



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0090298  
(43) 공개일자 2024년06월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04N 21/81 (2011.01) H04N 19/31 (2014.01)  
H04N 21/845 (2011.01)
- (52) CPC특허분류  
H04N 21/8146 (2013.01)  
H04N 19/31 (2015.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7014644
- (22) 출원일자(국제) 2022년09월30일  
심사청구일자 2024년04월30일
- (85) 번역문제출일자 2024년04월30일
- (86) 국제출원번호 PCT/KR2022/014731
- (87) 국제공개번호 WO 2023/058995  
국제공개일자 2023년04월13일
- (30) 우선권주장  
63/252,097 2021년10월04일 미국(US)  
63/284,646 2021년12월01일 미국(US)

- (71) 출원인  
엘지전자 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
- (72) 발명자  
헨드리헨드리  
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터
- 이진원  
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
성병기

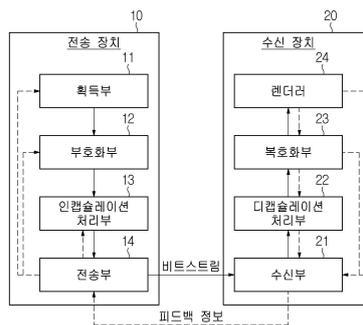
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 포인트 클라우드 데이터의 전송 장치와 이 전송 장치에서 수행되는 방법 및, 포인트 클라우드 데이터의 수신 장치와 이 수신 장치에서 수행되는 방법

(57) 요약

포인트 클라우드 데이터의 전송 장치, 전송 장치에서 수행되는 방법, 수신 장치, 및 수신 장치에서 수행되는 방법이 제공된다. 본 개시에 따른 포인트 클라우드 데이터의 수신 장치에서 수행되는 방법은 상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 G-PCC(geometry-based point cloud compression) 파일을 획득하는 단계; 상기 G-PCC 파일 내 타일 트랙의 시간적 확장성(temporal scalability) 정보가 존재하는지 여부를 판단하는 단계; 및 상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 존재하지 않음에 기반하여, 상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 유도하는 단계를 포함하고, 상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 상기 G-PCC 파일 내 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보에 기반하여 유도되는 방법일 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

*H04N 21/8451* (2013.01)

*H04N 21/8456* (2013.01)

(72) 발명자

**서종열**

서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

---

**김승환**

서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

포인트 클라우드 데이터의 수신 장치에서 수행되는 방법으로서,

상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 G-PCC(geometry-based point cloud compression) 파일을 획득하는 단계;

상기 G-PCC 파일 내 타일 트랙의 시간적 확장성(temporal scalability) 정보가 존재하는지 여부를 판단하는 단계; 및

상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 존재하지 않음에 기반하여, 상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 유도하는 단계를 포함하고,

상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 상기 G-PCC 파일 내 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보에 기반하여 유도되는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 상기 타일 트랙 내 시간적 레벨들의 개수를 나타내는 개수 정보 또는 상기 시간적 레벨들의 식별자를 나타내는 식별 정보 중에서 하나 이상을 포함하는 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 개수 정보는 상기 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수와 동일한 값으로 유도되며,

상기 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수는 상기 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보에 포함되는 방법.

#### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 식별 정보는 상기 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 식별자와 동일한 값으로 유도되며,

상기 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 식별자는 상기 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보에 포함되는 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용됨에 더 기반하여, 상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 상기 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보에 기반하여 유도되는 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수가 복수 개임에 기반하여, 상기 G-PCC 파일에 상기 시간적 확장성이 적용되는 방법.

#### 청구항 7

제5항에 있어서,

상기 타일 베이스 트랙 내에 시간적 레벨 트랙의 개수가 복수 개임에 기반하여, 상기 G-PCC 파일에 상기 시간적 확장성이 적용되는 방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 G-PCC 파일에 상기 시간적 확장성이 적용됨에 기반하여, 상기 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보는 상기 타일 베이스 트랙에 존재하는 방법.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 G-PCC 파일에 하나 이상의 타일 트랙들이 존재함에 더 기반하여, 상기 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보는 상기 타일 베이스 트랙에 존재하는 방법.

#### 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 타일 베이스 트랙이 복수 개 존재함에 기반하여, 상기 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보는 상기 복수 개의 타일 베이스 트랙들 모두에 존재하는 방법.

#### 청구항 11

제1항에 있어서,

상기 타일 트랙에 포함된 시간적 레벨의 개수가 상기 타일 베이스 트랙에 포함된 시간적 레벨의 개수보다 적음에 기반하여, 상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 상기 G-PCC 파일에 포함되는 방법.

#### 청구항 12

포인트 클라우드 데이터의 전송 장치에서 수행되는 방법으로서,

G-PCC(geometry-based point cloud compression) 파일에 시간적 확장성이 적용되는지 여부를 결정하는 단계; 및

상기 시간적 확장성이 적용됨에 기반하여, 상기 G-PCC 파일 내 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보 및 상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하여 상기 G-PCC 파일을 생성하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 13

포인트 클라우드 데이터의 수신 장치로서,

메모리; 및

적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 G-PCC(geometry-based point cloud compression) 파일을 획득하고,

상기 G-PCC 파일 내 타일 트랙의 시간적 확장성(temporal scalability) 정보가 존재하는지 여부를 판단하며,

상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 존재하지 않음에 기반하여, 상기 G-PCC 파일 내 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보에 기반하여 상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 유도하는 수신 장치.

#### 청구항 14

포인트 클라우드 데이터의 전송 장치로서,

메모리; 및

적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

G-PCC(geometry-based point cloud compression) 파일에 시간적 확장성이 적용되는지 여부를 결정하고,

상기 시간적 확장성이 적용됨에 기반하여, 상기 G-PCC 파일 내 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보 및 상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하여 상기 G-PCC 파일을 생성하는 전송 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 개시는 포인트 클라우드 콘텐츠(point cloud content)를 처리하는 방법 및 장치에 대한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 포인트 클라우드 콘텐츠는 3차원 공간을 표현하는 좌표계에 속한 점(포인트)들의 집합인 포인트 클라우드로 표현되는 콘텐츠이다. 포인트 클라우드 콘텐츠는 3차원으로 이루어진 미디어를 표현할 수 있으며, VR(virtual reality, 가상현실), AR(augmented reality, 증강현실), MR(mixed reality, 혼합현실), 및 자율 주행 서비스 등의 다양한 서비스를 제공하기 위해 사용된다. 포인트 클라우드 콘텐츠를 표현하기 위해서는 수만 개에서 수십만 개의 포인트 데이터가 필요하므로, 방대한 양의 포인트 데이터를 효율적으로 처리하기 위한 방법이 요구된다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0003] 본 개시는 포인트 클라우드 데이터를 효율적으로 처리하기 위한 장치 및 방법을 제공한다. 본 개시는 지연시간(latency) 및 인코딩/디코딩 복잡도를 해결하기 위한 포인트 클라우드 데이터 처리 방법 및 장치를 제공한다.

[0004] 또한, 본 개시는 지오메트리 기반 포인트 클라우드 압축 데이터의 운반(carriage)에 시간적 확장성(temporal scalability)을 지원하기 위한 장치 및 방법들을 제공한다.

[0005] 또한, 본 개시는 G-PCC 비트스트림을 파일 내 단일 트랙에 효율적으로 저장하거나 복수의 트랙들에 분할하여 저장하고, 이에 대한 시그널링을 제공하는 포인트 클라우드 콘텐츠 서비스 제공을 위한 장치 및 방법들을 제안한다.

[0006] 또한, 본 개시는 저장된 G-PCC 비트스트림에 대한 효율적인 접근을 지원할 수 있도록 하기 위한 파일 저장 기법을 처리하는 장치 및 방법들을 제안한다.

[0007] 본 개시에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0008] 본 개시의 일 실시예에 따른 포인트 클라우드 데이터의 수신 장치에서 수행되는 방법은 상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 G-PCC(geometry-based point cloud compression) 파일을 획득하는 단계; 상기 G-PCC 파일 내 타일 트랙의 시간적 확장성(temporal scalability) 정보가 존재하는지 여부를 판단하는 단계; 및 상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 존재하지 않음에 기반하여, 상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 유도하는 단계를 포함하고, 상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 상기 G-PCC 파일 내 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보에 기반하여 유도되는 방법일 수 있다.

[0009] 본 개시의 다른 일 실시예에 따른 포인트 클라우드 데이터의 수신 장치는 메모리; 및 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 G-PCC(geometry-based point cloud compression) 파일을 획득하고, 상기 G-PCC 파일 내 타일 트랙의 시간적 확장성(temporal scalability) 정보가 존재하는지 여부를 판단하며, 상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 존재하지 않음에 기반하여, 상기 G-PCC 파일 내 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보에 기반하여 상기 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 유도하는 수신 장치일 수 있다.

[0010] 본 개시의 또 다른 일 실시예에 따른 포인트 클라우드 데이터의 전송 장치에서 수행되는 방법은 G-PCC(geometry-based point cloud compression) 파일에 시간적 확장성이 적용되는지 여부를 결정하는 단계; 및 상기 시간적 확장성이 적용됨에 기반하여, 상기 G-PCC 파일 내 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보 및 상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하여 상기 G-PCC 파일을 생성하는 단계를 포함하는 방법일 수 있다.

[0011] 본 개시의 또 다른 일 실시예에 따른 포인트 클라우드 데이터의 전송 장치는 메모리; 및 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는, G-PCC(geometry-based point cloud compression) 파일에 시간적 확장성이 적용되는지 여부를 결정하고, 상기 시간적 확장성이 적용됨에 기반하여, 상기 G-PCC 파일 내 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보 및 상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하여 상기 G-PCC 파일을 생성하는 전송 장치일 수 있다.

### 발명의 효과

[0012] 본 개시의 실시예들에 따른 장치 및 방법은 높은 효율로 포인트 클라우드 데이터를 처리할 수 있다.

[0013] 본 개시의 실시예들에 따른 장치 및 방법은 높은 품질의 포인트 클라우드 서비스를 제공할 수 있다.

[0014] 본 개시의 실시예들에 따른 장치 및 방법은 VR 서비스, 자율주행 서비스 등 범용적인 서비스를 제공하기 위한 포인트 클라우드 콘텐츠를 제공할 수 있다.

[0015] 본 개시의 실시예들에 따른 장치 및 방법은 G-PCC 컴포넌트들 중에서 원하는 컴포넌트에 효과적으로 액세스할 수 있는 시간적 확장성을 제공할 있다.

[0016] 본 개시의 실시예들에 따른 장치 및 방법은 시간적 확장성을 지원함으로써, 네트워크 기능이나 디코더 기능 등과 일치하는 높은 수준에서 데이터를 조작할 수 있으므로, 포인트 클라우드 콘텐츠 제공 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0017] 본 개시의 실시예들에 따른 장치 및 방법은 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 시그널링되지 않는 경우에도 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 유도할 수 있다.

[0018] 본 개시의 실시예들에 따른 장치 및 방법은 시간적 확장성 정보가 중복하여 시그널링되는 문제를 해결함으로써, 비트 효율성을 향상시킬 수 있다.

[0019] 본 개시의 실시예들에 따른 장치 및 방법은 재생의 복잡성 증가를 저하시켜 부드러우면서도 점진적인 재생을 가능하게 할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 개시의 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐츠 제공 시스템의 예시를 나타내는 블록도이다.

도 2는 본 개시의 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐츠 제공 과정의 예시를 나타내는 블록도이다.

도 3은 본 개시의 실시예들에 따른 포인트 클라우드 비디오 획득 과정의 예시를 나타낸다.

도 4는 본 개시의 실시예들에 따른 포인트 클라우드 부호화 장치의 예시를 나타낸다.

도 5는 본 개시의 실시예들에 따른 복셀의 예시를 나타낸다.

도 6은 본 개시의 실시예들에 따른 옥트리 및 오큐판시 코드의 예시를 나타낸다.

도 7은 본 개시의 실시예들에 따른 이웃 노드 패턴의 예시를 나타낸다.

도 8은 본 개시의 실시예들에 따른 LOD 거리 값에 따른 포인트들의 구성에 대한 예시를 나타낸다.

도 9는 본 개시의 실시예들에 따른 LOD 별 포인트 구성의 예시를 나타낸다.

도 10은 본 개시의 실시예들에 따른 포인트 클라우드 부호화 장치의 예시를 나타내는 블록도이다.

도 11은 본 개시의 실시예들에 따른 포인트 클라우드 부호화 장치의 다른 예시를 나타내는 블록도이다.

도 12는 본 개시의 실시예들에 따른 전송 장치의 다른 예시를 나타내는 블록도이다.

도 13은 본 개시의 실시예들에 따른 수신 장치의 다른 예시를 나타내는 블록도이다.

- 도 14는 본 개시의 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송수신 방법/장치와 연동 가능한 구조의 예시를 나타낸다.
- 도 15는 본 개시의 실시예들에 따른 전송 장치의 또 다른 예시를 나타내는 블록도이다.
- 도 16은 본 개시의 실시예들에 따른 바운딩 박스를 3차원 블록들로 공간 분할한 예시를 나타낸다.
- 도 17은 본 개시의 실시예들에 따른 수신 장치의 또 다른 예시를 나타내는 블록도이다.
- 도 18은 본 개시의 실시예들에 따른 비트스트림의 구조에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 19는 본 개시의 실시예들에 따른 비트스트림 내 구성들 간의 식별 관계에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 20은 본 개시의 실시예들에 따른 비트스트림 내 구성들 간의 참조 관계를 나타낸다.
- 도 21은 본 개시의 실시예들에 따른 SPS 선택스 구조에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 22는 본 개시의 실시예들에 따른 어트리뷰트 타입의 지시 및 포지션 컴포넌트들 간 대응관계의 지시에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 23은 본 개시의 실시예들에 따른 GPS 선택스 구조에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 24는 본 개시의 실시예들에 따른 APS 선택스 구조에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 25는 본 개시의 실시예들에 따른 어트리뷰트 코딩 타입 테이블에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 26은 본 개시의 실시예들에 따른 타일 인벤토리 선택스 구조에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 27 및 도 28은 본 개시의 실시예들에 따른 지오메트리 슬라이스 선택스 구조에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 29 및 도 30은 본 개시의 실시예들에 따른 어트리뷰트 슬라이스 선택스 구조에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 31은 본 개시의 실시예들에 따른 메타 데이터 슬라이스 선택스 구조에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 32는 본 개시의 실시예들에 따른 TLV 인캡슐레이션 구조에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 33은 본 개시의 실시예들에 따른 TLV 인캡슐레이션 선택스 구조 및 페이로드 타입에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 34는 본 개시의 실시예들에 따른 싱글 트랙을 포함하는 파일에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 35는 본 개시의 실시예들에 따른 멀티플 트랙을 포함하는 파일에 대한 예시를 나타낸다.
- 도 36 내지 도 40은 시간적 확장성 정보가 시그널링되지 않는 문제를 해결할 수 있는 실시예들을 설명하기 위한 흐름도들이다.
- 도 41 내지 도 44는 시간적 확장성 정보의 중복 시그널링 문제를 방지할 수 있는 실시예들에 대한 흐름도들이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0021] 이하에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 개시의 실시예에 대하여 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 개시는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0022] 본 개시의 실시예를 설명함에 있어서 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 개시의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그에 대한 상세한 설명은 생략한다. 그리고, 도면에서 본 개시에 대한 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0023] 본 개시에 있어서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소와 "연결", "결합" 또는 "접속"되어 있다고 할 때, 이는 직접적인 연결 관계뿐만 아니라, 그 중간에 또 다른 구성요소가 존재하는 간접적인 연결 관계도 포함할 수 있다. 또한 어떤 구성요소가 다른 구성요소를 "포함한다" 또는 "가진다"고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 배제하는 것이 아니라 또 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0024] 본 개시에 있어서, 제1, 제2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용되며, 특별히 언급되지 않는 한 구성요소들 간의 순서 또는 중요도 등을 한정하지 않는다. 따라서, 본 개시의 범

위 내에서 일 실시예에서의 제1 구성요소는 다른 실시예에서 제2 구성요소라고 칭할 수도 있고, 마찬가지로 일 실시예에서의 제2 구성요소를 다른 실시예에서 제1 구성요소라고 칭할 수도 있다.

- [0025] 본 개시에 있어서, 서로 구별되는 구성요소들은 각각의 특징을 명확하게 설명하기 위함이며, 구성요소들이 반드시 분리되는 것을 의미하지는 않는다. 즉, 복수의 구성요소가 통합되어 하나의 하드웨어 또는 소프트웨어 단위로 이루어질 수도 있고, 하나의 구성요소가 분산되어 복수의 하드웨어 또는 소프트웨어 단위로 이루어질 수도 있다. 따라서, 별도로 언급하지 않더라도 이와 같이 통합된 또는 분산된 실시예도 본 개시의 범위에 포함된다.
- [0026] 본 개시에 있어서, 다양한 실시예에서 설명하는 구성요소들이 반드시 필수적인 구성요소들을 의미하는 것은 아니며, 일부는 선택적인 구성요소일 수 있다. 따라서, 일 실시예에서 설명하는 구성요소들의 부분집합으로 구성되는 실시예도 본 개시의 범위에 포함된다. 또한, 다양한 실시예에서 설명하는 구성요소들에 추가적으로 다른 구성요소를 포함하는 실시예도 본 개시의 범위에 포함된다.
- [0027] 본 개시는 포인트 클라우드 관련 데이터의 부호화 및 복호화에 관한 것으로서, 본 개시에서 사용되는 용어는, 본 개시에서 새롭게 정의되지 않는 한 본 개시가 속한 기술 분야에서 통용되는 통상의 의미를 가질 수 있다.
- [0028] 본 개시에서 “/” 와 “,” 는 “및/또는” 으로 해석될 수 있다. 예를 들어, “A/B” 와 “A, B” 는 “A 및/또는 B” 로 해석될 수 있다. 또한, “A/B/C” 와 “A, B, C” 는 “A, B 및/또는 C 중 적어도 하나” 를 의미할 수 있다.
- [0029] 본 개시에서 “또는” 은 “및/또는” 으로 해석될 수 있다. 예를 들어, “A 또는 B” 는, 1) “A” 만을 의미하거나 2) “B” 만을 의미하거나, 3) “A 및 B” 를 의미할 수 있다. 또는, 본 개시에서 “또는” 은 “추가적으로 또는 대체적으로( additionally or alternatively)” 를 의미할 수 있다.
- [0030] 본 개시는 포인트 클라우드 관련 데이터의 압축에 관한 것이다. 본 개시의 다양한 방법 또는 실시예들은 MPEG(moving picture experts group)의 PCC(point cloud compression 또는 point cloud coding) 표준(ex. G-PCC or V-PCC 표준) 또는 차세대 비디오/이미지 코딩 표준에 적용될 수 있다.
- [0031] 본 개시에 있어서, “포인트 클라우드” 는 3차원 공간에 위치한 포인트들의 집합을 의미할 수 있다. 또한, 본 개시에 있어서, “포인트 클라우드 콘텐츠” 는 포인트 클라우드로 표현되는 콘텐츠로서, “포인트 클라우드 비디오/영상” 를 의미할 수 있다. 이하에서는, '포인트 클라우드 비디오/영상'을 '포인트 클라우드 비디오'라 한다. 포인트 클라우드 비디오는 하나 이상의 프레임들을 포함할 수 있으며, 하나의 프레임은 정지 영상 또는 픽처일 수 있다. 따라서, 포인트 클라우드 비디오는 포인트 클라우드 영상/프레임/픽처를 포함할 수 있으며, “포인트 클라우드 영상”, “포인트 클라우드 프레임” 및 “포인트 클라우드 픽처” 중에서 어느 하나로 지칭될 수 있다.
- [0032] 본 개시에 있어서, “포인트 클라우드 데이터” 는 포인트 클라우드 내 각 포인트들에 관련된 데이터 또는 정보 등을 의미할 수 있다. 포인트 클라우드 데이터는 지오메트리(geometry) 및/또는 어트리뷰트(attribute, 속성)를 포함할 수 있다. 또한, 포인트 클라우드 데이터는 메타(meta) 데이터를 더 포함할 수도 있다. 포인트 클라우드 데이터는 “포인트 클라우드 콘텐츠 데이터” 또는 “포인트 클라우드 비디오 데이터” 등으로 지칭될 수 있다. 또한, 포인트 클라우드 데이터는 “포인트 클라우드 콘텐츠”, “포인트 클라우드 비디오”, “G-PCC 데이터” 등으로 지칭될 수 있다.
- [0033] 본 개시에 있어서, 포인트 클라우드 데이터에 해당하는 포인트 클라우드 오브젝트(object)는 좌표계에 기반한 박스 형태로 나타낼 수 있으며, 이 좌표계에 기반한 박스 형태를 바운딩 박스(bounding box)라 할 수 있다. 즉, 바운딩 박스는 포인트 클라우드의 포인트들을 모두 담을 수 있는 직육면체(rectangular cuboid)일 수 있으며, 원본(source) 포인트 클라우드 프레임이 포함되는 직육면체일 수 있다.
- [0034] 본 개시에 있어서, 지오메트리는 각 포인트들의 포지션(또는, 포지션 정보)을 포함하며, 이 포지션은 3차원 좌표계(예를 들어, x축, y축 및 z축으로 이루어진 좌표계)를 나타내는 파라미터들(예를 들어, x축 값, y축 값 및 z축 값)로 표현될 수 있다. 지오메트리는 “지오메트리 정보” 로 지칭될 수 있다.
- [0035] 본 개시에 있어서, 어트리뷰트는 각 포인트들의 속성을 포함할 수 있으며, 이 속성은 각 포인트들의 텍스처(texture) 정보, 색상(RGB 또는 YCbCr), 반사율(reflectance, r), 투명도(transparency) 등 중에서 하나 이상을 포함할 수 있다. 어트리뷰트는 “어트리뷰트 정보” 로 지칭될 수 있다. 메타 데이터는 후술되는 획득 과정에서 획득에 관련된 다양한 데이터들을 포함할 수 있다.

[0036] **포인트 클라우드 콘텐츠 제공 시스템의 개요**

[0037] 도 1은 본 개시의 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐츠를 제공하는 시스템(이하에서는, '포인트 클라우드 콘텐츠 제공 시스템'이라 한다)의 예시를 나타낸다. 도 2는 포인트 클라우드 콘텐츠 제공 시스템이 포인트 클라우드 콘텐츠를 제공하는 과정의 예시를 나타낸다.

[0038] 도 1에 예시된 바와 같이, 포인트 클라우드 콘텐츠 제공 시스템은 전송 장치(transmission device, 10) 및 수신 장치(reception device, 20)를 포함할 수 있다. 포인트 클라우드 콘텐츠 제공 시스템은 전송 장치(10)와 수신 장치(20)의 동작에 의해 도 2에 예시된 획득 과정(S20), 인코딩 과정(S21), 전송 과정(S22), 디코딩 과정(S23), 렌더링 과정(S24) 및/또는 피드백 과정(S25)을 수행할 수 있다.

[0039] 전송 장치(10)는 포인트 클라우드 콘텐츠를 제공하기 위하여, 포인트 클라우드 데이터를 획득하고, 획득된 포인트 클라우드 데이터(원본 포인트 클라우드 데이터)에 대한 일련의 과정(예를 들어, 인코딩 과정)을 거쳐 비트스트림을 출력할 수 있다. 여기서, 포인트 클라우드 데이터는 인코딩 과정을 거쳐 비트스트림 형태로 출력될 수 있다. 실시예들에 따라, 전송 장치(10)는 출력된 비트스트림을 파일 또는 스트리밍(스트리밍 세그먼트) 형태로 디지털 저장매체 또는 네트워크를 통하여 수신 장치(20)로 전송할 수 있다. 디지털 저장 매체는 USB, SD, CD, DVD, 블루레이, HDD, SSD 등 다양한 저장 매체를 포함할 수 있다. 수신 장치(20)는 수신된 데이터(예를 들어, 인코딩된 포인트 클라우드 데이터)를 다시 원래의 포인트 클라우드 데이터로 가공(예를 들어, 디코딩 또는 복원)하여 렌더링할 수 있다. 이러한 과정들을 통해 포인트 클라우드 콘텐츠가 사용자에게 제공될 수 있으며, 본 개시는 이러한 일련의 과정들을 효과적으로 수행하기 위해 필요한 다양한 실시예들을 제공할 수 있다.

[0040] 도 1에 예시된 바와 같이, 전송 장치(10)는 획득부(11), 부호화부(12), 인캡슐레이션 처리부(13) 및 전송부(14)를 포함할 수 있으며, 수신 장치(20)는 수신부(21), 디캡슐레이션 처리부(22), 복호화부(23) 및 렌더링부(24)를 포함할 수 있다.

[0041] 획득부(11)는 캡처, 합성 또는 생성 과정 등을 통해 포인트 클라우드 비디오를 획득하는 과정(S20)을 수행할 수 있다. 따라서, 획득부(11)는 '포인트 클라우드 비디오 획득부(point cloud video acquisition)'로 지칭될 수 있다.

[0042] 획득 과정(S20)에 의해 다수의 포인트들에 대한 포인트 클라우드 데이터(지오메트리 및/또는 어트리뷰트 등) 등이 생성될 수 있다. 또한, 획득 과정(S20)을 통해, 포인트 클라우드 비디오의 획득에 관련된 메타 데이터가 생성될 수 있다. 또한, 획득 과정(S20)에 의해 포인트 클라우드들 간의 연결 정보를 나타내는 메쉬(mesh) 데이터(예를 들어, 삼각형 형태의 데이터)가 생성될 수도 있다.

[0043] 메타 데이터는 이니셜 뷰잉 오리엔테이션 메타 데이터(initial viewing orientation metadata)를 포함할 수 있다. 이니셜 뷰잉 오리엔테이션 메타 데이터는 포인트 클라우드 데이터가 앞을 나타내는 데이터인지 아니면 뒤를 나타내는 데이터인지를 지시할 수 있다. 메타 데이터는 포인트 클라우드에 대한 메타 데이터인 “보조(auxiliary) 데이터” 로 지칭될 수 있다.

[0044] 획득된 포인트 클라우드 비디오에는 PLY(polygon file format or the stanford triangle format) 파일이 포함될 수 있다. 포인트 클라우드 비디오는 하나 이상의 프레임들을 가지므로, 획득된 포인트 클라우드 비디오에는 하나 이상의 PLY 파일들이 포함될 수 있다. PLY 파일은 각 포인트들의 포인트 클라우드 데이터를 포함할 수 있다.

[0045] 포인트 클라우드 비디오(또는, 포인트 클라우드 데이터)의 획득을 위해서, 획득부(11)는 깊이(depth, 깊이 정보)를 획득할 수 있는 카메라 장비와 깊이 정보에 대응되는 색상 정보를 추출할 수 있는 RGB 카메라들의 조합으로 구성될 수 있다. 여기서, 깊이 정보를 획득할 수 있는 카메라 장비는 적외선 패턴 프로젝터와 적외선 카메라의 조합일 수 있다. 또한, 획득부(11)는 라이다(LiDAR)로 구성될 수도 있는데, 라이다는 레이저 펄스를 쏘고 반사되어 돌아오는 시간을 측정하여 반사체의 위치 좌표를 측정하는 레이더 시스템을 이용할 수 있다.

[0046] 획득부(11)는 깊이 정보로부터 3차원 공간상의 포인트들로 구성된 지오메트리의 형태를 추출하고, RGB 정보로부터 각 포인트들의 색상이나 반사 등을 표현하는 어트리뷰트를 추출할 수 있다.

[0047] 포인트 클라우드 비디오(또는, 포인트 클라우드 데이터)를 추출(또는, 캡처, 획득 등)하는 방식으로는, 중심 객체를 캡처하는 인워드-페이싱(inward-facing) 방식과, 외부 환경을 캡처하는 아웃워드-페이싱(outward-facing) 방식이 있을 수 있다. 인워드-페이싱 방식과 아웃워드-페이싱 방식에 대한 예시가 도 3에 나타나 있다. 도 3의 (a)는 인워드-페이싱 방식에 대한 예시이며, 도 3의 (b)는 아웃워드-페이싱 방식에 대한 예시이다.

- [0048] 도 3의 (a)에 예시된 바와 같이, 인워드-페이싱 방식은 자율 주행과 같이 자동차에서 현재 주변 환경을 포인트 클라우드 콘텐츠로 구성할 경우에 사용될 수 있다. 도 3의 (b)에 예시된 바와 같이, 아웃워드-페이싱 방식은 VR/AR 환경에서 캐릭터, 선수, 물건, 배우 등과 같은 핵심이 되는 객체를 360도로 사용자가 자유롭게 볼 수 있는 포인트 클라우드 콘텐츠로 구성할 경우에 사용될 수 있다. 여러 대의 카메라를 통해 포인트 클라우드 콘텐츠를 구성하는 경우에는 카메라들 사이의 글로벌 공간 좌표계(global coordinate system)를 설정하기 위해, 콘텐츠를 캡처하기 전에 카메라를 캘리브레이션하는 과정이 수행될 수도 있다. 캡처된 포인트 클라우드 비디오를 기반으로 하여 임의의 포인트 클라우드 비디오를 합성하는 방식이 활용될 수도 있다.
- [0049] 한편, 컴퓨터로 생성된 가상의 공간에 대한 포인트 클라우드 비디오를 제공하고자 하는 경우에는, 실제 카메라를 통한 캡처가 수행되지 않을 수 있다. 이 경우, 캡처된 포인트 클라우드 콘텐츠의 질을 향상시키기 위한 후처리가 필요할 수도 있다. 예를 들어, 획득 과정(S20)에서 카메라 장비가 제공하는 범위에서 최대/최소 깊이 값을 조정할 수 있지만, 원하지 않는 영역(예를 들어, 배경) 또는 원하지 않는 영역의 포인트 데이터들을 제거하는 후처리가 수행되거나, 연결된 공간을 인식하고 구멍(spatial hole)을 메우는 후처리가 수행될 수도 있다. 다른 예로, 공간 좌표계를 공유하는 카메라들로부터 추출된 포인트 클라우드 데이터를 각 카메라의 위치 좌표를 기준으로 각 포인트들에 대한 글로벌 좌표계로의 변환 과정을 통해 하나의 콘텐츠로 통합하는 후처리가 수행될 수 있다. 이를 통해, 하나의 넓은 범위의 포인트 클라우드 콘텐츠가 생성될 수도 있고, 또는 포인트들의 밀도가 높은 포인트 클라우드 콘텐츠가 획득될 수도 있다.
- [0050] 부호화부(12)는 획득부(11)로부터 생성된 데이터들(지오메트리, 어트리뷰트 및/또는 메타 데이터 및/또는 메쉬 데이터 등)을 하나 이상의 비트스트림으로 인코딩하는 인코딩 과정(S21)을 수행할 수 있다. 따라서, 부호화부(12)는 '포인트 클라우드 비디오 인코더(point cloud video encoder)'로 지칭될 수 있다. 부호화부(12)는 획득부(11)로부터 생성된 데이터들을 직렬적 또는 병렬적으로 인코딩할 수 있다.
- [0051] 부호화부(12)가 수행하는 인코딩 과정(S21)은 지오메트리 기반 포인트 클라우드 압축(geometry-based point cloud compression, G-PCC)일 수 있다. 부호화부(12)는 압축 및 코딩 효율을 위하여 예측, 변환, 양자화, 엔트로피 코딩 등의 일련의 절차를 수행할 수 있다.
- [0052] 인코딩된 포인트 클라우드 데이터는 비트스트림 형태로 출력될 수 있다. G-PCC 절차에 기반하는 경우, 부호화부(12)는 포인트 클라우드 데이터를 후술하는 바와 같이 지오메트리 및 어트리뷰트로 나누어 인코딩할 수 있다. 이 경우, 출력되는 비트스트림은 인코딩된 지오메트리를 포함하는 지오메트리 비트스트림 및 인코딩된 어트리뷰트를 포함하는 어트리뷰트 비트스트림을 포함할 수 있다. 또한, 출력되는 비트스트림은 메타 데이터를 포함하는 메타 데이터 비트스트림, 보조 데이터를 포함하는 보조 비트스트림, 및 메쉬 데이터를 포함하는 메쉬 데이터 비트스트림 중에서 하나 이상을 더 포함할 수도 있다. 인코딩 과정(S21)에 대해서는 아래에서 더욱 상세하게 설명하도록 한다. 인코딩된 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림은 '포인트 클라우드 비트스트림' 또는 '포인트 클라우드 비디오 비트스트림'으로 지칭될 수 있다.
- [0053] 인캡슐레이션 처리부(13)는 부호화부(12)로부터 출력된 하나 이상의 비트스트림들을 파일 또는 세그먼트(segment) 등의 형태로 인캡슐레이션하는 과정을 수행할 수 있다. 따라서, 인캡슐레이션 처리부(13)는 '파일/세그먼트 인캡슐레이션 모듈(file/segment encapsulation module)'로 지칭될 수 있다. 도면에는 인캡슐레이션 처리부(13)가 전송부(14)와의 관계에서 별도의 컴포넌트/모듈로 구성되는 예시가 표현되어 있으나, 실시예들에 따라, 인캡슐레이션 처리부(13)는 전송부(14)에 포함될 수도 있다.
- [0054] 인캡슐레이션 처리부(13)는 해당 데이터들을 ISOBMFF(ISO Base Media File Format) 등의 파일 포맷으로 인캡슐레이션하거나, 기타 DASH 세그먼트 등의 형태로 처리할 수 있다. 실시예들에 따라, 인캡슐레이션 처리부(13)는 메타 데이터를 파일 포맷 상에 포함시킬 수 있다. 메타 데이터는 예를 들어 ISOBMFF 파일 포맷 상의 다양한 레벨의 박스(box)에 포함되거나, 파일 내에서 별도의 트랙 내의 데이터로 포함될 수 있다. 실시예들에 따라, 인캡슐레이션 처리부(13)는 메타 데이터 자체를 파일로 인캡슐레이션할 수 있다. 인캡슐레이션 처리부(13)에 의해 처리되는 메타 데이터는 도면에는 도시되지 않은 메타 데이터 처리부 등으로부터 전달받은 것일 수 있다. 메타 데이터 처리부는 부호화부(12)에 포함될 수도 있고, 또는 별도의 컴포넌트/모듈로 구성될 수도 있다.
- [0055] 전송부(14)는 '인캡슐레이션된 포인트 클라우드 비트스트림'에 파일 포맷에 따른 처리(전송을 위한 처리)를 가하는 전송 과정(S22)을 수행할 수 있다. 전송부(14)는 비트스트림 또는 해당 비트스트림을 포함하는 파일/세그먼트를 디지털 저장매체 또는 네트워크를 통하여 수신 장치(20)의 수신부(21)로 전달할 수 있다. 따라서, 전송부(14)는 '송신기(transmitter)' 또는 '통신 모듈(communication module)' 등으로 지칭될 수 있다.

- [0056] 전송부(14)는 임의의 전송 프로토콜에 따라 포인트 클라우드 데이터의 처리를 수행할 수 있다. 여기서, '임의의 전송 프로토콜에 따라 포인트 클라우드 데이터를 처리하는 것'은 '전송을 위한 처리'일 수 있다. 전송을 위한 처리에는 방송망을 통한 전달을 위한 처리, 브로드밴드를 통한 전달을 위한 처리 등이 포함될 수 있다. 실시예에 따라, 전송부(14)는 포인트 클라우드 데이터뿐만 아니라, 메타 데이터 처리부로부터 메타 데이터를 전달받아, 전달된 메타 데이터에 전송을 위한 처리를 가할 수도 있다. 실시예들에 따라, 전송을 위한 처리는 전송 처리부에서 수행될 수도 있으며, 전송 처리부는 전송부(14)에 포함되거나 전송부(14)와는 별도의 컴포넌트/모듈로 구성될 수 있다.
- [0057] 수신부(21)는 전송 장치(10)가 전송한 비트스트림 또는 해당 비트스트림을 포함하는 파일/세그먼트를 수신할 수 있다. 전송되는 채널에 따라 수신부(21)는 방송망을 통하여 비트스트림 또는 해당 비트스트림을 포함하는 파일/세그먼트를 수신할 수도 있고, 브로드밴드를 통하여 비트스트림 또는 해당 비트스트림을 포함하는 파일/세그먼트를 수신할 수도 있다. 혹은, 수신부(21)는 디지털 저장 매체를 통하여 비트스트림 또는 해당 비트스트림을 포함하는 파일/세그먼트를 수신할 수도 있다.
- [0058] 수신부(21)는 수신된 비트스트림 또는 해당 비트스트림을 포함하는 파일/세그먼트에 대해 전송 프로토콜에 따른 처리를 수행할 수 있다. 수신부(21)는 전송 장치(10)에서 전송을 위한 처리가 수행된 것에 대응되도록, 전송 처리(전송을 위한 처리)의 역과정을 수행할 수 있다. 수신부(21)는 수신한 데이터들 중에서, 인코딩된 포인트 클라우드 데이터를 디캡슐레이션 처리부(22)로 전달하고, 메타 데이터를 메타 데이터 과실부로 전달할 수 있다. 메타 데이터는 시그널링 테이블의 형태일 수 있다. 실시예들에 따라, 전송을 위한 처리의 역과정은 수신 처리부에서 수행될 수 있다. 수신 처리부, 디캡슐레이션 처리부(22) 및 메타 데이터 과실부 각각은 수신부(21)에 포함되거나 수신부(21)와는 별도의 컴포넌트/모듈로 구성될 수 있다.
- [0059] 디캡슐레이션 처리부(22)는 수신부(21) 또는 수신 처리부로부터 전달받은 파일 형태의 포인트 클라우드 데이터(즉, 파일 형태의 비트스트림)를 디캡슐레이션할 수 있다. 따라서, 디캡슐레이션 처리부(22)는 '파일/세그먼트 디캡슐레이션 모듈(file/segment decapsulation module)'로 지칭될 수 있다.
- [0060] 디캡슐레이션 처리부(22)는 ISOBMFF 등에 따라 파일들을 디캡슐레이션함으로써 포인트 클라우드 비트스트림 내지 메타 데이터 비트스트림을 획득할 수 있다. 실시예들에 따라, 메타 데이터(메타데이터 비트스트림)는 포인트 클라우드 비트스트림에 포함될 수도 있다. 획득된 포인트 클라우드 비트스트림은 복호화부(23)로 전달될 수 있으며, 획득된 메타 데이터 비트스트림은 메타 데이터 처리부로 전달될 수 있다. 메타 데이터 처리부는 복호화부(23)에 포함될 수도 있고, 또는 별도의 컴포넌트/모듈로 구성될 수도 있다. 디캡슐레이션 처리부(23)가 획득하는 메타 데이터는 파일 포맷 내의 박스 혹은 트랙 형태일 수 있다. 디캡슐레이션 처리부(23)는 필요한 경우 메타 데이터 처리부로부터 디캡슐레이션에 필요한 메타 데이터를 전달받을 수도 있다. 메타 데이터는 복호화부(23)로 전달되어 디코딩 과정(S23)에 사용될 수도 있고, 또는 렌더링부(24)로 전달되어 렌더링 과정(S24)에 사용될 수도 있다.
- [0061] 복호화부(23)는 비트스트림을 입력 받아 부호화부(12)의 동작에 대응하는 동작을 수행함으로써, 포인트 클라우드 비트스트림(인코딩된 포인트 클라우드 데이터)을 디코딩하는 디코딩 과정(S23)을 수행할 수 있다. 따라서, 복호화부(23)는 '포인트 클라우드 비디오 디코더(point cloud video decoder)'로 지칭될 수 있다.
- [0062] 복호화부(23)는 포인트 클라우드 데이터를 지오메트리 및 어트리뷰트로 나누어 디코딩할 수 있다. 예를 들어, 복호화부(23)는 포인트 클라우드 비트스트림에 포함된 지오메트리 비트스트림으로부터 지오메트리를 복원(디코딩)할 수 있고, 포인트 클라우드 비트스트림에 포함된 어트리뷰트 비트스트림 및 복원된 지오메트리를 기반으로 어트리뷰트를 복원(디코딩)할 수 있다. 복원된 지오메트리에 따른 포지션 정보 및 디코딩된 어트리뷰트에 따른 어트리뷰트(컬러 또는 텍스처 등)를 기반으로 3차원의 포인트 클라우드 비디오/영상이 복원될 수 있다. 디코딩 과정(S23)에 대해서는 아래에서 더욱 상세하게 설명하도록 한다.
- [0063] 렌더링부(24)는 복원된 포인트 클라우드 비디오를 렌더링하는 렌더링 과정(S24)을 수행할 수 있다. 따라서, 렌더링부(24)는 '렌더러(renderer)'로 지칭될 수 있다.
- [0064] 렌더링 과정(S24)은 3D 공간상에 포인트 클라우드 콘텐츠를 렌더링하고 디스플레이하는 과정을 의미할 수 있다. 렌더링 과정(S24)은 디코딩 과정을 통해 디코딩된 포인트들의 포지션 정보 및 어트리뷰트 정보에 기반하여 원하는 렌더링 방식에 따라 렌더링할 수 있다.
- [0065] 포인트 클라우드 콘텐츠의 포인트들은 일정 두께를 갖는 정점, 해당 정점 위치를 중앙으로 하는 특정 최소 크기를 갖는 정육면체, 또는 정점 위치를 중앙으로 하는 원 등으로 렌더링될 수도 있다. 사용자는 VR/AR 디스플레이

또는 일반 디스플레이 등을 통하여 렌더링된 결과의 전부 또는 일부 영역을 볼 수 있다. 렌더링된 비디오는 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 과정(S25)은 렌더링 과정(S24) 또는 디스플레이 과정에서 획득될 수 있는 다양한 피드백 정보들을 전송 장치(10)로 전달하거나 수신 장치(20) 내 다른 구성들로 전달하는 과정을 포함할 수 있다. 피드백 과정(S25)은 도 1의 수신 장치(20)에 포함된 구성들 중에서 하나 이상에 의해 수행되거나, 또는 도 10 및 도 11에 표현된 구성들 중에서 하나 이상에 의해 수행될 수 있다. 실시예들에 따라, 피드백 과정(S25)은 '피드백부' 또는 '센싱/트래킹부(sensing/tracking)'에 의해 수행될 수도 있다.

[0067] 피드백 과정(S25)을 통해 포인트 클라우드 콘텐츠 소비에 대한 인터랙티비티(interactivity)가 제공될 수 있다. 실시예들에 따라, 피드백 과정(S25)에서 헤드 오리엔테이션(head orientation) 정보, 사용자가 현재 보고 있는 영역을 나타내는 뷰포트(viewport) 정보 등이 피드백될 수 있다. 실시예들에 따라, 사용자는 VR/AR/MR/자율주행 환경 상에 구현된 것들과 상호 작용할 수도 있는 데, 이 경우 그 상호 작용과 관련된 정보가 피드백 과정(S25)에서 전송 장치(10) 내지 서비스 프로바이더측으로 전달될 수도 있다. 실시예들에 따라, 피드백 과정(S25)은 수행되지 않을 수도 있다.

[0068] 헤드 오리엔테이션 정보는 사용자의 머리 위치, 각도, 움직임 등에 대한 정보를 의미할 수 있다. 이 정보를 기반으로 사용자가 현재 포인트 클라우드 비디오 내에서 보고 있는 영역에 대한 정보, 즉 뷰포트(viewport) 정보가 계산될 수 있다.

[0069] 뷰포트 정보는 현재 사용자가 포인트 클라우드 비디오에서 보고 있는 영역에 대한 정보일 수 있다. 시점(viewpoint)은 사용자가 포인트 클라우드 비디오에서 보고 있는 지점으로, 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. 뷰포트 정보를 이용한 게이즈 분석(gaze analysis)을 통해, 사용자가 어떠한 방식으로 포인트 클라우드 비디오를 소비하는 지, 포인트 클라우드 비디오의 어느 영역을 얼마나 응시하는지 등이 확인될 수 있다. 게이즈 분석은 수신측(수신 장치)에서 수행되어 송신측(전송 장치)으로 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.

[0070] 실시예들에 따라, 피드백 정보는 송신측(전송 장치)으로 전달되는 것뿐 아니라, 수신측(수신 장치)에서 소비될 수도 있다. 즉, 피드백 정보를 이용하여 수신측(수신 장치)의 디코딩 과정, 렌더링 과정 등이 수행될 수 있다.

[0071] 예를 들어, 수신 장치(20)는 헤드 오리엔테이션 정보 및/또는 뷰포트 정보를 이용하여 현재 사용자가 보고 있는 영역에 대한 포인트 클라우드 비디오만 우선적으로 디코딩 및 렌더링할 수도 있다. 또한, 수신부(21)는 모든 포인트 클라우드 데이터를 수신하거나, 오리엔테이션 정보 및/또는 뷰포트 정보에 기반하여 오리엔테이션 정보 및/또는 뷰포트 정보가 나타내는 포인트 클라우드 데이터를 수신할 수도 있다. 또한, 디캡슐레이션 처리부(22)는 모든 포인트 클라우드 데이터를 디캡슐레이션하거나, 오리엔테이션 정보 및/또는 뷰포트 정보에 기반하여 오리엔테이션 정보 및/또는 뷰포트 정보가 나타내는 포인트 클라우드 데이터를 디캡슐레이션할 수도 있다. 또한, 복호화부(23)는 모든 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하거나, 오리엔테이션 정보 및/또는 뷰포트 정보에 기반하여 오리엔테이션 정보 및/또는 뷰포트 정보가 나타내는 포인트 클라우드 데이터를 디코딩할 수도 있다.

[0072] **포인트 클라우드 부호화 장치의 개요**

[0073] 도 4는 본 개시의 실시예들에 따른 포인트 클라우드 부호화 장치(400)의 예시를 나타낸다. 도 4의 포인트 클라우드 부호화 장치(400)는 도 1의 부호화부(12)와 구성 및 기능에서 대응될 수 있다.

[0074] 도 4에 예시된 바와 같이, 포인트 클라우드 부호화 장치(400)는 좌표계 변환부(405), 지오메트리 양자화부(410), 옥트리 분석부(415), 근사화부(420), 지오메트리 인코딩부(425), 복원부(430), 어트리뷰트 변환부(440), RAHT 변환부(445), LOD 생성부(450), 리프팅부(455), 어트리뷰트 양자화부(460), 어트리뷰트 인코딩부(465) 및/또는 컬러 변환부(435)를 포함할 수 있다.

[0075] 획득부(11)에 의해 획득된 포인트 클라우드 데이터는 네트워크의 상황 혹은 애플리케이션 등에 따라 포인트 클라우드 콘텐츠의 질(예를 들어, 무손실-lossless, 손실-lossy, near-lossless)을 조절하기 위한 과정들을 거칠 수 있다. 또한, 획득된 포인트 클라우드 콘텐츠의 각 포인트들을 손실 없이 전송할 수도 있지만, 그럴 경우 포인트 클라우드 콘텐츠의 크기가 크기 때문에 실시간 스트리밍이 가능하지 않을 수 있다. 따라서, 포인트 클라우드 콘텐츠의 원활한 제공을 위하여, 최대 타겟 비트율(bitrate)에 맞추어 포인트 클라우드 콘텐츠를 재구성하는

과정이 필요하다.

- [0076] 포인트 클라우드 콘텐츠의 질을 조절하기 위한 과정들은 포인트들의 위치 정보(지오메트리 정보에 포함된 포지션 정보) 또는 색상 정보(어트리뷰트 정보에 포함된 컬러 정보)를 재구성하는 과정과 인코딩하는 과정 동일 수 있다. 포인트들의 포지션 정보를 재구성 및 인코딩하는 과정을 지오메트리 코딩이라 지칭하고, 각 포인트들과 연관된 어트리뷰트 정보를 재구성 및 인코딩하는 과정을 어트리뷰트 코딩이라고 지칭할 수 있다.
- [0077] 지오메트리 코딩은 지오메트리 양자화 과정, 복셀화 과정, 옥트리 분석 과정, 근사화 과정, 지오메트리 인코딩 과정 및/또는 좌표계 변환 과정을 포함할 수 있다. 또한, 지오메트리 코딩은 지오메트리 복원 과정을 더 포함할 수 있다. 어트리뷰트 코딩은 색상 변환 과정, 어트리뷰트 변환 과정, 예측 변환 과정, 리프팅 변환 과정, RAHT 변환 과정, 어트리뷰트 양자화 과정, 어트리뷰트 인코딩 과정 등을 포함할 수 있다.
- [0078] 지오메트리 코딩
- [0079] 좌표계 변환 과정은 포인트들의 포지션들에 대한 좌표계(coordinate)를 변환하는 과정에 해당할 수 있다. 따라서, 좌표계 변환 과정은 'transform coordinates'로 지칭될 수 있다. 좌표계 변환 과정은 좌표계 변환부(405)에 의해 수행될 수 있다. 예를 들어, 좌표계 변환부(405)는 포인트들의 포지션을 글로벌 공간 좌표계로부터 3차원 공간(예를 들어, X축, Y축 및 Z축 좌표계로 표현되는 3차원 공간 등)의 포지션 정보로 변환할 수 있다. 실시예들에 따른 3차원 공간의 포지션 정보는 '지오메트리 정보'로 지칭될 수 있다.
- [0080] 지오메트리 양자화 과정은 포인트들의 포지션 정보를 양자화하는 과정에 해당할 수 있으며, 지오메트리 양자화부(410)에 의해 수행될 수 있다. 예를 들어, 지오메트리 양자화부(410)는 포인트들의 포지션 정보들 중에서 최소의 (x, y, z) 값을 가지는 포지션 정보를 찾고, 각 포인트들의 포지션 정보들로부터 최소의 (x, y, z) 값을 가지는 포지션 정보를 차감할 수 있다. 또한, 지오메트리 양자화부(410)는 차감된 값에 미리 설정된 양자 스케일(quantization scale) 값을 곱한 후에, 그 결과를 가까운 정수(integer) 값으로 조정(내리거나 올려)함으로써, 양자화 과정을 수행할 수 있다.
- [0081] 복셀화 과정은 양자화 과정을 통해 양자화된 지오메트리 정보를 3차원 공간 상에 존재하는 특정 복셀(voxel)로 매칭하는 과정에 해당할 수 있다. 복셀화 과정 또한 지오메트리 양자화부(410)에 의해 수행될 수 있다. 지오메트리 양자화부(410)는 양자화 과정이 적용된 각 포인트들을 재구성하기 위해, 포인트들의 포지션 정보를 기반으로 옥트리(octree) 기반 복셀화(voxelization)를 수행할 수 있다.
- [0082] 본 개시의 실시예들에 따른 복셀의 예시가 도 5에 나타나 있다. 복셀은 2차원 이미지/비디오의 정보를 가지고 있는 최소 단위인 픽셀(pixel)과 마찬가지로, 3차원에 존재하는 포인트들의 정보를 저장하기 위한 공간을 의미할 수 있다. 복셀은 볼륨(volume)과 픽셀(pixel)을 조합한 혼성어이다. 도 5에 예시된 바와 같이, 복셀은 3차원 공간 (2depth, 2depth, 2depth)을 각각의 축(x축, y축 및 z축)을 기반으로 유닛(unit=1.0)이 되도록 나누어 생기는 3차원 큐빅(cubic) 공간을 의미할 수 있다. 복셀은 복셀군(voxel group)과의 위치 관계에서 공간 좌표를 추정할 수 있으며, 픽셀과 마찬가지로 색상 또는 반사율 정보를 가지고 있을 수 있다.
- [0083] 하나의 복셀에 하나의 포인트만 존재(매칭)하지 않을 수도 있다. 즉, 하나의 복셀에 여러 개의 포인트들에 관련된 정보가 존재할 수 있다. 또는, 하나의 복셀에 포함된 여러 개의 포인트들에 관련된 정보를 하나의 포인트 정보로 통합할 수도 있다. 이러한 조절은 선택적으로 수행될 수 있다. 하나의 복셀에 하나의 포인트 정보로 통합하여 표현하는 경우, 복셀 내에 존재하는 포인트들에 대한 포지션 값을 기반으로 복셀의 중앙점의 포지션 값이 설정될 수 있으며, 이와 연관된 어트리뷰트 변환 과정을 수행할 필요가 있다. 예를 들어, 어트리뷰트 변환 과정은 복셀에 포함된 포인트들 또는 복셀의 중앙점의 포지션 값과 특정 반경 내에 이웃하고 있는 포인트들의 색상 또는 반사율의 평균 값으로 조정될 수도 있다.
- [0084] 옥트리 분석부(415)는 복셀의 영역/포지션을 효율적으로 관리하기 위해, 옥트리를 사용할 수 있다. 본 개시의 실시예들에 따른 옥트리의 예시가 도 6의 (a)에 나타나 있다. 2차원 이미지의 공간을 효율적으로 관리하기 위해서 전체 공간을 x축 및 y축 기반으로 나누면 4개의 공간이 생기고, 4개의 각각의 공간을 다시 x축 및 y축 기반으로 나누면 다시 각각의 작은 공간에 대해서 4개의 공간이 생기게 된다. 리프 노드(leaf node)가 픽셀이 될 때까지 영역을 나눠주고, 영역의 크기 및 위치 별로 효율적으로 관리하기 위해 쿼드트리(quadtree)를 자료구조로 사용할 수 있다.
- [0085] 이와 마찬가지로, 본 개시는 3차원 공간을 공간의 위치 및 크기 별로 효율적으로 관리하기 위해 같은 방식을 적용할 수 있다. 단, 도 6의 (a)의 중간에 예시된 바와 같이, z축이 추가되기 때문에, 3차원 공간을 x축, y축 및 z축 기반으로 나누면 8개의 공간이 생길 수 있다. 또한, 도 6의 (a)의 우측에 예시된 바와 같이, 8개의 각각의

공간을 다시 x축, y축 및 z축 기반으로 나누면 다시 각각의 작은 공간에 대해서 8개의 공간이 생길 수 있다.

- [0086] 옥트리 분석부(415)는 리프 노드가 복셀이 될 때까지 영역을 나눠주고, 영역의 크기 및 포지션 별로 효율적으로 관리하기 위해 8개의 자식 노드(children node) 영역을 관리할 수 있는 옥트리(octree) 자료구조를 사용할 수 있다.
- [0087] 옥트리를 사용하여 포인트들의 포지션이 반영된 복셀을 관리하기 때문에 옥트리의 전체 볼륨은 (0,0,0) ~ (2d, 2d, 2d)로 설정되어야 한다. 2d는 포인트 클라우드의 전체 포인트를 감싸는 가장 작은 바운딩 박스를 구성하는 값으로 설정되고, d는 옥트리의 깊이(depth)가 된다. d값을 구하는 식은 아래의 수식 1과 같을 수 있으며,  $(x_n^{int}, y_n^{int}, z_n^{int})$ 는 양자화 과정이 적용된 포인트들의 포지션 값이다.
- [0088] [수식 1]
- [0089] 
$$d = Ceil(\text{Log2}(\text{Max}(x_n^{int}, y_n^{int}, z_n^{int}, n = 1, \dots, N) + 1))$$
- [0090] 옥트리는 오큐판시(occupancy) 코드로 표현될 수 있으며, 본 개시의 실시예들에 따른 오큐판시 코드의 예시라도 6의 (b)에 나타나 있다. 옥트리 분석부(415)는 각 노드 내에 포인트가 포함되어 있으면 해당 노드의 오큐판시 코드를 1로 표현하고, 포인트가 포함되어 있지 않으면 해당 노드의 오큐판시 코드를 0으로 표현할 수 있다.
- [0091] 각 노드는 8개의 자식 노드에 대한 오큐판시 여부를 나타내는 8bit의 비트맵(bitmap)을 가질 수 있다. 예를 들어, 도 6의 (b)의 두 번째 텀스(1-depth)에 해당하는 노드들의 오큐판시 코드가 00100001이므로, 3번째 노드와 8번째 노드에 대응하는 공간(복셀 또는 영역)들은 적어도 하나의 포인트를 포함할 수 있다. 또한, 3번째 노드의 자식 노드들(리프 노드들)의 오큐판시 코드가 10000111이므로, 해당 리프 노드들 중에서 첫 번째 리프 노드, 여섯 번째 리프 노드, 일곱 번째 리프 노드 및 여덟 번째 리프 노드에 대응하는 공간들은 적어도 하나의 포인트를 포함할 수 있다. 또한, 8번째 노드의 자식 노드들(리프 노드들)의 오큐판시 코드가 01001111이므로, 해당 리프 노드들 중에서 두 번째 리프 노드, 다섯 번째 리프 노드, 여섯 번째 리프 노드, 일곱 번째 리프 노드 및 여덟 번째 리프 노드에 대응하는 공간들이 적어도 하나의 포인트를 포함할 수 있다.
- [0092] 지오메트리 인코딩 과정은 오큐판시 코드에 대해 엔트로피 코딩을 수행하는 과정에 해당할 수 있다. 지오메트리 인코딩 과정은 지오메트리 인코딩부(425)에 의해 수행될 수 있다. 지오메트리 인코딩부(425)는 오큐판시 코드에 대해 엔트로피 코딩을 수행할 수 있다. 생성된 오큐판시 코드는 바로 인코딩될 수도 있고, 압축 효율을 높이기 위해 인트라/인터 코딩 과정을 통해서 인코딩될 수도 있다. 수신 장치(20)는 오큐판시 코드를 통해서 옥트리를 재구성할 수 있다.
- [0093] 한편, 포인트들이 없거나 매우 적은 특정 영역의 경우, 모든 영역을 복셀화 시키는 것은 비효율적일 수도 있다. 즉, 특정 영역에는 포인트들이 거의 존재하지 않으므로, 전체 옥트리를 구성할 필요가 없을 수 있다. 이러한 경우를 위해, 조기 종료(early termination) 방안이 필요할 수 있다.
- [0094] 포인트 클라우드 부호화 장치(400)는 특정 영역(리프 노드에 해당하지 않는 특정 영역)에 대해, 이 특정 영역에 대응하는 노드(특정 노드)를 8개의 서브 노드들(자식 노드들)로 나누는 대신에, 해당 특정 영역에 대해서만 직접 포인트들의 위치를 전송하거나, 또는 표면 모델(surface model)을 사용하여 특정 영역 내의 포인트의 포지션을 복셀 기반으로 재구성할 수 있다.
- [0095] 특정 노드에 대해서 직접 각 포인트들의 위치를 전송하는 모드는 직접 모드(direct mode)일 수 있다. 포인트 클라우드 부호화 장치(400)는 직접 모드를 가능하게 하기 위한 조건들의 만족 여부를 체크할 수 있다.
- [0096] 직접 모드를 가능하게 하기 위한 조건은 1) 직접 모드 사용 옵션이 활성화되어 있어야 함, 2) 해당 특정 노드가 리프 노드에 해당하지 않음, 3) 해당 특정 노드 내에 한계치(threshold) 이하의 포인트들이 존재해야 함, 및 4) 직접 전송하고자 하는 포인트들의 총 개수가 한계치를 넘지 않음을 포함할 수 있다.
- [0097] 포인트 클라우드 부호화 장치(400)는 위 조건들이 모두 만족하는 경우에 해당 특정 노드에 대해서 직접적으로 포인트의 포지션 값을 지오메트리 인코딩부(425)를 통해 엔트로피 코딩하여 전송할 수 있다.
- [0098] 표면 모델을 사용하여 특정 영역 내의 포인트의 위치를 복셀 기반으로 재구성하는 모드는 트리슈프 모드(trisoup mode)일 수 있다. 트리슈프 모드는 근사화부(420)에 의해 수행될 수 있다. 근사화부(420)는 옥트리의 특정 레벨을 정하고, 정한 특정 레벨부터는 표면 모델을 사용하여 노드 영역 내의 포인트들의 위치를 복셀 기반으로 재구성할 수 있다.

[0099] 포인트 클라우드 부호화 장치(400)는 트리슈프 모드를 선택적으로 적용할 수도 있다. 구체적으로, 포인트 클라우드 부호화 장치(400)는 트리슈프 모드 사용 시에, 트리슈프 모드가 적용될 레벨(특정 레벨)을 지정할 수 있다. 예를 들어, 지정된 특정 레벨이 옥트리의 깊이(d)와 같으면 트리슈프 모드가 적용되지 않을 수 있다. 즉, 지정된 특정 레벨은 옥트리의 깊이 값보다 작아야 한다.

[0100] 지정된 특정 레벨의 노드들의 3차원 정육면체 영역을 블록(block)이라고 하며, 하나의 블록은 하나 이상의 복셀을 포함할 수 있다. 블록 또는 복셀은 브릭(brick)에 대응될 수도 있다. 각 블록은 12개의 엣지(edge)를 가지고 있을 수 있으며, 근사화부(420)는 각 엣지가 포인트를 가진 복셀(occupied voxel)과 인접했는지 여부에 체크할 수 있다. 각 엣지는 여러 개의 점유된(occupied) 복셀들과 인접할 수 있다. 복셀과 인접한 엣지의 특정 위치를 버텍스(vertex)라고 하며, 근사화부(420)는 하나의 엣지에 여러 개의 점유된 복셀들이 인접한 경우에는 해당 위치들의 평균 위치를 버텍스로 정할 수 있다.

[0101] 포인트 클라우드 부호화 장치(400)는 버텍스가 존재하는 경우에, 엣지의 시작점 (x, y, z), 엣지의 방향벡터 (Δx, Δy, Δz) 및, 버텍스의 위치 값(엣지 내의 상대적 위치 값)들을 지오메트리 인코딩부(425)를 통해 엔트로피 코딩할 수 있다.

[0102] 지오메트리 복원 과정은 옥트리 및/또는 근사화된 옥트리를 재구성하여 복원된 지오메트리를 생성하는 과정에 해당할 수 있다. 지오메트리 복원 과정은 복원부(430)에 의해 수행될 수 있다. 복원부(430)는 삼각형 재구성(triangle reconstruction), 업-샘플링(up-sampling), 복셀화 과정 등을 통하여 지오메트리 복원 과정을 수행할 수 있다.

[0103] 근사화부(420)에서 트리슈프 모드가 적용된 경우에, 복원부(430)는 엣지의 시작점, 엣지의 방향 벡터와 버텍스의 위치 값을 기반으로 삼각형을 재구성할 수 있다. 이를 위해, 복원부(430)는 아래의 수식 2와 같이 각 버텍스들의

의 중심(centroid) 값  $\begin{bmatrix} \mu_x \\ \mu_y \\ \mu_z \end{bmatrix}$ 을 계산하고, 아래의 수식 3과 같이 각 버텍스들의 값  $\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}$ 에서 중심 값을 차감하여 차감 값  $\begin{bmatrix} \bar{x}_i \\ \bar{y}_i \\ \bar{z}_i \end{bmatrix}$ 을 유도한 후에, 아래 수식 4와 같이 차감 값들의 자승을 모두 더한 값  $\begin{bmatrix} \sigma_x^2 \\ \sigma_y^2 \\ \sigma_z^2 \end{bmatrix}$ 을 도출할 수 있다.

[0104] [수식 2]

$$\begin{bmatrix} \mu_x \\ \mu_y \\ \mu_z \end{bmatrix} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}$$

[0105]

[0106] [수식 3]

$$\begin{bmatrix} \bar{x}_i \\ \bar{y}_i \\ \bar{z}_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \mu_x \\ \mu_y \\ \mu_z \end{bmatrix}$$

[0107]

[0108] [수식 4]

$$\begin{bmatrix} \sigma_x^2 \\ \sigma_y^2 \\ \sigma_z^2 \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^n \begin{bmatrix} \bar{x}_i^2 \\ \bar{y}_i^2 \\ \bar{z}_i^2 \end{bmatrix}$$

[0109]

[0110] 또한, 복원부(430)는 더해진 값의 최소 값을 구하고, 최소 값이 있는 축을 따라서 프로젝션 과정을 수행할 수 있다.

[0111] 예를 들어, 복원부(430)는 x 요소(element)가 최소인 경우, 각 버텍스들을 블록의 중심을 기준으로 x축으로 프로젝션시키고, (y, z) 평면으로 프로젝션시킬 수 있다. 또한, 복원부(430)는 (y, z) 평면으로 프로젝션시켜 도출되는 값이 (ai, bi)라면 atan2(bi, ai)를 통해 θ 값을 구하고, θ 값을 기준으로 버텍스들을 정렬할 수 있다.

[0112] 버텍스들의 수에 따라서 삼각형을 재구성하는 방식은 정렬된 순서에 맞춰서 아래의 표 1과 같이 조합하여 삼각형들을 생성할 수 있다. 예를 들어, 4개의 버텍스들이 존재한다면(n=4), 두 개의 삼각형들 (1, 2, 3), (3, 4,

1)이 구성될 수 있다. 첫 번째 삼각형 (1, 2, 3)은 정렬된 벡터들로부터 첫 번째, 두 번째 및 세 번째 벡터들  
 들로 구성될 수 있으며, 두 번째 삼각형 (3, 4, 1)은 세 번째, 네 번째 및 첫 번째 벡터들  
 들로 구성될 수 있다.

[0113] [표 1] Triangles formed from vertices ordered 1, ..., n

n	triangles
3	(1,2,3)
4	(1,2,3), (3,4,1)
5	(1,2,3), (3,4,5), (5,1,3)
6	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,1), (1,3,5)
7	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,1,3), (3,5,7)
8	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,1), (1,3,5), (5,7,1)
9	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,9), (9,1,3), (3,5,7), (7,9,3)
10	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,9), (9,10,1), (1,3,5), (5,7,9), (9,1,5)
11	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,9), (9,10,11), (11,1,3), (3,5,7), (7,9,11), (11,3,7)
12	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,9), (9,10,11), (11,12,1), (1,3,5), (5,7,9), (9,11,1), (1,5,9)

[0114] 복원부(430)는 삼각형의 엣지를 따라서 중간에 포인트들을 추가하여 복셀화하기 위해서 업샘플링 과정을 수행할 수 있다. 복원부(430)는 업샘플링 요소 값(upsampling factor)과 블록의 너비를 기준으로 추가 포인트들을 생성할 수 있다. 이러한 포인트들은 refined 벡터들이라 할 수 있다. 복원부(430)는 refined 벡터들을 복셀화할 수 있으며, 포인트 클라우드 부호화 장치(400)는 복셀화된 위치 값을 기준으로 어트리뷰트 코딩을 수행할 수 있다.

[0116] 실시예들에 따라, 지오메트리 인코딩부(425)는 컨텍스트 적응적 산술(context adaptive arithmetic) 코딩을 적용하여 압축 효율을 높일 수 있다. 지오메트리 인코딩부(425)는 산술 코드를 사용하여 오큐판시 코드를 바로 엔트로피 코딩할 수 있다. 실시예들에 따라, 지오메트리 인코딩부(425)는 주변 이웃 노드들의 오큐판시 여부를 기반으로 적응적으로 인코딩을 수행하거나(인트라 코딩) 또는, 이전 프레임의 오큐판시 코드를 기반으로 적응적으로 인코딩을 수행할 수도 있다(인터 코딩). 여기서, 프레임은 같은 시간에 생성된 포인트 클라우드 데이터의 집합을 의미할 수 있다. 인트라 코딩과 인터 코딩은 선택적(optional) 과정이므로, 생략될 수도 있다.

[0117] 몇 개의 이웃 노드들을 참조하는 지에 따라 압축 효율이 달라질 수 있으며, 비트가 커지면 인코딩 과정이 복잡해지지만 한쪽으로 치우치게 만들어서 압축 효율이 높아질 수도 있다. 예를 들어, 3-bit 컨텍스트를 가지면, 23 = 8가지로 나누어 코딩해야 할 수도 있다. 나누어 코딩을 하는 부분은 구현의 복잡도에 영향을 줄 수 있으므로, 압축의 효율과 복잡도의 적정 수준을 맞출 필요가 있다.

[0118] 인트라 코딩의 경우에, 지오메트리 인코딩부(425)는 우선 이웃 노드들의 오큐판시 여부를 이용하여 이웃 노드 패턴(neighbor pattern) 값을 구할 수 있다. 이웃 노드들의 패턴에 대한 예시가 도 7에 나타나 있다.

[0119] 도 7의 (a)는 노드에 대응하는 큐브(가운데 위치한 큐브) 및 해당 큐브와 적어도 하나의 면을 공유하는 6개의 큐브들(이웃 노드들)을 나타낸다. 도면에 도시된 노드들은 같은 렵스(깊이)의 노드들이다. 도면에 도시된 숫자는 6개의 노드들 각각과 연관된 가중치들(1, 2, 4, 8, 16, 32, 등)을 나타낸다. 각 가중치는 이웃 노드들의 위치에 따라 순차적으로 부여된다.

[0120] 도 7의 (b)는 이웃 노드 패턴 값을 나타낸다. 이웃 노드 패턴 값은 점유된(occupied) 이웃 노드(포인트를 갖는 이웃 노드)의 가중치가 곱해진 값들의 합이다. 따라서, 이웃 노드 패턴 값은 0에서 63까지의 값을 가질 수 있다. 이웃 노드 패턴 값이 0인 경우, 해당 노드의 이웃 노드 중 포인트를 갖는 노드(점유된 노드)가 없음을 나타낸다. 이웃 노드 패턴 값이 63인 경우, 이웃 노드들이 전부 점유된 노드들임을 나타낸다. 도 7의 (b)에서, 가중치 1, 2, 4, 8이 부여된 이웃 노드들이 점유된 노드들이므로, 이웃 노드 패턴 값은 1, 2, 4, 8을 더한 값인 15이다.

[0121] 지오메트리 인코딩부(425)는 이웃 노드 패턴 값에 따라 코딩을 수행할 수 있다. 예를 들어, 이웃 노드 패턴 값이 63인 경우, 지오메트리 인코딩부(425)는 64가지의 코딩을 수행할 수 있다. 실시예들에 따라, 지오메트리 인코딩부(425)는 이웃 노드 패턴 값을 변경하여 코딩의 복잡도를 줄일 수 있으며, 예를 들어, 이웃 노드 패턴 값의 변경은 64를 10 또는 6으로 변경하는 테이블을 기반으로 수행될 수 있다.

- [0122] 어트리뷰트 코딩
- [0123] 어트리뷰트 코딩은 복원된(재구성된) 지오메트리와 좌표계 변환 전의 지오메트리(원본 지오메트리)에 기반하여 어트리뷰트 정보를 코딩하는 과정에 해당할 수 있다. 어트리뷰트는 지오메트리에 종속적일 수 있으므로, 어트리뷰트 코딩에 복원된 지오메트리가 활용될 수 있다.
- [0124] 앞서 설명된 바와 같이, 어트리뷰트는 색상, 반사율 등을 포함할 수 있다. 어트리뷰트에 포함된 정보 또는 파라미터에 대해 같은 어트리뷰트 코딩 방법이 적용될 수 있다. 색상은 3개의 요소를 가지고 반사율은 1개의 요소를 가지며, 각 요소마다 독립적으로 처리될 수 있다.
- [0125] 어트리뷰트 코딩은 색상 변환 과정, 어트리뷰트 변환 과정, 예측 변환 과정, 리프팅 변환 과정, RAHT 변환 과정, 어트리뷰트 양자화 과정, 어트리뷰트 인코딩 과정 등을 포함할 수 있다. 예측 변환 과정, 리프팅 변환 과정, RAHT 변환 과정은 선택적으로 사용되거나, 하나 또는 그 이상의 조합이 사용될 수 있다.
- [0126] 색상 변환 과정은 어트리뷰트 내 색상의 포맷을 다른 포맷으로 변환하는 과정에 해당할 수 있다. 색상 변환 과정은 컬러 변환부(435)에 의해 수행될 수 있다. 즉, 컬러 변환부(435)는 어트리뷰트 내 색상을 변환할 수 있다. 예를 들어, 컬러 변환부(435)는 어트리뷰트 내 색상을 RGB로부터 YCbCr로 변환하는 코딩 작업을 수행할 수 있다. 실시예들에 따라, 컬러 변환부(435)의 동작, 즉 색상 변환 과정은 어트리뷰트에 포함된 색상 값에 따라 옵션(optional)하게 적용될 수 있다.
- [0127] 앞서 설명된 바와 같이, 하나의 복셀에 하나 또는 그 이상의 포인트들이 존재하는 경우에, 이들을 해당 복셀에 대한 하나의 포인트 정보로 통합하여 나타내기 위해 복셀 내에 존재하는 포인트들에 대한 위치 값이 복셀의 중앙점으로 설정될 수 있다. 이에 따라, 해당 포인트들에 연관된 어트리뷰트들의 값을 변환하는 과정이 필요할 수 있다. 또한, 트리슈프 모드가 수행된 경우에도 어트리뷰트 변환 과정이 수행될 수 있다.
- [0128] 어트리뷰트 변환 과정은 지오메트리 코딩이 수행되지 않은 포지션 및/또는 재구성된 지오메트리에 기반하여 어트리뷰트를 변환하는 과정에 해당할 수 있다. 예를 들어, 어트리뷰트 변환 과정은 복셀에 포함된 포인트의 포지션에 기반하여 해당 포지션의 포인트가 가지는 어트리뷰트를 변환하는 과정에 해당할 수 있다. 어트리뷰트 변환 과정은 어트리뷰트 변환부(440)에 의해 수행될 수 있다.
- [0129] 어트리뷰트 변환부(440)는 복셀의 중앙 위치 값과 특정 반경 내에 이웃하고 있는 포인트(이웃 포인트)들의 어트리뷰트 값들의 평균 값을 계산할 수 있다. 또는, 어트리뷰트 변환부(440)는 중앙 위치와의 거리에 따른 가중치를 어트리뷰트 값들에 적용하고, 가중치가 적용된 어트리뷰트 값들의 평균 값을 계산할 수도 있다. 이 경우, 각 복셀은 위치와 계산된 어트리뷰트 값을 가지게 된다.
- [0130] 특정 위치 또는 반경 내에 존재하는 이웃 포인트들을 탐색 시, K-D 트리 또는 몰톤 코드가 활용될 수 있다. K-D 트리는 이진 탐색 트리(binary search tree)로서, 빠르게 최단 이웃점 탐색(nearest neighbor search, NNS)이 가능하도록 포인트들을 위치 기반으로 관리할 수 있는 자료 구조를 지원한다. 몰톤 코드는 모든 포인트들에 대한 3차원 위치 정보 (x, y, z)의 비트들을 믹싱하여 생성될 수 있다. 예를 들어, (x, y, z) 값이 (5, 9, 1)일 경우에 (5, 9, 1)을 비트로 나타내면 (0101, 1001, 0001)이 되고, 이 값을 z, y, x 순서로 비트 인덱스에 맞춰 믹싱하면 010001000111이 되며, 이 값은 1095이 된다. 즉, 1095가 (5, 9, 1)의 몰톤 코드 값이 된다. 몰톤 코드 기준으로 포인트들을 정렬하고 depth-first traversal 과정을 통해 최단 이웃점 탐색(NNS)이 가능할 수 있다.
- [0131] 어트리뷰트 변환 과정 이후, 어트리뷰트 코딩을 위한 다른 변환 과정에서도 최단 이웃점 탐색(NNS)이 요구되는 경우가 존재할 수 있으며, 이러한 경우에는 K-D 트리 또는 몰톤 코드가 활용될 수 있다.
- [0132] 예측 변환 과정은 현재 포인트(예측의 대상에 해당하는 포인트)에 이웃하는 하나 이상의 포인트들(이웃 포인트들)의 어트리뷰트 값에 기반하여 현재 포인트의 어트리뷰트 값을 예측하는 과정에 해당할 수 있다. 예측 변환 과정은 LOD(level of detail) 생성부(450)에 의해 수행될 수 있다.
- [0133] 예측 변환은 LOD 변환 기법이 적용된 방법으로서, LOD 생성부(450)는 각 포인트들의 LOD 거리 값을 기준으로 각 포인트들의 LOD 값을 계산하여 설정할 수 있다.
- [0134] LOD 거리 값에 따른 포인트들의 구성에 대한 일 예가 도 8에 나타나 있다. 도 8에서, 화살표의 방향을 기준으로, 첫 번째 그림은 오리지널 포인트 클라우드 콘텐츠를 나타내며, 두 번째 그림은 가장 낮은 LOD의 포인트들의 분포를 나타내고, 일곱 번째 그림은 가장 높은 LOD의 포인트들의 분포를 나타낸다. 도 8에 예시된 바와 같이, 가장 낮은 LOD의 포인트들은 드문드문(sparse) 분포하며, 가장 높은 LOD의 포인트들은 촘촘히 분포할 수

있다. 즉, LOD가 증가할수록 포인트들 간의 간격(또는, 거리)이 더 짧아질 수 있다.

- [0135] 포인트 클라우드 내에 존재하는 각 포인트들은 LOD 별로 분리될 수 있으며, LOD 별 포인트들의 구성은 해당 LOD 값보다 더 낮은 LOD에 속한 포인트들을 포함할 수 있다. 예를 들어, LOD 레벨 2를 가지는 포인트들의 구성은 LOD 레벨 1과 LOD 레벨 2에 속하는 모든 포인트들을 포함할 수 있다.
- [0136] LOD 별 포인트들의 구성에 대한 일 예가 도 9에 나타나 있다. 도 9의 위쪽 그림은 3차원 공간에 분포된 포인트 클라우드 콘텐츠 내 포인트들의 예시(P0 내지 P9)를 나타낸다. 도 9의 오리지널 오더(Original order)는 LOD 생성 전 포인트들 P0 내지 P9의 순서를 나타내며, 도 9의 LOD 기반 오더(LOD-based order)는 LOD 생성에 따른 포인트들의 순서를 나타낸다.
- [0137] 도 9에 예시된 바와 같이, 포인트들은 LOD 별로 재정렬될 수 있으며, 높은 LOD는 낮은 LOD에 속한 포인트들을 포함할 수 있다. 예를 들어, LOD0는 P0, P5, P4 및 P2를 포함할 수 있으며, LOD1은 LOD0의 포인트들과 P1, P6 및 P3를 포함할 수 있다. 또한, LOD2는 LOD0의 포인트들, LOD1의 포인트들 및 P9, P8 및 P7을 포함할 수 있다.
- [0138] LOD 생성부(450)는 예측 변환을 위해 각 포인트들에 대한 예측기(predictor)를 생성할 수 있다. 따라서, N개의 포인트들이 존재하는 경우에는 N개의 예측기들이 생성될 수 있다. 예측기는 각 포인트들에 대한 LOD 값, 이웃 포인트들에 대한 인덱싱 정보, 및 이웃 포인트들과의 거리 값을 기반으로 하여 가중치 값(= 1/거리)을 계산하여 설정할 수 있다. 여기서, 이웃 포인트들은 현재 포인트로부터 LOD 별로 설정된 거리 내에 존재하는 포인트들일 수 있다.
- [0139] 또한, 예측기는 이웃 포인트들의 어트리뷰트 값에 '설정된 가중치 값'을 곱하고, 가중치 값이 곱해진 어트리뷰트 값들을 평균한 값을 현재 포인트의 예측된 어트리뷰트 값으로 설정할 수 있다. 현재 포인트의 어트리뷰트 값에서 해당 현재 포인트의 예측된 어트리뷰트 값을 뺀 잔여(residual) 어트리뷰트 값에 대해 어트리뷰트 양자화 과정이 수행될 수 있다.
- [0140] 리프팅 변환 과정은 예측 변환 과정과 마찬가지로, LOD 생성 과정을 통해 포인트들을 디테일 레벨의 집합으로 재구성하는 과정에 해당할 수 있다. 리프팅 변환 과정은 리프팅부(455)에 의해 수행될 수 있다. 리프팅 변환 과정도 각 포인트들에 대한 예측기를 생성하는 과정, 계산된 LOD를 예측기에 설정하는 과정, 이웃 포인트들을 등록하는 과정, 및 현재 포인트와 이웃 포인트들 간의 거리에 따른 가중치를 설정하는 과정 등을 포함할 수 있다.
- [0141] 리프팅 변환 과정과 예측 변환 과정 간의 차이점은 리프팅 변환 과정이 어트리뷰트 값에 가중치를 누적 적용하는 방법일 수 있다는 것이다. 어트리뷰트 값에 가중치를 누적 적용하는 방법은 다음과 같을 수 있다.
- [0142] 1) 각 포인트들에 대한 가중치 값을 저장하는 배열 QW(quantization weight)가 별도로 존재할 수 있다. QW의 모든 요소들의 초기 값은 1.0이다. 예측기에 등록된 이웃 노드(이웃 포인트)의 예측기 인덱스의 QW 값에 현재 포인트의 예측기의 가중치를 곱한 값을 더한다.
- [0143] 2) 예측된 어트리뷰트 값을 계산하기 위하여, 포인트의 어트리뷰트 값에 가중치를 곱한 값을 기존 어트리뷰트 값에서 뺀다. 이 과정은 리프트 예측(lift prediction) 과정으로 지칭될 수 있다.
- [0144] 3) 'updateweight'와 'update'라는 임시 배열을 생성하고, 배열 내 요소들을 0으로 초기화한다.
- [0145] 4) 모든 예측기에 대해, 계산된 가중치에 QW에 저장된 가중치를 추가로 곱하여 새로운 가중치를 도출하고, 새로운 가중치를 이웃 노드의 인덱스로서 updateweight에 누적 합산하며, 새로운 가중치를 이웃 노드의 인덱스의 어트리뷰트 값에 곱한 값을 update에 누적 합산한다.
- [0146] 5) 모든 예측기에 대해, update의 어트리뷰트 값을 예측기 인덱스의 updateweight의 가중치 값으로 나누고, 그 결과를 기존 어트리뷰트 값에 합산한다. 이 과정은 리프트 업데이트(lift update) 과정으로 지칭될 수 있다.
- [0147] 6) 모든 예측기에 대해, 리프트 업데이트 과정을 통해 업데이트된 어트리뷰트 값에 리프트 예측 과정을 통해 업데이트된(QW에 저장된) 가중치를 곱하고, 그 결과(곱하여 나온 값)를 양자화한 후에, 양자화된 값을 엔트로피 인코딩한다.
- [0148] RAHT 변환 과정은 옥트리의 하위(lower) 레벨에 있는 노드와 연관된 어트리뷰트 정보를 사용하여 상위 레벨에 있는 노드들의 어트리뷰트 정보를 예측하는 방법에 해당할 수 있다. 즉, RATH 변환 과정은 옥트리 백워드(backward) 스캔을 통한 어트리뷰트 정보 인트라 코딩 방법에 해당할 수 있다. RAHT 변환 과정은 RAHT 변환부(445)에 의해 수행될 수 있다.

[0149] RAHT 변환부(445)는 복셀에서 전체 영역으로 스캔하며 각 스텝에서 복셀을 더 큰 블록으로 합산(병합)하면서 루트 노드까지 RAHT 변환 과정을 수행할 수 있다. RAHT 변환부(445)는 점유된(occupied) 노드에 대해서만 RAHT 변환 과정을 수행하므로, 점유되지 않은 empty 노드의 경우에는 바로 위의 상위 레벨의 노드를 대상으로 RAHT 변환 과정을 수행할 수 있다.

[0150] 레벨  $l$ 에서의 복셀들의 평균 어트리뷰트 값을  $g_{l\ x,y,z}$ 라 하면,  $g_{l\ x,y,z}$ 는  $g_{l+1\ 2x,y,z}$ 와  $g_{l+1\ 2x+1,y,z}$ 로부터 계산될 수 있다.  $g_{l\ 2x,y,z}$ 와  $g_{l\ 2x+1,y,z}$ 의 가중치를 각각  $w_1 = w_{l\ 2x,y,z}$ 와  $w_2 = w_{l\ 2x+1,y,z}$ 라 하면, 아래 수식 5와 같은 RAHT 변환 행렬을 구할 수 있다.

[0151] [수식 5]

$$[0152] \begin{bmatrix} g_{l-1\ x,y,z} \\ h_{l-1\ x,y,z} \end{bmatrix} = T_{w_1\ w_2} \begin{bmatrix} g_{l\ 2x,y,z} \\ g_{l\ 2x+1,y,z} \end{bmatrix}, \quad T_{w_1\ w_2} = \frac{1}{\sqrt{w_1 + w_2}} \begin{bmatrix} \sqrt{w_1} & \sqrt{w_2} \\ -\sqrt{w_2} & \sqrt{w_1} \end{bmatrix}$$

[0153] 수식 5에서,  $g_{l-1\ x,y,z}$ 는 low-pass 값이고, 다음 상위 레벨에서의 병합 과정에 사용될 수 있다.  $h_{l-1\ x,y,z}$ 는 high-pass 계수이며, 각 스텝에서의 high-pass 계수들은 양자화되어 엔트로피 인코딩될 수 있다. 가중치는  $w_{l-1\ x,y,z} = w_{l\ 2x,y,z} + w_{l\ 2x+1,y,z}$ 로 계산될 수 있다. 루트 노드는 마지막  $g_{1\ 0,0,0}$ 과  $g_{1\ 0,0,1}$ 를 통해서 아래 수식 6과 같이 생성될 수 있다.

[0154] [수식 6]

$$[0155] \begin{bmatrix} g_{DC} \\ h_{0,0,0} \end{bmatrix} = T_{w_{1000}\ w_{1001}} \begin{bmatrix} g_{1,0,0,0} \\ g_{1,0,0,1} \end{bmatrix}$$

[0156] 수식 6에서, gDC 값 또한 high-pass 계수와 같이 양자화되어 엔트로피 코딩될 수 있다.

[0157] 어트리뷰트 양자화 과정은 RAHT 변환부(445), LOD 생성부(450) 및/또는 리프팅부(455)로부터 출력된 어트리뷰트를 양자화하는 과정에 해당할 수 있다. 어트리뷰트 양자화 과정은 어트리뷰트 양자화부(460)에 의해 수행될 수 있다. 어트리뷰트 인코딩 과정은 양자화된 어트리뷰트를 인코딩하여 어트리뷰트 비트스트림을 출력하는 과정에 해당할 수 있다. 어트리뷰트 인코딩 과정은 어트리뷰트 인코딩부(465)에 의해 수행될 수 있다.

[0158] 예를 들어, LOD 생성부(450)로부터 현재 포인트의 예측된 어트리뷰트 값이 계산된 경우, 어트리뷰트 양자화부(460)는 현재 포인트의 어트리뷰트 값에서 해당 현재 포인트의 예측된 어트리뷰트 값을 뺀 잔여(residual) 어트리뷰트 값을 양자화할 수 있다. 본 개시의 어트리뷰트 양자화 과정에 대한 일 예는 표 2와 같다.

[0159] [표 2]

```
[0160] int PCCQuantization(int value, int quantStep) {
    if( value >=0) {
        return floor(value / quantStep + 1.0 / 3.0);
    } else {
        return -floor(-value / quantStep + 1.0 / 3.0);
    }
}
```

[0161] 만약, 각 포인트들의 예측기에 이웃 포인트들이 존재하지 않는 경우에, 어트리뷰트 인코딩부(465)는 현재 포인트의 어트리뷰트 값(양자화되지 않은 어트리뷰트 값)을 직접 엔트로피 코딩할 수 있다. 이와 달리, 현재 포인트들의 예측기에 이웃 포인트들이 존재하는 경우에, 어트리뷰트 인코딩부(465)는 양자화된 잔여 어트리뷰트 값을 엔트로피 인코딩할 수 있다.

[0162] 다른 예로, 리프팅부(460)로부터, 리프트 업데이트 과정을 통해 업데이트된 어트리뷰트 값에 리프트 예측 과정을 통해 업데이트된(QW에 저장된) 가중치를 곱한 값이 출력되는 경우, 어트리뷰트 양자화부(460)는 그 결과(곱하여 나온 값)를 양자화할 수 있으며, 어트리뷰트 인코딩부(465)는 양자화된 값을 엔트로피 인코딩할 수 있다.

[0163] **포인트 클라우드 복호화 장치의 개요**

[0164] 도 10은 본 개시의 일 실시예에 따른 포인트 클라우드 복호화 장치(1000)의 예시를 나타낸다. 도 10의 포인트 클라우드 복호화 장치(1000)는 도 1의 복호화부(23)와 구성 및 기능에서 대응될 수 있다.

- [0165] 포인트 클라우드 복호화 장치(1000)는 전송 장치(10)로부터 전송된 데이터들(비트스트림)에 기반하여, 디코딩 과정을 수행할 수 있다. 디코딩 과정은 비트스트림을 대상으로 앞서 설명된 인코딩 동작에 대응하는 동작을 수행하여 포인트 클라우드 비디오를 복원(디코딩)하는 과정을 포함할 수 있다.
- [0166] 도 10에 예시된 바와 같이, 디코딩 과정은 지오메트리 디코딩 과정과 어트리뷰트 디코딩 과정을 포함할 수 있다. 지오메트리 디코딩 과정은 지오메트리 복호화부(1010)에 의해 수행될 수 있으며, 어트리뷰트 디코딩 과정은 어트리뷰트 복호화부(1020)에 의해 수행될 수 있다. 즉, 포인트 클라우드 복호화 장치(1000)는 지오메트리 복호화부(1010) 및 어트리뷰트 복호화부(1020)를 포함할 수 있다.
- [0167] 지오메트리 복호화부(1010)는 지오메트리 비트스트림으로부터 지오메트리를 복원할 수 있고, 어트리뷰트 복호화부(1020)는 복원된 지오메트리와 어트리뷰트 비트스트림에 기반하여 어트리뷰트를 복원할 수 있다. 또한, 포인트 클라우드 복호화 장치(1000)는 복원된 지오메트리에 따른 포지션 정보 및 복원된 어트리뷰트에 따른 어트리뷰트 정보를 기반으로 3차원의 포인트 클라우드 비디오(포인트 클라우드 데이터)를 복원할 수 있다.
- [0168] 도 11은 본 개시의 다른 일 실시예에 따른 포인트 클라우드 복호화 장치(1100)의 구체적인 예시를 나타낸다. 도 11에 예시된 바와 같이, 포인트 클라우드 복호화 장치(1100)는 지오메트리 디코딩부(1105), 옥트리 합성부(1110), 근사화 합성부(1115), 지오메트리 복원부(1120), 좌표계 역변환부(1125), 어트리뷰트 디코딩부(1130), 어트리뷰트 역양자화부(1135), RATH 변환부(1150), LOD 생성부(1140), 역리프팅부(1145) 및/또는 컬러 역변환부(1155)를 포함할 수 있다.
- [0169] 지오메트리 디코딩부(1105), 옥트리 합성부(1110), 근사화 합성부(1115), 지오메트리 복원부(1120) 및 좌표계 역변환부(1125)는 지오메트리 디코딩을 수행할 수 있다. 지오메트리 디코딩은 도 1 내지 도 9에서 설명한 지오메트리 코딩의 역과정으로 수행될 수 있다. 지오메트리 디코딩은 다이렉트 코딩(direct coding) 및 트라이슈프 지오메트리 디코딩(trisoup geometry decoding)을 포함할 수 있다. 다이렉트 코딩 및 트라이슈프 지오메트리 디코딩은 선택적으로 적용될 수 있다.
- [0170] 지오메트리 디코딩부(1105)는 수신한 지오메트리 비트스트림을 아리스메틱 코딩을 기반으로 디코딩할 수 있다. 지오메트리 디코딩부(1105)의 동작은 지오메트리 인코딩부(435)가 수행하는 동작의 역과정에 대응할 수 있다.
- [0171] 옥트리 합성부(1110)는 디코딩된 지오메트리 비트스트림으로부터(또는, 디코딩 결과 확보된 지오메트리에 관한 정보)로부터 오큐판시 코드를 획득하여 옥트리를 생성할 수 있다. 옥트리 합성부(1110)의 동작은 옥트리 분석부(415)가 수행하는 동작의 역과정에 대응할 수 있다.
- [0172] 근사화 합성부(1115)는 트라이슈프 지오메트리 인코딩이 적용된 경우에 디코딩된 지오메트리 및/또는 생성된 옥트리에 기반하여 서페이스를 합성할 수 있다.
- [0173] 지오메트리 복원부(1120)는 서페이스 및 디코딩된 지오메트리에 기반하여 지오메트리를 복원할 수 있다. 다이렉트 코딩이 적용된 경우에, 지오메트리 복원부(1120)는 다이렉트 코딩이 적용된 포인트들의 포지션 정보들을 직접 가져와서 추가할 수 있다. 또한, 트라이슈프 지오메트리 인코딩이 적용된 경우에, 지오메트리 복원부(1120)는 재구성 동작, 예를 들면 삼각형 재구성, 엡-샘플링, 복셀화 동작 등을 수행하여 지오메트리를 복원할 수 있다. 복원된 지오메트리는 어트리뷰트들을 포함하지 않는 포인트 클라우드 픽처 또는 프레임을 포함할 수 있다.
- [0174] 좌표계 역변환부(1125)는 복원된 지오메트리를 기반으로 좌표계를 변환하여 포인트들의 포지션들을 획득할 수 있다. 예를 들어, 좌표계 역변환부(1125)는 포인트들의 포지션을 3차원 공간(예를 들어, X축, Y축 및 Z축 좌표계로 표현되는 3차원 공간 등)으로부터 글로벌 공간 좌표계의 위치 정보로 역변환할 수 있다.
- [0175] 어트리뷰트 디코딩부(1130), 어트리뷰트 역양자화부(1135), RATH 변환부(1230), LOD 생성부(1140), 역리프팅부(1145) 및/또는 컬러 역변환부(1250)는 어트리뷰트 디코딩을 수행할 수 있다. 어트리뷰트 디코딩은 RAHT 변환 디코딩, 예측 변환 디코딩 및 리프팅 변환 디코딩을 포함할 수 있다. 상술한 3가지의 디코딩들은 선택적으로 사용되거나, 하나 또는 그 이상의 디코딩들의 조합이 사용될 수 있다.
- [0176] 어트리뷰트 디코딩부(1130)는 아리스메틱 코딩에 기반하여 어트리뷰트 비트스트림을 디코딩할 수 있다. 예를 들어, 각 포인트들의 예측기에 이웃 포인트들이 존재하지 않아 현재 포인트의 어트리뷰트 값이 직접 엔트로피 인코딩된 경우에, 어트리뷰트 디코딩부(1130)는 현재 포인트의 어트리뷰트 값(양자화되지 않은 어트리뷰트 값)을 디코딩할 수 있다. 다른 예로, 현재 포인트들의 예측기에 이웃 포인트들이 존재하여 양자화된 잔여 어트리뷰트 값이 엔트로피 인코딩된 경우에, 어트리뷰트 디코딩부(1130)는 양자화된 잔여 어트리뷰트 값을 디코딩할 수 있다.

[0177] 어트리뷰트 역양자화부(1135)는 디코딩된 어트리뷰트 비트스트림 또는 디코딩 결과 확보한 어트리뷰트에 대한 정보를 역양자화하고, 역양자화된 어트리뷰트들(또는, 어트리뷰트 값들)을 출력할 수 있다. 예를 들어, 어트리뷰트 디코딩부(1130)로부터 양자화된 잔여 어트리뷰트 값이 출력된 경우, 어트리뷰트 역양자화부(1135)는 양자화된 잔여 어트리뷰트 값을 역양자화하여 잔여 어트리뷰트 값을 출력할 수 있다. 역양자화 과정은 포인트 클라우드 부호화 장치(400)의 어트리뷰트 인코딩 여부에 기반하여 선택적으로 적용될 수 있다. 즉, 각 포인트들의 예측기에 이웃 포인트들이 존재하지 않아 현재 포인트의 어트리뷰트 값이 직접 인코딩된 경우에, 어트리뷰트 디코딩부(1130)는 양자화되지 않은 현재 포인트의 어트리뷰트 값을 출력할 수 있으며, 어트리뷰트 인코딩 과정은 스킵될 수 있다. 본 개시의 어트리뷰트 역양자화 과정에 대한 일 예는 표 3과 같다.

[0178] [표 3]

int PCCInverseQuantization(int value, int quantStep) {
if (quantStep == 0) {
return value;
} else {
return value * quantStep;
}

[0179]

[0180] RATH 변환부(1150), LOD 생성부(1140) 및/또는 역리프팅부(1145)는 재구성된 지오메트리 및 역양자화된 어트리뷰트들을 처리할 수 있다. RATH 변환부(1150), LOD 생성부(1140) 및/또는 역리프팅부(1145)는 포인트 클라우드 부호화 장치(400)의 인코딩 동작에 대응하는 디코딩 동작을 선택적으로 수행할 수 있다.

[0181] 컬러 역변환부(1155)는 디코딩된 어트리뷰트들에 포함된 컬러 값(또는, 텍스처)을 역변환하기 위한 역변환 코딩을 수행할 수 있다. 컬러 역변환부(1155)의 동작은 컬러 변환부(435)의 동작 여부에 기반하여 선택적으로 수행될 수 있다.

[0182] 도 12는 본 개시의 실시예들에 따른 전송 장치의 다른 예시를 나타낸다. 도 12에 예시된 바와 같이, 전송 장치는 데이터 입력부(1205), 양자화 처리부(1210), 복셀화 처리부(1215), 옥트리 오큐판시(Occupancy) 코드 생성부(1220), 표면 모델 처리부(1225), 인트라/인터 코딩 처리부(1230), 아리스메틱(Arithmetic) 코더(1235), 메타 데이터 처리부(1240), 색상 변환 처리부(1245), 속성 변환 처리부(1250), 예측/리프팅/RAHT 변환 처리부(1255), 아리스메틱 코더(1260) 및 전송 처리부(1265)를 포함할 수 있다.

[0183] 데이터 입력부(1205)의 기능은 도 1의 획득부(11)가 수행하는 획득 과정에 대응될 수 있다. 즉, 데이터 입력부(1205)는 포인트 클라우드 비디오를 획득하고, 다수의 포인트들에 대한 포인트 클라우드 데이터를 생성할 수 있다. 포인트 클라우드 데이터 내 지오메트리 정보(포지션 정보)는 양자화 처리부(1210), 복셀화 처리부(1215), 옥트리 오큐판시 코드 생성부(1220), 표면 모델 처리부(1225), 인트라/인터 코딩 처리부(1230) 및, 아리스메틱 코더(1235)를 거쳐 지오메트리 비트스트림 형태로 생성될 수 있다. 포인트 클라우드 데이터 내 어트리뷰트 정보는 색상 변환 처리부(1245), 속성 변환 처리부(1250), 예측/리프팅/RAHT 변환 처리부(1255) 및, 아리스메틱 코더(1260)를 거쳐 어트리뷰트 비트스트림 형태로 생성될 수 있다. 지오메트리 비트스트림, 어트리뷰트 비트스트림 및/또는 메타 데이터 비트스트림은 전송 처리부(1265)의 처리를 통해 수신 장치로 전송될 수 있다.

[0184] 구체적으로, 양자화 처리부(1210)의 기능은 도 4의 지오메트리 양자화부(410)가 수행하는 양자화 과정 및/또는 좌표계 변환부(405)의 기능에 대응될 수 있다. 복셀화 처리부(1215)의 기능은 도 4의 지오메트리 양자화부(410)가 수행하는 복셀화 과정에 대응될 수 있으며, 옥트리 오큐판시 코드 생성부(1220)의 기능은 도 4의 옥트리 분석부(415)가 수행하는 기능에 대응될 수 있다. 표면 모델 처리부(1225)의 기능은 도 4의 근사화부(420)가 수행하는 기능에 대응될 수 있으며, 인트라/인터 코딩 처리부(1230)의 기능 및 아리스메틱 코더(1235)의 기능은 도 4의 지오메트리 인코딩부(425)가 수행하는 기능에 대응될 수 있다. 메타 데이터 처리부(1240)의 기능은 도 1에서 설명된 메타 데이터 처리부의 기능에 대응될 수 있다.

[0185] 또한, 색상 변환 처리부(1245)의 기능은 도 4의 컬러 변환부(435)가 수행하는 기능에 대응될 수 있으며, 속성 변환 처리부(1250)의 기능은 도 4의 어트리뷰트 변환부(440)가 수행하는 기능에 대응될 수 있다. 예측/리프팅/RAHT 변환 처리부(1255)의 기능은 도 4의 RAHT 변환부(445), LOD 생성부(450) 및 리프팅부(455)가 수행하는 기능에 대응될 수 있으며, 아리스메틱 코더(1260)의 기능은 도 4의 어트리뷰트 인코딩부(465)의 기능에 대응될 수 있다. 전송 처리부(1265)의 기능은 도 1의 전송부(14) 및/또는 인캡슐레이션 처리부(13)가 수행하는 기능에 대응될 수 있다.

[0186] 도 13은 본 개시의 실시예들에 따른 수신 장치의 다른 예시를 나타낸다. 도 13에 예시된 바와 같이, 수신 장치는 수신부(1305), 수신 처리부(1310), 아리스메틱 디코더(1315), 메타 데이터 파서(1335), 오큐판시 코드기반

옥트리 재구성 처리부(1320), 표면 모델 처리부(1325), 인버스(Inverse) 양자화 처리부(1330), 아리스메틱 디코더(1340), 인버스 양자화 처리부(1345), 예측/리프팅/RAHT 역변환 처리부(1350), 색상 역변환 처리부(1355) 및 렌더러(1360)를 포함할 수 있다.

- [0187] 수신부(1305)의 기능은 도 1의 수신부(21)가 수행하는 기능에 대응될 수 있으며, 수신 처리부(1310)의 기능은 도 1의 디캡슐레이션 처리부(22)가 수행하는 기능에 대응될 수 있다. 즉, 수신부(1305)는 전송 처리부(1265)로부터 비트스트림을 수신하고, 수신 처리부(1310)는 디캡슐레이션 처리를 통해 지오메트리 비트스트림, 어트리뷰트 비트스트림 및/또는 메타 데이터 비트스트림을 추출할 수 있다. 지오메트리 비트스트림은 아리스메틱 디코더(1315), 오큐판시 코드기반 옥트리 재구성 처리부(1320), 표면 모델 처리부(1325) 및, 인버스 양자화 처리부(1330)를 거쳐 재구성된(복원된) 포지션 값(포지션 정보)으로 생성될 수 있다. 어트리뷰트 비트스트림은 아리스메틱 디코더(1340), 인버스 양자화 처리부(1345), 예측/리프팅/RAHT 역변환 처리부(1350) 및, 색상 역변환 처리부(1355)를 거쳐 복원된 어트리뷰트 값으로 생성될 수 있다. 메타 데이터 비트스트림은 메타 데이터 파서(1335)를 거쳐 복원된 메타 데이터(또는, 메타 데이터 정보)로 생성될 수 있다. 포지션 값, 어트리뷰트 값 및/또는 메타 데이터가 렌더러(1360)에서 렌더링되어 사용자에게 VR/AR/MR/자율주행과 같은 경험을 제공할 수 있다.
- [0188] 구체적으로, 아리스메틱 디코더(1315)의 기능은 도 11의 지오메트리 디코딩부(1105)가 수행하는 기능에 대응될 수 있으며, 오큐판시 코드기반 옥트리 재구성 처리부(1320)의 기능은 도 11의 옥트리 합성부(1110)가 수행하는 기능에 대응될 수 있다. 표면 모델 처리부(1325)의 기능은 도 11의 근사화 합성부가 수행하는 기능에 대응될 수 있으며, 인버스 양자화 처리부(1330)의 기능은 도 11의 지오메트리 복원부(1120) 및/또는 좌표계 역변환부(1125)가 수행하는 기능에 대응될 수 있다. 메타 데이터 파서(1335)의 기능은 도 1에서 설명한 메타 데이터 파싱부가 수행하는 기능에 대응될 수 있다.
- [0189] 또한, 아리스메틱 디코더(1340)의 기능은 도 11의 어트리뷰트 디코딩부(1130)가 수행하는 기능에 대응될 수 있으며, 인버스 양자화 처리부(1345)의 기능은 도 11의 어트리뷰트 역양자화부(1135)의 기능에 대응될 수 있다. 예측/리프팅/RAHT 역변환 처리부(1350)의 기능은 도 11의 RAHT 변환부(1150), LOD 생성부(1140) 및 역리프팅부(1145)가 수행하는 기능에 대응될 수 있으며, 색상 역변환 처리부(1355)의 기능은 도 11의 컬러 역변환부(1155)가 수행하는 기능에 대응될 수 있다.
- [0190] 도 14는 본 개시의 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송수신 방법/장치와 연동 가능한 구조의 예시를 나타낸다.
- [0191] 도 14의 구조는 서버(AI Server), 로봇(Robot), 자율 주행 차량(Self-Driving Vehicle), XR 장치(XR device), 스마트폰(Smartphone), 가전(Home Appliance) 및/또는 HMD 중에서 적어도 하나 이상이 클라우드 네트워크(Network)와 연결된 구성을 나타낸다. 로봇, 자율 주행 차량, XR 장치, 스마트폰 또는 가전 등은 장치라 지칭될 수 있다. 또한, XR 장치는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 장치(PCC)에 대응되거나 PCC 장치와 연동될 수 있다.
- [0192] 클라우드 네트워크는 클라우드 컴퓨팅 인프라의 일부를 구성하거나 클라우드 컴퓨팅 인프라 안에 존재하는 네트워크를 의미할 수 있다. 여기서, 클라우드 네트워크는 3G 네트워크, 4G 또는 LTE(Long Term Evolution) 네트워크 또는 5G 네트워크 등을 이용하여 구성될 수 있다.
- [0193] 서버는 로봇, 자율 주행 차량, XR 장치, 스마트폰, 가전 및/또는 HMD 중에서 적어도 하나 이상과 클라우드 네트워크를 통하여 연결되고, 연결된 장치들의 프로세싱의 적어도 일부를 도울 수 있다.
- [0194] HMD는 실시예들에 따른 XR 디바이스 및/또는 PCC 디바이스가 구현될 수 있는 타입 중 하나를 나타낼 수 있다. 실시예들에 따른 HMD 타입의 디바이스는 커뮤니케이션 유닛, 컨트롤 유닛, 메모리 유닛, I/O 유닛, 센서 유닛, 그리고 파워 공급 유닛 등을 포함할 수 있다.
- [0195] <PCC+XR>
- [0196] XR/PCC 장치는 PCC 및/또는 XR 기술이 적용되어, HMD, 차량에 구비된 HUD, 텔레비전, 휴대폰, 스마트 폰, 컴퓨터, 웨어러블 디바이스, 가전 기기, 디지털 사이니지, 차량, 고정형 로봇이나 이동형 로봇 등으로 구현될 수도 있다.
- [0197] XR/PCC 장치는 다양한 센서들을 통해 또는 외부 장치로부터 획득한 3차원 포인트 클라우드 데이터 또는 이미지 데이터를 분석하여 3차원 포인트들에 대한 위치(지오메트리) 데이터 및 어트리뷰트 데이터를 생성함으로써 주변 공간 또는 현실 객체에 대한 정보를 획득하고, 출력할 XR 객체를 렌더링하여 출력할 수 있다. 예컨대, XR/PCC

장치는 인식된 물체에 대한 추가 정보를 포함하는 XR 객체를 해당 인식된 물체에 대응시켜 출력할 수 있다.

- [0198] <PCC+XR+모바일폰>
- [0199] XR/PCC 장치는 PCC 기술이 적용되어 모바일폰 등으로 구현될 수 있다. 모바일폰은 PCC 기술에 기반하여 포인트 클라우드 콘텐츠를 디코딩하고, 디스플레이할 수 있다.
- [0200] <PCC+자율주행+XR>
- [0201] 자율 주행 차량은 PCC 기술 및 XR 기술이 적용되어, 이동형 로봇, 차량, 무인 비행체 등으로 구현될 수 있다. XR/PCC 기술이 적용된 자율 주행 차량은 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 차량은 XR 장치와 구분되며 서로 연동될 수 있다.
- [0202] XR/PCC 영상을 제공하는 수단을 구비한 자율 주행 차량은 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.
- [0203] 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.
- [0204] 실시예들에 의한 VR 기술, AR 기술, MR 기술 및/또는 PCC 기술은, 다양한 디바이스에 적용 가능하다. 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 서비스이다. VR, AR 및 MR 기술을 통합하여 XR 기술로 지칭될 수 있다.
- [0205] 공간 분할
- [0206] 포인트 클라우드 데이터(즉, G-PCC 데이터)는 프레임들(포인트 클라우드 프레임들)의 시퀀스로 이루어진 포인트 클라우드의 볼륨메트릭 인코딩(volumetric encoding)을 나타낼 수 있다. 각 포인트 클라우드 프레임은 포인트들의 수, 포인트들의 포지션들, 및 포인트들의 어트리뷰트를 포함할 수 있다. 포인트들의 수, 포인트들의 포지션들, 및 포인트들의 어트리뷰트는 프레임마다 다를 수 있다. 각 포인트 클라우드 프레임은 특정 타임 인스턴스(particular time instance)에서 3차원 포인트들의 직교 좌표계(cartesian coordinates) (x, y, z)와 제로 이상의 어트리뷰트들에 의해 명시된 3차원 포인트들의 세트를 의미할 수 있다. 여기서, 3차원 포인트들의 직교 좌표계 (x, y, z)은 포지션 또는 지오메트리일 수 있다.
- [0207] 실시예들에 따라, 본 개시는 포인트 클라우드 데이터를 인코딩(부호화)하기 전에 포인트 클라우드 데이터를 하나 이상의 3차원 블록들로 분할하는 공간 분할 과정을 더 수행할 수 있다. 3차원 블록은 포인트 클라우드 데이터가 점유하는 3차원 공간의 전부 또는 일부 영역을 의미할 수 있다. 3차원 블록은 타일 그룹(tile group), 타일(tile), 슬라이스(slice), 코딩 유닛(coding unit, CU), 예측 유닛(prediction unit, PU), 또는 변환 단위(transform unit, TU) 중에서 하나 이상을 의미할 수 있다.
- [0208] 3차원 블록에 해당하는 타일은 포인트 클라우드 데이터가 점유하는 3차원 공간의 전부 또는 일부 영역을 의미할 수 있다. 또한, 3차원 블록에 해당하는 슬라이스도 포인트 클라우드 데이터가 점유하는 3차원 공간의 전부 또는 일부 영역을 의미할 수 있다. 타일은 하나의 타일에 포함된 포인트들의 개수에 기초하여 하나 이상의 슬라이스들로 분할될 수 있다. 타일은 바운딩 박스 정보를 갖는 슬라이스들의 그룹일 수 있다. 각 타일의 바운딩 박스 정보는 타일 인벤토리(또는, 타일 파라미터 세트, tile parameter set(TPS))에 명시될 수 있다. 타일은 바운딩 박스 내 다른 타일과 오버랩(overlap)될 수 있다. 슬라이스는 독립적으로 인코딩이 수행되는 데이터의 단위일 수 있으며, 독립적으로 디코딩이 수행되는 데이터의 단위일 수 있다. 즉, 슬라이스는 독립적으로 인코딩 또는

디코딩될 수 있는 포인트들의 세트일 수 있다. 실시예들에 따라, 슬라이스는 코딩된 포인트 클라우드 프레임의 일부 또는 전체를 나타내는 인덱스 요소들의 시리즈일 수 있다. 각 슬라이스는 해당 슬라이스가 속하는 타일을 식별하기 위한 인덱스를 포함할 수 있다.

- [0209] 공간 분할된 3차원 블록들은 각각 독립적 또는 비독립적으로 처리될 수 있다. 예를 들어, 공간 분할된 3차원 블록들은 각각 독립적 또는 비독립적으로 인코딩 또는 디코딩될 수 있으며, 각각 독립적 또는 비독립적으로 전송 또는 수신될 수 있다. 또한, 공간 분할된 3차원 블록들은 각각 독립적 또는 비독립적으로 양자화 또는 역양자화될 수 있으며, 각각 독립적 또는 비독립적으로 변환 또는 역변환될 수도 있다. 또한, 공간 분할된 3차원 블록들은 각각 독립적 또는 비독립적으로 렌더링될 수도 있다. 예를 들어, 슬라이스 단위 또는 타일 단위로 인코딩 또는 디코딩이 수행될 수 있다. 또한, 양자화 또는 역양자화가 타일별로 또는 슬라이스별로 다르게 수행될 수 있으며, 변환 또는 역변환된 타일별로 또는 슬라이스별로 다르게 수행될 수 있다.
- [0210] 이와 같이, 포인트 클라우드 데이터를 하나 이상의 3차원 블록들로 공간 분할하고, 공간 분할된 3차원 블록들을 독립적 또는 비독립적으로 처리하면, 3차원 블록들을 처리하는 과정이 실시간으로 이루어짐과 동시에 해당 과정이 저지연으로 처리될 수 있다. 또한, 포인트 클라우드 데이터가 점유하는 3차원 공간 상의 랜덤 액세스(random access)와 병렬 인코딩 또는 병렬 디코딩이 가능해질 수 있으며, 인코딩 또는 디코딩 과정에서 누적되는 오류를 방지할 수도 있다.
- [0211] 도 15는 본 개시의 실시예들에 따른 공간 분할 과정을 수행하는 전송 장치(1500)의 예시를 나타내는 블록도이다. 도 15에 예시된 바와 같이, 전송 장치(1500)는 공간 분할 과정을 수행하는 공간 분할부(1505), 시그널링 처리부(1510), 지오메트리 인코더(1515), 어트리뷰트 인코더(1520), 인캡슐레이션 처리부(1525) 및/또는 전송 처리부(1530)를 포함할 수 있다.
- [0212] 공간 분할부(1505)는 바운딩 박스 및/또는 서브 바운딩 박스 등에 기반하여 포인트 클라우드 데이터를 하나 이상의 3차원 블록들로 분할하는 공간 분할 과정을 수행할 수 있다. 공간 분할 과정을 통해, 포인트 클라우드 데이터가 하나 이상의 타일들 및/또는 하나 이상의 슬라이스들로 분할될 수 있다. 실시예들에 따라, 공간 분할 과정을 통해, 포인트 클라우드 데이터가 하나 이상의 타일들로 분할되고, 분할된 각 타일이 다시 하나 이상의 슬라이스들로 분할될 수도 있다.
- [0213] 도 16은 바운딩 박스(즉, 포인트 클라우드 데이터)를 하나 이상의 3차원 블록들로 공간 분할한 일 예를 나타낸다. 도 16에 예시된 바와 같이, 포인트 클라우드 데이터의 전체(overall) 바운딩 박스는 3개의 타일들, 즉 타일 #0(tile #0), 타일 #1(tile #1) 및 타일 #2(tile #2)로 분할될 수 있다. 또한, 타일 #0은 다시 2개의 슬라이스들, 즉 슬라이스 #0(slice #0) 및 슬라이스 #1(slice #1)로 분할될 수 있다. 또한, 타일 #1은 다시 2개의 슬라이스들, 즉 슬라이스 #2(slice #2) 및 슬라이스 #3(slice #3)으로 분할될 수 있다. 또한, 타일 #2는 다시 슬라이스 #4(slice #4)로 분할될 수 있다.
- [0214] 시그널링 처리부(1510)는 시그널링 정보를 생성 및/또는 처리(예를 들어, 엔트로피 인코딩)하여 비트스트림 형태로 출력할 수 있다. 이하에서는, 시그널링 처리부로부터 출력되는(시그널링 정보가 인코딩된) 비트스트림을 '시그널링 비트스트림'이라 한다. 시그널링 정보는 공간 분할을 위한 정보 또는 공간 분할에 대한 정보를 포함할 수 있다. 즉, 시그널링 정보는 공간 분할부(1505)에서 수행된 공간 분할 과정에 관련된 정보를 포함할 수 있다.
- [0215] 포인트 클라우드 데이터가 하나 이상의 3차원 블록들로 분할된 경우에는, 포인트 클라우드 데이터 중에서 특정 타일 또는 특정 슬라이스에 해당하는 일부의 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하기 위한 정보가 필요할 수 있다. 또한, 포인트 클라우드 데이터에 대한 공간적 접근(또는, 부분적 접근)을 지원하기 위해, 3차원 공간 영역들에 관련된 정보가 필요할 수도 있다. 여기서, 공간적 접근이란, 포인트 클라우드 데이터 전체에서 필요한 일부의 포인트 클라우드 데이터만을 파일로부터 추출하는 것을 의미할 수 있다. 시그널링 정보는 일부의 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하기 위한 정보, 공간적 접근을 지원하기 위한 3차원 공간 영역들에 관련된 정보 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 시그널링 정보는 3차원 바운딩 박스 정보, 3차원 공간 영역 정보, 타일 정보 및/또는 타일 인벤토리 정보 등을 포함할 수 있다.
- [0216] 시그널링 정보는 공간 분할부(1505), 지오메트리 인코더(1515), 어트리뷰트 인코더(1520), 전송 처리부(1525) 및/또는 인캡슐레이션 처리부(1530)로부터 제공될 수 있다. 또한, 시그널링 처리부(1510)는 도 17의 수신 장치(1700)로부터 피드백되는 피드백 정보를 공간 분할부(1505), 지오메트리 인코더(1515), 어트리뷰트 인코더(1520), 전송 처리부(1525) 및/또는 인캡슐레이션 처리부(1530)로 제공할 수 있다.

- [0217] 시그널링 정보는 트랙 내 샘플, 샘플 엔트리, 샘플 그룹, 트랙 그룹 또는 별도의 메타 데이터 트랙 등에 저장되어 시그널링될 수 있다. 실시예들에 따라, 시그널링 정보는 시퀀스 레벨의 시그널링을 위한 시퀀스 파라미터 세트(sequence parameter set, SPS), 지오메트리 코딩 정보의 시그널링을 위한 지오메트리 파라미터 세트(geometry parameter set, GPS), 어트리뷰트 코딩 정보의 시그널링을 위한 어트리뷰트 파라미터 세트(attribute parameter set, APS), 타일 레벨의 시그널링을 위한 타일 파라미터 세트(tile parameter set, TPS)(또는, 타일 인벤토리) 등의 단위로 시그널링될 수 있다. 또한, 시그널링 정보는 슬라이스 또는 타일 등과 같은 코딩 유닛 단위로 시그널링될 수도 있다.
- [0218] 한편, 3차원 블록들의 포지션(포지션 정보)은 지오메트리 인코더(1515)로 출력될 수 있으며, 3차원 블록들의 어트리뷰트(어트리뷰트 정보)는 어트리뷰트 인코더(1520)로 출력될 수 있다.
- [0219] 지오메트리 인코더(1515)는 포지션 정보를 기반으로 옥트리를 구성하고, 구성된 옥트리를 인코딩하여 지오메트리 비트스트림을 출력할 수 있다. 또한, 지오메트리 인코더(1515)는 옥트리 및/또는 근사화된 옥트리를 재구성(복원)하여 어트리뷰트 인코더(1520)로 출력할 수 있다. 복원된 옥트리는 복원된 지오메트리일 수 있다. 지오메트리 인코더(1515)는 도 4의 좌표계 변환부(405), 지오메트리 양자화부(410), 옥트리 분석부(415), 근사화부(420), 지오메트리 인코딩부(425) 및/또는 복원부(430)가 수행하는 동작들의 전부 또는 일부를 수행할 수 있다. 실시예들에 따라, 지오메트리 인코더(1515)는 도 12의 양자화 처리부(1210), 복셀화 처리부(1215), 옥트리 오류 판시 코드 생성부(1220), 표면 모델 처리부(1225), 인트라/인터 코딩 처리부(1230) 및/또는 아리스메틱 코더(1235)가 수행하는 동작들의 전부 또는 일부를 수행할 수 있다.
- [0220] 어트리뷰트 인코더(1520)는 복원된 지오메트리에 기반하여 어트리뷰트를 인코딩함으로써 어트리뷰트 비트스트림을 출력할 수 있다. 어트리뷰트 인코더(1520)는 도 4의 어트리뷰트 변환부(440), RAHT 변환부(445), LOD 생성부(450), 리프팅부(455), 어트리뷰트 양자화부(460), 어트리뷰트 인코딩부(465) 및/또는 컬러 변환부(435)가 수행하는 동작들의 전부 또는 일부를 수행할 수 있다. 실시예들에 따라, 어트리뷰트 인코더(1520)는 도 12의 속성 변환 처리부(1250), 예측/리프팅/RAHT 변환 처리부(1255), 아리스메틱 코더(1260) 및/또는 색상 변환 처리부(1245)가 수행하는 동작들의 전부 또는 일부를 수행할 수 있다.
- [0221] 인캡슐레이션 처리부(1525)는 입력되는 하나 이상의 비트스트림들을 파일 또는 세그먼트 등으로 인캡슐레이션할 수 있다. 예를 들어, 인캡슐레이션 처리부(1525)는 지오메트리 비트스트림, 어트리뷰트 비트스트림, 시그널링 비트스트림을 각각 인캡슐레이션 할 수도 있고, 또는 지오메트리 비트스트림, 어트리뷰트 비트스트림, 시그널링 비트스트림을 다중화하여 인캡슐레이션 할 수 있다. 실시예들에 따라, 인캡슐레이션 처리부(1525)는 TLV(type-length-value) 구조의 시퀀스로 구성된 비트스트림(G-PCC 비트스트림)을 파일로 인캡슐레이션할 수 있다. G-PCC 비트스트림을 구성하는 TLV(또는, TLV 인캡슐레이션) 구조들은 지오메트리 비트스트림, 어트리뷰트 비트스트림, 시그널링 비트스트림 등을 포함할 수 있다. 실시예들에 따라, G-PCC 비트스트림은 인캡슐레이션 처리부(1525)에서 생성될 수 있고, 전송 처리부(1530)에서 생성될 수도 있다. TLV 구조 또는 TLV 인캡슐레이션 구조에 대해서는 뒤에서 상세히 설명하도록 한다. 실시예들에 따라, 인캡슐레이션 처리부(1525)는 도 1의 인캡슐레이션 처리부(13)가 수행하는 동작들의 전부 또는 일부를 수행할 수 있다.
- [0222] 전송 처리부(1530)는 임의의 전송 프로토콜에 따라 인캡슐레이션된 비트스트림 또는 파일/세그먼트 등의 처리를 수행할 수 있다. 전송 처리부(1530)는 도 1을 통해 설명한 전송부(14) 및 전송 처리부 또는, 도 12의 전송 처리부(1265)가 수행하는 동작들의 전부 또는 일부를 수행할 수 있다.
- [0223] 도 17은 본 개시의 실시예들에 따른 수신 장치(1700)의 예시를 나타내는 블록도이다. 수신 장치(1700)는 공간 분할을 수행하는 전송 장치(1500)의 동작들에 대응하는 동작들을 수행할 수 있다. 도 17에 예시된 바와 같이, 수신 장치(1700)는 수신 처리부(1705), 디캡슐레이션 처리부(1710), 시그널링 처리부(1715), 지오메트리 디코더(1720), 어트리뷰트 인코더(1725) 및/또는 후처리부(1730)를 포함할 수 있다.
- [0224] 수신 처리부(1705)는 G-PCC 비트스트림이 인캡슐레이션된 파일/세그먼트, G-PCC 비트스트림 또는 비트스트림을 수신하고, 이들을 대상으로 전송 프로토콜에 따른 처리를 수행할 수 있다. 수신 처리부(1705)는 도 1을 통해 설명한 수신부(21) 및 수신 처리부 또는, 도 13의 수신부(1305) 또는 수신 처리부(1310)가 수행하는 동작들의 전부 또는 일부를 수행할 수 있다.
- [0225] 디캡슐레이션 처리부(1710)는 인캡슐레이션 처리부(1525)가 수행하는 동작들의 역과정을 수행하여 G-PCC 비트스트림을 획득할 수 있다. 디캡슐레이션 처리부(1710)는 파일/세그먼트를 디캡슐레이션하여 G-PCC 비트스트림을 획득할 수 있다. 예를 들어, 디캡슐레이션 처리부(1710)는 시그널링 비트스트림을 획득하여 시그널링 처리부

(1715)로 출력할 수 있고, 지오메트리 비트스트림을 획득하여 지오메트리 디코더(1720)로 출력할 수 있으며, 어트리뷰트 비트스트림을 획득하여 어트리뷰트 디코더(1725)로 출력할 수 있다. 디캡슐레이션 처리부(1710)는 도 1의 디캡슐레이션 처리부(22) 또는, 도 13의 수신 처리부(1410)가 수행하는 동작들의 전부 또는 일부를 수행할 수 있다.

[0226] 시그널링 처리부(1715)는 시그널링 처리부(1510)가 수행하는 동작들의 역과정을 수행하여 시그널링 정보를 파싱 및 디코딩할 수 있다. 시그널링 처리부(1715)는 시그널링 비트스트림으로부터 시그널링 정보를 파싱 및 디코딩할 수 있다. 시그널링 처리부(1715)는 디코딩된 시그널링 정보를 지오메트리 디코더(1720), 어트리뷰트 디코더(1720) 및/또는 후처리부(1730)로 제공할 수 있다.

[0227] 지오메트리 디코더(1720)는 지오메트리 인코더(1515)가 수행하는 동작들의 역과정을 수행하여 지오메트리 비트스트림으로부터 지오메트리를 복원할 수 있다. 지오메트리 디코더(1720)는 시그널링 정보(지오메트리에 관련된 파라미터들)에 기반하여 지오메트리를 복원할 수 있다. 복원된 지오메트리는 어트리뷰트 디코더(1725)로 제공될 수 있다.

[0228] 어트리뷰트 디코더(1725)는 어트리뷰트 인코더(1520)가 수행하는 동작들의 역과정을 수행하여 어트리뷰트 비트스트림으로부터 어트리뷰트를 복원할 수 있다. 어트리뷰트 디코더(1725)는 시그널링 정보(어트리뷰트에 관련된 파라미터들)와 복원된 지오메트리에 기반하여 어트리뷰트를 복원할 수 있다.

[0229] 후처리부(1730)는 복원된 지오메트리와 복원된 어트리뷰트에 기반하여 포인트 클라우드 데이터를 복원할 수 있다. 포인트 클라우드 데이터의 복원은 복원된 지오메트리와 복원된 어트리뷰트를 서로 매칭시키는 과정을 통해 수행될 수 있다. 실시예들에 따라, 후처리부(1730)는 복원된 포인트 클라우드 데이터가 타일 및/또는 슬라이스 단위인 경우에, 시그널링 정보를 기반으로 하여 전송 장치(1500)의 공간 분할 과정의 역과정을 수행함으로써, 포인트 클라우드 데이터의 바운딩 박스를 복원할 수 있다. 실시예들에 따라, 후처리부(1730)는 바운딩 박스가 공간 분할 과정을 통해 복수 개의 타일들 및/또는 복수 개의 슬라이스들로 분할된 경우에, 시그널링 정보를 기반으로 하여 일부 슬라이스들 및/또는 일부 타일들을 결합함으로써, 바운딩 박스의 일부를 복원할 수도 있다. 여기서, 바운딩 박스의 복원에 이용되는 일부 슬라이스들 및/또는 일부 타일들은 공간적 접근을 원하는 3차원 공간 영역에 관련된 슬라이스들 및/또는 일부 타일들일 수 있다.

[0230] 비트스트림

[0231] 도 18은 본 개시의 실시예들에 따른 비트스트림의 구조에 대한 예시를 나타내며, 도 19는 본 개시의 실시예들에 따른 비트스트림 내 구성들 간의 식별 관계에 대한 예시를 나타내고, 도 20은 본 개시의 실시예들에 따른 비트스트림 내 구성들 간의 참조 관계를 나타낸다.

[0232] 지오메트리 비트스트림, 어트리뷰트 비트스트림, 및/또는 시그널링 비트스트림이 하나의 비트스트림(또는, G-PCC 비트스트림)으로 구성되는 경우, 비트스트림은 하나 이상의 서브 비트스트림들을 포함할 수 있다.

[0233] 도 18에 예시된 바와 같이, 비트스트림은 하나 이상의 SPS, 하나 이상의 GPS, 하나 이상의 APS(APS0, APS1), 하나 이상의 TPS, 및/또는 하나 이상의 슬라이스들(slice 0, ..., slice n)을 포함할 수 있다. 타일은 하나 이상의 슬라이스들을 포함하는 슬라이스 그룹이므로, 비트스트림은 하나 이상의 타일들을 포함할 수 있다. TPS는 각 타일에 관한 정보(예를 들어, 바운딩 박스의 좌표 값, 높이 및/또는 크기 등의 정보)를 포함할 수 있으며, 각 슬라이스들은 지오메트리 비트스트림(Geom0) 및/또는 하나 이상의 어트리뷰트 비트스트림들(Attr0, Attr1)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 슬라이스 0(slice 0)은 지오메트리 비트스트림(Geom00) 및/또는 하나 이상의 어트리뷰트 비트스트림들(Attr00, Attr10)을 포함할 수 있다.

[0234] 각 슬라이스 내 지오메트리 비트스트림은 지오메트리 슬라이스 헤더(Geom\_slice\_header)와 지오메트리 슬라이스 데이터(Geom\_slice\_data)로 구성될 수 있다. 지오메트리 슬라이스 헤더는 GPS에 포함된 파라미터 세트의 식별 정보(geom\_parameter\_set\_id), 타일 식별자(geom\_tile\_id), 슬라이스 식별자(geom\_slice\_id), 및/또는 지오메트리 슬라이스 데이터(geom\_slice\_data)에 포함된 데이터에 관한 정보(geomBoxOrigin, geom\_box\_log2\_scale, geom\_max\_node\_size\_log2, geom\_num\_points) 등을 포함할 수 있다. geomBoxOrigin는 해당 지오메트리 슬라이스 데이터의 박스 원점을 나타내는 지오메트리 박스 오리지널 정보이고, geom\_box\_log2\_scale는 해당 지오메트리 슬라이스 데이터의 로그 스케일을 나타내는 정보이며, geom\_max\_node\_size\_log2는 루트 지오메트리 옥트리 노드의 사이즈를 나타내는 정보이며, geom\_num\_points는 해당 지오메트리 슬라이스 데이터의 포인트들의 개수와 관련된 정보이다. 지오메트리 슬라이스 데이터는 해당 슬라이스 내 포인트 클라우드 데이터의 지오메트리 정보(또는, 지오메트리 데이터)를 포함할 수 있다.

- [0235] 각 슬라이스 내 각 어트리뷰트 비트스트림은 어트리뷰트 슬라이스 헤더(Attr\_slice\_header)와 어트리뷰트 슬라이스 데이터(Attr\_slice\_data)를 포함할 수 있다. 어트리뷰트 슬라이스 헤더는 해당 어트리뷰트 슬라이스 데이터에 관한 정보를 포함할 수 있고, 어트리뷰트 슬라이스 데이터는 해당 슬라이스 내 포인트 클라우드 데이터의 어트리뷰트 정보(또는, 어트리뷰트 데이터)를 포함할 수 있다. 하나의 슬라이스 내 어트리뷰트 비트스트림이 복수 개 존재하는 경우, 각각은 서로 다른 어트리뷰트 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나의 어트리뷰트 비트스트림은 색상에 해당하는 어트리뷰트 정보를 포함하고, 다른 하나의 어트리뷰트 비트스트림은 반사율에 해당하는 어트리뷰트 정보를 포함할 수 있다.
- [0236] 도 19 및 도 20에 예시된 바와 같이, SPS는 해당 SPS를 식별하기 위한 식별자(seq\_parameter\_set\_id)를 포함할 수 있고, GPS는 해당 GPS를 식별하기 위한 식별자(geom\_parameter\_set\_id)와, 해당 GPS가 속하는(참조하는) 액티브 SPS(Active SPS)를 지시하는 식별자(seq\_parameter\_set\_id)를 포함할 수 있다. 또한, APS는 해당 APS를 식별하기 위한 식별자(attr\_parameter\_set\_id)와, 해당 APS가 참조하는 액티브 SPS를 가리키는 식별자(seq\_parameter\_set\_id)를 포함할 수 있다. 지오메트리 데이터는 지오메트리 슬라이스 헤더와 지오메트리 슬라이스 데이터를 포함하며, 지오메트리 슬라이스 헤더는 해당 지오메트리 슬라이스가 참조하는 액티브 GPS의 식별자(geom\_parameter\_set\_id)를 포함할 수 있다. 지오메트리 슬라이스 헤더는 해당 지오메트리 슬라이스를 식별하기 위한 식별자(geom\_slice\_id) 및/또는 해당 타일을 식별하기 위한 식별자(geom\_tile\_id)를 더 포함할 수 있다. 어트리뷰트 데이터는 어트리뷰트 슬라이스 헤더와 어트리뷰트 슬라이스 데이터를 포함하며, 어트리뷰트 슬라이스 헤더는 해당 어트리뷰트 슬라이스에서 참조하는 액티브 APS의 식별자(attr\_parameter\_set\_id)와 해당 어트리뷰트 슬라이스와 관련된 지오메트리 슬라이스를 식별하기 위한 식별자(geom\_slice\_id)를 포함할 수 있다.
- [0237] 이와 같은 참조 관계에 의해, 지오메트리 슬라이스는 GPS를 참조하고, GPS는 SPS를 참조할 수 있다. 또한, SPS는 이용 가능한(available) 어트리뷰트들을 나열할 수 있으며, 나열된 어트리뷰트들 각각에 식별자를 할당하고 디코딩 방법을 식별할 수 있다. 어트리뷰트 슬라이스는 식별자에 따라 출력 어트리뷰트들에 매핑될 수 있으며, 어트리뷰트 슬라이스 자체는 선행하여 디코딩된 지오메트리 슬라이스와 APS에 대해 종속성을 가질 수 있다.
- [0238] 실시예들에 따라, 포인트 클라우드 데이터의 인코딩에 필요한 파라미터들은 포인트 클라우드 데이터의 파라미터 세트 및/또는 해당 슬라이스 헤더에 새롭게 정의될 수 있다. 예를 들어, 어트리뷰트의 인코딩을 수행할 때에는 해당 인코딩에 필요한 파라미터들이 APS에 새롭게 정의(추가)될 수 있으며, 타일 기반의 인코딩을 수행할 때에는 해당 인코딩에 필요한 파라미터들이 타일 및/또는 슬라이스 헤더에 새롭게 정의(추가)될 수 있다.
- [0239] SPS 선택스 구조
- [0240] 도 21은 본 개시의 실시예들에 따른 SPS의 선택스 구조에 대한 예시를 나타낸다. 도 21에서, SPS의 선택스 구조에 표현된 선택스 요소들(또는, 필드들)은 SPS에 포함된 선택스 요소들이거나 SPS를 통해 시그널링되는 선택스 요소들일 수 있다.
- [0241] main\_profile\_compatibility\_flag는 비트스트림이 메인 프로파일을 따르는지 여부를 지시할 수 있다. 예를 들어, main\_profile\_compatibility\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 비트스트림이 메인 프로파일을 따름을 나타낼 수 있으며, main\_profile\_compatibility\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 비트스트림이 메인 프로파일 외의 프로파일을 따름을 나타낼 수 있다.
- [0242] unique\_point\_positions\_constraint\_flag는 현재 SPS가 참조하는 각 포인트 클라우드 프레임에서 모든 출력 포인트들이 유니크(unique)한 포지션들을 가질 수 있는지 여부를 지시할 수 있다. 예를 들어, unique\_point\_positions\_constraint\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 현재 SPS가 참조하는 각 포인트 클라우드 프레임에서 모든 출력 포인트들이 유니크한 포지션들을 가질 수 있을 나타낼 수 있으며, unique\_point\_positions\_constraint\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 현재 SPS가 참조하는 임의의 포인트 클라우드 프레임에서 2개 이상의 출력 포인트들이 같은 포지션(the same position)을 가질 수 있음을 나타낼 수 있다. 모든 포인트들이 각 슬라이스들에서 유니크할지라도, 프레임 내 슬라이스들과 다른 포인트들은 오버랩할 수 있다. 그 경우에, unique\_point\_positions\_constraint\_flag의 값은 0으로 설정될 수 있다.
- [0243] level\_idc는 비트스트림이 따르는 레벨을 나타낼 수 있다. sps\_seq\_parameter\_set\_id는 다른 선택스 요소들에 의해 참조되는 SPS에 대한 식별자를 나타낼 수 있다.
- [0244] sps\_bounding\_box\_present\_flag는 바운딩 박스가 SPS에 존재하는지 여부를 지시할 수 있다. 예를 들어, sps\_bounding\_box\_present\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 바운딩 박스가 SPS에 존재함을 나타낼 수 있으며, sps\_bounding\_box\_present\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 바운딩 박스의 사이즈가 정

의되지 않음(undefined)을 나타낼 수 있다. sps\_bounding\_box\_present\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에는 sps\_bounding\_box\_offset\_x, sps\_bounding\_box\_offset\_y, sps\_bounding\_box\_offset\_z, sps\_bounding\_box\_offset\_log2\_scale, sps\_bounding\_box\_size\_width, sps\_bounding\_box\_size\_height, 및/또는 sps\_bounding\_box\_size\_depth가 더 시그널링될 수 있다.

[0245] sps\_bounding\_box\_offset\_x는 직교 좌표계에서 소스 바운딩 박스의 양자화된 x 오프셋을 나타낼 수 있으며, 소스 바운딩 박스의 x 오프셋이 존재하지 않으면, sps\_bounding\_box\_offset\_x의 값은 0으로 추론될 수 있다. sps\_bounding\_box\_offset\_y는 직교 좌표계에서 소스 바운딩 박스의 양자화된 y 오프셋을 나타낼 수 있으며, 소스 바운딩 박스의 y 오프셋이 존재하지 않으면, sps\_bounding\_box\_offset\_y의 값은 0으로 추론될 수 있다. sps\_bounding\_box\_offset\_z는 직교 좌표계에서 소스 바운딩 박스의 양자화된 z 오프셋을 나타낼 수 있으며, 소스 바운딩 박스의 z 오프셋이 존재하지 않으면, sps\_bounding\_box\_offset\_z의 값은 0으로 추론될 수 있다. sps\_bounding\_box\_offset\_log2\_scale는 양자화된 x, y, z 소스 바운딩 박스 오프셋들을 스케일하기 위한 스케일 팩터를 나타낼 수 있다. sps\_bounding\_box\_size\_width는 직교 좌표계에서 소스 바운딩 박스의 폭(또는, 너비)을 나타낼 수 있으며, 소스 바운딩 박스의 폭이 존재하지 않으면, sps\_bounding\_box\_size\_width의 값은 1로 추론될 수 있다. sps\_bounding\_box\_size\_height는 직교 좌표계에서 소스 바운딩 박스의 높이를 나타낼 수 있으며, 소스 바운딩 박스의 높이가 존재하지 않으면, sps\_bounding\_box\_size\_height의 값은 1로 추론될 수 있다. sps\_bounding\_box\_size\_depth는 직교 좌표계에서 소스 바운딩 박스의 깊이를 나타낼 수 있으며, 소스 바운딩 박스의 깊이가 존재하지 않으면, sps\_bounding\_box\_size\_depth의 값은 1로 추론될 수 있다.

[0246] sps\_source\_scale\_factor\_numerator\_minus1에 1을 더한 값은 소스 포인트 클라우드의 스케일 팩터 분자(numerator)를 나타낼 수 있다. sps\_source\_scale\_factor\_denominator\_minus1에 1을 더한 값은 소스 포인트 클라우드의 스케일 팩터 분모(denominator)를 나타낼 수 있다. sps\_num\_attribute\_sets는 비트스트림 내 코딩된 어트리뷰트들의 개수를 나타낼 수 있다. sps\_num\_attribute\_sets은 0 내지 63 사이의 값을 가져야 할 수 있다.

[0247] sps\_num\_attribute\_sets가 지시하는 '비트스트림 내 코딩된 어트리뷰트들의 개수'만큼의 attribute\_dimension\_minus1[i] 및 attribute\_instance\_id[i]가 더 시그널링될 수 있다. i는 0으로부터 '비트스트림 내 코딩된 어트리뷰트들의 개수 - 1'까지 1씩 증가할 수 있다. attribute\_dimension\_minus1[i]에 1을 더한 값은 i번째 어트리뷰트의 컴포넌트들의 수를 나타낼 수 있으며, attribute\_instance\_id는 i번째 어트리뷰트의 인스턴스 식별자를 나타낼 수 있다.

[0248] attribute\_dimension\_minus1[i]의 값이 1보다 큰 경우에, attribute\_bitdepth\_minus1[i], attribute\_secondary\_bitdepth\_minus1[i], attribute\_cicp\_colour primaries[i], attribute\_cicp\_transfer\_characteristics[i], attribute\_cicp\_matrix\_coeffs[i], 및/또는 attribute\_cicp\_video\_full\_range\_flag[i]가 더 시그널링될 수 있다. attribute\_bitdepth\_minus1[i]에 1을 더한 값은 i번째 어트리뷰트 신호(들)의 제1컴포넌트(또는, 첫 번째 컴포넌트)를 위한 비트 깊이(bitdepth)를 나타낼 수 있다. attribute\_secondary\_bitdepth\_minus1[i]에 1을 더한 값은 i번째 어트리뷰트 신호(들)의 제2컴포넌트(또는, 두 번째 컴포넌트)를 위한 비트 깊이를 나타낼 수 있으며, attribute\_cicp\_colour primaries[i]는 i번째 어트리뷰트의 컬러 어트리뷰트 소스 프라이머리들의 색도(chromaticity coordinates)를 나타낼 수 있다. attribute\_cicp\_transfer\_characteristics[i]는 i번째 어트리뷰트의 0에서 1사이의 nominal 실제 값(real-valued) 범위를 갖는 소스 입력 리니어 옵티컬 강도(input linear optical intensity)로서 참조 광-전자 전달 특성 함수(reference opto-electronic transfer characteristic function)를 지시하거나, 또는 출력 리니어 옵티컬 강도(output linear optical intensity)의 함수로서 참조 전자-광 전달 특성 함수(reference optoelectronic transfer characteristic function)의 역(inverse)을 나타낼 수 있다. attribute\_cicp\_matrix\_coeffs[i]는 i번째 어트리뷰트의 녹색, 청색 및 적색(또는, Y, Z, X의 프라이머리들)으로부터 루마(luma)와 크로마(chroma) 신호들을 도출하는데 사용된 매트릭스 계수를 설명(describes)할 수 있다. attribute\_cicp\_video\_full\_range\_flag[i]는 i번째 어트리뷰트의 E'Y, E'PB 및 E'PR 또는 E'R, E'G 및 E'B 실제-값 컴포넌트 신호들로부터 도출되는 블랙 레벨과 루마 및 채도 신호의 범위를 나타낼 수 있다. known\_attribute\_label\_flag[i]는 i번째 어트리뷰트에 대해 know\_attribute\_label[i] 또는 attribute\_label\_four\_bytes[i]가 시그널링되는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, known\_attribute\_label\_flag[i]의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 i번째 어트리뷰트에 대해 known\_attribute\_label이 시그널링됨을 나타낼 수 있으며, known\_attribute\_label\_flag[i]의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 i번째 어트리뷰트에 대해 attribute\_label\_four\_bytes[i]가 시그널링됨을 나타낼 수 있다. known\_attribute\_label[i]는 i번째 어트리뷰트의 타입을 나타낼 수 있다. 예를 들어,

known\_attribute\_label[i]의 값이 제1값(e.g., 0)과 같으면 이는 어트리뷰트가 컬러(colour)임을 나타낼 수 있으며, known\_attribute\_label[i]의 값이 제2값(e.g., 1)과 같으면 이는 어트리뷰트가 반사율(reflectance)임을 나타낼 수 있고, known\_attribute\_label[i]의 값이 제3값(e.g., 2)과 같으면 이는 어트리뷰트가 프레임 인덱스(frame index)임을 나타낼 수 있다. attribute\_label\_four\_bytes[i]는 도 22a와 같이 4 바이트 코드를 이용하여 known 어트리뷰트 타입을 지시할 수 있다.

[0249] log2\_max\_frame\_idx는 frame\_idx 선택스 변수(variable)를 시그널하기 위해 사용된 비트들의 개수를 나타낼 수 있다. 예를 들어, log2\_max\_frame\_idx의 값이 1을 더한 값은 frame\_idx 선택스 변수를 시그널하기 위해 사용된 비트들의 개수를 나타낼 수 있다. 도 22b와 같이, axis\_coding\_order는 X, Y, Z 출력 축 레이블(output axis labels)과 axis=0, ..., 2를 갖는 복원된 포인트 클라우드 RecPic[pointidx][axis] 내 3개의 포지션 컴포넌트들 간의 대응 관계(correspondence)를 지시할 수 있다.

[0250] sps\_bypass\_stream\_enabled\_flag는 바이패스 코딩 모드가 비트스트림을 읽어내는데 사용되는지 여부를 지시할 수 있다. 예를 들어, sps\_bypass\_stream\_enabled\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 바이패스 코딩 모드가 비트스트림을 읽어내는데 사용됨을 지시할 수 있다. 다른 예로, sps\_bypass\_stream\_enabled\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 바이패스 코딩 모드가 비트스트림을 읽어내는데 사용되지 않음을 지시할 수 있다. sps\_extension\_flag는 sps\_extension\_data 선택스 요소들이 해당 SPS 선택스 구조에 존재하는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, sps\_extension\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 sps\_extension\_data 선택스 요소들이 해당 SPS 선택스 구조에 존재함을 나타낼 수 있으며, sps\_extension\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 sps\_extension\_data 선택스 요소들이 해당 SPS 선택스 구조에 존재하지 않음을 나타낼 수 있다. sps\_extension\_flag는 비트스트림에서 0과 같아야 할 수도 있다. sps\_extension\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, sps\_extension\_data\_flag가 더 시그널링될 수 있다. sps\_extension\_data\_flag는 어느 값이나 가질 수 있으며, sps\_extension\_data\_flag의 존재와 값은 프로파일에 대한 디코더 적합성에 영향을 미치지 않을 수 있다.

[0251] GPS 선택스 구조

[0252] 도 23은 GPS의 선택스 구조에 대한 일 예를 나타낸다. 도 23에서, GPS의 선택스 구조에 표현된 선택스 요소들(또는, 필드들)은 GPS에 포함된 선택스 요소들이거나 GPS를 통해 시그널링되는 선택스 요소들일 수 있다.

[0253] gps\_geom\_parameter\_set\_id는 다른 선택스 요소들에 의해 참조되는 GPS의 식별자를 나타낼 수 있으며, gps\_seq\_parameter\_set\_id는 해당 액티브 SPS에 대한 seq\_parameter\_set\_id의 값을 나타낼 수 있다. gps\_box\_present\_flag는 추가 바운딩 박스 정보가 현재 GPS를 참조하는 지오메트리 슬라이스 헤더에서 제공되는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, gps\_box\_present\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 추가 바운딩 박스 정보가 현재 GPS를 참조하는 지오메트리 슬라이스 헤더 내에 제공됨을 지시할 수 있으며, gps\_box\_present\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 추가 바운딩 박스 정보가 현재 GPS를 참조하는 지오메트리 슬라이스 헤더 내에 제공되지 않음을 지시할 수 있다. gps\_box\_present\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우, gps\_gsh\_box\_log2\_scale\_present\_flag가 더 시그널링될 수 있다. gps\_gsh\_box\_log2\_scale\_present\_flag는 gps\_gsh\_box\_log2\_scale가 현재 GPS를 참조하는 각 지오메트리 슬라이스 헤더에 시그널링되는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, gps\_gsh\_box\_log2\_scale\_present\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 gps\_gsh\_box\_log2\_scale가 현재 GPS를 참조하는 각 지오메트리 슬라이스 헤더에 시그널링됨을 지시할 수 있다. 다른 예로, gps\_gsh\_box\_log2\_scale\_present\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 gps\_gsh\_box\_log2\_scale가 현재 GPS를 참조하는 각 지오메트리 슬라이스 헤더에 시그널링되지 않으며, 모든 슬라이스들을 위한 공통 스케일(common scale)이 현재 GPS의 gps\_gsh\_box\_log2\_scale에 시그널링됨을 지시할 수 있다. gps\_gsh\_box\_log2\_scale\_present\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면, gps\_gsh\_box\_log2\_scale이 더 시그널링될 수 있다. gps\_gsh\_box\_log2\_scale는 현재 GPS를 참조하는 모든 슬라이스들에 대한 바운딩 박스 오리지널의 공통 스케일 팩터(common scale factor)를 나타낼 수 있다.

[0254] unique\_geometry\_points\_flag는 현재 GPS를 참조하는 모든 슬라이스들에서, 모든 출력 포인트들이 하나의 슬라이스 내에서 고유 포지션들(unique positions)을 가지는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, unique\_geometry\_points\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 현재 GPS를 참조하는 모든 슬라이스들에서, 모든 출력 포인트들이 하나의 슬라이스 내에서 고유의 포지션들을 가짐을 지시할 수 있다. unique\_geometry\_points\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 현재 GPS를 참조하는 모든 슬라이스들에서, 2개 이상의 출력 포인트들이 하나의 슬라이스 내에서 같은 포지션들을 가질 수 있음을 지시할 수 있다.

[0255] geometry\_planar\_mode\_flag는 플래너 코딩 모드(planar coding mode)가 활성화되는지 여부를 지시할 수 있다. 예를 들어, geometry\_planar\_mode\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 플래너 코딩 모드가 활성화됨을 지시할 수 있으며, geometry\_planar\_mode\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 플래너 코딩 모드가 활성화되지 않음을 지시할 수 있다. geometry\_planar\_mode\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, geom\_planar\_mode\_th\_idcm, geom\_planar\_mode\_th[1], 및/또는 geom\_planar\_mode\_th[2]가 더 시그널링될 수 있다. geom\_planar\_mode\_th\_idcm는 다이렉트 코딩 모드에 대한 활성화(activation) 임계 값을 나타낼 수 있다. geom\_planar\_mode\_th\_idcm의 값은 0부터 127까지의 범위 내 정수일 수 있다. geom\_planar\_mode\_th[i]는 0부터 2까지의 범위의 i에 대해, 플래너 코딩 모드가 효율적일 가능성이 가장 높은 i번째 방향을 따라 플래너 코딩 모드에 대한 활성화 임계 값을 나타낼 수 있다. geom\_planar\_mode\_th[i]는 0부터 127까지의 범위 내 정수일 수 있다.

[0256] geometry\_angular\_mode\_flag는 앵글러 코딩 모드(angular coding mode)가 활성화되었는지 여부를 지시할 수 있다. 예를 들어, geometry\_angular\_mode\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 앵글러 코딩 모드가 활성화됨을 지시하고, geometry\_angular\_mode\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 앵글러 코딩 모드가 활성화되지 않음을 지시할 수 있다. geometry\_angular\_mode\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, lidar\_head\_position[0], lidar\_head\_position[1], lidar\_head\_position[2], number\_lasers, planar\_buffer\_disabled, implicit\_qtbt\_angular\_max\_node\_min\_dim\_log2\_to\_split\_z, 및/또는 implicit\_qtbt\_angular\_max\_diff\_to\_split\_z가 더 시그널링될 수 있다.

[0257] lidar\_head\_position[0], lidar\_head\_position[1], 및/또는 lidar\_head\_position[2]는 내부 축들을 갖는 좌표 시스템에서 라이더(lidar) 헤드의 (X, Y, Z) 좌표를 나타낼 수 있다. number\_lasers는 앵글러 코딩 모드를 위해 사용된 레이저들(lasers)의 개수를 지시할 수 있다. laser\_angle[i] 및 laser\_correction[i] 각각은 number\_lasers가 지시하는 개수만큼 시그널링될 수 있다. 여기서, i는 0부터 'number\_lasers의 값 -1'까지 1씩 증가할 수 있다. laser\_angle[i]는 0번째와 1번째 내부 축들에 의해 정의된 수평면과 관련된 i번째 레이저의 양각(elevation angle)의 탄젠트를 나타낼 수 있으며, laser\_correction[i]는 lidar\_head\_position[2]와 관련된 i번째 레이저 포지션의 정정을, 2번째 내부 축을 따라, 지시할 수 있다. planar\_buffer\_disabled는 플래너 모드에서 플래너 모드 플래그(planar mode flag)와 플래너 포지션을 코딩하는 과정에서, 버퍼를 이용한 가장 가까운 노드(closest nodes) 트래킹(tracking)이 사용되는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, planar\_buffer\_disabled의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 버퍼를 이용한 가장 가까운 노드 트래킹이 플래너 모드에서 플래너 모드 플래그와 플래너 포지션을 코딩하는 과정에 사용되지 않음을 나타낼 수 있으며, planar\_buffer\_disabled의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 버퍼를 이용한 가장 가까운 노드 트래킹이 플래너 모드에서 플래너 모드 플래그와 플래너 포지션을 코딩하는 과정에 사용됨을 나타낼 수 있다. planar\_buffer\_disabled가 존재하지 않는 경우에, planar\_buffer\_disabled의 값은 제2값(e.g., 0)으로 추론될 수 있다. implicit\_qtbt\_angular\_max\_node\_min\_dim\_log2\_to\_split\_z는 노드들의 수평 스플릿(horizontal split)이 수직 스플릿(vertical split)보다 더 선호되는 노드 사이즈의 log2 값을 지시할 수 있다. implicit\_qtbt\_angular\_max\_diff\_to\_split\_z는 노드에 허용된 수직 대비 수평 노드 사이즈 비율에 대한 log2 값을 나타낼 수 있다. implicit\_qtbt\_angular\_max\_diff\_to\_split\_z가 존재하지 않는 경우에, implicit\_qtbt\_angular\_max\_diff\_to\_split\_z은 0으로 추론될 수 있다.

[0258] neighbour\_context\_restriction\_flag는 현재 노드의 지오메트리 노드 오큐판시가 현재 노드의 부모 노드 내부에 위치한 이웃 노드들로부터 결정된 컨텍스트들로 코딩되는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, neighbour\_context\_restriction\_flag의 값이 제1값(e.g., 0)과 같으면 이는 현재 노드의 지오메트리 노드 오큐판시가 현재 노드의 부모 노드 내부에 위치한 이웃 노드들로부터 결정된 컨텍스트들로 코딩됨을 나타낼 수 있으며, neighbour\_context\_restriction\_flag의 값이 제2값(e.g., 1)과 같으면 이는 현재 노드의 지오메트리 노드 오큐판시가 현재 노드의 부모 노드 내부에 위치한 이웃 노드들로부터 결정된 컨텍스트들로 코딩되지 않음을 나타낼 수 있다. inferred\_direct\_coding\_mode\_enabled\_flag는 direct\_mode\_flag가 해당 지오메트리 노드 선택스에 존재하는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, inferred\_direct\_coding\_mode\_enabled\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 direct\_mode\_flag가 해당 지오메트리 노드 선택스에 존재함을 나타낼 수 있으며, inferred\_direct\_coding\_mode\_enabled\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 direct\_mode\_flag가 해당 지오메트리 노드 선택스에 존재하지 않음을 나타낼 수 있다.

[0259] bitwise\_occupancy\_coding\_flag는 지오메트리 노드 오큐판시가 해당 선택스 요소인 occupancy\_map의 비트와이즈 맥락화(bitwise contextualization)를 사용하여 인코딩되는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어,

bitwise\_occupancy\_coding\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 지오메트리 노드 오큐판시가 해당 선택 요소 occupancy\_map의 비트와이즈 맥락화를 사용하여 인코딩됨을 나타낼 수 있으며, bitwise\_occupancy\_coding\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 지오메트리 노드 오큐판시가 디렉토리 인코딩된 선택 요소인 occupancy\_map를 사용하여 인코딩됨을 나타낼 수 있다. adjacent\_child\_contextualization\_enabled\_flag는 이웃 옥트리 노드들(neighbouring octree nodes)의 인접한 자식들(adjacent children)이 비트와이즈 오큐판시 맥락화(bitwise occupancy contextualization)를 위해 사용되는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, adjacent\_child\_contextualization\_enabled\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 이웃 옥트리 노드들의 인접한 자식들이 비트와이즈 오큐판시 맥락화를 위해 사용됨을 나타낼 수 있으며, adjacent\_child\_contextualization\_enabled\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 이웃 옥트리 노드들의 자식들이 비트와이즈 오큐판시 맥락화를 위해 사용되지 않음을 나타낼 수 있다.

[0260] log2\_neighbour\_avail\_boundary는 디코딩 프로세스에서 이용되는 변수 NeighbAvailBoundary의 값을 나타낼 수 있다. 예를 들어, neighbour\_context\_restriction\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 NeighbAvailabilityMask가 1로 설정될 수 있으며, neighbour\_context\_restriction\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 NeighbAvailabilityMask가  $1 \ll \log_2\_neighbour\_avail\_boundary$ 로 설정될 수 있다. log2\_intra\_pred\_max\_node\_size는 오큐판시 인트라 예측에 적합한(eligible for) 옥트리 노드 사이즈를 나타낼 수 있다. log2\_trisoup\_node\_size는 변수 TrisoupNodeSize를 삼각형 노드들의 사이즈로 지정할 수 있다.

[0261] geom\_scaling\_enabled\_flag는 지오메트리 포지션들을 위한 스케일링 과정이 지오메트리 슬라이스 디코딩 과정동안 적용되는지 여부를 지시할 수 있다. 예를 들어, geom\_scaling\_enabled\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 지오메트리 포지션들에 대한 스케일링 과정이 지오메트리 슬라이스 디코딩 과정동안 수행됨을 지시할 수 있으며, geom\_scaling\_enabled\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 지오메트리 포지션들에 대해 스케일링이 요구되지 않음을 지시할 수 있다. geom\_scaling\_enabled\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, geom\_base\_qp가 더 시그널링될 수 있다. geom\_base\_qp는 지오메트리 포지션 양자화 파라미터(geometry position quantization parameter)의 베이스 값(base value)을 지시할 수 있다. gps\_implicit\_geom\_partition\_flag는 묵시적(implicit) 지오메트리 파티션이 해당 시퀀스 또는 슬라이스에 대해 인에이블되는지 여부를 지시할 수 있다. 예를 들어, gps\_implicit\_geom\_partition\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 묵시적 지오메트리 파티션이 해당 시퀀스 또는 슬라이스에 대해 인에이블됨(enabled)을 지시할 수 있으며, gps\_implicit\_geom\_partition\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 묵시적 지오메트리 파티션이 해당 시퀀스 또는 슬라이스에 대해 디스에이블됨(disabled)을 지시할 수 있다. gps\_implicit\_geom\_partition\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, gps\_max\_num\_implicit\_qtbt\_before\_ot와 gps\_min\_size\_implicit\_qtbt가 시그널링될 수 있다. gps\_max\_num\_implicit\_qtbt\_before\_ot는 OT 파티션들 전의 묵시적 QT와 BT 파티션들의 최대 개수를 나타낼 수 있다. gps\_min\_size\_implicit\_qtbt는 묵시적 QT와 BT 파티션들의 최소 사이즈를 나타낼 수 있다.

[0262] gps\_extension\_flag는 gps\_extension\_data 선택 요소들이 해당 GPS 선택 구조에 존재하는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, gps\_extension\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 gps\_extension\_data 선택 요소들이 해당 GPS 선택 구조에 존재함을 지시할 수 있으며, gps\_extension\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 gps\_extension\_data 선택 요소들이 해당 GPS 선택 구조에 존재하지 않음을 지시할 수 있다. gps\_extension\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, gps\_extension\_data\_flag가 더 시그널링될 수 있다. gps\_extension\_data\_flag는 어느 값이나 가질 수 있으며, gps\_extension\_data\_flag의 존재와 값은 프로 파일에 대한 디코더 적합성에 영향을 미치지 않을 수 있다.

[0263] APS 선택 구조

[0264] 도 24는 APS의 선택 구조에 대한 일 예를 나타낸다. 도 24에서, APS의 선택 구조에 표현된 선택 요소들(또는, 필드들)은 APS에 포함된 선택 요소들이거나 APS를 통해 시그널링되는 선택 요소들일 수 있다.

[0265] aps\_attr\_parameter\_set\_id는 다른 선택 요소들에 의한 참조를 위한 APS의 식별자를 제공할 수 있으며, aps\_seq\_parameter\_set\_id는 액티브(active) SPS에 대한 sps\_seq\_parameter\_set\_id의 값을 나타낼 수 있다. attr\_coding\_type은 어트리뷰트에 대한 코딩 타입을 나타낼 수 있다. attr\_coding\_type의 값들 및 이들 각각에 할당된 어트리뷰트 코딩 타입(coding type)에 대한 테이블이 도 25에 나타나 있다. 도 25에 예시된 바와 같이, attr\_coding\_type의 값이 제1값(e.g., 0)이면 코딩 타입은 예측 가중치 리프팅(predicting weight lifting)을 지시하고, attr\_coding\_type의 값이 제2값(e.g., 1)이면 코딩 타입은 RAHT를 지시하며, attr\_coding\_type의 값

이 제3값(e.g., 2)이면 고정 가중치 리프팅(fix weight lifting)을 지시할 수 있다.

[0266] aps\_attr\_initial\_qp는 APS를 참조하는 각 슬라이스에 대한 변수 SliceQp의 초기 값을 나타낼 수 있다. aps\_attr\_initial\_qp의 값은 4 내지 51 사이의 범위 내에 존재할 수 있다. aps\_attr\_chroma\_qp\_offset은 aps\_attr\_initial\_qp에 의해 시그널링된 초기 양자화 파라미터에 대한 오프셋들을 나타낼 수 있다. aps\_slice\_qp\_delta\_present\_flag는 ash\_attr\_qp\_delta\_luma 선택스 요소 및 ash\_attr\_qp\_delta\_chroma 선택스 요소가 해당 어트리뷰트 슬라이스 헤더(ASH)에 존재하는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, aps\_slice\_qp\_delta\_present\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 ash\_attr\_qp\_delta\_luma 및 ash\_attr\_qp\_delta\_chroma이 해당 어트리뷰트 슬라이스 헤더(ASH)에 존재함을 지시할 수 있으며, aps\_slice\_qp\_delta\_present\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 ash\_attr\_qp\_delta\_luma 및 ash\_attr\_qp\_delta\_chroma이 해당 어트리뷰트 슬라이스 헤더에 존재하지 않음을 지시할 수 있다.

[0267] attr\_coding\_type의 값이 제1값(e.g., 0)이거나 또는 제3값(e.g., 2)이면, 즉, 코딩 타입이 예측 가중치 리프팅이거나 또는 고정 가중치 리프팅이면, lifting\_num\_pred\_nearest\_neighbours\_minus1, lifting\_search\_range\_minus1, 및 lifting\_neighbour\_bias[k]가 더 시그널링될 수 있다. lifting\_num\_pred\_nearest\_neighbours\_minus1에 1을 더한 값은 예측을 위해 사용될 가장 가까운 이웃(nearest neighbor)들의 최대 개수를 나타낼 수 있다. 변수 NumPredNearestNeighbours의 값은 lifting\_num\_pred\_nearest\_neighbours(lifting\_num\_pred\_nearest\_neighbours\_minus1에 1을 더한 값)와 같도록 설정될 수 있다. lifting\_search\_range\_minus1에 1을 더한 값은 '예측을 위해 사용되는 가장 가까운 이웃들의 결정' 및 '거리 기반 LOD(distance-based levels of detail)의 빌드(build)'를 위해 사용되는 서치 범위를 나타낼 수 있다. 서치 범위를 명시하기 위한 변수 LiftingSearchRange는 lifting\_search\_range\_minus1 필드의 값에 1을 더하여 구할 수 있다(LiftingSearchRange = lifting\_search\_range\_minus1 + 1). lifting\_neighbour\_bias[k]는 가장 가까운 이웃 유도 과정의 일부로서 두 포인트들 사이의 유클리디언 거리(euclidean distance)의 계산에서 k번째 컴포넌트들을 가중하기 위해 사용된 바이어스를 나타낼 수 있다.

[0268] attr\_coding\_type의 값이 제3값(e.g., 2)이면, 즉 코딩 타입이 고정 가중치 리프팅을 지시하면, lifting\_scalability\_enabled\_flag이 더 시그널링될 수 있다. lifting\_scalability\_enabled\_flag는 어트리뷰트 디코딩 과정이 입력 지오메트리 포인트들에 대해 pruned 옥트리 디코드(decode) 결과를 허용하는지 여부를 지시할 수 있다. 예를 들어, lifting\_scalability\_enabled\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 어트리뷰트 디코딩 과정이 입력 지오메트리 포인트들에 대해 pruned 옥트리 디코드 결과를 허용함을 나타낼 수 있으며, lifting\_scalability\_enabled\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 어트리뷰트 디코딩 과정이 입력 지오메트리 포인트들에 대해 완전한 옥트리 디코드 결과를 요구함을 나타낼 수 있다. lifting\_scalability\_enabled\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)이 아니면, lifting\_num\_detail\_levels\_minus1가 더 시그널링될 수 있다. lifting\_num\_detail\_levels\_minus1는 어트리뷰트 코딩을 위한 LOD들의 개수를 나타낼 수 있다. LOD들의 개수를 명시하기 위한 변수 LevelDetailCount는 lifting\_num\_detail\_levels\_minus1의 값에 1을 더하여 유도될 수 있다(LevelDetailCount = lifting\_num\_detail\_levels\_minus1 + 1).

[0269] lifting\_num\_detail\_levels\_minus1의 값이 1보다 크면, lifting\_lod\_regular\_sampling\_enabled\_flag가 더 시그널링될 수 있다. lifting\_lod\_regular\_sampling\_enabled\_flag는 LOD가 레귤러 샘플링 전략에 의해 만들어지는지(built) 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, lifting\_lod\_regular\_sampling\_enabled\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 LOD가 레귤러 샘플링 전략을 사용하여 만들어짐을 지시할 수 있으며, lifting\_lod\_regular\_sampling\_enabled\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 거리 기반 샘플링 전략(distance\_based sampling strategy)이 대신 사용됨을 지시할 수 있다.

[0270] lifting\_scalability\_enabled\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)이 아닌 경우에, LOD가 레귤러 샘플링 전략에 의해 만들어지는지 여부(lifting\_lod\_regular\_sampling\_enabled\_flag의 값)에 따라 lifting\_sampling\_period\_minus2[idx] 또는 lifting\_sampling\_distance\_squared\_scale\_minus1[idx]가 더 시그널링될 수 있다. 예를 들어, lifting\_lod\_regular\_sampling\_enabled\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에는 lifting\_sampling\_period\_minus2[idx]가 시그널링될 수 있으며, lifting\_lod\_regular\_sampling\_enabled\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같은 경우에는 lifting\_sampling\_distance\_squared\_scale\_minus1[idx]가 시그널링될 수 있다. idx의 값이 0이 아니면 (idx!=0), lifting\_sampling\_distance\_squared\_offset[idx]가 더 시그널링될 수 있다. idx는 0부터 1씩 증가할 수 있으며, num\_detail\_levels\_minus1에서 1을 뺀 값까지 증가할 수 있다. lifting\_sampling\_period\_minus2[idx]에 2를 더한 값은 LOD idx를 위한 샘플링 주기를 나타낼 수 있다.

lifting\_sampling\_distance\_squared\_scale\_minu1[idx]에 1을 더한 값은 LOD idx에 대한 샘플링 거리의 제곱의 유도(derivation)를 위한 스케일링 팩터(scaling factor)를 나타낼 수 있다. lifting\_sampling\_distance\_squared\_offset[idx]은 LOD idx에 대한 샘플링 거리의 제곱의 유도를 위한 오프셋을 나타낼 수 있다.

[0271] attr\_coding\_type의 값이 제1값(e.g., 0)과 같으면, 즉 코딩 타입이 예측 가중치 리프팅이면, lifting\_adaptive\_prediction\_threshold, lifting\_intra\_lod\_prediction\_num\_layers, lifting\_max\_num\_direct\_predictors, 및 inter\_component\_prediction\_enabled\_flag가 시그널링될 수 있다. lifting\_adaptive\_prediction\_threshold는 적응적 예측을 가능하게 하기 위한 임계 값을 나타낼 수 있다. 적응적 예측기 선택 모드를 스위치하기 위하여 임계 값을 명시하는 변수 AdaptivePredictionThreshold는 lifting\_adaptive\_prediction\_threshold의 값과 함께 설정될 수 있다. lifting\_intra\_lod\_prediction\_num\_layers는 같은 LOD 레이어 내 디코드된 포인트들이 타겟 포인트의 예측 값을 생성하기 위해 참조할 수 있는 LOD 레이어의 수를 나타낼 수 있다. 예를 들어, lifting\_intra\_lod\_prediction\_num\_layers의 값이 LevelDetailCount의 값과 같으면, 이는 타겟 포인트는 모든 LOD 레이어들을 위한 동일 LOD 레이어 내 디코드된 포인트들을 참조할 수 있음을 나타낼 수 있다. lifting\_intra\_lod\_prediction\_num\_layers의 값이 0이면, 이는 타겟 포인트가 임의의 LOD 레이어들을 위한 동일 LOD 레이어 내 디코드된 포인트들을 참조할 수 없음을 나타낼 수 있다. lifting\_intra\_lod\_prediction\_num\_layers의 값은 0 내지 LevelDetailCount 사이의 범위를 가질 수 있다. lifting\_max\_num\_direct\_predictors는 직접 예측(direct prediction)을 위해 사용될 예측기(predictor)의 최대 개수를 나타낼 수 있다. inter\_component\_prediction\_enabled\_flag는 멀티 컴포넌트 어트리뷰트의 primary 컴포넌트가 nonprimary 컴포넌트들의 복원(reconstructed) 값을 예측하기 위해 사용되는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, inter\_component\_prediction\_enabled\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 멀티 컴포넌트 어트리뷰트의 primary 컴포넌트가 non-primary 컴포넌트들의 복원 값을 예측하기 위해 사용됨을 나타낼 수 있다. 다른 예로, inter\_component\_prediction\_enabled\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 모든 어트리뷰트 컴포넌트들이 독립적으로 복원됨을 나타낼 수 있다.

[0272] attr\_coding\_type의 값이 제2값(e.g., 1)과 같은 경우에, 즉 어트리뷰트 코딩 타입이 RAHT이면, raht\_prediction\_enabled\_flag가 시그널링될 수 있다. raht\_prediction\_enabled\_flag는 이웃 포인트들로부터의 변환 가중 예측(transform weight prediction)이 RAHT 디코딩 과정에서 인에이블되는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, raht\_prediction\_enabled\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 이웃 포인트들로부터의 변환 가중 예측이 RAHT 디코딩 과정에서 인에이블됨을 나타낼 수 있으며, raht\_prediction\_enabled\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 이웃 포인트들로부터의 변환 가중 예측이 RAHT 디코딩 과정에서 디스에이블됨을 나타낼 수 있다. raht\_prediction\_enabled\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, raht\_prediction\_threshold0과 raht\_prediction\_threshold1이 더 시그널링될 수 있다. raht\_prediction\_threshold0은 이웃 포인트들로부터의 변환 가중 예측을 종료하기 위한 임계 값을 나타낼 수 있다. raht\_prediction\_threshold1은 이웃 포인트들로부터의 변환 가중 예측을 스킵하기 위한 임계 값을 나타낼 수 있다.

[0273] aps\_extension\_flag는 aps\_extension\_data\_flag 신택스 요소들이 해당 APS 신택스 구조에 존재하는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, aps\_extension\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 aps\_extension\_data\_flag 신택스 요소들이 해당 APS 신택스 구조에 존재함을 지시할 수 있으며, aps\_extension\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 aps\_extension\_data\_flag 신택스 요소들이 해당 APS 신택스 구조에 존재하지 않음을 지시할 수 있다. aps\_extension\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, aps\_extension\_data\_flag가 시그널링될 수 있다. aps\_extension\_data\_flag는 어느 값이나 가질 수 있으며, aps\_extension\_data\_flag의 존재와 값은 프로파일에 대한 디코더 적합성에 영향을 미치지 않을 수 있다.

[0274] 타일 인벤토리 신택스 구조

[0275] 도 26은 타일 인벤토리의 신택스 구조에 대한 일 예를 나타낸다. 타일 인벤토리는 타일 파라미터 세트(tile parameter set, TPS)로 지칭될 수 있다. 도 26에서, TPS의 신택스 구조에 표현된 신택스 요소들(또는, 필드들)은 TPS에 포함된 신택스 요소들이거나 TPS를 통해 시그널링되는 신택스 요소들일 수 있다.

[0276] tile\_frame\_idx는 타일 인벤토리의 목적(prupose)을 식별하는 데 사용할 수 있는 식별 번호(identifying number)를 포함할 수 있다. tile\_seq\_parameter\_set\_id는 액티브 SPS에 대한 sps\_seq\_parameter\_set\_id의 값을

나타낼 수 있다. `tile_id_present_flag`는 타일들을 식별하기 위한 파라미터들을 나타낼 수 있다. 예를 들어, `tile_id_present_flag`의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 타일들이 `tile_id` 신택스 요소의 값에 따라 식별됨을 나타낼 수 있으며, `tile_id_present_flag`의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 타일들이 그들의 타일 인벤토리 내 위치에 따라 식별됨을 나타낼 수 있다. `tile_cnt`는 타일 인벤토리 내에 존재하는 타일 바운딩 박스들의 수를 나타낼 수 있다. `tile_bounding_box_bits`는 타일 인벤토리에 대한 바운딩 박스 정보를 표현하기 위한 비트 심도(bitdepth)를 나타낼 수 있다. 루프(loop) 변수 `tileIdx`가 0부터 (타일 바운딩 박스의 수 - 1)이 될 때까지 1씩 증가하면서, `tile_id`, `tile_bounding_box_offset_xyz[tile_id][k]`, 및 `tile_bounding_box_size_xyz[tile_id][k]`이 시그널링될 수 있다. `tile_id`는 `tile_inventory` 내 특정 타일을 식별할 수 있다. `tile_id`는 `tile_id_present_flag`의 값이 제1값(e.g., 1)인 경우에 시그널링될 수 있으며, 타일 바운딩 박스의 수만큼 시그널링될 수 있다. `tile_id`가 존재하지 않는 경우에(시그널링되지 않는 경우에), `tile_id`의 값은 루프 변수 `tileIdx`에 의해 제공된 타일 인벤토리 내의 타일의 인덱스로 유추될 수 있다. `tile_id`의 모든 값이 타일 인벤토리 내에서 고유해야 하는 것은 비트스트림 적합성의 요구 사항일 수 있다. `tile_bounding_box_offset_xyz[tileId][k]` 및 `tile_bounding_box_size_xyz[tileId][k]`와 `tile_bounding_box_offset_xyz[tileId][k]`는 `tileId`와 동일한 `gsh_tile_id`에 의해 식별되는 슬라이스를 포함하는 바운딩 박스를 지시할 수 있다. `tile_bounding_box_offset_xyz[tileId][k]`는 `TileOrigin[k]`에 대한 타일 바운딩 박스의 (x, y, z) 원점(origin) 좌표의 k번째 컴포넌트일 수 있다. `tile_bounding_box_size_xyz[tileId][k]`는 타일 바운딩 박스의 너비, 높이 및 깊이의 k번째 컴포넌트일 수 있다.

[0277] 변수 `k`가 0부터 2가 될 때까지 1씩 증가하면서 `tile_origin_xyz[k]`가 시그널링될 수 있다. `tile_origin_xyz[k]`는 직교(cartesian) 좌표 내 타일 원점의 k번째 컴포넌트를 나타낼 수 있다. `tile_origin_xyz[k]`의 값은 `sps_bounding_box_offset[k]`와 같도록 강제될 수 있다. `tile_origin_log2_scale`은 `tile_origin_xyz`의 구성 요소를 스케일링하기 위한 스케일링 팩터를 나타낼 수 있다. `tile_origin_log2_scale`의 값은 `sps_bounding_box_offset_log2_scale`와 같도록 강제될 수 있다. `k = 0, ..., 2`에 대해, 요소 `TileOrigin[k]`를 가지는 어레이(array) `TileOrigin`은 '`TileOrigin[k] = tile_origin_xyz[k] << tile_origin_log2_scale`'와 같이 유도될 수 있다.

[0278] 지오메트리 슬라이스 신택스 구조

[0279] 도 27 및 도 28은 지오메트리 슬라이스의 신택스 구조에 대한 일 예를 나타낸다. 도 27 및 도 28에 표현된 신택스 요소들(또는, 필드들)은 지오메트리 슬라이스에 포함된 신택스 요소들이거나 지오메트리 슬라이스를 통해 시그널링되는 신택스 요소들일 수 있다.

[0280] 전송 장치로부터 수신 장치로 전송되는 비트스트림은 하나 이상의 슬라이스들을 포함할 수 있다. 각 슬라이스는 지오메트리 슬라이스 및 어트리뷰트 슬라이스를 포함할 수 있다. 여기서, 지오메트리 슬라이스는 지오메트리 슬라이스 비트스트림일 수 있으며, 어트리뷰트 슬라이스는 어트리뷰트 슬라이스 비트스트림일 수 있다. 지오메트리 슬라이스는 지오메트리 슬라이스 헤더(geometry slice header, GSH)를 포함할 수 있으며, 어트리뷰트 슬라이스는 어트리뷰트 슬라이스 헤더(attribute slice header, ASH)를 포함할 수 있다.

[0281] 도 27a에 예시된 바와 같이, 지오메트리 슬라이스 비트스트림(`geometry_slice_bitstream()`)은 지오메트리 슬라이스 헤더(`geometry_slice_header()`)와 지오메트리 슬라이스 데이터 `geometry_slice_data()`를 포함할 수 있다. 지오메트리 슬라이스 데이터는 포인트 클라우드의 일부 또는 전체와 관련된 지오메트리 또는 지오메트리 관련 데이터를 포함할 수 있다. 도 27b에 예시된 바와 같이, 지오메트리 슬라이스 헤더를 통해 시그널링되는 신택스 요소들은 다음과 같을 수 있다.

[0282] `gsh_geometry_parameter_set_id`는 액티브 GPS의 `gps_geom_parameter_set_id`의 값을 나타낼 수 있다. `gsh_tile_id`는 해당 지오메트리 슬라이스 헤더(GSH)에 의해 참조되는 해당 타일의 식별자를 나타낼 수 있다. `gsh_slice_id`는 다른 신택스 요소들에 의한 참조를 위한 해당 슬라이스의 식별자를 나타낼 수 있다. `frame_idx`는 개념적(notional) 프레임 넘버 카운터(frame number counter)의 `log2_max_frame_idx + 1` 최하위 비트(least significant bits)를 나타낼 수 있다. `frame_idx`의 값이 다른 연속하는 슬라이스들은 서로 다른 출력 포인트 클라우드 프레임의 일부를 형성할 수 있다. 중간 프레임 경계 마커 데이터 단위를 가지지 않으면서 `frame_idx` 값이 동일한 연속하는 슬라이스들은 서로 같은 출력 포인트 클라우드 프레임의 일부를 형성할 수 있다. `gsh_num_points`는 해당 슬라이스 내 코딩된 포인트들의 최대 개수를 나타낼 수 있다. `gsh_num_points`의 값은 슬라이스 내 디코딩된 포인트들의 개수보다 크거나 같아야 하는 것이 비트스트림 적합성의 요구 사항일 수 있다.

- [0283] gps\_box\_present\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에 gsh\_box\_log2\_scale, gsh\_box\_origin\_x, gsh\_box\_origin\_y, 및 gsh\_box\_origin\_z가 시그널링될 수 있다. 실시예들에 따라, gsh\_box\_log2\_scale는 gps\_box\_present\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면서 gps\_gsh\_box\_log2\_scale\_present\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에 시그널링될 수도 있다. gsh\_box\_log2\_scale는 해당 슬라이스를 위한 바운딩 박스 오리지인의 스케일링 팩터를 나타낼 수 있다. gsh\_box\_origin\_x는 gsh\_box\_log2\_scale의 값에 의해 스케일링된 바운딩 박스 오리지인의 x 값을 나타낼 수 있으며, gsh\_box\_origin\_y는 gsh\_box\_log2\_scale의 값에 의해 스케일링된 바운딩 박스 오리지인의 y 값을 나타낼 수 있고, gsh\_box\_origin\_z는 gsh\_box\_log2\_scale의 값에 의해 스케일링된 바운딩 박스 오리지인의 z 값을 나타낼 수 있다. 변수 slice\_origin\_x, slice\_origin\_y, 및/또는 slice\_origin\_z는 다음과 같이 유도될 수 있다.
- [0284] 만일, gps\_gsh\_box\_log2\_scale\_present\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면, originScale은 gsh\_box\_log2\_scale가 같게 설정된다. 그렇지 않고, gps\_gsh\_box\_log2\_scale\_present\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면, originScale은 gps\_gsh\_box\_log2\_scale가 같게 설정된다. 만약, gps\_box\_present\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면, 변수 slice\_origin\_x, slice\_origin\_y, 및 slice\_origin\_z의 값은 0으로 추론될 수 있다. 그렇지 않고, gps\_box\_present\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면, 변수 slice\_origin\_x, slice\_origin\_y, 및 slice\_origin\_z에 대해 아래의 식들이 적용될 수 있다.
- [0285]  $slice\_origin\_x = gsh\_box\_origin\_x \ll originScale$
- [0286]  $slice\_origin\_y = gsh\_box\_origin\_y \ll originScale$
- [0287]  $slice\_origin\_z = gsh\_box\_origin\_z \ll originScale$
- [0288] gps\_implicit\_geom\_partition\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, gsh\_log2\_max\_nodsize\_x, gsh\_log2\_max\_nodsize\_y\_minus\_x, gsh\_log2\_max\_nodsize\_z\_minus\_y가 더 시그널링될 수 있다. 만약, gps\_implicit\_geom\_partition\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면, gsh\_log2\_max\_nodsize가 시그널링될 수 있다.
- [0289] gsh\_log2\_max\_nodsize\_x는 x 차원에서의 바운딩 박스 사이즈 즉, 디코딩 과정에서 사용되는 MaxNodeSizeXLog2를 아래와 같이 나타낼 수 있다.
- [0290]  $MaxNodeSizeXLog2 = gsh\_log2\_max\_nodsize\_x$
- [0291]  $MaxNodeSizeX = 1 \ll MaxNodeSizeXLog2$
- [0292] gsh\_log2\_max\_nodsize\_y\_minus\_x는 y 차원에서의 바운딩 박스 사이즈 즉, 디코딩 과정에서 사용되는 MaxNodeSizeYLog2를 아래와 같이 나타낼 수 있다.
- [0293]  $MaxNodeSizeYLog2 = gsh\_log2\_max\_nodsize\_y\_minus\_x + MaxNodeSizeXLog2$ .
- [0294]  $MaxNodeSizeY = 1 \ll MaxNodeSizeYLog2$ .
- [0295] gsh\_log2\_max\_nodsize\_z\_minus\_y는 z 차원에서의 바운딩 박스 사이즈 즉, 디코딩 과정에서 사용되는 MaxNodeSizeZLog2를 아래와 같이 나타낼 수 있다.
- [0296]  $MaxNodeSizeZLog2 = gsh\_log2\_max\_nodsize\_z\_minus\_y + MaxNodeSizeYLog2$
- [0297]  $MaxNodeSizeZ = 1 \ll MaxNodeSizeZLog2$
- [0298] gsh\_log2\_max\_nodsize는 gps\_implicit\_geom\_partition\_flag의 값이 제1값(e.g. 1)인 경우에 루트 지오메트리 옥트리 노드의 사이즈를 나타낼 수 있다. 변수 MaxNodeSize와 변수 MaxGeometryOctreeDepth는 다음과 같이 유도될 수 있다.
- [0299]  $MaxNodeSize = 1 \ll gsh\_log2\_max\_nodsize$
- [0300]  $MaxGeometryOctreeDepth = gsh\_log2\_max\_nodsize \log2\_trisoup\_node\_size$
- [0301] geom\_scaling\_enabled\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, geom\_slice\_qp\_offset과 geom\_octree\_qp\_offsets\_enabled\_flag이 시그널링될 수 있다. geom\_slice\_qp\_offset은 베이스 지오메트리 양자화 파라미터(geom\_base\_qp)에 대한 오프셋을 나타낼 수 있다. geom\_octree\_qp\_offsets\_enabled\_flag는 geom\_node\_qp\_offset\_eq0\_flag가 해당 지오메트리 노드 선택스에 존재하는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를

들어, `geom_octree_qp_offsets_enabled_flag`의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 `geom_node_qp_offset_eq0_flag`가 해당 지오메트리 노드 선택스에 존재함을 나타낼 수 있으며, `geom_octree_qp_offsets_enabled_flag`의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 `geom_node_qp_offset_eq0_flag`가 해당 지오메트리 노드 선택스에 존재하지 않음을 나타낼 수 있다. `geom_octree_qp_offsets_enabled_flag`의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, `geom_octree_qp_offsets_depth`가 시그널링될 수 있다. `geom_octree_qp_offsets_depth`는 `geom_node_qp_offset_eq0_flag`가 지오메트리 노드 선택스에 존재하는 경우에 지오메트리 옥트리의 뎀스를 나타낼 수 있다.

[0302] 도 28에 예시된 바와 같이, 지오메트리 슬라이스 데이터를 통해 시그널링되는 선택스 요소들은 다음과 같을 수 있다. 지오메트리 슬라이스 데이터는 `MaxGeometryOctreeDepth`의 값만큼 반복되는 반복문(제1반복문)을 포함할 수 있다. `MaxGeometryOctreeDepth`는 지오메트리 옥트리 깊이의 최대 값을 나타낼 수 있다. 제1반복문에서, `depth`는 0으로부터 (`MaxGeometryOctreeDepth-1`)이 될 때까지 1씩 증가할 수 있다. 제1반복문은 `NumNodesAtDepth`의 값만큼 반복되는 반복문(제2반복문)을 포함할 수 있다. `NumNodesAtDepth[depth]`는 해당 깊이에서 디코딩될 노드들의 개수를 나타낼 수 있다. 제2반복문에서, `nodeIdx`는 0으로부터 (`NumNodesAtDepth-1`)이 될 때까지 1씩 증가할 수 있다. 제1반복문과 제2반복문을 통해, `xN=NodeX[depth][nodeIdx]`, `yN=NodeY[depth][nodeIdx]`, `zN=NodeZ[depth][nodeIdx]`, `geometry_node(depth, nodeIdx, xN, yN, zN)`가 시그널링될 수 있다. 변수 `NodeX[depth][nodeIdx]`, `NodeY[depth][nodeIdx]`, `NodeZ[depth][nodeIdx]`는 주어진 깊이에서 디코딩 순서로 `Idx-th` 노드의 `x`, `y`, `z` 좌표(coordinates)를 나타낼 수 있다. `geometry_node(depth, nodeIdx, xN, yN, zN)`를 통해 해당 깊이의 해당 노드의 지오메트리 비트스트림이 전송될 수 있다.

[0303] `log2_trisoup_node_size`의 값이 0보다 큰 경우에, `geometry_trisoup_data()`가 더 시그널링될 수 있다. 즉, 트라이앵글 노드들의 사이즈가 0보다 크면, `geometry_trisoup_data()`를 통해 트라이슈프 지오메트리 인코딩된 지오메트리 비트스트림이 시그널링될 수 있다.

[0304] 어트리뷰트 슬라이스 선택스 구조

[0305] 도 29 및 도 30은 어트리뷰트 슬라이스의 선택스 구조에 대한 일 예를 나타낸다. 도 29 및 도 30에 표현된 선택스 요소들(또는, 필드들)은 어트리뷰트 슬라이스에 포함된 선택스 요소들이거나 어트리뷰트 슬라이스를 통해 시그널링되는 선택스 요소들일 수 있다.

[0306] 도 29a에 예시된 바와 같이, 어트리뷰트 슬라이스 비트스트림(`attribute_slice_bitstream()`)은 어트리뷰트 슬라이스 헤더(`attribute_slice_header()`)와 어트리뷰트 슬라이스 데이터 `attribute_slice_data()`를 포함할 수 있다. 어트리뷰트 슬라이스 데이터 `attribute_slice_data()`는 포인트 클라우드의 일부 또는 전체와 관련된 어트리뷰트 또는 어트리뷰트 관련 데이터를 포함할 수 있다. 도 29b에 예시된 바와 같이, 어트리뷰트 슬라이스 헤더를 통해 시그널링되는 선택스 요소들은 다음과 같을 수 있다.

[0307] `ash_attr_parameter_set_id`는 액티브 APS의 `aps_attr_parameter_set_id`의 값을 나타낼 수 있다. `ash_attr_sps_attr_idx`는 액티브 SPS 내의 어트리뷰트 세트를 나타낼 수 있다. `ash_attr_geom_slice_id`는 액티브 지오메트리 슬라이스 헤더의 `gsh_slice_id`의 값을 나타낼 수 있다. `aps_slice_qp_delta_present_flag`는 `ash_attr_layer_qp_delta_luma`와 `ash_attr_layer_qp_delta_chroma` 선택스 요소들이 현재 ASH에 존재하는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, `aps_slice_qp_delta_present_flag`의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에 이는 `ash_attr_layer_qp_delta_luma`와 `ash_attr_layer_qp_delta_chroma`이 현재 ASH에 존재함을 나타낼 수 있으며, `aps_slice_qp_delta_present_flag`의 값이 제2값(e.g., 0)과 같은 경우에 이는 `ash_attr_layer_qp_delta_luma`와 `ash_attr_layer_qp_delta_chroma`이 현재 ASH에 존재하지 않음을 나타낼 수 있다. `aps_slice_qp_delta_present_flag`의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, `ash_attr_qp_delta_luma`가 시그널링될 수 있다. `ash_attr_qp_delta_luma`는 액티브 어트리뷰트 파라미터 세트 내 초기 슬라이스 qp로부터의 루마 델타 양자화 파라미터(qp)를 나타낼 수 있다. `attribute_dimension_minus1[ash_attr_sps_attr_idx]`의 값이 0보다 큰 경우에, `ash_attr_qp_delta_chroma`이 시그널링될 수 있다. `ash_attr_qp_delta_chroma`는 액티브 어트리뷰트 파라미터 세트 내 초기 슬라이스 qp로부터의 크로마 델타 양자화 파라미터(qp)를 나타낼 수 있다. 변수 `InitialSliceQpY`와 변수 `InitialSliceQpC`는 아래와 같이 도출될 수 있다.

[0308]  $InitialSliceQpY = aps\_attr\_initial\_qp + ash\_attr\_qp\_delta\_luma$

[0309]  $InitialSliceQpC = aps\_attr\_initial\_qp + aps\_attr\_chroma\_qp\_offset + ash\_attr\_qp\_delta\_chroma$

[0310] `ash_attr_layer_qp_delta_present_flag`의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, `ash_attr_num_layer_qp_minus1`

가 시그널링될 수 있다. ash\_attr\_num\_layer\_qp\_minus1의 값에 1을 더한 값은 ash\_attr\_qp\_delta\_luma와 ash\_attr\_qp\_delta\_chroma가 시그널링되는 레이어의 개수를 나타낼 수 있다. ash\_attr\_num\_layer\_qp가 시그널링되지 않으면, ash\_attr\_num\_layer\_qp의 값은 0으로 추론될 수 있다. 레이어의 개수를 명시하는 변수 NumLayerQp는 다음과 같이 ash\_attr\_num\_layer\_qp\_minus1의 값에 1을 더하여 유도될 수 있다. (NumLayerQp = ash\_attr\_num\_layer\_qp\_minus1 + 1).

[0311] ash\_attr\_layer\_qp\_delta\_present\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, ash\_attr\_layer\_qp\_delta\_luma[i]가 NumLayerQp의 값만큼 반복적으로 시그널링될 수 있다. i는 0으로부터 (NumLayerQp-1)이 될 때까지 1씩 증가할 수 있다. 또한, i가 1씩 증가하는 반복 과정에서, attribute\_dimension\_minus1[ash\_attr\_sps\_attr\_idx]의 값이 0보다 큰 경우에, ash\_attr\_layer\_qp\_delta\_chroma[i]이 더 시그널링될 수 있다. ash\_attr\_layer\_qp\_delta\_luma는 각 레이어 내 InitialSliceQpY로부터의 루마 델타 양자화 파라미터(qp)를 나타낼 수 있다. ash\_attr\_layer\_qp\_delta\_chroma는 각 레이어 내 InitialSliceQpC로부터의 chroma delta 양자화 파라미터(qp)를 나타낼 수 있다. 변수 SliceQpY[i]와 변수 SliceQpC[i]는 아래와 같이 도출될 수 있다.

[0312]  $SliceQpY[i] = InitialSliceQpY + ash\_attr\_layer\_qp\_delta\_luma[i]$

[0313]  $SliceQpC[i] = InitialSliceQpC + ash\_attr\_layer\_qp\_delta\_chroma[i]$

[0314] ash\_attr\_region\_qp\_delta\_present\_flag가 더 시그널링될 수 있다. ash\_attr\_region\_qp\_delta\_present\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같으면 이는 ash\_attr\_region\_qp\_delta, 영역(region) 바운딩 박스 오리진, 및 사이즈가 현재 어트리뷰트 슬라이스 헤더에 존재함을 지시할 수 있다. 만일, ash\_attr\_region\_qp\_delta\_present\_flag의 값이 제2값(e.g., 0)과 같으면 이는 ash\_attr\_region\_qp\_delta, 영역 바운딩 박스 오리진, 및 사이즈가 현재 어트리뷰트 슬라이스 헤더에 존재하지 않음을 지시할 수 있다. ash\_attr\_layer\_qp\_delta\_present\_flag의 값이 제1값(e.g., 1)과 같은 경우에, ash\_attr\_qp\_region\_box\_origin\_x, ash\_attr\_qp\_region\_box\_origin\_y, ash\_attr\_qp\_region\_box\_origin\_z, ash\_attr\_qp\_region\_box\_width, ash\_attr\_qp\_region\_box\_height, ash\_attr\_qp\_region\_box\_depth, 및 ash\_attr\_region\_qp\_delta가 더 시그널링될 수 있다. ash\_attr\_qp\_region\_box\_origin\_x는 slice\_origin\_x와 관련된 영역 바운딩 박스의 x 오프셋을 지시할 수 있으며, ash\_attr\_qp\_region\_box\_origin\_y는 slice\_origin\_y와 관련된 영역 바운딩 박스의 y 오프셋을 지시할 수 있고, ash\_attr\_qp\_region\_box\_origin\_z는 slice\_origin\_z와 관련된 영역 바운딩 박스의 z 오프셋을 지시할 수 있다. ash\_attr\_qp\_region\_box\_size\_width는 영역 바운딩 박스의 너비(width)를 지시할 수 있으며, ash\_attr\_qp\_region\_box\_size\_height는 영역 바운딩 박스의 높이(height)를 지시할 수 있고, ash\_attr\_qp\_region\_box\_size\_depth는 영역 바운딩 박스의 깊이(depth)를 지시할 수 있다. ash\_attr\_region\_qp\_delta는 ash\_attr\_qp\_region\_box에 의해 지정된 영역의 SliceQpY[i] 및 SliceQpC[i]로부터의 델타 qp를 나타낼 수 있다. 영역 박스 델타 양자화 파라미터를 명시하는 변수 RegionboxDeltaQp는 ash\_attr\_region\_qp\_delta의 값과 같도록 설정될 수 있다.

[0315] 도 30에 예시된 바와 같이, 어트리뷰트 슬라이스 데이터를 통해 시그널링되는 신택스 요소들은 다음과 같을 수 있다. Zerorun은 predIndex 또는 residual 앞의(우선하는) 0의 개수를 지시할 수 있다. predIndex[i]는 어트리뷰트의 i번째 포인트 값을 디코딩하기 위한 예측기 인덱스(predictor index)를 나타낼 수 있다. predIndex[i]의 값은 0부터 max\_num\_predictors의 값까지의 범위를 가질 수 있다.

[0316] 메타 데이터 슬라이스 신택스 구조

[0317] 도 31은 메타 데이터 슬라이스의 신택스 구조에 대한 일 예를 나타낸다. 도 31에 표현된 신택스 요소들(또는, 필드들)은 어트리뷰트 슬라이스에 포함된 신택스 요소들이거나 어트리뷰트 슬라이스를 통해 시그널링되는 신택스 요소들일 수 있다.

[0318] 도 31의 (a)에 예시된 바와 같이, 메타 데이터 슬라이스 비트스트림(metadata\_slice\_bitstream())은 메타 데이터 슬라이스 헤더(metadata\_slice\_header())와 메타 데이터 슬라이스 데이터 metadata\_slice\_data()를 포함할 수 있다. 도 31의 (b)는 메타 데이터 슬라이스 헤더에 대한 일 예를 나타내며, 도 31의 (c)는 메타 데이터 슬라이스 데이터에 대한 일 예를 나타낸다.

[0319] 도 31의 (b)에 예시된 바와 같이, 메타 데이터 슬라이스 헤더를 통해 시그널링되는 신택스 요소들은 다음과 같을 수 있다. msh\_slice\_id는 해당 메타 데이터 슬라이스 비트스트림을 식별하기 위한 식별자를 나타낼 수 있다. msh\_geom\_slice\_id는 해당 메타 데이터 슬라이스로 캐리되는 메타 데이터와 관련된 지오메트리 슬라이스를 식별

하기 위한 식별자를 나타낼 수 있다. `msh_attr_id`는 해당 메타 데이터 슬라이스로 캐리되는 메타 데이터와 관련된 어트리뷰트를 식별하기 위한 식별자를 나타낼 수 있다. `msh_attr_slice_id`는 해당 메타 데이터 슬라이스로 캐리되는 메타 데이터와 관련된 어트리뷰트 슬라이스를 식별하기 위한 식별자를 나타낼 수 있다. 도 31의 (c)에 예시된 바와 같이, 메타 데이터 비트스트림(`metadata_bitstream()`)이 메타 데이터 슬라이스 데이터를 통해 시그널링될 수 있다.

[0320] TLV 구조

[0321] 앞서 설명된 바와 같이, G-PCC 비트스트림은 TLV 구조들의 시퀀스로 이루어지는 포인트 클라우드 데이터의 비트스트림을 의미할 수 있다. TLV 구조는 “TLV 인캡슐레이션 구조”, “G-PCC TLV 인캡슐레이션 구조”, 또는 “G-PCC TLV 구조”라 지칭될 수 있다.

[0322] TLV 인캡슐레이션 구조에 대한 일 예가 도 32에 나타나 있으며, TLV 인캡슐레이션의 선택스 구조에 대한 일 예가 도 33a에 나타나 있고, TLV 인캡슐레이션 구조의 페이로드 타입에 대한 일 예가 도 33b에 나타나 있다. 도 32에 예시된 바와 같이, 각 TLV 인캡슐레이션 구조는 TLV 타입(TLV TYPE), TLV 길이(TLV LENGTH), 및/또는 TLV 페이로드(TLV PAYLOAD)로 구성될 수 있다. TLV 타입은 TLV 페이로드의 타입 정보일 수 있고, TLV 길이는 TLV 페이로드의 길이 정보일 수 있으며, TLV 페이로드는 페이로드(또는, 페이로드 바이트들)일 수 있다. 도 33a에 예시된 TLV 인캡슐레이션 선택스 구조(`tlv_encapsulation()`)를 보면, `tlv_type`은 TLV 페이로드의 타입 정보를 나타낼 수 있으며, `tlv_num_payload_bytes`는 TLV 페이로드의 길이 정보를 나타낼 수 있다. 또한, `tlv_payload_byte[i]`는 TLV 페이로드를 나타낼 수 있다. `tlv_payload_byte[i]`는 `tlv_num_payload_bytes`의 값만큼 시그널링될 수 있으며, `i`은 0으로부터 (`tlv_num_payload_bytes - 1`)이 될 때까지 1씩 증가할 수 있다.

[0323] TLV 페이로드들은 SPS, GPS, 하나 이상의 APS들, 타일 인벤토리, 지오메트리 슬라이스, 하나 이상의 어트리뷰트 슬라이스들, 그리고 하나 이상의 메타 데이터 슬라이스들을 포함할 수 있다. 실시예들에 따라, 각 TLV 인캡슐레이션 구조의 TLV 페이로드는 TLV 페이로드의 타입 정보에 따라 SPS, GPS, 하나 이상의 APS들, 타일 인벤토리, 지오메트리 슬라이스, 하나 이상의 어트리뷰트 슬라이스들, 그리고 하나 이상의 메타데이터 슬라이스들 중 하나를 포함할 수도 있다. TLV 페이로드의 타입 정보를 통해 TLV 페이로드에 포함되는 데이터가 구분될 수 있다. 예를 들어, 도 33b에 예시된 바와 같이, `tlv_type`의 값이 0이면 TLV 페이로드에 포함되는 데이터가 SPS임을 지시하고, `tlv_type`의 값이 1이면 TLV 페이로드에 포함되는 데이터가 GPS임을 지시할 수 있다. `tlv_type`의 값이 2이면 TLV 페이로드에 포함되는 데이터가 지오메트리 슬라이스임을 지시하고, `tlv_type`의 값이 3이면 TLV 페이로드에 포함되는 데이터가 APS임을 지시할 수 있다. `tlv_type`의 값이 4이면 TLV 페이로드에 포함되는 데이터가 어트리뷰트 슬라이스임을 지시하고, `tlv_type`의 값이 5이면 TLV 페이로드에 포함되는 데이터가 타일 인벤토리(또는 타일 파라미터 세트)임을 지시할 수 있다. `tlv_type`의 값이 6이면 TLV 페이로드에 포함되는 데이터가 frame boundary marker임을 지시하고, `tlv_type`의 값이 7이면 TLV 페이로드에 포함되는 데이터가 메타 데이터 슬라이스임을 지시할 수 있다. TLV 인캡슐레이션 구조의 페이로드는 HEVC(High Efficiency Video Coding) NAL (Network Abstraction Layer) 유닛의 포맷을 따를 수 있다.

[0324] TLV 페이로드 내 SPS에 포함되는 정보는 도 21의 SPS에 포함된 정보의 일부 또는 전부를 포함할 수 있다. TLV 페이로드 내 타일 인벤토리에 포함되는 정보는 도 26의 타일 인벤토리에 포함된 정보의 일부 또는 전부를 포함할 수 있다. TLV 페이로드 내 GPS에 포함되는 정보는 도 23의 GPS에 포함된 정보의 일부 또는 전부를 포함할 수 있다. TLV 페이로드 내 APS에 포함되는 정보는 도 24의 APS에 포함된 정보의 일부 또는 전부를 포함할 수 있다. TLV 페이로드 내 지오메트리 슬라이스에 포함되는 정보는 도 27 및 도 28의 지오메트리 슬라이스에 포함된 정보의 일부 또는 전부를 포함할 수 있다. TLV 페이로드 내 어트리뷰트 슬라이스에 포함되는 정보는 도 29 및 도 30의 어트리뷰트 슬라이스에 포함되는 정보의 전부 또는 일부를 포함할 수 있다. TLV 페이로드 내 메타 데이터 슬라이스에 포함되는 정보는 도 31의 메타 데이터 슬라이스에 포함된 정보의 전부 또는 일부를 포함할 수 있다.

[0325] 인캡슐레이션/디캡슐레이션

[0326] 이러한 TLV 인캡슐레이션 구조는 본 명세서에서 언급된 전송부, 전송 처리부, 인캡슐레이션부에서 생성될 수 있다. TLV 인캡슐레이션 구조들로 구성된 G-PCC 비트스트림은 그대로 수신 장치로 전송되거나, 인캡슐레이션되어 수신 장치로 전송될 수도 있다. 예를 들어, 인캡슐레이션 처리부(1525)는 TLV 인캡슐레이션 구조들로 이루어진 G-PCC 비트스트림을 파일/세그먼트 형태로 인캡슐레이션하여 전송할 수 있다. 디캡슐레이션 처리부(1710)는 인캡슐레이션된 파일/세그먼트를 디캡슐레이션하여 G-PCC 비트스트림을 획득할 수 있다.

[0327] 실시예들에 따라, G-PCC 비트스트림은 ISOBMFF 기반의 파일 포맷으로 인캡슐레이션될 수 있다. 이 경우, G-PCC

비트스트림은 ISOBMFF 파일 내 싱글 트랙(track) 또는 멀티플 트랙들에 저장될 수 있다. 여기서, 파일 내 싱글 트랙 또는 멀티플 트랙들은 “트랙” 또는 “G-PCC 트랙”이라 지칭될 수 있다. ISOBMFF 기반의 파일은 컨테이너, 컨테이너 파일, 미디어 파일, G-PCC 파일 등으로 지칭될 수 있다. 구체적으로, 파일은 ftyp, moov, mdat이라고 지칭할 수 있는 박스 및/또는 정보 등으로 구성될 수 있다.

[0328] ftyp 박스(file type box, 파일 타입 박스)는 해당 파일에 대한 파일 타입 또는 파일 호환성 관련 정보를 제공할 수 있다. 수신 장치는 ftyp 박스를 참조하여 해당 파일을 구분할 수 있다. mdat 박스는 미디어 데이터 박스(media data box)라고도 하며, 실제 미디어 데이터를 포함할 수 있다. 실시예들에 따라, 지오메트리 슬라이스(또는, 코딩된 지오메트리 비트스트림), 제로 이상의 어트리뷰트 슬라이스들(또는, 코딩된 어트리뷰트 비트스트림)은 파일 내 mdat 박스의 샘플에 포함될 수 있다. 여기서, 샘플은 G-PCC 샘플로 지칭될 수 있다. moov 박스는 movie 박스라고도 하며, 해당 파일의 미디어 데이터에 대한 메타 데이터를 포함할 수 있다. 예를 들어, moov 박스는 해당 미디어 데이터의 디코딩 및 재생에 필요한 정보를 포함할 수 있고, 해당 파일의 트랙 및 샘플에 관한 정보를 포함할 수 있다. moov 박스는 모든 메타 데이터를 위한 컨테이너 역할을 할 수 있다. moov 박스는 메타 데이터 관련 박스들 중 최상위 레이어의 박스일 수 있다.

[0329] 실시예들에 따라, moov 박스는 파일의 트랙에 관련된 정보를 제공하는 트랙(trak) 박스를 포함할 수 있으며, trak 박스는 해당 트랙의 미디어 정보를 제공하는 미디어(media) 박스(MediaBox), 및 해당 트랙과 해당 트랙에 대응하는 파일의 샘플을 연결(reference)하기 위한 트랙 레퍼런스 컨테이너(tref) 박스를 포함할 수 있다. 미디어 박스(MediaBox)는 해당 미디어 데이터의 정보를 제공하는 미디어 정보 컨테이너(minf) 박스와 스트림의 타입을 지시하는 핸들러(hdlr) 박스(HandlerBox)를 포함할 수 있다. minf 박스는 mdat 박스의 샘플에 관련된 메타 데이터를 제공하는 샘플 테이블(stbl) 박스를 포함할 수 있다. stbl 박스는 사용된 코딩 타입(coding type)에 대한 정보와 해당 코딩 타입을 위해 필요한 초기 정보(initialization information)를 제공하는 샘플 디스크립션(stsd) 박스를 포함할 수 있다. 실시예들에 따라, 샘플 디스크립션(stsd) 박스는 트랙을 위한 샘플 엔트리(sample entry)를 포함할 수 있다. 실시예들에 따라, SPS, GPS, APS, 타임 인벤토리와 같은 시그널링 정보(또는, 메타 데이터)는 파일 내 moov 박스의 샘플 엔트리 또는 mdat 박스의 샘플에 포함될 수 있다.

[0330] G-PCC 트랙은 지오메트리 슬라이스(또는, 코딩된 지오메트리 비트스트림) 또는 어트리뷰트 슬라이스(또는, 코딩된 어트리뷰트 비트스트림), 또는 지오메트리 슬라이스와 어트리뷰트 슬라이스 둘 다를 캐리하는 볼륨메트릭 비주얼 트랙(volumetric visual track)으로 정의될 수 있다. 실시예들에 따라, 볼륨메트릭 비주얼 트랙은 미디어 박스(MediaBox)의 핸들러 박스(HandlerBox) 내 볼륨메트릭 비주얼 미디어 핸들러 타입(volumetric visual media handler type) 'volv' 및/또는 미디어 박스(MediaBox)의 minf 박스 내 볼륨메트릭 비주얼 미디어 헤더(volumetric visual media header, vvhd)에 의해 식별될 수 있다. minf 박스는 미디어 정보 컨테이너 또는 미디어 정보 박스라 지칭될 수 있다. minf 박스는 미디어 박스(MediaBox)에 포함되고, 미디어 박스(MediaBox)는 트랙 박스에 포함되며, 트랙 박스는 파일의 moov 박스에 포함될 수 있다. 싱글 볼륨메트릭 비주얼 트랙 또는 멀티플 볼륨메트릭 비주얼 트랙들은 파일에 존재할 수 있다.

[0331] 볼륨메트릭 비주얼 미디어 헤더 박스(VolumetricVisualMediaHeaderBox)

[0332] 볼륨메트릭 비주얼 트랙들은 미디어 정보 박스(MediaInformationBox) 내의 볼륨메트릭 비주얼 미디어 헤더(vvhd) 박스를 사용할 수 있다. 볼륨메트릭 비주얼 미디어 헤더 박스는 다음과 같이 정의될 수 있다.

[0333] Box Type: 'vvhd'

[0334] Container: MediaInformationBox

[0335] Mandatory: Yes

[0336] Quantity: Exactly one

[0337] 볼륨메트릭 비주얼 미디어 헤더 박스의 신택스는 아래와 같을 수 있다.

[0338] aligned(8) class VolumetricVisualMediaHeaderBox

[0339] extends FullBox('vvhd', version = 0, 1) {

[0340] }

[0341] 위 신택스에서, 버전(version)은 볼륨메트릭 비주얼 미디어 헤더 박스의 버전을 나타내는 정수 값일 수 있다.

- [0342] 볼륨메트릭 비주얼 샘플 엔트리(VolumetricVisualSampleEntry)
- [0343] 실시예들에 따라, 볼륨메트릭 비주얼 트랙들은 시그널링 정보의 전송을 위해 아래와 같이 볼륨메트릭 비주얼 샘플 엔트리를 사용할 수 있다.
- [0344] class VolumetricVisualSampleEntry(codingname) extends SampleEntry (codingname) {
- [0345] unsigned int(8)[32] compressorname;
- [0346] // other boxes from derived specifications
- [0347] }
- [0348] 위의 선택스에서, compressorname은 informative 목적들(purposes)을 위한 compressor의 이름을 나타낼 수 있다. 실시예들에 따르면, 볼륨메트릭 비주얼 샘플 엔트리(VolumetricVisualSampleEntry)가 상속받는 샘플 엔트리(즉, VolumetricVisualSampleEntry의 상위 클래스)는 GPCC 디코더 컨피규레이션 박스 (GPCCConfigurationBox)를 포함할 수 있다.
- [0349] G-PCC 디코더 컨피규레이션 박스(GPCCConfigurationBox)
- [0350] 실시예들에 따라, G-PCC 디코더 컨피규레이션 박스는 아래와 같이 GPCCDecoderConfigurationRecord()를 포함할 수 있다.
- [0351] class GPCCConfigurationBox extends Box('gpcC') {
- [0352] GPCCDecoderConfigurationRecord() GPCCConfig;
- [0353] }
- [0354] 실시예들에 따라, GPCCDecoderConfigurationRecord()는 지오메트리 기반 포인트 클라우드 콘텐츠를 위한 G-PCC 디코더 configuration 정보를 제공할 수 있다. GPCCDecoderConfigurationRecord()의 선택스는 아래와 같이 정의될 수 있다.
- [0355] aligned(8) class GPCCDecoderConfigurationRecord {
- [0356] unsigned int(8) configurationVersion = 1;
- [0357] unsigned int(8) profile\_idc;
- [0358] unsigned int(24) profile\_compatibility\_flags
- [0359] unsigned int(8) level\_idc;
- [0360] unsigned int(8) numOfSetupUnitArrays;
- [0361] for (i=0; i< numOfSetupUnitArrays; i++) {
- [0362] unsigned int(7) SetupUnitType;
- [0363] bit(1) SetupUnit completeness;
- [0364] unsigned int(8) numOfSepupUnit;
- [0365] for (i=0; numOfSepupUnit; i++) {
- [0366] tlv\_encapsulation setupUnit;
- [0367] }
- [0368] }
- [0369] // additional fields
- [0370] }
- [0371] configurationVersion는 버전 필드일 수 있다. 해당 레코드에 대한 호환되지 않는 변경 사항은 버전 넘버의 변경에 의해 지시될 수 있다. profile\_idc, profile\_compatibility\_flags, level\_idc에 대한 값들은 해당 레코드

에 의해 설명되는 비트스트림이 디코딩될 때 활성화되는 모든 파라미터 세트들에 대해 유효할 수 있다. profile\_idc는 해당 컨피규레이션 레코드와 관련된 비트스트림이 따르는 프로파일을 지시할 수 있다. profile\_idc는 G-PCC의 특정 프로파일을 지시하기 위해 프로파일 코드를 포함할 수 있다. profile\_compatibility\_flags의 값이 1이면 해당 비트스트림이 profile\_idc 필드에 의해 지시되는 프로파일을 따르는 것을 나타낼 수 있다. profile\_compatibility\_flags 내 각 비트는 모든 파라미터 세트들이 그 비트를 셋팅할때만 셋팅될 수 있다. level\_idc는 프로파일 레벨 코드를 포함할 수 있다. level\_idc는 모든 파라미터 세트들 내 가장 높은 티어에 대해 지시된 가장 높은 레벨과 같거나 더 높은 레벨의 캐퍼빌리티 레벨을 지시할 수 있다. numOfSetupUnitArrays는 setupUnitType에 의해 지시된 타입의 G-PCC setup 유닛들의 어레이들의 개수를 나타낼 수 있다. 즉, numOfSetupUnitArrays는 GPCCDecoderConfigurationRecord()에 포함된 G-PCC setup 유닛들의 어레이의 개수를 나타낼 수 있다. setupUnitType, setupUnit\_completeness, 및 numOfSetupUnits이 GPCCDecoderConfigurationRecord() 더 포함될 수 있다. setupUnitType, setupUnit\_completeness, 및 numOfSetupUnits는 numOfSetupUnitArrays의 값만큼 반복되는 반복문에 의해 포함되며, 이 반복문은 i가 0으로부터 (numOfSetupUnitArrays - 1)이 될 때까지 1씩 증가하면서 반복될 수 있다. setupUnitType은 G-PCC setupUnits의 타입을 지시할 수 있다. 즉, setupUnitType의 값은 SPS, GPS, APS, 또는 타일 인벤토리를 지시하는 값들 중 하나일 수 있다. setupUnit\_completeness의 값이 1이면, 주어진 타입의 모든 셋업 유닛들이 다음 어레이에 있고, 해당 스트림에는 아무것도 없음을 지시할 수 있다. 또한, setupUnit\_completeness 필드의 값이 0이면, 지시된 타입의 추가 셋업 유닛들이 해당 스트림에 있음을 지시할 수 있다. numOfSetupUnits는 setupUnitType에 의해 지시된 타입의 G-PCC 셋업 유닛들의 개수를 나타낼 수 있다. setupUnit(tlv\_encapsulatuon setupUnit)이 GPCCDecoderConfigurationRecord()에 더 포함될 수 있다. setupUnit은 numOfSetupUnits의 값만큼 반복되는 반복문에 의해 포함되며, 이 반복문은 i가 0으로부터 (numOfSetupUnits - 1)이 될 때까지 1씩 증가하면서 반복될 수 있다. setupUnit은 setupUnit은 setupUnitType에 의해 지시된 타입의 셋업 유닛, 예를 들어 SPS, GPS, APS, 또는 타일 인벤토리를 캐리하는 TLV 인캡슐레이션 구조의 인스턴스(instance)일 수 있다.

[0372] 볼륨메트릭 비주얼 트랙들은 실제 데이터의 전송을 위해 볼륨메트릭 비주얼 샘플(VolumetricVisualSample)을 사용할 수 있다. 볼륨메트릭 비주얼 샘플 엔트리는 샘플 엔트리 또는 G-PCC 샘플 엔트리로 지칭될 수 있고, 볼륨메트릭 비주얼 샘플은 샘플 또는 G-PCC 샘플로 지칭될 수 있다. 싱글 볼륨메트릭 비주얼 트랙은 싱글 트랙 또는 G-PCC 싱글 트랙으로 지칭될 수 있고, 멀티플 볼륨메트릭 비주얼 트랙들은 멀티플 트랙 또는 멀티플 G-PCC 트랙들로 지칭될 수 있다. 샘플들의 그룹핑, 트랙들의 그룹핑, G-PCC 비트스트림의 싱글 트랙 인캡슐레이션, 또는 G-PCC 비트스트림의 멀티플 트랙들 인캡슐레이션 등에 관련된 시그널링 정보, 또는 공간적 접근을 지원하기 위한 시그널링 정보가 박스 내지 풀 박스(FullBox) 형태로 샘플 엔트리에 추가될 수 있다. 시그널링 정보는 GPCC 엔트리 정보 박스(GPCCEntryInfoBox), GPCC 컴포넌트 타입 박스(GPCCComponentTypeBox), 큐빅 영역 정보 박스(CubicRegionInfoBox), 3D 바운딩 박스 정보 박스(3DBoundingBoxInfoBox), 또는 타일 인벤토리 박스(TileInventoryBox) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0373] GPCC 엔트리 정보 구조

[0374] G-PCC 엔트리 정보 박스(GPCCEntryInfoBox)의 선택스 구조는 아래와 같이 정의될 수 있다.

[0375] class GPCCEntryInfoBox extends Box('gpsb') {

[0376] GPCCEntryInfoStruct ();

[0377] }

[0378] 위 선택스 구조에서, 'gpsb'의 샘플 엔트리 타입을 가지는 GPCCEntryInfoBox는 GPCCEntryInfoStruct ()를 포함할 수 있다. GPCCEntryInfoStruct ()의 선택스는 아래와 같이 정의될 수 있다.

[0379] aligned(8) class GPCCEntryInfoStruct {

[0380] unsigned int (1) main\_entry\_flag;

[0381] unsigned int(1) dependent\_on;

[0382] if (dependent\_on) { //non-entry

[0383] unsigned int(16) dependency\_id;

- [0384] }
- [0385] }
- [0386] GPCCEntryInfoStruct ()는 main\_entry\_flag와 dependent\_on를 포함할 수 있다. main\_entry\_flag는 G-PCC 비트스트림을 디코딩하기 위한 엔트리 포인트(entry point)인지 아닌지를 지시할 수 있다. dependent\_on은 그것의 디코딩이 다른 것들에 따라 달라지는지를 지시한다(dependent\_on indicates its decoding is dependent on others). 만일, dependent\_on이 샘플 엔트리에 존재하면, dependent\_on은 트랙 내 샘플들의 디코딩이 다른 트랙들에 종속된다는 것을 지시할 수 있다. dependent\_on의 값이 1이면, GPCCEntryInfoStruct()는 dependency\_id를 더 포함할 수 있다. dependency\_id는 관련된 데이터를 디코딩하기 위한 트랙들의 식별자를 지시할 수 있다. 만일, dependency\_id가 샘플 엔트리에 존재하면, dependency\_id는 트랙 내 샘플들의 디코딩이 종속되는 G-PCC 서브 비트스트림을 캐리하는 트랙의 식별자를 나타낼 수 있다. 만일, dependency\_id가 샘플 그룹에 존재하면, dependency\_id는 관련된 샘플들의 디코딩이 종속되는 G-PCC 서브 비트스트림을 캐리하는 샘플들의 식별자를 나타낼 수 있다.
- [0387] G-PCC 컴포넌트 정보 구조
- [0388] G-PCC 컴포넌트 타입 박스(GPCCComponentTypeBox)의 선택스 구조는 아래와 같이 정의될 수 있다.
- [0389] aligned(8) class GPCCComponentTypeBox extends FullBox('gtyp', version = 0, 0) {
- [0390] GPCCComponentTypeStruct();
- [0391] }
- [0392] 'gtyp'의 샘플 엔트리 타입을 가지는 GPCCComponentTypeBox는 GPCCComponentTypeStruct()를 포함할 수 있다. GPCCComponentTypeStruct()의 선택스는 아래와 같이 정의될 수 있다.
- [0393] aligned(8) class GPCCComponentTypeStruct {
- [0394] unsigned int(8) numOfComponents;
- [0395] for (i=0; i< numOfComponents; i++) {
- [0396] unsigned int(8) gpcc\_type;
- [0397] if(gpcc\_type == 4)
- [0398] unsigned int(8) AttrIdx;
- [0399] }
- [0400] // additional fields
- [0401] }
- [0402] numOfComponents는 해당 GPCCComponentTypeStruct에 시그널링된 G-PCC 컴포넌트들의 개수를 지시할 수 있다. gpcc\_type은 numOfComponents의 값만큼 반복되는 반복문에 의해 GPCCComponentTypeStruct에 포함될 수 있다. 이 반복문은 i가 0으로부터 (numOfComponents - 1)이 될 때까지 1씩 증가하면서 반복될 수 있다. gpcc\_type은 G-PCC 컴포넌트의 타입을 지시할 수 있다. 예를 들어, gpcc\_type의 값이 2이면 지오메트리 컴포넌트를 지시하고, 4이면 어트리뷰트 컴포넌트를 지시할 수 있다. gpcc\_type의 값이 4, 즉 어트리뷰트 컴포넌트를 지시하면, 해당 반복문은 AttrIdx를 더 포함할 수 있다. AttrIdx는 SPS()에서 시그널링된 어트리뷰트의 식별자를 지시할 수 있다. G-PCC 컴포넌트 타입 박스(GPCCComponentTypeBox)는 멀티플 트랙들을 위한 샘플 엔트리에 포함될 수 있다. G-PCC 컴포넌트 타입 박스(GPCCComponentTypeBox)가 G-PCC 비트스트림의 일부 또는 모두를 캐리하는 트랙들의 샘플 엔트리에 존재하면, GPCCComponentTypeStruct()는 각 트랙에 의해 캐리되는 하나 이상의 G-PCC 컴포넌트 타입들을 지시할 수 있다. GPCCComponentTypeStruct()를 포함하는 GPCCComponentTypeBox 또는 GPCCComponentTypeStruct()는 G-PCC 컴포넌트 정보라 지칭될 수 있다.
- [0403] 샘플 그룹
- [0404] 본 개시에서 언급된 인캡슐레이션 처리부는 하나 이상의 샘플들을 그룹핑하여 샘플 그룹을 생성할 수 있다. 본 개시에서 언급된 인캡슐레이션 처리부, 메타 데이터 처리부 또는 시그널링 처리부는 샘플 그룹에 연관된 시그널

링 정보를 샘플, 샘플 그룹 또는 샘플 엔트리에 시그널링할 수 있다. 즉, 샘플 그룹에 연관된 샘플 그룹 정보는 샘플, 샘플 그룹 또는 샘플 엔트리에 추가될 수 있다. 샘플 그룹 정보는 3D 바운딩 박스 샘플 그룹 정보, 3D 영역 샘플 그룹 정보, 3D 타일 샘플 그룹 정보, 3D 타일 인벤토리 샘플 그룹 정보 등일 수 있다.

[0405] 트랙 그룹

[0406] 본 개시에서 언급된 인캡슐레이션 처리부는 하나 이상의 트랙들을 그룹핑하여 트랙 그룹을 생성할 수 있다. 본 개시에서 언급된 인캡슐레이션 처리부, 메타 데이터 처리부 또는 시그널링 처리부는 트랙 그룹에 연관된 시그널링 정보를 샘플, 트랙 그룹 또는 샘플 엔트리에 시그널링할 수 있다. 즉, 트랙 그룹에 연관된 트랙 그룹 정보는 샘플, 트랙 그룹 또는 샘플 엔트리에 추가될 수 있다. 트랙 그룹 정보는 3D 바운딩 박스 트랙 그룹 정보, 포인트 클라우드 컴포지션 트랙 그룹 정보, 공간 영역 트랙 그룹 정보, 3D 타일 트랙 그룹 정보, 3D 타일 인벤토리 트랙 그룹 정보 등일 수 있다.

[0407] 샘플 엔트리

[0408] 도 34는 싱글 트랙을 포함하는 ISOBMFF 기반 파일을 설명하기 위한 도면이다. 도 34의 (a)는 싱글 트랙을 포함하는 ISOBMFF 기반 파일의 레이아웃에 대한 일 예를 나타내며, 도 34의 (b)는 G-PCC 비트스트림이 파일의 싱글 트랙에 저장될 때 mdat 박스의 샘플 구조에 대한 일 예를 나타낸다. 도 35는 멀티플 트랙을 포함하는 ISOBMFF 기반 파일을 설명하기 위한 도면이다. 도 35의 (a)는 멀티플 트랙을 포함하는 ISOBMFF 기반 파일의 레이아웃에 대한 일 예를 나타내며, 도 35의 (b)는 G-PCC 비트스트림이 파일의 싱글 트랙에 저장될 때 mdat 박스의 샘플 구조에 대한 일 예를 나타낸다.

[0409] 파일의 moov 박스에 포함되는 stsd 박스(SampleDescriptionBox)는 G-PCC 비트스트림을 저장하는 싱글 트랙을 위한 샘플 엔트리를 포함할 수 있다. SPS, GPS, APS, 타일 인벤토리가 파일 내 moov 박스의 샘플 엔트리 또는 mdat 박스의 샘플에 포함될 수 있다. 또한, 지오메트리 슬라이스, 제로 이상의 어트리뷰트 슬라이스들이 파일 내 mdat 박스의 샘플에 포함될 수 있다. G-PCC 비트스트림이 파일의 싱글 트랙에 저장될 때, 각 샘플은 멀티플 G-PCC 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 즉, 각 샘플은 하나 이상의 TLV 인캡슐레이션 구조들로 구성될 수 있다. 싱글 트랙의 샘플 엔트리는 다음과 같이 정의될 수 있다.

[0410] Sample Entry Type: 'gpe1', 'gpeg'

[0411] Container: SampleDescriptionBox

[0412] Mandatory: A 'gpe1' or 'gpeg' sample entry is mandatory

[0413] Quantity: One or more sample entries may be present

[0414] 샘플 엔트리 타입 'gpe1' 또는 'gpeg'는 필수적이며, 하나 이상의 샘플 엔트리들이 존재할 수 있다. G-PCC 트랙은 'gpe1' 또는 'gpeg'의 샘플 엔트리 타입을 가지는 VolumetricVisualSampleEntry를 사용할 수 있다. G-PCC 트랙의 샘플 엔트리는 G-PCC 디코더 컨피규레이션 박스(GPCCConfigurationBox)를 포함할 수 있고, G-PCC 디코더 컨피규레이션 박스는 G-PCC 디코더 컨피규레이션 레코드(GPCCDecoderConfigurationRecord())를 포함할 수 있다. GPCCDecoderConfigurationRecord()는 configurationVersion, profile\_idc, profile\_compatibility\_flags, level\_idc, numOfSetupUnitArrays, SetupUnitType, completeness, numOfSetupUnit, setupUnit 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. GPCCDecoderConfigurationRecord()에 포함된 setupUnit array 필드는 하나의 SPS를 포함하는 TLV 인캡슐레이션 구조들을 포함할 수 있다.

[0415] 샘플 엔트리 타입이 'gpe1'이면, 모든 파라미터 세트들 예를 들어, SPS, GPS, APS, 타일 인벤토리가 setupUnits의 어레이에 포함될 수 있다. 샘플 엔트리 타입이 'gpeg'이면, 위의 파라미터 세트들은 setupUnits의 어레이(즉, 샘플 엔트리)에 포함되거나 또는 해당 스트림(즉, 샘플)에 포함될 수 있다. 'gpe1'의 샘플 엔트리 타입을 가지는 G-PCC 샘플 엔트리(GPCCSampleEntry)의 신택스에 대한 일 예는 아래와 같다.

[0416] aligned(8) class GPCCSampleEntry()

[0417] extends VolumetricVisualSampleEntry ('gpe1') {

[0418] GPCCConfigurationBox config: //mandatory

[0419] 3DBoundingBoxInfoBox();

[0420] CubicRegionInfoBox();

- [0421] TileInventoryBox();
- [0422] }
- [0423] 'gpe1'의 샘플 엔트리 타입을 가지는 G-PCC 샘플 엔트리(GPCCSampleEntry)는 GPCCConfigurationBox, 3DBoundingBoxInfoBox(), CubicRegionInfoBox(), 그리고 TileInventoryBox()를 포함할 수 있다. 3DBoundingBoxInfoBox()는 해당 트랙으로 캐리되는 샘플들과 관련된 포인트 클라우드 데이터의 3D 바운딩 박스 정보를 지시할 수 있다. CubicRegionInfoBox()는 해당 트랙 내 샘플들로 캐리되는 포인트 클라우드 데이터의 하나 이상의 공간 영역 정보를 지시할 수 있다. TileInventoryBox()는 해당 트랙 내 샘플들로 캐리된 포인트 클라우드 데이터의 3D 타일 인벤토리 정보를 지시할 수 있다.
- [0424] 도 34의 (b)에 예시된 바와 같이, 샘플은 지오메트리 슬라이스를 포함하는 TLV 인캡슐레이션 구조들이 포함될 수 있다. 또한, 샘플은 하나 이상의 파라미터 세트들을 포함하는 TLV 인캡슐레이션 구조들을 포함할 수 있다. 또한, 샘플은 하나 이상의 어트리뷰트 슬라이스를 포함하는 TLV 인캡슐레이션 구조들을 포함할 수 있다.
- [0425] 도 35의 (a)에 예시된 바와 같이, G-PCC 비트스트림이 ISOBMFF 기반의 파일의 멀티플 트랙들로 캐리되는 경우에, 각 지오메트리 슬라이스 또는 어트리뷰트 슬라이스는 개별 트랙(individual track)에 매핑될 수 있다. 예를 들어, 지오메트리 슬라이스는 트랙 1(track 1)에 매핑될 수 있으며, 어트리뷰트 슬라이스는 트랙2(track 2)에 매핑될 수 있다. 지오메트리 슬라이스를 캐리하는 트랙(track 1)은 지오메트리 트랙 또는 G-PCC 지오메트리 트랙으로 지칭될 수 있고, 어트리뷰트 슬라이스를 캐리하는 트랙(track 2)은 어트리뷰트 트랙 또는 G-PCC 어트리뷰트 트랙으로 지칭될 수 있다. 그리고, 지오메트리 트랙은 지오메트리 슬라이스를 캐리하는 볼륨메트릭 비주얼 트랙으로 정의될 수 있으며, 어트리뷰트 트랙은 어트리뷰트 슬라이스를 캐리하는 볼륨메트릭 비주얼 트랙으로 정의될 수 있다.
- [0426] 지오메트리 슬라이스와 어트리뷰트 슬라이스 둘 다를 포함하는 G-PCC 비트스트림의 일부를 캐리하는 트랙을 다중화된 트랙(multiplexed track)이라 지칭할 수 있다. 지오메트리 슬라이스와 어트리뷰트 슬라이스가 개별 트랙들(separate tracks)에 저장되는 경우에, 트랙 내 각 샘플은 싱글 G-PCC 컴포넌트의 데이터를 캐리하는 적어도 하나의 TLV 인캡슐레이션 구조를 포함할 수 있다. 이 경우, 각 샘플은 지오메트리와 어트리뷰트 둘 다를 포함하지 않으며, 또한 멀티플 어트리뷰트들을 포함하지 않을 수 있다. G-PCC 비트스트림의 멀티-트랙 인캡슐레이션은 G-PCC 플레이어가 G-PCC 컴포넌트들 중 하나를 효과적(effectively)으로 액세스하는 것을 가능하게 할 수 있다. G-PCC 비트스트림이 멀티플 트랙들로 캐리될 때, G-PCC 플레이어가 G-PCC 컴포넌트들 중 하나를 효과적으로 액세스하기 위해, 다음 조건들이 만족될 필요가 있다.
- [0427] a) TLV 인캡슐레이션 구조들로 이루어진 G-PCC 비트스트림이 멀티플 트랙들로 캐리될 때, 지오메트리 비트스트림(또는, 지오메트리 슬라이스)을 캐리하는 트랙이 엔트리 포인트가 됨.
- [0428] b) 샘플 엔트리에서, 해당 트랙에 포함된 스트림의 역할(role)을 지시하기 위해 새로운 박스가 추가됨. 새로운 박스는 전술한 G-PCC 컴포넌트 타입 박스(GPCCComponentTypeBox)일 수 있음. 즉, GPCCComponentTypeBox가 멀티플 트랙들을 위한 샘플 엔트리에 포함될 수 있음.
- [0429] c) G-PCC 지오메트리 비트스트림만을 운반하는 트랙에서 G-PCC 어트리뷰트 비트스트림을 운반하는 트랙으로 트랙 참조가 도입됨.
- [0430] GPCCComponentTypeBox는 GPCCComponentTypeStruct()를 포함할 수 있다. GPCCComponentTypeBox가 G-PCC 비트스트림의 일부 또는 모두를 캐리하는 트랙들의 샘플 엔트리에 존재하면, GPCCComponentTypeStruct()는 각 트랙에 의해 캐리되는 하나 이상의 G-PCC 컴포넌트들의 타입(예를 들어, 지오메트리, 어트리뷰트)을 지시할 수 있다. 예를 들어, GPCCComponentTypeStruct()에 포함된 gpcc\_type 필드의 값이 2이면 지오메트리 컴포넌트를 지시하고, 4이면 어트리뷰트 컴포넌트를 지시할 수 있다. 또한, gpcc\_type 필드의 값이 4 즉, 어트리뷰트 컴포넌트를 지시하면, SPS()에 시그널링된 어트리뷰트의 식별자를 지시하는 AttrIdx 필드를 더 포함할 수 있다.
- [0431] G-PCC 비트스트림이 멀티플 트랙들로 캐리되는 경우에, 샘플 엔트리의 신택스는 다음과 같이 정의될 수 있다.
- [0432] Sample Entry Type: 'gpe1', 'gpeg', 'gpc1' or 'gpcg'
- [0433] Container: SampleDescriptionBox
- [0434] Mandatory: 'gpc1', 'gpcg' sample entry is mandatory

- [0435] Quantity: One or more sample entries may be present
- [0436] 샘플 엔트리 타입 'gpc1', 'gpcg', 'gpc1' 또는 'gpcg'는 필수적이며, 하나 이상의 샘플 엔트리들이 존재할 수 있다. 멀티플 트랙들(예를 들어, 지오메트리 또는 어트리뷰트 트랙들)은 'gpc1', 'gpcg', 'gpc1' 또는 'gpcg'의 샘플 엔트리 타입을 갖는 VolumetricVisualSampleEntry를 사용할 수 있다. 'gpe1' 샘플 엔트리에서, 모든 파라미터 세트는 setupUnit 어레이에 존재할 수 있다. 'gpeg' 샘플 엔트리에서, 파라미터 세트가 해당 어레이나 스트림에 존재할 있다. 'gpe1' 또는 'gpeg' 샘플 엔트리에서, GPCCComponentTypeBox가 존재하지 않아야 할 수 있다. 'gpc1' 샘플 엔트리에서, SPS, GPS 및 타일 인벤토리는 G-PCC 지오메트리 비트스트림을 전달하는 트랙의 SetupUnit 어레이에 존재할 수 있다. 모든 관련 APS는 G-PCC 어트리뷰트 비트스트림을 전달하는 트랙의 SetupUnit 어레이에 존재할 수 있다. 'gpcg' 샘플 엔트리에서, SPS, GPS, APS 또는 타일 인벤토리가 해당 어레이나 스트림에 존재할 수 있다. 'gpc1' 또는 'gpcg' 샘플 어레이에서, GPCCComponentTypeBox가 존재해야 할 수 있다.
- [0437] G-PCC 샘플 엔트리의 선택스에 대한 일 예는 아래와 같다.
- [0438] aligned(8) class GPCCSampleEntry()
- [0439] extends VolumetricVisualSampleEntry (codingname) {
- [0440] GPCCConfigurationBox config; // mandatory
- [0441] GPCCComponentTypeBox type; // optional
- [0442] }
- [0443] 베이스 클래스 VolumetricVisualSampleEntry의 compressorname, 즉 codingname은 권장되는 "#013GPCC 코딩" 값과 함께 사용되는 압축기의 이름을 지시할 수 있다. "#013GPCC 코딩"에서, 첫 번째 바이트(#013으로 표시되는 8진수 13 또는 10진수 11)는 리메이닝 바이트의 수로서, 나머지 문자열(string)의 바이트 수를 나타낼 수 있다. congif는 G-PCC 디코더 컨피규레이션 정보를 포함할 수 있다. info는 각 트랙에서 캐리되는 G-PCC 컴포넌트 정보를 나타낼 수 있다. info는 트랙에서 캐리되는 컴포넌트 타일을 나타낼 수 있으며, 또한 G-PCC 어트리뷰트 트랙에서 캐리되는 G-PCC 컴포넌트의 어트리뷰트 이름, 인덱스, 및 어트리뷰트 타입을 나타낼 수 있다.
- [0444] 샘플 포맷
- [0445] G-PCC 비트스트림이 싱글 트랙에 저장되는 경우에, 샘플 포맷에 대한 선택스는 아래와 같다.
- [0446] aligned(8) class GPCCSample
- [0447] {
- [0448] unsigned int GPCCLength = sample\_size; //Size of Sample
- [0449] for (i=0; i< GPCCLength; ) // to end of the sample
- [0450] {
- [0451] tlv\_encapsulation gpcc\_unit;
- [0452] i += (1+4)+ gpcc\_unit.tlv\_num\_payload\_bytes;
- [0453] }
- [0454] }
- [0455] 위 선택스에서, 각 샘플(GPCCSample)은 싱글 포인트 클라우드 프레임에 해당하며, 동일 프리젠테이션 타임(same presentation time)에 속하는 하나 이상의 TLV 인캡슐레이션 구조들로 구성될 수 있다. 각 TLV 인캡슐레이션 구조는 싱글 타입의 TLV 페이로드를 포함할 수 있다. 이에 더하여, 하나의 샘플은 독립적(예, 싱크 샘플)일 수 있다. GPCCLength는 해당 샘플의 길이를 나타내고, gpcc\_unit는 싱글 G-PCC 컴포넌트(예, 지오메트리 슬라이스)를 포함하는 TLV 인캡슐레이션 구조의 인스턴스를 포함할 수 있다.
- [0456] G-PCC 비트스트림이 멀티플 트랙에 저장되는 경우에, 각 샘플은 단일 포인트 클라우드 프레임에 해당할 수 있으며, 서로 다른 트랙에서 동일한 포인트 클라우드 프레임에 기여하는 샘플은 동일한 프리젠테이션 시간을 가져야 할 수 있다. 각 샘플은 샘플 엔트리의 GPCCComponentInfoBox에 표시된 G-PCC 컴포넌트의 하나 이상의 G-PCC 유

닛들과 파라미터 세트 또는 타일 인벤토리 중 하나를 운반하는 0개 이상의 G-PCC 유닛들로 구성되어야 할 수 있다. 파라미터 세트 또는 타일 인벤토리를 포함하는 G-PCC 유닛이 샘플에 존재하는 경우, 해당 F-PCC 샘플은 G-PCC 컴포넌트의 G-PCC 유닛 앞에 나타나야 할 수 있다. 각 샘플은 어트리뷰트 데이터 유닛을 포함하는 하나 이상의 G-PCC 유닛들, 파라미터 세트를 캐리하는 0개 이상의 G-PCC 유닛들을 포함할 수 있다. G-PCC 비트스트림이 멀티플 트랙에 저장되는 경우에, 샘플 포맷에 대한 신택스 및 시맨틱스는 앞서 설명한 G-PCC 비트스트림이 싱글 트랙에 저장되는 경우에 대한 신택스 및 시맨틱스와 동일할 수 있다.

[0457] 서브 샘플

[0458] 수신 장치에서는 지오메트리 슬라이스가 먼저 디코딩되고, 디코딩된 지오메트리를 기반으로 어트리뷰트 슬라이스가 디코딩될 필요가 있기 때문에, 각 샘플이 멀티플 TLV 인캡슐레이션 구조들로 구성되는 경우에 해당 샘플에서 각 TLV 인캡슐레이션 구조를 액세스할 필요가 있다. 또한, 하나의 샘플이 멀티플 TLV 인캡슐레이션 구조들로 구성되면, 멀티플 TLV 인캡슐레이션 구조들 각각은 서브 샘플로서 저장될 수 있다. 서브 샘플은 G-PCC 서브 샘플로 지칭될 수 있다. 예를 들어, 하나의 샘플이 파라미터 세트를 포함하는 파라미터 세트 TLV 인캡슐레이션 구조와 지오메트리 슬라이스를 포함하는 지오메트리 TLV 인캡슐레이션 구조 그리고 어트리뷰트 슬라이스를 포함하는 어트리뷰트 TLV 인캡슐레이션 구조를 포함한다면, 파라미터 세트 TLV 인캡슐레이션 구조, 지오메트리 TLV 인캡슐레이션 구조, 그리고 어트리뷰트 TLV 인캡슐레이션 구조는 각각 서브 샘플로서 저장될 수 있다. 이 경우, 해당 샘플에서 각 G-PCC 컴포넌트에 액세스하는 것을 가능하게 하기 위해, 해당 서브 샘플로 캐리되는 TLV 인캡슐레이션 구조의 타입이 필요할 수 있다.

[0459] G-PCC 비트스트림이 싱글 트랙에 저장되는 경우에, G-PCC 서브 샘플은 오직 하나의 TLV 인캡슐레이션 구조를 포함할 수 있다. 하나의 SubSampleInformationBox가 moov 박스의 샘플 테이블 박스(SampleTableBox, stbl)에 존재하거나, 또는 무비 프래그먼트 박스(MovieFragmentBox, moof)들 각각의 트랙 프래그먼트 박스(TrackFragmentBox, traf)에 존재할 수 있다. 만일 SubSampleInformationBox가 존재한다면, TLV 인캡슐레이션 구조의 8비트 타입 값이 SubSampleInformationBox 내 서브 샘플 엔트리의 32-bit codec\_specific\_parameters field에 포함될 수 있다. 만약, TLV 인캡슐레이션 구조가 어트리뷰트 페이로드를 포함한다면, 어트리뷰트 인덱스의 6비트 값이 SubSampleInformationBox 내 서브 샘플 엔트리의 32-bit codec\_specific\_parameters field에 포함될 수 있다. 실시예들에 따라, 각 서브 샘플의 타입은 SubSampleInformationBox 내 서브 샘플 엔트리의 codec\_specific\_parameters field를 파싱함에 의해 식별될 수 있다. SubSampleInformationBox의 codec\_specific\_parameters는 다음과 같이 정의될 수 있다.

```
[0460] if (flags == 0) {
[0461]     unsigned int(8) PayloadType;
[0462]     if(PayloadType == 4) { // attribute payload
[0463]         unsigned int(6) AttrIdx;
[0464]         bit(18) reserved = 0;
[0465]     }
[0466]     else
[0467]         bit(24) reserved = 0;
[0468]     } else if (flags == 1) {
[0469]         unsigned int(1) tile_data;
[0470]         bit(7) reserved = 0;
[0471]         if (tile_data)
[0472]             unsigned int(24) tile_id;
[0473]         else
[0474]             bit(24) reserved = 0;
[0475]     }
```

- [0476] 위의 서브 샘플 선택에서, payloadType은 해당 서브 샘플 내 TLV 인캡슐레이션 구조의 tlv\_type을 지시할 수 있다. 예를 들어, payloadType의 값이 4이면 어트리뷰트 슬라이스(즉, 어트리뷰트 슬라이스)를 지시할 수 있다. attrIdx는 해당 서브 샘플 내 어트리뷰트 페이로드를 포함하는 TLV 인캡슐레이션 구조의 어트리뷰트 정보의 식별자를 지시할 수 있다. attrIdx는 해당 서브 샘플 내 어트리뷰트 페이로드를 포함하는 TLV 인캡슐레이션 구조의 ash\_attr\_sps\_attr\_idx와 같을 수 있다. tile\_data는 서브 샘플이 하나의 타일 또는 다른 타일을 포함하는지 여부를 나타낼 수 있다. tile\_data의 값이 1이면, 서브 샘플이 하나의 G-PCC 타일에 대응하는 지오메트리 데이터 유닛 또는 어트리뷰트 데이터 유닛을 포함하는 TLV 인캡슐레이션 구조(들)를 포함한다는 것을 나타낼 수 있다. tile\_data의 값이 0이면, 서브 샘플이 각 파라미터 세트, 타일 인벤토리 또는 프레임 바운더리 마커를 포함하는 TLV 인캡슐레이션 구조(들)를 포함한다는 것을 나타낼 수 있다. tile\_id는 서브 샘플이 타일 인벤토리 내에서 연관되는 G-PCC 타일의 인덱스를 나타낼 수 있다.
- [0477] G-PCC 비트스트림이 멀티플 트랙에 저장되는 경우에(ISOBMFF에서 G-PCC 데이터의 멀티플 트랙 인캡슐레이션의 경우에) 서브 샘플이 존재한다면, SampleTableBox 또는 각 MovieFragmentBox의 TrackFragmentBox에서 플래그(flag)가 1인 SubSampleInformationBox만 존재해야 할 수 있다. G-PCC 비트스트림이 멀티플 트랙에 저장되는 경우에, 선택스 요소들과 시멘틱스는 G-PCC 비트스트림이 싱글 트랙에 저장되는 경우의 선택스 요소들과 시멘틱스에서 flag==1인 경우와 동일할 수 있다.
- [0478] 트랙들 간의 참조
- [0479] G-PCC 비트스트림이 멀티플 트랙에서 캐리되는 경우에(즉, G-PCC 지오메트리 비트스트림과 어트리뷰트 비트스트림이 서로 다른(분리된) 트랙들에서 캐리되는 경우에), 트랙들 간을 연결하기 위하여, 트랙 참조 툴이 사용될 수 있다. 하나의 TrackReferenceTypeBoxes가 G-PCC 트랙의 TrackBox 내 TrackReferenceBox에 추가될 수 있다. TrackReferenceTypeBox는 G-PCC 트랙이 참조하는 트랙들을 지정하는 track\_IDs의 어레이를 포함할 수 있다.
- [0480] 실시예들에 따라, 본 개시는 G-PCC 데이터(이하에서는, G-PCC 비트스트림, 인캡슐레이션된 G-PCC 비트스트림, 또는 G-PCC 파일라고 지칭할 수 있다)의 운반(carriage)에 시간적 확장성(temporal scalability)을 지원하기 위한 장치 및 방법들을 제공할 수 있다. 또한, 본 개시는 G-PCC 비트스트림을 파일 내 단일 트랙에 효율적으로 저장하거나 복수의 트랙들에 분할하여 저장하고, 이에 대한 시그널링을 제공하는 포인트 클라우드 콘텐츠 서비스 제공을 위한 장치 및 방법들을 제안할 수 있다. 또한, 본 개시는 저장된 G-PCC 비트스트림에 대한 효율적인 접근을 지원할 수 있도록 하기 위한 파일 저장 기법을 처리하는 장치 및 방법들을 제안한다.
- [0481] 시간적 확장성(temporal scalability)
- [0482] 시간적 확장성은 독립적으로 코딩된 프레임들의 하나 이상의 서브 세트들을 추출할 가능성을 허용하는 기능을 의미할 수 있다. 또한, 시간적 확장성은 G-PCC 데이터를 복수 개의 서로 다른 시간적 레벨들(temporal levels)로 구분하고, 서로 다른 시간적 레벨들에 속하는 각 G-PCC 프레임들을 서로 독립적으로 처리하는 기능을 의미할 수 있다. 시간적 확장성이 지원되면, G-PCC 플레이어(또는, 본 개시의 전송 장치 및/또는 수신 장치)는 G-PCC 컴포넌트들 중에서 원하는 컴포넌트(타겟 컴포넌트)에 효과적(effectively)으로 액세스할 수 있다. 또한, 시간적 확장성이 지원되면, G-PCC 프레임이 서로 독립적으로 처리되므로, 시스템 레벨에서 시간적 확장성 지원이 보다 유연한 시간적 서브 레이어링(sub-layering)으로 표현될 수 있다. 또한, 시간적 확장성이 지원되면, G-PCC 데이터를 처리하는 시스템(포인트 클라우드 콘텐츠 제공 시스템)이 네트워크 기능(capability)이나 디코더 기능(capability) 등과 일치하도록 높은 수준에서 데이터를 조작할 수 있도록 하므로, 포인트 클라우드 콘텐츠 제공 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0483] 실시예
- [0484] 시간적 확장성에 대한 정보(이하에서는 '시간적 확장성 정보'라 한다)는 시간적 레벨들의 개수를 나타내는 개수 정보 및 시간적 레벨들의 식별자(identifier)를 나타내는 식별 정보 중에서 하나 이상을 포함할 수 있다. 여기서, 식별 정보는 시간적 레벨들의 식별자들의 리스트일 수 있다.
- [0485] 시간적 확장성 정보는 타일 베이스 트랙(tile base track)에 존재하는 박스와 타일 트랙에 존재하는 박스를 이용하여 캐리될 수 있다. 타일 베이스 트랙에 존재하는 박스는 GPCCScalabilityInfoBox일 수 있으며, 타일 트랙에 존재하는 박스는 GPCCTileScalabilityInfoBox일 수 있다. GPCCTileScalabilityInfoBox는 GPCCScalabilityInfoBox가 존재하는 타일 베이스 트랙을 참조하는 각 타일 트랙에 존재할 수 있다.
- [0486] GPCCScalabilityInfoBox를 통해 캐리되는 시간적 확장성 정보는 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보일 수

있으며, GPCCTileScalabilityInfoBox를 통해 캐리되는 시간적 확장성 정보는 타일 트랙의 시간적 확장성 정보일 수 있다. 따라서, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보의 존재 여부는 GPCCTileScalabilityInfoBox의 G-PCC 파일에 포함 여부와 동일할 수 있다. 즉, '타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 존재함'은 'GPCCTileScalabilityInfoBox가 G-PCC 파일에 포함됨'과 같은 의미일 수 있으며, '타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 존재하지 않음'은 'GPCCTileScalabilityInfoBox가 G-PCC 파일에 포함되지 않음'과 같은 의미일 수 있다. 이러한 시간적 확장성 정보의 존재 여부와 관련 박스의 포함 여부 간의 관계는 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보와 GPCCScalabilityInfoBox 간에도 적용될 수 있다.

[0487] 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 타일 트랙에 존재하는(또는, 타일 트랙의 샘플에 존재하는) 시간적 레벨들의 개수를 나타내는 개수 정보 및 타일 트랙에 존재하는 시간적 레벨들의 식별자를 나타내는 식별 정보 중에서 하나 이상을 포함할 수 있다. 또한, 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보는 타일 베이스 트랙에 존재하는 시간적 레벨들의 개수를 나타내는 개수 정보 및 타일 베이스 트랙에 존재하는 시간적 레벨들의 식별자를 나타내는 식별자 정보 중에서 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0488] 이하에서는, 타일 트랙에 존재하는 시간적 레벨들의 개수를 나타내는 개수 정보를 '타일 트랙 내 시간적 레벨들의 개수 정보'라 하며, 타일 트랙에 존재하는 시간적 레벨들의 식별자를 나타내는 식별 정보를 '타일 트랙 내 시간적 레벨들의 식별 정보'라 한다. 또한, 타일 베이스 트랙에 존재하는 시간적 레벨들의 개수를 나타내는 개수 정보를 '타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수 정보'라 하며, 타일 베이스 트랙에 존재하는 시간적 레벨들의 식별자를 나타내는 식별 정보를 '타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 식별 정보'라 한다.

[0489] 한편, 시간적 확장성은 옵션인 기능이므로, GPCCTileScalabilityInfoBox의 존재 또한 옵션될 수 있다. 예를 들어, 1) 시간적 확장성이 G-PCC 파일에 지원되는 경우에도 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 캐리하는 GPCCTileScalabilityInfoBox가 타일 트랙에 존재하지 않을 수 있다. 다른 예로, 2) 시간적 확장성이 G-PCC 파일에 지원되는 경우, 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보를 캐리하는 GPCCScalabilityInfoBox가 타일 베이스 트랙에 존재하고, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 캐리하는 GPCCTileScalabilityInfoBox 또한 타일 트랙에 존재하도록 강제될 수 있다.

[0490] 1)과 같이 시간적 확장성이 G-PCC 파일에 지원에 지원됨에도 불구하고 GPCCTileScalabilityInfoBox가 타일 트랙에 존재하지 않으면, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 유도하기 위한 명확한 방법이 필요하다. 2)와 같이 GPCCScalabilityInfoBox와 GPCCTileScalabilityInfoBox가 모두 존재하도록 강제되면, 시간적 확장성 정보의 중복이라는 문제가 발생할 수 있다.

[0491] 본 개시는 1) 및 2)의 경우에 발생하는 문제를 해결하기 위한 방법을 제안한다. 이하에서는, 1)의 경우에 발생하는 문제를 해결하기 위한 실시예들과 2)의 경우에 발생하는 문제를 해결하기 위한 실시예들을 서로 구분하여 설명하도록 한다.

[0492] **실시예 1**

[0493] 실시예 1은 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 지원에 지원됨에도 불구하고 GPCCTileScalabilityInfoBox가 타일 트랙에 존재하지 않는 경우에, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 유도하기 위한 방법을 제안한다.

[0494] 실시예 1에서, GPCCScalabilityInfoBox의 정의(Definition) 및 선택스(Syntax)는 아래의 표 4와 같다.

[0495] [표 4] GPCCScalabilityInfoBox의 정의 및 선택스

**Definition**

Box Types: 'gsci'  
 Container: GPCCSampleEntry ('gpt1')  
 Mandatory: No  
 Quantity: Zero or one

This box is defined to indicate the scalability information present in a G-PCC track. When this box is present in a sample entry of tracks, it indicates that temporal scalability is supported, and this box provides the number of temporal levels present in that G-PCC track.

**Syntax**

```
aligned(8) class GPCCScalabilityInfoBox
    extends FullBox('gsci', version = 0, 0) {
    unsigned int(16) num_temporal_levels;
    for(i=0; i < num_temporal_levels; i++){
        unsigned int(16) temporal_level_id;
    }
}
```

[0496]

[0497] 표 4에서, num\_temporal\_levels는 각 트랙(타일 베이스 트랙)의 샘플들에 존재하는 시간적 레벨들의 개수를 나타내는 개수 정보(타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수 정보)일 수 있으며, temporal\_level\_id는 각 트랙(타일 베이스 트랙)에서 시그널링된 시간적 레벨들의 식별자를 나타내는 식별자 정보(타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 식별 정보)일 수 있다.

[0498] 실시예 1-1

[0499] 도 36 및 도 37은 실시예 1-1을 설명하기 위한 흐름도들이다.

[0500] 도 36을 참조하면, 전송 장치(10, 1500)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는지 여부를 결정할 수 있다(S3610). 또한, G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는 것으로 결정된 경우에, 전송 장치(10, 1500)는 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보 및 포인트 클라우드 데이터를 포함하여 G-PCC 파일을 생성할 수 있다(S3620). 즉, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 G-PCC 파일에 포함되지 않을 수 있다.

[0501] 도 37을 참조하면, 수신 장치(20, 1700)는 G-PCC 파일을 획득할 수 있다(S3710). G-PCC 파일에는 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보 및 포인트 클라우드 데이터가 포함될 수 있다.

[0502] 수신 장치(20, 1700)는 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 존재하는지 여부를 판단할 수 있다(S3720). G-PCC 파일에는 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 존재하지 않으므로, 수신 장치(20, 1700)는 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 존재하지 않는 것으로 판단할 수 있다.

[0503] 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 존재하지 않는 경우, 수신 장치(20, 1700)는 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 유도할 수 있다(S3730). 예를 들어, 수신 장치(20, 1700)는 타일 트랙 내 시간적 레벨들의 개수 정보를 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수 정보와 동일한 값으로 유도할 수 있다. 다른 예로, 수신 장치(20, 1700)는 타일 트랙 내 시간적 레벨들의 식별 정보를 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 식별 정보와 동일한 값으로 유도할 수 있다.

[0504] 실시예 1-2

[0505] 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 유도할지 여부는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는지 여부에 더 기반하여 결정될 수 있다. 즉, S3720 과정에서, 수신 장치(20, 1700) G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는지 여부를 더 판단할 수 있다. 도 38은 실시예 1-2를 설명하기 위한 흐름도이다.

[0506] 도 38을 참조하면, 수신 장치(20, 1700)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는지 여부를 판단할 수 있다(S3810). G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는지 여부는 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수 정보(e.g., num\_temporal\_levels) 또는 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨 트랙들의 개수 정보(e.g., multiple\_temporal\_level\_tracks\_flag)에 기반하여 판단될 수 있다.

[0507] 예를 들어, 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수 정보가 1보다 큰 경우에(e.g., num\_temporal\_levels>1), 수신 장치(20, 1700)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는 것으로 판단할 수 있다(S3820). 이와 달리, 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수 정보가 1 이하인 경우에(e.g., num\_temporal\_levels≤1), 수신 장치(20, 1700)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되지 않는 것으로 판단할 수 있다(S3830).

- [0508] 다른 예로, 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨 트랙들의 개수가 1보다 큰 경우에(e.g., multiple\_temporal\_level\_tracks\_flag=1), 수신 장치(20, 1700)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는 것으로 판단할 수 있다(S3820). 이와 달리, 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨 트랙들의 개수가 1 이하인 경우에(e.g., multiple\_temporal\_level\_tracks\_flag=0), 수신 장치(20, 1700)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되지 않는 것으로 판단할 수 있다(S3830).
- [0509] 수신 장치(20, 1700)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되면서 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 존재하지 않는 경우에, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보로부터 유도할 수 있다(S3730). 예를 들어, 수신 장치(20, 1700)는 타일 트랙 내 시간적 레벨들의 개수 정보를 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수 정보와 동일한 값으로 유도할 수 있다. 다른 예로, 수신 장치(20, 1700)는 타일 트랙 내 시간적 레벨들의 식별 정보를 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 식별 정보와 동일한 값으로 유도할 수 있다.
- [0510] 실시예 1-3
- [0511] 실시예 1-3은 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 G-PCC 파일에 강제적으로 포함시키는 방법이다. 도 39 및 도 40은 실시예 1-3을 설명하기 위한 흐름도들이다.
- [0512] 도 39를 참조하면, 전송 장치(10, 1500)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는지 여부를 결정할 수 있다(S3910). 또한, G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는 것으로 결정된 경우에, 전송 장치(10, 1500)는 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 포함하여 G-PCC 파일을 생성할 수 있다(S3920). 즉, 전송 장치(10, 1500)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되면 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 G-PCC 파일에 포함되도록 강제할 수 있다.
- [0513] 수신 장치(20, 1700)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는지 여부를 판단할 수 있다(S4010). G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는지 여부는 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수 정보(e.g., num\_temporal\_levels) 또는 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨 트랙들의 개수 정보(e.g., multiple\_temporal\_level\_tracks\_flag)에 기반하여 판단될 수 있다.
- [0514] 예를 들어, 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수 정보가 1보다 큰 경우에(e.g., num\_temporal\_levels>1), 수신 장치(20, 1700)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는 것으로 판단할 수 있다. 이와 달리, 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수 정보가 1 이하인 경우에(e.g., num\_temporal\_levels≤1), 수신 장치(20, 1700)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되지 않는 것으로 판단할 수 있다.
- [0515] 다른 예로, 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨 트랙들의 개수가 1보다 큰 경우에(e.g., multiple\_temporal\_level\_tracks\_flag=1), 수신 장치(20, 1700)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는 것으로 판단할 수 있다. 이와 달리, 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨 트랙들의 개수가 1 이하인 경우에(e.g., multiple\_temporal\_level\_tracks\_flag=0), 수신 장치(20, 1700)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되지 않는 것으로 판단할 수 있다.
- [0516] G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되면 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 G-PCC 파일에 포함되므로, 수신 장치(20, 1700)는 시간적 확장성 정보를 G-PCC 파일로부터 획득할 수 있다(S4020). 이와 달리, G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되지 않으면, 수신 장치(20, 1700)는 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보로부터 유도할 수 있다(S4030).
- [0517] 이상에서 설명된 실시예 1-1 및 1-2에 따르면, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보로부터 유도할 수 있다. 또한, 이상에서 설명된 실시예 1-3에 따르면, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 G-PCC 파일에 포함되도록 강제될 수 있다. 따라서, 실시예 1에 의하면, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 존재하는 경우에도 시간적 확장성을 지원할 수 있다.
- [0518] 실시예 2
- [0519] 실시예 2는 시간적 확장성 정보의 중복 시그널링 문제를 해결하기 위한 실시예이다.
- [0520] 실시예 2에서, GPCCScalabilityInfoBox의 정의(Definition) 및 선택스(Syntax)는 아래의 표 5와 같다.

[0521] [표 5] GPCCScalabilityInfoBox의 정의 및 선택스

<b>6.1.1 Definition</b>	
Box Types:	'gsci'
Container:	GPCCSampleEntry ('gpe1', 'gpeg', 'gpc1', 'gpcg', 'gpcb', 'gpeb')
Mandatory:	No
Quantity:	Zero or one
<p>This box signals scalability information for a G-PCC track. When this box is present in tracks with sample entries of type 'gpe1', 'gpeg', 'gpc1', 'gpcg', 'gpcb', and 'gpeb', it indicates that temporal scalability is supported and provides information about the temporal levels present in that G-PCC track. This box shall not be present in a track when temporal scalability is not used.</p> <p>This box shall not be present in tracks with a sample entry of type 'gpt1'.</p>	
<b>6.1.2 Syntax</b>	
<pre>aligned(8) class GPCCScalabilityInfoBox     extends FullBox('gsci', version = 0, 0) {         unsigned int(1)    multiple_temporal_level_tracks_flag;         unsigned int(1)    frame_rate_present_flag;         bit(3)             reserved = 0;         unsigned int(3) num_temporal_levels;         for(i=0; i &lt; num_temporal_levels; i++){             unsigned int(16) temporal_level_id;             unsigned int(8)  level_idc;             if (frame_rate_present_flag)                 unsigned int(16)  frame_rate;         }     }</pre>	

[0522]

[0523]

표 5에서, multiple\_temporal\_level\_tracks\_flag는 G-PCC 파일에 복수 개의 시간적 레벨 트랙들이 존재하는지 여부를 나타낼 수 있다. multiple\_temporal\_level\_tracks\_flag의 제1값(e.g. 1)은 G-PCC 비트스트림 프레임들(G-PCC 파일)이 복수 개의 시간적 레벨 트랙들로 그룹핑됨을 나타낼 수 있으며, 제2값(e.g., 0)은 모든 시간적 레벨 샘플들이 하나의 트랙에만 존재함을 나타낼 수 있다.

[0524]

frame\_rate\_present\_flag는 평균 프레임 레이트 정보의 존재 여부를 나타낼 수 있다. frame\_rate\_present\_flag의 제1값(e.g., 1)은 평균 프레임 레이트 정보가 존재함을 나타낼 수 있으며, frame\_rate\_present\_flag의 제2값(e.g., 0)은 평균 프레임 레이트 정보가 존재하지 않음을 나타낼 수 있다.

[0525]

num\_temporal\_levels는 각 트랙의 샘플들에 존재하는 시간적 레벨들의 개수를 나타낼 수 있다. 'gpcb' 트랙 타입과 'gpeb' 트랙 타입에 대해, num\_temporal\_levels은 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수 정보로서 G-PCC 프레임들이 그룹핑된 시간적 레벨들의 최대 개수를 나타낼 수 있다. 모든 프레임들이 하나의 시간적 레벨에 의해 시그널링되는 경우, num\_temporal\_levels의 값을 1로 설정될 수 있으며, num\_temporal\_levels의 최소 값은 1일 수 있다.

[0526]

level\_idc는 i-번째 시간적 레벨에 대한 레벨 코드를 포함할 수 있다. temporal\_level\_id는 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 식별 정보로서 G-PCC 샘플의 시간적 레벨 식별자를 나타낼 수 있다. frame\_rate는 시간적 레벨의 평균 프레임 레이트를 프레임 단위로(frames/256 seconds)로 나타낼 수 있다. frame\_rate의 값이 0인 경우에 이는 지정되지 않은(unspecified) 평균 프레임 레이트를 나타낼 수 있다.

[0527]

실시예 2-1

[0528]

실시예 2-1은 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보(GPCCScalabilityInfoBox)와 타일 트랙의 시간적 확장성 정보(GPCCTileScalabilityInfoBox) 중에서 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보의 시그널링(존재)를 강제하는 방법이다. 도 41 및 도 42는 실시예 2-1을 설명하기 위한 흐름도들이다.

[0529]

도 41을 참조하면, 전송 장치(10, 1500)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는지 여부를 판단할 수 있다(S4110). G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는 것으로 판단된 경우, 전송 장치(10, 1500)는 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보를 타일 베이스 트랙에 포함시킬 수 있다(S4120). 이와 달리, G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되지 않는 것으로 판단된 경우, 전송 장치(10, 1500)는 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보를 타일 베이스 트랙에 포함시키지 않을 수 있다(S4130).

[0530]

실시예들에 따라, 타일 베이스 트랙의 포함 여부는 G-PCC 파일에 하나 이상의 타일 트랙들이 존재하는지 여부에 더 기반하여 결정될 수 있다. 구체적으로, 전송 장치(10, 1500)는 G-PCC 파일에 하나 이상의 타일 트랙들이 존재하는지 여부를 더 판단하고(S4110), G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되면서 하나 이상의 타일 트랙들이 존재하는 것으로 판단된 경우에, 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보를 타일 베이스 트랙에 포함시킬 수 있다(S4120). 이와 달리, G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되지 않거나 하나 이상의 타일 트랙들이 존재하지 않는

것으로 판단된 경우, 전송 장치(10, 1500)는 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보를 타일 베이스 트랙에 포함시키지 않을 수 있다(S4130).

[0531] 실시예들에 따라, 전송 장치(10, 1500)는 타일 베이스 트랙이 복수 개 존재하는지 여부를 더 판단할 수 있다(S4140). 타일 베이스 트랙이 복수 개 존재하는 것으로 판단되는 경우에, 전송 장치(10, 1500)는 모든 타일 베이스 트랙들에 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보를 포함시킬 수 있다(S4150).

[0532] 도 42를 참조하면, 수신 장치(20, 1700)는 G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는지 여부를 판단할 수 있다(S4210). G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되는 것으로 판단된 경우, 수신 장치(20, 1700)는 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보를 타일 베이스 트랙으로부터 획득할 수 있다(S4220). 이와 달리, G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되지 않는 것으로 판단된 경우, 수신 장치(20, 1700)는 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보를 타일 베이스 트랙으로부터 획득하지 않을 수 있다(S4230).

[0533] 실시예들에 따라, 타일 베이스 트랙의 포함 여부는 G-PCC 파일에 하나 이상의 타일 트랙들이 존재하는지 여부에 더 기반하여 결정될 수 있다. 구체적으로, 수신 장치(20, 1700)는 G-PCC 파일에 하나 이상의 타일 트랙들이 존재하는지 여부를 더 판단하고(S4210), G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되면서 하나 이상의 타일 트랙들이 존재하는 것으로 판단된 경우에, 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보를 타일 베이스 트랙으로부터 획득할 수 있다(S4220). 이와 달리, G-PCC 파일에 시간적 확장성이 적용되지 않거나 하나 이상의 타일 트랙들이 존재하지 않는 것으로 판단된 경우, 수신 장치(20, 1700)는 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보를 타일 베이스 트랙으로부터 획득하지 않을 수 있다(S4230).

[0534] 실시예들에 따라, 수신 장치(20, 1700)는 타일 베이스 트랙이 복수 개 존재하는지 여부를 더 판단할 수 있다(S4240). 타일 베이스 트랙이 복수 개 존재하는 것으로 판단되는 경우에, 수신 장치(20, 1700)는 모든 타일 베이스 트랙들로부터 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보를 획득할 수 있다(S4250).

[0535] 실시예 2-2

[0536] 실시예 2-2는 타일 트랙의 시간적 확장성 정보의 시그널링 여부를 소정의 조건에 따라 결정하고, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 시그널링되지 않는 경우에 이를 유도하는 방법이다. 도 43 및 도 44는 실시예 2-2를 설명하기 위한 흐름도들이다.

[0537] 도 43을 참조하면, 전송 장치(10, 1500)는 타일 트랙 내 시간적 레벨들의 개수와 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수를 비교할 수 있다(S4310). S4310 과정은 시간적 확장성이 G-PCC 파일에 적용되면서 G-PCC 파일에 하나 이상의 타일 트랙들이 존재하는 경우에 수행될 수도 있다.

[0538] 전송 장치(10, 1500)는 S4310의 비교 결과에 기반하여 타일 트랙의 시간적 확장성 정보의 타일 트랙 내 포함 여부를 결정할 수 있다(S4320, S4330). 예를 들어, 타일 트랙 내 시간적 레벨들의 개수가 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수보다 적은 경우에, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 타일 트랙에 포함되도록 강제될 수 있다. 이와 달리, 타일 트랙 내 시간적 레벨들의 개수가 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수와 같은 경우에, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 타일 트랙에 포함되지 않도록 강제되거나, 타일 트랙에 포함될 수 있다.

[0539] 도 44를 참조하면, 수신 장치(20, 1700)는 타일 트랙 내 시간적 레벨들의 개수와 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수를 비교할 수 있다(S4410). S4410 과정은 시간적 확장성이 G-PCC 파일에 적용되면서 G-PCC 파일에 하나 이상의 타일 트랙들이 존재하는 경우에 수행될 수도 있다.

[0540] 수신 장치(20, 1700)는 S4410의 비교 결과에 기반하여 타일 트랙의 시간적 확장성 정보를 유도할지 아니면 G-PCC 파일로부터 획득할지 여부를 결정할 수 있다(S4420, S4430). 예를 들어, 타일 트랙 내 시간적 레벨들의 개수가 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수보다 적은 경우에, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 타일 트랙에 포함되도록 강제되므로, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 G-PCC 파일로부터(구체적으로, G-PCC의 타일 트랙 내 샘플들로부터) 획득될 수 있다. 이와 달리, 타일 트랙 내 시간적 레벨들의 개수가 타일 베이스 트랙 내 시간적 레벨들의 개수와 같은 경우에, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 타일 트랙에 포함되지 않도록 강제되거나, 타일 트랙에 포함될 수 있다. 이 경우, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보로부터 유도될 수 있다.

[0541] 이상에서 설명된 실시예 2에 의하면, 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보의 시그널링이 강제되며, 타일 트랙의 시간적 확장성 정보는 시그널링되지 않을 수 있으므로, 타일 베이스 트랙의 시간적 확장성 정보와 타일 트랙의 시간적 확장성 정보가 중복하여 시그널링되는 문제를 해결할 수 있다.

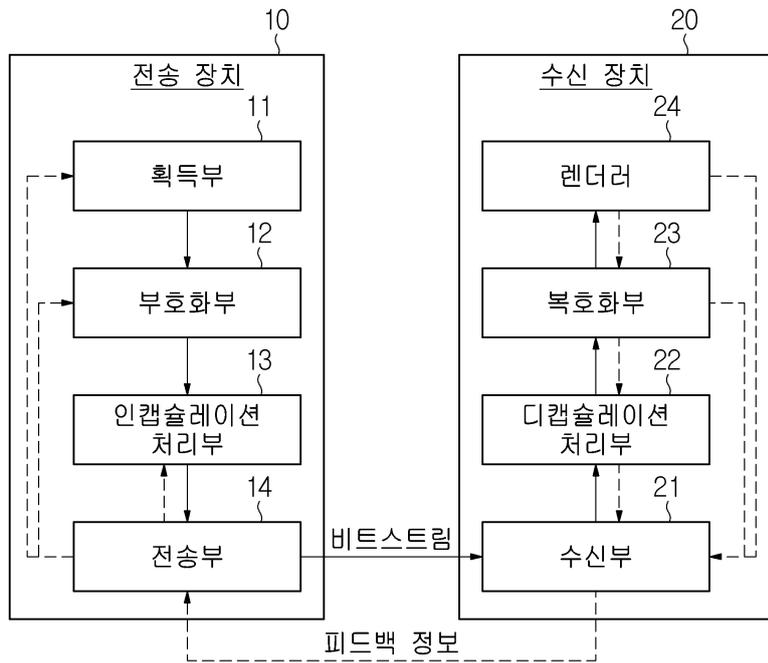
[0542] 본 개시의 범위는 다양한 실시예의 방법에 따른 동작이 장치 또는 컴퓨터 상에서 실행되도록 하는 소프트웨어 또는 머신-실행가능한 명령들(예를 들어, 운영체제, 애플리케이션, 펌웨어(firmware), 프로그램 등), 및 이러한 소프트웨어 또는 명령 등이 저장되어 장치 또는 컴퓨터 상에서 실행 가능한 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체(non-transitory computer-readable medium)를 포함한다.

**산업상 이용가능성**

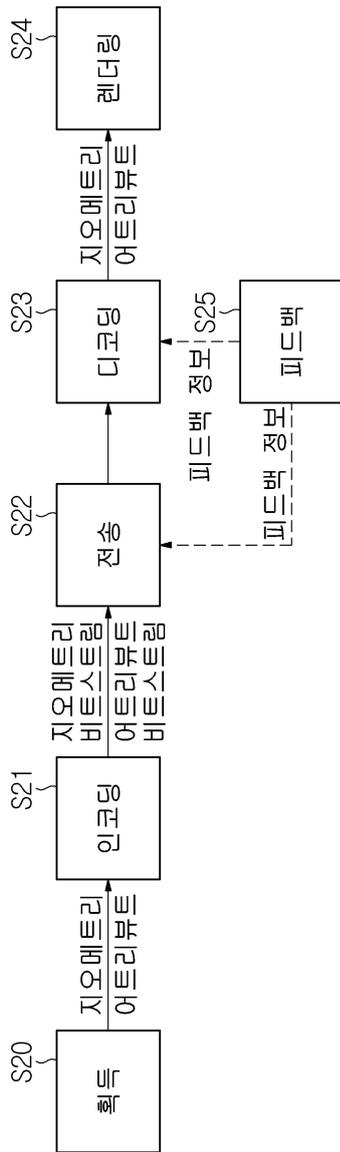
[0543] 본 개시에 따른 실시예들은 포인트 클라우드 콘텐츠를 제공하는데 이용될 수 있다. 또한, 본 개시에 따른 실시예들은 포인트 클라우드 데이터를 부호화/복호화하는데 이용될 수 있다.

**도면**

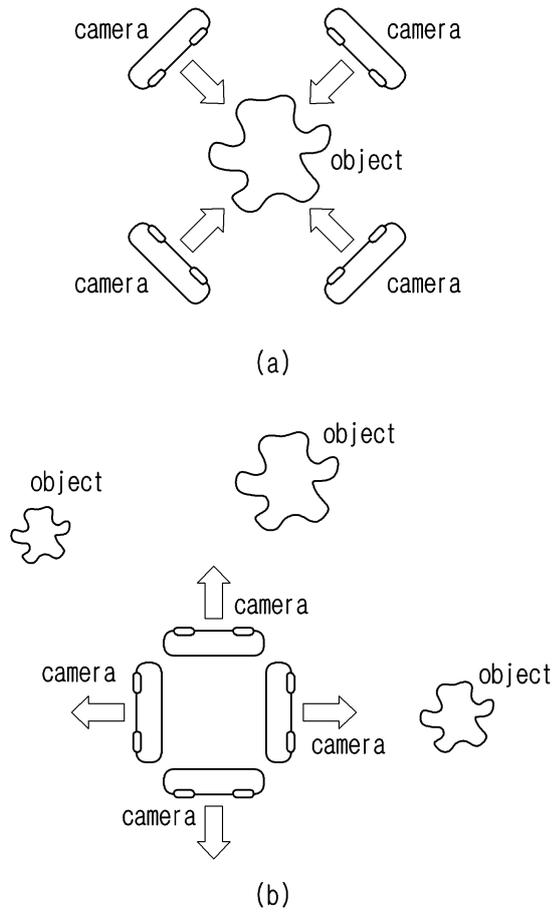
**도면1**



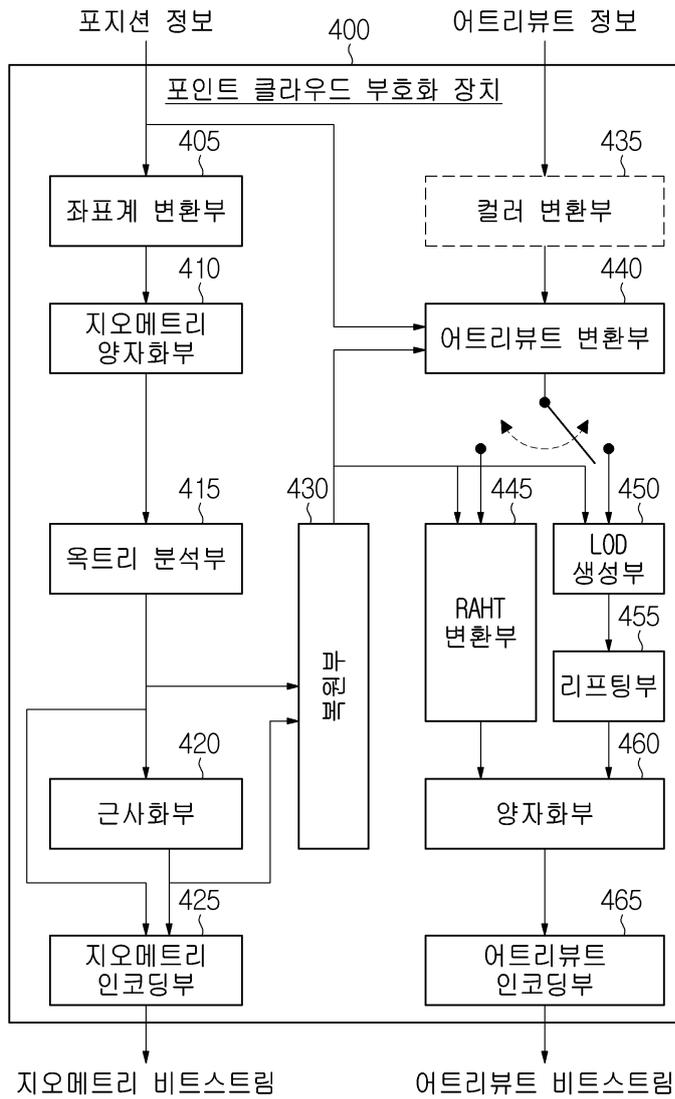
도면2



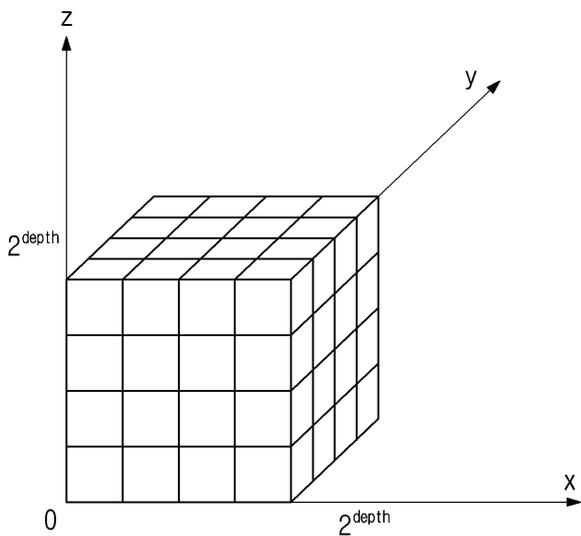
도면3



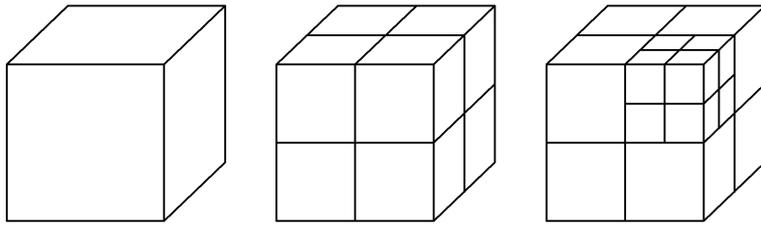
도면4



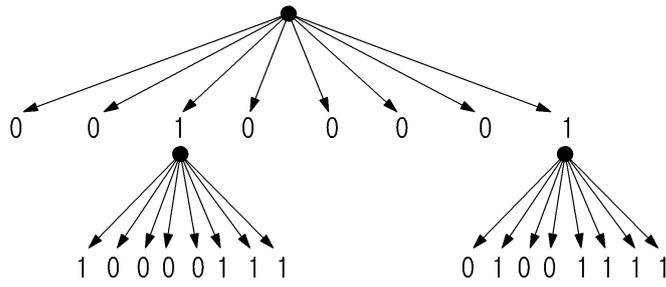
도면5



도면6

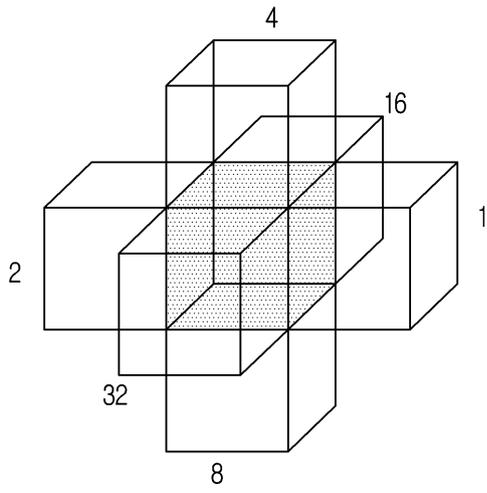


(a)

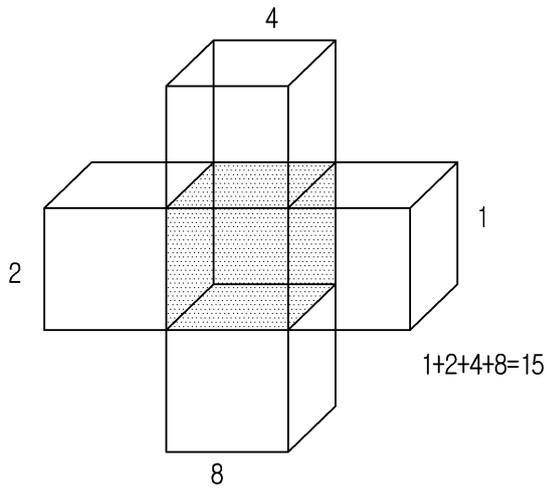


(b)

도면7

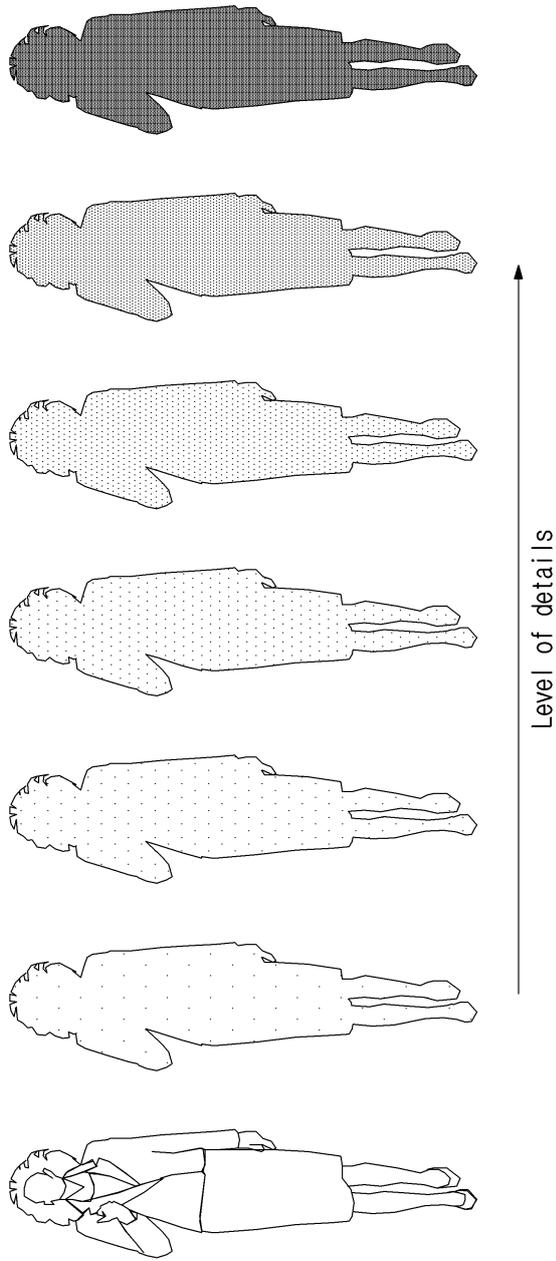


(a)

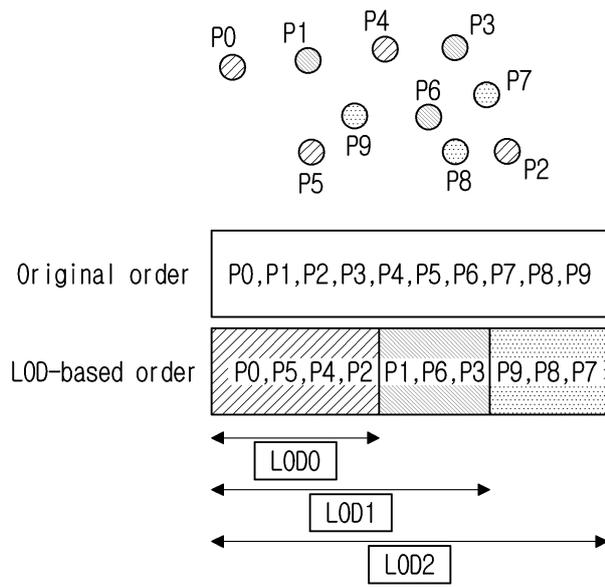


(b)

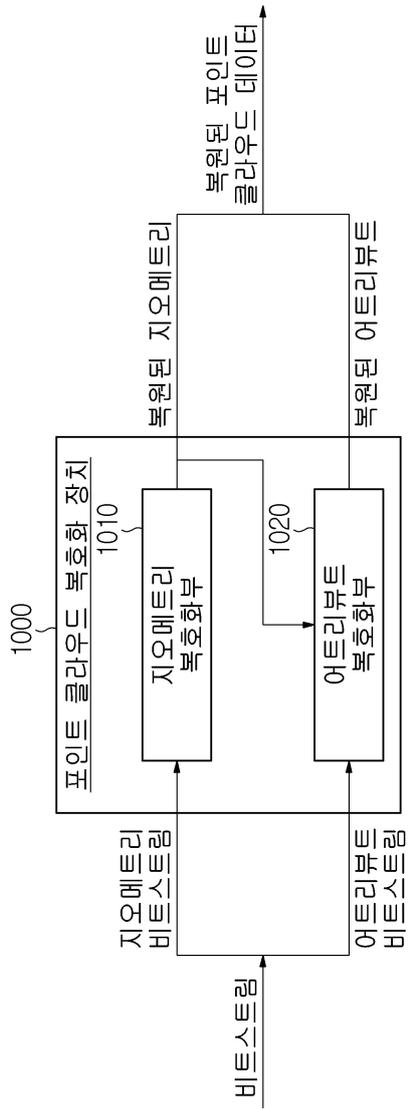
도면8



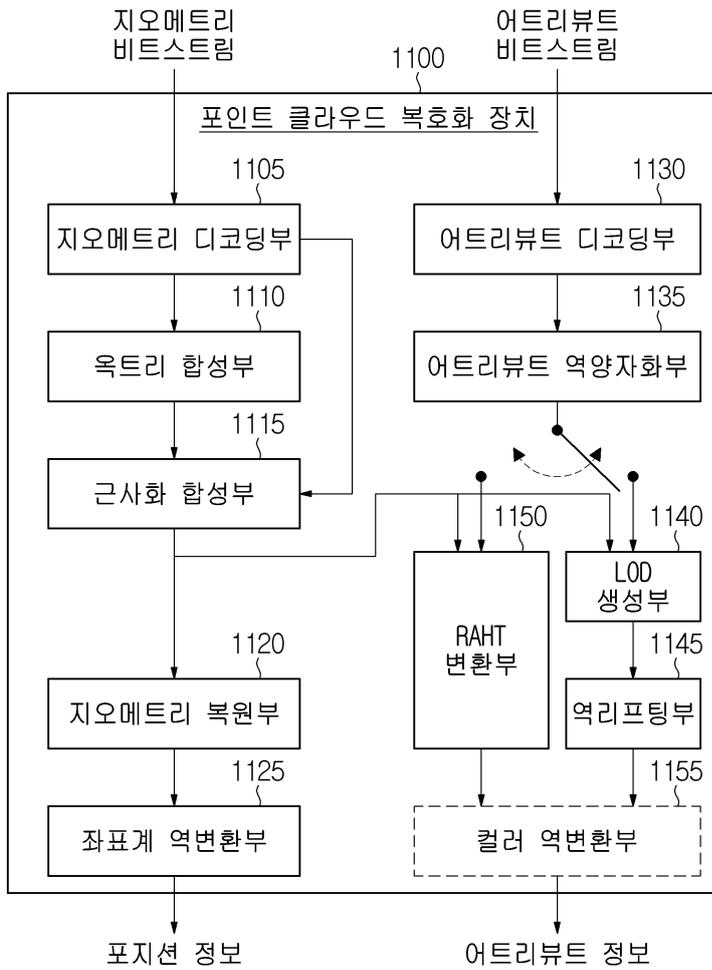
도면9



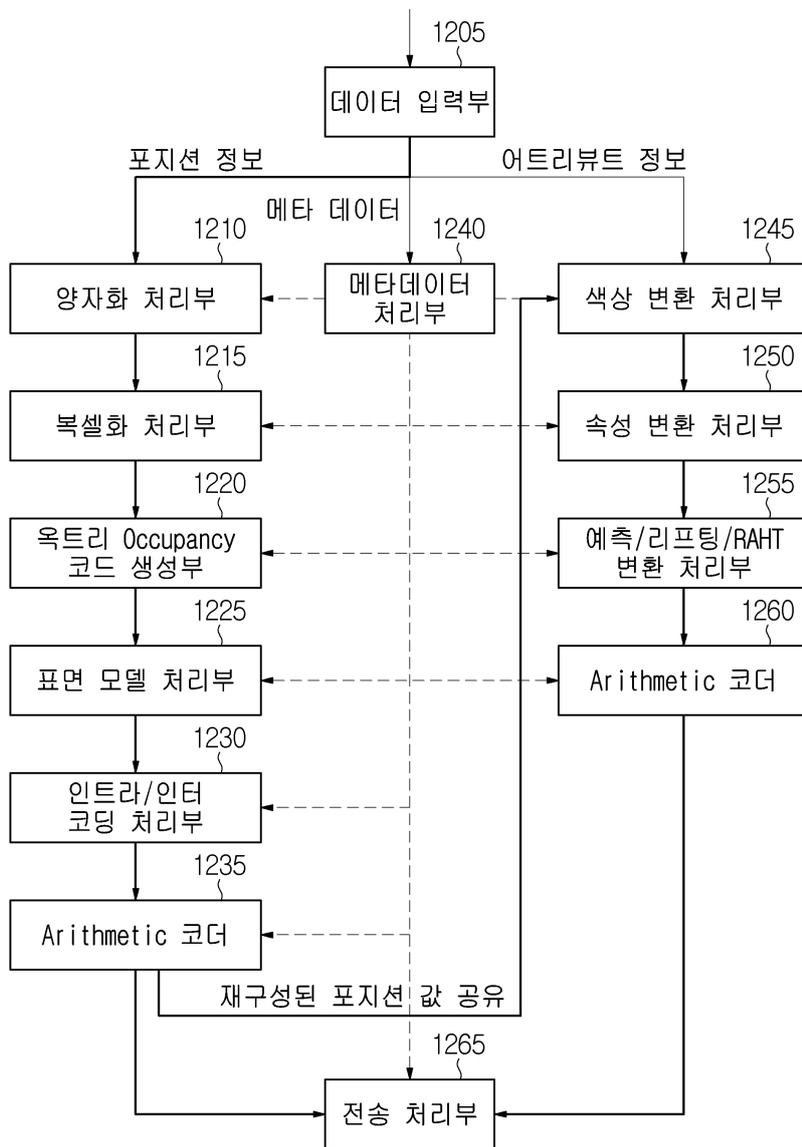
도면10



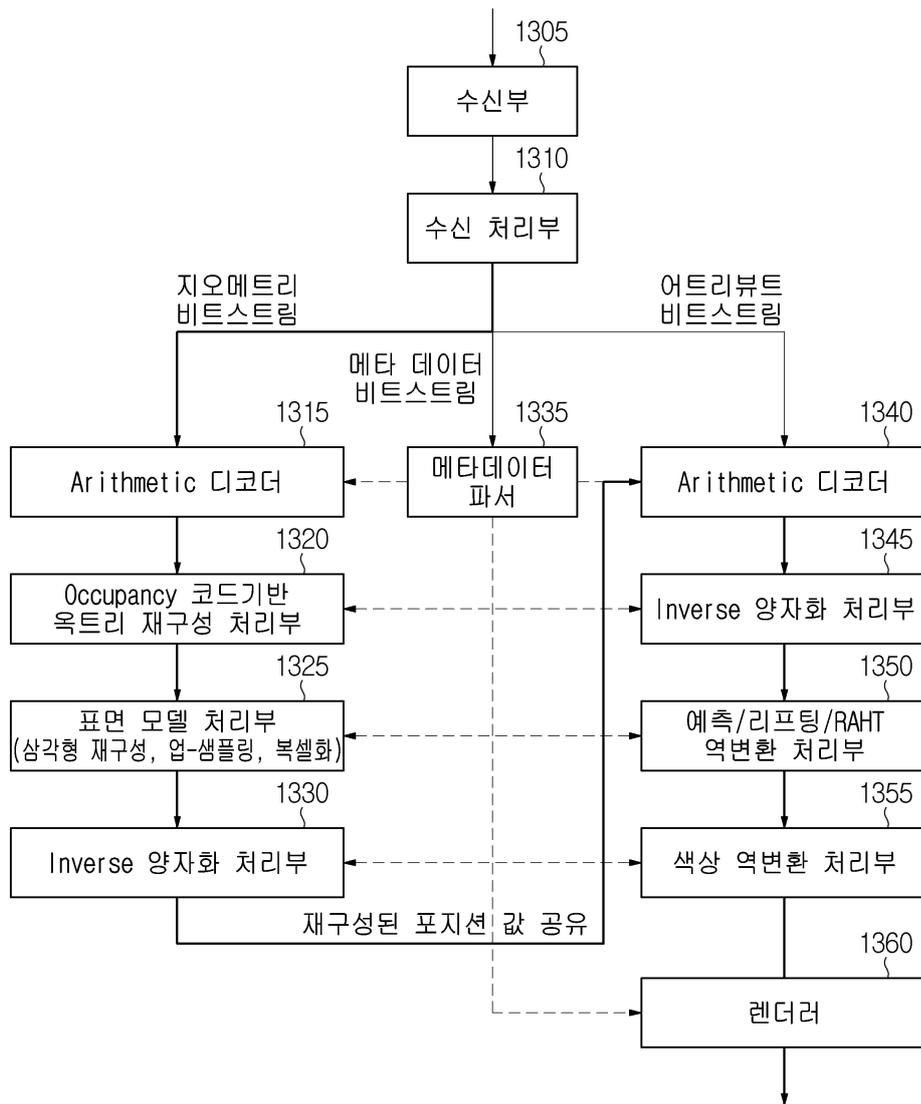
도면11



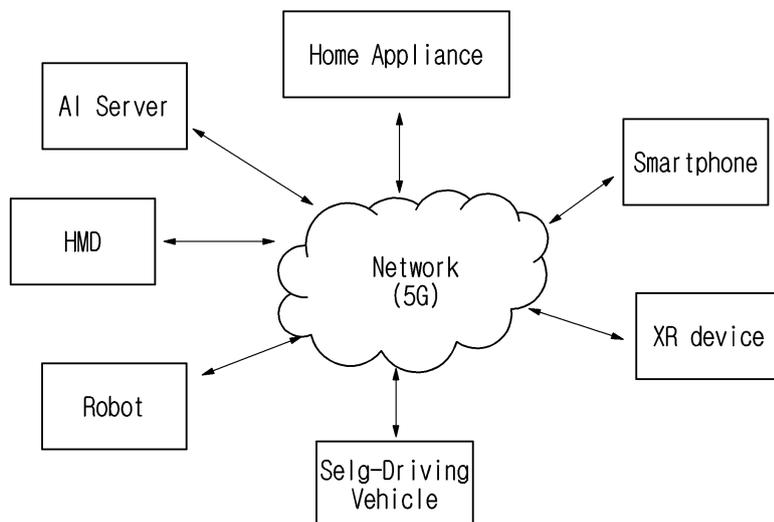
도면12



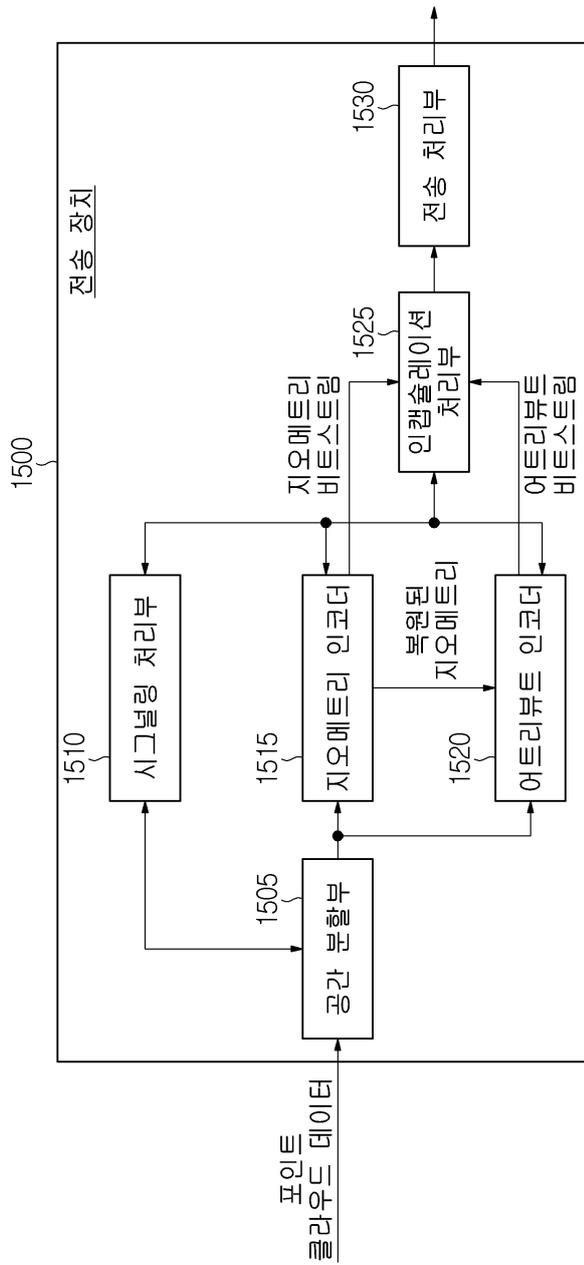
도면13



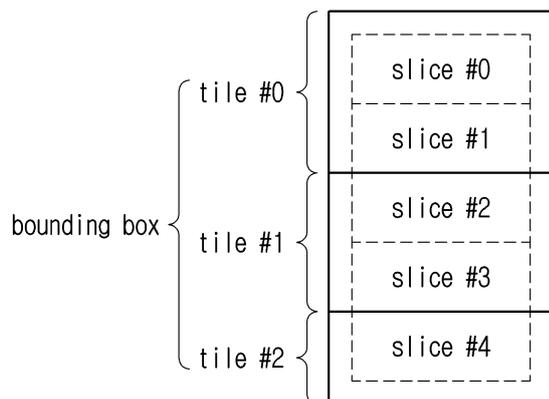
도면14



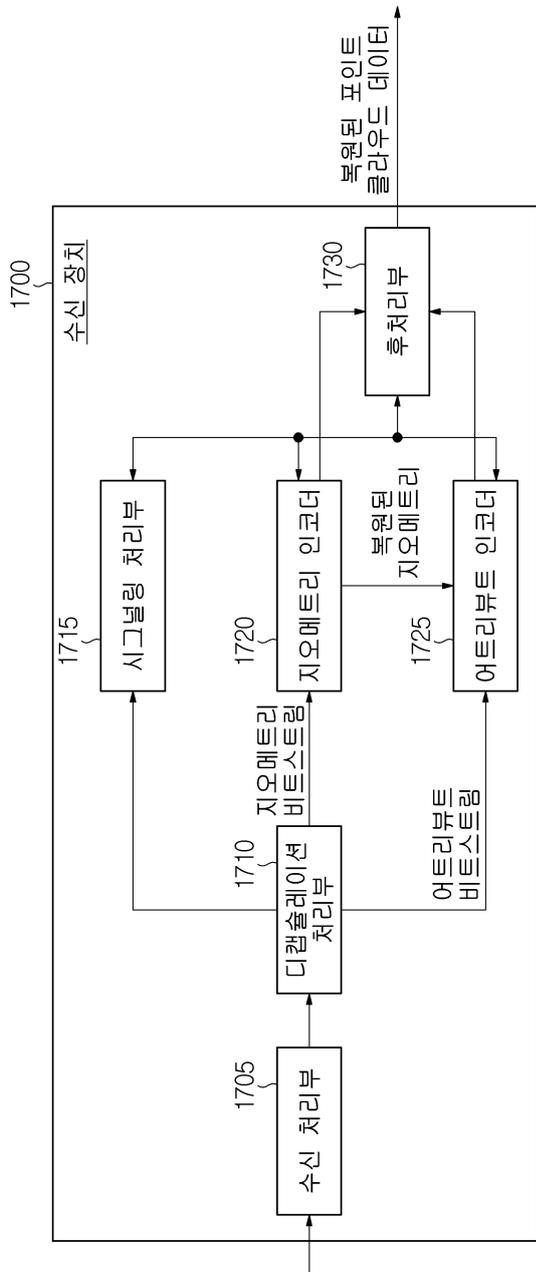
도면15



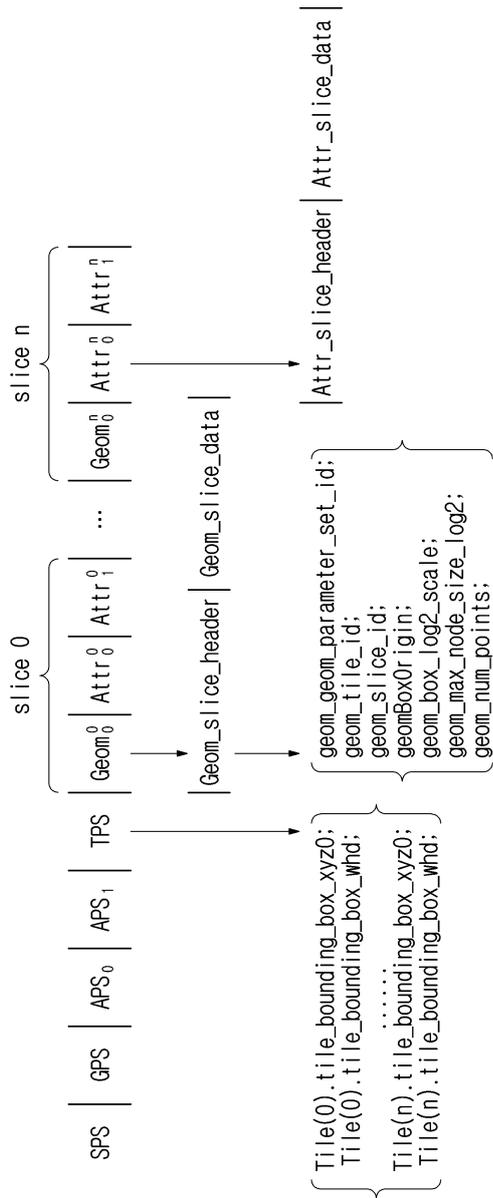
도면16



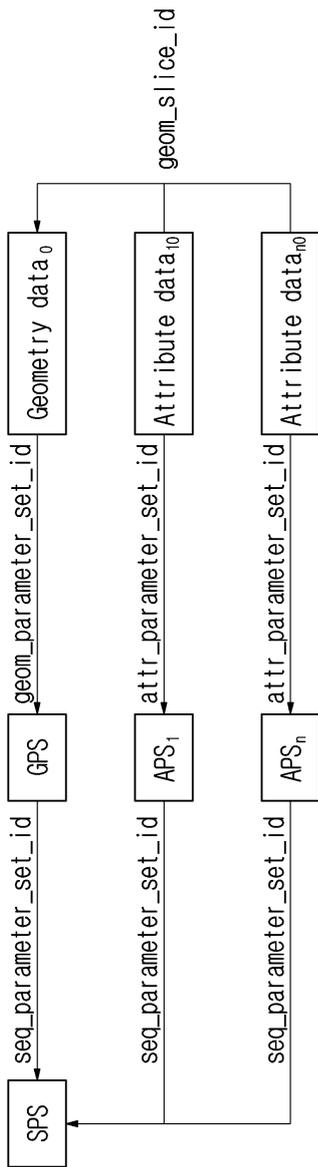
도면17



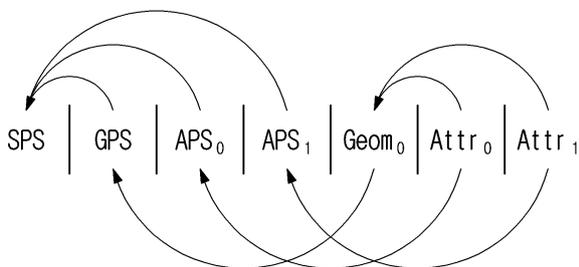
도면18



도면19



도면20



도면21

	Descriptor
seq_parameter_set() {	
<b>main_profile_compatibility_flag</b>	u(1)
<b>unique_point_positions_constraint_flag</b>	u(1)
<b>level_idc</b>	u(8)
<b>sps_seq_parameter_set_id</b>	ue(v)
<b>sps_bounding_box_present_flag</b>	u(1)
if( sps_bounding_box_present_flag ) {	
<b>sps_bounding_box_offset_x</b>	se(v)
<b>sps_bounding_box_offset_y</b>	se(v)
<b>sps_bounding_box_offset_z</b>	se(v)
<b>sps_bounding_box_offset_log2_scale</b>	ue(v)
<b>sps_bounding_box_size_width</b>	ue(v)
<b>sps_bounding_box_size_height</b>	ue(v)
<b>sps_bounding_box_size_depth</b>	ue(v)
}	
<b>sps_source_scale_factor_numerator_minus1</b>	ue(v)
<b>sps_source_scale_factor_denominator_minus1</b>	ue(v)
<b>sps_num_attribute_sets</b>	ue(v)
for( i = 0; i < sps_num_attribute_sets; i++ ) {	
<b>attribute_dimension_minus1[ i ]</b>	ue(v)
<b>attribute_instance_id[ i ]</b>	ue(v)
if( attribute_dimension_minus1[ i ] > 0 )	
<b>attribute_secondary_bitdepth_minus1[ i ]</b>	ue(v)
<b>attribute_cicp_colour_primaries[ i ]</b>	ue(v)
<b>attribute_cicp_transfer_characteristics[ i ]</b>	ue(v)
<b>attribute_cicp_matrix_coeffs[ i ]</b>	ue(v)
<b>attribute_cicp_video_full_range_flag[ i ]</b>	u(1)
<b>known_attribute_label_flag[ i ]</b>	u(1)
if( known_attribute_label_flag[ i ] )	
<b>known_attribute_label[ i ]</b>	ue(v)
else	
<b>attribute_label_four_bytes[ i ]</b>	u(32)
}	
<b>log2_max_frame_idx</b>	u(5)
<b>axis_coding_order</b>	u(3)
<b>sps_bypass_stream_enabled_flag</b>	u(1)
<b>sps_extension_flag</b>	u(1)
if( sps_extension_flag )	
while( more_data_in_byte_stream( ) )	
<b>sps_extension_data_flag</b>	u(1)
byte_alignment( )	
}	

도면22a

attribute_label_four_bytes[ i ]	Attribute type
0	Colour
1	Reflectance
2	Frame index
3	Material ID
4	Transparency
5	Normals
6...255	Reserved
256...0xffffffff	unspecified

도면22b

axis_coding_order	X	Y	Z
0	2	1	0
1	0	1	2
2	0	2	1
3	2	0	1
4	2	1	0
5	1	2	0
6	1	0	2
7	0	1	2

도면23

	Descriptor
geometry_parameter_set() {	
gps_geom_parameter_set_id	ue(v)
gps_seq_parameter_set_id	ue(v)
gps_box_present_flag	u(1)
if( gps_box_present_flag ){	
gps_gsh_box_log2_scale_present_flag	u(1)
if( gps_gsh_box_log2_scale_present_flag == 0 )	
gps_gsh_box_log2_scale	ue(v)
}	
unique_geometry_points_flag	u(1)
geometry_planar_mode_flag	u(1)
if( geometry_planar_mode_flag ){	
geom_planar_mode_th_idcm	ue(v)
geom_planar_mode_th[ 1 ]	ue(v)
geom_planar_mode_th[ 2 ]	ue(v)
}	
geometry_angular_mode_flag	u(1)
if( geometry_angular_mode_flag ){	
lidar_head_position[0]	se(v)
lidar_head_position[1]	se(v)
lidar_head_position[2]	se(v)
number_lasers	ue(v)
for( i = 0; i < number_lasers; i++ ) {	
laser_angle[ i ]	se(v)
laser_correction[ i ]	se(v)
}	
planar_buffer_disabled	u(1)
implicit_qtbt_angular_max_node_min_dim_log2_to_split_z	se(v)
implicit_qtbt_angular_max_diff_to_split_z	se(v)
}	
neighbour_context_restriction_flag	u(1)
inferred_direct_coding_mode_enabled_flag	u(1)
bitwise_occupancy_coding_flag	u(1)
adjacent_child_contextualization_enabled_flag	u(1)
log2_neighbour_avail_boundary	ue(v)
log2_intra_pred_max_node_size	ue(v)
log2_trisoup_node_size	ue(v)
geom_scaling_enabled_flag	u(1)
if( geom_scaling_enabled_flag )	
geom_base_qp	ue(v)
gps_implicit_geom_partition_flag	u(1)
if( gps_implicit_geom_partition_flag ) {	
gps_max_num_implicit_qtbt_before_ot	ue(v)
gps_min_size_implicit_qtbt	ue(v)
}	
gps_extension_flag	u(1)
if( gps_extension_flag )	
while( more_data_in_byte_stream() )	
gps_extension_data_flag	u(1)
byte_alignment()	
}	

도면24

attribute_parameter_set() {	Descriptor
aps_attr_parameter_set_id	ue(v)
aps_seq_parameter_set_id	ue(v)
attr_coding_type	ue(v)
aps_attr_initial_qp	ue(v)
aps_attr_chroma_qp_offset	se(v)
aps_slice_qp_delta_present_flag	u(1)
LodParametersPresent = ( attr_coding_type == 0    attr_coding_type == 2 ) ? 1 : 0	
if( LodParametersPresent ) {	
lifting_num_pred_nearest_neighbours_minus1	ue(v)
lifting_search_range_minus1	ue(v)
for( k = 0; k < 3; k++ )	
lifting_neighbour_bias[ k ]	ue(v)
if ( attr_coding_type == 2 )	
lifting_scalability_enabled_flag	u(1)
if ( ! lifting_scalability_enabled_flag ) {	
lifting_num_detail_levels_minus1	ue(v)
[Ed. The V7.0 code use the variable without minus1. It should be aligned]	
if ( lifting_num_detail_levels_minus1 > 0 ) {	
lifting_lod_regular_sampling_enabled_flag	u(1)
for( idx = 0; idx < num_detail_levels_minus1; idx++ ) {	
if ( lifting_lod_regular_sampling_enabled_flag )	
lifting_sampling_period_minus2[ idx ]	ue(v)
else	
lifting_sampling_distance_squared_scale_minus1[ idx ]	ue(v)
if ( idx != 0 )	
lifting_sampling_distance_squared_offset[ idx ]	ue(v)
}	
}	
}	
if( attr_coding_type == 0 ) {	
lifting_adaptive_prediction_threshold	ue(v)
lifting_intra_lod_prediction_num_layers	ue(v)
lifting_max_num_direct_predictors	ue(v)
inter_component_prediction_enabled_flag	u(1)
}	
}	
if( attribute_coding_type == 1 ) { //RAHT	
raht_prediction_enabled_flag	u(1)
if ( raht_prediction_enabled_flag ) {	
raht_prediction_threshold0	ue(v)
raht_prediction_threshold1	ue(v)
}	
}	
aps_extension_flag	u(1)
if( aps_extension_flag )	
while( more_data_in_byte_stream() )	
aps_extension_data_flag	u(1)
byte_alignment()	
}	

도면25

attr_coding_type	coding type
0	Predicting Weight Lifting
1	Region Adaptive Hierarchical Transform (RAHT)
2	Fix Weight Lifting

도면26

	Descriptor
tile_inventory() {	
tile_frame_idx	<b>tbu</b>
tile_seq_parameter_set_id	<b>u(7)</b>
tile_id_present_flag	<b>u(1)</b>
tile_cnt	<b>u(16)</b>
tile_bounding_box_bits	<b>u(8)</b>
for( tileIdx = 0; tileIdx < tile_cnt; tileIdx++ ) {	
if( tile_id_present_flag )	
tile_id	<b>ue(v)</b>
for( k = 0; k < 3; k++ )	
tile_bounding_box_offset_xyz[ tile_id ][ k ]	<b>s(v)</b>
for( k = 0; k < 3; k++ )	
tile_bounding_box_size_xyz[ tile_id ][ k ]	<b>u(v)</b>
}	
for( k = 0; k < 3; k++ )	
tile_origin_xyz[ k ]	<b>se(v)</b>
tile_origin_log2_scale	<b>ue(v)</b>
byte_alignment()	
}	

도면27a

	Descriptor
general_geometry_slice_bitstream() {	
geometry_slice_header()	
geometry_slice_data()	
}	

도면27b

	Descriptor
geometry_slice_header() {	
<b>gsh_geometry_parameter_set_id</b>	<b>ue(v)</b>
<b>gsh_tile_id</b>	<b>ue(v)</b>
<b>gsh_slice_id</b>	<b>ue(v)</b>
<b>frame_idx</b>	<b>u(n)</b>
<b>gsh_num_points</b>	<b>u(24)</b>
if( gps_box_present_flag ) {	
if( gps_gsh_box_log2_scale_present_flag )	
<b>gsh_box_log2_scale</b>	<b>ue(v)</b>
<b>gsh_box_origin_x</b>	<b>ue(v)</b>
<b>gsh_box_origin_y</b>	<b>ue(v)</b>
<b>gsh_box_origin_z</b>	<b>ue(v)</b>
}	
if ( gps_implicit_geom_partition_flag ) {	
<b>gsh_log2_max_nodesize_x</b>	<b>ue(v)</b>
<b>gsh_log2_max_nodesize_y_minus_x</b>	<b>se(v)</b>
<b>gsh_log2_max_nodesize_z_minus_y</b>	<b>se(v)</b>
} else {	
<b>gsh_log2_max_nodesize</b>	<b>ue(v)</b>
}	
if( geom_scaling_enabled_flag ) {	
<b>geom_slice_qp_offset</b>	<b>se(v)</b>
<b>geom_octree_qp_offsets_enabled_flag</b>	<b>u(1)</b>
if( geom_octree_qp_offsets_enabled_flag )	
<b>geom_octree_qp_offsets_depth</b>	<b>ue(v)</b>
}	
byte_alignment()	
}	

도면28

geometry_slice_data() {	Descriptor
for( depth = 0; depth < MaxGeometryOctreeDepth; depth++) {	
for( nodeIdx = 0; nodeIdx < NumNodesAtDepth[ depth ]; nodeIdx++) {	
xN = NodeX[ depth ][ nodeIdx ]	
yN = NodeY[ depth ][ nodeIdx ]	
zN = NodeZ[ depth ][ nodeIdx ]	
geometry_node( depth, nodeIdx, xN, yN, zN )	
}	
}	
if (log2_trisoup_node_size > 0)	
geometry_trisoup_data()	
}	

도면29a

general_attribute_slice_bitstream() {	Descriptor
attribute_slice_header()	
attribute_slice_data()	
}	

도면29b

	Descriptor
attribute_slice_header() {	
<b>ash_attr_parameter_set_id</b>	ue(v)
<b>ash_attr_sps_attr_idx</b>	ue(v)
<b>ash_attr_geom_slice_id</b>	ue(v)
if ( aps_slice_qp_delta_present_flag ) {	
<b>ash_attr_qp_delta_luma</b>	se(v)
if( attribute_dimension_minus1[ ash_attr_sps_attr_idx ] > 0 )	
<b>ash_attr_qp_delta_chroma</b>	se(v)
}	
<b>ash_attr_layer_qp_delta_present_flag</b>	u(1)
if ( ash_attr_layer_qp_delta_present_flag ) {	
<b>ash_attr_num_layer_qp_minus1</b>	ue(v)
for( i = 0; i < NumLayerQp; i++){	
<b>ash_attr_layer_qp_delta_luma[i]</b>	se(v)
if( attribute_dimension_minus1[ ash_attr_sps_attr_idx ] > 0 )	
<b>ash_attr_layer_qp_delta_chroma[i]</b>	se(v)
}	
}	
<b>ash_attr_region_qp_delta_present_flag</b>	u(1)
if ( ash_attr_region_qp_delta_present_flag ) {	
<b>ash_attr_qp_region_box_origin_x</b>	ue(v)
<b>ash_attr_qp_region_box_origin_y</b>	ue(v)
<b>ash_attr_qp_region_box_origin_z</b>	ue(v)
<b>ash_attr_qp_region_box_width</b>	ue(v)
<b>ash_attr_qp_region_box_height</b>	ue(v)
<b>ash_attr_qp_region_box_depth</b>	ue(v)
<b>ash_attr_region_qp_delta</b>	se(v)
}	
byte_alignment()	
}	

도면30

attribute slice data() {	Descriptor
dimension = attribute_dimension[ ash_attr_sps_attr_idx]	
zerorun	ae(v)
for(i=0; i<pointCount; i++) {	
if( attr_coding_type== 0 && maxPredDiff[i]> lifting_adaptive_prediction_threshold && MaxNumPredictors > 1) {	
predIndex[i]	ae(v)
}	
if( zerorun > 0) {	
for(k = 0; k < dimension; k++)	
values[k][i]=0	
zerorun -= 1	
}	
else{	
attribute_coding(dimension, i)	ae(v)
zerorun	ae(v)
}	
}	
byte_alignment()	
}	

도면31

metadata_slice_bitstream() {	Descriptor
metadata_slice_header()	
metadata_slice_data()	
}	

(a)

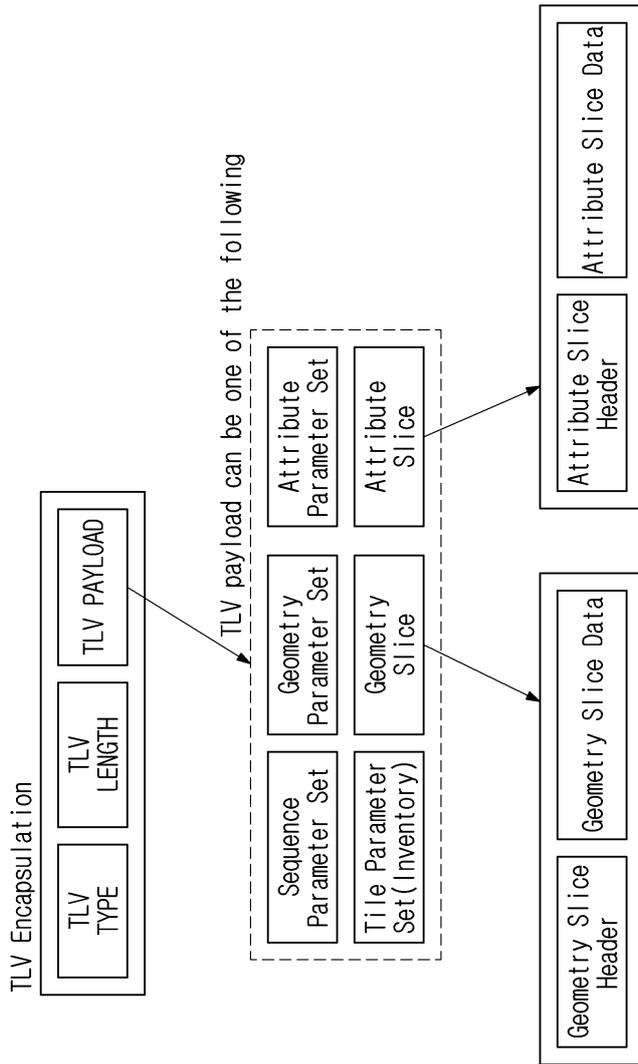
metadata_slice_header() {	Descriptor
msh_slice_id	ue(v)
msh_geom_slice_id	ue(v)
msh_attr_id	ue(v)
msh_attr_slice_id	ue(v)
}	

(b)

metadata_slice_data(){	Descriptor
metadata_bitstream()	
}	

(c)

도면32



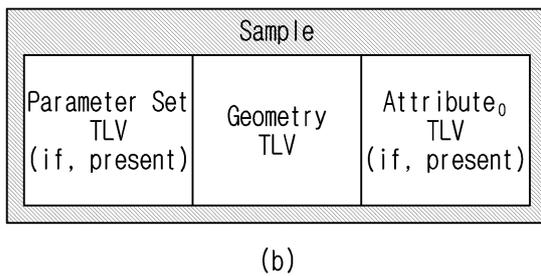
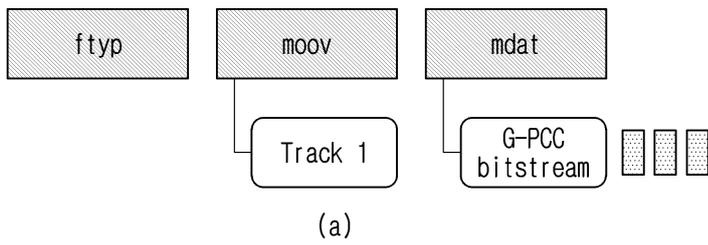
도면33a

	Descriptor
tlv_encapsulation() {	
tlv_type	u(8)
tlv_num_payload_bytes	u(32)
for( i = 0; i < tlv_num_payload_bytes; i++)	
tlv_payload_byte[ i ]	u(8)
}	

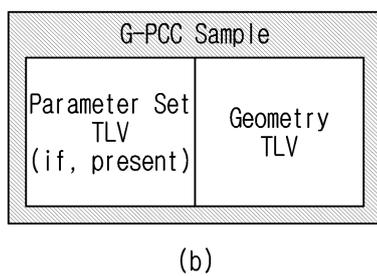
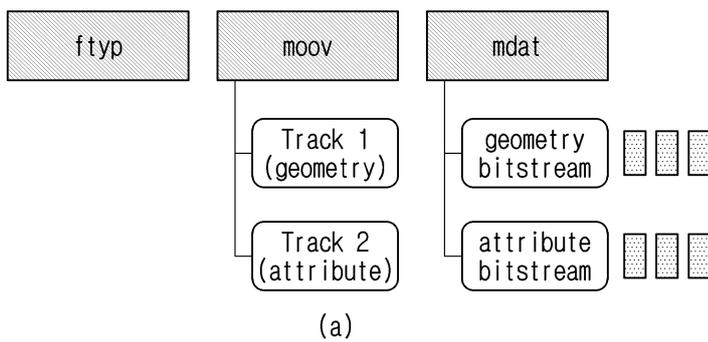
도면33b

tlv_type	Syntax table	Description
0	7.3.1.1	Sequence parameter set
1	7.3.1.2	Geometry parameter set
2	7.3.2.1	Geometry data unit
3	7.3.1.3	Attribute parameter set
4	7.3.3.1	Attribute data unit
5	7.3.2.2	Tile inventory
6	7.3.2.5	Frame boundary marker

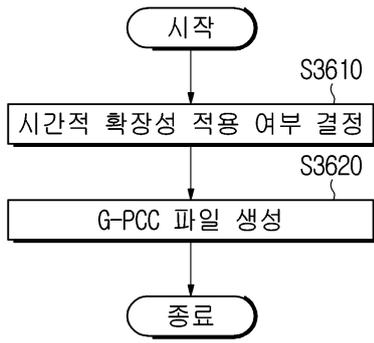
도면34



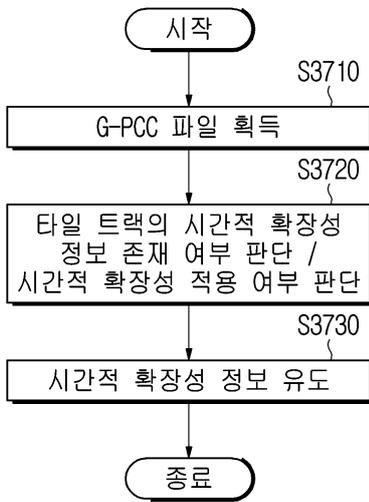
도면35



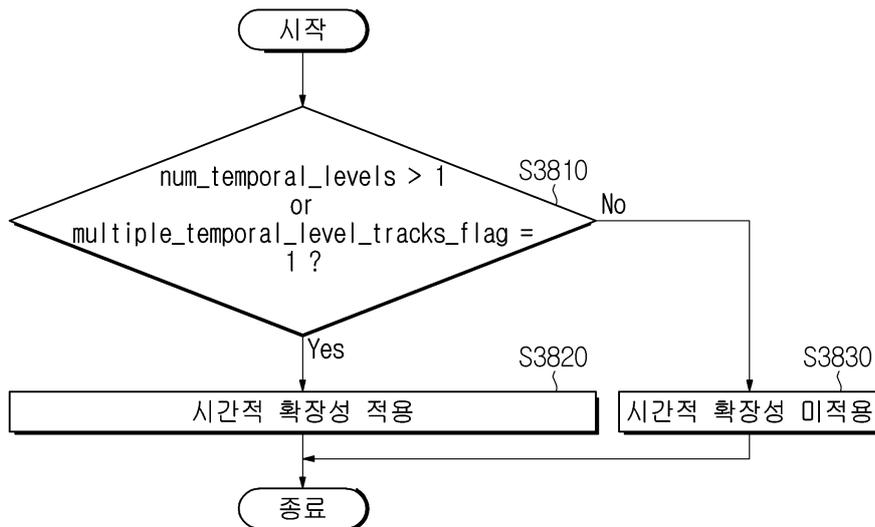
도면36



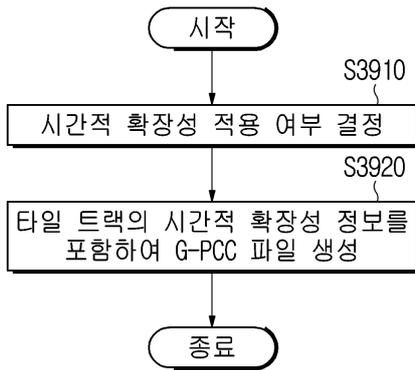
도면37



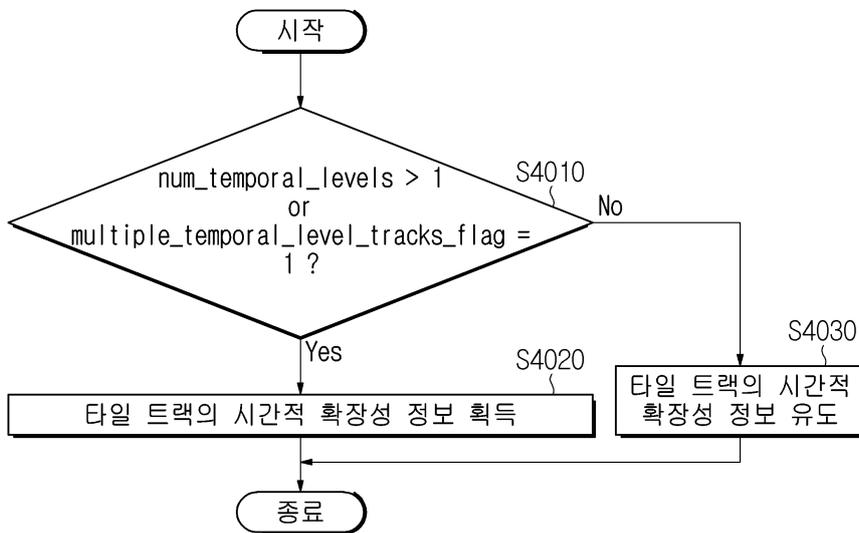
도면38



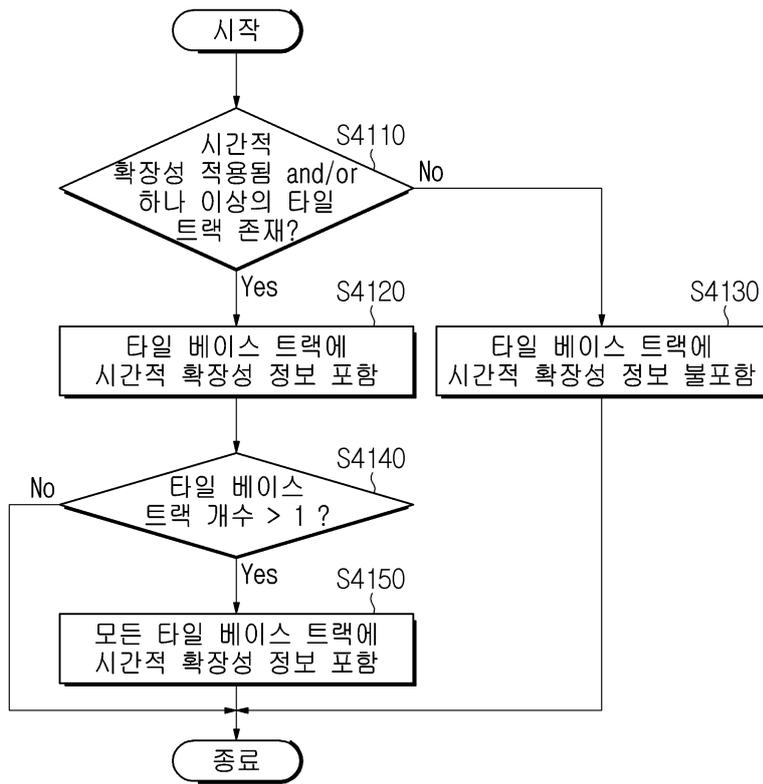
도면39



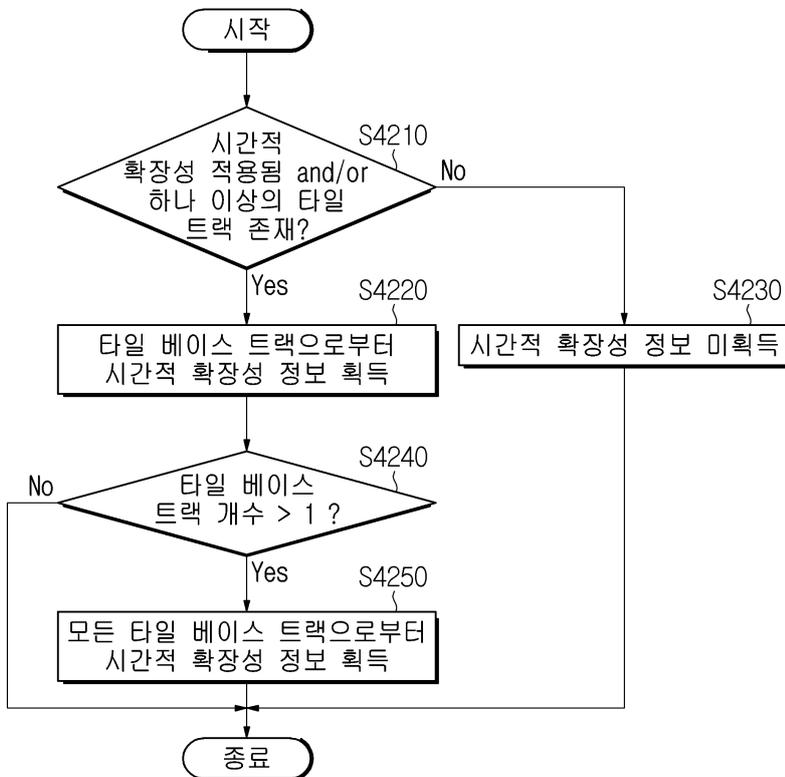
도면40



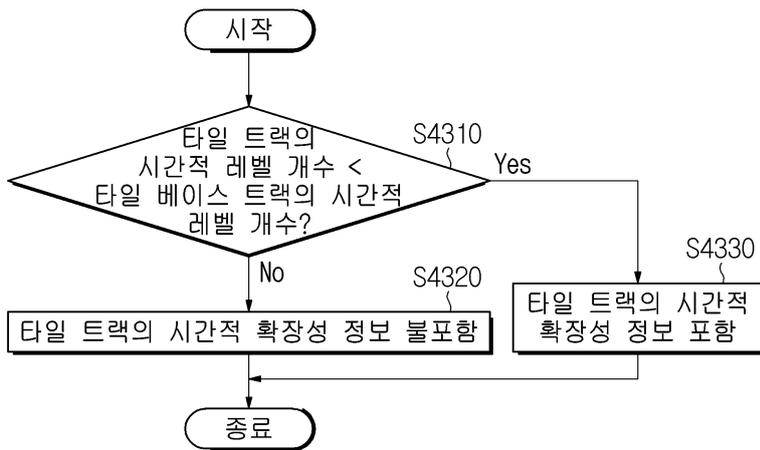
도면41



도면42



도면43



도면44

