

# 해양환경에서 고속 영역 병합 알고리즘을 이용한 물표 탐지 기법

## Object Detection Method in Sea Environment Using Fast Region Merge Algorithm

정종면\* · 박계각\*\*†

Jongmyeon Jeong and Gyei-Kark Park†

\*목포해양대학교 해양컴퓨터공학과

\*\*목포해양대학교 국제해사수송과학부

### 요 약

본 논문에서는 선박의 안전 항행을 위하여 해양 IR 영상으로부터 선박, 암초, 부이 등과 같은 해상 물표를 탐지하기 위한 기법을 제안한다. 이를 위하여 먼저 주어진 IR 영상을 평탄화 한 후, 워터셰드 알고리즘을 이용하여 영역을 분할한다. 워터셰드 알고리즘은 거의 항상 과분할된 영역을 생성하기 때문에 의미있는 영역 분할을 위해 과분할 영역에 대한 병합 과정이 필요하다. 우리는 빠른 병합을 위해 픽셀에 대한 직접 접근을 단 2회만 수행하는 효율적인 영역 병합 알고리즘을 제안한다. 또한 해양 IR 영상에 대한 분석을 통해 해양 물표에서는 수평방향의 에지가 집중적으로 나타나는 것을 확인하였다. 따라서 본 논문에서는 주어진 영상으로부터 수평에 지를 추출한 후 모폴로지 연산을 통해 배경 및 잡음에 의해 만들어진 고립된 수평에지를 제거한 다음, 이전 단계에서 얻은 분할된 영역 중 수평 방향의 에지영역을 갖는 영역을 물표 영역으로 검출한다. 마지막으로 실험을 통하여 제안된 기법의 타당성을 보였다.

**키워드** : 안전항행, 물표탐지, IR영상, 영상분할, 영역 병합

### Abstract

In this paper, we present a method to detect an object such as ship, rock and buoy from sea IR image for the safety navigation. To this end, we do the image smoothing first and the apply watershed algorithm to segment image into subregions. Since watershed algorithm almost always produces over-segmented regions, it requires posterior merging process to get meaningful segmented regions. We propose an efficient merger algorithm that requires only two times of direct access to the pixels regardless of the number of regions. Also by analyzing IR image obtained from sea environments, we could find out that most horizontal edge come out from object regions. For the given input IR image we extract horizontal edge and eliminate isolated edges produced from background and noises by adopting morphological operator. Among the segmented regions, the regions that have horizontal edges are extracted as final results. Experimental results show the adequacy of the proposed method.

**Key Words** : Safety navigation, object extraction, IR image, image segmentation, region merger

## 1. 서 론

선박은 매우 위험한 물질들을 대량으로 운반하는 경우가 많으며, 최근 수 십년간 규모의 경제를 실현하기 위하여 대형화되어 가는 추세이다. 따라서 해양 선박 사고는 인명, 재산, 그리고 환경에 커다란 재앙을 초래하는 경우가 많으며,

이에 따라 안전 항행의 필요성은 아무리 강조해도 지나치지 않는다.

Faulkner의 연구에 의하면 그동안 발생한 해양 안전 사고는 대부분 인적 요인과 선박 자체 능력으로 발생하고 있다[1]. 그러나 선박 자체 능력으로 인한 사고는 선박 건조 기술의 비약적 발전으로 인해 점차 감소하는 추세이며, 따라서 인적 요인으로 인한 해양 사고의 비율은 상대적으로 증가하고 있다.

선박의 안전 항행을 위하여 항해사는 많은 정보를 필요로 하며, 항해사에게 다양한 정보를 제공하기 위해 선교에는 다양한 항행 보조 장비들이 존재한다. 항해사는 다양한 항행 보조 장비의 정보들을 취합 분석하여 항행 안전 상황을 인지하고 앞으로의 상황을 예측한다. 그러나 항행 보조 장비의 불완전성으로 인해 항행 보조 장비 사이의 불일치가 발생할 수 있으며, 선박 주변 환경 요인과 항해사의 집중력

접수일자: 2012년 4월 20일

심사(수정)일자: 2012년 10월 7일

게재확정일자: 2012년 10월 8일

† 교신 저자

본 논문은 본 학회 2012년도 춘계학술대회에서 선정된 우수논문입니다.

본 논문은 국토해양부 소관 연구개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

저하 등으로 인해 항행 상황에 심각한 안전상의 문제가 발생할 수 있다[2-4].

선박 항해 시 항해사가 주위 정보를 획득하기 위해 가장 많이 의존하는 장비는 레이더인데, 레이더는 연안 항해 시 레이더 전파 특성으로 인해 다양한 형태의 잡음이 레이더 영상에 나타나며, 레이더의 다중 반사, 경면 반사 등의 레이더 자체 오차도 발생할 수 있기 때문에 항해사의 판단에 혼란을 주는 경우가 많다. 따라서 항해 보조 장비들로부터 아무리 많은 정보가 제공된다 하더라도 항해사는 최종 판단을 내리기 전에 배 주위의 상황을 육안으로 직접 확인해야 한다.

그러나 항해사가 여러 가지 요인으로 인해 육안으로 배 주위의 상황을 확인하지 못하는 경우가 종종 발생하는데, 이는 크게 기상 원인과 항해 환경적 요인으로 나눌 수 있다. 기상 원인은 안개, 눈, 비 등의 악천후가 그 원인이 되는 경우이며, 항해 환경적 요인은 연안 항해시 발생하는 것으로서 항해시 선박과 인접한 육지의 불빛이 선박 항해등이나 등대 등의 항로 표지의 불빛보다 강하여 선박 또는 암초가 가까이 근접해 있음에도 불구하고 항해사는 그 불빛이 육지의 것인지 아니면 해상 선박의 것인지 구분하지 못하는 경우이다.

해상 사고 관련 연구에 의하면 선박 침몰 사고의 약 60%는 인적 요인에 의한 운용상의 실수로 인해 발생하는 것으로 보고되고 있으며 약 40%는 선박 설계 결함이나 유지 보수와 같은 선박 자체의 결함으로 인해 발생되고 있다[1][4]. 특히 항해사의 견시 소홀로 인한 사고가 인적 요인의 66.8%에 달하는 것으로 보고되고 있다[5]. 그러므로 주야간을 막론하고 우천이나 안개 속에서도 거의 변함없는 화질을 보이는 IR 영상으로부터 자동으로 물표를 탐지하고 추적할 수 있다면 항해사의 근무 피로를 경감시키면서 인간 시각 특성의 불완전성을 보완할 수 있다.

그동안 영상으로부터 물체를 탐지하고 추적하기 위한 다양한 연구들이 진행되어 왔다. 물체 탐지 방법은, 영역 기반 방법, 경계선 기반 방법 등이 있으며, 물체 추적 방법은 영역 기반 방법, 특징 기반 방법, 움직임 기반 방법 등이 있으나, 대부분의 기존의 방법들은 육상 환경에 초점을 맞추고 있어 해양 환경에 적용하기에는 많은 제약이 따른다.

해양 영상 처리 기술에 관련된 기존의 연구는 해양 과학, 탐사 관련 레이더 영상 처리 연구사례는 있으나 안전항행과 연관된 의미 있는 연구 사례는 찾기 힘들며, 안전항행을 위해 자선 주위의 선박, 암초, 부이 등을 자동으로 탐지하기 위한 연구는 거의 보고되지 않고 있다[6]-[8]. 한편 참고문헌[9]에서는 해양환경에서 에지 정보만을 이용하여 물표를 추출하는 알고리즘을 제안하였다. 그러나 수평, 수직 방향 에지의 연결성만을 고려하여 물표를 탐지하였기 때문에, 물표의 질감 정보에 따라 물표 추출 결과가 달라질 수 있으며, 영상에서 물표의 크기에 따라 에지의 연결성을 결정하기 위한 여러 가지 파라미터들이 달라져야 하기 때문에 다양한 환경의 해양 영상으로부터 물표를 추출하기에 어려움이 있었다.

이에 따라 본 논문에서는 열상 영상으로부터 다중 물표를 추출하는 기법으로서 일단 영상 내부의 대부분의 정보를 갖는 영역에 기반하여 영상 분할을 수행하고, 분할된 영상에서 해양 환경에서 물표가 갖는 에지 정보를 이용하여 물표를 탐지하기 위한 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 전자해도(ECDIS: Electronic Chart Display and

Information System), 알파 레이더(ARPA: Automatic Radar Plotting Aids), 선박 자동 식별 장치(AIS: Automatic Identification System), GPS 등 선교의 다른 항행 보조 장비와 함께 선박의 안전 항행에 필요한 중요한 정보를 제공할 수 있다.

## 2. 제안하는 방법

### 2.1 개요

본 논문에서는 해양환경에서 주어진 입력 IR 영상으로부터 선박, 암초, 부이와 같은 해양 물표들을 추출하기 위한 알고리즘을 제안한다. 그림 1은 제안된 방법의 개략적인 블록도를 보이고 있는데, 먼저 잡음의 영향을 줄이기 위하여 메디언 필터링[10]을 수행하여 평탄화된 영상을 얻은 다음 Meyer의 워터셰드 알고리즘[11]을 적용시켜 과분할 영상을 얻는다. 과분할된 영역들은 밝기와 인접성 정보를 이용하여 병합되어 최종적으로 분할된 영역들을 얻는다. 한편 평탄화된 영상으로부터 수평 에지 영역을 얻은 다음 분할된 영역 중 수평 에지 영역을 포함하는 영역들을 물표 후보 영역으로 선택하고, 마지막으로 물표의 상대적 밝기 정보를 이용하여 최종 물표를 결정한다.

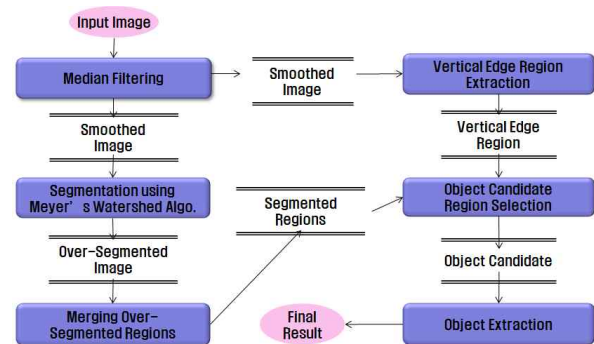


그림 1. 제안된 방법의 블록도  
Fig. 1. Block diagram of the proposed method

### 2.2 Meyer의 워터셰드 알고리즘

Meyer는 계층적 큐를 이용한 워터셰드 알고리즘을 제안하였다. 계층적 큐는 우선순위(priority)를 가진 큐들의 집합으로써 담수 지역에 인접한 픽셀들의 경사도에 따라 우선순위가 다른 큐에 넣음으로써 인접한 담수지역으로 병합하는 알고리즘이다[11].

Meyer의 알고리즘에서는 먼저 초기 담수 지역을 결정한다. 초기 담수 지역은 일반적으로 경사도가 낮은 지역들을 추출한 다음 그 지역들의 크기가 임계치 이상이면 그 영역을 초기 담수 지역으로 결정한다. 이렇게 초기 담수 지역을 결정된 다음 담수지역의 경계와 인접한 모든 픽셀들을 계층적 큐에 입력하는데, 계층적 큐의 우선 순위는 입력될 픽셀의 경사값에 따른다. 그런 다음 범람 과정은 계층적 큐에서 한 개의 픽셀을 꺼내면서 시작된다. 계층적 큐에서 꺼낸 픽셀은 아직 담수 지역에 포함되지 않았으며 반드시 한 개 이상의 담수 지역과 인접한다. 만약 큐에서 꺼낸 픽셀이 한 개의 담수지역과 인접하다면 그 픽셀은 인접한 담수지역에 병합시키며, 한 개 이상의 담수지역과 인접하다면 그 픽셀과 인접한 담수지역들 사이의 유사도를 계산하여 인접한 담

수 지역 중 더 유사한 지역에 병합시킨다. 병합시킨 다음 이 픽셀에 이웃한 픽셀들 중 아직 담수지역에 병합되지 않았으면서 아직 큐에 들어가지 않은 픽셀은 그 픽셀의 경사도에 따라 계층적 큐에 넣는다. 이와 같은 과정을 영상의 모든 픽셀들이 담수지역에 포함될 때까지 계속 수행하면 초기 담수지역이 확장된 각 영역들의 경계선(watershed line)이 만들어진다. 그림 2는 Meyer의 워터셰드 알고리즘에서 범람 과정을 보이고 있다.

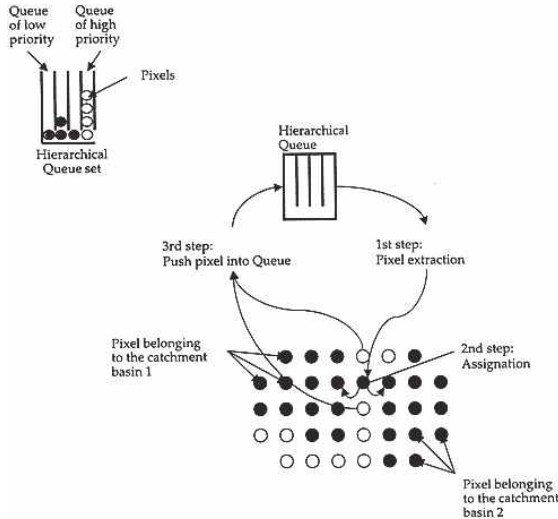


그림 2. Meyer의 워터셰드 알고리즘의 범람과정

Fig. 2. Flooding process of Meyer's watershed algorithm

워터셰드 알고리즘은 담수지역(minima)를 구분짓는 분수령을 찾아 분수령으로 구분되어지는 영역들을 찾아내기 위한 것으로서 경사 영상 픽셀의 밝기값을 지형의 고도(altitude)로 생각함으로써 영상처리에 응용된 것이다. 그러나 워터셰드 알고리즘은 그 분할 결과가 영상의 지형적 특징을 잘 반영함에도 불구하고 과도한 영상 분할로 인하여 실제 응용에서 사용하는 것이 힘들다는 문제가 있다. 따라서 입력 영상을 의미있는 영역으로 분할하기 위해서는 과분할된 영역들을 그 인접성과 영역간의 특징을 고려하여 병합하여야 하는데, 이 과정은 계산시간이 매우 많이 소요되는 작업으로 알려져 있다[12]. 따라서 본 논문에서는 이러한 과분할 영역을 고속으로 병합하기 위한 알고리즘을 제안한다.

**2.3 고속 영역 병합 알고리즘**

과분할한 영상을 분할된 각 영역들의 평균 밝기와 인접성을 기준으로 병합하는데, 본 논문에서는 영역병합을 위한 영역의 밝기와 인접성을 검사할 때 영상의 픽셀에 대한 직접 접근은 단 1회 만하는 효과적인 방법을 제안한다.

본 논문에서 제하는 방법은 과분할된 영역의 개수가  $N$ 개 일 때,  $N \times N$  사이즈의 거리정보테이블(distance table)과 영역들 사이의 병합 여부를 표현하는 등가테이블(equivalence table), 특정 영역이 이전의 병합과정에 의해 병합되어 현 병합과정에서 유효한지의 여부를 나타내는 유효테이블(validity table), 각 병합과정에서의 영역의 정보를 표현하는 영역정보테이블(region information table) 등이 필요하다. 모든 테이블은 배열로 표현되고 배열의 첨자들은 각 영역의 번호를 나타낸다. 본 절에서는 예시를 통하여 제안된

방법을 설명하는데, 그림 3(a)는 이전 단계의 영역 분할 결과 총 8개의 영역으로 과분할 되었음을 예로써 보이고 있으며, 그림 3(b)는 과분할 된 영역의 영역정보의 예를 보이고 있다.



(a) 과분할 영역의 예

영역번호	1	2	3	4	5	6	7	8
픽셀개수	60	108	400	54	60	120	24	30
평균밝기	80	35	250	225	225	85	230	125

(b) 과분할 영역의 영역 정보 테이블

그림 3. 과분할 영역 및 그 영역정보테이블 예  
Fig. 3. An example of over-segmented regions and their region information table

그림 3(a)와 같은 과분할 영역이 있고 각 과분할 영역의 특징 정보가 그림 3(b)와 같다고 가정한다면, 영역의 평균 밝기와 영역간 인접성 검사를 바탕으로 표 1과 같은 거리정보테이블을 생성할 수 있다.

표 1. 초기 거리정보테이블 예  
Table 1. Example of initial distance table

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	45	-	-	145	-	-	-
2		-	215	-	190	-	-	-
3			-	25	-	165	-	-
4				-	-	-	5	-
5					-	140	-	-
6						-	145	40
7							-	105
8								-

표 1에서 '-'는 서로 인접하지 않음을 의미하고 각 숫자는 대응되는 두 영역사이의 거리를 의미한다. 표 1의 거리정보테이블에서 4번 영역과 7번 영역이 가장 유사한 영역이면서 서로 인접해 있음을 알 수 있으며 이에 따라 4번 영역과 7번 영역이 병합된다. 영역의 병합은 높은 영역번호를 갖는 영역이 낮은 영역을 갖는 영역으로 병합된다.

등가테이블은 영역들사이의 병합관계를 표현하는데 초기에는 표 2(a)에서 보이는 바와 같이 자신의 색인(영역번호)과 같은 값을 갖는다. 영역 7이 영역 4로 병합될 경우에는 표 2(b)에서 보이는 바와 같이 영역 7의 값이 4로 변경된다.

표 2. 등가테이블 예

Table 2. Example of equivalence table

1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	4	8

(a) 초기 등가테이블

(b) 갱신된 등가테이블

한편 4번 영역과 7번 영역이 병합되었기 때문에 영역 7은 더 이상 존재하지 않으며 영역 4는 그 정보가 달라진다 따라서 그림 4(b)의 영역정보테이블도 갱신되는데, 표 3에서 보이는 바와 같이, 4번 영역의 픽셀수와 밝기값이 갱신됨을 볼 수 있다. 표 3에서 첫 번째 줄은 영역번호를 의미하고 두 번째 줄은 영역의 픽셀의 개수, 세 번째 줄은 평균 밝기값을 의미한다. 표 3(b)의 갱신된 4번 영역 정보는 픽셀에 대한 직접 접근을 통해 계산되는 것이 아니라 표 3(a)의 초기영역정보테이블의 정보만으로 계산될 수 있다.

표 3. 변경된 영역정보테이블

Table 3. Updated region information table

1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
60	108	400	54	60	120	24	30	60	108	400	78	60	120	24	30
80	35	250	225	225	85	230	125	80	35	250	228	225	85	230	125

(a) 초기 영역정보테이블

(b) 갱신된 영역정보테이블

그런 다음 병합되어 새롭게 만들어진 4번 영역의 인접정보를 7번 영역의 인접성을 고려하여 표4와 같이 영역 4의 인접성을 갱신한다. 즉 표 1의 초기 거리정보테이블에서 영역 7이 영역 6과 영역 8에 인접하기 때문에 병합된 영역 4의 인접성도 이를 고려하여 갱신한다. 표 4의 영역 4에서 '1'의 의미는 해당 영역이 인접하다는 것이다.

표 4. 거리정보테이블 갱신

Table 4. Modification of distance table

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	45	-	-	145	-	-	-
2		-	215	-	190	-	-	-
3			-	25	-	165	-	-
4				-	-	1	5	1
5					-	140	-	-
6						-	145	40
7							-	105
8								-

또한 표 5과 같이 유효테이블을 갱신한다. 표 5에서 첫 번째 줄의 숫자는 초기 과분할 상태에서 영역 번호를 의미하고 두 번째 줄은 해당 영역이 다른 영역으로 병합되었는지 여부를 표현하는 부울 값이다. 표 5(b)에서 보이는 바와 같이 7번 영역은 다른 영역으로 병합되었기 때문에 더 이상 사용되지 않음을 볼 수 있다.

표 5. 유효 테이블 갱신

Table 5. Modification of validity table

1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	T	F

(a) 초기 유효테이블

(b) 갱신된 유효테이블

표 6. 거리테이블 재계산

Table 6. Recalculation of distance table

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	45	-	-	145	-	-	-
2		-	215	-	190	-	-	-
3			-	25	-	165	-	-
4				-	-	141	5	101
5					-	140	-	-
6						-	145	40
7							-	105
8								-

마지막으로 표 4와 표 5(b)를 이용하여 거리정보테이블의 각 영역간 거리를 표 6과 같이 다시 갱신한 후, 영역간 거리의 최소값이 임계치보다 클 때까지 위의 과정을 반복한다. 표 6에서 회색으로 칠해진 영역 7은 더 이상 영역 7이 존재하지 않는다는 것을 의미한다. 또한 영역간 거리의 최소값이 임계치보다 크다는 의미는 인접한 두 영역의 밝기의 차이가 커서 두 영역이 서로 병합되어서는 안된다는 것을 의미하며 이는 본 논문에서는 실험적으로 결정하였다.

제안된 병합 알고리즘은 각 영역의 정보를 계산하기 위하여 영상 픽셀에 대한 직접 접근을 한번 수행하고, 각 영역간의 인접성과 각 영역사이의 거리를 검사하기 위해서는 영역의 수의 제곱에 해당하는 연산을 수행한다. 영역의 병합은 모두 테이블에서만 이루어지며 더 이상 병합할 영역이 없을 경우에는 실제 영상에 병합 결과를 반영하기 위해 영상 픽셀에 대한 직접 접근을 한번 수행한다. 즉, 제안된 병합 알고리즘은 영상 픽셀에 대한 직접 접근을 단 2회만 수행함으로써 기존 방법에 비해 그 수행 시간을 크게 단축시켰다.

## 2.4 수평 에지 영역 추출 및 물표 추출

해양 영상에서 관측되는 파랑, 파도, 수평선 등의 에지 방향은 대부분 수직 성분을 갖기 때문에, 선박이 항행하는 원근 바다에서 취득한 영상은 대부분 수직 방향의 에지 성분을 갖는다. 한편 본 연구에서 추출하고자 하는 물표 영역에는 수평과 수직 방향의 에지가 골고루 나타나며, 특히 수평 방향 에지는 다른 영역에 비해 물표 영역에 집중적으로 분포한다. 반면에 물표를 제외한 배경 영역에서 나타날 수 있는 수평 방향 성분은 간헐적으로 나타나며 나타나더라도 뚜렷하지 않고 고립되어 나타난다. 이런 특징은 해양환경에서 취득한 영상에서 나타나는 특징으로 볼 수 있으며, 본 연구에서는 이러한 해양영상의 특징을 고려하여 입력 영상에서

에지의 방향성에 주목하였다[9].

먼저 주어진 영상으로부터 수평 에지만을 추출한 다음 추출한 수평에지에 대하여 가우시안 평탄화[10]를 수행하여 영상을 흐릿하게 한다. 그 결과 얻은 하여 에지 영상을 이진화한 후, 모폴로지 닫기 연산을 수행하면, 인접해 있는 수평 에지들은 서로 통합되지만 고립되어 있는 에지, 즉 물표에서 만들어지지 않고 배경에서 나타난 에지들은 변화가 없다. 그런 다음 다시 모폴로지 열기 연산을 수행하면, 통합된 영역에 포함된 수평에지 영역들은 변화가 없지만 고립된 수평 에지들은 제거된다[10]. 따라서 본 논문에서는 입력 영상에 Prewitt 연산자를 적용하여 에지와 에지의 방향 정보를 얻고 수평 방향의 에지를 추출한 다음, 가우시안 평탄화를 수행하고, 이를 이진화 하여 이진화된 에지 영상을 얻는다. 이진화된 에지 영상에 대해 적당한 크기의 구조체(structuring element)를 이용하여 모폴로지 닫기 연산과 열기 연산을 수행한다. 그런 다음 2.3 절에서 분할된 영역 중 수평 에지 영역을 포함하고 있는지를 조사하여 수평 에지 영역을 포함하지 않는 영역을 배경 영역으로 판단하고 제거한다.

에지는 물표와 배경 경계선에 존재하기 때문에 수평 에지 영역을 포함하는 영역은 물표 영역이거나 물표와 인접한 배경 영역으로 볼 수 있다. 열상 영상에서 관측되는 물표는 배경에 비해 상대적으로 밝게 관측되므로 본 논문에서는 수평에지를 갖는 영역들을 물표 후보 영역으로 추출한 후, 하나의 수평에지 영역을 서로 인접한 두 개 이상의 영역이 공유하는 경우에는 더 밝은 밝기를 갖는 영역을 물표영역으로 최종 선택한다.

### 3. 실험 결과

본 논문에서 제안한 방법의 타당성을 보이기 위해 제안된 방법을 이용한 실험을 수행하였다. 실험에 사용한 영상은 야간 선박 항행 중에 취득한 IR 영상으로서 그림 4는 항행 중에 영상을 취득하고 있는 실제 선박을 촬영한 것이다. 취득한 IR 영상은 720\*480 해상도를 갖는다.

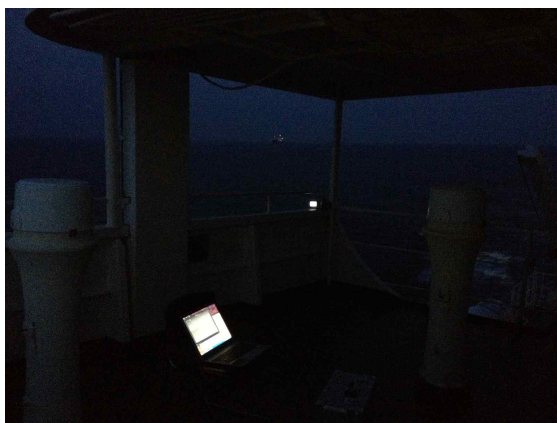


그림 4. 영상 취득 환경

Fig. 4. The image aquisition environment.

그림 5(a)는 실험에 사용한 입력 영상을 보이고 있으며, 그림 5(b)와 그림 5(c)는 평탄화를 수행한 후에 추출한 수평에지에 가우시안 스무싱을 수행한 결과와 그 이진화 결과

를 보이고 있다. 그림 5(d)는 이진화된 에지영상에 대하여 모폴로지 연산을 수행하여 서로 인접한 에지 영역을 통합하고 잡음은 제거한 영상을 보이고 있으며, 그림 5(e)는 Meyer의 워터셰드 알고리즘으로 영역을 과분할한 후 병합한 결과를 보이고 있으며 그림 5(f)는 그림 5(e)와 그림 5(d)를 이용하여 물표 후보 영역을 추출한 후 하나의 에지 영역을 두 개 이상의 영역이 공유하는 경우에 상대적으로 밝은 영역을 물표로 추출한 최종 결과를 보이고 있다. 또한 그림 6은 다른 다양한 테스트 결과들을 보이고 있다.



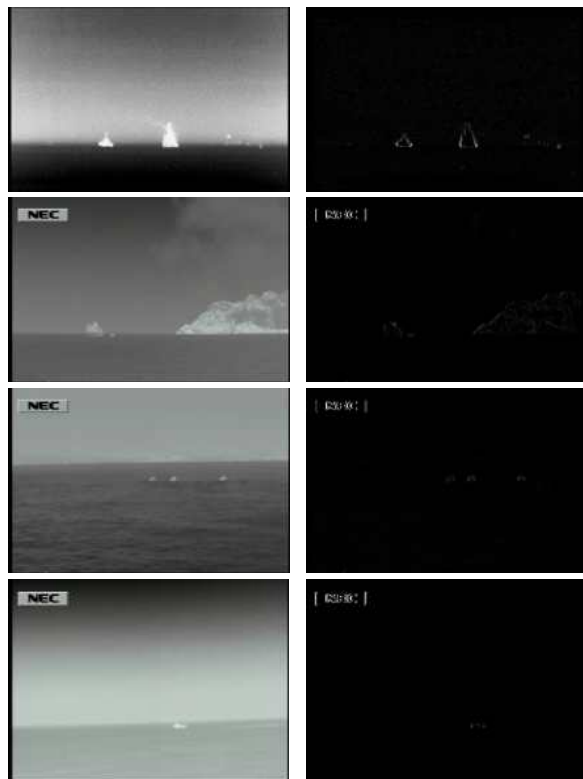
그림 5. 실험 결과

Fig. 5. The test result

### 4. 결론 및 향후 연구

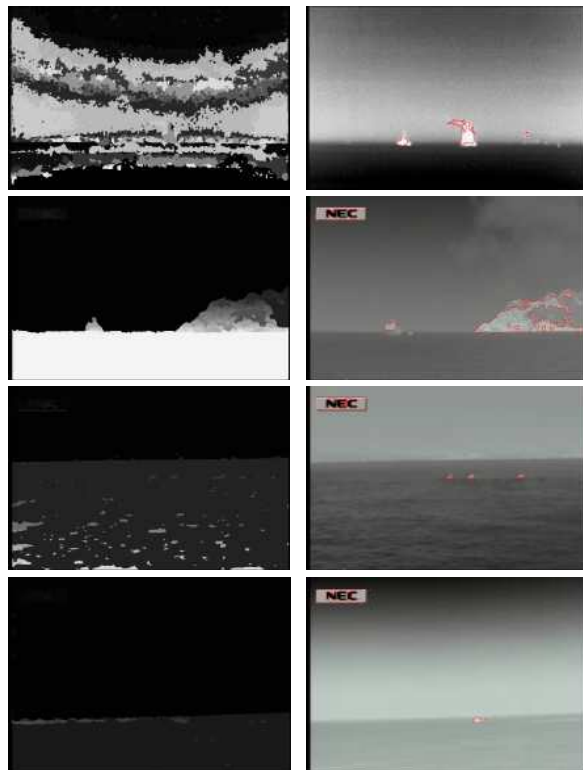
본 논문에서는 해양환경에서 얻은 IR영상에서 물표 추출을 위한 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 IR영상을 매디언 필터를 통해 잡음을 제거한 후, Prewitt 연산자를 이용하여 기울기영상과 수평에지영상을 얻었다. 다음으로 Meyer 알고리즘을 통해 과분할 영상을 얻고, 분할된 각 영역들을 평균 밝기와 인접성을 기준으로 병합하였다. 마지막으로 병합된 영상과 수평영상의 비교를 통하여 물표 후보영역을 추출하였으며, 동일한 수평영역을 공유하는 물표후보영역 중 평균 밝기가 가장 밝은 영역을 최종 물표 영역으로 도출하였다.

실험결과, 제안한 기법으로 다양한 IR영상에서 비교적 정확하게 물표를 탐지할 수 있음을 확인하였다. 그러나 과분할된 영역을 병합하기 위한 밝기차 임계값에 따라 그 결과가 달라질 수 있다. 따라서 이에 대한 보완과 함께 선내의 다양한 항행보조 장비와 융합을 위한 연구가 필요하다.



(a) 입력영상

(b) 수평에지



(c) 영역 분할

(d) 최종 결과

그림 6. 다양한 실험 결과들  
Fig. 6. The various test results

## References

- [1] D. FaulKemer, *Shipping Safety*, Ingenia, 2003.
- [2] Dong Jin Kim, and Su Yong Kwak, "Evaluation of Human Factors in Ship Accedents in the Domestic Sea," *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, vol. 30, no. 1, pp. 87-98, 2011.
- [3] A. Toffoli, J. M. Lefevra, E. Bitner-Gregersen, and J. Monbaliu, "Toward the Identification of Warning Criteria: Analysis of a Ship Accident Database," *Journal of Applied Ocean Research*, vol. 27, pp. 281-291, 2005.
- [4] A. Toffoli, J. M. Lefevra, E. Bitner-Gregersen, J. Monbaliu, "Towards the identification of warning criteria : Analysis of a ship accident database," *Journal of applied ocean research* vol. 27, pp. 281-291, 2005.
- [5] S. Gaarder, K. Rongstad, M. Olofsson, "Impact of human elements in marine risk management," *Guedes Soares C., Advances in safety and reliability*, pp. 857-898, Pergamon, 1997.
- [6] V. E. Vicker, "Plateu equalization algorithm for real-time display of high-quality infrared imagery," *Optical engineering*, vol. 35, no. 7, pp. 1921-1926, July 1996.
- [7] Q. Chen et al, "An efficient approach to extraction ROI from infrared image sequence," *Proc. of SPIE Advances in infrared imaging and application*, vol. 7383, 738345-1, doi:10.1117 /12.835140, June 2009.
- [8] K. Brunstrom et al, "Object detection in cluttered infrared images," *Optical engineering*, vol. 42, no. 2, pp. 388-399, February 2003.
- [9] J. Jeong and K. Park, "Object detection algorithm using edge information on the sea environment," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, vol. 16, no. 9, pp. 69-76, 2011.
- [10] Richard E. Woods, Rafael C. Gonzalez, *Digital Image Processing Third Edition*, Pearson Education International, 2010.
- [11] Fernand Meyer, "An algorithm optimal pour la ligne de partage des eaux.," *Dans 8me congrès de reconnaissance des formes et intelligence artificielle*, vol. 2, pp. 847 - 857, Lyon, France, 1991.
- [12] S.W. Lu and H. Xu, "Textured image segmentation using autoregressive model and artificial neural network," *Pattern Recognition*, vol. 28, no. 12, pp. 1807-1817, 1995.

저 자 소 개



**정종면(Jongmyeon Jeong)**

1992년 : 한양대학교 전자계산학과 공학사  
1994년 : 한양대학교 대학원 전자계산학과  
공학석사  
2001년 : 한양대학교 대학원 컴퓨터공학과  
공학박사  
2001년 ~ 2004년 : 한국 전자통신연구원  
선임연구원

2004년 ~ 현재 : 목포해양대학교 해양컴퓨터공학과 부교수

관심분야 : 영상처리, 머신비전, 해양안전기술, MPEG 응용  
Phone : 061-240-7263  
E-mail : jmjeong@mmu.ac.kr



**박계각(Kyei-Kark Park)**

1982년 : 한국해양대학교 항해학과 공학사  
1986년 : 한국해양대학교 항해학과 공학석사  
2003년 : 동경공업대학 시스템과학과 공학박사  
2010년 : 전남대학 무역학과 국제경제학전공  
경영학박사

현재 : 목포해양대학교 국제해사수송과학부 교수

관심분야 : 지능시스템, 해양정보시스템, 항만 물류 및 국제경  
제학  
Phone : 061-240-7164  
Email : gkpark@mmu.ac.kr