

배경 구축 기법과 형태학적 연산 기반의 다중 선박 객체 검출

김원희^{*}, Nasim Arshad^{**}, 김종남^{***}, 문광석^{****}

요 약

선박 객체 검출 기술은 입력된 비디오 및 영상 데이터에서 선박 객체가 존재하는 경우 선박의 위치를 검출하는 기술로서 입력 영상의 환경 변화와 잡음의 영향에 따라서 검출 정확도의 편차가 높다. 이런 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 배경 구축 기법과 형태학적 연산 기반의 다중 선박 객체 검출 기술을 제안한다. 제안하는 방법은 배경 제거 단계, 잡음 제거 단계, 객체 기준 위치 설정 단계, 객체 재구성 단계, 다중 객체 검출 단계 등 5단계를 거쳐서 선박을 검출한다. 다양한 변수를 고려한 15가지 실험 비디오를 대상으로 한 실험을 통해서 98.7%의 검출율을 나타내었으며, 환경 변화에 강인한 검출을 수행하는 것을 확인할 수 있었다. 제안하는 방법은 해상 관제와 선박 자동 운항 기술의 기반 기술로서 유용하게 사용될 수 있다.

Multiple Ship Object Detection Based on Background Registration Technique and Morphology Operation

Won-Hee Kim^{*}, Nasim Arshad^{**}, Jong-Nam Kim^{***}, Kwang-Seok Moon^{****}

ABSTRACT

Ship object detection is a technique to detect the existence and the location of ship when ship objects are shown on input image sequence, and there are wide variations in accuracy due to environmental changes and noise of input image. In order to solve this problem, in this paper, we propose multiple ship object detection based on background registration technique and morphology operation. The proposed method consists of the following five steps: background elimination step, noise elimination step, object standard position setting step, object restructure step, and multiple object detection steps. The experimental results show accurate and real-time ship detection for 15 different test sequences with a detection rate of 98.7%, and robustness against variable environment. The proposed method may be helpful as the base technique of sea surface monitoring or automatic ship sailing.

Key words: Background Registration(배경 구축), Morphology Operation(형태학적 연산), Ship Detection(선박 검출)

※ 교신저자(Corresponding Author): 문광석, 주소: 부산광역시 남구 대연 3동 부경대학교 대연캠퍼스 2호관 2408호(608-737), 전화: 051)629-6259, FAX: 051)629-6259, E-mail:

접수일: 2012년 3월 15일, 수정일: 2012년 9월 17일
완료일: 2012년 10월 9일

^{*} 준회원, 부경대학교 IT융합응용공학과
(E-mail: whkim@pknu.ac.kr)

^{**} 준회원, 부경대학교 전자공학과
(E-mail: fn.arshad@gmail.com)

^{***} 정회원, 부경대학교 IT융합응용공학과
(E-mail: jongnam@pknu.ac.kr)

^{****} 종신회원, 부경대학교 전자공학과

※ 이 논문은 2011학년도 부경대학교의 지원을 받아 수행된 연구임(PK-2011-70).

1. 서론

객체 검출(object detection)은 입력 영상에서 사전에 정의된 특정 물체나 객체를 찾아내는 기술로서, 특히 선박 객체 검출은 입력 영상에서 선박 객체가 존재하는 경우에만 검출해 내는 기술을 의미한다[1].

선박 객체 검출 기술은 선박 운항 자동화를 위한 기반 기술로 사용되고 있다[2]. 선박 운항 자동화 및 무인 선박 운항을 위해서는 운항중인 선박의 근처에 다른 선박의 존재 유무를 판단하는 것이 가장 중요하다. 또한 선박 검출 기술은 선박 경로 예측을 위해서도 사용된다. 검출된 선박들의 이동 경로를 분석하여 현재 운항중인 선박으로 접근하는 배인지의 여부와 향로의 일치점이 없는 배인지를 판단할 수 있다. 이외에도 선박 객체 검출 기술을 통해서 최근 들어서 증가하고 있는 해적의 침탈을 방지할 수 있다. 목선을 이용한 해적선들은 레이더나 센서를 이용한 선박 장비에서 찾을 수 없기 때문에 영상 처리 및 비전 시스템을 이용한 검출 기술이 요구된다. 레이더에는 없지만 비전 센서에서 검출된 선박이 접근하는 경우 해적으로 판단하여 신속하게 후속 조치를 취할 수 있다.

객체 검출에 있어서 실제 응용환경에서 특정 객체를 정확하게 검출하는 것은 상당히 높은 기술 수준을 요구한다[3]. 실험 환경과는 다르게 실제 응용 환경에서는 다양한 환경 변화 및 잡음의 영향으로 인하여 검출 정확도의 저하가 두드러진다[4]. 특히 선박 및 해상 환경에서는 기후의 변화가 심하고 파도의 변동도 크다[5]. 즉, 선박의 이동에 따라서 태양광의 입사 각도가 수시로 달라지고, 입력되는 광량도 변화한다. 또한 구름의 이동에 따른 빛의 양의 차이가 두드러지

고, 안개나 비, 강풍 등의 기후 변화의 요소가 굉장히 다양하다. 이런 기후 변화는 파도의 높이도 변화시키는데, 이에 따라서 카메라의 고도가 고정되지 못한 상태에서 입력 영상을 받아들이게 된다. 이 외에도 해상 환경에서는 다양한 잡음에 노출되기 쉽다[6]. 따라서 이와 같은 해상 환경에서 정확한 선박 객체 검출은 다양한 환경 변수와 잡음을 고려한 방법이 요구된다. 이와 함께 검출 결과를 의미있는 정보로 사용하기 위해서는 실시간 처리가 가능해야 한다.

본 논문에서는 다양한 환경 변수에 강인하면서도 다중 선박 객체 검출이 가능한 기법을 제안한다. 제안하는 방법은 입력 영상으로부터 배경 구축 기법을 이용한 배경 제거 단계, 중간값 필터를 이용한 잡음 제거 단계, 수직 성분의 윤곽선 정보를 기초로 한 선박 객체의 기준 성분 검출단계, 형태학적 연산을 이용한 객체 재구성 단계, 레이블링 알고리즘을 이용한 다중 선박 객체 검출 단계로 이루어진다. 획득 가능한 환경 변수를 고려한 15가지 실험 영상을 대상으로 한 실험 결과 98.7%의 검출 정확도를 나타내었으며, 다양한 환경 변화에 강인한 검출이 가능한 것을 확인할 수 있었다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 선박 검출과 관련된 기존 연구 동향들을 정리하였고, 3장에서는 제안하는 다중 선박 객체 검출 기법을 서술하였다. 4장에서는 실험 결과 및 분석을 기술하였고, 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

선박 검출은 주로 해상에서의 선박의 유무를 판단하는데 응용 환경에 따라서 다양한 형태의 선박 검출

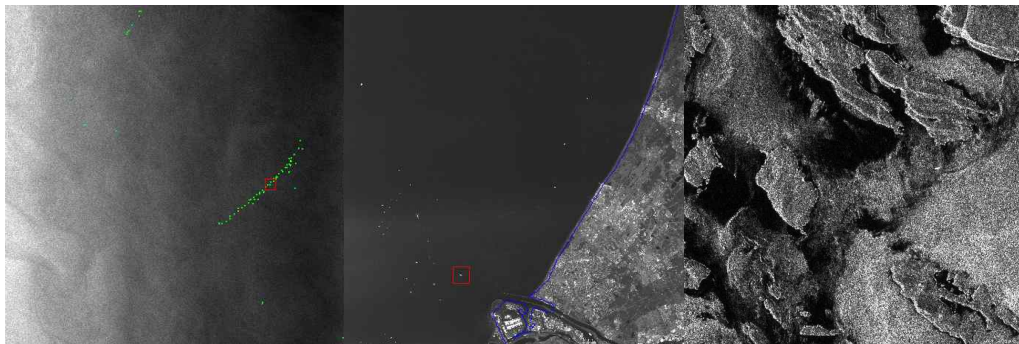


그림 1. 위성 영상에서의 선박 검출

기술이 존재한다. 기존의 주류를 이루는 선박 검출은 위성 영상에서의 선박 검출 기술이다[7]. 위성을 통해서 획득한 지표 영상에서 해상에 존재하는 선박을 검출하는 것이 주된 방법이다. 전체 영상 중에서 선박 객체가 차지하는 비중이 적고, 다양한 지표와 해상의 모양들이 잡음으로 작용할 수 있다. 대부분 수직에서 획득한 영상이 많으며 실제 선박의 형태를 육안으로 확인하기 힘들다. 위성정보나 원격탐사 분야에서 주로 연구되고 있다.

이와 같이 위성 데이터를 이용한 선박 검출 기술에 대한 연구는 활발하게 진행되고 있지만 비전 시스템을 이용하여 지상에서 해양의 선박을 검출하는 기술이나 운항중인 선박에서 다른 선박을 검출하는 기술에 대한 연구는 거의 이루어지고 있지 않다. 실제 운항중인 선박에서는 레이더를 이용하여 다른 선박의 존재여부나 거리관계를 확인할 수 있다. 하지만 최근 들어 해상에서의 침입 및 나포와 관련된 사고가 빈번하게 발생하고 있는데, 이런 사고와 관련하여 범 죄에 사용된 선박들은 레이더에 포착되지 않는 목선 또는 소형 선박이 주를 이룬다. 따라서 레이더와 함께 사용할 선박의 존재 유무를 파악할 수 있는 비전 시스템 개발이 절실하게 요구되고 있다. 하지만 현재 이런 관점에서의 선박 검출 기술 개발은 거의 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 논문에서는 해상에서 운항중인 선박에서 사용될 수 있는 선박 검출 기술을 제안한다. 해상 환경에서는 영상 획득과정에서 파고, 조명, 흔들림, 반사, 악천후 등과 같은 잡음 요소들이 다양하게 존재한다. 그리고 선박 외에 섬이나 기타 해상 구조물 등 곳곳에 산재해 있다. 이와 같이 다양한 잡음 요소에 강인하며 환경 변화에 강건한 선박 검출 기술이 요구된다. 또한 침입, 나포, 충돌 등과 같은 해상사고를 미연에 방지하기 위해서는 획득 해상 영상에 대한 고속 처리가 반드시 필요하게 된다. 그리고 해상에서 동시에 다수의 선박이 나타날 수 있기 때문에 다중 선박 검출도 요구된다. 본 논문에서는 앞서 언급한 사항들을 만족하는 선박 검출 기술을 제안한다.

3. 제안하는 선박 객체 검출 방법

본 논문에서는 입력 영상의 환경 변화와 잡음의 영향에 강인한 다중 선박 객체 검출 기술은 제안한

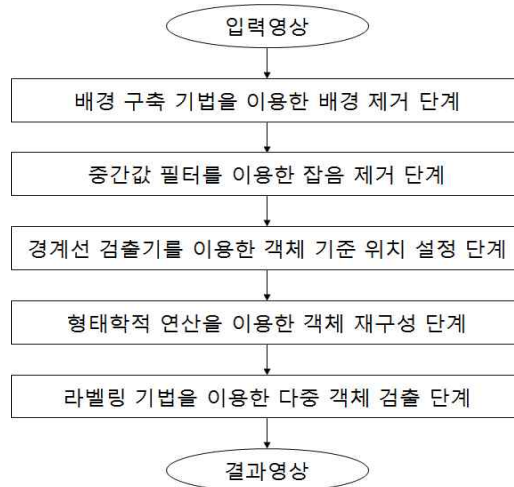


그림 2. 제안하는 선박 검출 알고리즘의 흐름도

다. 제안하는 선박 검출 방법은 비디오 데이터의 입력부터 검출 결과를 나타내는 동안 5단계의 처리를 수행하게 된다. 각각 배경 제거 단계, 잡음 제거 단계, 객체 기준 위치 설정 단계, 객체 재구성 단계, 다중 객체 검출 단계로 구성된다.

입력 영상으로부터 가장 먼저 수행되는 과정은 배경을 제거하는 단계다. 배경은 관심 객체 이외의 모든 영역을 의미하는데, 선박 검출에서는 선박 객체를 제외한 바다, 해안에 위치한 바위나 건물 등이 포함된다. 배경 제거를 위해서 기존에 사용되는 가장 기본적인 방법은 차영상을 이용하는 것이다[8]. 두 프레임 또는 그 이상의 프레임을 이용해서 프레임간의 차영상을 계산하고 차이가 거의 발생하지 않는 부분을 배경으로 판단한다[9]. 이 방법은 비교적 간단하고 구현이 용이하지만, 특정한 두 프레임을 선택하는 과정이 필요하고, 객체의 위치나 존재 여부에 따라서 효과적인 배경 제거가 힘든 경우도 존재한다[10]. 따라서 제안하는 방법에서는 형태학적 연산 기반의 배경 구축 기법을 이용하여 배경 제거를 수행한다[11]. 임의의 프레임을 기준 프레임으로 설정하고 기준 프레임에 대해서 형태학적 열기(open) 연산을 수행한다. 형태학적 열기 연산은 침식 연산 후에 팽창 연산을 수행하는 것이다. 형태학적 열기는 구조 요소를 포함할 수 없는 객체의 완전한 영역을 제거하고, 객체 외곽선을 부드럽게 만들며, 가느다란 연결을 끊고, 가느다란 돌출을 제거한다. 기준 프레임과 열기 연산된 프레임과의 차영상을 계산하면 포괄적인 배

경 부분이 제거된 영상을 얻을 수 있다. 이 과정에서는 이진 영상이 아닌 컬러 영상에 열기 연산을 수행한다. 차영상을 이용한 배경 제거 기법은 차이가 존재하는 두 프레임이 필요하지만, 배경 구축 기법에서는 기준 프레임만 필요하다. 따라서 특정한 두 프레임을 선택하기 위한 별도의 처리가 불필요하고, 보다 정교한 배경 제거가 가능해진다. 열기 연산을 수행하기 위해서는 구조 요소의 형태와 크기의 결정이 중요하다. 제안하는 방법에서는 입력 영상의 크기와 계산 복잡도를 고려하여 구조 요소의 크기와 형태를 결정하는데, 실험적으로 3×3 크기의 원형 구조 요소를 사용하면 무난한 배경 구축 연산을 수행할 수 있었다.

배경 구축 기법을 이용한 배경 제거 단계 이후에는 잡음 제거를 수행하게 된다. 배경 구축 기법 적용 후에도 제거되지 않은 파도의 잔물결 또는 선박의 지나간 흔적, 그 외 존재하는 배경 부분들은 객체의 위치나 윤곽선을 파악하는 과정에서 잡음으로 작용하게 된다. 따라서 이러한 방해 요소를 제거하기 위한 잡음 제거 과정이 요구된다. 이 과정에서 발생된 노이즈는 임펄스 형태의 잡음 유형을 나타내기 때문에, 제안하는 방법에서는 중간값 필터를 사용하여 이러한 잡음들을 제거한다. 대표적인 순위 통계 필터인 중간값 필터, 최대값 필터, 최소값 필터 등을 이용하여 다양한 영상에 대해서 잡음 제거 결과를 실험하였고, 일반적인 경우에서는 3×3 크기의 윈도우에서 중간값 필터를 사용하면 최소한의 계산복잡도를 가지면서도 효과적으로 잡음을 제거하는 것을 확인할 수 있었다.

중간값 필터를 이용한 잡음 제거 단계 이후에는 객체 기준 위치 설정 과정이 수행된다. 선박 객체의 기준 위치 설정을 위해서 윤곽선 검출과 윤곽선의 방향성을 이용한다. 영상 획득 장치가 표면에 수평하게 설치되었다고 가정하고, 좌우로 90° 이상의 급격한 회전이 없다고 가정하면, 획득 영상은 일반적인 경우에 사람의 시각이 물체를 획득하는 것과 유사한 형태를 가진다. 이 경우에 대부분의 배경 영역인 바다 영역은 수평 방향의 윤곽선 성분들을 포함하게 된다. 반대로 바다 영역은 수직 방향의 윤곽선을 거의 가지고 있지 않기 때문에 수직 방향의 윤곽선 정보를 이용하면 선박 객체의 위치를 검출하는데 유용하게 사용할 수 있다. 복잡한 예지 검출기보다는 수직 방향의 윤곽선만 검출할 수 있는 소벨과 같은 간

단한 검출기로도 효과적으로 수직 방향의 윤곽선을 검출할 수 있다. 검출된 윤곽선의 정보는 선박 객체 검출을 위한 기준 위치로 사용된다.

경계선 검출기를 이용한 객체 기준 위치 설정 단계 이후에는 객체 재구성을 수행하게 된다. 검출된 윤곽선 영상은 각 성분들이 서로 연결되어 있지 않은 점 또는 선의 형태로 나타난다. 부분적으로 단절되어 있는 각 픽셀들을 연결하게 되면 선박 객체의 형상과 거의 유사한 형태로 구성하는 것이 가능하다. 이와 같은 객체 재구성을 위해서는 형태학적 영상 처리 기법들이 사용된다. 제안하는 방법에서는 객체 재구성을 위해서 비대화 연산, 팽창 연산, 연결 연산을 각각 사용하였다. 비대화 처리는 단절되어진 각각의 객체들을 연결하지 않고 두껍게 만드는 연산을 수행한다. 팽창 처리는 영상에서 객체를 키우거나 두껍게 하는 연산으로 키우기의 방식과 정도는 구조 요소의 모양과 크기에 의해서 제어된다. 연결 처리는 한 화소 떨어져 있는 픽셀들을 연결하는 연산을 수행한다. 재구성을 위한 비대화, 팽창, 연결 연산은 재구성된 형태에 따라서 반복 수행이 요구될 수도 있다.

형태학적 연산을 이용한 객체 재구성 단계 이후에는 다중 객체 검출을 위한 과정이 수행된다. 본 논문에서 제안하는 선박 객체 검출 기술은 하나의 입력 영상에서 단일 객체 뿐만 아니라 다중 선박 객체의 검출도 목표로 한다. 단일 객체 검출만 목표로 하게 된다면 복수개의 선박 객체를 포함한 영상에서는 선박 객체 임에도 불구하고 오검출로 판단되는 문제점이 발생한다. 따라서 제안하는 방법에서는 객체의 수와 관계없이 배경이 아닌 모든 선박 객체를 검출하는데, 여기에는 라벨링 및 카운팅 과정이 필요하다. 재구성이 완료된 영상에서 연결되지 않은 다수의 객체가 존재하는 것은 해당 입력 영상 내에 다중 객체가 포함되어 있는 것으로 판단한다. 따라서 이 경우에는 라벨링 알고리즘을 이용하여 다중 객체에 각각의 인덱스를 부여하여 객체의 구분이 가능하도록 해야한다. 인덱스가 부여된 객체를 카운팅 하게 되면 최종적으로 해당 입력 영상에서 포함된 선박 객체의 수를 알 수 있다. 인덱스를 부여받은 객체들은 결과 영상에서 각각의 마크가 주어지게 된다.

지금까지 서술한 5단계의 절차, 배경 구축을 이용한 배경 제거 단계, 중간값 필터를 이용한 잡음 제거 단계, 경계선 검출기를 이용한 객체 기준 위치 설정

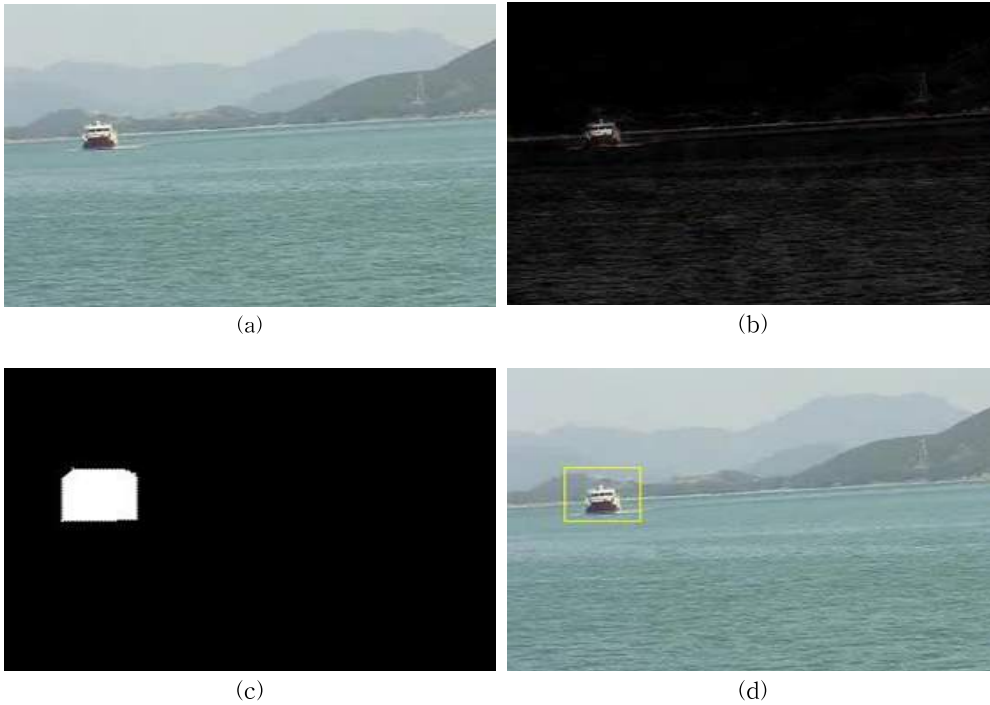


그림 3. 각 단계별 결과 영상
 (a: 원본 영상, b: 배경 구축 수행 영상, c: 객체 재구성 수행 영상, d: 선박 검출 결과 영상)

단계, 형태학적 연산을 이용한 객체 재구성 단계, 라벨링 기법을 이용한 다중 객체 검출 단계 등을 통해서 입력 영상은 선박 객체를 검출하게 된다. 그림 3에서는 제안한 알고리즘의 단계별 결과 영상을 나타내고 있다. (a)는 원본영상을 나타내고 있으며, (b)는 배경 구축 기법을 이용하여 배경을 제거한 결과 영상을 나타내고 있다. 배경에 존재하는 산 부분이 모두 사라진 것을 알 수 있는데 이는 배경 제거가 효과적으로 이루어진 것으로 판단할 수 있다. (c)는 잡음제거 및 객체 재구성을 수행한 결과 영상으로 잔물결이나 수평선과 같은 부분의 제거가 완벽하게 이루어지고 선박 객체를 사각형 형태로 재구성한 것을 확인할 수 있다. (d)는 선박을 사각형 형태로 표시한 최종 결과 영상이다.

4. 실험 결과 및 분석

본 장에서는 제안한 방법을 평가하기 위한 실험 환경을 설명하고 실험 결과를 정량적인 항목으로 나타내고 실험 결과에 대한 분석을 기술하였다.

제안한 방법의 성능을 평가하기 위한 실험 환경은

다음과 같다. 먼저 선박 검출 실험을 수행한 환경은 Intel E2200 2.20GHz CPU와 1GB RAM으로 구성된 PC가 사용되었으며 제안한 방법은 MATLAB과 Visual Studio를 통해서 구현되었다.

실험에 사용된 영상 데이터의 획득 및 정보는 다음과 같다. 각각 다른 날짜와 시간, 그리고 다른 장소에 얻어진 실제 촬영 데이터가 사용되었다. 총 3개의 디지털 동영상 획득 장치를 이용하였으며 매번 촬영시 카메라와 선박간 거리를 모두 상이하게 진행하였으며 각각의 줌의 배율도 다르게 설정되었다. 사용된 카메라는 각각 다른 회사의 제품이 사용되었고 선박으로부터의 거리는 약 1~3km, 줌의 배율은 약 25x~100x가 사용되었다. 떨어진 거리에서 또한 선박을 바라보는 각도도 달리하였고, 선박의 배경 영역도 모두 다르게 촬영되었다. 태양광과 안개, 강수 여부도 고려하였다. 이렇게 획득된 비디오 데이터에서 임의로 15개의 데이터를 선택하여 실험하였고, 각각 다른 포맷과 해상도, 프레임 수를 가지도록 변환되었다. 실험에 사용된 실험 데이터는 아래의 표 1에 나타내었다.

아래의 표 1에서는 실험에 사용된 비디오 데이터

표 1. 실험 데이터 및 검출률

구 분	포맷	해상도	프레임수	객체수	검출률(%)
Video 1	YUV-AVI	720*480	2130	1	100
Video 2	YUV-AVI	720*480	3415	2	100
Video 3	YUV-AVI	1920*1080	1344	1	98.2
Video 4	YUV-MP4	720*480	5412	1	100
Video 5	YUV-MP4	1920*1080	6304	1	100
Video 6	YUV-MP4	1920*1080	2250	3	96.6
Video 7	MOV	320*240	640	3	100
Video 8	MOV	320*240	120	2	93.5
Video 9	MOV	320*240	100	1	100
Video 10	MP4-AVI	720*480	2159	1	100
Video 11	MP4-AVI	1920*1080	3632	1	97.8
Video 12	MP4-AVI	640*480	100	1	100
Video 13	MP4-AVI	640*480	300	1	100
Video 14	MP4-AVI	640*480	300	2	100
Video 15	MP4-AVI	1920*1080	1773	1	95.7
평균				98.7%	

의 정보와 각각의 비디오 데이터에 대해서 제안한 방법의 선박 객체 검출률을 나타내고 있으며 그림 4에서는 선박 검출 결과를 나타내었다. 최소 100프레임에서 최대 6300 프레임의 비디오 시퀀스로 구성된 실험 데이터 중에서 최대 검출 정확도는 100%, 최소 95%임을 확인할 수 있으며 평균 98.7%의 검출률을 나타내었다. 그림에서 확인할 수 있듯이 단일 객체 뿐만 아니라 다중 객체에 대해서도 검출률이 우수함을 알 수 있고, 주변의 배경 및 다른 객체, 선박의 움직임에 따른 물결, 선박의 그림자 등에 대해서도

강인한 검출을 수행한다. 또한 실험 영상의 밝기, 날씨의 맑음 또는 흐림 정도, 배경의 유사성, 촬영 각도의 변화, 촬영 거리 등의 환경 변화에 대해서도 효과적인 선박 객체 검출을 수행하는 것을 확인할 수 있다. 또한 제안한 알고리즘은 MATLAB 프로그램으로 한 프레임을 검출하는데 약 0.3초가 소요되며, OPENCV를 이용한 소프트웨어에서 실시간 검출이 가능한 것을 확인할 수 있었다.

다음 실험에서는 보다 객관적인 성능 평가를 위해서 다른 선박 검출 기법과의 비교를 수행하였다. 5개

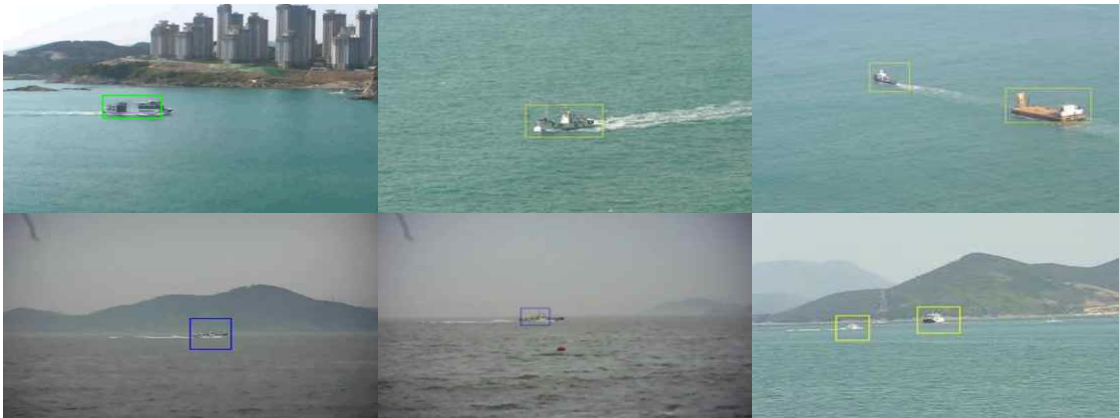


그림 4. 선박 객체 검출 결과 영상

표 2. 다른 선박 검출 기법들과의 비교(검출률단위 : %)

구 분	객체수	비교방법1	비교방법2	비교방법3	제안한방법
Video A	2	53	84	93	100
Video B	1	-	88	94	98
Video C	2	64	87	100	93
Video D	1	76	89	99	100
Video E	4	-	-	-	100
평균		64	87	97	98.2

의 동일한 비디오 데이터를 이용하여 제안한 방법을 비롯하여 3가지 다른 방법과의 비교를 수행하였다. 아래의 표 2에서 비교결과를 나타내었다. 비교방법1은 소벨 경계선 검출 후 중간값 필터를 적용하고 객체 재구성 기법을 적용한 방법이고, 비교방법2는 차분 프레임으로 배경을 제거하고 수직 소벨 경계선 검출 후 중간값 필터를 적용하고 객체 재구성 기법을 적용한 방법이다. 비교방법3은 차분 프레임으로 배경을 제거하고 중간값 필터로 잡음을 제거한 후 수직 소벨 경계 검출기를 적용한 후 형태학적 닫힘 연산을 적용한 후에 수평 소벨 경계 검출기를 적용하고, 형태학적 연산(비대화-닫힘-골격화)을 적용한 후에 객체 재구성 기법을 적용한 방법이다.

실험 결과와 같이 제안한 방법이 평균 검출률에서 가장 높은 값을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 특히 4개의 선박 객체가 동시에 출현하는 데이터에서 100%의 검출률을 나타내고 있는 반면 비교 방법들은 아예 검출이 불가능한 것을 알 수 있다. 이것은 배경 구축 기법을 통해서 배경제거가 잘 이루어졌으며 형태학적 연산(비대화-팽창-연결)이 효과적으로 수행된 결과로 판단된다.

5. 결 론

해상에서의 선박과 관련된 사고 방지와 선박 자동 운항을 위해서 선박 객체의 검출 기술 개발이 요구된다. 특히 해상 환경에서는 입력 영상의 환경 변화가 심하고 잡음의 영향이 높기 때문에 이런 요소들에 강인한 검출이 가능해야한다. 이를 위해서 본 논문에서는 배경 구축 기법과 형태학적 연산 기반의 다중 선박 객체 검출 기술을 제안하였다. 제안한 방법은 배경 제거 단계, 잡음 제거 단계, 개체 기준 위치 설정 단계, 객체 재구성 단계, 다중 객체 검출 단계를 거쳐

서 정확하면서도 다양한 환경 변화에 강인한 선박 객체 검출을 수행한다. 여러 가지 변수를 고려한 입력 영상을 대상으로 한 실험을 통해서 98.7%의 검출 정확도를 나타내었다. 제안하는 방법은 선박 자동 운항 기술이나 해상 모니터링의 기반 기술로 유용하게 사용될 수 있다.

참 고 문 헌

[1] F. Porikli, "Achieving Real-Time Object Detection and Tracking Under Extreme Conditions," *Journal of Real-time Image Processing*, Vol. 1, No. 1, pp. 33-40, 2006.

[2] L. Vibha, M. Venkatesha, P.G. Rao, N. Suhas, P.D. Shenoy, K.R. Venugopal, and L.M. Patnaik, "Moving Vehicle Identification using Background Registration Technique for Traffic Surveillance," *International Multi-Conference of Engineers and Computer Scientists*, Vol. 1, pp. 19-21, 2008.

[3] J. Cezar Silveira Jacques, C. Rosito Jung, and S. Musse, "Background Subtraction and Shadow Detection in Grayscale Video Sequences," *Proc. of the XVIII Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing*, pp. 189-197, 2005.

[4] Z. Wei, D. Lee, D. Jilk, and R. Schoenberger, "Motion Projection for Floating Object Detection," *Proc. of the 3rd International Conference on Advances in Visual Computing*, Vol. 2, pp. 152-161, 2007.

[5] A. Khashman, "Automatic Detection, Extraction and Recognition of Moving Objects,"

International Journal of Systems Applications Engineering & Development, Vol. 2, Issue 1, pp. 43-51, 2008.

- [6] W. Li, K. Yang, J. Chen, Q. Wu, and M. Zhang, "A Fast Moving Object Detection Method via Local Neighborhood Similarity," *Proc. of the 2009 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation*, pp. 4500-4505, 2009.
- [7] F. Bi, B. Zhu, L. Gao, and M. Bian, "A Visual Search Inspired Computational Model for Ship Detection in Optical Satellite Images," *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, Vol. 9, No. 4, pp. 749-753, 2012.
- [8] A. Monnet, A. Mittal, N. Paragios, and V. Ramesh, "Background Modeling and Subtraction of Dynamic Scenes," *Proc. ICCV 2003*, pp. 1305-1312, 2003.
- [9] A. Elgammal, D. Harwood, and L.S. Davis, "Non-parametric Model for Background Subtraction," *Proc. ECCV 2000*, pp. 751-767, 2000.
- [10] B.D. Lucas and T. Kanade, "An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Vision", *Proc. of Image Understanding Workshop*, pp. 121-130. 1981.
- [11] 김낙빈, "형태학적 연산을 이용한 운송 컨테이너 영상의 문자 분할," *한국멀티미디어학회논문지*, Vol. 2, No. 4, pp. 390-399, 1999.



김 원 희

2007년 2월 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 졸업 (공학사)
 2009년 2월 부경대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
 2009년 3월~현재 부경대학교 대학원 IT융합응용공학과 박사과정 재학

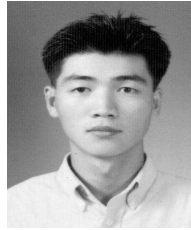
관심분야 : 영상개선, 객체검출 등



Nasim Arshad

2005년 2월 University of Mysore, 컴퓨터공학과 졸업 (공학사)
 2007년 2월 University of Mysore, 컴퓨터공학과 졸업 (공학석사)

2009년 9월~현재 부경대학교 대학원 전자공학과 박사과정 재학
 관심분야 : 영상처리, 객체검출 등



김 종 남

1995년 2월 금오공과대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1997년 2월 광주과학기술원 정보통신공학과 석사(공학석사)
 2001년 8월 광주과학기술원 기전공학과 박사(공학박사)

2001년 8월~2004년 2월 KBS 기술연구소 선임연구원
 2004년 4월~현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수
 관심분야 : 영상신호처리, 멀티미디어 보안 등



문 광 석

1979년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1981년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1989년 2월 경북대학교 대학원 공학과 졸업(공학박사)

1988년 1월~1988년 12월 일본 동경대학교 공학부 연구원
 1997년 8월~1998년 7월 미국 JSU 객원교수
 2006년 1월~2006년 12월 미국 NCSU 객원교수
 1990년 3월~현재 부경대학교 전자공학과 교수
 관심분야 : 영상신호처리, 적응신호처리 등