

# 1D-CNN을 이용한 항만내 선박 이동시간 예측

유상록\* · † 김광일 · 정초영\*\*

\*,† (주) 미래해양정보기술, \*\*군산대학교 해양산업·운송과학기술학부

## Prediction of Ship Travel Time in Harbour using 1D-Convolutional Neural Network

Sang-Lok Yoo\* · † Kwang-Il Ki · Cho-Young Jung\*\*

\*Director of Research Institute, Future Ocean Information Technology, Jeju 63243, Korea

† CEO, Future Ocean Information Technology, Jeju 63243, Korea

\*\*Professor, Division of Marine Industry - Transportation Science and Technology, Kunsan National University, Gunsan 541501, Korea

**요 약** : 해상교통관제사는 항로폭이 협소한 항만에서 선박 충돌사고 예방을 위해 one-way로 항해하도록 선박의 입·출항 대기 지시를 한다. 현재 해상교통관제사의 입·출항대기 지시는 과학적이고 통계적인 데이터를 기반으로 하지 않고 해상교통관제사의 개인 역량에 따라 편차가 크다. 이에 따라 본 연구에서는 항만에서의 선박 입·출항 대기 지시를 위한 정확한 이동 시간을 예측하기 위해 선박 및 기상 데이터를 수집하여 1d-합성곱신경망 모델을 구축하였다. 제안한 모델이 다른 앙상블 기계학습 모델보다 45% 이상 개선된 것을 확인하였다. 본 연구를 통해 다양한 상황에서도 선박 입·출항 소요시간 예측이 가능하여 해상교통관제사는 선박에게 정확한 정보 제공 및 대기지시 판단에 도움이 될 것으로 기대된다.

**핵심용어** : 해상교통관제사, 이동시간, 예측, 합성곱신경망, 기계학습

**Abstract** : VTS operators instruct ships to wait for entry and departure to sail in one-way to prevent ship collision accidents in ports with narrow routes. Currently, the instructions are not based on scientific and statistical data. As a result, there is a significant deviation depending on the individual capability of the VTS operators. Accordingly, this study built a 1d-convolutional neural network model by collecting ship and weather data to predict the exact travel time for ship entry/departure waiting for instructions in the port. It was confirmed that the proposed model was improved by more than 45% compared to other ensemble machine learning models. Through this study, it is possible to predict the time required to enter and depart a vessel in various situations, so it is expected that the VTS operators will help provide accurate information to the vessel and determine the waiting order.

**Key words** : Vessel Traffic System Operator, Travel time, Prediction, Convolutional Neural Network, Machine Learning

### 1. 서 론

해상교통관제사는 항로폭이 협소한 항만에서 선박 충돌사고 예방을 위해 one-way로 항해하도록 타 선박의 입·출항 대기 지시를 할 수 있다. 특히 제주항은 선박의 가항 항로폭이 90m로 협소하여 해상교통관제사에 의한 입·출항 선박 간에 스케줄링이 필요하다.

현재 해상교통관제사의 입·출항 대기지시는 과학적이고 통계적인 데이터를 기반으로 하지 않고 해상교통관제사의 근무 경험을 기반으로 역량에 따라 편차가 크다. 입·출항 대기지시는 접·이안하는 부두 위치, 풍향·속, 조류, 선박의 크기 등을 기반으로 이동 소요시간을 기반으로 판단해야 하지만, 비선형적인 관계를 정확하게 추정하기는 어렵다.

관련 선행연구로 [1]은 선박의 불확실한 이동 경로를 예측하기 위한 연구로 선박의 이동 소요시간을 예측할 수는 없다.

[2]는 계획항로에 따른 주요 waypoint 지점에서의 도착예정시간을 예측하여 관제사의 의사결정에 도움이 되지만, one-way 항만에서의 정확한 소요시간 예측에는 한계가 있다. [3]은 선박 AIS 데이터로부터 입출항 선박의 이동 소요시간을 산출할 수 있는 알고리즘을 개발하여 통계 데이터를 도출하였지만, 이동 소요시간을 예측할 수 있는 모델 연구는 한계로 남아있다.

따라서 본 연구에서는 항만 내 선박 입·출항선의 접·이안 소요시간을 예측할 수 있는 딥러닝 모델을 개발하고자 한다.

### 2. 연구방법

수집한 데이터는 2019년부터 2020년까지 제주항을 입출항 선박 중에서, 항만 작업 선박(항만 tug, 도선선 등), AIS 정적 정보 중 선종확인 불가한 선박 등을 제거한 약 6천여개의 샘플

† 교신저자 : 종신회원, kki@jejunu.ac.kr

\* 종회원, sanglokyoo@gmail.com

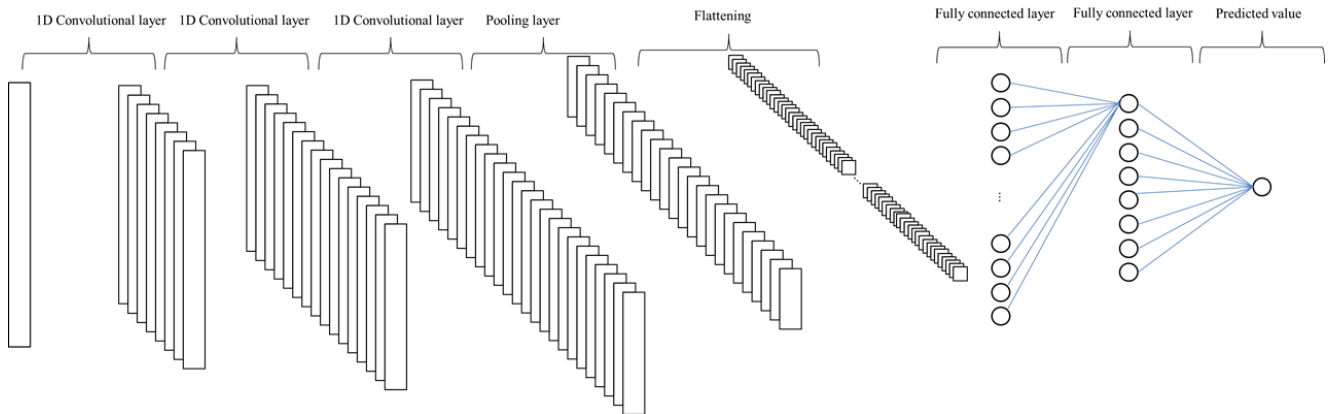


Fig. 1. Architecture of 1d CNN.

플 데이터를 사용하였다[3].

사용한 입력변수는 범주형 데이터와 연속형 데이터이다. 먼저 범주형 입력데이터는 선박 종류(화물선, 위험물운반선, 여객선, 관공선-해양경찰함정, 무궁화선박, 실습선 등, 기타선-예인선 등 5개로 범주화), 선박 입·출항(입항, 출항에 따른 2개로 범주화), 선석 번호(#21~#72, 총 20개 선석을 위치별 6개로 범주화), 입·출항 당시 주·야간 여부, 풍향(8방위에 따른 8개로 범주화), 입·출항자세(선박 접이안 당시 선수방향에 따른 2개로 범주화)이다. 연속형 입력데이터는 선박 길이, 선박 폭, 풍속, 순간최대풍속을 활용하였다. 출력변수는 소요시간으로써 입항선의 경우 방파제에서부터 부두까지 시간이며, 출항선의 경우 부두에서 방파제까지의 시간이다. …… (중략) …….

10-fold 교차검증을 실시하였으며, 학습데이터와 실험데이터는 9:1이다. 각 fold별 교차검증시 과적합을 예방하기 위해 조기종료(early stopping)를 적용하였으며, 옵티마이저는 Adam을 적용하였다.

### 3. 연구결과

모델의 성능을 비교하기 위해 배경과 부스팅 기법의 앙상블 기계학습 모델(CatBoost, Light GBM, XGBoost, Random Forest)과 전통적인 신경망 모델인 다층퍼셉트론(Multi Layer Perceptron)을 사용하였다.

제안한 모델(1d-CNN)을 통한 RMSE가 90.7로 가장 낮게 나왔으며, 그 다음 Categorical Boosting 94.6, Light Gradient Boosting 97.4 순으로 나타났다. Base line은 각 범주를 조합한 상황별 평균값을 통해 계산한 것으로 178.5로 산출되었다.

### 4. 결론

본 연구를 통해 다양한 상황에서도 선박 입·출항 소요시간 예측이 가능하여 해상교통관제사는 선박에게 정확한 정보를

제공할 수 있고, 이러한 예측된 정보를 통해 정량적인 대기지시를 할 수 있게되어 인적오류 예방이 가능할 것으로 판단된다.

## 사 사

본 연구는 2022년 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 지역산업연계 대학 Open-Lab 육성지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 1711139489)

## 참고문헌

- [1] J. H. Kim, C. H. Jung, D. K. Kang, and C. J. Lee, "Maritime region segmentation and segment-based destination prediction methods for vessel path prediction", *Journal of IKEEE*, Vol. 24, No. 2, pp. 661-664, 2020.
- [2] J. S. Kim, J. S. Jeong, and G. K. Park, "Prediction table for marine traffic for vessel traffic service based on cognitive work analysis", *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, Vol. 13, No. 4, pp. 315-323, 2013.
- [3] K. I. Kim, C. H. Lee and J. Y. Ahn, "Analysis of Ship Entering and Leaving Time in Harbor Area of the Jeju Port using AIS Data," *Journal of Korean Maritime Police Science*, Vol. 10, No. 4, pp. 221-236, 2020.