섬진강 댐의 수문학적 예측을 위한 딥러닝 모델 활용

Utility of Deep Learning Model for Improving Dam and Reservoir Operation: A Case Study of Seonjin River Dam

이은미*, 감종훈**

Eunmi Lee, Jonghun Kam

요 지

댐과 저수지의 운영 최적화를 위한 수문학적 예보는 현재 수동적인 댐 운영이 주를 이루면서 활용도가 높지 않다. 불확실한 기후변화나 기후재난 상황에서 우리 사회에 악영향을 최소화하기 위해 선제적으로 대응/대비할 수 있는 댐 운영 방안이 불가피하다. 강우량 예측 기술은 기후변화로 인해 제한적인 상황이다. 실례로, 2020년 8월에 섬진강의 댐이 극심한 집중 강우로 인해 무너지는 사태가 발생하였고 이로 인해 지역사회에 막대한 경제적 피해가 발생하였다. 선제적 댐 방류량 운영 기술은 또한 환경적인 변화로 인한 영향을 완화하기 위해 필요한 것이다. 제한적인 기상예보 기술을 극복하고자 심화학습이나 강화학습 같은 인공지능 모델들의 활용성에 대한 연구가 시도되고 있다. 따라서 본 연구는 섬진강 댐의 시간당 수문 데이터를 이용하여 댐 운영을 위한 심화학습 모델을 개발하고 그 활용도를 평가하였다.

댐 운영을 위한 심화학습 모델로서 시계열 데이터 예측에 적합한 Long Sort Term Memory (LSTM)과 Gated Recurrent Unit(GRU) 알고리즘을 구축하고 댐 수위를 예측하였다. 분석 자료는 WAMIS에서 제공하는 2000년부터 2021년까지의 시간당 데이터를 사용하였다. 입력 데이터로서 시간당 유입량, 강우량과 방류량을, 출력 데이터로서 시간당 수위 자료를 각각 사용하였으며. 결정계수(R2 Score)를 통해 모델의 예측 성능을 평가하였다. 댐 수위 예측값 개선을 위해 하이퍼파라미터의 '최적값'이 존재하는 범위를 줄여나가는 하이퍼파라미터 최적화를 두 가지 방법으로 진행하였다. 첫 번째 방법은 수동적 탐색(Manual Search) 방법으로 Sequence Length를 24, 48, 72시간, Hidden Layer를 1, 3, 5개로 설정하여 하이퍼파라미터의 조합에 따른 LSTM와 GRU의 민감도를 평가하였다. 두 번째 방법은 Grid Search로 최적의 하이퍼파라미터를 찾았다. 이 두가지 방법에서는 같은 하이퍼파라미터 안에서 GRU가 LSTM에 비해 더 높은 예측 정확도를 보였고 Sequence Length가 높을수록 정확도가 높아지는 경향을 보였다. Manual Search 방법의 경우 R2가 최대 0.72의 정확도를 보였고 Grid Search 방법의 경우 R2가 0.79의 정확도를 보였다.

본 연구 결과는 가뭄과 홍수와 같은 물 재해에 사전 대응하고 기후변화에 적응할 수 있는 댐 운영 개선에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 딥러닝, 댐운영, 수문학적 예측, 기후변화

감사의 글

본 연구는 2021년도 한국연구재단의 지원(NRF-2021R1A2C1093866)을 받아 수행된 기초연구사업입니다. 이에 감사드립니다.

* 정회원・포항공과대학교 환경공학부 석사과정・E-mail : eunmi.green@postech.ac.kr

** 정회원・포항공과대학교 환경공학부 조교수・E-mail : jhkam@postech.ac.kr