



학생발표경진대회 |

- 딥러닝 기반 Coarse-Fine OffsetNet을 활용한 동종/이종 위성 영상 정합
- 다중기선거리 위상간섭기법 기반 KOMPSAT-5 수치표고모형 제작 평가 연구
- 위성영상과 수리기하학을 활용한 국내 하천 유량 시공간적 분석
- 인공지능 기법을 활용한 정지궤도 환경위성 (GEMS) 에어로졸 광학 두께 산출

딥러닝 기반 Coarse-Fine OffsetNet 을 활용한 동종/이종 위성 영상 정합

유진우^{1,2,*}, 정형섭^{1,2,#}

¹서울시립대학교 공간정보공학과

²서울시립대학교 스마트시티학과

#교신저자: hsjung@uos.ac.kr

위성 영상은 시계열 모니터링에 있어 매우 중요하게 활용되고 있다. 위성 영상을 활용하여 모니터링을 정확하게 수행하기 위해서는 각 자료의 상대적인 위치가 같아야 한다. 그러나 각 영상마다 촬영 시간 및 각도, 방향이 달라 영상 간의 상대적인 위치 차이가 발생하게 된다. 이를 해결하기 위해 영상 정합 과정이 필수적으로 선행되어야 한다(Im et al., 2008). 전통적으로 위성 영상 정합에는 영역 기반과 특징 기반 정합 기법을 통해 수행되고 있으며, 최근에는 딥러닝 기법을 활용하여 정합을 수행하고 있다(Sung et al., 2021). 동종 센서 간 영상 정합은 기존의 알고리즘 기반 정합 기술로도 효과적으로 수행되었으나, 고급 특징 추출과 복잡한 데이터 패턴 인식 능력을 가지는 딥러닝 기반의 정합 기술이 개발되어 정확도가 크게 개선되었다. 그러나 이종 센서 영상은 서로 다른 분광적 특징과 서로 다른 지형 왜곡을 가지고 있기 때문에 두 영상 사이의 정합이 어렵다. 많은 연구에서는 두 영상의 분광적 특징을 동일한 형태로 변환한 후, 변환된 영상에서 결합점을 찾는 방식을 적용하고 있지만 비효율적이다. 또한, 위성 full scene 데이터는 딥러닝 모델에 직접적인 적용이 어려우며, 기존 딥러닝 모델은 affine transform 의 모든 파라미터를 예측하여 정합을 수행하여 정확도의 저하가 발생한다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 정사 변환된 영상을 입력자료로 활용하여 X, Y 방향에 대한 offset 만을 고려하는 Coarse-Fine OffsetNet 을 구축하고, 이종 및 동종 full scene 영상을 정합하는 프로세스를 구축하였다. 이를 위해 동종, 이종 open dataset 인 S2Looking Dataset 과 OSdataset 을 전처리하여 정합용 데이터셋을 구축하였고, 모델 학습을 수행하여 정합 모델을 구축하였다. 이후, 학습된 모델에 KOMPSAT full scene 영상을 적용하여 정합을 수행하였다. 수행 결과, 동종 영상 정합에 대해서는 1 픽셀 이내의 높은 정확도로 정합이 수행되었으며, 이종 영상에 대해서는 X, Y 방향에 대한 오차가 각각 2 픽셀, 3 픽셀 정도로 줄어든 것을 확인할 수 있다.

사사

이 논문은 2024년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방과학연구소의 지원을 받아 수행된 연구임(UI220065WD).

참고문헌

1. Im, J., Jensen, J. R., and Tullis, J. A., 2008. Object-based change detection using correlation image analysis and image segmentation. *International journal of remote sensing*. 29(2), 399–423.
2. Sung, J. Y., Lee, W. J., and Oh, S. J., 2021. Deep Learning-based Keypoint Filtering for Remote Sensing Image Registration. *Journal of Broadcast Engineering*, 26(1), 26–38.

다중기선거리 위상간섭기법 기반 KOMPSAT-5 수치표고모형 제작 평가 연구

이제윤^{1,*}, 홍상훈^{1,#}, 주정현¹, 김여진¹, 이광재²

¹부산대학교 지질환경과학과

²한국항공우주연구원 위성활용부

#교신저자: geoshong@pusan.ac.kr

인공위성 영상레이더(Synthetic Aperture Radar, SAR)는 마이크로파 대역의 신호를 송수신하여 전천후 환경에서 지표에 대한 정보를 획득할 수 있다는 점에서 기상 상태에 제약을 받는 광학 시스템의 한계를 보완한 원격탐사 기법이다. 위상간섭기법(Interferometric SAR, InSAR)은 두 영상레이더 자료 사이의 위상 차이를 통해 지표 고도 및 변위를 계산하는 기법으로 국내외에서 이를 활용한 다양한 연구가 수행되고 있다. 본 연구에서는 우리나라 최초의 SAR 위성인 KOMPSAT-5 자료를 사용하여 위상간섭기법 기반의 수치표고모형(Digital Elevation Model, DEM)을 제작하고 평가하였다. KOMPSAT-5 는 한국항공우주연구원이 개발한 X-밴드 (~9.6 GHz) 위성이며, repeat-pass 로 운용되고 있어 28 일의 재방문 주기를 가지고 있다. Repeat-pass 자료의 경우, 관측 시간 차이에 따른 긴밀도 저하가 발생하여 불필요한 위상 성분이 포함될 수 있기 때문에 DEM 의 정확도 향상을 위해 다중기선거리 접근법을 고려하여 이를 보완할 수 있다. 본 연구에서는 KOMPSAT-5 영상을 활용한 InSAR 적용 가능성 및 DEM 생성 성능을 평가하기 위해 4 장의 KOMPSAT-5 자료에 다중기선거리 접근법을 적용하여 샌프란시스코 일대의 지형 고도를 추출하였다. DEM 생성을 위한 위상간섭도의 품질 평가를 위해 긴밀도와 고도민감도(Height of Ambiguity, HoA)를 계산하였으며 연구 결과, 평균 긴밀도는 0.79 이상, HoA 는 59~74 m 로 계산되었다. 이는 도심지와 산지가 공존하는 샌프란시스코 일대의 고도를 추출하기에 적합한 값으로 판단된다. 다중기선거리 접근법을 고려하여 제작한 최종 DEM 의 정확도 평가를 위해 수직 정확도가 우수하다고 알려진 ICESat-2 와 비교한 결과, 결정계수(R^2) 0.98 의 우수한 상관관계를 보여주었다. 이는 KOMPSAT-5 의 위상간섭기법 적용 가능성과 함께 궤도 정확도가 상대적으로 낮은 자료라도 다중기선거리 접근법으로 DEM 제작이 가능함을 보여주는 결과이다. 본 연구는 환경 및 지질재해 모니터링 분야에 있어 KOMPSAT-5 영상을 효과적으로 활용할 수 있는 방안을 제시하며, 이는 국내 위성 활용 기술 개발에도 보탬이 될 것으로 기대된다.

사사

본 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단 “지상레이더 기반 고정밀 지표변위 관측 연구(NRF-2023R1A2C1003609)” 및 “위성정보 빅데이터 활용지원체계 개발(RS-2022-00165154)” 지원을 받아 수행하였습니다.

위성영상과 수리기하학을 활용한 국내 하천 유량 시공간적 분석

최준혁^{1,*}, 정한철^{1,#}, 권동재^{1,2}, 이윤성¹, 박한아¹

¹연세대학교 지구시스템학과

²(주)카탈로닉스

#교신저자: hahnchul.jung@yonsei.ac.kr

현대 사회에서 수자원과 수재해의 중요성이 점차 부각되면서 관련 연구가 증가하고 있다. 특히, 원격탐사 기술을 활용한 연구가 널리 사용되고 있다. 그러나 국내 하천에 대한 시공간적 유량 연구는 아직 부족하다. 본 연구에서는 위성영상을 이용하여 하폭을 추정하고 이를 기반으로 하천의 유량과의 관계를 규정하였다. 지점 관측소의 실제 측정 데이터와의 power-law 관계를 추정하는 수리기하학 방식을 통해 이러한 관계를 파악하였으며 높은 결정계수 값을 가지는 것을 확인하였다. 이러한 관계를 통해 시계열 위성영상을 활용한 국내 하천의 시공간적 유량 변화를 분석하였다. 이를 위해 홍수기에 구름의 영향에 의해 거의 사용하지 못하는 광학영상 대신 날씨와 상관없이 사용가능한 SAR(Synthetic Aperture Radar) 위성영상을 활용하였다. 본 연구는 국내 하천의 하폭과 유량과의 관계를 규정함으로써 위성영상을 활용한 시공간적인 유량 추정 가능성을 확인하였다. 이를 통해 수문학 연구에 새로운 활용 가능성을 제시하며, 홍수 예방과 관리 및 수자원 관련 정책 수립에도 활용이 기대된다.

사사

본 연구는 해양수산부의 재원으로 해양수산과학기술원의 지원(과제명: 정책시뮬레이터 기술개발, 과제번호: 20220431), 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단(No.2021R1A2C100578013) 그리고 연세대학교의 재원으로 연세미래선도연구사업(2024-22-0120)의 지원을 받아 수행되었습니다.

인공지능 기법을 활용한 정지궤도 환경위성 (GEMS) 에어로졸 광학 두께 산출

최현영^{1,*}, 임정호^{1,#}

¹울산과학기술원 지구환경도시건설공학과

#교신저자: ersgis@unist.ac.kr

대기 중 에어로졸은 인체 건강과 밀접하게 연관되어있을 뿐 아니라 지구 복사 및 기후 변화를 이해하는 데에도 중요한 인자이다[1,2]. 에어로졸 광학 두께(Aerosol Optical Depth; AOD)는 대기 상에 존재하는 에어로졸의 정량적인 추정치로 대기질을 대변하는 변수로 활용된다. 기존의 위성 기반 AOD 는 주로 복사전달모델과 조건표를 활용한 역 산출 알고리즘에 기반하여 산출되지만, 이는 많은 계산량을 요구하며 불확실성이 높다는 한계점을 가진다[3]. 따라서, 본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 정지궤도 환경위성 (Geostationary Environment Monitoring Spectrometer; GEMS) 관측값을 활용하여 아시아-태평양 지역 (5°S-45°N, 75°E-145°E)에서의 AOD 산출 기계학습 모델을 개발하였다. Attentive Interpretable Tabular Learning (TabNet) 기법을 활용하였으며, 해당 알고리즘은 GEMS 대기 상한 반사도 및 각도 정보, 수치 모델기반 기상학적 변수 및 기타 보조 변수 등을 독립변수로 하여 구축되었다. 종속변수로는 지상관측 자료인 AErosol RObotic NETwork (AERONET) 및 Sun-sky radiometer Observation NETwork (SONET) AOD 자료가 활용되었다. 제안된 모델의 시공간적 일반화 가능성을 평가하기 위해서 랜덤, 공간적, 시간적 세 가지 10-폴드 교차검증을 수행하였다. 교차검증 결과는 AERONET AOD 와 R^2 0.89-0.92, 기대오차 (Expected Error; EE) 내의 비율이 74.2-80.6 % 수준의 높은 일치성을 보였다. 본 알고리즘을 통해 산출된 결과는 황사 등의 고농도 에어로졸 이벤트에 대해서도 농도 변화를 잘 모의하였으며 안정된 성능으로 높은 시간 해상도 (시간별) 및 넓은 모니터링 영역 (아시아-태평양 지역)에 대한 시공간 분포 산출이 가능하여 대기질 모니터링에 유용하게 활용 가능함을 시사하였다.

참고문헌

1. Chen, A., Yang, J., He, Y., Yuan, Q., Li, Z., & Zhu, L. (2023). High spatiotemporal resolution estimation of AOD from Himawari-8 using an ensemble machine learning gap-filling method. *Science of the Total Environment*, 857, 159673.
2. Zhang, T., Shen, H., Xia, X., Wang, L., Mao, F., Yuan, Q., ... & Gong, W. (2023). Himawari-8 high temporal resolution AOD products recovery: Nested bayesian maximum entropy fusion blending GEO with SSO satellite observations. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 61, 1-15.
3. Choi, M., Kim, J., Lee, J., Kim, M., Park, Y. J., Jeong, U., ... & Song, C. K. (2016). GOCI Yonsei Aerosol Retrieval (YAER) algorithm and validation during the DRAGON-NE Asia 2012 campaign. *Atmospheric Measurement Techniques*, 9(3), 1377-1398.