

# 연안 파랑 관측 및 분석을 위한 비지도 학습 기법 연구

김재일, 김태경\*, 허동\*\*, 박성준, 김진아\*

경북대학교, \*한국해양과학기술원, \*\*대구경북과학기술원

threeyears@gmail.com, paperrune@naver.com, hd901210@dgist.ac.kr,

sjp611@naver.com, jakim@kiost.ac.kr

## A Study on Unsupervised Learning Methods for Coastal Wave Monitoring and Analysis

Jaeil Kim, Tae Kyung Kim\*, Dong Huh\*\*, Sung Joon Park, Jinah Kim\*

Kyungpook National Univ., \*Korea Institute of Ocean Science and Technology,

\*\*Daegu Gyeongbuk Institute of Science and Technology

### 요약

연안에서의 파랑 관측 및 분석은 파랑의 동역학적 모델링과 연안 재해 예측에 필수적으로 요구되고 있으나, 파랑 현상의 비선형성과 날씨 변화 등에 의한 데이터의 왜곡, 장시간 수집되는 방대한 데이터에 대한 레이블링 어려움 등에 의해 인공지능 기술의 적용이 어려운 분야이다. 본 논문은 연안 데이터로부터 파랑의 정확한 관측 및 분석을 위한 비지도 학습 기반 신경망 기술과, 실제 국내 연안에서 수집된 연안 관측 비디오 데이터에 대해 수행한 분석 실험을 소개한다.

### I. 서론

연안은 바다와 육지가 맞닿아 서로 밀접한 영향을 주는 공간으로 이용 집약도가 높은 지역이지만 동시에 해일, 월파 등의 파랑에 의한 연안 재해에도 취약한 지역이기도 하다. 이에 따라 정확한 파랑 관측과 모델링을 통해 파랑의 동역학적 특성을 이해하고, 나아가 기후나 해양 환경 변화에 따른 파랑 변화를 예측하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 연안 구조에 의한 파랑 현상의 높은 비선형성과 센서를 이용한 직접 관측의 어려움에 의해 연안에서의 파랑 관측과 모델링은 여전히 어려운 과제이다 [1,2].

연안의 연속적 파랑 관측을 위하여 CCTV 비디오나 레이더 영상 등 원격 탐사 기술을 이용한 연구가 활발히 진행되고 있는데, 넓은 연안 영역에 대한 장시간의 시공간 데이터 확보가 유리하고, 관측 기간 중 유지 보수가 용이하기 때문이다. 하지만 비디오나 레이더 등 시공간 데이터가 매우 방대하고, 날씨 변화 등 외부 요인에 따른 데이터 왜곡이 발생하여 정확한 관측을 어렵게 한다. 연안 비디오 관측 데이터를 이용한 파랑 관측을 위하여, 기존 연구에서는 Optical Current Meter[3], Particle Image Velocimetry[4] 등 영상 처리 기법을 이용한 연구들이 제안되었으나, 배경에 대한 사전 정의가 요구되는 등 실제 파랑 영상 분석에 적용되기에 제한점을 가지고 있다.

보다 최근에는 학습 기반 기술을 이용하여 파쇄 지점을 검출하는 기법[5]이 제안되었으나, 이에 대한 레이블을 요구하는 지도학습 기반이어서 학습 데이터 구축에 대한 비용에 의해 다양한 데이터를 학습하기 어렵다는 단점이 있다. 본 논문은 방대한 연안 데이터로부터 파랑 움직임을 추적하고, 이를 분석하기 위한 비지도 학습 기반 파랑 분석 기술을 소개한다. 특히, 연안 CCTV 관측에서 흔하게 발생할 수 있는 비디오 영상 왜곡 현상을 해결하기 위한 화질 개선 기술 [6], 파랑의 움직임 영역만 분리하기 위한 동적 영역 분리와 시간에 따른 파랑 움직임을 연속적으로 추적하기 위한 영상 정합을 수행하는 신경망 [1] 등을 소개한다. 제안 기술들은 국내 연안에서 수집된 실제 관측 영상을 대상으로 기존 기술에 비해 파랑 추적에서 높은 정확도를 보였다.

### II. 본론

본 논문에서 소개하는 연안 파랑 관측 및 분석 기술은 연안 CCTV 영상 왜곡 보정을 위한 적대적 학습 기반 신경망과 연안 파랑 추적을 위한 장면 분리 및 프레임 간 영상 정합 신경망으로 구성된다. 먼저, CCTV 왜곡 보정 신경망[6]은 빗물 등에 의한 CCTV 렌즈의 부분적 왜곡을 보정하고 배경에 있는 파랑 모습을 복원하기 위하여, 왜곡 영상과 깨끗한 화질의 정상 영상을 동시에 학습하여 정상 영상처럼 복원하는 Generator과 생성 영상과 정상 영상을 구분하는 Discriminator로 구성된다. 특히, Generator는 왜곡 영역에서만 새롭게 배경을 복원하기 위하여, 정상 영상과 다른 특징을 갖는 부분을 표시하는 Mask 영상을 동시에 생성하며, Mask를 이용해 입력과 생성 영상을 합성하여 최종 생성 영상으로 제공한다. Generator는 Discriminator와의 적대적 학습을 통해 정상 영상 데이터와 생성 영상 간 분포를 동일하게 하도록 학습함으로써 왜곡 보정 영상을 생성한다.

연안 파랑 추적 기술[1,2]은 연속된 비디오 입력 영상으로부터 움직임이 없는 배경 영상과 움직임을 포함하는 전경 영상을 분리하는 GAN 모델과 전경을 나타내는 연속된 Mask 영상을 시간 순서에 맞추어 정합하여 파랑 움직임을 표현하는 Displacement Vector Map으로 생성하는 영상 정합 모델로 구성된다. 이후 파속 측정, 파쇄 분석 등을 위해 영상 위에 배치한 Particle을 연속된 Displacement Vector에 따라 변화된 위치를 계산하여 시간에 따른 파랑의 움직임을 추적한다. 이러한 방법을 통해 파랑 관측을 위해 장기간 획득되는 CCTV 영상에서 별도의 파랑 위치에 대한 레이블링 없이, 연안 영역 전체에 대한 파랑 움직임을 쉽게 정량화할 수 있다. 제안 기술은 수조 실험에서 수집된 CCTV 영상을 대상으로 한 실험에서 센서를 이용해 측정된 파속에 대응되는 높은 정확도를 보였으며, 실제 안목항에서 수집된 CCTV를 이용한 파랑 분석에서도 관측 자료와 대응되는 파속 측정 결과를 보였다 [1,7].

### III. 결론

본 논문에서는 CCTV 왜곡 보정과 영상 분리 및 정합 기술을 이용한 연안 파랑 관측 기술을 소개하였다. 해당 기술은 날씨 변화 등에 대해 보다 강직하게 파랑의 연속적인 움직임을 정량화할 수 있으며, 이를 통해 연안에서의 파랑 변화에 대한 정확한 관측 결과를 제시함으로써 연안 환경 변화에 대한 관측 및 예측에 대한 연구 기반이 되고 있다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 연구는 한국해양과학기술원 주요사업인 ‘AI기반 파랑기인 연안재해 모델링 플랫폼 및 해무 예측기술 개발’ 과제와 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구사업의 지원(2020R111A3074639)으로 수행되었습니다.

### 참 고 문 헌

- [1] Jinah Kim, et al. "Wave-tracking in the surf zone using coastal video imagery with deep neural networks." *Atmosphere* 11.3 (2020): 304.
- [2] Jinah Kim, and Jaeil Kim. "Estimation of Water Surface Flow Velocity in Coastal Video Imagery by Visual Tracking with Deep Learning." *Journal of Coastal Research* 95.SI (2020): 522-526.
- [3] C. Chickadel, R. A. Holman, and M. H. Freilich, "An optical technique for the measurement of longshore currents," *Journal of Geophysical Research: Oceans*, vol. 108, no. C11, 2003.
- [4] K. Holland, J. Puleo, and T. Kooney, "Quantification of swash flows using video-based particle image velocimetry," *Coastal Engineering*, vol. 44, no. 2, pp. 65 - 77, 2001.
- [5] Stringari, C. E., D. L. Harris, and H. E. Power. "A novel machine learning algorithm for tracking remotely sensed waves in the surf zone." *Coastal Engineering* 147 (2019): 149-158.
- [6] Dong Huh, et al. "Raindrop-aware GAN: Unsupervised learning for raindrop-contaminated coastal video enhancement." *Remote Sensing* 12.20 (2020): 3461.
- [7] 김진아, 김재일, and 신성원. "비디오 영상의 비지도 영상 정합을 이용한 파랑 이동 속도 추정." *정보과학회논문지* 46.12 (2019): 1296-1303.