



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0114981
(43) 공개일자 2024년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 15/06 (2011.01) G06T 15/08 (2011.01)
G06T 15/10 (2006.01) G06T 19/00 (2011.01)
G06T 19/20 (2011.01)

(52) CPC특허분류

G06T 15/06 (2013.01)
G06T 15/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0007341

(22) 출원일자 2023년01월18일

심사청구일자 2023년01월18일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

임인성

서울특별시 양천구 목동서로 70 목동신시가지아파트2단지 224동 1504호

김영옥

서울특별시 마포구 만리재로 96 공덕 헤리지움 1004호

(74) 대리인

이지연

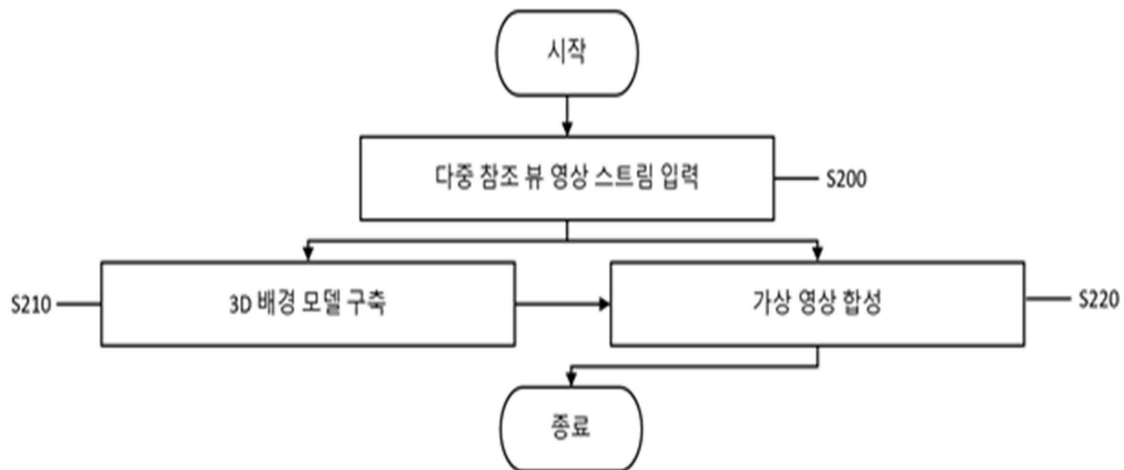
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적을 기반으로 한 3D 배경 모델 구축 방법 및 상기 방법을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법

(57) 요약

본 발명은 광선 추적 기반 3D 배경 모델 구축 방법 및 이를 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 관한 것이다. 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법은, (a) 동기화된 다중 참조 뷰로부터 영상 스트림을 병렬로 입력받는 단계; (b) 상기 다중 참조 뷰들을 이용하여, 광선 추적을 기반으로 하여 3D 배경 모델을 구축하는 단계; 및 (c) 상기 다중 참조 뷰와 상기 구축한 3D 배경 모델을 사용하여 가상 영상 합성 렌더링을 수행하는 단계;를 구비한다. 상기 (b) 단계는, (b1) 상기 다중 참조 뷰들을 이용하여, 비폐색에 의하여 발생하는 홀 영역을 줄이는 것을 목표로 하는 PBS (Probable Background Surface)를 구축하는 단계; 및 (b2) HMD의 가상 스테레오 카메라의 현재 뷰 볼륨을 커버하는 RGB-D 영상인 PBI (Possible Background Image)를 생성하는 단계;를 구비한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G06T 15/10 (2013.01)

G06T 19/003 (2013.01)

G06T 19/20 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711109189
과제번호	2020R1A2C2011709
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	이종의 현실 사용자 간의 협업을 지원하는 몰입형 확장 현실 기술 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서강대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

(a) 동기화된 다중 참조 뷰로부터 영상 스트림을 병렬로 입력받는 단계;

(b) 상기 다중 참조 뷰들을 이용하여, 광선 추적을 기반으로 하여 3D 배경 모델을 구축하는 단계; 및

(c) 상기 다중 참조 뷰와 상기 구축한 3D 배경 모델을 사용하여 가상 영상 합성 렌더링을 수행하는 단계;를 구비하고,

상기 (b) 단계는,

(b1) 상기 다중 참조 뷰들을 이용하여, 비폐색에 의하여 발생하는 홀 영역을 줄이는 것을 목표로 하는 PBS (Probable Background Surface)를 구축하는 단계; 및

(b2) HMD의 가상 스테레오 카메라의 현재 뷰 볼륨을 커버하는 RGB-D 영상인 PBI (Possible Background Image)를 생성하는 단계;

를 구비하는 것을 특징으로 하는 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 (b1) 단계는,

초기화 단계에서, 첫 번째 시간 프레임의 참조 뷰에 의해 관찰된 장면의 배경을 3D로 표현한 S-PBS(Static-Probable Background Surface)를 구축하는 단계; 및

연속적으로 입력되는 참조 뷰의 영상 스트림으로부터 배경 정보를 점진적으로 획득하여 구성된 P-PBS(Progressive- Probable Background Surface)를 구축하는 단계;

로 이루어진 것을 특징으로 하는 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 S-PBS를 구축하는 단계는,

첫 번째 시간 프레임에서, 3D 와핑을 수행하기 위한 사전 설정된 개수의 참조 뷰들을 선택하는 단계;

상기 선택된 참조 뷰들의 내부 및 외부 행렬을 기반으로 하여 3D 와핑을 수행하여 3D 세상 좌표계로 역투영된 삼각형을 계산하고, 상기 계산된 삼각형들을 S-PBS 생성을 위한 삼각형 집합에 추가하는 단계; 및

광선 추적을 기반으로 하여, 전경 물체에 해당하는 전경 삼각형을 상기 S-PBS 생성을 위한 삼각형 집합으로부터 제거하는 단계;

를 구비하여, 유효한 삼각형만으로 이루어진 S-PBS를 구성하는 것을 특징으로 하는 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 P-PBS를 구축하는 단계는,

참조 뷰의 움직임을 판단하는 단계;

움직이지 않는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계; 및

움직이는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계;

를 구비하는 것을 특징으로 하는 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 움직이지 않는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계는,

움직이지 않는 모든 참조 뷰에 대하여, 참조 뷰의 현재 시간 프레임의 깊이 값이 이전 시간 프레임까지 저장된 깊이 값보다 크면, 현재 시간 프레임의 색상과 깊이 값으로 최대 색상과 깊이 영상을 갱신하는 단계;

최대 색상과 깊이 영상이 갱신된 참조 뷰의 픽셀에 대하여 3D 와핑을 수행하여 3D 세상 좌표계로 역투영된 삼각형을 계산하고, 상기 계산된 삼각형들을 P-PBS 추가를 위한 삼각형 집합에 추가하는 단계; 및

배경에서 전경으로 변화된 전경 삼각형을 P-PBS 추가를 위한 삼각형 집합으로부터 제거하는 단계;

를 구비하여, 유효한 삼각형으로 이루어진 P-PBS를 구성하는 것을 특징으로 하는 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 움직이는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계는,

움직이는 모든 참조 뷰에 대하여, 새로운 표면인지 여부를 검사하는 단계;

새로운 표면으로 판단된 참조 뷰의 픽셀들에 대하여, 참조 뷰의 현재 프레임 색상과 깊이 값을 사용하여 2D 삼각형을 구성하고, 3D 세상 좌표계에 역투영후 P-PBS에 추가 가능한 후보 삼각형으로 등록하는 단계;

동일한 표면의 중복되는 삼각형을 검사하고, 중복되지 않는 후보 삼각형은 현재 P-PBS의 삼각형과 병합하는 단계; 및

배경에서 전경으로 변화된 전경 삼각형을 제거하는 단계;

를 구비하는 것을 특징으로 하는 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 (b2) 단계는,

PBI 가상 카메라를 HMD의 가상 카메라의 뒤에 배치하는 단계;

PBI 가상 카메라의 뷰 볼륨을 HMD 가상 카메라의 뷰 볼륨보다 더 크게 설정하는 단계;

3D 장면 외부에서 PBI 가상 뷰 평면 각 픽셀을 향해 광선을 생성하여 PBS에 대해 광선 추적을 수행하는 단계;

PBI 가상 뷰에서 볼 수 있는 가장 먼 교차 지점을 찾는 단계;

를 구비하여, 매 영상 입력 프레임마다 한번씩 갱신된 PBS로부터 RGB-D 2D 영상으로 이루어진 PBI를 생성하는 것을 특징으로 하는 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

(c1) 참조 뷰에 정의된 3D 공간에서 움직이는 HMD의 현재 6-DOF를 렌더링 속도로 입력받는 단계;

(c2) 입력받은 HMD의 현재 6-DOF 가상 시점을 기준으로 하여, 다중 참조 뷰 영상 스트림으로부터 얻은 RGB-D 영상과 각 참조 뷰의 내부 행렬 및 외부 행렬을 사용하여 3D 와핑을 수행하여, HMD 기기의 양안에 대한 가상 뷰를 합성하는 단계; 및

(c3) 현재 6-DOF에 대하여, PBI의 RGB-D 영상을 사용하여 3D 배경 모델을 렌더링하여 홀 영역을 줄이는 단계;

를 구비하는 것을 특징으로 하는 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 (c2) 단계에서, 가상 뷰 합성에 참여하는 참조 뷰는,

현재 시간 프레임의 전체 참조 뷰들 중에서 가상 뷰의 시야와 가장 많이 겹치는 사전 설정된 개수의 참조 뷰들

로 동적 선택되는 것을 특징으로 하는 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법.

청구항 10

- (a) 동기화된 다중 참조 뷰로부터 영상 스트림을 병렬로 입력받는 단계;
 - (b) 상기 다중 참조 뷰들을 이용하여, 비폐색에 의하여 발생하는 홀 영역을 줄이는 것을 목표로 하는 PBS (Probable Background Surface)를 구축하는 단계; 및
 - (c) HMD의 가상 스테레오 카메라의 현재 뷰 볼륨을 커버하는 RGB-D 영상인 PBI (Possible Background Image)를 생성하는 단계;
- 를 구비하는 것을 특징으로 하는 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적 기반의 3D 배경 모델 구축 방법.

청구항 11

- 제10항에 있어서, 상기 (b) 단계는,
- (b1) 초기화 단계에서, 첫 번째 시간 프레임의 참조 뷰에 의해 관찰된 장면의 배경을 3D로 표현한 S-PBS(Static- Probable Background Surface)를 구축하는 단계; 및
 - (b2) 연속적으로 입력되는 참조 뷰의 영상 스트림으로부터 배경 정보를 점진적으로 획득하여 구성된 P-PBS(Progressive- Probable Background Surface)를 구축하는 단계;
- 로 이루어진 것을 특징으로 하는 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적 기반의 3D 배경 모델 구축 방법.

청구항 12

- 제11항에 있어서, 상기 (b1) S-PBS를 구축하는 단계는,
- 첫 번째 시간 프레임에서, 3D 와핑을 수행하기 위한 사전 설정된 개수의 참조 뷰들을 선택하는 단계;
- 상기 선택된 참조 뷰들의 내부 및 외부 행렬을 기반으로 하여 3D 와핑을 수행하여 3D 세상 좌표계로 역투영된 삼각형을 계산하고, 상기 계산된 삼각형들을 S-PBS 생성을 위한 삼각형 집합에 추가하는 단계; 및
- 광선 추적을 기반으로 하여, 전경 물체에 해당하는 전경 삼각형을 상기 S-PBS 생성을 위한 삼각형 집합으로부터 제거하는 단계;
- 를 구비하여, 유효한 삼각형만으로 이루어진 S-PBS를 구성하는 것을 특징으로 하는 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적 기반의 3D 배경 모델 구축 방법.

청구항 13

- 제11항에 있어서, 상기 (b2) P-PBS를 구축하는 단계는,
- 참조 뷰의 움직임을 판단하는 단계;
- 움직이지 않는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계; 및
- 움직이는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계;
- 를 구비하는 것을 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적 기반의 3D 배경 모델 구축 방법.

청구항 14

- 제13항에 있어서, 상기 움직이지 않는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계는,
- 움직이지 않는 모든 참조 뷰에 대하여, 참조 뷰의 현재 시간 프레임의 깊이 값이 이전 시간 프레임까지 저장된 깊이 값보다 크면, 현재 시간 프레임의 색상과 깊이 값으로 최대 색상과 깊이 영상을 갱신하는 단계;
- 최대 색상과 깊이 영상이 갱신된 참조 뷰의 픽셀에 대하여 3D 와핑을 수행하여 3D 세상 좌표계로 역투영된 삼각형을 계산하고, 상기 계산된 삼각형들을 P-PBS 추가를 위한 삼각형 집합에 추가하는 단계; 및
- 배경에서 전경으로 변화된 전경 삼각형을 P-PBS 추가를 위한 삼각형 집합으로부터 제거하는 단계;
- 를 구비하여, 유효한 삼각형으로 이루어진 P-PBS를 구성하는 것을 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적 기반의

3D 배경 모델 구축 방법.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 움직이는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계는,

움직이는 모든 참조 뷰에 대하여, 새로운 표면인지 여부를 검사하는 단계;

새로운 표면으로 판단된 참조 뷰의 픽셀들에 대하여, 참조 뷰의 현재 프레임 색상과 깊이 값을 사용하여 2D 삼각형을 구성하고, 3D 세상 좌표계에 역투영후 P-PBS에 추가 가능한 후보 삼각형으로 등록하는 단계;

동일한 표면의 중복되는 삼각형을 검사하고, 중복되지 않는 후보 삼각형은 현재 P-PBS의 삼각형과 병합하는 단계; 및

배경에서 전경으로 변화된 전경 삼각형을 제거하는 단계;

를 구비하는 것을 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적 기반의 3D 배경 모델 구축 방법.

청구항 16

제10항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

PBI 가상 카메라를 HMD의 가상 카메라의 뒤에 배치하는 단계;

PBI 가상 카메라의 뷰 볼륨을 HMD 가상 카메라의 뷰 볼륨보다 더 크게 설정하는 단계;

3D 장면 외부에서 PBI 가상 뷰 평면 각 픽셀을 향해 광선을 생성하여 PBS에 대해 광선 추적을 수행하는 단계;

PBI 가상 뷰에서 볼 수 있는 가장 먼 교차 지점을 찾는 단계;

를 구비하여, 매 영상 입력 프레임마다 한번씩 갱신된 PBS로부터 RGB-D 2D 영상으로 이루어진 PBI를 생성하는 것을 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적 기반의 3D 배경 모델 구축 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가상 현실(virtual reality, VR) 기술에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 다중 참조 뷰 영상을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성(depth image based view synthesis)에 있어서, 다중 참조 뷰 영상들을 사용하여 광선 추적을 기반으로 하여 3D 배경 모델을 점진적으로 구축함으로써, 비폐색(disocclusion) 영역을 채우면서도 렌더링 속도를 실시간으로 유지할 수 있도록 하는 3D 배경 모델 구축 방법 및 상기 방법이 적용된 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 특허는 MPEG Immersive video (MIV) standard (ISO/IEC 23090 part 12)와 같이 최근 표준화가 진행되고 있는 몰입형 비디오(immersive video)의 효과적인 렌더링 기술에 관한 것이다.

[0003] 일반적으로, 몰입형 비디오의 각 시간 프레임은 서로 다른 영역을 바라보고 있는 다수의 RGB-D 카메라들이 동시에 촬영한 RGB 칼라 영상들과 깊이 영상들로 구성되어 있다. 이러한 다중 2D RGB-D 영상들로 구성된 몰입형 비디오를 가시화하는 대표적인 기법은 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법이다. 전술한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법은, 다중 참조 뷰에서 입력되는 2D RGB-D 영상들을 참조 뷰의 내부 행렬(intrinsic matrix)과 외부 행렬(extrinsic matrix)을 사용하여 세상 좌표계로 역투영을 한 후, 임의의 가상 뷰로 투영하여 합성하는 방법이다. 특히, 최근 그래픽 프로세서(Graphics Processing Unit, GPU)와 헤드 마운티드 디스플레이(Head Mounted Display, HMD)가 그 성능이 향상되어 가상 공간에서 자유롭게 움직이며 새로운 몰입감을 생성할 수 있게 됨에 따라, 전술한 몰입형 비디오를 가시화하는 방법들에 대한 중요성이 더욱 부각되고 있다.

[0004] 가상 공간에서 사용자의 몰입감 높은 가상 현실 체험을 위해서는 사용자가 HMD 착용 시 메스꺼움을 느끼지 않도록 80 fps(frames per second) 이상의 높은 렌더링 속도로 뷰 합성을 해야 할 뿐만 아니라 높은 품질의 영상 합성을 필요로 한다.

- [0005] 이와 관련하여, 가상 시점에서 가상 뷰를 합성하는 과정에서 비페색에 의한 홀 영역이 발생하게 된다. 비페색에 의한 홀 영역은 원 영상에서는 전경의 객체에 의해 가려져 있다가 가상 시점에서는 시차에 의해 드러나는 영역을 말한다. 비페색에 의한 홀 영역은 가상 시점 영상을 합성할 때, 원 영상으로부터 얻을 수 있는 정보가 없기 때문에, 문제가 된다. 따라서, 임의의 가상 뷰 합성 시에는, 참조 뷰에서 멀어질수록 사용자가 느끼는 성가신 아티팩트의 원인이 되는 비페색에 의한 홀(hole) 발생 문제를 완화시켜야 한다.
- [0006] 도 1은 비페색에 의한 홀 발생을 설명하기 위하여 예로 도시한 모식도이다. 도 1을 참고하면, 두 개의 참조 뷰 RC_1 와 RC_2 를 사용하여 임의의 가상 시점 뷰 VC 에서 가상 뷰 영상을 합성하면, 두 개의 참조 뷰 모두에서 전경 물체에 의하여 촬영되지 않은 지점인 빨간색으로 표시된 홀이 가상 뷰 VC 에서 관찰된다.
- [0007] 한편, 광선 추적법(ray tracing)은 보편적으로 사용되어온 래스터화(rasterization) 방법보다 사실적인 3D 렌더링이 가능한 방법이다. 최근, 그래픽카드에 탑재되고 있는 광선 추적 전용 하드웨어의 발전은 실시간 광선 추적을 가능케 하였으며, 사실적인 렌더링을 위한 전통적인 광선 추적의 활용뿐만 아니라 광선 추적법을 이용한 다양한 렌더링 성능 향상 응용에 적용되고 있다.
- [0008] 한편, 본 발명은 최대한 신속하게 깊이 영상 기반 뷰 합성을 수행할 뿐만 아니라, 높은 품질의 가상 시점 영상을 사용자에게 제공하기 위하여 어떠한 전처리도 하지 않고, 비페색 영역을 점진적으로 채움으로써 홀 발생 문제를 완화시킬 수 있는 광선 추적 기반 3D 배경 모델 구축 방법을 제안한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제 10-2124564호
(특허문헌 0002) 한국공개특허공보 제 10-2019-0105274호
(특허문헌 0003) 한국등록특허공보 제 10-1919077호
(특허문헌 0004) 한국등록특허공보 제 10-1961015호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 전술한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 비페색 영역을 채움으로써 홀 문제를 완화하여 높은 품질의 가상 시점 영상을 사용자에게 제공하는 광선 추적 기반 3D 배경 모델 구축 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0011] 본 발명은 높은 품질의 가상 시점을 영상을 제공할 뿐만 아니라, 어떠한 전처리 없이 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 허용된 시간 안에 구축하며, 다중 참조 뷰에서 실시간으로 입력되는 영상 스트림으로 최대한 신속하게 임의의 가상 뷰 합성을 수행할 수 있는 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 제1 특징에 따른 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법은, (a) 동기화된 다중 참조 뷰로부터 영상 스트림을 병렬로 입력받는 단계; (b) 상기 다중 참조 뷰들을 이용하여, 광선 추적을 기반으로 하여 3D 배경 모델을 구축하는 단계; 및 (c) 상기 다중 참조 뷰와 상기 구축한 3D 배경 모델을 사용하여 가상 영상 합성 렌더링을 수행하는 단계;를 구비하고,
- [0013] 상기 (b) 단계는, (b1) 상기 다중 참조 뷰들을 이용하여, 비페색에 의하여 발생하는 홀 영역을 줄이는 것을 목표로 하는 PBS (Probable Background Surface)를 구축하는 단계; 및 (b2) HMD의 가상 스테레오 카메라의 현재 뷰 볼륨을 커버하는 RGB-D 영상인 PBI (Possible Background Image)를 생성하는 단계;를 구비한다.
- [0014] 전술한 제1 특징에 따른 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 상기 (b1) 단계는, 초기화 단계에서, 첫 번째 시간 프레임의 참조 뷰에 의해 관찰된 장면의 배경을 3D로 표현한 S-PBS(Static- Probable Background Surface)를 구축하는 단계; 및 연속적으로 입력되는 참조 뷰의 영상 스트림으로부터 배경 정보를 점진적으로 획득하여 구성된 P-PBS(Progressive- Probable Background Surface)를 구축

하는 단계;로 이루어진 것이 바람직하다.

- [0015] 전술한 제1 특징에 따른 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 상기 S-PBS를 구축하는 단계는, 첫 번째 시간 프레임에서, 3D 와핑을 수행하기 위한 사전 설정된 개수의 참조 뷰들을 선택하는 단계; 상기 선택된 참조 뷰들의 내부 및 외부 행렬을 기반으로 하여 3D 와핑을 수행하여 3D 세상 좌표계로 역투영된 삼각형을 계산하고, 상기 계산된 삼각형들을 S-PBS 생성을 위한 삼각형 집합에 추가하는 단계; 및 광선 추적을 기반으로 하여, 전경 물체에 해당하는 전경 삼각형을 상기 S-PBS 생성을 위한 삼각형 집합으로부터 제거하는 단계;를 구비하여, 유효한 삼각형만으로 이루어진 S-PBS를 구성하는 것이 바람직하다.
- [0016] 전술한 제1 특징에 따른 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 상기 P-PBS를 구축하는 단계는, 참조 뷰의 움직임에 판단하는 단계; 움직이지 않는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계; 및 움직이는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계;를 구비하는 것이 바람직하다.
- [0017] 전술한 제1 특징에 따른 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 상기 움직이지 않는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계는, 움직이지 않는 모든 참조 뷰에 대하여, 참조 뷰의 현재 시간 프레임의 깊이 값이 이전 시간 프레임까지 저장된 깊이 값보다 크면, 현재 시간 프레임의 색상과 깊이 값으로 최대 색상과 깊이 영상을 갱신하는 단계; 최대 색상과 깊이 영상이 갱신된 참조 뷰의 픽셀에 대하여 3D 와핑을 수행하여 3D 세상 좌표계로 역투영된 삼각형을 계산하고, 상기 계산된 삼각형들을 P-PBS 추가를 위한 삼각형 집합에 추가하는 단계; 및, 배경에서 전경으로 변화된 전경 삼각형을 P-PBS 추가를 위한 삼각형 집합으로부터 제거하는 단계;를 구비하여, 유효한 삼각형으로 이루어진 P-PBS를 구성하는 것이 바람직하다.
- [0018] 전술한 제1 특징에 따른 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 상기 움직이는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계는, 움직이는 모든 참조 뷰에 대하여, 새로운 표면인지 여부를 검사하는 단계; 새로운 표면으로 판단된 참조 뷰의 픽셀들에 대하여, 참조 뷰의 현재 프레임 색상과 깊이 값을 사용하여 2D 삼각형을 구성하고, 3D 세상 좌표계에 역투영 후 P-PBS에 추가 가능한 후보 삼각형으로 등록하는 단계; 동일한 표면의 중복되는 삼각형을 검사하고, 중복되지 않는 후보 삼각형은 현재 P-PBS의 삼각형과 병합하는 단계; 및 배경에서 전경으로 변화된 전경 삼각형을 제거하는 단계;를 구비하는 것이 바람직하다.
- [0019] 전술한 제1 특징에 따른 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 상기 (b2) 단계는, PBI 가상 카메라를 HMD의 가상 카메라의 뒤에 배치하는 단계; PBI 가상 카메라의 뷰 볼륨을 HMD 가상 카메라의 뷰 볼륨보다 더 크게 설정하는 단계; 3D 장면 외부에서 PBI 가상 뷰 평면 각 픽셀을 향해 광선을 생성하여 PBS에 대해 광선 추적을 수행하는 단계; PBI 가상 뷰에서 볼 수 있는 가장 먼 교차 지점을 찾는 단계;를 구비하여, 매 영상 입력 프레임마다 한번씩 갱신된 PBS로부터 RGB-D 2D 영상으로 이루어진 PBI를 생성하는 것이 바람직하다.
- [0020] 전술한 제1 특징에 따른 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 상기 (c) 단계는, (c1) 참조 뷰에 정의된 3D 공간에서 움직이는 HMD의 현재 6-DOF를 렌더링 속도로 입력받는 단계; (c2) 입력받은 HMD의 현재 6-DOF 가상 시점을 기준으로 하여, 다중 참조 뷰 영상 스트림으로부터 얻은 RGB-D 영상과 각 참조 뷰의 내부 행렬 및 외부 행렬을 사용하여 3D 와핑을 수행하여, HMD 기기의 양안에 대한 가상 뷰를 합성하는 단계; 및 (c3) 현재 6-DOF에 대하여, PBI의 RGB-D 영상을 사용하여 3D 배경 모델을 렌더링하여 홀 영역을 줄이는 단계;를 구비하는 것이 바람직하다.
- [0021] 전술한 제1 특징에 따른 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 상기 (c2) 단계에서, 가상 뷰 합성에 참여하는 참조 뷰는, 현재 시간 프레임의 전체 참조 뷰들 중에서 가상 뷰의 시야와 가장 많이 겹치는 사전 설정된 개수의 참조 뷰들로 동적 선택되는 것이 바람직하다.
- [0022] 본 발명의 제2 특징에 따른 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적 기반의 3D 배경 모델 구축 방법은, (a) 동기화된 다중 참조 뷰로부터 영상 스트림을 병렬로 입력받는 단계; (b) 상기 다중 참조 뷰들을 이용하여, 비폐색에 의하여 발생하는 홀 영역을 줄이는 것을 목표로 하는 PBS (Probable Background Surface)를 구축하는 단계; 및 (c) HMD(Head Mounted Display)의 가상 스테레오 카메라의 현재 뷰 볼륨을 커버하는 RGB-D 영상인 PBI (Possible Background Image)를 생성하는 단계;를 구비한다.
- [0023] 전술한 제2 특징에 따른 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적 기반의 3D 배경 모델 구축 방법에 있어서, 상기 (b) 단계는, (b1) 초기화 단계에서, 첫 번째 시간 프레임의 참조 뷰에 의해 관찰된 장면의 배경을 3D로 표현한 S-PBS(Static - Probable Background Surface)를 구축하는 단계; 및 (b2) 연속적으로 입력되는 참조 뷰의 영상 스트림으로부터 배경 정보를 점진적으로 획득하여 구성된 P-PBS(Progressive - Probable Background Surface)

를 구축하는 단계;로 이루어진 것이 바람직하다.

- [0024] 전술한 제2 특징에 따른 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적 기반의 3D 배경 모델 구축 방법에 있어서, 상기 (b1) S-PBS를 구축하는 단계는, 첫 번째 시간 프레임에서, 3D 와핑을 수행하기 위한 사전 설정된 개수의 참조 뷰들을 선택하는 단계; 상기 선택된 참조 뷰들의 내부 및 외부 행렬을 기반으로 하여 3D 와핑을 수행하여 3D 세상 좌표계로 역투영된 삼각형을 계산하고, 상기 계산된 삼각형들을 S-PBS 생성을 위한 삼각형 집합에 추가하는 단계; 및 광선 추적을 기반으로 하여, 전경 물체에 해당하는 전경 삼각형을 상기 S-PBS 생성을 위한 삼각형 집합으로부터 제거하는 단계; 를 구비하여, 유효한 삼각형만으로 이루어진 S-PBS를 구성하는 것이 바람직하다.
- [0025] 전술한 제2 특징에 따른 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적 기반의 3D 배경 모델 구축 방법에 있어서, 상기 (b2) P-PBS를 구축하는 단계는, 참조 뷰의 움직임의 판단하는 단계; 움직이지 않는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계; 및, 움직이는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계;를 구비하는 것이 바람직하다.
- [0026] 전술한 제2 특징에 따른 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적 기반의 3D 배경 모델 구축 방법에 있어서, 상기 움직이지 않는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계는, 움직이지 않는 모든 참조 뷰에 대하여, 참조 뷰의 현재 시간 프레임의 깊이 값이 이전 시간 프레임까지 저장된 깊이 값보다 크면, 현재 시간 프레임의 색상과 깊이 값으로 최대 색상과 깊이 영상을 갱신하는 단계; 최대 색상과 깊이 영상이 갱신된 참조 뷰의 픽셀에 대하여 3D 와핑을 수행하여 3D 세상 좌표계로 역투영된 삼각형을 계산하고, 상기 계산된 삼각형들을 P-PBS 추가를 위한 삼각형 집합에 추가하는 단계; 및 배경에서 전경으로 변화된 전경 삼각형을 P-PBS 추가를 위한 삼각형 집합으로부터 제거하는 단계; 를 구비하여, 유효한 삼각형으로 이루어진 P-PBS를 구성하는 것이 바람직하다.
- [0027] 전술한 제2 특징에 따른 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적 기반의 3D 배경 모델 구축 방법에 있어서, 상기 움직이는 참조 뷰에 대하여 P-PBS를 구축하는 단계는, 움직이는 모든 참조 뷰에 대하여, 새로운 표면인지 여부를 검사하는 단계; 새로운 표면으로 판단된 참조 뷰의 픽셀들에 대하여, 참조 뷰의 현재 프레임 색상과 깊이 값을 사용하여 2D 삼각형을 구성하고, 3D 세상 좌표계에 역투영 후 P-PBS에 추가 가능한 후보 삼각형으로 등록하는 단계; 동일한 표면의 중복되는 삼각형을 검사하고, 중복되지 않는 후보 삼각형은 현재 P-PBS의 삼각형과 병합하는 단계; 및 배경에서 전경으로 변화된 전경 삼각형을 제거하는 단계; 를 구비하는 것이 바람직하다.
- [0028] 전술한 제2 특징에 따른 비폐색 영역을 채우기 위한 광선 추적 기반의 3D 배경 모델 구축 방법에 있어서, 상기 (c) 단계는, PBI 가상 카메라를 HMD의 가상 카메라의 뒤에 배치하는 단계; PBI 가상 카메라의 뷰 볼륨을 HMD 가상 카메라의 뷰 볼륨보다 더 크게 설정하는 단계; 3D 장면 외부에서 PBI 가상 뷰 평면 각 픽셀을 향해 광선을 생성하여 PBS에 대해 광선 추적을 수행하는 단계; PBI 가상 뷰에서 볼 수 있는 가장 먼 교차 지점을 찾는 단계; 를 구비하여, 매 영상 입력 프레임마다 한번씩 갱신된 PBS로부터 RGB-D 2D 영상으로 이루어진 PBI를 생성하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0029] 상기한 본 발명에 따른 광선 추적 기반 3D 배경 모델 구축 방법은, 실시간으로 입력되는 다중 참조 뷰의 영상 스트림에서 효율적으로 배경을 추출하고, 3D 삼각형 메시로 구성하여 점진적으로 빠르게 3D 배경 모델을 구축하고 이를 활용하여 비폐색에 의하여 발생하는 홀 영역을 감소시킴으로써, 사용자의 가상현실 체험의 몰입감을 저해하는 시각적 아티팩트를 억제하여 고품질 영상 합성을 제공할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명에 따른 광선 추적 기반 3D 배경 모델 구축 방법은, 3D 배경 모델을 실시간으로 구축함에도 불구하고, 사용자가 HMD 착용 시 메스꺼움을 방지할 수 있는 높은 렌더링 속도를 제공할 수 있다.
- [0031] 끝으로, 본 발명에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법은 비폐색 영역 채우기를 위한 광선 추적 기반 3D 배경 모델 구축 방법을 사용함으로써, 점진적으로 증가하는 3D 배경 모델에 대화식으로 3D 시각적 효과를 추가하여 가상 환경에 대한 몰입도를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 비폐색에 의한 홀 발생을 설명하기 위하여 예시적으로 도시한 모식도이다.
- 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광선 추적 기반 3D 배경 모델을 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법을 전체적으로 도시한 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 광선 추적을 기반으로 한 3D

배경 모델 구축 단계를 순차적으로 도시한 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 광선 추적을 기반으로 한 3D 배경 모델 구축 단계 중 S-PBS의 구축 단계를 순차적으로 도시한 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 참조 뷰에서 삼각형 생성 방법을 도식화한 것이다.

도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 전경 삼각형 제거를 설명하기 위하여 예시적으로 도시한 모식도이다.

도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 전경 삼각형 제거의 오류를 보정하는 보완 광선 도식도이다.

도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 광선 추적을 기반으로 한 3D 배경 모델 구축 단계 중 P-PBS의 구축 단계를 순차적으로 도시한 흐름도이다.

도 9는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 가상 영상 합성 단계를 순차적으로 도시한 흐름도이다.

도 10 내지 도 12는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 깊이 영상 기반 뷰 합성에서의 광선 추적 기반 3D 배경 모델 구축 방법을 활용한 예시들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 본 발명에 따른 광선 추적 기반 3D 배경 모델 구축 방법은 실시간으로 입력되는 다중 참조 뷰 영상 스트림에서 전경 물체의 이동이 있는 경우, 이전 시간 프레임에서는 볼 수 없었던 가장 먼 표면을 광선 추적을 기반으로 하여 실시간으로 3D 배경 모델로 구축하며, 비폐색으로 인한 홀 문제를 효과적으로 완화하도록 구성된 것을 특징으로 한다. 또한, 본 발명에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법은, 전술한 광선 추적 기반 3D 배경 모델 구축 방법을 사용하여, 사용자가 HMD 착용 시 메스꺼움을 방지할 수 있는 높은 렌더링 속도를 제공할 수 있다.
- [0034] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광선 추적 기반 3D 배경 모델 구축 방법 및 이를 이용한 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0035] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법을 전체적으로 도시한 흐름도이다.
- [0036] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법은, 다중 참조 뷰 영상 스트림 입력 단계(단계 200), 3D 배경 모델 구축 단계(단계 210), 가상 영상 합성 단계(단계 220)를 구비하며, 각 단계는 비동기 스레드로 병렬 구성된다. 이하, 전술한 각 단계들에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0037] 먼저, 동기화된 다중 참조 뷰로부터 영상 스트림을 입력받는다(단계 200). RGB-D 영상 스트림을 n_{rc} 개의 참조 뷰로부터 f_{vis} fps 속도로 입력받는다.
- [0038] 상기 3D 배경 모델 구축 단계(단계 210)는 본 발명에 따른 비폐색 영역 채우기를 위한 광선 추적 기반 3D 배경 모델 구축 방법을 구현한 단계이다. 이하, 도 3을 참조하여 단계 210에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.
- [0039] 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 3D 배경 모델 구축 단계(단계 210)를 구체적으로 도시한 흐름도이다. 도 3을 참조하면, PBS(Probable Background Surface)라고 정의한 비폐색에 의하여 발생하는 홀 영역을 줄이는 것을 목표로 하는 3D 배경 모델을 구축한다(단계 300). 그 후 HMD의 가상 스테레오 카메라의 현재 뷰 볼륨을 커버하는 PBI(Possible Background Image)라고 불리는 RGB-D 영상을 생성한다(단계 310). 이하, 전술한 각 단계들에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0040] 먼저, PBS라고 불리는 삼각형 메시로 구성된 3D 배경 모델을 구축한다(단계 300). PBS는 현재 시간까지 입력된 영상 스트림의 3D 배경을 나타내는 것을 목표로 한다. PBS는 효과적인 광선 추적을 위하여 2가지 종류로 구분한다. 첫 번째, S-PBS(Static-PBS)은 초기화 단계에서 첫 번째 시간 프레임에서 참조 뷰에 의해 관찰된 장면의 배경을 3D로 표현한 것이다. 두 번째, P-PBS(Progressive-PBS)는 연속적으로 입력되는 참조 뷰의 영상 스트림으로부터 배경 정보를 점진적으로 획득한다. 따라서, PBS는 비폐색에 의하여 발생하는 홀 영역을 줄이는 것을 목표로 하며, 현재 시간까지 입력된 영상 스트림에서 배경 영역을 추출하여 생성된 삼각형 집합으로 구성된 3D 배경 모델로서, S-PBS와 P-PBS로 구성되어 신속한 3D 배경 모델 구축 시간을 보장하게 된다. S-PBS는 다중 참조 뷰에

서 입력되는 영상 스트림의 첫 번째 시간 프레임에서의 배경 영역을 추출하여 생성된 삼각형 집합으로 구성된 3D 배경 모델로서, 첫 번째 시간 프레임만을 고려함으로써, 초기화 단계에서 한번 수행된다. P-PBS는 다중 참조 뷰에서 입력되는 영상 스트림의 두 번째 시간 프레임을 포함하여 연속적으로 입력되는 시간 프레임에서의 배경 영역을 추출하여 생성된 삼각형 집합으로 구성된 3D 배경 모델이다. 이때, P-PBS는 S-PBS를 기준으로 보이지 않았던 배경을 나타내는 3D 배경 모델이다. 최종 PBS는 S-PBS와 최종 갱신된 P-PBS를 합쳐서 구성한다.

[0041] 도 4는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 3D 배경 모델 구축 단계(단계 210) 중 S-PBS를 구축하는 단계를 순차적으로 도시한 흐름도이다. 도 4를 참조하면, S-PBS 구축 방법은, 참조 뷰 선택 단계(단계 400), 3D 와핑 단계(단계 410), 전경 삼각형 제거 단계(단계 420)를 구비하며, 초기화 단계에서 한 번만 수행된다. 이하, 전술한 각 단계들에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0042] 먼저, 3D 와핑을 수행할 참조 뷰를 선택한다(단계 400). 참조 뷰는 일반적으로 서로 겹치므로, 전체 참조 뷰에 대하여 3D 와핑을 수행한다면, 동일한 표면 영역 주위에 중복된 삼각형이 생성된다. 이로 인한 S-PBS의 크기가 과도하게 커지는 것을 방지하기 위해, 전체 뷰 공간을 커버하면서, 뷰 영역이 가능한 덜 겹치는 n_{rv}^{init} 개의 참조 뷰를 사용하여 S-PBS를 생성한다. 참조 뷰 선택 절차는 다음과 같다. 임의로 선택된 참조 뷰 평면의 각 픽셀들을 지금까지 선택되지 않은 참조 뷰 평면으로 투영한다. 그 후, 투영된 픽셀 수가 가장 적은 참조 뷰를 선택한다. 이 과정은 n_{rv}^{init} 개의 참조 뷰가 선택될 때까지 반복한다.

[0043] 도 5는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 참조 뷰에서 삼각형 생성 방법을 도식화한 것이다. 도 5를 참조하면, 단계 400를 통해 3D 와핑을 수행하기 위하여 선택된 n_{rv}^{init} 개의 참조 뷰에서, RGB-D 영상의 각 픽셀 중심을 연결하여 2D 삼각형을 구성하고, 각 참조 뷰의 내부 및 외부 행렬을 기반으로 3D 와핑을 수행하여 3D 세상 좌표계로 역투영된 삼각형을 계산하고, S-PBS 생성을 위한 삼각형 집합에 추가한다(단계 410). 참조 뷰 선택 단계(단계 400)를 통하여 뷰 영역이 가능한 덜 겹치는 참조 뷰를 선택함에도 불구하고, 동일한 표면 영역에 삼각형이 다수 생성될 수 있다. 이러한 중복성을 더 줄이기 위하여, 삼각형 집합에 삼각형을 추가하기 전 이전 참조 뷰에서 계산된 삼각형보다 더 먼 표면 영역에 존재하는 삼각형인지 검사한다. 이를 위하여, 현재 참조 뷰에서 생성된 2D 삼각형을 이전에 처리된 참조 뷰의 영상 공간으로 투영하여 세 꼭지점의 깊이가 모두 유사하다면 삼각형을 추가하지 않는다.

[0044] 끝으로, 여러 참조 뷰로부터 수집된 삼각형들 중 일부는 전경 물체에 해당할 수 있다. 따라서 전경 삼각형을 최대한 제거하기 위하여 n_{rv}^{init} 개의 참조 뷰에서 전경 삼각형 제거 단계(단계 420)를 수행한다. 해당 단계는 광선 추적을 기반으로 수행한다. 참여하는 참조 뷰를 하나씩 방문하여 참조 뷰 평면의 각 픽셀에서 두 개의 광선을 생성한다. 이때, 두 개의 광선은 수치적 오차를 피하기 위하여 픽셀이 담당하는 두 개의 2D 삼각형을 향해 픽셀 중심을 약간 이동하여 생성한다. 도 5를 참조하면, 상기 기술한 내용은 픽셀의 중심(빨간 점)을 기준으로 약간 이동한 위치(하얀색 삼각형을 검사하기 위한 2개의 위치)에서 2개의 광선을 생성한다. 해당 방법은 일반적인 광선 추적과는 달리, 참조 뷰의 경계 볼륨 위치에서 시작하여 참조 뷰 평면의 픽셀 방향으로 추적되며, 가장 근접하게 교차된 삼각형이 있으면 유효하다고 표시한다. 모든 n_{rv}^{init} 개의 참조 뷰에 대하여 전경 삼각형 검사를 수행 후 유효한 삼각형을 제외한 모든 삼각형을 삼각형 집합에서 제거한다. 도 6은 전경 삼각형 제거를 설명하기 위하여 예시적으로 도시한 모식도이다. 도 6을 참조하면, 참조 뷰 R_C 에 의해 생성된 두 광선 R_0 , R_1 은 전경 삼각형 T_0 부터 T_3 까지 모두를 성공적으로 제거한다.

[0045] 전경 삼각형 제거 단계(단계 420)는 참조 뷰 영상 스트림의 깊이 값 잡음으로 인하여 일부 삼각형을 잘못 제거하는 경우가 존재한다. 이러한 수치적 문제를 해결하기 위해, 가장 가까운 교차 지점 근처에서 불필요하게 제거된 배경 삼각형을 찾기 위해 가장 가까운 교차 지점 바로 앞에서 또 다른 보완 광선을 생성한다. 도 7은 전경 삼각형 제거의 오류를 보정하기 위한 보완 광선 도식도이다. 도 7을 참조하면, 삼각형 T_4 는 참조 뷰 R_C 에 의해 생성된 광선에 의해 교차되어야 한다. 그러나 부정확한 깊이 값으로 인하여 잘못된 삼각형 T_4 에 교차가 되고, 삼각형 T_4 는 사라지게 되어 배경의 표면에 시각적으로 성가신 불규칙한 구멍이 생긴다. 이러한 Z-fighting 문제

를 해결하기 위해, 가장 가까운 교차 지점이 광선에 의해 발견된 후, 그 지점에서 짧은 거리인 $\frac{\delta}{2}$ 로 이동시키고, 같은 방향을 따라 또 다른 보완 광선을 생성한다. 그런 다음 짧은 간격 $[0, \delta]$ 에서 적중한 모든 삼각형들

추가로 유효한 것으로 표시한다. 후속 광선 추적이 완료된 후, 유효한 삼각형만으로 S-PBS를 구성한다.

- [0046] 도 8은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 깊이 영상 기반 뷰 합성 방법에 있어서, 3D 배경 모델 구축 단계(단계 210) 중 P-PBS를 구축하는 단계를 순차적으로 도시한 흐름도이다. 도 8을 참조하면, P-PBS 구축 방법은, 최대 색상, 깊이 영상 갱신 단계(단계 800), 3D 와핑 단계(단계 810), 전경 삼각형 제거 단계(단계 820), 새로운 표면 검사 단계(단계 830), 추가 후보 삼각형 검사 단계(단계 840) 및 동일한 표면 중복 삼각형 검사 단계(단계 850)를 구비한다.
- [0047] 참조 뷰의 영상 스트림의 현재 시간 프레임에서 보이지 않았던 표면의 일부가 시간이 지남에 따라 전경 물체가 움직이면서 보일 수 있다. 이와 같이 새롭게 보이는 더 먼 표면을 구성하는 삼각형은 PBS를 개선하는 데 사용할 수 있다. 그러나 S-PBS는 삼각형의 수가 많음으로 연속된 시간 프레임 간의 작은 차이를 반영하기 위해 매 프레임 삼각형을 추가하며 검사하는 것은 성능 하락을 일으킨다. 따라서, 시간이 지남에 따라 발생하는 변화만을 처리하기 위하여 P-PBS를 활용한다.
- [0048] 한편, 많은 수의 고해상도 참조 뷰가 있을 때, 모든 참조 뷰로 P-PBS를 갱신하면 전체 렌더링 과정이 느려진다. 따라서, 현재 시간 프레임의 P-PBS 갱신에 참여하는 참조 뷰의 개수를 $n_{r,v}^{update}$ 으로 제한한다. 하지만, 참조 뷰가 현재 시간 프레임의 P-PBS 갱신에 참여하지 않더라도 추후 삼각형 생성 가능 마스크를 사용하여 새로 생성되어야 하는 삼각형들은 나중 시간 프레임의 PBS 갱신에서 최종적으로 고려된다. 즉, 최대 색상, 깊이 영상 갱신 단계(단계 800)과 새로운 표면 검사 단계(단계 830)만이 모든 참조 뷰에서 수행하며, 그 외 단계는 순서대로 $n_{r,v}^{update}$ 개의 참조 뷰에서만 수행한다. 이하, 전술한 각 단계들에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0049] 먼저, 참조 뷰들 중 움직이지 않는 참조 뷰는 최대 색상, 깊이 영상 갱신 단계(단계 800)를 수행한다. 최대 색상, 깊이 영상은 새롭게 보이는 배경 정보를 얻기 위한 것들로써, 각 참조 뷰와 동일한 해상도를 갖는다. 영상의 각 픽셀은 참조 뷰의 첫 번째 시간 프레임 RGB-D 픽셀 정보로 초기화하며, 그 이후 연속 프레임의 깊이 값과 비교하여 지금까지 저장된 깊이 값보다 큰 깊이 값이라면, 새롭게 보이는 배경 표면으로 판단하고, 현재 시간 프레임의 색상과 깊이 값으로 최대 색상, 깊이 영상을 갱신하고, 해당 픽셀의 삼각형 생성 가능 마스크에 마스크를 한다.
- [0050] 다음, 3D 와핑 단계(단계 810)를 수행한다. 도 5와 같이 2D 삼각형을 구성할 때, 세 꼭지점의 픽셀 중 적어도 하나 이상의 픽셀이 삼각형 생성 가능 마스크에 마스크가 되어 있다면, 해당 삼각형과 대응되는 2D 삼각형을 최대 색상, 깊이 영상을 사용하여 구성하고, 3D 세상 좌표계로 역투영한 후 P-PBS 추가를 위한 삼각형 집합에 추가한다. 그리고 해당 픽셀의 마스크는 초기화한다.
- [0051] 마지막으로, 새로운 삼각형의 추가로 일부 삼각형은 배경에서 전경으로 변화될 수 있다. 이를 제거하기 위하여 전경 삼각형 제거 단계(단계 820)를 수행한다. 해당 단계는 상기 기술한 전경 삼각형 제거 단계(단계 420)와 같다. 단, $n_{r,v}^{update}$ 개의 참조 뷰에서만 수행하며, $n_{r,v}^{update}$ 개의 참조 뷰에서 생성된 삼각형 중 유효하다고 표시되지 않은 삼각형을 제거한다. 상기 기술한 P-PBS 추가를 위한 삼각형 집합은 현재 P-PBS의 삼각형과 병합하여 임시 P-PBS를 생성한다. 그런 다음 S-PBS 및 임시 P-PBS로 만들어진 PBS를 사용하여 전경 삼각형 제거를 수행한다. 전경에 해당하는 삼각형이 PBS의 S-PBS에 존재한다면, S-PBS는 P-PBS에 비하여 상대적으로 대용량이기 때문에 재구성하지 않는다. 다만, P-PBS의 전경 삼각형은 삼각형 목록에서 제거하고, 살아남은 삼각형으로 P-PBS를 재구성한다.
- [0052] 반면, 참조 뷰들 중 움직이는 참조 뷰는 새로운 표면 검사 단계(단계 830)를 수행한다. 현재 시간 프레임 참조 뷰의 각 픽셀을 2D 삼각형으로 구성하고, 이전 시간 프레임의 참조 뷰의 2D 평면으로 역투영하여, 매칭되는 픽셀의 깊이값이 주어진 임계값보다 크다면, 새롭게 보이는 3D 표면으로 판단하고 해당 픽셀의 삼각형 생성 가능 마스크에 마스크를 한다.
- [0053] 다음, 추가 후보 삼각형 검사 단계(단계 840)를 수행한다. 도 5와 같이 2D 삼각형을 구성할 때, 삼각형을 구성하는 세 꼭지점의 픽셀 중 적어도 하나 이상의 픽셀이 삼각형 생성 가능 마스크에 마스크가 되어 있다면, 참조 뷰의 현재 프레임 색상과 깊이 값을 사용하여 2D 삼각형을 구성하고, 3D 세상 좌표계에 역투영 후 P-PBS에 추가 가능한 후보 삼각형으로 등록한다. 해당 픽셀의 마스크는 초기화한다.
- [0054] 다음, 동일한 표면 중복 삼각형 검사 단계(단계 850)를 수행한다. 앞선 단계는 바로 이전 시간 프레임과의 관계만을 고려하여 생성한 삼각형으로, 더 이전 시간 프레임으로부터 생성된 유사한 표면을 구성하는 삼각형이 이미 PBS에 존재할 가능성이 있다. 이를 검사하기 위하여, 참조 뷰 원점에서 후보 삼각형의 무게 중심 방향으로 광선

을 생성하여, 기존 PBS에서 가장 먼 교차 지점과의 거리보다 후보 삼각형의 무게 중심과 참조 뷰의 위치와의 거리가 큰 경우에만 후보 삼각형을 현재 P-PBS의 삼각형과 병합한다. 끝으로, 새로운 삼각형의 추가로 일부 삼각형은 배경에서 전경으로 변화될 수 있음으로 전경 삼각형 제거 단계(단계 820)를 수행한다.

[0055] PBS 구축 완료 후, 배경 렌더링을 위한 PBI라고 불리는 RGB-D 2D 영상을 생성한다(단계 310). PBS를 배경 렌더링 하는데 직접 사용할 수 있기는 하나, 크기가 매우 큰 삼각형 집합을 모든 렌더링 프레임에 광선 추적을 사용하여 렌더링하는 것은 효율적이지 않다. 즉, S-PBS와 최종 갱신된 P-PBS로 구성되는 최종 갱신된 PBS는 삼각형의 개수가 증가함에 따라 매 프레임 광선 추적을 통한 렌더링을 수행하기에는 부담이 된다.

[0056] 따라서, 본 발명에서는 매 영상 입력 프레임마다 한 번씩 갱신된 PBS로부터 중간 RGB-D 2D 영상, 즉 PBI를 생성하고(단계 310), 이를 사용하여 배경을 렌더링한다. PBI를 생성하기 위하여 HMD의 가상 카메라 바로 뒤에 PBI 생성을 위한 PBI 가상 카메라를 배치한다. PBI 가상 카메라의 뷰 볼륨은 다음 PBI 갱신까지 HMD의 가능한 움직임 고려하기 위해 HMD의 가상 카메라의 뷰 볼륨보다 약간 더 크게 설정된다. 그런 다음, 3D 장면 외부에서 PBI 가상 뷰 평면 각 픽셀을 향해 광선을 생성하여 PBS에 대해 광선 추적을 수행하고, PBI 가상 뷰에서 볼 수 있는 가장 먼 교차 지점을 찾는다.

[0057] 정리하면, PBI는 배경 렌더링을 위한 RGB-D 2D 영상이며, 최종 갱신된 PBS를 사용하여 PBI 가상 카메라에서 광선 추적을 수행하여 PBI 가상 카메라에서 보이는 배경을 RGB-D 2D 영상으로 생성하게 된다. 최종 생성되는 3D 배경 모델의 렌더링 영상은 생성된 PBI 영상과 PBI가상 카메라의 내부 및 외부 행렬을 사용하여 세상 좌표계로 역투영한 후 임의의 가상 뷰로 투영하면 PBI 가상 카메라에서 관찰되는 배경이 임의의 가상 뷰 시점으로 렌더링 된다.

[0058] 도 9는 가상 영상 합성 단계(단계 220)를 구체적으로 도시한 흐름도이다. 도 9를 참조하면, 가상 영상 합성 단계(단계 220)는 먼저 참조 뷰에 정의된 3D 공간에서 자유롭게 움직이는 HMD의 현재 6-DOF 입력받는다(단계 900). 다음, 입력받은 6-DOF 가상 시점을 기준으로 HMD 기기의 양안에 대한 가상 뷰를 합성한다(단계 910). 다음, PBI를 사용하여 3D 배경 모델을 렌더링하여 홀 영역을 줄이게 된다(단계 920). 이하, 전술한 각 단계들에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0059] 먼저, 참조 뷰에 정의된 3D 공간에서 자유롭게 움직이는 HMD의 현재 6-DOF를 f_{res} 개의 fps의 렌더링 속도로 입력 받는다(단계 900). 입력받은 6-DOF와 다중 참조 뷰 영상 스트림 입력 단계(단계 200)에서 얻은 RGB-D 영상과 각 참조 뷰의 내부 행렬 및 외부 행렬을 래스터화 방법을 사용하여 3D 와핑을 통하여 HMD 기기의 양안에 대한 가상 뷰를 합성한다(단계 910). 만약, 투영된 삼각형이 원하지 않는 모습을 갖춘다면, 정점의 깊이를 기반으로 기하 셰이더(geometry shader)에서 제거한다. 이때, 높은 효율의 렌더링을 달성하기 위하여 가상 뷰 합성 과정에 참여하는 참조 뷰 수를 제한하여, 현재 시간 프레임의 전체 참조 뷰 중에서 가상 뷰의 시야와 가장 많이 겹치는 $n_{\text{render}}^{\text{view}}$ 개의 참조 뷰를 동적으로 선택한다.

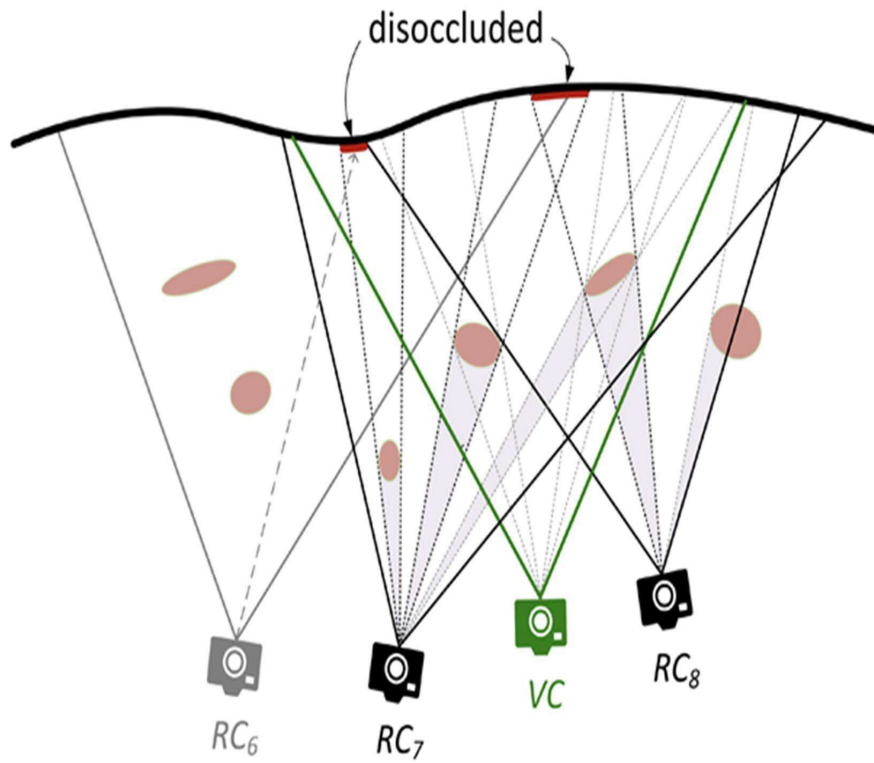
[0060] 다음, 현재 6-DOF 포즈에 대하여 PBI의 RGB-D 2D 영상으로 2D 삼각형을 구성하고, 3D 세상 좌표계에 역투영하여 3D 배경 모델을 래스터화 방법을 사용하여 렌더링하여 홀 영역을 줄인다(단계 920). 배경 렌더링은 3D 배경 정보인 PBI를 사용하는 것을 제외하고는 기본적으로 상기 기술한 가상 뷰 합성 방법(단계 910)과 동일하다. 다만, 3D 공간으로 투영된 배경과 참조 뷰는 Z-fighting 문제를 발생할 수 있다. 따라서 PBI 배경 영상의 깊이 값을 약간 뒤로 이동하여 문제를 피한다.

[0061] 도 10 내지 도 12는 깊이 영상 기반 뷰 합성에서의 광선 추적 기반 3D 배경 모델 구축 방법을 활용한 예시이다. 도 10은 깊이 영상 기반 뷰 합성에서 광선 추적 기반 3D 배경 모델 구축 방법을 사용하지 않은 경우로서, 참조 뷰에서 촬영하지 못한 영역을 임의의 가상 뷰에서 관찰할 경우 파란색으로 표현된 비페색에 의한 홀이 발생한다. 도 11은 깊이 영상 뷰 합성에서 광선 추적 기반 3D 배경 모델 구축 방법을 사용한 경우로서, 도 10은 비하여 파란색으로 표현된 비페색에 의한 홀 영역이 감소됨을 알 수 있다. 또한 도 12는 깊이 영상 뷰 합성에서 3D 배경 모델에 대화식으로 3D 시각적 효과를 추가할 수 있다.

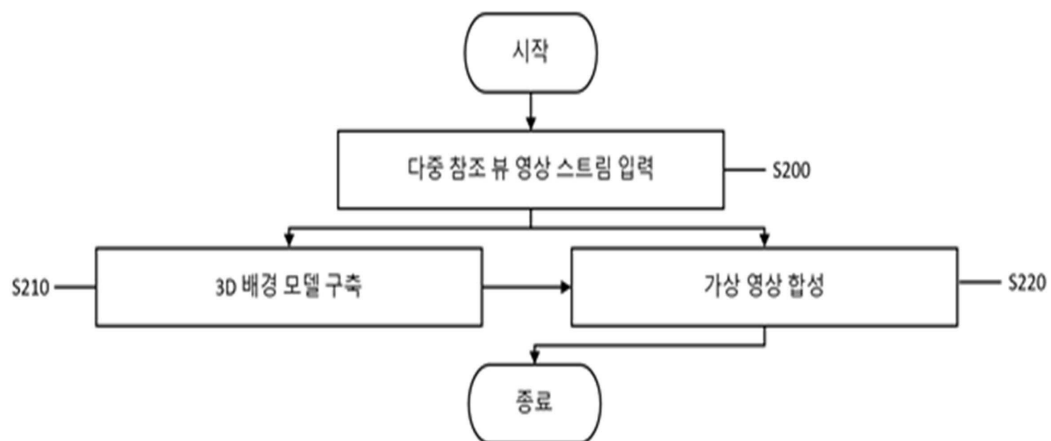
[0062] 이상에서 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예를 중심으로 설명하였으나, 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 그리고, 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

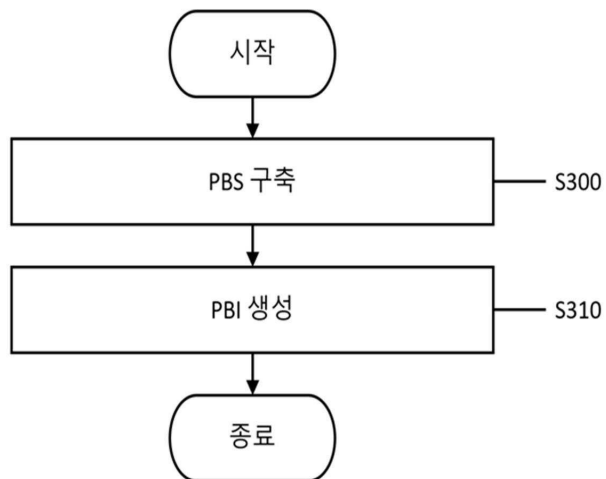
도면1



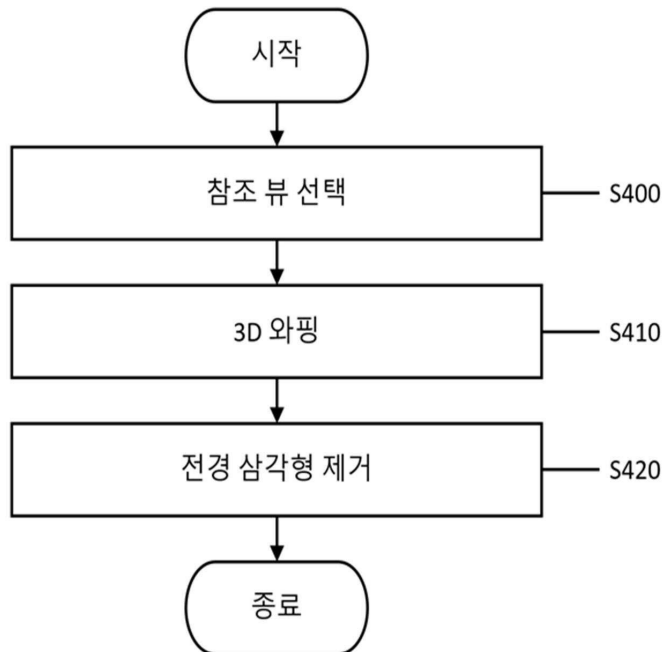
도면2



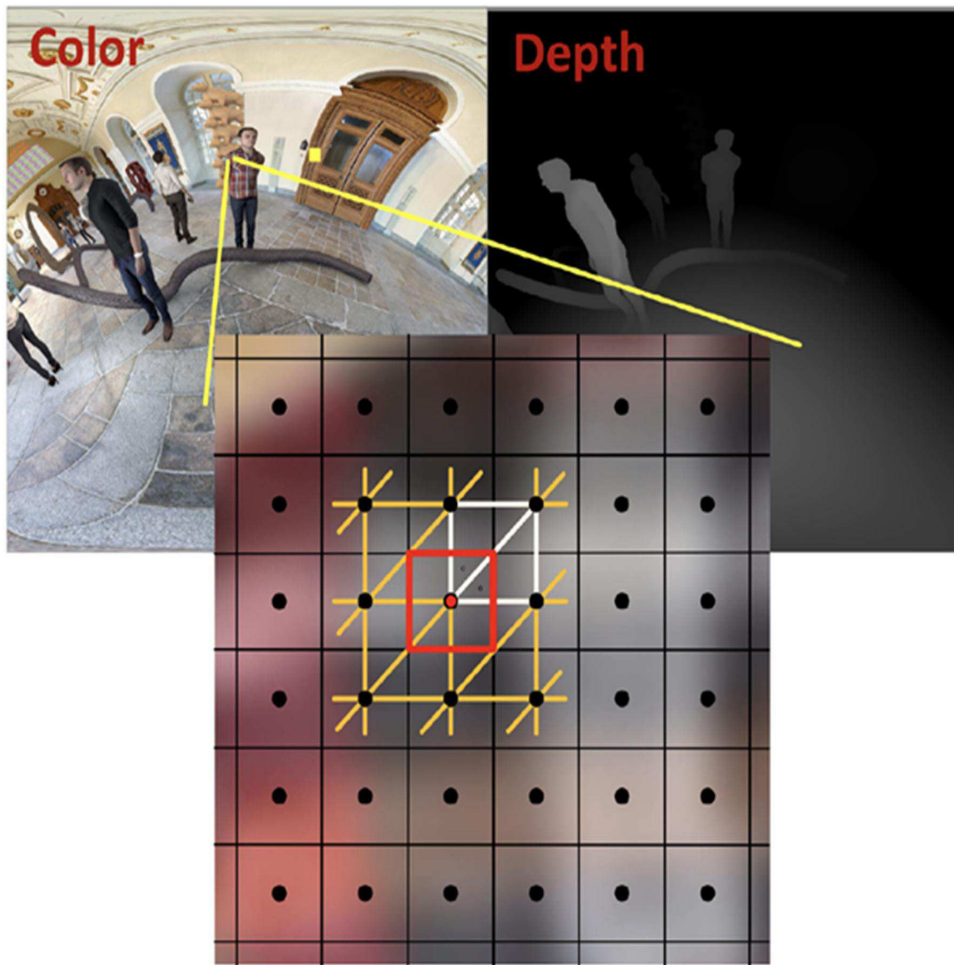
도면3



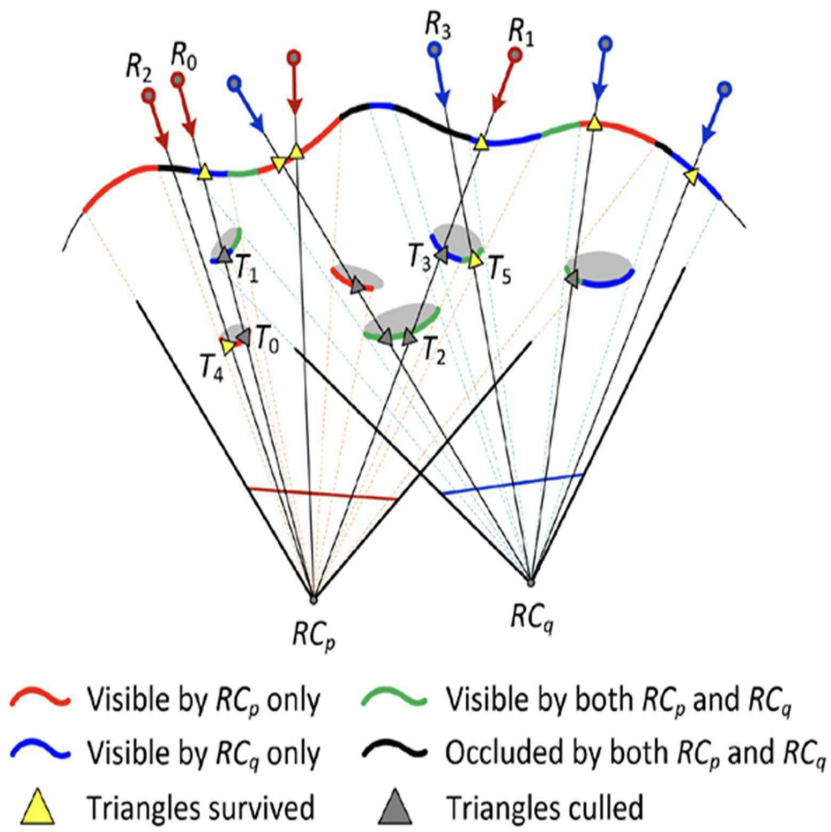
도면4



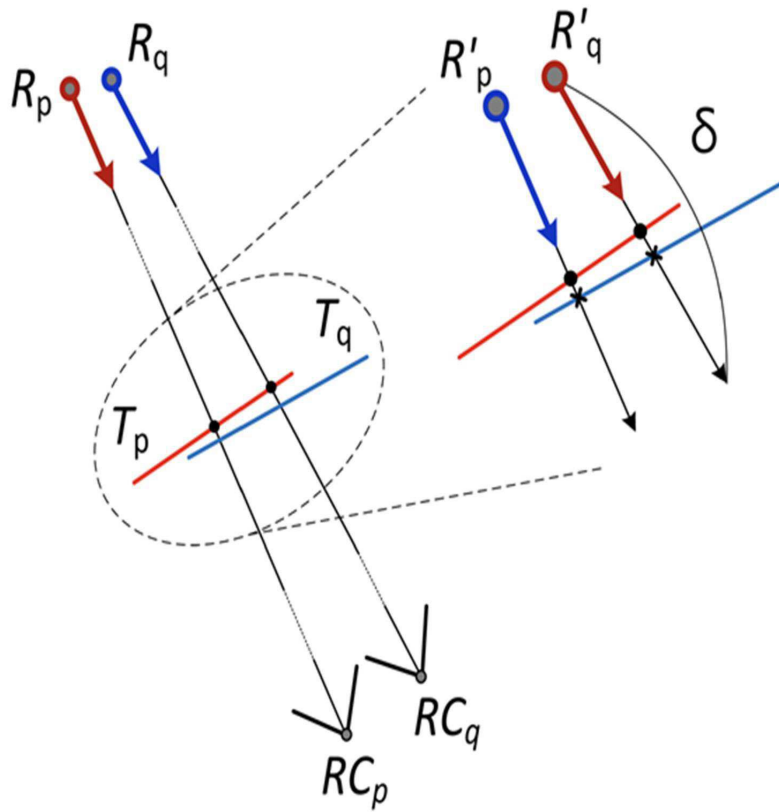
도면5



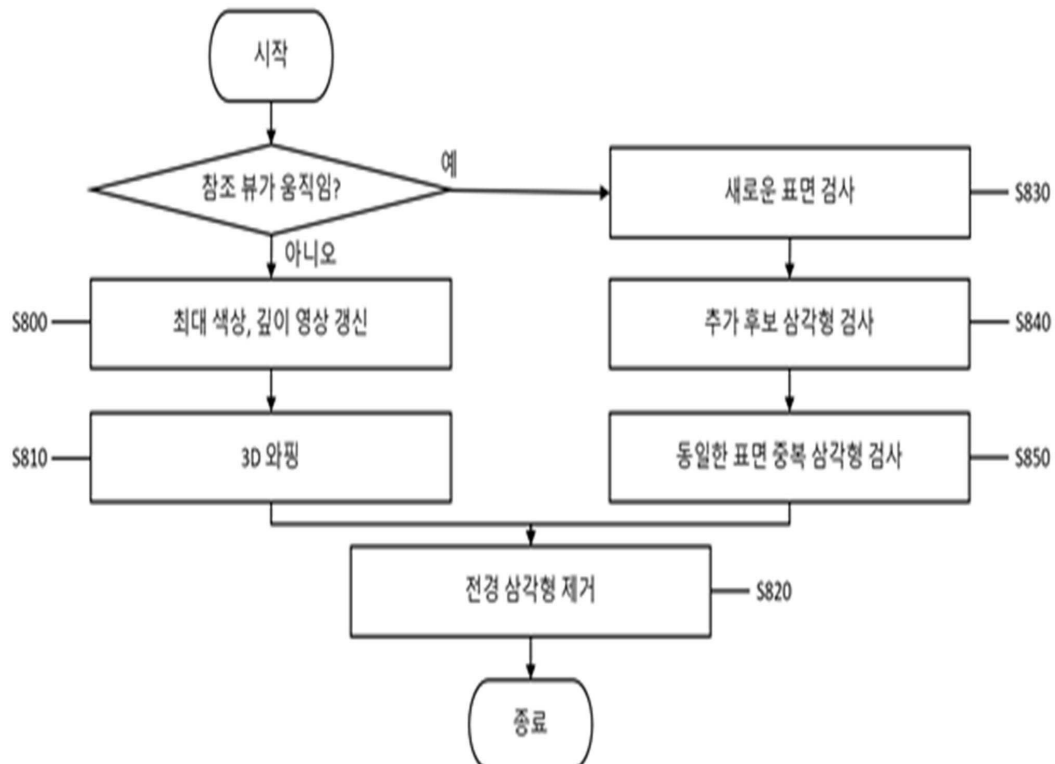
도면6



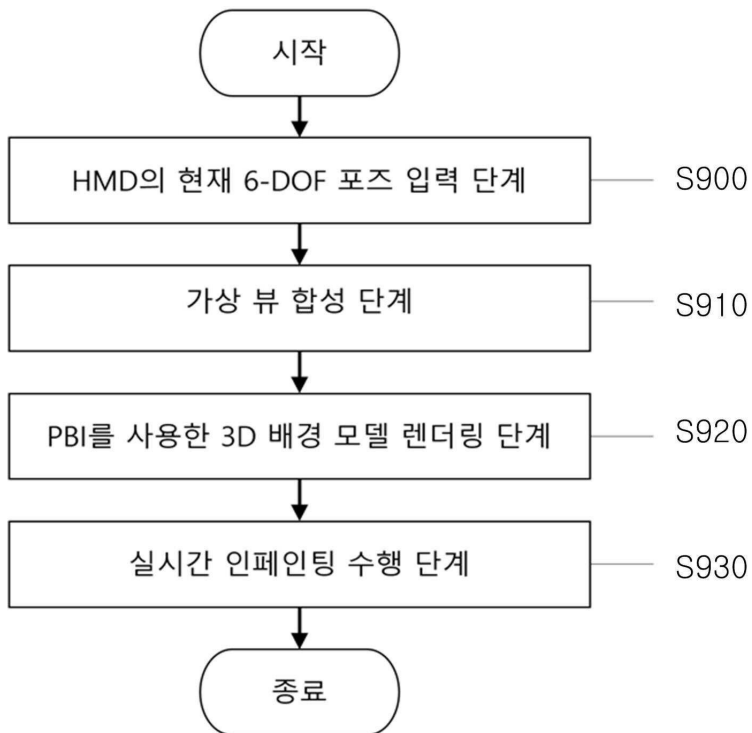
도면7



도면8



도면9



도면10



도면11



도면12

