



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월10일
(11) 등록번호 10-1755980
(24) 등록일자 2017년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 9/00 (2006.01) G06K 9/46 (2006.01)
G06K 9/62 (2006.01) G06K 9/64 (2006.01)
G06T 7/20 (2017.01)

(52) CPC특허분류
G06K 9/00577 (2013.01)
G06K 9/4671 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0011496

(22) 출원일자 2016년01월29일

심사청구일자 2016년01월29일

(56) 선행기술조사문헌

KR101554811 B1*

KR1020130004732 A*

JP5796611 B2*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

박천수

서울특별시 동대문구 장한로12길 94, 103동402호
(장안동, 상록파라브아파트)

(74) 대리인

송인호, 윤형근, 최영중, 최관락

전체 청구항 수 : 총 10 항

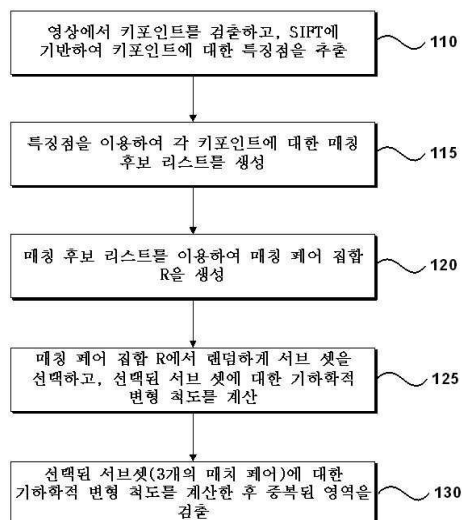
심사관 : 강현일

(54) 발명의 명칭 스케일 스페이스 표현에 기반한 유사 영역 검출 방법 및 그 장치

(57) 요약

스케일 스페이스 표현에 기반한 유사 영역 검출 방법 및 그 장치가 개시된다. 스케일 스페이스 표현에 기반한 유사 영역 검출 방법은, SIFT를 적용하여 영상에서 각 키폰트에 대한 특징점을 각각 추출하는 단계; 상기 각 추출된 특징점을 이용하여 각 키폰트에 대한 매치 페어 셋(matched pair set)을 생성하는 단계; 상기 매치 페어 셋에서 랜덤하게 매치 페어에 대한 서브 셋을 선택하고, 상기 선택된 서브 셋을 이용하여 아핀 트랜스폼에 기초한 기하학적 변형 척도를 계산하는 단계; 및 상기 기하학적 변형 척도에 기반하여 왜곡 영상을 생성한 후 원 영상과 상기 왜곡 영상간의 체로 평균 표준화 상호 상관성(ZNCC: zero mean normalized cross-correlation)을 적용하여 유사 영역을 검출하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06K 9/6201 (2013.01)

G06K 9/64 (2013.01)

G06T 7/248 (2017.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711032644

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 SW중심대학 지원사업

연구과제명 SW중심대학

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2015.10.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

영상 처리 장치에서 유사 영역을 검출하는 방법에 있어서,

SIFT를 적용하여 영상에서 각 키폰트에 대한 특징점을 각각 추출하는 단계;

상기 각 추출된 특징점을 이용하여 각 키폰트에 대한 매치 페어 셋(matched pair set)을 생성하는 단계;

상기 매치 페어 셋에서 랜덤하게 매치 페어에 대한 서브 셋을 선택하고, 상기 선택된 서브 셋을 이용하여 아핀 트랜스폼에 기초한 기하학적 변형 척도를 계산하는 단계; 및

상기 기하학적 변형 척도에 기반하여 왜곡 영상을 생성한 후 원 영상과 상기 왜곡 영상간의 제로 평균 표준화 상호 상관성(ZNCC: zero mean normalized cross-correlation)을 적용하여 유사 영역을 검출하는 단계를 포함하되,

상기 서브 셋을 선택하는 단계는,

상기 매치 페어 셋에서 랜덤하게 제1 매치 페어를 선택하는 단계; 및

상기 제1 매치 페어와 스케일 레벨의 변형 비율이 동일하며, 라인 세그먼트의 길이 비율이 일치하는 제2 매치 페어와 제3 매치 페어를 상기 매치 페어 셋에서 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유사 영역 검출 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 매치 페어 셋을 생성하는 단계는,

상기 각 키폰트에 대해 추출된 특징점간의 거리 비율을 계산하여 매치 후보 리스트를 생성하는 단계; 및

상기 각 키폰트의 매치 후보 리스트간의 교차 검사를 통해 상호 매치 후보 리스트에 포함되는 키폰트들을 매치 페어를 도출한 후, 상기 매치 페어간의 거리 비율을 계산한 후 상기 매치 페어간의 거리 비율을 이용하여 매치 페어 셋을 구성하는 단계를 포함하는 유사 영역 검출 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 매치 페어 셋을 구성하는 단계는,

상기 매치 페어간의 거리 비율을 계산한 후 내림 차순으로 상기 매치 페어 셋에 추가하여 M(자연수)로 제한하여 구성하는 것을 특징으로 하는 유사 영역 검출 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 제1 매치 페어, 상기 제2 매치 페어 및 상기 제3 매치 페어를 이용하여 아핀 트랜스폼을 계산하여 상기 기

하학적 변형 척도를 계산하는 것을 특징으로 하는 유사 영역 검출 방법.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 유사 영역을 검출하는 단계는,

상기 원 영상과 상기 왜곡 영상간의 제로 평균 표준화 상호 상관성을 계산하는 단계; 및

상기 계산된 제로 평균 표준화 상호 상관성을 이용하여 이진 영상을 생성하여 상기 유사 영역을 검출하는 단계를 포함하는 유사 영역 검출 방법.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 유사 영역을 검출하는 단계는,

상기 이진 영상에서 기준치 이하의 고립된 영역은 제거하고, 기준치 이하의 홀은 수학적 형태학 연산을 사용하여 채우는 것을 특징으로 하는 유사 영역 검출 방법.

청구항 8

제1 항 내지 제3항, 제5항 내지 제7 항 중 어느 하나의 항에 따른 방법을 수행하기 위한 프로그램 코드를 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체 제품.

청구항 9

SIFT를 적용하여 영상에서 각 키포인트에 대한 특징점을 각각 추출하는 특징 추출부;

상기 각 추출된 특징점을 이용하여 각 키포인트에 대한 매치 페어 셋(matched pair set)을 생성하는 샘플링부;

상기 매치 페어 셋에서 랜덤하게 매치 페어에 대한 서브 셋을 선택하고, 상기 선택된 서브 셋을 이용하여 아핀 트랜스폼에 기초한 기하학적 변형 척도를 계산하는 변형 계산부; 및

상기 기하학적 변형 척도에 기반하여 왜곡 영상을 생성한 후 원 영상과 상기 왜곡 영상간의 제로 평균 표준화 상호 상관성(ZNCC: zero mean normalized cross-correlation)을 적용하여 유사 영역을 검출하는 검출부를 포함하되,

상기 변형 계산부는,

상기 매치 페어 셋에서 랜덤하게 제1 매치 페어를 선택하고, 상기 제1 매치 페어와 스케일 레벨의 변형 비율이 동일하며, 라인 세그먼트의 길이 비율이 일치하는 제2 매치 페어와 제3 매치 페어를 상기 매치 페어 셋에서 선택하여 상기 서브 셋을 구성하여 기하학적 변형 척도를 계산하는 것을 특징으로 하는 영상 처리 장치.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 샘플링부는,

상기 각 키포인트에 대해 추출된 특징점간의 거리 비율을 계산하여 매치 후보 리스트를 생성하고, 상기 각 키포인트의 매치 후보 리스트간의 교차 검사를 통해 상호 매치 후보 리스트에 포함되는 키포인트들을 매치 페어를 도출한 후, 상기 매치 페어간의 거리 비율을 계산한 후 상기 매치 페어간의 거리 비율을 이용하여 매치 페어 셋

을 구성하는 것을 특징으로 하는 영상 처리 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

제9 항에 있어서,

상기 검출부는,

상기 원 영상과 상기 왜곡 영상간의 제로 평균 표준화 상호 상관성을 계산하고, 상기 계산된 제로 평균 표준화 상호 상관성을 이용하여 이진 영상을 생성한 후 상기 이진 영상에서 기준치 이하의 고립된 영역은 제거하고, 기준치 이하의 홀은 수학적 형태학 연산을 사용하여 채우는 것을 특징으로 하는 영상 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 스케일-스페이스(scale space) 표현에 기반하여 유사 영역을 검출할 수 있는 유사 영역 검출 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 디지털 이미지 편집 소프트웨어의 눈부신 발전으로 매우 쉽게 디지털 이미지를 편집할 수 있게 도와준다. 매일 무수히 많은 디지털 이미지가 생성되나 이러한 디지털 이미지의 대다수는 별도의 디지털 워터마크나 시그니처를 포함하지 않고 생성될 수 있다. 디지털 이미지는 매우 다양한 방법으로 저작될 수 있다. CMF(copy-move forger)는 디지털 이미지 템퍼링(tampering)의 가장 흔한 방법 중 하나이다.
- [0003] 이러한 CMF에서, 템퍼링된 영역은 로테이션, 스케일링, 블러링, 노이징(noising) 과 같은 후 처리 과정을 거치므로, 정확하게 다른 영역과 일치하지는 않는다. 이로 인해, 디지털 이미지에서 템퍼링된 영역을 찾는 것이 점점 더 어려워지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 본 발명은 기하학적 변형에도 복사된 유사 영역을 용이하게 검출할 수 있는 유사 영역 검출 방법 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0005] 본 발명의 일 측면에 따르면, 기하학적 변형에도 복사된 유사 영역을 용이하게 검출할 수 있는 유사 영역 검출 방법이 제공된다.
- [0006] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 영상 처리 장치에서 유사 영역을 검출하는 방법에 있어서, SIFT를 적용하여 영상에서 각 키폰트에 대한 특징점을 각각 추출하는 단계; 상기 각 추출된 특징점을 이용하여 각 키폰트에 대한 매치 페어 셋(matched pair set)을 생성하는 단계; 상기 매치 페어 셋에서 랜덤하게 매치 페어에 대한 서브셋을 선택하고, 상기 선택된 서브셋을 이용하여 아핀 트랜스폼에 기초한 기하학적 변형 척도를 계산하는 단계; 및 상기 기하학적 변형 척도에 기반하여 왜곡 영상을 생성한 후 원 영상과 상기 왜곡 영상간의 제로 평균 표준

화 상호 상관성(ZNCC: zero mean normalized cross-correlation)을 적용하여 유사 영역을 검출하는 단계를 포함하는 유사 영역 검출 방법이 제공될 수 있다.

- [0007] 상기 매치 페어 셋을 생성하는 단계는, 상기 각 키폰트에 대해 추출된 특징점간의 거리 비율을 계산하여 매치 후보 리스트를 생성하는 단계; 및 상기 각 키폰트의 매치 후보 리스트간의 교차 검사를 통해 상호 매치 후보 리스트에 포함되는 키폰트들을 매치 페어를 도출한 후, 상기 매치 페어간의 거리 비율을 계산한 후 상기 매치 페어간의 거리 비율을 이용하여 매치 페어 셋을 구성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 매치 페어 셋을 구성하는 단계는, 상기 매치 페어간의 거리 비율을 계산한 후 내림 차순으로 상기 매치 페어 셋에 추가하여 M(자연수)로 제한하여 구성할 수 있다.
- [0009] 상기 서브 셋을 선택하는 단계는,
- [0010] 상기 매치 페어 셋에서 랜덤하게 제1 매치 페어를 선택하는 단계; 및
- [0011] 상기 제1 매치 페어와 스케일 레벨의 변형 비율이 동일하며, 라인 세그먼트의 길이 비율이 일치하는 제2 매치 페어와 제3 매치 페어를 상기 매치 페어 셋에서 선택하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 제1 매치 페어, 상기 제2 매치 페어 및 상기 제3 매치 페어를 이용하여 아핀 트랜스폼을 계산하여 상기 기하학적 변형 척도를 계산할 수 있다.
- [0013] 상기 유사 영역을 검출하는 단계는, 상기 원 영상과 상기 왜곡 영상간의 제로 평균 표준화 상호 상관성을 계산하는 단계; 및 상기 계산된 제로 평균 표준화 상호 상관성을 이용하여 이진 영상을 생성하여 상기 유사 영역을 검출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 유사 영역을 검출하는 단계는, 상기 이진 영상에서 기준치 이하의 고립된 영역은 제거하고, 기준치 이하의 홀은 수학적 형태학 연산을 사용하여 채울 수 있다.
- [0015] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 기하학적 변형에도 복사된 유사 영역을 용이하게 검출할 수 있는 유사 영역을 검출할 수 있는 영상 처리 장치가 제공된다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따르면, SIFT를 적용하여 영상에서 각 키폰트에 대한 특징점을 각각 추출하는 특징점 추출부; 상기 각 추출된 특징점을 이용하여 각 키폰트에 대한 매치 페어 셋(matched pair set)을 생성하는 샘플링부; 하고, 상기 매치 페어 셋에서 랜덤하게 매치 페어에 대한 서브 셋을 선택하고, 상기 선택된 서브 셋을 이용하여 아핀 트랜스폼에 기초한 기하학적 변형 척도를 계산하는 변형 계산부; 및 상기 기하학적 변형 척도에 기반하여 왜곡 영상을 생성한 후 원 영상과 상기 왜곡 영상간의 제로 평균 표준화 상호 상관성(ZNCC: zero mean normalized cross-correlation)을 적용하여 유사 영역을 검출하는 검출부를 포함하는 영상 처리 장치가 제공될 수 있다.
- [0017] 상기 샘플링부는, 상기 각 키폰트에 대해 추출된 특징점간의 거리 비율을 계산하여 매치 후보 리스트를 생성하고, 상기 각 키폰트의 매치 후보 리스트간의 교차 검사를 통해 상호 매치 후보 리스트에 포함되는 키폰트들을 매치 페어를 도출한 후, 상기 매치 페어간의 거리 비율을 계산한 후 상기 매치 페어간의 거리 비율을 이용하여 매치 페어 셋을 구성할 수 있다.
- [0018] 상기 변형 계산부는, 상기 매치 페어 셋에서 랜덤하게 제1 매치 페어를 선택하고, 상기 제1 매치 페어와 스케일 레벨의 변형 비율이 동일하며, 라인 세그먼트의 길이 비율이 일치하는 제2 매치 페어와 제3 매치 페어를 상기 매치 페어 셋에서 선택하여 상기 서브 셋을 구성하여 기하학적 변형 척도를 계산할 수 있다.
- [0019] 상기 검출부는, 상기 원 영상과 상기 왜곡 영상간의 제로 평균 표준화 상호 상관성을 계산하고, 상기 계산된 제로 평균 표준화 상호 상관성을 이용하여 이진 영상을 생성한 후 상기 이진 영상에서 기준치 이하의 고립된 영역은 제거하고, 기준치 이하의 홀은 수학적 형태학 연산을 사용하여 채울 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 스케일-스페이스(scale space) 표현에 기반하여 유사 영역을 검출할 수 있는 유사 영역 검출 방법 및 그 장치를 제공함으로써, 기하학적 변형에도 복사된 유사 영역을 신속하고 용이하게 검출할

수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 처리 장치에서 영상의 유사 영역을 검출하는 방법을 나타낸 순서도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 키폰트 매칭에 대한 일련의 과정을 예시한 도면.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 라인 세그먼트의 길이를 설명하기 위해 도시한 도면.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 처리 장치의 내부 구성을 개략적으로 도시한 블록도.
- 도 5에는 종래와 본 발명의 일 실시예에 따른 유사 영역 검출 결과를 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0023] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 본 명세서의 설명 과정에서 이용되는 숫자(예를 들어, 제1, 제2 등)는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위한 식별기호에 불과하다.
- [0024] 또한, 본 명세서에서, 일 구성요소가 다른 구성요소와 "연결된다" 거나 "접속된다" 등으로 언급된 때에는, 상기 일 구성요소가 상기 다른 구성요소와 직접 연결되거나 또는 직접 접속될 수도 있지만, 특별히 반대되는 기재가 존재하지 않는 이상, 중간에 또 다른 구성요소를 매개하여 연결되거나 또는 접속될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0025] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 처리 장치에서 영상의 유사 영역을 검출하는 방법을 나타낸 순서도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 키폰트 매칭에 대한 일련의 과정을 예시한 도면이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 라인 세그먼트의 길이를 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [0027] 단계 110에서 영상 처리 장치(100)는 타겟 영상에 대해 키폰트를 검출하고, SIFT(Scale Invariant Feature transform)를 적용하여 키폰트에 대한 특징점을 추출한다. 여기서, SIFT 알고리즘은 당업자에게는 자명한 사항이므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0028] 예를 들어, 영상 처리 장치(100)는 스케일 스페이스에서 로컬 극값(extrema)을 키폰트로 검출할 수 있으며, 검출된 키폰트에 대해 SFIT 특징 서술자를 검출할 수 있다.
- [0029] 단계 115에서 영상 처리 장치(100)는 추출된 특징점을 이용하여 각 키폰트에 대한 매치 후보 리스트를 생성한다.
- [0030] SIFT 특성상 각 키폰트는 무수히 많은 특징점들과 매칭될 수 있다. 따라서, 영상 처리 장치(100)는 각 키폰트에 대한 유사도 벡터 D를 구성한 후, 이를 이용하여 매치 후보 리스트를 생성할 수 있다.
- [0031] 영상 처리 장치(100)는 거리 비율(distance ratio)을 계산할 수 있다. 이때, 거리 비율은 수학적 1을 이용하여 계산될 수 있다.

수학식 1

[0032]

$$r_{i+1}^i = d_i/d_{i+1}$$

[0033]

여기서, d_i , d_{i+1} 는 각각 키포인트 또는 특징점들을 나타낸다.

[0034]

거리 비율을 계산함에 있어, 영상 처리 장치(100)는 i=F에서 시작하여 i를 1씩 감소시키며, 1에 이를때까지 반복 수행할 수 있다. 여기서, F는 중복된 영역의 최대 수일 수 있으며, i는 자연수일 수 있다.

[0035]

또한, 영상 처리 장치(100)는 $r_{i+1}^i < 0.2$ 이면, 거리 비율을 계산하는 과정을 종료할 수 있다.

[0036]

예를 들어, i=m(자연수)일 때 거리 비율 계산 프로세스가 종료되었다고 가정하자. 이때, 현재 키포인트에 대한 매치 후보 리스트는 $C = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}$ 과 같이 생성될 수 있다.

[0037]

예를 들어, m=1이면, 해당 키포인트에 대한 매치 후보 리스트에는 하나의 매치된 키포인트를 포함하게 된다. 그러나 만일 m>1이면, 키포인트에 대한 매치 후보 리스트에는 복수의 매치된 키포인트들이 포함된다.

[0038]

단계 120에서 영상 처리 장치(100)는 각 키포인트에 대해 구성된 매치 후보 리스트를 이용하여 키포인트들간의 매치 페어 셋을 구성한다.

[0039]

각 키포인트들간의 매치 페어 셋을 구성하는 과정에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[0040]

영상 처리 장치(100)는 각 키포인트의 매치 후보 리스트를 상호 교차 검사함으로써 신뢰도가 낮은 키포인트들을 제외시킨다.

[0041]

예를 들어, 현재 키포인트가 k^* 라고 가정하자. k^* 에 대한 매치 후보 리스트 C가 구성된 상태에서 매치 후보 리스트 C에 포함된 각 키포인트의 매치 후보 리스트에 현재 키포인트 k^* 가 속하는지를 검사하여 신뢰도를 테스트할 수 있다.

[0042]

만일 $k^* \in C_j$, (k^*, k_j) 는 실제 매치된 페어로 간주된다. 그러나 만일 $k^* \notin C_j$ 이면, 해당 페어는 실제 매치된 페어로 간주되지 않는다.

[0043]

이어, 영상 처리 장치(100)는 매치된 페어로 간주된 매치 페어에 대한 거리 비율을 계산한 후 매치 페어 셋 R에 내림차순으로 삽입할 수 있다.

[0044]

각 매치 페어간의 거리 비율은 수학식 2와 같이 계산될 수 있다.

수학식 2

[0045]

$$r_{m+1}^j = d_j/d_{m+1}$$

[0046]

각 키포인트에 대한 매치 페어 셋을 구성하기 위해, 각 매치 페어간의 거리 비율을 계산하는 과정은 계산의 복잡성과 검출 성능 사이의 트레이드 오프 관계에 있다. 따라서, 각 매치 페어간의 거리 비율은 M(자연수)개까지 계산되도록 할 수도 있다.

[0047]

도 2에는 본 발명의 일 실시예에 따른 키포인트 매칭에 대한 일련의 과정이 예시되어 있다.

[0048]

단계 125에서 영상 처리 장치(100)는 매치 페어 셋 R에서 랜덤하게 서브 셋을 선택하고, 선택된 서브 셋에 대한 기하학적 변형 척도를 계산한다.

[0049]

스케일 스페이스에서 안정적으로 키포인트를 검출하기 위해 SIFT에서는 이미지 피라미드로 구현되는 스케일 스

페이스 표현이 이용된다. 초기 영상은 가우시안 블러를 포함하는 평탄화(smooth)를 반복하고, 피라미드의 고 레벨(high level)을 획득하기 위해 서브 샘플링 된다.

[0050] DoG(difference-of-Gaussian) 영상은 인접한 영상 스케일을 차감하여 계산될 수 있다. 예를 들어, DoG 영상은 수식 3을 이용하여 계산될 수 있다.

수식 3

$$\begin{aligned} D(x, y, \sigma) &= (G(x, y, h\sigma) - G(x, y, \sigma)) * I(x, y) \\ &= L(x, y, h\sigma) - L(x, y, \sigma) \end{aligned}$$

[0051]

[0052] 여기서, $h\sigma$ 는 스케일 레벨을 나타내고, $L(x, y, h\sigma)$ 는 $h\sigma$ 의 가우시안 블러($G(x, y, h\sigma)$)를 포함하는 영상($I(x, y)$)의 컨볼루션을 나타낸다.

[0053] DoG 영상($D(x, y, \sigma)$)의 극부적인 극값을 검출하기 위해, 각 샘플포인트는 현재 스케일내의 8개의 이웃들과 비교되고, 스케일내의 9개의 위 아래 이웃들과 비교될 수 있다. 이 과정을 거친 후 이웃 모두보다 더 큰 포인트가 키포인트로써 선택될 수 있다.

[0054] 스케일 스페이스의 각 옥타브는 n (정수)으로 나눌 수 있으며, 그 결과 간격은 $h = 2^{1/n}$ 이 된다. 로컬 극값을 검출하기 위해 $n + 3$ DoG 영상이 각 옥타브에 대해 계산될 필요가 있다.

[0055] 예를 들어, 추출된 키포인트 k 에 대한 옥타브와 블러 레벨을 각각 o 와 l 이라고 가정하자. 주어진 o 와 l 에 의해 추출된 키 포인트 k 에 대한 스케일 레벨이 계산될 수 있다.

[0056] 예를 들어, 스케일 레벨은 수식 4를 이용하여 계산될 수 있다.

수식 4

$$\begin{aligned} u &= 2^{o-1} \cdot 2^{(l/n)} \\ &= 2^{o+(l/n)-1}. \end{aligned}$$

[0057]

[0058] 매치 페어 셋 R 에서 매치된 매치 페어를 $\mathbf{p} = \{k^s, k^c\}$ 라고 가정하고, $\mathbf{v}^s$ 와 $\mathbf{v}^c$ 는 k^s 와 k^c 의 픽셀 좌표라고 가정하자. 이때, 매치 페어 p 에 대한 스케일 레벨의 변형 비율(variation ratio)은 수식 5와 같이 계산될 수 있다.

수식 5

$$\tilde{u} = u^c / u^s$$

[0059]

[0060] 여기서, u^s 와 u^c 는 각각 k^s 와 k^c 의 스케일 레벨을 나타낸다.

[0061] 일반적으로 CMF 시나리오에서 로컬 영역은 기하학적 변형을 격을 수 있으며, 다른 영역에 복사될 수도 있다. 따

로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 처리 장치(100)는 소스와 복사된 영역 사이의 기하학적 변형을 모델링하기 위해 아핀 트랜스폼을 이용한다.

[0062] 예를 들어, CMF 공격에 의해 생성될 수 있는 두 매치 페어를 p_1 과 p_2 이라 가정하기로 한다.

[0063] 두 매치 페어는 일반적인 기하학적 변형을 공유하고 두 매치 페어 사이의 스케일 변수는 동일하다. 따라서, 두 매치 페어간의 관계는 수학식 6과 같이 정리될 수 있다.

수학식 6

$$\tilde{u}_1 = \tilde{u}_2$$

[0064]

[0065] 여기서, $\tilde{u}_1$ 과 $\tilde{u}_2$ 는 p_1 과 p_2 의 스케일 레벨의 변형 비율을 나타낸다.

[0066] 도 3에 원 영역과 복사된 영역의 라인 세그먼트를 설명하기 위해 도시한 도면이 예시되어 있다.

[0067] 아핀 트랜스폼은 라인 세그먼트의 길이 비율을 보존하므로, 오리지널 세그먼트를 사용하여 변형된 세그먼트의 길이는 개략적으로 예측될 수 있다.

[0068] 이를 수학식으로 정리하면 수학식 7과 같다.

수학식 7

$$\|\mathbf{v}_1^c - \mathbf{v}_2^c\|_2 \approx \tilde{u}_1 \|\mathbf{v}_1^s - \mathbf{v}_2^s\|_2$$

[0069]

[0070] 영상 처리 장치(100)는 아핀 트랜스폼을 계산하기 위해, 3개의 비 공선적인(non-collinear) 페어를 선택한다.

[0071] 우선, 영상 처리 장치(100)는 매치 페어 셋 R에서 랜덤하게 제1 페어($\mathbf{p}_1 = \{k_1^s, k_1^c\}$)를 선택한다.

[0072] 이어, 영상 처리 장치(100)는 수학식 8의 조건을 만족하는 제2 매치 페어($\mathbf{p}_2 = \{k_2^s, k_2^c\}$)를 매치 페어 셋 R에서 선택한다.

수학식 8

$$\begin{cases} \tilde{u}_1 = \tilde{u}_2, \\ |||\mathbf{v}_1^c - \mathbf{v}_2^c\|_2 - \tilde{u}_1 \|\mathbf{v}_1^s - \mathbf{v}_2^s\|_2| < E \end{cases}$$

[0073]

[0074] 여기서, E는 미리 설정된 재투영(reprojection) 에러를 위한 임계치를 나타낸다.

[0075] 이와 마찬가지로 영상 처리 장치(100)는 제3 매치 페어를 선택할 수 있다.

[0076] 이와 같이, 3개의 매치 페어가 선택되면, 영상 처리 장치(100)는 아핀 트랜스폼을 이용하여 기하학적 변형 척도를 계산한다.

[0077] 영상 처리 장치(100)는 rotation, scaling, shearing, reflection과 같은 다양한 기하학적 변형을 포함하는 복사된 영역에 대한 기하학적 변형을 모델링한다.

[0078] 2 x 2 선형 행렬 A를 수학식 9와 같이 정의하기로 한다.

수학식 9

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$$

여기서, $(a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22})$ 는 회전과 스케이링 변형을 설명하는 파라미터이다.

매치된 페어들 사이의 관계는 수학식 10과 같이 설명될 수 있다.

수학식 10

$$\mathbf{v}_{\alpha}^c = \mathbf{A}\mathbf{v}_{\alpha}^s + \mathbf{t}$$

여기서, $\alpha = 1, 2, 3$ 이고, $\mathbf{t} = [t_x, t_y]^T$ 는 변형 팩터(factor)를 나타낸다.

영상 처리 장치(100)는 선택된 세개의 매치 페어를 이용하여 수학식 10의 유일해를 획득한다. 특히, 최대 우도 예측을 이용하여 수학식 10의 해가 구해질 수 있다.

A와 t의 아핀 트랜스폼을 계산한 후 영상 처리 장치(100)는 수학식 11의 제약을 만족하는 매치 페어 셋 R내의 내좌충(inlier)의 개수를 계산할 수 있다.

수학식 11

$$\|\mathbf{v}^c - (\mathbf{A}\mathbf{v}^s + \mathbf{t})\|_2 < E$$

단계 130에서 영상 처리 장치(100)는 선택된 서브셋(3개의 매치 페어)에 대한 기하학적 변형 척도를 계산한 후 중복된 영역을 검출한다.

예를 들어, 영상 처리 장치(100)는 각 변형 매트릭스에 대한 왜곡 영상(W)를 생성한다.

이어, 영상 처리 장치(100)는 원 영상과 왜곡 영상 사이의 제로 평균 표준화 상호 상관성(ZNCC: zero mean normalized cross-correlation)을 사용하여 중복 영역을 한정한다.

이를 수학식으로 나타내면, 수학식 12와 같다.

수학식 12

$$Z(x, y) = \frac{\sum_{(x, y) \in \mathbf{B}} (I(x, y) - \mu_I)(W(x, y) - \mu_W)}{\sqrt{\sum_{(x, y) \in \mathbf{B}} (I(x, y) - \mu_I)^2 (W(x, y) - \mu_W)^2}}$$

여기서, B는 7개의 이웃 픽셀들의 집합을 나타내고, μ_I 과 μ_W 는 원 영상(I)와 왜곡 영상(W)의 평균 픽셀의 세기(intensity)를 나타낸다.

- [0093] 이어, 영상 처리 장치(100)는 $Z(x, y)'s$ 을 스레시홀딩하여 이진 영상을 생성한 후 작은 고립된 영역은 버리고, 작은 홀은 수학적 형태학 연산을 사용하여 채울 수 있다.
- [0094] 이를 통해, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 처리 장치(100)는 중복된 영역을 검출할 수 있다.
- [0095] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 처리 장치의 내부 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.
- [0096] 도 4을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 처리 장치(100)는 특징 추출부(410), 샘플링부(415), 변형 계산부(420), 검출부(425), 메모리(430) 및 프로세서(435)를 포함하여 구성된다.
- [0097] 특징 추출부(410)는 SIFT를 적용하여 영상에서 각 키포인트에 대한 특징점을 각각 추출하기 위한 수단이다.
- [0098] 샘플링부(415)는 각 추출된 특징점을 이용하여 각 키포인트에 대한 매치 페어 셋(matched pair set)을 생성하기 위한 수단이다.
- [0099] 예를 들어, 샘플링부(415)는 각 키포인트에 대해 추출된 특징점간의 거리 비율을 계산하여 매치 후보 리스트를 생성하고, 각 키포인트의 매치 후보 리스트간의 교차 검사를 통해 상호 매치 후보 리스트에 포함되는 키포인트들을 매치 페어를 도출한 후, 상기 매치 페어간의 거리 비율을 계산한 후 상기 매치 페어간의 거리 비율을 이용하여 매치 페어 셋을 구성할 수 있다.
- [0100] 변형 계산부(420)는 매치 페어 셋에서 랜덤하게 매치 페어에 대한 서브 셋을 선택하고, 선택된 서브 셋을 이용하여 아핀 트랜스폼에 기초한 기하학적 변형 척도를 계산하기 위한 수단이다.
- [0101] 검출부(425)는 기하학적 변형 척도에 기반하여 왜곡 영상을 생성한 후 원 영상과 상기 왜곡 영상간의 제로 평균 표준화 상호 상관성(ZNCC: zero mean normalized cross-correlation)을 적용하여 유사 영역을 검출하기 위한 수단이다.
- [0102] 메모리(430)는 본 발명의 일 실시예에 따른 스케일 스페이스 표현에 기반하여 유사 영역을 검출하기 위한 방법을 수행하기 위해 필요한 다양한 어플리케이션, 이 과정에서 파생되는 다양한 데이터 등을 저장하기 위한 수단이다.
- [0103] 프로세서(435)는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 처리 장치(100)의 내부 구성 요소들(예를 들어, 특징 추출부(410), 샘플링부(415), 변형 계산부(420), 메모리(430) 등)을 제어하기 위한 수단이다.
- [0104] 도 5에는 종래와 본 발명의 일 실시예에 따른 유사 영역 검출 결과를 나타낸 도면이다.
- [0105] 도 5는 60도 회전에 대한 유사 영역 검출 결과를 도시한 것으로, 도 5의 (a)는 테스트 영상을 나타내고, (b)는 종래의 SIFT-T의 검출 결과는 나타내며, (c)는 종래의 SIFT-1의 검출 결과를 나타내고, (d)는 종래의 SIFT-2의 검출 결과를 나타내며, (e)는 본 발명의 일 실시예에 따른 검출 결과를 나타낸다. 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유사 영역 검출 방법이 종래에 비해 더 정확하게 기하학적 변형에 따른 유사 영역을 검출하는 것을 알 수 있다.
- [0106] 상술한 본 발명에 따른 스케일 스페이스 표현에 기반하여 유사 영역을 검출하는 방법은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현되는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체로는 컴퓨터 시스템에 의하여 해독될 수 있는 데이터가 저장된 모든 종류의 기록 매체를 포함한다. 예를 들어, ROM(Read Only Memory), RAM(Random Access Memory), 자기 테이프, 자기 디스크, 플래쉬 메모리, 광 데이터 저장장치 등이 있을 수 있다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 통신망으로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 읽을 수 있는 코드로서 저장되고 실행될 수 있다.
- [0107] 이상에서는 본 발명의 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 쉽게 이해할 수 있을 것이다.

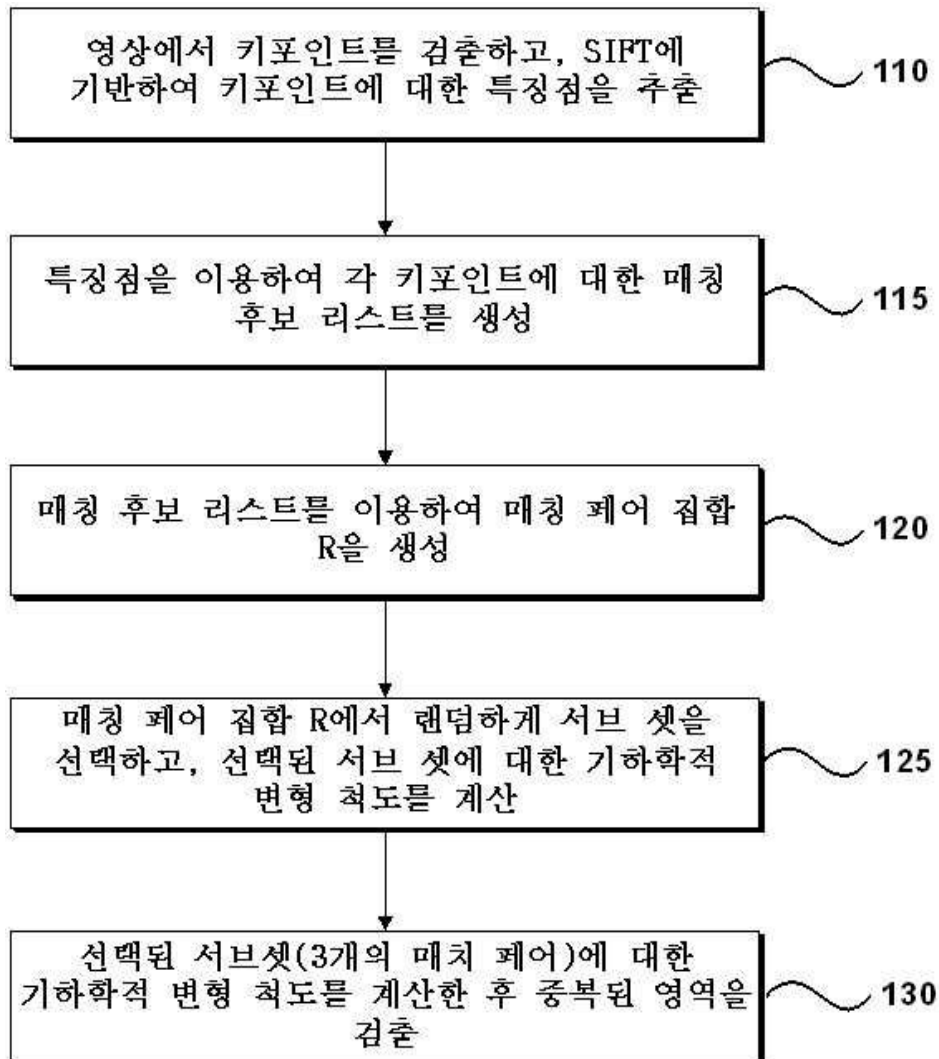
부호의 설명

[0108]

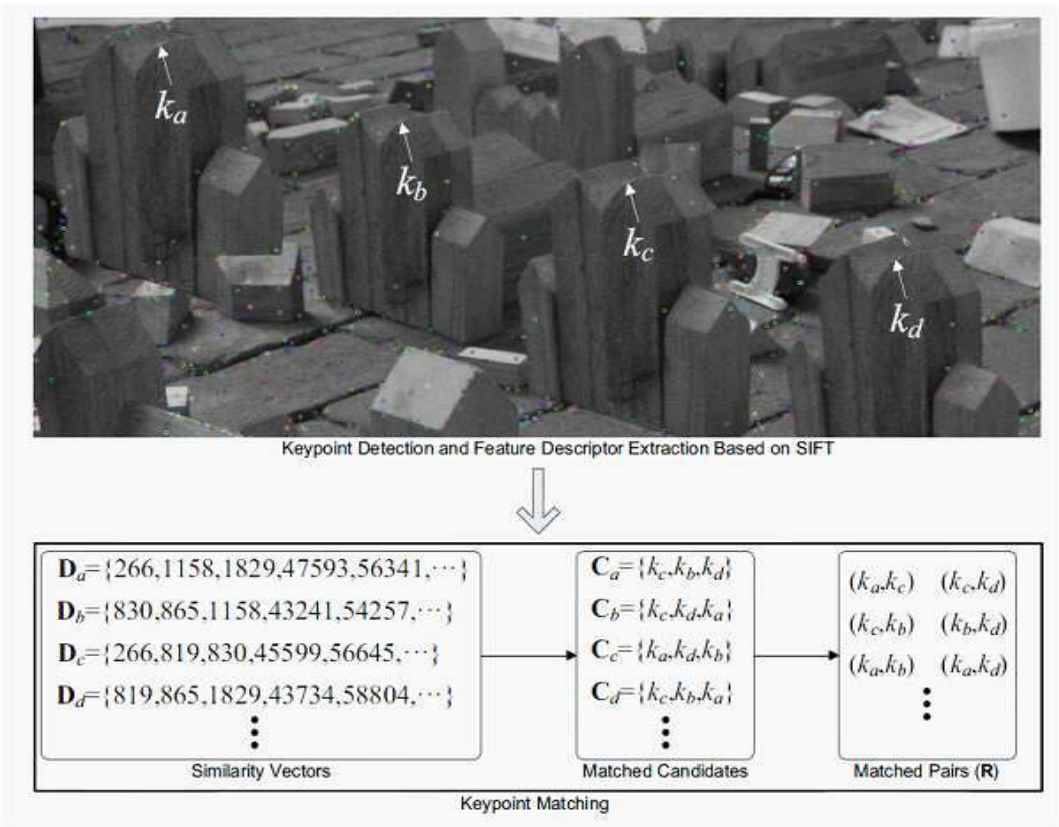
410: 특징 추출부
415: 샘플링부
420: 변형 계산부
425: 검출부
430: 메모리
435: 프로세서

도면

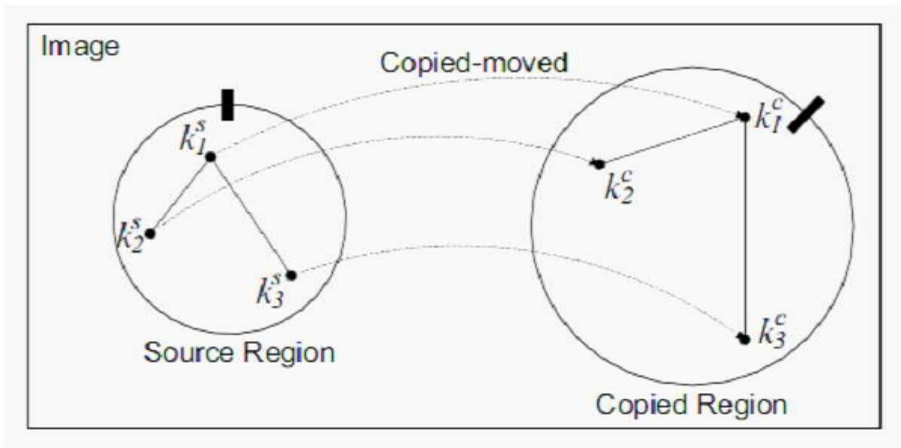
도면1



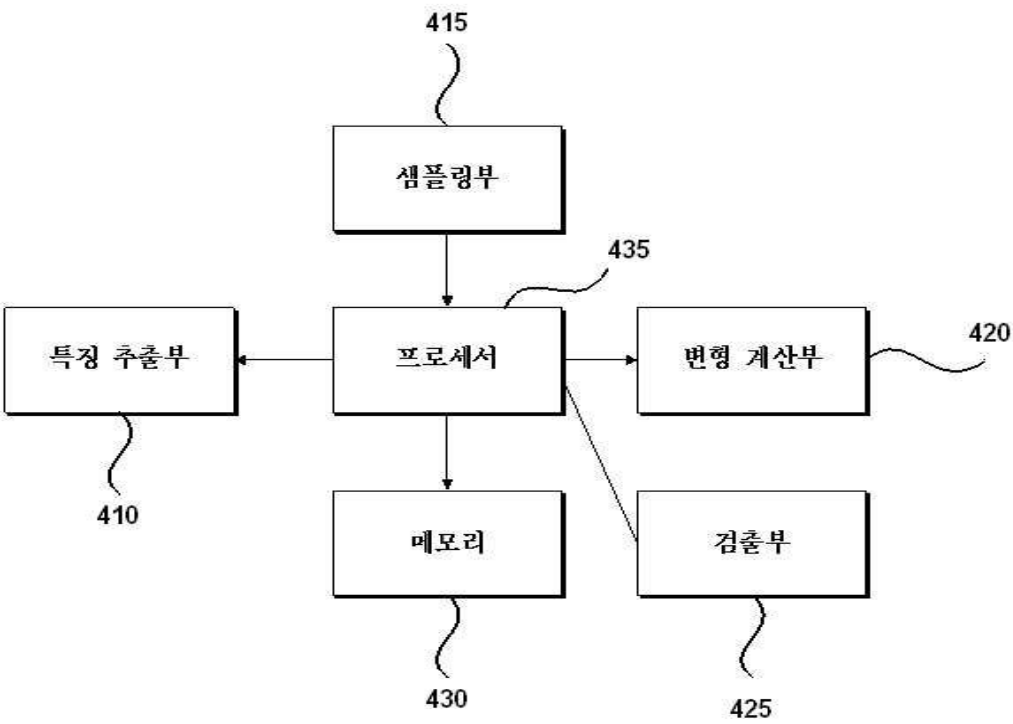
도면2



도면3



도면4



도면5

