
영상의 배경추정기법과 AIS정보를 이용한 선박검출

김현태* · 박장식** · 유윤식***

Ship Detection Using Background Estimation of Video and AIS Informations

Hyun-tae Kim* · Jang-sik Park** · Yun-sik Yu***

이 논문은 지식경제부, 부산광역시 및 동의대학교의 지원을 받아 수행된 연구결과임

요 약

선박과 선박, 선박과 육상 관제소간에 선박의 위치정보 등을 자동 송수신하여 선박 간의 충돌 방지 및 해난 수색 구조 활동을 지원하기 위하여 선박 자동 식별 장치인 AIS(automatic identification system)을 채용하고 있다. 그리고, 항만의 관제시스템은 선박 AIS와 연계하여 선박의 통항을 관리한다. 효율적인 통항관리를 할 수 있도록 AIS 연동하는 선박 인식 및 표출 시스템이 요구되고 있다. 본 논문에서는 카메라로부터 입력된 해상 또는 항만 영상에 대하여 배경추정을 이용한 영상기반의 선박검출과 검출된 해당 선박의 AIS 신호를 연동하여 모니터 상에 표출하는 AIS 연동 선박검출 방법을 제안한다. 해상 또는 항만에서 실시간 입력되는 영상에 대하여 선박 검출 실험을 하였다. 시뮬레이션 및 실험결과 제안하는 알고리즘이 항만의 선박 관제에 효과적으로 활용할 수 있음을 확인하였다.

ABSTRACT

To support anti-collision between ship to ship and sea-search and sea-rescue work, ship automatic identification system(AIS) that can both send and receive messages between ship and VTS Traffic control have been adopted. And port control system can control traffic vessel service which is co-operated with AIS. For more efficient traffic vessel service, ship recognition and display system is required to cooperated with AIS. In this paper, we propose ship detection system which is co-operated with AIS by using background estimation based on image processing for on the sea or harbor image extracted from camera. We experiment with on the sea or harbor image extracted from real-time input image from camera. By computer simulation and real world test, the proposed system show more effective to ship monitoring.

키워드

AIS, 배경추정, 영상매핑, 좌표매칭

Keywords

AIS, Background Estimation, Image Mapping, Coordinates Matching

* 동의대학교 멀티미디어공학과 부교수 (주저자, htaekim@deu.ac.kr)
** 동의과학대학 전자과 교수
*** 동의대학교 부산IT융합부품연구소 소장 (교수, 교신저자)

접수일자 : 2010. 09. 29
심사완료일자 : 2010. 10. 31

I. 서 론

안전하고 효율적인 항만 관리를 위하여 해상교통서비스에 관한 연구와 표준화가 진행되고 있다. 초기 해상교통서비스 센터의 역할은 선박의 안전 운항을 위한 정보 제공에 국한되었으나 해상 교통의 폭주화에 따라 항만 또는 항로의 효율성 제고 측면에서 통항의 능동적인 서비스가 필요하게 되었으며, 항로의 공간 분할 개념에서 시간 분할의 개념(시간 분할에 의한 일방통행)으로 확장되면서 항로의 효율성 제고가 더욱 강조되었고, 준법 여부의 감시 기능까지 수행하게 되었다. 또한 1980년대 이후 대형 해난 사고로 인한 환경오염 문제가 빈발하면서 해양환경 보호 기능이 해상교통서비스 센터의 중요한 목표 중 하나로 추가되었다[1]. 특히, 우리나라에서는 해상교통관제(VTS, Vessel Traffic System) 시스템과 장거리 선박위치 추적이 가능한 선박자동식별시스템(AIS, Automatic Identification System)을 연계한 광역 선박운항모니터링 체계를 구축하였다.

AIS는 선박의 안전항해와 보안강화를 위하여 국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)에서 채택한 시스템으로 선박의 제원, 운항정보를 선박상호간, 선박과 육상 간의 자동으로 송수신하여 연안 해역 관제, 수색 구조 및 해상교통관제서비스(VTS)의 수단을 제공하며, 연안 해역의 선박운항모니터링(VTM, Vessel Traffic Monitoring)에 활용될 수 있도록 개발된 시스템 [2]이다. AIS 네트워크를 통하여 DGPS 보정정보를 전송할 수 있도록 설계되어 있으며, 국제항로표지협회(IALA)는 AIS의 DGNSS 보정정보 제공방법을 AIS 사용지침[3]에서 제시하고 있다[4].

한편, 항만 및 주변시설의 안전한 관리를 위하여 항만에 설치되어 있는 CCTV 카메라의 영상을 분석하여 선박을 자동으로 검출하여 분류함으로써 항만관제를 지원하는 영상보안감시시스템이 도입되고 있다[5]-[7]. Sullivan과 Shah는 항만시설의 관제를 지원하기 위하여 비디오카메라를 이용하여 항만의 완충지역으로 접근하는 다양한 종류의 선박을 검출하고 분류하기 위하여 MACH 필터(Maximum Average Correlation Height Filter)[8]를 이용하는 방법을 제안하였다[5]. Liu 등은 항만 인근의 교량과 충돌하는 것을 방지하기 위하여 레이더를 사용하는 대신 FLIR(Forward-Looking Infrared) 비

디오 보안감시 시스템을 제안하였다[7].

본 논문에서 AIS와 연동하여 CCTV 카메라의 입력영상으로부터 선박을 검출하고 검출된 영역에 선박 정보를 표시하여 보다 효율적인 영상기반 선박관제시스템을 제안한다. 제안하는 영상기반 선박관제시스템은 AIS 수신기(receiver)가 연결된 AIS서버(server), 무선영상전송기능을 갖춘 HD급 IP 카메라 그리고 수신한 영상과 AIS정보를 결합하는 영상처리기(video processor)로 구성된다. AIS서버는 항만 내외부에서 전송되는 AIS신호를 수집하여 영상처리기로 선박정보를 일정시간 간격으로 전송한다. HD급 IP 카메라는 고화질 영상을 제공함으로써 보다 효율적인 항만관제를 지원한다. 영상처리기에서는 움직이는 선박을 검출하고 AIS서버로부터 수신한 선박정보를 결합하여 관제용 영상 위에 선박정보를 표시할 수 있도록 한다.

HD급 영상에 대한 실시간 처리를 위하여 AIS위치정보가 제공되는 위치에 대하여 움직이는 선박을 검출한다. AIS위치정보 즉, 위도(latitude) 및 경도(longitude)를 기반으로 선박을 검출하기 위하여 2차원 영상을 위한 직교좌표(cartesian coordinates)를 위도 및 경도 좌표계로 변환처리를 한다. 입력영상으로부터 움직이는 선박을 검출하기 위하여 미디언 필터처리(Median Filtering)를 통하여 배경영상을 생성하고 입력영상과 배경영상의 차를 이용하여 선박을 검출한다.

II. 제안하는 선박검출시스템

제안하는 선박검출시스템의 구성은 그림 1과 같이 HD IP 카메라, 무선 AP 그리고, AIS수신기, AIS서버, 영상처리기로 구성된다. 효율적인 항만관제를 위하여 HD급 IP 카메라를 이용하여 고화질 영상을 무선이더넷으로 전송한다. AIS수신기는 항만내외부의 선박정보를 수신하여 AIS서버에서는 일정시간 간격으로 AIS 정보를 파일로 변환하여 영상처리기로 전송한다. 영상처리기는 AIS서버로부터 전송받은 선박위치정보 즉, 위도 및 경도를 기반으로 움직이는 선박을 검출하고 AIS정보를 검출영역에 함께 표시한다.

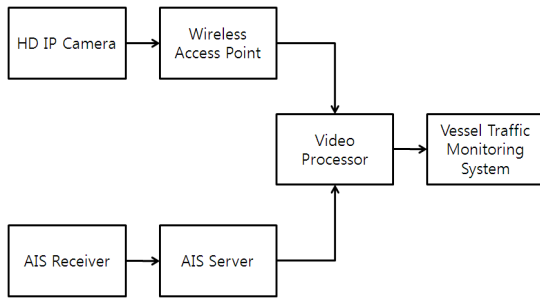


그림 1. 제안하는 선박검출시스템 구성
Fig. 1. Configuration of the proposed vessel detection system

선박을 검출하고 AIS정보를 함께 표시하는 절차는 그림 2와 같다. 초기화 과정에서 영상의 직교좌표를 AIS 위치정보 즉, 위도와 경도로 변환하고 배경영상을 추정한다.

AIS수신기와 연결된 AIS서버에서 항만 인근의 선박에서 송신한 AIS정보를 파일로 변환하여 영상처리기로 전송하면 이를 기반으로 입력영상에 대하여 움직이는 선박을 검출한다. 검출된 움직이는 선박에 대하여 AIS 선박정보를 결합하여 표시한다.

2.1 위도와 경도 생성

주요 지형지물의 위도와 경도를 기준으로 IP카메라의 영상좌표를 위도와 경도로 그림 3과 같이 위도와 경도를 생성한다. 영상의 직교좌표에 대하여 위도와 경도를 생성함으로써 움직이는 선박의 위도와 경도를 얻을 수 있다. 실시간의 수신한 AIS 위치정보와 움직이는 선박의 영상 내 위도와 경도를 검색하여 AIS 위치정보와 근사한 위치에 있는 선박을 검출할 수 있도록 한다. AIS 위치정보에 맞는 선박의 위도와 경도를 찾기 위하여 위도를 먼저 검색하고 경도를 비교한다. 영상 내에서 위도와 경도는 소수점 이하 6자리까지 계산하고 이에 대하여 정수연산처리를 함으로써 검색 계산 시간을 줄인다. 고화질 영상에 대한 계산량을 줄이기 위하여 한 프레임의 영상에서 선박이 이동 가능한 영역을 설정하고 설정된 영역에 내에서 위도와 경도 값을 생성한다.

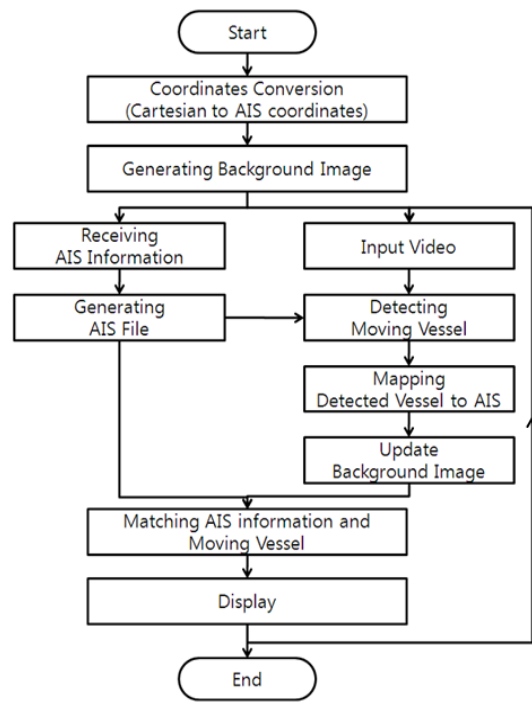


그림 2. 선박 검출 및 표시 흐름도
Fig. 2. Flow chart of detecting and displaying moving vessel and its informations.

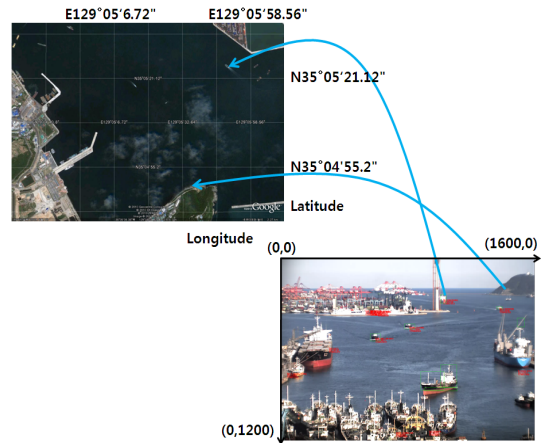


그림 3. 영상 직교좌표계의 AIS 위치좌표계 (위도, 경도)로 맵핑
Fig. 3. Mapping from cartesian coordinates of images to AIS positioning coordinates(Latitude, longitude)

2.2 선박검출

본 논문에서는 HD급 영상에 대하여 실시간 선박검출을 위하여 세 가지 방법으로 계산량을 줄인다. ① 영상내에서 관제 대상영역을 설정하고, ② AIS에서 제공하는 위치 주변을 검색하며, ③ 미디언 필터를 이용하여 배경을 추정하는 방법을 적용한다.

AIS서버에서 제공하는 선박들의 위치에 대하여 일정한 주변영역에 대하여 움직이는 선박검출 처리를 한다. 추정한 배경영상과 입력영상의 차영상이 임계값 이상인 영역을 움직이는 선박으로 간주한다. 배경영상 추정은 선박검출 이전에 입력된 영상을 이용하여 배경영상을 생성한다. 본 논문에서는 최초 100 프레임의 이용하여 배경영상을 생성한다. 화소 단위로 프레임 간의 미디언 필터링(temporal median filtering)을 하여 배경영상을 추정한다.

시간에 따라 변화하는 배경영상에 대한 처리를 위하여 다양한 적응방법[9]들이 있지만 본 논문에서 고화질 영상처리를 위하여 일정한 프레임 버퍼를 사용하는 미디언 필터링[10]을 적용하여 배경을 추정하였다. Lo와 Velastin이 제안한 미디언 필터링을 통한 배경추정기법[11]은 Running Gaussian 평균기법에 비하여 계산량이 작고 배경추정의 안정성이 높다[9, 10]. 시뮬레이션 및 실험에서는 10 프레임에 대하여 미디언 필터링을 한다.

입력영상에서 선박의 이동 가능한 영역에 대하여 식 (1)을 적용하여 임계값, $T(i, j)$ 보다 크면 선박으로 검출한다.

$$|b(i, j) - c(i, j)| > T(i, j) \quad (1)$$

$b(i, j)$ 는 추정한 배경영상이며, $c(i, j)$ 는 현재 입력영상이며, $T(i, j)$ 는 임계값이다. 입력영상과 배경영상의 Y, Cb, Cr 색정보 중에서 Y에 대한 차영상을 구하여 선박을 검출한다. Y에 대한 임계값은 실험을 통하여 결정하였다. 본 논문에서는 Y의 범위 0~255사이의 값을 가진다고 가정할 때 45를 임계값으로 설정하였다.

2.3 선박정보 표시

AIS정보에 대한 처리를 위하여 AIS수신기가 연결된 AIS서버로부터 선박정보를 받아서 영상표시장치에 오

버레이 처리하여 표시한다. AIS서버는 AIS 수신기로부터 수신한 AIS 메시지 중에서 MMSI(선박식별번호), 선박명, 위경도 좌표, 이동방향, 속도 메시지를 받아서 파일 형태로 저장하고 이를 영상처리시스템으로 가져와서(pull) 처리한다.

AIS의 위도와 경도 단위 블록에 대하여 주변 블록을 검색하여 근사한 직교좌표 값을 선택한다. 수신한 위도와 경도는 소수점 여섯째 자리까지만 표시한다.

III. 실험 및 결과

제안하는 선박검출시스템을 구현하기 위하여 카메라는 AVRun사의 Full HD IP 카메라를 사용하고, 카메라의 감시영역을 고정하였다. 실험에 사용한 영상의 해상도는 1,600×1,200 화소이다. 무선이더넷을 통하여 IP 카메라와 영상처리시스템간의 디지털 영상을 전송한다. AVRun사에서 제공하는 IP 카메라 SDK와 FFMPEG 라이브러리를 이용하여 Visual Studio 2008로 구현하였다.

그림 4는 IP카메라로부터 전송된 고화질 영상에 대하여 주요지형 지물의 위도와 경도를 이용한 설정한 위도와 경도 격자를 표시한 것이다.

그림 5는 미디언필터 배경추정기법을 이용한 움직이는 선박을 검출한 결과이다. 검출된 움직이는 선박 위도와 경도를 표시하였다. 상단의 2척의 배는 움직임을 검출에 의하여 하나의 선박으로 검출되는 위도와 경도의 값이 하나만 나타나지만 한단의 큰 선박 1척은 위도와 경도가 3개가 표시되었다. 즉, 한 척의 선박이 3척으로 검출된 것이다.

그림 6은 실시간의 전송되는 AIS 위치정보와 연동하여 선박의 위치를 표시한 것이다. 그림 5에서 한 척의 선박에 대하여 다수의 위도와 경도 좌표가 표시된 것을 AIS 위치정보의 위도와 경도 좌표 하나로 대치하여 표시하였다.



그림 4. 영상에서의 위도와 경도 격자
Fig. 4. Latitude and longitude grid of image



그림 5. 검출된 움직이는 선박
Fig. 5. Detected moving vessel



그림 6. AIS연동한 선박검출 및 선박정보 표시화면
Fig. 6. Scene for ship detection interworked with AIS

IV. 결론

본 논문에서는 항만에 설치된 고화질 카메라로부터 입력되는 영상으로부터 선박을 검출하고 선박으로부터 보내오는 AIS정보를 이용하여 항만 관제 모니터상의 선박영역에 선박정보를 함께 표출시키는 시스템을 구현하였다. 향후 선박검출 성능을 보완하고, 상하좌우 조정되는 카메라에 대하여 영상 직교좌표를 위도 및 경도로 변환하는 방법에 대하여 연구 개발하여 보다 효율적인 항만관제를 지원할 수 있도록 하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부(정보통신산업진흥원), 부산광역시 및 동의대학교의 지원을 받아 수행된 연구 결과임.(08-기반-13, IT특화연구소:“부산IT융합부품 연구소” 설립 및 운영)

참고문헌

- [1] 박진수, 예병덕, 송재욱, 이윤철, 이윤석, 박영수, 조익순, “전자항법 지원 광역 해상교통관제(VTS) 구축 기본 조사 용역”, 해양수산부, 2008.
- [2] International Association of Maritime Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, IALA, *Guidelines on The Automatic Identification System(AIS)*, Volume I, Part I-Operational Issues, Edition 1.3, 2004.
- [3] International Association of Maritime Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, IALA, *Guidelines on The Automatic Identification System(AIS)*, Volume I, Part II-Technical Issues, Edition 1.1, 2002.
- [4] 서기열, 박상현, 정호철, 조득재, “네트워크 기반 AIS 기준국 시스템 설계”, 한국해양정보통신학회 논문지, 제14권 제4호, pp. 824-830, 2010.

- [5] Mikel D. Rodriguez Sullivan and Mubarak Shah, "Visual Surveillance in Maritime Port Facilities," *Proceedings of the Society of Photographic Instrumentation Engineers Conference 2008, Visual Information Processing*, Vol. 6978, Orlando, FL, March, 2008.
- [6] Kalyan Moy Gupta, David W. Aha, Ralph Hartley, Philip G. Moore, "Adaptive Maritime Video Surveillance," *Proceedings of the Society of Photographic Instrumentation Engineers Conference 2009, Visual Analytics for Homeland Defense and Security*, Vol. 7346, Orlando, FL, 2009
- [7] Jun Liu, Hong Wei, Xi-Yue Huang Nai-Shuai and Ke Li, "An FLIR Video Surveillance System to Avoid Bridge-Ship Collision," *Proceedings of the World Congress on Engineering 2008*. Vol. I, London, UK, July, 2008.
- [8] Mikel D. Rodriguez, Javed Ahmed and Mubarak Shah, "Action MACH, A Spatio-temporal Maximum Average Correlation Height Filter for Action Recognition," 2008. *Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, June 2008.
- [9] Massimo Piccardi, "Background Subtraction Techniques: a Review," *Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, pp.3099-3104, 2004.
- [10] Rita Cucchiara, Massimo Piccardi and Andrea Prati, "Detecting Moving Objects, Ghosts and Shadows in Video Streams," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 25, No. 10, pp.1337-1342, Oct., 2003.
- [11] B. P. L. Lo and S. A. Velastin, "Automatic Congestion Detection System for Underground Platforms," *Proceedings of International Symposium on Intelligent Multimedia, Video and Speech Processing*, pp.158-161, Hong Kong, May. 2001.

저자소개

김현태(Hyun-Tae Kim)



1989년 2월 : 부산대학교
전자공학과(학사)
1995년 2월 : 부산대학교
전자공학과(석사)

2000년 2월 부산대학교 전자공학과(박사)
2002년 3월~현재 동의대학교 멀티미디어공학과
부교수

※관심분야 : 음성 및 음향신호처리, 멀티미디어신호
처리, 입체음향

박장식(Jang-Sik Park)



1992년 2월 : 부산대학교
전자공학과(학사)
1994년 2월 : 부산대학교
전자공학과(석사)

1999년 2월 : 부산대학교 전자공학과(박사)
1997년 3월~현재 동의과학대학 디지털정보전자과
교수

※관심분야 : 음성 및 음향신호처리, 멀티미디어통신,
입체음향

유윤식(Yun-Sik Yu)



1992년 6월 부산대학교
물리학과(이학박사)
1983년 3월 ~ 2009년 12월
동의대학교 물리학과
교수

2010년 1월~현재 동의대학교 방사선학과 교수
2008년 6월~현재 부산IT융합부품연구소 연구소장
※관심분야 : FBG Optical Sensor, MEMS Sensor,
Thin-film application, Laser Spectroscopy