

위성과 인공지능을 활용한 재난 모니터링 및 예측

임정호*, 신민소, 박서희, 박수민, 이주현

*울산과학기술원

*ersgis@unist.ac.kr, msshin1125@unist.ac.kr, liz.seoh@unist.ac.kr,

smpark113@unist.ac.kr, wngus_0225@unist.ac.kr

Disaster monitoring and forecasting using satellite data and artificial intelligence approaches

Im Jungho*, Shin Minso, Park Seohui, Park Sumin, Lee Juhyun

* Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST)

요 약

다양한 종류의 재난 재해는 사회, 경제 여러 분야에 직간접적인 영향을 주고 있으며, 이를 대비하기 위해 재난 모니터링 및 예측이 필요하다. 본 논문에서는 위성 자료와 인공지능 기법을 활용한 여러 분야(대기질, 가뭄, 태풍)의 재난 모니터링 및 예측에 대해 살펴보았다. 위성에서 제공되는 다양한 산출물을 활용하여 시공간적으로 연속적인 모니터링이 수행되고 있다. 또한 다양한 입력 자료로부터 정보를 학습하고 반영하는 인공지능 기법을 함께 사용하여 향상된 정확도의 재난 모니터링 및 예측 수행이 가능하다. 위성 자료와 인공지능 기법 모두 지속적으로 개발 및 향상되고 있어, 이를 함께 사용하여 재난 모니터링을 수행했을 때 향후 발사될 위성으로부터 더 높은 시공간 해상도의 자료를 제공받고, 지속적으로 개발 및 개선되고 있는 다양한 인공지능 기법을 함께 활용하게 된다면, 보다 정확한 재난 모니터링이 가능해질 것으로 보인다.

I. 서 론

주변에 발생하는 다양한 종류의 재난 재해는 사회, 경제 여러 분야에 직간접적인 영향을 주고 있다. 재난에 의한 피해를 파악하고 향후 발생할 재난에 대비하기 위해 재난 모니터링 및 예측이 필요하다. 위성 자료는 대개 넓은 지역에 대한 자료를 제공하고 있어 관측소 기반의 모니터링 보다 공간적으로 연속적인 모니터링이 가능하며 미 계측 지역에 대한 자료를 제공할 수 있다. 정지궤도 위성 자료의 경우에는 같은 지역에 대한 자료를 높은 시간해상도로 제공하기 때문에 지속적인 변화 감시에 유용하게 사용되어질 수 있다.

모니터링 하고자 하는 재난의 종류 및 특성에 맞는 기법들이 적용되어왔다. 회귀분석과 같은 단순 통계 기법부터 수치모델링, 인공지능 등 다양한 방법을 통한 연구들이 수행되어 왔다. 인공지능 기법은 여러가지 고도화된 경험적 통계기반 모델들을 포괄하며, 단순 통계 기법에 비해 높은 정확도의 결과를 산출한다. 또한, 수치모델 및 물리 모델 등과 달리 입력변수와 타겟 변수 간의 물리 화학적인 공식을 사용하지 않아도 모델의 결과를 산출할 수 있다는 장점이 있다.

본 논문에서는 위성 자료와 인공지능 기법을 활용한 여러 분야의 재난 모니터링 및 예측에 대해 논하고자 한다. 그 중 세 가지 예시(기계학습을 이용한 대기질 농도 모니터링, 인공위성 자료 기반 가뭄지수를 이용한 단기 가뭄 예측, 정지궤도 기상 위성자료 기반의

태풍 강도 추정)를 통해 위성과 인공지능 기반의 재난 모니터링 및 예측 연구를 살펴보고자 한다.

II. 본론

대기오염물질 (PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, NO₂, SO₂ 등)에 장기간 노출 시 인체건강에 직접적인 영향을 미칠 수 있으며, 여러 국가들이 서로 영향을 끼치고 있다. 여러 국가에서 현장 관측소 기반의 대기질 모니터링이 수행되고 있으나, 공간적으로 연속적인 대기질 정보를 얻기에는 어려움이 존재한다. 위성 기반 에어로졸 광학 두께 (AOD; Aerosol optical depth) 또는 O₃, NO₂, SO₂ 등의 수직 컬럼 농도 정보를 주요 변수로 사용하여 넓은 지역에서의 지상 대기 오염물질 농도 추정을 통해 공간적으로 연속적인 대기질 모니터링이 가능하다.

기존 연구에서는 MODIS, OMI 등과 같은 극궤도 위성 자료가 보편적으로 사용되었으나, 최근에는 높은 시간 해상도의 정지궤도 위성 자료를 사용하여 시간에 따른 대기오염물질의 농도 분포 변화 모니터링이 수행되고 있다. 모델 구축을 위해 기계학습의 하나인 Random Forest 를 이용하였으며, 위성기반 AOD 및 수직 컬럼 농도 자료와 함께 수치모델 기반의 기상 정보, 배출량 모델 정보, 인구밀도, 도로밀도 등을 입력변수로 사용하여 대기질 농도가 추정되었다.[1]

2015-2016 년 기간의 남한 지역 미세먼지 농도 추정 결과로서 PM₁₀ ($R^2=0.78$, RMSE=17.08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)과 PM_{2.5}

($R^2=0.73$, $RMSE=8.25 \mu g/m^3$) 모두 좋은 수행도를 보였다. 구축된 모델을 통해 연구지역에 대한 일별 농도 분포 지도를 산출하였으며, 시계열에 따른 농도의 변화 및 공간적 특성에 따른 분포 차이 등을 확인할 수 있었다.

가뭄은 농업 및 수자원 관리에 직접적인 영향을 주는 자연 재해로서, 기후변화 등으로 인해 발생빈도가 높아지고 그에 따른 피해도 커지고 있다. 가뭄 여부에 대한 기준으로서 다양한 가뭄지수가 개발되었으며, 이를 활용한 가뭄 모니터링이 수행되고 있다. 하지만 기존 가뭄 모니터링 역시 현장관측 기반으로 수행되어 미세측 지역에 대한 정확한 자료 취득에 어려움이 있다.

위성에서 산출되는 지표면 온도, 강수량, 증발산, 일면적지수, 식생지수, 지하수, 반사도, 토지 피복도와 같은 다양한 가뭄인자들을 이용하여 가뭄지수 산출이 가능하다. 위성기반 가뭄지수의 시공간적 패턴 변화와 수치모델의 단기 기상예측자료를 이용하여 동아시아 단기 가뭄 예측 연구가 수행 중에 있다. 딥러닝 기법 중 하나인 ConvLSTM (Convolutional long short term memory)을 사용하여 시계열 패턴과 공간적 정보를 반영한 가뭄 예측 모델을 개발하였다. 가뭄 예측 능력을 향상시키기 위해 Random Forest 기법을 이용하여 위성기반 가뭄지수와 수치모델 자료, 지형특성을 융합하였다.

위성 및 인공지능을 통해 예측한 가뭄지수의 시공간적 정보를 이용하여 가뭄에 대한 취약지역 분석이 가능하다. 이를 바탕으로 효율적인 농작물 공급 및 수자원 관리로 사회경제적인 피해를 줄일 수 있다. 나아가 가뭄으로 인해 발생할 수 있는 산불, 미세먼지와 같은 재난재해 모니터링에도 도움이 될 수 있다.

태풍은 열대 해상에서 발생하여 육지로 올라오면 많은 바람과 강수로 큰 피해를 주는 자연재해 중 하나이다. 국내에서는 매년 반복적으로 발생하는 태풍으로 인한 피해를 최소화하기 위해 실시간 태풍 모니터링이 필요하다. 현재 활용되고 있는 수치모델기반 예보는 물리학적 가정을 통해 그 경로 및 강도 등을 예측하고 있으며 불확실성이 존재한다.

정지궤도 기상 위성인 Himawari-8 으로부터 10 분 간격으로 취득된 실시간 태풍 이미지를 활용하여 태풍의 강도를 자동 추정했다.[2] 다중 적외 채널을 통해 구축한 태풍의 입체적 분포 정보를 딥러닝 기법의 하나인 컨볼루션 신경망 (CNN; Convolutional neural networks)을 활용하여 태풍의 강도별 대류 패턴을 성공적으로 모의하였다. 기존에는 기상 예보관이 주관적으로 판단하는 태풍의 강도별 대류 패턴을 인공지능을 통해 학습함에 따라 보다 객관적인 패턴 정보를 획득할 수 있었다. 또한 인공위성 자료를 딥러닝을 활용해 분석함으로써 수치모델 기반 태풍의 물리학적 가정을 관측자료를 통해 확인할 수 있었다.

III. 결론

본 논문에서 위성 자료와 인공지능 기법을 활용한 여러 재난 모니터링 및 예측에 대해 살펴보았다. 현재 위성으로부터 다양한 산출물이 제공이 되고 있으며, 이를 활용하여 시공간적으로 연속적인 재난 모니터링이 수행되고 있다. 또한 위성기반 자료를 포함한 다양한 입력 자료로부터 적절한 정보를 학습하고 반영할 수 있는 인공지능 기법을 함께 사용하여 보다 나은 정확도의 재난 모니터링 및 예측 수행이 가능하다. 향후 발사될 위성으로부터 더 높은 시공간 해상도의 자료를

제공받고, 지속적으로 개발 및 개선되고 있는 다양한 인공지능 기법을 함께 활용하게 된다면, 보다 정확하고 효과적인 재난 모니터링이 가능해질 것으로 보인다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학 ICT 연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2020-2018-0-01424).

참 고 문 헌

- [1] S. Park et al., "Estimation of ground-level particulate matter concentrations through the synergistic use of satellite observations and process-based models over South Korea," *Atmos. Chem. Phys.*, vol. 19, no. 2, pp. 1097-1113, 2019, doi: 10.5194/acp-19-1097-2019.
- [2] J. Lee et al., "Tropical Cyclone Intensity Estimation Using Multi-Dimensional Convolutional Neural Networks from Geostationary Satellite Data," *Remote Sensing*, vol. 12, no. 1, 2020, doi: 10.3390/rs12010108.