(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0024545
(43) 공개일자 2022년03월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/80 (2017.01) *G06T 7/73* (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/80 (2017.01)
G06T 7/74 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2022-7001269
(22) 출원일자(국제) 2020년03월27일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년01월13일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2020/052938
(87) 국제공개번호 WO 2020/250047
국제공개일자 2020년12월17일
(30) 우선권주장
3,046,609 2019년06월14일 캐나다(CA)

(71) 출원인
힌지 헬스 인크.
미국 94105 캘리포니아주 샌프란시스코 스위트 700 마켓 스트리트 455
(72) 발명자
장 웬
캐나다 퀘벡 에이치4제트 2제트6 몬트리올 스위트 비113 르누아르 1001
(74) 대리인
김태홍, 김진희

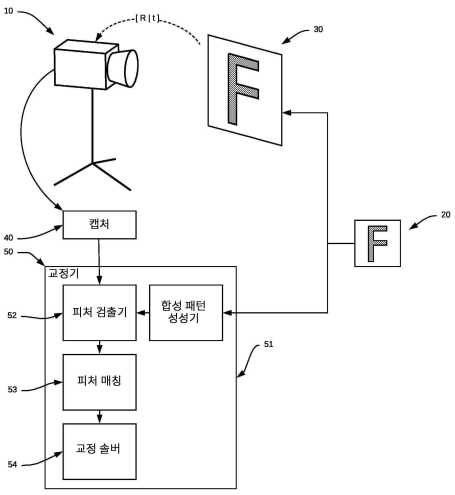
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **외재적 카메라 교정 방법 및 시스템**

(57) 요 약

카메라의 외재적 파라미터들을 결정하는 방법이 개시된다. 본 방법은 디지털 교정 이미지를 획득하는 단계 및 교정 이미지의 복수의 합성 뷰 - 각 합성 뷰는 가상 카메라 파라미터 세트를 가짐 - 를 생성하는 단계를 포함한다. 본 방법은 복수의 합성 뷰 각각으로부터 피처 세트를 식별하는 단계, 디지털 교정 이미지의 표현의 디지털 카메라 이미지를 획득하는 단계, 및 디지털 카메라 이미지에서 피처 세트를 식별하는 단계를 또한 포함한다. 본 방법은 디지털 카메라 이미지의 피처 세트의 각 피처를 합성 뷰들의 피처 세트 각각의 각 피처와 비교하는 단계 및 비교들을 사용하여 합성 뷰들의 피처 세트의 모든 피처들에서 디지털 카메라 이미지의 피처 세트의 각 피처에 대한 최적의 매치를 식별하는 단계를 포함한다. 본 방법은 최적의 매치들과 연관된 합성 뷰들의 가상 카메라 파라미터들을 사용하여 카메라의 외재적 파라미터들을 계산하는 단계로 종결된다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06T 2207/30244 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

카메라의 외재적 파라미터들을 결정하는 방법으로서,

디지털 교정 이미지를 획득하는 단계;

상기 교정 이미지의 복수의 합성 뷰(synthetic view) - 각 합성 뷰는 가상 카메라 파라미터 세트를 가짐 - 를 생성하는 단계;

상기 복수의 합성 뷰 각각으로부터 피처 세트(set of features)를 식별하는 단계;

상기 디지털 교정 이미지의 표현의 디지털 카메라 이미지를 획득하는 단계;

상기 디지털 카메라 이미지에서 상기 피처 세트를 식별하는 단계;

상기 디지털 카메라 이미지의 상기 피처 세트의 각 피처를 상기 합성 뷰들의 상기 피처 세트 각각의 각 피처와 비교하는 단계;

상기 비교들을 사용하여 상기 합성 뷰들의 상기 피처 세트의 피처들에서 상기 디지털 카메라 이미지의 상기 피처 세트의 각 피처에 대한 최적의 매치(best match)를 식별하는 단계;

상기 최적의 매치들과 연관된 상기 피처들의 상기 가상 카메라 파라미터들을 사용하여 상기 카메라의 외재적 파라미터들을 계산하는 단계:

를 포함하는, 카메라의 외재적 파라미터들을 결정하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 디지털 교정 이미지는 적어도 하나의 차원에서 비대칭인 것인, 카메라의 외재적 파라미터들을 결정하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 디지털 교정 이미지는 로고(logo)인 것인, 카메라의 외재적 파라미터들을 결정하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 외재적 파라미터들과 상기 가상 카메라 파라미터들은 병진 및 회전 좌표들을 포함하는 것인, 카메라의 외재적 파라미터들을 결정하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 복수의 합성 뷰는 상기 교정 이미지가 상기 합성 뷰의 시야 내에 있는 가상 카메라 파라미터들의 공간으로부터 선택되는 것인, 카메라의 외재적 파라미터들을 결정하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수의 합성 뷰 각각으로부터 피처 세트를 식별하는 단계와 상기 디지털 카메라 이미지에서 상기 피처 세

트를 식별하는 단계는 피처 검출 모듈을 사용하여 수행되는 것인, 카메라의 외재적 파라미터들을 결정하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

최적의 매치들을 식별하는 단계는 각 피처 사이의 요소별 차이를 계산하는 단계 및 상기 합성 뷰로부터 캡처된 이미지로 및 캡처된 이미지로부터 합성 뷰로의 양자 모두에 대해 이 차이를 최소화하는 단계를 포함하는 것인, 카메라의 외재적 파라미터들을 결정하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 방법은 상기 디지털 카메라 이미지의 관심 영역을 식별하는 단계를 더 포함하고, 상기 디지털 카메라 이미지에서 상기 피처 세트를 식별하는 단계는 상기 관심 영역에 대해서만 수행되는 것인, 카메라의 외재적 파라미터들을 결정하는 방법.

청구항 9

물리적 평면 교정 패턴을 사용하여 카메라의 병진 및 회전을 결정하기 위한 카메라 교정 모듈로서,

상기 물리적 평면 교정 패턴에 대응하는 디지털 교정 이미지의 복수의 합성 뷰를 생성하기 위한 합성 패턴 생성기;

상기 카메라로부터 캡처된 이미지로부터 및 상기 복수의 합성 뷰 각각으로부터 피처 세트를 추출하기 위한 피처 검출기;

상기 디지털 카메라 이미지의 상기 피처 세트의 각 피처를 상기 합성 뷰들의 상기 피처 세트 각각의 각 피처와 비교하고 상기 비교들을 사용하여 상기 합성 뷰들의 상기 피처 세트의 피처들에서 상기 디지털 카메라 이미지의 상기 피처 세트의 각 피처에 대한 최적의 매치를 식별하기 위한 피처 매칭 모듈;

상기 최적의 매치들과 연관된 상기 피처들의 가상 카메라 파라미터들을 사용하여 상기 카메라의 병진 및 회전을 산출하기 위한 교정 솔버(calibration solver):

를 포함하는, 카메라 교정 모듈.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 디지털 교정 이미지는 적어도 하나의 차원에서 비대칭인 것인, 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 디지털 교정 이미지는 로고인 것인, 시스템.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 외재적 파라미터들과 상기 가상 카메라 파라미터들은 병진 및 회전 좌표들을 포함하는 것인, 시스템.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 복수의 합성 뷰는 상기 교정 이미지가 상기 합성 뷰의 시야 내에 있는 가상 카메라 파라미터들의 공간으로부터 선택되는 것인, 시스템.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 피처 매칭 모듈은 각 피처 사이의 요소별 차이를 계산하고 상기 합성 뷰로부터 캡처된 이미지로 및 캡처된 이미지로부터 합성 뷰로의 양자 모두에 대해 이 차이를 최소화함으로써 최적의 매치를 식별하도록 구성되는 것인, 시스템.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 디지털 카메라 이미지에서 상기 피처 세트를 식별하는 것은 상기 디지털 카메라 이미지의 관심 영역에서만 수행되는 것인, 시스템.

청구항 16

카메라 교정 시스템으로서,

제9항의 카메라 교정 모듈;

카메라;

물리적 평면 교정 패턴:

을 포함하며,

상기 카메라로부터의 출력에는 상기 카메라의 병진 및 회전이 임베드되는 것인, 카메라 교정 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 카메라의 외재적 파라미터들을 결정하기 위한 방법들 및 시스템들에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 이미지 피처들을 사용한 카메라의 6 자유도의 포즈의 결정에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 카메라의 위치를 결정하는 방법은 특수한 디자인의 피듀셜 마커들(fiducial markers) - 이로부터 알려진 피처들이 추출될 수 있음 - 을 사용한다. 예를 들어, 이는 QR 코드와 같은 마커들 또는 체크보드 패턴으로 행해질 수 있다. 카메라의 위치를 결정하는 다른 방법은 어떠한 마커도 필요로 하지 않지만, 대신에 씬(scene)을 매핑하고 동시에 포즈를 추정하기 위해 이동하는 카메라를 사용한다. 이 후자의 방법의 예는 VSLAM(visual simultaneous localization and mapping)이다.

[0003] (예를 들면, 미적인 이유로) 특수한 마커들이 바람직하지 않고 카메라를 이동시키는 것이 가능하지 않은 경우, 모종의 알려진 임의의 그래픽 패턴을 캡처함으로써 정적인 시점에서 카메라를 교정할 수 있는 시스템을 갖는 것이 유용할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0004] 카메라의 외재적 파라미터들을 결정하는 방법이 개시된다. 본 방법은 디지털 교정 이미지를 획득하는 단계 및 교정 이미지의 복수의 합성 뷰(synthetic view) - 각 합성 뷰는 가상 카메라 파라미터 세트를 가짐 - 를 생성하는 단계를 포함한다. 본 방법은 복수의 합성 뷰 각각으로부터 피처 세트(set of features)를 식별하는 단계, 디지털 교정 이미지의 표현의 디지털 카메라 이미지를 획득하는 단계, 및 디지털 카메라 이미지에서 피처 세트를 식별하는 단계를 또한 포함한다. 본 방법은 디지털 카메라 이미지의 피처 세트의 각 피처를 합성 뷰들의 피처

세트 각각의 각 피처와 비교하는 단계 및 매칭 피처 세트를 식별하는 단계를 포함한다. 본 방법은 가상 카메라 파라미터들을 사용하여 매칭된 합성 피처들의 가상 3D 위치들을 계산하는 단계를 포함한다. 본 방법은 가상 3D 위치들과 함께 그 매칭된 캡처된 피처들을 이용하여 투시 n 포인트(perspective n-points) 문제를 푸는 것을 통해 외재적 카메라 파라미터들을 계산하는 단계로 종결된다.

도면의 간단한 설명

[0005] 본 발명의 바람직한 실시예를 예로서만 도시하는 도면에서,

도 1은 카메라 교정 시스템의 실시예의 하이레벨 아키텍처를 나타낸 것이다.

도 2는 가상 카메라 파라미터들을 사용한 교정 이미지의 합성 뷰들(synthetic views)의 예시도이다.

도 3은 캡처된 이미지와 합성 뷰들 사이의 피처 대응에 대한 일련의 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0006] 본 발명은 외재적 카메라 파라미터들을 계산하기 위한 카메라 교정 방법 및 시스템에 대한 것이다. 임의적이지만 비대칭인 디자인의 교정 이미지가 교정되고 있는 카메라가 볼 수 있는 실질적으로 평면인 표면에 임베드되거나 프린트될 수 있다. 합성 패턴 생성기가 가상 카메라 파라미터들로 교정 이미지의 합성 뷰들을 생성할 수 있다. 피처 검출 및 매칭 모듈이 캡처된 이미지의 2D 포인트들을 합성 뷰들의 가상 3D 포인트들과 상관시킬 수 있다. 다음으로 교정 솔버(calibration solver)가 2D-3D 대응으로부터 외재적 파라미터들을 계산할 수 있다.

[0007] 카메라의 외재적 파라미터들은 전형적으로 병진 성분 t = (X, Y, Z)와 회전 성분 R로 구성된다. 3 공간에서 전자는 3 벡터로 나타낼 수 있고, 후자는 오일러 각(Euler angles)의 벡터로 나타낼 수 있다. 회전 성분은 달리 3x3 회전 행렬, 각도-축 벡터 등으로 나타낼 수도 있다. 외재적 교정은 R과 t를 획득하는 프로세스이다. 카메라의 내재적 파라미터들은 일반적으로 카메라로부터 알려지며, 시야, 초점 거리, 및 임의의 렌즈 왜곡을 포함할 수 있다. 일부 내재적 파라미터는 줌 렌즈의 초점 거리와 같은 카메라의 세팅에 따라 변경 가능할 수 있으나 교정 목적상 알려진 것으로 가정한다.

[0008] 도 1을 참조하면, 교정 시스템은 교정 대상 카메라(10), 디지털 교정 이미지(20), 물리적 평면 교정 패턴(30), 이미지 캡처 모듈(40), 및 교정 모듈(50)을 포함할 수 있다. 교정 모듈은 합성 패턴 생성기(51), 피처 검출기(52), 피처 매칭 모듈(53), 및 교정 솔버(54)를 포함할 수 있다.

[0009] 디지털 교정 이미지(20)는 임의의 디자인일 수 있으나, 바람직하게는 적어도 하나의 축을 따라서 비대칭일 수 있다. 비대칭은 불명확한 해(ambiguous solutions)를 회피하는 데 도움이 될 수 있다. 이 디지털 교정 이미지(20)는 평면 교정 패턴(30)을 포함하도록 알려진 물리적 크기를 갖는 평면에 임베드될 수 있다. 예시적인 실시예들은 프린트된 디자인을 갖는 평평한 가동 보드(flat moveable board), 또는 부착된 디캘(pasted decal)을 갖는 벽이나 바닥과 같은 표면을 포함한다. 실시예는 이들 평면 교정 패턴 중 하나 이상을 사용할 수 있는데, 각 패턴은 상이한 디자인을 포함해야 한다. 디지털 교정 이미지(20) 및 그에 따른 평면 교정 패턴(30)은 이미 통상적으로 카메라(10)의 시야에 나타날 수 있는 로고, 배경 이미지, 또는 다른 디자인일 수 있다.

[0010] 이미지 캡처 모듈(40)은 비디오 소스로부터의 비디오 신호를 디지털 이미지 프로세싱에 적합한 데이터로 변환할 수 있다. 비디오 소스는 디지털 카메라 또는 인터넷을 통한 비디오 스트림과 같은 모종의 다른 비디오의 스트림일 수 있다. 이미지 캡처 모듈은 카메라(10)의 카메라 제조업체 또는 제3 자 소프트웨어 라이브러리로부터와 같은 애플리케이션 프로그래밍 인터페이스를 제공할 수 있다.

[0011] 도 2를 참조하면, 합성 패턴 생성기 모듈(51)은 디지털 교정 이미지(20)를 입력으로 받아들여서는 합성 뷰들(60)을 생성할 수 있다. 합성 패턴 생성기는 디지털 교정 이미지를 상이한 합성 뷰들로 렌더링하기 위해 OpenGL(또는 DirectX, Unity3D, Unreal 등)과 같은 기존의 3D 렌더링 프레임워크를 이용하는 소프트웨어 모듈일 수 있다. 합성 뷰는 모종의 카메라 사영 변환 하에서 평면 교정 패턴(20)을 묘사하는 이미지일 수 있다. 가상 카메라의 이 사영 변환은 가상 카메라 파라미터들(70)로부터 계산될 수 있다. 가상 카메라 파라미터들은 평면 교정 패턴(20)에 대한 가상 카메라의 병진 및 회전 좌표 세트들이다. 이들 가상 카메라 파라미터는 합성 뷰의 임의의 2D 이미지 좌표를 교정 패턴의 3D 위치로 매핑하는 데 또는 그 반대에 사용될 수 있다.

[0012] 피처 검출 모듈에 더 많은 후보 피처 포인트가 이용 가능하도록 복수의 합성 뷰가 생성될 수 있다. 추가 합성 뷰들을 갖는 것은 추가 피처 세트들을 가능케 할 수 있다. 피처 추출 알고리즘은 관점의 변화에 불변성이지 않을 수 있으며, 따라서 상이한 시야각들로부터 상이한 피처들을 생성할 수 있다. 내재적 파라미터들이 알려진 카

메라 내재적 파라미터들을 미러링하도록 가상 카메라 파라미터들을 선택함으로써 합성 뷰들이 생성될 수 있다. 교정 패턴이 합성 시야에 포함되어 있는 병진 및 회전 공간으로부터 외재적 파라미터들이 선택될 수 있다. 합성 뷰들은 공간으로부터 균등하게 선택될 수도 있고, 또는 카메라의 통상적인 위치들에 대한 정보를 기반으로 선택될 수도 있다. 예시적인 일 실시예에서는, 가상 카메라의 로컬 y축을 세계의 y축과 대략적으로 정렬된 상태로 유지시키면서 9개의 합성 뷰가 교정 패턴 앞의 반구를 균등하게 커버한다. 이들 합성 뷰는 카메라와 교정 패턴 양자 모두가 동일한 수평 배향에 대해 장착된 통상적인 카메라 위치들에 대응할 수 있다. 다른 예에서, 합성 뷰들은 선험적으로 알려진 카메라 위치들로부터 또는 카메라가 매우 비스듬한 각도가 아니라 일반적으로 교정 패턴의 앞에 있는 통상적으로 사용되는 위치들로부터 선택될 수 있다.

[0013] 피처 검출 모듈은 2개의 서브모듈: 피처 추출 모듈 및 피처 매칭 모듈을 포함할 수 있다. 이 맥락에서의 피처는 수반되는 디스크립터(accompanying descriptor)에 의해 식별될 수 있는 이미지의 패치일 수 있다. 디스크립터는, 패치들 사이의 모종의 유사성 측도, 예를 들면 두 디스크립터 사이의 차이의 L2 노름(norm)을 가능케 하는, 저차원 공간(예를 들면, N-D 벡터)에서의 현저한 패치 정보의 인코딩일 수 있다. 피처 추출기 모듈은 합성 뷰들에서 및 캡처된 이미지에서 피처들을 찾을 수 있다. 실시예는 SURF(Speeded Up Robust Features) 또는 MSER(Maximally Stable Extremal Regions)와 같은, 스케일링 및 회전에 불변하는 방식으로 피처들을 식별하는 임의의 알고리즘을 사용할 수 있다.

[0014] 도 3을 참조하면, 피처 매칭 모듈은 캡처된 이미지(90)로부터 추출된 피처들과 각 합성 뷰(100)로부터 추출된 피처들 사이의 대응 세트(80)를 찾을 수 있다. 일 실시예에서, 매치는 브루트 포스(brute force)를 통해 획득될 수 있다. 캡처된 이미지로부터의 특정 피처에 대해, 모듈은 합성 뷰로부터의 모든 피처들을 통해 반복하고(iterate) 각 쌍에 대해 비용(cost) 또는 유사도를 계산할 수 있다. 비용이 가장 낮은 합성 뷰로부터의 피처가 잠재적 매치로서 선택된다. 가성 매치들(false matches)의 사례들을 줄이기 위해, 합성 뷰로부터의 잠재적 매칭 피처는 캡처된 이미지로부터의 각 피처와 비교될 수 있으며, 캡처된 이미지로부터의 가장 낮은 비용의 피처가 크로스 체크 피처로서 선택된다. 고려 중인 캡처된 이미지로부터의 피처가 크로스 체크 피처와 동일한 피처이면 매치가 받아들여질 수 있고, 그렇치 않으면 거부될 수 있다. 이 프로세스는 각각의 캡처된 피처 및 각 합성 뷰에 대해 반복될 수 있다.

[0015] 도 3의 예를 다시 참조하면, 예시적인 피처들이 원으로 표시되어 있다. 예시적인 매치들은 중실 원들(solid circles)을 연결하는 선들로 표시되어 있다. 특정 피처는 피처 검출 모듈에 의해 식별되는 "F"의 하단 우측 코너일 수 있다. 캡처된 이미지(90)의 이 피처는 제1 합성 뷰(100a)의 모든 피처들과 비교되며, 이 경우에는 비용이 가장 낮은 매치가 선택된다. 다음으로 합성 뷰(100a)로부터 선택된 피처는 캡처된 이미지 내의 각 피처와 비교되며, 비용이 가장 낮은 매치가 크로스 체크로서 선택된다. 이 예에서는, 크로스 체크 피처도 "F"의 하단 우측 코너이며, 그래서 캡처된 이미지(90)와 제1 합성 뷰(100)의 중실 원들을 연결한 선으로 나타내듯이, 매치가 받아들여진다. 이는 제1 합성 뷰(100a)의 피처들에 대해 캡처된 이미지의 피처들 각각에 대해 반복된다. 이 경우에, 그 외에 3개의 매치가 발견되었다.

[0016] 이 프로세스는 다음으로 합성 뷰들(100a 내지 100d) 중 나머지에 대해 반복된다. 합성 뷰(100b)로부터의 피처들에서는, 5개의 매치가 발견되었고; 합성 뷰(100c)로부터의 피처들에서는, 2개의 매치가 발견되었으며, 합성 뷰(100d)에서는 1개의 매치가 발견되었다. 이 예에서는, "F"의 하단 우측 코너의 특정 피처에 대해 추가 매치가 이루어지지는 않는다. 이 예에서는, 각 합성 뷰에 대해, 매치되지 않은 다수의 피처가 있었다.

[0017] 피처 디스크립터에 의한 매칭에 더해, 피처 매칭 모듈은 호모그래피(투시 변환을 받는 평면 상의 포인트들을 관련짓는 3x3 행렬)를 시행함으로써 가성 매치에 대해 강고하게 될 수 있다. 호모그래피는 RANSAC(Random Sampling Consensus)과 같은 아웃라이어 거부(outlier-rejecting) 방법으로 획득될 수 있다.

[0018] 매치들의 강고성(robustness)을 더욱 증가시키기 위해, 피처 매처(feature matcher)의 실시예는 캡처된 이미지의 관심 영역(ROI: region of interest) 내에 포함되는 매치들만을 고려할 수 있다. 관심 영역은 경계 상자 또는 2D 윤곽으로 나타낼 수 있다. 이 ROI는 "선험적" 지식을 기초로 한 초기 추측으로부터 또는 ROI 없이 획득된 외재적 파라미터들의 잠정적인 추정으로부터 획득될 수 있다. 후자의 경우, ROI는 잠정적인 외재적 파라미터들을 사용하여 교정 이미지의 범위의 윤곽을 투영함으로써 획득될 수 있다.

[0019] 교정 솔버(54)는 모든 합성 뷰들과 연관된 가상 카메라 파라미터들 및 피처 매치 세트를 입력으로 취할 수 있다. 각각의 매칭 피처에 대해, 먼저, 캡처된 이미지 내의 피처의 2D 이미지 좌표를 획득할 수 있다. 동일한 매칭 피처에 대해, 다음으로 합성 뷰 내의 2D 이미지 좌표로부터 가상 3D 좌표를 계산할 수 있는데, 피처는 가상 카메라의 사영 변환을 통해 유래되었다. 이 가상 3D 좌표는 평면 교정 패턴 상의 포인트를 미러링하며; 그래

서, 이는 실제 3D 좌표로 간주될 수 있다.

[0020] 2D(캡처됨)로부터 3D(세계)로의 포인트 대응들의 세트로부터, 교정 솔버(54)는 외재적 파라미터들 R 및 t의 추정치를 계산할 수 있다. 이는 "투시 n 포인트(perspective n-points)" 문제로 알려져 있으며, 대부분의 경우에 이 문제는 과결정된다(over-determined). 실시예는 Levenberg-Marquandt 최적화와 같은, 재투영 에러를 최소화하는 방법을 사용할 수 있다. 혹은, 실시예는 4 포인트의 서브세트를 샘플링하는 RANSAC 접근법을 사용할 수 있고, 각 반복에서 EPnP와 같은 직접 해(direct solution)를 사용할 수 있다.

[0021] 하나의 가능한 실시예에서, 합성 뷰들의 피처들은 교정 이미지가 선택될 때 사전 계산될 수 있다. 이 경우, 합성 패턴 생성 및 피처 추출 단계는 카메라 교정 전에 "오프라인"으로 이루어질 수 있다. 합성 피처들이 계산되고 나면, 교정 이미지는 폐기될 수 있다. 카메라 교정 절차 동안, 카메라의 내재적 파라미터들, 사전 계산된 합성 피처들, 및 캡처된 이미지는 피처 매칭 모듈(53)로부터 진행되는 교정에 사용될 수 있다.

[0022] 일 실시예에서, 피처 검출기 모듈(52), 피처 매칭 모듈(53), 합성 패턴 생성기(51), 및 교정 솔버(54) 각각에는 적어도 하나의 개개의 프로세서 또는 프로세싱 유닛, 개개의 통신 유닛, 및 개개의 메모리가 각각 구비될 수 있다. 다른 실시예에서는, 피처 검출기(52), 피처 매칭(54), 합성 패턴 생성기(51), 및 교정 솔버(54)로 이루어진 그룹 중 적어도 2개가 동일한 프로세서, 동일한 통신, 및/또는 동일한 메모리를 공유한다. 이 경우에, 피처 검출기 모듈(52), 피처 매칭 모듈(54), 합성 패턴 생성기(51), 및/또는 교정 솔버(54)는 서버, PC, 랩탑, 태블릿, 스마트폰 등과 같은 컴퓨터 머신의 프로세서에 의해 실행되는 상이한 모듈들에 대응할 수 있다.

[0023] 교정 모듈은 메모리에 저장된 모듈들 또는 프로그램들 및/또는 명령어들을 실행하고 그에 따라 프로세싱 동작들을 수행하기 위한 하나 이상의 컴퓨터 프로세싱 유닛(CPU) 및/또는 그래픽 프로세싱 유닛(GPU), 메모리, 및 이들 컴포넌트를 상호 연결하기 위한 하나 이상의 통신 버스를 포함할 수 있다. 통신 버스들은 시스템 컴포넌트들 사이를 상호 연결하고 시스템 컴포넌트들 사이의 통신들을 제어하는 회로(칩셋으로 불리기도 함)를 선택적으로 포함한다. 메모리는 DRAM, SRAM, DDR RAM, 또는 다른 랜덤 액세스 솔리드 스테이트 메모리 디바이스들과 같은 고속 랜덤 액세스 메모리를 포함하며, 하나 이상의 자기 디스크 스토리지 디바이스, 광 디스크 스토리지 디바이스, 플래시 메모리 디바이스, 또는 다른 비휘발성 솔리드 스테이트 스토리지 디바이스와 같은 비휘발성 메모리를 포함할 수 있다. 메모리는 선택적으로 CPU(들)로부터 원격에 위치된 하나 이상의 스토리지 디바이스를 포함한다. 메모리, 혹은 메모리 내의 비휘발성 메모리 디바이스(들)는 비일시적 컴퓨터 가독 스토리지 매체를 포함한다. 몇몇 실시예에서, 메모리, 또는 메모리의 컴퓨터 가독 스토리지 매체는 프로그램들, 모듈들, 및 데이터 구조들, 또는 전술한 것들의 서브세트(부분집합)을 저장한다.

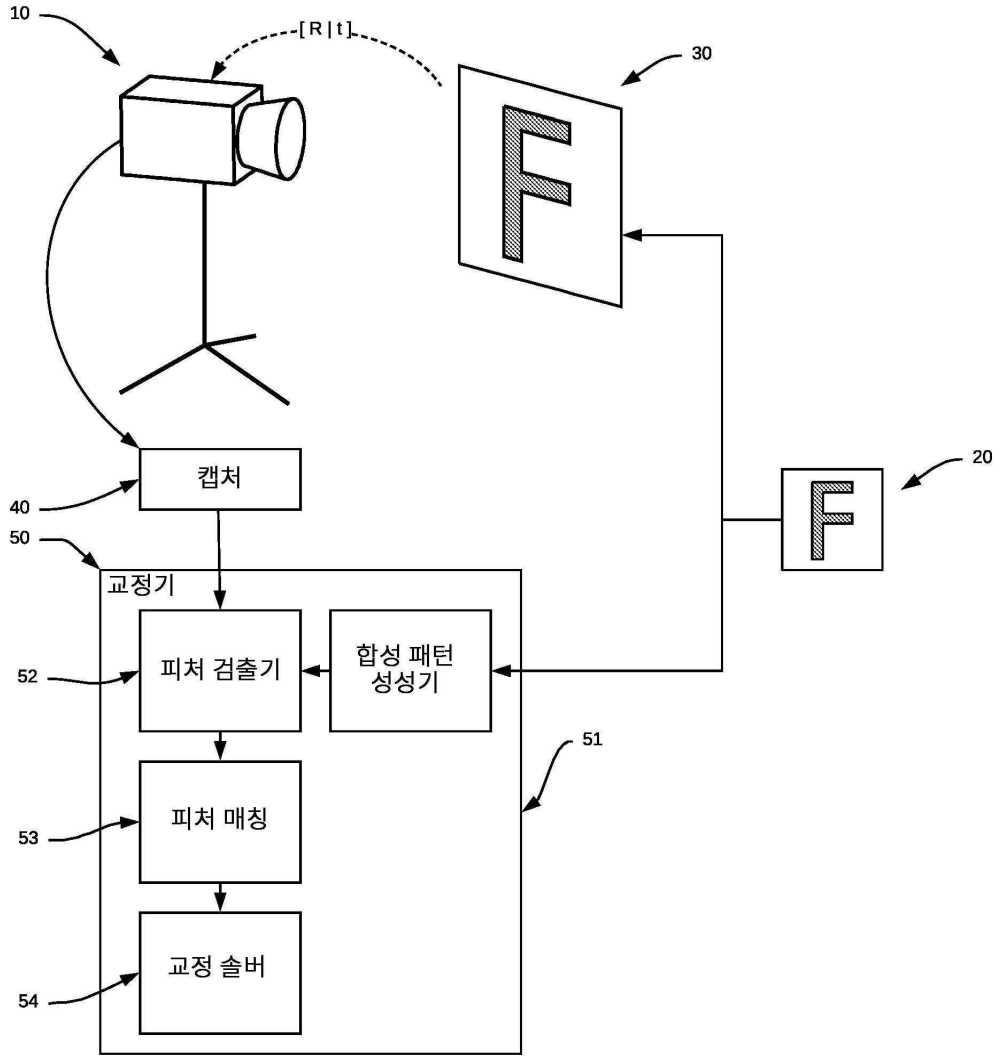
[0024] 요소들 각각은 앞서 언급된 메모리 디바이스들 중 하나 이상에 저장될 수 있으며, 전술한 기능들을 수행하기 위한 명령어 세트에 대응한다. 위에서 식별된 모듈들 또는 프로그램들(즉, 명령어 세트들)은 개별 소프트웨어 프로그램들, 절차들, 또는 모듈들로서 구현될 필요는 없으며, 그래서 이들 모듈의 다양한 서브세트는 다양한 실시예들에서 결합되거나 달리 재배치될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 메모리는 위에서 식별된 모듈들 및 데이터 구조들의 서브세트를 저장할 수 있다. 또한, 메모리는 위에서 설명되지 않은 추가 모듈들 및 데이터 구조들을 저장할 수 있다.

[0025] 실시예에서, 교정 시스템은 가동 카메라 시스템과 통합되고 및/또는 이에 부착될 수 있다. 상술한 바와 같이, 교정 시스템은 카메라의 위치와 방향, 즉 병진과 회전을 결정할 수 있다. 이 결정은 카메라가 작동될 때 실시간으로 또는 거의 실시간으로 행해질 수 있다. 카메라는 손으로 잡거나, 달리(dolly) 또는 삼각대에 배치될 수 있다. 카메라의 병진 및 회전은 임베드된 메타데이터와 같은, 캡처된 이미지들 또는 비디오에 포함될 수 있다. 병진 및 회전 정보는 이미지 또는 비디오 인식 시스템들, 가상 현실 시스템들과 같이 카메라로부터의 출력을 처리하거나 수신하는 다른 시스템들에 제공될 수 있다.

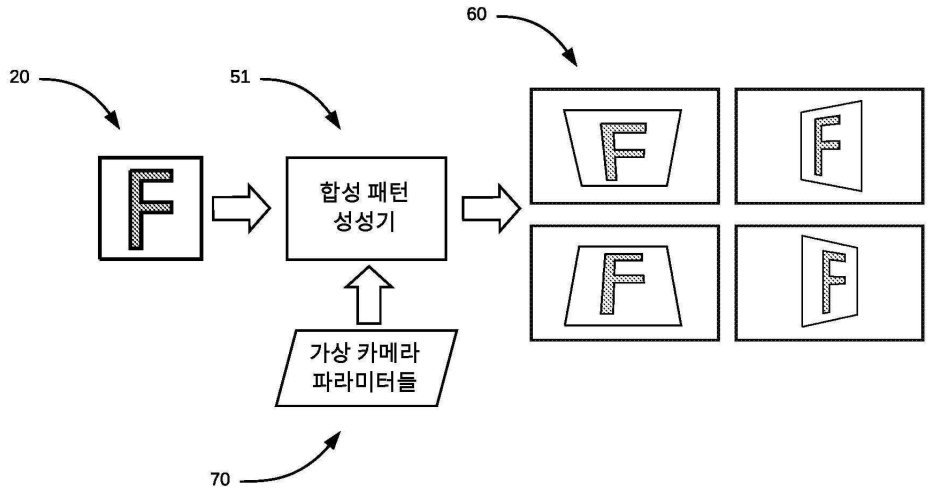
[0026] 이와 같이 본 발명의 다양한 실시예들이 예로서 상세하게 설명되었으나, 본 발명으로부터 일탈함이 없이 변형들 및 수정들이 이루어질 수 있음이 본 기술분야의 통상의 기술자에게는 명백할 것이다. 본 발명은 첨부된 청구범위 내에 속하는 모든 이러한 변형들 및 수정들을 포함한다.

도면

도면1



도면2



도면3

