

VTS 관제 구역 내 조류의 영향과 항적 이동에 따른 해양 사고 분석 방법

† 김주성 · 정중식* · 강승호** · 임세욱***

† 국립목포해양대학교 항해학부, *국립목포해양대학교 국제해사수송과학부, **,***해양경찰청 중부지방해양경찰청 경인항 해상교통관제센터

Analysis of Marine Accident based on Impact of Tidal Stream and Vessel Tracking in VTS Area

† Joo-Sung Kim · Jung-Sik Jeong* · Seung-Ho Kang** · Se-Wook Lim***

† Division of Navigation Science of Mokpo National Maritime University, Mokpo, 58628, Korea

*Division of International Maritime Transportation Science, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 58628, Korea

,Kyeong-in VTS Center, Incheon, 22850, Korea

요 약 : 관제구역 내 항로는 주요 항만의 항계를 포함하고 있기 때문에 지리적 여건에 따라 선박 통항량이 증가하고 항로가 협소한 구간이 존재한다. 또한, 대한민국 서해안에 위치한 항만과 그 관제구역의 경우 큰 조석간만의 차로 인하여 선박 조선에 있어 강한 조류의 영향을 받게 된다. 본 논문에서는 항로 상 조류의 흐름에 따른 선박 항적 이동의 특성을 분석하여 항해 환경 변화에 따른 유의미한 정보를 생산하는 방법을 제시하고 실제 해양 사고 사례에 적용하여 그 유효성을 검증하였다. 모델 추출을 위하여 SVR seaway model, 지지벡터 회귀 모형과 격자 탐색을 통한 모수 결정을 수행하였다.

핵심용어 : 해상교통관제, 지지벡터머신, 해양사고분석, 의사결정지원

Abstract : Since the routes within VTS areas include harbour limit of major ports, there are sections where the traffic volume increases and the routes are normally narrow according to the geographical conditions. In the case of ports and VTS areas located on the west coast of Korea, it is affected by strong current due to large tidal differences. In this paper, we propose a method to produce useful information according to the change of navigation environment by analyzing the characteristics of ship's movement according to tidal stream or current. The SVR seaway model, support vector regression, and grid search were conducted in order to extract models.

Key words : Vessel Traffic Service, Support Vector Machine, Accident Analysis, Decision Making Support

1. Introduction

선박의 효율적이고 안전한 항해를 위하여 주요 항만 및 연안 해역에서는 해상교통관제 제도를 시행하고 있다. 해상교통관제사는 이 과정에서 선박의 이동을 감시하고 선박에 유효한 정보를 제공함으로써 해양사고 예방을 위한 업무를 수행한다.

그러나 최근 중앙해양안전심판원의 해양사고 통계에 의하면, 연간 해양사고는 2013년 1,093건, 2014년 1,330건, 2015년 2,101건, 2016년 2,307건, 2017년 2,582건으로 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 한편, 선박 좌초에 의한 해양사고는 2013년부터 2017년까지 91건, 96건, 84건, 137건, 149건이 발생한 것으로 나타났다 [1]. 그러나 해상교통관제사의 업무 과정에서 이

러한 좌초 사고를 방지하기 위한 방법은 선위를 지속적으로 감시하는 것 외에 특별한 방법이 없는 것으로 알려져 있다.

따라서 본 논문에서는 선박 누적 항적을 통한 대표 모델 추출과 조류의 흐름이 항적에 미치는 영향을 분석하여 유의미한 정보를 생산하고 해상교통관제사의 의사결정을 돕기 위한 도구를 마련하고자 한다.

2. SVR Seaway Model

SVR Seaway Model은 지정된 항로를 항해하는 선박의 항해 경로를 추출하기 위해 개발된 방법으로 항해 데이터를 학습한 결과로써 항적 모델을 추출하는 방법이다 [2]. 이 방법

† 중신회원, jskim@mmu.ac.kr

* 중신회원, jsjeong@mmu.ac.kr

** ksh77@korea.kr,

*** swlim1210@korea.kr

은 학습에 많은 데이터 세트를 요구하지 않기 때문에 해상 교통 환경이 복잡한 지역에 개별 항적을 추출하기에 적합한 방법으로 알려져 있다. 또한, 추출된 항적은 개별 데이터 세트를 기반으로 정의된다. SVR을 통한 데이터 학습의 특징은 출력 모델을 결정하기 위해 선택된 모수에 따라 학습해야 할 Support Vector의 수를 선택하는 것이다 [3, 4]. 전통적인 패턴 인식 방법은 데이터의 분포 패턴에 따라 통계적 패턴 인식 방법을 사용하는 경험적 위험 최소화 방법에 기반하고 있지만 SVR은 구조적 위험 최소화에 기반하여 고정되어 있지만 알려지지 않은 확률 분포를 갖는 데이터의 오류 확률을 최소화하는 방법이다 [3, 4]. 격자탐색과 v-겹 교차 검증은 최적의 모수 세트를 선택하기 위하여 사용된다. 한편, 이 기법은 Chih-Wei Hsu이 제안한 LIBSVM에서 소개되었으며, 다양한 알고리즘으로 최적의 모수 세트 구성에 널리 사용되고 있다 [5].

3. Data Model and Simulation

항적 모델 추출을 위해 원본 데이터를 수집하고 분류 후 SVR Seaway Model의 데이터 처리 프로세스에 따라 데이터 세트를 구성하였다. 데이터 처리부와 학습부의 프로세스에 따라 데이터를 처리하고 최종 추출 모델을 도출하였다 [2]. 항로 상 조류 흐름의 복원 또한 같은 방법으로 예측하였다. 기상관측 부표에서 수집한 조류 데이터를 목적하는 지역의 특정 시간에 따라 예측한 후 다시 매 초 단위로 조류의 방향과 세기를 예측하여 선박의 이동 경로와 비교·분석을 진행하였다.

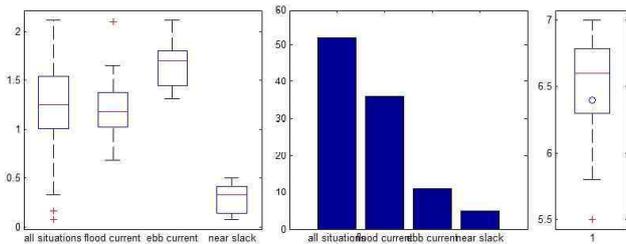


Fig. 1 Tidal current and stream in target area

그림1은 목적하는 항로에서의 조류의 흐름과 방향에 따라 데이터를 분류하기 위하여 진행한 조류 분석 결과이다. 목적 선박은 연중 입항 총 52회로 밀물 시 36회, 썰물 시 10회, 정조 시 6회로 나타났다. 특히 밀물과 썰물 시 조류의 흐름은 정북(358°)과 정남(178°)으로 항로의 만곡부에서 선박이 변침 시 선박의 진행 방향과 조류의 진행 방향이 수직으로 작용하여 조선에 영향을 줄 수 있는 것이 특징이었다. 한편, 그림1-3은 선박의 흘수에 따른 분포를 나타낸 것이다. 목적 선박의 흘수는 6.40 미터로 정상범주에 포함되었다.

그림2는 목적 선박의 1년간 입항 항적을 수집하여 도시한 결과이다. 항로 입항을 위한 접근 항해 중 영종대교를 기점으로 조류의 흐름을 파악하여 밀물, 썰물, 정조 시로 분류하여 데이터를 도시하였다. 특징적인 부분은 조류의 흐름에 따라

항적이 특징적 패턴을 나타낸다는 것이다. 썰물 시 조류의 흐름이 정남으로 향하고 유속이 빨라지는 시간에 입항한 2척의 선박은 항로를 이탈하였고, 그 중 1척은 항로 밖 사주에 좌초하였다. 한편, 정조 시는 특징적인 부분을 찾을 수 없었고, 밀물 시에는 선박의 항적이 조류의 흐름과 같이 정북으로 치우쳐 나타났다.

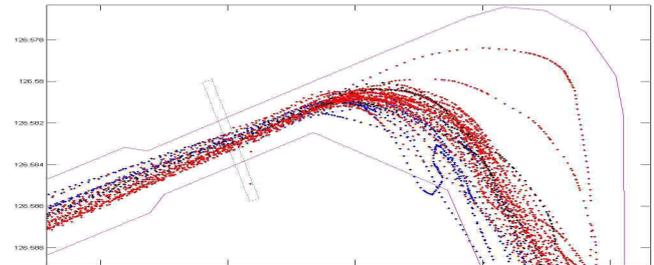


Fig. 2 Classified track dataset

4. Conclusion

본 논문에서는 선박의 누적된 항적을 통하여 대표 모델을 추출하고, 선박이 항해하는 해역에서 조류의 흐름에 따른 항적의 영향을 분석하였다. 항적 모델 추출을 위하여 SVR seawaymodel, 지지벡터 회귀 모형과 격자 탐색을 통한 모수 결정을 수행하였고, 조류 예측을 위하여 동일한 방법을 사용하였다. 또한, 제안하는 방법의 검증을 위하여 실제 좌초 사고를 바탕으로 시뮬레이션을 수행하였다. 본 논문에서 제안하는 항적 분석 방법을 통하여 해상교통관제사의 의사결정을 지원하기 위한 도구를 개발할 수 있을 것으로 기대한다. 향후 조류의 흐름뿐만 아니라 다른 외력에 의하여 발생하는 선박 이료에 대한 영향 분석이 필요하다.

참고 문헌

- [1] Korean Maritime Safety Tribunal, "Marine accident annual report," <https://www.kmst.go.kr>, April, 2018.
- [2] Joo-Sung Kim, "Vessel Target Prediction Method and Dead Reckoning Position Based on SVR Seaway Model," *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems* Vol.17, No.4, pp.279-288, Dec., 2017.
- [3] V. Vapnik, "The Nature of Statistical Learning Theory," Springer, N.Y., 1995.
- [4] Steve R.Gunn(1998), "Support Vector Machines for Classification and Regression," Technical Report, University of Southampton.
- [5] Chih Wei Hsu, Chih-Chung Chang, and Chih-JenLin(2003), "A Practical Guide to Support Vector Classification," Department of Computer Science, National Taiwan University.