



[특별세션 5]

AI기반 위성관측정보 활용 수자원관리 기술

- 수자원위성 활용산출물 생성기술 개발 현황 및 방향
- Sentinel-2 MSI를 활용한 남양호의 조류 및 유색유기물 원격 모니터링
- 위성관측정보를 활용한 가뭄-폭염 복합자연재해 감지 및 모니터링
- 원격탐사 및 GIS 데이터와 딥러닝 기반 의미론적 분할을 활용한 해안선의 변화 분석
- Sentinel-2 위성영상과 AutoML을 이용한 낙동강 수질 산출 연구

수자원위성 활용산출물 생성기술 개발 현황 및 방향

남기범^{1,*}, 황의호^{1,#}, 최성화¹, 강기묵¹, 김진겸¹, 정찬희¹, 최은철¹, 장진우¹, 유하은¹

¹K-water 연구원 수자원환경연구소 수자원위성센터

#교신저자: ehhwang@kwater.or.kr

환경부와 K-water 는 광역 수자원/수재해 감시체계를 구축하기 위해 수자원위성의 C-band 영상레이더(SAR)에 기반한 활용기술 개발 연구를 추진 중에 있다. ‘수자원위성 활용기술 개발’은 치수, 이수, 안전, 환경 분야에 활용산출물(Level-3)과 주제도(Level-4)를 생성하기 위한 핵심기술을 개발하는 연구로 현재 1 단계(’22~’23)가 완료되었다. 1 단계 연구에서는 활용산출물 생성 기술의 기본 및 상세설계와 알고리즘 개발, 적용성 평가, 표출기술 개발 등이 단계적으로 수행되었으며, 활용산출물(Level-3) 7 종 및 주제도(Level-4) 6 종에 대한 생성 및 표출 기술을 확보하였다. 개발된 활용산출물 생성 기술은 수체, 수위, 공간토양수분, 시설물 변위, 수변피복, 부유쓰레기, 녹조 탐지 기술(이상 Level-3), 침수피해, 수위변화, 가뭄지수, 시설물 변위등급, 2 차원(또는 3 차원) 시계열 변위, 수변피복변화(이상 Level-4) 이며, 각 기술은 적용성 평가를 통해 1 단계 성능목표(수체 F1-score 85%, 수위 MAE 50 cm 이하, 토양수분 R 0.7 이상/RMSE 0.07 미만, 시계열 변위 RMSE 6 mm 이내, 수변피복 전체정확도(OA) 83 % 이상, 부유쓰레기/녹조 탐지 정확도 70% 이상)를 초과 달성하였다. 또한, 테스트 영상(Sentinel)을 기준으로 생성 알고리즘 적용과 시스템 가시화를 위한 시범 표출기술이 구현 완료되었다.

‘수자원위성 활용기술 개발’ 2 단계 연구는 ‘24~’26 년 동안 진행될 계획이며, 활용산출물 생성 알고리즘의 정확도 개선과 범용성 검증, 실제 운영을 위한 안정화를 중심으로 수자원위성 활용성 증대를 위한 영상레이더 자료 초해상화, 수질오염 원인 분석, AI 알고리즘 업데이트 자동화 등의 연구를 수행할 계획이다.

본 연구를 통해 개발된 활용기술은 수자원위성 기반의 광역 수자원/수재해 감시를 위한 초석이 될 것으로 확신하고 있으며, 2 단계 연구를 통해 정확도 향상된 활용기술을 확보하여 이상기후에 의한 수재해의 신속한 감시와 대응에 기여할 것으로 사료된다.

사사

본 연구는 환경부의 「수자원위성 지상운영체계 구축사업」 일환으로 지원되었습니다.

참고문헌

1. 환경부 & K-water, “수자원위성 활용기술 개발”, 2023

Sentinel-2 MSI 를 활용한 남양호의 조류 및 유색유기물 원격 모니터링

박용은^{1,*}, 김진욱¹, 장원진¹, 김진휘^{1,#}, 변서현¹, 신재기²

¹건국대학교

²수생태원 한강

#교신저자: jinhwi25@naver.com

남양호는 농업용수 공급을 위해 건설된 하구 담수호로 영양물질 축적으로 인해 매년 수질오염이 문제가 되고 조류가 번성한다. 따라서 본 연구에서는 조류발생 특성을 분석하고자 식물성 플랑크톤의 광학특성을 가지고 있는 Chlorophyll-a(Chl-a)의 추정을 통한 녹조 발생과 유기물 분포를 파악하고자 Sentinel-2 Multi Spectral Image(MSI)의 원격 반사율 광학 스펙트럼을 사용하였다. Chl-a 과 유색용존유기물(colored dissolved organic matter, CDOM) 추정알고리즘 개발을 위하여 Sentinel-2 A, B 의 교차 방문주기인 5 일 간격에 맞추어 현장샘플링(2021 년-2023 년)을 실시하였다. Chl-a 농도는 EXO-YSI 를 이용하여 측정하였으며, CDOM 은 Cary 5000 UV-vis-NIR spectrophotometer 를 활용해 흡수계수를 측정하였다. Sentinel-2 자료는 A, B 자료에서 B1(443 nm) ~ B8A(865 nm)파장의 값을 기상조건(구름, 안개, 강수)을 고려하여 현장수질측정 위치에서 반사도를 추출하였다. 입력자료는 대기 및 방사영향을 고려해 반사도 간의 비율자료와 선행연구에서 활용된 반사도를 활용하였으며 알고리즘은 Random Forest 를 활용하였다. Chl-a 추정을 위해 구축된 RF 의 경우 R2 기준 학습 0.94, 검증 0.85 의 성능을 보였고, CDOM 추정을 위해 구축된 RF 의 경우 R2 기준 학습 0.83, 검증 0.80 의 성능을 보였다. 해당 알고리즘들로부터 생성된 Chl-a, CDOM 시공간농도 자료는 담수호내 조류발생 및 유기물 특성을 분석하고 효율적 관리 및 대처에 활용될 것으로 판단된다.

사사

본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 농업기반및재해대응기술 개발 사업의 지원을 받아 연구되었음(320049-5).

위성관측정보를 활용한 가뭄-폭염 복합자연재해 감지 및 모니터링

남원호^{1,*,#}

¹한경국립대학교 사회안전시스템공학부

#교신저자: wonho.nam@hknu.ac.kr

기후변화로 인한 전 세계적인 온난화 현상으로 인하여 극심한 가뭄, 폭염, 산불과 같은 자연재해의 발생빈도가 높아지면서 사회적, 경제적, 환경적 피해가 대형화되어가고 있다. 이러한 자연재해들의 특징은 추가 재해를 유발할 수 있다는 것으로 재해의 강도가 증가할 뿐만 아니라 여러 가지 재난 및 재해를 동시 또는 순차적으로 유발하는 형태로 변화하기 때문에, 단일자연재해 평가 기술을 바탕으로 복합자연재해에 대한 분석 및 감지가 진행되어야 한다. 따라서, 재해 및 재난을 조기에 발견하고 최소화를 위한 대응 체계 및 관리방안의 필요성이 증대되고 있다. 국외에서는 폭염과 가뭄을 고려한 복합자연재해로 폭염 또는 강수부족 등에 의하여 단기간 빠르게 가뭄이 심화되는 ‘Flash Drought’로 정의된 돌발가뭄에 대한 연구가 이루어지고 있다. 미국 국가통합가뭄정보시스템 NIDIS (National Integrated Drought Information)에서는 돌발가뭄에 대한 모니터링을 통해 감지 및 예측이 이루어지지 않는다면 농업 및 경제 생태계에 광범위한 피해를 줄 수 있을 것으로 경고하고 있다. 폭염과 가뭄은 단순 강우 부족으로 인한 가뭄, 높은 기온으로 인한 폭염 등이 서로 독립적으로 발생하는 경우와 강우부족과 폭염의 지속으로 인한 상호연관성이 존재하는 복합자연재해 등으로 구분할 수 있다. 돌발가뭄은 강수 부족 또는 폭염이 지속되거나 강도가 높아질 경우, 지면 온도가 상승하여 토양수분이 필요 이상으로 증발하여 단기간에 발생하는 초단기 가뭄으로 복합자연재해에 해당한다. 특히, 가뭄은 다른 재난에 비해 진행 속도가 느려 초기에 가뭄 징후 감지가 가능하므로 일정한 주기의 균질한 자료 제공이 용이한 위성관측정보 기반의 가뭄 감지 및 모니터링 연구의 필요성이 대두되고 있다. 가뭄-폭염의 복합자연재해를 평가하기 위해서는 기온, 습도, 풍속, 토양수분, 증발산량 등 다양한 수문기상학적 요소를 활용할 수 있으며, 본 연구에서는 Sentinel SAR, Landsat, MODIS 등과 같은 위성관측자료로부터 토양수분, 증발산량 자료를 추출하고 이를 활용한 폭염, 산불, 가뭄에 대한 복합자연재해 감지 및 모니터링 기술을 소개하고자 한다.

사사

본 연구는 한국수자원공사(K-water) 수자원위성 지상운영체계 구축사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

원격탐사 및 GIS 데이터와 딥러닝 기반 의미론적 분할을 활용한 해안선의 변화 분석

송아람^{2,*,#}, 박슬아¹

¹가천대학교 토목환경공학과

²경북대학교 위치정보시스템학과

#교신저자: ars@knu.ac.kr

해안선 관리는 항해, 해안 자원 관리, 해안 계획 및 개발에 필수적이다. 해안선 변화 탐지는 해안선 모니터링에 매우 중요하지만, 기존의 방법은 노동집약적이며 정확도가 제한적이다. 본 논문에서는 원격 탐사 영상과 지리 정보 시스템(GIS)을 통합하여 해안선 변화를 동시에 식별하고 해안선 데이터를 업데이트하기 위한 그리드 수준의 시각화를 수행하는 접근 방식을 제안합니다. 통합적 접근 방식은 딥러닝 기반 분할 네트워크와 수분 지수를 사용하여 원격 감지 이미지에서 육지와 바다를 정확하게 분류한다. 이 때, 데이터 부족 문제를 해결하기 위해 전이 학습을 사용하여 대규모 공개 데이터셋에서 학습된 가중치를 대상 지역에 적용한다. 또한, 분할 결과를 기존 해안선 GIS 데이터와 비교하여 해안선 변화가 발생한 지역을 식별하였다. 그리드 수준의 시각화는 특정 지역에 초점을 맞추어 유연한 데이터 업데이트가 필요한 지역을 식별하고 조사 효율성을 향상시킬 수 있다. 제안된 접근 방식은 일부 과잉 탐지 오류가 있었지만, 주로 복잡한 해안선과 작은 섬 무리가 있는 지역에서 정확하게 해안선 변화를 감지했다. 이는 해안선 변화 탐지에 효율적인 해결책을 제공하며, 해안 관리, 환경 과학, 도시 계획 및 해안 재해 평가에 잠재적인 응용이 가능할 것으로 기대할 수 있다.

사사

이 연구는 교육부가 지원하는 한국연구재단(NRF)의 기초과학연구프로그램(2022R1F1A1063254)을 통해 이루어졌습니다.

Sentinel-2 위성영상과 AutoML 을 이용한 낙동강 수질 산출 연구

김지홍^{1,*}, 지준화^{2,#}

¹부경대학교 위성정보융합공학전공

²부경대학교 빅데이터융합전공

#교신저자: jchi@pknu.ac.kr

낙동강으로부터 제공되는 수자원의 양은 남한이 보유한 총량의 약 30%를 차지하고 있으므로 낙동강의 물 환경과 물 생태계 관리는 수자원 보전을 위해 필수적이며 현재는 자동 수질 관측소와 채수를 통해 물 환경 정보를 모니터링하고 있다. 하지만 데이터의 갱신 속도와 공간적인 분포에 대한 한계가 있어 광역에 대해 주기적인 모니터링은 제한적이다. 유체의 특성상 광역에 대한 정보를 주기적으로 모니터링하지 못한다면 수재해의 조기 탐지, 예측 및 대응에 어려움이 생길 수 있다. 최근, 녹조에 의한 피해가 증가하며 위성/드론 원격탐사 기반의 연구가 활발히 진행되고 있지만, 물 환경에 영향을 미치는 다른 수질 인자에 관한 원격탐사 연구는 상대적으로 부족하다. 본 연구에서는 환경부에서 제공하는 낙동강 수질 데이터와 Sentinel-2 위성에 탑재된 다중분광 센서인 Multispectral Instrument(MSI) 영상으로부터 낙동강의 주요 수질 인자를 추정하는 기계학습 모델을 개발하고자 한다. 13 개의 분광 밴드를 통해 5 일 주기로 자료를 제공하는 MSI 자료와 수질 관측 데이터를 융합한다면 광역에 대한 물 환경 정보를 주기적으로 획득할 것으로 기대된다. 컴퓨터 기술의 발전, 데이터 접근성 증가로 인해 기계학습은 다양한 분야에서 좋은 결과를 보이고 있으나 모델의 선정, 하이퍼파라미터의 최적화 등에 많은 시간과 노력을 필요로 하며, 결과 역시 큰 편차를 보인다. AutoML 은 이러한 불확실성을 최소화하여 빠르게 최적화, 자동화된 기계학습 모델을 훈련할 수 있어 활용도가 증가되고 있다. 본 연구에서는 AutoML 을 이용해 총 7 종의 수질 인자에 대한 산출 모델을 제안하였다. AutoML 에 의한 수질 인자 산출 모델은 대중적으로 활용되는 기계학습 모델인 Random Forest 와 비교시 대부분의 통계적 지표에서 우위를 보여주었고, 관측값과의 비교시에도 0.7 이상의 상관성을 보여주었다. 또한 본 연구를 통해 개발된 모델로부터 광역에 대한 연속적인 수질 정보 제공에 대한 가능성을 확인하였고, 이는 향후 낙동강 수질 변화에 대한 신속한 대응과 수자원 관리 정책 수립에 중요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.