



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월31일
(11) 등록번호 10-2150193
(24) 등록일자 2020년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 5/235 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04N 5/2351 (2013.01)
G06T 7/70 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2019-0043521
(22) 출원일자 2019년04월15일
심사청구일자 2019년04월15일
(56) 선행기술조사문헌
Joon-Woo Lee et al, "Single LED based Indoor Visible Light Positioning using Out-of-Focus Blur Based LED Extraction, IEEE International Conference on Consumer Electronics 2018, 4pages, (2018.07.19)*
KR1020190007304 A
KR1020160136895 A
KR1020180046388 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
한상국
서울특별시 서초구 서초중앙로24길 33, 105동 301호(서초동, 서초교대이편한세상)
이준우
서울특별시 서대문구 연세로 50, 제3공학관 232호(신촌동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
민영준

전체 청구항 수 : 총 6 항

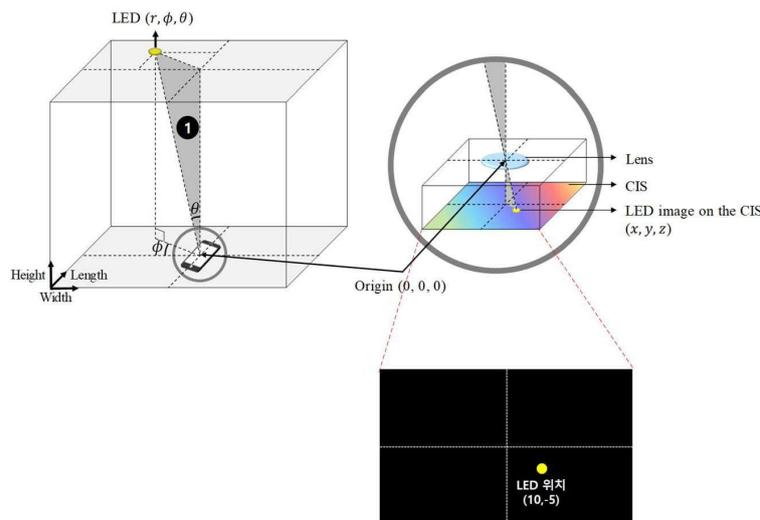
심사관 : 남옥우

(54) 발명의 명칭 카메라의 탈초점을 이용한 광 세기 측정과 이를 이용한 위치 추정 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 광원을 촬영하여 광원 이미지를 획득하는 카메라부, 카메라부가 광원과 별개로 기지정된 거리에 초점이 맺히는 탈초점 방식으로 촬영하도록 제어하는 카메라 제어부, 광원 이미지에서 광원의 중심 위치를 판별하는 광원 검출부 및 광원의 중심 위치로부터 기지정된 범위에 포함된 픽셀들의 픽셀값을 합산하여 광 세기를 판별하는 광 세기 판별부를 포함하는 카메라의 탈초점을 이용한 광 세기 측정과 이를 이용한 위치 추정 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류
H04N 5/232121 (2018.08)

(72) 발명자
김성진
서울특별시 서대문구 연세로 50, 제3공학관 232호
(신촌동)

권도훈

서울특별시 서대문구 연세로 50, 제3공학관 232호
(신촌동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R17XA05-67

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한전전력연구원

연구사업명 17년도 착수 사외공모 기초연구

연구과제명 전력설비 Smart Monitoring을 위한 가시광 무선 다중 접속 기술 연구(2/3)

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2018.05.01 ~ 2019.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

광원과 기지정된 방식으로 통신을 수행하여 광원의 광량과 위치 정보를 포함하는 광원 정보를 획득하는 광원 정보 획득부;

상기 광원과 별개로 기지정된 거리에 초점이 맺히는 탈초점 방식으로 상기 광원을 촬영하여 광원 이미지를 획득하고, 획득된 광원 이미지에서 광원의 중심 위치와 광 세기를 판별하는 광 세기 측정부;

상기 광원 정보에 포함된 광량과 판별된 광 세기를 이용하여 상기 광원까지의 거리를 계산하고, 상기 광원의 중심 위치를 이용하여 상기 광원에 대한 방향 각도를 계산하여 상기 광원으로부터의 상대 위치를 판별하는 상대 위치 판별부;

다수의 센서를 포함하여 지향 방향 및 촬영 각도 정보를 획득하는 센서부; 및

상기 광원 정보에 포함된 위치 정보를 기준으로 상기 상대 위치와 지향 방향 및 촬영 각도 정보를 적용하여 현재 위치를 판별하는 위치 판별부; 를 포함하는 위치 추정 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서, 상기 광 세기 측정부는

상기 광원을 촬영하여 상기 광원 이미지를 획득하는 카메라부;

상기 카메라부가 상기 광원과 별개로 기지정된 거리에 초점이 맺히는 탈초점 방식으로 촬영하도록 제어하는 카메라 제어부;

상기 광원 이미지를 기지정된 기준 거리에서 미리 촬영된 광원 이미지인 기준 광원 이미지와 상호 상관하여 상기 광원 이미지에서 상기 광원의 중심 위치를 판별하는 광원 검출부; 및

상기 광원의 중심 위치로부터 기지정된 범위에 포함된 픽셀들의 픽셀값을 합산하여 상기 광 세기를 판별하는 광 세기 판별부; 를 포함하는 위치 추정 장치.

청구항 9

제7 항에 있어서, 상기 광원 정보 획득부는

상기 광원에서 방출된 광 신호를 검출하는 광학 카메라 통신(Optical Camera Communication: 이하 OCC) 방식에 따라 상기 광원과 통신을 수행하는 위치 추정 장치.

청구항 10

광원과 기지정된 방식으로 통신을 수행하여 광원의 광량과 위치 정보를 포함하는 광원 정보를 획득하는 단계;

상기 광원과 별개로 기지정된 거리에 초점이 맺히는 탈초점 방식으로 상기 광원을 촬영하여 광원 이미지를 획득하고, 획득된 광원 이미지에서 광원의 중심 위치와 광 세기를 판별하는 단계;

상기 광원 정보에 포함된 광량과 판별된 광 세기를 이용하여 상기 광원까지의 거리를 계산하고, 상기 광원의 중심 위치를 이용하여 상기 광원에 대한 방향 각도를 계산하여 상기 광원으로부터의 상대 위치를 판별하는 단계;

다수의 센서에서 감지된 감지 신호를 분석하여 지향 방향 및 촬영 각도 정보를 획득하는 단계; 및

상기 광원 정보에 포함된 위치 정보를 기준으로 상기 상대 위치와 지향 방향 및 촬영 각도 정보를 적용하여 현재 위치를 판별하는 단계; 를 포함하는 위치 추정 방법.

청구항 11

제10 항에 있어서, 상기 광 세기를 판별하는 단계는

상기 광원과 별개로 기지정된 거리에 초점이 맺히는 탈초점 방식으로 상기 광원을 촬영하여 상기 광원 이미지를 획득하는 단계;

상기 광원 이미지를 기지정된 기준 거리에서 미리 촬영된 광원 이미지인 기준 광원 이미지와 상호 상관하여 상기 광원 이미지에서 상기 광원의 중심 위치를 판별하는 단계; 및

상기 광원의 중심 위치로부터 기지정된 범위에 포함된 픽셀들의 픽셀값을 합산하여 상기 광 세기를 판별하는 단계; 를 포함하는 위치 추정 방법.

청구항 12

제10 항에 있어서, 상기 광원 정보를 획득하는 단계는

상기 광원에서 방출된 광 신호를 검출하는 광학 카메라 통신(Optical Camera Communication: 이하 OCC) 방식에 따라 상기 광원과 통신을 수행하는 위치 추정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광 세기 측정과 이를 이용한 위치 추정 장치 및 방법에 관한 것으로, 카메라의 탈초점을 이용한 광 세기 측정과 이를 이용한 위치 추정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 가시광 통신(Visible Light Communication: 이하 VLC) 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 기존의 VLC에서는 Li-Fi와 같이, LED 등과 같은 광원에서 방출된 광 신호를 PD(Photo-Diode)를 이용하여 검출하는 방식으로 통신을 수행하였다. 이 경우 수신기에는 PD가 구비되어야 한다는 제약으로 인해 기존의 스마트 기기 등에 적용되기 어려웠으며, 이로 인해 대중화에 한계가 있었다.

[0003] 이에 현재는 카메라를 이용하여 광원에서 방출된 광 신호를 검출하여 통신을 수행하는 광학 카메라 통신(Optical Camera Communication: 이하 OCC)에 대한 연구가 활발하게 수행되고 있다. 카메라는 기존에 다수의 사용자가 보유하고 있는 스마트 기기에 이미 포함되어 있어, VLC의 보급에 유리하며, 렌즈 등의 보조 장치를 통해 PD를 이용하는 경우보다 장거리 통신이 가능하다는 장점이 있다.

[0004] 한편 OCC를 이용하는 다양한 어플리케이션이 연구되고 있으며, 실내 위치 추정 기술 또한 이중 하나이다. OCC를 이용하는 실내 위치 추정은 건물의 지정된 위치에 설치된 LED 조명과 같은 광원을 촬영하여 광원의 식별자

또는 위치 정보를 획득함으로써 자신의 위치를 판별한다.

[0005] 다만 OCC를 이용한 실내 위치 추정 기술은 사용자의 위치가 아닌 광원의 위치를 판별하므로, 실내에서 사용자의 정확한 위치를 파악할 수 없다는 한계가 있다. 이에 사용자의 정확한 위치를 판별할 수 있도록 다수의 광원을 동시에 촬영하여 사용자의 위치를 추정하는 방법이 제시된 바 있으나, 다수의 광원이 동시에 촬영될 수 있도록 배치되어야 한다는 제약으로 인해, 건물 설계 및 시공 시에 광원을 유연하게 배치할 수 없다는 문제가 있다. 또한 다수의 광원이 동시에 촬영되도록 스마트 기기를 조작해야 한다는 번거로움이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국 등록 특허 제10-1550563호 (2015.08.31 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 카메라의 탈초점을 이용하여 광 포화 현상 없이 광 세기를 정확하게 측정할 수 있는 광 세기 측정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 측정된 광 세기로부터 광원과 거리 계산하여, 단일 광원에 대한 사용자의 정확한 위치를 추정할 수 있는 위치 추정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 광 세기 측정 장치는 광원을 촬영하여 광원 이미지를 획득하는 카메라부; 상기 카메라부가 상기 광원과 별개로 기 지정된 거리에 초점이 맺히는 탈초점 방식으로 촬영하도록 제어하는 카메라 제어부; 상기 광원 이미지에서 광원의 중심 위치를 판별하는 광원 검출부; 및 상기 광원의 중심 위치로부터 기 지정된 범위에 포함된 픽셀들의 픽셀값을 합산하여 광 세기를 판별하는 광 세기 판별부; 를 포함한다.

[0010] 상기 광원 검출부는 상기 광원 이미지를 기 지정된 기준 거리에서 미리 촬영된 광원 이미지인 기준 광원 이미지와 상호 상관하여 상기 광원의 중심 위치를 판별할 수 있다.

[0011] 상기 카메라 제어부는 상기 카메라부의 초점이 최대한 가까운 기 지정된 거리에 맺히도록 제어할 수 있다.

[0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 광 세기 측정 방법은 광원과 별개로 기 지정된 거리에 초점이 맺히는 탈초점 방식으로 상기 광원을 촬영하여 광원 이미지를 획득하는 단계; 상기 광원 이미지에서 광원의 중심 위치를 판별하는 단계; 및 상기 광원의 중심 위치로부터 기 지정된 범위에 포함된 픽셀들의 픽셀값을 합산하여 광 세기를 판별하는 단계; 를 포함한다.

[0013] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 위치 추정 장치는 광원과 기 지정된 방식으로 통신을 수행하여 광원의 광량과 위치 정보를 포함하는 광원 정보를 획득하는 광원 정보 획득부; 상기 광원과 별개로 기 지정된 거리에 초점이 맺히는 탈초점 방식으로 상기 광원을 촬영하여 광원 이미지를 획득하고, 획득된 광원 이미지에서 광원의 중심 위치와 광 세기를 판별하는 광 세기 측정부; 상기 광원 정보에 포함된 광량과 판별된 광 세기를 이용하여 상기 광원까지의 거리를 계산하고, 상기 광원의 중심 위치를 이용하여 상기 광원에 대한 방향 각도를 계산하여 상기 광원으로부터의 상대 위치를 판별하는 상대 위치 판별부; 다수의 센서를 포함하여 지향 방향 및 촬영 각도 정보를 획득하는 센서부; 및 상기 광원 정보에 포함된 위치 정보를 기준으로 상기 상대 위치와 지향 방향 및 촬영 각도 정보를 적용하여 현재 위치를 판별하는 위치 판별부; 를 포함한다.

[0014] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 위치 추정 방법은 광원과 기 지정된 방식으로 통신을 수행하여 광원의 광량과 위치 정보를 포함하는 광원 정보를 획득하는 단계; 상기 광원과 별개로 기 지정된 거리에 초점이 맺히는 탈초점 방식으로 상기 광원을 촬영하여 광원 이미지를 획득하고, 획득된 광원 이미지에서 광원의 중심 위치와 광 세기를 판별하는 단계; 상기 광원 정보에 포함된 광량과 판별된 광 세기를 이용하여 상기 광원까지의 거리를 계산하고, 상기 광원의 중심 위치를 이용하여 상기 광원에 대한 방향 각도를 계산하여 상기

광원으로부터의 상대 위치를 판별하는 단계; 다수의 센서에서 감지된 감지 신호를 분석하여 지향 방향 및 촬영 각도 정보를 획득하는 단계; 및 상기 광원 정보에 포함된 위치 정보를 기준으로 상기 상대 위치와 지향 방향 및 촬영 각도 정보를 적용하여 현재 위치를 판별하는 단계; 를 포함한다.

발명의 효과

[0015] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 광 세기 측정과 이를 이용한 위치 추정 장치 및 방법은 카메라의 탈초점을 이용하여 광 포화 현상 없이 광 세기를 정확하게 측정할 수 있으며, 이로부터 광원과의 거리를 정확하게 계산할 수 있다. 그리고 광학 카메라 통신으로 위치가 판별된 광원으로부터 계산된 거리를 기초로 사용자의 상대 위치를 계산함으로써, 사용자의 위치를 정확하게 추정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 세기 측정 장치의 개략적 구조를 나타낸다.
 도 2는 카메라가 광원을 정상적으로 촬영한 경우 나타나는 광 포화 현상을 설명하기 위한 도면이다.
 도 3은 정상 촬영에 비해 탈초점 촬영 시 광이 확산되는 보케 효과의 원리를 설명하기 위한 도면이다.
 도 4 및 도 5는 정상 촬영과 탈초점 촬영 시 광원과의 거리 변화에 따른 광원 영상의 변화를 나타낸다.
 도 6은 정상 촬영 및 탈초점 촬영 시에 광원으로부터 거리에 따라 측정된 광 세기의 오차를 나타낸다.
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 세기 측정 방법을 나타낸다.
 도 8은 광원 촬영을 통한 위치 추정 개념을 나타낸다.
 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 추정 장치의 개략적 구조를 나타낸다.
 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 추정 방법을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[0018] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.

[0019] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 세기 측정 장치의 개략적 구조를 나타내고, 도 2는 카메라가 광원을 정상적으로 촬영한 경우 나타나는 광 포화 현상을 설명하기 위한 도면이며, 도 3은 정상 촬영에 비해 탈초점 촬영 시 광이 확산되는 보케 효과의 원리를 설명하기 위한 도면이다. 그리고 도 4 및 도 5는 정상 촬영과 탈초점 촬영 시 광원과의 거리 변화에 따른 광원 영상의 변화를 나타내며, 도 6은 정상 촬영 및 탈초점 촬영 시에 광원으로부터 거리에 따라 측정된 광 세기의 오차를 나타낸다.

[0021] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 광 세기 측정 장치는 카메라부(110), 카메라 제어부(120), 광원 검출부(130) 및 광 세기 판별부(140)를 포함한다.

[0022] 카메라부(110)는 카메라 제어부(120)의 제어에 따라 광원을 촬영하여 광원 이미지를 획득한다.

[0023] 카메라 제어부(120)는 카메라부(110)의 촬영 조건을 제어한다. 특히 카메라 제어부(120)는 카메라부(110)의 초점이 광원과의 거리에 무관하게 가능한 가까운 기지정된 거리에 맺히도록 조절한다. 즉 본 실시예에서 카메라 제어부(120)는 카메라부(110)가 광원을 촬영할 때, 일반적인 촬영과 달리 광원에 초점을 맞추지 않는 탈초점(defocus 또는 out of focus) 상태로 광원을 촬영하도록 제어한다.

- [0024] 카메라를 이용하여 광원의 광량을 측정하는 경우, 광원에서 입사되는 광량이 이미지 센서의 픽셀에서 측정 가능한 광량을 초과하는 광 포화 현상이 빈번하게 발생한다. 일례로 스마트폰과 같은 모바일 기기의 카메라를 이용하여 광원을 촬영할 경우, 광 포화로 인하여 이미지 내에 광원뿐만 아니라 주변 일정 영역에 해당되는 부분들은 모두 최대값(예를 들면 255)으로 표현된다.
- [0025] 도 2에서 (a)는 광원인 LED 조명을 1m 거리에서 촬영한 영상으로 광 포화를 최대한 억제하기 위하여 설정 가능한 가장 짧은 노출 시간인 1/24000 초로 설정하였고, 수신감도 증폭을 조절하는 ISO값 역시 기본 값인 100으로 설정하여 촬영된 이미지이고, (b)는 (a)의 영상의 픽셀별 광량을 나타낸다. 도 2의 (a) 및 (b)를 참조하면, 광 포화를 억제하기 위하여 카메라의 설정을 최대한 조절하였음에도 광원을 중심으로 주변 일정 영역이 이미지 센서의 광 포화로 인하여 균일하게 표현되었음을 알 수 있다.
- [0026] 또한 광 포화가 일어나는 경우, 주변 픽셀로 포화된 광량이 영향을 주는 블루밍 효과(blooming effect) 등이 함께 발생하며, 이를 고려하면 실제 광원의 크기는 도 2의 영상에 나타난 광원 영역에 비해 매우 작으며, 광원에 해당하는 대부분의 영역이 포화되었다고 유추할 수 있다.
- [0027] 도 2에 도시된 바와 같이 이미지 센서의 각 픽셀이 수신 할 수 있는 광량은 제한되어 있기 때문에, 일반적인 촬영 방법으로는 광원의 광량을 정확하게 측정할 수 없다.
- [0028] 이에 본 실시예의 광량 측정 장치의 카메라 제어부(120)는 광 포화 현상이 발생하는 것을 억제하기 위해 도 3에 도시된 탈초점 방식으로 광원이 촬영되도록 카메라부(110)를 제어하여, 도 4와 같은 보케(bokeh) 효과를 의도적으로 유발한다.
- [0029] 보케 효과는 영상 처리 기법에서 초점이 맞지 않아 흐리게 보이도록 하는 효과로서, 광원의 이미지가 이미지 센서 상에 퍼져서 뭉개게 되며 더 많은 픽셀들이 광량의 측정에 관여할 수 있게 된다. 이를 통하여 광 포화에 강인한 특성을 갖는 광량 측정이 가능하다.
- [0030] 도 3을 참조하면, 카메라부(110)는 이미지 센서(Image sensor)와 적어도 하나의 렌즈(Lens)를 포함하여 구성될 수 있다. 일반적으로 카메라에는 다수의 렌즈가 포함된 복합 렌즈 구조를 갖지만, 여기서는 설명의 편의를 위하여, 단일 대칭 렌즈(symmetrical lens)로 근사화하여 도시하였다.
- [0031] 도 3에서 f_1 은 이미지 센서와 렌즈 사이의 거리를 나타내고, S_1 은 이미지 센서의 한 점에 집중되는 물체 거리를 나타내며, P_1 은 거리(S_1)에서 이미지 센서로의 광 경로를 나타낸다. 그리고 S_2 는 렌즈와 촬영 대상 물체(여기서는 일례로 광원) 사이의 물체 거리를 나타내고, P_2 는 물체로부터 이미지 센서로의 광 경로를 나타낸다. f 는 렌즈에 평행하게 입사되는 광이 집중되는 위치까지의 거리를 나타낸다. c 는 S_2 거리에 위치한 물체가 이미지 센서에 번져서 뭉개는 흐림 원(blur circle)으로 직경으로 착란원(circle of confusion)이라 한다. 그리고 물체 거리(S_2)는 초점 거리(S_1)에서 직경(C)을 갖는 흐림 원으로 표현될 수 있다.
- [0032] 우선 직경(C)은 수학식 1과 같이 표현될 수 있다.

수학식 1

[0033]
$$C = A \frac{|s_2 - s_1|}{s_2}$$

[0034] 여기서 렌즈의 배율($m = f_1/S_1$)에 의한 착란원의 직경(c)은 $c = C * m$ 으로 계산되며, 이미지 센서와 렌즈 사이의 거리(f_1)와 배율(m)을 각각 수학식 2 및 수학식 3으로 표현될 수 있다.

수학식 2

[0035]
$$f_1 = \frac{f \times s_1}{s_1 - f}$$

수학식 3

$$m = \frac{f}{s_1 - f_1}$$

[0036]

[0037] 수학식 1 내지 3을 이용하면 착란원의 직경(c)은 수학식 4로 계산된다.

수학식 4

$$c = A \frac{|s_2 - s_1|}{s_2} \times \frac{f}{s_1 - f} = \frac{|s_2 - s_1|}{s_2} \times \frac{f}{s_1 - f} = \frac{|s_2 - s_1|}{s_2} \times \frac{f^2}{N(s_1 - f)}$$

[0038]

[0039] 여기서 S₁과 f 및 N은 카메라의 하드웨어 파라미터로서 고정된 값을 갖는다. S₁이 7cm이고, f가 4.24mm 이며, N이 1.7인 경우, 착란원의 직경(c)은 촬영 대상 물체까지의 거리(S₂)에 따라 도 4와 같이 나타난다.

[0040] 도 4에서 C는 탈초점 방식 촬영에 따른 착란원의 직경을 나타내고, X는 물체에 초점이 맞추어진 정상 촬영 상태에서 이미지 상의 물체의 직경을 나타내며, Y는 보케 효과로 인해 확장되는 물체 이미지의 직경을 나타낸다.

[0041] 도 4에서 확인할 수 있듯이 정상 촬영의 경우에는 거리에 반비례하여 물체의 직경이 작아지는 반면, 착란원의 직경이나 보케 효과에 의한 이미지 직경은 거리가 증가하여도 일정 이상의 크기로 유지됨을 알 수 있다. 따라서 광원으로부터 렌즈의 거리가 멀어지면 S₂ - S₁ ?? S₂ 로 근사될 수 있으며, 결과적으로 착란원의 직경(c)은 수학식 5로 수렴하여 나타날 수 있다.

수학식 5

$$c = \frac{f^2}{N(s_1 - f)}$$

[0042]

[0043] 상기한 카메라의 하드웨어 파라미터(S₁, f, N)를 수학식 5에 대입하면, 착란원의 직경(c)은 0.161mm 로 수렴하게 되며, 이미지 센서의 각 픽셀의 크기가 1.44μm이면, 착란원의 직경(c)은 122 픽셀 크기로 수렴하게 된다.

[0044] 도 5를 참조하면, 정상 촬영 시에는 이미지에서 광원의 크기가 거리에 따라 점차 줄어들게 되지만, 광 포화가 계속 발생되고 있는 반면, 탈초점 방식을 이용한 촬영에서는 이미지에서 광원의 크기가 거의 변화하지 않으며, 광의 확산에 의해 광포화가 발생되지 않음을 확인할 수 있다.

[0045] 즉 본 실시예에서는 카메라 제어부(120)가 카메라부(110)가 탈초점 방식으로 광원을 촬영하도록 제어하여, 획득되는 이미지에서 광원이 나타나는 영역을 환산함으로써 광포화가 발생하는 것을 방지한다.

[0046] 그리고 광원 검출부(130)는 카메라부(110)에서 획득된 이미지에서 광원 영역을 검출한다. 상기한 바와 같이, 탈초점 방식으로 촬영된 광원의 크기 및 형태는 거리에 의해 거의 영향을 받지 않는다. 이에 광원 검출부(130)는 기설정된 기준 거리(예를 들면 1m)에서 탈초점 방식으로 미리 촬영되어 획득된 광원의 이미지를 기준 광원 이미지로 이용하여, 획득된 이미지와 기준 광원 이미지를 상호 상관(cross correlation)함으로써 획득된 이미지에서 광원의 중심 위치를 판별한다.

[0047] 광 세기 판별부(140)는 광원 검출부(130)에서 판별된 중심 위치로부터 주변 기설정된 픽셀 거리 이내의 픽셀값들을 모두 합하여 광원에서 수신된 광 세기를 측정한다. 상기한 바와 같이, 탈초점 방식으로 광원을 촬영하는 경우, 이미지에서 광원에 대응하는 영역의 크기가 거의 변화하지 않으므로, 지정된 픽셀 거리 이내의 픽셀값의 합으로 광원에서 입사된 광 세기를 측정할 수 있다.

[0048] 표 1은 정상 촬영 및 탈초점 촬영 시에 광원으로부터 거리에 따라 측정된 광 세기를 나타낸다. 표 1의 광 세기

로부터 광원으로부터 거리에 따라 측정되는 광 세기의 오차율(Error percentage)을 수학적 식 6에 따라 계산할 수 있으며, 정상 촬영 및 탈초점 촬영 각각에서 거리에 따른 광 세기 측정 오차율은 도 6에서 확인할 수 있다.

수학적 식 6

$$Error\ percentage[\%] = \frac{측정값 - 이론값}{이론값}$$

[0049]

(여기서 이론값은 기준 거리인 1m에서 측정된 광량을 수신 거리의 제곱으로 나눈 값을 의미한다.)

[0050]

도 6에 나타난 바와 같이, 탈초점 방식 촬영하여 광 세기를 측정하는 경우, 광 세기가 광원으로부터의 거리 제곱에 반비례하여 오차율 10% 이내로 매우 정확하게 측정되는 반면, 정상 방식으로 촬영하는 경우, 기준 거리인 1m에서 이미 광 포화로 인해 광량이 제대로 측정되지 않으므로, 4m 거리에서는 200% 수준의 오차가 발생된다.

[0051]

[0052]

즉 본 실시예에 따른 광 세기 측정 장치는 탈초점 촬영 기법을 이용함으로써, 광 포화가 발생하는 것을 억제함으로써, 광원과의 거리에 대응하는 정확한 광 세기를 측정할 수 있다. 따라서 만일 광 세기 측정 장치가 광원과의 거리를 미리 알고 있다면, 광원의 광 세기를 정확하게 측정할 수 있다. 반대로 광원에서 방사되는 광량을 미리 알고 있다면 광 세기 측정 장치로부터 광원까지의 거리를 판별할 수 있다.

[0053]

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 세기 측정 방법을 나타낸다.

[0054]

도 1 내지 도 6을 참조하여 도 7의 광 세기 측정 방법을 설명하면, 우선 카메라 제어부(120)가 카메라부(110)를 제어하여 탈초점 방식으로 광원을 촬영하여 광원 이미지를 획득한다(S12). 광원 검출부(130)는 획득된 광원 이미지를 기설정된 기준 광원 이미지와 상호 상관하여 획득된 이미지에서 광원의 중심 위치를 판별한다.

[0055]

광 세기 판별부(140)는 중심 위치로부터 주변 기설정된 픽셀 거리를 광원 영역으로 설정한다(S13). 그리고 광원 영역에 포함된 모든 픽셀의 픽셀값을 획득한다(S14). 픽셀값이 획득되면, 모든 픽셀값을 합하여 카메라에 입사된 광의 광 세기를 판별한다(S15).

[0056]

도 8은 광원 촬영을 통한 위치 추정 개념을 나타낸다.

[0057]

도 8에 도시된 바와 같이, 사용자가 위치 추정 장치를 이용하여 실내의 천정에 설치된 LED 조명 등의 광원을 촬영하는 경우, 획득된 2차원 이미지에서 광원의 위치(x, y, z)를 분석하면 위치 추정 장치를 중심으로 하는 광원의 상대 위치 중 구면좌표계 형태로 나타나는 방향 각도(θ, φ)를 판별할 수 있다. 여기서 2차원 이미지에서 광원의 위치(x, y, z)에서 z 값은 렌즈로부터 이미지 센서까지의 거리를 나타내는 하드웨어 파라미터로서 미리 획득될 수 있다.

[0058]

그리고 상기한 바와 같이 탈초점 방식으로 광원을 촬영하면, 광원에서 입사된 광 세기를 측정할 수 있으며, 측정된 광 세기는 광원에서 방사되는 광량에 대해 거리 제곱에 반비례하므로, 광원의 광량을 알고 있다면 구면좌표계 형태로 나타나는 광원까지의 거리(r)를 용이하게 추정할 수 있다. 따라서 광원으로부터 사용자의 위치, 즉 위치 추정 장치까지의 상대 위치를 용이하게 추정할 수 있다.

[0059]

한편 위치 추정 장치는 광원과 통신을 수행함으로써, 광원에 대한 식별자를 인가받아 광원의 위치 정보를 판별하거나, 광원으로부터 직접 위치 정보를 획득할 수 있다.

[0060]

이에 광원의 위치 정보가 확인되면, 확인된 광원의 위치 정보와 추정된 광원에 대한 위치 추정 장치의 상대 위치를 결합하면, 실내에서 사용자의 위치를 추정할 수 있다. 즉 사용자가 단일 광원을 촬영하여 자신의 위치를 용이하게 확인할 수 있다.

[0061]

이때 위치 추정 장치의 지향 방향 및 촬영 각도가 위치 추정에 영향을 미치게 된다. 따라서 여러 센서를 이용하여 위치 추정 장치의 지향 방향 및 촬영 각도를 보정함으로써, 매우 정확하게 추정할 수 있다.

[0062]

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 추정 장치의 개략적 구조를 나타낸다.

[0063]

도 9를 참조하면, 본 실시예에 따른 위치 추정 장치는 광 세기 측정부(210), 광원 거리 판별부(220), 광원 각도 판별부(230), 상대 위치 판별부(240), 광원 정보 획득부(250), 센서부(260) 및 위치 판별부(270)를 포함한다.

[0064]

광 세기 측정부(210)는 도 1에 도시된 광 세기 측정 장치로서, 광원을 탈초점 방식으로 촬영하여 광원 이미지를

획득하고, 획득된 광원 이미지에서 광원의 위치(중심 위치)를 판별하고 광 세기를 측정한다.

[0065] 광원 거리 판별부(220)는 광원 정보 획득부(250)로부터 촬영된 광원에서 방사되는 광량 정보를 인가받고, 인가된 광량 정보와 광 세기 측정부(210)에서 획득된 광 세기를 이용하여 광원까지의 거리(r)를 계산한다.

[0066] 광원 각도 판별부(230)는 광 세기 측정부(210)에서 판별된 광원의 위치로부터 광원에 대한 방향 각도(θ , ϕ)를 계산한다. 광원 각도 판별부(230)는 광원의 위치(x, y, z) 정보로부터 방향 각도(θ , ϕ)를 수학적 7 및 8에 따라 획득할 수 있다.

수학적 7

[0067]
$$\theta = \arctan\left(\frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{z}\right)$$

수학적 8

[0068]
$$\phi = \begin{cases} \arctan\left(\frac{x}{y}\right), 0 < x \\ \arctan\left(\frac{x}{y}\right) + 180^\circ, x < 0 \end{cases}$$

[0069] 상대 위치 판별부(240)는 광원까지의 거리(r)와 광원에 대한 방향 각도(θ , ϕ)로부터 광원에 대한 위치 추정 장치의 상대 위치를 판별한다.

[0070] 광원 정보 획득부(250)는 광원과 통신을 수행하여 광원에 대한 식별자를 인가받고, 인가된 식별자를 이용하여 광원의 위치 정보를 판별한다. 광원 정보 획득부(250)는 정보 제공 서버에 접속하여, 광원이 배치된 실내에 대한 정보와 광원의 식별자에 따른 광원의 위치 정보를 인가받을 수 있다. 그러나 경우에 따라서 광원 정보 획득부(250)는 광원으로부터 직접 위치 정보를 획득할 수도 있다.

[0071] 그리고 광원 정보 획득부(250)는 광원의 광량 정보를 함께 획득하여 광원 거리 판별부(220)가 광원까지의 거리(r)를 계산할 수 있도록 광량 정보를 전달할 수 있다.

[0072] 여기서 광원 정보 획득부(250)는 광 세기 측정부(210)가 광원을 촬영하는 동안 광학 카메라 통신(Optical Camera Communication: 이하 OCC) 방식으로 광원과 통신을 수행할 수 있다. OCC에서는 일예로 신호 비트에 따라 광원이 점멸하는 일반적인 OOK 방식과, 주파수의 구분에 따른 UFSOOK(Under-sampled Frequency Shift On-Off Keying) 방식 등을 이용하여 광원과 광원 정보 획득부(250) 사이에 통신을 수행할 수 있다. 그러나 광원 정보 획득부(250)는 일반적인 RF 통신 방식 등을 이용하여 광원과 통신을 수행할 수도 있다. 광원 정보 획득부(250)는 광원과 통신을 수행하여 획득된 광원의 위치 정보를 위치 판별부(270)로 전달한다.

[0073] 센서부(260)는 다수의 센서를 포함하여 위치 추정 장치의 지향 방향 및 촬영 각도를 감지하여, 위치 판별부(270)로 전달한다. 센서부(260)는 일예로 지자기 센서, 가속도 센서 및 자이로 센서 등을 포함하여, 위치 추정 장치의 지향 방향 및 촬영 각도를 감지할 수 있다.

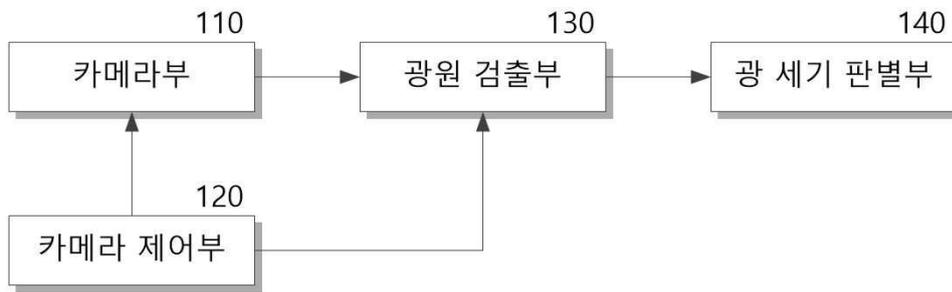
[0074] 위치 판별부(270)는 상대 위치 판별부(240)로부터 광원에 대한 위치 추정 장치의 상대 위치 정보를 인가받고, 광원 정보 획득부(250)로부터 광원의 위치 정보를 인가받으며, 센서부(260)로부터 위치 추정 장치의 지향 방향 및 촬영 각도 정보를 인가받아, 실내에서 위치 추정 장치의 위치를 판별한다.

[0075] 위치 판별부(270)는 광원의 위치 정보를 기준으로 지향 방향 및 촬영 각도 정보에 따라 보정된 위치 추정 장치의 상대 위치 정보를 적용하여 위치 추정 장치의 위치를 정확하게 파악할 수 있다.

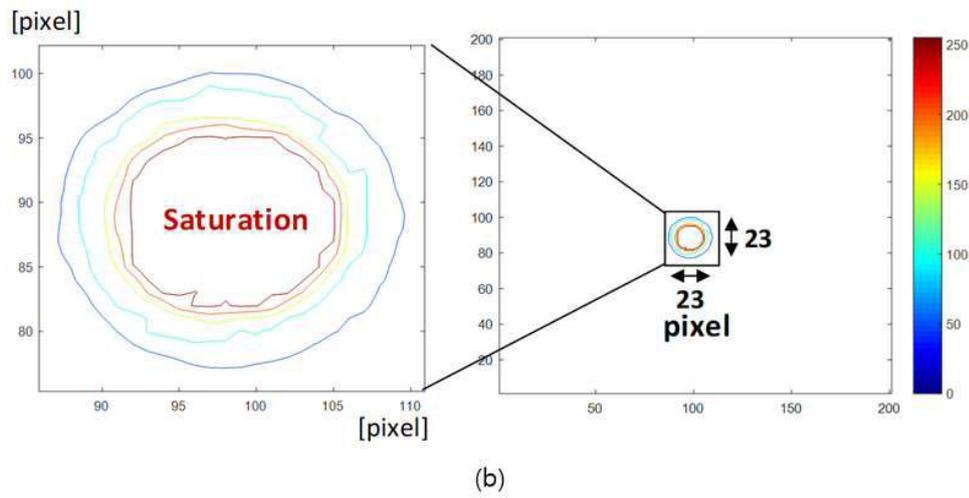
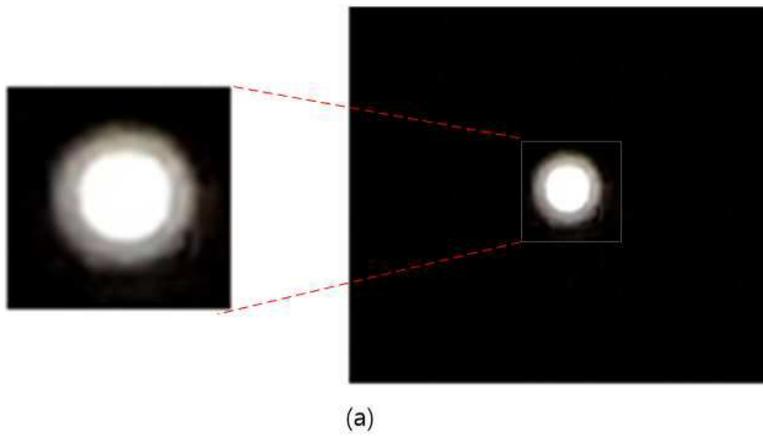
[0076] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 위치 추정 방법을 나타낸다.

도면

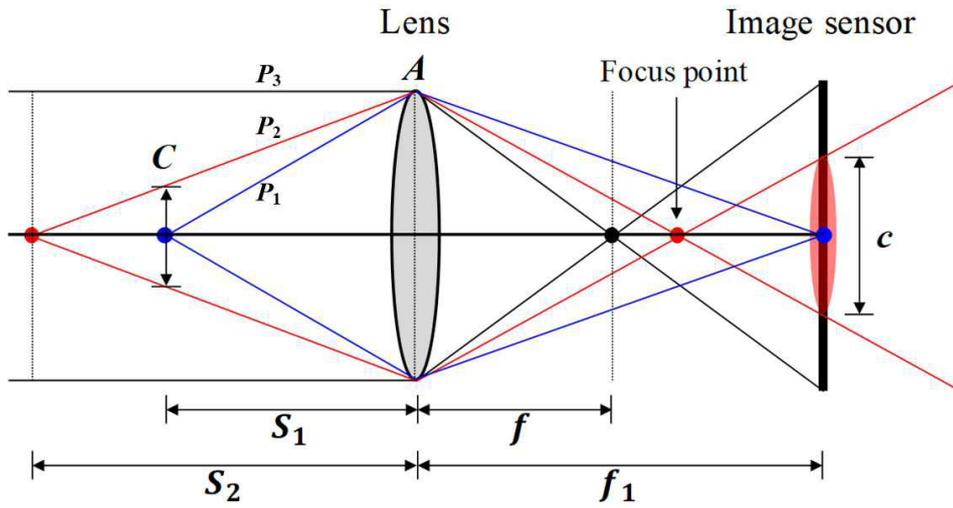
도면1



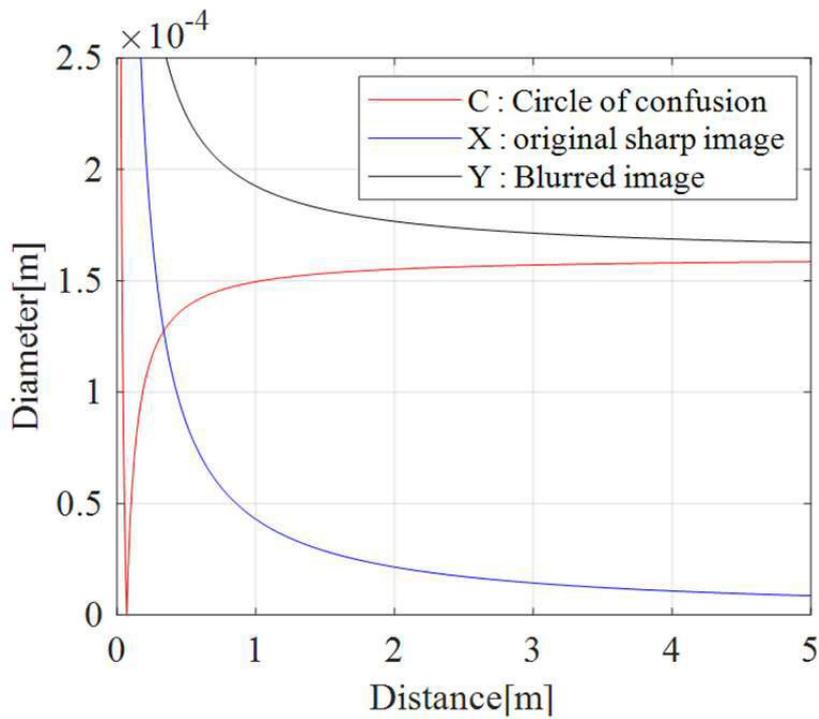
도면2



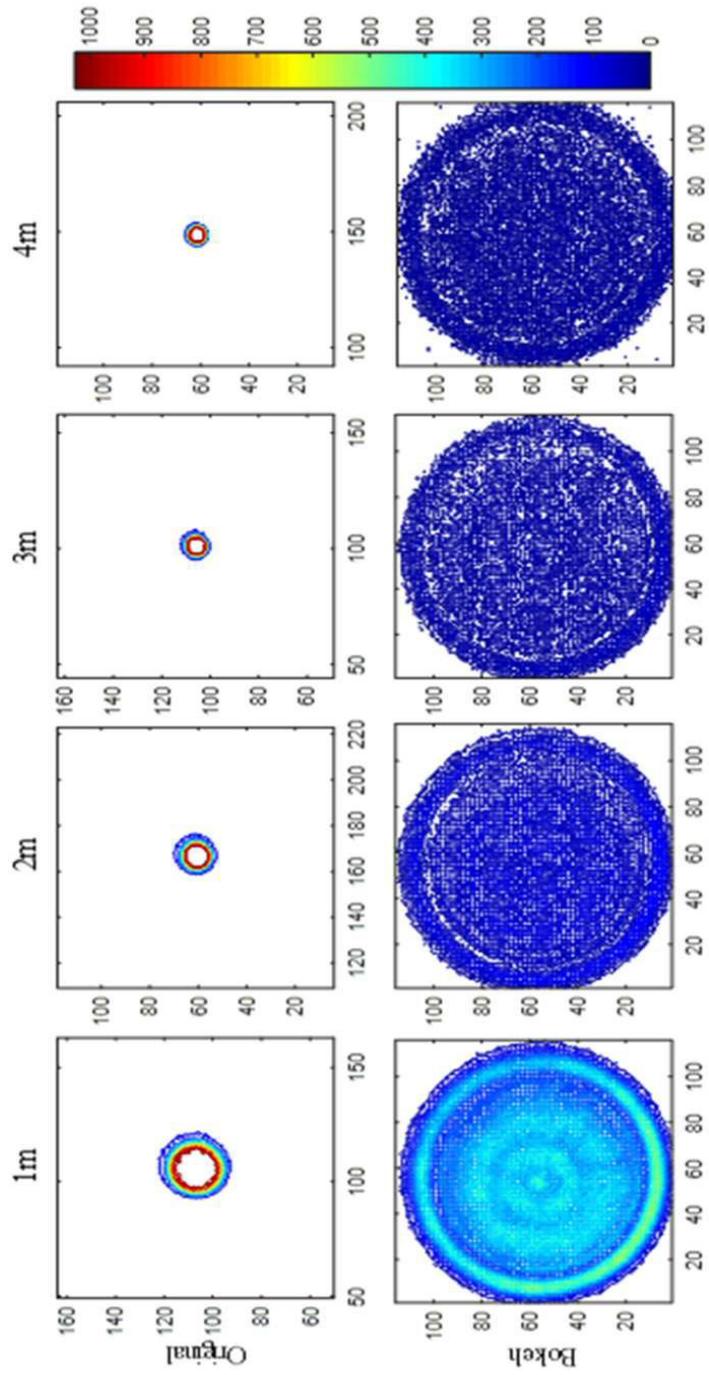
도면3



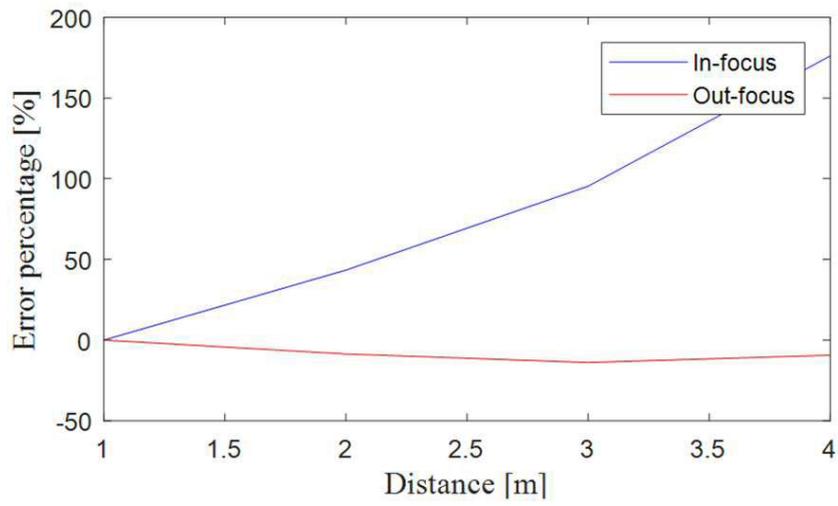
도면4



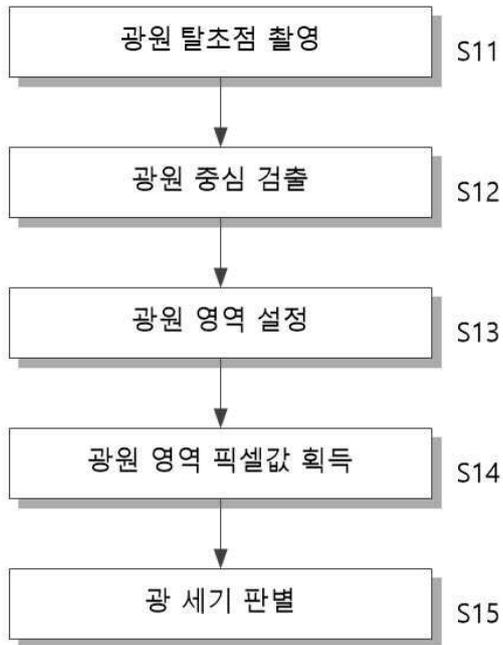
도면5



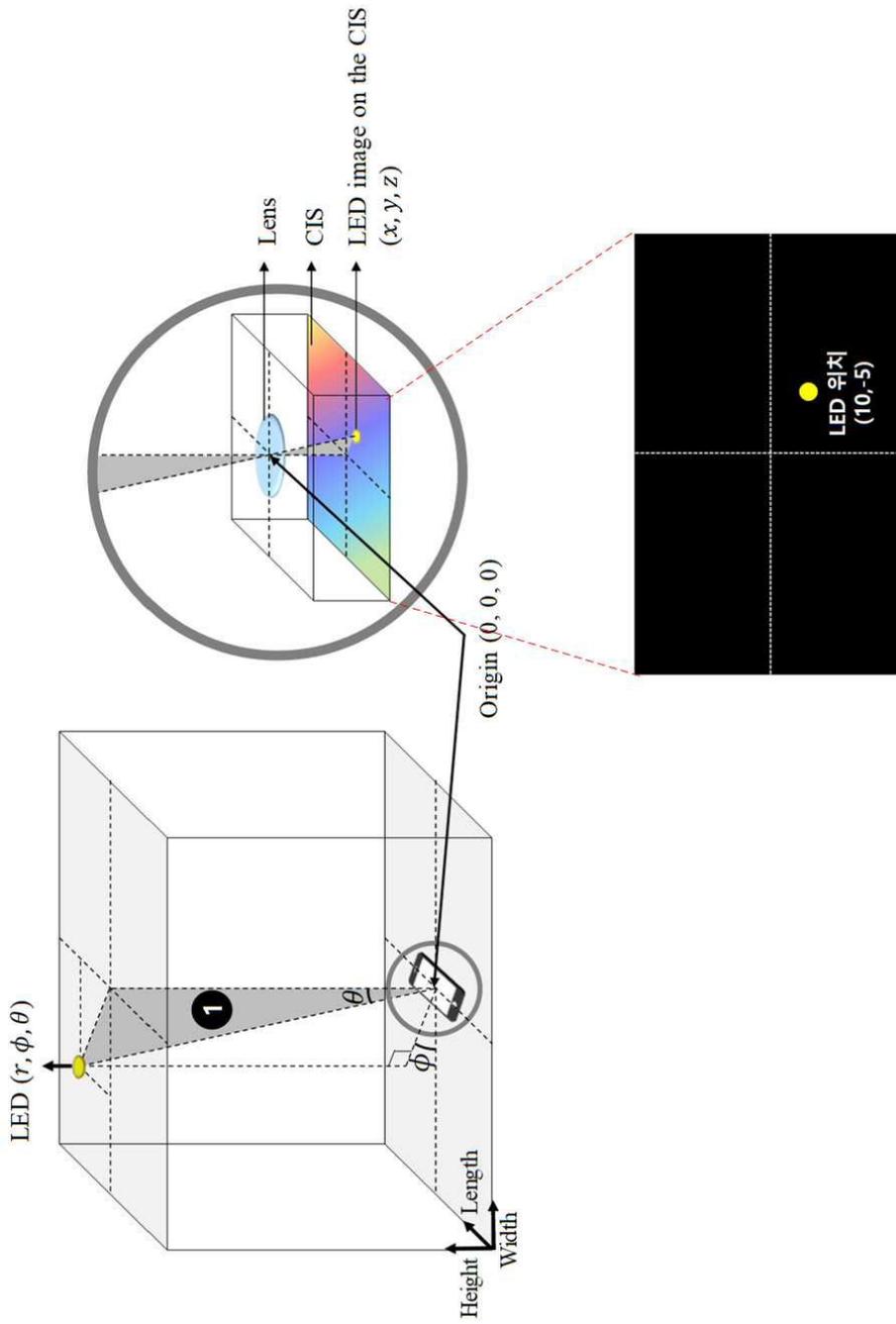
도면6



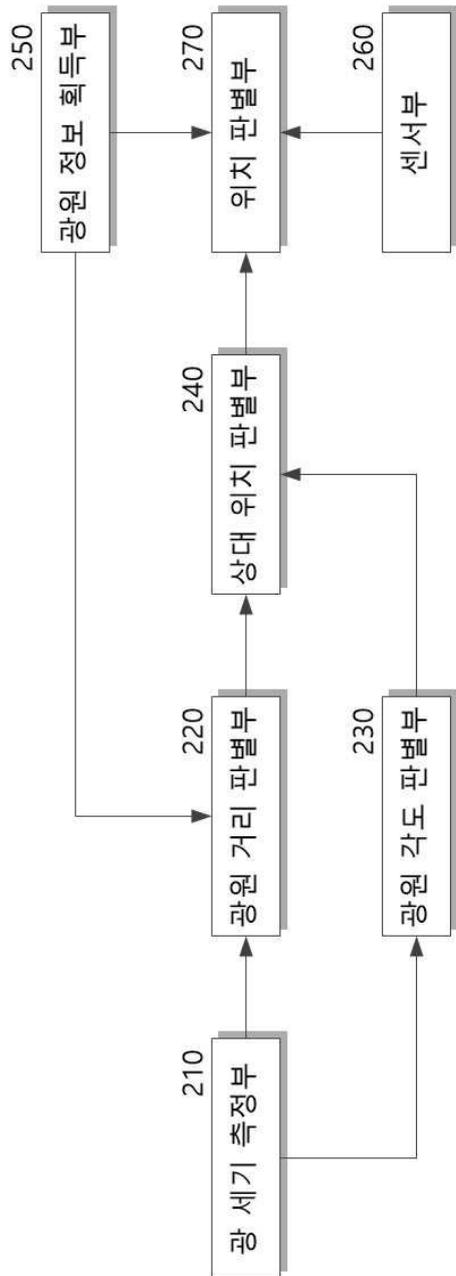
도면7



도면8



도면9



도면10

