

빅데이터 기반 선박 교통 혼잡도 예측에 관한 연구

오재용* · † 김혜진

*, † 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소

Research on the Prediction of Maritime Traffic Congestion based on Big Data

Jae-Yong Oh* · † Hye-Jin Kim

*, † Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering, Daejeon, Korea

요약 : 해상교통관제 구역은 항만 시설을 사용하기 위한 입·출항 선박, 연안 해역을 이동하는 선박 등이 서로 복잡하게 운항하는 교통 패턴을 가지고 있다. 이를 안전하고 효과적으로 관리하기 위해 해상교통관제센터(VTS)에서는 선박을 실시간 모니터링하며 관제 업무를 수행하고 있지만, 교통 혼잡 상황에서는 업무 로드의 증가로 인해 관제 공백이 발생하기도 한다. 이에 교통 혼잡도 및 혼잡 구역을 예측한다면 보다 효율적인 관제가 가능하지만 현재는 관제사의 경험에 전적으로 의존하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 VTS 관점에서의 교통 혼잡을 정의하고, 과거 항적 데이터를 이용하여 항내 선박 교통 혼잡도 및 혼잡 구역을 예측하는 방법을 제안하였다. 또한, 실험 데이터(대산항 VTS)를 적용하여 제안된 기술이 관제지원 도구로서 활용될 수 있는지 검토하였다.

핵심용어 : 해상 교통, 해상교통관제시스템, 교통량 예측, 선박 교통 분석, 시계열 예측

1. 서론

항만은 선박의 출입, 승객의 승·하선, 화물의 하역 및 보관 처리 등을 위한 시설들이 갖추어진 곳을 의미한다. 이러한 항만은 외항선이 주로 입출항하는 무역항과 국내 운항 선박이 이용하는 연안항으로 구분되며, 국내에는 31개의 무역항과 29개의 연안항이 운영되고 있다(해양수산부, 2023). 이처럼 항만은 터미널, 부두, 정박지 등의 항만 시설을 사용하기 위한 선박들로 인해 매우 복잡한 교통 패턴을 가지고 있으며, 선박의 운항 밀집도 또한 높게 나타나는 것이 일반적이다. 이에 항내 선박 교통을 보다 안전하고 효율적으로 관리하기 위해 해상교통관제센터(VTS, vessel traffic services)를 설치하여 운영하고 있으며, AIS, RADAR, VHF 등을 이용하여 관제구역에서 운항 중인 선박을 실시간으로 모니터링하고 있다(해양경찰청, 2023). 그러나 교통량이 많아지는 혼잡 시간대의 경우 관제사의 업무 로드가 증가하여 적시에 관제정보가 제공되지 못하는 관제 공백이 생기기도 한다. 이러한 혼잡 상황에 대한 예측은 관제사 개개인의 관제 경험을 토대로 결정되기 때문에 일정한 기준이 없는 실정이다. 이에 본 논문에서는 효율적인 항만 교통 관리를 위해 교통 혼잡도 및 혼잡 구역을 예측할 수 있는 방법을 제안하며, 실험 데이터를 적용하여 제안된 기술이 관제 지원 도구로서 활용될 수 있는지 고찰하고자 한다.

2. 선박 교통 혼잡의 정의

항내 선박 교통 혼잡도 및 혼잡 구역을 예측하기 위해서는 가장 먼저 “항내 선박교통 혼잡”의 의미를 정의해야 한다. 본 논문에서는 혼잡도 예측의 범위를 항만 시설을 포함하는 관제구역으로 한정하고, 단순히 교통량의 증가에 따라 혼잡도가 증가하는 것이 아니라, 선박의 조우 상황과 같이 관제 개입의 가능성을 추가적으로 고려하여 VTS 관제 관점의 혼잡도를 정의하였다. 또한, 혼잡 예측 기간은 관제 업무에 영향을 미치는 현재 시간 기준 향후 24시간 이내로 정하였으며, 시간에 따른 예측 뿐 만 아니라 공간적인 혼잡도 예측을 포함한다.

3. 빅데이터 기반 교통 혼잡 예측

항내 선박 교통 혼잡도를 예측하기 위한 첫 번째 단계는 선박의 운항 경로 정보 추출 단계이다. 항내를 운항하는 선박은 정해진 항로를 따라 항행해야 한다고 규정하고 있다(해양수산부, 2023). 그러나 해당 규정에는 주요 항로에 대해서만 운항 방향, 운항 속도, 가항 영역 등을 지정하고 있기 때문에 그 외의 영역에서는 선박의 운항 패턴을 예측하기 어려운 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 선박의 과거 항적 데이터(6개월 이상)를 바탕으로 선박의 주요 운항 경로 정보를 추출하고, 각 운항 경로에 대한 선박 교통 혼잡도를 예측한다.

선박 운항 경로 정보는 노드와 에지로 구성된 네트워크 그래프 형태로 나타낼 수 있다. 교통 네트워크의 노드 정보는

* 정회원, ojyong@kriso.re.kr
† 교신저자, 정회원, hjk@kriso.re.kr

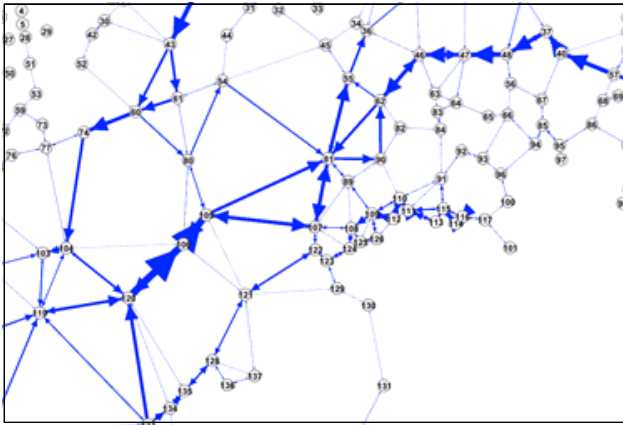


Fig. 1 Example of traffic network model



Fig. 2 Result of traffic congestion prediction

항적 데이터를 전처리하여 주요 변침점 정보를 추출하고, 정박지, 부두 등의 위치를 추가하여 생성한다. 그 다음, 각 네트워크 노드의 위치를 기준으로 영역을 분할한 후, 선박별 운항 경로에 따라 노드를 연결하는 에지 정보를 추출한다. 생성된 교통 네트워크의 예시는 Fig.1과 같다. 각 노드는 주요 변침점 및 항만 시설물의 위치와 매칭되며, 노드를 잇는 에지선의 두께는 상대적인 운항 빈도를 의미한다. 한편, 6개월 이상의 항적 데이터로부터 주기적인 패턴 정보를 분석하여 향후 24시간 동안의 선박 교통량을 예측하며, 예측된 전체 교통량 정보를 바탕으로 각 영역별 교통량을 예측한다. 마지막 단계로 영역별 교통량 정보와 교통 네트워크의 연결 정보를 융합하여 각 노드 간 이동에 대한 혼잡도를 예측한다.

(중략)

4. 예측 결과 가시화 및 검증

실험에 사용된 실험역 데이터는 대산항 해상교통관제센터에서 수집된 AIS 및 RADAR 물표 데이터를 사용하였다. 물표 데이터는 물표 탐지 시간, 물표 위치(위도, 경도), 속도, 침로, MMSI 정보 등이 포함되어 있으며, 약 6개월간의 물표 데이터가 실험에 사용되었다. 계산된 혼잡도 정보는 현재 시간을 기준으로 향후 24시간에 대해(1시간 간격) 각 에지별 혼잡도 값(-1.0부터 1.0까지)을 포함하고 있다. 이러한 혼잡도 정보는 “한산/원활/혼잡”의 3단계 색상으로 구분하여 가시화 하였으며, 교통 네트워크의 노드 위치 정보를 참조하여 전자해도에 중첩 표시함으로써 교통 혼잡도 및 구역 정보를 쉽게 파악할 수 있도록 하였다. 또한 화면 하단의 슬라이더 컨트롤을 이용하여 예측 시간을 설정할 수 있도록 하였다.

교통량 예측 결과는 대상 해역에서의 실제 교통량과의 비교를 통해 정량적으로 검증할 수 있으며, 혼잡도 예측 결과는 관제사가 체감하는 실질적인 교통 혼잡도와와의 차이를 줄이기 위한 세부 조정이 필요할 것으로 판단된다.

(중략)

5. 결 론

본 논문에서는 항만의 선박 교통 혼잡도와 혼잡 구역을 예측하는 방법에 대해 제안하였다. 선박 교통에 대한 혼잡을 정의하고, 혼잡도와 혼잡 구역을 예측하는 작업은 관제사의 주관적인 요소에 의해 판단되던 교통 혼잡도를 수치적으로 정량화한다는 점에서 매우 중요한 의미를 가진다. 이를 통해 보다 체계적이고 과학적으로 관제구역에 대한 관리가 이루어질 수 있으며, 관제 업무 로드를 줄이고 항만의 운영 효율을 향상시킬 수 있기를 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] 해양수산부(2023), “해양수산부 해양수산 용어사전”
- [2] 해양수산부(2023). “선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률”
- [3] 해양경찰청(2023), “<http://www.kcg.go.kr/kgc/vts/main.do>”
- [4] 유상록(2013), “시계열 분석을 통한 해상교통량 예측 방안”, 해양환경안전학회, vol.19, No.6, pp. 612-620
- [5] Koo, J. Y.(1997), “Evaluation of Traffic Congestion in Channels within Harbour Limit”, Journal of Port and Harbor Research, Vol. 11, No. 2, pp. 173-189.
- [6] Kim, J. H.(2008), “The Forecast of the Cargo Transportation for the North Port in Busan using Time Series Models”, Journal of Korea Port Economic Association, Vol. 24, No. 2, pp. 1-17.
- [7] Kim, J. H.(2007), “The Estimation of Future Container Ship Traffic for Three Major Ports in Korea”, Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 31, No. 5, pp. 353-359.

본 논문은 해양경찰청의 “해상교통정보 빅데이터 구축 및 안전예보 시스템 기술 개발(5/5)” 과제에 의해 수행되었습니다(PMS5570).