

댐 운영 고도화를 위한 AI 기법 적용 연구

Research on the Application of AI Techniques to Advance Dam Operation

최현구*, 정석일**, 박진용***, 권이재****, 이준열*****

Hyun Gu Choi, Seok Il Jeong, Jin Yong Park, E Jae Kwon, Jun Yeol Lee

요 지

기존 홍수기시 댐 운영은 예측 강우와 실시간 관측 강우를 이용하여 댐 운영 모형을 수행하며, 예측 결과에 따라 의사결정 및 댐 운영을 실시하게 된다. 하지만 이 과정에서 반복적인 분석이 필요하며, 댐 운영 모형 수행자의 경험에 따라 예측 결과가 달라져서 반복작업에 대한 자동화, 모형 수행자에 따라 달라지지 않는 예측 결과의 일반화가 필요한 상황이다.

이에 댐 운영 모형에 AI 기법을 적용하여, 다양한 강우 상황에 따른 자동 예측 및 모형 결과의 일반화를 구현하고자 하였다. 이를 위해 수자원 분야에 적용된 국내외 129개 연구논문에서 사용된 딥러닝 기법의 활용성을 분석하였으며, 다양한 수자원 분야 AI 적용 사례 중에서 댐 운영 예측 모형에 적용한 사례는 없었지만 유사한 분야로는 장기 저수지 운영 예측과 댐 상·하류 수위, 유량 예측이 있었다. 수자원의 시계열 자료 활용을 위해서는 Long-Short Term Memory(LSTM) 기법의 적용 활용성이 높은 것으로 분석되었다.

댐 운영 모형에서 AI 적용은 2개 분야에서 진행하였다. 기존 강우관측소의 관측 강우를 활용하여 강우의 패턴분석을 수행하는 과정과, 강우에서 댐 유입량 산정시 매개변수 최적화 분야에 적용하였다. 강우 패턴분석에서는 유사한 표본끼리 묶음을 생성하는 K-means 클러스터링 알고리즘과 시계열 데이터의 유사도 분석 방법인 Dynamic Time Warping을 결합하여 적용하였다. 강우 패턴분석을 통해서 지점별로 월별, 태풍 및 장마기간에 가장 많이 관측되었던 강우 패턴을 제시하며, 이를 모형에서 직접적으로 활용할 수 있도록 구성하였다. 강우에서 댐 유입량을 산정시 활용되는 매개변수 최적화를 위해서는 3층의 Multi-Layer LSTM 기법과 경사하강법을 적용하였다. 매개변수 최적화에 적용되는 매개변수는 중권역별 8개이며, 매개변수 최적화 과정을 통해 산정되는 결과물은 실측값과 오차가 제일 적은 유량(유입량)이 된다.

댐 운영 모형에 AI 기법을 적용한 결과 기존 반복작업에 대한 자동화는 이뤘으며, 댐 운영에 따른 상·하류 제약사항 표출 기능을 추가하여 의사결정에 소요되는 시간도 많이 줄일 수 있었다. 하지만, 매개변수 최적화 부분에서 기존 댐운영 모형에 적용되어 있는 고전적인 매개변수 추정기법보다 추정시간이 오래 소요되며, 매개변수 추정결과의 일반화가 이뤄지지 않아 이 부분에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

핵심용어 : AI 기법, 댐운영 고도화, 홍수기, 강우 패턴분석, 매개변수 최적화

* 정회원 · K-water 낙동강유역본부 낙동강유역관리처 선임연구원 · E-mail : hgchoi@kwater.or.kr

** 정회원 · K-water 낙동강유역본부 낙동강유역관리처 선임연구원 · E-mail : sij@kwater.or.kr

*** 정회원 · K-water 낙동강유역본부 낙동강유역관리처 차장 · E-mail : vhfarmy@kwater.or.kr

**** 정회원 · K-water 낙동강유역본부 낙동강유역관리처 수자원운영부장 · E-mail : east@kwater.or.kr

***** 정회원 · K-water 낙동강유역본부 낙동강유역관리처 처장 · E-mail : leewater@kwater.or.kr