



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0004942
(43) 공개일자 2014년01월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/00 (2006.01) H04N 5/265 (2006.01)
G09G 5/377 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0072407
(22) 출원일자 2012년07월03일
심사청구일자 2013년11월14일

(71) 출원인
삼성테크윈 주식회사
경상남도 창원시 성산구 창원대로 1204 (성주동)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동5가)
(72) 발명자
주재용
서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동5가) 고려
대학교 자연계캠퍼스
김민재
서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동5가) 고려
대학교 자연계캠퍼스
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

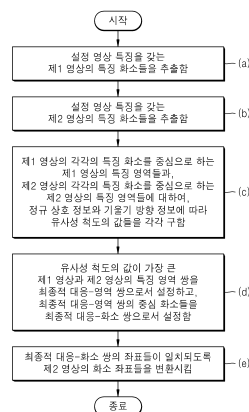
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 영상 정합 방법

(57) 요약

영상 정합 방법이 개시된다. 이 방법은 단계들 (a) 내지 (e)를 포함한다. 단계 (a)에서는, 설정 영상 특징을 갖는 제1 영상의 특징 화소들이 추출된다. 단계 (b)에서는, 상기 설정 영상 특징을 갖는 제2 영상의 특징 화소들이 추출된다. 단계 (c)에서는, 제1 영상의 각각의 특징 화소를 중심으로 하는 제1 영상의 특징 영역들과, 제2 영상의 각각의 특징 화소를 중심으로 하는 제2 영상의 특징 영역들에 대하여, 정규 상호 정보와 기울기 방향 정보에 따라 유사성 척도의 값들이 각각 구해진다. 단계 (d)에서는, 유사성 척도의 값이 가장 큰 제1 영상과 제2 영상의 특징 영역 쌍이 최종적 대응-영역 쌍으로서 설정되고, 최종적 대응-영역 쌍의 어느 한 화소 쌍이 최종적 대응-화소 쌍으로서 설정된다. 단계 (e)에서는, 최종적 대응-화소 쌍의 좌표들이 일치되도록 제2 영상의 화소 좌표들이 변환된다.

대표도 - 도6



(72) 발명자

구본화

서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동5가) 고려
대학교 자연계캠퍼스

고한석

서울특별시 성북구 안암동5가 고려대학교자연계캠
퍼스

특허청구의 범위

청구항 1

동일한 피사체에 대한 제1 영상과 제2 영상의 정보 융합을 위하여, 상기 제2 영상의 화소 좌표들 각각을 상기 제1 영상의 화소 좌표들 각각에 일치시키는 영상 정합 방법에 있어서,

- (a) 설정 영상 특징을 갖는 상기 제1 영상의 특징 화소들을 추출하는 단계;
- (b) 상기 설정 영상 특징을 갖는 상기 제2 영상의 특징 화소들을 추출하는 단계;
- (c) 상기 제1 영상의 각각의 특징 화소를 중심으로 하는 상기 제1 영상의 특징 영역들과, 상기 제2 영상의 각각의 특징 화소를 중심으로 하는 상기 제2 영상의 특징 영역들에 대하여, 정규 상호 정보와 기울기 방향 정보에 따라 유사성 척도의 값들을 구하는 단계;
- (d) 상기 유사성 척도의 값이 가장 큰 상기 제1 영상과 상기 제2 영상의 특징 영역 쌍을 최종적 대응-영역 쌍으로서 설정하고, 상기 최종적 대응-영역 쌍의 어느 한 화소 쌍을 최종적 대응-화소 쌍으로서 설정하는 단계; 및
- (e) 상기 최종적 대응-화소 쌍의 좌표들이 일치되도록 상기 제2 영상의 화소 좌표들을 변환시키는 단계를 포함하는 영상 정합 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 영상은 주 감시 카메라에서 생성된 라이브-뷰(live-view) 영상(影像)이고,

상기 제2 영상은 열상 카메라에서 생성된 열상(熱像)인 영상 정합 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 단계 (d)에서,

상기 최종적 대응-영역 쌍의 중심 화소들이 상기 최종적 대응-화소 쌍으로서 설정되는 영상 정합 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 단계들 (a) 및 (b) 각각은,

- (ab1) 모든 화소들 각각에 대한 모퉁이(corner) 특성 값을 구하는 단계;
- (ab2) 문턱 값보다 큰 모퉁이 특성 값을 가진 화소들을 추출하는 단계;
- (ab3) 추출된 화소들의 개수와 목표 개수의 차이가 설정 제한 개수보다 적으면, 추출된 화소들을 상기 특징 화소들로서 설정하는 단계; 및
- (ab4) 추출된 화소들의 개수와 상기 목표 개수의 차이가 상기 설정 제한 개수보다 적지 않으면, 상기 문턱 값을 조정하는 단계를 포함한 영상 정합 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 단계 (ab4)는,

- (ab41) 추출된 화소들의 개수가 상기 목표 개수보다 적으면, 상기 문턱 값에서 제1 설정 값이 감산된 결과를 새로운 문턱 값으로서 설정하는 단계; 및
- (ab42) 추출된 화소들의 개수가 상기 목표 개수보다 많으면, 상기 문턱 값에서 제2 설정 값이 가산된 결과를 새로운 문턱 값으로서 설정하는 단계를 포함한 영상 정합 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 단계 (ab41)에서,

최근에 상기 문턱 값이 상향 되었으면, 상기 제1 설정 값이 상대적으로 줄어드는 영상 정합 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 단계 (ab42)에서,

최근에 상기 문턱 값이 하향 되었으면, 상기 제2 설정 값이 상대적으로 줄어드는 영상 정합 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 단계 (c)에서, 상기 제1 영상의 어느 한 특징 영역과 상기 제2 영상의 어느 한 특징 영역에 대한 상기 유사성 척도의 값은,

정규 상호 정보의 값과 기울기 방향 일치의 값을 곱한 결과의 값인 영상 정합 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 단계 (c)에서, 상기 제1 영상의 어느 한 특징 영역과 상기 제2 영상의 어느 한 특징 영역에 대한 상기 정규 상호 정보의 값을 구함에 있어서,

(c11) 상기 제1 영상의 상기 어느 한 특징 영역의 확률 분포에서의 불확실성을 나타내는 상기 제1 영상의 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(A)$)을 구하는 단계;

(c12) 상기 제2 영상의 상기 어느 한 특징 영역의 확률 분포에서의 불확실성을 나타내는 상기 제2 영상의 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(B)$)을 구하는 단계;

(c13) 상기 제1 영상의 상기 어느 한 특징 영역과 상기 제2 영상의 상기 어느 한 특징 영역의 결합 확률 분포에서의 불확실성을 나타내는 상기 제1 영상과 상기 제2 영상의 결합 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(A,B)$)을 구하는 단계;

(c14) 상기 제1 영상의 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(A)$)과 상기 제2 영상의 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(B)$)의 합산 결과($H(A) + H(B)$)를 구하는 단계; 및

(c15) 상기 합산 결과($H(A) + H(B)$)를 상기 결합 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(A,B)$)으로 나눈 결과를 상기 정규 상호 정보의 값으로서 구하는 단계가 수행되는 영상 정합 방법.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 단계 (c)에서, 상기 제1 영상의 어느 한 특징 영역과 상기 제2 영상의 어느 한 특징 영역에 대한 상기 기울기 방향 일치의 값($O(A,B)$)을 구함에 있어서,

(c21) 상기 제1 영상의 상기 어느 한 특징 영역에서, 각각의 화소의 기울기 방향의 각도($\Theta_A(x,y)$)를 구하는 단계;

(c22) 상기 제2 영상의 상기 어느 한 특징 영역에서, 각각의 화소의 기울기 방향의 각도($\Theta_B(x,y)$)를 구하는 단계;

(c23) 상기 제1 영상의 상기 어느 한 특징 영역과 상기 제2 영상의 상기 어느 한 특징 영역에 대하여, 화소 위치에 상응하는 화소 쌍들의 기울기 방향의 각도 차이($\Delta \Theta(x,y)$)를 각각 구하는 단계;

(c24) 상기 각각의 기울기 방향의 각도 차이($\Delta \Theta(x,y)$)의 2 배의 값에 대한 코사인 값($\cos \{2\Delta \Theta(x,y)\}$)을 구하는 단계;

(c25) 상기 각각의 코사인 값($\cos \{2\Delta \Theta(x,y)\}$)에 1을 더한 결과들을 구하는 단계;

(c26) 상기 1을 더한 각각의 결과에 2를 나눈 각각의 결과를 각각의 화소 쌍의 기울기 일치 값($c[\Delta \Theta(x,y)]$)으로서 구하는 단계; 및

(c27) 상기 제1 영상의 상기 어느 한 특징 영역과 상기 제2 영상의 상기 어느 한 특징 영역에 대하여, 화소 위치에 상응하는 각각의 화소 쌍의 기울기 일치 값($c[\Delta \Theta(x,y)]$)을 합산하고, 이 합산 결과를 상기 기울기 방향 일치의 값($O(A,B)$)으로서 구하는 단계가 수행되는 영상 정합 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 영상 정합 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 동일한 피사체에 대한 제1 영상과 제2 영상의 정보 융합을 위하여, 제2 영상의 화소 좌표들 각각을 제1 영상의 화소 좌표들 각각에 일치시키는 영상 정합 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적인 감시 시스템에 있어서, 서로 다른 종류의 감시 카메라들이 동시에 사용된다. 예를 들어, 화재 방지 또는 야간 감시 등을 위하여 열상 카메라가 주 감시 카메라와 함께 사용된다.

[0003] 여기에서, 열상 카메라는 피사체의 온도에 따른 열상(熱像)을 취득한다. 또한, 광학적인 주 감시 카메라는 피사체의 라이브-뷰(live-view) 영상(影像)을 취득한다. 또한, 감시 효과를 증배하기 위하여, 주 감시 카메라로부터의 제1 영상과 열상 카메라로부터의 제2 영상의 정보 융합이 필요하고, 이러한 정보 융합을 위하여 어느 한 영상 예를 들어, 제2 영상의 화소 좌표들 각각을 제1 영상의 화소 좌표들 각각에 일치시키는 영상 정합이 필요하다.

[0004] 상기와 같은 영상 정합에 있어서, 통상적으로 다음과 같은 절차가 진행된다.

[0005] 첫째, 설정 영상 특징을 갖는 제1 영상의 특징 화소들이 추출된다.

[0006] 둘째, 상기 설정 영상 특징을 갖는 제2 영상의 특징 화소들이 추출된다.

[0007] 셋째, 제1 영상의 각각의 특징 화소를 중심으로 하는 제1 영상의 특징 영역들과, 제2 영상의 각각의 특징 화소를 중심으로 하는 제2 영상의 특징 영역들에 대하여, 정규 상호 정보에 따라 유사성 척도의 값들이 구해진다.

[0008] 넷째, 유사성 척도의 값이 가장 큰 제1 영상과 제2 영상의 특징 영역 쌍이 최종적 대응-영역 쌍으로서 설정되고, 최종적 대응-영역 쌍의 어느 한 화소 쌍이 최종적 대응-화소 쌍으로서 설정된다.

[0009] 그리고 다섯째, 최종적 대응-화소 쌍의 좌표들이 일치되도록 제2 영상의 화소 좌표들이 변환된다.

[0010] 상기와 같은 통상적인 영상 정합 방법에 의하면, 단순히 정규 상호 정보에 따라 유사성 척도의 값들이 구해지므로, 제1 영상과 제2 영상의 성질이 다른 경우에, 정합의 정확도가 떨어지는 문제점이 있다. 그 이유를 가시광선 영상과 열상(熱像)의 예로서 설명하면 다음과 같다.

[0011] 가시광선 영상의 화소 값들은 피사체의 색과 밝기를 나타내고, 열상(熱像)의 화소 값들은 피사체의 온도를 나타낸다.

[0012] 이에 따라, 두 영상은, 서로 다른 특성 예를 들어, 서로 다른 화소 값 분포의 특성을 가지면서, 상호 관계가 복잡하다.

[0013] 또한, 어느 한 영상에서 나타나는 특징들이 다른 한 영상에서 나타나지 않는 경우도 많다.

[0014] 그리고, 어느 한 영상에서의 한 화소 값이 다른 한 영상에서의 복수의 화소 값들에 대응되는 경우도 있다.

[0015] 요약하면, 제1 영상과 제2 영상의 성질이 다른 경우, 두 영상들의 통계적 상관성은 전역적이지 못하고 지역적이므로, 단순히 정규 상호 정보에 따라 구해지는 유사성 척도의 값들의 정확도가 떨어진다.

[0016] 여기에서, 유사성 척도의 값이 가장 큰 제1 영상과 제2 영상의 특징 영역 쌍이 최종적 대응-영역 쌍으로서 설정된다. 따라서, 최종적 대응-영역 쌍의 설정의 정확도가 떨어지게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0017] (특허문헌 0001) 일본 공개특허 공보 제2004-070490호 (출원인 : KDDI(주), 발명의 명칭 : 화상의 매칭 장치)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0018] 본 발명의 실시예는, 대상 영상들의 성질이 서로 다른 경우에도 영상 정합의 정확도를 향상시킬 수 있는 영상 정합 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0019] 본 발명의 일 측면에 의하면, 동일한 피사체에 대한 제1 영상과 제2 영상의 정보 융합을 위하여, 상기 제2 영상의 화소 좌표들 각각을 상기 제1 영상의 화소 좌표들 각각에 일치시키는 영상 정합 방법에 있어서, 단계들 (a) 내지 (e)가 포함될 수 있다.

[0020] 상기 단계 (a)에서는, 설정 영상 특징을 갖는 상기 제1 영상의 특징 화소들이 추출된다.

[0021] 상기 단계 (b)에서는, 상기 설정 영상 특징을 갖는 상기 제2 영상의 특징 화소들이 추출된다.

[0022] 상기 단계 (c)에서는, 상기 제1 영상의 각각의 특징 화소를 중심으로 하는 상기 제1 영상의 특징 영역들과, 상기 제2 영상의 각각의 특징 화소를 중심으로 하는 상기 제2 영상의 특징 영역들에 대하여, 정규 상호 정보와 기울기 방향 정보에 따라 유사성 척도의 값들이 구해진다.

[0023] 상기 단계 (d)에서는, 상기 유사성 척도의 값이 가장 큰 상기 제1 영상과 상기 제2 영상의 특징 영역 쌍이 최종적 대응-영역 쌍으로서 설정되고, 상기 최종적 대응-영역 쌍의 어느 한 화소 쌍이 최종적 대응-화소 쌍으로서 설정된다.

[0024] 상기 단계 (e)에서는, 상기 최종적 대응-화소 쌍의 좌표들이 일치되도록 상기 제2 영상의 화소 좌표들이 변환된다.

[0025] 한편, 상기 제1 영상은 주 감시 카메라에서 생성된 라이브-뷰(live-view) 영상(影像)이고, 상기 제2 영상은 열상 카메라에서 생성된 열상(熱像)일 수 있다.

[0026] 바람직하게는, 상기 단계 (d)에서, 상기 최종적 대응-영역 쌍의 중심 화소들이 상기 최종적 대응-화소 쌍으로서 설정된다.

[0027] 바람직하게는, 상기 단계들 (a) 및 (b) 각각은 단계들 (ab1) 내지 (ab4)를 포함할 수 있다.

[0028] 상기 단계 (ab1)에서는, 모든 화소들 각각에 대한 모퉁이(corner) 특성 값이 구해진다.

[0029] 상기 단계 (ab2)에서는, 문턱 값보다 큰 모퉁이 특성 값을 가진 화소들이 추출된다.

[0030] 상기 단계 (ab3)에서는, 추출된 화소들의 개수와 목표 개수의 차이가 설정 제한 개수보다 적으면, 추출된 화소들이 상기 특징 화소들로서 설정된다.

[0031] 상기 단계 (ab4)에서는, 추출된 화소들의 개수와 상기 목표 개수의 차이가 상기 설정 제한 개수보다 적지 않으면, 상기 문턱 값이 조정된다.

[0032] 바람직하게는, 상기 단계 (ab4)는 단계들 (ab41) 및 (ab42)를 포함한다.

[0033] 상기 단계 (ab41)에서는, 추출된 화소들의 개수가 상기 목표 개수보다 적으면, 상기 문턱 값에서 제1 설정 값이 감산된 결과가 새로운 문턱 값으로서 설정된다.

[0034] 상기 단계 (ab42)에서는, 추출된 화소들의 개수가 상기 목표 개수보다 많으면, 상기 문턱 값에서 제2 설정 값이 가산된 결과가 새로운 문턱 값으로서 설정된다.

[0035] 바람직하게는, 상기 단계 (ab41)에서, 최근에 상기 문턱 값이 상향 되었으면, 상기 제1 설정 값이 상대적으로 줄어든다. 또한, 상기 단계 (ab42)에서, 최근에 상기 문턱 값이 하향 되었으면, 상기 제2 설정 값이 상대적으로 줄어든다.

[0036] 바람직하게는, 상기 단계 (c)에서, 상기 제1 영상의 어느 한 특징 영역과 상기 제2 영상의 어느 한 특징 영역에 대한 상기 유사성 척도의 값은, 정규 상호 정보의 값과 기울기 방향 일치 값의 곱한 결과의 값이다.

[0037] 바람직하게는, 상기 단계 (c)에서, 상기 제1 영상의 어느 한 특징 영역과 상기 제2 영상의 어느 한 특징 영역에

대한 상기 정규 상호 정보의 값을 구함에 있어서, 단계들 (c11) 내지 (c15)가 수행될 수 있다.

- [0038] 상기 단계 (c11)에서는, 상기 제1 영상의 상기 어느 한 특징 영역의 확률 분포에서의 불확실성을 나타내는 상기 제1 영상의 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(A)$)이 구해진다.
- [0039] 상기 단계 (c12)에서는, 상기 제2 영상의 상기 어느 한 특징 영역의 확률 분포에서의 불확실성을 나타내는 상기 제2 영상의 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(B)$)이 구해진다.
- [0040] 상기 단계 (c13)에서는, 상기 제1 영상의 상기 어느 한 특징 영역과 상기 제2 영상의 상기 어느 한 특징 영역의 결합 확률 분포에서의 불확실성을 나타내는 상기 제1 영상과 상기 제2 영상의 결합 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(A,B)$)이 구해진다.
- [0041] 상기 단계 (c14)에서는, 상기 제1 영상의 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(A)$)과 상기 제2 영상의 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(B)$)의 합산 결과($H(A) + H(B)$)가 구해진다.
- [0042] 상기 단계 (c15)에서는, 상기 합산 결과($H(A) + H(B)$)를 상기 결합 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(A,B)$)으로 나눈 결과가 상기 정규 상호 정보의 값으로서 구해진다.
- [0043] 바람직하게는, 상기 단계 (c)에서, 상기 제1 영상의 어느 한 특징 영역과 상기 제2 영상의 어느 한 특징 영역에 대한 상기 기울기 방향 일치의 값($O(A,B)$)을 구함에 있어서, 단계들 (c21) 내지 (c27)이 수행된다.
- [0044] 상기 단계 (c21)에서는, 상기 제1 영상의 상기 어느 한 특징 영역에서, 각각의 화소의 기울기 방향의 각도($\theta_A(x,y)$)가 구해진다.
- [0045] 상기 단계 (c22)에서는, 상기 제2 영상의 상기 어느 한 특징 영역에서, 각각의 화소의 기울기 방향의 각도($\theta_B(x,y)$)가 구해진다.
- [0046] 상기 단계 (c23)에서는, 상기 제1 영상의 상기 어느 한 특징 영역과 상기 제2 영상의 상기 어느 한 특징 영역에 대하여, 화소 위치에 상응하는 화소 쌍들의 기울기 방향의 각도 차이($\Delta \theta(x,y)$)가 각각 구해진다.
- [0047] 상기 단계 (c24)에서는, 상기 각각의 기울기 방향의 각도 차이($\Delta \theta(x,y)$)의 2 배의 값에 대한 코사인 값($\cos \{2\Delta \theta(x,y)\}$)이 구해진다.
- [0048] 상기 단계 (c25)에서는, 상기 각각의 코사인 값($\cos \{2\Delta \theta(x,y)\}$)에 1을 더한 결과들이 구해진다.
- [0049] 상기 단계 (c26)에서는, 상기 1을 더한 각각의 결과에 2를 나눈 각각의 결과가 각각의 화소 쌍의 기울기 일치 값($c[\Delta \theta(x,y)]$)으로서 구해진다.
- [0050] 상기 단계 (c27)에서는, 상기 제1 영상의 상기 어느 한 특징 영역과 상기 제2 영상의 상기 어느 한 특징 영역에 대하여, 화소 위치에 상응하는 각각의 화소 쌍의 기울기 일치 값($c[\Delta \theta(x,y)]$)이 합산되고, 이 합산 결과가 상기 기울기 방향 일치의 값($O(A,B)$)으로서 구해진다.

발명의 효과

- [0051] 본 발명의 실시예의 상기 영상 정합 방법에 의하면, 상기 제1 영상의 각각의 특징 화소를 중심으로 하는 상기 제1 영상의 특징 영역들과, 상기 제2 영상의 각각의 특징 화소를 중심으로 하는 상기 제2 영상의 특징 영역들에 대하여, 정규 상호 정보와 기울기 방향 정보에 따라 유사성 척도의 값들이 구해진다.
- [0052] 따라서, 상기 제1 영상과 상기 제2 영상의 성질이 다른 경우에도 영상 정합의 정확도가 향상될 수 있다.
- [0053] 예를 들어, 제1 영상이 광학적인 라이브-뷰(live-view) 영상(影像)이고, 제2 영상이 피사체의 온도에 따른 열상(熱像)인 경우, 상기 기울기 방향 정보에 의하여 유사성 척도의 값이 보다 정확해질 수 있다.
- [0054] 한편, 제1 영상과 제2 영상이 모두 다 광학적인 라이브-뷰(live-view) 영상(影像)이거나, 피사체의 온도에 따른 열상(熱像)인 경우, 상기 정규 상호 정보에 의하여 유사성 척도의 값이 보다 정확해질 수 있다. 여기에서, 유사성 척도의 값이 가장 큰 제1 영상과 제2 영상의 특징 영역 쌍이 상기 최종적 대응-영역 쌍으로서 설정된다. 따라서, 최종적 대응-영역 쌍의 설정의 정확도가 향상될 수 있다.
- [0055] 따라서, 상기 제1 영상과 상기 제2 영상의 성질이 다른 경우에도 영상 정합의 정확도가 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0056] 도 1은 본 발명의 일 실시예의 영상 정합 방법이 채용되는 감시 시스템을 보여주는 도면이다.
- 도 2는 도 1의 주 감시 카메라에 의하여 얻어진 야간의 피사체의 영상의 일 예를 보여주는 도면이다.
- 도 3은 도 2와 동일한 피사체에 대하여 도 1의 열상 카메라에 의하여 얻어진 야간의 피사체의 영상을 보여주는 도면이다.
- 도 4는 도 2의 제1 영상과 도 3의 제2 영상이 정합되지 않은 상태에서의 가장자리 중첩(edge overlay) 영상을 보여주는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 의하여 도 2의 제1 영상과 도 3의 제2 영상이 정합된 상태에서의 가장자리 중첩(edge overlay) 영상을 보여주는 도면이다.
- 도 6은 도 1의 제어 장치에 의하여 수행되는 본 발명의 일 실시예의 영상 정합 방법을 보여주는 흐름도이다.
- 도 7은 도 6의 단계 (a) 및 (b)의 수행에 의하여 얻어진 제1 영상 및 제2 영상의 특징 화소들 및 특징 영역들의 일 예를 보여주는 도면이다.
- 도 8은 도 6의 특징-화소 추출 단계들((a),(b)) 각각의 상세 알고리즘을 보여주는 흐름도이다.
- 도 9는 도 6의 유사성 척도의 값들을 구하는 단계((c))에서 정규 상호 정보의 값을 구하는 과정((c1))을 보여주는 흐름도이다.
- 도 10은 도 6의 유사성 척도의 값들을 구하는 단계((c))에서 기울기 방향 일치의 값($O(A,B)$)을 구하는 과정((c2))을 보여주는 흐름도이다.
- 도 11은 도 9 및 도 10의 과정들((c1),(c2))과 관련된 영상들의 일 예를 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0057] 하기의 설명 및 첨부된 도면은 본 발명에 따른 동작을 이해하기 위한 것이며, 본 기술 분야의 통상의 기술자가 용이하게 구현할 수 있는 부분은 생략될 수 있다.
- [0058] 또한 본 명세서 및 도면은 본 발명을 제한하기 위한 목적으로 제공된 것은 아니고, 본 발명의 범위는 청구의 범위에 의하여 정해져야 한다. 본 명세서에서 사용된 용어들은 본 발명을 가장 적절하게 표현할 수 있도록 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0059] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예가 상세히 설명된다.
- [0060] 도 1은 본 발명의 일 실시예의 영상 정합 방법이 채용되는 감시 시스템을 보여준다.
- [0061] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예의 제어 방법이 채용되는 감시 시스템은 열상 카메라(111), 주 감시 카메라(112), 적외선 조사 장치(113), 관제실(13) 내의 디스플레이 장치(133), 제어 장치(131), 및 사용자 입력부(132)를 구비한다.
- [0062] 피사체의 온도에 따른 열상(熱像)을 취득하는 열상 카메라(111)는, 통신 채널(Dcom)과 통신 네트워크(12)를 통하여 관제실(13) 내의 제어 장치(131)와 통신하면서, 데이터 채널(Dima)과 통신 네트워크(12)를 통하여 열상(熱像) 데이터를 제어 장치(131)에 전송한다.
- [0063] 피사체의 라이브-뷰(live-view) 영상(影像)을 취득하는 주 감시 카메라(112)는, 통신 채널(Dcom)과 통신 네트워크(12)를 통하여 관제실(13) 내의 제어 장치(131)와 통신하면서, 데이터 채널(Dima)과 통신 네트워크(12)를 통하여 영상(影像) 데이터를 제어 장치(131)에 전송한다.
- [0064] 제어 장치(131)의 제어에 의하여 동작하는 디스플레이 장치(133)는 주 감시 카메라(112)로부터의 라이브-뷰 영상을 디스플레이한다. 물론, 디스플레이 장치(133)는 열상 카메라(111)로부터의 열상(熱像)을 추가적으로 디스플레이할 수도 있다.
- [0065] 적외선 조사 장치(113)는, 주위 조도가 설정 하한 조도보다 낮은 경우에 주 감시 카메라(113)와 연동하면서 패닝(panning), 틸팅(tilting) 및 주밍(zooming)을 수행한다. 물론, 관제실(13) 내의 제어 장치(131)는 통신 채널(Dcom)과 통신 네트워크(12)를 통하여 적외선 조사 장치(113)의 동작을 제어한다.
- [0066] 도 2는 도 1의 주 감시 카메라(112)에 의하여 얻어진 야간의 피사체의 영상의 일 예를 보여준다.

- [0067] 도 3은 도 2와 동일한 피사체에 대하여 도 1의 열상 카메라(111)에 의하여 얻어진 야간의 피사체의 영상을 보여준다.
- [0068] 도 4는 도 2의 제1 영상과 도 3의 제2 영상이 정합되지 않은 상태에서의 가장자리 중첩(edge overlay) 영상을 보여준다.
- [0069] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 의하여 도 2의 제1 영상과 도 3의 제2 영상이 정합된 상태에서의 가장자리 중첩(edge overlay) 영상을 보여준다.
- [0070] 도 1 내지 5를 참조하면, 관제실(13) 내에서 사용자 입력부(132)에 의하여 동작하는 제어 장치(131)는, 제1 영상(도 2)의 각각의 특징 화소를 중심으로 하는 제1 영상(도 2)의 특징 영역들과, 제2 영상(도 3)의 각각의 특징 화소를 중심으로 하는 제2 영상(도 3)의 특징 영역들에 대하여, 정규 상호 정보(NMI : Normalized Mutual Information)와 기울기 방향 정보에 따라 유사성 척도의 값들이 구해진다.
- [0071] 따라서, 제1 영상(도 2)과 제2 영상(도 3)의 성질이 다름에도 불구하고 영상 정합의 정확도가 향상될 수 있다.
- [0072] 예를 들어, 제1 영상(도 2)과 제2 영상(도 3)의 성질이 다른 경우, 정규 상호 정보에 의한 유사성 척도의 값의 부정확성의 문제점이 기울기 방향 정보에 의하여 해소될 수 있다.
- [0073] 여기에서, 유사성 척도의 값이 가장 큰 제1 영상과 제2 영상의 특징 영역 쌍이 최종적 대응-영역 쌍으로서 설정된다. 따라서, 최종적 대응-영역 쌍의 설정의 정확도가 향상될 수 있다.
- [0074] 즉, 제1 영상(도 2)과 제2 영상(도 3)의 성질이 다르더라도 영상 정합의 정확도가 향상될 수 있다.
- [0075] 도 6은 도 1의 제어 장치(131)에 의하여 수행되는 본 발명의 일 실시예의 영상 정합 방법을 보여준다.
- [0076] 도 7은 도 6의 단계 (a) 및 (b)의 수행에 의하여 얻어진 제1 영상(71) 및 제2 영상(72)의 특징 화소들 및 특징 영역들의 일 예를 보여준다. 도 7에서 참조 부호 P711 내지 P716은 제1 영상(71)의 특징 화소들을, A711 내지 A716은 제1 영상(71)의 특징 영역들을, P721 내지 P726은 제2 영상(72)의 특징 화소들을, 그리고 A721 내지 A726은 제2 영상(72)의 특징 영역들을 각각 가리킨다.
- [0077] 도 1, 6 및 7을 참조하여, 본 발명의 일 실시예의 영상 정합 방법을 설명하면 다음과 같다.
- [0078] 단계 (a)에서, 제어 장치(131)는 설정 영상 특징을 갖는 제1 영상(71)의 특징 화소들(P711 내지 P716)을 추출한다.
- [0079] 단계 (b)에서, 제어 장치(131)는 상기 설정 영상 특징을 갖는 제2 영상(72)의 특징 화소들(P721 내지 P726)을 추출한다.
- [0080] 단계 (c)에서, 제어 장치(131)는, 제1 영상(71)의 각각의 특징 화소(P711 내지 P716)를 중심으로 하는 제1 영상(71)의 특징 영역들(A711 내지 A716)과, 제2 영상(72)의 각각의 특징 화소(P721 내지 P726)를 중심으로 하는 제2 영상(72)의 특징 영역들(A721 내지 A726)에 대하여, 정규 상호 정보와 기울기 방향 정보에 따라 유사성 척도의 값들을 구한다.
- [0081] 단계 (d)에서, 제어 장치(131)는, 유사성 척도의 값이 가장 큰 제1 영상(71)과 제2 영상(72)의 특징 영역 쌍을 최종적 대응-영역 쌍으로서 설정하고, 최종적 대응-영역 쌍의 어느 한 화소 쌍을 최종적 대응-화소 쌍으로서 설정한다. 예를 들어, 최종적 대응-영역 쌍의 중심 화소들이 최종적 대응-화소 쌍으로서 설정된다.
- [0082] 단계 (e)에서, 제어 장치(131)는, 최종적 대응-화소 쌍의 좌표들이 일치되도록 제2 영상(72)의 화소 좌표들을 변환시킨다.
- [0083] 상기한 바와 같이, 제어 장치(131)는, 제1 영상(71)의 각각의 특징 화소(P711 내지 P716)를 중심으로 하는 제1 영상(71)의 특징 영역들(A711 내지 A716)과, 제2 영상(72)의 각각의 특징 화소(P721 내지 P726)를 중심으로 하는 제2 영상(72)의 특징 영역들(A721 내지 A726)에 대하여, 정규 상호 정보(NMI : Normalized Mutual Information)와 기울기 방향 정보에 따라 유사성 척도의 값들이 구해진다.
- [0084] 따라서, 제1 영상(71)과 제2 영상(72)의 성질이 다름에도 불구하고 영상 정합의 정확도가 향상될 수 있다.
- [0085] 예를 들어, 제1 영상(도 2)과 제2 영상(도 3)의 성질이 다른 경우, 정규 상호 정보에 의한 유사성 척도의 값의 부정확성의 문제점이 기울기 방향 정보에 의하여 해소될 수 있다.
- [0086] 여기에서, 유사성 척도의 값이 가장 큰 제1 영상(71)과 제2 영상(72)의 특징 영역 쌍이 최종적 대응-영역 쌍으

로서 설정된다. 따라서, 최종적 대응-영역 쌍의 설정의 정확도가 향상될 수 있다.

[0087] 즉, 제1 영상(71)과 제2 영상(72)의 성질이 다르더라도 영상 정합의 정확도가 향상될 수 있다.

[0088] 도 8은 도 6의 특징-화소 추출 단계들((a),(b)) 각각의 상세 알고리즘을 보여준다. 도 6 내지 8을 참조하면, 도 6의 특징-화소 추출 단계들((a),(b)) 각각은 단계들 (ab1) 내지 (ab414)를 포함한다.

[0089] 단계 (ab1)에서는, 모든 화소들 각각에 대한 모퉁이(corner) 특성 값이 구해진다. 본 실시예의 경우, 잘 알려져 있는 해리스(Harris) 모퉁이(corner) 검출 방법이 이용된다.

[0090] 모든 화소들 각각의 x-축 및 y-축 좌표를 (x,y), 모든 화소들 각각의 계조에 대한 x-축 1차 미분 결과를 $I_x(x,y)$, 모든 화소들 각각의 계조에 대한 x-축 2차 미분 결과를 $I_x^2(x,y)$, 모든 화소들 각각의 계조에 대한 y-축 1차 편미분을 $I_y(x,y)$, 그리고 모든 화소들 각각의 계조에 대한 y-축 2차 편미분을 $I_y^2(x,y)$ 라 하면, 모퉁이(corner) 검출을 위하여 사용될 행렬식 M은 아래의 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

$$M = \begin{bmatrix} I_x^2(x,y) & I_x(x,y) I_y(x,y) \\ I_x(x,y) I_y(x,y) & I_y^2(x,y) \end{bmatrix}$$

[0091]

[0092] 상기 수학적 식 1로부터 모든 화소들 각각에 대한 모퉁이(corner) 특성 값 $R(x,y)$ 는 아래의 수학적 식 2에 의하여 구해진다.

수학적 식 2

$$R(x,y) = \det(M) - k(\text{Trace}(M))^2$$

[0093]

[0094] 상기 수학적 식 2에서 $\det(M)$ 은 아래의 수학적 식 3에 의하여 구해진다.

수학적 식 3

$$\det(M) = I_x^2(x,y) I_y^2(x,y) - [I_x(x,y) I_y(x,y)]^2$$

[0095]

[0096] 상기 수학적 식 2에서 $\text{Trace}(M)$ 은 아래의 수학적 식 4에 의하여 구해진다.

수학적 식 4

$$\text{Trace}(M) = I_x^2(x,y) + I_y^2(x,y)$$

[0097]

[0098] 본 실시예의 경우, 상기 수학적 식 2에서의 상수 k는 0.04로 적용하였다.

[0099] 다음에, 단계 (ab2)에서는, 문턱 값 T_i 보다 큰 모퉁이 특성 값 $R(x,y)$ 을 가진 화소들이 추출된다.

[0100] 단계 S81에서는, 추출된 화소들의 개수 $N(T)$ 와 목표 개수 N_{target} 의 차이가 설정 제한 개수 γ 보다 적은지의 여부가 판단된다.

[0101] 단계 (ab3)에서는, 추출된 화소들의 개수 $N(T)$ 와 목표 개수 N_{target} 의 차이가 설정 제한 개수 γ 보다 적으면, 추출된 화소들이 특정 화소들(P711 내지 P716 또는 P721 내지 P726)로서 설정된다.

[0102] 단계들 S82, (ab411) 내지 (ab414), 및 (ab421) 내지 (ab424)에서는, 추출된 화소들의 개수 $N(T)$ 와 목표 개수 N_{target} 의 차이가 설정 제한 개수 γ 보다 적지 않으면(상기 단계 S81 참조), 상기 문턱 값(T_i)이 조정된다. 이에 따라, 보다 정확한 영상 정합이 이루어질 수 있다.

[0103] 아래의 표 2는, 본 실시예가 적용된 실험 및 시뮬레이션 결과로서, 목표 개수 N_{target} 에 따라 조정된 결과의 최종 문턱 값(T_i)의 예를 보여준다.

표 1

Ntarget	최종 문턱 값(T_i)	
	제1 영상	제2 영상
100	95	25
200	45	7.5
300	15	2.5
400	10	1.875
500	5	0.9375
600	3.75	0.625
700	2.50	0.3906
800	1.5625	0.2344
900	0.9375	0.1953
1,000	0.4688	0.1563

[0105] 아래의 표 2는, 본 실시예의 구체화를 위한 반복적인 실험 및 시뮬레이션 결과로서, 목표 개수 N_{target} 에 따라 올바른 대응-화소 쌍들의 평균 개수, 평균 비율, 정합 성공률 및 평균 연산 시간(초)이 변함을 보여준다.

표 2

Ntarget	올바른 대응-화소 쌍들의 평균 개수	올바른 대응-화소 쌍들의 평균 비율	정합 성공률	평균 연산 시간(초)
100	8.6	23.34	0.04	0.96
200	22.2	32.38	0.29	2.37
300	40.0	36.63	0.60	2.75
400	51.8	35.30	0.71	3.29
500	64.0	34.87	0.88	4.80
600	73.6	33.40	0.88	6.14
700	76.8	30.90	0.84	8.22
800	81.6	29.15	0.82	9.88
900	83.0	26.99	0.79	12.11
1,000	85.4	25.36	0.76	14.48

[0107]상기 표 2를 참조하면, 목표 개수 N_{target} 이 500 개인 경우가 가장 적절함을 알 수 있다. 따라서, 본 실시예에 서는 목표 개수 N_{target} 이 500으로 설정되었다.

[0108]따라서, 본 실시예에서는, 잘 알려져 있는 해리스(Harris) 모퉁이(corner) 검출 방법을 그대로 사용하는 것이 아니라, 단계들 S82, (ab411) 내지 (ab414), 및 (ab421) 내지 (ab424)에서, 추출된 화소들의 개수 $N(T)$ 와 목표 개수 N_{target} 의 차이가 설정 제한 개수 γ 보다 적지 않으면(상기 단계 S81 참조), 상기 문턱 값(T_i)이 조정된다. 이에 따라, 보다 정확한 영상 정합이 이루어질 수 있다.

[0109]단계 S82에서는, 추출된 화소들의 개수 $N(T)$ 가 목표 개수 N_{target} 보다 적은지의 여부가 판단된다. 단계 S81을 참조하면, 단계 S82에서 추출된 화소들의 개수 $N(T)$ 가 목표 개수 N_{target} 보다 적은 경우는, 추출된 화소들의 개

수 $N(T)$ 가 결과적으로 $N_{target} - \gamma$ 보다 적은 경우를 의미한다. 또한, 단계 S81을 참조하면, 단계 S82에서 추출된 화소들의 개수 $N(T)$ 가 목표 개수 N_{target} 보다 많은 경우는, 추출된 화소들의 개수 $N(T)$ 가 결과적으로 $N_{target} + \gamma$ 보다 많은 경우를 의미한다. 단계들 (ab411) 내지 (ab414)에서는, 추출된 화소들의 개수 $N(T)$ 가 목표 개수 N_{target} 보다 적으면, 문턱 값 T_{i-1} 에서 제1 설정 값 σ_i 이 감소된 결과가 새로운 문턱 값 T_i 로서 설정된다.

[0110] 단계들 (ab421) 내지 (ab424)에서는, 추출된 화소들의 개수 $N(T)$ 가 목표 개수 N_{target} 보다 많으면, 문턱 값 T_{i-1} 에서 제2 설정 값 σ_i 이 가산된 결과가 새로운 문턱 값 T_i 로서 설정된다.

[0111] 단계들 (ab411) 내지 (ab414)에서, 최근에 문턱 값 T_{i-1} 이 상향 되었으면, 제1 설정 값 σ_i 이 상대적으로 줄어든다. 또한, 상기 단계 (ab42)에서, 최근에 상기 문턱 값이 하향 되었으면, 상기 제2 설정 값이 상대적으로 줄어든다. 이에 따라, 최소한의 반복 조정 횟수에 의하여 문턱 값 T_i 이 빨리 조정될 수 있다.

[0112] 보다 상세하게는, 추출된 화소들의 개수 $N(T)$ 가 목표 개수 N_{target} 보다 적은 경우(단계 S82 참조), 다음 단계들이 수행된다

[0113] 단계 (ab411)에서, 최근의 문턱 값 T_{i-1} 이 그 이전 문턱 값 T_{i-2} 에 비하여 상향 되었는지의 여부가 판단된다.

[0114] 최근의 문턱 값 T_{i-1} 이 그 이전 문턱 값 T_{i-2} 에 비하여 상향되었으면, 단계 (ab412)에서 구해진 제1 설정 값 σ_i 은 최근의 제1 설정 값 σ_{i-1} 을 1보다 큰 설정 상수 λ 로 나눈 결과이다.

[0115] 최근의 문턱 값 T_{i-1} 이 그 이전 문턱 값 T_{i-2} 에 비하여 상향되지 않았으면, 단계 (ab413)에서 구해진 제1 설정 값 σ_i 은 최근의 제1 설정 값 σ_{i-1} 과 동일하다.

[0116] 단계 (ab414)에서, 문턱 값 T_{i-1} 에서 제1 설정 값 σ_i 이 감소된 결과가 새로운 문턱 값 T_i 로서 설정된다.

[0117] 한편, 추출된 화소들의 개수 $N(T)$ 가 목표 개수 N_{target} 보다 많은 경우(단계 S82 참조), 다음 단계들이 수행된다

[0118] 단계 (ab421)에서, 최근의 문턱 값 T_{i-1} 이 그 이전 문턱 값 T_{i-2} 에 비하여 하향 되었는지의 여부가 판단된다.

[0119] 최근의 문턱 값 T_{i-1} 이 그 이전 문턱 값 T_{i-2} 에 비하여 하향되었으면, 단계 (ab422)에서 구해진 제2 설정 값 σ_i 은 최근의 제2 설정 값 σ_{i-1} 을 1보다 큰 설정 상수 λ 로 나눈 결과이다.

[0120] 최근의 문턱 값 T_{i-1} 이 그 이전 문턱 값 T_{i-2} 에 비하여 하향되지 않았으면, 단계 (ab423)에서 구해진 제2 설정 값 σ_i 은 최근의 제2 설정 값 σ_{i-1} 과 동일하다.

[0121] 단계 (ab424)에서, 문턱 값 T_{i-1} 에서 제2 설정 값 σ_i 이 감소된 결과가 새로운 문턱 값 T_i 로서 설정된다.

[0122] 도 9는 도 6의 유사성 척도의 값들을 구하는 단계((c))에서 정규 상호 정보의 값을 구하는 과정((c1))을 보여준다. 도 10은 도 6의 유사성 척도의 값들을 구하는 단계((c))에서 기울기 방향 일치의 값($O(A,B)$)을 구하는 과정((c2))을 보여준다. 도 11은 도 9 및 도 10의 과정들((c1),(c2))과 관련된 영상들의 일 예를 보여준다. 도 11에서 (a)는 제1 영상 및 한 특징 화소를, (b)는 제2 영상 및 세 특징 화소들을, (c)는 제1 영상의 특징 영역의 영상을, (d)는 제2 영상의 세 특징 영역들의 영상들을, NMI는 정규 상호 정보의 값을, (e)는 제1 영상의 특징 영역의 기울기 방향의 각도들에 의한 영상을, (f)는 제2 영상의 특징 영역들 각각의 기울기 방향의 각도들에 의한 영상들을, (g)는 제1 영상의 특징 영역에 대한 제2 영상의 특징 영역들 각각의 기울기-방향 각도 차이들에 의한 영상들을, 그리고 $O(X10^3)$ 은 제1 영상의 특징 영역에 대한 제2 영상의 특징 영역들 각각의 기울기-방향 각도 차이들에 상응하는 기울기 방향 일치의 값들을 각각 나타낸다.

[0123] 도 6의 유사성 척도의 값들을 구하는 단계((c))에 있어서, 본 실시예의 경우, 제1 영상의 어느 한 특징 영역(A)과 제2 영상의 어느 한 특징 영역(B)에 대한 유사성 척도의 값 $ONMI(A,B)$ 은, 정규 상호 정보의 값 $NMI(A,B)$ 과 기울기 방향 일치의 값 $O(A,B)$ 을 곱한 결과의 값이다. 즉, 아래의 수학적 식 5가 적용된다.

수학식 5

$$ONMI(A,B) = O(A,B) \leq NMI(A,B)$$

[0124]

[0125]

먼저, 도 1, 9와 도 11을 참조하여, 도 6의 유사성 척도의 값들을 구하는 단계((c))에서 정규 상호 정보의 값 $NMI(A,B)$ 을 구하는 과정((c1))을 설명하면 다음과 같다.

[0126]

단계 (c11)에서 제어 장치(131)는, 제1 영상(도 11에서의 (a))의 어느 한 특징 영역(c)의 확률 분포에서의 불확실성을 나타내는 제1 영상(a)의 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(A)$)을 구한다. 잘 알려져 있는 바와 같이, 각각의 화소의 확률 분포 값을 $p_A(a)$ 라 하면, 제1 영상의 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(A)$)은 아래의 수학식 6에 의하여 구해진다.

수학식 6

$$H(A) = - \sum_a p_A(a) \log p_A(a)$$

[0127]

[0128]

단계 (c12)에서 제어 장치(131)는, 제2 영상(도 11에서의 (b))의 어느 한 특징 영역의 확률 분포에서의 불확실성을 나타내는 제2 영상(b)의 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(B)$)을 구한다. 각각의 화소의 확률 분포 값을 $p_B(b)$ 라 하면, 제2 영상의 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(B)$)은 아래의 수학식 7에 의하여 구해진다.

수학식 7

$$H(B) = - \sum_b p_B(b) \log p_B(b)$$

[0129]

[0130]

단계 (c13)에서 제어 장치(131)는, 제1 영상(a)의 어느 한 특징 영역(c)과 제2 영상(b)의 어느 한 특징 영역((d)에서의 어느 하나)의 결합 확률 분포에서의 불확실성을 나타내는 제1 영상과 상기 제2 영상의 결합 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(A,B)$)을 구한다. 잘 알려져 있는 바와 같이, 각각의 화소의 결합-확률 분포 값을 $p_{AB}(a,b)$ 라 하면, 제1 영상과 제2 영상의 결합 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(A,B)$)은 아래의 수학식 8에 의하여 구해진다.

수학식 8

$$H(A,B) = - \sum_{a,b} p_{AB}(a,b) \log p_{AB}(a,b)$$

[0131]

[0132]

단계 (c14)에서 제어 장치(131)는, 제1 영상(a)의 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(A)$)과 제2 영상(b)의 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(B)$)의 합산 결과($H(A) + H(B)$)를 구한다.

[0133]

단계 (c15)에서 제어 장치(131)는, 상기 합산 결과($H(A) + H(B)$)를 상기 결합 영역의 엔트로피(entropy) 값($H(A,B)$)으로 나눈 결과를 정규 상호 정보의 값 $NMI(A,B)$ 으로서 구한다. 즉, 아래의 수학식 9에 의하여 정규 상호 정보의 값 $NMI(A,B)$ 이 구해진다.

수학식 9

$$\text{NMI}(A,B) = \frac{H(A) + H(B)}{H(A,B)}$$

[0134]

[0135] 도 11을 참조하면, 제1 영상(a)의 어느 한 특징 영역(c)과 제2 영상(b)의 어느 한 특징 영역((d)의 세 영상들 중에서 어느 하나)의 정규 상호 정보의 값이 1.07, 1.04, 또는 1.06이다.

[0136] 한편, 도 1, 10과 도 11을 참조하여, 도 6의 유사성 척도의 값들을 구하는 단계((c))에서 기울기 방향 일치 값(O(A,B))을 구하는 과정((c2))을 설명하면 다음과 같다.

[0137] 단계 (c21)에서 제어 장치(131)는, 제1 영상(도 9의 (a))의 어느 한 특징 영역(c)에서, 각각의 화소의 기울기 방향의 각도($\theta_A(x,y)$)를 구한다.

[0138] 수평 방향의 x 좌표와 수직 방향의 y 좌표를 가진 어느 한 화소의 계조를 (x,y), 이 계조에 대한 x-축 방향으로의 편미분을 $A_x(x,y)$, 그리고 이 계조에 대한 y-축 방향으로의 편미분을 $A_y(x,y)$ 라 하면, y-축 방향으로의 편미분 $A_y(x,y)$ 결과를 x-축 방향으로의 편미분 $A_x(x,y)$ 결과로 나눈 결과의 절대값은, 해당 화소의 기울기 방향의 각도 $\theta_A(x,y)$ 의 탄젠트(tangent) 값이다. 즉, 아래의 수학식 10에 의하여 해당 화소의 기울기 방향의 각도 $\theta_A(x,y)$ 가 구해진다(도 11의 (e) 영상 참조).

수학식 10

$$\theta_A = \tan^{-1} \left| \frac{A_y(x,y)}{A_x(x,y)} \right|$$

[0139]

[0140] 이와 마찬가지로, 단계 (c22)에서 제어 장치(131)는, 제2 영상(도 9의 (b))의 어느 한 특징 영역((d)의 세 영상들 중에서 어느 하나)에서, 각각의 화소의 기울기 방향의 각도($\theta_B(x,y)$)를 구한다.

[0141] 수평 방향의 x 좌표와 수직 방향의 y 좌표를 가진 어느 한 화소의 계조를 (x,y), 이 계조에 대한 x-축 방향으로의 편미분을 $B_x(x,y)$, 그리고 이 계조에 대한 y-축 방향으로의 편미분을 $B_y(x,y)$ 라 하면, y-축 방향으로의 편미분 $B_y(x,y)$ 결과를 x-축 방향으로의 편미분 $B_x(x,y)$ 결과로 나눈 결과의 절대값은, 해당 화소의 기울기 방향의 각도 $\theta_B(x,y)$ 의 탄젠트(tangent) 값이다. 즉, 아래의 수학식 11에 의하여 해당 화소의 기울기 방향의 각도 $\theta_B(x,y)$ 가 구해진다(도 11의 (f) 영상들 참조).

수학식 11

$$\theta_B = \tan^{-1} \left| \frac{B_y(x,y)}{B_x(x,y)} \right|$$

[0142]

[0143] 단계 (c23)에서 제어 장치(131)는, 제1 영상(a)의 어느 한 특징 영역(c)과 제2 영상(b)의 어느 한 특징 영역(d)의 세 영역들 중에서 어느 하나)에 대하여, 화소 위치에 상응하는 화소 쌍들의 기울기 방향의 각도 차이($\Delta \theta(x,y)$)를 각각 구한다. 즉, 어느 한 화소 쌍의 기울기 방향의 각도 차이($\Delta \theta(x,y)$)는 아래의 수학식 12에 의하여 구해진다(도 11의 (g) 영상들 참조).

수학식 12

$$\chi \theta(x,y) = \theta_A(x,y) - \theta_B(x,y)$$

[0144]

[0145] 단계 (c24)에서 제어 장치(131)는, 각각의 기울기 방향의 각도 차이($\Delta \theta(x,y)$)의 2 배의 값에 대한 코사인 값($\cos \{2\Delta \theta(x,y)\}$)을 구한다. 여기에서, 코사인 값은 기울기 방향의 각도 차이($\Delta \theta(x,y)$)에 반비례한 값을 나타낸다. 또한, 기울기 방향의 각도 차이가 없는 경우, 영상들에 따라 0° 또는 180° 가 나타나는 특성을 반영하여, 2 배의 코사인 값 $\cos \{2\Delta \theta(x,y)\}$ 을 취한다.

[0146] 단계 (c25)에서 제어 장치(131)는, 각각의 코사인 값($\cos \{2\Delta \theta(x,y)\}$)에 1을 더한 결과들을 구한다.

[0147] 단계 (c26)에서 제어 장치(131)는, 상기 1을 더한 각각의 결과에 2를 나눈 각각의 결과를 각각의 화소 쌍의 기울기 일치 값($c[\Delta \theta(x,y)]$)으로서 구한다.

[0148] 상기 단계들 (c25) 및 (c26)에서 각각의 코사인 값($\cos \{2\Delta \theta(x,y)\}$)에 1을 더한 결과에 2를 나눈 이유는, 기울기 일치 값($c[\Delta \theta(x,y)]$)이 0부터 1 사이가 되도록 정규화시키기 위함이다.

[0149] 따라서, 각각의 화소 쌍의 기울기 일치 값 $c[\Delta \theta(x,y)]$ 는 아래의 수학식 13에 의하여 구해진다.

수학식 13

$$c[\Delta \theta(x,y)] = \frac{1 + \cos[2\Delta \theta(x,y)]}{2}$$

[0150]

[0151] 단계 (c27)에서 제어 장치(131)는, 제1 영상(a)의 어느 한 특징 영역(c)과 제2 영상(b)의 어느 한 특징 영역((d)의 세 영역들 중에서 어느 하나)에 대하여, 화소 위치에 상응하는 각각의 화소 쌍의 기울기 일치 값($c[\Delta \theta(x,y)]$)을 합산하고, 이 합산 결과를 기울기 방향 일치의 값($O(A,B)$)으로서 구한다. 즉, 기울기 방향 일치의 값 $O(A,B)$ 는 아래의 수학식 14에 의하여 구해진다.

수학식 14

$$O(A,B) = \sum_{x,y} c[\Delta \theta(x,y)]$$

[0152]

[0153] 상기과 같이 유사성 척도의 값($ONMI(A,B)$)들을 각각 구한 후, 도 6의 단계 (d)에서, 제어 장치(131)는, 유사성 척도의 값($ONMI(A,B)$)이 가장 큰 제1 영상(a)과 제2 영상(b)의 특징 영역 쌍을 최종적 대응-영역 쌍으로서 설정하고, 최종적 대응-영역 쌍의 어느 한 화소 쌍을 최종적 대응-화소 쌍으로서 설정한다. 예를 들어, 최종적 대응-영역 쌍의 중심 화소들이 최종적 대응-화소 쌍으로서 설정된다.

[0154] 그리고, 도 6의 단계 (e)에서, 제어 장치(131)는, 최종적 대응-화소 쌍의 좌표들이 일치되도록 제2 영상(b)의 화소 좌표들을 변환시킨다.

[0155] 상기과 같은 본 실시예의 영상 정합 방법의 성능을 종래의 영상 정합 방법의 성능과 함께 구하였다. 여기에서, 종래의 영상 정합 방법은 단순히 정규 상호 정보에 따라 유사성 척도의 값들을 구하는 방법이다.

[0156] 아래의 표 3은 상기 성능 비교 결과를 보여준다.

표 3

[0157]

영상 쌍 번호	올바른 대응-화소 쌍들의 개수		정합 성공율	
	종래 기술	본 발명의 실시예	종래 기술	본 발명의 실시예
1	31	47	0.44	0.91
2	48	85	0.71	0.86
3	83	113	0.73	0.92
4	29	41	0.41	0.69
5	32	43	0.80	0.94
평균	44.6	65.8	0.62	0.864

[0158]

상기 표 3을 참조하면, 올바른 대응-화소 쌍들의 개수 및 정합 성공율의 측면에서, 본 실시예의 영상 정합 방법이 종래의 영상 정합 방법에 비하여 우수함을 확인할 수 있다.

[0159]

이상 설명된 바와 같이, 본 발명의 실시예의 영상 정합 방법에 의하면, 제1 영상의 각각의 특징 화소를 중심으로 하는 제1 영상의 특징 영역들과, 제2 영상의 각각의 특징 화소를 중심으로 하는 제2 영상의 특징 영역들에 대하여, 정규 상호 정보와 기울기 방향 정보에 따라 유사성 척도의 값들이 구해진다.

[0160]

따라서, 제1 영상과 제2 영상의 성질이 다른 경우에도 영상 정합의 정확도가 향상될 수 있다.

[0161]

예를 들어, 제1 영상이 광학적인 라이브-뷰(live-view) 영상(影像)이고, 제2 영상이 피사체의 온도에 따른 열상(熱像)인 경우, 유사성 척도의 값이 기울기 방향 정보에 의하여 보다 정확해질 수 있다. 한편, 제1 영상과 제2 영상이 모두 다 광학적인 라이브-뷰(live-view) 영상(影像)이거나, 피사체의 온도에 따른 열상(熱像)인 경우, 상기 정규 상호 정보에 의하여 유사성 척도의 값이 보다 정확해질 수 있다.

[0162]

여기에서, 유사성 척도의 값이 가장 큰 제1 영상과 제2 영상의 특징 영역 쌍이 최종적 대응-영역 쌍으로서 설정된다. 따라서, 최종적 대응-영역 쌍의 설정의 정확도가 향상될 수 있다.

[0163]

따라서, 제1 영상과 제2 영상의 성질이 다른 경우에도 영상 정합의 정확도가 향상될 수 있다.

[0164]

이제까지 본 발명에 대하여 바람직한 실시예를 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 본 발명을 구현할 수 있음을 이해할 것이다.

[0165]

그러므로 상기 개시된 실시예는 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 특허청구범위에 의해 청구된 발명 및 청구된 발명과 균등한 발명들은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 한다.

산업상 이용가능성

[0166]

두 영상들의 정합 뿐만 아니라, 다수의 영상들의 정합에도 이용될 가능성이 높다.

부호의 설명

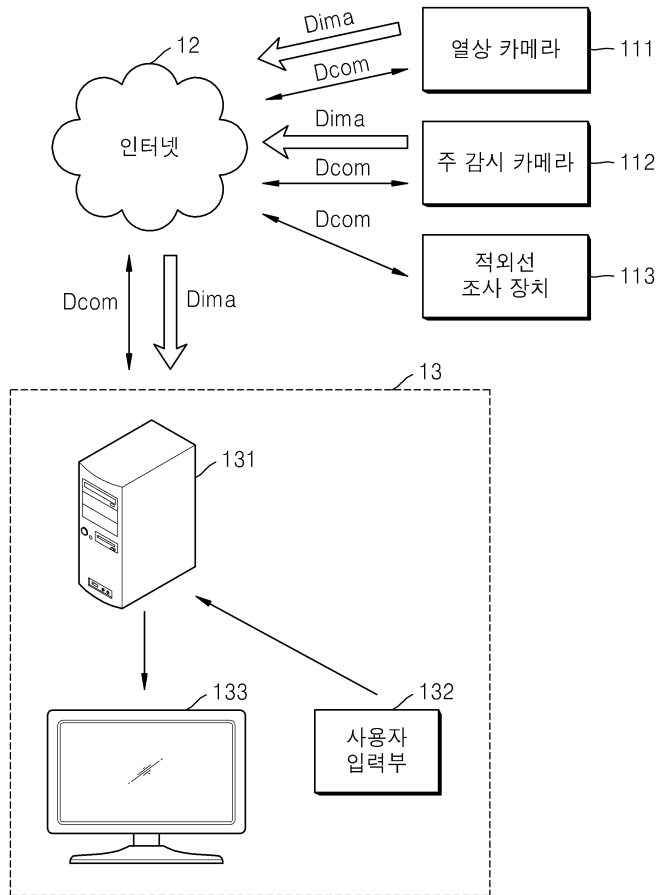
[0167]

111 : 열상(熱像) 카메라, 112 : 주 감시 카메라,
 113 : 적외선 조사 장치, 12 : 통신 네트워크,
 13 : 관제실, 131 : 제어 장치,
 132 : 사용자 입력부, 133 : 디스플레이 장치,
 71 : 제1 영상, 72 : 제2 영상,
 P711 내지 P716 : 제1 영상의 특징 화소들,
 A711 내지 A716 : 제1 영상의 특징 영역들,
 P721 내지 P726 : 제2 영상의 특징 화소들,

A721 내지 A726 : 제2 영상의 특징 영역들.

도면

도면1



도면2



도면3



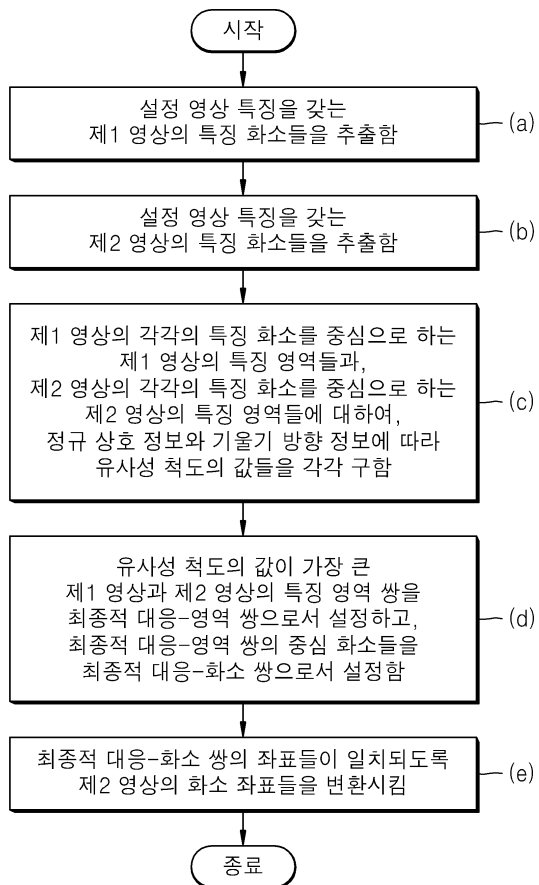
도면4



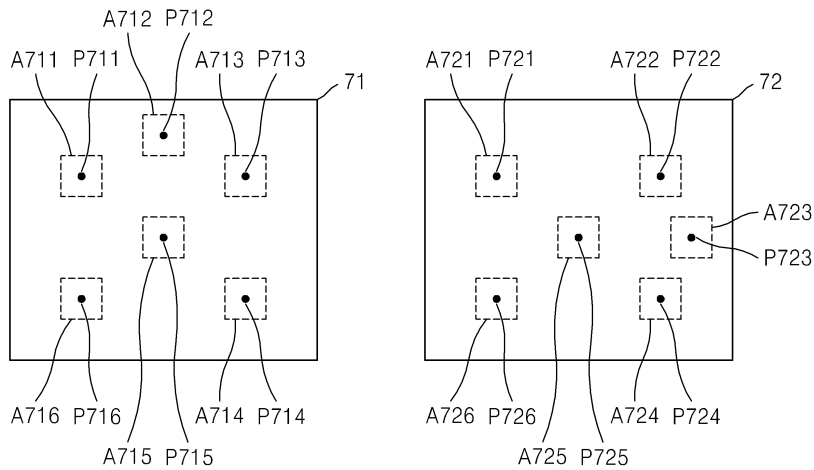
도면5



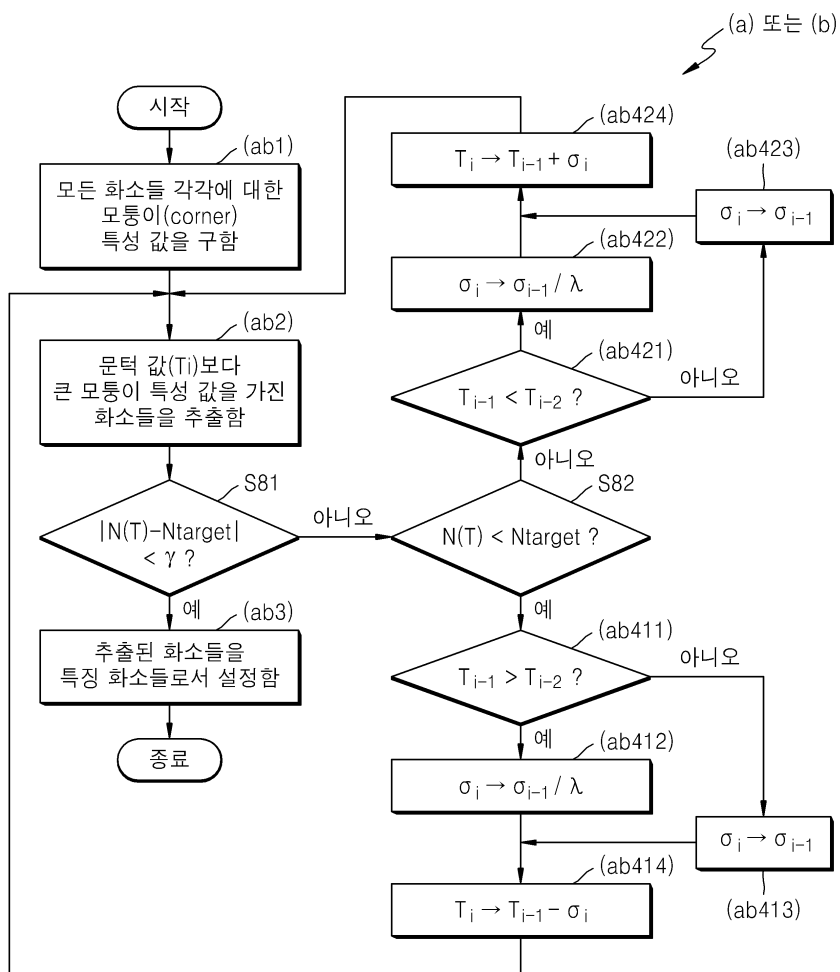
도면6



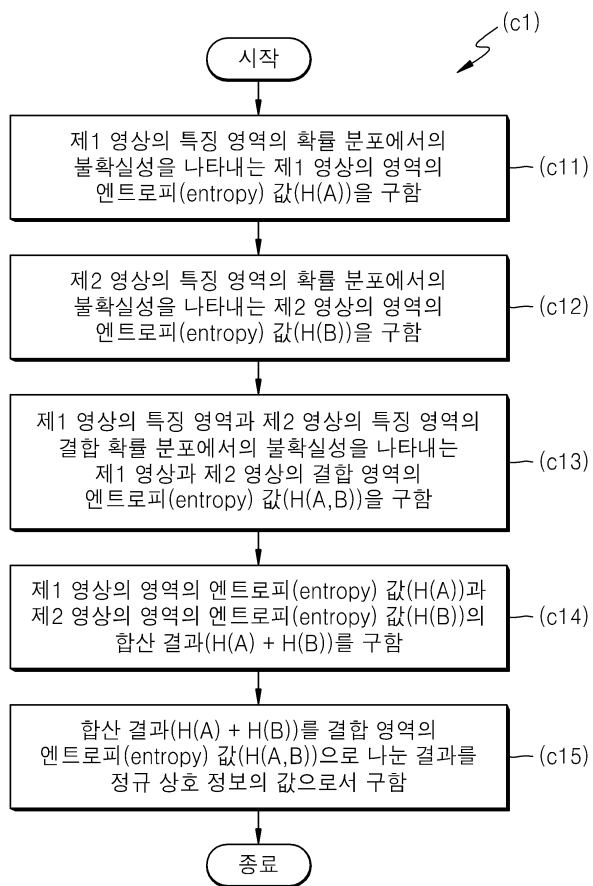
도면7



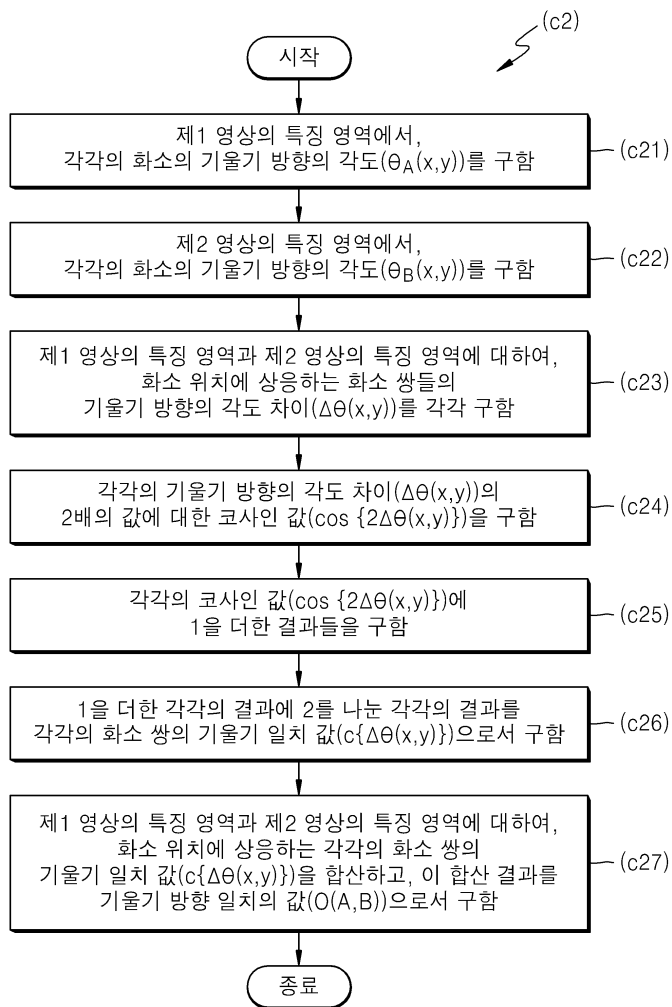
도면8



도면9



도면10



도면11

