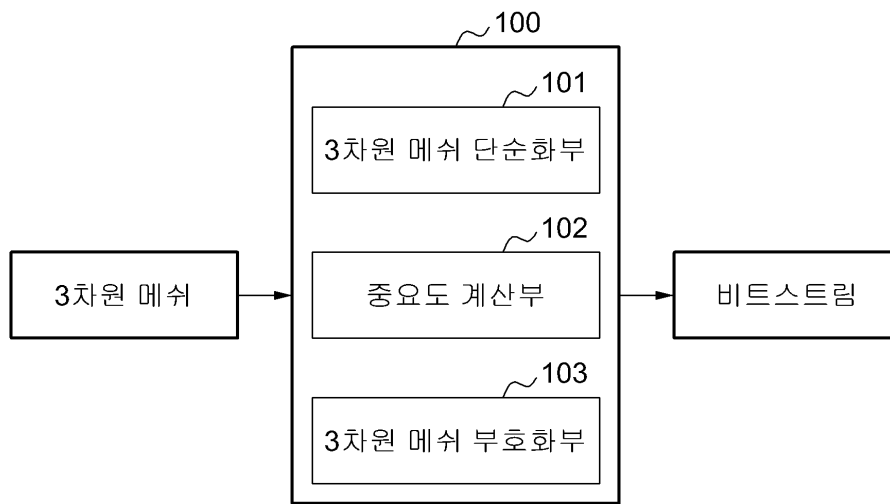
101: 3차원 메쉬 단순화부

102: 중요도 계산부

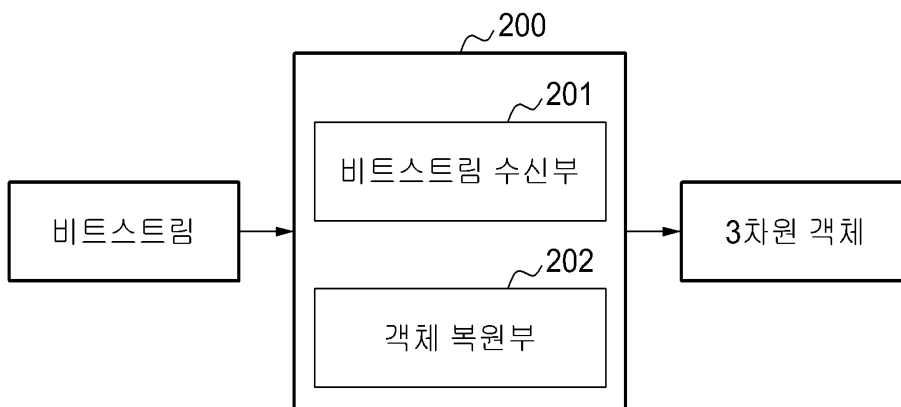
103: 3차원 메쉬 부호화부

도면

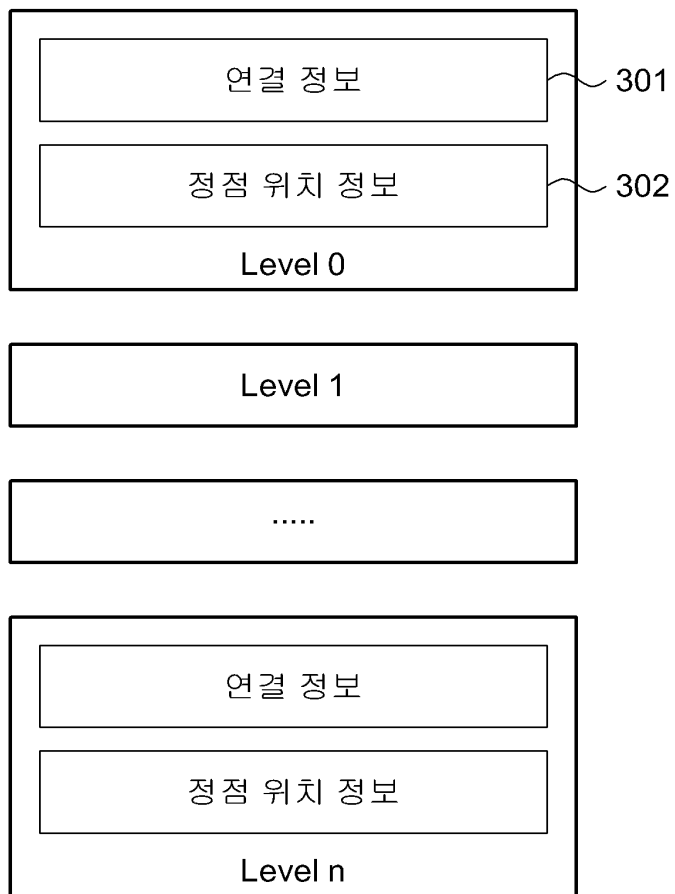
도면1



도면2



도면3



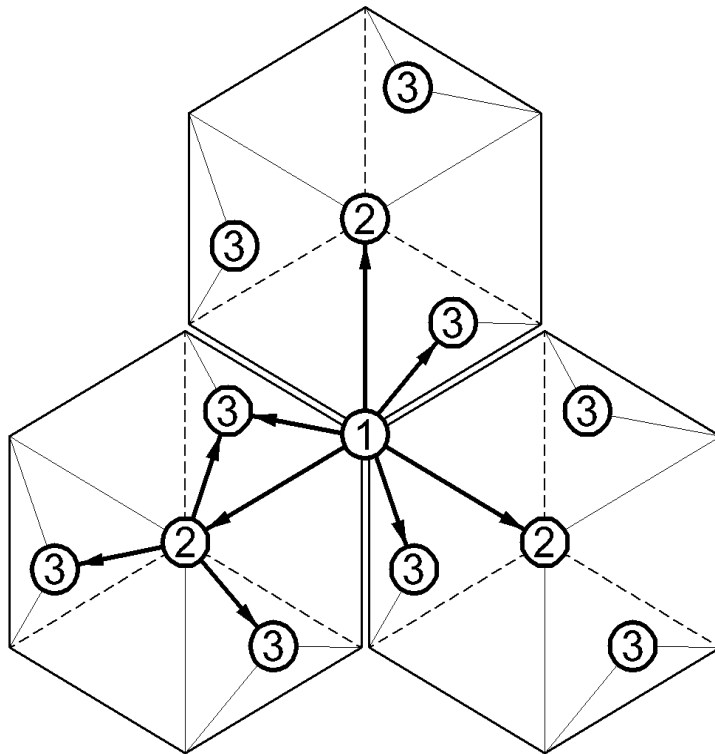
도면4



도면5



도면6



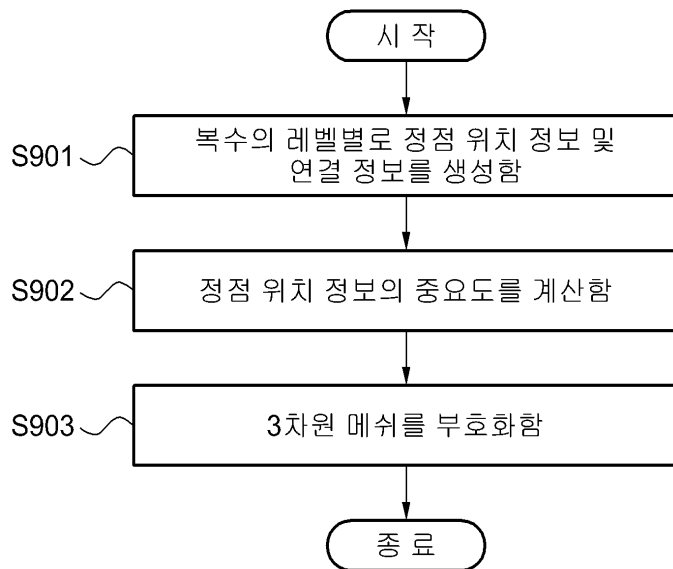
도면7

Sign	+	+	-	+	-	+	-	-	+
1 st cluster									
MSB	1	0	1	1	0	0	0	0	
	1	1	0	1	1	0	0	0	
	1	1	0	0	1	1	1	0	
	1	1	1	0	1	0	0	1	
LSB	1	0	0	0	0	0	1	1	
2 nd cluster									
	31	14	-18	24	-14	4	-5	-3	
								1	

도면8

	1 st bit-plane MSB : 5			2 nd bit-plane MSB : 4			3 rd bit-plane MSB : 2		
Sign	+	+	-	+	-	+	-	-	+
MSB	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	1	1	0	0	0	0
	1	1	0	0	1	1	0	0	0
LSB	1	1	1	0	1	0	1	1	0
	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	31	14	-18	8	-14	4	-2	-3	1

도면9



도면10

