

합성곱 신경망을 이용한 오염부하량 예측에 관한 연구

A study on pollutant loads prediction using a convolution neural networks

송철민*

Chul Min Song

요 지

하천의 오염부하량 관리 계획은 지속적인 모니터링을 통한 자료 구축과 모형을 이용한 예측 결과를 기반으로 수립된다. 하천의 모니터링과 예측 분석은 많은 예산과 인력 등이 필요하나, 정부의 담당 공무원 수는 극히 부족한 상황이 일반적이다. 이에 정부는 전문가에게 관련 용역을 의뢰하지만, 한국과 같이 지형이 복잡한 지역에서의 오염부하량 배출 특성은 각각 다르게 나타나기 때문에 많은 예산 소모가 발생 된다. 이를 개선하고자, 본 연구는 합성곱 신경망 (convolution neural network)과 수문학적 이미지 (hydrological image)를 이용하여 강우 발생시 BOD 및 총인의 부하량 예측 모형을 개발하였다.

합성곱 신경망의 입력자료는 일반적으로 RGB (red, green, blue) 사진을 이용하는데, 이를 그대로 오염부하량 예측에 활용하는 것은 경험적 모형의 전제(독립변수와 종속변수의 관계)를 무너뜨리는 결과를 초래할 수 있다. 이에, 본 연구에서는 오염부하량이 수문학적 조건과 토지이용 등의 변수에 의해 결정된다는 인과관계를 만족시키고자 수문학적 속성이 내재된 수문학적 이미지를 합성곱 신경망의 훈련자료로 사용하였다. 수문학적 이미지는 임의의 유역에 대해 2차원 공간에서 무차원의 수문학적 속성을 갖는 grid의 집합으로 정의되는데, 여기서 각 grid의 수문학적 속성은 SCS 토양보존국(soil conservation service, SCS)에서 발표한 수문학적 토양피복형수 (curve number, CN)를 이용하여 산출한다.

합성곱 신경망의 구조는 2개의 Convolution Layer와 1개의 Pulling Layer가 5회 반복하는 구조로 설정하고, 1개의 Flatten Layer, 3개의 Dense Layer, 1개의 Batch Normalization Layer를 배열하고, 마지막으로 1개의 Dense Layer가 연결되는 구조로 설계하였다. 이와 함께, 각 층의 활성화 함수는 정규화 선형함수 (ReLU)로, 마지막 Dense Layer의 활성화 함수는 연속변수가 도출될 수 있도록 회귀모형에서 자주 사용되는 Linear 함수로 설정하였다.

연구의 대상지역은 경기도 가평군 조종천 유역으로 선정하였고, 연구기간은 2010년 1월 1일부터 2019년 12월 31일까지로, 2010년부터 2016년까지의 자료는 모형의 학습에, 2017년부터 2019년까지의 자료는 모형의 성능평가에 활용하였다. 모형의 예측 성능은 모형효율계수 (NSE), 평균제곱근오차(RMSE) 및 평균절대백분율오차(MAPE)를 이용하여 평가하였다. 그 결과, BOD 부하량에 대한 NSE는 0.9, RMSE는 1031.1 kg/day, MAPE는 11.5%로 나타났으며, 총인 부하량에 대한 NSE는 0.9, RMSE는 53.6 kg/day, MAPE는 17.9%로 나타나 본 연구의 모형은 우수(good)한 것으로 판단하였다. 이에, 본 연구의 모형은 일반 ANN 모형을 이용한 선행연구와는 달리 2차원 공간정보를 반영하여 오염부하량 모의가 가능했으며, 제한적인 입력자료를 이용하여 간편한 모델링이 가능하다는 장점을 나타냈다. 이를 통해 정부의 물관리 정책을 위한 의사결정 및 부족한 물관리 분야의 행정력에 도움이 될 것으로 생각된다.

핵심용어 : 합성곱 신경망, 수문학적 이미지, Curve number, 생물학적 산소요구량, 총인, 부하량

* 정회원 · 특별대책지역 수질보전정책협의회 정책국 연구위원 · E-mail : kaii4@nate.com