



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0064888
(43) 공개일자 2020년06월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 5/00 (2019.01) G06T 7/30 (2017.01)
H04N 13/246 (2018.01) H04N 13/282 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G06T 5/001 (2013.01)
G06T 7/30 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2019-0113342
(22) 출원일자 2019년09월16일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020180150955 2018년11월29일 대한민국(KR)

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
윤국진
대전광역시 유성구 지족북로 60, 206동 802호 (지족동, 한화꿈에그린 2블럭)
김준수
대전광역시 유성구 가정로 270, B동 810호 (가정동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

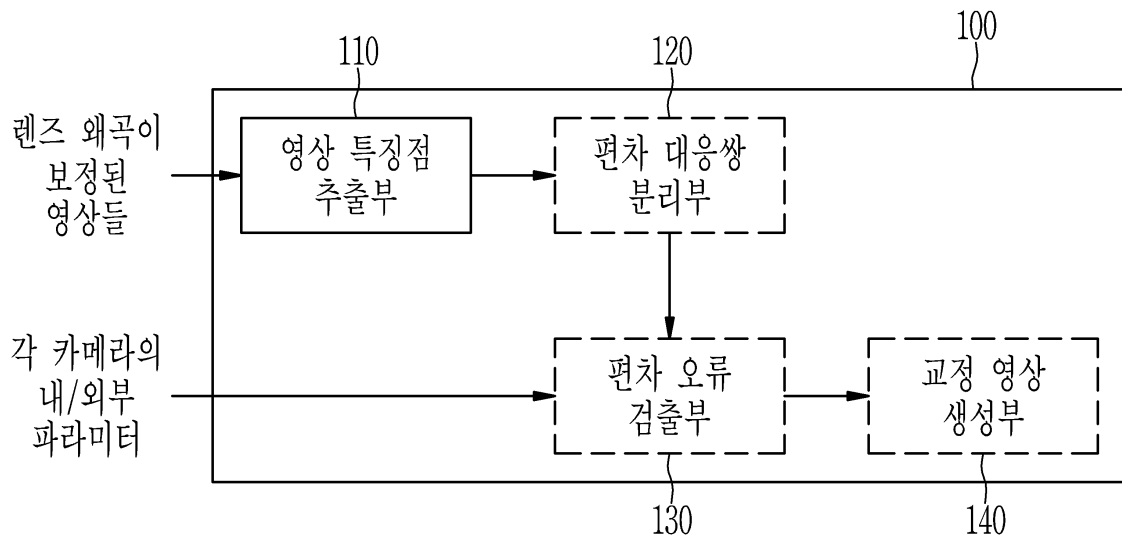
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 다중시점의 영상 교정 방법 및 장치

(57) 요약

다중시점의 영상 교정 장치는 입력되는 상기 다중시점의 영상에 대해 특징점을 추출하고, 인접한 카메라의 영상 간 공통의 특징점을 대응시켜, 상기 인접한 카메라의 영상에 대한 특징점 대응쌍을 추출하며, 추출된 특징점 대응쌍에 대해서, 같은 열에서 획득된 특징점 대응쌍과 같은 행에서 획득된 특징점 대응쌍으로 분류하고, 상기 분류된 특징점 대응쌍으로부터 편차오류를 계산한 후, 상기 편차오류를 최소화하는 투사행렬을 통해 상기 다중시점의 영상으로부터 교정된 영상(rectified image)을 생성한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04N 13/246 (2018.05)

H04N 13/282 (2018.05)

(72) 발명자

강석주

서울 마포구 백범로 35, 서강대학교 전자공학과 (신수동)

김중희

서울특별시 중구 소공로 35, 101동 2405호 (회현동1가, 남산 롯데캐슬아이리스)

안권환

서울 마포구 백범로 35, 서강대학교 전자공학과 (신수동)

윤여훈

서울특별시 송파구 위례성대로12길 25, 101동1105호 (방이동, 신구블레스밸리아파트)

이시영

서울 마포구 백범로 35, 서강대학교 전자공학과 (신수동)

정준영

서울특별시 강남구 도곡로43길 20, 205동 302호 (역삼동, 래미안 그레이튼)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017-0-00072

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터(IITP)

연구사업명 ETRI연구개발지원사업

연구과제명 초실감 테라미디어를 위한 AV부호화 및 LF미디어 원천기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

영상 교정 장치가 복수의 카메라로 구성된 카메라 시스템으로부터 획득되는 다중시점의 영상을 교정하는 방법으로서,

입력되는 상기 다중시점의 영상에 대해 특징점을 추출하는 단계,

인접한 카메라의 영상간 공통의 특징점을 대응시켜, 상기 인접한 카메라의 영상에 대한 특징점 대응쌍을 추출하는 단계,

추출된 특징점 대응쌍에 대해서, 같은 열에서 획득된 특징점 대응쌍 또는 같은 행에서 획득된 특징점 대응쌍으로 분류하는 단계,

상기 분류된 특징점 대응쌍으로부터 편차오류를 계산하는 단계, 그리고

상기 편차오류를 최소화하는 투사행렬을 통해 상기 다중시점의 영상으로부터 교정된 영상(rectified image)을 생성하는 단계

를 포함하는 다중시점의 영상 교정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다중시점의 영상 교정 방법 및 장치에 관한 것으로, 특히 여러 대의 카메라로 구성된 카메라 시스템으로부터 획득한 다중시점의 영상을 교정하는 다중시점의 영상 교정 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 가상현실(virtual reality, VR)을 출력할 수 있는 다양한 디스플레이 기술과 멀티코어 기술의 발전으로 현실세계 정보를 포함할 수 있는 360도 전방위 카메라 관련 기술이 대두되고 있다. 360도 전방위 카메라는 단일 카메라와 달리 카메라 주변의 모든 정보를 영상으로 표현할 수 있기 때문에 향후 3차원 공간을 재구성하기에도 용이하다. 즉 서로 다른 위치에 존재하는 카메라들을 통해 영상정보를 획득한 경우, 카메라의 위치에 따른 X축 또는 Y축 방향의 편차가 발생한 영상을 획득할 수 있어 깊이 정보를 유추할 수 있다. 따라서 2차원 영상들로부터 3차원 공간정보를 복원하는 것이 가능하다. 이때 3차원 공간정보(예를 들면, 깊이맵)를 추출하기 위해서는 영상 교정(rectification)이 반드시 선행되어야 한다. 실질적으로 다중 시점의 카메라 배치에서는 물리적으로 카메라의 광축이 오차가 발생함에 따라 정확한 3차원 공간정보를 추출하지 못하는 단점이 있다.

[0003] 최근 1차원 배열 구조의 카메라 시스템뿐만 아니라 2차원 배열의 카메라 구조로 확장되면서 더 많은 수의 카메라를 통해 영상이 획득되지만, 카메라의 이상적 배치의 어려움으로 인해 영상의 축 방향이 정렬되지 않은 다수의 영상들이 획득되고, 이로 인해 낮은 품질의 3차원 공간정보가 추출된다. 따라서 정규화된 물리적 위치를 가지는 카메라 구조에서 획득된 영상들을 정합하기 위한 영상 교정 방법이 필요하다.

[0004] 종래의 다중 카메라 영상 교정 방법으로는 영상 내 렌즈 왜곡에 대한 보정과 영상 간의 방향 편차를 최소화하는 방법이 있다.

[0005] 영상 내 렌즈 왜곡에 대한 보정은 먼저 영상 내의 에지(edge)를 가지는 화소의 위치와 에지의 방향으로 이루어진 에지렛(edgelet)을 정의하고, 에지렛들로부터 에지 쌍들간의 교차를 통해 영상의 소실점을 유추한 후, 소실점을 바탕으로 영상왜곡을 없앤다. 이때 영상의 소실점은 3차원 공간에서 평행한 선에 대해서 2차원 영상으로 투사되었을 때 투사된 선들이 만나는 점을 의미한다. 이 방법은 추가적인 정보가 없더라도 영상 왜곡을 보정할 수 있다는 장점을 가지지만, 카메라 내/외부 파라미터 없이 진행되므로 상대적으로 실제의 렌즈 왜곡을 보정하지 못하는 경우가 발생할 수 있다.

[0006] 영상간의 방향 편차를 최소화하는 방법의 한 예에서는 각 카메라들의 영상평면을 서로 공유할 수 있는 평면으로

변환하는 방법을 사용한다. 각 카메라의 영상평면을 공유평면으로 변환하는 투사행렬을 H_i 라고 할 때, 수학식 1로 계산되는 오류를 최소화할 수 있는 투사행렬을 획득하고 이를 통해 교정된 영상(rectified image)으로 변환시킨다.

수학식 1

$$e = \sum_k \frac{\sum_{i \in U_k} |(H_i x_i^k)_y - y^k|}{|U_k|}$$

[0007]

[0008] 수학식 1에서, y^k 는 k번째 대응쌍이 모든 카메라가 공유하는 평면으로 투사되었을 때의 y 좌표를 나타내며, U_k 는 k번째 대응쌍이 들어가 있는 카메라들의 집합이며, x_i^k 는 k번째 대응쌍의 i번째 카메라 상에서의 좌표를 의미한다. 따라서, 스테레오 카메라에 대한 영상 교정 뿐만 아니라 2개 이상의 1차원 배열 구조에 대한 교정도 가능하다. 하지만, 해당 방법은 1차원 배열 구조를 가지는 시스템에서 획득된 모든 영상에 대해서, 공통의 특징점이 존재할 때 안정적으로 적용 가능하다는 단점을 가진다.

[0009] 영상간의 방향 편차를 최소화하는 방법의 다른 한 예에서는 실제 배치되어 있는 카메라의 물리적 구조가 직선을 이루고 있으며, 각 카메라의 내부 파라미터가 일정하다는 가정을 이용하여 영상 교정을 진행한다. 1차원 배열의 이상적인 카메라들이 이루는 직선을 베이스라인(baseline)이라고 정의하고, 물리적 카메라 위치로부터 중점 좌표를 반복적으로 구함으로써 베이스라인을 결정한다. 그런데 해당 방법을 2차원 배열 구조의 카메라 시스템에 적용하기 위해서는 이상적인 카메라들이 2차원 평면 상에 배치되어야 한다. 여기서, 이상적인 카메라라 함은 물리적으로 카메라의 광축이 일치하면서 배치된 카메라들이 모두 같은 특성을 가지는 것을 말한다. 직선과는 달리 평면은 3개의 점으로 결정되기 때문에 어떤 카메라의 위치를 가지고 조합할지에 따라 다양한 후보 평면이 만들어질 수 있으며, 이 중 어떤 평면이 좋은 평면인지 결정하는 것이 명확하지 않아 2차원 배열 구조에 적용하는 것은 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명이 해결하려는 과제는 1차원 및 2차원 배열 카메라 시스템 구조에 용이하게 적용할 수 있고, 카메라 영상간의 방향 편차를 최소화한 교정 영상을 생성할 수 있는 다중시점의 영상 교정 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 한 실시 예에 따르면, 영상 교정 장치가 복수의 카메라로 구성된 카메라 시스템으로부터 획득되는 다중시점의 영상을 교정하는 방법이 제공된다. 다중시점의 영상 교정 방법은 입력되는 상기 다중시점의 영상에 대해 특징점을 추출하는 단계, 인접한 카메라의 영상간 공통의 특징점을 대응시켜, 상기 인접한 카메라의 영상에 대한 특징점 대응쌍을 추출하는 단계, 추출된 특징점 대응쌍에 대해서, 같은 열에서 획득된 특징점 대응쌍 또는 같은 행에서 획득된 특징점 대응쌍으로 분류하는 단계, 상기 분류된 특징점 대응쌍으로부터 편차오류를 계산하는 단계, 그리고 상기 편차오류를 최소화하는 투사행렬을 통해 상기 다중시점의 영상으로부터 교정된 영상(rectified image)을 생성하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 실시 예에 의하면, 모든 카메라에 공통으로 검출되는 특징점을 이용하지 않고, 인접한 카메라 영상간의 스테레오 정합을 통해 대응쌍을 뽑아 진행하기 때문에 특징점 정합이 상대적으로 쉽다. 이 같은 특징은 원형 배열을 가지는 카메라 시스템과 같이 대응쌍이 이어져 있는 경우에도 적용할 수 있어, 상대적으로 다양한 카메라 구조에서 획득된 영상들을 교정된 영상(rectified image)으로 변환할 수 있다.

[0013] 또한 2차원 구조로 확장하기 위해서 카메라의 물리적 위치를 고려하여 추출된 대응쌍을 x축 방향의 편차를 줄이

는 대응쌍과 y축 방향의 편차를 줄이는 대응쌍으로 분류하고 이들 간의 편차 오류를 최소화 함으로써 1차원 및 2차원 배열 카메라 시스템 구조에서 획득된 영상들을 교정된 영상으로 변환할 수 있다.

[0014] 또한 실제 카메라를 배열하면서 발생할 수 있는 카메라 위치 및 오차를 보정할 수 있도록 카메라 파라미터를 제 공함으로써, 카메라 위치변화를 통하여 같은 직선상에 배치시킴으로써 3차원 공간정보 생성 시 고려되어야 하는 카메라 높이 일치에 대한 가정을 만족시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 다중시점의 영상 교정 장치를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 영상 교정 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 특징점 대응쌍의 ID 부여에 대한 일 예를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 x축 방향 편차 대응쌍과 y축 방향 편차 대응쌍을 설명하는 도면이다.

도 5는 도 2의 단계(S210)를 통하여 교정된 영상의 일 예를 나타낸 도면이다.

도 6은 도 2의 단계(S210) 이후 카메라간의 위치 보정을 통해 교정된 영상의 일 예를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 다중시점의 영상 교정 장치를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지 식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현 될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위 해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0017] 명세서 및 청구범위 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재 가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0018] 이제 본 발명의 실시 예에 따른 다중시점의 영상 교정 방법 및 장치에 대하여 도면을 참고로 하여 상세하게 설 명한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 다중시점의 영상 교정 장치를 나타낸 도면이다.

[0020] 도 1을 참고하면, 다중시점의 영상 교정 장치(100)는 영상 특징점 추출부(110), 편차 대응쌍 분리부(120), 편차 오류 검출부(130) 및 교정 영상 생성부(140)를 포함한다.

[0021] 영상 특징점 추출부(110)는 입력되는 다수의 렌즈 왜곡이 보정된 영상들에 대해 특징점(feature point)을 추출 하고, 인접한 카메라로부터 획득된 영상 쌍으로부터 공통의 특징점을 대응시킨다.

[0022] 편차 대응쌍 분리부(120)는 추출된 대응쌍에 대해서, x축 편차를 줄여야 하는 x축 편차 대응쌍과 y축 편차를 줄여야 하는 y축 편차 대응쌍으로 나눈다.

[0023] 편차오류 검출부(130)는 나뉜된 대응쌍으로부터 각 카메라의 내/외부 파라미터를 고려하여 편차오류를 계산하고 편차오류를 최소화하는 투사행렬을 찾는다.

[0024] 교정 영상 생성부(140)는 투사행렬을 통해 입력되는 영상들에 대한 교정된 영상(rectified image)을 생성한다.

[0025] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 영상 교정 방법을 나타낸 흐름도이다.

[0026] 도 2를 참고하면, 다중시점의 영상 교정 장치(100)는 두 개의 입력을 가진다. 두 개의 입력 중 하나는 카메라 캘리브레이션을 통해 얻은 카메라 간의 내/외부 파라미터에 대한 값으로, 총 N개의 카메라로 구성된 카메라 시 스템인 경우, N개의 내/외부 파라미터가 입력된다. 또 다른 입력으로는 카메라 시스템으로부터 획득된 영상이다. 예를 들어, 총 N개의 카메라로 구성된 경우, 카메라별로 획득된 서로 다른 N장의 렌즈 왜곡이 제거된 영상이 입력된다.

[0027] 영상 교정 장치(100)는 카메라별로 획득된 영상에서 영상 특징점을 검출한다(S202). 특징점은 고속의 강인한 특 징 추출(Speeded up robust features, SURF)의 방법을 이용해서, 수학적 2를 통해 적분 영상을 구한 후, 적분

영상에 대한 헤시안(hessian) 행렬을 통해 극값을 찾아냄으로써 검출될 수 있다. 단, 특징점 종류에 따라 검출 방법은 달라질 수 있다.

수학적 2

$$H_{\Sigma}(x, y) = \sum_{i=0}^{i \leq x} \sum_{j=0}^{j \leq y} I(i, j)$$

[0028]

[0029]

이때 $I(x, y)$ 는 영상의 좌표에 대한 화소 값을 의미하며, 영상 내 (x, y) 의 좌표를 의미한다.

[0030]

영상 교정 장치(100)는 화각이 중첩된 영상간 예를 들면, 인접한 카메라로부터 획득된 영상간의 특징점을 대응시키며(S204), 모든 영상에서 특징점 대응을 수행한다. 이때 영상 교정 장치(100)는 인접한 카메라로부터 획득된 영상에 대해서 동일한 개수의 특징점 대응쌍을 추출하고, 추출한 특징점 대응쌍에 ID(identifier)를 부여한다.

[0031]

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 특징점 대응쌍의 ID 부여에 대한 일 예를 나타낸 도면이다.

[0032]

도 3에 도시한 바와 같이, 인접한 카메라 $(i, j-1)$, 카메라 (i, j) , 카메라 $(i, j+1)$ 로부터 각각 획득된 영상에서 동일한 특징점에 대하여, 카메라 $(i, j-1)$ 의 영상 내 좌표를 $\mathbf{x}_{red}^{i, j-1}$, 카메라 (i, j) 의 영상 내 좌표를 $\mathbf{x}_{red}^{i, j}$, 그리고 카메라 $(i, j+1)$ 의 영상 내 좌표를 $\mathbf{x}_{red}^{i, j+1}$ 라고 할 때, 영상 교정 장치(100)는 카메라 $(i, j-1)$ 와 카메라 (i, j) 의 영상간 특징점 대응쌍 $[\mathbf{x}_{red}^{i, j-1}, \mathbf{x}_{red}^{i, j}]$ 에 대해 k 라는 ID를 부여하고, 카메라 (i, j) 와 카메라 $(i, j+1)$ 의 영상간 특징점 대응쌍 $[\mathbf{x}_{red}^{i, j}, \mathbf{x}_{red}^{i, j+1}]$ 에 대해 m 이라는 ID를 부여할 수 있다. 이와 같이, 영상 교정 장치(100)는 3차원 상의 동일한 점이라고 할지라도 다른 영상간에서의 특징점 대응 시에 사용되었다면, 다른 ID를 부여하고 다른 쌍으로 취급한다.

[0033]

다시, 도 2를 보면, 영상 교정 장치(100)는 추출된 대응쌍에 대해서, 같은 열에서 획득된 대응쌍과 같은 행에서 획득된 대응쌍으로 분류한다(S206). 같은 열에서 획득된 대응쌍을 x 축 방향 편차 대응쌍이라고 하고, 같은 행에서 획득된 대응쌍을 y 축 방향 편차 대응쌍이라고 한다.

[0034]

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 x 축 방향 편차 대응쌍과 y 축 방향 편차 대응쌍을 설명하는 도면이다.

[0035]

도 4에 도시한 바와 같이, 카메라 (i, j) 와 인접한 카메라 $(i, j+1)$ 의 영상간 특징점 대응쌍에 해당하는 ID:a, 카메라 (i, j) 와 인접한 카메라 $(i+1, j)$ 의 영상간 특징점 대응쌍에 해당하는 ID:b, 카메라 $(i+1, j)$ 와 인접한 카메라 $(i+1, j+1)$ 의 영상간 특징점 대응쌍에 해당하는 ID:c, 카메라 $(i, j+1)$ 와 인접한 카메라 $(i+1, j+1)$ 의 영상간 특징점 대응쌍에 해당하는 ID:d가 주어졌다고 가정한다. 이때 y 축 방향 편차 대응쌍은 {ID:a, ID:c}가 되고, x 축 방향 편차 대응쌍은 {ID:b, ID:d}가 될 수 있다.

$$\alpha, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \hat{t}_i = \begin{bmatrix} \Delta t_i^x \\ \Delta t_i^y \\ \Delta t_i^z \end{bmatrix} \text{ for all } i$$

[0036]

다시, 도 2를 보면, 영상 교정 장치(100)는 주어진 파라미터($\alpha, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \hat{t}_i$)를 이용하여 투사행렬 H_i 를 생성한다(S208). 이때 α 는 영상의 초점거리를 보정하는 파라미터이고, $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ 는 카메라의 회전자세를 보정하는 파라미터이며, $\hat{t}_i$ 는 3차원 축에 대한 카메라 위치를 보정하는 파라미터 ($\Delta t_i^x, \Delta t_i^y, \Delta t_i^z$)로 구성된 변위 벡터이다.

[0037] 예를 들어, 카메라 i 의 내/외부 파라미터 K_i , $[R_i t_i]$ 가 주어졌을 때, 공통의 보정 회전행렬을 $\widehat{R}_i$, 보정 내부 파라미터를 $\widehat{K}_i$ 라고 하면, 각 카메라 영상의 투사행렬 H_i 는 수학식 3으로 표현된다.

수학식 3

$$\widehat{K}_i = \begin{bmatrix} \alpha & 0 & \frac{w}{2} \\ 0 & \alpha & \frac{h}{2} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\widehat{R}_i = \begin{bmatrix} \cos\theta_1 & -\sin\theta_1 & 0 \\ \sin\theta_1 & \cos\theta_1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\theta_2 & 0 & \sin\theta_2 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\theta_2 & 0 & \cos\theta_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta_3 & -\sin\theta_3 \\ 0 & \sin\theta_3 & \cos\theta_3 \end{bmatrix}$$

$$H_i = \widehat{K}_i [\widehat{R}_i R_i | -\widehat{R}_i(t_i + \hat{t}_i)] [R_i | R_i t_i]^+ K_i^{-1}$$

[0038]

[0039] 여기서, w 는 영상의 가로 크기를 나타내고, h 는 영상의 세로 크기를 나타낸다.

[0040] 이때 보정된 파라미터 값은 실제 카메라의 물리적 자세와의 변화 정도를 나타내기 때문에, 수학식 3을 통해 표현되는 투사행렬은 실제 카메라들의 자세를 반영한 공통의 평면으로 투사할 수 있도록 제약된다.

[0041] 영상 교정 장치(100)는 단계(S208)를 통해 획득된 투사행렬 H_i 를 특징점에 알맞게 이용하여, 특징점을 새로운 평면으로 투사시켜, x 축 방향 편차 오류와 y 축 방향 편차 오류를 획득한다(S210). 이때 투사된 좌표쌍의 y 좌표차를 y 축 편차라고 하고 y 축 대응쌍간의 편차를 y 축 방향 편차 오류라 한다. 또한 투사된 좌표쌍의 x 좌표차를 x 축 편차라고 하고 x 축 대응쌍간의 편차를 x 축 방향 편차 오류라 한다.

[0042] 영상 교정 장치(100)는 x 축 및 y 축 대응쌍간의 편차 오류를 최소화하기 위하여 수학식 4와 같이 각 축의 방향 편차 오류의 합으로부터 전체 영상 편차 오류를 계산한다(S212). 수학식 4의 첫 번째 항에 도시된 바와 같이, 각 영상의 y 축 방향 편차 오류는 y 축 방향 편차를 줄여야 하는 y 축 편차 대응쌍에 대해서, 투사된 좌표의 y 축 좌표차의 제곱으로 계산된다. 또한 수학식 4의 두 번째 항에 도시된 바와 같이, 각 영상의 x 축 편차 오류는 x 축 방향 편차를 줄여야 하는 x 축 편차 대응쌍에 대해서는 투사된 좌표의 x 축 좌표차의 제곱을 통해 획득된다. 이때, 편차 오류를 구하기 위해, 절대값과 같은 다양한 방법이 사용될 수 있다.

수학식 4

$$e = \sum_{p=1}^{|P|} \sum_{q=1}^{|Q|-1} \sum_{k=1}^{|F_{(p,q),(p,q+1)}|} \left| \left(H_{p,q} (f_{(p,q),(p,q+1)}^k)^{(p,q)} \right)_y - \left(H_{p,q+1} (f_{(p,q),(p,q+1)}^k)^{(p,q+1)} \right)_y \right|^2$$

$$+ \sum_{p=1}^{|P|-1} \sum_{q=1}^{|Q|} \sum_{l=1}^{|F_{(p,q),(p+1,q)}|} \left| \left(H_{p,q} (f_{(p,q),(p+1,q)}^l)^{(p,q)} \right)_x - \left(H_{p+1,q} (f_{(p,q),(p+1,q)}^l)^{(p+1,q)} \right)_x \right|^2$$

[0043]

[0044] 수학식 4에서, $H_{p,q}$ 는 p 번째 행 및 q 번째 열에 해당하는 투사행렬을 나타내고, $F_{(p,q),(w,r)}$ 은 영상(p,q)와 영상(w,r)간 공통으로 검출된 특징점들의 집합을 나타내며, $(f_{(p,q),(w,r)}^k)^{(p,q)}$ 는 영상(p,q)에서의 $F_{(p,q),(w,r)}$ 의 k 번째 원소를 의미한다.

[0045] 영상 교정 장치(100)는 단계(S210)를 통하여 x 축 및 y 축 대응쌍간의 편차 오류를 최소화한 과정을 거친 이후,

각 카메라의 물리적 위치 정보(예를 들면, 카메라간 베이스라인)를 획득하는 경우, 수학식 5 및 수학식 6을 통하여 보다 정확한 교정된 영상을 획득할 수 있다.

수학식 5

$$D_{constraint} = \sum_{i=1}^{\# \text{ of Camera}} \sum_{j \in U_i} \text{abs}(\|(t_i + \hat{t}_i) - (t_j + \hat{t}_j)\|_2 - d)$$

수학식 6

$$d = \frac{\sum_{i=1}^{\# \text{ of Camera}} \frac{\sum_{j \in U_i} \text{abs}(\|(t_i + \hat{t}_i) - (t_j + \hat{t}_j)\|_2)}{|U_i|}}{\# \text{ of camera}}$$

수학식 5 및 수학식 6에서, U_i 는 카메라 i 의 인접 카메라들의 집합이며, d 는 보정된 이후의 평균 카메라 거리를 의미한다. # of camera는 몇 번째 카메라인지를 나타낸다. 즉, 수학식 5는 새롭게 보정된 카메라간 거리의 편차를 의미한다.

도 5는 도 2의 단계(S210)를 통하여 교정된 영상의 일 예를 나타낸 도면이고, 도 6은 도 2의 단계(S210) 이후 카메라간의 위치 보정을 통해 교정된 영상의 일 예를 나타낸 도면이다.

도 5에 도시한 바와 같이, 단계(S210)를 통하여 교정된 영상은 마치 같은 평면상에 놓여진 카메라에서 획득된 영상으로 고려될 수 있으나, 보정된 카메라간 거리(d_1 , d_2 , d_3)가 실제 카메라의 물리적 거리(d)와 달라질 수 있다. 이에, 보다 정확한 교정 영상을 획득하기 위하여 카메라 간의 위치를 실제 물리적 카메라 거리로 동일하게 제약할 필요가 있다.

도 6에 도시한 바와 같이, 영상 교정 장치(100)는 카메라 간의 위치(d_1 , d_2 , d_3)를 실제 물리적 카메라 거리(d)로 보정할 수 있다(S212). 영상 교정 장치(100)는 수학식 5 및 수학식 6을 통해 카메라 위치 간의 거리를 유지할 수 있도록 제약한다.

영상 교정 장치(100)는 수학식 7과 같이 수학식 4와 수학식 5를 더하여 최종의 목적 함수 E 를 정의한다.

수학식 7

$$E = e + D_{constraint}$$

새롭게 투사된 평면을 생각했을 때, 구하고자 하는 투사행렬 H_i 는 같은 행에서 획득된 영상의 특징점간의 y 편차 오류가 없으며, 같은 열에서 획득된 영상들의 특징점간에 x 편차 오류가 없는 영상평면으로의 변환이어야 한다. 또한 이상적인 2차원 카메라 구조에 알맞게 카메라간의 상대적 거리는 유지할 수 있는 변환 행렬을 찾기를 원하기 때문에, 수학식 4의 편차오류를 최소화하면서, 수학식 5의 거리 제한조건을 최소화해야 한다.

영상 교정 장치(100)는 목적함수 E 의 값을 계산하고(S214), 반복 여부를 결정한다(S216). 영상 교정 장치(100)는 목적함수 E 가 최소화되는 파라미터를 찾을 때까지 파라미터를 변경하고(S218), 단계(S206~S216)를 반복한다.

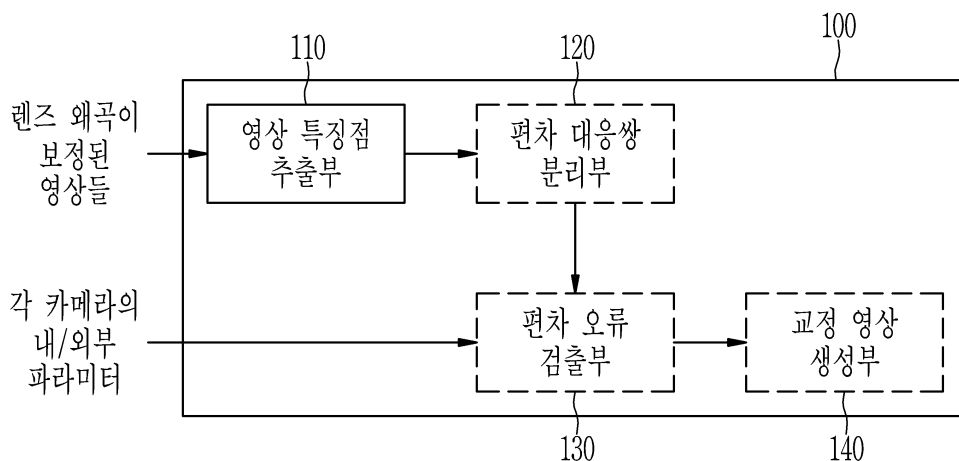
영상 교정 장치(100)는 목적함수 E 가 최소화되는 파라미터를 통해 각각의 영상마다 투사행렬 $\widehat{H}_i$ 을 생성한 후, 입력 영상을 와핑시켜 교정된 영상들(rectified image)을 획득한다(S220).

도 7은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 다중시점의 영상 교정 장치를 나타낸 도면이다.

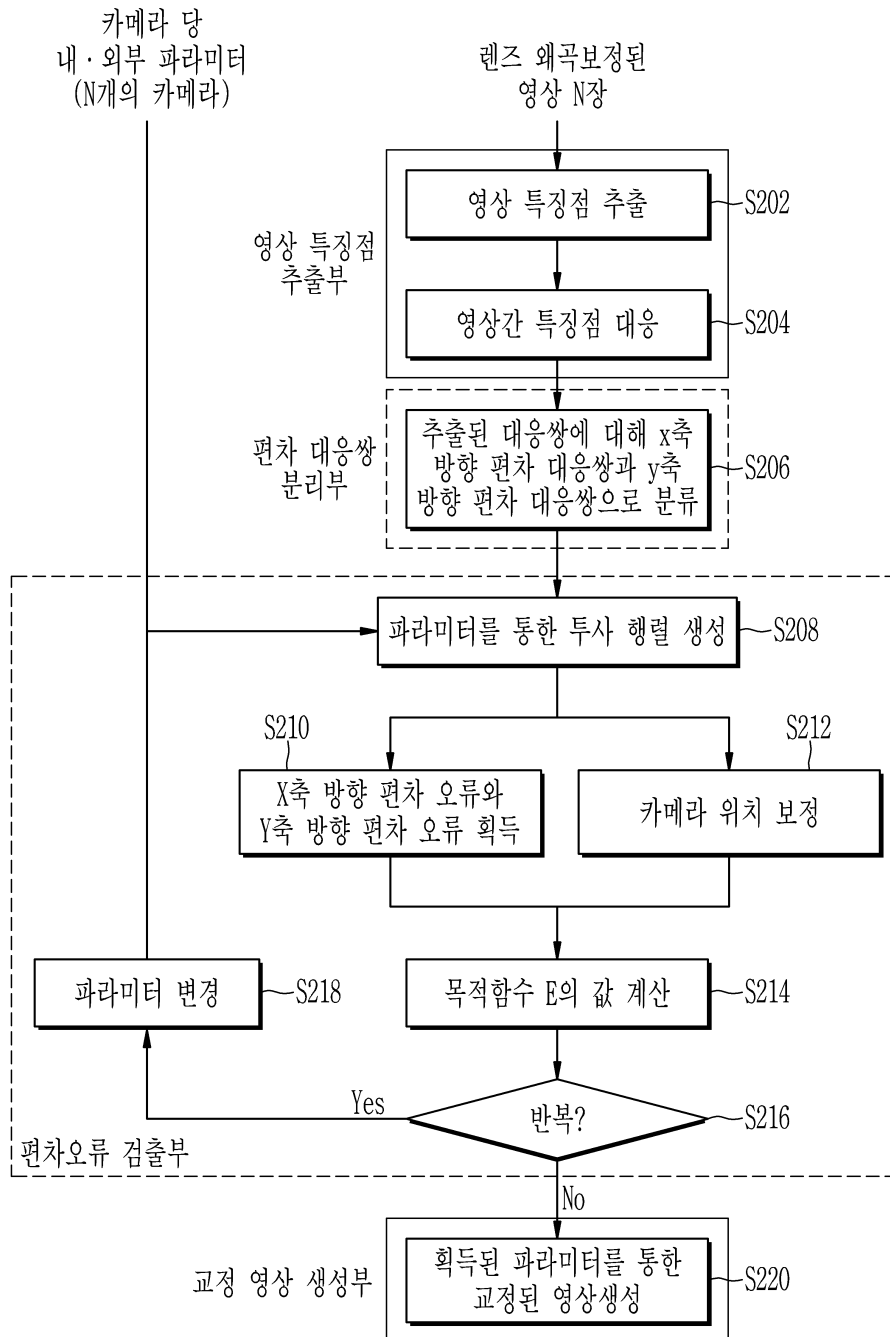
- [0058] 도 7을 참고하면, 다중시점의 영상 교정 장치(700)는 프로세서(710), 메모리(720), 저장 장치(730) 및 입출력(input/output, I/O) 인터페이스(740)를 포함한다.
- [0059] 프로세서(710)는 중앙 처리 유닛(central processing unit, CPU)이나 기타 칩셋, 마이크로프로세서 등으로 구현될 수 있다.
- [0060] 메모리(720)는 동적 랜덤 액세스 메모리(dynamic random access memory, DRAM), 램버스 DRAM(rambus DRAM, RDRAM), 동기식 DRAM(synchronous DRAM, SDRAM), 정적 RAM(static RAM, SRAM) 등의 RAM과 같은 매체로 구현될 수 있다.
- [0061] 저장 장치(730)는 하드 디스크(hard disk), CD-ROM(compact disk read only memory), CD-RW(CD rewritable), DVD-ROM(digital video disk ROM), DVD-RAM, DVD-RW 디스크, 블루레이(blue-ray) 디스크 등의 광학 디스크, 플래시 메모리, 다양한 형태의 RAM과 같은 영구 또는 휘발성 저장 장치로 구현될 수 있다.
- [0062] I/O 인터페이스(740)는 프로세서(710) 및/또는 메모리(720)가 저장 장치(730)에 접근할 수 있도록 한다. 또한 I/O 인터페이스(740)는 외부 예를 들면, 카메라 시스템이나 사용자 기기와의 인터페이스를 제공할 수 있다.
- [0063] 프로세서(710)는 도 1 내지 도 6에서 설명한 다중시점의 영상 교정 장치(100)의 동작이나 기능을 수행할 수 있으며, 다중시점의 영상 교정 장치(100)의 동작이나 기능을 구현하기 위한 프로그램 명령을 메모리(720)에 로드시켜, 도 1 내지 도 6을 참고로 하여 설명한 동작이 수행되도록 제어할 수 있다. 또한 프로세서(710)는 도 1 내지 도 6에서 설명한 영상 특징점 추출부(110), 편차 대응쌍 분리부(120), 편차 오류 검출부(130) 및 교정 영상 생성부(140)의 기능을 구현하기 위한 프로그램 명령을 메모리(720)에 로드시켜, 도 1 내지 도 6을 참고로 하여 설명한 동작이 수행되도록 제어할 수 있다.
- [0064] 그리고 이러한 프로그램 명령은 저장 장치(730)에 저장되어 있을 수 있으며, 또는 네트워크로 연결되어 있는 다른 시스템에 저장되어 있을 수 있다.
- [0065] 이상에서 본 발명의 실시 예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리 범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리 범위에 속하는 것이다.

도면

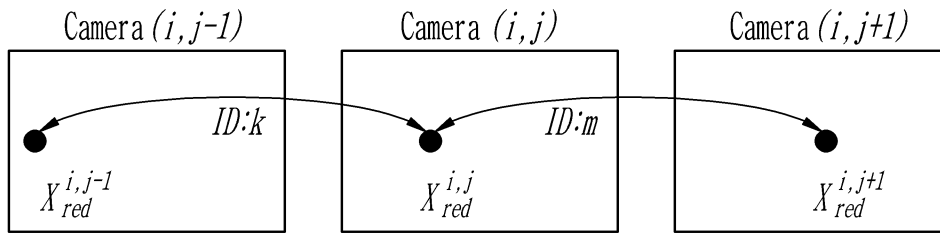
도면1



도면2

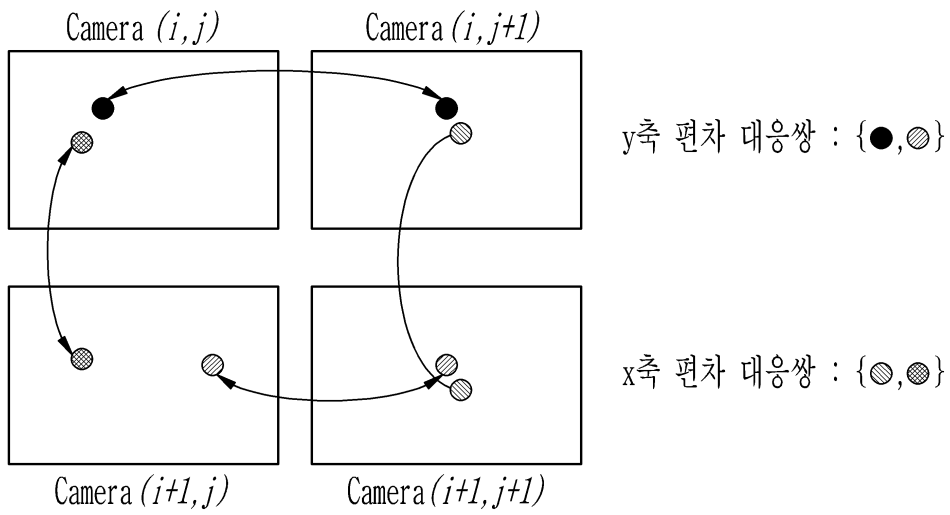


도면3

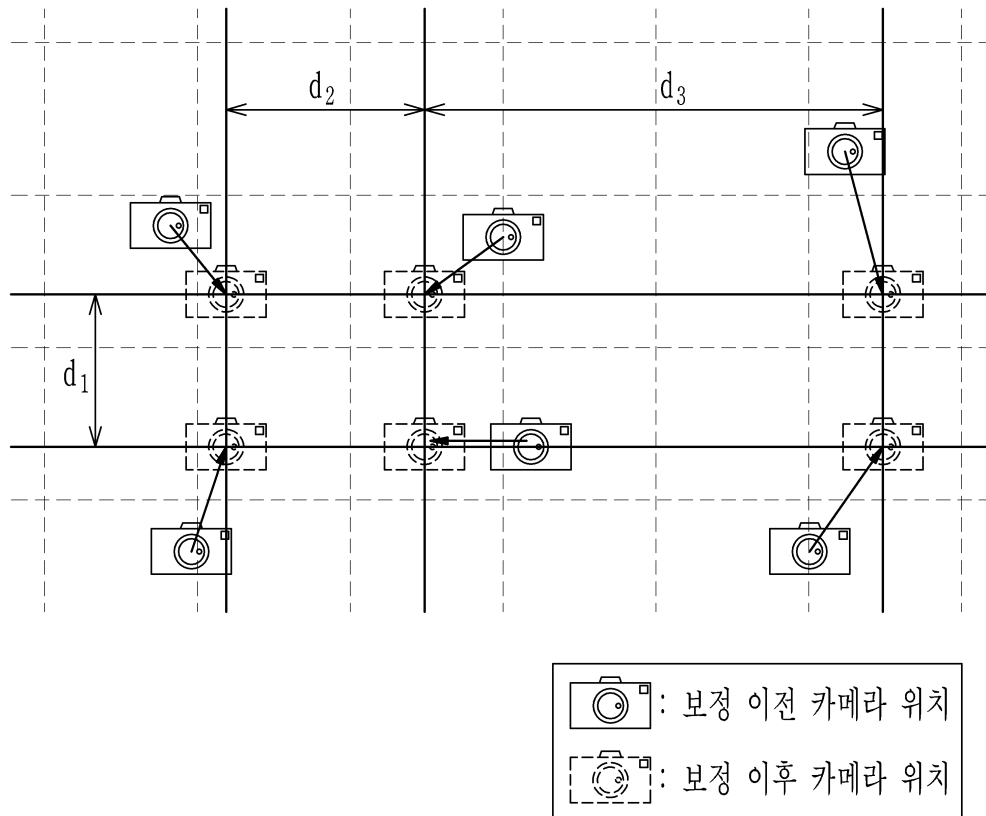


대응쌍 ($ID:k$) [$X_{red}^{i,j-1}$, $X_{red}^{i,j}$]
 대응쌍 ($ID:m$) [$X_{red}^{i,j}$, $X_{red}^{i,j+1}$]

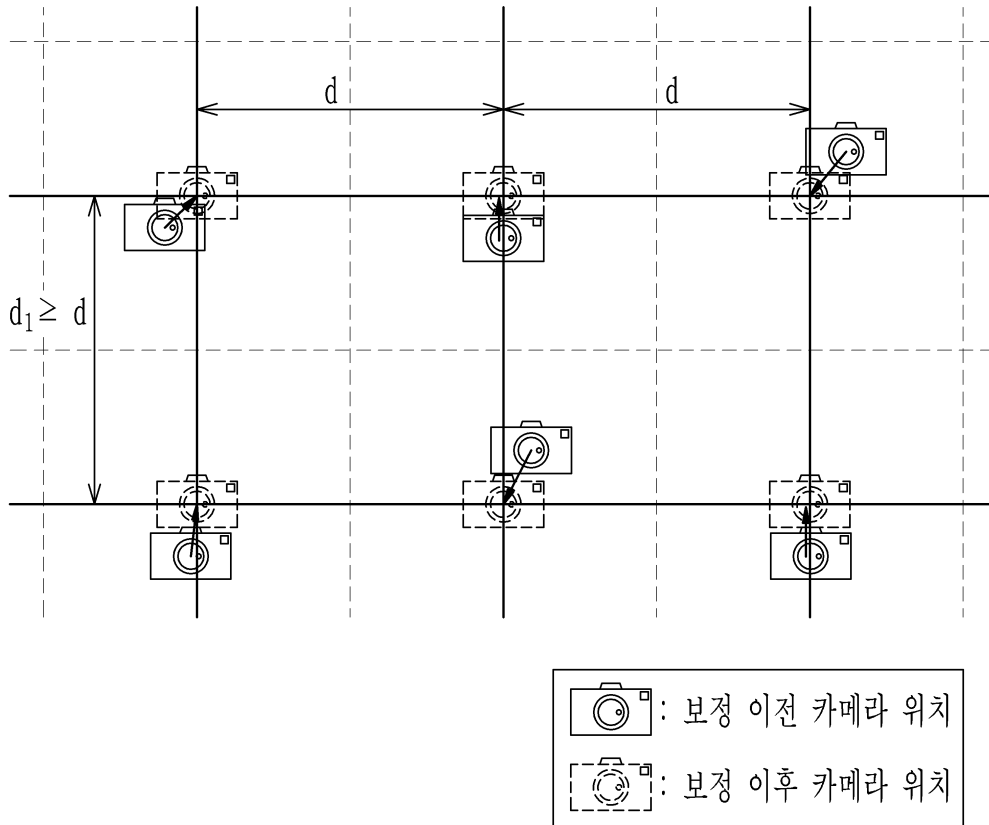
도면4



도면5



도면6



도면7

