

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2025년 5월 30일 (30.05.2025) WIPO | PCT

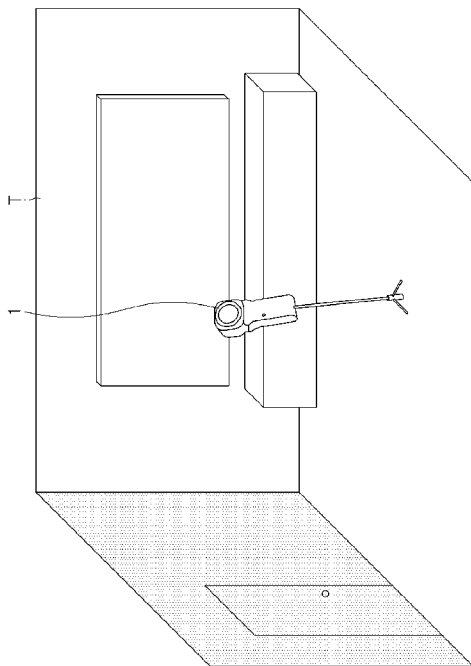


(10) 국제공개번호
WO 2025/110438 A1

- (51) 국제특허분류: *G06T 17/20* (2006.01) *G06T 3/4007* (2024.01)
G06T 5/77 (2024.01) *G06T 7/10* (2017.01)
G06T 7/50 (2017.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2024/013621
- (22) 국제출원일: 2024년 9월 9일 (09.09.2024)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2023-0160309 2023년 11월 20일 (20.11.2023) KR
- (71) 출원인: 네이버 주식회사 (NAVER CORPORATION)
[KR/KR]: 13561 경기도 성남시 분당구 정자일로 95 (KR).
- (72) 발명자: 이기환 (LEE, Gihwan); 13561 경기도 성남시 분당구 정자일로 95 (KR). 정동기 (JUNG, Dongki); 13561 경기도 성남시 분당구 정자일로 95 (KR). 이태재 (LEE, Taejae); 13561 경기도 성남시 분당구 정자일로 95 (KR). 이동환 (LEE, Donghwan); 13561 경기도 성남시 분당구 정자일로 95 (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 충정 (HMP IP GROUP); 06251 서울특별시 강남구 역삼로 120, 5층(역삼동, 정보역삼빌딩) (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, 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).

(54) Title: METHOD FOR GENERATING 3-DIMENSIONAL MESH BASED ON ERP IMAGE AND COMPUTING DEVICE USING SAME

(54) 발명의 명칭: ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법 및 이를 이용하는 컴퓨팅 장치



(57) Abstract: The present invention relates to a method for generating a 3-dimensional mesh based on an equirectangular project (ERP) image and a computing device using same, and the method for generating a 3-dimensional mesh based on an ERP image, using a computing device, according to an embodiment of the present invention, may include the steps of: generating a plurality of perspective images by converting an ERP image for a target environment; if a perspective image including a specific material area exists among the plurality of perspective images, removing the specific material area via an inpainting technique; generating a depth map and a normal map corresponding to the ERP image by using the plurality of perspective images; and generating a 3-dimensional mesh corresponding to the depth map and the normal map by using a mesh generation model.

(57) 요약서: 본 발명은 ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법 및 이를 이용하는 컴퓨팅 장치에 관한 것으로서, 본 발명의 일 실시예에 의한 컴퓨팅 장치를 이용한, ERP(Equirectangular Project) 이미지 기반의 3차원 메시(mesh) 생성방법은, 대상 환경에 대한 ERP 이미지를 변환하여 복수의 투시도 이미지(perspective image)를 생성하는 단계; 상기 복수의 투시도 이미지 중에서 특정재질영역이 포함된 투시도 이미지가 존재하면, 상기 특정재질영역을 인페인팅 기법으로 제거하는 단계; 상기 복수의 투시도 이미지를 이용하여, 상기 ERP 이미지에 대응하는 깊이 맵 및 법선 맵을 생성하는 단계; 및 메시생성모델을 이용하여, 상기 깊이 맵 및 상기 법선 맵에 대응하는 3차원 메시를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법 및 이를 이용하는 컴퓨팅 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 360도 단안 카메라를 이용하여 촬영한 ERP 이미지로부터 3차원 메시지를 생성하는 방법 및 이를 이용하는 컴퓨팅 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 360도 비디오는 동시에 모든 방향(360도)으로 캡처되거나 재생되는 비디오 내지 이미지 콘텐츠를 의미할 수 있다. 예를 들어 360도 비디오는 3차원 구형면(Spherical surface) 상에 나타내어질 수 있다. 360도 비디오는 하나 이상의 카메라를 통하여 복수개의 시점 각각에 대한 이미지 또는 비디오가 캡처되고, 캡처된 복수개의 이미지들을 연결하여 하나의 파노라마 이미지 또는 구형의 이미지로 만들어 2D 픽처 상에 프로젝션하여 생성할 수 있다.
- [3] 여기서, 실내 공간을 360도 비디오로 촬영하고, 이를 기반으로 실내 공간에 대한 3차원 모델링을 생성하고자 하는 경우가 있을 수 있다. 그러나, 360도 비디오를 기반으로 3차원 모델링을 수행하는 경우, 360도 비디오 내 왜곡이 심하게 나타나므로, 일반적인 깊이 추정을 위한 딥러닝 모델을 적용하기 어려운 문제점이 존재한다.
- [4] 또한, 실내 공간에는 거울이나 유리 등이 포함될 수 있으나, 360도 비디오 내에 포함된 거울이나 유리 등을 구별할 수 없으므로, 거울이나 유리에 나타난 형상이 3차원 모델링 내에 반영될 수 있다. 즉, 실제 존재하지 않는 공간에 대한 3차원 모델링이 생성되는 등의 문제도 발생할 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명은 360도 단안 카메라를 이용하여 촬영한 ERP 이미지로부터, 정확한 3차원 메시지를 생성할 수 있는, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법 및 이를 이용하는 컴퓨팅 장치를 제공하고자 한다.
- [6] 본 발명은 ERP 이미지 내 포함되는 거울이나 유리 등에 의한 3차원 메시 상의 노이즈나 오류를 제거할 수 있는, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법 및 이를 이용하는 컴퓨팅 장치를 제공하고자 한다.
- [7] 본 발명은 각각의 하이퍼파라미터들을 스케줄링하여 학습을 수행한 메시 생성 모델을 활용하는, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법 및 이를 이용하는 컴퓨팅 장치를 제공하고자 한다.
- [8] 본 발명은 생성한 3차원 메시 내 평면을 단순화하여 노이즈를 제거할 수 있는, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법 및 이를 이용하는 컴퓨팅 장치를 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명의 일 실시예에 의한, 컴퓨팅 장치를 이용한 ERP(Equirectangular Project) 이미지 기반의 3차원 메시(mesh) 생성방법은, 대상 환경에 대한 ERP 이미지를 변환하여 복수의 투시도 이미지(perspective image)를 생성하는 단계; 상기 복수의 투시도 이미지 중에서 특정재질영역이 포함된 투시도 이미지가 존재하면, 상기 특정재질영역을 인페인팅 기법으로 제거하는 단계; 상기 복수의 투시도 이미지를 이용하여, 상기 ERP 이미지에 대응하는 깊이 맵 및 법선 맵을 생성하는 단계; 및 메시생성모델을 이용하여, 상기 깊이 맵 및 상기 법선 맵에 대응하는 3차원 메시지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [10] 본 발명의 일 실시예에 의한 ERP(Equirectangular Project) 이미지 기반의 3차원 메시(mesh) 생성하는 컴퓨팅 장치는 프로세서를 포함하는 것으로, 상기 프로세서는, 대상 환경에 대한 ERP 이미지를 변환하여 복수의 투시도 이미지를 생성하는 것; 상기 복수의 투시도 이미지 중에서 특정재질영역이 포함된 투시도 이미지가 존재하면, 상기 특정재질영역을 인페인팅 기법으로 제거하는 것; 상기 복수의 투시도 이미지를 이용하여, 상기 ERP 이미지에 대응하는 깊이 맵 및 법선 맵을 생성하는 것; 및 메시생성모델을 이용하여, 상기 깊이 맵 및 상기 법선 맵에 대응하는 3차원 메시지를 생성하는 것을 포함하여 수행할 수 있다.
- [11] 덧붙여 상기한 과제의 해결수단은, 본 발명의 특징을 모두 열거한 것이 아니다. 본 발명의 다양한 특징과 그에 따른 장점과 효과는 아래의 구체적인 실시형태를 참조하여 보다 상세하게 이해될 수 있을 것이다.
- ### 발명의 효과
- [12] 본 발명의 일 실시예에 의한 ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법 및 이를 이용하는 컴퓨팅 장치에 의하면, ERP 이미지 내 포함되는 거울이나 유리 등에 의한 3차원 메시 상의 노이즈나 오류를 제거할 수 있으므로, 대상환경에 대한 정확한 3차원 메시지를 생성하는 것이 가능하다.
- [13] 본 발명의 일 실시예에 의한 ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법 및 이를 이용하는 컴퓨팅 장치에 의하면, 메시생성모델 학습시 각각의 하이퍼파라미터들을 스케줄링하여 학습을 수행할 수 있으므로, 최적의 하이퍼파라미터를 찾지 않고도, 높은 성능의 3차원 메시지를 생성할 수 있는 메시생성모델을 구현하는 것이 가능하다.
- [14] 본 발명의 일 실시예에 의한 ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법 및 이를 이용하는 컴퓨팅 장치에 의하면, 생성한 3차원 메시에 대한 후처리를 통하여, 3차원 메시 내 노이즈를 제거하고 평면을 단순화할 수 있으므로, 고품질의 3차원 메시지를 제공하는 것이 가능하다.
- [15] 다만, 본 발명의 실시예들에 따른 ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법 및 이를 이용하는 컴퓨팅 장치가 달성할 수 있는 효과는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이

속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [16] 도1은 본 발명의 일 실시예에 의한 360도 단안 카메라를 이용한 ERP 이미지 생성을 나타내는 예시도이다.
- [17] 도2는 본 발명의 일 실시예에 의한 3차원 메시 생성장치를 나타내는 개략도이다.
- [18] 도3은 본 발명의 일 실시예에 의한 ERP 이미지 및 큐브맵 이미지를 나타내는 예시도이다.
- [19] 도4는 본 발명의 일 실시예에 의한 투시도 이미지 및 마스킹 이미지를 나타내는 예시도이다.
- [20] 도5는 본 발명의 일 실시예에 의한 마스킹 영역에 대한 인페인팅을 나타내는 개략도이다.
- [21] 도6은 본 발명의 일 실시예에 의한 평면으로부터 설정범위 내 위치하는 점들을 해당 평면 상으로 투영하는 것을 나타내는 예시도이다.
- [22] 도7은 본 발명의 일 실시예에 의한 컴퓨팅 장치를 나타내는 블록도이다.
- [23] 도8 및 도9는 본 발명의 일 실시예에 의한 ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성 방법을 나타내는 순서도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [24] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 즉, 본 발명에서 사용되는 '부'라는 용어는 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 '부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '부'들로 더 분리될 수 있다.
- [25] 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는

경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [26] 도1은 본 발명의 일 실시예에 의한 360도 단안 카메라(Omnidirectional Camera)를 이용한 ERP(Equirectangular Projection) 이미지 생성을 나타내는 예시도이다
- [27] 도1을 참조하면, ERP 이미지는 360도 단안 카메라(1)를 이용하여 촬영한 사진일 수 있으며, 실시예에 따라서는 360도 단안 카메라(1)로 촬영한 동영상으로부터 캡처한 이미지 등을 ERP 이미지로 활용하는 것도 가능하다. 이때, 360도 단안 카메라(1)는 해당 ERP 이미지를 촬영할 때의 카메라 높이 등에 대한 정보도 함께 생성하여 제공할 수 있다.
- [28] 여기서, 360도 단안 카메라(1)를 이용하여 촬영하는 대상 환경(T)은 특정한 객체이거나 공간 등일 수 있으며, 실시예에 따라서는 부동산 거래 등에 활용하기 위하여, 건물의 실내공간을 대상 환경(T)으로 하는 것도 가능하다.
- [29] 360도 단안 카메라(1)는 단독으로 구성될 수 있으나, 실시예에 따라서는 스마트폰, 태블릿 PC, PDA(Personal Digital Assistant), 노트북 컴퓨터, 웨어러블 디바이스(wearable device) 등 다양한 단말장치에 결합하여 구현하는 것도 가능하다. 즉, 자신의 스마트폰 등에 구비된 360도 단안 카메라(1)를 이용하여 대상 환경(T)에 대한 ERP 이미지들을 생성할 수 있다.
- [30] 이후, 사용자는 촬영한 ERP 이미지를, 유, 무선 네트워크를 통하여 3차원 메시 생성장치로 전송하여, 촬영한 ERP 이미지에 대응하는 3차원 메시지를 생성할 것을 요청할 수 있다. 즉, 3차원 메시지를 기반으로 대상 환경에 대응하는 3차원 모델 등을 생성하기 위하여, 3차원 메시 생성장치에게 3차원 메시의 생성을 요청할 수 있다.
- [31] 이때, 사용자는 자신의 단말장치를 이용하여 네트워크에 접속할 수 있으며, 네트워크를 통하여 3차원 메시 생성장치와의 통신을 수행할 수 있다. 즉, 사용자는 단말장치를 이용하여 360도 단안 카메라(1)로 촬영한 ERP 이미지 등을 3차원 메시 생성장치로 전송할 수 있으며, 3차원 메시 생성장치는 수신한 ERP 이미지를 기반으로 해당 대상 환경에 대한 3차원 메시지를 생성할 수 있다. 이후, 3차원 메시지를 기반으로, 해당 대상 환경에 대한 3차원 모델 등을 생성하는 것도 가능하다.
- [32] 여기서, 단말장치와 3차원 메시 생성장치 사이의 통신 방식은 제한되지 않으며, 네트워크가 포함할 수 있는 통신망(일례로, 이동통신망, 유선 인터넷, 무선 인터넷, 방송망, 위성망 등)을 활용하는 통신 방식뿐만 아니라 기기들간의 근거리 무선 통신 등도 포함될 수 있다. 예를 들어, 네트워크는, PAN(personal area network), LAN(local area network), CAN(campus area network), MAN(metropolitan area network), WAN(wide area network), BBN(broadband network), 인터넷 등의 네트워크 중 하나 이상의 임의의 네트워크를 포함할 수 있다. 또한, 네트워크는 버스 네트워크, 스타 네트워크, 링 네트워크, 메쉬 네트워크, 스타-버스 네트워크,

트리 또는 계층적(hierarchical) 네트워크 등을 포함하는 네트워크 토폴로지 중 임의의 하나 이상을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[33] 추가적으로, 여기서는 360도 단안 카메라(1)를 이용하여 ERP 이미지를 생성하는 것으로 도시하였으나, 실시예에 따라서는 일반 카메라의 파노라마(panorama) 모드 등을 이용하여 ERP 이미지를 생성하는 것도 가능하다.

[34] 한편, 실시예에 따라서는, 360도 단안 카메라(1)로 실내 공간을 촬영한 ERP 이미지로부터, 해당 실내 공간에 대한 3차원 모델링을 생성하고자 하는 경우가 있을 수 있다. 여기서, ERP 이미지를 기반으로 3차원 모델링을 수행하기 위해서는, ERP 이미지 내 깊이나 법선 등을 추정할 필요가 있다. 다만, ERP 이미지는 일반적인 투시도 이미지(Perspective image)와 비교할 때 왜곡이 심하므로, 투시도 이미지를 기반으로 하는 일반적인 깊이 추정 모델로는 정확한 깊이나 법선 추정 결과를 얻기 어려울 수 있다.

[35] 또한, 실내 공간에는 거울이나 유리 등이 포함될 수 있으나, 3차원 메시 생성장치는 ERP 이미지 내에 포함된 거울이나 유리 등을 구별하지 못하므로, 거울이나 유리에 나타난 형상을 반영하여 깊이 맵 및 법선 맵을 생성할 수 있다. 즉, 실제 존재하지 않는 공간에 대한 깊이 맵과 법선 맵이 생성되는 것이므로, 잘못된 3차원 메시가 생성하는 등의 문제가 발생할 수 있다.

[36] 이외에도, 3차원 메시 생성장치는 3차원 메시지를 생성하기 위한 메시 생성모델을 더 포함할 수 있으며, 메시생성모델은 생성한 3차원 메시의 깊이 맵 및 법선 맵과, ERP 이미지의 깊이 맵 및 법선 맵의 차이에 해당하는 깊이 손실 및 법선 손실을 포함하는 손실함수를 이용하여 3차원 메시지를 생성하도록 학습된 것일 수 있다. 이때, 깊이 손실과 법선 손실에 설정되는 각각의 하이퍼파라미터에 따라, 메시 생성모델이 생성하는 3차원 메시의 성능이 상이하게 나타날 수 있다. 즉, 메시 생성모델을 학습할 때, 각각의 하이퍼파라미터들에 대한 설정이 중요하나, 각각의 ERP 이미지 등의 특성에 따라 최적화된 하이퍼파라미터를 매번 설정하기에는 어려운 문제점이 존재한다.

[37] 이에 본 발명의 일 실시예에 의한 3차원 메시 생성장치는, ERP 이미지를 투시도 이미지로 변환하여 해당 투시도 이미지에 대응하는 깊이 맵 및 법선 맵을 생성하고, 이를 기반으로 3차원 메시지를 생성하도록 할 수 있다. 또한, ERP 이미지나 투시도 이미지에 대한 전처리를 통하여 거울이나 유리 등의 특정재질영역에 대하여는 미리 인페인팅하여 실제 존재하지 않는 공간을 생성하는 것을 방지할 수 있다. 하이퍼파라미터의 경우, 본 발명의 일 실시예에 의한 3차원 메시 생성장치는, 각각의 하이퍼파라미터들을 스케줄링하면서 학습을 진행함으로써, 최적의 하이퍼파라미터를 찾지 않고도, 높은 성능의 3차원 메시지를 생성할 수 있는 메시 생성모델을 학습하는 것이 가능하다.

[38] 이하, 도2를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 의한 3차원 메시 생성장치를 설명한다.

- [39] 도2는 본 발명의 일 실시예에 의한 3차원 메시 생성장치를 나타내는 개략도이다.
- [40] 도2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 3차원 메시 생성장치(100)는, 수신부(110), 이미지 변환부(120), 전처리부(130), 깊이 및 법선 추정부(140), 메시생성부(150) 및 후처리부(160)를 포함할 수 있다.
- [41] 수신부(110)는 유, 무선 통신망을 통하여 ERP 이미지를 수신할 수 있다. 즉, 수신부(110)는 ERP 이미지를 생성하는 360도 단안 카메라(1)나 사용자의 단말장치 등으로부터 직접 ERP 이미지를 수신할 수 있으며, 실시예에 따라서는 360도 단안 카메라가 생성한 ERP 이미지를 저장한 별도의 서버나 저장장치 등을 통하여 ERP 이미지를 수신하는 것도 가능하다.
- [42] 이미지 변환부(120)는 대상 환경에 대한 ERP 이미지를 변환하여 복수의 투시도 이미지(perspective image)를 생성할 수 있다. 즉, 도3(a)에 도시한 바와 같이, 구체(Spherical) 도메인 상의 ERP 이미지가 입력될 수 있으며, 이미지 변환부(120)는 도3(b)에 도시한 바와 같이, ERP 이미지를 변환하여 대응하는 큐브맵(cubemap) 도메인 상의 큐브맵 이미지를 생성할 수 있다. 도3(b)를 참조하면, 큐브맵 이미지는 직육면체의 전개도에 대응하는 형태로 생성될 수 있으며, 대상 환경(T)에 대응하는 각각의 전면, 후면, 좌측면, 우측면, 상면 및 하면이 각각 투시도 형태로 표시될 수 있다. 즉, ERP 이미지에서 전면, 후면, 좌측면, 우측면, 상면 및 하면에 대응하는 영역들을 구분하고, 해당 영역들을 투시도 형태로 변환하여 큐브맵 이미지를 생성할 수 있다. 여기서, 이미지 변환부(120)는 ERP 이미지로부터 큐브맵 이미지로 변환하는 다양한 알고리즘을 활용하여 큐브맵 이미지를 생성할 수 있다. 이후, 이미지 변환부(120)는 큐브맵 이미지 내 포함된 6개의 면들에 대응하는 6개의 투시도 이미지들을 각각 분할하여 투시도 이미지를 생성할 수 있다. 즉, 전면, 후면, 좌측면, 우측면, 상면 및 하면에 대응하는 각각의 6개의 투시도 이미지를 분할하여 생성할 수 있다.
- [43] 전처리부(130)는 복수의 투시도 이미지 중에서 특정재질영역이 포함된 투시도 이미지가 존재하면, 특정재질영역을 인페인팅(inpainting) 기법으로 제거할 수 있다. 여기서, 특정재질영역은 투시 또는 반사되는 표면을 포함하는 것으로, 거울이나 유리, 금속표면 등일 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니며, 실시예에 따라 사용자 등이 필요한 영역을 특정재질영역으로 정의하여 활용하는 것도 가능하다. 또한, 여기서는 전처리부(130)가 투시도 이미지 내 포함된 특정재질영역을 제거하는 것으로 나타나 있으나, 실시예에 따라서는 전처리부(130)가 ERP 이미지에서 미리 특정재질영역을 제거하는 것도 가능하다.
- [44] 전처리부(130)는 인페인팅 기법으로 특정재질영역의 픽셀값들을 재생성할 수 있으며, 이때 전처리부(130)는 해당 특정재질영역이 인접 영역과 동일한 재질로 나타나도록 재생성할 수 있다. 특정재질영역은 빛을 반사하거나 투영시켜 내부에 다른 공간이 존재하는 것처럼 나타내는 것이므로, 투시도 이미지를 기반으로 깊이 맵이나 법선 맵 등을 추정하기 전에, 특정재질영역의 빛을 반사하거나 투영

하는 등의 특성을 제거할 필요가 있다. 따라서, 전처리부(130)는 특정재질영역의 인접 영역과 동일한 재질로, 특정재질영역을 다시 그리도록 할 수 있다. 예를 들어, 실내 공간 중 하나의 벽면에 거울이 포함된 경우, 해당 거울의 옆에 나타난 벽지의 재질로 해당 거울을 다시 그려 거울 내부의 반사된 영역을 제거할 수 있다. 즉, 인페인팅을 통하여 새롭게 생성한 특정재질영역 내 픽셀값들에 의하여 법선이 상이하게 추정되는 것을 방지하기 위하여, 전처리부(130)는 특정재질영역이 평평한 평면으로 인식되도록 인페인팅할 수 있다.

- [45] 먼저, 전처리부(130)는 투시도 이미지 내 특정재질영역을 마스킹(masking) 처리한 마스킹 영역을 포함하는 마스킹 이미지를 수신할 수 있다. 도4(a)를 참조하면, 투시도 이미지 내 거울(A)이 포함될 수 있으며, 거울(A)에는 맞은편 공간이 반사되어 나타날 수 있으므로, 특정재질영역에 해당한다. 따라서, 도4(b)에 도시한 바와 같이, 거울(A)을 마스킹한 마스킹 영역(M)을 포함하는 마스킹 이미지가 생성될 수 있다.
- [46] 여기서, 마스킹 이미지는 전처리부(130) 내부에서 생성할 수 있다. 즉, 전처리부(130)는 각각의 투시도 이미지 또는 ERP 이미지에 세그멘테이션이나 객체 인식 기법 등을 적용하여 특정재질영역을 인식하고, 인식된 특정재질영역을 자동으로 마스킹하도록 하여, 마스킹 이미지를 생성할 수 있다.
- [47] 또한, 실시예에 따라서는, 작업자 등이 투시도 이미지 또는 ERP 이미지 내에 포함된 거울이나 유리 등의 특정재질영역을 육안으로 확인하고, 해당 특정재질영역을 마스킹하는 방식으로 마스킹 이미지를 생성하는 것도 가능하다. 즉, 투시도 이미지나 ERP 이미지 내 포함된 거울이나 유리 등을 이미지 처리 등을 통하여 자동으로 인식하는 것이 어려울 수 있으므로, 작업자 등에게 마스킹 작업을 요청한 후, 각각의 마스킹 이미지들을 수신하여 처리하는 것도 가능하다.
- [48] 마스킹 이미지를 수신하면, 전처리부(130)는 마스킹 영역과 접하는 인접 영역 내 위치하는 인접 픽셀들의 픽셀값을 기반으로 마스킹 영역 내부를 인페인팅할 수 있다. 즉, 인접 영역의 재질과 동일한 재질로 인페인팅하기 위하여, 인접 픽셀들의 픽셀값을 확인하고, 해당 픽셀값으로 인페인팅을 수행할 수 있다.
- [49] 구체적으로, 전처리부(130)는 인접 픽셀들 중에서, 마스킹 영역과 수평방향으로 접하는 인접 픽셀들의 픽셀값들을 추출할 수 있으며, 해당 픽셀값들을 보간(interpolation)하여 생성한 보간값으로 해당 마스킹 영역 내 픽셀값들을 재설정할 수 있다. 실내 공간의 경우, 천장면과 바닥면, 그리고 측면들로 구분할 수 있다. 일반적으로, 거울이나 유리 등은 실내공간 내 측면에 위치하므로, 전처리부(130)는 각각의 특정재질영역과 수평방향으로 접하는 각각의 인접 픽셀들의 픽셀값을 기반으로 인페인팅을 수행할 수 있다. 이를 통하여 인페인팅된 특정재질영역이 천장면이나 바닥면과는 구별되고, 해당 특정재질영역이 위치하는 측면과는 구별이 어렵게 되도록 하는 것이 가능하다.
- [50] 도5를 참조하면, 도5(a)와 같이 마스킹 이미지 내 마스킹 영역(M)의 좌측과 우측에 각각 인접 영역들이 존재하는 경우가 있을 수 있다. 이 경우, 해당 마스킹 영

역(M)의 좌측과 우측에 접하는 각각의 픽셀값으로 선형보간을 수행하여 보간값을 생성하고, 해당 보간값으로 마스킹 영역(M) 내 각각의 픽셀값을 채울 수 있다. 즉, 도5(a)의 마스킹 영역(M) 내 포함되는 각각의 픽셀들은 행으로 구분할 수 있으며, 이때 각각의 행을 단위로 인페인팅을 수행할 수 있다. 구체적으로, 마스킹 영역(M) 내 포함되는 각각의 행에 대하여, 해당 행의 좌측과 우측에서 접하는 각각의 인접 픽셀(a, b)을 특정할 수 있다. 이후, 해당 인접 픽셀(a, b)의 픽셀값을 선형보간하여 보간값을 생성하고, 해당 보간값을 해당 행에 포함된 전체 픽셀에 대한 픽셀값으로 재설정할 수 있다. 동일한 방식으로, 마스킹 영역(M) 내에 포함되는 전체 행의 픽셀값을 재설정하여 마스킹 영역(M)을 인페인팅할 수 있다.

[51] 또한, 5(b)와 같이 마스킹 영역(M)의 좌측과 우측 중 일측에만 인접 영역이 존재하는 경우가 있을 수 있다. 이 경우에는, 마스킹 영역(M) 내 포함되는 각각의 행들에 대하여, 좌측의 인접 영역에 포함되는 각각의 인접 픽셀(a)을 특정하고, 해당 인접 픽셀(a)의 픽셀값으로 해당 행의 전체 픽셀들의 픽셀값을 재설정할 수 있다. 동일한 방식으로, 마스킹 영역(M) 내 포함되는 전체 행의 픽셀값을 재설정하여 마스킹 영역(M)을 인페인팅할 수 있다.

[52] 한편, 도5(c)와 같이, 마스킹 영역(M)과 수평방향으로 접하는 인접 영역이 존재하지 않는 경우가 있을 수 있다. 이 경우, 마스킹 영역(M) 내 포함되는 각각의 행들에 대하여, 미리 설정한 단색으로 픽셀값을 재설정할 수 있다. 예를 들어, 해당 픽셀의 픽셀값을 $(r, g, b) = (128, 128, 128)$ 로 설정하여 인페인팅할 수 있다.

[53] 전처리가 완료되면, 깊이 및 법선 추정부(140)는 복수의 투시도 이미지를 이용하여, ERP 이미지에 대응하는 깊이 맵(depth map) 및 법선 맵(normal map)을 생성할 수 있다. 여기서, 깊이 및 법선 추정부(140)는 각각의 깊이 맵을 생성하는 깊이 추정 모델과, 법선 맵을 생성하는 법선 추정 모델을 포함할 수 있다.

[54] 깊이 및 법선 추정부(140)는, 깊이 추정 모델을 이용하여, 복수의 투시도 이미지에 대응하는 각각의 깊이 맵을 생성할 수 있다. 여기서, 깊이 추정 모델은 투시도 이미지가 입력되면, 해당 투시도 이미지 내 각각의 픽셀들에 대응하는 깊이값을 설정하도록 학습된 것으로, 딥러닝 모델이나 신경망 모델 등 다양한 방식으로 구현한 것일 수 있다. 깊이 및 법선 추정부(140)는 실시예에 따라 다양한 종류의 깊이 추정 모델을 활용할 수 있으며, 입력되는 투시도 이미지에 대한 깊이값을 설정하여, 해당 투시도 이미지에 대응하는 깊이 맵을 생성하는 것이면, 어떠한 것도 깊이 추정 모델로 활용할 수 있다.

[55] 또한, 깊이 및 법선 추정부(140)는, 법선 추정 모델을 이용하여, 복수의 투시도 이미지에 대응하는 각각의 법선 맵을 생성할 수 있다. ERP 이미지로부터 대응하는 3차원 메시지를 생성하기 위해서는, 깊이 맵과 함께 법선 맵도 필요하다. 따라서, 법선 추정 모델을 더 포함하여, 깊이 맵과 함께 법선 맵도 함께 생성하는 것도 가능하다. 법선 추정 모델은 복수의 투시도 이미지가 입력되면, 해당 투시도 이미지 내에 포함된 각각의 평면들에 대한 법선 정보를 나타내는 법선 맵을 생성하는 것으로, 딥러닝 모델이나 신경망 모델 등을 기반으로 다양한 방식으로 구현할

수 있다. 즉, 입력되는 투시도 이미지에 대한 법선 벡터를 설정하여 해당 투시도 이미지에 대응하는 법선 맵을 생성할 수 있는 것이면, 어떠한 것도 법선 추정 모델로 활용할 수 있다.

- [56] 실시예에 따라서는, 깊이 및 법선 추정부(140)가 각각의 깊이 맵과 법선 맵들을 ERP 이미지에 대응하는 구체 도메인으로 변환하여, ERP 깊이 맵과 ERP 법선 맵을 각각 생성하는 것도 가능하다. 즉, 큐브맵 도메인 상에서 생성한 깊이 맵과 법선 맵들을 결합하고, 이를 다시 구체 도메인으로 변환함으로써 ERP 깊이 맵과 ERP 법선 맵을 생성할 수 있다. 이때, 깊이 및 법선 추정부(140)는 깊이 맵과 법선 맵들을 파라미터화(parameterize)할 수 있으며, 깊이 맵들의 깊이값과 법선 맵들의 법선 벡터들을 업데이트하여, 각각의 깊이 맵과 법선 맵들 사이의 일관성을 유지하는 동시에 스케일이 매칭되도록 구현할 수 있다. 이후 업데이트된 깊이 맵과 법선 맵들을 기반으로 변환하여, ERP 깊이 맵과 ERP 법선 맵을 생성할 수 있다.
- [57] 메시생성부(150)는 메시생성모델을 이용하여, 깊이 맵 및 법선 맵에 대응하는 3차원 메시지를 생성할 수 있다. 즉, 메시생성부(150)는 각각의 투시도 이미지에 대응하는 복수의 깊이 맵과 법선 맵들을 메시생성모델에 입력하여, 해당 ERP 이미지에 대응하는 3차원 메시지를 생성할 수 있다. 다만, 실시예에 따라서는, 각각의 ERP 깊이 맵과 ERP 법선 맵을 메시생성모델에 입력하여 3차원 메시지를 생성하는 것도 가능하다.
- [58] 여기서, 메시생성모델은 mono-SDF(Signed Distance Function) 등 뉴럴 렌더링(Neural Rendering)을 기반으로, 3차원 메시지를 생성하는 것일 수 있다. 메시생성모델은 생성한 3차원 메시에서의 깊이 맵 및 법선 맵과, ERP 이미지로부터 생성한 깊이 맵 및 법선 맵의 차이인 깊이 손실 및 법선 손실을 포함하는 손실함수를 기반으로 학습하여 생성한 것일 수 있다. 예를 들어, 메시생성모델을 학습하기 위한 손실함수를 다음과 같이 설정될 수 있다.
- [59]
$$L = L_{rgb} + \lambda_1 L_{eikonal} + \lambda_2 L_{depth} + \lambda_3 L_{normal}$$
- [60] 여기서, L_{rgb} 는 색상 손실, $L_{eikonal}$ 는 아이코날 손실, L_{depth} 는 깊이 손실, L_{normal} 는 법선 손실이고, λ_1 는 아이코날 가중치, λ_2 는 깊이 가중치, λ_3 는 법선 가중치에 해당한다. $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 는 메시생성모델을 학습하기 위하여 사용되는 하이퍼파라미터에 해당한다.
- [61] 즉, 메시생성모델을 학습하기 위한 손실함수에는 깊이 손실, 법선 손실 등이 포함될 수 있으며, 깊이 손실과 법선 손실에는 각각 깊이 가중치 및 법선 가중치가 적용될 수 있다. 여기서, 고정된 하이퍼파라미터를 사용하는 경우에는, 학습시 각각의 데이터들의 특성에 따라 최적의 하이퍼파라미터들을 설정할 필요가 있다. 예를 들어, 법선 가중치가 깊이 가중치보다 높게 설정된 경우, 깊이보다는 법선을 중심으로 학습이 수행되므로, 생성된 3차원 메시 내 각각의 거리들은 상이하게 나타날 수 있으나, 각각의 평면들은 반듯하게 생성될 수 있다. 즉, 얇은 벽의

경우, 얇은 벽의 평면은 3차원 메시 내 평평하게 잘 나타나지만, 두께가 두껍게 나타나거나, 서로 다른 두 개의 평면 등으로 잘못 생성될 수 있다.

- [62] 또한, 깊이 가중치가 법선 가중치보다 높게 설정되는 경우에는, 깊이가 더 중요하게 학습되므로, 3차원 메시 내 각각의 거리는 일치하게 나타날 수 있으나, 각각의 평면들의 반듯한 형태로 생성되지 않는 등의 문제가 발생할 수 있다. 즉, 얇은 벽의 경우 얇은 벽과 다른 벽 사이의 거리는 잘 나타날 수 있으나, 해당 얇은 벽에 구멍이 생기는 등의 문제가 발생할 수 있다.
- [63] 따라서, 메시생성부(150)는, 메시생성모델의 학습시 깊이 손실 및 법선 손실에 적용되는 각각의 가중치를, 미리 설정된 스케줄링에 따라 변경하면서 학습할 수 있다. 즉, 깊이 손실에 적용되는 깊이 가중치는, 초기 깊이 가중치부터 매 에폭(epoch)마다 감소시켜 목표 깊이 가중치에 도달하도록 하고, 법선 손실에 적용되는 법선 가중치는, 초기 법선 가중치부터 매 에폭마다 증가시켜 목표 법선 가중치에 도달하도록 스케줄링을 설정할 수 있다. 이때, 초기 깊이 가중치는 초기 법선 가중치보다 크고, 목표 깊이 가중치는 목표 법선 가중치보다 작게 설정될 수 있다. 예를 들어, 깊이 가중치의 경우, 초기 깊이 가중치는 0.20, 목표 깊이 가중치는 0.14이고, 매 20 에폭마다 0.01씩 감소하도록 설정할 수 있으며, 법선 가중치의 경우, 초기 법선 가중치는 0.02, 목표 법선 가중치는 0.14이고, 매 20 에폭마다 0.02씩 증가하도록 설정할 수 있다.
- [64] 이 경우, 초기에는 깊이 가중치가 높고, 법선 가중치가 낮으므로, 초기에는 3차원 메시 내 벽 등의 구조를 거리에 맞게 어느 정도 생성하도록 할 수 있으며, 이후 학습이 진행되면서 깊이 가중치는 작고 법선 가중치를 높이게 되므로, 점차 3차원 메시 내 벽 등의 구조의 평면의 노이즈들이 제거되어 반듯하게 생성될 수 있다.
- [65] 즉, 메시생성모델을 학습하면서, 하이퍼파라미터들을 고정된 값으로 사용하는 것이 아니라, 매 에폭마다 하이퍼파라미터들을 변화시키면서 학습을 진행함으로써, 최적의 하이퍼파라미터를 찾을 필요없이 높은 성능의 3차원 메시지를 생성할 수 있는 메시생성모델을 학습시키는 것이 가능하다.
- [66] 한편, 메시생성모델이 생성한 3차원 메시의 경우, 일반적으로 내부의 지점들 사이의 상대적인 거리나 비율 등에 대한 정보를 제공할 수 있으나, 해당 지점들 사이의 실제 거리 등에 대한 정보를 제공하지는 못한다. 즉, ERP 이미지 등에는 실제 거리 등에 대한 정보가 포함되어 있지 않으므로, 3차원 메시만으로는 실제 거리에 대한 정보를 제공하지 못할 수 있다.
- [67] 이에, 메시생성부(150)는 3차원 메시 내 실제 거리값이 반영될 수 있도록, 메시생성모델의 학습시 깊이 손실에 추가적인 항목을 더 포함하여 학습하도록 할 수 있다. 즉, 대상 환경(T)이 실내 공간인 경우, 3차원 메시의 깊이 맵 내 중심점의 깊이 값과, ERP 이미지를 촬영한 카메라의 카메라 높이값 사이의 차에 해당하는 추가 항목을, 깊이 손실에 추가로 더하여 학습하도록 할 수 있다. 이때, 메시생성부

(150)는 복수의 투시도 이미지 중에서, 대상 환경의 바닥면에 대응하는 투시도 이미지에 대하여만 해당 추가 항목을 반영하여 학습하도록 할 수 있다.

- [68] 360도 단안 카메라(1)가 생성하는 ERP 이미지의 경우, 바닥면 내 중심점의 깊이 값이, 해당 360 단안 카메라(1)의 카메라 높이에 대응한다. 따라서, 바닥면의 중심점의 깊이 값이 실제 카메라 높이에 접근하도록 손실함수를 설정하면, 생성된 3차원 메시에서는 바닥면의 중심점의 깊이 값이 실제 카메라 높이값으로 나타날 수 있다. 이 경우, 3차원 메시 내 나머지 깊이 값들도 실제 거리값들에 대응하도록 나타나므로, 실제 대상 환경의 거리 등을 측정하는 것이 가능한 메트릭 스케일이 반영된 3차원 메시지를 생성하는 것이 가능하다.
- [69] 후처리부(160)는 대상 환경이 실내 공간인 경우, 3차원 메시 내 포함된 평면을 감지하고, 평면들을 단순화하여 노이즈를 제거하는 후처리를 수행할 수 있다. 구체적으로, 후처리부(160)는 먼저 3차원 메시지를 포인트클라우드(pointcloud)로 변환하고, RANSAC(Random Sample Consensus) 등의 세그멘테이션(segmentation) 기법으로 해당 포인트클라우드 내 포함되는 각각의 평면들을 구분할 수 있다.
- [70] 이후, 각각의 평면들의 법선의 방향을 기반으로, 천장면과 바닥면을 구분할 수 있다. 구체적으로, 미리 정의된 수직방향과 각각의 평면들의 법선 방향을 비교하여, 해당 수직방향과 오차범위 내에서 일치하는 후보 평면들을 찾을 수 있다. 후보 평면들 중에서, 전체 좌표계의 중심을 기준으로 각각 위쪽과 아래쪽에 가장 많은 점들을 포함하는 후보 평면들을 찾아서, 각각 천장면과 바닥면으로 설정할 수 있다.
- [71] 또한, 천장면과 바닥면의 법선 방향으로 설정범위 내 위치하는 점들은 해당 천장면 또는 바닥면으로 각각 투영하여, 천장면 또는 바닥면에 포함시킬 수 있다. 즉, 도6에 도시한 바와 같이, 각각의 천장면 또는 바닥면(plane)의 법선 방향에서 설정범위(threshold) 범위 내에 위치하는 각각의 점들을 찾을 수 있으며, 해당 점들을 평면으로 투영할 수 있다. 이를 통하여, 천장면이나 바닥면 주위에 위치하는 노이즈들을 천장면 또는 바닥면으로 정리하여 단순화시킬 수 있다.
- [72] 이후, 후처리부(160)는 천장면과 바닥면을 제외한 나머지 점들을, 각각의 법선을 기준으로 측면으로 설정할 수 있다. 구체적으로, 천장면 또는 바닥면의 법선 벡터와 수직인 법선을 가지는 점들을 클러스터링할 수 있으며, 이때 해당 점들과 인접하는 점들을 더 포함하여 각각 법선 방향을 기준으로 클러스터링할 수 있다. 여기서, 클러스터링된 각각의 면들은 각각의 측면으로 구분할 수 있다. 즉, 천장면 또는 바닥면의 법선 벡터와 수직인 법선들을 가지는 점들은 실내 공간 내 측면에 해당하므로, 이를 클러스터링할 수 있다.
- [73] 한편, 맨하탄 가정(Manhattan-world assumption)은 실내 공간 내 각각의 면들은 서로 직교하도록 생성된다는 것으로, 맨하탄 가정이 적용되는 경우에는, 천장면 또는 바닥면의 법선 방향을 직교좌표계 상의 z축으로 설정하면, 나머지 측면들은 각각 x축 및 y축에 대응하는 법선 방향을 가지는 것으로 정의할 수 있다. 따라서,

x축 및 y축에 대응하는 법선 방향을 가지는 점들을 각각 클러스터링하여 측면으로 구분할 수 있다.

- [74] 반면에, 맨하탄 가정이 적용되지 않는 경우에는, 측면들이 천장면과 바닥면의 법선과는 서로 직각을 이룰 수 있으나, 측면들 사이에는 서로 직각을 형성하지 않을 수 있다. 따라서, 천장면 또는 바닥면의 법선 벡터와 수직인 법선을 가지는 점들을 각각 클러스터링하는 방식으로 측면을 구분할 수 있다.
- [75] 이후, 측면에 대하여도, 각각의 측면들의 법선 방향으로 설정범위 내 위치하는 점들을, 해당 측면으로 투영하여 측면에 각각 포함시킬 수 있다.
- [76] 마지막으로, 천장면, 바닥면 및 측면이 각각 구분되면, 각각의 천장면 및 바닥면과, 측면벽들이 접하는 접선들을 검출하고, 접선들을 넘어가는 영역들이 존재하는 지 확인할 수 있다. 접선을 넘어가는 영역들이 존재하는 경우에는 해당 영역을 접선 내부로 각각 투영하여 제거할 수 있다. 즉, ERP 이미지는 실내공간을 촬영한 것이므로, 맨하탄 가정을 만족하는 경우, 천장면, 바닥면, 측면벽들을 결합하면 직육면체 형상으로 생성될 수 있다. 이때, 접선을 넘어가는 영역들은 해당 직육면체에서 빠져나온 영역에 해당하므로, 오차에 해당하는 영역으로 볼 수 있다. 따라서, 벗어난 영역들을 각각의 평면 상에 투영하여 제거함으로써, 전체 3차원 메시를 단순화하여 생성하는 것이 가능하다.
- [77] 도7은 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 환경(10)을 설명하기 위한 블록도이다. 도시된 실시예에서, 각 컴포넌트들은 이하에 기술된 것 이외에 상이한 기능 및 능력을 가질 수 있고, 이하에 기술된 것 이외에도 추가적인 컴포넌트를 포함할 수 있다.
- [78] 도시된 컴퓨팅 환경(10)은 컴퓨팅 장치(12)를 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 ERP 이미지 기반의 3차원 메시를 생성하는 장치(예를 들어, 3차원 메시 생성장치(100))일 수 있다.
- [79] 컴퓨팅 장치(12)는 적어도 하나의 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16) 및 통신 버스(18)를 포함한다. 프로세서(14)는 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 앞서 언급된 예시적인 실시예에 따라 동작하도록 할 수 있다. 예컨대, 프로세서(14)는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 하나 이상의 프로그램들을 실행할 수 있다. 상기 하나 이상의 프로그램들은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 상기 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서(14)에 의해 실행되는 경우 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 예시적인 실시예에 따른 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [80] 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 프로그램(20)은 프로세서(14)에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 메모리(랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스

크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 컴퓨팅 장치(12)에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수 있다.

[81] 통신 버스(18)는 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)를 포함하여 컴퓨팅 장치(12)의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.

[82] 컴퓨팅 장치(12)는 또한 하나 이상의 입출력 장치(24)를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스(22) 및 하나 이상의 네트워크 통신 인터페이스(26)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(22) 및 네트워크 통신 인터페이스(26)는 통신 버스(18)에 연결된다. 입출력 장치(24)는 입출력 인터페이스(22)를 통해 컴퓨팅 장치(12)의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 포인팅 장치(마우스 또는 트랙패드 등), 키보드, 터치 입력 장치(터치패드 또는 터치스크린 등), 음성 또는 소리 입력 장치, 다양한 종류의 센서 장치 및/또는 촬영 장치와 같은 입력 장치, 및/또는 디스플레이 장치, 프린터, 스피커 및/또는 네트워크 카드와 같은 출력 장치를 포함할 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 컴퓨팅 장치(12)를 구성하는 일 컴포넌트로서 컴퓨팅 장치(12)의 내부에 포함될 수도 있고, 컴퓨팅 장치(12)와는 구별되는 별개의 장치로 컴퓨팅 장치(12)와 연결될 수도 있다.

[83] 도8 및 도9는 본 발명의 일 실시예에 의한 ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성 방법을 나타내는 순서도이다. 여기서, 도8 및 도9의 각 단계들은 본 발명의 일 실시예에 의한 컴퓨팅 장치에 의하여 수행될 수 있다.

[84] 도8을 참조하면, 컴퓨팅 장치는 대상 환경에 대한 ERP 이미지를 수신할 수 있다(S110). 즉, 컴퓨팅 장치는 유, 무선 통신망을 통하여, ERP 이미지를 생성하는 360도 단안 카메라나 사용자의 단말장치 등으로부터 직접 ERP 이미지를 수신하거나, ERP 이미지를 저장한 별도의 서버나 저장장치 등을 통하여 ERP 이미지를 수신할 수 있다.

[85] 이후, 컴퓨팅 장치는 대상 환경에 대한 ERP 이미지를 변환하여 복수의 투시도 이미지를 생성할 수 있다(S120). 즉, 구체 도메인 상의 ERP 이미지가 입력되면, 컴퓨팅 장치는 해당 ERP 이미지를 변환하여 대응하는 큐브맵 도메인 상의 큐브맵 이미지를 생성할 수 있다. 큐브맵 이미지는 직육면체의 전개도에 대응하는 형태로 생성될 수 있으며, 대상 환경에 대응하는 각각의 전면, 후면, 좌측면, 우측면, 상면 및 하면이 각각 투시도 형태로 표시될 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치는 큐브맵 이미지 내 포함된 6개의 면들에 대응하는 6개의 투시도 이미지들을 각각 분할하여 투시도 이미지를 생성할 수 있다. 즉, 전면, 후면, 좌측면, 우측면, 상면 및 하면에 대응하는 각각의 6개의 투시도 이미지를 분할하여 생성할 수 있다.

[86] 컴퓨팅 장치는, 복수의 투시도 이미지 중에서 특정재질영역이 포함된 투시도 이미지가 존재하면, 특정재질영역을 인페인팅 기법으로 제거할 수 있다(S130). 여기서, 특정재질영역은 투시 또는 반사되는 표면을 포함하는 것으로, 거울이나 유리, 금속표면 등일 수 있다.

- [87] 컴퓨팅 장치는 인페인팅 기법으로 특정재질영역을 재설정할 수 있으며, 이때 해당 특정재질영역이 인접 영역과 동일한 재질로 나타나도록 재생성할 수 있다. 특정재질영역은 빛을 반사하거나 투영시켜 내부에 다른 공간이 존재하는 것처럼 나타내는 것이므로, 투시도 이미지를 기반으로 깊이 맵이나 법선 맵 등을 추정하기 전에, 특정재질영역의 빛을 반사하거나 투영하는 등의 특성을 제거할 필요가 있다. 따라서, 컴퓨팅 장치는 특정재질영역의 인접 영역과 동일한 재질로 그리도록 할 수 있다.
- [88] 구체적으로, 컴퓨팅 장치는 투시도 이미지 내 특정재질영역을 마스킹 처리한 마스킹 영역을 포함하는 마스킹 이미지를 수신할 수 있다. 여기서, 마스킹 이미지는 전처리부(130) 내부에서 생성한 것일 수 있으며, 실시예에 따라서는, 작업자 등이 생성한 마스킹 이미지를 외부로부터 제공받는 것도 가능하다.
- [89] 마스킹 이미지를 수신하면, 컴퓨팅 장치는 마스킹 영역과 접하는 인접 영역 내 위치하는 인접 픽셀들의 픽셀값을 기반으로 마스킹 영역 내부를 인페인팅할 수 있다. 실시예에 따라서는, 인접 픽셀들 중에서, 마스킹 영역과 수평방향으로 접하는 인접 픽셀들의 픽셀값들을 추출하고, 해당 픽셀값들을 보간하여 생성한 보간값으로 해당 마스킹 영역 내 픽셀값들을 재설정할 수 있다. 여기서, 수평방향으로 접하는 각각의 인접 픽셀들의 픽셀값을 기반으로 인페인팅을 수행함으로써, 인페인팅된 특정재질영역이 천장면이나 바닥면과는 구별되나, 해당 특정재질영역이 위치하는 측면과는 구별이 어렵게 되도록 구현할 수 있다.
- [90] 이후, 컴퓨팅 장치는, 복수의 투시도 이미지를 이용하여, ERP 이미지에 대응하는 깊이 맵 및 법선 맵을 생성할 수 있다(S140). 여기서, 컴퓨팅 장치는 각각의 깊이 맵을 생성하는 깊이 추정 모델과, 법선 맵을 생성하는 법선 추정 모델을 활용하여 깊이 맵 및 법선 맵을 각각 생성할 수 있다. 깊이 추정 모델과 법선 추정 모델은, 딥러닝 모델이나 신경망 모델 등 다양한 방식으로 구현할 수 있으며, 입력되는 투시도 이미지에 대한 깊이값과 법선 벡터를 설정하여 대응하는 깊이 맵과 법선 맵을 생성하는 것이면, 어떠한 것도 활용할 수 있다.
- [91] 실시예에 따라서는, 컴퓨팅 장치가 각각의 깊이 맵과 법선 맵들을 ERP 이미지에 대응하는 구체 도메인으로 변환하여, ERP 깊이 맵과 ERP 법선 맵을 각각 생성하는 것도 가능하다. 즉, 큐브맵 도메인 상에서 생성한 깊이 맵과 법선 맵들을 결합하고, 이를 다시 구체 도메인으로 변환함으로써 ERP 깊이 맵과 ERP 법선 맵을 생성할 수 있다. 이때, 컴퓨팅 장치는 깊이 맵과 법선 맵들을 파라미터화할 수 있으며, 깊이 맵들의 깊이값과 법선 맵들의 법선 벡터들을 업데이트하여, 각각의 깊이 맵과 법선 맵들 사이의 일관성을 유지하는 동시에 스케일이 매칭되도록 구현할 수 있다. 이후 업데이트된 깊이 맵과 법선 맵들을 기반으로 변환하여, ERP 깊이 맵과 ERP 법선 맵을 생성할 수 있다.
- [92] 컴퓨팅 장치는, 메시생성모델을 이용하여 깊이 맵 및 상기 법선 맵에 대응하는 3차원 메시를 생성할 수 있다(S150). 즉, 컴퓨팅 장치는 각각의 투시도 이미지에 대응하는 복수의 깊이 맵과 법선 맵들을 메시생성모델에 입력하여, 해당 ERP 이

미지에 대응하는 3차원 메시지를 생성할 수 있다. 다만, 실시예에 따라서는, 각각의 ERP 깊이 맵과 ERP 법선 맵을 메시생성모델에 입력하여 3차원 메시지를 생성하는 것도 가능하다.

- [93] 여기서, 메시생성모델은 mono-SDF(Signed Distance Function) 등 뉴럴 렌더링(Neural Rendering)을 기반으로, 3차원 메시지를 생성하는 것일 수 있다. 메시생성모델은 생성한 3차원 메시에서의 깊이 맵 및 법선 맵과, ERP 이미지로부터 생성한 깊이 맵 및 법선 맵의 차이인 깊이 손실 및 법선 손실을 포함하는 손실함수를 기반으로 학습하여 생성한 것일 수 있다.
- [94] 여기서, 고정된 하이퍼파라미터를 사용하는 경우에는, 학습시 각각의 데이터들의 특성에 따라 최적의 하이퍼파라미터들을 설정할 필요가 있다. 다만, 매번 최적의 하이퍼파라미터를 찾아서 설정하는 것은 쉬운 일이 아니므로, 높은 성능의 3차원 메시지를 생성하는 메시생성모델을 구현하기 어려울 수 있다.
- [95] 다만, 컴퓨팅 장치는, 메시생성모델의 학습시 깊이 손실 및 법선 손실에 적용되는 각각의 가중치는 미리 설정된 스케줄링에 따라 변경하면서 학습하도록 할 수 있다. 즉, 깊이 손실에 적용되는 깊이 가중치는 초기 깊이 가중치부터 매 에폭(epoch)마다 감소시켜 목표 깊이 가중치에 도달하도록 하고, 법선 손실에 적용되는 법선 가중치는 초기 법선 가중치부터 매 에폭마다 증가시켜 목표 법선 가중치에 도달하도록 스케줄링을 설정할 수 있다. 이때, 초기 깊이 가중치는 초기 법선 가중치보다 크고, 목표 깊이 가중치는 목표 법선 가중치보다 작게 설정될 수 있다.
- [96] 이 경우, 초기에는 깊이 가중치가 높고, 법선 가중치가 낮으므로, 초기에는 3차원 메시 내 벽 등의 구조를 거리에 맞게 어느 정도 생성하도록 할 수 있으며, 이후 학습이 진행되면서 깊이 가중치는 작고 법선 가중치를 높이게 되므로, 점차 3차원 메시 내 벽 등의 구조의 평면의 노이즈들이 제거되어 반듯하게 생성될 수 있다.
- [97] 즉, 메시생성모델을 학습하면서, 하이퍼파라미터들을 고정된 값으로 사용하는 것이 아니라, 매 에폭마다 하이퍼파라미터들을 변화시키면서 학습을 진행함으로써, 최적의 하이퍼파라미터를 찾을 필요없이 높은 성능의 3차원 메시지를 생성할 수 있는 메시생성모델을 학습시키는 것이 가능하다.
- [98] 추가적으로, 메시생성모델이 생성한 3차원 메시의 경우, 일반적으로 내부의 지점들 사이의 상대적인 거리나 비율 등에 대한 정보를 제공할 수 있으나, 해당 지점들 사이의 실제 거리 등에 대한 정보를 제공하지는 못할 수 있다.
- [99] 이에, 컴퓨팅 장치는, 3차원 메시 내 실제 거리값이 반영될 수 있도록, 메시생성모델의 학습시 깊이 손실에 추가적인 항목을 더 포함하여 학습하도록 할 수 있다. 즉, 대상 환경이 실내 공간인 경우, 3차원 메시의 깊이 맵 내 중심점의 깊이 값과, ERP 이미지를 촬영한 카메라의 카메라 높이값 사이의 차에 해당하는 추가 항목을, 깊이 손실에 추가로 더하는 방식으로 포함하여 학습할 수 있다. 이때, 컴퓨

팅 장치는, 복수의 투시도 이미지 중에서 대상 환경의 바닥면에 대응하는 투시도 이미지에 대하여만 해당 추가 항목을 반영하여 학습하도록 할 수 있다.

- [100] 360도 단안 카메라가 생성하는 ERP 이미지의 경우, 바닥면 내 중심점의 깊이 값은, 해당 360 단안 카메라의 카메라 높이에 대응한다. 따라서, 바닥면의 중심점의 깊이 값이 실제 카메라 높이에 접근하도록 손실함수를 설정하면, 생성된 3차원 메시에서 바닥면의 중심점의 깊이 값은 실제 카메라 높이값과 일치할 수 있다. 따라서, 3차원 메시 내 나머지 깊이 값들도 실제 거리값들에 대응하도록 나타나므로, 해당 메시생성모델은 실제 대상 환경의 거리 등을 측정하는 것이 가능한 매트릭 스케일이 반영된 생성된 3차원 메시지를 생성하는 것이 가능하다.
- [101] 컴퓨팅 장치는, 대상 환경이 실내 공간이면, 3차원 메시 내 포함된 평면을 감지하고, 평면들을 단순화하여 노이즈를 제거하는 후처리를 수행할 수 있다(S160). 구체적으로, 도9를 참조하면, 컴퓨팅 장치는, 먼저 3차원 메시지를 포인트클라우드로 변환하고, RANSAC 등의 세그멘테이션 기법으로 해당 포인트클라우드 내 포함되는 각각의 평면들을 구분할 수 있다(S161).
- [102] 이후, 각각의 평면들의 법선의 방향을 기반으로, 천장면과 바닥면을 구분할 수 있다(S162). 구체적으로, 미리 정의된 수직방향과 각각의 평면들의 법선 방향을 비교하여, 해당 수직방향과 오차범위 내에서 일치하는 후보 평면들을 찾을 수 있다. 후보 평면들 중에서, 전체 좌표계의 중심을 기준으로 각각 위쪽과 아래쪽에 가장 많은 점들을 포함하는 후보 평면들을 찾아서, 각각 천장면과 바닥면으로 설정할 수 있다.
- [103] 여기서, 천장면과 바닥면의 법선 방향으로 설정범위 내 위치하는 점들은 해당 천장면 또는 바닥면으로 각각 투영하여, 천장면 또는 바닥면에 포함시킬 수 있다(S163). 이를 통하여, 천장면이나 바닥면 주위에 위치하는 노이즈들을 천장면 또는 바닥면으로 정리하여 단순화시킬 수 있다.
- [104] 이후, 컴퓨팅 장치는, 천장면과 바닥면을 제외한 나머지 점들을, 각각의 법선을 기준으로 측면으로 설정할 수 있다. 구체적으로, 천장면 또는 바닥면의 법선 벡터와 수직인 법선을 가지는 점들을 클러스터링할 수 있으며, 이때 해당 점들과 인접하는 점들을 더 포함하여 각각 법선 방향을 기준으로 클러스터링할 수 있다. 여기서, 클러스터링된 각각의 면들은 각각의 측면으로 구분할 수 있다(S164). 즉, 천장면 또는 바닥면의 법선 벡터와 수직인 법선들을 가지는 점들은 실내 공간 내 측면에 해당하므로, 이를 클러스터링할 수 있다.
- [105] 한편, 맨하탄 가정(Manhattan-world assumption)은 실내 공간 내 각각의 면들은 서로 직교하도록 생성된다는 것으로, 맨하탄 가정이 적용되는 경우에는, 천장면 또는 바닥면의 법선 방향을 직교좌표계 상의 z축으로 설정하고, 나머지 측면들은 각각 x축 및 y축에 대응하는 법선 방향을 가지는 것으로 정의할 수 있다. 따라서, x축 및 y축에 대응하는 법선 방향을 가지는 점들을 각각 클러스터링하여 측면으로 구분할 수 있다.

- [106] 반면에, 맨하탄 가정이 적용되지 않는 경우에는, 측면들이 천장면과 바닥면의 법선과는 서로 직각을 이룰 수 있으나, 측면들 사이에는 서로 직각을 형성하지 않을 수 있다. 따라서, 천장면 또는 바닥면의 법선 벡터와 수직인 법선을 가지는 점들을 각각 클러스터링하는 방식으로 측면을 구분할 수 있다.
- [107] 이후, 측면에 대하여도, 각각의 측면들의 법선 방향으로 설정범위 내 위치하는 점들을, 해당 측면으로 투영하여 측면에 각각 포함시킬 수 있다(S165).
- [108] 천장면, 바닥면 및 측면이 각각 구분되면, 컴퓨팅 장치는 각각의 천장면 및 바닥면과, 측면벽들이 접하는 접선들을 검출하고, 접선들을 넘어가는 영역들이 존재하는 지 확인할 수 있다. 접선을 넘어가는 영역들이 존재하는 경우에는 해당 영역을 접선 내부로 각각 투영하여 제거할 수 있다(S166). 즉, ERP 이미지는 실내공간을 촬영한 것이므로, 맨하탄 가정을 만족하는 경우, 천장면, 바닥면, 측면벽들을 결합하면 직육면체 형상으로 생성될 수 있다. 이때, 접선을 넘어가는 영역들은 해당 직육면체에서 빠져나온 영역에 해당하므로, 오차에 해당하는 영역으로 볼 수 있다. 따라서, 벗어난 영역들을 각각의 평면 상에 투영하여 제거함으로써, 전체 3차원 메시를 단순화하여 생성하는 것이 가능하다.
- [109] 전술한 본 발명은, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는, 컴퓨터로 실행 가능한 프로그램을 계속 저장하거나, 실행 또는 다운로드를 위해 임시 저장하는 것일 수도 있다. 또한, 매체는 단일 또는 수개 하드웨어가 결합된 형태의 다양한 기록수단 또는 저장수단일 수 있는데, 어떤 컴퓨터 시스템에 직접 접속되는 매체에 한정되지 않고, 네트워크 상에 분산 존재하는 것일 수도 있다. 매체의 예시로는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM 및 DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical medium), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등을 포함하여 프로그램 명령어가 저장되도록 구성된 것이 있을 수 있다. 또한, 다른 매체의 예시로, 애플리케이션을 유통하는 앱 스토어나 기타 다양한 소프트웨어를 공급 내지 유통하는 사이트, 서버 등에서 관리하는 기록매체 내지 저장매체도 들 수 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.
- [110] 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명에 따른 구성요소를 치환, 변형 및 변경할 수 있다는 것이 명백할 것이다.

청구범위

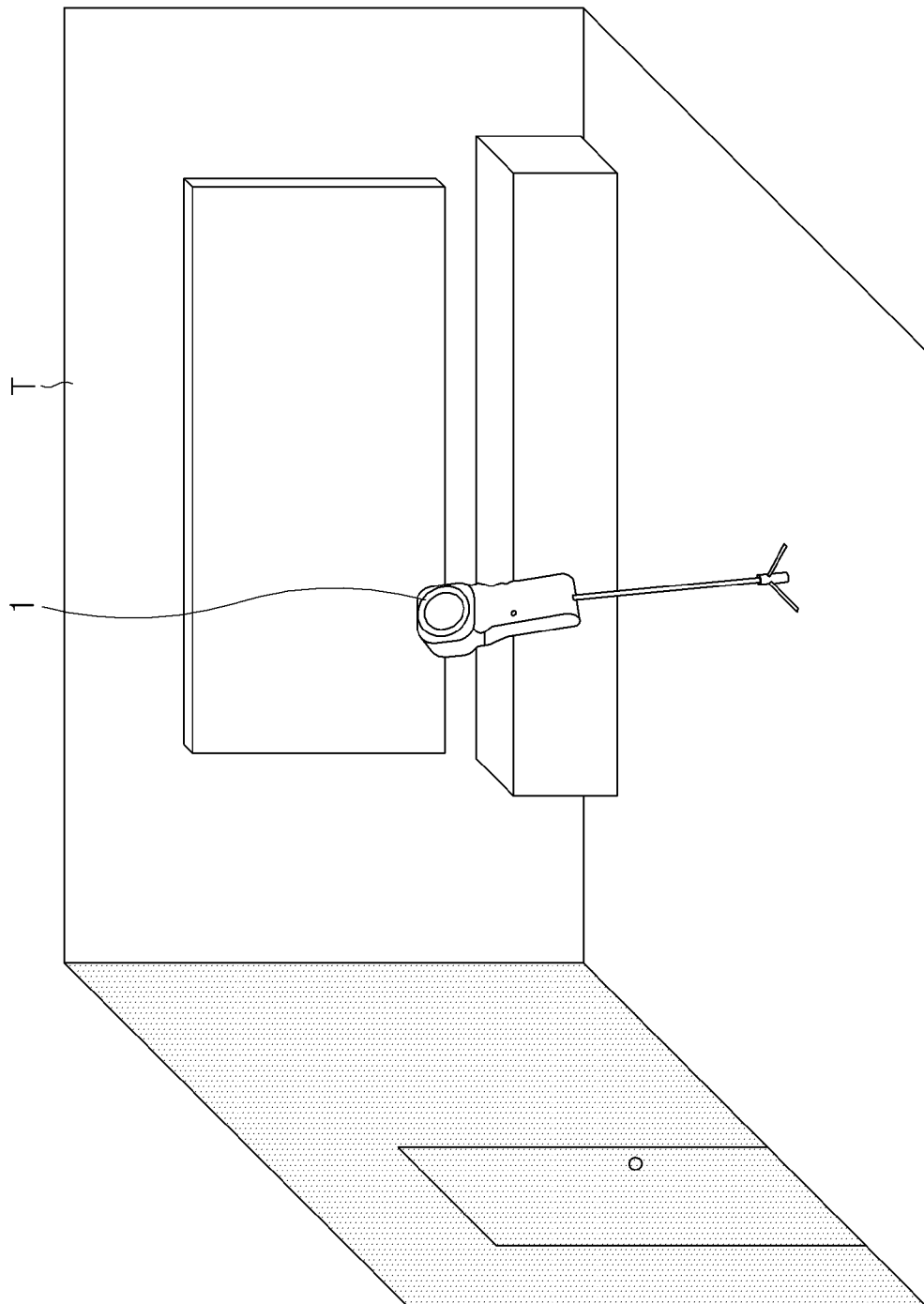
- [청구항 1] 컴퓨팅 장치를 이용한, ERP(Equirectangular Project) 이미지 기반의 3차원 메시(mesh) 생성방법에 있어서,
대상 환경에 대한 ERP 이미지를 변환하여 복수의 투시도 이미지(perspective image)를 생성하는 단계;
상기 복수의 투시도 이미지 중에서 특정재질영역이 포함된 투시도 이미지가 존재하면, 상기 특정재질영역을 인페인팅 기법으로 제거하는 단계;
상기 복수의 투시도 이미지를 이용하여, 상기 ERP 이미지에 대응하는 깊이 맵 및 법선 맵을 생성하는 단계; 및
메시생성모델을 이용하여, 상기 깊이 맵 및 상기 법선 맵에 대응하는 3차원 메시지를 생성하는 단계를 포함하는, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 특정재질영역은
투시 또는 반사되는 표면을 포함하는 것인, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 인페인팅 기법으로 제거하는 단계는
상기 인페인팅 기법을 이용하여, 상기 특정재질영역을 상기 특정재질영역의 인접 영역과 동일한 재질로 재생성하는 것인, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 인페인팅 기법으로 제거하는 단계는
상기 투시도 이미지 내 상기 특정재질영역을 마스킹(masking) 처리한 마스킹 영역을 포함하는 마스킹 이미지를 수신하는 단계; 및
상기 마스킹 영역과 접하는 인접 영역 내 위치하는 인접 픽셀들의 픽셀값을 기반으로 상기 마스킹 영역 내부를 인페인팅하는 단계를 포함하는, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법.
- [청구항 5] 제4항에 있어서, 상기 인페인팅하는 단계는
상기 마스킹 영역과 수평방향으로 접하는 인접 픽셀들의 픽셀값을 보간(interpolation)하여 보간값을 생성하고, 상기 보간값으로 상기 마스킹 영역 내 픽셀값들을 재설정하는 것인, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서, 상기 메시생성모델은,
상기 3차원 메시의 깊이 맵 및 법선 맵과, 상기 ERP 이미지로부터 생성한 깊이 맵 및 법선 맵의 차이인 깊이 손실 및 법선 손실을 포함하는 손실함수를 기반으로 학습하여 생성한 것으로,
학습시, 상기 깊이 손실 및 법선 손실에 적용되는 각각의 가중치는 미리 설정된 스케줄링에 따라 변경되는 것인, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법.

- [청구항 7] 제6항에 있어서, 상기 스케줄링은
상기 깊이 손실에 적용되는 깊이 가중치는 초기 깊이 가중치부터 매 에폭(epoch)마다 감소시켜 목표 깊이 가중치에 도달하도록 하고, 상기 법선 손실에 적용되는 법선 가중치는 초기 법선 가중치부터 매 에폭마다 증가시켜 목표 법선 가중치에 도달하도록 설정된 것인, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 초기 깊이 가중치는 상기 초기 법선 가중치보다 크고, 상기 목표 깊이 가중치는 상기 목표 법선 가중치보다 작은 것인, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법.
- [청구항 9] 제6항에 있어서, 상기 메시생성모델은
상기 대상 환경이 실내 공간이면, 상기 3차원 메시의 깊이 맵 내 중심점의 깊이 값과 상기 ERP 이미지를 촬영한 카메라의 카메라 높이값 사이의 차에 해당하는 추가 항목을, 상기 깊이 손실에 더 포함하여 학습하는 것인, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법.
- [청구항 10] 제9항에 있어서, 상기 메시생성모델은
상기 복수의 투시도 이미지 중에서, 상기 대상 환경의 바닥면에 대응하는 투시도 이미지에 대하여 상기 추가 항목을 반영하여 학습하는 것인, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법.
- [청구항 11] 제1항에 있어서,
상기 대상 환경이 실내 공간이면, 상기 3차원 메시 내 포함된 평면을 감지하고, 상기 평면들을 단순화하여 노이즈를 제거하는 후처리 단계를 더 포함하는 것인, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법.
- [청구항 12] 제11항에 있어서, 상기 후처리 단계는
상기 3차원 메시지를 포인트클라우드로 변환하고, 세그멘테이션(segmentation) 기법으로 상기 포인트클라우드 내 포함되는 각각의 평면들을 구분하는 단계;
상기 평면들의 법선의 방향을 기반으로, 천장면과 바닥면을 구분하는 단계;
상기 천장면과 바닥면의 법선 방향으로 설정범위 내 위치하는 점들을 상기 천장면 또는 바닥면으로 투영하여, 상기 천장면 또는 바닥면에 포함시키는 단계;
상기 천장면 또는 바닥면의 법선 벡터와 수직인 법선을 가지는 점들을 클러스터링하여 각각의 측면으로 구분하는 단계;
상기 측면들의 법선 방향으로 설정범위 내 위치하는 점들을, 상기 측면으로 투영하여 상기 측면에 각각 포함시키는 단계; 및

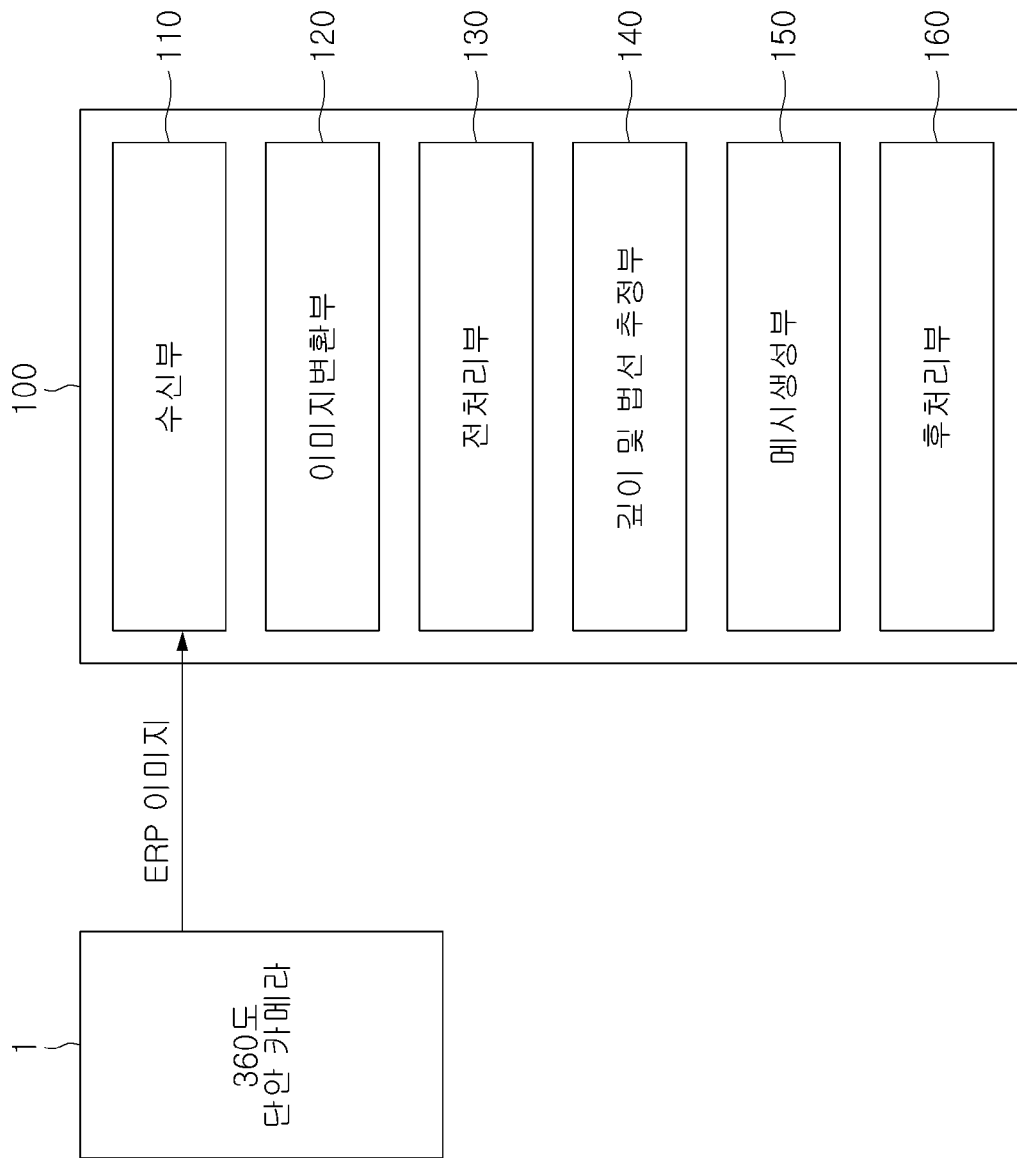
상기 천장면 및 바닥면과, 상기 측면벽들이 접하는 접선들을 검출하고, 상기 접선들을 넘어가는 영역들은 상기 접선 내부로 각각 투영하는 단계를 포함하는, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법.

- [청구항 13] 제12항에 있어서, 상기 각각의 측면으로 구분하는 단계는 맨하탄 가정(Manhattan-world assumption)이 적용되는 경우, 상기 천장면 또는 바닥면의 법선 방향을 직교좌표계 상의 z축으로 설정하고, 나머지 x축 및 y축에 대응하는 법선 방향을 가지는 점들을 각각 클러스터링하여 상기 측면으로 구분하는 것인, ERP 이미지 기반의 3차원 메시 생성방법.
- [청구항 14] 프로세서를 포함하며, ERP(Equirectangular Project) 이미지 기반의 3차원 메시(mesh) 생성하는 컴퓨팅 장치에 있어서,
상기 프로세서는,
대상 환경에 대한 ERP 이미지를 변환하여 복수의 투시도 이미지를 생성하는 것;
상기 복수의 투시도 이미지 중에서 특정재질영역이 포함된 투시도 이미지가 존재하면, 상기 특정재질영역을 인페인팅 기법으로 제거하는 것;
상기 복수의 투시도 이미지를 이용하여, 상기 ERP 이미지에 대응하는 깊이 맵 및 법선 맵을 생성하는 것; 및
메시생성모델을 이용하여, 상기 깊이 맵 및 상기 법선 맵에 대응하는 3차원 메시지를 생성하는 것을 포함하여 수행하는, 컴퓨팅 장치.

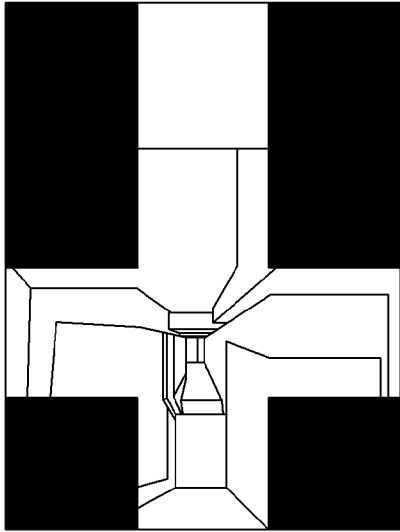
[도1]



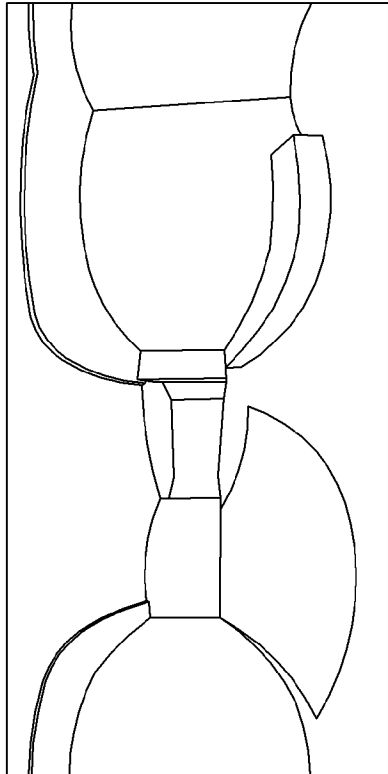
[도2]



[도3]

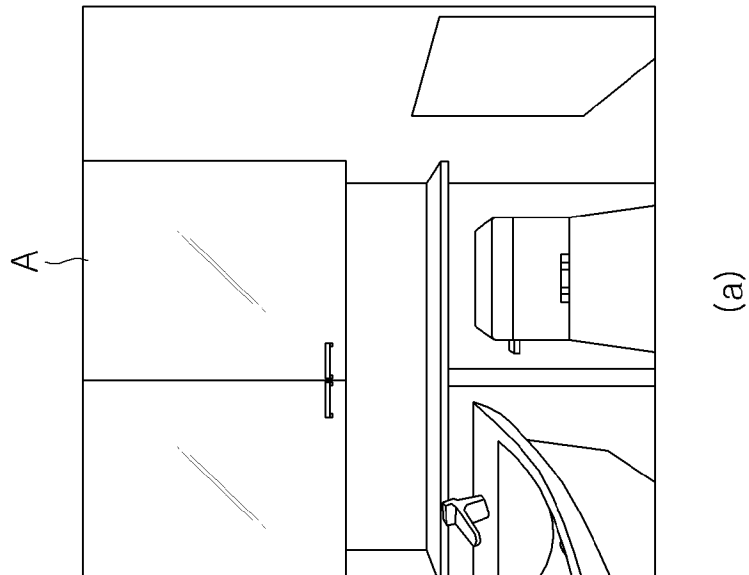
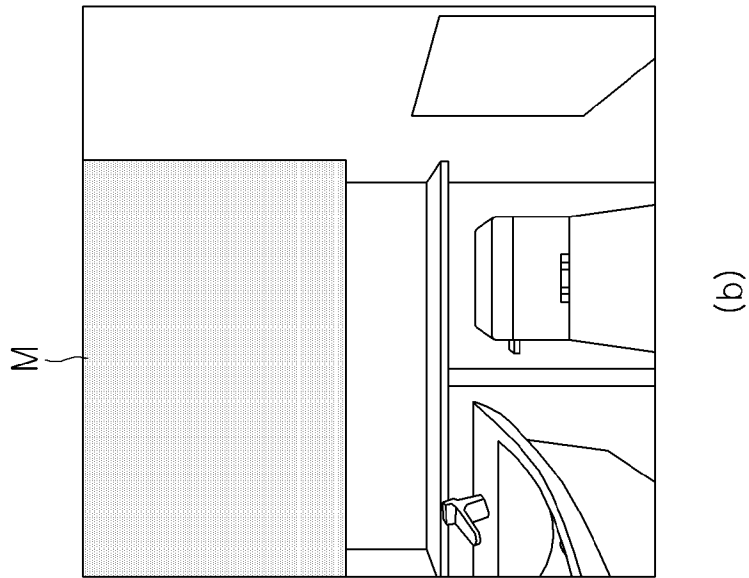


(b)

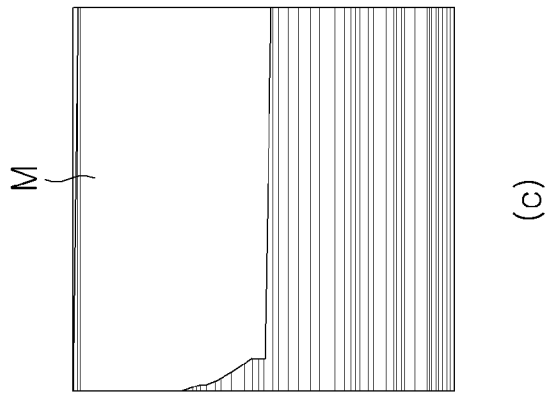


(a)

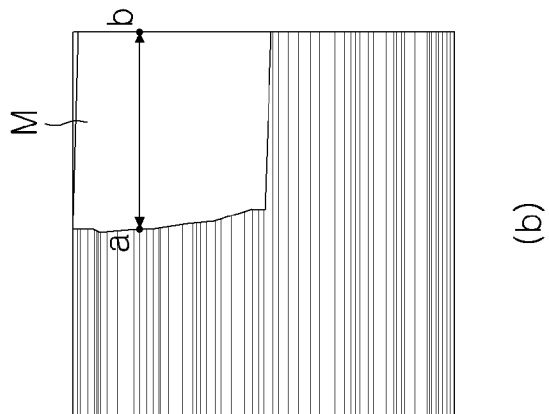
[도4]



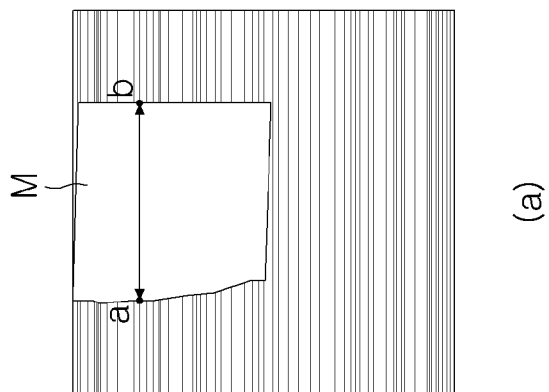
[도5]



(c)



(b)

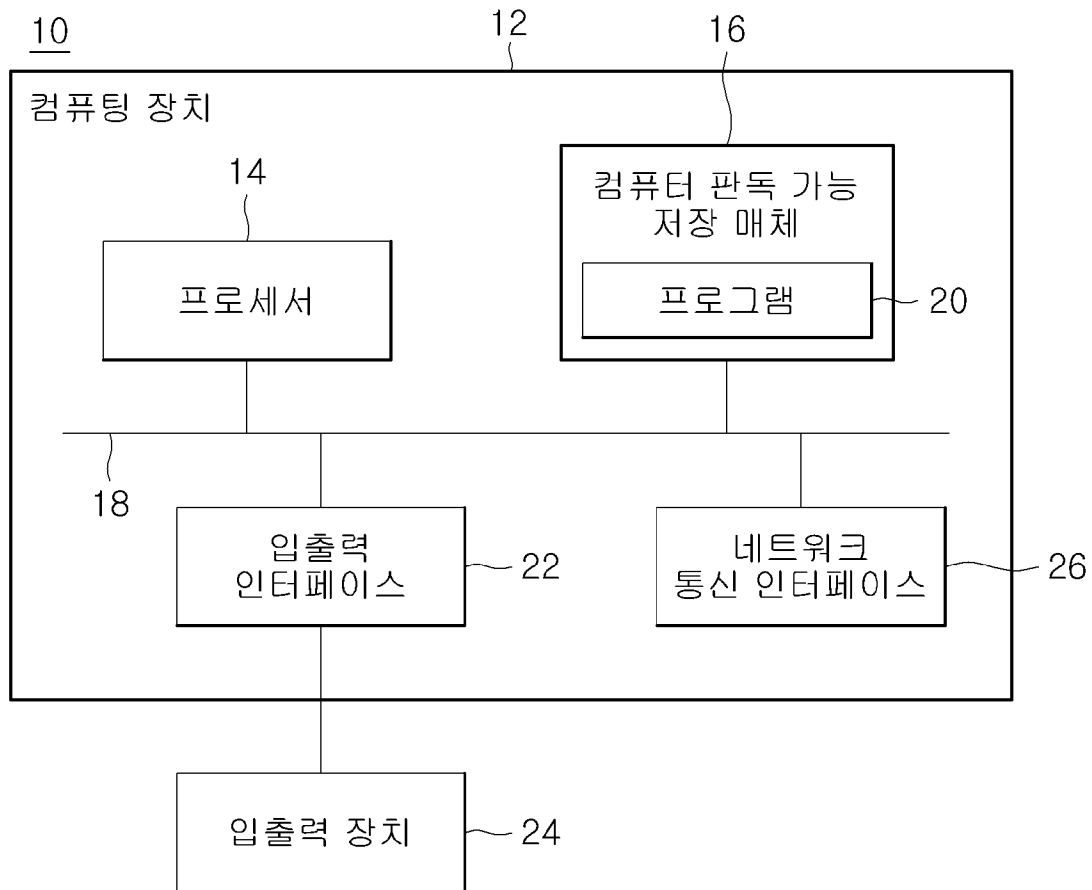


(a)

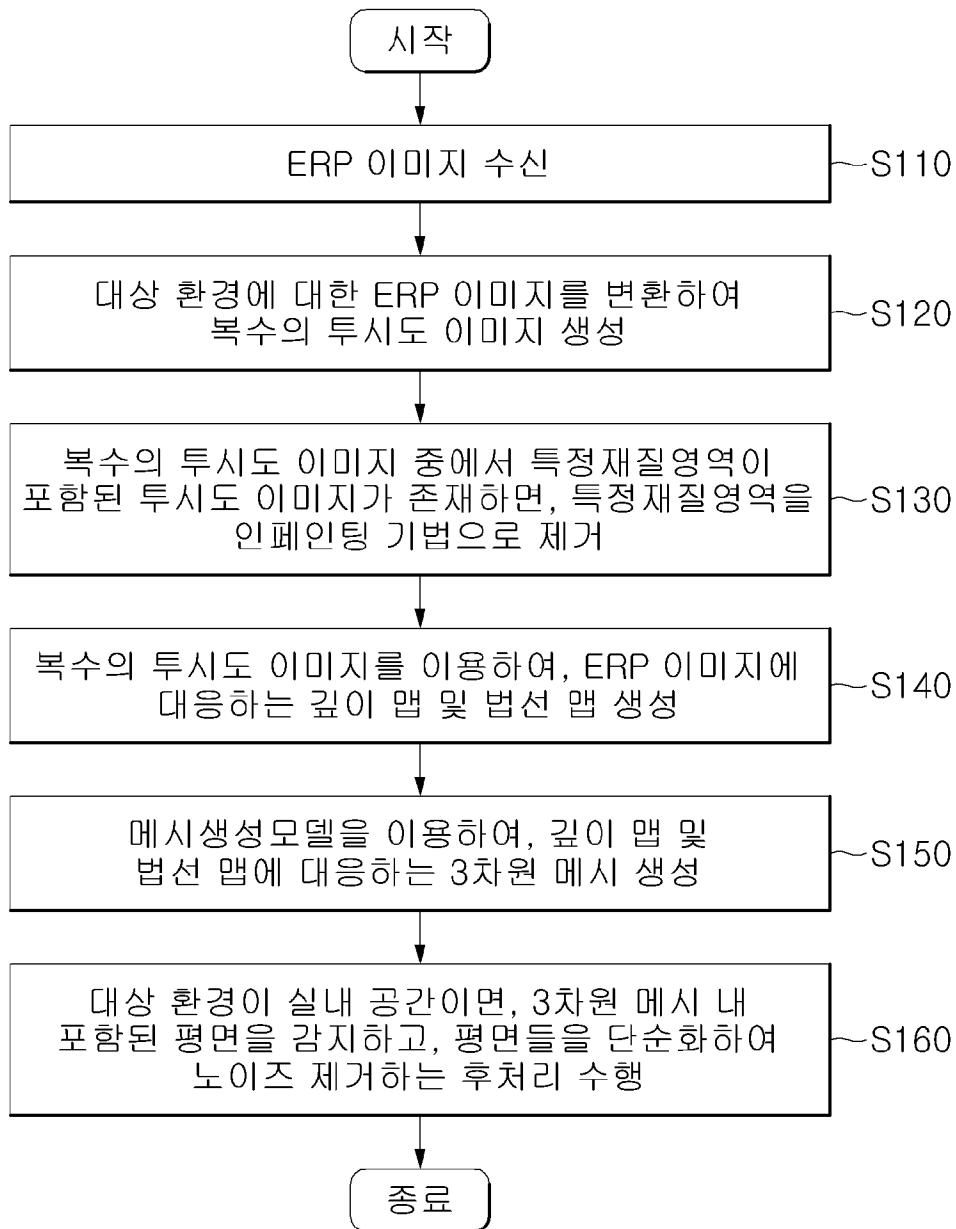
[도6]



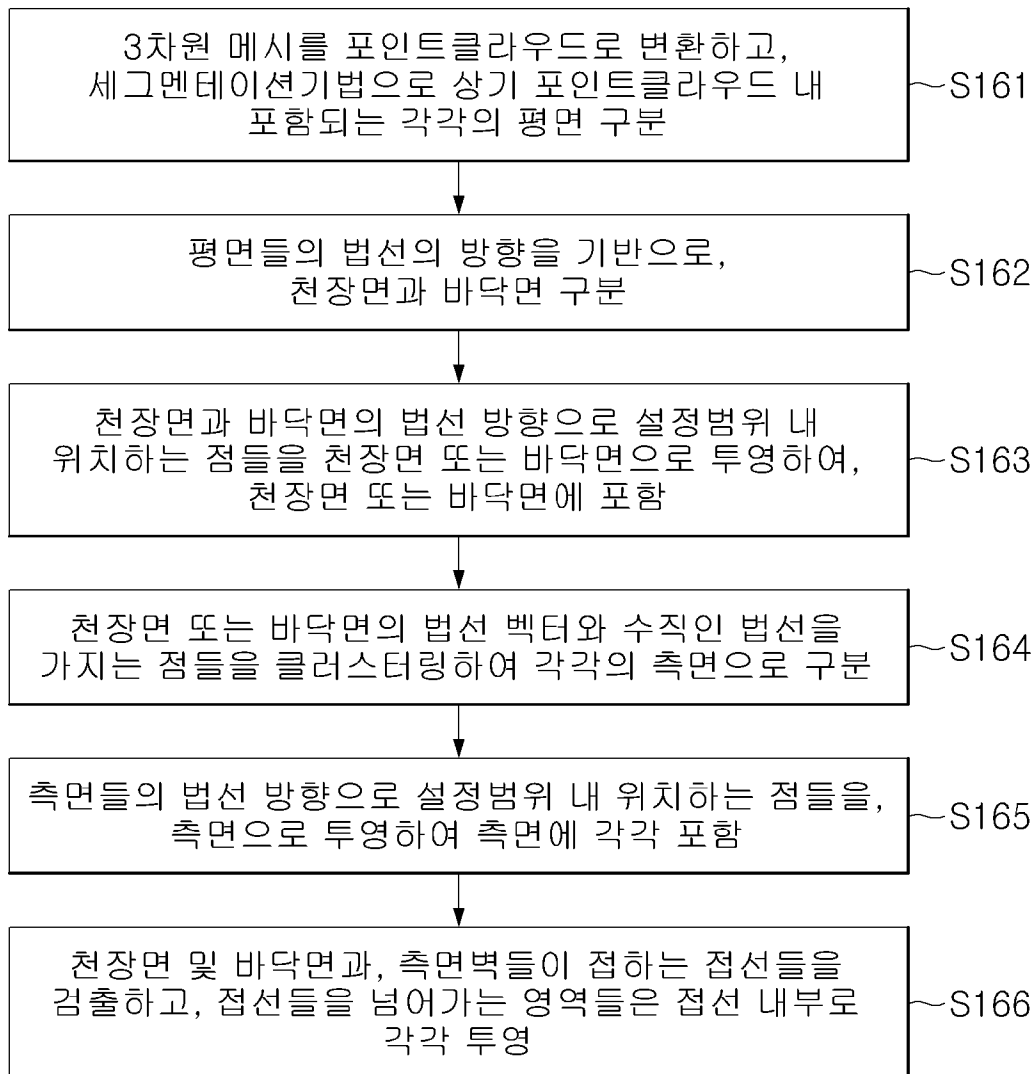
[도7]



[도8]



[도9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2024/013621

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06T 17/20**(2006.01)i; **G06T 5/77**(2024.01)i; **G06T 7/50**(2017.01)i; **G06T 3/4007**(2024.01)i; **G06T 7/10**(2017.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T 17/20(2006.01); G06T 5/00(2006.01)

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

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

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

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

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: ERP(Equirectangular Project), 3차원(three dimension), 메시(mesh), 인 페인팅 (inpainting), 깊이 맵(depth map), 법선 맵(normal map)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	AKIMOTO, Naofumi et al. Diverse Plausible 360-Degree Image Outpainting for Efficient 3DCG Background Creation. Computer Vision and Pattern Recognition. arXiv:2203.14668. 28 March 2022. See pages 11441-11442.	1-8,11-14 9-10
Y	SCHWANDT, Tobias et al. A Single Camera Image Based Approach for Glossy Reflections in Mixed Reality Application. 2016 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR). DOI: 10.1109/ISMAR.2016.12. 15 December 2016. See pages 38 and 42; and figure 10.	1-8,11-14
Y	ISLAM, Muhammad Nazrul et al. Specular Reflection Detection and Inpainting in Transparent Object through MSPLFI. Retrieved from https://doi.org/10.3390/rs13030455. 28 January 2021. See pages 5 and 9-10.	3-5
Y	ZHANG, Zhaoxuan et al. Single Depth-image 3D Reflection Symmetry and Shape Prediction. Retrieved from https://doi.org/10.1109/ICCV51070.2023.00817. 01 October 2023. See pages 8897 and 8900-8901.	6-8,11-13



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

18 December 2024

Date of mailing of the international search report

18 December 2024

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2024/013621

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2022-0167824 A (CREFLE INC.) 22 December 2022 (2022-12-22) See claims 1 and 11.	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2024/013621

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2022-0167824	A	22 December 2022	KR	10-2674065	B1	12 June 2024

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G06T 17/20(2006.01)i; G06T 5/77(2024.01)i; G06T 7/50(2017.01)i; G06T 3/4007(2024.01)i; G06T 7/10(2017.01)i		
B. 조사된 분야		
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G06T 17/20(2006.01); G06T 5/00(2006.01)		
조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC		
국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: ERP(Equirectangular Project), 3차원(three dimension), 메쉬(mesh), 인페인팅(inpainting), 깊이 맵(depth map), 법선 맵(normal map)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y A	NAOFUMI AKIMOTO 등, "Diverse Plausible 360-Degree Image Outpainting for Efficient 3DCG Background Creation", Computer Vision and Pattern Recognition, arXiv:2203.14668, 2022.03.28 페이지 11441-11442	1-8,11-14 9-10
Y	TOBIAS SCHWANDT 등, "A Single Camera Image Based Approach for Glossy Reflections in Mixed Reality Application", 2016 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), DOI: 10.1109/ISMAR.2016.12, 2016.12.15 페이지 38, 42; 및 그림 10	1-8,11-14
Y	MD NAZRUL ISLAM 등, "Specular Reflection Detection and Inpainting in Transparent Object through MSPLFT", https://doi.org/10.3390/rs13030455 , 2021.01.28 페이지 5, 9-10	3-5
Y	ZHAOXUAN ZHANG 등, "Single Depth-image 3D Reflection Symmetry and Shape Prediction", https://doi.org/10.1109/ICCV51070.2023.00817 , 2023.10.01 페이지 8897, 8900-8901	6-8,11-13
A	KR 10-2022-0167824 A (크레플 주식회사) 2022.12.22 청구항 1, 11	1-14
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 "D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 "E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 "L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 "O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 "P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 "T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 "X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. "Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2024년12월18일(18.12.2024)		국제조사보고서 발송일 2024년12월18일(18.12.2024)
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

국제출원번호

PCT/KR2024/013621