(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022 년 3 월 24 일 (24.03.2022)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2022/060176 A1

(51) 국제특허분류:
H04N 19/597 (2014.01) *H04N 19/96* (2014.01)
H04N 19/13 (2014.01) *G06T 9/40* (2006.01)
H04N 19/60 (2014.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2021/012840

(22) 국제출원일: 2021 년 9 월 17 일 (17.09.2021)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2020-0119774 2020 년 9 월 17 일 (17.09.2020) KR

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

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

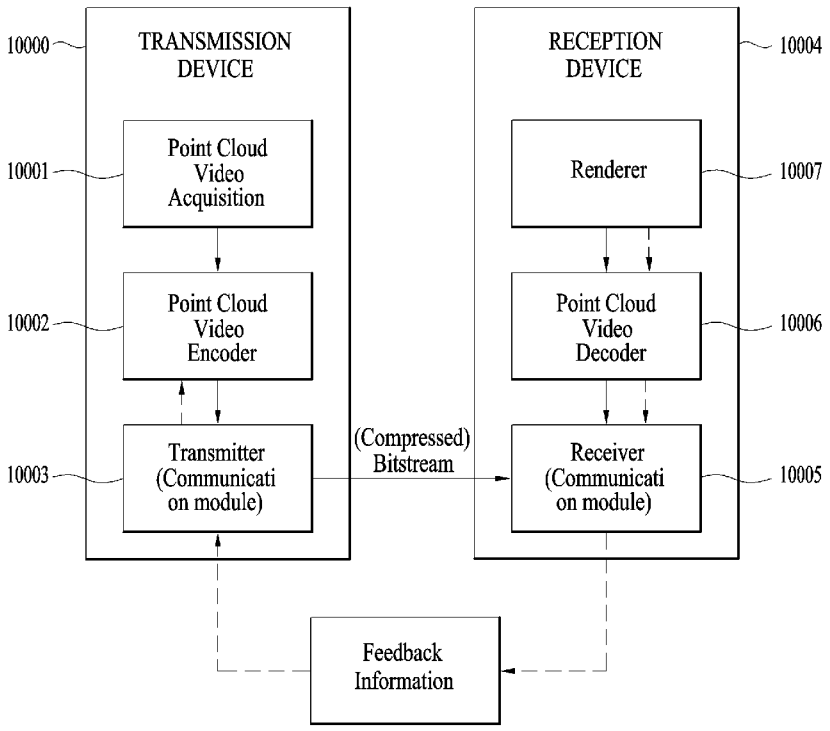
(74) 대리인: 특허법인(유한)케이비케이 (**KBK & ASSOCIATES**); 05556 서울시 송파구 올림픽로 82 (잠실현대빌딩 7층), Seoul (KR).

(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, 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,

WO 2022/060176 A1

(54) Title: POINT CLOUD DATA TRANSMISSION METHOD, POINT CLOUD DATA TRANSMISSION DEVICE, POINT CLOUD DATA RECEPTION METHOD, AND POINT CLOUD DATA RECEPTION DEVICE

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



(57) Abstract: A point cloud data transmission method according to embodiments may comprise the steps of: encoding point cloud data; and transmitting a bitstream including the point cloud data. In addition, a point cloud data transmission device according to embodiments may comprise: an encoder for encoding point cloud data; and a transmitter for transmitting a bitstream including the point cloud data. In addition, a point cloud data reception method according to embodiments may comprise the steps of: receiving a bitstream including point cloud data; and decoding the point cloud data. In addition, a point cloud data reception device according to embodiments may comprise: a reception unit for receiving a bitstream including point cloud data; and a decoder for decoding the point cloud data.

[다음 쪽 계속]

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))

(57) 요약서: 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송 방법은 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계; 및 상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계를 포함할 수 있다. 또한, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치는 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 인코더; 및 상기 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 트랜스미터; 를 포함할 수 있다. 또한, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계; 및 상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계; 를 포함할 수 있다. 또한, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 장치는 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 수신부; 및 상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 디코더;를 포함할 수 있다.

명세서

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

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] 기술적 과제를 달성하기 위해서, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송 방법은 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계, 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계를 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신 방법은 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계, 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

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

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

제공할 수 있다.

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

도면의 간단한 설명

[9] 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.

[10] 도 1은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템의 예시를 나타낸다.

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

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

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

[14] 도 5 는 실시예들에 따른 복셀의 예시를 나타낸다.

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

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

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

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

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

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

[21] 도 12는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치의 예시이다.

[22] 도 13은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신장치의 예시이다.

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

[24] 도 15는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치를 나타내는 블록도의 예시이다.

[25] 도 16은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신장치를 나타내는 블록도의 예시이다.

[26] 도 17은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 좌표계 변환 과정의 예시를 나타낸다.

[27] 도 18은 실시예들에 따른 부채꼴형 좌표계의 예시를 나타낸다.

[28] 도 19는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 좌표계 변환 과정의 예시를 나타낸다.

[29] 도 20은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 좌표계 프로젝션 과정의 예시를 나타낸다.

[30] 도 21은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터를 획득하는 라이다(Lidar) 구조를 개략적으로 나타낸 것이다.

[31] 도 22는 실시예들에 따른 라이다의 헤드 위치 및 레이저의 위치를 나타낸다.

[32] 도 23은 실시예들에 따른 프로젝션된 포인트 클라우드 데이터를 나타낸다.

[33] 도 24는 실시예들에 따른 인버스 프로젝션에서 포지션 인덱스 정보를 사용하는 방법을 설명하기 위해 도시한 것이다.

[34] 도 25a는 실시예들에 따른 부호화된 포인트 클라우드 데이터의 예시를 나타낸다.

[35] 도 25b는 실시예들에 따른 시퀀스 파라미터 세트(Sequence Parameter Set)의 신택스(Syntax) 예시를 나타낸다.

[36] 도 26은 실시예들에 따른 타일 인벤토리(Tile inventory)의 신택스(Syntax)예시를 나타낸다.

[37] 도 27은 실시예들에 따른 제네럴 어트리뷰트 슬라이스 비트스트림(General attribute slice bitstream) 및 어튜리뷰트 슬라이스 헤더(attribute slice header)의 신택스(Syntax) 예시를 나타낸다.

[38] 도 28 및 도 29는 실시예들에 따른 프로젝션인포(Projection info)의 신택스(Syntax) 예시를 나타낸다.

[39] 도 30은 실시예들에 따른 좌표계 변환에 의한 예측-리프팅(Pred-Lift) 변환 속성 코딩 성능 개선을 나타낸 테이블을 도시한다.

[40] 도 31은 실시예들에 따른 좌표계 변환에 의한 RAHT 변환 속성 코딩 성능 개선을 나타낸 테이블을 도시한다.

[41] 도 32는 실시예들에 따른 어트리뷰트 파라미트 세트(Attribute Parameter Set)의 신택스(Syntax) 예시를 나타낸다.

[42] 도 33은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터를 인덱스로 전환하는 예시를 나타낸다.

[43] 도 34는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터를 근사화하는 방법의 예시를 나타낸다.

[44] 도 35는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터에 대하여 스케일 팩터 기반의 인덱스 간격 유지 방법의 예시를 나타낸다.

[45] 도 36은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터에서 레이저 인덱스 기반의 이웃 포인트 탐색 방법 예시를 나타낸다.

[46] 도 37은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터를 인덱스로 전환하는 예시를 나타낸다.

[47] 도 38은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터를 근사화하는 방법의 예시를

나타낸다.

[48] 도 39는 실시예들에 따른 라이다(Lidar)에 포함된 레이저(laser)들의 수평방향각도가 서로 다른 상태를 나타낸다.

[49] 도 40은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 그룹핑 방법 예시를 나타낸다.

[50] 도 41은 실시예들에 따른 시퀀스 파라미터 세트(Sequence Parameter Set)의 신택스(Syntax) 예시를 나타낸다.

[51] 도 42는 실시예들에 따른 지오메트리 파라미터 세트(Geometry Parameter Set)의 신택스(Syntax) 예시를 나타낸다.

[52] 도 43은 실시예들에 따른 어트리뷰트 파라미터 세트(Attribute Parameter Set)의 신택스(Syntax) 예시를 나타낸다.

[53] 도 44는 실시예들에 따른 제네럴 지오메트리 슬라이스 비트스트림(General geometry slice bitstream) 및 지오메트리 슬라이스 헤더(geometry slice header)의 신택스(Syntax) 예시를 나타낸다.

[54] 도 45는 실시예들에 따른 제네럴 어트리뷰트 슬라이스 비트스트림(General attribute slice bitstream) 및 어트리뷰트 슬라이스 헤더(attribute slice header)의 신택스(Syntax) 예시를 나타낸다.

[55] 도 46 내지 48은 실시예들에 따른 프로젝션인포(projection info)의 신택스(Syntax) 예시를 나타낸다.

[56] 도 49a 내지 49b는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치를 나타내는 블록도 예시이다.

[57] 도 50은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송방법의 예시를 나타낸다.

[58] 도 51a 내지 도 51b는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신장치를 나타내는 블록도 예시이다.

[59] 도 52는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신방법의 예시를 나타낸다.

[60] 도 53은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송방법의 예시를 나타낸다.

[61] 도 54는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신방법의 예시를 나타낸다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[62] 실시예들의 바람직한 실시예에 대해 구체적으로 설명하며, 그 예는 첨부된 도면에 나타난다. 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.

[63] 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.

[64] 도 1은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템의 예시를 나타낸다.

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

[66] 실시예들에 따른 전송장치(10000)는 포인트 클라우드 비디오(또는 포인트 클라우드 콘텐트)를 확보하고 처리하여 전송할 수 있다. 실시예들에 따라, 전송장치(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 따른 전송장치(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.

[67] 실시예들에 따른 전송장치(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

[68] 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, 포인트 클라우드 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.

[69] 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.

[70] 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, 전송장치(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 수신장치(10004)로 전송되거나, 디지털 저장매체(예를 들면 USB, SD, CD, DVD, 블루레이, HDD, SSD 등)에 저장될 수 있다. 실시예들에 따른 트랜스미터(10003)는 수신장치(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 전송장치(10000)는 온 디맨드(On Demand) 방식에 따라 인캡슐레이션된 데이터를 전송할 수도 있다.

[71] 실시예들에 따른 수신장치(10004)는 리시버(Receiver, 10005), 포인트 클라우드 비디오 디코더(Point Cloud Decoder, 10006) 및/또는 렌더러(Renderer, 10007)를 포함한다. 실시예들에 따라 수신장치(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.

[72] 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.

[73] 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.

[74] 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.

[75] 도면에 점선으로 표시된 화살표는 수신장치(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 전송장치(10000)) 및/또는 서비스 프로바이더에게 전달될 수 있다. 실시예들에 따라 피드백 정보는 전송장치(10000)뿐만 아니라 수신장치(10004)에서도 사용될 수 있으며, 제공되지 않을 수도 있다.

[76] 실시예들에 따른 헤드 오리엔테이션 정보는 사용자의 머리 위치, 방향, 각도, 움직임 등에 대한 정보이다. 실시예들에 따른 수신장치(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 수신장치(10004)는 헤드 오리엔테이션 정보 외에 장치가 지원하는 수직(vertical) 혹은 수평(horizontal) FOV 등을 기반으로 뷰포트 정보를 추출할 수 있다. 또한 수신장치(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 수신장치(10004)는 게이즈 분석 결과를 포함하는 피드백 정보를 전송장치(10000)로 전송할 수 있다. 실시예들에 따른 피드백 정보는 렌더링 및/또는 디스플레이 과정에서 획득될 수 있다. 실시예들에 따른 피드백 정보는 수신장치(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 수신장치(10004)는 피드백 정보를 전송장치(10000)로 전송할 수 있다. 전송장치(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.

[77] 실시예들에 따라, 전송장치(10000)는 인코더, 전송 디바이스, 전송기, 송신기 등으로 호칭될 수 있으며, 수신장치(10004)는 디코더, 수신 디바이스, 수신기 등으로 호칭될 수 있다.

[78] 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.

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

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

[81] 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.

[82] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 포인트 클라우드 전송장치(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 포지션(위치)들을 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, 위치 정보, 위치 데이터 등으로 호칭 가능하며, 어트리뷰트는 어트리뷰트들, 어트리뷰트 정보, 어트리뷰트 데이터, 속성 정보, 속성 데이터 등으로 호칭할 수 있다. 또한 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 포인트 클라우드 전송장치(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.

[83] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 전송장치(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 정보 및 어트리뷰트 정보를 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.

[84] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 전송장치(10000) 또는 트랜스미터(10003))은 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.

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

[86] 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 수신장치(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 수신장치(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 수신장치(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 수신장치(10004) 또는 포인트 클라우드 비디오 디코더(10005))은 복원된 지오메트리에 따른 포지션들 및 디코딩된 어트리뷰트를 기반으로 포인트 클라우드 비디오를 복원할 수 있다.

[87] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 수신장치(10004) 또는 렌더러(10007))은 디코딩된 포인트 클라우드 데이터를 렌더링할 수 있다(20004). 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 수신장치(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.

[88] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 콘텐트 제공 시스템(예를 들면 수신장치(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.

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

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

[91] 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.

[92] 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.

[93] 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.

[94] 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.

[95] 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.

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

[97] 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.

[98] 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.

[99] 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.

[100] 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, 예측트리 지오메트리 코딩, 다이렉트 코딩(direct coding), 트라이숍 지오메트리 인코딩(trisoup geometry encoding) 및 엔트로피 인코딩을 포함할 수 있다. 다이렉트 코딩 및 트라이숍 지오메트리 인코딩은 선택적으로 또는 조합으로 적용된다. 또한 지오메트리 인코딩은 위의 예시에 국한되지 않는다.

[101] 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.

[102] 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.

[103] 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.

[104] 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.

[105] 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.

[106] 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.

[107] 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.

[108] 실시예들에 따른 지오메트리 리컨스트럭션부(40005)는 옥트리, 예측트리 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.

[109] 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.

[110] 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.

[111] 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. 몰톤 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 몰톤 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.

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

[113] 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.

[114] 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.

[115] 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.

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

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

[118] 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.

[119] 도 5 는 실시예들에 따른 복셀의 예시를 나타낸다.

[120] 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 (2^d, 2^d, 2^d) 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.

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

[122] 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.

[123] 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.

[124]
$$d = Ceil\left(Log2\left(Max\left(x_n^{int}, y_n^{int}, z_n^{int}, n = 1, \ldots, N\right) + 1\right)\right)$$

[125] 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.

[126] 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 수신장치(예를 들면 수신장치(10004) 또는 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006))는 오큐판시 코드를 기반으로 옥트리를 재구성한다.

[127] 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.

[128] 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.

[129] 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.

[130] 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.

[131] 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.

[132] 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.

[133] 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.

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

[135] 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. .

[136] Triangles formed from vertices ordered 1,…,n

[137] n triangles

[138] 3 (1,2,3)

[139] 4 (1,2,3), (3,4,1)

[140] 5 (1,2,3), (3,4,5), (5,1,3)

[141] 6 (1,2,3), (3,4,5), (5,6,1), (1,3,5)

[142] 7 (1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,1,3), (3,5,7)

[143] 8 (1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,1), (1,3,5), (5,7,1)

[144] 9 (1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,9), (9,1,3), (3,5,7), (7,9,3)

[145] 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)

[146] 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)

[147] 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)

[148] 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.

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

[150] 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.

[151] 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.

[152] 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.

[153] 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.

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

[155] 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.

[156] 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.

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

[158] 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.

[159] 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.

[160] 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.

[161] 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.

[162] 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, 속성 잔차값 등으로 호칭할 수 있다)을 양자화(quatization) 및 역양자화(inverse quantization)할 수 있다. 양자화 과정은 다음의 표에 나타난 바와 같다.다D

[163] [표1]

Attribute prediction residuals quantization pseudo code

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

[164] [표2]

Attribute prediction residuals inverse quantization pseudo code

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

[165] 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.

[166] 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.

[167] 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.

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

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

[170] 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.

[171] 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.

[172] 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.

[173] 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.

[174] 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 가중치는 $w1 = w_{l\ 2x,y,z}$과 $w2 = w_{l\ 2x+1,y,z}$이다.

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

[176] $g_{l-1\,x,y,z}$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.,

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

[178] gDC값 또한 하이패스 계수와 같이 양자화되어 엔트로피 코딩된다.

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

[180] 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.

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

[182] 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.

[183] 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.

[184] 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.

[185] 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 디코딩(direct decoding) 및 트라이숩 지오메트리 디코딩(trisoup geometry decoding)을 포함할 수 있다. 다이렉트 디코딩 및 트라이숩 지오메트리 디코딩은 선택적으로 적용된다. 또한 지오메트리 디코딩은 위의 예시에 국한되지 않으며, 도 1 내지 도 9에서 설명한 지오메트리 인코딩의 역과정으로 수행된다.

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

[187] 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.

[188] 실시예들에 따른 서페이스 오프록시메이션 합성부(11002)는 트라이숩 지오메트리 인코딩이 적용된 경우, 디코딩된 지오메트리 및/또는 생성된 옥트리에 기반하여 서페이스를 합성할 수 있다.

[189] 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.

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

[191] 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.

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

[193] 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.

[194] 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.

[195] 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.

[196] 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.

[197] 도 12는 실시예들에 따른 전송장치의 예시이다.

[198] 도 12에 도시된 전송장치는 도 1의 전송장치(10000) (또는 도 4의 포인트 클라우드 인코더)의 예시이다. 도 12에 도시된 전송장치는 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 전송장치는 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.

[199] 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.

[200] 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.

[201] 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.

[202] 실시예들에 따른 복셀화 처리부(12002)는 양자화된 포인트들의 포지션 값을 복셀화한다. 복셀화 처리부(12002)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.

[203] 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.

[204] 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.

[205] 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.

[206] 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.

[207] 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.

[208] 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.

[209] 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.

[210] 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.

[211] 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.

[212] 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($Geom0^0$) 및 하나 또는 그 이상의 어트리뷰트 비트스트림들($Attr0^0$, $Attr1^0$)을 포함할 수 있다.

[213] 슬라이스(slice)란, 코딩된 포인트 클라우드 프레임의 전체 또는 일부를 나타내는 신택스 엘리먼트의 시리즈를 말한다.

[214] 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.

[215] 도 13은 실시예들에 따른 수신장치의 예시이다.

[216] 도 13에 도시된 수신장치는 도 1의 수신장치(10004) (또는 도 10 및 도 11의 포인트 클라우드 디코더)의 예시이다. 도 13에 도시된 수신장치는 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.

[217] 실시예들에 따른 수신장치는 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.

[218] 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.

[219] 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.

[220] 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.

[221] 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.

[222] 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.

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

[224] 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.

[225] 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.

[226] 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.

[227] 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.

[228] 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.

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

[230] 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.

[231] 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.

[232] 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.

[233] 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.

[234] 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 송수신장치와 연동/결합될 수 있다.

[235] <u><PCC+XR></u>

[236] 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.

[237] 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.

[238] <u><PCC+XR+모바일폰></u>

[239] XR/PCC 장치(1430)는 PCC기술이 적용되어 모바일폰(1440) 등으로 구현될 수 있다.

[240] 모바일폰(1440)은 PCC 기술에 기반하여 포인트 클라우드 콘텐츠를 디코딩하고, 디스플레이할 수 있다.

[241] <u><PCC+자율주행+XR></u>

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

[243] 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.

[244] 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.

[245] 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.

[246] 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.

[247] 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.

[248] 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.

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

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

[251] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 (PCC) 송수신장치는 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 송수신장치 차량에 탑재된 경우, 포인트 클라우드 송수신장치는 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.

[252] 도 1 내지 도 14에서 설명한 것과 같이 포인트 클라우드 데이터는 포인트들의 집합으로 구성되며, 각 포인트는 지오메트리 데이터(지오메트리 정보)와 어트리뷰트 데이터(어트리뷰트 정보)를 가질 수 있다. 지오메트리 데이터는 각 포인트의 3차원 위치 정보(예를 들어, x, y, z축의 좌표값)이다. 즉, 각 포인트의 위치는 3차원 공간을 나타내는 좌표계상의 파라미터들(예를 들면 공간을 나타내는 3개의 축인 X축, Y축 및 Z축의 파라미터들 (x, y, z))로 표현된다. 그리고, 어트리뷰트 정보는 포인트의 색상(RGB, YUV 등), 반사도(reflectance), 법선(normal vectors), 투명도(transparency) 등을 의미할 수 있다. 어트리뷰트 정보는 스칼라 또는 벡터 형태로 표현될 수 있다.

[253] 실시예들에 따르면, 포인트 클라우드 데이터의 종류 및 취득 방법에 따라 정적 포인트 클라우드 데이터의 카테고리 1, 동적 포인트 클라우드 데이터의 카테고리 2, 동적으로 움직이면서 취득한 카테고리 3으로 포인트 클라우드 데이터를 분류할 수 있다. 카테고리 1의 경우, 오브젝트나 공간에 대해 포인트들의 밀도가 높은 단일 프레임의 포인트 클라우드로 구성된다. 카테고리 3 데이터는 이동하면서 취득된 다수개의 프레임들을 갖는 프레임-기반 데이터 및 대규모 공간에 대해 라이다 센서를 통해 취득된 포인트 클라우드와 2D 영상으로 취득된 색상 영상이 정합된 단일 프레임의 융합된(fused) 데이터로 구분될 수 있다.

[254] 도 15는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송방법을 나타내는 블록도의 예시이다. 본 실시예는 포인트 클라우드 데이터의 어트리뷰트 압축을 위한 전처리로써 포인트 클라우드 데이터의 프로젝션 과정을 수행할 수 있다. 즉, 입력된 포인트 클라우드 데이터의 지오메트리 정보를 인코딩한다. lossy coding의 경우, 지오메트리 디코딩 및 리컬러링(recolouring)을 통해 어트리뷰트 정보를 변경된 지오메트리 정보와 매칭 한다. 이후 어트리뷰트 인코딩을 진행하는데, 지오메트리 정보의 변경을 통해 어트리뷰트 인코딩 효율이 높아지는 경우, (e.g. 라이다 데이터처럼 일정한 패턴의 데이터가 획득된 경우) 전처리로써 포인트 클라우드 데이터 프로젝션을 수행할 수 있다.

[255] 이 도면은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치(예를 들어, 도 1, 도 2, 도 4, 도 11 또는 도 12의 포인트 클라우드 데이터 전송장치)의 포인트 클라우드 데이터 전송방법(15000)을 나타낸다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치는 도 1 내지 도 14 에서 설명한 인코딩 동작과 동일

또는 유사한 동작을 수행할 수 있다.

[256] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송방법(15000)은 포인트 클라우드 데이터의 지오메트리 정보를 인코딩하는 단계 및 포인트 클라우드 데이터의 어트리뷰트 정보를 인코딩하는 단계를 포함한다. 또한, 전송방법(15000)은 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계를 포함한다. 어트리뷰트 정보를 인코딩하는 단계는 지오메트리 정보의 프로젝션 여부를 결정하는 단계와 지오메트리 정보를 프로젝션하는 단계를 포함할 수 있다(15001).

[257] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치는 포인트 클라우드 데이터를 인코딩할 수 있다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치는 포인트 클라우드 데이터의 하나 또는 그 이상의 포인트들의 포지션을 나타내는 지오메트리를 인코딩하는 지오메트리 인코더 및 하나 또는 그 이상의 포인트들의 어트리뷰트를 인코딩하는 어트리뷰트 인코더를 포함한다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치는 지오메트리 인코더 및 어트리뷰트 인코더 중 적어도 어느 하나를 위해 포인트들의 포지션을 프로젝션하는 프로젝션부를 더 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 지오메트리 인코더는 도 1 내지 도 14 에서 설명한 지오메트리 인코딩 동작과 동일 또는 유사한 동작을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 어트리뷰트 인코더는 도 1 내지 도 14 에서 설명한 어트리뷰트 인코딩 동작과 동일 또는 유사한 동작을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 프로젝션부는 후술하는 도 16 내지 도 54 에서 설명한 프로젝션 동작을 수행할 수 있다.

[258] 실시예들에 따른 프로젝션 과정은 제 1 좌표계로 표현되는 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 제 2 좌표계로 변환하여 표현하는 과정 및 제 2 좌표계로 변환되어 표현된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 기반으로 포인트들의 포지션을 프로젝션하는 과정을 포함할 수 있다. 도 15의 프로젝션 단계(15001)는 상술한 제 1 좌표계로 표현되는 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 제 2 좌표계로 변환하여 표현하는 과정을 포함할 수 있다. 도 15의 프로젝션 단계(15001)는 상술한 제 2 좌표계로 변환되어 표현된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 기반으로 포인트들의 포지션을 프로젝션하는 과정을 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 제 1 좌표계 및 제 2 좌표계는 후술하는 도 16 내지 도 54에서 설명한 제 1 좌표계 및 제 2 좌표계와 동일 또는 유사하다. 실시예들에 따른 제 1 좌표계는 데카르트 좌표계(cartesian coordinate)를 포함하고, 제 2 좌표계는 구면 좌표계(spherical coordinate) 또는 원기둥 좌표계(cylindrical coordinate) 또는 부채꼴형 좌표계를 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 포인트들의 포지션을 프로젝션하는 과정은 제 2 좌표계로 변환되어 표현된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표 및 스케일 값을 기반으로 할 수 있다. 실시예들에 따른 스케일 값은 후술하는 도 16 내지 도 54에서 설명한 각 축에 대한 스케일 값과 동일 또는 유사하다.

[259] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치는 인코딩된 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송할 수 있다. 실시예들에 따른 비트스트림은 프로젝션 과정에 관한 시그널링 정보를 포함할 수 있다.

[260] 도 16은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신방법(16000)을 나타내는 블록도의 예시이다. 수신방법(16000)은 지오메트리 정보를 디코딩한 후 어트리뷰트 정보를 디코딩한다. 전송측에서 프로젝션이 수행된 경우 어트리뷰트 디코딩의 결과는 프로젝션된 포인트 클라우드 데이터에 매칭되는 정보에 해당한다. 따라서, 어트리뷰트 디코딩의 전처리 과정으로써 디코딩된 지오메트리 정보에 대한 프로젝션을 수행하고, 디코딩된 어트리뷰트 정보를 프로젝션된 지오메트리 정보에 매칭할 수 있다. 프로젝션 공간에서 지오메트리와 어트리뷰트가 매칭된 포인트 클라우드 데이터는 역프로젝션 과정으로 원래 공간 위치로 변환될 수 있다.

[261] 이 도면은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신장치(예를 들어, 도 1, 도 2, 도 10 및 도 13의 포인트 클라우드 데이터 수신장치)의 포인트 클라우드 데이터 수신방법을 나타낸다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신장치는 도 1 내지 도 35 에서 설명한 디코딩 동작과 동일 또는 유사한 동작을 수행할 수 있다.

[262] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신방법(16000)은 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계를 포함한다. 실시예들에 따른 비트스트림은 인버스 프로젝션 과정에 관한 시그널링 정보를 포함할 수 있다.

[263] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신방법(16000)은 포인트 클라우드 데이터를 디코딩한다. 상세하게는, 수신방법(16000)은 포인트 클라우드 데이터의 지오메트리 정보를 디코딩하는 단계 및 어트리뷰트 정보를 디코딩하는 단계를 포함한다. 수신방법(16000)은 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하여 복원하는 과정에서 지오메트리 정보를 프로젝션하는 단계(16001) 및 역프로젝션하는 단계(16002)를 포함할 수 있다. 이때, 프로젝션하는 단계(16001) 및 역프로젝션하는 단계(16002)는 실시예들에 따른 전송장치로부터 전달된 시그널링 정보를 기반으로 수행될 수 있다.

[264] 상술한 수신방법(16000)과 대응하는 장치의 관점에서 설명하면, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신장치는 포인트 클라우드 데이터를 디코딩할 수 있다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신장치는 포인트 클라우드 데이터의 하나 또는 그 이상의 포인트들의 포지션을 나타내는 지오메트리를 디코딩하는 지오메트리 디코더 및 하나 또는 그 이상의 포인트들의 어트리뷰트를 디코딩하는 어트리뷰트 디코더를 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신장치는 지오메트리 디코더 및 어트리뷰트 디코더 중 적어도 어느 하나를 위해 포인트들의 포지션을 역프로젝션하는 역프로젝션부를 더 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 지오메트리 디코더는 도 1 내지 도 54 에서 설명한 지오메트리 디코딩 동작과 동일 또는 유사한 동작을

수행할 수 있다. 실시예들에 따른 어트리뷰트 디코더는 도 1 내지 도 54 에서 설명한 어트리뷰트 인코딩 동작과 동일 또는 유사한 동작을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 역프로젝션부는 도 15 내지 도 54 에서 설명한 역프로젝션부의 동작과 동일 또는 유사한 동작을 수행할 수 있다.

[265] 실시예들에 따른 역프로젝션 과정은, 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 기반으로 포인트들의 포지션을 인버스 프로젝션하는 과정 및 제 2 좌표계로 표현된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 제 1 좌표계로 변환하여 표현하는 과정을 포함할 수 있다. 상술한 역프로젝션된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표는 제 1 좌표계로 표현될 수 있다. 도 51b의 좌표계 역프로젝션부(51130)는 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 기반으로 포인트들의 포지션을 역프로젝션하는 과정을 수행할 수 있다. 도 51b의 역프로젝션부(51130)는 제 2 좌표계로 표현된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 제 1 좌표계로 변환하여 표현하는 과정을 수행할 수 있다. 실시예들에 따른 제 1 좌표계 및 제 2 좌표계는 도 15 내지 도 54에서 설명한 제 1 좌표계 및 제 2 좌표계와 동일 또는 유사할 수 있다. 실시예들에 따른 제 1 좌표계는 데카르트 좌표계(cartesian coordinate)를 포함하고, 제 2 좌표계는 구면 좌표계(spherical coordinate), 원기둥 좌표계(cylindrical coordinate) 또는 부채꼴형 좌표계를 포함할 수 있다. 또한, 제2좌표계는 부채꼴형 구면 좌표계와 부채꼴형 원기둥 좌표계를 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 포인트들의 포지션을 역프로젝션하는 과정은, 제 2 좌표계로 표현된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표 및 스케일 값을 기반으로 할 수 있다.

[266] 도 17은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 좌표계 변환 과정의 예시를 나타낸다.

[267] 이 도면은, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치(예를 들어, 도 1의 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 도 15의 전송방법(15000)의 프로젝션 과정(15001)의 예시이다.

[268] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치(예를 들어, 도 1의 포인트 클라우드 비디오 획득부(10001))는 포인트 클라우드 비디오(예를 들어, 도 1의 포인트 클라우드 비디오)를 획득할 수 있다. 실시예들에 따른 전송장치는 라이다(LiDAR)를 사용하여 포인트 클라우드 비디오를 획득할 수 있다. 실시예들에 따른 전송장치는 라이다(LiDAR)를 사용하여 아웃 워드 페이싱 방식(예를 들어, 도 3의 아웃 워드 페이싱 방식)을 통해 포인트 클라우드 비디오를 획득할 수 있다.

[269] 실시예들에 따른 라이다를 통해 획득한 포인트 클라우드 데이터는 라이다 데이터(LiDAR data)로 호칭될 수 있다. 도23의 좌측에 도시면 도면(23001)은 라이다 데이터의 예시를 나타낸다. 실시예들에 따른 라이다는 도18의 좌측도면(18001), 도21 및 도22에 개략적인 구조가 도시된다. 실시예들에 따른 라이다는 회전하는 라이다 헤더(LiDAR header)에 배열된 하나 또는 그 이상의

레이저들(lasers)에서 방출된 빛의 반사를 기반으로 라이다 데이터를 획득할 수 있다. 따라서, 실시예들에 따른 라이다 데이터는 원기둥(cylinder) 또는 구(sphere) 형태일 수 있다. 하나 또는 그 이상의 레이저들이 방출하는 광선(light ray)간의 거리는 라이다로부터 멀어질수록 커진다. 따라서, 실시예들에 따른 라이다 데이터는 라이다 헤더로부터 멀어질수록 포인트들이 희소(sparse)하게 분포하는 원기둥 형태일 수 있다. 포인트들의 분포가 고르지 않은 지오메트리를 기반으로 인코딩 과정을 수행할 경우, 코딩 효율이 떨어질 수 있다. 예를 들어, 실시예들에 따른 전송장치는 포인트들의 분포가 고르지 않은 지오메트리를 기반으로 인코딩 과정을 수행할 경우, 특정 포인트로부터 가까운 거리에 분포하는 포인트들을 탐색하지 못할 수 있다.

[270] 따라서, 실시예들에 따른 전송장치는 포인트 클라우드 데이터(예를 들어, 라이다 데이터)의 포인트들을 프로젝션(포지션을 컨버전)하여 포인트 클라우드 데이터의 포인트들의 분포를 균일하게 할 수 있다.

[271] 도 17은 실시예들에 따른 전송장치(예를 들어, 도 49a) 또는 전송방법(도15)에서 프로젝션 과정을 수행하기 위해 좌표계를 변환하는 것을 나타낸다. 즉, 도17은 제 1 좌표계(예를 들어, 직교 좌표계(17001))로 표현되는 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 제 2 좌표계(예를 들어, 구면 좌표계(17003)(spherical coordinates) 또는 원기둥 좌표계(17002)(cylindrical coordinates))로 변환하여 표현하는 과정을 나타낸다. 실시예들에 따른 전송장치가 획득한 포인트 클라우드 데이터(예를 들어, 라이다 데이터)의 포인트들의 포지션은 직교 좌표계(cartesian coordinates)를 통해 표현될 수 있다. 따라서, 실시예들에 따른 전송장치가 획득한 포인트 클라우드 데이터의 포인트들의 포지션은 직교 좌표계를 나타내는 파라미터들(예를 들어, x축, y축 및 z축 각각의 좌푯값)로 표현될 수 있다. 실시예들에 따른 전송장치는 직교 좌표계로 표현되는 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 원기둥 좌표계 또는 구면 좌표계로 변환하여 표현할 수 있다.

[272] 실시예들에 따른 전송장치는 직교 좌표계로 표현되는 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 원기둥 좌표계로 변환하여 표현할 수 있다. 즉, 실시예들에 따른 전송장치는 직교 좌표계를 나타내는 파라미터들(예를 들어, x축, y축 및 z축 각각의 좌표값)로 표현된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 원기둥 좌표계를 나타내는 파라미터들(예를 들어, r값, θ값 및 z값)로 변환하여 표현할 수 있다. 예를 들어, 전송장치가 직교 좌표계의 x축 값, y축 값 및 z축 값을 원기둥 좌표계의 r값, θ값 및 z값으로 변환하는 과정은 다음과 같다.

[273]

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\theta = \tan^{-1}(\frac{y}{x})$$

$$z = z$$

[274] 실시예들에 따른 전송장치는 직교 좌표계로 표현되는 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 구면 좌표계로 변환하여 표현할 수 있다. 즉, 실시예들에 따른 전송장치는 직교 좌표계를 나타내는 파라미터들(예를 들어, x축, y축 및 z축 각각의 좌푯값)로 표현된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 구면 좌표계를 나타내는 파라미터들(예를 들어, ρ값, Φ값 및 θ값)로 변환하여 표현할 수 있다. 예를 들어, 전송장치가 직교 좌표계의 x축 값, y축 값 및 z축 값을 원기둥 좌표계의 ρ값, Φ값 및 θ값 으로 변환하는 과정은 다음과 같다.

[275]

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$\theta = \tan^{-1}(\frac{y}{x})$$

$$\Phi = \cos^{-1}(\frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}})$$

[276] 실시예들에 따른 프로젝션 과정(도15, 15001)은 좌표계를 변환하여 표현하는 과정 및 변환되어 표현된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 기반으로 포인트들의 포지션을 프로젝션하는 과정을 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 프로젝션 과정은 실시예들에 따른 전송장치(도49a)의 프로젝션부(49110)에서 수행될 수 있다.

[277] 도 18은 실시예들에 따른 부채꼴형 좌표계의 예시를 나타낸다.

[278] 실시예들에 따른 부채꼴형 좌표계들은 원기둥 좌표계, 구면 좌표계에 더하여 좌표계 변환의 추가적인 옵션이 될 수 있다. 부채꼴형 좌표계들은 라이더에 수직으로 배열된 레이저들이 수평으로 회전하면서 데이터를 획득하는 특성을 고려한 것이다. 레이저들은 라이더 헤드에 일정한 각도로 수직 배치되며 수직 축을 중심으로 수평으로 회전하여 데이터를 획득한다. 데이터 획득 범위를 넓히기 위해, 배치된 레이저들은 방사형으로 퍼지도록 배치되는 경우가 많다. 이를 고려한 부채꼴형 좌표계는 원기둥 또는 구면의 중심 축 상의 한 점을 중심으로 변환하기 위한 것이다. 부채꼴형 좌표계의 모양은 수직 축 상에 부채꼴의 원점을 두고 세로로 세워진 부채꼴 평면이 수직 축을 기준으로 수평

회전하면서 원기둥 또는 구형 모양과 겹치는 부분으로 형성된다. 부채꼴 원통형 좌표계와 부채꼴 구형 좌표계에서 높이(elevation) 방향은 일정 범위로 제한될 수 있다.

[279] 도 19는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 부채꼴형 좌표계 변환 과정의 예시를 나타낸다. 도 19는 실시예들에 따른 전송장치(예를 들어, 도 49a) 또는 전송방법(도15)에서 프로젝션 과정을 수행하기 위해 좌표계를 변환하는 것을 나타낸다. 즉, 도19은 제 1 좌표계(예를 들어, 직교 좌표계(19001))로 표현되는 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 제 2 좌표계(예를 들어, 부채꼴 구면 좌표계(19003)) 또는 부채꼴 원기둥 좌표계(19002)(cylindrical coordinates))로 변환하여 표현하는 과정을 나타낸다. 실시예들에 따른 전송장치가 획득한 포인트 클라우드 데이터(예를 들어, 라이다 데이터)의 포인트들의 포지션은 직교 좌표계(cartesian coordinates)를 통해 표현될 수 있다. 따라서, 실시예들에 따른 전송장치가 획득한 포인트 클라우드 데이터의 포인트들의 포지션은 직교 좌표계를 나타내는 파라미터들(예를 들어, x축, y축 및 z축 각각의 좌푯값)로 표현될 수 있다. 실시예들에 따른 전송장치는 직교 좌표계로 표현되는 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 부채꼴 원기둥 좌표계 또는 부채꼴 구면 좌표계로 변환하여 표현할 수 있다.

[280] 실시예들에 따른 전송장치는 직교 좌표계로 표현되는 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 부채꼴 원기둥 좌표계로 변환하여 표현할 수 있다. 즉, 실시예들에 따른 전송장치는 직교 좌표계를 나타내는 파라미터들(예를 들어, x축, y축 및 z축 각각의 좌표값)로 표현된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 부채꼴 원기둥 좌표계를 나타내는 파라미터들(예를 들어, r값, θ값 및 Φ값)로 변환하여 표현할 수 있다. 예를 들어, 전송장치가 직교 좌표계의 x축 값, y축 값 및 z축 값을 부채꼴 원기둥 좌표계의 r값, θ값 및 Φ값으로 변환하는 과정은 다음과 같다.

[281]

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\theta = \tan^{-1}(\frac{y}{x})$$

$$\Phi = \tan^{-1}(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}})$$

[282] 실시예들에 따른 전송장치는 직교 좌표계로 표현되는 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 부채꼴 구면 좌표계로 변환하여 표현할 수 있다. 즉, 실시예들에 따른 전송장치는 직교 좌표계를 나타내는 파라미터들(예를 들어, x축, y축 및 z축 각각의 좌푯값)로 표현된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 부채꼴 구면 좌표계를 나타내는 파라미터들(예를 들어, ρ값, θ값 및 Φ값)로 변환하여 표현할 수 있다. 예를 들어, 전송장치가 직교 좌표계의 x축 값, y축 값

및 z축 값을 원기둥 좌표계의 ρ값, θ값 및 Φ값 으로 변환하는 과정은 다음과 같다.

[283]

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$\theta = \tan^{-1}(\frac{y}{x})$$

$$\Phi = \sin^{-1}(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}})$$

[284] 실시예들에 따른 프로젝션 과정(도15, 15001)은 좌표계를 변환하여 표현하는 과정 및 변환되어 표현된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 기반으로 포인트들의 포지션을 프로젝션하는 과정을 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 프로젝션 과정은 실시예들에 따른 전송장치(도49a)의 프로젝션부(49110)에서 수행될 수 있다.

[285] 좌표계의 변환은 좌표계 선택 단계와 좌표계 변환 적용 단계를 포함할 수 있다. 좌표계 선택 단계는 좌표계 변환 정보를 유도한다. 좌표계 변환 정보는 좌표계 변환 여부 또는 좌표계 정보를 포함할 수 있다. 좌표계 변환 정보는 시퀀스, 프레임, 타일, 슬라이스, 블록 등의 단위로 시그널링 될 수 있다. 또한, 좌표계 변환 정보는 주변 블록의 좌표계 변환 여부, 블록의 크기, 포인트의 개수, 양자화 값, 블록 분할 깊이, 단위의 위치, 단위와 원점과의 거리 등을 기초로 유도될 수 있다.

[286] 좌표계 변환 적용 단계는 좌표계 선택 단계에서 선택된 좌표계를 기초로 좌표계를 변환하는 단계이다. 좌표계 변환 적용 단계는 좌표계 변환 정보를 기초로 하여 좌표계 변환을 수행 할 수 있다. 또는, 좌표계 변환 여부 정보를 기초로 하여 좌표계 변환을 수행 하지 않을 수 있다.

[287] 도 20은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 좌표계 프로젝션 예시를 나타낸다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치(예를 들어, 도 1의 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002))의 포인트 클라우드 데이터 프로젝션 예시이다.

[288] 변환된 좌표계로 표현된 포인트 클라우드 데이터를 압축하기 위해서 압축 가능한 형태로 프로젝션이 필요하다. 도 20은 실시예들에 따른 부채꼴 원통형 또는 부채꼴 구형으로 표현된 좌표계를 사각 기둥 공간으로 변환하는 과정을 나타낸 것이다. 부채꼴 원기둥 또는 부채꼴 구형으로 표현된 좌표계 (r, θ, Φ) 또는 (ρ, θΦ) 를 (X', Y', Z')으로 변환한다. 도면에서 (x_max, y_max, z_max) 및 (x_min, y_min, z_min)는 각 축 값의 최대와 최소를 나타낸다. (r, θ,Φ) 또는 (ρ, θ,Φ)는 X', Y', Z' 각 축과 일대일 대응하거나 별도의 변환이 적용될 수 있다. 부채꼴 원기둥 좌표계의 경우, Φ의 범위가 한정되는데 탄젠트(tangent)를

이용하여 Z' 축에 대해 매핑된 값들을 모아주면 압축 효율이 증가할 수 있다.

[289] 한편, 도20에서 직교 좌표계로 표현되는 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표가 부채꼴 원기둥 좌표계(20001) 또는 부채꼴 구형 좌표계(20002)로 변환되면, 실시예들에 따른 전송장치(예를 들어, 프로젝션부(49110))는 변환되어 표현된 좌표를 기반으로 포인트들을 프로젝션(포지션을 컨버전)할 수 있다. 예를 들어, 전송장치는 부채꼴 원기둥 좌표계로 표현된 좌표의 r값, θ값 및 φ 값 각각에 직교 좌표계의 각 축을 대응시켜 포인트들의 포지션을 컨버전할 수 있다. 실시예들에 따른 전송장치는 프로젝션된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 새로운 좌표계로 표현할 수 있다. 예를 들어, 전송장치는 프로젝션된 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표를 새로운 직교 좌표계를 나타내는 파라미터들(예를 들어, X'축, Y'축 및 Z'축 각각의 좌표값)로 표현할 수 있다. 실시예들에 따른 새로운 직교 좌표계는 제 3 좌표계로 호칭될 수 있다. 실시예들에 따른 새로운 직교 좌표계는, 원점 (0,0,0), 극점 (r_max(예를 들어, r의 최대값), 360°(예를 들어, 2∏ [rad]에 해당하는 값), z_max(예를 들어, z의 최대값)), X'축, Y'축 및 Z'축을 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 새로운 직교 좌표계의 X'축, Y'축 및 Z'축은 원점 (0,0,0)에서 서로 직교(orthogonal)할 수 있다. 실시예들에 따른 전송장치에서 포인트들을 프로젝션하는(포지션을 컨버전하는) 과정은 다음과 같다.

[290] 1) 부채꼴 원통형 좌표계 프로젝션1

[291]

$$f_x(r) = r = \sqrt{(x-x_c)^2 + (y-y_c)^2},$$

$$f_y(\theta) = \theta = tan^{-1}\left(\frac{y-y_c}{x-x_c}\right),$$

$$f_z(\phi) = \phi = tan^{-1}\left(\frac{z-z_c}{\sqrt{(x-x_c)^2 + (y-y_c)^2}}\right)$$

[292] 2) 부채꼴 원통형 좌표계 프로젝션2

[293] 삼각함수 계산을 최소화하여 계산의 편의성을 고려한 방법이다.

[294]

$$f_x(r) = r^2 = (x-x_c)^2 + (y-y_c)^2,$$

$$f_y(\theta) = \cos^2\frac{\theta}{2} = \frac{1+\cos\theta}{2} = \left[1 + \frac{x-x_c}{\sqrt{(x-x_c)^2+(y-y_c)^2}}\right]/2 = \frac{r+x-x_c}{2r},$$

$$f_z(\phi) = \tan\phi = \frac{z-z_c}{\sqrt{(x-x_c)^2 + (y-y_c)^2}} = \frac{z-z_c}{r}$$

[295] 아래는, 부채꼴 구형 좌표계에 대해서도 유사하게 프로젝션할 수 있다.

[296] 1) 부채꼴 구형 좌표계 프로젝션1

[297]

$$f_x(\rho) = \rho = \sqrt{(x-x_c)^2 + (y-y_c)^2 + (z-z_c)^2},$$

$$f_y(\theta) = \theta = tan^{-1}\left(\frac{y-y_c}{x-x_c}\right),$$

$$f_z(\phi) = \phi = \sin^{-1}\left(\frac{z-z_c}{\sqrt{(x-x_c)^2 + (y-y_c)^2 + (z-z_c)^2}}\right)$$

[298] 2) 부채꼴 구형 좌표계 프로젝션2

[299]

$$f_x(\rho) = \rho^2 = (x-x_c)^2 + (y-y_c)^2 + (z-z_c)^2,$$

$$f_y(\theta) = \cos^2\frac{\theta}{2} = \frac{1+\cos\theta}{2} = \left[1 + \frac{x-x_c}{\sqrt{(x-x_c)^2+(y-y_c)^2}}\right]/2 = \frac{r+x-x_c}{2r},$$

$$f_z(\phi) = \sin\phi = \frac{z-z_c}{\sqrt{(x-x_c)^2 + (y-y_c)^2 + (z-z_c)^2}} = \frac{z-z_c}{\rho}$$

[300] 위 수식에서 (x_c, y_c, z_c)는 변환되기 전 좌표계에서 중심 위치(center position)를 나타내며, 라이다의 헤드 위치(head position)(예를 들어, world coordinate system에서 xyz 좌표)를 의미할 수 있다.

[301] 이하, 라이다의 레이저 위치를 고려한 프로젝션 보정에 대하여 설명한다.

[302] 레이저 위치를 고려한 프로젝션 보정은 도1의 전송장치(10000), 도 4의 전송장치, 도 12의 전송장치, 도 14의 XR 장치(1430), 도15의 전송장치(15000), 도49의 전송장치(49000) 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 수행될 수 있다. 상세하게는, 실시예들에 따른 전송장치(49000)의 프로젝션부(49110)에서 수행될 수 있다.

[303] 또한, 레이저 위치를 고려한 프로젝션 보정은 도1의 수신장치(10004), 도 11의 수신장치, 도 13의 수신장치, 도 14의 XR 장치(1430), 도16의 수신장치(16000), 도51의 수신장치(51000) 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 수행될 수 있다. 상세하게는, 실시예들에 따른 수신장치(51000)의 리프로젝션부(51110)에서 수행될 수 있다.

[304] 도 21은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터를 획득하는 라이다(Lidar) 구조를 개략적으로 나타낸 것이다. 라이다의 구조는 라이다 헤드(LiDAR head)에 복수의 레이저가 수직 방향으로 배열된다. 또한, 도 21의 좌측 도면처럼, 더 많은 포인트 클라우드 데이터를 획득하기 위해 라이다 헤드의 상부와 하부에 각각 레이저가 배치될 수 있다. 이때, 레이저들 간 위치 차이가 발생하며 프로젝션의 정확도의 저하 원인이 될 수 있다. 따라서, 레이저의 위치를 고려하여

프로젝션을 보정하는 방법이 사용될 수 있다.

[305] 도 22는 실시예들에 따른 라이다의 헤드 위치 및 레이저의 상대적 위치를 나타낸다. 도 22에서 수직으로 배열된 레이저의 위치는 헤드 위치$(x_c,\ y_c,\ z_c)$로부터 수평 방향으로 r_L, 수직 방향으로 z_L 만큼 떨어진 곳에 위치한다. 헤드 위치를 (0, 0, 0)으로 가정하면, 레이저는 xyz 좌표계 상에서 (x_L, y_L, z_L)에 위치하고, (x_L, y_L)은 다음과 같이 r_L 과의 관계식으로 구할 수 있다.

[306]

$$x_L = r_L \cdot \cos\theta. \quad y_L = r_L \cdot \sin\theta$$

[307] 라이다의 구조를 알 경우, (x_L, y_L, z_L)을 직접적으로 시그널링 하거나 구할 수 있다.

[308] 전술한 것과 같이 레이저의 상대적인 위치를 고려할 경우, 아래 수식을 통해 각 레이저의 시점이 헤드 위치에서 시작하는 효과가 있다.

[309] 1) 레이저의 위치를 고려한 부채꼴 원통형 좌표계 변환

[310]

$$r_L = \sqrt{(x - x_c - x_L)^2 + (y - y_c - y_L)^2} = \sqrt{(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2} - r_L,$$

$$\theta_L = tan^{-1}\left(\frac{y - y_c - y_L}{x - x_c - x_L}\right)$$

$$\phi_L = tan^{-1}\left(\frac{z - z_c - z_L}{\sqrt{(x - x_c - x_L)^2 + (y - y_c - y_L)^2}}\right)$$

[311] 2) 레이저의 위치를 고려한 부채꼴 구형 좌표계 변환

[312]

$$\rho_L = \sqrt{(x - x_c - x_L)^2 + (y - y_c - y_L)^2 + (z - z_c - z_L)^2},$$

$$\theta_L = tan^{-1}\left(\frac{y - y_c - y_L}{x - x_c - x_L}\right)$$

$$\phi_L = \sin^{-1}\left(\frac{z - z_c - z_L}{\sqrt{(x - x_c - x_L)^2 + (y - y_c - y_L)^2 + (z - z_c - z_L)^2}}\right)$$

[313] 이하, 라이다의 샘플링 특성을 고려한 프로젝션 보정에 대하여 설명한다.

[314] 샘플링 특성을 고려한 프로젝션 보정은 도1의 전송장치(10000), 도 4의 전송장치, 도 12의 전송장치, 도 14의 XR 장치(1430), 도15의 전송장치(15000), 도49의 전송장치(49000) 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 수행될 수 있다. 상세하게는, 실시예들에 따른 전송장치(49000)의 프로젝션부(49110)에서 수행될 수 있다.

[315] 또한, 샘플링 특성을 고려한 프로젝션 보정은 도1의 수신장치(10004), 도 11의

수신장치, 도 13의 수신장치, 도 14의 XR 장치(1430), 도16의 수신장치(16000), 도51의 수신장치(51000) 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 수행될 수 있다. 상세하게는, 실시예들에 따른 수신장치(51000)의 리프로젝션부(51110)에서 수행될 수 있다.

[316] 프로젝션된 포인트 클라우드 데이터를 포인트 클라우드 압축에 사용하기 위해서 추가 보정이 필요할 수 있다. 포인트 클라우드 압축은 몰톤 코드 정렬(Morton code sorting)이 사용될 경우 X, Y, Z데이터가 모두 양의 정수임을 가정한다. 따라서, 프로젝션된 포인트 클라우드 데이터가 모두 양의 정수의 값을 갖도록 변환될 필요가 있고, 이를 위해 복셀화(voxelization) 과정이 수행될 수 있다. 이때, 모든 포인트들을 구별할 수 있는 경우, 이상적인 무손실 압축이 가능하지만 포인트들 간의 거리가 작은 경우 복셀화(voxelization) 과정에서 손실이 발생할 수 있으므로 압축 성능 향상을 위한 보정이 필요하다. 이 때, 포인트 클라우드 프로젝션 값의 범위와 데이터 획득 장치의 특성을 고려할 수 있다. r 또는 ρ는 중심으로부터 거리를 나타내므로 0 이상의 값을 갖고, 레이저의 거리에 따른 분해능과 획득 장치의 해석 능력에 따라 빈도가 결정될 수 있다. θ는 수직 축을 중심으로 회전할 때의 수평방향각도를 나타내며, 통상의 라이다에서 0 내지 360도의 범위를 가질 수 있고, 빈도는 라이다가 회전하면서 1도 당 획득하는 데이터의 양에 따라 결정 된다. φ는 수직 축 방향의 각도를 나타내고, 단일 레이저 각도와 연관성이 크기 때문에 -∏/2 내지 ∏/2의 범위를 가질 수 있으며, 레이저의 개수, 레이저의 수직 위치, 레이저의 정확도 등에 의해 데이터의 빈도가 결정될 수 있다. 다음은 전술한 특성을 바탕으로 프로젝션을 보정하기 위한 방법을 제시한다. 이때, 각 축에 대한 보정을 스케일팩터(scaling factor)로 정의할 수 있다. 이하, r, θ, φ에 대한 스케일링(scaling)을 설명하며, 적용 방법은 ρ, θ, φ 또는 다른 프로젝션 방법에 대하여 동일하게 적용될 수 있다.

[317] $$f_s(r_L) = s_r \cdot f(r_L), \quad f_s(\theta_s) = s_\theta \cdot f(\theta_L), \quad f_s(\phi_s) = s_\phi \cdot f(\phi_L)$$

[318] 일 실시예로서, 포인트 클라우드 데이터 획득 장치의 기계적인 특성을 기반으로 스케일링팩터(scaling factor)가 정의될 수 있다. 예를 들어, N개의 레이저가 수직으로 배열 된 장치가 수평 방향으로 회전할 때 각도 1도 당 M번의 레이저 반사광을 검출하고, 각 레이저 광원이 생성하는 스팟(spot)의 반경이 D로 주어진 경우, 다음과 같이 스케일링팩터(scaling factor)가 정의될 수 있다. k_r, k_θ, k_ϕ 는 상수를 나타낸다.

[319] $$s_r = k_r, \quad s_\theta = k_\theta M, \quad s_\phi = k_\phi D$$

[320] 일 실시예로서, 하나의 레이저 광원 당 획득되는 데이터 사이의 최소 거리를 수직 방향, 수평 방향 및 지름 방향으로 알 경우, 다음과 같은

스케일링팩터(scaling factor)가 정의될 수 있다. 이때, d_r, d_θ, d_ϕ 는 각각 반지름이 증가하는 방향, 회전 수평 방향, 수직 방향에 대한 거리를 나타내며, min( )는 포인트 클라우드 데이터 내에서 최소값 또는 물리적 특성에 따른 최소값을 나타낼 수 있다.

[321] $$s_r = k_r/\min(d_r), \quad s_\theta = k_\theta/\min(d_\theta), \quad s_\phi = k_\phi/\min(d_\phi)$$

[322] 일 실시예로서, 각 축의 밀도에 대한 함수로 스케일링팩터(scaling factor)가 정의될 수 있다. 즉, 단위 길이 당 밀도가 높은 축에 큰 스케일링팩터를 할당하고, 단위 길이당 밀도가 낮은 축에는 상대적으로 작은 스케일링팩터를 할당할 수 있다. 예를 들어, 각 축에 평행한 방향으로의 최대 포인트의 수를 N 이라고 하고, 각 축의 길이를 D 이라고 할 때 다음과 같이 스케일링팩터(scaling factor)가 정의될 수 있다.

[323] $$s_r = k_r N_r/D_r, \quad s_\theta = k_\theta N_\theta/D_\theta, \quad s_\phi = k_\phi N_\phi/D_\phi$$

[324] 일 실시예로서, 중요도에 따라 서로 다른 스케일링팩터가 정의될 수 있다. 예를 들어, 원점으로부터 가까울수록 중요한 정보로 고려할 수 있으며, 이처럼 원점(또는, 중심)으로부터의 거리에 따라 가중치를 다르게 적용할 수 있다. 또한, 수평 또는 수직 방향 각도에 대하여 전방에 있는 정보 또는 지평선과 가까운 정보에 많은 가중치를 적용할 수 있다. 이때, 가중치는 중요한 부분의 범위에 따라 계단식으로 주어지거나, exponential의 역수로 주어질 수 있다.

[325] $$s_r = k_r/g(r), \quad s_\theta = k_\theta/g(\theta), \quad s_\phi = k_\phi/g(\phi)$$

[326] 일 실시예로서, 프로젝션된 포인트 클라우드 데이터가 양수로 구성되기 위해 각 축이 원점으로부터 시작하도록 이동시킬 수 있다. 어트리뷰트 코딩 시 몰톤 코드(Morton code) 순서를 사용하거나(예측-리프트), 옥트리 기반의 지오메트리 정보를 사용할 수 있는데 (RAHT), 가용 포지션(position) 범위 내에서 분포를 균일하게 넓혀주기 위해 각 축의 길이가 2의 지수 승이 되게할 수 있다. 또한, 압축 효율을 높이기 위해 세 축의 길이를 동일하게 설정할 수 있다. 이와 같은 사항을 고려한 보정은 다음과 같이 표현될 수 있다.

[327] $$f_s(r_L) = \frac{2^{nr}-1}{max_r}[s_r \cdot f(r_L) - min_r], \quad f_s(\theta_s) = \frac{2^{n\theta}-1}{max_\theta}[s_\theta \cdot f(\theta_L) - min_\theta], \quad f_s(\phi_s) = \frac{2^{n\phi}-1}{max_\phi}[s_\phi \cdot f(\phi_L) - min_\phi]$$

if sampling_adjustment_cubic_flag = 1,

$$f_s'(r_L) = \frac{max}{max_r} f_s(r_L), \qquad f_s'(\theta_L) = \frac{max}{max_\theta} f_s(\theta_L), \quad f_s'(\phi_L) = \frac{max}{max_\phi} f_s(\phi_L),$$

[328] 이때, max는 $\max(max_r, max_\theta, max_\phi)$ 를 의미할 수 있다. 또는

$\max(max_r, max_\theta, max_\phi)$ 보다 큰 수 중에 가장 가까운 2^n -1 이 될 수 있다.

[329] 상술한 바와 같이, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치는 획득한 포인트 클라우드 데이터의 특성(예를 들어, 포인트들의 분포 특성)을 고려하여 포인트들의 포지션을 변경할 수 있다. 또한, 실시예들에 따른 전송장치는 포인트들의 분포 특성에 따른 각 축에 대한 스케일 값에 기반하여 포인트들의 포지션을 변경할 수 있다. 실시예들에 따른 각 축에 대한 스케일 값이 1 보다 큰 값을 가지면, 프로젝션된 포인트들의 포지션은 프로젝션되기 전 포인트들의 포지션보다 희소(sparse)하게 분포할 수 있다. 반대로, 실시예들에 따른 각 축에 대한 스케일 값이 1 보다 작은 값을 가지면, 프로젝션된 포인트들의 포지션은 프로젝션되기 전 포인트들의 포지션보다 조밀(dense)하게 분포할 수 있다. 예를 들어, 전송장치는, 획득한 포인트 클라우드 데이터의 포인트들이 x축 및 y축 방향으로 조밀하게 분포하고 z축 방향으로 희소하게 분포하면, 1 보다 큰 α값 및 β값, 1 보다 작은 γ값을 기반으로 포인트들의 포지션의 분포를 균일하게 프로젝션할 수 있다.

[330] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치는 프로젝션된 포인트들의 포지션(또는 지오메트리)에 기반한 코딩을 수행할 수 있다. 따라서, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치는 프로젝션된 지오메트리(예를 들어, 균일한 분포를 가지는 지오메트리)를 사용하여 코딩 효율을 높여 더 높은 코딩 이득(coding gain)을 확보할 수 있다.

[331] 이하, 복셀화에 대하여 설명한다.

[332] 복셀화 과정은 도1의 전송장치(10000), 도 4의 전송장치, 도 12의 전송장치, 도 14의 XR 장치(1430), 도15의 전송장치(15000), 도49의 전송장치(49000) 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 수행될 수 있다.

[333] 또한, 복셀화 과정은 도1의 수신장치(10004), 도 11의 수신장치, 도 13의 수신장치, 도 14의 XR 장치(1430), 도16의 수신장치(16000), 도51의 수신장치(51000) 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 수행될 수 있다.

[334] 전술한 과정에 의하여 X, Y, Z 좌표계로 표현된 포인트 클라우드 데이터는 거리 및 각도와 같이 압축에 효율적인 좌표계로 변환될 수 있다. 변환된 데이터는 복셀화(voxelization) 과정을 통해 포인트 클라우드 압축 기술을 적용하기 위한 정수 단위의 위치 정보로 변환될 수 있다.

[335] 도 23은 실시예들에 따른 프로젝션된 포인트 클라우드 데이터를 나타낸 것으로서, 좌측 도면은 프로젝션 전이고 우측 도면은 프로젝션된 후를 나타낸

것이다. 우측 도면은 각각 r - θ, φ - θ, φ - r 평면을 바라볼 때 프로젝션된 포인트 클라우드 데이터를 나타낸다.

[336] 이하, 역프로젝션에 대하여 설명한다.

[337] 도 24는 실시예들에 따른 역프로젝션에서 포지션 인덱스 정보를 사용하는 방법을 설명하기 위해 도시한 것이다.

[338] 역프로젝션 과정은 도1의 수신장치(10004), 도 11의 수신장치, 도 13의 수신장치, 도 14의 XR 장치(1430), 도16의 수신장치(16000), 도51의 수신장치(51000) 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 수행될 수 있다. 상세하게는 실시예들에 따른 수신장치(51000)의 역프로젝션부(51130)에서 수행될 수 있다.

[339] 역프로젝션은 포인트 클라우드 데이터의 프로젝션 과정을 동일하게 수행할 수 있다. 역프로젝션은 역변환 수식을 이용하여 프로젝션된 좌표계에서 기존의 좌표계로 포인트 클라우드 데이터를 변환할 수 있다. 프로젝션이 어트리뷰트 코딩에 적용되는 경우, 복원된 지오메트리 정보와 대응하는 어트리뷰트 정보를 연결함으로써 어트리뷰트 정보가 적합한 값에 매칭되어 복원이 가능하다.

[340] 한편, 프로젝션된 지오메트리 정보와 프로젝션 되기 전 지오메트리 정보를 연결하는 방법으로서, 지오메트리 정보에 인덱싱(indexing)을 할 수 있다. 즉, 실시예들에 따른 수신장치는 복원된 지오메트리 정보를 일정한 방법으로 정렬한 후(e.g., Morton code order, x-y-z zigzag order 등) 순서에 따라서 인덱스(index)를 부여할 수 있다.

[341] 일 실시예로서, 도24의 1번 관계와 같이, 프로젝션 되기 전 위치와 인덱스 관계에 기반하여 인덱스 투 디코디드포지션 맵(index to decoded position map)과 디코디드포지션 투 인덱스 맵(decoded position to index map)을 생성할 수 있다. 인덱스가 부여된 위치 정보에 대해 프로젝션을 수행하게 되는데, 이 때 도 24의 2번 관계와 같이 디코디드포지션 투 프로젝티드 포지션 맵(decoded position to projected position map)을 생성하고, 디코디드 포지션(decoded position) 과 인덱스(index) 사이의 관계에 의해 프로젝티드 포지션 투 인덱스 맵(projected position to index map)을 생성할 수 있다.

[342] 어트리뷰트 디코딩 이후 프로젝션된 포인트들은 어트리뷰트 값을 갖는데, 프로젝티드 포지션 투 인덱스 맵(projected position to index map)과 인덱스 투 포지션 맵(index to position map)을 통해 프로젝션된 포지션(projected position)에서 원래 위치를 찾을 수 있다. 이와 같은 방식으로, 복원된 지오메트리 정보와 복원된 어트리뷰트 정보는 상호 매칭될 수 있다.

[343] 도 25a는 실시예들에 따른 부호화된 포인트 클라우드 데이터의 예시를 나타낸다.

[344] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002)는 인코딩(20001) 과정에서 포인트 클라우드 데이터를 부호화하고, 실시예들에 따른

트랜스미터(10003)는 부호화된 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신장치(10004)에 전송할 수 있다.

[345] 실시예들에 따른 부호화된 포인트 클라우드 데이터(비트스트림)는 도 1의 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 도2의 인코딩(20001), 도 4의 인코더, 도 12의 전송장치, 도 14의 XR디바이스(1430), 도 21의 전송장치, 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 생성될 수 있다.

[346] 또한, 실시예들에 따른 부호화된 포인트 클라우드 데이터(비트스트림)는 도 1의 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006), 도2의 디코딩(20003), 도 11의 디코더, 도 13의 수신장치, 도 14의 XR디바이스(1430), 도 22의 수신장치, 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 디코딩될 수 있다.

[347] 도 25a에서 도시된 약어의 뜻은 다음과 같다.

[348] SPS: 시퀀스 파라미터 세트(Sequence Parameter Set)

[349] GPS: 지오메트리 파라미터 세트(Geometry Parameter Set)

[350] APS: 어트리뷰트 파라미터 세트(Attribute Parameter Set)

[351] TPS: 타일 파라미터세트(Tile Parameter Set)

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

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

[354] 도 25a를 참조하면, 실시예들에 따른 프로젝션과 관련한 정보는 sequence parameter set, attribute parameter set 및 SEI message 에 정의될 수 있다. sequence parameter set는 프로젝션이 수행됨을 알려주고, 구체적인 정보는 프로젝션인포(projection_info())에 포함되어 실시예들에 따른 수신장치에 전달될 수 있다. 또한, sequence parameter set에 관련 정보의 전부 또는 일부가 포함되어 전달되고, 나머지 일부 정보는 geometry parameter set, attribute parameter set, tile parameter set, slice header 또는 SEI message 등에 포함되어 수신장치에 전달될 수 있다. 어플리케이션 또는 시스템에 따라 상응하는 위치 혹은 별도의 위치를 정의하여 전달되는 정보의 적용 범위, 적용 방법 등을 다르게 설정할 수 있다. 또한, 정의된 신택스 요소(syntax element)가 포인트 클라우드 데이터 스트림(point cloud data stream) 뿐만 아니라 복수의 포인트 클라우드 데이터 스트림(point cloud data stream)에 적용될 수 있는 경우, 관련 정보는 상위 개념의 파라미터 세트(parameter set) 등에 포함되어 수신장치에 전달될 수 있다.

[355] 이하, 실시예들에 따른 파라미터(메타데이터, 시그널링 정보 등)는 실시예들에 따른 전송장치 또는 전송방법의 프로세스 상에서 생성될 수 있고, 실시예들에

따른 수신장치에 전달되어 포인트 클라우드 데이터 재구성 과정에 이용될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에 따른 파라미터는 실시예들에 따른 전송장치의 메타데이터 처리부(또는 메타데이터 제너레이터)에서 생성되고, 실시예들에 따른 수신장치의 메타데이터 파서에서 획득될 수 있다.

[356] 도 25b는 SPS에 프로젝션(projection) 관련 정보가 정의되는 예시이고, 도 26은 Tile inventory, slice header의 Syntax 예시를 나타낸다. Tile 또는 slice를 나눈 뒤 프로젝션이 수행될 경우 사용될 수 있고, 지오메트리 또는 어트리뷰트 중 어느 하나에 프로젝션이 적용될 수 있다. 바운딩박스(bounding box) 정보 등은 각 정보를 통해 전달되거나 실시예들에 따라 정의된 프로젝션인포(projection_info) 내의 정보를 사용할 수 있다.

[357] 도 27은 실시예들에 따른 General attribute slice bitstream 및 attribute slice header의 Syntax 예시이고, 도 28 및 도 29는 실시예들에 따른 프로젝션(Projection_info)의 Syntax 예시이다.

[358] 프로젝션플래그(projection_flag)가 1인 경우 디코더 후처리 과정에서 디코딩된 데이터를 XYZ 좌표공간으로 재변환(reprojection) 또는 역변환(inverse projection) 과정이 필요함을 알려준다. 프로젝션플래그(projection_flag)가 1인 경우 프로젝션인포(projection info)가 전달되어 재변환(reprojection) 또는 역변환(inverse projection)을 위한 구체적인 정보를 수신장치에서 파악할 수 있다.

[359] 프로젝션인포아이디(projection_info_id)는 프로젝션인포(projection info)를 나타내는 인디케이터(indicator)이다.

[360] 코디네이트컨버전타입(coordinate_conversion_type)이 0인 경우 원기둥 좌표계(cylindrical coordinate), 1인 경우 구면 좌표계(spherical coordinate), 2인 경우 삼각뿔이 제거된 부채꼴 원기둥 좌표계(cylindrical coordinate), 3인 경우 부채꼴을 회전시킨 부채꼴 구면 좌표계(sphere coordinate)를 의미할 수 있다.

[361] 프로젝션타입(projection_type)은 코디네이트컨버전타입(coordinate conversion type)에 대하여 사용된 프로젝션(projection)의 종류를 나타낸다. 예를 들어, 코디네이트컨버전타입 (coordinate_conversion_type)이 2인 경우 프로젝션타입(projection_type) 이 0인 경우 x, y, z가 r, θ, ϕ 에 매칭, 1인 경우 $r^2, \cos^2\frac{\theta}{2}, \tan\phi$ 에 매칭되도록 정의할 수 있다. 필요한 경우, 각 축에 대해서 프로젝션타입(projection_type)을 각각 정의할 수 있다.

[362] 레이저포지션조정플래그(laser_position_adjustment_flag)가 1인 경우 레이저 위치를 고려한 프로젝션 보정을 나타낼 수 있다. 레이저넘버(num_laser)는 레이저의 총 개수를 나타낸다. r레이저(r_laser)는 레이저의 중심 축으로부터의 수평방향 거리를 나타낸다. z레이저(z_laser)는 레이저의 수평 중심으로부터의 수직방향 거리를 나타낸다. 세타레이저(theta_laser)는 레이저의 수직 방향 각도를 나타낸다. 이와 같이 레이저의 위치 정보를 r레이저(r_laser), z레이저(z_laser), 세타레이저(theta_laser)로 제공할 수 있고, x레이저(x_laser),

y레이저(y_laser), z레이저(z_laser)로 제공할 수 있다.

[363] 샘플링조정큐빅플래그(sampling_adjustment_cubic_flag)가 1인 경우 샘플링 특성을 고려하여 보정할 때 세 축의 길이를 같게 한다.

[364] 샘플링조정스프레드바운딩박스플래그(sampling_adjustment_spread_bbox_flag)가 1인 경우 샘플링 보정 시 바운딩박스(bounding box) 내에서 분포를 유니폼(uniform)하게 넓히는 방법을 사용할 수 있다

[365] 샘플링조정타입(sampling_adjustment_type)은 샘플링 보정 방법을 나타낸다. 0인 경우 기계적 특성을 기반으로 보정하는 방법, 1인 경우 포인트 간 축방향 최소 거리에 기반하여 보정하는 방법, 2인 경우 각 축의 밀도에 기반하여 보정하는 방법, 3인 경우 포인트의 중요도에 따른 보정 방법 등으로 정의할 수 있다.

[366] 지오프로젝션이네이블플래그,
어트프로젝션이네이블플래그(geo_projection_enable_flag, attr_projection_enable_flag)가 1인 경우 지오메트리 또는 어트리뷰트 코딩 시 변환된 좌표계를 사용함을 나타낸다.

[367] 바운딩박스x오프셋, 바운딩박스y오프셋,
바운딩박스z오프셋(bounding_box_x_offset, bounding_box_y_offset, bounding_box_z_offset)은 좌표계 변환된 포인트 클라우드 데이터가 포함된 범위의 시작점을 나타낸다. 예를 들어 프로젝션타입(projection _type)이 0인 경우 (0, 0, 0)값을 가질 수 있으며, 프로젝션타입(projection _type)이 1인 경우 (-r_max1, 0, 0) 값을 가질 수 있다.

[368] 바운딩박스x렝스, 바운딩박스y렝스, 바운딩박스z렝스(bounding_box_x_length, bounding_box_y_length, bounding_box_z_length)는 좌표계 변환된 포인트 클라우드 데이터가 포함된 범위를 나타낼 수 있다. 프로젝션타입(projection _type)이 0 인 경우 r_max, 360, z_max가 매칭될 수 있으며, 프로젝션타입(projection _type)이 1 인 경우 r_max1+r_max2, 180, z_max가 매칭될 수 있다.

[369] 오리진바운딩박스x오프셋, 오리진바운딩박스y오프셋,
오리진바운딩박스z오프셋 (orig_bounding_box_x_offset, orig_bounding_box_y_offset, orig_bounding_box_z_offset)은 좌표계 변환 이전 포인트 클라우드 데이터가 포함된 범위의 시작점을 나타낼 수 있다.

[370] 오리진바운딩박스x렝스, 오리진바운딩박스y렝스,
오리진바운딩박스z렝스(orig_bounding_box_x_length, orig_bounding_box_y_length, orig_bounding_box_z_length)는 좌표계 변환 이전 포인트 클라우드 데이터가 포함된 범위를 나타낼 수 있다.

[371] 로테이션야, 로테이션피치, 로테이션롤(rotation_yaw, rotation_pitch, rotation_roll)는 좌표계 변환에서 사용하는 로테이션(rotation) 정보이다.

[372] 실린더센터x, 실린더센터y, 실린더센터z(cylinder_center_x, cylinder_center_y,

cylinder_center_z)는 원본 XYZ 좌표계(coordinate) 상에서 원통형 기둥의 중심 위치를 나타낸다.

[373] 실린더레디우스맥스, 실린더디그리맥스, 실린더z맥스(cylinder_radius_max, cylinder_degree_max, cylinder_z_max)는 원본 XYZ 좌표계(coordinate) 상에서 원통형 기둥의 반경(radius), 각도(degree), 높이의 최대값을 나타낸다.

[374] 레퍼벡터x, 레퍼벡터y, 레퍼벡터z(ref_vector_x, ref_vector_y, ref_vector_z)는 원통형 기둥을 프로젝션 할 때 기준이 되는 벡터(vector)의 방향성을 중심(center)으로부터 (x, y, z) 방향으로 나타낸다. 변환된 바운딩박스(bounding box)의 x 축에 대응될 수 있다.

[375] 노멀벡터x, 노멀벡터y, 노멀벡터z(normal_vector_x, normal_vector_y, normal_vector_z)는 원통형 기둥의 노멀 벡터(normal vector)의 방향성을 중심(center)으로부터 (x, y, z) 방향으로 나타낸다. 변환된 바운딩박스(bounding box)의 z 축에 대응될 수 있다.

[376] 클록와이즈디그리플래그(clockwise_degree_flag)는 원통형 각도를 구하는 방향성을 나타낸다. 1인 경우 탑뷰(top view)에서 보았을 때 시계 방향, 0인 경우 반 시계 방향을 나타낸다. 변환된 바운딩박스(bounding box)의 y 축의 방향성에 대응될 수 있다. (본 실시예에서는 0인 경우를 나타낸 것이다.)

[377] 그래눌라리티앵글러, 그래눌라리티래디우스, 그래눌라리티노말(granurality_angular, granurality_radius, granurality_normal)은 각도, 서큘러 평면(circular plane)에서 중심으로부터의 거리, 노멀 벡터(normal vector) 방향으로 중심으로부터의 거리에 대한 해상도를 나타내는 파라미터(parameter) 이다. 원기둥 좌표계(Cylindrical coordinate)에서 변환할 때 사용하였던 스케일링팩터(scaling factor) α, β, γ 와 대응될 수 있다.

[378] 한편, 좌표 변환은 라이다 획득 데이터에 대한 G-PCC 어트리뷰트 코딩의 성능을 개선하기 위해 제안될 수 있다. 이 방법에서 원기둥 좌표계에 분포하는 각 포인트의 위치는 축이 반지름, 방위각(수평방향각도) 및 표고각(수직방향각도)의 함수인 직사각형 좌표계로 변환될 수 있다. XYZ 좌표계의 포인트 위치(x, y, z)가 주어진 경우, 원기둥 좌표계의 해당 위치는 다음과 같이 도출된다.

[379]
$$r_L = \sqrt{(x - x_c - x_L)^2 + (y - y_c - y_L)^2},$$

$$\theta_L = tan^{-1}\left(\frac{y-y_c-y_L}{x-x_c-x_L}\right),$$

$$\phi_L = tan^{-1}\left(\frac{z-z_c-z_L}{\sqrt{(x-x_c-x_L)^2+(y-y_c-y_L)^2}}\right),$$

[380] $(x_c,\ y_c,\ z_c)$및 (x_L, y_L, z_L) 는 각각 라이다 헤드 센터 위치와 레이저의 상대 위치를 나타낸다. (r_L, θ_L, ϕ_L)를 사용하여 다음과 같이 좌표 변환이 수행될 수 있다.

[381] $x' = s_r \cdot r_L, \quad y' = s_\theta \cdot \theta_L, \quad z' = s_\phi \cdot \tan \phi_L,$

[382] 여기서 파라미터 s_r, s_θ, s_ϕ 는 각 축의 바운딩 박스 가장자리의 길이로 정규화된 바운딩 박스 가장자리의 최대 길이로 도출된다.

[383] 도 30은 예측-리프트(Pred-Lift) 코딩 방식에 대한 좌표 변환의 BD 속도 및 BD PSNR의 요약을 보여준다. 반사율 이득의 전체 평균은 C1, C2, CW 및 CY 조건의 경우 5.4%, 4.0%, 1.4%, 2.7%이다.

[384] 제안된 좌표 변환은 RAHT 속성 코딩 방식에도 적용될 수 있으며, 도31은 그 요약 결과를 나타낸다. RAHT속성 코딩 방식의 경우 Cat3-frame 데이터의 평균 성능 개선은 C1 및 C3 조건에서 각각 15.3%, 12.5% 증가하여 유의하게 증가하였다.

[385] 도 32는 실시예들에 따른 Attribute Parameter Set의 Syntax 예시를 나타낸다.

[386] 어트좌표변환여부플래그(attr_coord_conv_enable_flag)가 1이면 포인트 클라우드 변환이 어트리뷰트 코딩 프로세스에서 수행되는 것을 나타낸다. 어트좌표변환여부플래그(attr_coord_conv_enable_flag)가 0이면, 포인트 클라우드 변환이 어트리뷰트 코딩 프로세스에서 수행되지 않음을 나타낸다.

[387] 좌표변환스케일프레젠트플래그(coord_conv_scale_present_flag)가 1이면, 좌표계 변환 스케일 팩터 scale_x, scale_y, scale_z가 존재하는 것을 나타낸다. 좌표변환스케일프레젠트플래그(coord_conv_scale_present_flag)가 0이면, 좌표계 변환 스케일 팩터가 존재하지 않고, scale_x, scale_y, scale_z는 x,y,z축의 최대 거리로 정규화된 모든 축에 대한 최대거리이다.

[388] 어트좌표변환스케일(attr_coord_conv_scale)은 좌표 변환 축의 축척 비율을 2-8 단위로 지정한다.

[389] ScaleAxis 배열, 0에서 2 범위의 i에 대한 ScaleAxis[i]는 다음과 같이 도출된다.

[390] ScaleAxis[0] = attr_coord_conv_scale[0]

[391] ScaleAxis[1] = attr_coord_conv_scale[1]

[392] ScaleAxis[2] = attr_coord_conv_scale[2]

[393]

[394] 어트좌표변환여부플래그(attr_coord_conv_enabled_flag)가 1이면 좌표 변환 프로세스가 속성 디코딩을 위한 전처리로서 호출되고 출력 PointPos가 후속 속성 디코딩 과정에 사용된다. 속성 디코딩 프로세스를 수행한 후, 좌표 변환 후처리 과정은 데카르트 좌표계 시스템의 포인트 위치와 속성을 매치시키기 위해 호출된다.

[395] 이하, 어트리뷰트 디코딩을 위한 좌표계 변환 전처리에 대하여 설명한다.

[396] 이 과정에서 입력(인풋)은 다음과 같다.

[397] - 데카르트 좌표계로 표현되는 포인트의 위치를 지정하는 PointPos 배열

[398] - 어트리뷰트 코딩 과정에서 좌표계 변환의 사용을 지정하는 인디케이터 어트좌표변환여부플래그(attr_coord_conv_enabled_flag)

[399] - 레이저의 수를 지정하는 변수 레이저넘버(number_lasers)

[400] - 레이저의 수직방향각도(elevation angle)의 탄젠트를 지정하는 변수 레이저각도(LaserAngle)

[401] - 레이저 원점의 (x, y, z) 좌표를 지정하는 변수 지오각도원점(geomAngularOrigin)

[402] - 각 축의 좌표계 변환을 위한 스케일 팩터를 지정하는 변수 스케일액시스(ScaleAxis)

[403] - 지오각도원점(geomAngularOrigin)에 상대적인 레이저 위치를 보정하는 변수 레이저보정(LaserCorrection)

[404] 이 프로세스의 출력은 수정된 배열 PointPos이며, PointPosCart는 좌표 변환 전후의 위치 간의 연결을 지정할 수 있다.

[405] 이하, 레이저인덱스의 결정 프로세스에 관하여 설명한다.

[406] 이 프로세스는 어트좌표변환여부플래그(attr_coord_conv_enabled_flag)가 1인 경우 적용된다. 이 과정은 좌표 변환을 수행하는 포인트에 대하여 0부터 PointCount-1의 범위의 pointIdx를 갖는 laserIndex[pointIdx]를 결정한다.

[407] 먼저, 노드 각도 PointTheta(node angle PointTheta)를 결정함으로써 추정된 laserIndexEstimate[pointIdx]가 계산된다. 해당 과정은 다음과 같이 기술될 수 있다.

[408] sPoint = (PointPos[pointIdx][0] - geomAngularOrigin[0]) << 8

[409] tPoint = (PointPos[pointIdx][1] - geomAngularOrigin[1]) << 8

[410] r2 = sPoint × sPoint + tPoint × tPoint

[411] rInvLaser = 1 ÷ Sqrt(r2)

[412] PointTheta = ((PointPos[pointIdx][2] - geomAngularOrigin[2]) × rInvLaser) >> 14

[413] 그리고, 이 점에서 가장 가까운 레이저 각도 LaserAngle[laserIndexEstimate[pointIdx]]를 결정한다. 해당 과정은 다음과 같이 기술될 수 있다.

[414] start = 0

[415] end = number_lasers - 1

[416] for (int t = 0; t <= 4; t++) {

[417] mid = (start + end) >> 1

[418] if (LaserAngle[mid] > PointTheta)

[419] end = mid

[420] else

[421] start = mid

[422] }

[423]

[424] minDelta = Abs(LaserAngle[start] - PointTheta)

[425] laserIndex[pointIdx] = start

[426] for (j = start + 1; j <= end; j++) {

[427] delta = Abs(LaserAngle[j] PointTheta)

[428] if (delta < minDelta) {

[429] minDelta = delta

[430] laserIndex[pointIdx] = j

[431] }

[432] }

[433] 이하, 좌표계 변환 프로세스에 관하여 설명한다.

[434] 프로세스 시작 시, 데카르트 좌표계에서 포인트 위치 배열의 위치는 PointPosCart[pointIdx]에 복사되며, pointIdx의 범위는 0내지 PointCount-1 이다. 해당 과정은 다음과 같이 기술될 수 있다.

[435] PointPosCart[pointIdx][0] = PointPos[pointIdx][0]

[436] PointPosCart[pointIdx][1] = PointPos[pointIdx][1]

[437] PointPosCart[pointIdx][2] = PointPos[pointIdx][2]

[438] 다음 프로세스는 좌표축을 데카르트 좌표계에서 원기둥 좌표계로 변환하기 위해 포인트에 적용된다. 여기서 ConvPointPos[pointIdx]는 변환된 원기둥 좌표계의 포인트 위치를 지정하고, pointIdx의 범위는 0 내지 PointCount-1이다. 해당 과정은 다음과 같이 기술될 수 있다.

[439] ConvPointPos[pointIdx][0] = Sqrt(r2) >> 8;

[440] ConvPointPos[pointIdx][1] = (atan2(tPoint, sPoint) + 3294199) >> 8;

[441] ConvPointPos[pointIdx][2] = ((PointPos[pointIdx][2] - geomAngularOrigin[2] - LaserCorrection[laserIndex[pointIdx]]) × rInvLaser) >> 22;

[442]

[443] 업데이트된 PointPos는 각 축에 대한 스케일 팩터의 배수로서 지정될 수 있다. 스케일액시스(ScaleAxis)가 0이 아닌 양의 값이면, 업데이트된 PointPos는 다음과 같이 파생될 수 있다.

[444] PointPos[pointIdx][0] = ((ConvPointPos[pointIdx][0] - MinPointPos[0]) ×ScaleAxis[0]) >> 8

[445] PointPos[pointIdx][1] = ((ConvPointPos[pointIdx][1] - MinPointPos[1]) ×ScaleAxis[1]) >> 8

[446] PointPos[pointIdx][2] = ((ConvPointPos[pointIdx][2] - MinPointPos[2]) ×ScaleAxis[2]) >> 8

[447] 여기서 MinPointPos는 ConvPointPos[pointIdx]의 최소 포인트 위치이며, pointIdx의 범위는 0내지 pointCount-1이다.

[448] 스케일액시스(ScaleAxis)의 요소들의 적어도 하나 이상이 0이면, 스케일액시스는 바운드 박스에 의해 파생된다. MaxPointPos가 주어진 ConvPointPos의 최대 포인트 위치가 되게 하고, 축 LengthBbox를 따르는 바운딩 박스의 길이는 다음과 같이 정의할 수 있다.

[449] LengthBbox[0] = MaxPointPos[0] - MinPointPos[0]

[450] LengthBbox[1] = MaxPointPos[1] - MinPointPos[1]

[451] LengthBbox[2] = MaxPointPos[2] - MinPointPos[2]

[452] 그리고 셋 중 최대길이가 정의된다.

[453] MaxLengthBbox = Max(LengthBbox[0], Max(LengthBbox[1], LengthBbox[2]))

[454] 그러면, 스케일액시스(ScaleAxis)는 다음과 같이 도출될 수 있다.

[455] ScaleAxis[0] = MaxLengthBbox ÷ LengthBbox[0]

[456] ScaleAxis[1] = MaxLengthBbox ÷ LengthBbox[1]

[457] ScaleAxis[2] = MaxLengthBbox ÷ LengthBbox[2]

[458]

[459] 이하, 어트리뷰트 디코딩에 대한 좌표계 변환 후처리 프로세스에 대하여 설명한다.

[460] 이 프로세스의 입력(인풋)은 다음과 같다.

[461] - 어트리뷰트 코딩 프로세스 내에서 좌표 변환 사용을 지정하는 인디케이터 어트좌표변환여부플래그(attr_coord_conv_enabled_flag)

[462] - PointsAttr[pointIdx][cIdx] 요소를 가진 PointsAttr 배열. pointIdx는 0 내지 PointCount-1 범위이고, cIdx는 0 내지 AttrDim-1 범위에 있다.

[463] - PointPosCart[pointIdx] 요소를 가진 PointPosCart 배열. pointIdx는 0 내지 PointCount-1 범위이다.

[464] 이 프로세스에서 출력은 PointAttr[pointIdx][cIdx] 요소가 있는 배열 PointAttr이다. 여기서 PointAttr의 인덱스 pointIdx가 있는 각 요소는 동일한 인덱스 pointIdx를 가진 배열 PointPosCart에 의해 주어진 위치와 관련된다.

[465] 한편, 실시예들에 따른 프로젝션 수행 과정에서, 필요 시 각 축에 대한 프로젝션타입(projection_type)이 정의될 수 있다. 이때, 각 축마다 정의된 프로젝션타입은 프로젝션타입x(projection_type_x), 프로젝션타입y(projection_type_y), 프로젝션타입z(projection_type_z)로 나타낼 수 있다.

[466] 프로젝션타입x(projection_type_x)가 0이면 프로젝션을 하지 않는 경우를 나타낸다(즉, 변환 없이 x값을 사용한다). 1이면, 코디네이트컨버전타입(coordinate_conversion_type)에서 나타내는 좌표계의 첫번째 변환값(예를 들어, 원기둥 좌표계의 radius)을 나타내고, 2이면 단순화(simplified)된 변환값(예를 들어, 원기둥 좌표계의 radius에 대하여 square root 를 제거함으로써 단순화(simplified) 된 x*x + y*y 값)을 나타낸다. 3이면, 단순화된 거리합(simplified sum of distance)(예를 들어, 각 축의 위치 정보의 합, x + y 또는 x + y + z 등)을 나타낼 수 있고, 4이면 약속된 함수에 의한 변환값(예를 들어 log_2(x))을 나타낼 수 있다.

[467] 프로젝션타입y(projection_type_y)가 0이면 프로젝션을 하지 않는 경우를 나타낸다(즉, 변환 없이 y값을 사용한다). 1이면,

코디네이트컨버전타입(coordinate_conversion_type)에서 나타내는 좌표계의 두번째 변환값(예를 들어, 원기둥 좌표계의 수평방향각도, azimuthal angle)을 나타내고, 2이면 단순화(simplified)된 변환값(예를 들어, 각도값으로써 각도를 구하기 위한 inverse tangent 연산을 줄이기 위해 tangent 값을 구할 수 있으며, 이 때 tan_phi = phi로 가정할 수 있다)을 나타낸다. 3이면, 단순화된 거리(simplified distance)(예를 들어, 각 축의 위치 정보의 차이, x - y 또는 y - x - z 등)을 나타낼 수 있고, 4이면 약속된 함수에 의한 변환값(예를 들어 log_2(y))을 나타낼 수 있다.

[468] 프로젝션타입z(projection_type_z)가 0이면 프로젝션을 하지 않는 경우를 나타낸다(즉, 변환 없이 z값을 사용한다). 1이면, 코디네이트컨버전타입(coordinate_conversion_type)에서 나타내는 좌표계의 세번째 변환값(예를 들어, 원기둥 좌표계의 수직 방향 각도, elevation angle)을 나타내고, 2이면 단순화(simplified)된 변환값(예를 들어, 각도값으로써 각도를 구하기 위한 inverse tangent 연산을 줄이기 위해 tangent 값을 구할 수 있다 레이저의 개수 및 일정하게 분포하는 레이저의 위치를 기반으로 데이터 획득에 사용된 레이저를 유추하여 레이저 인덱스를 단순화된 변환값으로 사용할 수 있다)을 나타낸다. 3이면, 단순화된 거리(simplified distance)(예를 들어, 각 축의 위치 정보의 차이, z - y 또는 z - x - y 등)를 나타낼 수 있고, 4이면 약속된 함수에 의한 변환값(예를 들어 log_2(z))을 나타낼 수 있다.

[469] 각 축에 적용되는 프로젝션타입(projection_type)은 하나의 코디네이트컨버전(coordinate conversion)에 대하여 정의될 수 있고, 각 축에 대하여 서로 다른 코디네이트컨버전타입(coordinate_conversion_type)이 시그널링 될 수 있다. 즉, 각 축에 서로 다른 프로젝션(projection)이 적용되는 것을 나타내며, 서로 다른 변환 방법을 시그널링하는 방법으로 사용될 수 있다. 아래에 예시를 설명한다.

[470] coordinate_conversion_type = 1 이고 projection_type_x = 1, projection_type_y = 1, projection_type_z = 1 인 경우 원기둥 좌표계의 radius, azimuth angle, elevation angle을 나타낼 수 있다.

[471] coordinate_conversion_type = 2 이고 projection_type_x = 1, projection_type_y = 1, projection_type_z = 1 인 경우 구면 좌표계의 radius, azimuth angle, elevation angle 을 나타낼 수 있다.

[472] coordinate_conversion_type = 1 이고 projection_type_x = 0, projection_type_y = 0, projection_type_z = 0 인 경우 프로젝션이 일어나지 않은 경우 (granurality_radius, granurality_angular, granurality_normal에 의한 각 축의 scaling 변화만 있음)를 나타낼 수 있다.

[473] coordinate_conversion_type = 2 이고 projection_type_x = 0, projection_type_y = 0, projection_type_z = 1 인 경우 x, y 축 및 구면 좌표계의 elevation angle로 변환된 경우를 나타낼 수 있다.

[474] coordinate_conversion_type = 1 이고 projection_type_x = 0, projection_type_y = 0,

projection_type_z = 2 인 경우 x, y 축 및 레이저 인덱스(laser index)로 변환된 경우를 나타낼 수 있다.

[475] coordinate_conversion_type = 1 이고 projection_type_x = 2, projection_type_y = 2, projection_type_z = 2 인 경우 원기둥 좌표계에서 하드웨어(HW)의 구현을 고려하여 단순화된 반경(simplified radius), 단순화된수평각도(simplified azimuth angle) 및 레이저인덱스(laser index)로 변환된 경우를 나타낼 수 있다.

[476] 코디네이트컨버전타입(coordinate_conversion_type)과 프로젝션타입(projection_type)은 시퀀스 특성에 따른 코디네이트컨버전타입(coordinate conversion type)을 지정하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, A type sequence에 대해서 원기둥 좌표계 변환(cylindrical coordinate conversion)을 사용하면서 프로젝션타입(projection type)은 (radius, azimuthal angle, laser index)를 사용할 수 있고, B type sequence에 대해서 원기둥 좌표계 변환(cylindrical coordinate conversion)을 사용하면서 프로젝션타입(projection type)은 (x, y, laser index)를 사용하고, C type sequence에 대해서 구면 좌표계 변환(spherical coordinate conversion)을 사용하면서 프로젝션타입(projection type)은 (radius, azimuthal angle, elevation angle)을 사용할 수 있다.

[477] 도 33은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터를 인덱스로 전환하는 예시를 나타낸다. 프로젝션타입z(projection_type_z)가 2인 경우, 수직방향각도(elevation angle)가 레이저 인덱스(laser index)로 표현될 수 있다.

[478] 도 33과 같이 라이다는 헤드를 중심으로 수평방향 회전을 하고(33001), 레이저에서 방출된 빛이 사물에 반사되어 수신될 때 송수신 시간의 차이를 기반으로 사물의 위치를 추정할 수 있다. 이 때, 획득된 포인트들은 레이저의 궤적 상에 위치하는데, 노이즈의 영향으로 포인트가 레이저 궤적보다 다소 높거나 낮은 곳에 위치한다(33002). 즉, 각 포인트의 수직방향각도(elevation angle)는 레이저각도(laser angle)보다 다소 크거나 작은 값을 가진다. 따라서, 포인트의 수직방향각도를 근사화(approximation) 또는 보정(adjustment)하는 경우 각 포인트들의 수직방향각도를 이와 연관된 레이저각도(laser angle)로 고려하거나 레이저인덱스(laser index)로 고려할 수 있다. 즉, 수직방향각도와 레이저각도의 차이를 버리고 포인트가 레이저 위에 위치하는 것으로 고려한다. 따라서, 각 포인트의 수직방향각도는 레이저각도와 동일하고, 레이저인덱스(laser index)에 따라 정렬한 것으로 고려될 수 있다.

[479] 도 34는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터를 보정하는 방법의 예시를 나타낸다. 도 34를 참조하면, n 번째 레이저에 해당하는 레이저각도는 ϕ_n 이고, 인접한 레이저의 레이저각도는 ϕ_{n-1}, ϕ_{n+1} 이다. 이때, 임의의 포인트의 수직방향각도(elevation angle) ϕ 가 레이저 n에 매칭되는 조건은 다음과 같을 수 있다.

[480] $0.5 * \phi_n + 0.5 * \phi_{n-1} \leq \phi < 0.5 * \phi_n + 0.5 * \phi_{n+1}$

[481] 또한, 현재 포인트와 각 레이저의 수직방향각도(elevation angle) 차이 $d_n = |\phi - \phi_n|$, $d_{n+1} = |\phi - \phi_{n+1}|$, $d_{n-1} = |\phi - \phi_{n-1}|$를 계산하고, 차이값이 최소화되는 레이저를 해당 포인트를 획득한 레이저로 정의할 수 있다.

[482] 전체 레이저의 수가 N개이면, 전술한 과정을 통해 인접한 레이저와 매칭된 포인트들은 N개의 그룹으로 나뉠 수 있다. 즉, 포인트들은 레이저각도 또는 레이저인덱스로 보정(adjustment)되어 N개의 그룹으로 나뉘며, 양자화(quantization)된 것으로 볼 수 있다. 이 경우, granularity_radius, granularity_angular, granularity_normal로 표현된 각 축에 대한 스케일링팩터(scaling factor)는 또 다른 의미를 가질 수 있다. 즉, N개의 양자화된 그룹(quantized group)을 구분하기 위한 세퍼레이터(separator) 역할을 수행할 수 있다. 예를 들어 (radius, azimuthal angle, laser index)로 이루어진 좌표계 변환(coordinate conversion)에 대해 스케일링팩터(scaling factor)가 1이면, radius의 거리 1과 laser의 거리 1이 같은 의미를 가지며, 주변 포인트를 찾을 때 인접 레이저인덱스(laser index) 사이에 실제보다 과도하게 가깝다고 판단하여 크로스레이저인덱스포인트(cross laser index point)들이 이웃탐색(neighbor search)될 가능성이 커진다. 따라서, 이를 예방하기 위해 granularity_normal로 기술된 시그널을 이용하여 레이저인덱스(laser index) 사이의 거리를 일정하게 유지하고, 레이저인덱스(laser index)가 다른 포인트들이 이웃탐색(neighbor search)되는 것을 방지할 수 있다. 즉, 포인트 클라우드 데이터의 부호화 과정에서 포인트들 간의 이웃탐색 시 유사 포인트의 탐색 확률을 높일 수 있다.

[483] When use laser index or laser angle

granularity_normal >= minimum inter-laser distance >=

maximum k − th neighbor distance in a laser plane

$$: \left(\sqrt{(x_k(n) - x_l(n))^2 + (y_k(n) - y_l(n))^2 + (z_k(n) - z_l(n))^2}\right)$$

[484] 이 때, $(x_k(n), y_k(n), z_k(n))$와 $(x_l(n), y_l(n), z_l(n))$는 레이저n에 속한 임의의 인접 포인트들의 xyz 위치를 나타낸다.

[485] 이 때, 레이저평면은 하나의 레이저와 연관된 포인트들이 속하는 평면 또는 하나의 레이저가 스캔하는 평면을 의미할 수 있다.
레이저평면최대이웃거리(Maximum neighbor distance in a laser plane)는 k개의 이웃을 구할 때 레이저평면 상의 포인트들을 대상으로 이웃을 구할 때 k 번째 이웃들 중 거리가 가장 먼 것을 의미할 수 있다. 각 레이저평면에 대한 레이저평면최대k번째이웃거리(maximum k-th neighbor distance in a laser plane)에 대하여 최대값을 기반으로 granularity_normal에 해당하는 스케일링팩터를 정의할 수 있고, 각 평면에 따라 서로 다른 스케일링팩터를 적응적으로 정의할

수 있다. 레이저평면최대이웃거리(Maximum neighbor distance in a laser plane)는 실시예들에 따른 인코더에서 각 시퀀스에 따라 측정하거나 실험을 통해 미리 정해진 값을 실시예들에 따른 디코더에 시그널링 해줄 수 있다. 이는 레이저 사이의 거리를 띄움으로써 각 레이저평면(laser plane)에서 독립적인 압축 또는 주변 특성 파악이 이루지도록 돕는다. 또는, 레이저평면최대이웃거리(Maximum neighbor distance in a laser plane)는 실시예들에 따른 디코더에서 미리 정해진 값을 사용할 수 있다.

[486] 이는 최소레이저거리(minimum laser distance)로써 모든 레이저 사이에 동일하게 적용될 수 있고, 레이저의 특성에 따라 레이저 사이에 또는 동일 레이저에 대해서도 중심으로부터의 거리에 따라 서로 다른 거리(distance)를 사용할 수 있다.

[487] 도 35는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터에 대하여 스케일링 팩터 기반의 인덱스 간격 유지 방법 예시를 나타낸다. 즉, 도 35는 스케일링 팩터를 기반으로 레이저인덱스(laser index) 사이의 간격을 유지하여 이웃탐색(neighbor search) 오류를 방지하는 것을 나타낸다. 스케일링 팩터를 결정하기 위한 최대 이웃 거리(max neighbor distance)는 실험을 통해 정의된 값 또는 실시예들에 따른 인코더에서 레이저인덱스(laser index) 내의 이웃 거리(neighbor distance)를 측정 후 시퀀스 특징에 따라 정의되어 시그널링될 수 있다.

[488] 한편, 시그널링 없이 레이저인덱스로 변환된 좌표계를 효율적으로 사용할 수 있다. 포인트의 이웃탐색 시 레이저인덱스 또는 레이저각도가 동일한 포인트만을 탐색하거나 레이저인덱스 또는 레이저각도의 일정 범위 내에 있는 포인트만을 탐색할 수 있다.

[489] 최근접이웃(nearest neighbor) = 동일 레이저 인덱스에서 최소 거리 포인트(minimum distance point within the same laser index)

[490] 도 36은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터에서 레이저 인덱스 기반의 이웃 포인트 탐색 방법 예시를 나타낸다. 도 36은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터가 반경(radius), 수평방향각도(azimuth angle), 레이저인덱스(laser index)로 좌표계 변환(coordinate conversion)된 경우, 반경(radius)/애지무스(azimuth) 평면에 대하여 레이저인덱스(laser index)를 따라 수직 방향으로 나열된 것이다. 이웃 포인트의 탐색은 n 번째 레이저에 속하는 포인트에 대하여, 다른 레이저인덱스 또는 레이저각도를 가진 포인트는 고려되지 않고 동일 레이저에 포함된 포인트들만 고려하여 거리를 기반으로 이웃 포인트의 탐색이 수행될 수 있다.

[491] 이러한 인덱스 기반의 이웃 포인트 탐색은 예측-리프팅 어트리뷰트 코딩(predictive-lifting attribute coding)의 최근접 이웃 탐색(nearest neighbor search)에서 적용되거나, 예측 어트리뷰트 코딩(predictive attribute coding)에서 적용될 수 있다. 또한, 포인트 정렬(sorting) 과정에서 동일한 레이저인덱스를 가진 포인트들을 그룹으로 정렬하는 것을 우선 순위로 둠으로써 단일

레이저에서 획득된 포인트들을 모으는 조건으로 사용될 수 있다.

[492] 레이저인덱스 또는 레이저각도를 사용하는 경우, 포인트마다 해당 정보를 포함할 수 있다. 즉, 기존에 포함된 xyz position 정보에 레이저인덱스 또는 레이저각도 정보가 추가되거나, 하나 이상의 축 값을 대체하거나 변환하여 레이저인덱스 또는 레이저각도 정보가 사용될 수 있다. 획득된 데이터에 레이저인덱스 또는 레이저각도 정보가 포함되지 않은 경우, 관련 정보(영상 획득 장치 전반의 레이저각도, 레이저헤드위치, 관련레이저위치 정보)를 기반으로 각 포인트의 레이저인덱스 또는 레이저각도를 유추할 수 있다.

[493] 전술한 레이저인덱스 또는 레이저각도의 사용은 원기둥 좌표계 또는 구면 좌표계에서 수직방향각도(elevation angle)에 따라 샘플링된 포인트들의 보정으로 사용될 수 있다.

[494] 도 37은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터에서 수평방향각도(azimuthal angle)를 인덱스로 전환하여 보정하는 예시를 나타낸다. 원기둥 좌표계 시스템, 구면 좌표계 시스템 또는 부채꼴 좌표계 시스템에서 수평방향각도(azimuthal angle)에 대한 샘플링 보정으로 수평방향인덱스(azimuthal index)를 사용할 수 있다.

[495] 도 37을 참조하면, 수직 방향으로 배열된 복수의 레이저가 수평 방향으로 회전하면서(37001) 포인트 클라우드 데이터를 획득한다. 각 레이저에 의해 샘플링되는 위치를 선으로 표현하면, 샘플링된 포인트들은 이론적으로 선 위에 위치해야 하지만 샘플링 노이즈, 양자화 오류, 레이저 간섭 등으로 포인트가 선에서 벗어난 위치에서 샘플링될 수 있다(37002). 도 37은 수직 방향으로 배열된 복수의 레이저들 중 n 번째 레이저의 k번째 샘플링 및 이와 인접한 샘플링(k-1번째, k+1번째) 포인트들을 나타낸다(37003). k 번째 광선과 k+1 번째 광선에 의해 샘플링된 포인트들의 위치는 레이저 광전의 궤적을 중심으로 오차를 가지고 분포된다. 이와 같이 수평방향각도에 오차가 있는 포인트의 위치는 인덱스로 근사화하여 레이저의 라인 궤적 상에 위치하도록 보정될 수 있다.

[496] 도 38은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 수평방향각도(azaimuth angle) 값을 보정하는 방법의 예시를 나타낸다.

[497] n 번째 레이저에서 k번째에 샘플링한 수평방향각도(azimuthal angle)를 θ_k라고 하고, 그와 인접하여 k-1번째 및 k+1번째에 샘플링한 수평방향각도를 각각 θ_{k-1}, θ_{k+1}라고 할 때, 해당 포인트의 수평방향각도(azimuthal angle) θ가 n번째 레이저의 k번째 샘플링 각도와 매칭되는 조건은 다음과 같다.

[498] $$0.5 * \theta_k + 0.5 * \theta_{k-1} \leq \theta < 0.5 * \theta_k + 0.5 * \theta_{k+1}$$

[499] 즉, θ가 상기 수식 조건의 범위에 있는 경우, 해당 포인트의 수평방향각도 θ를 n번째 레이저의 k번째 샘플링 수평방향각도 θ_k로 보정할 수 있다.

[500] 또한, 포인트의 수평방향각도(θ)와 레이저가 샘플링한 수평방향각도들 (θ_k, θ_{k-1}, θ_{k+1})과의 차이 $d_k = |\theta - \theta_k|$, $d_{k+1} = |\theta - \theta_{k+1}|$, $d_{k-1} = |\theta - \theta_{k-1}|$ 가 최소가 되는 레이저의 수평방향각도(azimuthal angle)를 해당 포인트의 수평방향각도로 근사화하여 보정할 수 있다.

[501] 도 38을 참조하면, k번째 레이저 광선과 가까운 포인트의 위치는 k번째 레이저 광선의 궤적 위에 위치하는 것으로 보정된다. 이때, 레이저가 샘플링하는 수평방향각도에 대한 정보(θ_k, θ_{k-1}, θ_{k+1})는 파라미터로 직접 전달되거나 실시예들에 따른 전송장치 또는 수신장치에서 연산 가능한 형태로 전달될 수 있다. 또한, 라이다의 회전 속도가 일정하다고 가정할 때, 1회전 당 샘플링 수 (N: number_phi_per_turn)와 n 번째 레이저의 샘플링 시작 위치($\Delta\theta_0$: offset)를 통해 수평방향각도에 대한 정보를 다음과 같이 연산할 수 있다(단위: radian).

[502] $$\theta_k = k / N * 2\pi + \Delta\theta_0$$

[503] 오프셋(offset)은 모든 레이저인덱스(laser index)에 대하여 동일한 값 또는 오차범위 내에서 유사한 값을 가지거나, 레이저인덱스(laser index)에 따라 다른 값을 가질 수 있다. 레이저의 수평 위치가 다른 경우 오프셋을 고려하면 보다 정확하게 그룹화할 수 있다.

[504] 도 39는 실시예들에 따른 라이다(Lidar)에 포함된 레이저(laser)들의 수평방향각도가 서로 다른 상태를 나타낸다.

[505] 도 40은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 그룹핑 방법 예시를 나타낸다. 도 40은 수평방향으로 인접한 두 개의 샘플링 위치를 하나로 그룹화한 것을 나타낸다. 즉, 2k-2 번째와 2k-1 번째로 샘플링된 포인트들은 m-1 로 그룹핑되고, 2k 번째와 2k+1 번째로 샘플링된 포인트들은 m으로 그룹핑된다. 수평방향 샘플링이 조밀한 경우 샘플링레이트(sampling rate)를 낮추어 인접 포인트 사이의 유사성을 더욱 고려할 수 있다.

[506] 도 41은 실시예들에 따른 Sequence Parameter Set의 Syntax 예시를 나타낸다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치 및 전송방법은 프로젝션과 관련한 정보를 실시예들에 따른 수신장치에 시그널링 할 수 있다.

[507] 도 41과 연관된 도면으로서, 도 42는 실시예들에 따른 Geometry Parameter Set의 Syntax 예시를 나타낸다. 도 43은 실시예들에 따른 Attribute Parameter Set의 Syntax 예시를 나타내고, 도 44는 실시예들에 따른 General geometry slice bitstream 및 geometry slice hear의 Syntax 예시를 나타낸다. 도 45은 실시예들에 따른 General attribute slice bitstream 및 attribute slice hear의 Syntax 예시를 나타낸고, 도 46 내지 48은 실시예들에 따른 projection info의 Syntax 예시를 나타낸다.

[508] 좌표축 변환(프로젝션)과 관련된 정보는 parameter set 및 SEI message 에서

정의될 수 있다. 또한, sequence parameter set, geometry parameter set, attribute parameter set, slice header는 독립적인 프로젝션(projection) 수행 여부를 알려주고, 프로젝션에 관한 구체적인 정보는 프로젝션인포(projection_info())에 포함되어 전달될 수 있다.

[509] 프로젝션(projection) 수행 여부는 SPS, GPS, APS에서 각각 프로젝션플래그(projection_flag)를 전달하고, 동시에 slice 단위로 프로젝션플래그(projection_flag)를 정의하여 slice 단위로 프로젝션(projection) 수행 여부를 전달할 수 있다. 또한, sequence parameter set에 관련 정보의 전부 또는 일부를 전달하고, geometry parameter set, attribute parameter set, tile parameter set, slice header 도는 SEI message 등에서 나머지 정보를 전달할 수 있다.

[510] 시그널링 정보(파라미터, 메타데이터 등)는 전달되는 위치에 따라 다른 의미를 가지는데, 시그널링 정보가 SPS에 정의되는 경우 시퀀스 전체에 적용되는 것을 나타내고, 시그널링 정보가 GPS에 정의되는 경우 지오메트리(위치) 복원에 사용됨을 나타낸다. 시그널링 정보가 APS에 정의되는 경우 어트리뷰트(속성) 복원에 적용됨을 나타내며, 시그널링 정보가 TPS에 정의되는 경우 tile 내의 포인트에 대해서 해당 시그널링이 적용됨을 나타낸다. 시그널링 정보가 slice 단위에 정의되는 경우 해당 slice 에 대해서 시그널링 정보가 적용됨을 나타낸다. 시그널링 정보는 어플리케이션, 시스템에 따라 상응하는 위치 또는 별도의 위치에 정의되어 적용 범위, 적용 방법 등을 다르게 할 수 있다. 또한, 정의된 신택스 요소(syntax element)가 현재 포인트 클라우드 데이터 스트림(point cloud data stream) 뿐만 아니라 복수의 포인트 클라우드 데이터 스트림(point cloud data stream)에 적용될 수 있는 경우 상위 개념의 파라미터세트(parameter set) 등을 통해 시그널링 정보가 전달될 수 있다.

[511] 이하, 실시예들에 따른 파라미터(메타데이터, 시그널링 정보 등)는 후술하는 실시예들에 따른 전송장치의 프로세스 중 생성될 수 있고, 실시예들에 따른 수신장치에 전달되어 재구성 과정에 이용될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에 따른 파라미터는 후술하는 실시예들에 따른 전송장치의 메타데이터 처리부(또는 메타데이터 제너레이터)에서 생성되고, 실시예들에 따른 수신장치의 메타데이터 파서에서 획득될 수 있다.

[512] 이하, 관련된 신택스를 설명한다. 도 25b와 중복된 신택스에 관한 설명은 생략한다.

[513] SPS프로젝션파라미터프레젠트플래그(sps_projection_param_present_flag), GPS프로젝션파라미터프레젠트플래그 (gps_projection_param_present_flag), APS프로젝션파라미터프레젠트플래그 (aps_projection_param_present_flag)는 1인 경우 sequence parameter set, geometry parameter set, attribute parameter set 에서 프로젝션(projection) 관련 파라미터가 전달됨을 나타낸다. 0인 경우 slice 단위로 파라미터가 전달될 수 있다.

[514] SPS시퀀스파라미터세트아이디(sps_seq_parameter_set_id),

GPS시퀀스파라미터세트아이디 (gps_seq_parameter_set_id)는 좌표계 프로젝션(coordinate projection)이 수행되고, 관련 파라미터가 sps 혹은 gps 에 전달되는 경우 해당 파라미터세트(parameter set)의 인디케이터(indicator)를 나타낸다.

[515] 예를 들어, 좌표계 변환(coordinate conversion)이 어트리뷰트 코딩(attribute coding)에 사용될 때, 관련 파라미터가 gps에서 전달될 수 있는데 (지오메트리 코딩에 사용되는 코딩 스킴에서 좌표계 변환(coordinate conversion)에 사용되는 파라미터를 공동으로 사용하는 경우), 이 경우 해당 파라미터를 참조할 수 있는 파라미터 세트 인디케이터를 직접 전달할 수 있다. 해당 파라미터가 포인트 클라우드 데이터 시퀀스 전체에 적용되거나 지오메트리 및 어트리뷰트에 동시 적용됨을 나타내기 위해 SPS에 정의될 경우, 시퀀스파라미터세트인디케이터를 직접 나타낼 수 있다. 따라서, 복수의 파라미터세트 중 필요로 하는 파라미터가 포함된 파라미터세트를 참조할 수 있다. APS 에 정의된 파라미터를 지오메트리(위치) 복원에 사용할 경우, APS 인디케이터를 GPS 내에 정의할 수 있다.

[516] 엘레베이션인덱스이네이블플래그(elevation_index_enable_flag), 애지무탈인덱스이네이블플래그(azimuthal_index_enable_flag)가 1인 경우 좌표계 변환(coordinate conversion)된 포인트 위치에 대하여 수직방향각도의 인덱스 또는 수평방향각도의 인덱스의 사용 여부를 나타낸다.

[517] If (elevation_index_enable_flag == 0, azimuthal_index_enable_flag == 0)

[518] (x, y, z) -> (radius, azimuthal angle, elevation angle)

[519] else If (elevation_index_enable_flag == 0, azimuthal_index_enable_flag == 1)

[520] (x, y, z) -> (radius, angular index, elevation angle)

[521] else If (elevation_index_enable_flag == 1, azimuthal_index_enable_flag == 0)

[522] (x, y, z) -> (radius, azimuthal angle, laser index)

[523] else if (elevation_index_enable_flag == 1, azimuthal_index_enable_flag == 1)

[524] (x, y, z) -> (radius, angular index, laser index)

[525]

[526] 레이저파이퍼턴(laser_phi_per_turn[i])은 i 번째 레이저에 대해 수평방향 1 회전당 샘플링 수를 나타낸다. -1,0,1 과 같이 특정 값에 대하여 디폴트(default) 값을 사용하거나(예를 들어, 800회 샘플링 되는 경우 디폴트(default) 값이 200이면, 4개 샘플을 하나로 그룹핑할 수 있다.), 수평방향인덱스(azimuthal index)를 사용하지 않음(azimuthal_index_enable_flag = 0)을 나타낼 수 있다.

[527] 레이저각도오프셋(laser_angle_offset[i])은 복수의 레이저들 간의 샘플링 위치 차이를 보정하기 위해 i 번째 레이저의 수평방향 샘플링 위치 차이를 나타낸다. 예를 들어, 첫번째 샘플의 각도를 나타낼 수 있다.

[528] 레이저샘플링각도(laser_sampling_angle[i][j])는 i 번째 레이저의 j 번째 수평방향 샘플링 각도를 나타낸다. 레이저의 샘플링 위치가 균일하지 않은 경우,

각각의 샘플링 각도를 나타내기 위해 사용될 수 있다.

[529] 그룹핑레이트(grouping_rate)는 수평방향 인덱스를 그룹핑하는 빈도를 나타낼 수 있다. 그룹핑레이트(grouping_rate)가 1인 경우, 회전 당 수평방향 샘플링 수(laser_phi_per_turn)와 동일한 샘플링 수를 나타내며, 1보다 큰 경우 복수의 레이저 샘플링 위치를 그룹핑하여 하나로 고려하는 것을 나타낸다. 1보다 작은 경우 가상의 레이저 샘플링 위치가 추가되는 것을 나타낼 수 있다. 레이저 샘플링 위치 간의 간격이 넓어지는 관점에서 스케일(scale)의 의미로 사용될 수 있다.

[530] 도 49a, 49b는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송장치(49000)를 나타내는 블록도 예시이다.

[531] 실시예들에 따른 전송장치(49000)는 도1의 전송장치(10000), 도 4의 전송장치, 도 12의 전송장치, 도 14의 XR 장치(1430), 도15의 전송장치(15000) 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 포인트 클라우드 데이터를 획득하고, 인코딩하여 전송할 수 있다.

[532] 전송장치(49000)는 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 인코더와 인코딩된 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 트랜스미터를 포함한다. 인코더는 포인트 클라우드 데이터의 하나 또는 그 이상의 포인트들의 포지션을 나타내는 지오메트리를 인코딩하는 지오메트리 인코더와, 하나 또는 그 이상의 포인트들의 어트리뷰트를 인코딩하는 어트리뷰트 인코더를 포함할 수 있다.

[533] 또한, 인코더는 포인트 클라우드 데이터의 포인트를 프로젝션하는 프로젝션부(49100)를 포함할 수 있다. 전송장치(49000)의 프로젝션부(49100)는 포인트들의 포지션을 나타내는 좌표값을 다른 좌표계로 변환하여 표현하고, 좌표계가 변환되어 표현된 포인트들의 좌표값을 기반으로 포인트들을 프로젝션할 수 있다. 예를들어, 프로젝션부(49100)는 데카르트 좌표계 또는 xyz 직교 좌표계(제1좌표계) 상에서 표현된 포인트의 좌표값을 원기둥 좌표계, 구면 좌표계 또는 부채꼴형 좌표계 중 적어도 어느 하나(제2좌표계)로 변환하여 표현할 수 있다(도19). 그리고, 프로젝션부(49100)는 제2좌표계로 표현된 포인트의 좌표값을 기반으로 X', Y', Z' 축을 가진 직교 좌표계(도20, 20003) 상에 포인트를 프로젝션한다. 결국, 제2 좌표계로 변환되어 표현된 값(예를들어, r, theta, phi)을 기반으로 직교 좌표계(X', Y', Z')에 포인트를 위치시키면서 포인트의 기존 공간 좌표계에서의 위치와 X',Y',Z' 공간 좌표계에서의 위치는 달라진다. 제1좌표계 또는 제2좌표계는 데카르트 좌표계, 원기둥 좌표계, 구면 좌표계 또는 부채꼴형 좌표계 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[534] 프로젝션부(49100)에서 프로젝션된 지오메트리 정보는 어트리뷰트 인코더에 전달될 수 있다. 즉, 어트리뷰트 코딩에 사용하는 지오메트리 정보는 프로젝션된

것일 수 있다. 또한, 서브 샘플된 지오메트리(sub-sampled geometry)를 기반으로 서브 샘플된 어트리뷰트 정보(sub-sampled attribute data)가 인코딩될 수 있다. 프로젝션부(49100)는 프로젝션 적용 범위에 따라 관련 정보(예를들어, geo_projection_enable_flag, attr_projetion_enable_flag)를 생성하여 실시예들에 따른 수신장치에 전달할 수 있다. 포인트 클라우드 데이터의 프로젝션은 지오메트리 코딩 및/또는 어트리뷰트 코딩에 적용될 수 있다.

[535] 도49b는 실시예들에 따른 프로젝션부(49100)를 보다 상세하게 나타낸 블록도 예시이다. 실시예들에 따른 프로젝션부(49100)는 좌표계변환부(49111), 좌표계프로젝션부(49112), 레이저위치조정부(49113), 샘플링레이트조정부(49114) 또는 복셀화부(49115)를 포함할 수 있다.

[536] 좌표계변환부(Coordinate conversion, 49111)는 입력된 포인트 클라우드 데이터의 포지션을 나타내는 좌표값의 변환을 수행한다. 예를 들어, XYZ 직교 좌표계(예를들어, 데카르트 좌표계)로 표현된 포인트들의 포지션을 원기둥 좌표계, 구면 좌표계 또는 부채꼴형 좌표계로 변환하여 표현할 수 있다. 이 때, 입력된 포인트 클라우드 데이터의 분포 범위에 대한 정보(예를들어, orig_bounding_box_x_offset, orig_bounding_box_y_offset, orig_bounding_box_z_offset, orig_bounding_box_x_length, orig_bounding_box_y_length, orig_bounding_box_z_length)를 생성하여 실시예들에 따른 수신장치에 전달할 수 있다. 또한, 변환된 좌표계에 관한 정보로서, 중심 위치, 변환 좌표계에서 데이터의 분포 범위 등에 관한 정보(예를들어, cylinder_center_x/y/z, cylinder_radius_max, cylinder_degree_max, cylinder_z_max, ref_vector_x/y/z, normal_vector_x/y/z, clockwise_degree_flag)를 생성하여 실시예들에 따른 수신장치에 전달할 수 있다.

[537] 좌표계프로젝션부(Coordinate projection, 49112)는 좌표계 변환되어 표현된 포인트 클라우드 데이터의 포인트를 프로젝션하는 구성이다.
좌표계프로젝션부(Coordinate projection, 49112)는 프로젝션된 포인트 클라우드 데이터의 범위 및 스케일링에 대한 정보(예를들어, bounding_box_x/y/z_length, granurality_radius/angular/normal)를 생성하여 실시예들에 따른 수신장치에 전달할 수 있다.

[538] 도 15 내지 도 20은 좌표계의 변환 및 프로젝션에 관한 내용을 설명하며, 관련 내용은 전술한 좌표계변환부(49111) 또는 좌표계프로젝션부(49112)에 의하여 수행될 수 있다.

[539] 레이저위치조정부(Laser position adjustment, 49113)는 라이다 구조 상 레이저의 위치에 따른 특성을 기반으로 보정하는 과정을 수행한다.
레이저위치조정부(49113)은
레이저포지션조정플래그(laser_position_adjustment_flag)가 1인 경우
레이저넘버(num_laser), r레이저(r_laser), z레이저(z_laser), 세타레이저(theta_laser) 등 보정에 필요한 정보를 생성하여 실시예들에 따른 수신장치에 전달할 수 있다.

도21 내지 도22는 레이저의 위치를 고려한 프로젝션 보정에 대하여 설명하며, 관련 내용은 레이저위치조정부(49113)에 의하여 수행될 수 있다.

[540] 샘플링레이트조정부(Sampling rate adjustment, 49114)는 각 축에 대하여 샘플링레이트(sampling rate)의 보정을 수행할 수 있다.
샘플링레이트조정부(49114)는 샘플링 보정에 관한 정보(예를들어, sampling_adjustment_cubic_flag, sampling_adjustment_spread_bbox_flag, sampling_adjustment_type)을 생성하고 실시예들에 따른 수신장치에 전달할 수 있다. 또한, 샘플링레이트조정부(49114)는 수평방향각도(azimuthal angle) 또는 수직방향각도(elevation angle)에 대하여 수평방향인덱스(azimuth index) 또는 레이저인덱스(laser index)로 변환을 수행할 수 있다. 즉, 샘플링레이트조정부는 포인트들의 수평방향각도 또는 수직방향각도에 대하여 근사화(approximation) 또는 양자화(quantization)하여 보정할 수 있다. 도33 내지 도38은 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 수평방향각도 또는 수직방향각도에 대한 인덱스 변환, 근사화, 또는 양자화를 통한 보정에 관한 내용을 설명하며, 실시예들에 따른 샘플링레이트조정부(49114)에서 관련 동작이 수행될 수 있다. 즉, 실시예들에 따른 프로젝션부(49110)는 포인트 클라우드 데이터의 좌표계 변환, 프로젝션 및 인덱스 변환, 근사화 또는 양자화를 통한 샘플링 보정을 수행할 수 있다.

[541] 도 50 및 도 53은 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송 방법의 예시를 나타낸다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송 방법은 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계(S5300)와, 인코딩된 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계(S5310)를 포함한다.

[542] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터의 전송방법은 도1의 전송장치(10000), 도2의 전송(20002), 도 4의 전송장치, 도 12의 전송장치, 도 14의 XR 장치(1430), 도15의 전송장치(15000) 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 포인트 클라우드 데이터를 획득하고, 인코딩하여 전송하는 동작과 대응될 수 있다.

[543] 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계(S5300)는 도 1의 포인트 클라우드 비디오 인코더(10002), 도2의 인코딩(20001), 도 4의 인코더, 도 12의 전송장치, 도 14의 XR디바이스(1430), 도15의 전송장치(1500) 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계이다.

[544] 한편, 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계(S2910)는 도 1의 트랜스미터(10003), 도 12의 전송처리부(12012), 도 14의 XR디바이스(1430), 도15의 전송장치(1500) 및/또는 하나 이상의 메모리들과

통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 포인트 클라우드 데이터를 도2의 전송(20002) 단계와 같이 전송하는 단계이다.

[545] 도 50은 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계(S5300)에 대하여 도시한다. 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 지오메트리를 인코딩하는 단계와, 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 어트리뷰트를 인코딩하는 단계를 포함한다.

[546] 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는 포인트 클라우드 데이터의 포인트를 프로젝션하는 단계를 포함하고, 프로젝션하는 단계는 제1 좌표계로 표현되는 포인트의 포지션을 나타내는 좌표를 제 2 좌표계로 변환하여 표현하는 단계(50010)와, 제2 좌표계로 변환되어 표현된 포인트의 좌표를 기반으로 포인트를 프로젝션하는 단계(50020)을 포함한다.

[547] 좌표계를 변환하는 단계(50010)는 실시예들에 따른 좌표계변환부(49111)에서 수행하는 동작과 대응되고, 프로젝션하는 단계(50020)는 실시예들에 따른 좌표계프로젝션부(49112)에서 수행하는 동작과 대응한다. 또한, 프로젝션하는 단계는 포인트 클라우드 데이터를 레이저의 포지션에 기반하여 보정하는 단계(50030)와 샘플링 레이트를 조정하는 단계(50040)를 더 포함할 수 있다. 레이저의 포지션에 기반하여 보정하는 단계(50030)는 실시예들에 따른 레이저위치조정부(49113)에서 수행하는 동작과 대응되고, 샘플링 레이트를 조정하는 단계(50040)는 실시예들에 따른 샘플링레이트조정부(49114)에서 수행하는 동작과 대응할 수 있다. 각 단계에 해당하는 동작은 전송장치(49000)의 구성들의 수행 동작에 대응할 수 있으며, 각 구성들의 수행 동작에 관한 설명은 도15 내지 도49에서 설명된다.

[548] 한편, 포인트 클라우드 데이터의 포인트를 프로젝션하는 단계는, 포인트를 획득한 레이저의 수평방향각도에 기반하여 포인트의 수평방향각도를 보정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[549] 포인트의 수평방향각도를 보정하는 단계는, 레이저가 샘플링한 복수의 포인트들의 수평방향각도들 중 포인트들의 수평방향각도와 차이가 최소인 레이저의 수평방향각도로 포인트들의 수평방향각도를 보정할 수 있다. 즉, 포인트의 수평방향각도와 가장 근사한 값을 가진 레이저의 수평방향각도로 포인트의 수평방향각도를 보정할 수 있다.

[550] 또한, 포인트들의 수평방향각도를 보정하는 단계는, 레이저의 k-1번째 및 k 번째 샘플링 수평방향각도의 평균값 이상이고, 레이저의 k 번째 및 k+1 번째 샘플링 수평방향각도의 평균값 미만인 포인트들의 수평방향각도를 레이저의 k 번째 샘플링 수평방향각도로 보정할 수 있다.

[551] 이와 같은 수평방향각도의 보정은 실시예들에 따른 전송장치의 프로젝션부(49110)에서 수행될 수 있으며, 도 38은 관련된 내용을 설명한다.

[552] 도 51a, 51b는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신장치(51000)를 나타내는 블록도 예시이다.

[553] 실시예들에 따른 수신장치(51000)는 도1의 수신장치(10004), 도 11의 수신장치, 도 13의 수신장치, 도 14의 XR 장치(1430), 도16의 수신장치(16000) 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 포인트 클라우드 데이터를 수신하고, 디코딩할 수 있다.

[554] 실시예들에 따른 수신장치(51000)는 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 수신부 및 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 디코더를 포함한다. 또한, 디코더는 포인트 클라우드 데이터의 하나 또는 그 이상의 포인트들의 포지션을 나타내는 지오메트리를 디코딩하는 지오메트리 디코더와, 하나 또는 그 이상의 포인트들의 어트리뷰트를 디코딩하는 어트리뷰트 디코더를 포함할 수 있다.

[555] 도51b를 참조하면, 디코더는 프로젝션된 포인트 클라우드 데이터를 프로젝션하는 리프로젝션부(51110)를 포함한다. 리프로젝션부(51110)는 좌표계변환부와 좌표계프로젝션부를 포함할 수 있다.

[556] 좌표계프로젝션부는 포인트 클라우드 데이터의 포인트를 프로젝션한다. 좌표계프로젝션부는 코디네이트컨버전타입(coordinate_conversion_type)에 따라 디코딩된 포인트 클라우드 데이터(X'Y'Z' 좌표계)를 3차원 공간상에서 재변환할 수 있고, 프로젝션된 데이터의 범위 및 스케일링 정보(예를들어, cylinder_center_x/y/z, cylinder_radius_max, cylinder_degree_max, cylinder_z_max, ref_vector_x/y/z, normal_vector_x/y/z, clockwise_degree_flag)를 전달받아 파악할 수 있다.

[557] 좌표계변환부는 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 좌표계를 변환하는 구성이다. 예를 들어, 원기둥 좌표계를 XYZ 직교 좌표계(데카르트 좌표계)로 변환할 수 있고, 프로젝션타입(projection_type)을 전달받아 프로젝션에 사용된 방법를 획득할 수 있다. 이때, 출력된 포인트 클라우드 데이터의 분포 범위는 관련 정보(예를들어, orig_bounding_box_x/y/z_offset, orig_bounding_box_x/y/z_length)를 통해 파악할 수 있다. 또한, 좌표계변환부는 시그널링 정보를 통해 변환할 좌표계에 대한 정보(예를들어, cylinder_center_x/y/z, cylinder_radius_max, cylinder_degree_max, cylinder_z_max, ref_vector_x/y/z, normal_vector_x/y/z, clockwise_degree_flag)를 파악할 수 있다.

[558] 리프로젝션부(51110)는 수신된 포인트 클라우드 데이터의 프로젝션 여부에 따라 좌표계 변환 및 프로젝션을 수행하거나, 수행하지 않을 수 있다. 수신된 포인트 클라우드 데이터는 실시예들에 따른 전송장치에서 프로젝션된 포인트 클라우드 데이터일 수 있고, 프로젝션되지 않은 것일 수도 있다. 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 위치를 표현하는 좌표계는 데카르트 좌표계, 원기둥 좌표계, 구면 좌표계 또는 부채꼴형 좌표계 중 적어도 어느 하나일 수

있고, 좌표계의 변환을 통해 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 위치를 다른 좌표계에 의하여 표현할 수 있다. 또한, 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 위치는 변화된 좌표계로 표현된 값을 기반으로 프로젝션될 수 있다.

[559] 리프로젝션부(51110)는 레이저위치조정부(미도시)와 샘플링레이트조정부(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[560] 레이저위치조정부(Laser position adjustment)는 라이다 구조 상 레이저의 위치에 따른 특성을 기반으로 보정하는 과정을 수행한다. 레이저위치조정부는 레이저포지션조정플래그(laser_position_adjustment_flag)가 1인 경우 레이저넘버(num_laser), r레이저(r_laser), z레이저(z_laser), 세타레이저(theta_laser) 등 보정에 필요한 정보를 획득할 수 있다. 도21 내지 도22는 레이저의 위치를 고려한 프로젝션 보정에 대하여 설명하며, 관련 내용은 레이저위치조정부에 의하여 수행될 수 있다.

[561] 샘플링레이트조정부(Sampling rate adjustment)는 각 축에 대하여 샘플링레이트(sampling rate)의 보정을 수행할 수 있다. 샘플링레이트조정부는 샘플링 보정에 관한 정보(예를들어, sampling_adjustment_cubic_flag, sampling_adjustment_spread_bbox_flag, sampling_adjustment_type)을 전달받을 수 있다. 또한, 샘플링레이트조정부는 수평방향각도(azimuthal angle) 또는 수직방향각도(elevation angle)에 대하여 수평방향인덱스(azimuth index) 또는 레이저인덱스(laser index) 변환을 수행할 수 있다. 즉, 샘플링레이트조정부는 포인트들의 수평방향각도 또는 수직방향각도에 대하여 근사화(approximation) 또는 양자화(quantization)를 통해 보정할 수 있다. 도33 내지 도38은 수평방향각도 또는 수직방향각도에 대한 인덱스 변환, 근사화 또는 양자화를 통한 보정에 관한 내용을 설명하며, 샘플링레이트조정부에서 관련 동작이 수행될 수 있다. 즉, 실시예들에 따른 리프로젝션부(51110)는 포인트 클라우드 데이터의 좌표계 변환, 프로젝션 및 인덱스 변환, 근사화 또는 양자화를 통한 보정을 수행할 수 있다.

[562] 한편, 디코더는 인덱스맵생성부(51120)와 역프로젝션부(51130)을 더 포함할 수 있다.

[563] 인덱스맵생성부(51120)은 복원된 지오메트리(위치) 정보에 대한 인덱스 맵을 생성할 수 있다. 도24는 프로젝션된 포인트들의 포지션, 포지션 인덱스, 디코딩된 포지션 간의 맵을 생성하는 내용에 대해 설명하며, 관련 내용은 인덱스맵생성부(51120)에 의하여 수행될 수 있다.

[564] 역프로젝션부(51130)은 프로젝션된 지오메트리에 대하여 어트리뷰트로 복원된 어트리뷰트 정보를 원위치로 복원된 지오메트리 정보에 대한 도메인으로 변경하는 구성이다. 역프로젝션은 포인트 클라우드 데이터의 프로젝션 과정을 동일하게 수행할 수 있다. 역프로젝션은 역변환 수식을 이용하여 프로젝션된 좌표계에서 기존의 좌표계로 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 위치를 변환할 수 있다. 프로젝션이 어트리뷰트 코딩에 적용되는 경우,

복원된 지오메트리 정보와 대응하는 어트리뷰트 정보를 연결함으로써 어트리뷰트 정보가 적합한 값에 매칭되어 복원된다.

[565] 디코더는 포인트 클라우드 데이터의 프로젝션된 포인트들의 포지션을 역으로 프로젝션하는 역프로젝션부(51130)를 더 포함할 수 있다.

[566] 도 52 및 도54는 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신방법의 예시를 나타낸다. 도 54를 참조하면, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 수신방법은 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계(S5410)와 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계(S5420)를 포함할 수 있다.

[567] 실시예들에 따른 수신방법은 도1의 수신장치(10004), 도 11의 수신장치, 도 13의 수신장치, 도 14의 XR 장치(1430), 도16의 수신장치(16000) 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 포인트 클라우드 데이터를 수신하고, 디코딩할 수 있다.

[568] 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계(S5400)는 도1의 수신장치(10004), 도10, 도 11의 수신장치, 도 13의 수신부(13000), 도14의 xr device(1430), 도16의 수신장치(1600) 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 포인트 클라우드 데이터를 수신한다.

[569] 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계(S5410)는 도1의 포인트 클라우드 비디오 디코더(10006), 도10, 도 11, 도13의 수신장치, 도14의 XR device(1430), 도16의 수신장치(1600) 및/또는 하나 이상의 메모리들과 통신 가능하도록 설정된 하나 이상의 프로세서들 또는 집적 회로들(integrated circuits)을 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합 등에 의해서 포인트 클라우드 데이터를 디코딩한다.

[570] 도 52를 참조하면, 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계(52000)를 나타낸다. 디코딩하는 단계는 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 포지션을 나타내는 지오메트리를 디코딩하는 단계와, 포인트의 어트리뷰트를 디코딩하는 단계를 포함한다.

[571] 또한, 디코딩하는 단계는 좌표계를 변환하는 단계와 좌표계를 프로젝션하는 단계를 더 포함한다. 좌표계를 변환하는 단계는 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 좌표를 변환할 수 있다. 좌표계를 변환하는 단계의 수행 동작은 수신장치(51110)의 좌표계변환부에서 수행하는 동작과 대응한다. 좌표계를 프로젝션하는 단계는 포인트 클라우드 데이터의 포인트를 프로젝션한다. 좌표계를 프로젝션하는 단계의 수행동작은 수신장치(51110)의 좌표계프로젝션부에서 수행하는 동작과 대응한다.

[572] 또한, 디코딩하는 단계는 레이저의 위치를 고려하여 프로젝션을 보정하는

단계와 샘플링 레이트를 고려하여 프로젝션을 보정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 각 단계에서 수행하는 동작은 실시예들에 따른 수신장치(51110)의 레이저위치조정부(미도시)와 샘플링레이트조정부(미도시)에서 수행하는 동작과 대응하며, 관련 내용은 전술하여 생략한다.

[573] 또한, 디코딩하는 단계는 역프로젝션하는 단계를 더 포함할 수 있다. 역프로젝션하는 단계는 프로젝션된 지오메트리에 대하여 어트리뷰트로 복원된 어트리뷰트 정보를 복원된 지오메트리 정보에 대한 도메인으로 변경한다. 역프로젝션 단계에서 수행하는 동작은 실시예들에 따른 수신장치(51110)의 역프로젝션부(51130)에서 수행하는 동작과 대응한다.

[574] 실시예들에 따른 전송장치는 포인트 클라우드 데이터의 분포 특성에 기반하여 데이터를 재배치 할 수 있다. 따라서, 비효율적으로 배치된 데이터 (예를들어, 중심에서 멀어질수록 밀도가 낮은 데이터 형태)를 프로젝션을 거쳐 균일한 분포로 배치한 뒤 더 높은 효율로 데이터를 압축하여 전송할 수 있다.

[575] 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터 전송 및 수신 방법/장치는 포인트 클라우드 데이터를 프로젝션 기법에 기반하여 어트리뷰트 코딩할 수 있고, 이때, 획득 장치의 특성에 기반한 프로젝션 좌표계 설정 및 프로젝션 방법, 및/또는 샘플링 특성을 고려한 파라미터 설정 등을 수행할 수 있다.

[576] 이로 인하여, 실시예들에 따른 전송 및 수신 방법/장치는 실시예들의 결합 및/또는 관련 시그널링 정보에 기반하여 데이터 분포 특성/획득 장치의 특성에 기반하여 데이터를 재정렬하여 데이터의 압축 성능을 증가시키고, 실시예들에 따른 수신 방법/장치는 포인트 클라우드 데이터를 효율적으로 재구성할 수 있다.

[577] 실시예들에 따른 프로젝션 방법은 어트리뷰트 코딩과 독립적으로 전/후처리 과정으로써 적용될 수 있으며, 지오메트리 코딩에 적용되는 경우 예측 기반 지오메트리 코딩 방법의 전처리 과정 또는 변환된 위치를 기반으로 예측 기반 지오메트리 코딩 방법이 적용될 수 있다.

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

[579] 설명의 편의를 위하여 도면을 나누었으나, 각 도면에 서술되어 있는 실시예들을 병합하여 새로운 실시예를 구현하도록 설계할 수 있다. 그리고, 통상의 기술자의 필요에 따라, 이전에 설명된 실시예들을 실행하기 위한 프로그램이 기록되어 있는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체를 설계하는 것도 실시예들의 권리범위에 속한다. 실시예들에 따른 장치 및 방법은 상술한 바와 같이 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시 예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다. 실시예들의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 실시예들은 상술한 특정 실시예에 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.

[580] 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.

[581] 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.

[582] 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.

[583] 본 명세서에서 “/”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, 본 명세서에서 “또는”은 “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.

[584] 제1, 제2 등과 같은 용어는 실시예들의 다양한 구성요소들을 설명하기 위해 사용될 수 있다. 하지만 실시예들에 따른 다양한 구성요소들은 위 용어들에 의해 해석이 제한되지 않는다. 이러한 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위해 사용되는 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.

[585] 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.

[586] 또한, 본 문서에서 설명하는 실시예들에 따른 동작은 실시예들에 따라서 메모리 및/또는 프로세서를 포함하는 송수신장치에 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.

[587] 한편, 상술한 실시예들에 따른 동작은 실시예들 따른 전송장치 및/또는 수신장치에 의해서 수행될 수 있다. 송수신장치는 미디어 데이터를 송수신하는 송수신부, 실시예들에 따른 프로세스에 대한 인스트럭션(프로그램 코드, 알고리즘, flowchart 및/또는 데이터)을 저장하는 메모리, 송/수신장치의 동작들을 제어하는 프로세서를 포함할 수 있다.

[588] 프로세서는 컨트롤러 등으로 지칭될 수 있고, 예를 들어, 하드웨어, 소프트웨어, 및/또는 그것들의 조합에 대응할 수 있다. 상술한 실시예들에 따른 동작은 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 또한, 프로세서는 상술한 실시예들의 동작을 위한 인코더/디코더 등으로 구현될 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

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

산업상 이용가능성

[590] 상술한 바와 같이, 실시예들은 포인트 클라우드 데이터 송수신장치 및 시스템에 전체적 또는 부분적으로 적용될 수 있다. 당업자는 실시예들의 범위 내에서 실시예들을 다양하게 변경 또는 변형할 수 있다. 실시예들은 변경/변형들을 포함할 수 있고, 변경/변형은 청구항 및 그 와 동일하다고

인정되는 것의 범위를 벗어나지 않는다.

청구범위

[청구항 1] 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계; 및
상기 인코딩된 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계; 를 포함하고,
상기 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는,
상기 포인트 클라우드 데이터의 지오메트리를 인코딩하는 단계와,
상기 포인트 클라우드 데이터의 어트리뷰트를 인코딩하는 단계를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 전송 방법.

[청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계는,
상기 포인트 클라우드 데이터의 포인트들을 프로젝션하는 단계를 더 포함하고,
상기 프로젝션하는 단계는,
제1 좌표계로 표현되는 상기 포인트의 좌표를 제 2 좌표계로 변환하여 표현하는 단계와,
상기 제2 좌표계로 변환되어 표현된 상기 포인트의 좌표를 기반으로 상기 포인트를 프로젝션하는 단계를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 전송 방법.

[청구항 3] 청구항 2에 있어서,
상기 제2 좌표계는 좌표값 중 적어도 어느 하나가 수평방향각도(azimuthal angle)로 표현되고,
상기 프로젝션하는 단계는,
상기 포인트의 수평방향각도를 보정하는 단계를 더 포함하며,
상기 보정하는 단계는,
레이저의 수평방향각도에 기반하여 상기 포인트의 수평방향각도를 보정하는,
포인트 클라우드 데이터 전송 방법.

[청구항 4] 청구항 3에 있어서,
상기 제 1 좌표계는 데카르트 좌표계(cartesian coordinate)를 포함하고,
상기 제 2 좌표계는 구면 좌표계(spherical coordinate), 원기둥 좌표계(cylindrical coordinate) 또는 부채꼴형 좌표계 중 적어도 어느 하나를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 전송 방법.

[청구항 5] 청구항 3에 있어서,
상기 보정하는 단계는,
상기 포인트의 수평방향각도와 가장 근사한 값을 가진 상기 레이저의

수평방향각도로 상기 포인트의 수평방향각도를 보정하는,
포인트 클라우드 데이터 전송 방법.

[청구항 6] 청구항 3에 있어서,
상기 보정하는 단계는,
상기 포인트의 수평방향각도가,
상기 레이저의 k-1번째 및 k 번째 수평방향각도의 평균값 이상이고, 상기 레이저의 k 번째 및 k+1 번째 수평방향각도의 평균값 미만인 경우,
상기 포인트의 수평방향각도를 상기 레이저의 k 번째 수평방향각도로 보정하는,
포인트 클라우드 데이터 전송 방법.

[청구항 7] 포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 인코더; 및
상기 인코딩된 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 트랜스미터를 포함하고,
상기 인코더는,
상기 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 지오메트리를 인코딩하는 지오메트리 인코더와, 상기 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 어트리뷰트를 인코딩하는 어트리뷰트 인코더를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 전송 장치.

[청구항 8] 청구항 7에 있어서,
상기 인코더는,
상기 포인트 클라우드 데이터의 포인트들을 프로젝션하는 프로젝션부 를 더 포함하고,
상기 프로젝션부는,
제1 좌표계로 표현되는 상기 포인트의 좌표를 제 2 좌표계로 변환하고,
상기 제2 좌표계로 변환되어 표현된 상기 포인트의 좌표를 기반으로 상기 포인트를 프로젝션하는,
포인트 클라우드 데이터 전송 장치.

[청구항 9] 청구항 8에 있어서,
상기 제2 좌표계는 좌표값 중 적어도 어느 하나가 수평방향각도(azimuthal angle)로 표현되고,
상기 프로젝션부는,
레이저의 수평방향각도에 기반하여 상기 포인트의 수평방향각도를 보정하는,
포인트 클라우드 데이터 전송 장치.

[청구항 10] 청구항 9에 있어서,
상기 프로젝션부는,
상기 포인트의 수평방향각도와 가장 근사한 값을 가진 상기 레이저의 수평방향각도로 상기 포인트의 수평방향각도를 보정하는,

포인트 클라우드 데이터 전송 장치.

[청구항 11] 청구항 9에 있어서,
상기 프로젝션부는,
상기 포인트의 수평방향각도가,
상기 레이저의 k-1번째 및 k 번째 수평방향각도의 평균값 이상이고, 상기 레이저의 k 번째 및 k+1 번째 수평방향각도의 평균값 미만인 경우,
상기 포인트의 수평방향각도를 상기 레이저의 k 번째 수평방향각도로 보정하는,
포인트 클라우드 데이터 전송 장치.

[청구항 12] 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계; 및
상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계; 를 포함하고,
상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계는,
상기 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 지오메트리를 디코딩하는 단계 및 상기 포인트 클라우드 데이터의 포인트의 어트리뷰트를 디코딩하는 단계를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 수신방법.

[청구항 13] 청구항 12에 있어서,
상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계는,
상기 포인트 클라우드 데이터의 포인트를 프로젝션하는 단계를 더 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 수신방법.

[청구항 14] 청구항 13에 있어서,
상기 프로젝션하는 단계는,
제1 좌표계로 표현되는 상기 포인트의 좌표를 제 2 좌표계로 변환하고,
상기 제2 좌표계로 변환되어 표현된 상기 포인트의 좌표를 기반으로 상기 포인트를 프로젝션하고,
상기 제2 좌표계는 좌표값 중 적어도 어느 하나가 수평방향각도(azimuthal angle)로 표현되는,
포인트 클라우드 데이터 수신방법.

[청구항 15] 청구항 14에 있어서,
상기 제 1 좌표계는 데카르트 좌표계(cartesian coordinate)를 포함하고,
상기 제 2 좌표계는 구면 좌표계(spherical coordinate), 원기둥 좌표계(cylindrical coordinate) 또는 부채꼴형 좌표계 중 적어도 어느 하나를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 수신방법.

[청구항 16] 청구항 14에 있어서,
상기 프로젝션하는 단계는,
레이저의 수평방향각도에 기반하여 상기 포인트의 수평방향각도를

보정하는,
포인트 클라우드 데이터 수신방법.

[청구항 17] 청구항 14에 있어서,
상기 프로젝션하는 단계는,
상기 포인트의 수평방향각도와 가장 근사한 값을 가진 상기 레이저의 수평방향각도로 상기 포인트의 수평방향각도를 보정하는,
포인트 클라우드 데이터 수신방법.

[청구항 18] 청구항 14에 있어서,
상기 프로젝션하는 단계는,
상기 포인트의 수평방향각도가,
상기 레이저의 k-1번째 및 k 번째 수평방향각도의 평균값 이상이고, 상기 레이저의 k 번째 및 k+1 번째 수평방향각도의 평균값 미만인 경우,
상기 포인트의 수평방향각도를 상기 레이저의 k 번째 수평방향각도로 보정하는,
포인트 클라우드 데이터 수신방법.

[청구항 19] 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 수신부; 및
상기 포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 디코더를 포함하고,
상기 디코더는,
상기 포인트 클라우드 데이터의 지오메트리를 디코딩하는 지오메트리 디코더와, 상기 포인트 클라우드 데이터의 어트리뷰트를 디코딩하는 어트리뷰트 디코더를 포함하는,
포인트 클라우드 데이터 수신장치.

[청구항 20] 청구항 19에 있어서,
상기 디코더는,
상기 포인트 클라우드 데이터 포인트를 프로젝션하는 리프로젝션부를 더 포함하고,
상기 리프로젝션부는 제1 좌표계로 표현되는 상기 포인트의 좌표를 제 2 좌표계로 변환하고, 상기 제2 좌표계로 변환되어 표현된 상기 포인트의 좌표를 기반으로 상기 포인트를 프로젝션하며,
상기 제2 좌표계는 좌표값 중 적어도 어느 하나가 수평방향각도(azimuthal angle)로 표현되는,
포인트 클라우드 데이터 수신장치.

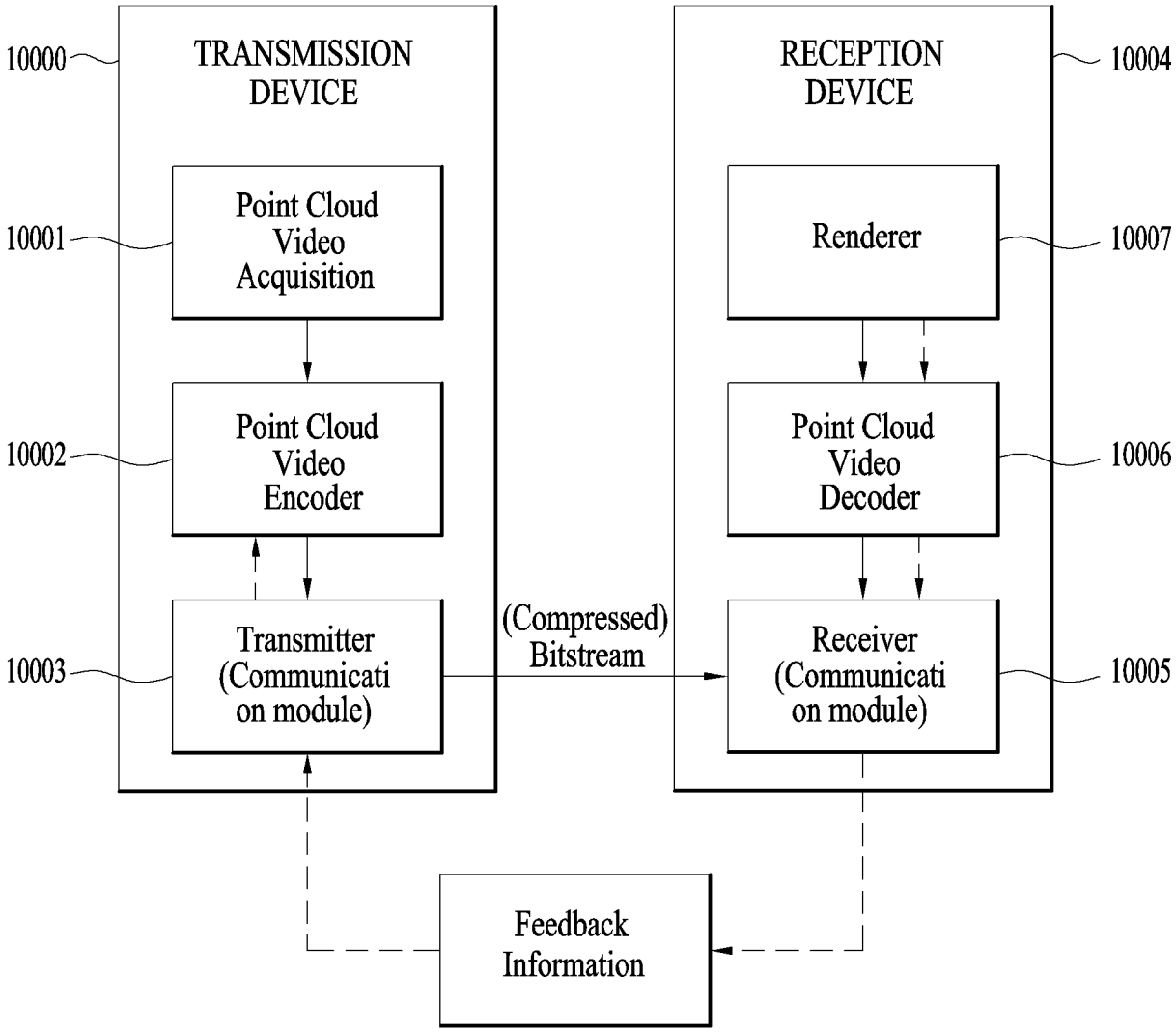
[청구항 21] 청구항 20에 있어서,
상기 리프로젝션부는,
레이저의 수평방향각도에 기반하여 상기 포인트의 수평방향각도를 보정하는,
포인트 클라우드 데이터 수신장치.

[청구항 22] 청구항 21에 있어서,

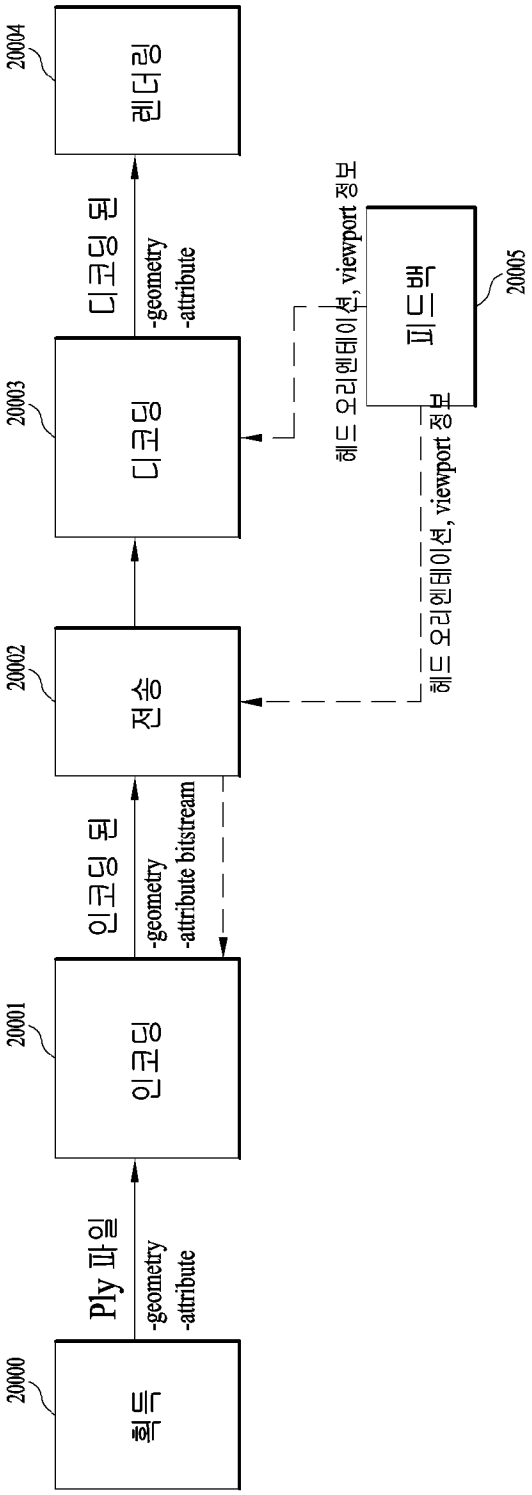
상기 리프로젝션부는,
상기 포인트의 수평방향각도와 가장 근사한 값을 가진 상기 레이저의 수평방향각도로 상기 포인트들의 수평방향각도를 보정하는,
포인트 클라우드 데이터 수신장치.

[청구항 23] 청구항 21에 있어서,
상기 리프로젝션부는,
상기 포인트의 수평방향각도가,
상기 레이저의 k-1번째 및 k 번째 수평방향각도의 평균값 이상이고, 상기 레이저의 k 번째 및 k+1 번째 수평방향각도의 평균값 미만인 경우,
상기 포인트의 수평방향각도를 상기 레이저의 k 번째 수평방향각도로 보정하는,
포인트 클라우드 데이터 수신장치.

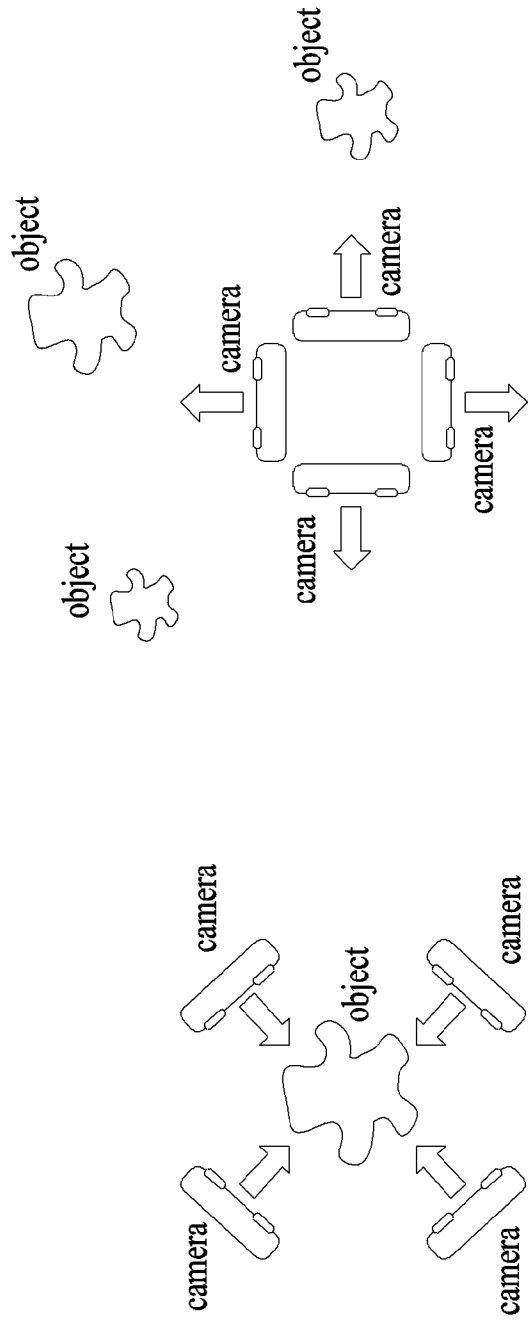
[도1]


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

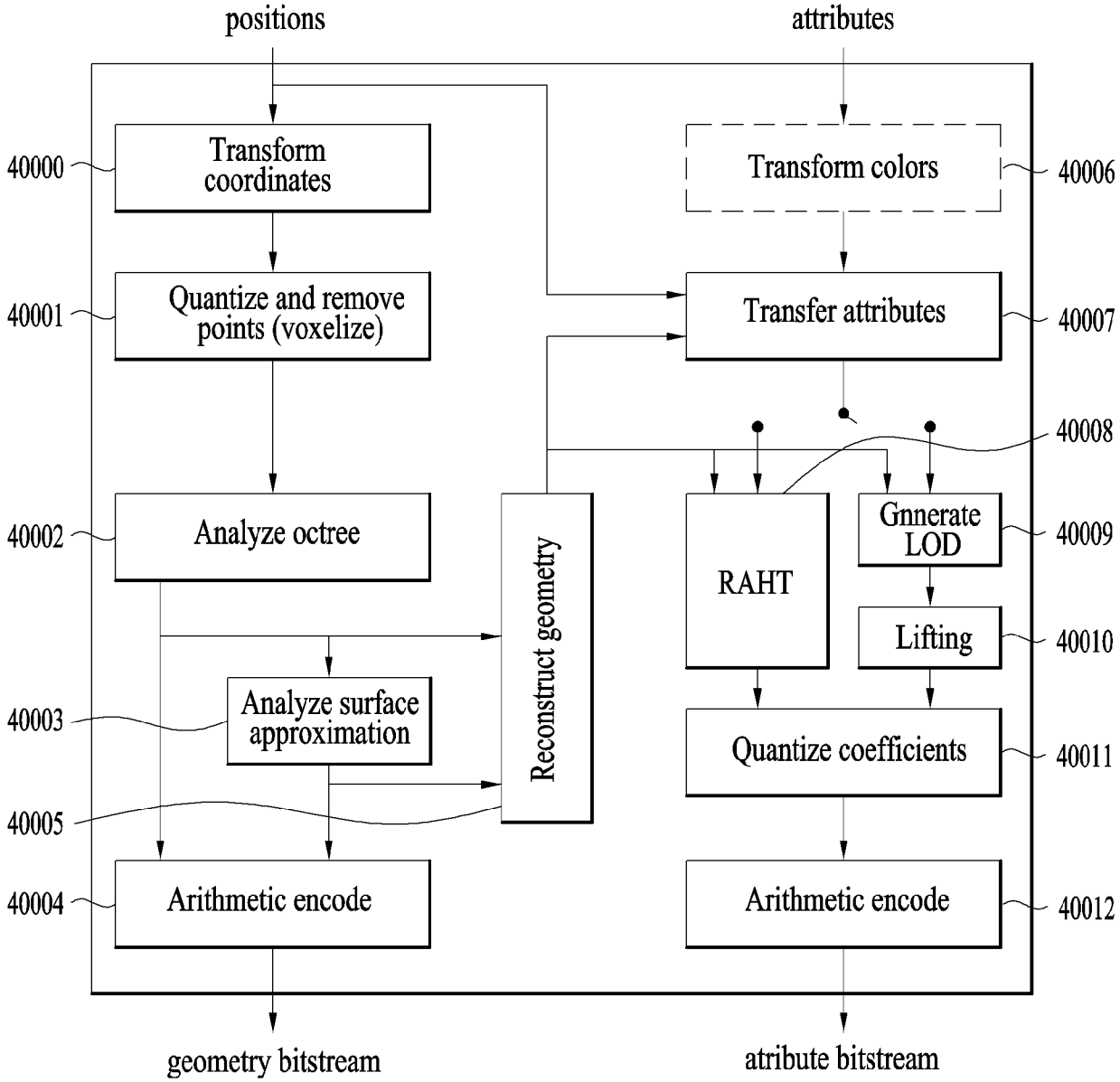
[도2]


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
헤드 오리엔테이션, viewport 정보
피드백
20005

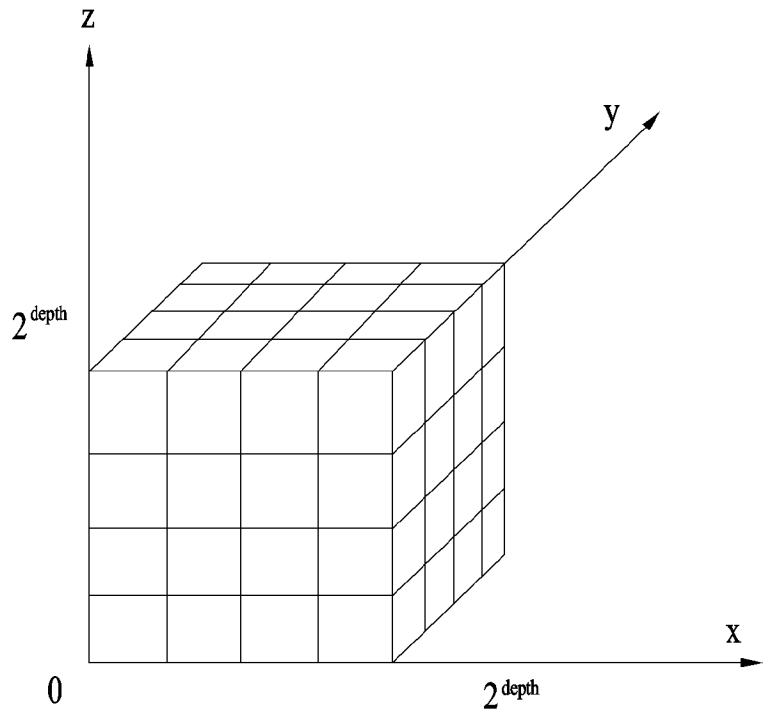
[도3]


object
object
camera
camera
camera
camera
camera
camera
object
camera
camera

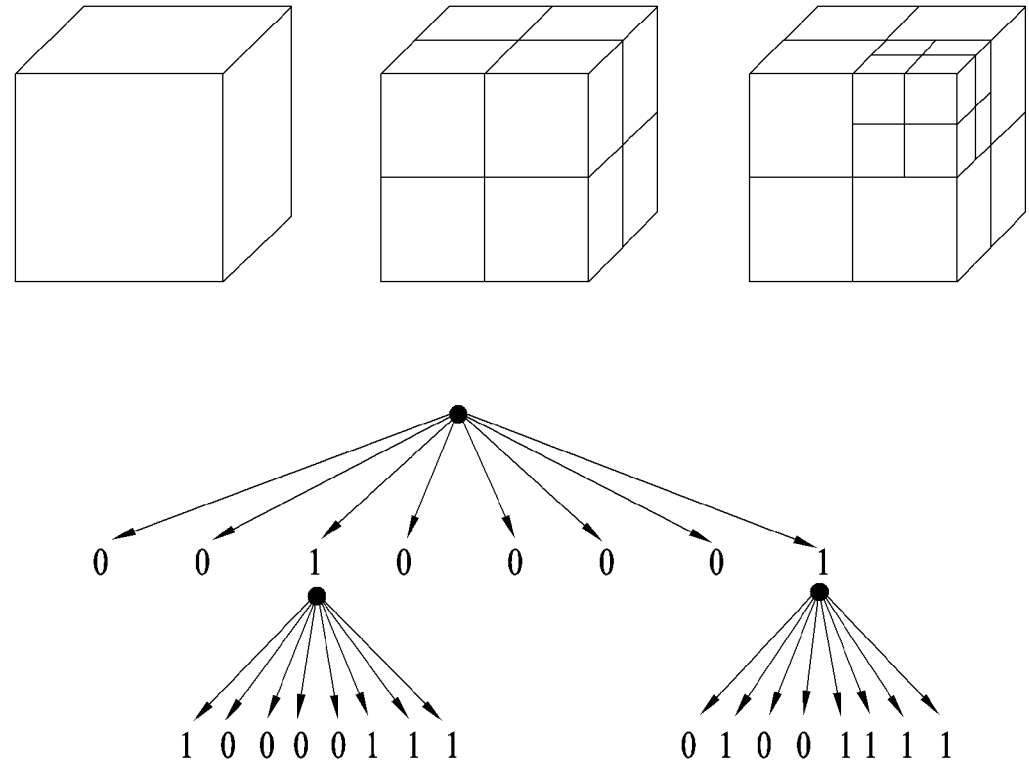
[도4]


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

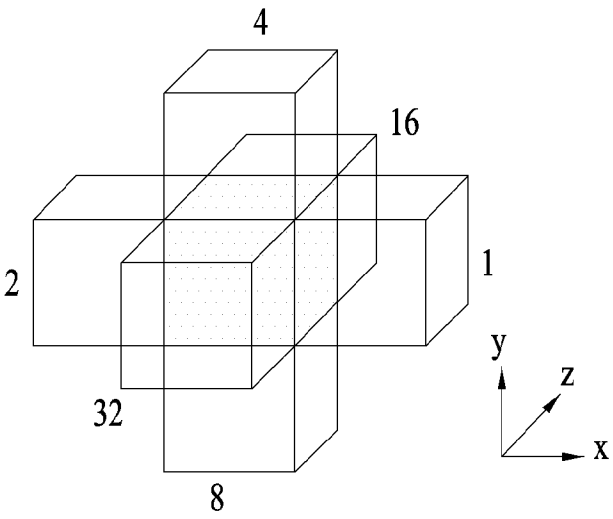
[도5]

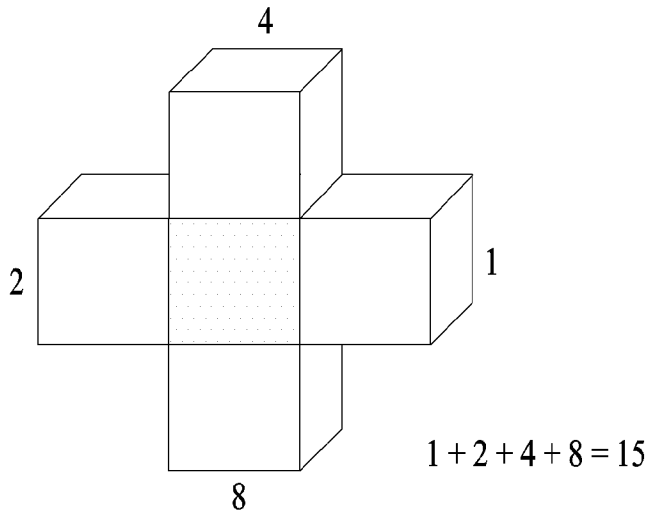


[도6]

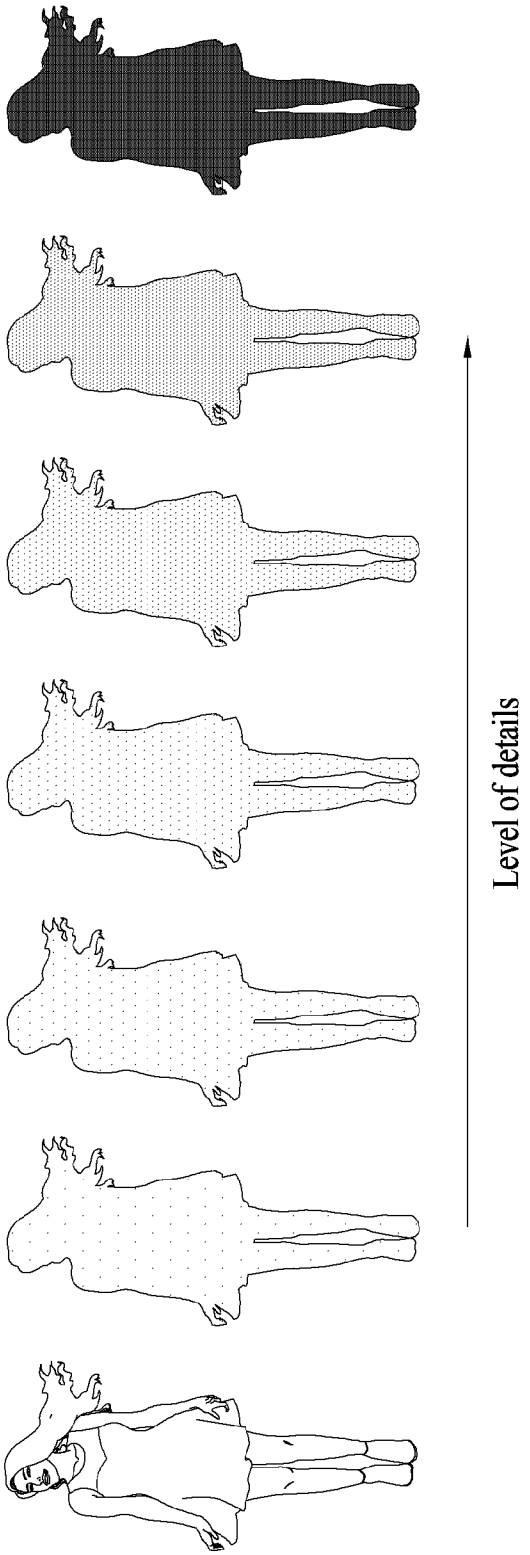


[도7]

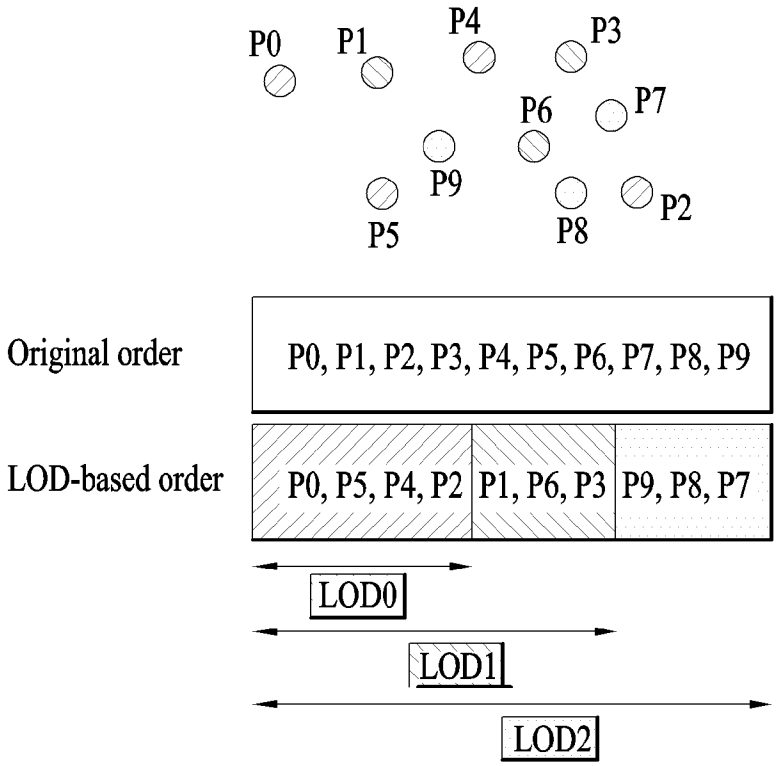




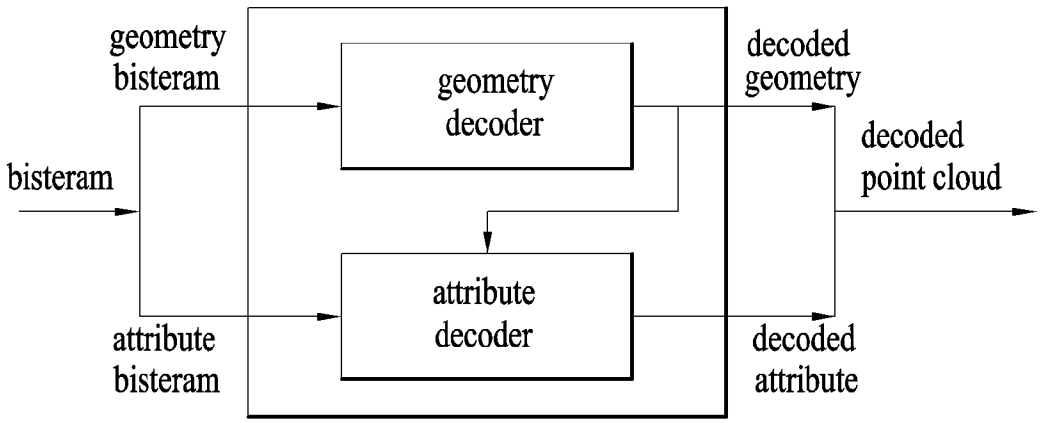
[도8]



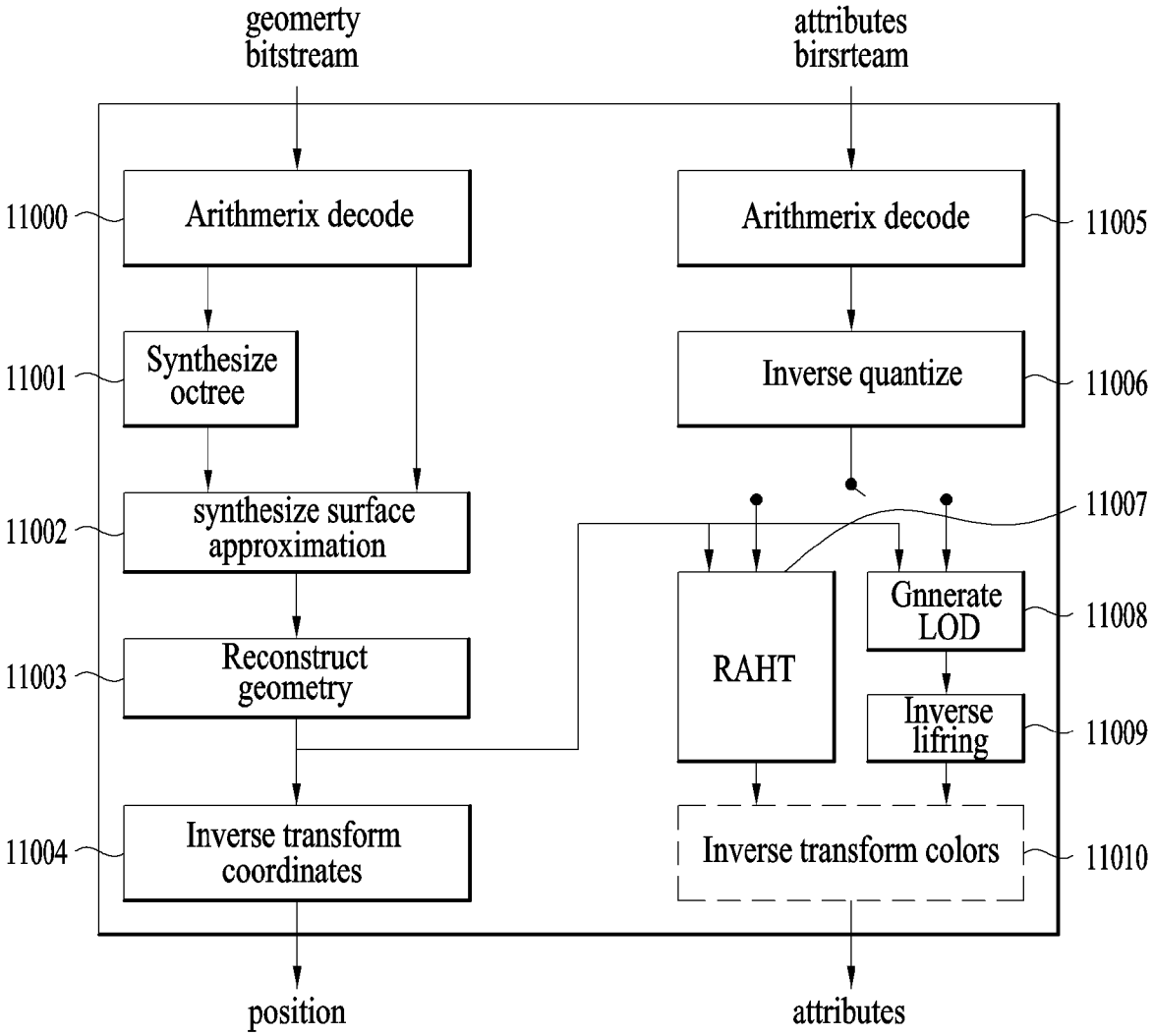
[도9]


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

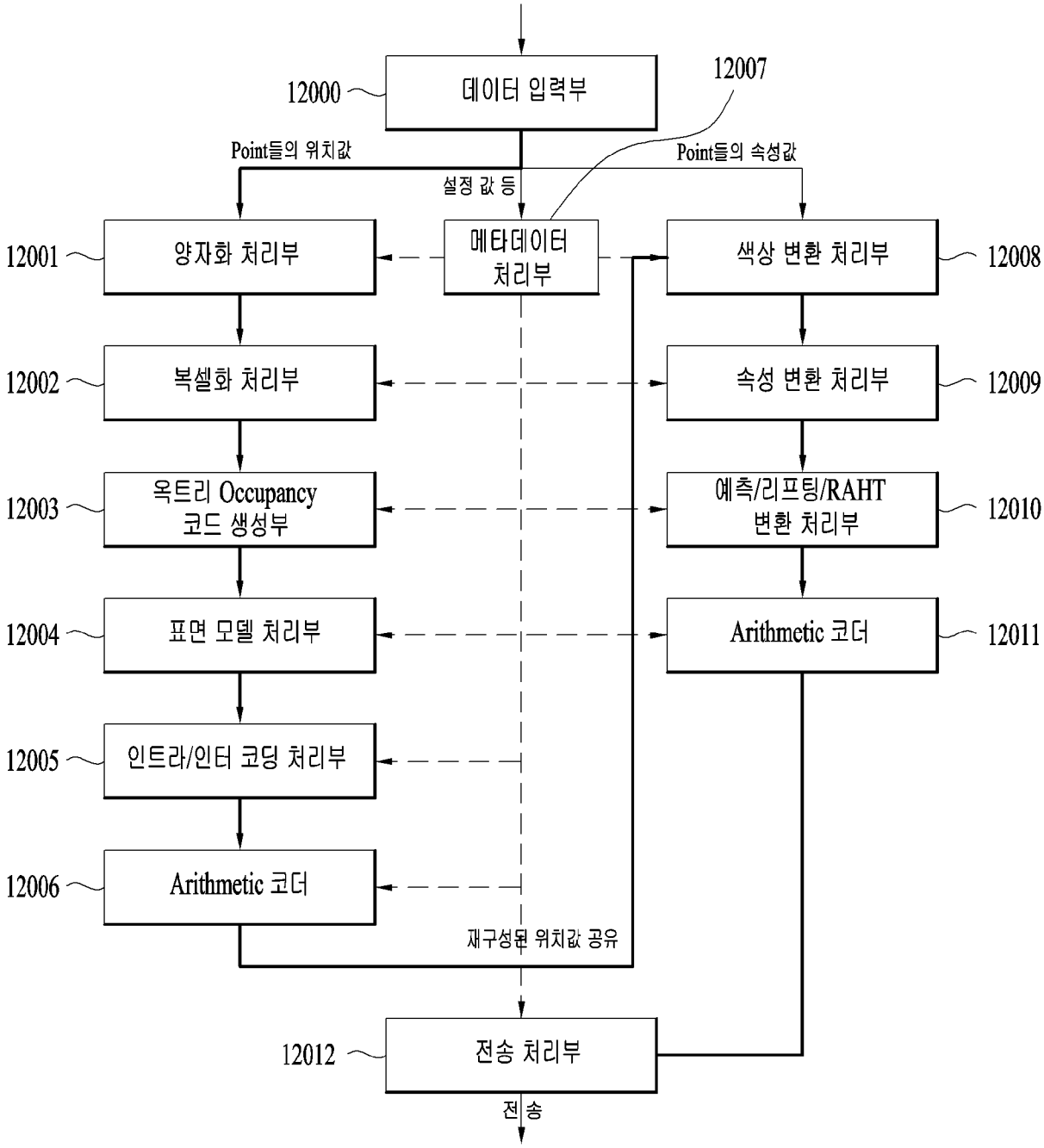
[도10]


geometry bisteram
bisteram
attribute bisteram
geometry decoder
attribute decoder
decoded geometry
decoded point cloud
decoded attribute

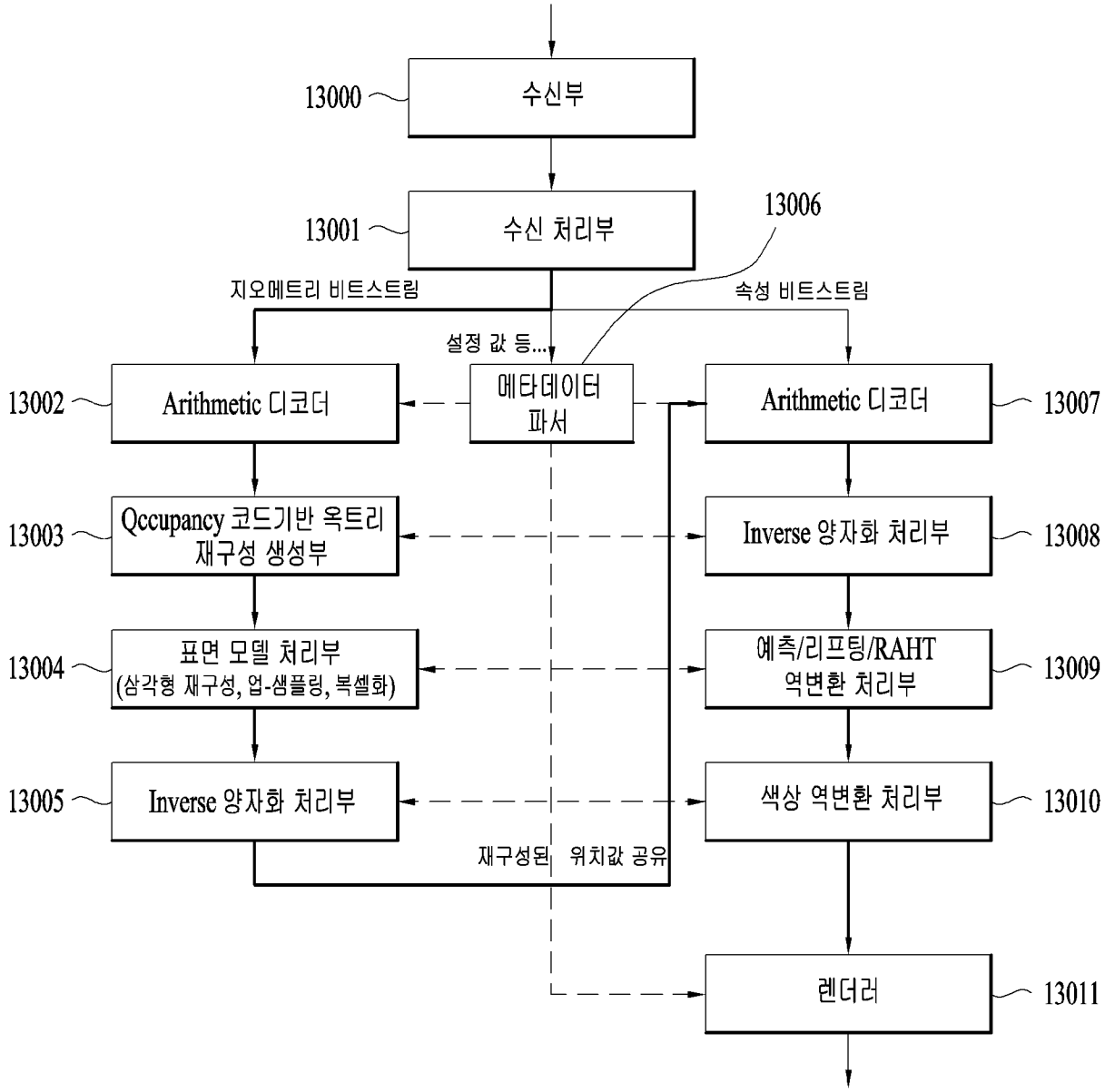
[도11]


geomerty bitstream
attributes birsrteam
11000
Arithmerix decode
11005
Arithmerix decode
11001
Synthesize octree
11006
Inverse quantize
11002
synthesize surface approximation
11007
11003
Reconstruct geometry
RAHT
Gnnerate LOD
11008
Inverse lifring
11009
11004
Inverse transform coordinates
Inverse transform colors
11010
position
attributes

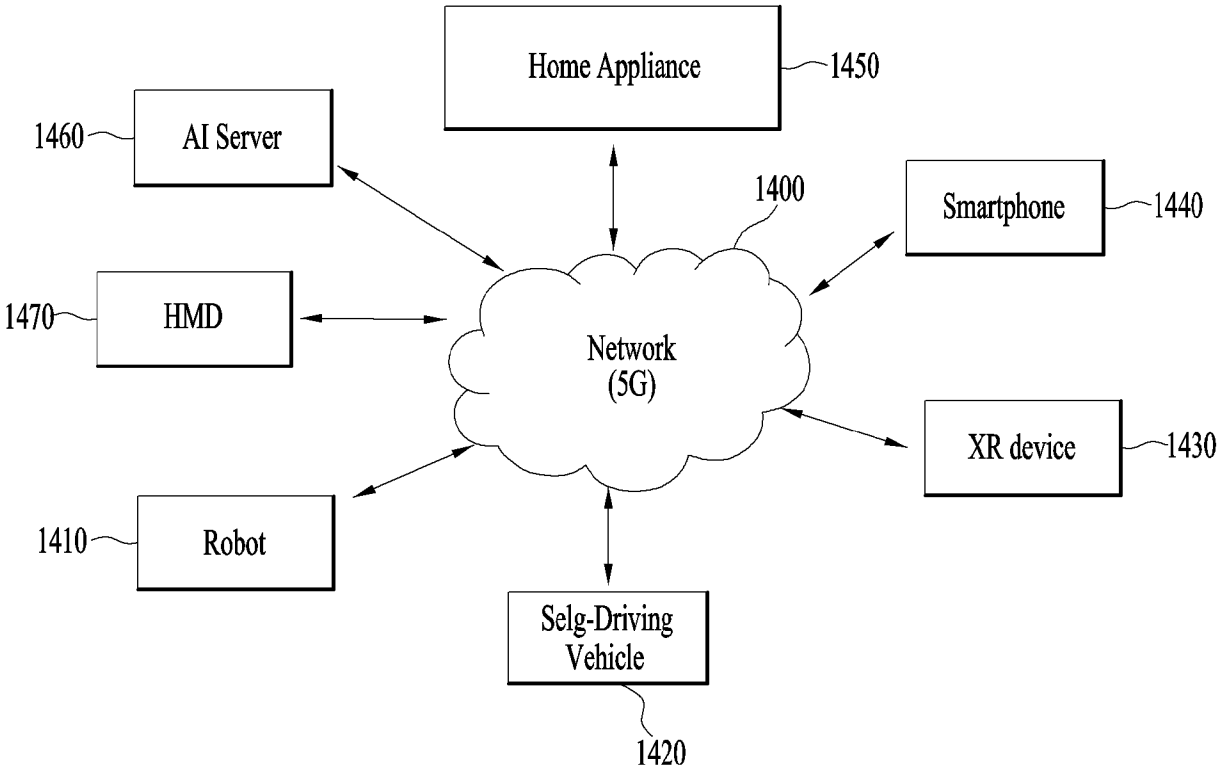
[도12]


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

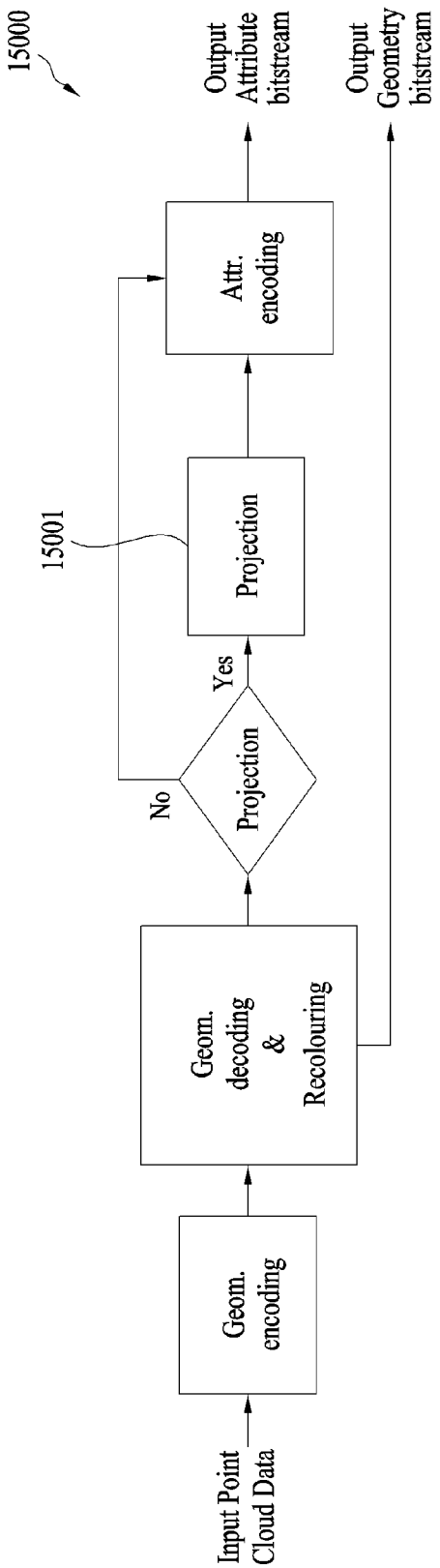
[도13]


13000
수신부
13001
수신 처리부
13006
지오메트리 비트스트림
속성 비트스트림
설정 값 등...
13002
Arithmetic 디코더
메타데이터 파서
Arithmetic 디코더
13007
13003
Qccupancy 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

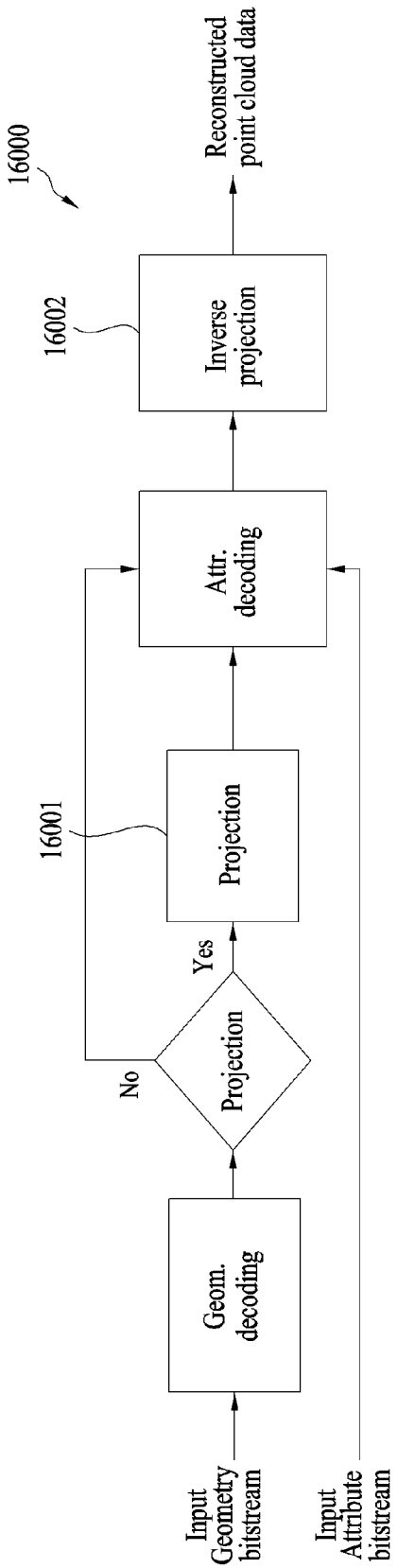
[도14]


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

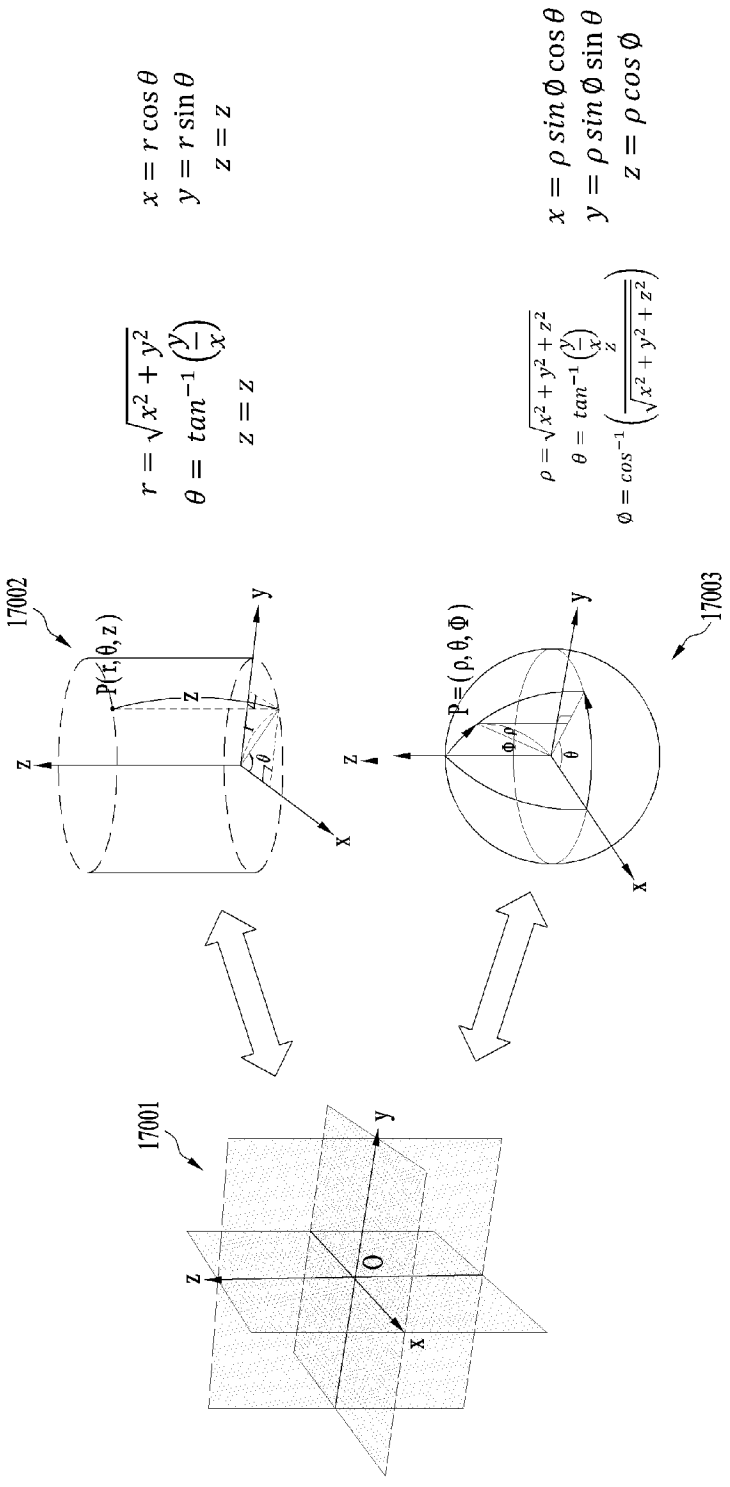
[도15]


15000
Output Attribute bitstream
Output Geometry bitstream
Attr. encoding
15001
Projection
Yes
No
Projection
Geom. decoding & Recolouring
Geom. encoding
Input Point Cloud Data

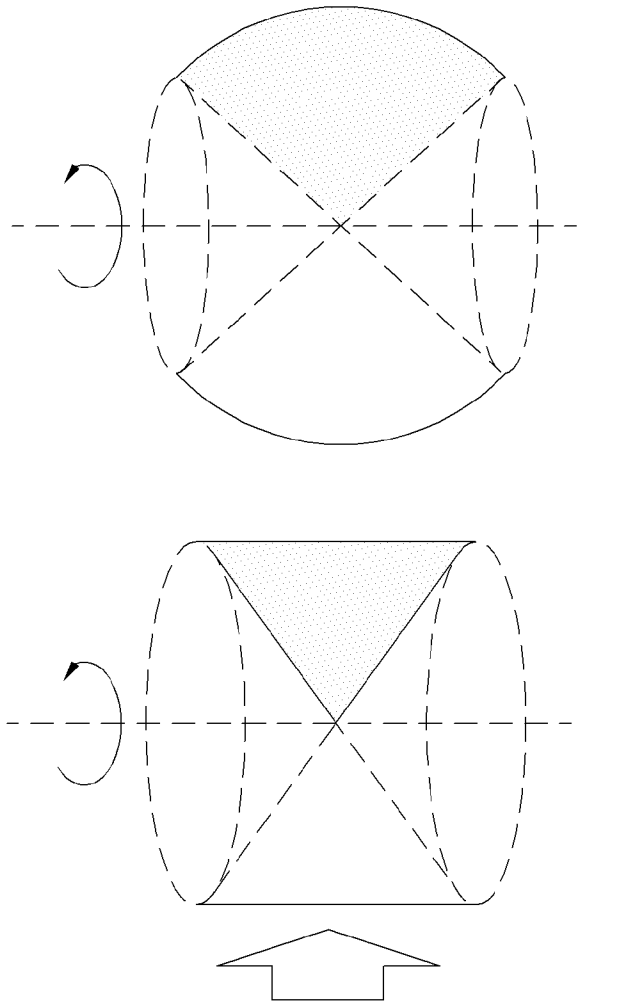
[도16]


16000
Reconstructed point cloud data
16002
Inverse projection
Attr. decoding
16001
Projection
Yes
Projection
No
Geom. decoding
Input Geometry bitstream
Input Attribute bitstream

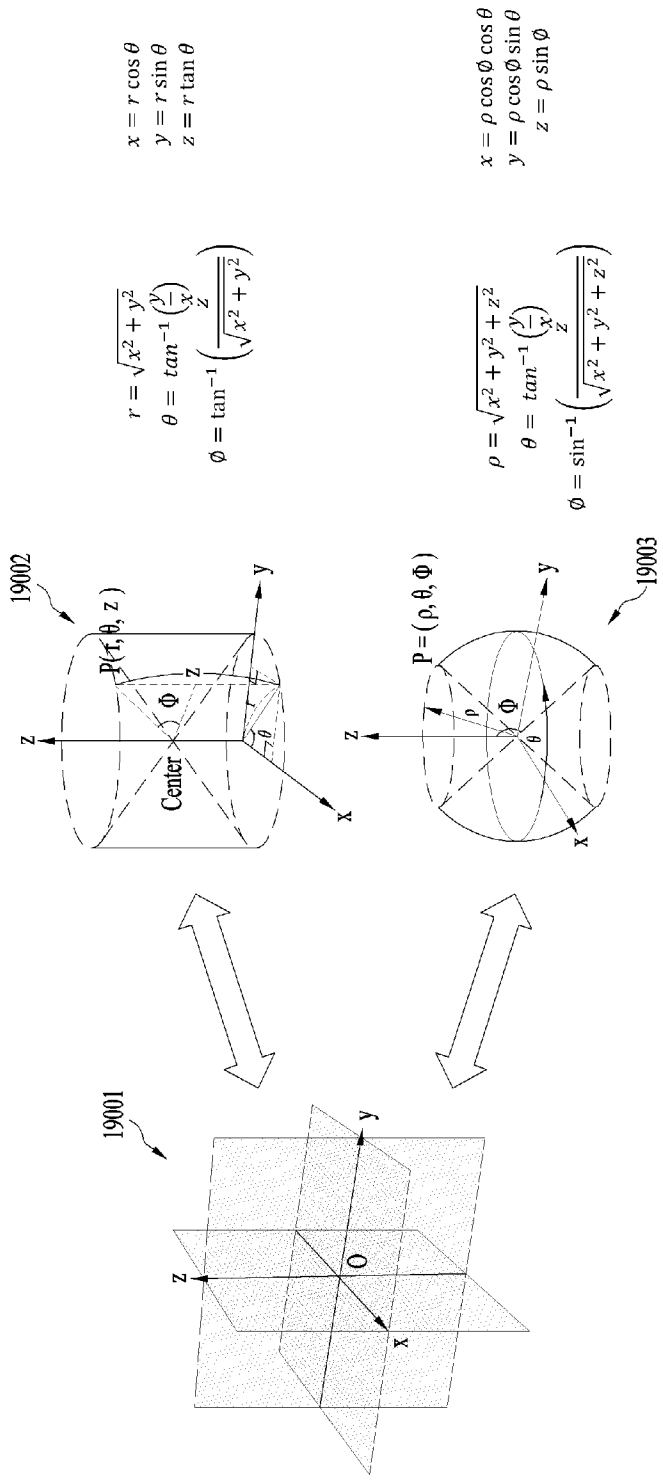
[도17]


$x = r\cos\theta$
$y = r\sin\theta$
$z = z$
$r = \sqrt{x^2 + y^2}$
$\theta = tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$
$z = z$
$x = \rho\sin\phi\cos\theta$
$y = \rho\sin\phi\sin\theta$
$z = \rho\cos\phi$
$\rho = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$
$\theta = tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$
$\phi = cos^{-1}\left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}\right)$
17002
P(r, θ, z)
17003
P=(ρ, θ, Φ)
17001
O
x
y
z

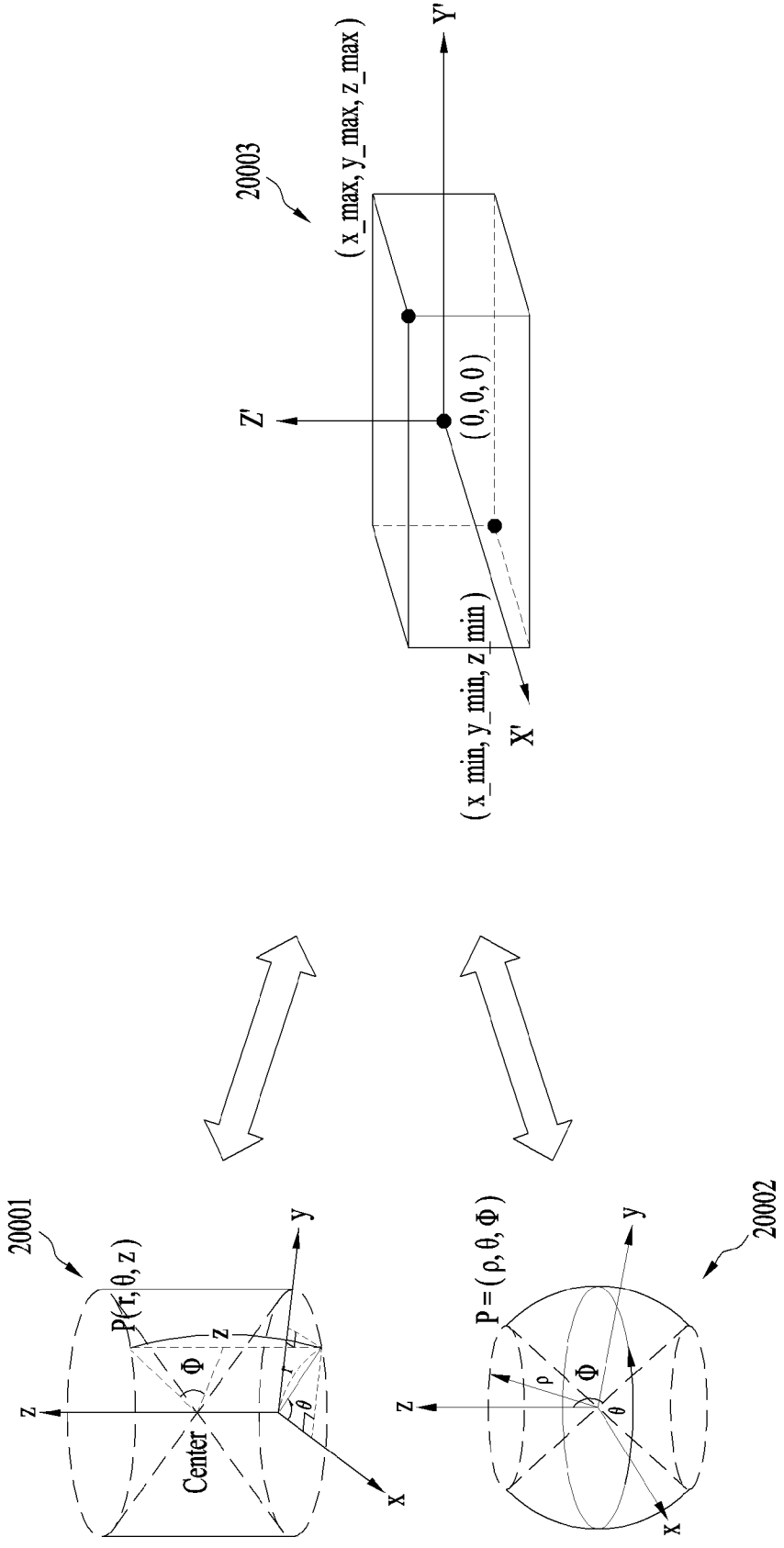
[도18]



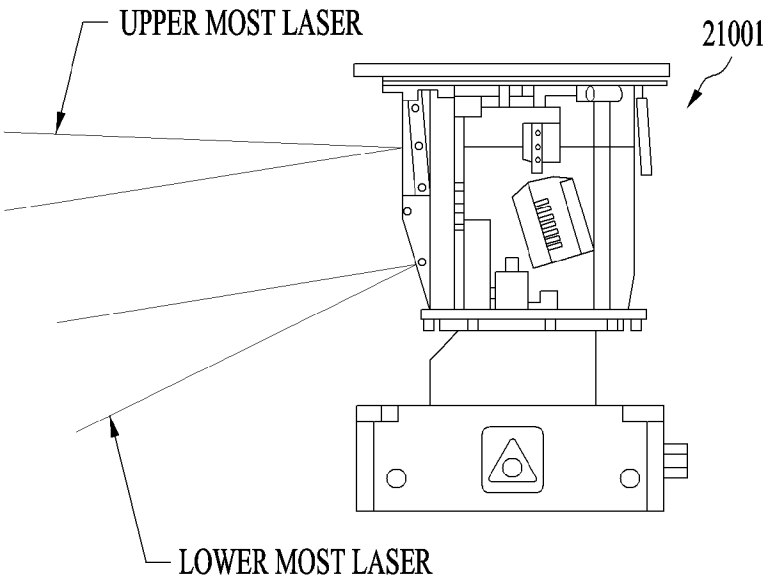
[도19]

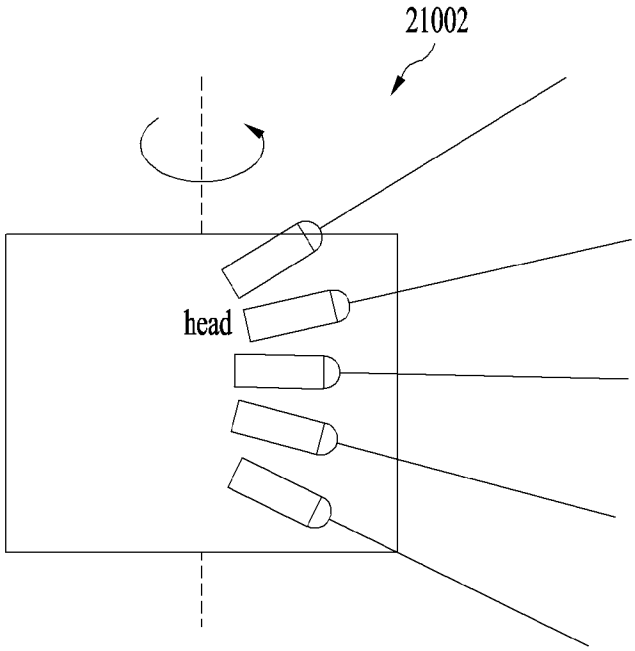

$x = r\cos\theta$
$y = r\sin\theta$
$z = r\tan\theta$
$r = \sqrt{x^2 + y^2}$
$\theta = tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$
$\emptyset = \tan^{-1}\left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right)$
$x = \rho\cos\emptyset\cos\theta$
$y = \rho\cos\emptyset\sin\theta$
$z = \rho\sin\emptyset$
$\rho = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$
$\theta = tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$
$\emptyset = \sin^{-1}\left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}\right)$
19002
P(r, θ, z)
Center
19003
P = (ρ, θ, Φ)
19001
O

[도20]

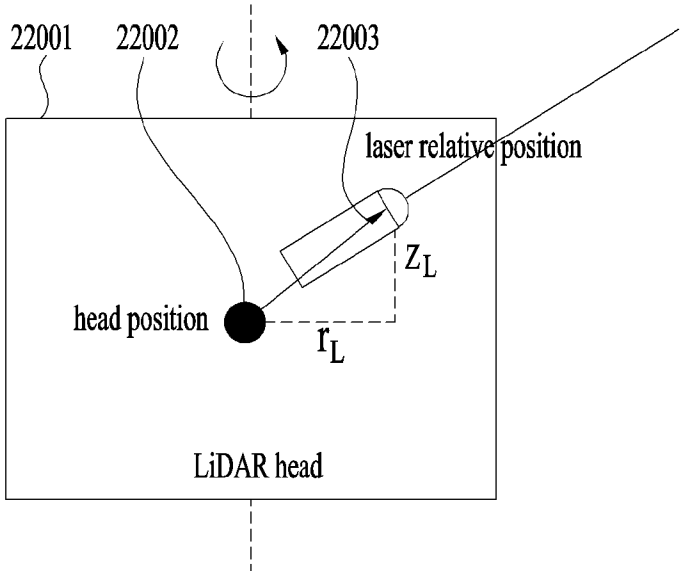

20003
(x_max, y_max, z_max)
Y'
Z'
(0, 0, 0)
(x_min, y_min, z_min)
X'
20001
P(r, θ, z)
z
Φ
r
θ
Center
y
x
20002
P = (ρ, θ, Φ)
ρ
Φ
θ
y
x
z

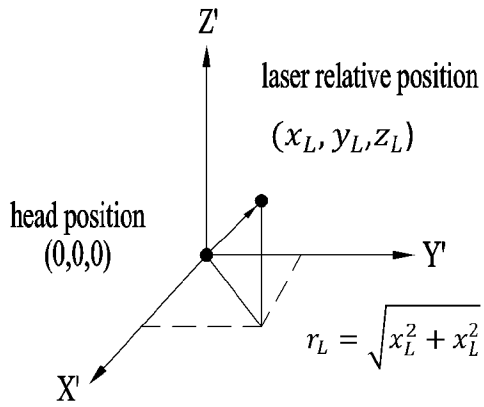
[도21]



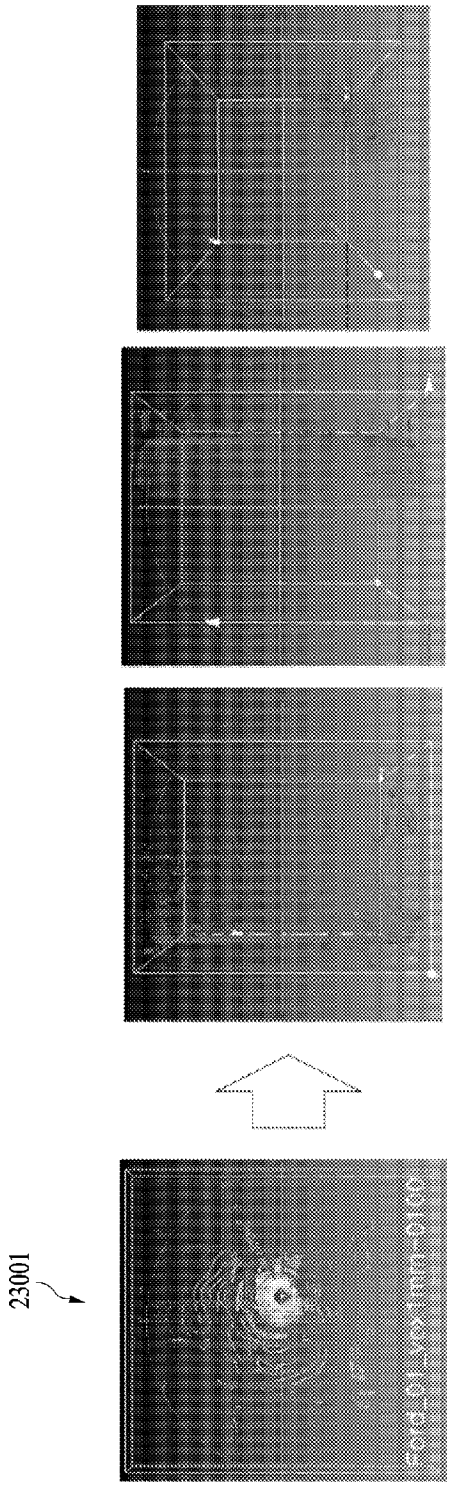


[도22]

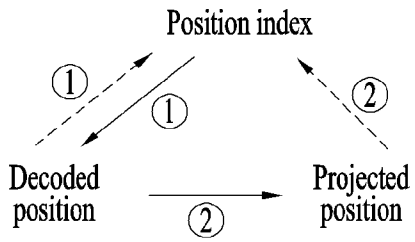

22001
22002
22003
laser relative position
Z_L
head position
r_L
LiDAR head


Z'
laser relative position
(x_L, y_L, z_L)
head position
(0,0,0)
Y'
$r_L = \sqrt{x_L^2 + x_L^2}$
X'

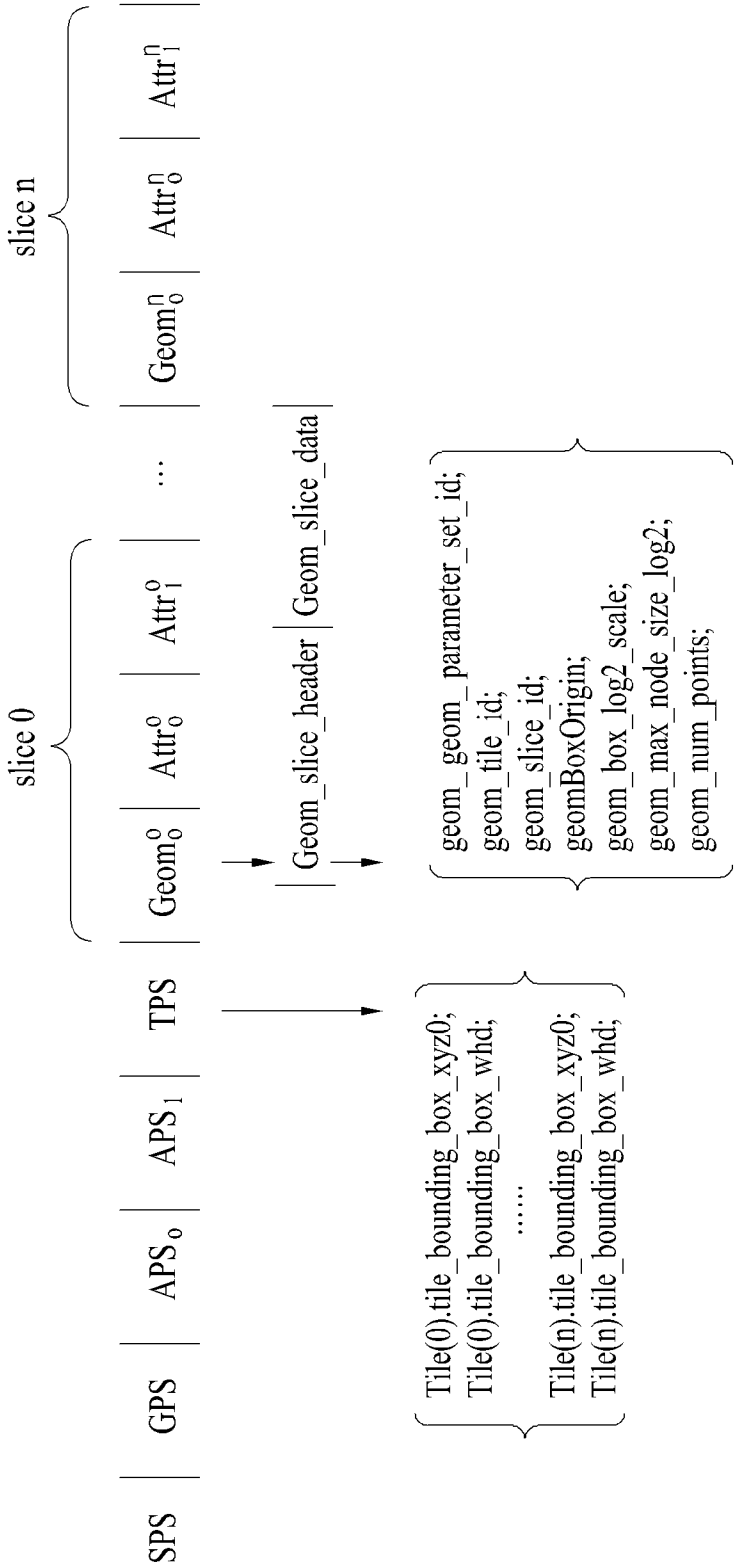
[도23]


23001

[도24]


Position index
①
①
②
Decoded position
②
Projected position

[도25a]


SPS
GPS
APS0
APS1
TPS
slice 0
Geom0^0
Attr0^0
Attr1^0
...
slice n
Geom0^n
Attr0^n
Attr1^n
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_whd;
geom_geom_parameter_set_id;
geom_tile_id;
geom_slice_id;
geomBoxOrigin;
geom_box_log2_scale;
geom_max_node_size_log2;
geom_num_points;

[도25b]

seq_parameter_set( ) {	Descriptor
profile_compatibility_flags	u(24)
level_idc	u(8)
sps_bounding_box_present_flag	u(1)
if(sps_bounding_box_present_flag) {	
sps_bounding_box_offset_x	se(v)
sps_bounding_box_offset_y	se(v)
sps_bounding_box_offset_z	se(v)
sps_bounding_box_scale_factor	ue(v)
sps_bounding_box_size_width	ue(v)
sps_bounding_box_size_height	ue(v)
sps_bounding_box_size_depth	ue(v)
}	
sps_source_scale_factor	u(32)
sps_seq_parameter_set_id	ue(v)
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)
attribute_bitdepth[i]	ue(v)
attribute_cicp_colour_primaries[i]	ue(v)
attribute_cicp_transfer_characteristics[i]	ue(v)
attribute_cicp_matrix_coeffs[i]	ue(v)
attribute_cicp_video_full_range_flag[i]	u(1)
known_attribute_label_flag[i]	u(1)
if(known_attribute_label_flag[i])	
known_attribute_label[i]	ue(v)
else	
attribute_label_four_bytes[i]	u(32)
}	
projection_flag	u(1)
if(projection_flag)	
projection_info ( )	
sps_extension_present_flag	u(1)
if(sps_extension_present_flag)	
while(more_data_in_byte_stream( ))	
sps_extension_data_flag	u(1)
byte_alignment( )	
}	

[도26]

tile_inventory( ) {	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)
tile_bounding_box_offset_z[i]	se(v)
tile_bounding_box_size_width[i]	ue(v)
tile_bounding_box_size_height[i]	ue(v)
tile_bounding_box_size_depth[i]	ue(v)
projection_flag	u(1)
if(projection_flag)	
projection_info ( )	
}	
byte_alignment( )	
}	

[도27]

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

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)
if (aps_slice_qp_delta_present_flag) {	
ash_qp_delta_luma	se(v)
ash_qp_delta_chroma	se(v)
}	
projection_flag	u(1)
if(projection_flag)	
projection_info ( )	
byte_alignment( )	
}	

[도28]

projection_info ( ) {	Descriptor
projection_info_id	ue(v)
coord_conversion_type	u(4)
projection_type	u(4)
laser_position_adjustment_flag	u(1)
if(laser_position_adjustment_flag) {	
num_laser	u(8)
for(i=0; i<num_laser; i++) {	
r_laser[i]	ue(v)
z_laser[i]	ue(v)
theta_laser[i]	ue(v)
}	
}	
sampling_adjustment_cubic_flag	u(1)
sampling_adjustment_spread_bbox_flag	u(1)
sampling_adjustment_type	u(4)
geo_projection_enable_flag	u(1)
attr_projetion_enable_flag	u(1)
bounding_box_x_offset	ue(v)
bounding_box_y_offset	ue(v)
bounding_box_z_offset	ue(v)
bounding_box_x_length	ue(v)
bounding_box_y_length	ue(v)
bounding_box_z_length	ue(v)
orig_bounding_box_x_offset	ue(v)
orig_bounding_box_y_offset	ue(v)
orig_bounding_box_z_offset	ue(v)
orig_bounding_box_x_length	ue(v)
orig_bounding_box_y_length	ue(v)
orig_bounding_box_z_length	ue(v)
rotation_yaw	ue(v)
rotation_pitch	ue(v)
rotation_roll	ue(v)

[도29]

cylinder_center_x	ue(v)
cylinder_center_y	ue(v)
cylinder_center_z	ue(v)
cylinder_radius_max	ue(v)
cylinder_degree_max	ue(v)
cylinder_z_max	ue(v)
ref_vector_x	ue(v)
ref_vector_y	ue(v)
ref_vector_z	ue(v)
normal_vector_x	ue(v)
normal_vector_y	ue(v)
normal_vector_z	ue(v)
clockwise_degree_flag	u(1)
granurality_radius	ue(v)
granurality_angular	ue(v)
granurality_normal	ue(v)
}	
else if (coord_conversion_type == 1 || coord_conversion_type == 3) {	
cylinder_center_x	ue(v)
cylinder_center_y	ue(v)
cylinder_center_z	ue(v)
cylinder_radius_max1	ue(v)
cylinder_radius_max2	ue(v)
cylinder_degree_max1	ue(v)
cylinder_degree_max2	ue(v)
cylinder_z_max	ue(v)
ref_vector_x	ue(v)
ref_vector_y	ue(v)
ref_vector_z	ue(v)
normal_vector_x	ue(v)
normal_vector_y	ue(v)
normal_vector_z	ue(v)
granurality_radius	ue(v)
granurality_angular	ue(v)
granurality_normal	ue(v)
}	
}	

[도30]

C1_ai	lossless geometry, lossy attributes [all intra]			
	End-to-End BD-AttrRate [%]			
	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr	Reflextance
Cat3-frame average				-5.4%
Overall average				-5.4%
Avg. Enc Time [%]	97%			
Avg. Dec Time [%]	94%			

C1_ai	lossy geometry, lossy attributes [all intra]					
	End-to-End BD-AttrRate [%]				Geom. BD-TotGeomRate [%]	
	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr	Reflextance	D1	D2
Cat3-frame average				-4.0%	0.0%	0.0%
Overall average				-4.0%	0.0%	0.0%
Avg. Enc Time [%]	99%					
Avg. Dec Time [%]	94%					

C1_ai	lossless geometry, lossy attributes [all intra]			
	bpip ratio [%]			
	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr	Reflextance
Cat3-frame average	100.0%		98.6%	99.7%
Overall average	100.0%		98.6%	99.7%
Avg. Enc Time [%]	96%			
Avg. Dec Time [%]	96%			

C1_ai	lossless geometry, lossy attributes [all intra]			
	EtE Hausdorff BD-AttrRate [%]			
	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr	Reflextance
Cat3-frame average				-2.7%
Overall average				-2.7%
Avg. Enc Time [%]	96%			
Avg. Dec Time [%]	96%			

[도31]

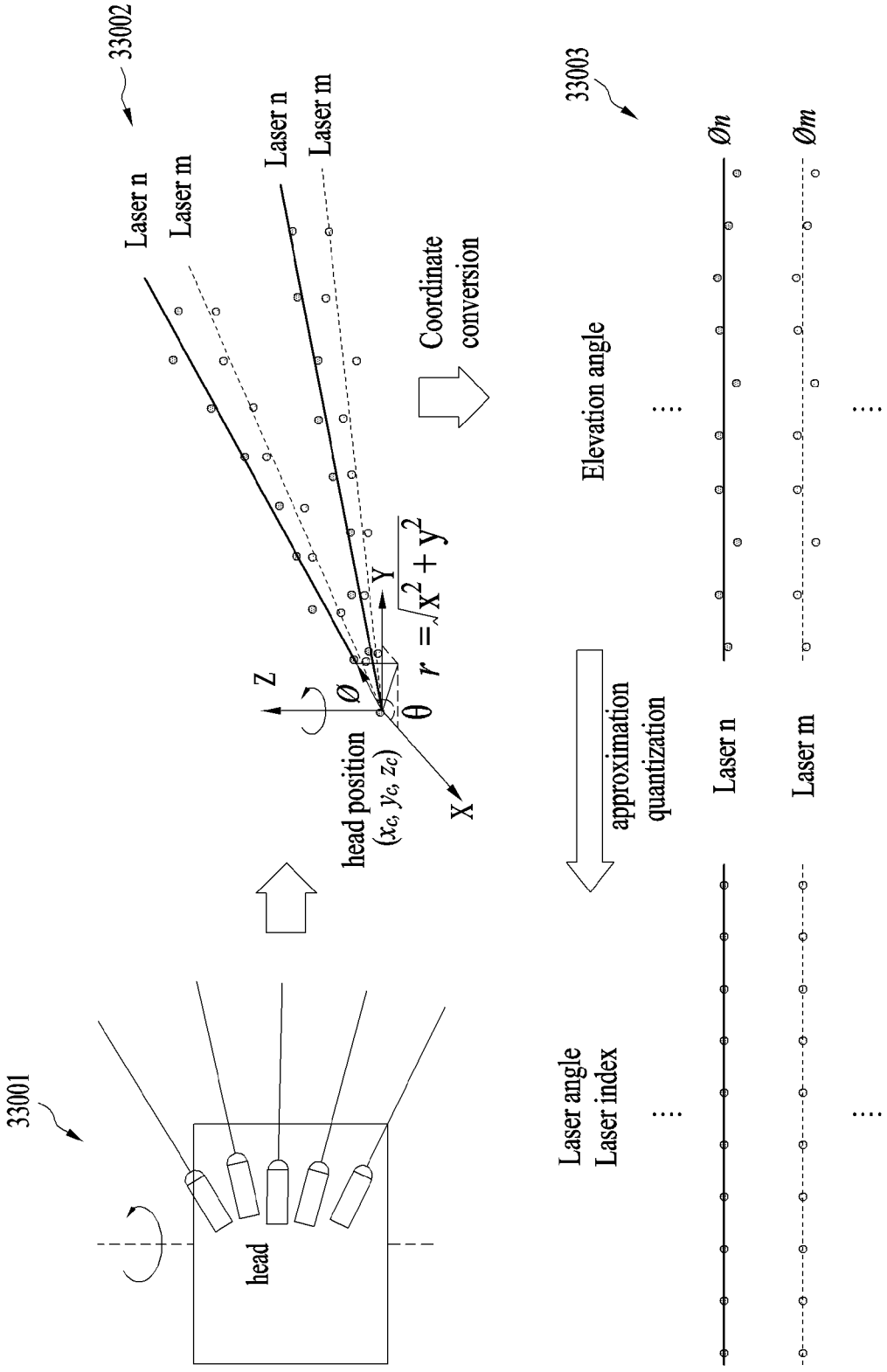
C1_ai	lossless geometry, lossy attributes [all intra]			
	End-to-End BD-AttrRate [%]			
	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr	Reflextance
Cat3-frame average				-15.3%
Overall average				-15.3%
Avg. Enc Time [%]	98%			
Avg. Dec Time [%]	98%			

C1_ai	lossy geometry, lossy attributes [all intra]					
	End-to-End BD-AttrRate [%]				Geom. BD-TotGeomRate [%]	
	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr	Reflextance	D1	D2
Cat3-frame average				-12.5%	0.0%	0.0%
Overall average				-12.5%	0.0%	0.0%
Avg. Enc Time [%]	110%					
Avg. Dec Time [%]	133%					

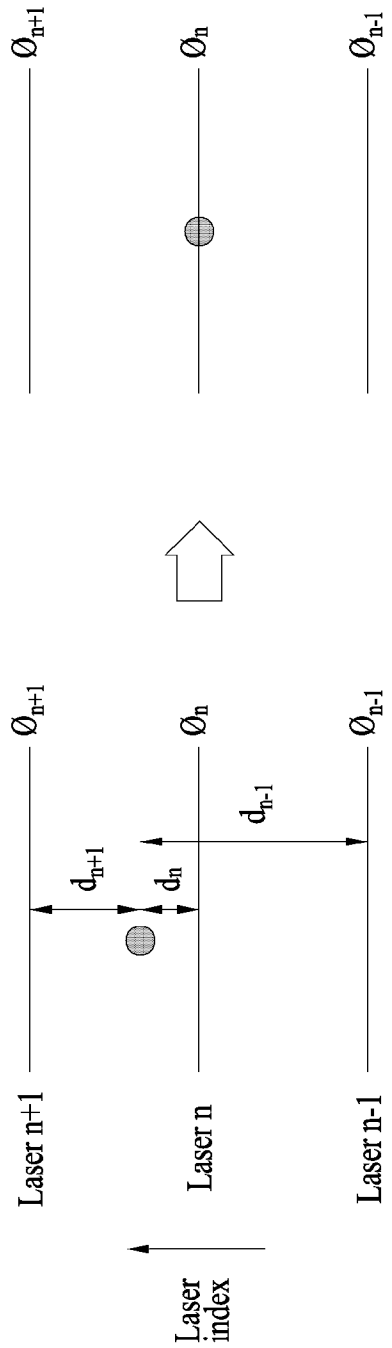
[도32]

attribute_parameter_set( ) {	Descriptor
……	
attr_coord_conv_enable_flag	u(1)
if(attr_coor_conv_enable_flag){	
for (i=0; i<3; i++)	
attr_coord_conv_scale[i]	ue(v)
}	
……	
}	

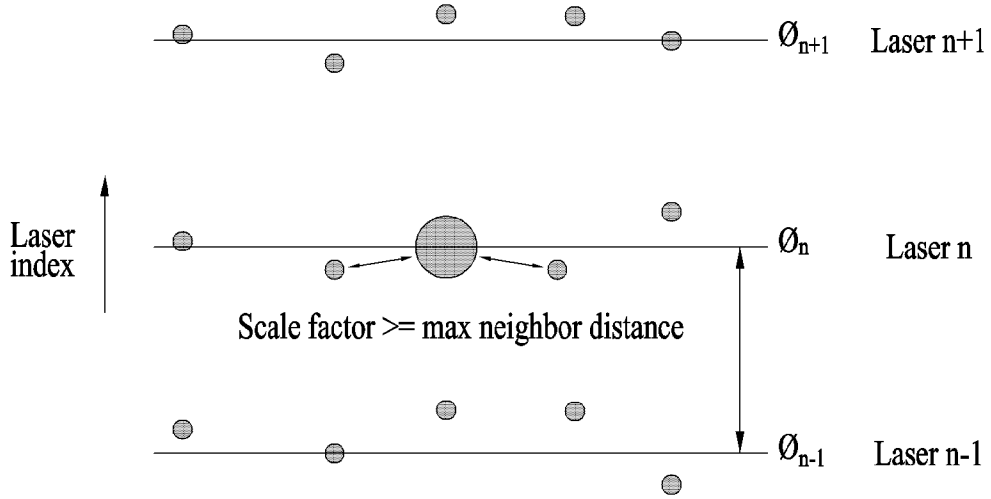
[도33]


33001
head
33002
Laser n
Laser m
Laser n
Laser m
head position
(x_c, y_c, z_c)
Z
Ø
θ
Y
X
$r = \sqrt{x^2 + y^2}$
Coordinate conversion
33003
Elevation angle
Øn
Øm
Laser n
Laser m
approximation
quantization
Laser angle
Laser index

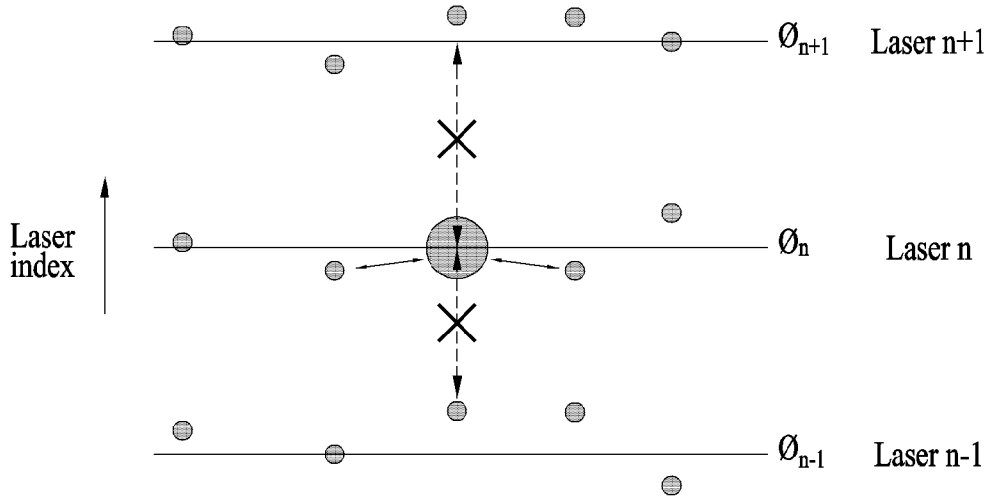
[도34]


Ø n+1
Ø n
Ø n-1
Ø n+1
Ø n
Ø n-1
d n+1
d n
d n-1
Laser n+1
Laser n
Laser n-1
Laser index

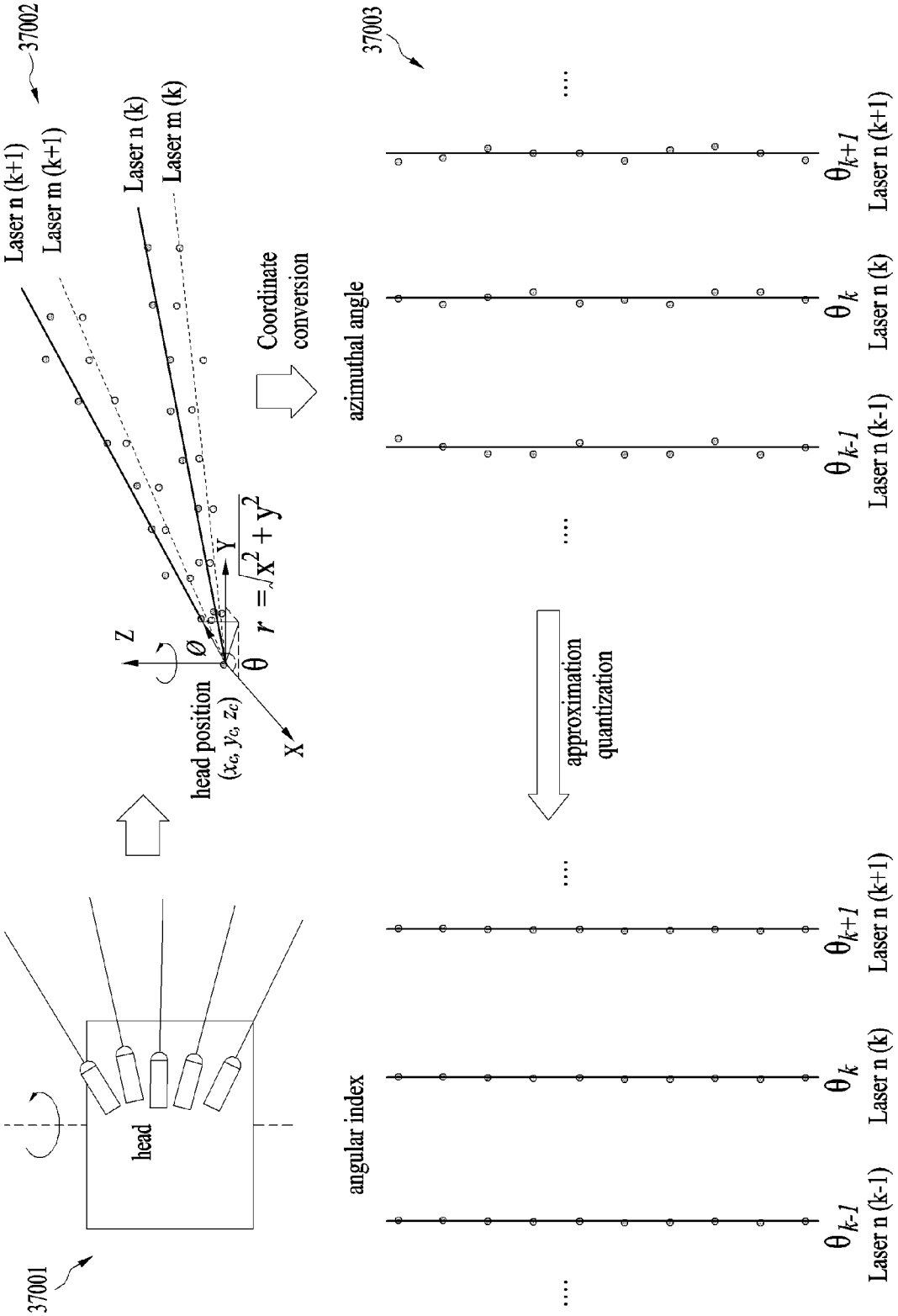
[도35]


Ø$_{n+1}$
Laser n+1
Laser index
Ø$_n$
Laser n
Scale factor >= max neighbor distance
Ø$_{n-1}$
Laser n-1

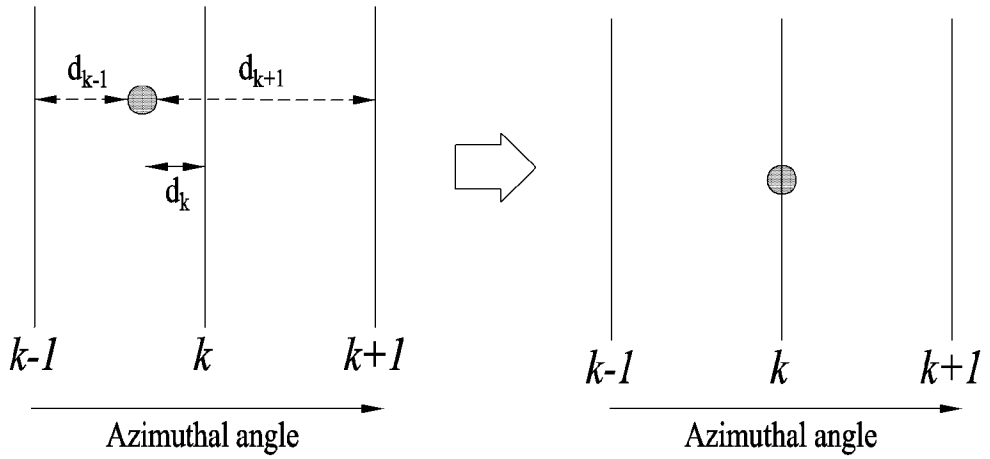
[도36]


Ø$_{n+1}$
Laser n+1
Laser index
Ø$_n$
Laser n
Ø$_{n-1}$
Laser n-1

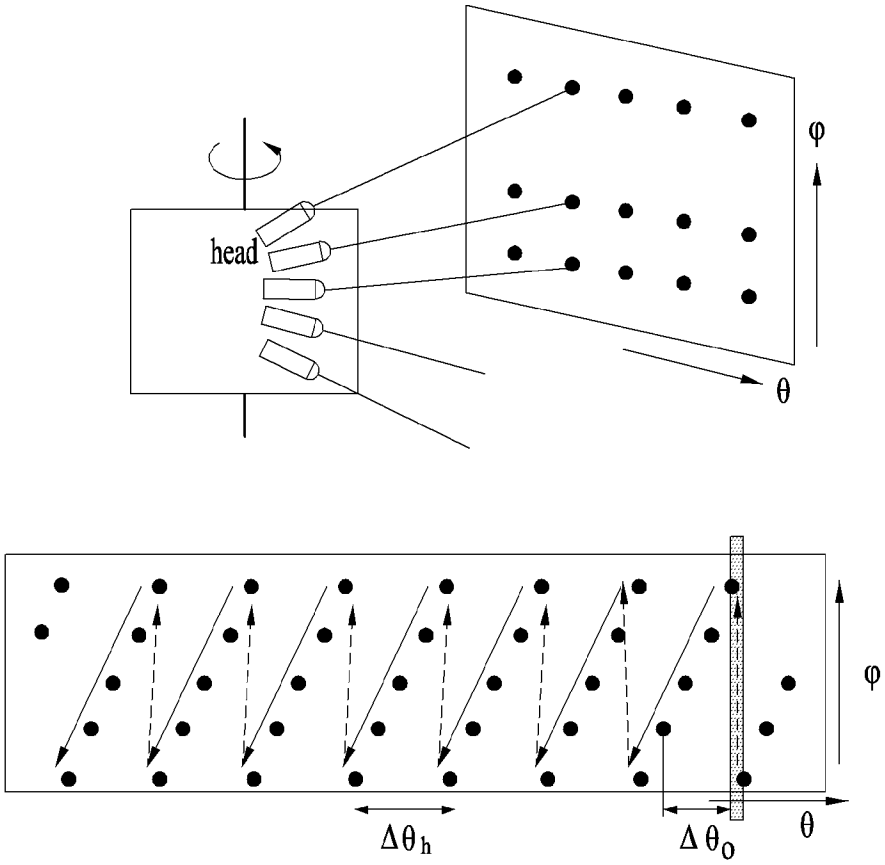
[도37]


37002
Laser n (k+1)
Laser m (k+1)
Laser n (k)
Laser m (k)
Coordinate conversion
azimuthal angle
37003
θ_{k+1}
θ_k
θ_{k-1}
Laser n (k+1)
Laser n (k)
Laser n (k-1)
approximation quantization
angular index
head
head position
(x_c, y_c, z_c)
$r = \sqrt{X^2 + Y^2}$
θ
$\emptyset$
X
Y
Z
37001

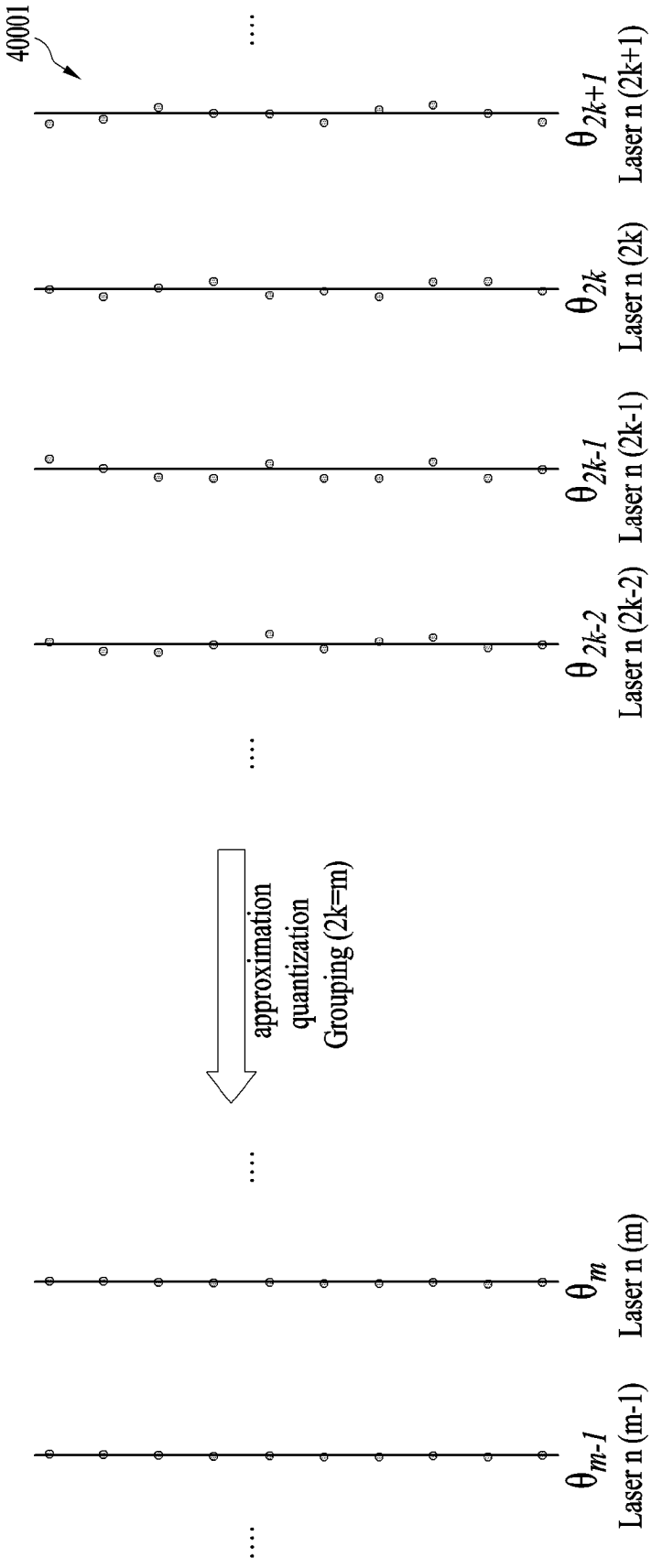
[도38]


d_{k-1}
d_{k+1}
d_k
k-1
k
k+1
Azimuthal angle
k-1
k
k+1
Azimuthal angle

[도39]


head
φ
θ
φ
$\Delta\theta_h$
$\Delta\theta_0$
θ

[도40]


40001
θ 2k+1
Laser n (2k+1)
θ 2k
Laser n (2k)
θ 2k-1
Laser n (2k-1)
θ 2k-2
Laser n (2k-2)
approximation
quantization
Grouping (2k=m)
θ m
Laser n (m)
θ m-1
Laser n (m-1)

[도41]

sequence_parameter_set( ) {	Descriptor
sps_seq_parameter_set_id	ue(v)
....	
sps_projection_param_present_flag	u(1)
if(sps_param_present_flag)	
projection_info ( )	
....	

[도42]

geometry_parameter_set( ) {	Descriptor
gps_geom_parameter_set_id	ue(v)
....	
if(sps_projection_flag)	
sps_seq_parameter_set_id	ue(v)
else {	
gps_projection_param_present_flag	u(1)
if(gps_param_present_flag)	
projection_info ( )	
}	
....	

[도43]

attribute_parameter_set( ) {	Descriptor
aps_attr_parameter_set_id	ue(v)
….	
if(sps_projection_flag)	
sps_seq_parameter_set_id	ue(v)
else if(gps_param_present_flag)	
gps_geom_parameter_set_id	ue(v)
else {	
aps_projection_param_present_flag	u(1)
if(aps_parameter_present_flag)	
projection_info ( )	
}	
….	

[도44]

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

geometry_slice_header( ) {	Descriptor
gsh_geom_parameter_set_id	ue(v)
….	
projection_flag	u(1)
if(projection_flag)	
projection_info ( )	
byte_alignment( )	
}	

[도45]

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

attribute_slice_header( ) { ash_attr_parameter_set_id	Descriptor ue(v)
....	
projection_flag	u(1)
if(projection_flag)	
projection_info ( )	
byte_alignment( )	
}	

[도46]

projection_info ( ) {	Descriptor
projection_info_id	ue(v)
coord_conversion_type	u(4)
projection_type	u(4)
laser_position_adjustment_flag	u(1)
if(laser_position_adjustment_flag) {	
num_laser	u(8)
for(i=0; i<num_laser; i++) {	
r_laser[i]	ue(v)
z_laser[i]	ue(v)
theta_laser[i]	ue(v)
}	
}	
elevation_index_enable_flag	u(1)
azimuthal_index_enable_flag	u(1)
if (azimuthal_index_enable_flag) {	
num_laser	u(8)
for(i=0; i<num_laser; i++) {	
laser_phi_per_turn[i]	u(8)
laser_angle_offset[i]	u(8)
for(j=0; j< laser_phi_per_turn[i]; j++)	
laser_sampling_angle[i][j]	u(8)
}	
groupnig_rate	u(4)
}	
sampling_adjustment_cubic_flag	u(1)
sampling_adjustment_spread_bbox_flag	u(1)
sampling_adjustment_type	u(4)

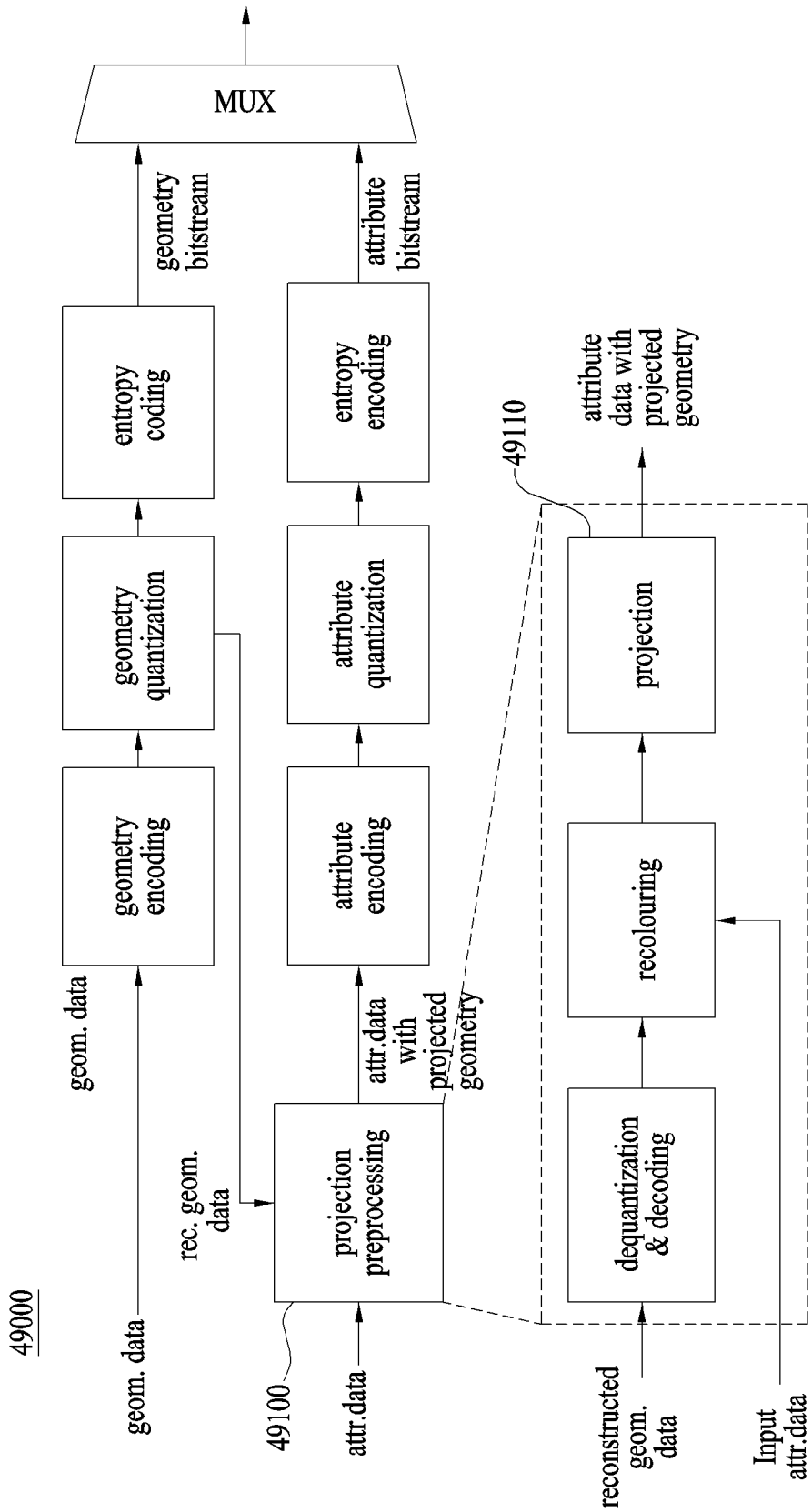
[도47]

geo_projection_enable_flag	u(1)
attr_projetion_enable_flag	u(1)
bounding_box_x_offset	ue(v)
bounding_box_y_offset	ue(v)
bounding_box_z_offset	ue(v)
bounding_box_x_length	ue(v)
bounding_box_y_length	ue(v)
bounding_box_z_length	ue(v)
orig_bounding_box_x_offset	ue(v)
orig_bounding_box_y_offset	ue(v)
orig_bounding_box_z_offset	ue(v)
orig_bounding_box_x_length	ue(v)
orig_bounding_box_y_length	ue(v)
orig_bounding_box_z_length	ue(v)
rotation_yaw	ue(v)
rotation_pitch	ue(v)
rotation_roll	ue(v)
if (coord_conversion_type == 0 || coord_conversion_type == 2) {	
cylinder_center_x	ue(v)
cylinder_center_y	ue(v)
cylinder_center_z	ue(v)
cylinder_radius_max	ue(v)
cylinder_degree_max	ue(v)
cylinder_z_max	ue(v)
ref_vector_x	ue(v)
ref_vector_y	ue(v)
ref_vector_z	ue(v)
normal_vector_x	ue(v)
normal_vector_y	ue(v)
normal_vector_z	ue(v)
clockwise_degree_flag	u(1)
granurality_radius	ue(v)
granurality_angular	ue(v)
granurality_normal	ue(v)
}	

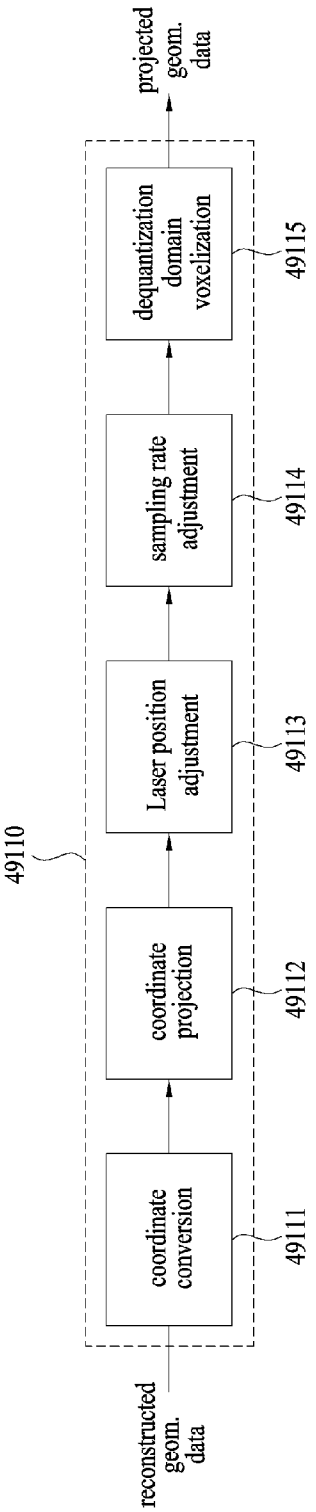
[도48]

else if (coord_conversion_type == 1 || coord_conversion_type == 3) {	
cylinder_center_x	ue(v)
cylinder_center_y	ue(v)
cylinder_center_z	ue(v)
cylinder_radius_max1	ue(v)
cylinder_radius_max2	ue(v)
cylinder_degree_max1	ue(v)
cylinder_degree_max2	ue(v)
cylinder_z_max	ue(v)
ref_vector_x	ue(v)
ref_vector_y	ue(v)
ref_vector_z	ue(v)
normal_vector_x	ue(v)
normal_vector_y	ue(v)
normal_vector_z	ue(v)
granurality_radius	ue(v)
granurality_angular	ue(v)
granurality_normal	ue(v)
}	
}	

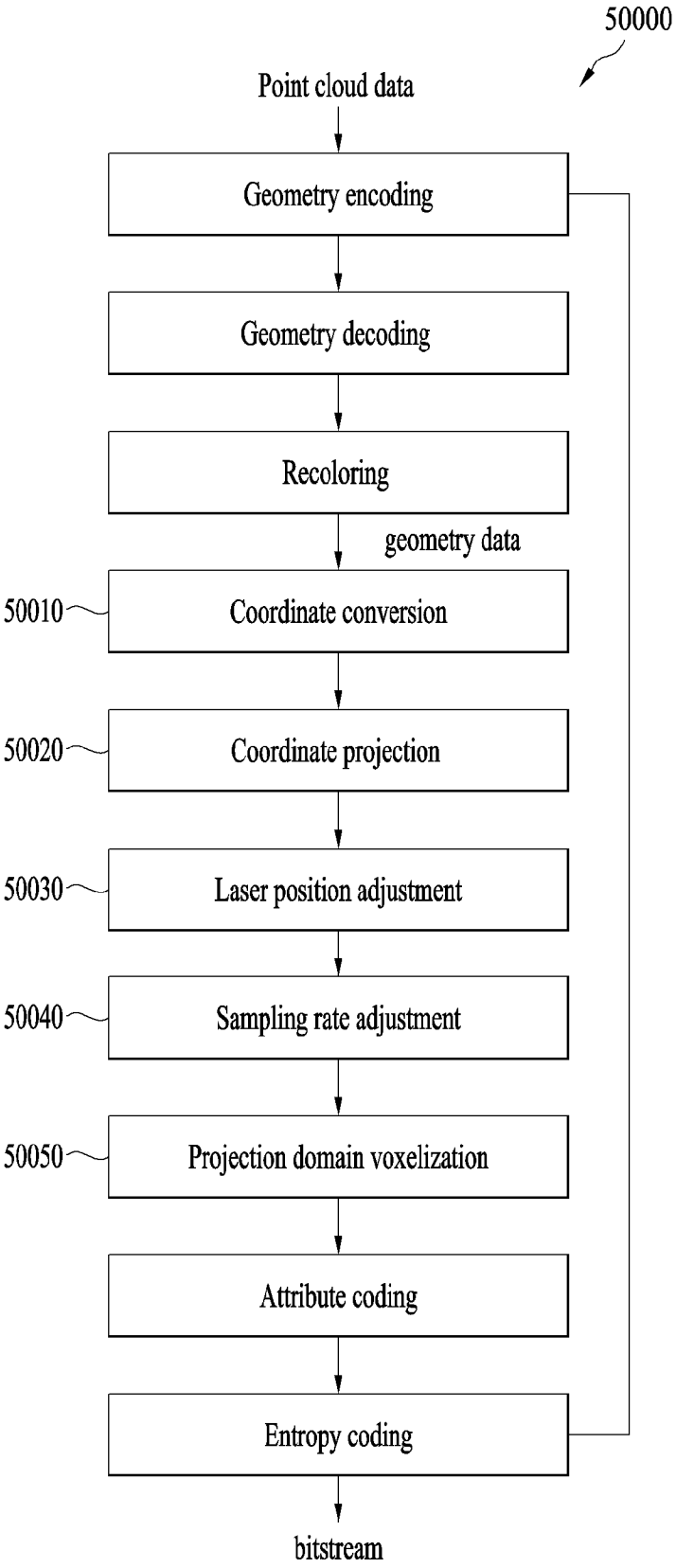
[도49a]


MUX
geometry bitstream
attribute bitstream
entropy coding
entropy encoding
geometry quantization
attribute quantization
geometry encoding
attribute encoding
projection
recolouring
dequantization & decoding
projection preprocessing
attribute data with projected geometry
49110
geom. data
rec. geom. data
attr.data with projected geometry
49000
geom. data
49100
attr.data
reconstructed geom. data
Input attr.data

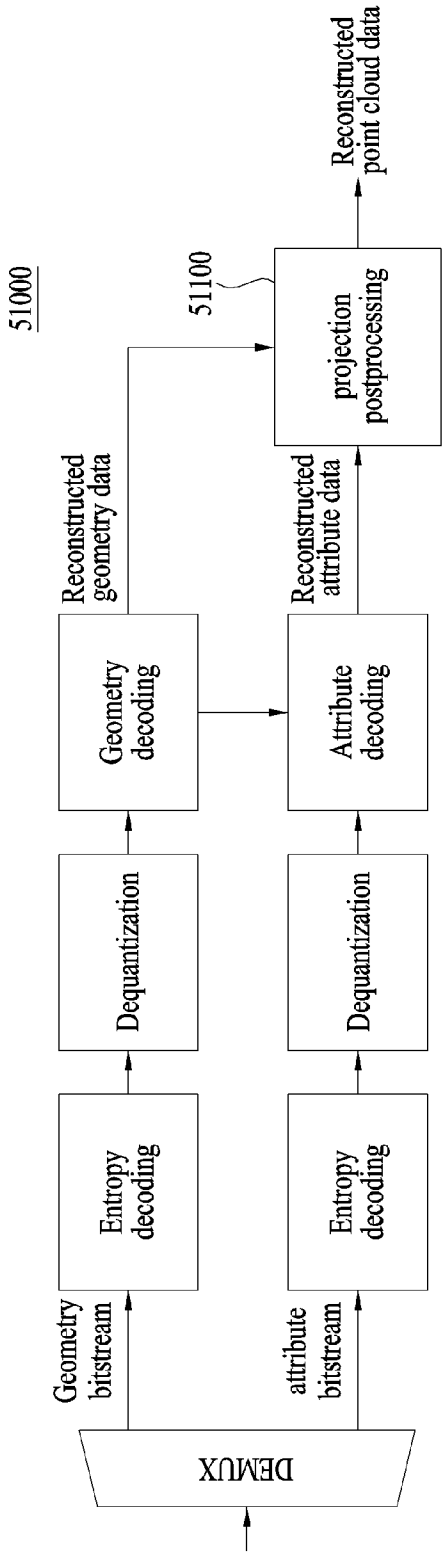
[도49b]


reconstructed geom. data
coordinate conversion
49111
coordinate projection
49112
Laser position adjustment
49113
sampling rate adjustment
49114
dequantization domain voxelization
49115
49110
projected geom. data

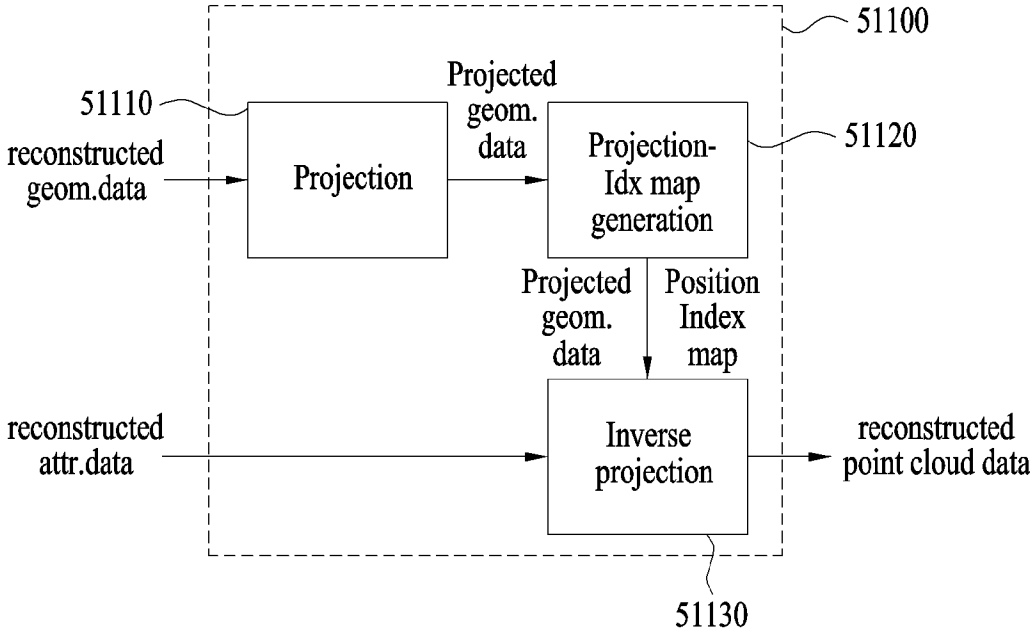
[도50]


50000
Point cloud data
Geometry encoding
Geometry decoding
Recoloring
geometry data
50010
Coordinate conversion
50020
Coordinate projection
50030
Laser position adjustment
50040
Sampling rate adjustment
50050
Projection domain voxelization
Attribute coding
Entropy coding
bitstream

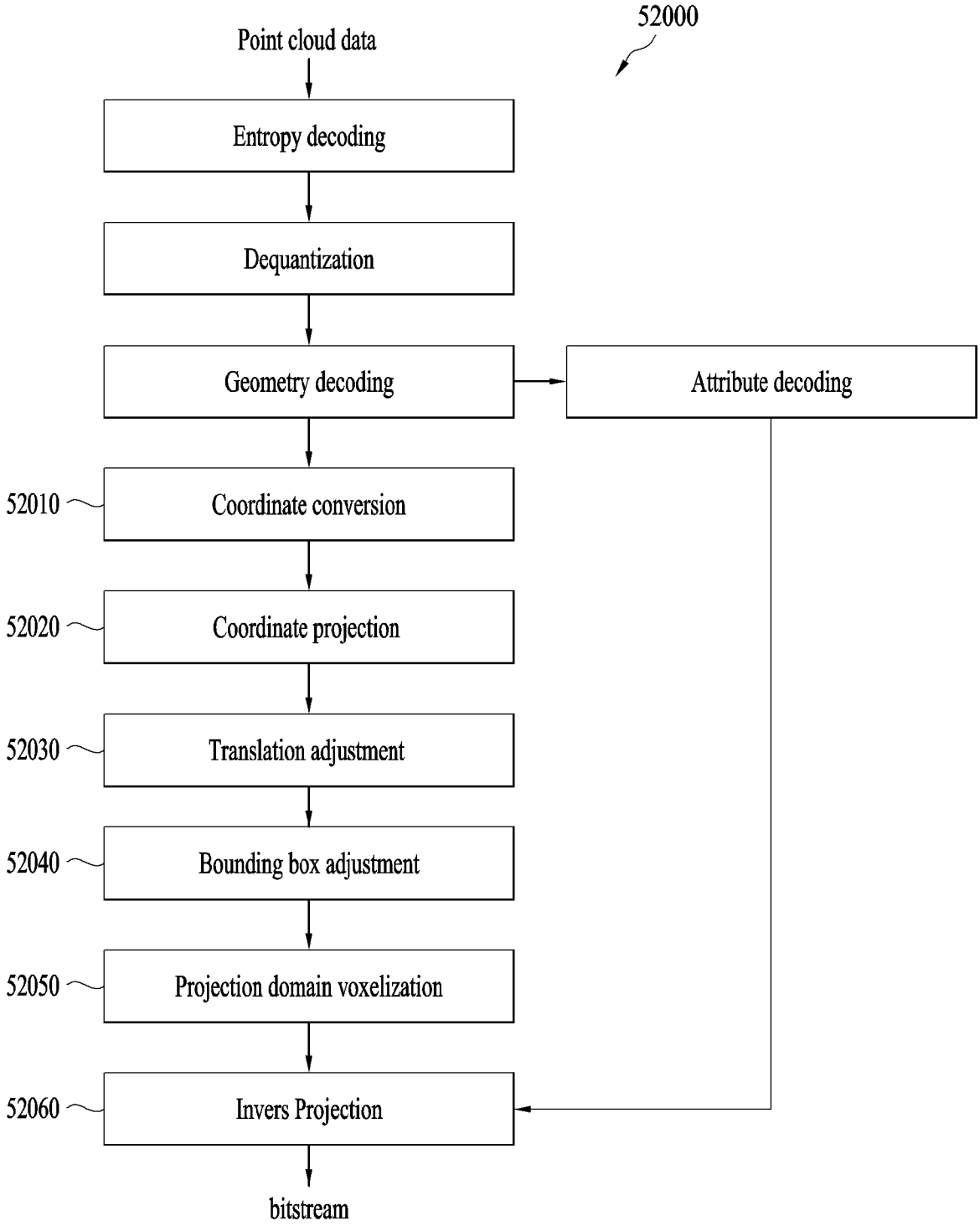
[도51a]


51000
DEMUX
Geometry bitstream
attribute bitstream
Entropy decoding
Entropy decoding
Dequantization
Dequantization
Geometry decoding
Attribute decoding
Reconstructed geometry data
Reconstructed attribute data
51100
projection postprocessing
Reconstructed point cloud data

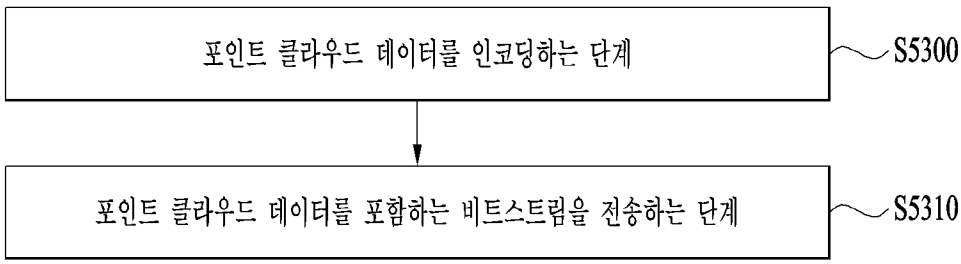
[도51b]


51100
51110
reconstructed geom.data
Projection
Projected geom. data
Projection-Idx map generation
51120
Projected geom. data
Position Index map
reconstructed attr.data
Inverse projection
reconstructed point cloud data
51130

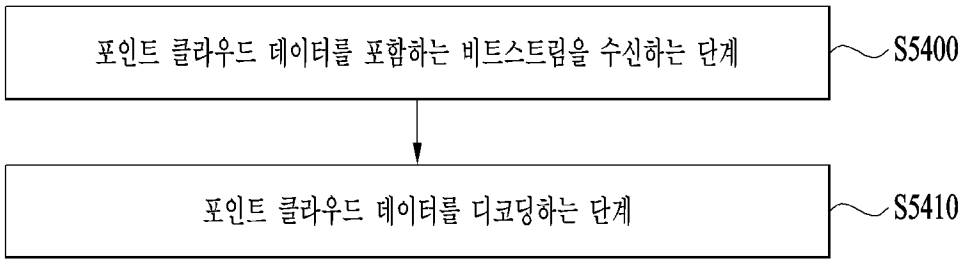
[도52]


52000
Point cloud data
Entropy decoding
Dequantization
Geometry decoding
Attribute decoding
52010
Coordinate conversion
52020
Coordinate projection
52030
Translation adjustment
52040
Bounding box adjustment
52050
Projection domain voxelization
52060
Invers Projection
bitstream

[도53]


포인트 클라우드 데이터를 인코딩하는 단계
S5300
포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계
S5310

[도54]


포인트 클라우드 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계
S5400
포인트 클라우드 데이터를 디코딩하는 단계
S5410

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2021/012840

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N 19/597(2014.01)i; **H04N 19/13**(2014.01)i; **H04N 19/60**(2014.01)i; **H04N 19/96**(2014.01)i; **G06T 9/40**(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)

H04N 19/597(2014.01); G01B 5/25(2006.01); G01C 19/00(2006.01); G06T 7/00(2006.01); G06T 7/254(2017.01); G06T 7/514(2017.01); G06T 7/521(2017.01); G06T 7/60(2006.01)

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), 프로젝션(projection), 좌표(coordinate), 변환(conversion), 레이저(laser), 수평방향각도(azimuthal angle), 보정(correct)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	MAMMOU, Khaled et al. G-PCC codec description v2. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N18189. January 2019 [Retrieved on 13 December 2021]. Retrieved from <URL: https://mpeg.chiariglione.org/sites/default/files/files/standards/parts/docs/w18189.zip>.	
X	See sections 2 and 3.1-3.1.1; and figure 1.	1,7,12,19
Y		2,8,13-15,20
A		3-6,9-11,16-18,21-23
	US 2018-0165821 A1 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 14 June 2018 (2018-06-14)	
Y	See paragraphs [0043] and [0069]; and figures 3 and 10-11.	2,8,13-15,20
	KR 10-2019-0082065 A (BAIDU ONLINE NETWORK TECHNOLOGY (BEIJING) CO., LTD.) 09 July 2019 (2019-07-09)	
A	See paragraphs [0014]-[0032]; claims 1-4; and figures 1-5.	1-23
	KR 10-2017-0135914 A (TENYOUN 3D (TIANJIN) TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 December 2017 (2017-12-08)	
A	See paragraphs [0010]-[0023]; claim 1; and figure 2.	1-23

☑ 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
28 December 2021	**03 January 2022**

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/KR2021/012840

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2018-0117230 A (CYBEROPTICS CORPORATION) 26 October 2018 (2018-10-26) See paragraphs [0022]-[0023]; claims 1-7; and figures 4-5.	1-23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2021/012840

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2018-0165821 A1	14 June 2018	US 10559085 B2	11 February 2020
KR 10-2019-0082065 A	09 July 2019	CN 108460791 A	28 August 2018
		EP 3505962 A1	03 July 2019
		JP 2019-149150 A	05 September 2019
		US 11037305 B2	15 June 2021
		US 2019-0206063 A1	04 July 2019
KR 10-2017-0135914 A	08 December 2017	CN 105222724 A	06 January 2016
		EP 3348958 A1	18 July 2018
		JP 2018-516377 A	21 June 2018
		JP 6550536 B2	24 July 2019
		US 10267627 B2	23 April 2019
		US 2018-0180408 A1	28 June 2018
		WO 2017-041419 A1	16 March 2017
KR 10-2018-0117230 A	26 October 2018	CN 106796721 A	31 May 2017
		EP 3194939 A1	26 July 2017
		JP 2017-530352 A	12 October 2017
		JP 6457072 B2	23 January 2019
		KR 10-1940936 B1	21 January 2019
		KR 10-2017-0083028 A	17 July 2017
		US 10346963 B2	09 July 2019
		US 2016-0078610 A1	17 March 2016
		WO 2016-040634 A1	17 March 2016

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2021/012840

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04N 19/597(2014.01)i; **H04N 19/13**(2014.01)i; **H04N 19/60**(2014.01)i; **H04N 19/96**(2014.01)i; **G06T 9/40**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04N 19/597(2014.01); G01B 5/25(2006.01); G01C 19/00(2006.01); G06T 7/00(2006.01); G06T 7/254(2017.01); G06T 7/514(2017.01); G06T 7/521(2017.01); G06T 7/60(2006.01)

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), 프로젝션(projection), 좌표(coordinate), 변환(conversion), 레이저(laser), 수평방향각도(azimuthal angle), 보정(correct)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
	KHALED MAMMOU 등, `G-PCC codec description v2', ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N18189, 2019.01 [검색일: 2021.12.13]. 출처 <URL: https://mpeg.chiariglione.org/sites/default/files/files/standards/parts/docs/w18189.zip>	
X	섹션 2, 3.1-3.1.1; 및 도면 1	1,7,12,19
Y		2,8,13-15,20
A		3-6,9-11,16-18,21-23
Y	US 2018-0165821 A1 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 2018.06.14 단락 [0043], [0069]; 및 도면 3, 10-11	2,8,13-15,20
A	KR 10-2019-0082065 A (바이두 온라인 네트웍 테크놀러지 (베이징) 캄파니 리미티드) 2019.07.09 단락 [0014]-[0032]; 청구항 1-4; 및 도면 1-5	1-23
A	KR 10-2017-0135914 A (테넌 3디 (톈진) 테크놀로지 코.,엘티디) 2017.12.08 단락 [0010]-[0023]; 청구항 1; 및 도면 2	1-23

☑ 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
2021년12월28일(28.12.2021)	**2022년01월03일(03.01.2022)**

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**

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2021/012840

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2018-0117230 A (사이버옵틱스 코포레이션) 2018.10.26 단락 [0022]-[0023]; 청구항 1-7; 및 도면 4-5	1-23

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2021/012840

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2018-0165821 A1	2018/06/14	US 10559085 B2	2020/02/11
KR 10-2019-0082065 A	2019/07/09	CN 108460791 A	2018/08/28
		EP 3505962 A1	2019/07/03
		JP 2019-149150 A	2019/09/05
		US 11037305 B2	2021/06/15
		US 2019-0206063 A1	2019/07/04
KR 10-2017-0135914 A	2017/12/08	CN 105222724 A	2016/01/06
		EP 3348958 A1	2018/07/18
		JP 2018-516377 A	2018/06/21
		JP 6550536 B2	2019/07/24
		US 10267627 B2	2019/04/23
		US 2018-0180408 A1	2018/06/28
		WO 2017-041419 A1	2017/03/16
KR 10-2018-0117230 A	2018/10/26	CN 106796721 A	2017/05/31
		EP 3194939 A1	2017/07/26
		JP 2017-530352 A	2017/10/12
		JP 6457072 B2	2019/01/23
		KR 10-1940936 B1	2019/01/21
		KR 10-2017-0083028 A	2017/07/17
		US 10346963 B2	2019/07/09
		US 2016-0078610 A1	2016/03/17
		WO 2016-040634 A1	2016/03/17