(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월31일
(11) 등록번호 10-2257752
(24) 등록일자 2021년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 5/50 (2006.01) *G06T 5/20* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06T 5/50 (2013.01)
G06T 5/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0057583
(22) 출원일자 2020년05월14일
심사청구일자 2020년05월14일
(56) 선행기술조사문헌
KR101841939 B1
KR1020060071893 A
KR1020130054281 A
KR102047977 B1

(73) 특허권자
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
전광길
인천광역시 연수구 해송로 70, 209동 805호(송도동, 송도웰카운티2단지)
(74) 대리인
특허법인충정

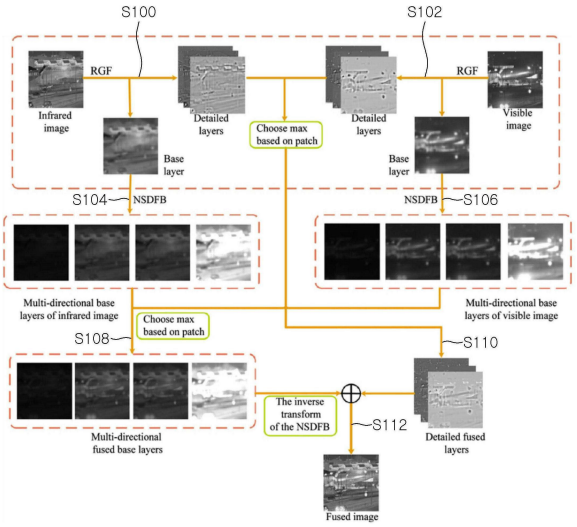
전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 김광식

(54) 발명의 명칭 **인공지능 기반 적외선 이미지와 가시광선 이미지를 융합하는 영상 융합 장치 및 방법**

(57) 요 약

인공지능 기반 영상 융합 장치 및 방법은 적외선 이미지와 가시광선 이미지를 융합 시 롤링 가이드 필터(Rolling Guided Filte)와 서브 샘플링되지 않은 방향성 필터 뱅크(Non-Subsampled Directional Filter Bank)를 이용하여 소스 이미지의 세부 이미지와 가장자리 추출의 정확성이 뛰어나며, 영상 손실을 최소화하는 효과가 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G06T 7/13 (2017.01)
G06T 2207/10041 (2013.01)
G06T 2207/10048 (2013.01)
G06T 2207/20024 (2013.01)
G06T 2207/20221 (2013.01)

공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

적외선 이미지를 제1 롤링 가이드 필터(Rolling Guided Filter)에 의해 제1 기본 레이어와 복수의 제1 세부 레이어의 다중 스케일 레이어로 분해하고, 가시광선 이미지를 제2 롤링 가이드 필터에 의해 제2 기본 레이어와 복수의 제2 세부 레이어의 다중 스케일 레이어로 분해하는 다중 스케일 분해부;

상기 제1 기본 레이어를 제1 서브 샘플링되지 않은 방향성 필터 뱅크(Non-Subsampled Directional Filter Bank, NSDFB)에 의해 상기 적외선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들로 분해하고, 상기 제2 기본 레이어를 제2 NSDFB에 의해 상기 가시광선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들로 분해하는 다중 방향 분해부; 및

상기 분해한 적외선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들과 상기 분해한 가시광선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들 패치에 기초한 최대 선택 규칙(Max Choose Rule)을 이용하여 다중 방향 융합된 기본 레이어들을 생성하고, 상기 복수의 제1 세부 레이어와 상기 복수의 제2 세부 레이어를 상기 최대 선택 규칙을 이용하여 융합된 세부 레이어들을 생성하는 제어부를 포함하며,

상기 제어부는 제3 NSDFB의 역변환에 의해 상기 다중 방향 융합된 기본 레이어들과 상기 융합된 세부 레이어들을 중첩하여 최종 융합된 이미지를 생성하는 것을 특징으로 하는 영상 융합 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 다중 스케일 분해부는 상기 제1 롤링 가이드 필터와 상기 제2 롤링 가이드 필터를 하기의 수학식 1과 수학식 2에 적용하여 상기 제1 기본 레이어와 상기 제2 기본 레이어를 생성하는 것을 특징으로 하는 영상 융합 장치.

[수학식 1]

$$R_i = RGF(R_{i-1}, \sigma_s, \sigma_r, T),\ i = 1, 2, \ldots, L$$

[수학식 2]

$$V_i = RGF(V_{i-1}, \sigma_s, \sigma_r, T),\ i = 1, 2, \ldots, L$$

여기서, $RGF(\bullet)$는 RGF의 필터링을 나타내고, Ri는 적외선 소스 이미지의 i번째 필터링 결과, Ro = I이고, RL은 기본 레이어(Base Layer), Vi는 가시광선 소스 이미지의 i번째 필터링 결과, Vo=V이며, VL은 기본 레이어, σ_s와 σ_r는 도메인 및 범위 가우시안 커널의 표준편차, T는 결합형 양방향 필터링 연산의 반복 횟수임.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 다중 스케일 분해부는 하기의 수학식 3과 수학식 4에 의해 상기 복수의 제1 세부 레이어와 상기 복수의 제2 세부 레이어를 생성하는 것을 특징으로 하는 영상 융합 장치.

[수학식 3]

$$D_i^R = R_i - R_{i-1}$$

[수학식 4]

$$D_i^V = V_i - V_{i-1}$$

여기서, D_i^R and D_i^V 는 각각 원래 이미지의 i번째 세부 레이어(Detailed Layer)임.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 다중 방향 분해부는 상기 제1 NSDFB와 상기 제2 NSDFB를 하기의 수학식 5와 수학식 6에 적용하여 상기 제1 기본 레이어와 상기 제2 기본 레이어를 상기 적외선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들과 상기 가시광선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들 분해하는 것을 특징으로 하는 영상 융합 장치.

[수학식 5]

$$\left\{ I_d^B | d = 1, 2, \ldots, 2^k \right\} = DF(R_L, k)$$

[수학식 6]

$$\left\{ V_d^B | d = 1, 2, \ldots, 2^k \right\} = DF(V_L, k)$$

여기서, $DF(\bullet)$는 NSDFB의 처리를 나타내고, I_d^B and V_d^B는 각각 적외선 기본 레이어(제1 기본 레이어, R_L)와 가시광선 기본 레이어(제2 기본 레이어, V_L)의 d번째 방향을 나타내며, k는 다중 방향 분해의 지수임.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 다중 방향 융합된 기본 레이어들과 상기 융합된 세부 레이어들은 하기의 수학식 7과 수학식 8에 의해 생성되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 융합 장치.

[수학식 7]

$$F_d^B = S_d * I_d^B + (1 - S_d) * V_d^B$$

[수학식 8]

$$F_l^D = S_l * R_i + (1 - S_l) * V_i$$

여기서, S는 적외선 레이어의 가중치, 아래 첨자 l와 d는 기본 레이어의 l번째 세부 레이어와 d번째 방향 성분, F_l^D and F_d^B 는 각각 기본 레이어의 l번째 세부 레이어와 d번째 방향 성분의 융합된 결과, I_d^B and V_d^B는 각각 적외선 기본 레이어(제1 기본 레이어, R_i)와 가시광선 기본 레이어(제2 기본 레이어, V_i)의 d번째 방향임.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 제3 NSDFB의 역변환과 상기 다중 방향 융합된 기본 레이어와 상기 융합된 세부 레이어의 중첩을 하기의 수학식 9과 수학식 10에 의해 상기 최종 융합된 이미지를 생성하는 것을 특징으로 하는 영상 융합 장치.

[수학식 9]

$$B_f = IDF(\{F_d^B | d = 1, 2, \ldots, 2^k\})$$

[수학식 10]

$$F = B_f + \sum_{l=1}^{L} F_l^D$$

여기서, $IDF(\bullet)$는 NSDFB의 역변환을 나타내고, F_l^D and F_d^B는 각각 기본 레이어의 l번째 세부 레이어와 d번째 방향 성분의 융합된 결과, Bf와 k는 융합된 기본 레이어와 방향 분해 지수, F는 최종 융합된 이미지임.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 영상 융합 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 적외선 이미지와 가시광선 이미지를 융합 시 롤링 가이드 필터(Rolling Guided Filte)와 서브 샘플링되지 않은 방향성 필터 뱅크(Non-Subsampled Directional Filter Bank)를 이용하여 소스 이미지의 세부 이미지와 가장자리 추출의 정확성이 뛰어나며, 영상 손실을 최소화하는 인공지능 기반 적외선 이미지와 가시광선 이미지를 융합하는 영상 융합 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 컴퓨터, 통신 및 제어의 급속한 발전은 사이버 물리적 시스템(Cyber Physical System, CPS)의 생성에 기여한다.

[0003] 복잡한 환경에서 상시 도시 감시 또는 군사 정찰을 위해서는 적외선 및 가시 이미징 센서를 일반적으로 CPS에 통합해야 한다.

[0004] CPS가 풍부한 정보를 가진 이미지를 제공하기 위해서는 효과적이고 안정적인 이미지 융합 알고리즘이 중요하다.

[0005] 상시 감시 또는 정찰 시스템에서는 밤이나 복잡한 환경에서 더 많은 정보를 수집하는 방법이 중요한 문제가 된다.

[0006] 일반적으로 눈에 보이는 이미지는 덤불, 짙은 안개 및 어두운 빛과 같은 복잡한 환경에서 개체를 표시할 수 없지만 배경과 세부 사항이 선명하게 표시될 수 있다. 반대로, 적외선 이미지 물체는 열 복사를 통해 제공될 수 있지만, 적외선 이미지는 명확한 배경과 세부 사항을 나타낼 수 없다.

[0007] 결과적으로 이미지 융합 알고리즘은 CPS의 적외선 및 가시광선 이미징 센서로부터 정보를 병합하는데 이용된다.

[0008] 그러나 현재까지는 감시 또는 정찰 시스템을 위해서 안정적이고 효율적인 CPS용 이미지 융합 알고리즘이 구현되고 있지 못하며, 융합된 이미지의 해상도가 많이 떨어지는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국 등록특허번호 제10-1841939호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 적외선 이미지와 가시광선 이미지를 융합 시 롤링 가이드 필터(Rolling Guided Filte)와 서브 샘플링되지 않은 방향성 필터 뱅크(Non-Subsampled Directional Filter Bank)를 이용하여 소스 이미지의 세부 이미지와 가장자리 추출의 정확성이 뛰어나며, 영상 손실을 최소화하는 인공지능 기반 적외선 이미지와 가시광선 이미지를 융합하는 영상 융합 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 영상 융합 방법은,

[0012] 적외선 이미지를 제1 롤링 가이드 필터(Rolling Guided Filter)에 의해 제1 기본 레이어와 복수의 제1 세부 레이어의 다중 스케일 레이어로 분해하고, 가시광선 이미지를 제2 롤링 가이드 필터에 의해 제2 기본 레이어와 복수의 제2 세부 레이어의 다중 스케일 레이어로 분해하는 단계;

[0013] 상기 제1 기본 레이어를 제1 서브 샘플링되지 않은 방향성 필터 뱅크(Non-Subsampled Directional Filter Bank, NSDFB)에 의해 가장자리와 세부 사항을 다른 방향으로 추출하기 위해서 상기 적외선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들로 분해하고, 상기 제2 기본 레이어를 제2 NSDFB에 의해 상기 가시광선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들로 분해하는 단계;

[0014] 상기 분해한 적외선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들과 상기 분해한 가시광선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들 패치에 기초한 최대 선택 규칙(Max Choose Rule)을 이용하여 다중 방향 융합된 기본 레이어들을 생성하고, 상기 복수의 제1 세부 레이어와 상기 복수의 제2 세부 레이어를 상기 최대 선택 규칙을 이용하여 융합된 세부 레이어들을 생성하는 단계; 및

[0015] 제3 NSDFB의 역변환에 의해 상기 다중 방향 융합된 기본 레이어들과 상기 융합된 세부 레이어들을 중첩하여 최종 융합된 이미지를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 특징에 따른 영상 융합 장치는,

[0018] 적외선 이미지를 제1 롤링 가이드 필터(Rolling Guided Filter)에 의해 제1 기본 레이어와 복수의 제1 세부 레이어의 다중 스케일 레이어로 분해하고, 가시광선 이미지를 제2 롤링 가이드 필터에 의해 제2 기본 레이어와 복수의 제2 세부 레이어의 다중 스케일 레이어로 분해하는 다중 스케일 분해부;

[0019] 상기 제1 기본 레이어를 제1 서브 샘플링되지 않은 방향성 필터 뱅크(Non-Subsampled Directional Filter Bank, NSDFB)에 의해 가장자리와 세부 사항을 다른 방향으로 추출하기 위해서 상기 적외선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들로 분해하고, 상기 제2 기본 레이어를 제2 NSDFB에 의해 상기 가시광선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들로 분해하는 다중 방향 분해부; 및

[0020] 상기 분해한 적외선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들과 상기 분해한 가시광선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들 패치에 기초한 최대 선택 규칙(Max Choose Rule)을 이용하여 다중 방향 융합된 기본 레이어들을 생성하고, 상기 복수의 제1 세부 레이어와 상기 복수의 제2 세부 레이어를 상기 최대 선택 규칙을 이용하여 융합된 세부 레이어들을 생성하는 제어부를 포함하며, 상기 제어부는 제3 NSDFB의 역변환에 의해 상기 다중 방향 융합된 기본 레이어들과 상기 융합된 세부 레이어들을 중첩하여 최종 융합된 이미지를 생성하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 전술한 구성에 의하여, 본 발명은 적외선 이미지와 가시광선 이미지를 융합 시 롤링 가이드 필터(Rolling Guided Filte)와 서브 샘플링되지 않은 방향성 필터 뱅크(Non-Subsampled Directional Filter Bank)를 이용하

여 소스 이미지의 세부 이미지와 가장자리 추출의 정확성이 뛰어나며, 영상 손실을 최소화하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 영상 융합 장치를 구비한 사이버 물리적 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 인공지능 기반 적외선과 가시광선 이미지를 융합하는 영상 융합 장치의 구성을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 RGF의 처리 프로세스를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 방향 지수 k=2인 서브 샘플링되지 않은 방향성 필터 뱅크의 일례를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 영상 융합 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 영상 융합 장치를 구비한 사이버 물리적 시스템의 구성을 나타낸 도면이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 인공지능 기반 적외선과 가시광선 이미지를 융합하는 영상 융합 장치의 구성을 나타낸 도면이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 RGF의 처리 프로세스를 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 방향 지수 k=2인 서브 샘플링되지 않은 방향성 필터 뱅크의 일례를 나타낸 도면이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 영상 융합 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0025] 롤링 가이드 필터(Rolling Guided Filter, RGF)는 작은 디테일을 제거하고 영상의 가장자리를 보존할 수 있다.

[0026] 빠른 수렴 특성을 가진 롤링 가이드 필터는 필터링된 이미지를 얻기 위해 몇 번의 반복이 필요하다.

[0027] 롤링 가이드 필터는 가우시안 필터에 의해 가우시안 필터링(Gaussian Filtering)을 수행하고(제1 단계), 반복 횟수 T를 가진 결합형 양방향 필터에 의해 결합형 양방향 필터링(Joint Bilateral Filtering)을 수행한다(제2 단계).

[0028] 롤링 가이드 필터는 가우시안 필터링을 하기의 수학식 1에 의해 수행하여 작은 구조가 제거된다.

수학식 1

[0029]
$$G(t) = \frac{1}{w_s} \sum_{s \in N(t)} exp(\frac{-\|s-t\|^2}{2\sigma_s^2}) I_{in}(t)$$

[0030] 여기서, I는 가우시안 필터링과 결합형 양방향 필터링의 입력 이미지이고, Go는 제1 단계에서 수행한 가우시안 필터링의 결과이고, G는 출력 이미지이고, t와 s는 각각 가우스 커널의 중심 픽셀과 인접 픽셀을 각각 나타낸다.

[0031] $w_s = \sum_s exp(-\|s-t\|^2 / 2\sigma_s^2)$ 는 정규화를 위한 것이고, N(t)는 t를 중심으로 한 가우시안 커널의 인접 픽셀이고, σ_s 는 가우시안 필터의 표준 편차를 나타낸다.

[0032] 롤링 가이드 필터는 결합형 양방향 필터에 의해 영상의 가장자리를 회복한다. 결합형 양방향 필터는 하기의 수학식 2에 의해 정의된다.

수학식 2

$$G_i(t) = \frac{1}{M_s} \sum_{s \in N(t)} exp(-\frac{\|G_{i-1}(s) - G_{i-1}(t)\|^2}{2\sigma_r^2} - \frac{\|s-t\|^2}{2\sigma_s^2}) I_{in}(t), i = 1, 2, \ldots, T$$

[0033]

[0034] 여기서, Gi는 i 번째 만큼 반복한 결합형 양방향 필터링의 결과를 나타내고, $G_T(t)$는 롤링 가이드 필터의 출력으로서 결합형 양방향 필터의 T 번째에 의해 획득된다.

수학식 3

$$M_s = \sum_s exp\left(\frac{-\|s-t\|^2}{2\sigma_s^2} - \frac{\|G_{i-1}(s) - G_{i-1}(t)\|^2}{2\sigma_r^2}\right)$$

[0035]

[0036] 여기서, Ms는 정규화용이고, $I_{in}(t)$는 입력 이미지를 나타낸다.

[0037] $G_i(t)$는 i 번째의 결합형 양방향 필터링의 출력과, (i+1) 번째 결합형 양방향 필터링의 유도된 이미지이다.

[0038] 도메인 및 범위 가우시안 커널의 표준 편차는 σ_s 와 σ_r 에 의해 표현되고, σ_s와 σ_r는 공간과 범위 가중치를 각각 조작하는데 사용된다.

[0039] 첫 번째 결합형 양방향 필터는 가우시안 필터의 결과 Go와 입력 이미지를 비교하여 노이즈 제거된 영상을 출력한다.

[0040] 두 번째 결합형 양방향 필터는 첫 번째 결합형 양방향 필터의 출력 G1과 입력 이미지를 비교하여 노이즈 제거된 영상을 출력한다.

[0041] T 번째 결합형 양방향 필터는 T-1 번째 결합형 양방향 필터의 출력 GT와 입력 이미지를 비교하여 노이즈 제거된 영상을 출력한다.

[0043] 서브 샘플링되지 않은 방향성 필터 뱅크(Non-Subsampled Directional Filter Bank, NSDFB)는 서브 샘플링되지 않은 커브렛 변환 기반 알고리즘(Non-Subsampled Curvelet Transform Based Algorithm, NSCT)에서 얻어진 다중 방향 분해를 채택한다.

[0044] NSCT에서 서브 샘플링되지 않은 라플라시안 피라미드(Non-Subsampled Laplacian Pyramid, NSLP)는 이미지를 다른 스케일로 분해하는데 사용된다.

[0045] 그러나 NSLP는 가장자리의 보존 속성이 없으므로 세부 사항과 가장자리가 모두 세부 레이어로 분해된다.

[0046] 소스 이미지의 가장자리는 롤링 가이드 필터의 필터링하여 기본 레이어(Base Layer)에 유지된다. 서브 샘플링되지 않은 방향성 필터 뱅크는 가장자리를 추출하기 위해 기본 레이어를 분해하는데 적용된다.

[0047] 서브 샘플링되지 않은 방향성 필터 뱅크는 다운 샘플링 및 업샘플링 대신에 Quincunx 업샘플링에 의해 수정된 방향성 필터 뱅크의 수정된 버전이다.

[0048] NSDFB는 시프트 불변성의 특성을 가지고 있으며, 도 2에 도시된 바와 같이, 이미지의 2차원 주파수 평면을 다중 방향의 대역 통과 서브 밴드로 분해할 수 있다.

[0049] 방향성 분해 인덱스가 k이면, 이미지는 2^k 지향성 서브 밴드로 분해된다. 분해는 하기의 수학식 4와 같이 설명될 수 있다.

수학식 4

[0050] $$\{D^{s,d} | d = 1, 2, 3, \ldots, 2^k\} = DF(D_s)$$

[0051] 여기서, $DF(\bullet)$는 NSDFB의 필터링 프로세스이고, $D^{s,d}$는 s 번째 레이어의 d 번째 방향의 성분을 의미한다.

[0052] 입력부(110)는 적외선 소스 이미지와 가시광선 소스 이미지를 입력받아 저장부(150)에 저장한다.

[0053] 다중 스케일 분해부(120)는 소스 이미지의 다중 스케일 분해(Muti Scale Decomposition, MSD)는 롤링 가이드 필터에 의해 수행된다(제1 단계).

[0054] 도 5에 도시된 바와 같이, 다중 스케일 분해부(120)는 적외선 이미지를 제1 롤링 가이드 필터(Rolling Guided Filter)에 의해 제1 기본 레이어와 복수의 제1 세부 레이어의 다중 스케일 레이어로 분해하고, 가시광선 이미지를 제2 롤링 가이드 필터에 의해 제2 기본 레이어와 복수의 제2 세부 레이어의 다중 스케일 레이어로 분해한다(S100, S102).

[0055] 제어부(140)는 다중 스케일 분해부(120)로부터 제1 기본 레이어와 복수의 제1 세부 레이어, 제2 기본 레이어와 복수의 제2 세부 레이어를 수신하여 저장부(150)에 저장한다.

[0056] 기본 레이어와 세부 레이어의 일련 번호는 롤링 가이드 필터에 의해 소스 이미지로부터 분리된다.

[0057] 롤링 가이드 필터는 원본 이미지를 다른 스케일로 분해한다. 다중 스케일 분해의 레이어 수가 L이고, R, V는 적외선 소스 이미지와 가시광선 소스 이미지이다.

[0058] 다중 스케일 레이어를 얻으려면 이미지를 분해할 때 두 단계를 수행해야 한다. 첫번째로서, 제1 롤링 가이드 필터와 제2 롤링 가이드 필터는 수학식 5와 수학식 6을 이용하여 상이한 흐름 정도를 갖는 제1 기본 레이어들 및 제2 기본 레이어들을 생성한다.

수학식 5

[0059] $$R_i = RGF(R_{i-1}, \sigma_s, \sigma_r, T), \; i = 1, 2, \ldots, L$$

수학식 6

[0060] $$V_i = RGF(V_{i-1}, \sigma_s, \sigma_r, T), \; i = 1, 2, \ldots, L$$

[0061] 여기서, $RGF(\bullet)$는 RGF의 필터링을 나타내고, Ri는 적외선 소스 이미지의 i번째 필터링 결과를 나타내고, Ro = I이며, RL은 기본 레이어(Base Layer)이다.

[0062] Vi는 가시광선 소스 이미지의 i번째 필터링 결과이고, Vo=V이며, VL은 기본 레이어이다.

[0063] σ_s와 σ_r는 도메인 및 범위 가우시안 커널의 표준편차이고, 전술한 수학식 2의 σ_s와 σ_r와 동일하다.

[0064] T는 수학식 2에 의해 표현된 결합형 양방향 필터링 연산의 반복 횟수이다.

[0065] 두 번째로서 서로 다른 스케일의 세부 레이어는 인접한 흐린 이미지 사이의 차이에 의해 하기의 수학식 7과 수학식 8과 같이 얻어진다.

수학식 7

[0066] $$D_i^R = R_i - R_{i-1}$$

수학식 8

[0067] $$D_i^V = V_i - V_{i-1}$$

[0068] 여기서, D_i^R and D_i^V 는 각각 원래 이미지의 i번째 세부 레이어(Detailed Layer)를 나타낸다.

[0069] 제2 단계는 서브 샘플링되지 않은 방향성 필터 뱅크(NSDFB)에 의한 다중 방향 분해이다.

[0070] 도 5에 도시된 바와 같이, 다중 방향 분해부(130)는 제1 기본 레이어를 제1 서브 샘플링되지 않은 방향성 필터 뱅크(Non-Subsampled Directional Filter Bank, NSDFB)에 의해 가장자리와 세부 사항을 다른 방향으로 추출하기 위해서 적외선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들로 분해하고, 제2 기본 레이어를 제2 NSDFB에 의해 가시광선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들로 분해한다(S104, S106).

[0071] 제어부(140)는 다중 방향 분해부(130)로부터 적외선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들과 가시광선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들을 수신하여 저장부(150)에 저장한다.

[0072] NSDFB는 기본 레이어에 스케일 인식 및 RGF의 에지 보존 특성으로 인해 많은 에지 및 세부 사항을 유지하기 때문에 에지와 세부 사항을 다른 방향으로 추출하기 위해 기본 레이어에 채택된다.

[0073] 기본 레이어들(R_L 및 V_L)에 대해서, 기본 레이어의 다중 방향 분해는 다음의 수학식 9와 수학식 10으로 표현될 수 있다.

수학식 9

[0074] $$\left\{ I_d^B | d = 1, 2, \ldots, 2^k \right\} = DF(R_L, k)$$

수학식 10

[0075] $$\left\{ V_d^B | d = 1, 2, \ldots, 2^k \right\} = DF(V_L, k)$$

[0076] 여기서, $DF(\bullet)$는 NSDFB의 처리를 나타내고, I_d^B and V_d^B는 각각 적외선 기본 레이어(제1 기본 레이어, R_L)와 가시광선 기본 레이어(제2 기본 레이어, V_L)의 d번째 방향을 나타내며, k는 다중 방향 분해의 지수를 나타낸다.

[0077] 제1 NSDFB와 제2 NSDFB는 수학식 9와 수학식 10에 의해 제1 기본 레이어와 제2 기본 레이어를 적외선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들과 가시광선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들 분해한다.

[0078] 기본 레이어의 다중 방향 분해는 다음과 같다. 기본 레이어는 NSDFB에 의해 다중 방향 기본 레이어들로 분해되며, 각 방향의 기본 레이어는 기본 레이어에서 상이한 성분이다.

[0080] 제3 단계로서, 세부 레이어(Detailed Layers)와 다중 방향 기본 레이어의 융합은 다음과 같다.

[0081] 융합된 세부 레이어 및 다중 방향 기본 레이어는 패치에 기초한 최대 선택 규칙에 의해 획득된다.

[0082] 도 5에 도시된 바와 같이, 제어부(140)는 분해한 적외선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들과 분해한 가시광선 이미지의 다중 방향 기본 레이어들 패치에 기초한 최대 선택 규칙(Max Choose Rule)을 이용하여 다중 방향 융합된 기본 레이어들을 생성하고, 복수의 제1 세부 레이어와 복수의 제2 세부 레이어를 최대 선택 규칙을 이용하여 융합된 세부 레이어들을 생성한다(S108, S110).

[0083] 제어부(140)는 다중 방향 융합된 기본 레이어들과 융합된 세부 레이어들을 저장부(150)에 저장한다.

[0084] 융합된 이미지로 병합하기 위해서는 최대 선택 규칙을 적용하여 세부 레이어와 다중 방향 기본 레이어를 통합한다.

[0085] 그러나 적외선 이미지에는 약간의 노이즈가 포함되어 있어 최종 융합 이미지에 바람직하지 않다.

[0086] 따라서, 패치를 기반으로 하는 최대 선택 규칙은 원래 최대 선택 규칙을 대체하여 노이즈를 제거하지만 세부 정보를 유지할 수 있다.

[0087] 패치를 기반으로 하는 최대 선택 규칙은 다중 방향의 기본 이미지와 세부 이미지의 일련 번호에 적용되어 다중 방향 융합된 기본 레이어들과, 융합된 세부 레이어들을 얻는다.

[0088] 특수 융합 규칙은 다음의 3단계로 구성된다. (1) 초기 결정맵은 다음과 같이 패치를 기반으로 하기의 수학식 11의 최대 선택 규칙(Max Choose Rule)를 통해 얻는다.

수학식 11

[0089] $$M(i,j) = \underset{m,n\in\Omega}{\mathrm{MAX}}(A(m,n), B(m,n))$$

[0090] 여기서, M(i,j)는 위치(i,j)에서의 초기 결정 맵의 값을 나타내고, A와 B는 소스 이미지를 나타내고, Ω는 위치(i,j)를 중심으로 하는 로컬 윈도우이다.

[0091] (2) 초기 가중치 맵(S(i,j))은 하기의 수학식 12과 수학식 13에 의해 계산된다.

수학식 12

[0092] $$S(i,j) = \begin{cases} 1 & \sum_{w} H(i,j) > \frac{m\times n}{2} \\ 0 & else \end{cases}$$

수학식 13

[0093] $$H(i,j) = \begin{cases} 1 & IR(i,j) > Vis(i,j) \\ 0 & else \end{cases}$$

[0094] 여기서, IR(i,j)와 Vis(i,j)는 수학식 12에 의해 얻어진 적외선 기본 레이어와 가시광선 기본 레이어의 초기 결정 맵을 나타낸다.

[0095] w는 위치(i,j)를 중심으로 하는 로컬 윈도우이다.

[0096] (3) 다중 방향 융합된 기본 레이어와 세부 레이어는 다음의 수학식 14와 수학식 15에 의해 계산된다.

수학식 14

[0097] $$F_d^B = S_d * I_d^B + (1 - S_d) * V_d^B$$

수학식 15

[0098] $$F_l^D = S_l * R_i + (1 - S_l) * V_i$$

[0099] 여기서, S는 적외선 레이어의 가중치를 나타내고, 아래 첨자 l와 d는 기본 레이어의 l번째 세부 레이어와 d번째 방향 성분을 의미한다.

[0100] F_l^D and F_d^B 는 각각 기본 레이어의 l번째 세부 레이어와 d번째 방향 성분의 융합된 결과를 의미한다.

[0101] 제4 단계로서, 최종 융합된 이미지를 얻기 위해서는 하기의 수학식 16과 같이, NSDFB를 역변환하여 융합된 기본 레이어를 얻을 수 있다.

[0102] 도 5에 도시된 바와 같이, 제어부(140)는 NSDFB의 역변환에 의해 다중 방향 융합된 기본 레이어들과 융합된 세부 레이어들을 중첩하여 최종 융합된 이미지를 생성하고, 생성한 최종 융합된 이미지를 디스플레이부(160)에 출력한다(S112).

수학식 16

[0103] $$B_f = IDF(\{F_d^B | d = 1, 2, \ldots, 2^k\})$$

수학식 17

[0104] $$F = B_f + \sum_{l=1}^{L} F_l^D$$

[0105] 다중 방향 융합된 기본 레이어와 융합된 세부 레이어의 중첩을 통해서 재구성 결과를 얻을 수 있으며, 이는 수학식 17로 표현할 수 있다.

[0106] 여기서, $IDF(\bullet)$는 NSDFB의 역변환을 나타내고, F_l^D and F_d^B 는 각각 기본 레이어의 l번째 세부 레이어와 d번째 방향 성분의 융합된 결과, Bf와 k는 융합된 기본 레이어와 방향 분해 지수를 나타내며, F는 최종 융합된 이미지를 나타낸다.

[0107] 본 발명은 RGF와 NSDFB에 의해 소스 이미지의 세부 사항과 가장자리가 추출되고, 이후에 패치를 기반으로 하는 최대 선택 규칙을 이용하여 세부 레이어와 다중 방향 기본 레이어를 통합함으로써 적외선 및 가시광선 이미징 센서의 정보를 통합한다.

[0108] 이상에서 본 발명의 실시예는 장치 및/또는 방법을 통해서만 구현이 되는 것은 아니며, 본 발명의 실시예의 구성에 대응하는 기능을 실현하기 위한 프로그램, 그 프로그램이 기록된 기록 매체 등을 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 앞서 설명한 실시예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 전문가라면 쉽게 구현할

수 있는 것이다.

[0109] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

[0110] 100: 영상 융합 장치

110: 입력부

120: 다중 스케일 분해부

130: 다중 방향 분해부

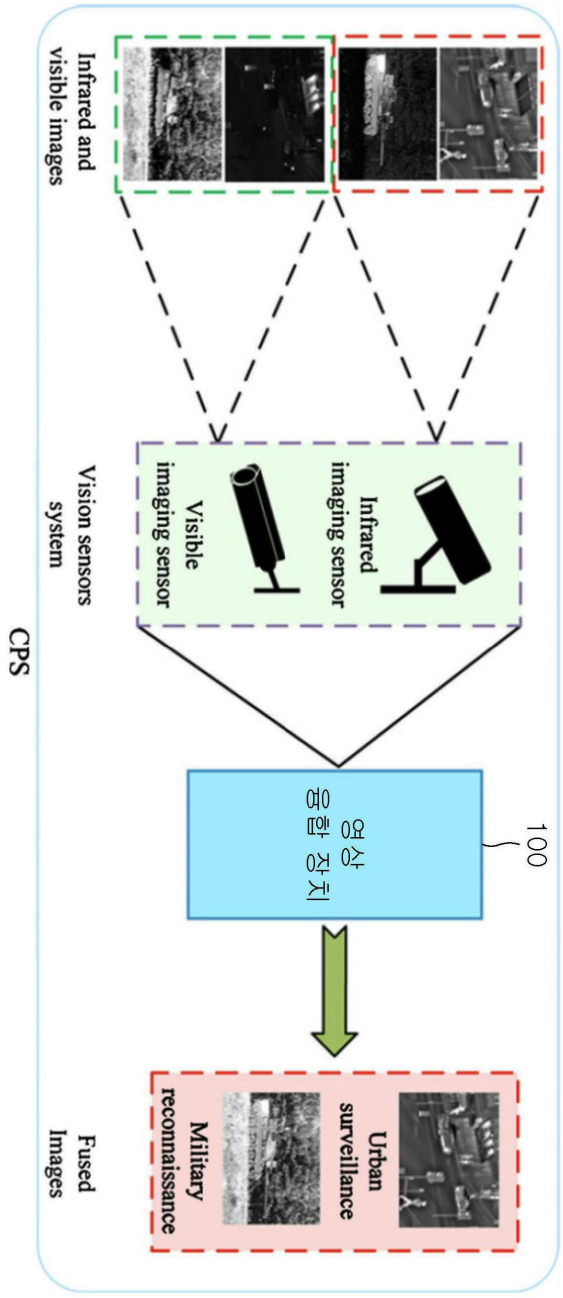
140: 제어부

150: 저장부

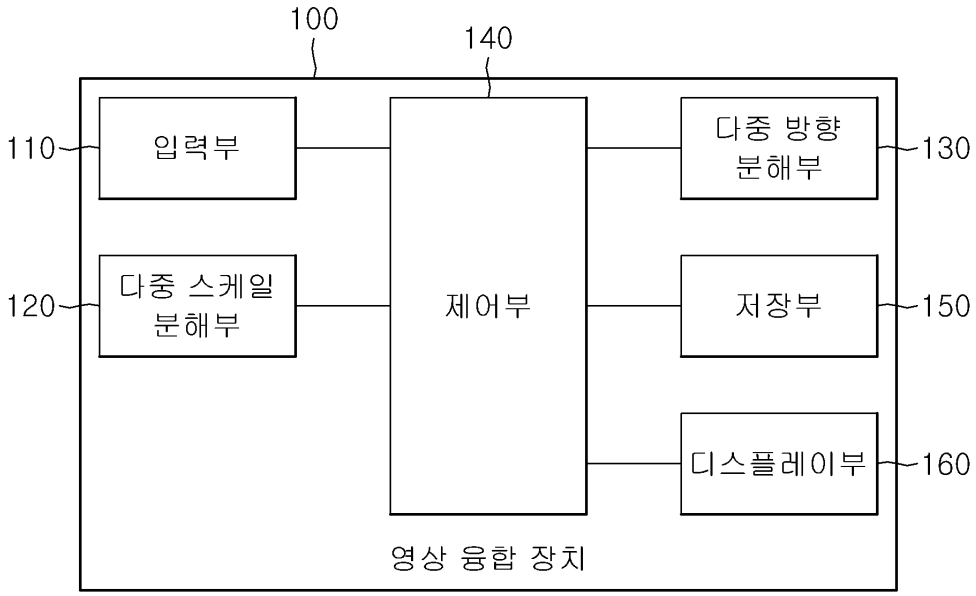
160: 디스플레이부

도면

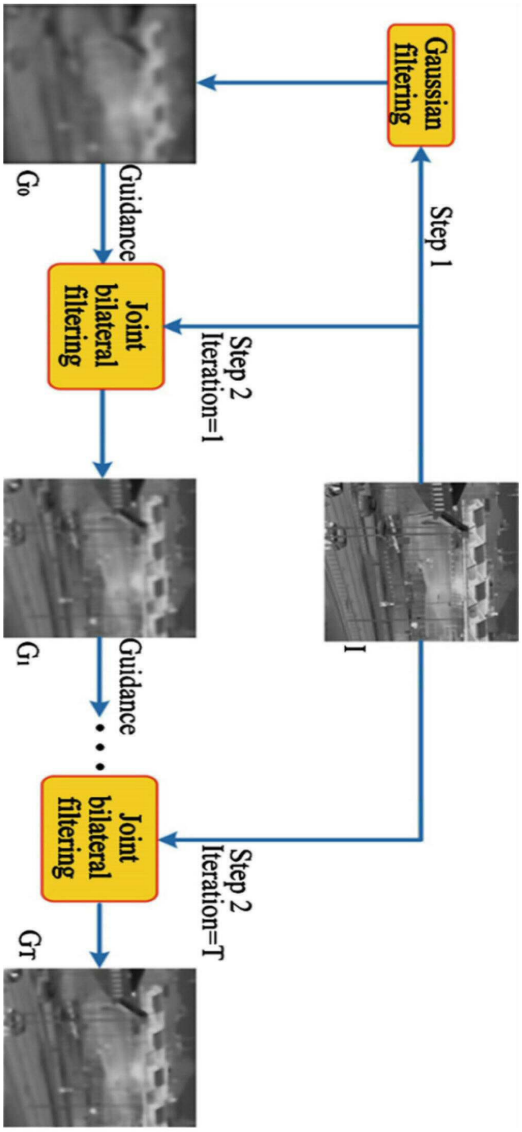
도면1


CPS
Infrared and visible images
Vision sensors system
Visible imaging sensor
Infrared imaging sensor
영상 융합 장치
100
Fused Images
Military reconnaissance
Urban surveillance

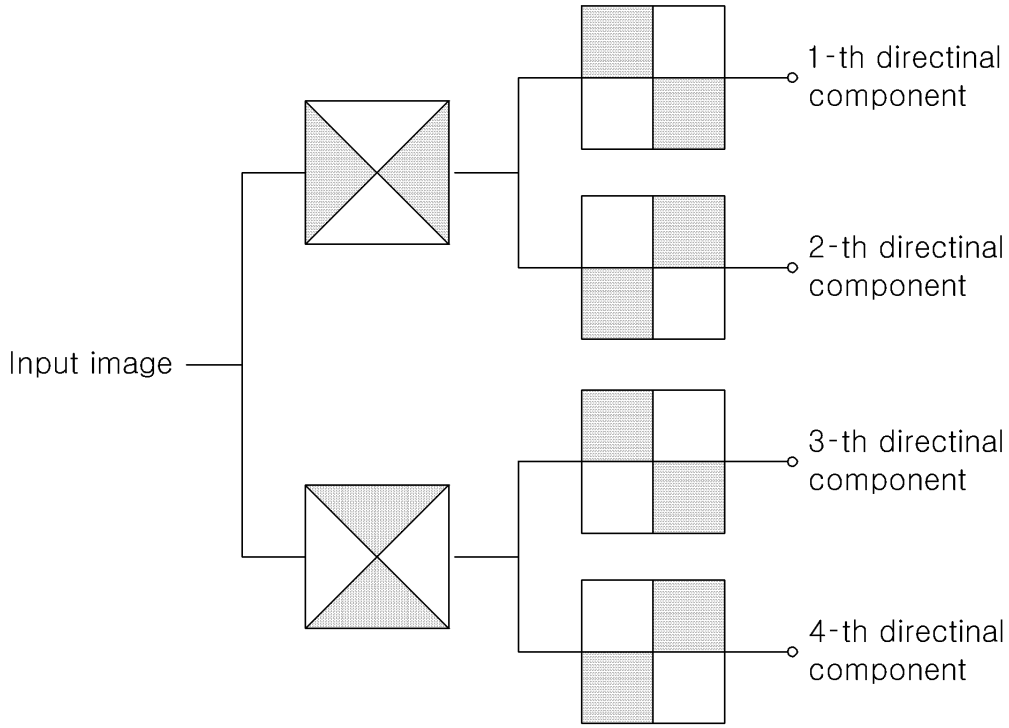
도면2


100
140
110
입력부
120
다중 스케일 분해부
제어부
다중 방향 분해부
130
저장부
150
디스플레이부
160
영상 융합 장치

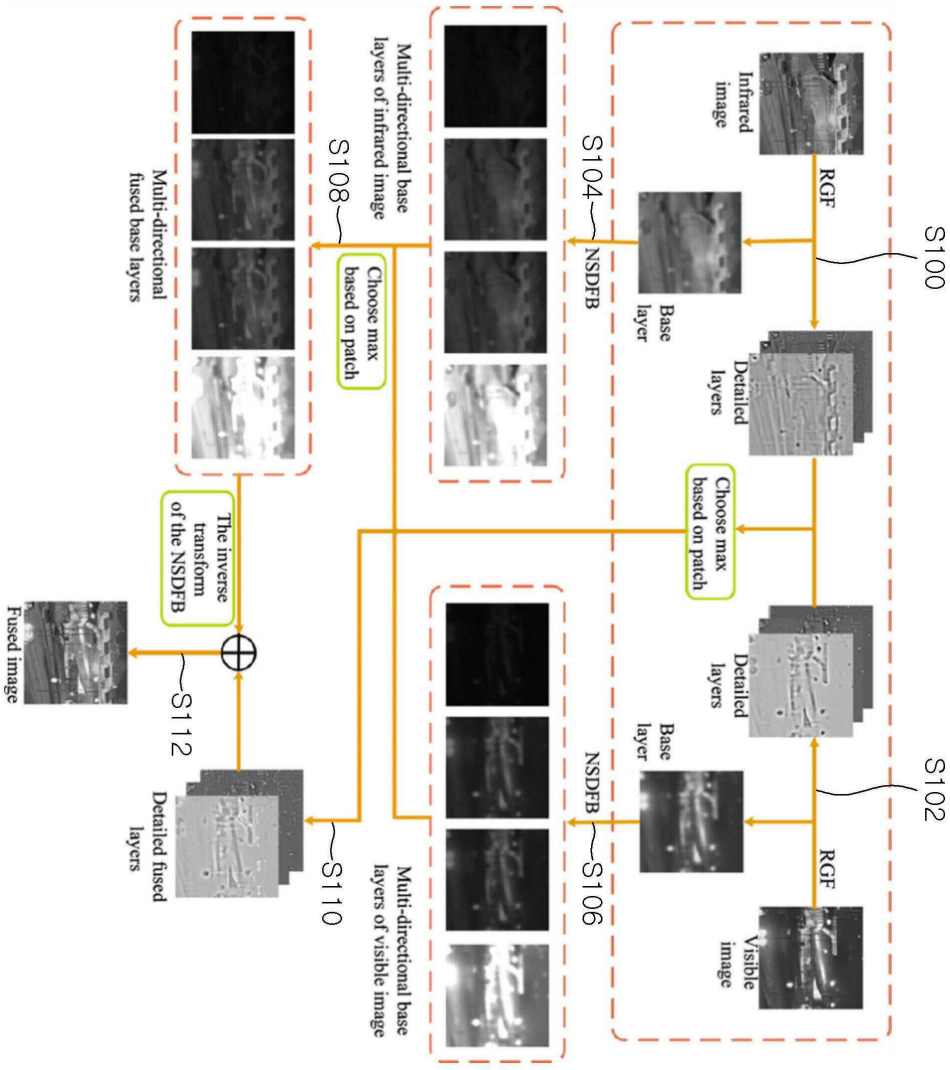
도면3


Gaussian filtering
Step 1
G0
Guidance
Joint bilateral filtering
Step 2 Iteration=1
G1
Guidance
I
Joint bilateral filtering
Step 2 Iteration=T
GT

도면4


Input image
1-th directinal component
2-th directinal component
3-th directinal component
4-th directinal component

도면5


S100
Infrared image
RGF
Base layer
Detailed layers
S102
Visible image
RGF
Base layer
Detailed layers
Choose max based on patch
S104
NSDFB
S106
NSDFB
Multi-directional base layers of infrared image
Multi-directional base layers of visible image
S108
Choose max based on patch
Multi-directional fused base layers
The inverse transform of the NSDFB
S110
Detailed fused layers
S112
Fused image