

SAD 알고리즘을 이용한 소형표적 검출속도 개선[†]

(Improvement of detecting speed of small target
using SAD algorithm)

손정민*, 안상호**, 김종호***, 김상균****

(Jung-Min Son, Sang-Ho Ahn, Jong-Ho Kim, and Sang-Kyoon Kim)

요약 본 논문에서는 소형표적의 검출속도를 개선하기 위하여, SAD 알고리즘을 이용한 소형 표적 검출 방법을 제안한다. 먼저 미디언 필터를 사용해서 클러터를 제거한다. 다음으로 다양한 크기의 구조 요소를 이용해 닫힘 연산과 열림 연산을 수행하고, 닫힘 연산 결과와 열림 연산 결과를 차 연산 하여 표적 후보 화소를 추출한다. 정확한 소형 표적을 검출하기 위해 표적 후보 영역에서 가우시안 거리 함수를 이용하여 표적을 검출한다. 검출 속도를 개선하기 위하여 다음 7프레임에서는 표적의 방향성을 예측한 후, SAD알고리즘을 이용해서 표적을 검출한다. 제안한 방법은 예측된 영역에서만 표적을 추출함으로써 97%의 검출율을 나타내며, 실시간 처리가 가능한 장점을 가지고 있다.

핵심주제어 : 적외선 영상, SAD, 가우시안 거리함수, 소형 표적, 뉴 화이트 탐 헛

Abstract We propose a method for improving detection speed of small target detection system using SAD algorithm. First, the proposed method deletes clutters using a median filter. Next, it does closing and opening operation using various size of structure elements, and extracts candidate pixels for a target with subtraction operation between the results of closing and opening operation. It finally detects a small target using a gaussian distance function from the candidate pixels. To improve detection speed, it detects a target performing SAD algorithm only for the predicted target areas for next every 7 frames. The proposed method not only enables a real time process because it considers only predicted area but also shows detecting rate of 97%.

Key Words : IR Image, SAD, Gaussian Distance Function, Small Target, Nwth

1. 서론

미사일의 공격으로부터 생존을 보장하기 위해서는

미사일의 접근을 조기에 탐지하여 빠른 시간 내에 위협 여부를 판단해야 한다.

표적의 탐지 및 추적 시스템을 위한 많은 연구에서는 적외선 센서를 이용하여 영상을 획득한다. 적외선 영상은 표적과 배경이 방출하는 온도를 가시적인 형태로 바꾼 영상이다. 적외선 센서를 이용한 영상획득은 상대방에 노출될 염려가 없고, 형태정보 획득이 가능하다. 하지만, 적외선 영상은 대기의 투과 특성과

[†] 본 논문은 국방과학연구소 개별기초연구의 지원에 의한 연구결과임

* 인제대학교 컴퓨터공학부, 제1저자

** 인제대학교 전자공학과

*** 인제대학교 컴퓨터공학부

**** 인제대학교 컴퓨터공학부, 교신저자 (skkim@inje.ac.kr)

복사 에너지로 인해 많은 클러터를 포함하고 있다.

적외선 영상에서 표적을 탐지하기 위한 기존 방법으로는 이차원 최소 평균 자승(two - dimensional least mean square:TDLMS)[1] 필터, 최대 중간값 및 최대 평균값 필터(max-median and max-mean filter)를 이용한 방법, 모폴로지 필터를 이용한 방법 등이 있다. TDLMS는 위너 필터 기반의 최소 평균 자승(least mean square:LMS) 알고리즘을 이차원으로 확장한 것으로 최적의 필터 가중치를 계산하여 표적을 탐지한다. 하지만 예측 영상을 생성하는 과정에서 참조 영상과 입력 영상 사이의 최소 오차 값을 사용하는 위너 필터를 기반으로 하기 때문에, 최소 오차의 수렴시간이 오래 걸리는 단점이 있다.

최대 중간값 및 최대 평균값 필터(Max-Median and Max-Mean Filter)[2]를 이용한 방법의 경우 계산량이 적으면서도 영상의 윤곽선을 잘 보존하는 장점을 가지고 있다. 하지만, 표적의 크기가 작고 흐릿할 경우 검출 성능이 떨어지고, 탐색창의 크기에 따라 계산량이 증가하고 표적을 검출하지 못하는 단점을 가지고 있다.

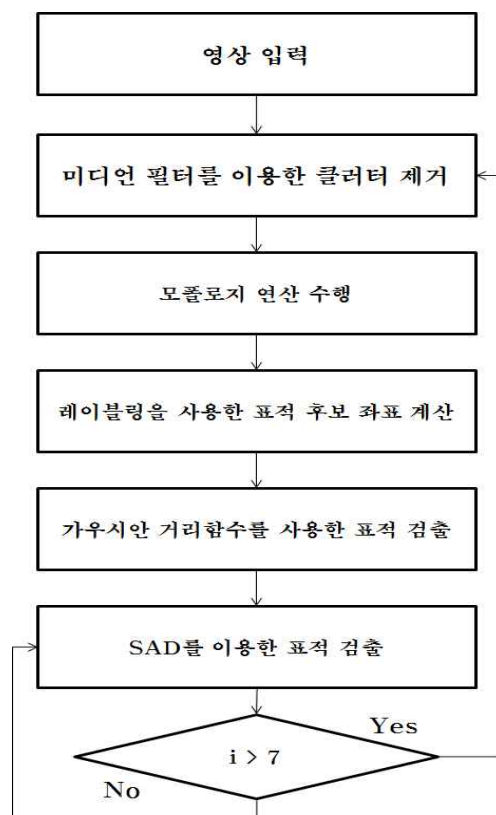
모폴로지를 이용한 방법은 원영상과 예측한 영상을 차연산하여 표적을 검출한다. 모폴로지 변환 이용한 방법에는 WTH(White Top-Hat), NWTH(New White Top-Hat), 모폴로지 연산과 가우시안 거리함수를 사용한 방법 등이 있다. WTH[3]변환은 모폴로지 열림 연산결과를 원 영상과 차연산 한 것으로 작은 돌기 및 틈을 제거하는데 효과적이다. NWTH[4-6]변환은 모폴로지 닫힘 연산 결과를 원 영상에서 차연산 한 것이다. 차연산한 결과에서 문턱치화를 거쳐 표적인지 아닌지 검출한다. NWTH변환은 클러터 제거가 쉽고, 향상된 표적검출 성능을 가진다. WTH, NWTH변환은 구조요소의 크기가 표적의 크기에 적절하지 않을 경우 탐지 성능이 떨어지고, 모든 프레임마다 전체 영상에서 표적을 검출하기 때문에 연산량이 많아서 실시간 표적검출이 어려운 단점이 있다. 모폴로지 연산과 가우시안 거리함수를 이용한 방법[7]은 전처리 과정으로 미디언 필터를 이용해서 클러터를 제거하고 모폴로지 연산으로 표적 후보화소를 추출한 다음 가우시안 거리 함수를 이용해서 표적을 검출하는 방법이다. 이 방법은 영상에서 클러터를 효과적으로 제거하고, 높은 검출율을 가진다. 그러나 연산과정이 너무 복잡해 표적 검출에 시간이 오래 걸린다는 단점이 있다.

소형 표적 검출에 관한 대부분의 연구에서는 검출

성능 향상에 초점을 두고 있다. 하지만, 검출 성능 향상과 더불어 실시간으로 표적을 검출할 수 있는 기술 또한 중요하다. 본 논문에서는 모폴로지 연산과 가우시안 거리함수를 이용해서 표적을 검출하고, 표적의 움직임 정보를 이용해서 다음 프레임에서의 표적 위치를 예측한 다음, 예측된 영역에서 영상 정합과 동영상 압축에 사용되는 SAD(Sum of Absolute Difference) [8-10]알고리즘을 이용해서 표적을 검출하는 방법을 제안한다. 다음 프레임에서의 표적 후보 영역을 예측하고, 예측 영역에서 SAD알고리즘으로 표적을 검출함으로써 검출율을 유지하면서 검출 속도를 2.5배 향상시킬 수 있다.

2. 소형 표적 검출 시스템

2.1 시스템 구조



<Fig 1> 시스템 구성도

본 논문에서 제안하는 시스템의 전체 구조는 <그

림 1>과 같다. 원 영상에서 미디언 필터를 사용해서 클러터를 제거한다. 다음으로 모폴로지 연산과 레이블링을 이용해서 표적 후보 영역들을 추출한다. 추출된 표적 후보 영역들과 가우시안 거리함수를 사용해서 표적을 검출한다. 다음으로 검출된 좌표들의 움직임 정보를 이용해서 가변적으로 표적이 위치할 검출 영역을 예측한다. 예측된 영역에서 SAD알고리즘을 수행해서 표적을 검출한다.

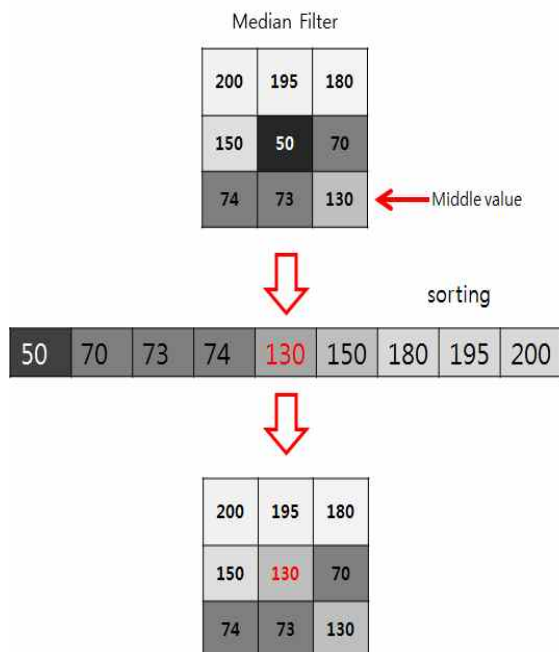
2.2 소형 표적 검출

2.2.1 미디언 필터를 이용한 클러터 제거

적외선 영상은 대기의 투과 특성과 복사 에너지로 인해 많은 클러터를 포함하고 있다. 전처리 과정으로 미디언 필터를 이용해서 클러터를 제거한다. 미디언 필터는 식 (1)과 같다.

$$\hat{f}(x,y) = \text{median}_{(s,t) \in S_{x,y}} f(s,t) \quad (1)$$

\hat{f} 는 미디언 필터를 사용해서 클러터를 제거한 영상이다. (s,t) 는 구조요소 좌표 값이고, $S_{x,y}$ 는 구조요



<Fig 2> 미디언 필터 수행

소의 크기이다. 본 논문에서는 사용된 미디언 필터의 구조요소의 크기는 3×3 이다. 미디언 필터는 <그림 2>와 같이 3×3 크기의 구조요소 밝기 값을 정렬한 후 중앙값을 구조요소의 중심 값으로 사용한다.

2.2.2 표적 후보 검출

클러터를 제거한 영상에서 소형 표적 후보를 검출하기 위해 모폴로지 연산을 사용한다.

$$f \oplus k = \max(f(x-m, y-n) + k(m, n)) \quad (2)$$

$$f \ominus k = \min(f(x+m, y+n) - k(m, n)) \quad (3)$$

$$f \cdot k = (f \oplus k) \ominus k \quad (4)$$

$$f \circ k = (f \ominus k) \oplus k \quad (5)$$

$$S(x,y) = [f_{med} \cdot k](x,y) - [f_{med} \circ k](x,y) \quad (6)$$

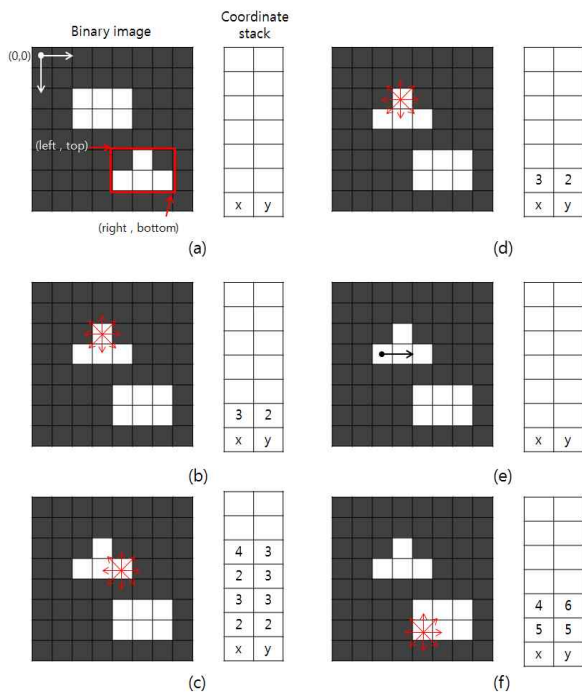
모폴로지 연산에는 $f \oplus k$ (팽창), $f \ominus k$ (침식), $f \circ k$ (열림), $f \cdot k$ (닫힘)이 있다. 본 논문에서는 표적 후보를 찾기 위해서 식 (6)과 같이 클러터를 제거한 영상에서 닫힘 연산 결과와 열림 연산 결과를 차연산 한다. 적외선 영상에서 표적은 크기가 다양하기 때문에 모폴로지 연산에 있어서 표적검출에 적합한 구조요소를 선택해야 한다. 소형 표적 크기는 적외선 영상의 촬영 위치에서 먼 거리에 위치하기 때문에 일반적으로 $3 \times 3 \sim 11 \times 11$ 의 크기를 가진다. 그래서 본 논문에서 $5 \times 5, 7 \times 7, 9 \times 9$ 의 구조요소 크기를 사용해서 표적 후보를 추출한다.



<Fig 3> (a) 원본 영상, (b) 모폴로지 연산을 이용해서 추출한 표적 후보 화소들

<그림 3(a)>는 원본영상이고, <그림 3(b)>는 모폴

로지 연산을 이용하여 표적 후보화소들이다. <그림 3(b)>와 같이 영상에 남아있는 여러 표적 후보 들 중 정확한 표적을 구분하기 위해서는 표적 후보들의 좌표를 알아야 한다. 본 논문에서는 표적 후보들의 좌표를 구하기 위한 방법으로 레이블링을 수행한다. 본 논문에 사용된 레이블링은 Grass-Fire로 <그림 4>와 같은 방법으로 수행한다. 알고리즘의 탐색 방법은 상, 하, 좌, 우 4방향으로 탐색한다. 레이블링을 수행하기 위해 표적 화소 부분은 255, 배경부분은 0으로 이진화한다. 그리고, 시작 지점 (0,0)은 0으로 번호를 부여한다. <그림 4(b)>와 같이 처음 밝은 화소를 만나면 좌표 스택에 좌표를 저장 하고 8-이웃을 검색한다. 8-이웃 중에 밝은 화소를 발견하게 된다면 번호를 확인한다. 번호가 0이면 좌표 스택에 저장하고 다시 8-이웃 화소를 검색한다. <그림 4(c)>와 같이 더 이상 밝은 좌표가 없이 배경만 나타난다면 스택에 있는 좌표를 꺼내 <그림 4(d)>와 같은 방법으로 탐색한다. 영상에 모든 번호가 부여될 때까지 알고리즘을 수행한다. 레이블링 과정에서 <그림 4(a)>와 같이 각 후보 영역들의 top, bottom, left, right의 좌표들을 구할 수 있으며 4개의 좌표를 이용해 중심 좌표를 계산 할 수 있다.



<Fig 4> Grass-Fire 레이블링

2.2.3 표적 검출

이번 장에서는 이전 단계에서 검출된 표적 후보 중에서 표적을 검출한다. 레이블링이 완료된 후보 영역들은 중심 부분이 밝고, 경계 부분으로 갈수록 밝기 값이 줄어든다. 밝기 값이 가우시안 형태를 따르기 때문에 확률적으로 표적을 검출 할 수 있다.

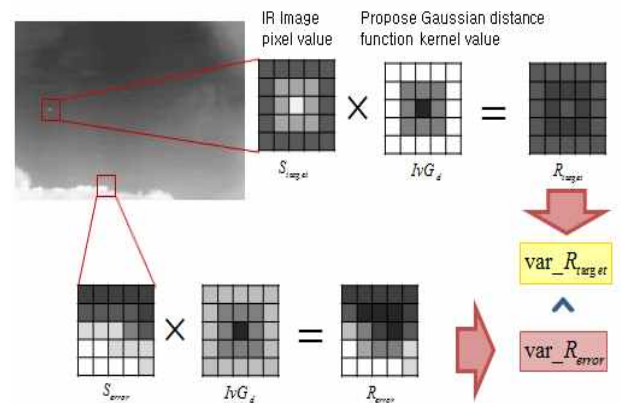
표적의 밝기 값으로 표적인지 아닌지 구분하기 위한 기존의 가우시안 함수는 식 (7)과 같다.

$$G_d(x,y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}[(x-m)^2 + (y-n)^2]\right) \quad (7)$$

σ^2 은 1이고, m, n 은 구조요소의 중심좌표다. 구조요소 속 표적중심좌표로부터 경계영역까지의 거리 가중치를 두고 표적을 검출하게 된다. 하지만 기존의 가우시안 거리 함수를 이용해 소형 표적을 검출하면 소형 표적의 화소 값의 비중이 표적의 주변 화소 값보다 커지게 된다. 또한, 중심 값의 비율을 0으로 두면, 주변 화소와의 비율에서 차이가 나지 않기 때문에 $1/\sqrt{2\pi\alpha^2}$ 을 λ 로 두고 거리 비율을 입력해서 사용한다. 따라서 본 논문에서는 식 (8)과 같이 가우시안 함수를 변형해서 사용한다.

$$IvG_{k \times k}(x,y) = 1 - \lambda \times \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}[|x-m| + |y-n|]\right) \quad (8)$$

λ 는 거리 가중치를 나타내는 매개변수이며 0.1에서 1사이의 값을 사용한다. λ 값에 따라서 주변화소의 비중을 크게, 표적 화소의 비중을 크게 적용 시킬 수 있다.



<Fig 5> 가우시안 거리 함수를 이용한 표적 검출방법

<그림 5>는 가우시안 거리함수를 이용한 표적 검출방법을 나타낸다. 먼저, 원 영상의 표적 후보 영역에 $IvG_{k \times k}(x, y)$ 를 곱한다. 이때 k 의 크기는 모폴로지 연산을 사용한 구조요소의 크기와 같아야 한다. R_{target} 은 소형 표적 화소 값의 비중을 낮추고 배경의 비중은 그대로 적용시켜 나타낸 그림이다. R_{error} 는 배경 부분의 구름에서 밝은 값을 가지는 경계가 생긴 것을 표적으로 잘못 검출한 경우를 나타낸다. 중심 화소 부분의 비율은 낮아지고, 주변 화소의 비율을 원영상의 밝기 그대로 사용했기 때문에 분산의 차이를 구해보면 R_{target} 보다 더 큰 값이 나온다. 즉, R_{target} 의 분산값이 R_{error} 보다 작은 것을 알 수 있다. 레이블링으로 구해진 여러 표적 영역들 중 가장 작은 분산 값을 가지는 부분이 표적이다.



<Fig 6> (a) 적외선 영상 원본, (b) 가우시안 거리함수를 이용한 표적 검출 영상

<그림 6(b)>은 가우시안 거리함수를 이용한 표적 검출 결과다. 레이블링으로 계산된 표적 후보 영역 좌표를 가지고 거리함수를 곱해 검출했다.

2.2.4 SAD를 이용한 표적 검출

실시간으로 소형표적을 검출하기 위해서는 적은 연산량과 움직임 예측이 필요하다. 본 논문에서는 표적을 탐지 후 다음 프레임에서의 표적 위치를 예측한 다음 영상 정합, 동영상 압축에 사용되는 ME(Motion Estimate)기법 중 하나인 SAD를 이용해서 예측된 범위에서 표적을 검출한다. 실험에 사용된 개선된 SAD 정합 알고리즘은 영상 전체에서 표적을 검출하는 것이 아니라 다음 프레임에서 예측된 표적영역에서만 객체를 검출한다.

$$Pt(x, y) - Nt(x, y) = Mt(x, y) \quad (9)$$

식 (9)에서 Pt 는 이전 영상에서의 소형표적 좌표를 말하고 Nt 는 현재 영상에서의 소형 표적 좌표, Mt 는 이전 영상의 표적좌표와 현재 영상에서 표적 좌표의 차이이다. 이 두 영상에서 소형표적 좌표간의 이동 방향으로 다음번 위치할 소형표적에 대한 후보 영역을 생성한다. Pt 좌표가 Nt 보다 앞에 있다면 비슷한 배경으로부터 표적이 전진 한 것이고, Nt 좌표보다 뒤에 있다면 후퇴, 값이 0이면 이동량이 거의 없다는 것을 뜻한다. 따라서 표적이 x, y 축으로 얼마만큼의 이동량을 가지는지를 계산하여 가변적으로 탐색 영역을 만들어 SAD를 수행한다. 탐색 영역은 Mt 값이 3이하 일 때 6×6 의 마스크 크기를 사용하며, 4에서 7일 경우 6×15 를 사용하고, 7이상일 때는 6×30 을 사용한다. B_n 은 3×3 을 사용해서 표적을 검출 한다.

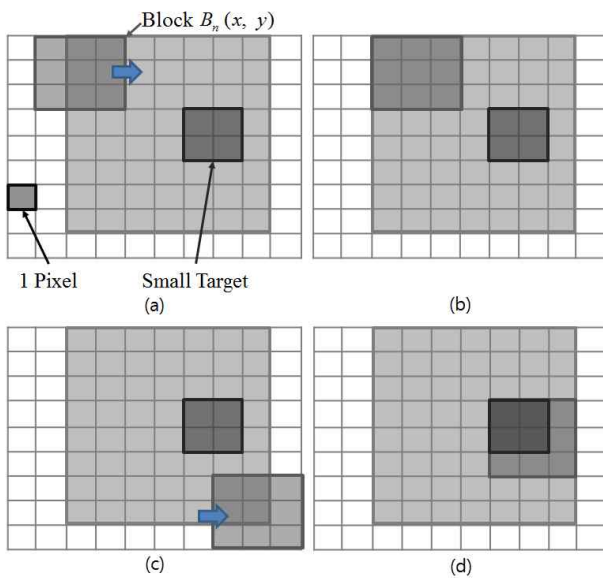
$$SAD(x, y, r, c)$$

$$= \sum_{i=0}^{4j=4} \sum_{0j=0} |B_n(x+i, y+j) - B_{n-1}((x+r)+i, (y+c)+j)| \quad (10)$$

수식 (10)에서 x, y 는 예측된 범위의 좌표, r, c 는 블록의 좌표다. B_n 은 현재 이미지에서 이동하며 찾는 블록이다. 블록 B_n 이 탐색 영역 속에서 소형표적을 탐색하며 이전 이미지와 가장 비슷한 소형표적을 검출하게 된다.

<그림 7>은 SAD알고리즘 수행도이다. <그림 7(a)>에서 소형 표적 블록은 실제 소형표적이 위치하는 영역을 말한다. <그림 7(b)>와 같이 블록 B_n 을 한 칸씩 x 축 방향으로 이동하면서 이전 영상과 현재 영상의 화소 차이의 절대 값을 $B_n(0,0)$ 자리에 저장한다. 저장한 픽셀 값 중 가장 작은 값을 가지는 좌표는 이전 영상과 크게 바뀌는 부분이 없음을 뜻한다. <그림 7(d)>와 같이 이 지점은 Motion Vector이라고 부르며 이전 영상과 현재 영상간의 가장 일치하는 지점이다. 따라서 Motion Vector부분이 이전 프레임의 표적과 가장 유사한 현재 프레임의 소형표적좌표다.

본 논문에서는 전체 영역에서 객체를 검출하고 7개의 프레임에서 SAD알고리즘을 이용해서 검출을 한 후 모폴로지 연산을 통해 표적을 다시 찾는 재귀적 구조를 가진다. 모폴로지 연산으로 전체 영상에서 표적을 검출하는 것이 아니라 예측된 영역에서 표적을 검출함으로써 검출속도를 향상시킨다.



<Fig 7> SAD알고리즘

3. 실험 및 결과 분석

본 논문에서는 적외선 카메라를 이용해 소형표적을 촬영한 211장의 영상을 사용했고, 영상의 크기는 360 × 240이다. 실험 환경은 Microsoft Visual Studio 2012, windows8 운영체제, 2.8GHz Intel i5 CPU, 메모리 8.00GB이다.

3.1 기존 소형 표적 검출 방법과 제안한 방법의 검출율과 검출속도 비교

<표 1>은 기존의 소형 표적 검출 방법과 본 논문에서 제안하는 방법과의 검출시간과 검출율을 나타낸 표이다. 기존의 검출 방법은 표의 전체에서 소형 표적을 검출하기 때문에 연산량이 많아 실시간으로 사용할 수 없는 단점을 가지고 있다. 그래서 본 논문에서는 먼저 가우시안 거리함수를 이용해서 전체 영역에서 표적을 검출한다. 다음으로, 표적의 방향성과 속도를 이용해서 다음 프레임에서의 표적 위치를 예측하고, 예측된 영역에서 SAD알고리즘을 이용해서 표적을 검출한다.

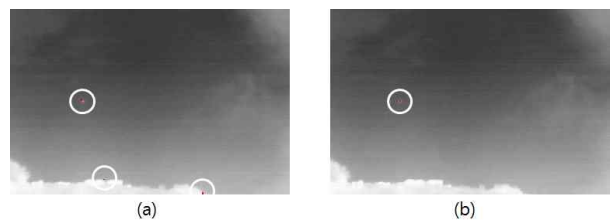
<Table 1> 검출 시간과 검출율

구 분	검출시간	검출율
WTH[3]	0.0036sec	61.61%
NWTH[4]	0.0037sec	63.50%
다층구조요소 NWTH[5]	0.0124sec	83.41%
가우시안 거리함수[7]	0.0239sec	98.58%
변형된 SAD와 가우시안 거리함수	0.0100sec	96.67%

<표 1>에서 보는바와 같이 기존의 가우시안 거리함수를 이용한 방법에 비교해서 높은 검출율은 유지하면서 2배 이상의 검출 속도 향상을 나타내었다.

3.2 기존의 NWTH를 이용하는 방법과 제안하는 방법을 이용한 표적 검출

<그림 8>은 본 논문에서 제안하는 방법과 기존의 NWTH를 이용해서 표적을 검출한 결과이다. NWTH를 이용한 방법의 경우 <그림 8(a)>에서 보는바와 같이 영상하단의 구름영역에서 표적을 오검출하였다. 그러나 본 논문에서 제안하는 방법의 경우 <그림 8(b)>에서 보는바와 같이 예측 영역에서만 표적을 검출하기 때문에 예측되지 않은 영역에서 발생하는 오검출을 막을 수 있다.



<Fig 8> (a) 기존의 NWTH방법을 사용한 검출, (b) 제안한 방법을 사용한 검출

3.3 제안한 방법의 오검출 결과

<그림 9>는 본 논문에서 제안한 방법을 사용했을 때 오검출된 영상이다. <그림 9(a)>의 경우 표적이 표적을 검출하지 못한 영상이다.



<Fig 9> (a) 표적을 검출하지 못한 영상, (b) 표적과 떨어져진 부분을 검출한 영상

소형 표적은 먼 거리에서 촬영되고, 주변 환경요소에 의해 표적이 흐린 경우가 많다. 표적이 너무 흐리거나 표적의 크기가 4픽셀 이하일 경우 표적을 인식하지 못하는 경우가 발생한다. <그림 9(b)>는 예측된 영역에서 SAD알고리즘을 이용해서 표적을 추출한 영상이다. SAD알고리즘은 이전 프레임에서의 표적과 현재 프레임에서 예측된 영역에서 가장 유사한 픽셀을 찾는 방법으로 배경의 특정 부분을 표적으로 오인식하는 문제가 발생할 수 있다.

4. 결 과

본 논문에서는 적외선 영상에서 미디언 필터로 클러터를 제거하고 모폴로지 연산을 이용해서 표적 후보 화소를 검출한다. 표적 후보화소를 레이블링으로 구별하고 가우시안 거리함수를 이용해서 표적을 검출한다. 일반적인 소형표적 검출 방법론의 경우 전체영상에서 표적을 검출한다. 하지만, 본 논문에서는 다음 프레임에서의 표적 위치를 예측하고, 예측된 영역에서 SAD알고리즘을 이용해서 표적을 검출한다. 기존의 검출율을 유지하면서 예측된 영역에서 표적을 검출함으로써 연산량을 줄여서 검출 속도를 향상시킨다. 향후 연구 과제로는 다양한 크기의 표적과 복잡한 배경에서도 높은 검출율과 빠른 속도를 가지고 다수의 표적을 동시에 검출하는 시스템을 연구 개발 중에 있다.

References

[1] M. Hadhoud, D. Thomas, "The two-dimensional adaptive LMS (TDLMS) algorithm", IEEE Trans. on Circuits and Systems, vol. 35, pp.485-494, 1988.

[2] C. Gonzalez, R. Woods, "Digital Image Processing Third Edition", Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2008.

[3] X. Bai, F. Zhou, "Infrared small target enhancement and detection based on modified top-hat transformations," Computers and Electrical Engineering, vol. 36, pp.1193-1201, 2010.

[4] X. Bai, F. Zhou, "Analysis of new top-hat transformation and the application for infrared dim small target detection," Pattern Recognition, vol. 43, pp.2145-2156, 2010.

[5] 김병익, 배태욱, 김영춘, 안상호, 김덕규, "적외선 영상에서 다층 구조 요소 NWTH 변환을 이용한 소형 표적 검출 방법," 한국정보기술학회논문지, 제9권 제7호, pp.57-64, 2011.

[6] X. Bai, F. Zhou and Y. Xie, "New class of top-hat transformation to enhance infrared small targets", Journal of Electronic Imaging, vol. 17, No. 3, pp.0305011-3, 2008.

[7] 박준재, 안상호, 김종호, 김상균, "적외선 영상에서 모폴로지와 가우시안 거리함수를 이용한 소형표적 검출", 한국산업정보학회논문지, 제17권 제4호, pp.61-70, 2012.

[8] 이인홍, 박래홍, "이동벡터 추정을 위한 고속 Block Matching Algorithm에 관한 연구", 전자공학회지, 제128권 제2호, pp.211-219, 1988.

[9] 이우영, 김정길, "영역기반 스테레오 영상 정합을 위한 고속 SAD 알고리즘", 통신위성우주산업연구회논문지, 제7권 제2호, pp.8-12, 2012.

[10] S. Vassiliadis, E.A. Hakkennes, J.S.S.M Wong, G.G. Pechanek, "The Sum-Absolute-Difference Motion Estimation Accelerator", IEEE Euromicro Conference, Proceedings. Vol 2, pp.559-566, 1998.



손 정 민 (Jung-Min Son)

- 학생회원
- 인제대학교 컴퓨터공학부 공학사
- 인제대학교 컴퓨터공학과 석사과정
- 관심분야 : 패턴인식, 컴퓨터 비전

논문접수일 : 2013년 07월 18일
 1차수정완료일 : 2013년 08월 06일
 2차수정완료일 : 2013년 08월 22일
 게재확정일 : 2013년 08월 26일



안 상 호 (Sang-Ho Ahn)

- 정회원
- 경북대학교 전자공학과 공학사
- 경북대학교 전자공학과 공학석사
- 경북대학교 전자공학과 공학박사

- 인제대학교 공과대학 전자지능로봇공학과 교수
- 관심분야 : 영상공학, 로봇공학, IRCM, 적외선 영상 처리



김 종 호 (Jong-Ho Kim)

- 정회원
- 인제대학교 전산학과 이학사
- 인제대학교 전산학과 전산학석사
- 인제대학교 전산학과 전산학박사

- 관심분야 : 패턴인식, 컴퓨터 비전



김 상 균 (Sang-Kyoon Kim)

- 정회원
- 경북대학교 통계학과 이학사
- 경북대학교 컴퓨터공학과 공학석사
- 경북대학교 컴퓨터공학과 공학박사
- 인제대학교 공과대학 컴퓨터공학부 교수

- 관심분야 : 패턴인식, 컴퓨터 비전