



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2024-0144967  
(43) 공개일자 2024년10월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04N 19/597 (2014.01) H04N 19/119 (2014.01)  
H04N 19/20 (2014.01) H04N 19/70 (2014.01)  
(52) CPC특허분류  
H04N 19/597 (2015.01)  
H04N 19/119 (2015.01)  
(21) 출원번호 10-2024-7029007  
(22) 출원일자(국제) 2023년03월10일  
심사청구일자 2024년08월28일  
(85) 번역문제출일자 2024년08월28일  
(86) 국제출원번호 PCT/KR2023/003290  
(87) 국제공개번호 WO 2023/172098  
국제공개일자 2023년09월14일  
(30) 우선권주장  
1020220030562 2022년03월11일 대한민국(KR)  
1020220115405 2022년09월14일 대한민국(KR)

(71) 출원인  
엘지전자 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)  
(72) 발명자  
김대현  
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터  
최한솔  
경기도 동두천시 강변로 296번길 19, 102동 1909호  
(74) 대리인  
특허법인(유한)케이비케이  
(뒷면에 계속)

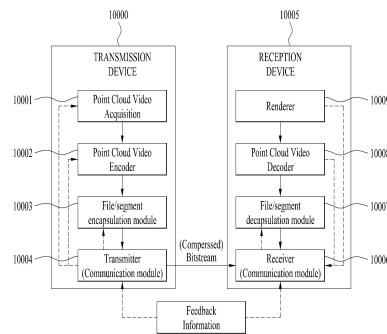
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **포인트 클라우드 데이터 송신 장치, 포인트 클라우드 데이터 송신 방법, 포인트 클라우드 데이터 수신 장치 및 포인트 클라우드 데이터 수신 방법**

**(57) 요약**

실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계; 및 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계; 를 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계; 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계; 를 포함할 수 있다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

*H04N 19/20* (2015.01)

*H04N 19/70* (2015.01)

(72) 발명자

**심동규**

서울특별시 성북구 낙산길 255(보문동 3가, 이편한  
세상보문) 106동 1002호

**박한계**

서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센  
터

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계; 및  
상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계; 를 포함하는,  
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
상기 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는,  
메쉬 프레임 객체를 기반으로 분할하는 단계를 포함하는,  
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,  
상기 분할하는 단계는,  
분할된 객체에 인덱스를 부여하는,  
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,  
상기 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는,  
상기 객체의 기하정보를 변환하는 단계를 더 포함하는,  
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,  
상기 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는,  
상기 객체에 기반하여 3D 패치를 생성하는 단계와,  
상기 3D 패치를 패킹하는 단계를 더 포함하는,  
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,  
상기 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는,  
메쉬 데이터를 단순화하는 단계를 포함하는,  
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,  
상기 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는,  
상기 단순화하는 단계에서 단순화된 메쉬 데이터를 복원하는 단계를 더 포함하는,  
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,  
상기 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는,  
상기 복원하는 단계에서 복원된 메쉬 데이터에 대하여 메쉬 분할 정보를 생성하는 단계를 더 포함하는,  
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

#### 청구항 9

포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 인코더; 및  
상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 트랜스미터; 를 포함하는,  
포인트 클라우드 데이터 송신 장치.

#### 청구항 10

포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계; 및  
상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계; 를 포함하는,  
포인트 클라우드 데이터 수신 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,  
상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계는,  
3차원 객체를 복원하는 단계와,  
상기 객체를 기반으로 메쉬 프레임을 구성하는 단계를 포함하는,  
포인트 클라우드 데이터 수신 방법.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,  
상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계는,  
상기 객체의 기하정보를 역변환하는 단계를 더 포함하는,  
포인트 클라우드 데이터 수신 방법.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,  
상기 비트스트림은,  
상기 객체의 변환 파라미터 정보와 상기 객체에 대한 X축, Y축 및 Z축의 오프셋 정보를 포함하는,  
포인트 클라우드 데이터 수신 방법.

#### 청구항 14

제10항에 있어서,  
 상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계는,  
 단순화된 메쉬 데이터를 복원하는 단계와,  
 메쉬 분할정보를 디코딩하는 단계를 포함하는,  
 포인트 클라우드 데이터 수신 방법.

**청구항 15**

제14항에 있어서,  
 상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계는,  
 상기 복원된 메쉬 데이터를 상기 메쉬 분할정보에 기반하여 분할하는 단계를 더 포함하는,  
 포인트 클라우드 데이터 수신 방법.

**청구항 16**

제15항에 있어서,  
 상기 비트스트림은,  
 메쉬의 분할 여부 및 분할 방법에 대한 정보를 포함하는,  
 포인트 클라우드 데이터 수신 방법.

**청구항 17**

포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 수신부; 및  
 상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 디코더; 를 포함하는,  
 포인트 클라우드 데이터 수신 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 실시예들은 사용자에게 VR (Virtual Reality, 가상현실), AR (Augmented Reality, 증강현실), MR (Mixed Reality, 혼합현실), 및 자율 주행 서비스 등의 다양한 서비스를 제공하기 위하여 Point Cloud 콘텐츠를 제공하는 방안을 제공한다.

**배경 기술**

[0002] 포인트 클라우드는 3D공간 상의 포인트들의 집합이다. 3D공간 상의 포인트들의 양이 많아서 포인트 클라우드 데이터를 생성하기 어려운 문제점이 있다.

[0003] 포인트 클라우드의 데이터를 전송하고 수신하기 위해서 많은 처리량이 요구되는 문제점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 실시예들에 따른 기술적 과제는, 전술한 문제점 등을 해결하기 위해서, 포인트 클라우드를 효율적으로 송수신하기 위한 포인트 클라우드 데이터 전송 장치, 전송 방법, 포인트 클라우드 데이터 수신 장치 및 수신 방법을 제공하는데 있다.

[0005] 실시예들에 따른 기술적 과제는, 지연시간(latency) 및 인코딩/디코딩 복잡도를 해결하기 위한 포인트 클라우드 데이터 전송 장치, 전송 방법, 포인트 클라우드 데이터 수신 장치 및 수신 방법을 제공하는데 있다.

[0006] 다만, 전술한 기술적 과제만으로 제한되는 것은 아니고, 본 문서 전체 내용에 기초하여 당업자가 유추할 수 있

는 다른 기술적 과제로 실시예들의 권리범위가 확장될 수 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0007] 상술한 목적 및 다른 이점을 달성하기 위해서 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계; 및 포인트 클라우드 데이터를 전송하는 단계; 를 포함할 수 있다.
- [0008] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 수신하는 단계; 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계; 및 포인트 클라우드 데이터를 렌더링하는 단계; 를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0009] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 방법, 송신 장치, 포인트 클라우드 데이터 수신 방법, 수신 장치는 퀄리티 있는 포인트 클라우드 서비스를 제공할 수 있다.
- [0010] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 방법, 송신 장치, 포인트 클라우드 데이터 수신 방법, 수신 장치는 다양한 비디오 코덱 방식을 달성할 수 있다.
- [0011] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 방법, 송신 장치, 포인트 클라우드 데이터 수신 방법, 수신 장치는 자율주행 서비스 등 범용적인 포인트 클라우드 콘텐츠를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0012] 도면은 실시예들을 더욱 이해하기 위해서 포함되며, 도면은 실시예들에 관련된 설명과 함께 실시예들을 나타낸다.
  - 도1은 실시예들에 따른 Point Cloud 콘텐츠 제공을 위한 송신/수신 시스템의 구조의 예시를 나타낸다.
  - 도2는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 캡처의 예시를 나타낸다.
  - 도3은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 및 지오메트리, 텍스처 이미지의 예시를 나타낸다.
  - 도4는 실시예들에 따른 V-PCC 인코딩 처리의 예시를 나타낸다.
  - 도5는 실시예들에 따른 서페이스(Surface)의 탄젠트 플렌(tangent plane) 및 노멀 벡터(normal vector)의 예시를 나타낸다.
  - 도6은 실시예들에 따른 포인트 클라우드의 바운딩 박스(bounding box)의 예시를 나타낸다.
  - 도7은 실시예들에 따른 어큐판시 맵(occupancy map)의 개별 패치(patch) 위치 결정의 예시를 나타낸다.
  - 도8은 실시예들에 따른 노멀(normal), 탄젠트(tangent), 바이탄젠트(bitangent) 축의 관계의 예시를 나타낸다.
  - 도9는 실시예들에 따른 프로젝션 모드의 최소 모드 및 최대 모드의 구성의 예시를 나타낸다.
  - 도10은 실시예들에 따른 EDD 코드의 예시를 나타낸다.
  - 도11은 실시예들에 따른 인접점들의 컬러(color) 값들을 이용한 리컬러링(recoloring)의 예시를 나타낸다.
  - 도12는 실시예들에 따른 푸쉬-풀 백그라운드 필링(push-pull background filling)의 예시를 나타낸다.
  - 도13은 실시예들에 따른 4\*4 크기의 블록(block)에 대해 가능한 트라버설 오더(traversal order)의 예시를 나타낸다.
  - 도14는 실시예들에 따른 베스트 트라버설 오더의 예시를 나타낸다.
  - 도15는 실시예들에 따른 2D 비디오/이미지 인코더(2D video/image Encoder)의 예시를 나타낸다.
  - 도16은 실시예들에 따른 V-PCC 디코딩 프로세스(decoding process)의 예시를 나타낸다.
  - 도17은 실시예들에 따른 2D 비디오/이미지 디코더(2D Video/Image Decoder)의 예시를 나타낸다.
  - 도18은 실시예들에 따른 송신 장치의 동작 흐름도의 예시를 나타낸다.
  - 도19는 실시예들에 따른 수신 장치의 동작 흐름도의 예시를 나타낸다.

- 도20은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송수신 방법/장치와 연동 가능한 구조의 예시를 나타낸다.
- 도21은 실시예들에 따른 송신장치/방법을 나타낸다.
- 도22는 실시예들에 따른 수신장치/방법을 나타낸다.
- 도23은 실시예들에 따른 송신장치(또는, 인코더)를 나타낸다.
- 도24는 실시예들에 따른 메쉬 단순화 과정의 예시를 나타낸다.
- 도25는 실시예들에 따른 서브메쉬가 삼각형인 경우의 추가 정점의 초기 위치 및 오프셋의 예시를 나타낸다.
- 도26은 실시예들에 따른 수신장치의 예시이다.
- 도27은 실시예들에 따른 메쉬분할부의 예시이다.
- 도28은 실시예들에 따라 기본계층에서 복원된 메쉬 내 오브젝트와 3D 정점 패치의 예시이다.
- 도29는 실시예들에 따른 삼각형 팬 정점 분할 방법의 수행 과정을 나타낸다.
- 도30은 실시예들에 따른 삼각형 팬 정점 분할 방법의 예시이다.
- 도31은 실시예들에 따른 삼각형 팬 정점 분할 방법의 예시이다.
- 도32는 실시예들에 따른 정점의 축들 중 그룹 1 및 그룹 2에 포함되는 예시이다.
- 도33은 도29의 '추가정점 초기 기하정보 도출 단계' 및 '추가정점 최종 기하정보 도출 단계'의 과정을 나타낸다.
- 도34는 도33의 '그룹2 축 초기 기하정보 도출 모듈'의 과정을 나타낸다.
- 도35는 도34의 과정을 시각화한 것이다.
- 도36은 실시예들에 따라 복원된 메쉬 내 다수개의 삼각형 팬을 순회하며 각 삼각형 팬을 '삼각형 팬 정점 분할 방법'으로 분할하는 예시이다.
- 도37은 실시예들에 따른 '삼각형 팬 엣지 분할 방법'의 과정을 나타낸다.
- 도38은 실시예들에 따른 삼각형 팬 엣지 분할 방법의 분할 예시를 나타낸다.
- 도39는 실시예들에 따른 복원된 메쉬 내 다수개의 삼각형 팬을 순회하며 각 삼각형 팬을 '삼각형 팬 엣지 분할 방법'으로 분할한 예시이다.
- 도40은 실시예들에 따른 '삼각형 분할' 과정을 나타낸다.
- 도41은 실시예들에 따른 '삼각형 분할 방법1'의 예시이다.
- 도42는 실시예들 따른 삼각형 분할 방법2의 예시이다.
- 도43은 실시예들에 따른 '삼각형 분할 방법3'의 예시이다.
- 도44는 실시예들에 따른 '삼각형 분할 방법4'의 예시이다.
- 도45는 실시예들에 따른 복원된 메쉬 내 다수개의 삼각형을 순회하며 각 삼각형을 '삼각형 분할 방법 2'으로 분할한 예시이다.
- 도46은 실시예들에 따른 복원된 메쉬 내 다수개의 삼각형을 순회하며 각 삼각형을 엣지 분할 방법으로 분할한 예시이다.
- 도47은 도27의 '패치 경계 분할 수행 모듈'의 과정을 나타낸다.
- 도48은 실시예들에 따른 경계삼각형그룹의 예시이다.
- 도49는 실시예들에 따른 경계삼각형그룹2 분할 결과의 예시이다.
- 도50은 실시예들에 따른 비트스트림을 나타낸다.
- 도51은 실시예들에 따른 v3c\_parameter\_set의 syntax를 나타낸다.

- 도52는 실시예들에 따른 enhancement\_layer\_tile\_data\_unit의 syntax를 나타낸다.
- 도53은 실시예들에 따른 enhancement\_layer\_patch\_information\_data의 syntax를 나타낸다.
- 도54는 실시예들에 따른 submesh\_split\_data의 syntax를 나타낸다.
- 도55는 실시예들에 따른 송신장치/방법의 예시이다.
- 도56은 실시예들에 따른 수신장치/방법의 예시이다.
- 도57은 실시예들에 따른 송신장치/방법을 나타낸다.
- 도58은 도57의 메쉬프레임분할부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- 도59는 실시예들에 따른 메쉬 프레임그룹 단위로 지정된 객체의 예시를 나타낸다.
- 도60은 도57의 기하정보변환부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- 도61은 실시예들에 따른 기하정보 변환 수행 과정을 예시한다.
- 도62는 도57의 3D패치생성부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- 도63은 실시예들에 따른 메쉬프레임 객체1의 3D패치 생성 결과 예시이다.
- 도64는 실시예들에 따른 메쉬프레임 객체1의 2D 프레임 패킹 결과 예시이다.
- 도65는 도57의 정점 점유지도 부호화부, 정점 색상이미지 부호화부 또는 정점 기하이미지 부호화부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- 도66은 실시예들에 따른 객체의 예시를 나타낸다.
- 도67은 실시예들에 따른 수신장치/방법을 나타낸다.
- 도68은 도67의 정점 점유지도 복호화부, 정점 색상이미지 복호화부 또는 정점 기하이미지 복호화부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- 도69는 도67의 정점 기하정보/색상정보 복원부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- 도70은 도67의 객체 기하정보 역변환부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- 도71은 실시예들에 따른 기하정보 역변환 수행 결과를 예시한다.
- 도72는 도67의 객체 메쉬 프레임 구성부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- 도73은 실시예들에 따른 POC t 메쉬 프레임에 대한 메쉬 프레임 구성부의 수행 예시이다.
- 도74는 실시예들에 따른 Frame\_object()의 syntax를 나타낸다.
- 도75는 실시예들에 따른 Object\_header()의 syntax를 나타낸다.
- 도76은 실시예들에 따른 Atlas\_tile\_data\_unit의 syntax를 나타낸다.
- 도77은 실시예들에 따른 송신장치/방법을 나타낸다.
- 도78은 실시예들에 따른 수신장치/방법을 나타낸다.
- 도79는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 송신장치/방법을 나타낸다.
- 도80은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 수신장치/방법을 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

**[0013] 발명의 실시를 위한 최선의 형태**

[0014] 실시예들의 바람직한 실시예에 대해 구체적으로 설명하며, 그 예는 첨부된 도면에 나타낸다. 첨부된 도면을 참조한 아래의 상세한 설명은 실시예들의 실시예에 따라 구현될 수 있는 실시예만을 나타내기보다는 실시예들의 바람직한 실시예를 설명하기 위한 것이다. 다음의 상세한 설명은 실시예들에 대한 철저한 이해를 제공하기 위해 세부 사항을 포함한다. 그러나 실시예들이 이러한 세부 사항 없이 실행될 수 있다는 것은 당업자에게 자명하다.



- [0015] 실시예들에서 사용되는 대부분의 용어는 해당 분야에서 널리 사용되는 일반적인 것들에서 선택되지만, 일부 용어는 출원인에 의해 임의로 선택되며 그 의미는 필요에 따라 다음 설명에서 자세히 서술한다. 따라서 실시예들은 용어의 단순한 명칭이나 의미가 아닌 용어의 의도된 의미에 근거하여 이해되어야 한다.
- [0016] 도1은 실시예들에 따른 Point Cloud 콘텐츠 제공을 위한 송신/수신 시스템의 구조의 예시를 나타낸다.
- [0017] 본 문서에서는 사용자에게 VR (Virtual Reality, 가상현실), AR (Augmented Reality, 증강현실), MR (Mixed Reality, 혼합현실), 및 자율 주행 서비스 등의 다양한 서비스를 제공하기 위하여 Point Cloud 콘텐츠를 제공하는 방안을 제공한다. 실시예들에 다른 포인트 클라우드 콘텐츠는 오브젝트를 포인트들로 표현한 데이터를 나타내고, 포인트 클라우드, 포인트 클라우드 데이터, 포인트 클라우드 비디오 데이터, 포인트 클라우드 이미지 데이터 등으로 지칭될 수 있다.
- [0018] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송 장치(Transmission device, 10000)는 포인트 클라우드 비디오 획득부(Point Cloud Video Acquisition, 10001), 포인트 클라우드 비디오 인코더(Point Cloud Video Encoder, 10002), 파일/세그먼트 인캡슐레이션부(10003) 및/또는 트랜스미터(Transmitter (or Communication module), 10004)를 포함한다. 실시예들에 따른 전송 장치는 포인트 클라우드 비디오(또는 포인트 클라우드 콘텐츠)를 확보하고 처리하여 전송할 수 있다. 실시예들에 따라, 전송 장치는 고정국(fixed station), BTS(base transceiver system), 네트워크, AI(Artificial Intelligence) 기기 및/또는 시스템, 로봇, AR/VR/XR 기기 및/또는 서버 등을 포함할 수 있다. 또한 실시예들에 따라 전송 장치(10000)는 무선 접속 기술(예, 5G NR(New RAT), LTE(Long Term Evolution))을 이용하여, 기지국 및/또는 다른 무선 기기와 통신을 수행하는 기기, 로봇, 차량, AR/VR/XR 기기, 휴대기기, 가전, IoT(Internet of Thing)기기, AI 기기/서버 등을 포함할 수 있다.
- [0019] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 비디오 획득부(Point Cloud Video Acquisition, 10001)는 Point Cloud 비디오의 캡처, 합성 또는 생성 과정 등을 통한 Point Cloud 비디오를 획득한다.
- [0020] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 비디오 인코더(Point Cloud Video Encoder, 10002)는 포인트 클라우드 비디오 데이터를 인코딩한다. 실시예들에 따라, 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002)는 포인트 클라우드 인코더, 포인트 클라우드 데이터 인코더, 인코더 등으로 지칭될 수 있다. 또한 실시예들에 따른 포인트 클라우드 컴프레션 코딩(인코딩)은 상술한 실시예에 국한되는 것은 아니다. 포인트 클라우드 비디오 인코더는 인코딩된 포인트 클라우드 비디오 데이터를 포함하는 비트스트림을 출력할 수 있다. 비트스트림은 인코딩된 포인트 클라우드 비디오 데이터뿐만 아니라, 포인트 클라우드 비디오 데이터의 인코딩과 관련된 시그널링 정보를 포함할 수 있다.
- [0021] 실시예들에 따른 인코더는 G-PCC (Geometry-based Point Cloud Compression) 인코딩 방식 및/또는 V-PCC(Video-based Point Cloud Compression) 인코딩 방식을 모두 지원할 수 있다. 또한, 인코더는 포인트 클라우드 (포인트 클라우드 데이터 또는 포인트들을 모두 지칭함) 및/또는 포인트 클라우드에 관한 시그널링 데이터를 인코딩할 수 있다. 실시예들에 따른 인코딩의 구체적인 동작은 이하에서 설명한다.
- [0022] 한편, 본 문서에서 사용하는 V-PCC 용어는 비디오 기반 포인트 클라우드 압축(Video-based Point Cloud Compression (V-PCC))을 의미하고, V-PCC 용어는 비주얼 볼륨메트릭 비디오 기반 코딩(Visual Volumetric Video-based Coding (V3C))과 동일하고, 서로 상호 보완하여 지칭될 수 있다.
- [0023] 실시예들에 따른 파일/세그먼트 인캡슐레이션부(File/Segment Encapsulation module, 10003)은 포인트 클라우드 데이터를 파일 및/또는 세그먼트 형태로 인캡슐레이션한다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 방법/장치는 포인트 클라우드 데이터를 파일 및/또는 세그먼트 형태로 전송할 수 있다.
- [0024] 실시예들에 따른 트랜스미터(Transmitter (or Communication module), 10004)는 인코딩된 포인트 클라우드 비디오 데이터를 비트스트림의 형태로 전송한다. 실시예들에 따라 파일 또는 세그먼트는 네트워크를 통해 수신 장치로 전송되거나, 디지털 저장매체(예를 들면 USB, SD, CD, DVD, 블루레이, HDD, SSD 등)에 저장될 수 있다. 실시예들에 따른 트랜스미터는 수신 장치 (또는 리시버(Receiver)와 4G, 5G, 6G 등의 네트워크를 통해 유/무선 통신 가능하다. 또한 트랜스미터는 네트워크 시스템(예를 들면 4G, 5G, 6G 등의 통신 네트워크 시스템)에 따라 필요한 데이터 처리 동작을 수행할 수 있다. 또한 전송 장치는 온 디맨드(On Demand) 방식에 따라 인캡슐레이션된 데이터를 전송할 수도 있다.
- [0025] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 장치(Reception device, 10005)는 리시버(Receiver, 10006), 파일/세그먼트 디캡슐레이션부(10007), 포인트 클라우드 비디오 디코더(Point Cloud Decoder, 10008), 및/또는 렌더러(Renderer, 10009)를 포함한다. 실시예들에 따라 수신 장치는 무선 접속 기술(예, 5G NR(New RAT),

LTE(Long Term Evolution))을 이용하여, 기지국 및/또는 다른 무선 기기와 통신을 수행하는 기기, 로봇, 차량, AR/VR/XR 기기, 휴대기기, 가전, IoT(Internet of Thing)기기, AI 기기/서버 등을 포함할 수 있다.

- [0026] 실시예들에 따른 리시버(Receiver, 10006)는 포인트 클라우드 비디오 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신한다. 실시예들에 따라 리시버(10006)는 피드백 정보(Feedback Information)을 포인트 클라우드 데이터 전송 장치(10000)에 전송할 수 있다.
- [0027] 파일/세그먼트 디캡슐레이션부(File/Segment Decapsulation module, 10007)은 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 파일 및/또는 세그먼트를 디캡슐레이션한다. 실시예들에 따른 디캡슐레이션부는 실시예들에 따른 인캡슐레이션 과정의 역과정을 수행할 수 있다.
- [0028] 포인트 클라우드 비디오 디코더(Point Cloud Decoder, 10007)는 수신된 포인트 클라우드 비디오 데이터를 디코딩한다. 실시예들에 따른 디코더는 실시예들에 따른 인코딩의 역과정을 수행할 수 있다.
- [0029] 렌더러(Renderer, 10007)는 디코딩된 포인트 클라우드 비디오 데이터를 렌더링한다. 실시예들에 따라 렌더러(10007)는 수신단 측에서 획득된 피드백 정보를 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006)에 전송할 수 있다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 비디오 데이터는 피드백 정보를 리시버에 전송할 수 있다. 실시예들에 따라 포인트 클라우드 전송 장치가 수신한 피드백 정보는 포인트 클라우드 비디오 인코더에 제공될 수 있다.
- [0030] 도면에 점선으로 표시된 화살표는 수신 장치(10005)에서 획득한 피드백 정보(feedback information)의 전송 경로를 나타낸다. 피드백 정보는 포인트 클라우드 콘텐츠를 소비하는 사용자와의 인터랙티브를 반영하기 위한 정보로서, 사용자의 정보(예를 들면 헤드 오리엔테이션 정보), 뷰포트(Viewport) 정보 등을 포함한다. 특히 포인트 클라우드 콘텐츠가 사용자와의 상호작용이 필요한 서비스(예를 들면 자율주행 서비스 등)를 위한 콘텐츠인 경우, 피드백 정보는 콘텐츠 송신측(예를 들면 전송 장치(10000)) 및/또는 서비스 프로바이더에게 전달될 수 있다. 실시예들에 따라 피드백 정보는 전송 장치(10000) 뿐만 아니라 수신 장치(10005)에서도 사용될 수 있으며, 제공되지 않을 수도 있다.
- [0031] 실시예들에 따른 헤드 오리엔테이션 정보는 사용자의 머리 위치, 방향, 각도, 움직임 등에 대한 정보이다. 실시예들에 따른 수신 장치(10005)는 헤드 오리엔테이션 정보를 기반으로 뷰포트 정보를 계산할 수 있다. 뷰포트 정보는 사용자가 바라보고 있는 포인트 클라우드 비디오의 영역에 대한 정보이다. 시점(viewpoint)은 사용자가 포인트 클라우드 비디오를 보고 있는 점으로 뷰포트 영역의 정중앙 지점을 의미할 수 있다. 즉, 뷰포트는 시점을 중심으로 한 영역으로서, 영역의 크기, 형태 등은 FOV(Field Of View)에 의해 결정될 수 있다. 따라서 수신 장치(10004)는 헤드 오리엔테이션 정보 외에 장치가 지원하는 수직(vertical) 혹은 수평(horizontal) FOV 등을 기반으로 뷰포트 정보를 추출할 수 있다. 또한 수신 장치(10005)는 게이즈 분석(Gaze Analysis) 등을 수행하여 사용자의 포인트 클라우드 소비 방식, 사용자가 응시하는 포인트 클라우드 비디오 영역, 응시 시간 등을 확인한다. 실시예들에 따라 수신 장치(10005)는 게이즈 분석 결과를 포함하는 피드백 정보를 송신 장치(10000)로 전송할 수 있다. 실시예들에 따른 피드백 정보는 렌더링 및/또는 디스플레이 과정에서 획득될 수 있다. 실시예들에 따른 피드백 정보는 수신 장치(10005)에 포함된 하나 또는 그 이상의 센서들에 의해 확보될 수 있다. 또한 실시예들에 따라 피드백 정보는 렌더러(10009) 또는 별도의 외부 요소(또는 디바이스, 컴포넌트 등)에 의해 확보될 수 있다. 도 1의 점선은 렌더러(10009)에서 확보한 피드백 정보의 전달 과정을 나타낸다. 포인트 클라우드 콘텐츠 제공 시스템은 피드백 정보를 기반으로 포인트 클라우드 데이터를 처리(인코딩/디코딩)할 수 있다. 따라서 포인트 클라우드 비디오 데이터 디코더(10008)는 피드백 정보를 기반으로 디코딩 동작을 수행할 수 있다. 또한 수신 장치(10005)는 피드백 정보를 전송 장치로 전송할 수 있다. 전송 장치(또는 포인트 클라우드 비디오 데이터 인코더(10002))는 피드백 정보를 기반으로 인코딩 동작을 수행할 수 있다. 따라서 포인트 클라우드 콘텐츠 제공 시스템은 모든 포인트 클라우드 데이터를 처리(인코딩/디코딩)하지 않고, 피드백 정보를 기반으로 필요한 데이터(예를 들면 사용자의 헤드 위치에 대응하는 포인트 클라우드 데이터)를 효율적으로 처리하고, 사용자에게 포인트 클라우드 콘텐츠를 제공할 수 있다.
- [0032] 실시예들에 따라, 전송 장치(10000)는 인코더, 전송 디바이스, 전송기 등으로 호칭될 수 있으며, 수신 장치(10004)는 디코더, 수신 디바이스, 수신기 등으로 호칭될 수 있다.
- [0033] 실시예들에 따른 도 1의 포인트 클라우드 콘텐츠 제공 시스템에서 처리되는 (획득/인코딩/전송/디코딩/렌더링의 일련의 과정으로 처리되는) 포인트 클라우드 데이터는 포인트 클라우드 콘텐츠 데이터 또는 포인트 클라우드 비디오 데이터라고 호칭할 수 있다. 실시예들에 따라 포인트 클라우드 콘텐츠 데이터는 포인트 클라우드 데이터와 관련된 메타데이터 내지 시그널링 정보를 포함하는 개념으로 사용될 수 있다.

- [0034] 도 1에 도시된 포인트 클라우드 콘텐츠 제공 시스템의 엘리먼트들은 하드웨어, 소프트웨어, 프로세서 및/또는 그것들의 결합등으로 구현될 수 있다.
- [0035] 실시예들은 사용자에게 VR (Virtual Reality, 가상현실), AR (Augmented Reality, 증강현실), MR (Mixed Reality, 혼합현실), 및 자율 주행 서비스 등 다양한 서비스를 제공하기 위하여 포인트 클라우드(Point Cloud) 콘텐츠를 제공할 수 있다.
- [0036] Point Cloud 콘텐츠 서비스를 제공하기 위하여, 먼저 Point Cloud 비디오가 획득될 수 있다. 획득된 Point Cloud 비디오는 일련의 과정을 거쳐 전송되고, 수신측에서는 수신된 데이터를 다시 원래의 Point Cloud 비디오로 가공하여 렌더링 할 수 있다. 이를 통해 Point Cloud 비디오가 사용자에게 제공될 수 있다. 실시예들은 이러한 일련의 과정을 효과적으로 수행하기 위해 필요한 방안을 제공한다.
- [0037] Point Cloud 콘텐츠 서비스를 제공하기 위한 전체의 과정(포인트 클라우드 데이터 전송 방법 및/또는 포인트 클라우드 데이터 수신 방법)은 획득 과정, 인코딩 과정, 전송 과정, 디코딩 과정, 렌더링 과정 및/또는 피드백 과정을 포함할 수 있다.
- [0038] 실시예들에 따라 포인트 클라우드 콘텐츠 (또는 포인트 클라우드 데이터)를 제공하는 과정은 포인트 클라우드 컴프레션(Point Cloud Compression) 과정이라고 호칭할 수 있다. 실시예들에 따라 포인트 클라우드 컴프레션 과정은 지오메트리 기반 포인트 클라우드 컴프레션(Geometry-based Point Cloud Compression) 과정을 의미할 수 있다.
- [0039] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송 장치 및 포인트 클라우드 데이터 수신 장치의 각 엘리먼트는 하드웨어, 소프트웨어, 프로세서 및/또는 그것들의 결합 등을 의미할 수 있다.
- [0040] Point Cloud 콘텐츠 서비스를 제공하기 위하여, 먼저 Point Cloud 비디오가 획득될 수 있다. 획득된 Point Cloud 비디오는 일련의 과정을 거쳐 전송되고, 수신측에서는 수신된 데이터를 다시 원래의 Point Cloud 비디오로 가공하여 렌더링 할 수 있다. 이를 통해 Point Cloud 비디오가 사용자에게 제공될 수 있다. 본 발명은 이러한 일련의 과정을 효과적으로 수행하기 위해 필요한 방안을 제공한다.
- [0041] Point Cloud 콘텐츠 서비스를 제공하기 위한 전체의 과정은 획득 과정, 인코딩 과정, 전송 과정, 디코딩 과정, 렌더링 과정 및/또는 피드백 과정을 포함할 수 있다.
- [0042] Point Cloud Compression 시스템은 전송 디바이스 및 수신 디바이스를 포함할 수 있다. 전송 디바이스는 Point Cloud 비디오를 인코딩하여 비트스트림을 출력할 수 있으며, 이를 파일 또는 스트리밍 (스트리밍 세그먼트) 형태로 디지털 저장매체 또는 네트워크를 통하여 수신 디바이스로 전달할 수 있다. 디지털 저장 매체는 USB, SD, CD, DVD, 블루레이, HDD, SSD 등 다양한 저장 매체를 포함할 수 있다.
- [0043] 전송 디바이스는 개략적으로 Point Cloud 비디오 획득부, Point Cloud 비디오 인코더, 파일/세그먼트 인캡슐레이션부, 전송부를 포함할 수 있다. 수신 디바이스는 개략적으로 수신부, 파일/세그먼트 디캡슐레이션부, Point Cloud 비디오 디코더 및 렌더러를 포함할 수 있다. 인코더는 Point Cloud 비디오/영상/픽처/프레임 인코딩 장치라고 불릴 수 있고, 디코더는 Point Cloud 비디오/영상/픽처/프레임 디코딩 장치라고 불릴 수 있다. 송신기는 Point Cloud 비디오 인코더에 포함될 수 있다. 수신기는 Point Cloud 비디오 디코더에 포함될 수 있다. 렌더러는 디스플레이부를 포함할 수도 있고, 렌더러 및/또는 디스플레이부는 별개의 디바이스 또는 외부 컴포넌트로 구성될 수도 있다. 전송 디바이스 및 수신 디바이스는 피드백 과정을 위한 별도의 내부 또는 외부의 모듈/유닛/컴포넌트를 더 포함할 수도 있다.
- [0044] 실시예들에 따라 수신 디바이스의 동작은 전송 디바이스 동작의 역과정을 따를 수 있다.
- [0045] Point Cloud 비디오 획득부는 Point Cloud 비디오의 캡처, 합성 또는 생성 과정 등을 통한 Point Cloud 비디오를 획득하는 과정을 수행할 수 있다. 획득 과정에 의해 다수의 Point들에 대한 3D 위치(x, y, z)/속성 (color, reflectance, transparency 등) 데이터, 예를 들어, PLY(Polygon File format or the Stanford Triangle format) 파일 등이 생성 될 수 있다. 여러 개의 프레임에 갖는 비디오의 경우 하나 이상의 파일들이 획득될 수 있다. 캡처 과정에서 point cloud 관련 메타데이터(예를 들어 캡처와 관련된 메타데이터 등)가 생성될 수 있다.
- [0046] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 장치는 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 인코더; 및 포인트 클라우드 데이터를 전송하는 트랜스미터; 를 포함할 수 있다. 또한, 포인트 클라우드를 포함하는 비트 스트림의 형태로 전송될 수 있다.

- [0047] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 장치는 포인트 클라우드 데이터를 수신하는 수신부; 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 디코더; 및 포인트 클라우드 데이터를 렌더링하는 렌더러; 를 포함할 수 있다.
- [0048] 실시예들에 따른 방법/장치는 포인트 클라우드 데이터 송신 장치 및/또는 포인트 클라우드 데이터 수신 장치를 나타낸다.
- [0049] 도2는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 캡처의 예시를 나타낸다.
- [0050] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터는 카메라 등에 의해 획득될 수 있다. 실시예들에 따른 캡처 방법은 예를 들어 인워드-페이싱 및/또는 아웃워드-페이싱이 있을 수 있다.
- [0051] 실시예들에 따른 인워드-페이싱은 포인트 클라우드 데이터의 오브젝트(Object)를 하나 또는 하나 이상의 카메라들이 오브젝트의 바깥에서 안쪽 방향으로 촬영할 수 있다.
- [0052] 실시예들에 따른 아웃워드-페이싱은 포인트 클라우드 데이터의 오브젝트를 하나 또는 하나 이상의 카메라들이 오브젝트의 안에서 바깥 방향으로 촬영할 수 있다. 예를 들어, 실시예들에 따라 카메라는 4개일 수 있다.
- [0053] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 또는 포인트 클라우드 콘텐츠는 다양한 형태의 3D 공간상에 표현되는 객체/환경의 비디오 또는 정지 영상일 수 있다. 실시예들에 따라, 포인트 클라우드 콘텐츠는 객체(오브젝트 등)에 대한 비디오/오디오/이미지 등을 포함할 수 있다.
- [0054] Point Cloud 콘텐츠 캡처를 위해서 깊이(depth)를 획득 할 수 있는 카메라 장비(적외선 패턴 프로젝터와 적외선 카메라의 조합)와 깊이 정보에 대응되는 색상 정보를 추출 할 수 있는 RGB 카메라들의 조합으로 구성될 수 있다. 또는 레이저 펄스를 쏘고 반사되어 돌아오는 시간을 측정하여 반사체의 위치 좌표를 측정하는 레이더 시스템을 이용하는 라이다(LiDAR)를 통해 깊이 정보를 추출할 수 있다. 깊이 정보로부터 3차원 공간상의 점들로 구성된 지오메트리(geometry)의 형태를 추출하고, RGB 정보로부터 각 점의 색상/반사를 표현하는 속성(attribute)을 추출할 수 있다. Point Cloud 콘텐츠는 점들에 대한 위치(x, y, z)와 색상(YCbCr 또는 RGB) 또는 반사율(r) 정보로 구성될 수 있다. Point Cloud 콘텐츠는 외부 환경을 캡처하는 아웃워드-페이싱(outward-facing) 방식과, 중심 객체를 캡처하는 인워드-페이싱(inward-facing) 방식이 있을 수 있다. VR/AR 환경에서 객체(예-캐릭터, 선수, 물건, 배우 등 핵심이 되는 객체)를 360도로 사용자가 자유롭게 볼 수 있는 Point Cloud 콘텐츠로 구성할 경우, 캡처 카메라의 구성은 인워드-페이싱 방식을 사용하게 될 수 있다. 자율 주행과 같이 자동차에서 현재 주변 환경을 Point Cloud 콘텐츠로 구성할 경우, 캡처 카메라의 구성은 아웃워드-페이싱 방식을 사용하게 될 수 있다. 여러대의 카메라를 통해 Point Cloud 콘텐츠가 캡처 될 수 있기 때문에, 카메라들 사이의 글로벌 공간 좌표계(global coordinate system)를 설정하기 위해 콘텐츠를 캡처 하기 전에 카메라의 캘리브레이션 과정이 필요할 수도 있다.
- [0055] Point Cloud 콘텐츠는 다양한 형태의 3D 공간상에 나타내어지는 객체/환경의 비디오 또는 정지 영상일 수 있다.
- [0056] 그 외에 Point Cloud 콘텐츠의 획득 방법은 캡처 된 Point Cloud 비디오를 기반으로 임의의 Point Cloud 비디오가 합성 될 수 있다. 또는 컴퓨터로 생성된 가상의 공간에 대한 Point Cloud 비디오를 제공하고자 하는 경우, 실제 카메라를 통한 캡처가 수행되지 않을 수 있다. 이 경우 단순히 관련 데이터가 생성되는 과정으로 해당 캡처 과정이 같음될 수 있다.
- [0057] 캡처된 Point Cloud 비디오는 콘텐츠의 질을 향상시키기 위한 후처리가 필요할 수 있다. 영상 캡처 과정에서 카메라 장비가 제공하는 범위에서 최대/최소 깊이 값을 조정할 수 있지만 그 이후에도 원하지 않는 영역의 points 데이터들이 포함될 수 있어서 원하지 않는 영역(예, 배경)을 제거 한다거나, 또는 연결된 공간을 인식하고 구멍(spatial hole)을 메우는 후처리를 수행할 수 있다. 또한 공간 좌표계를 공유하는 카메라들로부터 추출된 Point Cloud는 캘리브레이션 과정을 통해 획득된 각 카메라의 위치 좌표를 기준으로 각 point들에 대한 글로벌 좌표계로의 변환 과정을 통해 하나의 콘텐츠로 통합될 수 있다. 이를 통해 하나의 넓은 범위의 Point Cloud 콘텐츠를 생성할 수도 있고, 또는 point들의 밀도가 높은 Point Cloud 콘텐츠를 획득할 수도 있다.
- [0058] Point Cloud 비디오 인코더는 입력 Point Cloud 비디오를 하나 이상의 비디오 스트림으로 인코딩할 수 있다. 하나의 비디오는 다수의 프레임을 포함할 수 있으며, 하나의 프레임은 정지 영상/픽처에 대응될 수 있다. 본 문서에서, Point Cloud 비디오라 함은 Point Cloud 영상/프레임/픽처/비디오/오디오/이미지 등을 포함할 수 있으며, Point Cloud 비디오는 Point Cloud 영상/프레임/픽처와 혼용되어 사용될 수 있다. Point Cloud 비디오 인코더는 Video-based Point Cloud Compression (V-PCC) 절차를 수행할 수 있다. Point Cloud 비디오 인코더는 압축 및 코딩 효율을 위하여 예측, 변환, 양자화, 엔트로피 코딩 등의 일련의 절차를 수행할 수 있다. 인코딩된 데이



터(인코딩된 비디오/영상 정보)는 비트스트림(bitstream) 형태로 출력될 수 있다. V-PCC 절차에 기반하는 경우 Point Cloud 비디오 인코더는 Point Cloud 비디오를 후술하는 바와 같이 지오메트리 비디오, 어트리뷰트(attribute) 비디오, 어큐판시(occupancy) 맵 비디오, 그리고 부가 정보(auxiliary information)으로 나누어 인코딩할 수 있다. 지오메트리 비디오는 지오메트리 이미지를 포함할 수 있고, 어트리뷰트(attribute) 비디오는 어트리뷰트 이미지를 포함할 수 있고, 어큐판시(occupancy) 맵 비디오는 어큐판시 맵 이미지를 포함할 수 있다. 부가 정보는 부가 패치 정보(auxiliary patch information)를 포함할 수 있다. 어트리뷰트 비디오/이미지는 텍스처 비디오/이미지를 포함할 수 있다.

[0059] 인캡슐레이션 처리부(file/segment encapsulation module, 10003)는 인코딩된 Point cloud 비디오 데이터 및/또는 Point cloud 비디오 관련 메타데이터를 파일 등의 형태로 인캡슐레이션할 수 있다. 여기서 Point cloud 비디오 관련 메타데이터는 메타데이터 처리부 등으로부터 전달받은 것일 수 있다. 메타데이터 처리부는 point cloud 비디오 인코더에 포함될 수도 있고, 또는 별도의 컴포넌트/모듈로 구성될 수도 있다. 인캡슐레이션 처리부는 해당 데이터들을 ISOBMFF 등의 파일 포맷으로 인캡슐레이션하거나, 기타 DASH 세그먼트 등의 형태로 처리할 수 있다. 인캡슐레이션 처리부는 실시예에 따라 Point cloud 비디오 관련 메타데이터를 파일 포맷 상에 포함시킬 수 있다. Point cloud 비디오 메타데이터는 예를 들어 ISOBMFF 파일 포맷 상의 다양한 레벨의 박스(box)에 포함되거나 파일 내에서 별도의 트랙내의 데이터로 포함될 수 있다. 실시예에 따라, 인캡슐레이션 처리부는 Point cloud 비디오 관련 메타데이터 자체를 파일로 인캡슐레이션할 수 있다. 전송 처리부는 파일 포맷에 따라 인캡슐레이션된 Point cloud 비디오 데이터에 전송을 위한 처리를 가할 수 있다. 전송 처리부는 전송부에 포함될 수도 있고, 또는 별도의 컴포넌트/모듈로 구성될 수도 있다. 전송 처리부는 임의의 전송 프로토콜에 따라 Point cloud 비디오 데이터 처리를 할 수 있다. 전송을 위한 처리에는 방송망을 통한 전달을 위한 처리, 브로드밴드를 통한 전달을 위한 처리를 포함할 수 있다. 실시예에 따라 전송 처리부는 Point cloud 비디오 데이터 뿐 아니라, 메타데이터 처리부로부터 Point cloud 비디오관련 메타데이터를 전달받아, 이 것에 전송을 위한 처리를 가할 수도 있다.

[0060] 전송부(10004)는 비트스트림 형태로 출력된 인코딩된 비디오/영상 정보 또는 데이터를 파일 또는 스트리밍 형태로 디지털 저장매체 또는 네트워크를 통하여 수신 디바이스의 수신부로 전달할 수 있다. 디지털 저장 매체는 USB, SD, CD, DVD, 블루레이, HDD, SSD 등 다양한 저장 매체를 포함할 수 있다. 전송부는 미리 정해진 파일 포맷을 통하여 미디어 파일을 생성하기 위한 엘리먼트를 포함할 수 있고, 방송/통신 네트워크를 통한 전송을 위한 엘리먼트를 포함할 수 있다. 수신부는 비트스트림을 추출하여 디코딩 장치로 전달할 수 있다.

[0061] 수신부(10003)는 본 발명에 따른 point cloud 비디오 전송 장치가 전송한 point cloud 비디오 데이터를 수신할 수 있다. 전송되는 채널에 따라 수신부는 방송망을 통하여 point cloud 비디오 데이터를 수신할 수도 있고, 브로드밴드를 통하여 point cloud 비디오 데이터를 수신할 수도 있다. 혹은 디지털 저장 매체를 통하여 point cloud 비디오 데이터를 수신할 수도 있다.

[0062] 수신 처리부는 수신된 point cloud 비디오 데이터에 대해 전송 프로토콜에 따른 처리를 수행할 수 있다. 수신 처리부는 수신부에 포함될 수 있고, 또는 별도의 컴포넌트/모듈로 구성될 수도 있다. 전송측에서 전송을 위한 처리가 수행된 것에 대응되도록, 수신 처리부는 전송한 전송 처리부의 역과정을 수행할 수 있다. 수신 처리부는 획득한 point cloud 비디오 데이터는 디캡슐레이션 처리부로 전달하고, 획득한 point cloud 비디오 관련 메타데이터는 메타데이터 파서로 전달할 수 있다. 수신 처리부가 획득하는 point cloud 비디오 관련 메타데이터는 시그널링 테이블의 형태일 수 있다.

[0063] 디캡슐레이션 처리부(file/segment decapsulation module, 10007)는 수신 처리부로부터 전달받은 파일 형태의 point cloud 비디오 데이터를 디캡슐레이션할 수 있다. 디캡슐레이션 처리부는 ISOBMFF 등에 따른 파일들을 디캡슐레이션하여, point cloud 비디오 비트스트림 내지 point cloud 비디오 관련 메타데이터(메타데이터 비트스트림)를 획득할 수 있다. 획득된 point cloud 비디오 비트스트림은 point cloud 비디오 디코더로, 획득된 point cloud 비디오 관련 메타데이터(메타데이터 비트스트림)는 메타데이터 처리부로 전달할 수 있다. point cloud 비디오 비트스트림은 메타데이터(메타데이터 비트스트림)를 포함할 수도 있다. 메타데이터 처리부는 point cloud 비디오 디코더에 포함될 수도 있고, 또는 별도의 컴포넌트/모듈로 구성될 수도 있다. 디캡슐레이션 처리부가 획득하는 point cloud 비디오 관련 메타데이터는 파일 포맷 내의 박스 혹은 트랙 형태일 수 있다. 디캡슐레이션 처리부는 필요한 경우 메타데이터 처리부로부터 디캡슐레이션에 필요한 메타데이터를 전달받을 수도 있다. point cloud 비디오 관련 메타데이터는 point cloud 비디오 디코더에 전달되어 point cloud 비디오 디코딩 절차에 사용될 수도 있고, 또는 렌더러에 전달되어 point cloud 비디오 렌더링 절차에 사용될 수도 있다.

- [0064] Point Cloud 비디오 디코더는 비트스트림을 입력받아 Point Cloud 비디오 인코더의 동작에 대응하는 동작을 수행하여 비디오/영상을 디코딩할 수 있다. 이 경우 Point Cloud 비디오 디코더는 Point Cloud 비디오를 후술하는 바와 같이 지오메트리 비디오, 어트리뷰트(attribute) 비디오, 어큐판시(occupancy) 맵 비디오, 그리고 부가 정보(auxiliary information)으로 나누어 디코딩할 수 있다. 지오메트리 비디오는 지오메트리 이미지를 포함할 수 있고, 어트리뷰트(attribute) 비디오는 어트리뷰트 이미지를 포함할 수 있고, 어큐판시(occupancy) 맵 비디오는 어큐판시 맵 이미지를 포함할 수 있다. 부가 정보는 부가 패치 정보(auxiliary patch information)를 포함할 수 있다. 어트리뷰트 비디오/이미지는 텍스처 비디오/이미지를 포함할 수 있다.
- [0065] 디코딩된 지오메트리 이미지와 오큐판시 맵 및 부가 패치 정보를 이용하여 3차원 지오메트리가 복원되며 이후 스무딩 과정을 거칠 수 있다. 스무딩된 3차원 지오메트리에 텍스처 이미지를 이용하여 컬러값을 부여함으로써 컬러 포인트 클라우드 영상/픽처가 복원될 수 있다. 렌더링은 복원된 지오메트리, 컬러 포인트 클라우드 영상/픽처를 렌더링할 수 있다. 렌더링된 비디오/영상은 디스플레이부를 통하여 디스플레이될 수 있다. 사용자는 VR/AR 디스플레이 또는 일반 디스플레이 등을 통하여 렌더링된 결과의 전부 또는 일부 영역을 볼 수 있다.
- [0066] 피드백 과정은 렌더링/디스플레이 과정에서 획득될 수 있는 다양한 피드백 정보들을 송신측으로 전달하거나 수신측의 디코더에 전달하는 과정을 포함할 수 있다. 피드백 과정을 통해 Point Cloud 비디오 소비에 있어 인터랙티비티(interactivity)가 제공될 수 있다. 실시예에 따라, 피드백 과정에서 헤드 오리엔테이션(Head Orientation) 정보, 사용자가 현재 보고 있는 영역을 나타내는 뷰포트(Viewport) 정보 등이 전달될 수 있다. 실시예에 따라, 사용자는 VR/AR/MR/자율주행 환경 상에 구현된 것들과 상호작용할 수도 있는데, 이 경우 그 상호작용과 관련된 정보가 피드백 과정에서 송신측 내지 서비스 프로바이더 측으로 전달될 수도 있다. 실시예에 따라 피드백 과정은 수행되지 않을 수도 있다.
- [0067] 헤드 오리엔테이션 정보는 사용자의 머리 위치, 각도, 움직임 등에 대한 정보를 의미할 수 있다. 이 정보를 기반으로 사용자가 현재 Point Cloud 비디오 내에서 보고 있는 영역에 대한 정보, 즉 뷰포트 정보가 계산될 수 있다.
- [0068] 뷰포트 정보는 현재 사용자가 Point Cloud 비디오에서 보고 있는 영역에 대한 정보일 수 있다. 이를 통해 게이즈 분석(Gaze Analysis)이 수행되어, 사용자가 어떠한 방식으로 Point Cloud 비디오를 소비하는지, Point Cloud 비디오의 어느 영역을 얼마나 응시하는지 등을 확인할 수도 있다. 게이즈 분석은 수신측에서 수행되어 송신측으로 피드백 채널을 통해 전달될 수도 있다. VR/AR/MR 디스플레이 등의 장치는 사용자의 머리 위치/방향, 장치가 지원하는 수직(vertical) 혹은 수평(horizontal) FOV 등에 근거하여 뷰포트 영역을 추출할 수 있다.
- [0069] 실시예에 따라, 전송한 피드백 정보는 송신측으로 전달되는 것 뿐 아니라, 수신측에서 소비될 수도 있다. 즉, 전송한 피드백 정보를 이용하여 수신측의 디코딩, 렌더링 과정 등이 수행될 수 있다. 예를 들어, 헤드 오리엔테이션 정보 및/또는 뷰포트 정보를 이용하여 현재 사용자가 보고 있는 영역에 대한 Point Cloud 비디오만 우선적으로 디코딩 및 렌더링될 수도 있다.
- [0070] 여기서 뷰포트(viewport) 내지 뷰포트 영역이란, 사용자가 Point Cloud 비디오에서 보고 있는 영역을 의미할 수 있다. 시점(viewpoint)은 사용자가 Point Cloud 비디오에서 보고 있는 지점으로서, 뷰포트 영역의 정중앙 지점을 의미할 수 있다. 즉, 뷰포트는 시점을 중심으로 한 영역인데, 그 영역이 차지하는 크기 형태 등은 FOV(Field Of View)에 의해 결정될 수 있다.
- [0071] 이 문서는 상술한 바와 같이 Point Cloud 비디오 압축에 관한 것이다. 예를 들어 이 문서에서 개시된 방법/실시예는 MPEG (Moving Picture Experts Group)의 PCC (point cloud compression or point cloud coding) 표준 또는 차세대 비디오/이미지 코딩 표준에 적용될 수 있다.
- [0072] 이 문서에서 픽처(picture)/프레임(frame)은 일반적으로 특정 시간대의 하나의 영상을 나타내는 단위를 의미할 수 있다.
- [0073] 픽셀(pixel) 또는 펠(pel)은 하나의 픽처(또는 영상)을 구성하는 최소의 단위를 의미할 수 있다. 또한, 픽셀에 대응하는 용어로서 '샘플(sample)'이 사용될 수 있다. 샘플은 일반적으로 픽셀 또는 픽셀의 값을 나타낼 수 있으며, 루마(luma) 성분의 픽셀/픽셀값만을 나타낼 수도 있고, 크로마(chroma) 성분의 픽셀/픽셀값만을 나타낼 수도 있고, 또는 뎀스(depth) 성분의 픽셀/픽셀값만을 나타낼 수도 있다.
- [0074] 유닛(unit)은 영상 처리의 기본 단위를 나타낼 수 있다. 유닛은 픽처의 특정 영역 및 해당 영역에 관련된 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 유닛은 경우에 따라서 블록(block) 또는 영역(area) 등의 용어와 혼용하여

사용될 수 있다. 일반적인 경우,  $M \times N$  블록은 M개의 열과 N개의 행으로 이루어진 샘플들(또는 샘플 어레이) 또는 변환 계수(transform coefficient)들의 집합(또는 어레이)을 포함할 수 있다.

- [0075] 도3은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 및 지오메트리, 텍스처 이미지의 예시를 나타낸다.
- [0076] 실시예들에 따른 포인트 클라우드는 후술할 도4의 V-PCC 인코딩 프로세스에 입력되어 지오메트리 이미지, 텍스처 이미지가 생성될 수 있다. 실시예들에 따라, 포인트 클라우드는 포인트 클라우드 데이터와 동일한 의미로 사용될 수 있다.
- [0077] 도면과 같이, 좌측은 포인트 클라우드로서, 3D 공간 상에 오브젝트가 위치하고, 이를 바운딩 박스 등으로 나타낼 수 있는 포인트 클라우드를 나타낸다. 중간은 지오메트리를 나타내고, 우측은 텍스처 이미지(논-패딩)를 나타낸다.
- [0078] 비디오 베이스 포인트 클라우드 컴프레션(Video-based Point Cloud Compression) (V-PCC)는 HEVC, VVC 등의 2D video codec을 기반으로 3차원 point cloud 데이터를 압축하는 방법을 제공할 수 있다. V-PCC 압축 과정에서 다음과 같은 데이터 및 정보들이 생성될 수 있다.
- [0079] 어큐판시 맵(occupancy map): point cloud를 이루는 점들을 patch로 나누어 2D 평면에 맵핑할 때 2D 평면의 해당 위치에 데이터가 존재하는 여부를 0 또는 1의 값으로 알려주는 2진 맵 (binary map) 을 나타낸다. 어큐판시 맵(occupancy map)은 아틀라스에 대응하는 2D어레이를 나타내고, 어큐판시 맵의 값은 아틀라스 내 각 샘플 포지션이 3D포인트에 대응하는지 여부를 나타낼 수 있다.
- [0080] 아틀라스(atlas)는 볼륨메트릭 데이터가 렌더링되는 3D공간 내 3D 바운딩 박스에 대응하는 렉탱귤러 프레임에 위치한 2D 바운딩 박스들 및 그에 관련된 정보의 집합이다.
- [0081] 아틀라스 비트스트림(atlas bitstream)은 아틀라스(atlas)를 구성하는 하나 이상의 아틀라스 프레임(atlas frame)들과 관련 데이터들에 대한 비트스트림이다.
- [0082] 아틀라스 프레임(atlas frame)은 패치(patch)들이 프로젝션된 아틀라스 샘플(atlas sample)들의 2D 직사각형 배열이다.
- [0083] 아틀라스 샘플(atlas sample)은 아틀라스(atlas)와 연관된 패치(patch)들이 프로젝션된 직사각형 프레임의 포지션이다.
- [0084] 아틀라스 프레임(atlas frame)은 타일(tile)로 분할될 수 있다. 타일은 2D 프레임을 분할하는 단위이다. 즉, 타일은 아틀라스라는 포인트 클라우드 데이터의 시그널링 정보를 분할하는 단위이다.
- [0085] 패치(patch): point cloud를 구성하는 점들의 집합으로, 같은 patch에 속하는 점들은 3차원 공간상에서 서로 인접해 있으며 2D 이미지로의 맵핑 과정에서 6면의 bounding box 평면 중 같은 방향으로 맵핑됨을 나타낸다.
- [0086] 지오메트리 이미지(geometry image): point cloud를 이루는 각 점들의 위치 정보 (geometry)를 patch 단위로 표현하는 depth map 형태의 이미지를 나타낸다. 지오메트리 이미지는 1 채널의 픽셀 값으로 구성될 수 있다. 지오메트리(geometry)는 포인트 클라우드 프레임에 연관된 좌표들의 세트를 나타낸다.
- [0087] 텍스처 이미지(texture image): point cloud를 이루는 각 점들의 색상 정보를 patch 단위로 표현하는 image를 나타낸다. 텍스처 이미지는 복수 채널의 픽셀 값 (e.g. 3채널 R, G, B)으로 구성될 수 있다. 텍스처는 어트리뷰트에 포함된다. 실시예들에 따라서, 텍스처 및/또는 어트리뷰트는 동일한 대상 및/또는 포함관계로 해석될 수 있다.
- [0088] 오실러리 패치 정보(auxiliary patch info): 개별 patch들로부터 point cloud를 재구성하기 위해 필요한 메타 데이터를 나타낸다. 어실러리 패치 인포는 patch의 2D/3D 공간에서의 위치, 크기 등에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0089] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터, 예를 들어 V-PCC 컴포넌트들은 아틀라스, 어큐판시 맵, 지오메트리, 어트리뷰트 등을 포함할 수 있다.
- [0090] 아틀라스(atlas)는 2D바운딩 박스들의 집합을 나타낸다. 패치, 예를 들어, 렉탱귤러 프레임에 프로젝션된 패치들일 수 있다. 또한, 3D공간에서 3D 바운딩 박스에 대응할 수 있고, 포인트 클라우드의 서브세트를 나타낼 수 있다.
- [0091] 어트리뷰트(attribute)는 포인트 클라우드 내 각 포인트와 연관된 scalar 또는 vector를 나타내고, 예를 들어,

컬러(colour), 리플렉턴스(reflectance), 서페이스 노멀(surface normal), 타임 스탬프(time stamps), 머터리얼ID(material ID) 등이 있을 수 있다.

- [0092] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터는 V-PCC (Video-based Point Cloud Compression) 방식에 따른 PCC 데이터를 나타낸다. 포인트 클라우드 데이터는 복수의 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 어큐판시 맵, 패치, 지오메트리 및/또는 텍스처 등을 포함할 수 있다.
- [0093] 도4는 실시예들에 따른 V-PCC 인코딩 처리의 예시를 나타낸다.
- [0094] 도면은 어큐판시 맵(occupancy map), 지오메트리 이미지(geometry image), 텍스처 이미지(texture image), 오실러리 패치 정보(auxiliary patch information)을 생성하고 압축하기 위한 V-PCC encoding process를 도시하여 보여주고 있다. 도4의 V-PCC 인코딩 프로세스는 도1의 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002)에 의해 처리될 수 있다. 도4의 각 구성요소는 소프트웨어, 하드웨어, 프로세서 및/또는 그것들의 조합에 의해 수행될 수 있다.
- [0095] 패치 제너레이션(patch generation, 40000) 또는 패치 제너레이터는 포인트 클라우드 프레임(포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림의 형태일 수 있다)을 수신한다. 패치 제너레이션부(40000)는 포인트 클라우드 데이터로부터 패치를 생성한다. 또한, 패치 생성에 관한 정보를 포함하는 패치 인포를 생성한다.
- [0096] 패치 패킹(patch packing, 40001) 또는 패치 패커는 포인트 클라우드 데이터에 대한 패치를 패킹한다. 예를 들어, 하나 또는 하나 이상의 패치들이 패킹될 수 있다. 또한, 패치 패킹에 관한 정보를 포함하는 어큐판시 맵을 생성한다.
- [0097] 지오메트리 이미지 제너레이션(geometry image generation, 40002) 또는 지오메트리 이미지 제너레이터는 포인트 클라우드 데이터, 패치, 및/또는 패킹된 패치에 기반하여 지오메트리 이미지를 생성한다. 지오메트리 이미지는 포인트 클라우드 데이터에 관한 지오메트리를 포함하는 데이터를 말한다.
- [0098] 텍스처 이미지 제너레이션(texture image generation, 40003) 또는 텍스처 이미지 제너레이터는 포인트 클라우드 데이터, 패치, 및/또는 패킹된 패치에 기반하여 텍스처 이미지를 생성한다. 또한, 재구성된(리컨스트럭션된) 지오메트리 이미지를 패치 인포에 기반하여 스무딩(번호)이 스무딩 처리를 하여 생성된 스무딩된 지오메트리에 더 기초하여, 텍스처 이미지를 생성할 수 있다.
- [0099] 스무딩(smoothing, 40004) 또는 스무더는 이미지 데이터에 포함된 에러를 완화 또는 제거할 수 있다. 예를 들어, 재구성된 지오메트리 이미지를 패치 인포에 기반하여 데이터 간 에러를 유발할 수 있는 부분을 부드럽게 필터링하여 스무딩된 지오메트리를 생성할 수 있다.
- [0100] 오실러리 패치 인포 컴프레션(auxillary patch info compression, 40005) 또는 오실러리 패치 정보 컴프레서는 패치 생성 과정에서 생성된 패치 정보와 관련된 부가적인 패치 정보를 컴프레션한다. 또한, 컴프레션된 오실러리 패치 인포를 멀티플렉서에 전달하고, 지오메트리 이미지 제너레이션(40002)도 오실러리 패치 정보를 이용할 수 있다.
- [0101] 이미지 패딩(image padding, 40006, 40007) 또는 이미지 패더는 지오메트리 이미지 및 텍스처 이미지를 각각 패딩할 수 있다. 패딩 데이터가 지오메트리 이미지 및 텍스처 이미지에 패딩될 수 있다.
- [0102] 그룹 딜레이션(group dilation, 40008) 또는 그룹 딜라이터는 이미지 패딩과 유사하게, 텍스처 이미지에 데이터를 추가할 수 있다. 부가 데이터가 텍스처 이미지에 삽입될 수 있다.
- [0103] 비디오 컴프레션(video compression, 40009, 40010, 40011) 또는 비디오 컴프레서는 패딩된 지오메트리 이미지, 패딩된 텍스처 이미지 및/또는 어큐판시 맵을 각각 컴프레션할 수 있다. 컴프레션은 지오메트리 정보, 텍스처 정보, 어큐판시 정보 등을 인코딩할 수 있다.
- [0104] 엔트로피 컴프레션(entropy compression, 40012) 또는 엔트로피 컴프레서는 어큐판시 맵을 엔트로피 방식에 기반하여 컴프레션(예를 들어, 인코딩)할 수 있다.
- [0105] 실시예들에 따라, 포인트 클라우드 데이터가 로스리스(lossless)한 경우 및/또는 로시(lossy)한 경우에 따라서, 엔트로피 컴프레션 및/또는 비디오 컴프레션이 각각 수행될 수 있다.
- [0106] 멀티플렉서(multiplexer, 40013)는 컴프레션된 지오메트리 이미지, 컴프레션된 텍스처 이미지, 컴프레션된 어큐판시 맵을 비트스트림으로 멀티플렉싱한다.
- [0107] 실시예들에 따른 도4의 각 프로세스의 상세한 동작은 다음과 같다.



- [0108] 패치 제너레이션(Patch generation, 40000)
- [0109] 패치 제너레이션(Patch generation) 과정은 포인트 클라우드를 2D 이미지에 맵핑(mapping)하기 위하여, 맵핑을 수행하는 단위인 patch로 point cloud를 분할하는 과정을 의미한다. Patch generation 과정은 다음과 같이 노멀(normal) 값 계산, 세그멘테이션(segmentation), 패치(patch) 분할의 세 단계로 구분될 수 있다.
- [0110] 도5를 참조하여, 노멀 값 계산 과정을 구체적으로 설명한다.
- [0111] 도5는 실시예들에 따른 서페이스(Surface)의 탄젠트 플레인(tangent plane) 및 노멀 벡터(normal vector)의 예시를 나타낸다.
- [0112] 도5의 서페이스는 도4의 V-PCC 인코딩 프로세스의 패치 제너레이션 과정(40000)에서 다음과 같이 이용된다.
- [0113] 패치 제너레이션 관련하여 노멀(Normal) 계산:
- [0114] 포인트 클라우드를 이루는 각 점(예를 들어, 포인트)들은 고유의 방향을 가지고 있는데 이것은 normal이라는 3차원 vector로 표현된다. K-D tree 등을 이용하여 구해지는 각 점들의 인접점들(neighbors)을 이용하여, 도면과 같은 point cloud의 surface를 이루는 각 점들의 tangent plane 및 normal vector를 구할 수 있다. 인접점들을 찾는 과정에서의 search range는 사용자에게 의해 정의될 수 있다.
- [0115] 탄젠트 플레인(tangent plane): surface의 한 점을 지나면서 surface 위의 곡선에 대한 접선을 완전히 포함하고 있는 평면을 나타낸다.
- [0116] 도6은 실시예들에 따른 포인트 클라우드의 바운딩 박스(bounding box)의 예시를 나타낸다.
- [0117] 실시예들에 따른 방법/장치, 예를 들어, 패치 제너레이션이 포인트 클라우드 데이터로부터 패치를 생성하는 과정에서 바운딩 박스를 이용할 수 있다.
- [0118] 실시예들에 따른 바운딩 박스란, 포인트 클라우드 데이터를 3D 공간 상에서 육면체에 기반하여 분할하는 단위의 박스를 말한다.
- [0119] 바운딩 박스는 포인트 클라우드 데이터의 대상이 되는 오브젝트를 3D 공간 상의 육면체에 기반하여 각 육면체의 평면에 투영하는 과정에서 이용될 수 있다. 바운딩 박스는 도1의 포인트 클라우드 비디오 획득부(10000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002)에 의해 생성되고 처리될 수 있다. 또한, 바운딩 박스에 기반하여, 도2의 V-PCC 인코딩 프로세스의 패치 제너레이션(40000), 패치 패킹(40001), 지오메트리 이미지 제너레이션(40002), 텍스처 이미지 제너레이션(40003)이 수행될 수 있다.
- [0120] 패치 제너레이션 관련하여 세그멘테이션(Segmentation)
- [0121] 세그멘테이션(Segmentation)은 이니셜 세그멘테이션(initial segmentation)과 리파인 세그멘테이션(refine segmentation)의 두 과정으로 이루어 진다.
- [0122] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(10002)는 포인트를 바운딩박스의 한 면에 투영한다. 구체적으로, Point cloud를 이루는 각 점들은 도면과 같이 point cloud를 감싸는 6개의 bounding box의 면들 중 하나의 면에 projection되는데, initial segmentation은 각 점들이 projection될 bounding box의 평면들 중 하나를 결정하는 과정이다.
- [0123] 6개의 각 평면들과 대응되는 normal 값인  $n_{pi}$  는 다음과 같이 정의된다.
- [0124] (1.0, 0.0, 0.0), (0.0, 1.0, 0.0), (0.0, 0.0, 1.0), (-1.0, 0.0, 0.0), (0.0, -1.0, 0.0), (0.0, 0.0, -1.0).
- [0125] 다음의 수식과 같이 앞서 normal 값 계산과정에서 얻은 각 점들의 normal 값( $n_{pi}$ )과  $n_{pidx}$ 의 외적(dot product)이 최대인 면을 해당 면의 projection 평면으로 결정한다. 즉, point의 normal과 가장 유사한 방향의 normal을 갖는 평면이 해당 point의 projection 평면으로 결정된다.

$$\max_{p_{idx}} \{ \vec{n}_{p_i} \cdot \vec{n}_{p_{idx}} \}$$

- [0126]
- [0127] 결정된 평면은 0~5 중 하나의 index 형태의 값 (cluster index) 으로 식별될 수 있다.
- [0128] Refine segmentation은 앞서 initial segmentation 과정에서 결정된 point cloud를 이루는 각 점의 projection 평면을 인접 점들의 projection 평면을 고려하여 개선하는 과정이다. 이 과정에서는 앞서 initial segmentation 과정에서 projection 평면 결정을 위해 고려된 각 포인트의 normal과 bounding box의 각 평면의 normal 값과의 유사 정도를 이루는 score normal과 함께, 현재 점의 projection 평면과 인접 점들의 projection 평면과의 일치 정도를 나타내는 score smooth가 동시에 고려될 수 있다.
- [0129] Score smooth는 score normal에 대하여 가중치를 부여하여 고려될 수 있으며, 이 때 가중치 값은 사용자에게 의해 정의될 수 있다. Refine segmentation은 반복적으로 수행될 수 있으며, 반복 횟수 또한 사용자에게 의해 정의될 수 있다.
- [0130] 패치 제너레이션 관련하여 Patch 분할 (segment patches)
- [0131] Patch 분할은 앞서 initial/refine segmentation 과정에서 얻은 point cloud를 이루는 각 점들의 projection 평면 정보를 바탕으로, 전체 point cloud를 인접한 점들의 집합인 patch로 나누는 과정이다. Patch 분할은 다음과 같은 단계들로 구성될 수 있다.
- [0132] ① K-D tree 등을 이용하여 point cloud를 이루는 각 점들의 인접 점들을 산출한다. 최대 인접점의 개수는 사용자에게 의해 정의될 수 있다.
- [0133] ② 인접 점들이 현재의 점과 동일한 평면에 projection 될 경우 (동일한 cluster index 값을 가질 경우) 현재의 점과 해당 인접 점들을 하나의 patch로 추출한다.
- [0134] ③ 추출된 patch의 geometry 값들을 산출한다. 자세한 과정은 이하에서 설명한다.
- [0135] ④ 추출되지 않은 점들이 없어질 때까지 ②④과정을 반복한다.
- [0136] Patch 분할 과정을 통해 각 patch의 크기 및 patch별 occupancy map, geometry image, texture image 등이 결정된다.
- [0137] 도7은 실시예들에 따른 어큐판시 맵(occupancy map)의 개별 패치(patch) 위치 결정의 예시를 나타낸다.
- [0138] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(10002)는 패치 패킹 및 어큐판시 맵을 생성할 수 있다.
- [0139] 패치 패킹 및 어큐판시 맵 생성(Patch packing & Occupancy map generation, 40001)
- [0140] 본 과정은 앞서 분할된 patch들을 하나의 2D 이미지에 맵핑하기 위해 개별 patch들의 2D 이미지 내에서의 위치를 결정하는 과정이다. Occupancy map은 2D 이미지의 하나로, 해당 위치에 데이터가 존재하는지 여부를 0 또는 1의 값으로 알려주는 바이너리 맵(binary map)이다. Occupancy map은 블록(block)으로 이루어지며 block의 크기에 따라 그 해상도가 결정될 수 있는데, 일례로 block 크기가 1\*1일 경우 픽셀(pixel) 단위의 해상도를 갖는다. Block의 크기 (occupancy packing block size)는 사용자에게 의해 결정될 수 있다.
- [0141] Occupancy map 내에서 개별 patch의 위치를 결정하는 과정은 다음과 같이 구성될 수 있다.
- [0142] ① 전체 occupancy map의 값들을 모두 0으로 설정한다.
- [0143] ② occupancy map 평면에 존재하는 수평 좌표가 [0, occupancySizeU - patch.sizeU0), 수직 좌표가 [0, occupancySizeV - patch.sizeV0) 범위에 있는 점 (u, v)에 patch를 위치시킨다.
- [0144] ③ patch 평면에 존재하는 수평 좌표가 [0, patch.sizeU0), 수직 좌표가 [0, patch.sizeV0) 범위에 있는 점 (x, y)를 현재 점(포인트)으로 설정한다.
- [0145] ④ 점 (x, y)에 대하여, patch occupancy map의 (x, y) 좌표 값이 1이고 (patch 내 해당 지점에 데이터가 존재하고), 전체 occupancy map의 (u+x, v+y) 좌표 값이 1 (이전 patch에 의해 occupancy map이 채워진 경우) raster order 순으로 (x, y) 위치를 변경하여 ③~④의 과정을 반복한다. 그렇지 않을 경우, ⑥의 과정을 수행한다.

- [0146] ⑤ raster order 순으로 (u, v) 위치를 변경하여 ③~⑤의 과정을 반복한다.
- [0147] ⑥ (u, v)를 해당 patch의 위치로 결정하고, patch의 occupancy map 데이터를 전체 occupancy map의 해당 부분에 할당(copy)한다.
- [0148] ⑦ 다음 patch에 대하여 ②~⑦의 과정을 반복한다.
- [0149] 어큐판시 사이즈U(occupancySizeU): occupancy map의 너비(width)를 나타내며, 단위는 어큐판시 패킹 사이즈 블록(occupancy packing block size) 이다.
- [0150] 어큐판시 사이즈V(occupancySizeV): occupancy map의 높이(height)를 나타내며, 단위는 occupancy packing block size 이다.
- [0151] 패치 사이즈 U0(patch.sizeU0): occupancy map의 width를 나타내며, 단위는 occupancy packing block size 이다.
- [0152] 패치 사이즈 V0(patch.sizeV0): occupancy map의 height를 나타내며, 단위는 occupancy packing block size 이다.
- [0153] 예를 들어, 도7과 같이 어큐판시 패킹 사이즈 블록에 해당하는 박스 내 패치 사이즈를 갖는 패치에 대응하는 박스가 존재하고, 박스 내 포인트(x, y)가 위치할 수 있다.
- [0154] 도8은 실시예들에 따른 노멀(normal), 탄젠트(tangent), 바이탄젠트(bitangent) 축의 관계의 예시를 나타낸다.
- [0155] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(10002)는 지오메트리 이미지를 생성할 수 있다. 지오메트리 이미지란, 포인트 클라우드의 지오메트리 정보를 포함하는 이미지 데이터를 의미한다. 지오메트리 이미지 생성 과정은 도8의 패치의 세 가지 축(노멀, 탄젠트, 바이탄젠트)을 이용할 수 있다.
- [0156] 지오메트리 이미지 생성(Geometry image generation, 40002)
- [0157] 본 과정에서는 개별 patch의 geometry image를 구성하는 depth 값들을 결정하고, 앞서 패치 패킹(patch packing) 과정에서 결정된 patch의 위치를 바탕으로 전체 geometry image를 생성한다. 개별 patch의 geometry image를 구성하는 depth 값들을 결정하는 과정은 다음과 같이 구성될 수 있다.
- [0158] ① 개별 patch의 위치, 크기 관련 파라미터들이 산출된다. 파라미터들은 다음과 같은 정보들을 포함할 수 있다.
- [0159] normal 축을 나타내는 index: normal은 앞서 patch generation 과정에서 구해지며, tangent 축은 normal과 직각인 축들 중 patch image의 수평(u)축과 일치하는 축이며, bitangent 축은 normal과 직각인 축들 중 patch image의 수직(v)축과 일치하는 축으로, 세 가지 축은 도면과 같이 표현될 수 있다.
- [0160] 도9는 실시예들에 따른 프로젝션 모드의 최소 모드 및 최대 모드의 구성의 예시를 나타낸다.
- [0161] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(10002)는 지오메트리 이미지를 생성하기 위해서 패치에 기반한 프로젝션을 수행할 수 있고, 실시예들에 따른 프로젝션의 모드는 최소 모드 및 최대 모드가 있다.
- [0162] patch의 3D 공간 좌표: patch를 감싸는 최소 크기의 bounding box를 통해 산출될 수 있다. 예를 들어, patch의 tangent 방향 최소값(patch 3d shift tangent axis), patch의 bitangent 방향 최소값(patch 3d shift bitangent axis), patch의 normal 방향 최소값(patch 3d shift normal axis) 등이 포함될 수 있다.
- [0163] patch의 2D 크기: patch가 2D 이미지로 패킹될 때의 수평, 수직 방향 크기를 나타낸다. 수평 방향 크기(patch 2d size u)는 bounding box의 tangent 방향 최대값과 최소값의 차이로, 수직 방향 크기(patch 2d size v)는 bounding box의 bitangent 방향 최대값과 최소값의 차이로 구해질 수 있다.
- [0164] ② Patch의 projection mode를 결정한다. Projection mode는 최소 모드(min mode)와 최대 모드(max mode) 중 하나일 수 있다. Patch의 geometry 정보는 depth 값으로 표현되는데, patch의 normal 방향으로 patch를 이루는 각 점들을 projection 할 때 depth 값의 최대 값으로 구성되는 이미지와 최소값으로 구성되는 이미지 두 계층(layer)의 이미지들이 생성될 수 있다.
- [0165] 두 계층의 이미지 d0와 d1을 생성함에 있어, min mode일 경우 도면과 같이 최소 depth가 d0에 구성되고, 최소 depth로부터 surface thickness 이내에 존재하는 최대 depth가 d1으로 구성될 수 있다.
- [0166] 예를 들어, 포인트 클라우드가 도면과 같이 2D에 위치하는 경우, 복수의 포인트들을 포함하는 복수의 패치들이

있을 수 있다. 도면과 같이 같은 스타일의 음영으로 표시된 포인트들이 동일한 패치에 속할 수 있음을 나타낸다. 빈 칸으로 표시된 포인트들의 패치를 프로젝션하는 과정을 도면이 나타낸다.

- [0167] 빈 칸으로 표시된 포인트들을 좌측/우측으로 프로젝션하는 경우, 좌측을 기준으로 depth를 0, 1, 2,...6, 7, 8, 9 와 같이 1씩 증가하면서 우측으로 포인트들의 depth산출을 위한 숫자를 표기할 수 있다.
- [0168] 프로젝션 모드(Projection mode)는 사용자 정의에 의해 모든 point cloud에 동일한 방법이 적용되거나, frame 또는 patch 별로 다르게 적용될 수 있다. Frame 또는 patch 별로 다른 projection mode가 적용될 경우, 압축 효율을 높이거나 소실 점 (missed point)을 최소화 할 수 있는 projection mode가 적응적으로 선택될 수 있다.
- [0169] ③ 개별 점들의 depth 값을 산출한다.
- [0170] 최소 모드(Min mode)일 경우 각 점의 normal 축 최소값에 patch의 normal 방향 최소값 (patch 3d shift normal axis)에서 ①의 과정에서 산출된 patch의 normal 방향 최소값 (patch 3d shift normal axis)을 뺀 값인 depth0 로 d0 이미지를 구성한다. 동일 위치에 depth0와 surface thickness 이내의 범위에 또 다른 depth 값이 존재할 경우, 이 값을 depth1으로 설정한다. 존재하지 않을 경우 depth0의 값을 depth1에도 할당한다. Depth1 값으로 d1 이미지를 구성한다.
- [0171] 예를 들어, d0의 포인트들의 depth를 결정함에 있어 최소값이 산출될 수 있다(4 2 4 4 0 6 0 0 9 9 0 8 0). 그리고, d1의 포인트들의 depth를 결정함에 있어 두 개 이상의 포인트들 중 큰 값이 산출되거나, 하나의 포인트만 있는 경우 그 값이 산출될 수 있다(4 4 4 4 6 6 6 8 9 9 8 8 9). 또한, 패치의 포인트들이 부호화되고, 재구성 (reconstruct) 되는 과정에서 일부 포인트가 손실될 수 있다(예를 들어, 도면은 8개의 포인트가 손실되었다).
- [0172] 맥스 모드(Max mode)일 경우 각 점의 normal 축 최대값에 patch의 normal 방향 최소값 (patch 3d shift normal axis)에서 ①의 과정에서 산출된 patch의 normal 방향 최소값 (patch 3d shift normal axis)을 뺀 값인 depth0 로 d0 이미지를 구성한다. 동일 위치에 depth0와 surface thickness 이내의 범위에 또 다른 depth 값이 존재할 경우, 이 값을 depth1으로 설정한다. 존재하지 않을 경우 depth0의 값을 depth1에도 할당한다. Depth1 값으로 d1 이미지를 구성한다.
- [0173] 예를 들어, d0의 포인트들의 depth를 결정함에 있어 최대값이 산출될 수 있다(4 4 4 4 6 6 6 8 9 9 8 8 9). 그리고, d1의 포인트들의 depth를 결정함에 있어 두 개 이상의 포인트들 중 작은 값이 산출되거나, 하나의 포인트만 있는 경우 그 값이 산출 될 수 있다(4 2 4 4 5 6 0 6 9 9 0 8 0). 또한, 패치의 포인트들이 부호화되고, 재구성(reconstruct) 되는 과정에서 일부 포인트가 손실될 수 있다(예를 들어, 도면은 6개의 포인트가 손실되었다).
- [0174] 위와 같은 과정을 통해 생성된 개별 patch의 geometry image를 앞서 patch packing 과정에서 결정된 patch의 위치 정보를 이용하여 전체 geometry image에 배치시킴으로써 전체 geometry image를 생성할 수 있다.
- [0175] 생성된 전체 geometry image의 d1 계층은 여러 가지 방법으로 부호화 될 수 있다. 첫 번째는 앞서 생성한 d1 이미지의 depth값들을 그대로 부호화 (absolute d1 method)하는 방법이다. 두 번째는 앞서 생성한 d1 이미지의 depth값과 d0 이미지의 depth값이 차이 값을 부호화 (differential method)하는 방법이다.
- [0176] 이와 같은 d0, d1 두 계층의 depth 값을 이용한 부호화 방법은 두 depth 사이에 또 다른 점들이 존재할 경우 해당 점의 geometry 정보를 부호화 과정에서 잃어버리기 때문에, 무손실 압축 (lossless coding)을 위해 Enhanced-Delta-Depth (EDD) code를 이용할 수도 있다.
- [0177] 도10을 참조하여, EDD code를 구체적으로 설명한다.
- [0178] 도10은 실시예들에 따른 EDD 코드의 예시를 나타낸다.
- [0179] 포인트 클라우드 인코더(10002) 및/또는 V-PCC 인코더의 일부/전체 프로세스(예를 들어, 비디오 컴프레스 (40009)) 등은 EOD코드에 기반하여 포인트들의 지오메트리 정보를 인코딩할 수 있다.
- [0180] EDD code는 도면과 같이, d1을 포함하여 surface thickness 범위 내의 모든 점들의 위치를 이진으로 부호화 하는 방법이다. 일례로 도면의 좌측에서 두 번째 열에 포함되는 점들의 경우, D0 위쪽으로 첫 번째, 네 번째 위치에 점들이 존재하고, 두 번째와 세 번째 위치는 비어있기 때문에 0b1001 (=9)의 EDD code로 표현될 수 있다. D0 와 함께 EDD code를 부호화하여 보내 주면 수신단에서는 모든 점들의 geometry 정보를 손실 없이 복원할 수 있게 된다.

- [0181] 예를 들어, 기준 포인트 위로 포인트가 존재하면 1이고 포인트가 존재하지 않으면 0이 되어 4개의 비트들에 기반하여 코드가 표현될 수 있다.
- [0182] 스무딩(Smoothing, 40004)
- [0183] 스무딩(Smoothing)은 압축 과정에서 발생하는 화질의 열화로 인해 patch 경계면에서 발생할 수 있는 불연속성을 제거하기 위한 작업이며, 포인트 클라우드 인코더 또는 스무더에 의해 수행될 수 있다.
- [0184] ① geometry image로부터 point cloud를 재생성(reconstruction)한다. 본 과정은 앞서 설명한 geometry image 생성의 역과정이라고 할 수 있다. 예를 들어, 인코딩의 역과정이 리컨스트럭션일 수 있다.
- [0185] ② K-D tree 등을 이용하여 재생성된 point cloud를 구성하는 각 점들의 인접점들을 산출한다.
- [0186] ③ 각 점들에 대하여, 해당 점이 patch 경계면에 위치하는지를 판단한다. 일례로 현재 점과 다른 projection 평면 (cluster index)을 갖는 인접점이 존재할 경우, 해당 점은 patch 경계면에 위치한다고 판단할 수 있다.
- [0187] ④ patch 경계면에 존재할 경우, 해당 점을 인접점들의 무게중심 (인접점들의 평균 x, y, z 좌표에 위치)으로 이동시킨다. 즉, geometry 값을 변경시킨다. 그렇지 않을 경우 이전 geometry 값을 유지한다.
- [0188] 도11은 실시예들에 따른 인접점들의 컬러(color) 값들을 이용한 리컬러링(recoloring)의 예시를 나타낸다.
- [0189] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더 또는 텍스처 이미지 제너레이터(40003)은 리컬러링에 기반하여 텍스처 이미지를 생성할 수 있다.
- [0190] 텍스처 이미지 생성(Texture image generation, 40003)
- [0191] Texture image 생성 과정은 앞서 설명한 geometry image 생성 과정과 유사하게, 개별 patch의 texture image 생성하고, 이들은 결정된 위치에 배치하여 전체 texture image를 생성하는 과정으로 구성된다. 다만 개별 patch의 texture image를 생성하는 과정에 있어서 geometry 생성을 위한 depth 값을 대신하여 해당 위치에 대응되는 point cloud를 구성하는 점의 color 값 (e.g. R, G, B)을 갖는 image가 생성된다.
- [0192] Point cloud를 구성하는 각 점의 color 값을 구하는 과정에 있어서 앞서 smoothing 과정을 거친 geometry가 사용될 수 있다. Smoothing된 point cloud는 원본 point cloud에서 일부 점들의 위치가 이동된 상태일 수 있으므로, 변경된 위치에 적합한 color를 찾아내는 리컬러링(recoloring)과정이 필요할 수 있다. Recoloring은 인접점들의 color 값들을 이용하여 수행될 수 있다. 일례로, 도면과 같이 새로운 color값은 최근접점의 color값과 인접점들의 color값들을 고려하여 산출될 수 있다.
- [0193] 예를 들어, 도면을 참조하면, 리컬러링은 포인트에 대한 가장 가까운 오리지날 포인트들의 어트리뷰트 정보의 평균 및/또는 포인트에 대한 가장 가까운 오리지날 위치의 어트리뷰트 정보의 평균에 기반하여 변경된 위치의 적합한 컬러값을 산출할 수 있다.
- [0194] Texture image 또한 d0/d1의 두 계층으로 생성되는 geometry image와 같이 t0/t1의 두 개의 계층으로 생성될 수 있다.
- [0195] 오실러리 패치 인포 컴프레션(Auxiliary patch info compression, 40005)
- [0196] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더 또는 오실러리 패치 정보 컴프레서는 오실러리 패치 정보(포인트 클라우드에 관한 부가적인 정보)를 컴프레션할 수 있다.
- [0197] 오실러리 패치 정보 컴프레서는 앞서 설명한 patch generation, patch packing, geometry generation 과정 등에서 생성된 부가 patch 정보들을 압축(컴프레스)한다. 부가 patch 정보에는 다음과 같은 파라미터들이 포함될 수 있다:
- [0198] 프로젝션(projection) 평면 (normal)을 식별하는 인덱스 (클러스터 인덱스, cluster index)
- [0199] 패치의 3D 공간 위치: 패치의 탄젠트 방향 최소값 (patch 3d shift tangent axis), 패치의 바이탄젠트 방향 최소값 (patch 3d shift bitangent axis), 패치의 노멀 방향 최소값 (patch 3d shift normal axis)
- [0200] 패치의 2D 공간 위치, 크기: 수평 방향 크기 (patch 2d size u), 수직 방향 크기 (patch 2d size v), 수평 방향 최소값 (patch 2d shift u), 수직 방향 최소값 (patch 2d shift v)
- [0201] 각 블록과 패치의 맵핑 정보: candidate index (위의 patch의 2D 공간 위치, 크기 정보를 기반으로 patch를 순



서대로 위치시켰을 때, 한 block에 중복으로 복수 patch가 맵핑될 수 있음. 이때 맵핑되는 patch들이 candidate list를 구성하며, 이 list 중 몇 번째 patch의 data가 해당 block에 존재하는지를 나타내는 index), local patch index (frame에 존재하는 전체 patch들 중 하나를 가리키는 index). Table X는 candidate list와 local patch index를 이용한 block과 patch match 과정을 나타내는 pseudo code이다.

- [0202] candidate list의 최대 개수는 사용자에게 의해 정의될 수 있다.
- [0203] block과 patch 맵핑을 위한 pseudo code
- [0204] for(i=0; i<BlockCount; i++) {
- [0205] if(candidatePatches[i].size() == 1) {
- [0206] blockToPatch[i] = candidatePatches[i][0] } else {
- [0207] candidate\_index
- [0208] if(candidate\_index == max\_candidate\_count){
- [0209] blockToPatch[i] = local\_patch\_index } else {
- [0210] blockToPatch[i] = candidatePatches[i][candidate\_index ]
- [0211] }
- [0212] 도12는 실시예들에 따른 푸쉬-풀 백그라운드 필링(push-pull background filling)의 예시를 나타낸다. 이미지 패딩 및 그룹 딜레이션(Image padding and group dilation, 40006, 40007, 40008)
- [0213] 실시예들에 따른 이미지 패더는 푸쉬-풀 백그라운드 필링 방식에 기반하여 패치 영역 외의 공간을 의미 없는 부가적인 데이터로 채울 수 있다.
- [0214] 이미지 패딩(Image padding)은 압축 효율 향상을 목적으로 patch 영역 이외의 공간을 의미 없는 데이터로 채우는 과정이다. Image padding을 위해 patch 내부의 경계면 쪽에 해당하는 열 또는 행의 픽셀 값들이 복사되어 빈 공간을 채우는 방법이 사용될 수 있다. 또는 도면과 같이, padding 되지 않은 이미지를 단계적으로 해상도를 줄이고, 다시 해상도를 늘리는 과정에서 낮은 해상도의 이미지로부터 온 픽셀 값들로 빈 공간을 채우는 push-pull background filling 방법이 사용될 수도 있다.
- [0215] 그룹 딜레이션은 d0/d1, t0/t1 두 계층으로 이루어진 geometry, texture image의 빈 공간을 채우는 방법으로, 앞서 image padding을 통해 산출된 두 계층 빈 공간의 값들을, 두 계층의 동일 위치에 대한 값의 평균값으로 채우는 과정이다.
- [0216] 도13은 실시예들에 따른 4\*4 크기의 블록(block)에 대해 가능한 트라버설 오더(traversal order)의 예시를 나타낸다.
- [0217] 오큐판시 맵 컴프레션(Occupancy map compression, 40012, 40011)
- [0218] 실시예들에 따른 오큐판시 맵 컴프레서는 앞서 생성된 occupancy map을 압축할 수 있다. 구체적으로, 손실(lossy) 압축을 위한 비디오 컴프레션과 무손실(lossless) 압축을 위한 엔트로피 컴프레션, 두 가지 방법이 존재할 수 있다. 비디오 컴프레션은 이하에서 설명한다.
- [0219] 엔트로피 컴프레션(Entropy compression) 과정은 다음과 같은 과정으로 수행될 수 있다.
- [0220] ① occupancy map을 구성하는 각 block에 대하여, block이 모두 채워진 경우 1을 부호화 하고 다음 block에 대해 동일 과정을 반복한다. 그렇지 않은 경우 0을 부호화하고, ②~⑤의 과정을 수행한다. .
- [0221] ② block의 채워진 pixel들에 대해 run-length coding을 수행하기 위한 best traversal order를 결정한다. 도면은 4\*4 크기의 block에 대해 가능한 4가지 traversal order를 일례로 보여주고 있다.
- [0222] 도14는 실시예들에 따른 베스트 트라버설 오더의 예시를 나타낸다.
- [0223] 상술한 바와 같이 실시예들에 따른 엔트로피 컴프레서는 도면과 같이 트라버설 오더 방식에 기반하여 블록을 코딩(부호화)할 수 있다.
- [0224] 예를 들어, 가능한 traversal order들 중 최소의 run 개수를 갖는 베스트 트라버설 오더(best traversal

order)를 선택하여 그 인덱스를 부호화 한다. 일례로 도면은 앞선 도13의 세 번째 traversal order를 선택할 경우이며, 이 경우 run의 개수가 2로 최소화될 수 있으므로 이를 베스트 트라버설 오더로 선택할 수 있다.

- [0225] 이때 run의 개수를 부호화 한다. 도14의 예에서는 2개의 run이 존재하므로 2가 부호화 된다.
- [0226] ④ 첫 번째 run의 occupancy를 부호화 한다. 도14의 예에서는 첫 번째 run이 채워지지 않은 픽셀들에 해당하므로 0이 부호화된다.
- [0227] ⑤ 개별 run에 대한 (run의 개수만큼의) length를 부호화 한다. 도14의 예에서는 첫 번째 run과 두 번째 run의 length인 6과 10이 순차적으로 부호화된다.
- [0228] 비디오 컴프레션(Video compression, 40009, 40010, 40011)
- [0229] 실시예들에 따른 비디오 컴프레서는 HEVC, VVC 등의 2D video codec 등을 이용하여, 앞서 설명한 과정으로 생성된 geometry image, texture image, occupancy map image 등의 시퀀스를 부호화한다.
- [0230] 도15는 실시예들에 따른 2D 비디오/이미지 인코더(2D video/image Encoder)의 예시를 나타낸다.
- [0231] 도면은 상술한 비디오 컴프레션(Video compression, 40009, 40010, 40011) 또는 비디오 컴프레서의 실시예로서, 비디오/영상 신호의 인코딩이 수행되는 2D 비디오/이미지 인코더(15000)의 개략적인 블록도를 나타낸다. 2D 비디오/이미지 인코더(15000)는 상술한 포인트 클라우드 비디오 인코더에 포함될 수 있고, 또는 내/외부 컴포넌트로 구성될 수도 있다. 도15의 각 구성요소는 소프트웨어, 하드웨어, 프로세서 및/또는 그것들의 조합에 대응할 수 있다.
- [0232] 여기서 입력 영상은 상술한 geometry image, texture image (attribute(s) image), occupancy map image 등을 포함할 수 있다. 포인트 클라우드 비디오 인코더의 출력 bitstream (즉, point cloud video/image bitstream)은 각 입력 영상(geometry image, texture image (attribute(s) image), occupancy map image 등)에 대한 출력 비트스트림들을 포함할 수 있다.
- [0233] 인터 예측부(15090) 및 인트라 예측부(15100)를 합쳐서 예측부라고 불릴 수 있다. 즉, 예측부는 인터 예측부(15090) 및 인트라 예측부(15100)를 포함할 수 있다. 변환부(15030), 양자화부(15040), 역양자화부(15050), 역변환부(15060)는 레지듀얼(residual) 처리부에 포함될 수 있다. 레지듀얼 처리부는 감산부(15020)를 더 포함할 수도 있다. 상술한 영상 분할부(15010), 감산부(15020), 변환부(15030), 양자화부(15040), 역양자화부(.), 역변환부(15060), 가산부(155), 필터링부(15070), 인터 예측부(15090), 인트라 예측부(15100) 및 엔트로피 인코딩부(15110)는 실시예에 따라 하나의 하드웨어 컴포넌트(예를 들어 인코더 또는 프로세서)에 의하여 구성될 수 있다. 또한 메모리(15080)는 DPB(decoded picture buffer)를 포함할 수 있고, 디지털 저장 매체에 의하여 구성될 수도 있다.
- [0234] 영상 분할부(15010)는 인코딩 장치(15000)에 입력된 입력 영상(또는, 픽처, 프레임)를 하나 이상의 처리 유닛(processing unit)으로 분할할 수 있다. 일 예로, 처리 유닛은 코딩 유닛(coding unit, CU)이라고 불릴 수 있다. 이 경우 코딩 유닛은 코딩 트리 유닛(coding tree unit, CTU) 또는 최대 코딩 유닛(largest coding unit, LCU)으로부터 QTBT (Quad-tree binary-tree) 구조에 따라 재귀적으로(recursively) 분할될 수 있다. 예를 들어, 하나의 코딩 유닛은 쿼드 트리 구조 및/또는 바이너리 트리 구조를 기반으로 하위(deeper) 탭스의 복수의 코딩 유닛들로 분할될 수 있다. 이 경우 예를 들어 쿼드 트리 구조가 먼저 적용되고 바이너리 트리 구조가 나중에 적용될 수 있다. 또는 바이너리 트리 구조가 먼저 적용될 수도 있다. 더 이상 분할되지 않는 최종 코딩 유닛을 기반으로 본 발명에 따른 코딩 절차가 수행될 수 있다. 이 경우 영상 특성에 따른 코딩 효율 등을 기반으로, 최대 코딩 유닛이 바로 최종 코딩 유닛으로 사용될 수 있고, 또는 필요에 따라 코딩 유닛은 재귀적으로(recursively) 보다 하위 탭스의 코딩 유닛들로 분할되어 최적의 사이즈의 코딩 유닛이 최종 코딩 유닛으로 사용될 수 있다. 여기서 코딩 절차라 함은 후술하는 예측, 변환, 및 복원 등의 절차를 포함할 수 있다. 다른 예로, 처리 유닛은 예측 유닛(PU: Prediction Unit) 또는 변환 유닛(TU: Transform Unit)을 더 포함할 수 있다. 이 경우 예측 유닛 및 변환 유닛은 각각 상술한 최종 코딩 유닛으로부터 분할 또는 파티셔닝될 수 있다. 예측 유닛은 샘플 예측의 단위일 수 있고, 변환 유닛은 변환 계수를 유도하는 단위 및/또는 변환 계수로부터 레지듀얼 신호(residual signal)를 유도하는 단위일 수 있다.
- [0235] 유닛은 경우에 따라서 블록(block) 또는 영역(area) 등의 용어와 혼용하여 사용될 수 있다. 일반적인 경우, MxN 블록은 M개의 열과 N개의 행으로 이루어진 샘플들 또는 변환 계수(transform coefficient)들의 집합을 나타낼 수 있다. 샘플은 일반적으로 픽셀 또는 픽셀의 값을 나타낼 수 있으며, 휘도(luma) 성분의 픽셀/픽셀값만을 나

타낼 수도 있고, 채도(chroma) 성분의 픽셀/픽셀 값을 나타낼 수도 있다. 샘플은 하나의 픽처(또는 영상)을 픽셀(pixel) 또는 펠(pe)에 대응하는 용어로서 사용될 수 있다.

[0236] 인코딩 장치(15000)는 입력 영상 신호(원본 블록, 원본 샘플 어레이)에서 인터 예측부(15090) 또는 인트라 예측부(15100)로부터 출력된 예측 신호(예측된 블록, 예측 샘플 어레이)를 감산하여 레지듀얼 신호(residual signal, 잔여 블록, 잔여 샘플 어레이)를 생성할 수 있고, 생성된 레지듀얼 신호는 변환부(15030)로 전송된다. 이 경우 도시된 바와 같이 인코더(15000) 내에서 입력 영상 신호(원본 블록, 원본 샘플 어레이)에서 예측 신호(예측 블록, 예측 샘플 어레이)를 감산하는 유닛은 감산부(15020)라고 불릴 수 있다. 예측부는 처리 대상 블록(이하, 현재 블록이라 함)에 대한 예측을 수행하고, 현재 블록에 대한 예측 샘플들을 포함하는 예측된 블록(predicted block)을 생성할 수 있다. 예측부는 현재 블록 또는 CU 단위로 인트라 예측이 적용되는지 또는 인터 예측이 적용되는지 결정할 수 있다. 예측부는 각 예측모드에 대한 설명에서 후술하는 바와 같이 예측 모드 정보 등 예측에 관한 다양한 정보를 생성하여 엔트로피 인코딩부(15110)로 전달할 수 있다. 예측에 관한 정보는 엔트로피 인코딩부(15110)에서 인코딩되어 비트스트림 형태로 출력될 수 있다.

[0237] 인트라 예측부(15100)는 현재 픽처 내의 샘플들을 참조하여 현재 블록을 예측할 수 있다. 참조되는 샘플들은 예측 모드에 따라 현재 블록의 주변(neighbor)에 위치할 수 있고, 또는 떨어져서 위치할 수도 있다. 인트라 예측에서 예측 모드들은 복수의 비방향성 모드와 복수의 방향성 모드를 포함할 수 있다. 비방향성 모드는 예를 들어 DC 모드 및 플래너 모드(Planar 모드)를 포함할 수 있다. 방향성 모드는 예측 방향의 세밀한 정도에 따라 예를 들어 33개의 방향성 예측 모드 또는 65개의 방향성 예측 모드를 포함할 수 있다. 다만, 이는 예시로서 설정에 따라 그 이상 또는 그 이하의 개수의 방향성 예측 모드들이 사용될 수 있다. 인트라 예측부(15100)는 주변 블록에 적용된 예측 모드를 이용하여, 현재 블록에 적용되는 예측 모드를 결정할 수도 있다.

[0238] 인터 예측부(15090)는 참조 픽처 상에서 움직임 벡터에 의해 특징되는 참조 블록(참조 샘플 어레이)을 기반으로, 현재 블록에 대한 예측된 블록을 유도할 수 있다. 이때, 인터 예측 모드에서 전송되는 움직임 정보의 양을 줄이기 위해 주변 블록과 현재 블록 간의 움직임 정보의 상관성에 기초하여 움직임 정보를 블록, 서브블록 또는 샘플 단위로 예측할 수 있다. 움직임 정보는 움직임 벡터 및 참조 픽처 인덱스를 포함할 수 있다. 움직임 정보는 인터 예측 방향(L0 예측, L1 예측, Bi 예측 등) 정보를 더 포함할 수 있다. 인터 예측의 경우에, 주변 블록은 현재 픽처 내에 존재하는 공간적 주변 블록(spatial neighboring block)과 참조 픽처에 존재하는 시간적 주변 블록(temporal neighboring block)을 포함할 수 있다. 참조 블록을 포함하는 참조 픽처와 시간적 주변 블록을 포함하는 참조 픽처는 동일할 수도 있고, 다를 수도 있다. 시간적 주변 블록은 동일 위치 참조 블록(collocated reference block), 동일 위치 CU(colCU) 등의 이름으로 불릴 수 있으며, 시간적 주변 블록을 포함하는 참조 픽처는 동일 위치 픽처(collocated picture, colPic)라고 불릴 수도 있다. 예를 들어, 인터 예측부(15090)는 주변 블록들을 기반으로 움직임 정보 후보 리스트를 구성하고, 현재 블록의 움직임 벡터 및/또는 참조 픽처 인덱스를 도출하기 위하여 어떤 후보가 사용되는지를 지시하는 정보를 생성할 수 있다. 다양한 예측 모드를 기반으로 인터 예측이 수행될 수 있으며, 예를 들어 스킵 모드와 머지 모드의 경우에, 인터 예측부(15090)는 주변 블록의 움직임 정보를 현재 블록의 움직임 정보로 이용할 수 있다. 스킵 모드의 경우, 머지 모드와 달리 레지듀얼 신호가 전송되지 않을 수 있다. 움직임 정보 예측(motion vector prediction, MVP) 모드의 경우, 주변 블록의 움직임 벡터를 움직임 벡터 예측자(motion vector predictor)로 이용하고, 움직임 벡터 차분(motion vector difference)을 시그널링함으로써 현재 블록의 움직임 벡터를 지시할 수 있다.

[0239] 인터 예측부(15090) 인트라 예측부(15100)를 통해 생성된 예측 신호는 복원 신호를 생성하기 위해 이용되거나 레지듀얼 신호를 생성하기 위해 이용될 수 있다.

[0240] 변환부(15030)는 레지듀얼 신호에 변환 기법을 적용하여 변환 계수들(transform coefficients)를 생성할 수 있다. 예를 들어, 변환 기법은 DCT(Discrete Cosine Transform), DST(Discrete Sine Transform), KLT(Karhunen-Loeve Transform), GBT(Graph-Based Transform), 또는 CNT(Conditionally Non-linear Transform) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 여기서, GBT는 픽셀 간의 관계 정보를 그래프로 표현한다고 할 때 이 그래프로부터 얻어진 변환을 의미한다. CNT는 이전에 복원된 모든 픽셀(all previously reconstructed pixel)를 이용하여 예측 신호를 생성하고 그에 기초하여 획득되는 변환을 의미한다. 또한, 변환 과정은 정사각형의 동일한 크기를 갖는 픽셀 블록에 적용될 수도 있고, 정사각형이 아닌 가변 크기의 블록에도 적용될 수 있다.

[0241] 양자화부(15040)는 변환 계수들을 양자화하여 엔트로피 인코딩부(15110)로 전송되고, 엔트로피 인코딩부(15110)는 양자화된 신호(양자화된 변환 계수들에 관한 정보)를 인코딩하여 비트스트림으로 출력할 수 있다. 양자화된 변환 계수들에 관한 정보는 레지듀얼 정보라고 불릴 수 있다. 양자화부(15040)는 계수 스캔 순서(scan



order)를 기반으로 블록 형태의 양자화된 변환 계수들을 1차원 벡터 형태로 재정렬할 수 있고, 1차원 벡터 형태의 양자화된 변환 계수들을 기반으로 양자화된 변환 계수들에 관한 정보를 생성할 수도 있다. 엔트로피 인코딩부(15110)는 예를 들어 지수 곱셈(exponential Golomb), CAVLC(context-adaptive variable length coding), CABAC(context-adaptive binary arithmetic coding) 등과 같은 다양한 인코딩 방법을 수행할 수 있다. 엔트로피 인코딩부(15110)는 양자화된 변환 계수들 외 비디오/이미지 복원에 필요한 정보들(예컨대 선택 요소들(syntax elements)의 값 등)을 함께 또는 별도로 인코딩할 수도 있다. 인코딩된 정보(ex. 인코딩된 비디오/영상 정보)는 비트스트림 형태로 NAL(network abstraction layer) 유닛 단위로 전송 또는 저장될 수 있다. 비트스트림은 네트워크를 통하여 전송될 수 있고, 또는 디지털 저장매체에 저장될 수 있다. 여기서 네트워크는 방송망 및/또는 통신망 등을 포함할 수 있고, 디지털 저장매체는 USB, SD, CD, DVD, 블루레이, HDD, SSD 등 다양한 저장매체를 포함할 수 있다. 엔트로피 인코딩부(15110)로부터 출력된 신호는 전송하는 전송부(미도시) 및/또는 저장하는 저장부(미도시)가 인코딩 장치(15000)의 내/외부 엘리먼트로서 구성될 수 있고, 또는 전송부는 엔트로피 인코딩부(15110)에 포함될 수도 있다.

[0242] 양자화부(15040)로부터 출력된 양자화된 변환 계수들은 예측 신호를 생성하기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, 양자화된 변환 계수들에 역양자화부(15040) 및 역변환부(15060)를 통해 역양자화 및 역변환을 적용함으로써 레지듀얼 신호(레지듀얼 블록 or 레지듀얼 샘플들)를 복원할 수 있다. 가산부(155)는 복원된 레지듀얼 신호를 인터 예측부(15090) 또는 인트라 예측부(15100)로부터 출력된 예측 신호에 더함으로써 복원(reconstructed) 신호(복원 픽처, 복원 블록, 복원 샘플 어레이)가 생성될 수 있다. 스킵 모드가 적용된 경우와 같이 처리 대상 블록에 대한 레지듀얼이 없는 경우, 예측된 블록이 복원 블록으로 사용될 수 있다. 가산부(155)는 복원부 또는 복원 블록 생성부라고 불릴 수 있다. 생성된 복원 신호는 현재 픽처 내 다음 처리 대상 블록의 인트라 예측을 위하여 사용될 수 있고, 후술하는 바와 같이 필터링을 거쳐서 다음 픽처의 인터 예측을 위하여 사용될 수도 있다.

[0243] 필터링부(15070)는 복원 신호에 필터링을 적용하여 주관적/객관적 화질을 향상시킬 수 있다. 예를 들어 필터링부(15070)은 복원 픽처에 다양한 필터링 방법을 적용하여 수정된(modified) 복원 픽처를 생성할 수 있고, 수정된 복원 픽처를 메모리(15080), 구체적으로 메모리(15080)의 DPB에 저장할 수 있다. 다양한 필터링 방법은 예를 들어, 디블록킹 필터링, 샘플 적응적 오프셋(sample adaptive offset), 적응적 루프 필터(adaptive loop filter), 양방향 필터(bilateral filter) 등을 포함할 수 있다. 필터링부(15070)은 각 필터링 방법에 대한 설명에서 후술하는 바와 같이 필터링에 관한 다양한 정보를 생성하여 엔트로피 인코딩부(15110)로 전달할 수 있다. 필터링 관한 정보는 엔트로피 인코딩부(15110)에서 인코딩되어 비트스트림 형태로 출력될 수 있다.

[0244] 메모리(15080)에 전송된 수정된 복원 픽처는 인터 예측부(15090)에서 참조 픽처로 사용될 수 있다. 인코딩 장치는 이를 통하여 인터 예측이 적용되는 경우, 인코딩 장치(15000)와 디코딩 장치에서의 예측 미스매치를 피할 수 있고, 부호화 효율도 향상시킬 수 있다.

[0245] 메모리(15080) DPB는 수정된 복원 픽처를 인터 예측부(15090)에서의 참조 픽처로 사용하기 위해 저장할 수 있다. 메모리(15080)는 현재 픽처 내 움직임 정보가 도출된(또는 인코딩된) 블록의 움직임 정보 및/또는 이미 복원된 픽처 내 블록들의 움직임 정보를 저장할 수 있다. 저장된 움직임 정보는 공간적 주변 블록의 움직임 정보 또는 시간적 주변 블록의 움직임 정보로 활용하기 위하여 인터 예측부(15090)에 전달할 수 있다. 메모리(15080)는 현재 픽처 내 복원된 블록들의 복원 샘플들을 저장할 수 있고, 인트라 예측부(15100)에 전달할 수 있다.

[0246] 한편, 상술한 예측, 변환, 양자화 절차 중 적어도 하나가 생략될 수도 있다. 예를 들어, PCM(pulse coding mode)가 적용되는 블록에 대하여는 예측, 변환, 양자화 절차를 생략하고 원본 샘플의 값이 그대로 인코딩되어 비트스트림으로 출력될 수도 있다.

[0247] 도16은 실시예들에 따른 V-PCC 디코딩 프로세스(decoding process)의 예시를 나타낸다.

[0248] V-PCC 디코딩 프로세스 또는 V-PCC 디코더는 도4의 V-PCC 인코딩 프로세스(또는 인코더)의 역과정을 따를 수 있다. 도16의 각 구성요소는 소프트웨어, 하드웨어, 프로세서, 및/또는 그것들의 조합에 대응할 수 있다.

[0249] 디멀티플렉서(demultiplexer, 16000)는 컴프레스된 비트스트림을 디멀티플렉싱하여 컴프레스된 텍스처 이미지, 컴프레스된 지오메트리 이미지, 컴프레스된 오큐판시 맵, 컴프레스된 어실러리 패치 인포메이션을 출력한다.

[0250] 비디오 디컴프레션(video decompression, 16001, 16002) 또는 비디오 디컴프레서는 컴프레스된 텍스처 이미지 및 컴프레스된 지오메트리 이미지 각각을 디컴프레션(또는 디코딩)한다.

[0251] 오큐판시 맵 디컴프레션(occupancy map decompression, 16003) 또는 오큐판시 맵 디컴프레서는 컴프레스된 오큐

판시 맵을 디컴프레션한다.

- [0252] 어실러리 패치 인포 디컴프레션(auxiliary patch infor decompression, 16004) 또는 어실러리 패치 정보 디컴프레서는 어실러리 패치 정보를 디컴프레션한다.
- [0253] 지오메트리 리컨스트럭션(geometry reconstruction, 16005) 또는 지오메트리 리컨스트럭터는 디컴프레스된 지오메트리 이미지, 디컴프레스된 어큐판시 맵, 및/또는 디컴프레스된 어실러리 패치 정보에 기반하여 지오메트리 정보를 복원(재구성)한다. 예를 들어, 인코딩과정에서 변경된 지오메트리를 리컨스트럭션할 수 있다.
- [0254] 스무딩(smoothing, 16006) 또는 스무더는 재구성된 지오메트리에 대해 스무딩을 적용할 수 있다. 예를 들어, 스무딩 필터링이 적용될 수 있다.
- [0255] 텍스처 리컨스트럭션(texture reconstruction, 16007) 또는 텍스처 리컨스트럭터는 디컴프레스된 텍스처 이미지 및/또는 스무딩된 지오메트리로부터 텍스처를 재구성한다.
- [0256] 컬러 스무딩(color smoothing, 16008) 또는 컬러 스무더는 재구성된 텍스처로부터 컬러 값을 스무딩한다. 예를 들어, 스무딩 필터링이 적용될 수 있다.
- [0257] 그 결과, 재구성된 포인트 클라우드 데이터가 생성될 수 있다.
- [0258] 도면은 압축된 occupancy map, geometry image, texture image, auxiliary path information 복호화하여 point cloud를 재구성하기 위한 V-PCC의 decoding process를 도시하여 보여주고 있다. 같다. 실시예들에 따른 각 프로세스의 동작은 다음과 같다.
- [0259] 비디오 디컴프레션(Video decompression, 16001, 16002)
- [0260] 앞서 설명한 video compression의 역과정으로, HEVC, VVC 등의 2D 비디오 코덱 을 이용하여, 앞서 설명한 과정으로 생성된 geometry image, texture image, occupancy map image 등의 compressed bitstream을 복호화하는 과정이다.
- [0261] 도17은 실시예들에 따른 2D 비디오/이미지 디코더(2D Video/Image Decoder)의 예시를 나타낸다.
- [0262] 2D 비디오/이미지 디코더는 도15의 2D 비디오/이미지 인코더의 역과정을 따를 수 있다.
- [0263] 도17의 2D 비디오/이미지 디코더는 도16의 비디오 디컴프레션(Video decompression) 또는 비디오 디컴프레서의 실시예로서, 비디오/영상 신호의 디코딩이 수행되는 2D 비디오/이미지 디코더(17000)의 개략적인 블록도를 나타낸다. 2D 비디오/이미지 디코더(17000)는 도1의 포인트 클라우드 비디오 디코더에 포함될 수 있고, 또는 내/외부 컴포넌트로 구성될 수도 있다. 도17의 각 구성요소는 소프트웨어, 하드웨어, 프로세서 및/또는 그것들의 조합에 대응할 수 있다.
- [0264] 여기서 입력 비트스트림은 상술한 geometry image, texture image (attribute(s) image), occupancy map image 등에 대한 비트스트림을 포함할 수 있다. 복원 영상(또는 출력 영상, 디코딩된 영상)은 상술한 geometry image, texture image (attribute(s) image), occupancy map image에 대한 복원 영상을 나타낼 수 있다.
- [0265] 도면을 참조하면, 인터 예측부(17070) 및 인트라 예측부(17080)를 합쳐서 예측부라고 불릴 수 있다. 즉, 예측부는 인터 예측부(180) 및 인트라 예측부(185)를 포함할 수 있다. 역양자화부(17020), 역변환부(17030)를 합쳐서 레지듀얼 처리부라고 불릴 수 있다. 즉, 레지듀얼 처리부는 역양자화부(17020), 역변환부(17030)을 포함할 수 있다. 상술한 엔트로피 디코딩부(17010), 역양자화부(17020), 역변환부(17030), 가산부(17040), 필터링부(17050), 인터 예측부(17070) 및 인트라 예측부(17080)는 실시예에 따라 하나의 하드웨어 컴포넌트(예를 들어 디코더 또는 프로세서)에 의하여 구성될 수 있다. 또한 메모리(170)는 DPB(decoded picture buffer)를 포함할 수 있고, 디지털 저장 매체에 의하여 구성될 수도 있다.
- [0266] 비디오/영상 정보를 포함하는 비트스트림이 입력되면, 디코딩 장치(17000)는 도 0.2-1의 인코딩 장치에서 비디오/영상 정보가 처리된 프로세스에 대응하여 영상을 복원할 수 있다. 예를 들어, 디코딩 장치(17000)는 인코딩 장치에서 적용된 처리 유닛을 이용하여 디코딩을 수행할 수 있다. 따라서 디코딩의 처리 유닛은 예를 들어 코딩 유닛일 수 있고, 코딩 유닛은 코딩 트리 유닛 또는 최대 코딩 유닛으로부터 쿼드 트리 구조 및/또는 바이너리 트리 구조를 따라서 분할될 수 있다. 그리고, 디코딩 장치(17000)를 통해 디코딩 및 출력된 복원 영상 신호는 재생 장치를 통해 재생될 수 있다.
- [0267] 디코딩 장치(17000)는 인코딩 장치로부터 출력된 신호를 비트스트림 형태로 수신할 수 있고, 수신된 신호는 엔

트로피 디코딩부(17010)를 통해 디코딩될 수 있다. 예를 들어, 엔트로피 디코딩부(17010)는 비트스트림을 파싱하여 영상 복원(또는 픽처 복원)에 필요한 정보(ex. 비디오/영상 정보)를 도출할 수 있다. 예컨대, 엔트로피 디코딩부(17010)는 지수 곱셈 부호화, CAVLC 또는 CABAC 등의 코딩 방법을 기초로 비트스트림 내 정보를 디코딩하고, 영상 복원에 필요한 선택스 엘리먼트의 값, 레지듀얼에 관한 변환 계수의 양자화된 값 등을 출력할 수 있다. 보다 상세하게, CABAC 엔트로피 디코딩 방법은, 비트스트림에서 각 구문 요소에 해당하는 빈을 수신하고, 디코딩 대상 구문 요소 정보와 주변 및 디코딩 대상 블록의 디코딩 정보 혹은 이전 단계에서 디코딩된 심볼/빈의 정보를 이용하여 문맥(context) 모델을 결정하고, 결정된 문맥 모델에 따라 빈(bin)의 발생 확률을 예측하여 빈의 산술 디코딩(arithmetic decoding)을 수행하여 각 구문 요소의 값에 해당하는 심볼을 생성할 수 있다. 이때, CABAC 엔트로피 디코딩 방법은 문맥 모델 결정 후 다음 심볼/빈의 문맥 모델을 위해 디코딩된 심볼/빈의 정보를 이용하여 문맥 모델을 업데이트할 수 있다. 엔트로피 디코딩부(17010)에서 디코딩된 정보 중 예측에 관한 정보는 예측부(인터 예측부(17070) 및 인트라 예측부(265))로 제공되고, 엔트로피 디코딩부(17010)에서 엔트로피 디코딩이 수행된 레지듀얼 값, 즉 양자화된 변환 계수들 및 관련 파라미터 정보는 역양자화부(17020)로 입력될 수 있다. 또한, 엔트로피 디코딩부(17010)에서 디코딩된 정보 중 필터링에 관한 정보는 필터링부(17050)으로 제공될 수 있다. 한편, 인코딩 장치로부터 출력된 신호를 수신하는 수신부(미도시)가 디코딩 장치(17000)의 내/외부 엘리먼트로서 더 구성될 수 있고, 또는 수신부는 엔트로피 디코딩부(17010)의 구성요소일 수도 있다.

[0268] 역양자화부(17020)에서는 양자화된 변환 계수들을 역양자화하여 변환 계수들을 출력할 수 있다. 역양자화부(17020)는 양자화된 변환 계수들을 2차원의 블록 형태로 재정렬할 수 있다. 이 경우 재정렬은 인코딩 장치에서 수행된 계수 스캔 순서를 기반으로 재정렬을 수행할 수 있다. 역양자화부(17020)는 양자화 파라미터(예를 들어 양자화 스텝 사이즈 정보)를 이용하여 양자화된 변환 계수들에 대한 역양자화를 수행하고, 변환 계수들(transform coefficient)을 획득할 수 있다.

[0269] 역변환부(17030)에서는 변환 계수들을 역변환하여 레지듀얼 신호(레지듀얼 블록, 레지듀얼 샘플 어레이)를 획득하게 된다.

[0270] 예측부는 현재 블록에 대한 예측을 수행하고, 현재 블록에 대한 예측 샘플들을 포함하는 예측된 블록(predicted block)을 생성할 수 있다. 예측부는 엔트로피 디코딩부(17010)로부터 출력된 예측에 관한 정보를 기반으로 현재 블록에 인트라 예측이 적용되는지 또는 인터 예측이 적용되는지 결정할 수 있고, 구체적인 인트라/인터 예측 모드를 결정할 수 있다.

[0271] 인트라 예측부(265)는 현재 픽처 내의 샘플들을 참조하여 현재 블록을 예측할 수 있다. 참조되는 샘플들은 예측 모드에 따라 현재 블록의 주변(neighbor)에 위치할 수 있고, 또는 떨어져서 위치할 수도 있다. 인트라 예측에서 예측 모드들은 복수의 비방향성 모드와 복수의 방향성 모드를 포함할 수 있다. 인트라 예측부(265)는 주변 블록에 적용된 예측 모드를 이용하여, 현재 블록에 적용되는 예측 모드를 결정할 수도 있다.

[0272] 인터 예측부(17070)는 참조 픽처 상에서 움직임 벡터에 의해 특징되는 참조 블록(참조 샘플 어레이)을 기반으로, 현재 블록에 대한 예측된 블록을 유도할 수 있다. 이때, 인터 예측 모드에서 전송되는 움직임 정보의 양을 줄이기 위해 주변 블록과 현재 블록 간의 움직임 정보의 상관성에 기초하여 움직임 정보를 블록, 서브블록 또는 샘플 단위로 예측할 수 있다. 움직임 정보는 움직임 벡터 및 참조 픽처 인덱스를 포함할 수 있다. 움직임 정보는 인터 예측 방향(L0 예측, L1 예측, Bi 예측 등) 정보를 더 포함할 수 있다. 인터 예측의 경우에, 주변 블록은 현재 픽처 내에 존재하는 공간적 주변 블록(spatial neighboring block)과 참조 픽처에 존재하는 시간적 주변 블록(temporal neighboring block)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 인터 예측부(17070)는 주변 블록들을 기반으로 움직임 정보 후보 리스트를 구성하고, 수신한 후보 선택 정보를 기반으로 현재 블록의 움직임 벡터 및/또는 참조 픽처 인덱스를 도출할 수 있다. 다양한 예측 모드를 기반으로 인터 예측이 수행될 수 있으며, 예측에 관한 정보는 현재 블록에 대한 인터 예측의 모드를 지시하는 정보를 포함할 수 있다.

[0273] 가산부(17040)는 획득된 레지듀얼 신호를 인터 예측부(17070) 또는 인트라 예측부(265)로부터 출력된 예측 신호(예측된 블록, 예측 샘플 어레이)에 더함으로써 복원 신호(복원 픽처, 복원 블록, 복원 샘플 어레이)를 생성할 수 있다. 스킵 모드가 적용된 경우와 같이 처리 대상 블록에 대한 레지듀얼이 없는 경우, 예측된 블록이 복원 블록으로 사용될 수 있다.

[0274] 가산부(17040)는 복원부 또는 복원 블록 생성부라고 불릴 수 있다. 생성된 복원 신호는 현재 픽처 내 다음 처리 대상 블록의 인트라 예측을 위하여 사용될 수 있고, 후술하는 바와 같이 필터링을 거쳐서 다음 픽처의 인터 예측을 위하여 사용될 수도 있다.

- [0275] 필터링부(17050)는 복원 신호에 필터링을 적용하여 주관적/객관적 화질을 향상시킬 수 있다. 예를 들어 필터링부(17050)는 복원 픽처에 다양한 필터링 방법을 적용하여 수정된(modified) 복원 픽처를 생성할 수 있고, 수정된 복원 픽처를 메모리(17060), 구체적으로 메모리(17060)의 DPB에 전송할 수 있다. 다양한 필터링 방법은 예를 들어, 디블록킹 필터링, 샘플 적응적 오프셋(sample adaptive offset), 적응적 루프 필터(adaptive loop filter), 양방향 필터(bilateral filter) 등을 포함할 수 있다.
- [0276] 메모리(17060)의 DPB에 저장된 (수정된) 복원 픽처는 인터 예측부(17070)에서 참조 픽처로 사용될 수 있다. 메모리(17060)는 현재 픽처 내 움직임 정보가 도출된(또는 디코딩된) 블록의 움직임 정보 및/또는 이미 복원된 픽처 내 블록들의 움직임 정보를 저장할 수 있다. 저장된 움직임 정보는 공간적 주변 블록의 움직임 정보 또는 시간적 주변 블록의 움직임 정보로 활용하기 위하여 인터 예측부(17070)에 전달할 수 있다. 메모리(170)는 현재 픽처 내 복원된 블록들의 복원 샘플들을 저장할 수 있고, 인트라 예측부(17080)에 전달할 수 있다.
- [0277] 본 명세서에서, 인코딩 장치(100)의 필터링부(160), 인터 예측부(180) 및 인트라 예측부(185)에서 설명된 실시예들은 각각 디코딩 장치(17000)의 필터링부(17050), 인터 예측부(17070) 및 인트라 예측부(17080)에도 동일 또는 대응되도록 적용될 수 있다.
- [0278] 한편, 상술한 예측, 변환, 양자화 절차 중 적어도 하나가 생략될 수도 있다. 예를 들어, PCM(pulse coding mode)가 적용되는 블록에 대하여는 예측, 변환, 양자화 절차를 생략하고 디코딩된 샘플의 값이 그대로 복원 영상의 샘플로 사용될 수도 있다.
- [0279] occupancy 맵 디컴프레션(Occupancy map decompression, 16003)
- [0280] 앞서 설명한 occupancy map compression의 역과정으로, 압축된 occupancy map bitstream을 복호화하여 occupancy map을 복원하기 위한 과정이다.
- [0281] 어실러리 패치 인포 디컴프레션(Auxiliary patch info decompression, 16004)
- [0282] 앞서 설명한 auxiliary patch info compression의 역과정을 수행하고, 압축된 auxiliary patch info bitstream을 복호화하여 auxiliary patch info를 복원할 수 있다.
- [0283] 지오메트리 리컨struk션(Geometry reconstruction, 16005)
- [0284] 앞서 설명한 geometry image generation의 역과정이다. 먼저, 복원된 occupancy map 과 auxiliary patch info에 포함되는 patch의 2D 위치/크기 정보 및 block과 patch의 맵핑 정보를 이용하여 geometry image에서 patch를 추출한다. 이후 추출된 patch의 geometry image와 auxiliary patch info에 포함되는 patch의 3D 위치 정보를 이용하여 point cloud를 3차원 공간상에 복원한다. 하나의 patch내에 존재하는 임의의 점 (u, v)에 해당하는 geometry 값을  $g(u, v)$ 라 하고, patch의 3차원 공간상 위치의 normal 축, tangent 축, bitangent 축 좌표값을 (d0, s0, r0)라 할 때, 점 (u, v)에 맵핑되는 3차원 공간상 위치의 normal 축, tangent 축, bitangent 축 좌표값인  $d(u, v)$ ,  $s(u, v)$ ,  $r(u, v)$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.
- [0285]  $d(u, v) = d0 + g(u, v)$
- [0286]  $s(u, v) = s0 + u$
- [0287]  $r(u, v) = r0 + v$
- [0288] 스무딩(Smoothing, 16006)
- [0289] 앞서 설명한 encoding process에서의 smoothing과 동일하며, 압축 과정에서 발생하는 화질의 열화로 인해 patch 경계면에서 발생할 수 있는 불연속성을 제거하기 위한 과정이다.
- [0290] 텍스처 리컨struk션(Texture reconstruction, 16007)
- [0291] Smoothing된 point cloud를 구성하는 각 점들에 color 값을 부여하여 color point cloud를 복원하는 과정이다. 2.4에서 설명한 geometry reconstruction 과정에서의 geometry image와 point cloud의 맵핑 정보를 이용하여 2D 공간에서 geometry image에서와 동일한 위치의 texture image 픽셀에 해당되는 color 값들을, 3D 공간에서 동일한 위치에 대응되는 point cloud의 점에 부여함으로써 수행될 수 있다.
- [0292] 컬러 스무딩(Color smoothing, 16008)
- [0293] 앞서 설명한 geometry smoothing의 과정과 유사하며, 압축 과정에서 발생하는 화질의 열화로 인해 patch 경계면



에서 발생할 수 있는 color 값들의 불연속성을 제거하기 위한 작업이다. 다음과 같은 과정으로 수행될 수 있다.

- [0294] ① K-D tree 등을 이용하여 복원된 color point cloud를 구성하는 각 점들의 인접점들을 산출한다. 2.5절에서 설명한 geometry smoothing 과정에서 산출된 인접점 정보를 그대로 이용할 수도 있다.
- [0295] ② 각 점들에 대하여, 해당 점이 patch 경계면에 위치하는지를 판단한다. 2.5절에서 설명한 geometry smoothing 과정에서 산출된 경계면 정보를 그대로 이용할 수도 있다.
- [0296] ③ 경계면에 존재하는 점의 인접점들에 대하여, color 값의 분포를 조사하여 smoothing 여부를 판단한다. 일례로, 휘도값의 entropy가 경계 값 (threshold local entry) 이하일 경우 (유사한 휘도 값들이 많을 경우), edge가 아닌 부분으로 판단하여 smoothing을 수행할 수 있다. Smoothing의 방법으로 인접점들의 평균값으로 해당 점의 color값을 바꾸는 방법 등이 사용될 수 있다.
- [0297] 도18은 실시예들에 따른 송신 장치의 동작 흐름도의 예시를 나타낸다.
- [0298] 실시예들의 따른 송신 장치는 도1의 송신 장치, 도4의 인코딩 프로세스, 도15의 2D 비디오/이미지 인코더에 대응하거나 그것들의 동작을 일부/전부 수행할 수 있다. 송신 장치의 각 구성요소는 소프트웨어, 하드웨어, 프로세서 및/또는 그것들의 조합에 대응할 수 있다.
- [0299] V-PCC를 이용한 포인트 클라우드 데이터의 압축 및 전송을 위한 송신단의 동작 과정은 도면과 같은 수 있다.
- [0300] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 장치는 송신 장치 등으로 지칭될 수 있다.
- [0301] 패치 생성부(18000) 관련하여, 먼저, 포인트 클라우드(point cloud)의 2D 이미지 맵핑을 위한 패치 (patch)를 생성한다. 패치 생성의 결과물로 부가 패치 정보가 생성되며, 해당 정보는 지오메트리 이미지 (geometry image) 생성, 텍스처 이미지 (texture image) 생성, 스무딩 (smoothing)을 위한 지오메트리 복원과정에 사용될 수 있다.
- [0302] 패치 패킹부(18001) 관련하여, 생성된 패치들은 2D 이미지 안에 맵핑하는 패치 패킹 과정을 거치게 된다. 패치 패킹의 결과물로 오큐판시 맵 (occupancy map)을 생성할 수 있으며, 오큐판시 맵은 지오메트리 이미지 생성, 텍스처 이미지 생성, 스무딩을 위한 지오메트리 복원과정에 사용될 수 있다.
- [0303] 지오메트리 이미지 생성부(18002)는 부가 패치 정보와 오큐판시 맵을 이용하여 지오메트리 이미지를 생성하며, 생성된 지오메트리 이미지는 비디오 부호화를 통해 하나의 비트스트림 (bitstream)으로 부호화된다.
- [0304] 부호화 전처리(18003)는 이미지 패딩 절차를 포함할 수 있다. 생성된 지오메트리 이미지 또는 부호화된 지오메트리 비트스트림을 복호화하여 재생성된 지오메트리 이미지는 3차원 지오메트리 복원에 사용될 수 있고 이후 스무딩 과정을 거칠 수 있다.
- [0305] 텍스처 이미지 생성부(18004)는 (스무딩된) 3차원 지오메트리와 포인트 클라우드, 부가 패치 정보 및 오큐판시 맵을 이용하여 텍스처 이미지를 생성할 수 있다. 생성된 텍스처 이미지는 하나의 비디오 비트스트림으로 부호화될 수 있다.
- [0306] 메타데이터 부호화부(18005)는 부가 패치 정보를 하나의 메타데이터 비트스트림으로 부호화할 수 있다.
- [0307] 비디오 부호화부(18006)는 오큐판시 맵을 하나의 비디오 비트스트림으로 부호화할 수 있다.
- [0308] 다중화부(18007)는 생성된 지오메트리, 텍스처 이미지, 오큐판시 맵의 비디오 비트스트림과 부가 패치 정보 메타데이터 비트스트림은 하나의 비트스트림으로 다중화한다.
- [0309] 송신부(18008)는 비트스트림을 수신단에 전송될 수 있다. 또는 생성된 지오메트리, 텍스처 이미지, 오큐판시 맵의 비디오 비트스트림과 부가 패치 정보 메타데이터 비트스트림은 하나 이상의 트랙 데이터로 파일이 생성되거나 세그먼트로 인캡슐레이션 되어 송신부를 통해 수신단에 전송 될 수 있다.
- [0310] 도19는 실시예들에 따른 수신 장치의 동작 흐름도의 예시를 나타낸다.
- [0311] 실시예들에 따른 수신 장치는 도1의 수신 장치, 도16의 디코딩 프로세스, 도17의 2D 비디오/이미지 인코더에 대응하거나 그것들의 동작을 일부/전부 수행할 수 있다. 수신 장치의 각 구성요소는 소프트웨어, 하드웨어, 프로세서 및/또는 그것들의 조합에 대응할 수 있다.
- [0312] V-PCC를 이용한 포인트 클라우드 데이터의 수신 및 복원을 위한 수신단의 동작 과정은 도면과 같은 수 있다. V-PCC 수신단의 동작은 도18의 V-PCC 송신단의 동작의 역과정을 따를 수 있다.

- [0313] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 장치는 수신 장치 등으로 지칭될 수 있다.
- [0314] 수신된 포인트 클라우드의 비트스트림은 파일/세그먼트 디캡슐레이션 후 압축된 지오메트리 이미지, 텍스처 이미지, 오큐판시 맵의 비디오 비트스트림들과 부가 패치 정보 메타데이터 비트스트림으로 역다중화부(19000)에 의해 역다중화된다. 비디오 복호화부(19001)와 메타데이터 복호화부(19002)는 역다중화된 비디오 비트스트림들과 메타데이터 비트스트림을 복호화한다. 지오메트리 복원부(19003)에 의해 복호화된 지오메트리 이미지와 오큐판시 맵 및 부가 패치 정보를 이용하여 3차원 지오메트리가 복원되며 이후 스무더(19004)에 의한 스무딩 과정을 거친다. 스무딩된 3차원 지오메트리에 텍스처 이미지를 이용하여 컬러값을 부여함으로써 컬러 포인트 클라우드 영상/픽처가 텍스처 복원부(19005)에 의해 복원될 수 있다. 이후 객관적/주관적 비주얼 퀄리티 향상을 위하여 컬러 스무딩 (color smoothing)과정을 추가적으로 수행할 수 있으며, 이를 통하여 도출된 수정된(modified) 포인트 클라우드 영상/픽처는 렌더링 과정을 통하여(ex. by 포인트 클라우드 렌더러)를 통해 사용자에게 보여진다. 한편, 컬러 스무딩 과정은 경우에 따라 생략될 수 있다.
- [0315] 도20은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송수신 방법/장치와 연동 가능한 구조의 예시를 나타낸다.
- [0316] 실시예들에 따른 구조는 서버(2360), 로봇(2010), 자율 주행 차량(2020), XR 장치(2030), 스마트폰(2040), 가전(2050) 및/또는 HMD(2070) 중에서 적어도 하나 이상이 클라우드 네트워크(2010)와 연결된다. 여기서, 로봇(2010), 자율 주행 차량(2020), XR 장치(2030), 스마트폰(2040) 또는 가전(2050) 등을 장치라 칭할 수 있다. 또한, XR 장치(2030)는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 (PCC) 장치에 대응되거나 PCC장치와 연동될 수 있다.
- [0317] 클라우드 네트워크(2000)는 클라우드 컴퓨팅 인프라의 일부를 구성하거나 클라우드 컴퓨팅 인프라 안에 존재하는 네트워크를 의미할 수 있다. 여기서, 클라우드 네트워크(2000)는 3G 네트워크, 4G 또는 LTE(Long Term Evolution) 네트워크 또는 5G 네트워크 등을 이용하여 구성될 수 있다.
- [0318] 서버(2360)는 로봇(2010), 자율 주행 차량(2020), XR 장치(2030), 스마트폰(2040), 가전(2050) 및/또는 HMD(2070) 중에서 적어도 하나 이상과 클라우드 네트워크(2000)를 통하여 연결되고, 연결된 장치들(2010 내지 2070)의 프로세싱을 적어도 일부를 도울 수 있다.
- [0319] HMD (Head-Mount Display)(2070)는 실시예들에 따른 XR 디바이스 및/또는 PCC 디바이스가 구현될 수 있는 타입 중 하나를 나타낸다. 실시예들에 따른HMD 타입의 디바이스는, 커뮤니케이션 유닛, 컨트롤 유닛, 메모리 유닛, I/O 유닛, 센서 유닛, 그리고 파워 공급 유닛 등을 포함한다.
- [0320] 이하에서는, 상술한 기술이 적용되는 장치(2010 내지 2070)의 다양한 실시 예들을 설명한다. 여기서, 도20에 도시된 장치(2000 내지 2700)는 상술한 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송수신 장치와 연동/결합될 수 있다.
- [0321] <PCC+XR> XR/PCC 장치(2030)는 PCC 및/또는 XR(AR+VR) 기술이 적용되어, HMD(Head-Mount Display), 차량에 구비된 HUD(Head-Up Display), 텔레비전, 휴대폰, 스마트 폰, 컴퓨터, 웨어러블 디바이스, 가전 기기, 디지털 사이니지, 차량, 고정형 로봇이나 이동형 로봇 등으로 구현될 수도 있다.
- [0322] XR/PCC 장치(2030)는 다양한 센서들을 통해 또는 외부 장치로부터 획득한 3차원 포인트 클라우드 데이터 또는 이미지 데이터를 분석하여 3차원 포인트들에 대한 위치 데이터 및 속성 데이터를 생성함으로써 주변 공간 또는 현실 객체에 대한 정보를 획득하고, 출력할 XR 객체를 렌더링하여 출력할 수 있다. 예컨대, XR/PCC 장치(2030)는 인식된 물체에 대한 추가 정보를 포함하는 XR 객체를 해당 인식된 물체에 대응시켜 출력할 수 있다.
- [0323] <PCC+자율주행+XR> 자율 주행 차량(2020)은 PCC 기술 및 XR 기술이 적용되어, 이동형 로봇, 차량, 무인 비행체 등으로 구현될 수 있다.
- [0324] XR/PCC 기술이 적용된 자율 주행 차량(2020)은 XR 영상을 제공하는 수단을 구비한 자율 주행 차량이나, XR 영상 내에서의 제어/상호작용의 대상이 되는 자율 주행 차량 등을 의미할 수 있다. 특히, XR 영상 내에서의 제어/상호작용의 대상이 되는 자율 주행 차량(2020)은 XR 장치(2030)와 구분되며 서로 연동될 수 있다.
- [0325] XR/PCC영상을 제공하는 수단을 구비한 자율 주행 차량(2020)은 카메라를 포함하는 센서들로부터 센서 정보를 획득하고, 획득한 센서 정보에 기초하여 생성된 XR/PCC 영상을 출력할 수 있다. 예컨대, 자율 주행 차량은 HUD를 구비하여 XR/PCC 영상을 출력함으로써, 탑승자에게 현실 객체 또는 화면 속의 객체에 대응되는 XR/PCC 객체를 제공할 수 있다.

- [0326] 이때, XR/PCC 객체가 HUD에 출력되는 경우에는 XR/PCC 객체의 적어도 일부가 탑승자의 시선이 향하는 실제 객체에 오버랩되도록 출력될 수 있다. 반면, XR/PCC 객체가 자율 주행 차량의 내부에 구비되는 디스플레이에 출력되는 경우에는 XR/PCC 객체의 적어도 일부가 화면 속의 객체에 오버랩되도록 출력될 수 있다. 예컨대, 자율 주행 차량은 차로, 타 차량, 신호등, 교통 표지판, 이륜차, 보행자, 건물 등과 같은 객체와 대응되는 XR/PCC 객체들을 출력할 수 있다.
- [0327] 실시예들에 의한 VR (Virtual Reality) 기술, AR (Augmented Reality) 기술, MR (Mixed Reality) 기술 및/또는 PCC(Point Cloud Compression)기술은, 다양한 디바이스에 적용 가능하다.
- [0328] 즉, VR 기술은, 현실 세계의 객체나 배경 등을 CG 영상으로만 제공하는 디스플레이 기술이다. 반면, AR 기술은, 실제 사물 영상 위에 가상으로 만들어진 CG 영상을 함께 보여 주는 기술을 의미한다. 나아가, MR 기술은, 현실세계에 가상 객체들을 섞고 결합시켜서 보여준다는 점에서 전술한 AR 기술과 유사하다. 그러나, AR 기술에서는 현실 객체와 CG 영상으로 만들어진 가상 객체의 구별이 뚜렷하고, 현실 객체를 보완하는 형태로 가상 객체를 사용하는 반면, MR 기술에서는 가상 객체가 현실 객체와 동등한 성격으로 간주된다는 점에서 AR 기술과는 구별이 된다. 보다 구체적으로 예를 들면, 전술한 MR 기술이 적용된 것이 홀로그램 서비스 이다.
- [0329] 다만, 최근에는 VR, AR, MR 기술을 명확히 구별하기 보다는 XR (extended Reality) 기술로 부르기도 한다. 따라서, 본 발명의 실시예들은 VR, AR, MR, XR 기술 모두에 적용 가능하다. 이런 한 기술은 PCC, V-PCC, G-PCC 기술 기반 인코딩/디코딩이 적용될 수 있다.
- [0330] 실시예들에 따른 PCC방법/장치는 자율 주행 서비스를 제공하는 차량에 적용될 수 있다.
- [0331] 자율 주행 서비스를 제공하는 차량은 PCC 디바이스와 유/무선 통신이 가능하도록 연결된다.
- [0332] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 (PCC) 송수신 장치는 차량과 유/무선 통신이 가능하도록 연결된 경우, 자율 주행 서비스와 함께 제공할 수 있는 AR/VR/PCC 서비스 관련 콘텐츠 데이터를 수신/처리하여 차량에 전송할 수 있다. 또한 포인트 클라우드 데이터 송수신 장치 차량에 탑재된 경우, 포인트 클라우드 송수신 장치는 사용자 인터페이스 장치를 통해 입력된 사용자 입력 신호에 따라 AR/VR/PCC 서비스 관련 콘텐츠 데이터를 수신/처리하여 사용자에게 제공할 수 있다. 실시예들에 따른 차량 또는 사용자 인터페이스 장치는 사용자 입력 신호를 수신할 수 있다. 실시예들에 따른 사용자 입력 신호는 자율 주행 서비스를 지시하는 신호를 포함할 수 있다.
- [0333] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신장치/방법(이하, 송신장치/방법)은 도1 송신 장치(1000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 과일/세그먼트 인캡슐레이터(10003), 트랜스미터(10004), 도4 인코더, 도15 인코더, 도18 송신 장치, 도20 XR디바이스(2030), 도21의 송신장치/방법, 도23의 송신장치/방법, 도55의 송신장치/방법, 도57의 송신장치/방법, 도77의 송신장치/방법 및/또는 도79의 송신장치/방법과 대응할 수 있다. 또한, 실시예들에 따른 송신장치/방법은 본 문서에서 설명하는 실시예들의 일부 또는 전체 구성 요소들 간의 연결 또는 조합에 의한 것일 수 있다.
- [0334] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신장치/방법(이하, 수신장치/방법)은 도1 수신 장치(10005), 포인트 클라우드 비디오 디코더(10008), 과일/세그먼트 디캡슐레이터(10007), 리시버(10006), 도16-17 디코더, 도19 수신 장치, 도20 XR디바이스(2030), 도22의 수신장치/방법, 도26의 수신장치/방법, 도56의 수신장치/방법, 도67의 수신장치/방법, 도78의 수신장치/방법 및/또는 도80의 수신장치/방법과 대응할 수 있다. 또한, 실시예들에 따른 수신장치/방법은 본 문서에서 설명하는 실시예들의 일부 또는 전체 구성 요소들 간의 연결 또는 조합에 의한 것일 수 있다.
- [0335] 실시예들에 따른 방법/장치는 비디오 부호화기 기반 메쉬 기하정보 압축 방법(Mesh geometry data compression based on video encoding)를 포함하고 수행할 수 있다.
- [0336] 실시예들에 따른 방법/장치는 기존 2D 비디오 코덱 (Video codec)을 이용하여 3차원 포인트 클라우드 (Point cloud) 데이터를 압축하는 방법인 Video-based Point Cloud Compression (V-PCC) 방식에 별도의 인코더/디코더를 추가하여 메쉬(mesh) 정보를 부호화/복호화 하는 메쉬 코딩에 관한 것이다. 메쉬 데이터를 단순화 하여 기본 계층에서 저해상도 메쉬를 압축 및 복원하고, 향상 계층에서 메쉬를 분할하여 고해상도 메쉬를 복원하는 구조를 제안한다. 메쉬의 스케일러블 전송을 통해 네트워크 대역폭과 메쉬 데이터를 사용하는 application에서 사용자 요구에 적합하게 데이터량과 화질을 조절하여 전송함으로써 전송 효율을 향상 시킬 수 있다.
- [0337] 실시예들에 따른 방법/장치는 메쉬 코딩을 기반으로 하는 부호화/복호화 단계에서, 한 프레임 내 연결 정보들을 다수개의 연결정보패치로 분할하고 이 연결정보패치 단위로 부호화/복호화를 수행하는 구조와 syntax 및

semantics정보를 제안한다. 또한 이를 적용한 송신기와 수신기의 동작에 대해 설명한다.

- [0338] 도21은 실시예들에 따른 송신장치/방법을 나타낸다.
- [0339] 도22는 실시예들에 따른 수신장치/방법을 나타낸다.
- [0340] 도21 및 도22을 참조하면, 기존 V-PCC 표준에 별도의 인코더와 디코더가 추가될 수 있다. 추가된 각 인코더와 디코더에서는 메쉬 정보의 정점 연결정보를 부호화 및 복호화하여 비트스트림으로 전송할 수 있다. 종래의 메쉬 압축 구조는 부호화기에 입력된 메쉬 프레임에 대하여 양자화율에 따라 하나의 비트스트림으로 부호화를 수행한다. 따라서, 미리 압축 되어있는 메쉬 프레임을 전송하고자 할 때의 네트워크 상황 또는 수신 디바이스 해상도에 상관없이 부호화에 의해 정해진 비트율(또는 화질)을 갖는 메쉬 프레임을 전송하거나, 원하는 비트율로 트랜스코딩을 수행하여 전송해야 하는 한계가 있다. 메쉬 프레임의 전송량을 가변적으로 조절하기 위해 메쉬 프레임을 여러 비트율로 각각 부호화 하여 저장하고 있을 경우, 저장에 필요한 메모리 용량과 부호화 시간이 크게 증가하는 단점이 있다. 실시예들에 따른 송수신 장치는 위와 같은 단점은 최소화 하면서 부호화 되어있는 프레임의 전송량을 가변적으로 조절하기 위한 방법으로 스케일러블 메쉬 압축 구조를 제안한다.
- [0341] 실시예들에 따른 장치/방법은 스케일러블 메쉬 구조로서 기본 계층에서 저해상도 메쉬를 복원하고 항상 계층에서 메쉬 분할 정보를 전송 받아 고해상도 메쉬로 복원하는 구조를 제안한다. 또한, 항상 계층에서 패치 단위로 메쉬 분할 방법을 파싱할 수 있고, 패치 내에서 삼각형 팬, 삼각형 스트립, 삼각형 단위로 메쉬 분할을 수행할 수 있다.
- [0342] 본 문서에서 사용하는 V-PCC (Video-based Point Cloud Compression)용어는 V3C (Visual Volumetric Video-based Coding)와 같은 의미로 사용될 수 있으며, 두 용어는 서로 혼용되어 사용될 수 있다. 따라서, 본 문서에서 V-PCC용어는 V3C 용어로 해석될 수 있다.
- [0343] 도23은 실시예들에 따른 송신장치(또는, 인코더)/방법을 나타낸다. 실시예들에 따른 송신장치는 인코더 또는 메쉬 데이터 인코더로 지칭될 수 있다. 도23은 송신장치가 포함하는 구성요소들을 나타내면서, 각 구성요소에 의한 데이터의 처리 과정을 나타내므로 송신방법을 나타낼 수 있다.
- [0344] 도23을 참조하면, 실시예들에 따른 송신장치(또는, 인코더)의 기본 계층은 3D 패치 생성부, 패치 패킹부, 부가 정보 부호화부, 정점 점유지도 생성부, 정점 색상이미지 생성부, 정점 기하이미지 생성부, 정점 점유지도 부호화부, 정점 색상이미지 부호화부, 정점 기하이미지 부호화부, 연결정보 수정부, 연결정보 패치 구성부, 연결정보 부호화부, 정점 인덱스 맵핑 정보 생성부, 정점 기하정보 복호화부 및/또는 메쉬 복원부를 포함할 수 있다. 또한, 송신장치의 항상 계층은 메쉬분할정보 도출부 및/또는 메쉬 단순화부를 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 송신장치는 기본 계층 또는 항상 계층에 해당하는 구성 요소들을 함께 포함할 수 있다.
- [0345] 도23을 참조하면, 저해상도 메쉬는 정점 기하정보, 정점 색상정보 및 연결정보를 포함한다. 정점 기하정보는 X, Y, Z 값을 포함하고, 정점 색상정보는 R, G, B 값을 포함할 수 있다. 연결정보는 정점 간 연결 관계에 대한 정보를 나타낸다.
- [0346] 3D 패치 생성부는 정점 기하정보 및 정점 색상정보를 사용하여 3D 패치를 생성한다. 연결정보 패치 구성부는 연결정보 수정부를 통해 수정된 연결정보와 3D 패치를 사용하여 연결정보 패치를 구성한다. 연결정보 패치는 연결정보 부호화부에서 부호화되고, 정점 인덱스 맵핑 정보 생성부는 정점 인덱스 맵핑 정보를 생성하며, 연결정보 비트스트림을 생성한다.
- [0347] 패치 패킹부는 3D 패치 생성부에서 생성된 3D 패치를 패킹한다. 패치 패킹부는 패치 정보를 생성하며, 패치 정보는 정점 점유지도 생성부, 정점 색상이미지 생성부 및 정점 기하이미지 생성부에서 사용될 수 있다. 정점 점유지도 생성부는 패치 정보를 기반으로 정점 점유지도를 생성하고, 생성된 정점 점유지도는 정점 점유지도 부호화부에서 부호화되어 점유지도 비트스트림을 구성한다. 정점 색상이미지 생성부는 패치 정보를 기반으로 정점 색상이미지를 생성하고, 생성된 정점 색상이미지는 정점 색상이미지 부호화부에서 부호화되어 색상정보 비트스트림을 구성한다. 정점 기하이미지 생성부는 패치 정보를 기반으로 정점 기하이미지를 생성하고, 생성된 정점 기하이미지는 정점 기하이미지 부호화부에서 부호화되어 기하정보 비트스트림을 구성한다. 부가정보는 부가정보 부호화부에서 부호화되어 부가정보 비트스트림을 구성할 수 있다.
- [0348] 부가정보 비트스트림 및 기하정보 비트스트림은 정점 기하정보 복호화부에서 복원되고, 복원된 기하정보는 연결정보 수정부로 전달될 수 있다. 점유지도 비트스트림, 색상정보 비트스트림, 부가정보 비트스트림, 기하정보 비트스트림, 연결정보 비트스트림은 기본 계층 메쉬 복원부에서 메쉬로 복원되고, 복원된 메쉬는 항상 계층의 메



쉬 분할 정보 도출부로 전달될 수 있다. 메쉬 분할 정보 도출부는 기본 계층에서 복원된 메쉬를 분할하여 원본 메쉬와 비교하고, 가장 원본 메쉬와 차이가 적은 분할 방법에 대하여 분할 정보를 도출할 수 있다. 메쉬 분할 정보 도출부에서 생성한 정보는 항상 계층 비트스트림으로 구성될 수 있다.

- [0349] 실시예들에 따른 송신장치는 도23과 같이 스케일러블 메쉬 부호화기에 입력된 원본 메쉬를 단순화하여 저해상도 메쉬를 출력할 수 있다. 저해상도 메쉬는 기본계층에서 기존의 압축 과정이 수행되고 기본 계층에서 복원된 저해상도 메쉬를 고해상도 메쉬로 분할하기 위한 분할정보를 도출하여 항상계층 비트스트림으로 전송 될 수 있다. 이 때 복원된 메쉬의 패치단위로 메쉬 분할 여부를 도출할 수 있고, 패치 분할이 수행되는 경우 수행 기본 단위인 서브메쉬 종류(삼각형, 삼각형 팬, 삼각형 스트립)가 결정될 수 있다.
- [0350] 도23을 참조하면, 3D 패치 생성부는, 정점 기하정보 및/또는 정점 색상정보 및/또는 법선정보 및/또는 연결정보를 입력으로 받아 해당 정보를 기반으로 다수개의 3D 패치로 분할할 수 있다. 분할된 3D 패치 각각에 대하여 최적의 정사영 평면은 법선정보 및/또는 색상정보 등에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0351] 패치 패킹부는, 3D 패치 생성부로부터 결정된 패치들을  $W \times H$ 의 이미지 공간에서 겹치지 않고 패킹될 위치를 결정한다. 실시 예에 따라 각각의 패치는  $W \times H$ 의 이미지 공간을  $M \times N$ 의 그리드로 분할했을 때  $M \times N$  공간에 하나의 패치만 존재하도록 패킹할 수 있다.
- [0352] 부가정보 부호화부는, 패치당 결정된 정사영 평면 인덱스 및/또는 해당 패치의 2D 바운딩 박스 위치( $u_0, v_0, u_1, v_1$ ) 및/또는 패치의 바운딩 박스를 기준으로 3D 복원 위치 ( $x_0, y_0, z_0$ ) 및/또는  $W \times H$ 의 이미지 공간에서  $M \times N$  단위의 패치 인덱스맵 등을 부호화할 수 있다.
- [0353] 정점 기하이미지 생성부는, 패치 패킹부에서 생성된 패치정보를 기반으로 각각의 정점이 정사영 된 평면까지의 거리를 단일 채널 이미지로 구성하여 생성한다.
- [0354] 정점 색상이미지 생성부는, 원본 mesh 데이터에 정점 색상정보가 존재하는 경우 정사영 된 패치의 정점 색상정보를 이미지로 생성한다.
- [0355] 2D 비디오 부호화부는, 정점 기하이미지 생성부와 정점 색상이미지 생성부에서 생성된 이미지를 부호화할 수 있다.
- [0356] 정점 기하정보 복호화부는, 부호화된 부가정보와 기하정보를 복원하여 복원된 정점 기하정보를 생성할 수 있다.
- [0357] 정점 점유지도 생성부는, 패치 패킹부에서 생성된 패치정보를 기반으로 정점이 투영된 픽셀의 값을 1, 비어있는 픽셀의 값을 0으로 하는 지도를 생성할 수 있다.
- [0358] 정점 점유지도 부호화부는 패치 패킹부에서 결정된 패치들이 위치하는 이미지 공간에서 해당 픽셀에 정사영된 정점이 있는지 유무를 나타내는 이진 이미지를 부호화한다. 실시 예에 따라 점유지도 이진 이미지는 2D 비디오 부호화기를 통해 부호화될 수 있다.
- [0359] 연결정보 수정부는, 복원된 정점 기하정보를 참고하여 연결정보를 수정할 수 있다.
- [0360] 연결정보 패치 구성부는, 3D 패치 생성부에서 입력 포인트를 한 개 이상의 3D 정점 패치로 분할하는 과정에서 생성된 포인트 분할 정보를 이용하여 연결정보를 한 개 이상의 연결정보 패치로 분할할 수 있다.
- [0361] 연결정보 부호화부는, 연결정보를 패치 단위로 부호화할 수 있다.
- [0362] 정점 인덱스 맵핑 정보 생성부는, 연결정보의 정점 인덱스와 이에 대응되는 복원된 정점 인덱스를 맵핑하는 정보를 생성할 수 있다
- [0363] 도 23의 메쉬 단순화부는 스케일러블 메쉬 부호화기에 입력된 메쉬를 단순화하여 저해상도 메쉬를 출력할 수 있다. 메쉬 단순화 과정은 다음과 같이 수행할 수 있다.
- [0364] 실시예들에 따른 송신장치는 메시 단순화부에서 원본메쉬 데이터를 단순화하여 저해상도 메쉬 데이터를 출력할 수 있다.
- [0365] 도24는 실시예들에 따른 메쉬 단순화 과정의 예시를 나타낸다.
- [0366] 실시예들에 따른 송신장치(또는, 부호화기)는 입력된 메쉬(도 24의 (a)) 내 정점들을 다수개의 집합으로 그룹핑을 수행하고, 각 그룹에서 대표 정점을 도출할 수 있다. 대표 정점은 그룹 내 특정 정점일 수 있고(도 24의 (b)), 또는 그룹 내 정점들의 기하정보를 가중 합산하여 새롭게 생성한 정점(도 24의 (c))일 수 있다. 그룹핑과

그룹 내에서 대표 정점을 선정하는 과정은 다음의 방법으로 수행될 수 있다.

- [0367] 실시예들에 따른 송신장치(또는, 부호화기)는 그룹의 중점 간 거리가 임계치 이상이고 각 그룹이 균일한 모양을 갖도록 그룹핑을 수행할 수 있다. 임계치는 인코더에서 지정된 특정 중요 영역과 비 중요 영역에서 수치가 달리 설정될 수 있다. 각 그룹 내에서 가장 중앙에 있는 정점이 대표 정점으로 선택될 수 있고(도 24의 (b)), 또는 그룹 내 모든 정점을 평균 내어 대표 정점들 도출할 수 있다(도 24의 (c)).
- [0368] 실시예들에 따른 송신장치/방법은 대표 정점 외의 나머지 정점들은 삭제한 후, 대표 정점들 간 연결관계를 새롭게 정의하여 저해상도 메쉬를 생성할 수 있다. 생성된 저해상도 메쉬는 기본계층에서 부호화 될 수 있다.
- [0369] 실시예들에 따른 송신장치/방법은 정점들을 그룹핑하고, 그룹 당 대표 정점을 선택하거나 새롭게 생성하고, 대표 정점을 연결하여 저해상도 메쉬를 생성할 수 있다.
- [0370] 도 23에서 메쉬 분할정보 도출부는 기본 계층에서 부호화되고 복원된 저해상도 메쉬를 고해상도 메쉬로 분할하기 위한 분할 정보를 도출할 수 있다. 복원된 저해상도 메쉬를 분할하여 생성된 고해상도 메쉬와 원본 메쉬의 차이가 작아지는 것을 목적으로 메쉬 분할 정보를 도출할 수 있다.
- [0371] 실시예들에 따른 장치/방법은 향상계층의 복원 여부 결정부로부터 부호화 및 전송 여부(is\_enhancement\_layer\_coded)를 참고하여 복원된 저해상도 메쉬의 패치 단위로 메쉬 분할 여부(split\_mesh\_flag)를 도출할 수 있다.
- [0372] 패치에 분할이 수행되는 경우 분할을 수행할 기본단위인 서브메쉬 종류(submesh\_type\_idx)와 서브메쉬 분할 종류(submesh\_split\_type\_idx)를 결정할 수 있다.
- [0373] 메쉬 분할 여부(split\_mesh\_flag), 서브메쉬 종류(submesh\_type\_idx), 서브메쉬 분할 종류(submesh\_split\_type\_idx) 등의 정보는 enhancement\_layer\_patch\_information\_data의 syntax를 통해 전송될 수 있고, enhancement\_layer\_tile\_data\_unit에서 함수 형태로 호출되어 전송될 수 있다.
- [0374] 실시예들에 따른 송신장치/방법은 서브메쉬를 분할하기 위하여 서브메쉬 내 한 개 이상의 정점을 추가하고 정점 간 연결정보를 새로 정의할 수 있다. 서브메쉬 분할 시 추가되는 정점의 개수(split\_num) 또는 분할 깊이(split\_depth)를 결정할 수 있다. 추가 정점의 기하정보를 도출하기 위하여, 기존 정점의 기하정보를 가중 합산하여 추가 정점의 초기 기하정보를 도출할 수 있고, 초기 기하정보에 오프셋을 합산하여 최종 기하정보를 도출할 수 있다. 추가 정점들과 기존 정점들 간의 연결관계를 새로 정의하여 생성된 고해상도 메쉬와 원본 메쉬 간의 차이가 적어지는 것을 목적으로 하여 오프셋이 결정될 수 있다. 오프셋은 x, y, z 축에 대하여 각각 오프셋 값(delta\_geometry\_x, delta\_geometry\_y, delta\_geometry\_z) 또는 오프셋 인덱스(delta\_geometry\_idx)일 수 있다. 오프셋은 x, y, z축들 중 2개 이상의 축의 오프셋 조합의 인덱스일 수 있다. 서브메쉬 분할 시에 추가되는 정점의 개수(split\_num), 분할 깊이(split\_depth), 오프셋 값(delta\_geometry\_x, delta\_geometry\_y, delta\_geometry\_z), 오프셋 인덱스(delta\_geometry\_idx) 등의 정보들은 submesh\_split\_data의 syntax를 통해 시그널링 정보로 전송될 수 있다.
- [0375] 도25는 실시예들에 따른 서브메쉬가 삼각형인 경우 추가 정점의 초기 위치 및 오프셋의 예시를 나타낸다.
- [0376] 도25를 참조하면, 서브메쉬가 삼각형이고 삼각형 엣지의 중점 분할을 통해서 추가 정점의 초기 위치가 도출될 수 있다. 각 추가 정점과 가장 가까운 n개의 원본메쉬 정점을 선택할 수 있고, 선택한 정점들의 평균 기하정보와 추가 정점의 기하정보의 차이가 오프셋일 수 있다.
- [0377] 도25를 참조하면, 기본 계층에서 복원된 저해상도 메쉬의 정점을 기반으로 추가 정점을 생성하고, 추가 정점의 오프셋 정보를 도출할 수 있다.
- [0378] 도26은 실시예들에 따른 수신장치의 예시이다.
- [0379] 실시예들에 따른 수신장치는 도26과 같이 기본 계층에서 복원된 저해상도 메쉬를 가지고 메쉬 분할부를 통해 표면 색상을 복원하고 고해상도 메쉬로 복원할 수 있다. 메쉬 분할부의 서브메쉬 분할 수행 모듈로는 삼각형 팬 정점 분할 방법, 삼각형 팬 엣지 방법, 삼각형 분할 방법, 스트립 분할 방법이 있다.
- [0380] 도26을 참조하면, 실시예들에 따른 수신장치(또는, 디코더)의 기본 계층은 부가정보 복호화부, 기하이미지 2D 비디오 복호화부, 색상이미지 2D 비디오 복호화부, 법선정보 복호화부, 연결정보 복호화부, 정점 기하정보/색상 정보 복호화부, 정점 인덱스 맵핑부, 정점 순서 정렬부 및/또는 메쉬 복원부를 포함할 수 있다. 또한, 수신장치의 향상 계층은 메쉬 분할정보 복호화부, 메쉬 분할부 및/또는 표면색상 복원부를 포함할 수 있다.

- [0381] 부가정보 비트스트림은 부가정보 복호화부에서 복호화되고, 복원된 부가정보는 정점 기하정보/ 정점 색상정보 복원부에서 기하정보와 색상정보를 복원하는데 사용된다. 기하정보 비트스트림은 기하이미지 복호화부에서 복호화되며, 복원된 기하이미지는 정점 기하정보/ 정점 색상정보 복원부에서 기하정보와 색상정보를 복원하는데 사용된다. 색상정보 비트스트림은 색상이미지 복호화부에서 복호화되며, 복원된 색상이미지는 정점 기하정보/ 정점 색상정보 복원부에서 기하정보와 색상정보를 복원하는데 사용된다. 복원된 기하정보와 색상정보는 정점 순서 정렬부를 거쳐 메쉬 복원부에서 저해상도 메쉬 복원에 사용된다.
- [0382] 법선정보 비트스트림은 법선정보 복호화부에서 복호화되고, 복원된 법선정보는 메쉬 복원부에서 저해상도 메쉬 복원에 사용된다. 연결정보 비트스트림은 연결정보 복호화부에서 복호화되고, 복원된 연결정보는 메쉬 복원부에서 저해상도 메쉬 복원에 사용된다.
- [0383] 메쉬 분할정보 비트스트림(도23의 항상 계층 비트스트림)은 메쉬 분할정보 복호화부에서 복호화되고, 메쉬 분할 정보는 메쉬 분할부에서 고해상도 메쉬를 복원하는데 사용된다. 고해상도 메쉬는 표면 색상 복원부를 거쳐 복원된 메쉬 데이터가 된다.
- [0384] 도26의 메쉬분할부는 복원된 저해상도 메쉬를 서브메쉬 단위로 분할하여 고해상도 메쉬를 생성할 수 있다. 메쉬 분할부는 도 27과 같이 수행될 수 있다.
- [0385] 도27은 실시예들에 따른 메쉬분할부의 예시이다.
- [0386] 실시예들에 따른 메쉬분할부(도26 참조)는 도27 내지 도49에서 설명하는 메쉬 분할 방법에 기초하여 메쉬 데이터를 분할할 수 있다. 즉, 저해상도로 단순화된 메쉬 데이터를 원본과 가까운 고해상도 메쉬 데이터로 복원할 수 있다. 이때, 메쉬 데이터의 정점을 추가하고, 정점 간 연결관계를 생성할 수 있다. 정점을 추가하고, 연결관계를 생성하는 방법은 도27 내지 도49에서 설명된다.
- [0387] 또한, 실시예들에 따른 메쉬 분할정보 도출부(도23 참조)는 도27 내지 도49에서 설명하는 메쉬 분할 방법에 기초하여 메쉬 데이터를 분할할 수 있다. 메쉬 분할정보 도출부는 기본 계층에서 복원된 단순화된 메쉬 데이터를 다양한 분할 방법으로 분할하고, 원본 메쉬 데이터와 차이가 가장 적은 분할 방법에 관하여 시그널 정보를 도출할 수 있다.
- [0388] 도28은 실시예들에 따라 기본계층에서 복원된 메쉬 내 오브젝트와 3D 정점 패치의 예시이다.
- [0389] 실시예들에 따른 메쉬분할부는 메쉬분할여부 과싱모듈, 서브메쉬종류 과싱모듈, 서브메쉬 분할수행 모듈, 패치 경계 분할수행 모듈을 포함할 수 있다. 도27과 같이, 수신장치/방법은 메쉬분할여부를 과싱하고, 서브메쉬의 종류를 과싱하고, 서브메쉬의 분할 방법을 과싱하고, 그에 따라 서브메쉬로 분할을 수행하고, 패치 경계 분할을 수행할 수 있다. 각각의 과싱 단계는 순서가 변경되거나 일부 단계가 생략될 수 있다.
- [0390] 메쉬분할부에서 메쉬분할여부 과싱모듈, 서브메쉬종류 과싱모듈, 서브메쉬 분할방법 과싱 모듈, 서브메쉬 분할수행 모듈, 패치경계 분할수행 모듈 등의 모듈이 수행될 수 있고 각 모듈은 생략되거나 수행순서가 변경될 수 있다.
- [0391] 도27의 메쉬분할여부 과싱모듈에서, 메쉬 분할 여부(split\_mesh\_flag)는 오브젝트 또는 3D 정점 패치 단위로 과싱 또는 유도할 수 있다. 3D 정점 패치는 복원된 2D 정점 패치(기하 정보 패치, 색상 정보 패치, 점유 지도 패치)를 atlas 정보를 이용하여 3D 공간으로 역투영한 패치일 수 있다. 예를 들어, 3D 정점 패치 단위로 split\_mesh\_flag를 과싱하고, split\_mesh\_flag이 분할함을 의미할 경우, 해당 3D 정점 패치에 대하여 이후 분할 과정이 수행될 수 있다.
- [0392] 1) 메쉬 분할 여부는 오브젝트 단위로 과싱 또는 유도할 수 있다.
- [0393] 2) 3D 정점 패치 단위로 메쉬 분할 여부를 과싱할 수 있다. 메쉬 분할을 수행할 경우 3D 정점 패치 또는 3D 정점 패치 단위 내 서브 메쉬 단위로 분할 방법을 과싱할 수 있다.
- [0394] 3) 3D 정점 패치 단위로 메쉬 분할 여부를 유도할 수 있다. 항상 계층의 상위레벨정보에서 시점벡터 인덱스를 과싱할 수 있고, 시점벡터 인덱스를 이용하여 메쉬 분할을 수행할 3D 정점 패치 인덱스를 유도할 수 있다. 시점 벡터 인덱스로부터 시점벡터를 유도할 수 있고, 시점벡터는 기본계층에서 복원된 메쉬의 3차원 공간상의 벡터일 수 있다. 시점벡터는 의미적으로는, 복원된 메쉬가 사용되는 응용에서 사용자의 시점 또는 주요 시점일 수 있다. 3D 정점 패치가 투영되어 있었던 3차원 공간의 평면(atlas)의 법선벡터와 시점벡터가  $\theta^\circ$  이하를 이룰 때, 해당 3D 정점 패치에 메쉬 분할을 수행할 수 있다.

- [0395] 도27의 서브메쉬 종류 파싱모듈은 메쉬 분할을 수행하는 메쉬 오브젝트 또는 패치 단위로 서브메쉬 종류를 파싱(submesh\_type\_idx)할 수 있다. 서브메쉬는 분할이 수행되는 기본 단위를 의미할 수 있다. 예를 들어 임의의 패치의 서브메쉬가 삼각형팬인 경우, 패치 내 다수개의 삼각형팬을 순회하며 각 삼각형팬을 분할할 수 있다. submesh\_type\_idx syntax는 서브메쉬 종류를 의미하는 인덱스일 수 있고, 인덱스에 해당하는 서브메쉬 종류가 설정될 수 있다. 서브메쉬 종류는 삼각형, 삼각형 팬(triangle fan), 삼각형 스트립(triangle strip) 등일 수 있다.
- [0396] 도27의 서브메쉬 분할방법 파싱모듈은 메쉬 오브젝트 또는 패치 단위로 서브메쉬 분할 방법을 파싱(submesh\_split\_type\_idx)할 수 있다. 서브메쉬 분할 방법 파싱 단위는 서브메쉬 종류 파싱 단위와 같거나 작은 단위일 수 있다. 예를들어 서브메쉬 종류가 메쉬 오브젝트 단위로 파싱되었고 삼각형팬인 경우, 패치 단위로 삼각형팬 분할 방법을 파싱할 수 있다. submesh\_split\_type\_idx syntax는 서브메쉬 분할 방법을 의미하는 인덱스일 수 있고, 인덱스에 해당되는 서브메쉬 분할 방법으로 설정될 수 있다. 서브메쉬가 삼각형 팬일 경우 삼각형 팬 정점 분할 방법, 삼각형 팬 엣지 분할 방법 등으로 삼각형 팬을 분할할 수 있고, 서브메쉬가 삼각형일 경우 다수개의 삼각형 분할 방법 중 하나로 삼각형을 분할할 수 있고, 서브메쉬가 삼각형 스트립일 경우 삼각형 분할 방법을 이용하여 스트립 내 삼각형을 분할할 수 있다.
- [0397] 도27의 서브메쉬 분할 수행모듈은, 메쉬 내 다수개의 서브메쉬를 순회하며 각 서브메쉬를 파싱된 분할 방법으로 분할을 수행할 수 있다. 임의의 메쉬 분할 여부 파싱 단위 또는 임의의 서브메쉬 종류 파싱 단위 내에 존재하는 모든 서브메쉬에 대하여 연속적으로 분할을 수행할 수 있고, 상기 과정은 분할을 수행하는 모든 메쉬 분할 여부 파싱 단위 또는 임의의 서브메쉬 종류 파싱 단위에 대하여 특정 순서대로 수행될 수 있다.
- [0398] 각 Syntax는 지수 곱셈(Exponential Golomb)또는 VLC(Variable Length Coding) 또는 CAVLC (Context-Adaptive Variable Length Coding) 또는 CABAC(Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding) 등으로 엔트로피 복호화 될 수 있다.
- [0399] 도27의 서브메쉬 분할 수행모듈은, 아래와 같이 서브메쉬의 모양과 분할 방법에 따라 다를 수 있다.
- [0400] 1)삼각형 팬 정점 분할 방법 (서브메쉬 = 삼각형 팬)
- [0401] 도29는 실시예들에 따른 삼각형 팬 정점 분할 방법의 수행 과정을 나타낸다.
- [0402] 실시예들에 따른 삼각형 팬 정점 분할 방법은 추가정점 개수 파싱 단계, 추가정점 초기 기하정보 도출 단계, 추가정점 차분 기하정보 파싱 단계, 추가정점 최종 기하정보 도출 단계, 연결정보 생성 단계 및/또는 추가정점 색 상정보 도출 단계를 포함할 수 있다. 각 단계는 순서가 변경될 수 있고, 일부 단계가 생략될 수 있다.
- [0403] 실시예들에 따른 '삼각형 팬 정점 분할 방법'은 삼각형 팬 내 중앙 정점을 두 개 이상의 정점으로 분할하고 정점 간 연결관계를 수정하여 삼각형 팬을 분할하는 방법일 수 있다. 중앙 정점을 분할한 이후, 중앙 정점은 삭제될 수 있고 또는 삭제되지 않을 수 있다. 중앙 정점을 몇 개의 정점으로 분할할지 개수(split\_num), 분할되어 생성된 각 정점의 차분 기하정보 인덱스(delta\_geometry\_idx, delta\_geometry\_x, delta\_geometry\_y, delta\_geometry\_z) 등을 파싱하여 분할된 정점의 기하정보를 유도할 수 있다.
- [0404] 도30은 실시예들에 따른 삼각형 팬 정점 분할 방법의 예시이다.
- [0405] 도30은 기본 계층에서 복원된 삼각형 팬을 '삼각형 팬 정점 분할 방법'으로 분할한 결과 예시를 나타낸다. 도30의 (b)는 중앙 정점(vertex 0)을 2개의 정점(vertex 0' 2개)으로 분할하고 중앙 정점을 제거한 결과이고, 도30의 (c)는 중앙 정점(vertex 0)을 3개의 정점(vertex 0' 3개)으로 분할하고 중앙 정점을 제거한 결과이다. 도30의 (d)는 중앙 정점(vertex 0)을 3개의 정점(vertex 0' 3개)으로 분할하고 중앙 정점을 제거하지 않은 결과를 나타낼 수 있다.
- [0406] 실시예들에 따른 '삼각형 팬'은 모든 삼각형들이 하나의 꼭지점을 공유하는 팬 모양으로 형성된 메쉬 모양을 나타낼 수 있다. 이때, 삼각형 팬 정점 분할 방법은 복수의 삼각형들이 공유하는 정점을 분할하고 정점 간 연결관계를 수정하여 삼각형 팬을 분할할 수 있다.
- [0407] 도31은 실시예들에 따른 삼각형 팬 정점 분할 방법의 예시이다.
- [0408] 도31은 삼각형 팬을 '삼각형 팬 정점 분할 방법'으로 분할하여 생성되는 정점들의 기하정보를 도출하는 방법을 나타낼 수 있다. 도 29의 추가정점 개수 파싱 단계에서 중앙 정점을 몇 개의 정점으로 분할할지를 의미하는 값 또는 인덱스 (split\_num)를 파싱할 수 있다. 인덱스를 파싱한 경우에는 인덱스에 대응되는 값을 미리 정의된 테



이블로부터 유도할 수 있다.

- [0409] 도 29의 추가정점 초기 기하정보 도출 단계는 서브메쉬를 분할하여 분할에 의해 생성되는 추가정점의 초기 기하정보를 유도할 수 있다. 예를들어, split\_num 신택스가 의미하는 값이 n일 때, n개의 추가정점의 초기 기하정보를 도출할 수 있다. 도29의 (b)는 n=2, (c)와 (d)는 n=3인 경우에 각각 n개의 추가정점(vertex 0')의 초기 기하정보가 도출된 결과일 수 있다. 추가정점의 초기 기하정보는 기본계층 정점의 기하정보를 이용하여 다음과 같은 방법으로 도출될 수 있다. 현재 삼각형 팬의 경계에 있는 정점들을 기하정보 등을 기준으로 N개의 그룹으로 분류하고, 각 그룹의 중앙 정점(도31의 cp\_A, cp\_B, cp\_C)이 도출될 수 있다. 각 vertex 0'의 초기 기하정보는, 각 그룹의 중앙 정점과 현재 삼각형 팬의 중앙 정점의 기하정보의 평균 기하정보일 수 있다. 또는 각 vertex 0'의 초기 기하정보는, 각 그룹 내 정점들과 현재 삼각형 팬의 중앙 정점의 기하정보의 평균 기하정보일 수 있다.
- [0410] 도 29의 추가정점 차분 기하정보 파싱 단계는, 추가정점 초기 기하정보에 합산할 차분 기하정보를 파싱할 수 있다. 차분 기하정보는 x, y, z 각 축에 대하여 값의 형태일 수 있고(delta\_geometry\_x, delta\_geometry\_y, delta\_geometry\_z), 또는 세 축의 차분 기하정보의 묶음이 인덱스로 표현된 형태(delta\_geometry\_idx)일 수 있다. 인덱스를 파싱하는 경우에는 인덱스에 대응되는 기하정보 값을 미리 정의된 테이블로부터 유도할 수 있다.
- [0411] 도29의 추가정점 최종 기하정보 도출 단계에서는, 추가정점 초기 기하정보에 차분 기하정보를 합산하여 최종 기하정보를 도출할 수 있다.
- [0412] 도29의 연결정보 생성 단계에서는, 기본계층의 기존의 연결관계를 제거하고, 기본계층 정점과 추가정점간 연결정보를 새로 정의할 수 있다.
- [0413] 도29의 추가정점 색상정보 도출 단계에서는, 기본계층 정점의 색상정보를 이용하여 추가정점의 색상정보를 도출할 수 있다. 예를들어, 현재 추가정점의 색상정보를 도출하기 위하여, 현재 추가정점과 인접한 일정 개수의 기본계층 정점의 색상정보를 가중합산할 수 있고, 가중치는 현재 추가정점과의 거리와 반비례할 수 있다.
- [0414] 또는, 도29의 추가정점 초기 기하정보 도출 단계는, 추가정점의 일부 축의 초기 기하정보는 기본계층에서 복원된 기존정점의 3차원 공간 상의 기하정보를 이용하여 유도할 수 있고, 나머지 축의 초기 기하정보는 기본 계층에서 복원된 기하 이미지를 참조하여 유도될 수 있다. 도29의 수행 과정의 결과는 도31과 같을 수 있다. 도29의 과정을 수행하여 각 추가정점(도31의 vertex 0')의 초기 기하정보를 도출할 수 있다.
- [0415] 도32는 실시예들에 따른 정점의 축들 중 그룹 1 및 그룹 2에 포함되는 예시이다.
- [0416] 도33은 도29의 '추가정점 초기 기하정보 도출 단계' 및 '추가정점 최종 기하정보 도출 단계'의 과정을 나타낸다.
- [0417] 도34는 도33의 '그룹2 축 초기 기하정보 도출 모듈'의 과정을 나타낸다.
- [0418] 도35는 도34의 과정을 시각화한 것이다.
- [0419] 도36은 실시예들에 따라 복원된 메쉬 내 다수개의 삼각형 팬을 순회하며 각 삼각형 팬을 '삼각형 팬 정점 분할 방법'으로 분할하는 예시이다.
- [0420] 실시예들에 따른 메쉬 분할부(도 26) 또는 메쉬 분할정보 도출부(도23)는 도32 내지 도36과 같은 방법으로 메쉬 데이터를 분할 할 수 있다.
- [0421] 도33의 축 그룹핑 모듈은, 추가정점 기하정보의 축을 다수개의 그룹으로 그룹핑할 수 있고 각 그룹마다 초기 기하정보를 유도하는 방법이 다를 수 있다. 예를 들어, 도32와 같이 기하정보의 세 축 A, B, C 축을 그룹 1(A, B 축)과 그룹 2(C축)으로 그룹핑할 수 있다. 그룹 1에 속한 축은 i개, 그룹 2에 속한 축은 나머지 j개일 수 있다 (i+j=정점의 기하정보의 전체 축 개수). 그룹 1에 포함되는 축은 현재 삼각형 팬이 기본 계층에서 투영되었던 평면과 평행한 두 축일 수 있고, 그룹 2에 포함되는 축은 평면과 수직인 축일 수 있다. 그룹 1에 속한 축의 초기 기하정보는 기존정점 기하정보를 이용하여 3차원 도메인에서 도출될 수 있고, 그룹 2에 속한 축의 초기 기하정보는 기본계층에서 복원된 기하 이미지를 참조하여 생성될 수 있다.
- [0422] 도33의 그룹1 축 초기 기하정보 도출 모듈은, 추가정점 기하정보의 축들 중 그룹1(도32의 A, B축)에 포함되는 축의 초기 기하정보를 도출할 수 있다. 다음 과정을 그룹1에 포함되는 축에 대해서만 수행하여 도출할 수 있다. 도31의 현재 삼각형 팬의 경계의 정점들을 기하정보 등을 기준으로 N개의 그룹으로 분류하고, 각 그룹의 중앙 정점(도31의 cp\_A, cp\_B, cp\_C)을 도출할 수 있다. 각 추가정점(도31의 vertex 0') 초기 기하정보는, 각 그룹

의 중앙 정점과 현재 삼각형 팬의 중앙 정점의 기하정보의 평균 기하정보일 수 있다. 또는 각 각 추가정점(도 31의 vertex 0') 초기 기하정보는, 각 그룹 내 정점들과 현재 삼각형 팬의 중앙 정점의 기하정보의 평균 기하정보일 수 있다.

- [0423] 도33의 그룹1 축 최종 기하정보 도출 모듈은, 추가정점 그룹1 축의 초기 기하정보에 잔차 기하정보를 합산하여 최종 기하정보를 도출할 수 있다. 잔차 기하정보는 값 또는 인덱스의 형태로 파싱될 수 있다. 인덱스의 형태로 파싱될 경우, 인덱스에 대응되는 잔차 기하정보 또는 잔차 기하정보 그룹이 유도될 수 있다.
- [0424] 도33의 그룹2 축 초기 기하정보 도출 모듈은, 추가정점 기하정보의 축들 중 그룹2 (도 32의 C축)에 포함되는 축의 초기 기하정보를 기하이미지에서 대응되는 픽셀 값을 이용하여 도출할 수 있다. 도출 과정은 도34와 같을 수 있고, 기하 이미지에서 추가정점에 대응되는 픽셀 위치 도출 모듈과 기하 이미지 픽셀 값 보정 모듈을 순차적으로 수행할 수 있다.
- [0425] 도34의 기하 이미지에서 추가정점에 대응되는 픽셀 위치 도출 모듈은, 추가정점 그룹1 축의 최종 기하정보가 기하 이미지에서 대응되는 픽셀 위치를 아틀라스 정보를 이용하여 도출할 수 있다. 아틀라스 정보는 메쉬를 분할한 각 3D patch의 바운딩박스 꼭지점 좌표와 3D patch가 이미지로 투영된 2D patch의 바운딩박스의 좌상단 좌표/너비/높이 등의 정보를 포함할 수 있다.
- [0426] 도35는 수행 과정을 시각화한 것일 수 있으며, 수행 과정은 다음과 같을 수 있다. 현재 삼각형 팬이 포함된 3D Patch에 대응되는 2D Patch를 기본계층에서 복원된 기하 이미지에서 도출할 수 있다. 3D patch에 대응되는 2D patch의 좌상단 픽셀 좌표, 너비, 높이를 기본계층에서 복원된 아틀라스 정보에서 참조할 수 있고, 상기 아틀라스 정보들을 이용하여 기하 이미지에서 대응되는 2D patch를 도출할 수 있다. 3D patch 내에서 그룹 1축들(도 35의 A, B축)에 대하여 추가정점 그룹 1축 값(도35의 A1, A2, B1, B2)의 상대적인 값을 도출할 수 있고, 상대적인 값에 대응되는 픽셀을 2D patch 영역 내에서 도출할 수 있다. 도출된 픽셀은 도35의 G(x1, y1)과 G(x2, y2)일 수 있다.
- [0427] 도34의 기하 이미지 픽셀 값 참조 모듈은, 이전 모듈에서 도출된 픽셀(도 35의 G(x1, y1)과 G(x2, y2))의 값(pred\_C1, pred\_C2)을 참조하여 그룹2 축 초기 기하정보로 지정할 수 있다.
- [0428] 도33의 그룹2 축 최종 기하정보 도출 모듈은, 추가정점 그룹2 축의 초기 기하정보에 잔차 기하정보를 합산하여 최종 기하정보를 도출할 수 있다. 상기 잔차 기하정보는 값 또는 인덱스의 형태로 파싱될 수 있다. 인덱스의 형태로 파싱될 경우, 인덱스에 대응되는 잔차 기하정보 또는 잔차 기하정보 그룹이 유도될 수 있다.
- [0429] 도36은 기본 계층에서 복원된 메쉬 내에서 정점을 순회하며 정점을 중심으로 하는 삼각형 팬을 '삼각형 팬 정점 분할 방법'으로 분할한 예시일 수 있다.
- [0430] 실시예들에 따른 메쉬 분할부는 도36과 같은 방법으로 메쉬 데이터를 분할 할 수 있다.
- [0431] 메쉬 내에서 임의의 정점을 시작으로 모든 또는 일부 정점들을 순회할 수 있고, 순회되는 정점은 기본 계층에서 복원된 정점일 수 있고 분할에 의해 생성된 정점은 순회되지 않을 수 있다. 순회되는 정점을 중심으로 하는 삼각형 팬의 바운더리 정점에는 분할에 의해 생성된 정점이 포함될 수 있다.
- [0432] 정점을 순회하는 순서는 다음과 같을 수 있다. 현재 분할중인 삼각형 팬의 바운더리 정점들을 특정 순서로 스택에 저장하고, 스택에 가장 마지막에 저장된 정점을 그 다음 순서로 순회하는 과정을 재귀적으로 반복하여 스택이 비어 있을 때까지 상기 과정을 반복할 수 있다. 또는 복원된 메쉬를 다수개의 겹치지 않는 삼각형 팬으로 나누고 각 삼각형 팬에 대하여 병렬적으로 분할을 수행할 수 있다.
- [0433] 2) 삼각형 팬 엣지 분할 방법(서브메쉬 = 삼각형 팬)
- [0434] 도37은 실시예들에 따른 '삼각형 팬 엣지 분할 방법'의 과정을 나타낸다.
- [0435] 실시예들에 따른 메쉬 분할부(도 26) 또는 메쉬 분할정보 도출부(도23)는 도37 내지 도49와 같은 방법으로 메쉬 데이터를 분할 할 수 있다.
- [0436] 실시예들에 따른 삼각형 팬 엣지 분할 방법은 분할깊이 파싱단계, 추가정점 초기 기하정보 도출 단계, 추가정점 차분 기하정보 파싱단계, 추가정점 최종 기하정보 도출단계, 연결정보 생성 단계 및/또는 추가정점 색상정보 도출 단계를 포함할 수 있다. 각 단계의 순서는 변경되거나, 일부 단계가 생략될 수 있다.
- [0437] 도38은 실시예들에 따른 삼각형 팬 엣지 분할 방법의 분할 예시를 나타낸다.

- [0438] 실시예들에 따른 삼각형 팬 엣지 분할 방법은 도23의 메쉬 분할정보 도출부 또는 도26의 메쉬 분할부에서 수행될 수 있다.
- [0439] 도39는 실시예들에 따른 복원된 메쉬 내 다수개의 삼각형 팬을 순회하며 각 삼각형 팬을 '삼각형 팬 엣지 분할 방법'으로 분할한 예시이다.
- [0440] '삼각형 팬 엣지 분할 방법'은 삼각형 팬의 중앙 정점과 바운더리(경계) 정점 간의 엣지를 분할하여 새로운 정점을 추가할 수 있고 정점 간 연결관계를 수정하여 삼각형 팬을 분할하는 방법일 수 있다. 수행 과정은 도37과 같을 수 있다. 분할 깊이(split\_depth)와 분할하여 추가되는 각 정점의 차분 좌표 또는 인덱스(delta\_geometry\_idx, delta\_geometry\_x, delta\_geometry\_y, delta\_geometry\_z) 등을 파싱한 정보를 이용하여 정점의 기하정보를 도출할 수 있다.
- [0441] 도38은 복원된 삼각형 팬을 '삼각형 팬 엣지 분할 방법'으로 분할한 예시일 수 있다. (a)는 기본 계층에서 복원된 임의의 삼각형 팬일 수 있고, (b)는 삼각형 팬을 '삼각형 팬 엣지 분할 방법'으로 깊이 1로 분할한 예시일 수 있고, (c)는 삼각형 팬을 '삼각형 팬 엣지 분할 방법'으로 깊이 2로 분할한 예시일 수 있다.
- [0442] 도38은 복원된 삼각형 팬을 '삼각형 팬 엣지 분할 방법'으로 분할한 예시일 수 있다. (a)는 기본 계층에서 복원된 임의의 삼각형 팬일 수 있고, (b)는 삼각형 팬을 '삼각형 팬 엣지 분할 방법'으로 깊이 1로 분할한 예시일 수 있고, (c)는 삼각형 팬을 '삼각형 팬 엣지 분할 방법'으로 깊이 2로 분할한 예시일 수 있다.
- [0443] 도37의 각 단계는 다음과 같이 수행될 수 있다. 도37의 분할 깊이 파싱 단계에서는, 분할 깊이 인덱스(split\_depth)를 파싱하여 현재 삼각형 팬을 분할할 깊이 값을 유도할 수 있다. split\_depth가 의미하는 깊이 값만큼 도37의 추가정점 초기 기하정보 유도 단계에서 서브메쉬를 분할하는 과정을 반복할 수 있다. 도37의 추가정점 초기 기하정보 유도 단계에서는, 서브메쉬를 분할하여 분할에 의해 생성되는 추가정점의 초기 기하정보를 유도할 수 있다. split\_depth가 n일때, 현재 서브메쉬의 depth 1~n에 해당하는 추가정점의 초기 기하정보를 도출할 수 있다. 예를 들어, 현재 서브메쉬의 기본계층 정점을 이용하여 depth 1에 해당하는 정점들의 초기 기하정보를 도출할 수 있고, 기본계층 정점과 depth 1 정점을 이용하여 depth 2의 초기 기하정보를 도출할 수 있고, 이 과정을 depth n의 초기 기하정보를 생성할 때까지 반복할 수 있다. Depth n에 추가될 추가정점의 초기 기하정보는, depth n-1 내 인접한 두 정점과 기본계층 내 한 정점의 기하정보의 가중평균일 수 있고, 또는 depth n 내 한 정점과 기본계층 내 인접한 두 정점의 기하정보의 가중평균일 수 있다. 예를 들어 도38의 (b)와 같이 depth 1 분할 과정에서 생성될 정점(vertex 0')의 초기 기하정보는, 삼각형 팬의 중앙 정점(vertex 0)과 바운더리의 인접한 두 정점의 기하정보를 가중합산하여 도출할 수 있다. 예를들어 도38의 (c)와 같이 depth 2 분할 과정에서 생성될 정점(vertex 0')의 초기 기하정보는, 기본계층 바운더리의 인접한 두 정점과 depth 1의 한 정점의 기하정보의 가중 평균, 또는 기본계층 바운더리의 한 정점과 depth 1 내 인접한 두 정점의 기하정보를 가중 평균하여 도출할 수 있다. 현재 삼각형 팬의 총 분할 깊이(split\_depth)에 따라서 각 깊이의 정점을 생성할 때 가중 평균 과정에서 사용할 가중치가 정의 되어있을 수 있다. 예를들어 split\_depth=1일 경우, depth 1의 추가정점을 생성하기 위한 가중치는 1:1:1일 수 있다. 예를들어 split\_depth=2일 경우, depth 1의 추가정점을 생성하기 위한 가중치는 2(서브메쉬의 중점): 1(바운더리 정점): 1(바운더리 정점)일 수 있고, depth 2의 추가정점을 생성하기 위한 가중치는 1:1:1일 수 있다.
- [0444] 도37의 추가정점 차분 기하정보 파싱 단계에서는, 추가정점 초기 기하정보에 합산할 차분 기하정보를 파싱할 수 있다. 차분 기하정보는 x, y, z 각 축에 대하여 값의 형태일 수 있고(delta\_geometry\_x, delta\_geometry\_y, delta\_geometry\_z), 또는 세 축의 차분 기하정보의 묶음이 인덱스로 표현된 형태(delta\_geometry\_idx)일 수 있다. 인덱스를 파싱하는 경우에는 인덱스에 대응되는 기하정보 값을 미리 정의된 테이블로부터 유도할 수 있다.
- [0445] 도37의 추가정점 최종 기하정보 도출 단계에서는, 추가정점 초기 기하정보에 차분 기하정보를 합산하여 최종 기하정보를 도출할 수 있다.
- [0446] 도37의 연결정보 생성 단계에서는, 기본계층의 기존의 연결관계를 제거하고, 기본계층 정점과 추가정점간 연결정보를 새로 정의할 수 있다.
- [0447] 도37의 추가정점 색상정보 도출 단계에서는, 기본계층 정점의 색상정보를 이용하여 추가정점의 색상정보를 도출할 수 있다. 예를들어, 현재 추가정점의 색상정보를 도출하기 위하여, 현재 추가정점과 인접한 일정 개수의 기본계층 정점의 색상정보를 가중합산할 수 있고, 가중치는 현재 추가정점과의 거리와 반비례할 수 있다.
- [0448] 도39는 기본 계층에서 복원된 메쉬 내에서 정점을 순회하며 정점을 중심으로 하는 삼각형 팬을 '삼각형 팬 엣지

분할 방법'으로 분할한 예시일 수 있다.

- [0449] 메쉬 내에서 임의의 정점을 시작으로 모든 또는 일부 정점들을 순회할 수 있고, 순회되는 정점은 기본 계층에서 복원된 정점일 수 있고 분할에 의해 생성된 정점은 순회되지 않을 수 있다. 순회되는 정점을 중심으로 하는 삼각형 팬의 바운더리 정점에는 분할에 의해 생성된 정점이 포함될 수 있다.
- [0450] 정점을 순회하는 순서는 다음과 같을 수 있다. 현재 분할중인 삼각형 팬의 경계(바운더리) 정점들을 특정 순서로 스택에 저장하고, 스택에 가장 마지막에 저장된 정점을 그 다음 순서로 순회하여 스택이 비어 있을 때까지 상기 과정을 반복할 수 있다. 또는 복원된 메쉬를 다수개의 겹치지 않는 삼각형 팬으로 나누고 각 삼각형 팬에 대하여 병렬적으로 분할을 수행할 수 있다.
- [0451] 3) 삼각형 분할(서브메쉬 = 삼각형)
- [0452] 도40은 실시예들에 따른 '삼각형 분할' 과정을 나타낸다.
- [0453] 실시예들에 따른 삼각형 분할 방법은 도23의 메쉬 분할정보 도출부 또는 도26의 메쉬 분할부에서 수행될 수 있다.
- [0454] 실시예들에 따른 삼각형 분할 방법은 분할깊이 파싱단계, 추가정점 초기 기하정보 도출 단계, 추가정점 차분 기하정보 도출단계, 추가정점 최종 기하정보 도출단계, 연결정보 생성 단계 및/또는 추가정점 색상정보 도출단계를 포함한다. 각 단계의 순서는 변경될 수 있으며, 일부 단계는 생략될 수 있다.
- [0455] 삼각형 분할 방법은, 복원된 메쉬 내 삼각형을 다수개의 삼각형으로 분할할 수 있고 도40과 같은 과정으로 수행될 수 있다. 삼각형 분할 방법1, 2, 3, 4 등에 따라 삼각형을 분할할 수 있다. 각 삼각형의 분할 방법은 삼각형 또는 패치 또는 프레임 단위로 파싱될 수 있다. 분할 방법 1, 2, 3, 4는 각각 제1 분할 방법, 제2 분할 방법, 제3 분할방법, 제4 분할 방법으로 표현될 수 있다.
- [0456] 삼각형 분할 방법 1
- [0457] 도41은 실시예들에 따른 '삼각형 분할 방법1'의 예시이다.
- [0458] 삼각형 분할 방법 1은 삼각형의 각 엣지에 N개의 정점을 추가하고, 추가된 정점들을 연결하는 엣지를 생성하여 삼각형을 분할할 수 있다. 도41의 (b)는 N=1, (c)는 N=2일 때 삼각형 분할 예시일 수 있다.
- [0459] 도40의 분할 깊이 또는 개수 파싱 단계에서는, 삼각형의 각 엣지에 추가할 정점의 개수를 파싱(split\_num)할 수 있다. split\_num 은 추가정점의 개수 값 또는 개수 인덱스를 의미할 수 있고, 인덱스일 경우에는 미리 정의된 테이블에서 인덱스와 매핑되는 값을 유도할 수 있다.
- [0460] 도40의 추가정점 초기 기하정보 도출 단계에서는, 각 엣지에 split\_num이 의미하는 값인 N개의 추가정점과 삼각형 내부의 추가정점의 초기 기하정보를 유도할 수 있다. 엣지 추가정점(도41의 vertex 0', vertex 1', vertex 2')의 초기 기하정보는, 각 엣지의 끝 정점인 기본계층 두 정점 사이에 균등한 간격을 갖는 N개의 기하정보일 수 있다. 각 엣지에 추가된 정점들을 연결하였을 때 교차되는 위치에 추가정점(vertex a)을 생성할 수 있다.
- [0461] 도40의 추가정점 차분 기하정보 파싱 단계에서는, 추가정점 초기 기하정보에 합산할 차분 기하정보를 파싱할 수 있다. 차분 기하정보는 x, y, z 각 축에 대하여 값의 형태일 수 있고(delta\_geometry\_x, delta\_geometry\_y, delta\_geometry\_z), 또는 세 축의 차분 기하정보의 묶음이 인덱스로 표현된 형태(delta\_geometry\_idx)일 수 있다. 인덱스를 파싱하는 경우에는 인덱스에 대응되는 기하정보 값을 미리 정의된 테이블로부터 유도할 수 있다.
- [0462] 도40의 추가정점 최종 기하정보 도출 단계에서는, 추가정점 초기 기하정보에 차분 기하정보를 합산하여 최종 기하정보를 도출할 수 있다.
- [0463] 도40의 연결정보 생성 단계에서는, 기본계층의 기존의 연결관계를 제거하고, 기본계층 정점과 추가정점간 연결정보를 새로 정의할 수 있다.
- [0464] 도40의 추가정점 색상정보 도출 단계에서는, 기본계층 정점의 색상정보를 이용하여 추가정점의 색상정보를 도출할 수 있다. 예를들어, 현재 추가정점의 색상정보를 도출하기 위하여, 현재 추가정점과 인접한 일정 개수의 기본계층 정점의 색상정보를 가중합산할 수 있고, 가중치는 현재 추가정점과의 거리와 반비례할 수 있다.
- [0465] 삼각형 분할 방법2
- [0466] 도42는 실시예들 따른 삼각형 분할 방법 2의 예시이다.



- [0467] 삼각형 분할 방법 2는 삼각형을 분할 깊이만큼 재귀적으로 분할할 수 있다. 도42의 (b)는 D=1일 때, (c)는 D=2인 경우에 (a)를 분할한 결과를 나타낼 수 있다. split\_depth가 의미하는 깊이 값만큼 도40의 추가정점 초기 기하정보 도출 단계에서 서브메쉬를 분할하는 과정을 반복할 수 있다.
- [0468] 도40의 추가정점 초기 기하정보 도출 단계에서는, split\_depth가 의미하는 값 D만큼, 현재 서브메쉬의 depth 1~D에 해당하는 추가정점의 초기 기하정보를 도출할 수 있다. 예를 들어, 현재 서브메쉬의 기본계층 정점을 이용하여 depth 1에 해당하는 정점들의 초기 기하정보를 도출할 수 있고, 기본계층 정점과 depth 1 정점을 이용하여 depth 2의 초기 기하정보를 도출할 수 있고, 이 과정을 depth D의 초기 기하정보를 생성할 때까지 반복할 수 있다. 초기 기하정보 생성 방법은 다음과 같이 수행될 수 있다. 기본 계층에서 복원된 삼각형의 각 엣지를 중점 분할하여 depth 1의 추가정점 초기 기하정보를 도출할 수 있다. 도42의 (b)는 depth 1에서 생성된 추가정점과, 기본 계층정점과 추가정점으로 구성된 4개의 삼각형일 수 있다. Depth 2부터는 현재 존재하는 모든 삼각형에 대하여 엣지를 중점분할하여 추가정점의 초기 기하정보를 유도할 수 있다. 도40의 추가정점 차분 기하정보 파싱 단계에서는, 추가정점 초기 기하정보에 합산할 차분 기하정보를 파싱할 수 있다. 차분 기하정보는 x, y, z 각 축에 대하여 값의 형태일 수 있고(delta\_geometry\_x, delta\_geometry\_y, delta\_geometry\_z), 또는 세 축의 차분 기하정보의 묶음이 인덱스로 표현된 형태(delta\_geometry\_idx)일 수 있다. 인덱스를 파싱하는 경우에는 인덱스에 대응되는 기하정보 값을 미리 정의된 테이블로부터 유도할 수 있다.
- [0469] 도40의 추가정점 최종 기하정보 도출 단계에서는, 추가정점 초기 기하정보에 차분 기하정보를 합산하여 최종 기하정보를 도출할 수 있다.
- [0470] 도40의 연결정보 생성 단계에서는, 기본계층의 기존의 연결관계를 제거하고, 기본계층 정점과 추가정점간 연결정보를 새로 정의할 수 있다.
- [0471] 도40의 추가정점 색상정보 도출 단계에서는, 기본계층 정점의 색상정보를 이용하여 추가정점의 색상정보를 도출할 수 있다. 예를들어, 현재 추가정점의 색상정보를 도출하기 위하여, 현재 추가정점과 인접한 일정 개수의 기본계층 정점의 색상정보를 가중합산할 수 있고, 가중치는 현재 추가정점과의 거리와 반비례할 수 있다.
- [0472] 삼각형 분할 방법 3
- [0473] 도43은 실시예들에 따른 '삼각형 분할 방법3'의 예시이다.
- [0474] 삼각형 분할 방법 3은 삼각형의 세 정점을 가중평균하여 삼각형 내부에 정점을 추가할 수 있다. 도43의 (b)는 (a)의 세 기존정점의 중심 위치를 도출하고, 파싱하거나 유도한 잔차 기하정보를 유도한 위치에 더하여 정점을 생성한 결과일 수 있다. 도39의 분할 깊이 또는 개수 파싱 단계는 생략될 수 있다. 도40의 추가정점 초기 기하정보 유도 단계에서는, 삼각형의 세 정점을 가중평균하여 추가정점의 초기 기하정보를 도출할 수 있다. 가중평균 과정에서 사용되는 가중치는 특정 값으로 고정되어 있거나, 또는 가중치 인덱스를 파싱하고 인덱스로부터 가중치가 유도될 수 있다. 도40의 추가정점 최종 기하정보 유도 단계에서는, 추가정점의 초기 기하정보에 오프셋(delta\_geometry\_idx, delta\_geometry\_x, delta\_geometry\_y, delta\_geometry\_z)을 더하여 최종 기하정보를 유도할 수 있다.
- [0475] 도44는 실시예들에 따른 '삼각형 분할 방법4'의 예시이다.
- [0476] 삼각형 분할 방법 4는 총 분할 깊이 D에서 각 깊이의 분할을 서로 다른 분할 방식으로 분할할 수 있다. 분할 깊이, 각 분할 깊이에서의 분할 방식을 파싱하거나 또는 분할 방식의 조합을 파싱하거나 또는 분할 방식을 파싱하지 않고 정해진 방식으로 유도할 수 있다. 도44의 (b)는 D=1일 때 (a)에 '삼각형 분할 방법 1'을 수행한 결과이고, (c)는 D=2일 때 (a)에 '삼각형 분할 방법 1'을 수행하고 나서 '삼각형 분할 방법 3'을 수행한 결과일 수 있다.
- [0477] 도45는 실시예들에 따른 복원된 메쉬 내 다수개의 삼각형을 순회하며 각 삼각형을 '삼각형 분할 방법 2'으로 분할한 예시이다.
- [0478] 도45는 기본 계층에서 복원된 메쉬 내에서 삼각형을 순회하며 삼각형을 '삼각형 분할 방법 2 (D = 1)'으로 분할한 예시일 수 있다.
- [0479] 메쉬 내에서 임의의 삼각형을 시작으로 모든 또는 일부 삼각형을 순회할 수 있고, 순회되는 삼각형은 기본 계층에서 복원된 삼각형일 수 있고 분할에 의해 생성된 삼각형은 순회되지 않을 수 있다.
- [0480] 4) 스트립 분할 방법(서브메쉬 = 삼각형 스트립)

- [0481] 실시예들에 따른 삼각형 스트립은 복수의 삼각형들이 띠처럼 연결되어 있는 모양을 나타낸다. 도46에서 가운데 영역을 구성하는 삼각형들은 삼각형 스트립 모양을 이루고, 바깥 영역을 구성하는 삼각형들도 삼각형 스트립 모양을 구성한다.
- [0482] 스트립 분할 방법은, 기본 계층에서 복원된 메쉬에서 삼각형 스트립 단위로 분할을 수행할 수 있다. 복원된 메쉬가 삼각형 스트립 단위로 복원되었을 경우, 복원된 삼각형 스트립 순서대로 분할을 수행할 수 있다. 또는 복원된 메쉬에서 삼각형 스트립을 별도의 추가과정을 수행하여 삼각형 스트립으로 나누고 별도의 순서로 삼각형 스트립을 순회하며 분할할 수 있다.
- [0483] 각 삼각형 스트립 또는 삼각형 스트립 그룹 단위로 분할 방법을 파싱할 수 있다. 상기 분할 방법은 삼각형 스트립 내 삼각형을 분할하는 방법일 수 있고, 전술한 삼각형 분할 방법 1, 2, 3, 4 또는 그 이외의 방법일 수 있다.
- [0484] 각 삼각형 스트립의 분할을 완료한 뒤, 서로 다른 스트립의 인접한 두 개 이상의 삼각형을 병합 또는 병합 후 분할할 수 있다.
- [0485] 도46은 실시예들에 따른 복원된 메쉬 내 다수개의 삼각형을 순회하며 각 삼각형을 엣지 분할 방법으로 분할한 예시이다. 복원된 메쉬 오브젝트 또는 패치 내 한 개 이상의 삼각형 스트립을 순회하며 엣지 분할 방법으로 분할하는 예시일 수 있다.
- [0486] 도47은 도27의 '패치 경계 분할 수행 모듈'의 과정을 나타낸다.
- [0487] 도48은 실시예들에 따른 경계삼각형그룹의 예시이다.
- [0488] 도49는 실시예들에 따른 경계삼각형그룹2의 분할 결과의 예시이다.
- [0489] 도27의 패치 경계 분할 수행 모듈은, 두 개 이상의 패치의 경계정점들로 이루어진 경계삼각형을 분할할 수 있다. 도47과 같은 순서로 수행될 수 있다.
- [0490] 도47의 경계삼각형 도출 단계는, 인접한 3D패치들의 기본계층 정점을 연결하여 경계삼각형을 도출할 수 있다. 경계삼각형의 세 개의 정점은 각각 다른 3D패치에 속한 정점일 수 있고, 또는 2개 정점은 동일한 3D패치에 속한 정점일 수 있다. 경계삼각형 도출 과정은 다음과 같을 수 있다. 임의의 3D 패치 내에서 두 개의 인접한 바운더리 정점을 선택하고, 현재 3D패치와 인접한 3D패치의 바운더리 정점들 중 현재 선택된 두 정점과 가장 가까운 정점을 선택하여 한 개의 경계삼각형을 도출할 수 있다. 도출된 경계삼각형과 한 개의 엣지를 공유하면서 엣지와 가장 가까운 정점을 포함하는 다음 경계삼각형을 도출할 수 있고, 이와 같은 과정을 반복적으로 수행하여 모든 경계삼각형을 도출할 수 있다.
- [0491] 도47의 경계삼각형그룹 도출 단계는, 현재 메쉬 오브젝트의 경계삼각형들을 한 개 이상의 경계삼각형그룹으로 그룹핑할 수 있다. 경계삼각형의 정점들이 포함된 3D패치의 인덱스 조합이 같은 경계삼각형을 그룹핑한 것이 경계삼각형그룹일 수 있다. 도48은 경계삼각형그룹의 예시를 나타낼 수 있다. 경계삼각형그룹에 한 개의 경계삼각형이 포함될 수 있고(도48의 경계삼각형그룹 4), 또는 다수개의 경계삼각형이 삼각형 스트립의 형태로(예를들어, 도48의 경계삼각형그룹 1, 2, 3) 포함될 수 있다. 도48의 경계삼각형그룹 1은 3D패치 1과 3D패치 2의 경계정점으로 구성될 수 있고, 경계삼각형그룹 2는 3D패치 2와 3D패치 3의 경계정점으로 구성될 수 있으며, 경계삼각형그룹 3은 3D패치 1과 3D패치 3의 경계정점으로 구성될 수 있고, 경계삼각형그룹 4는 3D패치 1과 3D패치 2와 3D패치 3의 경계정점으로 구성될 수 있다.
- [0492] 도47의 경계삼각형그룹 분할 방법 유도 단계는, 경계삼각형그룹마다 삼각형 단위 분할 방법을 유도할 수 있다.
- [0493] 경계삼각형그룹 단위로 분할 방법 인덱스를 파싱하고, 인덱스로부터 분할 방법을 유도할 수 있다. 분할 방법은 삼각형 분할방법 중 하나일 수 있다.
- [0494] 모든 경계삼각형 그룹에 대하여 미리 지정되어있는 특정 분할 방법이 유도될 수 있다.
- [0495] 경계삼각형그룹 단위로 특정 조건을 판단하여 분할 방법을 유도할 수 있다. 경계삼각형그룹 내 삼각형이 몇 개의 정점을 포함하는지를 기준으로 분할방법을 결정할 수 있다. 예를들어 경계삼각형그룹 내 임의의 삼각형이 4개의 정점을 포함하는 경우, 분할 방법은 삼각형 분할 방법 1 또는 2 또는 4일 수 있다. 예를들어 경계삼각형그룹 내 모든 삼각형이 3개의 정점을 포함하는 경우, 삼각형 분할방법 3일 수 있다.
- [0496] 도47의 경계삼각형그룹 분할 수행 단계는, 이전 단계에서 경계삼각형그룹마다 유도한 분할 방법으로 경계삼각

형그룹을 분할할 수 있다. 도49는 도48의 경계삼각형그룹 2를 삼각형 분할 방법 1으로 분할한 결과를 나타낼 수 있다.

- [0497] 도50은 실시예들에 따른 비트스트림을 나타낸다.
- [0498] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신방법/장치는 포인트 클라우드 데이터를 압축(인코딩)하고, 관련 파라미터 정보를 생성해서, 도50과 같은 비트스트림을 생성하여 전송할 수 있다.
- [0499] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신방법/장치는 비트스트림을 수신하고, 비트스트림에 포함된 파라미터 정보에 기반하여 비트스트림에 포함된 포인트 클라우드 데이터를 디코딩할 수 있다.
- [0500] 실시예들에 따른 시그널링 정보(파라미터/메타데이터 등으로 지칭 가능함)는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신장치에서, 메타데이터 부호화부(메타데이터 부호화기 등으로 지칭 가능함)에 의해 인코딩되어 비트스트림에 포함되어 전송될 수 있다. 또한, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신장치에서, 메타데이터 복호화부(메타데이터 복호화기 등으로 지칭 가능함)에 의해 디코딩되어 포인트 클라우드 데이터의 디코딩 프로세스에 제공될 수 있다.
- [0501] 실시예들에 따른 송신장치/방법은 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하여 비트스트림을 생성할 수 있다.
- [0502] 실시예들에 따른 비트스트림은 V3C 유닛(unit) 을 포함할 수 있다.
- [0503] 실시예들에 따른 수신장치/방법은 송신장치에서 전송한 비트스트림을 수신하고, 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하고 복원할 수 있다. 이하에서, 실시예들에 따른 V3C unit의 구체적인 선택스 및 V3C unit에 포함된 엘리먼트들을 설명한다.
- [0504] 실시예들에 따른 송신장치/방법은 스케일러블 메쉬 부호화를 수행하기 위한 향상계층 부호화 수행 및 전송 여부, 기본 계층에서 복원된 tile당 메쉬 분할 정보, patch당 메쉬 분할 정보 그리고 patch 내 서브메쉬 당 전송되는 메쉬 분할 정보와 관련된 syntax를 전송할 수 있다.
- [0505] 도51은 실시예들에 따른 v3c\_parameter\_set의 syntax를 나타낸다.
- [0506] is\_enhancement\_layer\_coded는 현재 프레임 또는 시퀀스의 향상계층 부호화 수행 및 전송 여부를 나타낼 수 있다.
- [0507] 도52는 실시예들에 따른 enhancement\_layer\_tile\_data\_unit의 syntax를 나타낸다.
- [0508] ath\_type은 atlas tile의 코딩 유형(P\_TILE, I\_TILE)을 나타낼 수 있다.
- [0509] atdu\_patch\_mode[tileID][p]은 atlas tile data unit 패치 모드를 나타낼 수 있다.
- [0510] 도53은 실시예들에 따른 enhancement\_layer\_patch\_information\_data의 syntax를 나타낸다.
- [0511] split\_mesh\_flag는 현재 패치 내 메쉬를 분할하는지 여부를 나타낼 수 있다.
- [0512] submesh\_type\_idx는 현재 패치의 서브메쉬 종류 인덱스를 나타낼 수 있다.
- [0513] submesh\_split\_type\_idx는 현재 패치의 서브메쉬 분할 종류 인덱스를 나타낼 수 있다.
- [0514] 도54는 실시예들에 따른 submesh\_split\_data의 syntax를 나타낸다.
- [0515] split\_num[ patchIdx ][ submeshIdx ]는 서브메쉬 분할 시 추가되는 정점의 개수를 나타낼 수 있다.
- [0516] split\_depth[ patchIdx ][ submeshIdx ]는 서브메쉬 분할 깊이를 나타낼 수 있다.
- [0517] delta\_geometry\_idx[ patchIdx ][ submeshIdx ][ i ]는 추가되는 정점의 기하정보 오프셋 인덱스를 나타낼 수 있다.
- [0518] delta\_geometry\_x[ patchIdx ][ submeshIdx ][ i ]는 추가되는 정점의 x축 기하정보 오프셋 값을 나타낼 수 있다.
- [0519] delta\_geometry\_y[ patchIdx ][ submeshIdx ][ i ]는 추가되는 정점의 y축 기하정보 오프셋 값을 나타낼 수 있다.
- [0520] delta\_geometry\_z[ patchIdx ][ submeshIdx ][ i ]는 추가되는 정점의 z축 기하정보 오프셋 값을 나타낼 수 있다.

다.

- [0521] Table 1 - delta\_geometry\_idx별 (x, y, z) delta 값
- [0522] delta\_geometry\_idx (x, y, z) delta
- [0523] 0 (1, 0, 0)
- [0524] 1 (-1, 0, 0)
- [0525] 2 (0, 1, 0)
- [0526] ... ..
- [0527] 도55는 실시예들에 따른 송신장치/방법의 예시이다.
- [0528] 도55를 참조하면 실시예들에 따른 송신장치/방법은 향상계층 복원 여부 결정부 및/또는 향상계층 복원 여부 전송부를 더 포함할 수 있다. 향상계층 복원 여부 결정부는 부호화 및 전송 여부(is\_enhancement\_layer\_coded)를 참고하여 복원된 저해상도 메쉬의 패치 단위 분할 여부(split\_mesh\_flag)를 도출할 수 있다. 향상계층 복원 여부 전송부는 도출된 정보를 전송할 수 있다.
- [0529] 실시예들에 따른 송신장치/방법은 송신단과 수신단 간의 네트워크 상황이나 수신단의 환경(수신기기의 연산/메모리 성능 등) 또는 수신단의 소비 설정(컨텐츠 소비 어플리케이션의 해상도 설정) 등을 기준으로 현재 프레임 또는 시퀀스에 대해 복호화기에서 향상계층을 복원여부를 결정할 수 있다.
- [0530] 복원 여부가 참으로 결정되는 경우 부호화기에서 향상 계층이 필수적으로 부호화 및 전송될 수 있다. 복원 여부가 거짓으로 결정되는 경우 부호화기에서 향상계층이 부호화 및 전송되거나 또는 부호화 및 전송되지 않을 수 있다. 향상계층 부호화 및 전송 여부의 결정 여부는(is\_enhancement\_layer\_coded) 시퀀스 또는 프레임 단위로 전송되는 파라미터셋인 v3c\_parameter\_set에서 전송될 수 있다.
- [0531] 실시예들에 따른 송신기로 입력된 원본 3D mesh 데이터는 저해상도 메쉬로 단순화 되고 V-PCC 인코딩 과정을 거치면서 point들의 mesh 특성 정보를 포함한 기준으로 세분화되어 패치라는 기본 단위로 분할된다. 이 패치들은 2D 이미지 영역으로 적절히 패치 패킹(Packing) 된다. 2D 이미지 상에 패치들이 배치된 형태는 도55의 정점 점유지도 생성부에, 패치의 Depth 정보와 텍스처 정보는 각각 정점 기하이미지와 정점 색상이미지에 담겨 압축 및 전송된다. 정점 점유지도 이미지, 정점 기하이미지, 정점 색상이미지는 각각 서로 다른 해상도를 가질 수 있고, 비디오 코덱을 이용하여 압축되는 방식이 서로 다를 수 있다. 연결정보는 별도의 인코더를 통해 부호화 될 수 있고, 기존의 정점 점유지도 이미지, 정점 기하이미지, 정점 색상이미지의 압축결과와 함께 bitstream으로 전송된다. 향상 계층의 메쉬 분할정보 도출부에서는 기본계층에서 복원된 메쉬를 분할하여 생성된 고해상도 메쉬가 원본 메쉬와 차이가 적어지는 것을 목적으로 메쉬 분할 정보들을 도출할 수 있다. 이 때 기본 계층에서 복원된 타일 당 전송되는 메쉬 분할정보 (enhancement\_layer\_tile\_data\_unit) syntax가 전송 되는데, 기본계층에서 패치의 atlas 정보를 파싱할 때와 동일한 패치 순서로 패치 당 메쉬 분할 정보 함수를 (enhancement\_layer\_patch\_information\_data) 수행하게 된다. 상기에서 타일은 정점 점유지도, 정점 색상이미지, 정점 기하이미지가 복호화될 때 병렬 복호화 단위일 수 있다. 타일은 이미지를 너비, 높이 방향으로 분할하여 생성된 직사각형 형태일 수 있다. 하나의 타일 내부에 다수개의 2D patch가 존재할 수 있고, 하나의 2D patch의 영역은 하나의 타일에 포함될 수 있다.
- [0532] 패치 당 분할 정보 syntax에서는 복원된 저해상도 메쉬를 패치 단위로 메쉬 분할 여부(split\_mesh\_flag), 현재 패치의 서브메쉬 종류(submesh\_type\_idx)와 서브메쉬 분할 종류(submesh\_split\_type\_idx) 등의 정보를 도출한 데이터가 전송될 수 있다.
- [0533] 또한, 서브메쉬를 분할하기 위하여 서브메쉬 내 한 개 이상의 정점을 추가하고 정점 간 연결정보를 새로 정의할 수 있다. 서브메쉬 분할 시 추가되는 정점의 개수(split\_num)과 분할 깊이(split\_depth)를 결정할 수 있고, 추가되는 정점들과 기존 정점들 간의 연결관계를 새로 정의하여 생성된 고해상도 메쉬가 원본 메쉬와의 차이가 적어지는 것을 목적으로 x, y, z축 각각의 오프셋 값 (delta\_geometry\_x, delta\_geometry\_y, delta\_geometry\_z) 또는 오프셋 인덱스(delta\_geometry\_idx)를 결정하여 패치 내 서브메쉬당 전송되는 메쉬 분할 정보 (Submesh\_split\_data) syntax를 전송할 수 있다.
- [0534] 메쉬 분할정보를 담고 있는 향상 계층 비트스트림은 다중화부로 전송되어 기본계층에 압축된 비트스트림들과 함께 하나의 비트스트림으로 송신부를 통해 수신부로 전송될 수 있다.



- [0535] 도56은 실시예들에 따른 수신장치/방법의 예시이다.
- [0536] 실시예들에 따른 수신장치/방법은 향상계층 복원 여부 파싱부 및 복원할 계층의 비트스트림 추출부를 더 포함할 수 있다.
- [0537] 실시예들에 따른 수신장치/방법은 수신된 다계층 비트스트림으로부터 v3c\_paramter\_set의 is\_enhancement\_layer\_coded를 파싱하여 현재 프레임 또는 시퀀스에서 향상계층의 복원 여부를 판단할 수 있다. 이후 역다중화부를 통해 각각의 부가정보, 기하정보, 색상정보, 법선정보, 연결정보, 메쉬 분할정보 비트스트림으로 역다중화 될 수 있다. Is\_enhancemet\_layer\_coded syntax 의미에 따라, 향상계층 정보가 전송된 것이 없거나 복호화하지 않는다면 기본계층의 메쉬 복원부를 통해 복원된 메쉬가 최종 복원 메쉬 데이터가 되고, 향상계층 정보가 전송되고 복호화가 진행이 된다면 복원된 저해상도 메쉬가 메쉬 분할부로 전송되어 고해상도 메쉬로 복원하는 과정이 수행된다.
- [0538] 기본계층에서는 정점 점유지도, 부가정보, 기하 이미지, 색상 이미지, 법선 정보, 연결 정보를 통해 정점 기하정보와 정점 색상정보를 복원할 수 있다. 복원된 기하정보와 색상정보, 법선정보 그리고 복원된 연결정보를 이용하여 복원된 저해상도 메쉬 데이터를 획득할 수 있다.
- [0539] 고해상도 메쉬를 복원하는 경우에는 기본 계층에서 복원된 저해상도 메쉬를 복호화된 메쉬 분할정보를 참고하여, 메쉬 분할부에서 고해상도 메쉬로 복원이 수행되게 된다.
- [0540] 메쉬 분할부(도23 참조)의 메쉬 분할 여부 파싱 모듈(도27 참조)에서는 enhancement\_layer\_patch\_information\_data함수의 메쉬 분할 여부(split\_mesh\_flag)를 참고하여 프레임 단위 또는 3D정점 패치 단위로 메쉬 분할을 수행할 수 있다. 메쉬 분할부의 서브메쉬 종류 파싱 모듈에서는 submesh\_type\_idx 를 참고하여 서브 메쉬의 종류가(삼각형, 삼각형 팬, 삼각형 스트립 등) 설정될 수 있다. 그리고 서브메쉬 분할 방법 파싱 모듈에서 submesh\_split\_type\_idx 를 참고하여 서브메쉬에 따른 삼각형 분할 방법(삼각형 팬 정점/엣지 분할방법, 삼각형 분할방법 등)이 설정 될 수 있다.
- [0541] 위와 같이 설정된 서브메쉬 종류, 서브메쉬 분할 방법에 따라 복원된 저해상도 메쉬의 분할이 수행되며, 각 서브메쉬 분할 수행 모듈에서는 submesh\_split\_data() 함수를 파싱하고 패치 내 서브메쉬 당 전송되는 메쉬 분할 정보를 참고하여 서브메쉬 분할을 수행하게 된다.
- [0542] 서브메쉬 분할 수행 모듈의 추가정점 개수 파싱 단계에서 중앙 정점을 몇 개의 정점으로 분할할 지를 의미하는 값 또는 인덱스(split\_num)을 파싱할 수 있다. 이 때, split\_num이 인덱스를 파싱한 경우에는 인덱스에 대응하는 값을 미리 정의된 테이블로부터 유도할 수 있다.
- [0543] 또한, 서브메쉬 분할 방법에 따라 split\_num 대신 split\_depth 정보를 통해 서브 메쉬 분할을 몇 번 수행하게되는 지의 분할 깊이 정보를 이용하여 추가정점 초기 기하 정보를 유도할 수 있다.
- [0544] 서브메쉬 분할 수행 모듈의 추가 정점 차분 기하정보 파싱 단계에서는 delta\_geometry\_x, delta\_geometry\_y, delta\_geometry\_z 를 참고하여 추가되는 정점의 차분 기하정보를 x, y, z 각 축에 대한 오프셋 값의 형태로 얻을 수 있다. 또는 세 축의 차분 기하정보의 묶음이 인덱스로 표현된 형태(delta\_geomtery\_idx)일 수도 있다.
- [0545] 앞서 유도된 추가정점 초기 기하정보에 차분 기하정보를 합산하여 최종 기하정보를 도출할 수 있다. 이후 연결 정보를 최종 기하정보로 새로 구성하고, 기본 계층 색상 정보를 이용하여 추가정점의 색상정보를 도출 하면 서브메쉬 분할이 완료된다. 이렇게 분할을 마친 고해상도 메쉬는 표면 색상 복원 과정을 거쳐 최종 메쉬 데이터로 복원이 될 수 있다.
- [0546] 종래의 메쉬 압축 구조는 부호화기에 입력된 메쉬 프레임에 대하여 양자화율에 따라 하나의 비트스트림으로 부호화를 수행한다. 따라서, 미리 압축 되어있는 메쉬 프레임을 전송하고자 할 때의 네트워크 상황 또는 수신 디바이스 해상도에 상관없이 부호화에 의해 정해진 비트율(또는 화질)을 갖는 메쉬 프레임을 전송하거나, 원하는 비트율로 트랜스코딩을 수행하여 전송해야 하는 한계가 있다. 또한, 메쉬 프레임의 전송량을 가변적으로 조절하기 위해 메쉬 프레임을 여러 비트율로 각각 부호화 하여 저장하고 있을 경우, 저장에 필요한 메모리 용량과 부호화 시간이 크게 증가하는 단점이 있다. 따라서 본 발명은 위와 같은 단점은 최소화 하면서 부호화 되어있는 프레임의 전송량을 가변적으로 조절하기 위한 방법으로 기본 계층에서 저해상도 메쉬를 복원하고, 향상 계층에서 분할 정보를 받아 고해상도 메쉬를 복원하는 방법의 스케일러블 메쉬 압축 구조를 제안한다.
- [0547] 실시예들에 따른 송수신 장치/방법은 메쉬의 스케일러블한 전송 구조를 제안함으로써 네트워크 대역폭과 사용자 요구에 적합하게 데이터 전송량과 화질을 조절하여 전송할 수 있다. 또한, 네트워크 환경이 불안정한 상황에서



도 프레임 당 비트율을 가변적으로 조절하여 일정한 프레임 속도(fps)의 스트리밍 서비스를 제공할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

- [0548] 한편, 실시예들에 따른 송수신 장치/방법은 Mesh 데이터를 기존의 프레임 단위로 부호화/복호화할 수 있고, 한 프레임에 다수 개의 객체가 포함된 콘텐츠에 대해 객체 단위로 부호화/복호화할 수 있다. 객체 단위로 독립적으로 부호화하여 객체 단위로 병렬처리, 주관적 화질 조절, 선택적 전송 등을 수행할 수 있는 기능을 제공할 수 있다. 또한, mesh 비디오에서 화면 간 중복성 특성이 큰 객체들에 대하여 mesh 비디오를 효과적으로 압축할 수 있다.
- [0549] 실시예들에 따른 송수신 장치/방법은 2D 비디오 코덱 (Video codec)을 이용하여 3차원 포인트 클라우드 (Point cloud) 데이터를 압축하는 방법인 Video-based Point Cloud Compression(V-PCC) 방식에 별도의 인코더/디코더를 추가하여 mesh 정보를 부호화/복호화하는 Mesh coding에 관한 것이다. 추가된 각각의 인코더와 디코더는 Mesh 정보의 정점 연결정보를 부호화 및 복호화하여 비트스트림으로 전송한다. 실시예들에 따른 송수신 장치/방법은 Mesh Coding을 기반으로 한 부호화/복호화 수행 시에 mesh를 프레임 내의 객체 단위로 복원을 수행할 수 있고, 이와 관련한 syntax 및 semantics정보를 제안한다.
- [0550] 종래의 메쉬 압축 구조는 부호화기의 입력으로 단일 객체로 구성된 메쉬 프레임만을 고려하고 있고, 입력된 메쉬 프레임을 하나의 2D 프레임으로 패킹하여 부호화를 수행한다. 다수의 객체로 구성된, 넓은 공간을 포함하는 메쉬 프레임이 부호화기에 입력되는 경우도 마찬가지로 하나의 2D 프레임으로 패킹되고 부호화가 수행된다. 이에 따라 종래의 메쉬 압축 구조를 기반으로 지역적인 영역 또는 객체 단위로 품질을 조절하거나 전송하기 어렵다. 실시예들에 따른 송수신 장치/방법은 객체 단위로 2D 프레임을 구성하여 부/복호화를 수행하는 구조를 제안하고, 부호화 효율을 향상시키고자 객체 또는 패치 단위의 메쉬 component 참조 기술을 제안한다.
- [0551] 실시예들에 따른 송수신 장치/방법은 mesh 데이터를 프레임 단위가 아닌 프레임 내 객체 단위로 복원할 수 있다. 또한, 객체 단위 복호화 과정에서, 객체 또는 패치 단위로, atlas 정보, geometry 정보, color 정보 등의 component를 복원된 프레임으로부터 예측할 수 있다.
- [0552] 이 문서에서 사용하는 V-PCC (Video-based Point Cloud Compression)용어는 V3C (Visual Volumetric Video-based Coding)와 같은 의미로 사용될 수 있으며, 두 용어는 서로 혼용되어 사용될 수 있다. 따라서, 본 문서에서 V-PCC용어는 V3C 용어로 해석될 수 있다.
- [0553] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신장치/방법(이하, 송신장치/방법)은 도1 송신 장치(1000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 파일/세그먼트 인캡슐레이터(10003), 트랜스미터(10004), 도4 인코더, 도15 인코더, 도18 송신 장치, 도20 XR디바이스(2030), 도21의 송신장치/방법, 도23의 송신장치/방법, 도55의 송신장치/방법, 도57의 송신장치/방법, 도77의 송신장치/방법 및/또는 도79의 송신장치/방법과 대응할 수 있다. 또한, 실시예들에 따른 송신장치/방법은 본 문서에서 설명하는 실시예들의 일부 또는 전체 구성 요소들 간의 연결 또는 조합에 의한 것일 수 있다.
- [0554] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신장치/방법(이하, 수신장치/방법)은 도1 수신 장치(10005), 포인트 클라우드 비디오 디코더(10008), 파일/세그먼트 디캡슐레이터(10007), 리시버(10006), 도16-17 디코더, 도19 수신 장치, 도20 XR디바이스(2030), 도22의 수신장치/방법, 도26의 수신장치/방법, 도56의 수신장치/방법, 도67의 수신장치/방법, 도78의 수신장치/방법 및/또는 도80의 수신장치/방법과 대응할 수 있다. 또한, 실시예들에 따른 수신장치/방법은 본 문서에서 설명하는 실시예들의 일부 또는 전체 구성 요소들 간의 연결 또는 조합에 의한 것일 수 있다.
- [0555] 도57은 실시예들에 따른 송신장치/방법을 나타낸다.
- [0556] 도57을 참조하면, 실시예들에 따른 송신장치는 메쉬 프레임 분할부, 객체 기하정보 변환부, 3D 패치 생성부, 패치 패킹부, 부가정보 부호화부, 정점 점유지도 생성부, 정점 색상이미지 생성부, 정점 기하이미지 생성부, 정점 점유지도 부호화부, 정점 색상이미지 부호화부, 정점 기하이미지 부호화부, 연결정보 수정부, 연결정보 패치 구성부, 연결정보 부호화부, 정점 인덱스 맵핑 정보 생성부 및/또는 정점 기하정보 복호화부를 포함할 수 있다.
- [0557] 도58은 도57의 메쉬 프레임 분할부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- [0558] 실시예들에 따른 메쉬 프레임 분할부는 메쉬 프레임그룹 객체 분할모듈 및 객체 인덱스 지정모듈을 포함할 수 있다.
- [0559] 도57을 참조하면, 메쉬 프레임 분할부는 메쉬 프레임그룹 내 메쉬 프레임을 객체로 분할할 수 있다. 이 과정은

도58과 같이 수행될 수 있다. 도58을 참조하면, 메쉬 프레임그룹 객체 분할모듈은, 프레임 단위로 객체 분할을 수행하거나 프레임그룹 내 다른 프레임을 참조하여 객체 분할을 수행할 수 있다. 도58의 객체 인덱스 지정모듈은, 객체에 인덱스를 부여할 수 있고 각 프레임의 동일한 객체에 동일한 인덱스를 부여할 수 있다.

- [0560] 도59는 실시예들에 따른 메쉬 프레임그룹 단위로 지정된 객체의 예시를 나타낸다. 도59를 참조하면, 메쉬 프레임 그룹 내 n개의 메쉬 프레임에 대하여 객체가 분할되고, 각각의 객체에 인덱스가 부여된 것을 나타낸다. 각각의 메쉬 프레임에 대하여 동일한 객체에는 동일한 인덱스가 부여될 수 있다.
- [0561] 도59에서  $POC(t-a)$ ,  $POC(t)$ ,  $POC(t+a)$ 는 메쉬 프레임그룹 내에 포함된 메쉬프레임을 나타내고, 도59는 각각의 메쉬프레임에 포함된 자동차, 사람, 나무, 집 등의 객체에 인덱스가 부여된 것을 나타낸다. 동일한 객체에 대해서는 동일한 인덱스 번호가 부여될 수 있다.
- [0562] Signaling : 실시예들에 따른 송신장치/방법은 전송할 객체에 대한 정보를 프레임 단위로 `Frame_object_info`에서 전송할 수 있다. `Frame_object_info`는 프레임에 포함된 객체의 개수(`num_object`), 각 객체의 인덱스 (`idx_object`), 프레임 내에서 각 객체의 위치 정보(`X_global_offset`, `Y_global_offset`, `Z_global_offset`) 등을 포함할 수 있다.
- [0563] 도60은 도57의 기하정보변환부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- [0564] 도61은 실시예들에 따른 기하정보 변환 수행 과정을 예시한다.
- [0565] 도57의 객체 기하정보변환부는, 메쉬 프레임그룹 내에서 동일한 인덱스를 갖는 한 개 이상의 객체를 공통의 축으로 기하정보 변환을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 기하정보변환부는 도60과 같이 기하정보 변환을 수행할 수 있다.
- [0566] 도60의 기하정보 변환 파라미터 도출모듈은, 객체의 새로운 축을 도출하고 새로운 축으로 변환하는 변환 파라미터를 도출할 수 있다. 새로운 축의 원점은 객체를 기준으로 특정 위치가 될 수 있으며, 각 축의 방향은 객체를 기준으로 특정 방향이 될 수 있다. 객체의 기존 기하정보를 새로 정한 축으로 변환하기 위하여 변환 파라미터가 도출할 수 있다.
- [0567] Signaling : 실시예들에 따른 송신장치/방법은 `Object_header`에서 변환 수행 여부 (`obj_geometric_transform_flag`)와 도출된 파라미터(`obj_geometric_transform_parameter`)를 객체 단위로 전송할 수 있다.
- [0568] 도60의 기하정보 변환모듈은, 도출된 기하정보 변환 파라미터를 이용하여 기하정보를 변환할 수 있다. 도61은 객체1에 대하여 기하정보 변환을 수행한 결과의 예시이다.
- [0569] 도62는 도57의 3D패치생성부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- [0570] 도63은 실시예들에 따른 메쉬프레임 내 객체1에 대한 3D패치 생성 결과 예시이다.
- [0571] 도57의 3D 패치생성부는, 메쉬 프레임그룹 내에서 동일한 인덱스를 갖는 한 개 이상의 객체를 입력으로 받아 각 객체를 3D 패치로 분할할 수 있다. 3D 패치로 분할하는 과정에서 각 3D 패치에 대하여 투영할 평면이 함께 결정될 수 있다. 수행 과정은 도62와 같을 수 있다.
- [0572] 도62의 기하정보 변화에 따른 객체 영역 구분모듈은, 입력받은 객체들의 기하정보를 서로 비교하여 메쉬 프레임 그룹 내에서 기하정보의 변화가 있는 영역과 없는 영역으로 각 객체의 영역을 구분할 수 있다.
- [0573] 도62의 3D 패치 분할 모듈에서는, 변화가 없는 영역에 대해서는 모든 메쉬 프레임의 객체에 대하여 동일하게 3D 패치를 생성하고 동일한 투영 평면을 지정할 수 있다. 변화가 있는 영역에 대해서는 객체마다의 서로 다르게 3D 패치를 생성하고 서로 다른 투영 평면을 지정할 수 있다.
- [0574] 도63은 3D 패치 패킹 수행 결과를 나타낼 수 있다. 메쉬 프레임그룹 내 N개의 메쉬 프레임에 대하여, 메쉬 프레임 간 기하정보 변화가 없는 영역을 3D Patch a, b, c, d로 분할하고, 메쉬 프레임 간 기하정보 변화가 존재하는 영역은 메쉬 프레임 각각에 최적으로 분할을 수행할 수 있다. 예를들어, t 번째 메쉬 프레임의 객체 1(`obj1_t-a`)에서 상기 변화가 존재하는 영역은 3D patch e, f, g로 분할될 수 있다.
- [0575] 도64는 실시예들에 따른 메쉬프레임 내의 객체1의 2D 프레임 패킹 결과 예시이다.
- [0576] 도57의 패치 패킹부는, 3D 패치 생성부에서 생성한 3D 패치 단위로 2D 프레임에 패킹할 위치를 지정할 수 있다. 3D 패치 생성부에서 변화가 없는 영역 내 3D 패치들에 대해서는, 2D 프레임의 동일한 위치에 패킹이 수행될 수

있다. 변화가 있는 영역 내 3D 패치들에 대해서는 각 메쉬 프레임의 객체마다 최적의 위치에 패킹이 수행될 수 있다. 도64는 3D 패치의 2D프레임 패킹 결과를 예시한다.

- [0577] 도64를 참조하면, 메쉬 프레임그룹에 포함된 각 메쉬 프레임 내의 객체 1이 obj1\_t-a, obj1\_t, obj1\_t+a로 표현된다. 객체 1에서 3D patch a, b, c, d는 메쉬 프레임 간에 변화가 없는 영역에 해당하고, 3D patch e, f, g는 메쉬 프레임 간에 변화가 있는 영역에 해당한다. 따라서, 2D 프레임에 패킹 시, 3D patch a, b, c, d는 2D 프레임 내의 일정한 위치에 패킹되고, 3D patch e, f, g는 각 프레임마다 다른 위치에 최적으로 패킹된다.
- [0578] 도57의 3D 패치 생성부, 패치 패킹부와 관련한 Signaling 정보 : 3D 패치 분할 및 2D 프레임 패킹에 관련된 정보는 패치 단위로 아틀라스 정보로서 전송될 수 있다.
- [0579] 실시예들에 따른 아틀라스 정보는 메쉬를 분할한 각 3D patch의 바운딩박스 꼭지점 좌표, 3D patch가 이미지로 투영된 2D patch의 바운딩박스의 좌상단 좌표/너비/높이 등의 정보를 포함할 수 있다. (예를 들어, 아틀라스 정보는 실시예들에 따른 auxiliary patch information과 동일한 정보이거나, 동일한 정보를 포함할 수 있고, 및/또는, 동일한 용도로 사용될 수도 있다.)
- [0580] 도57의 3D 패치 생성부에서 변화가 있는 영역이 존재하지 않을 경우, 메쉬 프레임그룹 내에서 첫 번째로 부호화되는 메쉬 프레임일 경우에만 아틀라스 정보를 전송할 수 있다. 나머지 메쉬 프레임일 경우 아틀라스 정보를 전송하지 않고 첫 번째 메쉬 프레임의 아틀라스 정보를 참조할 수 있다. 객체 헤더(Object\_header)의 obj\_atlas\_skip\_flag를 참 값으로 전송할 수 있다.
- [0581] 3D 패치 생성부에서 변화가 있는 영역이 존재할 경우, 변화가 없는 영역에 포함되는 패치는 첫 번째 메쉬 프레임에서 대응되는 패치의 아틀라스를 참조하여 사용할 수 있다. 변화가 있는 영역에 포함되는 패치는 패치 단위로 아틀라스 정보를 전송할 수 있다. Tile 또는 패치 단위로 아틀라스 정보 전송 여부를 전송할 수 있다.
- [0582] 도65는 도57의 정점 점유지도 부호화부, 정점 색상이미지 부호화부 또는 정점 기하이미지 부호화부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- [0583] 도66은 실시예들에 따른 객체의 예시를 나타낸다.
- [0584] 도57의 정점 점유지도 생성부, 정점 색상이미지 생성부, 정점 기하이미지 생성부는, 객체를 2D 프레임으로 패킹하여 각각 정점 점유지도, 색상이미지, 기하이미지를 생성할 수 있다. 도57의 3D 패치 생성부에서 생성한 3D 패치를 패치 패킹부에서 지정한 2D 프레임의 위치로 패킹할 수 있다. 정점 점유지도에서, 패킹에 따라서 정점이 투영되는 픽셀에 값이 존재할 수 있다. 색상이미지에서, 정점이 투영되는 픽셀에 해당 정점의 색상 값이 존재할 수 있다. 기하이미지에서, 정점이 투영되는 픽셀에 해당 정점과 투영 평면과의 거리 값이 존재할 수 있다.
- [0585] 도57의 정점 점유지도 부호화부, 정점 색상이미지 부호화부, 정점 기하이미지 부호화부는, 현재 메쉬 프레임에서 생성된 한 개 이상의 객체의 각각 정점 점유지도, 색상이미지, 기하이미지를 부호화 할 수 있다. 현재 메쉬 프레임 내 객체 오름차순으로, 각 객체에서 생성된 정점 점유지도, 색상이미지, 기하이미지를 부호화 할 수 있다. 수행 과정은 도65와 같을 수 있다.
- [0586] 도65를 참조하면, 객체 단위 스킵 여부 결정모듈은, 현재 부호화하고자 하는 객체의 기하이미지 또는 색상이미지 또는 정점 점유지도를 부호화하지 않고 이전에 부호화된 메쉬 프레임의 동일 객체의 이미지를 참조할지 여부(obj\_geometry\_image\_skip\_flag, obj\_occupancy\_skip\_flag, obj\_color\_image\_skip\_flag)를 결정할 수 있다. 이전에 부호화된 이미지를 참조하는 경우, 참조 메쉬 프레임의 인덱스(ref\_frame\_idx)를 전송할 수 있다.
- [0587] Signaling : 실시예들에 따른 송신장치/방법은 Object\_header 에서 obj\_geometry\_image\_skip\_flag, obj\_occupancy\_skip\_flag, obj\_color\_image\_skip\_flag를 전송할 수 있다.
- [0588] 도65를 참조하면, 부호화 수행모듈은, obj\_geometry\_image\_skip\_flag가 거짓인 경우에 현재 부호화하고자 하는 객체의 기하이미지를 부호화할 수 있고, obj\_occupancy\_skip\_flag가 거짓인 경우에 정점 점유지도를 부호화할 수 있고, obj\_color\_image\_skip\_flag가 거짓인 경우에 색상이미지를 부호화할 수 있다. 부호화 수행모듈은 현재 메쉬 프레임 내 객체들을 순차적으로 부호화할 수 있고, 화면 간/내 예측, 변환, 엔트로피 부호화 등을 순차적으로 수행할 수 있다. 화면 간 예측을 수행할 때, 2D이미지버퍼에 저장 되어있는 먼저 부호화된 메쉬 프레임 내 동일 객체의 2D이미지를 참조할 수 있다. 2D이미지버퍼에 저장되어 있는 복원된 객체는, 객체 인덱스, 객체가 포함된 메쉬 프레임 인덱스 등을 메타데이터의 형식으로 함께 저장할 수 있다
- [0589] 도66은 obj\_occupancy\_skip\_flag = 1, obj\_geometry\_image\_skip\_flag = 1, obj\_color\_image\_skip\_flag = 0 인

경우의 객체 예시를 나타낼 수 있다. 이 경우, 현재 메쉬 프레임의 객체3과 먼저 부호화된 메쉬 프레임의 객체3의 기하정보가 동일하고, 색상정보가 다른 경우일 수 있다.

- [0590] 도57의 부가정보 부호화부는, 패치당 결정된 정사영 평면 인덱스 및/또는 해당 패치의 2D 바운딩 박스 위치 (u0,v0,u1,v1) 및/또는 패치의 바운딩 박스를 기준으로 3D 복원 위치 (x0,y0,z0) 및/또는 W x H의 이미지 공간에서 M x N 단위의 패치 인덱스맵 등이 부호화될 수 있다.
- [0591] 도 57의 연결정보 수정부는, 복원된 정점 기하정보를 참고하여 연결정보를 수정할 수 있다.
- [0592] 도57의 연결정보 패치 구성부는, 3D 패치 생성부에서 입력 포인트를 한 개 이상의 3D 정점 패치로 분할하는 과정에서 생성된 포인트 분할 정보를 이용하여 연결정보를 한 개 이상의 연결정보 패치로 분할할 수 있다.
- [0593] 도57의 연결정보 부호화부는, 연결정보를 패치 단위로 부호화할 수 있다.
- [0594] 도57의 정점 인덱스 맵핑 정보 생성부는, 연결정보의 정점 인덱스와 이에 대응되는 복원된 정점 인덱스를 맵핑하는 정보를 생성할 수 있다.
- [0595] 도67은 실시예들에 따른 수신장치/방법을 나타낸다.
- [0596] 도67을 참조하면, 실시예들에 따른 수신장치는 정점 점유지도 복호화부, 부가정보 복호화부, 기하이미지 복호화부, 색상이미지 복호화부, 연결정보 복호화부, 정점 기하정보/색상정보 복원부, 정점 인덱스 맵핑부, 정점 순서 정렬부, 객체 기하정보 역변환부 및/또는 메쉬 프레임 구성부를 포함할 수 있다.
- [0597] 도68은 도67의 정점 점유지도 복호화부, 정점 색상이미지 복호화부 또는 정점 기하이미지 복호화부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- [0598] 도67을 참조하면, 실시예들에 따른 수신장치/방법은 각각의 비트스트림으로부터 정점 기하정보 및 정점 색상정보의 복원화를 수행하게 된다. 복원된 기하정보와 색상정보, 정점 점유지도, 전송받은 아틀라스 정보를 이용하여 3D 객체를 복원할 수 있고, 현재 프레임에 포함되는 복원된 한 개 이상의 객체들은 한 개의 복원된 메쉬 프레임으로 구성할 수 있다. 단계별 수행되는 원리는 아래에 자세히 설명한다.
- [0599] 실시예들에 따른 정점 점유지도 복호화부, 기하 이미지 복호화부, 색상 이미지 복호화부는 각각 정점 점유지도, 기하이미지, 색상이미지를 복호화할 수 있다. 각각은 도68과 같이 수행될 수 있다.
- [0600] 도68에서 객체 단위 스킵 여부 파싱모듈은, 복호화 하고자 하는 현재 메쉬 프레임의 현재 객체의 객체 헤더 (Object\_header)에서 정점 점유지도, 기하이미지, 색상이미지의 일반 복호화 수행 여부 (obj\_geometry\_image\_skip\_flag, obj\_color\_image\_skip\_flag, obj\_occupancy\_skip\_flag)를 파싱할 수 있다. 플래그가 참인 경우에는 이후 과정에서 참조 복호화 과정, 거짓인 경우에는 일반 복호화 과정이 수행될 수 있다.
- [0601] 도68의 복호화 수행모듈은, 정점 점유지도 또는 기하이미지 또는 색상이미지를 참조 복호화 과정 또는 일반 복호화 과정을 통해 복원할 수 있다.
- [0602] Obj\_geometry\_image\_skip\_flag의 의미가 참일 경우, 현재 객체의 기하이미지의 복원으로서 참조 프레임의 대응 객체의 기하이미지를 사용하여 참조 복호화 과정을 수행할 수 있다. 참조 프레임의 인덱스(ref\_frame\_idx)를 파싱하여, 해당 인덱스를 갖는 프레임에서 대응되는 객체의 기하이미지를 현재 객체의 복원된 기하이미지로 사용할 수 있다. obj\_geometry\_image\_skip\_flag의 의미가 거짓인 경우, 예측, 역변환, 역양자화, 엔트로피 디코딩 등의 일반 복호화 과정을 수행하여 기하이미지를 복원할 수 있다.
- [0603] obj\_color\_image\_skip\_flag 의 의미가 참일 경우, 현재 객체의 색상이미지의 복원으로서 참조 프레임의 대응 객체의 색상이미지를 사용하여 참조 복호화 과정을 수행할 수 있다. 참조 프레임의 인덱스(ref\_frame\_idx)를 파싱하여, 해당 인덱스를 갖는 프레임에서 대응되는 객체의 색상이미지를 현재 객체의 복원된 색상이미지로 사용할 수 있다. Obj\_color\_image\_skip\_flag 의 의미가 거짓인 경우, 예측, 역변환, 역양자화, 엔트로피 디코딩 등의 일반 복호화 과정을 수행하여 색상이미지를 복원할 수 있다.
- [0604] obj\_occupancy\_skip\_flag 의 의미가 참일 경우, 현재 객체의 정점 점유지도의 복원으로서 참조 프레임의 대응 객체의 정점 점유지도를 사용하여 참조 복호화 과정을 수행할 수 있다. 참조 프레임의 인덱스(ref\_frame\_idx)를 파싱하여, 해당 인덱스를 갖는 프레임에서 대응되는 객체의 정점 점유지도를 현재 객체의 복원된 정점 점유지도로 사용할 수 있다. obj\_occupancy\_skip\_flag 의 의미가 거짓인 경우, 예측, 역변환, 역양자화, 엔트로피 디코



딩 등의 일반 복호화 과정을 수행하여 정점 점유지도를 복원할 수 있다.

- [0605] 도69는 도67의 정점 기하정보/색상정보 복원부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- [0606] 실시예들에 따른 정점 기하정보/색상정보 복원부는 객체 단위 아틀라스 정보 스킵 여부 파싱모듈, 타일 단위 아틀라스 정보 스킵 여부 파싱모듈, 아틀라스 정보 복원 모듈 및/또는 3차원 객체 복원모듈을 포함할 수 있다. 모듈들은 도69의 순서에 따라 동작할 수 있으며, 순서는 변경될 수 있고 일부 모듈 또는 동작 단계가 생략될 수 있다.
- [0607] 도67의 정점 기하정보/색상정보 복원부는, 현재 객체의 복원된 기하이미지, 색상이미지, 정점 점유지도를 이용하여 3차원 객체를 복원할 수 있다. 또한, 전송 받은 아틀라스 정보를 이용하여 3차원 객체를 복원할 수 있다.
- [0608] 도69의 객체 단위 아틀라스 정보 스킵 여부 파싱모듈에서는, 현재 객체의 아틀라스 정보의 일반 복호화 과정 수행 여부 (obj\_atlas\_skip\_flag)를 객체 헤더(Object\_header)에서 파싱할 수 있다. 플래그가 참인 경우에는 도69의 타일 단위 아틀라스 정보 스킵 여부 파싱모듈을 생략할 수 있고, 도69의 아틀라스 정보 복원모듈에서 참조 복호화 과정을 통해 현재 객체의 아틀라스 정보를 복원할 수 있다. 플래그가 거짓인 경우에는 도69의 타일 단위 아틀라스 정보 스킵 여부 파싱모듈을 수행할 수 있고, 타일 단위 스킵 여부에 따라 아틀라스 정보 복원 모듈에서 타일 단위로 참조 복호화 과정 또는 일반 복호화 과정을 수행할 수 있다. 실시예에 따른 타일은 정점 점유지도, 정점 색상이미지, 정점 기하이미지가 복호화될 때 병렬 복호화되는 단위일 수 있다. 타일은 이미지를 너비, 높이 방향으로 분할하여 생성된 직사각형 형태일 수 있다. 또한, 하나의 타일 내부에 다수개의 2D patch가 존재할 수 있고, 하나의 2D patch의 영역은 하나의 타일에 포함될 수 있다.
- [0609] 도69의 타일 단위 아틀라스 정보 스킵 여부 파싱모듈에서는, 현재 객체의 아틀라스 정보의 일반 복호화 과정 수행 여부를 (tile\_atlas\_skip\_flag) 타일 단위로 타일 유닛(atlas\_tile\_data\_unit)에서 파싱할 수 있다. 플래그가 참인 경우에는 아틀라스 정보 복원모듈에서 참조 복호화 과정을 통해 현재 타일의 아틀라스 정보를 복원할 수 있다. 플래그가 거짓인 경우에는 아틀라스 정보 복원모듈에서 일반 복호화 과정을 통해 현재 타일의 아틀라스 정보를 복원할 수 있다.
- [0610] 도70은 도67의 객체 기하정보 역변환부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- [0611] 실시예들에 따른 객체 기하정보 역변환부는 기하정보 변환 파라미터 파싱모듈 및/또는 기하정보 역변환 모듈을 포함할 수 있다. 모듈들은 도70의 순서에 따라 동작할 수 있고, 동작 순서가 변경되거나 일부 구성이 생략될 수 있다.
- [0612] 도71은 실시예들에 따른 기하정보 역변환 수행 결과를 예시한다.
- [0613] 도67의 객체 기하정보 역변환부는, 복원된 객체의 기하정보에 역변환을 수행할 수 있다. 수행과정은 도70과 같을 수 있다.
- [0614] 도70의 기하정보 변환 파라미터 파싱모듈은, 현재 객체가 기하정보 변환을 수행하는 경우 기하정보 변환 파라미터를 파싱할 수 있다. 객체 헤더(Object\_header)에서 기하정보 변환 여부(obj\_geometric\_transform\_flag)를 파싱할 수 있고, 플래그가 참일 경우 변환 파라미터(obj\_geometric\_transform\_parameter)를 파싱할 수 있다. 변환 파라미터 신택스는 벡터의 형태일 수 있다. 또는 인덱스의 형태이고, 인덱스에 따라서 테이블을 참조하여 파라미터 벡터를 유도할 수 있다.
- [0615] 도70의 기하정보 역변환모듈은, 복원된 객체의 기하정보에 파싱한 기하정보 변환 파라미터를 이용하여 역변환을 수행할 수 있다. 역변환 수행 결과는 도71과 같을 수 있다.
- [0616] 도72는 도67의 객체 메쉬 프레임 구성부의 구성 또는 동작 방법을 나타낸다.
- [0617] 실시예들에 따른 메쉬 프레임 구성부는 객체 위치 파싱부 및/또는 객체 기하정보 이동변환부를 포함할 수 있다. 메쉬 프레임 구성부는 도70의 순서에 따라 동작할 수 있고, 동작 순서가 변경되거나 일부 구성이 생략될 수 있다.
- [0618] 도73은 실시예들에 따른 POC t 메쉬 프레임에 대한 메쉬 프레임 구성부의 수행 예시이다.
- [0619] 도67의 메쉬 프레임 구성부는, 현재 프레임에 포함되는 복원된 한 개 이상의 객체들은 한 개의 복원된 메쉬 프레임으로 구성할 수 있다. 수행 과정은 도72와 같을 수 있다.
- [0620] 도72의 메쉬 프레임 내 객체 위치 파싱부는, 현재 프레임에 포함되는 복원된 한 개 이상의 객체들에 대하여 각



객체가 복원된 메쉬 프레임에서의 위치를 파악할 수 있다. 객체 당 X, Y, Z 각 축의 오프셋의 형태일 수 있다. 현재 객체의 객체 헤더(Object\_header)에서 파악한 객체 인덱스(idx\_object)를 파악할 수 있고, 프레임 단위 객체 정보(Frame\_object)에서 동일한 인덱스를 갖는 객체의 X, Y, Z축 오프셋(X\_global\_offset, Y\_global\_offset, Z\_global\_offset)을 파악할 수 있다.

- [0621] 도72의 객체 기하정보 이동변환부는, 현재 복원된 객체 내 모든 정점의 X, Y, Z 축 값에 각각 X\_global\_offset, Y\_global\_offset, Z\_global\_offset를 합산할 수 있다.
- [0622] POC t 메쉬 프레임에 대한 메쉬 프레임 구성부의 수행 결과는 도73과 같을 수 있다.
- [0623] 도73을 참조하면, 메쉬 프레임 구성부는 1번부터 7번까지 인덱스가 부여된 객체들에 대하여 각 객체의 위치 정보를 파악하고, 해당 위치 정보에 따라 각각의 객체들을 배치하여 메쉬 프레임을 구성할 수 있다. 따라서, 도73의 객체들은 메쉬 프레임 구성 후 각각이 위치 정보에 따라 배치되어 하나의 메쉬 프레임을 구성할 수 있다.
- [0624] 도67의 부가정보 복호화부는, 패치당 결정된 정사영 평면 인덱스 및/또는 해당 패치의 2D 바운딩 박스 위치 (u0,v0,u1,v1) 및/또는 패치의 바운딩 박스를 기준으로 3D 복원 위치 (x0,y0,z0) 및/또는 W×H의 이미지 공간에서 M×N 단위의 패치 인덱스맵 등이 복호화될 수 있다.
- [0625] 도67의 연결정보 복호화부는, 패치 단위 연결정보 비트스트림을 입력 받아서 연결정보를 패치 단위로 복호화하거나 또는 프레임 단위 연결정보 비트스트림을 입력 받아서 연결정보를 프레임단위로 복호화할 수 있다.
- [0626] 도67의 정점 인덱스 맵핑부는, 복원된 연결정보의 정점 인덱스를 대응되는 정점 데이터의 인덱스로 맵핑할 수 있다.
- [0627] 도67의 정점 순서 정렬부는, 복원된 정점 데이터의 순서를 복원된 연결정보의 정점 인덱스를 참고하여 변경할 수 있다.
- [0628] 도67의 정점 기하정보/색상정보 복원부는 복원된 부가정보, 원된 정점 기하 이미지, 복원된 정점 색상 이미지를 이용하여 3차원 정점 단위의 기하정보와 색상정보를 복원할 수 있다.
- [0629] 실시예들에 따른 송신장치/방법은 프레임 단위의 객체 정보를 전달하기 위하여 다음과 같은 파라미터를 전송할 수 있다.
- [0630] 도74는 실시예들에 따른 Frame\_object()의 syntax를 나타낸다.
- [0631] 실시예들에 따른 Frame\_object()는 도50의 비트스트림에 포함될 수 있다.
- [0632] 실시예들에 따른 송신장치/방법은 프레임 단위의 객체 정보를 전달하기 위한 Frame\_object()와 현재 객체의 정보 관련 헤더 Object\_header() syntax를 전송할 수 있다. 또한, 타일 단위 아틀라스 전송 (atlas\_tile\_data\_unit) syntax에서 tile\_atlas\_skip\_flag를 추가하여 타일 단위 아틀라스 전송 스킵 여부를 정보를 전송할 수 있다.
- [0633] num\_object는 현재 프레임 내 객체의 개수를 나타낸다.
- [0634] idx\_object는 객체의 인덱스를 나타낸다.
- [0635] X\_global\_offset는 프레임 내에서 객체의 바운딩박스 꼭지점의 X축 좌표를 나타낸다.
- [0636] Y\_global\_offset는 프레임 내에서 객체의 바운딩박스 꼭지점의 Y축 좌표를 나타낸다.
- [0637] Z\_global\_offset는 프레임 내에서 객체의 바운딩박스 꼭지점의 Z축 좌표를 나타낸다.
- [0638] 도75는 실시예들에 따른 Object\_header()의 syntax를 나타낸다.
- [0639] 실시예들에 따른 Object\_header()는 도50의 비트스트림에 포함될 수 있다.
- [0640] idx\_object는 현재 객체의 인덱스를 나타낸다.
- [0641] obj\_atlas\_skip\_flag는 현재 객체에 대한 아틀라스 정보의 스킵 여부를 나타낼 수 있다.
- [0642] obj\_geometry\_image\_skip\_flag는 현재 객체에 대한 기하이미지 스킵 여부를 나타낼 수 있다.
- [0643] obj\_color\_image\_skip\_flag는 현재 객체에 대한 컬러이미지의 스킵 여부를 나타낼 수 있다.

- [0644] obj\_occupancy\_skip\_flag는 현재 객체에 대한 기하 점유지도의 스킵 여부를 나타낼 수 있다.
- [0645] ref\_frame\_idx는 스킵하여 전송하지 않은 정보들을 생성하기 위해 참조할 수 있는 참조 프레임의 인덱스를 나타낼 수 있다.
- [0646] obj\_geometric\_transform\_flag는 현재 객체의 전역적 기하정보 변환 수행 여부를 나타낼 수 있다.
- [0647] obj\_geometric\_transform\_parameter는 현재 객체의 전역적 기하정보 변환 파라미터 (벡터 or 인덱스)를 나타낼 수 있다.
- [0648] 도76은 실시예들에 따른 Atlas\_tile\_data\_unit의 syntax를 나타낸다.
- [0649] 실시예들에 따른 Atlas\_tile\_data\_unit은 도50의 비트스트림에 포함될 수 있다.
- [0650] tile\_atlas\_skip\_flag는 타일 단위의 아틀라스 전송 스킵 여부를 나타낼 수 있다.
- [0651] 도77은 실시예들에 따른 송신장치/방법을 나타낸다.
- [0652] V-Mesh 압축 기술을 이용하여 객체 단위 코딩 구조에서의 화면 간 예측 방법 및 데이터 전송을 위한 송신단의 동작 과정은 도77과 같을 수 있다.
- [0653] 실시예들에 따른 송신장치/방법은 메쉬 프레임그룹 단위로 입력을 받아 메쉬 프레임 그룹 내 메쉬 프레임을 객체로 분할하는 과정을 수행한다. 메쉬 프레임 분할부의 메쉬 프레임 객체 분할 모듈은 프레임 단위로 객체 분할을 수행하거나 프레임그룹 내 다른 프레임을 참조하여 객체 분할을 수행할 수 있다. 각 프레임의 동일한 객체에는 동일한 인덱스가 부여될 수 있다. 전송할 객체 정보는 프레임 단위로 Frame\_object syntax에 의해 전송될 수 있다. Frame\_object은 프레임에 포함된 객체의 수(num\_object), 각 객체의 인덱스(idx\_object), 프레임 내에서 각 객체의 위치 정보(X\_global\_offset, Y\_global\_offset, Z\_global\_offset) 등을 포함할 수 있다.
- [0654] 실시예들에 따른 객체 기하정보 변환부에서는 메쉬 프레임그룹 내 동일한 인덱스를 갖는 한 개 이상의 객체를 공통의 축으로 기하정보 변환을 수행할 수 있다. 각 객체의 새로운 축을 도출하고, 새로운 축을 변환하는 변환 파라미터를 도출하여 Object\_header()의 변환 수행 여부(obj\_geometric\_transform\_flag)와 도출된 파라미터(obj\_geometric\_transform\_parameter) 정보를 전송할 수 있다.
- [0655] 이 후, 메쉬 프레임 그룹 내에서 동일한 인덱스를 갖는 한 개 이상의 객체 단위의 메쉬 데이터를 입력으로 받고, 입력 받은 객체들의 기하정보를 메쉬 프레임그룹 단위로 비교하여 기하정보의 변화가 큰 영역과 변화가 적은 영역을 나누는 과정을 거친다. 각 영역 내 정점들이 투영될 최적의 평면을 고려하여 같은 평면으로 투영될 정점들을 그룹핑하고, 이를 3D 패치 라는 기본 단위로 분할할 수 있다.
- [0656] 패치 패킹부는 3D 패치 생성부에서 생성한 3D 패치 단위로 2D 프레임에 패킹할 위치를 지정하게 된다. 효율적인 비디오 압축을 위해 3D 패치 생성부에서 변화가 없는 영역 내 3D 패치들에 대해서 2D 프레임의 동일한 위치에 패킹을 수행할 수 있다. 변화가 있는 영역 내 3D 패치들에 대해서는 각 메쉬 프레임의 객체마다 최적의 위치에 패킹을 수행할 수 있다.
- [0657] 3D 패치 생성부에서 변화가 있는 영역이 존재하지 않는 경우에는 메쉬 프레임그룹 내에서 첫 번째로 부호화되는 메쉬 프레임의 경우에만 아틀라스 정보를 전송하게 된다. 나머지 메쉬 프레임의 경우 아틀라스 정보를 전송하지 않고 첫 번째 메쉬 프레임의 아틀라스 정보를 참조할 수 있다. 이 때, 객체 헤더(Object\_header)의 obj\_atlas\_skip\_flag를 참 값으로 전송할 수 있다.
- [0658] 3D 패치 생성부에서 변화가 있는 영역이 존재하는 경우, 변화가 없는 영역에 포함되는 3D 패치는 위와 동일하게 첫 번째 메쉬 프레임에서 대응되는 패치의 아틀라스를 참조하여 사용할 수 있다. 변화가 있는 영역에 포함되는 패치는 패치 단위로 아틀라스 정보를 전송할 수 있다.
- [0659] 실시예들에 따른 정점 점유지도 생성부, 정점 색상이미지 생성부, 정점 기하이미지 생성부는 객체를 2D 프레임으로 패킹하여 각각 정점 점유지도, 색상이미지, 기하이미지를 생성할 수 있다.
- [0660] 실시예들에 따른 정점 점유지도 부호화부, 정점 색상이미지 부호화부, 정점 기하이미지 부호화부는, 현재 메쉬 프레임에서 생성된 한 개 이상의 객체의 각각 정점 점유지도, 색상이미지, 기하이미지를 부호화 할 수 있다. 각 부호화부에서 현재 부호화하고자 하는 객체의 기하이미지 또는 색상이미지 또는 정점 점유지도를 부호화하지 않고 이전에 부호화된 메쉬 프레임의 동일 객체의 이미지를 참조할지 여부(obj\_geometry\_image\_skip\_flag, obj\_occupancy\_skip\_flag, obj\_color\_image\_skip\_flag)를 참, 거짓의 값으로 결정할 수 있다. 이전에 부호화된

이미지를 참조하는 경우, 참조 메쉬 프레임의 인덱스(ref\_frame\_idx)를 전송할 수 있다. 각 객체의 이전에 부호화된 메쉬 프레임 이미지 참조 여부(skip flag 참, 거짓)에 따라 비디오 코덱을 통한 부호화가 수행된다.

- [0661] 연결정보는 별도의 인코더를 통해 부호화되며, 기존의 정점 점유지도 이미지, 정점 기하이미지, 정점 색상이미지의 압축결과와 함께 다중화 부로 전송되어 하나의 비트스트림으로 송신부를 통해 전송될 수 있다.
- [0662] 도78은 실시예들에 따른 수신장치/방법을 나타낸다.
- [0663] 수신된 메쉬의 비트스트림은 파일/세그먼트 디캡슐레이션 후 압축된 정점 점유지도 비트스트림, 부가정보 비트스트림, 기하정보 비트스트림, 색상정보 비트스트림 그리고 연결정보 비트스트림으로 역다중화되고 복호화 수행 과정을 거치게 된다. 정점 점유지도, 기하 이미지, 색상 이미지 복호화부에서 복호화 하고자 하는 현재 메쉬 프레임의 객체 헤더(Object\_header)에서 obj\_occupancy\_skip\_flag, obj\_geometry\_image\_skip\_flag, obj\_color\_image\_skip\_flag를 파싱하여 각각의 일반 복호화 수행 여부를 판단할 수 있다. 플래그가 참인 경우에는 참조 복호화 과정을, 거짓인 경우에는 일반 복호화 과정이 수행될 수 있다.
- [0664] 참조 복호화 과정은 현재 객체의 기하 이미지, 색상 이미지, 정점 점유지도의 복원으로서 참조 프레임의 대응 객체의 기하 이미지, 색상 이미지, 정점 점유지도를 사용하여 수행할 수 있다. 이 때 참조 프레임의 인덱스(ref\_frame\_idx)를 파싱하여, 참조 프레임에서 해당 인덱스를 갖는 객체의 기하이미지, 색상 이미지, 정점 점유지도를 현재 객체의 복원된 기하 이미지, 색상 이미지, 정점 점유지도로 사용할 수 있다.
- [0665] 일반 복호화 과정은 예측, 역변환, 역양자화, 엔트로피 디코딩 등의 과정을 수행하여 기하 이미지, 색상 이미지, 정점 점유지도를 복원할 수 있다.
- [0666] 정점 기하정보/정점 색상정보 복원부에서는 복원된 기하 이미지, 색상 이미지, 정점 점유지도를 이용하여 3차원 객체를 복원할 수 있다. 아틀라스 정보와 정점 점유지도를 이용하여, 기하이미지와 색상이미지에서 점유된 픽셀을 3차원 공간으로 역투영하여 3차원 객체를 복원할 수 있다.
- [0667] 이를 위한 복원 과정으로, 현재 객체의 아틀라스 정보의 일반 복호화 과정 수행 여부(obj\_atlas\_skip\_flag)를 객체 헤더(Object\_header)에서 파싱할 수 있다. 플래그가 참인 경우에는 타일 단위 아틀라스 정보 스kip 여부 파싱모듈을 생략할 수 있고, 아틀라스 정보 복원모듈에서 참조 복호화 과정을 통해 현재 객체의 아틀라스 정보를 복원할 수 있다. 플래그가 거짓인 경우에는 타일 단위 아틀라스 정보 스kip 여부 파싱모듈을 수행할 수 있고, 타일 단위 스kip 여부에 따라서 아틀라스 정보 복원 모듈에서 타일 단위로 참조 복호화 과정 또는 일반 복호화 과정을 수행할 수 있다.
- [0668] 실시예들에 따른 타일 단위 아틀라스 정보 스kip 여부 파싱모듈에서는 현재 객체의 아틀라스 정보의 일반 복호화 과정 수행 여부를 (tile\_atlas\_skip\_flag) 타일 단위로 타일 유닛(atlas\_tile\_data\_unit)에서 파싱할 수 있다. 플래그가 참인 경우에는 아틀라스 정보 복원모듈에서 참조 복호화 과정을 통해 현재 타일의 아틀라스 정보를 복원할 수 있다. 플래그가 거짓인 경우에는 아틀라스 정보 복원모듈에서 일반 복호화 과정을 통해 현재 타일의 아틀라스 정보를 복원할 수 있다. 아틀라스 정보 복원 모듈에서 참조 복호화 과정을 수행할 경우 참조 프레임 인덱스(ref\_frame\_idx)를 파싱하여, 대응되는 타일의 아틀라스 정보를 현재 타일의 복원된 아틀라스 정보로 사용할 수 있다. 일반 복호화과정을 수행하는 경우에는 아틀라스 정보에 포함되는 모든 정보들을 파싱할 수 있다.
- [0669] 이렇게 복원된 기하 정보와 색상 정보의 정점 데이터의 순서는 복원된 연결정보의 정점 인덱스를 참고하여 변경할 수 있다. 정점 순서 정렬이 이루어지고 객체 기하정보 역변환부에서는 복원된 객체의 기하정보에 역변환을 수행할 수 있다. 기하정보 역변환부의 기하정보 변환 파라미터 파싱모듈은 현재 객체가 기하정보 변환을 수행하는 경우 기하정보 변환 파라미터를 파싱할 수 있다. 객체 헤더(Object\_header)에서 기하정보 변환 여부(obj\_geometric\_transform\_flag)를 파싱할 수 있고, 플래그가 참일 경우 변환 파라미터(obj\_geometric\_transform\_parameter)를 파싱할 수 있다. 이 때 변환 파라미터는 벡터의 형태일 수 있고, 또는 인덱스의 형태이면서 인덱스에 따른 테이블을 참조하여 파라미터 벡터를 유도할 수 있다. 복원된 객체의 기하정보에 파싱한 기하정보 변환 파라미터를 이용하여 역변환을 수행할 수 있다.
- [0670] 실시예들에 따른 메쉬 프레임 구성부에서는 객체 헤더(Object\_header)에서 객체 인덱스(idx\_object)를 파싱하여 현재 프레임에 포함되는 복원된 한 개 이상의 객체들을 복원된 메쉬 프레임 내에 구성할 수 있다. 또한, 프레임 단위 객체 정보(Frame\_object)에서 동일한 인덱스를 갖는 객체의 X, Y, Z축 오프셋(X\_global\_offset, Y\_global\_offset, Z\_global\_offset)을 파싱하고 복원된 객체 내 모든 정점에 대해 합산하여 메쉬 프레임 내 각 객체의 위치를 도출할 수 있다. 위와 같은 과정으로 메쉬 프레임 내의 각 객체들을 구성하여 최종 메쉬 데이터

를 복원할 수 있다.

- [0671] 종래의 메쉬 압축 구조는 부호화기의 입력으로 단일 객체로 구성된 메쉬 프레임만을 고려하고 있고, 입력된 메쉬 프레임을 하나의 2D 프레임으로 패킹하여 부호화를 수행하게 된다. 다수 객체로 구성되어있고, 넓은 공간을 포함하는 메쉬 프레임이 부호화기에 입력되는 경우에도 마찬가지로 하나의 2D 프레임으로 패킹되고 부호화가 수행된다. 이와 같은 기존의 메쉬 압축 구조는 지역적인 영역 또는 객체 단위로 품질을 조절하거나 전송하기 어려운 문제점이 있다. 이러한 기존 구조의 한계점을 극복하고자 객체 단위로 2D 프레임을 구성하여 부호화/복호화를 수행하는 구조를 제안하고, 부호화 효율을 향상시키고자 객체 또는 패치 단위로 atlas 정보, geometry 정보, color 정보 등의 메쉬 component를 복원된 프레임으로부터 예측할 수 있는 참조 기술을 제안한다. 본 발명에서 제안하는 방법을 통해 한 프레임에 다양한 종류의 다수 개 객체가 포함된 메쉬 콘텐츠에 대하여, 객체 단위로 독립적으로 부호화 하여 객체 단위로 병렬처리, 주관적 화질 조절, 선택적 전송 등을 수행할 수 있는 기능을 제공할 수 있다. 또한 메쉬 비디오에서 화면 간 중복성 특성이 큰 객체들에 대하여 메쉬 비디오를 보다 더욱 효과적으로 압축할 수 있을 것이다.
- [0672] 도79는 실시예들에 따른 송신장치/방법을 나타낸다.
- [0673] 실시예들에 따른 송신장치/방법은 도1, 도4, 도15, 도18, 도20, 도21, 도23, 도55, 도57, 도77 및/또는 도79의 인코더 또는 송신장치/방법과 대응하거나, 그 일부 구성 요소들의 조합과 대응할 수 있다. 실시예들에 따른 송신장치/방법은 메모리, 메모리에 저장된 명령어를 수행하는 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0674] 도79를 참조하면, 실시예들에 따른 송신장치/방법은 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계(S7900) 및 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계(S7901)를 포함한다.
- [0675] 여기서, 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계(S7900)는 메쉬 프레임을 객체를 기반으로 분할하는 단계를 포함한다. 도57 내지 도59는 실시예들에 따른 송신장치/방법이 메쉬 프레임을 객체를 기반으로 분할하는 내용을 설명한다.
- [0676] 실시예들에 따른 송신장치/방법은 메쉬 프레임을 객체를 기반으로 분할할 때 객체에 인덱스를 부여할 수 있다. 이때, 메쉬 프레임그룹에 속하는 프레임들 가운데 동일한 객체에 대해서는 동일한 인덱스가 부여될 수 있다. 예를 들어, 도59를 참조하면, 자동차 객체는 복수의 메쉬 프레임들에 대해서 인덱스가 1로 부여된다.
- [0677] 또한, 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는 객체의 기하정보를 변환하는 단계를 더 포함할 수 있다. 객체의 기하정보를 변환하는 단계는 도60 내지 도61에서 설명된다. 도60의 기하정보 변환 파라미터 도출모듈은 기하정보를 변환하기 위한 파라미터를 도출하고, 기하정보 변환모듈은 도출된 파라미터를 기반으로 객체의 기하정보를 변환할 수 있다.
- [0678] 또한, 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는 객체에 기반하여 3D 패치를 생성하는 단계와 3D 패치를 패킹하는 단계를 더 포함할 수 있다. 도57의 3D 패치 생성부는 3D 패치를 생성하고, 도57의 패치 패킹부는 3D 패치를 패킹한다. 실시예들에 따른 3D 패치 생성 및 패킹은 도62 내지 도64에서 설명한다.
- [0679] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는 메쉬 데이터를 단순화하는 단계를 포함한다. 그리고, 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는 단순화하는 단계에서 단순화된 메쉬 데이터를 복원하는 단계를 더 포함한다. 메쉬 데이터를 단순화하는 단계는 도23의 메쉬 단순화부에서 수행될 수 있다. 메쉬 데이터를 복원하는 단계는 도23의 메쉬 복원부에서 수행될 수 있다. 도23의 메쉬 복원부는 저해상도의 단순화된 메쉬 데이터를 복원할 수 있다.
- [0680] 또한, 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는 메쉬 데이터를 복원하는 단계에서 복원된 단순화된 메쉬 데이터에 대하여 메쉬 분할 정보를 생성하는 단계를 더 포함한다. 메쉬 분할 정보를 생성하는 단계는 도23의 메쉬 분할 정보 도출부에서 수행될 수 있다. 도23의 메쉬 분할 정보 도출부는 단순화된 메쉬 데이터를 분할하여 원본 메쉬와 가장 차이가 적은 분할 방법에 대한 정보를 도출할 수 있다. 실시예들에 따른 메쉬 분할 정보는 메쉬 분할 여부(split\_mesh\_flag), 서브메쉬 종류(submesh\_type\_idx), 서브메쉬 분할 종류(submesh\_split\_type\_idx) 등의 정보를 도출할 수 있다. 또한, 서브메쉬 분할 시 추가되는 정점의 개수(split\_num), 분할 깊이(split\_depth) 등 메쉬의 분할 방법과 관련이 있는 정보들을 도출할 수 있다.
- [0681] 실시예들에 따른 송신장치는 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 인코더 및 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 트랜스미터를 포함한다. 또한, 전송한 도면들에서 개시된 구성 요소들을 더 포함할 수 있다.



- [0682] 도1, 도4, 도15, 도18, 도20, 도21, 도23, 도55, 도57, 도77 및/또는 도79의 인코더 또는 송신장치의 구성 요소들은 해당 기능을 수행하기 위한 유닛, 모듈, 조립체일 수 있다. 또는, 해당 기능을 수행하기 위한 명령어를 저장하는 메모리 및 명령어를 수행하는 프로세스로 구성될 수 있다. 각각의 구성 요소들은 소프트웨어 및/또는 하드웨어의 조합일 수 있다.
- [0683] 도80은 실시예들에 따른 수신장치/방법을 나타낸다.
- [0684] 실시예들에 따른 수신장치/방법은 도1, 도16, 도17, 도19, 도20, 도22, 도26, 도56, 도67, 도78 및/또는 도80의 디코더 또는 수신장치/방법과 대응하거나, 그 일부 구성 요소들의 조합과 대응할 수 있다. 실시예들에 따른 수신장치/방법은 메모리, 메모리에 저장된 명령어를 수행하는 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0685] 실시예들에 따른 수신장치/방법은 송신장치/방법과 대응하는 역과정에 해당할 수 있다.
- [0686] 도80을 참조하면, 실시예들에 따른 수신장치/방법은 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계(S8000) 및 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계(S8001)를 포함한다.
- [0687] 여기서, 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계(S8001)는 3차원 객체를 복원하는 단계와 객체를 기반으로 메쉬 프레임을 구성하는 단계를 포함한다. 실시예들에 따른 객체의 복원 및 메쉬 프레임을 구성하는 방법은 도 67 및 도73에서 설명한다. 도67의 정점 점유지도 /색상정보 복원부는 객체의 복원된 기하이미지, 색상이미지, 정점 점유지도를 기반으로 3차원 객체를 복원할 수 있다. 또한, 도67의 메쉬 프레임 구성부는 복원된 객체를 기반으로 메쉬 프레임을 구성할 수 있다. 실시예들에 따른 메쉬 프레임 구성과 관련하여 도72에서 설명한다. 메쉬 프레임 구성부는 객체 위치 파싱부와 객체 기하정보 이동변환부를 포함할 수 있다. 객체 위치 파싱부의 객체의 X, Y, Z축 오프셋 정보를 파싱하고, 객체 기하정보 이동변환부는 파싱된 오프셋 정보를 복원된 객체 내 모든 정점의 X, Y, Z 축 값에 합산할 수 있다. 따라서, 복원된 객체가 메쉬 프레임 내에서 적절한 위치에 배치될 수 있다.
- [0688] 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계는 객체의 기하정보를 역변환하는 단계를 더 포함한다. 객체의 기하정보를 역변환하는 단계는 도67의 객체 기하정보 역변환부에서 수행된다. 구체적으로, 도70의 기하정보 변환 파라미터 파싱모듈에서 변환 파라미터를 파싱하고, 도70의 기하정보 역변환모듈에서 파싱된 변환 파라미터를 기반으로 기하정보를 역변환할 수 있다.
- [0689] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계(S8000)에서, 비트스트림은 객체의 변환 파라미터 정보와 객체에 대한 X축, Y축 및 Z축의 오프셋 정보를 포함한다. 객체의 변환 파라미터 정보는 파싱되어 객체의 기하정보 역변환에 사용될 수 있고, 객체에 대한 오프셋 정보는 메쉬 프레임 구성에 사용될 수 있다.
- [0690] 또한, 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계는 단순화된 메쉬 데이터를 복원하는 단계와 메쉬 분할정보를 디코딩하는 단계를 포함한다. 도23의 메쉬 복원부는 메쉬 데이터를 복원하고, 도23의 메쉬 분할정보 복호화부는 메쉬 분할정보를 디코딩한다.
- [0691] 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계는 복원된 메쉬 데이터를 메쉬 분할정보에 기반하여 분할하는 단계를 더 포함한다. 도23의 메쉬 분할부는 메쉬 복원부에서 복원된 저해상도 메쉬 데이터를 디코딩된 메쉬 분할정보에 기초하여 메쉬를 분할한다.
- [0692] 실시예들에 따른 비트스트림은 메쉬의 분할 여부 및 분할 방법에 대한 정보를 포함하고, 메쉬의 분할 여부 및 분할 방법에 대한 정보는 도23의 메쉬 분할부에서 활용될 수 있다.
- [0693] 한편, 실시예들에 따른 수신장치는 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 수신부 및 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 디코더를 포함한다. 또한, 전술한 도면들에서 개시된 구성 요소들을 더 포함할 수 있다.
- [0694] 실시예들에 따른 수신장치/방법은 도1, 도16, 도17, 도19, 도20, 도22, 도26, 도56, 도67, 도78 및/또는 도80의 디코더 또는 수신장치/방법과 대응하거나, 그 일부 구성 요소들의 조합과 대응할 수 있다. 실시예들에 따른 수신장치/방법은 메모리, 메모리에 저장된 명령어를 수행하는 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0695] 도1, 도16, 도17, 도19, 도20, 도22, 도26, 도56, 도67, 도78 및/또는 도80의 디코더 또는 수신장치의 구성 요소들은 해당 기능을 수행하기 위한 유닛, 모듈, 조립체일 수 있다. 또는, 해당 기능을 수행하기 위한 명령어를 저장하는 메모리 및 명령어를 수행하는 프로세스로 구성될 수 있다. 각각의 구성 요소들은 소프트웨어 및/또는



하드웨어의 조합일 수 있다.

- [0696] 실시예들에 따른 송수신 장치/방법에 따르면, 메쉬 데이터를 스케일러블하게 송수신 가능하다. 즉, 실시예들에 따른 송수신 장치/방법은 수신 디바이스의 성능이나 네트워크 상태를 고려하여 사용자의 요구에 적합하게 화질을 조절하고 메쉬 데이터를 송수신할 수 있다. 즉, 고해상도의 화질이 요구되지 않는 상황에서는 저해상도의 메쉬 데이터를 송수신하여 통신 효율을 높일 수 있고, 고해상도가 요구되는 부분은 고해상도의 화질을 복원할 수 있다.
- [0697] 또한, 실시예들에 따른 송수신 장치/방법은 메쉬 데이터에 대하여 다양한 메쉬 분할 방법을 적용할 수 있다. 따라서, 원본 메쉬 데이터에 가장 가깝게 복원되는 방법으로 손실되는 데이터를 최소화할 수 있다.
- [0698] 또한, 실시예들에 따른 송수신 장치/방법은 메쉬 프레임 그룹 내에 속하는 메쉬 프레임들의 객체들을 분리하여 처리함으로써 데이터 처리 효율을 높일 수 있다. 그룹 내에 동일한 객체에 대하여 동일한 인덱스를 부여하고, 객체에서 프레임에 따라 변형이 존재하는 영역과 아닌 영역을 구분하여 2D 패킹 시 효율적으로 패킹할 수 있다. 또한, 객체 단위로 프레임을 구성하고, 객체 또는 패치 단위로 아틀라스 정보, 기하정보, 속성 정보 등을 참조하여 예측할 수 있어 예측 정확도가 향상된다. 하나의 프레임에 포함된 다수의 객체에 대하여 객체 단위로 독립적으로 부호화가 가능하고, 병렬 처리, 화질 조절, 선택적 전송 등이 가능할 수 있고, 중복 특성이 큰 객체에 대하여 효과적으로 압축할 수 있다.
- [0699] 실시예들은 방법 및/또는 장치 관점에서 설명되었으며, 방법의 설명 및 장치의 설명은 상호 보완하여 적용될 수 있다.
- [0700] 설명의 편의를 위하여 각 도면을 나누어 설명하였으나, 각 도면에 서술되어 있는 실시 예들을 병합하여 새로운 실시 예를 구현하도록 설계하는 것도 가능하다. 그리고, 통상의 기술자의 필요에 따라, 이전에 설명된 실시 예들을 실행하기 위한 프로그램이 기록되어 있는 컴퓨터에서 관독 가능한 기록 매체를 설계하는 것도 실시예들의 권리범위에 속한다. 실시예들에 따른 장치 및 방법은 상술한 바와 같이 설명된 실시 예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 실시 예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시 예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다. 실시예들의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 실시예들은 상술한 특성의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 실시예들의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 실시예들의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해해서는 안 될 것이다.
- [0701] 실시예들의 장치의 다양한 구성요소들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 그것들의 조합에 의해 수행될 수 있다. 실시예들의 다양한 구성요소들은 하나의 칩, 예를 들면 하나의 하드웨어 서킷으로 구현될 수 있다. 실시예들에 따라, 실시예들에 따른 구성요소들은 각각 별도의 칩들로 구현될 수 있다. 실시예들에 따라, 실시예들에 따른 장치의 구성요소들 중 적어도 하나 이상은 하나 또는 그 이상의 프로그램들을 실행 할 수 있는 하나 또는 그 이상의 프로세서들로 구성될 수 있으며, 하나 또는 그 이상의 프로그램들은 실시예들에 따른 동작/방법들 중 어느 하나 또는 그 이상의 동작/방법들을 수행시키거나, 수행시키기 위한 인스트럭션들을 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 장치의 방법/동작들을 수행하기 위한 실행 가능한 인스트럭션들은 하나 또는 그 이상의 프로세서들에 의해 실행되기 위해 구성된 일시적이지 않은 CRM 또는 다른 컴퓨터 프로그램 제품들에 저장될 수 있거나, 하나 또는 그 이상의 프로세서들에 의해 실행되기 위해 구성된 일시적인 CRM 또는 다른 컴퓨터 프로그램 제품들에 저장될 수 있다. 또한 실시예들에 따른 메모리는 휘발성 메모리(예를 들면 RAM 등)뿐 만 아니라 비휘발성 메모리, 플래쉬 메모리, PROM등을 전부 포함하는 개념으로 사용될 수 있다. 또한, 인터넷을 통한 전송 등과 같은 캐리어 웨이브의 형태로 구현되는 것도 포함될 수 있다. 또한, 프로세서가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 프로세서가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [0702] 이 문서에서 “/” 와 “,” 는 “및/또는” 으로 해석된다. 예를 들어, “A/B” 는 “A 및/또는 B” 로 해석되고, “A, B” 는 “A 및/또는 B” 로 해석된다. 추가적으로, “A/B/C” 는 “A, B 및/또는 C 중 적어도 하나” 를 의미한다. 또한, “A, B, C” 도 “A, B 및/또는 C 중 적어도 하나” 를 의미한다. 추가적으로, 이 문서에서 “또는” 는 “및/또는” 으로 해석된다. 예를 들어, “A 또는 B” 은, 1) “A” 만을 의미하고, 2) “B” 만을 의미하거나, 3) “A 및 B” 를 의미할 수 있다. 달리 표현하면, 본 문서의 “또는” 은 “추가적으로 또는 대체적으로(Additionally or alternatively)” 를 의미할 수 있다.
- [0703] 제1, 제2 등과 같은 용어는 실시예들의 다양한 구성요소들을 설명하기 위해 사용될 수 있다. 하지만 실시예들에

따른 다양한 구성요소들은 위 용어들에 의해 해석이 제한되어서는 안된다. 이러한 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위해 사용되는 것에 불과하다. 것에 불과하다. 예를 들어, 제1 사용자 인풋 시그널은 제2사용자 인풋 시그널로 지칭될 수 있다. 이와 유사하게, 제2사용자 인풋 시그널은 제1사용자 인풋시그널로 지칭될 수 있다. 이러한 용어의 사용은 다양한 실시예들의 범위 내에서 벗어나지 않는 것으로 해석되어야만 한다. 제1사용자 인풋 시그널 및 제2사용자 인풋 시그널은 모두 사용자 인풋 시그널들이지만, 문맥 상 명확하게 나타내지 않는 한 동일한 사용자 인풋 시그널들을 의미하지 않는다.

[0704] 실시예들을 설명하기 위해 사용된 용어는 특정 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 사용되고, 실시예들을 제한하기 위해서 의도되지 않는다. 실시예들의 설명 및 청구항에서 사용된 바와 같이, 문맥 상 명확하게 지칭하지 않는 한 단수는 복수를 포함하는 것으로 의도된다. 및/또는 표현은 용어 간의 모든 가능한 결합을 포함하는 의미로 사용된다. 포함한다 표현은 특징들, 수들, 단계들, 엘리먼트들, 및/또는 컴포넌트들이 존재하는 것을 설명하고, 추가적인 특징들, 수들, 단계들, 엘리먼트들, 및/또는 컴포넌트들을 포함하지 않는 것을 의미하지 않는다. 실시예들을 설명하기 위해 사용되는, ~인 경우, ~때 등의 조건 표현은 선택적인 경우로만 제한 해석되지 않는다. 특정 조건을 만족하는 때, 특정 조건에 대응하여 관련 동작을 수행하거나, 관련 정의가 해석되도록 의도되었다.

[0705] 또한, 본 문서에서 설명하는 실시예들에 따른 동작은 실시예들에 따라서 메모리 및/또는 프로세서를 포함하는 송수신 장치에 의해 수행될 수 있다. 메모리는 실시예들에 따른 동작을 처리/제어하기 위한 프로그램들을 저장할 수 있고, 프로세서는 본 문서에서 설명한 다양한 동작을 제어할 수 있다. 프로세서는 컨트롤러 등으로 지칭 가능하다. 실시예들에 동작들은 펌웨어, 소프트웨어, 및/또는 그것들의 조합에 의해 수행될 수 있고, 펌웨어, 소프트웨어, 및/또는 그것들의 조합은 프로세서에 저장되거나 메모리에 저장될 수 있다.

[0706] **발명의 실시를 위한 형태**

[0707] 상술한 바와 같이, 실시예들을 실시하기 위한 최선의 형태에서 관련 내용을 설명하였다.

[0708] **산업상 이용가능성**

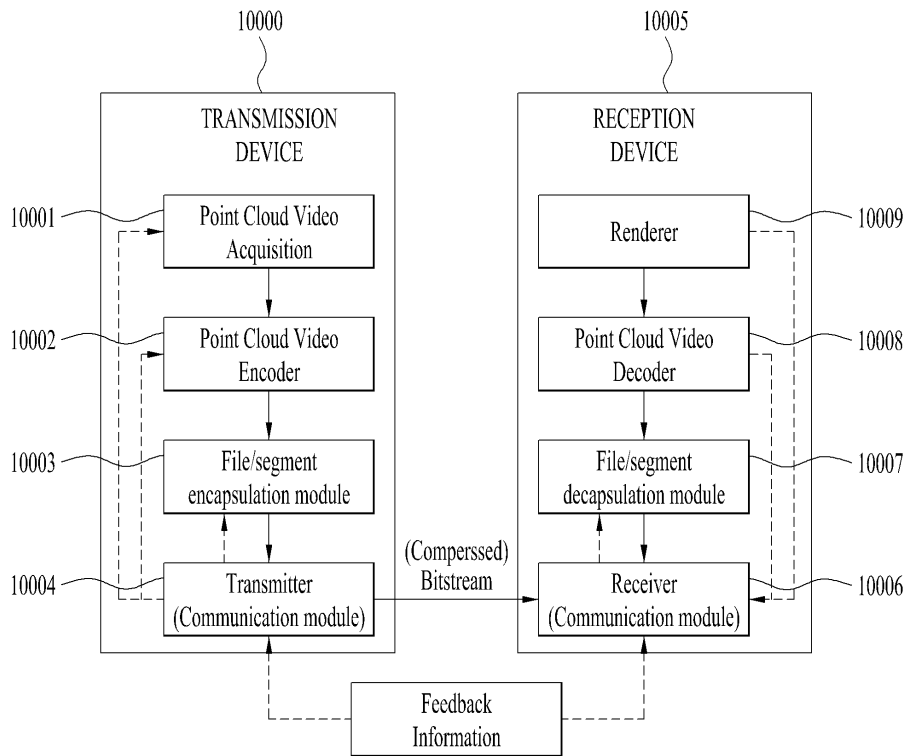
[0709] 상술한 바와 같이, 실시예들은 포인트 클라우드 데이터 송수신 장치 및 시스템에 전체적 또는 부분적으로 적용될 수 있다.

[0710] 당업자는 실시예들의 범위 내에서 실시예들을 다양하게 변경 또는 변형할 수 있다.

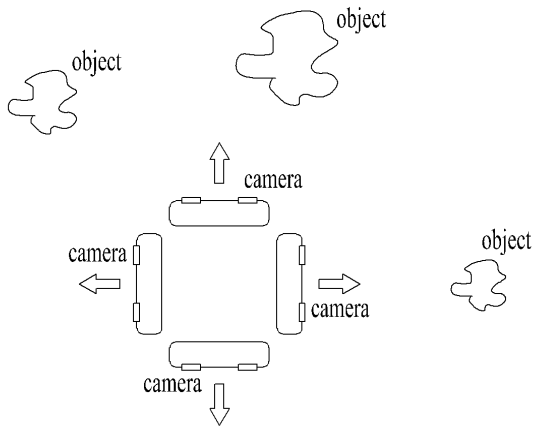
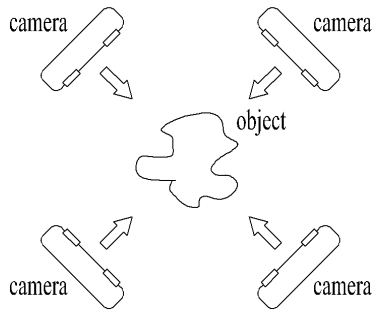
[0711] 실시예들은 변경/변형들을 포함할 수 있고, 변경/변형은 청구항들 및 그와 동일한 것들의 범위를 벗어나지 않는다.

도면

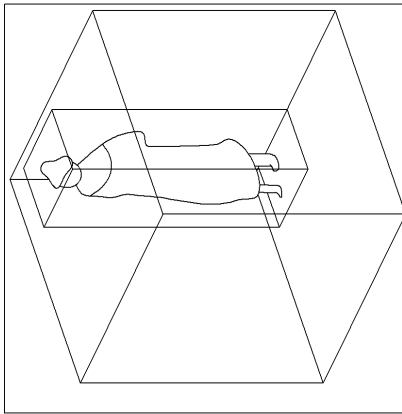
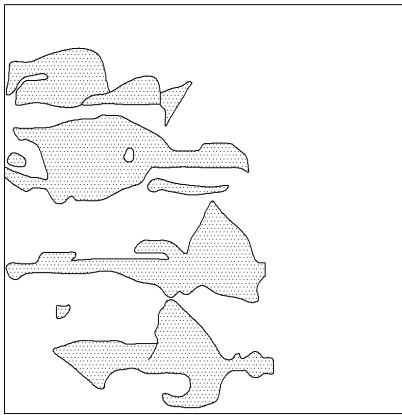
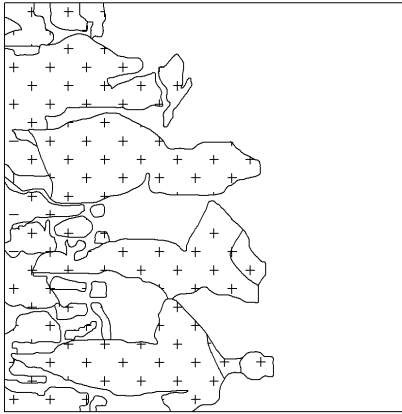
도면1



도면2

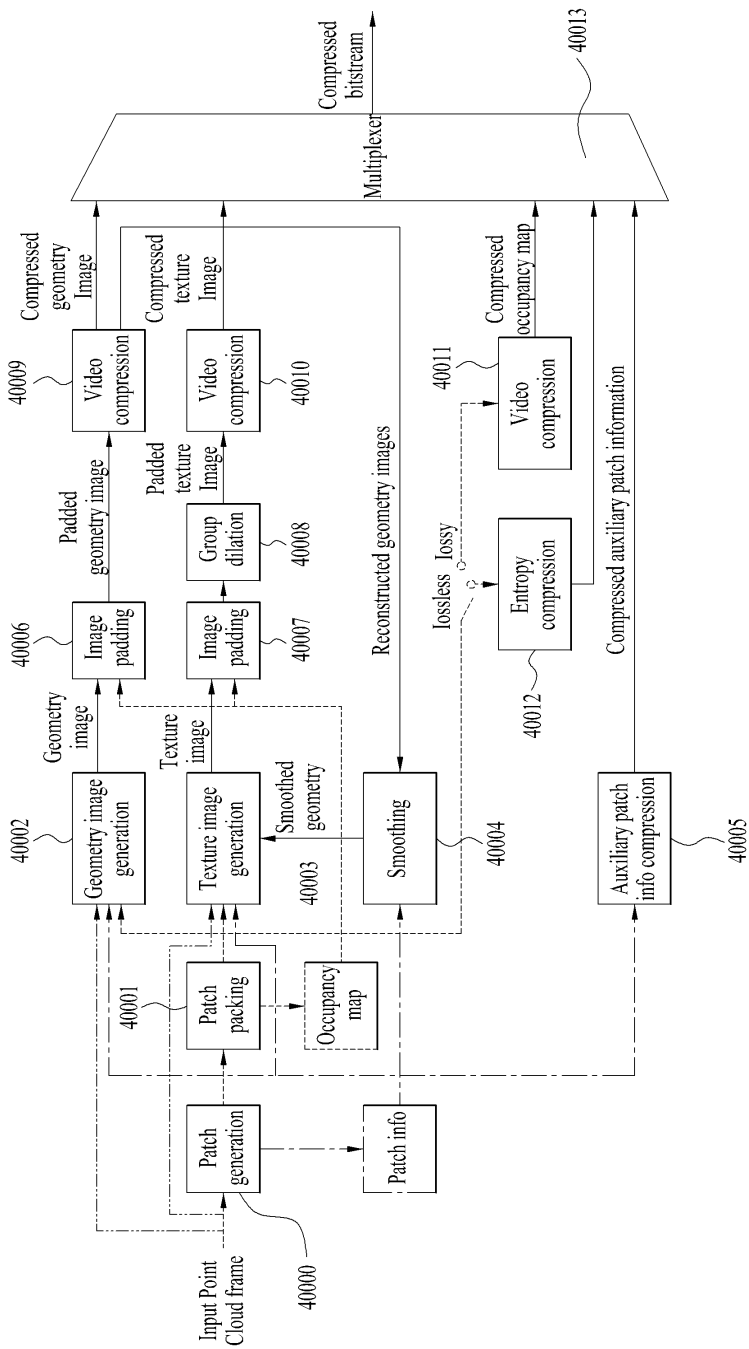


도면3

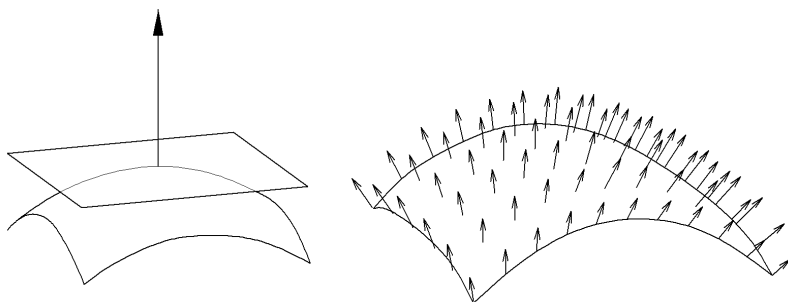




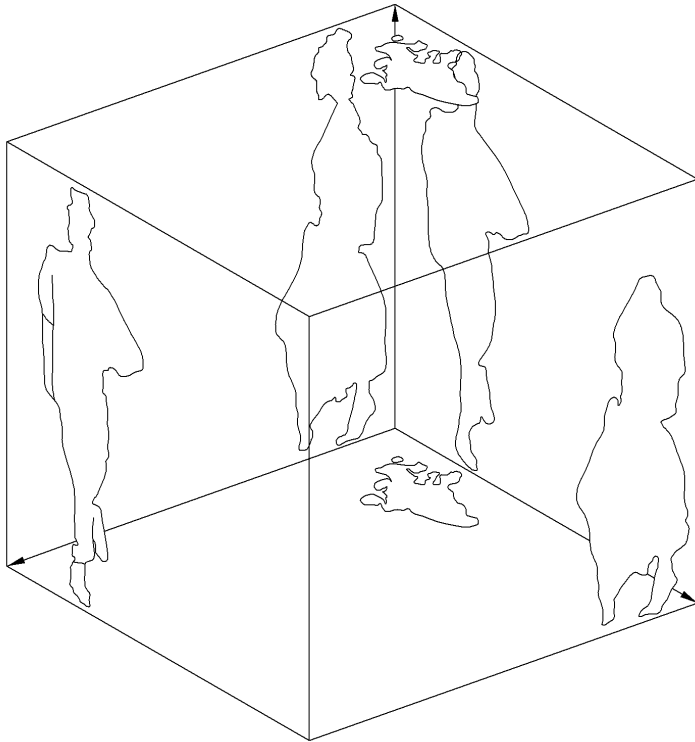
도면4



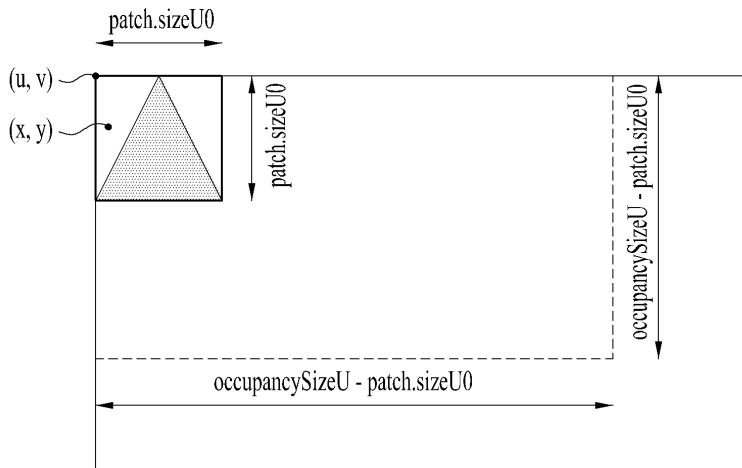
도면5



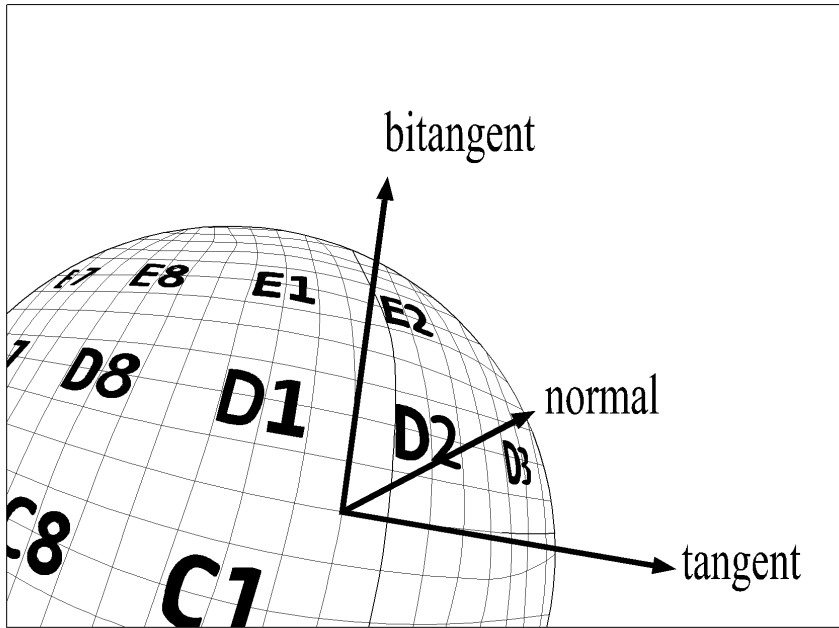
도면6



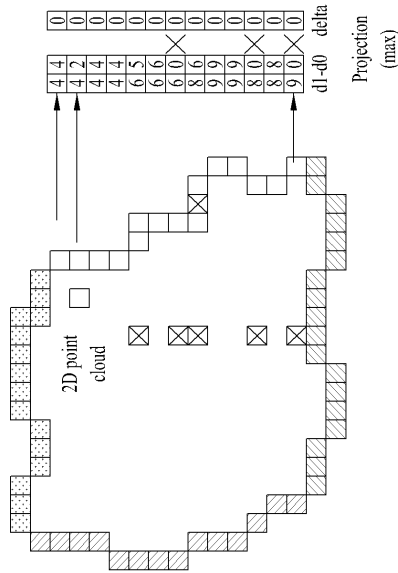
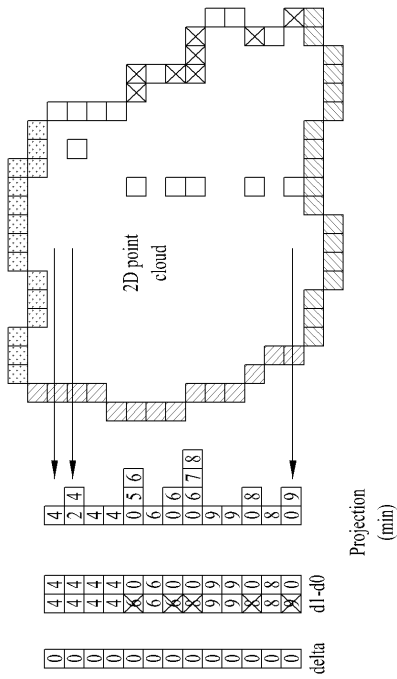
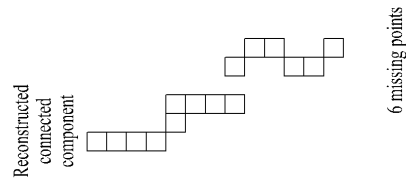
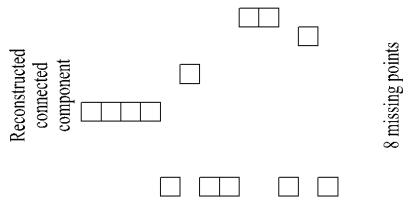
도면7



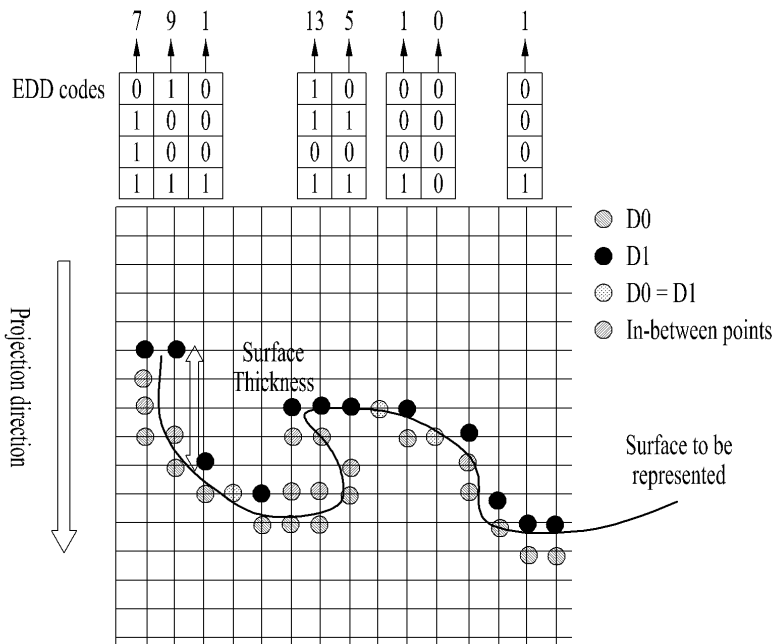
도면8



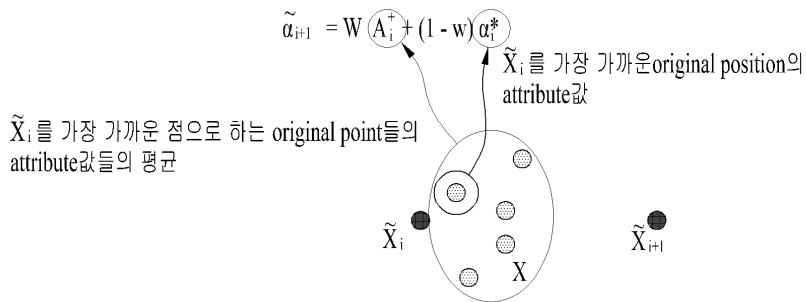
도면9



도면10

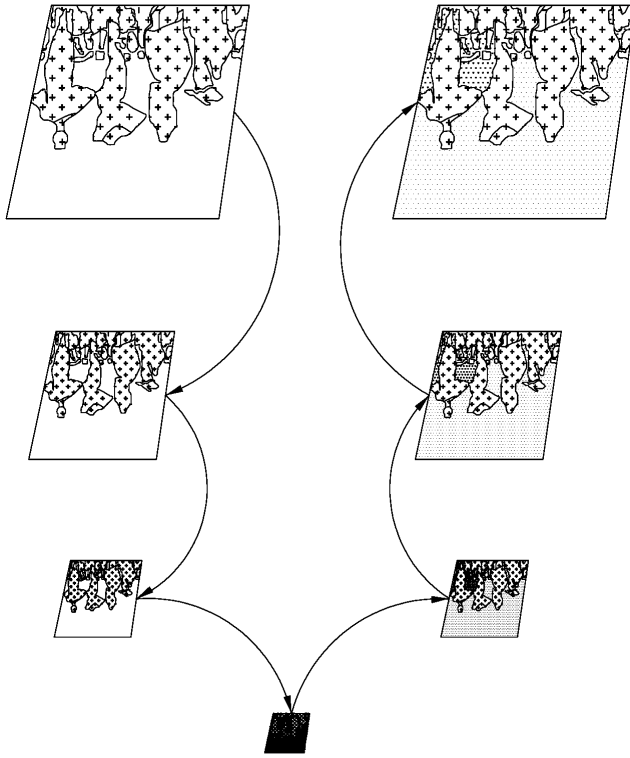


도면11

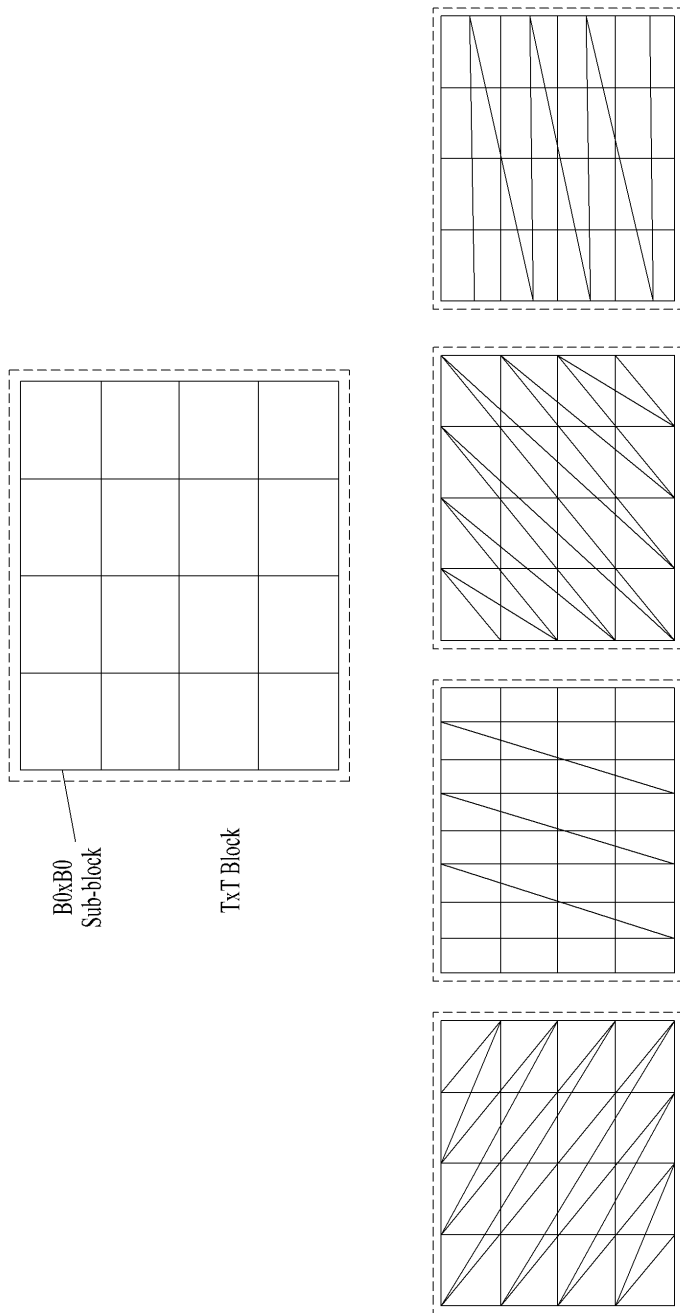




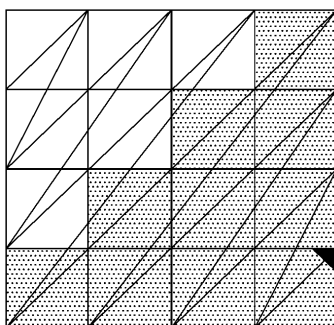
도면12



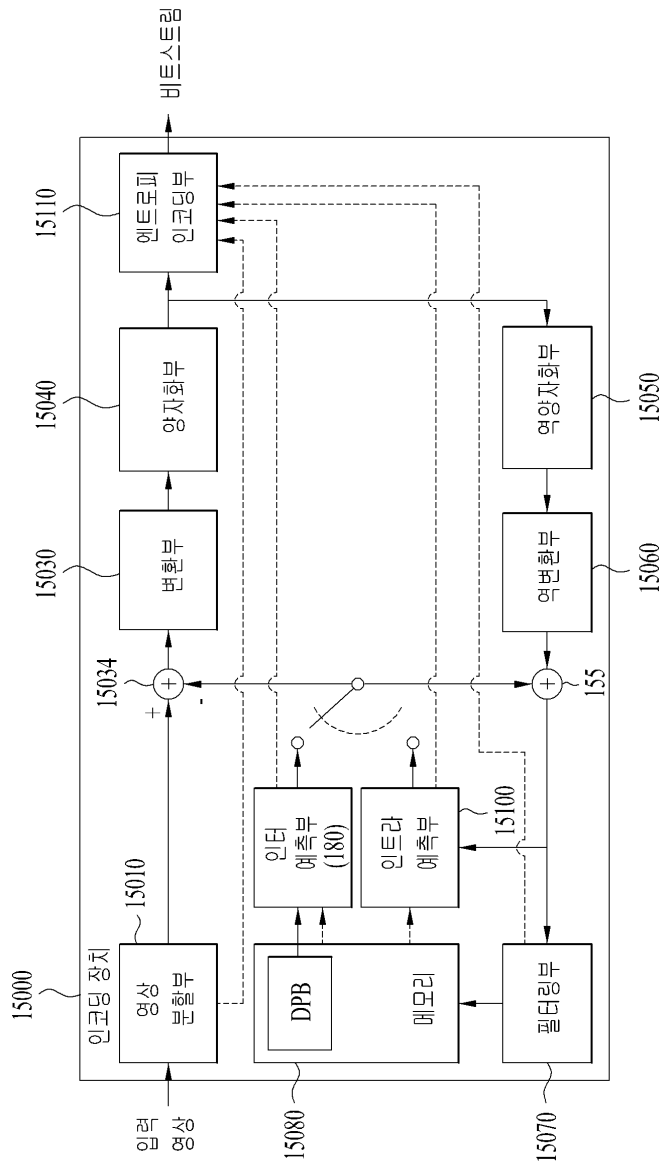
도면13



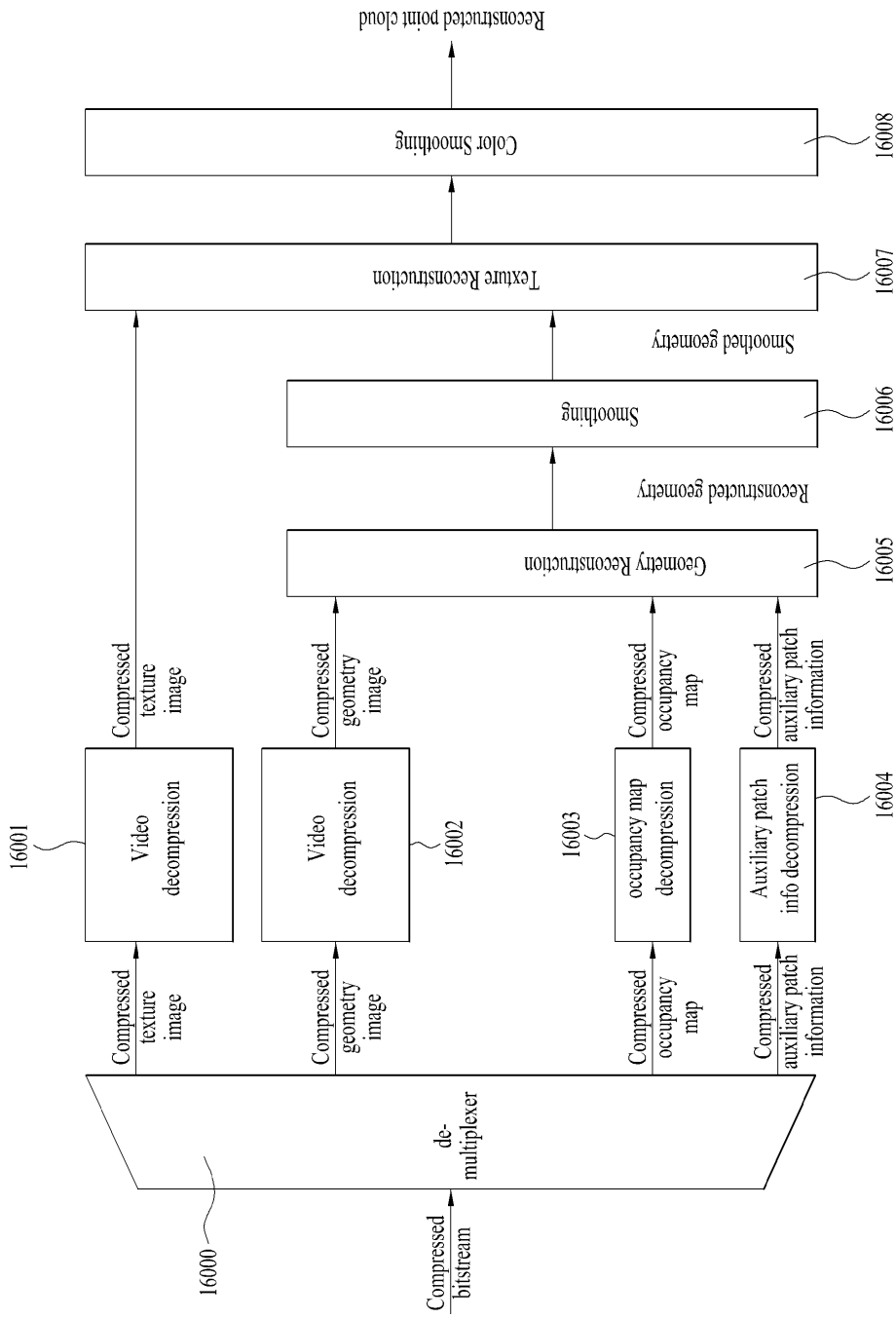
도면14



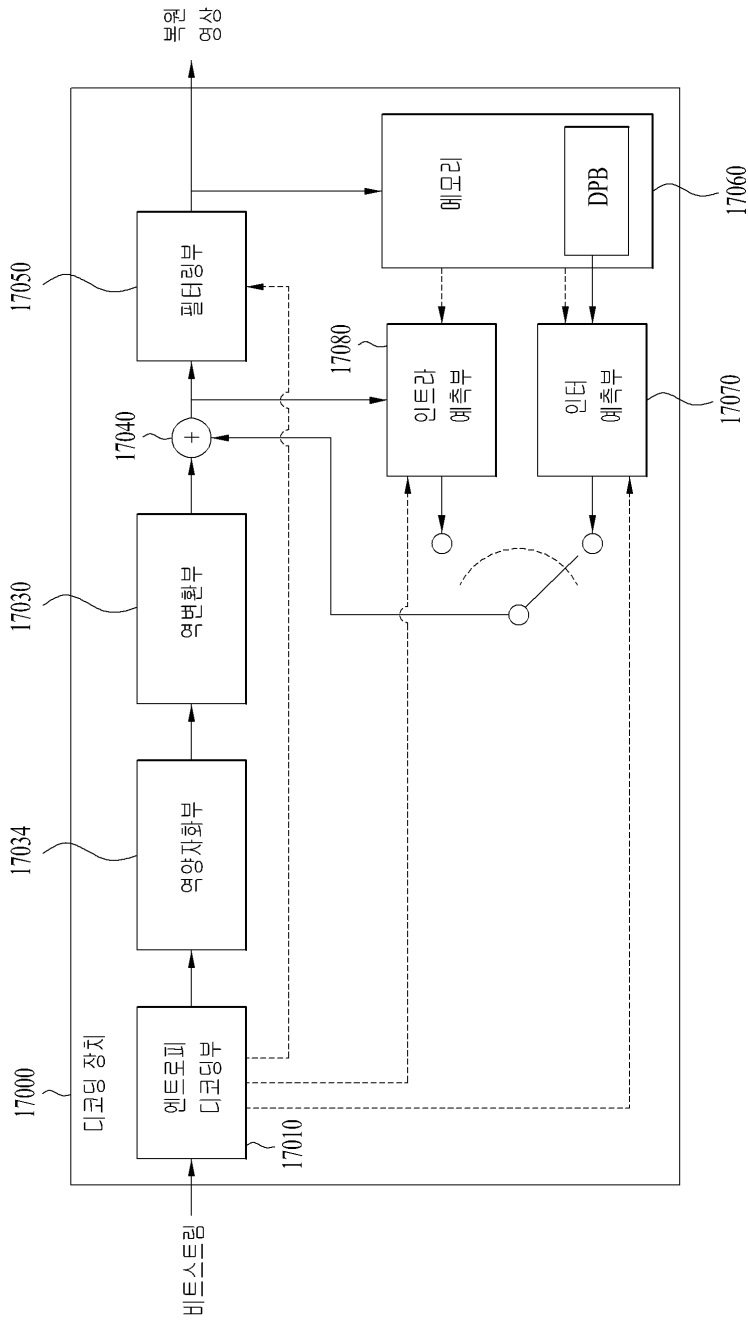
도면15



도면16

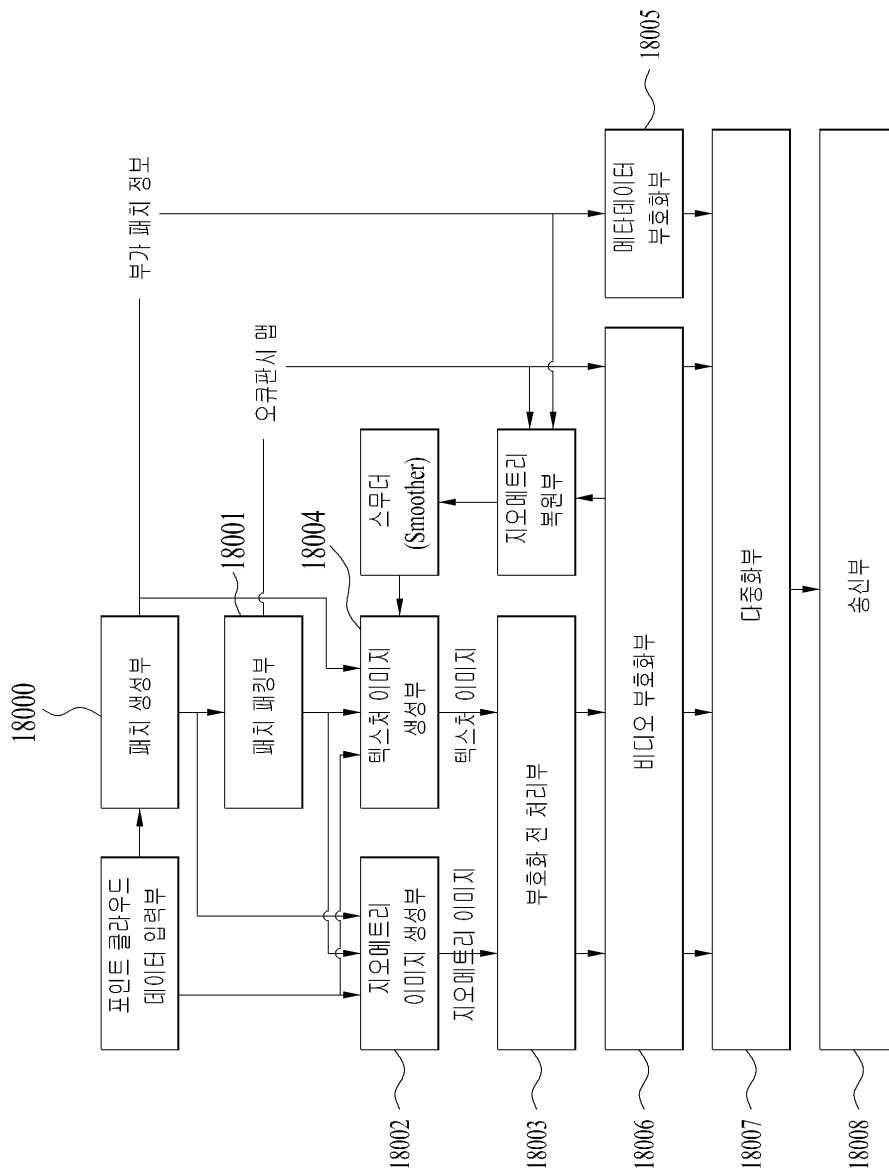


도면17

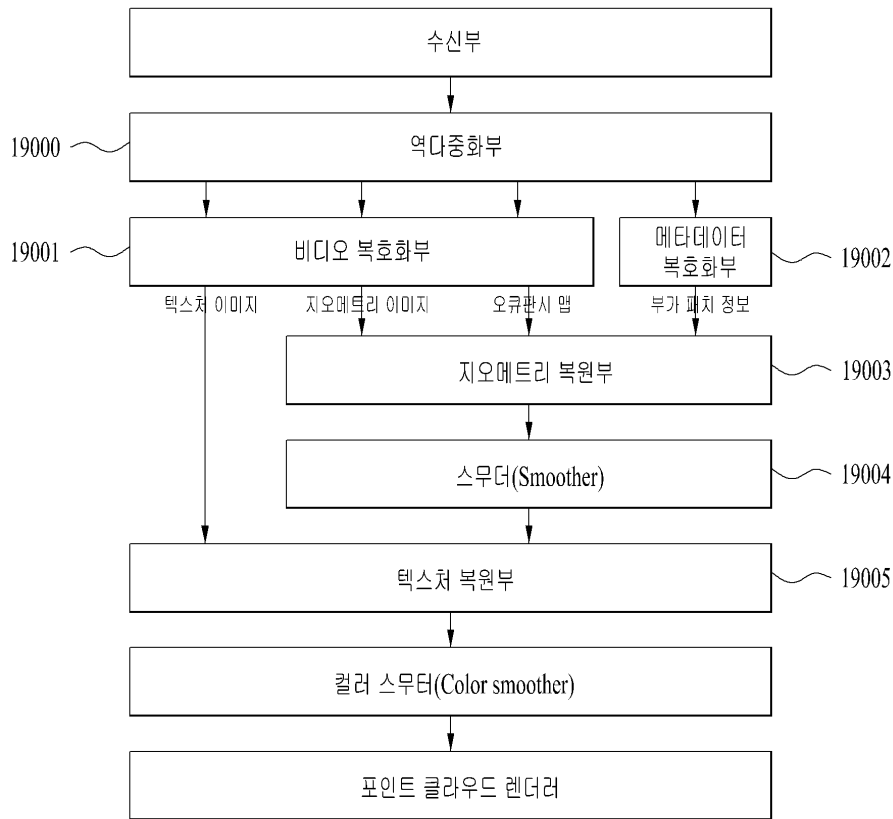




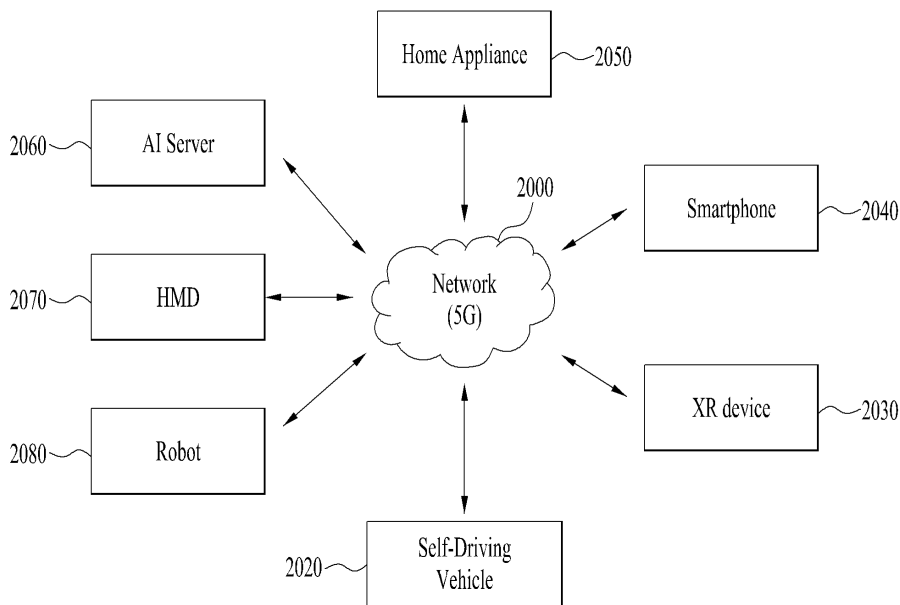
도면18



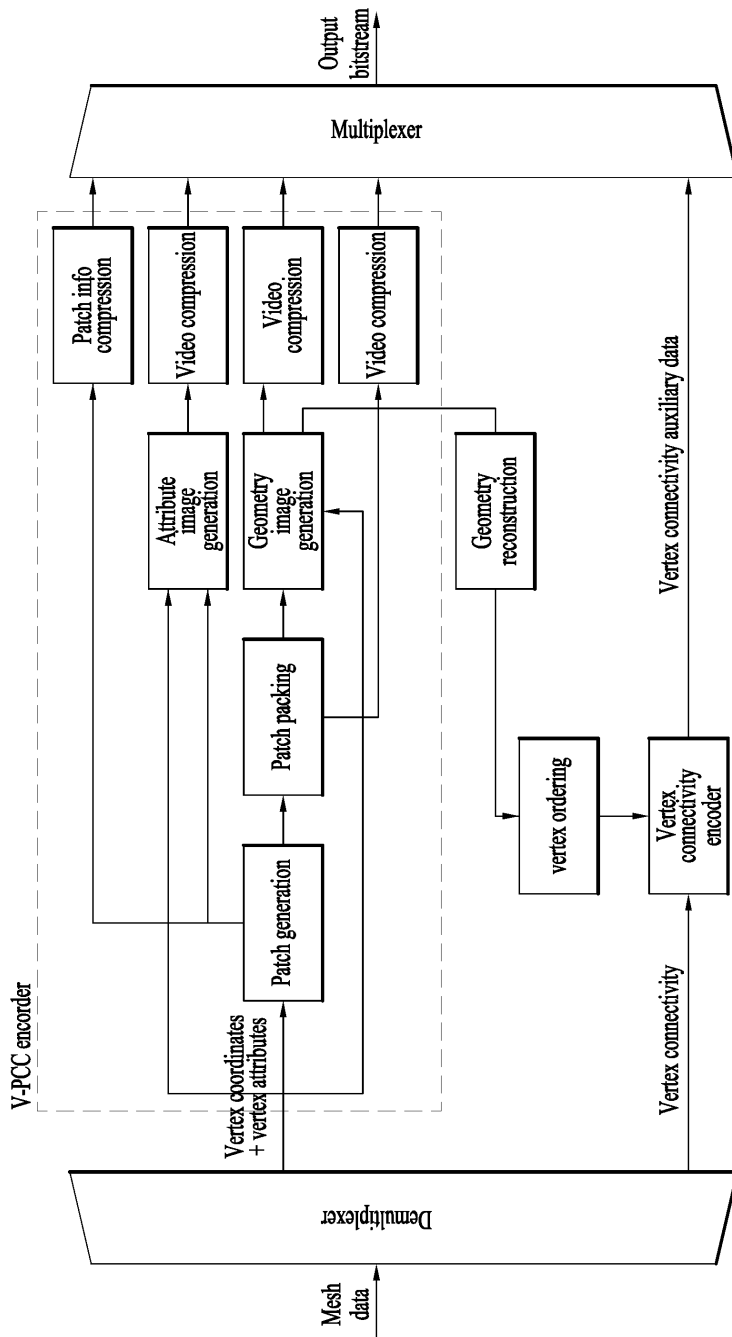
도면19



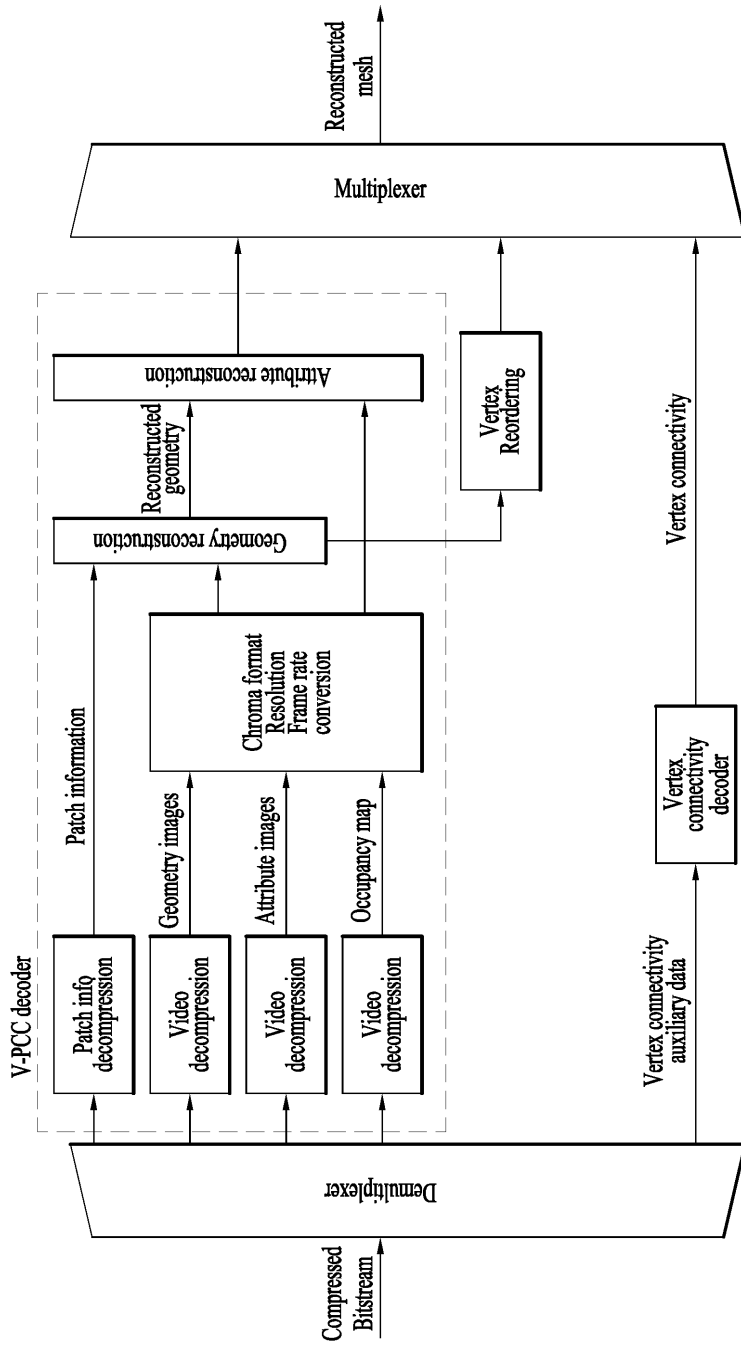
도면20



도면21



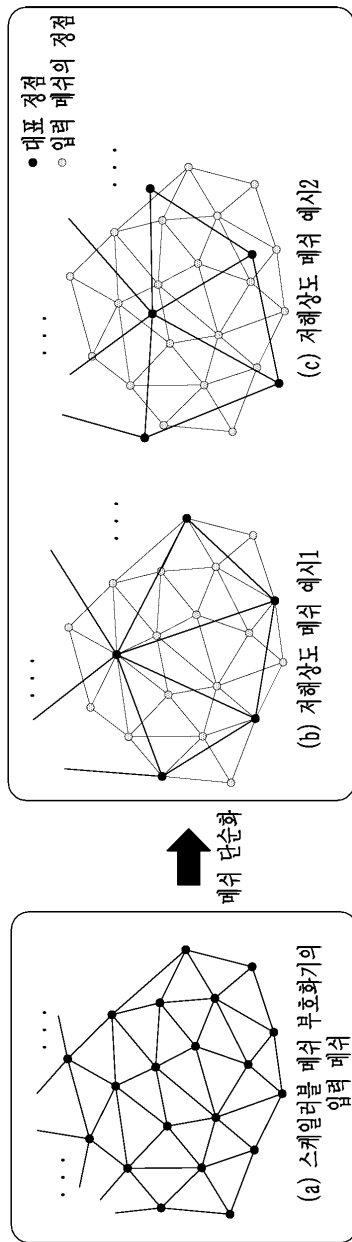
도면22



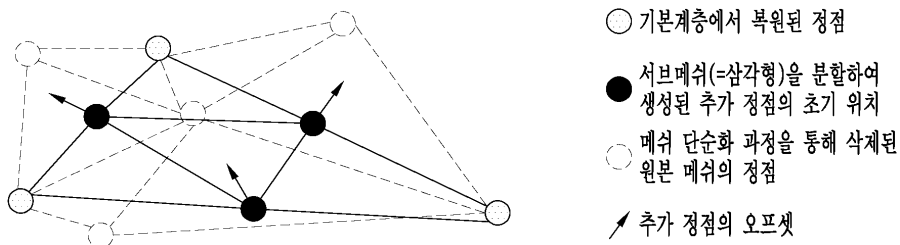




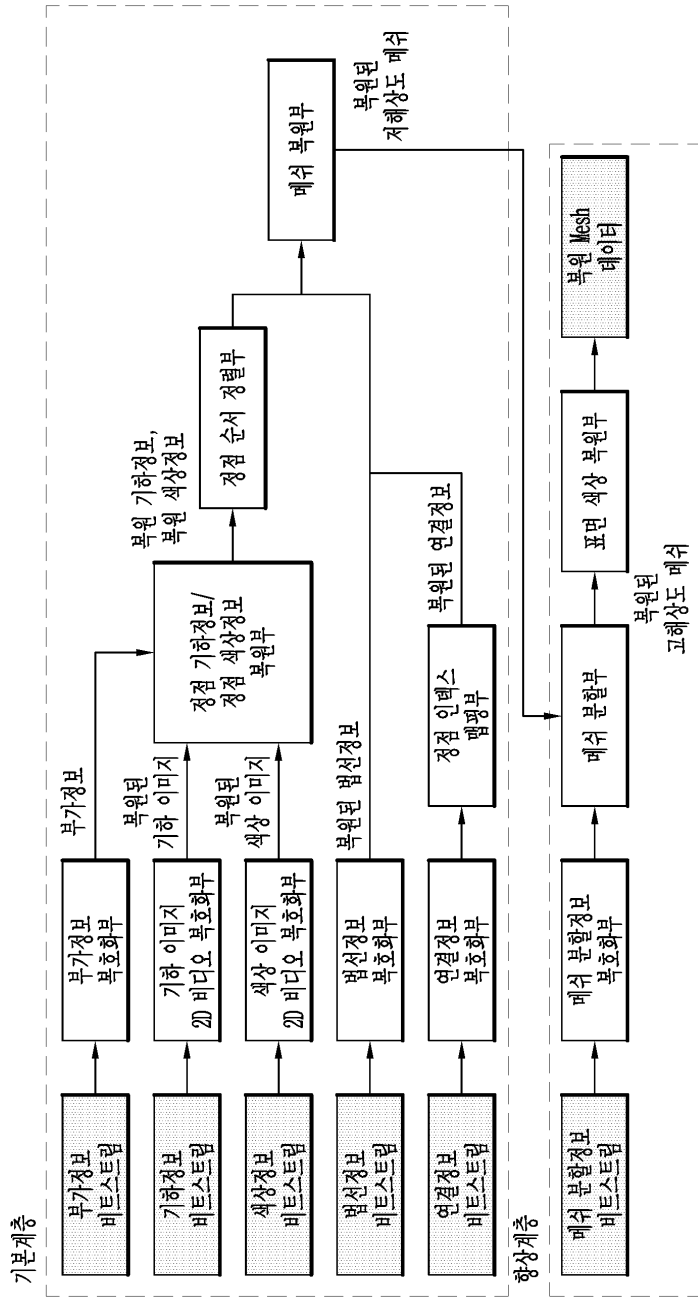
도면24



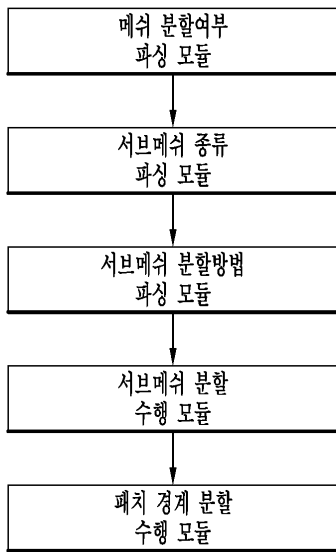
도면25



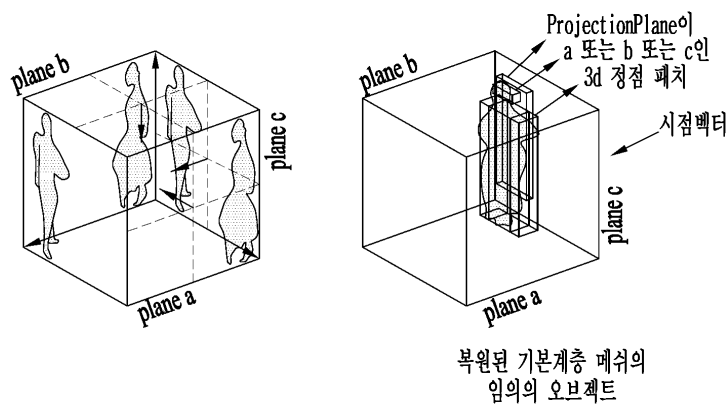
도면26



도면27



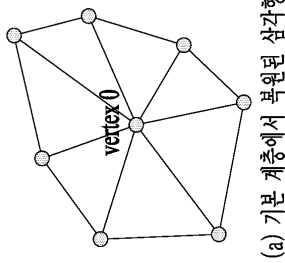
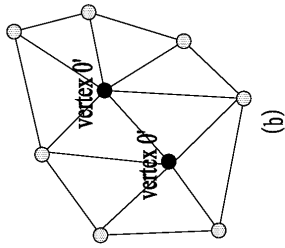
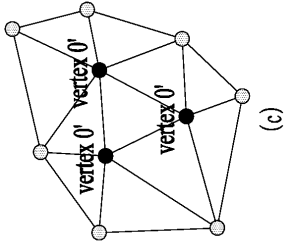
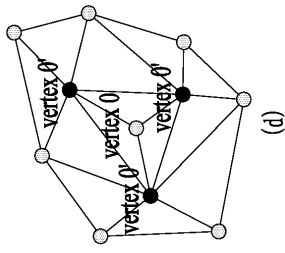
도면28



도면29



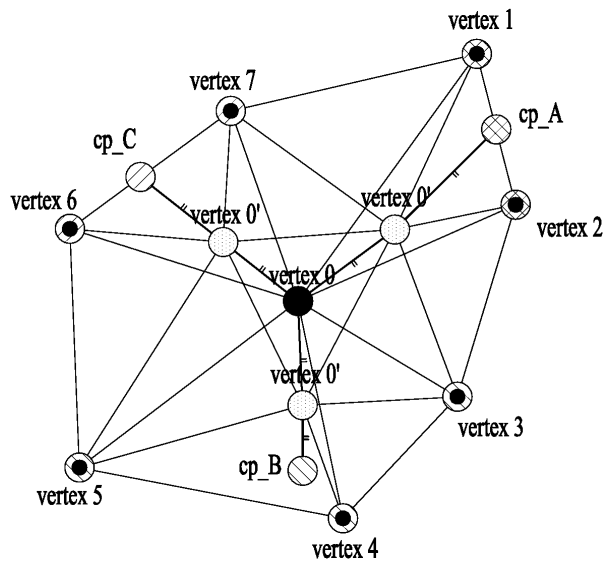
도면30



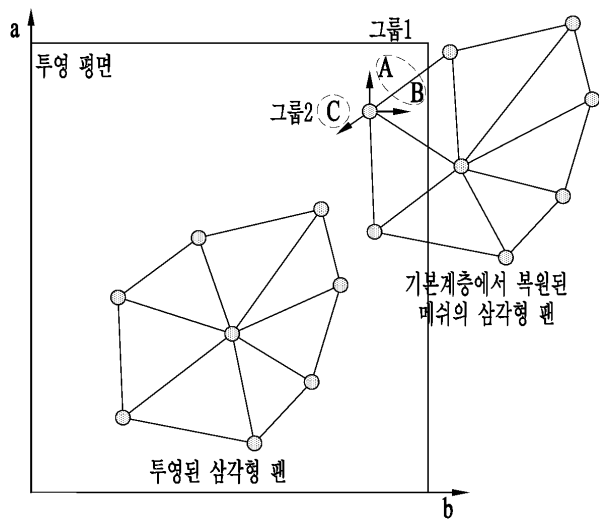
(a) 기본 계층에서 복원된 삼각형



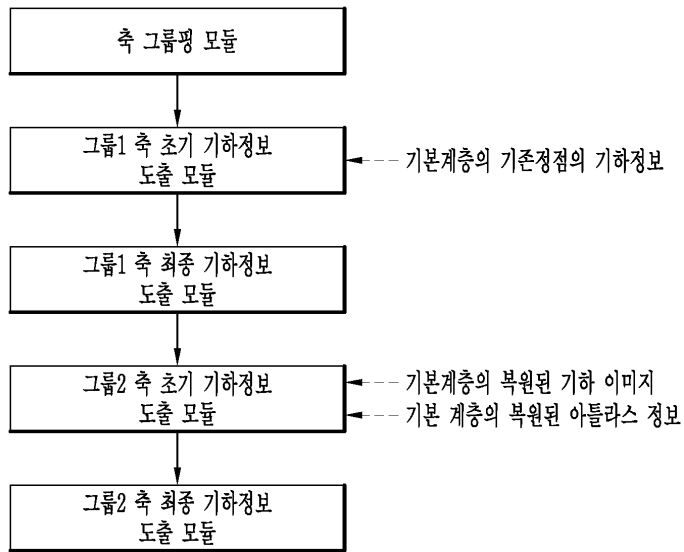
도면31



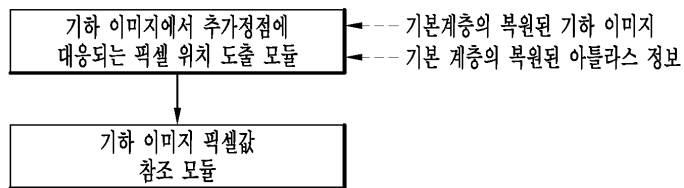
도면32



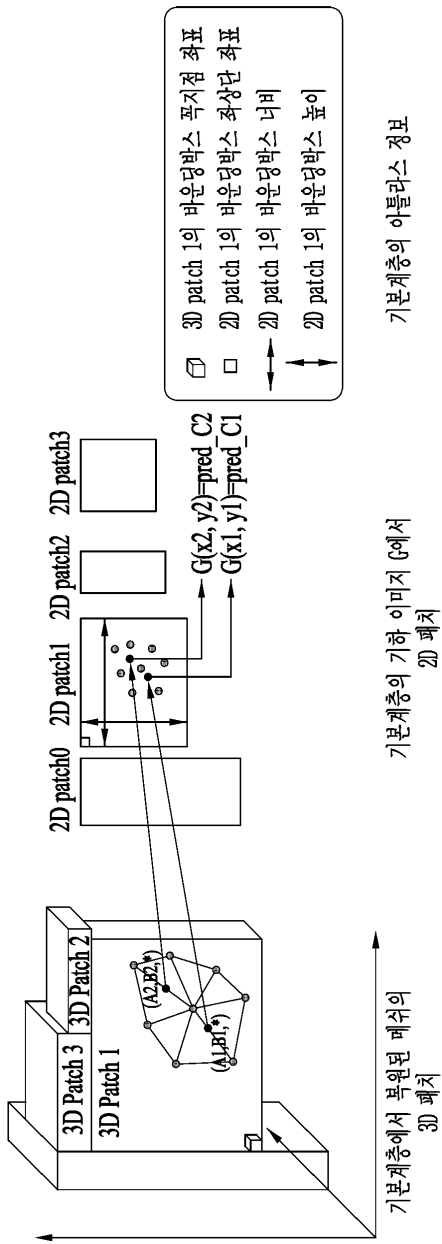
도면33



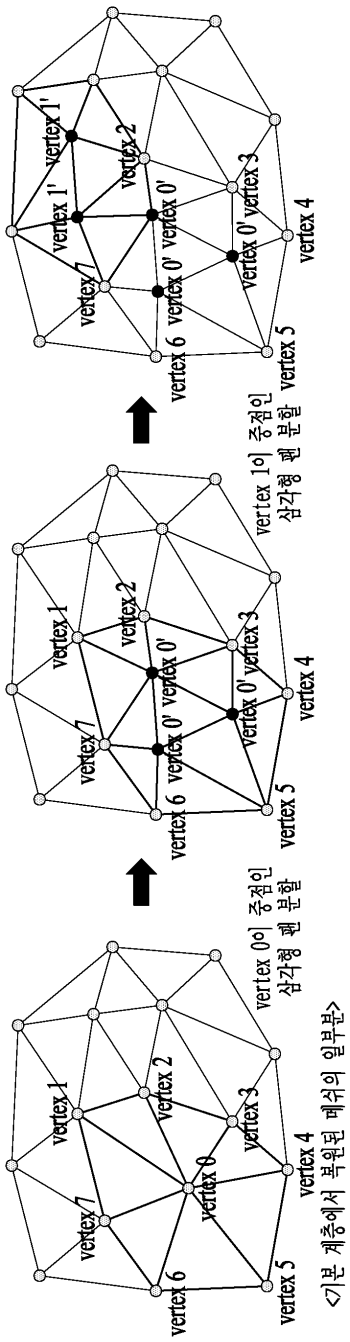
도면34



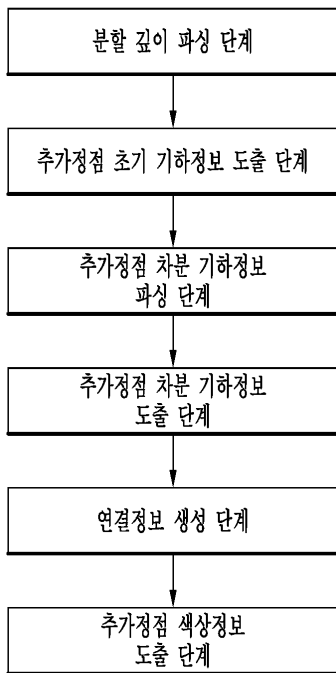
도면35



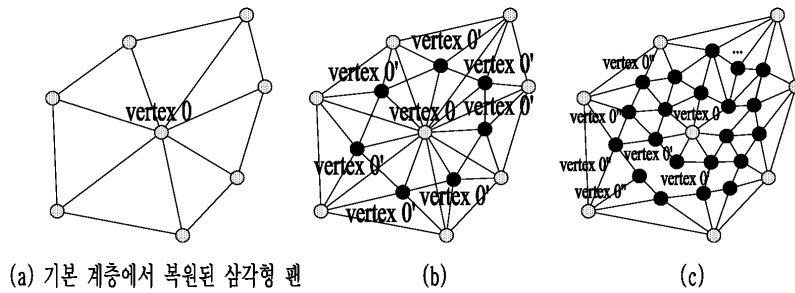
도면36



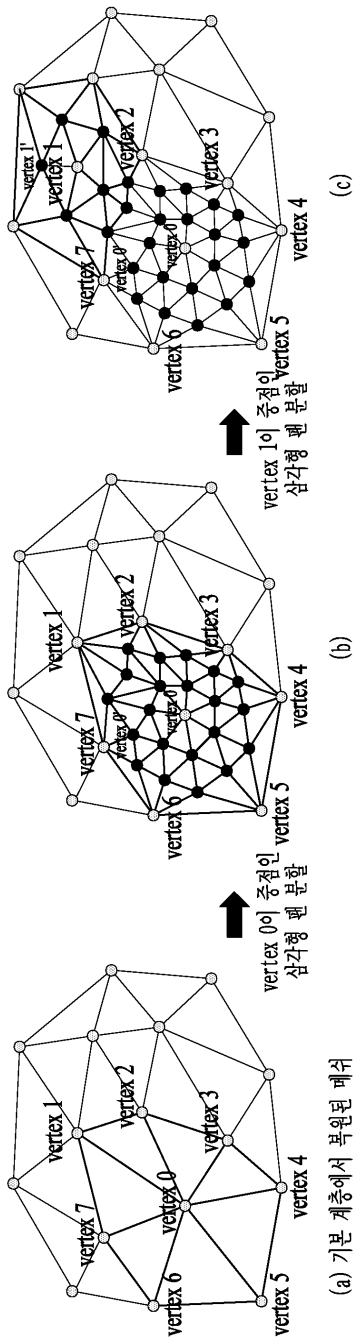
도면37



도면38

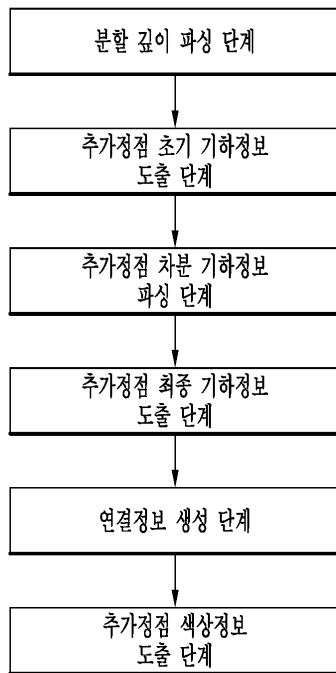


도면39

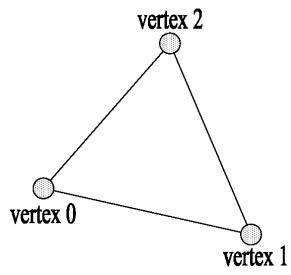




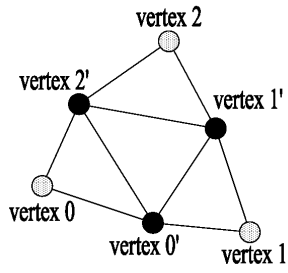
도면40



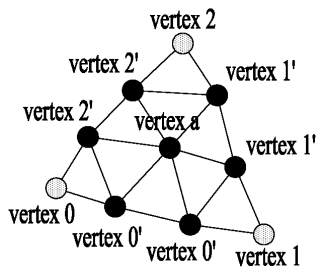
도면41



(a) 기본 계층에서 복원된 삼각형

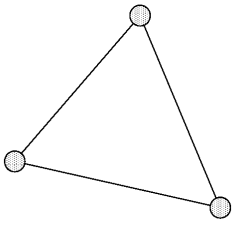


(b) 삼각형 분할 예시  
( $N = 1$ )

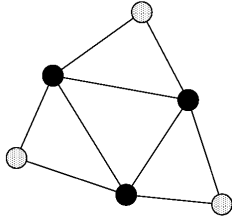


(c) 삼각형 분할 예시  
( $N = 2$ )

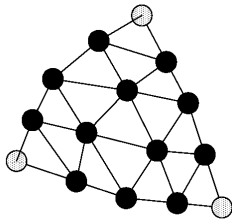
도면42



(a) 기본 계층에서 복원된 삼각형

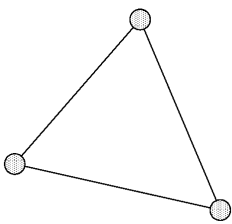


(b) 삼각형 분할 예시  
( $D=1$ )

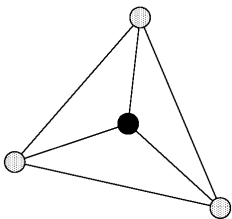


(c) 삼각형 분할 예시  
( $D=2$ )

도면43

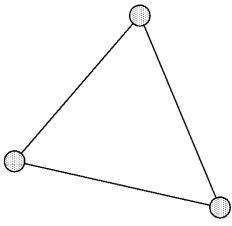


(a) 기본 계층에서 복원된 삼각형

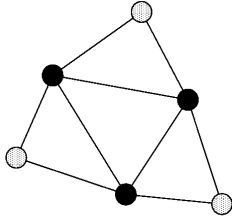


(b) 삼각형 분할 예시

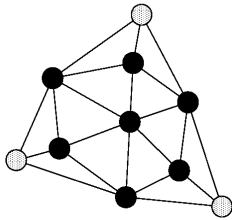
도면44



(a) 기본 계층에서 복원된 삼각형

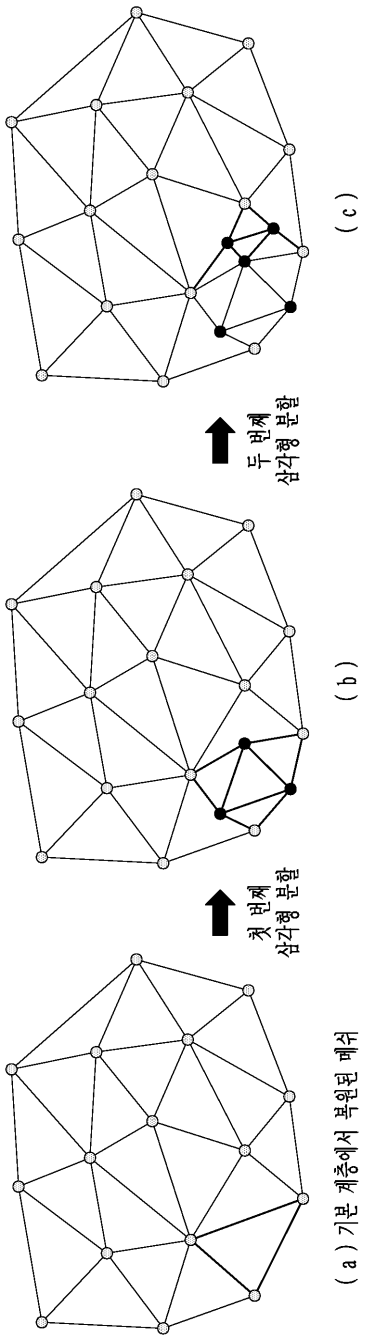


(b) 삼각형 분할 예시  
( $D=1$ )

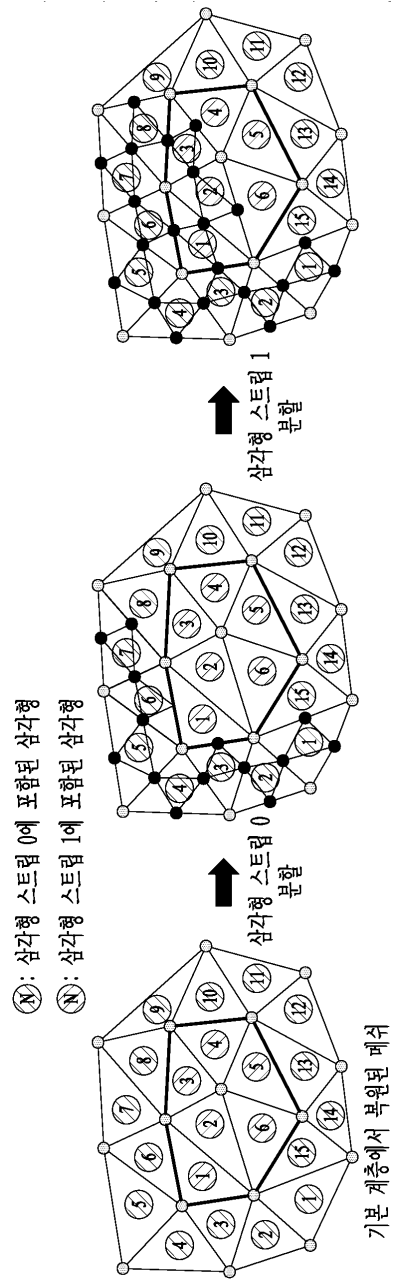


(c) 삼각형 분할 예시  
( $D=2$ )

도면45

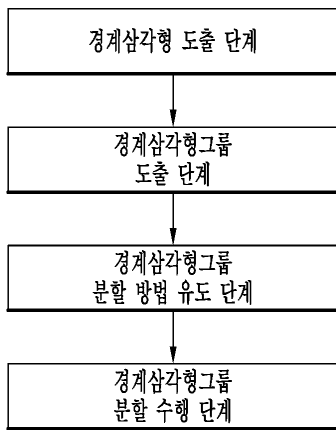


도면46

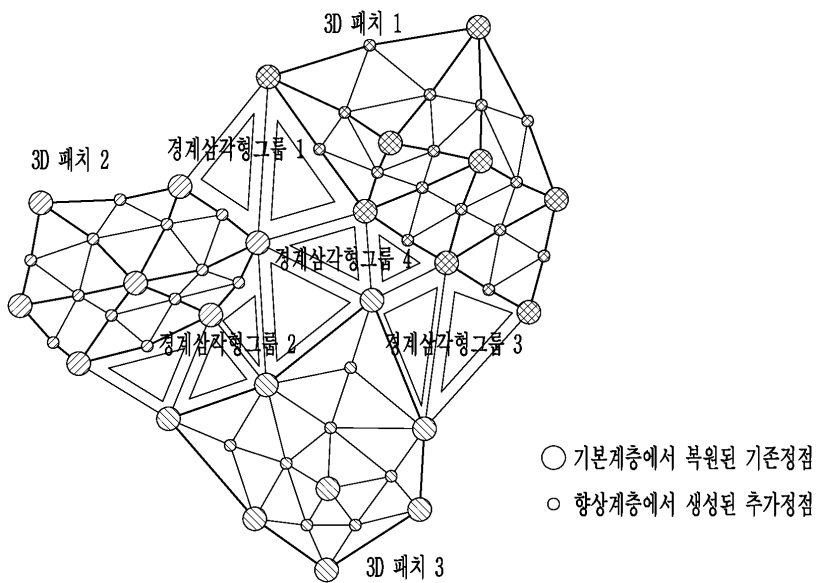




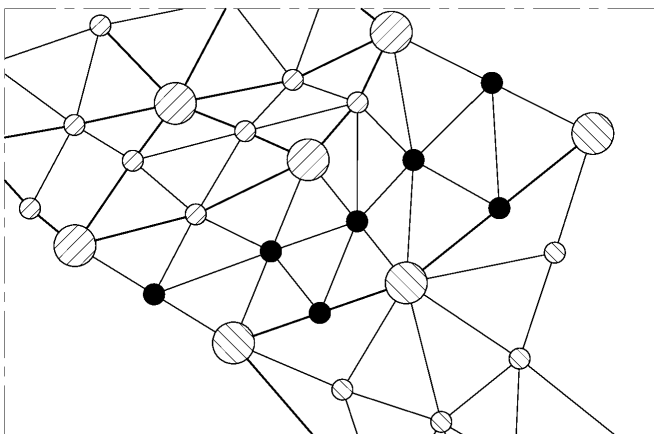
도면47



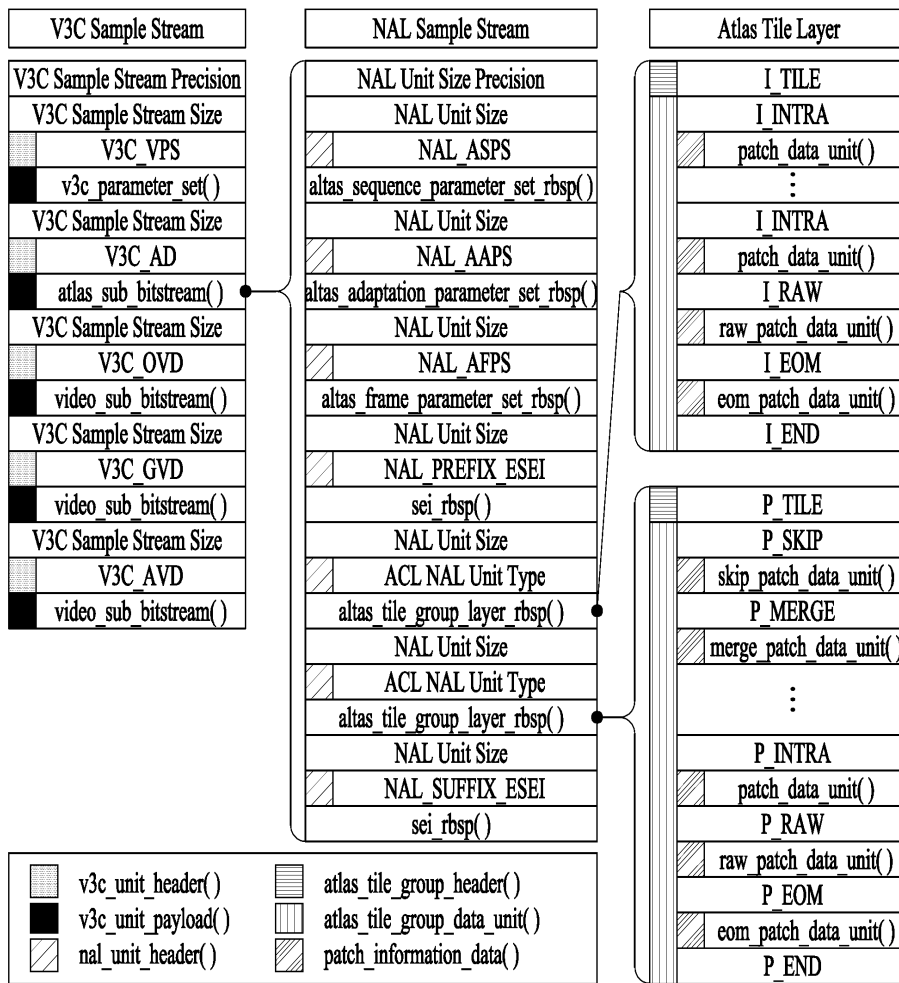
도면48



도면49



도면50



도면51

v3c_parameter_set( numBytesInV3CPlayload ) {	Descriptor
is_enhancement_layer_coded	u(1)
...	
}	

도면52

enhancement_later_tile_data_unit(tileID){	Descriptor
...	
P = 0	
do {	
isEnd = { ath_type == P_TILE && atdu_patch_mode[tileID][p] == P_END }    (ath_type == I_TILE && atdu_patch_mode[tileID][p] == I_END	
if(!isEnd) {	
enhancement_layer_patch_information_data (tileID , p , atdu_patch_mode [tileID][p] )	
P ++	
}	
} while(!isEnd)	
...	
}	

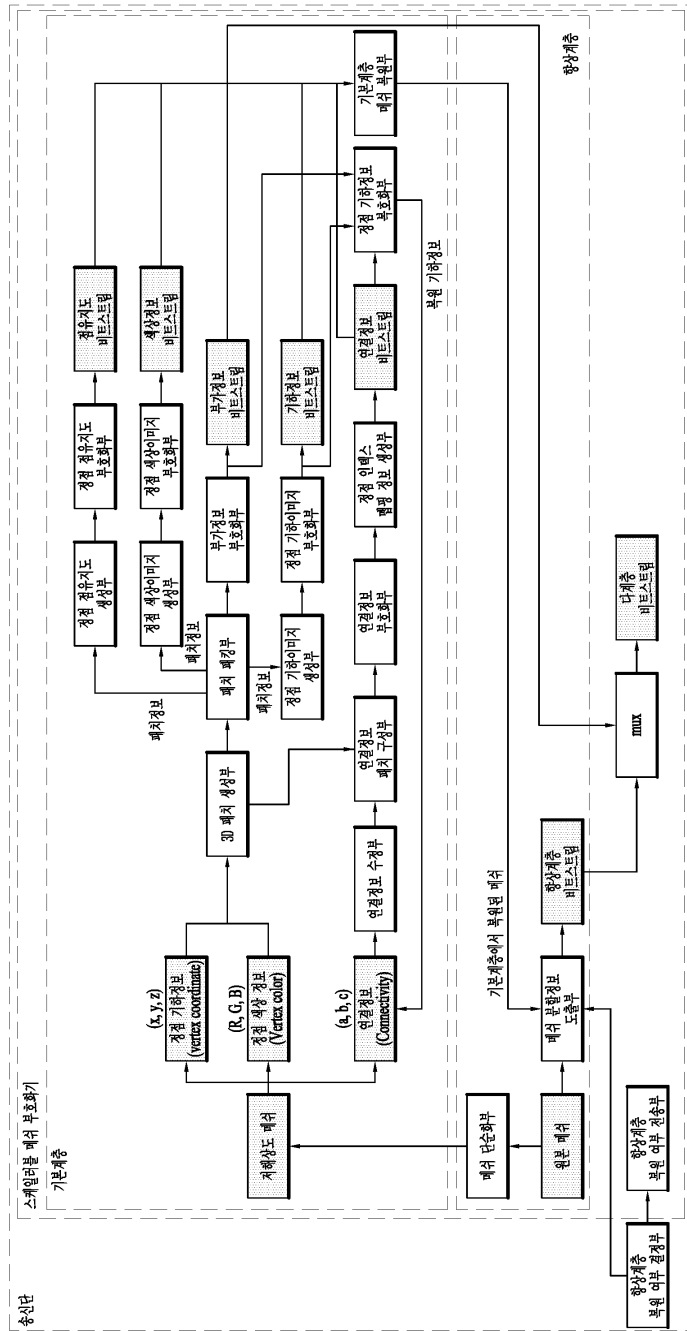
도면53

enhancement_layer_patch_information_data(tileID , p , atdu_patch_mode [tile ID][p])	Descriptor
split_mesh_flag	u(1)
submesh_type_idx	ue(v)
submesh_split_type_idx	ue(v)
...	
}	

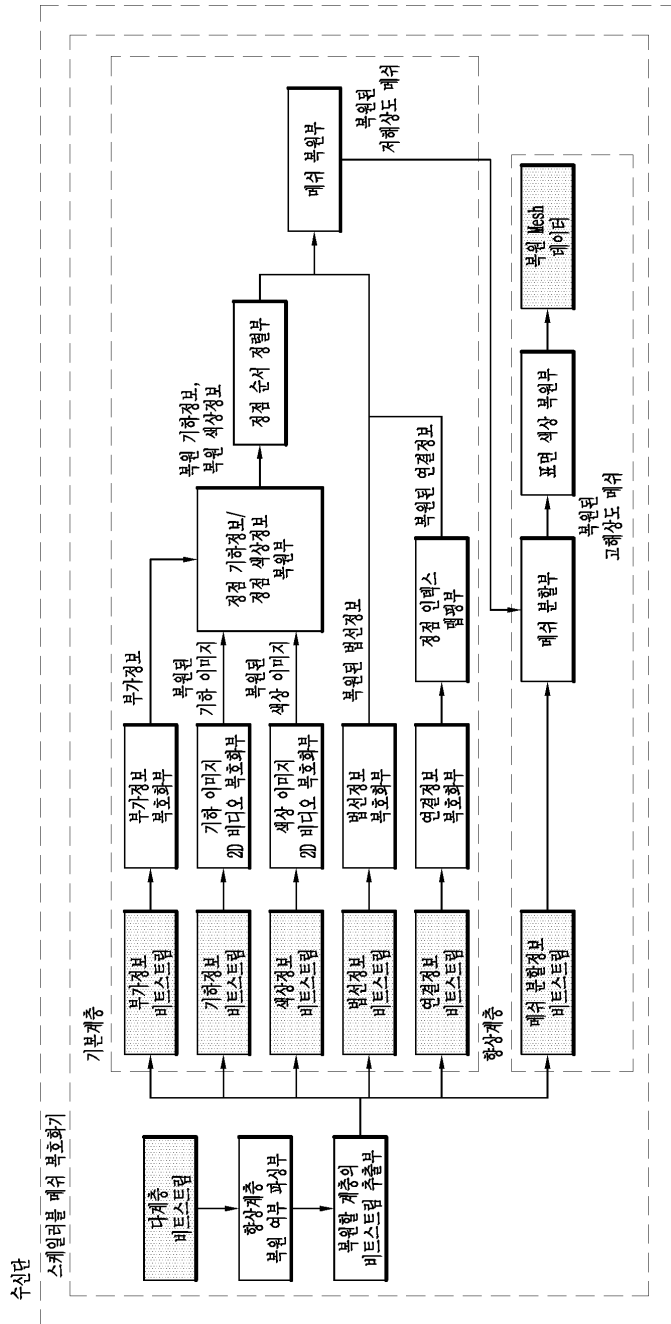
도면54

submesh_split_data(patchIdx, submeshIdx) {	Descriptor
split_num[patchIdx][submeshIdx]	ue(v)
split_depth[patchIdx][submeshIdx]	ue(v)
for(i = 0; i < number_of_new_point_group; i++){	
delta_geometry_idx[patchIdx][submeshIdx][i]	ue(v)
delta_geometry_x[patchIdx][submeshIdx][i]	ue(v)
delta_geometry_y[patchIdx][submeshIdx][i]	ue(v)
delta_geometry_z[patchIdx][submeshIdx][i]	ue(v)
}	
for(i = 0; i < number_of_new_point; i++){	
delta_geometry_idx[patchIdx][submeshIdx][i]	ue(v)
delta_geometry_x[patchIdx][submeshIdx][i]	ue(v)
delta_geometry_y[patchIdx][submeshIdx][i]	ue(v)
delta_geometry_z[patchIdx][submeshIdx][i]	ue(v)
}	
...	
}	

도면55



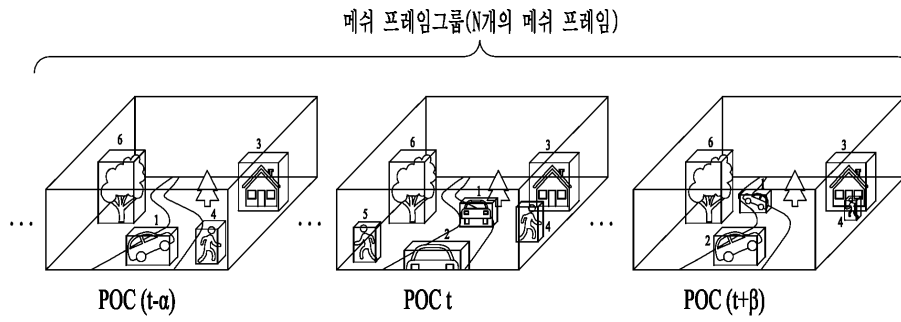
도면56



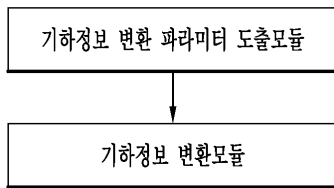




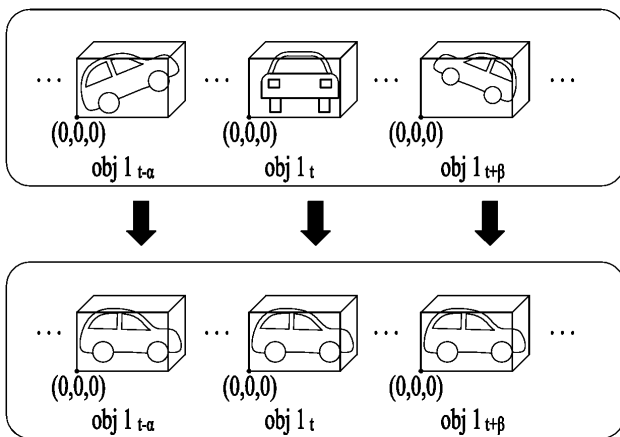
도면59



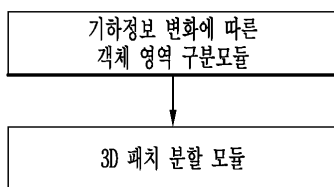
도면60



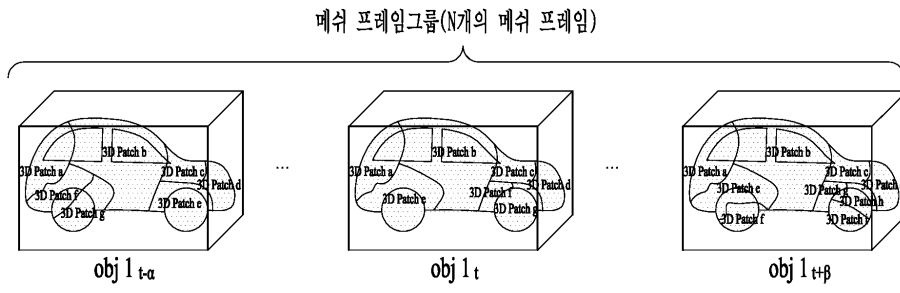
도면61



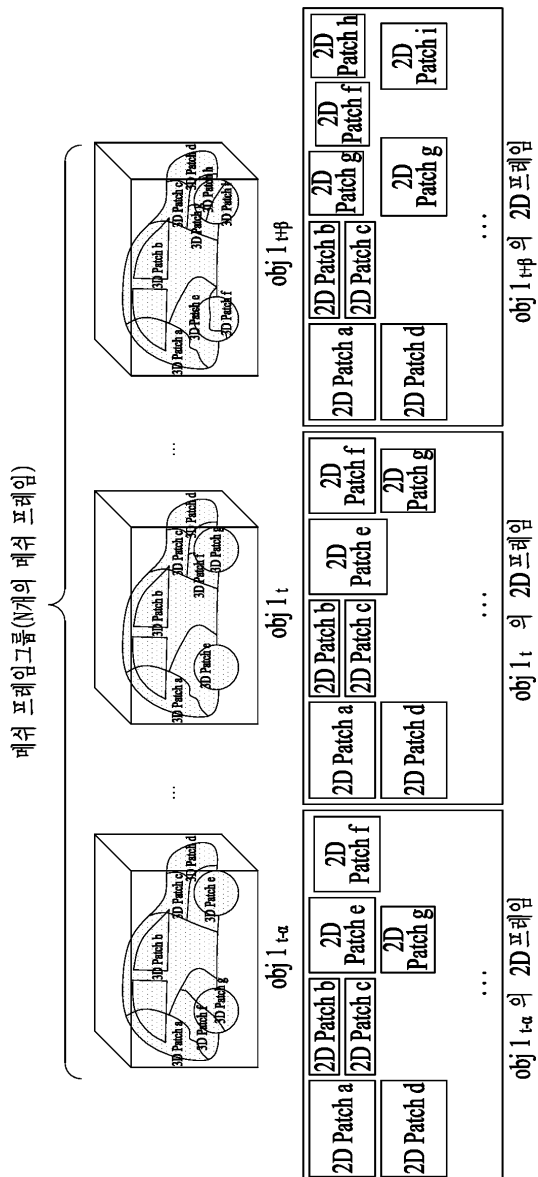
도면62



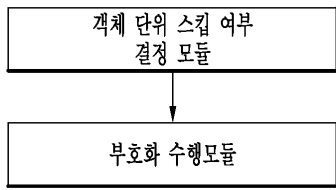
도면63



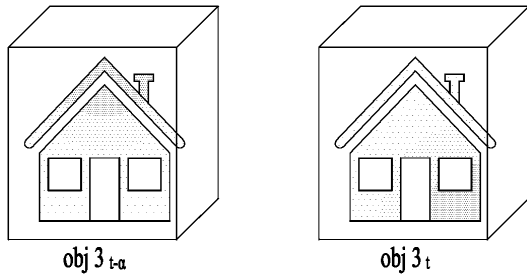
도면64



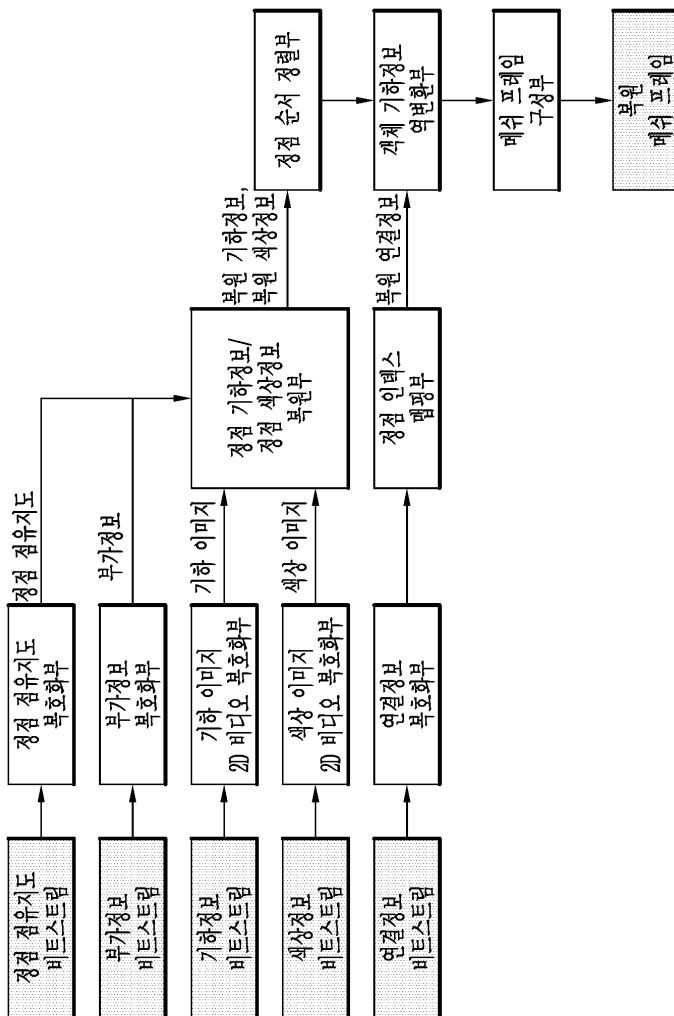
도면65



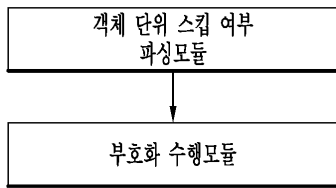
도면66



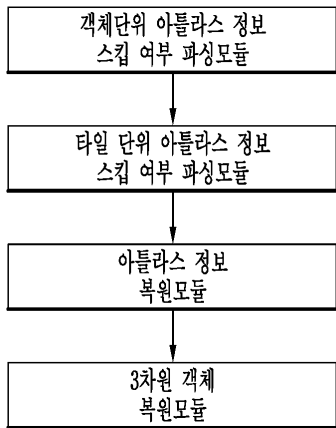
도면67



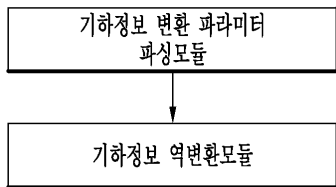
도면68



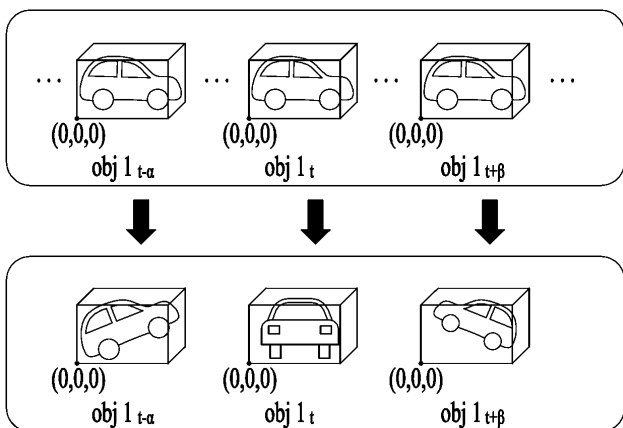
도면69



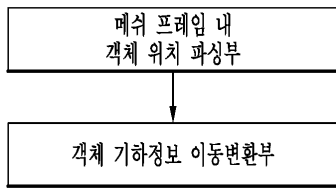
도면70



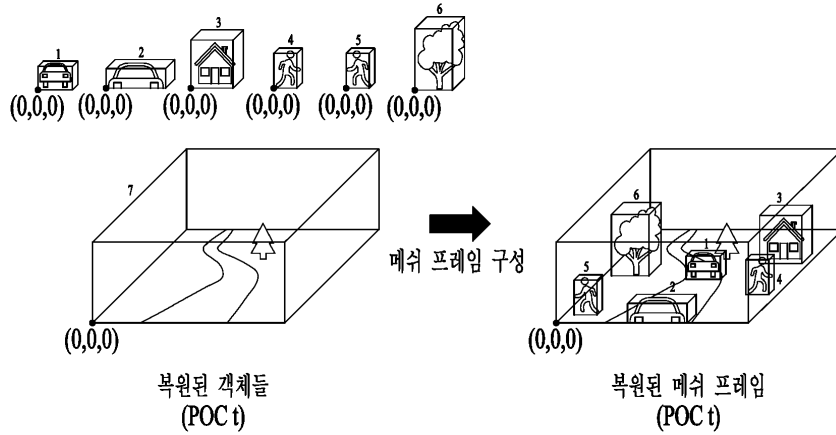
도면71



도면72



도면73



도면74

Frame_object ()	Descriptor
{	
num_object	ue(v)
for(num_object)	
{	
idx_object	ue(v)
a_global_offset	ue(v)
Y_global_offset	ue(v)
Z_global_offset	ue(v)
}	
}	

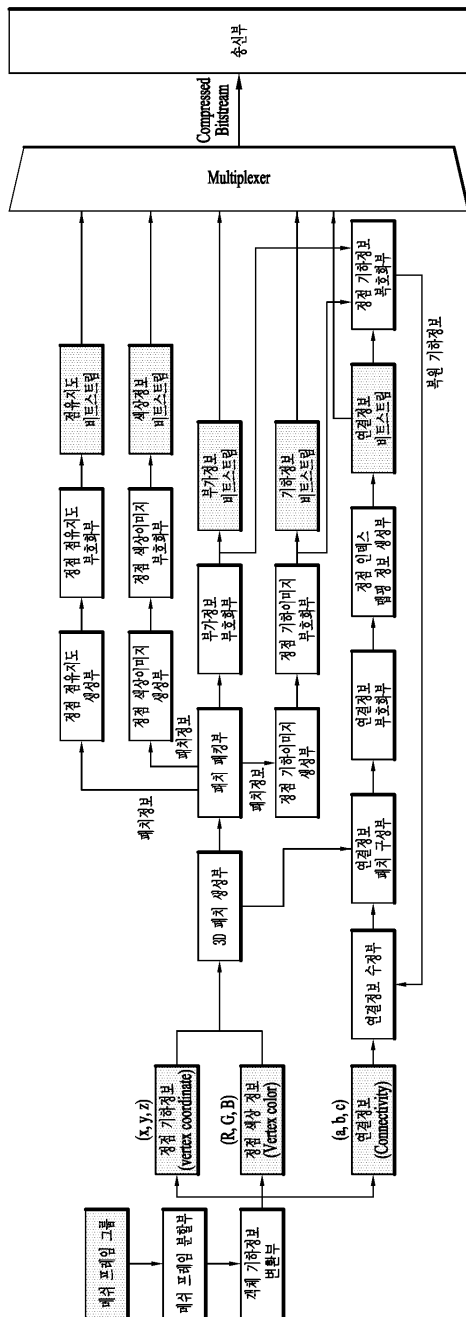
도면75

Object_header ()	Descriptor
{	
idx_object	ue(v)
obj_atlas_skip_flag	u(1)
obj_geometry_image_skip_flag	u(1)
obj_color_image_skip_flag	u(1)
obj_occupancy_skip_flag	u(1)
if(obj_atlas_skip_flag    bj_geometry_image_pred_flag	
ref_frame_idx	ue(v)
obj_geometric_transform_flag	u(1)
if(obj_geometric_transform_flag)	
obj_geometric_transform_parameter	ue(v)
...	
}	

도면76

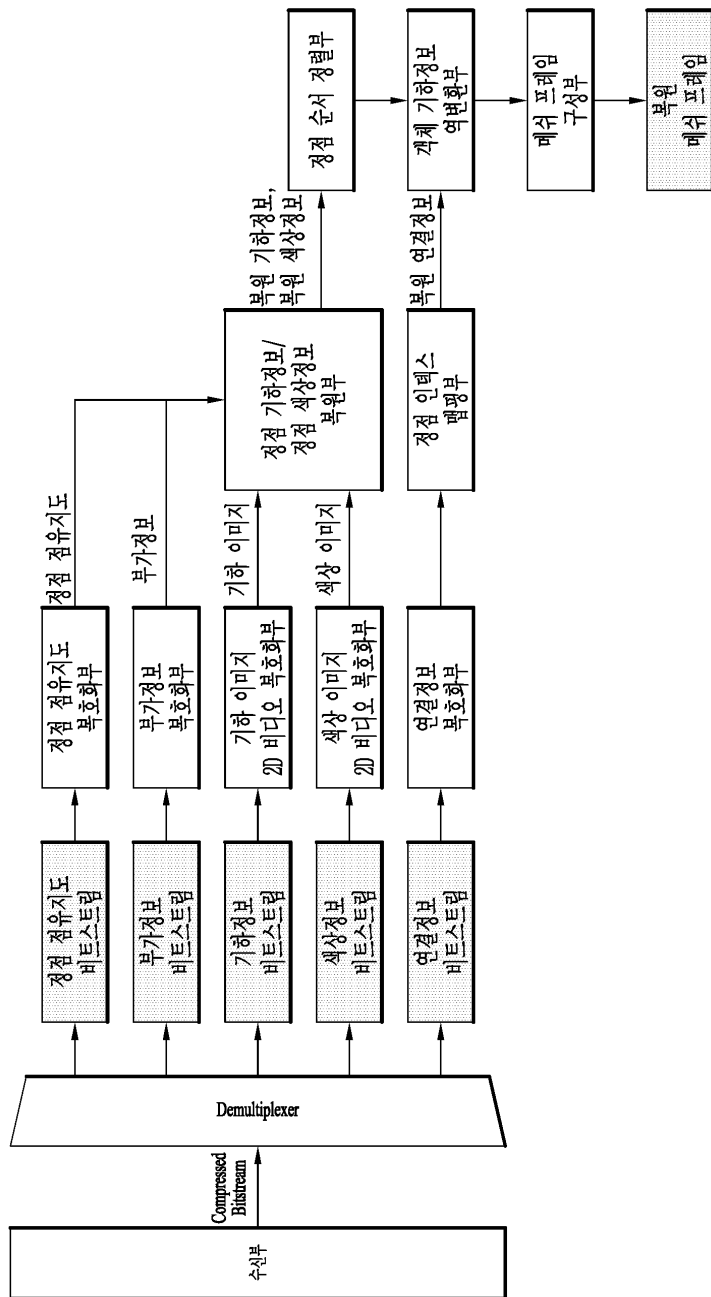
atlas_tile_data_unit(tileID)	Descriptor
{	
if(!obj_atlas_skip_flag)	
tile_atlas_skip_flag	u(1)
if(ath_type == SKIP_TILE) {	
for( p = 0; p < RefAtduTotalNumPatches[ tileID ]; p++ )	
skip_patch_data_unit	
}	
else {	
do {	
atdu_patch_mode[ tileID ][ p ]	
is_End = ( ath_type == P_TILE && atdu_patch_mode[ tileID ][ p ] == P_END )    ( ath_type == I_TILE && atdu_patch_mode[ tileID ][ p ] == I_END )	
if (!is_End) {	
patch_information_data( tileID , p , atdu_patch_mode[ tileID ][ p ] )	
p++	
}	
} while(!is_End)	
}	
AtduTotalNumPatches[ tileID ] = p	
}	

도면77

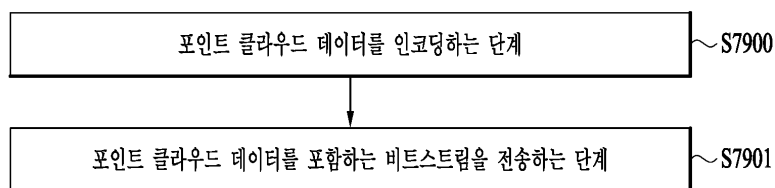




도면78



도면79



도면 80

