

GeoAI 데이터 나눌수록 커집니다

완벽한 인공지능기술을 위하여
양질의 GeoAI 데이터를 만들고 공유합니다.

| 일 시 | 2022. 11. 15.(화) ~ 11. 18.(금)

| 장 소 | 그랜드 하얏트 제주



2022년 GeoAI데이터학회 추계학술대회

- **주최** : (사) GeoAI데이터학회
- **주관** : 국립기상과학원, 국립생태원, 국립환경과학원, 국방과학연구소, 극지연구소, 한국수자원공사, 한국지질자원연구원, 한국항공우주연구원, 한국해양과학기술원, 한국환경연구원
- **후원** : 한국지능정보사회진흥원 AI-Hub



존경하는 내외귀빈 여러분, 그리고 학회 회원 여러분,

오늘 여러분을 모시고, 2022년 사단법인 지오에이아이데이터학회 추계학술대회를 개최하게 되어 매우 기쁘게 생각하며, 여러분의 적극적인 참여에 진심으로 감사드립니다. 본 학술대회는 GeoAI데이터 공유를 위하여 마련되었습니다. 모든 회원들이 학술대회를 통하여 다양한 정보를 나누고 얻을 수 있는 행복한 자리가 되었으면 좋겠습니다.

바쁘신 와중에도 GeoAI데이터의 진흥과 발전에 많은 지원을 해주시고 학술대회의 발전을 위하여 기조강연을 해주시는 AI 양재허브 윤종영 센터장님과 한국지능정보사회진흥원 오목현 팀장님께 마음속 깊이 감사를 드립니다.

이번 제2회 추계학술대회의 성공적인 개최를 위하여 국립기상과학원, 국립생태원, 국립환경과학원, 국방과학연구소, 극지연구소, 한국수자원공사, 한국지질자원연구원, 한국항공우주연구원, 한국해양과학기술원, 한국환경연구원, 강원대학교, 경북대학교, 부경대학교, 부산대학교, 서울시립대학교 및 울산과학기술원에서 GeoAI데이터 설계, 구축 및 활용을 주제로 다양한 특별세션을 진행합니다. 특별세션을 위하여 많은 노력을 아낌없이 해 주신 여러 박사님들과 교수님들께 감사의 말씀을 드립니다. 또한, 천리안위성 2A/2B호 융복합활용 컨퍼런스와 신북방 지오빅데이터 워크샵이 함께 개최됩니다. 워크샵을 진행해 주신 한국지질자원연구원과 컨퍼런스를 진행해 주시는 한국해양과학기술원 해양위성센터, 국가기상위성센터, 국립환경과학원 환경위성센터, 국가해양위성센터의 관계자분들께 감사의 말씀을 드립니다. 그리고, 본 추계학술대회를 후원해 주신 한국지능정보사회진흥원 AI-Hub에 감사드립니다. 우리학회의 추계학술대회가 GeoAI데이터 설계, 구축 및 활용에 대한 정보 공유의 장이 될 수 있도록 성심껏 노력하겠습니다.

이제는 지나간 코로나의 어둠던 터널속을 지나 밝은 미래를 향해가는 우리들에게 이번 추계학술대회가 뜻깊은 추억이 되었으면 좋겠습니다. AI 양재허브 센터장이신 윤종영교수님이 말씀하신 “5-10년후 인공지능은 전기와 같이 없으면 안되는 너무나 당연한 도구”라는 이야기가 생각납니다. 수학식으로 유도되기 어려운 복잡한 현상을 다루는 기술이나 알고리즘은 거의 대부분 인공지능기술로 변화될 것은 너무도 당연한 일입니다. 특히, 지구과학, 지구환경 및 지구공학과 관련된 전공은 수학식으로 단순하게 표현하기 어려운 복잡한 현상을 다루기 때문에 더욱 인공지능기술을 중요하게 생각합니다. 더욱이 인공지능기술을 보다 정확하게 만들기 위해서는 체계적으로 GeoAI 데이터들이 더 많이 제작되어 기술의 발전에 기여해야 합니다. 이에 이번 추계학술대회는 “GeoAI데이터 나눌수록 커집니다”라는 슬로건을 지니고 개최되었습니다. 우리학회가 GeoAI데이터 공유의 중심에 설 수 있도록 더욱 더 노력하겠습니다.

끝으로 바쁘신 와중에도 조직위원장을 맡아 주신 한국지질자원연구원 이사박사님, 기술위원장을 맡아 주신 극지연구소 김현철센터장님, 준비위원장을 맡아 주신 국립생태원 김기동실장님께 진심으로 감사의 말씀을 드립니다. 특히 학술대회를 체계있게 준비해 주신 총무이사님이신 이승국 교수님, 최준명 교수님과 정분화 사무국장님, 최서연 편집간사님을 비롯한 모든 조직위원, 준비위원 및 기술위원님들께 감사의 인사를 드립니다. 또한, GeoAI데이터 활용교육을 위한 튜토리얼세션을 준비해 주신 교육위원장 김현철박사님께 감사드리며, 학술대회의 성공적 개최를 위하여 도움을 주신 기관 및 산업체 관계자분들께도 감사의 인사를 드립니다.

마지막으로 참석해 주신 모든 회원님들이 “GeoAI데이터 나눌수록 커집니다”라는 슬로건을 가슴에 새기고, 이곳 그랜드 하얏트 제주에서 즐겁고, 유익한 시간이 되시기를 기원합니다.

감사합니다.



2022년 11월

(사)GeoAI데이터학회 회장 **정 형 섭**

2022년 지오에이아이데이터학회 추계학술대회 기술위원회 위원장 김현철 인사드립니다.

코로나19로부터 서서히 벗어나고 있는 시점에 (사)GeoAI데이터학회 추계학술대회를 아름다운 제주에서 개최하게 되었습니다.

여러분의 열정적인 관심과 함께 적극적인 참여로 올해에도 역시 기대를 상회하는 성대한 학술대회가 개최되게 되어 회원분들께 감사의 말씀을 학회를 대신해 드립니다.

이번 학회에 개최되는 26개의 특별세션과 2개의 전문 워크숍은 신생 학회로서는 상상할 수 없을 정도로 많고 다양한 주제를 포함하고 있습니다. GeoAI데이터학회의 저력을 다시금 보여주는 기회가 되었다고 과감히 말씀드릴 수 있습니다.

이번 학술대회에서 진행될 다양한 발표 주제는 회원님들이 다양한 전문 분야에서 활발히 역할을 하고 계시다는 것을 보여주는 것입니다, 이는 GeoAI데이터학회가 특정분야에 치우침 없이 다양한 전문 분야에 적극적으로 대응하고 있는 학회라는 것을 증명하는 것입니다. 이 또한, 이번 추계학술대회의 자랑이 되었습니다.

다양한 주제들이 함께해야만 하는 GeoAI데이터학회의 추계학술대회가 회원님들의 단단하고 전문적인 GeoAI데이터에 대한 지식 위에 지속적 발전을 확산하는 자리가 되었습니다.

특히, 다양한 분야에서 관심이 집중되고 있는 GeoAI분야에 필수적인 데이터에 대해 2022년 제주에서 국내 최대의 인원이 함께하고 있는 추계학술대회는 회원님들이 관심과 참여로 GeoAI 분야를 선도하는 데이터 학회로 가는 학술 대회가 되었습니다.

사회의 모든 면에서 AI의 중요성이 인식되고 있으며, 많은 신생 학과와 단체들이 생겨나고 있습니다. 미래에 도전적인 생각으로 GeoAI 데이터 학회가 탄생되었습니다. 학회의 운명은 회원님들의 적극적인 관심과 노력이 없으면 불가능한 일들이었습니다. 26개의 특별 세션 주제에서 느껴지시겠지만, GeoAI 분야에 전문적인 기관들이 모두 모여 각 분야의 전문적인 연구들이 진행 되고 있습니다. 학회의 무한한 발전의 모습을 사진처럼 명확히 보여주는 추계학회가 되었습니다.

학문 후속 세대의 적극적인 관심은 우리 학회의 미래이며 학회에 다양한 참여를 해 주시는 학문 후속 세대에게도 진심어린 감사의 말씀을 드립니다. 지속적인 관심으로 우리 학회의 발전을 이끌어 주실 것 이라는 믿음과 확신이 이번 추계학회에서 확인하게 되었습니다.

다양한 주제로 선택의 폭이 넓어진 GeoAI데이터 추계학술대회에서 다양 정보와 인맥을 한보따리 가져가실 수 있는 학회가 되길 기원합니다.

2022년 11월

(사)GeoAI데이터학회 기술위원장 **김 현 철**



위원회	구성	
조직위원회	위원장	이사로(한국지질자원연구원)
	부위원장	이승국(부경대학교)
	위원	고진우(국방과학연구소), 김영필(주선영종합엔지니어링) 김원국(부산대학교), 박노옥(인하대학교) 위광재(주지오스토리), 유주형(한국해양과학기술원) 이광재(한국항공우주연구원), 이명진(한국환경연구원) 이원진(국립환경과학원), 이주한(극지연구소) 이진환(주해양기술ENG), 정형섭(서울시립대학교) 주형태(한국해양과학기술원), 최종국(한국해양과학기술원) 최준명(부경대학교), 한종규(한국지질자원연구원) 홍상훈(부산대학교)
준비위원회	위원장	김기동(국립생태원)
	부위원장	손영백(한국해양과학기술원), 이창욱(강원대학교)
	위원	구형모(서울시립대학교), 강기목(K-water연구원) 김근한(한국환경연구원), 김성삼(국립재난안전연구원), 김용민(국방과학연구소), 김진수(부경대학교) 박윤희(한국해양과학기술원), 성현승(국방과학연구소) 심재현(한국농촌경제연구원), 오관영(한국항공우주연구원) 우한별(산림청), 유재형(충남대학교) 윤정호(한국환경연구원), 이정호(한국환경연구원) 이상훈(국립생태원), 이선민(한국환경연구원) 장재영(한국항공우주연구원), 전태균(주에스아이에이) 정욱교(부경대학교), 정진아(경북대학교) 지준화(극지연구소), 채규열(주마인드포지)
기술위원회	위원장	김현철(극지연구소)
	부위원장	조영헌(부산대학교), 황의호(K-water연구원)
	위원	박승환(한국해양과학기술원), 박정원(극지연구소) 이경상(한국해양과학기술원), 이윤경(세종대학교)

11월 15일 (화)

Time	5F 루비룸	6F 샷데룸
13:00 ~ 18:00	GeoAI 초급과정 (인공지능팩토리 팀장-김준영)	GeoAI 중급과정 (인공지능팩토리 대표-김태영)
	롯데시티호텔 제주	



11월 16일 (수)

Time	Room 1	Room 2	Room 3	Room 4
09:00 ~ 10:50	등록 / 접수			
10:50 ~ 12:00	개회식			
12:00 ~ 13:20	오찬			
13:20 ~ 14:50	특별세션 수자원/수재해 관리 AI 원격탐사기술	특별세션 탄소중립 대응을 위한 기초연구	특별세션 국방분야의 GeoAI 데이터 활용	특별세션 위성GeoAI 데이터기반 해양상황인식
14:50 ~ 15:10	Coffee Break			
15:10 ~ 16:40	특별세션 식생 GeoAI 활용	특별세션 식생탄소시 학습데이터 구축 및 활용	특별세션 레이더영상으로부터 GeoAI 활용	특별세션 AI를 활용한 기상예측 및 예보지원 기술 개발
18:00 ~ 20:00	경품행사 및 만찬			

Time	Room 5	Room 7	Room 8
09:00 ~ 10:50	등록 / 접수	컨퍼런스 천리안위성 2A/2B호 응복합 활용 컨퍼런스	
10:50 ~ 12:00	개회식		
12:00 ~ 13:20	오찬		
13:20 ~ 14:50	일반세션 GeoAI 해양데이터 활용		
14:50 ~ 15:10	Coffee Break		
15:10 ~ 16:40	일반세션 GeoAI 생태데이터 활용		
18:00 ~ 20:00	경품행사 및 만찬		

11월 17일 (목)

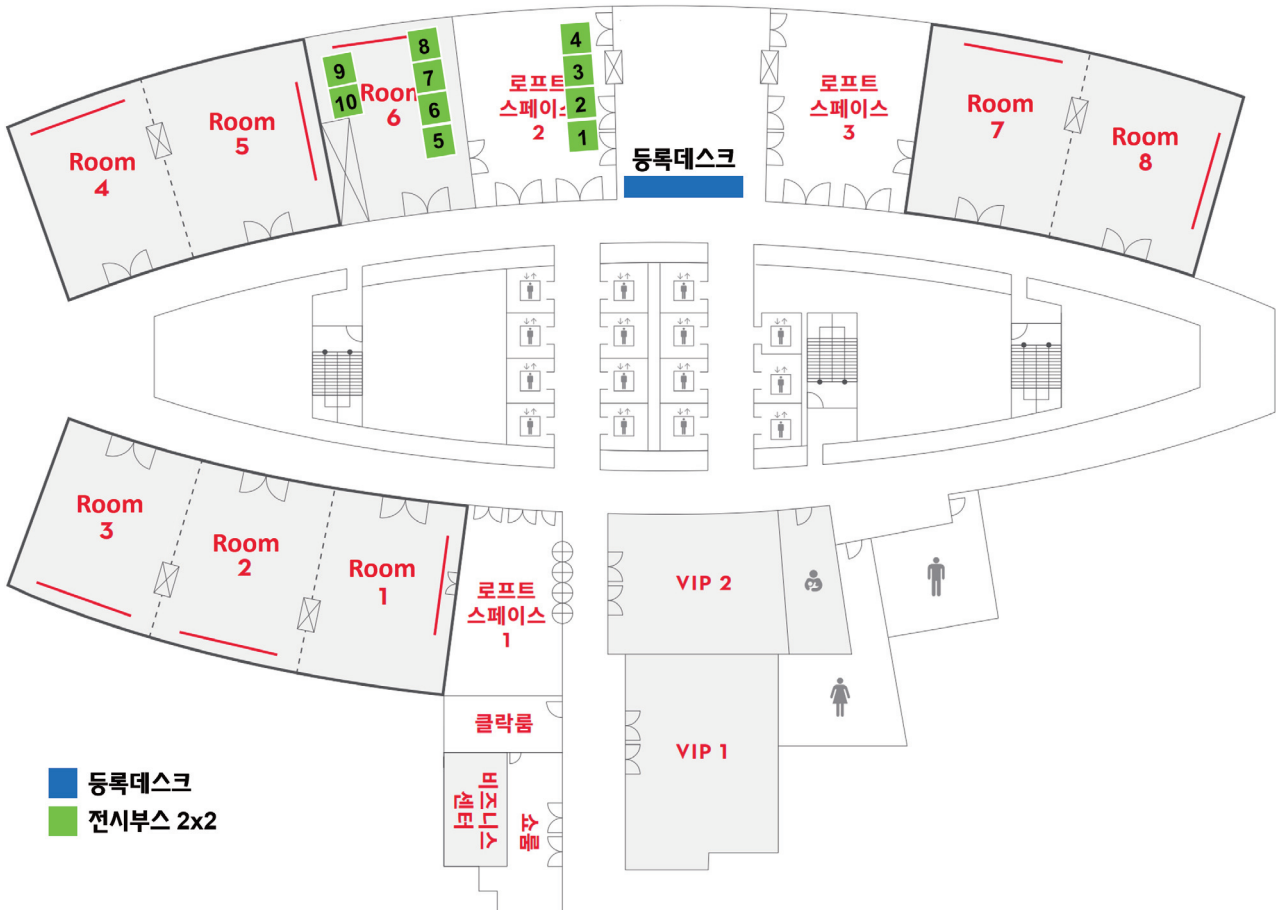
Time	Room 1	Room 2	Room 3	Room 4
09:00 ~ 10:30	특별세션 제주 해양생태환경 변화 연구	특별세션 토지피복 시 학습데이터 구축 및 활용	특별세션 GeoAI 공간정보 데이터 활용	포스터세션
10:30 ~ 10:50	Coffee Break			
10:50 ~ 12:20	특별세션 북극빙권변화 정량분석을 위한 원격탐사연구	특별세션 수자원위성 활용 최적화 기술	특별세션 위성영상으로부터 GeoAI데이터 활용	포스터세션
12:20 ~ 14:00	오찬			
14:00 ~ 15:30	특별세션 아리랑위성의 해양분야 활용	일반세션 GeoAI 기상/환경/극지/국방데이터 활용	특별세션 지질환경재해 분석을 위한 지질데이터 활용	포스터세션
15:30 ~ 15:50	Coffee Break			
15:50 ~ 17:20		일반세션 GeoAI 지질데이터 활용		
17:20 ~ 18:00	폐회식			

Time	Room 5	Room 7	Room 8
09:00 ~ 10:30	특별세션 AI 데이터 활용 지질 재해 관측	특별세션 원격탐사를 활용한 재난상황 모니터링 및 예측 기술	특별세션 천리안위성 2A/2B호 융복합 활용연구 학생경진대회-1
10:30 ~ 10:50	Coffee Break		
10:50 ~ 12:20	특별세션 지질자원빅데이터 활용 및 지질자원 데이터활용 경진대회	특별세션 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구-1	특별세션 천리안위성 2A/2B호 융복합 활용연구 학생경진대회-2
12:20 ~ 14:00	오찬		
14:00 ~ 15:30	워크샵 2022 신북방 지질자원빅데이터 구축협력 국제워크숍 (Closed Session)	특별세션 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구-2	특별세션 원격탐사/AI 기반 갯벌 공간 정보 구축
15:30 ~ 15:50		Coffee Break	
15:50 ~ 17:20		특별세션 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구-3	특별세션 하구역 모니터링 및 자료처리 선진화 방안 (Closed Session)
17:20 ~ 18:00	폐회식		

11월 18일 (금)

Time	
10:00 ~ 13:00	동백동산 생태 탐방 및 중식





부스참여기관

- | | |
|--------------|---------------|
| 1. (주)지오스토리 | 6. (주)로딕스 |
| 2. 네이버시스템(주) | 7. (주)컨택 |
| 3. 국립환경과학원 | 8. 국립재난안전연구원 |
| 4. 극지연구소 | 9. (주)웨이버스 |
| 5. (주)올포랜드 | 10. (주)에스아이에이 |

Room 1 ~ 5

개회

10:50 ~ 11:00	개회사	정형섭 (GeoAI데이터학회 회장)
11:00 ~ 11:30	초청강연	AI is Everywhere - 인공지능 스타트업들이 바꾸는 세상 윤종영 (AI 양재허브 센터장)
11:30 ~ 12:00	초청강연	AI의 시작은 DATA, DATA의 시작은 AI-Hub 오현목 (한국지능정보사회진흥원 시데이터사업3팀 팀장)

Room 1

수자원/수재해 관리 AI 원격탐사기술

좌장: 황의호

13:20 ~ 13:35	수자원위성 지상국 추진계획과 현황	황의호 ¹ , 강기묵 ¹ , 최성화 ¹ , 남기범 ¹ K-water연구원 ¹
13:35 ~ 13:50	수자원위성 탑재체 개념설계	유상범 ¹ , 이상규 ¹ , 이현철 ¹ , 백명진 ¹ , 강은수 ¹ 한국항공우주연구원 위성탑재체연구부 ¹
13:50 ~ 14:05	수자원위성을 위한 본체 개발 방안	김경수 ¹ , 전재성 ¹ , 김석수 ¹ , 이창한 ² 한국항공우주산업(주) 차종개발팀 ¹ , 한국항공우주산업(주) 우주사업실 ²
14:05 ~ 14:20	Sentinel-1 Amplitude Change Detection 분석을 이용한 호소 부유폐기물 모니터링	윤동현 ¹ , 이명진 ¹ , 조영일 ¹ 윤동현 한국환경연구원 ¹
14:20 ~ 14:35	두 시기의 TerraSAR-X 영상과 Multi Kernel 기반 U-Net 활용한 홍수 발생지역 탐지	유진우 ^{1,2} , 백원경 ¹ , 정형섭 ^{1,2} 서울시립대학교 공간정보공학과 ¹ , 서울시립대학교 스마트시티학과 ²
14:35 ~ 14:50	다중케도 ICEYE, CAPELLA 영상을 이용한 시계열 수위 변화 모니터링	이윤경 ¹ , 김상완 ¹ 세종대학교, 지구자원시스템공학과 ¹

식생 GeoAI 활용

좌장: 김근용

15:10 ~ 15:25	무인항공기와 딥러닝 기반의 염생식물 탐지 및 분류 연구	김근용 ¹ , 이동욱 ² , 장영재 ¹ , 김충호 ² , 이진교 ¹ , 주형태 ² , 유주형 ¹ 한국해양과학기술원 해양위성센터 ¹ , 한국해양과학기술원 해저활성단층연구단 ²
15:25 ~ 15:40	광학 데이터 기반 DEM을 활용한 김해 벼 성장지 시계열 분석 연구	이진형 ¹ , 이승국 ¹ 부경대학교 지구환경시스템과학부 ¹
15:40 ~ 15:55	GED(Global Ecosystem Dynamics Investigation) 데이터 및 Level 2 자료 전처리 방법	윤가람 ¹ , 조경훈 ¹ , 최서연 ² , 이승국 ¹ 부경대학교 지구시스템과학부 ¹ , 부경대학교 지질환경연구소 ²
15:55 ~ 16:10	항공영상으로부터 YOLOv5를 이용한 도심수목 감지	박채원 ¹ , 정형섭 ^{1,2} 서울시립대학교 공간정보공학과 ¹ , 서울시립대학교 스마트시티학과 ²

Room 2

탄소중립 대응을 위한 기초연구

좌장 : 최준명

13:20 ~ 13:35 **고해상도 하향식 온실가스 배출량 감시 시스템 개발**
홍진규¹, 권도윤¹, 이주엽¹, E. Saikawa², A. Avramov², 심창섭³, 이해영⁴, 주상원⁴ | 연세대학교 대기과학과 미기상연구실¹, Emory University², 한국환경연구원³, 국립기상과학원⁴

13:35 ~ 13:50 **Behaviors of Dissolved Organic Matter in the East/Japan Sea**
김태훈¹ | 전남대학교, 지구환경과학부¹

13:50 ~ 14:05 **황해 연안의 해양-대기 탄소 교환**
김태욱¹, 고영호², 석민우¹ | 고려대학교 환경생태공학부¹, 고려대학교 오정리질리언스 연구원²

14:05 ~ 14:20 **위성관측을 활용한 인공지능 기반 온실가스 농도 측정 알고리즘 개발**
최예지¹, 김은빈¹, 송영운^{1,2} | (주)에스아이에이 인공지능연구소¹, 충남대학교 컴퓨터공학과²

14:20 ~ 14:35 **탄소중립 시나리오에서의 해양열파 발생 장기 전망**
박균도¹, 김영호², 박영규¹, 김상엽¹, 진현근¹ | 한국해양과학기술원 해양순환연구센터¹, 부경대학교, 지구환경시스템과학부²

식생탄소 AI 학습데이터 구축 및 활용

좌장 : 윤정호

15:10 ~ 15:25 **공간정보 기반 식생 탄소 포집량 식별 AI 학습데이터 구축**
이인수¹, 윤정호², 최일훈¹, 마승³, 채규열⁴, 채승기⁵ | 네이버시스템(주) I&G사업본부¹, 한국환경연구원 국토환경정보센터 센터장², (주)우림엔알 공간정보사업팀³, (주)마인드포지⁴, (주)울포랜드 전략사업그룹⁵

15:25 ~ 15:40 **Spaceborne LiDAR를 활용한 식생 탄소포집량 추정방안**
이상혁¹, 구자운¹, 손승우¹, 윤정호¹, 황태진² | 한국환경연구원 환경계획연구실¹, (주)마인드포지²

15:40 ~ 15:55 **온실가스 지중저장 적지 탐사 데이터('22, 경상권)**
국중현¹, 이사로², 신영식³, 채규열⁴, 이창욱⁵ | (주)이쓰리¹, 한국지질자원연구원 국토지질연구본부², (주)인텔리지오³, (주)마인드포지⁴, 강원대학교 과학교육학과⁵

15:55 ~ 16:10 **딥러닝 회귀모델기반의 국내 지하수 산출량 추정 연구**
김정철¹, 정형섭² | 국립생태원 조사평가연구본부¹, 서울시립대학교 공간정보공학과²

Room 3

국방분야의 GeoAI 데이터 활용 좌장: 김용민/성현승

13:20 ~ 13:35	Video based Moving Target Analysis 기술 개발 개요 성현승 ¹ , 고진우 ¹ 국방과학연구소 국방인공지능기술센터 ¹
13:35 ~ 13:50	감시정찰 영상의 화질 개선에 따른 표적 탐지 성능 분석 양현진 ¹ , 고진우 ¹ 국방과학연구소 국방인공지능기술센터 ¹
13:50 ~ 14:05	위협표적 탐지/인식을 위한 딥러닝 훈련용 합성 위성영상 제작 김태원 ¹ , 고진우 ¹ 국방과학연구소 국방인공지능기술센터 ¹
14:05 ~ 14:20	감시정찰 획득 데이터의 점진적 학습 방법 류정원 ¹ , 서민석 ¹ , 최형욱 ¹ , 성현승 ² (주)에스아이에이 인공지능연구소 ¹ , 국방과학연구소 국방인공지능기술센터 ²
14:20 ~ 14:35	동영상을 활용한 GeoAI 학습 데이터 생성 구축 방안 최윤규 ¹ , 성현승 ² (주)픽소니어 개발1부 ¹ , 국방과학연구소 국방인공지능기술센터 ²
14:35 ~ 14:50	군사분야에서의 오픈 데이터 활용 및 웹기반 데이터 활용 방안 심준보 ¹ , 성현승 ² (주)픽소니어 개발1부 ¹ , 국방과학연구소 국방인공지능기술센터 ²

레이더 영상으로부터 GeoAI 활용 좌장: 이창욱

15:10 ~ 15:25	[초청강연] 인공지능을 활용한 지오데이터 분석의 최신 경향 소개 인공지능을 활용한 지오데이터 분석의 최신 경향 소개 이창욱 ¹ , 박성재 ¹ , 이슬기 ¹ , 풀키 ¹ , 와휴 ¹ , 누르 ¹ , 수치 ¹ , 김봉찬 ¹ 강원대학교 과학교육학과 ¹
15:25 ~ 15:40	Sentinel-1 SLC 영상을 이용한 정밀 수위 변화 모니터링 이윤경 ¹ , 김상완 ¹ , 이보람 ² 세종대학교 지구자원시스템공학과 ¹ , 해양경찰청 해양경비기획단 ²
15:40 ~ 15:55	해양 및 연안에서의 마이크로웨이브 원격탐사 및 인공지능 활용 연구 정한철 ¹ 한국해양과학기술원 해양빅데이터센터 ¹
15:55 ~ 16:10	학습데이터 및 네트워크 구조 최적화를 통한 다중 인코더 U-Net 회귀모델 기반 위상 언래핑 백원경 ¹ , 정형섭 ^{1,2} 서울시립대학교 공간정보공학과 ¹ , 서울시립대학교 스마트시티학과 교수 ²
16:10 ~ 16:25	자연재해와 재난을 해결하기 위한 원격 감지, 지리 정보 시스템(GIS) 및 인공지능 기술의 활용 박성재 ¹ , 풀키 ¹ , 와휴 ¹ , 누르 ¹ , 수치 ¹ , 김봉찬 ¹ , 이창욱 ¹ 강원대학교 과학교육학과 ¹

11월 16일 수요일

Room 4

위성GeoAI 데이터기반 해양상황인식

좌장 : 유주형/정한철

- 13:20 ~ 13:35 **인공지능과 감시정찰정보 관점에서 바라본 상황인식 기술**
고진우¹ | 국방과학연구소 국방인공지능기술센터¹
- 13:35 ~ 13:50 **해양상황인식을 위한 위성기반 RF 위치정보**
김문규¹ | SI Imaging Services 대표이사¹
- 13:50 ~ 14:05 **Climate-change driven range shifts of exploitable chub mackerel (*Scomber japonicus*) projected by bio-physical coupling individual based model in the western North Pacific**
Sukgeun Jung¹, Seonggil Go¹ | College of Ocean Sciences, Jeju National University¹
- 14:05 ~ 14:20 **어선 센서데이터를 활용한 어선 어업행태 판별 모델 개발 기초연구**
김광일¹, 유상록² | 제주대학교 해양과학대학, (주)미래해양정보기술 기업부설연구소²
- 14:20 ~ 14:35 **AIS 선박위치정보 기반의 선박분포 예측 모델 개발**
박용길¹, 이철용¹, 전호근¹ | 한국해양과학기술원 해양빅데이터센터¹
- 14:35 ~ 14:50 **해경 무인항공기 순찰을 이용한 딥러닝 기반 불법선박 탐지 모델 개발**
김재현¹, 오연곤¹, 이임평¹ | 서울시립대학교 공간정보공학과¹

AI를 활용한 기상예측 및 예보지원 기술개발

좌장 : 박기준

- 15:10 ~ 15:25 **기상레이더 데이터를 활용한 인공지능 기반 강수량 예측 모델 운용 및 검증**
박준상¹, 신예지¹, 김선영¹, 박기준¹, 이혜숙¹ | 국립기상과학원 인공지능기상연구과¹
- 15:25 ~ 15:40 **수치예보모델 신경망 복사 에뮬레이터의 하이퍼파라미터 자동 최적화 실험**
김박사¹, 노순영², 송환진² | 국립기상과학원 인공지능기상연구과¹, 경북대학교 지구시스템과학부 천문대기과학전공²
- 15:40 ~ 15:55 **Melting-processes emulator in WDM7 microphysics scheme**
Jeong-Su Ko¹, Kyo-Sun Sunny Lim^{1,2}, Sung-Bin Jang³, Joong-Hyun Jo² |
Department of Atmospheric Sciences, Kyungpook National University¹
Department of Earth System Sciences, Kyungpook National University²
Numerical Modeling Center, Korea Meteorological Administration³
- 15:55 ~ 16:10 **RNN-LSTM 기반 북서태평양 태풍 경로 예측 모델 개발**
백유현¹, 이혜숙¹, 이정림², 원성희² | 국립기상과학원 인공지능기상연구과¹, 기상청 국가태풍센터²
- 16:10 ~ 16:25 **자연어 처리 기반 AI 예보지원 솔루션을 위한 인공지능 학습데이터 구축 방법론 연구**
김인경¹, 박희선¹, 양찬윤¹, 이혜숙¹ | 국립기상과학원 인공지능기상연구과¹

Room 5

GeoAI 해양데이터활용 좌장 : 이선민/박윤희

13:20 ~ 13:35	위성자료와 딥러닝을 활용한 양자강 저염분수 3차원 추정 김소현 ¹ , 김대원 ² , 신지선 ¹ , 조영현 ¹ 부산대학교 BK21 지구환경시스템교육연구단 ¹ , Center for Climate Physics, Institute for Basic Science ² ,
13:35 ~ 13:50	인공신경망을 이용한 야간 위성 영상에서의 선박 탐지 및 달빛 영향력과 구름상 반영 김의현 ^{1,2} , 유주형 ^{1,2} 한국해양과학기술원 해양위성센터 ¹ , 과학기술연합대학원대학교 응용해양과학 ²
13:50 ~ 14:05	CNN을 이용한 천리안위성 2A호 표층수온영상 기반 동해안 냉수대 발생 시기 분류 박송환 ¹ , 김대선 ² , 유제선 ¹ 한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터 ¹ , 한국해양과학기술원 해양법연구센터 ²
14:05 ~ 14:20	Ship Detection from Sentinel-1 through Thresholding and Clustering Approach 전호군 ^{1,2} , 조홍연 ^{1,2} 한국해양과학기술원 해양빅데이터센터 ¹ , 과학기술연합대학원대학교 ²

GeoAI 생태데이터 활용 좌장 : 이상훈/우한별

15:10 ~ 15:25	GEODATA, Open access and publishing in Korea 김기동 ¹ 국립생태원 생태응용연구실 ¹
15:25 ~ 15:40	EcoBank를 활용한 생태 빅데이터의 공유 및 활용 이상훈 ¹ , 김기동 ¹ , 권용수 ¹ , 신만석 ¹ , 윤성수 ¹ , 김목영 ² , 홍유진 ¹ 국립생태원 생태응용연구실 ¹ , 국립생태원 기후생태연구실 ¹
15:40 ~ 15:55	베트남 맹그로브숲 생태정보 구축 현황 및 생태분야 활용 가능성 윤성수 ¹ , Tu Hoang Le ² , Nguyen Kim Loi ² 국립생태원 생태정보팀 ¹ , 농림대학교 기후변화연구센터 ²
15:55 ~ 16:10	전국자연환경조사 자료를 활용한 국내 도서지역 담수어류 군집특성 분석 권용수 ¹ , 신만석 ¹ , 윤성수 ¹ , 윤희남 ² 국립생태원 생태정보팀 ¹ , 국립생태원 외래생물팀 ¹
16:10 ~ 16:25	무인항공기 영상과 딥러닝 기법을 활용한 갯벌 표층 퇴적상 분류 김계림 ¹ , 우한준 ¹ , 주형태 ¹ , 정한철 ¹ , 이승국 ³ , 유주형 ¹ 한국해양과학기술원 해양위성센터 ¹ , 한국해양과학기술원 관할해역지질연구단 ² , 부경대학교 지구환경시스템과학부 ³

Room 7 & 8

[천리안위성 2A/2B호 융복합 활용 컨퍼런스]
(09:00 ~ 16:45)

1. 개회사

협업체 소개 및 협업체 센터장 소개 | 유주형 (한국해양과학기술원)

PACE/GLIMR 개발 진행 현황 | Antonio Mannino (NASA)

2. 천리안위성 2A/2B호 운영현황

좌장 : 이순주(한국해양과학기술원)

GOCI-II 운영현황 및 계획 | 최석진(국립해양조사원)

GEMS 운영현황 및 계획 | 정재훈(국립환경과학원)

천리안위성 2A/2B 기상 융합활용 현황 | 변재영(국가기상위성센터)

3. 천리안위성 2A/2B호 융복합 활용

좌장 : 복진광(국립해양조사원)

천리안위성 2A/2B호 딥러닝 융합 활용 연구 | 홍성욱(세종대학교)

GK2A/2B의 파장별 복사자료 융합을 통한 에어로졸 산출물 개선 | 박상서(UNIST)

GK2A/2B 융합 활용을 통한 해양 생태계 모니터링 연구 | 최종국(한국해양과학기술원)

GK2A/2B를 활용한 우리나라 주변 해역 표층 염분 추정 | 임정호(UNIST)

4. 천리안위성 2A/2B호 검보정

좌장 : 정재훈(국립환경과학원)

GOCI-II 대기보정/대리교정 개선현황 | 안재현(한국해양과학기술원)

GEMS 전처리 알고리즘 운영 현황 및 향후 계획 | 문경정(국립환경과학원)

천리안위성 2A호 기상탐재체 검보정 현황 | 오태형(국가기상위성센터)

천리안위성 2A/2B 기상/해양/환경 영상기하보정시스템 적용기술 비교 | 허성식(한국항공우주연구원)

Room 1

제주 해양생태환경 변화 연구

좌장 : 손영백

- 09:00 ~ 09:15 **제주 북부 해역 고주파 레이더 해류 자료를 이용한 자료동화 연구**
권경만¹, 명성관¹, 최병주² | 한국해양과학기술원 제주특성연구센터¹, 전남대학교, 해양학과²
- 09:15 ~ 09:30 **Long-term fluctuations in the coastal ecosystem of Jeju Island**
박상울^{1,2}, 최선경¹, 강윤희³ | 제주대학교 해양생명과학과¹, 제주대학교 기후변화대응센터², 제주대학교 지구해양학과³
- 09:30 ~ 09:45 **제주 해역 아열대 해양생물 유입 모니터링을 위한 ARMS 분석 방법 연구**
양현성¹, 김현욱², 이경태¹, 김태훈¹, 김태호¹, 윤건택³, 강도형¹ | 한국해양과학기술원 제주연구소¹, 한국해양과학기술원 동해연구소², 저서생물연구센터³
- 09:45 ~ 10:00 **제주 연안 파래 대발생 해역의 영양염 유입 특성**
이태희¹, 권순열¹, 박상률², 최선경³, 손영백¹ | 한국해양과학기술원 제주특성연구센터¹, 제주대학교 해양생명과학과 교수², 제주대학교 해양생명과학과 연구교수³
- 10:00 ~ 10:15 **제주 연안 파래 대발생 현황 분석**
손영백¹, 권경만¹, 권순열¹, 명성관¹, 박상률², 이태희¹ | 한국해양과학기술원 제주연구소¹, 제주대학교 해양생명과학과²
- 10:15 ~ 10:30 **제주 해양생태계 예방관리 플랫폼 구축 및 활용 기획 연구**
손영백¹, 이태희¹, 오철홍¹, 허수진¹, 김형직¹, 강도형¹ | 한국해양과학기술원 제주연구소¹

북극 빙권 변화 정량 분석을 위한 원격탐사 연구

좌장 : 김현철

- 10:50 ~ 11:05 **영상레이더 기반 전북극해 고해상 해빙 이동 지도 산출 연구**
박정원¹, 김현철¹ | 극지연구소 원격탐사빙권정보센터¹
- 11:05 ~ 11:20 **소형 무인기 기반 그린란드 러셀 빙하 변이 관찰 연구**
정용식¹, 김현철¹, 이성재¹, 김승희¹ | 극지연구소 원격탐사빙권정보센터¹
- 11:20 ~ 11:35 **Is primary production in the Antarctic polynya system declining?**
박진구¹, 김정훈², 최장근³, 이성재¹, 김현철¹ | 극지연구소 원격탐사빙권정보센터¹, 극지연구소 생명과학본부², 뉴햄프셔대학교 지구과학과³
- 11:35 ~ 11:50 **수동마이크로파 위성 자료를 이용한 여름철 북극 해빙의 두께 산출**
김종민¹, 김현철¹ | 극지연구소 원격탐사빙권정보센터¹
- 11:50 ~ 12:05 **극지 위성자료 수집 및 모니터링 시스템 개발 현황**
이성재¹, 김현철¹ | 극지연구소, 원격탐사빙권정보센터¹

11월 17일 마오편

Room 1

아리랑위성의 해양분야 활용

좌장 : 이광재

- 14:00 **해양 감시를 위한 위성정보 동향 및 활용**
14:15 전태균¹, 백민영², 류정원², 서민석², 김은빈², 최예지² | (주)에스아이에이 대표이사실¹, (주)에스아이에이 인공지능연구소²
- 14:15 **GeoAI 데이터를 이용한 해양 모니터링의 현재와 미래**
14:30 양희인¹, 홍성재¹ | (주)컨텍 스페이스스튜디오팀¹
- 14:30 **위성정보를 이용한 해양선박분류 연구**
14:45 이광재¹, 장재영¹, 이승재¹, 오관영¹, 채성호¹ | 한국항공우주연구원 위성활용부¹
- 14:45 **고해상도 객체정보 학습자료의 저해상화에 따른 가시성 저하 판정**
15:00 장재영¹, 이광재¹, 이선구¹ | 한국항공우주연구원 위성활용부¹
- 15:00 **딥러닝을 이용한 KOMPSAT-5 영상 기반 선박 분류 초기 실험**
15:15 이승재¹, 이광재¹ | 한국항공우주연구원 위성활용부¹



Room 2

토지피복 AI 학습데이터 구축 및 활용

좌장 : 이명진

- 09:00 ~ 09:15 **항공사진을 활용한 수도권 토지피복 AI모델 개발**
한근혁¹, 채규열², 김대영³ | 네이버시스템(주) MDS팀¹, (주)마인드포지², (주)이테라³
- 09:15 ~ 09:30 **XAI를 활용한 서울의 토지피복과 지표면 온도와의 관계 분석**
김근한¹, 김민준¹, 김동범² | 한국환경연구원 물국토연구본부¹, (주)내가시스템 연구소²
- 09:30 ~ 09:45 **도시화에 따른 수도권 토지피복의 공간 패턴 변화 정량화**
이선민¹, 김경호² | 한국환경연구원 환경평가모니터링센터¹, 한국환경연구원 국토정책평가실²
- 09:45 ~ 10:00 **지역단위 AI 학습데이터셋 타 지역 적용 가능성 평가연구**
이성혁¹, 이명진¹ | 한국환경연구원, 환경데이터전략센터¹

수자원위성 활용 최적화 기술

좌장 : 강기목

- 10:50 ~ 11:05 **수자원위성 활용최적화를 위한 산출물 제작기술 추진현황**
강기목¹, 황의호¹, 최성화¹, 남기범¹, 김진겸¹, 최준혁¹ | K-water 연구원¹
- 11:05 ~ 11:20 **SAR 검보정 개요 및 위성영상 적용 사례**
정호령¹, 김동현¹, 양도철¹, 서두천¹ | 항공우주연구원¹
- 11:35 ~ 11:50 **수자원위성 영상레이더 열잡음 검보정 기술**
박정원¹ | 극지연구소¹
- 11:50 ~ 12:05 **독일항공우주센터 (DLR) 연구동향 분석을 통한 수자원위성 품질최적화 방안**
최창현¹ | 독일항공우주센터

GeoAI 기상/환경/극지/국방데이터활용

좌장 : 오관영/김근한

- 14:00 ~ 14:15 **딥러닝기법을 활용한 지상 PM10 및 PM2.5 농도의 시간별 시공간 예측**
박서희¹, 임정호¹, 이주현¹, 정시훈¹ | 울산과학기술원, 도시환경공학부¹
- 14:15 ~ 14:30 **고해상도 광학영상으로부터 YOLOv5를 이용한 굴뚝탐지**
윤영웅^{1,2}, 정형섭^{1,2} | 서울시립대학교 공간정보공학과¹, 서울시립대학교 스마트시티학과²
- 14:30 ~ 14:45 **Sentinel-2 광학영상으로부터 MU-Net을 이용한 백두산 천지 모니터링**
이어루^{1,2}, 이하성³, 정형섭^{1,2}, 이전화³, 박순천³ | 서울시립대학교 공간정보공학과¹, 서울시립대학교 스마트시티학과², 기상청 지진화산연구과³
- 14:45 ~ 15:00 **남극 로스해에서 기계학습과 다중위성을 이용한 해빙-염분-클로로필 상관 연구**
양현진¹, 조영현¹ | 부산대학교 지구환경시스템학부¹
- 15:00 ~ 15:15 **인공위성 영상레이더를 이용한 Jakobshavn 빙하의 지표 변위 시계열 관측**
정성우¹, 홍상훈¹ | 부산대학교 지질환경학과¹
- 15:15 ~ 15:30 **딥러닝 기반 성층권 대류운 탐지**
이주현¹, 임정호², 김미애³ | 울산과학기술원 도시환경공학과^{1,2,3}

11월 17일 마포구

Room 3

GeoAI 공간정보 활용

좌장: 구형모

- 09:00 ~ 09:15 **[초청강연] 디지털트윈 산림 플랫폼과 활용방안**
우한별¹, 홍승태¹, 강대익¹ | 산림청 정보통계담당관실¹
- 09:15 ~ 09:30 **딥러닝을 활용한 이미지 기반 토폴로지 데이터 생성에 관한 연구**
김미선¹, 이정원¹, 이지영¹ | 서울시립대학교 공간정보공학과¹
- 09:30 ~ 09:45 **공간적 자기상관이 교차 검증 결과에 미치는 영향과 공간 교차 검증 기법의 효용성 분석**
유무상¹, 구형모¹ | 서울시립대학교, 공간정보공학과¹
- 09:45 ~ 10:00 **MMS point cloud 의미론적 분할: 머신러닝 기반**
배재구¹, 손상훈¹, 류민지¹, 이도이¹, 박소련¹, 김진수² | 부경대학교 지구환경시스템과학부¹, 부경대학교 공간정보시스템공학과²
- 10:00 ~ 10:15 **공간적 입력변수 활용한 기계학습 기법의 공간적 확장: 서울시 아파트 매매 가격을 사례로**
박성재¹, 서현일¹, 구형모¹ | 서울시립대학교, 공간정보공학과¹
- 10:15 ~ 10:30 **Sentinel-2와 지형공간정보 자료를 활용한 Multi-Kernel 합성곱 신경망 기반 산사태 취약성 매핑**
공성현¹, 정형섭^{1,2}, 백원경¹ | 서울시립대학교 공간정보공학과¹, 서울시립대학교 스마트시티학과²

위성영상으로부터 GeoAI 데이터 제작 및 활용

좌장: 정형섭

- 10:50 ~ 11:05 **[초청강연] 위성영상을 이용한 GeoAI 데이터 제작 및 활용**
이광재¹, 오관영¹, 문지윤¹, 장재영¹ | 한국항공우주연구원, 위성활용부¹
- 11:05 ~ 11:20 **GOCI super-resolution을 위한 U-Net 딥러닝 모델의 활용**
신지선¹, 김수미², 조영현¹ | BK21 School of Earth and Environmental Systems, Pusan National University¹, Maritime ICT R&D Center, Korea Institute of Ocean Science and Technology (KIOST)²
- 11:20 ~ 11:35 **Pseudo Labeling을 통한 SAR 선박 탐지 데이터셋 보완 및 활용**
백민영¹, 이학진¹, 송민기¹, 나영환¹, 조은빈¹, 구자명¹ | 에스이에이 인공지능연구소¹
- 11:35 ~ 11:50 **위성영상과 건물 메타데이터를 활용한 무허가 건물 탐지**
홍성재¹, 오승욱¹, 양희인¹ | (주)컨텍 스페이스스튜디오팀¹
- 11:50 ~ 12:05 **딥러닝 기반 SAR 영상 Super Resolution 리뷰**
채규열¹, 조송현² | (주)마인드포지 대표¹, 카이스트 초빙교수²
- 12:05 ~ 12:20 **딥러닝을 활용한 백두산 천지 얼음 분류 모델링**
송세훈¹, 홍상훈¹ | 부산대학교 지질환경과학과¹

Room 3

지질환경재해 분석을 위한 지질데이터 활용

좌장: 정진아

14:00 [초청강연] 공간 기반 데이터의 수환경 활용 연구
~
14:15 표종철¹ | 부산대학교 환경공학과¹

14:15 강수와 지하수 관측자료 기반 지하수자원의 시공간적 변동 평가
~
14:30 이재민¹, 우남철², 고경석¹, 하규철¹ | 한국지질자원연구원 지하수환경연구센터¹, 연세대학교 지구시스템학과²

14:30 U-Net 기반 기계학습 활용을 통한 해양 탄성파 자료의 저주파수 성분 복원 연구
~
14:45 박윤희¹, 문혜진¹, 주형태¹, 편석준² | 한국해양과학기술원 해저활성단층연구단¹, 인하대학교 에너지자원공학과²

14:45 머신러닝을 활용한 XRD 실험 광물 조성 분석 모델 개발
~
15:00 진홍근¹, 박주영¹, 박선영², 손병국², 김성일², 이경복¹ | 공주대학교 지질환경학과¹, 한국지질자원연구원 해저지질에너지연구본부²

GeoAI 지질데이터 활용

좌장: 정진아

15:50 Development of a surrogate model to improve the efficiency of groundwater level fluctuation
~
16:05 pattern-based hydrologic properties evaluation
Jiho Jeong¹, Jaesung Park¹, Jina Jeong¹ | Department of Geology, Kyungpook National University¹

16:05 지하 공간 자료를 대상으로한 자료기반 연구
~
16:20 박재성¹, 정지호¹, 정진아² | 경북대학교 지질학과¹, 경북대학교 지구시스템과학부²

16:20 기계 학습을 활용한 지층 P파 속도 구조 해상도 향상 연구
~
16:35 김수정¹, 전형구¹ | 경북대학교 지질학과¹

16:35 유사해역 내 현장자료를 활용한 해양 탄성파 취득자료 품질 개선 연구
~
16:50 문혜진¹, 이상훈¹, 김수관¹, 문성훈¹, 이수환¹, 박윤희¹ | 한국해양과학기술원 해저활성단층연구단¹

16:50 그라운드 룰 제거를 위한 기계학습 모델 성능 비교
~
17:05 조상인¹, 편석준¹ | 인하대학교 에너지자원공학과¹

17:05 다중 주파수 영상레이더를 이용한 항만 배후부지 지반침하 관측
~
17:20 주정현¹, 홍상훈¹ | 부산대학교 지질환경학과¹

Room 4

포스터 세션 - 1

- P101 **AI 자동 건물추출정보를 이용한 노후 건축물 안전관리 서비스 방안 연구**
김정아¹, 안주환², 엄우혁¹ | (주)올포랜드 사업4그룹¹, (주)올포랜드 사업지원그룹²
- P102 **LiDAR-DEM을 이용한 초 근접 무인항공기 영상의 GSD 개선 기법 연구**
장영재¹, 김근용¹, 유주형¹ | 한국해양과학기술원 해양위성센터¹
- P103 **GOCI-II 정지궤도위성 기반 에어로솔 광학두께 산출 연구**
하중성¹, 염종민¹, 이권호² | 한국항공우주연구원 국가위성정보활용지원센터¹, 강릉원주대학교 대기환경과학과²
- P104 **기후변화에 따른 생태계교란 생물 종풍부도 예측**
홍유진¹, 이상훈¹, 신만석¹ | 국립생태원 생태응용연구실¹
- P105 **한국의 생태계교란 외래 양서류-파충류의 분포 특성**
Distribution characteristics of invasive alien amphibians and reptiles in Korea
윤희남¹, 김용기², 신만석³ | 국립생태원 외래생물팀¹, 생태정보연구소², 국립생태원 생태정보팀³
- P106 **수위(H)를 활용한 감조하천 운영 가능성 평가**
심규현¹, 황도현¹, 정한철¹ | 한국해양과학기술원 해양위성센터¹
- P107 **딥러닝 기반 이중 편파 분해 영상레이더(Dual-pol decomposed SAR) 위성자료 활용 수체탐지 가능성 분석**
최준혁¹, 강기묵¹, 황의호¹, 임소망¹ | K-water 연구원 수자원환경연구소¹
- P108 **분광지수를 활용한 산불 피해 지역 탐지 방법에 대한 고찰**
박소련¹, 손상훈¹, 배재구¹, 류민지¹, 이도이¹, 김진수² | 부경대학교 지구환경시스템과학부 공간정보시스템전공¹, 부경대학교 공간정보시스템공학과²
- P109 **합성곱 신경망 기반 기계학습을 이용한 탄성파 초동주시역산**
이강훈¹, 편석준¹ | 인하대학교 에너지자원공학과¹
- P110 **물리사면모델 기반 분석과 데이터 기반 분석을 결합한 산사태 발생 예측 연구**
이정현¹, 박혁진¹ | 세종대학교 지구자원시스템공학과¹
- P111 **cycleGAN을 이용한 지표투과레이더 쌍곡선 패턴 추출**
최병훈¹, 편석준¹, 윤진성² | 인하대학교 에너지자원공학과¹, 서울특별시청²
- P112 **정지궤도위성 기반 대기환경 정보와 지상관측자료를 이용한 다목적실용위성 대기보정 기술 개발**
염종민¹, 하중성¹ | 한국항공우주연구원 위성활용부¹
- P113 **단기 갯벌 지형변화 관측을 위한 다중위성 활용 기법 연구**
이진교^{1,2}, 김근용¹, 장영재¹, 유주형^{1,2} | 한국해양과학기술원 해양위성센터¹, 한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과²
- P114 **다중 분광 영상을 활용한 해양 쓰레기 분류 및 모니터링 연구**
정유철¹, 조영현² | 부산대학교 지구환경시스템학부¹, 부산대학교 해양학과²
- P115 **한국 서해안의 클로로필 농도와 바람의 시공간 변동 분석**
황도현¹, 정한철¹ | 한국해양과학기술원¹

Room 4

포스터 세션 - 1

- P116 **환경영향평가 시 멸종위기종 분류군의 상대적 중요도 분석**
김백준¹, 이도훈¹, 권용성¹, 최미나¹, 나진주¹, 윤희남¹ | 국립생태원¹
- P117 **환경영향평가 시 영향요인, 예상영향 및 저감방안의 현황 분석**
김백준¹, 이도훈¹, 권용성¹, 최미나¹, 나진주¹, 윤희남¹ | 국립생태원¹
- P118 **정지궤도 환경위성 자료 소개 및 인공지능 기법 적용 가능성**
이원진¹, 김상민¹, 김구¹, 이동원¹ | 국립환경과학원 기후대기연구부 환경위성센터¹

포스터 세션 - 2

- P201 **도로교통 시설 3D 데이터를 이용한 3D Reconstruction 학습모델 적용**
임현목¹, 이경섭¹, 엄우학², 서상일² | (주)올포랜드 사업본부 사업지원그룹¹, (주)올포랜드 사업본부 사업 4그룹²
- P202 **댐 안전 계측데이터 이상치 탐지방법 개발 및 적용**
조성배¹, 임정열¹, 윤국희² | K-water 물인프라안전연구소¹, K-water 수자원시설처²
- P203 **IDW와 딥러닝 기법을 활용한 위성데이터의 결측치 보간 모델 개발**
문준기¹, 정병화², 심창섭¹ | 한국환경연구원 대기환경연구실¹, University College London, Department of Geography²
- P204 **토지피복지도 위성 AI학습 데이터셋으로부터 SiU-Net을 활용한 토지피복 분류 성능 향상**
백원경¹, 이명진², 정형섭^{1,3} | 서울시립대학교 공간정보공학과¹, 한국환경연구원 환경데이터전략센터², 서울시립대학교 스마트시티학과³
- P205 **소형 객체의 의미론적 분할을 위한 AI허브 객체판독 데이터셋 활용 연구 출**
송아람¹, 한유경² | 경북대학교 융복합시스템공학부¹, 서울과학기술대학교 건설시스템공학과²
- P206 **3D Reconstruction을 위한 어노테이션 방법 연구**
이경섭¹, 임현목¹, 엄우학², 서상일² | (주)올포랜드 사업본부 사업지원그룹¹, (주)올포랜드 사업본부 사업 4그룹²
- P207 **대용량 3D 공간자료 변환 도구 및 개략 검증 기법**
장총수¹, 김용민¹, 최선용¹, 성현승¹, 고진우¹ | 국방과학연구소 국방인공지능센터¹
- P208 **물리 정보 기반 인공지능경망 기법을 사용한 탄성파 자료 합성**
최우창¹, 편석준¹ | 인하대학교 에너지자원공학과¹

Room 5

AI데이터 활용 지질재해 관측

좌장 : 고보균

- 09:00 ~ 09:15 **하이브리드 머신러닝 알고리즘을 이용한 평창군 지역의 산사태 취약성도 평가**
Muhammad Fulki Fadhillah¹, 이창욱¹ | 강원대학교 과학교육학과¹
- 09:15 ~ 09:30 **Suomi 위성을 이용한 서울특별시의 COVID-19 팬데믹 중 야간 조명의 시공간 변화 모니터링**
Arip Syaripudin Nur¹, 이창욱¹ | 강원대학교 과학교육학과¹
- 09:30 ~ 09:45 **Suomi 데이터, GIS 및 하이브리드 기계 학습 접근 방식을 사용하는 호주 시드니의 산불 취약성도**
Arip Syaripudin Nur¹, 김용재², 이창욱¹ | 강원대학교, 과학교육학과¹,
Lamar University, Department of Civil and Environmental Engineering²
- 09:45 ~ 10:00 **소양호 수역의 변화 감지를 위한 딥러닝 모델과 고해상도 위성 이미지**
Suci Ramayanti¹, 이창욱¹ | 강원대학교 과학교육학과¹
- 10:00 ~ 10:15 **Convolutional Neural Network(CNN) 및 Support Vector Regression(SVR) 알고리즘을 사용한 경기도 이천시의 산사태 취약성 매핑**
Wahyu Luqmanul Hakim¹, 이창욱¹ | 강원대학교 과학교육학과¹

지질자원빅데이터 활용 및 지질자원 데이터활용 경진대회

좌장 : 한종규

- 10:50 ~ 11:05 **온실가스 지중저장 적지 탐사 데이터 구축 및 활용**
이사로¹, 국중현², 신영식³, 채규열⁴ | 한국지질자원연구원 국토지질연구본부¹, (주)이쓰리², (주)인텐리지오³, (주)마인드포지⁴
- 11:05 ~ 11:20 **지질자원데이터 활용 및 인공지능 경진대회 소개**
한종규¹, 한수연¹ | 한국지질자원연구원 국토지질연구본부¹
- 11:20 ~ 11:35 **YOLO 딥러닝 알고리즘을 활용한 암석 분류 연구**
주정현¹, 정희정¹, 이제윤¹, 송세훈¹, 홍상훈¹ | 부산대학교 지질환경과학과¹
- 11:35 ~ 11:50 **한국 지오빅데이터의 중등학교 교육 현장으로의 활용 방안에 제언: 세 가지 학습 환경(교실, 야외, 가상)을 중심으로**
황선익^{1,2}, 최윤성¹ | 서울대학교 과학교육과¹, 경기도 일산중학교²
- 11:50 ~ 12:05 **기계학습 기반 토픽 모델을 이용한 국내 지질학의 연구주제 분류 및 연구동향 분석**
김태웅¹, 박혜민¹, 허준용¹, 권대웅¹, 양민준¹ | 부경대학교, 지구환경시스템과학부¹
- 12:05 ~ 12:20 **지질환경정보와 문화재 공간정보 서비스를 융합한 가족형 휴양지의 제안**
인소정¹, 유정현², 이예영³, 최한나⁴ | 이화여자대학교 지구과학교육과¹, 충남대학교 환경IT융합공학과², 경희대학교 지리학과³, 한국지질자원연구원 기후변화대응연구본부⁴

Room 5

2022 신북방 지질자원 빅데이터 구축협력 국제워크숍(Closed Sesion)

14:00 ~ 14:20	[초청강연] 신북방 지질자원빅데이터 구축 협력 이사로 ¹ , 이홍진 ¹ , 한수연 ¹ 한국지질자원연구원, 국토지질연구본부 ¹
14:20 ~ 14:40	[초청강연] 한국의 지오빅데이터 오픈 플랫폼 소개 이홍진 ¹ , 한종규 ¹ 한국지질자원연구원, 국토지질연구본부 ¹
14:40 ~ 15:00	한국광해광업공단 기관 소개 및 현황 박창근 ¹ , 신지은 ¹ 한국광해광업공단 ¹
15:00 ~ 15:30	몽골의 지질자원정보 구축 현황 Minjinsor Tsogtsaikhan ¹ , Sainjargal Bat-Erdene ¹ National Geological Survey of Mongolia ¹
15:30 ~ 16:00	우즈베키스탄 국가지질자원위원회 소개 및 지질자원정보 구축 정책 Abdullaev Makhmud Khikmatillaevich ¹ , Baratov Abdulla Khasanovich ¹ State Committee on Geology and Mineral Resources ¹
16:00 ~ 16:30	우즈베키스탄 지질재해감시연구원 소개 및 지질자원정보 활용 전망 Mr. Bimurzaev Gany Amirgalievich ¹ / State Service on Monitoring Hazardous Geological Processes ¹
16:30 ~ 17:00	우즈베키스탄 지질정보센터 소개 및 지질자원 빅데이터 구축 계획 Zaripov Omonulla Fatkhullaevich ¹ State Enterprise "State Geological Information Center" ¹

Room 7

원격탐사를 활용한 재난상황 모니터링 및 예측 기술

좌장: 임정호

Tropical Cyclone Intensity Estimation using CNN and Transfer Learning Technique

09:00 Il-Ju Moon¹, Hye-Yoon Jung¹, You-Hyun Baek², Jung-Ho Im³, Ju-Hyun Lee³, Jun-Dong Park⁴, Eun-Ha Son⁴ |
 Marine Meteorology/Typhoon Research Center, Jeju National University¹,
 09:15 AI Meteorological Research Division, National Institute of Meteorological Sciences²,
 Department of Urban and Environmental Engineering, Ulsan National Institute of Science and Technology³,
 Satellite Analysis Division, National Meteorological Satellite Center⁴

위성과 인공지능을 활용한 연안 표층 저염수 모니터링

09:15 장은나¹, 한대현², 임정호², 성태준² | 한국해양과학기술원 해양위성센터, 울산과학기술원 도시환경공학과

다양한 위성영상을 이용한 머신러닝 기반의 우리나라 산불 피해지역 탐지

09:30 박선영¹, 강유진², 오상호³, 이경일³, 한유경⁴ | 서울과학기술대학교 인공지능응용학과, 울산과학기술원 도시환경공학부²,
 09:45 서울과학기술대학교 시반도체연구소³, 서울과학기술대학교 건설시스템공학과⁴

딥러닝 기반의 동아시아 가뭄 예측 알고리즘 개발

09:45 박수민¹, 이재세², 임정호² | 한국항공우주연구원 위성활용부¹, 울산과학기술원 도시환경공학부²

인공지능과 지상레이더 자료를 이용한 초단기 강수 예측

10:00 한대현¹, 추민기¹, 임정호², 신예지², 이주현¹ | 울산과학기술원 도시환경공학과, 국립기상과학원 인공지능기상연구과²

천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구 1

좌장: 최종국

천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구

10:50 최종국¹ | 한국해양과학기술원 해양위성센터 책임연구원¹

GOCI-II 해상산출물의 초기 정확도 도출을 위한 현장조사 수행 결과 및 향후 계획

11:05 문정안¹, 한대현¹, 안재현¹, 이은경¹, 이선주¹, 이경상¹, 장은나¹ | 한국해양과학기술원 해양위성센터¹

천리안 해양위성 2호 원격반사도 산출물 정확도 검증을 위한 부이 및 스테이션 관측시스템 구축

11:20 민지은¹, 김동현¹, 박진호¹, 박상필¹, 김동민¹, 전린천¹ | (주)유에스티21 해양부¹

천리안 해양위성 2호 광학 검교정을 위한 복사보정 계수 산출 및 초기 경향성 분석

11:35 김민상^{1,2}, 박명숙¹, 안재현¹, 이순주¹, 강금실³ | 한국해양과학기술원 해양위성센터¹, 과학기술연합대학원대학교 해양과학²,
 11:50 한국항공우주연구원 위성탑재체연구부³

Room 7

천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구 2

좌장 : 안재현

- 14:00 ~ 14:15 **천리안해양위성 2호의 대기보정, 고유광특성, 유색용존유기물 알고리즘 소개 및 현황**
안재현¹, 이경상¹, 배수정¹, 이은경¹, 문정연¹, 한태현¹, 박명숙¹, 김민상¹ | 한국해양과학기술원 해양위성센터¹
- 14:15 ~ 14:30 **GK-2 융합을 통한 GOCI-II 수증기 흡광 보정 개선**
이경상¹, 안재현¹, 박명숙¹, 최종국¹ | 한국해양과학기술원 해양위성센터¹
- 14:30 ~ 14:45 **천리안 해양위성 2B호 에어로졸 산출 알고리즘 개선 연구**
이서영¹, 김준¹, 이지우¹, 김민석¹, 조예슬¹ | 연세대학교, 대기과학과
- 14:45 ~ 15:00 **천리안 2B호 산출물 개선 기초연구: 총부유물질, 세키깊이, 하향확산감쇠계수**
민승환¹, 민지은¹, 전현덕¹, 김동민¹, 김평중¹ | (주)유에스티21 해양부¹
- 15:00 ~ 15:15 **GOCI-II Level 3 자료 구축: 시간-계절-경년 변화 정확도 개선**
박명숙¹, 이선주¹, 김민상^{1,2}, 안재현¹, 최종국¹ | 한국해양과학기술원 해양위성센터¹, 과학기술연합대학원대학교 해양과학²

천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구 3

좌장 : 김원국

- 15:50 ~ 16:05 **해양위성 적조 정량화 성능 향상을 위한 적조해수에 대한 생광학 모델링 연구**
김원국¹, 임태홍¹, 백승일¹, 고수운¹ | 부산대학교, 사회환경시스템공학과¹
- 16:05 ~ 16:20 **GOCI-II 기반 저염분수 산출 정확도 향상을 위한 연구**
조영현¹, 김대원², 김소현¹, 박유진¹ | 부산대학교 해양학과¹, Center for Climate Physics, Institute for Basic Science²
- 16:20 ~ 16:35 **GOCI-II 해빙 및 육상 산출물 알고리즘 및 적합성 분석**
김선화^{1,2}, 장소영¹, 유정미², 신혜경¹ | (주)유에스티21¹, (주)퍼픽셀²
- 16:35 ~ 16:50 **천리안 2B호 자료분석 플랫폼**
박성주¹, 김정래² | (주)블루스페이스엠앤디¹, (주)솔탑 위성활용사업본부²
- 16:50 ~ 17:05 **천리안 해양위성 2호 산출물 분석을 위한 사용자용 소프트웨어 개선 현황**
이순주¹, 배수정¹, 김준영², 최우창¹, 안재현¹, 이경상¹ | 한국해양과학기술원 해양위성센터¹, (주)세트렉아이 지상시스템9팀²

11월 17일 마여울

Room 8

천리안위성 2A/2B호 융복합 활용연구 학생경진대회 1

좌장 : 최종국

09:00 ~ 09:15 **천리안위성 2A/2B호 에어로졸 자료 융복합 및 편향 보정 연구**
김민석¹, 김 준¹, 임현광², 이서영¹, 조예슬¹ | 연세대학교 대기과학과,
National Institute for Environmental Studies Japan, Earth System Division²

09:15 ~ 09:30 **딥러닝 기법을 이용한 GEMS NO2 산출물 초단기 예측**
박정은¹, 홍성욱² | 세종대학교 환경에너지융합학과¹, 세종대학교 환경에너지공간융합학과²

09:30 ~ 09:45 **천리안위성 2A/2B 산출물을 이용한 한반도 주변 해역의 해양 생태계 변화 추정**
백지연¹, 조영현¹ | 부산대학교 BK21 지구환경시스템 교육연구단 해양학과¹

09:45 ~ 10:00 **기계학습 기반 산불탐지 모델의 성능 향상을 위한 위성영상 선 보정**
성태준¹, 강유진¹, 임정호¹ | 울산과학기술원, 도시환경공학과

천리안위성 2A/2B호 융복합 활용연구 학생경진대회 2

좌장 : 변재영

10:50 ~ 11:05 **천리안위성 2A/2B호 융합자료를 활용한 Near-UV 파장 기반 재생산 반사도 산출**
심수영¹, 최성원², 진동현¹, 성노훈¹, 정대성¹, 우종호¹, 전우진¹, 변유경¹, 김나연¹, 한경수¹ |
부경대학교 지구환경시스템과학부 (공간정보시스템공학전공)¹,
부경대학교 4단계 BK21사업 i-SEED 지구환경교육연구단²

11:05 ~ 11:20 **GK2A/AMI, GK2B/GOCI-II 자료 융합 활용 주간 고해상도 안개탐지 알고리즘 개발**
유하영¹, 한지혜¹, 서명석¹ | 공주대학교 대기과학과¹

11:20 ~ 11:35 **준실시간 기계학습 모델을 사용한 GOCI-II 에어로졸 광학 특성으로부터의 동아시아 지역 PM2.5 농도 추정**
이지우¹, 조예슬¹, 이서영¹, 김 준¹ | 연세대학교 대기과학과¹

원격탐사/AI 기반 갯벌 공간정보 구축

좌장 : 김근용

14:00 ~ 14:15 **공간정보 구축을 위한 갯벌 대형저서무척추동물 개체수 산출 방법의 새로운 접근**
서재환¹, 장민성¹, 김근용², 장영재², 문혜진³, 김충호³, 주형태³, 유주형², 이충희⁴, 구본주¹ | 한국해양과학기술원 동해환경연구센터¹,
한국해양과학기술원 해양위성센터², 한국해양과학기술원 해저활성단층연구단³, 대구경북과학기술원, 전자정보시스템연구부⁴

14:15 ~ 14:30 **갯벌 영상을 이용한 기계학습 기반 갯벌 동식물 분류 연구**
이동욱¹, 주형태¹, 문혜진¹, 김충호¹, 황종하¹, 서재환², 김근용³ | 한국해양과학기술원 해저활성단층연구단¹,
한국해양과학기술원 동해환경연구센터², 한국해양과학기술원 해양위성센터³

14:30 ~ 14:45 **갯벌 저서서식지 환경 특성 파악을 위한 형태적, 퇴적학적 특성분석**
정주봉¹, 우한준¹, 정희수¹, 이준호¹ | 한국해양과학기술원 관할해역지질연구단¹

14:45 ~ 15:00 **무인항공기와 AI 기술 기반의 갯벌 생물/환경 정밀 모니터링의 새로운 방법 제시**
김근용¹, 서재환², 이준호³, 김충호⁴, 장영재¹, 구본주², 우한준³, 주형태⁴, 유주형¹ | 한국해양과학기술원 해양위성센터¹,
한국해양과학기술원 동해환경연구센터², 한국해양과학기술원 관할해역지질연구단³, 한국해양과학기술원 해저활성단층연구단⁴

Room 5

2022 신북방 지질자원 빅데이터 구축협력 국제워크숍(Closed Sesion)

좌장 : 이흥진

14:00 ~ 14:20	[초청강연] 신북방 지질자원빅데이터 구축 협력 이사로 ¹ , 이흥진 ¹ , 한수연 ¹ 한국지질자원연구원, 국토지질연구본부 ¹
14:20 ~ 14:40	[초청강연] 한국의 지오빅데이터 오픈 플랫폼 소개 이흥진 ¹ , 한종규 ¹ 한국지질자원연구원, 국토지질연구본부 ¹
14:40 ~ 15:00	한국광해광업공단 기관 소개 및 현황 박창근 ¹ , 신지은 ¹ 한국광해광업공단 ¹
15:00 ~ 15:30	몽골의 지질자원정보 구축 현황 Minjinsor Tsogtsaikhan ¹ , Sainjargal Bat-Erdene ¹ National Geological Survey of Mongolia ¹
15:30 ~ 16:00	우즈베키스탄 국가지질자원위원회 소개 및 지질자원정보 구축 정책 Abdullaev Makhmud Khikmatillaevich ¹ , Baratov Abdulla Khasanovich ¹ State Committee on Geology and Mineral Resources ¹
16:00 ~ 16:30	우즈베키스탄 지질재해감시연구원 소개 및 지질자원정보 활용 전망 Mr. Bimurzaev Gany Amirgalievich ¹ / State Service on Monitoring Hazardous Geological Processes ¹
16:30 ~ 17:00	우즈베키스탄 지질정보센터 소개 및 지질자원 빅데이터 구축 계획 Zaripov Omonulla Fatkhullaevich ¹ State Enterprise "State Geological Information Center" ¹

11월 17일 마포구

[특별 세션]

11월 16일(수)

1. 수자원/수재해 관리 AI원격탐사기술	31
2. 식생GeoAI 활용	41
3. 탄소중립 대응을 위한 기초연구	47
4. 식생탄소 AI 학습데이터 구축 및 활용	54
5. 국방분야의 GeoAI 데이터 활용	62
6. 레이더영상으로부터 GeoAI 활용	75
7. 위성 GeoAI 데이터기반 해양상황인식	85
8. AI를 활용한 기상예측 및 예보 지원 기술 개발	93

[특별 세션 1]

수자원/수재해 관리 시원격탐사기술

1. 수자원위성 지상국 추진계획 및 현황
2. 수자원위성 탑재체 개념 설계
3. 수자원위성을 위한 본체 개발 방안
4. Sentinel-1 Amplitude Change Detection 분석을 이용한 호소 부유 폐기물 모니터링
5. 두 시기의 TerraSAR-X 영상과 Multi Kernel 기반 U-Net 활용한 홍수 발생 지역 탐지
6. 다중궤도 ICEYE, CAPELLA 영상을 이용한 시계열 수위 변화 모니터링

수자원위성 지상국 추진계획 및 현황

황의호¹, 강기목², 최성화³, 남기범⁴

1. 한국수자원공사 K-water연구원, 수석연구원
2. 한국수자원공사 K-water연구원, 선임연구원
3. 한국수자원공사 K-water연구원, 책임위원
4. 한국수자원공사 K-water연구원, 선임연구원

우리나라 정부에서는 관계부처 합동으로 국토·자원관리, 재해재난 대응을 위해 「우주개발 중장기 계획」에 따라 공공분야 관측수요 적시 대응 및 관측주기 단축을 위한 차세대중형위성 개발 사업을 추진 중에 있다. 이에 따라, 환경부, K-water에서는 차세대중형위성 개발 사업 일환으로 “365일 주야 및 기상조건에 상관없이 홍수 및 가뭄 등 수자원/수재해 감시에 필요한 광역적인 국토 및 수자원관련 인자를 관측하고 산출할 수 있는 수자원/수재해 전용 위성 개발 및 운영”을 목표로 본격적인 위성개발과 활용을 위한 지상운용 체계 구축을 추진 중에 있다.

수자원위성 지상국은 광역단위 선제적 수재해 모니터링, 분석, 평가 및 예측기술 확보, 수자원/수재해 모니터링 전용 중형급 위성탑재체 기술 개발을 목표로, 홍수·가뭄, 환경·생태 등 물관련 재해 피해규모 경감을 통한 국가 물안보 확보, 물분야 첨단기술 글로벌 리딩 및 경쟁력 확보하고자 하였다. 이를 달성하기 위한 핵심전략으로는 ①수자원 위성 개발 및 협력체계 강화, ②수자원위성 운영 및 활용기술 개발, ③수자원위성 시스템 통합 및 시험운영, ④수자원위성 활용인프라 구축, ⑤수자원위성 거버넌스 구축을 추진 중에 있다. 이를 통해 수자원 위성의 안정적·효율적 운용과 수자원위성정보 활용 및 서비스 기반 강화, 수자원·수재해 감시 및 위성산업 촉진하고자 하였다.

사사: 본 연구는 환경부의 「수자원위성 지상운용체계 구축사업」 일환으로 지원되었습니다.

참고문헌

1. 환경부, 수자원위성 개발 및 운영 기본계획, 2021
2. K-water, “수자원정보 진단용 위성 영상레이더 탑재체 핵심 기반기술 개발” 사업, 2021

수자원위성 탑재체 개념 설계

유상범¹, 이상규^{1*}, 이현철¹, 백명진¹, 강은수¹

1. 한국항공우주연구원, 위성탑재체연구부

* 교신저자: sglee@kari.re.kr

한국항공우주연구원은 수자원 관측을 위한 C-밴드 영상레이다 탑재체 기본 설계(안)을 도출하는 것을 목적으로 하는 선행연구를 수행하였다[1]. 연구의 목표는 수자원 관측을 위한 요구사항을 만족하고 차세대중형 위성 표준플랫폼과 호환될 수 있도록 C 밴드 영상 레이다 탑재체 시스템을 설계하고, 파형발생기 및 수신기를 포함한 제어기의 기능모델을 제작하여 시험하는 것이다. 수자원 관측을 위한 위성 SAR 시스템의 핵심 요구 사양은 위성 고도 505km를 가정하고, 관측폭 120km, 해상도 10mX10m이다. 그러므로 관측폭 요구를 만족하기 위하여 Scan SAR 시스템을 고려하였으며 관측영역은 8개의 안테나 빔으로 구성하는 개념 설계를 수행하였다. 또한 광역 관측 영역의 스캔 횟수를 줄이기 위하여 관측영역을 주파수 별로 분리하여 스캔하는 SAR 시스템을 도출하였다[2]. 탑재체 하드웨어는 경량 반사기 안테나 시스템과 송수신장치, 제어장치로 구성되는 SAR 기능부와 자료저장장치와 X 밴드 전송기 및 X 밴드 안테나로 구성되는 자료전송부로 이루어진다. 탑재체 요구 중량은 위성 본체의 설계 제한으로 150kg 이하이고 소비 전력은 최대 1.1kW이다. 이 중 SAR 기능부는 자료전송부의 소비전력을 고려하여 평균소비전력 800W이하로 설계하여야 한다. 또한 자료전송부 중량을 고려 할 때 SAR 기능부 중량은 100Kg 이하가 되어야 한다. 경량의 반사기 기반 SAR 시스템의 경우 방위방향 빔폭이 좁아지므로 방위방향 모호성 요구사항을 만족하기 위하여 PRF가 높아질 수 있고 Quad Pol의 경우는 더욱 높아지므로 관측폭이 축소되게 된다. 그러므로 관측폭을 높이고 NESZ를 개선시키기 위한 설계도 고려하였다[3]. 그리고 제작된 제어기 기능모델에 필요한 본체 지원 모사장치와 모의표적기를 개발하여, 표준 플랫폼에 사용할 수 있도록 모의시험을 수행하였다.

참고문헌

1. 이상규, 유상범, 이현철, 서석배, 백명진, "C-밴드 영상레이다 탑재체 기술 개발 현황", 항공우주산업기술동향 19권 2호, 2021.
2. 유상범, 이상규, 김진광, 이태학, 이현철, 백명진, "수자원위성을 위한 C 밴드 Scan SAR 운용 모드 연구", 한국항공우주학회 춘계학술대회, 2020.
3. 한국항공우주연구원, "위성 합성개구레이더 시스템의 송신기 및 그 운용 방법" 출원번호 10-2021-0177595 (대한민국 특허), 2021. 12. 31

수자원위성을 위한 본체 개발 방안

김경수¹, 전재성², 김석수³, 이창한⁴

1. 한국항공우주산업(주), 차중개발팀, 수석연구원
2. 한국항공우주산업(주), 차중개발팀, 책임연구원
3. 한국항공우주산업(주), 차중개발팀, 팀장
4. 한국항공우주산업(주), 우주사업실, 실장

최근 전 세계는 지구온난화에 따른 기후변화(홍수, 가뭄 등)로 많은 고통을 받고 있다. 우리나라도 예외 없이 길어진 가뭄과 강력한 태풍으로 많은 피해가 발생하고 있다. 이에 따라 수자원 자료를 활용한 재난 예측으로 피해를 최소화 하여야 한다. 이와 같이 수자원 관리를 위해서는 날씨에 영향을 받지 않으며, 주야간에 주기적으로 수문자료를 관측 할 수 있는 영상레이다 확보가 필요하다.

정부는 차세대중형위성(이하 차중) 1단계 개발 사업으로 확보된 500kg급 표준본체를 활용하여 다양한 공공 수요를 충족하면서 위성 산업화를 위해 차중 2단계 사업을 진행하고 있다. 차중 2단계 사업은 기후변화 대응을 위한 수문자료를 확보하기 위하여 수자원위성이 포함되었다. 수문자료를 획득하기 위해서는 물에 대한 투과 특성이 상대적으로 우수한 L-밴드 또는 S-밴드 영상레이다가 적합한 것으로 알려져 있으나 500kg급인 차중 위성으로 구현하기에는 한계가 있어, 대안으로 소형경량화에 유리한 C-밴드 영상레이다를 개발하는 것으로 결정되었다 [1~3].

본 고는 C-밴드 영상레이다가 한반도의 토양수분 관측 임무 수행을 위한 본체 개발 방안을 소개코자 한다.

참고문헌

1. 황의호 외, 수자원·수재해 중형위성 개발 방안, 한국지리정보학회지 2018
2. 백명진 외, 차세대중형위성 개발 동향 및 활용 계획, 항공우주산업기술동향 16권 2호(2018), pp. 72~81
3. 이상규 외, C-밴드 영상레이다 탑재체 기술 개발 현황, 항공우주산업기술동향 19권 2호(2021), pp. 53~59

Sentinel-1 Amplitude Change Detection 분석을 이용한 호소 부유 폐기물 모니터링

윤동현¹, 이명진^{2*}, 조영일³

1. 윤동현, 한국환경연구원, 초빙연구원
2. 이명진, 한국환경연구원, 연구위원
3. 조영일, 한국환경연구원, 위촉연구원

* 교신저자: leemj@kei.re.kr

호소, 하천 및 유역 등 주요 수자원에 부유 폐기물의 유입량은 강우량과 상관관계가 있다¹. 부유 폐기물은 수면을 덮는 면적이 크며 수체 유동성을 감소시켜 화학적 측면에서 수질 및 수생태계를 악화시킬 수 있다². 부유 폐기물의 발생은 매년 장마와 홍수가 발생하면 되풀이되는 현상으로, 수자원 확보 및 홍수조절을 위해 설치된 댐 지역에 집중호우에 의한 수위의 급격한 증가에 의하여 댐 주변부에 부유 폐기물이 집중되어 수자원 및 수질 관리에 큰 어려움을 발생시키고 있다. 특히, 한국의 경우 다목적 댐 주변이 중요 식수원이기 때문에 부유 폐기물 관리 는 환경적, 생태학적, 경제적 측면에서 중요하다. 다목적 댐 주변의 호소지역에 발생하는 부유 폐기물은 수생태계의 오염과 수질 악화와 같은 환경적 및 화학적 특성의 변화를 유발하는 직접적 원인이 된다³.

집중 강우에 의해 생성되어 호소로 유입되는 부유 폐기물은 기존의 육상의 폐기물보다 수집, 처리까지 복잡한 절차와 시간이 필요하기 때문에 더 많은 문제를 야기한다⁴. (a) 호소 등 수자원에 발생하는 부유 폐기물은 주변 육상식물에 의해 생산되고 퇴적된 유기물을 호소로 이동시켜 유속이 낮은 특정 지역에 퇴적된다⁵. 또한, 호소 주변의 각종 폐기물과 혼합하여 다양한 크기의 파편이 큰 부유 폐기물 더미로 결합한다⁵. (c) 막대한 양의 부유 폐기물은 이동하며 퇴적되는 무거운 물질과 유속에 따라 이동하는 가벼운 물질로 구성되며 수습일동안 호소에 남아 녹조류 세포수를 증가시키는 요인으로 작용한다.

이러한 부유 폐기물 모니터링에 원격탐사 방법을 적용하는 것은 부유 폐기물 관리에 수십억의 직접적인 비용이 발생⁶하고 수질오염 완화를 위해 많은 간접비용이 소모되기 때문이다. 부유 폐기물의 분포와 발생여부를 보다 빠르고 정확하게 추정한다면 부유 폐기물 발생으로 인한 직접적 간접적 비용부담을 크게 줄이는 데 도움이 될 것이다. 본 연구는 강우 구름과 같은 기상 환경조건에서 넓은 지역에 발생한 부유 폐기물을 효율적으로 모니터링하기 위하여 부유 폐기물 탐지가 가능한 SAR시계열 분석모델을 개발하였다. 부유 폐기물의 시간에 따른 누적 및 이

등을 분석하기 위하여 원격탐사 데이터를 활용한 시간 경과에 따른 변화탐지 모니터링을 수행하였다 또한, 전문 인력에 의해서만 분석이 가능하였던 SAR 영상을 본 연구를 통해 개발된 시계열 탐지모델을 이용하여 쉽고 빠르게 분석할 수 있도록 하였다. Conradsen et. al.는 복잡한 SAR 영상의 Whisart 분포를 따르는 2개의 분산-공분산 행렬의 동일성에 대한 우도비 검정을 이용하여 연속된 시점에서 지표면의 변화를 탐지하였다^{7,8}.

이 연구에서는 집중호우 등 극단적 기후사상에 따른 호소 등 수자원에 부유 폐기물 발생을 효율적으로 모니터링 하기 위해 다음과 진행하였다. 첫째, 부유 폐기물이 발생하는 공간적 특징인 호수 등 넓은 지역의 효율적 분석 및 발생 시기의 기상조건에 효율적으로 대응하기 위하여 ESA(European Space Agency) Sentinel-1 SAR 영상을 활용하는 방법을 개발하였다. 둘째, SAR 영상이 특정 확률분포 함수를 따른다는 가정을 설정하고, 확률 분포 함수의 차이에서 부유 폐기물과 수표면의 산란 특징을 통계적 추정방법으로 구분하고자 한다. 셋째, 부유 폐기물 발생 전의 시계열 SAR 영상을 전술된 가정에 적용하고 공간적으로 부유 폐기물을 모니터링 하는 방법을 개발하였다. 연구된 결과 2020년 대청호를 대상으로 $k = 11, 13$ 시계열 데이터셋에서 오염확률 $\alpha_p \leq 0.1\%$, 유의수준 $\alpha \approx 1.0e - 05, 8.34e - 05$ 에서 부유 폐기물을 탐지할 수 있었다. 이 연구 결과를 통해 식수원으로 활용되는 중요 수자원인 호소에서 유입되는 각종 폐기물을 빠르게 탐지하고 수거계획을 수립할 수 있을 것이다. 또한, 이 연구에서 제안하는 부유폐기물 모니터링 방법은 모든 호소에 적용할 수 있을 뿐만 아니라, 위성영상의 특성 상 적은 비용으로 광대한 지역을 모니터링할 수 있다. 이러한 방법을 통해 주요 하천과 호소에 유입되는 폐기물 관리정책에 유용한 수단이 될 수 있다.

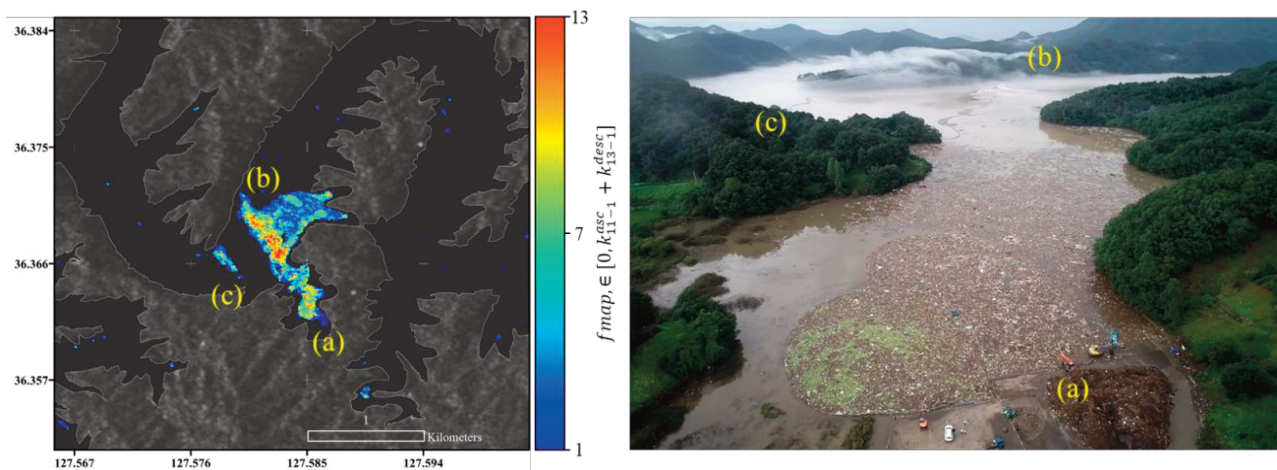


Figure 1. Sentinel-1 분석결과, $change\ map, \in [0, k_{11-1}^{asc} + k_{13-1}^{desc}]$, 시계열에서 부유 폐기물 탐지된 화소의 빈도를 표현, (a) 부유 폐기물 수거시설, (b, c) 차단 시설에 누적된 부유 폐기물



참고문헌

1. Park Y, Kim S, Chon K, Lee H, Kim JH, Shin JK. Impacts of heavy rain and floodwater on floating debris entering an artificial lake (Daecheong Reservoir, Korea) during the summer. *Desalination Water Treat.* 2021; 219:399-404.
2. *FLOATING DEBRIS FROM THE DRINA RIVER - Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences.* Accessed September 5, 2022. Available at: <http://www.cjees.ro/viewTopic.php?topicId=211>
3. Brito BC, Forsberg BR, Kasper D, et al. The influence of inundation and lake morphometry on the dynamics of mercury in the water and plankton in an Amazon floodplain lake. *Hydrobiologia.* 2017;790(1):35-48.
4. 환경부. 환경부 제2차 기후변화대응 기본계획. Accessed November 9, 2021. Available at: https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10259&seq=7394
5. Koyama CN, Gokon H, Jimbo M, Koshimura S, Sato M. Disaster debris estimation using high-resolution polarimetric stereo-SAR. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing.* 2016; 120:84-98.
6. 환경부. 환경부 보도-설명자료. Accessed September 7, 2022. Available at: <http://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?boardMasterId=1&boardId=1400750&menuId=286>
7. Conradsen K, Nielsen A, Schou J, Skriver H. A test statistic in the complex Wishart distribution and its application to change detection in polarimetric SAR data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing.* 2003;41(1):4-19.
8. Canty MJ. *Image analysis, classification and change detection in remote sensing*: with algorithms for ENVI/IDL and Python. :494.

두 시기의 TerraSAR-X 영상과 Multi Kernel 기반 U-Net 활용한 홍수 발생지역 탐지

유진우^{1, 2}, 백원경³, 정형섭^{4, 5}

1. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 석사과정
2. 서울시립대학교, 스마트시티학과, 석사과정
3. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 박사
4. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 교수
5. 서울시립대학교, 스마트시티학과, 교수

* 교신저자: jinwooy@uos.ac.kr

화석연료의 지속적인 사용으로 매년 대기 중 이산화탄소의 농도 및 온실가스의 양이 증가하고 있으며 이로 인해 지구의 평균온도가 꾸준히 상승하고 있다[1]. 지구 온도의 지속적인 증가로 인해 수온의 온도가 비정상적으로 높게 유지되는 엘니뇨 현상이 발생한다[2]. 이는 물의 대순환 과정을 거쳐 특정 지역에 집중호우를 발생시켜 전세계적으로 큰 홍수를 유발한다. 홍수로 인한 피해를 복구하고 방지하기 위해서는 침수피해 지역을 신속하게 파악하는 것이 중요한데, 이는 위성 영상을 통해 가능하다. 특히, SAR(Synthetic Aperture Radar) 위성은 능동형 센서를 통해 마이크로파를 직접 쏘 지구를 관측하여 시간이나 기상 조건에 상관없이 영상을 취득할 수 있어, 홍수 관측에 있어 효과적이다[3]. 기존 연구에서는 SAR 영상에서 임계값을 이용하여 홍수를 탐지하는 연구가 진행되고 있었다[4]. 최근에는 딥러닝과 위성영상을 활용하여 홍수 탐지해 기존 알고리즘 기반의 탐지 성능을 상회하는 연구들이 진행되고 있다[5]. 기존 딥러닝을 이용한 홍수 탐지 연구는 각 영상에 대해 수계 영역과 비수계 영역만을 탐지하고, 추가적인 연산을 진행하여 홍수 발생 지역을 예측하였다. 또한, 기존 U-Net의 경우 단일 인코더만을 사용하여 스펙클 노이즈가 포함된 SAR 영상에서 충분한 특징을 추출하지 못하였다. 이러한 단점들을 보완하기 위해 본 연구에서는 Multi Kernel의 구조를 가지는 U-Net과 두 시기의 TerraSAR-X 영상을 활용하여 홍수 발생 지역을 직접적으로 도출해내는 모델을 제작하고자 한다. 이를 위해 홍수 전, 후의 SAR 영상을 활용하였다. 원본 영상을 통해 sigma naught 영상을 생성하고, 3x3 median 필터링을 적용하여 스펙클 노이즈의 영향을 줄였다. 그 후, co-registration을 통해 두 영상의 영역을 일치시키고, 데이터를 패치의 형태로 나눠주었다. 제작한 패치는 data augmentation을 통해 데이터의 개수와 다양성을 증가시켰으며, 이를 Multi kernel 기반의 U-Net에 적용하였다. 그 후, 성능 검증을 위해 precision, recall, F1 score와 같은 정량적인 평가 지표를 생성하였다. 모델 학습 결과, 모든 class에 대해 높은 average precision의 값을 보여주었으며, average F1 score의 값도 0.966으로 높게 나



타났다. 또한, 학습과 테스트에 사용되지 않은 새로운 지역에 대해 inference를 진행한 경우에도 홍수 발생 지역을 잘 탐지하는 결과를 보였다. 해당 연구 결과는 위성 영상과 딥러닝을 활용하면 높은 수준으로 홍수 발생 지역을 탐지할 수 있음을 시사한다.

사사: 본 연구는 국토교통부의 「스마트시티 혁신인재육성사업('19-'23)」으로 지원되었습니다. 본 연구는 대한민국 정부의 재원으로 민군협력진흥원에서 수행하는 민군겸용기술개발사업 (과제명 : SAR 영상기반 정밀 지상기준점 생성 시스템 개발 사업('22-'26))의 연구비 지원으로 수행되었습니다 (No. 22-CM-EO-02).

참고문헌

1. 홍기훈, 박찬호, & 김한준. 이산화탄소 해저 지질 구조 격리: 기술 현황과 제도 예비검토. *한국해양환경에너지학회지*, 2005 8(4), 203-212.
2. 이창복. *해양 환경의 이해*. 2010. Seoul National University Press.
3. 장재철. Sentinel-1A/B SAR 자료를 활용한 한반도 주변해 해상풍 산출 (Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원) 2018.
4. Bazi, Y., Bruzzone, L., and Melgani, F. (2007), Image thresholding based on the EM algorithm and the generalized gaussian distribution, *Pattern Recognition*, Vol. 40, No. 2, pp. 619-634
5. Xu, C., Zhang, S., Zhao, B., Liu, C., Sui, H., Yang, W., & Mei, L. SAR image water extraction using the attention U-net and multi-scale level set method: flood monitoring in South China in 2020 as a test case. *Geo-spatial Information Science*, 2022 25(2), 155-168.
6. Author Surname Author Initial. Title. City: Publisher; Year Published:Pages Used. Available at: <http://Website URL>. Accessed October 10, 2013.
7. Author Surname Author Initial. Title. Year Published.



다중궤도 ICEYE, CAPELLA 영상을 이용한 시계열 수위 변화 모니터링

이윤경¹, 김상완^{2*}

1. 세종대학교, 지구자원시스템공학과, 선임연구원
2. 세종대학교, 지구자원시스템공학과, 부교수

* 교신저자: swkim@sejong.edu

수재해 예측을 위한 접경 지역의 수자원 시설 수위 모니터링은 높은 정밀도의 수위변화 관측을 요구한다. 또한 국지성 호우 등으로 인한 재해에 효과적으로 대응하기 위해서는 분석 결과의 시의성을 확보할 필요가 있다. 최근 군집 SAR 위성인 ICEYE, CAPELLA 위성은 높은 시간 해상도로 관심 지역을 촬영할 수 있다. 접경지역에 위치한 황강댐과 봉래호에서 수집된 ICEYE와 CAPELLA SLC 영상을 이용하여, SLC 영상에서의 수체 탐지 및 레이더좌표계 DEM을 이용한 수위 분석, 그리고 댐사면 영상의 Hough 변환 기법을 적용한 수위분석을 수행하였다. 수위 탐지에 널리 이용되는 수체 경계 추출 방법보다, 댐사면 영상 Hough 변환 기법이 높은 정밀도의 수위 변화 정보를 제공하였다. 댐사면 구조물의 최저점 이하로 수위가 낮아지는 일부 SAR 영상에서는 Hough 변환 적용이 불가능하다는 단점이 있지만, 홍수에 의한 수재해 피해는 항상 높은 수위에서 발생하기 때문에 실질적인 적용에는 문제가 없다. 시간 해상도를 높이기 위해 다양한 궤도 (Ascending, Descending, Left look, Right look, 다양한 관측각 등)로부터 촬영된 ICEYE, CAPELLA SAR 영상을 이용한 정밀 시계열 수위 변화 모니터링 결과, 짧은 시간 간격으로 획득되는 서로 다른 궤도 영상의 분석 결과 간의 보정이 요구된다. 향후 개발된 알고리즘을 탑재한 모니터링 시스템은 수재해 피해 저감에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 K-water의 지원을 받아 수행되었습니다.

[특별 세션 2]

식생GeoAI 활용

1. 무인항공기와 딥러닝 기반의 염생식물 탐지 및 분류 연구
2. 광학 데이터 기반 DEM을 활용한 김해 벼 성장치 시계열 분석연구
3. GEDI(Global Ecosystem Dynamics Investigation) 데이터 및 Level 2 자료 및 처리 방법
4. 항공영상으로부터 YOLOv5를 이용한 도심수목 감지



무인항공기와 딥러닝 기반의 염생식물 탐지 및 분류 연구

김근용¹, 이동욱², 장영재¹, 김충호², 이진교¹, 주형태², 유주형^{1,*}

1. 한국해양과학기술원, 해양위성센터
2. 한국해양과학기술원, 해저활성단층연구단

* 교신저자: jhryu@kiost.ac.kr

염생식물 군락은 높은 1차 생산자임과 동시에 다양한 생물에게 서식처를 제공하고, 각종 자연재해로부터 완충역할을 수행한다. 최근에는 기후변화에 대응하기 위한 블루카본으로 주목받고 있어 염생식물의 종별 분포 면적과 정확한 생물량 추정이 더욱 중요하다. 염생식물은 토양의 염분 농도, 종별 염분 적응성, 서식지 지형고도 등의 다양한 환경 요인에 의한 형태적 변이가 크기 때문에 정확한 종 분류 기술 또한 개발이 필요하다. 이 연구에서는 고해상도 무인항공기 영상과 AI 기술을 접목하여 염생식물을 정확하게 탐지, 분류하기 위한 방법을 제시하고, 초기 결과를 바탕으로 향후 기술개발 방향을 논의하고자 한다. 광학 센서를 탑재한 무인항공기를 이용하여 전남 고창군 주진천 일대에 서식하는 염생식물을 촬영하였고, 감독분류 방법의 하나인 Maximum Likelihood Classification (MLH)과 U-Net 알고리즘을 이용하여 식생 종을 분류하였다. 또한 LiDAR 센서를 이용하여 서식지의 지형고도를 분석하고, 식생의 높이 자료를 생성하였다. 연구지역에 서식하는 갈대와 해홍나물을 MLH 방법으로 분류한 경우 갈대군락의 대부분은 갈대로 분류되었지만, 군락의 가장자리 부분과 피도가 낮은 곳은 해홍나물로 오분류되는 경향을 보였다. U-Net의 경우 MLH 방법보다 더 높은 정확도로 갈대군락과 해홍나물을 분류하였지만 여전히 갈대군락의 가장자리 영역의 일부는 해홍나물로 분류되는 결과를 보였다. 이 연구에서는 주진천 식생에 대해서만 학습자료를 구축하였기 때문에 다른 지역의 염생식물 분류에도 활용하기 위해서는 더 많은 학습자료 구축이 필요해 보인다. 더욱이 해홍나물과 갈대는 계절적 변이를 통해 색이 달라지기 때문에 이를 고려한 다양한 시기의 학습자료 구축이 필요하고, 이를 통해 더욱 정확도 높은 염생식물 분류를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

사사: 본 연구는 원격탐사 시각데이터의 기계학습을 통한 갯벌의 생물/환경 공간정보 구축 기술개발 사업(EA0015)의 지원을 받아 수행되었습니다.



광학 데이터 기반 DEM을 활용한 김해 벼 성장치 시계열 분석 연구

이진형¹, 이승국^{2,*}

1. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 지구환경과학전공, 석사과정
2. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 환경지질과학전공

* 교신저자: seungkuk.lee@pknu.ac.kr

벼는 한국 농업의 근간이 되는 농작물로서, 쌀의 식량자급률이 높은 우리나라의 특성상 벼의 성장치 데이터가 갖는 중요성 또한 높다. 최근 우크라이나-러시아 전쟁으로 인해 발생한 식량파동을 반면교사로 삼아, 식량의 자급자족과 체계적인 농경지 데이터를 구축해야 할 필요성 또한 높아지고 있다. 넓은 농경지의 데이터 구축을 위한 방법으로 원격탐사가 주목받고 있으며, 광학센서를 탑재한 드론 원격탐사로 DEM(Digital Elevation Model)을 제작해 벼의 성장치를 측정할 경우 광학 인공위성의 단점인 제한된 관측 주기와 구름에 의한 영향을 받지 않고 관측이 가능하여 높은 촬영 빈도수를 갖는 시계열 데이터 확보가 가능하다.

본 연구에서는 광학 센서를 탑재한 드론으로 김해평야 논밭을 대상으로 근거리 원격탐사하여 벼의 성장치 시계열 광학데이터를 취득하였다. 취득한 광학데이터를 Metashape 프로그램을 이용하여 월별 벼 성장치를 나타내는 DSM(Digital Surface Model)과 추수가 끝나 식생이 없는 지형의 높이인 DTM(Digital Terrain Model)을 생성하였다. 생성한 DEM들을 필지별로 추출하여 필지별 DEM간의 높이차이를 통해 월별 벼의 성장치를 측정 및 분석하였다.

연구지역은 경상남도 김해시 화목동 논밭으로 선정하였으며, 모내기가 완료된 2021년 6월부터 추수가 완료된 2021년 12월까지 주기적으로 근거리 드론 원격탐사를 실시하였다. 생성한 DEM의 벼 높이 데이터는 Network GPS 측정값과 현장실측자료로 비교검증을 진행하였으며, 이를 통해 벼 성장치에 대한 시계열 데이터를 생성한 후 분석하였다. 향후 더욱 체계적이고 주기적인 원격탐사가 이루어진다면 국내 벼 농사에 유용한 GeoAI 식생 데이터를 제작할 수 있을 것으로 사료된다.

사사: 본 연구는 한국연구재단 동아시아 지역 블루카본 측정과 3차원 공간분포 연구사업 (No. 2020R1A2C20132361361782064340103)의 지원을 받아 수행되었습니다.



GEDI(Global Ecosystem Dynamics Investigation) 데이터 및 Level 2 자료 전처리 방법

윤가람¹, 조경훈², 최서연³, 이승국^{4*}

1. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 지구환경과학전공
2. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 환경지질과학전공
3. 부경대학교, 지질환경연구소
4. 부경대학교, 지구환경과학과 환경지질과학전공

* 교신저자: seungkuk.lee@pknu.ac.kr

식생의 탄소 흡수 및 저장은 지구온난화, 탄소 증가에 있어 중요한 요소이다. 탄소 및 물의 순환과 생물 다양성, 서식지의 특성을 설명할 수 있는 근거 중의 하나로 식생의 분포 및 산림 구조가 있다. NASA는 GEDI(Global Ecosystem Dynamics Investigation)라는 spaceborne lidar 시스템을 개발하여 식생 구조를 기하학적으로 분석한다.

GEDI 라이더(lidar)는 full waveform lidar를 기반으로 지표면 및 식생에 반사되는 펄스의 에너지를 계산하여 산림 수직 구조를 파악할 수 있다. GEDI 데이터는 'Level'로 구분하여 각각 다른 데이터셋을 구성한다. 단계별 데이터의 특징과 연관성의 이해 및 융합을 통해 산림 수직 구조 외의 데이터를 생성할 수 있다. GEDI는 식생 높이로부터 반사되는 레이저 에너지의 양을 기록함으로써 식생 수직 분포를 정량화하는 특징을 가진다. 그 중 Level 2 자료에는 관측 좌표, 수고 높이, 지형 높이, 상대 높이(Relative Height : RH) 등의 자료를 HDF5(Hierarchical Data Format version 5) 형태로 저장한다. Level 2 자료 전처리는 프로그래밍 언어를 활용하여 도엽에 해당하는 지리 위치 정보, 임분고, 지형 고도(Ground Elevation), 잎 면적 지수, 상대 높이 등의 정보를 BEAM 선정을 통해 추출한다. 추출된 데이터는 csv(comma-separated values) 파일 형태로 저장된다.

GEDI는 글로벌한 영역의 캐노피 수직 구조를 통해 얻은 데이터로 식생량 및 탄소량을 측정하였다. 국내 산림 구조 및 탄소 연구에 GEDI 데이터를 접목시켜 유의미한 결과를 도출할 것으로 예상하며 GEDI 데이터를 학습시켜 식생 구조 측정 및 탄소 측정의 인공지능 데이터 발전에 기여하기를 기대한다.

사사: 본 연구는 한국연구재단 동아시아 지역 블루카본 측정과 3 차원 공간분포 연구사업의 지원을 받아 수행된 국가연구개발사업임(N2020R1A2C2013236)

항공영상으로부터 YOLOv5를 이용한 도심수목 감지

박채원^{1*}, 정형섭^{2,3}

1. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 석사과정
2. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 교수
3. 서울시립대학교, 스마트시티학과, 교수

* 교신저자: pcw3261@gmail.com

도시의 인구 집중과 무분별한 개발은 대기오염, 열섬현상과 같은 어려 환경 문제들을 유발하며, 자연재해로 인한 피해 상황을 악화시키는 등 인재의 원인이 되고 있다. 올해 8월 중부지방에 내린 기록적인 폭우는 다수의 사상자 및 수백억 대 재산 피해를 야기하였고, 대부분의 피해는 도시에 집중되었다. 도심 수목은 이러한 도시 문제들의 해결책으로 주목돼 왔으며, 실제로 도시의 온도를 낮추고 탄소 흡수원으로써 도시 자연의 환경개선 기능을 제공하며 홍수 피해를 저감하는 등 중요한 역할을 수행한다[1-2]. 따라서 도심 수목에 대해 모니터링하고 관리하는 것이 요구된다. 그러나 산림은 차지하는 면적이 크고 접근이 용이하지 않기 때문에 현장조사를 통한 데이터 취득에는 한계가 있다[3]. 무인항공기에 장착된 RGB 센서는 높은 공간 해상도와 시간해상도로 인해 숲 구조를 모니터링하는 데 효율적이다[4]. 또한 고해상도 항공영상은 지표면의 모습을 상세히 표현하므로 다양한 수목 개체에 대해 효과적인 탐지가 가능하다. 이미지 기반의 딥러닝 기술은 데이터 수집의 효율성을 크게 증가시켜 개별 유기체 및 종에 대한 탐지에 효과적이며[5], 특히 YOLOv5는 One-stage Object Detection 모델로 뛰어난 성능을 발휘하여 Object Detection에서 유용하다[6]. 따라서 본 연구는 항공영상과 YOLOv5를 이용한 도심 수목 감지를 목표로 진행되었다. 연구 지역은 대한민국 서울특별시 동작구 일대에 위치한다. 동작구는 올해 여름에 발생한 홍수에서 시간당 141.5mm의 강우가 쏟아져 115년 만에 최대 강우량을 기록하였고, 이로 인해 큰 피해가 입었다. 이처럼 동작구는 한강과 인접하여 지대가 낮은 까닭에 홍수 피해에 취약하므로 수목 개체를 탐지하여 관리하는 일이 요구된다[7]. 연구에서 사용한 데이터는 국토지리정보원에서 제작 및 배포하는 항공 정사영상 중 2018년에 촬영된 해상도 0.51m의 RGB 영상이다. 수집한 항공 이미지를 학습에 사용하기 위해 512 × 512 pixel 크기로 잘라 300장의 데이터를 생성한다. 생성된 이미지 데이터는 수목 한 개체마다 Bounding box를 정의하여 라벨 데이터를 제작한다. 여러 수목이 밀집된 영역은 그루 단위로 구별 가능한 경우에만 어노테이션 하였으며, 영상 내 수목의 비율은 높지만 어노테이션 수가 현저히 떨어지는 데이터는 학습에서 제외하였다. 이후 YOLOv5 모델을 사용하여 제작한 데이



터를 학습 및 검증한 결과 우리나라 도심 수목에 효과적인 탐지 모델을 구축할 수 있었다.

사사: 본 연구는 대한민국 정부의 재원으로 민군협력진흥원에서 수행하는 민군겸용기술개발사업 (과제명 : SAR 영상기반 정밀 지상기준점 생성 시스템 개발 사업('22-'26))의 연구비 지원으로 수행되었습니다 (No. 22-CM-EO-02).

참고문헌

1. Kim H, Lee D. 도시녹지 유형별 홍수저감 효과 분석을 통한 녹지의 유출계수 재고. 2015.
2. Lee S, Park S, Beak G, Kim H, Lee C. Detection of Damaged Pine Tree by the Pine Wilt Disease Using UAV Image. 2019.
3. Chang A, Yu K, Kim Y, Lee B. Estimation of Individual Tree and Tree Height using Color Aerial Photograph and LiDAR Data. 2006.
4. Miraki M, Sohrabi H, Fatehi P, Kneubuehler M. Individual tree crown delineation from high-resolution UAV images in broadleaf forest. 2020.
5. Weinstein BG, Marconi S, Bohlman S, Zare A, White E. Individual Tree-Crown Detection in RGB Imagery Using Semi-Supervised Deep Learning Neural Networks. 2019.
6. Jocher G. GitHub - ultralytics/yolov5: YOLOv5 🚀 in PyTorch > ONNX > CoreML > TFLite. Available at: <https://github.com/ultralytics/yolov5>. Accessed 9 June 2020.
7. Kang J, Lee M. 퍼지모형과 GIS 를 활용한 기후변화 홍수취약성 평가-서울시 사례를 중심으로. 2012.

[특별 세션 3]

탄소중립 대응을 위한 기초연구

1. 고해상도 하향식 온실가스 배출량 감시 시스템 개발
2. Behaviors of Dissolved Organic Matter in the East/Japan Sea
동해 해수 중 용존유기물질의 거동
3. 황해 연안의 해양-대기 탄소 교환
4. 위성관측을 활용한 인공지능 기반 온실가스 농도 측정 알고리즘 개발
5. 탄소중립 시나리오에서의 해양열파 발생 장기 전망

고해상도 하향식 온실가스 배출량 감시 시스템 개발

홍진규^{1,*}, 권도윤¹, 이주엽¹, E. Saikawa², A. Avramov², 심창섭³, 이해영⁴, 주상원⁴

1. 연세대학교 대기과학과 미기상연구실
2. Emory University
3. 한국환경연구원
4. 국립기상과학원

* 교신저자: jhong@yonsei.ac.kr

기후변화에 대한 위기 의식에 따라 각국은 앞다투어 탄소 중립을 위한 사회경제 에너지 시스템의 대전환을 위한 기술 개발과 탄소 배출원의 시공간 변화 감시를 위한 과학기술 개발을 진행하고 있다. 특히 각국은 기후변화완화 측면에서 온실가스 배출 저감 정책을 추진하고 있으며, 이러한 저감의 실효성을 과학 연구에 기반한 투명한 모니터링, 리포팅, 검증(MRV)을 통해 검증하려는 노력도 진행하고 있다. 이러한 노력의 일환으로 최근 세계기상기구는 대기 모델 기반의 온실가스 배출량 인벤토리에 대한 과학적이고 독립적인 평가 방법을 위한 전 지구 온실가스 통합 정보시스템 (Integrated Global Greenhouse Gas Information System: IG3IS) 프로젝트를 출범시켰으며, 국내에서는 연세대학교, 국립기상과학원, 한국환경정책평가연구원, 서울시 보건환경연구원, Emory University, University of Colorado 등의 국제 공동 협력을 통하여 온실가스 농도 관측, 대기화학모델, 자료동화시스템을 이용하여 온실가스 배출량의 시공간 변화를 감시할 수 있는 고분해능 하향식 온실가스 배출량 감시 시스템 개발을 추진하고 있다. 본 발표에서는 인벤토리 기반의 하향식 온실가스 배출량 산정 방법을 보완하고, 메탄과 같은 비이산화탄소 온실가스의 알려지지 않은 배출이나 흡수량을 탐지하는데 있어서 유용한 정보를 제공하기 위해 개발 중인 최첨단 하향식 온실가스 배출량 감시시스템 개발 현황을 공유하고, 기후변화 적응 및 완화를 위한 정책을 지원하기 위한 의견 교환 기회를 마련하고자 한다.

사사: 이 연구는 "2021-11-1966 관측 기반의 지역규모 하향식 온실가스 배출량 감시 시스템 개발(2/3)"의 지원으로 수행되었습니다.



Behaviors of Dissolved Organic Matter in the East/Japan Sea
동해 해수 중 용존유기물질의 거동

김태훈^{1*}

1. 전남대학교, 지구환경과학부

* 교신저자: esutaikim@gmail.com

Dissolved organic carbon (DOC) is the largest organic carbon reservoir in the ocean, and the amount of carbon in this reservoir rivals that in atmospheric CO₂. In general, DOC introduced into the deep ocean undergoes a significant degradation over a centennial time scale (i.e., ~50 μM to ~34 μM in the North Atlantic and Mediterranean Sea). However, we here show that high concentrations of DOC (58 – 4 μM) are maintained almost constantly over 100 years in the entire deep East/Japan Sea (EJS). The degradation rate in this sea is estimated to be 0.04 μmol C kg⁻¹ yr⁻¹, which is 2–3 times lower than that in the North Atlantic and Mediterranean Sea. Since the source of DOC in the deep EJS is found to be of marine origin on the basis of δ¹³C-DOC signatures, this slow degradation rate seems to be due to low temperature (<1 °C) in the entire deep water column.

Elevated total hydrolysable amino acids (THAA) concentrations (137 – 34 nM) and DOC-normalized yields (0.8 – 0.2% of DOC) were observed in deep waters (≥ 1000 m) of the EJS compared with those in the deep North Pacific Ocean. Significantly high THAA concentrations and yields were observed in a region of deep-water formation, indicating the convection of margin-derived bioavailable dissolved organic matter (DOM) to deep waters. Declining THAA concentrations (36 – 12%) and yields (33 – 13%) were observed between 1000–3000 m throughout the EJS, indicating the utilization of bioavailable DOM in deep waters. Concentrations of the D-enantiomers of amino acids (Ala, Glx, Asx, and Ser) were relatively high in deep waters of the EJS, indicating substantial bacterial contributions to DOM from surface and upper mesopelagic waters. Climate warming during the past few decades in the EJS is weakening deep convection during the winter. A consequence of a reduction in deep convection will be a decline in the supply of bioavailable DOM from surface waters.



황해 연안의 해양-대기 탄소 교환

김태욱^{1*}, 고영호², 석민우¹

1. 고려대학교, 환경생태공학부
 2. 고려대학교, 오정리질리언스 연구원
- * 교신저자: kimtwk@korea.ac.kr

연안역은 많은 해양학적 현상이 발생하고, 육상, 대기, 퇴적물과 상호작용함으로써 해양 탄산염 변수들의 변화폭이 크고, 지역별 양상도 매우 다양하게 나타난다. 이와 같은 복잡성, 연안역에서의 해양-대기 탄소교환을 정확하게 파악하기 위해서는, 고해상도 장기 관측자료가 필요하지만, 현재 황해 연안역의 해양-대기 탄소 교환에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다. 본 발표에서는 해양환경공단의 분기별 조사에서 참여하여 획득한 황해 연안의 해양 탄산염 인자의 지역별, 계절별 변화에 대해서 발표하고자 한다. 수온, 생물활동, 담수 영향이 복합적으로 나타남으로써, 표층 이산화탄소 분압이 황해 연안역에서 비균질적으로 나타났다. 더불어 황해 연안역의 해양산성화 현황에 대한 조사결과도 제시한다.

사사: 본 연구는 연구재단 중견연구과제 지원을 받아 수행되었습니다.



위성관측을 활용한 인공지능 기반 온실가스 농도 측정 알고리즘 개발

최예지¹, 김은빈^{1*}, 송영운^{2,3}

1. ㈜에스아이에이, 인공지능연구소, 책임연구원
2. ㈜에스아이에이, 인공지능연구소, 인턴
3. 충남대학교, 컴퓨터공학과

* 교신저자: ebkim@si-analytics.ai

SIA에서는 인공지능 기반의 위성 관측을 활용한 온실가스 배출량 산출 기술 개발을 위한 연구를 수행하고 있다. 현재 온실가스는 지구관측 위성 또는 현장 관측을 통해 다양한 방법으로 측정되고 있지만, 관측 방법의 다양성과 관측으로부터 온실가스 농도를 산출하는 모델의 다양성으로 인해 일관성 있는 분석에 어려움이 있다. 따라서 온실가스의 지역적 분포와 농도를 같은 기준으로 감시, 관리하기 위해서는 표준화된 측정 데이터의 실시간 제공이 필수적이다. 특히 현재 제공되고 있는 온실가스 배출량 정보는 국가/지역별, 연/월 단위로 하나의 통계치로만 제공되고 있어, 기후 및 환경 변화에 따른 배출 상태 변화를 반영하지 못하고 있다. 이로 인해 시·공간 고해상도 온실가스 배출량 자료의 필요성이 대두되고 있다. 2000년대에 들어 위성으로부터 이산화탄소와 메탄을 포함하여 온실가스를 고해상도로 관측할 수 있게 되었고, 각 위성은 단일 센서로 지구를 관측하고 있어 지역에 상관없이 표준화된 자료를 제공할 수 있다는 장점이 있어 온실가스 측정을 위해 매우 중요한 수단이 되고 있다.

온실가스 중 가장 중요하게 여겨지는 이산화 탄소는 지구관측 위성을 이용하여 2002년부터 관측이 시작되어 현재까지 총 9개의 위성이 운영되었으며, 현재는 미국 NASA OCO-2, 3 위성과 일본 JAXA GOSAT-2 위성 등을 활용하여 전 지구 범위의 이산화 탄소 농도가 측정되고 있다. 하지만, 위성관측 값은 구름과 에어로졸 등의 성분에 의해 위성 관측값이 오염되기 때문에 측정의 정확성을 높이기 위한 연구는 지속되고 있으며, 위성 기반의 탄소 관측은 저궤도 위성을 활용하기때문에, 시간 해상도가 낮고 관측 폭이 좁아 넓은 영역을 한번에 관측할 수 없다는 단점이 있다. 이를 극복하기 위해 SIA는 인공지능 기법을 활용하여 이산화 탄소 관측의 시간 해상도를 높이고 관측의 공간 범위를 높일 수 있는 기술을 개발하고 있다.

이산화 탄소 농도를 산출하기 위해 3가지 기계학습 방법 (XGBoost, MLP, TabNet)을 사용하였으며, 데이터의 수가 많아질 수록 XGBoost보다는 신경망 기반의 MLP와 TabNet의 성능이 더 좋은 것을 확인하였다. 또한 다양한 기간의 데이터를 학습에 활용하였을 때 결과가 좋아진다는 것도 확인하였으나, 2014년부터 관측된 OCO-2의 전체 데이터 용량이 50TB를 넘는 빅데



이더이기 때문에 데이터 전처리를 위해서 빅데이터 처리를 위한 모듈이 필요하며, 대용량 데이터를 학습하기 위한 모델 최적화가 필요하여 한국과학기술정보원의 슈퍼컴퓨터와 Google 클라우드를 활용하여 빅데이터 처리 및 Multi-GPU활용을 위한 모델링 작업을 수행하였다. 본 연구를 시작으로하여 향후 전지구 온실가스 농도의 시각화 지도를 생산하고, 지역 규모의 탄소 배출량을 모니터링 하기 위한 데이터를 제공할 예정이다.

사사: 본 연구는 연구재단의 우수신진연구 사업(NRF-2022R1C1C1005666)의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Eldering, Annmarie, et al. "The OCO-3 mission: measurement objectives and expected performance based on 1 year of simulated data." *Atmospheric Measurement Techniques* 12.4 (2019): 2341-2370.
2. Nakajima, Masakatsu, Akihiko Kuze, and Hiroshi Suto. "The current status of GOSAT and the concept of GOSAT-2." *Sensors, Systems, and Next-Generation Satellites XVI*. Vol. 8533. International Society for Optics and Photonics, 2012.
3. Crisp, David. "Measuring atmospheric carbon dioxide from space with the Orbiting Carbon Observatory-2 (OCO-2)." *Earth observing systems xx*. Vol. 9607. International Society for Optics and Photonics, 2015.
4. Taylor, Thomas E., et al. "Orbiting Carbon Observatory-2 (OCO-2) cloud screening algorithms: validation against collocated MODIS and CALIOP data." *Atmospheric Measurement Techniques* 9.3 (2016): 973-989.

탄소중립 시나리오에서의 해양열파 발생 장기 전망

박균도^{1,*}, 김영호², 박영규¹, 김상엽¹, 진현근¹

1. 한국해양과학기술원, 해양순환연구센터
2. 부경대학교, 지구환경시스템과학부

* 교신저자: gdp@kiost.ac.kr

높은 수온이 일정 기간 이상 지속되는 현상인 해양열파는 지구온난화로 인해 최근 들어 더욱 빈번하고 강하게 출현하고 있으며, 이로 인한 어획량 감소 및 유해조류 번성 등 다양한 형태의 해양 생태계 피해가 보고되고 있다. CO₂ 농도가 점차 증가할 것으로 예상되는 미래에는 해면 수온 상승이 심화되어 더 넓은 해역에서 장기간 강하게 해양열파가 발생할 것으로 예측된다. CMIP6의 ScenarioMIP에서는 CO₂ 배출량 시나리오(SSP 시나리오)를 상정하여 모델에서의 미래 예측 결과들을 제시하고 있다. 특히 현재의 CO₂ 배출량 수준이 지속적으로 유지될 것으로 보는 SSP5-8.5 시나리오에서는 전지구 표층 수온이 크게 상승하여, 2100년경에는 해양열파 상태가 항상 유지될 것으로 예측된다. 한편, 기후위기의 심각성을 느끼는 수많은 국가들은 2050년 탄소중립(net-zero)을 선언하는 등 온실가스 감축을 위한 다양한 노력을 하고 있다. 본 연구에서는 탄소중립 시나리오를 상정하여 미래 해양열파 발생 전망 결과를 SSP 시나리오에서의 전망 결과와 비교해보았다. 탄소중립 시나리오는 2050년까지 SSP5-8.5 시나리오의 CO₂ 농도를 따르다 2050년 이후 더 이상 증가하지 않는 형태로 가정하였다. 한국해양과학기술원에서 개발한 지구시스템 모델인 KIOST-ESM을 활용하여 SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP5-8.5 시나리오 및 탄소중립 시나리오에서의 표층 수온장을 생산하고, 이로부터 해양열파의 발생일 등에 대한 비교를 수행하였다. 탄소중립 시나리오에서의 전지구 평균 연중 해양열파 발생일 수는 2050년을 기점으로 점차 감소하여, 2070년 이후에는 SSP2-4.5 시나리오에서의 해양열파 발생일 수 이하로 내려가게 된다. SSP5-8.5 시나리오에 비해 탄소중립 시나리오에서의 해양열파 발생일 수 감소는 특히 중위도 해역, 적도 태평양 동부 해역, 남극해 등에서 두드러지게 나타난다.

[특별 세션 4]

식생탄소 AI 학습데이터 구축 및 활용

1. 공간정보 기반 식생 탄소 포집량 식별 AI 학습데이터 구축
2. Spaceborne LiDAR를 활용한 식생 탄소포집량 추정방안
3. 온실가스 지중저장 적지 탐사 데이터('22, 경상권)
4. 딥러닝 회귀모델기반의 국내 지하수 산출량 추정 연구



공간정보 기반 식생 탄소 포집량 식별 AI 학습데이터 구축

이인수^{1,*}, 윤정호², 최일훈³, 마송⁴, 채규열⁵, 채승기⁶

1. 네이버시스템(주), I&G사업본부, 수석
2. 한국환경연구원, 국토환경정보센터, 센터장
3. 네이버시스템(주), I&G사업본부, 상무
4. ㈜우림엔알, 공간정보사업팀, 부장
5. ㈜마인드포지, 대표이사
6. ㈜올포랜드, 전략사업그룹, 상무

* 교신저자: aesthea@neighbor21.co.kr

지난 1992년 유엔기후변화협약(UNFCCC) 채택 이후 총 26차례의 당사국 총회(COP)를 개최하는 등 지구온난화 방지를 위하여 국제사회의 지속적인 노력하고 있다. 우리나라는 2016년 최초로 국가 온실가스 감축목표(NDC)를 제출하였으나, 흡수원을 정책 수단으로 포함하지 않았으나, 2018년 NDC 수정과정에서 산림 흡수원을 정책 수단으로 포함하였다. 한정된 국토공간에서 확보 가능한 탄소흡수원의 전략적 입지 선정 및 온실가스 저감을 위한 최적기법의 개발로 효율적 국토도시 탄소관리방안 모색이 필요하며, 체계적인 관리를 위해서는 정확한 식생 탄소 흡수량의 평가 및 모니터링이 필요하다.

이에 수도권을 대상으로 10cm/25cm 해상도의 항공영상, Sentinel-2 위성영상, Spaceborne LiDAR(GEDI) 자료를 활용한 식생 탄소량 추정을 위한 인공지능 학습용 데이터 구축 및 활용모델을 개발하고자 한다.

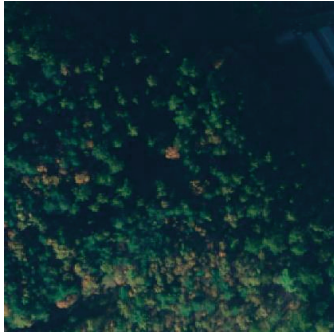
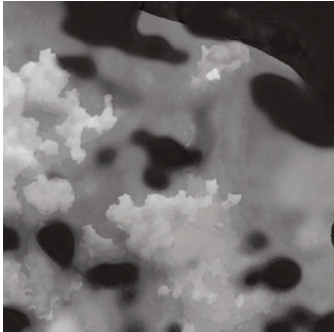

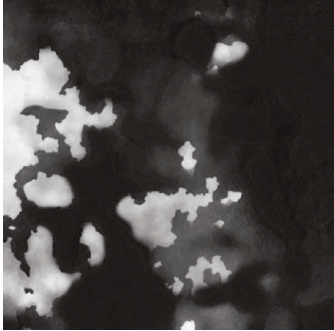
식생의 생산력과 탄소저장량에 직접적인 연관이 있는 임목의 축적(Volume) 및 생체량(Biomass) 추정의 가장 중요한 요소는 산림의 수종, 흉고직경, 수고, 그리고 임목 축적을 탄소량으로 전환시키는 탄소배출계수이다. 식생 탄소량 식별을 위해 대상지역을 소나무, 낙엽송, 기타침엽수, 활엽수, 가로수, 초지 및 관목 등의 클래스로 구분하였고, 탄소량 산정은 GEDI data를 이용한 CHMCanopy Height Model)을 기초로 하여 각 수종별 임목축적을 구하고 탄소배출계수를 적용하여 바이오매스 및 식생의 탄소저장량을 계산하였으며, 산림 수목보다 생장이 저해된 정주지 수목의 특성을 보정할 수 있도록 산림지역과 도시생태지역을 구분하여 산정하였다.

구분	데이터 종류	해상도	객체 클래스	학습데이터 크기	데이터규모(장)
산림 지역	항공이미지	0.10m	소나무, 낙엽송, 기타침엽수, 활엽수	512×512	16,000
		0.10m 겨울		512×512	5,000
		0.25m		512×512	16,000
	NIR이미지	0.10m	512×512	16,000	
	위성이미지	10m	침엽수, 활엽수	256×256	1,000

도심 지역	항공이미지	0.10m	소나무, 기타침엽수, 활엽수, 가로수, 초지, 관목	512×512	4,000
		0.25m		512×512	4,000
	NIR이미지	0.10m		512×512	4,000
총 계					62,000

탄소 포집량 예측 인공지능 모델은 항공/위성 이미지와 임분고(CHM)이미지로부터 복합적인 정보를 추출하여 각각의 pixel마다 탄소 포집량을 예측하도록 설계하여 동일한 클래스에 속하는 산림영역이라도 탄소 포집량이 달리 표현되며, 이를 실수값의 형태로 예측하여 ground truth 값과 예측값이 최소가 되도록 네트워크를 학습하였다.

구축된 식생 탄소량 추론 알고리즘을 이용하여 두시기의(2012, 2021년) 경기도 양평군 청운면 일원(약1.64ha)의 탄소량을 추론한 결과 산림벌채에 의해 약 146.3 tC의 탄소량이 감소한 결과를 얻을 수 있었다.

구분	항공이미지	탄소량 추론 이미지	추론 탄소량
2012			286.292 tC
2021			139.956 tC

사사: 본 연구에서는 과학기술정보통신부가 주관하고 한국지능정보사회진흥원이 지원하는 '인공지능 학습용 데이터 구축사업'의 일환으로 진행되었습니다.

Spaceborne LiDAR를 활용한 식생 탄소포집량 추정방안

이상혁¹, 구자운², 손승우³, 윤정호^{4,*}, 황태진⁵

1. 한국환경연구원, 환경계획연구실, 초빙연구원
2. 한국환경연구원, 환경계획연구실, 연구원
3. 한국환경연구원, 환경계획연구실, 부연구위원
4. 한국환경연구원, 환경계획연구실, 선임연구위원
5. ㈜마인드포지, 책임연구원

* 교신저자: jhyoon@kei.re.kr

최근 기후변화와 탄소 중립 등으로 인한 수목의 생체량에 대한 관심이 전세계적으로 증가하고 있는 추세이다. 이에 탄소 감축을 위해 국가들 마다 탄소 흡수원을 파악하기 위한 다양한 분야의 연구가 수행되고 있다. 특히 대표적인 흡수원으로 알려진 산림의 탄소량을 산정하기 위해 식생 구조적 특징(수목 종류, 수관 밀도, 수고, 하층식생 등)을 위성영상과 항공사진을 활용하여 추정하는 연구가 다수 수행 중이다. 최근에는 Spaceborne LiDAR 데이터를 활용한 바이오매스 측정 방식이 주목 받고 있다. 특히, GEDI(Global Ecosystem Dynamics Investigation) 데이터는 고해상도의 상대높이 매트릭스를 통해 높은 정확도로 수고와 탄소량 측정이 가능한 데이터로, 최근 활용되고 있다[1].

이에, 본 연구에서는 항공사진과 위성영상을 활용하여 식생 탄소 포집량을 추정할 수 있는 인공지능 학습용 데이터를 구축하는 방안과 구축된 데이터를 활용하여 Quantized U-net, DeepLap v3+, HRNet 등의 딥러닝 모델 학습을 수행하고 예측된 포집량에 대한 검증은 Spaceborne LiDAR 즉, GEDI 데이터를 활용하는 방안을 제시하고자 한다.

그림 1은 U-net의 아키텍처를 나타낸 그림으로 U 형태의 encoder-decoder 구조로 이루어져 있어, encoder 부분에서 spatial dimension 축소로 인한 손실 정보를 decoder 부분에서 skip-connection을 통해 점진적으로 복원하는 방식으로, 데이터의 공간적 연관성이 없어지는 CNN(convolution neural network)보다 객체분류에 강점을 보인다[2]. 모델의 학습 및 검증은 표 1에 나와있는 데이터를 기반으로 수행하였다. 식생 탄소량을 예측하는 모델 중 U-net의 mIoU값은 76.22, Pixel Accuracy는 93.01로 다른 모델보다 높은 성능을 보였다.

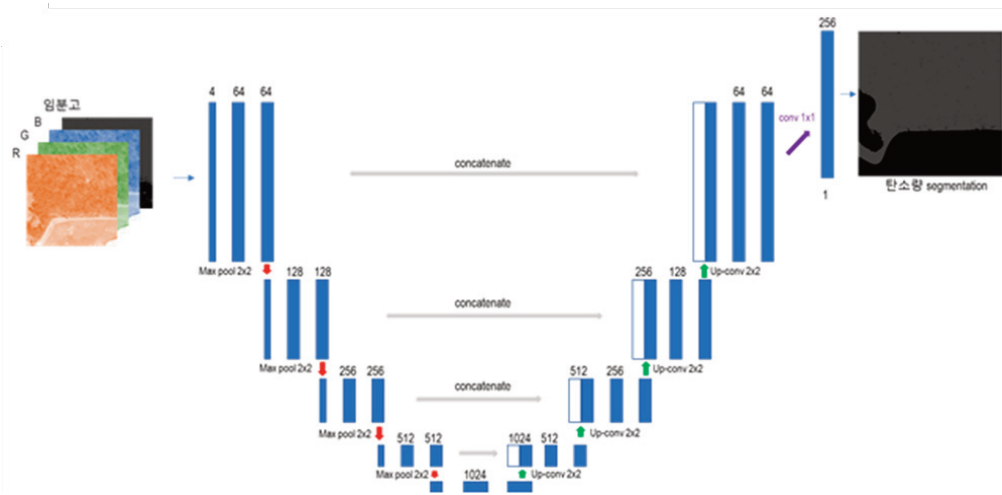


그림 1 탄소량 예측을 위한 U-net 아키텍처

표 1 식생 탄소량 예측 모델 학습 및 검증을 위한 데이터 개요

구분	명칭	설명	속성	픽셀 타입	단위
학습데이터	DMLCLS	임상도 기반 경급이미지	경급 값	8 bit_unsigned integer	cm
	IMAGE	25cm 3-4월 시기 항공 이미지	RGB	24 bit_unsigned integer	-
	SGRST_HIGH	임분고 이미지	보정된 DSM-DEM 값	32 bit_floating point	m
검증데이터	CRBN_QNTT	탄소계산식에 따른 탄소값 이미지	탄소 값 (0~15,000)	32 bit_floating point	g/ha
	CLASS_TIF	수종 식별 이미지	소나무, 낙엽송, 기타침엽 수, 활엽수, 비산림	8 bit_unsigned integer	Ordinal values

참고문헌

1. Qi, W., & Dubayah, R. O. (2016). Combining Tandem-X InSAR and simulated GEDI lidar observations for forest structure mapping. *Remote sensing of Environment*, 187, 253-266. Author Surname Author Initial. Title. City: Publisher; Year Published:Pages Used. Available at: <http://Website URL>. Accessed October 10, 2013.
2. Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015, October). U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention (pp. 234-241). Springer, Cham.



온실가스 지중저장 적지 탐사 데이터('22, 경상권)

국중현^{1*}, 이사로², 신영식³, 채규열⁴, 이창욱⁵

1. ㈜이쓰리, 이사
2. 한국지질자원연구원, 박사
3. ㈜인텔리지오, 상무
4. ㈜마인드포지, 대표이사
5. 강원대학교, 교수

* 교신저자: jhkook@ethree.co.kr

파리기후협약(2015년, 195개국)에 따라 우리 대한민국은 2030년까지 2018년 온실가스 배출량 대비 40%를 감축하는 국가온실가스 감축목표를 설정하였습니다. 2050년 탄소중립 목표 달성도 제시하였습니다. 이산화탄소를 대량 배출하는 시설로부터 이산화탄소를 포집·압축·수송하여 지중에 안전하게 저장하는 CCS(Carbon Capture and Storage) 기술이 절실히 필요합니다. CCS는 가장 적극적인 이산화탄소 감축 기술입니다. 우리나라뿐만 아니라 전세계 온실가스 감축 및 탄소중립 목표 달성에 크게 기여할 것입니다. 그러나 국내 관련 산업 및 기술 시장은 미성숙 되어 있으며, 핵심요소 기술 조기 개발 및 자립화 또한 필요한 실정입니다. 관련 선제적 대응과 노력은 국가 경쟁력 강화에도 큰 도움이 될 것입니다.

대규모 CCS 온실가스 지중저장을 위해서 우선 되어야 할 것은 이산화탄소를 저장하기 위한 지중 저장소를 찾아내고 확보하는 것입니다. 이를 위해서 우리는 땅 속 지하의 물질과 구조를 알 수 있어야 합니다. 이산화탄소를 안전하게 저장하고 관리할 지중저장 적지를 찾기 위해 지질 데이터가 필수적으로 필요합니다. 지질 시추, 탐사파 탐사 등의 기술을 통해 지질 데이터를 확보하는 것은 많은 시간과 비용이 소요되는 일입니다. 우리나라 전체는 물론이며 전지구의 완전한 지질 데이터를 확보하는 것은 현실적으로 불가능합니다.

본 연구는 데이터 과학, 인공지능 학습을 통해서 한정된 자원으로 양질의 지질 데이터를 확보하기 위한 노력입니다. 지질 시추 데이터, 지질 단면도, 지구물리 탐사 데이터를 인공지능 학습 네트워크에 넣어서 컴퓨팅 파워와 데이터를 기반으로 땅 속 지하를 탐사하고 지질 데이터를 확보하고자 합니다. 본 연구의 결과로 우리는 경상권 지역의 온실가스 지중저장 탐사 데이터를 확보하게 될 것입니다. 이를 통해서 경상권 지역에서 온실가스를 지중저장 할 후보지를 찾을 수 있게 될 것입니다. 이러한 인공지능 학습용 지질 데이터는 CCS 뿐만 아니라 지하심부개발, 지하수자원개발,



광물자원탐사 등을 지원하는 것에도 활용 가능합니다.

인공지능 학습용 데이터 구축은 과학기술정보통신부의 구축 안내서에 따라 수행됩니다. 먼저 목적에 따른 원시 데이터를 획득하고, 라벨링과 학습에 적합한 형식과 형태로 데이터를 정제하여 원천 데이터를 만듭니다. 그리고, 학습에 필요한 어노테이션을 원천 데이터에 부착하는 라벨링 작업을 수행하여 최종적인 학습용 데이터를 구축합니다. 이를 인공지능 네트워크에 넣고 학습시키면 온실가스 지중저장 적지 탐색을 도와주는 인공지능 서비스를 만들 수 있습니다.

원시 데이터는 지오빅데이터 오픈플랫폼(<https://data.kigam.re.kr>)에서 획득하였습니다. 131,914건의 보고서 및 논문에서 지질 데이터를 추출하였습니다. 원시 데이터를 정제하여 지질도 이미지, 지질 시추 이미지, 지구물리탐사 이미지, 지질 단면도 이미지 네 가지 원천 데이터를 구축합니다. 그리고 인공지능이 지질 탐사에 필요한 어노테이션 정보를 원천 데이터에 부착하는 라벨링 작업을 합니다. 어노테이션 항목에는 암상기호, 주요암석, 단층의 수, 경사의 방향, 좌표계, 시점 좌표, 종점 좌표 등을 담고 있습니다.

온실가스 지중저장 탐사 데이터('22)는 다음과 같은 인공지능 학습용 데이터로 최종 구축될 예정입니다. 지질도 이미지 568×464 TIF 24,000장, 지질시추 이미지 TIF 40,000장, 지질단면도 이미지 2804×1225 2312×1225 TIF 4,800장, 지구물리탐사 이미지 4x1000 1x1000 TIF 3,000장

본 연구는 한정된 자원 상 경상권 지역을 대상으로 인공지능 학습용 데이터 구축이 진행됩니다. 더 뛰어난 인공지능 개발을 위해서 더 많은 원시 데이터를 확보하지 못한 것이 아쉽습니다. 향후 본 지역의 데이터를 추가하는 것뿐만 아니라 전라·충청권 등 지역 확대가 필요 합니다. 이를 통해 국가온실가스 감축 및 탄소중립 목표 달성에 크게 기여하게 될 것으로 사료됩니다. 나아가 CCS 뿐만 아니라 지하심부개발, 지하수자원개발, 광물자원탐사 등에 활용 가능한 혁신 기술을 갖게 될 것입니다.

사사: 본 연구는 '인공지능 학습용 데이터 구축 사업(2022)' 의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. 신영재 외. Evaluation of Large-scale CO₂ Geological Storage Potential. 2017.
2. 홍미선 외. Optimal Site Selection of Carbon Storage Facility using Satellite Images and GIS. 2011



딥러닝 회귀모델기반의 국내 지하수 산출량 추정 연구

김정철¹, 정형섭^{2*}

1. 국립생태원, 조사평가연구본부, 전임연구원
2. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 정교수

* 교신저자: hsjung@uos.ac.kr

지하수는 전 지구의 액체 상태로 존재하는 담수 중에서 약 95%이상의 높은 비율을 차지하고 있는 가장 중요한 수자원 중 하나이다[1](WWDR, 2022). 그러나 Global Water Report 2020[2]에 따르면, 전 세계적으로 과도한 지하수 취수로 인해 기존의 지하수 저장량이 감소하고 있다고 발표한 바 있기 때문에 지하수의 함양 능력 또는 산출량을 추정하는 것은 향후 지속적으로 이용가능한 담수자원 관리에 있어 매우 중요한 연구라 할 수 있다.

지하수는 지하의 암반대수층 또는 충적대수층을 흐르기때문에, 지하수 함양 및 산출정보를 정확하게 파악하기 위해서는 현장에서 취수정을 뚫고 양수량 테스트를 수행하여야 한다. 그러나, 현실적으로 모든 공간에 취수정을 뚫는 것은 불가능하다. 따라서 이를 추정하기 위해 기존에 수행된 양수량 자료와 지반정보, 암석정보, 토양정보, 고도정보, 단층 정보 등의 자료를 이용해 독립된 변수들의 관계에 따른 양수량 정보를 학습하고 테스트하여 지질구조에 따른 양수량을 가장 정확하게 추정할 수 있는 모델을 구축하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 국내의 다양한 5개 지역(세종특별자치, 경북 의성, 경북 고령, 충북 영동, 전남 담양)에서 각각의 지질정보와 양수량테스트 자료를 학습 및 테스트데이터로 하여 심층신경망(Deep Neural Network), 합성곱신경망(Convolutional Neural Network), 장-단기 메모리 모델LSTM(Long Short-Term Memory)의 회귀식 모델을 적용하였으며, 이를 바탕으로 각각의 지역에서 지하수 산출량을 교차 검증하였다. 본 연구의 결과를 통하여 양수량 테스트가 충분히 되어있지 않은 지역 또는 접근이 불가능한 지역들의 지질정보를 이용하여 높은 통계적 정확도로 지하수 산출량을 추정할 수 있으며, 이는 향후 지역 지하수 개발 계획 수립을 위한 개발 및 관리 계획 수립, 지하수 개발 유망 지역 발굴, 상수도 시스템 관리 등에 의사결정 지원도구로써 활용될 수 있다.

사사: 본 연구는 지오에이아이데이터 학회의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. UN World Water Development Report 2022. Groundwater, making the invisible visible. 2022.
2. CDP Global Water Report 2020. A WAVE OF CHANGE. 2020.

[특별 세션 5]

국방분야의 GeoAI 데이터 활용

1. Video based Moving Target Analysis 기술 개발 개요
2. 감시정찰 영상의 화질 개선에 따른 표적 탐지 성능 분석
3. 위협표적 탐지/인식을 위한 딥러닝 훈련용 합성 위성영상 제작
4. 감시정찰 획득 데이터의 점진적 학습 방법
5. 동영상을 활용한 GeoAI 학습 데이터 생성 구축 방안
6. 군사분야에서의 오픈 데이터 활용 및 웹기반 데이터 활용 방안

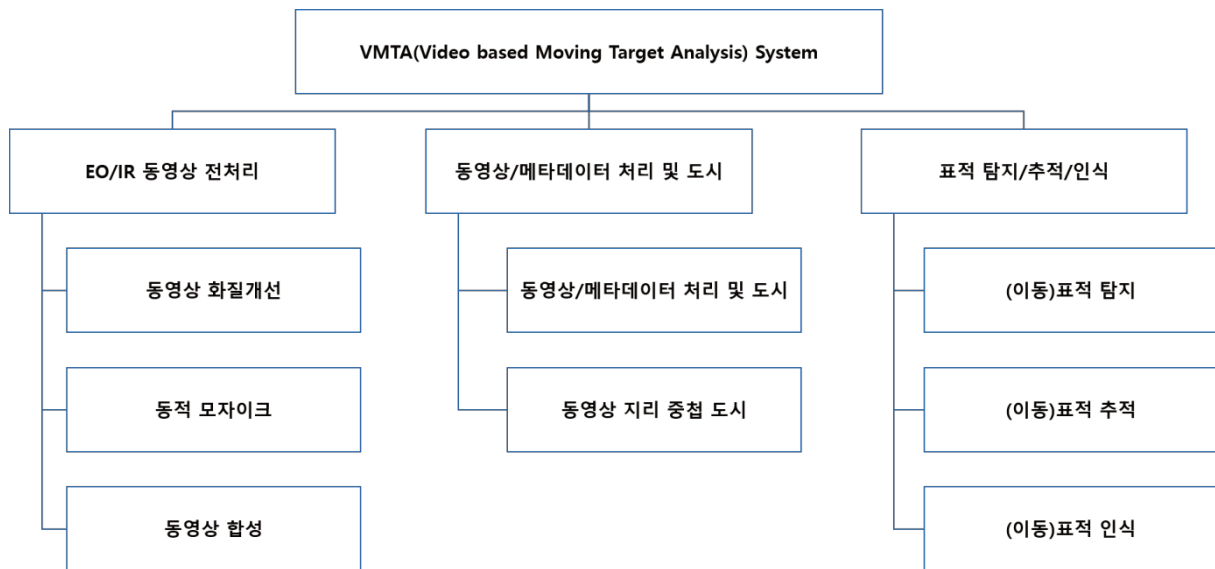
Video based Moving Target Analysis 기술 개발 개요

성현승^{1*}, 고진우¹

1. 국방과학연구소, 국방인공지능기술센터

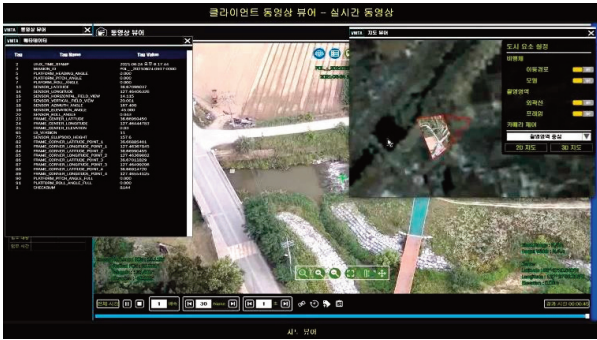
* 교신저자: wigman@add.re.kr

최근 동영상 센서를 활용한 감시정찰체계의 요구도가 높아지고 있다. 이에 본 논문에서 전자광학(EO/IR: Electro-Optical/Infrared) 동영상 센서로부터 획득한 동영상 내 군사적으로 의미 있는 이동표적을 자동으로 탐지(Detection), 추적(Tracking), 인식(Recognition) 등을 수행하기 위한 분석(Analysis) 시스템을 설계 및 구현하였다.



[그림 1] VMTA System WBS

그림 1에서 보는 것과 같이 VMTA(Video based Moving Target Analysis) 시스템에는 1) 동영상 화질개선, 모자이크, 동영상 합성 등을 수행하는 EO/IR 동영상 전처리 기술, 2) 동영상/메타데이터 표출, 지리 중첩 도시 등과 같은 동영상/메타데이터 처리 및 도시 기술, 3) VMTI(Video based Moving Target Indicator)와 유사한 기능을 수행하는 EO/IR 표적 탐지/추적/인식 기술을 포함하고 있다. 동영상 및 메타데이터는 NGA(National Geospatial-intelligence Agency)[1]의 MISB(Motion Imagery Standard Board)[2]의 표준을 준용하도록 설계 및 구현하였다.



(a) 동영상/메타데이터/지도 도시



(b) 표적 탐지/추적/인식 결과 도시

[그림 2] VMTA 시스템 구현 결과

그림 2는 VMTA 시스템 구현 결과를 보여주고 있다. 그림 2의 (a)에서는 동영상/메타데이터를 처리하여 화면에 도시하고, 지도상에 중첩한 결과를 보여주고 있으며, (b)에서는 (이동)표적의 탐지/추적/인식의 결과를 보여주고 있다.

사사: 이 논문은 2022년 정부의 재원으로 수행된 연구 결과임

참고문헌

1. <http://www.nga.mil/>
2. <http://www.gwg.nga.mil/misb/>

감시정찰 영상의 화질 개선에 따른 표적 탐지 성능 분석

양현진*, 고진우

국방과학연구소

* 교신저자: hjyang@add.re.kr

1. 서론

위성, 항공기 등 다양한 플랫폼을 통해 획득된 감시정찰 영상은 특정한 표적이나 지역 등의 움직임이나 상태를 확인하기 위해 사용된다. 이 때 플랫폼의 움직임, 대기조건의 변화, 센서의 스펙 등 다양한 원인에 의해 영상에 열화(degradation)이 생기게 되면 영상에서 원하는 정보를 추출하기 어려워지며 이는 표적의 탐지 성능 저하로도 이어지게 된다. 이에 따라 본 논문에서는 효과적인 감시정찰 임무 수행을 위하여 위성영상 및 항공영상에서의 화질 개선을 수행하고 이를 이용한 표적 탐지 성능 향상 방안에 대해 생각해보았다.

2. 데이터 구성

실험을 위한 데이터는 위성영상인 DIOR dataset[1]과 항공영상인 VIRAT Aerial Video[2] 2가지를 사용하였다. DIOR dataset은 0.5에서 30미터의 다양한 공간해상도를 가진 23,463장의 이미지 데이터로 다양한 크기를 가진 20개 클래스의 표적으로 구성되어 있어 서로 다른 해상도를 갖는 여러 위성에서 획득한 표적에 대한 실험을 수행할 수 있었다. VIRAT Aerial Video는 실제 항공기에서 촬영된 영상으로 감시정찰 임무에서 얻어지는 영상과 유사한 화질 및 표적으로 이루어져 있어 실험을 하기에 적당한 영상이었다.

3. 실험 모델 구성

본 논문에서는 2가지 모델을 사용하여 실험을 진행하였다. 먼저 화질 개선 모델인 Real-ESRGAN[3]을 사용하여 열화된 이미지의 해상도를 개선하였고 이것을 YOLOX[4] 모델에 적용하여 표적 탐지 성능을 확인하였다. Real-ESRGAN은 학습을 위하여 고해상도 이미지(High-resolution image; HR)와 이에 대응하는 저해상도 이미지(Low-resolution image; LR)를 필요로 하는데 DIOR dataset에서는 원영상인 HR 이미지와 다운샘플링을 통해 얻은 LR 이미지를 사용하여 학습을 진행하였다. VIRAT Aerial Video는 원본영상 자체의 화질이 좋지 않아 HR 이미지로 사용할 수 없었다. 따라서 앞에서 DIOR dataset을 사용하여 학습한 화질 개선 모델을 사용하여 개선된 이미지(Super-resolution image; SR)를 얻었다. YOLOX를 이용한 표적 탐지에서는 학습 데이터에 Real-ESRGAN 결과를 사용하여 학습을 진행하였으며 그 외 파라미터는 동일하



4. 실험결과

표적 탐지 성능 실험은 학습에 HR, LR, SR 데이터를 각각 집어넣거나 HR과 SR, LR과 SR, 또는 HR, LR, SR 이미지를 함께 입력하여 학습을 수행하였다. mAP로 얻은 결과에서는 특히 HR, LR, SR 이미지를 모두 사용하여 학습한 경우 테스트 이미지에 대하여 탐지 성능이 높게 나타나는 것을 확인하였으며 이를 통해 표적 탐지 모델 학습에 화질 개선 결과를 포함한 데이터를 사용하는 경우 단일 이미지 데이터를 사용한 것 보다 높은 표적 탐지 결과를 얻을 수 있는 것을 알 수 있었다.

사사: 이 논문은 2022년 정부의 재원으로 수행된 연구 결과임.

참고문헌

1. Li K, Wan G, Cheng G, Meng L, and Han J. Object Detection in Optical Remote Sensing Images: A Survey and A New Benchmark. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing; 2020.
2. Oh S, Hoogs A, Perera A, et al. A Large-scale Benchmark Dataset for Event Recognition in Surveillance Video. Proceedings of IEEE Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR); 2011.
3. Wang X, Xie L, Dong C, and Shan Y. Real-ESRGAN: Training Real-World Blind Super-Resolution with Pure Synthetic Data. International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW); 2021.
4. Ge Z, Liu S, Wang F, Li Z, and Sun J. YOLOX: Exceeding YOLO Series in 2021. arXiv preprint arXiv:2107.08430; 2021.

위협표적 탐지/인식을 위한 딥러닝 훈련용 합성 위성영상 제작

김태원^{1,*}, 고진우¹

1. 국방과학연구소, 국방인공지능기술센터

* 교신저자: vorton@add.re.kr

딥러닝이 국방, 민수 등 다양한 분야의 산업에서 시스템 자동화 및 무인화에 기여함으로써 딥러닝 모델의 훈련을 위한 학습 데이터 수집에 과학기술계의 관심이 모아지고 있다. 그러나 국방 분야와 같이 일반화되지 않고 보안이 중요시되는 분야에서는 특정 도메인의 데이터를 수집하기 어려운 경우가 많다. 예를 들어 국방 감시정찰 분야에서 가시광 카메라를 통한 표적 탐지 임무에 딥러닝 기반 객체 검출(Object Detection) 방법을 적용할 경우 해당 딥러닝 모델을 학습하기 위하여 표적이 촬영된 대량의 훈련용 이미지가 필요한데 만약 이 표적이 적군의 소유라면 이에 합당한 데이터를 취득하기 대단히 어려울 것이다. 이를 경우를 대비하여 과학기술계에서는 이미 Unreal Engine 혹은 Unity Engine과 같은 게임엔진을 이용하여 희소한 도메인의 이미지를 가상으로 생성함으로써 해상도 높고 실물에 가까운 딥러닝 훈련용 이미지를 대량으로 만들어내는 가상데이터 생성 연구가 진행되고 있다[1]. 게임엔진의 장점은 가상데이터 생성 시 개인 PC에서도 GPU를 이용하여 하루 만에 수만 장의 이미지와 각각의 이미지에 상응하는 GroundTruth를 자동으로 빠르게 대량 생성하는 것이 가능하다는 점이다. 일반적으로 객체검출 딥러닝 모델 훈련을 목적으로 하는 가상데이터 생성 시 그림1과 같이 실물 배경 사진에 표적이 되는 3D CAD 모델을 올려놓고 합성하는 경우와 실물 배경 및 표적 모두 3D CAD 모델을 사용하여 합성하는 경우로 나뉜다. 전자의 경우 표적이 주로 발견되는 지역의 배경사진과 유사한 Domain의 이미지를 쉽게 획득할 수 있을 때 주로 사용된다. 인터넷 등을 통해 다량으로 배경정보를 획득할 수 있으므로 배경을 디자인하는데 사용되는 노동력, 비용 및 시간을 절감할 수 있다. 다만 배경사진에 CAD 모델을 잘



그림 1. 게임엔진 기반 가상데이터(이미지) 생성

배치하여 합성 영상 생성 시 카메라 촬영 시점에서 배경과 표적 사이의 기하학적인 이질감이 느껴지지 않도록 가상이미지를 생성하는 것이 어렵고 지금껏 그런 기술이 부재하였다. 후자의 경우 기하학적인 이질감을 고려할 필요 없이 고해상도의 이미지를 생성해 낼 수 있으나 표적이 주로 발견되는 지역의 배경과 유사한 Domain 안에서 High-poly하면서도 고해상도의 texture를 가진 실물에 가까운 다양한 배경 CAD 모델을 구매하거나 그래픽 디자이너를 통해 제작해야 하므로 노동력, 비용 및 시간이 많이 요구된다. 본 논문은 전자의 경우에 해당하는 방법을 사용하여 이미지를 생성하는 기술을 소개한다. 또한 본 논문은 위성/공중 촬영 영상과 표적(3D CAD Model)의 기하학적 구조를 고려하여 자세와 배치를 자동 조종하는 방법으로 별도의 수작업 없이 기하학적인 이질감이 느껴지지 않는 가상이미지를 그림2와 같이 자동으로 합성, 대량 생산할 수 있는 기술과 그것을 가능하게 하는 가상데이터 생성기를 소개한다. 해당 생성기는 배경사진과 3D CAD Model을 기반으로 렌더링을 통해 가상이미지 파일(png, jpg 등)을 생성하고 그에 상응하는 Bounding Box 좌표 정보 등이 담긴 텍스트 파일과 Segmentation Map 이미지 파일(png, jpg 등)을 생성할 수 있게 해 준다.

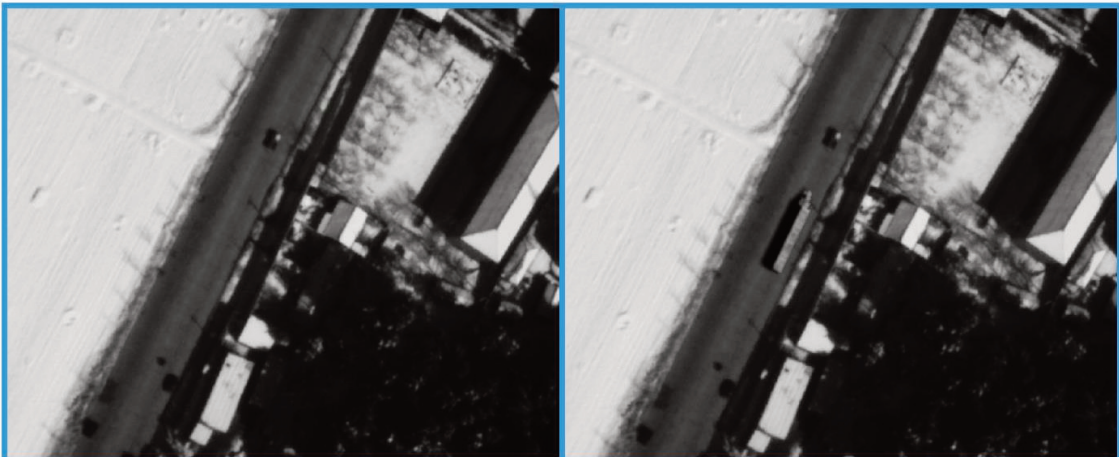


그림 2. (좌)실물 배경 위성사진, (우)실물 배경 위성사진에 트럭 3D CAD 모델을 자동 합성한 사진

사사: 이 논문은 2022년 정부의 재원으로 수행된 연구 결과임

참고문헌

1. Amlan Kar, Aayush Prakash, Ming-Yu Liu, Eric Cameracci, Justin Yuan, Matt Rusiniak, David Acuna, Antonio Torralba, Sanja Fidler, "Meta-Sim: Learning to Generate Synthetic Datasets", 2019 International Conference on Computer Vision (ICCV)

감시정찰 획득 데이터의 점진적 학습 방법

류정원¹, 서민석¹, 최형욱^{2,*}, 성현승³

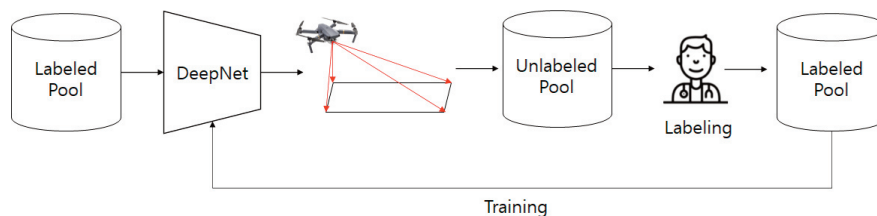
1. (주)에스아이에이, 인공지능연구소, 연구원
2. (주)에스아이에이, 인공지능연구소, 연구소장
3. 국방과학연구소, 국방인공지능기술센터, 선임연구원

* 교신저자: hyunguk@si-analytics.ai

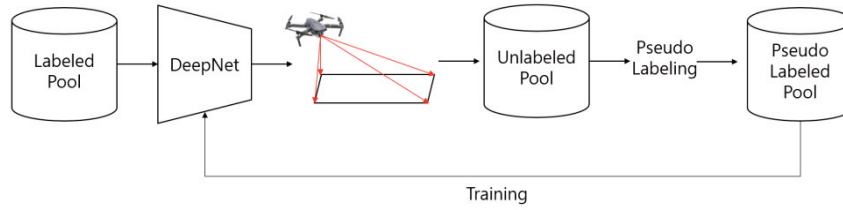
인공지능 기반의 탐지 및 분류 모델의 정확도는 레이블링된 데이터의 수량과 품질에 크게 영향을 받는다. 하지만 감시정찰 획득 데이터를 레이블링하는 것은 비용과 시간이 많이 소모된다. 심지어 그림 1에 보이는 것과 같이 감시정찰 드론, 위성에서 실시간으로 축적되는 데이터의 수량을 전부 레이블링하는 것은 불가능하다.

따라서 우리는 레이블링 비용 문제를 해결하기 위하여 점진적 학습 방법을 제안한다. 그림 2는 우리의 점진적 학습 방법을 통한 감시정찰 시스템이다. 점진적 학습 방법은 소량의 학습 데이터로 훈련된 인공지능 기반의 탐지 및 분류 모델로 레이블링되지 않은 데이터에 의사 레이블링을 수행한다. 그 후 의사 레이블링된 데이터를 훈련하고, 훈련된 모델을 활용하여 다시 의사 레이블링을 수행한다. 이러한 과정을 반복함으로써 의사레이블은 점점 정확해지고, 정확해진 레이블로 훈련된 모델은 점진적으로 성능이 개선된다.

테이블 1은 MOTSynth, MOT17 데이터셋을 각각 레이블링된 데이터셋과 레이블링 되지 않은 데이터셋으로 설정하고 점진적 의사 레이블링 실험한 정확도 분석 결과이다. 우리의 점진적 레이블링을 사용하면 MOT 데이터셋을 단 한장도 레이블링 하지 않았지만, 모두 사람이 레이블링 했을때와 비슷한 성능을 보였다. 우리는 이러한 시스템이 감시정찰 획득 체계에 널리 사용되길 바란다.



[그림 1.] 기존의 감시정찰 시스템



[그림 2.] 우리가 제안하는 감시정찰 시스템

Method	MOTA	HOTA
Human labeling	79.6	63.1
Ours	77.6	63.2
Baseline	73.8	58.1

사사: 이 논문은 2022년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방과학연구소의 지원을 받아 수행된 연구임(UE201096FD)

참고문헌

1. Seo, Minseok, Jeongwon Ryu, and Kwangjin Yoon. "Bag of Tricks for Domain Adaptive Multi-Object Tracking." *arXiv preprint arXiv:2205.15609* (2022).

동영상을 활용한 GeoAI 학습 데이터 생성 구축 방안

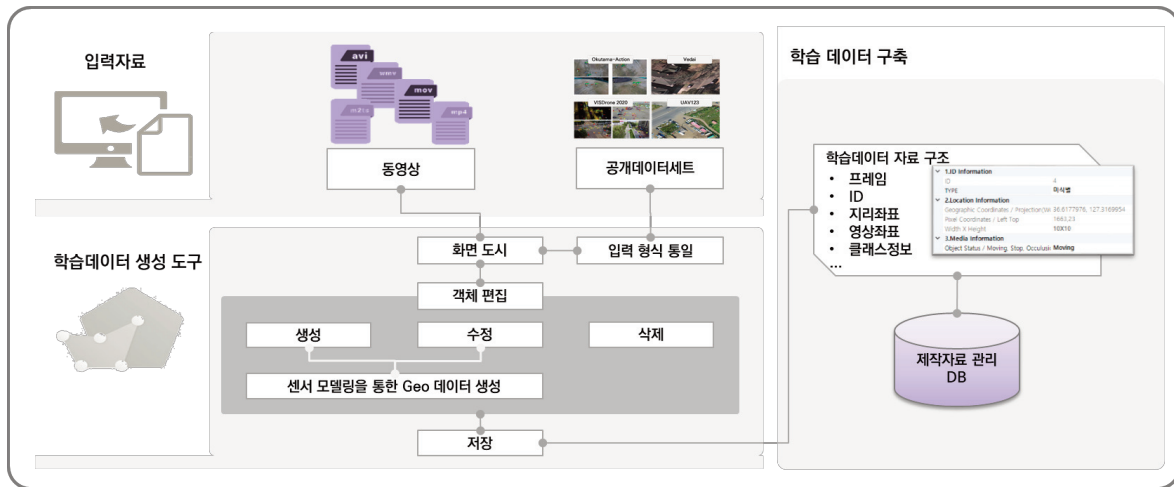
최윤규^{1*}, 성현승²

1. (주)픽소니어, 개발1부, 책임연구원
2. 국방과학연구소, 국방인공지능기술센터, 선임연구원

* 교신저자: yoon418@pixoneer.co.kr

국방분야에서의 AI 학습을 위한 데이터획득에는 시간적, 공간적으로 많은 제약을 가지고 있다. 또한 Geo데이터로 활용하기 위해서는 일반적인 학습을 위한 데이터만으로는 정보를 획득할 수 없다.

본 논문은 동영상이라는 특성과 메타데이터를 활용하여 보다 효율적인 학습을 위한 GeoAI 학습 데이터 생성 및 구축 결과물을 소개하고자 한다. [그림 1]을 보면 다양한 동영상 입력자료와 공개 데이터셋을 입력으로 받아 사용자가 객체단위의 GT(Ground Truth)를 생성/수정/삭제한다. 생성/수정 시에는 입력데이터에 포함된 동영상 메타데이터를 이용하여 센서모델링을 수행하고 수행된 결과를 바탕으로 GT 데이터에 Geo 정보를 삽입하게 된다.



<그림 1. GeoAI 학습 데이터 생성 및 구축 구조>

GT는 동영상의 특성을 고려하여 프레임단위로 생성되게 되는데 이에 대한 제어(재생, 프레임 넘김, 보간 등)의 기능을 이용한 편의 기능을 통해 보다 편리한 기능을 제공한다. 그리고 생성된 GT는 [표 1]과 같은 정보를 포함하여 생성한다.



<표 1. GT 구축 정보>

순번	항목 명	항목 내용	비고
1	Frame	객체 생성 시점의 프레임 순서	
2	PTS	객체 생성 시점의 PTS[시간]	
3	분류정보	클래스 분류 정보	
4	영상좌표	객체의 중심 좌표	이미지 좌표
5	바운더리영역	객체의 좌상단, 우하단 좌표	객체 이미지 좌표 (0,0)
6	대상표적거리	대상 표적 거리 값(m)	센서-표적의 직선거리 정보
7	GSD(중심점 기준)	지상 표본 거리 값(m)	1픽셀이 나타내는 X,Y 거리 정보
8	ID	객체 생성 시점에 부여된 ID	
9	FOV	센서 관측 시야 정보(angle)	
10	중심점의 지리좌표	동영상 프레임 중심점의 지리좌표	(degree)
11	폐색정보	객체의 폐색 여부 상태	
12	상태정보	객체의 이동,고정 상태	
13	보간점	보간점 유무 저장	
14	Point(X,Y)	객체의 꼭지점 좌표	GT 좌표 리스트
15	영상 종류	센서 명 정보	

국방분야에서 획득된 동영상과 유사한 형태의 오픈 데이터 셋에 대하여 이동 객체를 중심으로 Geo정보를 포함한 학습데이터로 생성하고 구축하였고, 이는 이후 동영상을 이용한 다양한 AI 분야에 활용이 가능할 것이다.

사사: 이 논문은 2022년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방과학연구소의 지원을 받아 수행된 연구임(UE201096FD)

참고문헌

1. VIRAT Video Dataset (<https://viratdata.org/>).
2. MISB ST 0601

군사분야에서의 오픈 데이터 활용 및 웹기반 데이터 활용 방안

심준보^{1*}, 성현승²

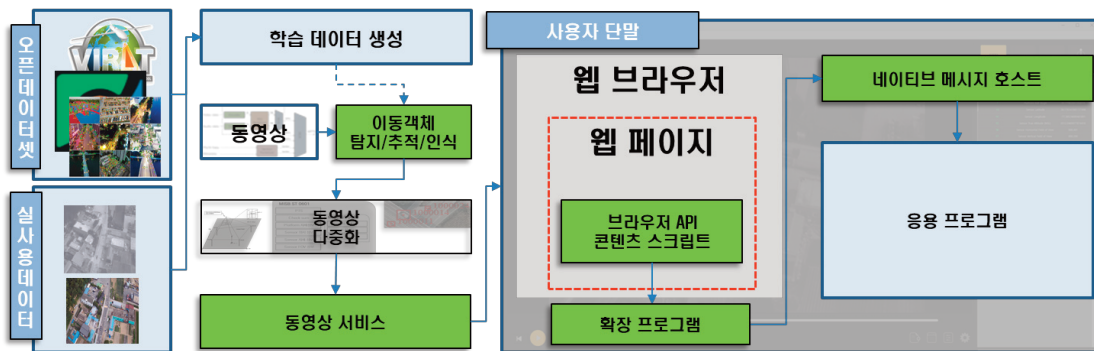
- 1. ㈜픽소니어, 개발1부, 선임연구원
- 2. 국방과학연구소, 국방인공지능기술센터, 선임연구원

* 교신저자: junbo.sim@pixoneer.co.kr

국방분야에서 동영상을 이용하여 AI분야를 활용하기 위해서는 폐쇄적인 환경을 고려하여 학습데이터의 구축 및 활용방안을 마련하여야 한다. 다양한 도메인 환경에서의 AI를 구동하기 위해서 국방분야에서 획득한 데이터만으로는 모든 환경에 적합한 학습데이터 구축이 어렵다. 또한 동영상이라는 특성을 고려할 때 다양한 플랫폼에서 서비스하는데 한계가 존재한다.

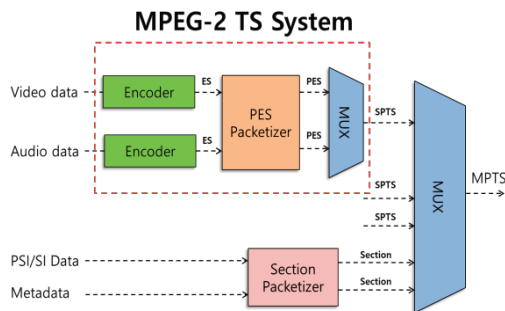
본 논문은 국방분야의 이동물체 탐지/추적/인식에 활용이 가능한 오픈 데이터 셋과 웹을 기반으로 데이터(동영상) 활용 서비스를 소개하고자 한다.

[그림 1]에서와 같이 실제 활용 가능한 가용 데이터(동영상)과 군사분야에서 활용이 가능할 것으로 판단되는 VIRAT, Visdrone, COCO 데이터 셋을 활용하여 학습데이터를 생성하고, 생성된 데이터 통해 학습한 결과물을 통해 동영상의 이동물체 탐지/추적/인식을 수행하여 사용자 단말로 서비스한다.

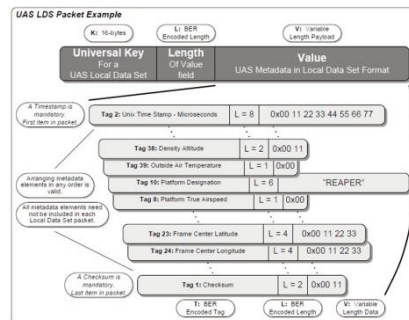


<그림 1. 오픈 데이터 활용 및 웹 기반 데이터 활용 구조>

웹 기반 데이터 활용을 위해서는 다양한 메타정보(MISB ST 0601, [그림 3])를 포함할 수 있는 동영상인 MPEG2-TS([그림 2])을 통해 유통하고, HTML5 기반의 웹을 통해 서비스를 수행하였다.

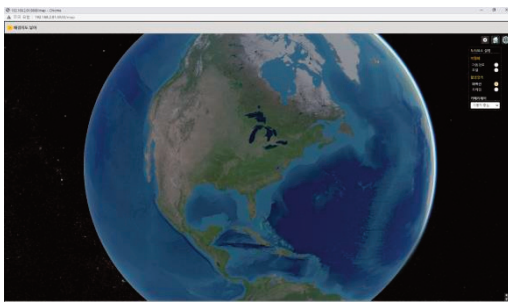


<그림 2. MPEG-2 TS System>



<그림 3. UAS LDS Packet 예시>

기본적으로 웹 서비스를 수행하기 위하여 HTML5 기반의 비디오 태그를 활용하였으나, 보다 활용성이 높은 기능을 제공하기 위하여 Javascript기반의 브라우저 확장 플러그인 기능을 통해 HTML5에서 처리가 어려운 영상처리 기능을 확인해보았다. 그리고 Cesium기반의 WMTS(Web map tile service)형태로 구 기반 3차원 지도(그림 4)를 구축하고, 동영상 프레임 중첩 기능을 통해 Geo 정보의 활용성을 확인하였다.



<그림 4 Cesium기반의 WMTS 서비스>

이와 같은 방식을 활용한다면 이후 다양한 분야에서 다양한 서비스 체계 구축에 활용이 가능할 것이다.

사사: 이 논문은 2022년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방과학연구소의 지원을 받아 수행된 연구임(UE201096FD)

참고문헌

1. VIRAT Video Dataset (<https://viratdata.org/>).
2. Visdrone Dataset(<http://aiskyeye.com/>)
3. COCO Dataset(<https://cocodataset.org/>)
4. ISO/IEC 13818-1
5. ITU-T Rec. H.222.0
6. MISB ST 0601

[특별 세션 6]

레이더영상으로부터 GeoAI 활용

1. 인공지능을 활용한 지오데이터 분석의 최신 경향 소개
2. Sentinel-1 SLC 영상을 이용한 정밀 수위 변화 모니터링
3. 해양 및 연안에서의 마이크로웨이브 원격탐사 및 인공지능 활용 연구
4. 학습데이터 및 네트워크 구조 최적화를 통한 다중 인코더 U-Net 회귀모델 기반 위성 언래핑
5. 자연재해와 재난을 해결하기 위한 원격 감지, 지리 정보 시스템 (GIS) 및 인공지능 기술의 활용



인공지능을 활용한 지오데이터 분석의 최신 경향 소개

이창욱^{1*}, 박성재², 이슬기², 풀키², 와휴², 누르², 수치², 김봉찬³

1. 강원대학교, 과학교육학과, 교수 *
2. 강원대학교, 과학교육학부, 박사과정
3. 강원대학교, 과학교육학부, 석사과정

* 교신저자: cwlee@kangwon.ac.kr

지난 5년 동안 자연과학 분야에서 인공지능을 활용한 연구들이 급속히 발전함에 따라 이번 연구에서는 이와 같은 분야의 연구들이 최근에는 어느 수준까지 도달했는지에 대해 소개해 보고자 한다. 또한, 최근에는 지구온난화와 기후변화와 맞물려 전세계 다양한 지역에서 자연재해가 발생하고 그 빈도수 또한 증가하고 있는 실정하기에 이와 같은 연구는 적절한 시기에 이뤄지고 있다고 사료된다.

최근 들어 위성자료를 포함한 다양한 데이터들이 활용도가 높게 쓰여질 만큼 대용량의 빅데이터가 수집되고 있다. 이를 적절히 잘 활용한다면 지구과학분야의 다양한 이슈에 대한 분석에 있어서 뛰어난 성능을 발휘 할 것으로 여겨진다.

이번 연구에서는 지진, 화산, 산사태, 지반침하와 산불 등의 자연재해 모니터링 및 분석에 있어서의 Machine learning과 Deep learning의 활용을 알아보고 수오미 위성(The Suomi National Polar-Orbiting Partnership)을 통한 COVID-19의 시계열 변이 사항에 대해서도 알아보하고자 한다. 또한, 초분광 카메라(Hyperspectral sensor)를 활용하여 국내 석회암 광산 지역의 광물 분류 또한 소개하고자 한다. 이와 같은 내용의 연구들은 다소 산재해 있는 모습을 보이고 있으나, 모든 내용이 GeoAldata와 관련이 있으며 최근에 지구과학 분야에서 활용할 수 있는 거의 모든 자료의 처리와 분석을 인공지능 기법을 사용한다는 점에서 유사한 부분이 있다. 이와 같은 내용을 잘 활용하여 적절한 주제에 알맞게 이용한다면 향후 GeoAldata 분야의 발전에 있어서 크게 기여하리라 생각된다. 또한, 앞에서 제시된 공간데이터의 자료에 대한 인공지능 처리와 분석에 있어서 적절하지 못한 적용과 비교는 앞으로 보완 및 개발을 통해서 발전되리라 여겨진다.

Sentinel-1 SLC 영상을 이용한 정밀 수위 변화 모니터링

이윤경¹, 김상완^{2*}, 이보람³

1. 세종대학교, 지구자원시스템공학과, 선임연구원
2. 세종대학교, 지구자원시스템공학과, 부교수
3. 해양경찰청, 해양경비기획단 정보융합분석팀, 주사

* 교신저자: swkim@sejong.edu

최근 전 지구적인 기후변화에 따른 재해로 인해 광범위한 분야에서의 피해 강도가 증가하고 있다. 우리나라의 경우 강수가 지역 및 계절별로 편중되어 나타나 홍수와 가뭄에 의한 피해가 발생하고 있다. 특히, 유역면적의 2/3 정도가 북한에 위치한 임진강 유역의 경우 군사적 대치관계의 특수성으로 인해 홍수 예보 및 경보를 위한 수문정보 확보에 어려움이 있다. 따라서 상류에 위치한 북한 수자원 시설에 의한 영향을 정확히 진단하기 위해서는 높은 정밀도의 수위변화 관측이 요구된다. 본 연구에서는 황강댐과 봉래호의 수위변화 모니터링을 위해 2018년 8월부터 2020년 10월까지 Sentinel-1 SLC 영상을 이용하여 개선된 SEDHGT (SAR Edge Detection Hough Transform) 방법을 적용하여 댐사면과 수체의 경계선 정밀 관측을 수행하였다. 또한, 레이더좌표계로 변환된 DEM을 생성하여 추출된 수위경계선의 수위를 탐지하였다. Sentinel-1 descending 궤도(P134)에서 수집된 78개의 자료로부터 분석한 결과, 황강댐의 경우 3월부터 7월까지 낮은 수위가 유지되다가 8월 이후에 수위가 상승하는 것으로 분석되었다. 봉래호의 경우 몇 개 영상을 제외하고 SEDHGT로 추출된 수체 경계선의 수위가 324.0-325.2m의 값을 가진다. 이는 봉래호의 경우 연구에 사용된 레이더좌표계 DEM의 최저점 이하에서 수위선이 추출되었기 때문으로 판단된다. 따라서, 향후 댐이나 보 수역 내의 완만한 경사지에서 수위선을 추출하여 수위변화를 모니터링 하는 방법을 함께 사용한다면 사용된 DEM보다 낮은 높이의 수위 변화도 모니터링이 가능하여 수재해 피해 저감에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 K-water의 지원을 받아 수행되었습니다.

해양 및 연안에서의 마이크로웨이브 원격탐사 및 인공지능 활용 연구

정한철^{1*}

1. 한국해양과학기술원, 해양빅데이터센터, 선임기술원

* 교신저자: hahnchul.jung@kiost.ac.kr

해양 및 연안 환경에 대한 체계적인 모니터링을 구축하기 위해서는 다양한 해양환경인자들의 영향으로 현장/위성/항공기 기반의 빅데이터가 필수적으로 요구되고 있다. 최근에는 위성 기반의 관측자료들은 현장자료와의 검보증 연구로서 정확도를 측정된 이후에 자료동화를 통해서 전통적인 해양모델과의 융복합 연구가 이루어지고 있다.

본 연구에서는 국내에 유용할 수 있는 해양 및 연안에서의 마이크로웨이브 원격탐사 활용 연구에 대해서 제시하고자 한다. 첫째, 능동형 마이크로웨이브 SAR 위성자료는 광학 위성과 비교되어 대기 성분에 대한 영향을 덜 받기에 해양에서의 선박 탐지 및 분류 연구에 있어서 활용가치가 높다. 국내외 SAR 자료들을 이용하여 선박 크기에 따른 선박 탐지 능력에 대한 분석 연구를 수행해왔다. 둘째, 국내 연안 환경에서의 SAR 빅데이터를 활용하여 조위 환경에 민감한 갯벌 지형에 대한 모니터링을 실시하였다. 광역적이고 주기적인 모니터링을 통해서 전국 단위의 갯벌 노출 환경 변수에 대한 정량적인 연구를 수행하였다. 셋째, 수동형 마이크로웨이브 원격탐사를 이용하여 국내 인근 해역에서의 해수 염분에 대한 품질 연구를 수행했다. 넷째, 국내 연안 해양표층정보에 대한 품질 고도화를 위해서 위성 고도계의 활용 연구를 수행했다. 일반적으로 위성고도계 자료의 신호는 연안 20 km 이내에서 심각한 왜곡현상이 일어나기에 고해상도 샘플링 자료 기술 개발이 요구되고 있다.

사사: 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2021R1A2C100578011).

참고문헌

1. Kim, K.; Jung, H.C.; Choi, J.-K.; Ryu, J.-H. Statistical Analysis for Tidal Flat Classification and Topography Using Multitemporal SAR Backscattering Coefficients. *Remote Sens.* 2021.
2. Jung, H.C., D.H. Kang, E. Kim, Y. Yoon, A. Getirana, S. Kumar, C.D. Peters-Lidard, E. Hwang, Towards a Soil Moisture Drought Monitoring System for South Korea, *Journal of Hydrology*, 589, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125176>, 2020.



3. Jung, H.C., A. Getirana, K.R. Arsenault, K. Sujay, I. Maigary, Improving Surface Soil Moisture Estimates in West Africa through GRACE Data Assimilation, *Journal of Hydrology*, 575, 192-201, 2019.
4. Jung, H.C., A. Getirana, K.R. Arsenault, T. Holmes, A. McNally, Uncertainties on evapotranspiration estimates over West Africa, *Remote Sensing*, 11, 892, doi:10.3390/rs11080892, 2019.

학습데이터 및 네트워크 구조 최적화를 통한 다중 인코더 U-Net 회귀모델 기반 위성 언래핑

백원경^{1*}, 정형섭^{2,3}

1. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 연구교수
2. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 교수
3. 서울시립대학교, 스마트시티학과, 교수

* 교신저자: bekwkz@uos.ac.kr

위성 언래핑은 위성레이더 간섭기법의 필수적인 자료처리 절차이다. 이에 따라 현재까지 다양한 비 딥러닝 기반 알고리즘이 개발되어 왔으나 여전히 위상의 변화율이 크거나 노이즈가 심한 경우에 오차가 발생한다. 최근 딥러닝을 활용한 위성 언래핑 기법이 제안되고 있으며 기존의 비 딥러닝 기반 알고리즘보다 우수한 성능을 나타내고 있다. 그런데 최근 진행된 연구는 1) 지역적인 노이즈 양상을 고려하지 않았으며, 2) 위상 변화율과 노이즈의 데이터 불균형 문제를 고려하지 않았다 [1-2]. 또한, 일반적으로 영상분할에 활용된 모델을 그대로 적용하여 3) 영상 전체의 위상 정보를 함께 고려하기 어려운 형태로 모델이 설계되었으며, 4) 언래핑에 필요한 정보를 안정적으로 취득하는 데에 한계가 있었다 [1-3]. 이에 따라 본 연구에서는 이상의 네 가지 문제점을 고려하여 다중 인코더 U-Net 회귀 모델을 활용하여 위상을 언래핑했다 [4-5]. 이를 위해 학습데이터와 네트워크를 최적화하였다. 학습데이터 최적화를 위하여 지역적 노이즈를 적용하고 위상 변화율과 노이즈에 대한 데이터 확장 기법을 적용했으며, 모델 구조의 최적화를 위해 풀링 레이어와 인코더 수에 따른 언래핑 성능을 비교하여 가장 우수한 모델 구조를 결정하였다. 학습데이터와 모델구조에 대한 비교 결과 딥러닝 모델의 구조는 언래핑 성능에 영향을 미치지만 지역 노이즈 데이터가 뒷받침해야 우수한 성능을 나타낼 수 있음을 확인하였으며, 최적 모델이 다른 모델보다 노이즈에 대해 강건한 특징을 나타냈다. 실제 위성레이더 간섭 영상에 대하여 최적 언래핑 모델과 SNAPHU의 성능을 비교했을 때 평균 절대값 오차가 각각 0.445와 0.861로 제안한 모델이 비 딥러닝 알고리즘보다 약 2배 높은 성능을 나타냈다.

사사: 이 연구는 2022년 대한민국 정부의 재원으로 한국연구재단(NRF-2022R1A6A3A01087415)의 지원을 받아 수행되었습니다.



참고문헌

1. Zhou, L., Yu, H., & Lan, Y. (2020). Deep convolutional neural network-based robust phase gradient estimation for two-dimensional phase unwrapping using SAR interferograms. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 58(7), 4653-4665.
2. Pu, L., Zhang, X., Zhou, Z., Li, L., Zhou, L., Shi, J., & Wei, S. (2021). A Robust InSAR Phase Unwrapping Method via Phase Gradient Estimation Network. *Remote Sensing*, 13(22), 4564.
3. Li, L., Zhang, H., Tang, Y., Wang, C., & Gu, F. (2021). InSAR Phase Unwrapping by Deep Learning Based on Gradient Information Fusion. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 19, 1-5.
4. Zeyada, H. H., Mostafa, M. S., Ezz, M. M., Nasr, A. H., & Harb, H. M. (2022). Resolving phase unwrapping in interferometric synthetic aperture radar using deep recurrent residual U-Net. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 25(1), 1-10.
5. Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015, October). U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In *International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention* (pp. 234-241). Springer, Cham.



자연재해와 재난을 해결하기 위한 원격 감지, 지리 정보 시스템(GIS) 및 인공 지능 기술의 활용

박성재¹, 풀키², 와휴², 누르², 수치², 김봉찬³, 이창욱^{4,*}

1. 강원대학교, 스마트지역혁신학과, 박사과정
2. 강원대학교, 과학교육학과, 석박사통합과정
3. 강원대학교, 과학교육학과, 석사과정
4. 강원대학교, 과학교육학부, 교수

* 교신저자: cwlee@kangwon.ac.kr

원격 감지 및 지리 정보 시스템(GIS) 기술은 지진, 화산 폭발, 산불, 산사태 및 홍수와 같은 자연재해 및 재난 현상을 이해하는 데 중요한 도구 세트가 되었다. 자연재해 발생으로 인한 표면 변형을 효과적으로 포착하는 높은 공간 및 시간 해상도의 원격 감지 및 GIS 능력은 화산학, 지질학, 지진 과학, 해양 과학 등에 혁명을 일으키는 데 중요한 역할을 한다. 큰 잠재력을 가진 인공 지능(AI)과 결합하여, 이러한 방법은 지구 과학 연구의 일부 분야에서 강력하고 유용한 도구가 되었다.

예를 들어, SAR 위성, 한국 녹산과 같은 StaMPS 시계열 분석, 인도네시아 자카르타의 AI 알고리즘(AdaBoost, MLP, Logistic regression 및 LogitBoost) 및 세마랑(CNN, CNN-GWO, SVR 및 SVR-GWO)을 사용하여 토지 침하 감수성 지도를 만드는 데 사용된다.

지반침하 취약성도는 자카르타의 지반 침하로 인한 재난을 방지하고 세마랑의 퇴적 분지 지역의 도시 개발 계획을 개선하는 데 사용될 수 있다.

본 연구에서는 영구 산란기(Persistent Scatterers, PSs)와 분산 산란기(Distributed Scatterers, DSs)를 결합하여 표면 변형의 변화를 모니터링하기 위해 최적화된 포인트 산란기(ICOPS)와 결합된 산란기 간섭계를 개선한 새로운 알고리즘을 개발하였다. 이러한 접근법을 미국의 엘로스톤 호수(2017년부터 2020년까지 0-2.34cm/년), 한국의 당진(2016-2021년까지 0.5-2.5cm/년), 북한의 무산 광산지(2016-2022년까지 0-2.5cm/년)에 적용했다. ICOPS 방법은 커버리지 측정 지점에서 DS와 PS를 결합하여 변형 영역을 식별하는 데 효율성과 신뢰성을 제공합니다. 지진 재해 연구에서, 우리는 2016년 경주와 2017년 포항 지진으로 인한 피해를 나타내는 변칙적인 변화를 식별하기 위해 간섭계 SAR 일관성에서 피해 프록시 맵(DPM)을 생성했습니다. DPM은 경주와 포항 지진의 주거 및

상업 지역의 일관성 손실을 감지했다. 결과 지도는 경주와 포항 지진 이후의 지진 피해 분포를 평가하는 데 사용될 수 있으며, AI를 사용하여 지진 취약성을 매핑하기 위해 손상된 건물의 데이터로도 사용될 수 있다. 2017년 11월 15일 5.6Mw 포항 지진 이후에 발생한 액화 현상에서 ICOPS 알고리즘과 광학 위성 데이터로 SAR을 사용하여 표면 변화와 토양 수분의 변화를 결정하고 컨볼루션 신경망(Convolutional Neural Network, CNN)을 사용하여 액화 취약성도를 생성하는 데 사용된다. 그러나, 이 연구는 2017년 포항 지진을 기반으로 미래의 액화 잠재력을 결정하기 위한 초기 연구였으며, 그 결과는 이 액화 현상에 대한 우리의 이해를 향상시키기 위한 참조가 될 수 있다.

화산학에서는 지진활동으로 인한 에트나 화산의 지표변위를 탐지하는데 사용된다. 지진 활동의 분석은 표면의 용기가 마그마가 표면으로 이동하고 마그마 이동 경로를 따라 지진을 일으킨 소스 변형의 인플레이션으로 추정되었다고 설명했다. 반면에, 침강은 마그마 압력원 감소로 인해 마그마가 아래쪽으로 움직이도록 소스 변형의 디플레이션으로 인해 발생한다. 표면 변형과 지진 활동 간의 분석은 지진 분포로 대표되는 마그마 운동이 에트나 화산의 인플레이션과 디플레이션 활동에 해당한다고 설명한다. 따라서, 표면 변형은 산 아래의 마그마 운동으로 대표되는 소스 변형(마그마 챔버)의 진화의 증거가 될 수 있다. 또 다른 응용 프로그램은 2015-2020년 겨울(10월-4월) 동안 얼음 지역 변화를 기반으로 백두산의 화산 활동을 모니터링하고 SAR 진폭, GLCM 텍스처 기능 및 SVM 알고리즘을 사용하여 얼음과 물 픽셀을 분류하는 것입니다. 우리는 가장 가까운 기상 관측소인 삼지연에서 얼음 지역과 기온의 관계를 조사했다. 우리의 결과는 그 기간 동안 상당한 얼음 변화가 없었음을 보여주며, 이는 2015-2020년 겨울 동안 백두산에서 상당한 화산 활동이 없었다는 것을 나타낸다. 이 연구는 화산 호수의 얼음 지역 변화가 분화 예측에 도움이 되는지 여부와 방법을 더 잘 이해하는데 유용할 것으로 예상된다. 환경 연구에서, COVID-19 유행병 동안 사회적 거리두기 시행으로 인한 환경 변화는 Suomi 위성 데이터의 야간 조명(NTL) 변화를 통해 관찰되었다.

서울의 NTL 복사 변화의 시계열 분석은 다양한 사회적 거리두기 수준의 구현이 NTL 복사의 시간적 및 공간적 격차를 감소시켰다는 것을 보여주었다. 우리는 또한 AI 기반 장기 단기 기억(LSTM) 알고리즘을 사용하여 향후 6개월 동안 여러 변수를



사용하여 COVID-19 발생을 예측했으며 서울에서 또 다른 발병이 발생할 것으로 예상된다는 것을 밝혀냈다. 이 연구는 정부가 향후 COVID-19 발생을 통제하고 예방하기 위한 노력의 규제를 평가하고 개선하는 데 도움이 될 수 있다.

해초 연구에서, AI 분류 알고리즘을 사용하여 GeoEye-1 위성의 고해상도 공간 해상도 다중 스펙트럼 이미지를 사용하여 해안 서식지에서 해초의 분포를 매핑하는 데 사용된다. LR, LDA, CART, KNN 모델의 정확도는 각각 87.3%, 87.2%, 89.6% 및 92%를 차지했다. GeoEye-1과 AI 기술을 사용하여 해초를 매핑하는 것은 더 나은 결과를 얻는 것으로 입증되었으며 KNN 모델은 최고의 전반적인 정확도를 제공한다.

[특별 세션 7]

위성GeoAI 데이터기반 해양상황인식

1. 인공지능과 감시정찰정보 관점에서 바라본 상황인식 기술
2. 해양상황인식을 위한 위성기반 RF 위치정보
3. Climate-change driven range shifts of exploitable chub mackerel (*Scomber japonicus*) projected by bio-physical coupling individual based model in the western North Pacific
4. 어선 센서데이터를 활용한 어선 어업행태 판별 모델 개발 기초 연구
5. AIS 선박위치정보 기반의 선박분포 예측 모델 개발
6. 해경 무인항공기 순찰을 이용한 딥러닝 기반 불법선박 탐지 모델 개발

인공지능과 감시정찰정보 관점에서 바라본 상황인식 기술

고진우^{1,*}

1. 국방과학연구소, 국방인공지능기술센터, 팀장

* 교신저자: addkoh@gmail.com

상황인식(Situational Awareness)이란 시간이나 공간 상의 환경적인 요소와 사건에 대한 인식, 의미에 대한 해석, 미래 상태에 대한 예상으로 정의된다[1].

국방분야에서는 지휘통제를 위한 의사결정 과정에서 감시정찰정보(ISR, Intelligence Surveillance Reconnaissance)에 의한 실시간 전장상황인식이 매우 중요한 요소가 된다. 감시정찰정보 분야에서의 전통적인 정보순환단계(Intelligence Cycle)는 TCPED(Tasking, Collecting, Processing, Exploitation, Dissemination)인데 주로 의사결정자에 의한 정보요구로부터 시작하여 임무/수집계획, 수집, 처리, 분석을 통해 상황인식을 위한 기반 정보(Intelligence)를 제공/전파하게 된다[2]. 정보순환단계는 OODA(Observe, Orient, Decide, Act) Loop[3]에서의 관측(Observe)과 상황판단(Orient)에 해당하는 요소로 볼 수 있으며, 이는 의사결정자로 하여금 상황인식을 가능하게 함으로써 결심(Decide)을 하고 임무수행(Act)을 위한 지휘통제를 가능하게 한다.

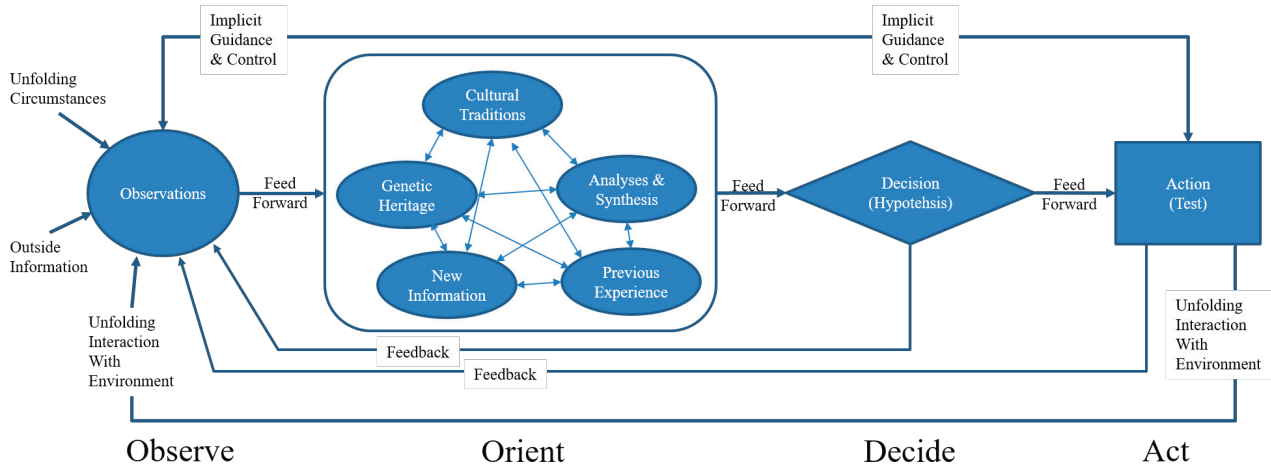


그림 1. OODA Loop[3]

동적의사결정(Dynamic Decision-Making)과 관련된 상황인식모델은 다음 그림과 같으며, 상황인식 단계는 지각/인식(Perception), 이해(Comprehension), 추정(Projection)으로 구분된다. 지각/인식은 상태(status), 속성(attributes), 개체(entity)의 동역학(dynamics)에 대한 것이고, 이해는 상황에 대한 이해로서 지각/인식 단계에서 연결되지 않은 요소(element)들을 통합하는 과

정이다. 그리고, 추정은 가까운 미래 환경에서 개체의 미래 활동을 추정하는 능력에 대한 것이다[4].

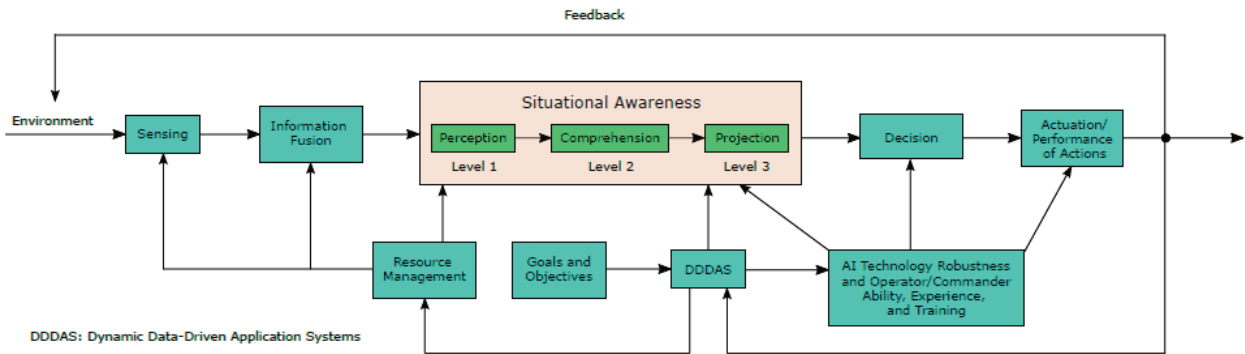


그림 2. 상황인식모델과 동적의사결정[4]

본 세미나에서는 정보순환단계와 OODA Loop, 상황인식모델에서의 주요 기술을 분석하고 감시정찰정보분야와 민간분야의 상황인식 관련 기술의 유사성(Analogy)을 고찰한다. 또한, 인공지능 분야와 감시정찰정보 분야의 관점을 중심으로 상황인식 기술의 특성과 관련 이슈, 그리고 향후 발전방향도 고찰하고자 한다.

참고문헌

1. -. Situation Awareness. WIKIPEDIA. Available at https://en.wikipedia.org/wiki/Situation_awareness. Accessed October 18, 2022.
2. 윤득렬, 고진우. 정보순환단계 기술개발 동향. 국방과학기술플러스, pp.30-36, vol.242. 2018.
3. Mattia Vettorello et al. Toward Better Design-Related Decision Making: A Proposal of an Advanced OODA Loop. Int'l Conf on Engineering Design, ICED 19, 5-8 Aug 2019.
4. Arslan Munir et al. Situational Awareness: Techniques, Challenges, and Prospects. AI 2022, 3, pp.55-77. <https://doi.org/10.3390/ai3010005>.



해양상황인식을 위한 위성기반 RF 위치정보

김문규^{1*}

1. SI Imaging Services, 대표이사

* 교신저자: Moongyu.kim@si-imaging.com

해양상황인식(Maritime Domain Awareness, MDA) 체계는 안보, 안전, 경제 및 환경과 관련하여 해상에서 발생하는 모든 상황에 대한인지능력 향상을 위해 필요한 제반 구성요소를 말한다 [1]. 해양상황인식 체계는 지상 레이더, VHS, AIS 등 다양한 multi-source 데이터를 활용해 왔으며, 위성기술의 발전으로 근해 뿐만 아니라 외해에서도 정보를 획득하는 것이 용이해지고 있다.

위성기반 탐지수단으로는 위성에서 수집된 AIS 자료, 날씨에 상관없이 영상획득이 가능한 SAR (Synthetic Aperture Radar) 자료가 대표적으로 사용되어 왔다. 가용한 위성의 수가 늘어남에 따라 광학영상의 사용도 증가 추세이다. AIS의 경우 신호 조작 및 신호 발신을 중단할 수 있는 가능성이 있어, 영상기반의 분석 서비스가 유용한 보조 수단으로 사용될 수 있다. 그러나, 영상기반의 분석은 아직도 관측영역이 협소한 단점이 존재한다.

최근에는 위성을 이용해 VHF, S-band marine navigation radar, X-band marine navigation radar, AIS, L-band 위성전화 신호 등 RF 정보를 수집하고, 위치를 특정하는 서비스가 상용으로 제공되고 있어 MDA 체계에서 점차 활용이 증가할 것으로 예상된다. RF 위치정보는 RF 신호의 세기나 방향성, 사용 여부에 영향을 받고 위치 정보가 다른 센서에 비해 부정확한 단점이 존재한다. 그러나, 사용자가 위치정보를 조작하는 것이 불가능하고, 광학 또는 SAR 영상에 비해 관측 영역이 매우 넓은 장점이 있어, 미래 MDA에서 다양한 정보수집 방안 중 하나로 자리잡을 것으로 예상된다.

본 발표에서는 상용으로 RF 위치정보를 제공하는 위성 및 서비스에 대해 소개하고 활용 사례를 제시하도록 한다. 이를 통해 우리나라 MDA 체계 구축에 참고가 되기를 기대한다.

참고문헌

1. Kim YS. Standardized Integration of Different Systems for the Establishment of a Korean Maritime Domain Awareness System. 한국항해항만학회지 제45권 제4호; 2021:204



Climate-change driven range shifts of exploitable chub mackerel (*Scomber japonicus*) projected by bio-physical coupling individual based model in the western North Pacific

Sukgeun Jung¹, Seonggil Go¹

1. College of Ocean Sciences, Jeju National University, Professor

* 교신저자: Sukgeun.jung@gmail.com

We projected the effects of warming ocean on the range shift of biomass of chub mackerel (*Scomber japonicus*) covering from the larval to the adult stages up to age 3 yr by developing and applying individual-based models (IBM) based on a regional ocean circulation model for the western North Pacific and two climate change scenarios. From laboratory experiments, we observed a diurnal cycle in the buoyancy of larval mackerel. Our IBMs tentatively suggested that the larval and juvenile mackerel in the Korea Strait, the Japanese coastal areas and the Kuroshio extension areas are mostly transported from the East China Sea where they were hatched. Despite the greater uncertainty, the preliminary results of our IBMs projected that, by the 2050s, the strengthened Tsushima warm current in the Korea Strait and the East Sea, driven by global warming, will shift the young-of-the-year mackerel biomass distribution north to the East Sea, and adult mackerel biomass north, especially in the Yellow Sea. To improve the model performance, international cooperative researches among the regional countries are required, especially for extensive ichthyoplankton surveys in the East China Sea.



어선 센서데이터를 활용한 어선 어업행태 판별 모델 개발 기초연구

김광일^{1*}, 유상록²

1. 제주대학교, 해양과학대학, 교수
2. ㈜미래해양정보기술, 기업부설연구소, 연구소장

* 교신저자: kki@jejunu.ac.kr

어선의 어업행태(투망/양망, 조업종류)는 바다에서 어선이 조업해역 탐색, 어업자원 시공간 분석, 불법조업 탐지 등을 위한 중요 기초자료가 된다. 본 연구에서는 제주근해 해역에서 조업하는 어선에 GPS 수신기, 전력량계, CCTV 등 센서를 설치하여 실제 어선의 조업행태 데이터를 확보하고, 여기에 실제 어선의 항적데이터를 추가 분석하여 어선 조업행태 판별 모델을 개발하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 어선에서 수집된 센서정보와 선박 항적데이터를 이용하여 기계학습 기반 어선조업 판별모델의 결과를 개발하였다.

사사: 이 논문(또는 저서)는 과학기술정보통신부의 재원으로 과학기술일자리진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(2022년도, '지역산업연계 대학 Open-Lab육성지원사업')

참고문헌

1. Kim, K. I., & Lee, K. M. (2020). Convolutional neural network-based gear type identification from automatic identification system trajectory data. *Applied Sciences*, 10(11), 4010.
2. Owiredu, S. A., Kim, K. I., & Lee, J. S. (2021, February). Fishing Ship Gear Type Identification using Neural Network Technique. In *INTERNATIONAL CONFERENCE ON FUTURE INFORMATION & COMMUNICATION ENGINEERING* (Vol. 12, No. 1, pp. 161-163).



AIS 선박위치정보 기반의 선박분포 예측 모델 개발

박용길¹, 이철용^{2,*}, 전호군³

1. 한국해양과학기술원, 해양빅데이터센터, 연수연구원
2. 한국해양과학기술원, 해양빅데이터센터, 선임기술원
3. 한국해양과학기술원, 해양빅데이터센터, 학생연구원

* 교신저자: cylee82@kiost.ac.kr

최근 해상사고 예방 및 선박 감시를 위한 해상안전의 관심이 높아지고 있다. 선박의 항로 예측 및 움직임 예측을 위한 연구 등이 수행되고 있다[1,2]. 그러나 선박의 밀집 지역에 대한 순찰 등을 위한 선박분포 예측연구는 미진한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 선박의 분포 예측을 위한 연구를 수행하였으며 이를 위해 AIS 자료의 선박위치정보를 활용하였다.

선박분포예측은 자료 수집, 전처리, 학습자료 생성, 예측 모델링의 단계로 수행되었다. 먼저 예측을 위한 격자는 국가해양공간정보 단위인 3' 격자를 이용하였으며, 하나의 격자는 약 5km X 5km의 범위를 나타낸다. 선박위치정보는 2018년의 AIS 자료를 수집하여 활용하였으며, AIS 자료에 포함된 선박위치정보 및 전송시간을 이용하여 선박의 분포를 파악하도록 하였다. 이 때 잘못 입력된 선박위치정보를 제거하기 위한 QC를 수행하였으며, 선박별로 불규칙한 전송시간을 일치시키기 위한 선박위치 보간 작업을 함께 수행하였다. 선박의 분포 예측을 위한 보조자료로 기상정보, 시간정보 및 물때 정보를 포함한 학습자료를 생성하였다. 선박분포예측을 위해 ARIMA 모델 및 랜덤포레스트 모델을 적용하였다. 향후 학습을 위해 해양환경자료를 보완한 학습자료의 구축과 함께 LSTM 모델 등 딥러닝 모델과의 비교 연구가 수행되어야 할 것이다.

사사: 본 연구는 해양경찰청 R&D 과제인 "위성연계 접경수역 선박 모니터링 및 분포 예측 체계 개발" 사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Lee H-T, Lee J-S, Yang H, Cho I-S. An AIS Data-Driven Approach to Analyze the Pattern of Ship Trajectories in Ports Using the DBSCAN Algorithm. Applied Sciences. 2021.
2. H. Rong, A.P. Teixeira, C. Guedes Soares. Maritime traffic probabilistic prediction based on ship motion pattern extraction, Reliability Engineering & System Safety. 2022.

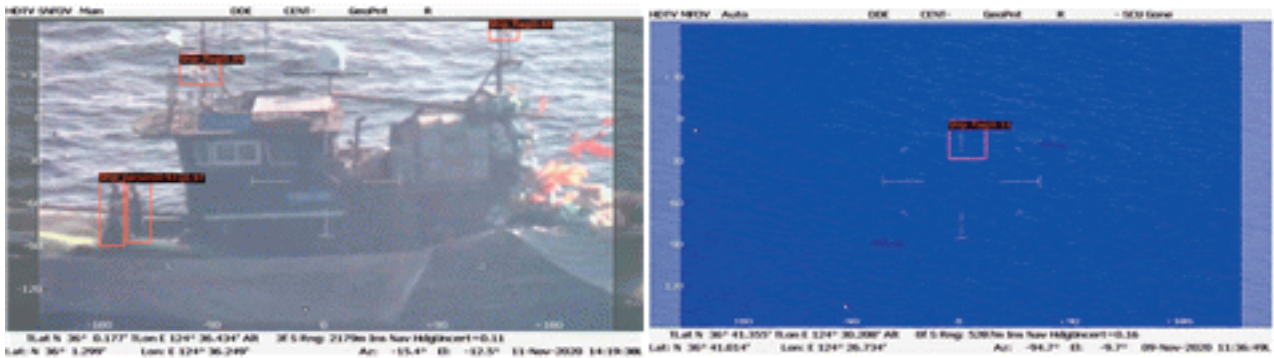
해경 무인항공기 순찰을 이용한 딥러닝 기반 불법선박 탐지 모델 개발

김재현¹, 오연곤², 이임평^{3,*}

1. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 석사과정
2. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 박사과정
3. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 교수

* 교신저자: iplee@uos.ac.kr

해양 경찰청은 해양 감시를 위해 유인 항공기로 순찰하여 영상을 촬영하고 수집된 영상에서 주요 감시대상(선박, 선원, 국기)을 탐지하고 지도상에서 위치를 특정해야 한다. 해양 경찰청에서는 이러한 과정이 수작업으로 진행되어 탐지 정확도가 낮고 시간과 비용이 많이 소요된다. 이에 본 연구는 이러한 과정을 사진측량과 머신러닝 기술을 활용하여 자동화하고자 한다. 주요 감시대상은 항공기의 줌 레벨에 따라 탐지 객체가 선박 혹은 선원과 국기로 구분된다. 객체탐지를 위해 머신 러닝을 이용하여 선박, 선원, 깃발을 학습하여 탐지 모델을 생성하였다. 보정을 통해 추출한 위치정보의 정확도는 96.47%까지 개선되었으며 탐지모델을 이용한 주요 감시대상 탐지는 선박 89%, 선원과 깃발 70%로 향상되었다.



사사: 본 연구는 해양경찰청의 지원을 받아 수행되었습니다.

[특별 세션 8]

AI를 활용한 기상예측 및 예보지원 기술 개발

1. 기상레이더데이터를 활용한 인공지능 기반 강수량 예측 모델 운용 및 검증
2. 수치예보모델 신경망 복사 에뮬레이터의 하이퍼파라미터 자동 최적화 실험
3. Melting-processes emulator in WDM7 microphysics scheme
4. RNN-LSTM 기반 북서태평양 태풍 경로 예측 모델 개발
5. 자연어 처리 기반 AI 예보지원 솔루션을 위한 인공지능 학습데이터 구축 방법론 연구

기상레이더 데이터를 활용한 인공지능 기반 강수량 예측 모델 운용 및 검증

박준상¹, 신예지¹, 김선영^{2*}, 박기준³, 이해숙³

1. 국립기상과학원, 인공지능기상연구과, 연구원
2. 국립기상과학원, 인공지능기상연구과, 기상연구사
3. 국립기상과학원, 인공지능기상연구과, 기상연구관

* 교신저자: sykim80@korea.kr

현재 레이더 초단기 강수 예보는 수치 모델에 비해 짧은 기간의 강수 정보를 제공함으로써 기상예보 사용자에게 매우 중요하다. 또한, 최근 다양한 분야에 걸쳐 인공지능(AI) 기법이 많이 활용되고 있으며 기상예보 분야에서도 인공지능을 활용한 다양한 연구가 제안되고 있다. 본 연구에서는 데이터 기반 신경망 접근 방식을 사용하여 초단기 강수량 예측정보를 생산하는 모델을 개발하였다. U-net 아키텍처의 CNN (Convolutional Neural Networks) 기반 3가지 딥러닝 모델은 2018년-2022년 기간 동안 한국 전역의 기상레이더 및 지상 강수(AWS) 데이터를 사용하여 개발되었다. 모델은 다양한 사전 훈련 방법을 사용하였고 불균형 강수 분포를 고려한 손실 함수를 사용하여 모델 정확도를 높이고자 하였다. 1시간 간격으로 최대 6시간 lead time에서 8구간의 강수 등급으로 강수 예측 정보를 생산한다. 모델 성능은 월별, 계절별, 연간별, 강우 유형별로 평가하였고 강우 유형은 장마연구소에서 분류 알고리즘을 사용하여 5가지 유형으로 분류하였다. 강수 예측 평가 방법은 탐지확률(POD), 오경보 비율(FAR), 임계 성공 지수(CSI)를 사용하여 모델을 평가하였다.

사사: 본 연구는 기상청 연구개발사업 '기상예보 인공지능 기술개발사업'(KMA2021-00121)의 지원을 받아 수행되었습니다.

수치예보모델 신경망 복사 에뮬레이터의 하이퍼파라미터 자동 최적화 실험

김박사¹, 노순영², 송환진^{3,*}

1. 국립기상과학원, 인공지능기상연구과, 연구원
2. 경북대학교, 지구시스템과학부 천문대기과학전공, 연구교수
3. 경북대학교, 지구시스템과학부 천문대기과학전공, 교수

* 교신저자: hwanjinsong@gmail.com

기상수치예보모델의 정확도 향상과 계산 속도 감소를 위해 복사물리과정을 인공지능 신경망 에뮬레이터로 대체하였다. 신경망 에뮬레이터의 성능을 향상시키기 위해서는 최적의 하이퍼파라미터가 결정되어야 한다. 신경망 하이퍼파라미터에는 학습율, 배치 크기, 뉴런 개수, 은닉층 개수, 입력/출력 개수 등이 있다. 최적의 결과를 산출하는 조건을 찾기 위해 하이퍼파라미터를 변경하면서 아주 많은 실험을 수동적으로 해야한다. 이러한 작업을 줄이고 시간을 단축하기 위해 자동으로 최적의 하이퍼파라미터를 결정해주는 방법이 제안되고 있다. Sherpa는 자동으로 신경망의 하이퍼파라미터를 최적화해주는 파이썬 라이브러리이다. Sherpa를 이용해 하이퍼파라미터를 자동으로 결정하였고 그것으로 복사 에뮬레이터를 훈련하였다. 그 결과는 수동으로 하이퍼파라미터를 지정한 기준 실험과 비교 및 분석되었다.

사사: 본 연구는 기상청 국립기상과학원 『AI 기상예측기술개발』 (KMA2021-00121)의 지원으로 수행되었습니다.



Melting-processes emulator in WDM7 microphysics scheme

Jeong-Su Ko¹, Kyo-Sun Sunny Lim^{1,2*}, Sung-Bin Jang³, Joong-Hyun Jo²

1. Department of Atmospheric Sciences, Kyungpook National University, Daegu, Republic of Korea
2. Department of Earth System Sciences, Kyungpook National University, Daegu, Republic of Korea
3. Numerical Data Application Division, Numerical Modeling Center, Korea Meteorological Administration

* **교신저자:** kyosunlim02@knu.ac.kr

It has been analyzed in previous research that the melting process is a key process to generate rain mass in bulk-type cloud microphysics parameterizations when simulating deep convective precipitation systems. In this study, the melting process of the Weather Research and Forecasting (WRF) Double-Moment 7 class (WDM7) scheme is replaced by one of the Hebrew University of Jerusalem (HUJI) Spectral Bin Microphysics (SBM) scheme in the WRF model. Therefore, the efficiency of melting in WDM7 can vary with the size of solid-phase hydrometeors. To emulate the melting process of WDM7 implementing bin-type melting (WDM7_BIN), a single-layer neural network (SNN) emulator is developed. The training data set for the emulator development is produced through the simulations with WDM7_BIN under the idealized 2-dimensional squall-line framework. From the validation for the squall line case, we find out that the computation time of WDM7_BIN increased by 52% compared to the one of WDM7. Meanwhile, SNN emulator with 200 neurons decreased the computational time by 24%, relative to the one of WDM7_BIN. SNN emulator also simulates the maximum altitude of graupel/snow/hail melting around the level of 0°C, which is consistent results with WDM7_BIN.

사사: 본 연구는 기상청 국립기상과학원 [AI기상예측기술개발] (KMA2021-00121)의 지원을 받아 수행되었습니다.



RNN-LSTM 기반 북서태평양 태풍 경로 예측 모델 개발

백유현¹, 이해숙^{2,*}, 이정림³, 원성희⁴

1. 국립기상과학원, 인공지능기상연구과, 기상연구사
2. 국립기상과학원, 인공지능기상연구과, 과장
3. 기상청, 국가태풍센터, 기상연구사
4. 기상청, 국가태풍센터, 기상연구관

* 교신저자: hslee05@korea.kr

태풍은 세계에서 가장 위협적인 자연 재해 중 하나이며, 태풍으로 인한 해안 지역의 재난 예방을 위해서는 태풍 예보가 필수적이다. 특히, 태풍 경로 예측은 태풍 예측 파라미터 중 가장 기본적이고 중요한 정보이다. 현재, 관측 및 수치모델 기술의 발전으로 태풍 경로 예측의 정확도가 크게 향상되었으며, 기상청의 경우 북서태평양에서 태풍 발생시 4~8시간 마다 업데이트 되는 수치모델의 예측 결과를 기반으로 관측정보(위성, 부이, 레이더 등)를 사용하여 후처리 한 후 최종 12시간 간격으로 태풍 경로를 예측한다. 그러나 업데이트 주기가 긴 수치모델의 예측 결과는 예보관이 실시간으로 사용하기에 어려움이 있다. 따라서 본 연구는 실시간 태풍 예측 정보를 업데이트 하기 위해 북서태평양 지역의 태풍에 대해 5일까지 예측할 수 있는 RNN(Recurrent Neural Network)-LSTM(Long Short Term Memory) 기반 태풍 경로 예측 모델을 개발하는 것을 목적으로 한다. RNN-LSTM 모델은 시계열 기반 예측 모델을 구축하는데 자주 사용되며, 장단기 시계열의 특성을 포착하고 기억할 수 있기 때문에 선택했다. 모델 훈련을 위해 1951-2021년(71년) 동안 RSMC-Tokyo 베스트 트랙에서 각 태풍별로 현재부터 36시간 또는 72시간 이전까지의 태풍 경로와 관련된 변수를 사용했다. RNN-LSTM모델은 6시간 간격으로 6~120시간까지 예측되었으며, 태풍 경로와 관련된 변수에 대해 민감도 테스트를 통해 최적화되었다. 또, 예측 결과는 기존 유사 연구들과 비교 되었으며 이를 통한 본 연구의 한계점 및 토의사항이 제시되었다.

사사: 이 연구는 기상청 국립기상과학원 「AI 예보지원 및 활용기술 개발」(KMA2021-00123)의 지원으로 수행되었습니다.

자연어 처리 기반 AI 예보지원 솔루션을 위한 인공지능 학습데이터 구축 방법론 연구

김인경¹, 박희선², 양찬윤³, 이해숙^{4*}

1. 국립기상과학원 인공지능기상연구과, 연구원
2. 국립기상과학원 인공지능기상연구과, 연구원
3. 국립기상과학원 인공지능기상연구과, 주무관
4. 국립기상과학원 인공지능기상연구과, 과장

* 교신저자: hslee05@korea.kr

현재 기상청에서는 종합기상정보시스템, 선진예보시스템 등의 운영을 통해 일 평균 약 2TB의 기상정보를 예보관에게 제공하고, 예보업무 지원을 위한 다양한 기능들을 제공하고 있으나 전체를 활용하지 못하는 어려움이 있다. 이에 국립기상과학원(NIMS)에서는 예보지원을 위한 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 솔루션의 일환으로 자료를 검색하여 정보의 접근성을 높이고, 데이터를 비교 및 분석하는 기능을 위한 자연어 처리 기반의 기상-AI 검색 시스템 개발을 추진 중이다. 기상-AI 검색기는 사용자의 의도를 이해하여 자연어 기반의 음성 및 텍스트 입력 시 적절한 정보를 제공하는 검색 서비스로, 오타, 맞춤법 오류, 단어 순서 변경, 동일 의미를 가진 단어 처리 등을 통해 검색 요구를 정확하게 인식함을 목표로 하며, 데이터에 의존적인 AI 특성 상 예보환경개선의 목표에 맞는 직접적인 학습데이터 구축이 필요한 실정이다.

본 연구에서는 AI 예보지원 솔루션을 적용하고자 하는 종합기상정보시스템 분석을 통해 기상-AI 검색기 역할 및 주요 기능을 소개하고, 학습데이터 구축 방법론을 개발하여 적용한 4단계 별 학습데이터 구축 결과를 제시하였다. 대상 시스템인 종합기상정보시스템의 전체 URL을 Pseudo URL로 변환하여, Pseudo URL의 argument 분석을 통해 검색키워드 선정 시 고려사항을 도출하고 기준을 마련하였다. 정립한 기준을 기반으로 매핑되는 검색 키워드를 도출하고, 템플릿 형식의 자연어 생성 방법을 적용하여 언어 모델을 위한 자연어 문장 학습데이터를 구축하였다. 또한 학습데이터의 Group 기준을 마련하고, 기준 기반의 Grouping을 통해 학습데이터를 재구축하였다. 재구축된 학습데이터 통한 언어 모델 학습 결과 성능이 향상되었으며, 추후 동일한 방법 적용을 통해 기상-AI 검색기 대상 범위 확장 시 활용될 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 기상청 국립기상과학원 「AI 예보지원 및 활용기술 개발」(KMA2021-00123)의 지원으로 수행되었습니다.

[일반 세션]

11월 16일(수)

1. GeoAI 해양데이터 활용	100
2. GeoAI 생태데이터 활용	106

[일반 세션 1]

GeoAI 해양데이터 활용

1. 위성자료와 딥러닝을 활용한 양자강 저염분수 3차원 추정
2. 인공지능망을 이용한 야간 위성 영상에서의 선박 탐지 및 달빛 영향력과 구름상 반영
3. CNN을 이용한 천리안위성 2A호 표층수온영상 기반 동해안 냉수대 발생 시기 분류
4. Ship Detection from Sentinel-1 through Thresholding and Clustering Approach



위성자료와 딥러닝을 활용한 양자강 저염분수 3차원 추정

김소현^{1,3}, 김대원², 신지선³, 조영현^{3*}

1. 부산대학교, 지구환경시스템학부 해양학전공, 석사과정
2. Center for Climate Physics, Institute for Basic Science
3. 부산대학교 BK21 지구환경시스템교육연구단

* 교신저자: joyoung@pusan.ac.kr

매년 여름철 집중 호우로 인해 양자강에서 유출되는 저염분수는 해류와 바람에 의해 제주 연안까지 유입되어 고수온을 유발하고 이로 인해 어업 및 양식업에 큰 피해를 일으킨다. 해양으로 유입되는 대량의 담수는 성층화를 형성하여 해류와 해양-대기 상호작용에 영향을 미치기 때문에 해양 내부의 염분 정보는 동중국해의 복잡한 내부 역학 과정을 이해하는데 매우 중요하다. 하지만, 현재까지 인공위성을 이용하여 동중국해에서의 해양 내부 염분 정보에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 따라서, 본 연구에서는 인공위성의 해수면 자료를 활용하여 동중국해 내부 염분 산출 알고리즘을 개발하기 위해 SST(Sea Surface Temperature), SLA(Sea Level Anomaly), SSS(Sea Surface Salinity), Wind 자료를 사용하였고, 정답자료로는 2015년부터 2021년까지 5월에서 9월 사이 관측된 국립수산과학원의 정선관측자료를 통해 동중국해 지역의 해수면 아래 염분을 추정하였다. 딥러닝 기법 중 하나인 CNN(Convolution Neural Network)을 활용하여 개발한 알고리즘의 성능을 다양한 통계기법으로 평가하였고, 그 결과 R^2 (R-Squared)가 0.86, RMSE(Root Mean Square Error)는 0.65psu로 높은 성능을 보임을 확인하였다. 또한 해수면 아래 염분을 산출하는데 각 입력인자들이 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 SHAP(Shapley Additive exPlanations) 방법으로 확인한 결과, SSS와 SST가 큰 영향을 미치고 있음을 확인하였다. 해당 알고리즘을 통해 10m 수심에서 25km의 공간해상도를 가지고 일 단위 시간 해상도를 갖는 염분 정보를 산출하게 되었으며, 해수면 자료 중에 SSS와 SST에 의한 영향이 크다는 결과를 통해 저염분수로 인한 동중국해 해양 내부 환경 변화를 파악하는데 있어 유용한 자료가 될 것이다.

사사: 본 연구는 해양수산과학기술진흥원의 '해양위성영상 분석 활용 기술 개발(20210046)' 연구사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

인공신경망을 이용한 야간 위성 영상에서의 선박 탐지 및 달빛 영향력과 구름상 반영

김의현^{1,2}, 유주형^{3,4,*}

1. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, UST학생연구원
2. 과학기술연합대학원대학교, 응용해양과학, 박사과정
3. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 책임연구원
4. 과학기술연합대학원대학교, 응용해양과학, 교수

* 교신저자: jhryu@kiost.ac.kr

해양 광역 감시망 체계로서 위성 기반의 선박 탐지 및 모니터링은 중요하게 강조되고 있다. 특히 야간은 광역 감시를 위한 시인성이 낮기 때문에 효율성 측면에서 더욱 강조되고 있다. 야간 위성 영상에서 선박은 불빛을 타겟으로 탐지하게 된다. 선박 불빛은 영상에서 Spike 형태로 나타나기에 이를 착안한 알고리즘이 개발되어 왔다[1]. 그러나 달빛으로 인한 영향력 때문에 단순 탐지 임계값을 결정하기 어렵고, 구름 영향에 의한 Spike 구분이 어렵다는 문제점이 있었다[2]. 따라서 본 연구에서는 달빛 영향력과 구름상을 반영하기 위해 인공신경망 기반의 선박 탐지 방법을 제시하고자 한다. 인공신경망 모델의 학습을 위해 야간 불빛 영상과 달빛 영향력, 구름상 자료를 이용하였으며, 학습 대상(ground truth)으로는 선박 항적 자료인 Automatic Identification System (AIS)와 Vessel-Pass System (V-PASS) 자료를 이용하였다. 야간 불빛 영상으로 Suomi-National Polar-orbiting Partnership (S-NPP) 위성 탑재된 Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) Day & Night Band (DNB) 영상을 이용하였다. 달빛 영향력 자료로는 시공간에 따른 달의 고도(altitude)와 방위각(azimuth), 시직경(angular size), 위상(elongation)을 이용하였다. 그 외 VIIRS 구름상 산출물 자료를 이용함으로써 구름상 반영이 가능한 인공신경망 모델을 학습하고자 하였다. 학습된 인공신경망 모델은 기존 탐지 알고리즘의 문제점이었던 달빛 영향력과 구름상을 반영할 수 있기에 더욱 향상된 탐지 정확도를 보일 것으로 기대된다. 더욱이 학습 대상 자료로 선박 항적 자료를 사용하기에 명확한 정확도 검증이 가능할 것으로 기대된다. 본 연구에서 제시된 방법은 추후 연구를 통해 불법 선박 탐지 및 행태 분석에 있어 중요한 기초 자료를 제공할 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 해양경찰청 R&D 과제인 '위성연계 접경수역 선박 모니터링 및 분포 예측 체계 개발' 및 한국해양과학기술원 '해양위성센터 운영' 사업 일환으로 수행되었습니다.



참고문헌

1. Elvidge C.D, Zhizhin M, Baugh K, Hsu F.C. Automatic Boat Identification System for VIIRS Low Light Imaging Data. *Remote sensing*. 2015; 7(3):3020-3036.
2. Kim E, Km S.H, Jung H.C, Ryu J.H. Moon Phase based Threshold Determination for VIIRS Boat Detection. *Korean Journal of Remote Sensing*. 2021; 37(1):69-84.



CNN을 이용한 천리안위성 2A호 표층수온영상 기반 동해안 냉수대 발생 시기 분류

박승환^{1,*}, 김대선², 유제선³

1. 한국해양과학기술원, 해양재난·재해연구센터, 선임연구원
2. 한국해양과학기술원, 해양법연구센터, 선임연구원
3. 한국해양과학기술원, 해양재난·재해연구센터, 책임연구원

* 교신저자: spark@kiost.ac.kr

2019년 발사된 천리안위성 2A호(GeoKompsat-2A)에 탑재된 Advanced Meteorological Imager (AMI) 센서는 해수면으로부터 반사된 적외선 파장대역의 에너지를 기록할 수 있으며, 국립기상위성센터는 표층수온 추정 알고리즘을 통해 구름이 없는 해역을 대상으로 표층수온 산출물을 제공하고 있다. 천리안위성 2A호 표층수온영상은 해양재난재해 모니터링 연구에 활용이 가능하며, 본 연구에서는 우리나라 이상해황 중 하나인 동해안 냉수대 발생 시기 분류를 대상으로 해당 산출물을 활용하고자 하였다. 이를 위해, 국립수산과학원에서 제공하는 동해안 냉수대 주의보 및 경보 발령 및 해제시기를 포함하는 천리안위성 2A호 표층수온영상을 수집하였다. 이때, 표층수온영상은 지역 및 계절적 특성이 반영되어 있기 때문에, 각 영상에서 넓은 영역을 대상으로 저주파 통과 필터를 적용한 후, 원영상과 차분을 통하여 차분 표층수온영상을 제작하였다. 이후, 육안분석을 통해 냉수대 시기와 비냉수대 시기를 분류하였으며, Convolution Neural Network (CNN)을 학습 및 분류를 수행하였다.

사사: 본 연구는 한국해양과학기술원의 주요사업인 '시 기반 파랑기인 연안재해 모델링 플랫폼 및 해무 예측기술 개발(PE99942)' 과제의 지원으로 수행되었습니다.

Ship Detection from Sentinel-1 through Thresholding and Clustering Approach

전호군^{1,2}, 조홍연^{3,4,*}

1. 한국해양과학기술원, 해양빅데이터센터, UST학생연구원
2. 과학기술연합대학원대학교, 박사과정
3. 한국해양과학기술원, 해양빅데이터센터, 책임연구원
4. 과학기술연합대학원대학교, 전공책임교수

* 교신저자: hycho@kiost.ac.kr

Sentinel-1 SAR 이미지로부터 해상의 선박탐지를 위한 기계학습모델을 구축하기 위해서는 초기에 충분한 양의 데이터셋 생성이 요구된다(Huang et al., 2018). 일반적으로 해상교통데이터인 AIS와 SAR 이미지를 육안 비교하여 선박여부가 명확한 물표를 학습데이터로 생산하나, 이러한 방식은 충분한 학습데이터 확보에 장시간이 소요된다. 따라서 이 연구에서는 초기학습자료 없이 Sentinel-1 이미지로부터 선박을 탐지하는 방법을 제안하며, 해상교통데이터인 AIS, V-Pass와 SAR탐지와 위치 비교를 통해 학습데이터셋을 생성한다. 선박탐지는 이미지처리를 기반으로 하며 이미지 분할, 경향성 제거, 임계치 설정, 군집화 과정을 통해 효율성을 높인다. 제안된 방법을 이용하여 2018년 부산(46개 이미지)과 인천(52개 이미지) 해역에 대해 선박탐지를 수행하였으며, Sentinel-1으로부터 탐지된 AIS 및 V-Pass와의 연평균 매칭 성공률은 부산에서 AIS 87.03%, V-Pass 23.02%, 인천에서 AIS 77.32%, V-Pass 24.64%였다. 거제도 동측 해역의 이미지에 제안된 방법과 이동창기반 CA-CFAR알고리즘(Campbell et al., 1997)을 이용하여 선박탐지를 수행하였고 제안된 방법이 약 9% 높은 성능(매칭률)을 가진 것이 확인되었다.

사사: 본 연구는 해양경찰의 “위성연계 접경수역 선박 모니터링 및 분포 예측 체계 개발” 연구사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Huang et al. OpenSARShip: A Dataset Dedicated to Sentinel-1 Ship Interpretation. 2018.
2. Campbell J.W., Vachon P.W., Dobson F.W. The extraction of ocean surface information from SAR imagery. 1997.

[일반 세션 2]

GeoAI 생태데이터 활용

1. GEODATA, Open access and publishing in Korea
2. EcoBank를 활용한 생태 빅데이터의 공유 및 활용
3. 베트남 맹그로브숲 생태정보 구축 현황 및 생태분야 활용 가능성
4. 전국자연환경조사 자료를 활용한 국내 도서지역 담수어류 군집 특성 분석
5. 무인항공기 영상과 딥러닝 기법을 활용한 갯벌 표층 퇴적상 분류



GEODATA, Open access and publishing in Korea

김기동^{1,*}

1. 국립생태원, 생태응용연구실, 실장

* 교신저자: kidong@nie.re.kr

Open science라는 새로운 과학패러다임에 대한 권고안이 2021년 11월 UNESCO 총회에서 회원국 만장일치로 채택되었고, 이때 open access와 open data에 대한 구체적 조치 역시 정의되었다. 이는, Nature 학술지(Scientific Data, 2014.3. 창간)를 비롯한 전세계 유력 학술지들이 10여년 전 부터 open science를 지향하는 open access 출판물의 집약을 가속화하고, 연구자들 사이에서 연구데이터의 개방과 공유를 통해 연구효율성을 획기적으로 높일 수 있으며 다학제적 융합연구를 통한 학문발전이 매우 필요함을 적극 제기해온 노력의 결과이다.

2019년 11월, 국립생태원과 한국지질자원연구원, 한국해양과학기술원, 한국항공우주연구원, 극지연구소 등 5개 연구기관이 연구데이터의 공유와 활용을 위한 업무협약을 맺어 2019년 12월, 국내최초의 데이터 학술지인 GEO DATA 저널을 창간하였다. 지구과학 분야에서 자연적 혹은 인위적인 요인에 의해 급변하고 있는 지구 시스템에 대한 우리의 이해에 있어 연구데이터는 그 어느 때보다 중요하며 이를 통해 미래 예측을 가능하게 한다. 이러한 연구데이터의 중요성을 투영한 GEO DATA 저널은 지구과학분야의 데이터 조사·생산 기관인 한국지질자원연구원, 국립생태원, 한국해양과학기술원, 한국항공우주연구원, 극지연구소 등이 주도하는 개방형 지구과학 데이터 오픈 플랫폼으로서, 과학적 동료 심사를 포함하는 방식으로 과학, 연구 데이터를 출판하는 온라인 전용 학술지이다. GEO DATA 저널을 토대로 지구과학, 자연환경 분야에서 생산되는 데이터들을 공유하고 융합하여 데이터연구의 새로운 장을 열게 되었다. 현재, 국립생태원의 에코뱅크(nie-ecobank.kr)와 한국지질자원연구원의 GDR 시스템은 기관 특성에 부합하는 데이터 리파지토리(repository)로서의 역할을 수행하며 데이터 공유와 출판을 통한 활용 확대를 모색하고 있다. 에코뱅크의 경우, 매년 국내의 자연환경에 대한 9개의 현장조사 사업 결과인 약 100만건(관찰정보)의 데이터에 대하여 내부 데이터 표준과 품질관리 기준에 따라 정제하고 사업, 연도, 지역별로 구분된 891개 데이터셋에 DOI를 부여하여 데이터를 개방(출판)하고 있다. 또한, 개방된 데이터셋을 생물분야별로 구분, 정리하여 GEODATA 학술지에 투고할 수 있는 체계를 갖추어 데이터 개방에 의한 출판과 학술지 투고에 의한 데이터 출판을 손쉽게 할 수 있게 하였다.

명실공히 국내 최초의 연구데이터 학술지인 GEODATA 저널 창간 후 3년 이라는 짧은 시간



내에, 금번 한국연구재단의 KCI 등재후보 학술지로 선정된 쾌거는 대한민국 자연과학 연구 역사의 새로운 지평을 연 것이라고 자부 할 수 있다. GEO DATA 저널을 밑거름 삼아 국내 자연과학분야에서 지속적으로 생산되고 있는 방대한 양의 빅데이터를 정제, 표준화, 품질관리, 출판, 공유해야 하는 학문적, 제도적 기반이 마련되었으면 하며 이러한 노력을 토대로 국가 단위를 넘어서 전 지구적 변화관찰 연구와 정책마련이 반드시 수행되어야 할 것이다. 객관적이고 정량적인 데이터의 분석을 통해 정책을 이끄는 선도적인 연구를 하기 위해서는 지구환경분야 연구자들의 오픈 사이언스에 대한 의지가 강화되어야 하고 오픈 데이터를 향한 열린 마음이 자리잡을 수 있도록 각 기관과 연구자들에 대한 독려와 동기부여 체계가 마련되어야 할 것으로 생각된다.

사사: 본 연구는 환경부의 재원으로 국립생태원의 지원을 받아 수행되었습니다(NIE-고유연구-2022-01).



EcoBank를 활용한 생태 빅데이터의 공유 및 활용

이상훈^{1,*}, 김기동², 권용수¹, 신만석¹, 윤성수¹, 김목영³, 홍유진¹

1. 국립생태원, 생태응용연구실, 생태정보팀
2. 국립생태원, 생태응용연구실
3. 국립생태원, 기후생태연구실, 정책기획부

* 교신저자: sanghunlee@nie.re.kr

전 지구의 환경문제(기후변화, 질병, 외래종 확산 등)들을 해결하기 위해서는 시기와 위치기반으로 측정된 다양한 분야의 정보들의 기초 자료가 필요하다[1]. 이러한 이유로 현재 생물과 생태관련 분야 또한 정보화가 중요한 시점이다[2]. 국립생태원은 2013년에 설립되어 2014년부터 자체적 또는 환경부의 다양한 자연환경관련 국가 조사(연구 포함) 사업들을 수행하고 있다. 국립생태원은 전국자연환경조사, 내륙습지 정밀조사 등 전국단위의 동·식물상 현장조사자료와 이를 기반으로 한 자연환경종합 GIS-DB 구축 및 생태·자연도 등 다양한 생태분야의 원천 DB를 보유하고 있다. 이러한 연구·조사 사업들에서 생성된 생태 빅데이터를 공유할 수 있도록 국립생태원에서는 생태정보포털시스템(EcoBank)를 운영하고 있다[3]. EcoBank는 2019년 12월부터 정식서비스를 시작하였고, 2022년 9월부터 서비스를 확대·개편하였다. 확대·개편된 서비스는 크게 3부분으로, 첫째, 환경부 소속·산하기관 자연환경정보 통합 서비스를 개선·확대 하였다. 둘째, 일반사용자 편의성 강화를 위하여 모바일 서비스 기능을 개선하였다. 끝으로 웹접근성(정보통신접근성) 인증을 통해 사회적약자의 디지털정보 접근성을 강화하였다. 국립생태원은 EcoBank가 국내·외 생태 분야의 Open Science(오픈 사이언스) 확산에 기여 할 수 있도록 기대하고 있다.

사사: 본 연구는 환경부의 재원으로 국립생태원의 지원을 받아 수행되었습니다(NIE-고유연구-2022-01).

참고문헌

1. Hampton SE., et al. Big data and the future of ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11.3(2013): 156-162
2. Spengler SJ. Bioinformation in the information age. *Science* 287 (2000): 1221-1223
3. <https://nie-ecobank.kr>



베트남 맹그로브숲 생태정보 구축 현황 및 생태분야 활용 가능성

윤성수^{1*}, Tu Hoang Le², Nguyen Kim Loi²

1. 국립생태원, 생태정보팀
2. 농림대학교, 기후변화연구센터

* 교신저자: yssfran@nie.re.kr

맹그로브숲은 생물다양성 보전, 탄소저장, 홍수 저감 등 다양한 생태계서비스를 제공하기 때문에 기후변화 대응에 중요한 생태계로 주목받고 있다. 하지만 맹그로브숲의 낮은 접근성과 현장조사를 위한 연구 자금 부족은 맹그로브숲의 생태적 가치를 파악하는 데 필수적인 조사·연구 데이터의 확보를 어렵게 하고 있다. 본 연구는 람사르습지이자 유네스코자연보전지구로 선정된 베트남 까마우케이프 국립공원(Ca Mau Cape National Park, CMCNP) 맹그로브숲의 생태정보 구축 현황을 검토하여 체계적인 맹그로브숲 생태정보 공유 방안을 논의하고자 한다. 또한, CMCNP 맹그로브숲의 보전전략 수립을 위한 생태정보 활용 가능성과 향후 데이터 구축 방향을 제시하고자 한다.

최대우도 분류기법으로 Sentinel-2 및 Landsat 위성영상을 분석한 뒤 Google Earth 이미지와 현지조사 자료로 검증하여 CMCNP 맹그로브숲의 토지피복 자료를 구축했다. 또한, 베트남 산림 인벤토리 조사자료와 남부 생태연구소 수종 정보 등 현지 연구기관 자료를 활용하여 식재 여부, 수목연령, 숲 유형, 식재시기, 목재부피 등의 다양한 생태정보가 맹그로브숲 DB에 통합됐다. 베트남 정부의 적극적인 맹그로브숲 보전 정책을 통해 1995년 CMCNP 맹그로브숲 내륙면적의 40% 이상을 차지하던 농지가 2020년에 2%로 줄어든 것을 확인했다. 따라서, 기존에 개방된 위성자료와 함께 본 연구에서 수집된 토지피복, 수목부피, 수목연령 등의 생태정보를 활용하면 맹그로브숲 탄소저장량 변화 및 홍수 저감효과 추정 등에 유용할 것으로 보인다. 다만, 데이터 신뢰도 증진을 위한 구체적인 데이터 표준화 방안과 맹그로브숲의 생물다양성 증진 효과를 확인할 수 있는 추가적인 데이터를 확보하여 보다 효과적인 맹그로브숲 보전전략 수립에 기여할 수 있어야 한다.

사사: 본 연구는 국립생태원(NIE-B-2022-01)의 지원을 받아 수행되었습니다.



참고문헌

1. Author Surname Author Initial. Title. Year Published.
2. Author Surname Author Initial. Title. City: Publisher; Year Published:Pages Used. Available at: <http://Website URL>. Accessed October 10, 2013.
3. Author Surname Author Initial. Title. Year Published.



전국자연환경조사 자료를 활용한 국내 도서지역 담수어류 군집특성 분석

권용수^{1,*}, 신만석², 윤성수², 윤희남³

1. 국립생태원, 생태정보팀, 선임연구원
2. 국립생태원, 생태정보팀, 전임연구원
3. 국립생태원, 외래생물팀, 선임연구원

* 교신저자: kwonys@nie.re.kr

우리나라 섬의 대부분은 남해와 서해에 분포하며 독립적인 소하천으로 이루어져 있다. 그 결과, 섬의 하천에 서식하는 어류 군집은 내륙 및 다른 섬과 격리되어 독립적인 생태계를 이루고 있다. 이에 본 연구에서는 국립생태원 에코뱅크(<https://nie-ecobank.kr>)에서 제공하는 제3차 전국자연환경조사(2006년~2013년) 자료 중 담수어류가 서식하는 70개 섬을 대상으로 담수어류 다양성 및 군집 조성을 분석하고자 하였다. 본 연구에서 사용된 70개 섬에서는 총 11목 24과 80종의 어류가 식하는 것으로 나타났으며, 특히 강화도에서 36종의 담수어류가 조사되어 가장 높은 종 풍부도를 보였으며, 석모도(26종), 진도(26종), 제주도(26종), 거제도(26종) 순으로 높은 종 풍부도를 보였다. 또한 이들 70개 섬에 서식하는 어류 군집 특성과 지리학적 요인(예: 도서면적, 내륙까지의 거리)과의 관계를 분석하였다. 특히 담수어류 종 다양도가 높고 수생태계 건강성이 높은 섬들은 섬의 면적과 유의한 상관성을 보였으나, 섬에서 내륙까지의 거리는 종 다양성과 유의한 상관성은 나타나지 않았다. 이러한 결과는 본 연구가 섬하천 생물자원의 보전 및 복원 측면에서 하천생태계 관리전략 수립을 위한 기초자료로 활용될 수 있음을 시사한다.

사사: 본 연구는 환경부의 재원으로 국립생태원의 지원을 받아 수행되었습니다(NIE-고유연구-2022-01).

무인항공기 영상과 딥러닝 기법을 활용한 갯벌 표층 퇴적상 분류

김계림¹, 우한준², 주형태³, 정한철¹, 이승국⁴, 유주형^{1*}

1. 한국해양과학기술원, 해양위성센터
2. 한국해양과학기술원, 관할해역지질연구단
3. 한국해양과학기술원, 해양위성센터
4. 부경대학교, 지구환경시스템과학부

* 교신저자: jhryu@kiost.ac.kr

갯벌의 퇴적환경은 기후 변화 및 해안 개발로 인한 해류 및 조류에너지의 변화, 해수위의 변동 등의 작용으로 인해 지속적인 변화를 보인다. 갯벌 퇴적환경 변화에 대한 정확한 분석을 위해서는 퇴적물 분포에 대한 정확한 분석이 필요하다. 기존의 현장관측과 위성기반의 분석 방법은 공간적 대표성 결여에 따른 정확도의 불확실성을 가지기 때문에 고해상도 원격탐사의 활용이 필요하다. 따라서 본 연구는 무인항공기 자료로부터 표층 퇴적상 분류도를 생성하기 위해서 딥러닝 기반의 표층 퇴적상 분류에 대한 연구를 수행하였다.

갯벌 표층 퇴적상 분류를 위해 2015년부터 2020년까지 황도 갯벌에서 획득한 무인항공기 자료와 현장관측 자료에 의해 5가지 퇴적상과 가시광 광학반사도, 지형고도, 조류로 밀도 및 표면 질감 등 13가지 입력자료로 구성된 훈련자료를 구축하였다. 훈련자료는 입력자료의 조건을 다르게 하여 U-Net 알고리즘에 적용하였고, 입력자료 조건에 따른 분류 정확도 비교를 위해 confusion matrix 분석을 수행하였다.

그 결과 입력자료가 증가할수록 분류 성능이 향상됨을 확인하였다. 특히 조류로 밀도를 적용하였을 경우 분류 성능이 가장 많이 향상되었고 (OA : +12.9%, F1-score : +0.2), 이는 표층 퇴적물 분류 시 지형정보의 적용은 분류 정확도를 향상시키는데 효과적임을 나타낸다. 모델 생성 시 입력자료 영향 분석을 위해 SHAP value 분석을 통한 변수 중요도 및 상호작용 분석을 수행하였다. 조류로 밀도, 표면 질감, 지형도, 광학반사도 순으로 분류 기여도가 컸으며, 퇴적물 분류 시 조류로 밀도와 표면 질감 정보를 함께 사용할 경우 더욱 효과적임을 확인하였다.

이 연구를 통해 무인항공기 자료와 딥러닝 기법을 활용한 갯벌 표층 퇴적상 분류 방법을 분석함으로써 효율적인 입력자료 조건을 제시하고, 고해상도 표층 퇴적물 분류도를 생성함으로써 갯벌의 시공간적 변화 분석을 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대한다.

사사: 논문은 한국해양과학기술원 R&D 과제인 “원격탐사 시각데이터의 기계학습을 통한 갯벌의 생물/환경 공간정보 구축 기술 개발 (EA0015)” 사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

[특별 세션]

11월 17일(목)

9. 제주 해양생태환경 변화 연구	115
10. 북극빙권변화 정량분석을 위한 원격탐사연구	122
11. 아리랑위성의 해양 분야 활용	129
12. 토지피복 AI 학습데이터 구축 및 활용	138
13. 수자원위성 활용 최적화 기술(Closed Session)	145
14. GeoAI 공간정보 데이터 활용	150
15. 위성영상으로부터 GeoAI데이터 활용	162
16. 지질환경재해 분석을 위한 지질데이터 활용	171
17. AI 데이터 활용 지질 재해 관측	178
18. 지질자원 빅데이터 활용 및 지질자원 데이터 활용 경진대회	184
19. 원격탐사를 활용한 재난상황 모니터링 및 예측 기술	194
20. 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구-1	200
21. 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구-2	205
22. 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구-3	212
23. 천리안위성 2A/2B호 융복합 활용 연구 학생경진대회-1	218
24. 천리안위성 2A/2B호 융복합 활용 연구 학생경진대회-2	226
25. 원격탐사/AI 기반 갯벌 공간 정보 구축	233

[특별 세션 9]

제주 해양생태 환경 변화 연구

1. 제주 북부 해역 고주파 레이더 해류 자료를 이용한 자료동화 연구
2. Long-term fluctuations in the coastal ecosystem of Jeju Island
3. 제주 해역 아열대 해양생물 유입 모니터링을 위한 ARMS 분석 방법 연구
4. 제주 연안 파래 대발생 해역의 영양염 유입 특성
5. 제주 연안 파래 대발생 현황 분석
6. 제주 해양생태계 예방관리 플랫폼 구축 및 활용 기획 연구



제주 북부 해역 고주파 레이더 해류 자료를 이용한 자료동화 연구

권경만^{1,*}, 명성관², 최병주³

1. 한국해양과학기술원, 제주특성연구센터, 선임연구원
2. 한국해양과학기술원, 제주특성연구센터, 연구원
3. 전남대학교, 해양학과, 교수

* 교신저자: kkwon@kiost.ac.kr

고주파 레이더는 전파신호를 이용하여 넓은 지역의 표층 해류를 관측하는 장비로 한국해양과학기술원에서는 제주 북부 해역에 고주파 레이더를 김녕과 신업 두곳에 설치하여 현재 운영 중이다. 이 연구에서는 고주파 레이더 표층 해류 관측자료를 이용하여 해양순환 수치모델에 자료동화 방법을 제시하고 정확도를 비교 평가한다. 고주파 레이더 표층 해류를 자료동화하기 위하여 Regional Ocean Modeling System (ROMS)를 이용하여 제주해역 해양순환 수치모델을 구축하였으며, 초기 조건과 경계장은 Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) 전지구 해양 예측 모델을 내삽하여 사용했다. 바람, 대기압력, 일사량, 상대습도, 기온 등 대기외력장은 European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF, 유럽중기예보센터) 자료를 내삽하여 1시간 간격으로 수행하였다. 자료동화는 Ensemble Kalman Filter (EnKF, 앙상블 칼만 필터) 기법으로 고주파 레이더 표층 해류 관측자료를 3시간 간격으로 동화하였다. 자료동화 수행은 2020년 7월 1일부터 31일까지 수행되었으며 부이 관측자료와 고주파 레이더 관측자료를 이용하여 자료동화 전(FR)과 자료동화 후(DA) 결과를 비교 및 평가하였다. 관측한 표층 잔차류와 FR, DA의 표층 잔차류를 비교한 결과 상관계수(correlation)가 u 는 각각 0.42, 0.50이며 v 에 대하여 각각 0.36, 0.45로 자료동화 후 잔차류가 개선되었다. 고주파 레이더 관측자료를 동화하여 향상된 해양순환 수치모델의 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

사사: 본 연구는 한국해양과학기술원 주요과제(생지화학 순환 및 해양환경 변동 연구, PEA0012)의 지원을 받아 수행되었습니다.

Long-term fluctuations in the coastal ecosystem of Jeju Island

박상울^{1,2,*}, 최선경³, 강윤희⁴

1. 제주대학교, 해양생명과학과, 하구 및 연안생태학 연구실, 교수
2. 제주대학교, 기후변화대응센터, 센터장
3. 제주대학교, 해양생명학과, 박사후연구원
4. 제주대학교, 지구해양과학과, 박사후연구원

* 교신저자: srpark@jejunu.ac.kr

제주 연안은 우리나라 연안의 해양생물종의 30~40%가 서식하고 있는 것으로 파악되었으며, 해양보호구역과 생물권보전지역으로 설정되어 보호받고 있다. 그러나 제주도는 세계에서 가장 빠르게 기후변화가 진행되는 곳으로 해양생물군집에 큰 변화가 발견되고 있다. 이번 연구는 장기적인 모니터링을 통해 제주 연안의 조하대와 조간대 해역에서 해양저서생물군집 변동에 대해서 조사하였다. 제주 연안 조하대에서 대형갈조류와 산호는 서로 경쟁관계에 놓여 있으며, 대형갈조류는 기후변화로 인한 수온 상승과 태풍과 같은 대형교란현상으로 생존과 성장에 큰 피해를 받고 있어 점차적으로 감소하였다. 대형갈조류의 감소로 형성된 빈 공간을 산호가 빠르게 착생하여 산호가 우점하는 생태계로 변동하고 있다. 따라서 제주 연안 조하대는 대형갈조류 우점 생태계에서 산호 우점 생태계로 변동되고 있다. 지난 30여년동안(1985-2015) 진행된 조간대 해양생물군집 연구에서, 제주 연안 조간대는 대형갈조류 우점 생태계에서 소형 홍조류 우점 생태계로 변화하는 것으로 나타났다. 소형 홍조류의 증가로 해조 종의 수는 증가하는 것으로 나타났으나, 특정 종의 증가로 인해 종 다양성 지수는 점차적으로 감소하였다. 이는 기후변화가 진행됨에 따라 제주 연안 조간대 생산성이 감소되고 있음을 의미하며, 조간대 생태계 군집에 큰 변화를 예고한다.

사사: 본 연구는 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220559, 기후변화에 따른 해양생태계 반응·변화 연구)

제주 해역 아열대 해양생물 유입 모니터링을 위한 ARMS 분석 방법 연구

양현성¹, 김현욱², 이경태¹, 김태훈¹, 김태호¹, 윤건택³, 강도형^{1,*}

1. 한국해양과학기술원, 제주연구소
2. 한국해양과학기술원, 동해연구소
3. 저서생물연구센터, 책임연구원

* 교신저자: dohkang@kiost.ac.kr

Autonomous Reef Monitoring Structures (ARMS)는 열대해역 복잡한 산호초 지역의 서식처 파괴를 최소화 하며 설치 지역의 해양생물다양성을 관찰하기 위해 개발된 표준화/정량화한 모니터링구조물이다. ARMS는 열대 산호초 해역에 먼저 설치하여 활용 가능성이 이미 검증되었고, 최근에는 유럽 및 극지방에 설치해 암반 생태계 모니터링에도 적합한 것을 확인 하였다. 지구 온난화로 우리나라 주변해역의 수온은 지속적으로 상승하는 추세이며, 수온상승폭은 전 세계적으로 가장 높은 것으로 확인되고 있다. 제주도는 우리나라 기후변화의 전초기지로 일부 지역에서는 수온상승에 따른 산호류의 경쟁 우위 현상 및 아열대생물 유입이 관찰되고 있다. 이러한 기후변화의 가속도로 인해 저위도 아열대 해양생물의 북상과 유입 증가는 우리나라 주변 서식 생물들의 생태학적 지위 변화를 야기할 수 있다. 해양생태계의 서식지 변화는 미래 수산자원의 이동과 매우 밀접한 관련이 있어 제주 해역의 아열대 해양생물 유입 모니터링은 수산자원학적 측면에서 매우 중요하다. 최근 기후변화 연구에서 관측 및 모니터링, 예측 최적화를 위해 다양한 분야에서 빅데이터를 활용한 연구가 수행되고 있다. 해양관측 및 환경인자 데이터베이스 구축에 비해, 해양생태계조사 데이터는 지속적인 생태정보를 축적하기에는 현재 부족한 실정이다. 따라서, 우리나라 기후변화의 전초기지인 제주 해역에서의 아열대 해양생물의 출현, 정착, 서식 및 이동 과정을 파악할 수 있는 해양생물다양성 자료의 체계적인 확보가 필요하다. 이에 급속도로 변화하고 있는 제주도 주변 해양생물다양성의 장기적인 변화를 관찰하기 위한 모델로 ARMS를 활용하고, 신속한 객체탐지를 위해 딥러닝 기술을 접목하는 연구를 시도해 보고자 한다. 이를 완성하기 위해서는 국내 해양생물다양성의 표준화된 데이터베이스 구축과 아열대 기후변화 연구의 머신러닝, 딥러닝 기반의 해양환경 및 생물 상관성, 군집구조, 객체탐지 및 분류 등의 빅데이터 활용 기술 배양도 함께 병행해야 할 것으로 판단된다.

사사: 본 연구는 한국해양과학기술원 주요과제(PEA0056)의 지원을 받아 수행되었습니다.

제주 연안 파래 대발생 해역의 영양염 유입 특성

이태희¹, 권순열², 박상률³, 최선경⁴, 손영백^{5,*}

1. 한국해양과학기술원, 제주특성연구센터, 연구원
2. 한국해양과학기술원, 제주특성연구센터, 기술원
3. 제주대학교, 해양생명과학과, 교수
4. 제주대학교, 해양생명과학과, 연구교수
5. 한국해양과학기술원, 제주특성연구센터, 센터장

* 교신저자: sonyb@kiost.ac.kr

제주 해역은 우리나라에서 기후변화의 영향을 가장 빨리 받는 해역으로 아열대화가 진행되고 있고, 최근 연안 오염물질 증가, 자원감소, 어장 피해 및 생태계 교란이 빈번하게 발생하고 있다. 제주 연안에는 매년 갈파래류(*Ulva sp*)가 대번성하는 녹조가 발생하여 연안생태계에 심각한 영향을 주고 있고, 연안 어업 및 관광산업에도 심각한 피해를 주고 있다. 제주 연안에는 자연적으로 영양염을 공급하는 담지하수의 유입량이 많고, 육상양식장으로부터 인위적인 고농도의 영양염이 공급되고 있다. 제주 신양리 해역과 신흥리 해역은 녹조가 빈번하게 발생하는 대표적 제주 해역으로 입구가 좁은 만 형태를 갖추고 있고, 주변 양식장으로부터 배출수가 유입되고, 담지하수가 유입되는 공통점을 갖고 있다. 또한 만의 입구는 방파제 건설로 인하여 더 협소해져 있어 만 내 해수의 순환이 원활하지 못한 해역이다. 신양리 해역은 만의 서쪽과 동쪽이 큰 차이를 보이고 있는데 만의 서쪽에서 양식장 배출수 및 담지하수가 주로 유입되고 있고 방파제가 서쪽을 막고 있어 해수의 흐름이 동쪽에 비해 느린 것으로 보인다. 그래서 신양리 해역 서쪽이 동쪽에 비해 영양염의 농도가 높고 녹조가 더 빈번하게 발생하고 있다. 반면 신흥리 해역은 만의 안쪽에서 바깥으로 갈수록 영양염의 농도가 낮아지는 경향을 보이는데, 외부 유입원에 따라 각 영양염의 농도는 차이를 보이고 있다. 담지하수가 주로 유입되는 곳에는 질산염과 규산염의 농도가 가장 높게 나타나고, 양식장 주변에서는 암모니아의 농도가 가장 높게 나타나며, 하수가 유입되는 곳에서는 인산염의 농도가 가장 높게 나타나고 있다. 신흥리 해역에서 녹조가 가장 많이 발생하는 해역도 만의 안쪽지역으로 영양염의 농도 분포와 유사한 것으로 판단된다.

사사: 본 연구는 한국해양과학기술원 주요사업(PEA0012)의 지원을 받아 수행되었습니다.

제주 연안 파래 대발생 현황 분석

손영백¹, 권경만¹, 권순열¹, 명성관¹, 박상율², 이태희^{1,*}

1. 한국해양과학기술원, 제주연구소
2. 제주대학교 해양생명과학과

* 교신저자: thlee@kiost.ac.kr

제주 주변 바다는 전 세계 해양에서 지난 30년 동안 가장 빨리 온난화가 진행된 5개 지역 해 중 하나로 분류되고 있을 뿐만 아니라(>2°C), 미래에도 지속적으로 수온이 상승할 것으로 예측되고 있는 지역해 중 하나이다. 현재 제주 바다는 기후변화에 대한 취약 해역으로 변화되고 있고, 더불어 산업화에 의한 오염이나 부영양화의 영향으로 제주를 포함한 주변 바다는 심각한 해양생태계 변화가 나타나고 있다. 특히 제주 연안은 유해생물의 대량 출현 및 아열대/열대생물이 유입되면서 많은 지역에서 번성하고 있다. 제주 해양생태계는 우리가 알지 못하는 이상 현상들이 계속 발생하면서 해양자원 및 수산업 분야에서 위기가 현저하게 나타나고 있는 지역으로 변화되고 있다. 특히, 갈파래과의 *Ulva*속 해조류는 전 세계적으로 해양의 녹조 대발생(green tide)의 대부분을 차지 하고있으며, 해양생태계 및 연안환경오염에 원인이 되고 있다. 해양 레저 및 관광자원으로써 해양의 측면에서 해조류의 대량 번식과 폐사는 악취를 유발하고 자연경관을 해쳐 큰 피해를 주고 있다. 제주지역은 구멍갈파래(*U. australis*), 가시파래(*U. prolifera*), 큰갈파래(*U. ohnoi*), 참갈파래(*U. lactuca*), 잎파래(*U. linza*)가 대발생의 주요 종으로 알려져 있다. 본 연구는 제주연안 조간대의 *Ulva*속 해조류의 분포를 알아보기 위하여 제주 서부의 한수리, 신창, 북부의 함덕, 김녕, 동부의 종달리, 신양리 방두만, 하도리, 신흥리, 김녕, 함덕, 시흥, 토끼섬을 선정하여 2019년 후반부터 현재까지 월별 사리 간조 때 드론으로 촬영하여 분석에 이용하였다. 촬영사진은 GPS 좌표 정보를 기반으로 합성, 조간대부분만 나타나게 마스킹하고 객체분류하여 분포 면적을 분석하였다

사사: 본 연구는 한국해양과학기술원 주요과제(생지화학 순환 및 해양환경 변동 연구, PEA0012)의 지원을 받아 수행되었습니다.

제주 해양생태계 예방관리 플랫폼 구축 및 활용 기획 연구

손영백¹, 이태희¹, 오철홍¹, 허수진¹, 김형직¹, 강도형^{1,*},

1. 한국해양과학기술원, 제주연구소

* 교신저자: dohkang@kiost.ac.kr

제주도 연근해는 전세계 해양에서 지난 30년 동안 가장 빨리 온난화가 진행된 5개 지역해 중 하나로 분류되고 있을 뿐만 아니라 다양한 지역오염원 노출에 의한 연안의 심각한 부영양화가 진행되고 있다. 더불어 한반도 주변의 쿠로시오-대마난류 권역은 세계적으로 수온상승률이 가장 높을 뿐만 아니라 기후변화에 대한 취약 해역이다. 특히 제주는 외래기원 유해생물(해파리, 갯생이모자반 등) 대량 출현 및 아열대/열대생물의 유입 및 서식으로 생태계 이상 현상이 지속적으로 감지되고 있어 해양수산 분야의 위기가 현저하게 나타나고 있는 지역이다. 따라서 제주도 주변 해역의 해양환경 및 생태계 변화의 전반적인 양상을 자료화하고 예측할 수 있는 미래지향적 연구뿐만 아니라 유입 해양생물의 인체 위험성 및 자원학적 활용 연구 또한 필요한 실정이다.

결론적으로, 기후변화 및 해양환경변화에 따른 제주 해양생태계 및 해양환경 대변화에 대응을 위한 예방관리 플랫폼 구축 및 활용을 위해서는 1)제주 연안 해양생태계 및 해양환경 현황 분석과 문제점 도출, 2)다중인자융합 모델링 기술을 이용한 저감 방안 기술 개발, 3)대량 발생 해양생물의 다목적 활용 바이오 소재화 기술 개발 등이 필요하다. 이에 본 기획연구에서는 “제주 해양 생태환경 예방관리 플랫폼 구축 및 활용”을 위해 관련 국내외 최신 연구동향과 기술 수준 분석을 통해 기술개발 추진분야를 도출하여 중점 추진 과제를 제시하고자 한다.

사사: 본 연구는 한국해양과학기술원 주요과제(생지화학 순환 및 해양환경 변동 연구, PEA0012)의 지원을 받아 수행되었습니다.

[특별 세션 10]

북극빙권변화 정량분석을 위한 원격탐사연구

1. 소형 무인기 기반 그린란드 러셀 빙하 변이 관찰 연구
2. Is primary production in the Antarctic polynya system declining?
3. 수동마이크로파 위성 자료를 이용한 여름철 북극 해빙의 두께 산출
4. 영상레이더 기반 전북극해 고해상 해빙 이동 지도 산출 연구
5. 극지 위성자료 수집 및 모니터링 시스템 개발 현황

소형 무인기 기반 그린란드 러셀 빙하 변이 관찰 연구

정용식¹, 김현철^{1,*}, 이성재¹, 김승희¹

1. 극지연구소, 원격탐사빙권정보센터

* 교신저자: kimhc@kopri.re.kr

지구 온난화로 인한 온도 상승에 따라 북극 지역에 분포하고 있는 빙하의 용융 가속화 현상은 자연과학 전 분야에서 큰 이슈로 대두되고 있다. 일반적으로 빙하 변화/변이를 모니터링하기 위한 위성 기반 원격 탐사는 광학/레이더 센서를 사용하여 수행되어왔다. 최근 활용도가 높아지고 있는 소형 무인기체(sUAV)는 상세한 공간 정보를 제공할 수 있는 모니터링 기술력으로써 적용 및 기대되고 있으며, 위성정보 플랫폼과 비교하여 유연한 비행 일정 설정, 비용 대비 효율성, 지역적 초고해상도 3차원 측량 및 지형공간정보 획득 등의 측면에서 유리한 장점을 가진다. 본 연구에서는 그린란드 Kangerlussuaq 인근에 위치하고 있는 Russell Glacier 말단부를 대상으로, sUAV 기반의 지리적 변화를 감지하고, 그 효율성을 평가하였다. sUAV 자료는 2022년 6월에 획득한 자료를 기반으로 하였으며, LiDAR 센서를 탑재한 sUAV 비행을 통해 획득된 자료에 해당한다. 획득한 자료는 GPS, GLONASS, BeiDou 및 Galileo에서 정밀하게 신호를 수신하는 고성능 GNSS 수신기로부터 제공받은 위치정보를 기반으로 하여 입력 및 수집되었다. 각 자료로부터 고해상도 포인트클라우드를 기반으로 하는 Digital Surface Model (DSM)을 구축하였다. 더불어 과거 대비 변화를 분석하기 위해 2018년 7월 위성 레이저 고도계 자료를 기반으로 제작된 ArcticDEM을 비교 자료로 활용하였다. 수치모형을 기준으로 비교를 수행한결과, 약 최대 90 m의 고도 변이 차이를 나타냈다. 광학위성영상으로부터 확인되었던 빙하선이 급격히 후퇴하는 북부 및 남부 지역 빙하표면과 더불어 빙하벽을 따라서도 큰 변이차이를 보였다. 이와 같은 결과는 지속적인 무인기 기반 빙하 모니터링을 수행했을 때, 매우 미세한 감지를 바탕으로 추정된 지역적 연간 빙하 감소량 및 속도를 추정하는데 활용될 수 있을 것으로 판단하며, 대기/기후 변화 요인과의 인과관계를 규명에 있어 근거자료로 이용될 수 있을 것으로 사료된다. 더불어 위성영상 기반 산출물의 지역적 검증자료로써 활용될 수 있을 것으로 기대한다. 추후 더 낮은 고도에서의 촬영, 고중첩률, 다양한 촬영각도를 적용한 무인기 기반의 공간정보의 획득이 이루어져야 할 것으로 판단되며, 계절적 영향에 따라 본 연구지역의 DSM 구축에 있어 일관성의 오류가 발생할 수 있으므로 이를 고려한 공간적 규명이 이루어져야 할 것으로 생각한다.



GAIDAS Fall Meeting 2022

사사: 이 논문은 2022년도 대한민국 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 국제협력사업의 연구결과임(PN22070).



Is primary production in the Antarctic polynya system declining?

박진구¹, 김정훈², 최장근³, 이성재⁴, 김현철^{5,*}

1. 극지연구소, 원격탐사빙권정보센터, 선임연구원
2. 극지연구소, 생명과학본부, 책임연구원
3. 뉴햄프셔대학교, 지구과학과, 박사후연구원
4. 극지연구소, 원격탐사빙권정보센터, 기술원
5. 극지연구소, 원격탐사빙권정보센터, 센터장

* 교신저자: kimhc@gmail.com

Over the past few decades, Primary production in Antarctic polynyas has been consistently changed due to synoptic and local forcings, such as changes in sea ice caused by climate variability, thereby profoundly modulating the Antarctic marine food web and biogeochemical cycles. Despite the importance of primary productivity, information on how it has changed and where it is going is still lacking. Here, we analyzed long-term temporal variation and trends in primary productivity within the Antarctic polynya system to answer the following questions: How has primary productivity in the polynya system changed? What environmental factors are mainly associated with these changes? Our results show that primary productivity within most of the Antarctic polynya system significantly declined from 1997/1998 to 2019/2020 in the austral spring and summer. These declines could be mainly explained by the surface cooling in the Antarctic coasts and the nonlinearly reduced light availability of phytoplankton, induced by increasingly weakened initial light intensity incidents at the top-of-atmosphere, including partial cloud effects.

사사: This work was supported by Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion(KIMST) grant funded by the Ministry of Oceans and Fisheries (KIMST 20220547).

수동마이크로파 위성 자료를 이용한 여름철 북극 해빙의 두께 산출

김종민, 김현철*

극지연구소, 원격탐사빙권정보센터

* 교신저자: kimhc@kopri.re.kr

북극의 여름철 해빙 두께는 기후변화로 인한 북극 환경의 변화 분석의 핵심 변수임에도 불구하고, 해빙이 용융하면서 발생하는 표면의 현저한 불균질성으로 인해 원격탐사를 통한 산출이 극도로 제한되어 왔다. 본 연구에서는 이러한 배경에서 발생하는 여름철 해빙 두께 관측자료 결핍을 해소하고자 넓은 시공간 관측 범위를 가지는 수동마이크로파 위성 자료를 활용한 북극 전역의 일간 해빙 두께 산출 기법을 개발하였다. 이를 위해 가장 긴 기간동안 꾸준히 수행되고 있는 현장 관측 자료 중 하나인 BGEP의 상방조사음파(ULS) 해빙두께 자료와 수동마이크로파 위성센서 AMSR(Advanced Microwave Scanning Radiometer) 2의 밝기온도 자료를 연관시켜 특성을 조사하였다. 그 결과, 해빙이 용융하는 기간 사이에는 해빙 두께와 AMSR2 밝기온도 간에 뚜렷한 상관관계가 있음을 확인하였다. 연구 대상 기간인 해빙 용융기간을 정확히 판정하기 위해, 선행 연구결과들의 해빙 용융의 시작점(melt onset date)¹와 종료점(melt end date)² 결정 알고리즘이 적용되었으며, 정해진 두 점 사이의 용융 기간동안의 AMSR2 밝기온도와 BGEP ULS 해빙두께의 관계를 비교하여, 회귀식을 결정하고 회귀계수를 계산하였다. 선행 연구에서 산출한 겨울철 해빙 두께³를 초기 조건으로 하여 해빙 용융기의 일간 두께를 산출한 결과, 추정된 북극 해빙두께 분포는 여름철 해빙 두께 감소 양상을 성공적으로 재현하였으며, 다른 ULS 자료나 부이 현장관측 해빙 두께 자료와 비교하였을 때도 좋은 상관성을 보였다.

참고문헌

1. Drobot, S. D., & Anderson, M. R. (2001). An improved method for determining snowmelt onset dates over Arctic sea ice using scanning multichannel microwave radiometer and Special Sensor Microwave/Imager data. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 106(D20), 24033-24049.
2. Comiso, J. C. (1995). *SSM/I sea ice concentrations using the bootstrap algorithm* (Vol. 1380): National Aeronautics and Space Administration, Goddard Space Flight Center.
3. Kim, J. M., Sohn, B. J., Lee, S. M., Shi, H., Kwon, Y. J., Kim, S. W., & Kim, H. C. (2022). The estimation of the total freeboard of Arctic sea ice in winter using passive microwave satellite measurements. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*.



영상레이더 기반 전북극해 고해상 해빙 이동 지도 산출 연구

박정원^{1,*}, 김현철¹

1. 극지연구소, 원격탐사빙권정보센터

* 교신저자: jeong-won.park@kopri.re.kr

해빙 감소와 북극항로 개발 추진에 따라 고해상도 및 실시간으로 해빙의 상태를 파악해야 할 수요가 늘고 있다. 해빙 이동은 통상 위성 수동 마이크로파 방사계나 능동 마이크로파 산란계에 의해 측정되어 왔으나, 이들이 가진 공간해상도의 한계로 인해 아직 그 분해능은 25 km 수준에 불과하다. 반면 위성 영상레이더(SAR) 원본 자료는 수~수십 m의 높은 공간해상도를 가지며, 단점인 상대적으로 낮은 시간해상도는 복수의 이종 센서들을 조합하여 활용함으로써 극복 가능하다. 유럽의 코페르니쿠스 해양환경 모니터링 서비스(CMEMS)는 최초로 Sentinel-1A/1B를 활용한 10 km급 해빙 이동 지도를 산출하고 있으나, 이는 종래의 25 km급 해빙 지도에 비해 큰 이점이 없는 상태이다. 이 연구에서는 CMEMS와 마찬가지로 Sentinel-1A/1B 위성자료를 활용하되, 1) 보다 진보된 해빙 이동 추적 기술을 적용하여 그 성능을 비교 평가하고, 이를 바탕으로 2) 극지연구소 고유의 2 km급 산출물을 개발하며, 3) 이 고유산출물을 통해 향후 분석 가능한 여러가지 활용분야를 소개한다.

사사: 본 연구는 극지연구소 기관고유사업 “북극 빙권변화 정량 분석을 위한 원격탐사 연구 (PE22040)”의 지원을 받아 수행되었습니다.



극지 위성자료 수집 및 모니터링 시스템 개발 현황

이성재¹, 김현철^{1,*}

1. 한국해양과학기술원 부설 극지연구소, 원격탐사빙권정보센터

* 교신저자: kimhc@kopri.re.kr

다양한 인공위성이 발사되는 현재는 위성자료를 활용한 전 지구적인 탐사가 가능하며, 지구 관측을 위한 위성정보 분석 및 활용의 중요성이 부각되고 있다. 특히 접근의 제약이 따르는 극지방의 환경 및 지질, 해양 등의 연구를 위해서는 원거리에서 탐사가 가능한 원격탐사자료 활용이 매우 절실한 상황이다. 극지연구소 원격탐사빙권정보센터에서는 극지연구에 필요한 위성데이터의 수집 및 연구환경을 구축하고, 연구 산출물로 개발되는 부가자료들의 체계적인 관리를 위하여 '극지 위성자료 수집 및 모니터링 시스템 (STAR Archive System)'을 구축하였다. 해당 시스템은 웹기반으로 개발되었으며, 주요 기능으로는 3차원 공간정보 가시화 및 메타데이터, 썸네일 이미지를 확인할 수 있게 하여, 국내외 위성을 운영하는 기관에 따라 제공되었던 극지 위성자료를 하나의 사이트에서 효율적으로 검색하고 활용할 수 있다. 한국항공우주연구원(KARI)의 아리랑위성(KOMPSAT-2, 3, 3A, 5)을 포함한 Sentinel-1(ESA), Suomi-NPP(NASA), Landsat(USGS), 해빙농도자료(NSIDC) 등 다양한 극지연구에 활용자료를 구축하고 있다. 또한 북극과 남극 해양의 연구항해를 담당하고 있는 쇄빙연구선 아라온호의 안전운항을 위한 위성자료 및 해빙정보를 제공하여 항해에 필요한 항로결정 자료로 활용할 수 있도록 지원하고 있다. 극지 원격탐사연구에 다양한 역할을 하고 있는 '극지 위성자료 수집 및 모니터링 시스템'을 통하여 연구자의 위성정보 활용을 촉진시키고, 다양한 활용분야 개척에 도움이 될 것으로 기대하고 있다.

사사: 본 연구는 한국해양과학기술원 부설 극지연구소의 쇄빙선 극지 안전운항 해빙자료 지원 시스템(E422250) 및 북극 빙권변화 정량분석을 위한 원격탐사연구(PE22040) 연구과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

[특별 세션 11]

아리랑위성의 해양 분야 활용

1. 해양 감시를 위한 위성정보 동향 및 활용
2. GeoAI 데이터를 이용한 해양 모니터링의 현재와 미래
3. 위성정보를 이용한 해양선박분류 연구
4. 고해상도 객체정보 학습자료의 저해상화에 따른 가시성 저하 판정
5. 딥러닝을 이용한 KOMPSAT-5 영상 기반 선박 분류 초기 실험



해양 감시를 위한 위성정보 동향 및 활용

전태균^{1,*}, 백민영², 류정원², 서민석², 김은빈², 최예지²

1. ㈜에스아이에이, 대표이사실, 대표이사
2. ㈜에스아이에이, 인공지능연구소

* 교신저자: tgjeon@si-analytics.ai

해양감시 분야는 위성활용 분야에서 주요 위성 데이터만으로도 다양하게 활용되던 대표적인 분야이다. 크게 조업 감시, 해양 보호, 오염원 탐지, 국경 감시 등 구체적인 활용분야로 적용되고 있다. 대부분의 서비스가 근실시간에 가까운 감시 능력이 요구되며 다양한 지구관측 데이터와 외부 신호 및 정보가 융합되어 서비스를 이루게 된다 [1].

해양감시는 크게 정부 수요를 중심으로 각 지역/국가 해양 관리조직 수요가 대표적이며, 몇몇 국가는 해양감시를 국방부 산하의 조직에서 담당하여 위성 데이터를 기반으로 특화된 수요를 나타내고 있다. 앞서 언급된 많은 활용 분야가 있지만, 대표적인 분야는 해안 감시이다. 이를 위해 AIS, 선박정보, 선박이동궤적 등 다양한 정보들을 융합하여 감시가 이루어지고 있으며, 고해상도, 저해상도 SAR 위성데이터, 광학 위성 데이터, RF 위성 데이터의 조합이 최근 활발히 발전하고 있다.

활용가능한 데이터 측면에서, AIS는 신호 누락 및 신호 밀집 지역에서 손실로 인해 선박을 놓치는 경우가 종종 발생하는 문제가 나타난다. 저해상도 SAR 위성 데이터는 광역을 탐지 가능하나, 촬영 재방문 주기 및 소형선박의 감시가 어렵다는 단점을 갖고 있다. 고해상도 SAR 위성 데이터는 선박 탐지, 분류, 인식까지 정밀한 판단에 도움이 되나, 제공가능한 위성의 종류가 한정되어 있으며, 특정 지역에 대해 다양한 시간대로 구성하기 어렵다는 단점이 존재한다. 고해상도 광학 영상도 주기적인 영상 취득이 어렵다는 단점이 존재한다. 모든 데이터를 조합하는 감시프로그램의 기획이 굉장히 중요하며, 각 데이터의 촬영 이후 전달까지의 시간이 굉장히 중요한 요소이며, 유럽해상안전청은 유럽의 배타적경제수역 (EEZ) 2700만 km²를 담당하고 있어 위성을 활용한 것이 대표적인 수단이며 통상 1시간~3시간 규모의 데이터 근실시간 수집 및 처리 분석 능력을 요하고 있다. 우리나라의 관할해역은 영해와 배타적경제수역 (EEZ)를 포함하여 43.8만km²로 유럽의 1.5% 수준이지만, 주위 경계국가의 특성상 면적비율만으로 따지기 힘든 지리적 중요성을 지니고 있다.

해양 감시를 위한 위성 데이터 면에서 자국만을 위한 데이터 생산을 위한 위성 운영은 경제적으로 따지면 면적대비 막대한 비용이 필요하다. 유럽연합은 다국가를 위한 프로그램을 공동



으로 운영하고 있으며, 이런 위성프로그램과 데이터를 바탕으로 북미, 아시아 지역의 여러 국가들이 서비스의 확대 활용 지역으로 운영되고 있는 실정이다. 위성정보 활용은 그 기술 자체 뿐만 아니라, 위성 데이터에 굉장히 의존적인 산업이며 독자적인 기술개발이 완료되었다고 하더라도, 서비스를 운영할 수 있는 데이터가 충분치 않다면 서비스가 힘든 연결성을 지니고 있다. 현재 국내에서 계획하고 있는 위성 프로그램만으로는 근실시간 전체 해안면적에 대한 해양감시가 이루어지기 힘들며, 활용 기술 개발과 더불어 데이터 확보 및 다국가 데이터 협력 등 정책적인 분야에도 많은 관심과 노력이 필요하다.

참고문헌

1. Earth Observation Data & Services Market: Euroconsult. 2021. p. 67-69.



GeoAI 데이터를 이용한 해양 모니터링의 현재와 미래

양희인^{1*}, 홍성재²

1. (주)컨텍, 스페이스스튜디오팀, 팀장
2. (주)컨텍, 스페이스스튜디오팀, 주임연구원

* 교신저자: heein.yang@contec.kr

해양 상황정보는 항만 뿐만 아닌 인근해역의 정보의 집합으로 언제 발생할지 모르는 이벤트에 대비하여 꾸준한 모니터링이 요구된다. 지구관측 인공위성은 넓은 지역의 영상을 주기적으로 관측할 수 있는 장점을 가지고 있기 때문에 해양 상황정보의 취득에 가장 적합한 도구로서 사용되고 있다. 인공위성 영상은 광역 정보를 포함하고 있으며 궤도의 안정성 덕분에 광학 뿐만 아니라 Synthetic Aperture Radar(SAR) 센서 또한 높은 품질의 영상을 제공한다.

그러나 인공위성이 일정 궤도를 따라 미션을 수행하더라도, 특정 위치에 존재하는 대상의 영상을 취득하려는 경우 위성이 자세기동을 하여 Tilt Angle이 크게 차이나는 영상을 취득하게 된다. 이러한 경우, 동일한 대상의 영상을 취득하더라도 객체의 모습이 다르게 나타나게 되어 객체 인식 및 변화 탐지 딥러닝 모델의 낮은 성능을 야기하는 원인이 될 수 있다. 해당 현상은 도심지에서 더 큰 영향을 미치지만, 항만 시설의 영상 또는 SAR를 이용한 관측 등의 해양 활용에 역시 영향을 미칠 수 있다.

또한, 인공위성 영상 내에는 상당히 많은 수의 객체가 존재하고 각 객체의 크기는 몇 픽셀에 지나지 않기 때문에 이를 딥러닝 등에 사용하는 경우, 다양한 전처리가 요구된다.

본 발표에서는 인공위성 영상을 이용하여 해양 모니터링에 활용하는 경우 고려해야 할 사항과 현업에서 수요자의 요구를 분석한 결과, 그리고 현재 제공되고 있는 솔루션 및 앞으로 해양 모니터링 분야에서 필요한 솔루션에 대하여 소개한다.

위성정보를 이용한 해양선박분류 연구

이광재^{1*}, 장재영², 이승재², 오관영², 채성호²

1. 한국항공우주연구원, 위성활용부, 책임연구원
2. 한국항공우주연구원, 위성활용부, 선임연구원

* 교신저자: kjlee@kari.re.kr

해양을 접하고 있는 국가는 해양에서 발생 가능한 각종 사고, 해양안보, 어업활동 등과 관련한 상황파악을 위해 종합적인 해양상황인식(Maritime Domain Awareness: MDA) 체계를 필요로 한다. 해상 및 공중 등에서 획득한 통신, 영상정보 등은 MDA 체계 구축에 있어 중요한 자원이며, 특히 고해상도 위성영상은 해양 선박 탐지 및 해양오염 관측 등에 있어 효율적으로 활용될 수 있다. 우리나라에서 발생한 해양사고는 '21년 기준 총 2,720건으로 전년대비 약 14%가 감소하였으나, 사고 선박 수는 3,000 척이 넘는다[1]. 대부분의 해양사고는 어선에서 발생하나 비어선(화물선, 유조선 등)에서도 지속적으로 사고가 발생하고 있다. 우리나라는 해양에서의 안전한 선박 항행을 모니터링하기 위해서 AIS(Automatic Identification System) 및 V-Pass 정보를 사용하고 있으나, 이들 정보로도 관측되는 않는 일부 선박들이 존재하기 때문에 다양한 영상정보와의 결합을 통한 모니터링 요구된다. 최근 인공지능 기술의 급격한 발달로 인해 딥러닝(deep learning) 기반의 객체 탐지 연구가 활발히 진행되고 있으며, 해양 선박에 대한 객체 탐지 및 분류에도 딥러닝 기술이 다양하게 적용되고 있다[2-3]. 한국항공우주연구원에서는 아리랑위성 광학 및 SAR 영상자료를 이용하여 해양 선박을 분류하기 위하여 AIS 정보를 이용하여 관심 선박에 대한 학습 데이터를 구축하고 다양한 영상자료를 이용하여 선박 분류 실험을 수행하고 있으며, 본 논문에서는 현재까지 진행된 연구결과에 대해서 논하고자 한다.

사사: 본 연구는 '위성연계 접경수역 선박 모니터링 및 분포 예측 체계 개발' 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. <http://www.index.go.kr>. Accessed October 7, 2022.
2. Ma, J., Z. Zhou, B. Wang, H. Zong, and F. Wu, 2019, Ship Detection in Optical Satellite Images via Directional Bounding Boxes Based on Ship Center and Orientation Prediction, Remote Sensing, 11(18), 2173.
3. Zakharov, I., D.-A. Lavigne, S. Warren, M.-D. Henschel, D. Power, and M. Howell, 2021, Ship Detection and Classification in EO/IR VHR Satellite Imagery, 2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing



GAIDAS Fall Meeting 2022

Symposium, July 11-16, 2021.



고해상도 객체정보 학습자료의 저해상화에 따른 가시성 저하 판정

장재영^{1*}, 이광재¹, 이선구¹

1. 한국항공우주연구원 위성활용부

* 교신저자: jychang@kari.re.kr

특정 GSD를 갖는 광학위성 영상을 이용하여 어떤 객체를 탐지하고자 할 때 새로이 학습자료를 생산하는 것은 많은 시간과 노력을 요구한다. 특히 발사예정인 위성인 경우 영상 획득이 불가능하므로 기존의 학습자료를 가공하여 탐지 알고리즘의 사전 개발 및 성능 예측이 가능하다. 학습자료의 가공은 통상 보다 고해상도의 학습자료의 영상과 라벨 정보를 목표 GSD로 축소하여 사용하게 된다. 그러나 축소된 자료를 그대로 사용하면 원본에서는 식별 가능했던 객체가 가공 이후에는 가시성이 현저히 떨어질 수 있고 이러한 자료의 품질 저하는 성능 측정의 정확도를 떨어뜨릴 뿐 아니라 검출 알고리즘 자체의 변별력을 저하시키는 요인이 될 수 있다. 본 연구에서는 선박 탐지를 위해 GSD 0.3m의 WorldView-3 영상으로 구성된 xView 데이터셋을 가공하여 GSD 1m의 위성 영상에 적용하는 경우를 가정하였으며, 자료 가공에 따른 선박 객체의 가시성 저하를 정량적으로 측정하고 식별 불가능한 라벨정보를 삭제하여 학습자료 저해상화에 따른 자료 품질 유지를 도모하였다[1].

사사: 본 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단 "위성정보빅데이터활용자원체계개발사업(RS-2022-00165154)" 지원을 받아 수행하였습니다.

참고문헌

1. Lam, D., Kuzma, R. McGee, K. Dooley, S. La i elli, M. Klaric, M. Bulatov, Y. and McCord , B. xView: Objects in Context in Overhead Imagery 2018, arXiv:1802.07856.

딥러닝을 이용한 KOMPSAT-5 영상 기반 선박 분류 초기 실험

이승재^{1,*}, 이광재²

1. 한국항공우주연구원, 위성활용부, 선임연구원
2. 한국항공우주연구원, 위성활용부, 책임연구원

* 교신저자: jelline15@kari.re.kr

위성 SAR 영상 기반 선박 분류는 해양 원격탐사 분야의 핵심 기술 중 하나로서, 이에 대한 연구들이 계속해서 수행되는 추세이다. 위성 SAR 영상 기반 선박 분류 연구는 선박 데이터셋 구축 연구와 선박 분류 기술 연구로 구분된다. 선박 데이터셋 구축 연구의 경우, 선박의 정확한 상태 정보가 주기적으로 기록된 자동인식시스템(automatic identification system: AIS) 자료를 활용하여 신뢰성 있는 선박 데이터셋을 구축하는 연구가 수행되었다[1]. 상기의 연구에서 구축된 'OpenSARShip' 선박 데이터셋은 온라인 상에서 무료 공개되기도 하였다. 선박 분류 기술 연구의 경우, 최근 여러 분야에서 우수한 성능을 보여온 컨볼루션 신경망(convolutional neural network: CNN) 기반 딥러닝 모델들을 위성 SAR 영상 기반 선박 분류에 적용하는 연구들이 주로 수행되어 왔다[2-4].

한국항공우주연구원에서는 국내 최초 위성 SAR인 다목적실용위성 5호(KOrea Multi-Purpose SATellite-5: KOMPSAT-5)를 운용 중이며, 이를 활용한 선박 분류 가능성을 탐색하는 것이 필요하다. 이에 본 연구에서는 딥러닝을 이용한 KOMPSAT-5 영상 기반 선박 분류 실험의 초기 결과를 보인다. 이를 위해, 먼저 KOMPSAT-5 영상 및 선박의 상태 정보가 기록된 참조자료를 활용하여 선박 분류 데이터셋을 구축하였다. 참조자료로는 AIS 자료와 어선위치발신장치(V-Pass) 자료를 사용하였다. 또한, 선박 분류 실험을 위해 AIS 분류 기준에 따라 분류되어 있는 각 선박의 클래스를 새롭게 설정한 선박 클래스로 할당하였다. 선박 분류 기술로는 광학 영상 기반 객체 분류 분야에서 높은 성능을 보였던 CNN 기반 딥러닝 모델을 사용하였다. 본 연구결과는 추후 KOMPSAT-5/6 영상 기반 선박 분류 기술 연구에 활용 가능할 것으로 보인다.

사사: 본 연구는 '위성연계 접경수역 선박 모니터링 및 분포 예측 체계 개발' 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.



참고문헌

1. Huang, L., Liu, B., Li, B., W. Guo., Yu. W., Zhang. Z., and Yu. W. OpenSARShip: a dataset dedicated to Sentinel-1 ship interpretation. 2018.
2. Lee, S.-J., Chae, T.-B., and Kim. K.-T., Analysis of ship classification performances using OpenSARShip DB. 2018.
3. Ma, M., Chen, J., Liu, W., and Yang, W., Ship classification and detection based on CNN using GF-3 SAR images. 2018.
4. He, J., Wang, Y., and Liu, H., Ship classification in medium-resolution SAR images via densely connected triplet CNNs integrating Fisher discrimination regularized metric learning. 2021.

[특별 세션 12]

토지피복 AI 학습데이터 구축 및 활용

1. 항공사진을 활용한 수도권 토지피복 AI모델 개발
2. XAI를 활용한 서울의 토지피복과 지표면 온도와의 관계 분석
3. 도시화에 따른 수도권 토지피복의 공간 패턴 변화 정량화
4. 지역단위 AI 학습데이터셋 타 지역 적용 가능성 평가연구

항공사진을 활용한 수도권 토지피복 SI모델 개발



한근혁¹, 채규열², 김대영^{3,*}

1. 네이버시스템(주), MDS팀, 이사
2. (주)마인드포지, 대표이사
3. (주)이테라, 대표이사

토지피복지도는 지표에 대한 상태를 표현한 지도로, 한국지능정보사회진흥원에서는 토지피복지도 인공지능 학습용 데이터를 수도권, 강원 및 충청, 경상, 전라, 제주로 구분하여 구축하였다.

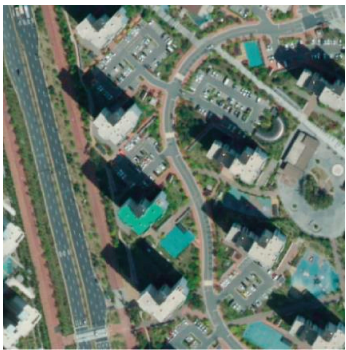




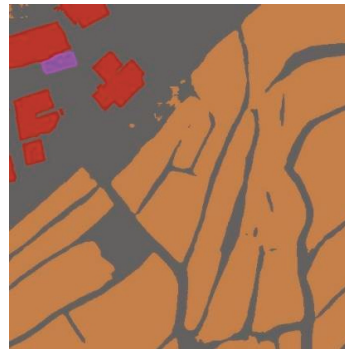
수도권 토지피복지도 인공지능 학습용 데이터는 2020년에 51cm 해상도의 항공사진을 사용하여 8개 클래스(건물, 주차장, 도로, 가로수, 논, 밭, 산림, 나지)로 512*512크기의 16,900건을 구축하였고, 2022년에 25cm 해상도의 항공사진을 사용하여 11개 클래스(건물, 주차장, 도로, 가로수, 논, 밭, 비닐하우스, 활엽수림, 침엽수림, 나지, 수역)로 512*512크기의 50,000건을 구축하는 고도화 사업으로 진행하고 있다.

인공지능 학습용 데이터는 항공사진 원천데이터와 라벨링데이터로 구성하고, 라벨링데이터는 이미지 파일(tif)과 벡터 파일(json)으로 구축한다.

원천데이터	라벨링데이터	
tif	Tif	json
		<pre>{ "img_id": "LC_AP_37687846_084", "img_width": 512, "img_height": 512, "img_type": "aerophoto", "img_coordinate": "EPSG:5186", "coordinates": "167682.005, 561853.01514", "img_resolution": 0.51, "img_provided": "국토지리정보원", "img_time": 2018, "ann_id": "LC_AP_37687846_084_FG1", "ann_type": "polygon", "ann_file_type": "tif", "provided_nm": "한국지능정보사회진흥원" }</pre>

25cm 해상도의 항공사진으로 구축한 인공지능 학습용 데이터는 51cm 해상도의 항공사진과 비교할 때 높은 해상도로 인해 가독성이 좋아 인공지능 모델의 성능이 좋아질 것으로 예상된다. 20년 인공지능 학습용 데이터 구축 사업에서는 51cm 해상도의 항공사진에 대하여

DeepLab v3+ 모델을 적용하여 90%의 정확도를 보였고, 21년 인공지능 학습용 데이터 구축 사업에서는 25cm 해상도의 항공사진에 대하여 UNet 모델을 적용하여 94%의 정확도를 보였기 때문에 본 사업을 통해 수도권에 대하여 정확도 95%의 토지피복 AI모델을 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

항공사진(51cm)	GT	학습결과
		
항공사진(25cm)	GT	학습결과
		

본 사업을 통해 수도권 인공지능 학습용 데이터를 구축하면, 경상, 전라, 제주와 같이 25cm 해상도의 항공사진을 사용한 인공지능 학습용 데이터를 구축하게 된다. 강원 및 충청 지역을 제외한 전국이 25cm 해상도의 항공사진에 대한 토지피복 인공지능 학습용 데이터 구축이 완료되어 고성능의 토지피복 AI모델을 사용하여 국토환경 정책 수립과 변화탐지에 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 '과학기술정보통신부'가 주관하고 '한국지능정보사회진흥원'이 추진하는 '2022년 인공지능 학습용 데이터 구축사업'의 '토지피복지도 항공위성 이미지(수도권) 데이터 고도화' 과제의 일부 내용을 발췌하여 사용하였습니다.

XAI를 활용한 서울의 토지피복과 지표면 온도와의 관계 분석

김근한¹, 김민준², 김동범^{3,*}

1. 한국환경연구원, 물국토연구본부, 전문연구원
2. 한국환경연구원, 물국토연구본부, 초빙연구원
3. ㈜내가시스템, 연구소, 연구원

* 교신저자: ghkim@kei.re.kr

도시의 토지 이용/토지 피복(LULC)과 지표 온도(LST)의 관계를 파악하는 연구는 도시 연구 및 원격 감지 분야의 오랜 관심 분야였다. 이러한 관계를 파악하기 위해 기존 연구들을 살펴보면 회귀분석, 의사결정트리와 같은 화이트박스 모델부터 인공지능망과 같은 딥러닝의 블랙박스 모델들이 활용되었다. 블랙박스 모델은 모델의 정확도는 높지만 결과를 도출하기 위한 과정 및 방법론에 대한 설명력이 낮고, 화이트박스의 경우 모델의 설명력은 높지만 예측 정확도가 낮다는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 블랙박스 모델과 같이 정확도가 높으면서, 화이트박스과 같이 설명력이 높은 XAI 기법을 적용했다. XAI 기법의 적용을 위해 XGBoost와 SHAP 모델을 활용하였으며, 각각의 LST 래스터 격자마다 여러 거리의 버퍼를 수행하고, 해당 버퍼에 포함된 토지피복/이용 및 토지특성에 대해 LST와 독립변수들의 관계를 분석했다. 분석 결과, 150m 반경 내의 경관, 지형, LULC 특징을 독립변수로 했을 때 LST의 예측 정확도가 극대화되는 것으로 나타났다. 그리고 LST를 설명하는 데에는 주변의 시가지(정규시가화지수, NDBI)와 식생지(정규식생지수, NDVI)의 존재가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 분석 모델에 대해 경부화고속도로의 지하화 사업을 예시로 고속도로에서 공원이역으로 변화했을 때를 검토한 결과 LST의 직접적인 감소효과가 나타나는 것으로 분석되었다. 특히, 고속도로에서 공원으로 변화한 지역이 가장 LST 감소효과가 높게 나타났으며, 기존 고속도로를 중심으로 거리가 멀어질수록 LST 감소효과가 낮아짐을 확인할 수 있었다. 이러한 본 연구의 결과는 도시 계획 및 프로젝트의 열 환경 영향을 평가하고 모니터링하는 데 활용할 수 있을 것이며, 열 환경 개선을 위한 토지이용과 토지피복의 변화 등 다양한 정책 조치의 우선순위를 결정하는 데 기여할 수 있을 것이라 판단된다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원(과제번호 22UMRG-C158194-03)을 받아 한국환경연구원이 수행한 “온실가스 저감을 위한 국토도시공간 계획 및 관리기술 개발(2022-012(R))” 사업의 일부 내용을 발췌하여 발표하였습니다.



도시화에 따른 수도권 토지피복의 공간 패턴 변화 정량화

이선민¹, 김경호^{2*}

1. 한국환경연구원, 환경평가모니터링센터, 전문연구원
2. 한국환경연구원, 국토정책평가실, 실장

* 교신저자: khkim@kei.re.kr

공간 패턴을 설명하는 것은 자연 및 사회환경과 관련된 연구에서 매우 중요한 요소이다 [1]. 특히 토지피복 변화에 대한 정보는 환경과 기후에 미치는 영향을 나타내기 위해 필수적이다. 토지피복에 대한 공간적인 패턴은 지도 상에서 쉽게 구분이 가능하지만 실제로 두 영역이 유사한 패턴을 가지는지 여부에 대한 정량적인 평가는 쉽지 않다. 그에 따라 본 연구에서는 수도권 지역의 공간적인 패턴을 정량화하고 이를 통해 도시화에 따른 토지피복 패턴 변화를 분석해보고자 한다. 이를 위해 서울을 포함한 수도권 지역의 1989년, 2000년, 2010년, 2020년 Landsat 영상을 무감독분류로 처리하여 위성영상 기반의 토지피복도를 구축하였다. 다음으로 각 시기별 토지피복도에 대한 특징 그리드 맵을 생성하고, 개별 그리드가 지니는 토지피복 특징 비율을 계산한다. 최종적으로 토지피복 패턴에 대한 변화를 정량화하여 각 시기별 토지피복도가 지니는 공간적인 패턴에 대한 변화를 분석하였다.

사사: 본 논문은 한국환경연구원의 2022년도 환경평가 모니터링 사업(GP2022-05)의 지원으로 수행되었습니다.

지역단위 AI 학습데이터셋 타 지역 적용 가능성 평가연구

이성혁¹, 조영일¹, 이명진^{2,*}

1. 한국환경연구원, 환경데이터전략센터, 연구원
2. 한국환경연구원, 환경데이터전략센터, 연구위원

* 교신저자: leemj@kei.re.kr

토지피복은 토지현황의 변화를 통하여, 지구온난화 등 인간과 관련된 다양한 물리적 환경을 예측하는 중요한 변수이다 [1]. 다양한 인공지능 알고리즘을 토지피복에 적용하기 위해 대규모 인공지능 데이터셋이 구축되고 있다 [2]. 그러나 아직 지역적으로 다르게 구축된 데이터셋에 대한 정확도 차이 평가 연구는 아직 부족하다. 본 연구는 구축된 토지피복지도 인공지능 데이터셋을 지역간 교차 적용을 하였을 때, 분류 성능 및 활용가능성을 평가하는 연구이다. 연구 대상지역은 대한민국의 경상도와 전라도 지역을 교차 지역으로 선정하였으며, AI-Hub의 토지피복지도 학습 데이터셋을 사용하였다.

획득한 데이터셋을 활용하여 지역간 개별로 Semantic segmentation 알고리즘에 적용하였다. 토지피복 분류 및 분할에서 DeeplabV3+ 알고리즘과 같은 비교적 최근에 발표된 알고리즘과 비교하여 비슷하거나 더 좋은 성능을 보이고 있는 U-Net 알고리즘을 선정하였으며, 경상도와 전라도 지역 모두 동일한 하이퍼파라미터를 적용하여 학습하였다 [3,4]. 두 지역 모두 85% 이상의 검증 정확도를 확보하였으며, 예측의 경우 별도의 지역 별 테스트 데이터셋을 구성하여 적용하였다. 테스트 데이터셋은 지역별로 2,000장으로 구성하였으며, 학습된 가중치는 동일 지역 및 교차 지역에 적용하여 정확도를 평가하였다.

경상도 가중치를 경상도 테스트 지역에 적용하였을 경우가 약 85.45%로 다른 지역인 전라도 테스트 지역에 적용하였을 때 보다 약 13.6%정도 높은 정확도를 도출하였으며, 전라도 지역과 동일한 지역인 전라도 테스트 지역이 경상도 테스트 지역과 비교하여 약 15.4% 높은 결과를 도출하였다. 동일지역과 교차지역간 전체정확도는 약 13-15% 정도의 차이가 존재하였으며, 농지 및 건물은 전라도 테스트 지역이 높은 정확도가 나타났다. 도로의 경우 경상도 테스트지역이 높은 정확도를 보였으며, 가중치 별 정확도 차이에서, 산림의 경우 경상도 가중치 결과가 높은 정확도 및 밭의 경우 전라도 가중치를 적용한 결과가 높은 정확도를 나타내었다. 분류 결과로 지역간 구축된 데이터셋의 경우, 성능의 차이가 존재하는 것을 확인 할 수 있었다.

이 결과는 먼저 구축지역의 데이터셋에 따라 어느정도 성능차이가 존재하지만, 다른지역 적

용에 가능성을 보여준다. 또한 산림과 같은 항목의 경우, 전라도 지역 학습 데이터셋에서 더 많은 면적을 가지고 있지만, 예측 정확도 및 분류 이미지는 경상도 가중치를 적용한 경우가 더 높게 산출된 것으로 보아, 학습 데이터 지역적 특징도 일부 항목에서는 반영되고 있는 것으로 예측된다. 이 결과는, 대규모 인공지능 학습 데이터셋을 구축할 때, 지역적으로 좁은 지역에 한정되게 학습 데이터셋을 구축하면, 도시 및 시골 등 타 지역의 토지피복 분류성능이 떨어질 수 있다고 예측된다 [5]. 그러나 향후 지역적으로 촬영된 고해상도 영상의 촬영시기 및 보정 등의 효과가 데이터셋의 성능에 영향을 미쳤을 가능성에 대해서도 분석이 필요해 보인다. 본 연구를 통해 대규모의 토지피복 인공지능 데이터셋을 구축 시, 다양한 지역을 고려하여 학습 데이터셋을 구축한다면, 고품질의 인공지능 학습 데이터셋 구축이 가능할 것으로 예측된다.

사사:

참고문헌

1. Foody, G.M., 2002. Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment* 80, 185–201.
2. Xia, G.-S., Bai, X., Ding, J., Zhu, Z., Belongie, S., Luo, J., Datcu, M., Pelillo, M., Zhang, L., 2018. DOTA: A Large-Scale Dataset for Object Detection in Aerial Images, in: 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Presented at the 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), IEEE, Salt Lake City, UT, pp. 3974–3983.
3. Ronneberger, O., Fischer, P., Brox, T., 2015. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation, in: Navab, N., Hornegger, J., Wells, W.M., Frangi, A.F. (Eds.), *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015*, Lecture Notes in Computer Science. Springer International Publishing, Cham, pp. 234–241.
4. Chen, L.-C., Zhu, Y., Papandreou, G., Schroff, F., Adam, H., 2018. Encoder-Decoder with Atrous Separable Convolution for Semantic Image Segmentation. Presented at the Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV), pp. 801–818.
5. Wang, J., Zheng, Z., Ma, A., Lu, X., Zhong, Y., 2022. LoveDA: A Remote Sensing Land-Cover Dataset for Domain Adaptive Semantic Segmentation.

[특별 세션 13]

수자원위성 활용 최적화 기술(Closed Session)

1. 수자원위성 활용최적화를 위한 산출물 제작기술 추진현황
2. SAR 검보정 개요 및 위성영상 적용 사례
3. 수자원위성 영상레이더 열잡음 검보정 기술
4. 독일항공우주센터 (DLR) 연구동향 분석을 통한 수자원위성 품질 최적화 및 활용 방안

수자원위성 활용최적화를 위한 산출물 제작기술 추진현황

강기묵¹, 황의호^{2,*}, 최성화³, 남기범⁴, 김진겸⁵, 최준혁⁶

1. 한국수자원공사, K-water연구원, 선임연구원
2. 한국수자원공사, K-water연구원, 수석연구원
3. 한국수자원공사, K-water연구원, 책임위원
4. 한국수자원공사, K-water연구원, 선임연구원
5. 한국수자원공사, K-water연구원, 선임연구원
6. 한국수자원공사, K-water연구원, 연구원

* 교신저자: ehhwang@kwater.or.kr

미래 불확실한 수재해에 효과적인 대응을 위하여 국내 최초 C-밴드 영상레이더(SAR) 탑재 수자원위성이 2025년 발사될 예정이다. 환경부, K-water에서는 수자원위성을 활용하여 홍수, 가뭄 등 수재해 감시에 필요한 지상운영 체계 구축을 추진 중에 있다. 그 중 '수자원위성 운영 및 활용기술 개발'을 목표로 수자원/수재해 활용산출물 제작기술 추진현황을 소개하고자 한다.

첫째, 수자원/수재해 기본산출물의 효과적인 제작을 위하여 수자원위성의 표준영상(Level-1, 과기부)을 기반으로 모자이크 SAR 후방산란계수, 간섭도(Interferogram) 등의 기본산출물(Level-2) 제작 및 활용최적화 장치 도입을 목표로 한다. 둘째, 수체, 토양수분 등 활용산출물(Level-3)과 침수피해지도, 수자원시설물 안전지도 등의 주제도(Level-4)를 서비스하기 위하여 활용산출물의 구조설계하고 AI/빅데이터 및 이종센서 융합 알고리즘 개발, 각 단계별 산출물(Level-2, 3, 4)의 성능을 평가하는 것을 목표로 한다.

이를 통해 홍수, 가뭄, 환경, 수자원시설물 안전 등 수자원/수재해 주요 분야별 수자원위성 정보 산출 및 영상레이더 활용 최첨단 기술력이 확보될 것으로 기대한다. 또한, 선제적이고 연속적인 광역단위 수자원/수재해 감시를 통해 수량-수질-수생태 통합물관리에 활용이 가능할 것으로 보인다.

사사: 본 연구는 환경부의 「수자원위성 지상운영체계 구축사업」 일환으로 지원되었습니다.



SAR 검보정 개요 및 위성영상 적용 사례

정호령^{1,*}, 김동현², 양도철³, 서두천⁴

1. 한국항공우주연구원, 지상국기술연구부, 선임연구원
2. 한국항공우주연구원, 지상국기술연구부, 선임연구원
3. 한국항공우주연구원, 지상국기술연구부, 책임연구원
4. 한국항공우주연구원, 지상국기술연구부, 책임연구원

* 교신저자: sar@kari.re.kr

다목적실용위성 5호는 국내 최초의 SAR 위성으로, 2013년 8월에 러시아 야스니에서 발사된 후 6개월의 초기운용을 성공적으로 마친 후 3차 연장임무 승인을 거쳐 현재까지 정상적으로 운용되고 있다. 위성 정상운용 여부를 판단하기 위해서는 영상품질 및 검보정 과정이 필수이며 이를 위해 한국항공우주연구원에서는 몽골 삼면판 반사기(Trihedral Corner Reflector)를 이용해 검보정 및 영상품질 관리 업무를 수행하고 있다.

본 논문에서는 SAR 검보정 과정에 대한 대략적인 설명 및 각 경우에 대한 위성영상 적용 사례를 나타내어 SAR 검보정 업무에 대한 이해를 돕고자 한다.



수자원위성 영상레이더 열잡음 검보정 기술

박정원^{1,*}

1. 극지연구소, 원격탐사방권정보센터

* 교신저자: jeong-won.park@kopri.re.kr

ScanSAR나 TOPSAR와 같이 복수의 sub-swath를 합성하는 SAR 촬영 모드의 영상은 그 취득 원리상 전체 관측 영역에 대해 동일한 방사적 특성을 가지지 않으며, 정밀한 안테나 패턴 보상 및 열잡음 제거를 통해서만 영상 전반에 걸쳐 균일한 품질을 얻을 수 있다. 특히 열잡음은 기존에 알려진 것처럼 가산잡음으로서만 존재하는 것이 아니라 SAR 영상화 과정에서 승법잡음으로도 존재하게 되며, 이에 두 잡음 특성 모두를 제거할 효과적인 방법의 개발이 필요하다. 특히 신호대 잡음비가 낮은 교차편파 영상이나 잔잔한 수체와 같은 낮은 RCS를 가지는 산란체에 대해서는 열잡음 제거에 대한 중요성이 배가된다. 이 연구에서는 Sentinel-1 TOPSAR 영상의 열잡음의 가산잡음 및 승법잡음 특성을 보정한 사례를 소개하며, 이를 수자원위성에 맞게 개선/적용하기 위한 필요조건을 제시한다.



독일항공우주센터 (DLR) 연구동향 분석을 통한 수자원위성 품질최적화 및 활용 방안

최창현^{1*}

1. 독일항공우주센터 DLR (German Aerospace Center)

* 교신저자: cch947@gmail.com

2025년, 기후변화 대비와 물안전 확보 및 수재해로부터 안전한 국가 실현을 목표로 C-밴드 Synthetic Aperture Radar (SAR) 센서를 탑재한 수자원위성이 발사될 예정이다. 이에 따라 수자원위성 정보 산출 및 활용을 위한 첨단 기술력이 확보되어야 한다.

DLR에서는 X-밴드 SAR 쌍둥이 위성 TerraSAR-X와 TanDEM-X를 2010년부터 운용하고 있으며 [1] 이 미션을 통하여 2012년부터 절대오차 10 m, 상대오차 2 m의 정밀한 전지구적 Digital Elevation Model (DEM)을 제공하고 있다 [2]. 동시에, 같은 미션으로부터 전지구적 수체 탐지 지도 (water-body map) [3] 및 산림 지도 (forest/non-forest map)를 [4] 제공하고 있다. 본 발표에서는 이와 같은 DLR의 최신 연구동향을 제시하고 수자원위성 활용 방안에 대해서 논의해보려고 한다. 또한 NASA의 최신 Lidar 위성인 GEDI 자료 등의 자료를 활용하여 이종센서 융합을 통한 [5] 활용산출물을 함께 논의해보려고 한다. 이 내용은 수자원위성 산출물을 위한 알고리즘 개발에 도움을 줄 것으로 기대한다.

참고문헌

1. Zink, M., Bartusch, M., & Ulrich, D. (2012, April). TanDEM-X mission status. In *EUSAR 2012; 9th European Conference on Synthetic Aperture Radar* (pp. 85-88). VDE.
2. Rizzoli, P., Martone, M., Gonzalez, C., Wecklich, C., Tridon, D. B., Brütigam, B., ... & Moreira, A. (2017). Generation and performance assessment of the global TanDEM-X digital elevation model. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 132, 119-139.
3. Bueso-Bello, J. L., Martone, M., Gonzalez, C., Sica, F., Valdo, P., Posovszky, P., ... & Rizzoli, P. (2021). The global water body layer from TanDEM-X interferometric SAR data. *Remote Sensing*, 13(24), 5069.
4. Martone, M., Rizzoli, P., Wecklich, C., Gonzalez, C., Bueso-Bello, J. L., Valdo, P., ... & Moreira, A. (2018). The global forest/non-forest map from TanDEM-X interferometric SAR data. *Remote sensing of environment*, 205, 352-373.
5. Fayad, I., Baghdadi, N., Bailly, J. S., Frappart, F., & Zribi, M. (2020). Analysis of GEDI elevation data accuracy for inland waterbodies altimetry. *Remote Sensing*, 12(17), 2714.

[특별 세션 14]

GeoAI 공간정보 데이터 활용

1. 디지털트윈 산림 플랫폼과 활용방안

2. 딥러닝을 활용한 이미지 기반 토폴로지 데이터 생성에 관한 연구

3. 공간적 자기상관이 교차 검증 결과에 미치는 영향과 공간 교차 검증 기법의 효용성 분석

4. MMS point cloud 의미론적 분할: 머신러닝 기반

5. COVID-19 직후 서울시 음식점 폐업의 시공간적 군집 탐색

6. Sentinel-2와 지형공간정보 자료를 활용한 Multi-Kernel 합성곱 신경망 기반 산사태 취약성 매핑

디지털트윈 산림 플랫폼과 활용방안

우한별¹, 홍승태², 강대익^{3,*}

1. 산림청, 정보통계담당관실, 임업연구사
2. 산림청, 정보통계담당관실, 사무관
3. 산림청, 정보통계담당관실, 과장

* 교신저자: kangdaeik@korea.kr

산림청에서 국정과제로 추진중인 「산림공간 디지털 플랫폼」 구현의 핵심은 가상공간에서 만나는 또 하나의 산림으로, 산림 르네상스시대를 열어가기 위한 핵심 기반플랫폼이다. 2050 탄소중립 달성을 위해 산림경영활동의 시·공간데이터에 대한 체계적인 관리와 산림에 대한 온실가스 흡수·배출량 산정을 위한 원천데이터 관리를 위한 플랫폼의 필요성이 증대됨과 동시에 국정과제 70번 농산촌 지원강화 및 성장환경 조성(산림공간 디지털 플랫폼), 11번 모든 데이터가 연결되는 세계 최고의 디지털플랫폼 정부 구현을 위한 디지털 산림 플랫폼 구현을 추진중에 있다.

파리협정 제14조 13항에서 요구하고 있는 산림의 온실가스 흡수량 산정시 산림경영활동에 대한 시·공간정보 유무에 따라 흡수량 인정 차이가 매우 크므로, 공간정보기반의 산림자원 관리체계인 산림공간 디지털 플랫폼의 중요성이 강조되고 있다.

산림공간 디지털 플랫폼의 개념은 실세계의 산림을 가상 공간에 디지털 복제(Digital Twin)하고 위치기반으로 데이터를 융복합한 후 현실세계에서 발생 가능한 상황을 분석·예측하여 서비스하는 데이터 기반 맞춤형 서비스 플랫폼으로 정의할 수 있다.

이를 위하여 위성, 정밀 산림 LiDAR, IoT, 플렉스 타워 등 산림위성관측망을 구성하는 방안이 추진중이다. 디지털 트윈 기반 산림 플랫폼 구현과 이러한 개념은, 아날로그 방식으로 구성된 현장의 산림경영활동과 산림자원조사활동을 위성, 항공, 드론, IOT 등 디지털 기술을 활용하여 실시간으로 관측하여 데이터를 생산하고 재구성하여 디지털 세계를 만든 후 (현실 복사본인 3차원의 디지털 트윈 산림 포함) 이를 기반으로 미래를 예측하고 제어하는 일련의 활동을 통하여 과학적인 산림정책을 구현하고 새로운 디지털 산림공간 산업화 모델을 만드는 서비스 Layer 등으로 구성되어 있다.

딥러닝을 활용한 이미지 기반 토폴로지 데이터 생성에 관한 연구

김미선¹, 이정원¹, 이지영^{2,*}

1. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 석사과정

2. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 교수

* 교신저자: jlee@uos.ac.kr

오늘날 건물은 여러 용도의 공간을 복합적으로 포함하고 있으며, 복잡한 구조를 지니고 있다. 이에 실내공간 위치기반서비스에 대한 수요가 지속적으로 증가해왔으며, 단순히 실내공간을 시각적으로 표현하는 것 이상의 서비스가 요구되고 있다. 네비게이션, 라우팅 등의 고도화된 위치기반서비스를 제공하기 위해서는 공간을 시각적으로 표현하는 데이터와 공간간의 관계를 표현하는 토폴로지 데이터가 함께 사용되어야 한다.

실내공간을 3차원으로 표현하는 방법은 크게 기하 데이터를 활용하는 방법과 영상 데이터를 활용하는 방법으로 나눌 수 있다[1]. 그간 기하 데이터를 활용하는 방법이 주를 이루고 있었으나 데이터 구축에 많은 시간과 예산이 소요되며, 구축을 위한 고사양의 시스템이 필요하다는 단점[2]으로 인해 근래에는 이미지 데이터를 활용하는 방법이 주목받고 있다. 그러나 이미지 데이터는 각각의 객체가 식별되지 않기 때문에 토폴로지 데이터와의 결합이 어려워 제대로 활용되지 못하고 있다.

본 연구는 이러한 이미지 데이터 기반 위치기반서비스 개발의 한계를 극복하기 위해 딥러닝을 활용하여 이미지 데이터로부터 토폴로지 데이터를 자동으로 생성할 수 있는 방법을 제시한다. 딥러닝 기반의 객체 탐지 모델인 YOLO(You Only Look Once)를 이용하여 토폴로지 데이터 생성에 필요한 공간 객체를 자동으로 탐지하고, 해당 객체의 위치정보를 저장하는 프로세스를 제시한다. 본 연구가 제시하는 방법론은 수많은 이미지 데이터에서 공간 객체를 손쉽게 매우 빠르게 탐지할 수 있으며, 모델을 한 번 학습시킨 이후에는 건물의 종류와 상관없이 대부분의 실내 이미지 데이터에서 보편적으로 사용할 수 있다는 장점이 있다.

실내와 관련된 여러 토폴로지 모델 중 가장 보편적인 IndoorGML의 개념을 차용하여 탐지가 필요한 공간적 객체(문, 계단)를 선정하고, 오픈 데이터셋을 이용해 해당 객체들에 대한 데이터를 수집하였다. 훈련을 위한 데이터셋은 실내에 대한 이미지 데이터가 많지 않아 실내외의 이미지 데이터를 모두 활용하는 대신 훈련 데이터셋의 정제 과정을 거쳐 구축하였다. 모델을 학습하고 테스트 데이터셋을 통해 학습된 모델을 평가한 결과 85.33%의 정확도가 도출되었다.

본 연구진이 직접 촬영하고 실험한 대상 건물에 대해서도 80.26%의 정확도를 보여 학습된 모델이 타 건물에서도 보편적으로 사용될 수 있음을 확인하였다.



Figure 1. 전방위영상 내 공간적 객체 탐지 결과

사사:

참고문헌

1. Kang H, Lee J. A study on the LOD(Level of Detail) model for applications based on indoor space data. *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*. 2014;32(2):143-151.
2. Kim M, Kang H, Lee J. A study on the implementation of indoor topology using image data. *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*. 2016;34(3):329-338.
3. Redmon J, Divvala S, Girshick R, Farhadi A. You only look once: Unified, real-time object detection. *IEEE CVPR*. 2016:779-788.
4. Open Geospatial Consortium. IndoorGML v.1.0.3. Document Number 14-005r5.



공간적 자기상관이 교차 검증 결과에 미치는 영향과 공간 교차 검증 기법의 효용성 분석

유무상¹, 구형모^{2*}

1. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 박사과정
2. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 조교수

* 교신저자: hmkoo@uos.ac.kr

본 연구는 공간 데이터의 특수성인 공간적 자기상관이 교차 검증 기법에 미치는 영향을 탐색하고 공간 교차 검증 기법의 효용성을 검증하고자 한다. 교차 검증 기법의 기본 가정은 관측지 간의 독립성이다[1]. 그러나 공간 데이터가 가지는 공간적 자기상관은 교차 검증 기법의 전제를 위반하며, 공간 데이터에 일반 교차 검증 기법을 적용할 경우 과적합으로 인해 낙관적 모형 추정의 결과와 함께 편향된 모형을 제공하게 된다[2]. 선행연구에서는 공간 교차 검증 기법을 통해 공간 데이터의 독립성을 확보하고 낙관적 모형 추정 결과를 보정할 수 있다고 주장한다[3]. 이에 본 연구에서는 시뮬레이션 분석을 통해 먼저 일반 교차 검증 기법을 공간 데이터에 적용할 때 모형이 낙관적 추정 경향을 보이는지 탐색한다. 그리고 공간 교차 검증 기법 중 공간 k-폴드 교차 검증(Spatial k-folds cross-validation) 기법과 버퍼드 리브-원-아웃 교차 검증(buffered leave-one-out cross-validation) 기법을 대상으로 공간 교차 검증 기법이 낙관성을 보정할 수 있는지를 검증한다. 끝으로 종속변수의 공간적 자기상관 정도에 따른 공간 k-폴드 교차 검증 기법에서의 최적 폴드 수와 버퍼드 리브-원-아웃 교차 검증 기법의 탐색반경 선정에 대한 가이드라인을 제시하고자 한다. 일반 교차 검증과 공간 교차 검증에 관한 분석은 기계학습 기법 모델인 선형 모델(linear model), 랜덤 포레스트(random forest), 서포트 벡터 머신(support vector machine)에 적용하여 기법의 다양성을 확보한다. 본 연구는 사례를 기반으로 교차 검증 기법의 효용성을 분석한 기존 연구와 달리, 시뮬레이션 분석을 기반으로 다양한 공간자기상관 정도에 따른 효과를 탐색하고, 일반 교차 검증 기법과 공간 교차 검증 기법을 기계학습 기법별로 비교한다는 점에서 차별성을 가진다. 또한 공간 교차 검증 기법에서 일반적으로 고려되지 않았던 폴드 수와 탐색반경의 조정에 따라 교차 검증 결과의 차이를 보인다는 점을 밝힌다. 따라서 본 연구는 공간 데이터에 적용할 수 있는 공간 교차 검증 기법의 발전을 위한 기초 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.



사사: 본 연구는 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었습니다 (2022R1C1C1007360).

참고문헌

1. Pohjankukka J, Pahikkala T, Nevalainen P, Heikkonen J. Estimating the prediction performance of spatial models via spatial k-fold cross validation. *International Journal of Geographical Information Science*. ;31(10):2001. doi: 10.1080/13658816.2017.1346255.
2. Ploton P, Mortier F, Réjou-Méchain M, et al. Spatial validation reveals poor predictive performance of large-scale ecological mapping models. *Nat Commun*. 2020;11(1). doi: 10.1038/s41467-020-18321-y.
3. Roberts DR, Bahn V, Ciuti S, et al. Cross-validation strategies for data with temporal, spatial, hierarchical, or phylogenetic structure. *Ecography*. 2017;40(8):913. doi: 10.1111/ecog.02881.

MMS point cloud 의미론적 분할: 머신러닝 기반

배재구¹, 손상훈², 류민지³, 이도이⁴, 박소련⁵, 김진수^{6,*}

1. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 공간정보시스템전공, 박사과정
2. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 공간정보시스템전공, 박사과정
3. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 공간정보시스템전공, 석사과정
4. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 공간정보시스템전공, 석사과정
5. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 공간정보시스템전공, 석사과정
6. 부경대학교, 공간정보시스템공학과, 부교수

* 교신저자: jinsookim@pknu.ac.kr

자율주행은 인지, 판단, 제어 3단계를 거쳐 동작하며, 인지 단계에서 가장 중요한 요소는 차량 주변환경과 정확한 위치를 인지하는 것이다. 이를 위해 카메라, radio detection and ranging (RADAR), light detection and ranging (LIDAR)와 같은 센서와 위성 항법 시스템 등이 사용되고 있다. 하지만 센서와 시스템을 기반한 자율주행은 여러 한계로 인해 인지에 어려움이 있다. 한계를 보완하고 안전하고 편리한 자율 주행을 위해서 도로 정보를 사전에 인지 할 수 있는 고정밀의 인프라 정보의 필요성은 커지고 있다.

정밀도로지도는 도로 내 인프라의 위치 정보와 속성 정보를 제공하는 고정밀의 전자지도이다. 자율주행차 운행시 도로 정보를 사전에 제공 함으로써 자차 위치 결정, 동적객체(차, 사람)의 인지 정확도향상과 예측 문제를 보완 하는 역할을 한다. 정밀도로지도는 mobile mapping system (MMS)를 통해 획득 된 point cloud 데이터를 이용하여 제작된다. 자율주행차의 안전한 운행을 위해 규정에 맞게 제작되어야 하며, 규정을 준수하여 제작 하기 위해서는 수작업이 요구되어 많은 비용과 시간이 소요 되고 수작업으로 인한 오류가 발생한다.

따라서 본 연구는 정밀도로지도의 효율적인 제작을 위해 MMS point cloud를 유의미한 정보로 분할 하고자 한다. 연구에 사용된 MMS point cloud 데이터는 부산시 미남역 일대 5차선 도로 130m 구간이며, 정밀도로지도의 필수 요소인 차선을 포함 도로, 연석, 보도, 중앙분리대, 기타 6개의 항목으로 분할 하였다. 분할을 위해 point cloud의 기하학적, 색상, 강도 특성과 차선 분할을 위해 본 연구에서 추가한 도로 설계적 특성을 고려해 11개의 변수를 선정하였다. 분할에는 변수 사용이 용이한 머신러닝 기법을 선택하였고 머신러닝 모델 중 random forest (RF), support vector machine (SVM), k-nearest neighbor (KNN), gradient boosting machine (GBM)을 사용하여 분할을 진행하였다.

분할 결과 각 모델의 평균 F1 score는 RF 95.43%, SVM 92.1%, GBM 91.05%, KNN 82.63로 나



타났다. 가장 좋은 분할 성능을 보인 RF의 항목 별 F1 score는 도로, 보도, 연석, 중앙분리대, 차선에서 각각 99.3%, 95.5%, 94.5%, 93.5%, 90.1% 이며, 변수 중요도는 추가적으로 고려한 도로 설계적 특성의 변수들이 mean decrease accuracy (MDA), mean decrease gini (MDG)에서 모두 높게 나타났다. 이는 도로 설계적 특성을 고려한 변수가 차선을 포함한 분할에 중요하게 작용하였음을 뜻한다. 연구결과를 통해 차선을 포함한 MMS point cloud 분할 가능성을 확인하였고 수작업으로 진행되는 정밀도로지도 제작 과정 보다 비용과 시간을 절감하고 오류를 줄일 수 있을 것으로 기대한다.

사사: 이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220254, 머신러닝 기반 해저면 특성 분류 기술개발)

COVID-19 전후 서울시 음식점 폐업의 시공간적 군집 탐색

박성재¹, 서현일¹, 구형모^{2*}

1. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 석사과정
2. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 조교수

* 교신저자: hmokoo@uos.ac.kr

본 연구의 목적은 COVID-19 국내 발병 전후인 2018, 2019 년과 2020, 2021 년의 서울시 음식점 폐업의 시공간적 군집을 탐색하는 것이다. 본 연구의 대상인 음식점은 크게 일반음식점과 휴게음식점으로 분류할 수 있으며, 음식점의 폐업과 개업의 시공간 정보는 지방행정데이터에서 획득하였다. 음식점 폐업의 군집은 시공간 커널 밀도 추정(Spatio-temporal Kernel Density Estimation)과 시공간 상대적 위험 함수(Spatio-temporal Relative Risk Function)를 이용하여 탐색하였다. 시공간 커널 밀도 추정은 시공간적 군집을 탐색하는데 유용하지만, 사건의 위험 모집단을 고려하지 못한다는 한계를 가지고 있다[1]. 즉, 음식점 폐업의 시공간 군집이 공간적으로 음식점이 많이 밀집한 곳에서 확인될 수 있다는 것이다. 시공간 커널 밀도 추정의 한계점을 극복하고 유의미하게 폐업이 증가한 곳을 탐색하기 위해 시공간 상대적 위험 함수를 이용하였다. 시공간 상대적 위험 함수는 사건의 커널 밀도 추정 결과와 위험 모집단의 커널 밀도 추정의 비를 이용하는 방법으로[2], 본 연구에서는 음식점의 폐업을 개업과 비교하여 개업에 비하여 통계적으로 유의미하게 폐업의 밀도가 높은 시공간 군집을 확인하고자 하였다. 통계적 유의성은 순열검정을 통하여 추정하였다[3].

분석의 결과를 요약하면 다음과 같다. 먼저 시공간 커널 밀도의 결과를 공간을 기준으로 살펴보면, 모든 시간대에서 강남과 마포, 홍대 등 음식점이 밀집하여 위치하고 있는 지역에서 폐업의 밀도가 가장 크게 나타나고 있음을 확인하였다. 다음으로 시공간 상대적 위험 함수의 결과는 앞의 시공간 커널 밀도 추정 결과와는 달리 개업 대비 폐업의 밀도가 높은, 상권이 쇠퇴하고 있는 지역을 나타낸다. 구체적으로 시간을 기준으로 공간적 변화를 살펴보면, 일반음식점의 경우 COVID-19 발병 전인 2018, 2019 년엔 강남, 홍대 지역 등 기존 상권에서 군집이 확인되었다. 코로나 시기인 2020 년은 명동, 광화문, 이태원 등 서울 도심 지역, 2021 년은 강북구와 구로구 등 주거 지역 상권에서 군집이 확인되었다. 휴게음식점은 2018, 2019 년엔 강남구와 서초구에 군집이 확인되었으나, 발병 후인 2020 년엔 중구와 서대문구, 2021 년엔 영등포구로 시공간 군집이 변화함을 확인하였다. 본 연구는 시공간 상대적 위험함수를 이용하여 단순 폐업 밀도가 아닌 개업 대비 폐업이 상대적으로 많은 군집을



탐색하고, 이를 통해 코로나 이후 유의미하게 상권이 쇠퇴한 지역을 발견하였다는 것에 의미를 갖는다. 본 연구의 결과는 코로나 재난 지원의 기초 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

사사: 본 연구는 2022 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었습니다 (No. 202203032021).

참고문헌

1. Koo H, Lee M, Chun Y, Griffith DA. Space-time cluster detection with cross-space-time relative risk functions. *Cartogr Geogr Inf Sci.* 2020;47(1):67-78. doi:10.1080/15230406.2019.1641149
2. Zhang Z, Chen D, Liu W, et al. Nonparametric evaluation of dynamic disease risk: A spatio-temporal kernel approach. *PLoS One.* 2011;6(3). doi:10.1371/journal.pone.0017381 1.
3. Kulldorff M, Heffernan R, Hartman J, Assunção R, Mostashari F. A space-time permutation scan statistic for disease outbreak detection. *PLoS Med.* 2005;2:0216-0224. doi:10.1371/journal.pmed.0020059doi:10.1371/journal.pone.0017381 1.

Sentinel-2와 지형공간정보 자료를 활용한 Multi-Kernel 합성곱 신경망 기반 산사태 취약성 매핑

공성현¹, 정형섭², 백원경³

1. 서울시립대학교, 공간정보공학과 석사과정
2. 서울시립대학교, 공간정보공학과 교수
3. 서울시립대학교, 공간정보공학과 연구교수

산사태는 매년 여름철 큰 피해를 가져오는 자연재해 중 하나로 심각한 인명 및 재산 피해를 유발할 수 있기 때문에 예측 및 예방이 필수적이다[1]. 빈도비 모델, 로지스틱 회귀 모델, 랜덤 포레스트, 인공신경망 등의 모델과 같은 머신러닝 모델들이 주로 산사태 취약성도 분석에 적용되어 왔고 최근 연구에서는 커널기반 인공신경망과, 합성곱신경망 기법이 효과적이라는 사실과 함께 입력자료의 공간적 특성이 산사태 취약성도 매핑의 정확도에 중요한 영향을 미친다는 사실이 알려졌다[2,3]. 본 연구에서는 기존의 합성곱 신경망 구조에 공간적 특성을 반영할 수 있도록 변형한 Multi-Kernel CNN 모델을 제작하여 산사태 취약성도를 매핑하고 정확도를 평가하는 것을 목적으로 한다. 연구지역은 산사태 발생 빈도가 높고 피해가 큰 인제, 양양을 포함한 강원도 지역으로 설정하였고, 산사태 관련인자는 경사도, 곡률, 하천강도지수, 지형습윤지수, 지형위치지수, 임상경급, 임상영급, 암상도, 토지이용도, 유효토심, 토양모재, 선구조도, 단층밀도도의 13개 지형공간정보 자료와 Sentinel-2 위성영상으로부터 제작한 정규식생지수, 정규수분지수를 이용하였다[4,5]. 입력자료는 15x15m의 동일한 해상도를 갖는 공간데이터베이스를 구축하여 산사태 위치 데이터와 함께 데이터 셋을 제작하였고 7:3의 비율로 나누어 훈련 및 검증을 실시하였다. 검증결과 본 연구에서 제안된 Multi-Kernel CNN 모델은 기존의 CNN에 비해 향상된 성능을 보였다. 본 연구에서 제안된 모델과 산사태 취약성도는 이전에 산사태가 발생하지 않은 지역의 산사태를 예측하여 산사태 위험 감소를 촉진하고 토지 이용 정책 및 개발을 위한 기초자료 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 지오에이아이데이터 학회의 지원을 받아 수행되었습니다.



참고문헌

1. Yi, Y., Zhang, Z., Zhang, W., Jia, H. and Zhang, J., 2020. *Landslide susceptibility mapping using multiscale sampling strategy and convolutional neural network: A case study in Jiuzhaigou region.* [online] Available at: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S034181622030401X>> [Accessed 18 August 2020].
2. Oh, H. and Lee, S., 2019. *Landslide Susceptibility Prediction using Evidential Belief Function, Weight of Evidence and Artificial Neural Network Models.* [online] *Koreascience.or.kr.* Available at: <<https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201914260901770.page>> [Accessed 30 April 2019].
3. Lee, S., Baek, W. K., Jung, H. S., & Lee, S. (2020). Susceptibility Mapping on Urban Landslides Using Deep Learning Approaches in Mt. Umyeon. *Applied Sciences*, 10(22), 8189.
4. Lee, S., 2021. *Current and Future Status of GIS-based Landslide Susceptibility Mapping: A Literature Review.* [online] *Koreascience.or.kr.* Available at:
5. Lee, S., Talib, J.A. 2005. *Probabilistic landslide susceptibility and factor effect analysis.* [online] Available at: <<https://doi.org/10.1007/s00254-005-1228-z>> [Accessed 30 March 2005]

[특별 세션 15]

위성영상으로부터 GeoAI데이터 활용

1. 위성영상을 이용한 GeoAI 데이터 제작 및 활용
2. GOCI super-resolution을 위한 U-Net 딥러닝 모델의 활용
3. Pseudo Labeling을 통한 SAR 선박 탐지 데이터셋 보완 및 활용
4. 위성영상과 건물 메타데이터를 활용한 무허가 건물 탐지
5. 딥러닝 기반 SAR 영상 Super Resolution 리뷰
6. 딥러닝을 활용한 백두산 천지 얼음 분류 모델링

위성영상을 이용한 GeoAI 데이터 제작 및 활용

이광재^{1*}, 오관영², 문지윤², 장재영²

1. 한국항공우주연구원, 위성활용부, 책임연구원
2. 한국항공우주연구원, 위성활용부, 선임연구원

* 교신저자: kjlee@kari.re.kr

우리나라는 1990년대부터 우리별위성을 시작으로 본격적인 위성 개발을 위한 연구를 수행하였으며, 그 결과 다양한 저궤도 및 정지궤도 위성을 개발하여 성공적으로 발사하였다. 특히 실용급 지구관측위성인 아리랑위성 시리즈는 높은 공간해상도와 다양한 센서(광학·SAR·MIR)로 구성되어 있어 각종 주제도 제작을 비롯하여 국토 및 환경변화, 재난, 해양분야 등에서 활용되고 있다. 최근 하드웨어 및 소프트웨어 기술의 급격한 발전은 전통적인 원격탐사 기반의 영상 처리 기술뿐만 아니라 딥러닝(deep learning) 기반의 다양한 자료처리 및 분석 기술도 빠르게 발전시키고 있다. 지난 몇 년 동안 딥러닝 기술은 각종 과학, 사회, 경제 분야 등에 빠르게 적용되어 왔으며, 보다 향상된 결과를 도출함에 따라 적용분야가 더욱 확산되고 있는 추세이다. 일반적으로 딥러닝 모델 개발을 위해서는 다양한 형태의 학습 자료가 요구되는데, 해외 GitHub에서는 위성영상 등을 이용한 객체 검출(object detection), 분할(segmentation), 분류(classification) 등과 관련된 다양한 학습 자료와 딥러닝 알고리즘을 제공하고 있다. 우리나라는 한국지능정보사회진흥원(NIA)에서 AI Hub를 통해 다양한 데이터 유형(이미지, 텍스트 등)의 학습자료를 다운로드 받을 수 있도록 지원하고 있다.

한국항공우주연구원은 딥러닝 기술을 이용하여 도시 및 산림 변화 분석, 경지 변화탐지, 선박 분류 등을 위하여 아리랑위성 시리즈 위성영상을 이용하여 도시, 산림, 경지, 선박과 관련된 기초적인 AI 학습자료를 제작하였다. 본 논문에서는 아리랑위성을 이용한 GeoAI 학습자료 제작 및 활용 사례에 대해서 소개하고자 하며 향후 이와 같은 AI 분석 체계 및 분석 결과를 정부 공공부문에 서비스하기 위한 기본 개념에 대해서 논하고자 한다.

사사: 본 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단 "위성정보빅데이터활용자원체계개발사업(RS-2022-00165154)" 지원을 받아 수행하였습니다.



GOCI super-resolution을 위한 U-Net 딥러닝 모델의 활용

신지선¹, 김수미², 조영현^{3,*}

1. BK21 School of Earth and Environmental Systems, Pusan National University, Post-doctoral researcher
2. Maritime ICT R&D Center, Korea Institute of Ocean Science and Technology (KIOST), Senior Researcher
3. BK21 School of Earth and Environmental Systems, Pusan National University, Professor

* 교신저자: joyoung@pusan.ac.kr

초고해상도 (super-resolution) 기법은 저해상도 영상에서 고해상도 영상을 생성하며 영상의 품질 개선을 위한 기법 중 하나이다. 최근 딥러닝 기술을 활용한 초고해상도 기법이 다양한 분야에서 활용되어 오고 있다. 해색센서인 GOCI는 2010년 6월부터 2021년 3월까지 한반도 주변의 영상을 획득해왔으며, 연안 환경의 장기 모니터링에도 많이 활용되어 왔다. 하지만, GOCI 영상의 공간해상도인 500 m는 복잡한 해안선이 특징인 한반도 연안 환경을 세밀히 모니터링하기에는 다소 제한적이다. 본 연구는 U-Net 딥러닝 모델과 GOCI-II 영상을 활용하여 한반도 주변 GOCI 영상의 초고해상도 과정을 수행하였다. GOCI-II 센서는 250 m의 공간해상도를 갖고 있으며, GOCI의 후속으로 2020년 2월부터 운영을 시작하였다. GOCI와 GOCI-II 영상이 동시에 획득된 2020년 12월부터 2021년 3월까지의 원격반사도 (remote-sensing reflectance, R_{rs}) 자료를 사용하였다. 103일 동안 획득한 총 679개의 pair 영상 중 GOCI-II 영상을 입력값, GOCI 영상을 출력값으로 사용하여 U-Net 딥러닝 모델을 훈련시켰다. 패치의 크기는 128x128를 적용하였으며 밴드 수는 GOCI와 GOCI-II의 공통 파장밴드인 8개를 사용하였다. 총 9632개의 패치가 훈련에 사용되었고, 훈련에 사용되지 않은 영상에서의 1926개의 패치가 검증에 사용되었다. 그 결과, 모델은 51.67 db에서 69.21 db 범위의 Peak Signal-to Noise Ratio (PSNR)과 0.78에서 0.98 사이의 Correlation Coefficient (R-value) 값을 보여줬다. 개발된 모델을 활용하여 GOCI 영상의 공간해상도를 4배 향상시킨 후, 기존 GOCI 영상과의 비교 분석을 위해 낙동강 하구의 부유퇴적물의 변동을 조사하였다. 이러한 연구결과는 해색센서의 초고해상도를 위한 딥러닝 기법 연구에 유용한 자료가 될 것으로 판단된다.

사사: 본 연구는 '초분광센서(HSC) 영상처리 및 유해생물(광생이 모자반)탐지 알고리즘 개발' 과제 지원을 받아 수행되었습니다.



Pseudo Labeling을 통한 SAR 선박 탐지 데이터셋 보완 및 활용

백민영^{1*}, 이학진¹, 송민기¹, 나영환¹, 조은빈¹, 구자명¹

1. 에스아이에이 인공지능연구소

* 교신저자: min0100@si-analytics.ai

지구 관측을 위한 위성 활용도가 증가하면서 기상상태에 관계없이 전천후 관측이 가능한 SAR(Synthetic Aperture Radar) 영상 활용에 대한 요구도 높아지고 있다. 그 중에서도 선박탐지는 SAR 영상에 인공지능을 적용하여 가장 활발하게 연구가 진행되고 있는 분야 중 하나이다. 하지만 SAR 영상은 광학 영상과 비교했을때 어노테이션이 어렵다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 AIS(Automatic Identification System) 정보를 이용해 라벨링 비용을 줄이고자 하여도 AIS가 부정확하거나 임의로 꺼져있는 경우가 많다. 인공지능 모델의 경우 데이터 기반의 연구이기 때문에 입력 라벨 자체에 문제가 있을 경우 탐지 모델을 학습하는데 오히려 방해가 될 수 있으며 이는 모델 아키텍처 개선만으로는 해결하기 어렵다. 따라서 부정확한 데이터셋을 보완하기 위해 pseudo label을 생성하여 활용하는 것을 제안한다.

SAR 영상 선박탐지에서 특히나 해안선 근처 선박의 경우 주변 clutter와의 구분이 쉽지 않아 육안 분석이 어렵기 때문에 더더욱 라벨이 잘못되거나 누락되는 경우가 많이 발생한다. AIS 정보 역시 해안 지역에서 오차가 발생하거나 누락되는 경우가 더 많아 정확도가 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 반면 해상의 선박은 해안에 비해 분석이 용이하고 라벨링 난이도도 낮아 비교적 높은 퀄리티의 라벨이 생성될 수 있다. 미국방부에서 공개한, Sentinel-1 영상으로 구성된 xView3[1] 데이터셋의 경우에도 라벨링 비용을 줄이기 위해 train 데이터셋에 대해서는 AIS 정보를 이용해 반자동 라벨링이 수행되었지만 그림1 처럼 해안 지역에서는 라벨이 누락된 경우가 많다. 반면 validation 데이터셋은 정확한 평가를 위해 전문가가 직접 라벨링을 수행하여 그림2처럼 양질의 데이터셋이 제공하였다.

본 연구에서는 validation 데이터셋과 shoreline 정보를 이용해 필터링한 해상의 train 데이터셋으로 구성된 고품질의 데이터만으로 초기 모델 학습 후 train 데이터셋의 전체 영상에 인퍼런스를 수행하였다. 이 때 baseline 탐지 모델은 Swin-Large[2] 백본에 Faster R-CNN[3] 구조를 사용하였다. 인퍼런스 결과 중 신뢰도가 높은 결과만을 취한 후 기존의 저품질 데이터셋과 융합하여 새로운 라벨, 즉 pseudo label을 생성하였다. 이후 재정립된 데이터셋을 기반으로 탐지 모델을 재학습하였다. 성능 수치 산출은 train, validation 데이터셋 외에 별도로 구축되어 있는

test 데이터셋에서 수행되었다. Pseudo label 사용 여부에 따라 전체 탐지 성능이 F1 기준 4.46 가량 향상되었으며 특히 해안가 지역에 대해서는 6.48 만큼의 성능 향상을 확인하였다. SAR 영상처럼 라벨링 비용이 많이 드는 경우에도 적은 양의 데이터에 대해서 정확한 어노테이션이 수행된다면 그로부터 다양한 연구가 수행될 수 있으며 그 과정에서 데이터셋 역시 보완되고 확장될 수 있을 것으로 기대한다.

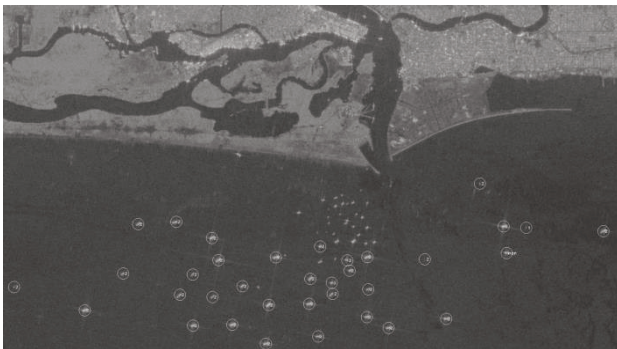


그림 1 해안지역 train 데이터셋

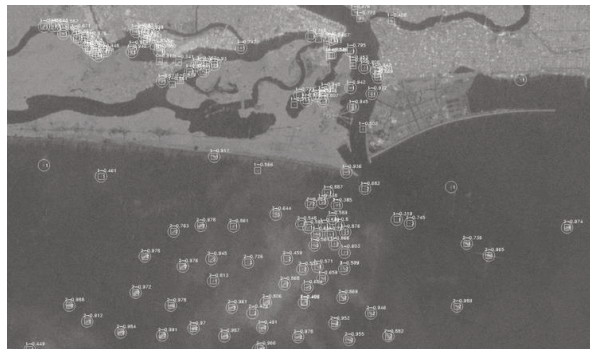


그림 2 그림1과 동일 지역의 validation 데이터셋

표 1 Pseudo label 사용 여부에 따른 F1 score 비교

	F1	F1-shore
w/o pseudo label	63.815	44.024
w/ pseudo label	68.271	50.506

참고문헌

1. Paolo, Fernando, et al. "xView3-SAR: Detecting Dark Fishing Activity Using Synthetic Aperture Radar Imagery." Thirty-sixth Conference on Neural Information Processing Systems Datasets and Benchmarks Track.
2. Liu, Ze, et al. "Swin transformer: Hierarchical vision transformer using shifted windows." Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision. 2021.
3. Ren, Shaoqing, et al. "Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks." Advances in neural information processing systems 28 (2015).

위성영상과 건물 메타데이터를 활용한 무허가 건물 탐지

홍성재¹, 오승욱², 양희인^{3,*}

1. ㈜컨텍, 스페이스스튜디오팀, 주임연구원
2. ㈜컨텍, 스페이스스튜디오팀, 주임연구원
3. ㈜컨텍, 스페이스스튜디오팀, 선임연구원

* 교신저자: heein.yang@contec.kr

일반적으로 불법건축물 단속 업무를 위하여 항공사진 촬영을 통해 도시 내 변화상황을 파악하고 현장 조사를 실시하고 있다. 하지만 항공영상 촬영 및 정사영상 제작비용으로 많은 비용이 소요되고 있으므로 이를 저감하기 위해 공간해상도는 비교적 낮지만 촬영주기가 우수한 위성영상으로 불법건축물을 탐지하는 기술을 개발하여 현업에 적용해야 할 필요가 있다. 불법건축물을 탐지하기 위해서는 위성영상에서 확인되는 건물과 실제 행정 시스템에 등록된 건물 메타데이터를 비교하는 작업이 필요하다. 위성영상과 건물 메타데이터를 비교하는 데에는 크게 두 가지 문제가 존재한다. 1) 위성영상을 촬영할 때 연속적으로 촬영하는 것이 아니므로 위성영상에서 탐지하는 건물의 위치와 건물 메타데이터에 기록된 건물의 지면 위치가 다르고, 2) 적법한 절차를 따라 건축/증축된 건물이 행정 시스템에 제대로 등록되지 않은 경우가 많다. 본 연구에서는 앞서 언급한 문제점들을 해결함을 통해 위성영상에서 탐지한 건물을 건물 메타데이터와 비교하여 무허가 건물을 탐지하는 방법에 대해서 서술한다. 그리고 더 정확한 불법 무허가 건물 탐지를 위해 필요한 사항들을 제안한다.



딥러닝 기반 SAR 영상 Super Resolution 리뷰

채규열^{1,*}, 조송현²

1. ㈜마인드포지, 대표
2. 카이스트, 초빙교수

* 교신저자: kychae@mindforge.kr

Single 영상기반 SAR 영상의 Super resolution기술에 대한 알고리즘들을 소개하고, 이들의 성능을 비교한다.

사사: 본 연구는 대한민국 정부의 재원으로 민군협력진흥원에서 수행하는 민군겸용기술개발사업 (과제명 : SAR 영상기반 정밀 지상기준점 생성 시스템 개발 사업('22-'26))의 연구비 지원으로 수행되었습니다 (No. 22-CM-EO-02).



딥러닝을 활용한 백두산 천지 얼음 분류 모델링

송세훈¹, 홍상훈^{1*}

1. 부산대학교, 지질환경과학과, 석사과정

1.* 부산대학교, 지질환경과학과, 부교수

* 교신저자: geoshong@pusan.ac.kr

백두산은 북한과 중국의 국경 경계에 위치한 성층화산으로 2010년 이후 마그마 재활동으로 인한 화산활동 여부에 대한 관심이 증대되었다. 그 이후로 최근까지도 단층 활동, 지진, 마그마방 등의 영향으로 인한 활동적인 징후 관측이 보고되고 있다 [1]. 백두산 정상에 위치한 천지는 약 20억 톤의 물이 저장되어 있으며 높은 고도로 인한 온도강하 효과로 인해 겨울철에 해당하는 10월부터 4월 사이에 눈과 얼음으로 피복되어 있다. 해당 시기에 대한 얼음 분포를 주기적으로 관측하는 것은 백두산 하부 마그마 변화에 대한 온도 지표로 사용 될 수 있다. 하지만 대상지역에 대한 접근은 지리적인 제약 등으로 인하여 현장 자료 관측이 쉽지 않아 원격 탐사를 이용한 주기적인 관측이 필요하다 [2]. 안테나에서 마이크로파 영역 신호를 송신하여 산란체로부터 반사파를 수신하는 영상레이더 (Synthetic Aperture Radar; SAR)는 주야·간 조건에 관계없이 영상을 획득할 수 있으며 기상조건에 비교적 자유롭게 관측 가능하다. 본 연구에서는 영상레이더 자료를 통한 YOLO (You Only Look Once) 딥러닝 알고리즘 적용을 통해 광학 영상과 육안 판독으로 구분이 어려운 천지의 얼음 유무를 파악하고자 YOLOv5 모델과 Google Colab을 활용하여 천지 얼음 분류 모델을 제작 및 검증하였다 [3].

사사: 본 연구는 기상청 기상·지진 See-At 기술개발연구사업 (KMI2018-02710)의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Meng, Z., Shu, C., Yang, Y., Wu, C., Dong, X., Wang, D., & Zhang, Y. Time Series Surface Deformation of Changbaishan Volcano Based on Sentinel-1B SAR Data and Its Geological Significance. Remote Sensing. 2022.
2. Hong, S. H., Jang, M. J., Jung, S. W., & Park, S. W. A review on monitoring Mt.Baekdu Volcano using space-based remote sensing observations. Korean Journal of Remote Sensing. 2018.



3. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R, & Farhadi, A. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016.

[특별 세션 16]

지질환경재해 분석을 위한 지질데이터 활용

1. 공간 기반 데이터의 수환경 활용 연구
2. 강수와 지하수 관측자료 기반 지하수자원의 시공간적 변동 평가
3. U-Net 기반 기계학습 활용을 통한 해양 탄성파 자료의 저주파수 성분 복원 연구
4. 머신러닝을 활용한 XRD실험 광물조성분석 모델 개발



공간 기반 데이터의 수환경 활용 연구

표종철^{1,*}

1. 부산대학교 환경공학과, 조교수

* 교신저자: jongcheol.pyo@pusan.ac.kr

기후변화 영향으로 우리의 생활과 환경에 많은 변화가 일어나고 있다. 빈번한 폭염으로 인한 가뭄 및 수질 악화 그리고 이상 강으로 인한 침수 및 산사태와 같은 환경 변화의 정도가 심화 되고 있다. 따라서, 미래의 환경변화에 선제적으로 예측하고 대응하기 위한 방안 마련이 필요하다. 본 연구에서는 수질, 침수, 산사태, 토양 오염등과 관련된 문제를 해결하고자 데이터 기반 모델을 구축하여 환경 변수 산정 및 분류 연구를 수행하였다. 해당 연구를 수행하기 위해 원격탐사 데이터(초분광이미지 및 다분광이미지)와 GIS 데이터와 같은 공간기반 빅데이터를 활용하였다. 수질관련된 연구로는 대한민국 담수지역의 초분광이미지를 활용한 유해 남조류 예측 연구, 조류 산정을 위한 다분광 이미지 초해상화, 담수 조류의 정성 색소의 공간적 분석등을 수행하였다. 침수연구는 경기도지역 수문 및 지형 GIS 자료를 기반으로 기후변화의 영향에 대한 침수 흔적 분류를 수행하였다. 산사태관련 연구는 오픈 소스 산림수종 이미지를 기반으로 산지 변화 탐지 연구를 수행하였다. 토양 오염의 경우는 초분광 synthetic 이미지를 이용한 토양 중금속 농도를 산정하는 연구를 수행하였다. 따라서, 본 연구에서는 수환경을 중심으로 공간 데이터와 머신러닝 및 딥러닝 모델과 같은 데이터 기반 모델 구축 연구를 통해 향후 기후 변화에 따른 환경 변수 예측과 분류를 위한 가능성을 확인 하였다.

강수와 지하수 관측자료 기반 지하수자원의 시공간적 변동 평가

이재민¹, 우남철², 고경석³, 하규철^{3,*}

1. 한국지질자원연구원, 지하수환경연구센터, 선임연구원
2. 연세대학교, 지구시스템과학과, 교수
3. 한국지질자원연구원, 지하수환경연구센터, 책임연구원

* 교신저자: hasife@kigam.re.kr

기후변화로 인해 국내에서도 기상재해 발생빈도가 증가하고 있으며, 특히 빈번한 가뭄발생으로 수자원 활용에 어려움이 나타나고 있다. 지하수는 지표수에 비해 상대적으로 가뭄에 덜 민감한 것으로 알려져 있고, 가뭄 시 비상급수 등 주요 수자원으로 활용되고 있다. 하지만, 기상가뭄을 예측하는 것이 어렵고, 지역적으로도 수자원의 불균형이 나타나기 때문에 지속가능한 수자원으로서 지하수를 관리·활용하기 위해서는 각 지역을 대표할 수 있는 강수와 지하수 모니터링 자료를 통한 수자원 변동 특성 평가와 예측이 필요하다. 본 연구는 장기관측 자료를 이용해 전국규모에서 강수와 지하수위의 시공간적 변동 특성을 평가하고자 하였다. 또한, 강수와 지하수의 가뭄지수를 산정하고 장·단기적인 지하수위 변동요인을 분석함으로써 지하수가뭄 취약지점에 대한 정보를 도출하고자 하였다.

총 90개소(한강 22개, 금강 19개, 낙동강 29개, 영산강-섬진강 20개)의 국가지하수관리측정망의 층적층 관정과 함께 인근 기상관측소 67개소에서 2000년부터 2015년까지 16년 기간동안 관측된 일단위 강수량과 지하수위 자료를 수집하였다. 그리고 환경부의 지하수연보를 이용해 해당기간에 대한 중권역별 지하수 이용량 통계자료를 수집하였다. 이렇게 수집된 자료를 활용해 강수와 지하수위의 변동추세와 상관관계를 분석하고, 각각의 가뭄지수를 산정하여 비교하였다. 지난 16년 동안의 연평균 강수량 분포는 경북 지역에서 1100 mm 이하로 상대적으로 적었고, 남부 지역에서 1573 mm 이상으로 많은 특성을 보였다. 연강수량의 추세는 대부분의 지역에서 감소하는 경향을 보였고, 남부 해안과 경기 양평군 등 극히 일부 지역에서만 상승하는 경향을 보였다. 같은 시기에 유역별 연평균 지하수위는 대부분 감소하였지만, 영산강-섬진강 유역 내 지하수 관정들의 연평균 지하수위는 상승 경향이 나타났다. 가뭄지수 산정결과 역시 강수와 지하수위는 유사한 변동유형을 보이고 있어 대부분 강수 부족에 의한 수위저하 영향이 나타나는 것으로 판단되지만, 지하수가뭄 지수는 표준강우지수 보다는 덜 민감한 것으로 나타났다. 2008-2009년에는 가뭄심도의 차이는 있지만 모든 유역에서 가뭄이 나타났고, 2014-2015년에는 한강유역에서 가뭄지수가 -1에 가까운 심한 가뭄 상태였던 반면에 영산강-



섬진강 유역에서는 가뭄 영향이 나타나지 않아 시기에 따라 지역별 편차가 크게 나타났다. 중권역별 지하수 이용량과 토지이용 차이에 따른 지하수위 저하를 비교하였는데, 농업용수 사용이 많은 지역에서 높은 지하수 이용량을 보였지만, 각 지역별 연간 지하수 이용량은 거의 일정하게 유지되기 때문에 지하수위 저하는 주로 강수량 감소의 영향 때문인 것으로 판단된다.

본 연구는 과거 10년 이상의 대규모 관측자료를 이용해 국내 강수와 지하수의 전반적인 변동 특성을 시각화하여 단순 평가한 단계이다. 향후에는 수집된 자료 및 강수와 지하수의 변동 요인 분석결과를 기반으로 예측모델을 구축하여 지하수가뭍 취약지역을 선별함으로써 지역별 지하수 관리 및 활용을 위한 정보를 제공하고자 한다.

사사: 본 연구는 한국지질자원연구원의 2022년 '기후변화대응 대응량 지하수 확보 및 최적활용 기술 개발(GP2020-012)' 및 환경부의 수요대응형 물공급 서비스사업에서 지원을 받아 수행되었습니다.

U-Net 기반 기계학습 활용을 통한 해양 탄성파 자료의 저주파수 성분 복원 연구

박윤희^{1,*}, 문혜진², 주형태³, 편석준⁴

1. 한국해양과학기술원, 해저활성단층연구단, 선임연구원
2. 한국해양과학기술원, 해저활성단층연구단, 기술원
3. 한국해양과학기술원, 해저활성단층연구단, 책임연구원
4. 인하대학교, 에너지자원공학과, 정교수

* 교신저자: yunipark@kiost.ac.kr

해양 탄성파 자료는 자료를 취득하는 구조적인 한계와 자료처리 과정에서 필수적으로 수행되는 주파수 필터링 기반 자료처리로 인해 저주파수 부족 문제를 수반한다. 자료 내에 저주파수가 불충분한 경우에는 지질학적으로 중요한 정보를 내포하고 있는 신호 주변으로 불필요한 신호가 추가되는 되울림(ringing) 현상이 나타나게 되는데, 이는 탄성파 자료의 전반적인 분해능을 하락시키고 왜곡된 해석 결과를 유발한다. 또한 이러한 자료를 이용하여 해저 지층의 정량적인 물성 정보를 제공하는 전파형 역산을 수행하는 경우에는 저주파수 성분 부족으로 인한 지역 최솟값(local minima) 문제에 쉽게 빠져 부정확한 해저 지하구조를 얻게 된다.

이러한 문제를 해결하기 위해 부족한 저주파수 자료를 예측하는 기계학습 기반의 신진 연구들이 최근 많은 연구자들에 의해 제안되고 있다. 먼저, Ovcharenko et al. (2019)는 주파수 영역 송신원 모음 자료 내 고주파수 정보로부터 단일 저주파수 성분을 보간하는 딥러닝 방식에 대해서 소개하였다[1]. 이와 달리 Fang et al. (2020)은 시간 영역에서 탄성파 자료에 두 가지 다른 필터링을 적용함으로써 학습 자료와 레이블 자료를 구축한 뒤 저주파수 성분의 신호를 예측하고 이를 활용하여 개선된 지하 구조 영상화 결과를 도출하였다[2]. 초기에 제안된 기계학습 기반 저주파수 재건 연구들은 주로 합성 자료에 국한된 네트워크 훈련과 그 결과를 보여주었는데, 그 이유는 현장 자료를 이용한 일반화 성능 검증에는 한계가 존재하기 때문이다. 이러한 한계에 도전하기 위해 초저주파수(ultra-low frequency) 성분을 가지고 있는 현장 자료를 훈련자료로 활용한 연구도 제안되었다[3].

만약 저주파수에 대한 정보를 충분히 가진 현장 자료가 존재한다면, 이를 훈련 자료로 이용하여 저주파수를 수월하게 재건할 수 있다. 하지만 실질적으로 저주파수 성분을 충분히 보유한 현장 자료 취득은 상당히 어렵기 때문에 일반화 성능 검증 시 원하는 결과를 취득하기 쉽지 않다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 합성 자료만을 이용하여 현장 자료의



부족한 저주파수를 예측하는 방법에 대하여 소개한다. 본 연구에서는 북극해에서 취득된 2차원 탄성파 자료를 이용하는데[4,5], 해당 자료는 에어건 어레이에 대한 원거리장 송신파형(far-field signature)을 같이 제공하므로 이를 활용하면 현장 자료의 특징을 훈련 자료에 투영할 수 있다. 또한, 최대한 다양한 훈련 자료를 생성하기 위해 다채로운 수치 속도 모델을 생성하였고 파동 방정식을 수치적으로 계산하여 연구자의 목적에 맞게 합성 자료를 생성하였다. 저주파수가 상대적으로 충분한 자료와 불충분한 자료로 구별하여 입력 자료와 레이블 자료로 훈련 자료를 구성하였다. 네트워크 훈련을 위해서 수정된 U-Net[6]을 선택하였으며, 현장 자료를 이용하여 훈련된 네트워크의 일반화 성능을 검증하였다. 시간 영역 및 주파수 영역 내에서 자료를 비교함으로써 훈련된 네트워크가 현장 자료의 부족한 저주파수 성분을 재건하였음을 관찰하였으며, 목표로 하는 저주파수 성분과 비교함으로써 네트워크의 예측 정확도를 확인하였다. 이러한 기술을 이용하여 탄성파 자료의 분해능을 향상시키고 지하구조 영상화 결과를 개선시킴으로써 더 정확한 해석에 기여할 수 있는 잠재력을 확인하였다.

사사: 본 연구는 한국해양과학기술원의 주요사업인 “해양방위 및 안전기술 개발(PEA0041)” 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Ovcharenko, O., Kazei, V., Kalita, M., Peter, D. and Alkhalifah, T., 2019. Deep learning for low-frequency extrapolation from multioffset seismic data. *GEOPHYSICS*, 84(6), pp.R989-R1001.
2. Fang, J., Zhou, H., Elita Li, Y., Zhang, Q., Wang, L., Sun, P. and Zhang, J., 2020. Data-driven low-frequency signal recovery using deep-learning predictions in full-waveform inversion. *GEOPHYSICS*, 85(6), pp.A37-A43.
3. Aharchaou, M. and Baumstein, A., 2020. Deep learning-based artificial bandwidth extension: Training on ultrasparse OBN to enhance towed-streamer FWI. *The Leading Edge*, 39(10), pp.718-726.
4. Keys, R., 1999. *Comparison of seismic inversion methods on a single real data set*. Tulsa, Okla: Soc. of Exploration Geophysicists.
5. Madiba, G. and McMechan, G., 2003. Processing, inversion, and interpretation of a 2D seismic data set from the North Viking Graben, North Sea. *GEOPHYSICS*, 68(3), pp.837-848.
6. Wang, M., Xu, S. and Zhou, H., 2020. Self-supervised learning for low frequency extension of seismic data. In: *SEG Technical Program Expanded Abstracts 2020*. Society of Exploration Geophysicists, pp.1501-1505.

머신러닝을 활용한 XRD실험 광물조성분석 모델 개발

진홍근¹, 박주영¹, 박선영², 손병국², 김성일², 이경복^{1,*}

1. 공주대학교, 지질환경과학과, 석사과정/조교수
2. 한국지질자원연구원, 해저지질에너지연구본부, 선임연구원/책임연구원

* 교신저자: kblee@kongju.ac.kr

한국지질자원연구원은 2007년과 2010년 동해 울릉분지에서 이뤄진 대규모 시추탐사 시, 488개 시료에 대한 XRD실험을 수행하여 광물조성을 분석하였다. 전문가 의존도가 큰 조성분석 특성상, 수백개의 시료 분석에 소요되는 비용이 크며 해당지역의 퇴적물은 12개 광물로 이뤄져 있어 분석에도 어려움이 따른다. 이에 선행연구[1]에서는 XRD실험결과(입사각에 따른 intensity profile)를 입력자료로, 전문가가 분석한 12개 광물조성을 출력으로 하는 머신러닝 모델을 개발하였다. 머신러닝을 활용한 퇴적물 조성분석 가능성을 확인한 의의가 있지만, feature 별 전처리방식을 사용하여 원본 intensity profile이 가지는 주요정보(peak 패턴과 범위 등)를 잃는 문제가 있다. 본 연구에서는 intensity profile을 분석할 때 중요시되는 상대적인 intensity 경향을 보존할 수 있도록 sample별 전처리방식을 적용하여 조성분석 성능을 개선하고자 한다. 선행연구와 동일한 조건(학습자료 및 알고리즘 구조 등)에서 전처리방식만 변경하여 합성곱신경망을 훈련한 후(307개 train, 132개 validation), 49개 test 시료로 성능을 검증한 결과, 선행연구 대비 평균절대오차는 41%, 결정계수는 46% 개선되었다. 특히, 선행연구에서 예측이 어려웠던 특이조성을 가지는 시료에 대한 예측정밀도가 향상되었다. 종합하면, 합성곱신경망이 수용 영역(receptive field) 내의 peak패턴을 효과적으로 분석하기 위해서는 sample별 전처리가 효과적임을 확인하였다. 본 연구는 향후 한국대지 등 주변지역의 광물조성분석 시 활용될 수 있다.

사사: 본 연구는 가스하이드레이트 사업단의 지원하에 수행중인 한국지질자원연구원의 프로젝트(No. GP2021-010)의 지원으로 수행되었습니다. 또한 2021년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 해외자원개발협회의 지원(데이터사이언스 기반 석유·가스 탐사 컨소시엄, 2021060001)과 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원(No. 20225B10300050)을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Park, S.Y., Son, B.-K., Choi, J., Jin, H., Lee, K. Application of machine learning to quantification of mineral composition on gas hydrate-bearing sediments, Ulleung Basin, Korea. 2022. J. Pet. Sci. Eng. 209, 109840.

[특별 세션 17]

AI데이터 활용 지질 재해 관측

1. 하이브리드 머신러닝 알고리즘을 이용한 평창군 지역의 산사태 취약성도 평가
2. Suomi 위성을 이용한 서울특별시의 COVID-19 팬데믹 중 야간 조명의 시공간 변화 모니터링
3. Suomi 데이터, GIS 및 하이브리드 기계 학습 접근 방식을 사용하는 호주 시드니의 산불 취약성도
4. 소양호 수역의 변화 감지를 위한 딥러닝 모델과 고해상도 위성 이미지
5. Convolutional Neural Network(CNN) 및 Support Regression(SVR) 알고리즘을 사용한 경기도 이천시의 산사태 취약성 매핑

하이브리드 머신러닝 알고리즘을 이용한 평창군 지역의 산사태 취약성도 평가

Muhammad Fulki Fadhillah¹, 이창욱^{2,*}

1. 강원대학교, 과학교육학과, 박사과정
2. 강원대학교, 과학교육학부, 교수 *

* 교신저자: cwlee@kangwon.ac.kr

최근에는 재해 취약성 방재를 위해 다양한 방법의 개선 및 결합이 이루어지고 있다. 원격탐사 데이터는 이러한 분석을 위해 공간데이터를 제공함으로써 개선에 기여한다. 데이터 세트의 증가하는 추세에 따라 손실과 더 나은 분석을 최소화하기 위해 효율적이고 신뢰할 수 있는 관리 데이터 개선의 필요성이 커지고 있다.

강원도 평창군은 과거 산사태가 발생한 지역으로, 가파른 경사로 둘러싸여진 산악지대 인근에 위치한다. 이러한 조건으로 인해 본 연구에서는 과거의 산사태 자료를 바탕으로 산사태 취약성 매핑을 수행하였다. 과거 데이터 자료는 학습 프로세스를 위한 훈련용 데이터 세트(70%)와 성능을 평가하기 위한 테스트 데이터 세트(30%)로 나뉜다. 공간 데이터의 경우, 영향 요인을 찾고 취약성도를 형성하기 위해 16가지의 환경 요인을 평가하였다. 이때 adaptive network-based fuzzy inference system(ANFIS) 머신러닝 모델을 이용하여 산사태 취약성도 모델을 생성하였다. 또한 시행착오를 최소화 하고 더 나은 결과를 위해 gray wolf optimizer (GWO) 와 particle swarm optimization (PSO) 알고리즘을 메타휴리스틱 최적화 알고리즘으로 ANFIS에 적용하였다.

그 결과, 테스트 데이터를 사용하여 receiver operating characteristic(ROC) 에 의해 평가된 성능 정확도의 경우 AUC 값이 ANFIS-PSO 및 ANFIS-GWO 하이브리드 모델에서 각각 0.927과 0.953으로 나타났다. 이러한 결과는 해당 방법을 통해 산사태 취약성도 매핑을 개선할 수 있다는 것을 의미한다. 또한 ANFIS의 하이브리드 알고리즘은 연구 영역의 산사태 취약성도를 평가하는데 적용될 수 있으며, 신뢰할 수 있는 성능 결과를 나타낸다는 것을 의미한다. 추후 하이브리드 알고리즘의 일관성과 성능을 평가하기 위해 추가 연구를 수행할 수 있을 것으로 기대한다.

Suomi 위성을 이용한 서울특별시의 COVID-19 팬데믹 중 야간 조명의 시공간 변화 모니터링

Arip Syaripudin Nur¹, 이창욱^{2,*}

1. 강원대학교, 과학교육학과, 석박사통합과정
2. 강원대학교, 과학교육학부, 교수

* 교신저자: cwlee@kangwon.ac.kr

정부는 2019년 코로나 바이러스(COVID-19)의 확진자에 대응하기 위해 사회적 거리두기 규정을 시행하였다. 이러한 사회적 거리두기의 시행으로 인한 환경의 변화는 야간 조명(Night Time Light, NTL)의 변화를 통해 관찰되었다. 위성을 통한 원격탐사를 통해 얻은 NTL의 변화를 통해 사회적 거리두기 중 야간의 사람들의 활동을 확인할 수 있다.

가시적인 NTL 데이터는 Suomi National Polar-orbiting Partnership (S-NPP) 위성을 통해 획득하였다. 본 연구에서는 사회적 거리두기 정책과의 상관관계를 조사하기 위해 서울특별시의 NTL radiance 시계열을 분석하기 위해 2020년 1월 1일부터 2022년 6월 27일까지 887개의 Suomi 데이터를 사용하였다.

연구 결과 사회적 거리두기 수준의 단계의 변화에 따른 NTL radiance의 시간적 및 공간적 격차를 감소시켰다는 것을 보여주었다. 이러한 원인은 다양한 시설의 폐쇄와 동반된 사람들의 활동을 제한하는 더 높은 수준의 사회적 거리두기 때문으로 보인다. 또한, 본 연구에서는 long short-term memory (LSTM) 알고리즘을 활용하여 향후 6개월 동안 서울특별시에서 여러 변수를 사용하여 COVID-19 발생상황을 예측하였다. 이때 사용된 변수로는 확진자 수, NTL radiance, 사회적 거리두기 수준, 업무시간 및 다른 변종 바이러스가 있다. 그 결과 또 다른 확산이 서울에서 일어날 것으로 예측되었다는 것을 보여준다. 본 연구를 통해 정부가 향후 COVID-19 발생을 통제하고 예방하기 위한 사회적 거리두기 정책을 평가하고 개선하는데 도움이 되기를 기대한다.

Suomi 데이터, GIS 및 하이브리드 기계 학습 접근 방식을 사용하는 호주 시드니의 산불 취약성도

Arip Syaripudin Nur¹, 김용재², 이창욱^{3,*}

1. 강원대학교, 과학교육학과, 석박사통합과정
2. Lamar University, Department of Civil and Environmental Engineering, 조교수
3. 강원대학교, 과학교육학부, 교수

* 교신저자: cwlee@kangwon.ac.kr

호주는 산불이 발생하기 쉬운 국가중 하나이다. 산불이 발생하기 쉬운 지역의 산불 예측 및 관리는 산불로 인한 피해를 줄일 수 있다. 본 연구는 지리 정보 시스템(GIS)을 사용하여 산불 발생과 기계 학습의 공간적 분포를 조절하는 요소를 이해해 시드니의 산불 취약성을 예측하는 것을 목표로 하였다.

산불 발생 데이터는 현장 조사를 통해 획득한 화선 길이와 2012년 부터 2020년 까지의 Suomi thermal anomalies를 통해 관측한 화재 발생 결과를 이용하였다. 시드니의 산불 취약성도 매핑을 위해 16개의 산불 관련 요인 및 다양한 메타휴리스틱 알고리즘 (BAT 및 GWO)을 사용하여 support vector regression (SVR)를 기반으로 기계 학습의 잠재력을 평가하는데 사용하였다. 정보 이익 비율 (Information Gain Ratio, IGR) 방법은 토지사용, 산림 유형 및 경사도와 같은 driving factors가 연구 지역의 산불 취약성에 큰 영향을 미친다는 것을 보여준다. 추가적으로, Bush Fire는 검증 데이터 세트의 역할을 하여 모델의 예측 성능을 평가하는데 사용할 수 있다.

예측 성능은 평균 제곱근 오차 (Root Mean Square Error, RMSE)와 area under the curve (AUC)를 기반으로 모델을 평가하였으며 하이브리드 기반의 SVR-BAT 모델은 AUC가 0.882, RMSE가 0.079으로, SVR-GWO 모델 (AUC=0.873, RMSE=0.080)과 SVR 단독 모델(AUC=0.837, RMSE=0.097)보다 좋은 결과를 보였다. 그러므로 메타휴리스틱으로 SVR을 최적화 하는 것은 연구 지역에서 산불 취약성 매핑의 정확성과 신뢰성을 향상시켰다고 볼 수 있다.

소양호 수역의 변화 감지를 위한 딥러닝 모델과 고해상도 위성 이미지

Suci Ramayanti¹, 이창욱^{2,*}

1. 강원대학교, 과학교육학과, 박사과정
2. 강원대학교, 과학교육학부, 교수

* 교신저자: cwlee@kangwon.ac.kr

2022년 7월부터 8월까지의 장마는 호수의 수역에 영향을 미쳤다. 이러한 수역의 관찰은 홍수나 가뭄 완화와 물 가용성 추정을 포함해 다양한 생명체와 인간의 삶에 유용할 수 있다. 이때 원격탐사는 넓은 지역의 수역의 변화를 모니터링 하는데 중요한 역할을 한다.

고해상도 광학 이미지는 토지 사용을 적절하게 분류하고 다양한 상황의 수역을 식별하는데 사용되었다. 또한 딥 러닝 기술의 발전으로 인해 이미지 분류의 정확도 향상을 위해 딥 러닝 기술을 접목하는 사례가 늘어나고 있다.

본 연구에서는 고해상도의 PlanetScope 이미지를 사용하여 2022년 장마 이후 소양호 수역의 변화를 관찰하였다. 이미지는 2022년 5월 9일과 2022년 8월 21일에 획득한 이미지로, 장마 전후의 날짜로 선정하였다. 본 연구는 U-Net 아키텍처와 두 종류의 기계 학습 모델인 SVM(Support Vector Machine)과 Random Forest(RF)를 이용해 수역과 비수역을 분류하는 비교 연구에서[1] 2022년 5월 9일 이미지를 사용해 더 나아갔다. 수역의 변화를 식별하기에 가장 적합한 비교기를 선정하기 위해 모델의 성능의 비교를 진행하였다.

연구 결과 U-Net 분류기(98.50%)를 사용하였을때가 SVM(97.50%), RF(97.17%)를 사용했을 때 보다 전반적으로 더 나은 정확도를 가지는 것으로 나타났다. 이후 본 연구를 통해 구한 최적의 분류기를 장마 이후의 이미지의 수역 식별을 위해 적용한 결과 장마로 인해 소양호 수역이 약 7km² 증가되었다는 결과를 얻었다. 이러한 변화는 주변 환경과 인간의 삶에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 본 연구 결과는 소양호 수역의 변화와 관련된 정책을 구상하는데 참고자료가 될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Morgan GR, Wang C, Li Z, Schill SR, Morgan DR. Deep Learning of High-Resolution Aerial Imagery for Coastal Marsh Change Detection: A Comparative Study. 2022.



Convolutional Neural Network(CNN) 및 Support Vector Regression(SVR) 알고리즘을 사용한 경기도 이천시의 산사태 취약성 매핑

Wahyu Luqmanul Hakim¹, 이창욱^{2,*}

1. 강원대학교, 과학교육학과, 석박사통합
 2. 강원대학교, 과학교육학부, 교수
- * 교신저자: cwlee@kangwon.ac.kr

산사태는 고지대 지역이나 산악 경사면에서 인간과 지역 환경 모두에게 위협이 되는 심각한 영향을 미치는 자연재해이다. 산사태 취약성 매핑은 산사태가 발생하기 쉬운 지역을 예측하고 이를 방지하기 위한 중요한 열쇠이다.

본 연구는 Convolutional Neural Network (CNN)을 기반으로 한 딥 러닝 알고리즘의 능력을 조사하고 SVR(Support Vector Regression) 알고리즘을 기반으로 한 기계 학습 알고리즘과 비교하여 경기도 이천시의 산사태 취약성도를 생성하는 것을 목표로 했다.

산사태 발생 지도는 항공 사진과 광범위한 현장 조사를 통해 획득하였다. 228개의 산사태 지점은 훈련 데이터 세트(70%)와 검증 데이터 세트(30%)로 무작위로 나누었다. 또한 지질환경 및 수문지형학적(Topo-Hydrological)요인으로 구성된 18개의 산사태 관련 요인을 예측 변수로 설정하였다. CNN과 SVR의 산사태 취약성도의 결과는 receiver operating characteristic (ROC) 곡선의 area under the curve (AUC) 값을 기반으로 한 30% 검증 데이터를 사용하여 비교하였다.

검증 결과 CNN 모델의 AUC 값이 약 0.852으로 SVR의 AUC 값인 0.827 보다 더 높은 정확도를 보여준다. 따라서 CNN을 기반으로 한 딥 러닝 알고리즘은 더 나은 성능을 보여주었고 산사태가 발생하기 쉬운 경기도 이천시의 산사태 취약 지역의 방재에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

[특별 세션 18]

지질자원 빅데이터 활용 및 지질자원 데이터 활용 경진대회

1. 지질자원데이터 활용 및 인공지능 경진대회 소개
2. YOLO 딥러닝 알고리즘을 활용한 암석 분류 연구
3. 한국 지오빅데이터의 중등학교 교육 현장으로의 활용 방안에
제언: 세 가지 학습 환경(교실, 야외, 가상)을 중심으로
4. 기계학습 기반 토픽 모델을 이용한 국내 지질학의 연구주제 분류 및 연구동향 분석
5. 지질환경정보와 문화재 공간정보 서비스를 융합한 가족형 휴양지의 제안
6. 온실가스 지중저장 적지 탐사 데이터 구축 및 활용



지질자원데이터 활용 및 인공지능 경진대회 소개

한종규¹, 한수연²

1. 한국지질자원연구원, 국토지질연구본부, 지질자원데이터센터 센터장(책임연구원)
 2. 한국지질자원연구원, 국토지질연구본부, 지질자원데이터센터 선임연구원
- * 교신저자: jghan@kigam.re.kr

한국지질자원연구원은 최신 지질자원 정보를 국민 누구나 검색하여 활용할 수 있는 지오빅데이터 오픈플랫폼을 개발하여 운영하고 있다. 이 플랫폼에는 2천 7백여 건이 넘는 양질의 연구데이터가 무료로 개방되어 있으며, 13만 건이 넘는 지질자원 연구보고서와 국내외 논문 검색 기능 제공을 포함한 오픈API 및 데이터를 공개하고 있다. 한국지질자원연구원은 2021년부터 지질자원 연구데이터의 활용도를 높이기 위하여 다양한 활용 아이디어 발굴하기 위하여 데이터 활용 및 인공지능 경진대회를 개최하고 있다. 올해 2번째로 개최된 경진대회에서는 2개 부문(데이터 활용과 인공지능), 총 93명이 참여하여 다양한 아이디어와 연구 성과를 발표하였고, 최종 12팀이 수상하게 되었다. 야외 현장에서 카메라 사진을 이용하여 암석을 판별할 수 있는 YOLO 딥러닝 알고리즘 활용 방법, 중등학교 교육현장에서 수업 또는 지질답사에 활용할 수 있는 지오리터리시 개발 등 지오빅데이터 오픈플랫폼에서 제공하는 다양한 데이터와 타 기관에서 제공하는 데이터를 서로 연계에서 활용하는 아이디어 등이 제안되었다. 세계는 지금 4차 산업혁명이라는 거대한 패러다임의 한 중심에 서 있다. 기존의 학문과 기술이 인공지능 기술과 만나 새로운 분야를 창출하기도 하고, 한계를 가늠할 수 없는 발전된 기술이 보여 지기도 한다. 이 같은 패러다임 속에서 한국지질자원연구원은 지진재해 신속 대응기술, 융·복합 탐사 기술, 지질재해 리스크 관리 기술 등 국민 삶의 질을 향상시킬 수 있는 혁신기술을 개발하고 있다. 궁극적으로는 지오빅데이터 및 인공지능기반 분석 플랫폼의 성공적인 서비스를 통해 지질자원분야의 개발자/사용자 연결이 가능한 참여형 플랫폼을 제공하고, 산업군에서 공급자와 수요자의 교류를 활성화하여 신시장을 창출할 수 있는 기반을 마련할 수 있도록 노력하고 있다.

사사: 본 연구는 한국지질자원연구원 기본사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

YOLO 딥러닝 알고리즘을 활용한 암석 분류 연구

주정헌¹, 정희정², 이제윤², 송세훈², 홍상훈^{3*}

1. 부산대학교 지질환경과학과, 박사과정
2. 부산대학교 지질환경과학과, 석사과정
3. 부산대학교 지질환경과학과, 부교수

* 교신저자: geoshong@pusan.ac.kr

암석은 형성 요인, 형성 환경 등에 따라 다양한 광물 조성, 조직, 형태와 색을 가질 수 있으며, 동일한 암석 유형에 대해서도 다양한 형태로 나타날 수 있다. 암석 분류는 지질 현장에서 지질학적 형성 환경을 추론하기 위한 기본적인 정보를 제공할 수 있다는 점에서 중요하며, 특히 암석의 형태는 육안으로 확인 가능한 대표적인 암석의 외형적 특징으로, 야외 지질 현장에서 암석을 분류함에 있어 중요한 요소이다. 그러나 암석은 실제 자연에서 다양한 형태로 분포하므로, 암석의 형태를 이용하여 암석의 종류를 식별하고 분류하기 위해서는 깊은 지질학적 지식과 경험이 필수적으로 요구된다[1].

딥러닝 (Deep Learning) 기반 객체 분류 및 탐지 기법은 대규모 데이터로 학습된 인공신경망 (Artificial Neural Network)을 통해 결과를 도출하며, 패턴 인식과 객체 및 이미지 분류에서 우수한 성과를 보인다. 본 연구에서는 동일한 암석임에도 불구하고 다양한 형태를 가지는 야외 현장에서의 암석 분류를 위한 딥러닝 기반의 자동 암석 유형 분류 모델을 제작하였다. 지오빅데이터 오픈 플랫폼에서 제공하는 암석 이미지 자료들을 활용하여 우수한 객체 인식 및 분류가 가능하다고 알려진 YOLO (You Only Look Once) v5 딥러닝 알고리즘 기반의 암석 분류 모델을 생성하였다[2-3]. 또한, 고성능 GPU를 탑재한 소형 보드인 Jetson Nano 머신에서 획득한 훈련 모델을 사용해 실제 촬영한 암석 이미지에 대한 암석 분류 수행을 통해 실제 야외 현장에서의 활용 가능성을 평가하였다. 총 6종류의 암석에 대해 935장의 암석 이미지가 연구에 사용되었으며, 퇴적암 분류 모델에서는 평균 0.88, 6종류 암석 분류 모델에서는 평균 0.81의 정확도를 가지는 훈련 모델을 획득하였고 이를 이용하여 암석의 성공적인 분류가 가능함을 확인하였다. 암석의 색, 구성 입자의 크기, 광물 조성, 조직 등의 특성에 유사함을 보이는 암석들은 분류 정확도가 다소 낮게 나타나는 것으로 확인하였으며, 이는 훈련 자료의 부족으로 인해 발생하는 오류인 것으로 추정하였다. 향후 충분한 훈련 데이터의 확보 및 훈련 모델의 정확도 개선을 통해 실제 야외 지질 답사에서 다양한 종류의 암석 분류에 활용 가능할 것으로 기대된다.



사사: 본 연구는 정부(해양수산부)의 재원으로 시행하는 해양수산과학기술진흥원 항만인프라 재해 및 노후화 대응 스마트 유지보수 기술개발사업(과제번호: 202106598) 지원으로 수행하였습니다.

참고문헌

1. Ran, X., Xue, L., Zhang, Y., Liu, Z., Sang, X. and He, J., 2019. Rock Classification from Field Image Patches Analyzed Using a Deep Convolutional Neural Network. *Mathematics*, 7(8), p.755.
2. 지오빅데이터오픈플랫폼 (<https://data.kigam.re.kr/>)
3. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., and Farhadi, A., 2016. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. In Proceedings of the IEE conference on computer vision and pattern recognition, pp. 779-788.

한국 지오빅데이터의 중등학교 교육 현장으로의 활용 방안에 제언 : 세 가지 학습 환경(교실, 야외, 가상)을 중심으로

황선익^{1,2,*}, 최윤성³

1. 서울대학교, 과학교육과(지구과학교육전공), 석사과정
2. 경기도 일산중학교, 교사
3. 서울대학교, 과학교육과, 박사후 연구원

* 교신저자: sihwang7@snu.ac.kr

우리나라 국가지질공원은 유네스코에서 지정한 제주도, 청송, 무등산권, 한탄강 세계지질공원 및 지속적인 국가지질공원의 추가로 양적인 팽창을 이루었다[1]. 지질공원의 증가와 더불어 우리나라 전역에 있는 지질유산의 가치 평가 및 학술적인 자료 등 다원화된 자료의 축적이 이어졌다[2]. 대표적으로 지오빅데이터 오픈 플랫폼은 지질주제도, 한국의 지질노두 등 다양한 지질 자료를 제공하고 있으며, 국가지질공원 지도서비스에서는 국가지질공원의 지질명소와 전국에 있는 약 1000여개의 지질유산의 특징을 지도와 함께 제공하고 있다[3].

이 연구에서는 이 두자료를 융합한 새로운 형태의 플랫폼을 개발하고 이를 관련자료와 연결하여 중등학교 지질단원 수업에 필요로 하는 자원으로 활용할 것을 제안한다. 지오빅데이터를 활용해 전통적인 교실환경에서는 교과 탐구활동을 진행하고, 야외지질답사 환경에서는 발전적인 형태의 야외지질답사 프로그램을 진행하며, 가상 야외답사 환경에서는 가상현실을 기반으로 야외지질답사 프로그램에 참여하고 개발하는 과정을 경험할 수 있다.

지오빅데이터를 중등학교 교육 현장에 활용하면 과학적 소양 함양을 목표로 하는 과학교육의 지향점에 한층 더 가깝게 다가가는 계기가 될 것이다.

사사: 본 연구는 지오에이아이데이터 학회의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. 국가지질공원사무국. 지질공원 바로 알기. 2020.
2. 국립공원공단. 제주권 지질유산 발굴 및 가치평가. 2020.
3. 국가지질공원 지도서비스. Available at: <https://www.koreageoparks.kr/portal/map/mapService.do>. Accessed October 19, 2022.

기계학습 기반 토픽 모델을 이용한 국내 지질학의 연구주제 분류 및 연구동향 분석

김태용¹, 박혜민¹, 허준용¹, 권대웅², 양민준^{3,*}

1. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 지구환경과학전공, 박사과정
2. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 환경지질과학전공, 학부과정
3. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 환경지질과학전공, 부교수

* 교신저자: minjue@pknu.ac.kr

국내 지질학의 연구 분야는 20세기 중반 이후부터 꾸준히 발전하고 있다. 지난 수십년 동안 많은 국내 지질학 연구자들에 의해 지질학의 특정 학술지 및 지질학 전체를 대상으로 문헌고찰을 수행하였으나, 연구자가 직접 대용량의 문헌을 읽고, 연구주제를 직접 분류하기에는 시간·비용적인 측면에서 많은 제약이 존재하였다. 또한, 인공지능, 미세플라스틱 등 새로운 연구 분야들이 추가되고, 기존의 연구 분야와 융합되고 있지만, 그에 따른 연구분류의 체계는 정립되지 않고 있다. 따라서, 본 연구는 기존의 문헌고찰에서 한계점을 극복하기 토픽 모델(topic model)을 적용하여 국내 지질학 전체를 대상으로 문헌고찰을 실시하였다. 또한, Kim et al., 2021에서 제안된 토픽 모델인 Latent Dirichlet allocation (LDA)의 통계적인 결과해석방법(회귀 분석, 주성분분석, 군집분석, 네트워크분석)을 사용하여 연구를 수행하였다. LDA 분석 결과 국내 지질학은 총 18개의 연구주제로 분류할 수 있었다. 연구동향 분석결과, "자원지질학", "암석학", "층서학"이 1996년 이전 성행하였다는 것을 확인할 수 있었으며, 1996년 이후 환경분야와 관련된 "환경지질학", "수리지질학"과 관련된 연구들이 활발하게 수행되었다. 지질학 관련 18개의 연구주제들은 4가지의 그룹(공학, 환경, 현장조사, 화학)으로 묶을 수 있었으며, 그 중에서 공학그룹이 가장 높은 연관성(mean weight = 5.18)을 보여주었다. 본 연구의 결과는 국내 지질학을 연구하는 신입연구자 및 지질학을 기반으로 하는 주변학문 연구자들에게 지질학의 역사와 발전에 대해 이해를 제공하였으며, 정량적인 문헌고찰 수행 방법을 제시하였음에 의의가 있다.

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 글로벌핵심인재양성지원사업의 연구결과로수행되었음"(RS-2022-00155315)

참고문헌



1. Kim, T., Park, H., Heo, J., & Yang, M. (2021). Topic model analysis of research themes and trends in the journal of economic and environmental geology. *Economic and Environmental Geology*, 54(3), 353-364.

지질환경정보와 문화재 공간정보 서비스를 융합한 가족형 휴양지의 제안

인소정¹, 유정현², 이에영³, 최한나^{4,*}

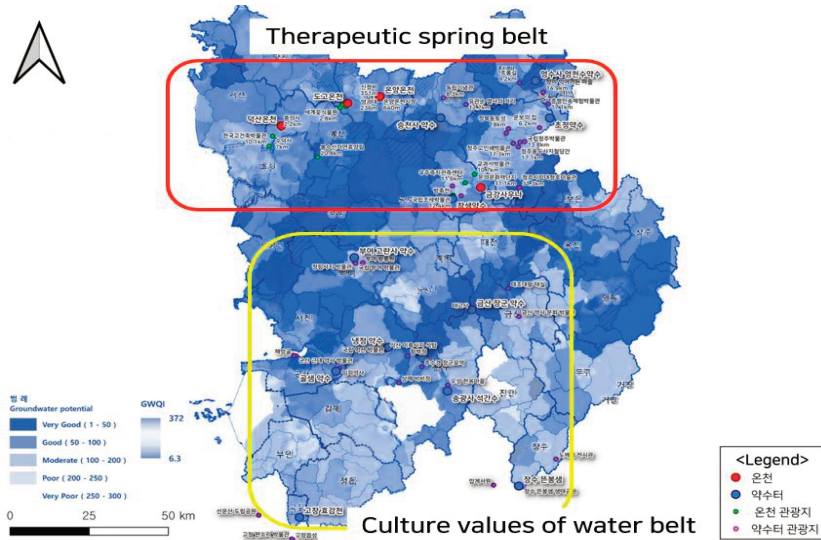
1. 이화여자대학교, 지구과학교육과
2. 충남대학교, 환경IT융합공학과
3. 경희대학교, 지리학과
4. 한국지질자원연구원 기후변화대응연구본부

* 교신저자: pythagoras84@kigam.re.kr

코로나19 감염병 사태로 인한 물가상승 및 국외여행의 제약으로 국내여행에 대한 관심과 수요가 증가하고 있지만 비수도권 내륙지역의 문화관광은 여전히 주목받지 못하고 있다. 오늘날 충청권 온천지는 소극적인 홍보와 시설의 노후화로 인해 대형 사우나, 워터파크 등 신생시설과의 경쟁에서 밀리며 지자체와 각 온천시설의 노력에도 불구하고 이를 타계할 만한 홍보나 공론화 방법 등 구체적인 발전방안이 나오지 않은 것이 사실이다.

이 연구에서는 지오빅데이터 오픈플랫폼의 지질 및 지하수 정보를 활용하여 수량이 풍부하고 양호한 수질을 가진 온천과 약수터를 선정하고, 문화관광지와 스토리텔링을 통해 물문화벨트 지도를 작성하여 가족형 휴양지를 제안하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 한국지질자원연구원의 지하수 산출유망도와 지하수 수질지수도를 이용하였고, 문화유산과 관광시설의 접목을 위해 한국관광공사의 대한민국 구석구석, 문화재청의 국가문화유산포털 우리지역문화재 등을 활용하였다.

금강 권역의 물문화벨트를 분석한 결과 온양 온천, 도고 온천, 승천사 약수터, 영수사 영천수 약수, 승광사 석간수, 고창효감천, 금산 장군 약수, 부여 고란사 약수 등이 수질 및 수량이 우수한 곳으로 분석되었다. 금강 북부권역은 온천과 탄산천이 풍부하여 물산업단지를 중심으로 개발하는 것이 유리할 것으로 판단된다. 또한 금강 북동부 방향에서 남서부 방향으로는 다수의 샘터, 관광 및 문화시설이 부존하고 있기 때문에 물과 문화를 복합적으로 엮어 개발 및 홍보할 것이 유리할 것으로 확인된다. 금강권역의 지하수 수질조사에서 나아가 4대강 권역에 대한 수질 및 수량 연구조사가 진행된다면 타 지역에 대한 물문화벨트 지도의 작성이 가능해져 전국적인 가족휴양지의 제안을 확장할 수 있을 것으로 판단된다.



[그림] 금강 권역 물문화벨트 지도

참고문헌

1. 윤옥희 외 2인. 온양지역 온천수의 수리화학적 특성. 2016.
2. 심승보 외 2인. 온양 온천수를 이용한 피부개선화장품의 개발. 2011.
3. 함세영 외 2인. 덕산온천 지역의 수리적성질. 1999.
4. 김성주 외 2인. 덕산온천지역의 지질구조 및 온천수대 분포특성. 1999.
5. 최한나 외 2인. 능암소유역내 탄산지하수와 비탄산지하수의 수리화학적 특성과 지하수 산출에 대한 지구화학적 과정 제안. 2021.
6. 천천규 외 2인. 공침 선농축법에 의한 충북지역 약수의 중금속 및 무기이온 분석. 1993.
7. 정삼철. 충북지역 온천관광 활성화 방안 - 충주 지역을 중심으로. 2007.
8. 민병준. 한국의 샘물. 2014.
9. 지오빅데이터 오픈플랫폼: 수치지질도 25만 축적: 금강권역 지하수정보지도.



온실가스 지중저장 적지 탐사 데이터 구축 및 활용

이사로¹, 국중현², 신영식³, 채규열⁴

1. 한국지질자원연구원, 국토지질연구본부, 지질자원데이터센터 책임연구원
2. ㈜이쓰리 이사
3. ㈜인텔리지오 이사
4. ㈜마인드포지 대표이사

* 교신저자: leesaro@kigam.re.kr

본 연구에서는 온실가스 지정저장 적지 선정을 위해 포항의 장기분지 지역에 대해 지질도, 지질 단면도, 시추 데이터, 탄성파탐사 데이터, 물리검층 데이터 등을 종합적으로 구축하였다. 또한 향후 이렇게 구축된 데이터를 인공지능 기법을 활용하여 학습시켜, 연구지역의 지하구조(지층, 단층)를 3D로 작성할 수 있도록 이미지 데이터로 구축하였다. 지질도의 경우 1:50,000 축척의 지질도를 이용하였고, 지질단면도도 1:50,000 축척의 지질도에 있는 단면도와 이를 이용하여 추가로 단면도를 작성하여 이용하였다. 시추 데이터의 경우 관련 보고서에 있는 시추 주상도를 이용하였고, 탄성파 탐사데이터와 물리검층 데이터는 연구지역에서 측정된 자료를 이용하였다. 모든 데이터는 이미지 파일(JPG)로 체계적으로 구축하여 향후 인공지능 학습을 통해 지하구조를 파악할 수 있도록 하였고, 이러한 지하구조 파악을 통해 최종적으로 온실가스 지중저장 적지를 선정할 수 있는 기초데이터로 사용할 수 있도록 하였다.

사사: 본 연구는 과학기술정보통신부와 한국지능정보사회진흥원에서 지원하는 인공지능 학습용 데이터 구축 사업의 일환으로 수행되었음.

[특별 세션 19]

원격탐사를 활용한 재난상황 모니터링 및 예측 기술

1. Tropical Cyclone Intensity Estimation using CNN and Transfer Learning Technique

2. 위성과 인공지능을 활용한 연안 표층 저염수 모니터링

3. 다양한 위성영상을 이용한 머신러닝 기반의 우리나라 산불 피해 지역 탐지

4. 딥러닝 기반의 동아시아 가뭄 예측 알고리즘 개발

5. 인공지능과 지상레이더 자료를 이용한 초단기 강수 예측



Tropical Cyclone Intensity Estimation using CNN and Transfer Learning Technique

Il-Ju Moon^{1*}, Hye-Yoon Jung¹, You-Hyun Baek², Jung-Ho Im³, Ju-Hyun Lee³, Jun-Dong Park⁴, Eun-Ha Son⁴

¹Interdisciplinary Postgraduate Program in Marine Meteorology/Typhoon Research Center, Jeju National University, ²AI Meteorological Research Division, National Institute of Meteorological Sciences, ³Department of Urban and Environmental Engineering, Ulsan National Institute of Science and Technology, ⁴Satellite Analysis Division, National Meteorological Satellite Center

* 교신저자: ijmoon@jejunu.ac.kr

Tropical cyclones (TCs) are one of the most intense and destructive natural phenomena, causing numerous casualties and social and economic impacts. Accurate estimation and prediction of TC intensity is essential to reduce TC damages. This study develops the Convolutional Neural Network (CNN) model to estimate TC intensity in the western North Pacific (NWP) using the Geo-KOMPSAT-2A (GK2A) satellite images. Given the insufficient GK2A data, the present study adapts a transfer learning technique, which uses information learned from available Communication, Ocean, and Meteorological Satellite (COMS) satellite images, to develop the model. Transfer learning techniques can improve learning of new tasks by transferring knowledge from tasks that have already been trained and thus work effectively when the two data properties are similar. Because COMS and GK2A satellite data use four similar infrared channels, current CNN model based on transfer learning techniques have significantly improved TC intensity estimation.

사사: This work was funded by the Korea Meteorological Administration's Research and Development Program "Technical Development on Weather Forecast Support and Convergence Service using Meteorological Satellites" under Grant (KMA2020-00120) and a part of the project titled "Improvements of ocean prediction accuracy using numerical modeling and artificial intelligence technology", funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, Korea.

위성과 인공지능을 활용한 연안 표층 저염수 모니터링

장은나¹, 한대현², 임정호^{3,*}, 성태준²

1. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 선임연구원
2. 울산과학기술원, 도시환경공학과, 석박통합과정
3. 울산과학기술원, 도시환경공학과, 정교수

* 교신저자: ersgis@unist.ac.kr

한반도 주변 해역을 포함한 동아시아 해역에서 저염분수로 인한 피해가 매년 발생하고 있으며, 이러한 피해를 줄이기 위해서는 지속적인 해수면 염분 모니터링이 필요하다. 현장 관측으로는 광범위한 해역의 해양 환경을 실시간 관측하는 데 한계가 있기 때문에 위성 자료를 활용한 한반도 주변 해역 해수면 염분 모니터링이 가능하다. 마이크로파 기반의 Soil Moisture and Ocean Salinity (SMOS)와 Soil Moisture Active Passive (SMAP), 두 개의 위성이 전 지구적으로 해수면 염분을 관측하여 제공하고 있다. 하지만 위성 기반 자료들은 낮은 시간 해상도로 인해 일일 자료로 전 지구 해양을 관측할 수 없다. 현장 관측 자료 기반으로 자료 동화를 이용해 만들어진 Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) 모델 자료는 저염수에서 정확도가 떨어져 사용하기 힘들다. 본 연구에서는 즉각적인 동아시아 해역의 해수면 염분 모니터링을 위해서 실시간으로 관측한 위성 자료 기반으로 인공지능을 적용하여 해수면 염분 보간을 진행하였다.

인공지능 기법으로 U-Net 알고리즘을 사용하였다. 현장관측 자료를 이용하여 검증한 결과, U-Net 모델 기반으로 보간된 픽셀들의 RMSE가 0.256 psu로 기존에 제공되고 있는 SMAP 8일 평균 해수면 염분 자료의 RMSE (0.667 psu)보다 더 높은 정확도를 보였다. 이를 통해 인공지능 기법의 해수면 염분 모니터링에 적용 가능성을 확인하고, 동아시아 해역에서 실시간 위성 기반으로 관측된 해수면 염분 자료 활용도를 증진할 수 있다.

사사: 본 과제는 행정안전부 재난안전 부처협력 기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (20009742)



다양한 위성영상을 이용한 머신러닝 기반의 우리나라 산불 피해지역 탐지

박선영^{1,*}, 강유진², 오상호³, 이경일³, 한유경⁴

1. 서울과학기술대학교, 인공지능응용학과, 조교수
2. 울산과학기술원, 도시환경공학부, 석박사통합과정
3. 서울과학기술대학교, AI반도체연구소, 연구교수
4. 서울과학기술대학교, 건설시스템공학과, 부교수

* 교신저자: sypark@seoultech.ac.kr

인공위성은 시공간적으로 연속성이 지구 환경 데이터를 제공한다. 이러한 장점으로 위성영상을 활용한 산불 피해 탐지 연구가 활발히 진행되어 왔다. 본 연구에서는 고해상도 위성인 KOMPSAT-3와 우리나라 정지궤도 위성영상인 GK-2A, Landsat 8/9 및 Sentinel-2 등 다양한 시간, 공간, 분광 해상도를 갖고 있는 위성들을 이용하여 우리나라 산불 피해 면적 탐지 및 분석을 수행하였다. 다양한 위성의 특성에 기반한 산불 피해 지역 탐지에서의 장단점을 분석하였다. 이를 기반으로 소규모 산불 감시를 위한 최적의 위성 특성(시간해상도, 공간해상도, 분광 해상도) 확인하였다. 또한, 본 연구에서는 우리나라 산불 탐지에 적합한 위성영상에 머신러닝 기법(Random forest, LGBM, U-Net)을 적용하여 산불 피해 지역 탐지를 수행하였다. 픽셀기반의 Random forest보다 U-Net의 경우 산불 탐지에 있어 우수한 성능을 나타내었다.

사사: 본 연구는 한국연구재단 '이공분야기초연구사업(과제번호: NRF-2021R1A2C2008561, 2022R1C1C1013225)'과 행정안전부 재난안전 부처협력 기술개발사업(20009742) 지원에 의해 수행되었습니다.



딥러닝 기반의 동아시아 가뭄 예측 알고리즘 개발

박수민¹, 이재세², 임정호^{3*}

1. 한국항공우주연구원 위성활용부, 선임연구원
2. 울산과학기술원, 도시환경공학부, 석박사통합과정
3. 울산과학기술원 도시환경공학부, 정교수

* 교신저자: ersgis@unist.ac.kr

가뭄은 강수량 부족에 의해 생기는 재난으로 작물 생산량 저하, 수자원 부족, 사회경제적 피해 등을 초래할 수 있다. 이러한 피해를 최소화하기 위해서 다양한 자료를 활용하여 가뭄 예측 연구가 수행되고있다. 본 연구에서는 위성기반의 가뭄지수를 활용하여 딥러닝 기반의 단기 및 중기 가뭄 예측 알고리즘을 개발하였다. 가뭄의 단기 예측에서는 위성기반 가뭄지수의 시공간 패턴과 기상예보자료를 융합하여 ConvLSTM(Convolution long short term memory)-랜덤 포레스트(random forest)를 통해 알고리즘을 개발하였다. 개발된 가뭄의 단기 예측 알고리즘은 기존 연구에 비해 좋은 성능(0.9이상의 상관성)을 나타냈으며, 가뭄의 심화 및 완화에 상관없이 우수한 결과를 보였다. 가뭄의 중기 예측에서는 해수면 온도의 시공간 패턴과 가뭄지수의 시계열 패턴을 융합하여 합성곱신경망(CNN;Convolution Neural Network)를 통해 알고리즘을 개발하였다. 한 달 뒤 예측에 있어 지역에 따라 약 0.5~0.7의 상관관계를 나타냈다. 예측 기간이 길어질수록(최대 3개월) 예측 성능이 떨어지는 결과를 보였으나, 수치예보모델만을 적용했을 때에 비해 좋은 결과를 나타냈다.

사사: 본 연구는 행정안전부 재난안전 부처협력 기술개발사업(20009742) 지원에 의해 수행되었습니다.

인공지능과 지상레이더 자료를 이용한 초단기 강수 예측

한대현¹, 추민기¹, 임정호^{2,*}, 신예지³, 이주현¹

1. 울산과학기술원, 도시환경공학과, 석박사통합과정
2. 울산과학기술원, 도시환경공학과, 정교수
3. 국립기상과학원, 인공지능기상연구과, 연구원

* 교신저자: ersgis@unist.ac.kr

초단기 강수 예측은 집중호우로 인한 사회적, 경제적 피해를 예방하는데 중요한 역할을 한다. 실시간으로 최신 자료를 수집하여 짧은 시간을 예측하는 초단기 강수 예측의 특성상 데이터 기반의 통계 및 인공지능 모델이 주로 활용되고 있다. 다양한 강수 자료 중 지상 레이더는 비교적 높은 정확도를 가지며 연속적으로 넓은 영역에 대한 강수 정보를 제공하기 때문에 초단기 강수 예측의 중요한 자료로 사용되고 있다. 본 연구에서는 지상 레이더와 인공지능을 활용한 초단기 강수 예측 모델을 개발하고 다양한 사례에 대해 성능을 분석하였다. 초단기 강수 예측 모델 학습 및 평가를 위해 기상청의 CAPPI 레이더 자료를 활용하였다. 인공지능 모델로는 초단기 강수 예측에서 널리 쓰이는 U-Net과 ConvLSTM, 그리고 최근에 비디오 예측 분야에서 좋은 성능을 보인 SimVP를 활용하였다. U-Net 및 ConvLSTM의 경우 예측 시간이 길어질 경우 강도가 약해지는 패턴을 보이는 반면, SimVP는 예측 시간의 증가에 따른 강우강도의 감소 문제가 개선된 것을 확인하였다. 또한 최근의 초단기 강수 예측 연구에서는 복잡한 손실 함수를 사용하는 반면에, SimVP의 경우 간단한 mean squared error 손실 함수만을 사용하여 좋은 성능을 보여주었다. 추가로 위험기상에 대한 인공지능 모델의 성능을 분석하고자 집중호우 사례에 대한 시계열 분석을 수행하였다. 마지막으로 인공지능 및 레이더 자료를 활용한 초단기 강수 예측에서의 고려해야 할 중요 요소들에 대해서도 논의하고자 한다.

사사: 본 연구는 행정안전부 재난안전 부처협력 기술개발 사업(No. 20009742)의 지원을 받아 수행되었습니다.

[특별 세션 20]

천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구-1

1. 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구

2. GOCI-II 해색산출물의 초기 정확도 도출을 위한 현장조사 수행 결과 및 향후 계획

3. 천리안 해양위성 2호 원격반사도 산출물 정확도 검증을 위한 부이 및 스테이션 관측시스템 구축

4. 천리안 해양위성 2호 광학 검교정을 위한 복사보정 계수 산출 및 초기 경향성 분석



천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구

최종국^{1*}

1. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 책임연구원

* 교신저자: jkchoi@kiost.ac.kr

지난 2020년 2월에 성공적으로 발사되어 운영 중인 천리안 2B호 해색센서 GOCI-II의 산출물 검보정 및 알고리즘 정확도 향상을 위한 연구과제가 올해 시작되었으며, 검보정 현장 관측자료 획득을 최우선 목표로 하여 1차년도 과제가 마무리 단계에 왔다. 1차년도에는 총 6회의 현장조사를 통해 매치업 자료를 획득하였으며, 이 자료들을 활용하여 주요 해색 산출물 9종에 대한 현재 정확도를 계산할 예정이다. 이 자료들을 QA/QC 이후, IOP 산출물과 원격반사도, 엽록소 농도, 총 부유물 농도, 유색 용존유기물의 흡광계수 등 산출물 알고리즘의 검보정과 개선을 위해 지속적으로 활용할 예정이다. 선박을 이용한 현장조사 이외에도 고정 관측점에서 해수 광특성 자료를 연속으로 얻기 위해, 광학 부이를 기획 및 설계하고 현재 운용 중인 해양과학기술지를 활용할 수 있는 방안을 연구한다. 주요 해색 산출물 이외에도 적조, 저염분수, 어장지수 등 해양 응용산출물과 해무, 에어로졸 등 기상 산출물, 토지피복도, 식생지수 등 육상 산출물 등 총 26개 산출물에 대해서 현재 알고리즘을 진단하였으며, 정확도 향상 및 개선 방향을 연구하였다. 1차년도에 또한, Level 3 합성장에 대한 기초 연구를 수행하여 주 사용자가 될 그룹에 대한 요구 분석을 실시하였으며, 이를 토대로 합성장 생성 기법 연구를 진행할 예정이다.

사사: 이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220546, 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구)



GOCI-II 해색산출물의 초기 정확도 도출을 위한 현장조사 수행 결과 및 향후 계획

문정언¹, 한태현¹, 안재현², 이은경¹, 이선주³, 이경상², 장은나²

1. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 기술원
2. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 선임연구원
3. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 연수연구원

GOCI-II 산출물은 총 26종이며 그 중 해색산출물은 원격반사도, 대기분자산란보정반사도, 흡광계수, 후방산란계수, 엽록소 농도, 총부유물 농도, 용존유기물, 하향확산감쇠계수, 세키깊이 등 총 9종이다. 이들 해색산출물에 대한 초기 정확도를 도출하기 위하여 2022년 4월부터 10월까지 한반도 주변해역에서 연구선 및 해양과학기지 등을 활용하여 현장자료를 수집하였다.

GOCI-II 산출물의 정확도 도출은 위성자료와 현장자료가 시공간적으로 일치하는 매치업 자료를 생성해야 가능하다. 따라서 위성자료와의 매치업이 가능한 기상조건을 고려하여 선박을 활용한 현장조사는 2022년 4월, 8월, 9월, 10월 총 4회에 걸쳐서 남해 연안, 동중국해, 동해 중부 연안 해역에서 진행되었다. 해양과학기지는 강풍에 의해 선박출항이 불가할 경우에도 현장조사가 가능하고 이러한 기상상황일 경우에 대부분 위성자료와 매치업이 가능하다. 따라서 기지로의 출입이 타 기지에 비해 유리한 소청초해양과학기지에서 2022년 5월과 8월 총 2회에 걸쳐서 현장조사를 수행하였다.

측정 및 시료 분석 등 현장조사 방법은 NASA에서 수립한 프로토콜을 기반으로 만들어진 한국해양과학기술원 해양위성센터 현장관측/분석 매뉴얼을 준용하였다. 본 매뉴얼은 GOCI 산출물의 정확도 분석을 위해 수행하였던 여러 차례의 현장조사에서도 활용된 것으로서, 엽록소 농도는 분광법, 총부유물 농도는 필터무게 차, 흡광계수는 필터기법 등에 대하여 실용적인 측면에서 상세하게 기술되어 있다.

향후 계획은 매년 분기별 총 4회에 걸쳐서 소청초해양과학기지를 활용하여 현장조사를 수행하고, 한반도 주변 해역을 연안과 외해로 구분하여 동-서-남해의 연안해역을 각각 1회씩, 동-서-남해(동중국해 포함)의 외해역을 각각 1회씩 총 6회에 걸쳐서 선박을 활용하여 현장조사를 수행할 예정이다.

천리안 해양위성 2호 원격반사도 산출물 정확도 검증을 위한 부이 및 스테이션 관측시스템 구축

민지은^{1*}, 김동현², 박진호², 박상필³, 김동민⁴, 전린천⁴

1. (주)유에스티21, 해양부, 책임연구원
2. (주)유에스티21, 해양부, 부장
3. (주)유에스티21, 해양부, 차장
4. (주)유에스티21, 해양부, 사원

* 교신저자: jemin@ust21.co.kr

원격반사도는 해색 산출물의 기본이 되는 가장 중요한 산출물로서 대기보정을 통해 제일 먼저 산출되어 다른 해양 산출물의 계산에 사용되며 오차가 전달되기 때문에 높은 정확도가 요구된다. 이러한 필요성 때문에 국내외 해색 연구 기관에서는 원격반사도 산출물 정확도 향상을 위한 검보정에 많은 노력을 기울이고 있다. 2020년 발사된 천리안 해양위성 2호(GOCI-II)는 천리안 해양위성(GOCI) 후속센서로서 향후 10년 간 우리나라 주변 해역에 대한 지속적인 해양 관측을 수행할 예정이다. GOCI와 비교하여 공간해상도 향상, 관측시간 확장 등의 성능이 향상되어 많은 활용이 기대되며 다양한 활용 연구 및 현업 활용을 위해서는 산출물들의 정확도에 대한 검증이 필수적이다. 기존의 선박을 활용한 정확도 검증은 검보정 자료 확보에 한계가 있기 때문에 보다 많은 검보정 자료 확보를 위하여 NASA 등의 해외 해색 연구 기관에서는 부이 나 스테이션 등의 고정 관측을 수행하고 있다. 우리나라도 동해 해역에서 검보정 광학부이가 운영된 바 있으며 소청초 과학기지에서 AERONET-OC 시스템이 운영되고 있기는 하지만 원격반사도 산출물 검증 자료를 얻기에는 부족한 편이다. 본 연구에서는 안정적이고 지속적으로 원격반사도 검보정을 위한 현장관측 자료를 확보하기 위하여 검보정 전용 광학 부이 및 스테이션에서의 원격반사도 고정관측 시스템을 구축하고자 한다.

사사: 이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220546, 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구)



천리안 해양위성 2호 광학 검교정을 위한 복사보정 계수 산출 및 초기 경향성 분석

김민상^{1,2}, 박명숙^{1,*}, 안재현¹, 이순주¹, 강금실³

1. 한국해양과학기술원, 해양위성센터
2. 과학기술연합대학원대학교, 해양과학, 박사과정
3. 한국항공우주연구원, 위성탑재체연구부

* 교신저자: mskpark@kiost.ac.kr

해색위성에서 태양복사는 대기를 지나면서 대기 요소(대기 분자, 에어로졸)의 흡수와 산란에 의해서 감쇄되어 해수표면에 도달된다. 대기 효과를 제거하는 대기보정, 해수 상층의 태양복사 및 생화학 변수의 현장 관측을 통한 검보정과 알고리즘 개발의 중요성은 많이 강조되어 왔다. 그러나, 보다 근본적으로 해색위성에서 관측되는 전자기 신호에서 태양복사량으로 변환하는 복사보정에 의한 불확도가 커질 경우 그 불확도는 해수원격반사도, 클로로필-a 농도 등 최종 산출물까지 전파될 수 있다. GOCI-II의 경우 복사보정의 불확도를 보정하기 위해 단기 보정에 사용되는 Solar Diffuser(SD)와 SD의 성능 변화를 탐지하여 장기적인 성능 보정을 위한 Diffuser Aging Monitoring Device(DAMD)를 구성하고 있다. 궤도상 테스트부터 누적된 GOCI-II 자료를 바탕으로 SD를 이용한 복사보정 계수를 산출하여 모니터링한 결과 각 밴드 별 주기성을 포함하여 증가하는 추세를 확인할 수 있었다. 이러한 주기적 성질은 관측 태양 방위각에 영향으로 인한 오차를 포함하므로 연속적인 보정 계수의 추세 분석을 위해 SD 보정계수에 방위각 보정 모델을 적용하여 주기성을 제거한 비선형적 추세를 산출하였다. 추후 복사보정을 통해 센서의 감쇄를 고려한 신뢰도 있는 위성 산출물들을 생산하여 장기간 트렌드 분석에 활용할 수 있는 GOCI-II 해색산출물을 제공할 것이 기대 된다.

사사: 이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220546, 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구).

[특별 세션 21]

천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구-2

1. 천리안 해양위성 2호의 대기보정, 고유광특성, 유색용존유기물 알고리즘 소개 및 현황
2. GK-2 융합을 통한 GOCI-II 수증기 흡광 보정 개선
3. 천리안 해양위성 2B호 에어로졸 산출 알고리즘 개선 연구
4. 천리안 2B호 산출물 개선 기초연구
: 총부유물질, 세기깊이, 하향확산감쇠계수
5. GOCI-II Level 3 자료 구축: 시간-계절-경년 변화 정확도 개선



천리안해양위성 2호의 대기보정, 고유광특성, 유색용존유기물 알고리즘 소개 및 현황

안재현^{1,*}, 이경상¹, 배수정², 이은경², 문정연², 한태현², 박명숙³, 김민상⁴

1. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 선임연구원
2. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 기술원
3. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 책임연구원
4. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 연수연구원

* 교신저자: brtnt@kiost.ac.kr

세계최초 정지궤도 해색위성 시리즈인 천리안해양위성 2호(GOCI-II)는 오전 8시부터 오후 5시까지 하루 10회 한반도 주변해역을 포함한 동북아 해역 해양환경을 근자외파장(380 nm) 부터 근적외파장(865 nm)까지 12개 분광밴드로 관측한다. 이를 통해 엽록소 농도, 부유사 농도, 유색용존유기물 흡광 등의 해양환경이 하룻동안 어떻게 변하는지 관측이 가능하며 장기간의 일차생산성에 의한 탄소흡수나 수질변화 등의 모니터링도 수행한다. 12개의 분광밴드를 기반으로 해양환경의 변화를 분석하기 위해서는 정확한 해수의 분광 반사도 정보가 필요하며 이를 위해서는 대기보정의 과정을 거쳐야 한다[1-4]. 해수의 다양한 구성성분들에 의해 분광 반사도 변화를 광학적으로 이해하고 광특성이 복잡한 연안에서의 해양환경을 분석하기 위해서는 고유광특성 정보가 필요하다[5]. 유색용존유기물 흡광은 고유광특성 변수 중 하나이지만 해양수질, 흡광의 의한 해수온도 증가, 식물성 플랑크톤 광합성 저해 등 해양환경 관련 주요 변수이기 때문에 고유광특성 알고리즘이 아닌 독립적 알고리즘으로 구분되어 처리하기도 한다[6].

본 발표에서는 천리안해양위성 2호에 적용된 대기보정, 고유광특성, 유색용존유기물(CDOM) 흡광 알고리즘을 소개하고 개발현황 및 앞으로의 개선방안에 대해서 논의할 예정이다.

사사: 이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220546, 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구)

참고문헌

1. Ahn, J., Park, Y., Ryu, J., Lee, B. and Oh, I., 2012. Development of atmospheric correction algorithm for Geostationary Ocean Color Imager (GOCI). *Ocean Science Journal*, 47(3), pp.247-259.
2. Ahn, J., Park, Y., Kim, W., Lee, B. and Oh, I., 2015. Vicarious calibration of the Geostationary Ocean Color Imager. *Optics Express*, 23(18), p.23236.



3. Ahn, J., Park, Y., Kim, W. and Lee, B., 2016. Simple aerosol correction technique based on the spectral relationships of the aerosol multiple-scattering reflectances for atmospheric correction over the oceans. *Optics Express*, 24(26), p.29659.
4. Ahn, J. and Park, Y., 2020. Estimating Water Reflectance at Near-Infrared Wavelengths for Turbid Water Atmospheric Correction: A Preliminary Study for GOCI-II. *Remote Sensing*, 12(22), p.3791.
5. Lee, Z., Carder, K. and Arnone, R., 2002. Deriving inherent optical properties from water color: a multiband quasi-analytical algorithm for optically deep waters. *Applied Optics*, 41(27), p.5755.
6. Siswanto, E., Tang, J., Yamaguchi, H., Ahn, Y., Ishizaka, J., Yoo, S., Kim, S., Kiyomoto, Y., Yamada, K., Chiang, C. and Kawamura, H., 2011. Empirical ocean-color algorithms to retrieve chlorophyll-a, total suspended matter, and colored dissolved organic matter absorption coefficient in the Yellow and East China Seas. *Journal of Oceanography*, 67(5), pp.627-650.



GK-2 융합을 통한 GOCI-II 수증기 흡광 보정 개선

이경상¹, 안재현¹, 박명숙², 최종국^{2*}

1. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 선임연구원
2. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 책임연구원

* 교신저자: jkchoi@kiost.ac.kr

미량 기체자료는 위성 영상의 대기 보정에서 보조 자료로써 활용되며, 해당 자료에 포함된 불확실성은 대기 보정의 정확도에 영향을 미칠 수 있다. 현재 GOCI-II 자료 처리 시스템에서는 수증기 흡광 보정을 위해 National Centers for Environmental Prediction (NCEP) 예측장 자료를 사용하고 있다. 하지만 NCEP 예측장의 낮은 공간해상도와 관측자료 대비 낮은 정확도는 대기 보정에서 오차를 발생시킬 수 있다. 본 연구에서는 GOCI-II와 동일 궤도에서 운영되는 Advanced Meteorological Imager (AMI) 자료를 이용하여 수증기 흡광 보정을 수행하였으며, NCEP 및 AMI 자료의 오차에 따른 원격탐사반사도(Rrs), 용존 유기물(CDOM), 총 부유물 농도(TSS), 엽록소 농도(CHL)의 민감도와 불확실성을 분석하였다. 수증기 자료에 따라 청색과 녹색 밴드의 Rrs에서 2.97 ~ 6.43 %의 차이가 발생하였다. CHL, CDOM 및 TSS에서는 전체적으로 각각 3.53, 6.18 및 7.71 %의 낮은 차이가 발생했지만 태양광 경로가 17:00 KST에서는 6.63, 13.53, 및 16.14%로 오차가 증가하였다. 불확실성 분석에서는 민감도 분석 결과와 유사한 결과가 보였으며 NCEP 자료를 사용할 경우 AMI 자료를 사용했을 때보다 모든 산출물에서 약 3 배 이상의 불확실성이 나타났다. 이러한 결과는 AMI 수증기 자료가 GOCI-II 해석 산출물의 시공간적 변동성을 입증하는 능력과 정확성을 향상시킬 수 있음을 의미합니다.

사사: 이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220546, 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구)

천리안 해양위성 2B호 에어로졸 산출 알고리즘 개선 연구

이서영¹, 김준^{2,*}, 이지우³, 김민석⁴, 조예슬⁵

1. 연세대학교, 대기과학과, 박사후연구원
2. 연세대학교, 대기과학과, 교수
3. 연세대학교, 대기과학과, 석사과정
4. 연세대학교, 대기과학과, 박사과정
5. 연세대학교, 대기과학과, 박사과정

* 교신저자: jkim2@yonsei.ac.kr

세계 최초의 정지궤도 해색위성(Geostationary Ocean Color Imager, GOCI)의 임무를 승계 받은 천리안 해양관측위성 2호기(GOCI-II)는 천리안 위성 2B호(GEO-KOMPSAT-2B)에 탑재되어 2020년 2월 발사되었다. GOCI-II는 GOCI와 비교하여 공간 및 시간 해상도, 관측영역, 광학적 성능 등이 향상되었다. GOCI-II로부터 해양·육상·대기 분야별 26종 산출물이 제공되고 있으며, GOCI-II 산출물의 활용 증대를 위하여 지속적인 정확도 검증 및 산출 알고리즘의 개선이 필요하다.

본 연구에서는 GOCI-II 에어로졸 산출물의 정확도를 검증하고, 알고리즘 개선 연구를 수행하였다. 우선적으로 에어로졸 광학 두께(Aerosol Optical Depth, AOD), 에어로졸 유형, 황사를 포함하는 GOCI-II 에어로졸 산출물에 대한 정확도 검증이 이루어졌다. 정확도 검증에는 지상 원격 관측 Aerosol Robotic Network (AERONET) 자료가 참값으로 이용되었다. 기존의 에어로졸 산출 알고리즘은 GOCI-II 발사 이전에 설계된 것으로, 발사 이후의 센서 특성을 고려하여 알고리즘이 개선되었다. 지표면 반사도, 에어로졸 모델, 역추산 과정에서의 파장 선택 등의 알고리즘 개선이 이루어졌다. 그 결과, GOCI-II AOD를 1년 동안 검증하였을 때 0.83의 상관계수와 59.4%의 기대오차 이내에 들어오는 비율을 보였다. 뿐만 아니라, GOCI와 GOCI-II 관측이 모두 존재하는 2020년 11월부터 2021년 3월까지의 자료를 이용하여 AERONET과의 검증 결과를 비교하였을 때, GOCI-II AOD는 GOCI AOD와 유사한 통계 분석 결과를 보여주었다. 위 결과들을 종합하였을 때, GOCI-II는 GOCI와 더불어 시간대별 에어로졸 자료의 장기간 축적에 기여할 수 있을 것이며, 이는 동아시아의 대기질 문제를 해결하는 데 이용 가능할 것으로 사료된다.

사사: 이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행되었습니다(20220546, 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구).



천리안 2B호 산출물 개선 기초연구 : 총부유물질, 세키깊이, 하향확산감쇠계수

민승환¹, 민지은^{2*}, 전현덕³, 김동민⁴, 김평중⁵

1. (주)유에스티21, 해양부, 선임연구원
2. (주)유에스티21, 해양부, 책임연구원
3. (주)유에스티21, 해양부, 선임연구원
4. (주)유에스티21, 해양부, 사원
5. (주)유에스티21, 해양부, 상무이사

* 교신저자: jemin@ust21.co.kr

2020년 발사 된 천리안 2B호 위성의 해양 탐제체인 GOCI-II 센서는 세계 최초의 정지궤도 해색위성인 GOCI의 후속 센서로서 10년 동안 수행된 GOCI 임무를 승계 받아 많은 활용이 기대되는 만큼 지속적인 정확도 향상이 요구된다. 그러나 현재 운용되고 있는 GOCI-II의 산출물은 위성 발사 이전에 모의자료를 이용하여 개발된 초기 알고리즘에 의존하고 있으며, 이에 대한 알고리즘 개선이 시급하다. 따라서 주요 산출물에 대한 검보정 기술 개발이 시급하다. 이 연구에서는 GOCI-II의 활용 증진 및 서비스 확대를 위한 해색 산출물 중 총부유물질, 세키깊이, 하향확산감쇠계수 알고리즘 개선 기술을 개발하고, 검교정 표준화 및 국제수준의 정확도 향상을 목표로 한다. 이를 위한 기초 연구로서 총부유물질, 세키깊이, 하향확산감쇠계수 알고리즘의 현황을 조사하고, 선박 및 산출물 검보정 전용 인프라를 이용한 지속적인 현장관측 자료 수집을 통해 지속적인 검보정 및 알고리즘 개선에 활용할 것이다.

사사: 본 연구는 '천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구'의 지원을 받아 수행되었습니다.



GOCI-II Level 3 자료 구축: 시간-계절-경년 변화 정확도 개선

박명숙^{1*}, 이선주¹, 김민상^{1,2}, 안재현¹, 최종국¹

1 한국해양과학기술원, 해양위성센터

2 과학기술연합대학원대학교, 해양과학, 박사과정

* 교신저자: mskpark@kiost.ac.kr

2010년부터 천리안 해색위성관측이 10년 넘게 누적되면서, 적조, 부유조류, 해무 등 단기변화를 위한 자료 정확도 뿐 아니라, 계절-경년 변화 탐지를 위한 자료 정확도가 요구되고 있다. 따라서, 1호위성(GOCI)은 픽셀관측 기반 Level 2 해수반사도와 해양생지화학 변수를 제공하였지만, 1호위성(GOCI-II)은 보다 다양한 사용자를 위한 시공간 합성된 Level 3 자료를 위한 알고리즘을 개발하고 있다. 단순한 시공간 합성만으로는 임무기간 일관된 자료 정확도를 제공하는 의미있는 Level 3 자료를 제공할 수 없다. 따라서, 본 연구는 NASA OBPG와 같이 장기적인 관점에서 해색위성 자료의 정확도 진단하고 “복사보정-대리교정-Level 2 알고리즘” 개선을 통한 임무기간 동안 Level 3 자료의 정확도 개선 기술을 포함한다. 본 연구는 먼저 10년간의 GOCI 자료와 2년간의 GOCI-II 초기 Level 2 자료를 합성하여, 일주, 계절, 경년변화를 진단한다. 특히, MODIS, VIIRS 위성과 비교 검증을 통한 GOCI-II 초기 자료의 정확도를 다중 시공간 스케일에서 분석하였다. 또한, GOCI-II 복사보정 과정에서 센서감쇄 효과를 고려한 시간변화에 따른 스케일 상수 적용을 하여 L1B 자료를 재생산할 예정이다. 이에 따라 대기상층 복사량, 해수원격 반사도, 주요 해색산출물, Level 3 자료에 주는 에러 전파 영향을 분석한다.

사사: 이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220546, 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구).

1.

[특별 세션 22]

천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구-3

1. 해양위성 적조 정량화 성능 향상을 위한 적조해수에 대한 생광학 모델링 연구
2. GOCI-II 기반 저염분수 산출 정확도 향상을 위한 연구
3. GOCI-II 해빙 및 육상 산출물 알고리즘 및 적합성 분석
4. 천리안 2B호 자료분석 플랫폼
5. 천리안 해양위성 2호 산출물 분석을 위한 사용자용 소프트웨어 개선 현황

해양위성 적조 정량화 성능 향상을 위한 적조해수에 대한 생광학 모델링 연구

김원국^{1*}, 임태홍², 백승일³, 고수윤³

1. 부산대학교, 사회환경시스템공학과, 조교수
2. 부산대학교, 사회환경시스템공학과, 석사과정
3. 부산대학교, 사회환경시스템공학과, 박사과정

* 교신저자: wonkook@pusan.ac.kr

해양에 식물성 플랑크톤이 번성하는 현상인 적조는 양식업 및 해양생태에 미치는 중요성으로 인하여 해색위성 태동기부터 해색위성의 주요 탐지 대상이 되어 왔다. 세계 각지에서 발생하는 적조를 탐지하기 위하여 기존 해색위성에서 적조를 탐지하는 기술에 대한 연구가 진행되어왔지만, 개별 적조종에 대한 고유광특성 및 반사도 특성에 대한 규명이 미진한 경우가 많았다. 고유광특성 및 그로부터 기인한 적조해수의 반사도 특성 파악은 광학적으로 복잡한 연안환경에서 적조량을 정밀하게 추정하는데 필수적으로 수행되어야하는 연구로, 원격 적조 탐지 연구에 매우 중요한 주제라 할 수 있다.

본 연구에서는 올해 8월 여수 해역에 발생한 적조종에 대한 흡광 특성 및 반사도 특성을 분석하였다. 흡광 및 반사도는 선박 현장조사를 통하여 직접 획득하였고, 측정된 흡광특성을 통하여 반분석적 방법 기반의 반사도 모델을 구축한 후 실측한 해수반사도와 비교분석을 수행하였다. 현장조사에서 측정한 항목은 크게 (1) 채수 및 여과를 이용하여 측정한 항목, (2) 분광계를 이용하여 측정한 항목으로 나눌 수 있다. 우선 채수 및 여과를 통하여 측정한 항목은 엽록소 농도, 총부유물 농도, 식물성플랑크톤 흡광, detritus 흡광, 유색용존유기물 흡광이고, 분광계를 통하여 측정한 항목은 상향 해수 복사휘도, 하향 대기 복사휘도, 하향 총 복사조도이다. 분광관측은 초분광 센서인 TriOS RAMSES를 통하여 이루어졌고, 채수관측항목과 분광관측항목의 동시성을 최대한 확보하기 위하여, 채수는 분광관측 직후(약 5초 이내)에 분광관측의 관측범위(field-of-view)내에서 수행토록 하였다.

사사: 이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220546, 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구)

GOCI-II 기반 저염분수 산출 정확도 향상을 위한 연구

조영현^{1*}, 김대원², 박소현³, 박유진⁴

1. 부산대학교, 해양학과, 교수
2. 부산대학교, IBS, 박사후 연구원
3. 부산대학교, 해양학과, 학석과정
4. 부산대학교, 해양학과, 학부과정

* 교신저자: joyoung@pusan.ac.kr

광학센서를 이용하는 해색 위성들은 직접적으로 염분을 관측할 수 없다. 염분에 대한 분광 신호가 없기 때문이다. 하지만, 육상에서 해상으로 유입되는 담수의 경우 해수에 비해 담수가 가진 분광 신호가 다르기 때문에 인공지능 알고리즘을 이용하여 보다 정확하게 염분 변화 산출은 가능하다. 양자강에서 동중국해로 유입되는 다량의 저염분수는 제주 연안과 남해에 다양한 과정으로 많은 영향을 미친다. 이들 저염분수를 관측하기 위한 일환으로 GOCI (Geostationary Ocean Color Imagery) 관측과 인공지능 알고리즘 (MPNN, Multi-Perceptron Neural Network)을 이용한 연구가 많이 진행되어, 1.0psu 정도의 정확도를 산출할 수 있었다. GOCI II가 임무를 연속해서 관측하고 있는데, 같은 알고리즘을 이용한 정확도는 0.9psu여서 추가된 분광 신호가 저염분수 산출에 도움을 주는 것으로 평가하고 있다. 동중국해 저염분수가 많이 유입되는 2021-2022년 6월부터 9월까지 GOCI II 자료를 이용한 저염분수 산출 결과를 소개할 것이다. 하지만, 저염분수에 대한 직접적인 현장 관측 자료 없이 훈련된 인공지능 알고리즘의 한계를 극복하기 위하여 한국 연안 저염분수 현장 관측 자료를 훈련 자료로 사용하는 연구를 진행하였다. 연구 결과 정확도가 0.82psu의 결과를 얻을 수 있었다. 저염분수 산출 정확도를 위한 과정과 이를 이용한 자료 활용에 대해 발표할 예정이다.

사사: 이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220546, 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구)



GOCI-II 해빙 및 육상 산출물 알고리즘 및 적합성 분석

김선화^{1,2*}, 장소영¹, 유정미², 신혜경¹

1. (주)유에스티21

2. (주)퍼픽셀

* 교신저자: kimsh96@ust21.co.kr

한국해양과학기술원에서는 천리안 2B호 발사 전 본 위성에 탑재될 GOCI-II 센서의 활용 알고리즘 연구를 진행하였다. GOCI-II 영상이 제공되지 않는 시점으로 대부분의 알고리즘은 GOCI-I 영상을 활용하여 개발되었으며, 현재 각 알고리즘이 시스템으로 구현되어 국가해양위성센터에서 총 26개의 GOCI-II 산출물이 서비스되고 있다. 본 연구에서는 GOCI-II 해빙 및 5개의 육상 산출물을 대상으로 산출 알고리즘, 소스 코드, 제공 파일을 분석하여 GOCI-II 센서에 맞게 알고리즘이 최적화되었는지 유무와 알고리즘에 맞게 코딩이 되었는지를 살펴보았다. 또한 현 제공되는 파일을 살펴보고 그 형식이나 제공하는 정보가 적합한지를 분석하였다. 이를 통해 GOCI-II 센서에 맞는 추가 개선점들이 제시되었다. 우선 해빙은 NDSI 기반 해빙 산출 알고리즘이 시스템으로 구현되지 못해 코딩 작업이 시급한 실정이다. 기 개발된 알고리즘에 천리안 2A호 AMI 구름 정보를 융합하면 보다 해빙과 구름의 구별이 보다 향상됨을 확인할 수 있었다. 육상 알베도의 경우, 기후환경모니터링에 매우 중요한 광대역 알베도로 변환 시 GOCI-II 추가 밴드에 대한 변환 계수의 설정이 필요한 것을 확인하였다. 육상 식생지수는 EVI의 값의 범위가 -1~1이상으로 나타났으며 이는 입력자료에서 오류로 인한 것을 확인하였다. 따라서 입력자료에 대한 전처리 과정이 필요하며, flag 정보 산출 시 오류가 발생한 것을 확인하였다. 육상 지표 반사율은 일정 주기안에 최소반사율을 선택하는 알고리즘으로 개발되었으나, 최근 NASA 팀에서 개발하고 있는 정지궤도 위성용 육상 대기보정 알고리즘의 적용 가능성을 추가로 분석하고 있다. 육상 토지피복도는 해빙과 마찬가지로 현재 알고리즘이 코드로 구현이 제대로 되지 않은 상황으로 확인되었다. 향후 본 연구에서는 해빙 및 육상산출물을 대상으로 극궤도 및 정지궤도 위성영상과의 정량적 비교 분석을 수행할 예정이다.

사사: 본 이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220546, 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구)



천리안 2B호 자료분석 플랫폼

박성주¹, 김정래²

1. ㈜블루스페이스엠앤디, 대표이사
2. ㈜솔탑, 위성활용사업본부, 책임연구원

천리안 위성2B호 자료분석 플랫폼은 대한민국에서 개발하여 정지궤도면에 올린 천리안 2B호의 GOCI-II 센서에서 원격탐사한 자료를 이용하여 주로 해양영역에 대한 다양한 처리를 통하여 가공생산한 Level1b, Level2 영상자료 및 다중위성영상을 국가해양위성센터에서 기본영상 처리, 서비스용 자료가공 등의 업무를 수행할 목적으로 개발되고 있다. 크게 두 분야로 개발되고 있는 플랫폼은 첫째, 국가해양위성센터의 주요 위성영상 입출력 모듈, 변환출력모듈, 플랫폼 레이아웃/공통기능, 기본기능, 처리/분석 기능 등을 개발을 하는 분야와 둘째, 다중 위성영상 처리 라이브러리, 외부 도구, DB연계 도구를 개발하는 분야로 나누어진다. 2022년에는 두 분야에 대한 분석과 기본설계가 진행하였으며, NetCDF 형식의 위성영상 화면로딩 프로토타입도 개발되었다. 차기연도부터는 본격적인 기능개발이 이루어질 예정이다.

사사: 이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220546, 천리안 2B호 산출물 정확도 향상 연구)

천리안 해양위성 2호 산출물 분석을 위한 사용자용 소프트웨어 개선 현황

이순주^{1*}, 배수정², 김준영³, 최우창², 안재현⁴, 이경상⁴

1. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 선임기술원
2. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 기술원
3. (주)세트랙아이, 지상시스템9팀, 전임연구원
4. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 선임연구원

* 교신저자: sunjulee@kiost.ac.kr

천리안 해양위성 2호 (GOCI-II) 산출물 분석을 위한 사용자용 소프트웨어 'GOCI Tool Box (GTBX)'는 유럽우주국 (ESA, Europe Space Agency)가 Sentinel 위성 산출물 사용자들을 위해 개발한 Sentinel Application Platform (SNAP)의 플러그인 형태로 개발되었다[1]. GTBX는 개발 당시 공개된 SNAP 6.0버전과 호환되도록 개발되었으나, GOCI-II 산출물이 사용자들에게 정규 서비스하기 시작한 2021년 이후부터 현재까지 SNAP 버전이 9.0까지 변경되었다. 이에 호환성 관련 이슈가 있는 기능들을 제외하고 위성영상 표출기능에 집중한 GTBX Lite 버전을 공개한다. GTBX Lite는 사용자에게 GOCI-II 산출물의 메타정보 및 밴드 별 값을 SNAP에서 정상 표출되도록 하는 것이 목적이다. 특히 자료를 쉽게 파악할 수 있도록 밴드 목록을 그룹화하여 표출하거나, 자료처리 과정에서 발생한 품질관련 이슈를 기록한 플래그 정보를 이용하여 사용자들이 화소별로 분석할 수 있도록 한다. 향후 GTBX는 GOCI-II Level 2 자료처리를 사용자가 직접 할 수 있는 기능을 탑재하여 정식 배포될 예정이다. 이 버전에서는 KIOST의 현행 Level 2 알고리즘 원형을 기반으로 사용자가 계수를 수정 및 재처리 할 수 있는 도구를 제공함으로써 사용자들의 GOCI-II 자료 활용도가 높아질 것으로 기대한다.

사사: 본 연구는 한국해양과학기술원 주요사업 "해양위성센터 운영" 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Jae-Moo H., Hee-Jeong H., Hyun Y., Sunghye K., and Taekyung L., 2020, Development of GOCI-II Toolbox for SNAP, EGU General Assembly 2020, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-18334>, updated on 12 Jun 2020

[특별 세션 23]

천리안 위성 2A/2B호 융복합 활용 연구 학생경진대회-1

1. 천리안위성 2A/2B호 에어로졸 자료 융복합 및 편향 보정 연구
2. 딥러닝 기법을 이용한 GEMS NO₂ 산출물 초단기 예측
3. 천리안위성 2A/2B 산출물을 이용한 한반도 주변 해역의 해양 생태계 변화 추정
4. 기계학습 기반 산불탐지 모델의 성능 향상을 위한 위성영상 선 보정



천리안위성 2A/2B호 에어로졸 자료 융복합 및 편향 보정 연구

김민석¹, 김 준^{1,*}, 임현광², 이서영¹, 조예슬¹

1. 연세대학교, 대기과학과
 2. National Institute for Environmental Studies Japan, Earth System Division
- * 교신저자: jkim2@yonsei.ac.kr

1972년 Landsat 위성의 발사로부터 시작된 위성으로부터의 에어로졸 광학깊이 산출 기술은 현재까지도 센서와 알고리즘의 발전을 통해 고도화되고 있다 (Sayer et al., 2019). 이러한 에어로졸 산출 알고리즘은 다양한 위성의 궤도와 센서의 관측 사양에 따라 최적화되어 고유의 장단점을 가지고 있다. 대한민국은 2018년 12월 5일과 2020년 2월 19일에 천리안위성 2A호, 2020년 천리안위성 2B호를 각각 발사하여 성공적으로 운영함으로써 정지궤도에서 자외선부터 적외선에 이르는 파장 영역의 관측을 수행할 수 있게 되었다. 천리안위성 2A호의 기상탑재체(AMI), 천리안위성 2B호의 해양탑재체(GOCI-II)와 환경탑재체(GEMS) 모두 가시광 관측을 수행하기 때문에 에어로졸 광학 정보 산출이 가능하나, 서로 다른 관측 채널과 반응 함수(Spectral response function)를 가지고 있어 지면에 상태와 에어로졸의 크기와 흡수성에 대한 민감도에 차이가 있다. 본 연구에서는 천리안위성 2호의 세 탑재체에서 각각 생산된 에어로졸 광학깊이 자료를 AERONET 지상 관측 자료와 비교하여 각 산출물의 식생지수, 관측 시간, 에어로졸 광학 깊이에 따른 오차 특성을 분석하였다. 이때 얻어진 오차 특성을 기반으로 maximum likelihood estimation (MLE) 방법을 활용하여 에어로졸 광학깊이 자료의 융합을 수행하였으며, 이때 각 산출물의 root mean square error를 임의로 발생하는 오차로 가정하였다. 에어로졸 자료의 융합 결과, $R=0.763$, $RMSE=0.206$, $MBE=-0.065$ 로, GEMS와 AMI의 단일 위성 산출 AOD보다 향상된 결과를 보였다. 한편, 위성 산출물의 산출 오차는 임의로 발생하기도 하지만, 한 방향으로 편향되어 나타나기도 한다. 따라서 융합 산출물의 정확도를 높이기 위해 각 산출물의 구조적 편향을 보정하고 임의로 발생하는 오차 특성만을 남긴 후 같은 방법으로 융합한 결과, $R=0.809$, $RMSE=0.179$, $MBE=-0.036$ 으로 보다 향상된 에어로졸 자료를 얻을 수 있었다.

사사: 이 연구는 환경부의 재원으로 국립환경과학원의 지원을 받아 수행하였습니다(NIER-2022-04-02-088).



참고문헌

1. Sayer A. M., Govaerts Y., Kolmonen P., Lipponen A., Luffarelli M., Mielonen T., Patadia F., Popp T., Povey A. C., Stebel K., and Witek M. L., A review and framework for the evaluation of pixel-level uncertainty estimates in satellite aerosol remote sensing. 2020.

딥러닝 기법을 이용한 GEMS NO₂ 산출물 초단기 예측

박정은¹, 홍성욱^{2,*}

1. 세종대학교, 환경에너지융합학과, 석박통합과정
2. 세종대학교, 환경에너지공간융합학과, 교수

* 교신저자: sesttiya@sejong.ac.kr

정지궤도 다목적 위성(GK-2B)에 탑재된 정지궤도 환경센서(GEMS)는 아시아 전역의 대기오염 물질 산출물을 제공한다. 그중 NO₂는 자동차 및 공장의 연소 공정에서 주로 배출되는 대기오염물질로, 오존을 생성하는 전구물질이기도 하다. 특히 자동차 등 이동오염원으로 인한 배출이 많기 때문에 변화가 빠르고 양상을 예측하기 어렵다. 또한, 다양한 질병 문제를 일으킬 뿐만 아니라, 오존 생성 및 미세먼지 생성 등 대기 질 측면의 환경문제에 큰 영향을 미친다. 만일 NO₂ 농도를 시간별 예측이 가능하다면 고농도 이산화질소의 지역적 이동 분석 및 국지적 단기 기후변화 연구에 용이할 것이다. 이에 본 연구는 GK-2B 위성의 GEMS 센서로 산출되는 NO₂ 농도를 이용하여 NO₂ 초단기 예측 인공지능 모델을 생성 및 적용하였다. 인공지능 기법 중 하나인 C-GAN 알고리즘을 활용한 data2data 예측 모델은 label 데이터를 이용해 적대적 학습을 하는 구조이다. 학습 데이터로는 2021년 3월부터 2022년 3월까지의 NO₂ 데이터를 3시간 전, 2시간 전, 1시간 전 데이터를 중첩 입력 데이터로 현재, 1시간 후, 2시간 후 데이터를 중첩 출력 데이터로 하여 학습 데이터를 구성하였다. 그중 매월 1일, 28일을 검증 데이터로 사용하였고, 2022년 04월 데이터를 테스트 데이터로 사용하여 NO₂ 가 관측되지 않는 시간대인 일몰 이후 시간에 적용하여 존재하지 않는 NO₂ 농도 및 분포를 예측하였다. 검증 데이터의 시간별 예측 통계 지수는 다음과 같다. 1시간 예측 결과, CC = 0.875, Bias = 0.968×10^{15} [molecules/cm²], RMSE = 3.190×10^{15} [molecules/cm²], 이며, 2 시간 예측 결과, CC = 0.84, Bias = 0.978×10^{15} [molecules/cm²], RMSE = 3.561×10^{15} [molecules/cm²], 3 시간 예측 결과, CC = 0.823, Bias = 0.804×10^{15} [molecules/cm²], RMSE = 3.788×10^{15} [molecules/cm²]이다. 테스트 데이터의 시간별 예측 통계 지수는 다음과 같다. 1시간 예측 결과, CC = 0.919, Bias = -0.186×10^{15} [molecules/cm²], RMSE = 2.233×10^{15} [molecules/cm²], 이며, 2 시간 예측 결과, CC = 0.901, Bias = -0.243×10^{15} [molecules/cm²], RMSE = 2.461×10^{15} [molecules/cm²], 3 시간 예측 결과, CC = 0.888, Bias = -1.323×10^{15} [molecules/cm²], RMSE = 3.076×10^{15} [molecules/cm²]이다. 통계 분석 결과 및 정성적 비교를 통해 본 모델은 2시간 이내에서 우수한 성능을 보이고 있다. 본 연구 결과를 통해 중요한



대기오염물질인 NO₂ 농도 예측 정보를 생성할 수 있으며 대기 환경 모니터링 및 저감 대책 예방에 유용할 것이다.

사사: 본 연구는 환경부의 재원으로 국립환경과학원의 지원을 받아 수행하였습니다(NIER-2022-01-02-096). 이 연구는 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 "다중위성 기반 해양 현안대응 실용화 기술 개발" 지원을 받아 수행되었습니다.



천리안위성 2A/2B 산출물을 이용한 한반도 주변 해역의 해양 생태계 변화 추정

백지연¹, 조영현^{1*}

1. 부산대학교 BK21 지구환경시스템 교육연구단 해양학과

* 교신저자: joyoung@pusan.ac.kr

최근 한반도 주변 해역의 급격한 변화로 인해 황해에서는 봄철 대발생(spring blooms)이 이전 시기에 비해 일시적으로 감소한 경향이 나타났다. 해양 생태계에서 가장 기초적인 역할을 하는 식물플랑크톤, 즉 클로로필로 측정되는 인자의 감소는 해역의 생산력 감소 및 어획량 감소 등의 결과를 유발할 수 있다. 결과적으로 황해 지역의 클로로필이 감소한 원인을 규명하고 향후 비슷한 환경변화에 따른 결과를 추정하는 것이 중요하다. 따라서 황해 지역의 클로로필이 감소한 원인을 규명하기 위해 다양한 물리환경 변수(대기 에어로졸, 해수면 온도, 혼합층의 깊이, 바람, 그리고 강수량)를 이용하여 각 인자들이 클로로필에 미치는 기여도를 정량화하였다. 따라서 본 연구에서는 해양 생태계 변화를 대기-환경-해양의 복합적 관점에서 규명하기 위해 기존의 위성 및 모델 자료 대신 천리안 위성 2A/2B의 산출물을 활용할 수 있는 가능성을 확인하고자 하였다. 특히, 천리안 위성의 경우, 높은 시공간해상도를 나타내기 때문에 기존 연구에서 진행한 기여도의 정량화 뿐 아니라 각 인자들이 해양 생태계 변화를 일으키는 시간 등에 대해서도 확인할 수 있을 것으로 기대한다. 따라서 본 연구에서는 대기-환경-해양의 융복합 연구에 대한 가능성을 확인하고 이에 대한 기대결과를 추정하고자 하였다.

기계학습 기반 산불탐지 모델의 성능 향상을 위한 위성영상 선 보정

성태준¹, 강유진², 임정호^{3*}

1. 울산과학기술원, 도시환경공학과, 석박사과정생
2. 울산과학기술원, 도시환경공학과, 석박사과정생
3. 울산과학기술원, 도시환경공학과, 정교수

* 교신저자: ersgis@unist.ac.kr

산불은 연소 가능한 식생에서 발생하는 재난으로 예측 및 통제가 극도로 어렵다. 이러한 산불의 특성으로 인해 발생하는 막대한 피해를 예방하기 위해서, 넓은 지역에 관한 지속적인 모니터링이 필요하다[1]. 이에, 정지궤도 위성을 활용한 조기 및 실시간 탐지 연구들이 수행되어 왔다[2]. 전통적인 위성기반 산불탐지는 주로 온도에 민감한 단파적외 채널의 밝기온도(Brightness Temperature, T_b)에 기반하여 이루어졌다[3]. 하지만 위도, 고도, 태양천정각 등 산불 외에도 T_b 값에 영향을 주는 환경변수들이 존재한다. 이러한 환경변수들의 영향은 기계학습 기반 산불탐지 모델의 학습을 방해하며, 성능을 감소시킨다. 본 연구에서는 천리안 2A호(Geostationary Korea Multi-Purpose Satellite-2A, GK-2A) 위성영상과 랜덤 포레스트(Random Forest, RF)를 이용한 실시간 산불탐지 알고리즘이 개발되었다. GK-2A Level 1B 영상을 T_b 로 가공한 후, 구름과 토지피복 마스크를 적용하여 입력변수로 사용하였다. 산림청에서 제공하는 산불 발생자료를 학습 및 검증을 위한 참조자료로 사용하였다. 또한 RF 모델의 입력변수인 T_b 에서 환경변수들의 영향을 제거하기 위해, 학습과 탐지 전 단계에 다중선형회귀식을 이용한 추세제거를 적용하였다. RF 모델은 34개의 산불 사례를 이용하여 훈련되었으며, 9개 사례를 통해 검증되었다. 추세제거를 적용하지 않은 RF 모델은 F1 score 93.8%, 미탐지 8.3%, 오탐지 3.8%의 탐지 성능을 보였다. 반면 추세제거를 적용한 RF 모델은 F1 score 94.2%, 미탐지 8.5%, 오탐지 2.9%로 오탐지 부분에서 보다 향상된 결과를 보였다. 본 연구는 기계학습 기반 산불탐지 모델의 성능을 개선시키기 위한 밝기온도 보정 기법을 제시함으로써, 산불탐지 분야에서 기계학습 기법의 활용성 증대에 기여하였다.

사사: 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었습니다(IITP-2022-2018-0-01424).



참고문헌

1. Vukomanovic, J., & Steelman, T. (2019). A systematic review of relationships between mountain wildfire and ecosystem services. *Landscape Ecology*, 34(5), 1179-1194.
2. Jang, E., Kang, Y., Im, J., Lee, D. W., Yoon, J., & Kim, S. K. (2019). Detection and monitoring of forest fires using Himawari-8 geostationary satellite data in South Korea. *Remote Sensing*, 11(3), 271.
3. Giglio, L., Descloitres, J., Justice, C. O., & Kaufman, Y. J. (2003). An enhanced contextual fire detection algorithm for MODIS. *Remote sensing of environment*, 87(2-3), 273-282.

[특별 세션 24]

천리안위성 2A/2B호 융복합 활용 연구 학생경진대회-2

1. 천리안위성 2A/2B호 융합자료를 활용한 Near-UV 파장 기반 재생산 반사도 산출
2. GK2A/AMI, GK2B/GOCI-II 자료 융합 활용 주간 고해상도 안개탐지 알고리즘 개발
3. 준실시간 기계학습 모델을 사용한 GOCI-II 에어로졸 광학 특성으로부터의
동아시아 지역 $PM_{2.5}$ 농도 추정



천리안위성 2A/2B호 융합자료를 활용한 Near-UV 파장 기반 재생산 반사도 산출

심수영¹, 최성원², 진동현³, 성노훈³, 정대성⁴, 우종호¹, 전우진⁵, 변유경⁵, 김나연⁵, 한경수^{6*}

1. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 (공간정보시스템공학전공), 석박사통합과정
2. 부경대학교, 4단계 BK21사업 i-SEED 지구환경교육연구단, 박사후연구원
3. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 (공간정보시스템공학전공), 박사수료생
4. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 (공간정보시스템공학전공), 박사과정생
5. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 (공간정보시스템공학전공), 석사과정생
6. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 (공간정보시스템공학전공), 교수

* 교신저자: kyung-soo.han@pknu.ac.kr

지표면 반사도는 복사전달모델(Radiative Transfer Model, RTM)을 이용하여 대기상단복사에서 대기의 산란 및 흡수 효과를 제거한 산출물로서, 관측 당시의 태양 및 위성 천정각에 따른 반사도를 의미한다. 지표면 반사도는 에어로졸 광학 두께 (Aerosol Optical Depth, AOD) 등 타 Level-2 산출 알고리즘의 필수 입력자료로서 정확도가 높으며 결측 값이 없는 자료가 요구된다. 하지만 위성 영상 내에 구름이 존재하는 경우, 지표면 반사도를 산출할 수 없어 공백화소가 발생하는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 GK-2B/Geostationary Environment Monitoring Spectrometer (GEMS) 자료를 활용하여 결측 값이 없는 재생산 반사도 산출 연구를 진행하였다. 재생산 반사도란 특정 관측 조건 (태양 및 위성 천정각)에서의 지표면 반사도를 추정하는 것으로, AOD-지표면 반사도 사이의 산출 선행관계 딜레마를 피할 수 있는 산출물이다. 많은 연구에서 재생산 반사도는 주로 최소반사도 방법을 이용하여 계산되지만 이는 관측 당시의 각도 조건과 지표면의 반사특성을 고려하지 못하는 한계가 존재한다. 이러한 한계점을 극복하고자 본 연구에서는 Bi-directional Reflectance Distribution Function (BRDF) 모델링을 통해 관측 조건에 따른 지표의 이등방성 반사 특성을 고려한 현실성 있는 재생산 반사도 산출을 수행하였다.

BRDF 모델링의 입력 변수인 지표면 반사도는 대기보정을 통해 산출되는데, 본 연구에서 대기보정은 6SV RTM 기반의 Look-Up-Table (LUT)를 활용하였다. 이 때 LUT 기반 대기보정에서 발생할 수 있는 불연속면 해소를 위하여 6d-interpolation 기법을 통한 LUT 보간을 추가적으로 수행하였다. 대기보정 수행 시 구름 화소를 제거하는 것이 가장 일차적이며 중요한 전처리 과정이나, UV 영역을 주로 관측하는 GEMS 위성의 특성 상 GEMS Cloud 자료는 일부 지역에서 GK-2A/Advanced Meteorological Imager (AMI) Cloud 산출물 대비 약 30 % 구름을 과소



탐지하는 경향이 나타난다. 이로 인해 구름 픽셀이 청천역으로 구분되어 BRDF 모델링에 혼재될 경우, 높은 재생산 반사도 값이 산출되는 문제점이 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서는 GK-2A/AMI Cloud mask 자료를 추가적으로 활용하여 Cloud masking을 수행하였으며, 이는 GEMS Cloud 자료를 단독으로 사용할 때 보다 우수한 성능을 보였다. BRDF 모델링은 커널 기반의 Roujean 모델을 사용하였으며, GEMS 위성의 특성을 고려한 BRDF 모델링의 최적의 합성 주기를 선정하였다. 이후 BRDF 모델링의 정확도 평가를 위하여 산출된 재생산 반사도와 관측 당시의 지표면 반사도 자료를 비교하였다. 추후 본 연구를 통해 생산된 재생산 반사도는 GEMS 위성의 에어로졸 및 대기 산출물의 산출 정확도 향상에 큰 영향을 미칠 것으로 기대된다.

사사: 본 논문은 기상청의 기상관측장비핵심기술 및 관측자료 활용기법 개발 연구사업의 일환인 “항공기상자동 관측기술개발(연구과제번호: KMI2021-02710)”의 지원으로 수행되었습니다.



GK2A/AMI, GK2B/GOCI-II 자료 융합 활용 주간 고해상도

안개탐지 알고리즘 개발

유하영¹, 한지혜¹, 서명석^{2*}

1. 공주대학교, 대기과학과, 박사과정
2. 공주대학교, 대기과학과, 교수

* 교신저자: sms416@kongju.ac.kr

안개는 시정을 악화시켜 교통 수단에 장애를 줄 뿐만 아니라 인체, 농작물과 복사수지에도 영향을 미치는 기상현상으로 기상 현상이다[1]. 광범위한 영역에 대한 실시간 안개탐지를 위해 주로 위성을 이용한 안개탐지 연구가 수행되고 있다. 한반도 주변을 관측하는 기상위성 중 관측주기가 10분으로 시간해상도가 가장 우수한 GK2A/AMI는 공간해상도가 500m~2km로 국지적인 안개를 탐지하는데 한계가 있다. 반면 GK2B/GOCI-II는 250m 공간해상도로 국지적인 안개를 보다 잘 탐지할 수 있지만 시간, 시간해상도가 1시간 간격으로 안개의 생성 및 소산 시 빠르게 변화하는 안개를 탐지하는데 어려움이 있으며 가시채널만 보유하고 있어 안개와 하층운을 포함한 구름을 구분하는데 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 한반도 주변에서 발생하는 안개를 10분 간격, 250m 해상도로 탐지하기 위해 GK2A호와 GK2B호를 융합 활용하는 안개 탐지 알고리즘(GK2AB 융합 안개 탐지 알고리즘)을 개발하였다. GK2AB 안개 탐지 알고리즘은 크게 3가지 파트로 나누어진다. 1) GK2A/AMI 주간 안개 탐지 알고리즘 안개 탐지 (500m, 10분 간격)[2], 2) 1시간 간격의 GK2B/GOCI-II 반사도 자료를 10분 간격으로 외삽하고 외삽된 자료를 이용하여 250미터 해상도 안개를 탐지 (250m, 1시간 간격), 3) 1)과 2)의 안개탐지 산출물을 융합하여 최종적으로 10분 간격, 250미터 해상도의 안개를 탐지한다. GK2A/AMI 안개 탐지 알고리즘은 현업 운용중인 안개 탐지 알고리즘에서 주요 평가요소로 사용되는 정규화된 반사도 합성장 산출방법을 개선하고 수치모델 자료의 고도 및 DBC 보정을 통해 알고리즘을 개선하여 사용하였다. GK2B/GOCI-II 반사도 자료의 10분 간격 외삽시 두 위성의 반사도 자료를 각각 정규화하여 사용하였으며, 두 위성의 시공간 해상도가 다른 점을 고려하기 위해 GK2B/GOCI-II 한반도 관측시간을 기준으로 가장 가까운 시간의 GK2A/AMI 반사도 자료와 이전시간의 평균 반사도를 사용하였다[참고문헌]. GK2B/GOCI-II 반사도 자료를 10분 간격으로 산출하기 위해 GK2A/AMI와 GK2B/GOCI-II의 반사도의 차를 이용하여 GK2B/GOCI-II 반사도를 보정하고 GK2A/AMI의 10분 시간 변화량을 이용하여 GK2B/GOCI-II를 10분 간격으로 외삽하였다. 외삽된 정규화된 반사도(NVIS), NLSD_NVIS, GK2A/AMI의 ΔFT_s 등을 변수로 결정나무 기법(기계학습) 안개 탐지 알고리즘을 학습하였다. 두 알고리즘의 안개 탐지 산출물의 융합 방



법은 두 산출물 모두 안개/비안개로 탐지한 경우 안개/비안개, 두 산출물의 탐지 결과가 서로 상이할 경우 주변 3x3화소에서 두 안개 탐지 산출물이 모두 안개라고 탐지한 화소의 수가 50% 이상일 경우 안개로 정의하여 융합하였고, 최종적으로 10분 간격, 250 m 해상도로 안개를 탐지한다. 마지막으로 지상관측자료를 이용하여 안개 탐지 수준을 정량적으로 검증하였고 추가적으로 CCTV 자료를 이용한 안개 탐지 수준을 검증하였다. GK2A 안개 탐지 알고리즘 개선 결과 배경자료 산출 오차가 줄어들었으며, GK2AB 융합 안개 탐지 결과 공간해상도가 4배 증가함에 따라 안개 및 비안개 화소가 보다 자세히 구분됨을 보였다. 발표에서 융합 안개 탐지 알고리즘의 정성적 정량적 안개 탐지 수준에 대해 지리적 위치 및 안개 발생 특성별로 상세히 제시할 것이다.

사사: 본 연구는 국가기상위성센터의 '기상위성예보지원 및 융합서비스 기술개발 과제'의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Bendix, J., 2002: A satellite-based climatology of fog and low-level stratus in Germany and adjacent areas. *Atmos. Res.*, *64*, 3-18.
2. Han, J. H., M. S. Suh, H. Y. Yu, and N. Y. Roh, 2020. Development of Fog Detection Algorithm Using GK2A/AMI and Ground Data. *Remote Sensing*, *12*.

준실시간 기계학습 모델을 사용한 GOCI-II 에어로졸 광학 특성으로부터의 동아시아 지역 PM_{2.5} 농도 추정

이지우¹, 조예슬¹, 이서영¹, 김 준^{1,*}

1. 연세대학교 대기과학과

* 교신저자: jkim2@yonsei.ac.kr

초미세먼지(PM_{2.5})란 2.5 μm 보다 작은 대기 중의 입자를 일컫는다. 초미세먼지는 단기간 노출 시 소아 천식 환자의 입원과 사망률 증가를 초래하는 등 건강에 악영향을 미치는 것으로 알려져 있다[1,2]. 국가별로 PM_{2.5} 농도의 지상 관측이 수행되고 있으나, 관측 결과가 관측 지점에 국한되어 있어 시공간적 변동성을 세밀하게 파악하는 데 어려움이 있다. 이를 극복하고자, 지상 PM_{2.5} 농도와 상관성을 가진다고 알려진 인공위성 자료로부터 산출된 에어로졸 광학 특성을 사용하여 넓은 지역에 걸쳐 PM_{2.5} 농도를 추정하는 연구가 수행되어 왔다[3].

본 연구에서는 천리안 해양관측위성 2호기(Geostationary Ocean Color Imager-II, GOCI-II)의 연세 에어로졸 산출 알고리즘의 산출물인 시간별 에어로졸 광학 특성 자료를 입력 변수로 사용하여 동아시아 지역의 지상 PM_{2.5} 농도를 준실시간으로 추정하였다. 지상 관측된 PM_{2.5} 자료의 품질을 개선하고자, 24시간 동안 관측된 PM_{2.5} 농도가 동일한 지상 관측 지점의 자료와 0보다 작은 값을 자료에서 제외하였다. 동아시아 지역의 강한 PM_{2.5} 농도 변동성을 반영하고자, 지상에서 관측된 PM_{2.5} 농도를 공간적, 시간적으로 역가중한 자료를 계산하여 입력 변수로 사용하였다[4]. 수치모델 자료인 기상 자료, 대기 중 미량기체 자료는 GOCI-II의 관측 시각에 맞추어 내삽되었다.

준실시간 추정 모델링을 위해, 추정 시각 이전 30일의 자료가 훈련 자료로, 추정 시각의 자료가 추정 자료로 사용되었다. 추정 시각 이전 30일의 자료에는 GOCI-II 관측 시각에 해당하는 입력자료들이 포함되는데, 공간적, 시간적으로 역가중한 자료의 경우에만 1시간 이전의 자료를 해당 시각의 자료로 정의하였다. 고농도 PM_{2.5} 농도 사례의 과소모의를 방지하고 훈련 자료의 크기를 증가시키기 위해, 고농도 사례의 자료 수를 증대하는 오버샘플링 기법이 사용되었다.

본 연구에서 GOCI-II 에어로졸 광학 특성 자료를 사용하여 추정된 PM_{2.5}와 지상 관측된 PM_{2.5}의 교차검증 결과, 결정계수는 동아시아 지역의 오후에 높았다. GOCI-II 에어로졸 광학 특성 자료는 태양 천정각이 70°보다 낮은 경우에만 산출되므로, 전체 관측 영역 중 일부에서만 자료가 존재하는 아침에는 결정계수가 비교적 감소하였다. 2021년 10월의 준실시간 추정 결과



를 검증하였을 때, 결정계수 0.812, 평균 제곱근 편차 $9.266 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 정확도를 보였다. 전반적으로, 동아시아 지역에 걸쳐 추정 결과는 지상 $\text{PM}_{2.5}$ 농도와 시공간적으로 일치하는 분포를 보였다. 본 연구는 추정 시각의 자료를 사용하지 않는 준실시간 모델링을 수행하여, 단기 $\text{PM}_{2.5}$ 농도를 예측하고 그 정확도를 검증하였다는 것에 그 의의가 있다.

사사: 이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20180456, 다중위성 기반 해양 현안대응 실용화 기술 개발)

참고문헌

1. Fan J, Li S, Fan C, Bai Z, Yang K. The impact of $\text{PM}_{2.5}$ on asthma emergency department visits: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015;23(1):843-850. doi:10.1007/s11356-015-5321-x
2. Kloog I, Ridgway B, Koutrakis P, Coull B, Schwartz J. Long- and Short-Term Exposure to $\text{PM}_{2.5}$ and Mortality. *Epidemiology*. 2013;24(4):555-561. doi:10.1097/ede.0b013e318294beaa
3. Chen G, Li S, Knibbs L et al. A machine learning method to estimate $\text{PM}_{2.5}$ concentrations across China with remote sensing, meteorological and land use information. *Science of The Total Environment*. 2018;636:52-60. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.04.251
4. Wei J, Huang W, Li Z et al. Estimating 1-km-resolution $\text{PM}_{2.5}$ concentrations across China using the space-time random forest approach. *Remote Sens Environ*. 2019;231:111221. doi:10.1016/j.rse.2019.111221

[특별 세션 25]

원격탐사/AI 기반 갯벌 공간 정보 구축

1. 공간정보 구축을 위한 갯벌 대형저서무척추동물 개체수 산출 방법의 새로운 접근
2. 갯벌 영상을 이용한 기계학습 기반 갯벌 동식물 분류 연구
3. 갯벌 저서서식지 환경 특성 파악을 위한 형태적, 퇴적학적 특성분석
4. 무인항공기와 AI 기술 기반의 갯벌 생물/환경 정밀 모니터링의 새로운 방법 제시

공간정보 구축을 위한 갯벌 대형저서무척추동물 개체수 산출 방법의 새로운 접근

서재환¹, 장민성¹, 김근용², 장영재², 문혜진³, 김충호³, 주형태³, 유주형², 이충희⁴ 구본주^{1,*}

1. 한국해양과학기술원, 동해환경연구센터
2. 한국해양과학기술원, 해양위성센터
3. 한국해양과학기술원, 해저활성단층연구단
4. 대구경북과학기술원, 전자정보시스템연구부

* 교신저자: bjko@kiost.ac.kr

전통적인 조사 방법에 의한 갯벌 생물의 공간분포 연구는 시간과 비용의 비효율성과 정점 자료를 산술적으로 공간 자료로 확장 시 발생하는 자료의 불충분성 및 낮은 정확도로 인해 공간정보 구축에 한계를 가진다. 본 연구는 현재의 갯벌 조사 방법의 한계를 보완하기 위해 드론과 인공지능을 이용하여 갯벌 대형저서무척추동물 개체수 산출의 새로운 접근 방법을 제시하고자 한다. 본 연구의 대상종인 흰이빨참갯지렁이(*Paraleonnates diadroma*), 흰발농게(*Uca lactea*), 농게(*Uca arcuata*), 칠게(*Macrophthalmus japonicus*), 달랑게(*Ocyropode stimpsoni*), 개불(*Urechis unicinctus*), 길게(*Macrophthalmus dilatatus*), 썩(*Upogebia major*), 펄털콩게(*Ilyoplax pingi*), 엽낭게(*Scopimera globosa*)의 서식굴 입구 및 활동흔적 인공지능 학습자료는 2022년 3월부터 10월까지 매월 강화도 갯벌, 대부도 갯벌, 시화호 갯벌, 태안 갯벌에서 구축하였다. 대상종의 인공지능 학습자료는 간조시에 획득하였으며 드론 영상은 Matrice 300 RTK 드론을 이용해 5m 고도에서 촬영하였다. 각각의 영상에서 대상종의 서식굴 학습영역은 라벨링 작성에 널리 사용되는 Labelimg를 활용하였으며, 신경망으로는 객체인식을 위한 효율적인 기법으로 알려져 있는 YOLOv3 모델을 선택하였다. 테스트 자료에 대한 객체검출 정밀도(precision)와 재현율(recall)은 각각 45-68%, 40-77% 범위의 정확도를 나타냈으며 종별로 상이한 정밀도와 재현율을 보였다. 이 중 농게, 칠게, 흰발농게, 달랑게의 객체검출 선행연구와 본 연구의 정밀도 및 재현율 비교 결과 학습자료 수 및 다양성의 증가에 따라 정밀도와 재현율이 향상되는 것으로 나타났다. 본 연구는 드론과 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 갯벌 대형저서무척추동물 개체수 산출의 새로운 접근법을 제시하였으며 이를 활용한 갯벌 생물의 공간정보 구축 가능성을 시사하였다.

사사: 본 연구는 한국해양과학기술원 원격탐사 시각데이터의 기계학습을 통한 갯벌의 생물/환경 공간 정보 구축 기술 개발 과제(PEA0015)의 지원을 받아 수행되었습니다.

갯벌 영상을 이용한 기계학습 기반 갯벌 동식물 분류 연구

이동욱¹, 주형태^{2,*}, 문혜진³, 김충호³, 황종하⁴, 서재환⁵, 김근용⁶

1. 한국해양과학기술원, 해저활성단층연구단, 연수연구원
2. 한국해양과학기술원, 해저활성단층연구단, 단장
3. 한국해양과학기술원, 해저활성단층연구단, 기술원
4. 한국해양과학기술원, 해저활성단층연구단, 선임연구원
5. 한국해양과학기술원, 동해환경연구센터, 연수연구원
6. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 전임연구원

* 교신저자: htjou@kiost.ac.kr

정보통신기술(ICT), 인공지능(AI)과 같은 4차산업 관련 기술의 개발은 산업에서의 효율을 높이고 있다. 갯벌 생물의 공간분포에 대한 연구에서는 무인항공기를 이용하여 기존의 인력에 의한 조사 방법보다 광범위한 영역의 자료를 효율적으로 획득할 수 있다. 하지만, 4차산업 기술의 적용으로 구축되는 방대한 양의 자료를 직접 해석하기에는 시간과 비용의 비효율성이 문제가 될 수 있다. 이에 따라 다량의 자료를 분석하여 생물의 공간 정보를 도출하는 과정을 자동화할 수 있는 인공지능 기술이 필요하다. 본 연구의 목적은 인공지능 기술을 활용하여 무인항공기로 획득한 영상으로부터 갯벌의 동식물을 구분하는 것이다. 갯벌 동물의 서식 정보를 파악할 수 있는 동물의 서식굴을 판별하기 위해 기계학습 기반의 객체인식 기술인 Yolo v3를 적용하였고, 갯벌 식물의 분포를 파악하기 위해 영상 분할에 사용되는 UNet을 적용하였다. 인공지능 학습의 적용결과 기계학습 기반의 객체인식과 영상 분할 기술이 갯벌 동식물의 분류에 적용 가능함을 확인하였지만, 성공적인 분류 기술의 개발을 위해서는 주변 환경 영향으로 상대적으로 구분이 어려운 자료에 대한 예측을 개선해야 할 과제들이 남아있다. 본 연구에서는 기계학습을 이용한 갯벌 동식물 분류의 시험 결과를 소개하고, 기계학습 기반 갯벌 영상의 동식물 분류를 위한 학습 모델 및 자료 구성 등의 최적화 방법에 대해 논하고자 한다.

사사: 본 연구는 한국해양과학기술원 주요사업인 '원격탐사 시각데이터의 기계학습을 통한 갯벌의 생물/환경 공간정보 구축 기술 개발(PEA0015)'의 지원을 받아 수행되었습니다.



갯벌 저서서식지 환경 특성 파악을 위한 형태적, 퇴적학적 특성분석

정주봉¹, 우한준¹, 정희수¹, 이준호¹

1. 한국해양과학기술원, 관할해역지질연구단

* 교신저자: jjbongeo@kiost.ac.kr

한반도 서해안은 수심이 얇고 넓은 대륙붕이 발달하였으며 플라이스토세 이후 생성된 갯벌이 발달되어있다. 천수만에 포함되는 황도의 경우 반폐쇄된 만으로 육상으로부터 담수 유입이 거의 없고 조수로가 발달하여 조석에너지에 의한 퇴적 메커니즘이 발달한 지역이다.

원격탐사 자료를 이용한 퇴적물 분류를 위해 황도 갯벌을 대상으로 퇴적물의 특성을 파악하기 위해 평균입도, 건조밀도, 공극률, 함수율, 유기탄소를 분석하였다. 또한 RTK GPS를 이용하여 지형 특성을 파악하였다.

곰소만의 지형은 지오이드고 기준으로 24.2m ~ 27.0m의 범위로 나타나며 평균 25.5m이다.

퇴적물의 평균입도 범위는 0.5 ~ 6.8 이며 평균 4.1로 극조립사에서 세립실트까지 다양한 크기의 퇴적물이 분포하였다. 분급도는 0.6 ~ 6.8의 범위로 중간양호분급에서 최극불량분급까지 나타난다. 퇴적물 유형은 약역사질니((g)sM)와 니질사(mS) 사질니(sM)등이 고루 분포한다. 퇴적물의 구성은 사질이 평균 57.9%로 가장 높게 분포하며 실트 30.7%, 점토가 10% 분포하였다. 공극률의 경우 0.16 ~ 0.56(평균 0.44)의 범위로 분석되었으며 함수율은 7.8 ~ 36.5% (평균 26.1%)로 분석되었다. 물리적 특성은 입도와 상관성이 높다. 평균입도가 감소할수록 전밀도는 감소하는 경향이며 이는 입자밀도와 공극률에 조절된다. 또한 공극률의 증가는 세립질 퇴적물에서 지화학농도가 다소 높게 나타나는데 이는 퇴적물의 구조상의 이유이다. 지화학적 특성 결과는 TOC 함량은 0.1~1.7 평균 0.6으로 나타났으며 TC의 경우 0.1~1.7 평균 0.6의 값으로 분석되었다. 표층 퇴적물을 대상으로 입도, 물성, 지화학 특성을 조사하였다.

향후 표층 퇴적물 특성 조사는 생물, 지질학적 조성을 고려하고 퇴적환경 특성조사가 추가되어야 할 것으로 판단된다.

사사: 본 연구는 원격탐사 시각데이터의 기계학습을 통한 갯벌의 생물/환경 공간정보 구축 기술개발 사업(EA0015)의 지원을 받아 수행되었습니다.



무인항공기와 AI 기술 기반의 갯벌 생물/환경 정밀 모니터링의 새로운 방법 제시

김근용¹, 서재환², 이준호³, 김충호⁴, 장영재¹, 구본주², 우한준³, 주형태⁴, 유주형^{1,*}

1. 한국해양과학기술원, 해양위성센터
2. 한국해양과학기술원, 동해환경연구센터
3. 한국해양과학기술원, 관할해역지질연구단
4. 한국해양과학기술원, 해저활성단층연구단

* 교신저자: jhryu@kiost.ac.kr

이 연구에서는 4차 산업 기반의 최신 기술을 기반으로 광역 갯벌에 대한 정밀 공간자료를 구축하기 위한 새로운 방법을 제시하고 한다. 무인항공기를 이용한 초고해상도 영상과 인공지능 기술을 이용한 갯벌 생물/환경 정밀 공간정보 구축을 위하여 1) 저고도 무인항공기 운용기술 개발을 통한 초고해상도 갯벌 영상 수집 및 분석 기술을 개발하고, 2) 무인항공기/인공지능 기반 갯벌 생물의 개체수 산출 기술을 개발하고, 마지막으로 3) 갯벌 생물의 공간분포와 갯벌 환경의 연관성 분석을 통한 공간정보에 대한 이해를 위한 자료를 구축하고자 한다. 나아가 현장조사를 기반으로 본 연구에서 제시하는 기술의 활용 가능성을 보여주고자 한다. 이를 위하여 충남 태안군 안면읍에 위치한 황도 갯벌을 연구지역으로 선정하였고, 광학, LiDAR 센서를 이용하여 고해상도 무인항공기 영상 촬영과 총 91개 정점에 대하여 퇴적상, 전단강도, 유기물에 대해 조사하였다. 대형저서무척추동물을 탐지, 분류하기 위한 인공지능 학습자료는 무인항공기를 6 m 고도에서 촬영하였고, 갯벌환경 분석을 위한 영상은 100 m 고도에서 촬영하여 각각 GSD 0.07 mm과 0.5 cm 영상을 취득하였다. 또한 무인항공기 LiDAR를 이용하여 10 cm 공간해상도의 고정밀 황도갯벌 DEM 자료를 취득하였다. 무인항공기 영상 분석을 통해 갯벌 생물의 공간분포 자료와 환경 특성에 대한 분석이 이루어졌고, 향후 갯벌 생물과 환경 특성의 상관성을 추가적으로 분석할 계획이다. 본 기술개발의 활용을 통해 현장관측, 인력중심, 점조사에 기반한 갯벌조사 한계점을 보완하여 정밀한 시공간적 갯벌 생물 공간정보를 구축할 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 원격탐사 시각데이터의 기계학습을 통한 갯벌의 생물/환경 공간정보 구축 기술개발 사업(EA0015)의 지원을 받아 수행되었습니다.

[일반 세션]

11월 17일(목)

3. GeoAI 기상/환경/극지/국방데이터 활용	239
4. GeoAI 지질데이터 활용	250

[일반 세션 3]

GeoAI 기상/환경/극지/국방데이터 활용

1. 딥러닝기법을 활용한 저상 PM₁₀ 및 PM_{2.5} 농도의 시간별 시공간 예측
2. 고해상도 광학영상으로부터 YOLOv5를 이용한 굴뚝탐지
3. Sentinel-2 광학영상으로부터 MU-Net을 이용한 백두산 천지 모니터링
4. 남극 로스해에서 기계학습과 다중위성을 이용한 해빙-염분-클로로필 상관 연구
5. 인공위성 영상레이더를 이용한 Jakobshavn 빙하의 지표 변위 시계열 관측
6. 딥러닝 기반 성층권 침투 대류운 탐지



딥러닝기법을 활용한 지상 PM₁₀ 및 PM_{2.5} 농도의 시간별 시공간 예측

박서희¹, 임정호^{2*}, 이주현³, 정시훈³

1. 울산과학기술원, 도시환경공학부, 박사후연구원
2. 울산과학기술원, 도시환경공학부, 교수
3. 울산과학기술원, 도시환경공학부, 석박통합과정

* 교신저자: ersgis@unist.ac.kr

아시아 지역의 사회경제시스템의 급속한 발전으로 인해 대기오염문제가 증가하고 있다. 대기 중 미세먼지 (PM₁₀ 및 PM_{2.5})는 인체에 유해한 영향을 끼쳐 심각한 질환 (심장질환, 폐질환 등)을 유발한다. 조기경보를 제공하면 이러한 피해를 줄일 수 있다. 위성기반 에어로졸 광학 두께 (AOD; Aerosol Optical Depth)는 지상 PM 농도를 나타내는 주요 지표로 사용된다. 그러나 위성기반 자료는 구름 오염으로 인해 공간적으로 연속적인 지상농도를 표출하는데 한계점이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 시공간적으로 정확한 PM 농도 예측을 위해 위성 및 모델 자료를 활용하여 딥러닝 기법기반의 지상 PM 농도 예측 알고리즘을 개발하였다. 본 연구는 두 단계로 구성되어 있다. 우선 실시간학습 (RTL; Real-time learning)을 적용하여 추정된 위성기반 PM 농도의 격차를 채우고, 두 번째 단계에서 딥러닝 (U-Net)을 적용하여 PM 농도 예측 알고리즘을 개발하였다. 첫 번째 단계에서는 공간적으로 연속적인 입력 데이터를 사용하여 Hybrid-RFK (Hybrid random forest-regression kriging)을 활용하였으며, Gaussian filtering을 통해 RTL 기반 PM 농도의 결측 값을 채우는 데 사용하였다. 두 번째 단계에서는 결측 값이 채워진 PM 농도, U, V 성분에서 계산된 풍향 및 풍속, 3시간 누적 강수량을 입력 변수로 사용하여 예측 알고리즘을 구축하였다. 각 입력변수별 3시간 시퀀스 (t-2, t-1, t) 자료가 사용되었으며 (총 12개 입력변수 사용), 목표 변수는 t+1, t+2 및 t+3에서의 PM 농도를 사용하였다. 예측 결과는 참조 데이터 (즉, RFK-RTL PM 농도 및 현장 PM 농도)와 유사한 공간 및 시간 패턴을 보여주었다. 본 연구에서 개발한 모델은 시공간 데이터를 동시에 고려하여 시공간적 PM 농도를 예측할 수 있다.

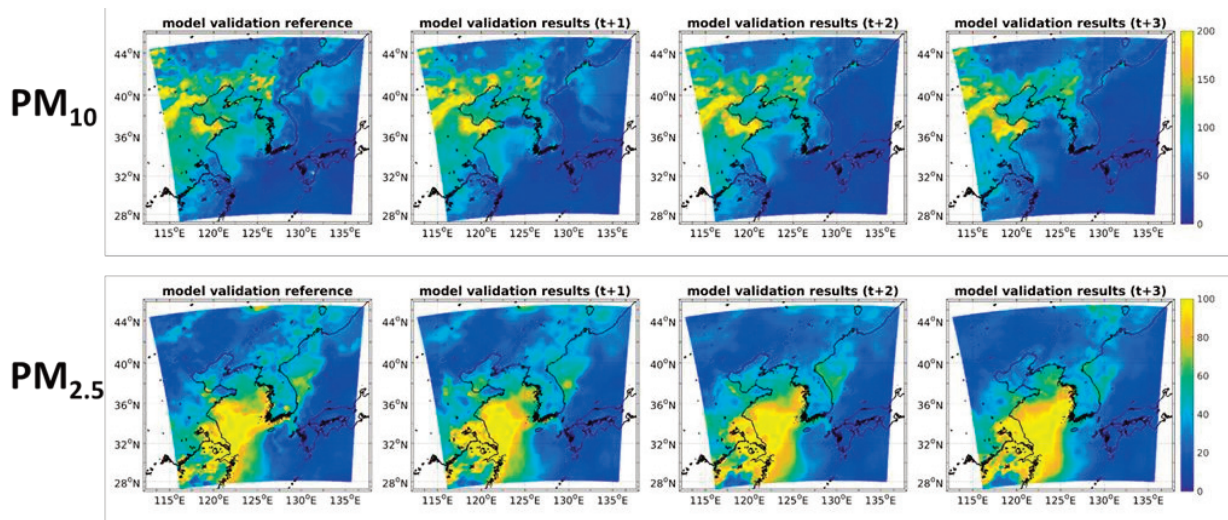


그림 1. U-Net모델 검증결과로써 예측시간별 지상 PM₁₀ 및 PM_{2.5} 농도 분포

사사: 본 연구는 2020년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단-동북아-지역 연계 초미세먼지 대응 기술개발 사업의 지원을 받아 수행함. (과제번호: 2020M3G1A1114615)

참고문헌

Park, S., Im, J., Kim, J., & Kim, S. M. (2022). Geostationary satellite-derived ground-level particulate matter concentrations using real-time machine learning in Northeast Asia. *Environmental Pollution*, 306, 119425.

고해상도 광학영상으로부터 YOLOv5를 이용한 굴뚝탐지

윤영웅^{1,2,*}, 정형섭^{3,4}

1. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 석사과정
2. 서울시립대학교, 스마트시티학과, 석사과정
3. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 교수
4. 서울시립대학교, 스마트시티학과, 교수

* 교신저자: yyw9969@uos.ac.kr

대기환경 오염이 사회적, 환경적으로 전지구적 차원의 문제가 되면서 대기오염 배출원의 위치 및 작업상태는 상당히 중요한 정보가 되었다[1]. 국립환경과학원의 '19년 대기오염물질 배출량 산정결과를 보면 도로/비도로 이동 오염원을 제외하고 대기를 오염시키는 황산화물(SO_x), 질소산화물(NO_x) 등은 대부분 산업과정에서 발생하는 연소활동으로 인해 배출되었다. 이러한 연소활동으로 인해 생성된 오염물질은 주로 굴뚝을 통해 배출되므로 위치 및 작업상태를 파악하는 것은 도시환경 모니터링 및 환경적 대책을 세우는데 큰 도움이 될 수 있다. 또한, 굴뚝이 위치한 산업단지 및 공장은 규모 및 면적이 큰 경우가 많기 때문에 효율적인 탐지와 지속적인 모니터링을 위해서 원격탐사 데이터를 활용하는 것이 필수불가결하다. 특히 최근 원격탐사 자료를 활용한 연구에 딥러닝 기술이 접목되면서 큰 성능 향상폭을 보이고 있다. 따라서 본 연구는 고해상도의 광학영상으로부터 굴뚝을 탐지하는 딥러닝 기반의 모델을 제작하고자 하였다. 연구를 위해서 북중국 베이징-톈진-허베이 지역에 위치한 산업시설의 굴뚝을 종류와 작동여부에 따라 4개의 클래스 나누어 구축된 BUAA-FFPP60 데이터셋을 사용하였으며 빠른 속도와 높은 정확도를 보이며 객체 탐지 분야에서 가장 각광받고 있는 YOLOv5 모델을 통해 굴뚝을 탐지하였다[2,3]. 최종적으로 구축된 굴뚝 탐지 모델의 성능을 기존의 연구결과와 비교해보았을 때 유의미한 성능 향상을 확인할 수 있었다[4,5].

사사: 이 논문/발표문은 국토교통부의 「스마트시티 혁신인재육성사업('19-'23)」으로 지원되었습니다.



참고문헌

1. Han, C. et al. (2020) "Chimney detection based on faster R-CNN and spatial analysis methods in high resolution remote sensing images," *Sensors*, 20(16), p. 4353. Available at: <https://doi.org/10.3390/s20164353>.
2. Jocher, G. et al. (2022) Ultralytics/yolov5: V6.2 - YOLOV5 classification models, Apple M1, reproducibility, clearml and Deci.ai integrations, Zenodo. Available at: <https://zenodo.org/record/7002879> (Accessed: October 18, 2022).
3. Karthi, M. et al. (2021) "Evolution of yolo-V5 algorithm for object detection: Automated detection of library books and performace validation of dataset," 2021 International Conference on Innovative Computing, Intelligent Communication and Smart Electrical Systems (ICSES) [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1109/icses52305.2021.9633834>.
4. Yao, Y. et al. (2017) "Chimney and condensing tower detection based on faster R-CNN in High Resolution Remote Sensing Images," 2017 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1109/igarss.2017.8127710>.
5. Zhang, H. and Deng, Q. (2019) "Deep learning based fossil-fuel power plant monitoring in high resolution remote sensing images: A comparative study," *Remote Sensing*, 11(9), p. 1117. Available at: <https://doi.org/10.3390/rs11091117>.
- 6.



Sentinel-2 광학영상으로부터 MU-Net을 이용한 백두산 천지 모니터링

이어루¹, 이하성², 정형섭^{3,4*}, 이전희³, 박순천³

1. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 석사과정
2. 기상청, 지진화산연구과
3. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 교수
4. 서울시립대학교, 스마트시티학과, 교수

* 교신저자: eurulee22@uos.ac.kr

최근에 통가, 스트롬볼리 화산 그리고 해저화산 등 수십개의 화산들이 폭발하였으며 폭발로 인한 화산가스, 화산재, 용암, 지진, 해일 등으로 심각한 피해를 불러일으킨다. 백두산은 또한 2000년대부터 지질의 발생 빈도, 온천수 수온증가, 지표 변위발생, 화산가스로 인한 나무의 고사 등의 화산분화 징후 현상들로 인해 불안정한 상태 및 충분한 분화가능성을 보여준다[1,2]. 따라서 우리에게 가장 가까이 있는 백두산의 위험성을 인식해서 화산전조현상을 정기적으로 모니터링하여 백두산 화산활동의 위험 수준을 파악하는 수단이 필요하다. 그러나 백두산 화산활동에 대한 연구는 북한 및 중국과의 정치적 및 지리적 문제로 지속적으로 수행하기 어려워 원격탐사자료를 활용한 연구들이 요구된다[3]. 선행 연구에서는 딥러닝 기반 시계열 Landsat-5/-7/-8 광학영상을 활용하여 천지호의 수계영역, 수위 그리고 이상지역 면적의 변화의 시계열 분석을 하였으나, 광학위성 특성상 구름의 영향으로 적시성이 낮으며 지속적으로 영상을 획득하기 어렵다. 이에 본 연구에서는 Landsat 위성시리즈보다 시간 해상도(5일), 복사해상도(64bit) 그리고 공간해상도(10m)가 높은 Sentinel-2 영상을 활용하여 더욱 정밀한 천지호 수계영역, 수위 그리고 이상지역 면적의 변화를 모니터링하고, Landsat-5/-7/-8 광학영상 결과와 함께 활용함으로써 한계를 극복하고 더 신뢰성 있는 화산위험수준의 임계값을 결정하고자한다. 2016년부터 2022년까지 천지호의 해빙시기(7~11월) 및 결빙시기(1~3월) 영상 중 운량의 영향이 없는 해빙시기영상 45장 및 결빙시기 영상 12장의 Sentinel-2 영상을 활용하였다. 해빙시기영상은 수계영역 및 수위 탐지를 위해, 결빙시기영상은 이상지역 면적 탐지를 위해 활용하였다. Sentinel-2 영상의 band 중 높은 공간해상도(10m)를 가지는 VNIR band만을 활용하였다. 각 band의 상관도를 고려하여 두 개의 그룹(RGB & NIR)으로 분류한 뒤 두 개의 Encoder를 갖는 변형된 U-Net에 적용하여 천지호를 Segmentation한 후, 천지호의 수계영역, 수위 그리고 이상지역 면적탐지 결과를 분석하였다. 또한 위 결과들은 연구지역의 기상에 따라 많이 영향을 받으므로 기상데이터를 통해 보정하였다. 위 결과와 Landsat-5/-7/-8 광학위성을 활용한 결과를 함께 활용하여 시계열 천지호 수계영역, 수위 그리고 이상지역 면적변화에 대한 분석을 하였



으며 화산 위험수준 임계값을 도출하였다. 본 결과와 다른 화산전조현상 모니터링 요인과 융복합 하여 활용한다면 백두산의 더욱 정밀한 화산감시체계구축이 가능 할 것이다.

사사

본 연구는 대한민국 정부의 재원으로 민군협력진흥원에서 수행하는 민군겸용기술개발사업 (과제명 : SAR 영상기반 정밀 지상기준점 생성 시스템 개발 사업('22-'26))의 연구비 지원으로 수행되었습니다 (No. 22-CM-EO-02).

참고문헌

1. WU J, MING Y, ZHANG H, SU W, LIU Y. Seismic Activity at the Chanbaishan Tianchi Volcano in the Summer of 2002. Chinese Journal of Geophysics. 2005;48(3):684-691.
2. Yun S, Lee J. Analysis of Unrest Signs of Activity at the Baegdusan Volcano. The Journal of the Petrological Society of Korea. 2012;21(1):1-12.
3. Hong SH, Jang MJ, Jung SW, Park SW. A Review on Monitoring Mt. Baekdu Volcano Using Space-based Remote Sensing Observations. Korean Journal of Remote Sensing, 2018;34(6), 1503-1517.

남극 로스해에서 기계학습과 다중위성을 이용한 해빙-염분-클로로필 상관 연구

양현진¹, 조영현^{2,*}

1. 부산대학교, 지구환경시스템학부 해양학전공, 석사과정
2. 부산대학교, 해양학과, 교수

* 교신저자: joyoung@pusan.ac.kr

위성으로 관측한 장기간 클로로필 자료를 활용하여 해양 생태계 변화에 영향을 주는 다양한 인자들에 대한 연구가 가능하게 되었다. 하지만, 해빙과 클로로필 변화는 연관되어 있지만, 관측되는 영역이 서로 다른 영역이기 때문에 해빙이 클로로필에 주는 직접적인 영향을 조사하는 데 어려움이 있다. 따라서, 본 연구에서는 남극 로스해에서 해빙이 녹을 때 염분이 낮아지는 효과를 이용하여 해빙이 클로로필에 미치는 영향을 조사해보고자 한다. 기계학습 중 앙상블 배깅 트리 방식인 랜덤 포레스트(Random Forest)를 이용하여 물리적 변수(해수면 온도, 광합성 유효 복사, 대기 온도, 바람, 염분)를 포함한 11개의 변수를 입력자료로, 위성에서 관측된 클로로필 자료를 출력자료로 설정하여 관계를 분석하였다. 그 결과, 훈련 데이터 세트의 R^2 는 0.99, RMSE는 0.18, 테스트 데이터 세트의 R^2 는 0.97, RMSE는 0.41로 높은 정확도를 보여주었다. 또한, 모델의 변수 중요도 계산을 통해 염분의 중요성을 확인하였다. 이러한 결과는 지구 온난화로 인해 해빙이 녹았을 때 남극해 클로로필 변화를 예측하는 데 염분의 중요성에 대한 새로운 시각을 제시한다.

인공위성 영상레이더를 이용한 Jakobshavn 빙하의 지표 변위 시계열 관측

정성우¹, 홍상훈^{2,*}

1. 부산대학교 지질환경과학과, 박사과정
2. 부산대학교 지질환경과학과, 부교수

* 교신저자: geoshong@pusan.ac.kr

마지막 최대 빙하기 이후 대륙 위에 존재하던 있던 전 세계 빙하는 과거 약 2만년 동안 꾸준히 녹아 유실되고 있으며 그 속도는 최근 지구온난화로 인해 점점 빨라지고 있다. 빙하 지각 균형 조정(Glacial isostatic adjustment: GIA)은 지각을 누르던 빙하가 녹고 얇아지면서 지각 표면의 하중이 감소하여 지속적인 지각 변동이 발생하는 현상이다. 그린란드 빙상은 최근 빠르게 녹으면서 해수면 상승에 큰 기여를 하고 있으며, Jakobshavn 빙하는 그린란드에서 가장 빠르게 녹는 빙하들 중 하나로써 매년 큰 질량 손실이 발생한다[1]. 지진이 적고 구조적으로 안정적인 지역인 그린란드는 이러한 질량 손실과 소빙기 이후 빙하 후퇴로 인한 빙하 지각균형 조정의 변위가 지속적으로 발생하고 있다[2]. 인공위성 영상레이더는 마이크로파 파장대역을 사용하기 때문에 광학 위성영상에 비해 기상 상태에 대한 영향이 적고 주야 조건에 관계없이 지표 영상을 획득할 수 있고 지리적으로 접근이 어려운 지역도 관측할 수 있다는 장점이 있다. 영상레이더 차분 위상간섭기법은 높은 공간해상도로 넓은 지역에 대해 수 mm에서 수 cm의 높은 정확도로 변위를 측정할 수 있는 기법이다[3]. 본 연구에서는 2014년 9월 16일부터 2019년 3월 26일까지 획득된 총 19장의 ALOS-2 PALSAR-2 위성 영상레이더 자료에 Small Baseline Subset(SBAS) 기법을 이용하여 Jakobshavn 빙하 지역의 시계열 변위를 관측하였다. 본 연구에서는 빙하 주변 높은 긴밀도를 보여주는 기반암 영역에서 변위를 관측하였고, 연구 결과는 파장이 상대적으로 긴 L-밴드 영상레이더 자료를 이용하여 빙권 지역에 대해 위상간섭기법으로 빙하 지각균형 조정에 의한 지표 변위를 관측할 수 있음을 보여주었다.

사사: 본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었습니다(NRF-2020R1A2C1003451).



참고문헌

1. Liu, L. et al. (2012) "Constraining ice mass loss from Jakobshavn Isbrae (Greenland) using insar-measured crustal uplift," *Geophysical Journal International*, 188(3), pp. 994–1006. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1365-246x.2011.05317.x>.
2. Coulson, S. et al. (2021) "The global fingerprint of modern Ice-mass loss on 3-D crustal motion," *Geophysical Research Letters*, 48(16). Available at: <https://doi.org/10.1029/2021gl095477>.
3. Hanssen, R.F. (2001) *Radar interferometry: Data Interpretation and error analysis*. Dordrecht: Kluwer.

딥러닝 기반 성층권 침투 대류운 탐지

이주현¹, 임정호², 김미애^{3,*}

1. 울산과학기술원, 도시환경공학과, 석박통합과정본부장
2. 울산과학기술원, 도시환경공학과, 정교수
3. 울산과학기술원, 도시환경공학과, 연구교수

* 교신저자: ersgis@unist.ac.kr

성층권 침투 대류운(Overshooting top, OT)은 대류권의 수증기를 성층권에 전달하는 역할을 하며 에너지 균형에 중요한 역할을 하며 기후변화와 같은 현상에 영향을 끼친다. 수증기의 강한 상승으로 인해 낙뢰, 우박, 태풍 강도 변화 등의 악기상에 영향을 끼칠 뿐 아니라, 성층권 계면 난류를 발생시키며 대기항공의 측면면에서도 영향을 끼친다. 때문에, 연속적이고 신속한 모니터링이 중요하다. 본 연구에서는 10분단위로 대기를 관측할 수 있는 정지궤도 기상위성을 활용하여 딥러닝 기반 성층권 침투 대류운의 탐지를 시행하였다. 이 때, 두개의 적외채널을 활용함으로써, 성층권 침투 대류운의 수평적인 패턴 뿐과 채널간의 상관관계를 동시에 고려하였다. 본 연구에서는 위성탐지영상의 전처리 기법 두가지, 딥러닝 구조 세가지 총 여섯 가지의 성층권 침투 대류운 탐지 모델을 구축하였고, 가장 적합한 모델을 제시하였다. 가장 최적의 성층권 침투 대류운 탐지 모델의 경우 92.1 %의 탐지율(Probability of detection, POD)과 21.5 %의 오탐지율(False alarm rate, FAR)을 보였으며, 탐지율과 오탐지율을 동시에 나타내는 임계 성공 지수 (Critical success index, CSI)는 0.7로 나타났다. 이는 기존 딥러닝 기반 성층권 침투 대류운 탐지 알고리즘에 비해 유의미한 개선을 보였다 (탐지율 4.8% 상승, 오탐지율 29.4% 감소).

사사: 본 과제는 행정안전부 재난안전 부처협력 기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (20009742).

참고문헌

1. Lee, J., Kim, M., Im, J., Han, H., & Han, D. (2021). Pre-trained feature aggregated deep learning-based monitoring of overshooting tops using multi-spectral channels of GeoKompsat-2A advanced meteorological imagery. *GIScience & Remote Sensing*, 58(7), 1052-1071.

[일반 세션 4]

GeoAI 지질데이터 활용

1. Development of a surrogate model to improve the efficiency of groundwater level fluctuation pattern-based hydrologic properties evaluation

2. 지하 공간 자료를 대상으로한 자료기반 연구

3. 기계 학습을 활용한 지층 P파 속도 구조 해상도 향상 연구

4. 유사해역 내 현장자료를 활용한 해양 탄성파 취득자료 품질 개선 연구

5. 그라운드 룰 제거를 위한 기계학습 모델 성능비교

6. 다중 주파수 영상레이더를 이용한 항만 배후부지 지반침하 관측



Development of a surrogate model to improve the efficiency of groundwater level fluctuation pattern-based hydrologic properties evaluation

Jiho Jeong¹, Jaesung Park¹, Jina Jeong^{1*}

1. Department of Geology, Kyungpook National University, Daegu, Republic of Korea

* 교신저자: jeong.j@knu.ac.kr

In this study, a method of aquifer hydrologic property estimation incorporating the deep learning method was developed to improve the estimation efficiency of a process-based model based on groundwater level fluctuation (GLF) patterns. As a reference study, a data-driven method suggested by Jeong et al. (2020) was considered; the uncertainty of the GLF patterns resulting from different yearly patterns of precipitation, which were considered as noise in the previous study, was effectively discarded using the newly proposed method of applying the conditional variational autoencoder (CVAE). The CVAE was used to acquire the specific GLF patterns under certain identical precipitation patterns for all the monitoring stations. The data-driven hydrologic property estimation model was developed to predict two hydrologic parameters (ρ and k) of the process-based model using the generated GLF patterns from the CVAE network as the input variables. The actual GLF and precipitation data that were acquired from nationwide groundwater monitoring stations in South Korea were applied to validate the developed method. It was found that the estimated and target hydrologic properties were highly correlated (correlation coefficients [CC]: 0.9833 and 0.9589 for ρ and k , respectively), which significantly improved the results when compared to the previous study (CC: 0.7207 and 0.8663 for α/n and k , respectively). Consequently, the developed model can contribute to a more accurate hydrologic property estimation of aquifers. Additionally, it can facilitate efficient groundwater development planning since the manual fitting of the process-based model by an expert is not required.

지하 공간 자료를 대상으로한 자료기반 연구

박재성¹, 정지호², 정진아^{3*}

1. 경북대학교, 지질학과, 석사과정
2. 경북대학교, 지질학과, 박사과정
3. 경북대학교, 지구시스템과학부, 조교수

* 교신저자: jeong.j@knu.ac.kr

시추 코어 자료와 물리검층 자료는 지하 내부의 퇴적 구조, 지층 경계 및 암석의 물리적 특성을 파악할 수 있게 하며, 저류층 및 지하 자원탐사를 위해서 필수적이다. 최근, 효율적인 지하 공간 특성화를 위하여 이러한 지하 공간 자료를 다양한 머신러닝 기반 기술에 적용한 연구들이 진행되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 자료기반 모델의 시추 코어 이미지 자료를 이용한 효율적 특징추출 기술 개발과 물리검층 자료를 이용하여 결측된 물리검층 자료의 확률론적 예측 기술 개발 연구를 진행하였다.

1) 시추 코어 이미지 자료를 이용한 효율적 특징추출 기술 개발

시추코어로부터 암상 구분을 위해서는 로깅이 이루어져야 하나 많은 시간이 걸릴 뿐 아니라 작업자의 주관적인 판단으로 결정된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 객관적이면서 자동으로 보다 정밀한 종류의 암상을 분류할 수 있는 방법을 제안하였다. 자료기반의 Convolutional autoencoder(CAE)를 분류 모델 개발(CAE model I)에 적용하였으며, CAE의 적용성을 평가하기 위해서 호주 Northern Carnarvon 분지의 Satyr-5 시추공에서 획득한 실제 코어 이미지를 활용하였다. 확보된 시추코어는 sandstone, shale, shaly sandstone, fractured lithology로 구성 되어있다. 따라서, CAE를 이용하여 4가지 암상의 특성을 학습하였다. 이때, 이용된 시추코어 자료는 총 85m로 CAE 네트워크를 학습하기 충분하지 않아 기존 자료에 대한 자료증폭(data augmentation)을 실시하였으며, 이를 통해 16,000개 (10cm 로깅한 자료의 18배)의 자료를 확보 및 학습에 이용하였다. CAE의 특징추출 성능을 이미지의 기본 특성값(예. RGB 채널, 로컬 엔트로피 평균 값 등)을 이용한 모델(RGBE model) 및 CNN 기반 특징추출 모델(CNN model)과 비교 검증하였다. 추가적으로, CAE 기반 특징 추출 모델의 입력자료로 Canny Edge Detection 결과를 적용한 모델(CAE model II)을 추가 개발하였다. 분류 결과는 CAE 기반 모델(CAE model I, CAE model II)과 CNN 모델의 성능이 높게 나타났으며(CAE model I: 96.4%, CAE model II: 94.9, CNN

model: 97.5%, RGBE model: 94.4%), 연산 효율성 및 학습 시간 측면에서는 CAE 기반 모델이 다른 모델에 비해서 우수한 것으로 나타났다(CAE model I: 7분 21초, CAE model II: 7분 34초, CNN model: 12분 6초, RGBE model: 24분 35초). 이러한 CAE 기반 모델의 연산 효율성은 효과적으로 데이터 특징 추출 방법을 적용한 결과로 볼 수 있다. 특히, CAE 기반 모델이 입력되는 이미지에 대한 추가적인 전처리 과정을 수행하지 않은 CAE model I 이 암상의 분류 특징을 가장 정밀하게 추출하는 것을 확인하였다.

2) 결측된 물리검층 자료의 확률론적 예측 기술 개발

물리검층 자료의 해석을 위해서는 여러 물리검층 자료를 통합하여 해석하는 것이 필수적이거나, 시추공의 환경 또는 비용의 제한으로 일부 자료의 취득이 제한된다. 특히, DTS(shear wave travel time)는 다른 물리검층 자료와 비교하여 제한된 시추 환경에서만 획득이 가능하고 기술적인 한계로 인해 자료를 획득하지 못하는 경우가 많이 발생한다. 따라서, 본 연구에서는 다른 종류의 물리검층 자료를 이용하여 DTS를 예측하는 자료 기반의 딥러닝 모델을 개발하였다. 이때, 타 물리검층 자료 또한 결측이 발생할 수 있는 상황을 고려하여, 다양한 경우의 결측 상황을 바탕으로 확률론적으로 DTS를 예측할 수 있는 모델을 개발하였다. 예측모델 개발을 위해 본 연구에서는 지층의 연속적인 특성을 반영하는 Bi-directional Long Short-Term Memory(Bi-LSTM) 모델을 사용하였다. 입력자료의 결측을 고려하기 위하여, 모델 학습 과정을 반복할 때마다 결측치 구간을 설정하고 평균 값 대치를 사용하여 bi-LSTM을 학습하였다. 이를 통해, 결측된 물리검층 자료를 이용하여 DTS 예측을 가능하도록 구현하였다. 개발된 모델의 적용성을 평가하기 위하여 호주 Northern Carnarvon 분지의 Satyr-5 시추공에서 획득된 GR(gamma ray), NPHI(Neutron porosity), RHO(Bulk density), DTC(Compressional travel time)를 사용하였으며, 개발된 모델의 불확실성을 평가하기 위하여 Monte Carlo 추정을 함께 시행하였다. 상관 계수를 통해 검증한 결과, 1개의 물리 검층 자료가 결측된 경우는 0.84, 2개의 물리 검층 자료가 결측된 경우는 0.80, 3개의 물리 검층 자료가 결측된 경우에는 0.79의 값을 확인하였으며, 결측 구간에서 Monte Carlo 추정을 통해 유의미하게 예측 결과가 포함되는 것을 확인하였다. 이에 따라, 개발된 방법을 이용하여 결측된 물리검층 자료로부터 DTS를 적절하게 예측하는 것을 확인하였다.

기계 학습을 활용한 지층 P파 속도 구조 해상도 향상 연구

김수정¹, 전형구^{2,*}

1. 경북대학교, 지질학과, 석사과정
2. 경북대학교, 지질학과, 조교수

* 교신저자: hgjun@knu.ac.kr

정확한 지층 속도 구조는 정확한 지층 영상화를 위한 필수적인 요건일 뿐만 아니라 지층 영상에 포함되지 않는 매질의 물성 정보를 제공해 줄 수 있으므로 탄성파 자료 처리 단계에서 중요한 부분을 차지한다. 전통적인 탄성파 처리 단계에서는 정확한 지하 매질의 속도 구조를 도출하기 위해 속도 분석(Velocity analysis), 주시 토모그래피 (Travel time tomography), 완전 파형 역산(Full waveform inversion)과 같은 알고리즘을 주로 활용하지만 해당 알고리즘들은 고해상도 속도 역산을 위해 많은 계산 자원을 필요로 한다. 최근 계산 성능 향상과 기계 학습을 이용한 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 본 연구에서는 저해상도 속도 구조로부터 고해상도 속도 구조를 도출하기 위해 기계 학습을 활용하였다. 일반적인 탄성파 탐사를 통해 얻을 수 있는 정보를 조합하여 저해상도의 속도 구조로부터 고해상도의 속도 구조를 도출하고자 하였으며, 저해상도 속도 구조와 해당 속도 정보를 통해 얻은 지층 영상을 학습의 입력 자료로 활용하였다. 정확한 속도 값에 대한 사전 정보를 이용하여 고해상도 속도 구조의 정확성을 높이고자 물리 검증 자료를 통해 구성된 사전 모델(prior model)과 사전 모델의 신뢰도 정보를 포함한 가중 모델(weight model)도 학습에 활용하였다. 따라서 저해상도 속도 구조, 구조 보정 자료, 사전 모델, 가중 모델을 함께 활용하여 모델 학습을 수행하였으며 학습된 모델을 인공 합성 자료 및 현장 자료에 적용하여 고해상도 속도 구조를 도출하였다. 도출된 고해상도 속도 구조는 정성적 및 정량적으로 분석되었으며, 그 결과 제안된 기계 학습 기법이 정확한 고해상도 속도 정보 도출에 효과적임을 확인하였다.

사사: 본 연구는 교육부 및 한국연구재단의 4단계 두뇌한국21 사업(4단계 BK21 사업)의 지원, 2022년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원(고성능해양 CO2 저장 모니터링 기술개발, 2022A10100030)과 해외자원개발협회의 지원(데이터사이언스 기반 석유 가스 탐사 컨소시엄, 2021060001)을 받아 수행된 연구입니다.



유사해역 내 현장자료를 활용한 해양 탄성파 취득자료 품질 개선 연구

문혜진¹, 이상훈², 김수관⁴, 문성훈³, 이수환¹, 박윤희^{4,*}

1. 한국해양과학기술원, 해저활성단층연구단, 기술원
2. 한국해양과학기술원, 해저활성단층연구단, 책임연구원
3. 한국해양과학기술원, 해저활성단층연구단, 연수연구원
4. 한국해양과학기술원, 해저활성단층연구단, 선임연구원

* 교신저자: yunipark@kiost.ac.kr

인공지능 및 기계학습에 기반한 탄성파 자료처리 기술은 전통적인 탄성파 자료처리 방식과 달리 자료에 기반한 방식으로서 기존에 존재하던 문제점들을 완화시킬 수 있는 새로운 대안책으로 유관 분야 연구자들에게 각광받고 있다. 기계학습에 기반한 탄성파 자료처리 기술은 최근 많은 연구자들에 의해 빠른 속도로 개발되어 그 수준이 성숙한 단계에 이르렀으며, 수치 혹은 모의실험 수준이 아닌 현장 자료에도 직접 적용하여 품질을 향상시키는 우수한 결과물들을 보여주는 연구 사례들도 증가하고 있다. 국내에서도 최근 유사한 지질학적 특성을 가지고 있는 근접 해양 탐사지역의 학습자료와 기계학습 기술을 활용하여 지질학적인 층서구분을 수행하는 연구가 수행된 바 있다[1,2].

본 연구팀은 2021년과 2022년에 유사한 해역에서 동일한 취득 변수를 이용하여 에어건 기반 다중채널 탄성파 탐사를 수행하였다. 해당 탄성파 탐사에서 취득된 자료는 유사한 탐사변수와 근접한 탐사 측선 설계로 인해 유사한 특성을 갖는다. 하지만 현장 탐사는 당시 취득 상황이나 장비 활용 시 발생하는 문제들과 같은 다양한 원인들로 인해 유사한 탐사 조건임에도 불구하고 취득된 자료의 품질이 서로 상이한 경우가 발생할 수 있다. 실제로 2021년도에 획득한 자료가 2022년도 획득 자료에 비해 상대적으로 더 넓은 범위의 주파수 대역을 가지고 있는 것으로 확인되었다. 본 연구팀은 이러한 자료 특성 분석 결과와 앞선 연구 사례들을 참고하여 유사한 해역에서 취득된 현장 자료를 활용한 기계학습 기반 자료 품질 개선 연구를 수행하였다.

탄성파 자료의 품질을 결정하는 조건은 신호대잡음비, 주파수 대역폭과 같이 다양하게 존재한다. 본 연구에서는 주파수 대역폭만을 고려하여 자료의 품질을 개선하고자 하였다. 2021년 취득 자료 중 6개의 탐사 측선에서 2,500개의 공통 송신원 모음 자료를 추출하였고 주파수 대역폭에 따라 입력 자료와 레이블 자료로 구분하여 학습자료로 취급하였다. 자료 전체의 상대적인 진폭 특성을 보존하고 학습의 효능을 개선하기 위해 훈련자료에 최대 진폭 정규화 전처리를 적용하였다. 학습모델은 수정된 U-Net을 사용하였고[3,4], 총 300번의 에포크를 통해 학



습을 수행하였다. 학습된 네트워크의 일반화 성능을 검증하기 위해 2022년도 자료를 학습자료와 동일한 주파수 대역폭으로 맞추어 입력자료로 활용하였다. 예측된 결과를 시간-공간 및 주파수-공간 영역 내에서 기존 2022년 원자료와 비교함으로써 학습된 네트워크가 부족한 저주파수 대역을 성공적으로 복원함을 검증하였다. 추가적으로 복원자료의 품질을 확인하기 위해 동일한 자료처리를 거친 입력자료, 예측자료, 원자료의 중합단면도를 도출하였다. 중합단면도 비교를 통해 학습된 네트워크가 자료의 품질을 개선시키고 해석 정확도 향상에 기여함을 관찰하였다. 본 연구를 통해 유사 해역의 학습자료를 활용하여 획득된 자료 간 품질을 개선하는데 인공지능 기술의 적용 가능성을 확인하였으며, 향후에는 본 기초 연구가 보여준 가능성을 바탕으로 추가적인 네트워크의 적용 및 비교 연구가 필요할 것으로 판단된다.

사사: 본 연구는 한국해양과학기술원의 국가연구개발사업인 “고성능 해양 CO2 저장 모니터링 기술개발(PN91380)” 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. 문혜진, 주형태, 이상훈, 김한준, & 전형구. (2020). 탄성파 층서구분을 위한 합성곱 신경망 기법 비교 연구. 한국자원공학회지, 57(6), 541-553.
2. 이동욱, 문혜진, 김충호, 문성훈, 이수환, & 주형태, (2022). 3차원 탄성파자료의 층서구분을 위한 패치기반 기계학습 방법의 개선. 지구물리와 물리탐사, 25(2), 59-70.
3. 박윤희, 주형태, & 편석준, (2021). U-Net을 이용한 시간 영역 탄성파 자료의 저주파수 복원에 관한 연구. 추계자원연합학술대회, 20-20.
4. Wang, M., Xu, S. and Zhou, H., (2020). Self-supervised learning for low frequency extension of seismic data. In: *SEG Technical Program Expanded Abstracts 2020. Society of Exploration Geophysicists, pp.1501-1505.*



그라운드 롤 제거를 위한 기계학습 모델 성능비교

조상인¹, 편석준^{1*}

1. 인하대학교, 에너지자원공학과

* 교신저자: pyunsj@inha.ac.kr

그라운드 롤(ground roll)은 육상 탄성파 탐사에서 나타나는 가장 강한 일관성 잡음 중 하나로 반사파 신호를 모호하게 해 자료처리 과정에서 반드시 제거해야 할 대상이다. 수십년 전부터 그라운드 롤을 제거하기 위해 FK 필터링, curvelet 변환 등 수많은 기법들이 제안되었으나, 그라운드 롤을 완벽하게 제거할 수 있는 효율적인 방법에 대한 수요는 여전히 존재한다. 2010년대 후반부터는 그라운드 롤을 제거하기 위해 다양한 기계학습 기법들을 적용하는 연구가 수행되어 왔다. 기계학습을 이용해 그라운드 롤을 제거하는 기존 연구는 CNN, CycleGAN, Pix2Pix 방식 등의 지도 학습 기반 기법들이 주로 사용되었으며, 최근에는 비지도 학습 또는 물리 정보 기반 기계학습 기법을 사용하는 방식에 대한 연구로 이어지고 있다. 이 연구에서는 지도 학습 기반의 기계학습 기법을 그라운드 롤 제거에 적용하는 실험을 수행하였다. 기존 연구에서 사용된 기계학습 모델의 성능을 비교하기 위해 육상 탄성파 탐사 자료에서 그라운드 롤을 FK 필터링 기법으로 제거하여 학습자료를 제작하였다. 동일한 학습자료로 CNN, CycleGAN, Pix2Pix 모델을 훈련시키고, 검증자료에 적용하여 각 기법들의 성능을 비교하고 장단점을 분석하였다.

사사: 이 논문은 2022년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(20226A10100030, 고성능 해양 CO2 모니터링 기술개발)

다중 주파수 영상레이더를 이용한 항만 배후부지 지반침하 관측

주정현¹, 홍상훈^{2*}

1. 부산대학교 지질환경과학과, 박사과정
2. 부산대학교 지질환경과학과, 부교수

* 교신저자: geoshong@pusan.ac.kr

부산 신항만과 그 배후부지의 지반은 다량의 물과 점토, 실트 및 사암 등 미고결 해성 퇴적물로 구성된 연약지반으로 이루어져 있어 지반침하에 취약하고, 고중량 이동체가 많은 항만의 특성상 하역 처리 및 운송 처리 시설의 지반 상태를 지속해서 감시할 필요가 있다. 항만과 그 배후부지 뿐만 아니라 매립지, 간척지 등 다양한 지역에서 발생하는 침하를 평가하는 데에는 매우 높은 해상도로 연속적인 변화량을 비교적 정확하게 측정할 수 있어 범지구 위성 항법 시스템 (Global Satellite Navigation Systems; GNSS) 또는 수준측량과 같은 현장 관측 방법이 선호되어 왔다. 그러나 넓은 지역에서 발생하는 지반침하 현상에 대해서는 점 단위의 매우 낮은 공간해상도로 인해 침하 현상을 분석하는데 많은 시간과 비용이 발생하는 한계점이 존재한다. 인공위성 영상레이더(Synthetic Aperture Radar; SAR)는 주·야 조건과 비교적 날씨에 관계없이 광범위한 영역을 신속하게 관측할 수 있으며, 서로 다른 시기에 획득한 영상레이더를 차분하여 지표 변위를 계산하는 차분위상간섭기법(Differential Interferometry SAR; DInSAR)은 지표 변화 정보를 mm에서 cm크기의 정밀도로 비교적 낮은 비용을 이용해 관측할 수 있어 효과적이다[1-3]. 또한 인공위성 영상레이더를 이용한 시계열 분석 기법은 동일한 지역에서 획득한 다수의 시계열 영상을 활용하여 분석하는 것으로 높은 공간 해상도를 가지고 매우 정밀한 시계열 침하 이력을 평가할 수 있어 지속적인 감시에 유용한 기술로 평가된다[4-5].

본 연구에서는 항만 및 배후부지의 침하를 관측하기 위해 2015년 5월 23일부터 2019년 9월 7일까지 획득된 11 장의 L-밴드 ALOS-2 PALSAR-2와 2015년 6월 6일부터 2019년 9월 7일까지 획득된 122장의 C-밴드 Sentinel-1, 2015년 5월 23일부터 2019년 10월 25일까지 획득된 117장의 X-밴드 COSMO-SkyMed 다중 주파수 영상에 영상레이더 시계열 분석 기법의 하나인 고정 산란체 위상간섭기법(Persistent Scatterer InSAR; PSI)을 적용하여 부산 신항만과 그 주변부지에서 발생하는 침하를 관측하였다. 항만 부분은 컨테이너의 물동량이 많아 고정 산란체를 추출하는데 어려움이 있었으나, 건물 등의 인공 구조물이 많은 지역에서는 지속적인 침하를 관찰할 수 있었다. 연구지역에서 최대 침하 속도는 ALOS-2 PALSAR-2에서 -4.1 cm/year, Sentinel-1에서 -3.2 cm/year, COSMO-SkyMed에서 -3.5 cm/year로 나타났고 각 주파수 영상을



이용하여 제작된 침하 지도에서 유사한 침하 양상이 나타났다.. 본 연구를 통해 다중 주파수를 이용한 고정 산란체 위상간섭기법이 인공 구조물이 많이 분포되어 있는 도심 지역에서 지속적으로 발생하는 침하를 감시하는데 매우 유용한 수단으로 활용될 수 있음을 확인하였고, 다중 주파수 영상들은 서로 상호 보완적인 결과를 보이며 이를 이용하면 더 정밀한 지반침하 조사가 가능할 것으로 보인다.

사사: 본 연구는 정부(해양수산부)의 재원으로 시행하는 해양수산과학기술진흥원 항만인프라 재해 및 노후화 대응 스마트 유지보수 기술개발사업(과제번호: 202106598) 지원으로 수행하였습니다.

참고문헌

1. Cabral-Cano, E., Dixon, T., Miralles-Wilhelm, F., Diaz-Molina, O., Sanchez-Zamora, O. and Carande, R., 2008. Space geodetic imaging of rapid ground subsidence in Mexico City. *Geological Society of America Bulletin*, 120(11-12), pp.1556-1566.
2. Hanssen, R. F., 2001. Radar interferometry: Data interpretation and error analysis. Springer Science & Business Media: Dordrecht, Netherlands, Vol. 2, pp. 308.
3. Massonnet, D., Briole, P. and Arnaud, A., 1995. Deflation of Mount Etna monitored by spaceborne radar interferometry. *Nature*, 375(6532), pp.567-570.
4. Berardino, P., Fornaro, G., Lanari, R. and Sansosti, E., 2002. A new algorithm for surface deformation monitoring based on small baseline differential SAR interferograms. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 40(11), pp.2375-2383.
5. Ferretti, A., Prati, C. and Rocca, F., 2001. Permanent scatterers in SAR interferometry. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 39(1), pp.8-20

[포스터 세션 1]

1. AI 자동 건물추출정보를 이용한 노후 건축물 안전관리 서비스 방안 연구

2. 정지궤도 환경위성 자료 소개 및 인공지능 기법 적용 가능성

3. GOCI-II 정지궤도위성 기반 에어로솔 광학두께 산출 연구

4. 기후변화에 따른 생태계교란 생물 종풍부도 예측

5. 한국의 생태계교란 양서파충류의 분포 특성

Distribution characteristics of invasive alien amphibians and reptiles in Korea

6. 수위(H)를 활용한 감조하천 운영 가능성 평가

7. 딥러닝 기반 이중 편파 분해 영상레이더(Dual-pol decomposed SAR) 위성자료 활용
수체탐지 가능성 분석

8. 분광지수를 활용한 산불 피해 지역 탐지 방법에 대한 고찰

9. 합성곱 신경망 기반 기계학습을 이용한 탄성파 초동주시 역산

10. 물리사면모델 기반 분석과 데이터 기반 분석을 결합한 산사태 발생 예측 연구

11. cycleGAN을 이용한 지표투과레이더 쌍곡선 패턴 추출

Segmentation of GPR hyperbolic pattern, using cycleGAN

12. 정지궤도위성 기반 대기환경 정보와 지상관측자료를 이용한 다목적실용위성 대기보정 기술 개발

13. 단기갯벌 지형변화 관측을 위한 다중위성 활용 기법 연구

14. 다중 분광 영상을 활용한 해양 쓰레기 분류 및 모니터링 연구

15. 한국 서해안의 클로로필 농도와 바람의 시공간 변동 분석

16. 환경영향평가 시 멸종위기종 분류군의 상대적 중요도 분석

17. 환경영향평가 시 영향요인, 예상영향 및 저감방안의 현황 분석

18. 정지궤도 환경위성 자료 소개 및 인공지능 기법 적용 가능성

AI 자동 건물추출정보를 이용한 노후 건축물 안전관리 서비스 방안 연구

김정아^{1,*}, 안주환², 엄우학³

1. (주)올포랜드, 사업4그룹, 과장
2. (주)올포랜드, 사업지원그룹, 사원
3. (주)올포랜드, 사업4그룹, 상무이사

* 교신저자: jungau7836@all4land.com

최근 몇 년간 반복되는 대형 화재·붕괴사고로 건축물 안전에 대한 문제가 대두되고 있으며, 이에 대한 체계적인 관리가 필요한 시점이다. 국내 건축물 731만여 동 중 안전에 취약한 30년 이상 노후 건축물은 289만여 동으로 전체의 39.6%이며, 전체 건축물 중 22만여 동인 3%만 현행 법령상 의무로 관리되고 있다. 이에 본 연구에서는 현행 법령의 의무관리 대상에서 제외된 3,000m² 미만 중소규모 다중 이용 노후 건축물을 대상으로 BIM 데이터를 활용한 안전관리 서비스 구성안을 제시하고자 한다.

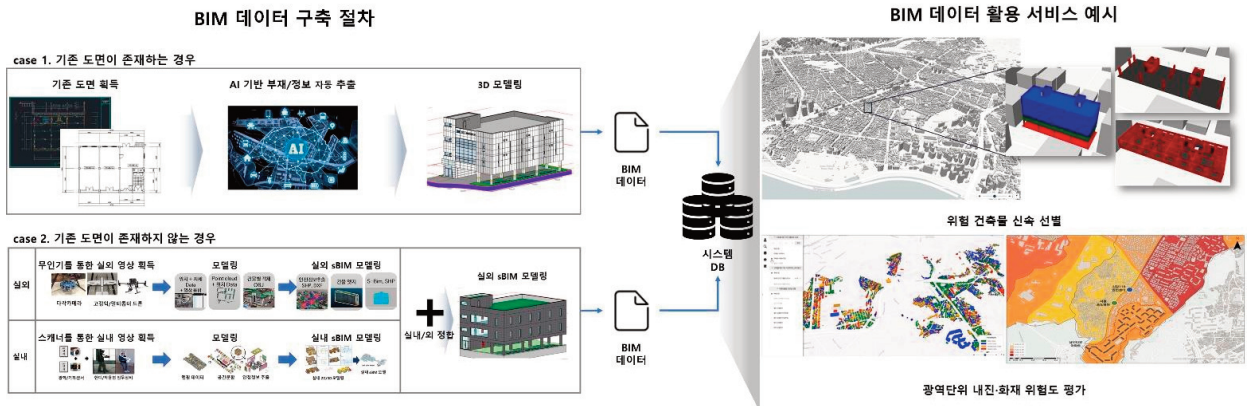


Figure 1. 연구 개념도

Figure 1. 과 같이 본 연구를 수행하기 위해서는 BIM 데이터 구축이 필요하다. 우선 기존 도면이 존재하는 경우 건축물 2D 도면에서 안전과 관련된 구조 정보를 벡터로 자동 추출하고, 3D 모델링한 BIM 데이터를 생성할 수 있다[2]. 도면이 존재하지 않을 때는 실내·실외를 스캐너·드론으로 실측한 포인트 클라우드 원시 데이터를 각각 모델링하고, 하나로 정합하여 BIM 데이터를 구축할 수 있다.

서비스 시나리오는 건축물 관리법에 명시되어 있는 건축물 안전관리 업무와 지자체 현행 업무를 조사 및 분석하여 필수적인 기능을 도출하였고, 이를 바탕으로 AI 기반 BIM 데이터와 GIS를 융합한 광역 단위 건축물 안전관리 서비스를 Figure 2. 와 같이 제시하였다.



Figure 2. 서비스 시나리오 구성(안)

위의 서비스 시나리오 구성안을 통해 의무 정기 점검 대상에서 제외된 노후 건축물의 안전 관리 지원을 기대할 수 있으며, 후속 연구에서 서비스 시나리오를 바탕으로 WEB 기반 안전관리 시스템 설계 및 구현할 계획이다.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다(과제번호 RS-2022-00143584).

참고문헌

1. 서울 전체 건물의 50.4%가 '노후건축물'...준공 30년 넘겨 (2022) 매일경제.
Available at: <https://www.mk.co.kr/news/realestate/view/2022/03/216094/> (Accessed: October 19, 2022).
2. Kim, H., Kim, S. and Yu, K. (2021) "Automatic extraction of indoor spatial information from floor plan image: A patch-based deep learning methodology application on large-scale complex buildings," ISPRS International Journal of Geo-Information, 10(12), p. 828. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijgi10120828>.



정지궤도 환경위성 자료 소개 및 인공지능 기법 적용 가능성

이원진^{1*}, 김상민¹, 김구¹, 이동원¹

1. 국립환경과학원, 기후대기연구부, 환경위성센터

* 교신저자: wjleeleo@korea.kr

정지궤도 환경위성은 기존의 저궤도 환경위성과 달리 세계 최초로 정지궤도에서 아시아 지역에 대해 평균 일 8회 관측이 가능하다. 대표적 산출물로는 AOD(Aerosol Optical Depth, 에어로졸 광학 두께), 이산화질소 농도, 오존 농도, 이산화황 농도 등이 있다. 2020년 2월 발사 이후 궤도상 시험을 거쳐 2021년 3월부터 정규 서비스를 시작하였으며 환경위성센터 홈페이지를 통해 일부 기본 산출물(L2)을 공개하고 있다. 발사 3년 차를 맞이한 정지궤도 환경위성은 올해 11월말까지 전체 기본 산출물 공개를 계획하고 있으며 이를 활용한 평균장(L3), 에어로졸 이동량(L4) 등 다양한 활용 산출물도 제공하고 있다. 이러한 정지궤도 환경위성 자료는 시계열 자료를 제공할 수 있으며 다양한 인공지능 기법 활용이 가능하다.

본 연구에서는 정지궤도 환경위성을 소개하고 이를 활용한 인공지능 기법 적용 예시를 살펴봄으로써 정지궤도 환경위성의 다양한 인공지능 적용 가능성에 대해 살펴보고자 한다. 첫 번째 예시로 인공지능을 활용한 지상 값으로의 변환이다. 정지궤도 환경위성 기본 산출물 중 AOD는 대기 중 빛의 산란을 정량화한 수치로 미세먼지와 연관되는 값이다. 하지만 위성에서 관측된 AOD의 경우, 지표에서 대기 상층까지 수직분포에 대한 전체량을 표현하는 값으로 계산되기 때문에 지표면 미세먼지 값과 차이가 존재하며 이를 해결하기 위해 AOD로부터 지상 미세먼지를 산출하는 방법이 많이 연구되고 있다. 이러한 방법은 크게 2가지로 나눌 수 있으며 1) 선형회귀식을 구성하여 산출하는 방법과 2) 인공지능 기법 기반으로 학습하는 방법이 있다. 본 연구에서는 인공지능 기법을 이용한 지상미세먼지 산출에 대해 소개하고자 한다. 또한, GAN(Generative Adversarial Network)를 이용한 환경위성 모의자료 생성에 관한 소개를 통해 야간에 관측이 불가능한 환경위성의 모의 자료를 생성하는 방법에 대해 소개하고자 한다. 이외에 다양한 인공지능의 위성자료 적용 사례를 살펴보고 환경위성 자료의 활용 확대를 도모할 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 환경부 국립환경과학원의 연구비 (NIER2022-01-01-109) 지원으로 수행되었습니다.

GOCI-II 정지궤도위성 기반 에어로솔 광학두께 산출 연구

하종성¹, 염종민^{*1}, 이권호²

1. 한국항공우주연구원, 국가위성정보활용지원센터, 위성활용부, 선임연구원

2. 강릉원주대학교, 대기환경과학과, 교수

* 교신저자: yeomjm@kari.re.kr

국내 최초의 정지궤도위성인 천리안위성을 시작으로 2018년과 2020년에 발사된 GK-2A, GK-2B 위성을 운영하고 있다. 그 중 GK-2B호에의 해색탐재체(GOCI-II)는 기존 공간해상도에 비해 2배(500m→250m) 개선되어 해양관련 지구관측 정보를 제공하고 있다. 380nm부터 865nm까지의 12개 채널과 1개의 Wideband를 탑재하고 매시간 관측함으로써 총 26개의 기본 산출물을 한국해양과학기술원에서 제공하고 있다. 해양환경 관측이 주 목적이지만 자외선 1개 채널, 8개의 가시광선 채널, 3개의 근적외 채널을 탑재되어 있기 때문에 대기관련 산출물을 분석함으로써 다양하게 활용할 수 있다. 한국항공우주연구원에서는 고해상도 극궤도 위성을 개발하고, 지상국 운영과 위성정보 활용의 전담기구로 역할을 수행함으로써 다방면의 위성자료 활용 및 실용화를 지원하고 있다. 정지궤도 위성을 활용한 정확한 대기정보를 산출하고, 그 산출물이 고해상도 극궤도 위성의 영상 품질을 향상시키는 관련 연구를 꾸준히 진행하고 있다. 이에 본 연구에서는 GOCI-II 영상을 활용하여 에어로솔 광학두께를 산출하였다. 에어로솔은 대기 중에 존재하는 입자상 물질로 불확실성이 큰 변수로서 대기보정에 가장 중요한 인자이다. 에어로솔의 광학특성값을 나타내는 에어로솔 광학두께(Aerosol Optical Thickness, AOT)는 입자의 등가 투과도를 상대적으로 표현한 값으로 이론적인 복사 관측값과 AOT와의 관계식을 이용하여 산출할 수 있다. 마지막으로, 산출한 결과와 NASA의 Sun-sky Radiometer 관측 네트워크인 AERONET(Aerosol RObotic NETwork) 자료와 비교함으로써 검증하였다.

사사: 본 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단 "위성정보빅데이터활용자원체계개발사업(RS-2022-00165154)" 지원을 받아 수행하였습니다.

참고문헌

1. Jee, J.B., Lee, K.T., Lee, K.H. Zo, I.S., 2020, Development of GK-2A AMI aerosol detection algorithm in the East-Asia region using Himawari-8 AHI data. Journal of Atmospheric Science, 56, 207-223.



기후변화에 따른 생태계교란 생물 종풍부도 예측

홍유진¹, 이상훈¹, 신만석^{1,*}

1. 국립생태원, 생태응용연구실, 생태정보팀

* 교신저자: manhae@nie.re.kr

20세기 이후 생물다양성에 가장 큰 위협 요소로 기후변화와 침입외래종이 거론되고 있다[1]. 기후변화와 함께 앞으로 나타나게 될 침입외래종의 복합적인 영향은 전세계의 GDP 중 약 5~10%를 소모하게 되는 가장 큰 환경문제로 인식 될 것이다[1]. 우리나라 「생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률」에서는 외래생물 중 생태계의 균형을 교란하거나 교란할 우려가 있는 생물을 환경부장관이 “생태계교란 생물”로 지정·고시하고 있다[2]. 지정된 생태계교란 생물은 포유류 1종, 양서·파충류 6종, 어류 3종, 갑각류 1종, 곤충류 8종, 식물 16종이다[3]. 본 연구에서는 생태계교란 생물 중 식물 16종을 대상으로 기후변화에 따른 서식지 변화를 예측하고 각 개별 종들의 분포 결과를 합산하여 종풍부도를 예측하였다. 서식지 변화 예측은 기후변화 시나리오(SSP5-8.5)에 따라 2100년까지 20년 단위로 R프로그램의 Biomod2를 활용하여 예측하였다. 본 연구 결과는 침입외래종의 선제적 저감 및 관리대책 수립과 적용에 활용 될 수 있을 것으로 기대한다.

사사: 본 연구는 환경부의 재원으로 국립생태원의 지원을 받아 수행되었습니다(NIE-고유연구-2022-01).

참고문헌

1. Park YH., et al. *Climate Change and Ecosystem-Based Management Strategies of Invasive Alien Species. Journal of Environmental Policy and Administration* 12: 149-176(2016)
2. 생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률 제2조 제8호
3. 생태계교란 생물 지정 고시(환경부고시 제2021-176호, 시행 2021.8.31.)

한국의 생태계교란 양서파·충류의 분포 특성
Distribution characteristics of invasive alien amphibians
and reptiles in Korea

윤희남¹, 김용기², 신만석^{3*}

1. 국립생태원, 외래생물팀, 선임연구원
 2. 생태정보연구소 소장
 3. 국립생태원, 생태정보팀, 전임연구원
- * 교신저자: manhae@nie.re.kr

현대사회는 산업과 경제의 급속한 발달로 다양한 상품이 대량으로 거래되는 계기가 되었고, 전 세계가 하나의 생활권으로 형성됨에 따라 외래생물의 의도적 또는 비의도적인 이동이 증가하면서 국내에도 많은 외래생물들이 유입되고 있다[1], 이들 외래생물 중 새로운 환경에 적응하지 못하고 도태되는 것이 일반적이지만 일부 외래생물은 새로운 환경에 적응하여 확산하고 증식하여 토착종과의 경쟁 통한 생태계교란 및 질병 전파, 사회적, 경제적 등 많은 많은 분야에서 문제를 일으키고 있다. 환경부는 이러한 사회적 문제를 일으키는 종을 생태계교란 외래생물로 지정하여 관리하고 있으나, 이들 종에 대한 국내 분포 및 서식지 특성 자료가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 외래생물 전국서식실태조사(2015~2021년)에서 데이터를 이용하여 서식환경 및 분포현황을 파악함으로써 우리나라에 도입된 생태계교란 양서·파충류의 효율적인 관리체계의 기초자료를 마련하고자 하였다.

본 연구의 자료는 환경부 지정 생태계교란생물 1속 34종 중 양서류(황소개구리) 1종 및 파충류(붉은귀거북류, 리버쿠터, 중국줄무늬목거북, 악어거북, 플로리다붉은배거북) 1속 5종을 분석종으로 하였으며, 조사방법은 외래생물 전국서식실태조사 지침[2]에 따라 조사된 데이터를 활용하여 분석하였다.

외래생물 전국서식실태조사 결과 생태계교란 양서류인 황소개구리는 415개 지점 5440개체, 파충류인 붉은귀거북류는 513개 지점, 1669개체, 리버쿠터는 174개 지점, 381개체, 플로리다붉은배거북은 66개 지역, 116개체, 중국줄무늬목거북은 31개 지점, 45개체, 악어거북은 0개 지점 0개체로 나타났다.

그중 우리나라에 1970년대에 도입된 황소개구리와 붉은귀거북의 발견 빈도가 상대적으로 높았으며, 반면 2000년대 이후 도입된 리버쿠터, 플로리다붉은배거북, 중국줄무늬목거북은 발견 빈도는 비교적 낮았으며, 발견되는 지역의 범위는 제한적이었다. 특히 악어거북은 국내에서 2차례 발견된바 있으나[1], 본 조사에서는 서식이 확인되지 않았다. 이들 종의 분포 특성을 분석



한 결과 생태계교란 외래양서파충류의 서식지는 크게 인위적으로 조성되어 대중적 접근성이 좋은 공원 내 저수지와 대중적 접근이 어려운 농업용저수지로 나뉘어졌으며, 인위적으로 조성된 공원에서 중국줄무늬목거북은 61.3%, 플로리다붉은배거북 56.1%, 리버쿠터는 49.4%, 붉은귀거북류는 41.3%, 황소개구리는 21.9% 순의 출현빈도를 나타내어 외래거북류는 시가지내 공원과 같이 인위적인 요소와 높은 연관성을 보였으며, 황소개구리는 농업용 저수지에서 주로 나타는 자연적 요소와 높은 곳에 서식하는 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과는 우리나라의 자연생태계에 유입된 생태계교란 외래 양서·파충의 분포 및 서식지를 파악함으로써 이들을 효율적으로 관리하기 위한 정책수립의 중요한 근거가 될 것이다.

사사: 본 연구는 환경부의 재원으로 국립생태원의 지원을 받아 수행되었습니다(NIE-A-2022-12, NIE-B-2022-01).

참고문헌

1. Ministry of Environment and National institute Ecology. 2021. Information for the Field Management of Invasive Alien Species in koreaa. p.1-65.
2. National Institute of Ecology. 2020. Guidebook for National In□ habitants Survey of Alien Plants. Korea.

수위(H)를 활용한 감조하천 운영 가능성 평가

심규현¹, 황도현¹ 정한철^{2*}

1. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 연구원
2. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 선임연구원

* 교신저자: hahnchul.jung@kiost.ac.kr

담수와 해수가 만나는 감조하천에서의 물순환에 대해 공학적인 측면에서 많은 연구가 이루어지고 있다. 하지만 이러한 연구의 대부분은 배수 영향과 시공간적인 저수량의 변동 둘 다 무시하고 단순화된 방법을 통해 하천의 흐름에 대한 저수지 운영의 영향을 정량화 하고 있다 [1-2]. 원격 탐사는 지상 측정없이 다양한 물 관리 분야에서 응용되어 유용하게 적용되어 가고 있다. 최근연구에서 위성 고도계로부터 상류 하천높이 측정치를 하루 하천 높이와 상관시켜 홍수예측을 보여주었으며[3], 수문모델과 위성 기반 저수지 운영 방식을 결합하여 물수지 역학을 푸는 연구를 수행하였다[1]. 본 연구에서는 위성기반 고도 센서를 활용한 담수와 해수와의 관계를 파악하고 연안에 미치는 영향을 분석하는 기초 연구로서 낙동강하구둑에 대한 개요를 제공하고, 공간적 환경을 파악하여 H(수위)로 물수지를 분석하고 현재 제공중인 데이터와 비교하여 운영 및 활용성을 개선하는데 목적이 있다.

사사: 본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행하였습니다.(No. 2021R1A2C100578011)

참고문헌

1. Getirana A, Jung HC, Hoek JVD, et al. Hydropower dam operation strongly controls Lake Victoria's freshwater storage variability. *Science of the Total Environment*. 2020; 726:138343
2. Döll P, Fiedler K, Zhang J. Global-scale analysis of river flow alterations due to water withdrawals and reservoirs. *Hydrol. Earth Syst. Sci*. 2009; 13:2413-2432
3. Hossain F, Maswood M, Siddique-E-Akbor A, et al. A promising radar altimetry satellite system for operational flood forecasting in flood-prone Bangladesh. *IEEE Mag. Geosci. Remote Sens*. 2014; 2:27-36



딥러닝 기반 이중 편파 분해 영상레이더(Dual-pol decomposed SAR) 위성자료 활용 수체탐지 가능성 분석

최준혁^{1*}, 강기묵¹, 황의호¹, 임소망¹

1. K-water 연구원, 수자원환경연구소

* 교신저자: jhch@kwater.or.kr

수자원·수재해의 시공간적인 분석을 위해서 위성영상을 이용한 수체탐지는 중요하다. 광학 영상은 구름 등 기상과 대기환경에 의한 영향을 많이 받는 반면, SAR 영상은 그에 대한 영향이 적어 홍수 등의 재해 시에 활용이 용이하다. 이전에는 SAR 위성을 활용한 수체탐지는 후방 산란계수의 임계값에 기반한 방법, PolSAR를 이용한 방법이 활용되었다. 또한, 최근에는 딥러닝 기법을 이용한 방법이 활용되고 있다. 본 연구에서는 Sentinel-1 A/B 위성영상의 이중 편파(VV, VH), PolSAR 데이터(Entropy, Anisotropy, Alpha) 값을 딥러닝 모델(U-Net)의 입력 자료로 이용하여 한반도 대청호 지역에서 수체탐지를 적용 해보았다. 다양한 평가 지표들(Overall Accuracy, Precision, Recall, F1 score, IoU)을 이용하여 입력자료에 따른 수체탐지 결과를 분석하였다. 분석결과 수체탐지에서 이중 편파(VV, VH)와 PolSAR 데이터가 모델의 입력자료로서의 사용 가능성을 확인하였다. 본 연구 결과는 딥러닝 기반의 SAR 영상 활용 수체탐지 정확성 향상 및 침수지역 탐지 모델 활용에 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 환경부 '수자원위성 지상운영체계 구축' 사업과 행정안전부 재난안전 부처협력 기술개발사업(20009742)의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

분광지수를 활용한 산불 피해 지역 탐지 방법에 대한 고찰

박소련¹, 손상훈², 배재구³, 류민지⁴, 이도이⁵, 김진수^{6,*}

1. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 공간정보시스템전공, 석사과정
2. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 공간정보시스템전공, 박사과정
3. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 공간정보시스템전공, 박사과정
4. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 공간정보시스템전공, 석사과정
5. 부경대학교, 지구환경시스템과학부 공간정보시스템전공, 석사과정
6. 부경대학교, 공간정보시스템공학과, 부교수

* 교신저자: jinsookim@pknu.ac.kr

산불은 인명·재산 피해뿐만 아니라 산림 손실로 인한 생태계 파괴를 불러일으킨다. 또한, 불이 타며 생성되는 많은 양의 이산화탄소 등 오염물질이 지구 온난화를 촉진시켜 더 잦고 많은 산불을 발생시킬 위험이 있다. 기후 변화로 인해 전세계적으로 규모가 큰 심각한 산불 발생이 증가하고 있으며 이를 막기 위한 예방책 마련이 필요하다. 산불통계연보에 따르면 최근 10년('12~'21년)동안 국내에서 평균 481건의 산불이 발생하여 1,087ha의 산림이 소실되었다. 17년 이후에는 100ha이상의 대형 산불이 지속적으로 발생하였다. [1] 산불 피해 지역에 대한 정확한 정보는 관리, 복원 모니터링의 기본이다. 산불 전후의 환경조건의 변화는 위성영상의 분광특성에 반영되기 때문에, 위성원격탐사 기반의 산불피해지역 탐지는 신속하고 효과적인 방법으로 평가되고 있다. [2] 고해상도 위성영상은 탄 지역에 대한 정보를 더 정확하고 세부적인 정보를 지원할 수 있다. 현재까지 위성 기반의 많은 연구에서는 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)와 NBR(Normalized Burn Ratio) 등과 같은 지수들의 산불 발생 전후 값의 차이를 이용하여 피해지역에 대한 정보를 산출하고 있다. 계절변화, 일변화, 지표특성에 따라 분광해상도가 달라져 오분류 결과를 만들 수 있기 때문에 다중시기 영상을 사용하여 임계범위를 조정하여 사용하는 것이 일반적이다. [3] 다양한 분광지수의 비교를 통해 산불 피해지를 가장 잘 나타낼 수 있는 방법을 고안하고자 한다.

사사: 이 연구는 행정안전부의 "지능형 상황관리 기술개발사업"의 지원을 받아 수행된 연구임 (2021-MOIS37-002).



참고문헌

1. Korea Forest Service, 2022. Forest fire statistical yearbook 2021, Korea Forest Service, 189, Cheongsas-ro, Seo-gu, Daejeon (in Korean).
2. 원명수; 구교상; 이명보. Landsat 영상으로부터 정규탄화지수 추출과 산불피해지역 및 피해강도의 정량적 분석. 한국지리정보학회지. 2007; 10(3) 80-92.
3. Escuin, S., Navarro, R. and Fernández, P. (2007) "Fire severity assessment by using NBR (normalized burn ratio) and NDVI (normalized difference vegetation index) derived from Landsat TM/ETM Images," *International Journal of Remote Sensing*, 29(4), pp. 1053–1073. Available at: <https://doi.org/10.1080/01431160701281072>.

합성곱 신경망 기반 기계학습을 이용한 탄성파 초동주시 역산

이강훈^{1*}, 편석준²

1. 인하대학교 에너지자원공학과 박사수료
2. 인하대학교 에너지자원공학과 교수

* 교신저자: gangwhun@naver.com

탄성파 탐사에서는 지하 구조 및 지질 구성을 파악하기 위해 다량의 탄성파 자료를 획득하고 자료처리를 수행한다. 자료처리 과정에서 가장 핵심적인 단계는 속도 모델 구축으로 주로 탄성파 역산을 이용해 수행된다. 탄성파 역산 중 초동주시 역산은 천부 지층 속도 및 구조를 파악하는데 주로 사용하는 기법으로 획득한 탄성파 자료의 초동주시와 모델링을 통해 얻은 초동주시의 차이를 최소화해 역산을 수행한다. 일반적으로 초동주시 역산은 해가 유일하지 않고 비선형 문제이기 때문에 정규화 기법을 함께 적용해 역산의 해를 구한다. 따라서 초동주시 역산은 결과의 품질을 파악하기 위한 전문가의 판단이 필요하며 역산 변수 및 정규화 기법 등에 의해 결과가 크게 변할 수 있다는 문제가 있다. 최근 기계학습으로 비선형 문제의 해를 구하는 연구가 증가하면서 탄성파 역산에 기계학습을 적용하는 사례가 많아지고 있다. 기계학습은 다량의 자료를 통해 학습하면서 자동적으로 역산 변수를 최적화하여 전문가의 개입을 줄일 수 있다. 또한 정규화 기법과 초기 속도 모델 없이도 높은 품질의 탄성파 역산 결과를 기대할 수 있다. 이 연구에서는 합성곱 신경망 기반의 기계학습 기법을 초동주시 역산 문제에 적용하여 그 효과를 확인하고자 하였다. 다양한 구조를 갖는 인공 속도 모델로부터 초동주시를 계산해 훈련 데이터로 사용하였으며 훈련된 학습 모델을 복잡한 속도 모델 역산에 적용하였다. 기계학습 기반 초동주시 역산 결과를 검증하기 위해 기존 역산 기법 중 비교적 정확한 해를 보장하는 가우스-뉴턴법 기반 초동주시 역산 결과와 비교하였다.

사사: 이 연구는 2022년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(20226A10100030, 고성능 해양 CO2 모니터링 기술개발)

물리사면모델 기반 분석과 데이터 기반 분석을 결합한 산사태 발생 예측 연구

이정현^{1*}, 박혁진²

1. 세종대학교, 지구자원시스템공학과, 박사후 연구원
2. 세종대학교, 지구자원시스템공학과, 교수

* 교신저자: jhlee6086@sejong.ac.kr

최근 여름철 기록적인 집중 강우로 인해 전국 각지에서 산사태 발생에 따른 인명 및 재산 피해가 발생하고 있다. 산사태 피해를 최소화하기 위한 연구를 수행하기 위해서는 산사태 취약성 분석(landslide susceptibility analysis)을 수행하여 산사태가 어디서 발생(initiation)하여 어디로 확산(runout)할 것인지를 파악하는 것이 중요하다. 산사태 발생 예측(initiation prediction) 연구는 산사태를 직간접적으로 유발하는 인자들의 영향을 발생 메커니즘과 결합하여 발생부를 예측하는 것이다. 산사태 발생 예측 기법은 유발 인자와 발생 메커니즘을 고려하는 방식에 따라 크게 데이터 기반 분석(data-driven analysis)과 물리사면모델 기반 분석(physically-based analysis)으로 구분된다. 데이터 기반 분석은 과거 발생한 산사태와 유발 인자 데이터 사이의 상관관계를 분석하여 향후 산사태가 발생할 가능성을 평가하는 방법이다. 이 방법은 기존 산사태 발생 이력 자료를 기반으로 다양한 공간데이터 정보를 활용하여 통계적 또는 머신러닝 모델을 활용할 수 있다. 물리사면모델 기반 분석은 산사태 발생 과정의 물리적 메커니즘을 기반으로 사면의 지형학적 및 지질공학적 특성을 물리사면모델에 적용하여 사면 안정성을 평가한다. 이 방법은 기존 산사태 발생 유무에 관계 없이 분석이 가능하며 강우의 영향과 지형 및 지질공학적 특성을 고려한 시공간적 산사태 발생 시나리오를 평가할 수 있다.

국내에서 발생하는 산사태는 대부분 강우에 의한 직접적인 영향으로 발생하기 때문에 다양한 기법 가운데 물리사면모델 기반 분석이 산사태 발생 형태를 효과적으로 판단할 수 있는 기법으로 판단된다. 특히 물리사면모델 기반 분석 기법 중 부정류 지하수위 모델을 사용하는 TRIGRS (Transient Rainfall Infiltration and Grid based Regional Slope stability analysis) 모델은 시간에 따른 강우 영향을 반영하여 지하수위를 산정하기 때문에 시간적 변화에 따른 사면 안정성의 변화를 검토할 수 있다. 또한 지질공학적 특성을 적용하는 과정에서 데이터 획득의 한계로 발생하는 불확실성에 대해 확률론적 해석기법인 Monte Carlo simulations을 사용하여 시공간적 변화를 고려한 사면 파괴확률을 산정하게 된다. 이 방법은 산사태 발생과 관련된 직간접적 유발 인자의 공학적 메커니즘을 고려한다는 장점이 있지만 실재로 산사태 발생에서 다양



한 유발 인자의 영향이 고려되지 못한다는 단점이 있다. 따라서 물리사면모델 기반 분석에 데이터 기반 분석 기법 중 하나인 머신 러닝을 결합하면 물리적 산사태 발생 확률에 유발 인자의 영향을 반영할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구에서는 두 기법을 결합한 앙상블 모델을 제안하여 물리사면모델 기반 분석 기법의 한계점을 보완하였다.

사사: 본 연구는 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단(No. 2021R1A2C100354012)과 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업'(FTIS 2109092-0222-WT112)'의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2021R1A2C100354012).

cycleGAN을 이용한 지표투과레이더 쌍곡선 패턴 추출 Segmentation of GPR hyperbolic pattern, using cycleGAN

최병훈¹, 편석준^{1,*}, 윤진성²

1. 인하대학교 에너지자원공학과
2. 서울특별시청

* 교신저자: pyunsj@inha.ac.kr

지표투과레이더(ground penetrating radar, GPR) 영상에서 지하 매설물이나 공동, 기타 이상체에 의한 회절 신호는 쌍곡선 패턴으로 나타난다(Fig. 1). 이러한 쌍곡선 신호를 접합(fitting)할 수 있는 매개변수를 분석하면 지하 이상체의 위치와 크기, 지하 매질의 물성 등을 정량적으로 추정할 수 있다. 이 때, 접합을 위한 전처리 단계 중 하나로 쌍곡선 패턴의 신호만을 추출(segmentation)하는 방법이 있다(Fig. 2). 전통적인 알고리즘 기반 추출 방법은 임계값 설정에 따라 결과가 달라지거나 잡음에 의해 후처리가 복잡한 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 영상 인식 분야에서 많이 활용되는 데이터 기반의 딥러닝(deep-learning) 기법이 활용될 수 있다. 이 연구에서는 cycleGAN을 이용하여 GPR 영상에서 나타나는 쌍곡선 패턴의 신호를 추출한다. cycleGAN은 다른 도메인 자료 간의 변환을 수행할 수 있는 적대적 생성 신경망(generative adversarial network, GAN) 기반 모델로 레이블(label)이 없는 자료로 학습이 가능하다는 특징이 있다. GPR 영상과 쌍곡선 방정식에 맞춰 제작한 이진 영상으로 cycleGAN을 학습한 결과, 입력 GPR 자료가 쌍곡선 패턴을 추출한 영상으로 변환되는 것을 확인했다.

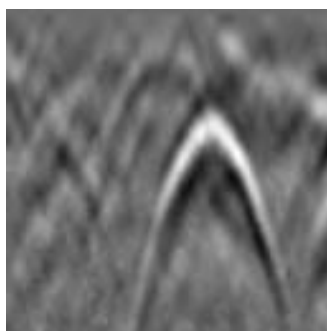


Fig. 1. GPR Hyperbolic Event



Fig. 2. Event Segmentation



정지궤도위성 기반 대기환경 정보와 지상관측자료를 이용한 다목적실용위성 대기보정 기술 개발

염종민^{1*}, 하종성¹

1. 한국항공우주연구원, 위성활용부, 선임연구원

* 교신저자: yeom.jongmin@gmail.com

최근 뉴스페이스 시대에 따른 위성영상 정보에 대한 수요는 점점 확대되고 있다. 특히, 우크라이나와 러시아와의 전쟁 상황에서 위성영상 정보 중요성과 그 가치가 다시금 주목 받고 있다. 또한 기후변화로 인해 심각해지는 재해재난 상황에서의 위성정보는 산불지역 탐지, 홍수, 산사태 피해지도 산출 등과 같은 분야에도 적극 활용되고 있다. 다양한 분야의 활용을 위해서는 무엇보다 사용자가 바로 활용할 수 있는 분석준비데이터 (Analysis Ready Data) 개발이 필수적으로 수행되어야 한다. 이는 복잡한 위성자료 전처리(기하, 복사, 대기)보정을 사용자가 직접 수행하기에는 어려움이 존재하기 때문이다. 본 연구에서는 다목적실용위성 3호, 3A호 그리고 향후 발사 예정인 다목적실용위성 7호의 대기보정 기술을 개발하였다. 위성은 우주에서 지구를 관측하기 때문에 필수적으로 대기분광 특성이 관측된다. 우리가 얻고자 하는 고해상도 위성정보는 대부분 지표면에 존재하기 때문에 보다 정확한 지표 분광특성 정보를 얻기 위해서는 무엇보다 대기 효과 제거가 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 복사전달모형을 이용하여 대기보정을 수행하였다. 다만, 실제적인 대기정보는 시간과 공간에 따라 다르기 때문에 본 연구에서는 GK-2A 정지궤도 위성에서 산출한 에어러솔, 수증기 정보를 활용하였다 [1-2]. 끝으로 대기보정된 지표반사도는 전남농업기술원에 구축된 지상관측사이트의 초분광 관측정보와 비교하여 정확도 평가를 수행한다.

사사: 본 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단 "위성정보빅데이터활용자원체계개발사업(RS-2022-00165154)" 지원을 받아 수행하였습니다.

참고문헌

1. Estimation of the Hourly Aerosol Optical Depth from GOCI Geostationary Satellite Data: Deep Neural Network, Machine Learning, and Physical Models. IEEE Transactions on geoscience and remote sensing, 60.
2. C. Lee, K. Lee, S. Kim, J. Yu, S. Jeong, J.M. Yeom, 2021, Hourly Ground-Level PM2.5 Estimation Using Geostationary Satellite and Reanalysis Data via Deep Learning. Remote Sensing, 13.



단기 갯벌 지형변화 관측을 위한 다중위성 활용 기법 연구

이진교¹, 김근용², 장영재³, 유주형^{4,*}

1. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, OST협동연구생 / 한국해양대학교, 해양과학기술전문대학원, 해양과학기술융합학과, 박사과정
2. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 전문연구원
3. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 기술원
4. 한국해양과학기술원, 해양위성센터, 책임연구원 / 한국해양대학교, 해양과학기술전문대학원, 해양과학기술융합학과, 교수

* 교신저자: jhryu@kiost.ac.kr

광역 갯벌 지형 분석을 위한 다양한 원격탐사 적용 연구가 시도 되고 있지만 단일 위성자료 만으로는 빠르게 변화하는 갯벌의 특성을 파악하는데 한계가 있다. 따라서 기존 단일 위성을 이용한 연구에서 1년 이상의 영상 수집이 필요했던 기간을 단축 가능한 다중위성을 활용하여 갯벌 단기 변화 기법연구를 제안하고자 한다. 이 연구에서는 황도 갯벌을 대상으로 2022년 1월에서 3월까지 가용한 위성자료를 수집하였고, 그 결과 SAR 위성인 Sentinel-1A 7장, 광학위성인 Sentinel-2A/B와 Landsat 8,9에서는 각각 11장, 5장으로 1분기동안 총 23장의 자료를 취득하였다. 수집된 광학 위성자료를 10 m의 공간해상도로 일치시키고 NDWI(Normalized Difference Water Index) 지수를 활용하여 갯벌과 바다의 경계인 수륙경계선(Waterline)을 추출하였고, SAR자료는 ESA-SNAP소프트웨어를 이용해 전처리 후 갯벌영역을 추출하였다. 다양한 조위에서 추출된 다중위성 영상의 정합을 통해 DEM을 생성하였고, 정확도를 검증하기 위하여 UAV-LiDAR 기반의 DEM 자료를 이용해 비교 검증하였다. 다중위성 기반 갯벌 DEM 자료는 연구지역의 동서 방향에 대한 측선 비교에서 서쪽에서 동쪽으로 갈수록 지형고도가 점차 낮아지는 특성뿐만 아니라 소규모 수로의 형태까지 확인 가능한 결과를 보였다. 이 결과는 다중위성을 활용한 경우 비교적 짧은 기간에 수집된 영상만으로도 갯벌 DEM 제작이 가능함을 보여주었고, 이는 위성기반 갯벌 지형의 단기 변화를 모니터링 가능함을 의미한다. 향후 본 연구에서 제시한 다중위성 기반 DEM 생성 기법의 고도화와 자동화 연구를 통해 연안지형의 변화를 빠르고 정확하게 모니터링 가능할 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 원격탐사 시각데이터의 기계학습을 통한 갯벌의 생물/환경 공간정보 구축 기술개발 사업(EA0015)의 지원을 받아 수행되었습니다.



다중 분광 영상을 활용한 해양 쓰레기 분류 및 모니터링 연구

정유철¹, 조영현^{2,*}

1. 부산대학교, 지구환경시스템학부 해양학전공, 석사과정

2. 부산대학교, 해양학과, 교수

* 교신저자: joyoung@pusan.ac.kr

해양 환경 문제에 대한 국내외의 관심과 우려가 커지고 있다. 해양수산부 보도자료에 의하면 전국 연안에서의 해양 쓰레기의 수거량이 매년 증가하여, 2020년에는 2018년보다 약 45%가 많은 13.8만 톤을 수거하였다고 발표하였다. 이를 위해 전 세계적으로 적용되고 있는 현장 모니터링을 통해 수거 및 모니터링하고 있지만, 시간과 비용적인 측면에서 매우 비효율적이다. 따라서 국내외 해안 및 바다에 버려지는 해양 쓰레기의 분류 및 조사에 맞는 원격탐사 기술이 필요하다. 원격탐사와 인공지능을 결합한 이전의 연구들은 주요 색상 정보(R, G, B)만을 이용하여 분류하였다. 하지만, 실제 해양 쓰레기들은 훼손되거나, 그 형태를 알아보기 힘든 경우가 많다. 이를 위해 본 연구에서는 첫째, 다중 분광 센서를 이용하여 촬영한 해양 쓰레기 영상과 인공지능 모델인 CNN (Convolution Neural Network) 모델을 활용하여 각 쓰레기들을 분류하는 시도를 하였다. 사전 연구로 진행되었던 육상 환경에서의 분광 특성이 다른 3가지 쓰레기 분류 군인 갈색 종이박스, 주황색 부이, 파란 플라스틱 통의 다중 분광 특성 정보를 이용하여, CNN 모델 훈련과 정확도를 산출하여 좋은 결과를 확인하였다. 두 번째로 본 연구에서는 소청초 해양과학기지 주변 해양 환경에서 UAS (Uncrewed Aircraft Systems)로 촬영한 다중 분광 영상과 인공지능 알고리즘을 활용하여 해양 쓰레기 분류를 진행하고자 한다. 소청초 과학기지에서 직접 촬영한 128 x 128 픽셀 해상도의 기지 주변 바다 영상 1452장과 자체 제작한 투명 플라스틱 영상 1319장을 이용하여 CNN 모델을 훈련시켜 Precision과 Recall, F1 Score를 산출하였다. 본 연구의 인공지능 모델은 두 가지의 분류 군뿐만 아니라 소청초 과학기지 주변에서 관측되는 다양한 해양 쓰레기 분류 군에도 확대될 수 있으며, 해양 쓰레기 모니터링 구축에 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

한국 서해안의 클로로필 농도와 바람의 시공간 변동 분석

황도현¹, 정한철^{2*}

1. 한국해양과학기술원, 연수연구원
 2. 한국해양과학기술원, 선임연구원
- * 교신저자: hahnchul.jung@kiost.ac.kr

클로로필은 빛, 영양소, 바람, 온도 등 다양한 요소들의 영향을 받아 성장한다. 빛은 봄철부터 상승하여 여름이 최대치가 되며, 가을부터 감소하게 되는데, 계절별 클로로필 농도 변동과 유사함을 알 수 있다 [1]. 영양소의 경우 수직 혼합층의 영향을 받게 되는데, 바람은 수직 혼합층의 깊이를 변화시키는 주요 요소이다 [2]. 바람의 세기에 따라 수직 혼합층의 깊이가 달라지기 때문이다. 가을철은 수온이 낮아지기 시작하며, 계절풍의 영향을 받아 북풍이 불기 시작한다. 이로 인해 해저 표면에 있는 영양소들이 수직 혼합에 의해 상승하게 되며, 클로로필 농도는 다시 상승하게 된다[1].

따라서 본 연구에서는 풍속의 변화에 따른 클로로필 농도의 시공간 변동을 분석하고자 하였다. 연구 지역은 수심이 얇아 바람의 변화에 대해 수직 혼합을 확인하기 좋을 것으로 판단되는 서해안 지역을 대상으로 하였다. 연구 기간은 클로로필 농도가 감소했다 다시 상승하게 되는 가을철을 선정하였다. 시공간 변화를 알아보기 위해서 GOCI 위성의 클로로필 산출물 및 GOCI 위성이 한반도를 관측하는 시간과 동일한 시간대의 ERA-5 재분석 바람 자료를 이용하였다. GOCI는 광학 위성이기 때문에 날씨 등의 영향을 받아 결측 자료가 발생하게 된다. 결측 자료는 DINEOF를 이용하여 복원시킨 후 [3], 바람 자료와 비교하였다. 바람자료는 10 m 높이에서 동서바람으로 부는 U 성분과 남북 방향으로 부는 V 성분 자료를 이용하여 풍향과 풍속을 계산하였다.

풍속이 5-8 m/s인 경우, 클로로필 농도는 오후가 될수록 증가하는 추세를 보였다. 풍속이 센 경우 수직 혼합층이 강하게 나타나 클로로필 농도가 높아진다 [2]. 풍속이 2-3 m/s인 경우, 클로로필 농도는 오후가 되도 일정하게 유지되었다. 두 경우, 바람의 U 성분은 일정한 값을 유지하였다. 하지만 클로로필 농도가 증가했을 때 V 성분은 오후가 될수록 증가하였고, 클로로필 농도가 감소했을 때 V 성분은 오후가 되면 감소하였다. 따라서 클로로필 농도 변화를 일으키는 수직 혼합층의 경우 V 성분의 영향을 받는 것으로 판단된다.

본 연구는 가을철에 한정하여 클로로필 농도와 바람의 변화를 알아보려고 하였지만, 향후 계절별 자료 및 온도 등 자료를 추가하여 연구를 수행한다면, 클로로필 농도 변화에 대한 다



양한 인자간의 상관 관계를 알아볼 수 있을 것으로 생각된다.

사사: 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2021R1A2C100578011).

참고문헌

1. Wang Y, Gao Z. Contrasting chlorophyll-a seasonal patterns between nearshore and offshore waters in the Bohai and Yellow Seas, China: A new analysis using improved satellite data. *Continental Shelf Research*. 2020;203:104173. doi:10.1016/j.csr.2020.104173
2. Feng J, Durant JM, Stige LC, et al. Contrasting correlation patterns between environmental factors and chlorophyll levels in the Global Ocean. *Global Biogeochemical Cycles*. 2015;29(12):2095-2107. doi:10.1002/2015gb005216
3. Hwang D, Jung HC, Ahn J, Choi J. Application of DINEOF to Reconstruct the Missing Data from GOCI Chlorophyll-a. *Korean Journal of Remote Sensing*. 2021; 37(6-1):1507-1515.

환경영향평가 시 멸종위기종 분류군의 상대적 중요도 분석

김백준^{1,*}, 이도훈¹, 권용성¹, 최미나¹, 나진주¹, 윤희남¹

1. 국립생태원

* 교신저자: naturalist71@nie.re.kr

이 연구에서는 2019년 환경영향평가 시 7개 멸종위기종 분류군의 상대적인 중요성을 분석하고 검토 시 저평가되고 있는 분류군을 파악하였다. 7개 분류군 중 검토의견에서 가장 높은 비율(환경영향평가서 등에서 발견된 멸종위기종의 수/전체 멸종위기종의 수)의 멸종위기종 분류군은 양서·파충류(47.6%)로 나타났고, 그 다음 포유류(34.8%), 조류(9.7%), 저서성대형무척추동물(2.6%), 곤충(2.5%), 어류(1.8%), 식물(0.9%) 순으로 나타났다. 특히 어류는 1.8%만이 검토의견에 포함되어 있어 가장 과소평가가 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 추가적으로 멸종위기종이 나타난 153건 중 현장조사의 경우 5건에서만 멸종위기종이 발견된 것으로 나타나 매우 낮은 값을 보였다. 이러한 결과는 환경영향평가 시 효율적인 의사결정을 위해 어류를 비롯한 멸종위기종 분류군에 대한 다양한 데이터 제공의 필요성을 제시하고 있다.

사사: 본 논문은 환경부의 재원으로 국립생태원(NIE-법정연구-2022-12)과 한국환경산업기술원의 ICT기반 환경영향평가 의사결정 지원 기술개발사업(No. 2020002990001)의 지원을 받아 연구되었습니다.

참고문헌

1. Bonar SA, Hubert WA, Willis DW. *Standard Methods for Sampling North American Freshwater Fishes*;2009.
2. Yoon JD, Kim JH, Lee HJ and Jang MH. Use of cast net form monitoring fish status in reservoirs distributed in the Korean peninsula. *J Ecol Environ*. 2009;38(3):383-388.
3. 김정희, 조현빈, 장민호, 우승현, 조영호, 윤주덕. 환경유전자의 국내 담수어류 모니터링 적용 연구. *생태와 환경*. 2020;53(1):63-72.



환경영향평가 시 영향요인, 예상영향 및 저감방안의 현황 분석

김백준^{1,*}, 이도훈¹, 권용성¹, 최미나¹, 나진주¹, 윤희남¹

1. 국립생태원

* 교신저자: naturalist71@nie.re.kr

최근 일반시민들의 환경과 생태에 대한 관심이 높아지고 있고 관련 정보가 증가함에 따라 환경영향평가 시 사회적 갈등이 심화되고 있는 상황이다. 따라서 환경영향평가 작성 및 검토, 협의에 대한 현황분석이 필수적이다. 특히 자연생태환경(동식물상)의 경우 다양한 분류군이 포함되어 있다. 따라서 이에 대한 정확한 현황(영향요인, 예상영향, 저감방안) 분석을 통해 환경영향평가서 작성 시 문제점을 파악하여 검토와 협의 시 이에 대한 보완이 필요할 것이다. 이 연구에서는 2019년 환경영향평가서 본안 106건 중 미공개된 1건을 제외한 105건을 대상으로 환경영향평가 사업유형(면, 선사업)을 구분하고, 파일럿 연구로 20건만을 대상으로 2개 항목(식물상, 포유류)의 영향요인, 예상영향, 저감방안을 파악하였다. 전체 영향요인은 37건, 예상영향은 44건, 저감방안은 81건으로 나타났다. 영향요인은 적었지만 저감방안은 다양하게 제시되었다. 그러나 제시된 영향요인, 예상영향, 저감방안 모두 매우 일반적인 사항으로 나타났다. 이러한 결과는 검토 및 협의 시 보다 구체적인 사항에 대한 의견을 적극적으로 제시하는 것이 증가하고 있는 자연환경생태 분야의 갈등을 해소함에 있어 매우 유용할 수 있다는 것을 제시하고 있다.

사사: 본 논문은 환경부의 재원으로 국립생태원(NIE-법정연구-2022-12)과 한국환경산업기술원의 ICT기반 환경영향평가 의사결정 지원 기술개발사업(No. 2020002990001)의 지원을 받아 연구되었습니다.

참고문헌

1. 이승원, 김정권, 서정국. 현행 환경영향평가 제도의 문제점과 개선방안-실무자적 관점에서 검토. *Journal of Environmental Science International*. 2018;27(5):281-289.



정지궤도 환경위성 자료 소개 및 인공지능 기법 적용 가능성

이원진^{1*}, 김상민¹, 김구¹, 이동원¹

1. 국립환경과학원, 기후대기연구부, 환경위성센터

* 교신저자: wjleeleo@korea.kr

정지궤도 환경위성은 기존의 저궤도 환경위성과 달리 세계 최초로 정지궤도에서 아시아 지역에 대해 평균 일 8회 관측이 가능하다. 대표적 산출물로는 AOD(Aerosol Optical Depth, 에어로졸 광학 두께), 이산화질소 농도, 오존 농도, 이산화황 농도 등이 있다. 2020년 2월 발사 이후 궤도상 시험을 거쳐 2021년 3월부터 정규 서비스를 시작하였으며 환경위성센터 홈페이지를 통해 일부 기본 산출물(L2)을 공개하고 있다. 발사 3년 차를 맞이한 정지궤도 환경위성은 올해 11월말까지 전체 기본 산출물 공개를 계획하고 있으며 이를 활용한 평균장(L3), 에어로졸 이동량(L4) 등 다양한 활용 산출물도 제공하고 있다. 이러한 정지궤도 환경위성 자료는 시계열 자료를 제공할 수 있으며 다양한 인공지능 기법 활용이 가능하다.

본 연구에서는 정지궤도 환경위성을 소개하고 이를 활용한 인공지능 기법 적용 예시를 살펴봄으로써 정지궤도 환경위성의 다양한 인공지능 적용 가능성에 대해 살펴보고자 한다. 첫 번째 예시로 인공지능을 활용한 지상 값으로의 변환이다. 정지궤도 환경위성 기본 산출물 중 AOD는 대기 중 빛의 산란을 정량화한 수치로 미세먼지와 연관되는 값이다. 하지만 위성에서 관측된 AOD의 경우, 지표에서 대기 상층까지 수직분포에 대한 전체량을 표현하는 값으로 계산되기 때문에 지표면 미세먼지 값과 차이가 존재하며 이를 해결하기 위해 AOD로부터 지상 미세먼지를 산출하는 방법이 많이 연구되고 있다. 이러한 방법은 크게 2가지로 나눌 수 있으며 1) 선형회귀식을 구성하여 산출하는 방법과 2) 인공지능 기법 기반으로 학습하는 방법이 있다. 본 연구에서는 인공지능 기법을 이용한 지상미세먼지 산출에 대해 소개하고자 한다. 또한, GAN(Generative Adversarial Network)를 이용한 환경위성 모의자료 생성에 관한 소개를 통해 야간에 관측이 불가능한 환경위성의 모의 자료를 생성하는 방법에 대해 소개하고자 한다. 이외에 다양한 인공지능의 위성자료 적용 사례를 살펴보고 환경위성 자료의 활용 확대를 도모할 수 있을 것으로 기대된다.

사사: 본 연구는 환경부 국립환경과학원의 연구비 (NIER2022-01-01-109) 지원으로 수행되었습니다.

[포스터 세션 2]

1. 도로교통 시설 3D 데이터를 이용한 3D Reconstruction 학습모델 적용
Application of 3D Reconstruction Deep Learning Model Using 3D Data
for Road Transport Facilities
2. 댐 안전 계측데이터 이상치 탐지방법 개발 및 적용
3. IDW와 딥러닝 기법을 활용한 위성데이터의 결측치 보간 모델 개발
4. 토지피복지도 위성 AI학습 데이터셋으로부터 SiU-Net을 활용한 토지피복 분류 성능 향상
5. 소형 객체의 의미론적 분할을 위한 AI허브 객체판독 데이터셋 활용 연구
6. 3D Reconstruction을 위한 어노테이션 방법 연구
A Study of Annotation Method for 3D Reconstruction
7. 대용량 3D 공간자료 변환 도구 및 개략 검증 기법
8. 물리 정보 기반 인공지능망 기법을 사용한 탄성파 자료 합성

도로교통 시설 3D 데이터를 이용한 3D Reconstruction 학습모델 적용 Application of 3D Reconstruction Deep Learning Model Using 3D Data for Road Transport Facilities

임현목¹, 이경섭², 엄우학³, 서상일^{4,*}

1. ㈜올포랜드, 사업본부 사업지원그룹, 사원
2. ㈜올포랜드, 사업본부 사업지원그룹, 대리
3. ㈜올포랜드, 사업본부 사업 4그룹, 상무이사
4. ㈜올포랜드, 사업본부 사업 4그룹, 수석부장

* 교신저자: ssi760@all4land.com

디지털 트윈은 IoT, 빅데이터, 클라우드 시스템, 5G, VR, AR 기술과 접목하여 시스템을 분석하고, 결과를 토대로 건물의 노후화, 재난재해 문제 및 시뮬레이션 등 다양한 산업에서 문제를 해결할 수 있는 기술이다.[1,2] 디지털 트윈 및 메타버스를 위한 실세계 기반의 3D 모델링 데이터 구축이 활발하다. 반면, 실세계 기반으로 구축된 사회간접자본 시설물 3D 모델에 대한 구축은 미흡하다.[3] 이에 도로교통 시설물의 디지털 트윈기반 3D 모델링 데이터가 필요한 사업 분야가 발생하고, 정확성이 높은 데이터의 확보가 필요하다.

본 연구에서 이용한 도로교통 시설 학습 데이터셋을 구축하기 위하여 도로교통 시설 및 주변 환경에 대해 3D 레이저 스캐너, 디지털 카메라로 점군 및 이미지 데이터를 취득한다. 취득한 점군을 정합 및 추출한 데이터를 기반으로 정밀한 3D 모델링 데이터를 구축했다. 학습 데이터셋의 유효성 검증을 위해, 각 이미지와 3D 모델 간의 변환 파라미터를 계산하고, Mesh R-CNN[4] 모델을 적용하여 3D Reconstruction을 수행했다.



Figure 1 데이터 구축 및 학습모델 적용 프로세스

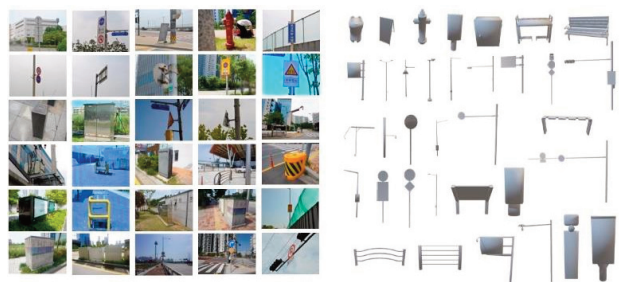


Figure 2 학습용 데이터셋(좌 : 이미지, 우 : 3D 모델)

Pix3D는 실내 환경에서 가구를 대상으로 고정된 수십 대의 카메라에서 촬영한 이미지를 이용하여 데이터를 구축하였다.[5] 학습 데이터셋의 클래스 수는 9종으로 735개의 3D 모델링 데이터, 10,069장의 이미지를 제공한다. 도로교통 시설물 학습 데이터셋은 1개의 객체당 3D 모델링 데이터 1개와 이미지 데이터를 전방위 12장 이상으로 구성하였으며, 사회간접자본 3D 시설물 데이터를 사용하여 총 31종의 클래스로 132개 객체 대상으로 Mesh R-CNN 모델에 적용했다. 학습 데이터셋과 시험 데이터셋은 각 객체 당 10:2로 분할하였으며, 3D 모델 132개, 이미지 1,321장으로 학습 데이터셋으로 사용했다.

	클래스 수	객체수	3D 모델 수	이미지 수
Pix3D	9종	735개	735개	10,069장
학습 데이터셋(Ours)	31종	132개	132개	1,321장
시험 데이터셋(Ours)				265장

Table 1 객체별 데이터셋 분할

데이터 학습 결과는 Table 2와 같으며, 22,000번의 학습 반복 수를 가지고 학습했다. 학습 종료 시점에서의 Total Loss는 0.749로 나타났다. 기존의 Mesh R-CNN 논문의 결과는 Box AP 0.940, Mask AP 0.884, Mesh AP 0.511로 Pix3D 데이터셋을 사용했다. Box AP가 0.972, Mask AP 0.958, Mesh AP 0.565의 결과를 나타냈다. 학습의 출력값은 Figure 4로, CCTV, 신호제어기, 신호등, 우체통으로 입력 데이터, Instance Segmentation 예측 이미지, 3D 모델링 데이터, 3D Reconstruction 모델 데이터이다.

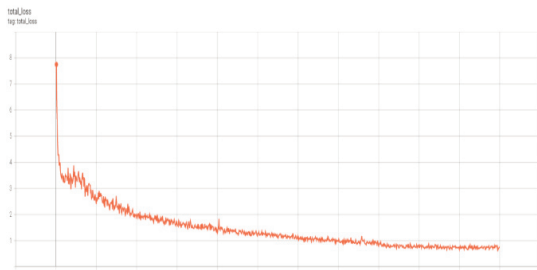


Figure 3 Mesh R-CNN Total Loss 및 AP 결과

	Pix3D	도로교통 시설물
Box ^{AP}	0.940	0.972
Mask ^{AP}	0.884	0.958
Mesh ^{AP}	0.511	0.565

Table 2 데이터셋 별 학습 성능 지표



Figure 4 Mesh R-CNN 학습 결과 (CCTV, 신호제어기, 신호등, 우체통)



사사: 본 연구는 NIA 한국지능정보사회진흥원 인공지능 구축 사업 1차 (1-020. 사회간접자본 3D 데이터)의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. 디지털 트윈국토 리포트, No.01. 2021.
2. Kim, S., 2021. *Design and Implementation of IoT Platform-based Digital Twin Prototype*.
3. Korea.kr. 2021. *디지털트윈 활성화 전략(한국판 뉴딜 2.0 초연결 신산업분야의 핵심)*.
4. Gkioxari, G., Malik, J. and Johnson, J. (2020) Mesh R-CNN, arXiv.org.
5. Sun, X., Wu, J., Zhang, X., Zhang, Z., Zhang, C., Xue, T., Tenenbaum, J. and Freeman, W., (2018) Pix3D: Dataset and Methods for Single-Image 3D Shape Modeling.

댐 안전 계측데이터 이상치 탐지방법 개발 및 적용

조성배^{1,*}, 임정열², 윤국희³

1. K-water, 물인프라안전연구소, 책임연구원
2. K-water, 물인프라안전연구소, 수석연구원
3. K-water, 수자원시설처, 차장

* 교신저자: js135@kwater.or.kr

K-water는 환경부 뉴딜사업 “스마트 댐 안전관리”의 일환으로 국가댐 37개소에 대한 실시간 모니터링 시스템을 구축중이며, 댐 외부변위 계측을 위하여 GPS 계측기를 댐 상하류, 마루부에 설치하였다. GPS 기반 실시간 모니터링 시스템의 성공적 도입을 위하여 계측시스템 안정화 및 데이터 품질관리 방안 마련이 시급하다. 현재 결측 또는 관리기준 초과의 2가지 항목에 따른 조기경보시스템이 운영 중이나, 계측기기 오류 등에 따른 이상치(outlier)와 이상거동 확인이 정확하게 구분되지 않아 불필요한 점검 등 어려움이 발생하고 있다. 따라서 최신 디지털 기술을 이용하여 실시간 오측과 실제 이상거동을 구분하여 효율적인 안전감시 및 대응체계 마련이 필요하다.

본 연구에서는 머신러닝 기반의 알고리즘을 이용하여 시스템의 안정화 여부, 실시간 이상치 탐색, 결측데이터의 보정 등 핵심 기술을 개발 및 적용하여 안전관리 업무 효율을 증가시키고자 하였다. 먼저 데이터 통계분석(평균, 표준편차, IQR 등)을 통하여 이상치(outlier)를 판별하고, 기계학습 및 주파수 분석(Isolation Forest, LOF, Spectral residual, STL) 등을 활용한 이상치 판별 결과를 비교 분석하였다. 헌팅(hunting) 과 전이현상(transition) 구분을 위하여 통계값을 활용한 새로운 지표를 제시하였다. 또한, 이상치 판별 알고리즘을 실시간으로 구현하기 위한 Python을 활용하여 알고리즘을 작성하였다. 향후, K-water “스마트 댐 안전관리 디지털 트윈 시범구축”에 시범적으로 적용하여 지속적으로 보완 예정이다.

사사: 본 연구는 환경부(댐안전 계측데이터 AI 기반 스마트 분석 방법 개발, K-water)의 지원을 받아 수행되었습니다.

IDW와 딥러닝 기법을 활용한 위성데이터의 결측치 보간 모델 개발

문준기¹, 정병화², 심창섭^{3,*}

1. 한국환경연구원, 대기환경연구실, 위측연구원
2. University College London, Department of Geography, Ph.D. student
3. 한국환경연구원, 대기환경연구실, 선임연구위원

* 교신저자: cshim@kei.re.kr

미국 NASA의 Orbiting Carbon Observatory-2(OCO-2) 관측 프로젝트의 목표는 위성관측을 통해 전 지구 규모의 이산화탄소 시공간분포의 변화를 파악하여 이산화탄소의 지구적 순환을 파악하는 것이다. 그러나, OCO-2 위성의 관측은 궤도 및 적외성 분광 특성 때문에 구름 등 기상 영향으로 모든 공간 측정에 제약이 크다.

본 연구에서는 2015년 1월부터 2019년 12월까지 60개월간 동아시아의 OCO-2 이산화탄소 위성데이터의 결측치를 PyTorch의 nn.Linear 모델로 추정하였다. 결측값의 주변 값과 거리를 함께 고려하였으며 일반적인 딥러닝 모델과 달리 3차원 대기화학 수송모델인 GEOS-Chem 물리화학 모델값을 추가적으로 고려하였다. Nearest neighbor 탐색에 유용한 cKdTree를 사용하여 목표값과 가장 가까운 관측값 n 개(목표값 포함)와 그 거리를 먼저 구하고 역거리 가중 보간 법(IDW; Inverse Distance Weighted)을 통해 목표값으로부터 먼 거리에 있는 값들의 가중치를 조절하였다[1-2].

학습에 사용된 목표변수는 실제 관측값이고, 입력변수는 목표변수와 같은 위치의 GEOS-Chem값, 같은 위치의 Buffer값(주변값)의 평균값으로 구성된 한쌍과 cKdTree 결과에 따른 가장 가까운 $n-1$ 개의 관측값, 같은 위치의 GEOS-Chem Buffer값(주변값)의 평균값으로 구성된 $n-1$ 개, 총 $(2, n)$ 구조이며 $n-1$ 개의 관측값과 Buffer값은 cKdTree에 의한 역거리 보정이 적용되었다. 적절한 하이퍼파라미터 선택을 위하여 5-fold Cross Validation 기법을 사용하였으며, 활성화 함수는 ReLu, 손실함수는 RMSE를 사용하였다.

Epochs 수를 100~2,000까지, Learning Rates를 0.01~5E-05까지 조절하면서 반복적으로 학습한 결과 Epochs 1,000, Learning rates 5E-05가 최적의 파라미터로 선정되었다. 예측결과 5~8월은 결정계수가 0.50(0.07-0.77)로 양호하게 나타난 반면 그 외의 기간에서는 결정계수가 0.04(-1.15~0.31)로 좋지 않은 결과가 나타났다. 이는 동아시아 지역의 관측된 CO₂ 데이터의 시공간적 변동 특성 혹은 물리화학 모델값과 위성 관측값의 차이로 인해 발생하는 것으로 판단된다. 향후 동아시아 지역 이산화탄소 분포의 특성과 물리화학 모델과 위성 관측값의 차이를 반영하



여 지속적으로 결측지 추정에 대한 신뢰도를 높여, 시공간적 탄소순환에 대한 이해를 높이는 데 기여할 계획이다.

사사: 본 연구는 기상청의 기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발사업(KIM-01612) 및 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단-동북아-지역 연계 초미세먼지 대응 기술개발 사업(2020M3G1A111461612)의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Sekulić et al., 2021, A high-resolution daily gridded meteorological dataset for Serbia made by Random Forest Spatial Interpolation
2. Ma et al., 2019, Spatiotemporal Prediction of PM2.5 Concentrations at Different Time Granularities Using IDW-BLSTM

토지피복지도 위성 AI학습 데이터셋으로부터 SiU-Net을 활용한 토지피복 분류 성능 향상

백원경^{1*}, 이명진², 정형섭^{3,4}

1. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 연구교수
2. 한국환경연구원, 환경데이터전략센터, 연구위원
3. 서울시립대학교, 공간정보공학과, 교수
4. 서울시립대학교, 스마트시티학과, 교수

* 교신저자: bekwkz@uos.ac.kr

다중 스펙트럼 위성영상은 가시광선 대역만으로 분석하기 어려운 지물에 대해 의미있는 분광 정보를 제공할 수 있다. 특히 근적외선(NIR) 대역은 식생에 민감하여 식생 관련 연구에 다양하게 활용되어 왔다 [1-3]. 그런데 가시광선대역과 NIR 영상을 입력자료로써 딥러닝 모델을 학습했을 때 가시광선 자료만을 활용했을 때와 유의미한 성능 차이가 확인되지 않았다 [4]. 이는 대부분의 영상 기반 딥러닝 모델이 합성곱 연산을 수행할 때에 각 밴드가 가지고 있는 정보들이 혼합되기 때문이다. 본 연구에서는 이러한 단점을 극복하기 위해 U-Net을 기반으로 가시광선과 NIR 영상의 입력 노드를 분리한 SiU-Net (Separated Input-based U-Net)을 제시한다. SiU-Net의 성능을 나타내기 위하여 일반적으로 적용되는 DeepLabV3+ 및 단순 U-Net의 성능과 비교했다. 연구 데이터로써 Sentinel-2 RGB 및 NIR 위성 이미지에서 생성된 토지피복지도 위성 AI 학습데이터를 활용하였다. SiU-Net의 F1 스코어는 약 0.797으로 DeepLabV3+ (약 0.541)이나 U-Net (0.720) 보다 우수했다. 또한 데이터 수가 부족하거나 불균형이 심한 경우에 다른 두 모델보다 효과적으로 토지피복 분류가 가능했다. 이러한 사실을 바탕으로 보았을 때 SiU-Net 모델은 학습데이터가 적거나 데이터 불균형이 심한 경우에 효과적으로 활용될 수 있을 것이라 전망한다.

사사: 이 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국지능정보사회진흥원의 지원을 받아 구축된 토지피복지도 항공위성 이미지 (강원 및 충청, 수도권)을 활용하여 수행된 연구입니다. 본 연구에 활용된 데이터는 AI 허브(<https://aihub.or.kr>)에서 다운로드 받으실 수 있습니다. 또한, 2022년 대한민국 정부의 재원으로 한국연구재단(NRF-2022R1A6A3A01087415)의 지원을 받아 수행되었습니다.



참고문헌

1. Vali, A., Comai, S., & Matteucci, M. (2020). Deep learning for land use and land cover classification based on hyperspectral and multispectral earth observation data: A review. *Remote Sensing*, 12(15), 2495.
2. Chen, Y., Jiang, H., Li, C., Jia, X., & Ghamisi, P. (2016). Deep feature extraction and classification of hyperspectral images based on convolutional neural networks. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 54(10), 6232-6251.
3. Yu, J. W., Yoon, Y. W., Baek, W. K., & Jung, H. S. (2021). Forest Vertical Structure Mapping Using Two-Seasonal Optic Images and LiDAR DSM Acquired from UAV Platform through Random Forest, XGBoost, and Support Vector Machine Approaches. *Remote Sensing*, 13(21), 4282.
4. Yuan, K., Zhuang, X., Schaefer, G., Feng, J., Guan, L., & Fang, H. (2021). Deep-learning-based multispectral satellite image segmentation for water body detection. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 14, 7422-7434.

소형 객체의 의미론적 분할을 위한 AI허브 객체판독 데이터셋 활용 연구

송아람¹, 한유경^{2,*}

1. 경북대학교, 융복합시스템공학부, 조교수
2. 서울과학기술대학교, 건설시스템공학과, 부교수

* 교신저자: han602@seoultech.ac.kr

의미론적 분할(semantic segmentation)은 영상의 모든 픽셀을 분류하여 클래스 별로 분할된 영상을 산출한다. 의미론적 분할은 정확도 평가가 필요한 화소기반 피복분류, 변화 탐지 등에 효과적으로 활용될 수 있기 때문에 다양한 원격탐사 분야에서 적용된다. 최근에는 딥러닝 네트워크가 영상처리 분야에서 성능이 입증되면서 의미론적 분할을 수행하기 위한 다양한 딥러닝 네트워크가 개발되고 있다.¹⁻²

원격탐사 영상에서 의미론적 분할의 대상은 건물, 도로 등 다양한 지표물을 포함한다. 특히, 컨테이너, 기차, 버스, 소형 승용차 등 소형객체의 이동은 핵활동 징후를 파악하는데 중요한 역할을 하기 때문에 소형객체에 대한 탐지와 분류는 매우 중요하다. 그러나, 소형객체는 분광 특성이 다양하고 크기가 작기 때문에 KOMSPAT 3A급 고해상도 위성영상에서도 식별이 어렵다. 고해상도 위성영상과 딥러닝을 활용하여 소형객체를 탐지하기 위한 시도로서, AI허브 객체판독 데이터셋이 구축되었으나(그림 1), 이는 바운딩박스 형태로 객체를 탐지하기 위한 데이터셋으로 의미론적 분할에 적용하기 어렵다.

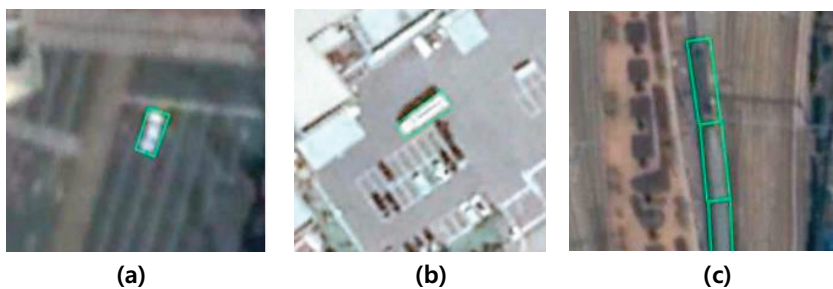


그림 1. AI 허브 객체판독 데이터셋 예시 (a) 소형 승용차, (b) 트럭, (c) 기차

본 연구에서는 소형객체의 의미론적 분할을 수행하기 위하여, AI 객체판독 데이터셋을 화소기반 데이터셋으로 변환하며, 이를 효과적으로 학습하기 위한 딥러닝 네트워크를 적용한다. 소

형 차량과 트럭, 컨테이너와 같은 객체는 객체의 실제 모양이 바운딩박스과 일치하는 경우가 많으므로, 바운딩박스를 해당 객체의 특성이 맞는 화소기반 클래스로 할당하였다. 그러나 화소기반으로 변화된 데이터셋을 Unet으로 학습한 결과, 전체 영상에 비해 소형객체의 크기가 작고, 데이터의 수가 부족한 문제 등으로 인하여 모델의 정확도 높으나, 학습이 제대로 진행되지 않는 문제가 발생하였다.

따라서 본 연구에서는 데이터 불균형을 해소하기 위한 방법으로써, 원본 영상을 Crop하여 void label을 제거하는 방법과 semantic segmentation network의 loss function을 수정하여 소형객체의 학습에 가중치를 두는 방법을 적용하였다(그림 2). 실험 결과, Unet과 원본 데이터셋을 학습할 때 보다 본 연구에서 제시한 방법을 통해 학습한 경우, 소형객체의 의미론적 분할을 효과적으로 수행하였다(그림 3). 본 연구를 통하여 딥러닝 네트워크를 사용하여 소형 객체의 의미론적 분할을 수행할 때의 고려사항 및 적용 방안 등을 제시할 예정이다.

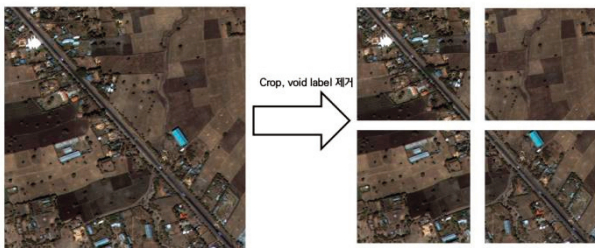


그림 2. 데이터 Crop 및 Void label제거

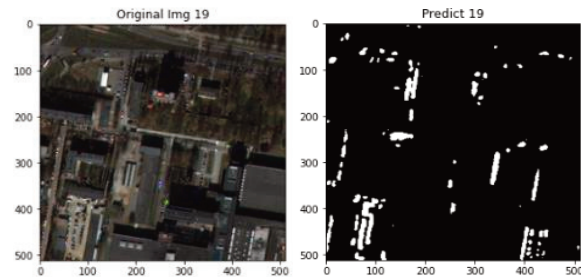


그림 3. 소형객체 영상 및 의미론적 분할 결과

사사: 본 연구는 원자력안전위원회의 재원으로 한국원자력안전재단의 원자력안전연구사업과 (No.1905009) 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다 (RS-2022-00155763).

참고문헌

1. GARCIA-GARCIA, Alberto, et al. A review on deep learning techniques applied to semantic segmentation. arXiv preprint arXiv:1704.06857, 2017.
2. HAO, Shijie; ZHOU, Yuan; GUO, Yanrong. A brief survey on semantic segmentation with deep learning. Neurocomputing, 2020, 406: 302-321.

3D Reconstruction을 위한 어노테이션 방법 연구 A Study of Annotation Method for 3D Reconstruction

이경섭¹, 임현목², 엄우학³, 서상일^{4,*}

1. ㈜올포랜드, 사업본부 사업지원그룹, 대리
2. ㈜올포랜드, 사업본부 사업지원그룹, 사원
3. ㈜올포랜드, 사업본부 사업 4그룹, 상무이사
4. ㈜올포랜드, 사업본부 사업 4그룹, 수석부장

* 교신저자: ssi760@all4land.com

최근 몇 년 동안 인공지능의 발전은 빠른 속도로 진화하고 빅데이터, 컴퓨팅, 알고리즘 등이 서로 융합되어 활발한 성과를 이루어 내고 있다.[1] 특히 CNN이 발전함에 따라 2D 인식과 탐지에서 급속한 발전이 있었다.[2] 최근 저가형 스캐너의 보급으로 3D 학습용 데이터 확보가 용이해짐에 따라 3D 객체 탐지와 세그멘테이션 응용에서 성능이 향상되고 있다.[3] 하지만, 기존의 3D 학습용 데이터에는 2D와 3D 사이의 관계를 제공하지 않고 있다.[4]

본 연구에서 2D 이미지와 3D 모델 사이의 변환 파라미터를 계산하고, 어노테이션할 수 있는 방법을 연구하였다. 이미지와 3D 모델 사이의 관계를 계산하기 위해 Abdel-Aziz와 Karara[5]가 제안한 DLT(Direct Linear Transformation) 알고리즘을 적용하였으며, 선형방정식을 통해 3D 좌표와 2D 이미지 좌표 사이의 변형파라미터를 계산하였다.

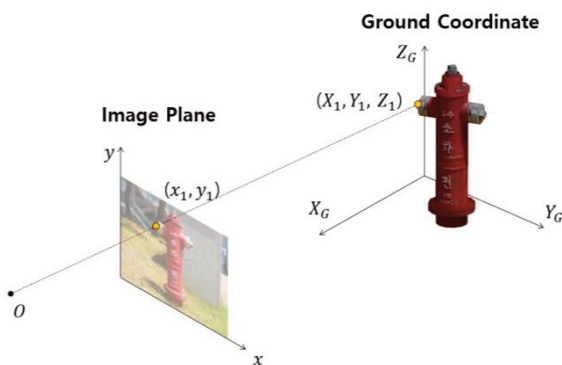


Figure 1 DLT 알고리즘 적용

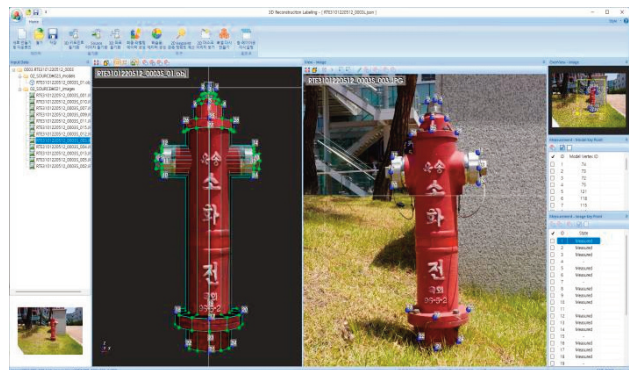


Figure 2 어노테이션 저작도구 화면

본 연구에서 제안한 어노테이션 방법은 2D와 3D에 대한 Keypoint(변곡점)가 1대1 매칭이 되도록 구성한다. 이미지에서 관측할 수 있는 지점을 3D모델과 비교하여 최외곽 점 위주로 3D Keypoint를 선정한다. 이미지에서 3D Keypoint에 해당하는 지점을 2D Keypoint로 선정한다.

기존 Keypoint는 Human pose estimation과 같이 사람의 관절부위, 얼굴 등에 사용되어 특정 지점에 대한 기준을 정의할 수 있지만, 시설물에 대한 3D Keypoint는 동일 시설물이어도 형상이 다른 경우가 있어 특정지점을 선정하는 기준이 없다. 이러한 문제로 Figure 3과 같이 Keypoint 영역검사를 통해 3D Keypoint 선정 오류를 최소화 하였다. 3D Reconstruction 모델에 적용 가능하도록 3D모델 데이터의 정규화를 수행하여 3D모델의 스케일을 조정하고, 어노테이션 데이터, 마스크 이미지와 복셀 데이터로 학습데이터셋을 구축한다.

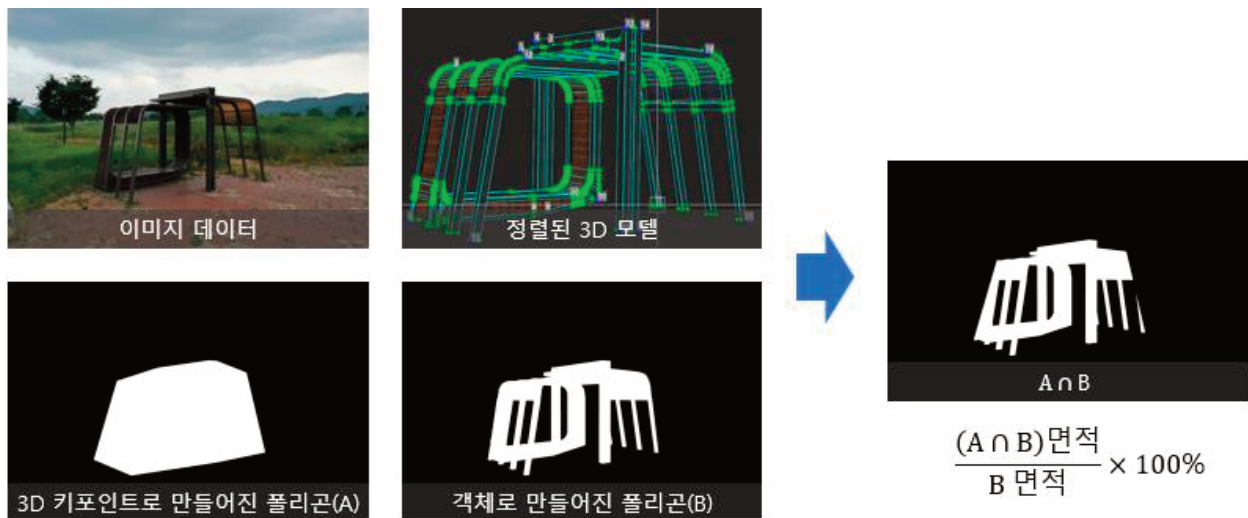


Figure 3 3D Keypoint 영역검사 프로세스

본 연구를 통해 추후 3D데이터의 인공지능 학습 분야 발전에 기여할 것으로 예상된다.

사사: 본 연구는 NIA 한국지능정보사회진흥원 인공지능 구축 사업 1차 (1-020. 사회간접자본 3D 데이터)의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. 최근 인공지능 개발 트렌드와 미래의 진화 방향(2017) LG경영연구원.
2. Gkioxari, G., Malik, J. and Johnson, J. (2020) Mesh R-CNN, arXiv.org.
3. Lee, S.W. et al. (2018) Recent R&D trends for 3D Deep Learning, ETRI Journal. Electronics and Telecommunications Research Institute.
4. Xingyuansun et al. (2018) Pix3d: Dataset and methods for single-image 3D shape modeling
5. Abdel-Aziz, Y.I., Karara, H.M. and Hauck, M. (2015) Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing.

대용량 3D 공간자료 변환 도구 및 개략 검증 기법

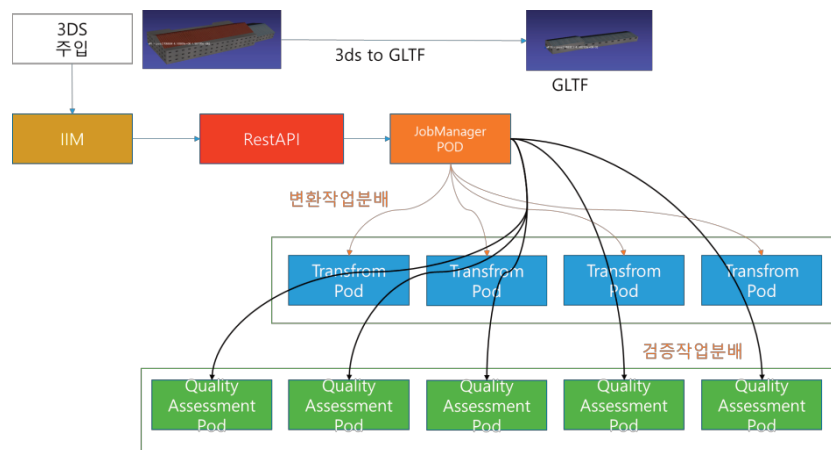
장충수¹, 김용민², 최선용³, 성현승⁴, 고진우^{4,*}

1. 국방과학연구소, 국방인공지능센터, 연구원
2. 국방과학연구소, 국방인공지능센터, 연구원
3. 국방과학연구소, 국방인공지능센터, 연구원
4. 국방과학연구소, 국방인공지능센터, 연구원
5. 국방과학연구소, 국방인공지능센터, 연구원

* 교신저자: ccs0302@gmail.com

3D 공간자료인 3DS 파일을 웹(WEB)에서 서비스하기 위해서는 3DS 파일을 웹에서 도시 가능한 형태인 GLTF 등으로 변환을 해 한다. GLTF는 GL Transmission Format의 줄임말로, 3D 기하정보, 텍스처, 커브 등의 3D 그래픽 자산을 포함한, JSON형태의 통합 관리 포맷이다.

본 논문은 다중 소스로부터 대량의 3DS파일이 유통시, 이를 웹에서 빠르게 서비스할 수 있도록 변환해주는 대용량 3차원 영상 서비스 지원 아키텍처를 제시한다. 또한 변환된 3차원 자료의 품질을 빠르게 확인할 수 있는 개략 검증 방법론을 제안하고자 한다.





사사: 이 논문은 2022년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방과학연구소의 지원을 받아 수행된 연구임

참고문헌

1. Maks Ovsjanikov, Mirela Ben-Chen, Justin Solomon, Adrian Butscher, Leonidas Guibas, Functional Maps: a flexible representation of maps between shapes. , ACM Transactions on Graphics, 2012

물리 정보 기반 인공지능망 기법을 사용한 탄성파 자료 합성

최우창¹, 편석준^{2,*}

1. 인하대학교, 에너지자원공학과, 박사과정
2. 인하대학교, 에너지자원공학과, 교수

* 교신저자: pyunsj@inha.ac.kr

탄성파 탐사 각 분야에서 심층신경망 기반의 기술들이 도입되고 있다. 심층신경망 기반의 기술들은 높은 효율성과 성능을 보여주지만, 입력 자료로부터 결론이 도출되는 과정을 인간이 파악하고 통제하기 힘들다는 문제점이 존재한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 설명 가능한 인공지능(Explainable Artificial Intelligence, XAI), 물리 정보 기반 인공지능망(Physics-Informed Neural Network, PINN) 등의 기법들이 연구되고 있다. 이 중 물리 정보 기반 인공지능망은 인공지능망이 도출하는 결과가 물리 현상을 묘사하는 편미분 방정식을 만족하도록 유도하는 기법으로, 주로 정문제를 풀어 자료를 모델링하기 위한 네트워크의 훈련에 사용되고 있다[1]. 이 연구에서는 탄성파 탐사 분야의 핵심 기술이라고 할 수 있는 탄성파 자료 모델링을 수행하기 위한 물리 정보 기반 인공지능망 기술을 소개한다.

기존 인공지능망 기법과 물리 정보 기반 인공지능망 기법의 가장 큰 차이는 손실 함수이다. 식 (1)은 인공지능망에서 가장 많이 사용되는 형태의 손실 함수이다.

$$J_u = \frac{1}{N_u} \sum_{i=1}^{N_u} \{u(t_i, x_i) - u_i^{obs}\}^2 \quad (1)$$

여기서 J_u 는 손실 함수, N_u 는 자료의 수, t 는 시간, x 는 위치 좌표이며, u 와 u^{obs} 는 각각 인공지능망이 계산한 파동장과 실제 파동장의 값이다. 인공지능망은 이러한 손실 함수를 최소화하도록 가중치의 값을 갱신하게 된다. 물리 정보 기반 인공지능망은 편미분 방정식을 변형한 손실함수를 추가로 사용한다. 식 (2)는 1차원 음향 파동 방정식이다.

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = f \quad (2)$$

여기서 v 는 매질의 속도이며, f 는 송신 파형이다. 여기서 송신 파형 함수를 무시하면, 우변이 0이 되어 이를 새로운 손실 함수로 사용할 수 있다.

$$J_p = \frac{1}{N_p} \sum_{i=1}^{N_p} \left\{ \frac{\partial^2 u(x_i, t_i)}{\partial x_i^2} - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 u(x_i, t_i)}{\partial t_i^2} \right\}^2 \quad (3)$$

여기서 J_p 는 물리 정보 손실 함수이고, N_p 는 손실 함수를 계산하기 위한 자료의 수이다. 물리 정보 기반 인공지능망의 손실함수는 식 (1)과 (3)을 더한 형태가 사용된다.

$$J = J_u + kJ_p \quad (4)$$

여기서 k 는 임의의 실수로 두 손실 함수 간의 스케일을 맞추기 위한 환산계수이다. 이 값은 신경망의 수렴에 중요한 역할을 하며, 경험적으로 정해진다.

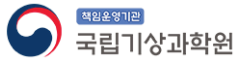
물리 정보 기반 인공지능망은 특히 수렴성이 좋지 않다고 알려져 있다. 특히 파동방정식과 같은 2차 편미분을 수행하는 경우 활성화 함수 사용에도 제한이 있다. 먼저 수렴이 잘 되고, 계산이 빠르다고 알려져 있는 ReLU 활성화 함수의 경우 2차 미분 시 값이 0이 되기 때문에 사용할 수 없다. 2차 미분을 사용할 수 있는 대표적인 활성화 함수인 tanh 함수와 softplus 함수들은 수렴성이 매우 떨어지는 문제가 있다[2]. Sitzmann et al. 은 주기 함수인 사인(sine) 함수가 파동방정식을 모사하는 형태의 인공지능망에서 기존 활성화 함수들보다 높은 성능을 보인다는 것을 밝혔다[3]. 또한 Moseley et al. 은 시간 영역 유한 차분법을 수행하는 것과 유사한 형태의 커리큘럼 학습(curriculum learning)을 적용해 네트워크의 수렴성을 향상시켰다[4].

이러한 연구 결과들을 바탕으로, 이 연구에서는 물리 정보 기반 인공지능망 기술을 사용해 간단한 속도 모형에서의 파동장을 구하였다. 구해진 파동장은 시간 영역 유한 차분법을 사용한 모델링 결과와 비교하여 평가하였다. 유한 차분법과 비교해 우수한 성능을 보이지는 못하지만, 인공지능 네트워크 구조 수정 및 최적화 과정에서 수렴성을 개선하는 등의 추가 연구를 통해 보완할 수 있을 것으로 기대한다. 또한 유한 차분법과는 다르게 전체 파동장을 계산하지 않고, 원하는 지점에서의 값만을 얻을 수 있다는 장점이 있다.

사사: 이 논문은 2022년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(20226A10100030, 고성능 해양 CO2 모니터링 기술개발)

참고문헌

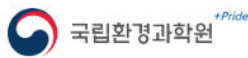
1. Raissi, M., Perdikaris, P., and Karniadakis, G. E. Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equation. 2019. *Journal of Computational Physics*.
2. Jagtap, A. D., Kawaguchi, K., and Karniadakis, G. E. Adaptive activation functions accelerate convergence in deep and physics-informed neural networks. 2020. *Journal of Computational Physics*.
3. Sitzmann, V., Martel, J., Bergman, A., Lindell, D., and Wetzstein, G. Implicit neural representations with periodic activation functions. 2020.
4. Moseley, B., Markham, A. and Nissen-Meyer, T. Solving the wave equation with physics-informed Deep Learning. 2020. Arxiv.



국립기상과학원 National Institute of Meteorological Research
(63568) 제주특별자치도 서귀포시 서호북로 33
Tel: 064-780-6500 / Fax: 064-738-9071



국립생태원 National Institute of Ecology
(33657) 충남 서천군 마서면 금강로 1210
Tel: 041-950-5300



국립환경과학원 National Institute of Environmental Research
(22689) 인천 서구 환경로 42(종합환경연구단지)
Tel: 032-560-7114



국방과학연구소 Agency for Defense Development
(34186) 대전광역시 유성구 유성우체국 사서함35호
Tel: 042-822-4271 / Email: webmaster@add.re.kr



극지연구소 Korea Polar Research Institute
(21990) 인천광역시 연수구 송도미래로 24 (송도동 213-3)
Tel: 032-770-8400 / Fax: 032-770-8709



한국수자원공사 Korea Water Resources Corporation
(34350) 대전광역시 대덕구 신탄진로 200
Tel: 042-629-3114



한국지질자원연구원 Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources
(34132) 대전광역시 유성구 과학로 124
Tel: 042-868-3114 / Fax: 042-868-3411



한국항공우주연구원 Korea Aerospace Research Institute
(34133) 대전광역시 유성구 과학로 169-84
Tel: 042-860-2114 / Fax: 042-860-2004



한국해양과학기술원 Korea Institute of Ocean Science and Technology
(49111) 부산광역시 영도구 해양로 385 (동삼동 1166)
Tel: 051-664-3000 / Fax: 051-405-9330 / Email: kiost@kiost.ac.kr



한국환경연구원 Korea Environment Institute
(30147) 세종시 시청대로 370 세종국책연구단지 B동 (과학.인프라동) 8-11층
Tel: 044-415-7777 / Fax: 044-415-7799 / Email: webmaster@kei.re.kr



한국지능정보사회진흥원 National Information Society Agency
(41068) 대구광역시 동구 첨단로 53
Tel: 053-230-1114

AI 데이터, 만들고 함께 나누Geo!

완벽한 인공지능기술을 위하여
고품질 GeoAI 데이터를 공유하고 활용합니다.



위성·항공 영상과
머신 러닝 및 딥러닝 기법을 통한
산림구조 분류 연구 수행

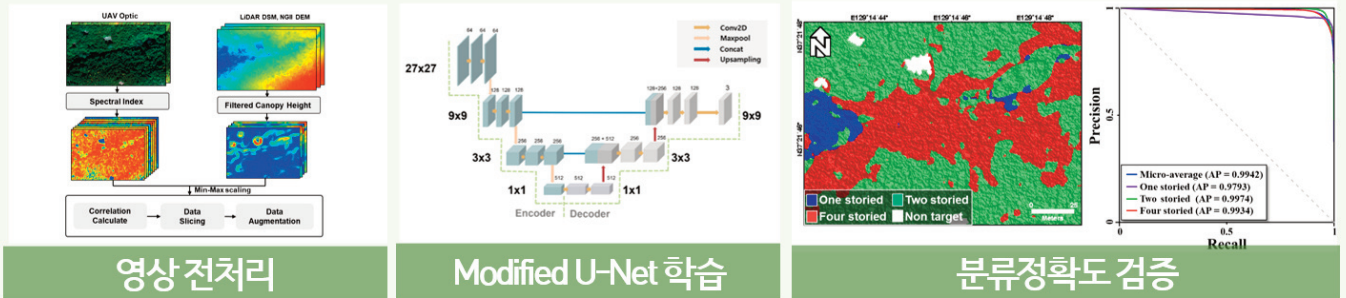


기대 효과

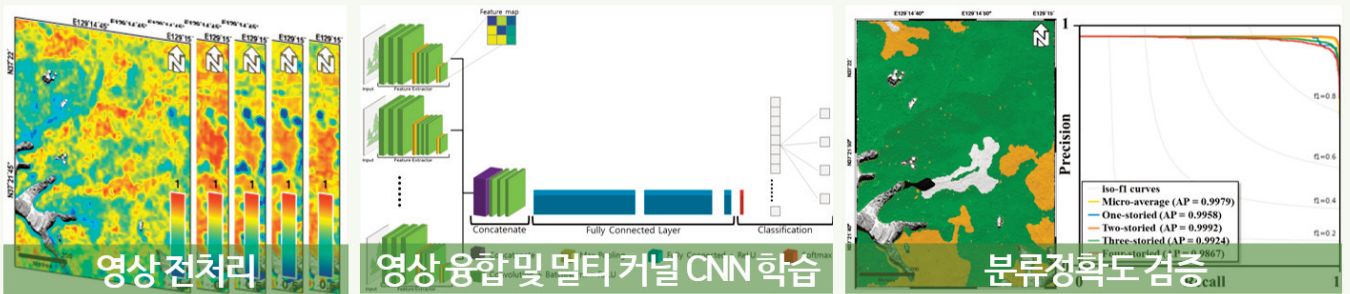
- 광활한 산림지대에 대해 효율적인 산림 구조 분류 솔루션 제공
- 수목 수직 구조 및 수종 파악을 통한 식생의 활력도와 다양성 파악

연구성과

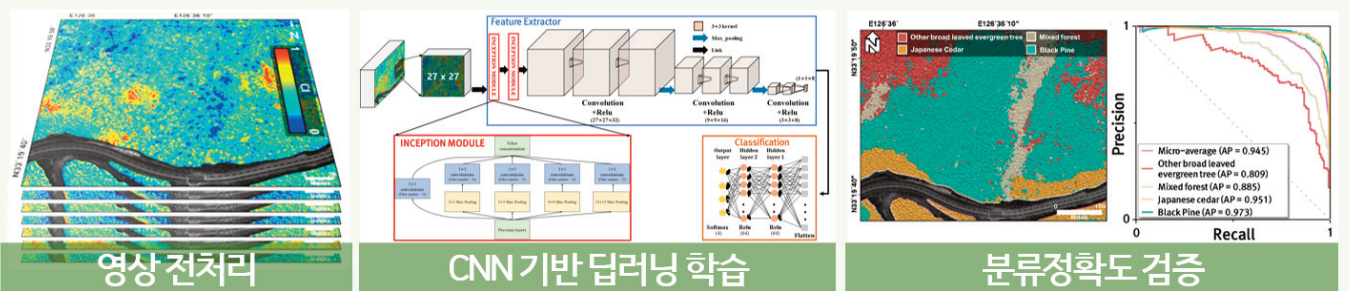
- Multi-season 영상 및 U-Net 변형을 통한 수목 수직 구조 매핑 연구



- 위성·UAV 영상의 융합을 통한 수목 수직 구조 매핑 연구



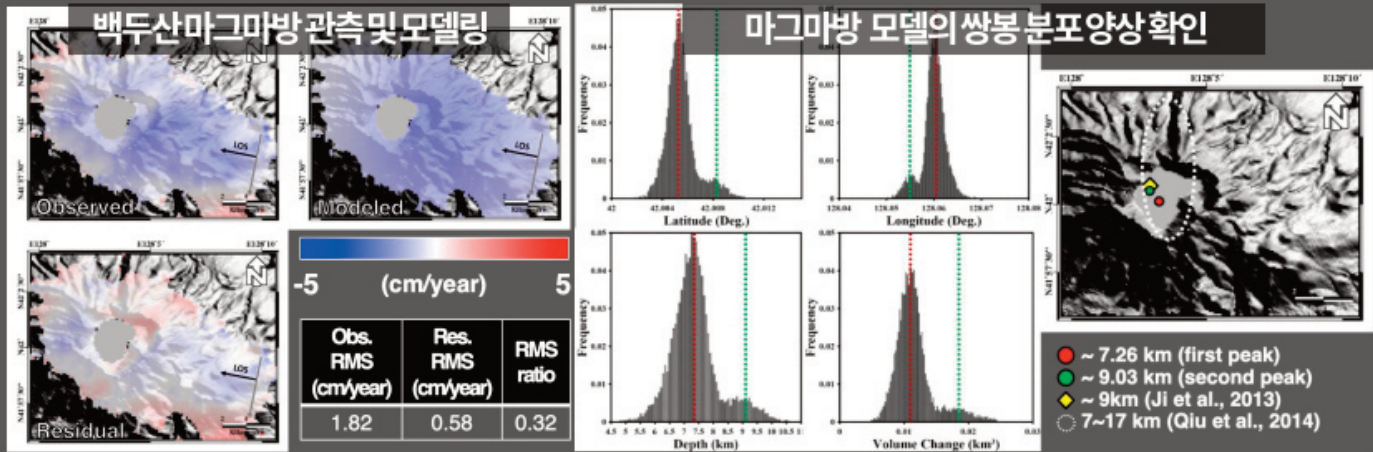
- 변형된 CNN기반의 딥러닝 모델을 활용한 산림 수종 매핑 연구



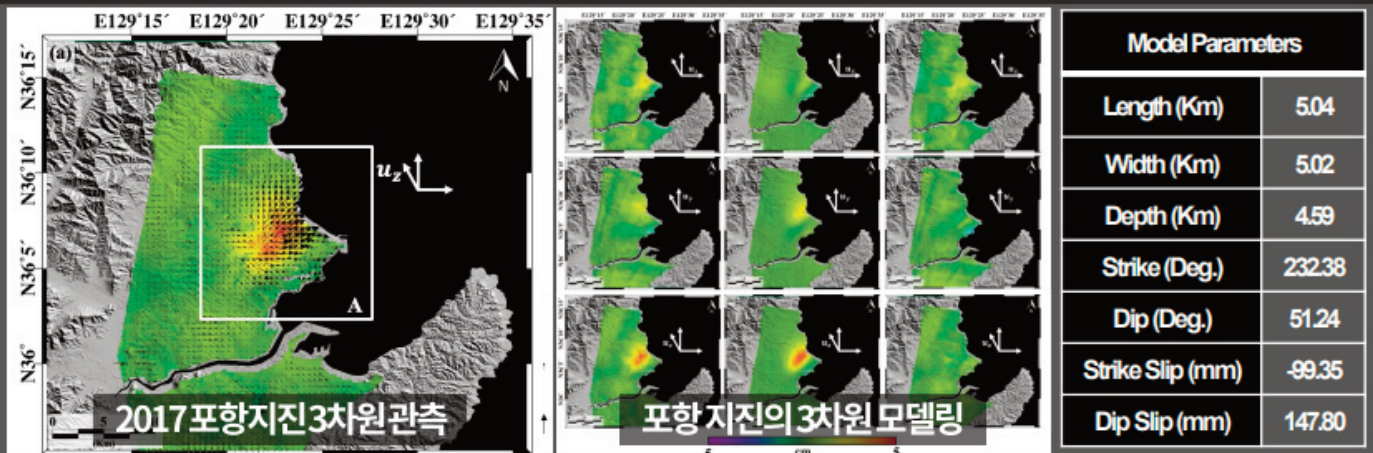
위성레이더 데이터를 이용한 지질재해 관측 및 변위 요인 추정

- 위성레이더 기반 다중시기 관측 기법 및 3차원 관측 기법을 활용한 지질재해에 의한 지표변위 정밀 관측 및 피해 영역 산정
- 지표변위 모델링을 통하여 지구 내부 지질재해 요인의 과학적 해석 도출

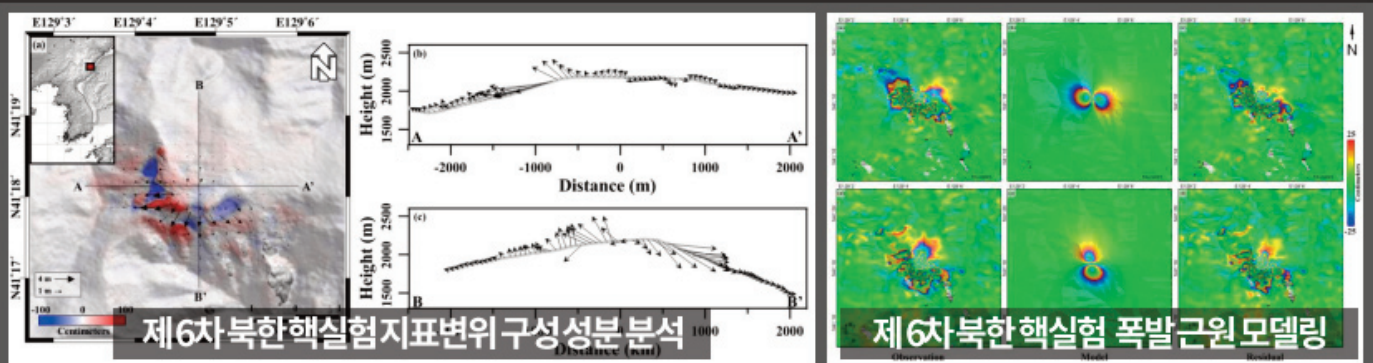
• 다중시기 관측 기법을 활용한 백두산 마그마방 모델링



• 3차원 지표변위 관측 기법을 활용한 2017 포항 지진의 단층 구조 모델링



• 3차원 지표변위 관측 기법을 활용한 제6차 북한 핵실험의 폭발 근원 모델링



“지오빅데이터 오픈플랫폼”

데이터 기반 연구협력 생태계 조성 및 지질자원분야 오픈사이언스 선도



소개

국민 누구나 쉽게 활용할 수 있도록 신뢰성 높은 지질자원 정보를 제공하는 글로벌 K-지오사이언스 데이터 허브

목적

- 국가 사회 현안 대응을 위한 양질의 지질자원 연구데이터 제공
- 연구자가 보유한 연구데이터를 등록하고 공유·활용하여 지질자원 분야 오픈 사이언스 생태계 선도



기대효과

- 국민안전
 - 국토개발
 - 자원개발
 - 지구환경
- 국가 차원의 지질자원 연구데이터 관리, 보존체계 구축을 통한 연구데이터 자산화
- 공유·활용 체계 구축을 통한 데이터 활용 연구생태계 조성 및 데이터 기반 R&D 촉진
- 국토균형개발, 국민안전, 생활문제 등 국가 사회 현안 대응
- 데이터 기반 AI, IoT 등 ICT기술과의 융·복합을 통해 신산업 창출과 신기술 개발
- 수요자 중심 지질자원 정보 지능화로 맞춤형 정보 제공

GDR 연구데이터 리포지터리 (연구데이터 관리 및 보존)

실험/관측 데이터

Raw Data

보고서

이미지/동영상 데이터

Processed Data

논문

주요 정보서비스

데이터셋 검색

국토지질, 광물자원, 석유에너지, 지질환경

조사·탐사, 시료·분석, 지도(주제도), 보고서, 논문, 논문데이터

활용갤러리

My데이터

데이터셋 등록

논문데이터 등록

자료요청

활용갤러리

OpenAPI 신청

OpenAPI

지질주제도 OpenAPI (WMS)

데이터셋 검색/조회 OpenAPI

데이터 파일 다운로드 OpenAPI

플랫폼 소개

이용안내 | 공지사항

주제별 정보서비스

국토지질정보

해저지질정보

지질환경정보

환경지질연구정보

광물자원통계정보

지진연구정보

지질자원주제도 통합검색 서비스

베이스맵 OpenAPI 연계

VWORLD

OpenStreetMap

Bing maps

terria

CESIUM

CesiumJS 기반 지질주제도 3D 가시화

사용자

연구기관
공공기관
산업체

학생
일반인

QGIS WMS API 활용

시스템 연계

data·n
국가연구데이터플랫폼

doi 한국DOI센터
DOI등록관리시스템

인공지능 학습용 데이터 구축 지원사업

인공지능 적용 지중저장적지 탐사

AI Data Sets 구축



원천 데이터 라벨링 데이터

AI 응용서비스 개발



저작도구 개발 학습된 네트워크 개발

공공기관

활용

- 인공지능 지질 단면도 예측을 통한 온실가스 지중저장성 적지 탐사 지원으로 기간 단축 및 즉시 활용
- 인공지능 관련 프로젝트의 효과적인 추진 지원 및 방향성 제시
- 일관된 자료제작 프로세스로 균일하고 신뢰성 있는 예측값 제시

민간업계 신사업 창출

- 고품질, 양질의 AI 학습용 데이터 활용·자생적 구축·증식·확산 지원
- 민간기업이 자생적으로 데이터를 구축할 수 있는 저작도구 및 활용 가이드 제공



AI 데이터 구축



AI 저작도구



AI 응용서비스

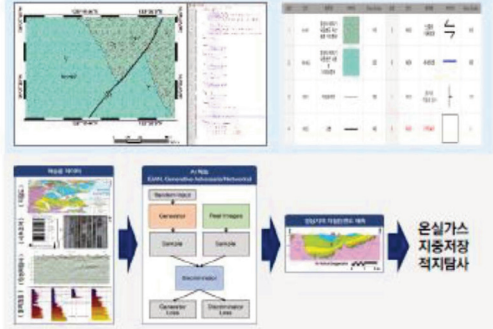
과제개요

지질도 이미지

지질사추 이미지

지구 물리탐사 이미지

지질 단면도 이미지



온실가스 지중저장 적지 탐사



환경 빅데이터 플랫폼: 지질/지형 센터

추진 목적 빅데이터 플랫폼 구축으로 환경 데이터 축적, 유통을 통한 데이터 시장 활성화
데이터 기반 환경 비즈니스 육성 및 새로운 일자리 창출로 사회적 가치 실현

www.bigdata-environment.kr

데이터 수집/저장 → 데이터 표준화/품질관리 → 데이터 융합/가공

데이터 유통/거래 → 데이터생태계 조성



분야별 전문 기업 협업



환경분야 고품질 데이터



데이터 분석 가공 체계 구축



데이터 혁신 서비스 제공



데이터 유통 거래가격 산정



민간 신규 비즈니스 창출



지질도



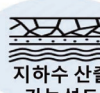
지형/수문 분석도



위성영상분석도



동식물 서식지 분포 가능성도



지하수 산출 가능성도



산사태/지반침하 가능성도



광산물 통계

“스마트한 공간정보 획득으로 국민의 삶을 풍요롭게”

SY (주) 선영종합엔지니어링

“하늘에서 바다 속까지! 공간빅데이터를 구축하는 기업”

- 2020년 : 농업 AI 데이터 「드론 농경작지 촬영 영상」 구축
- 2022년 : 환경 AI 데이터 「상수원-취수원 통합 수질 및 녹조 데이터」 구축 중
- 2022년 : 농업 AI 데이터 「노지작물 [배추 등] 작황 데이터」 구축 중
- 2022~2026년 : 「해양공간 디지털트윈 적용 및 활용 기술개발」 수행 중



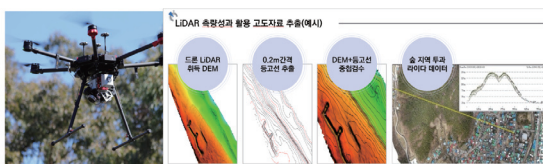
- 육상·해양 공간정보 구축 전문 기업 (1989년 설립)
- 고정밀 공간정보 데이터 취득을 위한 다양한 최신 장비 보유
- GeoAI 데이터 전문

[GeoAI 학습데이터 수집 장비]

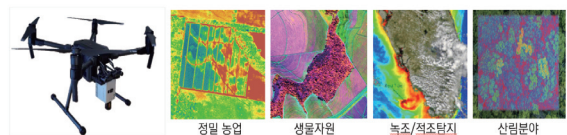
■ MMS (Mobile Mapping System)



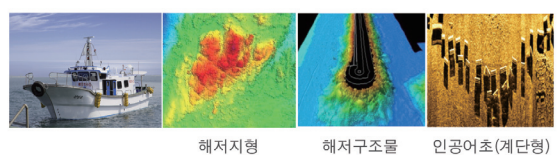
■ 드론 라이다 (LiDAR)



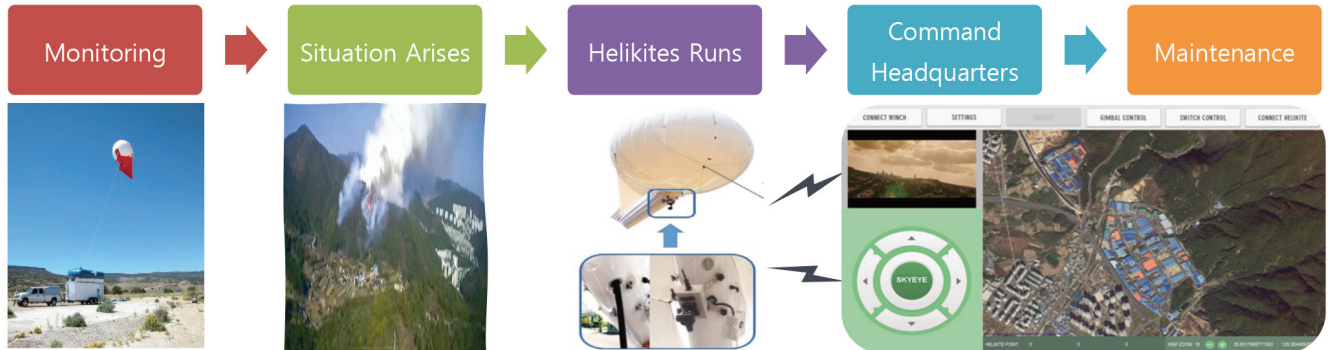
■ 드론 초분광 카메라 (Hyper Spectral Imaging)



■ 해양 조사선 및 멀티빔 (Multi-beam Echo Sounder)



헬리카이트를 이용한 스마트 무인 항공 모니터링 플랫폼(저고도 원격탐사)



애드벌룬과 연의 장점을 극대화한 스마트 항공 모니터링 시스템

해수욕장 안전선 이탈 감시 및 경고 시스템(주야간)



멸종위기 상괘이 이동경로 추적 모니터링 시스템



해양침적쓰레기 수중영상 및 소나 이미지 AI 학습용 DATA 구축

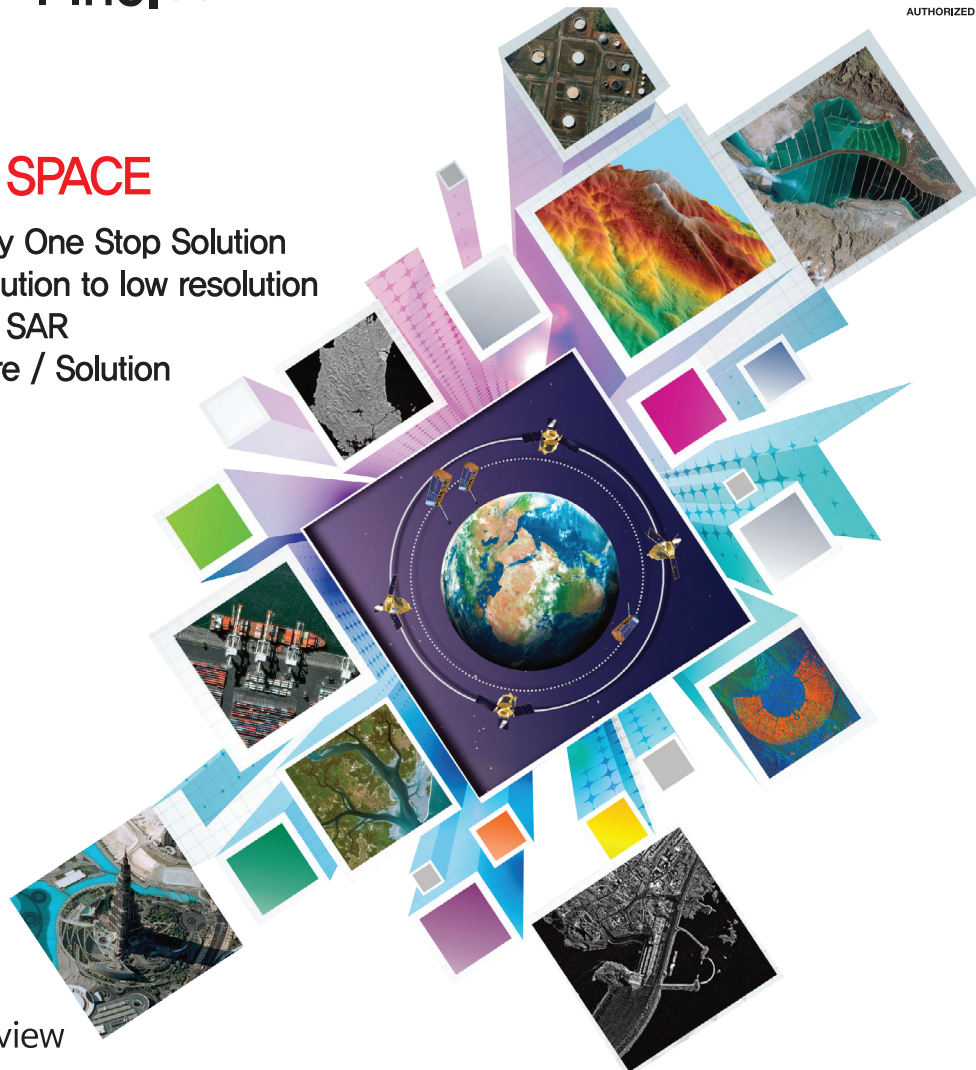


(주)해양기술ENG는 바다에서의 오랜 경험과 신뢰를 바탕으로 다양한 분야에서 축적된 기술력으로 해양수산 AI 데이터 수집 및 시스템 구축을 전문적으로 하는 기업입니다.



AIRBUS DEFENCE & SPACE

- ▶ Satellite Imagery One Stop Solution
- ▶ From high resolution to low resolution
- ▶ From Optical to SAR
- ▶ Related Software / Solution



Company Overview

GeoSat-I(GSI) is providing various kind of satellite images, image processing, application and GIS & RS solution in Korean market as specialized in GIS & RS. As a reseller of AIRBUS DEFENCE & SPACE in Korea, GSI provides not only satellite imagery (Pleiades, TerraSAR-X & SPOT) but also Street Factory (Automatic 3D model creating S/W) to Korean market. Also GSI continues partnerships with state-of-the-art technology companies in all over the world to ensure providing the highest quality products.

Business Field

1. Imagery Business

- One Stop Solution for satellite imagery
From high to low resolution, from optical to SAR imagery.
- Optical Imagery | Pleiades, SPOT, TripleSat, KazEOSat-1
 - SAR Imagery | TerraSAR-X, TanDEM-X, ALOS

2. S/W

- Pixel Factory
- Street Factory
- Sky Factory

3. GIS & RS Solution

- Image processing & Application development
- Mapping DB
- 3D GIS business (3D modeling & 3D solution)
- U-City business
- GIS & RS S/W



WorldDEM™
Reaching New Heights

GEOSTORY Everything About Mobility Maps

(주)지오스토리

공간정보 업계를 선도하는 젊은 기업으로서 하늘, 땅, 바다를 포함한 우리의 삶 속 공간상의 모든 정보를 구축하여 삶의 질을 높이기 위해 노력하는 회사입니다.

대표장비



항공기 3대

King Air C90B,
Cessna T206H,
Cessna 208 Caravan



MMS장비 3대

Lynx V200, Pegasus II,
II Ultimate



최신 고사양 장비

TerrainMapper, DMCIII,
RTC360, Backpack 등



특화기술



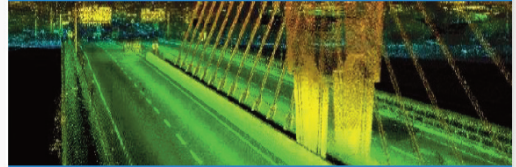
✓ Digital Twin



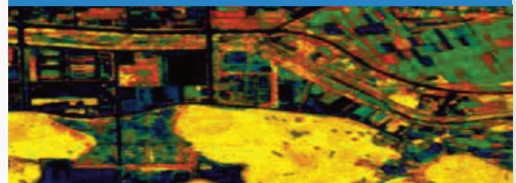
✓ 항공수심측량



✓ Mobility Map



✓ 하이퍼스펙트럴



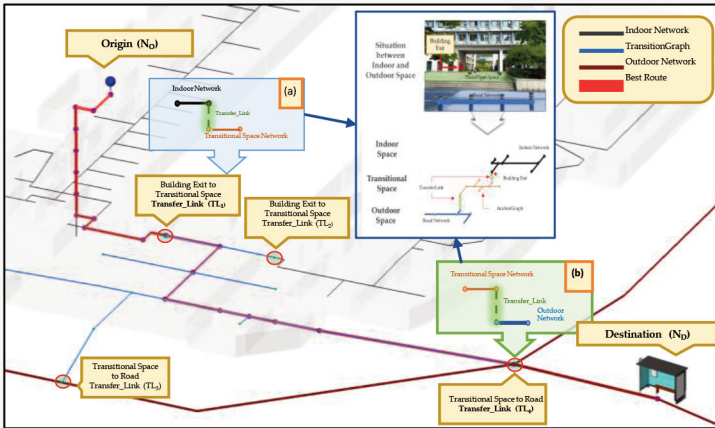
<주요연구>

- 국제표준 OGC IndoorGML 1.0 개발
- 실내외 연계 네비게이션 개발
- 딥러닝을 활용한 실내 토폴로지 데이터 생성
- 머신러닝을 사용한 지오코딩 방안 연구

3D GIS LAB

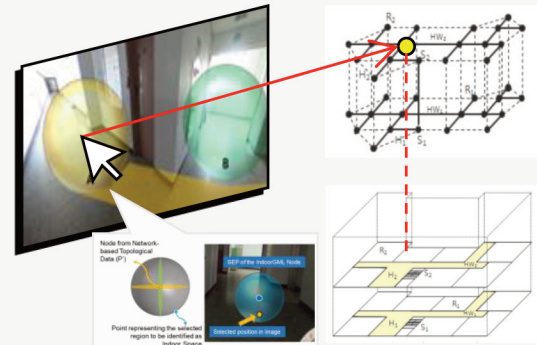
서울시립대학교 공간정보공학과

Transitional Space 기반 실내외 연계 기술



▲ Transitional Space를 통한 실내외 네트워크 연계

전방위영상 및 IndoorGML 데이터 연계



▲ 전방위영상 클릭 시 IndoorGML에서 해당 지점이 선택

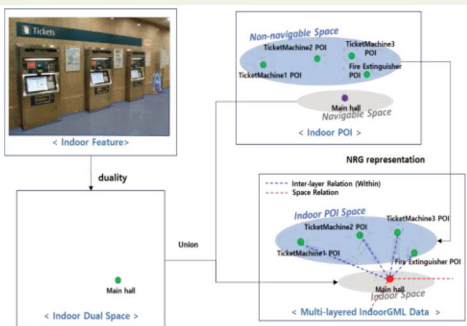
실내외
공간데이터
연계 기술 개발

전방위영상 기반의
실내외 Seamless
서비스 기술 개발

디지털 트윈 국토
실내외 Seamless LBS 구현

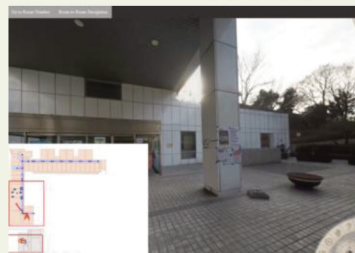


실내공간 POI 데이터 모델링



▲ POI 데이터와 IndoorGML 연결

실내외 네비게이션을 위한 연결공간 기반 실내외 공간 네트워크 데이터 연계시스템 및 방법 (특허 출원, 제 10-2389271호)



▲ 전방위영상 활용 네비게이션



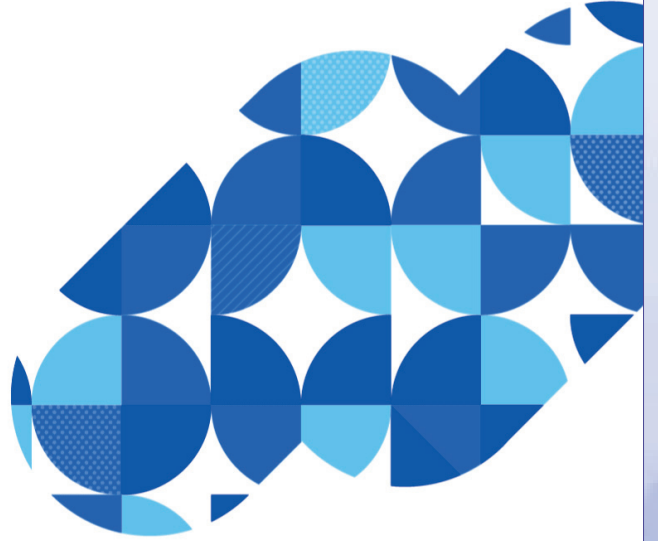
▲ 특허 제 10-2389271호

네이버시스템은 더욱 크고 높게 비상하여 다가올 내일을
한걸음 더 내다봅니다

내일을 만드는 이웃

Neighbor System

네이버시스템은 4차 산업 기술 중심의
'BIG 플랫폼'으로 다양한 산업 분야와 보이지 않는 사회
곳곳에서 고객의 목표를 실현하고 다가올 내일을 오늘로 실현합니다.



OVERVIEW

설립일 : 1998년 04월 28일

산업 : 응용소프트웨어 개발 및 공급업

기업구분 : 중소기업

대표이사 : 권태윤

직원수 : 350명

빅데이터, 사물인터넷, 공간정보를 비롯한 4차산업기술을 기반으로 융합된 BIG 플랫폼을 통해 다양한 기관과 협업하며 다양한 분야에 IT 솔루션을 제공하고 있습니다.



TRAFFIC

차세대 교통 시스템으로 미래 교통환경을 선도합니다

차세대 교통관리(C-TIS) 차량운행 관제
대중교통관리(BIS) 스마트 톨링
교통안전정보 분석 자율주행 플랫폼



URBAN

보이지 않는 도시 곳곳에서 시민 안전과 편의를 생각합니다.

Oasis 스마트시티 플랫폼 스마트 주차정보 관제
TEMS 터널 통합 관제 스마트 미세먼지 관제
RICS 철도시설물 통합 관제 스마트 헬스케어



GIS

사-공간 정보를 기반으로 다양한 분야에서 비즈니스 통찰력을 강화합니다

측량 솔루션 웹 기반 GIS 플랫폼 (EasyMapX)
수치지도 제작 실내·외 측위/ 내비게이션



DATA

데이터를 이해하고 다루며 모든 과정 속에서 숨은 가치를 발견합니다

IT·IoT 운영 관제 /데이터 분석(ITOA + AI)
실시간 빅데이터 보안 관제(SIEM + AI)
DataZoo 빅데이터관리

AI 기반의 분석을 통한 실시간 영상 처리

솔루션 명 : Visumy, Smart live
적용 사례 : 고속도로/ 국도 CCTV 영상처리시스템, 민간기업 영상기반관제시스템



AI

AI 기반 영상탐지 모델 및 데이터 구축

위성영상과 머신러닝을 활용한 산림변화 정밀 분석 기술 개발 토지 피복지도 데이터 구축(경상, 전라, 제주)
산림수종 및 토지 피복지도 데이터 구축(수도권, 강원충청) 식생 탄소 포집량 식별 데이터 구축(수도권)

AI 기반 정보유출 이상징후 탐지 및 시나리오 기반 대응

솔루션 명 : Security Works 4.5 (시큐리티웍스)
적용 사례 : NH농협은행/ 신한카드/ 미래에셋생명/ LG디스플레이/ LG전자/ 아모레퍼시픽/ KT&G/ CJ 외 다수

GeoAI 전문 솔루션 기업

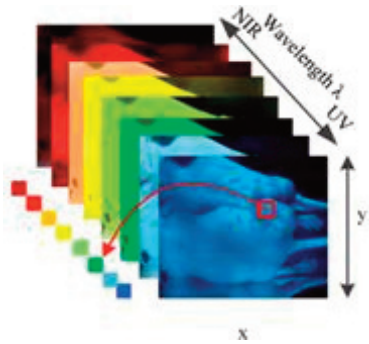
(주)마인드포지는 인공지능 기술과 고성능 컴퓨팅 자원을 바탕으로
영상을 빠르고 정확하게 분석하는 GeoAI 솔루션을 전문으로 개발합니다.

항공 드론 영상 AI 분석 위성

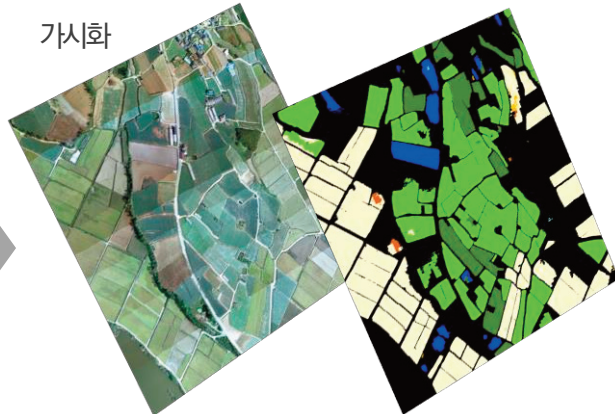


분석 정확도
95%

초분광 영상 AI 분석

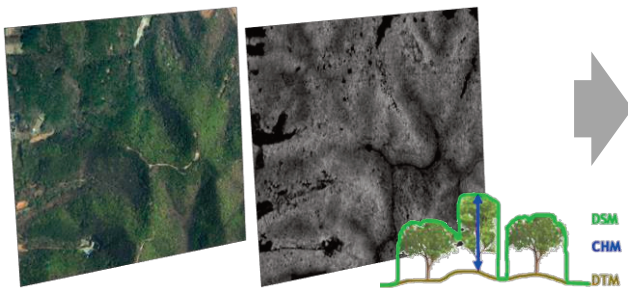


가시화

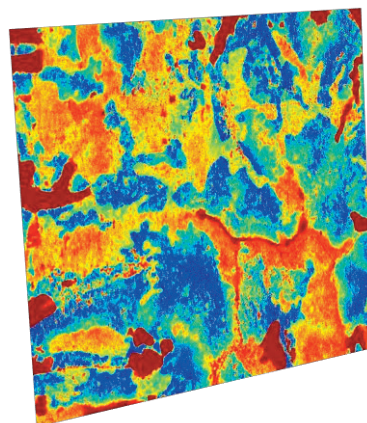


영상 AI 분석

식생 탄소 AI 분석



임분고 영상



예측 정확도
(상관도 0.80)

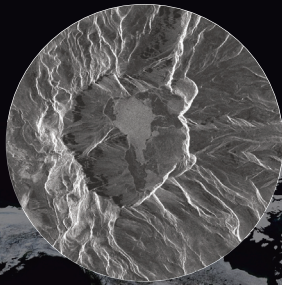


LSAR

Laboratory of
Satellite And Remote sensing



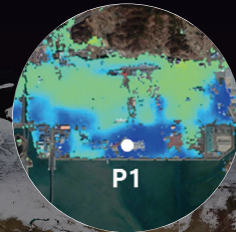
| 각종 인공위성 영상 자료 처리 기술 연구
| 인공지능 딥러닝 기술 연구



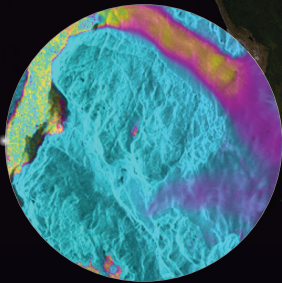
[영상 분류]



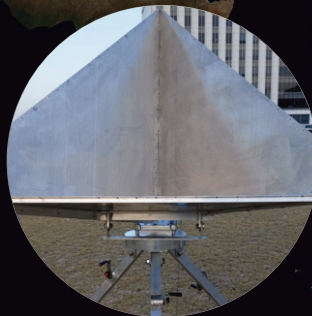
[인공지능 객체 분류]



[정밀 지표 변위 연구]



[빙권 변화 연구]



[Corner reflector]



[지상레이더 관측 연구]



부산대학교
PUSAN NATIONAL UNIVERSITY

부산광역시 금정구 부산대학로 63 번길 2 (장전동), 지구관 212호 원격탐사 연구실
Tel: 051.510.3462 Mail: geoshong@pusan.ac.kr



AI 양재 허브 홈페이지 바로가기



글로벌 AI 도시 서울,
AI 양재 허브에서 시작됩니다.

AI 양재 허브는 서울시 산하의
인공지능 특화 지원 기관입니다.

- 1 AI 전문인재를 위한 교육
- 2 AI 기술기반 기업을 위한 입주 공간 및 사무 인프라 제공
- 3 자율적 AI 연구를 할 수 있는 커뮤니티 운영 등

AI 관련 인력/전문가들이 소통하고 교류하는 환경을 제공하고 있습니다.

AI 양재 허브 위치

한국교총

서울시 서초구 태봉로 114 1·5·6·8층

교육센터

서울시 서초구 태봉로 108

희경빌딩

서울시 서초구 매향로 8길 47 희경재단
B·C·D·E·F동

하이브랜드

서울 서초구 매향로 16
12·13·14층

전화번호 | 02.2135.6818 홈페이지 | ai-yangjae.kr



에스아이에이는 인공지능 기술을 통해 지구 관측의 자동화 및 분석의 융합을 이끌고 있습니다.
 위성 영상으로 지구를 관측하며 인류에 가치를 제공하는 비전을 바탕으로 GEOINT Solution을 주도합니다.

다중센서 객체 탐지

기상 데이터 생성 및 활용

농업/기상/재난 피해 분석

영상초해상화

세계 무대에서 빛나는 AI 연구성과

학계 우수 성과 발표 (최근 3년 내역)

- 2023 [WACV] Self-Pair: Synthesizing Changes from Single Source for Object Change Detection in Remote Sensing Imagery
- 2021 [GRSL] Contrastive Multiview Coding with Electro-optics for SAR Semantic Segmentation
- 2019 [RSE] A convolutional neural network regression for quantifying cyanobacteria using hyperspectral imagery
- 상기 외에도 CVPR, NeurIPS, ECCV, Elsevier Information Sciences 등 우수 학회와 저널에 GeoAI를 혁신하기 위한 연구를 발표하고 있습니다.

국제 경진대회 수상 및 발표

- 2022 [CVPR] Benchmarking Multi-Target Tracking – Multi-Object Tracking Challenge 1위
- 2022 [xVIEW3] IUU Fishing (Detect Dark Vessel) 6위
- 2020 [xVIEW2] Assessing Building Damage 5위
- 2018 [ICPR] Object Detection 2위

함께할 동료를 찾고 있어요

우리는 데이터와 기술연구를 통해 새로운 인사이트를 제공합니다.
 에스아이에이의 여정에 함께할 동료를 언제나 기다리고 있습니다.



sia.recruiter.co.kr

Object Detection

Image Processing

Classification

Earth Science

AI Native
GEOINT Solution

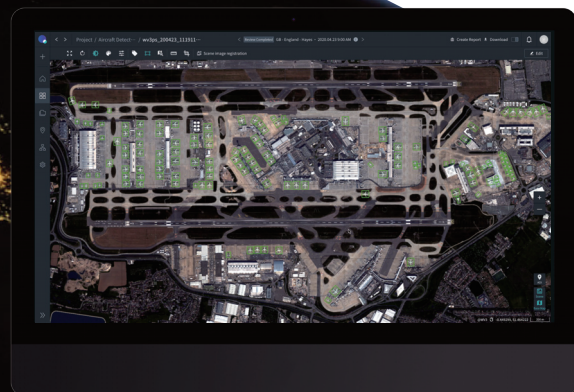
Ovision

위성영상 시분석 자동화 플랫폼

인공지능

군집초소형위성

초고해상도위성

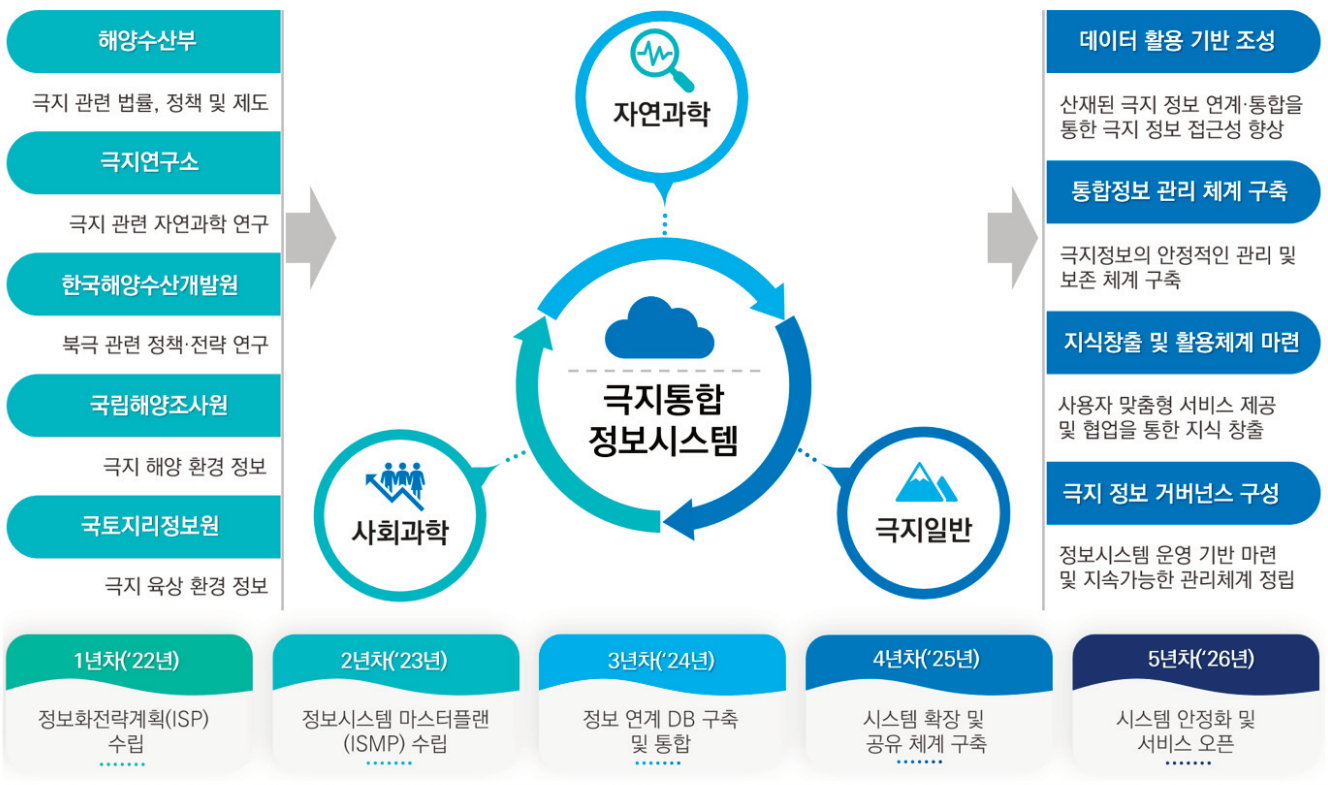


극지 정보 및 데이터의 연계·통합을 통한 새로운 가치 창출

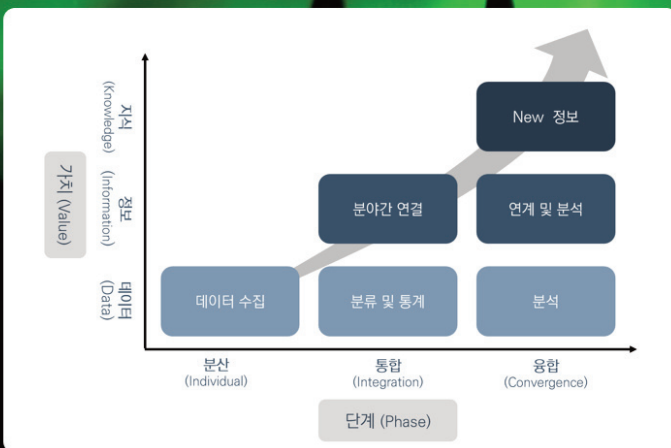
극지통합정보시스템

극지통합정보시스템은 극지와 관련한 대기, 해양, 지질, 빙하, 생물 등의 자연과학과 정책, 경제, 법학 등의 사회과학 데이터 및 정보를 체계적으로 관리하고 단일화된 서비스를 제공하기 위한 극지 관련 종합 정보 포털 시스템을 의미합니다.

극지 정보의 체계적 관리와 단일화된 서비스 제공을 통한 새로운 연구 및 지식 창출



가치와 비전



통합의 대상



데이터 기반 연구협력 생태계 조성 및 지질자원분야 오픈사이언스 선도

Geo BigData Open Platform

지오빅데이터 오픈 플랫폼

data.kigam.re.kr



지오에이아이데이터학회
GeoAI DAta Society

(02504) 서울특별시 동대문구 서울시립대로 163 전농관 110호
Web: www.gaidas.org / Tel: 02-6490-5682 / Email: geoaidata@gmail.com