

기준 템플릿의 자동 생성 기법을 이용한 물체 영역 분할 알고리즘

Region Segmentation Algorithm of Object Using Self-Extraction of Reference Template

이균정*, 이동원*, 주재흠**, 배중갑***, 남기곤*

Gyoon-Jung Lee*, Dong-Won Lee*, Jae-Heum Joo**, Jong-Gab Bae***, Ki-Gon Nam*

요약

본 논문은 자체 생성된 기준 히스토그램 템플릿을 이용하여 잠망경으로부터 획득되는 영상에 존재하는 관심 물체영역을 배경영역으로부터 분할하는 기법을 제안한다. 먼저, 수평선을 추출하고, 추출된 수평선을 기준으로 하여 하늘과 바다 영역으로 분할한다. 분할된 각각의 영역에서 배경 영역을 대표할 수 있는 영역의 블록들을 지정하여 기준 히스토그램 템플릿으로 설정한다. 여기서 전체 영상을 동일한 크기의 블록들로 나누어, 이미 설정된 기준 히스토그램 템플릿과의 멀티 정합을 통해 물체 영역과 배경 영역으로 분할한다. 본 연구에서 제안한 물체 영역 분할 알고리즘은 배경이 하늘과 바다인 환경에서 물체가 존재하는 다양한 영상에 대해 적용되었고, 사전에 주어진 학습영상이 없는 상태에서도 영상 분할이 원활하게 수행됨을 확인하였다. 또한 입력 영상에서 수평선의 기울기와 수평선에 대한 물체의 위치에 상관없이 물체 영역을 적절히 분할함을 확인하였다.

Abstract

In this paper, we propose the technique detecting interest object region effectively in the images from periscope of submarine based on self-generated template. First, we extract the sea-sky line, and divide it into sky and sea area from background region based on the sea-sky line. In each divided background region, the blocks which can be represented in each background region are set as a reference template. After dividing an image into several same size of blocks, we apply multi template matching to the divided search blocks and histogram template to divide the image into object region and background region. Proposed algorithm is adapted to various images in which objects exist in the background of sea and sky. We verified that proposed algorithm performed properly without given informed prby prior learning.rops, regardless of the slope of sea-sky line and the locmed p of object based on sea-sky line, we verified that the objects region was segmented effectively from the input image.

Keywords : Sea-sky line, Reference Histogram Template, Multi Histogram Matching, SSD

I. 서론

영상 분할은 주어진 영상에서 관심 영역을 추출하는 것으로서, 영상 인식 과정에서 매우 중요한 단계이다. 지금까지 제안된 영상 분할 방법[1][2]은 크게 윤곽선 검출에 의한 윤곽기반 분할과 영역기반 분할로 분류 할 수 있다.

윤곽기반 분할은 영역간의 경계를 나타내는 윤곽성분을 추출한 후, 이를 중심으로 물체를 분할하기 때문에 다양한 형태의 잘못된 윤곽성분이 검출될 우려가 있다. 특히 자연영상에서의 잡음이나 질감 특성 등에 취약하다는 문제점을 갖는다. 이에 반해, 영역 기반 분할은 명도나 색상 등을 기초로 유사한 성질을 갖는 화소 영역을 형성해 가는 방법으로 영역 확장법, 영역 분리 및 병합

법, 클러스터링 방법 등이 널리 이용되고 있다. 이러한 방법들은 윤곽기반 분할에 비해 잡음의 영향을 적게 받으나, 자연영상에 존재하는 질감특성 등에 의해 과분할 될 수 있다는 문제점을 가지고 있다. 이러한 질감특성을 영상분할에 반영하기 위해서는 질감 요소의 주기성을 고려하여 화소단위보다 블록단위로 영상을 분할하는 것이 더 바람직하다. 그러나 블록기반의 영역분할에서는 블록 속에 포함되어 있는 미분할되는 영역들이 나타나는 문제점에 대한 해결이 선행 되어야 한다.

자연 영상 중에서 해상 영상은 통상 수평선을 기준으로 하늘 영역과 바다 영역으로 구성된다. 이와 같은 배경 환경에서 관심 물체가 존재할 경우, 주어진 배경으로부터 물체를 분할하는 기법에 대한 연구가 요구되는 추세에 있다. 기존 연구[3]에서는 수평선상에 관심 물체가 존재한다는 가정 하에서 연구가 진행되었다. 하지만 수평선 상에 물체가 존재하지 않는 경우에는 물체 검출이 어려워지는 단점이 있다.

본 연구에서는 하늘과 바다 배경을 가지는 다양한 해상 영상에 대해, 각 배경 영역별 기준 히스토그램 템플릿을 자체 생성하고, 전체 영상에서 일정한 사이즈의 블록들과 유사도를 비교·판단하

* 부산대학교 **부산 가톨릭대학교 ***동의과학대학

투고 일자 : 2010. 10. 5 수정완료일자 : 2011. 1. 20

계재확정일자 : 2011. 2. 2

※ 본 논문은 국방과학연구소의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

여 배경 영역과 물체 영역을 분할하는 알고리즘을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 전처리 과정 및 수평선 검출에 대해 기술하고, 3장에서는 자체 생성된 기준 히스토그램 템플릿의 위치 설정과 멀티 히스토그램 정합에 대해 기술한다. 4장에서는 제안된 방법에 의한 영역 분할 결과를 검토하고 분석하여, 마지막 5장에서 결론을 맺는다.

II. 제안 시스템의 구성

제안하는 알고리즘은 입력 영상에 존재하는 물체영역을 배경영역으로부터 분할하는 기법을 제안한다. 불규칙적인 배경을 가지는 해상 영상에서 관심물체를 검출하기 위해 배경 패턴의 유사성을 이용하여 효율적으로 배경을 분할하고, 배경 영역이 아닌 영역을 관심물체 영역으로 간주한다.

제안하는 알고리즘은 수평선 검출 과정과 영역 분할 과정으로 구성된다. 그림 1은 제안하는 알고리즘을 설명하는 전체 흐름을 블록도로 보여준다.

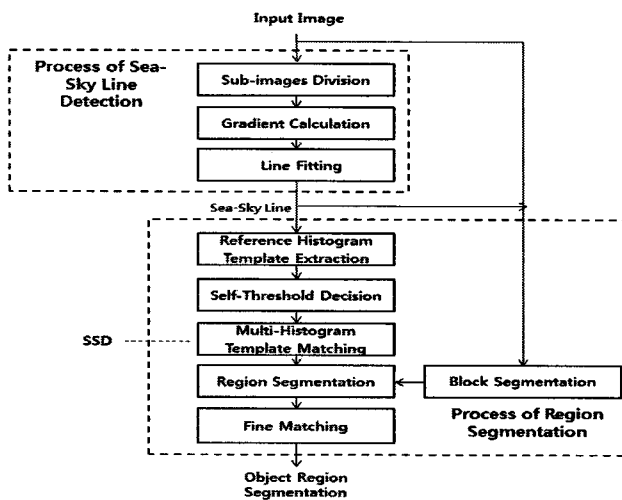


그림 1. 제안된 알고리즘의 흐름도.

Fig. 1. The flowchart of the proposed algorithm.

먼저, 수평선 검출은 다음과 같은 과정으로 진행된다.

- 1) 부 영상 분할 과정은 일정한 가로 사이즈로 전체 영상을 부 영상으로 분할한다.
- 2) 기울기 계산 과정은 각 부 영상에 대해 열 단위로 기울기를 구한다. 이때 최대 기울기 값을 가지는 지점을 수평선 후보 지점으로 간주한다.
- 3) 라인 피팅 과정은 각 부 영상에서 수평선 후보 지점을 직선으로 연결하여 수평선을 검출하는 과정이다.

영역 분할 과정은 다음과 같은 과정으로 진행된다.

- 1) 기준 히스토그램 템플릿 추출 과정은 분할된 하늘과 바다 영역 각각에 대해, 각 영역을 대표할 수 있는 영역의 블록들을 지정하여 기준 히스토그램 템플릿들을 생성하는 과정이다.
- 2) 자동 임계값 설정 과정은 SSD(sum of squared difference)를 적용하여 기준 히스토그램 템플릿 사이에 멀티 정합을 수행하고, 이 결과를 이용하여 물체 영역인지의 여부를 판단하

는 임계값을 설정한다.

- 3) 탐색블록 분할 과정은 수평선을 기준으로 분류된 하늘과 바다 영역에 대해, 기준 히스토그램 템플릿과 사이즈가 동일한 블록으로 전체 영역을 분할한다. 이를 탐색 블록이라 정의한다.
- 4) 멀티 히스토그램 템플릿 매칭 과정은 추출한 기준 히스토그램 템플릿들과 탐색 블록들을 비교하여 배경 영역과 물체 영역으로 분할한다.
- 5) 최적화 매칭 과정은 물체 영역으로 분류된 블록들에 대해 블록 크기를 줄이고 세분화된 정합을 수행하여 물체영역의 정확도를 높인다.

III. 수평선 검출 및 기준 히스토그램 템플릿을 이용한 멀티 히스토그램 정합 기법

3.1 수평선 검출

수평선은 바다 영역과 하늘 영역을 분리하는데 있어 중요한 정보로 활용된다.[4][5] $M \times N$ 사이즈를 가지는 영상 $F(x, y)$ 에 대해 수평선 검출 과정은 다음과 같다.

1단계: 입력 영상을 행 방향으로 균일하게 K 개의 부 영상으로 분해한다. 즉, 각 부 영상의 사이즈는 $M \times P$ 이다. 이때 P 는 N/K 이다.

2단계: 모든 부 영상의 각 열에 대해서 평균 그레이 값을 가지는 행 벡터를 각각 계산한다. 예를 들어, k 번째의 부 영상에 대해서 i 번째 평균 그레이 값을 식(4)와 같이 계산한다.

$$\bar{s}(i, k) = \frac{1}{P} \sum_{j=(k-1) \cdot P+1}^{(k \cdot P)} F(i, j) \quad (4)$$

이때, k 는 $1, 2, \dots, K$ 이고 i 는 $1, 2, \dots, M$ 이다. 그러므로 각 열의 부 영상에 대해 평균 그레이 값을 가지는 행 벡터는 다음과 같이 표현한다.

$$\bar{S}_k = (\bar{s}(1, k), \bar{s}(2, k), \dots, \bar{s}(M, k))^T \quad (5)$$

3단계: 각 열벡터에 대해 기울기 벡터를 계산하고 수평선의 후보 지점을 구한다. 예를 들어, k 번째 부 영상에 대해, 행 벡터의 기울기 벡터는 다음과 같이 표현한다.

$$\bar{G}_k = (g(1, k), g(2, k), \dots, g(M-1, k))^T \quad (6)$$

이때 $g(h, k)$ 는 $|\bar{s}(h, k) - \bar{s}(h+1, k)|$ 이고, h 는 $1, 2, \dots, M-1$ 이다. 벡터 \bar{G}_k 의 최대 원소는 $g(v_k, k)$ 로 간주하고, 부 영상에서 수평선에 대응하는 후보 지점의 좌표 x_k 는 v_k 이고 y_k 는 $(k-1) \cdot P + (P/2)$ 로 계산한다.

4단계: 각 부 영상에 대응하는 후보 지점의 좌표는 각각 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_k, y_k)$ 로 가정하고, RANSAC (random sample consensus) 알고리즘에 의해 수평선의 직선의 방정식 $\rho = x \cos(\theta) + y \sin(\theta)$ 의 파라미터 ρ, θ 를 구한다.

그림 4는 열 방향의 최대 기울기 값을 이용하여 수평선 검출 결과 영상이다. 그림 4 (a)는 각 부 영상에서 최대 기울기 값을

가지는 지점, 즉 수평선 후보 지점을 표시한 영상이며, 그림 4 (b)는 각 수평선 후보 지점의 위치 값을 RANSAC 알고리즘을 이용하여 수평선을 검출한 결과 영상이다.

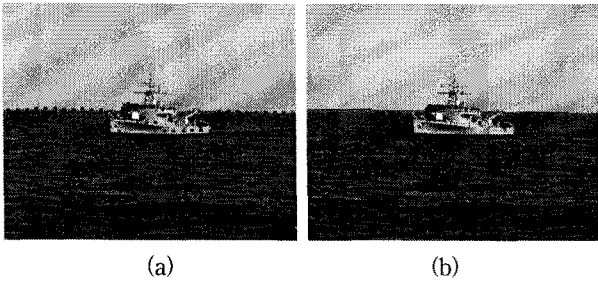


그림 4. 수평선 검출. (a) 수평선 후보 지점 영상 (b) 수평선 검출 결과 영상
Fig. 4. Result images of sea-sky line detection. (a) Image of the candidate points for sea-sky line (b) Result image of sea-sky line

3.2 기준 히스토그램 템플릿의 위치 설정 및 추출

Santhalia[3]의 연구에서는 수평선 상의 에지 성분이 불연속인 지점에 물체가 존재한다는 가정 하에 기준 히스토그램 템플릿을 추출하였다. 따라서 관심물체가 수평선 상에 위치해야만 하며, 물체영역이 아닌 위치에서 수평선 성분이 끊어질 경우 기준 템플릿을 추출할 수 없게 된다.

본 논문에서는 수평선이 기울어져 있다고 간주하고 입력 이미지에 대한 자체 기준 히스토그램 템플릿 추출한다. 기준 히스토그램 템플릿은 각 배경 탐색영역의 후보 영역이다. 따라서 물체 영역이 아닌 영역을 추출해야 한다. 기준 템플릿은 그림 5와 같이 위치를 설정한다.

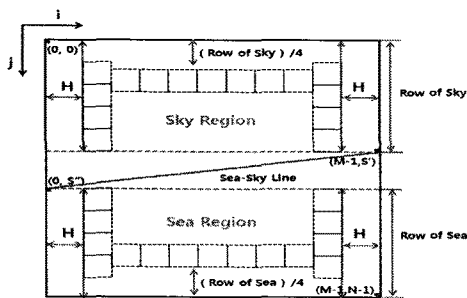


그림 5. 기준 템플릿의 위치설정.
Fig. 5. Set the location of the reference templates.

$M \times N$ 영상에서 각 배경의 탐색영역은 그림 5와 같이 설정한다. 즉, j 방향으로 수평선의 최소, 최대값을 S', S'' 으로 두고, 하늘 영역은 $(0, 0)$ 부터 $(M-1, S')$, 바다 영역은 $(0, S'')$ 부터 $(M-1, N-1)$ 까지의 범위로 정한다. 설정된 각 탐색 영역 안에서 세로 방향의 기준 템플릿은 양단에 H (템플릿 크기) 만큼 간격을 두고 설정한다. 가로 방향의 기준 템플릿은 세로 방향의 기준 템플릿 설정 범위 내에서 각 탐색 영역의 높이에 대해 $1/4$ 만큼 거리를 두고 설정한다. 이때 기준 템플릿은 16×16 크기의 블록 단위로 추출한다.

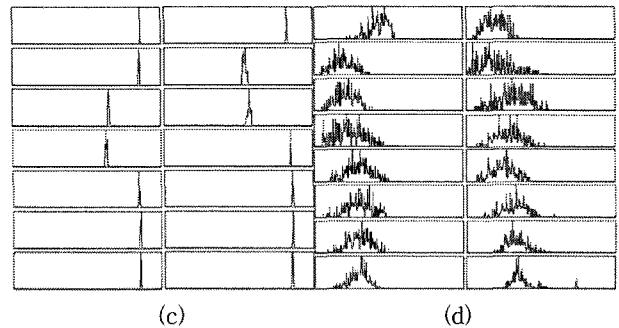
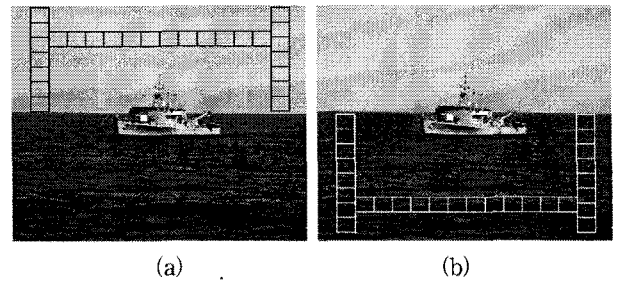


그림 6. 기준 히스토그램 템플릿. (a) 하늘 영역의 기준 히스토그램 템플릿 위치설정 (b) 바다 영역의 기준 히스토그램 템플릿 위치설정 (c) 하늘 영역의 기준 히스토그램 템플릿 분포도 (d) 바다 영역의 기준 히스토그램 템플릿 분포도.
Fig. 6. The reference histogram template. (a) Setting reference histogram templates for the sky region (b) Setting reference histogram templates for the sea region (c) Distribution of reference histogram templates in the sky region (d) Distribution of reference histogram templates in the sea region

그림 6은 각 배경 영역에 설정한 기준 히스토그램 템플릿의 히스토그램 분포를 보여준다. 그림 6 (a), (b)는 입력 영상에 대해, 하늘과 바다 배경 영역에서의 기준 히스토그램 템플릿의 위치이고, 그림 6 (c), (d)는 그림 6 (a), (b)에서 설정한 기준 히스토그램 템플릿들의 정규화된 히스토그램 분포이다. 그림 6 (c)는 하늘 영역에 대해 획득된 기준 히스토그램 템플릿이다. 일반적으로 하늘 영역은 밝기 값의 변화가 적어 밝기 값 분포가 좁은 지역에 밀집되어 나타난다. 반면 그림 6 (d)는 바다 영역에 대한 히스토그램으로 바다 위의 물결에 반사되는 빛으로 인해 다소 복잡한 밝기 형태로 구성되어 있어 분포가 넓게 나타나며, 분산 값이 하늘영역보다 크다는 특징을 가진다.

따라서 각 배경 영역별로 히스토그램의 분산 패턴을 비교하여 유사한 분산 패턴을 가지는 영역을 같은 영역으로 분류한다. 그러므로 각 탐색 블록과 기준 히스토그램 템플릿 분포의 특성을 비교하여 상대적으로 차이가 크면 배경 영역이 아니므로 물체 영역으로 판별한다.

3.3 SSD 알고리즘을 이용한 멀티 히스토그램 템플릿 조합 기법

탐색 블록은 수평선을 기준으로 각 탐색영역 안에서 기준 히스토그램 템플릿과 동일한 크기로 설정된 히스토그램 템플릿이다. 멀티 히스토그램 템플릿 조합은 다수의 기준 히스토그램 템플릿

과 각 물체탐색 블록들의 정합을 통해 밝기 값의 분포, 히스토그램을 비교한다.

탐색 블록이 각 기준 히스토그램 템플릿과 유사한 밝기 값의 분포를 가지면, 그 탐색 블록은 설정된 기준 히스토그램 템플릿의 배경으로 간주하고 나머지 영역을 물체 영역으로 간주한다.

본 연구에서는 멀티 히스토그램 템플릿 정합을 위해 SSD를 적용하여, 기준 히스토그램 템플릿들과 비교할 각 탐색 블록의 히스토그램에 대한 차이 값, 즉 비유사도(dissimilarity)를 구한다. 이때 비유사도가 작으면 배경으로 분류하고, 비유사도가 크면 관심 물체 영역으로 분류하게 된다. 비유사도 D 는 식(7)과 같이 표현된다.

$$D(R, I) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{255} (R(i) - I(i))^2 \quad (7)$$

여기서, N 은 블록 사이즈, R 은 기준 히스토그램 템플릿, I 는 탐색 블록의 히스토그램을 나타낸다.

임의의 탐색 블록과 기준 템플릿들의 비교에 의해 구해진 D 값들 중 최소 값을 D_{min} 이라 하고, 식 (8)와 같이 표현한다.

$$D_{min}(L_n) = \underset{m=0}{\operatorname{argmin}}^{m=k+l} \{D(R_m, L_n)\} \quad (8)$$

여기서, k 와 l 은 각각 하늘과 바다 영역의 기준 히스토그램 템플릿의 개수이며, R_m 은 기준 히스토그램 템플릿이며, L_n 은 n 번째 탐색 블록의 템플릿이다. 여기서 D_{min} 이 임계값 이내에 있다면 탐색 블록 L_n 은 배경영역으로 분류하고, 임계값 보다 크다면 L_n 은 물체영역으로 분류한다.

이때 임계값은 각 배경의 기준 히스토그램 템플릿들 사이에 멀티 히스토그램 템플릿 정합을 수행하여 얻어진 최소 비유사도 값들 중 최대값으로 설정하였다. 추출한 임계값을 이용한 영역 분할은 식 (9)과 같이 표현된다.

$$I_n = \begin{cases} \text{sea/sky} & \text{if } D_{min}(L_n) \leq T \\ \text{object} & \text{if } D_{min}(L_n) > T \end{cases} \quad (9)$$

3.4 Fine Matching

본 연구에서는 분할된 물체영역의 해상도를 높이기 위해, 이전 단계에서 획득된 물체영역에 대해 더욱 세밀한 정합을 다시 수행한다. 물체 영역의 16x16 블록들에 대해, 4등분 한 8x8 블록단위의 정합을 수행하는데, 실제 정합에 있어서는 그림 7과 같이 각 8x8 블록들에 대해 16x16 블록을 새롭게 재구성하여 16x16 블록 단위의 정합을 기존 방법과 동일하게 수행하고, 그 결과는 해당 8x8 블록에 적용한다.

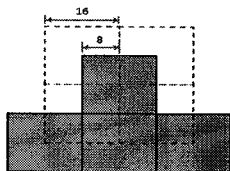


그림 7. 세밀한 정합을 위한 영역 재설정.

Fig. 7. Resetting the region for the fine matching

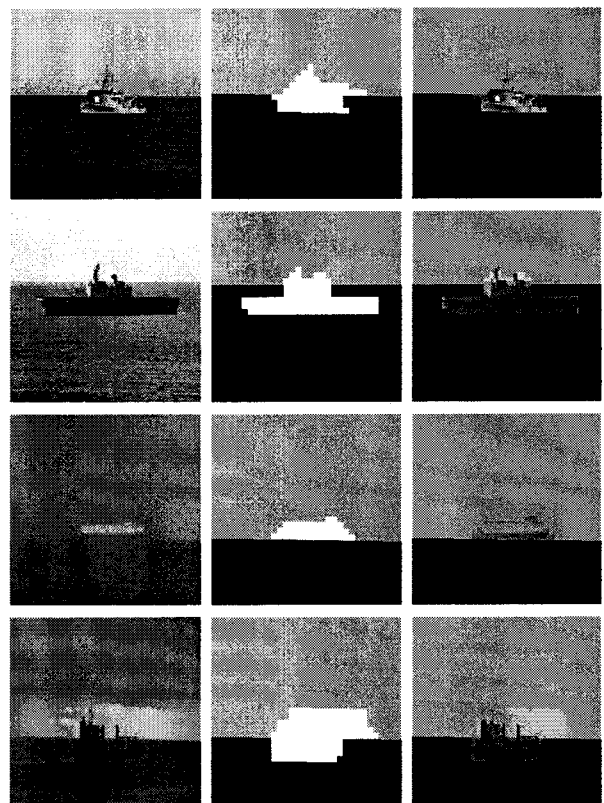
그림 7은 물체 영역의 최상단 블록을 8x8 블록으로 4등분하고, 각각의 8x8 블록에 대해 새롭게 4개의 16x16블록을 재구성하여 기준 히스토그램과 멀티 히스토그램 매칭을 재 수행함으로써 물체 영역을 보다 세밀하게 분할한다.

IV. 시뮬레이션 결과 및 검토

본 논문에서는 제안한 방법의 성능을 평가하기 위해 다양한 영상에 대해 Microsoft Visual C/C++ 환경에서 시뮬레이션을 수행하였다.

실험에 사용한 영상은 256x256 사이즈의 그레이 영상을 사용하였으며, 물체의 크기가 전체 영상의 1/4 이하이며, 수평선이 기울어져 있는 영상과 관심 물체가 수평선을 기준으로 다양한 위치에 존재하는 영상에 제안하는 알고리즘을 적용하였다.

그림 8은 제안한 방법에 의해 분할된 물체 영역 검출 결과 영상이다. 그림 8(a)는 입력영상이고, 그림 8(b)는 제안하는 알고리즘을 이용하여 하늘과 바다 그리고 물체 영역을 분할한 결과 영상이다. 그리고 그림 8(c)는 분할된 물체 영역 내에 관심 물체가 제대로 위치하는지 보여주는 그림이다. 제안하는 방법은 수평선을 기준으로 배경 영역을 분리하고, 각 배경 영역 안에서 물체영역을 검출하기 때문에 수평선에 대한 물체의 존재 위치에 상관없이 적절히 수행된다. 따라서 시뮬레이션 결과를 통해 제안한 방법이 물체 영역을 적절히 분할함을 확인하였다. 또한 수평선이 기울어져 있는 영상에서도 물체 분할이 원활하게 수행됨을 알 수 있으며, 물체의 크기에 관계없이 물체 영역의 분할이 가능함을 보여준다. 일부의 경우 선박의 일부분이 배경영역과 유사하여 배경영역으로 간주되는 경우도 있다.



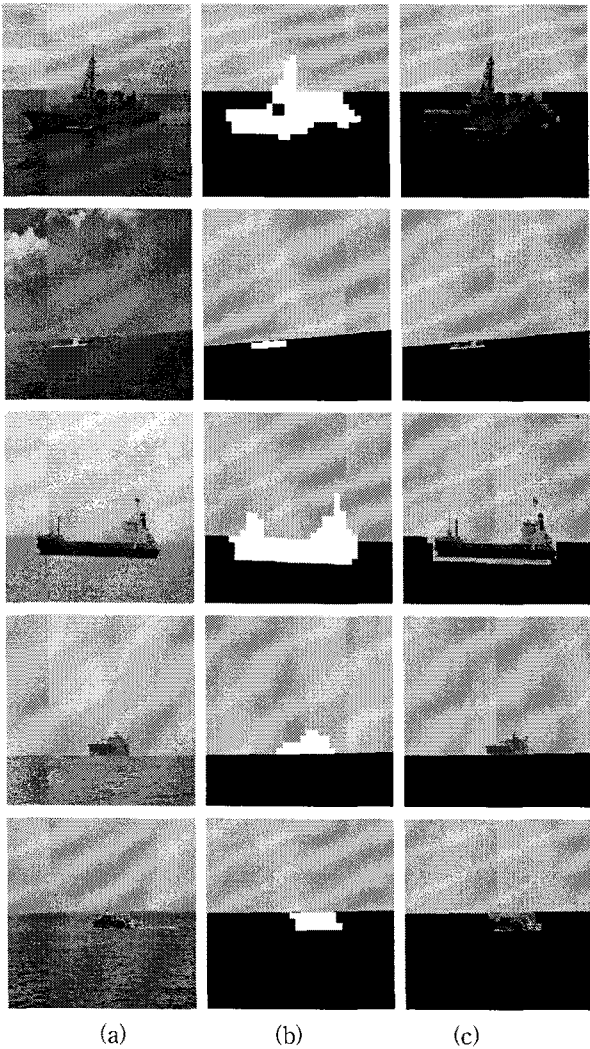


그림 8. 물체영역 검출 결과영상. (a) 입력영상 (b) 3개의 영역으로 분할영상 (c) 분할된 물체영역 비교 영상

Fig. 8. Result images in detection of object region. (a) Input image (b) Image segmented in three different areas (c) The comparison between (a) and (B)

제안한 방법의 영역 분할에 대한 성능 평가를 위해서, Precision, Recall, 그리고 Accuracy를 도입하였으며, 이들은 식 (10)과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned}
 Precision &= \frac{N(S_M \cap S_A)}{N(S_M)} \times 100 \\
 Recall &= \frac{N(S_M \cap S_A)}{N(S_A)} \times 100 \\
 Accuracy &= \frac{\max\{N(S_M) - (N(S_U) + N(S_O)), 0\}}{N(S_M)} \times 100
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

Precision은 제안한 방법에 의해 추출된 물체 영역이 사람에 의해 추출된 실제물체 영역과 비교하여 얼마나 정확하게 추출되었는지를 측정하는 척도이고, recall은 제안한 방법에 의해 추출된 물체영역이 실제물체 영역을 얼마나 포함하고 있는 지를 측정하

는 척도이며, accuracy는 제안한 방법에 의해 추출된 물체 영역에 대해서 실제물체 영역이 얼마나 일치하는 지를 측정하는 척도이다.

식 (10)에서 $N(S_M)$ 과 $N(S_A)$ 는 각각 실제물체 영역과 추출된 물체 영역에 포함되는 블록들의 수를 의미한다. $N(S_M \cap S_A)$ 는 실제 물체 영역과 추출된 관심 영역이 일치하는 블록들의 수를 나타낸다. $N(S_U)$ 와 $N(S_O)$ 는 각각 실제물체 영역에서 물체 영역으로 추출되지 못한 블록들의 수와 배경 영역이 물체 영역으로 추출된 블록들의 수를 의미한다.

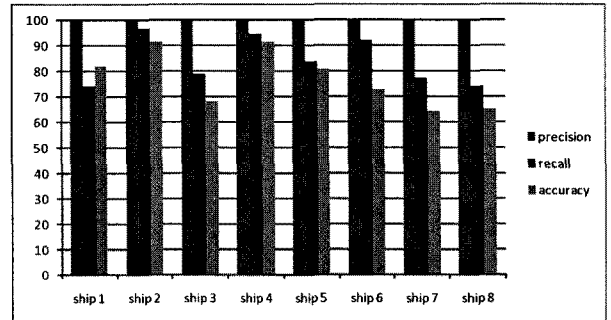


그림 9. 물체 영역 분할 결과에 관한 성능 평가.

Fig. 9. Performance evaluation of object segmentation.

그림 9은 각 입력 영상에 대해 도입된 척도들을 그래프로 나타낸 것이며, 그래프의 가로축은 입력 영상이며, 세로 축은 척도의 백분율로 표현하였다.

결과적으로 Precision, Recall, 그리고 Accuracy가 평균적으로 100 %, 78.9 %, 그리고 68.54% 의 물체 영역 분할 결과를 보여주고 있다.

V. 결론

본 논문은 자체 생성된 기준 히스토그램 템플릿을 이용하여 수평선이 가지는 해상 영상에서 관심 물체영역을 배경영역으로부터 분할하는 기법을 제안하였다.

제안한 방법은 입력 영상에서 수평선을 기준으로 하늘과 바다 배경영역을 분리하고 각 배경의 비유사도를 이용하여 배경을 제거함으로 관심 물체 영역을 검출하였다. 또한 각 배경 영역 안에서 기준 히스토그램 템플릿을 추출하기 때문에 사전에 주어진 학습영상이 없이 물체 영역의 검출이 가능하며, 입력 영상에서 수평선의 기울기와 수평선에 대한 물체의 위치에 상관없이 물체 영역을 적절히 분할함을 확인하였다. 더불어 추출한 기준 히스토그램 템플릿을 이용하여 자동적으로 임계값을 설정함으로써 영상으로부터 배경 영역과 물체 영역을 자동적으로 분할이 가능함을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] H. D. Cheng, X. H. Jiang, Y. Sun and J. Wang, "Color image segmentation : advances and prospects," Pattern Recognition, vol. 34, no. 12, pp. 2259-2281, 2001.
- [2] R. M. Haralick and L. G. Shapiro, "Survey : Image segmentation technique," Comput. Vis. Graph. Image

Process., vol. 29, no. 1, pp. 100-132, 1985.

[3] G. K. Santhalia, N. Sharma, S. Singh, M. Das, J. MulChandani, "A Method to Extract Future Warships in Complex Sea-Sky Background Which May Be Virtually Invisible," IEEE Int'l Conf. on Image Processing, pp. 533-536, 2009.

[4] L. Yang, Y. Zhou, J. Yang and L. Chen, "Variance WIE based infrared images processing," Electronics Letters, vol. 42, no. 15, pp. 857-859, Jul. 2006.

[5] L. Yang, J. Yang, K. Yang, "Adaptive detection for infrared small target under sea-sky complex background," Electronics Letters, vol. 40, no. 17, pp. 1083-1085, 2004.

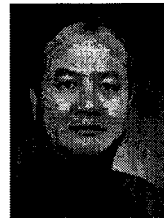
[6] Y. Gao, S. Hu, Z. Miao, S. Xu, "Research on Seaskyline Detection in Complex Sea Background," ICICIC Int'l Conf., on Innovative computing, Information and Control, pp. 452-452, 2007.

[7] J. W. Lu, Y. Z. Dong, X. H. Yuan, F. L. Lu, "An Algorithm for Locating Sky-Sea Line," CASE Int'l Conf. on Automation science and Engineering, pp. 615 - 619, 2006.



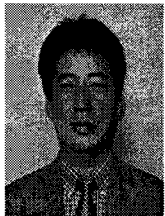
배 중갑(Jong-Gab Bae)

1979년 2월 부산대 전자공학과(공학사)
 1985년 2월 부산대 전자공학과(공학석사)
 1998년 2월 부산대 전자공학과(공학박사)
 1986년 3월 ~ 현재 동의과학대학 전자과 교수
 ※주관심분야 : 영상처리, 패턴인식, 신호처리.



남 기곤(Ki-Gon Nam)

1977년 2월 부산대 전자공학과(공학사)
 1981년 2월 부산대 전자공학과(공학석사)
 1989년 2월 부산대 전자공학과(공학박사)
 1990년 9월 ~ 현재 부산대학교 전자공학과 교수
 ※주관심분야 : 영상처리, 패턴인식, 컴퓨터비전



이 균정(Gyoon-Jung Lee)

1990년 2월 부산대 전자공학과(공학사)
 1992년 2월 부산대 전자공학과(공학석사)
 2008년 3월 ~ 현재 부산대 박사과정
 ※주관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전



이 동원(Dong-Won Lee)

2009년 2월 인제대 전자공학과(공학사)
 2009년 3월 ~ 현재 부산대 전자공학과
 (석사 과정)
 ※주관심분야 : 영상 처리, 컴퓨터비전



주 재흠(Jae-Heum Joo)

1988년 2월 부산대 전자공학과(공학사)
 1990년 2월 부산대 전자공학과(공학석사)
 2000년 2월 부산대 전자공학과(공학박사)
 2001년 3월 ~ 현재 부산가톨릭대학교 교수
 ※주관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전