(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0013834
(43) 공개일자 2021년02월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 5/00 (2019.01) *G06T 7/11* (2017.01)
G06T 7/277 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 5/005 (2013.01)
G06T 7/11 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2019-0091532
(22) 출원일자 2019년07월29일
심사청구일자 2019년07월29일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
심재영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
윤재성
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
특허법인 무한

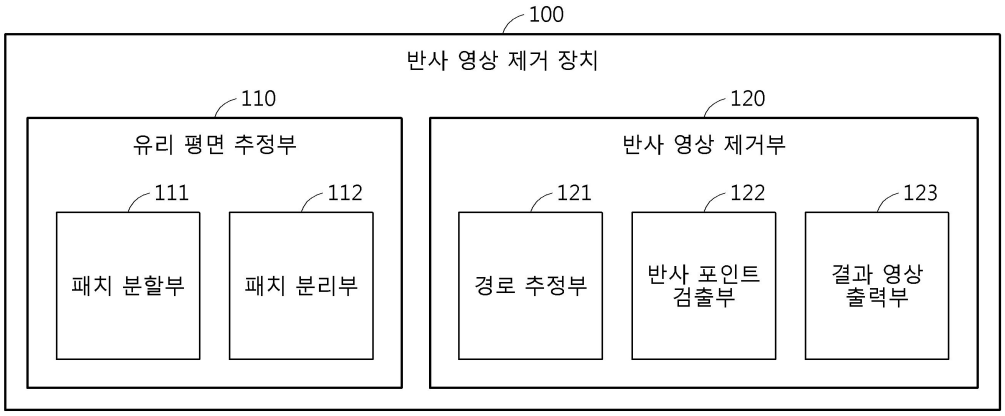
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 **반사 영상 제거 장치 및 방법**

(57) 요 약

반사 영상 제거 장치 및 방법이 제공된다. 일실시예에 따른 반사 영상 제거 장치는 3차원 영상에 대하여 유리 평면을 추정하는 유리 평면 추정부; 및 추정된 유리 평면을 이용하여 3차원 영상이 포함하는 반사 영상을 제거하는 반사 영상 제거부를 포함한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G06T 7/277 (2017.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711090552
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	360° 대용량 실감 3차원 장면 복원을 위한 유리 영상 처리 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

3차원 영상에 대하여 유리 평면을 추정하는 유리 평면 추정부; 및

상기 추정된 유리 평면을 이용하여 상기 3차원 영상이 포함하는 반사 영상을 제거하는 반사 영상 제거부-상기 반사 영상은 상기 3차원 영상에 포함되는 영상으로서, 상기 유리 평면에 의하여 빛이 반사되어 생성된 영상에 대응됨-

를 포함하는,

반사 영상 제거 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 반사 영상 제거부는

상기 추정된 유리 평면에 기초하여, 상기 반사 영상이 포함하는 반사 포인트들 중 적어도 일부에 대응되는 빛의 이동 경로들을 추정하는 경로 추정부-상기 반사 포인트들은 상기 빛의 반사에 의하여 생성된 포인트들에 대응됨-;

상기 추정된 빛의 이동 경로에 기초하여 상기 반사 포인트들을 검출하는 반사 포인트 검출부; 및

상기 반사 포인트들을 제거함으로써, 상기 반사 영상이 제거된 결과 영상을 출력하는 결과 영상 출력부

를 포함하는,

반사 영상 제거 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 경로 추정부는

재귀적 순회(recursive traversal) 방식에 기초하여 상기 빛의 이동 경로들을 추정하는,

반사 영상 제거 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 경로 추정부는

임시 기억 장치에 데이터를 일시적으로 저장(save)해 두었다가 필요에 따라 불러옴으로써(load), 비 재귀적 순회(non-recursive traversal) 방식에 기초하여 상기 빛의 이동 경로들을 추정하는,

반사 영상 제거 장치.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 경로 추정부는

단색성과 지향성을 가지는 레이저 펄스를 이용하여 상기 빛의 이동 경로들을 추정하는,

반사 영상 제거 장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 반사 포인트 검출부는

상기 빛의 이동 경로들에 기초하여, 대칭 관계에 있으면서 기하학적으로 유사한 복수의 포인트 쌍(pair)들을 검출하고,

상기 포인트 쌍들을 검출한 결과에 기초하여, 상기 반사 포인트들을 검출하는,

반사 영상 제거 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 유리 평면 추정부는

상기 3차원 영상을 격자 모양의 패치로 분할하는 패치 분할부; 및

상기 분할된 패치가 반사 패치일 확률을 이용하여 상기 반사 패치를 분리하는 패치 분리부

를 포함하는,

반사 영상 제거 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 패치 분할부는

상기 3차원 영상을 위도 또는 경도를 기초로 상기 격자 모양의 패치로 분할하는,

반사 영상 제거 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 패치 분리부는

가우시안 혼합 모델을 기초로 사후 확률 값을 계산하고,

상기 사후 확률 값에 기초하여, 상기 유리 평면을 추정하는,

반사 영상 제거 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 반사 영상 제거부는

비용 함수를 이용하여 반사 포인트들을 제거하는-상기 반사 포인트들은 상기 빛의 반사에 의하여 생성된 포인트들에 대응됨-,

반사 영상 제거 장치.

청구항 11

3차원 영상에 대하여 유리 평면을 추정하는 단계; 및

상기 추정된 유리 평면을 이용하여 상기 3차원 영상이 포함하는 반사 영상을 제거하는 단계-상기 반사 영상은 상기 3차원 영상에 포함되는 영상으로서, 상기 유리 평면에 의하여 빛이 반사되어 생성된 영상에 대응됨-

를 포함하는,

반사 영상 제거 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제거하는 단계는

상기 추정된 유리 평면에 기초하여, 상기 반사 영상이 포함하는 반사 포인트들 중 적어도 일부에 대응되는 빛의 이동 경로들을 추정하는 단계-상기 반사 포인트들은 상기 빛의 반사에 의하여 생성된 포인트들에 대응됨-;

상기 추정된 빛의 이동 경로에 기초하여 상기 반사 포인트들을 검출하는 단계; 및

상기 반사 포인트들을 제거함으로써, 상기 반사 영상이 제거된 결과 영상을 출력하는 단계

를 포함하는,

반사 영상 제거 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 추정하는 단계는

재귀적 순회(recursive traversal) 방식에 기초하여 상기 빛의 이동 경로들을 추정하는 단계

를 포함하는,

반사 영상 제거 장치.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 추정하는 단계는

임시 기억 장치에 데이터를 일시적으로 저장(save)해 두었다가 필요에 따라 불러옴으로써(load), 비 재귀적 순회(non-recursive traversal) 방식에 기초하여 상기 빛의 이동 경로들을 추정하는 단계

를 포함하는,

반사 영상 제거 장치.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 추정하는 단계는

단색성과 지향성을 가지는 레이저 펄스를 이용하여 상기 빛의 이동 경로들을 추정하는 단계

를 포함하는,

반사 영상 제거 장치.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 검출하는 단계는

상기 빛의 이동 경로들에 기초하여, 대칭 관계에 있으면서 기하학적으로 유사한 복수의 포인트 쌍(pair)들을 검출하는 단계; 및

상기 포인트 쌍들을 검출한 결과에 기초하여, 상기 반사 포인트들을 검출하는 단계

를 포함하는,

반사 영상 제거 방법.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 추정하는 단계는

상기 3차원 영상을 격자 모양의 패치로 분할하는 단계; 및

상기 분할된 패치가 반사 패치일 확률을 이용하여 상기 반사 패치를 분리하는 단계

를 포함하는,

반사 영상 제거 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 분할하는 단계는

상기 3차원 영상을 위도 또는 경도를 기초로 상기 격자 모양의 패치로 분할하는 단계

를 포함하는,

반사 영상 제거 방법.

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 분리하는 단계는

가우시안 혼합 모델을 기초로 사후 확률 값을 계산하는 단계; 및

상기 사후 확률 값에 기초하여, 상기 유리 평면을 추정하는 단계

를 포함하는,

반사 영상 제거 방법.

청구항 20

제11항에 있어서,

상기 제거하는 단계는

비용 함수를 이용하여 반사 포인트들을 제거하는 단계-상기 반사 포인트들은 상기 빛의 반사에 의하여 생성된 포인트들에 대응됨-

를 포함하는,

반사 영상 제거 방법.

청구항 21

제11항 내지 제20항 중 어느 한 항의 방법을 수행하는 프로그램을 수록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 아래 설명은, 반사 영상 제거 장치 및 상기 장치의 동작 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 최근 건축물 외관, 식물원 등 다양한 목적으로 인하여 유리를 이용한 장식 및 건축 등이 많은 곳에서 사용되고 있으므로, 영상 촬영 시 유리에 의한 반사 영상이 취득될 수 있다.

[0004] 반사 영상을 제거하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다. 3차원 영상에서의 반사는 자율 주행 자동차, 증강 현실 및 가상 현실에 필요한 객체 검출 및 인식 등의 분야에 있어서 성능 저하의 요소가 되므로, 반사 영상 제거에 대한 기술 도입이 필수적이다.

[0005] 3차원 대용량 포인트 군은 고해상도 지도 제작, 증강 현실 및 가상 현실 등 많은 분야에서 활용될 수 있다. 특히, 반사 영상 제거 기술은 고 해상도의 2차원 및 3차원의 지도 제작을 위하여 이용될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0007] 일실시예에 따른 반사 영상 제거 장치는 빛 또는 레이저 펄스의 특성을 이용하여 유리 평면을 검출하고, 유리에 의해 발생하는 반사 영상의 기하학적 특성을 이용해 3차원 대용량 포인트 군에서 반사 영상을 제거할 수 있다.

[0008] 일실시예에 따른 반사 영상 제거 장치는 3차원 영상에 대하여 유리 평면을 추정하는 유리 평면 추정부; 및 상기

추정된 유리 평면을 이용하여 상기 3차원 영상이 포함하는 반사 영상을 제거하는 반사 영상 제거부-상기 반사 영상은 상기 3차원 영상에 포함되는 영상으로서, 상기 유리 평면에 의하여 빛이 반사되어 생성된 영상에 대응됨-를 포함한다.

[0009] 일실시예에 따르면, 상기 반사 영상 제거부는 상기 추정된 유리 평면에 기초하여, 상기 반사 영상이 포함하는 반사 포인트들 중 적어도 일부에 대응되는 빛의 이동 경로들을 추정하는 경로 추정부-상기 반사 포인트들은 상기 빛의 반사에 의하여 생성된 포인트들에 대응됨-; 상기 추정된 빛의 이동 경로에 기초하여 상기 반사 포인트들을 검출하는 반사 포인트 검출부; 및 상기 반사 포인트들을 제거함으로써, 상기 반사 영상이 제거된 결과 영상을 출력하는 결과 영상 출력부를 포함할 수 있다.

[0010] 일실시예에 따르면, 상기 경로 추정부는 재귀적 순회(recursive traversal) 방식에 기초하여 상기 빛의 이동 경로들을 추정할 수 있다.

[0011] 일실시예에 따르면, 상기 경로 추정부는 임시 기억 장치에 데이터를 일시적으로 저장(save)해 두었다가 필요에 따라 불러옴으로써(load), 비 재귀적 순회(non-recursive traversal) 방식에 기초하여 상기 빛의 이동 경로들을 추정할 수 있다.

[0012] 일실시예에 따르면, 상기 경로 추정부는 단색성과 지향성을 가지는 레이저 펄스를 이용하여 상기 빛의 이동 경로들을 추정할 수 있다.

[0013] 일실시예에 따르면, 상기 반사 포인트 검출부는 상기 빛의 이동 경로들에 기초하여, 대칭 관계에 있으면서 기하학적으로 유사한 복수의 포인트 쌍(pair)들을 검출하고, 상기 포인트 쌍들을 검출한 결과에 기초하여, 상기 반사 포인트들을 검출할 수 있다.

[0014] 일실시예에 따르면, 상기 유리 평면 추정부는 상기 3차원 영상을 격자 모양의 패치로 분할하는 패치 분할부; 및 상기 분할된 패치가 반사 패치일 확률을 이용하여 상기 반사 패치를 분리하는 패치 분리부를 포함할 수 있다.

[0015] 일실시예에 따르면, 상기 패치 분할부는 상기 3차원 영상을 위도 또는 경도를 기초로 상기 격자 모양의 패치로 분할할 수 있다.

[0016] 일실시예에 따르면, 상기 패치 분리부는 가우시안 혼합 모델을 기초로 사후 확률 값을 계산하고, 상기 사후 확률 값에 기초하여, 상기 유리 평면을 추정할 수 있다.

[0017] 일실시예에 따르면, 상기 반사 영상 제거부는 비용 함수를 이용하여 반사 포인트들을 제거-상기 반사 포인트들은 상기 빛의 반사에 의하여 생성된 포인트들에 대응됨-할 수 있다.

[0018] 일실시예에 따른 반사 영상 제거 장치의 동작 방법은 3차원 영상에 대하여 유리 평면을 추정하는 단계; 및 상기 추정된 유리 평면을 이용하여 상기 3차원 영상이 포함하는 반사 영상을 제거하는 단계-상기 반사 영상은 상기 3차원 영상에 포함되는 영상으로서, 상기 유리 평면에 의하여 빛이 반사되어 생성된 영상에 대응됨-를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 일실시예에 따른 반사 영상 제거 장치를 설명하기 위한 블록도이다.

도 2a는 일실시예에 따른 입력 영상을 설명하기 위한 도면이다.

도 2b는 일실시예에 따른 추정된 유리 평면을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 일실시예에 따른 빛이 이동할 수 있는 경로들을 추정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4a는 일실시예에 따른 입력 영상을 나타내는 도면이다.

도 4b는 일실시예에 따른 반사 포인트 제거 결과를 나타내는 도면이다.

도 5는 일실시예에 따른 반사 영상 제거 장치의 동작 방법을 설명하기 위한 동작 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 실시될 수 있다. 따라서, 실시예들은 특정한 개시형태로 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범

위는 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0022] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0023] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0024] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0025] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0026] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0028] 도 1은 일실시예에 따른 반사 영상 제거 장치를 나타내는 블록도이다.

[0029] 먼저, 도 1을 참조하면, 반사 영상 제거 장치(100)는 유리 평면 추정부(110) 및 반사 영상 제거부(120)를 포함한다. 유리 평면 추정부(110)는 3차원 영상에 대하여 유리 평면을 추정하는 역할을 수행한다. 반사 영상 제거부(120)는 추정된 유리 평면을 이용하여 3차원 영상이 포함하는 반사 영상을 제거하는 역할을 수행한다. 반사 영상은 3차원 영상에 포함되는 영상으로서, 유리 평면에 의하여 빛이 반사되어 생성된 영상에 대응된다. 3차원 영상은 3차원 대용량 포인트 군을 포함하는 영상에 대응될 수 있다.

[0030] 유리 평면 추정부(110)는 패치 분할부(111) 및 패치 분리부(112)를 포함할 수 있다. 패치 분할부(111)는 3차원 단위구 형태의 3차원 영상을 위도 또는 경도 중 적어도 하나의 기준에 따라 격자 모양의 패치로 분할할 수 있다. 이때, 3차원 단위구 형태의 3차원 영상은 적어도 3차원 공간일 수 있다. 패치 분리부(112)는 각 패치에 투영되는 데이터 포인트의 수를 가우시안 혼합 모델을 이용해 표현하고, 사후 확률 값을 계산할 수 있다. 또한, 패치 분리부(112)는 계산된 사후 확률 값을 이용해 격자 모양의 패치를 일반 패치와 반사 패치로 분리함으로써 유리 평면을 추정할 수 있다. 패치 분리부(112)는 격자 모양의 패치를 일반 패치와 반사 패치로 분리하기 위하여, 분할된 격자 모양의 패치가 반사 패치일 확률을 이용할 수 있다. 일실시예에 따르면, 유리 평면 중 적어도 일부는 거울 평면이거나 거울 평면을 포함할 수 있다.

[0031] 반사 영상 제거부(120)는 추정된 유리 평면을 이용하여 반사 영상을 제거할 수 있다. 반사 영상 제거부(120)는 추정된 유리 평면을 기초로 반사에 의해 생성된 포인트를 제거할 수 있다. 반사 영상 제거부(120)는 비용 함수를 이용하여 반사에 의해 생성된 포인트를 제거할 수 있다.

[0032] 반사 영상 제거부(120)는 경로 추정부(121), 반사 포인트 검출부(122) 및 결과 영상 출력부(123)를 포함할 수 있다. 경로 추정부(121)는 추정된 유리 평면에 기초하여 반사 영상이 포함하는 반사 포인트들 중 적어도 일부에 대응되는 빛의 이동 경로들을 추정할 수 있다. 반사 포인트들은 빛의 반사에 의하여 생성된 포인트들에 대응될 수 있다.

[0033] 일실시예에 따르면, 경로 추정부(121)는 재귀적 순회(recursive traversal) 방식에 기초하여 빛의 이동 경로들을 추정할 수 있다. 이 경우, 경로 추정부(121)는 유리 평면에 의하여 여러 번 반사되는 빛의 이동 경로를 반복적으로 추정할 수 있다.

[0034] 일실시예에 따르면, 경로 추정부(121)는 비 재귀적 순회(non-recursive traversal) 방식에 기초하여 빛의 이동 경로들을 추정할 수 있다. 이 경우, 경로 추정부(121)는 임시 기억 장치에 데이터를 일시적으로 저장(save)해 두었다가 필요에 따라 불러올(load) 수 있다. 예를 들어, 경로 추정부(121)는 스택(stack)과 같은 자료 구조를

이용하여 데이터를 일시적으로 저장함으로써, 비 재귀적 순회 방식에 기초하여 빛의 이동 경로들을 추정할 수 있다.

[0035] 일실시예에 따르면, 경로 추정부(121)는 계산의 편의를 위하여 빛의 이동 경로 대신 단색성과 높은 지향성을 가지는 레이저 펄스의 이동 경로를 계산할 수 있다.

[0036] 빛의 이동 경로들을 추정하는 방법과 관련된 보다 상세한 사항은 도 3을 통하여 후술한다.

[0037] 반사 포인트 검출부(122)는 유리 평면 추정부(110)에서 추정된 유리 평면에 기초하여 반사 영상이 포함하는 반사 포인트들을 검출할 수 있다. 반사 포인트 검출부(122)는 빛의 이동 경로들에 기초하여, 대칭 관계에 있으면서 기하학적으로 유사한 복수의 포인트 쌍(pair)을 검출할 수 있다. 구체적으로, 반사 포인트는 추정된 유리 평면의 집합과 관련하여 계산되는 반사 신뢰도, 포인트 쌍의 대칭 정도에 기초하여 계산되는 대칭 점수 및 포인트 쌍의 기하학적 유사도에 기초하여 계산되는 유사 점수에 기초하여 최종 점수를 계산할 수 있다. 반사 포인트 검출부(122)는 계산된 최종 점수에 데이터 비용(Data cost)을 계산하고, 포인트 쌍의 라벨에 따라 정의된 평탄화 비용(Smoothness cost)를 계산하며, 계산된 데이터 비용 및 평탄화 비용에 기초하여 마르코프 임의장(Markov Random Field)를 이용하여 정의되는 비용 함수를 계산할 수 있다. 최종적으로, 반사 포인트 검출부(122)는 비용 함수의 값이 미리 설정된 구간 내에서 최소값을 가지는 복수의 포인트 쌍들을 검출할 수 있다. 또는, 반사 포인트 검출부(122)는 비용 함수의 값이 극솟값을 가지는 복수의 포인트 쌍들을 검출할 수도 있다.

[0038] 반사 포인트 검출부(122)는 포인트 쌍들을 검출한 결과에 기초하여, 반사 포인트들을 검출할 수 있다. 결과 영상 출력부(123)는 반사 포인트들을 제거함으로써, 반사 영상이 제거된 결과 영상을 출력할 수 있다.

[0039] 일실시예에 따른 반사 영상 제거 장치는 빛 또는 레이저 펄스의 특성을 이용하여 유리 평면을 검출하고, 유리에 의해 발생하는 반사 영상의 기하학적 특성을 이용해 3차원 대용량 포인트 군에서 반사 영상을 제거할 수 있다. 반사 영상 제거 방법에 대한 구체적인 실시예는 도 2a, 도 2b 및 도 3을 통하여 후술한다.

[0041] 도 2a는 일실시예에 따른 입력 영상을 설명하기 위한 도면이다. 또한, 도 2b는 일실시예에 따른 추정된 유리 평면을 설명하기 위한 도면이다.

[0042] 3차원 레이저 스캐너는 상하 좌우로 회전하며 레이저 펄스를 방출하고 해당 펄스의 반향이 돌아오기까지 걸린 시간을 측정하여 센서와 객체 사이의 거리를 측정할 수 있다. 취득된 거리 정보와 각 레이저 펄스가 방출된 방향 정보를 이용하여 구면좌표계로 표현되는 데이터 포인트와 그 집합을 3차원 포인트 군을 생성할 수 있다.

[0043] 각각의 레이저 펄스는 일반적으로 객체에 반사되어 단일 데이터 포인트를 생성할 수 있다. 하지만, 유리가 존재하는 영상에서는 반사와 투과가 동시에 발생할 수 있다. 유리에 의해 반사된 레이저 펄스는 다른 객체에 반사되어 잘못된 위치에 데이터 포인트를 생성하며, 이를 반사 포인트라 정의할 수 있다. 반면, 투과된 레이저 펄스 또한 유리 뒷면의 객체를 취득할 수 있다.

[0044] 반사 영상 제거 장치는 유리를 향해 방출된 레이저 펄스가 복수의 데이터 포인트를 생성한다는 점을 이용하여 3차원 영상에서 유리가 존재하는 영역을 추정할 수 있다. 반사 영상 제거 장치는 3차원 공간을 위도와 경도에 따라 취득 당시의 각해상도의 3배 크기를 갖는 패치로 분할할 수 있다.

[0045] 반사 영상 제거 장치는 주어진 포인트 군 $\mathcal{P}$에 대해서, 각 데이터 포인트를 그 위도와 경도에 따라 해당하는 패치로 투영시킬 수 있다. 이때, i번째 패치 $\mathcal{S}_i$에 투영된 데이터 포인트의 수는 n_i로 정의될 수 있다. 반사 영상 제거 장치는 유리 평면 검출을 위해, 투영된 데이터 포인트의 수인 n_i를 가우시안 혼합 모델(Gaussian Mixture Model)을 이용하여 수학식 1과 같이 계산할 수 있다.

수학식 1

[0046]
$$f(n_i) = \sum_{k=0}^{1} \pi_k N(n_i|\mu_k, \sigma_k^2)$$

[0047] 수학식 1에서 π_k, μ_k, σ_k는 각각 k번째 가우시안 모델의 혼합 계수, 평균 및 표준편차일 수 있다. 반사 영상

제거 장치는 가우시안 혼합 모델에서 2차원 랜덤 이진 확률 변수 $\mathbf{z} = [z_0, z_1]^{\mathrm{T}}$ 를 이용하여, 각 패치가 일반 패치인 경우를 $\mathbf{z} = [1, 0]^{\mathrm{T}}$ 로 정의하고, 반사 패치인 경우를 $\mathbf{z} = [0, 1]^{\mathrm{T}}$ 로 정의할 수 있다. 두 경우를 동시에 만족할 수 없기 때문에 $\sum z_k = 1$ 가 성립될 수 있다. 반사 영상 제거 장치는 가우시안 혼합 모델에서 수학식 2를 이용하여 사후 확률 값을 계산할 수 있다.

수학식 2

[0048] $$p_k(n_i) \equiv p(z_k = 1|n_i) = \frac{\pi_k N(n_i|\mu_k, \sigma_k^2)}{\sum_{j=0}^{1} \pi_j N(n_i|\mu_j, \sigma_k^2)}$$

[0049] s_i 가 반사 패치일 확률은 $p_2(n_i)$ 일 수 있다. 한편, 나무 등 복잡한 구조를 갖는 객체는 레이저 펄스의 진행 경로를 완벽히 가리지 못하기 때문에, 뒤에 존재하는 객체 또한 취득되어 높은 $p_2(n_i)$ 값을 갖는다.

[0050] 반사 영상 제거 장치는 문제를 간소화하기 위해 거울 및 유리를 평면으로 가정할 수 있다. 편의를 위하여 이를 유리 평면으로 지칭하나, 유리 평면 중 적어도 일부는 거울이거나 거울 평면을 포함할 수 있다. 유리 평면의 방정식을 추정하고, 추정된 방정식을 이용함으로써, 유리 평면을 정밀하게 검출할 수 있다.

[0051] 반사 영상 제거 장치는 s_i 에 투영된 데이터 포인트 중 원점과 가장 가까운 포인트 집합을 $\mathcal{C} = \{\mathbf{c}_i\}$ 로 정의하고 $\mathcal{C}_{\mathbf{candidates}}$ 를 수학식 3을 이용하여 계산할 수 있다.

수학식 3

[0052] $$\mathcal{C}_{\mathbf{candidates}} = \{\mathbf{c}_i | p_2(n_i) > p_1(n_i), \mathbf{c}_i \in \mathcal{C}\}$$

[0053] 반사 영상 제거 장치는 $\mathcal{C}_{\mathbf{candidates}}$ 에 대해서 J-Linkage를 이용하여 거울 평면의 집합 Ω_{Π}를 추정할 수 있다. 일실시예에 따르면, 반사 영상 제거 장치는 RANSAC(RANdom SAmple Consensus)을 이용하여 Ω_{Π}를 추정할 수도 있다. 반사 영상 제거 장치는 추정한 번째 거울 평면 $\Pi \in \Omega_{\Pi}$ 와 $\mathbf{c}_i$ 사이의 거리 d_i를 이용해 반사 신뢰도를 수학식 4를 이용하여 계산할 수 있다.

수학식 4

[0054] $$\rho_{i,m} = p_2(n_i) \cdot e^{\frac{d_{i,m}}{\beta_1}} \cdot e^{\frac{\lambda_i}{\beta_2}} \cdot s_{i,m}$$

[0055] $\rho_{i,m}$ 은 반사 신뢰도이다.

[0056] 도 2b를 참조하면, 유리가 실제로 존재하는 영역에서 상대적으로 높은 $\rho_{i,m}$ 값을 가졌음이 관찰될 수 있다.

[0058] 도 3은 일실시예에 따른 빛의 이동 경로들을 추정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0059] 도 3을 참조하면, 복수의 거울 평면이 존재하는 상황에서 레이저 펄스의 이동 경로를 이용해 반사 포인트를 검출할 수 있다. 3차원 영상에 포함되는 포인트 군과 관련하여, 포인트 군에 포함되는 임의의 포인트 에 대하여

포인트 를 생성하는 레이저 펄스의 가능한 모든 경로의 집합 $\mathcal{T}_{\mathbf{p}} = \{\zeta_{\mathbf{p},k}\}$ 를 추정할 수 있다. 구체적으로, 레이저 펄스의 가능한 모든 경로의 집합은 표 1과 같이 추정될 수 있다.

표 1

Algorithm 1 Trajectory estimation.

```
procedure TRAJECTORYEST(p̄^(t)_{k,m1}, p̂_k, ζ_{p,k}, T_p)
  for all Π_m ∈ Ω_Π \ {Π_{m1}} do
    if Π_{m2} is intersected with ℓ(p̄^(t)_{k,m1}, p̂_k) then
      p̄^(t+1)_{k+1,m2} ← intersection of ℓ(p̄^(t)_{k,m1} p̂_k) and Π_{m2}.
      p̂_{k+1} ← the reflection of p̂_k through Π_{m2}.
      ζ_{p,k+1} ← ζ_{p,k}.
      Remove p̂_k from ζ_{p,k+1}.
      Insert p̄^(t+1)_{k+1,m2} at the end of ζ_{p,k+1}.
      Insert p̂_{k+1} at the end of ζ_{p,k+1}.
      Insert ζ_{p,k+1} into T_p.
      TRAJECTORYEST(p̄^(t+1)_{k+1,m2}, p̂_{k+1}, ζ_{p,k+1}, T_p)
    end if
  end for
end procedure
```

[0060]

[0061] 반사 영상 제거 장치는 포인트 와 이동경로 $\zeta_{\mathbf{p},k}$ 에 대응되는 원래 포인트의 위치를 하우스홀더 변환(Householder transformations)을 통해 수학식 5와 같이 계산할 수 있다.

수학식 5

[0062]
$$\hat{\mathbf{p}}_k = \left(\sum_{\bar{\mathbf{p}}_{k,m}^{(t)} \in \zeta_{\mathbf{p},k}} A_{\Pi_m} \right) \mathbf{p}$$

[0063] $\hat{\mathbf{p}}_k$ 는 포인트 와 이동경로 $\zeta_{\mathbf{p},k}$ 에 대응되는 원래 포인트의 위치일 수 있다.

[0064] 반사 영상 제거 장치는 $\hat{\mathbf{p}}_k$ 에 가장 가까운 포인트 를 찾고 대칭 점수를 수학식 6과 같이 계산할 수 있다.

수학식 6

[0065]
$$\gamma_{\text{symmetry}}(\zeta_{\mathbf{p},k}) = e^{-\frac{d(\hat{\mathbf{p}}_k, \mathbf{q})}{\beta_3}}$$

[0066] $\gamma_{\text{symmetry}}(\zeta_{\mathbf{p},k})$ 는 $\hat{\mathbf{p}}_k$ 와 q 사이의 대칭 점수이고, $d(\hat{\mathbf{p}}_k, \mathbf{q})$ 는 $\hat{\mathbf{p}}_k$ 와 q 사이의 유클리드 거리(Euclidean distance)이다.

[0067] 한편, 하나의 포인트 쌍이 포함하는 두 개의 포인트 사이에 대칭성이 존재하더라도, 포인트 쌍을 구성하는 두

개의 포인트 사이의 기하학적 특성이 상이한 경우 대칭 관계라 보기 어려울 수 있다. 따라서, 반사 영상 제거 장치는 포인트 p와 q의 기하학적 유사도를 판단 또는 계산하기 위해, 유사 점수를 수학식 7을 이용하여 계산할 수 있다.

수학식 7

[0068] $$\gamma_{\text{similarity}}(\zeta_{\mathbf{p},k}) = e^{\frac{H(\Phi(\mathbf{p}),\Phi(\mathbf{q}))}{\beta_2}}$$

[0069] $\gamma_{\text{similarity}}(\zeta_{\mathbf{p},k})$는 p와 q 사이의 유사 점수이고, $\Phi(\cdot)$는 ·의 기하학적 특징 기술자 FPFH(Fast Point Feature Histogram)이며(·는 p 또는 q에 대응될 수 있음), $H(\Phi(\mathbf{p}),\Phi(\mathbf{q}))$는 $\Phi(\mathbf{p})$ 및 $\Phi(\mathbf{q})$ 사이의 힐링거 거리(Hellinger distance)이다.

[0070] 또한, 반사 영상 제거 장치는 각 경로에 속하는 유리 평면들에 대응되는 반사 신뢰도를 이용하여 경로의 반사 신뢰도를 수학식 8과 같이 계산할 수 있다.

수학식 8

[0071] $$\rho(\zeta_{\mathbf{p},k}) = \prod_{\bar{\mathbf{p}}_{k,m}^{(t)} \in \zeta_{\mathbf{p},k}} \rho_m(\bar{\mathbf{p}}_{k,m}^{(t)})$$

[0072] $\rho(\zeta_{\mathbf{p},k})$는 경로의 반사 신뢰도이다.

[0073] 반사 영상 제거 장치는 반사 신뢰도, 대칭 점수와 유사 점수를 이용하여 최종 점수를 수학식 9와 같이 계산할 수 있다.

수학식 9

[0074] $$\gamma(\zeta_{\mathbf{p},k}) = \max_{\zeta_{\mathbf{p},k} \in \mathcal{T}_{\mathbf{p}} \setminus \{\zeta_{\mathbf{p},0}\}} \rho(\zeta_{\mathbf{p},k}) \gamma_{\text{symmetry}}(\zeta_{\mathbf{p},k}) \gamma_{\text{similarity}}(\zeta_{\mathbf{p},k})$$

[0075] $\gamma(\zeta_{\mathbf{p},k})$는 계산되는 최종 점수이다.

[0076] 반사 영상 제거 장치는 반사 포인트를 검출하기 위해 마르코프 임의장 (Markov Random Fields)을 이용해 비용 함수를 수학식 10과 같이 계산할 수 있다.

수학식 10

[0077] $$E(\mathcal{L}) = \sum_i D_i + \tau \sum_i \sum_{\mathbf{p}_j \in N_i} V_{ij}$$

[0078] $\mathcal{L} = \{l_i\}$는 의 이진 라벨 집합이고, $E(\mathcal{L})$은 비용 함수이며, D_i는 후술할 데이터 비용(Data cost)이고,

V_{ij}는 후술할 평탄화 비용(Smoothness cost)이다. 가 반사 포인트인 경우, 는 1의 값을 가질 수 있다.

[0079] 반사 영상 제거 장치는 데이터 비용(Data cost)을 반사 신뢰도와 대칭 신뢰도를 이용하여 수학식 11과 같이 계산할 수 있다. 계산된 데이터 비용은 비용 함수를 계산하기 위하여 이용될 수 있다.

수학식 11

[0080]
$$D_i = \begin{cases} -\gamma(\zeta_{\mathbf{p},k}), & l_i = 1 \\ -\left(1-\gamma(\zeta_{\mathbf{p},k})\right), & l_i = 0 \end{cases}$$

[0081] 또한, 반사 영상 제거 장치는 두 이웃 포인트 p_i와 p_j의 라벨에 따라 평탄화 비용(Smoothness cost)을 수학식 12를 이용하여 계산할 수 있다. 계산된 평탄화 비용은 비용 함수를 계산하기 위하여 이용될 수 있다.

수학식 12

[0082]
$$V_{ij} = \begin{cases} e^{-\frac{d(\mathbf{p}_i,\mathbf{p}_j)}{\beta_1}} e^{-\frac{H\left(\Phi(\mathbf{p}_i),\Phi(\mathbf{p}_j)\right)}{\beta_2}} & l_i \neq l_j \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

[0083] 반사 영상 제거 장치는 ICM(Iterated Conditional Modes)을 이용하여 비용 $E(\mathcal{L})$을 최소화하는 라벨을 찾을 수 있다.

[0085] 도 4a는 일실시예에 따른 입력 영상을 나타내는 도면이다. 또한, 도 4b는 일실시예에 따른 반사 포인트 제거 결과를 나타내는 도면이다.

[0086] 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 반사 영상 제거 장치가 입력 포인트 군에 대해서 반사 포인트를 찾고 찾은 반사 포인트를 제거한 결과를 확인할 수 있다. 그림 중앙에 복수의 유리 벽면으로 이루어진 건물을 확인할 수 있으며, 건물 내부에 각각 건물과 나무가 반사되어 취득된 것을 확인할 수 있다(도 4a). 반사 영상 제거 방법을 수행한 결과, 건물과 나무가 잘 제거된 것을 확인할 수 있다(도 4b).

[0087] 일실시예에 따른 반사 영상 제거 장치는 레이저 펄스의 특성을 이용하여 유리 평면을 검출하고, 유리에 의해 발생하는 반사 영상의 기하학적 특성을 이용해 3차원 대용량 포인트 군에서 반사 영상을 제거할 수 있다. 반사 영상 제거 장치의 수행 결과로서 반사 영상이 잘 제거됨을 확인할 수 있다.

[0089] 도 5는 일실시예에 따른 반사 영상 제거 장치의 동작 방법을 설명하기 위한 동작 흐름도이다.

[0090] 도 5를 참조하면, 반사 영상 제거 장치는 3차원 영상에 대하여 유리 평면을 추정한다(510). 3차원 영상은 3차원 대용량 포인트 군을 포함하는 영상에 대응될 수 있다. 반사 영상 제거 장치는 3차원 영상을 격자 모양의 패치로 분할하고, 분할된 패치가 반사 패치일 확률을 이용하여 반사 패치를 분리할 수 있다. 반사 패치를 분리하기 위하여, 반사 영상 제거 장치는 가우시안 혼합 모델을 기초로 사후 확률 값을 계산할 수 있다. 사후 확률 값에 기초하여, 반사 영상 제거 장치는 유리 평면을 추정할 수 있다.

[0091] 반사 영상 제거 장치는 추정된 유리 평면을 이용하여 3차원 영상이 포함하는 반사 영상을 제거한다(520). 반사 영상은 3차원 영상에 포함되는 영상으로서, 유리 평면에 의하여 빛이 반사되어 생성된 영상에 대응된다. 반사 영상 제거 장치는 반사 영상을 제거하기 위하여, 반사 영상이 포함하는 반사 포인트들 중 적어도 일부에 대응되는 빛의 이동 경로들을 추정하고, 추정된 빛의 경로에 기초하여 반사 포인트들을 검출하고, 검출된 반사 포인트들을 제거할 수 있다. 반사 포인트들은 빛의 반사에 의하여 생성된 포인트들에 대응될 수 있다.

[0092] 구체적으로, 반사 포인트들 검출하기 위하여, 반사 영상 제거 장치는 재귀적 순회 방식 또는 비 재귀적 순회 방식에 기초하여 빛이 이동할 수 있는 경로들을 추정하고, 추정된 경로들에 기초하여 대칭 관계에 있으면서 기하학적으로 유사한 복수의 포인트 쌍들을 검출할 수 있다. 포인트 쌍들을 검출한 결과에 기초하여, 반사 영상 제거 장치는 반사 포인트들을 검출할 수 있다.

[0094] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0095] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

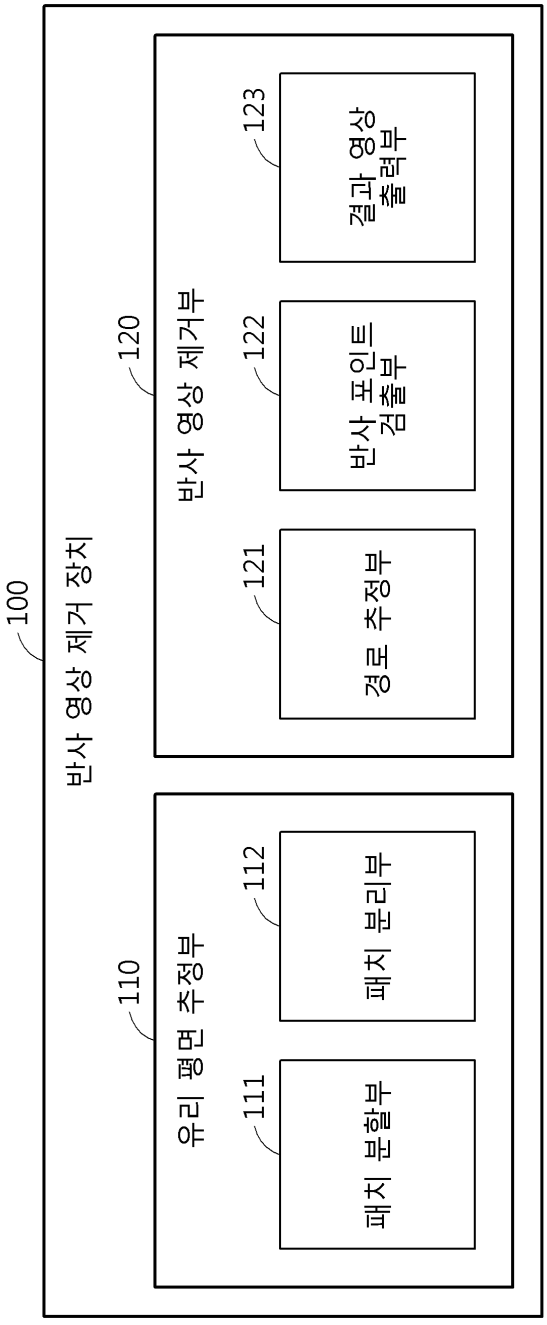
[0096] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0097] 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0098] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

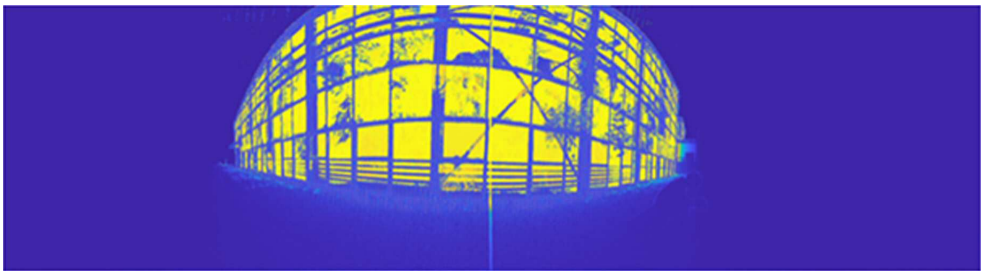
도면1


100
반사 영상 제거 장치
110
유리 평면 추정부
111
패치 분할부
112
패치 분리부
120
반사 영상 제거부
121
경로 추정부
122
반사 포인트 검출부
123
결과 영상 출력부

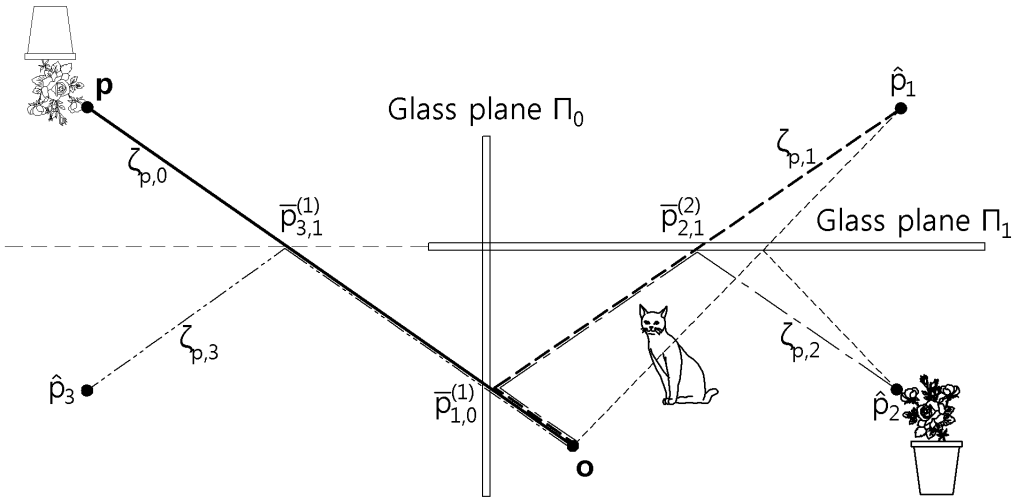
도면2a



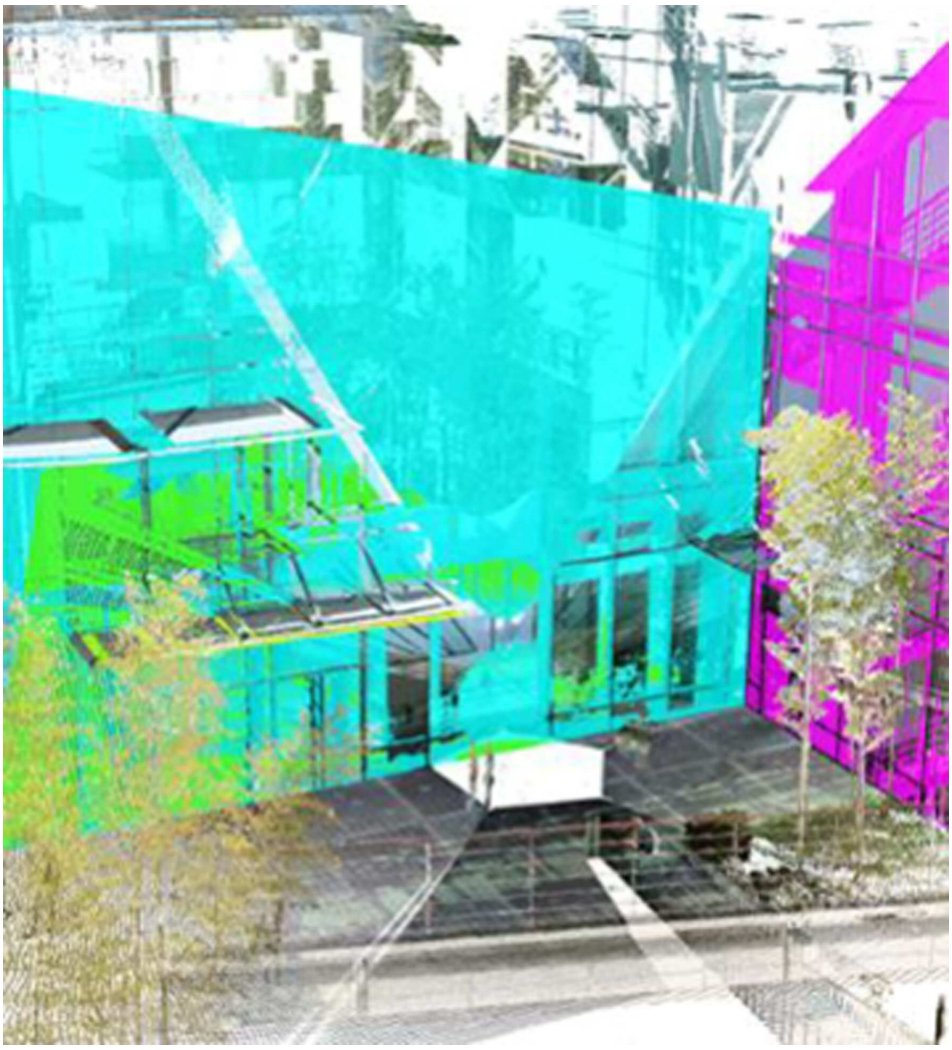
도면2b



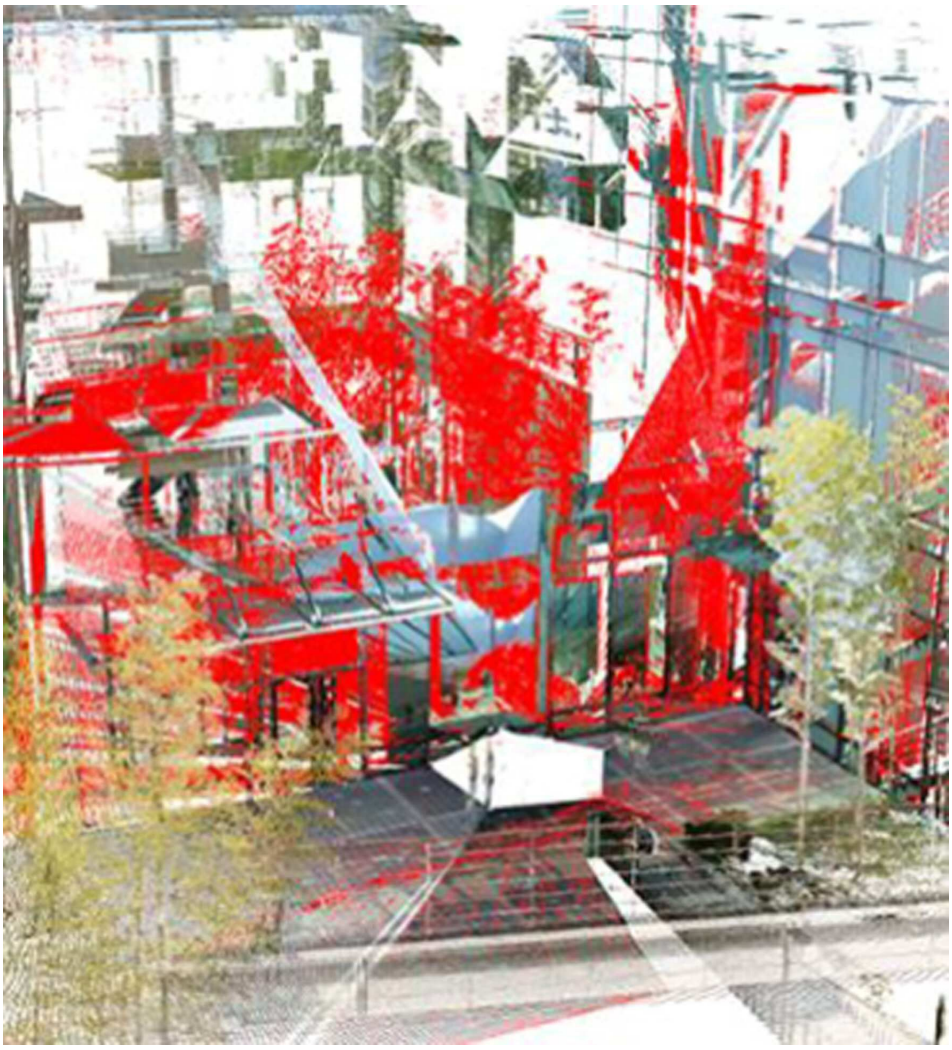
도면3


p
Glass plane Π_0
$\hat{p}_1$
$\zeta_{p,1}$
$\zeta_{p,0}$
$\bar{p}^{(1)}_{3,1}$
$\bar{p}^{(2)}_{2,1}$
Glass plane Π_1
$\zeta_{p,3}$
$\zeta_{p,2}$
$\hat{p}_3$
$\bar{p}^{(1)}_{1,0}$
$\hat{p}_2$
o

도면4a



도면4b



도면5

