

소형 표적 검출을 위한 히스토그램 기반의 영상분할 기법 연구

양동원[†], 강석종^{**}, 윤주홍^{***}

요 약

영상분할은 영상 처리 및 패턴 인식에서 매우 어려운 전처리 과정 중 하나이다. 일반적으로는 단순하고 구현이 쉽기 때문에 OTSU의 방법이 많이 사용되고 있지만, 영상의 히스토그램이 단일 분포를 갖거나 단일 분포에 가까울 경우에는 영상 분할이 정확히 되지 못한다. 또한, 만일 표적이 영상에 비해서 소형인 경우 표적의 히스토그램 분포가 작아져서 단일 분포에 가까워진다. 본 논문에서는 소형 표적 검출을 위한 개선된 영상 분할 기법을 제안하였다. 단일 분포 히스토그램의 단점을 극복하기 위하여 배경 히스토그램의 영향을 감소시키는 기법을 적용하였으며, SNR을 높이기 위하여 지역 평균화 기법을 1D OTSU에 적용하였다. 실제 열 영상을 기반으로 실험을 수행한 결과 2D OTSU 방법에 비해서 연산 시간은 크게 줄었으며, 영상 분할 결과는 개선되었음을 확인하였다.

A Study on Image Segmentation Method Based on a Histogram for Small Target Detection

Dong Won Yang[†], Suk Jong Kang^{**}, Joo Hong Yoon^{***}

ABSTRACT

Image segmentation is one of the difficult research problems in machine vision and pattern recognition field. A commonly used segmentation method is the Otsu method. It is simpler and easier to implement but it fails if the histogram is unimodal or similar to unimodal. And if some target area is smaller than background object, then its histogram has the distribution close to unimodal. In this paper, we proposed an improved image segmentation method based on 1D Otsu method for a small target detection. To overcome drawbacks by unimodal histogram effect, we depressed the background histogram using a logarithm function. And to improve a signal to noise ratio, we used a local average value by the neighbor window for thresholding using 1D Otsu method. The experimental results show that our proposed algorithm performs better segmentation result than a traditional 1D Otsu method, and needs much less computational time than that of the 2D Otsu method.

Key words: Image segmentation(영상분할), Otsu thresholding(오츠 방법), Small target detection(소형 표적 탐지)

※ 교신저자(Corresponding Author): 양동원, 주소: 대전광역시 유성구 유성우체국 사서함 35호 국방과학연구소 5본부 국방무인기술센터(305-600), 전화: 042)821-3146, FAX: 042)823-3400, E-mail: dongwoni@add.re.kr
접수일: 2012년 6월 26, 수정일: 2012년 9월 21일
완료일: 2012년 10월 19일
[†] 정회원, 국방과학연구소 5기술연구본부 국방무인기술센터

^{**} 정회원, 국방과학연구소 5기술연구본부 국방무인기술센터 (E-mail: sukjong@add.re.kr)

^{***} 정회원, 국방과학연구소 5기술연구본부 국방무인기술센터 (E-mail: jhyoon@add.re.kr)

※ 본 연구는 방위사업청/민군겸용기술센터/지식경제부의 민군 겸용 기술개발 사업의 일환으로 수행되었음. [06-DU-LC-01, 네트워크 기반 다목적 견마형 로봇 기술 개발]

1. 서 론

영상 분할은 컴퓨터 비전 분야 및 영상처리의 기본적인 기법 중 하나로써 영상 기반의 탐지, 인지, 추적 등을 위한 특징 혹은 형상을 추출하는 방법으로 이용되고 있다. 많은 분할 기법 중 가장 널리 사용되는 방법은 자동으로 문턱값을 생성하여 영상 각 픽셀의 값이 문턱값보다 큰 부분과 작은 부분을 물체와 배경으로 분류해 내는 방법이다.

자동으로 문턱값을 생성하는 방법 중 가장 널리 사용되고 있는 방법은 Otsu방법[1]이다. Otsu 방법은 두 개의 클래스를 분류하는 경우 두 클래스 간의 편차를 최대화 하는 문턱값을 찾아내는 기법이다. 이 기법은 영상의 히스토그램이 두 개 이상의 분명한 분포를 갖는 경우에는 훌륭한 성능을 나타낸다. 그러나 배경이 물체 혹은 표적에 비해서 차지하는 비중이 큰 경우와 같은 단일 분포 혹은 그에 가까운 분포를 갖는 히스토그램의 영상은 분할 성능을 나쁘게 나타낸다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 Otsu 방법에서 제안하는 문턱값 결정 방법을 다양한 방식으로 변형하는 방법이 제안되어 왔다. W. Hongzhi[2]는 이러한 단일 분포의 히스토그램 영상의 분류 성능을 개선하기 위해서 문턱값 결정식에 히스토그램의 확률 분포를 고려하였다. 그러나, 이 방법은 물체 부분이 작지만 배경과 완전히 분류되어 있는 경우에만 성능 개선 효과가 있으며, 실제 소형 표적 탐지를 위한 영상에서처럼 표적과 배경의 밝기가 비슷한 경우에는 분류해내지 못하는 특성을 나타낸다.

또한, 물체 중심으로 분류를 수행하여 자동 문턱값 설정의 오류를 줄이고자 S.Chen[3]이 제안한 방법은 물체와 배경이 가지고 있는 균일성에 중점을 두어 배경 혹은 물체 내의 노이즈 성분을 감쇄시키는 방법이다. 그러나, 이 방법은 새롭게 제안한 결정 방법이 영상에 맞는 매개 변수 값을 다르게 설정해야 하는 문제점이 있으며, 실 영상에서는 하나의 파라미터로 적용이 안되는 단점이 존재한다.

Otsu 방법이 영상 밝기 값만을 기준으로 하기 때문에 생기는 단점을 극복하기 위해서 2D Otsu[4-6] 방법이 제안되었다. 이 방법은 각 픽셀에서의 국부적 평균 값을 이용하여 히스토그램의 차원을 2차원으로 확장시켜서 사용할 수 있게 되어서 1D Otsu방법에

비해서 노이즈 및 배경의 클러스터에 강인한 방법이지만, 2차원 히스토그램을 이용해야 하기 때문에 많은 연산량이 요구되어 적용에 어려움이 있다.

본 논문에서는 위의 단점들을 극복하기 위하여 배경이 대부분 존재하는 소형 표적 검출에 적합한 영상 분할 기법을 제안하였다. 배경이 대부분인 영상은 배경 부분의 히스토그램이 결정적 역할을 하기 때문에 그 속에 작은 크기로 들어있는 표적의 히스토그램은 반영이 잘 되지 않는다. 따라서 배경 부분의 히스토그램을 감소시켜서 표적의 히스토그램 정보를 도출하여 사용하였다. 또한, 2D Otsu 방법의 기법이 가지고 있는 장점을 활용하며 연산량을 최소화하기 위하여 1D Otsu방법을 국부적 평균을 이용하여 수행함으로써 배경 클러스터에 강인한 영상 분할 기법을 구현하였다. 본 논문 2장에서는 제안된 영상 분할 기법이 적용된 침입탐지 알고리즘을 소개하였으며, 3장에서는 제안하는 영상 분할 기법을 나타내고, 정확도 분석을 수행하였다. 4장에서는 제안하는 기법과 1D Otsu, 2D Otsu 방법과 비교 실험 결과를 나타내었으며 마지막으로 5장에는 결론을 나타내었다.

2. 침입자 탐지 알고리즘

이 장에서는 먼저 본 논문에서 제안하는 알고리즘이 적용 될 예정인 침입자 탐지 시스템의 전체 개념도를 소개한 뒤 제안하는 기법의 내용을 나타내었다.

외부환경에서 동작해야하는 무인감시로봇 시스템에서 움직임을 탐지하고 대응하는 기능은 경계, 보안유지를 위한 필수적인 기능중의 하나이다. 일반적으로 감시기능이 장착된 이동로봇은 감시 경로를 따라 이동하면서 순간적 정지 및 영상센서의 조준선을 스텝 구동방식으로 제어하여 원하는 시계를 감시하게 된다. 그림 1에 감시 경계 영역 및 경로에 대한 예를 나타내었다.

이러한 감시 시스템은 수백 미터에서 접근하는 침입인원(Crawling, Walking, running)에 대한 탐지도 요구되고 있으며, 이를 위해 본 연구에서는 2축 안정화 김벌에 적외선 영상센서와 CCD센서를 장착 사용한다. 센서모듈은 360도 회전이 가능하며, 전 방위 또는 넓은 지역감시를 위해 스텝 구동방식을 적용한다. 영상센서제어오차, 차량진동 등의 제거를 위하여 영상등록을 선행하고 안정화된 프레임의 영상을 기

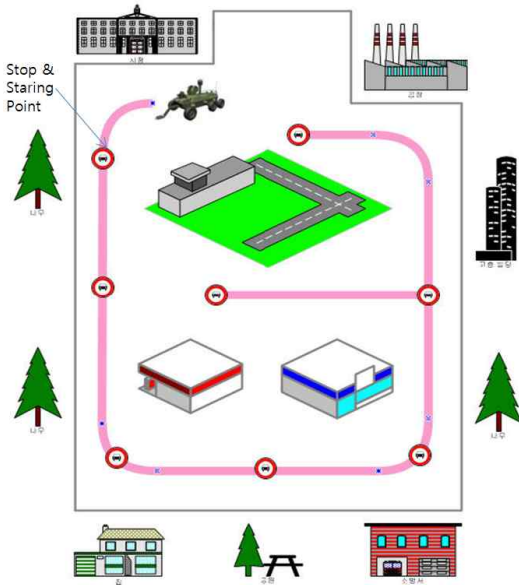


그림 1. 감시 경계 영역 및 경로 예

반으로 움직임 추정 및 후처리 과정들을 통하여 탐지를 수행하는데 전체적인 감시 시스템 처리 흐름도는 그림 2와 같다[7].

탐지 알고리즘은 변화기반의 기법을 활용함으로써 이동 검출을 위한 영상 분할 기법이 탐지성능의 중요한 요소 중의 하나로 작용하게 된다. 일반적인 분할 기법을 적용 할 경우 배경의 노이즈 및 클러터

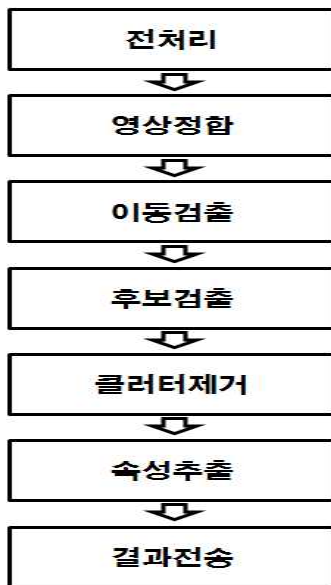


그림 2. 감시 시스템 흐름도

등으로 인한 영향이 크기 때문에 정확한 영상 분할 기법이 요구된다.

3. 영상 분할 기법

3.1 Otsu 방법

일반적인 영상 분할 기법은 Otsu방식을 기반으로 하고 있다. Otsu 방법은 LDA(Linear Discriminant Analysis) 기법을 기반으로 영상을 두 개의 클래스로 나눈 뒤 클래스 간 편차를 최대화 하는 값으로 문턱값을 설정 하는 방법이다. 영상이 가지고 있는 밝기의 히스토그램(0~L-1)과 두 개의 클래스를 다음과 같이 정의하면, $C_0 = \{0, 1, 2, \dots, t\}, C_1 = \{t + 1, t + 2, \dots, L - 1\}$ 특정 밝기 i 값이 나올 확률과 각 class의 확률은 다음의 식과 같이 계산된다.

$$p_i = \frac{n_i}{n} \tag{1}$$

$$\omega_0 = \sum_{i=0}^t p_i \tag{2}$$

$$\omega_1 = \sum_{i=t+1}^{L-1} p_i \tag{3}$$

여기서 n_i 는 밝기 i 값을 갖는 화소 수를 나타내며, n 은 영상 전체 화소수를 나타낸다. 각 class 별 평균은 다음의 식으로 계산 되고,

$$\mu_0(t) = \sum_{i=0}^t ip_i / \omega_0(t) \tag{4}$$

$$\mu_1(t) = \sum_{i=t+1}^{L-1} ip_i / \omega_1(t) \tag{5}$$

최적의 문턱 값은 다음의 식처럼 계산 할 수 있다.

$$t^* = Arg \left\{ \max \left(\frac{\sigma_B^2}{\sigma_T^2} \right) \right\} \tag{6}$$

$$\sigma_B^2 = \omega_0(\mu_0 - \mu_T)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_T)^2 \tag{7}$$

$$\sigma_T^2 = \sum_{i=0}^{L-1} (i - \mu_T)^2, \mu_T = \sum_{i=0}^{L-1} ip_i \tag{8}$$

$$t^* = ArgMax \{ \omega_0(\mu_0 - \mu_T)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_T)^2 \} \tag{9}$$

두 개의 클래스간의 히스토그램 분포가 분명한 영상에서는 Otsu 방법이 장점을 가지고 있으나, 침입자 탐지 시스템과 같이 배경에 비해서 물체 혹은 표적의 정보가 매우 작거나, 배경의 밝기 분포와 차이

가 많이 나지 않는 경우에는 최적의 문턱값이 생성되지 못하는 단점이 존재하게 된다. 위의 단점을 극복하기 위해서 각 픽셀에서의 국부적 평균을 이용하여 히스토그램의 차원을 2차원으로 확장시켜서 사용할 수 있는 2D Otsu방법이 제안되었으나 2차원 히스토그램을 이용해야 하기 때문에 많은 연산량이 요구되어 적용에 어려움이 있다.

3.2 배경 히스토그램 영향 감소 방법

차 영상을 기반으로 움직임 탐지를 하는 방법은 대부분의 영상이 배경으로 구성되며 물체 혹은 표적 부분은 매우 적은 부분을 차지하게 된다. 따라서, 일반적인 회색음영 영상과 다르게 일반적인 Otsu방법을 적용하게 되면 오차가 생기게 되며, 원하지 않는

노이즈 성분도 물체 혹은 표적 영역으로 분류 되게 된다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 히스토그램 중 배경 부분을 완전히 제거하고 문턱 값을 추출하거나 그 영향력을 약화 시키는 방법을 사용할 수 있다. 본 논문에서는 차 영상에서 추출된 히스토그램 분포에 다음의 식과 같이 로그 함수를 적용함으로써 배경의 영향을 감소 시켰다.

$$Hist_{log} = 20 \times \log_2 Hist \tag{10}$$

그림 3, 4에 차 영상의 예와 밝기 기준의 히스토그램 및 로그 함수를 이용한 배경 영향 감소를 나타내었다.

그림 3에 나타난 바와 같이 차 영상은 대부분 배경이 나타남을 확인 할 수 있다. 이때 흔들리는 나뭇가지와 영상 등록 과정의 에러에 의한 노이즈 성분들이

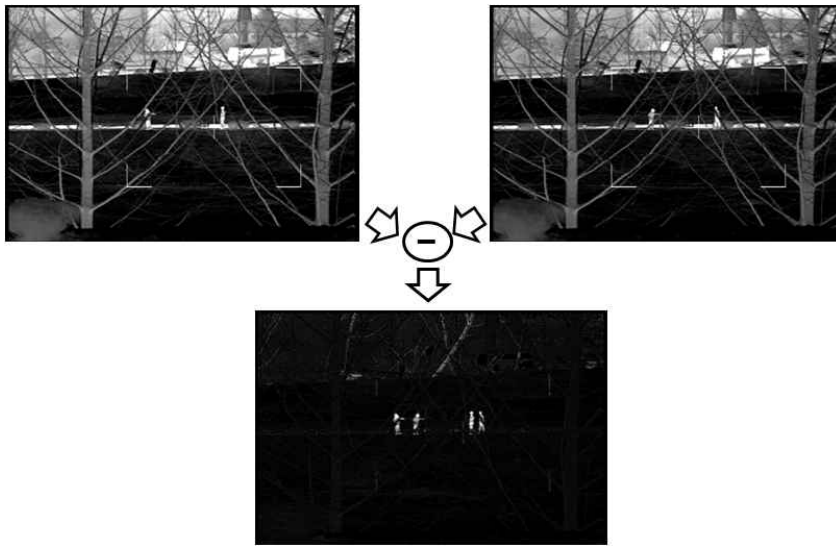


그림 3. 차 영상 생성의 예

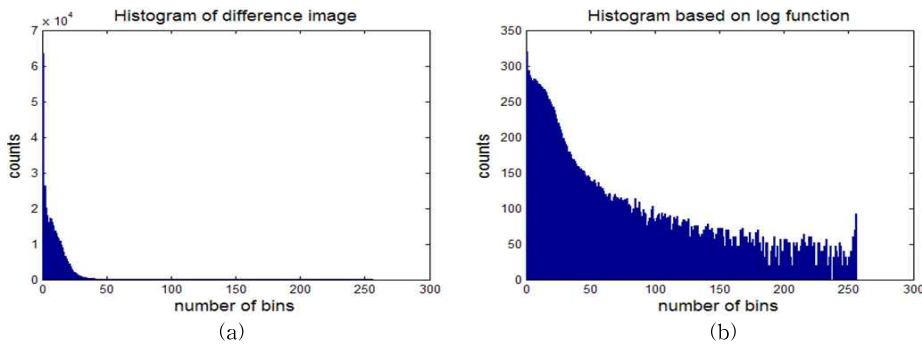


그림 4. 차 영상 기반의 히스토그램 예 (a) 차 영상 히스토그램 분포, (b) 로그함수 적용 한 후 히스토그램 분포

차 영상에 나타남을 볼 수 있다. 차 영상을 기존의 방법과 같이 단순한 밝기 히스토그램을 생성하면, 그림 4의 (a)와 같이 배경 부분의 분포가 매우 결정적인 역할을 하기 때문에 다른 밝기 분포에 대한 특성은 영향을 주지 못하게 된다. 따라서, 배경 부분 분포의 영향을 감소시키기 위하여 로그 함수를 이용하게 되면 그림 4의 (b)와 같이 세부 밝기 특성 분포를 획득할 수 있게 된다.

그림 5에 로그 함수 적용에 따른 영상 분할 성능 비교를 나타내었다. (a)에는 차 영상 히스토그램을 이용한 분할 결과를 나타내었다. 흔들리는 나뭇가지와 다양한 노이즈가 물체로 구별되었음을 알 수 있다. (b)에는 로그함수를 적용한 히스토그램 기반의 결과를 나타내었다. 세부적인 노이즈가 많이 제거되었음을 확인 할 수 있었다.

3.3 지역 평균 기반의 Otsu 방법

2D Otsu 방법은 노이즈 및 배경 클러스터를 제거하고 최적의 문턱값을 찾는 방법이지만 2D 히스토그램

을 기반으로 계산하기 때문에 연산량이 많아서 실시간 침입자 탐지를 구현하는 시스템에는 적합하지 않다. 그러나, 그림 2에서와 같이 차 영상 기반 시스템에서는 고정 감시를 하는 경우보다 노이즈 및 배경 클러스터의 영향을 받을 가능성이 높다. 따라서 본 논문에서는 1D Otsu 방법을 그대로 활용하면서 차 영상의 국부 지역 평균을 히스토그램에 반영함으로써 문제점을 해결하였다.

지역 평균은 다음의 수식과 같이 계산하였다.

$$g(x,y) = \frac{1}{W} \sum_{(u,v) \in W} f(u,v) \tag{11}$$

이때, $f(x,y)$ 는 차 영상을 나타내고, W 는 (x,y) 를 중심으로하는 일정 크기의 window를 나타낸다. 일반적으로 W 는 3×3 과 5×5 를 사용하였다. 지역 평균을 계산하여 사용하게 되면 에지 성분 및 노이즈에 의한 성분이 사라지게 되어 분포 내에 영향을 주지 않게 되므로 적용 문턱값을 최적화 하는데 배경과 물체 이외의 영향을 배제 하는데 큰 효과가 있다. 그림 6에 지역 평균을 이용한 차 영상의 그림을 나타내



그림 5. 로그함수 적용에 따른 영상 분할 성능 (a) 차 영상 히스토그램 기반의 영상 분할, (b) 로그함수 적용 히스토그램 기반의 영상 분할

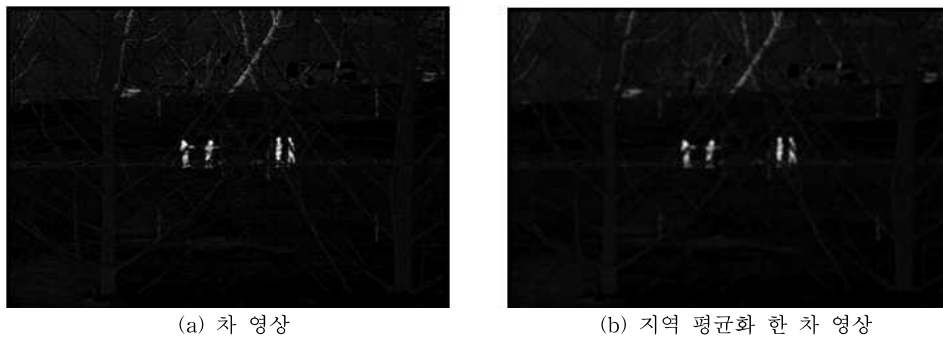


그림 6. 지역 평균화한 차 영상 예

었다. 이때, 평균화한 차영상은 배경잡음은 줄어들지만 동시에 표적의 밝기 값은 오히려 좀 줄어드는 현상이 나타난다. 이는 표적의 윤곽선이 배경값과 평균화 되는 과정에서 밝기 값이 줄어드는 현상에 기인한 것으로 판단된다. 노이즈를 줄이는 지역 평균 윈도우 크기 W 와 표적 윤곽선이 배경 값과 평균화 되는 부분은 trade-off 관계에 있음을 알 수 있다.

그림 7에 지역 평균화 적용에 따른 영상 분할 성능 비교를 나타내었다. (a)에는 차 영상 히스토그램을 이용한 분할 결과를 나타내었다. 흔들리는 나뭇가지와 다양한 노이즈가 물체로 구별되었음을 알 수 있다. (b),(c)에는 3×3 , 5×5 윈도우를 이용한 지역 평균 값을 적용한 영상 분할 결과를 나타내었다. 세부적인 노이즈가 많이 제거되었음을 확인 할 수 있었다. 이때, 그림 7(b),(c)에서 평균 필터의 크기가 증가하게 되면 배경 잡음 중 나뭇가지의 두께도 증가되는 현상이 나타난다. 일정 크기이상의 표적 후보는 평균 필터로 인해서 두께가 동시에 증가되는 현상이 나타나며, 이 부분은 탐지 알고리즘의 후처리 부분에서 문맥을 이용한 클러스터 제거기법을 통해서 제거할 예정이다.

4. 시험 결과 및 분석

4.1 알고리즘 성능 비교 실험

본 연구의 성능을 검증하기 위하여 중거리에 있는 인원 표적을 기반으로 하는 적외선영상을 스텝 구동 방식을 통하여 획득하였으며, 총 3 set(33장 : 11장/set 구성)의 열 영상을 기반으로 30장의 차 영상을 테스트에 활용 하였다. 테스트 영상을 그림 8~10에 나타내었다.

알고리즘의 정확도 검증을 위하여 테스트 영상 각각에 맞는 수작업 분할 영상을 만들었으며, 각 알고리즘의 결과가 수작업 영상과 일치하는 정도를 정확도로 나타내었다. 각 영상은 각각 1D Otsu 방법과 2D Otsu 방법 그리고 제안하는 방법을 비교 하였으며, 수행 결과를 표 1~5에 나타내었다. 알고리즘 별 정확도를 표 1에 나타내었으며, 표 2에는 알고리즘 별 평균 수행시간을 나타내고, 표 3~5에는 상세 수행 결과를 나타내었다.

이때 정확도가 대부분 97~99%를 기록하는 이유는 배경 정보에 비해서 표적이 작아서 분할된 표적의 오차가 그리 크게 나타나 보이지 않기 때문이다. 그러나 표 3~5의 상세 결과에서 보이듯 제안하는 방법

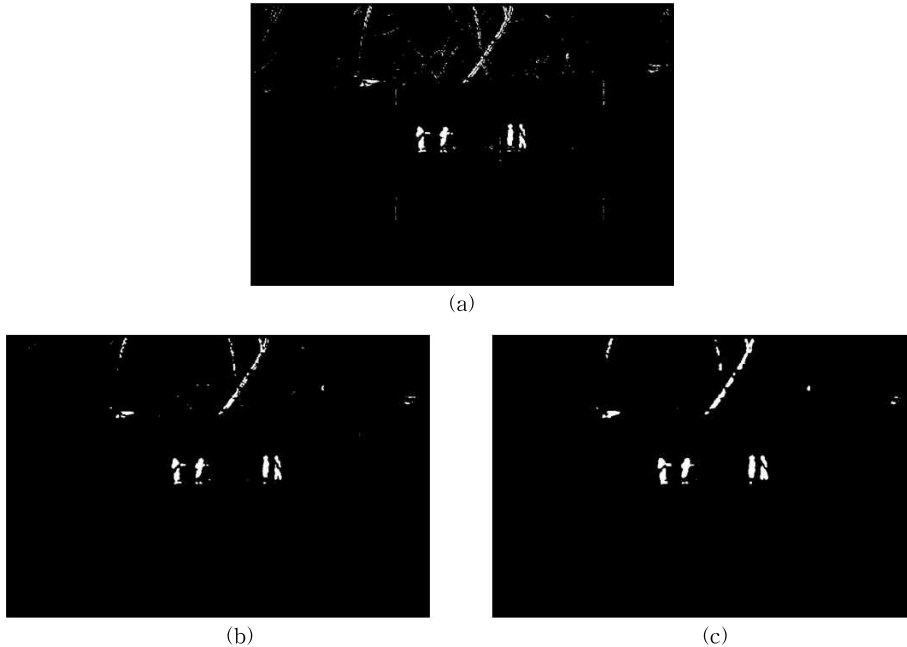


그림 7. 지역 평균화 적용에 따른 영상 분할 성능 비교 (a) 평균화 미적용, (b) 3×3 윈도우 적용, (c) 5×5 윈도우 적용

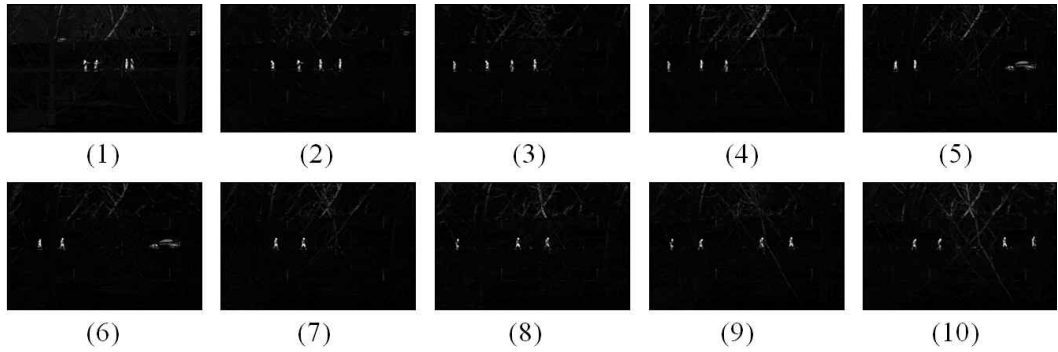


그림 8. 실험에 사용 된 10장의 차 영상(1 set)

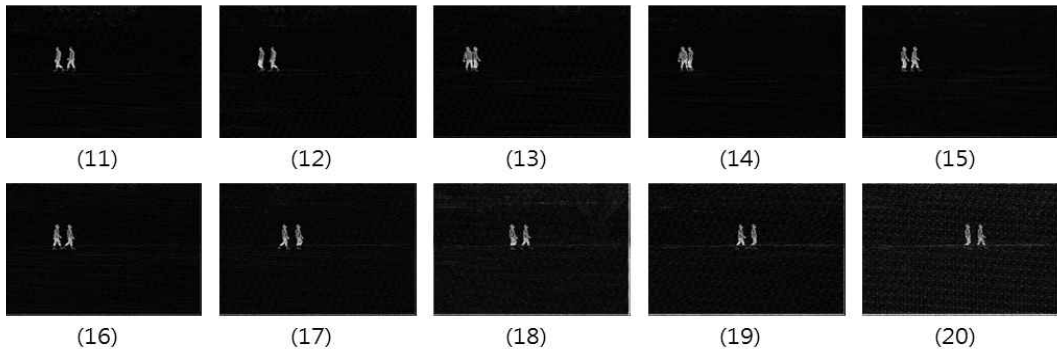


그림 9. 실험에 사용 된 10장의 차 영상(2 set)

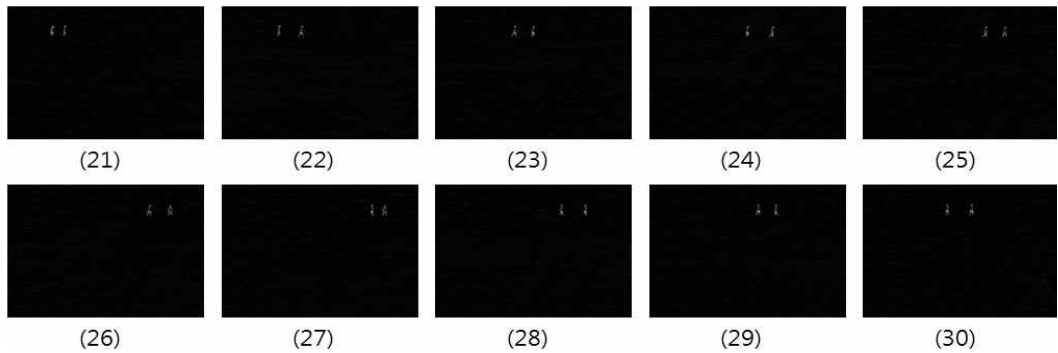


그림 10. 실험에 사용 된 10장의 차 영상(3 set)

은 노이즈가 많이 표적으로 분할된 1D Otsu 방식보다 좋으며, 2D Otsu 방식과 비슷하거나 월등한 결과를 나타냄을 알 수 있다. 표 5의 결과는 표적이 가장 작은 경우의 성능인데, 표적 크기가 작아짐에 따라 2D OSTU 방법도 분할 성능이 현저히 떨어짐을 확인할 수 있고, 제안하는 방법이 소형 표적에 강인한 표적 분할 기능을 수행함을 알 수 있다.

표 2의 수행 시간은 matlab simulation 시간을 기

준으로 작성된 내용이며, 1D Otsu 방법의 경우 matlab에 작성된 함수¹⁾를 사용하여 최적화 된 시간(0.05초)을 나타내었음을 확인 하였다. 그에 비해서 2D Otsu 방식은 2D 히스토그램 생성에 많은 연산량이 소모되어서 많은 시간(3.23초)이 소모됨을 확인할 수 있다. 그러나 제안하는 방법은 분할 성능은 2D

1) 사용된 함수: graythresh, im2bw

표 1. 알고리즘별 정확도(수작업 영상 기준 %)

테스트 영상 번호	1D Otsu	2D Otsu	제안 방법	
1 set	1	99.36	99.62	99.65
	2	99.73	99.82	99.78
	3	99.68	99.77	99.74
	4	98.99	99.57	99.66
	5	98.95	99.12	99.09
	6	99.03	99.21	99.14
	7	99.19	99.66	99.79
	8	99.20	99.60	99.66
	9	99.64	99.71	99.67
	10	98.53	99.27	99.48
2 set	11	99.12	99.12	99.12
	12	99.06	99.06	99.06
	13	98.98	98.99	98.99
	14	98.93	98.93	98.93
	15	98.63	98.98	98.97
	16	98.41	98.72	98.79
	17	98.23	98.29	98.45
	18	97.41	97.26	97.73
	19	97.89	97.63	97.99
	20	97.57	96.52	97.83
3 set	21	99.68	97.86	99.73
	22	99.68	97.54	99.75
	23	99.73	97.81	99.76
	24	99.72	98.13	99.76
	25	99.70	97.61	99.74
	26	99.68	97.63	99.71
	27	99.67	97.67	99.71
	28	99.69	98.32	99.75
	29	99.71	96.80	99.75
	30	99.72	97.94	99.74
평균	99.12	98.54	99.30	

표 2. 알고리즘별 평균 수행 시간(Matlab 실행 기준)

Set	1D Otsu	2D Otsu	제안 방법
1 Set	0.04	3.37	0.25
2 Set	0.03	3.51	0.30
3 Set	0.07	2.82	0.19
평균(Sec)	0.05	3.23	0.25

표 3. 상세 실험 수행 결과 (1 set)



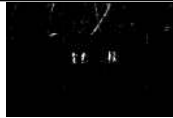




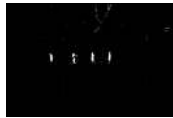

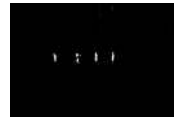


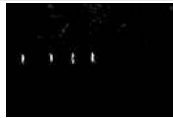
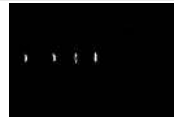
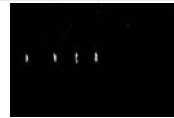








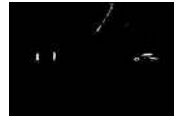




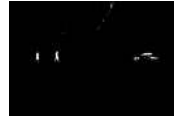














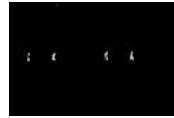
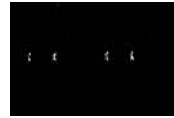




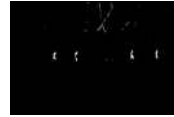


























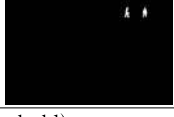




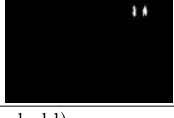
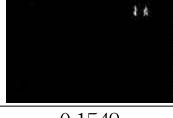





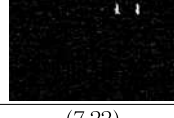






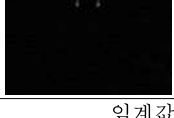

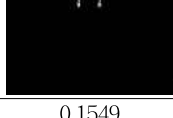

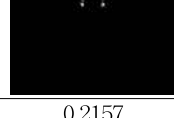
실험 영상	수작업 분할 영상	1D Otsu 방법	2D Otsu 방법	제안하는 방법
				
임계값(Threshold)		0.2353	(64,76)	0.3882
				
임계값(Threshold)		0.2824	(94,81)	0.4000
				
임계값(Threshold)		0.2549	(96,80)	0.3725
				
임계값(Threshold)		0.1765	(56,65)	0.3569
				
임계값(Threshold)		0.2078	(62,74)	0.3725
				
임계값(Threshold)		0.2000	(61,78)	0.3647
				
임계값(Threshold)		0.1686	(45,65)	0.3961
				
임계값(Threshold)		0.1843	(51,66)	0.3725
				
임계값(Threshold)		0.2667	(81,83)	0.3882
				
임계값(Threshold)		0.1804	(51,66)	0.3843

표 4. 상세 실험 수행 결과 (2 set)

실험 영상	수작업 분할 영상	1D Otsu 방법	2D Otsu 방법	제안하는 방법
임계값(Threshold)		0.2784	(77,75)	0.3412
임계값(Threshold)		0.2784	(72,79)	0.3490
임계값(Threshold)		0.2588	(65,87)	0.3412
임계값(Threshold)		0.2667	(69,80)	0.3451
임계값(Threshold)		0.2275	(87,73)	0.3490
임계값(Threshold)		0.2275	(59,75)	0.3451
임계값(Threshold)		0.2431	(59,70)	0.3255
임계값(Threshold)		0.3373	(76,94)	0.4275
임계값(Threshold)		0.3373	(68,78)	0.3834
임계값(Threshold)		0.3765	(70,62)	0.4431

표 5. 상세 실험 수행 결과 (3 set)

실험 영상	수작업 분할 영상	1D Otsu 방법	2D Otsu 방법	제안하는 방법
				
임계값(Threshold)		0.1471	(7,18)	0.1961
				
임계값(Threshold)		0.1431	(7,19)	0.1961
				
임계값(Threshold)		0.1510	(6,18)	0.2039
				
임계값(Threshold)		0.1510	(7,20)	0.2078
				
임계값(Threshold)		0.1510	(7,18)	0.1961
				
임계값(Threshold)		0.1510	(7,18)	0.1804
				
임계값(Threshold)		0.1549	(7,20)	0.1843
				
임계값(Threshold)		0.1431	(7,22)	0.2078
				
임계값(Threshold)		0.1431	(6,18)	0.2118
				
임계값(Threshold)		0.1549	(6,19)	0.2157

Otsu 방법 이상의 성능을 보임에도 불구하고 수행 시간(0.25초)은 2D Otsu 방법에 비해 1/10 이하(약 7%)임을 확인 할 수 있었다.

4.2 실영상 탐지시험

실영상에 대하여 제안된 방식의 영상 분할 기법을 적용하고, 그림 2의 알고리즘 흐름도에 따라 처리된 탐지결과를 그림 11, 12에 나타내었다. 시험영상은 스텝 구동으로 제어되는 중적외선 영상센서로부터 획득 하였고, 중거리에서 이동하는 인원이 포함된 열영상이다. 차 영상에서 검출된 표적 후보군은 클러스터 제거 및 속성 추출을 통하여 그림 11,12.(b)에서와 같은 결과 영상을 생성하게 된다. 그림 11에는 이동하는 인원 탐지 결과를 나타내었고, 그림 12에는 이동하는 인원과 차량이 있는 영상 기반의 탐지 결과를 나타내었다. 내부에 색상이 있는 상자로 마킹된 영역이 탐지된 결과를 나타내고 있으며, 중거리에서 이동량이 미소한 인원에 대해서 정확히 탐지가 가능함을 볼 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 일반적인 Otsu 방법 기반의 영상 분할 기법이 가지고 있는 단점을 극복하고 침입자 탐지를 위한 차 영상 기반의 알고리즘에 적합한 방법을 제안하였다. 차 영상 기반으로 하는 영상은 배경 정보가 표적정보에 영향을 주어 최적의 문턱값 생성에 어려움이 있어서 로그 함수를 통한 배경 히스토그램의 영향도 감쇄를 이용하여 표적 분할 성능의 개선을 추구하였고, 일정 크기의 윈도우를 이용한 지역 평균 영상을 기반으로 히스토그램을 적용하여 2D Otsu 방법과 유사하게 배경 노이즈 및 클러스터에 의한 문턱값 오차 요소를 제거하는데 기여하였다. 제안하는 방법은 중거리 원적외선 영상을 이용하여 검증하였으며, 그 성능을 입증하였다. 향후 자율탐지 시스템의 완성도 향상 및 실용화를 위해서 후보검출, 클러스터 제거 알고리즘을 개선 및 CCD 영상과의 융합기법개발 등을 수행예정이다.

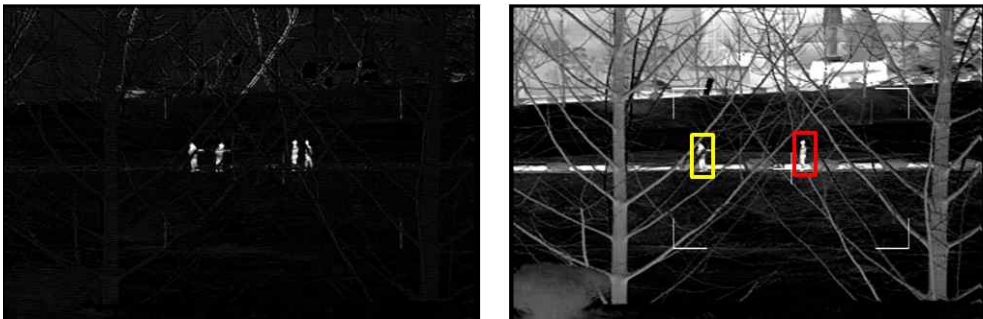


그림 11. 실영상 탐지시험 - 인원 탐지 (a) 입력 차 영상, (b) 인원 탐지 결과

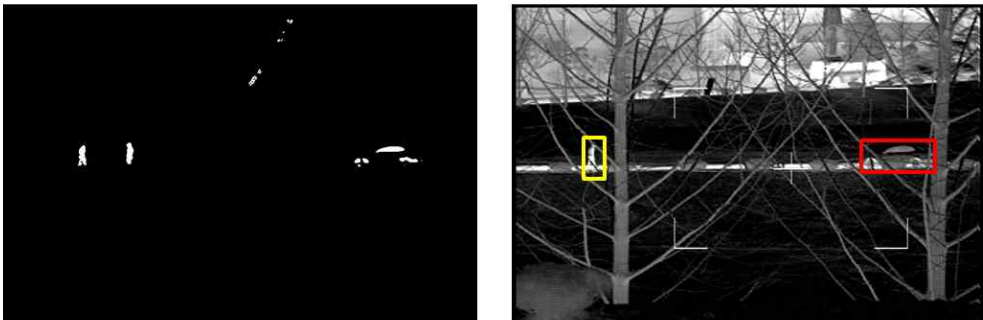


그림 12. 실영상 탐지시험 - 인원, 차량 탐지 (a) 입력 차 영상, (b) 인원, 차량 탐지 결과

참고 문헌

- [1] N. Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-level Histogram," *IEEE Transactions on Systems Man Cybernet*, SMC-8, pp. 62-66, 1978.
- [2] W. Hongzhi and D. Ying, "An Improved Image Segmentation Algorithm Based on Otsu Method," *SPIE*, Vol. 6625, pp. 662501 1-8, 2008.
- [3] S. Chen and D. Li, "Image Binarization Focusing on Objects," *Neurocomputing*, Vol. 69, Issues 16-18, pp. 2411-2415, 2006.
- [4] J. Zhang and J. Hu, "Image Segmentation Based on 2D Otsu Method with Histogram Analysis," *IEEE International Conference on Computer Science and Software Engineering*, pp. 105-108, 2008.
- [5] H. Jiang and Z. Ren, "Novel Adaptive Multi Threshold Image Segmentation Algorithm," *SPIE Automatic Target Recognition and Image Analysis*, Vol. 6786, pp. 678648 1-6, 2007.
- [6] G. Yanfei, Z. Hantao, and J. Jian, "Image Segmentation Based on Maximum Relationship Principle of Conditional Distribution Under the Assumption of Poisson Distribution," *SPIE International Symposium on Photoelectronic Detection and Imaging*, pp. 66250K 1-7, 2008.
- [7] 김도중, 양동원, 강석중, 곽동민, 윤주홍, "침입자 탐지를 위한 영상등록 성능향상에 관한 연구," 군사과학기술학회 학술대회, pp. 1-4, 2010.
- [8] 양동원, 김도중, 강석중, 박용운, "소형 표적 검출을 위한 영상분할 기법 연구," 국방과학연구소 40주년 기념 학술대회, pp. 1-4, 2010.
- [9] M. Guizar-Sicairos, S.T. Thurman, and J.R. Fienup, "Efficient Subpixel Image Registration Algorithms," *Optics Letters*, Vol. 33, No. 2, pp. 156-158, 2008.
- [10] L.G. Brown, "A Survey of Image Registration Techniques," *ACM Computing Surveys* 24, Vol. 24, No. 4, pp. 325-376, 2001.
- [11] B. Zitova and J. Flusser, "Image Registration Methods: A Survey," *Image and Vision Computing* 21, pp. 977-1000, 2003.
- [12] A.M. Tekalp, *Digital Video Processing*, Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ 07458, 1995.
- [13] I.G. Karybali, E.Z. Psarakis, K. Berberidis, and G.D. Evangelidis, "An Efficient Spatial Domain Technique for Subpixel Image Registration," *Signal Processing: Image Communication* 23, pp. 711-724, 2008.
- [14] H.S. Stone, M.T. Orchard, E. Chang, and S.A. Martucci, "A Fast Direct Fourier-based Algorithm for Subpixel Registration of Images," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 39, No. 10, pp. 2235-2243, 2001.
- [15] P. Vendewalle, S. Susstrunk, and M. Vetterli, "A Frequency Domain Approach to Registration of Aliased Images with Application to Super-resolution," *EURASIP Journal on Applied Signal Processing*, Vol. 2006, pp. 1-14, 2006.
- [16] A.J. Lipton, H. Fujiyoshi, and R.S. Patil, Moving Target Classification and Tracking from Real-time Video, <http://www.cs.cmu.edu/~vsam>, 1998.
- [17] V. Markandey, A. Reid, and S. Wang, "Motion Estimation for Moving Target Detection," *IEEE Transaction on Aerospace and Electronic Systems*, Vol. 32, pp. 866-874, 1996.
- [18] X. Mei, S. K. Zhou, H. Wu, and F. Porikli, "Integrated Detection, Tracking and Recognition for IR Video-based Vehicle Classification," *IEEE Journal of Computers*, Vol. 2, No. 6, pp. 1-8, 2006.
- [19] 이승익, 김주영, 김기홍, 구분호, "복잡한 FLIR 영상에서의 소형표적 탐지 기법," 멀티미디어학회논문지, 제10권, 제4호, pp. 432-440, 2007.
- [20] 이광호, 이승익, "움직임 영역 추출 알고리즘을 이용한 자동 움직임 물체 분할," 멀티미디어학회논문지, 제7권, 제9호, pp. 1240-1245, 2004.



양 동 원

2001년 서울대학교 전기공학부 학사 졸업
2003년 서울대학교 전기·컴퓨터공학부 석사 졸업
2003년~현재 국방과학연구소 5기술본부 선임연구원

2011년~현재 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사과정

관심 분야: 영상처리, 패턴인식, 표적 탐지/인지



윤 주 흥

1984년 아주대학교 기계공학과 학사 졸업
1988년 한국과학기술원 생산공학과 석사 졸업
1986년~현재 국방과학연구소 5기술본부 책임연구원

관심 분야: 무인감시시스템, 지상표적자동추적, 센서신호융합처리



강 석 종

1985년 경북대학교 전자공학과 학사 졸업
1987년 경북대학교 전자공학과 석사 졸업
2012년 충북대학교 전자공학과 박사 졸업

1987~현재 국방과학연구소 5기술본부 책임연구원

관심 분야: 영상안정화, 자동표적탐지, 적응신호처리