(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2025 년 1 월 2 일 (02.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2025/005646 A1

(51) 국제특허분류:
H04N 19/597 (2014.01) *H04N 19/46* (2014.01)
H04N 19/70 (2014.01) *H04N 19/54* (2014.01)
H04N 19/18 (2014.01) *H04N 19/593* (2014.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2024/008873

(22) 국제출원일: 2024 년 6 월 26 일 (26.06.2024)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2023-0082062 2023 년 6 월 26 일 (26.06.2023) KR

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

(72) 발명자: **김대현 (KIM, Dachyun)**; 06772 서울특별시 서초구 양재대로 11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). **서종열 (SUH, Jongyeul)**; 06772 서울특별시 서초구 양재대로 11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR).

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

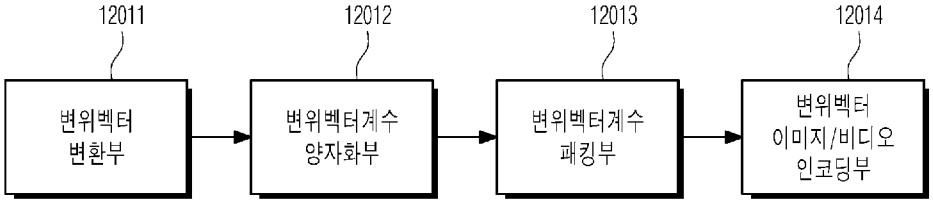
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

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

(54) 발명의 명칭: 메쉬 데이터 송신 장치, 메쉬 데이터 송신 방법, 메쉬 데이터 수신 장치 및 메쉬 데이터 수신 방법



12011 ... Displacement vector conversion unit
12012 ... Displacement vector coefficient quantization unit
12013 ... Displacement vector coefficient packing unit
12014 ... Displacement vector image/video encoding unit

(57) Abstract: A mesh data decoding device according to embodiments may comprise: a reception unit for receiving a base mesh bitstream, a displacement vector bitstream, a texture map bitstream, and signaling information; a base mesh processing unit for reconstructing a base mesh from the base mesh bitstream; a displacement information processing unit for reconstructing displacement information from the displacement vector bitstream; a reconstruction unit for reconstructing a mesh on the basis of the base mesh and the displacement information; and a texture map processing unit for reconstructing a texture map from the texture map bitstream.

(57) 요약서: 실시예들에 따른 메쉬 데이터 디코딩 장치는 베이스 메쉬 비트스트림, 변위 벡터 비트스트림, 텍스처 맵 비트스트림, 및 시그널링 정보를 수신하는 수신부, 상기 베이스 메쉬 비트스트림으로부터 베이스 메쉬를 복원하는 베이스 메쉬 처리부, 상기 변위 벡터 비트스트림으로부터 변위 정보를 복원하는 변위 정보 처리부, 상기 베이스 메쉬와 상기 변위 정보를 기반으로 메쉬를 복원하는 복원부, 및 상기 텍스처 맵 비트스트림으로부터 텍스처 맵을 복원하는 텍스처 맵 처리부를 포함할 수 있다.

WO 2025/005646 A1

명세서

발명의 명칭: 메쉬 데이터 송신 장치, 메쉬 데이터 송신 방법, 메쉬 데이터 수신 장치 및 메쉬 데이터 수신 방법

기술분야

[1] 실시예들은 사용자에게 VR (Virtual Reality, 가상현실), AR (Augmented Reality, 증강현실), MR (Mixed Reality, 혼합현실), 및 자율 주행 서비스 등의 다양한 서비스를 제공하기 위하여 3D 콘텐츠를 제공하는 방안을 제공한다.

배경기술

[2] 3D 콘텐츠 중 포인트 클라우드 데이터나 메쉬 데이터는 3D공간 상의 포인트들의 집합이다. 그런데, 3D 공간 상의 포인트들의 양이 많아서 포인트 클라우드 데이터나 메쉬 데이터를 생성하기 어려운 문제점이 있다.

[3] 즉, 포인트 클라우드 데이터나 메쉬 데이터와 같이 포인트들의 양이 많은 3D 데이터를 전송하고 수신하기 위해서 많은 처리량이 요구되는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[4] 실시예들에 따른 기술적 과제는, 전술한 문제점 등을 해결하기 위해서, 메쉬 데이터를 효율적으로 송수신하기 위한 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

[5] 실시예들에 따른 기술적 과제는, 메쉬 데이터의 지연시간(latency) 및 인코딩/디코딩 복잡도를 해결하기 위한 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

[6] 실시예들에 따른 기술적 과제는, 변위 벡터의 인코딩 및 디코딩을 효율적으로 수행하기 위한 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

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

과제 해결 수단

[8] 상술한 목적 및 다른 이점을 달성하기 위해서 실시예들에 따른 메쉬 데이터 인코딩 방법은 원본 메쉬를 인코딩하는 단계, 및 상기 인코딩된 메쉬와 시그널링 정보를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[9] 실시예들에 따르면, 상기 인코딩 단계는 상기 원본 메쉬를 단순화하여 생성된 베이스 메쉬를 인코딩하여 베이스 메쉬 비트스트림을 생성하는 베이스 메쉬 처리 단계, 상기 베이스 메쉬를 기반으로 생성된 변위 정보를 인코딩하여 변위 벡터 비트스트림을 생성하는 변위 정보 처리 단계, 상기 인코딩된 베이스 메쉬와 상기 인코딩된 변위 정보를 기반으로 메쉬를 복원하는 메쉬 복원 단계, 및 상기 원본 메쉬와 상기 복원된 메쉬를 기반으로 생성된 텍스처 맵을 인코딩하여 텍스처 맵 비트스트림을 생성하는 텍스처 맵 처리 단계를 포함할 수 있다.

[10] 실시예들에 따르면, 상기 변위 정보 처리 단계는 상기 변위 정보의 좌표계를 로컬 좌표계로 변환하는 단계, 상기 로컬 좌표계의 변위 정보에 포함된 노말 성분, 탄젠셜 성분, 또는 바이-탄젠셜 성분 중 적어도 하나의 성분에 대해 제1 포맷, 제2 포맷, 또는 제3 포맷 중 하나의 포맷을 기반으로 패킹을 수행하는 단계, 및 상기 패킹된 변위 정보를 인코딩하는 단계를 포함할 수 있다.

[11] 실시예들에 따르면, 상기 패킹 단계는 상기 변위 정보의 바이-탄젠셜 성분에 대해 선택적으로 패킹을 수행하며, 상기 시그널링 정보는 상기 바이-탄젠셜 성분의 패킹이 스킵되었는지 여부를 식별하기 위한 정보를 포함할 수 있다.

[12] 실시예들에 따르면, 상기 시그널링 정보는 상기 변위 정보에 적용된 포맷을 식별하기 위한 정보를 포함할 수 있다.

[13] 실시예들에 따르면, 메쉬 데이터 인코딩 장치는 원본 메쉬를 인코딩하는 인코더, 및 상기 인코딩된 메쉬와 시그널링 정보를 포함하는 비트스트림을 전송하는 전송부를 포함할 수 있다.

[14] 실시예들에 따르면, 상기 인코더는 상기 원본 메쉬를 단순화하여 생성된 베이스 메쉬를 인코딩하여 베이스 메쉬 비트스트림을 생성하는 베이스 메쉬 처리부, 상기 베이스 메쉬를 기반으로 생성된 변위 정보를 인코딩하여 변위 벡터 비트스트림을 생성하는 변위 정보 처리부, 상기 인코딩된 베이스 메쉬와 상기 인코딩된 변위 정보를 기반으로 메쉬를 복원하는 메쉬 복원부, 및 상기 원본 메쉬와 상기 복원된 메쉬를 기반으로 생성된 텍스처 맵을 인코딩하여 텍스처 맵 비트스트림을 생성하는 텍스처 맵 처리부를 포함할 수 있다.

[15] 실시예들에 따르면, 상기 변위 정보 처리부는 상기 변위 정보의 좌표계를 로컬 좌표계로 변환하는 변위 정보 좌표계 변환부, 상기 로컬 좌표계의 변위 정보에 포함된 노말 성분, 탄젠셜 성분, 또는 바이-탄젠셜 성분 중 적어도 하나의 성분에 대해 제1 포맷, 제2 포맷, 또는 제3 포맷 중 하나의 포맷을 기반으로 패킹을 수행하는 변위 정보 패킹부, 및 상기 패킹된 변위 정보를 인코딩하는 변위 정보 인코딩부를 포함할 수 있다.

[16] 실시예들에 따르면, 상기 변위 정보 패킹부는 상기 변위 정보의 바이-탄젠셜 성분에 대해 선택적으로 패킹을 수행하며, 상기 시그널링 정보는 상기 바이-탄젠셜 성분의 패킹이 스킵되었는지 여부를 식별하기 위한 정보를 포함할 수 있다.

[17] 실시예들에 따르면, 상기 시그널링 정보는 상기 변위 정보에 적용된 포맷을 식별하기 위한 정보를 포함할 수 있다.

[18] 실시예들에 따르면, 메쉬 데이터 디코딩 방법은 베이스 메쉬 비트스트림, 변위 벡터 비트스트림, 텍스처 맵 비트스트림, 및 시그널링 정보를 수신하는 단계, 상기 베이스 메쉬 비트스트림으로부터 베이스 메쉬를 복원하는 베이스 메쉬 처리 단계, 상기 변위 벡터 비트스트림으로부터 변위 정보를 복원하는 변위 정보 처리 단계, 상기 베이스 메쉬와 상기 변위 정보를 기반으로 메쉬를 복원하는 복원 단계, 및 상기 텍스처 맵 비트스트림으로부터 텍스처 맵을 복원하는 텍스처 맵 처리 단계를 포함할 수 있다.

[19] 실시예들에 따르면, 상기 변위 정보 처리 단계는 상기 변위 벡터 비트스트림을 변위 정보로 디코딩하는 단계, 제1 포맷, 제2 포맷, 제3 포맷 중 상기 변위 정보에 적용된 포맷을 식별하고, 상기 식별된 포맷을 기반으로 상기 변위 정보에 포함된 노말 성분, 탄젠셜 성분, 또는 바이-탄젠셜 성분 중 적어도 하나의 성분을 역패킹하는 단계, 및 상기 역패킹된 변위 정보의 로컬 좌표계를 오리지날 좌표계로 역변환하는 단계를 포함할 수 있다.

[20] 실시예들에 따르면, 상기 시그널링 정보는 상기 변위 정보에 적용된 포맷을 식별하기 위한 정보를 포함할 수 있다.

[21] 실시예들에 따르면, 상기 시그널링 정보는 상기 바이-탄젠셜 성분의 패킹이 스킵되었는지 여부를 식별하기 위한 정보를 더 포함하고, 상기 역패킹 단계는 상기 시그널링 정보를 기반으로 상기 노말 성분, 탄젠셜 성분, 또는 바이-탄젠셜 성분 중 적어도 하나의 성분의 역패킹 방법을 결정할 수 있다.

[22] 실시예들에 따르면, 메쉬 데이터 디코딩 장치는 베이스 메쉬 비트스트림, 변위 벡터 비트스트림, 텍스처 맵 비트스트림, 및 시그널링 정보를 수신하는 수신부, 상기 베이스 메쉬 비트스트림으로부터 베이스 메쉬를 복원하는 베이스 메쉬 처리부, 상기 변위 벡터 비트스트림으로부터 변위 정보를 복원하는 변위 정보 처리부, 상기 베이스 메쉬와 상기 변위 정보를 기반으로 메쉬를 복원하는 복원부, 및 상기 텍스처 맵 비트스트림으로부터 텍스처 맵을 복원하는 텍스처 맵 처리부를 포함할 수 있다.

[23] 실시예들에 따르면, 상기 변위 정보 처리부는 상기 변위 벡터 비트스트림을 변위 정보로 디코딩하는 변위 정보 디코딩부, 제1 포맷, 제2 포맷, 제3 포맷 중 상기 변위 정보에 적용된 포맷을 식별하고, 상기 식별된 포맷을 기반으로 상기 변위 정보에 포함된 노말 성분, 탄젠셜 성분, 또는 바이-탄젠셜 성분 중 적어도 하나의 성분을 역패킹하는 변위 정보 역패킹부, 및 상기 역패킹된 변위 정보의 로컬 좌표계를 오리지날 좌표계로 역변환하는 좌표계 역변환부를 포함할 수 있다.

[24] 실시예들에 따르면, 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램은 하드웨어인 컴퓨터와 결합되어, 위의 방법을 수행할 수 있다.

[25] 실시예들에 따르면, 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램은 하드웨어인 컴퓨터와 결합되어, 위의 방법을 수행할 수 있다.

발명의 효과

[26] 실시예들에 따른 메쉬 데이터 송신 방법, 메쉬 데이터 송신 장치, 메쉬 데이터 수신 방법, 및 메쉬 데이터 수신 장치는 퀄리티 있는 3D 서비스를 제공할 수 있다.

[27] 실시예들에 따른 메쉬 데이터 송신 방법, 메쉬 데이터 송신 장치, 메쉬 데이터 수신 방법, 및 메쉬 데이터 수신 장치는 다양한 비디오 코덱 방식을 달성할 수 있다.

[28] 실시예들에 따른 메쉬 데이터 송신 방법, 메쉬 데이터 송신 장치, 메쉬 데이터 수신 방법, 및 메쉬 데이터 수신 장치는 자율주행 서비스 등 범용적인 3D 콘텐츠를 제공할 수 있다.

[29] 실시예들에 따른 메쉬 데이터 송신 방법, 메쉬 데이터 송신 장치, 메쉬 데이터 수신 방법, 및 메쉬 데이터 수신 장치는 로컬 좌표계로 변환된 노말 성분, 탄젠셜 성분, 바이-탄젠셜 성분 중 바이-탄젠셜 성분을 제외한 노말 성분과 탄젠셜 성분만을 인코딩하여 전송하고, 수신 장치의 디코더에서 바이-탄젠셜 성분까지 디코딩하도록 함으로써, 효율적인 비트 절감 효과와 이에 따른 더 나은 화질의 메쉬 데이터를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[30] 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.

[31] 도 1은 실시예들에 따른 다이나믹 메쉬(Dynamic Mesh) 콘텐츠 제공을 위한 시스템을 나타낸다.

[32] 도 2는 실시예들에 따른 V-MESH 압축 방법을 나타낸다.

[33] 도 3은 실시예들에 따른 V-MESH 압축의 프리-프로세싱을 나타낸다.

[34] 도 4는 실시예들에 따른 미드-엣지 서브디비전 방식을 나타낸다.

[35] 도 5는 실시예들에 따른 디스플레이스먼트 생성 과정을 나타낸다.

[36] 도 6은 실시예들에 따른 V-MESH 데이터의 인트라 프레임 인코딩 프로세스를 나타낸다.

[37] 도 7은 실시예들에 따른 V-MESH데이터의 인터 프레임 인코딩 프로세스를 나타낸다.

[38] 도 8은 실시예들에 따른 디스플레이스먼트에 대한 리프팅 변환 과정을 나타낸다.

[39] 도 9는 실시예들에 따른 변환 계수를 2D 이미지에 패킹하는 과정을 나타낸다.

[40] 도 10은 실시예들에 따른 V-MESH 압축 방법의 어트리뷰트 트랜스퍼 과정을 나타낸다.

[41] 도 11은 실시예들에 따른 V-MESH 데이터의 인트라 프레임 디코딩 프로세스를 나타낸다.

[42] 도 12는 V-MESH 데이터의 인터 프레임 디코딩 프로세서를 나타낸다.

[43] 도 13은 실시예들에 따른 송신 장치의 일 예시를 나타낸 도면이다.

[44] 도 14는 실시예들에 따른 수신 장치의 일 예시를 나타낸 도면이다.

[45] 도 15는 실시예들에 따른 송신 장치의 다른 예시를 나타낸 도면이다.

[46] 도 16은 실시예들에 따른 변위 벡터 인코더의 상세 블록도이다.

[47] 도 17은 실시예들에 따른 변위 벡터 계수 구조의 일 예시를 보인 도면이다.

[48] 도 18은 실시예들에 따른 변위 벡터 계수들을 패킹하는 일 예를 보인 도면이다.

[49] 도 19는 실시예들에 따른 LoD별로 변위 벡터 계수 블록들을 패킹하는 일 예를 보인 도면이다.

[50] 도 20(a), 도 20(b)는 실시예들에 따른 변위 벡터 계수 블록 내 변위 벡터 계수들의 패킹 방법의 예시들을 보인 도면이다.

[51] 도 21(a), 도 21(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:4:4 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 패킹하는 일 예시를 보인 도면이다.

[52] 도 22(a), 도 22(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:4:4 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 패킹하는 다른 예시를 보인 도면이다.

[53] 도 23(a), 도 23(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:2:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 패킹하는 일 예시를 보인 도면이다.

[54] 도 24(a), 도 24(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:2:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 패킹하는 다른 예시를 보인 도면이다.

[55] 도 25(a), 도 25(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:0:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 패킹하는 일 예시를 보인 도면이다.

[56] 도 26(a), 도 26(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:0:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 패킹하는 다른 예시를 보인 도면이다.

[57] 도 27은 실시예들에 따른 수신 장치의 다른 예시를 나타낸 도면이다.

[58] 도 28은 실시예들에 따른 변위 벡터 디코더의 상세 블록도의 일 예시이다.

[59] 도 29(a), 도 29(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:4:4 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 역패킹하는 일 예시를 보인 도면이다.

[60] 도 30(a), 도 30(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:4:4 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 역패킹하는 다른 예시를 보인 도면이다.

[61] 도 31(a), 도 31(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:2:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 역패킹하는 일 예시를 보인 도면이다.

[62] 도 32(a), 도 32(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:2:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 역패킹하는 다른 예시를 보인 도면이다.

[63] 도 33(a), 도 33(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:0:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 역패킹하는 일 예시를 보인 도면이다.

[64] 도 34(a), 도 34(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:0:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 역패킹하는 다른 예시를 보인 도면이다.

[65] 도 35(a), 도 35(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:0:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 역패킹하는 또 다른 예시를 보인 도면이다.

[66] 도 36은 실시예들에 따른 시그널링 정보의 신택스 구조의 일 예시를 보인 도면이다.

[67] 도 37은 실시예들에 따른 시그널링 정보의 신택스 구조의 다른 예시를 보인 도면이다.

[68] 도 38은 실시예들에 따른 송신 방법의 일 예시를 보인 흐름도이다.

[69] 도 39는 실시예들에 따른 수신 방법의 일 예시를 보인 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

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

[71] 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.

[72] 최근 3차원 데이터 모델링 및 렌더링 기술이 발전함에 따라 가상현실 (Virtual Reality; VR), 증강현실 (Augmented Reality; AR), 자율 주행, CAD (Computer-Aided Design)/CAM (Computer-Aided Manufacturing), GIS (Geographic Information System) 등의 다양한 분야에서 3차원 데이터를 생성 및 처리하는 연구가 진행되고 있다. 3차원 데이터는 표현 형식에 따라 포인트 클라우드 (point cloud), 메쉬 (mesh) 등으로 나타낼 수 있다. 이 중 메쉬는 각 정점(vertex or point) 별의 좌표값을 표현하는 지오메트리 정보, 정점 간의 연결 관계를 나타내는 연결 정보, 메쉬 표면의 색상 정보를 2차원 영상 데이터로 표현하는 텍스처 맵, 메쉬의 표면과 텍스처 맵 간의 매핑 정보를 나타내는 텍스처 좌표 등으로 구성된다. 본 개시에서는 시간의 흐름에 따라 메쉬를 구성하는 요소 중 하나 이상이 변화하는 경우를 다이나믹(dynamic) 메쉬로 정의하고, 변화하지 않는 경우 스태틱(static) 메쉬로 정의한다.

[73] 다이나믹 메쉬 데이터는 2차원 영상 데이터 대비 메쉬를 표현하기 위해 구성하는 요소의 데이터 양이 크기 때문에 거대한 양의 메쉬 데이터를 저장 및 전송하기 위해 이를 효율적으로 압축하는 기술이 발전해왔다.

[74] 도 1은 실시예들에 따른 다이나믹 메쉬(Dynamic Mesh) 콘텐츠 제공을 위한 시스템을 나타낸다.

[75] 도 1의 시스템은 실시예들에 따른 송신 장치(100) 및 수신 장치(110)를 포함한다. 송신 장치(100)는 메쉬 비디오 획득부(101), 메쉬 비디오 인코더(102), 파일/세그먼트 인캡슐레이터(103), 및 트랜스미터(104)를 포함할 수 있다. 수신 장치(110)는 수신부(111), 파일/세그먼트 디캡슐레이터(112), 메쉬 비디오 디코더(113), 및 렌더러(114)를 포함할 수 있다. 도 1의 각 구성요소는 하드웨어, 소프트웨어, 프로세서, 및/또는 그것들의 조합에 대응할 수 있다. 이하에서, 실시예들에 따른 메쉬 데이터 송신 장치는 3D 데이터 송신 장치 또는 송신 장치(100)를 지칭

하거나, 메쉬 비디오 인코더(이하, 인코더)(102)를 지칭하는 용어로 해석될 수 있다. 실시예들에 따른 메쉬 데이터 수신 장치는 3D 데이터 수신 장치 또는 수신 장치(110)를 지칭하거나, 메쉬 비디오 디코더(이하, 디코더)(113)를 지칭하는 용어로 해석될 수 있다.

[76] 도 1의 시스템은 비디오 기반 다이나믹 메쉬 컴프레션(Video-based Dynamic Mesh Compression) 및 디컴프레션을 수행할 수 있다.

[77] 3D 캡처, 모델링 및 렌더링의 발전으로, 사용자는 여러 플랫폼과 장치에서 AR, XR, 메타버스, 홀로그램과 같이 다양한 형태의 3D 콘텐츠를 사용할 수 있다. 3D 콘텐츠들은 사용자가 몰입형 경험을 즐길 수 있도록 보다 정교하고 리얼하게 대상을 표현하고 있으며, 이를 위해 3D 모델의 생성 및 사용에는 많은 양의 데이터가 필요하다. 여러가지 형태의 3D 콘텐츠 타입들 중 3D 메쉬(Mesh)는 효율적인 데이터 활용 및 실감 있는 객체 표현을 위해 널리 사용된다. 실시예들은 이러한 메쉬(Mesh) 콘텐츠를 사용하는 시스템에서의 일련의 처리 과정을 포함한다.

[78] 먼저, 다이나믹 메쉬(dynamic mesh) 데이터를 압축하는 방법은 포인트 클라우드 데이터를 위한 V-PCC (Video-based point cloud compression) 표준 기술에서 시작된다. 포인트 클라우드(Point cloud) 데이터는 정점 (vertex or point)의 좌표 (X, Y, Z)에 색상 정보를 가지고 있는 데이터들이다. 본 개시에서 정점의 좌표(즉, 위치 정보)는 지오메트리 정보라 칭하고, 정점의 색상 정보는 어트리뷰트 정보라 칭하며, 지오메트리 정보와 어트리뷰트 정보를 포함하여 정점 정보 또는 포인트 클라우드 데이터라 칭한다. 이 정점 정보에 정점들간의 연결 정보(connectivity information)가 추가되어 있는 것이 메쉬(mesh) 데이터를 의미한다. 콘텐츠를 생성할 때 처음부터 메쉬(mesh) 데이터 형태로 만들어질 수 있다. 또는 포인트 클라우드(point cloud) 데이터에 연결 정보를 추가하여 메쉬(mesh) 데이터로 변환하여 사용될 수 있다.

[79] 현재 MPEG 표준 단체에서 다이나믹 메쉬(dynamic mesh) 데이터의 데이터 타입은 아래의 두 가지 타입으로 정의되어 있다. 카테고리1: 색상정보로 텍스처맵을 갖는 메쉬(mesh) 데이터. 카테고리2: 색상정보로 정점 색상을 갖는 메쉬(mesh) 데이터.

[80] 현재 카테고리1 데이터에 대한 메쉬 코딩(Mesh coding) 표준이 진행되고 있고, 카테고리2 데이터 표준 작업도 추후 진행될 예정이다. 메쉬(Mesh) 콘텐츠 서비스를 제공하기 위한 전체의 과정은 도 1에서 보이는 바와 같이 획득 과정, 인코딩 과정, 전송 과정, 디코딩 과정, 렌더링 과정 및/또는 피드백 과정을 포함할 수 있다.

[81] 메쉬(Mesh) 콘텐츠 서비스를 제공하기 위해, 다수의 카메라 혹은 특수 카메라를 통해 획득된 3차원 데이터는 일련의 과정을 통해 메쉬(Mesh) 데이터 타입으로 가공된 후 비디오로 생성될 수 있다. 생성된 메쉬(Mesh) 비디오는 일련의 과정을 거쳐 전송되고, 수신단에서는 수신된 데이터를 다시 메쉬(Mesh) 비디오로 가공

하여 렌더링 할 수 있다. 이를 통해 메쉬(Mesh) 비디오가 사용자에게 제공되며 사용자는 상호작용을 통해 의도에 따라 메쉬(Mesh) 콘텐츠를 사용할 수 있다.

[82] 메쉬 컴프레션(Mesh compression) 시스템은 도 1에서와 같이 송신 장치(100) 및 수신 장치(110)를 포함할 수 있다. 송신 장치(100)는 메쉬(Mesh) 비디오를 인코딩하여 비트스트림을 출력할 수 있으며, 이를 파일 또는 스트리밍 (스트리밍 세그먼트) 형태로 디지털 저장매체 또는 네트워크를 통해 수신 장치(110)로 전달할 수 있다. 디지털 저장 매체는 USB, SD, CD, DVD, 블루레이, HDD, SSD 등 다양한 저장 매체를 포함할 수 있다.

[83] 상기 송신 장치(100)에서 인코더는 메쉬(Mesh) 비디오/영상/픽처/프레임 인코딩 장치라고 불릴 수 있고, 상기 수신 장치(110)에서 디코더는 메쉬(Mesh) 비디오/영상/픽처/프레임 디코딩 장치라고 불릴 수 있다. 송신기는 메쉬(Mesh) 비디오 인코더에 포함될 수 있다. 수신기는 메쉬(Mesh) 비디오 디코더에 포함될 수 있다. 렌더러(114)는 디스플레이부를 포함할 수도 있고, 렌더러 및/또는 디스플레이부는 별개의 디바이스 또는 외부 컴포넌트로 구성될 수도 있다. 상기 송신 장치(100) 및 수신 장치(110)는 피드백 과정을 위한 별도의 내부 또는 외부의 모듈/유닛/컴포넌트를 더 포함할 수도 있다.

[84] 메쉬(Mesh) 데이터는 객체의 표면을 다수의 다각형으로 표현한다. 각 다각형은 3차원 공간에서의 정점과, 그 정점들이 어떻게 연결되어 있는 지를 나타내는 연결 정보로 정의된다. 또한 정점의 색상, 법선 등과 같은 정점 어트리뷰트들도 포함할 수 있다. 메쉬(Mesh)의 표면을 2D 평면 영역에 매핑(mapping)할 수 있도록 하는 매핑 정보 역시 메쉬(Mesh)의 어트리뷰트에 포함될 수 있다. 매핑은 일반적으로 메쉬(Mesh) 정점과 관련된 UV 좌표 또는 텍스처 좌표라고 하는 매개변수 좌표 세트로 설명될 수 있다. 메쉬(Mesh) 는 2D 어트리뷰트 맵을 포함하고 있는데, 이것은 텍스처, 법선(normal), 디스플레이스먼트(displacement, 변위) 등과 같은 고해상도 어트리뷰트 정보를 저장하는 데 사용될 수 있다. 여기서, 변위는 디스플레이스먼트, 또는 디스플레이스먼트 정보 또는 디스플레이스먼트 벡터(즉, 변위 벡터)와 동일한 의미로 혼용되어 사용될 수 있다.

[85] 메쉬(Mesh) 비디오 획득부(101)에서는 카메라 등을 통해 획득된 3차원 객체 데이터를 일련의 과정을 통해 위에서 설명한 어트리뷰트를 갖는 메쉬(Mesh) 데이터 타입으로 가공하고 이러한 메쉬(Mesh) 데이터로 구성된 비디오를 생성하는 것을 포함할 수 있다. 메쉬(Mesh) 비디오는 시간에 따라 메쉬(Mesh) 의 어트리뷰트, 즉 정점, 다각형, 정점 간 연결 정보, 색상, 법선 등의 정보가 변할 수 있다. 이렇게 시간에 따라 변하는 어트리뷰트 및 연결 정보를 갖는 메쉬(Mesh) 비디오를 다이나믹(dynamic) 메쉬(Mesh) 비디오라고 표현할 수 있다.

[86] 메쉬(Mesh) 비디오 인코더(102)는 입력 메쉬(Mesh) 비디오를 하나 이상의 비디오 스트림으로 인코딩할 수 있다. 하나의 비디오는 다수의 프레임을 포함할 수 있으며, 하나의 프레임은 정지 영상/픽처에 대응될 수 있다. 본 문서에서, 메쉬(Mesh) 비디오라 함은 메쉬(Mesh) 영상/프레임/픽처를 포함할 수 있으며, 메쉬

(Mesh) 비디오는 메쉬(Mesh) 영상/프레임/픽처와 혼용되어 사용될 수 있다. 메쉬(Mesh) 비디오 인코더(102)는 Video-based Dynamic Mesh (V-Mesh) Compression 절차를 수행할 수 있다. 메쉬(Mesh) 비디오 인코더(102)는 압축 및 코딩 효율을 위하여 예측, 변환, 양자화, 엔트로피 코딩 등의 일련의 절차를 수행할 수 있다. 인코딩된 데이터 (인코딩된 비디오/영상 정보)는 비트스트림 (bitstream) 형태로 출력될 수 있다.

[87] 파일/세그먼트 인캡슐레이터(file/segment encapsulation module)(103)는 인코딩된 메쉬(Mesh) 비디오 데이터 및/ 메쉬(Mesh) 비디오 관련 메타데이터를 파일 등의 형태로 인캡슐레이션할 수 있다. 여기서 메쉬(Mesh) 비디오 관련 메타데이터는 메타데이터 처리부 등으로부터 전달받은 것일 수 있다. 메타데이터 처리부는 메쉬(Mesh) 비디오 인코더(102)에 포함될 수도 있고, 또는 별도의 컴포넌트/모듈로 구성될 수도 있다. 파일/세그먼트 인캡슐레이터(103)는 해당 데이터들을 ISOBMFF 등의 파일 포맷으로 인캡슐레이션하거나, 기타 DASH 세그먼트 등의 형태로 처리할 수 있다. 파일/세그먼트 인캡슐레이터(103)는 실시예에 따라 메쉬(Mesh) 비디오 관련 메타데이터를 파일 포맷 상에 포함시킬 수 있다. 메쉬(Mesh) 비디오 메타데이터는 예를 들어 ISOBMFF 파일 포맷 상의 다양한 레벨의 박스(box)에 포함되거나 파일 내에서 별도의 트랙내의 데이터로 포함될 수 있다. 실시예에 따라, 파일/세그먼트 인캡슐레이터(103)는 메쉬(Mesh) 비디오 관련 메타데이터 자체를 파일로 인캡슐레이션할 수 있다.

[88] 전송 처리부는 파일 포맷에 따라 인캡슐레이션된 메쉬(Mesh) 비디오 데이터에 전송을 위한 처리를 가할 수 있다. 전송 처리부는 전송부(104)에 포함될 수도 있고, 또는 별도의 컴포넌트/모듈로 구성될 수도 있다. 전송 처리부는 임의의 전송 프로토콜에 따라 메쉬(Mesh) 비디오 데이터를 처리할 수 있다. 전송을 위한 처리에는 방송망을 통한 전달을 위한 처리, 브로드밴드를 통한 전달을 위한 처리를 포함할 수 있다. 실시예에 따라 전송 처리부는 메쉬(Mesh) 비디오 데이터뿐 아니라, 메타데이터 처리부로부터 메쉬(Mesh) 비디오 관련 메타데이터를 전달받아, 이것에 전송을 위한 처리를 가할 수도 있다.

[89] 전송부(104)는 비트스트림 형태로 출력된 인코딩된 비디오/영상 정보 또는 데이터를 파일 또는 스트리밍 형태로 디지털 저장매체 또는 네트워크를 통하여 수신 장치(110)의 수신부(111)로 전달할 수 있다. 디지털 저장 매체는 USB, SD, CD, DVD, 블루레이, HDD, SSD 등 다양한 저장 매체를 포함할 수 있다. 전송부(104)는 미리 정해진 파일 포멧을 통하여 미디어 파일을 생성하기 위한 엘리먼트를 포함할 수 있고, 방송/통신 네트워크를 통한 전송을 위한 엘레멘트를 포함할 수 있다. 수신부(111)는 상기 비트스트림을 추출하여 디코딩 장치로 전달할 수 있다.

[90] 수신부(111)는 메쉬(Mesh) 데이터 송신 장치가 전송한 메쉬(Mesh) 비디오 데이터를 수신할 수 있다. 전송되는 채널에 따라 수신부(111)는 방송망을 통하여 메쉬(Mesh) 비디오 데이터를 수신할 수도 있고, 브로드밴드를 통하여 메쉬(Mesh) 비

디오 데이터를 수신할 수도 있다. 혹은 디지털 저장 매체를 통하여 메쉬(Mesh) 비디오 데이터를 수신할 수도 있다.

[91] 수신 처리부는 수신된 메쉬(Mesh) 비디오 데이터에 대해 전송 프로토콜에 따른 처리를 수행할 수 있다. 수신 처리부는 수신부(111)에 포함될 수 있고, 또는 별도의 컴포넌트/모듈로 구성될 수도 있다. 전송측에서 전송을 위한 처리가 수행된 것에 대응되도록, 수신 처리부는 전술한 전송 처리부의 역과정을 수행할 수 있다. 수신 처리부는 획득한 메쉬(Mesh) 비디오 데이터는 파일/세그먼트 디캡슐레이터(112)로 전달하고, 획득한 메쉬(Mesh) 비디오 관련 메타데이터는 메타데이터 파서로 전달할 수 있다. 수신 처리부가 획득하는 메쉬(Mesh) 비디오 관련 메타데이터는 시그널링 테이블의 형태일 수 있다.

[92] 파일/세그먼트 디캡슐레이터(112)는 수신 처리부로부터 전달받은 파일 형태의 메쉬(Mesh) 비디오 데이터를 디캡슐레이션할 수 있다. 파일/세그먼트 디캡슐레이터(112)는 ISOBMFF 등에 따른 파일들을 디캡슐레이션하여, Mesh 비디오 비트스트림 내지 메쉬(Mesh) 비디오 관련 메타데이터 (메타데이터 비트스트림)를 획득할 수 있다. 획득된 메쉬(Mesh) 비디오 비트스트림은 메쉬(Mesh) 비디오 디코더(113)로, 획득된 메쉬(Mesh) 비디오 관련 메타데이터 (메타데이터 비트스트림)는 메타데이터 처리부로 전달할 수 있다. 메쉬(Mesh) 비디오 비트스트림은 메타데이터(메타데이터 비트스트림)를 포함할 수도 있다. 메타데이터 처리부는 메쉬(Mesh) 비디오 디코더(113)에 포함될 수도 있고, 또는 별도의 컴포넌트/모듈로 구성될 수도 있다. 파일/세그먼트 디캡슐레이터(112)가 획득하는 메쉬(Mesh) 비디오 관련 메타데이터는 파일 포맷 내의 박스 혹은 트랙 형태일 수 있다. 파일/세그먼트 디캡슐레이터(112)는 필요한 경우 메타데이터 처리부로부터 디캡슐레이션에 필요한 메타데이터를 전달받을 수도 있다. 메쉬(Mesh) 비디오 관련 메타데이터는 메쉬(Mesh) 비디오 디코더(113)에 전달되어 메쉬(Mesh) 비디오 디코딩 절차에 사용될 수도 있고, 또는 렌더러(114)에 전달되어 메쉬(Mesh) 비디오 렌더링 절차에 사용될 수도 있다.

[93] 메쉬(Mesh) 비디오 디코더(113)는 비트스트림을 입력받아 메쉬(Mesh) 비디오 인코더(102)의 동작에 대응하는 역동작을 수행하여 비디오/영상을 디코딩할 수 있다. 디코딩된 메쉬(Mesh) 비디오/영상은 렌더러(114)의 디스플레이부를 통하여 디스플레이될 수 있다. 사용자는 VR/AR 디스플레이 또는 일반 디스플레이 등을 통하여 렌더링 된 결과의 전부 또는 일부 영역을 볼 수 있다.

[94] 피드백 과정은 렌더링/디스플레이 과정에서 획득될 수 있는 다양한 피드백 정보들을 송신측으로 전달하거나 수신측의 디코더에 전달하는 과정을 포함할 수 있다. 피드백 과정을 통해 메쉬(Mesh) 비디오 소비에 있어 인터랙티비티(interactivity) 가 제공될 수 있다. 실시예에 따라, 피드백 과정에서 헤드 오리엔테이션 (Head Orientation) 정보, 사용자가 현재 보고 있는 영역을 나타내는 뷰포트 (Viewport) 정보 등이 전달될 수 있다. 실시예에 따라, 사용자는 VR/AR/MR/자율주행 환경 상에 구현된 것들과 상호작용 할 수도 있는데, 이 경우 그 상호작용과

관련된 정보가 피드백 과정에서 송신측 내지 서비스 프로바이더 측으로 전달될 수도 있다. 실시예에 따라 피드백 과정은 수행되지 않을 수도 있다.

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

[96] 뷰포트 정보는 현재 사용자가 메쉬(Mesh) 비디오에서 보고 있는 영역에 대한 정보일 수 있다. 이를 통해 게이즈 분석 (Gaze Analysis) 이 수행되어, 사용자가 어떠한 방식으로 메쉬(Mesh) 비디오를 소비하는지, 메쉬(Mesh) 비디오의 어느 영역을 얼마나 응시하는지 등을 확인할 수도 있다. 게이즈 분석은 수신측에서 수행되어 송신측으로 피드백 채널을 통해 전달될 수도 있다. VR/AR/MR 디스플레이 등의 장치는 사용자의 머리 위치/방향, 장치가 지원하는 수직 (vertical) 혹은 수평 (horizontal) FOV 등에 근거하여 뷰포트 영역을 추출할 수 있다.

[97] 실시예에 따라, 전술한 피드백 정보는 송신측으로 전달되는 것뿐 아니라, 수신측에서 소비될 수도 있다. 즉, 전술한 피드백 정보를 이용하여 수신측의 디코딩, 렌더링 과정 등이 수행될 수 있다. 예를 들어, 헤드 오리엔테이션 정보 및/또는 뷰포트 정보를 이용하여 현재 사용자가 보고 있는 영역에 대한 메쉬(Mesh) 비디오만 우선적으로 디코딩 및 렌더링 될 수도 있다.

[98] 본 문서는 상술한 바와 같이 다이나믹 메쉬(Mesh) 비디오 압축의 실시예들에 관한 것이다. 본 문서에서 개시된 방법/실시예는 MPEG (Moving Picture Experts Group)의 Video-based Dynamic Mesh 압축 방법 (V-Mesh) 표준 또는 차세대 비디오/이미지 코딩 표준에 적용될 수 있다. 다이나믹 메쉬(Mesh) 비디오 압축은 시간에 따라 변하는 Mesh 연결 정보 및 어트리뷰트들을 처리하기 위한 방법이며, 이것은 실시간 통신, 저장, 자유 시점 비디오, AR/VR과 같은 다양한 어플리케이션을 위한 손실 및 무손실 압축을 수행할 수 있다.

[99] 이하에 기술된 다이나믹 메쉬 비디오 압축 방법은 MPEG의 V-Mesh 방법에 기반한다.

[100] 이 문서에서 픽처(picture)/프레임(frame)은 일반적으로 특정 시간대의 하나의 영상을 나타내는 단위를 의미할 수 있다.

[101] 픽셀(pixel) 또는 펠(pel)은 하나의 픽처(또는 영상)을 구성하는 최소의 단위를 의미할 수 있다. 또한, 픽셀에 대응하는 용어로서 '샘플(sample)'이 사용될 수 있다. 샘플은 일반적으로 픽셀 또는 픽셀의 값을 나타낼 수 있으며, 루마(luma) 성분의 픽셀/픽셀값만을 나타낼 수도 있고, 크로마(chroma) 성분의 픽셀/픽셀 값만을 나타낼 수도 있고, 또는 뎁스(depth) 성분의 픽셀/픽셀값만을 나타낼 수도 있다.

[102] 유닛(unit)은 영상 처리의 기본 단위를 나타낼 수 있다. 유닛은 픽처의 특정 영역 및 해당 영역에 관련된 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 유닛은 경우에 따라서 블록(block) 또는 영역(area) 등의 용어와 혼용하여 사용될 수 있다. 일반적인 경우, MxN 블록은 M개의 열과 N개의 행으로 이루어진 샘플들(또는 샘플 어레

이) 또는 변환 계수(transform coefficient)들의 집합(또는 어레이)을 포함할 수 있다.

[103] 전술한 바와 같이 도 1의 인코딩 프로세스(Encoding Process)는 다음과 같다.

[104] 즉, 비디오 기반 다이나믹 메쉬 컴프레션(Video-based dynamic mesh compression)(V-Mesh) 압축 방법은 HEVC (High Efficiency Video Coding), VVC(Versatile Video Coding) 등의 2D 비디오 코덱을 기반으로 다이나믹 메쉬(Mesh) 비디오 데이터를 압축하는 방법을 제공할 수 있다. V-Mesh 압축 과정에서는 다음과 같은 데이터를 입력으로 받아 압축을 수행한다.

[105] 입력 메쉬(Input mesh): 메쉬(Mesh)를 구성하는 정점들의 3차원 좌표, 각 정점의 법선 정보, 메쉬(Mesh) 표면을 2D 평면에 매핑하는 매핑 정보, 표면을 구성하는 정점들 간의 연결 정보 등을 포함하고 있다. 메쉬(Mesh)의 표면은 삼각형 또는 그 이상의 다각형으로 표현될 수 있으며 정해진 형태에 따라 각 표면을 구성하는 정점들 간 연결 정보가 저장되어 있다. 입력 메쉬(Input mesh)는 OBJ 파일 포맷으로 저장될 수 있다.

[106] 어트리뷰트 맵(Attribute map): (이하 텍스쳐 맵(Texture map)도 같은 의미로 사용됨): 메쉬(Mesh)의 어트리뷰트 (색상, 법선, 디스플레이스먼트 등) 정보를 포함하고 있으며, 메쉬(Mesh)의 표면을 2D 이미지 상에 매핑한 형태로 데이터를 저장하고 있다. 이 어트리뷰트 맵(Attribute map)의 각 데이터가 메쉬(Mesh)의 어느 부분(표면 혹은 정점)에 해당되는지 매핑하는 것은 입력 메쉬(Input mesh)에 포함되어 있는 매핑 정보를 바탕으로 한다. 어트리뷰트 맵(Attribute map)은 메쉬(Mesh) 비디오의 각 프레임에 대한 데이터를 갖고 있기 때문에 어트리뷰트 맵(Attribute map) 비디오라고도 표현할 수 있다. V-Mesh 압축 방법에서의 어트리뷰트 맵(Attribute map)은 메쉬(Mesh)의 색상 정보를 주로 갖고 있으며, 이미지 파일 포맷 (PNG, BMP 등)으로 저장된다.

[107] 머터리얼 라이브러리 파일(Material Library File): 메쉬(Mesh)에서 사용되는 머터리얼(Material) 어트리뷰트 정보를 포함하고 있으며, 특히 입력 메쉬(Mesh)와 이에 대응하는 어트리뷰트 맵(Attribute map)을 연결해주는 정보를 포함한다. 이것은 웨이브프론트 머터리얼 템플릿 라이브러리(Wavefront Material Template Library) (MTL) 파일 포맷으로 저장된다.

[108] V-Mesh 압축 방법에서 압축 과정을 통해 다음과 같은 데이터 및 정보들이 생성될 수 있다.

[109] 베이스 메쉬(Base mesh): 프리-프로세싱(pre-processing) 과정을 거쳐 입력 메쉬(Input mesh)를 단순화 (Decimation)함으로써, 사용자의 기준에 따라 정해진 최소한의 정점을 이용하여 입력 메쉬(Input mesh)의 객체를 표현한다.

[110] 디스플레이스먼트(Displacement, 변위): 베이스 메쉬(Base mesh)를 이용하여 입력 메쉬(Input mesh)를 최대한 유사하게 하기 표현하기 위해 사용되는 디스플레이스먼트 정보로, 3차원 좌표 형태로 표현된다.

[111] 아틀라스 정보(Atlas information): 베이스 메쉬(Base mesh), 디스플레이스먼트(Displacement) 및 어트리뷰트 맵(Attribute map) 정보를 이용하여 메쉬(Mesh)를 재구성하기 위해 필요한 메타데이터이다. 이것은 메쉬(Mesh)를 구성하는 서브 단위(sub-mesh, patch 등)로 생성되고 활용될 수 있다.

[112] 도 2 내지 도 7을 참조하여, 메쉬 위치 정보(또는 버텍스 위치 정보)를 인코딩하는 방법을 설명하고, 도 6 내지 도 10 등을 참조하여 메쉬 위치 정보를 복원하여 어트리뷰트 정보(어트리뷰트 맵)을 인코딩하는 방법을 설명한다.

[113] 도 2는 실시예들에 따른 V-MESH 압축 방법을 나타낸다.

[114] 도 2는 도 1의 인코딩 과정을 나타내며, 인코딩 과정은 프리-프로세싱 과정 및 인코딩 과정을 포함할 수 있다. 도 1의 메쉬 비디오 인코더(102)는 도 2와 같이 프리-프로세서(200) 및 인코더(201)를 포함할 수 있다. 또한, 도 1의 송신 장치가 넓게 인코더로 지칭될 수 있고, 도 1의 메쉬 비디오 인코더(102)가 인코더로 지칭될 수 있다. V-Mesh 압축 방법은 도 2와 같이 프리-프로세싱 과정(Pre-processing, 200)과 인코딩 과정(Encoding, 201)을 포함할 수 있다. 도 2의 프리-프로세서(200)는 도 2의 인코더(201) 앞 단에 위치할 수 있다. 도 2의 프리-프로세서(200) 및 인코더(201)를 포함하여 하나의 인코더로 지칭할 수 있다.

[115] 프리-프로세서(200)는 다이나믹 메쉬의 스태틱(static of dynamic mesh)(M(i)) 및/또는 어트리뷰트 맵(A(i))을 수신할 수 있다. 프리-프로세서(200)는 프리-프로세싱을 통해 베이스 메쉬(m(i)) 및/또는 디스플레이스먼트(또는 변위라 함)(d(i))를 생성할 수 있다. 프리-프로세서(200)는 인코더(201)로부터 피드백 정보를 수신하여, 피드백 정보에 기초하여 베이스 메쉬 및/또는 디스플레이스먼트를 생성할 수 있다.

[116] 인코더(201)는 베이스 메쉬(m(i)), 디스플레이스먼트(d(i)), 다이나믹 메쉬의 스태틱(M(i)), 및/또는 어트리뷰트 맵(A(i))을 수신할 수 있다. 본 개시에서 베이스 메쉬(m(i)), 디스플레이스먼트(d(i)), 다이나믹 메쉬의 스태틱(M(i)), 및/또는 어트리뷰트 맵(A(i)) 중 적어도 하나를 포함하여 메쉬 관련 데이터라 칭할 수 있다. 인코더(201)는 메쉬 관련 데이터를 인코딩하여 압축된 비트스트림을 생성할 수 있다.

[117] 도 3은 실시예들에 따른 V-MESH 압축의 프리-프로세싱 과정을 나타낸다.

[118] 도 3은 도 2의 프리-프로세서의 구성 및 동작을 나타낸다. 도 3에서 입력 메쉬는 다이나믹 메쉬의 스태틱(static of dynamic mesh)(M(i)) 및/또는 어트리뷰트 맵(A(i))를 포함할 수 있다. 또한, 입력 메쉬는 메쉬를 구성하는 정점들의 3차원 좌표, 각 정점의 법선 정보, Mesh 표면을 2D 평면에 매핑하는 매핑 정보, 표면을 구성하는 정점들 간의 연결 정보 등을 포함할 수 있다.

[119] 도 3은 입력 메쉬(mesh)에 대해 프리-프로세싱을 수행하는 과정을 보여준다. 프리-프로세싱 과정(200)은 크게 4단계로, 1) GoF (Group of Frame) 생성(generation), 2) 메쉬 단순화(Mesh Decimation), 3) UV 파라미터라이제이션(parameterization), 4) 핏팅 서브디비전 서페이스(Fitting subdivision surface, 300)를 포함할 수 있다.

실시예들에 따르면, GoF 생성은 GoF 생성 과정 또는 GoF 생성부라 칭하고, 메쉬 단순화는 메쉬 단순화 과정 또는 메쉬 단순화부라 칭하고, UV 파라미터라이제이션은 UV 파라미터라이제이션 과정 또는 UV 파라미터라이제이션부라 칭하며, 핏팅 서브디비전 서페이스는 핏팅 서브디비전 서페이스 과정 또는 핏팅 서브디비전 서페이스부라 칭할 수 있다. 프리-프로세서(200)는 수신되는 입력 메쉬로부터 디스플레이스먼트 및/또는 베이스 메쉬를 생성하여, 인코더(201)로 전달할 수 있다. 프리-프로세서(200)는 GoF생성과 연관된 GoF정보를 인코더(201)로 전달할 수 있다.

[120] 이하에서, 도 3의 각 단계를 설명한다.

[121] GoF 생성(Generation): 메쉬(Mesh) 데이터의 참조 구조를 생성하는 과정이다. 이전 프레임의 메쉬(mesh)와 현재 메쉬(mesh)의 정점 개수, 텍스처 좌표 개수, 정점 연결 정보, 텍스처 좌표 연결 정보가 모두 동일한 경우에는 이전 프레임을 참조 프레임으로 설정할 수 있다. 즉, 현재 입력 메쉬(Input mesh)와 참조 입력 메쉬(Input mesh)간 정점 좌표 값만 다른 경우, 인코더(201)는 인터 프레임 인코딩(inter frame encoding)을 수행할 수 있다. 그렇지 않으면 해당 프레임에 대해 인트라 프레임 인코딩(Intra frame encoding)을 수행한다.

[122] 메쉬 단순화(Mesh Decimation): 입력 메쉬(Input mesh)를 단순화시켜 간략화된 메쉬(mesh), 즉 베이스 메쉬(Base mesh)를 생성하는 과정이다. 원본 메쉬(mesh)에서 사용자가 정의한 기준에 따라 제거할 정점을 선택한 후, 선택된 정점 및 선택된 정점과 연결된 삼각형들을 제거할 수 있다.

[123] 메쉬 단순화(Mesh decimation)를 수행하는 과정에서 복셀화된 입력 메쉬(Input mesh (voxelized)), 타겟 트라이앵글 비율(Target triangle ratio (TTR)), 미니멈 트라이앵글 컴포넌트(Minimum triangle component (CCCount)) 정보가 입력으로 전달되고, 출력으로 단순화된 메쉬(Decimated mesh)를 구할 수 있다. 이 과정에서 설정된 미니멈 트라이앵글 컴포넌트(CCCount)보다 작은 연결된 트라이앵글 컴포넌트(connected triangle components)를 제거할 수 있다.

[124] UV 파라미터라이제이션(parameterization): 단순화된 메쉬(Decimated mesh)에 대해 3D 곡면을 텍스쳐 도메인(Texture domain)으로 매핑하는 과정이다. UV아틀라스 툴(UVAtlas tool)을 사용하여 파라미터라이제이션(Parameterization)을 수행할 수 있다. 이 과정을 통해 단순화된 메쉬(Decimated mesh)의 각 정점들이 2D 이미지 상의 어느 위치로 매핑될 수 있는지 매핑 정보가 생성된다. 매핑 정보는 텍스처 좌표로 표현되어 저장되며, 이 과정을 통해 최종 베이스 메쉬(Base mesh)가 생성된다.

[125] 핏팅 서브디비전 서페이스(Fitting subdivision surface)(300): 단순화된 메쉬(Decimated mesh)(즉, 텍스쳐 좌표를 갖는 단순화된 메쉬)에 대해 세분화(Subdivision)를 수행하는 과정이다. 이 과정을 통해 생성된 디스플레이스먼트와 베이스 메쉬가 인코더(201)로 출력된다. 서브디비전(Subdivision) 방법으로 미드-엣지(Mid-edge) 방식 등 사용자가 정한 방법이 적용될 수 있다. 입력 메쉬(Input

mesh)와 서브디비전(Subdivision)을 수행한 메쉬(mesh) 간 서로 유사해지도록 핏팅(fitting)을 하는 과정이 수행된다. 본 개시는 핏팅 과정이 수행된 메쉬를 핏팅된 서브디비전된 메쉬(또는 핏팅 서브디비전된 메쉬)라 칭하기로 한다.

[126] 도 4는 실시예들에 따른 미드-엣지 서브디비전 방식을 나타낸다.

[127] 도 4는 도 3에서 설명한 핏팅 서브디비전 서페이스의 미드-엣지(Mid-edge) 방식을 나타낸다. 도 4를 참조하면, 버텍스 4개를 포함하는 오리지널 메쉬가 서브디비전되어 서브-메쉬가 생성된다. 버텍스 간 엣지의 중간을 새로운 버텍스로 생성하여 서브 메쉬를 생성할 수 있다. 그리고, 입력 메쉬와 서브 메쉬가 서로 유사해지도록 핏팅 과정이 수행되어 핏팅 서브디비전된 메쉬가 생성된다.

[128] 핏팅(Fitting)된 서브디비전된 메쉬(subdivided mesh) (이하, 핏팅 서브디비전된 메쉬(fitted subdivided mesh))가 생성되면 이 결과와 미리 압축 및 디코딩된 베이스 메쉬(Base mesh) (이하, 복원된 베이스 메쉬(reconstructed base mesh))를 이용하여 디스플레이스먼트(Displacement)가 계산된다. 즉, 복원된 베이스 메쉬(Reconstructed base mesh)는 핏팅 서브디비전 서페이스(Fitting subdivision surface)의 방법과 동일하게 서브디비전(Subdivision)된다. 이 결과와 핏팅 서브디비전된 메쉬(Fitted subdivided mesh)의 각 정점 별 위치 차이는 곧 각 정점에 대한 디스플레이스먼트(Displacement)가 된다. 디스플레이스먼트(Displacement)는 3차원 공간 상의 위치 차이를 나타내기 때문에 역시 데카르트(Cartesian) 좌표계의 (x, y, z) 공간에서의 값으로 표현된다. 사용자 입력 파라미터에 따라 (x, y, z) 좌표값은 로컬 좌표 시스템(Local coordinate system)의 (노멀, 탄젠셜, 바이-탄젠셜((normal, tangential, bi-tangential)) 좌표값으로 변환될 수 있다.

[129] 도 5는 실시예들에 따른 디스플레이스먼트 생성 과정을 나타낸다. 도 5의 디스플레이스먼트 생성 과정은 프리-프로세서(200)에서 수행될 수도 있고, 또는 인코더(201)에서 수행될 수도 있다.

[130] 도 5는 도 4에서 설명한 바와 같이, 핏팅 서브디비전 서페이스부(Fitting subdivision surface, 300)의 디스플레이스먼트 계산 방식을 상세히 나타낸다.

[131] 실시예들에 따른 인코더 및/또는 프리-프로세서는 1) 서브디비전부, 2) 로컬 좌표 시스템 계산부, 3) 디스플레이스먼트 계산부를 포함할 수 있다. 서브디비전부는 복원된 베이스 메쉬에 서브디비전을 수행하여, 서브디비전된 복원된 베이스 메쉬를 생성할 수 있다. 여기서, 베이스 메쉬의 복원은 프리-프로세서(200)에서 수행될 수도 있고, 또는 인코더(201)에서 수행될 수도 있다. 로컬 좌표 시스템 계산부는 핏팅된 서브디비전된 메쉬 및 서브디비전된 복원된 베이스 메쉬를 수신하고, 이들을 기반으로 메쉬에 관한 좌표 시스템을 로컬 좌표 시스템으로 변환할 수 있다. 로컬 좌표 시스템 계산 동작은 선택적일 수 있다. 디스플레이스먼트 계산부는 핏팅된 서브디비전 메쉬 및 서브디비전된 복원된 베이스 메쉬 간 위치 차이를 계산한다. 예를 들어, 입력한 두 가지 메쉬의 정점 간 위치 차이 값을 생성할 수 있다. 정점 위치 차이값이 디스플레이스먼트가 된다.

[132] 실시예들에 따른 메쉬 데이터 송신 방법 및 장치는 메쉬 데이터를 다음과 같이 인코딩할 수 있다. 메쉬 데이터는 포인트 클라우드 데이터를 포함하는 용어이다. 실시예들에 따른 포인트 클라우드 데이터(줄여서 포인트 클라우드로 지칭 가능함)는 정점 좌표(또는 지오메트리 정보라 함) 및 색상 정보(또는 어트리뷰트 정보라 함)를 포함하는 데이터를 지칭할 수 있다. 또한, 정점 좌표와 색상 정보를 기반으로 패치 생성, 패킹을 통해 생성된 지오메트리 이미지, 어트리뷰트 이미지, 어큐판시 맵, 및 부가 정보(또는 패치 정보라 함)도 포인트 클라우드 데이터라 칭한다. 그러므로, 연결 정보를 포함하는 포인트 클라우드 데이터를 메쉬 데이터라 칭할 수 있다. 본 문서에서 포인트 클라우드 및 메쉬 데이터는 서로 혼용되어 사용될 수 있다.

[133] 실시예들에 따른 V-Mesh 압축(복원) 방법은 인트라 프레임 인코딩(Intra frame encoding) (도 6)과 인터 프레임 인코딩(Inter frame encoding) (도 7)을 포함할 수 있다.

[134] 전술한 GoF 제너레이션의 결과를 바탕으로 인트라 프레임 인코딩(Intra frame encoding) 혹은 인터 프레임 인코딩(Inter frame encoding)이 수행된다. 인트라 인코딩(Intra encoding)인 경우 압축 대상 데이터는 베이스 메쉬(Base mesh), 디스플레이스먼트(Displacement), 어트리뷰트 맵(Attribute map) 등이 될 수 있다. 인터 인코딩(Inter encoding)인 경우 압축 대상 데이터는 디스플레이스먼트(Displacement), 어트리뷰트 맵(Attribute map), 그리고 참조 베이스 메쉬(base mesh)와 현재 베이스 메쉬(base mesh) 간의 모션 필드(motion field) 등이 될 수 있다.

[135] 도 6은 실시예들에 따른 V-MESH 압축 방법의 인트라 프레임 인코딩 프로세스를 나타낸다. 도 6의 인트라 프레임 인코딩 프로세스를 위한 각 구성요소는 하드웨어, 소프트웨어, 프로세서, 및/또는 그것들의 조합에 대응한다.

[136] 도 6의 인코딩 프로세스는 도 1의 메쉬 비디오 인코더(102)의 인코딩을 상세하게 나타낸다. 즉, 도 1의 인코딩이 인트라 프레임 방식인 경우 메쉬 비디오 인코더(102)의 구성을 나타낸다. 도 6의 인코더는 프리-프로세서(200) 및/또는 인코더(201)을 포함할 수 있다. 도 6의 프리-프로세서(200)와 인코더(201)는 도 3의 프리-프로세서(200)와 인코더(201)에 해당할 수 있다.

[137] 프리-프로세서(200)는 입력 메쉬를 수신하고, 전술한 프리-프로세싱을 수행할 수 있다. 프리-프로세싱을 통해 베이스 메쉬 및/또는 핏팅된 서브디비전된 메쉬를 생성할 수 있다.

[138] 인코더(201)의 양자화기(411)는 베이스 메쉬 및/또는 핏팅된 서브디비전된 메쉬를 양자화할 수 있다. 스태틱 메쉬 인코더(412)는 스태틱 메쉬(즉, 양자화된 베이스 메쉬)를 인코딩하고, 인코딩된 베이스 메쉬를 포함하는 비트스트림(즉, compressed base mesh bitstream)을 생성할 수 있다. 스태틱 매쉬 디코더(413)는 인코딩된 스태틱 메쉬(즉, 인코딩된 베이스 메쉬)를 디코딩할 수 있다. 역양자화기(414)는 양자화된 스태틱 메쉬(즉, 베이스 메쉬)를 역으로 양자화하여 재구성된

(reconstructed 또는 복원된) 베이스 메쉬를 출력할 수 있다. 디스플레이스먼트 계산부(415)는 복원된 스태틱 메쉬(즉, 베이스 메쉬)와 핏팅된 서브디비전된 메쉬에 기초하여, 디스플레이스먼트(displacement or displacements)를 생성할 수 있다. 실시예들에 따르면, 디스플레이스먼트 계산부(415)는 복원된 베이스 메쉬를 서브디비전(또는 세분화)한 후, 서브디비전된 베이스 메쉬와 핏팅 서브디비전된 메쉬의 각 정점 별 위치 차이인 디스플레이스먼트를 계산한다. 즉, 디스플레이스먼트는 핏팅된 서브디비전(또는 세분화)된 메쉬가 원본 메쉬와 유사해지도록 두 메쉬의 정점 간 위치 차이인 디스플레이스먼트 벡터이다. 포워드 리니어 리프팅부(416)는 입력되는 디스플레이스먼트에 대해 리프팅 변환을 수행하여 리프팅 계수(또는 변환 계수라 함)를 생성할 수 있다. 양자화기(417)는 리프팅 계수를 양자화할 수 있다. 이미지 패킹부(418)는 양자화된 리프팅 계수에 기초하여 이미지를 패킹할 수 있다. 비디오 인코더(419)는 패킹된 이미지를 인코딩할 수 있다. 즉, 양자화된 리프팅 계수는 이미지 패킹부(418)에 의해 2D 이미지로 한 프레임에 패킹되고, 비디오 인코더(419)를 통해 압축되어 디스플레이스먼트 비트스트림(즉, compressed displacement bitstream)으로 출력된다.

[139] 비디오 디코더(420)는 압축된 디스플레이스먼트 비트스트림을 디코딩한다. 이미지 언패킹부(421)는 디코딩된 디스플레이스먼트 프레임에 대해 언패킹을 수행하여 양자화된 리프팅 계수를 출력할 수 있다. 역양자화기(422)는 양자화된 리프팅 계수를 역양자화할 수 있다. 역 리니어 리프팅부(423)는 역양자화된 리프팅 계수에 역리프팅을 적용하여 복원된 디스플레이스먼트를 생성한다. 메쉬 복원부(424)는 역 리니어 리프팅부(423)에서 출력되는 복원된 디스플레이스먼트와 역양자화부(414)에서 출력되는 복원된 베이스 메쉬(또는 서브디바이드된 복원된 베이스 메쉬라 함)를 통해 재구성되고 변형된 메쉬를 복원한다. 본 개시는 재구성되고 변형된 메쉬를 복원된 변형된 메쉬라 칭한다.

[140] 어트리뷰트 트랜스퍼(425)는 입력 메쉬 및/또는 입력 어트리뷰트 맵을 수신하고, 복원된 변형된 메쉬에 기초하여 어트리뷰트 맵을 재생성한다. 어트리뷰트 맵은 메쉬 데이터 구성 요소 중 어트리뷰트 정보에 해당하는 텍스쳐 맵을 의미하며, 본 개시에서 어트리뷰트 맵과 텍스쳐 맵은 서로 혼용하여 사용될 수 있다. 푸쉬-풀 패딩(426)은 푸쉬-풀 방식에 기초하여 어트리뷰트 맵에 데이터를 패딩할 수 있다. 컬러 스페이스 변환부(427)는 어트리뷰트 맵의 컬러 성분의 스페이스를 변환할 수 있다. 예를 들어, 어트리뷰트 맵은 RGB 컬러 스페이스에서 YUV 컬러 스페이스로 변환될 수 있다. 비디오 인코더(428)는 어트리뷰트 맵을 인코딩하여 압축된 어트리뷰트 비트스트림으로 출력할 수 있다.

[141] 멀티플렉서(430)는 압축된 베이스 메쉬 비트스트림, 압축된 디스플레이스먼트 비트스트림, 압축된 어트리뷰트 비트스트림을 멀티플렉싱하여 압축된 비트스트림(compressed bitstream)을 생성할 수 있다.

[142] 도 6에서 디스플레이스먼트 계산부(415)는 프리-프로세서(200)에 포함될 수도 있다. 또한, 양자화기(411), 스태틱 메쉬 인코더(412), 스태틱 메쉬 디코더(413), 역양자화기(414) 중 적어도 하나는 프리-프로세서(200)에 포함될 수도 있다.

[143] 도 6에서 설명한 바와 같이 인트라 프레임 인코딩 방법은 베이스 메쉬 인코딩(Base mesh encoding 또는, 스태틱 메쉬 인코딩이라 함)을 포함한다. 즉, 현재 입력 메쉬(Input mesh) 프레임에 대해 인트라 프레임 인코딩(Intra frame encoding)을 수행하는 경우, 프리-프로세서(200)의 프리-프로세싱 과정에서 생성된 베이스 메쉬(Base mesh)는 양자화기(411)에서 양자화 과정을 거친 후 스태틱 메쉬 인코더(412)에서 스태틱 메쉬(Mesh) 압축 기술을 사용하여 인코딩될 수 있다. V-Mesh 압축 방법에서, 예를 들어, 드라코(Draco) 기술이 베이스 메쉬 인코딩에 적용되었으며, 베이스 메쉬(Base mesh)의 정점 위치 정보, 매핑 정보(텍스처 좌표), 정점 연결 정보 등이 압축 대상이 된다.

[144] 도 6의 인코더는 프레임 내 베이스 메쉬, 디스플레이스먼트, 어트리뷰트를 압축하여 비트스트림을 생성하고, 도 7의 인코더는 현재 프레임 및 참조 프레임 간 모션, 디스플레이스먼트, 어트리뷰트를 압축하여 비트스트림을 생성한다.

[145] 도 7은 실시예들에 따른 V-MESH 압축 방법의 인터 프레임 인코딩 프로세스를 나타낸다. 도 7의 인터 프레임 인코딩 프로세스를 위한 각 구성요소는 하드웨어, 소프트웨어, 프로세서, 및/또는 그것들의 조합에 대응한다.

[146] 도 7의 인코딩 프로세스는 도 1의 인코딩을 상세하게 나타낸다. 즉, 도 1의 인코딩이 인터 프레임 방식인 경우 인코더의 구성을 나타낸다. 도 7의 인코더는 프리-프로세서(200) 및/또는 인코더(201)을 포함할 수 있다. 도 7의 프리-프로세서(200)와 인코더(201)는 도 3의 프리-프로세서(200)와 인코더(201)에 해당할 수 있다.

[147] 도 7의 인코딩 동작 중 도 6의 인코딩 동작과 대응하는 구성 요소의 설명은 도 6의 설명을 참조한다. 즉, 도 7의 양자화기(511), 디스플레이스먼트 계산부(515), 웨이블릿 변환기(516), 양자화기(517), 이미지 패킹부(518), 비디오 인코더(519), 비디오 디코더(520), 이미지 언패킹부(521), 역양자화기(522), 역 웨이블릿 변환기(523), 메쉬 복원부(524), 어트리뷰트 트랜스퍼(525), 푸쉬-풀 패딩(526), 컬러 스페이스 변환부(527), 비디오 인코더(528), 및 멀티플렉서(530)의 동작은 도 6의 양자화기(411), 스태틱 메쉬 인코더(412), 스태틱 메쉬 디코더(413), 역양자화기(414), 디스플레이스먼트 계산부(415), 포워드 리니어 리프팅부(416), 양자화기(417), 이미지 패킹부(418), 비디오 인코더(419), 비디오 디코더(420), 이미지 언패킹부(421), 역양자화기(422), 역 리니어 리프팅부(423), 메쉬 복원부(424), 어트리뷰트 트랜스퍼(425), 푸쉬-풀 패딩(426), 컬러 스페이스 변환부(427), 비디오 인코더(428), 및 멀티플렉서(430)에서 설명한 동작과 동일 또는 유사하므로 중복 설명을 피하기 위해 도 7에서는 상세 설명을 생략한다.

[148] 도 7에서 인터 프레임 기반 인코딩을 위해서, 모션 인코더(512)는 복원된 양자화된 참조 베이스 메쉬와 양자화된 현재 베이스 메쉬에 기초하여 두 베이스 메쉬 간의 모션 벡터를 구한 후 인코딩하여 압축된 모션 비트스트림을 출력할 수 있

다. 모션 인코더(512)는 모션 벡터 인코더로 지칭할 수 있다. 베이스 메쉬 복원부(513)는 복원된 양자화된 참조 베이스 메쉬와 인코딩된 모션 벡터에 기초하여 베이스 메쉬를 복원할 수 있다. 복원된 베이스 메쉬는 역양자화기(514)에서 역양자화된 후 디스플레이스먼트 계산부(515)로 출력된다.

[149] 도 7에서 디스플레이스먼트 계산부(515)는 프리-프로세서(200)에 포함될 수도 있다. 또한, 양자화기(511), 모션 인코더(512), 베이스 메쉬 복원부(513), 및 역양자화기(514) 중 적어도 하나는 프리-프로세서(200)에 포함될 수도 있다.

[150] 도 7에서 설명한 바와 같이 인터 프레임 인코딩 방법은 모션 필드 인코딩(Motion field encoding)(또는 모션 벡터 인코딩이라 함)을 포함할 수 있다. 인터 프레임 인코딩(Inter frame encoding)은 참조 메쉬(Mesh)와 현재 입력 메쉬(Input mesh)가 정점의 일대일 대응 관계가 성립되고, 정점의 위치 정보만 다를 경우에 수행될 수 있다. 인터 프레임 인코딩(Inter frame encoding)을 수행하는 경우, 베이스 메쉬(Base mesh)를 압축하는 대신 참조 베이스 메쉬(Base mesh)와 현재 베이스 메쉬(Base mesh)의 정점 간 차이, 즉 모션 필드(motion field)(또는 모션 벡터라 함)를 계산하여 이 정보를 인코딩할 수 있다. 참조 베이스 메쉬(Base mesh)는 이미 디코딩된 베이스 메쉬(Base mesh) 데이터를 양자화한 결과이며 GoF 제너레이션에서 결정된 참조 프레임 인덱스에 따라 결정된다. 모션 필드(Motion field)는 값 그대로 인코딩될 수도 있다. 또는, 현재 정점과 연결된 정점들 중 복원된 정점들의 모션 필드(Motion field)를 평균하여 예측된 모션 필드(Predicted motion field)를 계산하고, 이 예측된 모션 필드(Predicted motion field) 값과 현재 정점의 모션 필드(Motion field) 값의 차이인 잔차 모션 필드(Residual motion field)를 인코딩할 수 있다. 이 잔차 모션 필드값은 엔트로피 코딩(Entropy coding)을 이용하여 인코딩될 수 있다. 인터 프레임 인코딩(Inter frame encoding)의 모션 필드 인코딩(Motion field encoding) 과정을 제외한 디스플레이스먼트(Displacement) 및 어트리뷰트 맵(Attribute map)을 인코딩하는 과정은 인트라 프레임 인코딩(Intra frame encoding) 방식에서 베이스 메쉬 인코딩(Base mesh encoding)을 제외한 나머지 구조와 동일하다.

[151] 도 8은 실시예들에 따른 디스플레이스먼트에 대한 리프팅 변환 과정을 나타낸다.

[152] 도 9는 실시예들에 따른 변환 계수(또는 리프팅 계수라 함)를 2D 이미지에 패킹하는 과정을 나타낸다.

[153] 도 8과 도 9는 도 6과 도 7의 인코딩 프로세스의 디스플레이스먼트를 변환하는 과정 및 변환 계수를 패킹하는 과정을 각각 나타낸다.

[154] 실시예들에 따른 인코딩 방법은 디스플레이스먼트 인코딩(Displacement encoding)을 포함한다.

[155] 베이스 메쉬 인코딩 및/또는 모션 필드 인코딩 후 복원 및 역양자화를 거쳐 복원된 베이스 메쉬(Recon. base mesh)가 생성되고, 이 복원된 베이스 메쉬에 서브디비전(Subdivision)을 수행한 결과와, 핏팅 서브디비전 서페이스를 통해 생

성된 핏팅된 서브디비전된 메쉬(Fitted subdivided mesh)간의 디스플레이스먼트(Displacement)를 계산할 수 있다(도 6의 415 또는 도 7의 515 참조). 효과적인 인코딩을 위해 웨이브릿 변환(Wavelet transform)과 같은 데이터 변환(Data transform) 과정이 디스플레이스먼트(Displacement) 정보에 적용될 수 있다(도 6의 416 또는 도 7의 516 참조).

[156] 도 8은 도 6의 포워드 리니어 리프팅부(416) 또는 도 7의 웨이블릿 변환기(516)에서 리프팅 변환(Lifting transform)을 사용하여 디스플레이스먼트(Displacement) 정보를 변환하는 과정을 보여준다. 예를 들어, 선형 웨이블릿 기반의 리프팅 변환이 수행될 수 있다. 변환 과정을 거쳐 생성된 변환 계수들은 양자화기(417 또는 517)에서 양자화 후, 이미지 패킹부(418 또는 518)를 통해 도 9에서와 같이 2D 이미지에 패킹 (Packing)된다. 변환 계수들은 256 (=16×16)개 단위마다 하나의 블록으로 구성되고, 각 블록은 z스캔 순서(z-scan order)로 패킹될 수 있다. 블록의 가로 개수는 16개로 고정하되, 블록의 세로 개수는 서브디비전된 베이스 메쉬(Subdivided base mesh)의 정점 개수에 따라 결정될 수 있다. 하나의 블록 내에서 몰톤 코드(Morton code)로 정렬하여 변환 계수를 패킹할 수 있다. 패킹 된 이미지들은 GoF 단위마다 디스플레이스먼트 비디오(Displacement video)를 생성하고, 이 디스플레이스먼트 비디오(Displacement video)는 비디오 인코더(419 또는 519)에서 기존의 비디오 압축 코덱을 이용하여 인코딩될 수 있다.

[157] 도8을 참조하면, 베이스 메쉬(original)는 LoD0에 대한 버텍스 및 엣지를 포함할 수 있다. 베이스 메쉬를 분할(또는 세분화)하여 생성된 제1서브디비전 메쉬는 베이스 메쉬의 엣지를 추가 분할(또는 세분화)하여 생성된 버텍스를 포함한다. 제1서브디비전 메쉬는 LoD0에 대한 버텍스 및 LoD1에 대한 버텍스를 포함한다. LoD1은 서브디비전된 버텍스 및 베이스 메쉬의 버텍스(LoD0)를 포함한다. 제1서브디비전 메쉬를 다시 분할(또는 세분화)하여 제2서브디비전 메쉬를 생성할 수 있다. 제2서브디비전 메쉬는 LoD2를 포함한다. LoD2는 베이스 메쉬 버텍스(LoD0), LoD0에서 추가로 분할(또는 세분화)된 버텍스를 포함하는 LoD1, LoD1에서 추가로 분할(또는 세분화)된 버텍스를 포함한다. LoD는 메쉬 데이터 콘텐트의 상세한 정도를 나타내는 레벨(Level of Detail)이고, 레벨의 인덱스가 커질수록 버텍스 간 거리는 가까워지고, 상세도 레벨은 증가한다. 즉, LoD 값이 작을 수록 메쉬 데이터 콘텐트의 디테일이 떨어지고, LoD 값이 클 수록 메쉬 데이터 콘텐트의 디테일이 높음을 나타낸다. LoD N는 이전 LoDN-1에 포함된 버텍스들을 그대로 포함한다. 서브디비전을 통해 메쉬(또는 버텍스)가 추가로 분할되는 경우, 이전 버텍 스v1, v2 및 서브디비전된 버텍스 v를 고려하면, 메쉬를 예측 및/또는 업데이트 방식에 기초하여 인코딩할 수 있다. 현재 LoD N에 대한 정보를 그대로 인코딩하는 대신에 이전 LoD N-1 간 잔차값(Residual)을 생성하여 잔차값을 통해 메쉬를 인코딩하여 비트스트림의 사이즈를 줄일 수 있다. 예측 프로세스는 이전 버텍스 v1, v2를 통해서 현재 버텍스v를 예측하는 동작을 의미한다. 인접한 서브디비전 메쉬 간 서로 유사한 데이터를 가지기 때문에 이러한 속성을 이용

하여 효율적인 인코딩을 할 수 있다. 현재 버텍스 위치 정보를 이전 버텍스 위치 정보에 대한 잔차로 예측하고, 잔차를 통해 이전 버텍스 위치 정보를 업데이트한다. 본 개시에서 버텍스, 정점, 포인트는 동일한 의미로 사용될 수 있다. 그리고, LoD들은 베이스 메쉬의 세분화 과정에서 정의될 수 있다. 실시예들에 따르면, 베이스 메쉬의 세분화 과정은 프리-프로세서(200)에서 수행되거나 또는 별도의 컴포넌트/모듈에서 수행될 수도 있다.

[158] 도 9를 참조하면, 버텍스는 리프팅 변환을 통해 생성된 변환 계수(또는 리프팅 계수라 함)를 가진다. 리프팅 변환 관련 버텍스의 변환 계수는 이미지 패킹부(418 또는 518)에 의해 이미지에 패킹된 후 비디오 인코더(419 또는 519)에 의해 인코딩될 수 있다.

[159] 도 10은 실시예들에 따른 V-MESH 압축 방법의 어트리뷰트 트랜스퍼 과정을 나타낸다.

[160] 실시예들에 따르면, 도 10은 도 6, 도 7 등의 인코딩의 어트리뷰트 트랜스퍼(425 또는 525)의 상세 동작을 나타낸다.

[161] 실시예들에 따른 인코딩은 어트리뷰트 맵 인코딩(Attribute map encoding)을 포함한다. 실시예들에 따르면, 어트리뷰트 맵 인코딩은 도 6의 비디오 인코더(428) 또는 도 7의 비디오 인코더(528)에서 수행될 수 있다.

[162] 실시예들에 따르면, 본 개시에서 인코더는 베이스 메쉬 인코딩(즉, 인트라 인코딩), 모션 필드 인코딩(즉, 인터 인코딩), 디스플레이스먼트 인코딩을 통해 입력 메쉬(Input mesh)에 대한 정보를 압축한다. 인코딩(Encoding) 과정에서 압축된 입력 메쉬(Input mesh)는 베이스 메쉬 디코딩(인트라 프레임)(Base mesh decoding (Intra frame)), 모션 필드 디코딩(인터 프레임))(Motion field decoding (Inter frame)), 디스플레이스먼트 비디오 디코딩(Displacement video decoding) 과정을 거쳐 복원되며, 그 복원된 결과인 복원된 변형된 메쉬(Reconstructed deformed mesh) (이하 Recon. deformed mesh로 표현)는 도 6 및 도 7과 같이 입력 어트리뷰트 맵(Input attribute map)을 압축하는 데에 사용된다. 복원된 변형된 메쉬(Recon. deformed mesh)는 정점의 위치 정보와 텍스처 좌표, 그에 대응하는 연결 정보는 갖고 있지만 텍스처 좌표에 대응하는 색상 정보는 갖고 있지 않은 상태이다. 따라서 도 10과 같이, V-Mesh 압축 방법에서는 어트리뷰트 트랜스퍼(425 또는 525)의 어트리뷰트 트랜스퍼(Attribute transfer) 과정을 통해, 복원된 변형된 메쉬(Recon. deformed mesh)의 텍스처 좌표에 상응하는 색상 정보를 갖는 새로운 어트리뷰트 맵(Attribute map)을 재생성한다.

[163] 실시예들에 따르면, 어트리뷰트 트랜스퍼(Attribute transfer)(425 또는 525)는 먼저 2D 텍스쳐 도메인(Texture domain)의 모든 포인트 P(u, v) 에 대해 해당 정점이 복원된 변형된 메쉬(Recon. deformed mesh)의 텍스쳐 트라이앵글(texture triangle) 안에 속해 있는지 확인하고, 텍스쳐 트라이앵글 T(texture triangle T) 안에 존재한다면 그 트라이앵글 T(triangle T)에 따른 P(u, v)의 질량중심 좌표 (barycentric

coordinate) (α, β, γ)를 계산한다. 그리고 트라이앵글 T(triangle T)의 3D 정점 위치와 (α, β, γ)를 사용하여 P(u, v)의 3D 좌표 M(x, y, z)를 계산한다. 입력 메쉬 도메인(Input mesh domain)에서 계산된 M(x, y, z)와 가장 유사한 위치에 해당하는 정점 좌표 M'(x', y', z')과 이 정점을 포함하는 triangle T' 을 찾는다. 그리고 이 triangle T'에서 M'(x', y', z')의 질량중심 좌표 (α', β', γ')을 계산한다. Triangle T' 의 세 정점에 대응하는 텍스처 좌표들과 (α', β', γ')을 이용하여 텍스처 좌표 (u', v')를 계산하고, 이 좌표에 해당하는 색상 정보를 입력 어트리뷰트 맵(Input attribute map)에서 찾는다. 이렇게 찾아진 색상 정보는 곧 새로운 어트리뷰트 맵(Input attribute map)의 (u, v) 픽셀 위치에 할당된다. 만약 P(u, v)가 어느 트라이앵글(triangle)에도 속하지 않는다면 새로운 어트리뷰트 맵(Input attribute map)에서 해당 위치 픽셀은 푸쉬-풀 패딩(426 또는 526)의 푸쉬-풀 알고리즘(Push-Pull algorithm)과 같이 패딩 알고리즘(padding algorithm)을 이용하여 색상 값이 채워질 수 있다.

[164] 어트리뷰트 트랜스퍼(Attribute transfer) (425 또는 525)를 통해 생성된 새로운 어트리뷰트 맵(Attribute map)은 GoF 단위로 묶여 어트리뷰트 맵 비디오(Attribute map video)를 구성하고, 이것은 비디오 인코더(428 또는 528)의 비디오 코덱을 이용하여 압축된다.

[165] 도 10을 참조하면, 입력 메쉬, 입력 어트리뷰트 맵, 복원된 변형된 메쉬(Reconstructed deformed mesh), 재생성된 어트리뷰트 맵 간 참조 관계를 알 수 있다.

[166] 도 1의 디코딩 프로세싱(Decoding process)은 도 1의 인코딩 프로세스의 대응하는 과정의 역과정을 수행할 수 있다. 구체적 디코딩 프로세스는 다음과 같다.

[167] 도 11은 실시예들에 따른 V-Mesh 기술의 인트라 프레임 디코딩(또는 인트라 디코딩이라 함) 프로세스를 나타낸다.

[168] 도 11은 도 1의 수신 장치의 메쉬 비디오 디코더(113)의 구성 및 동작을 나타낸다. 또한, 도11은 도 6의 인트라 프레임 인코딩 프로세스의 역과정을 수행하여 메쉬 데이터를 복원할 수 있다. 도 11의 인트라 프레임 디코딩 프로세스를 위한 각 구성 요소는 하드웨어, 소프트웨어 및/또는 그것들의 조합에 대응한다.

[169] 먼저, 수신되어 인트라 프레임 디코딩부(610)의 디멀티플렉서(611)로 입력된 비트스트림(즉, compressed bitstream)은 메쉬 서브 스트림(Mesh sub-stream), 디스플레이스먼트 서브 스트림(Displacement sub-stream), 어트리뷰트 맵 서브 스트림(Attribute map sub-stream), 그리고 V-PCC/V3C와 같이 메쉬(Mesh)의 패치(patch) 정보를 포함하는 서브 스트림(Sub-stream)으로 분리될 수 있다. 본 문서에서 사용하는 V-PCC (Video-based Point Cloud Compression) 용어는 V3C (Visual Volumetric Video-based Coding)와 같은 의미로 사용될 수 있으며, 두 용어는 서로 혼용되어 사용될 수 있다. 따라서, 본 문서에서 V-PCC용어는 V3C 용어로 해석될 수 있다.

[170] 실시예들에 따르면, 메쉬 서브 스트림은 스태틱 메쉬 디코더(612)로 입력되어 디코딩되고, 디스플레이스먼트 서브 스트림은 비디오 디코더(613)로 입력되어 디코딩되며, 어트리뷰트 맵 서브 스트림은 비디오 디코더(617)로 입력되어 디코딩될 수 있다.

[171] 실시예들에 따르면, 메쉬 서브 스트림(Mesh sub-stream)은 예를 들어, 구글 드라코(Google Draco)와 같은 인코딩(Encoding)에서 사용한 스태틱 메쉬(Mesh) 코덱의 디코더(612)를 통해 디코딩되어, 그 결과로서 복원된 양자화된 베이스 메쉬(recon. quantized base mesh) 예를 들어, 베이스 메쉬(Base mesh)의 연결 정보, 정점 지오메트리 정보, 정점 텍스처 좌표 등을 복원할 수 있다.

[172] 실시예들에 따르면, 디스플레이스먼트 서브 스트림(Displacement sub-stream)은 인코딩(Encoding)에서 사용한 비디오 압축 코덱의 디코더(613)를 통해 디스플레이스먼트 비디오(Displacement video)로 디코딩되고, 이미지 언패킹부(614)의 이미지 언패킹(Image unpacking), 역양자화기(615)의 역 양자화(Inverse quantization), 역 리니어 리프팅부(616)의 역 변환(Inverse transform) 과정을 거쳐 각 정점에 대한 디스플레이스먼트(Displacement) 정보로 복원된다(즉, Recon. displacements).

[173] 실시예들에 따르면, 스태틱 메쉬 디코더(612)에서 복원된 베이스 메쉬(Base mesh)는 역양자화기(620)에서 역양자화(Inverse quantization)된 후 메쉬 복원부(630)로 출력된다. 메쉬 복원부(630)는 역 리니어 리프팅부(616)에서 출력되는 복원된 디스플레이스먼트와 역양자화부(620)에서 출력되는 복원된 베이스 메쉬를 통해 재구성되고 변형된 메쉬를 복원한다(즉, decoded mesh). 즉, 역양자화된 복원된 베이스 메쉬는 복원된 디스플레이스먼트(Displacement) 정보와 결합되어 최종 디코딩된 메쉬(Decoded mesh)를 생성한다. 본 개시에서 최종 디코딩된 메쉬는 복원된 변형된 메쉬(reconstructed deformed mesh)라 칭한다.

[174] 실시예들에 따르면, 어트리뷰트 맵 서브 스트림(Attribute map sub-stream)은 인코딩(Encoding)에서 사용한 비디오 압축 코덱에 대응하는 디코더(617)를 통해 디코딩된 후, 컬러 변환부(640)에서 색상 포맷 변환, 컬러 스페이스 변환 등의 과정을 거쳐 최종적인 어트리뷰트 맵(Attribute map)으로 복원된다(즉, decoded attribute map).

[175] 실시예들에 따르면, 복원된 디코딩된 메쉬(Decoded mesh)와 디코딩된 어트리뷰트 맵(Decoded attribute map)은 사용자가 활용할 수 있는 최종적인 메쉬 데이터(Mesh data)로써 수신단에서 활용될 수 있다.

[176] 도 11을 참조하면, 수신된 압축 비트스트림(compressed bitstream)은 패치 정보, 메쉬 서브 스트림, 디스플레이스먼트 서브 스트림, 어트리뷰트 맵 서브 스트림을 포함한다. 서브 스트림은 비트스트림에 포함된 일부 비트스트림을 지칭하는 용어로 해석된다. 비트스트림은 패치 정보(데이터), 메쉬 정보(데이터), 디스플레이스먼트 정보(데이터), 어트리뷰트 맵 정보(데이터)를 포함한다.

[177] 위에서 설명한 바와 같이 도 11의 디코더는 프레임 내 디코딩 동작을 다음과 같이 수행한다. 스태틱 메쉬 디코더(612)는 메쉬 서브 스트림을 디코딩하여 복원된 양자화된 베이스 메쉬를 생성하고, 역양자화기(620)는 양자화기의 양자화 파라미터를 역으로 적용하여, 복원된 베이스 메쉬를 생성한다. 비디오 디코더(613)는 디스플레이스먼트 서브 스트림을 디코딩하고, 이미지 언패킹부(614)는 디코딩된 디스플레이스먼트 비디오의 이미지를 언패킹하고, 역양자화기(615)는 양자화되었던 이미지를 역으로 양자화한다. 역 리니어 리프팅부(616)는 인코더의 역과정으로 리프팅 변환을 적용하여 복원된 디스플레이스먼트를 생성한다. 메쉬 복원부(630)는 복원된 베이스 메쉬 및 복원된 디스플레이스먼트에 기초하여 복원된 변형된 메쉬(reconstructed deformed mesh)를 생성한다. 비디오 디코더(617)는 어트리뷰트 맵 서브 스트림을 디코딩하고, 컬러 변환부(640)는 디코딩된 어트리뷰트 맵의 컬러 포맷 및/또는 스페이스를 변환하여 디코딩된 어트리뷰트 맵을 생성한다.

[178] 도 12는 V-Mesh 기술의 인터 프레임 디코딩(또는 인터 디코딩이라 함) 프로세스를 나타낸다.

[179] 도 12는 도 1의 수신 장치의 메쉬 비디오 디코더(113)의 구성 및 동작을 나타낸다. 또한, 도 12는 도 7의 인터 프레임 인코딩 프로세스의 역과정을 수행하여 메쉬 데이터를 복원할 수 있다. 도 12의 인터 프레임 디코딩 프로세스를 위한 각 구성 요소는 하드웨어, 소프트웨어 및/또는 그것들의 조합에 대응한다.

[180] 먼저, 수신되어 인트라 프레임 디코딩부(710)의 디멀티플렉서(711)로 입력된 비트스트림은 모션 서브 스트림(Motion sub-stream 또는 모션 벡터 서브 스트림이라 함), 디스플레이스먼트 서브 스트림(Displacement sub-stream), 어트리뷰트 맵 서브 스트림(Attribute map sub-stream), 그리고 V3C/V-PCC와 같이 메쉬(Mesh)의 패치(patch) 정보를 포함하는 서브 스트림(sub-stream)으로 분리될 수 있다.

[181] 실시예들에 따르면, 모션 서브 스트림은 모션 디코더(712)로 입력되어 디코딩되고, 디스플레이스먼트 서브 스트림은 비디오 디코더(713)로 입력되어 디코딩되며, 어트리뷰트 맵 서브 스트림은 비디오 디코더(717)로 입력되어 디코딩될 수 있다.

[182] 실시예들에 따르면, 모션 서브 스트림(Motion sub-stream)은 모션 디코더(712)에서 엔트로피 디코딩(Entropy decoding)과 역 예측(Inverse prediction) 과정을 통해 디코딩되어 모션 정보(또는 모션 벡터 정보라 함)로 복원된다. 베이스 메쉬 복원부(718)는 복원된 모션(Motion) 정보와 이미 복원되어 저장된 참조 베이스 메쉬(Base mesh)를 결합하여 현재 프레임에 대한 복원된 양자화된 베이스 메쉬(Reconstructed quantized base mesh)를 생성한다. 역양자화기(720)는 복원된 양자화된 베이스 메쉬에 역양자화(Inverse quantization)를 적용하여 복원된 베이스 메쉬를 생성한다. 비디오 디코더(713)는 디스플레이스먼트 서브 스트림을 디코딩하고, 이미지 언패킹부(714)는 디코딩된 디스플레이스먼트 비디오의 이미지를 언패킹하고, 역양자화기(715)는 양자화되었던 이미지를 역으로 양자화한다. 역

리니어 리프팅부(716)는 인코더의 역과정으로 리프팅 변환을 적용하여 복원된 디스플레이스먼트를 생성한다. 메쉬 복원부(730)는 복원된 베이스 메쉬 및 복원된 디스플레이스먼트에 기초하여 복원된 변형된 메쉬(reconstructed deformed mesh) 즉, 최종 디코딩된 메쉬(decoded mesh)를 생성한다.

[183] 실시예들에 따르면, 비디오 디코더(717)는 어트리뷰트 맵 서브 스트림(Attribute map sub-stream)을 인트라 디코딩과 동일한 방법으로 디코딩(Decoding)하고, 컬러 변환부(740)는 디코딩된 어트리뷰트 맵의 컬러 포맷 및/또는 스페이스를 변환하여 디코딩된 어트리뷰트 맵을 생성한다. 디코딩된 메쉬(Decoded mesh)와 디코딩된 어트리뷰트 맵(Decoded attribute map)은 사용자가 활용할 수 있는 최종적인 메쉬 데이터(Mesh data)로써 수신단에서 활용될 수 있다.

[184] 도 12를 참조하면, 비트스트림은 모션 정보(또는 모션 벡터라 함), 디스플레이스먼트, 어트리뷰트 맵을 포함한다. 도 12는 프레임 간 디코딩을 수행하기 때문에, 프레임 간 모션 정보를 디코딩하는 과정을 더 포함한다. 모션 정보를 디코딩하고, 참조 베이스 메쉬에 기초하여 모션 정보에 대한 복원된 양자화된 베이스 메쉬를 생성하여 복원된 베이스 메쉬를 생성한다. 도 11과 동일한 도 12의 동작의 설명은 도 11의 설명을 참조한다.

[185] 도 13은 실시예들에 따른 메쉬 데이터 송신 장치를 나타낸다.

[186] 도 13은 도 1의 송신 장치(100) 또는 메쉬 비디오 인코더(102), 도 2, 도 6, 또는 도 7의 인코더(프리 프로세서 및 인코더), 및/또는 그에 대응하는 송신 인코딩 장치에 대응한다. 도 13의 각 구성요소는 하드웨어, 소프트웨어, 프로세서, 및/또는 그것들의 조합에 대응한다.

[187] V-Mesh 압축 기술을 이용한 다이나믹 메쉬(Mesh) 데이터의 압축 및 전송을 위한 송신단의 동작 과정은 도 13과 같을 수 있다. 도 13의 송신 장치는 인트라 프레임 인코딩(또는 인트라 인코딩 또는 화면 내 인코딩이라 함) 프로세스 및/또는 인터 프레임 인코딩(또는 인터 인코딩 또는 화면간 인코딩이라 함) 프로세스를 수행할 수 있다.

[188] 프리-프로세서(811)는 원본 메쉬를 입력받아 단순화된 메쉬 (Decimated mesh)(또는 베이스 메쉬)와 핏팅된 세분화(또는 서브디비전)된 메쉬를 생성한다. 단순화는 메쉬를 구성하는 타겟 정점 개수 또는 타겟 다각형 개수를 기준으로 수행할 수 있다. 단순화된 메쉬에 대해 정점 당 텍스처 좌표 및 텍스처 연결정보를 생성하는 파라미터라이제이션(parameterization 또는 매개변수화라 함)이 수행될 수 있다. 예를 들어, 파라미터라이제이션은 단순화된 메쉬(Decimated mesh)에 대해 3D 곡면을 텍스쳐 도메인(Texture domain)으로 매핑하는 과정이다. 만일, UV아틀라스 툴(UVAtlas tool)을 사용하여 파라미터라이제이션(Parameterization)을 수행할 경우, 단순화된 메쉬(Decimated mesh)의 각 정점들이 2D 이미지 상의 어느 위치로 매핑될 수 있는지 식별할 수 있는 매핑 정보가 생성된다. 매핑 정보는 텍스처 좌표로 표현되어 저장되며, 이 과정을 통해 최종 베이스 메쉬(Base mesh)가 생성된다. 또한 부동 소수점 형태의 메쉬 정보들을 고정 소수점 형태로 양자화하는

작업을 수행할 수 있다. 이 결과는 베이스 메쉬로서 스위칭부(812)를 통해 모션 벡터 인코더(813) 또는 스태틱 메쉬 인코더(814)로 출력될 수 있다. 프리-프로세서(811)에서는 베이스 메쉬에 대해 메쉬 세분화 (Subdivision)를 수행하여 추가적인 정점을 생성할 수 있다. 세분화 방법에 따라 추가된 정점들을 포함하는 정점 연결 정보, 텍스처 좌표 및 텍스처 좌표의 연결 정보들이 생성될 수 있다. 프리-프로세서(811)는 세분화된 메쉬가 원본 메쉬와 유사해지도록 정점 위치 조정을 통해 핏팅된 서브디비전(세분화)된 메쉬 (Fitted subdivided mesh)를 생성할 수 있다.

[189] 실시예들에 따르면, 베이스 메쉬는 해당 메쉬 프레임에 대해 화면간 인코딩 (Inter encoding)을 수행하는 경우 스위칭부(812)를 통해 모션 벡터 인코더(813)로 출력되고, 해당 메쉬 프레임에 대해 화면내 인코딩(Intra encoding)을 수행하는 경우 스위칭부(812)를 통해 스태틱 메쉬 인코더(814)로 출력된다. 모션 벡터 인코더(813)는 모션 인코더로 지칭될 수 있다.

[190] 예를 들어, 해당 메쉬 프레임에 대해 화면내 인코딩(Intra encoding or intra frame encoding)을 수행하는 경우, 베이스 메쉬는 스태틱 메쉬 인코더(814)를 통해 압축될 수 있다. 이 경우 베이스 메쉬의 연결 정보, 정점 지오메트리 정보, 정점 텍스처 정보, 노말 정보 등에 대해 인코딩이 수행될 수 있다. 인코딩을 통해 생성된 베이스 메쉬 비트스트림은 멀티플렉서(823)로 전송된다.

[191] 다른 예로, 해당 메쉬 프레임에 대해 화면간 인코딩(Inter encoding or inter frame encoding)을 수행하는 경우, 모션 벡터 인코더(813)는 베이스 메쉬와 참조 복원 베이스 메쉬(또는 복원된 양자화된 참조 베이스 메쉬)를 입력으로 받아, 두 메쉬 간의 모션 벡터를 계산하고 그 값을 인코딩할 수 있다. 또한, 모션 벡터 인코더(813)는 이전에 인코딩/디코딩 된 모션 벡터를 예측자로 사용하여 연결 정보 기반의 예측을 수행하고, 현재 모션 벡터에서 예측 모션 벡터를 뺀 잔차 모션 벡터를 인코딩할 수 있다. 인코딩을 통해 생성된 모션 벡터 비트스트림은 멀티플렉서(823)로 전송된다.

[192] 베이스 메쉬 복원부(815)는 스태틱 메쉬 인코더(814)에서 인코딩된 베이스 메쉬 또는 모션 벡터 인코더(813)에서 인코딩된 모션 벡터를 입력받아 복원된 베이스 메쉬(reconstructed base mesh)를 생성할수 있다. 예를 들어, 베이스 메쉬 복원부(815)는 스태틱 메쉬 인코더(814)에서 인코딩된 베이스 메쉬에 대해 스태틱 메쉬 디코딩을 수행하여 베이스 메쉬를 복원할 수 있다. 이때, 스태틱 메쉬 디코딩 전에 양자화를 적용하고, 스태틱 메쉬 디코딩 후에 역양자화를 적용할 수 있다. 다른 예로, 베이스 메쉬 복원부(815)는 복원된 양자화된 참조 베이스 메쉬와 모션 벡터 인코더(813)에서 인코딩된 모션 벡터에 기초하여 베이스 메쉬를 복원할 수 있다. 복원된 베이스 메쉬는 디스플레이스먼트 계산부(816)와 메쉬 복원부(820)으로 출력된다.

[193] 디스플레이스먼트 계산부(816)는 복원된 베이스 메쉬에 대해서 메쉬 세분화를 수행할 수 있다. 디스플레이스먼트 계산부(816)는 세분화된 복원된 베이스 메쉬와 프리-프로세서(811)에서 생성된 핏팅된 서브디비전(또는 세분화)된 메쉬 간

의 정점 위치 차이 값인 디스플레이스먼트 벡터(displacement vector)를 계산할 수 있다. 이때, 세분화된 메쉬의 정점 개수만큼 디스플레이스먼트 벡터가 계산될 수 있다. 디스플레이스먼트 계산부(816)에서는 3차원 데카르트(Cartesian) 좌표계에서 계산된 디스플레이스먼트 벡터를 각 정점의 노말 (Normal, 법선) 벡터를 기반으로 한 Local 좌표계로 변환할 수 있다.

[194] 디스플레이스먼트 벡터 비디오 생성부(817)는 리니어 리프팅부, 양자화기, 및 이미지 패킹부를 포함할 수 있다. 즉, 디스플레이스먼트 벡터 비디오 생성부(817)에서 리니어 리프팅부는 효과적인 인코딩을 위해 디스플레이스먼트 벡터를 변환 (Transform)할 수 있다. 변환은 실시예들에 따라 Lifting 변환, Wavelet 변환 등이 수행될 수 있다. 또한 변환된 디스플레이스먼트 벡터 값, 곧 변환 계수에 대해 양자화기에서 양자화를 수행할 수 있다. 이때, 변환 계수의 각 축마다 다른 양자화 파라미터를 적용할 수 있으며, 인코더/디코더의 약속에 의해 양자화 파라미터를 유도할 수 있다. 변환 및 양자화를 거친 디스플레이스먼트 벡터 정보들은 이미지 패킹부에서 2D 이미지로 패킹 (Packing)될 수 있다. 디스플레이스먼트 벡터 비디오 생성부(817)는 매 프레임마다 패킹된 2D 이미지들을 묶어 디스플레이스먼트 벡터 비디오를 생성할 수 있고, 디스플레이스먼트 벡터 비디오는 입력 메쉬의 GoF (Group of Frame) 단위마다 생성될 수 있다.

[195] 디스플레이스먼트 벡터 비디오 인코더(818)는 생성된 디스플레이스먼트 벡터 비디오를 비디오 압축 코덱을 이용하여 인코딩할 수 있다. 생성된 디스플레이스먼트 벡터 비디오 비트스트림은 멀티플렉서(823)로 전송된다.

[196] 디스플레이스먼트 벡터 복원부(819)는 비디오 디코더, 이미지 언패킹부, 역양자화기, 역 리니어 리프팅부를 포함할 수 있다. 즉, 디스플레이스먼트 벡터 복원부(819)는 인코딩된 디스플레이스먼트 벡터에 대해 비디오 디코더에서 디코딩을 수행하고, 이미지 언패킹부에서 이미지 언패킹을 수행하며, 역양자화기에서 역양자화를 수행한 후 역 리니어 리프팅부에서 역변환을 수행하여 디스플레이스먼트 벡터를 복원한다. 복원된 디스플레이스먼트 벡터는 메쉬 복원부(820)으로 출력된다. 메쉬 복원부(820)는 베이스 메쉬 복원부(815)에서 복원된 베이스 메쉬와 디스플레이스먼트 벡터 복원부(819)에서 복원된 디스플레이스먼트 벡터를 기반으로 변형된 메쉬를 복원한다. 복원된 메쉬(또는 복원된 변형된 메쉬라 함)는 복원된 정점, 정점 간 연결 정보, 텍스처 좌표 및 텍스처 좌표 간 연결 정보 등을 갖고 있다.

[197] 텍스처 맵 비디오 생성부(821)는 원본 메쉬의 텍스처 맵(또는 어트리뷰트 맵이라 함)과 메쉬 복원부(820)에서 출력되는 복원된 변형된 메쉬를 기반으로 텍스처 맵을 재생성할 수 있다. 실시예들에 따르면, 텍스처 맵 비디오 생성부(821)는 복원된 변형된 메쉬의 텍스처 좌표에 대해 원본 메쉬의 텍스처 맵이 갖고 있는 정점 별 색상 정보를 할당할 수 있다. 실시예들에 따르면, 텍스처 맵 비디오 생성부(821)는 매 프레임마다 재생성된 텍스처 맵들을 GoF 단위마다 묶여 텍스처 맵 비디오를 생성할 수 있다.

[198] 생성된 텍스처 맵 비디오는 텍스처 맵 비디오 인코더(822)의 비디오 압축 코덱을 이용하여 인코딩될 수 있다. 인코딩을 통해 생성된 텍스처 맵 비디오 비트스트림은 멀티플렉서(823)로 전송된다.

[199] 멀티플렉서(823)는 모션 벡터 비트스트림(예, 인터 인코딩시), 베이스 메쉬 비트스트림(예, 인트라 인코딩시), 디스플레이스먼트 벡터 비트스트림 및 텍스처 맵 비트스트림을 하나의 비트스트림으로 멀티플렉싱한다. 하나의 비트스트림은 송신부(824)를 통해 수신단으로 전송될 수 있다. 또는 모션 벡터 비트스트림, 베이스 메쉬 비트스트림, 디스플레이스먼트 벡터 비트스트림 및 텍스처 맵 비트스트림은 하나 이상의 트랙 데이터로 파일이 생성되거나 세그먼트로 인캡슐레이션 되어 송신부(824)를 통해 수신단에 전송될 수 있다.

[200] 도 13을 참조하면, 송신 장치(인코더)는 인트라 프레임 혹은 인터 프레임 방식으로 메쉬를 인코딩할 수 있다. 인트라 인코딩에 따른 송신 장치는 베이스 메쉬, 디스플레이스먼트 벡터(또는 디스플레이스먼트라 함), 텍스쳐 맵(또는 어트리뷰트 맵이라 함)을 생성할 수 있다. 인터 인코딩에 따른 송신 장치는 모션 벡터(또는 모션이라 함), 디스플레이스먼트 벡터(또는 디스플레이스먼트라 함), 텍스쳐 맵(또는 어트리뷰트 맵이라 함)을 생성할 수 있다. 데이터 입력부로부터 획득된 텍스쳐 맵은 복원된 메쉬에 기초하여 생성되고 인코딩된다. 디스플레이스먼트는 베이스 메쉬 및 분할(또는 세분화 또는 서브디비전)된 메쉬 간 정점 위치 차이를 통해 생성되고 인코딩된다. 좀 더 구체적으로, 디스플레이스먼트는 핏팅된 서브디비전된 메쉬 및 서브디비전된 복원된 베이스 메쉬 간 위치 차이 즉, 두 메쉬 간 정점 위치 차이값이다. 그리고, 베이스 메쉬는 원본 메쉬를 프리-프로세싱을 통해 단순화하고 인코딩하여 생성된다. 모션은 이전 프레임의 참조 베이스 메쉬에 기초하여 현재 프레임의 메쉬에 대한 모션 벡터로 생성된다.

[201] 도 14는 실시예들에 따른 메쉬 데이터 수신 장치를 나타낸다.

[202] 도 14는 도 1의 수신 장치(110) 또는 메쉬 비디오 디코더(113), 도 11 또는 도 12의 디코더, 및/또는 그에 대응하는 수신 디코딩 장치에 대응한다. 도 14의 각 구성요소는 하드웨어, 소프트웨어, 프로세서, 및/또는 그것들의 조합에 대응한다. 도 14의 수신(디코딩) 동작은 도 13의 송신(인코딩) 동작의 대응하는 과정의 역과정을 따를 수 있다.

[203] 수신부(910)로 수신된 메쉬 데이터의 비트스트림은 파일/세그먼트 디캡슐레이션된 후 디멀티플렉서(911)에서 압축된 모션 벡터 비트스트림(예, 인터 디코딩) 혹은 베이스 메쉬 비트스트림(예, 인트라 디코딩), 디스플레이스먼트 벡터 비트스트림, 그리고 텍스처 맵 비트스트림으로 디멀티플렉싱된다. 예를 들어, 현재 메쉬가 화면간 인코딩(즉, 인터 인코딩)이 적용된 경우라면, 모션 벡터 비트스트림이 수신되어 역다중화된 후 스위칭부(912)를 통해 모션 벡터 디코더(913)로 출력된다. 다른 예로, 현재 메쉬가 화면내 인코딩(즉, 인트라 인코딩)이 적용된 경우라면, 베이스 메쉬 비트스트림이 수신되어 역다중화된 후 스위칭부(912)를 통해

스태틱 메쉬 디코더(914)로 출력된다. 여기서, 모션 벡터 디코더(913)는 모션 디코더로 지칭될 수 있다.

[204] 실시예들에 따르면, 프레임 헤더 정보에 따라 현재 메쉬가 화면간 인코딩이 적용된 경우라면, 모션 벡터 디코더(913)는 모션 벡터 비트스트림에 대해 디코딩을 수행할 수 있다. 실시예들에 따르면, 모션 벡터 디코더(913)는 이전의 디코딩된 모션 벡터를 예측자로 사용하여 비트스트림으로부터 디코딩된 잔차 모션 벡터와 더하여 최종 모션 벡터를 복원할 수 있다.

[205] 실시예들에 따르면, 프레임 헤더 정보에 따라 현재 메쉬가 화면내 인코딩이 적용된 경우라면, 스태틱 메쉬 디코더(914)는 베이스 메쉬 비트스트림을 디코딩하여 베이스 메쉬의 연결 정보, 정점 지오메트리 정보, 텍스처 좌표, 노말 정보 등을 복원할 수 있다.

[206] 실시예들에 따르면, 베이스 메쉬 복원부(915)는 디코딩된 모션 벡터 또는 디코딩된 베이스 메쉬를 기반으로 현재 베이스 메쉬를 복원할 수 있다. 예를 들어, 현재 메쉬가 화면간 인코딩이 적용된 경우라면, 베이스 메쉬 복원부(915)에서는 참조 베이스 메쉬에 디코딩된 모션 벡터를 더한 후 역양자화를 수행하여 복원된 베이스 메쉬를 생성할 수 있다. 다른 예로, 현재 메쉬가 화면내 인코딩이 적용된 경우라면, 베이스 메쉬 복원부(915)는 스태틱 메쉬 디코더(914)를 통해 디코딩된 베이스 메쉬에 대해 역양자화를 수행하여 복원된 베이스 메쉬를 생성할 수 있다.

[207] 실시예들에 따르면, 디스플레이스먼트 벡터 비디오 디코더(917)는 디스플레이스먼트 벡터 비트스트림을 비디오 비트스트림으로서 비디오 코덱을 이용하여 디코딩할 수 있다.

[208] 실시예들에 따르면, 디스플레이스먼트 벡터 복원부(918)는 디코딩된 디스플레이스먼트 벡터 비디오로부터 디스플레이스먼트 벡터 변환 계수를 추출하고, 추출된 디스플레이스먼트 벡터 변환 계수에 역양자화와 역변환 과정을 적용하여 디스플레이스먼트 벡터를 복원한다. 이를 위해 디스플레이스먼트 벡터 복원부(918)는 이미지 언패킹부, 역양자화기, 및 역 리니어 리프팅부를 포함할 수 있다. 만일 복원된 디스플레이스먼트 벡터가 Local 좌표계의 값이라면 Cartesian 좌표계로 역변환하는 과정이 수행될 수 있다.

[209] 메쉬 복원부(916)에서는 복원된 베이스 메쉬에 대해 세분화를 수행하여 추가적인 정점을 생성할 수 있다. 세분화를 통해, 추가된 정점을 포함하는 정점 연결 정보, 텍스처 좌표 및 텍스처 좌표의 연결 정보 등을 생성할 수 있다. 이때, 메쉬 복원부(916)는 세분화된 복원 베이스 메쉬를 복원된 디스플레이스먼트 벡터와 결합하여 최종 복원된 메쉬(또는 복원된 변형된 메쉬라 함)를 생성할 수 있다.

[210] 실시예들에 따르면, 텍스처 맵 비디오 디코더(919)는 텍스처 맵 비트스트림을 비디오 비트스트림으로서 비디오 코덱을 이용하여 디코딩하여 텍스처 맵을 복원할 수 있다. 복원된 텍스처 맵은 복원된 메쉬가 담고 있는 각 정점에 대한 색상 정보를 갖고 있으며, 각 정점의 텍스처 좌표를 이용하여 텍스처 맵으로부터 해당 정점의 색상값을 가져올 수 있다.

[211] 실시예들에 따르면, 메쉬 복원부(916)에서 복원된 메쉬와 텍스처 맵 비디오 디코더(919)에서 복원된 텍스처 맵은 메쉬 데이터 렌더러(920)에서 렌더링 과정을 통해 사용자에게 보여진다.

[212] 도 14를 참조하면, 수신 장치(디코더)는 인트라 프레임 혹은 인터 프레임 방식으로 메쉬를 디코딩할 수 있다. 인트라 디코딩에 따른 수신 장치는 베이스 메쉬, 디스플레이스먼트 벡터(또는 디스플레이스먼트라 함), 텍스쳐 맵(또는 어트리뷰트 맵이라 함)을 수신하고, 복원 메쉬 및 복원 텍스쳐 맵을 기반으로 메쉬 데이터를 렌더링할 수 있다. 인터 디코딩에 따른 수신 장치는 모션 벡터(또는 모션이라 함), 디스플레이스먼트 벡터(또는 디스플레이스먼트라 함), 텍스쳐 맵(또는 어트리뷰트 맵이라 함)을 수신하고, 복원 메쉬 및 복원 텍스쳐 맵을 기반으로 메쉬 데이터를 렌더링할 수 있다.

[213] 실시예들에 따른 메쉬 데이터 송신 장치 및 방법은 메쉬 데이터를 프리-프로세싱하고, 프리-프로세싱된 메쉬 데이터를 인코딩하며, 인코딩된 메쉬 데이터를 포함하는 비트스트림을 송신할 수 있다. 실시예들에 따른 포인트 메쉬 데이터 수신 장치 및 방법은 메쉬 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하여 메쉬 데이터를 디코딩할 수 있다. 실시예들에 따른 메쉬 데이터 송수신 방법/장치는 실시예들에 따른 방법/장치로 줄여서 지칭될 수 있다. 실시예들에 따른 메쉬 데이터 송수신 방법/장치는 3D 데이터 송수신 방법/장치 또는 포인트 클라우드 데이터 송수신 방법/장치로도 지칭될 수 있다.

[214] 전술한 바와 같이, V-Mesh 방법은 인코딩 과정에서 생성된 변위 (Displacement) 정보를 비디오 형태로 변환한 후 기존의 2D 비디오 코덱을 이용하여 압축한다. 그리고, 압축된 변위 정보는 2D 비디오 코덱의 역과정을 수행하여 복원한다. 좀 더 구체적으로, V-DMC 인코더(또는 인코더 또는 인코딩 장치라 함)에서는 베이스 메쉬를 복원한 메쉬와 프리-프로세싱 단계에서 피팅된 메쉬 간의 차이인 변위 벡터를 계산하고, 계산된 canonical 좌표계(즉, x, y, z 형태)의 변위 벡터를 로컬 좌표계(즉, 노말(normal), 탄젠셜(tangential), 바이-탄젠셜(bi-tangential) 형태)의 변위 벡터로 변환한 후, 로컬 좌표계의 변위 벡터에 대해 리프팅 변환 및 양자화를 수행하여 변위벡터 비트스트림으로 인코딩하는 과정을 거칠 수 있다. 이 경우, V-DMC 디코더(또는 디코더 또는 디코딩 장치라 함)에서는 V-DMC 인코더의 역과정을 수행하여 변위 벡터를 복원하게 된다. 즉, 변위벡터 정보는 효율적인 압축을 위해 Canonical 좌표계의 x,y,z 형태 그대로 압축하기 보다는, 로컬 좌표계의 normal, tangential, bi-tangential 형태로 변환 후 리프팅 변환 및 양자화를 수행하고 0, 1, 2 와 같은 단순한 변위벡터계수 형태로 인코딩하여 전송하는 방식을 취하고 있다. 이때 인코더에서는 normal, tangential, bi-tangential 3가지 성분들에 대한 좌표 변환 계산을 하고, 상기와 같은 일련의 변위벡터 인코딩 과정을 각 성분들에 대해 전부 수행하게 되는데, 이는 압축 효율 및 전송 속도면에 있어 비효율 적일 수 있다.

[215] 본 개시는 보다 효율적인 압축과 전송을 위해, 송신 장치의 인코더에서는 변위 벡터의 노말 성분과 탄젠셜 성분에 대해서만 패킹하고 바이-탄젠셜 성분에 대해서는 패킹을 스킵(skip) 하여 인코딩을 수행 및 비트스트림으로 전송하고, 수신 장치의 디코더에서는 전송받은 노말, 탄젠셜 2가지 성분을 이용하여 바이-탄젠셜 성분을 계산해내고 이를 기반으로 최종 변위벡터로 디코딩하는 방법을 제안한다.

[216] 즉, 본 개시에서 송신 장치의 인코더는 로컬 좌표계로 변환된 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분 중 바이-탄젠셜 성분을 제외한 노말 성분과 탄젠셜 성분만을 인코딩하여 전송하고, 수신 장치의 디코더는 수신된 노말 성분과 탄젠셜 성분을 이용하여 바이-탄젠셜 성분까지 디코딩하는 방법을 제안한다. 또한, 본 개시는 여러가지 이미지 패킹 포맷에 따른 패킹 방법과 시그널링 방법에 대해서도 제안한다. 이와 같이, 기존의 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분을 모두 전송하는 것 대비 2가지 성분만 압축하여 전송함으로써 효율적인 비트 절감 효과와 이에 따른 더 나은 화질의 메쉬 데이터를 얻을 수 있다.

[217] 이와 같이 본 개시는 기존 2D 비디오 코덱을 기반으로 3D 다이나믹 메쉬 데이터를 압축하는 방법인 V-DMC에 관한 것으로, 변위벡터 변환 및 양자화 단계에서 변위벡터 단위로 인코딩/디코딩 하는 장치 및 방법 그리고, 이와 관련된 신택스 및 시멘틱스(syntax 및 semantics) 정보에 대해 설명한다. 특히, 본 개시는 변위벡터의 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 3가지 성분 중 노말, 탄젠셜 2가지 성분만을 패킹하여 인코딩 및 디코딩하는 방법, 변위 벡터 비디오 포맷에 따른 2D 이미지 패킹 방법, 변위 벡터의 바이-탄젠셜 성분에 대한 패킹 스킵 여부 및 이미지 패킹 포맷에 따른 시그널링 방법에 대해 설명한다. 또한 이를 적용한 송신기와 수신기의 동작에 대해 설명한다.

[218] 본 개시에서 지오메트리 정보(또는 지오메트리 또는 지오메트리 데이터라 함)는 메쉬를 구성하는 요소들 중 하나로서, 정점(vertex or point), 엣지(edge), 폴리곤 등을 포함한다. 여기서, 정점은 3D 공간에서의 위치를 정의하고, 엣지는 정점 간의 연결 정보를 나타내며, 폴리곤은 엣지와 정점의 조합으로 메쉬의 표면을 형성한다. 즉, 메쉬를 구성하는 각 정점은 3차원 공간에서의 위치를 나타내며, 예를 들어 x, y, z 좌표(즉, canonical 좌표계)로 표현된다. 그리고, 폴리곤은 삼각형이거나 사각형일 수 있다. 즉, 지오메트리는 3D 모델의 뼈대를 형성하며, 이를 통해 모델의 형태를 정의하고 렌더링될 때 시각적으로 표현된다.

[219] 본 개시에서 버텍스, 정점, 포인트는 동일한 의미로 사용될 수 있다. 즉, 정점은 3D 공간에서의 좌표를 가지고 있으며, 복수의 정점들 간의 연결을 통해 삼각형 또는 사각형의 폴리곤을 생성할 수 있다, 또한 본 개시에서 지칭하는 V-DMC는 이하 V-mesh라고도 지칭할 수 있으며, 두 용어는 동일한 의미로 사용되는 표현이다.

[220] 본 개시에서 변위 정보는 세분화된 메쉬(또는 서브 메쉬라 칭함)를 기반으로 획득될 수 있다. 즉, 입력 메쉬와 서브 메쉬가 서로 유사해지도록 핏팅 과정을 수행

하여 생성된 핏팅된 서브디비전 메쉬와 복원된 베이스 메쉬에 대해 세분화가 수행되어 생성된 세분화된 복원 베이스 메쉬의 각 정점 위치 차이를 계산한다. 본 개시는 이 정점 위치 차이 값을 변위 벡터라 칭한다. 본 개시에서 변위 벡터는 변위(displacement) 또는 변위 정보와 동일한 의미로 혼용되어 사용될 수 있다. 그리고, 변위 비디오는 변위 벡터 비디오 또는 변위 벡터 변환 계수 비디오와 같은 의미로 혼용되어 사용될 수 있으며, 변위 벡터는 변위 벡터 변환 계수 또는 변위 벡터 계수와 동일한 의미로 혼용되어 사용될 수 있다.

[221] 도 15는 실시예들에 따른 송신 장치를 나타낸다. 도 15의 송신 장치는 메쉬 데이터 송신 장치 또는 인코더 또는 송신 장치의 인코더 또는 V-Mesh 인코더 또는 동적 메쉬 인코더로 호칭될 수 있다.

[222] 도 15는 도 1의 송신 장치(100) 또는 메쉬 비디오 인코더(102), 도 2, 도 6, 또는 도 7의 인코더(프리 프로세서 및 인코더), 도 13의 송신 장치 및/또는 그에 대응하는 송신 인코딩 장치에 대응한다. 도 15의 각 구성요소는 하드웨어, 소프트웨어, 프로세서, 및/또는 그것들의 조합에 대응한다. 도 15에서 각 블록의 수행 순서는 변경될 수 있으며, 일부 블록은 생략될 수 있고, 일부 블록은 새로 추가될 수 있다.

[223] 본 개시에서 V-Mesh 압축 기술을 이용한 다이나믹 메쉬 데이터의 압축 및 전송을 위한 송신단의 동작 과정은 도 15와 같을 수 있다. 도 15의 송신 장치는 인트라 프레임 인코딩(또는 인트라 인코딩 또는 화면 내 인코딩이라 함) 프로세스 및/또는 인터 프레임 인코딩(또는 인터 인코딩 또는 화면간 인코딩이라 함) 프로세스를 모두 지원할 수 있다.

[224] 도 15에서 메쉬 단순화부(11011)는 입력되는 원본 메쉬를 메쉬 간략화 알고리즘을 통해 단순화하여 베이스 메쉬(또는 단순화된 베이스 메쉬 또는 단순화된 메쉬라 함)를 생성한다. 이때, 메쉬 단순화는 메쉬를 구성하는 타겟 정점 개수 또는 타겟 다각형 개수를 기준으로 수행할 수 있다. 예를 들어, 원본 메쉬를 단순화하는 메쉬 간략화 알고리즘으로 데시메이션 등의 방법이 사용될 수 있다. 즉, 데시메이션 방법은 원본 메쉬에서 어떠한 기준점을 갖고 제거할 정점을 선택한 후, 선택된 정점 그리고 선택된 정점과 연결된 삼각형을 제거하는 과정일 수 있다.

[225] 즉, 메쉬 단순화부(11011)는 입력 메쉬를 타겟 정점 개수 또는 타겟 페이스(face) 개수로 단순화를 수행할 수 있다. 이때, 단순화 과정은 triangle collapse, edge collapse 등 다양한 방법을 통해 수행될 수 있다.

[226] 실시예들에 따르면, 메쉬 단순화부(11011)에서 단순화된 베이스 메쉬는 메쉬 파라미터라이제션(parameerization)부(11012)와 메쉬 세분화부(11018)로 제공된다.

[227] 상기 메쉬 파라미터라이제션부(11012)는 단순화된 메쉬(Decimated mesh)에 대해 3D 곡면을 텍스쳐 도메인(Texture domain)으로 매핑하는 과정을 수행한다. 즉, 상기 메쉬 파라미터라이제션부(11012)는 입력 메쉬의 텍스처 좌표 및 텍스처 연결정보를 생성한다. 일 실시예로, 메쉬 파라미터라이제션부(11012)는 UV아틀라

스 툴(UV Atlas tool)을 사용하여 파라미터라이제이션(Parameterization)을 수행할 수 있다. 이 과정을 통해 단순화된 메쉬(Decimated mesh)의 각 정점들이 2D 이미지 상의 어느 위치로 매핑될 수 있는지 매핑 정보가 생성된다. 매핑 정보는 텍스처 좌표로 표현되어 저장되며, 이 과정을 통해 최종 베이스 메쉬(Base mesh)가 생성된다. 즉, 메쉬 파라미터라이제션부(11012)는 입력 메쉬(즉, 단순화된 메쉬 또는 단순화된 베이스 메쉬)의 정점당 텍스처 좌표(UV 좌표) 및 텍스처 연결정보를 생성하는 파라미터라이제이션(parameterization)을 수행한다.

[228] 상기 파라미터라이제션부(11012)에서 생성된 최종 베이스 메쉬(또는 텍스처 맵을 갖는 베이스 메쉬라 함)는 메쉬 양자화부(11013)로 입력되어 양자화된다. 실시예들에 따르면, 메쉬 양자화부(11013)는 부동 소수점 형태의 메쉬 정보들(예, 지오메트리 정보(x,y,z) 또는/그리고 텍스처 좌표(u,v), 노말 정보(nx, ny, nz) 등)을 고정 소수점 형태로 양자화하는 작업을 수행할 수 있다. 즉, 메쉬 양자화부(11013)는 베이스 메쉬의 정점 좌표 및 텍스처 좌표를 양자화할 수 있다. 실시예들에 따라 특정 성분에 대한 양자화는 생략될 수 있다.

[229] 상기 메쉬 세분화부(11018)는 메쉬 단순화부(11011)에서 단순화된 베이스 메쉬를 세분화한다. 즉, 메쉬 세분화부(11018)는 베이스 메쉬에 대해 메쉬 세분화(Subdivision)를 수행하여 추가적인 정점을 생성할 수 있다. 세분화 방법에 따라 추가된 정점들을 포함하는 정점 연결 정보, 텍스처 좌표 및 텍스처 좌표의 연결 정보들이 생성될 수 있다. 이때, 세분화 방법에 따라 지오메트리 정보 연결정보, 텍스처좌표 연결정보 및 텍스처 좌표에 대해 암시적으로 유도하여 생성할 수 있다. 실시예들에 따르면, 메쉬 세분화부(11018)는 mid-edge, Loop, Catmul&Clark 등의 방법을 통해 세분화를 수행할 수 있다.

[230] 실시예들에 따르면, 메쉬 피팅부(11019)는 메쉬 세분화부(11018)에서 세분화된 메쉬가 원본 메쉬와 유사해지도록 정점 위치 조정을 통해 핏팅을 수행하여, 핏팅된 서브디비전(세분화)된 메쉬 (Fitted subdivided mesh)를 생성할 수 있다.

[231] 본 개시는 메쉬 단순화부(11011), 메쉬 파라미터라이제션부(11012), 메쉬 세분화부(11018), 및 메쉬 피팅부(11019)를 포함하여 프리-프로세서라 지칭할 수 있다. 실시예들에 따르면, 프리-프로세서는 변위 벡터 계산부(11020)를 더 포함할 수 있다.

[232] 실시예들에 따르면, 메쉬 양자화부(11013)에서 양자화된 베이스 메쉬는 스위칭부(11014)를 통해 모션 벡터 인코더(11015) 또는 스태틱 메쉬 인코더(11016)로 출력될 수 있다.

[233] 실시예들에 따르면, 베이스 메쉬는 해당 메쉬 프레임에 대해 화면간 인코딩(Inter encoding)을 수행하는 경우 스위칭부(11014)를 통해 모션 벡터 인코더(11015)로 출력되고, 해당 메쉬 프레임에 대해 화면내 인코딩(Intra encoding)을 수행하는 경우 스위칭부(11014)를 통해 스태틱 메쉬 인코더(11016)로 출력된다. 모션 벡터 인코더(11015)는 모션 인코더로 지칭될 수 있다.

[234] 예를 들어, 해당 메쉬 프레임에 대해 화면내 인코딩(Intra encoding or intra frame encoding)을 수행하는 경우, 베이스 메쉬는 스태틱 메쉬 인코더(11016)를 통해 압축될 수 있다. 이 경우 베이스 메쉬의 연결 정보, 정점 지오메트리 정보, 정점 텍스처 정보, 노말 정보 등에 대해 인코딩이 수행될 수 있다. 즉, 메쉬의 정점 좌표, 정점 연결 정보, 텍스처 좌표, 텍스처 연결 정보 등이 스태틱 메쉬 인코더(11016)에서 인코딩될 수 있다. 인코딩을 통해 생성된 베이스 메쉬 비트스트림은 멀티플렉서(도시되지 않음)로 전송된다.

[235] 다른 예로, 해당 메쉬 프레임에 대해 화면간 인코딩(Inter encoding or inter frame encoding)을 수행하는 경우, 모션 벡터 인코더(11015)는 베이스 메쉬와 참조 복원 베이스 메쉬(또는 복원된 양자화된 참조 베이스 메쉬)를 입력으로 받아, 두 메쉬 간의 모션 벡터를 계산하고 그 값을 인코딩할 수 있다. 또한, 모션 벡터 인코더(11015)는 이전에 인코딩/디코딩 된 모션 벡터를 예측자로 사용하여 연결 정보 기반의 예측을 수행하고, 현재 모션 벡터에서 예측 모션 벡터를 뺀 차분 모션 벡터(또는 잔차 모션 벡터라 함)를 엔트로피 인코딩할 수 있다. 인코딩을 통해 생성된 모션 벡터 비트스트림은 베이스 메쉬 비트스트림으로서 멀티플렉서(도시되지 않음)로 전송된다. 즉, 화면 내 인코딩일 경우 스태틱 메쉬 비트스트림이 베이스 메쉬 비트스트림으로서 멀티플렉서로 입력되고, 화면 간 인코딩일 경우 모션 벡터 비트스트림이 베이스 메쉬 비트스트림으로서 멀티플렉서로 입력된다.

[236] 도 15에서 베이스 메쉬 디코더(11017)는 스태틱 메쉬 인코더(11016)에서 인코딩된 베이스 메쉬 또는 모션 벡터 인코더(11015)에서 인코딩된 모션 벡터를 입력받아 복원된 베이스 메쉬(reconstructed base mesh)를 생성할수 있다. 베이스 메쉬 디코더(11017)는 현재 메쉬의 인코딩 타입(화면간 인코딩 또는 화면내 인코딩)에 따라 베이스 메쉬의 복원을 수행한다. 예를 들어, 베이스 메쉬 디코더(11017)는 스태틱 메쉬 인코더(11016)에서 인코딩된 베이스 메쉬에 대해 스태틱 메쉬 디코딩을 수행하여 베이스 메쉬를 복원할 수 있다. 이때, 스태틱 메쉬 디코딩 전에 양자화를 적용하고, 스태틱 메쉬 디코딩 후에 역양자화를 적용할 수 있다. 즉, 화면내 인코딩이 수행되는 경우 메쉬 양자화부(11013)를 통해 양자화된 베이스 메쉬에 대해 역양자화를 수행하여 현재 베이스 메쉬를 복원할 수 있다. 다른 예로, 베이스 메쉬 디코더(11017)는 복원된 양자화된 참조 베이스 메쉬와 모션 벡터 인코더(11015)에서 인코딩된 모션 벡터에 기초하여 베이스 메쉬를 복원할 수 있다. 즉, 화면간 인코딩이 수행되는 경우, 모션 벡터 디코딩 방법으로 모션 벡터를 디코딩한 후 참조 복원 베이스 메쉬에 디코딩된 모션 벡터를 적용하여(즉, 더하여) 현재 베이스 메쉬를 생성할 수 있다. 이때, 모션 벡터가 양자화 되지 않는 경우 모션 벡터 복원 과정이 생략되고 모션 벡터 인코더(11015)에서 계산된 모션 벡터를 사용하여 현재 베이스 메쉬를 복원할 수 있다. 복원된 베이스 메쉬는 변위 벡터 계산부(11020)와 메쉬 역양자화부(11024)로 출력된다.

[237] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 계산부(11020)는 복원된 베이스 메쉬에 대해서 메쉬 세분화를 수행할 수 있다. 또한, 변위 벡터 계산부(11020)는 세분화된 복원

된 베이스 메쉬와 메쉬 피팅부(11019)에서 생성된 핏팅된 서브디비전(또는 세분화)된 메쉬 간의 정점 위치 차이 값인 변위 벡터(displacement vector)를 계산할 수 있다. 이때, 세분화된 메쉬의 정점 개수만큼 변위 벡터가 계산될 수 있다. 즉, 변위 벡터 계산부(11020)를 통해 세분화된 메쉬의 정점 개수의 변위 벡터가 계산될 수 있다.

[238] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 좌표계 변환부(11021)에서는 3차원 데카르트(Cartesian) 좌표계(즉, (x, y, z) 공간)(또는 canonical 좌표계라 함)에서 계산된 정점 변위 벡터를 그대로 출력하거나 또는 각 정점의 노말 (Normal, 법선) 벡터를 기반으로 한 Local 좌표계(즉, normal, tangential, bi-tangential 좌표계)로 변환할 수 있다. 이때, 노말 벡터는 세분화된 각 정점마다 주변 정점의 지오메트리 정보 및 연결정보를 기반으로 계산될 수 있다.

[239] 상기 변위 벡터 좌표계 변환부(11021)에서 변위 벡터 좌표계의 변환 여부는 인코더(즉, 송신 장치)/디코더(즉, 수신 장치) 약속에 의해 결정될 수 있고, 또는 변위벡터 좌표계 변환여부를 식별할 수 있는 정보인 변위벡터 좌표계 변환 여부 플래그 (asps_vmc_ext_displacement_coordinate_system)를 시그널링 정보(예, 아틀라스 시퀀스 파라미터 세트, ASPS)에 시그널링하여 수신 장치로 전송할 수도 있다. 예를 들어, 변위벡터 좌표계 변환 여부 플래그 (asps_vmc_ext_displacement_coordinate_system) 신택스(또는 필드라 함)의 값이 0이면 canonical 좌표계를 그대로 사용하고, 1이면 local 좌표계로 변환이 이루어진 것을 지시할 수 있다.

[240] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 좌표계 변환부(11021)에서 canocial 좌표계의 변위 벡터 또는 로컬 좌표계로 변환된 변위 벡터는 변위 벡터 인코더(11022)에서 변위 벡터 비트스트림(또는 변위 벡터 비디오 비트스트림이라 함)으로 인코딩된다. 일 실시예로, 변위 벡터 인코더(11022)는 H.264, HEVC, VVC 등의 2D 비디오 인코더를 이용하여 canocial 좌표계의 변위 벡터 또는 로컬 좌표계로 변환된 변위 벡터를 변위 벡터 비트스트림으로 인코딩할 수 있다.

[241] 즉, 변위 벡터 인코더(11022)는 변위 벡터 또는 변위 벡터 계수(또는 변위 벡터 변환 계수라 함)에 대해 인코딩을 수행할 수 있다. 본 개시에서 변위 벡터 인코더(11022)는 비디오 코덱 기반 인코더, 제로 런 길이 인코더, 산술 인코더 등을 통해 인코딩을 수행할 수 있다. 예를 들어, 인코딩 방법이 비디오 코덱 기반 인코딩일 경우, 변위 벡터 인코더(11022)는 변위 벡터 또는 변위 벡터 계수를 프레임에 패킹하여 인코딩할 수 있다. 즉, 변위 벡터 인코더(11022)에서 변위 벡터 계수들은 2D 이미지로 패킹 (Packing) 후 2D 비디오 코덱(즉, 비디오 압축 코덱)을 이용하여 인코딩되거나 또는 제로 런-길이(zero run-length) 인코딩되거나 또는 산술 인코딩되어 변위 벡터 비디오 비트스트림으로 생성될 수 있다.

[242] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 인코더(11022)에서 인코딩되어 생성된 변위 벡터 비디오 비트스트림은 멀티플렉서(도시되지 않음)로 전송된다. 실시예들에 따르면, 변위 벡터 인코더(11022)의 인코딩 선택 방법은 인코더(즉, 송신측)/디코더(즉, 수신측)에서 약속된 변위 벡터 인코더를 사용할 수도 있고, 또는 송신측의 인

코더에서 변위 벡터의 특성을 분석하여 선택된 변위 벡터 인코더의 종류를 수신 측의 디코더에 전송할 수도 있다.

[243] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 복원부(11023)는 변위 벡터 인코더(11022)에서 인코딩된 변위 벡터 또는 변위 벡터 계수에 대해 변위 벡터 인코딩의 역과정을 수행하여 변위 벡터를 복원할 수 있다. 즉, 변위 벡터 복원부(11023)는 변위 벡터를 인코딩하는 방법에 따라 예를 들어, 비디오 코덱 기반으로 인코딩된 경우, 변위 벡터 역패킹(또는 언패킹이라 함)을 수행할 수 있다. 또한, 변위 벡터 복원부(11023)는 변위 벡터 인코딩 과정에서 양자화 및 변환 과정 수행 여부에 따라 역양자화, 역변환 과정 등을 추가로 수행할 수 있다.

[244] 실시예들에 따르면, 메쉬 역양자화부(11024)는 복원된 베이스 메쉬의 정점 좌표 또는 텍스쳐 좌표를 양자화의 역과정으로 역양자화할 수 있다. 만일, 메쉬 양자화부(11013)에서 양자화 과정이 생략된다면, 메쉬 역양자화부(11024)에서 역양자화 과정도 생략된다.

[245] 실시예들에 따르면, 메쉬 복원부(11025)는 변위 벡터 복원부(11023)에서 출력되는 복원된 변위 벡터와 메쉬 역양자화부(11024)에서 출력되는 복원된 베이스 메쉬(또는 역양자화된 복원된 베이스 메쉬)를 기반으로 메쉬를 복원할 수 있다. 좀 더 구체적으로, 메쉬 복원부(11025)는 메쉬 역양자화부(11024)에서 출력되는 복원 베이스 메쉬에 대해 세분화를 수행하고 변위 벡터 복원부(11023)에서 복원된 변위 벡터를 더하여 복원된 변형된 메쉬(reconstructed deformed mesh)를 생성할 수 있다. 실시예들에 따르면, 메쉬 복원부(11025)에서 복원된 메쉬(또는 복원 메쉬 또는 복원된 변형된 메쉬라 함)는 복원된 정점, 정점 간 연결 정보, 텍스처 좌표 및 텍스처 좌표 간 연결 정보 등을 갖고 있다. 상기 메쉬 복원부(11025)에서 생성된 복원 메쉬(또는 복원된 메쉬 또는 복원된 변형된 메쉬라 함)는 텍스처 맵 생성부(11026)로 제공된다.

[246] 실시예들에 따르면, 텍스처 맵 생성부(11026)는 원본 메쉬의 텍스처 맵(또는 어트리뷰트 맵이라 함)과 메쉬 복원부(11025)에서 복원된 메쉬를 기반으로 현재 메쉬의 텍스처맵을 재생성할 수 있다. 즉, 텍스처맵 생성부(11026)는 원본 메쉬의 텍스처맵, 원본 메쉬와 복원된 메쉬 간의 관계를 통해 복원된 메쉬의 텍스처 맵을 생성할 수 있다.

[247] 실시예들에 따르면, 텍스처 맵 생성부(11026)는 복원된 베이스 메쉬(또는 복원된 변형된 메쉬)의 텍스처 좌표에 대해 원본 메쉬의 텍스처 맵이 갖고 있는 정점별 색상 정보를 할당할 수 있다. 실시예들에 따르면, 텍스처 맵 생성부(11026)는 매 프레임마다 재생성된 텍스처 맵들을 GoF 단위마다 묶여 텍스처 맵(또는 텍스처 맵 비디오라 함)를 생성할 수 있다.

[248] 상기 텍스쳐 맵 생성부(11026)에서 생성된 텍스처 맵은 텍스처 맵 인코더(11027)에서 인코딩될 수 있다. 예를 들어, 텍스처 맵 인코더(11027)는 2D 비디오 코덱 기반 인코더, 제로 런 길이 인코더, 엔트로피 코딩 기반의 산술 인코더 등을 이용하여 텍스처 맵을 인코딩할 수 있다. 또한, 텍스처 맵 인코더(11027)는 텍스

처 맵의 색공간 변환을 더 수행할 수 있다. 그리고, 텍스처 맵 인코딩을 통해 생성된 텍스처 맵 서브스트림(또는 텍스처 맵 비디오 비트스트림이라 함)은 멀티플렉서(도시되지 않음)로 전송된다.

[249] 실시예들에 따르면, 텍스처 맵 인코더(11027)의 종류는 비디오 인코더 (예를 들어, VVC, HEVC 등), 엔트로피 코딩 기반의 인코더 등이 존재할 수 있다. 그리고, 텍스처 맵 인코더(11027)의 선택 방법은 인코더(즉, 송신측)/디코더(즉, 수신측)에서 약속된 텍스처 맵 인코더를 사용할 수도 있고, 또는 송신측의 인코더에서 선택된 텍스처 맵 인코더의 종류를 수신측의 디코더에 전송할 수도 있다.

[250] 실시예들에 따르면, 멀티플렉서(도시되지 않음)는 입력되는 베이스 메쉬 비트스트림, 변위 벡터 비트스트림, 및 텍스처 맵 비트스트림을 하나의 비트스트림으로 다중화한 후 수신 장치로 전송할 수 있다. 또는 베이스 메쉬 비트스트림, 변위 벡터 비트스트림, 및 텍스처 맵 비트스트림은 파일/세그먼트로 인캡슐레이션되어 수신 장치로 전송 될 수 있다.

[251] 실시예들에 따르면, 멀티플렉서에서 다중화된 비트스트림은 네트워크를 통하여 전송될 수 있고, 또는 디지털 저장매체에 저장될 수 있다. 여기서 네트워크는 방송망 및/또는 통신망 등을 포함할 수 있고, 디지털 저장매체는 USB, SD, CD, DVD, 블루레이, HDD, SSD 등 다양한 저장매체를 포함할 수 있다.

[252] 이와 같이 V-DMC 인코딩 장치(또는 송신 장치)에서는 원본 메쉬를 단순화하고, 메쉬 파라미터라이제이션 과정을 거쳐 베이스 메쉬를 생성한다. 생성된 베이스 메쉬는 양자화 되고, 인터 프레임인 경우에는 이전 참조 복원 베이스 메쉬로부터 모션 벡터를 계산하여 모션 벡터를 인코딩하며, 인트라 프레임이 경우에는 스태틱 메쉬 인코더를 거쳐 베이스 메쉬 비트 스트림으로 전송된다. 또한, 원본 메쉬로부터 단순화된 메쉬를 세분화 및 피팅하는 과정을 거치고 난 후의 메쉬 데이터와 앞서 인코딩된 메쉬를 복원한 메쉬 데이터를 비교하여 각 정점들의 차이인 변위 벡터를 계산한다. 그리고, 계산된 변위 벡터를 효율적으로 인코딩하기 위해 변위벡터 좌표계를 로컬 좌표계로 변환하고, 변위 벡터 인코더(12022)에서 로컬 좌표계로 변환된 변위 벡터를 변위 벡터 계수로 변환 및 양자화한 후 변위 벡터 비트스트림으로 인코딩하여 전송한다.

[253] 다음은 변위 벡터 인코더(12022)에서 로컬 좌표계로 변환된 벡터 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분들 중 노말 성분과 탄젠셜 성분을 변위 벡터 계수로 리프팅 변환 및 양자화하여 인코딩하는 과정 및 비디오 이미지 패킹 포맷별 변위벡터의 컴포넌트 시그널링 방법에 대해 설명하기로 한다. 즉, 각 단계별 수행되는 원리는 아래에 자세히 설명한다.

[254] 도 16은 실시예들에 따른 변위 벡터 인코더의 일 예시를 보인 구성 블록도이다. 도 16에서 변위 벡터 인코더(11022)는 변위 벡터 변환부(12011), 변위 벡터 계수 양자화부(12012), 변위 벡터 계수 패킹부(12013), 및 변위 벡터 이미지/비디오 인코딩부(12014)를 포함할 수 있다. 도 16의 각 구성요소는 하드웨어, 소프트웨어, 프로세서, 및/또는 그것들의 조합에 대응한다. 도 16에서 각 블록의 수행 순서는

변경될 수 있으며, 일부 블록은 생략될 수 있고, 일부 블록은 새로 추가될 수 있다. 본 개시에서 변위벡터 인코더는 비디오 이미지 포맷 별로 변위벡터계수 이미지 패킹을 수행한 후 이미지 패킹된 변위벡터계수를 2D 비디오 코덱을 이용하여 인코딩한다.

[255] 좀 더 구체적으로, 변위 벡터 변환부(12011)는 (x,y,z) 또는 (n, t, bt) 좌표계의 변위 벡터에 대해 linear lifting 변환, butterfly lifting 변환, 웨이블릿 변환 등을 수행하여 (x,y,z) 또는 (n, t, bt) 좌표계의 변위 벡터를 변위벡터계수로 변환할 수 있다. (n, t, bt) 좌표계에서 n은 normal, t는 tangential, bt는 bi-tangential을 의미한다.

[256] 예를 들어, 리프팅 변환이 수행되는 경우, k번째 세분화 레벨의 정점 R_k를 예측 수행 시 예측자로 R_t(t<k 또는 t<=k)의 세분화 정점 변위 벡터를 통해 k번째 세분화 레벨의 변위 벡터 예측을 수행할 수 있다. 실시예들에 따라 변위 벡터의 예측 수행 시 현재 정점보다 세분화 레벨이 낮은 정점 중 연결정보를 기반으로 가까운 n개의 점을 평균 또는 거리 기반 가중평균예측을 수행할 수 있다. 실시예들에 따라 메쉬 세분화 단계에서 현재 정점을 생성하기 위해 사용한 n개의 정점의 변위 벡터를 기반으로 예측을 수행할 수 있다. 그리고, 리프팅 변환이 수행되는 경우, 예측으로 생성되는 잔차 신호를 통해 예측에 사용된 정점의 변위 벡터를 업데이트 하는 과정이 수행될 수 있다.

[257] 이때, 변위 벡터의 바이-탄젠셜 성분에 대해 패킹을 스킵한다면, 변위 벡터 변환부(12011)에서는 바이-탄젠셜 성분을 제외한 노말 성분과 탄젠셜 성분에 대해서만 변위벡터 변환을 수행할 수 있다.

[258] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 양자화부(12012)는 변위 벡터 변환부(12011)를 통해 변환된 변위 벡터 값, 즉 변위 벡터 또는 변위 벡터 계수에 대해 양자화를 수행할 수 있다. 예를 들어, 변위 벡터 변환부(12011)에서 노말 성분, 탄젠셜 성분, 바이-탄젠셜 성분 모두에 대해 변환을 수행하였다면 변위 벡터 양자화부(12012)는 노말 성분, 탄젠셜 성분, 바이-탄젠셜 성분의 변위 벡터 계수에 대해 양자화를 수행한다. 다른 예로, 변위 벡터 변환부(12011)에서 노말 성분과 탄젠셜 성분에 대해서만 변환을 수행하였다면, 변위 벡터 양자화부(12012)는 노말 성분과 탄젠셜 성분의 변위 벡터 계수에 대해 양자화를 수행한다. 본 개시에서 변위 벡터 계수는 변위 벡터 변환 계수와 동일한 의미로 혼용되어 사용된다.

[259] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 양자화부(12012)는 하기의 수학식 1과 같이 변위벡터계수(value)에 스케일(scale)을 곱하고 오프셋(offset)을 더하여 양자화된 값(quant)을 각 채널별로 도출할 수 있다. 이때, 각 채널은 변위벡터의 좌표계에 따라 각각 x, y, z 또는 n, t, b 일 수 있다. 또한, 바이-탄젠셜 성분을 skip 하는 경우에는 노말, 탄젠셜 성분들에 대해서만 변위벡터계수 양자화를 수행할 수 있다. 아래 수학식 1은 채널별 양자화된 값을 구하는 수식이고, 수학식 2는 수학식 1의 채널별 스케일 값을 구하는 수식이다.

[260] [수학식 1]

[261] $$quant[channel] = value[channel] * scale[channel] + offset$$

[262] [수학식 2]

[263] $$scale\ [channel] = 2^{\alpha+(QP[channel]+\beta)/\gamma} * level_scale[channel]$$

[264] 수학식 1에서 오프셋(offset)은 시퀀스 또는 프레임 단위로, 각 채널별로 고정된 값을 사용할 수 있다. 그리고, 수학식 1의 스케일은 수학식 2에서와 같이 양자화 파라미터(QP)와 레벨 별 스케일(level_scale)에 의해 결정될 수 있다.

[265] 수학식 2의 level_scale은 각 레벨에 대하여 프레임 또는 시퀀스 단위로 정해진 값을 사용할 수 있다. 또한, α,β,γ는 인코더에서 정해져 있는 파라미터 상수 값일 수 있다. 이때, 스케일도 마찬가지로 변위벡터의 각 채널별로 개별적인 값이 정해질 수 있다.

[266] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 계수 패킹부(12013)는 양자화된 변위 벡터 계수를 WxH 크기의 2D 이미지로 패킹을 수행할 수 있다. 즉, 변위 벡터 인코더(11022)에서 비디오 코덱 기반 인코딩 방법을 이용하여 변위 벡터 계수들을 인코딩한다면, 변위 벡터 계수들을 프레임에 2D 이미지로서 패킹하는 과정이 변위 벡터 계수 패킹부(12013)에서 수행된다. 다시 말해, 변위 벡터 계수 패킹부(12013)는 변위 벡터 계수들을 2D 이미지로 패킹하고, 변위 벡터 이미지/비디오 인코딩부(12014)는 패킹된 2D 이미지들을 비디오 압축 코덱을 이용하여 인코딩할 수 있다.

[267] 도 17은 실시예들에 따른 변위 벡터 계수 구조의 일 예시를 보인 도면이다. 도 17에서 변위 벡터 계수의 전체 개수는 N, LoD0에 포함되는 변위 벡터 계수들의 개수는 N0(LoD0= R_0), LoD1에 포함되는 변위 벡터 계수들의 개수는 N1(LoD1)이라고 가정하면, 레벨 0(R_0)의 변위 벡터 계수들의 개수는 N0이고, 레벨 1(R_1)의 변위 벡터 계수들의 개수는 N1-N0이 된다. 즉, LoD1에 포함되는 변위 벡터 계수들의 개수 (N1)는 레벨 0(R_0)의 변위 벡터 계수들의 개수(N0)와 레벨 1(R_1)의 변위 벡터 계수들의 개수(N1-N0)이 합이 된다.

[268] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 계수 패킹부(12013)는 N개의 변위 벡터 계수들(예, N개의 양자화된 변위 벡터 계수들)을 W×H 크기의 이미지로 패킹을 수행할 수 있다. 본 개시에서 W×H는 변위 벡터 계수들이 2D 이미지로서 패킹되는 프레임의 크기일 수 있다.

[269] 즉, 높은 레이어의 LoD의 정점부터 리프팅 변환이 수행되어 도 17과 같이 낮은 LoD의 변위 벡터 계수는 앞쪽에, 높은 LoD의 변위벡터계수는 뒤쪽에 저장된다. 이때, 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분 별로 각각 패킹을 수행할 수 있다. 또는 일부 성분은 패킹하지 않고 스킵할 수 있다. 예를 들어, 바이-탄젠셜 성분은 패킹하지 않고 스킵할 수 있다.

[270] 도 18은 실시예들에 따른 변위 벡터 계수들을 패킹하는 일 예를 보인 도면이다. 즉, 도 17의 1D 형태의 변위 벡터 계수들은 도 18과 같이 2D 이미지로서 패킹이 수행될 수 있다.

[271] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 계수 패킹부(12013)는 1D 벡터 또는 스칼라의 변위 벡터 계수(또는 변환 계수 레벨이라 함)를 bx*by 크기의 블록들로 구성하고, 각 블록을 z 스캔 순서(z-scan order) 또는 지그-재그(zig-zag) 스캐닝 순서 또는 2D 몰톤(Morton) 코드 순서 등 인코더/디코더에서 약속된 스캐닝 순서에 따라 패킹할 수 있다. 즉, L*M 개의 변위 벡터 계수 블록들은 인코더/디코더에서 정의된 순서에 따라 (bx*L)×(by*M) 크기의 이미지로 블록 패킹될 수 있다. 여기서, L*M은 bx*by 크기를 갖는 블록들의 개수이고, bx, by는 각각 16일 수 있다. 즉, 변위 벡터 계수들은 256(16*16)개 단위마다 하나의 블록으로 구성되고, 각 블록은 z 스캔 순서 또는 지그-재그 스캔 순서로 패킹될 수 있다. 다시 말해, 하나의 블록 내에서 변위 벡터 계수들은 z 스캔 순서 또는 지그-재그 스캐닝 순서 또는 2D 몰톤(Morton) 코드 순서 등에 따라 패킹될 수 있다. 다시 말해, bx*by 크기를 하나의 블록으로 구성하고, 변위벡터계수의 개수 N에 따라 결정된 L×M 개의 블록으로 구성할 수 있다. 이때, 2D 몰톤 코드, 지그-재그 스캔 순서 등에 따라 W×H 크기의 2D 이미지로 패킹이 수행될 수 있다.

[272] 만일, 모든 레벨의 변위 벡터 계수들을 하나의 프레임에 2D 이미지로서 패킹한다면, 레벨 0(R_0)의 변위 벡터 계수 블록부터 스캐닝 순서에 따라 순차적으로 패킹이 수행될 수 있다. 이때, 변위 벡터 계수들의 전체 크기가 L*M 보다 작은 경우, (bx*L)×(by*M) 크기가 되도록 도 18에서와 같이 패딩이 수행된다. 즉, 총 변위 벡터 계수의 개수가 (bx*L)×(by*M)보다 작은 경우 변위 벡터 이미지가 (bx*L)×(by*M) 크기가 되도록 패딩을 수행하여 채워 넣을 수 있다. 도 18은 5개의 블록에 패딩이 수행되는 예를 보이고 있다. 여기서, 패딩이란 의미없는 값(예, 0)으로 해당 블록을 채우는 것을 의미한다. 다른 예로, 복수개의 레벨들의 변위 벡터 계수들을 하나의 프레임에 2D 이미지로서 패킹한다면, 작은 레벨의 변위 벡터 계수 블록부터 스캐닝 순서에 따라 순차적으로 패킹이 수행될 수 있다. 또 다른 예로, 도 18의 역순으로 패킹과 패딩을 수행하여 2D 이미지를 패킹할 수 있다.

[273] 실시예들에 따르면, L, M은 변위 벡터 계수들의 개수(N)에 따라 결정되거나 또는 L(또는 M)을 인코더/디코더의 약속에 의해 정의한 뒤 변위 벡터 계수들의 개수(N)에 따라 하기의 수학식 3과 같이 M(또는 L)을 유도할 수 있다. 하기의 수학식 3은 인코더/디코더 약속에 따라 L이 정의되는 경우, M을 유도하는 일 예시이다.

[274] [수학식 3]

[275]

$$blockNum = round(\frac{N + bx * by - 1}{bx * by})$$

$$M = round((blockNum + L - 1)/L)$$

[276] 수학식 3에서 round 함수는 괄호 안의 수를 가장 가까운 정수로 반올림하는 함수이다.

[277] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 계수 패킹부(12013)의 변위 벡터 계수들의 패킹 방법은 인코더/디코더에서 약속에 의해 정해질 수도 있고, 또는 변위 벡터 계수 패킹부(12013)에서 수행된 패킹 방법을 수신 장치의 디코더로 전송할 수도 있다.

[278] 실시예들에 따르면, 모든 레벨의 변위 벡터 계수들을 하나의 이미지(즉, 하나의 프레임)로 패킹하여 변위 벡터 이미지/비디오 인코딩부(12014)에서 인코딩을 수행할 수도 있고, 또는 각 세분화 레벨(R) 별로 변위 벡터 계수들을 각 이미지(즉, 각 프레임)에 패킹하여 각각 인코딩을 수행할 수도 있다. 또는 하나의 이미지에 특정 레벨의 변위 벡터 계수들을 패킹하고, 다른 이미지에 복수개 이상의 다른 레벨들의 변위 벡터 계수들을 패킹할 수도 있다.

[279] 도 19는 실시예들에 따른 LoD별로 변위 벡터 계수 블록들을 패킹하는 일 예를 보인 도면이다. 실시예들에 따르면, 변위벡터계수 블록(bx×by)들의 패킹은 각 LoD 레벨별로 인코딩되는 2D 비디오 인코더의 CTU (Coding Tree Unit) 크기에 맞춰 도 19와 같이 수행될 수 있다. 이때, 각 LoD 별로 CTU 크기에 맞추기 위해 이미지의 중간값 또는 마지막 변위벡터계수 값 등으로 수행될 수 있다. 도 19에서 CTU은 비디오 프레임을 코딩 트리 단위로 분할하는 과정에서 사용되며, 특히 비디오 프레임을 트리 구조로 분할하여 인코딩을 진행할 때 사용되는 단위이다.

[280] 일 실시예로, 도 19는 3개의 레벨(R_0-R_2)의 변위 벡터 계수들이 하나의 이미지로서 패킹되는 예시를 보이고 있다. 즉, R_0, R_1, R_2 변위 벡터 계수들이 하나의 프레임으로 패킹되는 예시이다. 이때, R_0, R_1, R_2 변위 벡터 계수들의 개수가 프레임의 크기보다 작으면 패딩 영역이 존재할 수 있다.

[281] 도 19에서와 같이 각 레벨의 변위 벡터 계수들을 하나 이상의 프레임에 패킹할 때, 변위 벡터 계수들은 bx×by 크기의 블록으로 패킹될 수 있다.

[282] 이때, 하나의 변위 벡터 계수 블록 내에서 bx*by개의 변위 벡터 계수들은 zig-zag 스캔 순서에 따라 패킹될 수도 있고, 또는 도 20(a), 도 20(b)와 같이 2D 몰톤코드 순서에 따라 패킹될 수도 있다.

[283] 도 20(a), 도 20(b)는 실시예들에 따른 변위 벡터 계수 블록 내 변위 벡터 계수들의 패킹 방법의 예시들을 보인 도면이다.

[284] 도 20(a)는 bx=by=4일 때, 하나의 변위 벡터 계수 블록 내에서 16개의 변위 벡터 계수들(C1-C16)을 x-y 몰톤 코드 순서에 따라 패킹하는 예시이다. 도 20(b)는 bx=by=4일 때, 하나의 변위 벡터 계수 블록에서 16개의 변위 벡터 계수들(C1-C16)을 y-x 몰톤 코드 순서에 따라 패킹하는 예시이다.

[285] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 계수들이 패킹되는 프레임의 크기는 각각 블록의 너비와 높이를 결정하는 bx, by 파라미터, 각각 프레임의 행과 열에 들어가는 블록 개수를 결정하는 L, M 파라미터에 의해 (bx×L) ×(by×M)로 구할 수 있다. L과 M 파라미터는 인코더/디코더에서 약속에 의해 정해질 수도 있고, 또는 L(또는 M)을 인코더/디코더의 약속에 의해 정의한 후 변위 벡터 계수들의 개수에 따라

M(또는 L)이 유도될 수도 있으며(수학식 3 참조), 또는 레벨에 따라 유도될 수도 있다.

[286] 한편, 로컬 좌표계로 변환된 변위 벡터 계수들은 노말 성분, 탄젠셜 성분, 바이-탄젠셜 성분을 가지고 있을 수 있다. 이때, 변위 벡터 계수 패킹부(12013)는 이미지 패킹을 수행하기 위해 YUV 4:4:4, YUV 4:2:0, YUV 4:0:0 등의 포맷을 선택할 수 있고, 각 포맷에 맞게 변위 벡터 계수들을 구성할 수 있다. 이 과정에서 일부 성분의 패킹은 스킵할 수 있다.

[287] 본 개시에서 YUV 4:4:4, YUV 4:2:0, YUV 4:0:0 포맷은 변위 벡터 계수의 노말 성분, 탄젠셜 성분, 바이-탄젠셜 성분을 이미지로 패킹할 때의 포맷을 나타내다. 본 개시는 각 포맷별 4개의 정점 단위로 변위 벡터 계수 V1(N1, T1, B1) ~ V4(N4, T4, B4)의 샘플링을 다르게 수행할 수 있다.

[288] 본 개시에서 YUV 4:4:4 포맷은 Y 채널의 크기(w_y*h_y), U 채널의 크기(w_u*h_u), V 채널의 크기(w_v*h_v)가 동일함을 의미한다. 그리고, YUV 4:2:0 포맷은 Y 채널의 크기(w_y*h_y)에 비해 U 채널의 크기(w_u*h_u)와 V 채널의 크기(w_v*h_v)가 소정 배수(예, 4배) 작음을 의미한다. 또한, YUV 4:0:0 포맷은 Y 채널의 크기(w_y*h_y)만 존재 즉, 패킹이 Y 채널에서만 이루어질 때를 의미한다. 즉, Y, U, V 채널들 중 Y 채널만 존재한다.

[289] 본 개시는 설명의 편의를 위해, YUV 4:4:4 포맷은 제1 포맷과 혼용하여 사용하고, YUV 4:2:0 포맷은 제2 포맷과 혼용하여 사용하며, YUV 4:0:0 포맷은 제3 포맷과 혼용하여 사용하기로 한다. 또한 본 개시는 설명의 편의를 위해 Y 채널은 제1 채널로, U 채널은 제2 채널로, V 채널은 제3 채널로 명명할 수 있다. 본 개시에서 제1, 제2, 제3 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로 사용된다. 예를 들어, 본 개시의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다. 또는 제1 구성 요소는 제3 구성 요소로 명명될 수도 있다.

[290] 실시예들에 따르면, 인코더에서는 정해진 변위벡터계수의 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)와 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보 (Bi_tangent_skip_flag)를 시그널링 정보(예, ASPS)에 시그널링하여 수신 장치(또는 수신 장치의 디코더)로 전송할 수 있다.

[291] 예를 들어, 변위벡터계수의 이미지 패킹 포맷 정보 (ColourSpace_displacement_video)는 변위 벡터 계수의 패킹시 사용된 포맷이 YUV 4:4:4 포맷인지(즉, 제1 포맷), YUV 4:2:0 포맷(즉, 제2 포맷)인지, 또는 YUV 4:0:0 포맷(즉, 제3 포맷)인지를 지시할 수 있다. 또 다른 예로, 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보(Bi_tangent_skip_flag)의 값이 0이면 바이-

탄젠셜 성분을 스킵하지 않았고 1이면 바이-탄젠셜 성분을 스킵하였음을 지시할 수 있다.

[292] 도 21(a), 도 21(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:4:4 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 패킹하는 일 예시를 보인 도면이다. 즉, 도 21(a), 도 21(b)는 YUV 4:4:4 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수들을 패킹할 때, 바이-탄젠셜 성분의 패킹을 스킵하지 않는 예시이다. 이 경우, 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)는 패킹시 사용된 포맷이 YUV 4:4:4 포맷임을 지시하고 (ColourSpace_displacement_video = YUV444), 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보 (Bi_tangent_skip_flag)의 값은 0인 것을 일 실시예로 한다.

[293] 이 경우, 도 21(a)에서와 같이 Y 채널에 각 정점의 변위 벡터 계수의 노말 성분이, U 채널에 각 정점의 변위 벡터 계수의 탄젠셜 성분이, V 채널에 각 정점의 변위 벡터 계수의 바이-탄젠셜 성분이 저장(또는 패킹)된다. 즉, Y, U ,V 각 채널에 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분을 차례대로 저장(또는 패킹)할 수 있다. 도 21(b)는 4개의 정점의 변위 벡터 계수들을 예로 들 때, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들의 노말 성분(N_1-N_4), 탄젠셜 성분(T_1-T_4), 바이-탄젠셜 성분(B_1-B_4)이 Y 채널, U 채널, V 채널에 각각 패킹되는 예시이다.

[294] 도 22(a), 도 22(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:4:4 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 패킹하는 다른 예시를 보인 도면이다. 즉, 도 22(a), 도 22(b)는 YUV 4:4:4 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 패킹할 때, 바이-탄젠셜 성분의 패킹을 스킵하는 예시이다. 이 경우, 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)는 패킹시 사용된 포맷이 YUV 4:4:4 포맷임을 지시하고(ColourSpace_displacement_video = YUV444), 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보 (Bi_tangent_skip_flag)의 값은 1인 것을 일 실시예로 한다.

[295] 이 경우, 도 22(a)에서와 같이 Y 채널에 변위 벡터 계수들의 노말 성분이, U 채널에 변위 벡터 계수들의 탄젠셜 성분이 저장(또는 패킹)된다. 즉, Y 채널에 노말 성분을, U 채널에 탄젠셜 성분을 차례대로 패킹하여 변위 벡터 이미지/비디오 인코딩부(12014)로 전송한다.

[296] 이때, 각 정점의 변위 벡터 계수의 바이-탄젠셜 성분은 패킹이 스킵된다. 즉, V 채널에 바이-탄젠셜 성분이 패킹되지 않고 스킵된다.

[297] 본 개시는 효율적인 인코딩/디코딩을 위해 V 채널에 중간값(또는 고정된 값)을 채워 넣을 수 있다. 즉, YUV 4:4:4 포맷을 유지하기 위해, 스킵되는 바이-탄젠셜 성분 대신 중간값으로 V 채널을 채운다. 도 22(b)는 4개의 정점의 변위 벡터 계수들을 예로 들 때, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들의 노말 성분(N_1-N_4)과 탄젠셜 성분(T_1-T_4)이 Y 채널과 U 채널에 각각 패킹되고, V 채널에는 바이-탄젠셜 성분 대신 중간값(M)이 패킹되는 예시이다. 일 실시예로, 변위벡터 비디오 이미지의 bitDepth가 10bits라고 가정하면, 1024의 중간 값인 512가 M값으로 패킹될 수 있다(M=512).

[298] 도 23(a), 도 23(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:2:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 패킹하는 일 예시를 보인 도면이다. 즉, 도 23(a), 도 23(b)는 YUV 4:2:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수들을 패킹할 때, 바이-탄젠셜 성분의 패킹을 스킵하지 않는 예시이다. 이 경우, 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)는 패킹시 사용된 포맷이 YUV 4:2:0 포맷임을 지시하고 (ColourSpace_displacement_video = YUV420), 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보 (Bi_tangent_skip_flag)의 값은 0인 것을 일 실시예로 한다.

[299] 이 경우, 도 23(a)에서와 같이 Y 채널에는 변위 벡터 계수들의 노말 성분이 그대로 저장(또는 패킹)된다. 이에 반해, U 채널에는 4개의 정점 당 1개의 정점의 변위 벡터 계수의 탄젠셜 성분이 패킹되고, V 채널에는 4개의 정점 당 1개의 정점의 변위 벡터 계수의 바이-탄젠셜 성분이 패킹된다. 즉, 노말 성분은 Y 채널에, 탄젠셜 성분은 U 채널에, 바이-탄젠셜 성분은 V 채널에 각각 순서대로 저장될 수 있는데, 이때 U 채널의 탄젠셜 성분과 V 채널의 바이-탄젠셜 성분은 인코더/디코더 약속에 의해 샘플링이 수행 될 수 있다. 도 23(b)는 4개의 정점의 변위 벡터 계수들을 예로 들 때, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들의 노말 성분(N_1-N_4)은 Y 채널로 패킹되고, 4개의 정점 당 1개의 정점의 변위 벡터 계수의 탄젠셜 성분(T)은 U 채널에, 4개의 정점 당 1개의 정점의 변위 벡터 계수의 바이-탄젠셜 성분(B)이 V 채널에 패킹되는 예시이다. 이때, U 채널에 패킹되는 1개 정점의 변위 벡터 계수의 탄젠셜 성분은 4개 정점의 변위 벡터 계수들의 탄젠셜 성분의 평균값일 수도 있고, 4개 정점의 변위 벡터 계수들 중 특정 변위 벡터 계수의 탄젠셜 성분(즉, 대표값)일 수도 있다. 유사하게, V 채널에 패킹되는 1개 정점의 변위 벡터 계수의 바이-탄젠셜 성분은 4개 정점의 변위 벡터 계수들의 바이-탄젠셜 성분의 평균값일 수도 있고, 4개 정점의 변위 벡터 계수들 중 특정 변위 벡터 계수의 바이-탄젠셜 성분(즉, 대표값)일 수도 있다.

[300] 본 개시는 다른 실시예로, 변위벡터계수 패킹부(12013)에서 계산한 패킹 프레임 이미지 높이(H)의 2배만큼 Y 채널의 높이를 늘려주고, 노말 성분, 탄젠셜 성분 및 바이-탄젠셜 성분을 Y 채널에 성분별로 저장(즉, 패킹)할 수 있다. 이 경우, YUV 4:2:0 포맷을 유지하기 위해 U 채널과 V 채널에는 각각 중간값으로 채워 넣을 수 있다.

[301] 도 24(a), 도 24(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:2:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 패킹하는 다른 예시를 보인 도면이다. 즉, 도 24(a), 도 24(b)는 YUV 4:2:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수들을 패킹할 때, 바이-탄젠셜 성분의 패킹을 스킵하는 예시이다. 이 경우, 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)는 패킹시 사용된 포맷이 YUV 4:2:0 포맷임을 지시하고(ColourSpace_displacement_video = YUV420), 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보 (Bi_tangent_skip_flag)의 값은 1인 것을 일 실시예로 한다.

[302] 이 경우, 도 24(a)에서와 같이 변위벡터계수 패킹부(12013)에서 계산한 패킹 프레임 이미지 높이(H)의 2배만큼 Y 채널의 높이를 늘려주고, 이 후 노말 성분의 변

위 벡터 계수들과 탄젠셜 성분의 변위 벡터 계수들을 Y채널에 성분별로 저장(즉, 패킹)할 수 있다. 이때, 효율적인 인코딩을 위해 U, V 채널에는 중간값으로 채워 넣을 수 있다. 도 24(b)는 4개의 정점의 변위 벡터 계수들을 예로 들 때, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들의 노말 성분(N_1-N_4)과 탄젠셜 성분(T_1-T_4)이 Y 채널에 패킹되고, YUV 4:2:0 포맷을 유지하기 위해 U 채널과 V 채널에는 각각 2개의 정점에 대응하는 중간값(M)이 패킹되는 예시이다.

[303] 본 개시는 다른 예시로, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들을 예로 들 때, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들의 노말 성분(N_1-N_4)은 Y 채널로 패킹하고, 4개의 정점 당 1개의 정점의 변위 벡터 계수의 탄젠셜 성분(T)은 U 채널에 패킹하고, V 채널에는 중간값을 채워 넣을 수 있다.

[304] 도 25(a), 도 25(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:0:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 패킹하는 일 예시를 보인 도면이다. 즉, 도 25(a), 도 25(b)는 YUV 4:0:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수들을 패킹할 때, 바이-탄젠셜 성분의 패킹을 스킵하지 않는 예시이다. 이 경우, 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)는 패킹시 사용된 포맷이 YUV 4:0:0 포맷임을 지시하고 (ColourSpace_displacement_video = YUV400), 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보 (Bi_tangent_skip_flag)의 값은 0인 것을 일 실시예로 한다.

[305] 이 경우, 도 25(a)에서와 같이 변위벡터계수 패킹부(12013)에서 계산한 패킹 프레임 이미지 높이(H)의 3배만큼 Y 채널의 높이를 늘려주고, 이 후 변위 벡터 계수들의 노말 성분, 탄젠셜 성분, 바이-탄젠셜 성분을 Y채널에 성분별로 저장(즉, 패킹)할 수 있다. 도 25(b)는 4개의 정점의 변위 벡터 계수들을 예로 들 때, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들의 노말 성분(N_1-N_4), 탄젠셜 성분(T_1-T_4), 바이-탄젠셜 성분(B_1-B_4)이 Y 채널에 성분별로 패킹되는 예시이다.

[306] 도 26(a), 도 26(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:0:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수를 패킹하는 다른 예시를 보인 도면이다. 즉, 도 26(a), 도 26(b)는 YUV 4:0:0 포맷을 기반으로 변위 벡터 계수들을 패킹할 때, 바이-탄젠셜 성분의 패킹을 스킵하는 예시이다. 이 경우, 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)는 패킹시 사용된 포맷이 YUV 4:0:0 포맷임을 지시하고(ColourSpace_displacement_video = YUV400), 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보 (Bi_tangent_skip_flag)의 값은 1인 것을 일 실시예로 한다.

[307] 이 경우, 도 26(a)에서와 같이 변위벡터계수 패킹부(12013)에서 계산한 패킹 프레임 이미지 높이(H)의 2배만큼 Y 채널의 높이를 늘려주고, 이 후 변위 벡터 계수들의 노말 성분과 탄젠셜 성분을 Y채널에 성분별로 저장(즉, 패킹)할 수 있다. 도 26(b)는 4개의 정점의 변위 벡터 계수들을 예로 들 때, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들의 노말 성분(N_1-N_4)과 탄젠셜 성분(T_1-T_4)이 Y 채널에 성분별로 패킹되는 예시이다. 즉, 바이-탄젠셜 성분은 스킵되므로 패킹 및 전송되지 않는다.

[308] 전술한 도 21 내지 도 26에서와 같이 포맷에 따라 변위 벡터 계수들의 노말 성분, 탄젠셜 성분, 바이-탄젠셜 성분(스킵될 수 있음)이 Y 채널, U 채널, V 채널에 2D 이미지로 패킹(또는 저장)되면, 변위 벡터 이미지/비디오 인코딩부(12014)는 패킹된 2D 이미지에 대해 H.264, HEVC, VVC 등의 2D 비디오 인코더를 통해 인코딩을 수행할 수 있다.

[309] 도 27은 실시예들에 따른 수신 장치를 나타낸다. 본 개시에서 도 27의 수신 장치는 메쉬 데이터 수신 장치 또는 디코더 또는 수신 장치의 디코더 또는 V-Mesh 디코더 또는 동적 메쉬 디코더로 호칭될 수 있다.

[310] 도 27은 도 1의 수신 장치(110) 또는 메쉬 비디오 디코더(113), 도 11 또는 도 12의 디코더, 도 14의 수신 장치 및/또는 그에 대응하는 수신 디코딩 장치에 대응한다. 도 27의 각 구성요소는 하드웨어, 소프트웨어, 프로세서, 및/또는 그것들의 조합에 대응한다. 도 27의 수신(디코딩) 동작은 도 15의 송신(인코딩) 동작의 대응하는 과정의 역과정을 따를 수 있다. 도 27에서 각 블록의 수행 순서는 변경될 수 있으며, 일부 블록은 생략될 수 있고, 일부 블록은 새로 추가될 수 있다.

[311] 도 27은 크게 베이스 메쉬 디코딩부, 변위 정보 디코딩부, 및 텍스처 맵 디코딩부를 포함할 수 있다. 실시예들에 따르면, 베이스 메쉬 디코딩부는 스위칭부(15011), 모션 벡터 디코더(15012), 스태틱 메쉬 디코더(15013), 베이스 메쉬 복원부(15014), 메쉬 세분화부(15015), 및 메쉬 복원부(15016)를 포함할 수 있다. 실시예들에 따르면, 변위 정보 디코딩부는 변위 벡터 디코더(15017)와 변위 벡터 좌표계 역변환부(15020)를 포함할 수 있다.

[312] 실시예들에 따르면, 수신부(도시되지 않음)로 수신된 메쉬 데이터의 비트스트림은 파일/세그먼트 디캡슐레이션된 후 디멀티플렉서(도시되지 않음)에서 베이스 메쉬 비트스트림, 변위 벡터 비트스트림, 그리고 텍스처 맵 비트스트림으로 디멀티플렉싱될 수 있다. 만일, 현재 메쉬가 화면간 인코딩(즉, 인터 인코딩)이 적용된 경우라면, 베이스 메쉬 비트스트림은 모션 벡터 비트스트림일 수 있다.

[313] 실시예들에 따르면, 베이스 메쉬 비트스트림은 스위칭부(15011)를 통해 모션 벡터 디코더(15012)로 제공되거나 또는 스태틱 메쉬 디코더(15013)로 제공된다.

[314] 예를 들어, 현재 메쉬가 화면간 인코딩(즉, 인터 인코딩)이 적용된 경우라면, 베이스 메쉬 비트스트림 즉, 모션 벡터 비트스트림이 수신되어 디멀티플렉싱된 후 스위칭부(15011)를 통해 모션 벡터 디코더(15012)로 출력된다. 다른 예로, 현재 메쉬가 화면내 인코딩(즉, 인트라 인코딩)이 적용된 경우라면, 베이스 메쉬 비트스트림이 수신되어 디멀티플렉싱된 후 스위칭부(15011)를 통해 스태틱 메쉬 디코더(15013)로 출력된다. 여기서, 모션 벡터 디코더(15012)는 모션 디코더로 지칭될 수 있다.

[315] 실시예들에 따르면, 모션 벡터 디코더(15012)는 모션 벡터 비트스트림에 대해 정점 단위 또는 서브 그룹 단위로 디코딩을 수행할 수 있다.

[316] 실시예들에 따르면, 모션 벡터 디코더(15012)는 이전의 디코딩된 모션 벡터를 예측자로 사용하여 비트스트림으로부터 디코딩된 차분 모션 벡터(즉, 잔차 모션

벡터)와 더하여 최종 모션 벡터를 복원할 수 있다. 즉, 모션 벡터 디코더(15012)는 모션 벡터 비트스트림을 통해 정점 또는 서브 그룹(또는 서브 블록) 단위의 차분 모션 벡터(또는 잔차 모션 벡터)를 디코딩하고, 이전의 디코딩된 모션 벡터를 예측자로 사용하여 연결정보 기반의 예측을 수행하여 잔차 모션 벡터와 더하여 모션 벡터를 디코딩할 수 있다.

[317] 실시예들에 따르면, 스태틱 메쉬 디코더(15013)는 베이스 메쉬 비트스트림을 디코딩하여 베이스 메쉬의 연결 정보, 정점 지오메트리 정보, 텍스처 좌표(즉, 속성 지오메트리 정보), 노말 정보 등을 복원할 수 있다.

[318] 실시예들에 따르면, 베이스 메쉬 복원부(15014)는 디코딩된 모션 벡터 또는 디코딩된 베이스 메쉬를 기반으로 현재 베이스 메쉬를 복원할 수 있다. 예를 들어, 현재 메쉬가 화면간 인코딩이 적용된 경우라면, 베이스 메쉬 복원부(15014)에서는 참조 베이스 메쉬에 디코딩된(또는 복원된) 모션 벡터를 더한 후 역양자화를 수행하여 복원된 베이스 메쉬(즉, 현재 베이스 메쉬)를 생성할 수 있다. 다른 예로, 현재 메쉬가 화면내 인코딩이 적용된 경우라면, 베이스 메쉬 복원부(15014)는 스태틱 메쉬 디코더(15012)를 통해 디코딩된(또는 복원된) 베이스 메쉬에 대해 역양자화를 수행하여 복원된 베이스 메쉬(즉, 현재 베이스 메쉬)를 생성할 수 있다.

[319] 실시예들에 따르면, 메쉬 세분화부(15015)는 베이스 메쉬에 대해 세분화(Subdivision)를 수행하여 추가적인 정점을 생성할 수 있다. 본 개시는 세분화 방법에 따라 지오메트리 정보 연결정보, 텍스처 좌표 연결정보 및 텍스처 좌표에 대해 암시적으로 유도하여 생성할 수 있다.

[320] 실시예들에 따르면, 메쉬 세분화부(15015)는 mid-edge, Loop, Catmul&Clark등의 방법을 통해 세분화를 수행할 수 있다.

[321] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 디코더(15017)는 디멀티플렉싱된 변위 벡터 비트스트림에 대해 비디오 비트스트림으로서 비디오 코덱 기반의 디코딩을 수행하거나 또는 제로 런-랭쓰 디코딩을 수행하거나 또는 산술 디코딩을 수행할 수 있다. 본 개시에서 변위 벡터 디코더는 변위 벡터 변환 디코더와 동일한 의미로 혼용하여 사용될 수 있다.

[322] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 디코더(15017)는 송신측의 변위 벡터 인코딩 방법의 역과정으로 변위 벡터를 디코딩하여 변위 벡터를 복원할 수 있다.

[323] 실시예들에 따르면, 변위 벡터 좌표계 역변환부(15020)에서는 변위 벡터 디코더(15017)에서 디코딩된 변위 벡터가 로컬 좌표계(n,t,bt)의 값이라면 Cartesian (또는 canonical) 좌표계(x,y,z)로 역변환하는 과정을 수행할 수 있다. 변위 벡터 좌표계 역변환부(15020)의 출력은 메쉬 복원부(15016)으로 제공된다.

[324] 즉, 송신 장치의 인코더에서는 (x,y,z) 공간에서 계산된 정점 변위 벡터를 각 정점의 노말 벡터를 기반으로 (normal, tangential, bi-tangential) 좌표계(또는 로컬 좌표계라 함)로의 변환이 수행될 수 있다. 이때 노말 벡터는 세분화된 각 정점마다 주변 정점의 지오메트리 정보 및 연결정보를 기반으로 계산될 수 있다.

[325] 실시예들에 따르면, 메쉬 복원부(15016)는 메쉬 세분화부(15015)에서 세분화된 메쉬와 변위 벡터 좌표계 역변환부(15020)에서 출력되는 복원된 변위 벡터를 기반으로 메쉬를 복원한다.

[326] 실시예들에 따르면, 수신되어 디멀티플렉싱된 텍스처 맵 비트스트림은 텍스처 맵 디코더(15021)로 입력된다. 실시예들에 따르면, 텍스처맵 디코더(15021)에서는 2D 스케일러블 디코더를 통해 텍스처 맵을 디코딩할 수 있다. 즉, 텍스처 맵 디코더(15021)는 텍스처맵에 2D 스케일러블 디코딩을 적용하여 텍스처 맵을 복원할 수 있다.

[327] 이와 같이 송신 장치의 동적 메쉬 인코더에서 인코딩된 베이스 메쉬 비트스트림, 변위벡터 비트스트림, 텍스처 맵 비트스트림이 전송되면, 수신 장치의 디코더에서는 각각의 비트스트림을 디코딩하는 과정을 거쳐 메쉬를 복원하게 된다. 먼저 베이스메쉬는 인터, 인트라 프레임 여부에 따라 모션 벡터 또는 스태틱 메쉬 디코더에서 디코딩되고, 세분화를 거쳐 디코딩된 변위벡터 정보와 함께 지오메트리 정보를 복원하게 된다.

[328] 본 개시에서는 변위 벡터 계수 디코딩부에서 여러 포맷(예, YUV 4:4:4, YUV 4:2:0, YUV 4:0:0)으로 패킹 되어 전송된 2D 이미지 프레임으로부터 노말, 탄젠셜 성분의 변위 벡터를 복원하고, 바이-탄젠셜 성분을 계산하는 디코딩 방법에 대해 아래에서 설명하기로 한다. 즉, 각 단계별 수행되는 원리는 아래에 자세히 설명한다.

[329] 도 28은 실시예들에 따른 변위 벡터 디코더의 일 예시를 보인 구성 블록도이다. 도 28에서 변위 벡터 디코더(15017)는 비디오 디코딩부(16011), 변위 벡터 계수 역패킹부(16012), 변위 벡터 계수 역양자화부(16013), 및 변위 벡터 역변환부(16014)를 포함할 수 있다. 도 28의 각 구성요소는 하드웨어, 소프트웨어, 프로세서, 및/또는 그것들의 조합에 대응한다. 도 28에서 각 블록의 수행 순서는 변경될 수 있으며, 일부 블록은 생략될 수 있고, 일부 블록은 새로 추가될 수 있다.

[330] 실시예들에 따르면, 비디오 디코딩부(16011)는 변위벡터 비트스트림을 입력으로 받아 2D 비디오 코덱을 통해 변위벡터계수 이미지/비디오에 대한 디코딩을 수행한다. 그리고, 비디오 디코딩부(16011)를 통해 복원된 복원 변위벡터계수 비디오는 변위벡터계수 역패킹부(16012)에서 각 프레임 별로 변위벡터계수 역패킹(또는 언패킹이라 함) 수행을 통해 복원메쉬의 각 정점에 대응하는 변위벡터계수 할당을 수행할 수 있다.

[331] 본 개시에서 변위벡터계수 역패킹부(16012)는 현재 메쉬 프레임에 해당하는 복원 변위벡터계수 이미지로부터 인코더/디코더 약속에 의해 정의된 스캐닝 순서 또는 상위 레벨 단위(시퀀스, 프레임 등)로 파싱 받은 스캐닝 순서에 따라 역패킹을 수행할 수 있다. 즉, 변위 벡터 계수 역패킹부(16012)는 인코더/디코더의 약속에 의해 정의된 스캐닝 순서로 역패킹을 수행할 수도 있고, 또는 변위벡터계수의 특성에 따라 스캐닝 순서를 유도하여 역패킹을 수행할 수도 있고, 또는 스캐닝 순서를 송신 장치의 인코더로부터 전송 받을 수도 있다.

[332] 예를 들어, 도 19와 같이 bx*by 단위로 특정 스캐닝 순서에 따라 패킹 된 변위벡터계수 블록과, 하나의 블록 내에서 특정 순서(2D Morton Code 또는 Zig-zag scan 등)에 따라 패킹 된 변위벡터계수는 인코더/디코더 약속 또는 파싱 받은 블록의 크기 bx, by 및 L, M 그리고 스캐닝 순서에 따라 k번째 정점의 변위벡터 계수를 유도할 수 있다.

[333] 다음은 도 21 내지 도 26에서와 같이 다양한 포맷(예, YUV 4:4:4, YUV 4:2:0, YUV 4:0:0)으로 변위벡터계수들이 2D 이미지 프레임에 패킹되어 전송된 경우, 변위 벡터 계수 역패킹부(16012)에서 역패킹을 수행하여 2D 이미지 프레임으로부터 노말, 탄젠셜 성분의 변위 벡터 계수를 복원하고, 이를 기반으로 바이-탄젠셜 성분을 복원하는 방법에 대해 설명한다.

[334] 도 29(a), 도 29(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:4:4 포맷으로 패킹된 변위 벡터 계수를 역패킹하는 일 예시를 보인 도면이다. 좀 더 구체적으로, 도 29(a), 도 29(b)는 수신된 시그널링 정보로부터 파싱된 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)의 값이 YUV 4:4:4 포맷임을 지시하고 (ColourSpace_displacement_video = YUV444)(예, value=3), 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보 (Bi_tangent_skip_flag)의 값이 0일 때의 역패킹 방법이다. 즉, 도 29(a)와 같이 송신 장치(예, 변위 벡터 계수 패킹부(12013))에서 바이-탄젠셜 성분의 패킹이 스킵되지 않은 경우이다. 그리고 4개의 정점의 변위 벡터 계수를 예로 들 때, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들의 노말 성분(N_1-N_4), 탄젠셜 성분(T_1-T_4), 바이-탄젠셜 성분(B_1-B_4)이 Y 채널, U 채널, V 채널에 각각 패킹된 경우이다.

[335] 이 경우, 변위벡터계수 역패킹부(16012)는 도 29(b)와 같이 YUV 4:4:4 포맷으로 Y, U, V 채널의 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분에 대해 각각 복원을 수행할 수 있다. 즉, 복원된 Y, U, V 채널의 변위벡터계수들은 각각 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분으로 블록 내 특정순서(displacement_scan_method)에 따라 복원할 수 있다. 그리고, YUV 4:4:4 포맷의 경우 송신 장치에서 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분의 모든 값들을 전송하기 때문에, 인코딩 이전의 데이터와 디코딩한 결과가 동일할 수 있다.

[336] 도 30(a), 도 30(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:4:4 포맷으로 패킹된 변위 벡터 계수를 역패킹하는 다른 예시를 보인 도면이다. 좀 더 구체적으로, 도 30(a), 도 30(b)는 수신된 시그널링 정보로부터 파싱된 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)의 값이 YUV 4:4:4 포맷임을 지시하고 (ColourSpace_displacement_video = YUV444)(예, value=3), 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보 (Bi_tangent_skip_flag)의 값이 1일 때의 역패킹 방법이다. 즉, 도 30(a)와 같이 송신 장치(예, 변위 벡터 계수 패킹부(12013))에서 바이-탄젠셜 성분의 패킹이 스킵된 경우이다. 그리고 4개의 정점의 변위 벡터 계수를 예로 들 때, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들의 노말 성분(N_1-N_4)과 탄젠셜 성

분(T_1-T_4)은 Y 채널과 U 채널에 각각 패킹되고, V 채널에는 바이-탄젠셜 성분(B_1-B_4) 대신 중간값(M)이 패킹된 경우이다. 즉, Bi_tangent_skip_flag의 값이 1이면, 도 30(a)와 같이 Y, U 채널에는 각각 노말, 탄젠셜 성분의 변위벡터계수로 구성되어 있고, V 채널에는 중간값(M)으로 이루어져 있을 수 있다. 만일 변위벡터 비디오 이미지의 bitDepth가 10bits라고 가정하면, 1024의 중간 값인 512가 V 채널의 M값일 수 있다.

[337] 이 경우, 변위벡터계수 역패킹부(16012)는 도 30(b)와 같이 YUV 4:4:4 포맷으로 Y, U, V 채널의 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분에 대해 각각 복원을 수행할 수 있다. 즉, Y, U 채널의 변위벡터계수들은 각각 노말, 탄젠셜 성분으로 블록 내 특정 순서(displacement_scan_method)에 따라 복원하고, V 채널의 중간값을 가진 변위벡터계수들은 0의 값을 바이-탄젠셜 성분으로 복원할 수 있다. 또는 바이-탄젠셜 성분 값은 복원이 수행되지 않고 초기 값으로 0을 가질 수도 있다. 그리고, 송신 장치에서 노말과 탄젠셜 성분의 모든 값들을 전송하기 때문에, 노말과 탄젠셜 성분의 인코딩 이전의 데이터와 디코딩한 결과가 동일할 수 있다.

[338] 도 31(a), 도 31(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:2:0 포맷으로 패킹된 변위 벡터 계수를 역패킹하는 일 예시를 보인 도면이다. 좀 더 구체적으로, 도 31(a), 도 31(b)는 수신된 시그널링 정보로부터 파싱된 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)의 값이 YUV 4:2:0 포맷임을 지시하고 (ColourSpace_displacement_video = YUV420)(예, value=2), 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보 (Bi_tangent_skip_flag)의 값이 0일 때의 역패킹 방법이다. 즉, 도 31(a)와 같이 송신 장치(예, 변위 벡터 계수 패킹부(12013))에서 바이-탄젠셜 성분의 패킹이 스킵되지 않은 경우이다. 그리고 4개의 정점의 변위 벡터 계수를 예로 들 때, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들의 노말 성분(N_1-N_4)은 Y 채널로 패킹되고, 4개의 정점 당 1개의 정점의 변위 벡터 계수의 탄젠셜 성분(T)은 U 채널에, 4개의 정점 당 1개의 정점의 변위 벡터 계수의 바이-탄젠셜 성분(B)이 V 채널에 패킹된 경우이다.

[339] 이 경우, 변위벡터계수 역패킹부(16012)는 도 31(b)와 같이 YUV 4:2:0 포맷으로 Y, U, V 채널의 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분에 대해 각각 복원을 수행할 수 있다. 이때, U, V 채널의 탄젠셜 및 바이-탄젠셜 성분에 대해서는 송신 장치에서 샘플링되어 전송된다고 가정하면(예, 4개의 정점 당 1개의 정점이 샘플링됨), 인코더와 미리 약속된 샘플링 방법을 통해 U 채널의 탄젠셜 성분(T'_1-T'_4)과 V 채널의 바이-탄젠셜 성분(B'_1-B'_4)이 복원될 수 있다. 또는, 인코더와 미리 약속된 방법으로 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분 모두 Y 채널로부터 복원할 수도 있다. 그리고, 송신 장치에서 노말 성분의 모든 값들을 전송하기 때문에, 노말 성분의 인코딩 이전의 데이터와 디코딩한 결과가 동일할 수 있다. 이때, 복원된 Y, U, V 채널의 변위벡터계수들은 각각 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분으로 블록 내 특정순서(displacement_scan_method)에 따라 복원할 수 있다.

[340] 도 32(a), 도 32(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:2:0 포맷으로 패킹된 변위 벡터 계수를 역패킹하는 다른 예시를 보인 도면이다. 좀 더 구체적으로, 도 32(a), 도 32(b)는 수신된 시그널링 정보로부터 파싱된 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)의 값이 YUV 4:2:0 포맷임을 지시하고 (ColourSpace_displacement_video = YUV420)(예, value=2), 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보 (Bi_tangent_skip_flag)의 값이 1일 때의 역패킹 방법이다. 즉, 도 32(a)와 같이 송신 장치(예, 변위 벡터 계수 패킹부(12013))에서 바이-탄젠셜 성분의 패킹이 스킵된 경우이다. 그리고, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들을 예로 들 때, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들의 노말 성분(N_1-N_4)과 탄젠셜 성분(T_1-T_4)이 Y 채널에 패킹되고, U 채널과 V 채널에는 각각 중간값(M)이 패킹된 경우이다. 이를 위해, 송신 장치에서는 패킹 프레임 이미지 높이(H)의 2배만큼 Y 채널의 높이를 늘려준 후 패킹을 수행한다.

[341] 이 경우, 변위벡터계수 역패킹부(16012)는 도 32(b)와 같이 앞서 계산된 패킹 프레임의 높이(H) 정보를 이용하여 Y 채널의 0부터 H 까지는 노말 성분으로, H+1부터 2H 까지는 탄젠셜 성분으로 복원할 수 있다. 그리고, Y 채널의 노말, 탄젠셜 성분의 변위벡터계수들은 각각 블록 내 특정순서(displacement_scan_method)에 따라 복원될 수 있다. 이때, U 채널의 중간값은 복원 과정에서 쓰이지 않을 수 있다. 이는 탄젠셜 성분의 변위 벡터 계수들이 Y 채널에서 복원되었기 때문이다. 또한, V 채널의 중간값을 가진 변위벡터계수들은 0의 값을 바이-탄젠셜 성분으로 복원할 수 있다. 또는 바이-탄젠셜 성분 값은 V 채널로부터 복원이 수행되지 않고 초기 값으로 0을 가질 수도 있다. 즉, 역패킹 후 바이-탄젠셜 성분의 값은 모두 0이 될 수 있다. 다시 말해, 송신 장치의 변위 벡터 계수 패킹부(12013)에서 패킹이 스킵된 바이-탄젠셜 성분은 수신 장치의 변위 벡터 계수 역패킹부(16012)에서 0으로 복원될 수 있다. 이때, 도 32(a)와 같이 송신 장치에서 노말 성분과 탄젠셜 성분의 모든 값들을 Y 채널을 통해 전송하기 때문에, 노말 성분과 탄젠셜 성분의 인코딩 이전의 데이터와 디코딩한 결과가 동일할 수 있다.

[342] 도 33(a), 도 33(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:0:0 포맷으로 패킹된 변위 벡터 계수를 역패킹하는 일 예시를 보인 도면이다. 좀 더 구체적으로, 도 33(a), 도 33(b)는 수신된 시그널링 정보로부터 파싱된 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)의 값이 YUV 4:0:0 포맷임을 지시하고 (ColourSpace_displacement_video = YUV400)(예, value=1), 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보 (Bi_tangent_skip_flag)의 값이 0일 때의 역패킹 방법이다. 즉, 도 33(a)와 같이 송신 장치(예, 변위 벡터 계수 패킹부(12013))에서 바이-탄젠셜 성분의 패킹이 스킵되지 않은 경우이다. 그리고, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들을 예로 들 때, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들의 노말 성분(N_1-N_4)만 Y 채널에 성분별로 패킹된 경우이다. 이때, 탄젠셜 성분과 바이-탄젠셜 성분은 패킹 및 전송이 수행되지 않는다. 따라서, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분의 역패킹은 수행되지 않는다.

[343] 즉, 변위벡터계수 역패킹부(16012)는 도 33(b)와 같이 YUV 4:0:0 포맷으로 Y 채널의 노말 성분에 대해서만 복원을 수행할 수 있다. 이때, 복원된 Y 채널의 변위 벡터계수들은 노말 성분으로 블록 내 특정순서(displacement_scan_method)에 따라 복원할 수 있다. 그리고, 송신 장치에서 노말 성분의 모든 값들을 전송하기 때문에, 노말 성분의 인코딩 이전의 데이터와 디코딩한 결과가 동일할 수 있다.

[344] 도 34(a), 도 34(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:0:0 포맷으로 패킹된 변위 벡터 계수를 역패킹하는 다른 예시를 보인 도면이다. 좀 더 구체적으로, 도 34(a), 도 34(b)는 수신된 시그널링 정보로부터 파싱된 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)의 값이 YUV 4:0:0 포맷임을 지시하고 (ColourSpace_displacement_video = YUV400)(예, value=1), 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보 (Bi_tangent_skip_flag)의 값이 0일 때의 역패킹 방법이다. 즉, 도 34(a)와 같이 송신 장치(예, 변위 벡터 계수 패킹부(12013))에서 바이-탄젠셜 성분의 패킹이 스킵되지 않은 경우이다. 그리고, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들을 예로 들 때, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들의 노말 성분(N_1-N_4), 탄젠셜 성분(T_1-T_4), 바이-탄젠셜 성분(B_1-B_4)이 모두 Y 채널에 성분별로 패킹된 경우이다. 이를 위해, 송신 장치에서는 패킹 프레임 이미지 높이(H)의 3배만큼 Y 채널의 높이를 늘려준 후 패킹을 수행한다.

[345] 이 경우, 변위벡터계수 역패킹부(16012)는 도 34(b)와 같이 앞서 계산된 패킹 프레임의 높이(H) 정보를 이용하여 Y 채널의 0부터 H 까지는 노말 성분으로, H+1부터 2H 까지는 탄젠셜 성분으로, 2H+1부터 3H 까지는 바이-탄젠셜 성분으로 복원할 수 있다. 그리고, Y 채널의 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분의 변위벡터계수들은 각각 블록 내 특정순서(displacement_scan_method)에 따라 복원될 수 있다. 즉, 인코더와의 약속에 의해 Y 채널에 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분이 전송될 수 있고, 변위벡터계수 역패킹부(16012)는 Y 채널로부터 각각 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분을 복원할 수 있다.

[346] 도 35(a), 도 35(b)는 실시예들에 따른 YUV 4:0:0 포맷으로 패킹된 변위 벡터 계수를 역패킹하는 또 다른 예시를 보인 도면이다. 좀 더 구체적으로, 도 35(a), 도 35(b)는 수신된 시그널링 정보로부터 파싱된 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)의 값이 YUV 4:0:0 포맷임을 지시하고 (ColourSpace_displacement_video = YUV400)(예, value=1), 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보 (Bi_tangent_skip_flag)의 값이 1일 때의 역패킹 방법이다. 즉, 도 35(a)와 같이 송신 장치(예, 변위 벡터 계수 패킹부(12013))에서 바이-탄젠셜 성분의 패킹이 스킵된 경우이다. 그리고, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들을 예로 들 때, 4개의 정점의 변위 벡터 계수들의 노말 성분(N_1-N_4)과 탄젠셜 성분(T_1-T_4)이 모두 Y 채널에 성분별로 패킹된 경우이다. 이를 위해, 송신 장치에서는 패킹 프레임 이미지 높이(H)의 2배만큼 Y 채널의 높이를 늘려준 후 패킹을 수행한다.

[347] 이 경우, 변위벡터계수 역패킹부(16012)는 도 35(b)와 같이 앞서 계산된 패킹 프레임의 높이(H) 정보를 이용하여 Y 채널의 0부터 H 까지는 노말 성분으로, H+1 부터 2H 까지는 탄젠셜 성분으로 복원할 수 있다. 그리고, Y 채널의 변위벡터계수들은 블록 내 특정순서(displacement_scan_method)에 따라 복원될 수 있다. 즉, 인코더와의 약속에 의해 Y 채널에 노말, 탄젠셜 성분이 전송될 수 있고, 변위벡터계수 역패킹부(16012)는 Y 채널로부터 각각 노말 성분과 탄젠셜 성분을 복원할 수 있다. 이때, 도 35(a)와 같이 송신 장치에서 노말 성분과 탄젠셜 성분의 모든 값들을 Y 채널을 통해 전송하기 때문에, 노말 성분과 탄젠셜 성분의 인코딩 이전의 데이터와 디코딩한 결과가 동일할 수 있다.

[348] 도 29 내지 도 35의 역패킹 방법 중 적어도 하나의 방법으로 역패킹된 변위 벡터계수들은 변위벡터계수 역양자화부(16013)로 제공된다.

[349] 실시예들에 따르면, 변위벡터계수 역양자화부(16013)는 변위벡터계수 역패킹부(16012)에서 복원된 변위 벡터 계수들을 역양자화할 수 있다.

[350] 실시예들에 따르면, 변위벡터 역변환부(16014)는 역양자화된 변위 벡터 계수들에 대해 송신 장치의 인코더에서 수행된 변환의 역변환을 수행하여 변위 벡터들을 출력한다. 실시예들에 따르면, 리프팅 역변환, 웨이블릿 역변환 등이 수행될 수 있다. 만일, 변위 벡터 역변환부(16014)에서 리프팅 역변환이 수행되는 경우, 파싱받은 잔차 신호를 통해 인코더에서 예측에 사용된 정점의 변위 벡터를 업데이트 하는 과정이 수행될 수 있다.

[351] 좀 더 구체적으로, 변위벡터 역변환부(16014)는 변위벡터계수 역패킹부(16012)를 통해 정점 단위로 할당된 변위벡터계수 또는 역양자화된 변위벡터계수의 역변환을 수행한다. 변환은 실시예에 따라 리니터 리프팅(linear lifting) 변환, 버터플라이 리프팅(butterfly lifting) 변환, 웨이블릿 변환 등이 적용될 수 있다. 예를 들어, 시그널링 정보(ASPS)에 시그널링된 asps_vmc_ext_transform_method의 값이 1이면 변환 방법으로 Linear_Lifting이 사용됨었음을 지시할 수 있다.

[352] 만일 리프팅 역변환이 수행되는 경우 k번째 세분화 레벨의 정점 R_k를 예측 수행 시 예측자로 R_t(t<k 또는 t<=k)의 세분화 정점 변위 벡터를 통해 k번째 세분화 레벨의 변위벡터 예측을 수행할 수 있다.

[353] 실시예들에 따라 변위벡터의 예측 수행 시 현재 정점보다 세분화 레벨이 낮은 정점 중 연결정보를 기반으로 가까운 n개의 점을 평균 또는 거리기반 가중평균 예측을 수행할 수 있다.

[354] 실시예들에 따라 메쉬 세분화 단계에서 현재 정점을 생성하기 위해 사용한 n개의 정점의 변위 벡터를 기반으로 예측을 수행할 수 있다.

[355] 또한, 리프팅 역변환이 수행되는 경우 파싱 받은 잔차 신호를 통해 인코더에서 예측에 사용된 정점의 변위 벡터를 업데이트 하는 과정이 수행될 수 있다.

[356] 좀 더 구체적으로, 변위벡터계수 역양자화부(16013)는 변위벡터계수 역패킹부(16012)를 통해 정점 단위로 할당된 변위벡터계수 또는 역변환이 수행된 변위벡터계수에 대해 역양자화를 수행한다. 실시예들에 따라 각 성분(Normal,

Tangential, Bi-tangential) 별 양자화 파라미터(QP)는 시퀀스 또는 프레임 단위로 전송받아 양자화율을 결정할 수 있다.

[357] 만일, 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 모드인 경우(Bi_tangent_skip_flag=1), 변위벡터계수 역양자화부(16013)는 노말 성분과 탄젠셜 성분에 대해서만 역양자화를 수행하고 바이-탄젠셜 성분에 대해서는 역양자화 수행을 스킵할 수 있다.

[358] 실시예들에 따라 변위벡터계수는 각 축마다 다른 양자화 파라미터를 통해 양자화가 수행될 수 있으며 인코더/디코더 약속에 의해 양자화 파라미터 또는 스케일링 파라미터를 유도하여 LoD 레벨 별로 양자화율을 결정할 수 있다.

[359] 실시예들에 따르면, 역변환된 변위 벡터 또는 역양자화된 변위벡터계수는 변위벡터 좌표계 역변환부(15020)로 제공된다.

[360] 실시예들에 따르면, 변위벡터 좌표계 역변환부(15020)에서, 프레임시퀀스 또는 GOF(Group of Frames) 또는 프레임 또는 서브메쉬 단위로 시그널링 정보에 포함된 좌표계 변환 여부 플래그(asps_vmc_ext_displacement_coordinate_system)를 파싱하여, 그 값이 1이면 역양자화된(또는 역변환된) 복원 변위벡터를 로컬 좌표계(n,t,b)에서 canonical 좌표계(x,y,z)로 역변환을 수행할 수 있다.

[361] 그리고, 복원 베이스 메쉬의 복원 정점 위치정보를 기반으로 정점당 노말 벡터를 계산하고, 세분화 과정을 통해 추가로 생성되는 정점에 대해 계산된 복원 베이스 메쉬의 정점 노말 벡터를 통해 보간하여 새로 생성되는 정점의 노말값을 할당할 수 있다.

[362] 이때, 보간의 경우 세분화에 사용된 베이스 메쉬의 노말정보를 평균 또는 거리 기반 가중합 하여 보간을 수행할 수 있다. 또는, 동일한 평면의 세분화된 정점들에 대해 베이스 메쉬의 노말 정보를 그대로 사용할 수 있다.

[363] 그리고, 계산된 정점당 노말 벡터를 통해 노말 벡터와 직교하는 탄젠셜, 바이-탄젠셜 벡터를 계산하고 변위벡터 좌표계 역변환을 수행할 수 있다. 하기의 수학식 4의 $disp_n[0]$, $disp_n[1]$은 역변환 및 역양자화를 수행하여 얻어진 노말, 탄젠셜 성분의 결과를 의미한다. 이때, 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분은 모두 서로 직교하는 성질을 이용하여, 노말 성분과 탄젠셜 성분의 최종 변위벡터 외적을 통해 바이-탄젠셜 성분의 변위벡터를 계산해 낼 수 있다. 또는 Linear Regression, Multiple Regression 등의 방법을 통해 바이-탄젠셜 성분의 변위벡터를 유도하여 계산을 수행할 수 있다.

[364] [수학식 4]

[365]

$$\overrightarrow{disp_{xyz}} = disp_n[0] * \vec{n} + disp_n[1] * \vec{t} + disp_n[2] * \vec{b}$$

[366] 만일, 송신 장치에서 YUV 4:0:0 포맷으로 변위벡터계수들이 패킹 된 경우에는 탄젠셜(t), 바이-탄젠셜(b) 성분이 U, V 채널을 통해 전송되지 않기 때문에 좌표계 역변환을 위한 수학식 4는 $\overrightarrow{disp_{xyz}} = disp_n[0] * \vec{n}$로 표현될 수 있다. 이때는 n 성분의

역양자화 및 역변환 수행한 결과와 계산된 정점당 노말 벡터를 곱하여 좌표계 역변환을 수행할 수 있다.

[367] 또한, 동일한 정점 좌표에 대해서 역변환 수행한 결과가 여러 개 인 경우에는 모두 합산한 값이 최종 변위벡터의 값이 될 수 있다. 실시예에 따라 플래그 전송 없이 항상 좌표계 역변환을 수행할 수 있다.

[368] 도 27에서 메쉬 복원부(15016)는 메쉬 세분화부(15015)에서 세분화 과정을 통해 생성된 정점들에 복원 변위벡터를 더하여 복원 메쉬의 정점 지오메트리 정보를 계산하고 복원할 수 있다.

[369] 실시예들에 따르면, 송신 장치(또는 송신 장치의 인코더)에서 시그널링 정보는 메타데이터 처리부(도시되지 않음, 메타데이터 제너레이터 등으로 지칭 가능)에서 생성되어 송신 장치 내 해당 블록들 및/또는 수신 장치(또는 수신 장치의 디코더)로 제공될 수 있고, 수신 장치의 메타데이타 파서(도시되지 않음)에서는 수신되는 시그널링 정보를 파싱하여 해당 블록들에 제공할 수 있다. 실시예들에 따르면, 수신 장치의 각 블록은 시그널링 정보에 기반하여 각 동작을 수행할 수 있다.

[370] 도 36은 실시예들에 따른 비트스트림 내 시그널링 정보 중 아틀라스 시퀀스 파라미터 세트(ASPS)의 구조의 일 예시를 보인 도면이다. 특히, 도 36은 아틀라스 시퀀스 파라미터 셋트 확장 RBSP 신택스 및 시멘틱스(Atlas sequence parameter set extension RBSP Syntax & Semantics) 구조의 일 예시를 보인 도면이다. 즉, ASPS는 아틀라스 시퀀스 파라미터에서 확장되어 변위 벡터 인코딩에 관한 파라미터를 더 포함할 수 있다.

[371] 변위벡터 좌표계 변환 여부 플래그(asps_vmc_ext_displacement_coordinate_system)는 변위벡터 좌표계 변환여부를 식별할 수 있는 정보로서, 변위벡터 인코딩에 관한 좌표계의 타입을 나타낸다. 예를 들어, 변위벡터 좌표계 변환 여부 플래그 (asps_vmc_ext_displacement_coordinate_system) 신택스(또는 필드라 함)의 값이 0이면 송신 장치에서 canonical 좌표계를 그대로 사용하고, 1이면 local 좌표계로 변환이 이루어진 것을 지시할 수 있다. 따라서, 변위벡터 좌표계 역변환부(15020)에서는 좌표계 변환 여부 플래그(asps_vmc_ext_displacement_coordinate_system)의 값이 1이면 역양자화된(또는 역변환된) 복원 변위벡터를 로컬 좌표계(n,t,b)에서 canonical 좌표계(x,y,z)로 역변환을 수행할 수 있다.

[372] 변위벡터 변환 방법(asps_vmc_ext_transform_method)는 변위벡터를 변환하는 방법을 나타낸다. 예를 들어, 이 값이 0이면 변환이 수행되지 않았음을 나타내고 (=None), 이 값이 1이면 변환 방법으로 Linear_Lifting을 사용하였음을 나타낼 수 있다.

[373] 변위벡터계수 패킹 방법(ext_packing_method)은 변위벡터계수의 패킹 방법을 나타낸다. 예를 들어, 이 값이 0이면 오름차순으로 변위벡터계수를 패킹하고, 1이면 내림차순으로 변위벡터계수를 패킹하였음을 나타낼 수 있다.

[374] 변위벡터 부호화 방법(asps_vmc_ext_displacement_method)은 변위벡터의 인코딩 방법을 나타낸다. 예를 들어, 이 값이 0이면 None(변위벡터 인코딩 없음), 1이

면 산술 코딩(Arithmetic Coding), 2이면 비디오 코딩(Video Coding) 방식에 의해 변위벡터가 인코딩되었음을 나타낸다.

[375] 만일, 변위벡터 부호화 방법(asps_vmc_ext_displacement_method)이 VIDEO CODING을 지시하면, LoD 별 변위벡터 패킹 방법(asps_vmc_ext_displacement_LoD_packing_method)과 변위벡터 관련 패킹 정보(asps_vmc_ext_displacement_packing_info())가 포함될 수 있다.

[376] LoD 별 변위벡터 패킹 방법(asps_vmc_ext_displacement_LoD_packing_method)은 변위벡터의 LoD 별 패킹 방법을 나타낸다. 예를 들어, 이 값이 0이면 전체레벨 패킹 프레임 구성에 기초하여, 1이면 레벨 별 패킹 프레임 구성에 기초하여 변위벡터를 패킹하였음을 나타낸다.

[377] 변위벡터 관련 패킹 정보(asps_vmc_ext_displacement_packing_info())는 도 37에서와 같이 변위벡터 스캔 방법(displacement_scan_method), 변위벡터 비디오 이미지의 단위 블록 수(displacementVideoBlockSize), 단위 블록의 크기 정보(geometryVideoBlockSize) 그리고 비트 뎁스(bit depth) 정보(geometryVideoBitDepth), 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video), 및 변위벡터 바이-탄젠셜 성분 이미지 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보(bi_tangent_skip_flag)를 포함할 수 있다.

[378] 도 37은 실시예들에 따른 비트스트림 내 시그널링 정보 중 아틀라스 시퀀스 파라미터 세트(ASPS)의 구조의 다른 예시를 보인 도면이다. 즉, 도 37은 ASPS에 포함되는 변위벡터 관련 패킹 정보(asps_vmc_ext_displacement_packing_info())의 신택스 구조의 일 예시로서, 도 36의 asps_vmc_extension( )에 포함될 수 있다.

[379] 도 37에서 변위벡터 스캔 방법(displacement_scan_method)은 변위벡터 패킹 시 스캔 순서 방법을 나타낸다. 예를 들어, displacement_scan_method의 값이 0이면 2D Morton Code로 변위벡터를 스캔함을 나타내고, 1이면 Zig-zag scan 순서로 변위벡터를 스캔함을 나타낸다.

[380] 지오메트리 비디오 블록 크기(geometryVideoBlockSize)는 변위벡터 비디오 이미지 블록 사이즈를 나타낸다. 예를 들어, 이 값은 bx*by 블록 개수를 나타낼 수 있고, default값은 16일 수 있다.

[381] 지오메트리 비디오 비트뎁스(geometryVideoBitDepth)는 변위벡터 비디오 이미지 비트 뎁스 단위를 나타낸다. 디폴트 값으로 10비트일 수 있다. 이 값에 의해 변위벡터계수들의 패킹시 중간값을 결정할 수 있다.

[382] 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)는 변위벡터 비디오 패킹 이미지 포맷을 나타낸다. 예를 들어, 이 값이 0이면 None(변위벡터 비디오 패킹의 이미지 포맷이 없음), 1이면 yuv400 포맷, 2이면 yuv420 포맷, 3이면 yuv444 포맷에 기초하여 변위벡터계수들을 패킹함을 나타낸다.

[383] 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부 플래그 (Bi_tangent_skip_flag)는 변위벡터 바이-탄젠셜 성분 이미지 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보이다. 이 값이 0이면 스킵하지 않음을 지시하고, 1이면 스킵하였음을 지시할 수 있다.

[384] 도 38은 실시예들에 따른 송신 방법의 일 예시를 보인 흐름도이다. 실시예들에 따른 송신 방법은 메쉬 데이터를 인코딩하는 단계(21011)와 인코딩된 메쉬 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계(21012)를 포함할 수 있다. 단계(21012)에서 전송되는 비트스트림은 베이스 메쉬 비트스트림, 변위 벡터 비트스트림, 및 텍스처 맵 비트스트림을 포함하는 것을 일 실시예로 한다.

[385] 실시예들에 따르면, 메쉬 데이터를 인코딩하는 단계(21011)는 베이스 메쉬를 인코딩하는 과정, 변위 벡터 또는 변위 벡터 변환 계수들을 인코딩하는 과정, 텍스처 맵을 인코딩하는 과정을 포함할 수 있다.

[386] 즉, 베이스 메쉬를 인코딩하는 과정에서는 우선 전송하고자 하는 원본 메쉬를 단순화 및 메쉬 파라미터라이제이션을 거쳐 베이스 메쉬를 생성한다. 생성된 베이스 메쉬는 양자화 되고, 인터 프레임인 경우에는 이전 참조 복원 베이스 메쉬로부터 모션 벡터를 계산하여 움직임 벡터를 인코딩하며, 인트라 프레임인 경우에는 스태틱 메쉬 인코딩을 통해 인코딩하여 베이스 메쉬 비트스트림으로 전송한다.

[387] 그리고 변위 벡터(또는 변위 정보)를 인코딩하는 과정에서는 메쉬 단순화를 거쳐 단순화된 메쉬를 세분화 및 피팅한 메쉬 데이터와, 앞서 인코딩 된 베이스 메쉬로부터 복원된 메쉬 데이터 간의 변위벡터를 계산한다. 계산된 변위벡터를 효율적으로 인코딩 하기 위해 변위벡터 좌표계를 로컬 좌표계로 변환하고, 로컬 좌표계의 변위벡터를 변위벡터계수로 변환 및 양자화한 후 변위벡터 비트스트림으로 인코딩하여 전송한다.

[388] 다음은 변위벡터 인코딩 과정 중 비디오 이미지 포맷 별로 변위벡터계수 이미지 패킹을 수행하는 과정에 대해서는 보다 더 상세하게 설명하기로 한다.

[389] 먼저, 로컬 좌표계로 변환된 변위벡터들에 대해 변위벡터 변환부(12011)에서 linear lifting 변환, butterfly lifting 변환 등을 수행하여 변위벡터계수로 변환할 수 있다. 또한, 로컬 좌표계로 표현된 (n,t,b)의 변위 벡터들은 각각의 노멀, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분 별로 변환이 수행될 수 있다. 변위벡터 변환부(12011)에서 변환이 수행된 변위벡터계수들은 변위벡터 양자화부(12012)에서 양자화 될 수 있으며, 이때 각 채널별로 개별적인 값으로 양자화가 될 수 있다. 만일, 변위벡터계수 패킹부(12013)에서 바이-탄젠셜성분에 대해 패킹을 수행하지 않을 경우에는, 바이-탄젠셜성분에 대해 변위 벡터 변환부(12011)와 변위벡터 양자화부(12012)에서 lifting 변환 및 양자화 과정이 수행되지 않을 수 있고, Bi_tangent_skip_flag의 값을 0으로 시그널링 할 수 있다. 본 개시는 bi_tangent_skip_flag를 바이-탄젠셜 성분 패킹 스킵 여부를 식별하기 위한 정보라 지칭한다. 그리고, bi_tangent_skip_flag는 도 37에서와 같이 시그널링 정보(예, 아틀라스 시퀀스 파라미터 세트)에 시그널링되어 전송되는 것을 일 실시예로 한다.

[390] 전술한 바와 같이 양자화된 변위벡터계수들은 변위벡터계수 패킹부(12013)에서 W×H 크기의 2D 이미지로 패킹을 수행하는 과정을 거치게 된다. 예를 들어, 도 17과 같이 변위벡터계수들이 1D 형태의 LoD 오름차수로 구성되어있다

면, 도 18과 같이 2D 형태로 이미지 패킹이 수행된다. 이때, Bx*by 크기를 하나의 블록으로 구성하고, 변위벡터계수들의 개수 N에 따라 결정된 L*M 개의 블록으로 변위벡터 비디오 이미지를 구성할 수 있다. 그리고, L과 M을 유도할 수 있도록 변위벡터 비디오 이미지의 단위 블록 수(displacementVideoBlockSize)와 단위 블록의 크기 정보(geometryVideoBlockSize) 그리고 bit depth 정보(geometryVideoBitDepth)를 도 37에서와 같이 시그널링 정보(예, 아틀라스 시퀀스 파라미터 세트)에 시그널링 할 수 있다. 블록 내부는 zig-zag scan 순서 또는 2D Morton code 순서 등으로 변위벡터계수가 패킹 될 수 있으며, 변위벡터 패킹 순서 정보(displacement_scan_method)를 도 37에서와 같이 시그널링 정보(예, 아틀라스 시퀀스 파라미터 세트)에 시그널링 할 수 있다. 이때, 각 LoD 별 기본 블록 또는 전체 2D 비디오 이미지의 크기를 맞추기 위해 이미지의 중간값 또는 마지막 변위벡터계수 값 등으로 패딩이 수행될 수 있다. 각 변위벡터계수는 노말 성분, 탄젠셜 성분, 바이-탄젠셜 성분으로 구성될 수 있으며, 일부 성분은 패킹 과정에서 스킵될 수 있다. 2D 이미지 패킹을 수행하기 위해 YUV 4:4:4, YUV 4:2:0, YUV 4:0:0 등의 포맷을 선택하고 이미지 패킹 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)를 시그널링 할 수 있다. 본 개시는 설명의 편의를 위해 YUV 4:4:4는 제1 포맷, YUV 4:2:0는 제2 포맷, YUV 4:0:0는 제3 포맷이라 지칭한다.

[391] YUV 4:4:4 포맷을 사용하고 바이-탄젠셜 성분 패킹을 skip하지 않는 경우에는, 도 21(a), 도 21(b)에서와 같이 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분의 값 그대로 각각 Y, U, V 채널로 패킹을 수행하게 되며, ColourSpace_displacement_video (value=3), Bi_tangent_skip_flag (value=0) 정보를 시그널링 할 수 있다. YUV 4:4:4 포맷을 사용하고 Bi-tangential 성분 패킹을 skip 하는 경우에는, 도 22(a), 도 22(b)에서와 같이 노말, 탄젠셜 성분들을 각각 Y 채널, U 채널로 패킹을 수행하고 V 채널에는 중간값으로 패킹할 수 있으며, ColourSpace_displacement_video (value=3), Bi_tangent_skip_flag (value=1) 정보를 시그널링 할 수 있다.

[392] YUV 4:2:0 포맷을 사용하고 바이-탄젠셜 성분 패킹을 skip하지 않는 경우에는, 도 23(a), 도 23(b)에서와 같이 노말 성분 값에 대해서 그대로 Y채널로 패킹을 수행하고, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분의 값은 인코더/디코더의 약속에 의해 샘플 되어 패킹을 수행할 수 있다. 또는 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분들도 Y채널로 함께 패킹되고 U 채널과 V채널에는 중간값으로 패킹을 수행할 수 있다. 또한, ColourSpace_displacement_video (value=2), Bi_tangent_skip_flag (value=0) 정보를 시그널링 할 수 있다. YUV 4:2:0 포맷을 사용하고 바이-탄젠셜 성분 패킹을 skip 하는 경우에는 도 24(a), 도 24(b)에서와 같이 노말, 탄젠셜 성분에 대해서만 Y채널로 함께 패킹하고 U 채널, V채널에는 중간값으로 패킹을 수행하게 되며, ColourSpace_displacement_video (value=2), Bi_tangent_skip_flag(value=1) 정보를 시그널링 할 수 있다.

[393] YUV 4:0:0 포맷을 사용하고 바이-탄젠셜 성분 패킹을 skip하지 않는 경우에는, 도 25(a), 도 25(b)에서와 같이 노말 성분의 값만 Y 채널로 패킹을 수행

하거나 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분들을 모두 Y채널로 패킹할 수 있으며, ColourSpace_displacement_video (value=1), Bi_tangent_skip_flag (value=0) 정보를 시그널링 할 수 있다. YUV 4:0:0 포맷을 사용하고 바이-탄젠셜 성분 패킹을 skip 하는 경우에는, 도 26(a), 도 26(b)에서와 같이 노말, 탄젠셜 성분들을 Y 채널에 같이 패킹을 수행하고 U 채널과 V 채널에는 중간값으로 패킹할 수 있으며, ColourSpace_displacement_video (value=3), Bi_tangent_skip_flag (value=1) 정보를 시그널링 할 수 있다.

[394] 위와 같은 패킹 방법을 통해 각 채널별로 변위벡터계수들을 이미지화하여 패킹프레임 형태의 인코딩 단위를 구성할 수 있다. 이때, 메쉬프레임 내 전체 레벨을 한 개의 패킹프레임으로 패킹하거나, 메쉬프레임 내 LoD 별로 각가의 패킹프레임으로 패킹할 수 있다. 또한, 메쉬 시퀀스 단위로 패킹방법을 의미하는 asps_vmc_ext_displacement_LoD_packing_method 신택스를 도 36에서와 같이 시그널링 정보(예, ASPS)에 시그널링 할 수 있다. 그리고, 변위벡터계수 패킹부(12013)를 통해 패킹된 2D 이미지는 변위벡터 이미지/비디오 인코딩부(12014)에서 H.264, HEVC, VVC 등의 2D 비디오 인코더를 통해 인코딩되어 변위벡터 비스트림으로 생성되게 된다.

[395] 마지막으로, 텍스처 맵의 인코딩하는 과정에서는 복원된 메쉬의 텍스처 좌표에 상응하는 색상 정보를 갖는 새로운 텍스처 맵을 텍스처 맵 생성부(11026)를 통해 생성하고, 생성된 텍스처 맵을 텍스처 맵 인코더(즉, 2D 비디오 인코더)(11027)를 통해 인코딩하여텍스처 비트스트림으로 전송한다.

[396] 상기 메쉬 데이터를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계(21012)에서는 상기 메쉬 데이터를 인코딩하는 단계(21011)에서 전술한 바와 같이 생성한 베이스메쉬 비트스트림, 변위벡터 비트스트림, 텍스처 비트스트림을 다중화부를 통해 하나의 비트스트림으로 생성하고, 송신부를 통해 수신 장치로 전송한다.

[397] 도 39는 실시예들에 따른 수신 방법의 일 예시를 보인 흐름도이다. 실시예들에 따른 수신 방법은 메쉬 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계(22011)와 비트스트림에 포함된 메쉬 데이터를 디코딩하는 단계(22012)를 포함할 수 있다. 메쉬 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계(22011)는 베이스 메쉬 비트스트림, 변위 벡터 비트스트림, 및 텍스처 맵 비트스트림을 포함하는 비트스트림을 수신하는 것을 일 실시예로 한다. 또한, 메쉬 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계(22011)는 아틀라스 시퀀스 파라미터 세트(ASPS)를 포함하는 시그널링 정보도 수신하게 된다. 이때, 시그널링 정보는 비트스트림에 포함되어 수신될 수 있으며, 메타데이터라 칭하기도 한다.

[398] 실시예들에 따르면, 메쉬 데이터를 디코딩하는 단계(22012)는 베이스 메쉬 비트스트림을 디코딩하는 과정, 변위 벡터 비트스트림을 디코딩하는 과정, 텍스처 맵 비트스트림을 디코딩하는 과정을 포함할 수 있다.

[399] 즉, 메쉬 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계(22011)에서 수신된 비트스트림은 역다중화부를 통해 베이스 메쉬 비트스트림, 변위벡터 비트스트

림, 텍스처 맵 비트스트림으로 역다중화된 후 각각 디코딩하는 과정이 수행되게 된다.

[400] 먼저, 베이스 메쉬 비트스트림을 디코딩하는 과정에서 베이스 메쉬 비트스트림은 인터 프레임의 경우 모션 벡터 인코더(15012)를 통해, 인트라 프레임의 경우 스태틱 메쉬 디코더(15013)를 통해 디코딩이 진행된다. 디코딩된 베이스 메쉬는 베이스 메쉬 복원부(15014)를 거쳐 메쉬 세분화가 진행된다.

[401] 변위벡터 비트스트림을 디코딩하는 과정에서 변위벡터 비트스트림은 인코딩의역순으로 변위벡터계수를 디코딩하고, 역양자화 및 역변환을 수행한 후 좌표계까지 역 변환한 후 베이스 메쉬 데이터와 함께 메쉬 지오메트리 정보를 복원하게 된다.

[402] 다음은 변위벡터 디코딩 과정에 대해 도 28 내지 도 35를 참조하여 보다 더 상세하게 설명하기로 한다.

[403] 즉, 비디오 디코딩부(16011)에서는 변위벡터 비트스트림을 입력으로 받아 2D 비디오 코덱을 통해 변위벡터계수 이미지/비디오에 대한 디코딩을 수행한다. 그리고, 변위벡터계수 역패킹부(16012)에 의해 현재 메쉬 프레임에 해당하는 복원 변위벡터계수 이미지로부터 역패킹이 수행될 수 있다. 이때, 도 36 및 도 37의 시그널링 정보(예, ASPS)로부터 변위벡터 패킹 시의 scan 순서 정보 (displacement_scan_method), 변위벡터 비디오 이미지의 단위 블록 수 (displacementVideoBlockSize), 단위 블록의 크기 정보(geometryVideoBlockSize) 그리고 비트 뎁스 정보(geometryVideoBitDepth)를 파싱하여 블록 및 패킹 프레임 사이즈 (bx, by 및 L, M)을 유도하고, 패킹된 변위벡터계수에 대해 역패킹을 수행할 수 있다. 또한, 역패킹 수행 과정에서 패킹 이미지 포맷 정보(ColourSpace_displacement_video)와 Bi-tangential 성분 패킹 skip 여부 (Bi_tangent_skip_flag)를 시그널링 정보(예, ASPS)로부터 파싱한다. 이때, 전송된 이미지 패킹 포맷과 포함하고 있는 변위벡터계수 성분에 따라 변환계수 유도 방법이 다를 수 있다.

[404] 파싱한 정보가 ColourSpace_displacement_video=3, Bi_tangent_skip_flag=0 인 경우에는 도 29(a), 도 29(b)에서와 같이 YUV 4:4:4 포맷을 사용하여 Y, U, V 채널로부터 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분을 각각 차례대로 복원할 수 있다. ColourSpace_displacement_video=3, Bi_tangent_skip_flag=1 인 경우에는 도 30(a), 도 30(b)에서와 같이 YUV 4:4:4 포맷에서 Y, U 채널로부터 노말, 탄젠셜 성분을 각각 복원할 수 있으며, 바이-탄젠셜 성분은 0 값으로 초기화 또는 V 채널로부터 유도할 수 있다.

[405] 파싱한 정보가 ColourSpace_displacement_video=2, Bi_tangent_skip_flag=0 인 경우에는 도 31(a), 도 31(b)에서와 같이 YUV 4:2:0 포맷을 사용하여 Y, U, V 채널로부터 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분을 각각 차례대로 복원할 수 있다. 이때, U, V 채널의 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분은 인코더/디코더 약속에 의해 샘플링 된 결과 일 수 있으며, 복원되는 값 또는 위치도 정해진 상태로 복원 될 수 있다. 또는

Y 채널에 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분이 모두 패킹되어 있을 수 있고, Y 채널로부터 각각의 성분으로 복원할 수 있으며 U, V 채널은 중간값으로 이루어져 있을 수 있다. ColourSpace_displacement_video=2, Bi_tangent_skip_flag=1 인 경우에는 도 32(a), 도 32(b)에서와 같이 YUV 4:2:0 포맷에서 Y 채널로부터 노말, 탄젠셜 성분을 각각 복원할 수 있으며, 바이-탄젠셜 성분은 0 값으로 초기화 또는 V 채널로부터 유도할 수 있다.

[406] 파싱한 정보가 ColourSpace_displacement_video=1, Bi_tangent_skip_flag=0 인 경우에는 도 33(a), 도 33(b)에서와 같이 YUV 4:0:0 포맷을 사용하여 Y 채널로부터 노말 성분만을 복원할 수 있다. 또는 Y 채널에 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분이 모두 패킹되어 있을 수 있고, 이 경우 도 34(a), 도 34(b)에서와 같이 Y 채널로부터 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분을 각각 차례대로 복원할 수 있다. ColourSpace_displacement_video=1, Bi_tangent_skip_flag=1 인 경우에는 도 35(a), 도 35(b)에서와 같이 YUV 4:0:0 포맷에서 Y 채널로부터 노말, 탄젠셜 성분을 각각 복원할 수 있으며, 바이-탄젠셜 성분은 0 값으로 초기화 또는 V 채널로부터 유도할 수 있다.

[407] 도 29 내지 도 35 중 어느 하나의 방법으로 역패킹이 수행되어 정점단위로 할당된 변위벡터계수들에 대해 변위벡터계수 역자화부(16013)에서 역양자화가 수행된다. 만일, 파싱한 정보가 Bi_tangent_skip_flag=1 인 경우에는 바이-탄젠셜 성분을 제외한 노말, 탄젠셜 성분의 변위벡터계수들에 대해서만 역양자화가 수행될 수 있다. 이때, 각 변위벡터계수는 각 축마다 다른 양자화 파라미터를 통해 양자화가 수행될 수 있으며, 양자화 파라미터 또는 스케일링 파라미터를 유도하여 LoD 레벨 별로 양자화율을 결정할 수 있다.

[408] 상기 역양자화가 수행된 변위벡터계수들은 시그널링 정보에 시그널링된 asps_vmc_ext_transform_method에서 파싱한 변환 방법을 기반으로 변위벡터 역변환부(16014)에서 역변환이 수행되어 복원 변위벡터가 계산된다. 그리고, 파싱한 정보가 Bi_tangent_skip_flag=1 인 경우에는 바이-탄젠셜 성분을 제외한 노말, 탄젠셜 성분의 역양자화 결과에 대해서 역변환 과정이 수행될 수 있다. 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 성분은 모두 서로 직교하는 성질을 이용하여, 노말 성분과 탄젠셜 성분의 최종 변위벡터를 외적 하여 바이-탄젠셜 성분의 변위벡터를 계산해 낼 수 있다. 또는 Linear Regression, Multiple Regression 등의 방법을 통해 바이-탄젠셜 성분의 변위벡터를 유도할 수 있다.

[409] 변위벡터 역변환부(16014)를 통해 변위벡터가 모두 역변환이 되면, 변위 벡터 좌표계 역변환부(15020)에서는 도 36에서와 같이 시그널링 정보에 시그널링된 asps_vmc_ext_displacement_coordinate_system 를 파싱하여, 그 값이 1인 경우 복원된 변위 벡터를 local 좌표계 (n,t,b)에서 canonical 좌표계 (x,y,z)로 역변환한다. 일실시예로, 복원 베이스 메쉬의 복원 정점 위치정보를 기반으로 정점당 노말 벡터를 계산하고, 계산된 정점당 노말 벡터를 통해 노말 벡터와 직교하는 탄젠셜, 바이-탄젠셜 벡터를 계산하여 변위벡터 좌표계 역변환을 수행할 수 있다.

[410] 만일, 상기 asps_vmc_ext_displacement_coordinate_system의 값이 0이면, 계산된 복원 변위벡터가 그대로 최종 복원된 변위벡터가 될 수 있다. 그리고, 동일한 정점 좌표에 대해서 역변환 수행한 결과가 여러 개 인 경우에는 모두 합산한 값이 최종 변위벡터의 값이 될 수 있다. 메쉬 복원부(15016)에서는 메쉬 세분화 과정을 통해 생성된 정점들에 복원 변위벡터를 더하여 복원 메쉬의 정점 지오메트리 정보를 계산하여, 최종 기하 정보를 복원할 수 있다.

[411] 그리고, 텍스터 맵 비트스트림을 디코딩하는 과정에서는 전송받은 텍스처 맵 비트스트림을 텍스처 맵 디코더(15021)를 통해 디코딩한다. 디코딩된 텍스쳐 맵은 메쉬 벽원부(15016)에서 복원된 지오메트리 정보와 함께 최종적인 복원 메쉬를 생성하게 된다.

[412] 현재 V-DMC에 적용된 메쉬 압축 기술에서 변위벡터는 압축의 효율성을 위해 로컬 좌표계로 변환 후 lifting 변환 및 양자화를 거쳐 단순한 형태의 변위벡터계수로 변환한 후 압축을 수행한다. 그리고, 기존의 기술에서는 이 과정을 좌표계 변환으로 생성된 노말, 탄젠셜, 바이-탄젠셜 의 모든 성분에 대해 인코더에서 계산을 수행하고 그 결과인 각 성분의 변위벡터계수를 2D 이미지로 패킹하여 전송하고 있다.

[413] 본 개시는 보다 더 효율적인 용량으로 데이터 빠르게 전송하기 위해 3 가지 성분 중 노말, 탄젠셜 의 2가지 성분의 변위벡터계수를 패킹하여 전송하고, 디코더에서 전송받은 노말, 탄젠셜 성분의 변위벡터를 디코딩한 후 바이-탄젠셜 성분을 계산하는 방법을 도 15 내지 도 39에서 설명한 바와 같이 제안하고 있다. 이렇게 함으로써, 본 개시에서는 변위벡터 3가지 성분 중 2가지 성분만 인코딩하여 전송하면 되므로 변위벡터 서브비트스트림 측면에서는 기존 대비 약 3분의 2 수준의 용량 절감 효과를 볼 수 있다. 또한, YUV 4:4:4, YUV 4:2:0, YUV 4:0:0 등의 2D 비디오 이미지 압축 포맷에 따른 패킹 및 인코딩/디코딩할 수 있는 시그널링 방법을 도 36 및 도 37과 같이 제안함으로써, 각 영상 포맷에 맞게 효율적인 패킹을 수행할 수 있고 용량 절감으로 인한 실시간 메쉬 데이터 전송 속도면에서도 효과적이다.

[414] 전술한 각각의 파트, 모듈 또는 유닛은 메모리(또는 저장 유닛)에 저장된 연속된 수행과정들을 실행하는 소프트웨어, 프로세서, 하드웨어 파트일 수 있다. 전술한 실시예에 기술된 각 단계들은 프로세서, 소프트웨어, 하드웨어 파트들에 의해 수행될 수 있다. 전술한 실시예에 기술된 각 모듈/블락/유닛들은 프로세서, 소프트웨어, 하드웨어로서 동작할 수 있다. 또한, 실시예들이 제시하는 방법들은 코드로서 실행될 수 있다. 이 코드는 프로세서가 읽을 수 있는 저장매체에 쓰여질 수 있고, 따라서 장치(apparatus)가 제공하는 프로세서에 의해 읽혀질 수 있다.

[415] 또한 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 “포함”한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 그리고 명세서에 기재된 “...부”등

의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[416] 본 명세서는 설명의 편의를 위하여 각 도면을 나누어 설명하였으나, 각 도면에 서술되어 있는 실시 예들을 병합하여 새로운 실시 예를 구현하도록 설계하는 것도 가능하다. 그리고, 통상의 기술자의 필요에 따라, 이전에 설명된 실시 예들을 실행하기 위한 프로그램이 기록되어 있는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체를 설계하는 것도 실시예들의 권리범위에 속한다.

[417] 실시예들에 따른 장치 및 방법은 상술한 바와 같이 설명된 실시 예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 실시 예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시 예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

[418] 실시예들의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 실시예들은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 실시예들의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 실시예들의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해돼서는 안 될 것이다.

[419] 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 따른 구성요소들은 각각 별도의 칩들로 구현될 수 있다. 실시예들에 따른 장치의 구성요소들 중 적어도 하나 이상은 하나 또는 그 이상의 프로그램들을 실행 할 수 있는 하나 또는 그 이상의 프로세서들로 구성될 수 있으며, 하나 또는 그 이상의 프로그램들은 실시예들에 따른 동작/방법들 중 어느 하나 또는 그 이상의 동작/방법들을 수행시키거나, 수행시키기 위한 인스트럭션들을 포함할 수 있다. 실시예들에 따른 장치의 방법/동작들을 수행하기 위한 실행 가능한 인스트럭션들은 하나 또는 그 이상의 프로세서들에 의해 실행되기 위해 구성된 일시적이지 않은 CRM 또는 다른 컴퓨터 프로그램 제품들에 저장될 수 있거나, 하나 또는 그 이상의 프로세서들에 의해 실행되기 위해 구성된 일시적인 CRM 또는 다른 컴퓨터 프로그램 제품들에 저장될 수 있다. 또한 실시예들에 따른 메모리는 휘발성 메모리(예를 들면 RAM 등)뿐 만 아니라 비휘발성 메모리, 플래쉬 메모리, PROM등을 전부 포함하는 개념으로 사용될 수 있다. 또한, 인터넷을 통한 전송 등과 같은 반송파의 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.

[420] 이 문서에서 "/"와 ","는 "및/또는"으로 해석된다. 예를 들어, "A/B"는 "A 및/또는 B"로 해석되고, "A, B"는 "A 및/또는 B"로 해석된다. 추가적으로, "A/B/C"는 "A, B, 및/또는 C 중 적어도 하나"를 의미한다. 또한, "A, B, C"도 "A, B 및/또는 C 중 적어도 하나"를 의미한다. 추가적으로, 이 문서에서 “또는”는 “및/또는”으로 해석

된다. 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.

[421] 실시예들의 다양한 엘리먼트들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 그것들의 조합에 의해 수행될 수 있다. 실시예들의 다양한 엘리먼트는 하드웨어 회로와 같은 싱글 칩 상에서 수행될 수 있다. 실시예들에 따라, 실시예들은 선택적으로 개별적인 칩들 상에서 수행될 수 있다. 실시예들에 따라, 실시예들의 엘리먼트들 중 적어도 하나는 실시예들에 따른 동작을 수행하는 인스트럭션들을 포함하는 하나 또는 하나 이상의 프로세서 내에서 수행될 수 있다.

[422] 또한, 본 문서에서 설명하는 실시예들에 따른 동작은 실시예들에 따라서 하나 이상의 메모리들 및/또는 하나 이상의 프로세서들을 포함하는 송수신 장치에 의해 수행될 수 있다. 하나 이상의 메모리들을 실시예들에 따른 동작을 처리/제어하기 위한 프로그램들을 저장할 수 있고, 하나 이상의 프로세서들을 본 문서에서 설명한 다양한 동작을 제어할 수 있다. 하나 이상의 프로세서들은 컨트롤러 등으로 지칭 가능하다. 실시예들에 동작들은 펌웨어, 소프트웨어, 및/또는 그것들의 조합에 의해 수행될 수 있고, 펌웨어, 소프트웨어, 및/또는 그것들의 조합은 프로세서에 저장되거나 메모리에 저장될 수 있다.

[423] 제1, 제2 등과 같은 용어는 실시예들의 다양한 구성요소들을 설명하기 위해 사용될 수 있다. 하지만 실시예들에 따른 다양한 구성요소들은 위 용어들에 의해 해석이 제한되어서는 안된다. 이러한 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위해 사용되는 것에 불과하다. 예를 들어, 제1 사용자 인풋 시그널은 제2사용자 인풋 시그널로 지칭될 수 있다. 이와 유사하게, 제2사용자 인풋 시그널은 제1사용자 인풋 시그널로 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.

[424] 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.

발명의 실시를 위한 형태

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

산업상 이용가능성

[426] 상술한 바와 같이, 실시예들은 3D 데이터 송수신 장치 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 청구항들 및 그 와 동일한 것들의 범위를 벗어나지 않는다.

청구범위

[청구항 1] 베이스 메쉬 비트스트림, 변위 벡터 비트스트림, 텍스처 맵 비트스트림, 및 시그널링 정보를 수신하는 단계;
상기 베이스 메쉬 비트스트림으로부터 베이스 메쉬를 복원하는 베이스 메쉬 처리 단계;
상기 변위 벡터 비트스트림으로부터 변위 정보를 복원하는 변위 정보 처리 단계;
상기 베이스 메쉬와 상기 변위 정보를 기반으로 메쉬를 복원하는 복원 단계; 및
상기 텍스처 맵 비트스트림으로부터 텍스처 맵을 복원하는 텍스처 맵 처리 단계를 포함하는 메쉬 데이터 디코딩 방법.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 변위 정보 처리 단계는
상기 변위 벡터 비트스트림을 변위 정보로 디코딩하는 단계;
제1 포맷, 제2 포맷, 제3 포맷 중 상기 변위 정보에 적용된 포맷을 식별하고, 상기 식별된 포맷을 기반으로 상기 변위 정보에 포함된 노말 성분, 탄젠셜 성분, 또는 바이-탄젠셜 성분 중 적어도 하나의 성분을 역패킹하는 단계; 및
상기 역패킹된 변위 정보의 로컬 좌표계를 오리지날 좌표계로 역변환하는 단계를 포함하는 메쉬 데이터 디코딩 방법.

[청구항 3] 제 2 항에 있어서,
상기 시그널링 정보는 상기 변위 정보에 적용된 포맷을 식별하기 위한 정보를 포함하는 메쉬 데이터 디코딩 방법.

[청구항 4] 제 3 항에 있어서,
상기 시그널링 정보는 상기 바이-탄젠셜 성분의 패킹이 스킵되었는지 여부를 식별하기 위한 정보를 더 포함하고,
상기 역패킹 단계는 상기 시그널링 정보를 기반으로 상기 노말 성분, 탄젠셜 성분, 또는 바이-탄젠셜 성분 중 적어도 하나의 성분의 역패킹 방법을 결정하는 메쉬 데이터 디코딩 방법.

[청구항 5] 베이스 메쉬 비트스트림, 변위 벡터 비트스트림, 텍스처 맵 비트스트림, 및 시그널링 정보를 수신하는 수신부;
상기 베이스 메쉬 비트스트림으로부터 베이스 메쉬를 복원하는 베이스 메쉬 처리부;
상기 변위 벡터 비트스트림으로부터 변위 정보를 복원하는 변위 정보 처리부;
상기 베이스 메쉬와 상기 변위 정보를 기반으로 메쉬를 복원하는 복원부; 및

상기 텍스처 맵 비트스트림으로부터 텍스처 맵을 복원하는 텍스처 맵 처리부를 포함하는 메쉬 데이터 디코딩 장치.

[청구항 6] 제 5 항에 있어서, 상기 변위 정보 처리부는
상기 변위 벡터 비트스트림을 변위 정보로 디코딩하는 변위 정보 디코딩부;
제1 포맷, 제2 포맷, 제3 포맷 중 상기 변위 정보에 적용된 포맷을 식별하고, 상기 식별된 포맷을 기반으로 상기 변위 정보에 포함된 노말 성분, 탄젠셜 성분, 또는 바이-탄젠셜 성분 중 적어도 하나의 성분을 역패킹하는 변위 정보 역패킹부; 및
상기 역패킹된 변위 정보의 로컬 좌표계를 오리지날 좌표계로 역변환하는 좌표계 역변환부를 포함하는 메쉬 데이터 디코딩 장치.

[청구항 7] 원본 메쉬를 인코딩하는 단계; 및
상기 인코딩된 메쉬와 시그널링 정보를 포함하는 비트스트림을 전송하는 단계를 포함하는 메쉬 데이터 인코딩 방법.

[청구항 8] 제 7 항에 있어서, 상기 인코딩 단계는
상기 원본 메쉬를 단순화하여 생성된 베이스 메쉬를 인코딩하여 베이스 메쉬 비트스트림을 생성하는 베이스 메쉬 처리 단계;
상기 베이스 메쉬를 기반으로 생성된 변위 정보를 인코딩하여 변위 벡터 비트스트림을 생성하는 변위 정보 처리 단계;
상기 인코딩된 베이스 메쉬와 상기 인코딩된 변위 정보를 기반으로 메쉬를 복원하는 메쉬 복원 단계; 및
상기 원본 메쉬와 상기 복원된 메쉬를 기반으로 생성된 텍스처 맵을 인코딩하여 텍스처 맵 비트스트림을 생성하는 텍스처 맵 처리 단계를 포함하는 메쉬 데이터 인코딩 방법.

[청구항 9] 제 8 항에 있어서, 상기 변위 정보 처리 단계는
상기 변위 정보의 좌표계를 로컬 좌표계로 변환하는 단계;
상기 로컬 좌표계의 변위 정보에 포함된 노말 성분, 탄젠셜 성분, 또는 바이-탄젠셜 성분 중 적어도 하나의 성분에 대해 제1 포맷, 제2 포맷, 또는 제3 포맷 중 하나의 포맷을 기반으로 패킹을 수행하는 단계; 및
상기 패킹된 변위 정보를 인코딩하는 단계를 포함하는 메쉬 데이터 인코딩 방법.

[청구항 10] 제 8 항에 있어서, 상기 패킹 단계는
상기 변위 정보의 바이-탄젠셜 성분에 대해 선택적으로 패킹을 수행하며,
상기 시그널링 정보는 상기 바이-탄젠셜 성분의 패킹이 스킵되었는지 여부를 식별하기 위한 정보를 포함하는 메쉬 데이터 인코딩 방법.

[청구항 11] 제 8 항에 있어서,
상기 시그널링 정보는 상기 변위 정보에 적용된 포맷을 식별하기 위한 정보를 포함하는 메쉬 데이터 인코딩 방법.

[청구항 12] 원본 메쉬를 인코딩하는 인코더; 및
상기 인코딩된 메쉬와 시그널링 정보를 포함하는 비트스트림을 전송하는 전송부를 포함하는 메쉬 데이터 인코딩 장치.

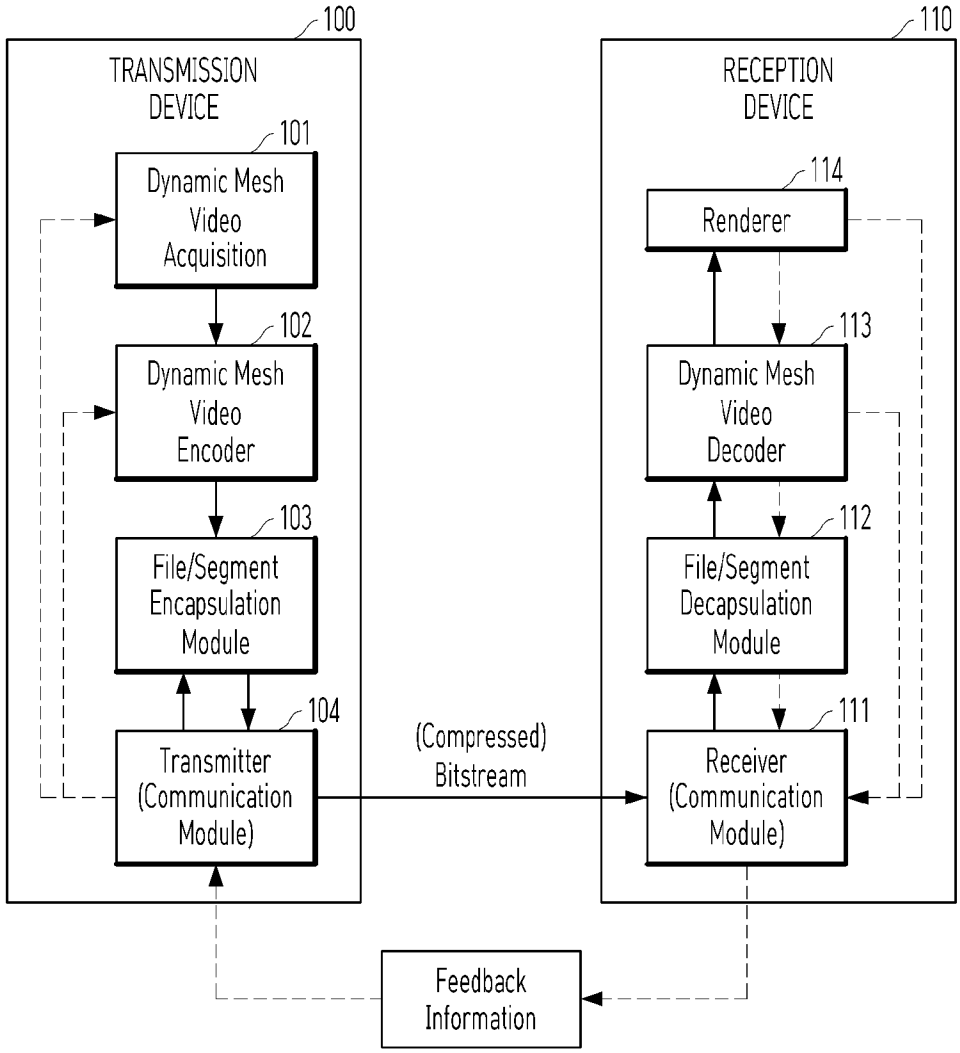
[청구항 13] 제 12 항에 있어서, 상기 인코더는
상기 원본 메쉬를 단순화하여 생성된 베이스 메쉬를 인코딩하여 베이스 메쉬 비트스트림을 생성하는 베이스 메쉬 처리부;
상기 베이스 메쉬를 기반으로 생성된 변위 정보를 인코딩하여 변위 벡터 비트스트림을 생성하는 변위 정보 처리부;
상기 인코딩된 베이스 메쉬와 상기 인코딩된 변위 정보를 기반으로 메쉬를 복원하는 메쉬 복원부; 및
상기 원본 메쉬와 상기 복원된 메쉬를 기반으로 생성된 텍스처 맵을 인코딩하여 텍스처 맵 비트스트림을 생성하는 텍스처 맵 처리부를 포함하는 메쉬 데이터 인코딩 장치.

[청구항 14] 제 13 항에 있어서, 상기 변위 정보 처리부는
상기 변위 정보의 좌표계를 로컬 좌표계로 변환하는 변위 정보 좌표계 변환부;
상기 로컬 좌표계의 변위 정보에 포함된 노말 성분, 탄젠셜 성분, 또는 바이-탄젠셜 성분 중 적어도 하나의 성분에 대해 제1 포맷, 제2 포맷, 또는 제3 포맷 중 하나의 포맷을 기반으로 패킹을 수행하는 변위 정보 패킹부; 및
상기 패킹된 변위 정보를 인코딩하는 변위 정보 인코딩부를 포함하는 메쉬 데이터 인코딩 장치.

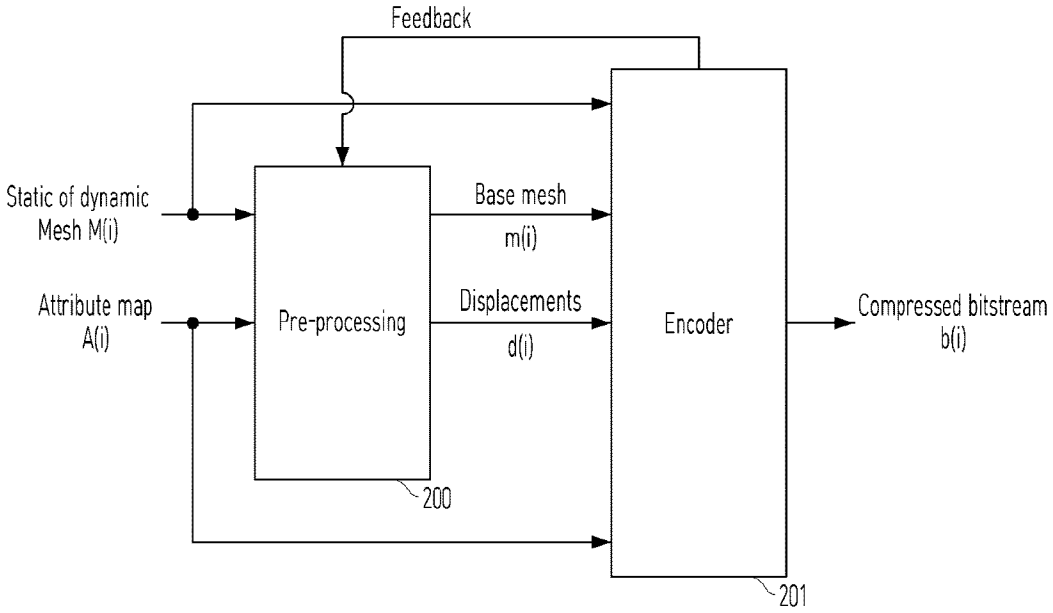
[청구항 15] 제 13 항에 있어서, 상기 변위 정보 패킹부는
상기 변위 정보의 바이-탄젠셜 성분에 대해 선택적으로 패킹을 수행하며,
상기 시그널링 정보는 상기 바이-탄젠셜 성분의 패킹이 스킵되었는지 여부를 식별하기 위한 정보를 포함하는 메쉬 데이터 인코딩 장치.

[청구항 16] 제 13 항에 있어서,
상기 시그널링 정보는 상기 변위 정보에 적용된 포맷을 식별하기 위한 정보를 포함하는 메쉬 데이터 인코딩 장치.

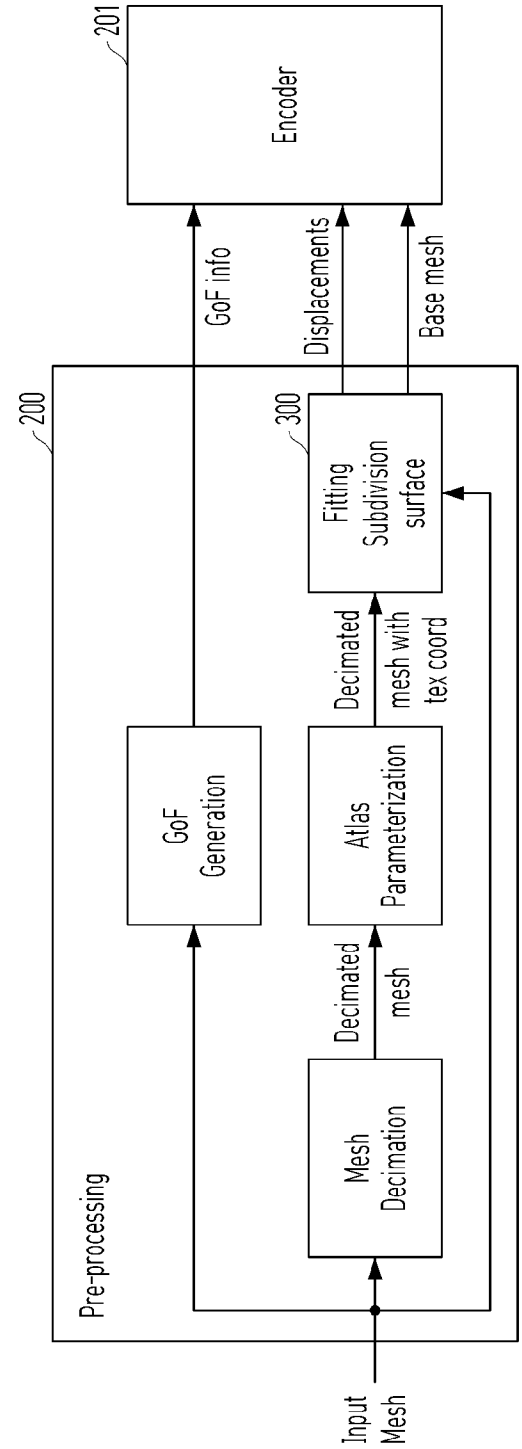
[도1]


100
TRANSMISSION DEVICE
101
Dynamic Mesh Video Acquisition
102
Dynamic Mesh Video Encoder
103
File/Segment Encapsulation Module
104
Transmitter (Communication Module)
(Compressed) Bitstream
110
RECEPTION DEVICE
114
Renderer
113
Dynamic Mesh Video Decoder
112
File/Segment Decapsulation Module
111
Receiver (Communication Module)
Feedback Information

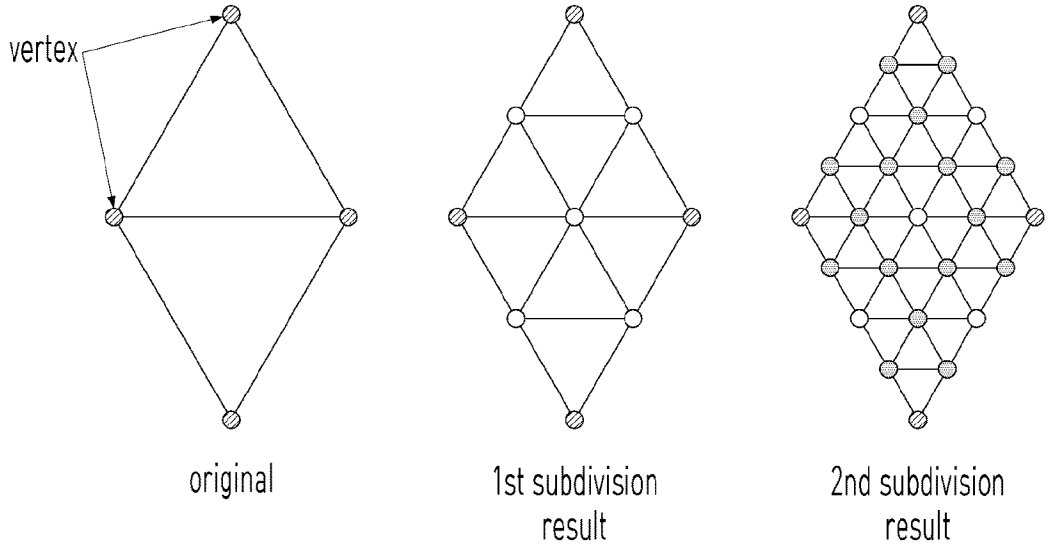
[도2]


Feedback
Static of dynamic Mesh M(i)
Attribute map A(i)
Pre-processing
200
Base mesh m(i)
Displacements d(i)
Encoder
201
Compressed bitstream b(i)

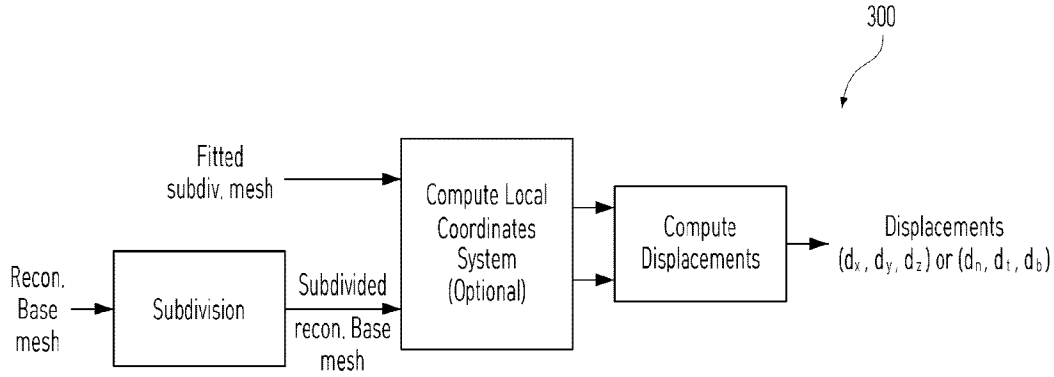
[도3]


201
Encoder
GoF info
Displacements
Base mesh
200
300
Fitting
Subdivision
surface
Decimated
mesh with
tex coord
GoF
Generation
Atlas
Parameterization
Decimated
mesh
Mesh
Decimation
Pre-processing
Input
Mesh

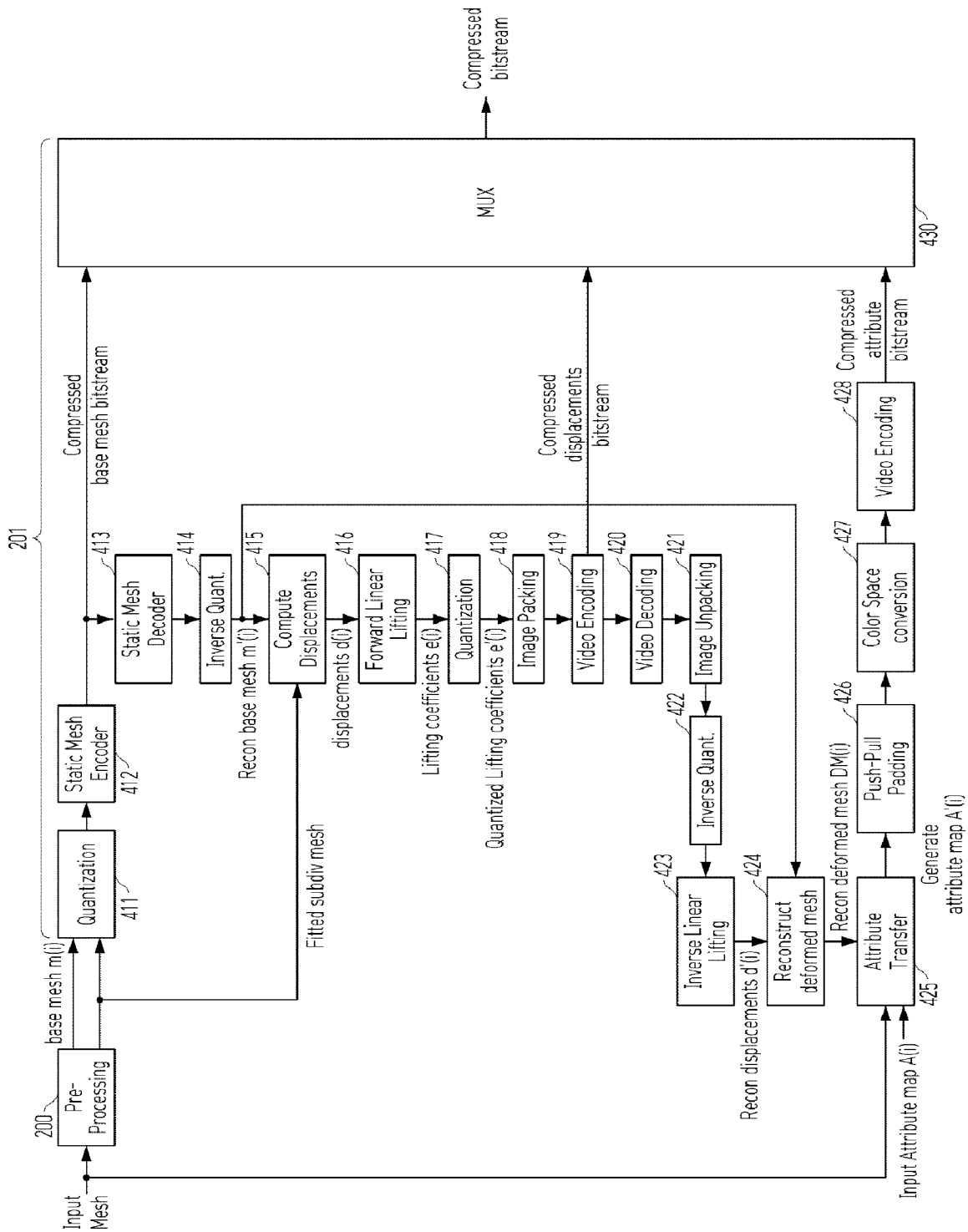
[도4]


vertex
original
1st subdivision result
2nd subdivision result

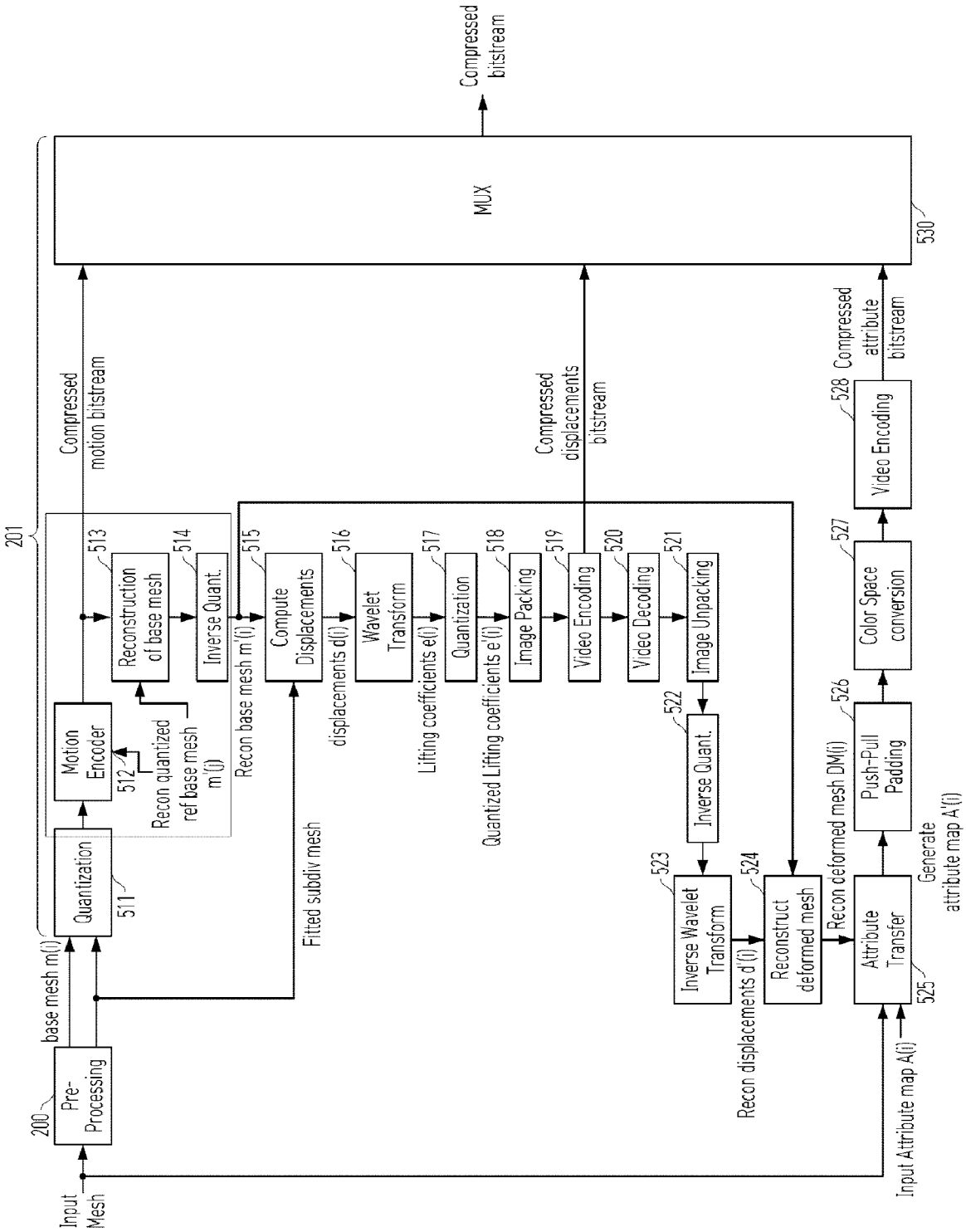
[도5]


300
Fitted subdiv. mesh
Recon. Base mesh
Subdivision
Subdivided recon. Base mesh
Compute Local Coordinates System (Optional)
Compute Displacements
Displacements
(dx, dy, dz) or (dn, dt, db)

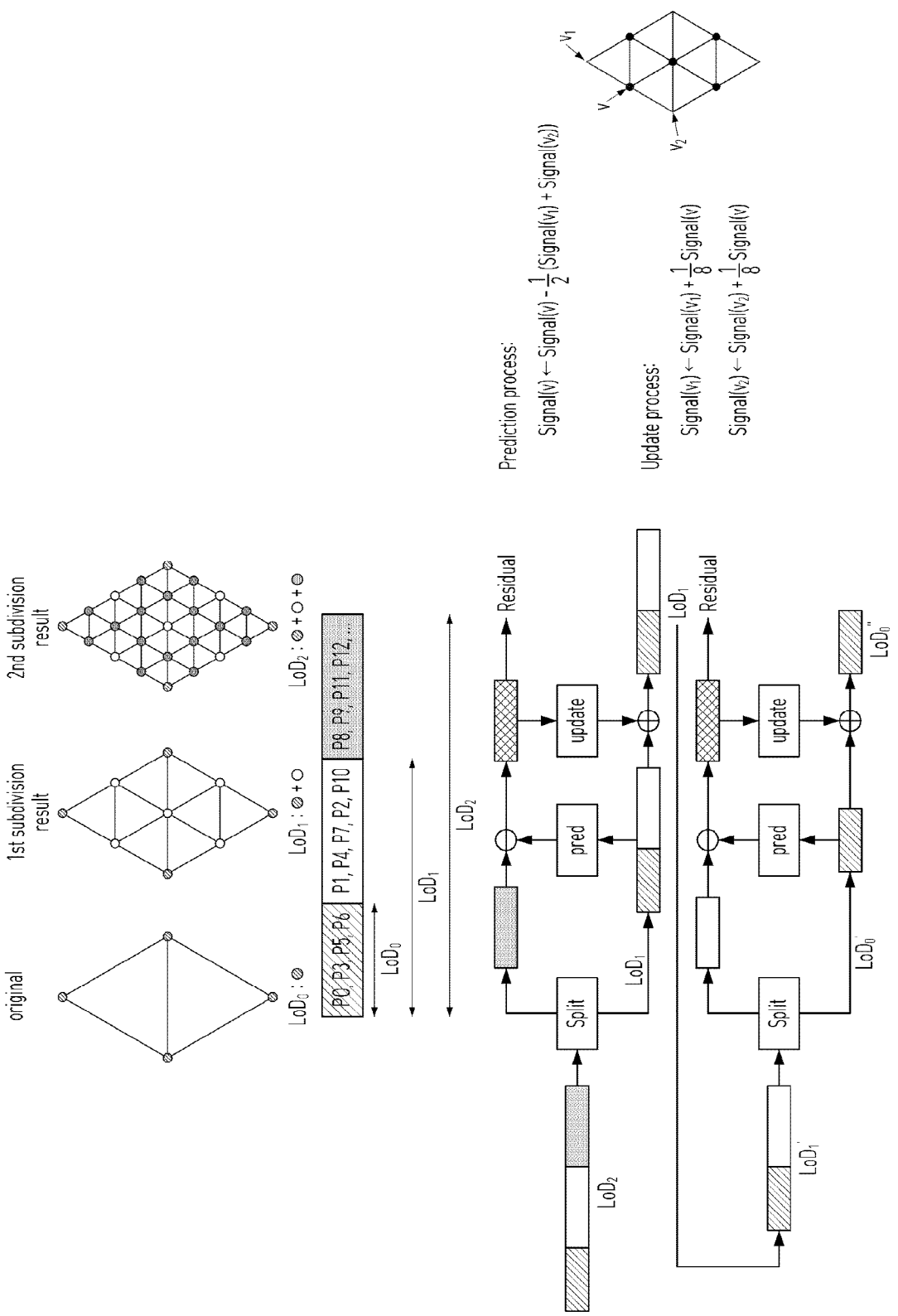
[도6]


Input Mesh
200
Pre-Processing
base mesh m(i)
Quantization
411
Static Mesh Encoder
412
Compressed base mesh bitstream
201
Static Mesh Decoder
413
Inverse Quant.
414
Recon base mesh m'(i)
Compute Displacements
415
Fitted subdiv mesh
displacements d(i)
Forward Linear Lifting
416
Lifting coefficients e(i)
Quantization
417
Quantized Lifting coefficients e'(i)
Image Packing
418
Video Encoding
419
Compressed displacements bitstream
Video Decoding
420
Image Unpacking
421
Inverse Quant.
422
Inverse Linear Lifting
423
Recon displacements d'(i)
Reconstruct deformed mesh
424
Recon deformed mesh DM(i)
Attribute Transfer
425
Input Attribute map A(i)
Generate attribute map A'(i)
Push-Pull Padding
426
Color Space conversion
427
Video Encoding
428
Compressed attribute bitstream
MUX
430
Compressed bitstream

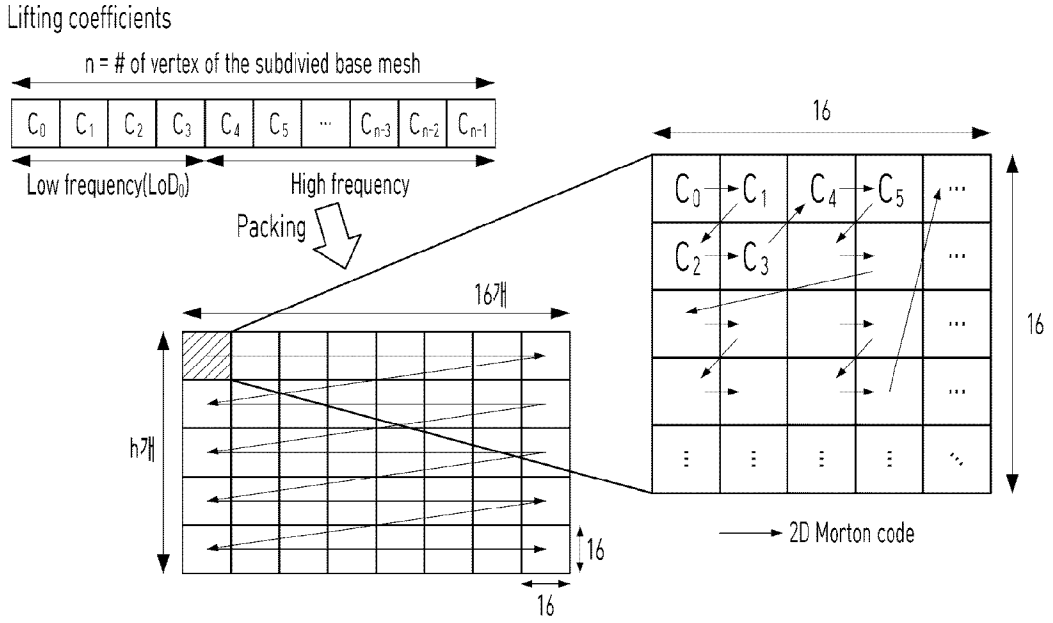
[도7]


Input Mesh
200
Pre-Processing
base mesh m(i)
Quantization
511
Motion Encoder
512
Recon quantized ref base mesh m'(i)
Reconstruction of base mesh
513
Inverse Quant.
514
Recon base mesh m'(i)
515
Compute Displacements
Fitted subdiv mesh
displacements d(i)
516
Wavelet Transform
Lifting coefficients e(i)
517
Quantization
Quantized Lifting coefficients e'(i)
518
Image Packing
519
Video Encoding
520
Video Decoding
521
Image Unpacking
522
Inverse Quant.
523
Inverse Wavelet Transform
Recon displacements d'(i)
524
Reconstruct deformed mesh
Recon deformed mesh DM(i)
Input Attribute map A(i)
525
Attribute Transfer
Generate attribute map A'(i)
526
Push-Pull Padding
527
Color Space conversion
528
Video Encoding
Compressed attribute bitstream
201
Compressed motion bitstream
Compressed displacements bitstream
530
MUX
Compressed bitstream

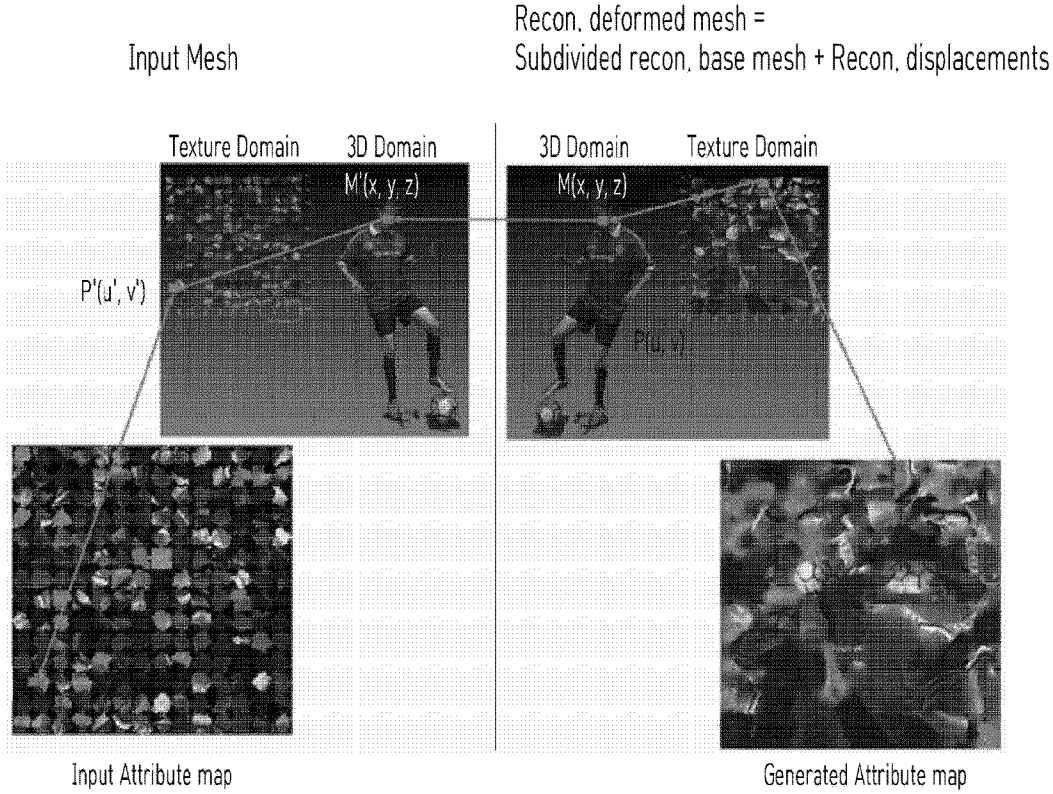
[도8]


original
1st subdivision result
2nd subdivision result
LoD0 : ⊘
LoD1 : ⊘ + ○
LoD2 : ⊘ + ○ + ◍
P0, P3, P5, P6
P1, P4, P7, P2, P10
P8, P9, P11, P12, ..
LoD0
LoD1
LoD2
Prediction process:
Signal(v) ← Signal(v) - 1/2 (Signal(v1) + Signal(v2))
Update process:
Signal(v1) ← Signal(v1) + 1/8 Signal(v)
Signal(v2) ← Signal(v2) + 1/8 Signal(v)
v
v1
v2
Split
pred
update
Residual
LoD2
LoD1
LoD0
LoD1'
LoD0'
LoD0''

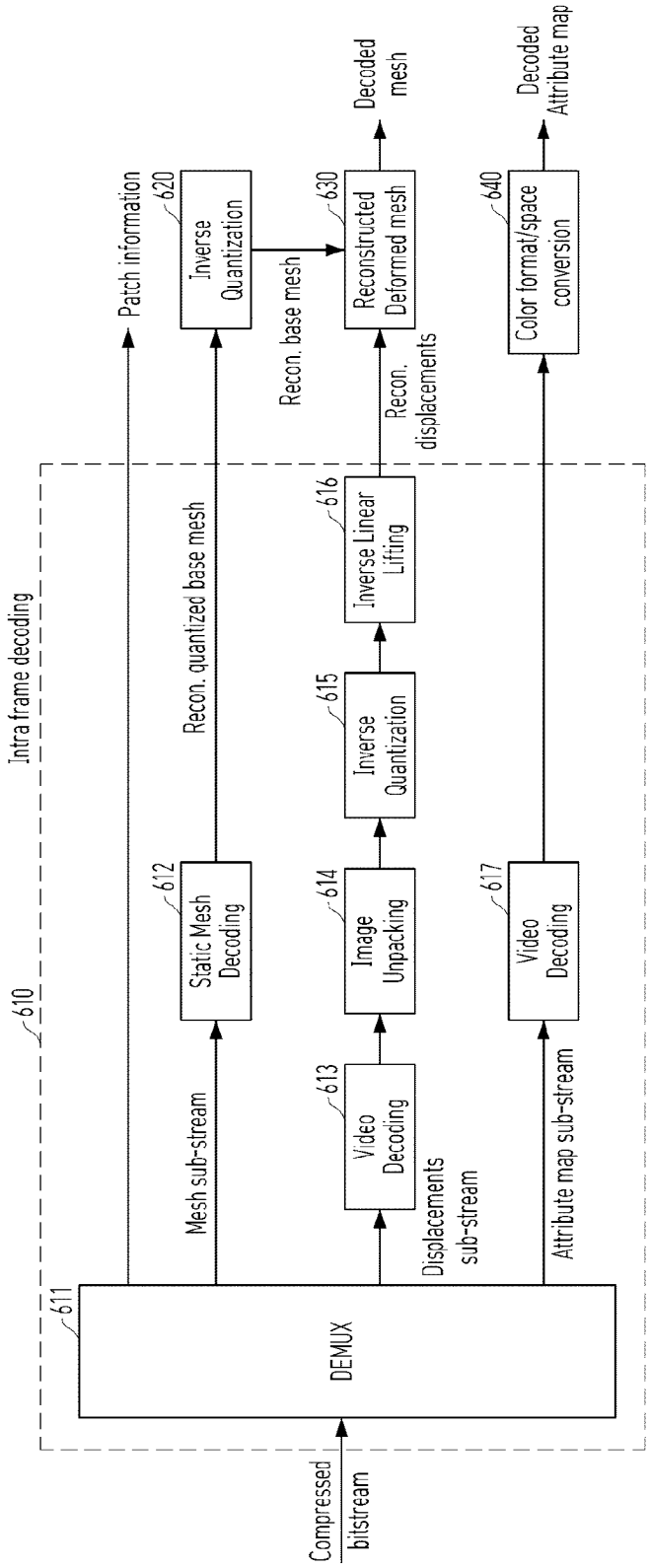
[도9]


Lifting coefficients
n = # of vertex of the subdivied base mesh
C0 C1 C2 C3 C4 C5 ... Cn-3 Cn-2 Cn-1
Low frequency(LoD0)
High frequency
Packing
16
16
16개
h개
16
16
2D Morton code

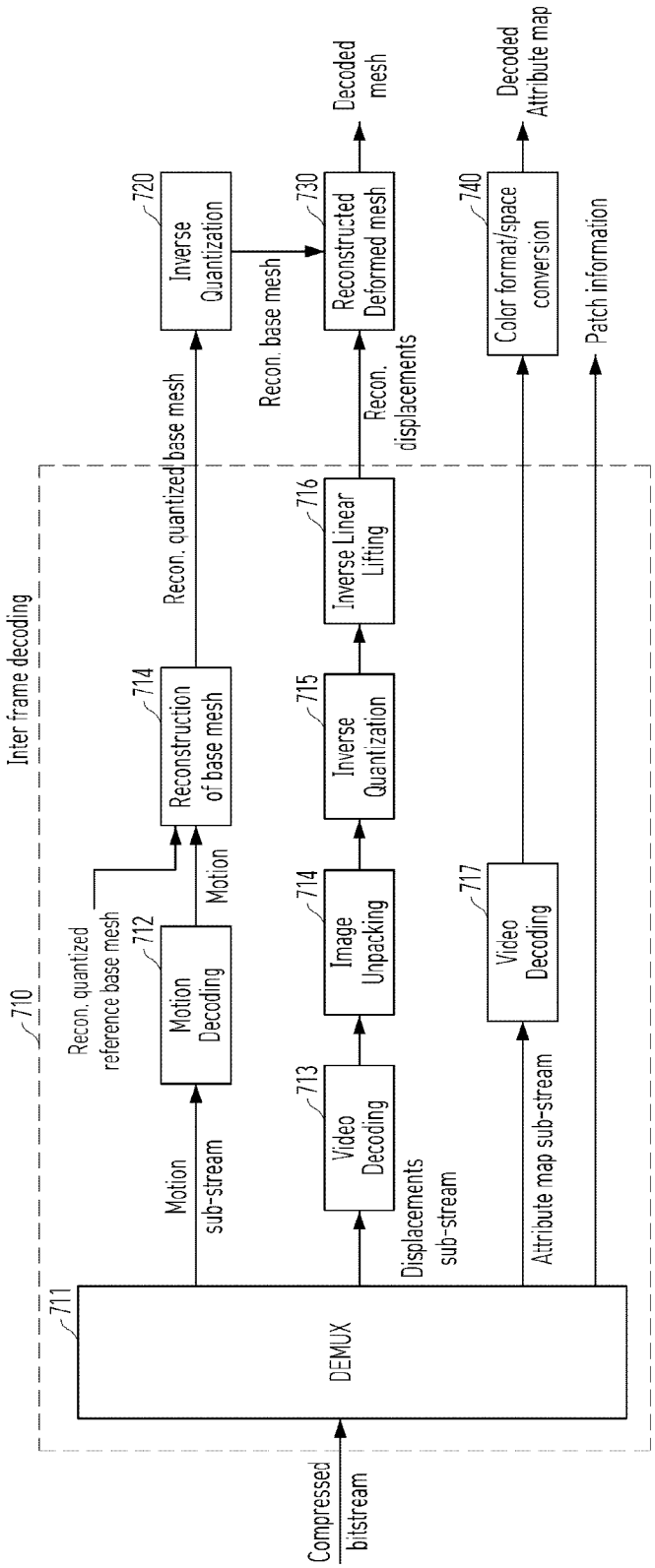
[도10]


Input Mesh
Recon. deformed mesh =
Subdivided recon. base mesh + Recon. displacements
Texture Domain
3D Domain
M'(x, y, z)
P'(u', v')
3D Domain
Texture Domain
M(x, y, z)
P(u, v)
Input Attribute map
Generated Attribute map

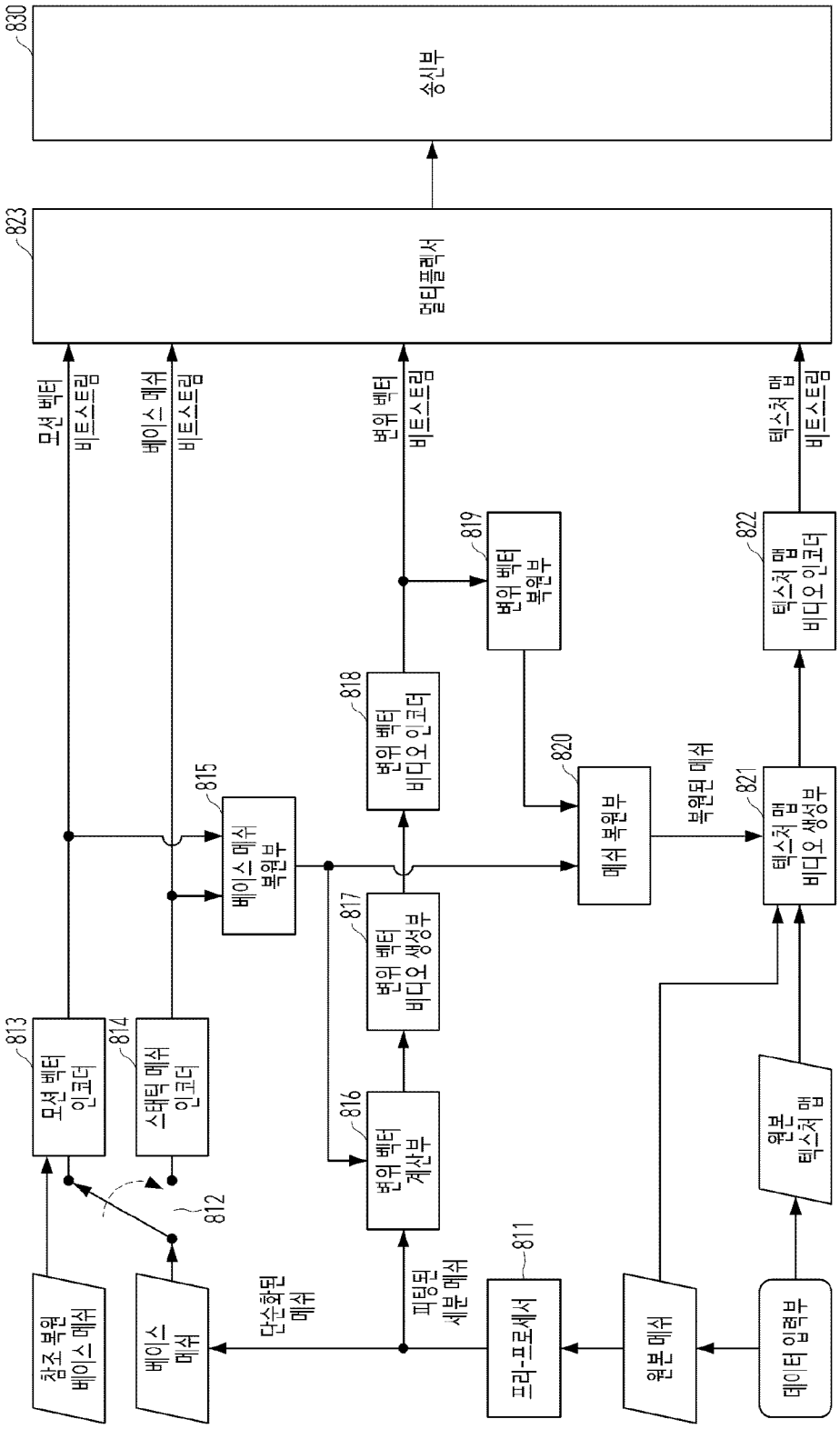
[도11]


Compressed bitstream
Intra frame decoding
610
DEMUX
611
Mesh sub-stream
Displacements sub-stream
Attribute map sub-stream
Static Mesh Decoding
612
Video Decoding
613
Image Unpacking
614
Inverse Quantization
615
Inverse Linear Lifting
616
Video Decoding
617
Patch information
Recon. quantized base mesh
Recon. base mesh
Recon. displacements
Inverse Quantization
620
Reconstructed Deformed mesh
630
Color format/space conversion
640
Decoded mesh
Decoded Attribute map

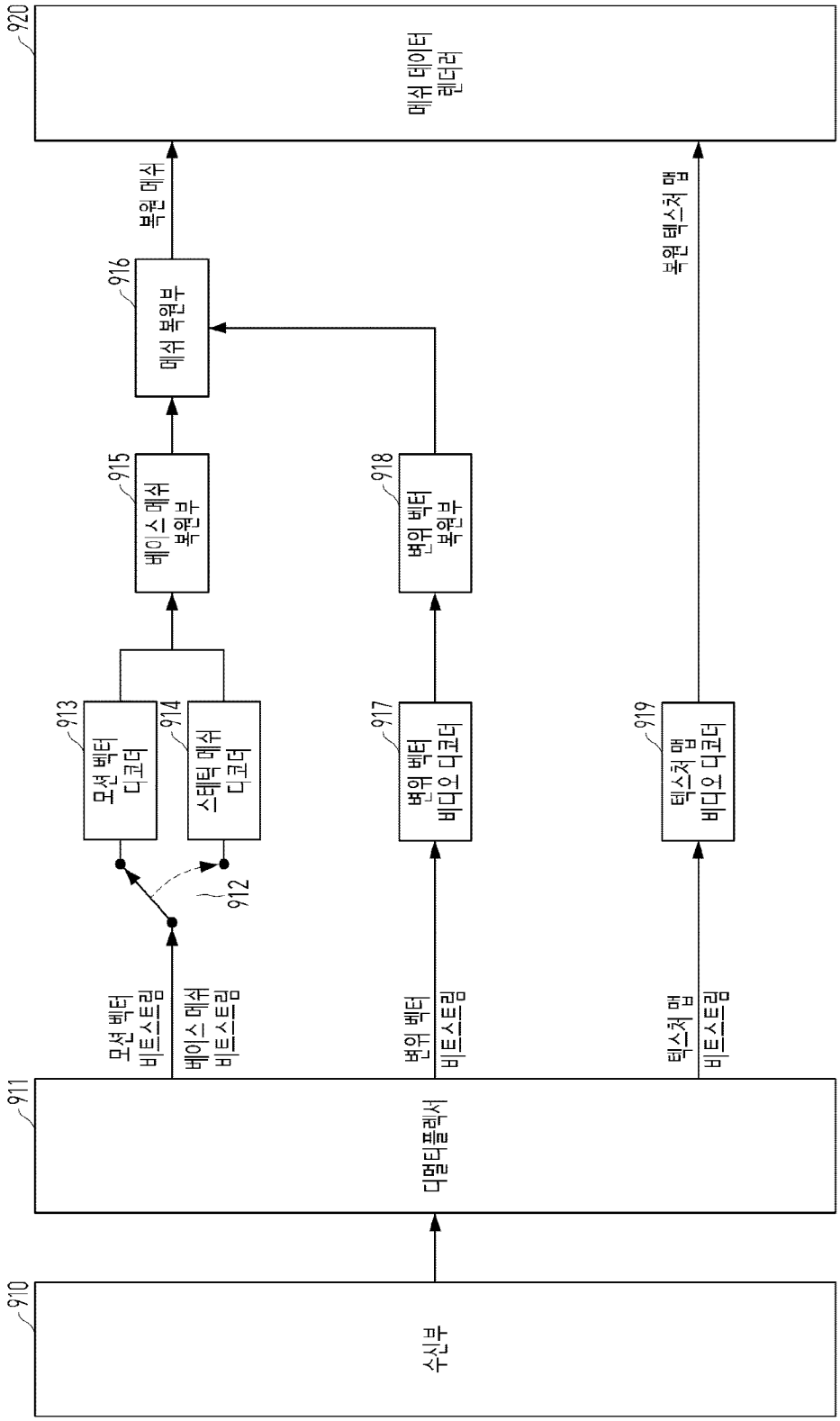
[도12]


Compressed bitstream
Inter frame decoding
710
711
DEMUX
Motion sub-stream
Displacements sub-stream
Attribute map sub-stream
Patch information
712
Motion Decoding
Recon. quantized reference base mesh
Motion
713
Video Decoding
714
Image Unpacking
715
Inverse Quantization
716
Inverse Linear Lifting
Recon. displacements
714
Reconstruction of base mesh
Recon. quantized base mesh
720
Inverse Quantization
Recon. base mesh
730
Reconstructed Deformed mesh
Decoded mesh
717
Video Decoding
740
Color format/space conversion
Decoded Attribute map

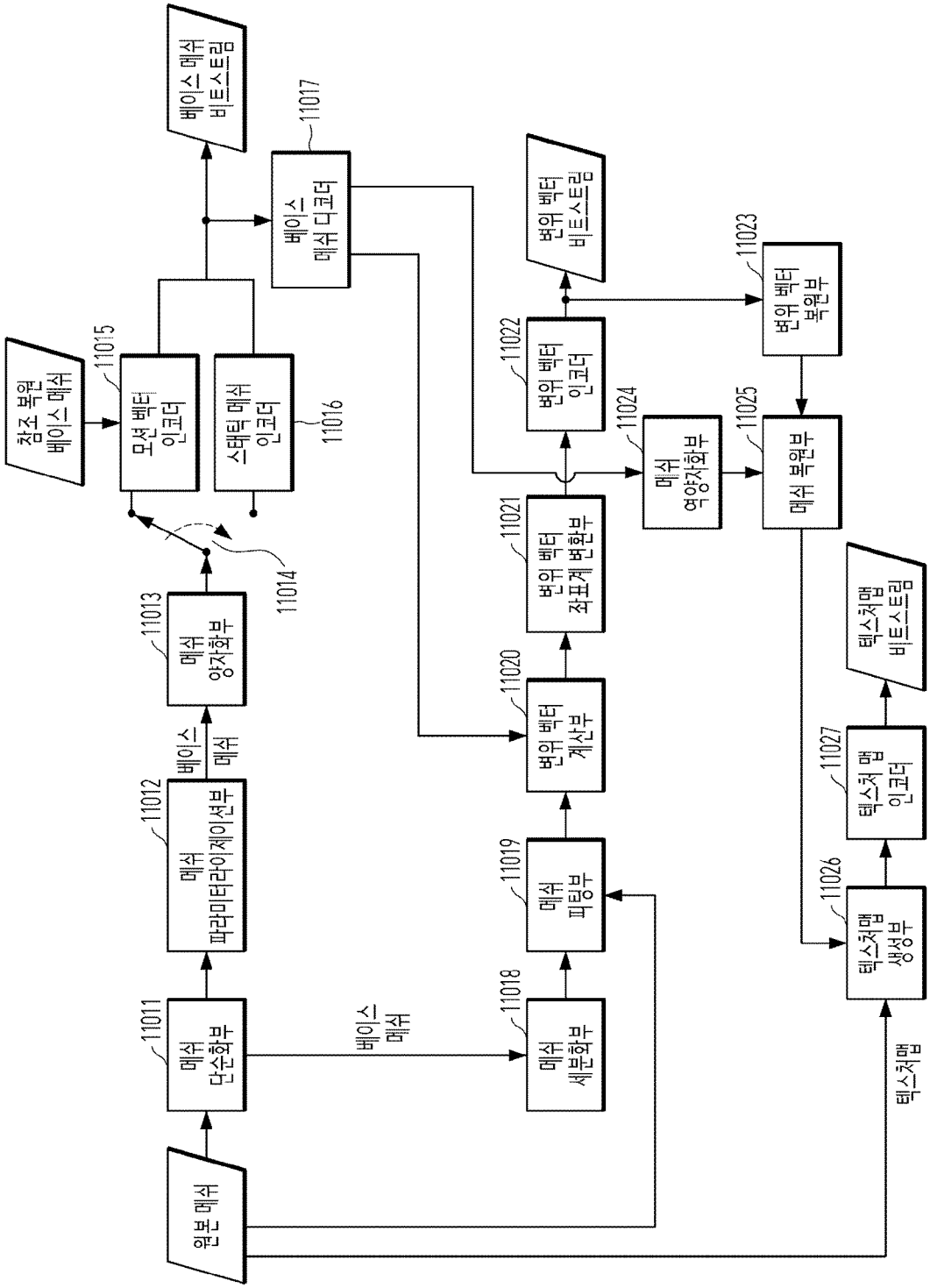
[도13]


830
송신부
823
멀티플렉서
모션 벡터 비트스트림
베이스 메쉬 비트스트림
변위 벡터 비트스트림
텍스처 맵 비트스트림
819
변위 벡터 복원부
822
텍스처 맵 비디오 인코더
818
변위 벡터 비디오 인코더
820
815
베이스 메쉬 복원부
메쉬 복원부
복원된 메쉬
821
텍스처 맵 비디오 생성부
817
변위 벡터 비디오 생성부
813
모션 벡터 인코더
814
스태틱 메쉬 인코더
816
변위 벡터 계산부
812
원본 텍스처 맵
811
참조 복원 베이스 메쉬
베이스 메쉬
단순화된 메쉬
피팅된 세분 메쉬
프리-프로세서
원본 메쉬
메인터 입력부

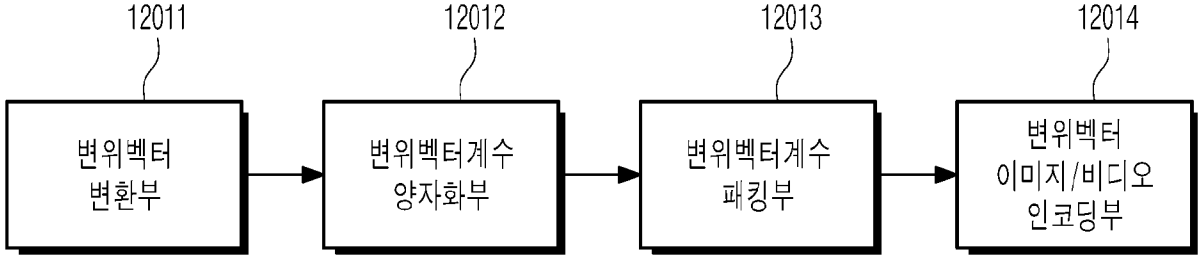
[도14]


910
수신부
911
디멀티플렉서
모션 벡터 비트스트림
베이스 메쉬 비트스트림
변위 벡터 비트스트림
텍스처 맵 비트스트림
912
913
모션 벡터 디코더
914
스태틱 메쉬 디코더
915
베이스 메쉬 복원부
916
메쉬 복원부
917
변위 벡터 비디오 디코더
918
변위 벡터 복원부
919
텍스처 맵 비디오 디코더
920
메쉬 데이터 렌더러
복원 메쉬
복원 텍스처 맵

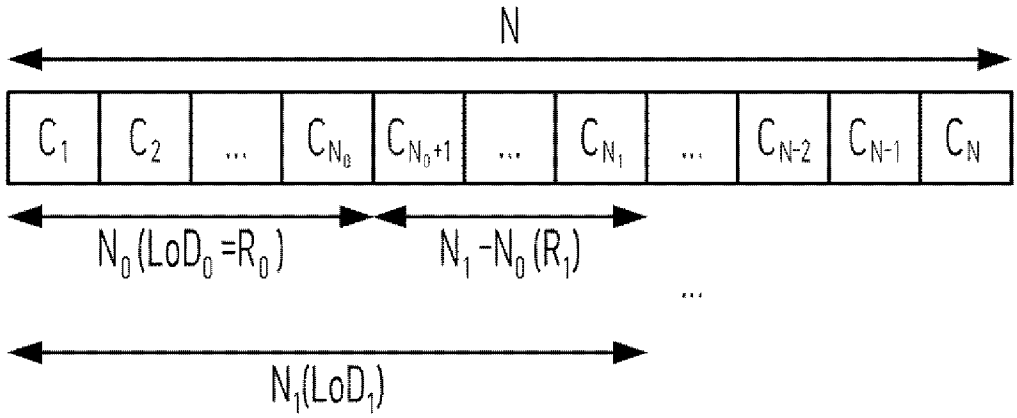
[도15]


베이스 메쉬 비트스트림
11017
베이스 메쉬 디코더
변위 벡터 비트스트림
11023
변위 벡터 복원부
참조 복원 베이스 메쉬
11015
모션 벡터 인코더
스태틱 메쉬 인코더
11016
11022
변위 벡터 인코더
11024
메쉬 역양자화부
11025
메쉬 복원부
11014
11021
변위 벡터 좌표계 변환부
11013
메쉬 양자화부
11020
변위 벡터 계산부
텍스처맵 비트스트림
베이스 메쉬
11012
메쉬 파라미터라이제이션부
11027
텍스처맵 인코더
11019
메쉬 피팅부
11026
텍스처맵 생성부
11011
메쉬 단순화부
베이스 메쉬
11018
메쉬 세분화부
원본 메쉬
텍스처맵

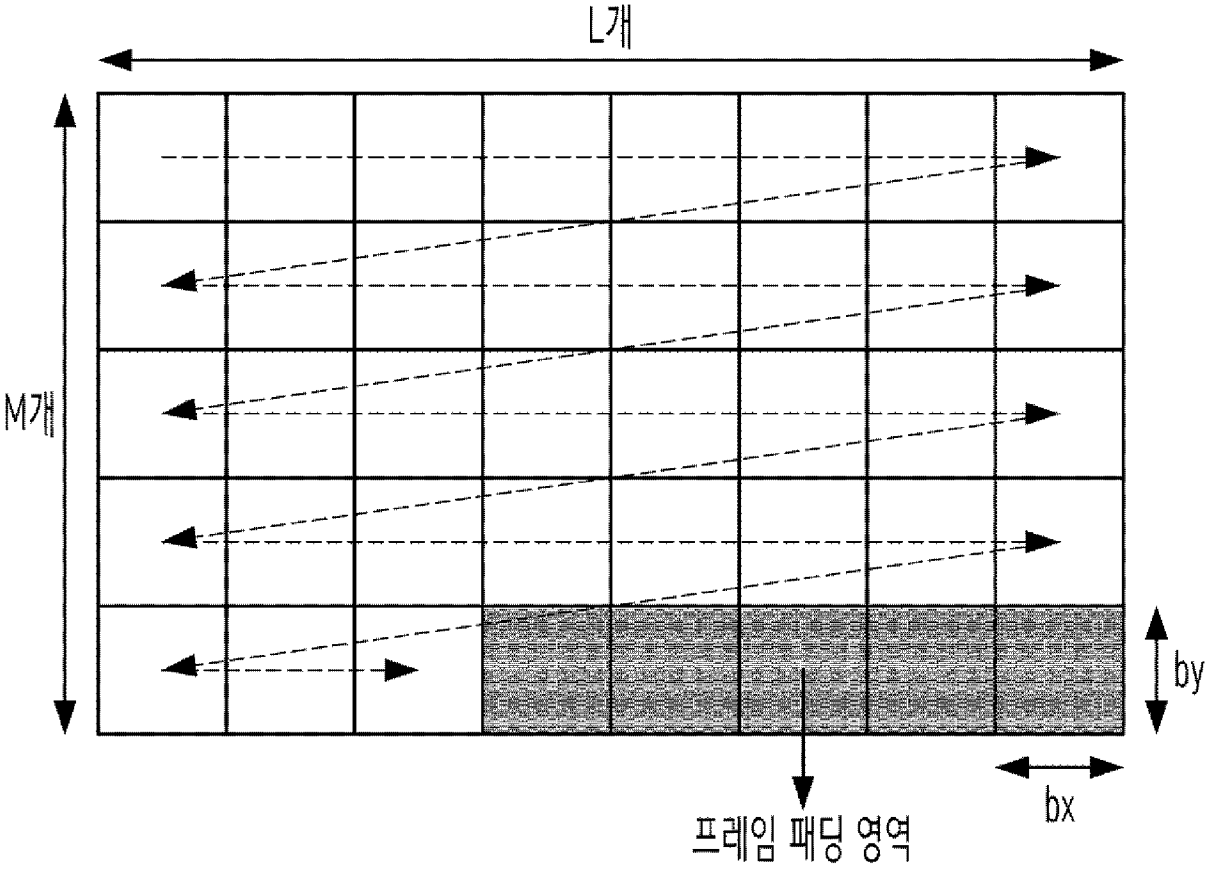
[도16]


12011
변위벡터 변환부
12012
변위벡터계수 양자화부
12013
변위벡터계수 패킹부
12014
변위벡터 이미지/비디오 인코딩부

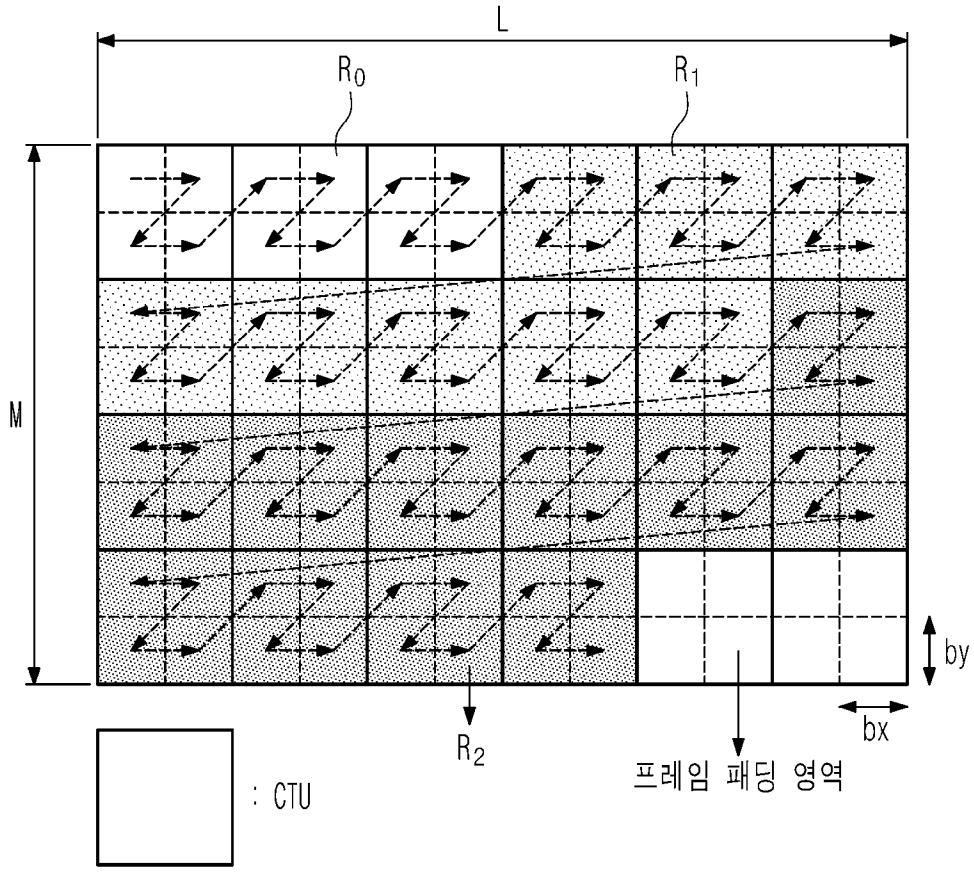
[도17]


N
C1
C2
...
CN0
CN0+1
...
CN1
...
CN-2
CN-1
CN
N0(LoD0=R0)
N1-N0(R1)
...
N1(LoD1)

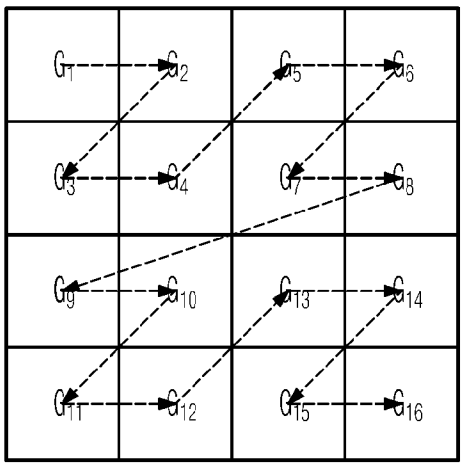
[도18]


L개
M개
by
bx
프레임 패딩 영역

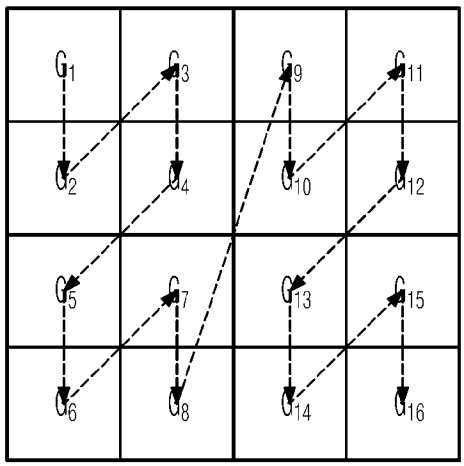
[도19]



[도20]

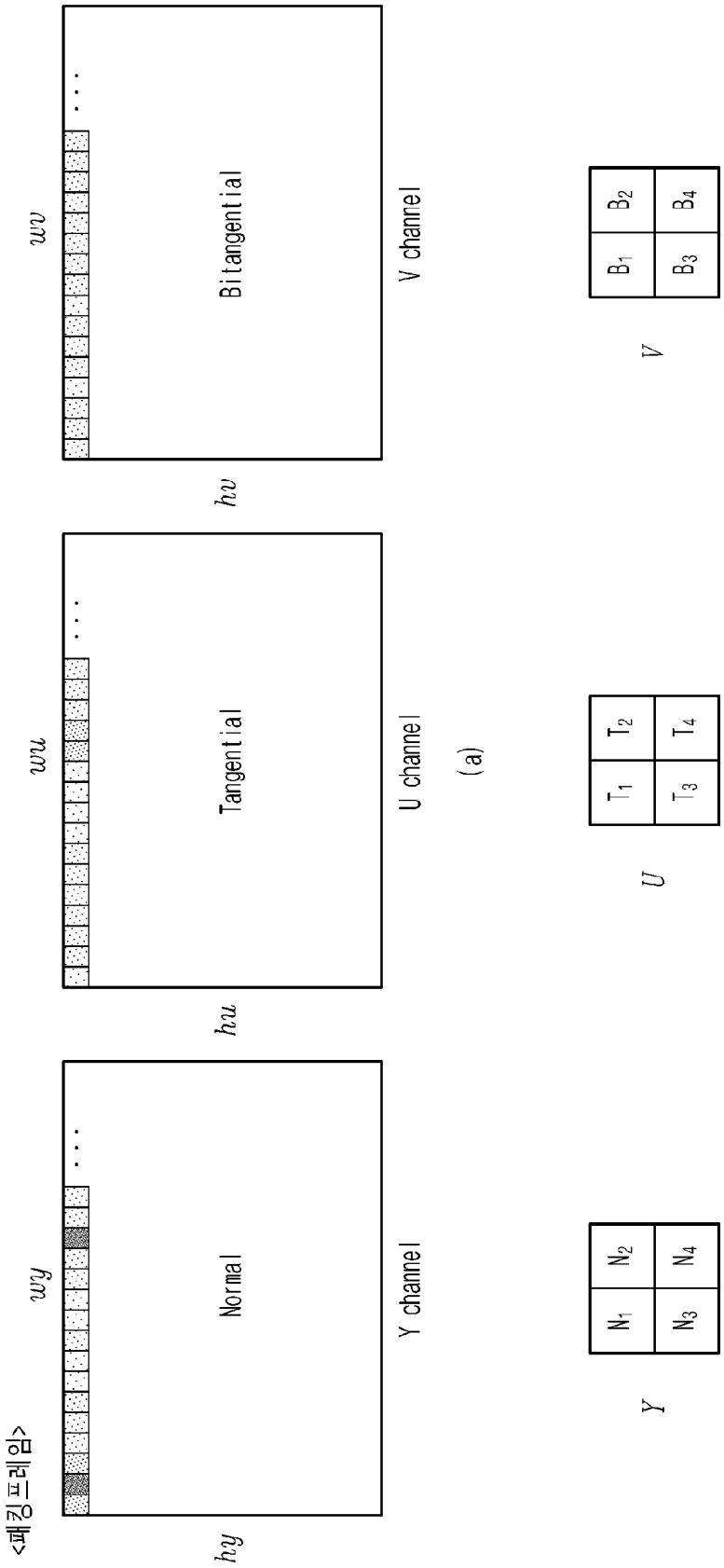


bx = by = 4인 경우의
x-y morton코드 패킹 실시예

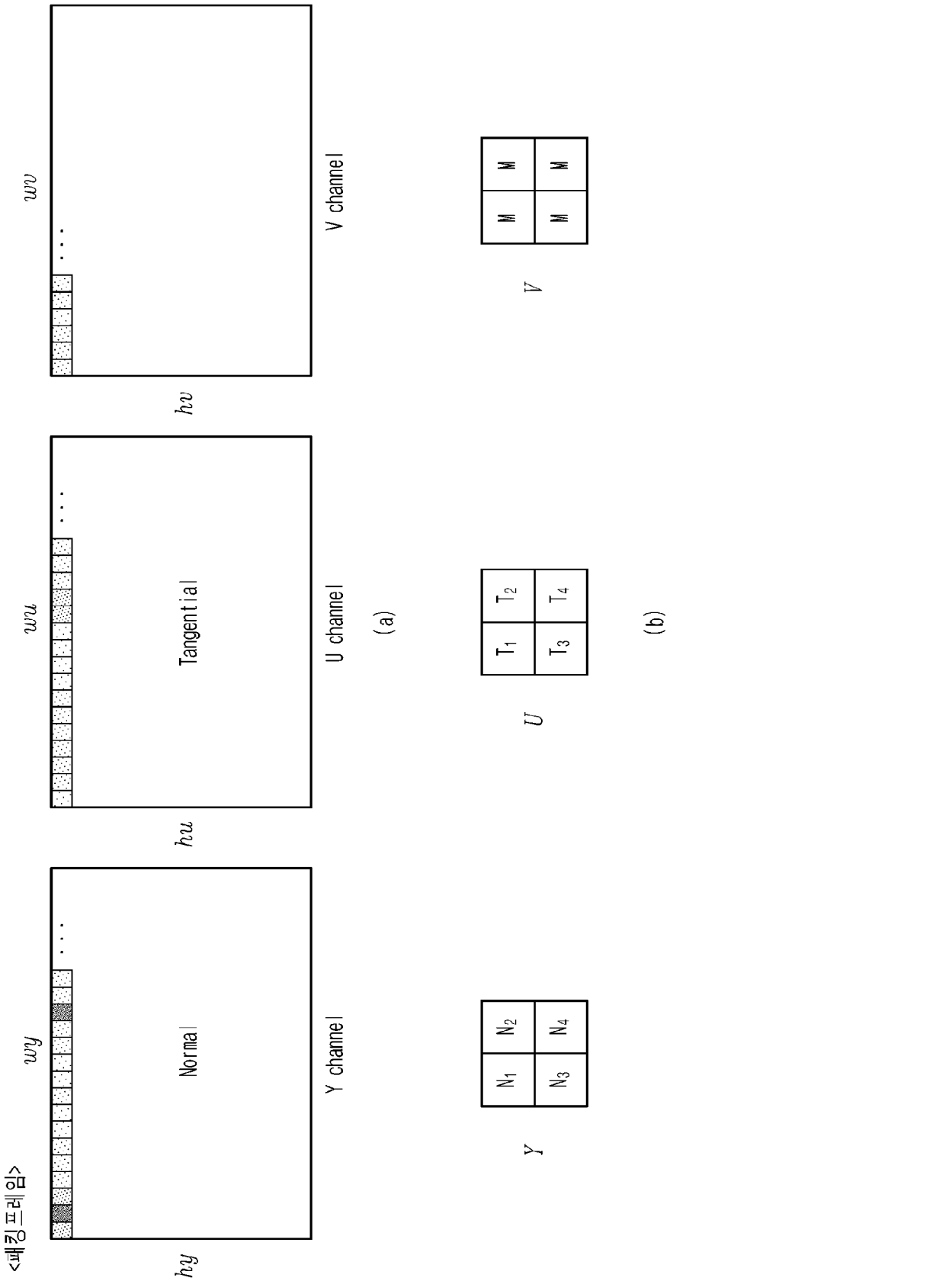


bx = by = 4인 경우의
y-x morton코드 패킹 실시예

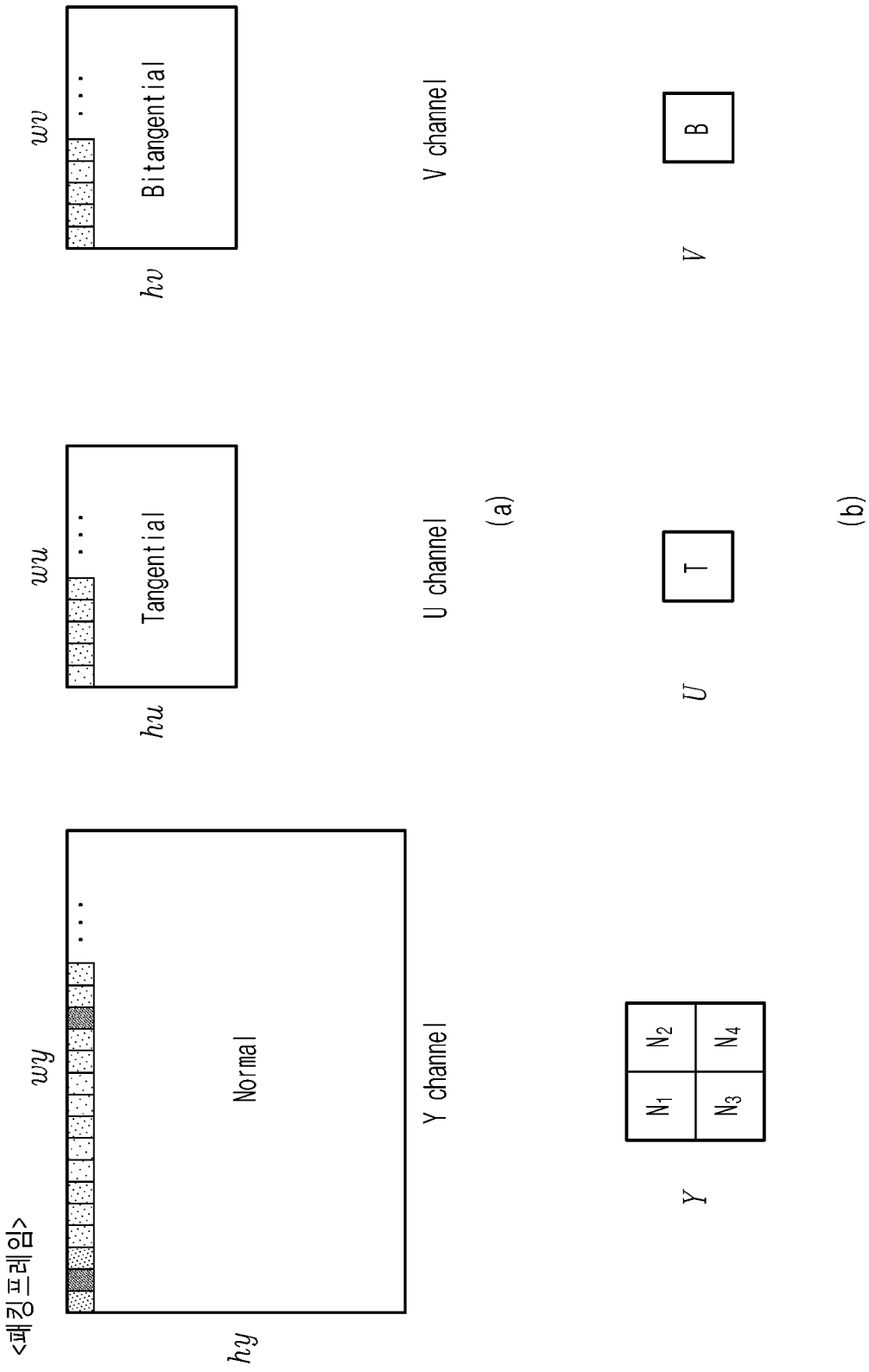
[도21]


<패킹프레임>
wy
hy
Normal
Y channel
wu
hu
Tangential
U channel
wv
hv
Bitangential
V channel
(a)
Y
N1
N2
N3
N4
U
T1
T2
T3
T4
V
B1
B2
B3
B4
(b)

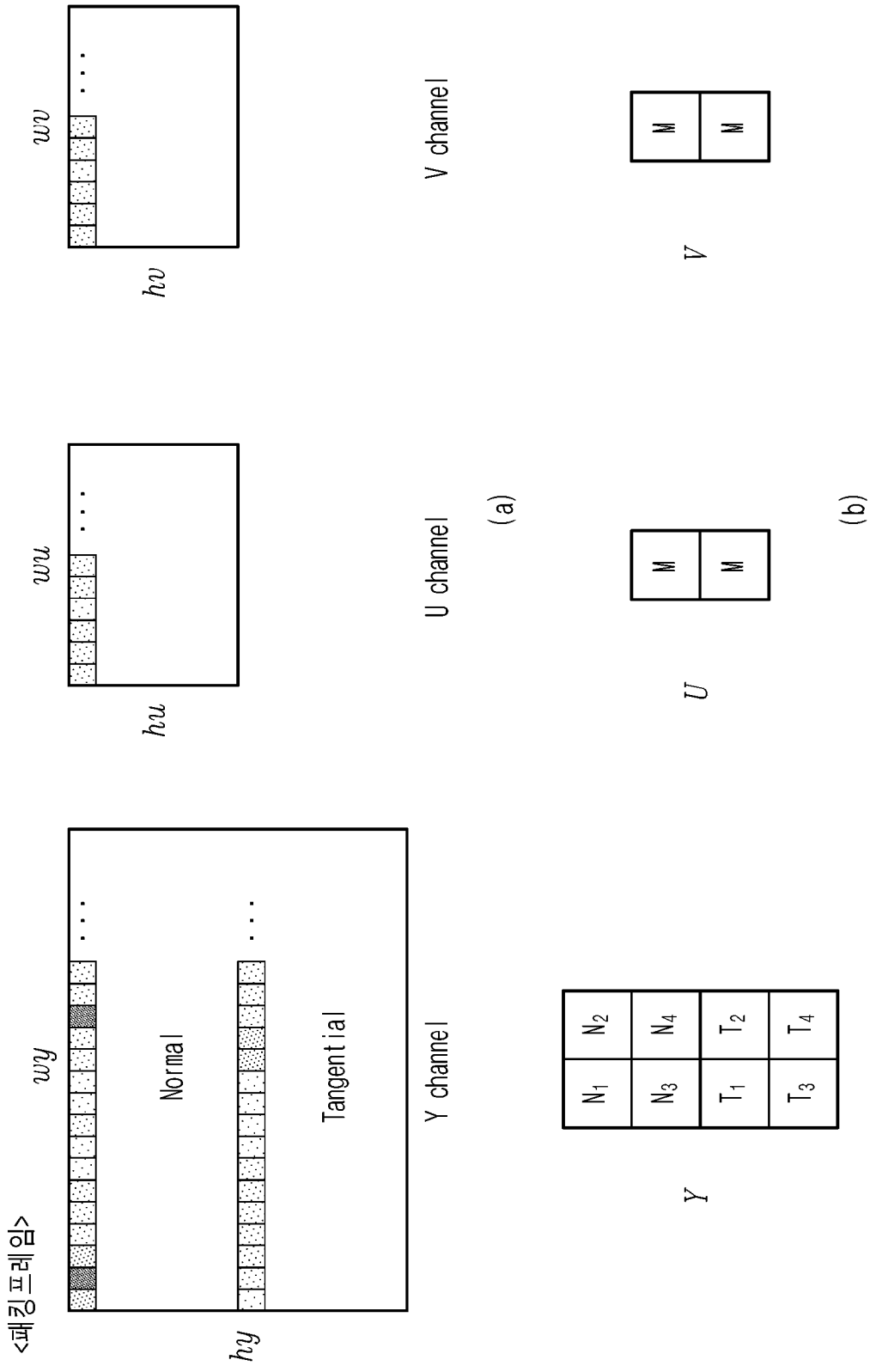
[도22]


<패킹 프레임>
wy
hy
Normal
Y channel
wu
hu
Tangential
U channel
wv
hv
V channel
(a)
Y
N1
N2
N3
N4
U
T1
T2
T3
T4
V
(b)

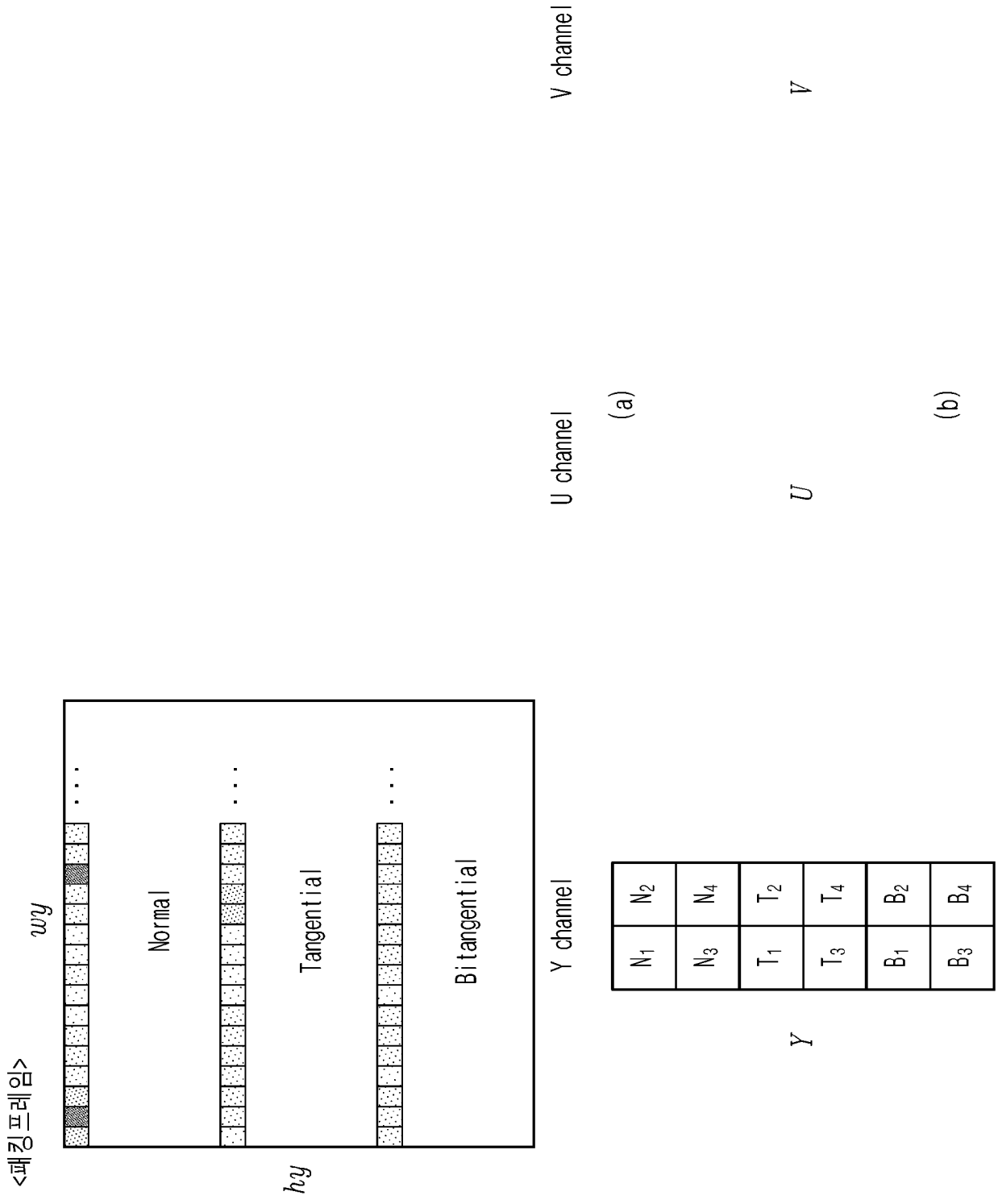
[도23]


<패킹프레임>
wy
hy
Normal
Y channel
wu
hu
Tangential
U channel
wv
hv
Bitangential
V channel
(a)
Y
N1
N2
N3
N4
U
T
V
B
(b)

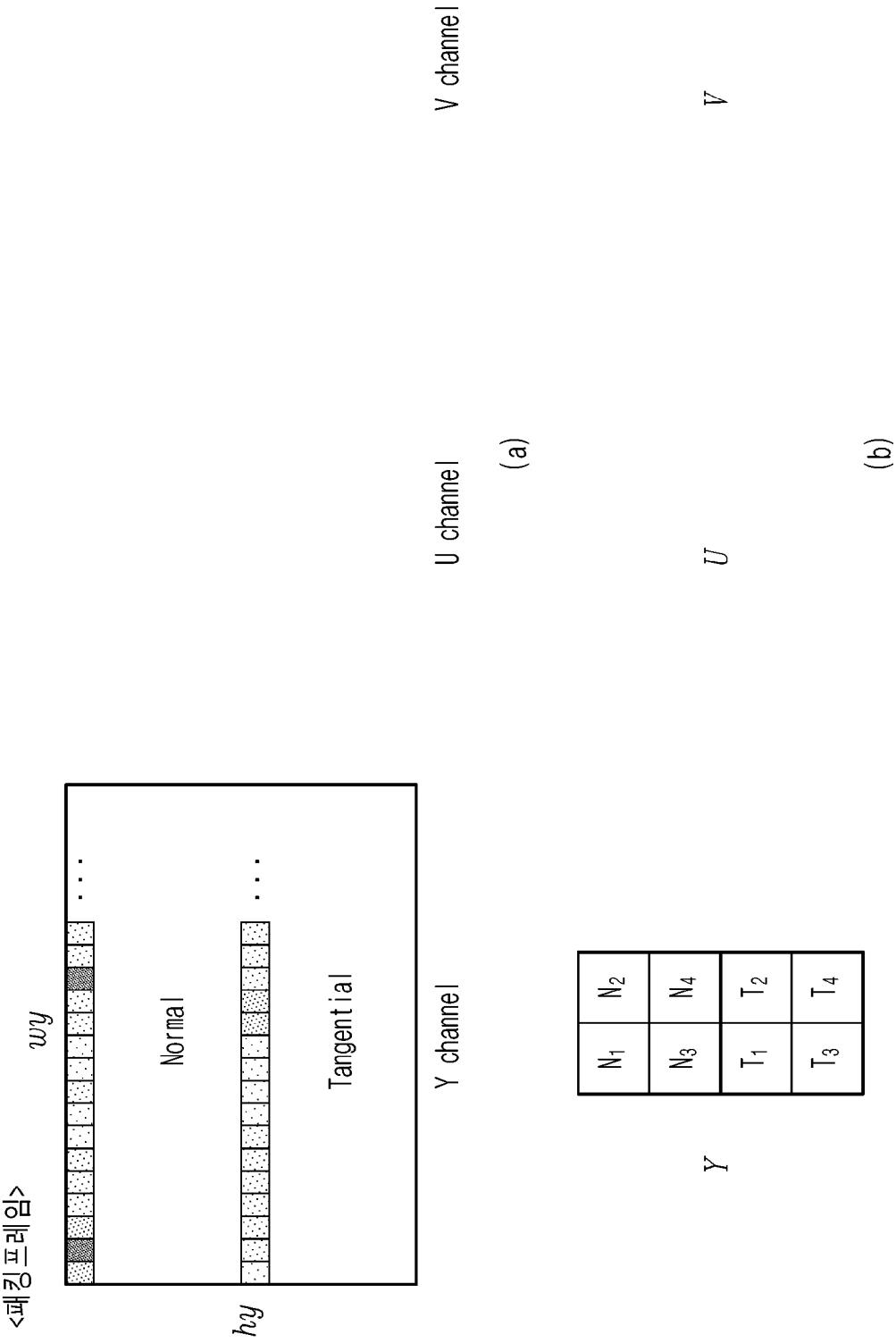
[도24]


<패킹 프레임>
wy
hy
Normal
Tangential
Y channel
wu
hu
U channel
wv
hv
V channel
(a)
N1
N2
N3
N4
T1
T2
T3
T4
Y
M
M
U
M
M
V
(b)

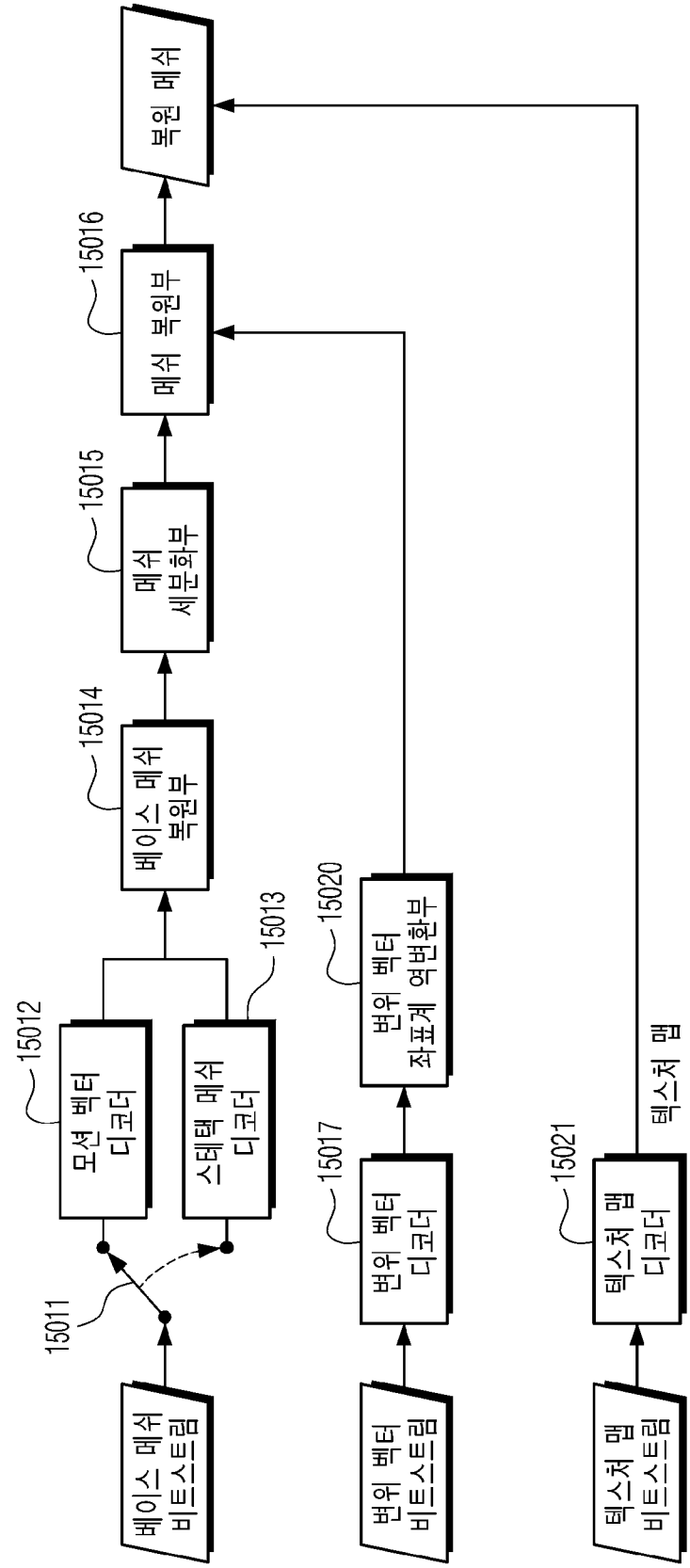
[도25]


<패킹 프레임>
wy
hy
Normal
Tangential
Bitangential
Y channel
U channel
V channel
(a)
(b)
Y
U
V
N1
N2
N3
N4
T1
T2
T3
T4
B1
B2
B3
B4

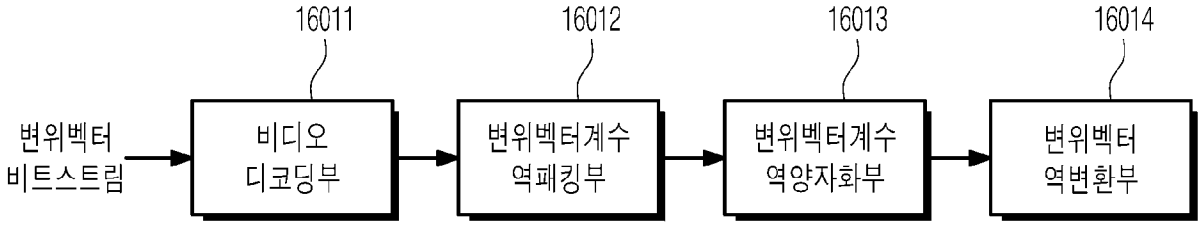
[도26]


V channel
U channel
(a)
Y
U
(b)
<패킹프레임>
wy
hy
Normal
Tangential
Y channel
N1
N2
N3
N4
T1
T2
T3
T4
Y

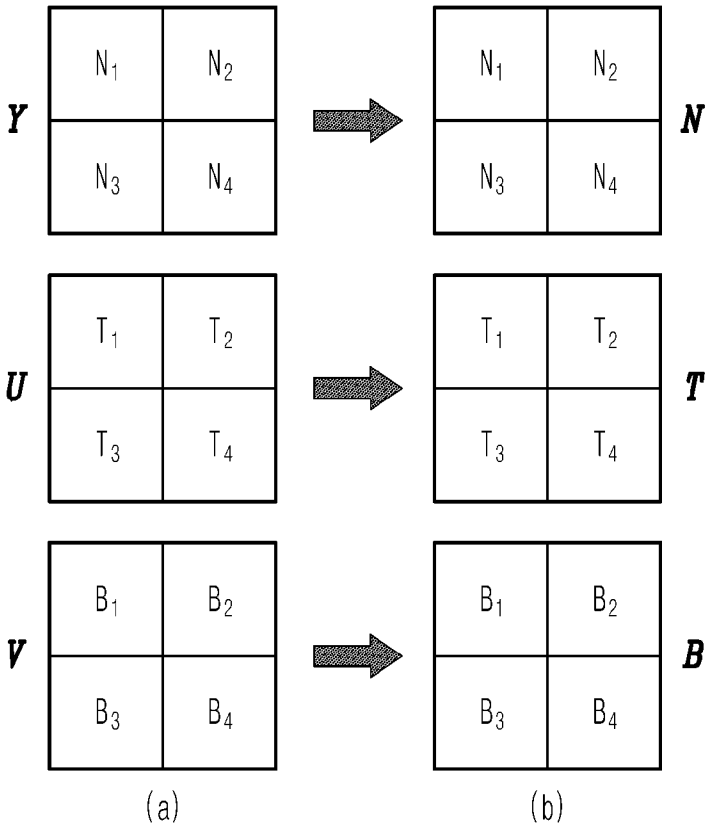
[도27]


베이스 메쉬 비트스트림
15011
모션 벡터 디코더
15012
스태택 메쉬 디코더
15013
베이스 메쉬 복원부
15014
메쉬 세분화부
15015
메쉬 복원부
15016
복원 메쉬
변위 벡터 비트스트림
변위 벡터 디코더
15017
변위 벡터 좌표계 역변환부
15020
텍스처 맵 비트스트림
텍스처 맵 디코더
15021
텍스처 맵

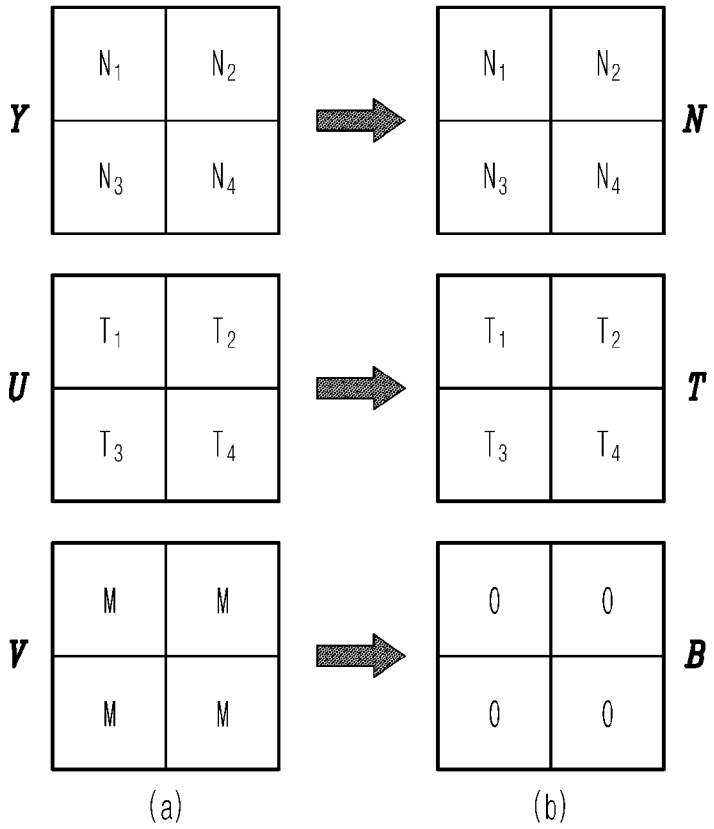
[도28]


16011
16012
16013
16014
변위벡터
비트스트림
비디오
디코딩부
변위벡터계수
역패킹부
변위벡터계수
역양자화부
변위벡터
역변환부

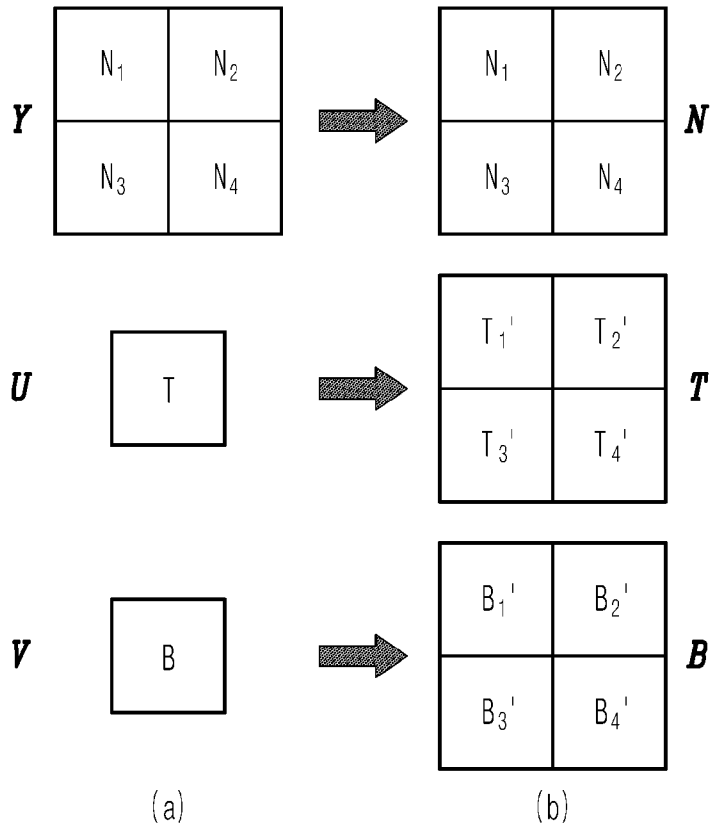
[도29]


Y
N1
N2
N3
N4
N1
N2
N3
N4
N
U
T1
T2
T3
T4
T1
T2
T3
T4
T
V
B1
B2
B3
B4
B1
B2
B3
B4
B
(a)
(b)

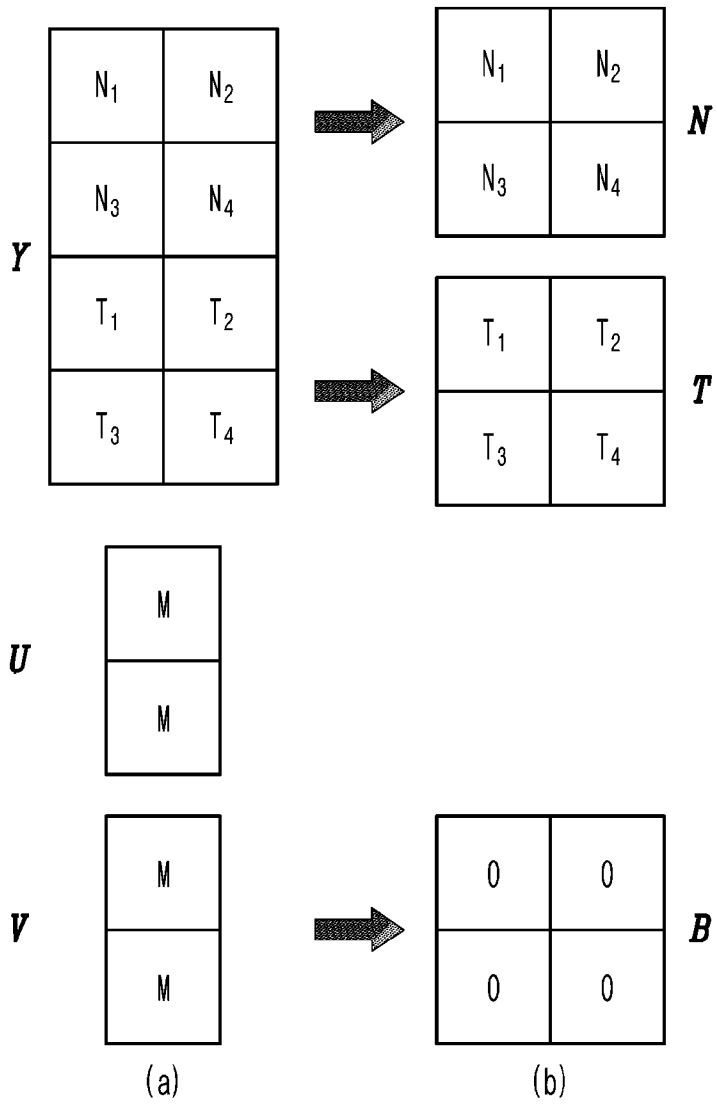
[도30]


Y
N1
N2
N3
N4
N
U
T1
T2
T3
T4
T
V
M
B
0
(a)
(b)

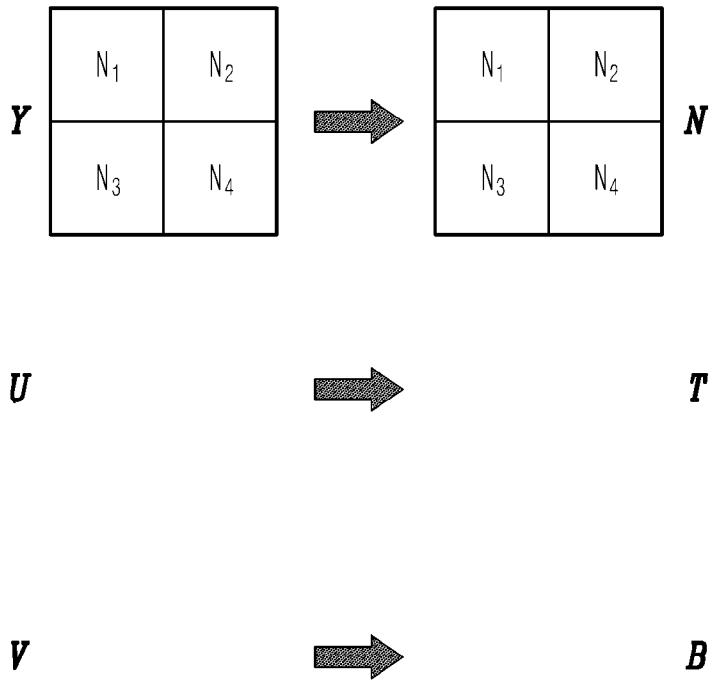
[도31]


Y
N1
N2
N3
N4
N
U
T
T1'
T2'
T3'
T4'
V
B
B1'
B2'
B3'
B4'
(a)
(b)

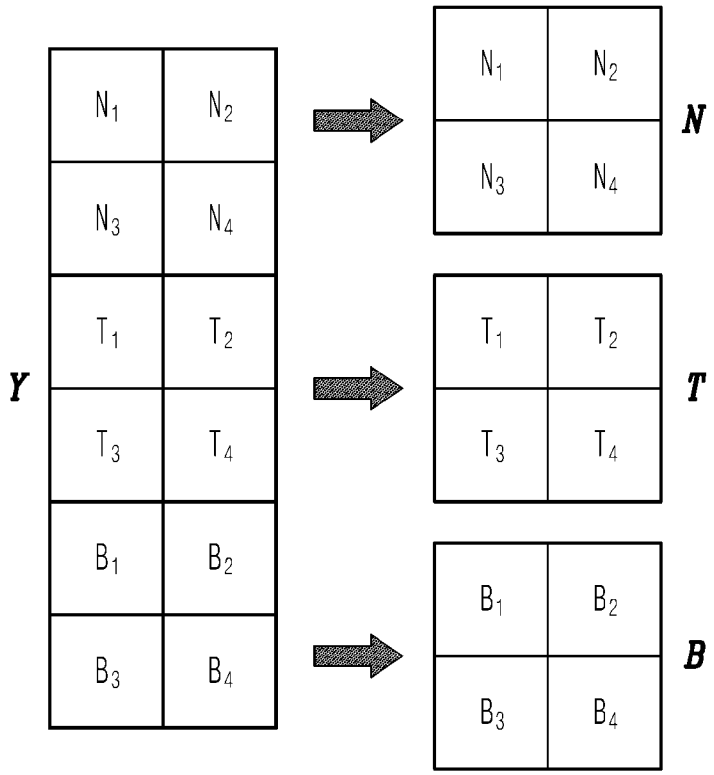
[도32]



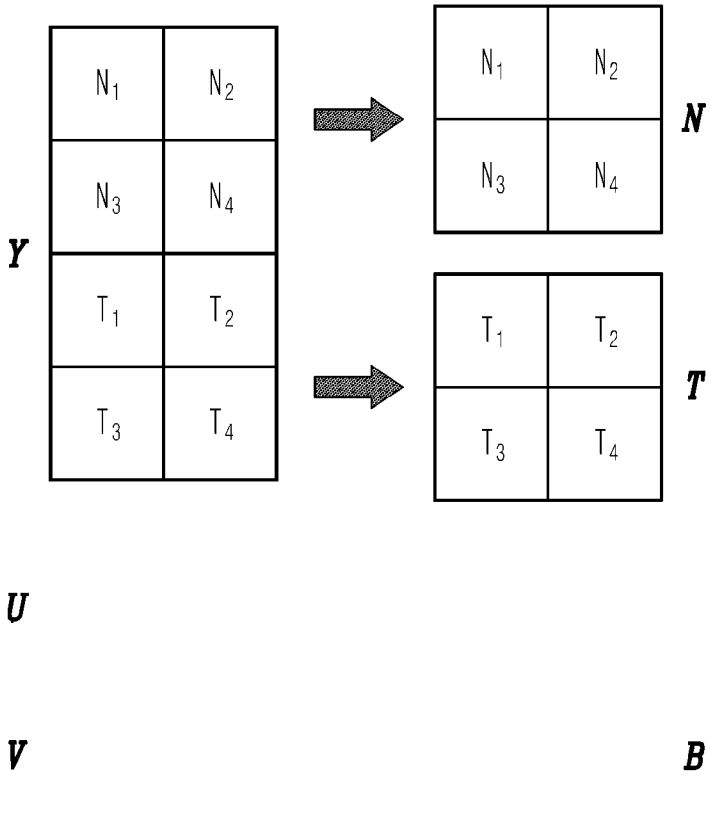
[도33]



[도34]



[도35]



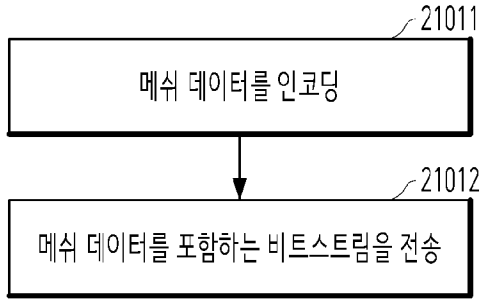
[도36]

asps_vmc_extension(){	Descriptor
asps_vmc_ext_prevent_geometry_video_conversion_flag	u(1)
asps_vmc_ext_prevent_attribute_video_conversion_flag	u(1)
asps_vmc_ext_subdivision_method	u(3)
if(asps_vmc_ext_subdivision_method != 0)	
asps_vmc_ext_subdivision_iteration_count	u(8)
asps_vmc_ext_displacement_coordinate_system	u(1)
asps_vmc_ext_displacement_method	u(3)
if(asps_vmc_ext_displacement_method = = VIDEO_CODING) {	
asps_vmc_ext_displacement_LoD_packing_method	u(1)
asps_vmc_ext_displacement_packing_info()	ue(v)
}	
asps_vmc_ext_transform_method	u(3)
if(asps_vmc_ext_transform_method = = LINEAR_LIFTING) {	
vmc_lifting_transform_parameters(0,0)	
}	
asps_vmc_ext_num_attribute_video	u(7)
for(i=0;1< asps_vmc_ext_num_attribute_video; i++) {	
asps_vmc_ext_attribute_type_id [i]	u(8)
asps_vmc_ext_attribute_frame_width[i]	ue(v)
asps_vmc_ext_attribute_frame_height[i]	ue(v)
asps_vmc_vmc_ext_attribute_transform_method[i]	u(3)
if(asps_vmc_ext_attribute_transform_method = = LINEAR_LIFTING) {	
vmc_lifting_transform_parameters(i+1,0)	
asps_vmc_ext_direct_attribute_projection_enabled_flag[i]	u(1)
}	
asps_vmc_ext_packing_method	u(1)
}	

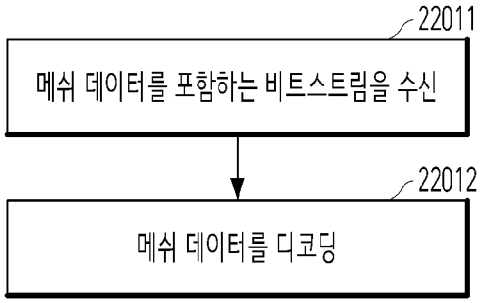
[도37]

asps_vmc_ext_displacement_packing_info(){	Descriptor
displacement_scan_method	u(2)
displacementVideoBlockSize	i(32)
geometryVideoBlockSize	i(32)
geometryVideoBitDepth	i(32)
colourSpace_displacement_video	u(2)
bi_tangent_skip_flag	u(1)
...	
]	

[도38]



[도39]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2024/008873

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N 19/597(2014.01)i; **H04N 19/70**(2014.01)i; **H04N 19/18**(2014.01)i; **H04N 19/46**(2014.01)i; **H04N 19/54**(2014.01)i; **H04N 19/593**(2014.01)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); G06T 17/10(2006.01); G06T 17/20(2006.01); G06T 9/00(2006.01); H04N 13/344(2018.01); H04N 13/395(2018.01); H04N 21/235(2011.01); H04N 21/236(2011.01)

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: 복호화(decoding), 메쉬(mesh), 변위(displacement), 벡터(vector), 텍스처(texture), 베이스(base), 포맷(format), 패킹(packing)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2022-0126225 A (HYUNDAI MOTOR COMPANY et al.) 15 September 2022 (2022-09-15) See paragraphs [0018], [0022], [0025], [0027] and [0118]-[0121]; claims 1, 3, 11 and 16; and figure 11.	1-16
Y	US 2022-0108483 A1 (SONY GROUP CORPORATION) 07 April 2022 (2022-04-07) See paragraphs [0034], [0038], [0066] and [0074]-[0075]; and figures 1 and 10.	1-16
Y	US 2021-0112240 A1 (NOKIA TECHNOLOGIES OY) 15 April 2021 (2021-04-15) See paragraphs [0102]-[0111] and [0175]-[0181]; and claim 28.	2-4,6,9-11,14-16
A	KR 10-2373833 B1 (LG ELECTRONICS INC.) 14 March 2022 (2022-03-14) See claims 1-12.	1-16
A	US 2021-0287431 A1 (INTEL CORPORATION) 16 September 2021 (2021-09-16) See claims 1-9.	1-16

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
16 October 2024	**16 October 2024**

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2024/008873

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-2022-0126225 A	15 September 2022	CN 116965034 A	27 October 2023
		US 2023-0410374 A1	21 December 2023
		WO 2022-191543 A1	15 September 2022
US 2022-0108483 A1	07 April 2022	CN 115428459 A	02 December 2022
		EP 4197191 A1	21 June 2023
		JP 2023-544618 A	24 October 2023
		US 11836953 B2	05 December 2023
		WO 2022-074515 A1	14 April 2022
US 2021-0112240 A1	15 April 2021	EP 3756170 A1	30 December 2020
		US 11463681 B2	04 October 2022
		WO 2019-162567 A1	29 August 2019
KR 10-2373833 B1	14 March 2022	CN 114946179 A	26 August 2022
		CN 114946179 B	08 March 2024
		EP 4072132 A1	12 October 2022
		EP 4072132 B1	06 March 2024
		JP 2023-509190 A	07 March 2023
		JP 7434574 B2	20 February 2024
		KR 10-2021-0090089 A	19 July 2021
		US 11606547 B2	14 March 2023
		US 2021-0218947 A1	15 July 2021
		WO 2021-141258 A1	15 July 2021
US 2021-0287431 A1	16 September 2021	CN 113470179 A	01 October 2021
		EP 3882859 A1	22 September 2021
		JP 2021-149942 A	27 September 2021
		KR 10-2021-0116199 A	27 September 2021

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2024/008873

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04N 19/597(2014.01)i; **H04N 19/70**(2014.01)i; **H04N 19/18**(2014.01)i; **H04N 19/46**(2014.01)i; **H04N 19/54**(2014.01)i; **H04N 19/593**(2014.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04N 19/597(2014.01); G06T 17/10(2006.01); G06T 17/20(2006.01); G06T 9/00(2006.01); H04N 13/344(2018.01); H04N 13/395(2018.01); H04N 21/235(2011.01); H04N 21/236(2011.01)

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: 복호화(decoding), 메쉬(mesh), 변위(displacement), 벡터(vector), 텍스처(texture), 베이스(base), 포맷(format), 패킹(packing)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2022-0126225 A (현대자동차주식회사 등) 2022.09.15 단락 [0018], [0022], [0025], [0027], [0118]-[0121]; 청구항 1, 3, 11, 16; 및 도면 11	1-16
Y	US 2022-0108483 A1 (SONY GROUP CORPORATION) 2022.04.07 단락 [0034], [0038], [0066], [0074]-[0075]; 및 도면 1, 10	1-16
Y	US 2021-0112240 A1 (NOKIA TECHNOLOGIES OY) 2021.04.15 단락 [0102]-[0111], [0175]-[0181]; 및 청구항 28	2-4,6,9-11,14-16
A	KR 10-2373833 B1 (엘지전자 주식회사) 2022.03.14 청구항 1-12	1-16
A	US 2021-0287431 A1 (INTEL CORPORATION) 2021.09.16 청구항 1-9	1-16

☐ 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 문헌과조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2024년10월16일(16.10.2024)	**2024년10월16일(16.10.2024)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

양정록

전화번호 **+82-42-481-5709**

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2024/008873

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2022-0126225 A	2022/09/15	CN 116965034 A	2023/10/27
		US 2023-0410374 A1	2023/12/21
		WO 2022-191543 A1	2022/09/15
US 2022-0108483 A1	2022/04/07	CN 115428459 A	2022/12/02
		EP 4197191 A1	2023/06/21
		JP 2023-544618 A	2023/10/24
		US 11836953 B2	2023/12/05
		WO 2022-074515 A1	2022/04/14
US 2021-0112240 A1	2021/04/15	EP 3756170 A1	2020/12/30
		US 11463681 B2	2022/10/04
		WO 2019-162567 A1	2019/08/29
KR 10-2373833 B1	2022/03/14	CN 114946179 A	2022/08/26
		CN 114946179 B	2024/03/08
		EP 4072132 A1	2022/10/12
		EP 4072132 B1	2024/03/06
		JP 2023-509190 A	2023/03/07
		JP 7434574 B2	2024/02/20
		KR 10-2021-0090089 A	2021/07/19
		US 11606547 B2	2023/03/14
		US 2021-0218947 A1	2021/07/15
		WO 2021-141258 A1	2021/07/15
US 2021-0287431 A1	2021/09/16	CN 113470179 A	2021/10/01
		EP 3882859 A1	2021/09/22
		JP 2021-149942 A	2021/09/27
		KR 10-2021-0116199 A	2021/09/27