(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2021 년 4 월 8 일 (08.04.2021)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2021/066312 A1

(51) 국제특허분류:
G06T 9/40 (2006.01) *H04N 21/2343* (2011.01)
H04N 19/96 (2014.01) *H04N 19/13* (2014.01)
H04N 19/597 (2014.01) *H04N 21/4402* (2011.01)
H04N 19/184 (2014.01) *G06T 17/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2020/010283

(22) 국제출원일: 2020 년 8 월 4 일 (04.08.2020)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
62/910,400 2019 년 10 월 3 일 (03.10.2019) US
62/911,954 2019 년 10 월 7 일 (07.10.2019) US

(71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (**LG ELECTRONICS INC.**) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).

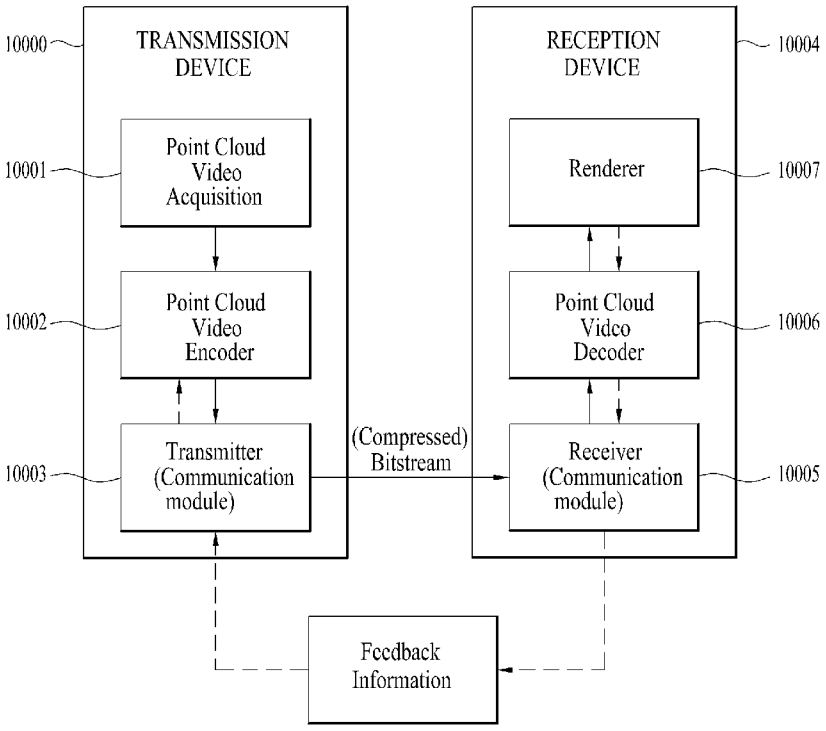
(72) 발명자: 허혜정 (**HUR, Hyejung**); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 오세진 (**OH, Sejin**); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인(유한)케이비케이 (**KBK & ASSOCIATES**); 05556 서울시 송파구 올림픽로 82 (잠실현대빌딩 7층), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,

(54) **Title:** DEVICE FOR TRANSMITTING POINT CLOUD DATA, METHOD FOR TRANSMITTING POINT CLOUD DATA, DEVICE FOR RECEIVING POINT CLOUD DATA, AND METHOD FOR RECEIVING POINT CLOUD DATA

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



(57) **Abstract:** A method for receiving point cloud data according to embodiments may comprise the steps of: receiving a bitstream including point cloud data; and decoding the point cloud data. A method for transmitting point cloud data according to embodiments may comprise the steps of: encoding point cloud data; and transmitting a bitstream including the point cloud data.

(57) **요약서:** 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계; 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계; 를 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계; 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계; 를 포함할 수 있다.

[다음 쪽 계속]

WO 2021/066312 A1

KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 포인트 클라우드 데이터 송신 장치, 포인트 클라우드 데이터 송신 방법, 포인트 클라우드 데이터 수신 장치 및 포인트 클라우드 데이터 수신 방법

기술분야

[1] 실시예들은 포인트 클라우드 콘텐트(Point Cloud Content)를 처리하는 방법 및 장치에 대한 것이다.

배경기술

[2] 포인트 클라우드 콘텐트는 3차원 공간을 표현하는 좌표계에 속한 점(포인트)들의 집합인 포인트 클라우드로 표현되는 콘텐트이다. 포인트 클라우드 콘텐트는3차원으로 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. 하지만 포인트 클라우드 콘텐트를 표현하기 위해서는 수만개에서 수십만개의 포인트 데이터가 필요하다. 따라서 방대한 양의 포인트 데이터를 효율적으로 처리하기 위한 방법이 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

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

[4] 다만, 전술한 기술적 과제만으로 제한되는 것은 아니고, 기재된 전체 내용에 기초하여 당업자가 유추할 수 있는 다른 기술적 과제로 실시예들의 권리범위가 확장될 수 있다.

과제 해결 수단

[5] 이러한 기술적 과제를 해결하기 위해서, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계; 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계; 를 포함할 수 있다.

[6] 또한, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계; 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계; 를 포함할 수 있다.

발명의 효과

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

[8] 실시예들에 따른 장치 및 방법은 높은 퀄리티의 포인트 클라우드 서비스를

제공할 수 있다.

[9] 실시예들에 따른 장치 및 방법은 VR 서비스, 자율주행 서비스 등 범용적인 서비스를 제공하기 위한 포인트 클라우드 콘텐트를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[10] 도면은 실시예들을 더욱 이해하기 위해서 포함되며, 도면은 실시예들에 관련된 설명과 함께 실시예들을 나타낸다. 이하에서 설명하는 다양한 실시예들의 보다 나은 이해를 위하여, 하기 도면들에 걸쳐 유사한 참조 번호들이 대응하는 부분들을 포함하는 다음의 도면들과 관련하여 이하의 실시예들의 설명을 반드시 참조해야 한다.

[11] 도1은 실시예들에 따른 포인트 클라우드콘텐츠 제공 시스템의 예시를 나타낸다.

[12] 도 2는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 동작을 나타내는 블록도이다.

[13] 도 3은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 비디오 캡쳐 과정의 예시를 나타낸다.

[14] 도 4는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(Point Cloud Encoder)의 예시를 나타낸다.

[15] 도 5 는 실시예들에 따른 복셀의 예시를 나타낸다.

[16] 도 6은 실시예들에 따른 옥트리 및 오큐판시 코드 (occupancy code)의 예시를 나타낸다.

[17] 도 7은 실시예들에 따른 이웃 노드 패턴의 예시를 나타낸다.

[18] 도 8은 실시예들에 따른 LOD 별 포인트 구성의 예시를 나타낸다.

[19] 도 9는 실시예들에 따른 LOD 별 포인트 구성의 예시를 나타낸다.

[20] 도 10은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 디코더(Point Cloud Decoder)의 예시를 나타낸다.

[21] 도 11은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 디코더(Point Cloud Decoder)의 예시를 나타낸다.

[22] 도 12는 실시예들에 따른 전송 장치의 예시이다.

[23] 도 13은 실시예들에 따른 수신 장치의 예시이다.

[24] 도 14는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송수신 방법/장치와 연동 가능한 구조의 예시를 나타낸다.

[25] 도15는 실시예들에 따른 공간 스케일러빌리티(spatial scalability)를 위한 지오메트리 데이터 및 어트리뷰트 데이터의 구조를 나타낸다.

[26] 도16은 실시예들에 따른 어트리뷰트 인코딩/디코딩 과정을 나타낸다.

[27] 도17은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 옥트리 구조를 나타낸다.

[28] 도18은 실시예들에 따른 몰톤 코드 기반의 노드에 속하는 포인트들을 분류하는 방안을 나타낸다.

[29] 도19는 실시예들에 따른 고립 노드 병합을 나타낸다.

[30] 도20은 실시예들에 따른 PCC 데이터 부호화기를 나타낸다.

[31] 도21은 실시예들에 따른 PCC 데이터 복호화기를 나타낸다.

[32] 도22는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 비트스트림 구조를 나타낸다.

[33] 도23은 실시예들에 따른 시퀀스 파라미터 세트(Sequence Parameter Set)를 나타낸다.

[34] 도24는 실시예들에 따른 어트리뷰트 파라미터 세트(Attribute Parameter Set)를 나타낸다.

[35] 도25는 실시예들에 따른 타일 파라미터 세트(Tile Parameter Set)를 나타낸다.

[36] 도26은 실시예들에 따른 어트리뷰트 슬라이스 헤더(Attribute slice header)를 나타낸다.

[37] 도27은 실시예들에 따른 어트리뷰트 인코딩/디코딩을 나타낸다.

[38] 도28은 실시예들에 따른 바운딩 박스 및 노드를 나타낸다.

[39] 도29는 실시예들에 따른 각 노드 및 위치 간 매칭을 나타낸다.

[40] 도30은 실시예들에 따른 옥트리 구조 상 참조 노드 선택을 나타낸다.

[41] 도31은 실시예들에 따른 PCC 데이터 부호화기를 나타낸다.

[42] 도32는 실시예들에 따른 PCC 데이터 복호화기를 나타낸다.

[43] 도33은 실시예들에 따른 시퀀스 파라미터 세트(Sequence Parameter Set, SPS)를 나타낸다.

[44] 도34는 실시예들에 따른 어트리뷰트 파라미터 세트(Atribute Paremeter Set, APS)를 나타낸다.

[45] 도35는 실시예들에 따른 (Tile Parameter Set, TPS)를 나타낸다.

[46] 도36는 실시예들에 따른 어트리뷰트 슬라이스 헤더(Attribute Slice Header, ASH)을 나타낸다.

[47] 도37은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 방법을 나타낸다.

[48] 도38은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 방법을 나타낸다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

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

[50] 실시예들에서 사용되는 대부분의 용어는 해당 분야에서 널리 사용되는 일반적인 것들에서 선택되지만, 일부 용어는 출원인에 의해 임의로 선택되며 그 의미는 필요에 따라 다음 설명에서 자세히 서술한다. 따라서 실시예들은 용어의 단순한 명칭이나 의미가 아닌 용어의 의도된 의미에 근거하여 이해되어야 한다.

[51] 도1은 실시예들에 따른 포인트 클라우드콘텐츠 제공 시스템의 예시를 나타낸다.

[52] 도 1에 도시된 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 전송 장치(transmission device)(10000) 및 수신 장치(reception device)(10004)를 포함할 수 있다. 전송 장치(10000) 및 수신 장치(10004)는 포인트 클라우드 데이터를 송수신하기 위해 유무선 통신 가능하다.

[53] . 실시예들에 따른 전송 장치(10000)는 포인트 클라우드 비디오(또는 포인트 클라우드 콘텐트)를 확보하고 처리하여 전송할 수 있다. 실시예들에 따라, 전송 장치(10000)는 고정국(fixed station), BTS(base transceiver system), 네트워크, AI(Ariticial Intelligence) 기기 및/또는 시스템, 로봇, AR/VR/XR 기기 및/또는 서버 등을 포함할 수 있다. 또한 실시예들에 따라 전송 장치(10000)는 무선 접속 기술(예, 5G NR(New RAT), LTE(Long Term Evolution))을 이용하여, 기지국 및/또는 다른 무선 기기와 통신을 수행하는 기기, 로봇, 차량, AR/VR/XR 기기, 휴대기기, 가전, IoT(Internet of Thing)기기, AI 기기/서버 등을 포함할 수 있다.

[54] 실시예들에 따른 전송 장치(10000)는 포인트 클라우드 비디오 획득부(Point Cloud Video Acquisition, 10001), 포인트 클라우드 비디오 인코더(Point Cloud Video Encoder, 10002) 및/또는 트랜스미터(Transmitter (or Communication module), 10003)를 포함한다

[55] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 비디오 획득부(10001)는 캡쳐, 합성 또는 생성 등의 처리 과정을 통해 포인트 클라우드 비디오를 획득한다. 포인트 클라우드 비디오는 3차원 공간에 위치한 포인트들의 집합인 포인트 클라우드로 표현되는 포인트 클라우드 콘텐트로서, 포인트 클라우드 비디오 데이터 등으로 호칭될 수 있다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 비디오는 하나 또는 그 이상의 프레임들을 포함할 수 있다. 하나의 프레임은 정지 영상/픽쳐를 나타낸다. 따라서 포인트 클라우드 비디오는 포인트 클라우드 영상/프레임/픽처를 포함할 수 있으며, 포인트 클라우드 영상, 프레임 및 픽처 중 어느 하나로 호칭될 수 있다.

[56] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002)는 확보된 포인트 클라우드 비디오 데이터를 인코딩한다. 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002)는 포인트 클라우드 컴프레션(Point Cloud Compression) 코딩을 기반으로 포인트 클라우드 비디오 데이터를 인코딩할 수 있다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 컴프레션 코딩은 G-PCC(Geometry-based Point Cloud Compression) 코딩 및/또는 V-PCC(Video based Point Cloud Compression) 코딩 또는 차세대 코딩을 포함할 수 있다. 또한 실시예들에 따른 포인트 클라우드 컴프레션 코딩은 상술한 실시예에 국한되는 것은 아니다. 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002)는 인코딩된 포인트 클라우드 비디오 데이터를 포함하는 비트스트림을 출력할 수 있다. 비트스트림은 인코딩된 포인트 클라우드 비디오 데이터뿐만 아니라, 포인트 클라우드 비디오 데이터의 인코딩과 관련된

시그널링 정보를 포함할 수 있다.

[57] 실시예들에 따른 트랜스미터(10003)는 인코딩된 포인트 클라우드 비디오 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송한다. 실시예들에 따른 비트스트림은 파일 또는 세그먼트(예를 들면 스트리밍 세그먼트) 등으로 인캡슐레이션되어 방송망 및/또는 브로드밴드 망등의 다양한 네트워크를 통해 전송된다. 도면에 도시되지 않았으나, 전송 장치(10000)는 인캡슐레이션 동작을 수행하는 인캡슐레이션부(또는 인캡슐레이션 모듈)을 포함할 수 있다. 또한 실시예들에 따라 인캡슐레이션부는 트랜스미터(10003)에 포함될 수 있다. 실시예들에 따라 파일 또는 세그먼트는 네트워크를 통해 수신 장치(10004)로 전송되거나, 디지털 저장매체(예를 들면 USB, SD, CD, DVD, 블루레이, HDD, SSD 등)에 저장될 수 있다. 실시예들에 따른 트랜스미터(10003)는 수신 장치(10004) (또는 리시버(Receiver, 10005))와 4G, 5G, 6G 등의 네트워크를 통해 유/무선 통신 가능하다. 또한 트랜스미터(10003)는 네트워크 시스템(예를 들면 4G, 5G, 6G 등의 통신 네트워크 시스템)에 따라 필요한 데이터 처리 동작을 수행할 수 있다. 또한 전송 장치(10000)는 온 디맨드(On Demand) 방식에 따라 인캡슐레이션된 데이터를 전송할 수도 있다.

[58] 실시예들에 따른 수신 장치(10004)는 리시버(Receiver, 10005), 포인트 클라우드 비디오 디코더(Point Cloud Decoder, 10006) 및/또는 렌더러(Renderer, 10007)를 포함한다. 실시예들에 따라 수신 장치(10004)는 무선 접속 기술(예, 5G NR(New RAT), LTE(Long Term Evolution))을 이용하여, 기지국 및/또는 다른 무선 기기와 통신을 수행하는 기기, 로봇, 차량, AR/VR/XR 기기, 휴대기기, 가전, IoT(Internet of Thing)기기, AI 기기/서버 등을 포함할 수 있다.

[59] 실시예들에 따른 리시버(10005)는 포인트 클라우드 비디오 데이터를 포함하는 비트스트림 또는 비트스트림이 인캡슐레이션된 파일/세그먼트 등을 네트워크 또는 저장매체로부터 수신한다. 리시버(10005)는 네트워크 시스템(예를 들면 4G, 5G, 6G 등의 통신 네트워크 시스템)에 따라 필요한 데이터 처리 동작을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 리시버(10005)는 수신한 파일/세그먼트를 디캡슐레이션하여 비트스트림을 출력할수 있다. 또한 실시예들에 따라 리시버(10005)는 디캡슐레이션 동작을 수행하기 위한 디캡슐레이션부(또는 디캡슐레이션 모듈)을 포함할 수 있다. 또한 디캡슐레이션부는 리시버(10005)와 별개의 엘레멘트(또는 컴포넌트)로 구현될 수 있다.

[60] 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006)는 포인트 클라우드 비디오 데이터를 포함하는 비트스트림을 디코딩한다. 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006)는 포인트 클라우드 비디오 데이터가 인코딩된 방식에 따라 디코딩할 수 있다(예를 들면 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002)의 동작의 역과정). 따라서 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006)는 포인트 클라우드 컴프레션의 역과정인 포인트 클라우드 디컴프레션 코딩을 수행하여 포인트 클라우드 비디오 데이터를 디코딩할 수 있다. 포인트 클라우드 디컴프레션 코딩은 G-PCC 코딩을 포함한다.

[61] 렌더러(10007)는 디코딩된 포인트 클라우드 비디오 데이터를 렌더링한다. 렌더러(10007)는 포인트 클라우드 비디오 데이터 뿐만 아니라 오디오 데이터도 렌더링하여 포인트 클라우드 콘텐트를 출력할 수 있다. 실시예들에 따라 렌더러(10007)는 포인트 클라우드 콘텐트를 디스플레이하기 위한 디스플레이를 포함할 수 있다. 실시예들에 따라 디스플레이는 렌더러(10007)에 포함되지 않고 별도의 디바이스 또는 컴포넌트로 구현될 수 있다.

[62] 도면에 점선으로 표시된 화살표는 수신 장치(10004)에서 획득한 피드백 정보(feedback information)의 전송 경로를 나타낸다. 피드백 정보는 포인트 클라우드 컨텐트를 소비하는 사용자와의 인터랙티비를 반영하기 위한 정보로서, 사용자의 정보(예를 들면 헤드 오리엔테이션 정보), 뷰포트(Viewport) 정보 등)을 포함한다. 특히 포인트 클라우드 콘텐트가 사용자와의 상호작용이 필요한 서비스(예를 들면 자율주행 서비스 등)를 위한 콘텐트인 경우, 피드백 정보는 콘텐트 송신측(예를 들면 전송 장치(10000)) 및/또는 서비스 프로바이더에게 전달될 수 있다. 실시예들에 따라 피드백 정보는 전송 장치(10000) 뿐만 아니라 수신 장치(10004)에서도 사용될 수 있으며, 제공되지 않을 수도 있다.

[63] 실시예들에 따른 헤드 오리엔테이션 정보는 사용자의 머리 위치, 방향, 각도, 움직임 등에 대한 정보이다. 실시예들에 따른 수신 장치(10004)는 헤드 오리엔테이션 정보를 기반으로 뷰포트 정보를 계산할 수 있다. 뷰포트 정보는 사용자가 바라보고 있는 포인트 클라우드 비디오의 영역에 대한 정보이다. 시점(viewpoint)은 사용자가 포인트 클라우 비디오를 보고 있는 점으로 뷰포트 영역의 정중앙 지점을 의미할 수 있다. 즉, 뷰포트는 시점을 중심으로 한 영역으로서, 영역의 크기, 형태 등은 FOV(Field Of View) 에 의해 결정될 수 있다. 따라서 수신 장치(10004)는 헤드 오리엔테이션 정보 외에 장치가 지원하는 수직(vertical) 혹은 수평(horizontal) FOV 등을 기반으로 뷰포트 정보를 추출할 수 있다. 또한 수신 장치(10004)는 게이즈 분석 (Gaze Analysis) 등을 수행하여 사용자의 포인트 클라우드 소비 방식, 사용자가 응시하는 포인트 클라우 비디오 영역, 응시 시간 등을 확인한다. 실시예들에 따라 수신 장치(10004)는 게이즈 분석 결과를 포함하는 피드백 정보를 송신 장치(10000)로 전송할 수 있다. 실시예들에 따른 피드백 정보는 렌더링 및/또는 디스플레이 과정에서 획득될 수 있다. 실시예들에 따른 피드백 정보는 수신 장치(10004)에 포함된 하나 또는 그 이상의 센서들에 의해 확보될 수 있다. 또한 실시예들에 따라 피드백 정보는 렌더러(10007) 또는 별도의 외부 엘레멘트(또는 디바이스, 컴포넌트 등)에 의해 확보될 수 있다. 도1의 점선은 렌더러(10007)에서 확보한 피드백 정보의 전달 과정을 나타낸다. 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 피드백 정보를 기반으로 포인트 클라우드 데이터를 처리(인코딩/디코딩)할 수 있다. 따라서 포인트 클라우드 비디오 데이터 디코더(10006)는 피드백 정보를 기반으로 디코딩 동작을 수행할 수 있다. 또한 수신 장치(10004)는 피드백 정보를 전송

장치(10000)로 전송할 수 있다. 전송 장치(10000)(또는 포인트 클라우드 비디오 데이터 인코더(10002))는 피드백 정보를 기반으로 인코딩 동작을 수행할 수 있다. 따라서 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 모든 포인트 클라우드 데이터를 처리(인코딩/디코딩)하지 않고, 피드백 정보를 기반으로 필요한 데이터(예를 들면 사용자의 헤드 위치에 대응하는 포인트 클라우드 데이터)를 효율적으로 처리하고, 사용자에게 포인트 클라우드 콘텐트를 제공할 수 있다.

[64] 실시예들에 따라, 전송 장치(10000)는 인코더, 전송 디바이스, 전송기 등으로 호칭될 수 있으며, 수신 장치(10004)는 디코더, 수신 디바이스, 수신기 등으로 호칭될 수 있다.

[65] 실시예들에 따른 도 1 의 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템에서 처리되는 (획득/인코딩/전송/디코딩/렌더링의 일련의 과정으로 처리되는) 포인트 클라우드 데이터는 포인트 클라우드 콘텐트 데이터 또는 포인트 클라우드 비디오 데이터라고 호칭할 수 있다. 실시예들에 따라 포인트 클라우드 콘텐트 데이터는 포인트 클라우드 데이터와 관련된 메타데이터 내지 시그널링 정보를 포함하는 개념으로 사용될 수 있다.

[66] 도 1에 도시된 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템의 엘리먼트들은 하드웨어, 소프트웨어, 프로세서 및/또는 그것들의 결합등으로 구현될 수 있다.

[67] 도 2는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 동작을 나타내는 블록도이다.

[68] 도 2의 블록도는 도 1에서 설명한 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템의 동작을 나타낸다. 상술한 바와 같이 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 포인트 클라우드 컴프레션 코딩(예를 들면 G-PCC)을 기반으로 포인트 클라우드 데이터를 처리할 수 있다.

[69] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 포인트 클라우드 전송 장치(10000) 또는 포인트 클라우드 비디오 획득부(10001))은 포인트 클라우드 비디오를 획득할 수 있다(20000). 포인트 클라우드 비디오는 3차원 공간을 표현하는 좌표계에 속한 포인트 클라우드로 표현된다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 비디오는 Ply (Polygon File format or the Stanford Triangle format) 파일을 포함할 수 있다. 포인트 클라우드 비디오가 하나 또는 그 이상의 프레임들을 갖는 경우, 획득한 포인트 클라우드 비디오는 하나 또는 그 이상의 Ply 파일들을 포함할 수 있다. Ply 파일은 포인트의 지오메트리(Geometry) 및/또는 어트리뷰트(Attribute)와 같은 포인트 클라우드 데이터를 포함한다. 지오메트리는 포인트들의 포지션들을 포함한다. 각 포인트의 포지션은 3차원 좌표계(예를 들면 XYZ축들로 이루어진 좌표계 등)를 나타내는 파라미터들(예를 들면 X축, Y축, Z축 각각의 값)로 표현될 수 있다. 어트리뷰트는 포인트들의 어트리뷰트들(예를 들면, 각 포인트의 텍스쳐 정보, 색상(YCbCr 또는 RGB), 반사율(r), 투명도 등)을 포함한다. 하나의 포인트는 하나 또는 그 이상의 어트리뷰트들(또는 속성들)을 가진다. 예를 들어 하나의 포인트는 하나의 색상인

어트리뷰트를 가질 수도 있고, 색상 및 반사율인 두 개의 어트리뷰트들을 가질 수도 있다. 실시예들에 따라, 지오메트리는 포지션들, 지오메트리 정보, 지오메트리 데이터 등으로 호칭 가능하며, 어트리뷰트는 어트리뷰트들, 어트리뷰트 정보, 어트리뷰트 데이터 등으로 호칭할 수 있다. 또한 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 포인트 클라우드 전송 장치(10000) 또는 포인트 클라우드 비디오 획득부(10001))은 포인트 클라우드 비디오의 획득 과정과 관련된 정보(예를 들면 깊이 정보, 색상 정보 등)으로부터 포인트 클라우드 데이터를 확보할 수 있다.

[70] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 전송 장치(10000) 또는 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002))은 포인트 클라우드 데이터를 인코딩할 수 있다(20001). 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 포인트 클라우드 컴프레션 코딩을 기반으로 포인트 클라우드 데이터를 인코딩할 수 있다. 상술한 바와 같이 포인트 클라우드 데이터는 포인트의 지오메트리 및 어트리뷰트를 포함할 수 있다. 따라서 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 지오메트리를 인코딩하는 지오메트리 인코딩을 수행하여 지오메트리 비트스트림을 출력할 수 있다. 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 어트리뷰트를 인코딩하는 어트리뷰트 인코딩을 수행하여 어트리뷰트 비트스트림을 출력할 수 있다. 실시예들에 따라 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 지오메트리 인코딩에 기초하여 어트리뷰트 인코딩을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 지오메트리 비트스트림 및 어트리뷰트 비트스트림은 멀티플렉싱되어 하나의 비트스트림으로 출력될 수 있다. 실시예들에 따른 비트스트림은 지오메트리 인코딩 및 어트리뷰트 인코딩과 관련된 시그널링 정보를 더 포함할 수 있다.

[71] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 전송 장치(10000) 또는 트랜스미터(10003))는 인코딩된 포인트 클라우드 데이터를 전송할 수 있다(20002). 도1에서 설명한 바와 같이 인코딩된 포인트 클라우드 데이터는 지오메트리 비트스트림, 어트리뷰트 비트스트림으로 표현될 수 있다. 또한 인코딩된 포인트 클라우드 데이터는 포인트 클라우드 데이터의 인코딩과 관련된 시그널링 정보(예를 들면 지오메트리 인코딩 및 어트리뷰트 인코딩과 관련된 시그널링 정보)과 함께 비트스트림의 형태로 전송될 수 있다. 또한 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 인코딩된 포인트 클라우드 데이터를 전송하는 비트스트림을 인캡슐레이션 하여 파일 또는 세그먼트의 형태로 전송할 수 있다.

[72] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 수신 장치(10004) 또는 리시버(10005))은 인코딩된 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신할 수 있다. 또한 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 수신 장치(10004) 또는 리시버(10005))은 비트스트림을 디멀티플렉싱할 수 있다.

[73] 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 수신 장치(10004) 또는 포인트 클라우드 비디오 디코더(10005))은 비트스트림으로 전송되는 인코딩된 포인트 클라우드 데이터(예를 들면 지오메트리 비트스트림, 어트리뷰트 비트스트림)을 디코딩할 수 있다. 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 수신 장치(10004) 또는 포인트 클라우드 비디오 디코더(10005))은 비트스트림에 포함된 포인트 클라우드 비디오 데이터의 인코딩과 관련된 시그널링 정보를 기반으로 포인트 클라우드 비디오 데이터를 디코딩할 수 있다. 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 수신 장치(10004) 또는 포인트 클라우드 비디오 디코더(10005))은 지오메트리 비트스트림을 디코딩하여 포인트들의 포지션들(지오메트리)을 복원할 수 있다. 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 복원한 지오메트리를 기반으로 어트리뷰트 비트스트림을 디코딩하여 포인트들의 어트리뷰트들을 복원할 수 있다. 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 수신 장치(10004) 또는 포인트 클라우드 비디오 디코더(10005))은 복원된 지오메트리에 따른 포지션들 및 디코딩된 어트리뷰트를 기반으로 포인트 클라우드 비디오를 복원할 수 있다.

[74] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 수신 장치(10004) 또는 렌더러(10007))은 디코딩된 포인트 클라우드 데이터를 렌더링할 수 있다(20004). 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 수신 장치(10004) 또는 렌더러(10007))은 디코딩 과정을 통해 디코딩된 지오메트리 및 어트리뷰트들을 다양한 렌더링 방식에 따라 렌더링 방식에 따라 렌더링 할 수 있다. 포인트 클라우드 콘텐트의 포인트들은 일정 두께를 갖는 정점, 해당 정점 위치를 중앙으로 하는 특정 최소 크기를 갖는 정육면체, 또는 정점 위치를 중앙으로 하는 원 등으로 렌더링 될 수도 있다. 렌더링된 포인트 클라우드 콘텐트의 전부 또는 일부 영역은 디스플레이 (예를 들면 VR/AR 디스플레이, 일반 디스플레이 등)을 통해 사용자에게 제공된다.

[75] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 수신 장치(10004))는 피드백 정보를 확보할 수 있다(20005). 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 피드백 정보를 기반으로 포인트 클라우드 데이터를 인코딩 및/또는 디코딩할 수 있다. 실시예들에 따른 피드백 정보 및 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템의 동작은 도 1에서 설명한 피드백 정보 및 동작과 동일하므로 구체적인 설명은 생략한다.

[76] 도 3은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 비디오 캡쳐 과정의 예시를 나타낸다.

[77] 도 3은 도 1 내지 도 2에서 설명한 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템의 포인트 클라우드 비디오 캡쳐 과정의 예시를 나타낸다.

[78] 포인트 클라우드 콘텐트는 다양한 3차원 공간(예를 들면 현실 환경을 나타내는 3차원 공간, 가상 환경을 나타내는3차원 공간 등)에 위치한 오브젝트(object) 및/또는 환경을 나타내는 포인트 클라우드 비디오(이미지들 및/또는 영상들)을 포함한다. 따라서 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은

포인트 클라우드 콘텐트를 생성하기 위하여 하나 또는 그 이상의 카메라(camera)들(예를 들면, 깊이 정보를 확보할 수 있는 적외선 카메라, 깊이 정보에 대응되는 색상 정보를 추출 할 수 있는 RGB 카메라 등), 프로젝터(예를 들면 깊이 정보를 확보하기 위한 적외선 패턴 프로젝터 등), 라이다(LiDAR)등을 사용하여 포인트 클라우드 비디오를 캡쳐할 수 있다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 깊이 정보로부터 3차원 공간상의 포인트들로 구성된 지오메트리의 형태를 추출하고, 색상정보로부터 각 포인트의 어트리뷰트를 추출하여 포인트 클라우드 데이터를 확보할 수 있다. 실시예들에 따른 이미지 및/또는 영상은 인워드-페이싱(inward-facing) 방식 및 아웃워드-페이싱(outward-facing) 방식 중 적어도 어느 하나 이상을 기반으로 캡쳐될 수 있다.

[79] 도3의 왼쪽은 인워드-페이싱 방식을 나타낸다. 인워드-페이싱 방식은 중심 오브젝트를 둘러싸고 위치한 하나 또는 그 이상의 카메라들(또는 카메라 센서들)이 중심 오브젝트를 캡쳐하는 방식을 의미한다. 인워드-페이싱 방식은 핵심 객체에 대한 360도 이미지를 사용자에게 제공하는 포인트 클라우드 콘텐트(예를 들면 사용자에게 객체(예-캐릭터, 선수, 물건, 배우 등 핵심이 되는 객체)의 360도 이미지를 제공하는 VR/AR 콘텐트)를 생성하기 위해 사용될 수 있다.

[80] 도3의 오른쪽은 아웃워드-페이싱 방식을 나타낸다. 아웃워드-페이싱 방식은 중심 오브젝트를 둘러싸고 위치한 하나 또는 그 이상의 카메라들(또는 카메라 센서들)이 중심 오브젝트가 아닌 중심 오브젝트의 환경을 캡쳐하는 방식을 의미한다. 아웃워드-페이싱 방식은 사용자의 시점에서 나타나는 주변 환경을 제공하기 위한 포인트 클라우드 콘텐트(예를 들면자율 주행 차량의 사용자에게 제공될 수 있는 외부 환경을 나타내는 콘텐트)를 생성하기 위해 사용될 수 있다.

[81] 도면에 도시된 바와 같이, 포인트 클라우드 콘텐트는 하나 또는 그 이상의 카메라들의 캡쳐 동작을 기반으로 생성될 수 있다. 이 경우 각 카메라의 좌표계가 다를 수 있으므로 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 캡쳐 동작 이전에 글로벌 공간 좌표계(global coordinate system)을 설정하기 위하여 하나 또는 그 이상의 카메라들의 캘리브레이션을 수행할 수 있다. 또한 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 상술한 캡쳐 방식으로 캡쳐된 이미지 및/또는 영상과 임의의 이미지 및/또는 영상을 합성하여 포인트 클라우드 콘텐트를 생성할 수 있다. 또한 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 가상 공간을 나타내는 포인트 클라우드 콘텐트를 생성하는 경우 도3에서 설명한 캡쳐 동작을 수행하지 않을 수 있다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 캡쳐한 이미지 및/또는 영상에 대해 후처리를 수행할 수 있다. 즉, 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 원하지 않는 영역(예를 들면 배경)을 제거하거나, 캡쳐한 이미지들 및/또는 영상들이 연결된 공간을 인식하고, 구멍(spatial hole)이 있는 경우 이를 메우는 동작을 수행할 수 있다.

[82] 또한 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 각 카메라로부터 확보한 포인트 클라우드 비디오의 포인트들에 대하여 좌표계 변환을 수행하여 하나의 포인트 클라우드 콘텐트를 생성할 수 있다. 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 각 카메라의 위치 좌표를 기준으로 포인트들의 좌표계 변환을 수행할 수 있다. 이에 따라, 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 하나의 넓은 범위를 나타내는 콘텐트를 생성할 수도 있고, 포인트들의 밀도가 높은 포인트 클라우드 콘텐트를 생성할 수 있다.

[83] 도 4는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(Point Cloud Encoder)의 예시를 나타낸다.

[84] 도 4는 도 1의 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002)의 예시를 나타낸다. 포인트 클라우드 인코더는 네트워크의 상황 혹은 애플리케이션 등에 따라 포인트 클라우드 콘텐트의 질(예를 들어 무손실-lossless, 손실-lossy, near-lossless)을 조절하기 위하여 포인트 클라우드 데이터(예를 들면 포인트들의 포지션들 및/또는 어트리뷰트들)을 재구성하고 인코딩 동작을 수행한다. 포인트 클라우드 콘텐트의 전체 사이즈가 큰 경우(예를 들어 30 fps의 경우 60 Gbps인 포인트 클라우드 콘텐트) 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 해당 콘텐트를 리얼 타임 스트리밍하지 못할 수 있다. 따라서 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템은 네트워크 환경등에 맞춰 제공하기 위하여 최대 타깃 비트율(bitrate)을 기반으로 포인트 클라우드 콘텐트를 재구성할 수 있다.

[85] 도 1 내지 도2 에서 설명한 바와 같이 포인트 클라우드 인코더는 지오메트리 인코딩 및 어트리뷰트 인코딩을 수행할 수 있다. 지오메트리 인코딩은 어트리뷰트 인코딩보다 먼저 수행된다.

[86] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더는 좌표계 변환부(Transformation Coordinates, 40000), 양자화부(Quantize and Remove Points (Voxelize), 40001), 옥트리 분석부(Analyze Octree, 40002), 서페이스 어프록시메이션 분석부(Analyze Surface Approximation, 40003), 아리스메틱 인코더(Arithmetic Encode, 40004), 지오메트리 리컨스트럭션부(Reconstruct Geometry, 40005), 컬러 변환부(Transform Colors, 40006), 어트리뷰트 변환부(Transfer Attributes, 40007), RAHT 변환부(40008), LOD생성부(Generated LOD, 40009), 리프팅 변환부(Lifting)(40010), 계수 양자화부(Quantize Coefficients, 40011) 및/또는 아리스메틱 인코더(Arithmetic Encode, 40012)를 포함한다.

[87] 좌표계 변환부(40000), 양자화부(40001), 옥트리 분석부(40002), 서페이스 어프록시메이션 분석부(40003), 아리스메틱 인코더(40004), 및 지오메트리 리컨스트럭션부(40005)는 지오메트리 인코딩을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 지오메트리 인코딩은 옥트리 지오메트리 코딩, 다이렉트 코딩(direct coding), 트라이숩 지오메트리 인코딩(trisoup geometry encoding) 및 엔트로피 인코딩을 포함할 수 있다. 다이렉트 코딩 및 트라이숩 지오메트리 인코딩은 선택적으로 또는 조합으로 적용된다. 또한 지오메트리 인코딩은 위의 예시에

국한되지 않는다.

[88] 도면에 도시된 바와 같이, 실시예들에 따른 좌표계 변환부(40000)는 포지션들을 수신하여 좌표계(coordinate)로 변환한다. 예를 들어, 포지션들은 3차원 공간 (예를 들면XYZ 좌표계로 표현되는 3차원 공간 등)의 위치 정보로 변환될 수 있다. 실시예들에 따른 3차원 공간의 위치 정보는 지오메트리 정보로 지칭될 수 있다.

[89] 실시예들에 따른 양자화부(40001)는 지오메트리를 양자화한다. 예를 들어, 양자화부(40001)는 전체 포인트들의 최소 위치 값(예를 들면 X축, Y축, Z축 에 대하여 각축상의 최소 값)을 기반으로 포인트들을 양자화 할 수 있다. 양자화부(40001)는 최소 위치 값과 각 포인트의 위치 값의 차이에 기 설정된 양자 스케일(quatization scale) 값을 곱한 뒤, 내림 또는 올림을 수행하여 가장 가까운 정수 값을 찾는 양자화 동작을 수행한다. 따라서 하나 또는 그 이상의 포인트들은 동일한 양자화된 포지션 (또는 포지션 값)을 가질 수 있다. 실시예들에 따른 양자화부(40001)는 양자화된 포인트들을 재구성하기 위해 양자화된 포지션들을 기반으로 복셀화(voxelization)를 수행한다. 2차원 이미지/비디오 정보를 포함하는 최소 단위는 픽셀(pixel)과 같이, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트(또는 3차원 포인트 클라우드 비디오)의 포인트들은 하나 또는 그 이상의 복셀(voxel)들에 포함될 수 있다. 복셀은 볼륨(Volume)과 픽셀(Pixel)의 조합어로서, 3차원 공간을 표현하는 축들(예를 들면 X축, Y축, Z축)을 기반으로 3차원 공간을 유닛(unit=1.0) 단위로 나누었을 때 발생하는 3차원 큐빅 공간을 의미한다. 양자화부(40001)는 3차원 공간의 포인트들의 그룹들을 복셀들로 매칭할 수 있다. 실시예들에 따라 하나의 복셀은 하나의 포인트만 포함할 수 있다. 실시예들에 따라 하나의 복셀은 하나 또는 그 이상의 포인트들을 포함할 수 있다. 또한 하나의 복셀을 하나의 포인트로 표현하기 위하여, 하나의 복셀에 포함된 하나 또는 그 이상의 포인트들의 포지션들을 기반으로 해당 복셀의 중앙점(center)의 포지션을 설정할 수 있다. 이 경우 하나의 복셀에 포함된 모든 포지션들의 어트리뷰트들은 통합되어(combined) 해당 복셀에 할당될(assigned)수 있다.

[90] 실시예들에 따른 옥트리 분석부(40002)는 복셀을 옥트리(octree) 구조로 나타내기 위한 옥트리 지오메트리 코딩(또는 옥트리 코딩)을 수행한다. 옥트리 구조는 팔진 트리 구조에 기반하여 복셀에 매칭된 포인트들을 표현한다.

[91] 실시예들에 따른 서페이스 어프록시메이션 분석부(40003)는 옥트리를 분석하고, 근사화할 수 있다. 실시예들에 따른 옥트리 분석 및 근사화는 효율적으로 옥트리 및 복셀화를 제공하기 위해서 다수의 포인트들을 포함하는 영역에 대해 복셀화하기 위해 분석하는 과정이다.

[92] 실시예들에 따른 아리스메틱 인코더(40004)는 옥트리 및/또는 근사화된 옥트리를 엔트로피 인코딩한다. 예를 들어, 인코딩 방식은 아리스메틱(Arithmetic) 인코딩 방법을 포함한다. 인코딩의 결과로 지오메트리

비트스트림이 생성된다.

[93] 컬러 변환부(40006), 어트리뷰트 변환부(40007), RAHT 변환부(40008), LOD생성부(40009), 리프팅 변환부(40010), 계수 양자화부(40011) 및/또는 아리스메틱 인코더(40012)는 어트리뷰트 인코딩을 수행한다. 상술한 바와 같이 하나의 포인트는 하나 또는 그 이상의 어트리뷰트들을 가질 수 있다. 실시예들에 따른 어트리뷰트 인코딩은 하나의 포인트가 갖는 어트리뷰트들에 대해 동일하게 적용된다. 다만, 하나의 어트리뷰트(예를 들면 색상)이 하나 또는 그 이상의 요소들을 포함하는 경우, 각 요소마다 독립적인 어트리뷰트 인코딩이 적용된다. 실시예들에 따른 어트리뷰트 인코딩은 컬러 변환 코딩, 어트리뷰트 변환 코딩, RAHT(Region Adaptive Hierarchial Transform) 코딩, 예측 변환(Interpolaration-based hierarchical nearest-neighbour prediction-Prediction Transform) 코딩 및 리프팅 변환 (interpolation-based hierarchical nearest-neighbour prediction with an update/lifting step (Lifting Transform)) 코딩을 포함할 수 있다. 포인트 클라우드 콘텐트에 따라 상술한 RAHT 코딩, 예측 변환 코딩 및 리프팅 변환 코딩은 선택적으로 사용되거나, 하나 또는 그 이상의 코딩들의 조합이 사용될 수 있다. 또한 실시예들에 따른 어트리뷰트 인코딩은 상술한 예시에 국한되는 것은 아니다.

[94] 실시예들에 따른 컬러 변환부(40006)는 어트리뷰트들에 포함된 컬러 값(또는 텍스쳐)을 변환하는 컬러 변환 코딩을 수행한다. 예를 들어, 컬러 변환부(40006)는 색상 정보의 포맷을 변환(예를 들어 RGB에서 YCbCr로 변환)할 수 있다. 실시예들에 따른 컬러 변환부(40006)의 동작은 어트리뷰트들에 포함된 컬러값에 따라 옵셔널(optional)하게 적용될 수 있다.

[95] 실시예들에 따른 지오메트리 리컨스트럭션부(40005)는 옥트리 및/또는 근사화된 옥트리를 재구성(디컴프레션)한다. 지오메트리 리컨스트럭션부(40005)는 포인트들의 분포를 분석한 결과에 기반하여 옥트리/복셀을 재구성한다. 재구성된 옥트리/복셀은 재구성된 지오메트리(또는 복원된 지오메트리)로 호칭될 수 있다.

[96] 실시예들에 따른 어트리뷰트 변환부(40007)는 지오메트리 인코딩이 수행되지 않은 포지션들 및/또는 재구성된 지오메트리를 기반으로 어트리뷰트들을 변환하는 어트리뷰트 변환을 수행한다. 상술한 바와 같이 어트리뷰트들은 지오메트리에 종속되므로, 어트리뷰트 변환부(40007)는 재구성된 지오메트리 정보를 기반으로 어트리뷰트들을 변환할 수 있다. 예를 들어, 어트리뷰트 변환부(40007)는 복셀에 포함된 포인트의 포지션값을 기반으로 그 포지션의 포인트가 가지는 어트리뷰트를 변환할 수 있다. 상술한 바와 같이 하나의 복셀에 포함된 하나 또는 그 이상의 포인트들의 포지션들을 기반으로 해당 복셀의 중앙점의 포지션이 설정된 경우, 어트리뷰트 변환부(40007)는 하나 또는 그 이상의 포인트들의 어트리뷰트들을 변환한다. 트라이숩 지오메트리 인코딩이 수행된 경우, 어트리뷰트 변환부(40007)는 트라이숩 지오메트리 인코딩을

기반으로 어트리뷰트들을 변환할 수 있다.

[97] 어트리뷰트 변환부(40007)는 각 복셀의 중앙점의 포지션(또는 포지션 값)으로부터 특정 위치/반경 내에 이웃하고 있는 포인트들의 어트리뷰트들 또는 어트리뷰트 값들(예를 들면 각 포인트의 색상, 또는 반사율 등)의 평균값을 계산하여 어트리뷰트 변환을 수행할 수 있다. 어트리뷰트 변환부(40007)는 평균값 계산시 중앙점으로부터 각 포인트까지의 거리에 따른 가중치를 적용할 수 있다. 따라서 각 복셀은 포지션과 계산된 어트리뷰트(또는 어트리뷰트 값)을 갖게 된다.

[98] 어트리뷰트 변환부(40007)는 K-D 트리 또는 몰톤 코드를 기반으로 각 복셀의 중앙점의 포지션으로부터 특정 위치/반경 내에 존재하는 이웃 포인트들을 탐색할 수 있다. K-D 트리는 이진 탐색 트리(binary search tree)로 빠르게 최단 이웃점 탐색(Nearest Neighbor Search-NNS)이 가능하도록 point들을 위치 기반으로 관리할 수 있는 자료 구조를 지원한다. 몰튼 코드는 모든 포인트들의 3차원 포지션을 나타내는 좌표값(예를 들면 (x, y, z))을 비트값으로 나타내고, 비트들을 믹싱하여 생성된다. 예를 들어 포인트의 포지션을 나타내는 좌표값이 (5, 9, 1)일 경우 좌표값의 비트 값은 (0101, 1001, 0001)이다. 비트 값을z, y, x 순서로 비트 인덱스에 맞춰 믹싱하면 010001000111이다. 이 값을 10진수로 나타내면 1095이 된다. 즉, 좌표값이 (5, 9, 1)인 포인트의 몰톤 코드 값은 1095이다. 어트리뷰트 변환부(40007)는 몰튼 코드 값을 기준으로 포인트들을 정렬하고depth-first traversal 과정을 통해 최단 이웃점 탐색(NNS)을 할 수 있다. 어트리뷰트 변환 동작 이후, 어트리뷰트 코딩을 위한 다른 변환 과정에서도 최단 이웃점 탐색(NNS)이 필요한 경우, K-D 트리 또는 몰톤 코드가 활용된다.

[99] 도면에 도시된 바와 같이 변환된 어트리뷰트들은 RAHT 변환부(40008) 및/또는 LOD 생성부(40009)로 입력된다.

[100] 실시예들에 따른 RAHT 변환부(40008)는 재구성된 지오메트리 정보에 기반하여 어트리뷰트 정보를 예측하는 RAHT코딩을 수행한다. 예를 들어, RAHT 변환부(40008)는 옥트리의 하위 레벨에 있는 노드와 연관된 어트리뷰트 정보에 기반하여 옥트리의 상위 레벨에 있는 노드의 어트리뷰트 정보를 예측할 수 있다.

[101] 실시예들에 따른 LOD생성부(40009)는 예측 변환 코딩을 수행하기 위하여LOD(Level of Detail)를 생성한다. 실시예들에 따른 LOD는 포인트 클라우드 콘텐트의 디테일을 나타내는 정도로서, LOD 값이 작을 수록 포인트 클라우드 콘텐트의 디테일이 떨어지고, LOD 값이 클 수록 포인트 클라우드 콘텐트의 디테일이 높음을 나타낸다. 포인트들을 LOD에 따라 분류될 수 있다.

[102] 실시예들에 따른 리프팅 변환부(40010)는 포인트 클라우드의 어트리뷰트들을 가중치에 기반하여 변환하는 리프팅 변환 코딩을 수행한다. 상술한 바와 같이 리프팅 변환 코딩은 선택적으로 적용될 수 있다.

[103] 실시예들에 따른 계수 양자화부(40011)은 어트리뷰트 코딩된 어트리뷰트들을 계수에 기반하여 양자화한다.

[104] 실시예들에 따른 아리스메틱 인코더(40012)는 양자화된 어트리뷰트들을 아리스메틱 코딩 에 기반하여 인코딩한다.

[105] 도 4의 포인트 클라우드 인코더의 엘레멘트들은 도면에 도시되지 않았으나 포인트 클라우드 제공 장치에 포함된 하나 또는 그 이상의 메모리들과 통신가능하도록 설정된 하나 또는 그 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 하나 또는 그 이상의 프로세서들은 상술한 도 4의 포인트 클라우드 인코더의 엘레멘트들의 동작들 및/또는 기능들 중 적어도 어느 하나 이상을 수행할 수 있다. 또한 하나 또는 그 이상의 프로세서들은 도 4의 포인트 클라우드 인코더의 엘레멘트들의 동작들 및/또는 기능들을 수행하기 위한 소프트웨어 프로그램들 및/또는 인스트럭션들의 세트를 동작하거나 실행할 수 있다. 실시예들에 따른 하나 또는 그 이상의 메모리들은 하이 스피드 랜덤 억세스 메모리를 포함할 수도 있고, 비휘발성 메모리(예를 들면 하나 또는 그 이상의 마그네틱 디스크 저장 디바이스들, 플래쉬 메모리 디바이스들, 또는 다른 비휘발성 솔리드 스테이트 메모리 디바이스들(Solid-state memory devices)등)를 포함할 수 있다.

[106] 도 5 는 실시예들에 따른 복셀의 예시를 나타낸다.

[107] 도 5는 X축, Y축, Z축의 3가지 축으로 구성된 좌표계로 표현되는 3차원 공간상에 위치한 복셀을 나타낸다. 도 4에서 설명한 바와 같이 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 양자화부(40001) 등)은 복셀화를 수행할 수 있다. 복셀은 3차원 공간을 표현하는 축들(예를 들면 X축, Y축, Z축)을 기반으로 3차원 공간을 유닛(unit=1.0) 단위로 나누었을 때 발생하는 3차원 큐빅 공간을 의미한다. 도 5는 두 개의 극점들(0,0,0) 및 (2d, 2d, 2d) 으로 정의되는 바운딩 박스(cubical axis-aligned bounding box)를 재귀적으로 분할(reculsive subdividing)하는 옥트리 구조를 통해 생성된 복셀의 예시를 나타낸다. 하나의 복셀은 적어도 하나 이상의 포인트를 포함한다. 복셀은 복셀군(voxel group)과의 포지션 관계로부터 공간 좌표를 추정 할 수 있다. 상술한 바와 같이 복셀은 2차원 이미지/영상의 픽셀과 마찬가지로 어트리뷰트(색상 또는 반사율 등)을 가진다. 복셀에 대한 구체적인 설명은 도 4에서 설명한 바와 동일하므로 생략한다.

[108] 도 6은 실시예들에 따른 옥트리 및 오큐판시 코드 (occupancy code)의 예시를 나타낸다.

[109] 도 1 내지 도 4에서 설명한 바와 같이 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(포인트 클라우드 비디오 인코더(10002)) 또는 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 옥트리 분석부(40002))는 복셀의 영역 및/또는 포지션을 효율적으로 관리하기 위하여 옥트리 구조 기반의 옥트리 지오메트리 코딩(또는 옥트리 코딩)을 수행한다.

[110] 도 6의 상단은 옥트리 구조를 나타낸다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트의 3차원 공간은 좌표계의 축들(예를 들면 X축, Y축, Z축)로 표현된다.

옥트리 구조는 두 개의 극점들(0,0,0) 및 (2^d, 2^d, 2^d) 으로 정의되는 바운딩 박스(cubical axis-aligned bounding box)를 재귀적으로 분할(reculsive subdividing)하여 생성된다. 2d는 포인트 클라우드 콘텐트(또는 포인트 클라우드 비디오)의 전체 포인트들을 감싸는 가장 작은 바운딩 박스를 구성하는 값으로 설정될 수 있다. d는 옥트리의 깊이(depth)를 나타낸다. d값은 다음의 식에 따라 결정된다. 하기 식에서 (x^{int}_n, y^{int}_n, z^{int}_n)는 양자화된 포인트들의 포지션들(또는 포지션 값들)을 나타낸다.

[111] d =Ceil(Log2(Max(x_n^int,y_n^int,z_n^int,n=1,…,N)+1))

[112] 도 6의 상단의 중간에 도시된 바와 같이, 분할에 따라 전체 3차원 공간은 8개의 공간들로 분할될 수 있다. 분할된 각 공간은 6개의 면들을 갖는 큐브로 표현된다. 도 6 상단의 오른쪽에 도시된 바와 같이 8개의 공간들 각각은 다시 좌표계의 축들(예를 들면 X축, Y축, Z축)을 기반으로 분할된다. 따라서 각 공간은 다시 8개의 작은 공간들로 분할된다. 분할된 작은 공간 역시 6개의 면들을 갖는 큐브로 표현된다. 이와 같은 분할 방식은 옥트리의 리프 노드(leaf node)가 복셀이 될 때까지 적용된다.

[113] 도 6의 하단은 옥트리의 오큐판시 코드를 나타낸다. 옥트리의 오큐판시 코드는 하나의 공간이 분할되어 발생되는 8개의 분할된 공간들 각각이 적어도 하나의 포인트를 포함하는지 여부를 나타내기 위해 생성된다. 따라서 하나의 오큐판시 코드는 8개의 자식 노드(child node)들로 표현된다. 각 자식 노드는 분할된 공간의 오큐판시를 나타내며, 자식 노드는 1비트의 값을 갖는다. 따라서 오큐판시 코드는 8 비트 코드로 표현된다. 즉, 자식 노드에 대응하는 공간에 적어도 하나의 포인트가 포함되어 있으면 해당 노드는 1값을 갖는다. 자식 노드에 대응하는 공간에 포인트가 포함되어 있지 않으면 (empty), 해당 노드는 0값을 갖는다. 도 6에 도시된 오큐판시 코드는 00100001이므로 8개의 자식 노드 중 3번째 자식 노드 및 8번째 자식 노드에 대응하는 공간들은 각각 적어도 하나의 포인트를 포함함을 나타낸다. 도면에 도시된 바와 같이 3번째 자식 노드 및 8번째 자식 노드는 각각 8개의 자식 노드를 가지며, 각 자식 노드는 8비트의 오큐판시 코드로 표현된다. 도면은 3번째 자식 노드의 오큐판시 코드가 10000111이고, 8번째 자식 노드의 오큐판시 코드가 01001111임을 나타낸다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 아리스메틱 인코더(40004))는 오큐판시 코드를 엔트로피 인코딩할 수 있다. 또한 압축 효율을 높이기 위해 포인트 클라우드 인코더는 오큐판시 코드를 인트라/인터 코딩할 수 있다. 실시예들에 따른 수신 장치(예를 들면 수신 장치(10004) 또는 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006))는 오큐판시 코드를 기반으로 옥트리를 재구성한다.

[114] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 도 4의 포인트 클라우드 인코더, 또는 옥트리 분석부(40002))는 포인트들의 포지션들을 저장하기 위해 복셀화 및 옥트리 코딩을 수행할 수 있다. 하지만 3차원 공간 내 포인트들이 언제나 고르게 분포하는 것은 아니므로, 포인트들이 많이 존재하지 않는 특정

영역이 존재할 수 있다. 따라서 3차원 공간 전체에 대해 복셀화를 수행하는 것은 비효율 적이다. 예를 들어 특정 영역에 포인트가 거의 존재하지 않는다면, 해당 영역까지 복셀화를 수행할 필요가 없다.

[115] 따라서 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더는 상술한 특정 영역(또는 옥트리의 리프 노드를 제외한 노드)에 대해서는 복셀화를 수행하지 않고, 특정 영역에 포함된 포인트들의 포지션을 직접 코딩하는 다이렉트 코딩(Direct coding)을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 다이렉트 코딩 포인트의 좌표들은 다이렉트 코딩 모드(Direct Coding Mode, DCM)으로 호칭된다. 또한 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더는 표면 모델(surface model)을 기반으로 특정 영역(또는 노드)내의 포인트들의 포지션들을 복셀 기반으로 재구성하는 트라이숩 지오메트리 인코딩(Trisoup geometry encoding)을 수행할 수 있다. 트라이숩 지오메트리 인코딩은 오브젝트의 표현을 삼각형 메쉬(triangle mesh)의 시리즈로 표현하는 지오메트리 인코딩이다. 따라서 포인트 클라우드 디코더는 메쉬 표면으로부터 포인트 클라우드를 생성할 수 있다. 실시예들에 따른 다이렉트 코딩 및 트라이숩 지오메트리 인코딩은 선택적으로 수행될 수 있다. 또한 실시예들에 따른 다이렉트 코딩 및 트라이숩 지오메트리 인코딩은 옥트리 지오메트리 코딩(또는 옥트리 코딩)과 결합되어 수행될 수 있다.

[116] 다이렉트 코딩(Direct coding)을 수행하기 위해서는 다이렉트 코딩을 적용하기 위한 직접 모드(direct mode) 사용 옵션이 활성화 되어 있어야 하며, 다이렉트 코딩을 적용할 노드는 리프 노드가 아니고, 특정 노드 내에 한계치(threshold) 이하의 포인트들이 존재해야 한다. 또한 다이텍트 코딩의 대상이 되는 전체 포인트들의 개수는 기설정된 한계값을 넘어서는 안된다. 위의 조건이 만족되면, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(또는 아리스메틱 인코더(40004))는 포인트들의 포지션들(또는 포지션 값들)을 엔트로피 코딩할 수 있다.

[117] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 서페이스 어프록시메이션 분석부(40003))는 옥트리의 특정 레벨(레벨은 옥트리의 깊이 d보다는 작은 경우)을 정하고, 그 레벨부터는 표면 모델을 사용하여 노드 영역내의 포인트의 포지션을 복셀 기반으로 재구성하는 트라이숩 지오메트리 인코딩을 수행할 수 있다(트라이숩 모드). 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더는 트라이숩 지오메트리 인코딩을 적용할 레벨을 지정할 수 있다. 예를 들어, 지정된 레벨이 옥트리의 깊이와 같으면 포인트 클라우드 인코더는 트라이숩 모드로 동작하지 않는다. 즉, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더는 지정된 레벨이 옥트리의 깊이값 보다 작은 경우에만 트라이숩 모드로 동작할 수 있다. 실시예들에 따른 지정된 레벨의 노드들의 3차원 정육면체 영역을 블록(block)이라 호칭한다. 하나의 블록은 하나 또는 그 이상의 복셀들을 포함할 수 있다. 블록 또는 복셀은 브릭(brick)에 대응될 수도 있다. 각 블록 내에서 지오메트리는 표면(surface)으로 표현된다. 실시예들에 따른 표면은 최대 한번 블록의 각 엣지(edge, 모서리)와 교차할 수 있다.

[118] 하나의 블록은 12개의 엣지들을 가지므로, 하나의 블록 내 적어도 12개의 교차점들이 존재한다. 각 교차점은 버텍스(vertex, 정점 또는 꼭지점)라 호칭된다. 엣지를 따라 존재하는 버텍스은 해당 엣지를 공유하는 모든 블록들 중 그 엣지에 인접한 적어도 하나의 오큐파이드 복셀(occupied voxel)이 있는 경우 감지된다. 실시예들에 따른 오큐파이드 복셀은 포인트를 포함하는 복셀을 의미한다. 엣지를 따라 검출된 버텍스의 포지션은 해당 엣지를 공유하는 모든 블록들 중 해당 엣지에 인접한 모든 복셀들의 엣지에 따른 평균 포지션(the average position along the edge of all voxels)이다.

[119] 버텍스가 검출되면 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더는 엣지의 시작점(x, y, z), 엣지의 방향벡터(Δx, Δy, Δz), 버텍스 위치 값 (엣지 내의 상대적 위치 값)들을 엔트로피코딩할 수 있다. 트라이숩 지오메트리 인코딩이 적용된 경우, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 지오메트리 리컨스트럭션부(40005))는 삼각형 재구성(triangle reconstruction), 업-샘플링(up-sampling), 복셀화 과정을 수행하여 복원된 지오메트리(재구성된 지오메트리)를 생성할 수 있다.

[120] 블록의 엣지에 위치한 버텍스들은 블록을 통과하는 표면(surface)를 결정한다. 실시예들에 따른 표면은 비평면 다각형이다. 삼각형 재구성 과정은 엣지의 시작점, 엣지의 방향 벡터와 버텍스의 위치값을 기반으로 삼각형으로 나타내는 표면을 재구성한다. 삼각형 재구성 과정은 다음과 같다. ①각 버텍스들의 중심(centroid)값을 계산하고, ②각 버텍스값에서 중심 값을 뺀 값들에 ③ 자승을 수행하고 그 값을 모두 더한 값을 구한다.

[121] $$① \begin{bmatrix}\mu_x\\ \mu_y\\ \mu_z\end{bmatrix} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\begin{bmatrix}x_i\\ y_i\\ z_i\end{bmatrix} \quad ② \begin{bmatrix}\bar{x}_i\\ \bar{y}_i\\ \bar{z}_i\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}x_i\\ y_i\\ z_i\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}\mu_x\\ \mu_y\\ \mu_z\end{bmatrix} \quad ③ \begin{bmatrix}\sigma_x^2\\ \sigma_y^2\\ \sigma_z^2\end{bmatrix} = \sum_{i=1}^{n}\begin{bmatrix}\bar{x}_i^2\\ \bar{y}_i^2\\ \bar{z}_i^2\end{bmatrix}$$

[122] 더해진 값의 최소값을 구하고, 최소값이 있는 축에 따라서 프로젝션 (Projection, 투영) 과정을 수행한다. 예를 들어 x 요소(element)가 최소인 경우, 각 버텍스를 블록의 중심을 기준으로 x축으로 프로젝션 시키고, (y, z) 평면으로 프로젝션 시킨다. (y, z)평면으로 프로젝션 시키면 나오는 값이 (ai, bi)라면 atan2(bi, ai)를 통해 θ값을 구하고, θ값을 기준으로 버텍스들(vertices)을 정렬한다. 하기의 표는 버텍스들의 개수에 따라 삼각형을 생성하기 위한 버텍스들의 조합을 나타낸다. 버텍스들은 1부터 n까지의 순서로 정렬된다. 하기 표는4개의 버텍스들에 대하여, 버텍스들의 조합에 따라 두 개의 삼각형들이 구성될 수 있음을 나타낸다. 첫번째 삼각형은 정렬된 버텍스들 중 1, 2, 3번째 버텍스들로 구성되고, 두번째 삼각형은 정렬된 버텍스들 중 3, 4, 1번째 버텍스들로 구성될 수 있다. .

[123] 표2-1. Triangles formed from vertices ordered 1,…,n

[124] n triangles

[125] 3 (1,2,3)

[126] 4 (1,2,3), (3,4,1)

[127] 5 (1,2,3), (3,4,5), (5,1,3)

[128] 6 (1,2,3), (3,4,5), (5,6,1), (1,3,5)

[129] 7 (1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,1,3), (3,5,7)

[130] 8 (1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,1), (1,3,5), (5,7,1)

[131] 9 (1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,9), (9,1,3), (3,5,7), (7,9,3)

[132] 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)

[133] 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)

[134] 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)

[135] 업샘플링 과정은 삼각형의 엣지를 따라서 중간에 점들을 추가하여 복셀화 하기 위해서 수행된다. 업샘플링 요소 값(upsampling factor)과 블록의 너비를 기준으로 추가 점들을 생성한다. 추가점은 리파인드 버텍스(refined vertice)라고 호칭된다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더는 리파인드 버텍스들을 복셀화할 수 있다. 또한 포인트 클라우드 인코더는 복셀화 된 포지션(또는 포지션 값)을 기반으로 어트리뷰트 인코딩을 수행할 수 있다.

[136] 도 7은 실시예들에 따른 이웃 노드 패턴의 예시를 나타낸다.

[137] 포인트 클라우드 비디오의 압축 효율을 증가시키기 위하여 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더는 콘텍스트 어탭티브 아리스메틱 (context adaptive arithmetic) 코딩을 기반으로 엔트로피 코딩을 수행할 수 있다.

[138] 도 1 내지 도 6에서 설명한 바와 같이 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템 또는 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 도 4의 포인트 클라우드 인코더 또는 아리스메틱 인코더(40004))는 오큐판시 코드를 곧바로 엔트로피 코딩할 수 있다. 또한 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템 또는 포인트 클라우드 인코더는 현재 노드의 오큐판시 코드와 이웃 노드들의 오큐판시를 기반으로 엔트로피 인코딩(인트라 인코딩)을 수행하거나, 이전 프레임의 오큐판시 코드를 기반으로 엔트로피 인코딩(인터 인코딩)을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 프레임은 동일한 시간에 생성된 포인트 클라우드 비디오의 집합을 의미한다. 실시예들에 따른 인트라 인코딩/인터 인코딩의 압축 효율은 참조하는 이웃 노드들의 개수에 따라 달라질 수 있다. 비트가 커지면 복잡해지지만 한쪽으로 치우치게 만들어서 압축 효율이 높아질 수 있다. 예를 들어 3-bit context를 가지면, 2의 3승인 = 8가지 방법으로 코딩 해야 한다. 나누어 코딩을 하는 부분은 구현의 복잡도에 영향을 준다. 따라서 압축의 효율과 복잡도의 적정 수준을 맞출 필요가 있다.

[139] 도7은 이웃 노드들의 오큐판시를 기반으로 오큐판시 패턴을 구하는 과정을 나타낸다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더는 옥트리의 각 노드의 이웃 노드들의 오큐판시(occupancy)를 판단하고 이웃 노드 패턴(neighbor pattern) 값을 구한다. 이웃 노드 패턴은 해당 노드의 오큐판시 패턴을 추론하기 위해

사용된다. 도7의 왼쪽은 노드에 대응하는 큐브(가운데 위치한 큐브) 및 해당 큐브와 적어도 하나의 면을 공유하는 6개의 큐브들(이웃 노드들)을 나타낸다. 도면에 도시된 노드들은 같은 뎁스(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.

[140] 도 7의 오른쪽은 이웃 노드 패턴 값을 나타낸다. 이웃 노드 패턴 값은 오큐파이드 이웃 노드(포인트를 갖는 이웃 노드)의 가중치가 곱해진 값들의 합이다. 따라서 이웃 노드 패턴 값은 0에서 63까지의 값을 갖는다. 이웃 노드 패턴 값이 0 인 경우, 해당 노드의 이웃 노드 중 포인트를 갖는 노드(오큐파이드 노드)가 없음을 나타낸다. 이웃 노드 패턴 값이 63인 경우, 이웃 노드들이 전부 오큐파이드 노드들임을 나타낸다. 도면에 도시된 바와 같이 가중치1, 2, 4, 8가 부여된 이웃 노드들은 오큐파이드 노드들이므로, 이웃 노드 패턴 값은 1, 2, 4, 8을 더한 값인 15이다. 포인트 클라우드 인코더는 이웃 노드 패턴 값에 따라 코딩을 수행할 수 있다(예를 들어 이웃 노드 패턴 값이 63인 경우, 64가지의 코딩을 수행). 실시예들에 따라 포인트 클라우드 인코더는 이웃 노드 패턴 값을 변경 (예를 들면 64를 10 또는 6으로 변경하는 테이블을 기반으로) 하여 코딩의 복잡도를 줄일 수 있다.

[141] 도 8은 실시예들에 따른 LOD 별 포인트 구성의 예시를 나타낸다.

[142] 도 1 내지 도 7에서 설명한 바와 같이, 어트리뷰트 인코딩이 수행되기 전 인코딩된 지오메트리는 재구성(디컴프레션) 된다. 다이렉트 코딩이 적용된 경우, 지오메트리 재구성 동작은 다이렉트 코딩된 포인트들의 배치를 변경하는 것을 포함할 수 있다(예를 들면 다이렉트 코딩된 포인트들을 포인트 클라우드 데이터의 앞쪽에 배치). 트라이숩 지오메트리 인코딩이 적용된 경우, 지오메트리 재구성 과정은 삼각형 재구성, 업샘플링, 복셀화 과정을 어트리뷰트는 지오메트리에 종속되므로, 어트리뷰트 인코딩은 재구성된 지오메트리를 기반으로 수행된다.

[143] 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 LOD 생성부(40009))는 포인트들을 LOD별로 분류(reorganization)할 수 있다. 도면은 LOD에 대응하는 포인트 클라우드 콘텐트를 나타낸다. 도면의 왼쪽은 오리지널 포인트 클라우드 콘텐트를 나타낸다. 도면의 왼쪽에서 두번째 그림은 가장 낮은 LOD의 포인트들의 분포를 나타내며, 도면의 가장 오른쪽 그림은 가장 높은 LOD의 포인트들의 분포를 나타낸다. 즉, 가장 낮은 LOD의 포인트들은 드문드문(sparse) 분포하며, 가장 높은 LOD의 포인트들은 촘촘히 분포한다. 즉, 도면 하단에 표시된 화살표 방향에 따라 LOD가 증가할수록 포인트들 간의 간격(또는 거리)는 더 짧아진다.

[144] 도 9는 실시예들에 따른 LOD 별 포인트 구성의 예시를 나타낸다.

[145] 도 1 내지 도 8에서 설명한 바와 같이 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템, 또는 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002),

도 4의 포인트 클라우드 인코더, 또는 LOD 생성부(40009))는 LOD를 생성할 수 있다. LOD는 포인트들을 설정된 LOD 거리 값(또는 유클리이디언 디스턴스(Euclidean Distance)의 세트)에 따라 리파인먼트 레벨들(refinement levels)의 세트로 재정열(reorganize)하여 생성된다. LOD 생성 과정은 포인트 클라우드 인코더뿐만 아니라 포인트 클라우드 디코더에서도 수행된다.

[146] 도 9의 상단은 3차원 공간에 분포된 포인트 클라우드 콘텐트의 포인트들의 예시(P0내지 P9)를 나타낸다. 도 9의 오리지널 오더(Original order)는 LOD 생성전 포인트들 P0내지 P9의 순서를 나타낸다. 도 9의 LOD 기반 오더 (LOD based order)는 LOD 생성에 따른 포인트들의 순서를 나타낸다. 포인트들은 LOD별 재정열된다. 또한 높은 LOD는 낮은 LOD에 속한 포인트들을 포함한다. 도 9에 도시된 바와 같이 LOD0는 P0, P5, P4 및 P2를 포함한다. LOD1은 LOD0의 포인트들과 P1, P6 및 P3를 포함한다. LOD2는 LOD0의 포인트들, LOD1의 포인트들 및 P9, P8 및 P7을 포함한다.

[147] 도 4에서 설명한 바와 같이 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더는 예측 변환 코딩, 리프팅 변환 코딩 및 RAHT 변환 코딩을 선택적으로 또는 조합하여 수행할 수 있다.

[148] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더는 포인트들에 대한 예측기(predictor)를 생성하여 각 포인트의 예측 어트리뷰트(또는 예측 어트리뷰트값)을 설정하기 위한 예측 변환 코딩을 수행할 수 있다. 즉, N개의 포인트들에 대하여 N개의 예측기들이 생성될 수 있다. 실시예들에 따른 예측기는 각 포인트의 LOD 값과 LOD별 설정된 거리 내에 존재하는 이웃 포인트들에 대한 인덱싱 정보 및 이웃 포인트들까지의 거리 값을 기반으로 가중치(=1/거리) 값을 계산하할 수 있다.

[149] 실시예들에 따른 예측 어트리뷰트(또는 어트리뷰트값)은 각 포인트의 예측기에 설정된 이웃 포인트들의 어트리뷰트들(또는 어트리뷰트 값들, 예를 들면 색상, 반사율 등)에 각 이웃 포인트까지의 거리를 기반으로 계산된 가중치(또는 가중치값)을 곱한 값의 평균값으로 설정된다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 계수 양자화부(40011)는 각 포인트의 어트리뷰트(어트리뷰트 값)에서 예측 어트리뷰트(어트리뷰트값)을 뺀 잔여값들(residuals, 잔여 어트리뷰트, 잔여 어트리뷰트값, 어트리뷰트 예측 잔여값 등으로 호칭할 수 있다)을 양자화(quatization) 및 역양자화(inverse quantization)할 수 있다. 양자화 과정은 다음의 표에 나타난 바와 같다.

[150] 표. Attribute prediction residuals quantization pseudo code

[151] int PCCQuantization(int value, int quantStep) {

[152] if(value >=0) {

[153] return floor(value / quantStep + 1.0 / 3.0);

[154] } else {

[155] return -floor(-value / quantStep + 1.0 / 3.0);

[156] }

[157] }

[158]

[159] 표. Attribute prediction residuals inverse quantization pseudo code

[160] int PCCInverseQuantization(int value, int quantStep) {

[161] if(quantStep ==0) {

[162] return value;

[163] } else {

[164] return value * quantStep;

[165] }

[166] }

[167] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 아리스메틱 인코더(40012)는 각 포인트의 예측기에 이웃한 포인트들이 있는 경우, 상술한 바와 같이 양자화 및 역양자화된 잔여값을 엔트로피 코딩 할 수 있다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 아리스메틱 인코더(40012)는 각 포인트의 예측기에 이웃한 포인트들이 없으면 상술한 과정을 수행하지 않고 해당 포인트의 어트리뷰트들을 엔트로피 코딩할 수 있다.

[168] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더 (예를 들면 리프팅 변환부(40010)는 각 포인트의 예측기를 생성하고, 예측기에 계산된 LOD를 설정 및 이웃 포인트들을 등록하고, 이웃 포인트들까지의 거리에 따른 가중치를 설정하여 리프팅 변환 코딩을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 리프팅 변환 코딩은 상술한 예측 변환 코딩과 유사하나, 어트리뷰트값에 가중치를 누적 적용한다는 점에서 차이가 있다. 실시예들에 따른 어트리뷰트값에 가중치를 누적 적용하는 과정은 다음과 같다.

[169] 1) 각 포인트의 가중치 값을 저장하는 배열 QW(QuantizationWieght)를 생성한다. QW의 모든 요소들의 초기값은 1.0이다. 예측기에 등록된 이웃 노드의 예측기 인덱스의 QW 값에 현재 포인트의 예측기의 가중치를 곱한 값을 더한다.

[170] 2) 리프트 예측 과정: 예측된 어트리뷰트 값을 계산하기 위하여 포인트의 어트리뷰트 값에 가중치를 곱한 값을 기존 어트리뷰트값에서 뺀다.

[171] 3) 업데이트웨이트(updateweight) 및 업데이트(update)라는 임시 배열들을 생성하고 임시 배열들을 0으로 초기화한다.

[172] 4) 모든 예측기에 대해서 계산된 가중치에 예측기 인덱스에 해당하는 QW에 저장된 가중치를 추가로 곱해서 산출된 가중치를 업데이트웨이트 배열에 이웃 노드의 인덱스로 누적으로 합산한다. 업데이트 배열에는 이웃 노드의 인덱스의 어트리뷰트 값에 산출된 가중치를 곱한 값을 누적 합산한다.

[173] 5) 리프트 업데이트 과정: 모든 예측기에 대해서 업데이트 배열의 어트리뷰트 값을 예측기 인덱스의 업데이트웨이트 배열의 가중치 값으로 나누고, 나눈 값에 다시 기존 어트리뷰트 값을 더한다.

[174] 6) 모든 예측기에 대해서, 리프트 업데이트 과정을 통해 업데이트된 어트리뷰트 값에 리프트 예측 과정을 통해 업데이트 된(QW에 저장된) 가중치를 추가로 곱하여 예측 어트리뷰트 값을 산출한다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 계수 양자화부(40011))는 예측 어트리뷰트 값을 양자화한다. 또한 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 아리스메틱 인코더(40012))는 양자화된 어트리뷰트 값을 엔트로피 코딩한다.

[175] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 RAHT 변환부(40008))는 옥트리의 하위 레벨에 있는 노드와 연관된 어트리뷰트를 사용하여 상위 레벨의 노드들의 어트리뷰트를 예측하는 RAHT 변환 코딩을 수행할 수 있다. RAHT 변환 코딩은 옥트리 백워드 스캔을 통한 어트리뷰트 인트라 코딩의 예시이다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 인코더는 복셀에서 전체 영역으로 스캔하고, 각 스텝에서 복셀을 더 큰 블록으로 합치면서 루트 노드까지의 병합 과정을 반복수행한다. 실시예들에 따른 병합 과정은 오큐파이드 노드에 대해서만 수행된다. 엠티 노드(empty node)에 대해서는 병합 과정이 수행되지 않으며, 엠티 노드의 바로 상위 노드에 대해 병합 과정이 수행된다.

[176] 하기의 식은 RAHT 변환 행렬을 나타낸다. $g_{l\,x,y,z}$ 는 레벨 l에서의 복셀들의 평균 어트리뷰트 값을 나타낸다. $g_{l\,x,y,z}$ 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 $w1=w_{l\,2x,y,z}$ 과 $w2=w_{l\,2x+1,y,z}$ 이다.

[177] $$\begin{bmatrix} g_{l-1\,x,y,z} \\ h_{l-1\,x,y,z} \end{bmatrix} = T_{w1\,w2} \begin{bmatrix} g_{l\,2x,y,z} \\ g_{l\,2x+1,y,z} \end{bmatrix} \quad T_{w1\,w2} = \frac{1}{\sqrt{w1+w2}} \begin{bmatrix} \sqrt{w1} & \sqrt{w2} \\ -\sqrt{w2} & \sqrt{w1} \end{bmatrix}$$

[178] $g_{l-1\,x,y,z}$는 로-패스(low-pass) 값으로, 다음 상위 레벨에서의 병합 과정에서 사용된다. $h_{l-1\,x,y,z}$은 하이패스 계수(high-pass coefficients)이며, 각 스텝에서의 하이패스 계수들은 양자화되어 엔트로피 코딩 된다(예를 들면 아리스메틱 인코더(400012)의 인코딩). 가중치는 $w_{l-1\,x,y,z}=w_{l\,2x,y,z}+w_{l\,2x+1,y,z}$로 계산된다. 루트 노드는 마지막 $g_{1\,0,0,0}$ 과 $g_{1\,0,0,1}$을 통해서 다음과 같이 생성된다.,

[179] $$\begin{bmatrix} gDC \\ h_{0_{0,0,0}} \end{bmatrix} = T_{w1000\,w1001} \begin{bmatrix} g_{1\,0,0,0z} \\ g_{1_{0,0,1}} \end{bmatrix}$$

[180] 도 10은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 디코더(Point Cloud Decoder)의 예시를 나타낸다.

[181] 도 10에 도시된 포인트 클라우드 디코더는 도 1에서 설명한 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006) 예시로서, 도 1에서 설명한 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006)의 동작 등과 동일 또는 유사한 동작을 수행할 수 있다. 도면이 도시된 바와 같이 포인트 클라우드 디코더는 하나 또는 그 이상의 비트스트림(bitstream)들에 포함된 지오메트리 비트스트림(geometry bitstream) 및 어트리뷰트 비트스트림(attribute bitstream)을 수신할 수 있다. 포인트 클라우드 디코더는 지오메트리 디코더(geometry decoder)및 어트리뷰트 디코더(attribute decoder)를 포함한다. 지오메트리 디코더는 지오메트리 비트스트림에 대해

지오메트리 디코딩을 수행하여 디코딩된 지오메트리(decoded geometry)를 출력한다. 어트리뷰트 디코더는 디코딩된 지오메트리 및 어트리뷰트 비트스트림을 기반으로 어트리뷰트 디코딩을 수행하여 디코딩된 어트리뷰트들(decoded attributes)을 출력한다. 디코딩된 지오메트리 및 디코딩된 어트리뷰트들은 포인트 클라우드 콘텐트를 복원(decoded point cloud)하는데 사용된다.

[182] 도 11은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 디코더(Point Cloud Decoder)의 예시를 나타낸다.

[183] 도 11에 도시된 포인트 클라우드 디코더는 도 10에서 설명한 포인트 클라우드 디코더의 예시로서, 도 1 내지 도 9에서 설명한 포인트 클라우드 인코더의 인코딩 동작의 역과정인 디코딩 동작을 수행할 수 있다.

[184] 도 1 및 도 10에서 설명한 바와 같이 포인트 클라우드 디코더는 지오메트리 디코딩 및 어트리뷰트 디코딩을 수행할 수 있다. 지오메트리 디코딩은 어트리뷰트 디코딩보다 먼저 수행된다.

[185] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 디코더는 아리스메틱 디코더(arithmetic decode, 11000), 옥트리 합성부(synthesize octree, 11001), 서페이스 오프록시메이션 합성부(synthesize surface approximation, 11002), 지오메트리 리컨스트럭션부(reconstruct geometry, 11003), 좌표계 역변환부(inverse transform coordinates, 11004), 아리스메틱 디코더(arithmetic decode, 11005), 역양자화부(inverse quantize, 11006), RAHT변환부(11007), LOD생성부(generate LOD, 11008), 인버스 리프팅부(Inverse lifting, 11009), 및/또는 컬러 역변환부(inverse transform colors, 11010)를 포함한다.

[186] 아리스메틱 디코더(11000), 옥트리 합성부(11001), 서페이스 오프록시메이션 합성부(11002), 지오메트리 리컨스럭션부(11003), 좌표계 역변환부(11004)는 지오메트리 디코딩을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 지오메트리 디코딩은 다이렉트 코딩(direct coding) 및 트라이숩 지오메트리 디코딩(trisoup geometry decoding)을 포함할 수 있다. 다이렉트 코딩 및 트라이숩 지오메트리 디코딩은 선택적으로 적용된다. 또한 지오메트리 디코딩은 위의 예시에 국한되지 않으며, 도 1 내지 도 9에서 설명한 지오메트리 인코딩의 역과정으로 수행된다.

[187] 실시예들에 따른 아리스메틱 디코더(11000)는 수신한 지오메트리 비트스트림을 아리스메틱 코딩을 기반으로 디코딩한다. 아리스메틱 디코더(11000)의 동작은 아리스메틱 인코더(40004)의 역과정에 대응한다.

[188] 실시예들에 따른 옥트리 합성부(11001)는 디코딩된 지오메트리 비트스트림으로부터 (또는 디코딩 결과 확보된 지오메트리에 관한 정보)로부터 오큐판시 코드를 획득하여 옥트리를 생성할 수 있다. 오큐판시 코드에 대한 구체적인 설명은 도 1 내지 도 9에서 설명한 바와 같다.

[189] 실시예들에 따른 서페이스 오프록시메이션 합성부(11002)는 트라이숩 지오메트리 인코딩이 적용된 경우, 디코딩된 지오메트리 및/또는 생성된

옥트리에 기반하여 서페이스를 합성할 수 있다.

[190] 실시예들에 따른 지오메트리 리컨스트럭션부(11003)는 서페이스 및 또는 디코딩된 지오메트리에 기반하여 지오메트리를 재생성할 수 있다. 도 1 내지 도 9에서 설명한 바와 같이, 다이렉트 코딩 및 트라이숩 지오메트리 인코딩은 선택적으로 적용된다. 따라서 지오메트리 리컨스트럭션부(11003)는 다이렉트 코딩이 적용된 포인트들의 포지션 정보들을 직접 가져와서 추가한다. 또한, 트라이숩 지오메트리 인코딩이 적용된 경우, 지오메트리 리컨스트럭션부(11003)는 지오메트리 리컨스트럭션부(40005)의 재구성 동작, 예를 들면 삼각형 재구성, 업-샘플링, 복셀화 동작을 수행하여 지오메트리를 복원할 수 있다. 구체적인 내용은 도 6에서 설명한 바와 동일하므로 생략한다. 복원된 지오메트리는 어트리뷰트들을 포함하지 않는 포인트 클라우드 픽쳐 또는 프레임을 포함할 수 있다.

[191] 실시예들에 따른 좌표계 역변환부(11004)는 복원된 지오메트리를 기반으로 좌표계를 변환하여 포인트들의 포지션들을 획득할 수 있다.

[192] 아리스메틱 디코더(11005), 역양자화부(11006), RAHT 변환부(11007), LOD생성부(11008), 인버스 리프팅부(11009), 및/또는 컬러 역변환부(11010)는 도 10에서 설명한 어트리뷰트 디코딩을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 어트리뷰트 디코딩은 RAHT(Region Adaptive Hierarchial Transform) 디코딩, 예측 변환(Interpolaration-based hierarchical nearest-neighbour prediction-Prediction Transform) 디코딩 및 리프팅 변환 (interpolation-based hierarchical nearest-neighbour prediction with an update/lifting step (Lifting Transform)) 디코딩을 포함할 수 있다. 상술한 3가지의 디코딩들은 선택적으로 사용되거나, 하나 또는 그 이상의 디코딩들의 조합이 사용될 수 있다. 또한 실시예들에 따른 어트리뷰트 디코딩은 상술한 예시에 국한되는 것은 아니다.

[193] 실시예들에 따른 아리스메틱 디코더(11005)는 어트리뷰트 비트스트림을 아리스메틱 코딩으로 디코딩한다.

[194] 실시예들에 따른 역양자화부(11006)는 디코딩된 어트리뷰트 비트스트림 또는 디코딩 결과 확보한 어트리뷰트에 대한 정보를 역양자화(inverse quantization)하고 역양자화된 어트리뷰트들(또는 어트리뷰트 값들)을 출력한다. 역양자화는 포인트 클라우드 인코더의 어트리뷰트 인코딩에 기반하여 선택적으로 적용될 수 있다.

[195] 실시예들에 따라 RAHT 변환부(11007), LOD생성부(11008) 및/또는 인버스 리프팅부(11009)는 재구성된 지오메트리 및 역양자화된 어트리뷰트들을 처리할 수 있다. 상술한 바와 같이 RAHT 변환부(11007), LOD생성부(11008) 및/또는 인버스 리프팅부(11009)는 포인트 클라우드 인코더의 인코딩에 따라 그에 대응하는 디코딩 동작을 선택적으로 수행할 수 있다.

[196] 실시예들에 따른 컬러 역변환부(11010)는 디코딩된 어트리뷰트들에 포함된 컬러 값(또는 텍스쳐)을 역변환하기 위한 역변환 코딩을 수행한다. 컬러

역변환부(11010)의 동작은 포인트 클라우드 인코더의 컬러 변환부(40006)의 동작에 기반하여 선택적으로 수행될 수 있다.

[197] 도 11의 포인트 클라우드 디코더의 엘레멘트들은 도면에 도시되지 않았으나 포인트 클라우드 제공 장치에 포함된 하나 또는 그 이상의 메모리들과 통신가능하도록 설정된 하나 또는 그 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 하나 또는 그 이상의 프로세서들은 상술한 도 11의 포인트 클라우드 디코더의 엘레멘트들의 동작들 및/또는 기능들 중 적어도 어느 하나 이상을 수행할 수 있다. 또한 하나 또는 그 이상의 프로세서들은 도11의 포인트 클라우드 디코더의 엘레멘트들의 동작들 및/또는 기능들을 수행하기 위한 소프트웨어 프로그램들 및/또는 인스트럭션들의 세트를 동작하거나 실행할 수 있다.

[198] 도 12는 실시예들에 따른 전송 장치의 예시이다.

[199] 도 12에 도시된 전송 장치는 도 1의 전송장치(10000) (또는 도 4의 포인트 클라우드 인코더)의 예시이다. 도 12에 도시된 전송 장치는 도 1 내지 도 9에서 설명한 포인트 클라우드 인코더의 동작들 및 인코딩 방법들과 동일 또는 유사한 동작들 및 방법들 중 적어도 어느 하나 이상을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 전송 장치는 데이터 입력부(12000), 양자화 처리부(12001), 복셀화 처리부(12002), 옥트리 오큐판시 코드 (Occupancy code) 생성부(12003), 표면 모델 처리부(12004), 인트라/인터 코딩 처리부(12005), 아리스메틱 (Arithmetic) 코더(12006), 메타데이터 처리부(12007), 색상 변환 처리부(12008), 어트리뷰트 변환 처리부(또는 속성 변환 처리부)(12009), 예측/리프팅/RAHT 변환 처리부(12010), 아리스메틱 (Arithmetic) 코더(12011) 및/또는 전송 처리부(12012)를 포함할 수 있다.

[200] 실시예들에 따른 데이터 입력부(12000)는 포인트 클라우드 데이터를 수신 또는 획득한다. 데이터 입력부(12000)는 포인트 클라우드 비디오 획득부(10001)의 동작 및/또는 획득 방법(또는 도2에서 설명한 획득과정(20000))과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 획득 방법을 수행할 수 있다.

[201] 데이터 입력부(12000), 양자화 처리부(12001), 복셀화 처리부(12002), 옥트리 오큐판시 코드 (Occupancy code) 생성부(12003), 표면 모델 처리부(12004), 인트라/인터 코딩 처리부(12005), Arithmetic 코더(12006)는 지오메트리 인코딩을 수행한다. 실시예들에 따른 지오메트리 인코딩은 도 1 내지 도 9에서 설명한 지오메트리 인코딩과 동일 또는 유사하므로 구체적인 설명은 생략한다.

[202] 실시예들에 따른 양자화 처리부(12001)는 지오메트리(예를 들면 포인트들의 위치값, 또는 포지션값)을 양자화한다. 양자화 처리부(12001)의 동작 및/또는 양자화는 도 4에서 설명한 양자화부(40001)의 동작 및/또는 양자화와 동일 또는 유사하다. 구체적인 설명은 도 1 내지 도 9에서 설명한 바와 동일하다.

[203] 실시예들에 따른 복셀화 처리부(12002)는 양자화된 포인트들의 포지션 값을

복셀화한다. 복셀화 처리부(120002)는 도 4에서 설명한 양자화부(40001)의 동작 및/또는 복셀화 과정과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 과정을 수행할 수 있다. 구체적인 설명은 도 1 내지 도 9에서 설명한 바와 동일하다.

[204] 실시예들에 따른 옥트리 오큐판시 코드 생성부(12003)는 복셀화된 포인트들의 포지션들을 옥트리 구조를 기반으로 옥트리 코딩을 수행한다. 옥트리 오큐판시 코드 생성부(12003)는 오큐판시 코드를 생성할 수 있다. 옥트리 오큐판시 코드 생성부(12003)는 도 4 및 도 6에서 설명한 포인트 클라우드 인코더 (또는 옥트리 분석부(40002))의 동작 및/또는 방법과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 방법을 수행할 수 있다. 구체적인 설명은 도 1 내지 도 9에서 설명한 바와 동일하다.

[205] 실시예들에 따른 표면 모델 처리부(12004)는 표면 모델(surface model)을 기반으로 특정 영역(또는 노드)내의 포인트들의 포지션들을 복셀 기반으로 재구성하는 트라이숩 지오메트리 인코딩을 수행할 수 있다. 포면 모델 처리부(12004)는 도 4 에서 설명한 포인트 클라우드 인코더(예를 들면 서페이스 어프록시메이션 분석부(40003))의 동작 및/또는 방법과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 방법을 수행할 수 있다. 구체적인 설명은 도 1 내지 도 9에서 설명한 바와 동일하다.

[206] 실시예들에 따른 인트라/인터 코딩 처리부(12005)는 포인트 클라우드 데이터를 인트라/인터 코딩할 수 있다. 인트라/인터 코딩 처리부(12005)는 도 7에서 설명한 인트라/인터 코딩과 동일 또는 유사한 코딩을 수행할 수 있다. 구체적인 설명은 도 7에서 설명한 바와 동일하다. 실시예들에 따라 인트라/인터 코딩 처리부(12005)는 아리스메틱 코더(12006)에 포함될 수 있다.

[207] 실시예들에 따른 아리스메틱 코더(12006)는 포인트 클라우드 데이터의 옥트리 및/또는 근사화된 옥트리를 엔트로피 인코딩한다. 예를 들어, 인코딩 방식은 아리스메틱(Arithmetic) 인코딩 방법을 포함한다. . 아리스메틱 코더(12006)는 아리스메틱 인코더(40004)의 동작 및/또는 방법과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 방법을 수행한다.

[208] 실시예들에 따른 메타데이터 처리부(12007)는 포인트 클라우드 데이터에 관한 메타데이터, 예를 들어 설정 값 등을 처리하여 지오메트리 인코딩 및/또는 어트리뷰트 인코딩 등 필요한 처리 과정에 제공한다. 또한 실시예들에 따른 메타데이터 처리부(12007)는 지오메트리 인코딩 및/또는 어트리뷰트 인코딩과 관련된 시그널링 정보를 생성 및/또는 처리할 수 있다. 실시예들에 따른 시그널링 정보는 지오메트리 인코딩 및/또는 어트리뷰트 인코딩과 별도로 인코딩처리될 수 있다. 또한 실시예들에 따른 시그널링 정보는 인터리빙 될 수도 있다.

[209] 색상 변환 처리부(12008), 어트리뷰트 변환 처리부(12009), 예측/리프팅/RAHT 변환 처리부(12010), 아리스메틱 (Arithmetic) 코더(12011)는 어트리뷰트 인코딩을 수행한다. 실시예들에 따른 어트리뷰트 인코딩은 도 1 내지 도 9에서 설명한 어트리뷰트 인코딩과 동일 또는 유사하므로 구체적인 설명은 생략한다.

[210] 실시예들에 따른 색상 변환 처리부(12008)는 어트리뷰트들에 포함된 색상값을 변환하는 색상 변환 코딩을 수행한다. 색상 변환 처리부(12008)는 재구성된 지오메트리를 기반으로 색상 변환 코딩을 수행할 수 있다. 재구성된 지오메트리에 대한 설명은 도 1 내지 도 9에서 설명한 바와 동일하다. 또한 도 4에서 설명한 컬러 변환부(40006)의 동작 및/또는 방법과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 방법을 수행한다. 구체적인 설명은 생략한다.

[211] 실시예들에 따른 어트리뷰트 변환 처리부(12009)는 지오메트리 인코딩이 수행되지 않은 포지션들 및/또는 재구성된 지오메트리를 기반으로 어트리뷰트들을 변환하는 어트리뷰트 변환을 수행한다. 어트리뷰트 변환 처리부(12009)는 도 4에 설명한 어트리뷰트 변환부(40007)의 동작 및/또는 방법과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 방법을 수행한다. 구체적인 설명은 생략한다. 실시예들에 따른 예측/리프팅/RAHT 변환 처리부(12010)는 변환된 어트리뷰트들을 RAHT 코딩, 예측 변환 코딩 및 리프팅 변환 코딩 중 어느 하나 또는 조합하여 코딩할 수 있다. 예측/리프팅/RAHT 변환 처리부(12010)는 도 4에서 설명한 RAHT 변환부(40008), LOD 생성부(40009) 및 리프팅 변환부(40010)의 동작들과 동일 또는 유사한 동작들 중 적어도 하나 이상을 수행한다. 또한 예측 변환 코딩, 리프팅 변환 코딩 및 RAHT 변환 코딩에 대한 설명은 도 1 내지 도 9에서 설명한 바와 동일하므로 구체적인 설명은 생략한다.

[212] 실시예들에 따른 아리스메틱 코더(12011)는 코딩된 어트리뷰트들을 아리스메틱 코딩에 기반하여 인코딩할 수 있다. 아리스메틱 코더(12011)는 아리스메틱 인코더(400012)의 동작 및/또는 방법과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 방법을 수행한다.

[213] 실시예들에 따른 전송 처리부(12012)는 인코딩된 지오메트리 및/또는 인코딩된 어트리뷰트, 메타 데이터 정보를 포함하는 각 비트스트림을 전송하거나, 인코딩된 지오메트리 및/또는 인코딩된 어트리뷰트, 메타 데이터 정보를 하나의 비트스트림으로 구성하여 전송할 수 있다. 실시예들에 따른 인코딩된 지오메트리 및/또는 인코딩된 어트리뷰트, 메타 데이터 정보가 하나의 비트스트림으로 구성되는 경우, 비트스트림은 하나 또는 그 이상의 서브 비트스트림들을 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 비트스트림은 시퀀스 레벨의 시그널링을 위한 SPS (Sequence Parameter Set), 지오메트리 정보 코딩의 시그널링을 위한 GPS(Geometry Parameter Set), 어트리뷰트 정보 코딩의 시그널링을 위한 APS(Attribute Parameter Set), 타일 레벨의 시그널링을 위한 TPS (Tile Parameter Set)를 포함하는 시그널링 정보 및 슬라이스 데이터를 포함할 수 있다. 슬라이스 데이터는 하나 또는 그 이상의 슬라이스들에 대한 정보를 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 하나의 슬라이스는 하나의 지오메트리 비트스트림(Geom00) 및 하나 또는 그 이상의 어트리뷰트 비트스트림들(Attr00, Attr10)을 포함할 수 있다.

[214] 슬라이스(slice)란, 코딩된 포인트 클라우드 프레임의 전체 또는 일부를

나타내는 신택스 엘리먼트의 시리즈를 말한다.

[215] 실시예들에 따른 TPS는 하나 또는 그 이상의 타일들에 대하여 각 타일에 관한 정보(예를 들면 bounding box의 좌표값 정보 및 높이/크기 정보 등)을 포함할 수 있다. 지오메트리 비트스트림은 헤더와 페이로드를 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 지오메트리 비트스트림의 헤더는 GPS에 포함된 파라미터 세트의 식별 정보(geom_ parameter_set_id), 타일 식별자(geom_tile_id), 슬라이스 식별자(geom_slice_id) 및 페이로드에 포함된 데이터에 관한 정보 등을 포함할 수 있다. 상술한 바와 같이 실시예들에 따른 메타데이터 처리부(12007)는 시그널링 정보를 생성 및/또는 처리하여 전송 처리부(12012)로 전송할 수 있다. 실시예들에 따라, 지오메트리 인코딩을 수행하는 엘레멘트들 및 어트리뷰트 인코딩을 수행하는 엘레멘트들은 점선 처리된 바와 같이 상호 데이터/정보를 공유할 수 있다. 실시예들에 따른 전송 처리부(12012)는 트랜스미터(10003)의 동작 및/또는 전송 방법과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 전송 방법을 수행할 수 있다. 구체적인 설명은 도 1 내지 도 2에서 설명한 바와 동일하므로 생략한다.

[216] 도 13은 실시예들에 따른 수신 장치의 예시이다.

[217] 도 13에 도시된 수신 장치는 도 1의 수신장치(10004) (또는 도 10 및 도 11의 포인트 클라우드 디코더)의 예시이다. 도 13에 도시된 수신 장치는 도 1 내지 도 11에서 설명한 포인트 클라우드 디코더의 동작들 및 디코딩 방법들과 동일 또는 유사한 동작들 및 방법들 중 적어도 어느 하나 이상을 수행할 수 있다.

[218] 실시예들에 따른 수신 장치는 수신부(13000), 수신 처리부(13001), 아리스메틱(arithmetic) 디코더(13002), 오큐판시 코드 (Occupancy code) 기반 옥트리 재구성 처리부(13003), 표면 모델 처리부(삼각형 재구성, 업-샘플링, 복셀화)(13004), 인버스(inverse) 양자화 처리부(13005), 메타데이터 파서(13006), 아리스메틱(arithmetic) 디코더(13007), 인버스(inverse)양자화 처리부(13008), 예측/리프팅/RAHT 역변환 처리부(13009), 색상 역변환 처리부(13010) 및/또는 렌더러(13011)를 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 디코딩의 각 구성요소는 실시예들에 따른 인코딩의 구성요소의 역과정을 수행할 수 있다.

[219] 실시예들에 따른 수신부(13000)는 포인트 클라우드 데이터를 수신한다. 수신부(13000)는 도 1의 리시버(10005)의 동작 및/또는 수신 방법과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 수신 방법을 수행할 수 있다. 구체적인 설명은 생략한다.

[220] 실시예들에 따른 수신 처리부(13001)는 수신한 데이터로부터 지오메트리 비트스트림 및/또는 어트리뷰트 비트스트림을 획득할 수 있다. 수신 처리부(13001)는 수신부(13000)에 포함될 수 있다.

[221] 아리스메틱 디코더(13002), 오큐판시 코드 기반 옥트리 재구성 처리부(13003), 표면 모델 처리부(13004) 및 인버스 양자화 처리부(13005)는 지오메트리 디코딩을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 지오메트리 디코딩은 도 1 내지 도 10에서 설명한 지오메트리 디코딩과 동일 또는 유사하므로 구체적인 설명은 생략한다.

[222] 실시예들에 따른 아리스메틱 디코더(13002)는 지오메트리 비트스트림을 아리스메틱 코딩을 기반으로 디코딩할 수 있다. 아리스메틱 디코더(13002)는 아리스메틱 디코더(11000)의 동작 및/또는 코딩과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 코딩을 수행한다.

[223] 실시예들에 따른 오큐판시 코드 기반 옥트리 재구성 처리부(13003)는 디코딩된 지오메트리 비트스트림으로부터 (또는 디코딩 결과 확보된 지오메트리에 관한 정보)로부터 오큐판시 코드를 획득하여 옥트리를 재구성할 수 있다. 오큐판시 코드 기반 옥트리 재구성 처리부(13003)는 옥트리 합성부(11001)의 동작 및/또는 옥트리 생성 방법과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 방법을 수행한다.
실시예들에 따른 표면 모델 처리부(13004)는 트라이숩 지오메트리 인코딩이 적용된 경우, 표면 모델 방식에 기반하여 트라이숩 지오메트리 디코딩 및 이와 관련된 지오메트리 리컨스트럭션(예를 들면 삼각형 재구성, 업-샘플링, 복셀화)을 수행할 수 있다. 표면 모델 처리부(13004)는 서페이스 오프록시메이션 합성부(11002) 및/또는 지오메트리 리컨스트럭션부(11003)의 동작과 동일 또는 유사한 동작을 수행한다.

[224] 실시예들에 따른 인버스 양자화 처리부(13005)는 디코딩된 지오메트리를 인버스 양자화할 수 있다.

[225] 실시예들에 따른 메타데이터 파서(13006)는 수신한 포인트 클라우드 데이터에 포함된 메타데이터, 예를 들어 설정 값 등을 파싱할 수 있다. 메타데이터 파서(13006)는 메타데이터를 지오메트리 디코딩 및/또는 어트리뷰트 디코딩에 전달할 수 있다. 메타데이터에 대한 구체적인 설명은 도 12에서 설명한 바와 동일하므로 생략한다.

[226] 아리스메틱 디코더(13007), 인버스 양자화 처리부(13008), 예측/리프팅/RAHT 역변환 처리부(13009) 및 색상 역변환 처리부(13010)는 어트리뷰트 디코딩을 수행한다. 어트리뷰트 디코딩는 도 1 내지 도 10에서 설명한 어트리뷰트 디코딩과 동일 또는 유사하므로 구체적인 설명은 생략한다.

[227] 실시예들에 따른 아리스메틱 디코더(13007)는 어트리뷰트 비트스트림을 아리스메틱 코딩으로 디코딩할 수 있다. 아리스메틱 디코더(13007)는 재구성된 지오메트리를 기반으로 어트리뷰트 비트스트림의 디코딩을 수행할 수 있다. 아리스메틱 디코더(13007)는 아리스메틱 디코더(11005)의 동작 및/또는 코딩과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 코딩을 수행한다.

[228] 실시예들에 따른 인버스 양자화 처리부(13008)는 디코딩된 어트리뷰트 비트스트림을 인버스 양자화할 수 있다. 인버스 양자화 처리부(13008)는 역양자화부(11006)의 동작 및/또는 역양자화 방법과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 방법을 수행한다.

[229] 실시예들에 따른 예측/리프팅/RAHT 역변환 처리부(13009)는 재구성된 지오메트리 및 역양자화된 어트리뷰트들을 처리할 수 있다. 예측/리프팅/RAHT 역변환 처리부(13009)는 RAHT 변환부(11007), LOD생성부(11008) 및/또는

인버스 리프팅부(11009)의 동작들 및/또는 디코딩들과 동일 또는 유사한 동작들 및/또는 디코딩들 중 적어도 어느 하나 이상을 수행한다. 실시예들에 따른 색상 역변환 처리부(13010)는 디코딩된 어트리뷰트들에 포함된 컬러 값(또는 텍스쳐)을 역변환하기 위한 역변환 코딩을 수행한다. 색상 역변환 처리부(13010)는 컬러 역변환부(11010)의 동작 및/또는 역변환 코딩과 동일 또는 유사한 동작 및/또는 역변환 코딩을 수행한다. 실시예들에 따른 렌더러(13011)는 포인트 클라우드 데이터를 렌더링할 수 있다.

[230] 도 14는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송수신 방법/장치와 연동 가능한 구조의 예시를 나타낸다.

[231] 도 14의 구조는 서버(1460), 로봇(1410), 자율 주행 차량(1420), XR 장치(1430), 스마트폰(1440), 가전(1450) 및/또는 HMD(1470) 중에서 적어도 하나 이상이 클라우드 네트워크(1410)와 연결된 구성을 나타낸다. 로봇(1410), 자율 주행 차량(1420), XR 장치(1430), 스마트폰(1440) 또는 가전(1450) 등은 장치라 호칭된다. 또한, XR 장치(1430)는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 (PCC) 장치에 대응되거나 PCC장치와 연동될 수 있다.

[232] 클라우드 네트워크(1400)는 클라우드 컴퓨팅 인프라의 일부를 구성하거나 클라우드 컴퓨팅 인프라 안에 존재하는 네트워크를 의미할 수 있다. 여기서, 클라우드 네트워크(1400)는 3G 네트워크, 4G 또는 LTE(Long Term Evolution) 네트워크 또는 5G 네트워크 등을 이용하여 구성될 수 있다.

[233] 서버(1460)는 로봇(1410), 자율 주행 차량(1420), XR 장치(1430), 스마트폰(1440), 가전(1450) 및/또는 HMD(1470) 중에서 적어도 하나 이상과 클라우드 네트워크(1400)을 통하여 연결되고, 연결된 장치들(1410 내지 1470)의 프로세싱을 적어도 일부를 도울 수 있다.

[234] HMD (Head-Mount Display)(1470)는 실시예들에 따른 XR 디바이스 및/또는 PCC 디바이스가 구현될 수 있는 타입 중 하나를 나타낸다. 실시예들에 따른HMD 타입의 디바이스는, 커뮤니케이션 유닛, 컨트롤 유닛, 메모리 유닛, I/O 유닛, 센서 유닛, 그리고 파워 공급 유닛 등을 포함한다.

[235] 이하에서는, 상술한 기술이 적용되는 장치(1410 내지 1450)의 다양한 실시예들을 설명한다. 여기서, 도 14에 도시된 장치(1410 내지 1450)는 상술한 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송수신 장치와 연동/결합될 수 있다.

[236] <PCC+XR>

[237] XR/PCC 장치(1430)는 PCC 및/또는 XR(AR+VR) 기술이 적용되어, HMD(Head-Mount Display), 차량에 구비된 HUD(Head-Up Display), 텔레비전, 휴대폰, 스마트 폰, 컴퓨터, 웨어러블 디바이스, 가전 기기, 디지털 사이니지, 차량, 고정형 로봇이나 이동형 로봇 등으로 구현될 수도 있다.

[238] XR/PCC 장치(1430)는 다양한 센서들을 통해 또는 외부 장치로부터 획득한 3차원 포인트 클라우드 데이터 또는 이미지 데이터를 분석하여 3차원 포인트들에 대한 위치 데이터 및 어트리뷰트 데이터를 생성함으로써 주변 공간

또는 현실 객체에 대한 정보를 획득하고, 출력할 XR 객체를 렌더링하여 출력할 수 있다. 예컨대, XR/PCC 장치(1430)는 인식된 물체에 대한 추가 정보를 포함하는 XR 객체를 해당 인식된 물체에 대응시켜 출력할 수 있다.

[239] <PCC+자율주행+XR>

[240] 자율 주행 차량(1420)은 PCC 기술 및 XR 기술이 적용되어, 이동형 로봇, 차량, 무인 비행체 등으로 구현될 수 있다.

[241] XR/PCC 기술이 적용된 자율 주행 차량(1420)은 XR 영상을 제공하는 수단을 구비한 자율 주행 차량이나, XR 영상 내에서의 제어/상호작용의 대상이 되는 자율 주행 차량 등을 의미할 수 있다. 특히, XR 영상 내에서의 제어/상호작용의 대상이 되는 자율 주행 차량(1420)은 XR 장치(1430)와 구분되며 서로 연동될 수 있다.

[242] XR/PCC영상을 제공하는 수단을 구비한 자율 주행 차량(1420)은 카메라를 포함하는 센서들로부터 센서 정보를 획득하고, 획득한 센서 정보에 기초하여 생성된 XR/PCC 영상을 출력할 수 있다. 예컨대, 자율 주행 차량(1420)은 HUD를 구비하여 XR/PCC 영상을 출력함으로써, 탑승자에게 현실 객체 또는 화면 속의 객체에 대응되는 XR/PCC 객체를 제공할 수 있다.

[243] 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 차량(1220)은 차로, 타 차량, 신호등, 교통 표지판, 이륜차, 보행자, 건물 등과 같은 객체와 대응되는 XR/PCC 객체들을 출력할 수 있다.

[244] 실시예들에 의한 VR (Virtual Reality) 기술, AR (Augmented Reality) 기술, MR (Mixed Reality) 기술 및/또는 PCC(Point Cloud Compression)기술은, 다양한 디바이스에 적용 가능하다.

[245] 즉, VR 기술은, 현실 세계의 객체나 배경 등을 CG 영상으로만 제공하는 디스플레이 기술이다. 반면, AR 기술은, 실제 사물 영상 위에 가상으로 만들어진 CG 영상을 함께 보여 주는 기술을 의미한다. 나아가, MR 기술은, 현실세계에 가상 객체들을 섞고 결합시켜서 보여준다는 점에서 전술한 AR 기술과 유사하다. 그러나, AR 기술에서는 현실 객체와 CG 영상으로 만들어진 가상 객체의 구별이 뚜렷하고, 현실 객체를 보완하는 형태로 가상 객체를 사용하는 반면, MR 기술에서는 가상 객체가 현실 객체와 동등한 성격으로 간주된다는 점에서 AR 기술과는 구별이 된다. 보다 구체적으로 예를 들면, 전술한 MR 기술이 적용된 것이 홀로그램 서비스 이다.

[246] 다만, 최근에는 VR, AR, MR 기술을 명확히 구별하기 보다는 XR (extended Reality) 기술로 부르기도 한다. 따라서, 본 발명의 실시예들은 VR, AR, MR, XR 기술 모두에 적용 가능하다. 이러한 기술은 PCC, V-PCC, G-PCC 기술 기반

인코딩/디코딩이 적용될 수 있다.

[247] 실시예들에 따른 PCC방법/장치는 자율 주행 서비스를 제공하는 차량에 적용될 수 있다.

[248] 자율 주행 서비스를 제공하는 차량은 PCC 디바이스와 유/무선 통신이 가능하도록 연결된다.

[249] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 (PCC) 송수신 장치는 차량과 유/무선 통신이 가능하도록 연결된 경우, 자율 주행 서비스와 함께 제공할 수 있는 AR/VR/PCC 서비스 관련 콘텐트 데이터를 수신/처리하여 차량에 전송할 수 있다. 또한 포인트 클라우드 데이터 송수신 장치 차량에 탑재된 경우, 포인트 클라우드 송수신 장치는 사용자 인터페이스 장치를 통해 입력된 사용자 입력 신호에 따라 AR/VR/PCC 서비스 관련 콘텐트 데이터를 수신/처리하여 사용자에게 제공할 수 있다. 실시예들에 따른 차량 또는 사용자 인터페이스 장치는 사용자 입력 신호를 수신할 수 있다. 실시예들에 따른 사용자 입력 신호는 자율 주행 서비스를 지시하는 신호를 포함할 수 있다.

[250] 도15는 실시예들에 따른 공간 스케일러빌리티(spatial scalability)를 위한 지오메트리 데이터 및 어트리뷰트 데이터의 구조를 나타낸다.

[251] 도15의 G-PCC 디코더(15000) 및/또는 G-PCC 디코더(15010)는 도1의 수신 장치(10004), 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006), 도2의 디코딩(20003), 도10-11의 디코더, 도13의 디코더, 도14의 XR디바이스(1430)에 대응할 수 있다. 도15의 G-PCC 디코더(15000) 및/또는 G-PCC 디코더(15010)는 도1의 송신 장치(10000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 도2의 인코딩(10001), 도4의 인코더, 도12의 인코더, 도14의 XR디바이스(1430)의 송신 측 동작의 역과정을 수행할 수 있다.

[252] 실시예들에 따라 PCC 데이터 부호하기는 부호화기, 인코더, 포인트 클라우드 송신 장치, 포인트 클라우드 데이터 인코더 등에 대응될 수 있다.

[253] 실시예들에 따라 기하정보는 지오메트리 정보, 지오메트리 데이터 등으로 지칭될 수 있고, 속성정보는 어트리뷰트 정보, 어트리뷰트 데이터 등으로 지칭될 수 있다.

[254] 실시예들에 따른 방법/장치는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송수신 방법/장치를 의미한다.

[255] 실시예들은 3차원 포인트 클라우드(point cloud) 데이터 압축을 위한 Geometry-based Point Cloud Compression (G-PCC)의 인코더(부호화기)/디코더(복호화기)의 공간 확장성(Spatial scalability)를 지원하기 위한 속성 압축 방안에 관한 것이다.

[256] 실시예들은 G-PCC의 속성 부호화/복호화 과정에 공간 확장성 (spatial scalability) 기능을 제공하기 위해 옥트리 기반으로 LOD별 포인트 샘플링 방식을 변경하는 방안을 제안한다.

[257] 구체적으로, 1) 몰톤 코드를 활용한 옥트리 노드별 포인트 분류하는 방법, 2)

고립된(isolated) 포인트에 대한 처리 방법, 3) 노드별 포인트 샘플링 방식 , 4) 위 3가지 방법을 지원하기 위한 시그널링 방안을 제안한다.

[258] 포인트 클라우드 데이터가 밀도가 높을 때(dense), 썸네일과 같이 더 작은 대역폭(bandwidth) 사용해야하거나 디코더쪽 계산량을 낮출 수 있도록 더 낮은 해상도의 포인트 클라우드를 보내고 처리할 수 있는 기능이 필요할 수 있다. 이러한 기능을 공간 확장성(spatial scalability)라고 한다.

[259] 지오메트리 인코딩/디코딩은 옥트리의 깊이 레벨을 조절하여 선택된 깊이 레벨까지만 점유비트(occupancy bits)를 인코딩하거나 디코딩하는 과정을 통해 공간 스케일버빌리티(spatial scalability) 기능을 제공할 수 있다.

[260] 실시예들에 따른 속성(어트리뷰트) 인코딩/디코딩은 공간 스케일러빌리티(spatial scalability) 기능 제공을 위해 옥트리 구조에 기반한 실시예들에 따른 동작을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 옥트리의 선택된 깊이 레벨부터 LOD를 생성하는 방식과 이웃노드를 계산하는 방식, 가중치를 계산하는 방식 등 속성 인코딩/디코딩시 공간 확장성(spatial scalability)을 제공하기 위해 필요할 수 있다.

[261] 실시예들에 따른 속성 인코딩/디코딩은 공간 확장성(spatial scalability) 기능을 제공하기 위해 포인트들을 옥트리 기반으로 LOD별로 포인트를 샘플링 하는 방식을 변경하여, 각 LOD별로 가장 적합한 포인트들을 노드들로 구성될 수 있다. 이로 인하여, 속성 압축 효율을 높일 수 있는 효과가 있다.

[262] 실시예들은 G-PCC의 속성 부호화/복호화 과정에 공간 확장성(spatial scalability) 기능을 제공하기 위해 옥트리 기반으로 LOD별 포인트 샘플링 방식을 변경하는 방안을 제안한다.

[263] 실시예들에 따른 LOD샘플링 기반 방법은 포인트들을 몰톤(morton) 코드로 정렬하고, 실시예들에 따라 선택된 포인트를 이웃 집합의 후보가 될 수 있는 하위 LOD로 분류하는 방법을 의미할 수 있다. 실시예들에 따른 LOD샘플링 기반 방법은 LOD생성의 복잡도를 낮추면서 이웃 포인트 집합 생성의 정확도를 증가시키고, 압축 효율을 증가시키는 효과가 있다.

[264] 도15와 같이, PCC데이터(또는 포인트 클라우드 데이터)는 지오메트리 비트스트림 및 어트리뷰트 비트스트림으로 구성될 수 있다. 포인트 클라우드 데이터는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 장치 또는 포인트 클라우드 데이터 인코더에 의해 인코딩되고 전송될 수 있다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 장치 또는 포인트 클라우드 데이터 디코더가 포인트 클라우드 데이터를 디코딩할 수 있다.

[265] 이때, 지오메트리 데이터(또는 지오메트리 비트스트림) 및/또는 어트리뷰트 데이터(또는 어트리뷰트 비트스트림)은 LOD(Level of Detail) 순서대로 옥트리 구조의 지오메트리 비트스트림 및/도는 리프팅 코딩 기반의 어트리뷰트 비트스트림을 부분적으로 포인트 클라우드 데이터 수신 장치가 디코딩할 수 있다.

[266] G-PCC 디코더(15000) 및/또는 G-PCC 디코더(15010)는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 장치의 디코더를 나타낸다. 구체적으로, G-PCC 디코더(15000) 및/또는 G-PCC 디코더(15010)는 PCC디코더의 지오메트리 디코더 및/또는 어트리뷰트 디코더 를 나타낸다.

[267] G-PCC 디코더(15000)는 수신한 비트스트림 내 지오메트리 비트스트림 및/또는 어트리뷰트 비트스트림 전체를 디코딩하지 않고, 부분적(partial)으로 지오메트리 비트스트림 및/또는 어트리뷰트 비트스트림을 디코딩하여 로우 레졸루션(low resolution) 포인트 클라우드 데이터를 사용자게에 제공할 수 있다.

[268] G-PCC 디코더(15010)는 수신한 비트스트림 내 지오메트리 비트스트림 및/또는 어트리뷰트 비트스트림 전체를 디코딩하여 사용자에게 제공할 수 있다.

[269] 또한, G-PCC 디코더(15000) 및 G-PCC 디코더(15010)에 대응하는 송신 측의 PCC 인코더는 전체 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하여 전송할 수 있고, 부분 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하여 전송할 수 있다.

[270] 도16은 실시예들에 따른 어트리뷰트 인코딩/디코딩 과정을 나타낸다.

[271] 도16은 실시예들에 따른 인코딩 및/또는 디코딩에 적용될 수 있다. 예를 들어, 도 15의 디코더(15000, 15010) 및/또는 그에 대응하는 인코더(도1의 송신 장치(10000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 도2의 인코딩(10001), 도4의 인코더, 도12의 인코더, 도14의 XR디바이스(1430)) 등에 의해 수행될 수 있다.

[272] 한편, 본 문서의 실시예들 간 변경 및 결합이 가능하다. 또한, 본 문서에서 사용되는 용어는 해당 분야에서 널리 사용되는 범위 내에서, 용어의 의도된 의미에 근거하여 이해될 수 있다.

[273] 실시예들에 따른 어트리뷰트 인코더/디코더는 속성(어트리뷰트) 인코딩/디코딩 시 스파셜 스케일러빌리티(spatial scalability) 기능 제공을 위해 지오메트리 인코딩/디코딩에서와 같이 옥트리 구조를 적용할 수 있다. 실시예들은 옥트리의 선택된 깊이 레벨부터 노드에 속하는 포인트를 분류하는 방법과 LOD별 포인트를 샘플링 하는 방식을 포함한다.

[274] 포인트를 분류하는 방법과 LOD별 포인트 샘플링 방법은 PCC 복호화기/부호화기의 PCC 속성 부호화/복호화에서 수행되며, 속성 부호화/복호화 과정에서 예측 변환 기법 또는 리프팅 변환 기법을 사용할 경우 적용될 수 있다.

[275] S16000 포인트 클라우드 데이터를 몰톤 순서에 기반하여 정렬하는 단계

[276] 포인트 클라우드의 포인트들을 x, y, z 위치 값을 기반으로 몰톤 코드로 변경하고, 변경된 몰톤 코드 값을 기반으로 포인트들을 정렬할 수 있다.

[277]

[278] S16010 어트리뷰트 데이터의 부분 인코딩/디코딩 영역을 설정하는 단계

[279] 속성 인코딩/디코딩 시 지오메트리 인코딩/디코딩과 마찬가지로 옥트리의 깊이 레벨을 설정하여 설정된 옥트리 깊이 레벨부터 속성 인코딩(디코딩)할

포인트들을 구성하고 인코딩/디코딩할 수 있다(도17 참조).

[280]

[281] S16020 몰톤 코드를 사용하여 옥트리 노드에 속하는 포인트를 분류 하는 단계

[282] 실시예들에 따른 몰톤 코드로 정렬된 포인트들에서 옥트리 노드별 포인트 분류 방법은 다음 수도 코드(수식)을 사용할 수 있다.

[283] 노드 사이즈(nodeSizeLog2): 옥트리 깊이 레벨을 나타낸다(도17의 17000).

[284] 포인트PX의 몰톤코드(PX_mortoncode): 노드PX의 몰톤 코드를 나타낸다.

[285] 몰톤 코드의 범위(end_range_mc): 노드의 몰톤 코드 범위를 나타낸다.

[286] 포인트들의 맥시멈 개수(maxNumOfPoints): 특정 옥트리 깊이 레벨의 포인트들의 맥시멈 개수를 나타낸다. 해당 노드가 이상적으로 가질 수 있는 포인트들의 최대 개수이다.

[287] Int maxNumOfPoints = pow(8, nodeSizeLog2 + 1);

[288] For (int I = 1; I < indexCount; ++i) {

[289] if(Pi_mortoncode < end_range_mc) {

[290] …

[291] } else {

[292] end_range_mc = Pi_mortoncode +

[293] (maxNumOfPoints -(Pi_mortoncode % maxNumOfPoints));

[294] }

[295] }

[296] 위 신택스에 따르면, 옥트리 구조 상의 하나의 노드 내 같은 몰톤 코드 값을 가지는 범위(end_range_mc)를 알 수 있고, 이를 통해 노드를 선택해서 상위 노드로 올릴 수 있다.

[297] 위 신택스와 동일한 의미를 표현 방식만 달리하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[298] 리프팅 방식이 사용된 경우 다음과 같은 노드 선택 방식이 사용될 수 있다.

[299] lifting_scalability_enabled_flag(리프팅 방식이 사용된 경우) is equal to 1, the following is applied;

[300] endIndex = 0

[301] assignedPointCount = 0

[302] for (lod = minGeomNodeSizeLog2; unprocessedPointCount > 0; lod++) {

[303] startIndex = assignedPointCount

[304] nonAssignedPointCount = 0

[305] samplingFromLastFlag = lod & 1

[306] for (i = 0; i < unprocessedPointCount; i++) {

[307] currVoxelIndex = McodeUnsorted[unprocessedPointIndexes[i]] >> (3×(lod+1))

[308] if (samplingFromLastFlag == 0){

[309] if (i == 0)

[310] nonAssignedPointIndexes[nonAssignedPointCount++] = unprocessedPointIndexes[i]

```
[311]   else {
[312]   prevVoxelIndex = McodeUnsorted[unprocessedPointIndexes[i-1]] >> (3×(lod+1))
[313]
[314]   if (currVoxelIndex > prevVoxelIndex)
[315]   nonAssignedPointIndexes[nonAssignedPointCount++] = unprocessedPointIndexes[i]
[316]   else
[317]   assignedPointIndexes[assignedPointCount++] = unprocessedPointIndexes[i]
[318]   }
[319]   } else {
[320]   if (i == (unprocessedPointCount - 1))
[321]   nonAssignedPointIndexes[nonAssignedPointCount++] = unprocessedPointIndexes[i]
[322]   else {
[323]   nextVoxelIndex = McodeUnsorted[unprocessedPointIndexes[i+1]] >> (3×(lod+1))
[324]   if (currVoxelIndex < nextVoxelIndex)
[325]   nonAssignedPointIndexes[nonAssignedPointCount++] = unprocessedPointIndexes[i]
[326]   else
[327]   assignedPointIndexes[assignedPointCount++] = unprocessedPointIndexes[i]
[328]   }
[329]   }
[330]   }
[331]   endIndex = assignedPointCount
[332]   if (startIndex != endIndex) {
[333]   numOfPointInSkipped = PointNumInSlice - PointCount
[334]   if ((endIndex - startIndex) > (startIndex + numOfPointInSkipped)){
[335]   for ( (loop = 0; loop < lod - minGeomNodeSizeLog2; loop++ )){
[336]   computeNearestNeighbours(
[337]   PointCount - unprocessedPointCountPerLevelOfDetail[loop],
[338]   PointCount - unprocessedPointCountPerLevelOfDetail[loop+1],
[339]   loop + minGeomNodeSizeLog2, assignedPointIndexes,
[340]   McodeUnsorted, nonAssignedPointCount,
[341]   nonAssignedPointIndexes ))
[342]   }
[343]   }
[344]   }
[345]   computeNearestNeighbours(
[346]   startIndex, endIndex,
[347]   lod , assignedPointIndexes,
[348]   McodeUnsorted, nonAssignedPointCount,
```

[349] nonAssignedPointIndexes)

[350] unprocessedPointCountPerLevelOfDetail[lod+1] = nonAssignedPointCount

[351] unprocessedPointCount = nonAssignedPointCount

[352] unprocessedPointIndexes = nonAssignedPointIndexes

[353] }

[354]

[355] 구체적으로, nextVoxelIndex = McodeUnsorted[unprocessedPointIndexes[i+1]] >> (3×(lod+1))와 같이, 다음 복셀 인덱스를 설정 시, 몰콘 코드를 shifting하여 몰톤 코드 값이 동일 범위 내에 있는지를 판단할 수 있다.

[356] 실시예들에 따른 인코더는 포인트의 몰톤 코드로부터 end_range_mc를 구하고, 다음 포인트들의 몰톤 코드 값이 end_range_mc범위 내에 있다면, 같은 노드에 속하는 포인트들이고, 범위를 벗어나는 큰 값을 가지고 있으면 새로운 노드로 변경된 상태로 해당 포인트의 몰톤 코드를 기준으로 end_range_mc를 구해서 이후 포인트들에 적용할 수 있다. 이와 같은 방법으로 몰톤 코드로 정렬된 포인트들에서 옥트리 노드에 속하는 포인트들을 분류할 수 있다(도18 참조).

[357]

[358] S16030 고립 노드를 병합하는 단계

[359] 노드에 속한 포인트의 개수가 특정 값(threshold) 값보다 작을 경우, 노드들을 병합할 수 있다.(도18 참조).

[360] 예를 들어, 노드의 최소 포인트 수를 a라 하고 최소 포인트 수 보다 작을 경우 노드를 다음 노드와 병합할 수 있다 또한, a값은 시그널링될 수있다. 최대 병합 범위는 r번이라 하고 다음노드 r개와 최대 병합이 가능하며, r값은 시그널링 될 수 있다. 최소 포인트 수 보다 작아서 다음 노드와 병합하고, 병합한 개수가 또 다시 최소 포인트 수보다 작으면 그 다음 노드와 병합이 가능할 수 있다. 이러한 반복은 r번 가능할 수 있다.

[361]

[362] S16040 옥트리 노드의 LOD 구성하는 단계

[363] 실시예들에 따라서 루트 노드(root node)에서 리프 노드(leaf node)로 LOD 구성을 진행 할 수 있고, 리프 노드에서 루트 노드로 LOD 구성을 진행할 수 있다.

[364] 예를 들어, 루트에서 리프로 LOD 구성하는 경우, 루트 노드에서 리프 노드로 LOD 구성을 진행할 수 있다. 일관성을 유지할 수 있다. 리프에서 루트로 LOD 구성하는 경우, 리프 노드에서 루트 노드로 LOD 구성을 진행할 수 있다.

[365]

[366] S16050 옥트리 노드의 LOD 샘플링하는 단계

[367] 노드에 속한 포인트들로부터(실시예들에 따라 병합된 노드 포함) 포인트를 선택하여 샘플링을 수행 할 수 있다. 어떤 포인트를 선택하느냐에 따라서 속성 압축에 영향을 줄 수 있다. 가장 좋은 참조 포인트를 선택하여 참조할 수 있는 영역(retained list) 으로 분류하고, 참조 영역으로 부터 이웃 노드 집합을

구성하기때문에 결론적으로 압축 효율에 영향을 줄 수 있다.

[368] 실시예들에 따른 LOD구성부(20120)는 다음과 같이, 3가지 샘플링 방식을 사용할 수 있다.

[369] <N번째 포인트 선택>

[370] 노드에 속한 포인트들로부터(병합된 노드 포함) 하나의 포인트를 선택할 때 N번째 포인트를 선택 할 수 있다. 부호기에서 압축 시 N은 사용자로부터 입력 받을 수도 있고, RDO 방식으로 가장 좋은 값을 찾을 수도 있다.

[371] N값은 복호기(수신 장치)에 파라미터(메타데이터, 또는 시그널링 데이터)로 전송될 수 있다. 지정한 N값이 없을 경우, 0번째 값, 즉 첫번째 값을 선택할 수 있다.

[372] 몇 번째 포인트를 선택하느냐에 따라 압축 효율이 달라질 수 있다.

[373]

[374] <옥트리 부모 노드 영역의 중앙 위치에 가까운 포인트 선택>

[375] 노드에 속한 포인트들로부터(병합된 노드 포함) 하나의 포인트를 선택할 때 부모 노드의 바운딩 박스(bounding-box)의 중앙 위치에 가장 가까운 포인트를 선택할 수 있다. 선택된 포인트가 부모 노드의 중앙 위치에 가까울 수록 이웃 포인트 선택과 이웃 포인트 가중치 계산에 있어서 에러를 낮출 수 있는 효과가 있다.

[376] 이웃 포인트 선택시 포인트와 포인트 사이의 거리 계산을 하게 되고 거리가 가까운 포인트를 이웃 포인트로 선택하게 될 수 있다. 공간적 스케일러빌리티(spatial scalability) 또는 공간 확장성 기능 제공을 위해 포인트의 위치 값을 포인트가 속하는 노드의 (LOD의 레벨에 따라 해당되는 노드가 달라질 수 있다) 중앙 위치 값으로 대체할 수 있다. 또한, 이 상태에서 거리를 계산하도록 구성할 수 있다. 따라서 포인트 Pi의 이웃 포인트들을 찾기 위해서 Pi의 위치 값은 LODl에 따라 부모 노드의 중앙 위치로 변경되고, 이웃 포인트 후보 리스트(retained list), R에 있는 포인트 Ri의 위치 또한 LODl에 따라 위치가 변경된 상태에서 거리를 계산할 수 있다. 이는 같은 깊이 레벨에 있는 노드들 간의 중앙 위치들간의 거리 계산이 될 수 있고 이를 통해 이웃 노드를 이웃 포인트로 설정할 수 있다. 이렇게 계산된 거리는 1/거리=Pi 의 이웃 포인트의 가중치가 될 수 있다. 부모 노드의 중앙 위치로 변경하여 거리를 계산하기때문에 에러를 가지고 있다. 노드의 깊이 레벨이 낮을수록, 즉 노드의 바운딩 박스가 클수록, 이러한 에러값은 더 커질 수 있다.

[377] 이러한 에러 값을 줄이기 위해 실시예들에 따른 송수신 방법 장치는 인코딩 또는 디코딩 시 참조 포인트 선택 시 부모 노드 영역의 중앙 위치에 가까운 포인트를 선택할 수 있다. 참조 포인트의 위치값이 맞추어 에러값을 낮추고, 에러값을 낮추어 압축 효율에 좋은 영향을 줄 수 있다.

[378]

[379] <중간 인덱스 포인트 선택>

[380] 노드에 속한 포인트들로부터(병합된 노드 포함) 하나의 포인트를 선택할 때 포인트들의 중간 인덱스에 있는 포인트를 선택할 수 있다. 중간 인덱스의 노드가 부모 노드의 바운딩 박스(bounding-box)의 중앙 위치에 가까울 수 있는 확률이 높고(모든 경우가 그런 것은 아님) 중간 인덱스를 통한 포인트 선택에 추가적인 계산이 많지 않기때문에 적은 계산으로 중앙 위치에 가까운 포인트를 찾을 확률이 높을 수 있다.

[381] 도17은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 옥트리 구조를 나타낸다.

[382] 도17은 도16의 S16010 동작을 설명한다.

[383] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 송수신 장치 또는 인코더/디코더가 어트리뷰트를 인코딩 또는 디코딩하는 경우, 도17과 같이, 옥트리 구조를 적용할 수 있다. 옥트리 구조는 상위 노드(부모 노드)에서 하위 노드(자식 노드) 순서로 루트 노드에서 리프 노드로 해석되고, 각 노드는 왼쪽에서 오른쪽 순서로 몰톤 순서(Morton code)대로 정렬될 수 있다. 또한, LOD는 리프 노드에서 루트 노드 순서로 구성(생성)될 수 있다.

[384] 예를 들어, 시작 뎁스(17000)와 같이, 옥트리 깊이 레벨을 설정하고, 설정된 옥트리 깊이 레벨(17000)로부터 도15와 같이, G-PCC디코더(15000)가 포인트 클라우드 데이터를 디코딩할 수 있다.

[385] 부모 노드는 그 부모 노드의 자식 노드로 8개 또는 8개 이하의 노드를 가질 수 있다. 자식 노드에서 특정 노드를 샘플링하여 부모 노드로 올리는 과정에서, 부모 노드에 속하는 몰톤 코드로 정렬된 포인트들(17040) 중 가장 앞에 있는 포인트(17050)를 참조 노드(reference node or retained node)로 선택할 수 있다(도17).

[386] 구체적으로, 스파셜 스케일러빌리티 지원을 위해서, 실시예들에 따른 송신 장치 또는 인코더는 전체 포인트들을 인코딩하여 전송하거나 특정 뎁스에 대한 포인트들을 인코딩하여 전송할 수 있다. 마찬가지로, 실시예들에 다른 수신 장치 또는 디코더는 전체 포인트들을 디코딩하거나 또는 특정 뎁스에 대한 포인트들을 디코딩할 수 있다.

[387] 도17과 같이, 수신된 포인트 클라우드 데이터의 포인트들을 나타내는 옥트리가 있는 경우, 시작 뎁스(17000)에 기반하여 spatil scalability 디코딩하는 과정을 설명한다.

[388] 옥트리의 레벨이 0(17010), 레벨1(17020), 레벨2(17030)인 경우, 시작 뎁스(17030)를 설정하고, 시작 뎁스(17030) 이하의 포인트들은 무시하고, 시작 뎁스(17030)부터 포인트들을 디코딩할 수 있다.

[389] 시작 뎁스(17030)의 포인트들부터 포인트를 분류하고, 병합하고, LOD를 구성하고, 포인트를 샘플링하여, 송신 장치가 어트리뷰트를 인코딩하거나 수신 장치가 어트리뷰트를 디코딩할 수 있다.

[390]

[391] 도18은 실시예들에 따른 몰톤 코드 기반의 노드에 속하는 포인트들을 분류하는

방안을 나타낸다.

[392] 도18은 도16의 S16020 동작을 나타낸다.

[393] 실시예들에 따른 인코더는 부모 노드(18000)에 속하는 자식 노드(18010)의 포인트들을 도16의 S16020동작에 기반하여 분류할 수 있다.

[394] 도17에서 어트리뷰트 인코딩/디코딩 영역을 시작 뎁스(17000)에 기반하여 설정한 이후, 시작 뎁스(17000) 또는 시작 뎁스 이후의 레벨 순서대로 레벨에 속하는 옥트리의 포인트들을 도18 및 도16의 S16020의 수식과 같이, 분류할 수 있다.

[395] 예를 들어, 도17에서 설정된 옥트리의 레벨(뎁스)의 포인트들이 P0, P1, P2 내지 P13 등이 있을 수 있다. 효율적인 인코딩/디코딩을 위해서 실시예들에 따른 방법/장치(인코더/디코더를 포함)는 포인트들을 도18과 같이 같은 범주에 속하는 그룹들로 분류할 수 있다.

[396] 도16의 수식인 'end_range_mc = Pi_mortoncode + (maxNumOfPoints -(Pi_mortoncode % maxNumOfPoints));'에 따라서, P0의 옥트리 레벨 값, 몰톤 코드 값(예를 들어, 1)을 사용하여 범위 값(end range mc)을 산출할 수 있다. 제1범위 값이 8인 경우, P0 내지 P5의 각 몰톤 코드 값(MC)은 8이하이므로, 같은 노드에 속하는 포인트들로 분류될 수 있다(18010).

[397] P6의 옥트리 레벨 값, 몰톤 코드 값(예를 들어, 9) 및 도16의 수식을 사용하여 제2범위 값을 산출할 수 있다. 제2범위 값보다 작은 포인트가 P6하나인 경우, P6는 하나의 포인트로써 분류된다(18020).

[398] P7의 옥트리 레벨 값, 몰톤 코드 값(예를 들어, 16) 및 도16의 수식을 사용하여 제3범위 값을 산출할 수 있다. 제3범위 값 내에 포함되는 몰톤 코드 값들을 가지는 P7 내지 P10이 같은 노드에 속하는 포인트들로 분류될 수 있다(18030).

[399] P11의 옥트리 레벨 값, 몰톤 코드 값(예를 들어, 26) 및 도16의 수식을 이용하여 제4범위 값을 산출할 수 있다. 제4범위 값 내에 포함되는 몰톤 코드 값을 가지는 포인트들이 같은 노드에 속하는 포인트들로 분류될 수 있다(18040).

[400] 도19는 실시예들에 따른 고립 노드 병합을 나타낸다.

[401] 도19는 도16의 S16030의 예시를 나타낸다.

[402] 고립 노드란, 분류된 포인트들의 개수가 일정 개수 이하인 포인트(들)을 말한다.

[403] 도16의 S16030에서 설명한, 노드의 최소 포인트 개수인 a가 4인 경우를 예를 들어서 설명한다.

[404] 예를 들어, 몰톤 코드 순서대로 정렬된 포인트들(19000)이 있고, 정렬된 포인트들을 도16내지18에서 설명한 동작에 기반하여 분류한 결과, 19010과 같이 같은 노드에 속하는 포인트들의 개수가 4를 초과할 수 있고, 19020 및 19030과 같이 같은 노드에 속하는 포인트들의 개수가 4 이하인 포인트(들)이 발생할 수 있다.

[405] 실시예들에 따른 송수신 방법/장치는 일정 개수 이하의 포인트들을 개별적인

노드로 두지 않고, 서로 병합(merge)할 수 있다. 병합 과정은 실시예들에 따라 선택적일 수 있다.

[406] 고립 노드를 병합함으로써, 분류된 포인트들의 개수가 일정 개수 이상이 될 수 있다. 같은 노드에 속하는 분류된 포인트들은 하나의 샘플링 범위(one sampling range)를 가진다. 또한, 병합된 노드들의 경우, 병합된 샘플링 범위(merged sampling range)를 가진다.

[407] 도19는 포인트의 개수가 1인 노드와 포인트의 개수가 4인 노드가 병합되는 예시 및 포인트의 개수가 3인 노드 및 포인트의 개수가 2인 노드가 병합되는 예시를 나타낸다(19040).

[408]

[409] 도20은 실시예들에 따른 PCC 데이터 부호화기를 나타낸다.

[410] 도20은 도16의 동작을 수행하는 실시예들에 따른 인코더(도1의 송신 장치(10000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 도2의 인코딩(10001), 도4의 인코더, 도12의 인코더, 도14의 XR디바이스(1430))의 구성도를 나타낸다.

[411] 실시예들에 따른 PCC 데이터 부호화기는 인코더(encoder), 실시예들에 따른 PCC 데이터 복호화기는 디코더(decoder) 등으로 지칭될 수 있다.

[412] 부호화기의 입력으로 PCC 데이터(포인트 클라우드 데이터)가 들어가고 부호화되어 기하정보 비트스트림과 속성정보 비트스트림(포인트 클라우트 데이터에 대한 비트스트림)이 출력될 수 있다.

[413] 도20의 각 구성요소는 하드웨어, 소프트웨어, 프로세서 및/또는 그것들의 조합에 대응할 수 있다.

[414] 데이터 입력부(20000)는 지오메트리 데이터, 어트리뷰트 데이터 및/또는 이와 관련된 파리미터들을 수신할 수 있다.

[415] 좌표계 변환부(20010)는 지오메트리 데이터의 위치(좌표)정보에 관한 좌표계를 변환할 수 있다. 좌표계 변환부(17010)는 도4의 좌표계 변환부(40000)에 대응될 수 있다.

[416] 기하정보 변환 양자화 처리부(20020)는 기하정보 변환 양자화기 등으로 지칭될 수 있다. 기하정보 변환 양자화 처리부(17020)는 도4의 양자화기(40001)에 대응될 수 있다. 기하정보 변환 양자화 처리부(20020)는 전체 스케일값(양자화값) 하나를 입력 받고, 콘텐츠의 분포에 따라서 각 축 별 스케일 조절할 수도 있다.

[417] 공간 분할부(20030)는 포인트 클라우드 데이터를 실시예들에 따른 공간 분할 단위로 분할할 수 있다. 공간 분할부(17030)는 포인트 클라우드 데이터의 데이터 특성에 따라서 공간 적응적으로 타일, 블록, 밀도 기반, 축 기반, 어트리뷰트 기반, 지오메트리 기반 등의 방법을 사용하여 데이터의 공간을 분할할 수 있다. 공간 분할부(20030)는 데이터 파티셔닝을 수행할 수 있다. 프레임이 타일들 및 슬라이스들로 파티셔닝될 수 있다. 소스 포인트 클라우드 데이터는 복수의 슬라이스들로 파티셔닝될 수 있고, 비트스트림 내에서 인코딩될 수 있다.

슬라이스는 독립적으로 인코딩 또는 디코딩될 수 있는 포인트들의 집합이다. 슬라이스는 하나의 지오메트리 데이터 유닛 및 제로 또는 하나 이상의 어트리뷰트 데이터 유닛을 포함할 수 있다. 어트리뷰트 데이터 유닛들은 동일한 슬라이스 내에 대응하는 지오메트리 데이터에 의존적일 수 있다. 슬라이스 내에, 지오메트리 데이터 유닛은 관련된 어트리뷰트 유닛들 이전에 나타날 수 있다. 슬라이스의 데이터 유닛들은 인접해있다. 슬라이스들의 그룹은 공통의 타일 식별자에 의해 식별될 수 있다. 각 타일을 위한 바운딩 박스를 기술하는 타일 정보가 비트스트림 내에 있을 수 있다. 타일은 바운딩 박스 내 다른 타일을 오버랩할 수 있다. 각 슬라이스는 타일이 속하는 것을 식별하는 인덱스를 포함할 수 있다.

[418] 기하정보 부호화부(20040)는 포인트 클라우드 데이터의 지오메트리 데이터를 인코딩할 수 있다. 지오메트리 인코딩의 상세 과정은 다음과 같다.

[419] 복셀화 처리부(20050)는 지오메트리 데이터를 복셀화할 수 있다. 복셀화 처리부(15050)는 도4의 복셀화기(40001)에 대응될 수 있다.

[420] 옥트리 생성부(20060)는 옥트리 제너레이터 등으로 지칭될 수 있다. 옥트리 생성부(17060)는 도4의 옥트리 분석부(40002)에 대응될 수 있다. 옥트리 생성부(17060)는 지오메트리 데이터를 옥트리 구조로 생성할 수 있다.

[421] 지오메트리 옥트리가 사용되는 경우, 지오메트리 인코딩이 다음과 같이 수행될 수 있다: 1) 두 개의 포인트들에 의해 정의되는 바운딩 박스가 정의될 수 있다. 바운딩 박스를 재귀적으로 분할(recursively subdividing)하면서 옥트리 구조가 빌딩된다. 각 큐브는 8개의 서브-큐브들로 분할된다. 8비트 코드는 어큐판시 코드로 지칭될 수 있다. 각 서브-큐브 당 1비트가 포인트가 채워져 있으면 1, 포인트가 비워져 있으면 0와 같이 표현될 수 있다. 1보다 사이즈가 큰 서브-큐브들이 추가로 분할된다. 1크기의 서브-큐브가 복셀일 수 있다. 복수의 포인트들이 중복될 수 있고, 동일한 서브-큐브(복셀)에 매핑될 수 있다. 각 서브-큐브의 포인트들은 아리스메티컬하게 인코딩될 수 있다.

[422] 한편, 디코딩 프로세스는 비트스트림으로부터 바운딩 박스의 디멘션을 읽음으로써 시작될 수 있다. 어큐판시 코드들에 따라서 바운딩 박스를 분할함으로써 동일한 옥트리 구조가 생성될 수 있다. 디멘션1의 서브-큐브에 도달하면 서브-큐브의 포인트들이 아리스메티컬하게 디코딩될 수 있다.

[423] 옥트리 생성부(20060)는 수신된 기하정보 비트스트림(지오메트리 데이터)로부터 옥트리를 구성한다. 옥트리 생성부(20060)는 spatial scalability 기능을 위해서 옥트리의 특정 레벨만으로 기하정보를 구성할 수 있고, 이 때 위치값을 바운딩 박스의 중앙 값으로 변경할 수 있다.

[424] 옥트리 생성부(20060)는 부분 지오메트리 디코딩을 위해 복원된 옥트리 깊이 레벨부터 속성 디코딩 할 포인트들을 구성하고 디코딩할 수 있다.

[425] 기하정보 예측부(20070)는 지오메트리 데이터에 대한 예측을 수행할 수 있다. 기하정보 예측부(20070)는 옥트리 구조에서 부모 노드 및 자식 노드 간 지오메트

데이터의 예측값을 생성할 수 있다. 예측값을 통해 잔차값을 생성하여 잔차값을 엔트로피 코딩하여 지오메트리 비트스트림을 구성할 수 있다. 예측값과의 잔차값만을 코딩하여 효율적인 비트스트림 전송을 할 수 있는 효과가 있다. 기하정보 예측부(20070)는 어트리뷰트 코딩을 위해 지오메트리 옥트리로부터 지오메트리 데이터를 복원(재구성)할 수 있다. 재구성된 지오메트리 데이터에 기반하여 어트리뷰트 코딩이 수행되기 때문이다.

[426] 기하정보 엔트로피 부호화부(20080)는 지오메트리 데이터를 엔트로피 코딩하여, 지오메트리 비트스트림을 생성할 수 있다.

[427] 속성정보 부호화부(20090)는 어트리뷰트 데이터를 다음과 같이 인코딩할 수 있다.

[428] 색상 변환 처리부(20100)는 어트리뷰트 데이터의 색상을 데이터 특성에 맞게 변환할 수 있다.

[429] 색상 재조정부(20110)는 색상 재조정기 또는 색상 리컬러러, 리컬러러 등으로 지칭될 수 있다. 실시예들에 따라서, 재구성된 지오메트리 옥트리 구조 상 중첩 포인트가 병합되어 있는 경우, 속성정보 부호화부(17090)는 색상 재조정을 수행할 수 있고, 아니면 RAHT 어트리뷰트 코딩을 하거나, 예측/리프팅 변환 어트리뷰트 코딩에 따라서 LOD를 구성할 수 있다. 실시예들에 따라서, 중첩된 포인트들이 병합되지 않은 경우, RATH 코딩인 경우에도 색상 재조정 및/또는 LOD 구성이 수행될 수 있다. 또한, 실시예들에 따라서, 재구성된 지오메트리 데이터에 기반하여 속성정보 인코딩을 수행 시 손실(lossy) 지오메트리인 경우에 색상 재조정을 수행하거나, 손실 지오메트리가 아니고, 예측/리프팅 변환 어트리뷰트 코딩인 경우 LOD 구성을 수행할 수 있다. 하나의 복셀 내에 여러 개의 포인트들이 존재하고 손실 압축으로 중복 포인트 병합을 진행한 복셀이라면, 색상 재조정부의 동작이 적용될 수 있다. 또한, 지오메트리 양자화 계수가 1보다 작은 경우, 하나의 복셀에 다수 개의 포인트들이 포함될 수 있고, 이 때 색상 재조정, LOD 구성, 이웃 포인트 집합 구성 등이 수행될 수 있다. 색상 재조정부(20110)는 복셀의 대표 색상을 설정하기 위해 원본 포인트 클라우드에서 복셀의 중앙 위치와 가까운 이웃 포인트를 검색할 수 있고, 그 이웃 포인트들로부터 대표 색상을 계산할 수 있다. 이웃 포인트 검색 과정에서 원본과 양자화된 값의 위치 차를 복원하기 위해 기하정보를 역양자화 할 수 있다. 색상 재조정부(20110)는 역양자화를 수행할 때 축 별 역양자화를 수행할 수 있다.

[430] LOD구성부(20120)는 포인트 클라우드 데이터로부터 LOD를 구성할 수 있다. LOD구성부(20120)는 복원된 기하정보(지오메트리 데이터)에 기반하여 색상 재조정된 어트리뷰트 데이터로부터 LOD를 생성할 수 있다. 어트리뷰트 코딩 중 RAHT 가 아닌 예측(Prediction)/리프트 변환(Lift Transform)이 적용되는 경우 LOD를 생성할 수 있다. LOD구성부(20120)는 몰톤 코드를 사용하여 노드에 속하는 포인트를 분류할 수 있고, 고립 노드를 병합할 수 있고, 옥트리 노드에서

실시예들에 따른 LOD샘플링을 하고, 관련 정보를 시그널링 정보로 생성하여 전달할 수 있다.

[431] LOD구성부(20120)는 속성 인코딩/디코딩의 spatial scalability 지원을 위해 옥트리의 깊이 레벨을 설정하여 설정된 옥트리 깊이 레벨부터 속성 인코딩할 포인트들을 구성하고 인코딩/디코딩할 수 있다(도17 참조). LOD구성부(20120)는 LOD제너레이터, LOD구성기 등으로 지칭될 수 있다.

[432] 옥트리 깊이 레벨은 실시예들에 따른 부호화기(인코더)가 시그널링 정보로써 복호화기(디코더)에 전달할 수 있고, 사용 용도 또는 디코더의 컴퓨팅 성능에 따라 변경될 수 있다.

[433] LOD구성부(20120)는 몰톤 코드로 정렬된 포인트들에서 옥트리 노드별 몰톤 코드 범위를 계산하여 옥트리 노드별 포인트 분류를 수행할 수 있다(도18 참조).

[434] LOD구성부(20120)는 노드의 포인트들의 수가 최소 노드 포인트 수보다 적을 경우를 분류하기 위해 최소 노드 포인트 수 (a값)를 설정할 수 있고, 이 값은 시그널링 정보로써 복호화기에 시그널링 될 수 있다.

[435] 최소 노드 포인트 수 보다 적을 경우, 다음 연속된 노드와 병합하는 과정을 고립 노드 병합 처리라고 할 수 있으며(도19 참조), 고립 노드 병합 처리 여부는 시그널링 정보로써 복호화기에 시그널링 할 수 있다.

[436] 노드 포인트 수가 최소 노드 포인트 수보다 적을 경우 다음 연속된 노드와 병합할 수 있으며 병합은 최대 r번 수행 가능할 수 있다(도19참조). 최대 병합 횟수 r값은 시그널링 정보로써 복호화기에 시그널링 될 수 있다.

[437] 노드에 속한 포인트들로부터(병합된 노드 포함) 하나의 포인트를 선택(sampling)할 때 선택할 수 있는 방식이 있으며(도16참조), 해당 방식은 시그널링 정보로써 복호화기에 시그널링 될 수 있다. N번째 포인트 선택 방식, 옥트리 부모 노드 영역의 중앙 위치에 가까운 포인트 선택 방식, 중간 인덱스 포인트 선택 방식이 있을 수 있다.

[438] 이웃 포인트 집합 구성부(20130)는 LOD에 기반하여 LOD에 속한 포인트의 이웃 포인트 집합을 해당 LOD 및 상위 LOD들 내에서 구성한다.

[439] LODl 집합을 생성한 후, LODl 집합을 기반으로 LOD가 같거나 작은 (노드간의 거리가 큰) 그룹에서 X(>0)개의 가장 가까운 이웃 포인트(nearest neighbor)들을 찾아 예측기(predictor)에 이웃 포인트 집합으로 등록할 수 있다.

[440] 모든 포인트는 하나의 예측기(predictor)를 가질 수 있다. 예측기에 등록된 이웃 포인트들로부터 속성을 예측한다.

[441] 예측기를 통해 속성을 예측할 수 있다. 등록된 이웃 포인트들의 속성에 가중치를 곱한 값의 평균을 예측된 결과로 사용할 수도 있고, 특정 포인트를 예측된 결과로 사용할 수 있다. 어떤 방법을 사용할지는 압축된 결과 값을 미리 계산한 후, 가장 작은 스트림을 생성할 수 있는 방법을 선택할 수 있다.

[442] 포인트의 속성값과 포인트의 예측기가 예측한 속성값의 잔차는 예측기에서 선택한 방법과 함께 부호화하여 수신기로 시그널 될 수 있다.

[443] 복호기에서는 단계 송신된 예측 방법을 복호화하여 그 방법에 따라 속성값을 예측할 수 있다. 송신된 잔차값을 복호화하여 예측된 값을 더해주어 속성값을 복원할 수 있다.

[444] 속성 정보 예측부(20140)는 이웃 포인트 집합으로부터 포인트의 속성값을 예측한다.

[445] 잔차 속성정보 양자화 처리부(20150)는 어트리뷰트 데이터에 대한 예측값을 생성하고, 예측값 및 속성값 간의 잔차값을 생성하고, 잔차값을 양자화할 수 있다.

[446] 예를 들어, Px를 부호화할때, Px의 이웃 포인트 집합이 구성되면, 집합 내의 이웃 포인트들의 속성값을 기반으로 Px의 속성값을 예측하고, 예측된 속성값과 Px 속성값의 잔차를 구하고, 잔차 값을 부호화해서 복호화기에 전송할 수 있다. 한편, 복호화기에서는 LOD 생성과 전송 받은 추가 정보를 통해 Px의 이웃 포인트 집합을 구성하고, 이웃 집합 내의 이웃 포인트들의 속성값을 기반으로 Px의 속성값을 예측하고, 전송받은 잔차값을 더해 Px의 속성값을 복원한다.

[447] 예측 모드와 잔차 정보 분리 여부 플래그가 참(true)인 경우, 잔차 속성정보 양자화 처리부(20150)는 예측 모드에 맞는 예측 값과 포인트 값의 잔차를 계산하고 양자화한 값을 예측 모드와 함께 부호화 할 수 있다.

[448] 예측 모드와 잔차 정보 분리 여부 플래그가 거짓(false)인 경우, 예측 모드에 맞는 예측 값과 포인트 값의 잔차를 계산하고 양자화한 값만을 부호화 할 수 있다.

[449] 속성정보 엔트로피 부호화부(20160)는 어트리뷰트 데이터를 엔트로피 코딩하여 어트리뷰트 비트스트림을 생성할 수 있다. 예를 들어, 잔차값이 코딩되어 어트리뷰트 비트스트림이 생성될 수 있다.

[450] 도21은 실시예들에 따른 PCC 데이터 복호화기를 나타낸다.

[451] 도21은 도15의 G-PCC 디코더(15000), G-PCC 디코더(15010), 도1의 수신 장치(10004), 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006), 도2의 디코딩(20003), 도10-11의 디코더, 도13의 디코더, 도14의 XR디바이스(1430) 등에 대응할 수 있다.

[452] 복호화기의 입력으로 부호화된 기하정보 비트스트림과 속성정보 비트스트림이 들어가고 복호화 되어 복원된 PCC된 데이터가 출력될 수 있다.

[453] 도21의 각 구성요소는 하드웨어, 소프트웨어, 프로세서 및/또는 그것들의 조합에 대응할 수 있다.

[454] 기하정보 복호화부(210000)는 기하정보 비트스트림을 수신하여 기하정보를 디코딩할 수 있다. 기하정보 복호화부(210000)는 송신 측의 기하정보 부호화부(20040)에 대응하는 수신 측의 디코더에 해당하고, 기하정보 복호화부(210000)는 기하정보 부호화부(20040)의 동작의 역과정을 수행할 수 있다.

[455] 기하정보 엔트포리 복호화부(210010)는 기하정보 비트스트림을 수신하여

기하정보를 엔트로피 방식에 기반하여 디코딩할 수 있다. 기하정보 엔트로피 복호화부(210010)는 기하정보 엔트로피 부호화부(20080)의 동작의 역과정을 수행할 수 있다.

[456] 옥트리 재구성부(210020)는 기하정보로부터 옥트리를 재구성할 수 있다. 옥트리 재구성부(18020)는 옥트리 생성부(20060)의 동작의 역과정을 수행할 수 있다.

[457] 기하정보 예측부(210030)는 기하정보의 예측값을 생성할 수 있다. 예를 들어, 옥트리 구조에서 노드 간 예측값을 생성하여, 예측값에 대한 잔차값을 이용하여 기하정보를 효율적으로 디코딩할 수 있다. 기하정보 예측부(18030)는 기하정보 예측부(20070)의 동작의 역과정을 수행할 수 있다.

[458] 기하정보 변환 역양자화 처리부(210040)는 지오메트리 데이터를 역으로 양자화할 수 있다. 예를 들어, 기하정보 변환 역양자화 처리부(210040)는 각 축 별 스케일값(양자화값)을 비트스트림 내 포함된 시그널링 정보(파라미터)에서 획득하고, 각 축 별 스케일값에 기반하여 재구성된 기하정보에 역양자화를 적용할 수 있다.

[459] 좌표계 역변환부(210050)는 기하정보의 좌표계 정보를 역으로 변환할 수 있다. 좌표계 역변환부(210050)는 좌표계 변환부(20010)의 동작의 역과정을 수행할 수 있다.

[460] 속성정보 복호화부(210060)는 속성정보 비트스트림을 수신하여 속성정보를 디코딩할 수 있다. 속성정보 복호화부(210060)는 속성정보 부호화부(20090)의 동작의 역과정을 수행할 수 있다.

[461] 속성 잔차 정보 엔트로피 복호화부(210070)는 속성정보 비트스트림 내 포함된 속성 잔차 정보(예를 들어, 속성정보에 대한 잔차값)를 엔트로피 방식에 기반하여 디코딩할 수 있다. 속성 잔차 정보 엔트로피 복호화부(210070)는 속성정보 엔트로피 부호화부(20160)의 동작의 역과정을 수행할 수 있다.

[462] LOD구성부(210080)는 포인트 클라우드 데이터로부터 LOD를 구성할 수 있다. LOD구성부(210080)는 복원된 기하정보(지오메트리 데이터)에 기반하여 색상 재조정된 어트리뷰트 데이터로부터 LOD를 생성할 수 있다. 어트리뷰트 코딩 중 RAHT 가 아닌 예측(Prediction)/리프트 변환(Lift Transform)이 적용되는 경우 LOD를 생성할 수 있다. LOD구성부(210080)는 도20의 LOD구성부(20120)에 대응될 수 있다.

[463] LOD구성부(210080)는 몰톤 코드를 사용하여 노드에 속한 포인트를 분류할 수 있고, 고립 노드를 병합할 수 있고, 옥트리 노드에서 실시예들에 따른 LOD샘플링을 수행할 수 있다.

[464] LOD구성부(210080)는 부분 속성 디코딩을 위해 복원된 옥트리 깊이 레벨부터 속성 인코딩할 포인트들을 구성하고 디코딩할 수 있다(도17참조).

[465] LOD구성부(210080)는 몰톤 코드로 정렬된 포인트들에서 옥트리 노드별 몰톤 코드 범위를 계산하여 옥트리 노드별 포인트 분류를 수행할 수 있다(도18참조).

[466] LOD구성부(210080)는 복원된 최소 노드 포인트 수, 즉, a를 기준으로 노드의 포인트 수가 최소 노드 포인트 수보다 적을 경우를 연속된 노드와 병합할 수 있다(도19참조).

[467] 최소 노드 포인트 수 보다 적을 경우, 다음 연속된 노드와 병합하는 과정을 고립 노드 병합 처리라고 할 수 있으며, 복호화된 고립 노드 병합 처리 여부를 통해 병합을 수행할 수 있다.

[468] 노드 포인트 수가 복원된 최소 노드 포인트 수보다 적을 경우 다음 연속된 노드와 병합할 수 있으며 병합은 복원된 최대 병합 횟수, 즉 r번 수행 가능할 수 있다.

[469] 복원된 포인트 선택 방식에 기반하여 노드에 속한 포인트들로부터(병합된 노드 포함) 하나의 포인트를 선택할 수 있다. 방식에는 N번째 포인트 선택 방식, 옥트리 부모 노드 영역의 중앙 위치에 가까운 포인트 선택 방식, 중간 인덱스 포인트 선택 방식이 있을 수 있다(도16참조).

[470] 이웃 포인트 집합 구성부(210090)는 속성정보 비트스트림으로부터 생성된 LOD에 기반하여 LOD들 내에 포함된 포인트의 이웃 포인트들 검색하고 이웃 포인트 집합으로 등록할 수 있다. 이웃 포인트 집합 구성부(210090)는 도20의 이웃 포인트 집합 구성부(20130)에 대응될 수 있다.

[471] 속성 정보 예측부(210100)는 속성정보에 대한 예측값을 생성할 수 있다. 예를 들어, LOD 및 이웃포인트 집합으로부터 포인트에 대한 예측값을 생성하고, 예측값에 대한 잔차값을 생성할 수 있다. 속성 정보 예측부(210100)는 속성 정보 예측부(20140)의 동작의 역과정을 수행할 수 있다.

[472] 잔차 속성정보 역양자화 처리부(210110)는 잔차 속성정보, 예를 들어, 속성정보에 대한 잔차값을 역으로 양자화할 수 있다. 잔차 속성정보 역양자화 처리부(210110)는 잔차 속성정보 양자화 처리부(20150)의 동작의 역과정을 수행할 수 있다.

[473] 색상 역변환 처리부(210120)는 속성정보인 색상 정보를 역으로 변환할 수 있다. 색상 역변환 처리부(210120)는 색상 변환 처리부(20100)의 동작의 역과정을 수행할 수 있다.

[474]

[475] 도22는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 비트스트림 구조를 나타낸다.

[476] 실시예들에 따른 방법/장치는 도22와 같은 포인트 클라우드 비트스트림을 생성하고 획득될 수 있다. 예를 들어, 도1의 전송장치(10000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 수신장치(10004), 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006), 도2의 인코딩(20001, 디코딩(20003), 도4의 인코딩 프로세스, 도11의 디코딩 프로세스, 도12의 전송 장치, 도13의 수신 장치, 도14의 XR디바이스(1430), 도20의 인코더, 도21의 디코더 등에 의해서, 지오메트리 정보, 어트리뷰트 정보 및/또는 이를 위한 메타데이터를 포함하는 파라미터들을 포함하는 포인트

클라우드 비트스트림이 생성(인코딩)되고, 수신(디코딩)될 수 있다.

[477] 실시예들을 위한 정보를 시그널링할 수 있다.

[478] 각 약어는 다음을 의미한다. SPS: 시퀀스 파라미터 세트(Sequence Parameter Set), GPS: 지오메트리 파라미터 세트(Geometry Parameter Set), APS: 어트리뷰트 파라미터 세트(Attribute Parameter Set), TPS: 타일 파라미터 세트(Tile Parameter Set), Geom: 지오메트리 비트스트림(Geometry bitstream) = 지오메트리 슬라이스 헤더(geometry slice header)+ 지오메트리 슬라이스 데이터(geometry slice data), Attr: 어트리뷰트 비트스트림(Attribute bitstream) = 어트리뷰트 브릭 헤더(attribute brick header) + 어틸뷰트 브릭 데이터(attribute brick data). 여기서, 브릭은 블록 등의 용어로 지칭될 수 있다.

[479] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터는 도19와 같은 비트스트림의 형태를 가질 수 있다. 포인트 클라우드 데이터는 실시예들에 따른 시그널링정보 등을 포함하는 SPS(Sequence Parameter Set), GPS(Geometry Parameter Set), APS(Attribute Parameter Set), TPS(Tile Parameter Set)를 포함할 수 있다. 포인트 클라우드 데이터는 하나 또는 하나 이상의 지오메트리 및/또는 어트리뷰트를 포함할 수 있다. 포인트 클라우드 데이터는 지오메트리 및/또는 어트리뷰트는 하나 또는 하나 이상의 슬라이스 단위(또는 브릭/블록 단위)로 구분될 수 있다. 지오메트리는 지오메트리 슬라이스 헤더 및 지오메트리 슬라이스 데이터의 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 시그널링 정보를 포함하는 TPS는 Tile(0). tile_bounding_box_xyz0, Tile(0)_tile_bounding_box_whd 등을 포함할 수 있다. 지오메트리는 geom_geom_parameter_set_id, geom_tile_id, geom_slice_id, geomBoxOrigin, geom_box_log2_scale, geom_max_node_size_log2, geom_num_points 등을 포함할 수 있다.

[480] 실시예들에 따른 시그널링 정보는 SPS, GPS, APS, TPS 등에 추가되어 시그널링될 수 있다.

[481] 실시예들에 따라, 시그널링 정보는 TPS 또는 각 Slice별 지오메트리(Geom) 또는 Slice별 어트리뷰트(Attr)에 추가되어 시그널링될 수 있다.

[482] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 구조는 시그널링 정보를 포함하는 파라미터 세트(들), 지오메트리(들), 어트리뷰트(들)을 인코딩/디코딩/데이터 어세스 관점에서 효율적인 효과를 제공할 수 있다.

[483] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신/수신 장치에 관련된 포인트 클라우드 데이터는 시퀀스 파라미터, 지오메트리 파라미터, 어트리뷰트 파라미터, 타일 파라미터, 지오메트리 비트스트림 또는 어트리뷰트 비트스트림 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[484] 이하에서, 구체적인 시그널링 정보의 신택스를 도면을 참조하여 설명한다. 참고로, 실시예들에 따른 시그널링 정보의 명칭은 시그널링 정보가 의도하는 의미/기능 범위 내에서 변형/확장되어 이해될 수 있다. 시그널링 정보의 필드는 제1시그널링 정보, 제2시그널링 정보 등으로 구별되어 호칭될 수 있다.

[485] 상술한 바와 같이, 포인트 클라우드 데이터 송신 장치(예를 들면 도 1, 도 11, 도 14 및 도 1에서 설명한 포인트 클라우드 데이터 송신 장치)는 부호화된 포인트 클라우드 데이터를 비트스트림의 형태로 전송할 수 있다. 실시예들에 따른 비트스트림은 하나 또는 그 이상의 서브 비트스트림들을 포함할 수 있다.

[486] 포인트 클라우드 데이터 송신 장치(예를 들면 도 1, 도 4, 도 12 및 도 17에서 설명한 포인트 클라우드 데이터 송신 장치)는 전송 채널의 에러를 고려하여 포인트 클라우드 데이터의 영상을 하나 또는 그 이상의 패킷들로 나누어 네트워크를 통해 전송할 수 있다. 실시예들에 따른 비트스트림은 하나 또는 그 이상의 패킷(예를 들면 NAL (Network Abstraction Layer) 유닛)들을 포함할 수 있다. 따라서 열악한 네트워크 환경에서 일부 패킷이 손실되더라도 포인트 클라우드 데이터 수신 장치는 나머지 패킷들을 이용하여 해당 영상을 복원할 수 있다. 포인트 클라우드 데이터를 하나 또는 그 이상의 슬라이스(slice)들 또는 하나 또는 그 이상의 타일(tile)들로 분할하여 처리할 수 있다. 실시예들에 따른 타일 및 슬라이스는 포인트 클라우드 데이터의 픽처를 파티셔닝(partitioning)하여 포인트 클라우드 컴프레션 코딩 처리하기 위한 영역이다. 포인트 클라우드 데이터 송신 장치는 포인트 클라우드 데이터의 나누어진 영역별 중요도에 따라 각 영역에 대응하는 데이터를 처리하여 고품질의 포인트 클라우드 콘텐트를 제공할 수 있다. 즉, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 장치는 사용자에게 중요한 영역에 대응하는 데이터를 더 좋은 압축 효율과 적절한 레이턴시를 갖는 포인트 클라우드 컴프레션 코딩 처리할 수 있다.

[487] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트의 영상(또는 픽처(picture)은 포인트 클라우드 컴프레션 코딩을 위한 기본 프로세싱 유닛 단위로 분할된다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 컴프레션 코딩을 위한 기본 프로세싱 유닛은 CTU(Coding Tree unit), 브릭(brick)등을 포함할 수 있으며 본 예시에 국한되지 않는다.

[488] 실시예들에 따른 슬라이스는 하나 또는 그 이상의 정수개의 포인트 클라우드 컴프레션 코딩을 위한 기본 프로세싱 유닛들을 포함하는 영역으로 직사각형의 형태를 가지지 않는다. 실시예들에 따른 슬라이스는 패킷을 통해 전송되는 데이터를 포함한다. 실시예들에 따른 타일은 영상 내에 직사각형 형태로 분할된 영역으로 하나 또는 그 이상의 포인트 클라우드 컴프레션 코딩을 위한 기본 프로세싱 유닛들을 포함한다. 실시예들에 따른 하나의 슬라이스는 하나 또는 그 이상의 타일들에 포함될 수 있다. 또한 실시예들에 따른 하나의 타일은 하나 또는 그 이상의 슬라이스들에 포함될 수 있다.

[489] 실시예들에 따른 비트스트림(3000)은 시퀀스 레벨의 시그널링을 위한 SPS (Sequence Parameter Set), 지오메트리 정보 코딩의 시그널링을 위한 GPS(Geometry Parameter Set), 어트리뷰트 정보 코딩의 시그널링을 위한 APS(Attribute Parameter Set), 타일 레벨의 시그널링을 위한 TPS (Tile Parameter

Set)를 포함하는 시그널링 정보 및 하나 또는 그 이상의 슬라이스들을 포함할 수 있다.

[490] 실시예들에 따른 SPS는 프로파일, 레벨 등 시퀀스 전체에 대한 인코딩 정보로서, 픽처 해상도, 비디오 포멧 등 파일 전체에 대한 포괄적인 정보를 포함할 수 있다.

[491] 실시예들에 따른 하나의 슬라이스(예를 들면 도 22의 slice 0)는 슬라이스 헤더 및 슬라이스 데이터를 포함한다. 슬라이스 데이터는 하나의 지오메트리 비트스트림 (Geom00) 및 하나 또는 그 이상의 어트리뷰트 비트스트림들(Attr00, Attr10)을 포함할 수 있다. 지오메트리 비트스트림은 헤더(예를 들면 지오메트리 슬라이스 헤더) 및 페이로드(예를 들면 지오메트리 슬라이스 데이터)를 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 지오메트리 비트스트림의 헤더는 GPS에 포함된 파라미터 세트의 식별 정보(geom_geom_parameter_set_id), 타일 식별자(geom_tile id), 슬라이스 식별자(geom_slice_id), 지오메트리 박스의 원점 정보(geomBoxOrigin), 지오메트리 박스 스케일(geom_box_log2_scale), 지오메트리 노드 맥스 사이즈(geom_max_node_size_log2), 지오메트리 포인트 개수(geom_num_poins) 및 페이로드에 포함된 데이터에 관한 정보 등을 포함할 수 있다. 어트리뷰트 비트스트림은 헤더 (예를 들면 어트리뷰트 슬라이스 헤더 또는 어트리뷰트 브릭 헤더) 및 페이로드 (예를 들면 어트리뷰트 슬라이스 데이터 또는 어트리뷰트 브릭 데이터)를 포함할 수 있다.

[492] 실시예들에 따른 방법/장치는 포인트 클라우드 비트스트림 내 실시예들에 따른 축 별 지오메트리 양자화 옵션 정보를 SPS에 추가하여 시그널할 할 수 있다. 또한, 실시예들에 따른 축 별 지오메트리 양자화 옵션 정보를 Geometry Parameter_Set에 추가하여 시그널링 할 수 있다. SPS는 전체적으로 적용되는 스케일값(양자화값)을 유지하고, Geometry Parameter Set는 축별 세부 조정되는 스케일 값(양자화값)을 설정할 수 있다.

[493] 실시예들에 따른 축 별 지오메트리 양자화 옵션 정보는 Tile별로 양자화가 다르게 수행될 경우, TPS에 추가되어 시그널링될 수 있다. 영역별로 나누어진 타일별로 지오메트리 분포가 다를 수 있기때문에 축 별 지오메트리 양자화 값(스케일값)을 분포에 따라 설정하는 경우 또는 하나의 양자화 값에 축 별 퍼센티지에 따라서 축 별 양자화 값을 재조정하는 경우, 타일별로 축 별 지오메트리 양자화를 다르게 수행할 수 있다.

[494] 실시예들에 따른 축 별 지오메트리 양자화 옵션 정보는 각 Slice별 Geometry header에 추가되어 시그널링될 수 있다. 슬라이스별로 지오메트리 분포가 다를 수 있기때문에 축 별 지오메트리 양자화 값(스케일값)을 분포에 따라 설정하는 경우 또는 하나의 양자화 값에 축 별 퍼센티지에 따라서 축 별 양자화 값을 재조정하는 경우, 슬라이스별로 축 별 지오메트리 양자화를 다르게 수행할 수 있다.

[495] 이로 인하여, 실시예들에 따른 송신 방법/장치는 비트스트림 내 양자화 특성에

따라서 관련 파라미터 정보(시그널링 정보)를 비트스트림 내 포함시킬 수 있고, 실시예들에 따른 수신 방법/장치는 스태틱/다이나믹하게 포인트 클라우드 데이터를 억세스할 수 있는 효과가 있다.

[496] 실시예들을 수행하기 위해서 관련 정보를 시그널링할 수 있다. 실시예들에 따른 시그널링 정보는 송신단 또는 수신단 등에서 사용될 수 있다.

[497] 지오메트리 데이터(Geom): 지오메트리 비트스트림(Geometry bitstream) = 지오메트리 슬라이스 헤더(geometry slice header)+ 지오메트리 슬라이스 데이터(geometry slice data)

[498] 어트리뷰트 데이터(Attr): 어트리뷰트 비트스트림(Attribute bitstream) = 어트리뷰트 브릭 헤더(attribute blick header) + 어트리뷰트 브릭 데이터(attribute brick data).

[499] 실시예들에 따른 송신 방법/장치는 속성 부호화/복호화 과정의 spatial scalability 기능을 위한 속성 포인트 구성 관련 정보를 SPS 또는 APS에 추가하여 시그널링할 수 있다.

[500] 실시예들에 따른 송신 방법/장치는 속성 부호화/복호화 과정의 spatial scalability 기능을 위한 속성 포인트 구성 관련 정보를 TPS 또는 각 Slice별 어트리뷰트 데이터(Attr)에 추가하여 시그널링할 수 있다.

[501] 실시예들에 따른 포인트 클라우드를 영역별로 나누어 처리할 수 있도록 타일, 또는 슬라이스를 제공한다. 즉, 포인트 클라우드 데이터는 영역별로 분할될 수 있고, 분할의 단위는 타일 및/또는 슬라이스일 수 있다.

[502] 영역별로 포인트 클라우드 데이터를 나눌 때 각각의 영역 별로 다른 이웃 포인트 집합 생성 옵션을 설정해서 복잡도(complexity)는 낮고, 결과의 신뢰도는 다소 떨어지거나 반대로 복잡도가 높으나 신뢰도가 높은 선택 방안을 제공할 수 있다. 수신기의 처리능력(capacity)에 따라서 다르게 설정할 수 있다.

[503] 포인트 클라우드가 타일(Tile)로 나누어지는 경우, 각 타일별로 다른 중복 포인트 처리 옵션을 적용할 수 있다.

[504] 포인트 클라우드가 슬라이스(Slice)로 나누어지는 경우, 각 슬라이스별로 다른 중복 포인트 처리 옵션을 적용할 수 있다.

[505] 예측 모드 처리 관련 옵션에 따라 어트리뷰트 슬라이스 데이터(Attribute slice data)가 변경되어 시그널링될 수 있다.

[506] 도23내지26은 도22의 포인트 클라우드 데이터의 비트스트림에 포함되는 시그널링 정보의 상세 신택스를 나타낸다. 실시예들에 따른 송수신 장치는 실시예들에 따른 동작을 지원하기 위해서 다음과 같이 시그널링 방안을 제공할 수 있다.

[507] 도23은 실시예들에 따른 시퀀스 파라미터 세트(Sequence Parameter Set)를 나타낸다.

[508] 도23은 도22와 같이 실시예들에 따른 비트스트림에 포함된 시퀀스 파라미터 세트를 나타낸다. 도23의 메타데이터, 파라미터, 또는 시그널링 정보는 도1의

전송장치(10000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 수신장치(10004), 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006), 도2의 인코딩(20001, 디코딩(20003), 도4의 인코딩 프로세스, 도11의 디코딩 프로세스, 도12의 전송 장치, 도13의 수신 장치, 도14의 XR디바이스(1430), 도20의 인코더, 도21의 디코더 등에 의해서, 생성되고 전송되고 수신될 수 있다.

[509] 속성 부호화/복호화 과정의 spatial scalability 기능을 위한 속성 포인트 구성 관련 정보는 Sequence Parameter Set에 추가되어 시그널링될 수 있다. 도23 내지 26으로 인하여, spatial scalability 기능 지원을 위한 속성을 효율적으로 시그널링할 수 있는 효과가 있다. 시그널링 정보의 명칭은 시그널링 정보의 의미 및 기능의 범위 내에서 이해될 수 있다.

[510]

[511] LOD생성 방향(LOD_generation_direction): LOD 생성 방향을 나타낸다.

[512] 예를 들어, 이 값이 0이면, LOD0에서 LODN으로 생성하는 방식 (즉, 옥트리 경우 루트 노드에서 리프 노드로 진행)을 나타낸다. 이 값이 1이면, LODN에서 LOD0으로 생성하는 방식 (즉, 옥트리 경우 리프 노드에서 루트 노드로 진행)을 나타낸다. 이 정보의 각 정수값은 실시예들에 따라 변형이 가능하다.

[513] 샘플링 선택 타입(Sampling_select_type): 노드에 속한 포인트들로부터(병합된 노드 포함) 하나의 포인트를 선택할 때의 포인트 선택 방법을 나타낸다.

[514] 예를 들어, 이 값이 1이면 N 번째 포인트 선택 방식을 나타낸다. 이 값이 2이면, 옥트리 부모 노드 영역의 중앙 위치에 가까운 포인트 선택 방식을 나타낸다. 이 값이 3이면, 중간 인덱스 포인트 선택 방식을 나타낸다. 이 정보의 각 정수값은 실시예들에 따라 변형이 가능하다.

[515] 샘플링 고립 노드 포인트들의 최소 개수(sampling_isolated_node_min_number_of_points): 고립 노드로 정의할 수 있는 노드에 속한 최소 포인트 개수를 나타낸다.

[516] 샘플링 고립 노드 병합 플래그(sampling_isolated_node_merge_flag): 고립 노드를 병합 여부를 나타낸다.

[517] sampling_isolated_node_merge_flag가 1이면, sampling_isolated_node_max_merge_range가 시그널링된다.

[518] 샘플링 고립 노드 맥시멈 병합 범위(sampling_isolated_node_max_merge_range: 고립 노드를 병합하기 위한 최대 병합 범위(연속된 노드 수)를 나타낸다.

[519] 샘플링 선택 인덱스(sampling_select_idx): 샘플링 선택 타입(sampling_select_type)에서 N번째 포인트 선택 방식으로 포인트를 선택할 때 몇 번째 포인트를 선택할지를 나타낸다. 디폴트 값으로 0으로 설정될 수 있고, 이 값은 첫번째 포인트 선택하는 것을 의미한다.

[520] sampling_select_type가 1이면, sampling_select_idx가 시그널링된다.

[521] 프로파일(profile_idc): 실시예들에 따른 비트스트림이 따르는 프로파일을 나타낸다. 실시예들에 따르는 값들 이외에 다른 값들을 비트스트림이 포함하지

않고, 프로파일의 다른 값들은 ISO/IEC의 추후 사용을 위해 예약될 수 있다(indicates a profile to which the bitstream conforms as specified in Annex A. Bitstreams shall not contain values of profile_idc other than those specified in Annex A. Other values of profile_idc are reserved for future use by ISO/IEC).

[522] 프로파일 호환성 플래그(profile_compatibility_flags): 이 값이 1이면, j와 동일한 프로파일(profile_idc)에 의해 지시되는 프로파일을 비트스트림이 따르는 것을 나타낸다(indicates that the bitstream conforms to the profile indicated by profile_idc equal to j).

[523] SPS 어트리뷰트 세트 개수(sps_num_attribute_sets): 비트스트림 내 코딩된 어트리뷰트들의 개수를 나타낸다. 이 값은 0 내지 63의 범위를 가질 수 있다.

[524] 어트리뷰트 디멘션(attribute_dimension[i]): i번째 어트리뷰트의 컴포넌트들의 개수를 나타낸다.

[525] 어트리뷰트 인스턴스 식별자(attribute_instance_id[i]): i번째 어트리뷰트를 위한 인스턴스 식별자를 나타낸다.

[526] 도24는 실시예들에 따른 어트리뷰트 파라미터 세트(Attribute Parameter Set)를 나타낸다.

[527] 도24은 도22와 같이 실시예들에 따른 비트스트림에 포함된 시퀀스 파라미터 세트를 나타낸다. 도24의 메타데이터, 파라미터, 또는 시그널링 정보는 도1의 전송장치(10000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 수신장치(10004), 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006), 도2의 인코딩(20001, 디코딩(20003), 도4의 인코딩 프로세스, 도11의 디코딩 프로세스, 도12의 전송 장치, 도13의 수신 장치, 도14의 XR디바이스(1430), 도20의 인코더, 도21의 디코더 등에 의해서, 생성되고 전송되고 수신될 수 있다.

[528] APS 어트리뷰트 파라미터 세트 식별자(aps_attr_parameter_set_id): 다른 신택스 엘리먼트들에 의한 참조를 위한 APS에 대한 식별자를 제공한다. 이 값은 0내지 15(포함)의 범위를 가질 수 있다(provides an identifier for the APS for reference by other syntax elements. The value of aps_attr_parameter_set_id shall be in the range of 0 to 15, inclusive).

[529] APS 시퀀스 파라미터 세트 식별자(aps_seq_parameter_set_id): 액티브 SPS를 위한 SPS시퀀스 파라미터 세트 식별자의 값을 나타낸다. 이 값은 0내지15(포함)의 범위를 가질 수 있다(specifies the value of sps_seq_parameter_set_id for the active SPS. The value of aps_seq_parameter_set_id shall be in the range of 0 to 15, inclusive).

[530] 어트리뷰트 코딩 타입(attr_coding_type)이 0 또는 어트리뷰트 코딩 타입이 2이면, 리프팅 지시 정보(isLifting)가 1이고, 아닌 경우 0을 갖게 된다.

[531] 리프팅 지시 정보에 따라서 리프팅 관련 시그널링 정보가 다음과 같이 시그널링된다.

[532] 리프팅 프레딕션 이웃들의 개수(lifting_num_pred_nearest_neighbours):

프레딕션을 위해 사용되는 니어스트 이웃들의 맥시멈 개수를 나타낸다. 이 값은 1 내지 XX의 범위를 가질 수 있다(specifies the maximum number of nearest neighbours to be used for prediction. The value of lifting_num_pred_nearest_neighbours shall be in the range of 1 to xx).

[533] 리프팅 다이렉트 예측기의 맥시멈 개수(lifting_max_num_direct_predictors): 다이렉트 프레딕션을 위해 사용되는 프레딕터의 맥시멈 개수를 나타낸다. 이 값은 0내지 lifting_num_pred_nearest_neighbours의 범위를 가질 수 있다. 변수 MaxNumPredictors는 디코딩 과정에서 다음과 같이 사용될 수 있다: MaxNumPredictors = lifting_max_num_direct_predicots + 1(specifies the maximum number of predictor to be used for direct prediction. The value of lifting_max_num_direct_predictors shall be range of 0 to lifting_num_pred_nearest_neighbours).

[534] 실시예들에 따른 spatial_scalability_attribute_octree_level, LOD_generation_direction, sampling_select_type, sampling_isolated_node_min_number_of_points, sampling_isolated_node_merge_flag, sampling_isolated_node_max_merge_range, sampling_select_idx 등은 도23의 설명을 참조한다.

[535]

[536] 도25는 실시예들에 따른 타일 파라미터 세트(Tile Parameter Set)를 나타낸다.

[537] 도25은 도22와 같이 실시예들에 따른 비트스트림에 포함된 시퀀스 파라미터 세트를 나타낸다. 도25의 메타데이터, 파라미터, 또는 시그널링 정보는 도1의 전송장치(10000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 수신장치(10004), 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006), 도2의 인코딩(20001, 디코딩(20003), 도4의 인코딩 프로세스, 도11의 디코딩 프로세스, 도12의 전송 장치, 도13의 수신 장치, 도14의 XR디바이스(1430), 도20의 인코더, 도21의 디코더 등에 의해서, 생성되고 전송되고 수신될 수 있다.

[538]

[539] 실시예들에 따른 송신 장치 또는 인코더는 속성 부호화/복호화의 spatial scalability 기능을 위한 속성 포인트 구성 관련 정보를 타일 파라미터 세트(Tile Parameter Set)에 추가하여 실시예들에 따른 수신 장치 또는 디코더에 시그널링 할 수 있다.

[540] 타일 개수(num_tiles): 비트스트림을 위해 시그널링되는 타일들의 개수를 나타낸다. 존재하지 않는 경우, 이 값은 0으로 추론될 수 있다(specifies the number of tiles signalled for the bitstream. When not present, num_tiles is inferred to be 0).

[541] 타일 바운딩 박스 오프셋 X(tile_bounding_box_offset_x[i]): 좌표계 내 i번째 타일의 X오프셋을 나타낸다. 존재하지 않는 경우, tile_bounding_box_offset_x[0]은 sps_bounding_box_offset_x 으로 추론될 수 있다(indicates the x offset of the i-th tile in the cartesian coordinates. When not present, the value of

tile_bounding_box_offset_x[0] is inferred to be sps_bounding_box_offset_x).

[542] 타일 바운딩 박스 오프셋 Y(tile_bounding_box_offset_y[i]): 좌표계 내 i번째 타일의 Y오프셋을 나타낸다. 존재하지 않는 경우 tile_bounding_box_offset_y[0]은 sps_bounding_box_offset_y으로 추론될 수 있다(indicates indicates the y offset of the i-th tile in the cartesian coordinates. When not present, the value of tile_bounding_box_offset_y[0] is inferred to be sps_bounding_box_offset_y).

[543] 실시예들에 따른 spatial_scalability_attribute_octree_level, LOD_generation_direction, sampling_select_type, sampling_isolated_node_min_number_of_points, sampling_isolated_node_merge_flag, sampling_isolated_node_max_merge_range, sampling_select_idx 등은 도23의 설명을 참조한다.

[544]

[545] 도26은 실시예들에 따른 어트리뷰트 슬라이스 헤더(Attribute slice header)를 나타낸다.

[546] 도26은 도22와 같이 실시예들에 따른 비트스트림에 포함된 시퀀스 파라미터 세트를 나타낸다. 도26의 메타데이터, 파라미터, 또는 시그널링 정보는 도1의 전송장치(10000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 수신장치(10004), 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006), 도2의 인코딩(20001, 디코딩(20003), 도4의 인코딩 프로세스, 도11의 디코딩 프로세스, 도12의 전송 장치, 도13의 수신 장치, 도14의 XR디바이스(1430), 도20의 인코더, 도21의 디코더 등에 의해서, 생성되고 전송되고 수신될 수 있다.

[547] 실시예들에 따른 송신 장치 또는 인코더는 속성 부호화/복호화 과정의 spatial scalability 기능을 위한 속성 포인트 구성 관련 정보는 Attribute slice header에 추가하여 시그널링 할 수 있다.

[548] ASH 어트리뷰트 파라미터 세트 식별자(ash_attr_parameter_set_id):액티브 APS의 aps_attr_parameter_set_id의 값을 나타낸다(specifies the value of the aps_attr_parameter_set_id of the active APS).

[549] ASH 어트리뷰트 SPS 어트리뷰트 인덱스(ash _attr_sps_attr_idx): 액티브 SPS 내 어트리뷰트 세트를 나타낸다. abh_attr_sps_attr_idx의 값은 0내지 액티브 SPS내 sps_num_attribute_sets의 범위를 가질 수 있다(specifies the attribute set in the active SPS. The value of abh_attr_sps_attr_idx shall be in the range of 0 to sps_num_attribute_sets in the active SPS).

[550] ASH 어트리뷰트 지오메트리 슬라이스 아이디(ash_attr_geom_slice_id): 액티브 지오메트리 슬라이스 헤더의 gsh_slice_id의 값을 나타낸다(specifies the value of the gsh_slice_id of the active Geometry Slice Header).

[551]

[552] 상술한 실시예들의 PCC 부호화 방법, PCC복호화 방법, 시그널링 방법은 다음의 효과를 제공할 수 있다.

[553] Spatial scalability는 포인트 클라우드 데이터가 밀도가 높을 때(dense), 썸네일과 같이 더 작은 대역폭(bandwidth) 사용해야하거나 디코더쪽 계산량을 낮출 수 있도록 더 낮은 해상도의 포인트 클라우드를 보내고 처리할 수 있는 기능이다.

[554] 실시예들은 3차원 포인트 클라우드(point cloud) 데이터 압축을 위한 Geometry-based Point Cloud Compression (G-PCC)의 인코더(부호화기)/디코더(복호화기)에서 spatial scalability 기능을 제공하기 위해 포인트들을 옥트리 기반으로 LOD별로 포인트를 샘플링 하는 방식을 변경하여 각 LOD별로 가장 적합한 포인트들을 노드들로 구성될 수 있도록 하여 속성 압축 효율을 높일 수 있는 방안을 제공하였다.

[555] 제안한 몰톤 코드를 통해 옥트리 노드별 포인트 분류하는 방법은 옥트리를 구성하는 인코딩/디코딩 계산량을 줄여 인코딩/디코딩 수행시간을 줄일 수 있다.

[556] 제안한 노드별 샘플링 방식을 통해 spatial scalability를 위해 적용된 부모 노드의 바운딩 박스의 중앙 위치 값 기반 거리 가중치를 기법을 고려하여 중앙 위치값과 가까운 포인트를 선택하고나 중앙 인덱스 포인트를 선택하여 거리 가중치 에러 값을 줄여 속성 압축 효율을 높이는 방법을 제공할 수 있다.

[557] 이로써 실시예들은 3차원 포인트 클라우드(point cloud) 데이터 압축을 위한 Geometry-based Point Cloud Compression (G-PCC)의 인코더(부호화기)/디코더(복호화기)의 spatial scalability 기능 제공을 위한 속성 압축 방법을 제공할 수 있고, 속성 압축 효율을 높여서 제공할 수 있다.

[558] 실시예들에 따른 PCC 부호화기 및/또는 PCC 복호화기는 옥트리 기반으로 LOD별 포인트 샘플링 방식을 변경하는 방안을 제공함으로써 spatial scalability 효과를 가질 수 있다.

[559]

[560] 계속해서, 실시예들에 따른 3차원 포인트 클라우드(point cloud) 데이터 압축을 위한 Geometry-based Point Cloud Compression (G-PCC)의 인코더(부호화기)/디코더(복호화기)의 Spatial scalability를 지원하기 위한 지오메트리/속성 압축 방안을 설명한다.

[561] 실시예들은 G-PCC의 속성 부호화/복호화 과정에 spatial scalability 기능을 제공하기 위해 옥트리 기반 지오메트리 포인트 위치 값 설정 방식과 LOD별 포인트 샘플링 방식을 변경하는 방안을 제안한다.

[562] 실시예들 따른 방법은 다음을 포함한다.

[563] 1) Spatial scalability 지원을 위한 부분 복원시 지오메트리 위치 계산 방식, 2) 노드별 참조 포인트 샘플링 방식, 3) 그리고 위 방법을 지원하기 위한 시그널링 방안을 제안한다.

[564] 도15를 참조하면, 실시예들은 3차원 포인트 클라우드(point cloud) 데이터 압축을 위한 Geometry-based Point Cloud Compression (G-PCC)의 Spatial scalability 지원을 위한 속성(attributes) 압축 방안에 관한 것이다. 포인트 클라우드 데이터가 밀도가 높을 때(dense), 썸네일과 같이 더 작은 대역폭(bandwidth)

사용해야하거나 디코더쪽 계산량을 낮출 수 있도록 더 낮은 해상도의 포인트 클라우드를 보내고 처리할 수 있는 기능이 필요할 수 있다. 이러한 기능을 spatial scalability라고 한다.

[565] 실시예들에 따른 송수신 방법/장치는 지오메트리 인코딩/디코딩에서는 옥트리의 깊이 레벨을 조절하여 선택된 깊이 레벨까지만 점유비트(occupancy bits)를 인코딩하거나 디코딩하는 과정을 통해 spatial scalability 기능을 제공할 수 있다.

[566] 도27은 실시예들에 따른 어트리뷰트 인코딩/디코딩을 나타낸다.

[567] 도27은 도15와 같이 Spatial scalability 기능 제공을 위한지오메트리 위치 설정 방법 등을 나타낸다.

[568] 도27은 도20의 인코더, 도21의 디코더 및/또는 그에 대응하는 실시예들에 따른 송수신 장치 등에 의해 수행될 수 있다.

[569] 속성 인코딩/디코딩에도 spatial scalability 기능 제공을 위해 옥트리 구조를 적용하여 수정이 필요할 수 있다. 옥트리의 선택된 깊이 레벨부터 LOD를 생성하는 방식과 이웃노드를 계산하는 방식, 가중치를 계산하는 방식이 속성 인코딩/디코딩시 spatial scalability를 제공하기 위해 변경이 필요할 수 있다.

[570] 실시예들은 지오메트리 디코딩시 부분적으로만 디코딩할 때 지오메트리 위치 값을 설정하는 방법을 제안한다. 또한 실시예들은 속성 인코딩/디코딩에서 spatial scalability 기능을 제공하기 위해 포인트들을 옥트리 기반으로 LOD별로 포인트를 샘플링 하는 방식을 변경하여 각 LOD별로 가장 적합한 포인트들을 노드들로 구성될 수 있도록 하여 속성 압축 효율을 높일 수 있는 방안을 제공한다.

[571] 실시예들은 G-PCC의 속성 부호화/복호화 과정에 spatial scalability 기능을 제공하기 위해 옥트리 기반으로 LOD별 포인트 샘플링 방식을 변경하는 방안을 제공한다.

[572] 실시예들은 지오메트리 디코딩시에 spatial scalability 기능 제공을 위한 옥트리의 대표 위치 값을 설정할 수 있다. 속성 인코딩/디코딩에도 spatial scalability 기능 제공을 위해 지오메트리 인코딩/디코딩에서 옥트리 구조를 적용할 수 있다. 옥트리의 선택된 깊이 레벨부터 노드에 속하는 포인트를 분류하는 방법과 LOD별 포인트를 샘플링 하는 방식을 제안한다.

[573] 포인트를 분류하는 방법과 LOD별 포인트 샘플링 방법은 PCC 복호화기/부호화기의 PCC 속성 부호화/복호화에서 수행되며, 속성 부호화/복호화 과정에서 예측 변환 기법 또는 리프팅 변환 기법을 사용할 경우 적용될 수 있다.

[574] S270000 지오메트리 구성

[575] 포인트 클라우드의 포인트들을 디코딩할 때 특정 옥트리 깊이(depth)까지만 디코딩하고, 포인트의 위치값으로 복원할 필요가 있다. 이러한 기능 지원이 spatial scalability일 수 있다. 옥트리의 중간 깊이에서 부분적으로 디코딩할 때 각

옥트리 노드를 대표하는 포인트의 위치는 노드의 바운딩 박스의 중앙 위치에 가장 가까운 노드로 샘플링(선택)될 수 있다. 이렇게 설정할 경우, 속성을 부분적으로 디코딩할 때 노드의 중간 위치로 설정된 위치기반으로 몰톤 순서, LOD구성, 이웃노드 검색을 수행할 수 있다.

[576] S270010몰톤 순서 기반 정렬

[577] 포인트 클라우드의 포인트들을 x, y, z 위치 값을 기반으로 몰톤 코드로 변경하고, 변경된 몰톤 코드 값을 기반으로 정렬할 수 있다.

[578] S270020속성 부분 인코딩/디코딩 영역 설정

[579] 속성 인코딩/디코딩에서도 지오메트리 인코딩/디코딩에서와 마찬가지로 옥트리의 깊이 레벨을 설정하여 설정된 옥트리 깊이 레벨부터 속성 인코딩할 포인트들을 구성하고 인코딩/디코딩할 수 있다(도17참조).

[580] S270030몰톤 코드를 사용하여 노드에 속하는 포인트 분류

[581] 몰톤 코드로 정렬된 포인트들에서 옥트리 노드별 포인트 분류 방법은 도16에서 설명한 다음 수도 코드(수식)을 사용할 수 있다.

[582] nodeSizeLog2: 옥트리 깊이 레벨

[583] PX_mortoncode: PX의 몰톤 코드

[584] end_range_mc: 노드의 몰톤 코드 범위

[585] Int maxNumOfPoints = pow(8, nodeSizeLog2 + 1);

[586] For (int I = 1; I < indexCount; ++i) {

[587] if(Pi_mortoncode < end_range_mc) {

[588] …

[589] } else {

[590] end_range_mc = Pi_mortoncode +

[591] (maxNumOfPoints -(Pi_mortoncode % maxNumOfPoints));

[592] }

[593] }

[594] 노드의 몰톤 코드 범위를 포인트의 몰톤 코드, 옥트리 깊이 레벨, 맥시멈 포인트들의 개수에 기반하여 산출할 수 있다.

[595] 도18과 같이, 포인트의 몰톤 코드로부터 end_range_mc를 구하고 다음 포인트들의 몰톤 코드 값이 end_range_mc범위 내에 있다면, 같은 노드에 속하는 포인트들이고, 범위를 벗어나는 큰 값을 가지고 있으면 새로운 노드로 변경된 상태로 해당 포인트의 몰톤 코드를 기준으로 end_range_mc를 구해서 이후 포인트들에 적용할 수 있다. 이와 같은 방법으로몰톤 코드로 정렬된 포인트들에서 옥트리 노드에 속하는 포인트들을 분류할 수 있다.

[596] S270030옥트리 노드에서의 LOD 샘플링

[597] 노드에 속한 포인트들로부터(병합된 노드 포함) 포인트를 선택하여 샘플링을 수행 할 수 있다. 어떤 포인트를 선택하느냐에 따라서 속성 압축에 영향을 줄 수 있다. 가장 좋은 참조 포인트를 선택하여 참조할 수 있는 영역(retained list) 으로

분류하고, 참조 영역으로부터 이웃 노드 집합을 구성하기때문에 결론적으로 압축 효율을 증가시킬 수 있다.

[598] 지오메트리의 옥트리 노드들을 위치를 중심점으로 변경하게 되면, 속성 코딩시에 선택하는 포인트들 또한 중앙 위치값에 가까운 위치로 선택하게 되면 부모 노드에서 발생하는 오차를 줄일 수 있다. 따라서 옥트리 노드에서의 LOD 샘플링은 부모 노드의 중앙점에 가까운 위치를 선택하는 방법을 선택할 수 있다.

[599] 중앙점에 가까운 위치를 찾는 방법은 다양할 수 있다. 정확하게 찾기 위해 위치를 계산할 수도 있고, 시간을 빠르게 하기 위해서 옥트리 노드상의 위치를 참조할 수도 있다. 다음은 그러한 다양한 선택 방법일 수 있다. 도28-30을 참조하여 샘플링을 설명한다: 1) LOD에서 첫번째 노드 선택후 다음 연속된 상위LOD에서 마지막 노드 선택(도28-30참조), 2) 옥트리 부모 노드 영역의 중앙 위치에 가까운 포인트 선택, 3) 중간 인덱스 포인트 선택, 및/또는 4) 그것들의 조합.

[600] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계; 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계; 를 포함할 수 있다.

[601] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터는 지오메트리 데이터 및 어트리뷰트 데이터를 포함할 수 있다.

[602] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계는, 지오메트리 데이터를 디코딩하는 단계 및 어트리뷰트 데이터를 디코딩하는 단계를 포함할 수 있다.

[603] 실시예들에 따른 지오메트리 데이터를 디코딩하는 단계는, 지오메트리 데이터에 대한 옥트리 구조를 생성하고, 옥트리 구조에 포함된 각 노드를 대표하는 포인트의 위치를 각 노드의 바운딩 박스의 중앙 위치에 가장 가까운 노드로 샘플링(선택)할 수 있다.

[604] 실시예들에 따른 어트리뷰트 데이터를 디코딩하는 단계는, 지오메트리 데이터 및 어트리뷰트 데이터에 기반하여 포인트 클라우드 데이터의 포인트들의 위치값을 몰톤 코드로 변경하고, 몰톤 코드에 기반하여 포인트들을 정렬하고, 포인트들을 포함하는 옥트리 구조의 깊이 레벨로부터 포인트들을 디코딩할 수 있다.

[605] 실시예들에 따른 어트리뷰트 데이터를 디코딩하는 단계는, 몰톤 코드 및 몰톤 코드에 관한 범위값에 기반하여 각 노드에 속하는 포인트들을 분류하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[606] 실시예들에 따른 어트리뷰트 데이터를 디코딩하는 단계는, 지오메트리 데이터에 대한 옥트리 구조를 생성하고, 옥트리 구조에 기반하여 LOD(Level of Detail)들을 생성하고 LOD들로부터 LOD에 속한 노드를 샘플링(선택)할 수 있다. 즉, 노드에 포함된 포인트들이 샘플링되는 것을 의미한다.

[607]

[608] 도28은 실시예들에 따른 바운딩 박스 및 노드를 나타낸다.

[609] 도28은 도27의 S270010을 나타낸다.

[610] 바운딩 박스에 포함되는 노드가 8개 있을 수 있다. 몰톤코드 순서대로 정렬하면, 몰톤코드 값 기준으로 0내지7의 값을 갖는 포인트들이 순서대로 나열될 수 있다.

[611] 도29는 실시예들에 따른 각 노드 및 위치 간 매칭을 나타낸다.

[612] 도29는 도28과 같이 몰톤 코드 순으로 포인트가 정렬되는 경우 각 노드 및 위치를 매칭하는 동작을 나타낸다. 도29는 도 27의 S270030을 나타낸다.

[613] 참조 노드(Reference node or retained node)는 샘플링 시 선택된 노드(포인트)임을 나타낸다. 예를 들어, 도29의 노드(또는 포인트)(29000, 29040, 29050) 및 도30의 노드(또는 포인트)() 등이 참조 노드일 수 있다.

[614] 그림과 같이 첫번째 노드(N, 29000)를 선택한 경우, 부모 노드(N-1, 29010)로 올라갈 경우 부모 노드의 바운딩 박스(29020)의 중앙 위치(29030)에 가장 가까운 노드가 마지막 노드(29040)일 수 있다. N-1에서 마지막 노드(29040)를 선택한 경우, N-2에서 부모 노드의 중앙 위치와 가장 가까운 노드는 첫번째 노드(29050)일 수 있다.

[615] 따라서 LOD샘플링 시 이러한 점을 이용하여 LOD가 짝수인경우 첫번째 노드를 선택하고, LOD가 홀수인 경우, 마지막노드를 선택할 수 있다. 또는 LOD가 짝수인경우 마지막 노드를 선택하고, LOD가 홀수인 경우 첫번째 노드를 선택할 수 있다. 이러한 선택 방안에 관한 구성 정보를 인코더가 디코더에 시그널링할 수 있다.

[616] 즉, 실시예들에 따른 인코더 및/또는 디코더는 옥트리 노드에서 LOD 샘플링 시 부모 노드 상 중앙 위치에 가장 가까운 노드를 자식 노드에서 선택하는 다양한 방안을 제공한다. 실시예들은 짝수 및 홀수 인덱스를 이용하는 방안, 또는 바운딩 박스에 중앙 위치에 가장 가까운 노드를 선택하는 방안 등을 포함한다. 예를 들어, 포인트들의 거리, 밀도, 속성 등에 기반하여 중앙 위치에 가장 가까운 노드를 선택할 수 있다. 또한, 중앙 위치와 가까운 포인트를 선택하기 위해서, 2x2x2 노드에 속하면 센터(center)에 가까운 노드로 샘플링할 수 있고, 속하지 않으면 홀수/짝수(즉, first/last node) 노드를 샘플링할 수 있다.

[617] 도30은 실시예들에 따른 옥트리 구조 상 참조 노드 선택을 나타낸다.

[618] 도30은 도28-29의 LOD 샘플링(도 27의 S270030))을 옥트리 구조상에서 설명한다.

[619] 실시예들에 따른 옥트리 구조는 루프 노드에서 리프 노드 순서로 노드들이 분포하고, 노드에 속하는 다음 노드들이 몰콘 코드 순서로 정렬될 수 있다. 옥트리 구조는 N개의 LOD를 포함할 수 있고, 실시예들에 따른 송수신 방법/장치는 옥트리 구조 상 특정 깊이 레벨부터 부분 인코딩 및 부분 디코딩을 수행할 수 있다.

[620] LOD N에 속하는 포인트들을 몰톤 코드 순서대로 정렬된 옥트리 구조이고,

참조 노드는 각 LOD에서 샘플링된 노드이다. LOD N(여기서, N을 LOD의 인덱스라고 지칭할 수 있다)이 짝수 LOD라고 보면, 포인트들 중 가장 앞에 있는 포인트를 선택할 수 있다. LOD N-1이 홀수 LOD라고 보면, 포인트들 중 가장 마지막에 있는 포인트를 선택할 수 있다. 옥트리 구조 상에서 특정 노드에서 부모 노드로 올라가면서 처음 노드, 마지막 노드, 처음 노드, 마지막 노드 순서대로 차례로 노드를 선택할 수 있다. 이러한 방안은 샘플링의 게인을 증가시키는 효과가 있다.

[621] 예를 들어, LOD N에 속하는 포인트들(30000)은 LOD N이 짝수라고 보고, 노드에 속하는 몰톤 코드 순서대로 정렬된 포인트들 중 첫번째 노드(30010)를 각 부모 노드에 대한 참조 노드(reference nod or retained node, 30010)로서 선택(샘플링)할 수 있다.

[622] LOD N-1에 속하는 포인트들(30020)은 N-1이 홀수라고 보고, 노드에 속하는 몰콘 코드 순서대로 정렬된 포인트들 중 마지막 노드(30030)들은 각 부모 노드에 대한 참조 노드로서 선택(샘플링)할 수 있다.

[623] 실시예들에 따라서, LOD 샘플링을 시작하는 레벨에서 처음 노드를 샘플링, 다음 레벨에서 마지막 노드 샘플링, 다음 레벨에서 처음 노드를 샘플링하는 방법이 있고, LOD샘플링을 시작하는 레벨에서 마지막 노드를 샘플링, 다음 레벨에서 처음 노드 샘플링, 다음 레벨에서 마지막 노드 샘플링하는 방법이 있다.

[624] 이러한 동작은 수도 코드로 다음과 같이 표현될 수 있다.

[625] endIndex = 0

[626] assignedPointCount = 0

[627] for (lod = minGeomNodeSizeLog2; unprocessedPointCount > 0; lod++) {

[628] startIndex = assignedPointCount

[629] nonAssignedPointCount = 0

[630] samplingFromLastFlag = lod & 1 // LOD가 짝수인 경우 비트의 마지막 자리는 0이고 LOD가 홀수인 경우 마지막 자리는 1을 가진다 //

[631] for (i = 0; i < unprocessedPointCount; i++) {

[632] currVoxelIndex = McodeUnsorted[unprocessedPointIndexes[i]] >> (3×(lod+1))

[633] **if (samplingFromLastFlag == 0){**

[634] **if (i == 0) // LOD 짝수를 의미하고, 첫 번재 포인트가 참조노드로 샘플링됨**

[635] **nonAssignedPointIndexes[nonAssignedPointCount++] = unprocessedPointIndexes[i]**

[636] else {

[637] prevVoxelIndex = McodeUnsorted[unprocessedPointIndexes[i-1]] >> (3×(lod+1))

[638]

[639] if (currVoxelIndex > prevVoxelIndex)

[640] nonAssignedPointIndexes[nonAssignedPointCount++] = unprocessedPointIndexes[i]

[641] (여기서, 샘플링된 포인트는 NonassignedPointsIndexes에 할당되게 된다. 샘플링되지 않는 포인트들은 assignedPointIndexes에 할당된다. NonassignedPointsIndexes 및 assignedPointIndexes를 각각 설정함으로서 실시예들에 따른 방법/장치는 LOD를 분류할 수 있다.)

[642] else

[643] assignedPointIndexes[assignedPointCount++] = unprocessedPointIndexes[i]

[644] }

[645] **} else { // LOD 홓수를 의미하고, 마지막 번재 포인트가 참조노드로 샘플링됨**

[646] **if (i == (unprocessedPointCount - 1))**

[647] nonAssignedPointIndexes[nonAssignedPointCount++] = unprocessedPointIndexes[i]

[648] else {

[649] nextVoxelIndex = McodeUnsorted[unprocessedPointIndexes[i+1]] >> (3×(lod+1))

[650] if (currVoxelIndex < nextVoxelIndex)

[651] nonAssignedPointIndexes[nonAssignedPointCount++] = unprocessedPointIndexes[i]

[652] (여기에서, NonassignedPointsIndexes가 샘플링된 포인트를 의미한다)

[653] else

[654] assignedPointIndexes[assignedPointCount++] = unprocessedPointIndexes[i]

[655] }

[656] }

[657] }

[658] endIndex = assignedPointCount

[659] if (startIndex != endIndex) {

[660] numOfPointInSkipped = PointNumInSlice - PointCount

[661] if ((endIndex - startIndex) > (startIndex + numOfPointInSkipped)){

[662] for (loop = 0; loop < lod - minGeomNodeSizeLog2; loop++){

[663] computeNearestNeighbours(

[664] PointCount - unprocessedPointCountPerLevelOfDetail[loop],

[665] PointCount - unprocessedPointCountPerLevelOfDetail[loop+1],

[666] loop + minGeomNodeSizeLog2, assignedPointIndexes,

[667] McodeUnsorted, nonAssignedPointCount,

[668] nonAssignedPointIndexes)

[669] }

[670] }

[671] }

[672] computeNearestNeighbours(

[673] startIndex, endIndex,

[674] lod , assignedPointIndexes,

[675] McodeUnsorted, nonAssignedPointCount,

[676] nonAssignedPointIndexes)

[677] unprocessedPointCountPerLevelOfDetail[lod+1] = nonAssignedPointCount

[678] unprocessedPointCount = nonAssignedPointCount

[679] unprocessedPointIndexes = nonAssignedPointIndexes

[680] }

[681] Then, the following procedure is applied:

[682] for (i = 0; i < PointCount; i++)

[683] indexes[PointCount- 1 - i] = assignedPointIndexes[i]

[684] for (lod = 0; lod < LevelDetailCount; lod++)

[685] pointCountPerLevelOfDetail[lod] = unprocessedPointCountPerLevelOfDetail[LevelDetailCount - 1 - lod]

[686] // samplingFromLastFlag 값에 따라서, 시작 LOD에서 처음 노드(혹은 Left로 지칭 가능함)로 샘플링 시작할지 마지막 노드로 샘플링(혹은 Right로 지치이 가능함)을 시작할지를 시그널링할 수 있다.

[687] 실시예들에 따라 비트스트림에 포함된 리프팅 LOD 샘플링 관련 플래그(lifting_lod_regular_sampling_enabled_flag)와 같은 시그널링 정보가 LOD샘플링 방식을 나타내면, 지오메트리 데이터에 기반하여 옥트리 노드에 따라 LOD를 재구성할 수 있다. 샘플링 관련 플래그(samplingFromLastFlag)에 따라서, 노드 내 첫 번재 포인트(i.e., samplingFromLastFlag equals 0) 또는 노드 내 마지막 포인트(i.e., samplingFromLastFlag equals 1)가 샘플링될 수 있다(If lifting_scalability_enabled_flag equals 1, the level of detail degneration process re-organizes the points into a set of refinement levels (R_l)_(l=0…쪗-1), according to octree nodes based on geometry. Depeding on the value of samplingFromLastFlag, the first point in the node (i.e., samplingFromLastFlag equals 0) or the last point in the node (i.e., samplingFromLastFlag equals 1) is sampled).

[688] 계속해서, 실시예들에 따른 옥트리 부모 노드 영역의 중앙 위치에 가까운 포인트 선택 방법 및 중간 인덱스 포인트 선택 방법을 설명한다.

[689] 옥트리 부모 노드 영역의 중앙 위치에 가까운 포인트 선택:

[690] 실시예들에 따른 송수신 방법/장치는 노드에 속한 포인트들로부터(병합된 노드 포함) 하나의 포인트를 선택할 때 부모 노드의 바운딩 박스(bounding-box)의 중앙 위치에 가장 가까운 포인트를 선택할 수 있다. 선택된 포인트가 부모 노드의 중앙 위치에 가까울 수록 이웃 포인트 선택과 이웃 포인트 가중치 계산에 있어서 에러를 낮출 수 있다.

[691] 이웃 포인트 선택시 포인트와 포인트 사이의 거리 계산을 하게 되고 거리가 가까운 포인트를 이웃 포인트로 선택하게 될 수 있다. spatial scalability 기능 제공을 위해 포인트의 위치 값을 포인트가 속하는 노드의 (LOD의 레벨에 따라 해당되는 노드가 달라질 수 있다) 중앙 위치 값으로 대체된 상태에서 거리를 계산하도록 구성할 수 있다. 따라서 포인트 Pi의 이웃 포인트들을 찾기 위해서

Pi의 위치 값은 LODl에 따라 부모 노드의 중앙 위치로 변경되고, 이웃 포인트 후보 리스트(retained list), R에 있는 포인트 Ri의 위치 또한 LODl에 따라 위치가 변경된 상태에서 거리를 계산할 수 있다. 이는 같은 깊이 레벨에 있는 노드들 간의 중앙 위치들간의 거리 계산이 될 수 있고 이를 통해 이웃 노드를 이웃 포인트로 설정할 수 있다. 이렇게 계산된 거리는 1/거리=Pi 의 이웃 포인트의 가중치가 될 수 있다. 부모 노드의 중앙 위치로 변경하여 거리를 계산하기때문에 에러를 가지고 있다. 노드의 깊이 레벨이 낮을수록, 즉 노드의 바운딩 박스가 클수록, 이러한 에러값은 더 커질 수 있다.

[692] 이러한 에러 값을 줄이기 위해 참조 포인트 선택 시 부모 노드 영역의 중앙 위치에 가까운 포인트를 선택할 수 있다. 참조 포인트의 위치값이 맞추어 에러값을 낮추고, 에러값을 낮추어 압축 효율에 좋은 영향을 줄 수 있다.

[693]

[694] 중간 인덱스 포인트 선택:

[695] 실시예들에 따른 송수신 방법/장치는 노드에 속한 포인트들로부터(병합된 노드 포함) 하나의 포인트를 선택할 때 포인트들의 중간 인덱스에 있는 포인트를 선택할 수 있다. 중간 인덱스의 노드가 부모 노드의 바운딩 박스(bounding-box)의 중앙 위치에 가까울 수 있는 확률이 높고(모든 경우가 그런 것은 아님) 중간 인덱스를 통한 포인트 선택에 추가적인 계산이 많지 않기 때문에 적은 계산으로 중앙 위치에 가까운 포인트를 찾을 확률이 높을 수 있다.

[696] 실시예들에 따른 포인트 플라우드 데이터 수신 방법은 LOD들에 기반하여 LOD에 속한 노드 내 첫 번째 포인트를 샘플링(선택)하거나, 상기 LOD에 속한 노드 내 마지막 포인트를 샘플링(선택)할 수 있다.

[697]

[698] 도31은 실시예들에 따른 PCC 데이터 부호화기를 나타낸다.

[699] 도31은 도20의 포인트 클라우드 데이터 인코더 및/또는 그에 대응하는 실시예들에 따른 장치 등에 대응된다. 도31의 각 구성요소의 동작 설명은 도20의 설명을 참조한다.

[700] LOD구성부(31000)는 실시예들에 따른 LOD구성 및 샘플링을 수행할 수 있다. LOD구성부(31000)는 몰톤 코드를 사용하여 노드에 속하는 포인트를 분류할 수 있고, 고립 노드를 병합할 수 있고, 옥트리 노드에서 실시예들에 따른 LOD샘플링 방식을 수행하고, 이와 관련된 정보를 시그널링할 수 있다.

[701] LOD구성부(31000)는 속성 인코딩/디코딩의 spatial scalability 지원을 위해 옥트리의 깊이 레벨을 설정하여 설정된 옥트리 깊이 레벨부터 속성 인코딩할 포인트들을 구성하고 인코딩/디코딩할 수 있다(도17 및 도30참조).

[702] 실시예들에 따른 송신 장치 또는 인코더는 옥트리 깊이 레벨을 시그널링 정보로써 실시예들에 따른 수신 장치 또는 디코더에 시그널링할 수 있고, 사용 용도 또는 디코더의 컴퓨팅 성능에 따라 변경될 수 있다.

[703] LOD구성부(31000)는 몰톤 코드로 정렬된 포인트들에서 옥트리 노드별 몰톤

코드 범위를 계산하여 옥트리 노드별 포인트 분류를 수행할 수 있다(도18 및 도27참조).

[704] LOD구성부(31000)가 노드에 속한 포인트들로부터 하나의 포인트를 선택할 때 선택할 수 있는 방식이 있으며, 해당 방식은 복호화기에 시그널링 될 수 있다. LOD의 짝수는 첫번째 노드 선택하고 LOD의 홀수는 마지막 노드 선택 하는 방식, 옥트리 부모 노드 영역의 중앙 위치에 가까운 포인트 선택 방식, 중간 인덱스 포인트 선택 방식이 있을 수 있다(도28-30참조).

[705] LOD에서 첫번째 노드 선택후 다음 연속된 상위LOD에서 마지막 노드 선택 하는 방식에서 짝수 LOD에서 첫번째 노드를 선택할지 마지막 노드를 선택할지를 정할 수 있다. 복호화기에 시그널링 될 수 있다(도28-30참조).

[706] 잔차 속성정보 양자화 처리부(31010)는 어트리뷰트 데이터에 대한 예측값을 생성하고, 예측값 및 속성값 간의 잔차값을 생성하고, 잔차값을 양자화할 수 있다.

[707] 잔차 속성정보 양자화 처리부(31010)는 어트리뷰트 예측 모드와 잔차 정보 분리 여부 플래그가 true인 경우, 예측 모드에 맞는 예측 값과 포인트 값의 잔차를 계산하고 양자화한 값을 예측 모드와 함께 부호화 할 수 있다.

[708] 잔차 속성정보 양자화 처리부(31010)는 어트리뷰트 예측 모드와 잔차 정보 분리 여부 플래그가 false인 경우, 예측 모드에 맞는 예측 값과 포인트 값의 잔차를 계산하고 양자화한 값만을 부호화 할 수 있다.

[709]

[710] 도32는 실시예들에 따른 PCC 데이터 복호화기를 나타낸다.

[711] 도32은 도21의 포인트 클라우드 데이터 디코더 및/또는 그에 대응하는 실시예들에 따른 장치 등에 대응된다. 도32의 각 구성요소의 동작 설명은 도21의 설명을 참조한다.

[712] 옥트리 재구성부(32000)는 수신된 기하정보 비트스트림(지오메트리 데이터)로부터 옥트리를 재구성한다. 옥트리 재구성부(32000)는 spatial scalability 기능을 위해서 옥트리의 특정 레벨만으로 기하정보를 구성할 수 있고, 이 때 위치값을 바운딩 박스의 중앙 값으로 변경할 수 있다.

[713] 옥트리 재구성부(32000)는 부분 지오메트리 디코딩을 위해 복원된 옥트리 깊이 레벨부터 속성 디코딩 할 포인트들을 구성하고 디코딩할 수 있다.

[714]

[715] LOD 구성부(32010)는 몰톤 코드를 사용하여 노드에 속하는 포인트를 분류할 수 있고, 고립노드를 병합할 수 있고, 옥트리 노드에서 실시예들에 따른 LOD샘플링을 할 수 있다.

[716] LOD 구성부(32010)는 부분 속성 디코딩을 위해 복원된 옥트리 깊이 레벨부터 속성 디코딩 할 포인트들을 구성하고 디코딩할 수 있다.

[717] LOD 구성부(32010)는 몰톤 코드로 정렬된 포인트들에서 옥트리 노드별 몰톤 코드 범위를 계산하여 옥트리 노드별 포인트 분류를 수행할 수 있다.

[718] LOD 구성부(32010)는 복원된 포인트 선택 방식에 기반하여 노드에 속한 포인트들로부터(병합된 노드 포함) 하나의 포인트를 선택할 수 있다. 방식에는 LOD에서 첫번째 노드 선택후 다음 연속된 상위LOD에서 마지막 노드 선택 하는 방식, 옥트리 부모 노드 영역의 중앙 위치에 가까운 포인트 선택 방식, 중간 인덱스 포인트 선택 방식이 있을 수 있다.

[719] LOD 구성부(32010)는 LOD에서 첫번째 노드 선택후 다음 연속된 상위LOD에서 마지막 노드 선택 하는 방식에서 복원된 선택 타입에 따라 첫번째 노드를 선택해서 구성할 수도 마지막 노드를 선택해서 LOD들을 구성할 수 있다.

[720]

[721] 도33내지36은 도22의 포인트 클라우드 데이터의 비트스트림에 포함되는 시그널링 정보의 상세 신택스를 나타낸다. 실시예들에 따른 송수신 장치는 실시예들에 따른 동작을 지원하기 위해서 다음과 같이 시그널링 방안을 제공할 수 있다.

[722] 실시예들에 따른 송수신 장치는 spatial scalability 기능을 위한 속성 포인트 구성 관련 정보는 SPS(도33) 또는 APS(도34)에 추가하여 시그널링 할 수 있다.

[723] 실시예들에 따른 송수신 장치는 spatial scalability 기능을 위한 속성 포인트 구성 관련 정보는 TPS(도35) 또는 각 Slice별 Attr(도36)에 추가하여 시그널링 할 수 있다. 실시예들에 따른 시그널링 정보로 인하여, spatial scalability 기능 지원을 위한 지오메트리/속성을 효율적으로 시그널링할 수 있는 효과가 있다.

[724]

[725] 도33은 실시예들에 따른 시퀀스 파라미터 세트(Sequence Parameter Set, SPS)를 나타낸다.

[726] 도33은 도22와 같이 실시예들에 따른 비트스트림에 포함된 시퀀스 파라미터 세트를 나타낸다. 도33의 메타데이터, 파라미터, 또는 시그널링 정보는 도1의 전송장치(10000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 수신장치(10004), 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006), 도2의 인코딩(20001, 디코딩(20003), 도4의 인코딩 프로세스, 도11의 디코딩 프로세스, 도12의 전송 장치, 도13의 수신 장치, 도14의 XR디바이스(1430), 도20의 인코더, 도21의 디코더 등에 의해서, 생성되고 전송되고 수신될 수 있다.

[727] spatial scalability 기능을 위한 속성 포인트 구성 관련 정보는 Sequence Parameter Set에 추가 되어 시그널링될 수 있다

[728] 스파셜 스케일러빌리티 옥트리 레벨(spatial_scalability_octree_level): 부분 복원 옥트리 레벨을 나타낸다.

[729] 스파셜 스케일러빌리티 어트리뷰트 옥트리 레벨(spatial_scalability_attribute_octree_level): 부분 복원 옥트리 레벨을 나타낸다. 즉, 속성에 적용되는 부분 옥트리 레벨을 나타낸다. 속성의 경우 지오메트리와 다른 복원 옥트리 레벨을 가질 수 있다.

[730] LOD 생성 방향(LOD_generation_direction): LOD 생성 방향을 나타낸다.

[731] 예를 들어, 이 값이 0 이면, LOD0에서 LODN으로 생성하는 방식 (즉, 옥트리 경우 루트 노드에서 리프 노드로 진행)을 나타낸다. 또한, 이 값이 1이면, LODN에서 LOD0으로 생성하는 방식 (즉, 옥트리 경우 리프 노드에서 루트 노드로 진행)을 나타낸다. 이 방향을 나타내는 정수값은 실시예들에 따라 변형이 가능하다.

[732] 샘플링 선택 타입(sampling_select_type): 노드에 속한 포인트들로부터(병합된 노드 포함) 하나의 포인트를 선택할 때 포인트 선택 방법을 나타낸다. 예를 들어, 이 값이 1이면, LOD의 짝수는 첫번째 노드 선택하고 LOD의 홀수는 마지막 노드 선택 하는 방식을 나타낸다. 이 값이 2이면, 옥트리 부모 노드 영역의 중앙 위치에 가까운 포인트 선택 방식을 나타낸다. 이 값이 3이면, 중간 인덱스 포인트 선택 방식을 나타낸다. 이 타입을 나타내는 정수값은 실시예들에 따라 변형이 가능하다.

[733] 샘플링 첫 번째 노드 플래그(sampling_first_node_flag): 시작 LOD에서 첫번째 노드를 선택할지, 마지막 노드 선택 할지 선택하는 방식을 나타낸다.

[734] sampling_select_type == 1이면, sampling_first_node_flag이 시그널링 정보로써 제공될 수 있다.

[735] 그 외 나머지 필드의 설명은 도23의 설명을 참조한다.

[736]

[737] 도34는 실시예들에 따른 어트리뷰트 파라미터 세트(Atribute Paremeter Set, APS)를 나타낸다.

[738] 도34는 도22와 같이 실시예들에 따른 비트스트림에 포함된 시퀀스 파라미터 세트를 나타낸다. 도34의 메타데이터, 파라미터, 또는 시그널링 정보는 도1의 전송장치(10000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 수신장치(10004), 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006), 도2의 인코딩(20001, 디코딩(20003), 도4의 인코딩 프로세스, 도11의 디코딩 프로세스, 도12의 전송 장치, 도13의 수신 장치, 도14의 XR디바이스(1430), 도20의 인코더, 도21의 디코더 등에 의해서, 생성되고 전송되고 수신될 수 있다.

[739] spatial scalability 기능을 위한 속성 포인트 구성 관련 정보는 Attribute Parameter Set에 추가하여 시그널링될 수 있다

[740] spatial_scalability_attribute_octree_level, LOD_generation_direction, sampling_select_type, sampling_first_node_flag 의 설명은 도33을 참조한다.

[741] 그 외 필드는 도24의 설명을 참조한다.

[742]

[743] 도35는 실시예들에 따른 (Tile Parameter Set, TPS)를 나타낸다.

[744] 도35는 도22와 같이 실시예들에 따른 비트스트림에 포함된 시퀀스 파라미터 세트를 나타낸다. 도35의 메타데이터, 파라미터, 또는 시그널링 정보는 도1의 전송장치(10000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 수신장치(10004), 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006), 도2의 인코딩(20001, 디코딩(20003),

도4의 인코딩 프로세스, 도11의 디코딩 프로세스, 도12의 전송 장치, 도13의 수신 장치, 도14의 XR디바이스(1430), 도20의 인코더, 도21의 디코더 등에 의해서, 생성되고 전송되고 수신될 수 있다.

[745] spatial scalability 기능을 위한 속성 포인트 구성 관련 정보는 Tile Parameter Set에 추가 되어 시그널링될 수 있다

[746] spatial_scalability_attribute_octree_level, LOD_generation_direction, sampling_select_type, sampling_first_node_flag 의 설명은 도33을 참조한다.

[747] 그 외 필드는 도25의 설명을 참조한다.

[748]

[749] 도36는 실시예들에 따른 어트리뷰트 슬라이스 헤더(Attribute Slice Header, ASH)을 나타낸다.

[750] 도36은 도22와 같이 실시예들에 따른 비트스트림에 포함된 시퀀스 파라미터 세트를 나타낸다. 도36의 메타데이터, 파라미터, 또는 시그널링 정보는 도1의 전송장치(10000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 수신장치(10004), 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006), 도2의 인코딩(20001, 디코딩(20003), 도4의 인코딩 프로세스, 도11의 디코딩 프로세스, 도12의 전송 장치, 도13의 수신 장치, 도14의 XR디바이스(1430), 도20의 인코더, 도21의 디코더 등에 의해서, 생성되고 전송되고 수신될 수 있다.

[751] spatial scalability 기능을 위한 속성 포인트 구성 관련 정보는 Attribute slice header에 추가 되어 시그널링될 수 있다.

[752] spatial_scalability_attribute_octree_level, LOD_generation_direction, sampling_select_type, sampling_first_node_flag 의 설명은 도33을 참조한다.

[753] 그 외 필드는 도26의 설명을 참조한다.

[754]

[755] 도37은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 방법을 나타낸다.

[756] S37000, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계를 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 인코딩 동작은 도1의 송신 장치(1000), 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 도2의 인코딩(10001), 도4의 인코더, 도12의 인코더, 도14의 XR디바이스(1430), 도15의 partial decoding에 대응하는 partial encoding, 도16-19의 인코딩 프로세스, 도20의 인코더, 도22 내지 26의 포인트 클라우드 데이터 비트스트림 프로세스, 도27-30의 인코딩 프로세스, 도31의 인코더, 도33-36의 포인트 클라우드 데이터 비트스트림 프로세스 등의 동작에 대응 또는 그것들에 결합될 수 있다.

[757] S37010, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 송신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 전송 동작은 도1의 트랜스미터(10003), 도2의 전송(20002), 도12의 전송 처리부(12012) 등의 동작에 대응 또는 그것들에 결합될 수 있다.

[758]

[759] 도38은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 방법을 나타낸다.

[760] S38000, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계를 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 수신 동작은 도1의 리시버(10007), 도2의 전송(20002), 도13의 수신부(13000) 등의 동작에 대응 또는 그것들에 결합될 수 있다.

[761] S38010, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계를 더 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 디코딩 동작은 도1의 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006), 도2의 디코딩(20003), 도10의 디코더, 도11의 디코더, 도13의 디코더, 도14의 XR디바이스(1430), 도15의 partial decoding, 도16-19의 디코딩 프로세스, 도21의 디코더, 도22 내지 26의 포인트 클라우드 데이터 비트스트림 프로세스, 도27-30의 디코딩 프로세스, 도32의 디코더, 도33-36의 포인트 클라우드 데이터 비트스트림 프로세스 등의 동작에 대응 또는 그것들에 결합될 수 있다.

[762]

[763] 상술한 실시예들의 PCC 부호화 방법, PCC복호화 방법, 시그널링 방법은 다음의 효과를 제공할 수 있다.

[764] Spatial scalability는 포인트 클라우드 데이터가 밀도가 높을 때(dense), 썸네일과 같이 더 작은 대역폭(bandwidth) 사용해야하거나 디코더쪽 계산량을 낮출 수 있도록 더 낮은 해상도의 포인트 클라우드를 보내고 처리할 수 있는 기능이다.

[765] 실시예들은 3차원 포인트 클라우드(point cloud) 데이터 압축을 위한 Geometry-based Point Cloud Compression (G-PCC)의 인코더(부호화기)/디코더(복호화기)에서 spatial scalability 기능을 제공하기 위해 포인트들을 옥트리 기반으로 각 노드의 바운딩 박스의 중앙 위치 값을 포인트 클라우드의 위치 값으로 복원하고, LOD별로 포인트를 샘플링 하는 방식을 변경하여 각 LOD별로 가장 적합한 포인트들을 노드들로 구성될 수 있도록 하여 속성 압축 효율을 높일 수 있는 방안을 제공하였다.

[766] 제안한 몰톤 코드를 통해 옥트리 노드별 포인트 분류하는 방법은 옥트리를 구성하는 인코딩/디코딩 계산량을 줄여 인코딩/디코딩 수행시간을 줄일 수 있다.

[767] 제안한 노드별 샘플링 방식을 통해 spatial scalability를 위해 적용된 부모 노드의 바운딩 박스의 중앙 위치 값 기반 거리 가중치를 기법을 고려하여 중앙 위치값과 가까운 포인트를 선택하고나 중앙 인덱스 포인트를 선택하여 거리 가중치 에러 값을 줄여 속성 압축 효율을 높이는 방법을 제공할 수 있다.

[768] 이로써 실시예들은 3차원 포인트 클라우드(point cloud) 데이터 압축을 위한 Geometry-based Point Cloud Compression (G-PCC)의 인코더(부호화기)/디코더(복호화기)의 spatial scalability 기능 제공을 위한 속성 압축 방법을 제공할 수 있고, 속성 압축 효율을 높여서 제공할 수 있다.

[769] 실시예들에 따른 PCC 부호화기 및/또는 PCC 복호화기는 옥트리 기반으로 노드의 중앙 위치 값으로 지오메트리의 포인트 위치를 복원하고 LOD별 포인트

샘플링 방식을 변경하는 방안을 제공함으로써 spatial scalability 기능을 제공할 수 있다.

[770] 실시예들에 따른 Spatial scalability 지원을 위한 부분 복원시 지오메트리 위치 계산 방식, 노드별 참조 포인트 샘플링 방식, 이러한 방법을 지원하기 위한 시그널링 방안을 제안함으로써, G-PCC의 속성 부호화/복호화 상 spatial scalability 효과를 제공할 수 있다.

[771]

[772] 본 문서에서 A/B는 A 및/또는 B로 해석된다.

[773] 실시예들은 방법 및/또는 장치 관점에서 설명되었으며, 방법의 설명 및 장치의 설명은 상호 보완하여 적용될 수 있다.

[774] 설명의 편의를 위하여 각 도면을 나누어 설명하였으나, 각 도면에 서술되어 있는 실시 예들을 병합하여 새로운 실시 예를 구현하도록 설계하는 것도 가능하다. 그리고, 통상의 기술자의 필요에 따라, 이전에 설명된 실시 예들을 실행하기 위한 프로그램이 기록되어 있는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체를 설계하는 것도 실시예들의 권리범위에 속한다. 실시예들에 따른 장치 및 방법은 상술한 바와 같이 설명된 실시 예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 실시 예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시 예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다. 실시예들의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 실시예들은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 실시예들의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 실시예들의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해돼서는 안 될 것이다.

[775] 실시예들의 장치의 다양한 구성요소들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 그것들의 조합에 의해 수행될 수 있다. 실시예들의 다양한 구성요소들은 하나의 칩, 예를 들면 하나의 하드웨어 서킷으로 구현될 수 있다 실시예들에 따라, 실시예들에 따른 구성요소들은 각각 별도의 칩들로 구현될 수 있다. 실시예들에 따라, 실시예들에 따른 장치의 구성요소들 중 적어도 하나 이상은 하나 또는 그 이상의 프로그램들을 실행 할 수 있는 하나 또는 그 이상의 프로세서들로 구성될 수 있으며, 하나 또는 그 이상의 프로그램들은 실시예들에 따른 동작/방법들 중 어느 하나 또는 그 이상의 동작/방법들을 수행시키거나, 수행시키기 위한 인스트럭션들을 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 장치의 방법/동작들을 수행하기 위한 실행 가능한 인스트럭션들은 하나 또는 그 이상의 프로세서들에 의해 실행되기 위해 구성된 일시적이지 않은 CRM 또는 다른 컴퓨터 프로그램 제품들에 저장될 수 있거나, 하나 또는 그 이상의 프로세서들에 의해 실행되기 위해 구성된 일시적인 CRM 또는 다른 컴퓨터 프로그램 제품들에 저장될 수 있다. 또한 실시예들에 따른 메모리는 휘발성 메모리(예를 들면 RAM 등)뿐 만 아니라 비휘발성 메모리, 플래쉬 메모리, PROM등을 전부 포함하는 개념으로

사용될 수 있다. 또한, 인터넷을 통한 전송 등과 같은 캐리어 웨이브의 형태로 구현되는 것도 포함될 수 있다. 또한, 프로세서가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 프로세서가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

[776] 이 문서에서 "/"와 ","는 "및/또는"으로 해석된다. 예를 들어, "A/B"는 "A 및/또는 B"로 해석되고, "A, B"는 "A 및/또는 B"로 해석된다. 추가적으로, "A/B/C"는 "A, B 및/또는 C 중 적어도 하나"를 의미한다. 또한, "A, B, C"도 "A, B 및/또는 C 중 적어도 하나"를 의미한다. 추가적으로, 이 문서에서 "또는"는 "및/또는"으로 해석된다. 예를 들어, "A 또는 B"은, 1) "A" 만을 의미하고, 2) "B" 만을 의미하거나, 3) "A 및 B"를 의미할 수 있다. 달리 표현하면, 본 문서의 "또는"은 "추가적으로 또는 대체적으로(additionally or alternatively)"를 의미할 수 있다.

[777] 제1, 제2 등과 같은 용어는 실시예들의 다양한 구성요소들을 설명하기 위해 사용될 수 있다. 하지만 실시예들에 따른 다양한 구성요소들은 위 용어들에 의해 해석이 제한되어서는 안된다. 이러한 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위해 사용외는 것에 불과하다. 것에 불과하다. 예를 들어, 제1 사용자 인풋 시그널은 제2사용자 인풋 시그널로 지칭될 수 있다. 이와 유사하게, 제2사용자 인풋 시그널은 제1사용자 인풋시그널로 지칭될 수 있다. 이러한 용어의 사용은 다양한 실시예들의 범위 내에서 벗어나지 않는 것으로 해석되어야만 한다. 제1사용자 인풋 시그널 및 제2사용자 인풋 시그널은 모두 사용자 인풋 시그널들이지만, 문맥 상 명확하게 나타내지 않는 한 동일한 사용자 인풋 시그널들을 의미하지 않는다.

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

[779] 또한, 본 문서에서 설명하는 실시예들에 따른 동작은 실시예들에 따라서 메모리 및/또는 프로세서를 포함하는 송수신 장치에 의해 수행될 수 있다. 메모리는 실시예들에 따른 동작을 처리/제어하기 위한 프로그램들을 저장할 수 있고, 프로세서는 본 문서에서 설명한 다양한 동작을 제어할 수 있다. 프로세서는 컨트롤러 등으로 지칭가능하다. 실시예들에 동작들은 펌웨어,

소프트웨어, 및/또는 그것들의 조합에 의해 수행될 수 있고, 펌웨어, 소프트웨어, 및/또는 그것들의 조합은 프로세서에 저장되거나 메모리에 저장될 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

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

산업상 이용가능성

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

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

[783] 실시예들은 변경/변형들을 포함할 수 있고, 변경/변형은 청구항들 및 그 와 동일한 것들의 범위를 벗어나지 않는다.

청구범위

[청구항 1] 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계;
상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계; 를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 수신 방법.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 포인트 클라우드 데이터는 지오메트리 데이터 및 어트리뷰트 데이터를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 수신 방법.

[청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계는,
상기 지오메트리 데이터를 디코딩하는 단계 및 상기 어트리뷰트 데이터를 디코딩하는 단계를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 수신 방법.

[청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 지오메트리 데이터를 디코딩하는 단계는,
상기 지오메트리 데이터에 대한 옥트리 구조를 생성하고,
상기 옥트리 구조에 포함된 각 노드를 대표하는 포인트의 위치를 각 노드의 바운딩 박스의 중앙 위치에 가장 가까운 노드로 샘플링하는,
포인트 클라우드 데이터 수신 방법.

[청구항 5] 제3항에 있어서,
상기 어트리뷰트 데이터를 디코딩하는 단계는,
상기 지오메트리 데이터 및 상기 어트리뷰트 데이터에 기반하여 상기 포인트 클라우드 데이터의 포인트들의 위치값을 몰톤 코드로 변경하고,
상기 몰톤 코드에 기반하여 상기 포인트들을 정렬하고,
상기 포인트들을 포함하는 옥트리 구조의 깊이 레벨로부터 상기 포인트들을 디코딩하는,
포인트 클라우드 데이터 수신 방법.

[청구항 6] 제5항에 있어서,
상기 어트리뷰트 데이터를 디코딩하는 단계는,
상기 몰톤 코드 및 상기 몰톤 코드에 관한 범위값에 기반하여 각 노드에 속하는 포인트들을 분류하는 단계를 더 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 수신 방법.

[청구항 7] 제3항에 있어서,
상기 어트리뷰트 데이터를 디코딩하는 단계는,
상기 지오메트리 데이터에 대한 옥트리 구조를 생성하고,
상기 옥트리 구조에 기반하여 LOD(Level of Detail)들을 생성하고
상기LOD들로부터 LOD에 속한 노드에 포함된 포인트들을 샘플링하는,

포인트 클라우드 데이터 수신 방법.

[청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 LOD들에 기반하여 상기 LOD에 속한 노드 내 첫 번째 포인트가 샘플링되거나,
상기 LOD에 속한 노드 내 마지막 포인트가 샘플링되는,
포인트 플라우드 데이터 수신 방법.

[청구항 9] 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계;
상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계;
를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

[청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 포인트 클라우드 데이터는 지오메트리 데이터 및 어트리뷰트 데이터를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

[청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는,
상기 지오메트리 데이터를 인코딩하는 단계 및 상기 어트리뷰트 데이터를 인코딩하는 단계를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

[청구항 12] 제11항에 있어서,
상기 지오메트리 데이터를 인코딩하는 단계는,
상기 지오메트리 데이터에 대한 옥트리 구조를 생성하고,
상기 옥트리 구조에 포함된 각 노드를 대표하는 포인트의 위치를 각 노드의 바운딩 박스의 중앙 위치에 가장 가까운 노드로 샘플링하는,
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

[청구항 13] 제11항에 있어서,
상기 어트리뷰트 데이터를 인코딩하는 단계는,
상기 지오메트리 데이터 및 상기 어트리뷰트 데이터에 기반하여 상기 포인트 클라우드 데이터의 포인트들의 위치값을 몰톤 코드로 변경하고,
상기 몰톤 코드에 기반하여 상기 포인트들을 정렬하고,
상기 포인트들을 포함하는 옥트리 구조의 깊이 레벨로부터 상기 포인트들을 인코딩하는,
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

[청구항 14] 제13항에 있어서,
상기 어트리뷰트 데이터를 인코딩하는 단계는,
상기 몰톤 코드 및 상기 몰톤 코드에 관한 범위값에 기반하여 각 노드에 속하는 포인트들을 분류하는 단계를 더 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

[청구항 15] 제11항에 있어서,
상기 어트리뷰트 데이터를 인코딩하는 단계는,
상기 지오메트리 데이터에 대한 옥트리 구조를 생성하고,
상기 옥트리 구조에 기반하여 LOD(Level of Detail)들을 생성하고
상기LOD들로부터 LOD에 속한 노드에 포함된 포인트들을 샘플링하는,
포인트 클라우드 데이터 송신 방법.

[청구항 16] 제15항에 있어서,
상기 LOD들에 기반하여 상기 LOD에 속한 노드 내 첫 번째 포인트가
샘플링되거나,
상기 LOD에 속한 노드 내 마지막 포인트가 샘플링되는,
포인트 플라우드 데이터 송신 방법.

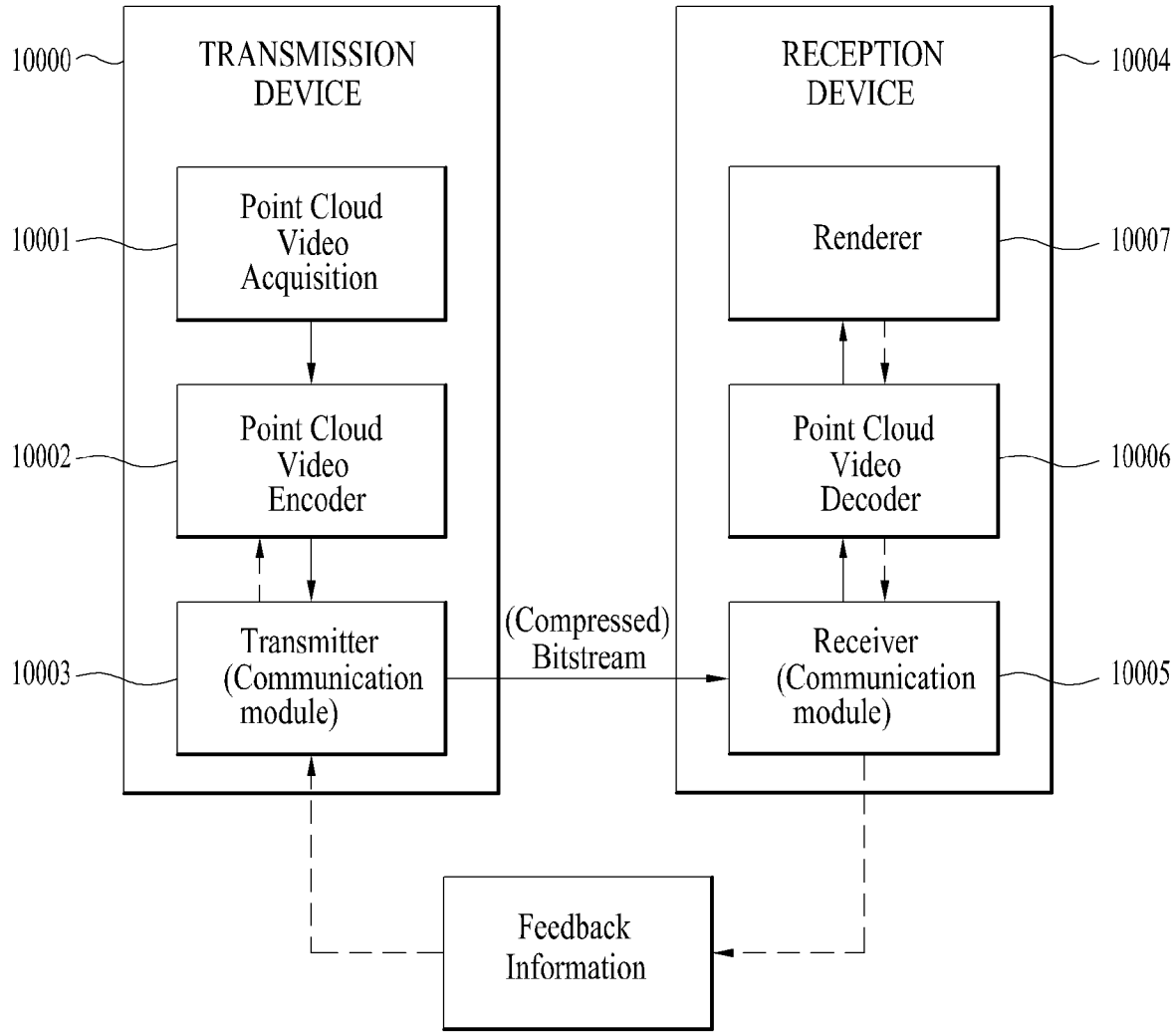
[청구항 17] 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 수신기;
상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 디코더; 를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 수신 장치.

[청구항 18] 제17항에 있어서,
상기 포인트 클라우드 데이터는 지오메트리 데이터 및 어트리뷰트
데이터를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 수신 장치.

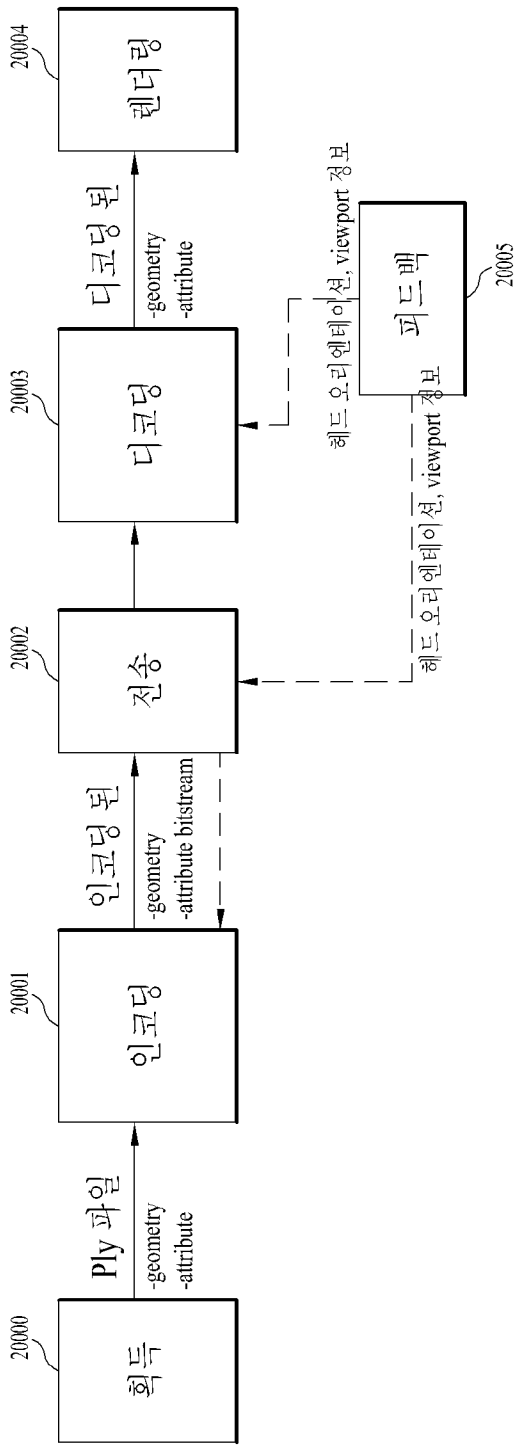
[청구항 19] 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 인코더;
상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는
트랜스미터; 를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 송신 장치.

[청구항 20] 제19항에 있어서,
상기 포인트 클라우드 데이터는 지오메트리 데이터 및 어트리뷰트
데이터를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 송신 장치.

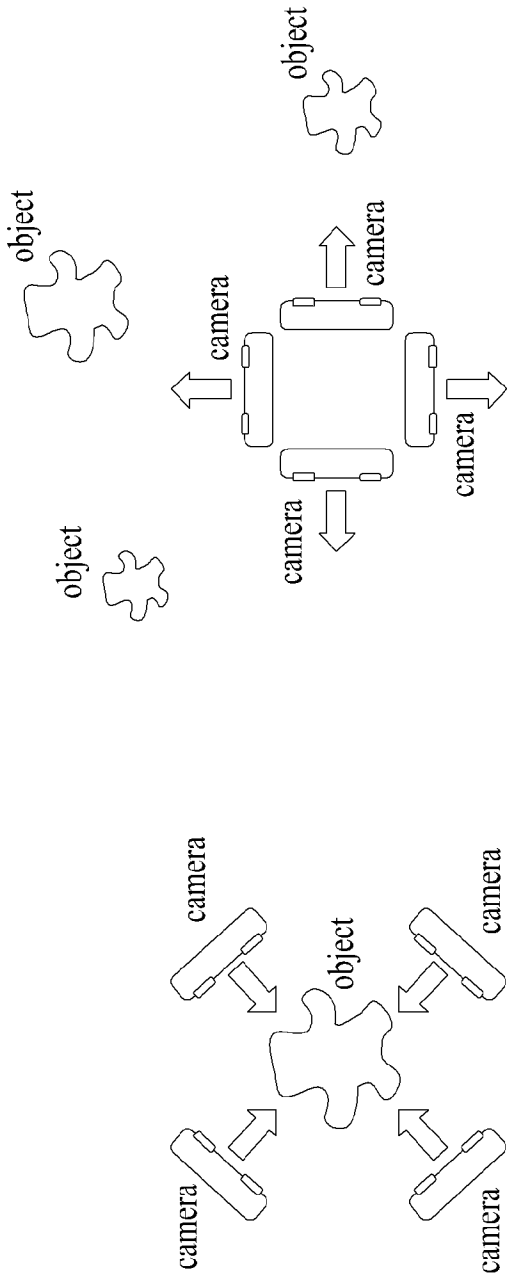
[도1]


10000
TRANSMISSION DEVICE
10001
Point Cloud Video Acquisition
10002
Point Cloud Video Encoder
10003
Transmitter (Communication module)
(Compressed) Bitstream
10004
RECEPTION DEVICE
10007
Renderer
10006
Point Cloud Video Decoder
10005
Receiver (Communication module)
Feedback Information

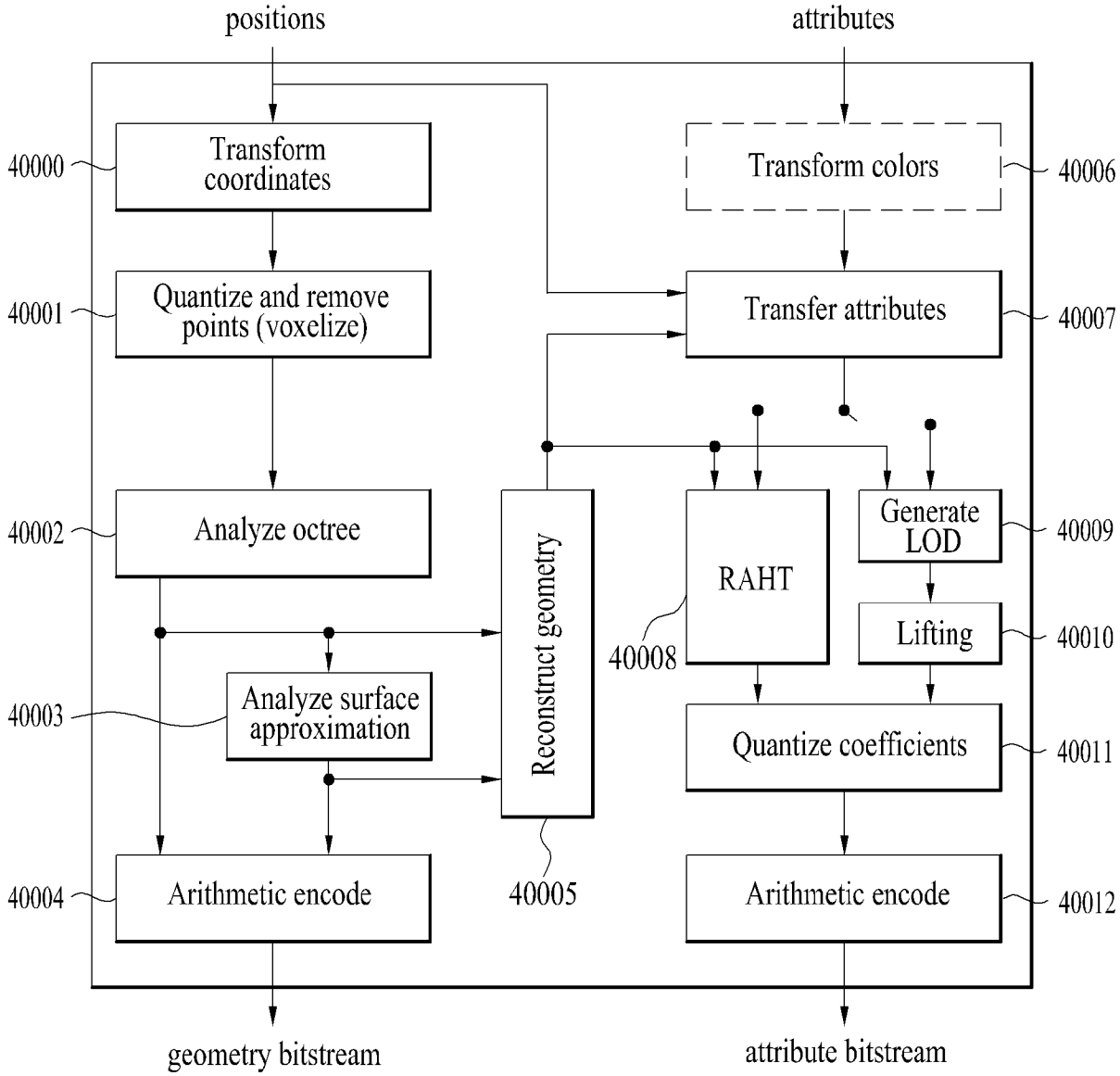
[도2]


20000
획득
Ply 파일
-geometry
-attribute
20001
인코딩
인코딩 된
-geometry
-attribute bitstream
20002
전송
20003
디코딩
디코딩 된
-geometry
-attribute
20004
렌더링
헤드 오리엔테이션, viewport 정보
20005
피드백
헤드 오리엔테이션, viewport 정보

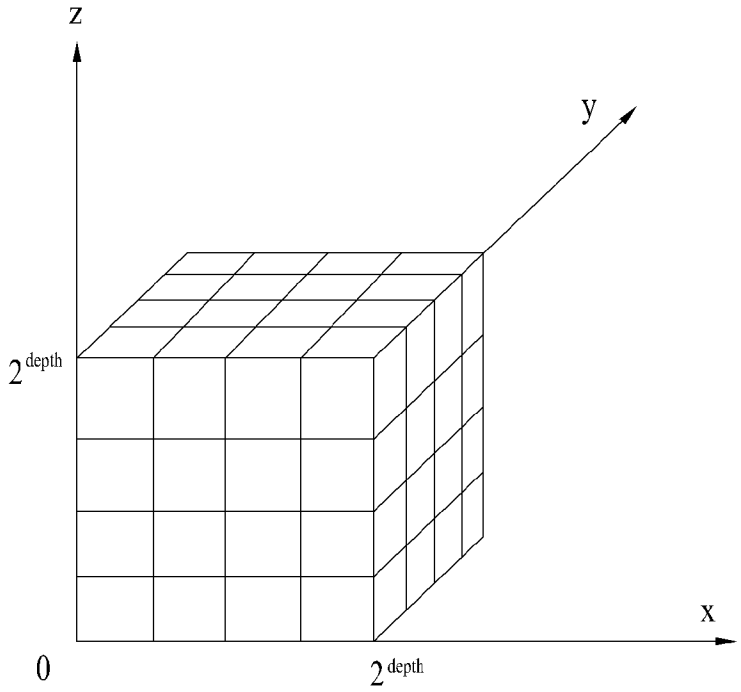
[도3]


object
object
camera
camera
camera
camera
object
camera
camera
object
camera
camera

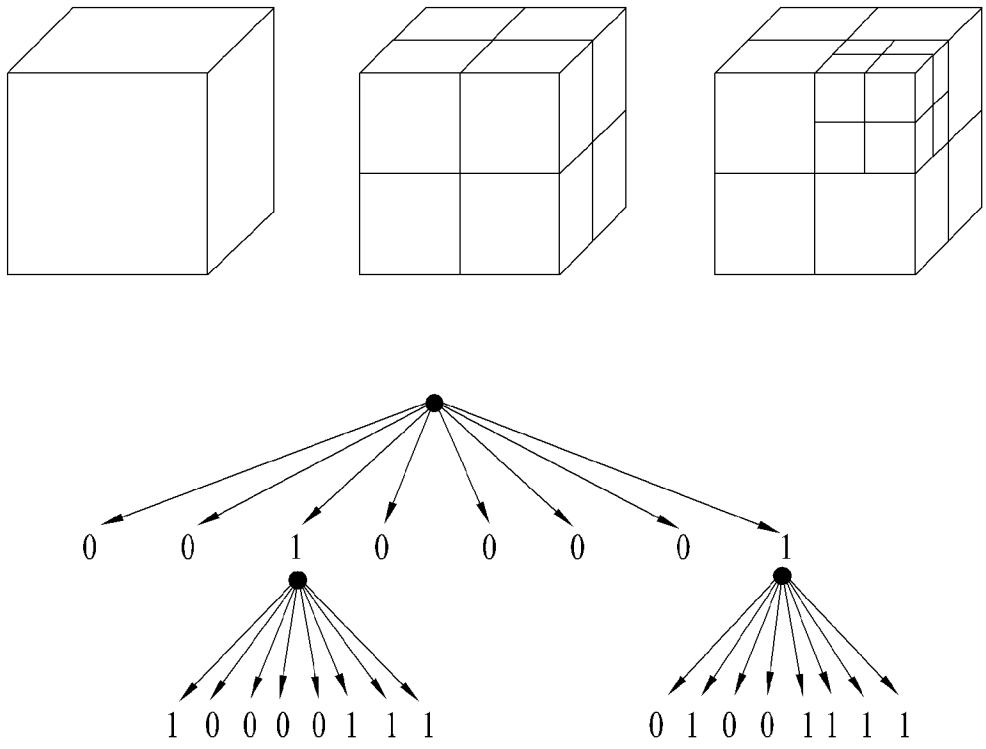
[도4]


positions
attributes
Transform coordinates
40000
Quantize and remove points (voxelize)
40001
Analyze octree
40002
Analyze surface approximation
40003
Arithmetic encode
40004
Reconstruct geometry
40005
Transform colors
40006
Transfer attributes
40007
RAHT
40008
Generate LOD
40009
Lifting
40010
Quantize coefficients
40011
Arithmetic encode
40012
geometry bitstream
attribute bitstream

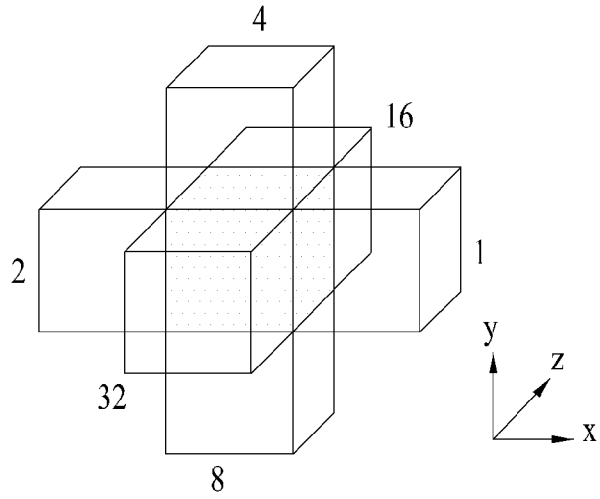
[도5]

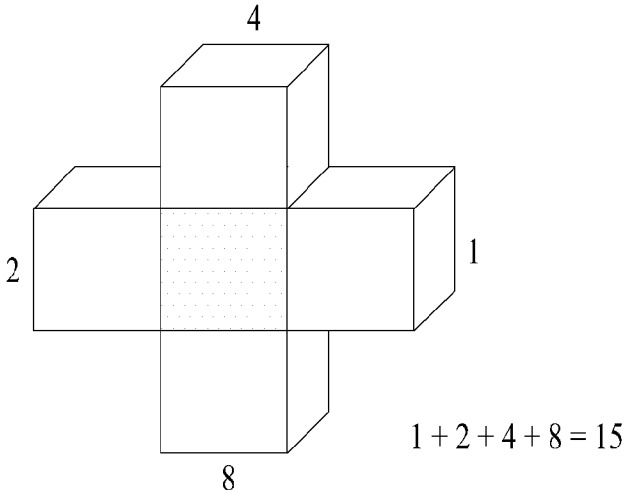


[도6]

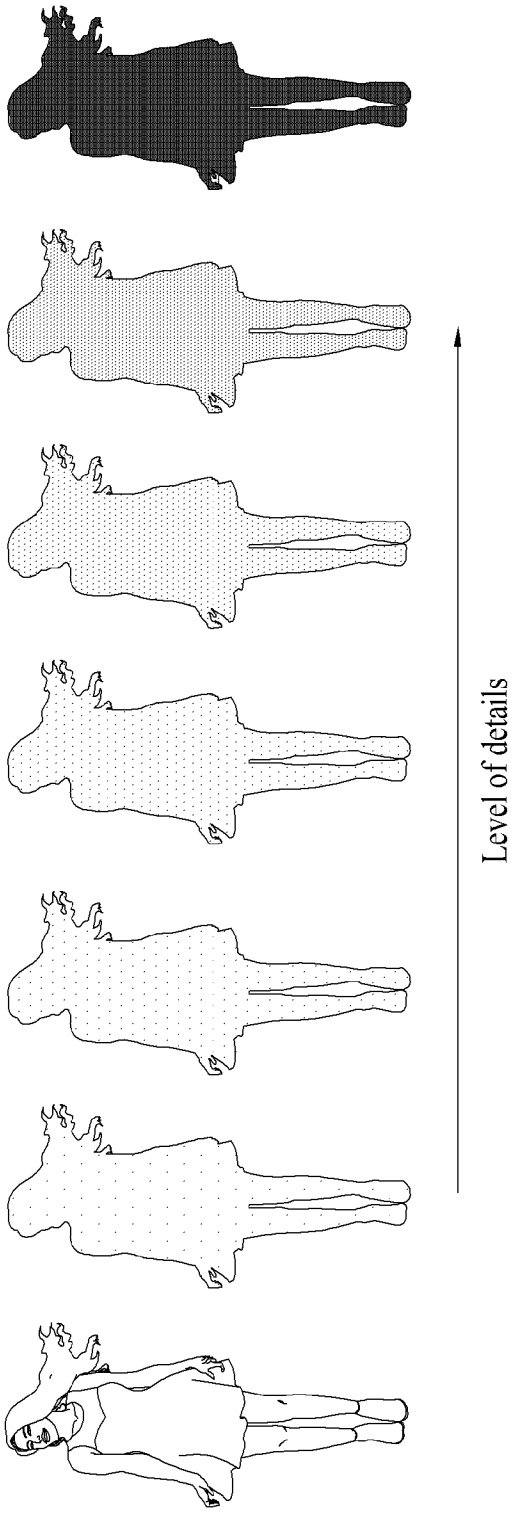


[도7]

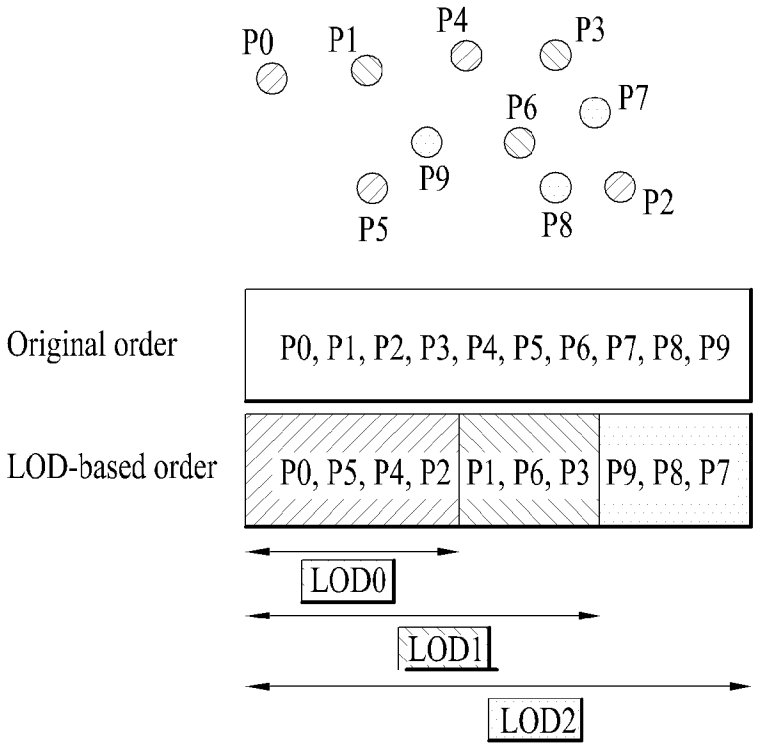




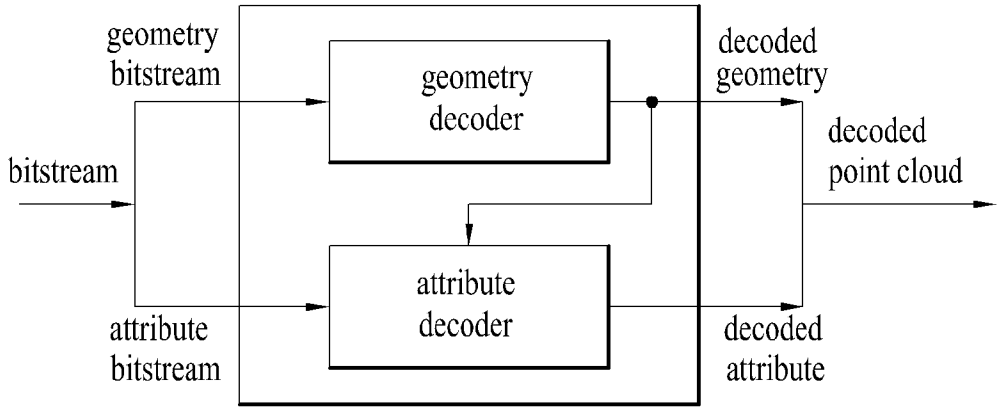
[도8]



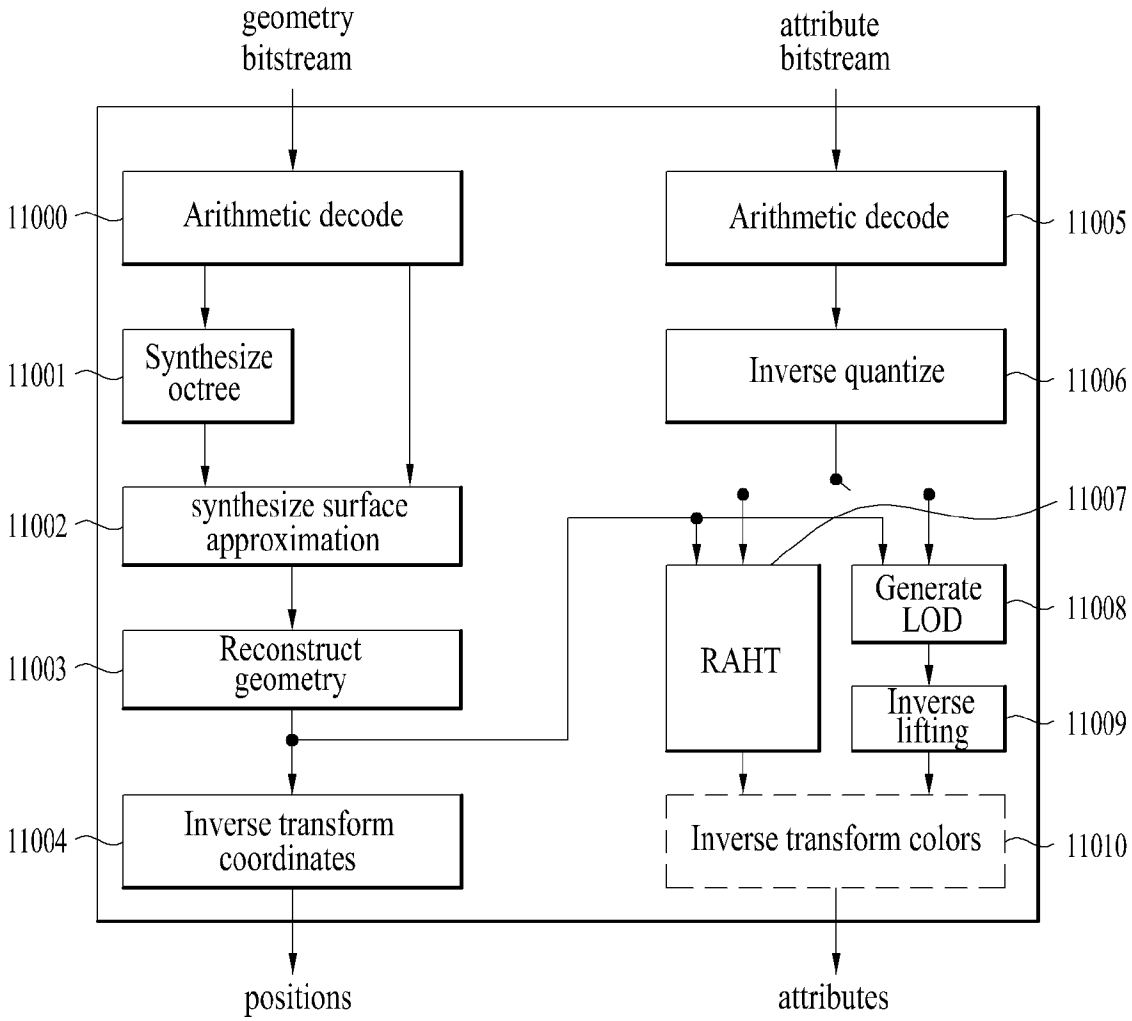
[도9]


P0
P1
P4
P3
P6
P7
P9
P5
P8
P2
Original order
P0, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9
LOD-based order
P0, P5, P4, P2
P1, P6, P3
P9, P8, P7
LOD0
LOD1
LOD2

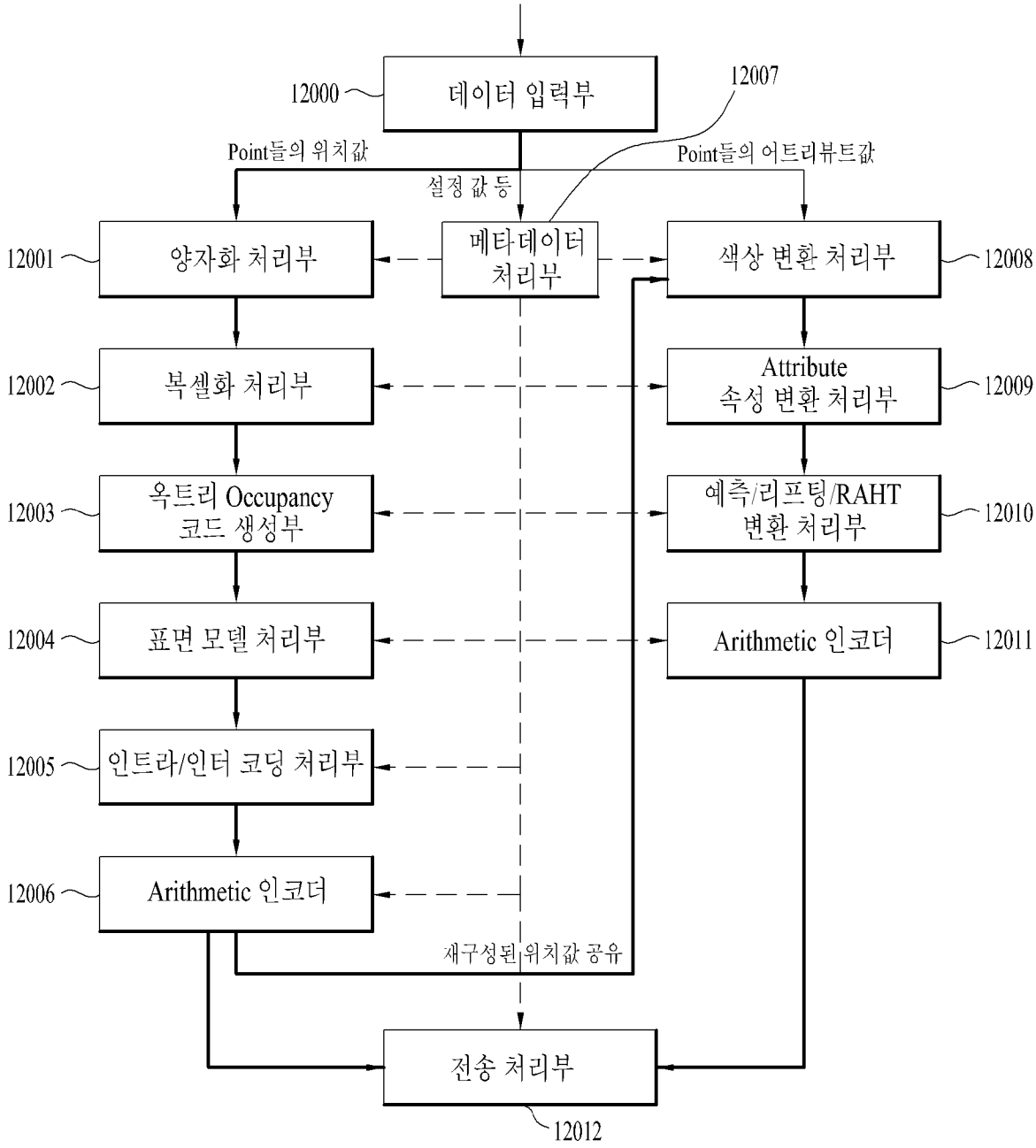
[도10]


geometry bitstream
bitstream
attribute bitstream
geometry decoder
attribute decoder
decoded geometry
decoded point cloud
decoded attribute

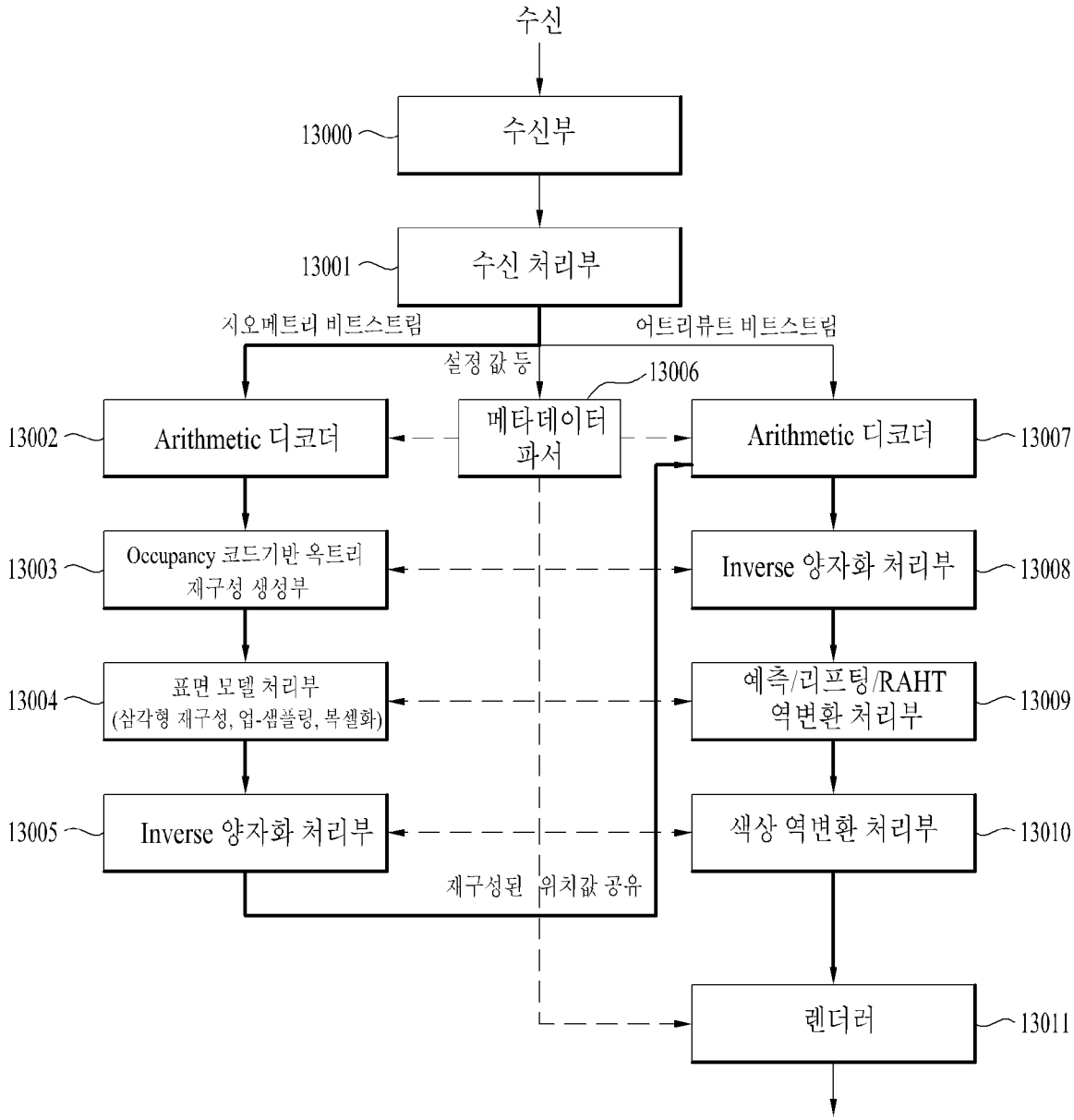
[도11]


geometry bitstream
attribute bitstream
11000
Arithmetic decode
11005
Arithmetic decode
11001
Synthesize octree
11006
Inverse quantize
11002
synthesize surface approximation
11007
11003
Reconstruct geometry
RAHT
Generate LOD
11008
Inverse lifting
11009
11004
Inverse transform coordinates
Inverse transform colors
11010
positions
attributes

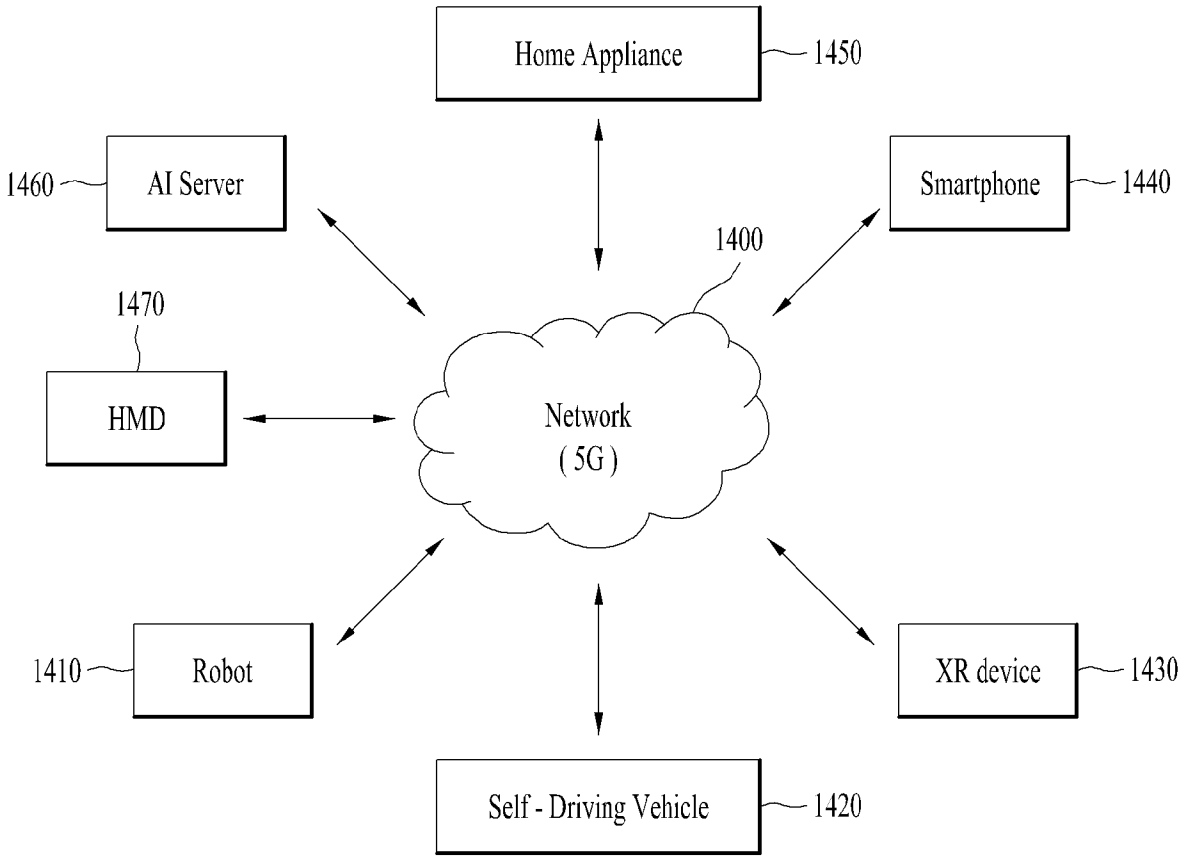
[도12]


12000
데이터 입력부
12007
Point들의 위치값
Point들의 어트리뷰트값
설정 값 등
12001
양자화 처리부
메타데이터 처리부
색상 변환 처리부
12008
12002
복셀화 처리부
Attribute 속성 변환 처리부
12009
12003
옥트리 Occupancy 코드 생성부
예측/리프팅/RAHT 변환 처리부
12010
12004
표면 모델 처리부
Arithmetic 인코더
12011
12005
인트라/인터 코딩 처리부
12006
Arithmetic 인코더
재구성된 위치값 공유
전송 처리부
12012

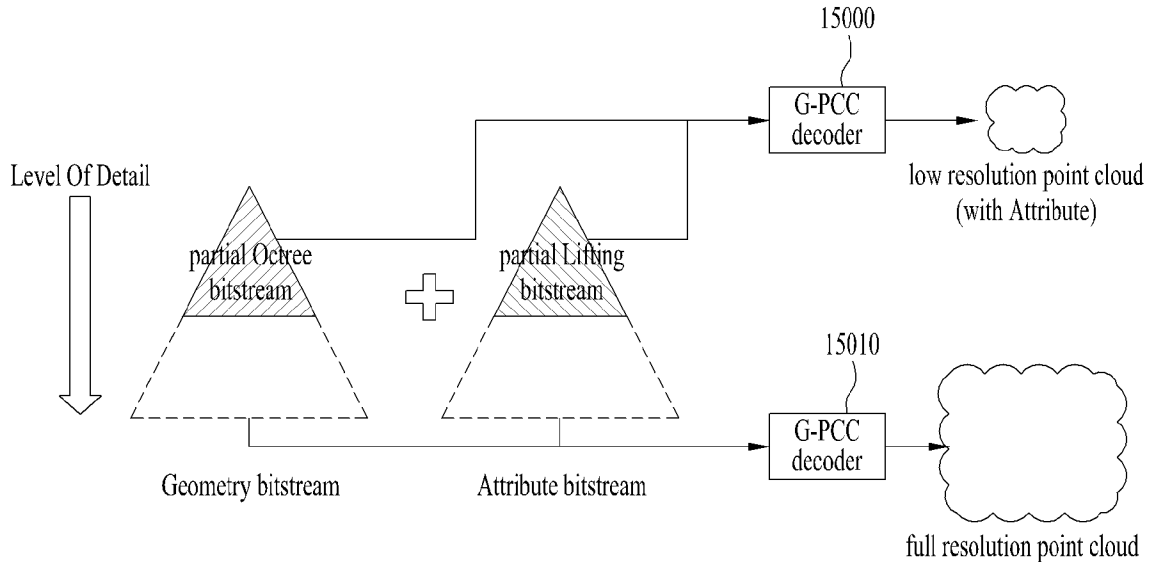
[도13]


수신
13000
수신부
13001
수신 처리부
지오메트리 비트스트림
어트리뷰트 비트스트림
설정 값 등
13006
13002
Arithmetic 디코더
메타데이터 파서
Arithmetic 디코더
13007
13003
Occupancy 코드기반 옥트리 재구성 생성부
Inverse 양자화 처리부
13008
13004
표면 모델 처리부 (삼각형 재구성, 업-샘플링, 복셀화)
예측/리프팅/RAHT 역변환 처리부
13009
13005
Inverse 양자화 처리부
색상 역변환 처리부
13010
재구성된 위치값 공유
렌더러
13011

[도14]


Home Appliance
1450
1460
AI Server
Smartphone
1440
1400
1470
HMD
Network
(5G)
1410
Robot
XR device
1430
Self - Driving Vehicle
1420

[도15]


15000
G-PCC
decoder
low resolution point cloud
(with Attribute)
Level Of Detail
partial Octree
bitstream
partial Lifting
bitstream
15010
G-PCC
decoder
Geometry bitstream
Attribute bitstream
full resolution point cloud

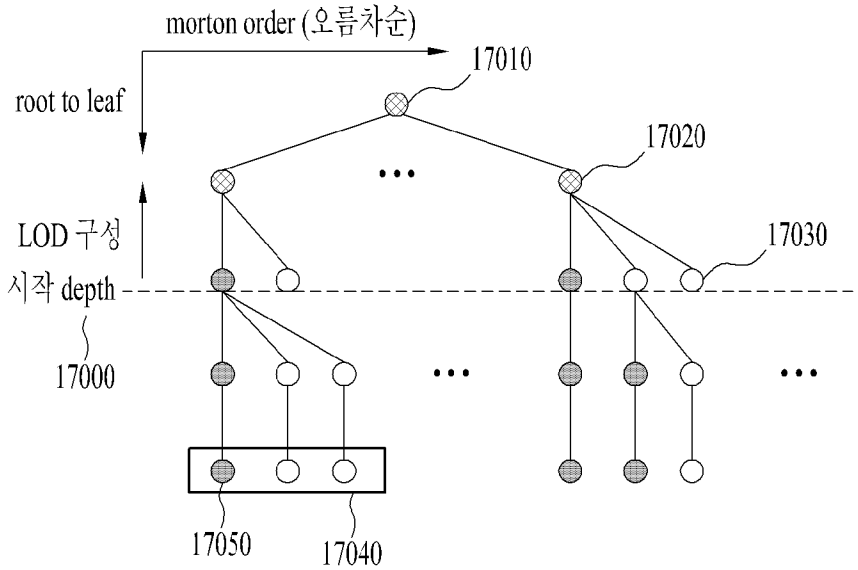
[도16]

S16000	포인트 클라우드 데이터를 몰톤 순서에 기반하여 정렬하는 단계
S16010	어트리뷰트 데이터의 부분 인코딩/디코딩 영역을 설정하는 단계
S16020	몰톤 코드를 사용하여 옥트리 노드에 속하는 포인트를 분류 하는 단계

	Int maxNumOfPoints = pow(8, nodeSizeLog2 + 1);
	For (int I = 1; I < indexCount; ++i) {
	if(Pi_mortoncode < end_range_mc) {
	…
	} else {
	end_range_mc = Pi_mortoncode +
	(maxNumOfPoints –(Pi_mortoncode % maxNumOfPoints));
	}

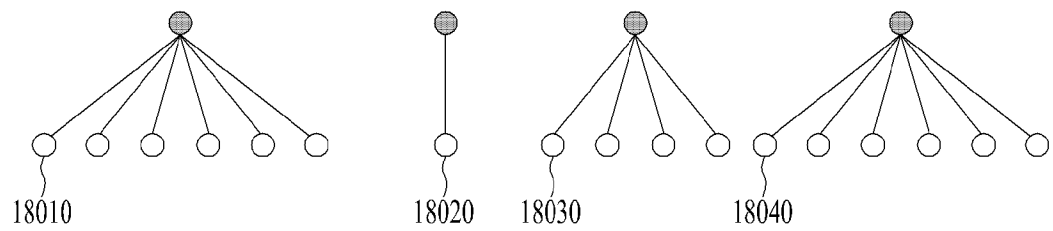
S16030	고립 노드를 병합하는 단계
S16040	옥트리 노드의 LOD 구성하는 단계
S16050	옥트리 노드의 LOD 샘플링하는 단계

[도17]

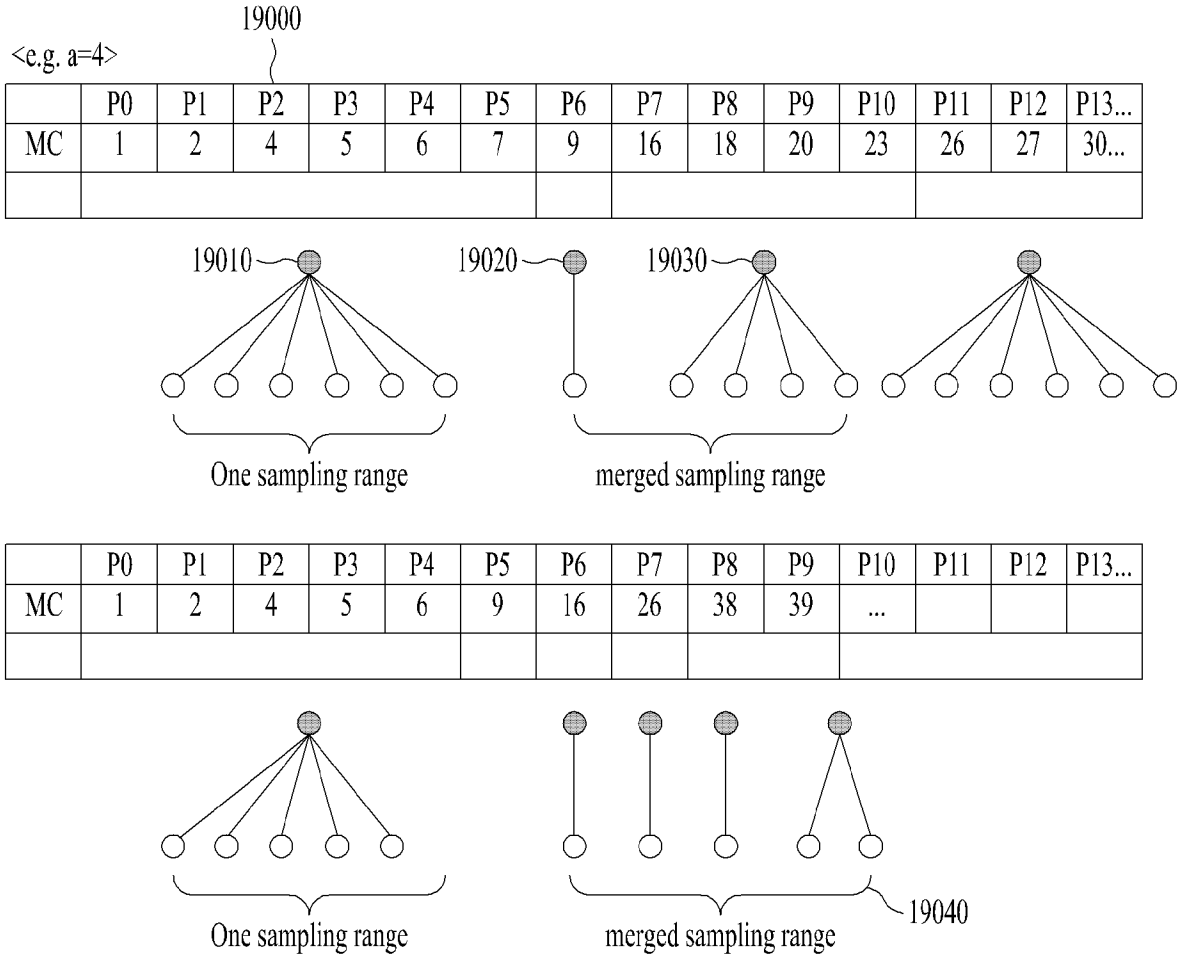


[도18]

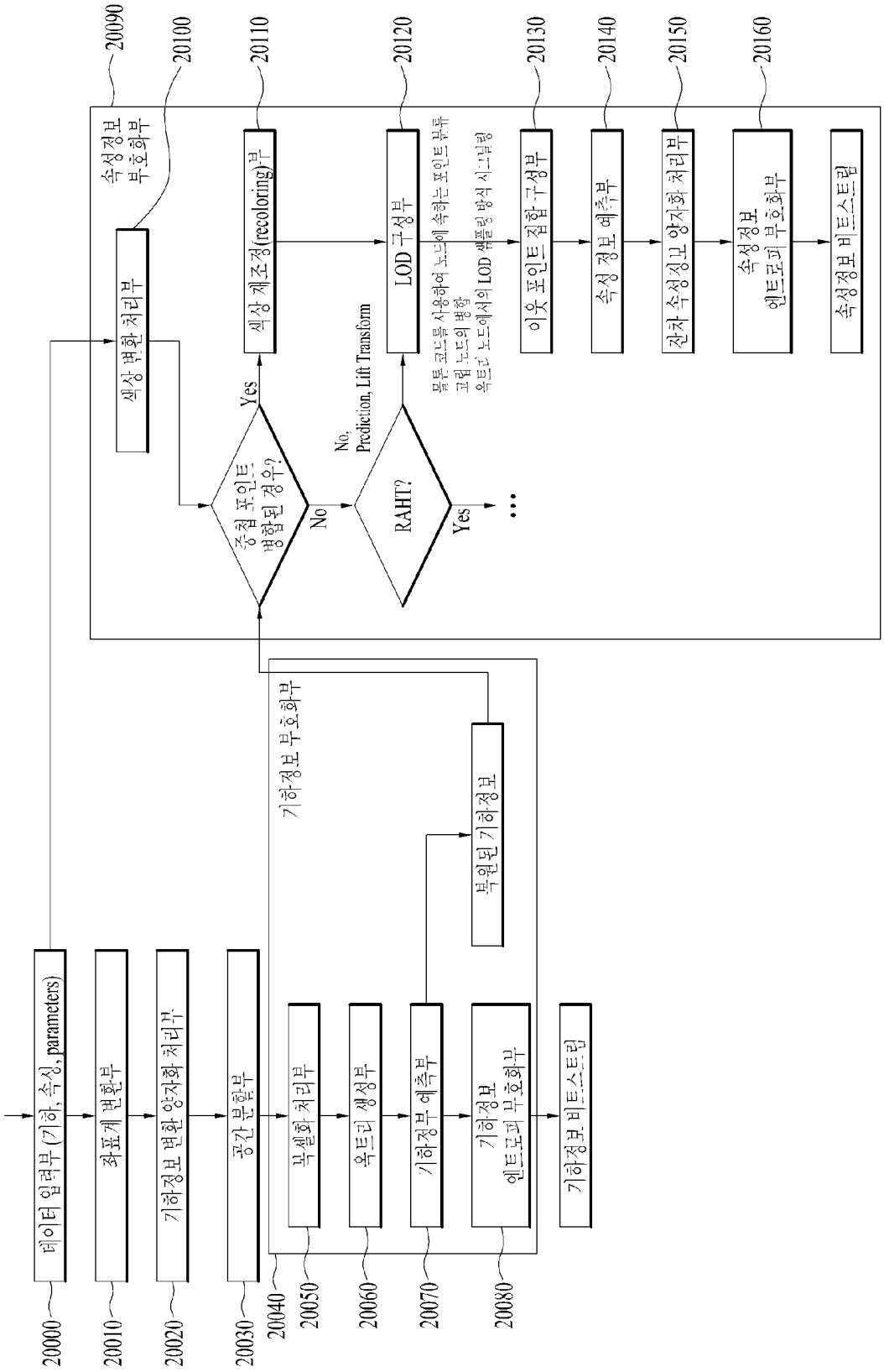
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13...
MC	1	2	4	5	6	7	9	16	18	20	23	26	27	30...



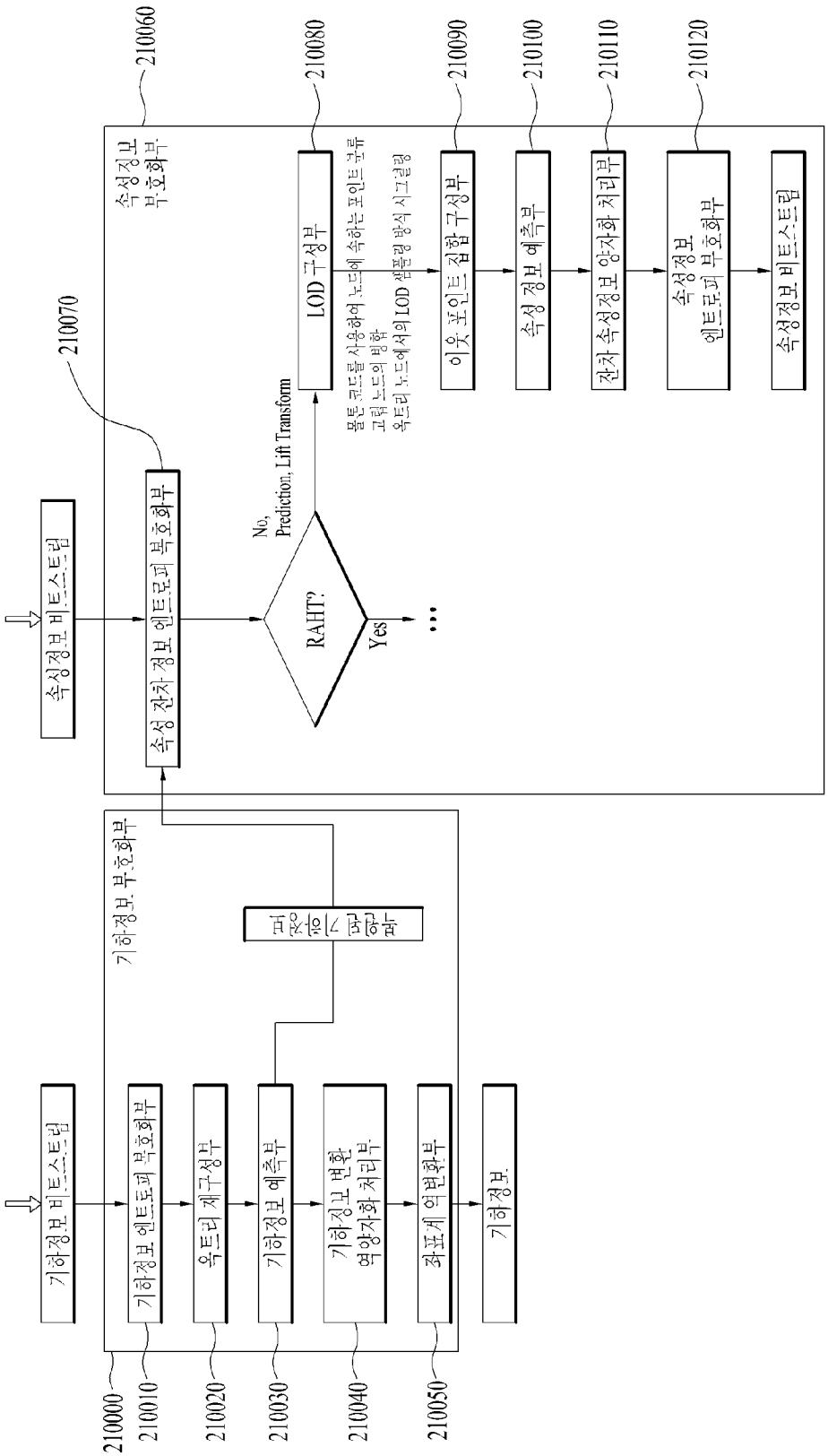
[도19]


<e.g. a=4>
19000
P0 P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8 P9 P10 P11 P12 P13...
MC 1 2 4 5 6 7 9 16 18 20 23 26 27 30...
19010
19020
19030
One sampling range
merged sampling range
P0 P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8 P9 P10 P11 P12 P13...
MC 1 2 4 5 6 9 16 26 38 39 ...
One sampling range
merged sampling range
19040

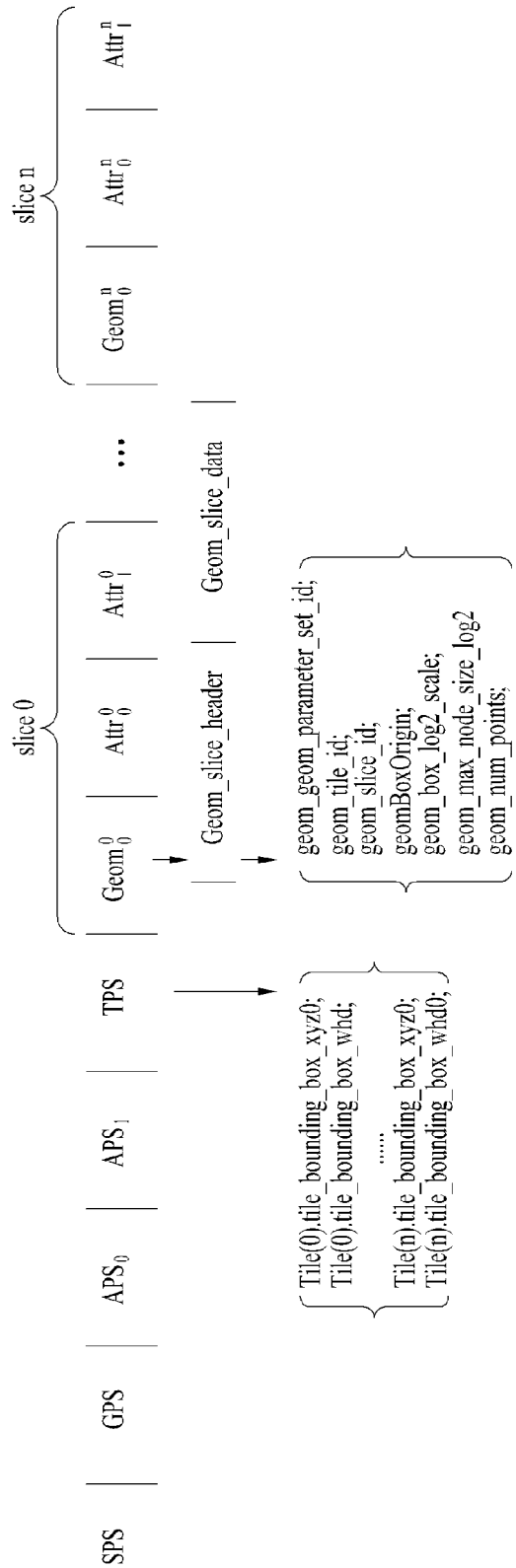
[도20]


20000
데이터 입력부 (기하, 속성, parameters)
20010
좌표계 변환부
20020
기하정보 변환 양자화 처리부
20030
공간 분할부
20040
복셀화 처리부
20050
옥트리 생성부
20060
기하정보 예측부
20070
기하정보 엔트로피 부호화부
20080
기하정보 비트스트림
복원된 기하정보
기하정보 부호화부
20090
속성정보 부호화부
20100
색상 변환 처리부
20110
중첩 포인트 병합된 경우?
Yes
No
색상 재조정(recoloring)부
20120
RAHT?
No, Prediction, Lift Transform
Yes
LOD 구성부
물론 코드를 사용하여 노드에 속하는 포인트 분류
코립 노드의 병합
옥트리 노드에서의 LOD 샘플링 방식 시그널링
20130
이웃 포인트 집합 구성부
20140
속성 정보 예측부
20150
잔차 속성정보 양자화 처리부
20160
속성정보 엔트로피 부호화부
속성정보 비트스트림

[도21]


기하정보 비트스트림
기하정보 엔트로피 복호화부
옥트리 재구성부
기하정보 예측부
기하정보 변환 역양자화 처리부
좌표계 역변환부
기하정보
기하정보 부호화부
210000
210010
210020
210030
210040
210050
속성정보 비트스트림
속성 잔차 정보 엔트로피 복호화부
210070
RAHT?
Yes
No, Prediction, Lift Transform
LOD 구성부
210080
몰톤 코드를 사용하여 노드에 속하는 포인트 분류
고려 노드의 병합
옥트리 노드에서의 LOD 샘플링 방식 시그널링
이웃 포인트 집합 구성부
210090
속성 정보 예측부
210100
잔차 속성정보 양자화 처리부
210110
속성정보 엔트로피 부호화부
210120
속성정보 비트스트림
속성정보 부호화부
210060

[도22]


SPS
GPS
APS0
APS1
TPS
slice 0
Geom00
Attr00
Attr10
...
slice n
Geom0n
Attr0n
Attr1n
Geom_slice_header
Geom_slice_data
Tile(0),tile_bounding_box_xyz0;
Tile(0),tile_bounding_box_whd;
.....
Tile(n),tile_bounding_box_xyz0;
Tile(n),tile_bounding_box_whd0;
geom_geom_parameter_set_id;
geom_tile_id;
geom_slice_id;
geomBoxOrigin;
geom_box_log2_scale;
geom_max_node_size_log2
geom_num_points;

[도23]

seq_parameter_set_rbsp( ) {	Descriptor
profile_idc	u(8)
profile_compatibility_flags	u(24)
…	
sps_num_attribute_sets	ue(v)
for(i = 0; i< sps_num_attribute_sets; i++) {	
attribute_dimension[i]	ue(v)
attribute_instance_id[i]	ue(v)
…	
spatial_scalability_attribute_octree_level	ue(v)
LOD_generation_direction	u(1)
sampling_select_type	ue(v)
sampling_isolated_node_min_number_of_points	ue(v)
sampling_isolated_node_merge_flag	u(1)
if (sampling_isolated_node_merge_flag ==1) {	
sampling_isolated_node_max_merge_range	ue(v)
}	
if(sampling_select_type == 1) {	
sampling_select_idx	ue(v)
}	
}	
…	
byte_alignment( )	
}	

[도24]

attribute_parameter_set( ) {	Descriptor
aps_attr_parameter_set_id	ue(v)
aps_seq_parameter_set_id	ue(v)
…	
isLifting = (attr_coding_type == 0 || attr_coding_type == 2) ? 1 : 0	
if(isLifting) {	
lifting_num_pred_nearest_neighbours	ue(v)
lifting_max_num_direct_predictors	ue(v)
…	
spatial_scalability_attribute_octree_level	ue(v)
LOD_generation_direction	u(1)
sampling_select_type	ue(v)
sampling_isolated_node_min_number_of_points	ue(v)
sampling_isolated_node_merge_flag	u(1)
if (sampling_isolated_node_merge_flag ==1) {	
sampling_isolated_node_max_merge_range	ue(v)
}	
if(sampling_select_type == 1) {	
sampling_select_idx	ue(v)
}	
}	
…	
byte_alignment( )	
}	

[도25]

tile_parameter_set( ) {	Descriptor
num_tiles	ue(v)
for(i = 0; i < num_tiles; i++) {	
tile_bounding_box_offset_x[i]	se(v)
tile_bounding_box_offset_y[i]	se(v)
...	
spatial_scalability_attribute_octree_level	ue(v)
LOD_generation_direction	u(1)
sampling_select_type	ue(v)
sampling_isolated_node_min_number_of_points	ue(v)
sampling_isolated_node_merge_flag if (sampling_isolated_node_merge_flag ==1) {	u(1)
sampling_isolated_node_max_merge_range	ue(v)
}	
if(sampling_select_type == 1) {	
sampling_select_idx	ue(v)
}	
...	
}	
byte_alignment( )	
}	

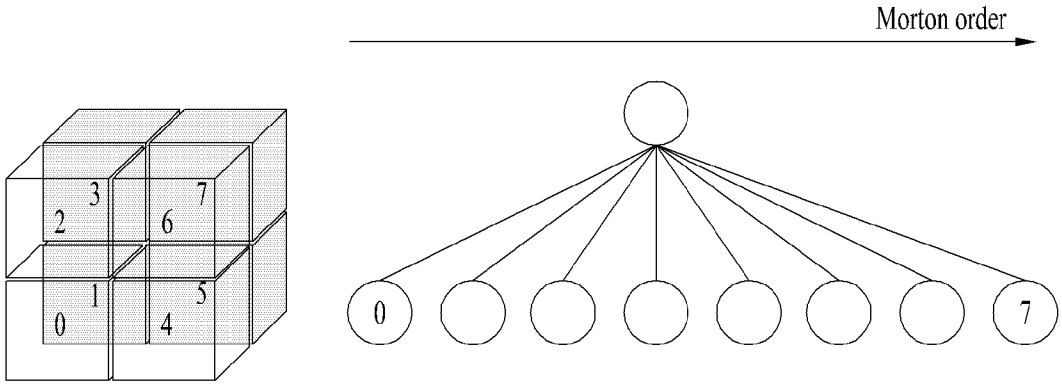
[도26]

attribute_slice_header( ) {	Descriptor
ash_attr_parameter_set_id	ue(v)
ash_attr_sps_attr_idx	ue(v)
ash_attr_geom_slice_id	ue(v)
...	
attribute_pred_residual_separate_encoding_flag	u(1)
spatial_scalability_attribute_octree_level	ue(v)
LOD_generation_direction	u(1)
sampling_select_type	ue(v)
sampling_isolated_node_min_number_of_points	ue(v)
sampling_isolated_node_merge_flag	u(1)
if (sampling_isolated_node_merge_flag ==1) {	
sampling_isolated_node_max_merge_range	ue(v)
}	
if(sampling_select_type == 1) {	
sampling_select_idx	ue(v)
}	
...	
byte_alignment( )	
}	

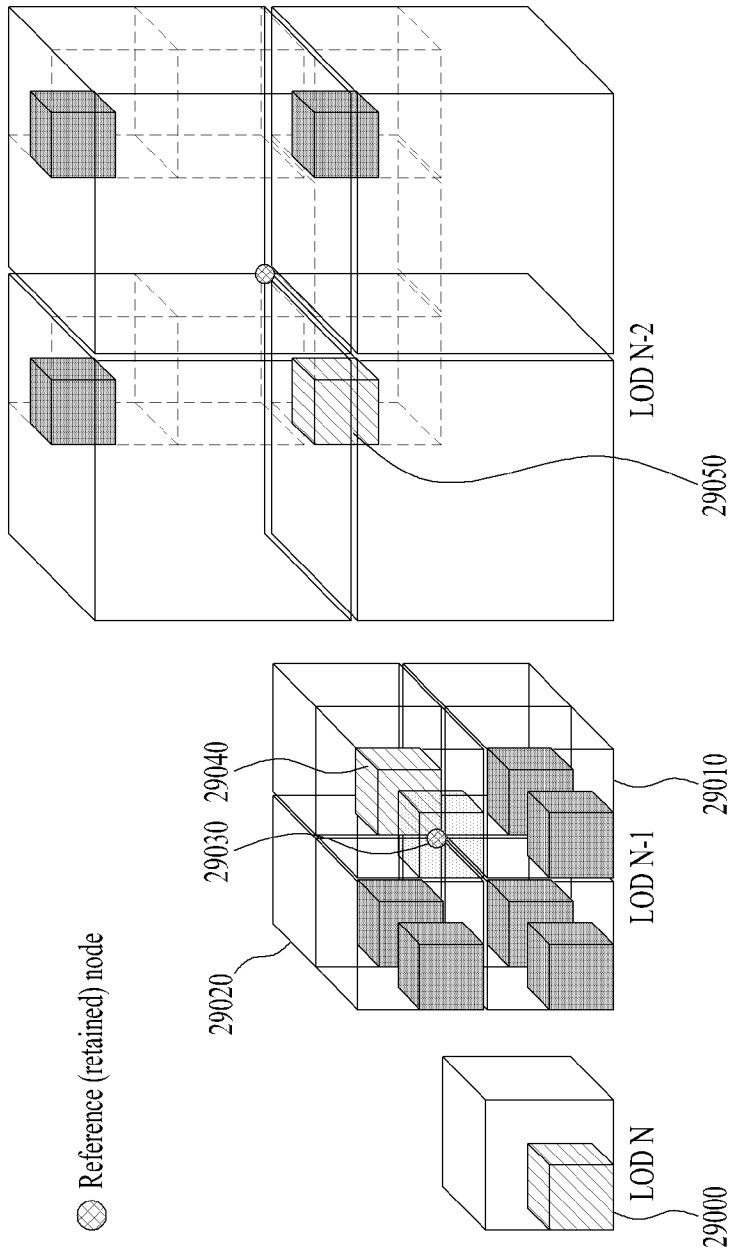
[도27]

S270000	지오메트리 구성
S270010	몰톤 순서 기반 정렬
S270020	속성 부분 인코딩/디코딩 영역 설정
S270030	몰톤 코드를 사용하여 노드에 속하는 포인트 분류
	nodeSizeLog2: 옥트리 깊이 레벨
	PX_mortoncode: PX 의 몰톤 코드
	end_range_mc: 노드의 몰톤 코드 범위
	Int maxNumOfPoints = pow(8, nodeSizeLog2 + 1);
	For (int I = 1; I < indexCount; ++i) {
	if(Pi_mortoncode < end_range_mc) {
	...
	} else {
	end_range_mc = Pi_mortoncode +
	(maxNumOfPoints -(Pi_mortoncode % maxNumOfPoints));
	}
	}
S270030	옥트리 노드에서의 LOD 샘플링

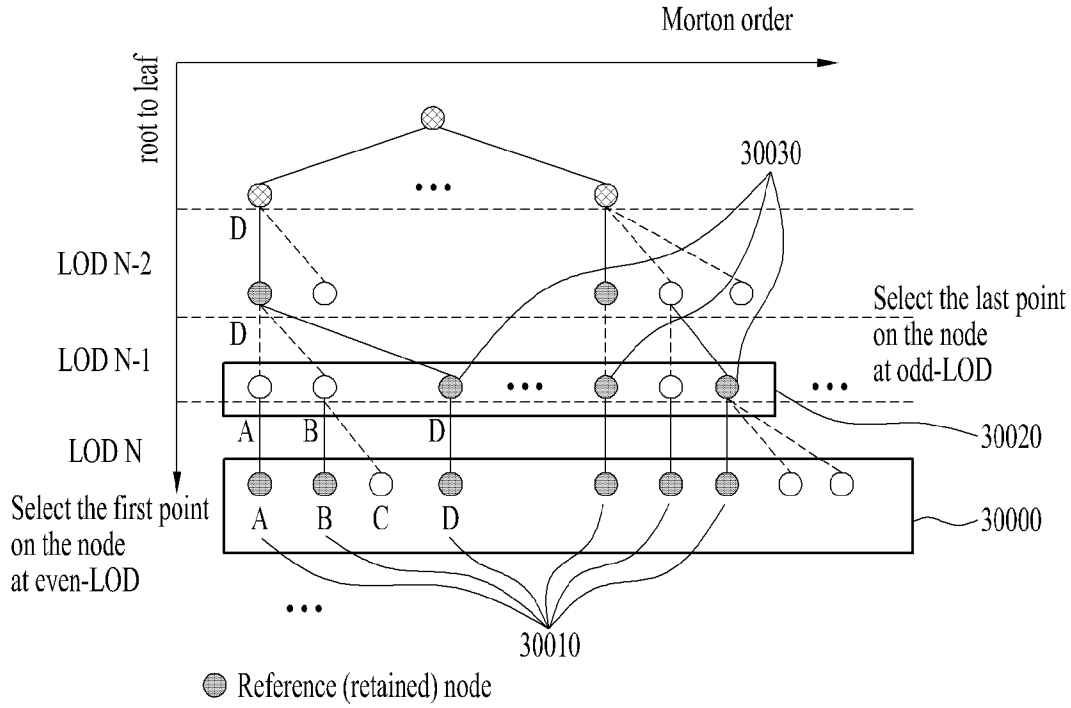
[도28]


Morton order
0
1
2
3
4
5
6
7
0
7

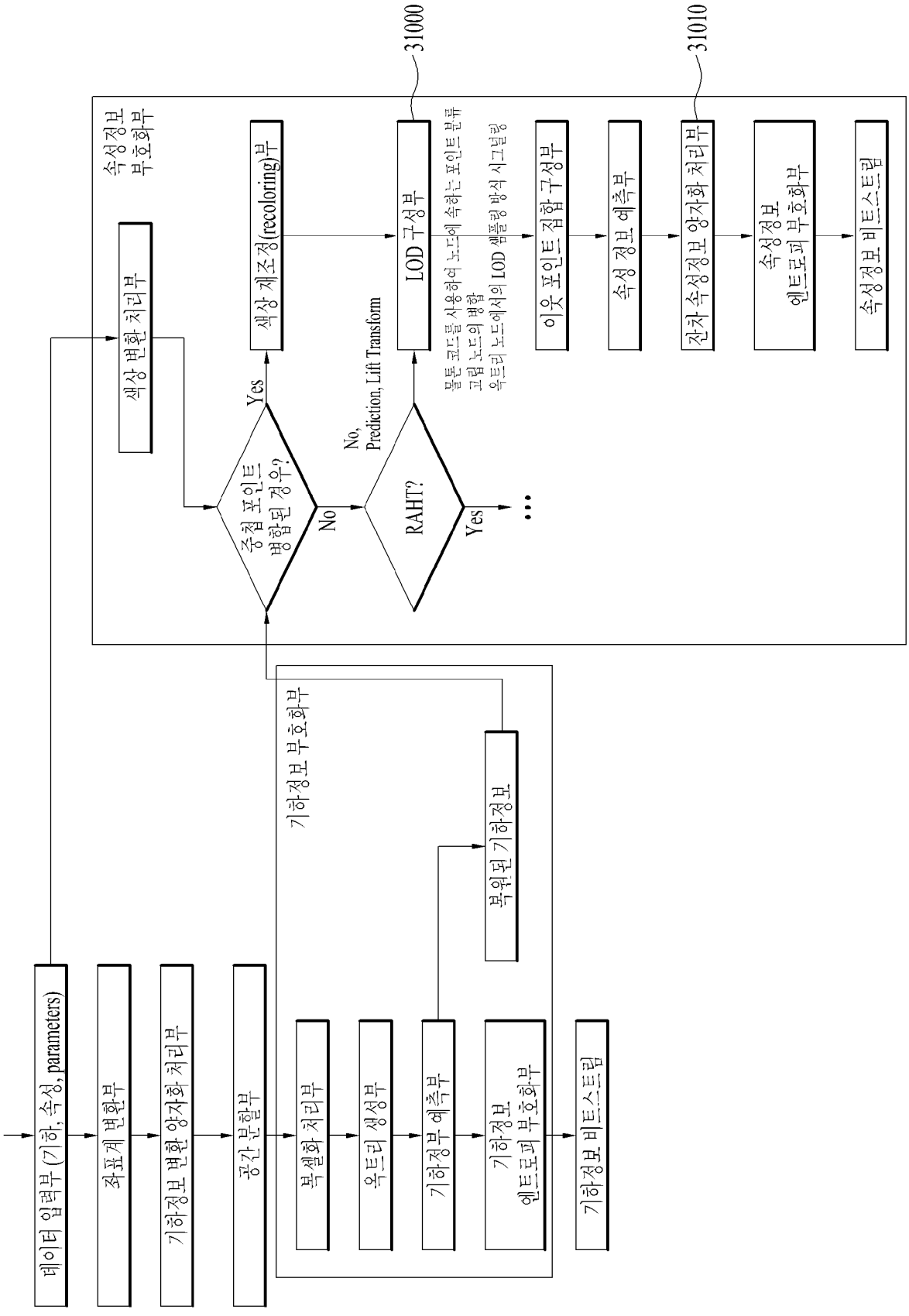
[도29]


LOD N-2
29050
29040
29030
29020
29010
LOD N-1
LOD N
29000
Reference (retained) node

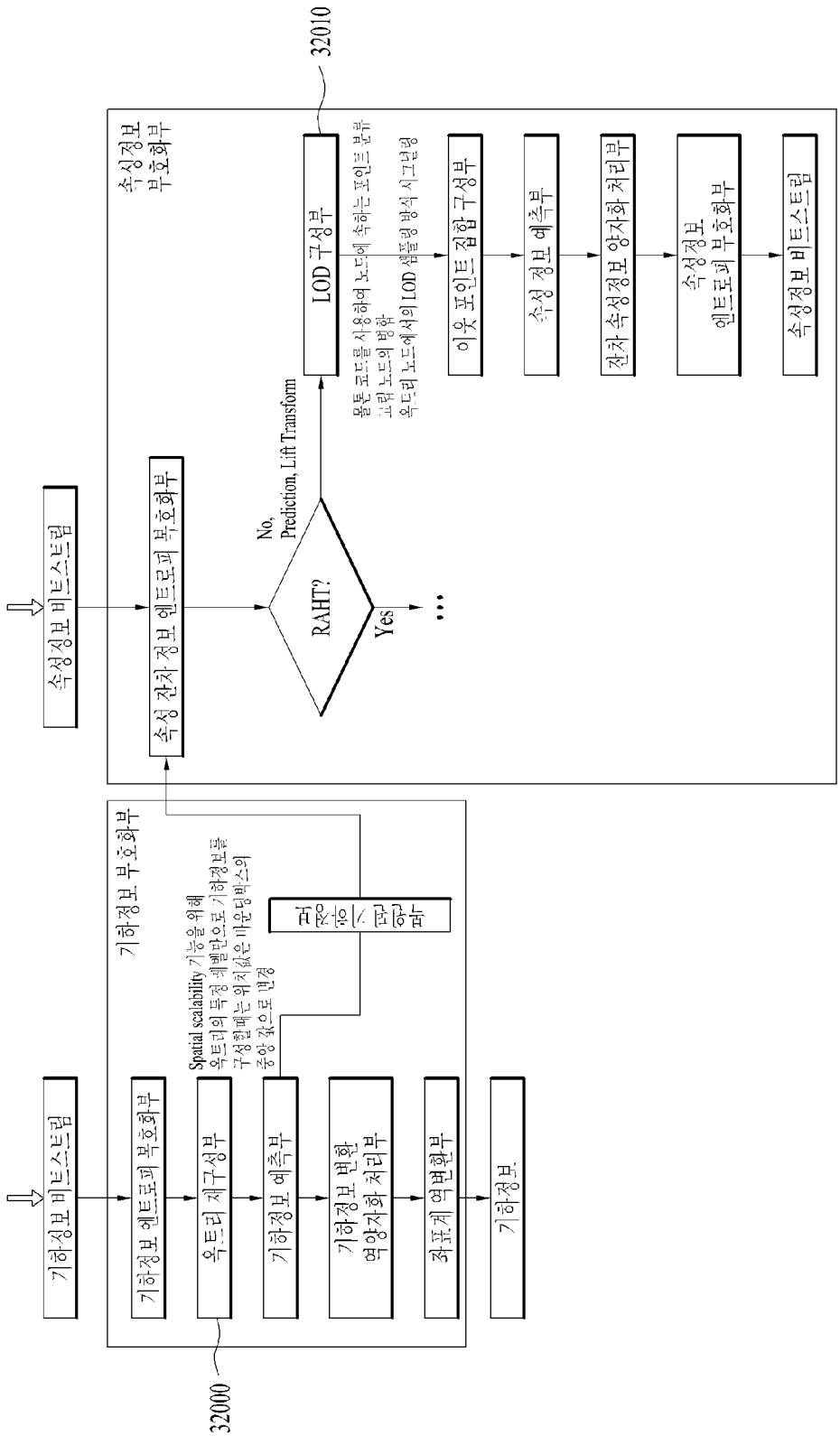
[도30]


Morton order
root to leaf
30030
D
LOD N-2
D
LOD N-1
Select the last point
on the node
at odd-LOD
A
B
D
30020
LOD N
Select the first point
on the node
at even-LOD
A
B
C
D
30000
30010
Reference (retained) node

[도31]


데이터 입력부 (기하, 속성, parameters)
좌표계 변환부
기하정보 변환 양자화 처리부
공간 분할부
복셀화 처리부
옥트리 생성부
기하정부 예측부
기하정보 엔트로피 부호화부
기하정보 비트스트림
복원된 기하정보
기하정보 부호화부
속성정보 부호화부
색상 변환 처리부
중첩 포인트 병합된 경우?
Yes
No
색상 재조정(recoloring)부
No, Prediction, Lift Transform
RAHT?
Yes
LOD 구성부
31000
물돈 코드를 사용하여 노드에 속하는 포인트 분류
고립 노드의 병합
옥트리 노드에서의 LOD 샘플링 방식 시그널링
이웃 포인트 집합 구성부
속성 정보 예측부
잔차 속성정보 양자화 처리부
31010
속성정보 엔트로피 부호화부
속성정보 비트스트림

[도32]


32010
속성정보 부호화부
LOD 구성부
몰톤 코드를 사용하여 노드에 속하는 포인트 분류
LOD 내 노드의 병합
옥트리 노드에서의 LOD 샘플링 방식 시그널링
이웃 포인트 집합 구성부
속성 정보 예측부
잔차 속성정보 양자화 처리부
속성정보 엔트로피 부호화부
속성정보 비트스트림
속성정보 비트스트림
속성 잔차 정보 엔트로피 복호화부
No, Prediction, Lift Transform
RAHT?
Yes
...
기하정보 부호화부
기하정보 비트스트림
기하정보 엔트로피 복호화부
옥트리 재구성부
기하정보 예측부
기하정보 변환 역양자화 처리부
좌표계 역변환부
기하정보
Spatial scalability 기능을 위해
옥트리의 특정 레벨단으로 기하정보들
구성할때는 위치값은 바운딩박스의
중앙 깊으로 변경
32000

[도33]

seq_parameter_set_rbsp( ) {	Descriptor
profile_idc	u(8)
profile_compatibility_flags	u(24)
…	
sps_num_attribute_sets	ue(v)
for(i = 0; i< sps_num_attribute_sets; i++) {	
attribute_dimension[i]	ue(v)
attribute_instance_id[i]	ue(v)
…	
spatial_scalability_octree_level	ue(v)
spatial_scalability_attribute_octree_level	ue(v)
LOD_generation_direction	u(1)
sampling_select_type	ue(v)
if(sampling_select_type == 1) {	ue(v)
sampling_first_node_flag	u(1)
}	
}	
…	
byte_alignment( )	
}	

[도34]

attribute_parameter_set( ) {	Descriptor
aps_attr_parameter_set_id	ue(v)
aps_seq_parameter_set_id	ue(v)
…	
isLifting = (attr_coding_type == 0 || attr_coding_type == 2) ? 1 : 0	
if(isLifting) {	
lifting_num_pred_nearest_neighbours	ue(v)
lifting_max_num_direct_predictors	ue(v)
…	
spatial_scalability_attribute_octree_level	ue(v)
LOD_generation_direction	u(1)
sampling_select_type	ue(v)
if(sampling_select_type == 1) {	ue(v)
sampling_first_node_flag	u(1)
}	
}	
…	
byte_alignment( )	
}	

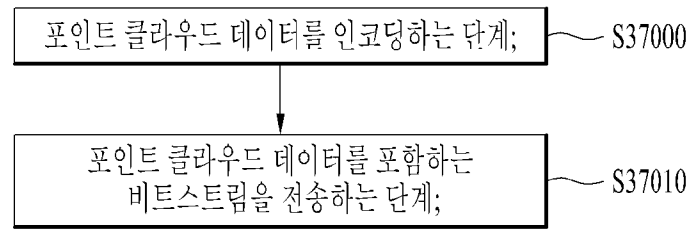
[도35]

tile_parameter_set( ) {	Descriptor
num_tiles	ue(v)
for(i = 0; i < num_tiles; i++) {	
tile_bounding_box_offset_x[i]	se(v)
tile_bounding_box_offset_y[i]	se(v)
…	
spatial_scalability_ octree_level	ue(v)
spatial_scalability_attribute_octree_level	ue(v)
LOD_generation_direction	u(1)
sampling_select_type	ue(v)
if(sampling_select_type == 1) {	ue(v)
sampling_first_node_flag	u(1)
}	
…	
}	
byte_alignment( )	
}	

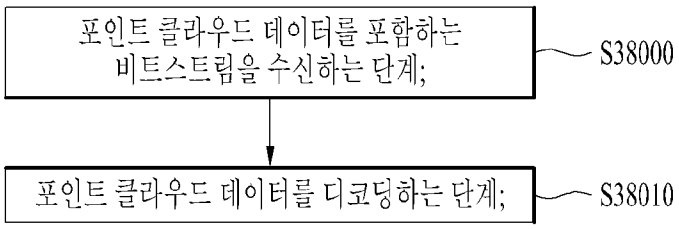
[도36]

attribute_slice_header( ) {	Descriptor
ash_attr_parameter_set_id	ue(v)
ash_attr_sps_attr_idx	ue(v)
ash_attr_geom_slice_id	ue(v)
...	
attribute_pred_residual_separate_encoding_flag	u(1)
spatial_scalability_attribute_octree_level	ue(v)
LOD_generation_direction	u(1)
sampling_select_type	ue(v)
if(sampling_select_type == 1) {	ue(v)
sampling_first_node_flag	u(1)
}	
...	
byte_alignment( )	
}	

[도37]



[도38]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2020/010283

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 9/40(2006.01)i; **H04N 19/96**(2014.01)i; **H04N 19/597**(2014.01)i; **H04N 19/184**(2014.01)i; **H04N 21/2343**(2011.01)i; **H04N 19/13**(2014.01)i; **H04N 21/4402**(2011.01)i; **G06T 17/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T 9/40; G06T 7/50; H04N 19/184; H04N 19/597; H04N 19/96; H04N 21/2343; H04N 19/13; H04N 21/4402; G06T 17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 포인트 클라우드(point cloud), 지오메트리(geometry), 어트리뷰트(attribute), 옥트리(octree), 노드(node), 샘플링(sampling), 몰톤(morton), LOD(Level of Detail)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MAMMOU, Khaled et al. G-PCC codec description v2. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N1818 9. January 2019. [Retrieved on 02 November 2020]. Retrieved from <URL: https://mpeg.chiariglione.org/sites/default/files/files/standards/parts/docs/w18189.zip>. See sections 2, 3.2, 3.6.1-3.6.4 and 3.10.1; and figures 1 and 33.	1-3,5-11,13-20
Y		4,12
Y	KR 10-2018-0087348 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 01 August 2018. See claim 3.	4,12
A	SCHWARZ, Sebastian et al. Emerging MPEG Standards for Point Cloud Compression. IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems. Volume: 9, Issue: 1, Pages: 133-148, 10 December 2018. [Retrieved on 02 November 2020]. Retrieved from <URL : https://ieeexplore.ieee.org/document/8571288>. See pages 136-139; and figures 6-7.	1-20
A	US 2019-0080483 A1 (APPLE INC.) 14 March 2019. See paragraphs [0004]-[0008] and [0377]-[0407]; claim 1; and figures 1A-1C.	1-20

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
16 November 2020	**23 November 2020**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2020/010283

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2019-112995 A1 (INTERDIGITAL VC HOLDINGS, INC.) 13 June 2019. See claims 1-7; and figure 7.	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2020/010283

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-2018-0087348 A	01 August 2018	AU 2016-388215 A1	27 July 2017
		AU 2016-388215 B2	30 January 2020
		EP 3405928 A1	28 November 2018
		JP 2018-534881 A	22 November 2018
		JP 6501240 B2	17 April 2019
		SG 11201803525 A	30 August 2018
		US 2017-0214943 A1	27 July 2017
		WO 2017-126314 A1	27 July 2017
US 2019-0080483 A1	14 March 2019	CN 111095929 A	01 May 2020
		KR 10-2020-0039757 A	16 April 2020
		US 2019-0081638 A1	14 March 2019
		US 2019-0311499 A1	10 October 2019
		US 2019-0311501 A1	10 October 2019
		US 2019-0311502 A1	10 October 2019
		US 2019-0394496 A1	26 December 2019
		US 2020-0021856 A1	16 January 2020
		WO 2019-055772 A1	21 March 2019
WO 2019-112995 A1	13 June 2019	CN 111433816 A	17 July 2020
		EP 3493158 A1	05 June 2019
		EP 3721414 A1	14 October 2020

국제조사보고서

국제출원번호
PCT/KR2020/010283

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G06T 9/40(2006.01)i, H04N 19/96(2014.01)i, H04N 19/597(2014.01)i, H04N 19/184(2014.01)i, H04N 21/2343(2011.01)i, H04N 19/13(2014.01)i, H04N 21/4402(2011.01)i, G06T 17/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
G06T 9/40; G06T 7/50; H04N 19/184; H04N 19/597; H04N 19/96; H04N 21/2343; H04N 19/13; H04N 21/4402; G06T 17/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 포인트 클라우드(point cloud), 지오메트리(geometry), 어트리뷰트(attribute), 옥트리(octree), 노드(node), 샘플링(sampling), 몰톤(morton), LOD(Level of Detail)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KHALED MAMMOU 등, `G-PCC codec description v2`, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N18189, 2019.01, [검색일: 2020.11.02]. 출처 <URL: https://mpeg.chiariglione.org/sites/default/files/files/standards/parts/docs/w18189.zip> 섹션 2, 3.2, 3.6.1-3.6.4, 3.10.1; 및 도면 1, 33	1-3,5-11,13-20
Y		4,12
Y	KR 10-2018-0087348 A (미쓰비시덴키 가부시키가이샤) 2018.08.01 청구항 3	4,12
A	SEBASTIAN SCHWARZ 등, `Emerging MPEG Standards for Point Cloud Compression`, IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems, Volume: 9, Issue: 1, Pages: 133-148, 2018.12.10, [검색일: 2020.11.02]. 출처 <URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/8571288> 페이지 136-139; 및 도면 6-7	1-20
A	US 2019-0080483 A1 (APPLE INC.) 2019.03.14 단락 [0004]-[0008], [0377]-[0407]; 청구항 1; 및 도면 1A-1C	1-20
A	WO 2019-112995 A1 (INTERDIGITAL VC HOLDINGS, INC.) 2019.06.13 청구항 1-7; 및 도면 7	1-20

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2020년 11월 16일 (16.11.2020)	2020년 11월 23일 (23.11.2020)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
김성훈
전화번호 +82-42-481-8710

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2020/010283

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2018-0087348 A	2018/08/01	AU 2016-388215 A1	2017/07/27
		AU 2016-388215 B2	2020/01/30
		EP 3405928 A1	2018/11/28
		JP 2018-534881 A	2018/11/22
		JP 6501240 B2	2019/04/17
		SG 11201803525 A	2018/08/30
		US 2017-0214943 A1	2017/07/27
		WO 2017-126314 A1	2017/07/27
US 2019-0080483 A1	2019/03/14	CN 111095929 A	2020/05/01
		KR 10-2020-0039757 A	2020/04/16
		US 2019-0081638 A1	2019/03/14
		US 2019-0311499 A1	2019/10/10
		US 2019-0311501 A1	2019/10/10
		US 2019-0311502 A1	2019/10/10
		US 2019-0394496 A1	2019/12/26
		US 2020-0021856 A1	2020/01/16
		WO 2019-055772 A1	2019/03/21
WO 2019-112995 A1	2019/06/13	CN 111433816 A	2020/07/17
		EP 3493158 A1	2019/06/05
		EP 3721414 A1	2020/10/14