학생발표경진대회 Ⅳ

- 다중 광학위성 영상과 딥러닝을 활용한 백두산 화산활동에 대한 천지 수체 면적 및 수위 시계열 분석
- 인공지능 기반 시공간 상세 교통량 및 교통 부문 탄소배출량 추정
- 위성 영상레이더를 이용한 Helheim 빙하의 시계열 지표 변위 관측
- 딥러닝 기반 북태평양 해수면온도 장기 예측

다중 광학위성 영상과 딥러닝을 활용한 백두산 화산활동에 대한 천지 수체 면적 및 수위 시계열 분석

이어루 [1,2,*], 이하성 [3], 이전희 [3], 박순천 [3], 정형섭 [1,2,#]

[1] 서울시립대학교 공간정보공학과
[2] 서울시립대학교 스마트시티학과
[3] 기상청 지진화산연구과

[#]교신저자: hsjung@uos.ac.kr

Lee et al. (2024)은 백두산 화산활동을 모니터링하기 위해 Landsat-5/-7/-8 및 Sentinel-2 의 광학 위성 데이터를 기반으로 천지호수의 수체에 대한 GeoAI 데이터셋을 구축하였다. 이는 천지호의 면적 및 수위 변동이 화산 전조 현상의 지표이기 때문이다(Sato et al., 1992). 본 연구에서는 천지호 수체 면적 및 수위를 탐지하는 AI 모델을 개발하고, 탐지된 수체의 면적과 수위를 분석하여 백두산의 화산활동을 분석하고자 한다. 초기에는 해상도, 관측 시간, 관측 각도 차이를 고려하여 각 위성에 대한 수체 탐지 모델을 개발하였다. 이후, 탐지된 수체 영역을 DEM 과 중첩하여 모든 데이터셋의 수위를 계산하였다. 그러나 천지호의 수체 면적과 수위는 마그마에 의한 화산활동 뿐 아니라 강수량, 습도, 온도 등의 기상 조건에 크게 영향을 받는다. 또한, 위성의 해상도 차이로 인해 관측 편향이 발생한다. 이러한 영향을 보정하기 위한 기술을 적용하여 다중 광학 영상을 사용한 통합적이고 정밀한 화산활동 분석을 수행하였다. 수체 면적과 수위의 보정된 시계열 분석을 통해 2001-2002, 2011, 2014, 2020 년의 이상 기간을 식별하였다. 이 결과는 지진 빈도, 지반 변위, 온천수 온도 등 백두산의 전조 현상에 대한 다른 연구들과 일치한다(Meng et al., 2022). 따라서 본 연구 방법은 백두산에 국한되지 않고 칼데라 호수를 가진 다양한 화산의 활동을 모니터링할 수 있는 잠재력을 보여주었다. 또한, 이 기술을 다른 화산활동 모니터링 방법과 결합하여 보다 정확한 화산활동 모니터링 시스템을 구축할 수 있다.

사사

This work is financially supported by Korea Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) as「Innovative Talent Education Program for Smart City ('19-'24)」. (영문표기) This work was supported by a grant from the National Institute of Environmental Research (NIER), funded by the Ministry of Environment (ME) of the Republic of Korea (NIER-2024-03-02-008).

참고문헌

1. Lee E R, Lee H S, Lee J H, Park S C, Jung H S (2024) The Cheonji Lake GeoAI Dataset based in Optical Satellite imagery: Landsat-5/-7/-8 and Sentinel-2. Geo Data. In press.

2. Sato T, Wakita H, Notsu K, Igarashi G (1992) Anomalous hot spring water changes: Possible precursors of the 1989 volcanic eruption off the east coast of the Izu Peninsula. Geochemical Journal 26(2):73–83.
3. Meng Z, Shu C, Yang Y, Wu C, Dong X, Wang D, Zhang Y (2022) “Time Series Surface Deformation of Changbaishan Volcano Based on Sentinel-1B SAR Data and Its Geological Significance.”. Remote Sensing 14(5):1213.

인공지능 기반 시공간 상세 교통량 및 교통 부문 탄소배출량 추정

이연수 [1,*], 이시우 [1], 정시훈 [1], 최현영 [1], 임정호 [1,#]

[1] 울산과학기술원 공과대학 지구환경도시건설공학과

[#]교신저자: ersgis@unist.ac.kr

교통 부문은 온실가스 직접 배출원으로 도시 내 온실가스 배출량의 상당 부분을 차지한다. 교통 부문 온실가스 배출량 추정은 주로 연료 소비량에 배출 계수를 곱하는 하향식 접근법에 의존한다. 이러한 자료는 국가 단위, 연 단위로 집계되기 때문에 공간적, 시간적 커버리지가 낮아 정확한 온실가스 배출량 추정 및 관리에 한계가 있다. 최근 실시간 교통량 정보를 관측하는 지점이 증가하면서 과거 시계열 교통량 데이터와 인공지능을 활용하여 미래 교통량을 추정하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 이러한 연구들은 주로 예측 정확도 향상에 중점을 두고 있어, 미관측 도로를 포함한 도시 전체 시공간 상세 교통량 추정에 대한 연구가 많이 필요한 상황이다.

본 연구는 인공지능을 이용해 서울특별시 동 단위 시간대별 교통량 및 교통 부문 탄소 배출량을 추정하는 것을 목표로 한다. 2018년부터 2023년까지의 1시간 단위 교통량 지점 관측자료를 동 단위로 집계하여 타겟 자료로 사용하였다. 입력 자료로는 1 시간 단위 속도 지점관측자료, 기상청 종관 및 방재기상관측의 기온 자료와 스마트서울 도시데이터 센서의 기온 자료를 사용하였다. 보조 자료로 서울시 상권분석서비스에서 제공하는 동 단위 상주인구, 유동인구, 집객시설, 아파트 세대수, 점포수 등을 활용하여 모델링 입력변수 및 동 단위 인간활동과 교통량 사이의 상관성 분석에 활용하였다. 인공지능 기법으로 랜덤포레스트를 활용하였으며, 전체 샘플에 대해 한 개의 동을 검증에 사용하고 나머지 동을 모두 학습에 사용하는 Leave-one-out 교차 검증을 통해 성능을 평가하였다. 모든 동에 대해 검증을 수행한 결과, 관측값과의 일치도(R-squared)는 평균 0.822 로 나타났으며, 박스 플롯 분석 결과 대부분이 0.8 에서 0.9 사이에 위치하는 것으로 확인되었다. 동 단위 접근법은 도시 내 세부 지역별 교통 패턴과 인간활동 사이의 연관성을 파악하고, 이를 통해 교통 혼잡 완화 및 대기환경 개선을 위한 정책 수립에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

사사

본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 관측기반 온실가스 공간정보지도 구축 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다 (RS-2023-00232066)

위성 영상레이더를 이용한 Helheim 빙하의 시계열 지표 변위 관측

정성우 [1,*], 박성천 [1], 이찬욱 [1], 홍상훈 [1,#]

[1] 부산대학교 지질환경과학과

[#]교신저자: geoshong@pusan.ac.kr

지난 2 만 년 동안 전 세계의 빙하는 꾸준히 녹아왔으며, 최근 지구온난화로 인해 그 속도는 더욱 빨라지고 있다. 빙하가 녹으면서 지각 표면의 하중이 감소하는 현상을 빙하 지각균형 조정(Glacial Isostatic Adjustment, GIA)이라 하며, 이는 지속적인 지각 변위를 초래한다. 그린란드는 해수면 상승에 중요한 역할을 하고 있으며, 그 중 Helheim 빙하는 그린란드 남동부에 위치한 주요 빙하로 매년 상당한 질량 손실을 겪고 있다. 구조적으로 안정적이고 지진 활동이 적은 그린란드는 이러한 질량 손실과 소빙기 이후의 빙하 후퇴로 인해 GIA 로 인한 변위가 지속적으로 발생하고 있다. 인공위성 영상레이더는 마이크로파 파장대역을 사용하여 날씨와 주야 조건에 상관없이 지표 영상을 획득할 수 있으며, 접근이 어려운 지리적 지역도 관측할 수 있는 장점을 제공한다. 특히, 차분위상간섭기법(Differential SAR Interferometry, DInSAR)은 높은 공간 해상도로 넓은 지역의 지각 변위를 수 밀리미터에서 수 센티미터 단위로 정확하게 측정할 수 있는 강력한 도구이다. 본 연구에서는 2017 년 4 월 6 일부터 2023 년 10 월 26 일까지의 Sentinel-1 위성 영상레이더 자료를 활용하여 Helheim 빙하 지역의 시계열 변위를 관측하였다. Small Baseline Subset (SBAS) 기법을 적용하여 Helheim 빙하의 변위를 정밀하게 분석하였으며, 변위 측정의 신뢰성 확인을 위해 Global Navigation Satellite System (GNSS) 자료와 함께 비교 분석하였다. 특히 극지방에 InSAR 기법을 적용할 때 눈으로 인해 발생하는 비상관화(decorrelation)를 최소화하기 위해, 각 연도의 여름철 데이터를 중심으로 SBAS 기법을 적용하였다.

사사

이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2023R1A2C1003609).

딥러닝 기반 북태평양 해수면온도 장기 예측

정시훈 [1,*], 임정호 [1,#]

[1] 울산과학기술원 지구환경도시건설공학과

[#]교신저자: ersgis@unist.ac.kr

해수면온도는 장기간 지구 열순환의 중요한 지표이며 엘니뇨와 라니냐 등 해양-대기현상의 기작을 규명하는 중요한 역할을 한다. 해수면온도의 장기예측은 이상기후의 발생 가능성 분석에 활용될 수 있으므로 예방의 관점에서 사회경제적인 이점이 있다. 본 연구에서 장기 해수면온도 변동성에 영향인자로 활용되는 다양한 해양과 대기변수를 활용한 해수면온도 장기예측 다변수 딥러닝 모델을 개발하여 북태평양에 적용하였다. 예측 모델은 12 개월까지 해수면온도를 예측할 수 있으며 ENSO index 만 산출하는 선행연구들과 달리 공간분포까지 산출이 가능하다. 딥러닝 예측 모델은 1 개월 부터 12 개월까지의 예측 정확도는 RMSE 기준 0.4 부터 0.6℃ 까지 예측 오차가 증가하는 경향을 보였다. 이는 최신 시공간 예측 딥러닝 기법보다 상당히 개선된 예측 성능을 보였다. 또한, 엘니뇨 예측 성능은 12 개월까지 0.7 이상의 상관도를 보여 기존 선행연구들 대비 우수한 성능을 입증하였다. 제안한 해수면온도 장기예측 다변수 딥러닝 모델을 이용해 해양전선의 시공간 변동성, 엘니뇨와 라니냐 신호 그리고 해양열파 등의 생성 및 소멸 시기 예측에 활용할 수 있다.