(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0065968
(43) 공개일자 2025년05월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*G06T 7/80* (2017.01) *G06T 5/50* (2024.01)
*G06T 9/00* (2019.01)
(52) CPC특허분류
*G06T 7/80* (2017.01)
*G06T 5/50* (2024.01)
(21) 출원번호 10-2023-0151383
(22) 출원일자 2023년11월06일
심사청구일자 2023년11월06일

(71) 출원인
**고려대학교 산학협력단**
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
**설상훈**
서울특별시 강남구 언주로 117, 8-402
**김재현**
서울특별시 동대문구 무학로 202, 502호
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**김준석, 박민욱**

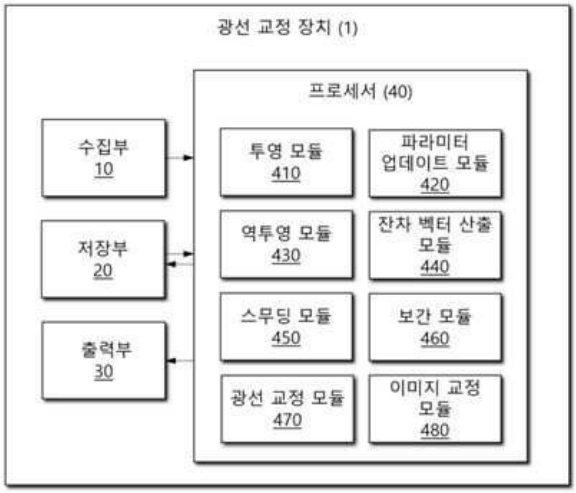
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **카메라 캘리브레이션을 이용한 광선 교정 장치 및 방법**

## (57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 의한 광선 교정 장치는 카메라 캘리브레이션을 이용한 광선 교정 장치에 관한 것으로, 백본 파라미터를 통해 카메라 캘리브레이션을 수행하는 백본 모델, 복수의 공간상 실제 3차원 좌표 및 이를 카메라로 촬영한 이미지상 실제 2차원 좌표를 수집하는 수집부, 실제 3차원 좌표를 백본 모델을 기반으로 투영하여 가상 2차원 좌표를 산출하는 투영 모듈, 가상 2차원 좌표 및 실제 2차원 좌표를 기초로 백본 파라미터를 업데이트하는 파라미터 업데이트 모듈, 실제 2차원 좌표를 업데이트된 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 역방향 투영하여 공간상 가상 광선을 산출하는 역투영 모듈 및 가상 광선과 실제 3차원 좌표간 잔차 벡터를 산출하는 잔차 벡터 산출 모듈을 포함할 수 있다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
*G06T 9/008* (2019.05)
(72) 발명자
**최태현**
서울특별시 동작구 상도로56길 10
**윤성욱**
서울특별시 성북구 안암로 69-1, 401호

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

카메라 캘리브레이션을 이용한 광선 교정 장치에 관한 것으로,

백본 파라미터를 통해 카메라 캘리브레이션을 수행하는 백본 모델;

복수의 공간상 실제 3차원 좌표 및 이를 카메라로 촬영한 이미지상 실제 2차원 좌표를 수집하는 수집부;

상기 실제 3차원 좌표를 상기 백본 모델을 기반으로 투영하여 가상 2차원 좌표를 산출하는 투영 모듈;

상기 가상 2차원 좌표 및 상기 실제 2차원 좌표를 기초로 상기 백본 파라미터를 업데이트하는 파라미터 업데이트 모듈;

상기 실제 2차원 좌표를 업데이트된 상기 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 역방향 투영하여 공간상 가상 광선을 산출하는 역투영 모듈; 및

상기 가상 광선과 상기 실제 3차원 좌표간 잔차 벡터를 산출하는 잔차 벡터 산출 모듈; 을 포함하는

광선 교정 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 잔차 벡터 산출 모듈은,

상기 실제 3차원 좌표에서 상기 가상 광선까지의 가장 짧은 경로를 상기 잔차 벡터로 산출하는 것을 특징으로 하는

광선 교정 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

산출된 복수의 상기 잔차 벡터를 평활화하는 스무딩 모듈; 을 더 포함하는

광선 교정 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

임의의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터는 상기 임의의 3차원 좌표의 주변에 위치하는 상기 실제 3차원 좌표에서 산출된 상기 잔차 벡터를 기초로 보간되는 보간 모듈; 을 더 포함하는

광선 교정 장치.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 임의의 3차원 좌표에서 보간된 상기 잔차 벡터를 기초로 수정한 수정 3차원 좌표를 업데이트된 상기 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 투영하여 수정 2차원 좌표를 산출하는 이미지 교정 모듈; 을 더 포함하는

광선 교정 장치.

### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 가상 광선상의 복수의 3차원 좌표를 추출하여, 상기 복수의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 기초로 광선을 교정하는 광선 교정 모듈; 을 더 포함하는

광선 교정 장치.

**청구항 7**

제4항에 있어서,

상기 보간 모듈은,

인버스 거리 가중법을 이용하여 상기 임의의 3차원 좌표에서의 상기 잔차 벡터를 보간하는 것을 특징으로 하는

광선 교정 장치.

**청구항 8**

제4항에 있어서,

상기 보간 모듈은,

보간에 이용할 상기 잔차 벡터의 수에 관하여 기준을 미리 설정하고,

상기 잔차 벡터 산출 모듈에서 산출한 상기 잔차 벡터들의 크기 평균을 계산하여 상기 크기 평균이 기설정 값 이상인 경우, 미리 설정된 기준 이하의 잔차 벡터를 이용하고, 상기 크기 평균이 기설정 값 미만인 경우, 미리 설정된 기준 초과의 잔차 벡터를 이용하는 것을 특징으로 하는

광선 교정 장치.

**청구항 9**

백본 파라미터를 통해 카메라 캘리브레이션을 수행하는 백본 모델을 이용하는 광선 교정 방법에 관한 것으로,

복수의 공간상 실제 3차원 좌표 및 이를 카메라로 촬영한 이미지상 실제 2차원 좌표를 수집하는 수집 단계;

상기 실제 3차원 좌표를 상기 백본 모델을 기반으로 투영하여 가상 2차원 좌표를 산출하는 투영 단계;

상기 가상 2차원 좌표 및 상기 실제 2차원 좌표를 기초로 상기 백본 파라미터를 업데이트하는 파라미터 업데이트 단계;

상기 실제 2차원 좌표를 업데이트된 상기 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 역방향 투영하여 공간상 가상 광선을 산출하는 역투영 단계; 및

상기 가상 광선과 상기 실제 3차원 좌표간 잔차 벡터를 산출하는 잔차 벡터 산출 단계; 를 포함하는

광선 교정 방법.

**청구항 10**

제9항에 있어서,

상기 잔차 벡터 산출 단계는,

상기 실제 3차원 좌표에서 상기 가상 광선까지의 가장 짧은 경로를 상기 잔차 벡터로 산출하는 것을 특징으로 하는

광선 교정 방법.

**청구항 11**

제9항에 있어서,

산출된 복수의 상기 잔차 벡터를 평활화하는 스무딩 단계; 를 더 포함하는

광선 교정 방법.

**청구항 12**

제9항에 있어서,

임의의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터는 상기 임의의 3차원 좌표의 주변에 위치하는 상기 실제 3차원 좌표에서 산출된 상기 잔차 벡터를 기초로 보간되는 보간 단계; 를 더 포함하는

광선 교정 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 임의의 3차원 좌표에서 보간된 상기 잔차 벡터를 기초로 수정한 수정 3차원 좌표를 업데이트된 상기 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 투영하여 수정 2차원 좌표를 산출하는 이미지 교정 단계; 를 더 포함하는

광선 교정 방법.

**청구항 14**

제12항에 있어서,

상기 가상 광선상의 복수의 3차원 좌표를 추출하여, 상기 복수의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 기초로 광선을 교정하는 광선 교정 단계; 를 더 포함하는

광선 교정 방법.

**청구항 15**

제12항에 있어서,

상기 보간 단계는,

인버스 거리 가중법을 이용하여 상기 임의의 3차원 좌표에서의 상기 잔차 벡터를 보간하는 것을 특징으로 하는

광선 교정 방법.

**청구항 16**

제12항에 있어서,

상기 보간 단계는,

보간에 이용할 상기 잔차 벡터의 수에 관하여 기준을 미리 설정하고,

상기 잔차 벡터 산출 단계에서 산출한 상기 잔차 벡터들의 크기 평균을 계산하여 상기 크기 평균이 기설정 값 이상인 경우, 미리 설정된 기준 이하의 잔차 벡터를 이용하고, 상기 크기 평균이 기설정 값 미만인 경우, 미리 설정된 기준 초과의 잔차 벡터를 이용하는 것을 특징으로 하는

광선 교정 방법.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 카메라 캘리브레이션을 이용한 광선 교정 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 카메라 캘리브레이션을 통해 산출한 3차원 잔차 벡터를 이용하여 근중앙 카메라의 광선을 교정하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

## 배 경 기 술

[0002] 카메라로 촬영한 2차원의 이미지를 기초로, 카메라의 위치, 방향, 사용된 렌즈, 렌즈와 이미지 센서간 거리, 렌즈와 이미지 센서가 이루는 각 등의 정보를 이용하여 실제 3차원의 점들이 이미지상 위치하는 지점을 기하학적으로 계산할 수 있다. 여기서 계산에 활용되는 위치, 방향, 거리 등의 정보를 카메라 내/외부 변수로 통칭할 수 있으며 이들을 계산하는 과정을 카메라 캘리브레이션 기술로 정의할 수 있다.

[0003] 기존 카메라 캘리브레이션 기술들은 주로, 격자 무늬 또는 특수한 형태의 패턴을 다양한 각도와 다수의 이미지로 재투영 오차(reprojection error)를 최소화하는 방식 등을 활용하고 있다.

[0004] 다만, 이러한 기존의 캘리브레이션 방법들은 측정 유효 거리가 증가할수록 잡음 또는 블러(blur)로 인해 정확도가 매우 떨어지고, 관측점들을 많이 필요로 하여 다양한 각도와 거리에서 촬영을 요구되며 계산량이 증가한다는 단점이 있었다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-2389804호 ("카메라 캘리브레이션 방법 및 카메라 캘리브레이션 장치", 공개일자: 2021.07.28)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 광선 교정 장치 및 방법은, 카메라 캘리브레이션 백본 모델을 이용하여 투영 및 역방향 투영을 통해 광선과 3차원 좌표간 잔차 벡터를 산출하고, 이를 통해 광선을 교정하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예에 의한 광선 교정 장치는 카메라 캘리브레이션을 이용한 광선 교정 장치에 관한 것으로, 백본 파라미터를 통해 카메라 캘리브레이션을 수행하는 백본 모델, 복수의 공간상 실제 3차원 좌표 및 이를 카메라로 촬영한 이미지상 실제 2차원 좌표를 수집하는 수집부, 실제 3차원 좌표를 백본 모델을 기반으로 투영하여 가상 2차원 좌표를 산출하는 투영 모듈, 가상 2차원 좌표 및 실제 2차원 좌표를 기초로 백본 파라미터를 업데이트하는 파라미터 업데이트 모듈, 실제 2차원 좌표를 업데이트된 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 역방향 투영하여 공간상 가상 광선을 산출하는 역투영 모듈 및 가상 광선과 실제 3차원 좌표간 잔차 벡터를 산출하는 잔차 벡터 산출 모듈을 포함할 수 있다.

[0008] 또한, 일 실시예에 따라서, 잔차 벡터 산출 모듈은, 실제 3차원 좌표에서 상기 가상 광선까지의 가장 짧은 경로를 잔차 벡터로 산출하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0009] 또한, 일 실시예에 따라서, 산출된 복수의 잔차 벡터를 평활화하는 스무딩 모듈을 더 포함 할 수 있다.

[0010] 또한, 일 실시예에 따라서, 임의의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터는 임의의 3차원 좌표의 주변에 위치하는 실제 3차원 좌표에서 산출된 잔차 벡터를 기초로 보간되는 보간 모듈을 더 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 일 실시예에 따라서, 임의의 3차원 좌표에서 보간된 잔차 벡터를 기초로 수정한 수정 3차원 좌표를 업데이트된 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 투영하여 수정 2차원 좌표를 산출하는 이미지 교정 모듈을 더 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 일 실시예에 따라서, 가상 광선상의 복수의 3차원 좌표를 추출하여, 복수의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 기초로 광선을 교정하는 광선 교정 모듈을 더 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 일 실시예에 따라서, 보간 모듈은, 인버스 거리 가중법을 이용하여 임의의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 보간하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0014] 또한, 일 실시예에 따라서, 보간 모듈은, 보간에 이용할 잔차 벡터의 수에 관하여 기준을 미리 설정하고, 잔차

벡터 산출 모듈에서 산출한 잔차 벡터들의 크기 평균을 계산하여 크기 평균이 기설정 값 이상인 경우, 미리 설정된 기준 이하의 잔차 벡터를 이용하고, 크기 평균이 기설정 값 미만인 경우, 미리 설정된 기준 초과의 잔차 벡터를 이용하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 실시예에 의한 광선 교정 방법은 백본 파라미터를 통해 카메라 캘리브레이션을 수행하는 백본 모델을 이용하는 광선 교정 방법에 관한 것으로, 복수의 공간상 실제 3차원 좌표 및 이를 카메라로 촬영한 이미지상 실제 2차원 좌표를 수집하는 수집 단계, 실제 3차원 좌표를 백본 모델을 기반으로 투영하여 가상 2차원 좌표를 산출하는 투영 단계, 가상 2차원 좌표 및 실제 2차원 좌표를 기초로 백본 파라미터를 업데이트하는 파라미터 업데이트 단계, 실제 2차원 좌표를 업데이트된 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 역방향 투영하여 공간상 가상 광선을 산출하는 역투영 단계 및 가상 광선과 실제 3차원 좌표간 잔차 벡터를 산출하는 잔차 벡터 산출 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 일 실시예에 따라서, 잔차 벡터 산출 단계는, 실제 3차원 좌표에서 가상 광선까지의 가장 짧은 경로를 잔차 벡터로 산출하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 또한, 일 실시예에 따라서, 산출된 복수의 잔차 벡터를 평활화하는 스무딩 단계를 더 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 일 실시예에 따라서, 임의의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터는 임의의 3차원 좌표의 주변에 위치하는 실제 3차원 좌표에서 산출된 잔차 벡터를 기초로 보간되는 보간 단계를 더 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 일 실시예에 따라서, 임의의 3차원 좌표에서 보간된 잔차 벡터를 기초로 수정한 수정 3차원 좌표를 업데이트된 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 투영하여 수정 2차원 좌표를 산출하는 이미지 교정 단계를 더 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 일 실시예에 따라서, 가상 광선상의 복수의 3차원 좌표를 추출하여, 복수의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 기초로 광선을 교정하는 광선 교정 단계를 더 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 일 실시예에 따라서, 보간 단계는, 인버스 거리 가중법을 이용하여 임의의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 보간하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 또한, 일 실시예에 따라서, 보간 단계는, 보간에 이용할 잔차 벡터의 수에 관하여 기준을 미리 설정하고, 잔 벡터 산출 단계에서 산출한 잔차 벡터들의 크기 평균을 계산하여 크기 평균이 기설정 값 이상인 경우, 미리 설정된 기준 이하의 잔차 벡터를 이용하고, 크기 평균이 기설정 값 미만인 경우, 미리 설정된 기준 초과의 잔차 벡터를 이용하는 것을 특징으로 할 수 있다.

## *발명의 효과*

[0023] 본 발명의 일 실시예에 의한 광선 교정 장치 및 방법에 따르면, 3차원 공간상 잔차 벡터를 산출을 통해 빠르고 정확한 광선 교정을 제공할 수 있는 효과가 있다.

## *도면의 간단한 설명*

[0024] 도 1은 일 실시예에 따른 광선 교정 장치의 블록도이다.

도 2 내지 도 4는 일 실시예에 따른 잔차 벡터 산출 과정을 나타낸 도면이다.

도 5는 일 실시예에 따른 잔차 벡터와 이의 평활화된 모습을 도시한 도면이다.

도 6 내지 도 8은 일 실시예에 따른 이미지 및 광선 교정 과정을 나타낸 도면이다.

도 9는 일 실시예에 따른 광선 교정 방법의 순서도이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0025] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0026] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0027] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[0028] 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 있음을 의미한다. 또한, 명세서에서 사용되는 "부", "모듈", "유닛" 등의 용어는 적어도 하나의 기능 또는 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소, 또는 소프트웨어와 하드웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 그렇지만 "부", "모듈", "유닛" 등의 용어가 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. "부", "모듈", "유닛" 등은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 ""부", "모듈", "유닛" 등의 용어는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다.

[0029] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략한다. “제1", "제2" 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성 요소들은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는" 이라는 용어는 복수의 관련된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 항목들 중의 어느 하나의 항목을 포함한다.

[0030] 본 명세서에 설명된 다양한 시스템, 장치, 저장 매체, 모듈 및 기구는 전용 연산 디바이스, 또는 하나 이상의 전용 연산 디바이스의 하나 이상의 연산 칩에서 구현될 수도 있다.

[0032] 이하, 본 발명의 카메라 캘리브레이션을 이용한 광선 교정 장치 및 방법에 관하여 설명하도록 한다.

[0033] 본 발명의 광선 교정 장치(1)는 백본 파라미터를 통해 카메라 캘리브레이션을 수행하는 백본 모델을 포함할 수 있다. 또한, 광선 교정 장치(1)는 복수의 실제 3차원 좌표 및 이를 카메라로 촬영한 이미지상 실제 2차원 좌표를 수집할 수 있다. 또한, 광선 교정 장치(1)는 실제 3차원 좌표를 백본 모델을 기반으로 투영하여 가상 2차원 좌표를 산출할 수 있다. 또한, 광선 교정 장치(1)는 가상 2차원 좌표 및 실제 2차원 좌표를 기초로 백본 파라미터를 업데이트할 수 있다. 또한, 광선 교정 장치(1)는 실제 2차원 좌표를 업데이트된 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 역방향 투영하여 공간상 가상 광선을 산출할 수 있다. 또한, 광선 교정 장치(1)는 가상 광선과 실제 3차원 좌표간 잔차 벡터를 산출할 수 있다.

[0034] 일 실시예에 의하면, 본 발명의 광선 교정 장치(1)는 근중앙 카메라 환경에서 활용될 수 있다.

[0035] 근중앙 카메라 환경은 핀홀(pinhole) 카메라 쉴드, 어안 렌즈가 적용된 카메라 시스템 및/혹은 전방향 카메라 시스템 등에서 발생할 수 있다. 예를 들어, 근중앙 카메라 환경은 핀홀 카메라 앞에 평면, 곡면, 불균일한 모양 중 하나 이상의 모양으로 형성될 수 있는 쉴드가 위치하는 카메라 시스템에서 발생할 수 있으며, 특히 불균일한 모양은 외부 압력 또는 열로 인해 쉴드의 외부가 변형이 된 환경에서 발생할 수 있다. 또한, 근중앙 카메라 환경은 어안 렌즈가 적용된 카메라 시스템 및 전방향 카메라 시스템에서 렌즈와 광축이 외부 충격 등에 의해 틀어진 상황에서 발생할 수 있다.

[0036] 또한, 본 발명의 광선 교정 장치(1)는 백본 모델을 포함하여 활용할 수 있다.

[0037] 본 발명에서 활용되는 백본 모델은 백본 파라미터를 갖고, 이를 통해 카메라 캘리브레이션을 수행할 수 있는 모델일 수 있다. 백본 모델은 기존에 활용되고 있는 다양한 방법의 카메라 캘리브레이션 방법을 활용하여 카메라 캘리브레이션을 수행할 수 있다. 여기서 카메라 캘리브레이션 방법은 파라미터를 통해 공간상의 3차원 점들이

카메라 촬영에 의한 2차원 이미지 상에서 어느 위치에 위치하는지 계산하기 위한 변수를 계산하는 방법으로, 기존에 활용되는 일반적인 캘리브레이션 방법을 포함할 수 있다.

[0038] 본 발명에서 활용되는 백본 모델은 후술할 프로세서(40)상에서 카메라 캘리브레이션을 수행할 수 있다.

[0039] 일 실시예에 의하면, 본 발명에서 활용되는 백본 모델의 백본 파라미터는 공장 초기화된 상태로 활용될 수 있다.

[0040] 도 1은 일 실시예에 의한 광선 교정 장치(1)의 블록도이다.

[0041] 도 1의 실시예에 의하면, 광선 교정 장치(1)는 수집부(10), 저장부(20), 출력부(30) 및 프로세서(40)를 포함할 수 있다.

[0042] 수집부(10)는 복수의 공간상 실제 3차원 좌표 및 이를 카메라로 촬영한 이미지상 실제 2차원 좌표를 수집할 수 있다.

[0043] 수집부(10)는 복수의 공간상 실제 3차원 좌표를 수집할 수 있다. 일 실시예에 의하면, 공간상 3차원 좌표는 레이저(laser)를 이용하여 수집된 좌표일 수 있다. 또한, 3차원 좌표는 (x,y,z)로 측정 및 표현될 수 있다. 예를 들어, 공간상에 위치하는 촬영 대상체에 포함된 어느 한 점의 좌표를 레이저를 이용하여 수집하고 이는 (3,3,3)과 같은 (x,y,z)좌표로 표현될 수 있다. 다만, 본 발명의 3차원 좌표를 수집하는 방법 및 이를 측정, 표현하는 방법은 전술한 실시예에 한하는 것은 아니며, 일반적으로 활용될 수 있는 다양한 방법이 적용될 수 있다.

[0044] 수집부(10)는 공간상 실제 3차원 좌표를 카메라로 촬영한 이미지상 실제 2차원 좌표를 수집할 수 있다. 구체적으로, 공간상 3차원 좌표에 대응하는 대상체를 촬영하였을 때 대상체가 촬영된 2차원 이미지상에 나타나는 위치를 실제 2차원 좌표로 수집할 수 있다. 일 실시예에 의하면, 이미지상 2차원 좌표는 (x,y)로 측정 및 표현될 수 있다. 예를 들어, 공간상에 위치하는 촬영 대상체를 카메라로 촬영한 경우, 실제 3차원 좌표 (3,3,3)에 위치하는 촬영 대상체의 일 부분이 촬영 이미지상에 위치를 (2,4)와 같은 좌표로 수집할 수 있다. 다만, 본 발명의 2차원 좌표를 측정, 표현하는 방법은 전술한 실시예에 한하는 것은 아니며, 일반적으로 활용될 수 있는 다양한 방법이 적용될 수 있다.

[0045] 저장부(20)는 수집부(10) 및 프로세서(40) 등에서 수집되거나 산출되는 정보를 저장할 수 있다. 구체적으로, 저장부(20)는 수집부(10)에서 수집되거나, 프로세서(40)의 처리 과정에서 필요하거나, 프로세서(40)의 처리 과정에서 생성되거나 프로세서(40)의 처리 결과에 따른 데이터를 일시적으로 또는 비일시적으로 저장할 수 있다.

[0046] 예를 들어, 저장부(20)는 수집부(10)에서 수집한 공간상 3차원 좌표 및 이에 대응되는 이미지상 2차원 좌표 등을 저장할 수 있다. 또한, 후술할 프로세서(40)에서 산출되는 업데이트된 파라미터, 잔차 벡터 등을 저장할 수 있다. 또한, 저장부(20)는 백본 모델과 관련된 카메라 캘리브레이션 과정상의 정보 등을 저장할 수 있다.

[0047] 저장부(20)는 주기억장치 및 보조기억장치 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 주기억장치는 예를 들어, 롬(ROM) 및/또는 램(RAM)과 같은 반도체 저장 매체를 이용하여 구현된 것일 수 있고, 보조기억장치는, 플래시 메모리 장치(솔리드 스테이트 드라이브(SSD, Solid State Drive) 등), SD(Secure Digital) 카드, 하드 디스크 드라이브(HDD, Hard Disc Drive), 콤팩트 디스크, 디브이디(DVD) 또는 레이저 디스크 등과 같이 데이터를 영구적 또는 반영구적으로 저장 가능한 장치를 기반으로 구현될 수 있다.

[0048] 출력부(30)는 카메라 캘리브레이션의 동작에 따른 산출물 내용을 출력할 수 있다. 출력부(30)는 저장부(20) 및/혹은 프로세서(40)로부터 정보 및 신호를 전달받아 내부의 다른 구성 및/혹은 외부로 전달할 수 있다.

[0049] 출력부(30)는 후술할 프로세서(40)의 산출물(일례로 잔차 벡터, 교정 광선 등)을 외부로 시각적 또는 청각적으로 출력할 수 있다. 출력부(30)는, 예를 들어, 디스플레이, 프린터 장치, 스피커 장치, 영상 출력 단자, 데이터 입출력 단자 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 필요에 따라 출력부(30)는 입력부와 일체형으로 마련되는 것도 가능하다.

[0050] 프로세서(40)는 수집부(10), 저장부(20) 및 출력부(30)와 정보를 주고 받을 수 있다. 예를 들어 수집부(10) 및/혹은 저장부(20)로부터 공간상 3차원 좌표 및 이에 대응되는 이미지상 2차원 좌표에 관한 정보를 전달 받을 수 있으며, 출력부(30)로 교정된 광선에 관한 정보를 전달할 수도 있다.

[0051] 프로세서(40)는 실제 3차원 좌표를 백본 모델을 기반으로 투영하여 가상 2차원 좌표를 산출할 수 있다. 또한, 프로세서(40)는 가상 2차원 좌표 및 실제 2차원 좌표를 기초로 백본 파라미터를 업데이트할 수 있다. 또한, 프로세서(40)는 실제 2차원 좌표를 업데이트된 백본 파라미터를 갖는 백몬 모델을 기반으로 역방향 투영하여 공간

상 가상 광선을 산출할 수 있다. 또한, 가상 광선과 실제 3차원 좌표간 잔차 벡터를 산출할 수 있다. 또한, 프로세서(40)는 산출된 복수의 잔차 벡터를 평활화할 수 있다. 또한, 프로세서(40)에서 임의의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터는 임의의 3차원 좌표의 주변에 위치하는 실제 3차원 좌표에서 산출된 잔차 벡터를 기초로 보간될 수 있다. 또한, 프로세서(40)는 임의의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 기초로 보간한 수정 3차원 좌표를 업데이트된 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 투영하여 수정 2차원 좌표를 산출할 수 있다. 또한, 프로세서(40)는 가상 광선상의 복수의 3차원 좌표를 추출하여, 복수의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 기초로 광선을 교정할 수 있다.

[0052] 프로세서(40)는, 중앙 처리 장치(CPU: Central Processing Unit), 그래픽 처리 장치(GPU: Graphic Processing Unit), 마이크로 컨트롤러 유닛(MCU: Micro Controller Unit), 애플리케이션 프로세서(AP: Application Processor), 전자 제어 유닛(ECU: Electronic Controlling Unit), 마이컴(Micom: Micro Processor) 또는 이외 각종 연산 및 제어 처리를 수행할 수 있는 적어도 하나의 전자 장치 등을 하나 이상 포함할 수 있다. 이들 처리 또는 제어 장치는, 예를 들어, 하나 또는 둘 이상의 반도체 칩, 회로 또는 관련 부품 등을 단독으로 이용하거나 조합하여 구현된 것일 수도 있다. 다만 이에 한정되는 것은 아니며 정보를 처리할 수 있는 다양한 장치에 의해 구현될 수 있다.

[0053] 프로세서(40)는 투영 모듈(410), 파라미터 업데이트 모듈(420), 역투영 모듈(430), 잔차 벡터 산출 모듈(440), 스무딩 모듈(450), 보간 모듈(460), 광선 교정 모듈(470) 및 이미지 교정 모듈(480)을 포함할 수 있다.

[0054] 도 2를 참조하여 투영 모듈(410)에 관하여 설명하도록 한다.

[0055] 투영 모듈(410)은 실제 3차원 좌표를 백본 모델을 기반으로 투영하여 가상 2차원 좌표를 산출할 수 있다. 투영 모듈(410)은 수집부(10)로부터 실제 3차원 좌표를 전달 받을 수 있다. 또한, 투영 모듈(410)은 백본 모듈을 기반으로 전달받은 실제 3차원 좌표를 이미지 상에 투영하였을 때 이미지상에 나타나는 가상의 좌표인 가상 2차원 좌표를 산출할 수 있다. 이는 실제로 촬영한 것이 아닌 백본 모델의 백본 파라미터를 통해 계산되어 산출된 가상의 좌표이기 때문에 해당 촬영 이미지상의 실제 3차원 좌표에 대응되는 실제 2차원 좌표와는 차이가 있을 수 있다. 도 2의 예시를 참조하여 설명하면, 실제 3차원 좌표(A1)에 대해서 카메라로 촬영하는 경우, 실제 3차원 좌표(A1)에서의 광선은 유리로 인하여 굴절되어 이미지상에 실제 2차원 좌표(B1)에 위치되게 된다. 반면, 실제 3차원 좌표(A1)를 백본 모듈을 기반으로 투영하는 경우, 실제 렌즈로 인한 굴절과는 차이가 있어 실제 2차원 좌표(B1)와는 다른 위치에 가상 2차원 좌표(B2)가 산출될 수 있다.

[0056] 투영 모듈(410)은 복수의 실제 3차원 좌표에 대해 이에 대응하는 가상 2차원 좌표를 각각 산출할 수 있다. 따라서, 실제 3차원 좌표에 대해 이에 대응하는 실제 2차원 좌표 및 가상 2차원 좌표가 모두 존재할 수 있다.

[0057] 파라미터 업데이트 모듈(420)은 가상 2차원 좌표 및 실제 2차원 좌표를 기초로 백본 파라미터를 업데이트할 수 있다. 구체적으로, 파라미터 업데이트 모듈(420)은 어느 하나의 실제 3차원 좌표에 대한 가상 2차원 좌표 및 동일한 실제 3차원 좌표에 대한 실제 2차원 좌표를 기초로 백본 모델의 백본 파라미터를 업데이트할 수 있다. 이는 백본 모델의 카메라 캘리브레이션 방법에 의해 이루어질 수 있다. 일 실시예에 의하면, 파라미터 업데이트 모듈(420)은 실제 2차원 좌표 및 가상 2차원 좌표의 차이를 줄이는 방향으로 백본 파라미터를 업데이트할 수 있다.

[0058] 도 3을 참조하여 역투영 모듈(430)에 관하여 설명하도록 한다.

[0059] 역투영 모듈(430)은 실제 2차원 좌표를 업데이트된 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 역방향 투영하여 공간상 가상 광선을 산출할 수 있다. 구체적으로, 역투영 모듈(430)은 전술한 파라미터 업데이트 모듈(420)에 의해 백본 파라미터가 업데이트된 백본 모듈을 기반으로 하여 실제 2차원 좌표를 역방향 투영하여 가상 광선을 산출할 수 있다. 여기서 역방향 투영은 이미지상의 2차원 좌표로부터 3차원 공간상의 광선으로 추정하는 것으로, 2차원 좌표와 백본 모델의 백본 파라미터를 기초로 수행될 수 있다. 일 실시예에 의하면 이는 3차원 좌표를 2차원 좌표로 나타내는 백본 파라미터의 역함수를 적용하여 수행될 수 있으며, 이외에도 기존에 활용되는 역방향 투영 방법들이 제한없이 활용될 수 있다. 도 3의 실시예를 참조하여 설명하면, 실제 2차원 좌표(B1)로부터 백본 모델을 기반으로 역방향 투영하여 공간상의 가상 광선(C1)을 산출할 수 있다.

[0060] 도 4를 참조하여 잔차 벡터 산출 모듈(440)에 관하여 설명하도록 한다.

[0061] 잔차 벡터 산출 모듈(440)은 가상 광선과 실제 3차원 좌표간 잔차 벡터를 산출할 수 있다. 잔차 벡터 산출 모듈(440)은 실제 2차원 좌표로부터 역방향 투영을 통해 산출된 가상 광선과, 동일한 실제 2차원 좌표에 대응되는 실제 3차원 좌표 사이의 잔차 벡터를 산출할 수 있다. 도 4의 실시예를 참조하면, 잔차 벡터 산출 모듈(440)은

도면과 같이 실제 2차원 좌표(B1)로부터 백본 모델을 기반으로 산출된 가상 광선(C1)과, 동일한 실제 2차원 좌표(B1)에 대응되는 실제 3차원 좌표(A1) 사이의 잔차 벡터를 구할 수 있다.

[0062] 일 실시예에 의하면, 잔차 벡터 산출 모듈(440)은 가상 광선과 실제 3차원 좌표의 잔차 벡터를 산출하는 경우, 실제 3차원 좌표에서 상기 가상 광선까지의 가장 짧은 경로를 잔차벡터로 산출할 수 있다. 이는 도 4를 참조하면 명확히 이해될 수 있다. 또한, 이 경우, 잔차 벡터의 크기는 광선과 좌표 사이의 거리를 구하는 방법에 의해 산출될 수 있다.

[0063] 도 5를 참조하여 스무딩 모듈(450)에 관하여 설명하도록 한다.

[0064] 스무딩 모듈(450)은 산출된 복수의 잔차 벡터를 평활화할 수 있다. 잔차 벡터 산출 모듈(440)에 의해 산출된 복수의 잔차 벡터는 잡음이나 블러 현상으로 인해 방향이 매우 자의적이므로 잔차 벡터를 평활화하는 것이 필요할 수 있다. 도 5를 참조하여 설명하면, 도 5의 a는 산출된 복수의 실제 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 나타낸 도면이고, b는 이들 잔차 벡터를 평활화한 모습을 나타낸 도면이다.

[0065] 일 실시예에 의하면, 스무딩 모듈(450)은 가우시안 프로세싱 회귀(Gaussian processing regression)를 이용하여 잔차 벡터를 평활화할 수 있다. 구체적으로 스무딩 모듈(450)은 복수의 잔차 벡터를 각 방향별로 (dx,dy,dz) 가우시안 프로세싱 회귀를 이용하여 평활화할 수 있다.

[0066] 도 6을 참조하여 보간 모듈(460)에 관하여 설명하도록 한다.

[0067] 보간 모듈(460)에서 임의의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터는 임의의 3차원 좌표의 주변에 위치하는 실제 3차원 좌표에서 산출된 잔차 벡터를 기초로 보간될 수 있다. 보간 모듈(460)은 잔차 벡터를 구하지 않은 임의의 3차원 좌표에 대하여, 임의의 3차원 좌표의 잔차 벡터를 구하기 위해 해당 임의의 3차원 좌표 주변의 잔차 벡터가 산출된 복수의 실제 3차원 좌표들을 이용할 수 있다. 도 6의 실시예를 참조하면, 임의의 3차원 좌표(A3)에서의 잔차 벡터는 해당 임의의 3차원 좌표(A3) 주변의 실제 3차원 좌표(A1)의 산출된 잔차 벡터를 일 함수식에 입력하여 산출함으로써 보간될 수 있다.

[0068] 일 실시예에 의하면, 보간 모듈(460)은 인버스 거리 가중법을 이용하여 임의의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 보간할 수 있다. 여기서 활용되는 인버스 거리 가중법은 다음 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

*수학식 1*

[0069] $$r(w)=\frac{1}{Z_w}\sum_{w_i\in N_w}\frac{1}{\|w-w_i\|}\left(P_{w_i}(b^{-1}(x))-w_i\right)$$

[0070] 여기서 x와 w는 2차원 좌표 및 3차원 좌표, $b^{-1}$은 역방향 투영, $P_w(b^{-1})$는 백본 모델의 광선에서 3차원 좌표w에 가장 가까운 좌표, $Z_w$는 정규화 상수, $N_w$는 w에 대한 이웃 벡터들의 수를 의미할 수 있다.

[0071] 일 실시예에 의하면, 보간 모듈(460)은 보간에 이용할 잔차 벡터의 수에 관하여 기준을 미리 설정하고, 잔차 벡터 산출 모듈(440)에서 산출한 잔차 벡터들의 크기 평균을 계산하여 크기 평균이 기설정 값 이상인 경우, 미리 설정된 기준 이하의 잔차 벡터를 이용하고, 크기 평균이 기설정 값 미만인 경우, 미리 설정된 기중 초과의 잔차 벡터를 이용할 수 있다. 예를 들어, 보간 모듈(460)은 보간에 이용할 잔차 벡터의 수를 5개로 설정할 수 있다. 또한, 산출된 잔차 벡터들의 크기 평균을 계산하여 크기 평균이 기설정 값 이상인 경우, 임의의 3차원 좌표 주변 잔차 벡터의 수를 5개 이하로 하여 임의의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 보간할 수 있다. 반대로, 산출된 잔차 벡터들의 크기 평균을 계산하여 크기 평균이 기설정 값 미만인 경우, 임의의 3차원 좌표 주변 잔차 벡터의 수를 5개 초과로 하여 임의의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 보간할 수 있다. 이는 잔차 벡터의 크기가 작을수록 실제와 투영간 오차가 작다는 것을 의미하고, 캘리브레이션의 정확성이 높을 수 있어, 적은 수의 잔차 벡터를 기초로 보간하여도 정확도가 높을 수 있음에 의한 것일 수 있다.

[0072] 도 7을 참조하여 이미지 교정 모듈(480)에 관하여 설명하도록 한다.

[0073] 이미지 교정 모듈(480)은 임의의 3차원 좌표에서 보간된 잔차 벡터를 기초로 수정한 수정 3차원 좌표를 업데이트된 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 투영하여 수정 2차원 좌표를 산출할 수 있다.

[0074] 도 7은 이미지 교정 모듈(480)에서 수정 2차원 좌표를 산출하는 것을 도시한 도면이다.

[0075] 이미지 교정 모듈(480)은 임의의 3차원 좌표에서 보간된 잔차 벡터를 기초로 임의의 3차원 좌표를 수정하여 수정 3차원 좌표를 산출할 수 있다. 이미지 교정 모듈(480)은 임의의 3차원 좌표에서의 보간된 잔차 벡터를 해당 임의의 3차원 좌표에 더하여 수정된 수정 3차원 좌표를 산출할 수 있다. 도 7의 실시예를 참조하면, 임의의 3차원 좌표(A3)에서 보간된 잔차 벡터를 이용하여 수정 3차원 좌표(A4)를 산출하는 것을 확인할 수 있다.

[0076] 이미지 교정 모듈(480)은 수정 3차원 좌표를 상기 백본 모델 기반으로 투영하여 수정 2차원 좌표를 산출할 수 있다. 즉, 이미지 교정 모듈(480)은 보간 잔차 벡터를 기초로 수정된 수정 3차원 좌표를 앞서 업데이트된 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 통해 투영하여 나타난 이미지상 2차원 좌표를 수정 2차원 좌표로 산출할 수 있다. 도 7의 실시예를 참조하면, 수정 3차원 좌표(A4)를 백본 모델을 기반으로 투영하여 수정 2차원 좌표(B3)를 산출하는 것을 확인할 수 있다.

[0077] 도 8을 참조하여 광선 교정 모듈(470)에 관하여 설명하도록 한다.

[0078] 광선 교정 모듈(470)은 가상 광선상의 복수의 3차원 좌표를 추출하여, 복수의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 기초로 광선을 교정할 수 있다.

[0079] 도 8은 광선 교정 모듈(470)에서 광선을 교정하는 것을 도시한 도면이다.

[0080] 광선 교정 모듈(470)은, 전술한 역투영 모듈(430)에서 실제 2차원 좌표를 업데이트된 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 역방향 투영하여 산출한, 가상 광선상의 복수개 3차원 좌표를 임의로 추출할 수 있다. 도 8의 실시예를 참조하면, 실제 2차원 좌표(A1) 투영하여 산출한 가상 광선(C1)상에 존재하는 임의의 3차원 좌표 중 2개를 추출한 것을 확인할 수 있다.

[0081] 또한, 광선 교정 모듈(470)은 추출한 복수의 3차원 좌표에서의 각 잔차 벡터를 기초로 광선을 교정할 수 있다. 광선 교정 모듈(470)은 추출한 복수의 3차원 좌표 각각에서의 잔차 벡터를 기초로 광선을 교정할 수 있다. 여기서 추출한 3차원 좌표에서의 잔차 벡터는 보간에 의해 산출된 것일 수 있다. 다시 도 8의 실시예를 참조하면, 가상 광선 위에 위치하는 복수의 3차원 좌표를 추출하고, 이들 복수의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터(산출된 혹은 보간된 잔차 벡터)를 이용하여 교정된 3차원 좌표를 구하고, 이들 교정된 3차원 좌표를 기초로 교정 광선(C2)을 산출하여 광선을 교정하는 모습을 확인할 수 있다.

[0082] 일 실시예에 의하면, 광선 교정 모듈(470)은 추출한 복수의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터의 역방향 벡터를 이용하여 광선을 교정할 수 있다. 여기서 잔차 벡터의 역방향 벡터는 크기가 같고 방향이 정 반대인 벡터를 의미할 수 있다. 예로 잔차 벡터가 (1,1,1)인 경우, 이의 역방향 벡터는 (-1,-1,-1)일 수 있다.

[0084] 이하, 도 9를 참조하여 본 발명의 광선 교정 방법에 관하여 설명하도록 한다.

[0085] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 의한 광선 교정 방법의 순서도이다.

[0086] 도 9의 실시예에 의하면, 본 발명의 백본 파라미터를 통해 카메라 캘리브레이션을 수행하는 백본 모델을 이용하는 광선 교정 방법은, 복수의 공간상 실제 3차원 좌표 및 이를 카메라로 촬영한 이미지상 실제 2차원 좌표를 수집하는 수집 단계(S910)를 포함할 수 있다. 또한, 광선 교정 방법은 실제 3차원 좌표를 백본 모델을 기반으로 투영하여 가상 2차원 좌표를 산출하는 투영 단계(S920)를 포함할 수 있다. 또한, 광선 교정 방법은 가상 2차원 좌표 및 실제 2차원 좌표를 기초로 백본 파라미터를 업데이트하는 파라미터 업데이트 단계(S930)를 포함할 수 있다. 또한, 광선 교정 방법은 실제 2차원 좌표를 업데이트된 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 역방향 투영하여 공간상 가상 광선을 산출하는 역투영 단계(S940)를 포함할 수 있다. 또한, 광선 교정 방법은 가상 광선과 실제 3차원 좌표간 잔차 벡터를 산출하는 잔차 벡터 산출 단계(S950)를 포함할 수 있다.

[0087] 또한, 일 실시예에 따라서, 잔차 벡터 산출 단계는, 실제 3차원 좌표에서 가상 광선까지의 가장 짧은 경로를 잔차 벡터로 산출하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0088] 또한, 일 실시예에 따라서, 산출된 복수의 잔차 벡터를 평활화하는 스무딩 단계를 더 포함할 수 있다.

[0089] 또한, 일 실시예에 따라서, 임의의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터는 임의의 3차원 좌표의 주변에 위치하는 실제 3차원 좌표에서 산출된 잔차 벡터를 기초로 보간되는 보간 단계를 더 포함할 수 있다.

[0090] 또한, 일 실시예에 따라서, 임의의 3차원 좌표에서 보간된 잔차 벡터를 기초로 수정한 수정 3차원 좌표를 업데

이트된 백본 파라미터를 갖는 백본 모델을 기반으로 투영하여 수정 2차원 좌표를 산출하는 이미지 교정 단계를 더 포함할 수 있다.

[0091] 또한, 일 실시예에 따라서, 가상 광선상의 복수의 3차원 좌표를 추출하여, 복수의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 기초로 광선을 교정하는 광선 교정 단계를 더 포함할 수 있다.

[0092] 또한, 일 실시예에 따라서, 보간 단계는, 인버스 거리 가중법을 이용하여 임의의 3차원 좌표에서의 잔차 벡터를 보간하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0093] 또한, 일 실시예에 따라서, 보간 단계는, 보간에 이용할 잔차 벡터의 수에 관하여 기준을 미리 설정하고, 잔 벡터 산출 단계에서 산출한 잔차 벡터들의 크기 평균을 계산하여 크기 평균이 기설정 값 이상인 경우, 미리 설정된 기준 이하의 잔차 벡터를 이용하고, 크기 평균이 기설정 값 미만인 경우, 미리 설정된 기준 초과의 잔차 벡터를 이용하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0095] 본원 발명의 실시예 들과 관련된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상기 기재의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 개시된 방법들은 한정적인 관점이 아닌 설명적 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 발명의 상세한 설명이 아닌 특허청구 범위에 나타나며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

## *부호의 설명*

[0096] 1: 광선 교정 장치

10: 수집부

20: 저장부

30: 출력부

40: 프로세서

410: 투영 모듈

420: 파라미터 업데이트 모듈

430: 역투영 모듈

440: 잔차 벡터 산출 모듈

450: 스무딩 모듈

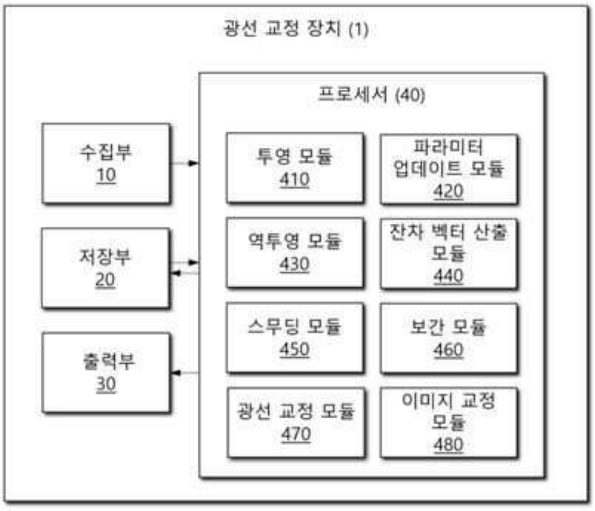
460: 보간 모듈

470: 광선 교정 모듈

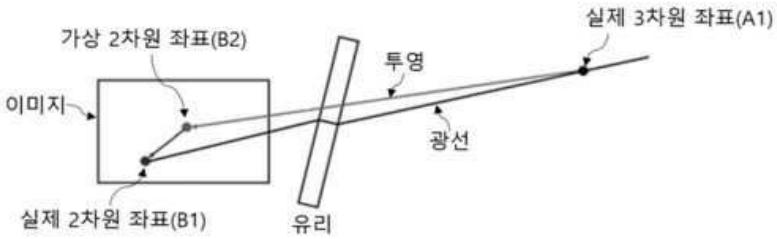
480: 이미지 교정 모듈

## 도면

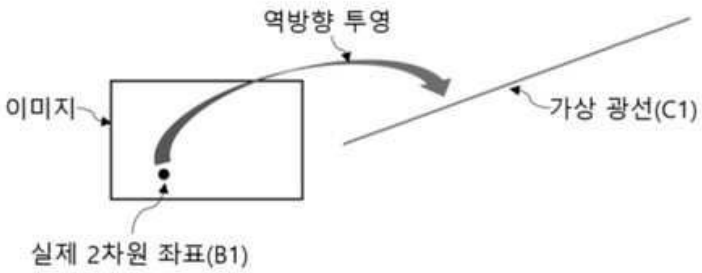
### 도면1



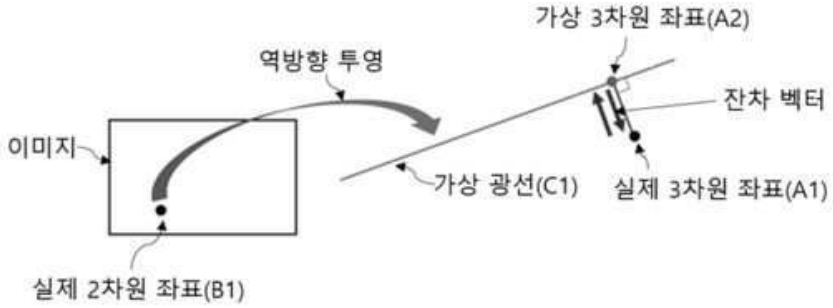

### 도면2



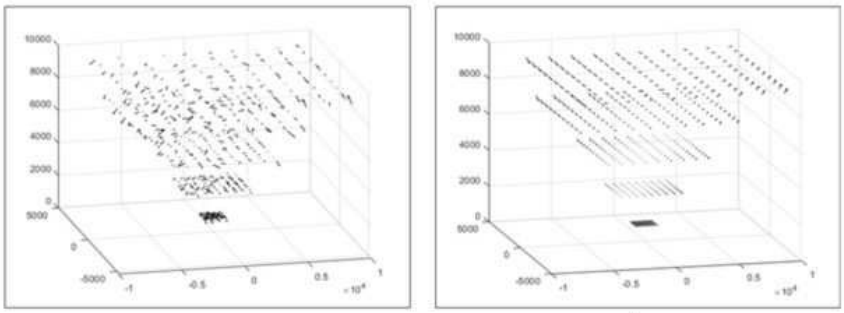

### 도면3



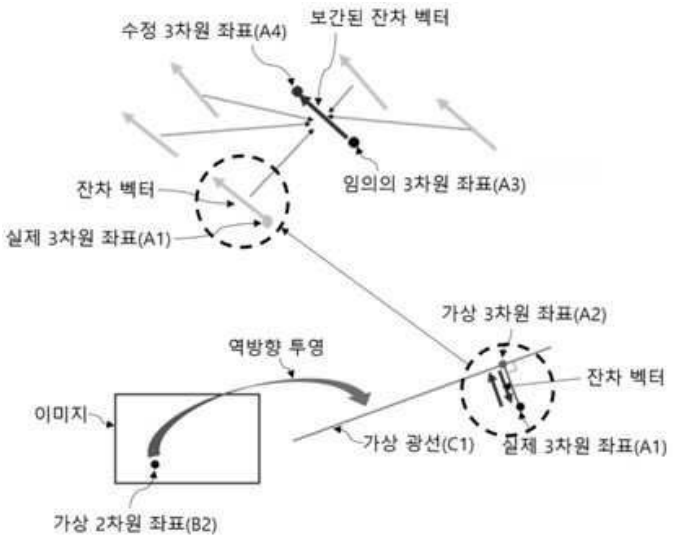
도면4


가상 3차원 좌표(A2)
역방향 투영
잔차 벡터
이미지
가상 광선(C1)
실제 3차원 좌표(A1)
실제 2차원 좌표(B1)

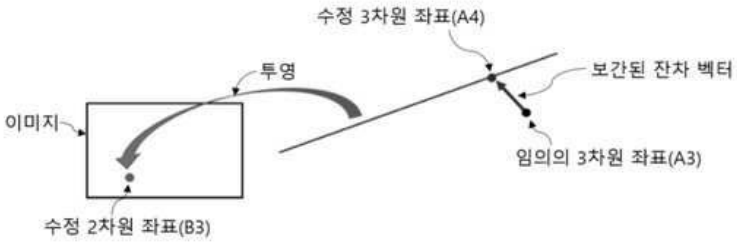
도면5


a
b

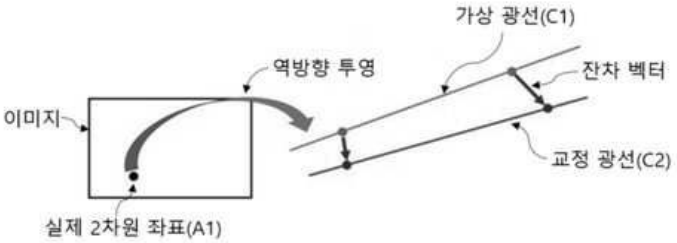
도면6


수정 3차원 좌표(A4)
보간된 잔차 벡터
잔차 벡터
임의의 3차원 좌표(A3)
실제 3차원 좌표(A1)
가상 3차원 좌표(A2)
역방향 투영
잔차 벡터
이미지
가상 광선(C1)
실제 3차원 좌표(A1)
가상 2차원 좌표(B2)

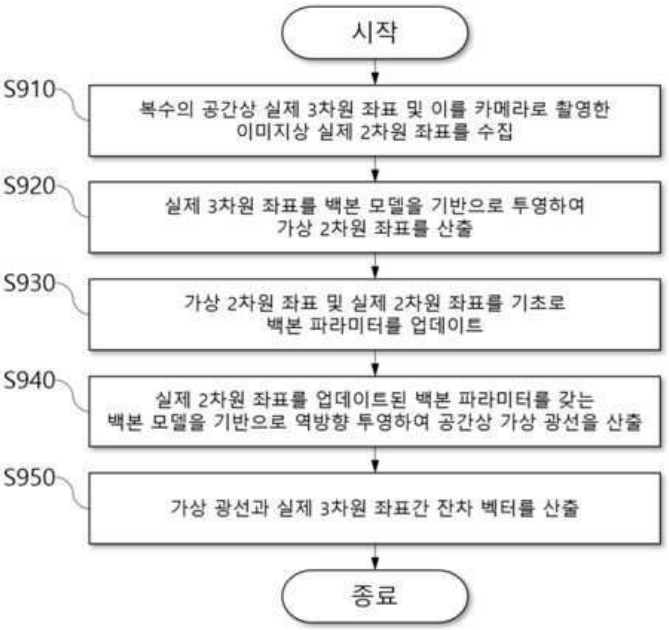
도면7


수정 3차원 좌표(A4)
투영
보간된 잔차 벡터
이미지
임의의 3차원 좌표(A3)
수정 2차원 좌표(B3)

도면8


가상 광선(C1)
역방향 투영
잔차 벡터
이미지
교정 광선(C2)
실제 2차원 좌표(A1)

도면9


시작
S910
복수의 공간상 실제 3차원 좌표 및 이를 카메라로 촬영한
이미지상 실제 2차원 좌표를 수집
S920
실제 3차원 좌표를 백본 모델을 기반으로 투영하여
가상 2차원 좌표를 산출
S930
가상 2차원 좌표 및 실제 2차원 좌표를 기초로
백본 파라미터를 업데이트
S940
실제 2차원 좌표를 업데이트된 백본 파라미터를 갖는
백본 모델을 기반으로 역방향 투영하여 공간상 가상 광선을 산출
S950
가상 광선과 실제 3차원 좌표간 잔차 벡터를 산출
종료