

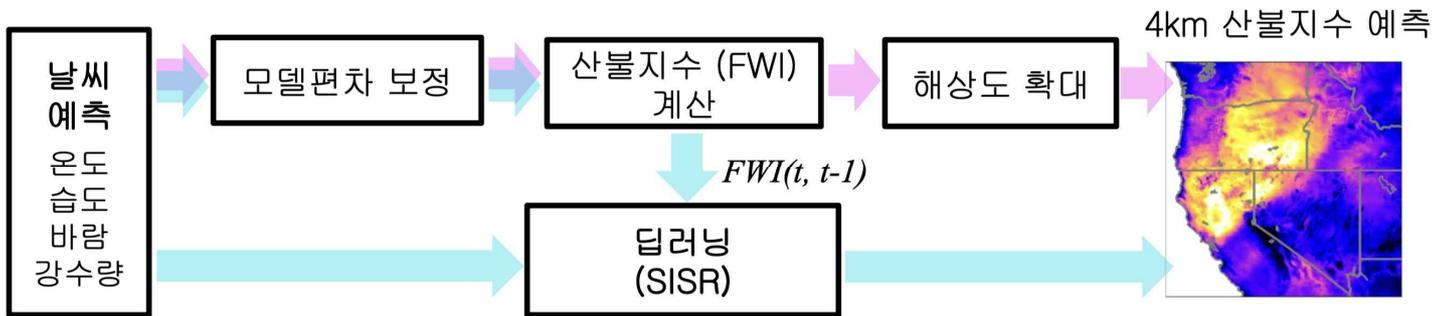
대형 산불 위험도, 인공지능으로 1주일 전에 예측한다!

- '18년 美 초대형 산불 사례로 검증, 산불 발생 최대 7일 전부터 산불기상지수 상승 예측
- AI 예측 모델 개발...윤진호 교수 등 韓美 공동 연구팀, 대기 분야 저명 저널에 논문



한미(韓美) 공동 연구팀이 인공지능 예측 모델을 활용해 대형 산불 발생 가능성이 높은 기상 조건을 최대 1주일 전에 미리 예측해 산불 위험도를 알려주는 모델을 개발했다.

또한 연구팀이 개발한 예측 모델에서는 산불 위험도 산출을 위한 날씨예측모델의 수평해상도*가 기존 100km에서 4km로 확대돼 보다 세밀한 행정구역 단위로 예측 정보를 생산할 수 있게 됐다.



▲ 개발된 산불예측시스템의 모식도 : 날씨예측모델의 결과를 활용하여 예측성이 개선된 수평해상도 4km의 산불기상지수 생산과정

이번 연구 성과는 대형 산불에 대한 대비를 보다 빠르고 철저하게 하는 데 도움이 될 것으로 기대된다.

* 수평해상도: 100km x 100km 격자는 100km*2 면적의 정보를 한 값으로 표출하는 것이고, 4km x 4km 는 4km*2 면적의 정보를 하나의 값으로 표출하는 것으로 4km 격자 정도여야만 상세한 지역 정보를 제공할 수 있음

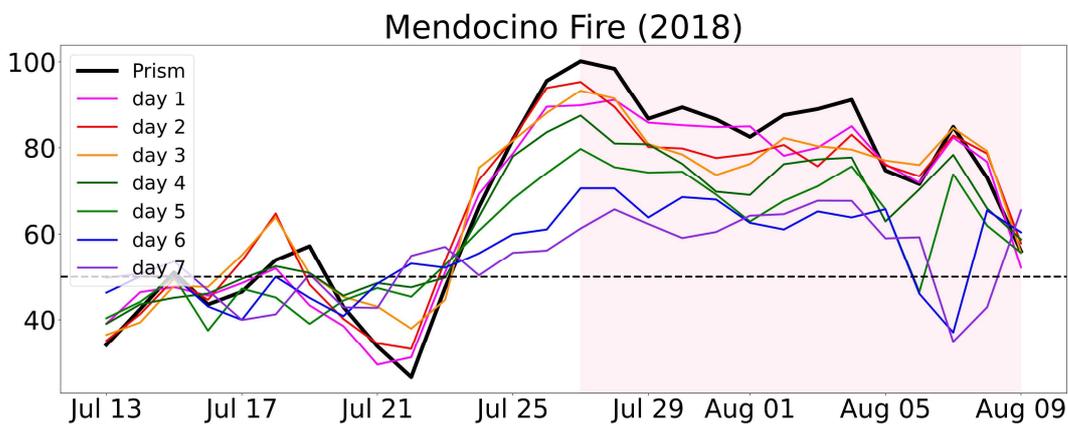
기후변화로 인해 전 세계적으로 대형 산불의 발생 빈도가 잦아지고 있는 가운데, 산불 발생의 중요한 선행조건으로 꼽히는 '산불기상지수(Fire Weather Index)*'를 정확히 측정해 산불 발생의 위험도를 미리 알 수 있는 예측 시스템의 구축이 보다 중요해지고 있다.

현재까지 산불 예측은 산불 발생 및 발달의 비규칙성과 예측모델의 한계 때문에 제한적인 규모와 지역에서만 시도되고 있으며, 특히 기존 연구에서 활용되는 날씨예측 모델은 100km 수준의 수평해상도로 생산되고 모델의 오차 때문에 이를 토대로 예측하는 산불 날씨의 정확도가 낮은 상황이다.

* **산불기상지수(FWI):** 산불 발생에 최적인 기상 조건을 나타내는 지수. 지표면 근처의 온도·습도·바람·누적 강수량을 이용해 계산되며, 지수가 높을수록 산불 발생, 특히 대형 산불 발생의 위험이 높음을 의미함. 산불 예측의 '정확도'는 과거 관측을 기반으로 계산된 산불기상지수와, 예측된 기상 조건으로 계산된 산불기상지수의 편차로 정의함

지스트(광주과학기술원, 총장 김기선) 지구·환경공학부 **윤진호** 교수는 美 퍼시픽 노스웨스트 국립연구소(미국 에너지부 산하 국립연구소) 등 국제 공동 연구팀과 함께 날씨예측모델로 얻은 기상인자(기온, 습도, 강수, 바람 등)를 이용해 계산한 산불기상지수의 예측 능력을 인공지능/딥러닝 기법으로 향상시키고 고해상도(수평해상도 4km)의 산불 위험도 예측자료를 생산하는 인공지능 모델을 개발했다.

연구팀은 2011~2017년의 기상예측모델 결과와 고해상도 관측기상자료를 활용해 모델을 개발하였고, 개발한 기법의 예측 성능을 2018년 8월과 11월 미국 캘리포니아 주에서 발생한 초대형 산불인 '맨도치노 콤플렉스(Mendocino Complex)' 산불과 '캠프파이어(Camp Fire)' 산불 당시의 데이터를 이용해 분석했다.



- ▲ 2018년의 7월 27일에 발생한 맨도치노(Mendocino) 지역의 산불에 대한 예측성능 검증 결과
- (검정색 및 핑크색 구간) 실제 관측된 자료를 기반으로 계산된 산불기상지수 및 실제 산불이 발생했던 날들 (7월 27일 - 8월 9일 핑크색)
- (다양한 색깔의 꺾은선 그래프) 예측 하루 전부터 7일 전까지의 예측된 산불기상지수, 최대 7일 전에도 산불기상지수가 상승하는 것을 예측하고 있음. 가령, 7월 27일 기준 7일 전에도 그날 산불기상지수가 비정상적으로 상승하는 것을 예측하고 있음

그 결과, 실제 산불 발생일로부터 최대 7일 전부터 산불 위험도가 급속도로 상승하는 패턴을 예측할 수 있는 것으로 나타났다. 연구팀의 인공지능(AI) 융합 예측 모델은 높은 정확도와 더불어 짧은 시간 내에 예측 지역의 수평해상도를 4km까지 확대할 수 있도록 개발됐다.

예를 들어, 100km 수준의 정보로는 광주·전남 전체 지역에 대한 예보정보가 생산 가능하다면, 4km일 때는 좀 더 세밀한 지역 행정 단위, 가령 특정 동(洞) 단위까지 예측할 수 있다.

또한 연구팀은 이미지 처리에 많이 사용되는 Single Image - Super Resolution(SISR) 기법*을 활용해 빠른 처리 속도와 우수한 성능을 확인했다.

* **Single Image-Super Resolution(SISR) 기법**: 최근 휴대폰의 앱에서 예전 저화질의 사진을 고화질의 사진으로 복원하는 방법이 대부분 SISR 기법을 사용하고 있다. 즉, 다양한 이미지로 학습시켜 사진의 해상도를 높여주는 방법을 말한다.

학습이 완료된 인공지능 예측 모델은 동일한 과정을 단 몇 초 만에 처리하여 최종 결과물을 생성할 수 있기 때문에 빠른 처리 속도가 요구되는 단기 예측의 실용성을 높이는 데 기여할 것으로 기대된다.

윤진호 교수는 "이번 연구에 적용된 방법은 전 세계 어떤 지역에서도 유사한 방식으로 산불 위험을 예측하는 모델을 개발하는 것이 가능하다"며 "다른 이상기후와 자연재해를 예측하는 시스템에도 적용해 볼 수 있어 다양한 분야에서 응용연구와 예측 시스템 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대한다"고 말했다.

이번 연구는 지스트 지구·환경공학부 박사과정 졸업생인 손락훈 막스플랑크 박사후연구원과 윤진호 교수가 주도했으며, 미국 퍼시픽 노스웨스트 국립연구소(PNNL: Pacific Northwest National Laboratory) 연구팀, 유타주립대학교(USU: Utah State University) Shih-Yu (Simon) Wang 교수, KAIST 김형준 교수, 전남대학교 정지훈 교수, 경북대학교 임교선 교수가 참여한 공동연구로, 지스트와 기상청 가뭄센터의 지원을 받아 수행되었다.

연구 결과는 기상학 분야의 국제 저명학술지인 **Journal of Advances in Modeling Earth Systems**에 2022년 9월 22일(목) 온라인으로 게재되었다.

논문 및 저자 정보

1. 논문 관련 정보

- 저널명 : Journal of Advances in Modeling Earth Systems* (Impact Factor: 8.469)
 - * 기상학 분야 저명한 국제 학술지로 상위 10% 이내 (8/94) 학술지
- 논문명 : Deep Learning provides substantial improvements to county-level fire weather forecasting over the Western United States
- 저자 정보 : Rackhun Son (제1저자, 지스트 박사과정 졸업생, 독일 막스플랑크 연구소 박사후연구원), Po-Lun Ma, Hailong Wang, Philip J. Rasch, Shih-Yu (Simon) Wang, Hyungjun Kim, Kyo-Sun Sunny Lim, Jin-Ho Yoon (교신저자, 지스트 교수)