

관측 및 예보 분과 [P-132]

동북아시아 지역을 대상으로 한 딥러닝 기반 고해상도 지표면 오존 예보

김예진, 추민기, 최현영, 임정호, 배세정

울산과학기술원 지구환경도시건설공학과

지표면 오존은 광화학 반응과 기상 조건에 따라 시·공간적으로 큰 변동성을 보이며, 인체 건강과 생태계에 중대한 영향을 미치는 대표적인 대기오염물질이다. 이에 따라 고해상도·고정확도의 예측 체계 구축은 효과적인 대기환경 관리와 정책 수립에 필수적이다. 본 연구에서는 선행 연구에서 구축한 위성 관측, 수치모델 산출물, 지상 관측망 등 다양한 자료를 융합하여 생산한 결측 없는 24시간 지표면 오존 자료를 기반으로, 한국과 중국 북동부를 포함한 동북아시아 지역을 대상으로 한 고해상도(6 km) 예측 모델을 개발하였다. 기존 연구가 관측소 기반 예측에 국한되거나 화학 수송 모델(CTM)의 높은 계산 비용과 낮은 공간 해상도에 의존하여 국지적 특성을 충분히 반영하기 어려웠던 것과 달리, 본 연구는 전역적·연속적 오존장을 학습 자료로 활용함으로써 기존 한계를 보완하고, 광역적 흐름과 국지적 특성을 동시에 반영할 수 있는 예측 기반을 마련하였다.

예측 모델은 비디오 예측 기반 딥러닝 구조인 SimVP(Simpler yet Better Video Prediction)를 기반으로 하되, WRF-CMAQ의 nested domain 개념을 반영하도록 인코더 구조를 변형하여 광역적 대기 순환과 국지적 기상 변동성을 동시에 학습할 수 있도록 설계하였다. 본 모델은 3시간 간격으로 최대 72시간 리드타임 예측을 수행하였으며, 2020-2021년 자료를 학습에, 2022년 자료를 검증에, 2023년 자료를 독립 평가에 활용하였다. 그 결과, $R=0.91$, $IOA=0.95$ 로 매우 높은 예측 정확도를 보였으며, 리드타임 증가에도 안정적인 성능을 유지하였다. 특히 UM 기상 예측장을 보조 입력으로 활용함으로써 장기 리드타임 예측의 정확도가 현저히 향상됨을 확인하였다. 본 연구는 인공지능 기반 대기질 예보 체계의 고도화 가능성을 제시하며, 동북아시아 지역 대기환경 관리와 정책 지원에 중요한 기여를 할 것으로 기대된다.

Keywords: 지표면 오존, 딥러닝 모델, Nested domain, 대기질 예보, 동북아시아