(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0114238
(43) 공개일자 2021년09월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/80 (2017.01) *G06N 3/08* (2006.01)
G06T 3/40 (2006.01) *G06T 5/00* (2019.01)
G06T 7/11 (2017.01) *G06T 7/13* (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/80 (2017.01)
G06N 3/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0029671
(22) 출원일자 2020년03월10일
심사청구일자 2020년03월10일

(71) 출원인
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교 산학협력관 201호(신당동)
(72) 발명자
이덕우
대구광역시 달성군 다사읍 대실역북로 16 (죽곡푸르지오1단지)
박철형
경상북도 경산시 원효로26길 35-9, 2층 (계양동)
(74) 대리인
특허법인 무한

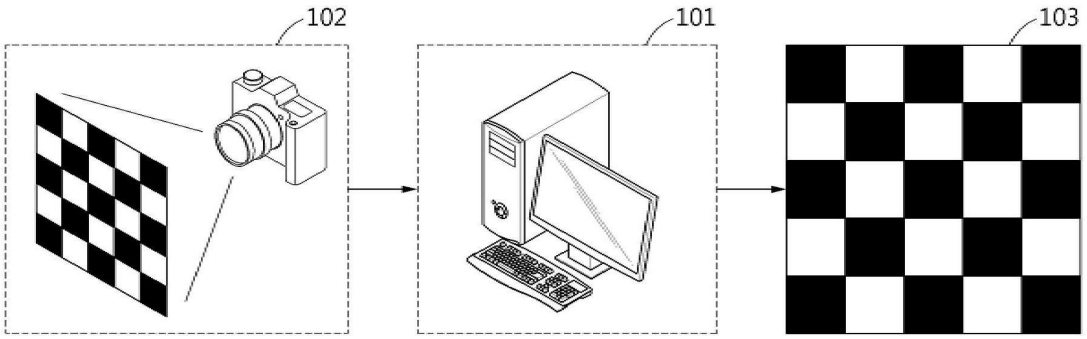
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **카메라 캘리브레이션 방법 및 장치**

(57) 요 약

카메라 캘리브레이션 방법 및 장치가 개시된다. 본 발명의 일실시예에 따른 카메라 캘리브레이션(calibration) 방법은, 카메라 캘리브레이션을 위해 복수의 격자(grid)로 구성되는 체스보드(chessboard)가 표시된 원본 이미지를 식별하는 단계; 상기 원본 이미지에서 상기 체스보드를 제외한 배경 영역이 식별되도록 상기 원본 이미지를 처리하는 단계; 상기 처리된 원본 이미지에서 상기 체스보드를 구성하는 외곽선을 추출하는 단계; 상기 추출된 외곽선에 포함된 상기 격자들의 코너를 결정하는 단계; 상기 결정된 격자들의 코너를 이용하여 상기 체스보드의 격자들이 동일한 크기의 형상을 가지도록 상기 원본 이미지에서 상기 격자들을 가공하는 단계; 및 상기 원본 이미지에서 상기 가공된 격자들을 제외한 나머지 영역을 제거함으로써 상기 가공된 격자들로 구성된 캘리브레이션 이미지를 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G06T 3/40 (2013.01)
G06T 5/005 (2013.01)
G06T 7/11 (2017.01)
G06T 7/13 (2017.01)
G06T 2207/20081 (2013.01)
G06T 2207/20084 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2019R1G1A1100172
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명 무인 이동체의 지능형 비전 시스템 구축을 위한 심층학습 및 실제 장면 기반 깊이 카메라 캘리브레이션
기 여 율 1/1
과제수행기관명 계명대학교
연구기간 2019.09.01 ~ 2020.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

카메라 캘리브레이션(calibration) 방법에 있어서,

카메라 캘리브레이션을 위해 복수의 격자(grid)로 구성되는 체스보드(chessboard)가 표시된 원본 이미지를 식별하는 단계;

상기 원본 이미지에서 상기 체스보드를 제외한 배경 영역이 식별되도록 상기 원본 이미지를 처리하는 단계;

상기 처리된 원본 이미지에서 상기 체스보드를 구성하는 외곽선을 추출하는 단계;

상기 추출된 외곽선에 포함된 상기 격자들의 코너를 결정하는 단계;

상기 결정된 격자들의 코너를 이용하여 상기 격자들이 동일한 크기의 형상을 가지도록 상기 원본 이미지에서 상기 격자들을 가공하는 단계; 및

상기 원본 이미지에서 상기 가공된 격자들을 제외한 나머지 영역을 제거함으로써 상기 가공된 격자들로 구성된 캘리브레이션 이미지를 획득하는 단계

를 포함하는 카메라 캘리브레이션 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 원본 이미지를 처리하는 단계는,

상기 원본 이미지의 대비(contrast)를 증가시킴으로써 상기 원본 이미지에서 상기 배경 영역이 식별되도록 상기 원본 이미지를 처리하는, 카메라 캘리브레이션 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 코너를 결정하는 단계는,

상기 격자의 형상이 왜곡되지 않은 경우, 격자를 인식하는 기하학 분류기(geometric classifier)를 이용하여 상기 추출된 외곽선에 포함된 상기 격자들의 코너를 결정하는, 카메라 캘리브레이션 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 코너를 결정하는 단계는,

상기 격자의 형상이 왜곡된 경우, 격자의 형상을 인식할 수 있도록 학습된 신경망 모델을 이용하여 상기 추출된 외곽선에 포함된 상기 격자들의 코너를 결정하는, 카메라 캘리브레이션 방법.

청구항 5

카메라 캘리브레이션(calibration) 방법에 있어서,

체스보드(chessboard)의 격자(grid)로 구성된 캘리브레이션 이미지를 이용하여 호모그래피 행렬(homography)을 결정하는 단계; 및

상기 호모그래피 행렬에 기초하여 상기 카메라 캘리브레이션을 위한 상기 카메라의 내부 파라미터 및 외부 파리미터를 추출하는 단계

를 포함하고,

상기 캘리브레이션 이미지는,

카메라 캘리브레이션 장치가, 복수의 격자로 구성되는 체스보드가 표시된 원본 이미지를 식별하고, 상기 원본 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정하고, 상기 결정된 격자들의 코너를 이용하여 상기 체스보드의 격자들이 동일한 크기의 형상을 가지도록 상기 원본 이미지에서 상기 격자들을 가공함으로써 생성한 이미지인,

카메라 캘리브레이션 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 캘리브레이션 이미지는,

상기 격자의 형상이 왜곡되지 않은 경우, 상기 캘리브레이션 장치가, 격자를 인식하는 기하학 분류기(geometric classifier)를 이용하여 상기 원본 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 생성한 이미지인, 카메라 캘리브레이션 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 캘리브레이션 이미지는,

상기 격자의 형상이 왜곡된 경우, 상기 캘리브레이션 장치가, 격자의 형상을 인식할 수 있도록 학습된 신경망 모델을 이용하여 상기 원본 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 생성한 이미지인, 카메라 캘리브레이션 방법.

청구항 8

카메라 캘리브레이션(calibration) 방법에 있어서,

복수의 격자로 구성되는 체스보드(chessboard)가 표시된 원본 이미지를 식별하는 단계; 및

복수의 레이어(layer)를 포함하는 신경망 모델에 상기 원본 이미지를 입력하여 상기 체스보드로 구성된 캘리브레이션 이미지를 획득하는 단계

를 포함하고,

상기 복수의 레이어 각각에서,

카메라 캘리브레이션 장치가, 상기 입력 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정하고, 상기 결정된 격자들의 코너를 이용하여 상기 체스보드의 격자들이 동일한 크기의 형상을 가지도록 상기 입력 이미지에서 상기 격자들을 가공함으로써 상기 캘리브레이션 이미지를 생성하는,

상기 입력 이미지는,

상기 원본 이미지 및 이전 레이어에서 생성된 캘리브레이션 이미지 중 하나를 의미하는,

체스보드 추출 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 복수의 레이어 각각에서,

상기 격자의 형상이 왜곡되지 않은 경우, 상기 캘리브레이션 장치가, 격자를 인식하는 기하학 분류기(geometric classifier)를 이용하여 상기 입력 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 상기 캘리브레이션 이미지를 생성하는, 카메라 캘리브레이션 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 복수의 레이어 각각에서,

상기 격자의 형상이 왜곡된 경우, 상기 캘리브레이션 장치가, 격자의 형상을 인식할 수 있도록 상기 신경망 모델을 미리 트레이닝하여 상기 입력 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 상기 캘리브레이션 이미지를 생성하는, 카메라 캘리브레이션 방법.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항의 방법을 실행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체.

청구항 12

카메라 캘리브레이션(calibration) 장치에 있어서,

상기 카메라 캘리브레이션 장치는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

카메라 캘리브레이션을 위해 복수의 격자(grid)로 구성되는 체스보드(chessboard)가 표시된 원본 이미지를 식별하고, 상기 원본 이미지에서 상기 체스보드를 제외한 배경 영역이 식별되도록 상기 원본 이미지를 처리하고, 상기 처리된 원본 이미지에서 상기 체스보드를 구성하는 외곽선을 추출하고, 상기 추출된 외곽선에 포함된 상기 격자들의 코너를 결정하고, 상기 결정된 격자들의 코너를 이용하여 상기 체스보드의 격자들이 동일한 크기의 형상을 가지도록 상기 원본 이미지에서 상기 격자들을 가공하고, 상기 원본 이미지에서 상기 가공된 격자들을 제외한 나머지 영역을 제거함으로써 상기 가공된 격자들로 구성된 캘리브레이션 이미지를 획득하는,

카메라 캘리브레이션 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 격자의 형상이 왜곡되지 않은 경우, 격자를 인식하는 기하학 분류기(geometric classifier)를 이용하여 상기 추출된 외곽선에 포함된 상기 격자들의 코너를 결정하는, 카메라 캘리브레이션 장치.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 격자의 형상이 왜곡된 경우, 격자의 형상을 인식할 수 있도록 학습된 신경망 모델을 이용하여 상기 추출된 외곽선에 포함된 상기 격자들의 코너를 결정하는, 카메라 캘리브레이션 장치.

청구항 15

카메라 캘리브레이션(calibration) 장치에 있어서,

상기 카메라 캘리브레이션 장치는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

체스보드(chessboard)의 격자로 구성된 캘리브레이션 이미지를 이용하여 호모그래피 행렬(homography)을 결정하고, 상기 호모그래피 행렬에 기초하여 상기 카메라 캘리브레이션을 위한 상기 카메라의 내부 파라미터 및 외부 파리미터를 추출하고,

상기 캘리브레이션 이미지는,

상기 프로세서가, 복수의 격자로 구성되는 체스보드가 표시된 원본 이미지를 식별하고, 상기 원본 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정하고, 상기 결정된 격자들의 코너를 이용하여 상기 체스보드의 격자들이 동일한 크기의 형상을 가지도록 상기 원본 이미지에서 상기 격자들을 가공함으로써 생성한 이미지인,

카메라 캘리브레이션 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 캘리브레이션 이미지는,

상기 격자의 형상이 왜곡되지 않은 경우, 상기 프로세서가, 격자를 인식하는 기하학 분류기(geometric classifier)를 이용하여 상기 원본 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 생성한 이미지인, 카메라 캘리브레이션 장치.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 캘리브레이션 이미지는,

상기 격자의 형상이 왜곡된 경우, 상기 프로세서가, 격자의 형상을 인식할 수 있도록 학습된 신경망 모델을 이용하여 상기 원본 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 생성한 이미지인, 카메라 캘리브레이션 장치.

청구항 18

카메라 캘리브레이션(calibration) 장치에 있어서,

상기 카메라 캘리브레이션 장치는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

복수의 격자로 구성되는 체스보드(chessboard)가 표시된 원본 이미지를 식별하고, 복수의 레이어(layer)를 포함

하는 신경망 모델에 상기 원본 이미지를 입력하여 상기 체스보드로 구성된 캘리브레이션 이미지를 획득하고,

상기 복수의 레이어 각각에서,

카메라 캘리브레이션 장치가, 상기 입력 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정하고, 상기 결정된 격자들의 코너를 이용하여 상기 체스보드의 격자들이 동일한 크기의 형상을 가지도록 상기 입력 이미지에서 상기 격자들을 가공함으로써 상기 캘리브레이션 이미지를 생성하는,

상기 입력 이미지는,

상기 원본 이미지 및 이전 레이어에서 생성된 캘리브레이션 이미지 중 하나를 의미하는,

체스보드 추출 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 복수의 레이어 각각에서,

상기 격자의 형상이 왜곡되지 않은 경우, 상기 프로세서가, 격자를 인식하는 기하학 분류기(geometric classifier)를 이용하여 상기 원본 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 상기 캘리브레이션 이미지를 생성하는, 카메라 캘리브레이션 장치.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 복수의 레이어 각각에서,

상기 격자의 형상이 왜곡된 경우, 상기 캘리브레이션 장치가, 격자의 형상을 인식할 수 있도록 상기 신경망 모델을 미리 트레이닝하여 상기 입력 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 상기 캘리브레이션 이미지를 생성하는, 카메라 캘리브레이션 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 카메라 캘리브레이션 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 카메라 캘리브레이션을 위한 이미지의 전처리 과정에서, 카메라로 촬영된 이미지로부터 체스보드를 추출함으로써 캘리브레이션의 정확도를 높이는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 카메라 캘리브레이션(Camera calibration)은 카메라의 성능에 영향을 주는 환경적 요인을 정량적으로 나타내는 변수를 구하여 3차원 물체가 속한 좌표와 이것이 투영된 영상에서의 2차원 좌표 사이의 관계를 정립하는 절차, 그리고 카메라 내부 요인에 의한 영상의 왜곡 등 현상을 정량적으로 정의하는 절차를 의미한다.

[0004] 최근, 컴퓨터 비전 및 영상 처리 분야에서 객체나 주변 상황을 인식하는 기술에 대한 연구가 활발히 이루어짐에 따라 카메라 캘리브레이션의 정확도를 높이는 것이 중요해지고 있다. 종래 카메라 캘리브레이션을 수행하기 위해 이미지를 처리하는 과정은 수 십, 수백 번의 촬영이 필요하여 번거롭고, 재투영 오류(Re-projection error)가 발생하는 문제를 가지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 카메라 캘리브레이션을 위한 이미지의 전처리 과정에서 딥러닝 기술을 적용함으로써 카메라 캘리브레이션을 위해 필요한 촬영 횟수를 줄일 수 있는 방법 및 장치을 제공한다.

[0007] 또한, 본 발명은 체스보드를 구성하는 격자를 학습한 딥러닝 모델을 이용하여 이미지에서 체스보드를 추출함으로써 카메라 캘리브레이션의 재투영 오류를 감소시킬 수 있는 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일실시예에 따른 카메라 캘리브레이션(calibration) 방법은, 카메라 캘리브레이션을 위해 복수의 격자(grid)로 구성되는 체스보드(chessboard)가 표시된 원본 이미지를 식별하는 단계; 상기 원본 이미지에서 상기 체스보드를 제외한 배경 영역이 식별되도록 상기 원본 이미지를 처리하는 단계; 상기 처리된 원본 이미지에서 상기 체스보드를 구성하는 외곽선을 추출하는 단계; 상기 추출된 외곽선에 포함된 상기 격자들의 코너를 결정하는 단계; 상기 결정된 격자들의 코너를 이용하여 상기 체스보드의 격자들이 동일한 크기의 형상을 가지도록 상기 원본 이미지에서 상기 격자들을 가공하는 단계; 및 상기 원본 이미지에서 상기 가공된 격자들을 제외한 나머지 영역을 제거함으로써 상기 가공된 격자들로 구성된 캘리브레이션 이미지를 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 원본 이미지를 처리하는 단계는, 상기 원본 이미지의 대비(contrast)를 증가시킴으로써 상기 원본 이미지에서 상기 배경 영역이 식별되도록 상기 원본 이미지를 처리할 수 있다.

[0011] 상기 코너를 결정하는 단계는, 상기 격자의 형상이 왜곡되지 않은 경우, 격자를 인식하는 기하학 분류기(geometric classifier)를 이용하여 상기 추출된 외곽선에 포함된 상기 격자들의 코너를 결정할 수 있다.

[0012] 상기 코너를 결정하는 단계는, 상기 격자의 형상이 왜곡된 경우, 격자의 형상을 인식할 수 있도록 학습된 신경망 모델을 이용하여 상기 추출된 외곽선에 포함된 상기 격자들의 코너를 결정할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일실시예에 따른 카메라 캘리브레이션 방법은, 체스보드(chessboard)의 격자로 구성된 캘리브레이션 이미지를 이용하여 호모그래피 행렬(homography)을 결정하는 단계; 및 상기 호모그래피 행렬에 기초하여 상기 카메라 캘리브레이션을 위한 상기 카메라의 내부 파라미터 및 외부 파리미터를 추출하는 단계를 포함하고, 상기 캘리브레이션 이미지는, 카메라 캘리브레이션 장치가, 복수의 격자로 구성되는 체스보드가 포함된 원본 이미지를 식별하고, 상기 원본 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정하고, 상기 결정된 격자들의 코너를 이용하여 상기 체스보드의 격자들이 동일한 크기의 형상을 가지도록 상기 원본 이미지에서 상기 격자들을 가공함으로써 생성한 이미지일 수 있다.

[0014] 상기 캘리브레이션 이미지는, 상기 격자의 형상이 왜곡되지 않은 경우, 상기 캘리브레이션 장치가, 격자를 인식하는 기하학 분류기(geometric classifier)를 이용하여 상기 원본 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 생성한 이미지일 수 있다.

[0015] 상기 캘리브레이션 이미지는, 상기 격자의 형상이 왜곡된 경우, 상기 캘리브레이션 장치가, 격자의 형상을 인식할 수 있도록 학습된 신경망 모델을 이용하여 상기 원본 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 생성한 이미지일 수 있다.

[0016] 본 발명의 일실시예에 따른, 카메라 캘리브레이션(calibration) 방법에 있어서, 복수의 격자로 구성되는 체스보드(chessboard)가 표시된 원본 이미지를 식별하는 단계; 및 복수의 레이어(layer)를 포함하는 신경망 모델에 상기 원본 이미지를 입력하여 상기 체스보드로 구성된 캘리브레이션 이미지를 획득하는 단계를 포함하고, 상기 복수의 레이어 각각에서, 카메라 캘리브레이션 장치가, 입력 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정하고, 상기 결정된 격자들의 코너를 이용하여 상기 체스보드의 격자들이 동일한 크기의 형상을 가지도록 상기 입력 이미지에서 상기 격자들을 가공함으로써 상기 캘리브레이션 이미지를 생성하고, 상기 입력 이미지는, 상기 원본 이미지 및 이전 레이어에서 생성된 캘리브레이션 이미지 중 하나를 의미할 수 있다.

[0017] 상기 복수의 레이어 각각에서, 상기 격자의 형상이 왜곡되지 않은 경우, 상기 캘리브레이션 장치가, 격자를 인식하는 기하학 분류기(geometric classifier)를 이용하여 상기 입력 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 상기 캘리브레이션 이미지를 생성할 수 있다.

[0018] 상기 복수의 레이어 각각에서, 상기 격자의 형상이 왜곡된 경우, 상기 캘리브레이션 장치가, 격자의 형상을 인

식할 수 있도록 상기 신경망 모델을 미리 트레이닝하여 상기 입력 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 상기 캘리브레이션 이미지를 생성할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일실시예에 따른 카메라 캘리브레이션(calibration) 장치에 있어서, 상기 카메라 캘리브레이션 장치는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 카메라 캘리브레이션을 위해 복수의 격자(grid)로 구성되는 체스보드(chessboard)가 표시된 원본 이미지를 식별하고, 상기 원본 이미지에서 상기 체스보드를 제외한 배경 영역이 식별되도록 상기 원본 이미지를 처리하고, 상기 처리된 원본 이미지에서 상기 체스보드를 구성하는 외곽선을 추출하고, 상기 추출된 외곽선에 포함된 상기 격자들의 코너를 결정하고, 상기 결정된 격자들의 코너를 이용하여 상기 체스보드의 격자들이 동일한 크기의 형상을 가지도록 상기 원본 이미지에서 상기 격자들을 가공하고, 상기 원본 이미지에서 상기 가공된 격자들을 제외한 나머지 영역을 제거함으로써 상기 가공된 격자들로 구성된 캘리브레이션 이미지를 획득할 수 있다.

[0020] 상기 프로세서는, 상기 격자의 형상이 왜곡되지 않은 경우, 격자를 인식하는 기하학 분류기(geometric classifier)를 이용하여 상기 추출된 외곽선에 포함된 상기 격자들의 코너를 결정할 수 있다.

[0021] 상기 프로세서는, 상기 격자의 형상이 왜곡된 경우, 격자의 형상을 인식할 수 있도록 학습된 신경망 모델을 이용하여 상기 추출된 외곽선에 포함된 상기 격자들의 코너를 결정할 수 있다.

[0022] 본 발명의 일실시예에 따른 카메라 캘리브레이션 장치는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 체스보드(chessboard)의 격자로 구성된 캘리브레이션 이미지를 이용하여 호모그래피 행렬(homography)을 결정하고, 상기 호모그래피 행렬에 기초하여 상기 카메라 캘리브레이션을 위한 상기 카메라의 내부 파라미터 및 외부 파리미터를 추출하고, 상기 캘리브레이션 이미지는, 상기 프로세서가, 복수의 격자로 구성되는 체스보드가 포함된 원본 이미지를 식별하고, 상기 원본 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정하고, 상기 결정된 격자들의 코너를 이용하여 상기 체스보드의 격자들이 동일한 크기의 형상을 가지도록 상기 원본 이미지에서 상기 격자들을 가공함으로써 생성한 이미지일 수 있다.

[0023] 상기 캘리브레이션 이미지는, 상기 격자의 형상이 왜곡되지 않은 경우, 상기 프로세서가, 격자를 인식하는 기하학 분류기(geometric classifier)를 이용하여 상기 원본 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 생성한 이미지일 수 있다.

[0024] 상기 캘리브레이션 이미지는, 상기 격자의 형상이 왜곡된 경우, 상기 프로세서가, 격자의 형상을 인식할 수 있도록 학습된 신경망 모델을 이용하여 상기 원본 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 생성한 이미지일 수 있다.

[0025] 본 발명의 일실시예에 따른 카메라 캘리브레이션(calibration) 장치에 있어서, 상기 카메라 캘리브레이션 장치는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 복수의 격자로 구성되는 체스보드(chessboard)가 표시된 원본 이미지를 식별하고, 복수의 레이어(layer)를 포함하는 신경망 모델에 상기 원본 이미지를 입력하여 상기 체스보드로 구성된 캘리브레이션 이미지를 획득하고, 상기 복수의 레이어 각각에서, 카메라 캘리브레이션 장치가, 입력 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정하고, 상기 결정된 격자들의 코너를 이용하여 상기 체스보드의 격자들이 동일한 크기의 형상을 가지도록 상기 입력 이미지에서 상기 격자들을 가공함으로써 상기 캘리브레이션 이미지를 생성하고, 상기 입력 이미지는, 상기 원본 이미지 및 이전 레이어에서 생성된 캘리브레이션 이미지 중 하나를 의미할 수 있다.

[0026] 상기 복수의 레이어 각각에서, 상기 격자의 형상이 왜곡되지 않은 경우, 상기 프로세서가, 격자를 인식하는 기하학 분류기(geometric classifier)를 이용하여 상기 입력 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 상기 캘리브레이션 이미지를 생성할 수 있다.

[0027] 상기 복수의 레이어 각각에서, 상기 격자의 형상이 왜곡된 경우, 상기 캘리브레이션 장치가, 격자의 형상을 인식할 수 있도록 상기 신경망 모델을 미리 트레이닝하여 상기 입력 이미지에서 상기 격자들의 코너를 결정함으로써 상기 캘리브레이션 이미지를 생성할 수 있다.

발명의 효과

[0029] 본 발명의 일실시예 따르면 카메라 캘리브레이션을 위한 이미지의 전처리에 있어 딥러닝 기술을 적용함으로써 카메라 캘리브레이션을 위해 필요한 촬영 횟수를 줄일 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명의 일실시예 따르면 체스보드를 구성하는 격자를 학습한 딥러닝 모델을 이용하여 이미지에서 체스보드를 추출함으로써 카메라 캘리브레이션의 재투영 오류(Re-projection error)를 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명의 일실시예 따른 카메라 캘리브레이션 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예 따른 카메라 캘리브레이션을 위한 체스보드 추출 과정을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예 따른 카메라 캘리브레이션에 이용되는 신경망 구조를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예 카메라 캘리브레이션에 이용되는 이미지에서 체스보드 추출 과정의 플로우 차트를 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예 따른 카메라 캘리브레이션 과정을 플로우 차트로 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예 따른 현실 3차원 좌표계와 이미지 좌표계의 관계를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있어서 특허출원의 권리 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 실시예들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물이 권리 범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

[0034] 실시예에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 한정하려는 의도로 해석되어서는 안된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0036] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0037] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0039] 도 1은 본 발명의 일실시예 따른 카메라 캘리브레이션 장치의 구조를 도시한 도면이다.

[0040] 카메라 캘리브레이션(calibration) 장치(101)는 체스보드(chessboard)의 촬영(102)을 통해 획득된 원본 이미지를 처리함으로써 카메라 캘리브레이션의 정확도를 높이기 위한 캘리브레이션 이미지(103)를 생성한다.

[0041] 카메라 캘리브레이션 장치(101)는 프로세서를 포함할 수 있으며, 카메라 캘리브레이션 장치(101)에 포함된 프로세서는 본 발명의 카메라 캘리브레이션 방법을 수행할 수 있다. 카메라 캘리브레이션 장치(101)는 PC, 노트북, 태블릿, 스마트폰과 같은 단말 중 하나일 수 있다.

[0042] 체스보드의 촬영을 통한 원본 이미지의 획득 과정(102)은 촬영 장치를 이용하여 체스보드를 촬영함으로써 이루어진다. 획득된 원본 이미지는 카메라 캘리브레이션 장치(101)로 전달될 수 있다. 이 때, 체스보드는 체스를 둘 때 사용되는 판으로, 복수의 격자(grid)들로 이루어진다. 복수의 격자들은 동일한 크기의 정사각형 형상일 수 있다. 또한, 본 발명에서 체스보드는 서로 다른 두개의 색으로 이루어진 격자들이 교차하여 배열되는 체커보드(checkerboard)를 의미할 수 있다.

[0043] 그러나, 체스보드의 촬영을 통해 획득된 원본 이미지에 표시된 체스보드는 촬영 위치, 촬영 각도, 주변 환경 등 요소에 따라 왜곡되어 체스보드에 포함된 격자들의 크기가 각각 다르고, 정사각형이 아닌 형상으로 나타날 수 있다. 격자들의 크기와 형상이 상이한 체스보드를 표시하는 이미지를 이용하여 카메라 캘리브레이션이 수행될 경우, 카메라 캘리브레이션의 정확도가 떨어질 수 있다.

[0044] 본 발명의 카메라 캘리브레이션 장치(101)를 통해 생성된 캘리브레이션 이미지(103)는 정사각형 형상의 체스보드를 표시하는 이미지이다. 캘리브레이션 이미지(103)에 표시된 체스보드는 동일한 크기의 정사각형 형상을 가진 격자들로 구성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 캘리브레이션 이미지(103)가 카메라 캘리브레이션에 이용될 경우, 정확한 카메라 캘리브레이션이 수행될 수 있다.

[0046] 도 6는 본 발명의 일실시예 따른 카메라 캘리브레이션을 위한 체스보드 추출 과정을 도시한 도면이다.

[0047] 도 2를 참조하면, 원본 이미지(201)은 복수의 격자들을 포함하는 체스보드를 촬영한 이미지이다. 원본 이미지(201)는 체스보드 뿐만 아니라 체스보드 주변의 사물들도 표시하고 있다. 또한, 카메라의 위치 및 각도로 인하여 원본 이미지(201)에 포함된 체스보드의 격자들은 동일한 크기의 정사각형 형상을 가지지 않는다. 원본 이미지(201)는 카메라 캘리브레이션 장치에 전달되고, 카메라 캘리브레이션 장치는 원본 이미지(201)를 식별한다.

[0048] 도 2의 202는 원본 이미지(201)에서 체스보드에 대응하는 영역이 추출된 이미지이다. 이미지에서 체스보드에 대응하는 영역을 추출하기 위해 카메라 캘리브레이션 장치는 원본 이미지(201)에서 체스보드를 제외한 배경 영역이 식별되도록 원본 이미지(201)를 처리한다.

[0049] 구체적으로, 카메라 캘리브레이션 장치는 원본 이미지(201)의 대비(contrast)를 증가시킴으로써 원본 이미지(201)에서 체스보드와 배경 영역이 식별될 수 있도록 원본 이미지(201)를 처리한다. 배경 영역은 원본 이미지(201)에서 체스보드가 아닌 주변 사물 등 원본 이미지(201)에서 카메라 캘리브레이션에 불필요한 영역을 의미한다.

[0050] 카메라 캘리브레이션 장치는 원본 이미지(201)의 대비를 증가시키기 위해 원본 이미지(201)의 밝기를 결정하는 이미지의 실제 밝기를 나타내는 반사 엘리먼트(element)와 조명에 의한 밝기를 나타내는 조명 엘리먼트 중 로그 함수를 이용하여 조명 엘리먼트를 줄임으로써 원본 이미지(201)의 대비를 증가시킨다. 이를 통해, 카메라 캘리브레이션 장치는 이미지에서 체스보드에 대응하는 영역을 추출할 수 있다.

[0051] 그리고, 카메라 캘리브레이션 장치는 대비가 증가된 원본 이미지(201)에서 체스보드를 구성하는 외곽선을 추출한다. 대비가 증가된 원본 이미지(201)일수록 체스보드를 이루는 외곽선과 배경 영역을 식별하기 용이해지기 때문에 카메라 캘리브레이션 장치는 대비가 증가된 원본 이미지(201)에서 체스보드를 구성하는 외곽선을 추출할 수 있다. 카메라 캘리브레이션 장치는 원본 이미지에 가우시안 필터(Gaussian Filter)를 이용하여 smoothing을 수행한다.

[0052] 그리고, 카메라 캘리브레이션 장치는 원본 이미지에 오버 익스포즈(overexposed), 블러(Blurred) 및 틴트(Tinted) 등 효과를 처리함으로써 원본 이미지에서 외곽선을 추출할 수 있다. 여기서 체스보드를 구성하는 외곽선은 체스보드를 둘러싸는 모서리들을 의미할 수 있다.

[0053] 카메라 캘리브레이션 장치는 원본 이미지(201)에서 추출된 외곽선에 포함된 격자들의 코너를 결정할 수 있다. 여기서 코너(corner)는 격자의 엣지(edge)를 의미할 수 있고, 또는 격자를 구성하는 모서리들이 접하는 꼭지점을 의미할 수 있다. 카메라 캘리브레이션 장치는 신경망(neural network) 모델 및 기하학 분류기(Geometric classifier) 중 하나 이상을 이용하여 격자들의 코너를 결정할 수 있다.

[0054] 구체적으로, 앞서 설명한 바와 같이, 도 2를 참조하면, 원본 이미지(201)에 포함된 격자들은 카메라의 위치 및 각도로 인하여 정사각형 형상을 가지지 않거나 서로 다른 크기를 가지는 등 왜곡될 수 있다.

[0055] 이 때, 체스보드의 격자들 중 왜곡되지 않은 격자들에 대해서, 카메라 캘리브레이션 장치는 기하학 분류기를 이용하여 추출된 외곽선에 포함된 격자를 인식하고, 추출된 외곽선에 포함된 각 격자들의 코너를 결정할 수 있다. 기하학 분류기는 추출된 외곽선들이 이루는 형상, 모양, 상대적 위치에 따라 미리 설정된 도형(예: 원, 사각형, 삼각형 등)과 비교하여 추출된 외곽선들로부터 왜곡되지 않은 격자를 인식하고, 격자들의 코너를 결정하는 데 이용될 수 있다.

[0056] 그리고, 카메라 캘리브레이션 장치는 체스보드의 격자들 중 왜곡된 격자들에 대해서 복수의 레이어를 포함하는

신경망 모델을 이용하여 격자들의 코너를 결정할 수 있다. 각 레이어는 체스보드의 격자를 결정하기 위한 파라미터들로 구성된다. 신경망 모델은 격자가 포함한 학습 이미지와 격자가 포함되지 않은 학습 이미지를 이용하여 학습 이미지에서 격자를 인식할 수 있도록 학습된 신경망 모델이다.

[0057] 구체적으로, 격자가 포함된 학습 이미지는 격자를 포함하고 있다는 결과를 나타내는 변수가 태깅되어 있고, 격자가 포함되지 않은 학습 이미지는 격자가 포함되지 않았다는 결과를 나타내는 변수가 태깅되어 있다. 신경망 모델은 학습 이미지에서 격자가 포함되어 있는지 판단하고, 태깅된 변수에 따라 각 레이어에 포함된 파라미터를 업데이트함으로써 격자의 형상을 인식할 수 있도록 트레이닝(training)된다.

[0058] 카메라 캘리브레이션 장치는 체스보드의 격자들 중 왜곡된 격자들에 대해서 격자의 형상을 인식할 수 있도록 학습된 신경망 모델을 이용하여 원본 이미지(201)에서 격자를 인식하고, 추출된 외곽선에 포함된 각 격자들의 코너를 결정할 수 있다.

[0059] 따라서, 카메라 캘리브레이션 장치는 왜곡된 격자들에 대해서 왜곡이 심할수록 경우, 신경망 모델을 통해 격자의 형상을 인식하지 못하여 코너를 결정하지 못할 수 있다. 원본 이미지(201)에서 격자로 인식되지 않은 영역은 캘리브레이션 이미지(203)를 생성하는 과정에서 삭제될 수 있다.

[0060] 카메라 캘리브레이션 장치는 결정된 격자들의 코너를 이용하여 체스보드의 격자들이 동일한 크기의 형상을 가지도록 원본 이미지(201)에서 체스보드의 격자들을 가공할 수 있다.

[0061] 구체적으로, 카메라 캘리브레이션 장치는 각 격자들의 코너들 간의 위치를 조정하고 조정된 위치에 따라 격자들의 크기를 키우거나 줄이는 등의 편집을 통해 체스보드를 구성하는 모든 격자들이 동일한 크기의 정사각형 형상을 가지도록 원본 이미지(201)에서 체스보드의 격자들을 가공 또는 재구성(reconstruct) 할 수 있다. 따라서, 카메라 캘리브레이션 장치는 체스보드의 격자들을 가공함으로써 가공된 격자들로 이루어진 정사각형 형상의 체스보드가 표시된 원본 이미지(201)를 획득할 수 있다.

[0062] 그리고, 카메라 캘리브레이션 장치는 원본 이미지(201)에서 가공된 격자들을 제외한 나머지 영역을 제거함으로써 가공된 격자들로 구성된 캘리브레이션 이미지(203)를 획득할 수 있다. 그리고, 카메라 캘리브레이션 장치는 나머지 영역을 제거된 캘리브레이션 이미지(203)의 크기를 확장하여 원본 이미지(201)의 크기와 동일하게 캘리브레이션 이미지(203)의 크기를 조정할 수 있다.

[0063] 도 2를 참조하면, 캘리브레이션 이미지(203)는 원본 이미지(201)에 표시된 체스보드와 달리 동일한 크기의 정사각형 형상의 격자들로 구성되도록 있기 때문에 카메라 캘리브레이션의 높일 수 있다.

[0065] 도 3은 본 발명의 일실시예 따른 카메라 캘리브레이션에 이용되는 신경망 구조를 도시한 도면이다.

[0066] 도 2에서 설명된 과정들은 도 3의 신경망 모델(300)에 포함된 각 히든 레이어(310, 320, 330)에서 수행될 수 있다. 도 3의 신경망 모델(300)은 복수의 히든 레이어를 포함할 수 있고, 앞서 설명한 격자를 인식할 수 있도록 학습된 신경망 모델(300)일 수 있다. 도 3의 신경망 모델(300)은 원본 이미지를 학습 가능한 데이터로 변환하여 첫번째 히든 레이어(310)에 전달하고, 최종 히든 레이어(330)에서 처리된 데이터를 다시 캘리브레이션 이미지로 변환할 수 있다. 다만, 이하에서 데이터의 변환 과정에 대한 설명은 생략하고 원본 이미지 또는 캘리브레이션 이미지를 바로 처리하는 것으로 설명된다.

[0067] 따라서, 카메라 캘리브레이션 장치(101)는 각 히든 레이어에서 격자들의 코너를 결정함에 있어 앞서 학습으로 업데이트된 파라미터를 이용할 수 있다. 다만, 도 3에서 신경망 모델(300)은 체스보드가 표시된 이미지를 학습 대상으로 한다.

[0068] 각 히든 레이어(310, 320, 330)에서 입력 이미지로부터 캘리브레이션 이미지가 생성된다. 입력 이미지는 원본 이미지 및 이전 히든 레이어에서 생성된 캘리브레이션 이미지 중 하나를 의미한다. 즉, 첫 히든 레이어(310)에서 원본 이미지로부터 캘리브레이션 이미지가 생성되나, 그 이후 히든 레이어(320, 330)에서 이전 히든 레이어에서 생성된 캘리브레이션 이미지로부터 캘리브레이션 이미지를 생성한다.

[0069] 그리고, 최종 히든 레이어(330)에서 생성된 캘리브레이션 이미지(203)가 신경망 모델(300)의 출력 결과가 된다. 최종 히든 레이어에서 생성된 캘리브레이션 이미지(203)에 표시된 격자들의 상태에 따라 신경망 모델(300)의 각 히든 레이어에 포함된 파라미터들이 업데이트될 수 있다.

[0070] 도 3을 참조하면, 각 히든 레이어(310, 320, 330)에서는 입력 이미지에 대해서 A, B, C, D, E 과정들(311-

315)이 동일하게 수행된다. 일례로, 첫번째 히든 레이어(310)에서는 아래와 같은 과정이 수행된다.

[0071] A(311) 과정에서, 카메라 캘리브레이션 장치는, 원본 이미지(201)의 대비를 증가시킴으로써 원본 이미지(201)에서 체스보드와 배경 영역이 식별될 수 있도록 원본 이미지(201)를 처리한다.

[0072] B(312) 과정에서, 카메라 캘리브레이션 장치는, 대비가 증가된 원본 이미지(201)에서 체스보드를 구성하는 외곽선을 추출한다. 대비가 증가된 원본 이미지(201)일수록 체스보드를 이루는 외곽선과 배경 영역을 식별하기 용이해지기 때문에 카메라 캘리브레이션 장치는 대비가 증가된 원본 이미지(201)에서 체스보드를 구성하는 외곽선을 추출할 수 있다.

[0073] C(313) 과정에서, 카메라 캘리브레이션 장치는, 원본 이미지(201)에서 추출된 외곽선에 포함된 격자들의 코너를 결정할 수 있다. 체스보드의 격자들 중 왜곡되지 않은 격자들에 대해서, 카메라 캘리브레이션 장치는 기하학 분류기를 이용하여 추출된 외곽선에 포함된 격자를 인식하고, 추출된 외곽선에 포함된 각 격자들의 코너를 결정할 수 있다.

[0074] 카메라 캘리브레이션 장치는 체스보드의 격자들 중 왜곡된 격자들에 대해서 격자의 형상을 인식할 수 있도록 신경망 모델(300)을 미리 트레이닝함으로써 격자들의 코너를 결정할 수 있다. 구체적으로, 격자가 포함된 학습 이미지는 격자를 포함하고 있다는 결과를 나타내는 변수가 태깅되어 있고, 격자가 포함되지 않은 학습 이미지는 격자가 포함되지 않았다는 결과를 나타내는 변수가 태깅되어 있다. 신경망 모델(300)은 학습 이미지에서 격자가 포함되어 있는지 판단하고, 태깅된 변수에 따라 각 히든 레이어에 포함된 파라미터를 업데이트함으로써 격자의 형상을 인식할 수 있도록 트레이닝된다.

[0075] 즉, 카메라 캘리브레이션 장치는 체스보드의 격자들 중 왜곡된 격자들에 대해서 격자의 형상을 인식할 수 있도록 미리 업데이트된 파라미터를 이용하여 격자들의 코너를 결정할 수 있다.

[0076] D(314) 과정에서, 카메라 캘리브레이션 장치는, 각 격자들의 코너들 간의 위치를 조정하고 조정된 위치에 따라 격자들의 크기를 키우거나 줄이는 등의 편집을 통해 체스보드를 구성하는 모든 격자들이 동일한 크기의 정사각형 형상을 가지도록 원본 이미지(201)에서 체스보드의 격자들을 가공 또는 재구성할 수 있다.

[0077] E(315) 과정에서, 카메라 캘리브레이션 장치는, 원본 이미지(201)에서 가공된 격자들을 제외한 나머지 영역을 제거함으로써 가공된 격자들로 구성된 캘리브레이션 이미지를 획득할 수 있다.

[0079] 도 4는 본 발명의 일실시예 카메라 캘리브레이션에 이용되는 이미지에서 체스보드 추출 과정의 플로우 차트를 도시한 도면이다.

[0080] 단계(401)에서, 카메라 캘리브레이션 장치는, 카메라 캘리브레이션을 위해 체스보드가 표시된 원본 이미지를 식별한다. 원본 이미지에 표시된 체스보드는 앞서 설명한 바와 같이 카메라의 위치 및 각도 등 요인에 따라서 격자의 형상이 서로 상이하거나 정사각형 형상이 아닐 수 있다.

[0081] 단계(402)에서, 카메라 캘리브레이션 장치는, 원본 이미지에서 체스보드를 제외한 배경 영역이 식별되도록 원본 이미지를 처리한다. 카메라 캘리브레이션 장치는, 원본 이미지의 대비를 증가시킴으로써 원본 이미지에서 체스보드와 배경 영역이 식별될 수 있도록 원본 이미지를 처리한다.

[0082] 단계(403)에서, 카메라 캘리브레이션 장치는, 처리된 원본 이미지에서 체스보드를 구성하는 외곽선을 추출한다. 대비가 증가된 원본 이미지(201)일수록 체스보드를 이루는 외곽선과 배경 영역을 식별하기 용이해지기 때문에 카메라 캘리브레이션 장치는 대비가 증가된 원본 이미지(201)에서 체스보드를 구성하는 외곽선을 추출할 수 있다.

[0083] 단계(404)에서, 카메라 캘리브레이션 장치는, 추출된 외곽선에 포함된 격자들의 코너를 결정한다. 체스보드의 격자들 중 왜곡되지 않은 격자들에 대해서, 카메라 캘리브레이션 장치는 기하학 분류기를 이용하여 추출된 외곽선에 포함된 격자를 인식하고, 추출된 외곽선에 포함된 각 격자들의 코너를 결정할 수 있다.

[0084] 카메라 캘리브레이션 장치는 체스보드의 격자들 중 왜곡된 격자들에 대해서 격자의 형상을 인식할 수 있도록 신경망 모델(300)을 미리 트레이닝하고, 트레이닝된 신경망 모델에 추출된 외곽선을 입력함으로써 격자들의 코너를 결정할 수 있다.

[0085] 단계(405)에서, 카메라 캘리브레이션 장치는, 결정된 격자들의 코너를 이용하여 격자들이 동일한 크기의 형상을

가지도록 원본 이미지에서 격자들을 가공한다. 카메라 캘리브레이션 장치는, 각 격자들의 코너들 간의 위치를 조정하고 조정된 위치에 따라 격자들의 크기를 키우거나 줄이는 등의 편집을 통해 체스보드를 구성하는 모든 격자들이 동일한 크기의 정사각형 형상을 가지도록 원본 이미지(201)에서 체스보드의 격자들을 가공 또는 재구성할 수 있다.

[0086] 단계(406)에서, 카메라 캘리브레이션 장치는, 원본 이미지에서 가공된 격자들을 제외한 나머지 영역을 제거함으로써 가공된 격자들로 구성된 캘리브레이션 이미지를 획득한다.

[0088] 도 5는 본 발명의 일실시예 따른 카메라 캘리브레이션 과정을 플로우 차트로 도시한 도면이다.

[0089] 단계(501)에서, 카메라 캘리브레이션 장치는, 도 4의 과정을 통해 생성된 캘리브레이션 이미지를 식별한다. 캘리브레이션 이미지는 체스보드를 표시하고 있으며, 체스보드는 격자의 동일한 크기의 정사각형 형상의 격자들로 구성된다. 일례로, 체스보드의 각 격자들은 서로 다른 2개의 색 중 어느 하나를 가지고, 서로 다른 색의 격자들이 교차하면서 배열될 수 있다.

[0090] 단계(502)에서, 카메라 캘리브레이션 장치는, 체스보드의 격자(grid)로 구성된 캘리브레이션 이미지를 이용하여 호모그래피 행렬(homography)을 결정한다. 호모그래피 행렬은 현실 3차원 좌표계와 이미지 좌표계의 관계를 나타내는 행렬을 의미한다.

[0091] 단계(503)에서, 카메라 캘리브레이션 장치는, 호모그래피 행렬에 기초하여 카메라 캘리브레이션을 위한 카메라의 내부 파라미터(Intrinsic Parameter) 및 외부 파리미터(Extrinsic parameter)를 추출한다. 외부 파라미터는 현실 3차원 좌표계와 비교하여 카메라의 상대적인 위치를 나타내고, 회전 및 변위 행렬로 표현될 수 있다. 내부 파라미터는 초점거리(Focal length), 비대칭 계수(Skew coefficient), 중심점(Principal point)을 포함할 수 있다.

[0093] 도 6은 본 발명의 일실시예 따른 현실 3차원 좌표계와 이미지 좌표계의 관계를 도시한 도면이다.

[0094] 도 6의 (a)는 현실 3차원 좌표계를 나타내는 도면이다. 그리고 도 6의 (b)는 카메라 좌표계를 도시한 도면이다. 도 6의 (c)는 이미지 좌표계를 도시한 도면이다. 현실 3차원 좌표계는 3차원 사물의 위치를 표현할 때 사용하는 좌표를 의미한다. 카메라 좌표계는 카메라가 속한 3차원 공간을 표현할 때 사용하는 좌표계이다.

[0095] 외부 파라미터는 도 6의 (a)와 도 6의 (b)의 관계를 회전 및 변위 행렬로 표현하는 것을 의미한다. 그리고, 호모그래피 행렬은 아래 수학식으로 표현될 수 있다.

수학식 1

[0096]
$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}$$

[0097] X, Y, Z는 현실 3차원 좌표계의 값들을 의미한다. H는 호모그래피 행렬을 의미한다. w는 2차원 좌표의 균질좌표계(Homogeneous)로 표현하기 위해 사용된 상수이며, 1로 고정하여 사용할 수 있다. x, y는 이미지 좌표계를 의미한다. 따라서, 호모그래피 행렬이 정확하게 계산될수록, 현실 3차원 좌표계와 이미지 좌표계의 관계가 정확히 표현되기 때문에, 카메라 캘리브레이션의 정확도가 증가한다.

[0099] 한편, 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성되어 마그네틱 저장매체, 광학적 판독매체, 디지털 저장매체 등 다양한 기록 매체로도 구현될 수 있다.

[0100] 본 명세서에 설명된 각종 기술들의 구현들은 디지털 전자 회로조직으로, 또는 컴퓨터 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어로, 또는 그들의 조합들로 구현될 수 있다. 구현들은 데이터 처리 장치, 예를 들어 프로그램가능 프로세서, 컴퓨터, 또는 다수의 컴퓨터들의 동작에 의한 처리를 위해, 또는 이 동작을 제어하기 위해, 컴퓨터 프로그램 제

품, 즉 정보 캐리어, 예를 들어 기계 판독가능 저장 장치(컴퓨터 판독가능 매체) 또는 전파 신호에서 유형적으로 구체화된 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수 있다. 상술한 컴퓨터 프로그램(들)과 같은 컴퓨터 프로그램은 컴파일된 또는 인터프리트된 언어들을 포함하는 임의의 형태의 프로그래밍 언어로 기록될 수 있고, 독립형 프로그램으로서 또는 모듈, 구성요소, 서브루틴, 또는 컴퓨팅 환경에서의 사용에 적절한 다른 유닛으로서 포함하는 임의의 형태로 전개될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 하나의 사이트에서 하나의 컴퓨터 또는 다수의 컴퓨터들 상에서 처리되도록 또는 다수의 사이트들에 걸쳐 분배되고 통신 네트워크에 의해 상호 연결되도록 전개될 수 있다.

[0101] 컴퓨터 프로그램의 처리에 적절한 프로세서들은 예로서, 범용 및 특수 목적 마이크로프로세서들 둘 다, 및 임의의 종류의 디지털 컴퓨터의 임의의 하나 이상의 프로세서들을 포함한다. 일반적으로, 프로세서는 판독 전용 메모리 또는 랜덤 액세스 메모리 또는 둘 다로부터 명령어들 및 데이터를 수신할 것이다. 컴퓨터의 요소들은 명령어들을 실행하는 적어도 하나의 프로세서 및 명령어들 및 데이터를 저장하는 하나 이상의 메모리 장치들을 포함할 수 있다. 일반적으로, 컴퓨터는 데이터를 저장하는 하나 이상의 대량 저장 장치들, 예를 들어 자기, 자기-광 디스크들, 또는 광 디스크들을 포함할 수 있거나, 이것들로부터 데이터를 수신하거나 이것들에 데이터를 송신하거나 또는 양쪽으로 되도록 결합될 수도 있다. 컴퓨터 프로그램 명령어들 및 데이터를 구체화하는데 적절한 정보 캐리어들은 예로서 반도체 메모리 장치들, 예를 들어, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM(Compact Disk Read Only Memory), DVD(Digital Video Disk)와 같은 광 기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-Optical Media), 롬(ROM, Read Only Memory), 램(RAM, Random Access Memory), 플래시 메모리, EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM) 등을 포함한다. 프로세서 및 메모리는 특수 목적 논리 회로조직에 의해 보충되거나, 이에 포함될 수 있다.

[0102] 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용매체일 수 있고, 컴퓨터 저장매체 및 전송매체를 모두 포함할 수 있다.

[0103] 본 명세서는 다수의 특정한 구현물의 세부사항들을 포함하지만, 이들은 어떠한 발명이나 청구 가능한 것의 범위에 대해서도 제한적인 것으로서 이해되어서는 안되며, 오히려 특정한 발명의 특정한 실시형태에 특유할 수 있는 특징들에 대한 설명으로서 이해되어야 한다. 개별적인 실시형태의 문맥에서 본 명세서에 기술된 특정한 특징들은 단일 실시형태에서 조합하여 구현될 수도 있다. 반대로, 단일 실시형태의 문맥에서 기술한 다양한 특징들 역시 개별적으로 혹은 어떠한 적절한 하위 조합으로도 복수의 실시형태에서 구현 가능하다. 나아가, 특징들이 특정한 조합으로 동작하고 초기에 그와 같이 청구된 바와 같이 묘사될 수 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 이상의 특징들은 일부 경우에 그 조합으로부터 배제될 수 있으며, 그 청구된 조합은 하위 조합이나 하위 조합의 변형물로 변경될 수 있다.

[0104] 마찬가지로, 특정한 순서로 도면에서 동작들을 묘사하고 있지만, 이는 바람직한 결과를 얻기 위하여 도시된 그 특정한 순서나 순차적인 순서대로 그러한 동작들을 수행하여야 한다거나 모든 도시된 동작들이 수행되어야 하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 특정한 경우, 멀티태스킹과 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 또한, 상술한 실시형태의 다양한 장치 컴포넌트의 분리는 그러한 분리를 모든 실시형태에서 요구하는 것으로 이해되어서는 안되며, 설명한 프로그램 컴포넌트와 장치들은 일반적으로 단일의 소프트웨어 제품으로 함께 통합되거나 다중 소프트웨어 제품에 패키징 될 수 있다는 점을 이해하여야 한다.

[0105] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

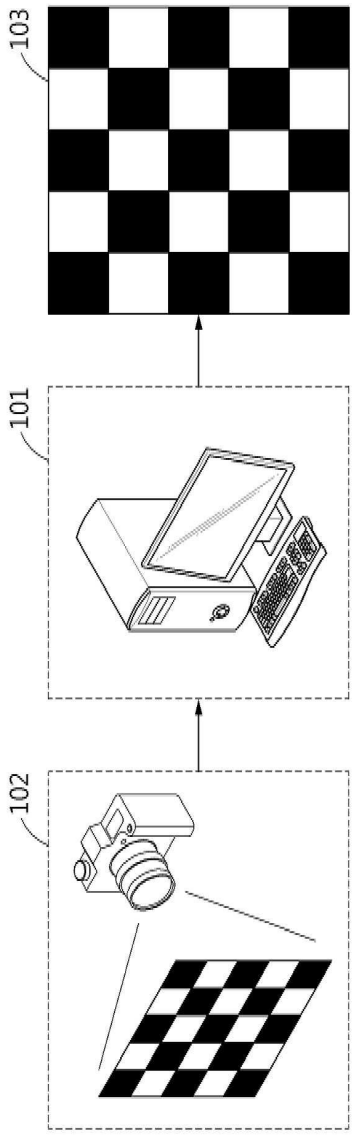
[0107] 101: 카메라 캘리브레이션 장치

102: 원본 이미지 획득 과정

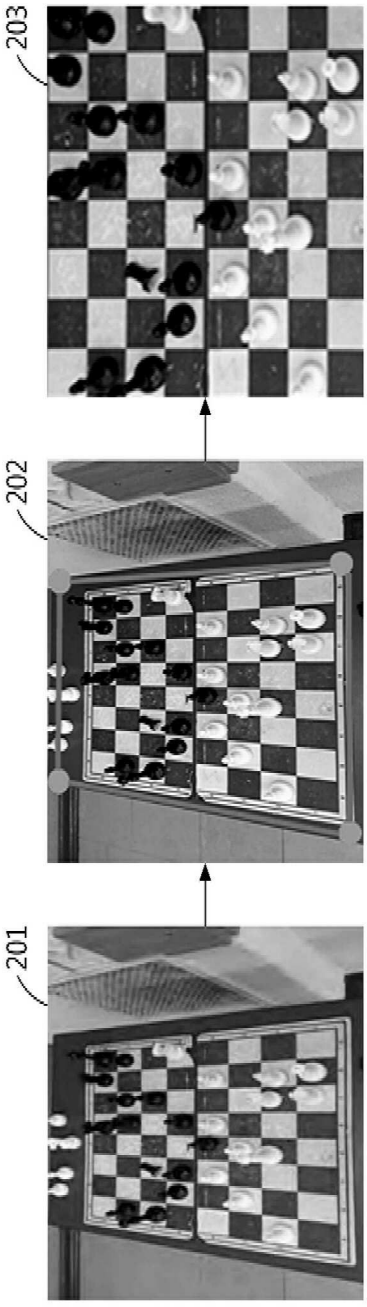
103: 캘리브레이션 이미지

도면

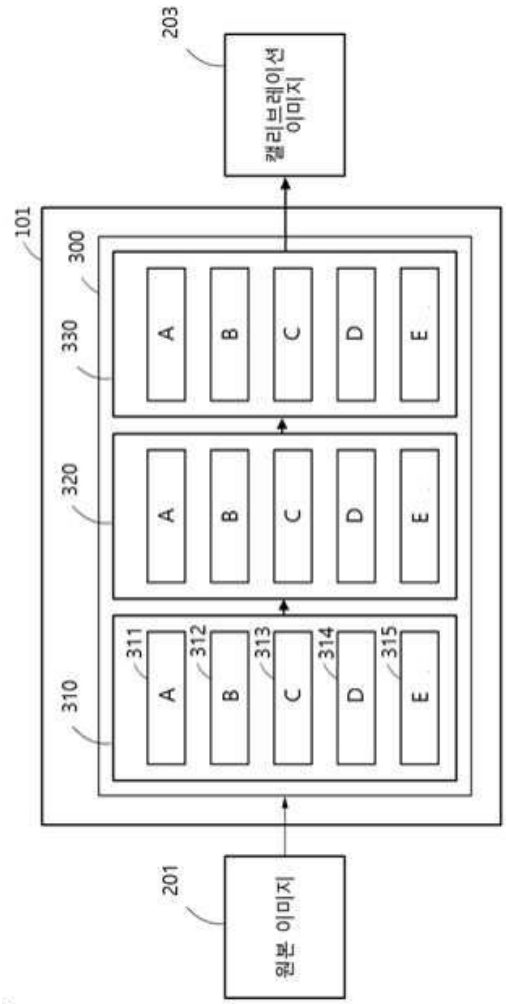
도면1



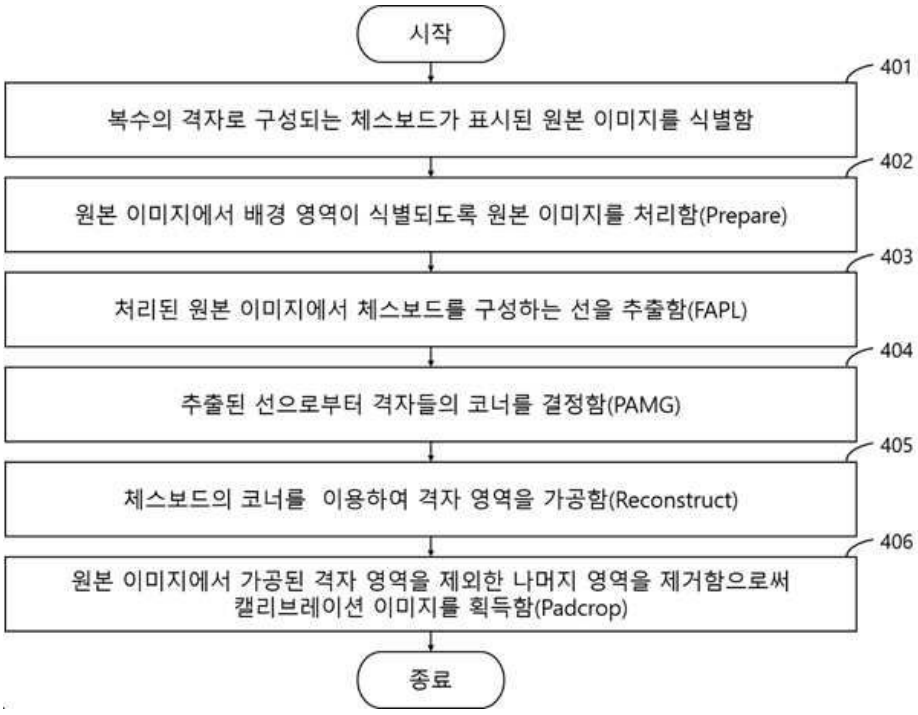
도면2



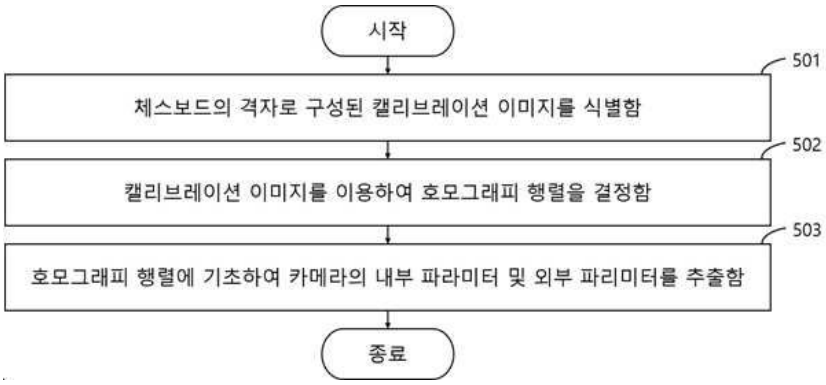
도면3


203
캘리브레이션 이미지
101
300
330
320
310
A
B
C
D
E
311
312
313
314
315
201
원본 이미지

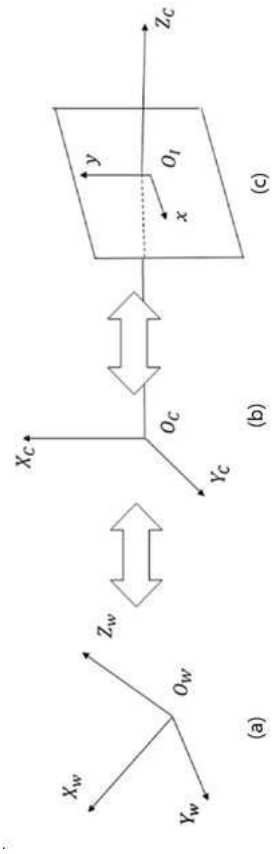
도면4


시작
401
복수의 격자로 구성되는 체스보드가 표시된 원본 이미지를 식별함
402
원본 이미지에서 배경 영역이 식별되도록 원본 이미지를 처리함(Prepare)
403
처리된 원본 이미지에서 체스보드를 구성하는 선을 추출함(FAPL)
404
추출된 선으로부터 격자들의 코너를 결정함(PAMG)
405
체스보드의 코너를 이용하여 격자 영역을 가공함(Reconstruct)
406
원본 이미지에서 가공된 격자 영역을 제외한 나머지 영역을 제거함으로써 캘리브레이션 이미지를 획득함(Padcrop)
종료

도면5


시작
501
체스보드의 격자로 구성된 캘리브레이션 이미지를 식별함
502
캘리브레이션 이미지를 이용하여 호모그래피 행렬을 결정함
503
호모그래피 행렬에 기초하여 카메라의 내부 파라미터 및 외부 파리미터를 추출함
종료

도면6


Z_C
y
O_I
x
(c)
O_C
(b)
X_C
Y_C
Z_W
O_W
(a)
X_W
Y_W