

인공지능 기반 VTS 레이더 이미지 객체 탐지-인식-추적 알고리즘 설계

이유경* · † 양영준

*동명대학교 해양모빌리티학과 연구원, † 동명대학교 해양모빌리티학과 교수

Design of AI-Based VTS Radar Image for Object Detection-Recognition-Tracking Algorithm

Yu-kyung Lee · † Young Jun Yang*

**Researcher Department of Marine Mobility, Tongmyong University, Busan Sinseon-ro 428, Korea*

† Professor, Department of Marine Mobility, Tongmyong University, Busan Sinseon-ro 428, Korea

요 약 : 본 논문에서는 VTS 레이더 이미지 기반 객체의 탐지, 인식, 추적 알고리즘의 설계에 대해 소개한다. 레이더 이미지 기반 객체 탐지는 인공지능 기술을 이용하여 객체 유무 여부를 확인하고, 탐지의 경우 인공지능 기술을 이용하여 선종을 구분하게 된다. 추적은 탐지된 객체에 대해 시간에 따른 연속적 추적을 실시하며 이동경로의 혼선을 방지하는 기술이 포함되어 있다. 특히 육상레이더의 경우 지형지물에 따라 탐지가 불필요한 영역이 있어, 레이더 이미지에서 관심영역(ROI)을 설정하여 영역 내 선박을 탐지하고 인식하는 기능이 포함되어 있다. 또한, 추출한 좌표정보를 통해 속도와 방향 등을 계산하여 다양한 응용 해석이 가능하도록 설계하였다.

핵심용어 : VTS 레이더 이미지, 객체 탐지, 객체 인식, 객체 추적, R-CNN

Abstract : This paper introduces the design of detection, recognition, and tracking algorithms for VTS radar image-based objects. The detection of objects in radar images utilizes artificial intelligence technology to determine the presence or absence of objects, and can classify the type of object using AI technology. Tracking involves the continuous tracking of detected objects over time, including technology to prevent confusion in the movement path. In particular, for land-based radar, there are unnecessary areas for detection depending on the terrain, so the function of detecting and recognizing vessels within the region of interest (ROI) set in the radar image is included. In addition, the extracted coordinate information is designed to enable various applications and interpretations by calculating speed, direction, etc.

Key words : VTS Radar Image, Object Detection, Object Recognition, Object Tracking, R-CNN

1. 서 론

레이더(RADAR는 Radio Detecting And Ranging)의 줄임말로, 전자파를 이용하여 물체를 탐지하고, 거리, 각도 등을 확인할 수 있다고 알려져 있다. 다양한 전자파를 활용하여 각종 레이더가 개발되었다. 참고로, 국립전파연구원에 따르면 원래 명칭은 전자기파(electromagnetic wave)로서 이것을 줄여서 전자파로 부르며, 전기장과 자기장의 두 가지 성분으로 구성된 파동으로 설명하고 있다.

VTS레이더는 전자파의 직진성이 우수한 x밴드 대역을 활용하여, 상공에서 촬영한 것과 같은 레이더 이미지를 획득할 수 있다는 장점이 있다. 이를 통해 객체를 탐지하고 추적하는 기능은 전통적으로 널리 활용되고 있다. 해당 방법은 가장 단순하면서도 직관적이며 우수한 탐지방법이다. 하지만, 화소강도(image intensity)의 한계치(threshold)를 설정하여 탐지하

는 상기 방법은 객체의 크기와 종류등을 파악하는데 어려울뿐만 아니라, 근접상황에서 객체의 추적시 혼선이 생길 가능성이 매우 높다. 따라서 인공지능 기술을 바탕으로 객체를 탐지(detection), 탐지(recognition), 추적(tracking)하는 기술의 설계를 소개하고자 한다.

2. 서 론

객체탐지 알고리즘(Object Detection Algorithms)은 딥러닝 기술을 이용하여 영상 또는 이미지에서 객체를 검출하는 것이다. 해당 기술은 컴퓨터 비전 분야에서 중요한 역할을 하며, 이미지 분석, 자율주행 자동차, 보안 분야 등 다양한 곳에서 활용되고 있다. 탐지는 주로 R-CNN, YOLO, SSD등의 알고리즘을 사용하며, 객체의 크기, 중심위치, 방향, 속도, 등을 파악한다.

† 교신저자 : yangyj@tu.ac.kr

* 정회원, skaeh34@tu.ac.kr

먼저, 레이더 이미지에서 ROI를 지정하여 원하는 구역을 설정하였고, 이후 설정된 ROI구역을 지나는 선박의 좌표정보를 추출할 수 있었다. x, y, w, h에 대한 정보를 추출하였으며, 이를 기반으로 하여 Xc, Yc값을 저장하였다. Xc와 Yc의 값은 (1)과 같다.

$$X_i^C = \frac{X_i + W_i}{2}, Y_i^C = \frac{Y_i + H_i}{2} \quad (1)$$

객체의 인식(recognition)은 주로 선종(ship type) 구분에 초점을 맞추고 있으며, CNN알고리즘을 바탕으로 수행하게 된다. 객체의 크기와 RCS(radar cross section)정보 등을 파라미터로 활용한다.

마지막으로 객체의 추적(tracking)은 tracking-API와 in-house 코드를 이용하며, 선박 추적시 물표의 혼선 및 유실 방지에 초점을 맞추고 있다.

모든 정보는 한국정보통신기술협회의 “해상교통관제서비스 통합 플랫폼 - 제1부:데이터 수집 요구사항, <표 6-4> 레이더 물표 데이터 형식설명”에 기초하여 표출하며, 새롭게 추가된 필드는 아래 표와 같다. Table 1에서 1~10, 19, 20은 기존에 있는 필드며 인공지능을 통한 추적을 통해 도출된 정보가 차이점으로 볼수 있다. 11~14는 각각 탐지된 객체의 바운딩 박스 X, Y좌표의 위치정보와 가로, 세로 크기이다. 이때 위치 정보는 좌측 상단 모서리 정보를 의미한다. 15, 16은 바운딩 박스의 가운데 정보를 각각 나타낸다.

Table 1 Introduction of radar detection object data

#	NAME	TYPE	CONTENTS
1	Sentence ID	String	시작문자
2	Target ID	String	물표구분자(0~4,294,000,000)
3	Status	String	0 = Removed, 1 = Lost, 2 = Firm, 3 = Initial, 4 = Coasted, 5 = Parked
4	Latitude	String	dd.dddddd
5	N/S Indicator	String	N = North, S = South
6	Longitude	String	ddd.dddddd
7	E/W Indicator	String	E = East, W = West
8	Course	String	Degree(0.0~359.9°)
9	Speed	String	knot
10	Timestamp	String	데이터 생성시각의 초(0~59)
11	X_i	String	Location of X-coordinate
12	Y_i	String	Location of Y-coordinate
13	W_i	String	Width of object
14	H_i	String	Height of object
15	X_i^C	String	Center location of X-coordinate
16	Y_i^C	String	Center location of Y-coordinate
17	dx_i	String	Movindg distance of X-coordinate
18	dy_i	String	Movindg distance of Y-coordinate
19	Checksum	String	*H는 체크섬, 체크섬은 “!” , “*”를 제외한 문자들의 XOR 값
20	Terminator	String	CR/LF : 0x0D/0x0A

17, 18은 시간적으로 연속된 레이더 이미지에서 같은 객체의 이동거리를 각각 나타내며, 계산을 통해 속도와 방향을 도출하게 된다. 계산 식은 식(2, 3) 과 같다.

$$dx_i = X_{i+1} - X_i, dy_i = Y_{i+1} - Y_i \quad (2)$$

$$course = \text{atan}\left(\frac{dy_i}{dx_i}\right) \quad (3)$$

또한 추적 단계에서는 KCF, MOSSE, DeepSORT 등을 사용하게 되며, in-house 코드와 병행하여 사용하여 추적 정확도를 향상하는데 목표를 두고 설계하였다.

본 논문에서는 송도 암남 VTS 레이더, 감천 VTS 레이더를 통해 이미지를 수집하였고, 다음과 같은 절차를 진행하였다. 데이터 수집환경은 20rpm으로 3초마다 1장의 image가 2056*2056으로 저장된다. 이후 이미지 전처리를 통해 영상에서 불필요한 부분과 노이즈를 제거하였다. 이후 객체를 인식하고 카운팅하는 알고리즘을 설계하였다.

5. 결 론

본 논문은 송도 암남 VTS 레이더 센터에서 수집한 자료를 바탕으로 물체의 탐지-인식-추적 알고리즘을 설계하였다. 본 연구는 AIS정보등이 없는 상황에서 레이더 이미지만을 통해 탐지-인식-추적 알고리즘을 설계한 것이 가장 큰 특징이다. 현재 추적시 혼선을 방지하는 다양한 알고리즘을 개발하고 있으며 핸드오버와 연계하는 것이 최종 목표로 간주 할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Liu, G., Zhang, X., & Meng, J. (2019). A small ship target detection method based on polarimetric SAR. *Remote Sensing*, 11(24), 2938.
- [2] Oh, J. Y., Kim, H. J., & Park, S. K. (2018). Detection of ship movement anomaly using AIS data: a study. *Journal of Navigation and port research*, 42(4), 277-282.
- [3] Kim, D., Lee, Y. K., & Kim, S. W. (2020). Ship detection based on KOMPSAT-5 SLC image and AIS data. *Korean Journal of Remote Sensing*, 36(2_2), 365-377.

본 논문은 2023년 해양경찰청 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(클라우드 기반 차세대 VTS 통합 플랫폼 개발)