

딥러닝 LSTM 모형을 이용한 CMIP5 기반 하천유량 예측 및 최적 학습기간 산정

Estimation of CMIP5 based streamflow forecast and optimal training period using the Deep-Learning LSTM model

천범석*, 이태화**, 김상우***, 임경재****, 정영훈*****, 도종원*****, 신용철*****

Beomseok Chun, Taehwa Lee, Sangwoo Kim, Kyoung Jae Lim, Younghun Jung, Jongwon Do, Yongchul Shin

요 지

본 연구에서는 CMIP5(The fifth phase of the Couple Model Intercomparison Project) 미래기후시나리오와 LSTM(Long Short-Term Memory) 모형 기반의 딥러닝 기법을 이용하여 하천유량 예측을 위한 최적 학습 기간을 제시하였다. 연구지역으로는 진안군(성산리) 지점을 선정하였다. 보정(2000~2002/2014~2015) 및 검증(2003~2005/2016~2017) 기간을 설정하여 연구지역의 실측 유량 자료와 LSTM 기반 모의유량을 비교한 결과, 전체적으로 모의값이 실측값을 잘 반영하는 것으로 나타났다. 또한, LSTM 모형의 장기간 예측 성능을 평가하기 위하여 LSTM 모형 기반 유량을 보정(2000~2015) 및 검증(2016~2019) 기간의 SWAT 기반 유량에 비교하였다. 비록 모의결과에 일부 오차가 발생하였으나, LSTM 모형이 장기간의 하천유량을 잘 산정하는 것으로 나타났다. 검증 결과를 기반으로 2011년~2100년의 CMIP5 미래기후시나리오 기상자료를 이용하여 SWAT 기반 유량을 모의하였으며, 모의한 하천유량을 LSTM 모형의 학습자료로 사용하였다. 다양한 학습 시나리오를 적용하여 LSTM 및 SWAT 모형 기반의 하천유량을 모의하였으며, 최적 학습 기간을 제시하기 위하여 학습 시나리오별 LSTM/SWAT 기반 하천유량의 상관성 및 불확실성을 비교하였다. 비교 결과 학습 기간이 최소 30년 이상일때, 실측유량과 비교하여 LSTM 모형 기반 하천유량의 불확실성이 낮은 것으로 나타났다. 따라서 CMIP5 미래기후시나리오와 딥러닝 기반 LSTM 모형을 연계하여 미래 장기간의 일별 유량을 모의할 경우, 신뢰성 있는 LSTM 모형 기반 하천유량을 모의하기 위해서는 최소 30년 이상의 학습 기간이 필요할 것으로 판단된다.

핵심용어 : RNN, LSTM, 하천유량, CMIP5

감사의 글

본 연구는 환경부 “표토보전관리기술개발사업; 2019002820002”으로 지원받은 과제임.

* 정회원 · 경북대학교 일반대학원 농업토목공학과 박사과정 · E-mail : cbsuk97@gmail.com

** 정회원 · 경북대학교 일반대학원 농업토목공학과 박사과정 · E-mail : leethy28@naver.com

*** 정회원 · 경북대학교 일반대학원 농업토목공학과 박사과정 · E-mail : hyo99076@naver.com

**** 정회원 · 강원대학교 농업생명과학대학 지역건설공학과 교수 · E-mail : kjlim@kangwon.ac.kr

***** 정회원 · 경북대학교 과학기술대학 건설방재공학부 건설방재공학전공 교수 · E-mail : y.jung@knu.ac.kr

***** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 통합물관리지원단 차장 · E-mail : jonduru@ekr.or.kr

***** 정회원 · 경북대학교 농업생명과학대학 농업토목 · 생물산업공학부 농업토목공학전공 교수 · E-mail : ycshin@knu.ac.kr