(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0081111
(43) 공개일자 2013년07월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 15/50 (2006.01) *H04N 13/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0002099
(22) 출원일자 2012년01월06일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
원재현
경기도 부천시 소사구 심곡본동 696-12번지 1층
유진우
인천광역시 부평구 삼산2동 삼산타운 6단지아파트 602동 803호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이건주

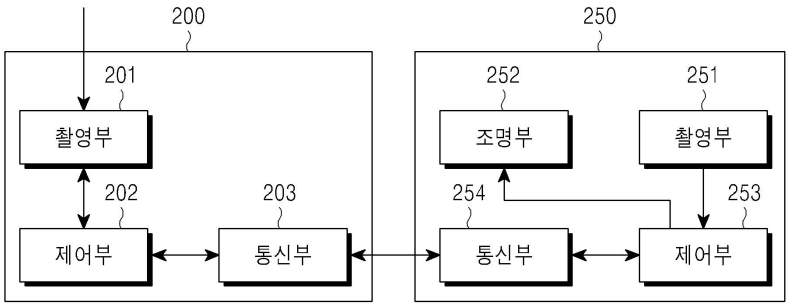
전체 청구항 수 : 총 38 항

(54) 발명의 명칭 **포토메트릭 스테레오 방식 또는 섀이프 프롬 섀이딩 방식에 기초한 삼차원 이미지 생성 장치 및 그 제어 방법**

(57) 요 약

포토메트릭 스테레오(photometric stereo) 방식에 기초한 삼차원 이미지 생성 장치가 개시된다. 본 발명에 의한 삼차원 이미지 생성 장치는, 삼차원 이미지 생성 대상 객체에 대한 이미지를 촬영하여 적어도 하나의 객체 이미지를 생성하는 촬영부, 상기 객체에 대한 적어도 하나의 조명 위치 정보를 수신하는 통신부 및 상기 적어도 하나의 객체 이미지 및, 상기 객체 이미지 각각에 대응하는 조명 위치 정보에 기초하여 삼차원 이미지를 생성하는 제어부를 포함한다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

배민수

대구광역시 북구 태전1동 롯데아파트 2동 303호

박인규

인천광역시 연수구 동춘3동 한양1차아파트 106동 1405호

특허청구의 범위

청구항 1

포토메트릭 스테레오(photometric stereo) 방식에 기초한 삼차원 이미지 생성 장치에 있어서,

삼차원 이미지 생성 대상 객체에 대한 이미지를 촬영하여 적어도 하나의 객체 이미지를 생성하는 촬영부;

상기 객체에 대한 적어도 하나의 조명 위치 정보를 수신하는 통신부; 및

상기 적어도 하나의 객체 이미지 및, 상기 객체 이미지 각각에 대응하는 조명 위치 정보에 기초하여 삼차원 이미지를 생성하는 제어부;를 포함하는 삼차원 이미지 생성 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 조명 위치 정보는, 상기 객체에 대하여 기설정된 회수만큼 상이한 위치 및 각도 중 적어도 하나로 촬영한 보조 객체 이미지인 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 통신부는, 상기 보조 객체 이미지 각각의 특징점 정보를 수신하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 적어도 하나의 객체 이미지로부터 특징점을 추출하여 상기 보조 객체 이미지 각각의 특징점 정보와 매칭하여 상기 삼차원 이미지를 생성하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제어부는, SURF 방식을 이용하여 상기 적어도 하나의 객체 이미지의 특징점 및 상기 보조 객체 이미지 각각의 특징점 정보를 매칭하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제어부는, 5-point 알고리즘 및 RANSAC을 이용하여 특징점 매칭 과정 중 생성된 아웃라이어를 제거하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 통신부는, 상기 적어도 하나의 조명 위치 정보 요청 메시지를 조명 위치 정보 수집 장치로 송신하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 객체 이미지의 배경 및 객체를 분리하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제어부는, Grab-cut 방식을 이용하여 상기 배경 및 상기 객체를 분리하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미 생성 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 적어도 하나의 객체 이미지에 대하여 기하학적 보정 및 방사도 보정 중 적어도 하나의 보정을 수행하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치.

청구항 11

포토메트릭 스테레오 방식에 기초한 삼차원 이미지 생성 보조 장치에 있어서,

삼차원 이미지 생성 장치로부터 조명 위치 정보 요청 메시지를 수신하는 통신부;

상기 조명 위치 정보 요청 메시지에 기초하여, 삼차원 이미지 생성 대상 객체에 대하여 조사하는 조명의 위치 정보를 수집하는 조명 위치 정보 수집부; 및

상기 수집된 조명 위치 정보를 처리하고, 상기 삼차원 이미지 생성 장치로 송신하도록 상기 통신부를 제어하는 제어부;를 포함하는 삼차원 이미지 생성 보조 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 조명 위치 정보는, 상기 객체에 대하여 기설정된 회수만큼 상이한 위치 및 각도 중 적어도 하나로 촬영한 보조 객체 이미지인 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 보조 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 조명 위치 정보 수집부는,

상기 객체에 대하여 기설정된 조도로 빛을 조사하는 조명부; 및

상기 객체에 대한 상기 보조 객체 이미지를 촬영하는 촬영부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 보조 장치.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 촬영된 보조 객체 이미지 각각으로부터 특징점을 추출하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 보조 장치.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 적어도 하나의 객체 이미지에 대하여 기하학적 보정 및 방사도 보정 중 적어도 하나의 보정을 수행하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치.

청구항 16

포토메트릭 스테레오 방식에 기초한 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법에 있어서,

객체에 대한 이미지를 촬영하여 적어도 하나의 객체 이미지를 촬영하는 단계;

상기 객체에 대한 적어도 하나의 조명 위치 정보를 수신하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 객체 이미지 및, 상기 객체 이미지 각각에 대응하는 조명 위치 정보에 기초하여 삼차원 이

미지를 생성하는 단계;를 포함하는 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 조명 위치 정보는, 상기 객체에 대하여 기설정된 회수만큼 상이한 위치 및 각도 중 적어도 하나로 촬영한 보조 객체 이미지인 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 조명 위치 정보를 수신하는 단계는, 상기 보조 객체 이미지 각각의 특징점 정보를 수신하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 삼차원 이미지를 생성하는 단계는, 상기 적어도 하나의 객체 이미지로부터 특징점을 추출하여 상기 보조 객체 이미지 각각의 특징점 정보와 매칭하여 상기 삼차원 이미지를 생성하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 삼차원 이미지를 생성하는 단계는, SURF 방식을 이용하여 상기 적어도 하나의 객체 이미지의 특징점 및 상기 보조 객체 이미지 각각의 특징점 정보를 매칭하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 삼차원 이미지를 생성하는 단계는, 5-point 알고리즘 및 RANSAC을 이용하여 특징점 매칭 과정 중 생성된 아웃라이어를 제거하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법.

청구항 22

제 16 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 조명 위치 정보 요청 메시지를 조명 위치 정보 수집 장치로 송신하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법.

청구항 23

제 16 항에 있어서,

상기 객체 이미지의 배경 및 객체를 분리하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 배경 및 객체를 분리하는 단계는, Grab-cut 방식을 이용하여 상기 배경 및 상기 객체를 분리하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미 생성 장치의 제어 방법.

청구항 25

제 16 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 객체 이미지에 대하여 기하학적 보정 및 방사도 보정 중 적어도 하나의 보정을 수행하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법.

청구항 26

포토메트릭 스테레오 방식에 기초한 삼차원 이미지 생성 보조 장치의 제어 방법 있어서,

삼차원 이미지 생성 장치로부터 조명 위치 정보 요청 메시지를 수신하는 단계;

상기 조명 위치 정보 요청 메시지에 기초하여, 삼차원 이미지 생성 대상 객체에 대하여 조사하는 조명의 위치 정보를 수집하는 단계; 및

상기 수집된 조명 위치 정보를 처리하고, 상기 삼차원 이미지 생성 장치로 송신하는 단계;를 포함하는 삼차원 이미지 생성 보조 장치의 제어 방법.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 조명 위치 정보는, 상기 객체에 대하여 기설정된 회수만큼 상이한 위치 및 각도 중 적어도 하나로 촬영한 보조 객체 이미지인 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 보조 장치의 제어 방법.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 조명 위치 정보를 수집하는 단계는,

상기 객체에 대하여 기설정된 조도로 빛을 조사하는 단계; 및

상기 객체에 대한 상기 보조 객체 이미지를 촬영하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 보조 장치의 제어 방법.

청구항 29

제 27 항에 있어서,

상기 수집된 조명 위치 정보를 처리하는 단계는, 상기 촬영된 보조 객체 이미지 각각으로부터 특징점을 추출하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 보조 장치의 제어 방법.

청구항 30

제 27 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 적어도 하나의 객체 이미지에 대하여 기하학적 보정 및 방사도 보정 중 적어도 하나의 보정을 수행하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법.

청구항 31

새이프 프롬 새이딩(shape from shading) 기반 삼차원 이미지 생성 장치에 있어서,

삼차원 이미지 생성 대상 객체에 대한 객체 이미지를 촬영하는 촬영부;

상기 객체에 대하여 기설정된 조도의 빛을 조사하는 조명부; 및

상기 객체 이미지에 대하여 기하학적 보정, 조명 보정 및 방사도 보정 중 적어도 하나의 보정을 수행하고, 상기 보정된 객체 이미지에 shape from shading 기법을 적용하여 삼차원 이미지를 생성하는 제어부;를 포함하는 삼차원 이미지 생성 장치.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

상기 기하학적 보정은, 상기 촬영부의 내부 인자, 방사 계수 및 접선 계수 중 적어도 하나를 매트랩(Matlab)의

카메라 보정 툴박스의 오프라인 처리로 추정하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치.

청구항 33

제 31 항에 있어서,

상기 조명 보정은, 상기 조명부로부터 조사되는 빛의 상기 객체에 대한 입사각, 상기 조명부로부터 상기 객체까지의 거리에 의한 조도 감쇄 효과 및 상기 빛의 지향각에 의한 빛 방출 특성에 대한 보정인 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치.

청구항 34

제 31 항에 있어서,

상기 방사도 보정은, 상기 촬영부에 입사되는 빛의 조도가 선형 함수가 되도록 보정하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치.

청구항 35

섀이프 프롬 섀이딩(shape from shading) 기반 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법에 있어서,

삼차원 이미지 생성 대상 객체에 대하여 기설정된 조도의 빛을 조사하는 단계;

상기 객체에 대한 객체 이미지를 촬영하는 단계;

상기 객체 이미지에 대하여 기하학적 보정, 조명 보정 및 방사도 보정 중 적어도 하나의 보정을 수행하는 단계; 및

상기 보정된 객체 이미지에 shape from shading 기법을 적용하여 삼차원 이미지를 생성하는 단계;를 포함하는 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법.

청구항 36

제 35 항에 있어서,

상기 기하학적 보정은, 촬영 수단의 내부 인자, 방사 계수 및 접선 계수 중 적어도 하나를 매트랩(Matlab)의 카메라 보정 툴박스의 오프라인 처리로 추정하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법.

청구항 37

제 35 항에 있어서,

상기 조명 보정은, 조명 수단으로부터 조사되는 빛의 상기 객체에 대한 입사각, 상기 조명 수단으로부터 상기 객체까지의 거리에 의한 조도 감쇄 효과 및 상기 빛의 지향각에 의한 빛 방출 특성에 대한 보정인 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법.

청구항 38

제 35 항에 있어서,

상기 방사도 보정은, 촬영 수단에 입사되는 빛의 조도가 선형 함수가 되도록 보정하는 것을 특징으로 하는 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 포토메트릭 스테레오(photometric stereo) 방식 또는 섀이프 프롬 섀이딩(shape from shading) 방식에 기초한 삼차원 이미지 생성 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 근자에 들어 삼차원 이미지 디스플레이 관련 컨텐츠의 보급이 급격하게 증가하고 있다. 특히 컴퓨터의 성능과

발전과 3차원 형상 복원 기술이 진보되어, 전문가가 아닌 일반 사용자들도 용이하게 삼차원 영상 및 실감 미디어를 이용할 수 있게 되었다. 다만, 일반 사용자들의 이용이 용이하게 되었지만 삼차원 콘텐츠의 저작은 여전히 많은 비용과 시간이 요구되고 있는 실정이다.

[0003] 한편, 고해상도 카메라 모듈 및 고성능의 프로세서를 탑재한 스마트폰의 개발이 지속적으로 수행되어왔으며, 이에 따라 근자의 스마트폰은 고해상도의 동영상 재생뿐만 아니라 고품질의 삼차원 이미지의 실시간 렌더링이 가능하게 되었다.

[0004] 상술한 바와 같은 고성능 스마트폰을 이용하는 사용자 수가 급증하고 있으며, 이에 따라 삼차원 콘텐츠의 저작을 고성능 스마트폰으로 이용할 수 있는 기술의 개발이 요청되고 있다.

[0005] 스마트폰을 이용한 삼차원 이미지를 생성하는 종래의 기술과 관련하여, Lee 등에 의하여 제안된 섀이프 프롬 실루엣(shape from silhouette) 방식이 개시되어 있다. 하지만, 상술한 종래 기술은 촬영된 이미지에서 대상 객체를 배경으로부터 분리하는 과정이 요구되며, 오목한(convex) 영역에 대한 복원이 어렵다는 단점을 가진다. 또한 Higo 등에 의하여 제안된 종래기술은 삼차원 이미지의 생성을 위하여 다수, 예를 들어 수십 장 이상의 이미지의 촬영이 요구되어 일반적인 사용자가 실질적으로 수행하기 어렵다는 단점을 가진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하면서 동시에 상술한 기술의 개발의 요청에 응답하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 스마트폰에 장착된 조명을 이용한 포토메트릭 스테레오 방식 또는 섀이프 프롬 섀이딩 방식에 기초한 삼차원 이미지 생성 장치 및 그 제어 방법을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 바를 달성하기 위하여 본 발명에 의한 포토메트릭 스테레오 방식에 기초한 삼차원 이미지 생성 장치는, 삼차원 이미지 생성 대상 객체에 대한 이미지를 촬영하여 적어도 하나의 객체 이미지를 생성하는 촬영부, 상기 객체에 대한 적어도 하나의 조명 위치 정보를 수신하는 통신부 및 상기 적어도 하나의 객체 이미지 및, 상기 객체 이미지 각각에 대응하는 조명 위치 정보에 기초하여 삼차원 이미지를 생성하는 제어부를 포함한다.

[0008] 또한 본 발명의 다른 실시 예에 의한 포토메트릭 스테레오 방식에 기초한 삼차원 이미지 생성 보조 장치는, 삼차원 이미지 생성 장치로부터 조명 위치 정보 요청 메시지를 수신하는 통신부, 상기 조명 위치 정보 요청 메시지에 기초하여, 삼차원 이미지 생성 대상 객체에 대하여 조사하는 조명의 위치 정보를 수집하는 조명 위치 정보 수집부 및 상기 수집된 조명 위치 정보를 처리하고, 상기 삼차원 이미지 생성 장치로 송신하도록 상기 통신부를 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.

[0009] 한편, 본 발명의 다른 측면에 의한 포토메트릭 스테레오 방식에 기초한 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법은, 객체에 대한 이미지를 촬영하여 적어도 하나의 객체 이미지를 생성하는 촬영하는 단계, 상기 객체에 대한 적어도 하나의 조명 위치 정보를 수신하는 단계 및 상기 적어도 하나의 객체 이미지 및, 상기 객체 이미지 각각에 대응하는 조명 위치 정보에 기초하여 삼차원 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 아울러, 본 발명의 다른 실시 예에 의한 포토메트릭 스테레오 방식에 기초한 삼차원 이미지 생성 보조 장치의 제어 방법은, 삼차원 이미지 생성 장치로부터 조명 위치 정보 요청 메시지를 수신하는 단계, 상기 조명 위치 정보 요청 메시지에 기초하여, 삼차원 이미지 생성 대상 객체에 대하여 조사하는 조명의 위치 정보를 수집하는 단계 및 상기 수집된 조명 위치 정보를 처리하고, 상기 삼차원 이미지 생성 장치로 송신하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또한 본 발명의 또 다른 실시 예에 의한 섀이프 프롬 섀이딩(shape from shading) 기반 삼차원 이미지 생성 장치는, 삼차원 이미지 생성 대상 객체에 대한 객체 이미지를 촬영하는 촬영부, 상기 객체에 대하여 기설정된 조도의 빛을 조사하는 조명부 및 상기 객체 이미지에 대하여 기하학적 보정, 조명 보정 및 방사도 보정 중 적어도 하나의 보정을 수행하고, 상기 보정된 객체 이미지에 shape from shading 기법을 적용하여 삼차원 이미지를 생성하는 제어부를 포함할 수 있다.

[0012] 아울러, 본 발명의 다른 측면에 의한 섀이프 프롬 섀이딩(shape from shading) 기반 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법은, 삼차원 이미지 생성 대상 객체에 대하여 기설정된 조도의 빛을 조사하는 단계, 상기 객체에 대한

객체 이미지를 촬영하는 단계, 상기 객체 이미지에 대하여 기하학적 보정, 조명 보정 및 방사도 보정 중 적어도 하나의 보정을 수행하는 단계 및 상기 보정된 객체 이미지에 shape from shading 기법을 적용하여 삼차원 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 상술한 바와 같은 본 발명의 다양한 실시 예들에 의하여 종래기술과 비교하여 비교적 적은 수의 영상을 촬영하여 삼차원 이미지를 생성할 수 있는 삼차원 이미지 생성 장치 및 그 제어 방법이 제공될 수 있다. 이에 따라, 보다 적은 개수의 이미지를 처리함에 있어서 연산량 및 연산 시간의 감축의 효과가 창출될 수 있다.

[0014] 본 발명의 실시 예들에 의한 삼차원 이미지 생성 장치는, 특히 오목한(convex) 영역에 대한 삼차원 영상 생성에 강인한 효과를 창출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 삼차원 이미지 생성 시스템의 개념도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 의한 삼차원 이미지 생성 장치 및 삼차원 이미지 생성 보조 장치의 블록도이다.

도 3은 조명 위치 정보로부터 삼차원 이미지를 생성할 수 있음을 설명하기 위한 개념도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른, 삼차원 이미지 생성 시스템의 타이밍도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 삼차원 이미지 생성 보조 장치의 제어 방법의 흐름도이다.

도 6a 내지 6j는 본 발명의 실시 예에 따른 객체 이미지의 실례이다.

도 7a는 객체 이미지와 보조 객체 이미지의 특징점들 사이에 대응관계의 예시이다.

도 7b는 검출된 inlier에 해당하는 대응점의 개념도이다.

도 8a 내지 8d는 본 발명의 실시 예에 의한 객체 및 배경의 분리 과정을 설명하기 위한 실례이다.

도 9a 내지 9d는 본 발명의 실시 예에 따른 삼차원 이미지 생성 과정의 실례이다.

도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 섀이프 프롬 섀이딩(shape from shading) 기반 삼차원 이미지 생성 장치의 블록도이다.

도 11은 본 발명의 다른 실시 예에 의한 섀이프 프롬 섀이딩(shape from shading) 기반 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법의 흐름도이다.

도 12a 및 12b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 조명 보정 과정을 설명하기 위한 개념도이다.

도 13은 본 발명의 일 실시 예에 의한 제어부의 조명 보정 과정을 설명하기 위한 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하에서는, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 더욱 상세하게 설명하도록 한다. 도면들 중 동일한 구성 요소들은 가능한 한 어느 곳에서든지 동일한 부호들로 나타내고 있음에 유의하여야 한다. 하기 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 삼차원 이미지 생성 시스템의 개념도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 삼차원 이미지 생성 시스템은 삼차원 이미지 생성 장치(110) 및 삼차원 이미지 생성 보조 장치(120)를 포함할 수 있다.

[0018] 삼차원 이미지 생성 장치(110)는 삼차원 이미지 생성 대상 객체(102)에 대한 삼차원 이미지를 생성할 수 있다. 삼차원 이미지 생성 장치(110)는 객체(102)에 대한 이차원 이미지를 촬영할 수 있다. 아울러, 삼차원 이미지 생성 장치(110)는 삼차원 이미지 생성 보조 장치(120)와 기설정된 방식으로 통신할 수 있다. 삼차원 이미지 생성 장치(110)는 상술한 바와 같이, 객체(120)를 촬영할 수 있는 촬영 수단 및 삼차원 이미지 생성 보조 장치(120)와 통신할 수 있는 통신 수단을 포함한다면 그 종류에는 제한이 없다. 삼차원 이미 생성 장치(110)는, 예를 들어 삼차원 이미지 생성을 위한 프로세서, 카메라 모듈 및 블루투스와 같은 근거리 통신 모듈을 포함하는 스마트

폰의 형태로 구현될 수 있다.

[0019] 삼차원 이미지 생성 보조 장치(120)는 객체에 대하여 기설정된 조도의 빛을 조사할 수 있는 조명 수단(122)을 포함할 수 있다. 조명 수단(122)은, 사용자의 조작 또는 삼차원 이미지 생성 장치(110)의 제어에 의하여 기설정된 시간 동안 기설정된 조도의 빛을 객체(102)에 대하여 조사할 수 있다. 조명 수단(122)은 바람직하게는 LED 광원을 포함하는 조명 모듈의 형태로 구현될 수 있으나, 그 종류에는 제한이 없다.

[0020] 삼차원 이미지 생성 보조 장치(120)는 조명 위치 정보를 삼차원 이미지 생성 장치(110)로 송신할 수 있다. 여기에서, 조명 위치 정보는 객체(102)를 기준으로 한 조명 수단(122)의 위치에 대한 정보일 수 있다. 예를 들어, 조명 위치 정보는 객체(102)의 특정한 일 지점으로부터 조명 수단(122)으로의 방향 벡터일 수 있다.

[0021] 삼차원 이미지 생성 보조 장치(120)는, 예를 들어 촬영 수단(121)을 포함할 수 있으며 촬영 수단(121)을 이용하여 촬영된 보조 객체 이미지를 조명 위치 정보로 이용할 수 있다. 보조 객체 이미지가 조명 위치 정보로 이용되는 구성에 대하여서는 더욱 상세하게 후술하도록 한다.

[0022] 삼차원 이미지 생성 보조 장치(120)는 특정한 일 지점에서의 조명 위치 정보를 삼차원 이미지 생성 장치(110)로 송신할 수 있다. 또한 삼차원 이미지 생성 보조 장치(120)는 다양한 위치 및 각도 중 적어도 하나에서의 조명 위치 정보를 삼차원 이미지 생성 장치(110)로 송신할 수 있다. 예를 들어, 삼차원 이미지 생성 보조 장치(120)는 각각 상이한 각도에서 촬영한 보조 객체 이미지를 삼차원 이미지 생성 장치(110)로 송신할 수 있다. 더욱 상세하게는, 삼차원 이미지 생성 보조 장치(120)는 각각 상이한 각도에서 촬영된 보조 객체 이미지로부터 특징점을 추출하여, 추출된 특징점 정보를 삼차원 이미지 생성 장치(110)로 송신할 수 있다. 수집된 조명 위치 정보의 개수는 최소 3 이상이다.

[0023] 삼차원 이미지 생성 장치(110)는, 상이한 조명 위치에 대응하여 적어도 하나의 객체 이미지를 촬영할 수 있다. 삼차원 이미지 생성 장치(110)는 촬영된 적어도 하나의 객체 이미지 및 각각의 객체 이미지에 대응하는 조명 위치 정보에 기초하여 삼차원 이미지를 생성할 수 있다. 예를 들어, 삼차원 이미지 생성 장치(110)는 각각 상이한 조명의 위치 환경에서의 촬영된 객체 이미지 및 그에 대응하는 보조 객체 이미지 또는 보조 객체 이미지의 특징점 정보를 이용하여 삼차원 이미지를 생성할 수 있다.

[0024] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 의한 삼차원 이미지 생성 장치(200) 및 삼차원 이미지 생성 보조 장치(250)의 블록도이다. 도 2에 도시된 바와 같이 삼차원 이미지 생성 장치(200)는 촬영부(201), 제어부(202) 및 통신부(203)를 포함할 수 있다. 아울러, 삼차원 이미지 생성 보조 장치(250)는 촬영부(251), 조명부(252), 제어부(253) 및 통신부(254)를 포함할 수 있다. 한편, 촬영부(251) 및 조명부(252)를 통칭하여 조명 위치 정보 수집부라 명명할 수도 있다.

[0025] 삼차원 이미지 생성 장치(200)의 촬영부(201)는 삼차원 이미지 생성 대상 객체를 촬영할 수 있다. 더욱 상세하게 후술할 것으로, 삼차원 이미지 생성 장치(200)는 삼차원 이미지 생성 보조 장치(250)로부터 기설정된 회수의 각각 상이한 조명 위치를 가지는 적어도 하나의 조명 위치 정보를 수신한다. 촬영부(201)는, 수신된 조명 위치 정보의 개수와 동일하게 객체에 대한 객체 이미지를 촬영할 수 있다. 촬영부(201)는 CMOS 소자 또는 CCD 소자를 포함하는 카메라 모듈과 같은 형태로 구현될 수 있으나, 그 종류에는 제한이 없음을 당업자는 용이하게 이해할 수 있을 것이다.

[0026] 한편, 제어부(202)는 촬영된 객체 이미지에 대하여 전처리를 수행할 수 있다. 더욱 상세하게 제어부(202)는 기하학적 보정 및 방사도 보정 중 적어도 하나의 보정을 수행할 수 있다. 기하학적 보정은 Matlab의 카메라 보정 툴박스를 오프라인 처리하는 것에 의하여 수행될 수 있다. 아울러, 방사도 보정은 촬영부의 반응 함수의 역함수를 구하여 방사도 값을 추정하고 선형적으로 보정하여 수행될 수 있다. 여기에서 반응 함수는 노출 시간을 상이하게 하여 복수 영상을 취득한 이후 Robertson의 알고리즘을 이용하여 획득될 수 있다.

[0027] 촬영부(200)가 객체 이미지를 촬영하는 시기는 삼차원 이미지 보조 장치(250)가 보조 객체 이미지를 촬영하는 시기와 실질적으로 동일할 수 있다. 제어부(202)는 촬영부(201)가 특정한 시점에 객체를 촬영하도록 제어할 수 있다. 제어부(202)는 촬영부(201)가 객체를 촬영하도록 제어하는 동시에, 통신부(203)를 제어하여 삼차원 이미지 생성 보조 장치(250)의 통신부(254)로 조명 위치 정보 요청 메시지를 송신하도록 할 수 있다.

[0028] 본 발명의 일 실시 예에서, 상기 조명 위치 정보는 객체에 대하여 기설정된 회수만큼 상이한 각도로 촬영한 보조 객체 이미지일 수 있다. 삼차원 이미지 생성 보조 장치(250)는 촬영부(201)가 객체 이미지를 촬영하는 시기와 실질적으로 동일한 시기에 객체에 대한 보조 객체 이미지를 촬영할 수 있다. 삼차원 이미지 생성 보조 장치(250)는 촬영된 보조 객체 이미지 또는 보조 객체 이미지로부터 추출된 특징점 정보를 통신부(203)로 송신할 수

있다.

[0029] 제어부(202)는 실질적으로 동일한 시기에 촬영된 객체 이미지 및 보조 객체 이미지를 매칭하여 저장부(미도시) 등에 저장하거나, 곧바로 후처리할 수 있다. 또는 제어부(202)는 객체 이미지를 각각의 객체 이미지에 대응하는 보조 객체 이미지의 특징점 정보와 매칭하여 저장부(미도시) 등에 저장하거나, 곧바로 후처리할 수도 있다.

[0030] 제어부(202)는 객체 이미지를 보조 객체 이미지 또는 보조 객체 이미지의 특징점 정보와 비교하여 삼차원 이미지를 생성할 수 있다. 제어부(202)는 각각 상이한 각도에서 촬영된 보조 객체 이미지 또는 보조 객체 이미지의 특징점 정보를 취득하여 포토메트릭 스테레오 방식을 적용하여 객체의 법선 지도(normal map)를 복원할 수 있다. 제어부(202)는 복원된 법선 지도로부터 푸아종 방정식(Poisson equation)을 적용하여 깊이 영상을 생성하여 이를 이용하여 삼차원 이미지를 렌더링할 수 있다.

[0031] 도 3은 조명 위치 정보로부터 삼차원 이미지를 생성할 수 있음을 설명하기 위한 개념도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 객체(301)는 소정의 곡률을 가지는 표면을 포함할 수 있다. 일정 단위의 표면은 각각에 대응하는 법선 벡터(304)를 포함할 수 있다. 이에 따라 삼차원 이미지 생성 장치(200)는 법선 벡터(304)를 추정함으로써 객체(301)의 표면에 대한 곡률을 판단할 수 있고, 결국 삼차원 이미지를 생성할 수 있다.

[0032] 제어부(202)는 조명 위치 정보, 즉 조명(302)으로부터의 방향 벡터(303)를 이용하여 법선 벡터(304)를 추정할 수 있다. 더욱 상세하게, 제어부(202)는 객체 이미지 각각의 화소에 대응하는 조도 값 및 조명 위치 정보를 이용하여 법선 벡터를 추정할 수 있다. 제어부(202)는, 예를 들어 수학식 1을 이용하여 법선 벡터를 추정할 수 있다.

수학식 1

[0033] $$I = \rho s \cdot n$$

[0034] 수학식 1에서, I는 객체 이미지 각각의 픽셀의 조도 값이며, ρ는 객체의 표면 반사도, s는 조명으로부터 방향 벡터, n은 표면의 법선 벡터이다. 즉, 객체 이미지의 특정 픽셀의 조도 값은 조명으로부터의 방향 벡터 및 법선 벡터의 내적에 비례할 수 있다. 다만, 수학식 1로부터 법선 벡터를 구하는 경우, 법선 벡터의 해는 무수히 많을 수 있다. 이에 따라 제어부(202)는 서로 다른 위치로부터의 조명 위치 정보, 즉 방향 벡터 s를 N개 적용하여 하나의 해를 구할 수 있다. 제어부(202)는 수학식 1이 N개의 방향 벡터 정보에 대하여 확장된 수학식 2를 이용하여 법선 벡터를 구할 수 있다.

수학식 2

[0035] $$\begin{pmatrix} I_1 \\ \vdots \\ I_N \end{pmatrix} = \rho \begin{pmatrix} S_1^T \\ \vdots \\ S_N^T \end{pmatrix} n$$

[0036] 여기에서, I는 객체 이미지의 특정 픽셀에서의 조도 값을 의미하며, I의 우측의 첨자 1, N은 각각 상이한 각도에서의 조명 위치에 대응하는 객체 이미지를 의미한다. 아울러, S^T는 조명의 방향 벡터일 수 있으며, 우측의 첨자는 각각 상이한 각도에서의 조명 위치임을 의미한다. 제어부(202)는 수학식 2로부터 최소자승해(least square solution)를 이용하여 법선 벡터 n에 대한 단일 해를 결정할 수 있다.

[0037] 제어부(202)는 객체 이미지 및 보조 객체 이미지를 비교하여 조명의 방향 벡터를 추정할 수 있다. 더욱 상세하게, 제어부(202)는 객체 이미지 및 보조 객체 이미지의 특징점 정합을 통하여 조명의 방향 벡터를 추정할 수 있다.

[0038] 제어부(202)는 객체 이미지 및 보조 객체 이미지를 SURF(speeded-up robust features)를 이용하여 특징점 추출

및 정합을 수행할 수 있다. 아울러, 제어부(202)는 정합된 특징점에 RANSAC(random sample consensus) 및 5-point 알고리즘을 적용하여 조명의 방향 벡터를 추정할 수 있다.

[0039] 더욱 상세하게, 제어부(202)는 보조 객체 이미지로부터 64차원 벡터 정보를 가지는 SURF 기술자(descriptor)를 구하거나, 또는 삼차원 이미지 생성 보조 장치(250)에서 구한 SURF 기술자를 수신할 수 있다. 아울러, 제어부(202)는 객체 이미지로부터 SURF 기술자를 구하여 보조 객체 이미지의 SURF 기술자와 정합을 수행할 수 있다. 제어부(202)가 객체 이미지 및 보조 객체 이미지 각각의 SURF 기술자 간의 정합을 수행하는 과정은 도 7a와 같다. 도 7a에 도시된 바와 같이, 객체 이미지(상측)와 보조 객체 이미지(하측)은 각각 특징점들 사이에 대응관계를 가질 수 있다.

[0040] 제어부(202)는 판단된 대응 관계를 이용하여 5-point 알고리즘으로 조명의 방향 벡터, 즉 삼차원 이미지 생성 장치(200)의 촬영부(201) 및 삼차원 이미지 생성 보조 장치(250)의 촬영부(251) 사이의 변환 행렬을 구할 수 있다. 더욱 상세하게, 제어부(202)는 무작위로 5개의 점을 선택하고 5-point 알고리즘으로 초기의 필수(essential) 행렬을 구할 수 있으며, 이에 따라 최소 1개에서 최대 10개의 필수 행렬 구할 수 있다. 제어부(202)는 각각의 후보 행렬 E_i에 대하여 정확하게 대응하지 않는 대응점을 제거하기 위하여 수학식 3의 값이 임계값보다 작은 경우 대응점을 인라이어(inlier)로 선택하고, 아웃라이어(outlier)를 제거한다.

수학식 3

[0041] $$\mathbf{q}_1^{\mathrm{T}}\,\mathbf{K}_2^{-\mathrm{T}}\,\mathbf{E}_i\,\mathbf{K}_1^{-1}\mathbf{q}_1 < \tau$$

[0042] 여기에서 q_1, q_2는 객체 이미지 및 보조 객체 이미지의 대응점의 좌표를 의미하며, E는 필수 행렬, τ는 임계값, K_1 및 K_2는 촬영부(201) 및 촬영부(251)의 내부 인자 행렬을 의미한다. 이때 요구되는 두 촬영부(201,251)의 내부 인자는 Matlab 카메라 보정 툴박스를 이용하여 오프라인 연산으로 추정될 수 있다. 도 8b는 검출된 inlier에 해당하는 대응점의 개념도이다.

[0043] 여기에서의 RANSAC 추정 오차는 n개의 모든 인라이어에 대한 누적 오차의 합으로 수학식 4와 같이 정의될 수 있다. 이에 따라, 선택된 5-point에 대한 최선의 행렬 E는 누적 오차 ε가 최소인 행렬로 선택될 수 있다.

수학식 4

[0044] $$\varepsilon = \sum_{k=1}^{n} \mathbf{q}_{2,k}^{\mathrm{T}}\,\mathbf{K}_2^{-\mathrm{T}}\,\mathbf{E}_i\,\mathbf{K}_1^{-1}\mathbf{q}_{1,k}$$

[0045] 다만, 무작위로 5개의 점을 선택하는 과정에서 아웃라이어가 포함될 수 있으므로 상기 과정을 충분한 회수만큼, 예를 들어 3000회 반복적으로 수행하여 누적 오차가 최소인 행렬을 최종 필수 행렬 E로 선택할 수 있다.

[0046] 선택된 최종 필수 행렬 E는 수학식 5와 같은 회전 행렬 R 및 이동 벡터 t로 구성될 수 있으며, SVD(singular value decomposition)을 통하여 R 및 t가 추정될 수 있다.

수학식 5

$$E = RS$$

여기서,

[0047] $$S = \begin{bmatrix} 0 & -t_z & t_y \\ t_z & 0 & -t_x \\ -t_y & t_x & 0 \end{bmatrix}$$

[0048] 상술한 과정에 따라서, 제어부(202)는 객체 이미지 각각의 픽셀, 즉 객체의 단위 표면 각각에 대한 법선 벡터를 추정할 수 있으며, 객체 이미지 각각의 픽셀에 대한 법선 지도를 생성할 수 있다.

[0049] 제어부(202)는 추정된 법선 벡터로부터 푸아종 방정식의 풀이 과정을 거쳐 깊이 영상을 생성할 수 있다. 더욱 상세하게, 특정 화소에서의 법선 벡터(n_x,n_y,n_z)는 해당 위치에 곡면에 수직이기 때문에 영상에서의 x,y 방향으로의 이웃 화소로의 차분 벡터와의 내적 결과가 0이다. 이를 수학식으로 표현하면 각각 수학식 6 및 7과 같이 표현될 수 있다.

수학식 6

[0050] $$n_x + n_z(z(i+1,j) - z(i,j)) = 0$$

수학식 7

[0051] $$n_y + n_z(z(i,j+1) - z(i,j)) = 0$$

[0052] 상기 n_x, n_y, n_z는 법선 벡터의 성분이다.

[0053] 제어부(202)는 모든 좌표 (i,j)에 대하여 과적(overdetermined) 연립 방정식을 생성한 이후 행렬로 표현할 수 있으며, 그 결과는 수학식 8과 같이 표현될 수 있다.

수학식 8

[0054] $$MZ = V$$

[0055] 수학식 8에서 M은 객체 영역에서의 법선 벡터의 z방향 값으로 이루어진 희소(sparse) 행렬이며, V는 법선 벡터의 x방향, y방향으로 구성된 열벡터, Z는 구하고자 하는 깊이 값으로 구성된 열벡터를 의미한다. 희소 행렬로 표현되는 과적 연립방정식은 conjugate gradient 방법을 이용하여 해를 구할 수 있다. 제어부(202)는 상술한 과정을 통하여 깊이 영상을 생성할 수 있으며, 이를 이용하여 삼차원 이미지를 렌더링할 수 있다.

[0056] 한편, 제어부(202)는 삼차원 이미지를 렌더링하기 이전에, 객체 이미지에서 객체 및 배경을 분리할 수도 있다. 제어부(202)는 전역적 최적화 기반의 GrabCut 기법을 이용하여 객체 및 배경을 분리할 수 있다.

[0057] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른, 삼차원 이미지 생성 시스템의 타이밍도이다.

[0058] 도 4에 도시된 바와 같이, 삼차원 이미지 생성 시스템은 제 1 단말기(401) 및 제 2 단말기(402)를 포함할 수 있다. 여기에서 제 1 및 제 2 단말기(401,402) 각각은 삼차원 이미지 생성 장치 및 삼차원 이미지 생성 보조 장치일 수 있다.

[0059] 제 1 단말기(401)는 제 2 단말기(402)에 대하여 조명 위치 정보를 요청하는 메시지를 송신할 수 있다(S410). 여기에서 조명 위치 정보는 상술한 바와 같이 삼차원 이미 생성 대상 객체를 기준으로 한 조명 수단의 위치에 대한 정보일 수 있다. 조명 수단은 제 2 단말기(402)의 위치와 동일할 수도 있다.

[0060] 제 1 단말기(401)는 객체에 대하여 객체 이미지를 촬영할 수 있으며(S420), 제2 단말기(402)는 조명 위치 정보 요청에 대응하여 조명 위치 정보를 수집할 수 있다(S430). 본 발명의 일 실시 예에 따른 조명 위치 정보는 객체에 대하여 상이한 각도로 촬영한 보조 객체 이미지일 수 있다. 또한, 상술한 바와 같이 조명 위치 정보는 촬영한 보조 객체 이미지의 특징점 정보일 수도 있다.

[0061] 제 2 단말기(402)는 수집된 조명 위치 정보, 예를 들어 특정 각도에서 촬영한 보조 객체 이미지의 특징점 정보를 제 1 단말기(401)로 송신할 수 있다(S440).

[0062] 제 1 단말기(401)는 촬영된 객체 이미지 및 이에 대응하는 수집된 조명 위치 정보를 대응시킬수 있다. 아울러, 제 1 단말기(401)는, 촬영된 객체 이미지 및 수집된 조명 위치의 정보가 기설정된 개수 이상인지를 판단할 수 있다(S450).

[0063] 제 1 단말기(401)는 촬영된 객체 이미지 및 수집된 조명 위치의 정보가 기설정된 개수 미만인 경우에는(S450-N), 상기 S410 내지 S450의 과정을 반복할 수 있다. 상기의 반복 과정에서, 제 2 단말기(402)는 최초 수집한 조명 위치와 상이한 조명 위치를 수집할 수 있으며, 제 1 단말기(401) 또한 상이한 조명 위치에서 촬영된 객체 이미지를 촬영할 수 있다.

[0064] 제 1 단말기(401)는 서로 상이한 위치의 기설정된 개수의 조명 위치 정보를 수신할 수 있다. 아울러, 제 1 단말기(401)는 각각의 조명 위치 정보에 대응하는 각각 상이한 위치의 조명 환경에서 촬영된 객체 이미지를 촬영할 수 있다.

[0065] 제 1 단말기(401)는 서로 상이한 위치의 기설정된 개수의 조명 위치 정보 및 각각 상이한 위치의 조명 환경에서 촬영된 객체 이미지를 포토메트릭 스테레오 방식을 이용하여 삼차원 이미지를 생성할 수 있다(S460). 제 1 단말기(401)가 삼차원 이미지를 생성하는 과정에 대하여서는 상세하게 상술하였기 때문에, 여기에서 더 이상의 설명에 대하여서는 생략하도록 한다.

[0066] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 삼차원 이미지 생성 보조 장치의 제어 방법의 흐름도이다.

[0067] 삼차원 이미지 생성 보조 장치는 삼차원 이미지 생성 장치로부터 조명 위치 정보 요청 메시지를 수신할 수 있다(S610). 당해 실시 예의 조명 위치 정보는 기설정된 밝기 환경에서 촬영된 보조 객체 이미지일 수 있다.

[0068] 이미지 생성 보조 장치는 삼차원 이미지 생성 대상 객체에 대하여 기설정된 밝기의 조명을 조사할 수 있다(S620). 아울러, 이미지 생성 보조 장치는 객체를 촬영하여 보조 객체 이미지를 취득할 수 있다(S630). 이미지 생성 보조 장치는 촬영된 보조 객체 이미지를 곧바로 삼차원 이미지 생성 장치로 송신할 수도 있다.

[0069] 이미지 생성 보조 장치는 촬영된 보조 객체 이미지로부터 특징점을 추출할 수 있다(S640). 특징점을 추출하는 구성에 대하여서는 상세하게 상술하였기 때문에 여기에서의 더 이상의 상세한 설명은 생략하도록 한다.

[0070] 이미지 생성 보조 장치는 특징점 정보를 포함한 조명 위치 정보를 이미지 생성 장치로 송신할 수 있다(S650).

[0071] 이미지 생성 보조 장치는 기설정된 개수의 조명 위치 정보가 송신되었는지를 판단하여(S660), 기설정된 개수 미만의 조명 위치 정보가 송신되었다면 추가적으로 상이한 각도에서 보조 객체 이미지를 촬영한 이후에 특징점을 추출하여 송신할 수 있다. 상술한 과정은 이미지 생성 보조 장치가 능동적으로 수행할 수 있으며, 또는 이미지 생성 장치의 제어를 받아 수동적으로 수행할 수도 있다.

[0072] 도 6a 내지 6j는 본 발명의 실시 예에 따른 객체 이미지의 실례이다. 이미지 생성 장치는 상술한 바와 같이 기설정된 개수의 객체 이미지를 촬영할 수 있다. 아울러 기설정된 개수의 객체 이미지 각각은 서로 상이한 위치의 조명 환경 하에서 촬영된 것이다. 도 6a 내지 6j에서도 각각의 객체 이미지에서 객체에 의한 그림자의 방향이 상이한 것을 확인할 수 있다.

[0073] 도 8a 내지 8d는 본 발명의 실시 예에 의한 객체 및 배경의 분리 과정을 설명하기 위한 실례이다.

[0074] 삼차원 이미지 생성 장치는 도 8a와 같이 삼차원 이미지 생성 대상 객체를 포함하는 영역을 사각형으로 표시할 수 있다. 상기 사각형의 표시는 사용자로부터의 입력에 의할 수 있다. 도 8b는 초기 영역 분리된 화면이다. 한편, 도 8c는 도 8b의 화면에서부터 사용자 스트로크를 입력받은 화면이며, 도 8d는 최종적으로 객체가 분리된 것을 나타내는 화면이다.

[0075] 도 9a 내지 9d는 본 발명의 실시 예에 따른 삼차원 이미지 생성 과정의 실례이다. 본 발명의 실시 예에 의한 삼차원 이미지 생성 장치는 도 9a와 같은 법선 지도를 생성할 수 있다. 아울러, 삼차원 이미지 생성 장치는 도 9b와 같은 깊이 영상을 생성할 수 있다. 결과적으로, 삼차원 이미지는 깊이 영상을 이용하여 도 9c 및 9d와 같은 삼차원 이미지를 생성할 수 있다.

[0076] 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 섀이프 프롬 섀이딩(shape from shading) 기반 삼차원 이미지 생성 장치의 블록도이다.

[0077] 삼차원 이미지 생성 장치(1100)는 촬영부(1110), 제어부(1120) 및 조명부(1130)를 포함할 수 있다.

[0078] 촬영부(1110)는 삼차원 이미지 생성 대상 객체에 대한 객체 이미지를 촬영할 수 있다. 조명부(1130)는 객체에 대하여 기설정된 조도의 빛을 조사할 수 있다.

[0079] 제어부(1120)는 객체 이미지에 대하여 기하학적 보정, 조명 보정 및 방사도 보정 중 적어도 하나의 보정을 수행하고, 보정된 객체 이미지에 shape from shading 기법을 적용하여 삼차원 이미지를 생성할 수 있다.

[0080] 이하에서는 제어부(1120)가 수행하는 각종 보정에 대하여 차례대로 설명하도록 한다.

[0081] 우선 제어부(1120)는 기하학적 보정을 수행할 수 있다. 기하학적 보정은, 촬영부(1110)의 내부 인자, 방사 계수 및 접선 계수 중 적어도 하나를 매트랩(Matlab)의 카메라 보정 툴박스의 오프라인 처리로 추정하여 수행될 수 있다.

[0082] 아울러 제어부(1120)는 조명 보정을 수행할 수 있다. 조명 보정은, 조명부(1130)로부터 조사되는 빛의 상기 객체에 대한 입사각, 조명부(1130)로부터 객체까지의 거리에 의한 조도 감쇄 효과 및 빛의 지향각에 의한 빛 방출 특성에 대한 보정일 수 있다.

[0083] 더욱 상세하게, 일반적인 shape from shading 기법에서의 광원은 도 12a와 같이 무한한 거리에 존재하는 점 광원이 가정된다. 하지만, 실질적으로 광원은 유한한 거리에 존재하기 때문에, 광원으로부터 객체에 조사되는 빛의 형태는 도 12b와 같다. 즉, 객체의 각 부분에 입사되는 빛의 입사각은 각각 상이하다. 본 발명의 일 실시 예에 의한 제어부(1120)는 도 12a와 같은 가정으로부터 기인하는 오차를 보정할 수 있다.

[0084] 도 13은 본 발명의 일 실시 예에 의한 제어부(1120)의 조명 보정 과정을 설명하기 위한 개념도이다. 도 13에 도시된 바와 같이, 광원(X_{light})으로부터 객체로 빛이 조사된다. 조사되는 빛의 플럭스는 A라고 상정하도록 한다. 객체의 일 지점 Xref는 광선의 입사각 및 표면의 법선 벡터가 수직이 되는 지점이다. X_{ref}에서의 화소값 $p(X_{ref})$는 수학식 1에 의하여 가장 밝은 값을 가지며, 삼차원 이미지 생성 시 촬영부(1110)로부터 가장 가까운 깊이 값을 가진다. 이 위치에서 입사되는 빛의 플럭스 E_{ref}는 LED의 광방출 특성과 거리 d의 2차 다항식에 반비례하여 감쇄되어 입사된다.

[0085] 상기 X_{ref} 지점에 입사되는 빛의 플럭스 E_{ref}는 수학식 9와 같을 수 있다.

수학식 9

$$E_{ref}=\frac{1}{1+d^2}A\cos\theta_{ref}=\frac{1}{1+\left(\frac{d_{ref}}{\cos\theta_{ref}}\right)^2}A\cos\theta_{ref}$$

[0086]

[0087] 아울러, X 지점에 입사되는 빛의 플럭스 E_x 및 화소값 P(X)는 수학식 10 및 11로 표현될 수 있다.

수학식 10

$$EX=\frac{1}{1+(\frac{d_X}{\cos\theta_X})^2}A\cos\theta_X$$

[0088]

수학식 11

$$p(X)=E_X\cos(\phi_X+\theta_X)$$

[0089]

[0090] 수학식 11에서의 Φ_X는 평행한 빛이 입사되는 경우의 빛과 법선 벡터의 사이 각이며, 수학식 9의 E_{ref}는 수학식 1에 의하여 $p(X_{ref})$와 같으므로 A를 기준으로 정리하면, 수학식 11을 수학식 12로 표현할 수 있다.

수학식 12

$$p(X)=\frac{\cos\theta_X}{1+(\frac{d_X}{\cos\theta_X})^2}\frac{1+(\frac{d_{ref}}{\cos\theta_{ref}})^2}{\cos\theta_{ref}}p(X_{ref})\cos(\phi_X+\theta_X)$$

[0091]

[0092] 제어부(1120)는 조명부(1130)로부터 객체까지의 거리 정보가 확보되면, 화소값과 삼차원 복원 결과의 깊이 값을 이용하여, d_{ref}, $p(X_{ref})$, Θ_{ref} 및 d_X, $p(X)$, Θ_X를 얻을 수 있다. 제어부(1120)는 상기 얻어진 값들을 이용하여 초기의 Φ_X를 추정할 수 있다. 아울러, 제어부(1120)는 추정된 Φ_X를 이용하여 수학식 13과 같이 보정하고자하는 화소값 $\overline{p}(X)$를 구할 수 있다.

수학식 13

$$\overline{p}(X)=E_{parallel}\cos\phi_X$$

[0093]

[0094] 수학식 13에서 $E_{parallel}$은 무한한 위치의 점 광원이 평행하게 입사되는 빛의 플럭스이며, $p(X_{ref})$ 값이 수학식 1에 의하여 $E_{parallel}\cos\Theta_{ref}$ 이므로, 수학식 14와 같이 표현될 수 있다.

수학식 14

$$\overline{p}(X)=\frac{p(X_{ref})}{\cos\theta_{ref}}\cos\phi_X$$

[0095]

[0096] 다만, 초기의 삼차원 복원 결과의 깊이 값은 부정확한 값일 수 있으므로, 제어부(1120)는 우선 조명 보정 이전

이미지로 초기의 깊이 값을 복원하여 수학식 12에서 구한 Φ_X를 이용하여 수학식 14와 같이 $\bar{p}(X)$로 이미지를 보정하고 새로운 깊이 값을 생성한다. 이 경우, d_{ref}, $p(X_{ref})$, Θ_{ref}는 기준 값으로 고정하며, 새로운 깊이 값으로 d_X, $p(X)$, Θ_X만을 갱신하여 Φ_X를 재추정한다. 제어부(1120)는 상기의 과정을 반복하여 $\bar{p}(X)$ 값이 수렴하는 경우까지 이미지를 보정할 수 있다.

[0097] 제어부(1120)는 방사도 보정을 수행할 수 있다. 방사도 보정은, 촬영부(1110)에 입사되는 빛의 조도가 선형 함수가 되도록 보정하는 것일 수 있다.

[0098] 더욱 상세하게, 촬영된 이미지의 화소값 I는 수학식 15와 같이 노출 시간 k 및 센서의 단위 면적 당 입사되는 방사도 R의 곱과 비선형 카메라 반응 함수 f에 의하여 표현될 수 있다.

수학식 15

[0099] $$I=f(kR)$$

[0100] 이에 따라, 실제로 입사되는 빛의 플럭스와 화소 값은 선형 비례하지 않으므로 능동적 형상 취득 시의 오차의 원인이 될 수 있다. 상기와 같은 왜곡을 없애기 위하여, 제어부(1120)는 밝기 값을 실제 입사되는 빛의 플럭스에 선형적이 되도록 보정할 수 있다. 일반적인 카메라 반응 함수는 단조 증가이기 때문에 반응 함수의 역함수를 구할 수 있고, 제어부(1120)는 반응 함수의 역함수를 이용하여 방사도 값을 구할 수 있다.

[0101] 제어부(1120)는 상술한 바와 같이 추정된 방사도 값을 이용하여 이미지의 밝기 값을 선형적으로 보정할 수 있다.

[0102] 도 11은 본 발명의 다른 실시 예에 의한 섀이프 프롬 섀이딩(shape from shading) 기반 삼차원 이미지 생성 장치의 제어 방법의 흐름도이다.

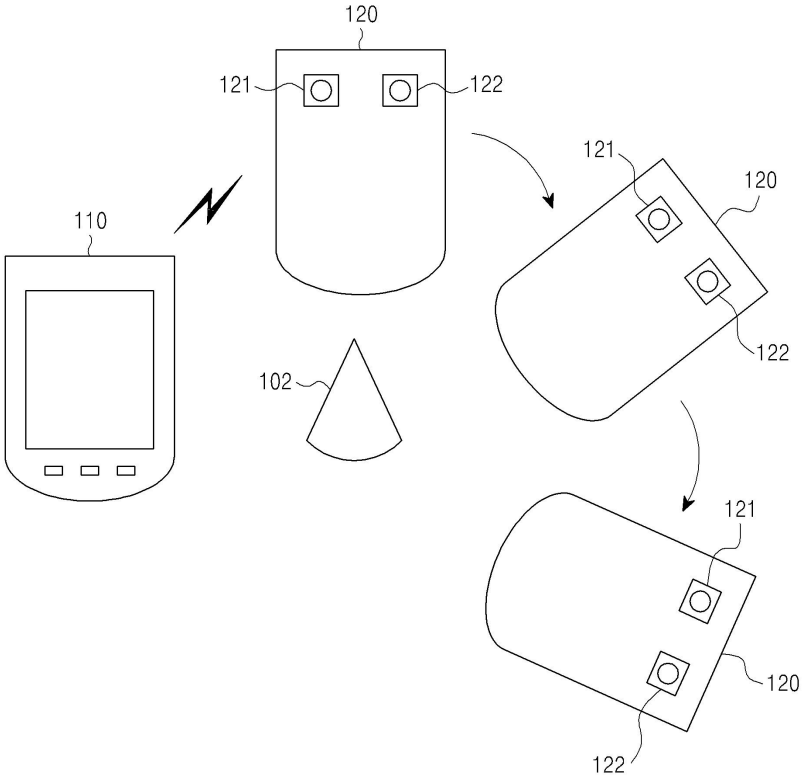
[0103] 삼차원 이미지 생성 장치는 삼차원 이미지 생성 대상 객체에 대하여 기설정된 조도의 빛을 조사할 수 있으며, 객체에 대한 객체 이미지를 촬영할 수 있다(S1210). 삼차원 이미지 생성 장치는 객체 이미지에 대하여 기하학적 보정, 조명 보정 및 방사도 보정 중 적어도 하나의 보정을 수행할 수 있으며(S1220), 보정된 객체 이미지에 shape from shading 기법을 적용하여 삼차원 이미지를 생성할 수 있다(S1230).

[0104] 여기에서 기하학적 보정은, 촬영 수단의 내부 인자, 방사 계수 및 접선 계수 중 적어도 하나를 매트랩(Matlab)의 카메라 보정 툴박스의 오프라인 처리로 추정하는 것일 수 있다. 조명 보정은, 조명 수단으로부터 조사되는 빛의 상기 객체에 대한 입사각, 조명 수단으로부터 상기 객체까지의 거리에 의한 조도 감쇄 효과 및 상기 빛의 지향각에 의한 빛 방출 특성에 대한 보정일 수 있다. 아울러, 방사도 보정은, 촬영 수단에 입사되는 빛의 조도가 선형 함수가 되도록 보정하는 것일 수 있다.

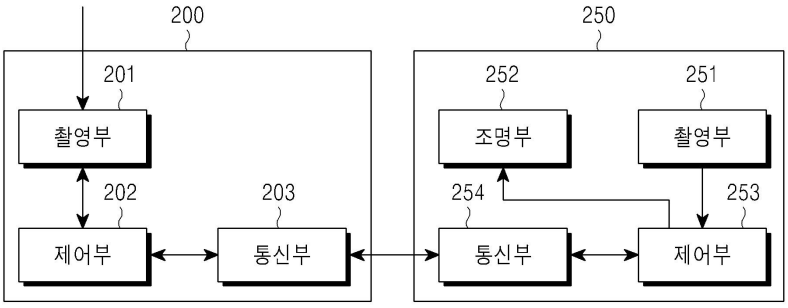
[0105] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 누구든지 본 발명의 기술적 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범주 내에서 본 발명의 바람직한 실시 예를 다양하게 변경할 수 있음은 물론이다. 따라서 본 발명은 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어나지 않는다면 다양한 변형 실시가 가능할 것이며, 이러한 변형 실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

도면

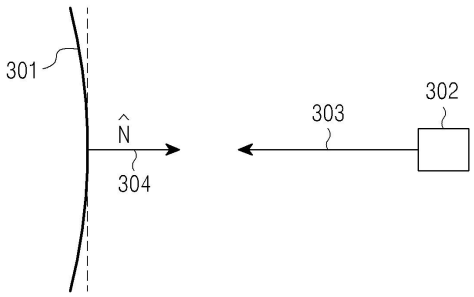
도면1



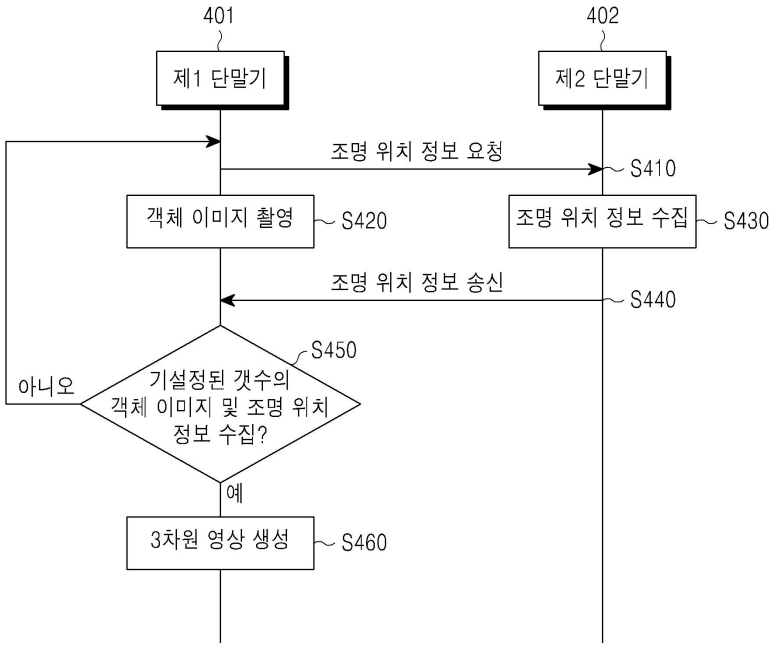
도면2



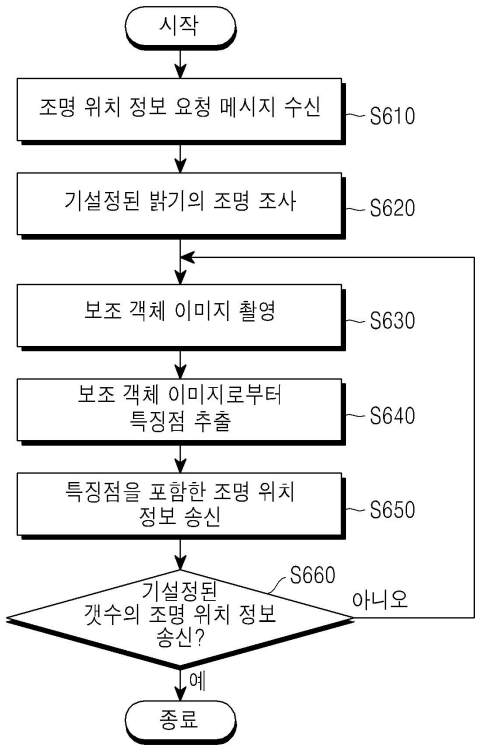
도면3



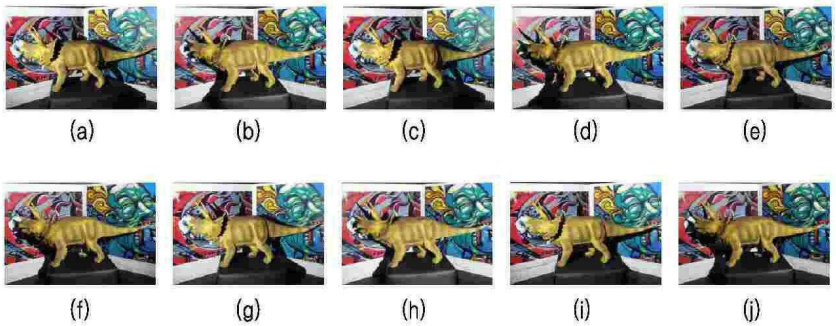
도면4


401
402
제1 단말기
제2 단말기
조명 위치 정보 요청
S410
객체 이미지 촬영
S420
조명 위치 정보 수집
S430
조명 위치 정보 송신
S440
S450
기설정된 갯수의 객체 이미지 및 조명 위치 정보 수집?
아니오
예
3차원 영상 생성
S460

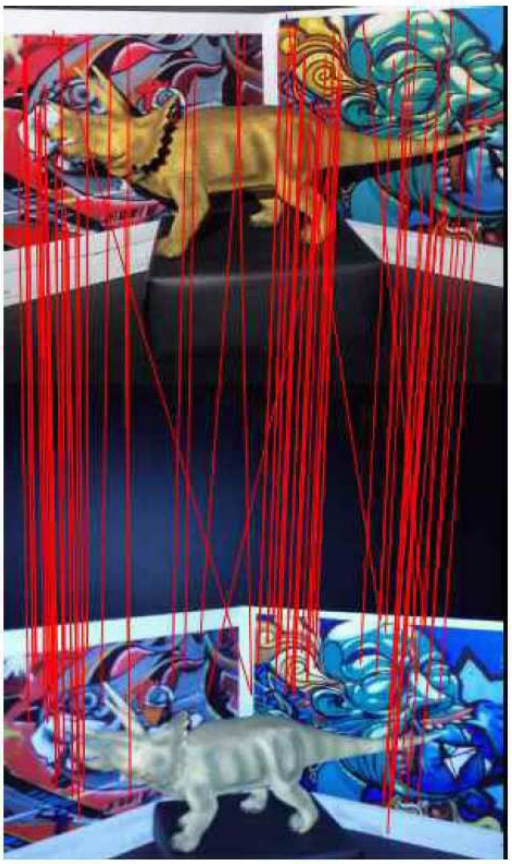
도면5


시작
조명 위치 정보 요청 메시지 수신
S610
기설정된 밝기의 조명 조사
S620
보조 객체 이미지 촬영
S630
보조 객체 이미지로부터 특징점 추출
S640
특징점을 포함한 조명 위치 정보 송신
S650
S660
기설정된 갯수의 조명 위치 정보 송신?
아니오
예
종료

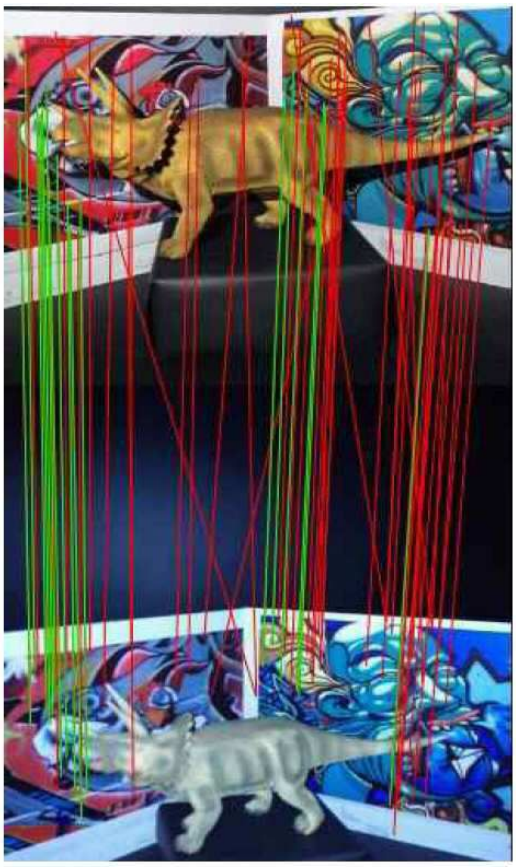
도면6



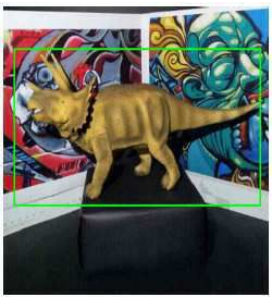
도면7a



도면7b



도면8a



도면8b



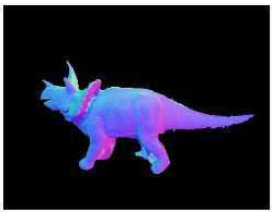
도면8c



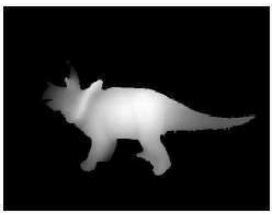
도면8d



도면9a



도면9b



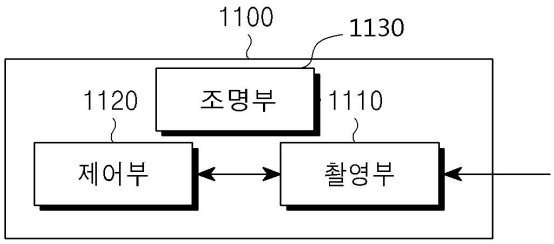
도면9c



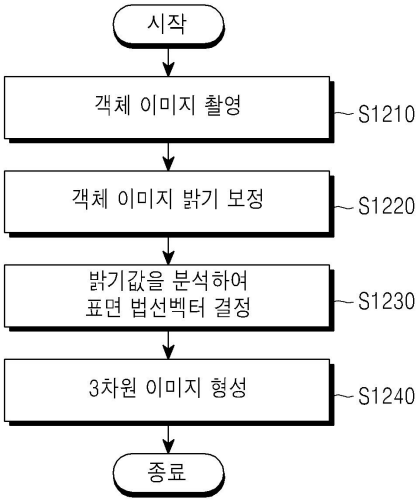
도면9d



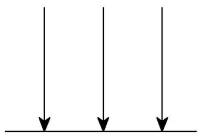
도면10



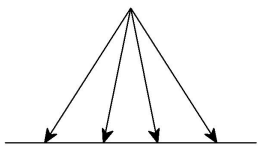
도면11



도면12a



도면12b



도면13

