

적외선 카메라를 이용한 물체위치 추적에 있어 필터의 최적 조합

Selection of Filters in Object Tracking by Infrared Camera

강기수¹, *최만용¹, 박정학¹, 김원태²

K. S. Kang¹, *M. Y. Choi(mychoi@kriss.re.kr)¹, J. H. Park¹, W. T. Kim²

¹ 한국표준과학연구원 안전그룹, ² 공주대학교 생물기계공학부

Key words : Infrared camera, Object tracking, Image filter

1. 서론

최근 보안 감시분야에서 침입자 감시 또는 화재 감시를 위해 적외선 카메라의 활용도가 증가하고 있다. 적외선 카메라는 물체에서 방사하는 적외선 복사에너지를 측정하여 영상으로 사용자에게 제공함으로써 야간 및 안개 등의 가시광선이 없는 상태에서도 물체의 위치 및 형상을 보여 줄 수 있다는 장점이 있다^{1,2}. 이러한 보안 감시시스템은 화재 또는 침입자가 발생하는 경우에 경고를 발생하고 감시 대상의 위치 또는 이동 경로를 기록하는데 있다. 그러나 적외선 카메라의 경우 일반 CCD 카메라에 비해 해상도 및 화질이 낮고, 감시 대상체 주변물체로부터 반사, 적외선 소자의 불균일성 등의 문제점으로 인하여 클러터 생성이 높다는 문제점이 있다³. 이러한 불필요한 클러터들은 거짓경고를 유발하고, 물체 추적에 있어서는 적합치 생성 실패의 원인이 된다. 이 문제점을 해결하기 위해 영상처리 필터를 적용하여 SN 비를 개선하게 되는데 적외선 감시시스템에서 적외선 영상은 감시영역의 배경노이즈, 주변 환경변화, 감시대상체의 복사강도의 크기 등 다양한 조건에 의해 변화된다. 본 논문에서는 영상처리에서 사용되는 다양한 필터들을 적외선 이미지에 적용하고 각 필터들의 결과들을 분석하여 효율성을 높이는데 목적이 있다.

2. 적외선 에너지의 측정

물체로부터 방사되는 적외선 에너지는 일반적인 대기 중 불순물에 의한 산란, 카메라 구성품들에 의한 손실외에도 적외선 에너지의 고유한 특성으로 인하여 표면 방사율, 물체와 카메라와의 거리, 주변온도(배경온도), 대기온도, 상대습도가 고려되어야 한다. 이들의 관계를 Fig. 1에 나타내었다. 여기에서 T 는 온도, W 는 Stefan-Boltzmann 방정식에 의한 단위면적 당 복사력(total emissive power), ϵ 은 방사율, τ 는 투과율을 나타내며, 아래첨자 r 는 주변물체, o 는 감시 대상 물체, a 은 대기온도를 나타낸다. 투과율은 물체와 거리, 대기 중의 상대습도에 따라 "1" 이하의 값을 갖게 된다. 결과적으로 적외선 카메라에서 측정된 전체 복사력은 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$W_t = \epsilon_o \tau W_o + (1 - \epsilon_o) \epsilon_r \tau W_r + (1 - \tau) W_a \quad (1)$$

감시 시스템에서 물체의 식별 여부는 배경 복사력 보다 높은 물체 복사력이 존재할 때 식별 가능하다. Table 1과 같은 조건에서 배경이 숲인 곳과 눈이 내린 배경의 사람에 대해 복사력의 차($\Delta W = W_{human} - W_{background}$)는 각각 235와 255로서 배경과 방사율에 따라 검출능이 결정이 된다.

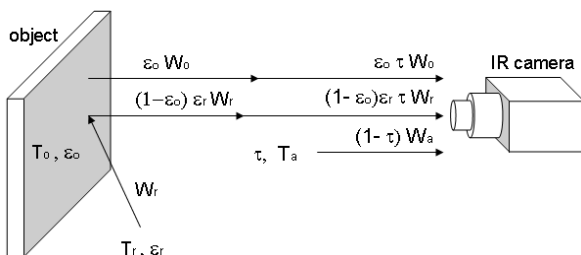


Fig. 1 A schematic representation of the general infrared measurement situation

Table 1 Emissivity and temperature

물체	방사율	온도
사람	0.98	32
숲	0.6	25
눈	0.85	-10

식(1)에서 알 수 있듯이 적외선 감시시스템의 검출능은 물체뿐만 아니라 감시영역의 온도와 방사율에 의존하게 되며, 도시환경에서는 서로 다른 방사율을 갖는 다양한 물체가 존재하고 주야간 및 계절변화에 따라 배경 복사력은 검출능에 중요한 역할을 하게된다. 따라서 이러한 배경 복사력의 변화에 대응하여 영상처리 필터가 사용되어야 한다.

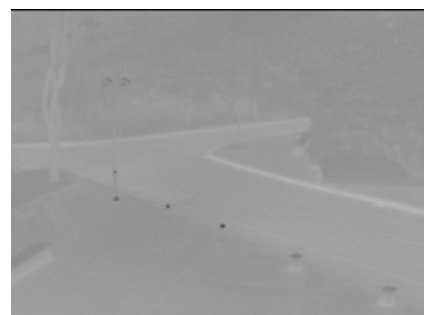
3. 적외선 영상획득 및 처리

3.1 적외선 영상 획득

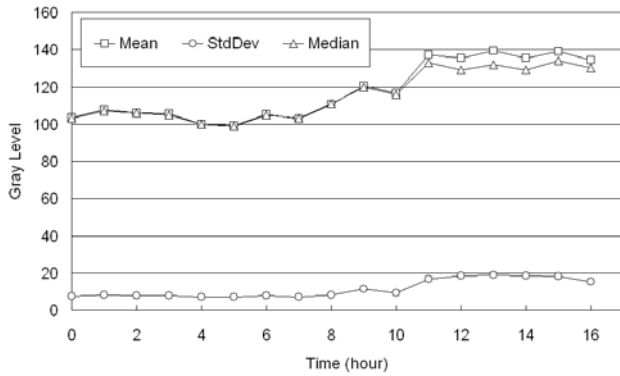
적외선 영상 획득을 위한 적외선 카메라는 L3 communication사의 TSC4500 모델을 사용하였다. 카메라의 사양을 Table 2에 나타내었다. 영상획득은 야외환경에서 1시간을 주기로 256 gray level로 영상을 저장하였으며, 적외선 영상의 시간에 따른 gray level의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 감시영역의 조건에 따라 히스토그램 분포는 서로 다르게 나타날 수 있으나, 본 논문에서는 맑은 날의 대기온도변화가 최저 12℃, 최고 23℃인 조건에서 측정하였다. Fig. 2에서 일출이후 태양광에 의해 온도가 상승하고 배경 복사력도 상승하게 되며, 각 물체의 방사율차에 따른 에너지 흡수도의 차이, 물체의 그림자 등이 원인이 되어 표준편차는 증가하게 된다. 적외선 카메라의 주요 감시시간대인 야간 시간대에는 표준편차는 10이하로 안정된 영상을 획득할 수 있다. 0~6시까지의 평균 gray level은 104이며, 표준편차는 3.3으로 매우 변동폭이 적은 것으로 나타났다.

Table 2 IR camera specifications

Resolution(pixel)	320×240	Thermal sensitivity (mK)	<50
Frae rate(Hz)	9	Detector	Microbolometer
Spectral response (μm)	7-14	FOV(degree)	25×18



(a) Infrared image



(b) Fluctuation of intensity vs. time

Fig. 2 Infrared image acquisition and histogram analysis

3.2 영상처리

물체 위치추적은 Fig. 3과 같이 사람, 차량이 감시 대상이라고 가정하여 적용하였으며, 다양한 조건에 대해 적용하여 집합치를 생성할 수 있는 필터들을 조합하였다. 사람과 차량의 경우 배경에 비해 상대적으로 높은 contrast를 갖게 되며, 배경 노이즈의 표준편차가 적어 필터 적용이 용이하였다. 필터 적용순서는 Fig. 4와 같이 적용하였으며, 히스토그램의 물체가 없는 영상을 기준으로 평균치를 구하여 각 필터의 파라미터 값을 결정하였다. Fig. 5는 Fig. 4의 이미지들에 대해 동일한 파라미터 값을 적용하여

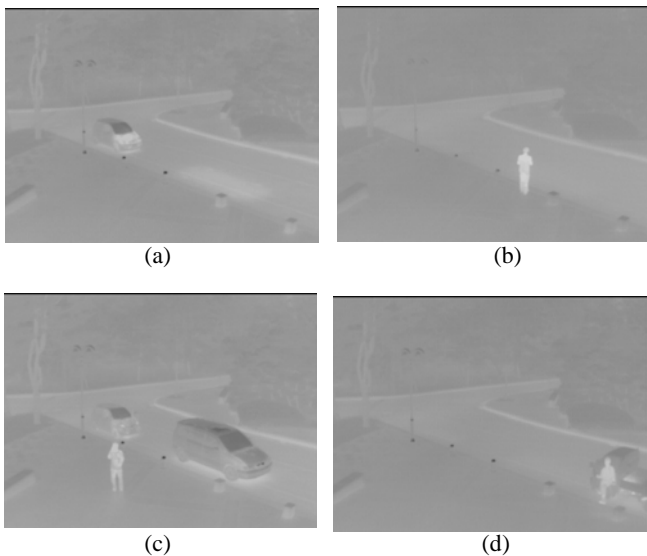


Fig. 3 Sample images

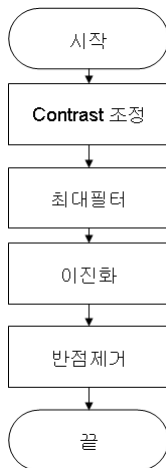


Fig. 4 Flow chart of image processing

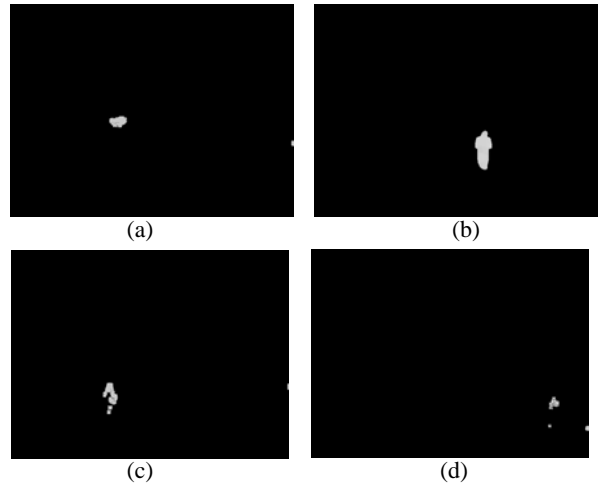


Fig. 5 Resultant images

구한 결과이다. Fig. 5(a)는 차량이 감시영역에 나타난 경우로 엔진에서 발열로 인하여 contrast가 높게 나타나게 되며, Fig. 9(b)의 경우 사람이 나타난 경우로 차량에 비해 낮은 온도이나, 방사율이 높아 높은 contrast를 갖게 된다. Fig. 5(c)는 배경에 차량이 있는 상태에서 사람이 나타난 경우로 적외선 카메라가 복사력에만 의존하게 되므로 배경의 차량들은 노이즈로 처리하게 된다. Fig. 5(d)는 다른 물체와 겹치는 경우이며, 각 물체의 복사력의 차이로 인하여 물체를 식별할 수 있음을 보이고 있다.

4. 결론

본 논문에서는 기존 CCD 카메라 영상신호의 S/N 비를 개선하기 위해 사용되는 다양한 필터를 적외선 이미지에 적용하기 위해 필터를 선정하고, 위치 추적에 있어 사용되는 적합치를 형성하기 위해 필터의 파라미터를 최적화하였다. 다양한 조건에 대해 적용하여 적합치를 생성할 수 있었으며, 적외선 이미지의 특징으로 기존 CCD 이미지에 비해 보다 필터들을 용이하게 적용할 수 있었다. 향후 우리나라의 계절변화에 따라 적외선 영상을 획득하여 보정함으로써 보다 정교한 필터조합과 파라미터 값을 생성할 수 있을 것이다.

후기

본 연구는 교육과학기술부 지원으로 한국표준과학연구원 일반사업으로 수행되었음.(KRISS-08-2402-221)

참고문헌

1. Gaussorgurs, G., "Infrared thermography," translated by Chomet, S., Chapman & Hall, London, 1994.
2. 최만용, 강기수, 박정학, 김원태, 김경석, "적외선 열화상 기술을 이용한 결함측정 및 응력계측기술", 한국정밀공학회, 26, 30-35, 2006.
3. 정윤식, "클러터 환경에서 적외선 영상 센서를 이용한 표적 추적 알고리즘 성능분석", 한양대학교 석사학위논문, 2007.