

항적모델 추출을 통한 해상교통관제사 의사결정 지원 방안

† 김주성 · 정중식* · 정재용* · 김윤하** · 최익환** · 김진한**

† 목포해양대학교 해상운송시스템학과 대학원, * 목포해양대학교 국제해사수송과학부,
** 국민안전처 중부해양경비안전본부 대상항 해상교통관제센터

Decision Making Support System for VTSO using Extracted Ships' Tracks

† Joo-Sung Kim · Jung Sik Jeong¹ · Jae-Yong Jeong¹ · Kim Yun Ha² · Choi Ikhwan² · Kim Jinhan²

[†] Graduate School of Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

^{*} Department of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

^{**} Daesan VTS Center, Central Regional Headquarters Korea Coast Guard, Ministry of Public Safety and Security, Seosansi, Korea

요 약 : 선박 항적 데이터는 해상교통관제센터에 의해 실시간으로 모니터링 되고 수집되어 진다. 이러한 데이터를 기반으로 선박의 항적 패턴분석과 항적 모델을 추출하여 해상교통관제사의 의사결정에 기여하고자 한다. 항적 데이터의 처리와 가공, 항적 모델링을 위하여 SVM 알고리즘이 사용되었으며, 적정 파라미터 선정을 위하여 k-fold cross validation이 사용되었다. 제안된 항적 데이터 모델링을 통하여 이상거동 선박의 사전 판별, 선박의 추측위치 계산 등에 응용하여 해상교통관제사의 의사결정을 지원하고자 한다.

핵심용어 : 해상교통관제, 데이터 마이닝, 의사결정지원, 지지벡터기계학습

Abstract : Ships' tracking data are being monitored and collected by vessel traffic service center in real time. In this paper, we intend to contribute to vessel traffic service operators' decision making through extracting ships' tracking patterns and models based on these data. Support Vector Machine algorithm was used for vessel track modeling to handle and process the data sets and k-fold cross validation was used to select the proper parameters. Proposed data processing methods could support vessel traffic service operators' decision making on case of anomaly detection, calculation ships' dead reckoning positions and etc.

Key words : vessel traffic service, data mining, decision making support system, support vector machine learning

1. 서 론

해상교통관제는 선박의 안전과 효율을 위하여 당사국 정부가 인정하는 지역에 설치하여 운영할 수 있다[1]. 선박의 대형화와 고속화, 국제무역의 활성화로 인한 해상교통량 증가는 사고의 위험성을 증가시키고 이러한 잠재적 사고를 예방하기 위하여 해상교통관제사는 24시간 선박의 운항을 모니터링하고 적절한 정보를 제공함으로써 사고의 예방에 기여하고 있다. 본 연구에서는 해상교통관제센터에서 수집하는 선박의 항적 자료를 바탕으로 항적패턴을 분석하고, 항적 자료를 제공함으로써 해상교통관제사의 의사결정을 지원하고자 한다. 선박 항적패턴의 분석을 위하여 Support Vector Machine(SVM) 알고리즘이 사용되었으며, SVM의 모형구축에 필수적인 커널함수의 적정 파라미터 선정을 위하여 k-fold cross validation과 격자탐색이 사용되었다[2]. 또한 제안된 방법의 검증을 위하여 임의의 항로구간을 설정하여 시뮬레이션 하였다.

2. 지지벡터머신[3]

SVM은 지도적 학습방법을 통하여 여유거리를 최대화하는 초평면을 구성하여 데이터를 분류하는 기법이다. 본래 분류문제를 해결하기 위하여 개발되었지만 최근에는 회귀분석이나 확률 밀도 예측과 연관된 문제를 해결하기 위해 확장되었다.

훈련데이터 $(x_1, y_1), \dots, (x_N, y_N) \subset \mathcal{X} \times \mathcal{R}$ 가 주어졌다고 가정한다. 여기서 입력공간 \mathcal{X} 에 N 개의 학습데이터 집합이 주어졌을 때, 입력벡터 x 에 대해 출력벡터 y 로부터 ϵ 만큼의 범위를 갖는 선형함수 $f(x)$ 는 식(1)과 같이 쓸 수 있다.

$$f(x) = \langle \omega, x \rangle + b \text{ with } \omega \in \mathcal{X}, b \in \mathcal{R} \quad (1)$$

일반적으로 ϵ 편차 밖에 훈련데이터가 존재하므로 슬랙변수 ξ_i, ξ_i^* 을 도입하여 ϵ 편차 바깥에 훈련데이터가 존재하도록 최적화문제를 구성하면 식(2)와 같다.

† 주저자 : 종신회원, jskim81@korea.kr
* 종신회원, jsjeong@mmu.ac.kr, jyjong@mmu.ac.kr
** kyh21c@korea.kr, sdsdik@naver.com, jscomet1@hanmail.net

$$\min \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^N (\xi_i + \xi_i^*) \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{subject to } & y_i - \langle w, x_i \rangle - b \leq \epsilon + \xi_i \\ & \langle w, x_i \rangle + b - y_i \leq \epsilon + \xi_i \\ & \xi_i, \xi_i^* \geq 0 \end{aligned}$$

목표하는 $f(x)$ 를 비선형 형태로 확장하기 위해 커널함수를 사용하여 식(3)과 같이 구성한다.

$$\begin{aligned} y &= \sum_{i=1}^N (\alpha_i + \alpha_i^*) \cdot \langle \phi(x_i), \phi(x) \rangle + b \\ &= \sum_{i=1}^N (\alpha_i + \alpha_i^*) \cdot K(x_i, x) + b \end{aligned} \quad (3)$$

3. 데이터 처리 방법과 시뮬레이션

항로추출을 위해 데이터셋의 수집, 분류, 모델링의 단계를 거친다. 다시 데이터 모델링에서 데이터셋의 변환, 데이터 스케일링, 커널함수의 선택, 적정 파라미터의 선정, 선택 모델의 학습과 검증의 단계를 거친다[4,5].

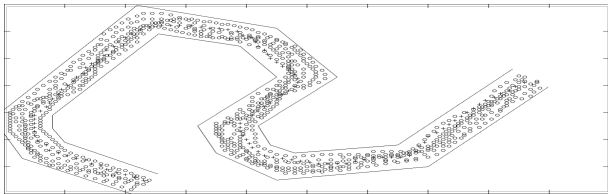


Fig. 1 Designated passage and tracks

그림1과 같은 반곡부의 항로를 가정한 임의의 항로를 구성하여 선박의 항적을 재현하였다. 항적 데이터셋을 학습데이터와 검증데이터로 분류하고, 5-fold cross validation과 격자탐색을 수행하여 표1과 같이 적정 파라미터를 산출하였다.

Table 1 Result of parameter selection

g \ e	0	1	<u>2</u>	3	4	5
6	4.4662	4.2730	4.2620	4.7694	5.2301	6.2994
7	4.5501	4.2347	4.2148	4.6951	5.2297	6.4380
<u>8</u>	4.6137	4.2476	4.1977	4.6256	5.6486	8.1237
9	4.6653	4.2805	4.2111	4.8137	6.2200	9.2866
10	4.8653	4.4474	4.4471	5.0990	6.6824	10.0518

선정된 파라미터값을 적용하여 데이터셋을 학습하고 모델을 구축한 결과는 그림2와 같다.

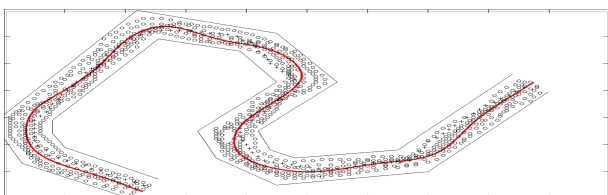


Fig. 2 Result of SVM

그림2의 추출된 항적모델을 기반으로 한 침로변화 곡선과 데이터셋의 침로를 학습한 모델을 비교한 결과는 그림3와 같다.

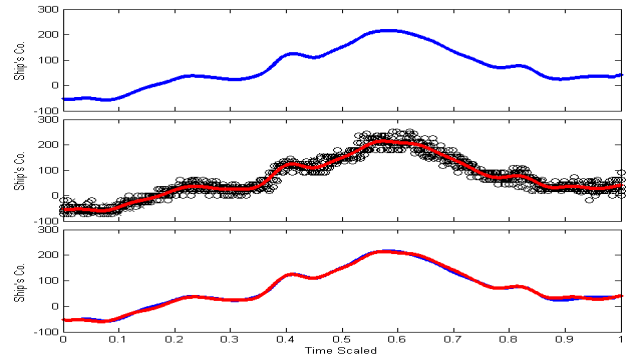


Fig. 3 Comparison of course changes

4. 결론

해상교통관제사의 주요 과제는 관제구역에서 선박의 위치를 파악하고 통항을 예측함으로써 선박에 정확한 정보를 제공하여 해양사고를 방지하고 항만의 효율을 증대시키는 것이다. 특히, 항계 내와 같이 협소한 구간에서 다수의 선박이 항행하는 경우 지속적인 모니터링과 예측으로 선박의 동정을 파악해야 한다. 그러나 이러한 업무는 관제사의 개인적인 역량에 따라 좌우될 뿐만 아니라 업무스트레스를 가중시킨다. 본 논문에서 제안하는 선박 항적 데이터 마이닝을 통한 항적 모델 추출 방법은 선박의 항적 예측과 이상거동 선박을 파악할 수 있도록 관제사의 의사결정을 지원할 수 있을 것으로 본다. 향후 더욱 상세한 분류와 데이터의 신뢰도 향상을 위해 선종, 선박의 크기, 항해환경 등을 고려한 항적모델의 추출 방법의 개발이 필요하다.

참고 문헌

- [1] IMO(1997), Guidelines for Vessel Traffic Services, Resolution A.857(20).
- [2] J.S.Kim, J.S.Jeong and G.K.Park(2015), "Extraction of Ship's Tracking Model for Improving Situation Awareness at Vessel Traffic Service Areas," in Proceeding of the 2015 Korean Institute of Intelligent System, pp. 51~52.
- [3] V.Vpnik(1998), "Statistical Learning Theory," Springer, N.Y.
- [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-Jen Lin(2003), "A Practical Guide to Support Vector Classification," Department of Computer Science, National Taiwan University.