



[특별세션 2]

갯벌 공간정보 변화 모니터링 II

- 드론과 인공지능을 이용한 갯벌 대형저서동물 공간정보 구축
- 시계열 광학위성과 기계학습을 이용한 갯벌 면적 주제도 제작
- 광학 위성영상을 이용한 수륙경계선 기반 한국 서해안 갯벌의 지형 변화
- 항공라이다 포인트 데이터의 지면 필터링 기반 갯골 추출 기술 연구
- 원격탐사를 활용한 공간분류 체계 개선 연구 -고양시 일원 중심으로

드론과 인공지능을 이용한 갯벌 대형저서동물 공간정보 구축

서재환^{1,*}, 김충호², 이동욱³, 김근용³, 장영재³, 주형태², 유주형³, 구분주^{1,4,#}

¹ 한국해양과학기술원 동해환경연구센터

² 한국해양과학기술원 기후대응생태연구부

³ 한국해양과학기술원 해양위성센터

⁴ 과학기술연합대학원대학교 한국해양과학기술원 스쿨 해양학과

#교신저자: bjkoo@kiost.ac.kr

인력중심의 전통적인 조사 방법에 의한 갯벌 생물 공간분포 연구는 시간과 비용의 비효율성과 정점 자료를 공간으로 확장 시 발생하는 자료의 부정확성으로 인해 정밀한 공간정보 구축에 한계를 가진다. 이를 극복하기 위해 복잡한 모델 방정식을 사용하여 불균일하게 공간화된 자료의 부정확성을 향상시키기 위한 시도가 이루어져 왔으나 실제 환경을 반영하지 못하는 문제점을 가지고 있다. 본 연구는 현재 갯벌 조사 방법의 한계를 보완하기 위해 드론을 통해 획득된 초고해상도 정사영상에서 Yolo 모델을 통해 대상종의 생물학적 특징을 훈련함으로써 단일 종과 다중 종의 서식굴 입구를 감지하는 자동화 방법을 제시하고자 한다. 본 연구의 대상종인 개불(*Urechis unicinctus*), 달랑게(*Ocypode stimpsoni*), 가재붙이(*Laomedea* sp.), 농게(*Uca arcuata*), 칠게(*Macrophthalmus japonicus*)의 서식굴 입구를 포함한 갯벌 정사영상은 2023 년 태안의 독곶리, 신두리, 마금리 갯벌에서 구축하였다. 각각의 영상에서 대상종의 서식굴 입구 학습영역은 라벨링 작성에 널리 사용되는 Labelimg 를 활용하였으며, 신경망으로는 객체인식을 위한 효율적인 기법으로 알려져 있는 YOLOv3 모델을 선택하여 5 종의 단일 객체검출과 다중 객체검출을 수행하였다. 검증 자료에 대한 단일 객체검출 정밀도와 재현율은 각각 81-96%와 79-95% 범위를 보였다. 다중 객체검출 정밀도는 가재붙이와 칠게가 각각 80%, 농게가 48%를 보였으며 재현율은 각각 72%, 57%, 70%로 정밀도는 농게가 가장 낮았으며 재현율은 칠게가 가장 낮게 나타났다. 본 연구는 드론과 인공지능 객체인식 알고리즘을 이용한 갯벌 대형저서동물 다중 객체검출을 최초로 시도한 연구로써 모델을 이용한 공간정보 구축 자료보다 높은 정확도를 보였으며 이를 활용한 갯벌 생물의 정밀한 공간정보 구축 가능성을 시사하였다.

사사

본 연구는 해양수산과학기술진흥위 갯벌 공간정보 변화 모니터링 기술개발 과제(RS-2023-00254717)의 지원을 받아 수행되었습니다.

시계열 광학위성과 기계학습을 이용한 갯벌 면적 주제도 제작

곽근호^{1,*}, 김근용¹, 백원경¹, 이진교¹, 이준호², 유주형^{1,#}

¹한국해양과학기술원 해양위성센터

²한국해양과학기술원 해양영토·방위연구부

#교신저자: jhryu@kiost.ac.kr

해양과 육상 환경 사이의 전이지대인 갯벌은 오염 물질을 정화하고 탄소 저장을 촉진하는 생태계 환경을 제공하며, 다양한 해양 생물의 서식지 역할을 한다. 갯벌은 생태적, 환경적, 경제적으로 높은 가치를 갖기 때문에 체계적인 관리가 필요하다. 체계적인 갯벌 관리의 일환으로 신뢰할 수 있는 갯벌 면적 주제도의 제작은 필수적이다. 최근, 갯벌 접근성의 한계를 보완하기 위해 현장조사를 대신하여 주기성과 광역성을 갖는 위성영상이 주로 활용되고 있다. 그러나 연안 지역은 조위가 지속적으로 변하기 때문에 최저, 최고조위 시점에서 위성영상을 획득하는 것은 매우 어렵다. 또한 연안 지역에서 자주 발생하는 구름은 갯벌 면적 주제도 작성하기 위한 입력 자료를 구성하는데 가장 큰 한계점이다.

이 연구에서는 갯벌 면적 주제도를 제작하기 위해 기계 학습 기반의 분류 기법을 제안하였다. 특히 제안 기법은 연안 지역에서 발생하는 구름의 영향을 완화하기 위해 시계열 광학 영상으로부터 추출한 normalized difference water index (NDWI), enhanced vegetation index (EVI) 와 같은 지수에 대한 합성 자료와 개별 영상의 밝기 정보를 입력으로 이용한다. 이 연구에서는 Landsat-8 OLI 영상을 이용하여 우리나라 서해안 지역에 대한 갯벌 면적 주제도 제작의 사례 연구를 수행하였다. 이때 갯벌 면적 주제도 제작하는데 구름으로 인한 영향을 분석하기 위해, 영상에 포함된 (1) 구름의 종류, (2) 시계열 영상에서 구름이 포함된 영상의 수, (3) 영상의 최저 및 최고조위를 종합적으로 고려하였다. 사례 연구 결과, 구름의 종류와 구름을 포함하는 영상 수에 관계없이 제안 기법은 갯벌 면적 주제도를 제작하는데 구름의 영향을 효과적으로 제거할 수 있는 것으로 나타났다. 그리고 최저 조위에 획득된 영상은 갯벌 면적 주제도의 정확도를 향상시키는데 큰 영향을 주는 반면, 최고 조위에 획득된 영상은 영향이 거의 없는 것으로 나타났다. 제안 기법은 영상에 포함된 구름의 영향을 고려하여 갯벌 면적 주제도를 제작하는데 가이드라인으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

사사

이 논문은 2024 년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2023-00254717, 갯벌 공간정보 변화 모니터링 기술개발)

광학 위성영상을 이용한 수륙경계선 기반 한국 서해안 갯벌의 지형 변화

이진교^{1,2,*}, 김근용¹, 박근호¹, 유주형^{1,2,#}

¹한국해양과학기술원 해양디지털자원부 해양위성센터

²한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과

#교신저자: jhryu@kiost.ac.kr

한국 서해안의 갯벌은 복잡한 해안 지형에 의해 계절에 따라 달라지는 해류의 흐름, 조석, 지질적 요인들에 따라 침식과 퇴적이 반복되어 지형 변화에 민감하다. 환경적, 생태적 중요성을 갖는 갯벌의 변화로 인해 주기적인 갯벌 지형의 모니터링이 요구되고 있으나, 조석주기에 따라 접근이 제한적인 갯벌의 특성으로 인해 적기에 조사가 수행되기 힘든 실정이다. 그 중에서 갯벌 지형 조사를 위해 우리나라는 5년 주기로 항공기, 선박 등을 이용하고 있으나, 일부 소규모 영역을 대상으로 갯골분포도, 해저지형도 등 갯벌 지형에 대한 특정 주제도만 비주기적으로 제작되고 있는 실정이다. 또한 이러한 조사방식은 막대한 비용과 인력, 시간 투입을 필요로 한다는 한계를 가지고 있다. 이러한 한계를 보완하기 위해, 주기성과 광역성을 갖는 위성영상을 이용한 연구가 많이 진행되어왔다. 그러나 기존 연구들은 임계값을 이용하여 육지와 해양을 구분하는 수륙경계선 기법을 주로 이용하는데, 적용 가능성에 대한 평가를 목적으로 소규모 지역을 대상으로만 수행해왔다.

이 연구에서는 광역적인 갯벌 지형 변화 탐지를 목적으로 한국 서해안 갯벌을 대상으로 사례 연구를 수행하였다. 사례 연구에서는 2013~2023년 동안 약 10년간 획득된 시계열 Landsat-8, 9 OLI와 Sentinel-2를 이용하였으며, 이 영상들은 normalized difference water index (NDWI)를 계산하여 수륙경계선 기법에서 육지와 해양의 구분을 용이하게 하였다. 여기서 육지와 해양의 구분은 많은 수의 시계열 영상에 대해 적용되어야 하기 때문에 임계값을 자동으로 결정하는 알고리즘인 Otsu를 이용하였다. 한국 서해안 갯벌에서 광역적으로 제작된 지형도는 UAV-LiDAR를 기반으로 제작한 DEM과 함께 비교 평가하였다. 평가 결과, 위성영상 기반 갯벌 지형도는 갯벌 형태에 관계없이 우수한 성능을 보였으며, 이를 연 단위로 제작하여 장·단기 갯벌 지형 변화에 대해 나타내었다. 이 연구 결과를 바탕으로, 변화가 잦은 갯벌 지역에서 위성영상 기반의 연 또는 계절 단위 변화를 빠르게 파악하여 갯벌 지형 모니터링에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

사사

: 이 연구는 2024년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2023-00254717, 갯벌 공간정보 변화 모니터링 기술개발)

항공라이다 포인트 데이터의 지면 필터링 기반 갯골 추출 기술 연구

김혜진^{1,*,#}, 이재빈²

¹ 건국대학교 Social Eco Tech 연구소

² 목포대학교 토목공학과

#교신저자: evervicky@konkuk.ac.kr

갯골의 정확한 위치, 형태 및 깊이의 기하학적 정보를 추출하는 것은 갯벌의 특성 및 진화 상태를 모니터링하는 데 필수적일 뿐 아니라, 안전을 위해서도 중요하다. 항공라이다 데이터는 광범위한 지역에 대한 정밀한 지형정보를 얻을 수 있다는 점에서, 접근성이 낮은 갯벌 지역의 지형정보 추출을 위해 활발히 사용된다. 갯골은 형상이 매우 불규칙하고 다양하며, 경계가 불확실하여 형태를 정의하기 어렵고, 그 폭이 수 센티미터에서 수 кило미터에 이르기 때문에, 자동 추출이 어려울 뿐 아니라 수동으로 추출하기에도 매우 까다롭다. 기존 갯골 추출 기술들은 사용자의 개입이 과도하게 필요하거나, 다양한 갯골의 형태에 대한 적응성이 낮고, 대부분 라이다 데이터를 격자 형태의 DEM(digital elevation model)으로 변환한 후 수행되어, 원 데이터의 손상 가능성을 내포하며, 리샘플링 방법 및 해상도에 따라 다른 결과를 도출할 수 있다. 본 연구에서는 형태와 크기가 다양한 갯골들에 범용적으로 적용 가능한 기술 개발을 목표로, 지면 필터링(ground filtering) 기반의 추출 기술을 제안하였다. 갯골 추출과 지면 필터링은 지표면으로부터 돌출된 객체를 탐지한다는 측면에서 유사점을 갖지만, 지면과의 경계가 비교적 명확한 지상객체(건물, 나무 등)와 달리 갯골은 경계가 모호하고 지표면으로부터 아래 방향으로 존재한다는 차이점이 있다. 이에, 지면 필터링 기술의 갯골 추출에의 적용 가능성을 평가하고, 가장 적합한 지면 필터링 기술을 도출하고자 하였다. 대표적인 지면 필터링 기술들의 비교평가 결과, 복잡한 갯골들에 대한 적응성 및 자동화 가능성 측면에서 직물 시뮬레이션 필터링(CSF; cloth simulation filtering) 기술이 상대적으로 우수한 성과를 보였다. 다만, 수십 센티에서 수백 미터까지 폭의 범위가 넓은 갯골들이 혼재하는 지역에 대해서는 단일 파라미터를 사용하는 지면 필터링은 한계를 갖는다. 이에 사용자 개입 없이 다양한 크기의 갯골을 자동추출하기 위해, 반복 다중해상도 CSF(iterative multi-resolution CSF) 기법을 제안하였다. 마지막으로, 추출된 갯골 포인트들과 비갯골 보간면 간의 고도 차로부터 갯골 깊이를 추출하여, 영역과 깊이를 표시한 갯골지도를 제작하였다.

사사

이 논문은 2024 년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2023-00254717, 갯벌 공간정보 변화 모니터링 기술개발)

원격탐사를 활용한 공간분류 체계 개선 연구 -고양시 일원 중심으로

이명진^{1,*,#}, 조윤량¹, 이선민¹

¹한국환경연구원

#교신저자: leemj@kei.re.kr

본 연구는 위성영상, 항공영상 및 드론 등 원격탐사를 이용한 지표면 분류에 대한 체계를 개선하기 위한 것이다. 보다 세부적으로 환경부에서 주로 구축하여 배포하는 토지피복세분류 지도의 분류체계를 고려하였다. 이를 위하여 첫째, 국내외 토지피복 분류 항목을 중점 검토하였다. 둘째, 기존 분류체계를 적용하여 구축된 항목 당 면적비율을 분석하였다. 셋째, 실제 분류항목에 대한 재조정 방안 및 이를 기존 41 개 분류체계를 33 개 항목으로 개선하는 분류체계를 설정하였다. 넷째, 설정된 토지피복 분류항목을 시범 적용, 기존 분류체계와 개선안에 따른 토지피복 분류 결과를 비교하였다. 연구지역은 도시시가화 건조지역과 농경지 분포 등을 고려하여 고양시 일산 지역을 대상으로 하였다. 활용된 영상은 국토지리정보원에서 촬영하고 있는 0.25 m 급 정사항공영상이며, 관련 참조자료는 수치지형도, 정밀 임상도, 지적도, 행정구역도 등을 사용하였다. 개선결과 분류 체계 정립을 위해서는 해당 지역의 특성과 더불어, 향후 활용에 대한 목적도 고려될 필요가 있다. 이는 본 연구의 토지피복과 이용의 개념, 환경분야라는 특수성 등을 고려할 필요가 있을 것으로 사료된다.

사사

본 논문은 2023 년도 한국환경연구원의 기본과제 “위성관측 바이오매스를 이용한 탄소흡수원 검증체계 연구 (RE2024-04)”의 연구결과로 작성되었습니다.