

통권 제17호(2023-3호)

해양조사 기술동향



제13차 유엔 글로벌 공간정보관리전문가 위원회 회의

Committee of Experts on Global Geospatial Information Management Thirteenth session

미국 뉴욕, 2023년 8월 2일~4일

■ 글로벌 공간정보 관리체계 강화

글로벌 공간정보관리전문가 위원회:

동 위원회는 '이행 가속화: 회복력 달성'이라는 주제로 2024년 10월 멕시코시티에서 제7차 글로벌 공간정보관리에 관한 고위급 포럼을 개최하려는 멕시코 정부의 초청을 환영하였다. '회복력 달성'을 주제로 개최되는 포럼의 프로그램 개발 및 이행에 대한 위원회의 지지와 제11차 유엔 글로벌 공간정보관리전문가 위원회(UN-GGIM) 미주 총회와 함께 포럼을 개최할 것을 확인했다.

사우디아라비아 리야드에 유엔 글로벌 지리공간 생태계 우수 센터를 유치 및 설립하려는 사우디아라비아의 약속을 지지하였고, 전문가 위원회의 업무 프로그램과 일치하고 중복을 피하기 위해 더칭(Deqing)과 본(Bonn)에 있는 유엔센터의 활동과 기존 의제를 보완할 수 있도록 센터의 범위와 임무를 명확히 하고 구체화하기 위해 IHO사무국이 사우디아라비아와 협력하도록 한다.

■ 글로벌 공간정보 의제에 대한 지역위원회의 기여

미주 및 유럽의 지역위원회가 마련한 전략과 작업계획에 주목하고, 지역 공간정보의 니즈와 요구사항을 해결 하면서, 조직과 및 수행 프로그램을 글로벌 의제에 맞게 조정하고, 회원국의 공간정보 역량을 강화하기 위해 간행물 준비, 데이터 보급 플랫폼 개발, e-러닝과정 및 기술 워크숍 등 일체의 활동을 환영했다.

■ 글로벌 공간정보 의제에 대한 주제별 네트워크의 기여

4개 주제별 네트워크 간의 협력 및 파트너십 강화와 유엔 통합 공간정보 프레임워크 및 기타 전문가위원회의 글로벌 프레임워크의 이행을 촉진하고 강화하기 위한 공동의 목표 달성 노력을 높이 평가했다.

개발도상국과 소규모 도서 개발도상국의 학생들이 측지학과 같은 핵심 공간정보분야에서 더 높은 자격을 취득해야 할 긴급한 필요성이 주목하고, 학계와 산업계가 긴밀히 협력하여 이러한 교육 자격 및 전문성 격차를 해소하기 위한 경로와 가능한 방법을 제공하지 않으면, 그와같은 국가들이 더욱 뒤처질 것임을 인식했다.

민간 부문 네트워크와 협력하여 인공지능(AI)의 중요한 사용 및 역할의 증가, 인공지능의 윤리적 사용 고려와 지리공간 인공지능(GeoAI, Geospatial Artificial Intelligence)에 관한 지식 체계 구축 등에 대한 GeoAI 학술 네트워크가 필요하다고 보았다. 이러한 논의가 지리공간 영역에서 권위 있는 GeoAI의 사용 및 신뢰에 대한 구체적인 조치가 필요하며, 그 다음 단계로 나아가야 함을 언급했다.

■ 미래 공간정보 생태계

지리공간 데이터와 서비스가 한 부분인 신기술과 더 넓은 디지털 및 데이터 생태계는 혁신적인 방식으로 공간 정보를 생성, 관리 및 접근할 수 있는 추가 기회를 제공하며, 지리공간적으로 통합된 데이터가 UN의 글로벌 디지털 콤팩트(Global Digital Compact: 전세계 디지털 정보의 압축)의 긴급성과 향후 2030의제를 넘어 지속 가능한 개발 프레임워크에 중요한 맥락을 제공할 것이라는 점에 주목했다.

사우디아라비아의 리야드(Riyadh)에 UN 글로벌 지리공간 생태계 우수 센터를 유치하고 설립한다는 약속과 미래 지리공간 생태계의 관련성을 언급하고, 이 센터의 범위와 임무는 전문가위원회의 전반적인 작업 프로그램과 환경



과 일치해야 한다는 점에 주목했다.

■ 통합공간정보 프레임워크(IGIF)

통합공간정보 프레임워크(IGIF)의 고위급 그룹의 보고서를 환영하고, 작업그룹 회원국 확대, 커뮤니케이션 자료 개발, 지속가능한 자금조달 가이드 및 온라인 도구, 통합공간정보 프레임워크(IGIF) 문서집 번역, 통합공간정보 프레임워크(IGIF) 홍보 및 발전을 위한 웨비나(webinars), 워크숍, 학회 및 이벤트에 폭넓게 참여하는 등 다양한 활동을 통해 통합공간정보 프레임워크(IGIF)의 역할과 연계성을 확보한 그룹의 노력을 높이 샀다.

퇴임하는 에티오피아 공동 위원장과 피지, 인도네시아, 키르기스스탄, 몽골, 네팔 및 남아프리카 회원국들의 기여에 감사하며, 유엔 글로벌 공간정보관리전문가 위원회(UN-GGIM)의 지역위원회가 지명한 인도, 대한민국, 말레이시아, 모잠비크, 러시아 연방, 르완다의 신규 회원국과 함께 카메룬의 새로운 공동의장을 환영했다.

본 그룹의 최신 위임사항 및 회원 구조와 본 프레임워크를 참조할 때 모든 서신과 문서에 ‘유엔 통합지리(공간) 정보 프레임워크(UN-IGIF)’를 채택하기로 한 결정에 주목하고, 2024년 1분기에 고위급그룹이 직접 만나 전략적 목표와 목적을 향한 진전을 이어갈 것임을 언급했다.

■ 세계 측지 기준 프레임

2023년 3월 독일 본(Bonn)의 유엔 캠퍼스에 유엔 세계 측지 우수 센터(UN-GGCE)의 설립 및 출범을 환영했다. 센터 설립에 대한 독일 정부와 유엔의 상당한 준비 노력을 치하하며, 이와 관련하여 프랑스, 노르웨이, 스페인의 가상 파견단을 포함한 회원국들의 센터 지원 및 기여 노력을 높이 평가했다.

측지 인프라의 지속적인 개선, 위치결정 공급망에 대한 투자 개선, 정확한 공간정보의 확보 및 역량 개발 강화 등 세계측지기준좌표계(GGRF)를 유지하기 위한 조정과 일관성을 촉진하고 노력과 자원의 중복을 피하면서 글로벌 측지 수요를 평가하고 글로벌 측지 현황 보고서를 작성하기 위해 3개의 새로운 실무그룹을 설립한 분과위원회의 개정된 위임사항에 주목했다.

투명하고 포괄적인 방식으로 세계 측지 우수 센터(GGCE)의 실질적인 연간 업무 프로그램의 개발, 이행 및 검토에 필요한 지침과 조언을 제공할 유엔 세계 측지 우수 센터(UN-GGCE)의 국제지문위원회 설립을 환영했다.

운영상의 측지 요건을 결정하기 위해 회원국들과 협의하고 참여하는 것의 중요성을 재차 강조하고, 소위원회가 국제측지학회(IAG), 국제측량사연맹(FIG), ISO/TC211 등 지역 위원회 및 관련 파트너와 협력할 것을 장려했다.

■ 지속가능한 개발과 기후 회복력을 위한 공간정보

“기후회복력을 위한 공간정보 – 유엔 글로벌 공간정보관리전문가 위원회(UN-GGIM)은 무엇을 하는가?”라는 토론 문서는 영국에서 작성했으며, 기후 도전(climate challenge)에 대처하는 데 있어 공간정보의 교차적 특성과 위원회 프레임워크 및 정책의 역할을 명확화하는 것이다. 또한, 국가 지리공간 및 지도제작기관이 기후변화 완화 및 적응을 지원하는 데이터와 기술 제공에 대한 잠재적 역할에 대해 주목하고 있다.

영국이 작성한 토론서에 제시된 세 가지 옵션의 지원 요소는 다음과 같다:

- i) 전문가위원회 관할에 따라 지리공간, 통계, 기후 및 기타 유엔 시스템의 관련 커뮤니티와 조직 간의 상호연계를 강화하기 위한 작업팀을 설립
- ii) 효과적인 작업 프로그램을 수립하기 위해 관련 이해관계자를 한자리에 모아, 기후회복력을 위한, 공간정보에 관한 적절하고 관련성 있는 국제포럼 또는 행사를 개최
- iii) 전문가위원회 소관하에 관련 이니셔티브, 활동 및 프레임워크를 확장하기 위한 상세한 개념문서의 작성

■ **지리공간, 통계 및 기타 관련 정보의 통합**

통계 및 공간정보 통합에 관한 전문가그룹의 보고서와 글로벌 통계 및 지리공간 프레임워크(GSGF)의 이행을 통한 통계 및 공간정보의 통합을 지원하기 위한 지속적인 노력을 환영하였으며, 브라질 및 아일랜드의 신임 공동 위원장이 주도하였다.

제54차 통계위원회 회의의 결정 54/118에 주목하였다. 통계 영역에 대한 유엔 통합공간정보 프레임워크(UN-IGIF)를 확장하고 글로벌 통계 및 지리공간 프레임워크(GSGF)의 이행에 있어 국가 및 지역의 경험을 반영하도록 GSGF를 업데이트하는 것을 포함하는 전문가 그룹의 개정된 위임사항과 2022-2024년 수행계획에 주목했다.

전문가 그룹이 통합 해양공간정보 관리를 위한 운영 프레임워크를 개발하는 과정에서 해양공간정보 실무 그룹이 취한 접근 방식을 따라 UN-IGIF의 원칙을 통계 영역에 적용할 수 있는 방법에 대한 지침을 제공할 것을 권장하였다. 이를 허용할 경우 UN-IGIF 이행의 복잡성을 증가시킬 수 있는 통계 영역을 포함하도록 UN-IGIF를 확장하는 대신 UN-IGIF의 원칙을 통계 영역에 어떻게 적용할 수 있는가에 대한 지침을 제공할 것을 권장했다.

업계 전문가, 선구자적 사상가, 통계 및 지리공간 기관의 전문가들이 모여 국가 및 국제 수준에서 통계 및 지리공간 데이터 통합과 관련된 혁신적이고 모범 사례를 공유하는 것을 목표로 하는 유엔 유럽 경제 위원회(UNECE)/유럽 연합 통계청(Eurostat/UNGGIM)의 유럽 공동 워크숍이 세르비아 공화국 측지청의 주최로 2023년 10월 4일부터 5일까지 베오그라드(Belgrade)에서 개최될 예정이다.

■ **재난에 대비한 공간정보 및 서비스**

재난에 대비한 공간정보 및 서비스에 관한 실무그룹의 보고서를 환영했다. 실무 그룹이 재난에 대비한 공간정보 및 서비스에 관한 전략적 프레임워크의 모니터링 및 이행에 대한 인식과 지원방법을 제고하고, 2020~2023년 작업 계획의 진전사항, 실무그룹의 향후 활동 옵션 및 권고사항 등 중간 기간 동안 작업한 내용에 대해 주목했다.

재난 위험 감소에 관한 센다이 프레임워크(Sendai Framework)와 지속가능한 발전을 위한 2030 의제 달성을 지원하기 위해 양질의 공간정보 및 서비스를 제공하기 위한 수단으로서 재난에 대비한 공간정보 및 서비스에 관한 전략적 프레임워크를 추진하고 이행하겠다는 회원국들의 헌신에 감사를 표했다.

■ **글로벌 공간정보 커뮤니티를 위한 표준의 이행 및 채택**

국제수로기구(IHO), 국제표준화기구 공간정보 기술위원회(ISO/TC211) 및 개방형 공간정보 표준화 기구(OGC) 등 3개 표준 개발 기구의 글로벌 공간정보 커뮤니티를 위한 표준 이행 및 채택에 관한 보고서를 환영하고, 고려된 광범위한 공간표준에 주목하며, 3개의 표준개발기구의 소중한 작업과 지속적인 지원에 감사를 표했다.

■ **통합 해양공간정보**

해양공간정보 실무그룹 보고서와 사회, 환경 및 경제의 이익을 위해 해양공간정보의 가용성, 접근성 및 통합을 장려하고, 지침을 제공하기 위한 생산적인 노력과 리더십을 환영했다.

일부 회원국이 당사국이 아닌 UN 해양법협약(UNCLOS)에 대한 언급에서 스스로를 분리할 수 있다는 점에 주목하면서, 해양 환경에 대한 UNCLOS의 9가지 전략적 경로와 원칙을 상세히 설명하는 유엔 해양 통합 공간정보 프레임워크 제2부- 전략적 경로(UN-IGIF-Hydro Part 2)를 승인했다.

(c) ‘제1부- 전략적 개요’와 ‘제2부- 전략적 경로’로 구성된 통합 해양공간정보 관리를 위한 운영 프레임워크의 두 부분을 채택하고, 실무 그룹이 각국이 UN-IGIF의 9가지 전략적 추진방향을 수로 영역으로 확장하고 해양 공간정보를 보다 광범위한 국가 공간정보 생태계에 통합하도록 실질적으로 지원할 것을 장려했다.

모든 국가의 수로 또는 해양 프로그램이 기후 관련 도전과제를 해결하고 복원력을 개선하는 능력, 육지-해양



경계, 연안 지역 및 해수면 상승 모니터링의 시급한 필요성 등 국가 개발 우선순위를 지원하는 광범위한 국가 공간 정보 관리 프로그램 내에서 그 가치와 인식을 높이는 것이 전략적으로 중요하다는 점을 강조하였다. 또한 블루 이코노미(Blue Economy)를 주류화(mainstreaming)하고 지속 가능한 연안 복원력과 개발을 달성하는 것이 중요하다고 언급했다.

2023~2024년 기간의 업데이트된 작업계획을 환영했다. 실무그룹이 국가차원에서 UN-IGIF-Hydro의 인식을 제고하고 이행을 촉진하며, 필요에 따라 정기적인 검토와 업데이트를 통해 UN-IGIF-Hydro가 관련성을 유지하도록 보장하는 것을 주목했다. 또한, 육상 및 해양 영역과 관련된 활동을 통합하는 작업을 발전시키기 위해 토지청의 전문가 그룹과 IHO의 싱가포르 혁신 및 기술 연구소와 협력하는 조치를 주목했다.

지속가능한 발전을 위한 유엔 해양과학 10년 산하 유네스코(UNESCO) 정부간해양학위원회(IOC)가 ‘10년 행동(Decade Action)’으로 UN-IGIF-Hydro를 선포한 실무그룹을 축하했다.

2023년 2월 이탈리아 제노바에서 전문가 그룹 제4차 회의를 성공적으로 개최한 이탈리아 정부와 이탈리아 해군 수로연구소에 감사를 표했다. 전문가 그룹이 2024년 3월 인도네시아에서 제6차 회의와 국제 세미나를 개최할 예정임을 언급했다. 제15차 국제수로기구 및 해양공간자료인프라실무그룹(IHO-MSDIWG) 회의와 2024년 개방형 공간 정보 표준화 기구 및 해양영역 실무그룹(OGC-MDWG) 회의를 공동으로 개최하고, 지역 내 소규모 도서국들의 참여 기회를 확대하기로 하였다.

■ 유엔 지명 전문가 그룹과의 협력

전문가위원회와 전문가 그룹 간 협력을 강화하고, 특히 국가 지도제작 기관과 국가 지명 당국 간 지명 표준화를 위한 공유 우수사례에 대한 제도적 장치 마련을 위한 프로젝트에 대한 지속적인 의지를 재확인하였다. 회원국들이 제안한 전문가기구 공동 작업팀에 참여하고 후보를 제공하겠다는 제안을 환영하며, 향후 이행을 위한 실용적인 접근법을 파악하기 위해 제공된 옵션의 실용성을 검토할 것을 제안했다.

표준화된 지명이 통계, 2단계 행정 경계 및 유엔 지리공간 네트워크와 하나의 유엔 지리공간 상황실 이니셔티브, 그리고 하나의 유엔 지도를 통해 배포되는 데이터 서비스 활성화에 대한 전문가 그룹의 지원의 중요성을 인식하고, 전문가 그룹과의 긴밀한 협력과 공조를 더욱 환영했다. 유엔 지리공간 네트워크는 세계 지명 데이터베이스의 맥락에서 전문가그룹의 지식과 전문성을 활용하기 위해 전문가그룹과 긴밀히 연계할 것을 약속했다.

본 회의 결과가 해양조사에 갖는 의미

UNGGIM에 여러 주제 중에 해양공간정보계획 운영프레임워크가 정보화가 잘된 우리나라의 사례를 소개하는 정도로 활동할 수 있을 것으로 판단된다. 해양공간정보기반의 의사결정지원을 위한 다양한 응용사례에 조사원의 데이터가 요소별로 잘 활용되고 갱신될 수 있도록 역할을 강화할 필요가 있다.

IHO-ROK Cat.A 동문 워크숍

IHO-ROK Cat. A Alumni Workshop

대한민국 부산, 2023년 9월 12일~14일

제1회 IHO-ROK Cat.A 동문 워크숍이 대한민국과 IHO 간 IHO 역량강화 프로그램 지원에 관한 양해각서에 따라 2023년 9월 12일부터 14일까지 부산 파라다이스호텔에서 국립해양조사원(KHOA) 주최로 개최되었다. 워크숍에는 9개 IHO 회원국(방글라데시, 에스토니아, 과테말라, 말레이시아, 모리셔스, 멕시코, 나이지리아, 필리핀, 태국) 출신 12명의 동문과 남미시시피대학교(USM) 수로학연구센터장 스테판 하우든 교수, USM 수로학 Cat. A 석사과정 출신 알베르토 코스타 네베스 씨, IHO 사무국에서는 루이지 시나피(Luigi Sinapi) 이사와 레오넬 만테이가스(Leonel Manteigas) 부국장이 참석했다.

국립해양조사원 이철조 원장은 개회사에서 참가자를 환영하고 IHO 관계자, USM 동문들의 참석에 감사를 표했고, USM에서 수로학 Cat. A 석사과정 운영에 관련된 기관 간의 협력의 중요성을 강조했다. 또한, 워크숍이 IHO와 한국이 국제 수로학 공동체를 지원하며, 교육과 훈련에 얼마나 투자하고 있는지를 보여주는 훌륭한 사례라고 하였다.



IHO-ROK Cat. A 참가자 동문 워크숍

루이지 시나피 IHO 이사는 국제수로공동체와 IHO 역량강화 프로그램에 지속적이고 유일무이한 지원과 워크숍의 우수한 조직에 대해 한국과 KHOA에 감사를 표했다. 그는 IHO-ROK 기술 협력 프로그램이 국제 수준의 수로 훈련에 참고되어 시대에 뒤쳐지지 않을 뿐만 아니라 무엇보다도 앞으로 증가하는 훈련 및 업무 수요에 대응할 수 있음을 확인했습니다. 또한 해양 환경과 인류가 기후 변화 분야에서 직면하고 있는 도전에 대응하고 지혜롭게 해양을 이용하고, 지속적으로 증가하는 민간과 군사분야에서 훈련과 업무에 대한 요구에 대응할 수 있다고 확인했습니다.

워크숍 1일차는 'KHOA와 수로 및 해양학 분야의 주요 활동'에 대한 발표가 연속적으로 진행되었다. 특히 역량 강화 활동에 초점을 맞추어, "IHO 역량 강화 전략 및 프로그램"과 "남미시시피 대학의 국제 응용 과학 공동 프로그램(JIHASP)에서 IHO-ROK 수로학 역량 강화"에 대한 발표가 있었다. 이어서 코스타 네베스(Mr. Costa Neves)는 워크숍에 참석한 12명의 동문들을 소개하며, 이들이 근무하는 USM과 각국의 수로국(National Hydrographic Office)에서 석사 과정 동안의 교육 및 업무 경험에 대해 보고했다. 이번 세션은 전 세계에서 온 젊은 수로인들이 국내, 지역, 국제적 차원에서 수로측량 및 해도제작 분야의 다양한 경험을 논의할 수 있는 특별한 자리였다.

워크숍 2일차 오전에는 '아프리카 모리셔스 수로 서비스', '국립 수로 사무소(National Hydrographic Office)의 과제 및 향후 방향', '사진측량과 LiDAR 측량으로 획득한 데이터의 비교', '한국의 수로 및 해양안전분야 S-100 적용 현황 및 방안', 마지막으로 '해양공간데이터 인프라(MSDI)의 중요성'의 주제로 발표가 있었으며, 각 발표는 수로 서비스 대표들의 접근 방식과 견해의 차이를 강조하면서 참석자들의 건설적인 토론이 이어졌다.

워크숍 후반부는 부산과 부산 주변의 문화 명소와 국립해양조사원이 제공하는 연회에 참가하였다. 학생들이 가장 진정성 있는 국제협력의 정신으로 대인관계를 공고히 할 수 있는 특별한 기회가 되었다.

'제1회 IHO-ROK Cat. A 동문 워크숍'은 수로분야에서 세계적으로 유례없는 경험을 한 지 10년이 되는 해를



기념하는 자리로, 14개 IHO 회원국에서 23명의 동문이 네트워크를 구축하고 성공사례의 타당성을 다시 한번 확인하는 상징적이지만 매우 중요한 시간이었다.

본 회의 결과가 해양조사에 갖는 의미

일본재단-뉴햄프셔대학 프로그램도 110명으로 누적된 동창회 행사를 매년 진행하고 있다. 우리나라는 12명의 인원이라 할지라도 지속적인 네트워크를 만들어 내는 것은 의미가 있고, 다른 프로그램으로 확장도 고민할 시점으로 사료된다.

제10차 항해정보제공 실무그룹 회의

10th Meeting of the Nautical Information Provision Working Group (NIPWG)

모나코, 2023년 9월 12일~15일

■ 개최 및 주관기관(국), 주요 참석자

제10차 항해정보제공 실무그룹 회의가 모나코의 국제수로기구 사무국에서 개최되었다. 회의는 캐나다의 에이빈드 몽(Eivind Mong)이 주재했고, 영국의 제임스 웨스턴(James Weston) 간사가 수고해주었다. 15개 회원국의 대표자 38명과 전문가 12명이 참석했다. 국제수로기구(IHO) 사무국에서는 존 니버그(John Nyberg) 이사, 제프 우튼(Jeff Wootton) 기술 표준 지원 책임관(TSSO), 박인성 프로젝트 책임자 및 이브 길람(Yves Guillam) 부국장이 대표로 참석했다.

IHO 사무총장 마티아스 요나스(Mathia Jonas) 박사는 환영사를 통해 수세기에 걸쳐 포톨란(portolans)을 통해 최초의 문자 항해 데이터 서비스를 제공한 후, 해도가 등장하고 그 후 최초의 휴대용 전화가 등장하기까지 여러 가지 비교를 통해 IHO 범용 수로정보 표준(S-100) 시대에는 다양한 개념과 기술을 함께 다루며 항해자들의 요구 사항과 그 이상을 지원하는 것이 항해정보제공 실무그룹(NIPWG)의 핵심적인 역할을 강조했다.

■ 의결사항

NIPWG 의장은 회의를 시작하면서 S-100 로드맵의 1단계(항로 모니터링)에 등재된 유일한 S-100 기반 제품인 항해제품 카탈로그(S-128) 개발과 같은 HSSC의 목표와 우선순위에 대한 명확한 설명을 제공했다. NIPWG에 위임된 제15차 수로업무표준위원회(HSSC-15) 회의의 결정 및 조치 목록도 검토되었다.

기술표준 지원책임관(TSSO)이 제공한 전자해도 제품사양(S-101) 모델링에 대한 업데이트에 따라 참가자들은 NIPWG의 소관인 S-12x 제품 사양에 대한 S-101 모델 변경의 영향을 평가하는 강력한 메커니즘이 아직 제대로 확립되지 않았다는 점을 인정했다. 그러나, 더 나은 조정을 위해 등록소 도메인 관리 기구에서 NIPWG의 대표가 되기로 동의한 것에서 알 수 있듯이, 실무그룹은 논의 중에 진전을 이루었다.

회의 기간 동안 몇 가지 복잡한 기술 및 정책적인 문제가 다루어졌다. 그중 하나는 해양 자원 명칭(MRN)에 관한 것이었다. MRN은 생산자 코드와 함께 공식 데이터와 비공식 데이터를 식별하는 가능한 방법으로 제안되었지만, 그룹은 구현 단계에 앞서 사용 사례를 설계하기로 결정했다. S-98의 부수적인 결과로, 회의에서는 상호 운용성

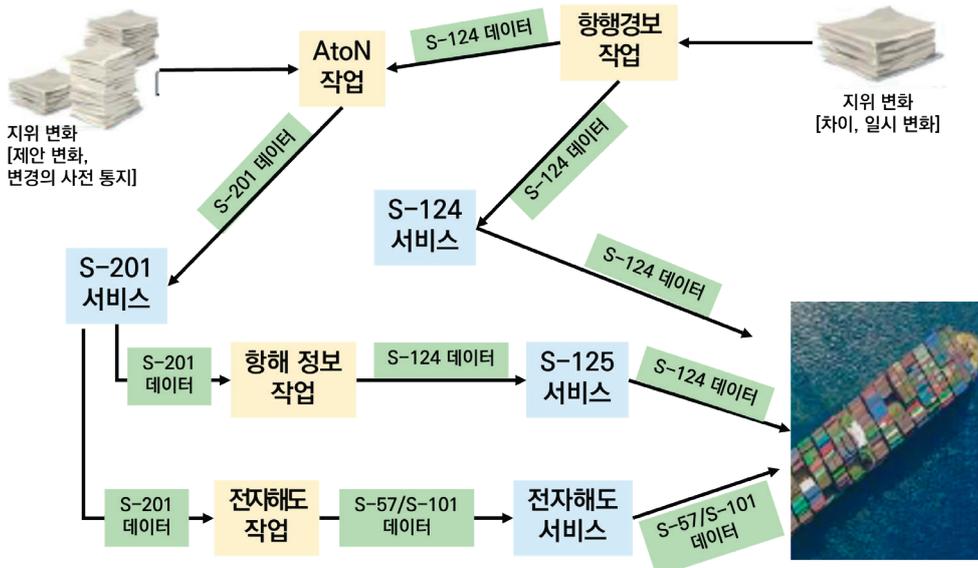


그림 1. 일반 AtoN 정보 흐름(출처: 제20차 국제항로표지협회(IALA) 회의)

식별자를 등록소에 포함하기로 합의했다,

■ 논의사항

여러 태스크그룹(TG)이 제품사양(S-122, S-123, S-125, S-128, S-131 등)의 개발에 대해 제공한 업데이트는 희망적이었다. 이를 통해 “작업 상호 작용 다이어그램” 초안 작성 원칙(예: S-125의 경우)을 다른 항해 간행물로 확장할 필요성을 확인할 수 있는 기회가 제공되었다.

해양 무선 서비스 제품사양(S-123)의 경우, TG에서 제안한 제품사양 제1.0.0판에 대한 TG의 변경 제안은 원칙적으로 동의했지만, 다음 버전이 승인을 위해 제출되기 전에 항해정보제공 실무그룹(NIPWG) 내에서 공유되어야 한다. 동시에 뷰로 베리타스(Bureau Veritas)는 자율 주행 플랫폼의 내비게이션에 매우 중요해지고 있지만 추가 용도가 포함될 수 있는 원격 운영을 위한 연결 범위를 지도화하는 데 적합한 S-100 기반 제품 후보로 S-123을 제안했다. 이 제안은 긍정적으로 받아들여졌으며, 이 요구 사항을 충족하기 위해 S-123에 새로운 객체 유형을 도입하는 것을 고려하고 있다.

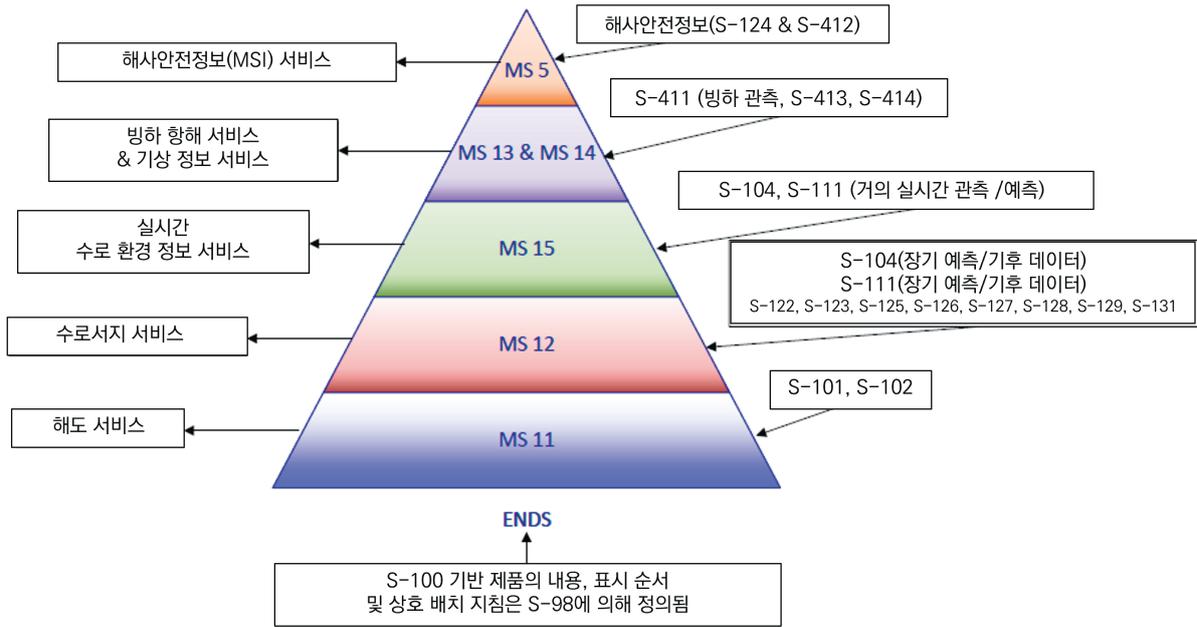
항해제품 카탈로그(S-128)의 경우, 카탈로그 파일 생성 도구가 준비되고 문서화될 때, 확실한 검증 단계를 보장하기 위해 2023년 11월부터 2024년 8월까지 개발 로드맵의 세부 일정을 작성하고 배포하도록 TG에 요청했다.

IHO 사무국은 또한 S-128 제품사양 개발과 INTOGIS III 개발 간의 명확히 구분할 것을 요청했다. 이제 제품사양을 확정하고, 검증 단계를 준비 및 모니터링하여 배포 문제와 사용 사례에 대한 작업을 수행하기 위해 매월 원격 화상 회의가 계획되어 있다. 참고로 의장은 제15차 수로업무표준위원회(HSSC-15)*에서 발표된 S-128 사용 사례 가능 시나리오를 참조했다.



NIPWG-10 참가자

* 자세한 사항은 <https://iho.int/uploads/default/j/u/june-2023-2.pdf>를 참고



위원장은 또한 승인을 위해 제2.0.0판을 제출하기 전에 S-128에 대한 영향 연구가 필요하다는 점을 그룹에 상기 시켰고, 덴마크가 이 작업을 주도하기로 동의했다. 이 영향 연구는 국제해사기구(IMO) 해사 서비스와의 연관성을 다루어야 한다. 이 문제와 관련하여 위원장 및 부위원장은 수로업무표준위원회(HSSC)에 대한 NIPWG 보고서를 준비하면서 IMO의 해사 서비스와 관련된 S-100 시스템 아키텍처에 대한 업데이트를 제공했다. 해사 서비스에 대한 설명이 전반적으로 매우 제한적이고(IMO MSC.1/Circ.1610 참조) 국제해상인명안전협약(SOLAS)/V 규정과의 연관성이 아직 명확하게 묘사되지 않았기 때문에, 여전히 일부 개선이 필요한 것으로 나타났다.

ENDS는 내용, 구조 및 형식에 관해 표준화되고 정부, 공인 수로국 또는 기타 관련 정부 기관의 권한에 의해 또는 전자해도표시시스템(ECDIS)와 함께 사용하기 위해 발행되고 IHO 표준을 준수하는 특수 목적 데이터베이스를 의미하며, 국제해상인명안전협약(SOLAS 규정 V/19 및 V/27의 해상 항해 요건과 해상 항해도 및 해상 간행물 운반 요건을 충족하도록 설계되었다. ENDS의 항해 기본 계층은 전자해도(ENC)이다. (MSC.530(106))

■ 향후 활동

캐나다의 에이빈드 몽(Eivind Mong)과 핀란드의 스테판 앙스트롬(Stefan Engström)이 박수로 재선출되었다. 한 해 동안 매우 효율적으로 운영된 것으로 입증된 S-12x 작업 그룹 세션과 더불어, 지금부터 다음 회의까지 일련의 화상회의로 NIPWG 세션 간 회의가 준비될 예정이다. 제2차 IHO-IALA S-100 워크숍은 2024년 9월 9일부터 13일까지 미국 애너폴리스(Annapolis)에서, 제11차 NIPWG 회의는 2024년 9월 24일부터 27일까지 유럽에서 개최될 예정이다(장소 미확정).

본 회의 결과가 해양조사에 갖는 의미

S-100 표준이 실제 다른 응용분야까지 확장되기 위해서는 각 분야별 전문가가 활동하는 방식도 있을 수 있겠지만, 사실 비용과 인력의 한계 속에서 모든 곳에 활동하는 것은 어렵다. 핵심이 되는 항해정보제공 실무그룹이 가장 직접적인 표준화의 효과를 보여줄 수 있는 분야이므로 S-101과 더불어 더 적극적인 NIPWG의 활동이 요구된다.

NAUTILUS(지리공간 연구를 위한 수중 및 수층 데이터셋)

책임연구자: 에리카 노체리노(이탈리아 사사리 대학교)

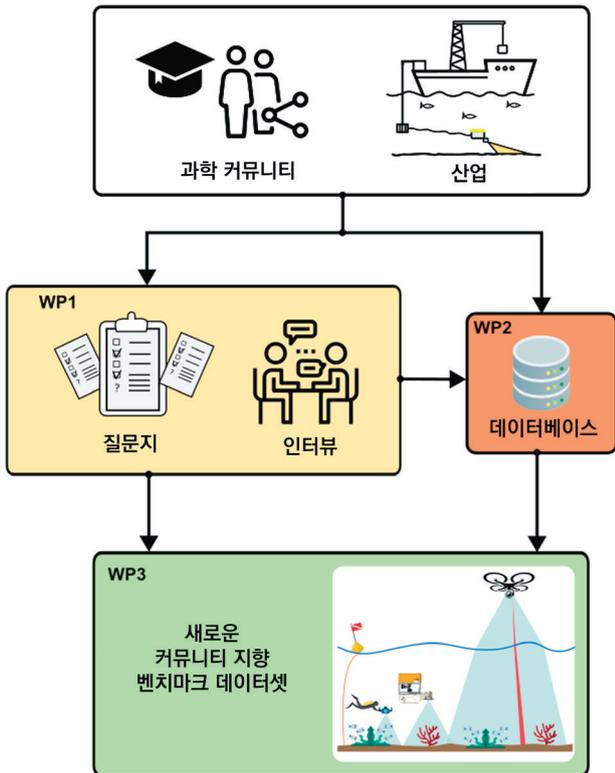


그림 1. NAUTILUS 프로젝트 개념도

벤치마크 데이터셋(Benchmark datasets)은 점점 더 저렴한 적은 비용으로 데이터를 공유할 수 있게 되어, 학계에서 이론과 기술을 비교, 검증, 개선하는 방법으로 데이터셋이 점점 더 널리 보급되고 있다. 이는 해상에서 수집된 테스트 사이트와 데이터에 해당하지만, 수중 환경에서의 지리공간 분석을 위한 공개적으로 접근 가능한 벤치마크 활동은 그리 흔하지 않다. 여러 가지 이유가 있겠지만, 특히 심해 및 해양 작업을 다룰 때 수중에서 육지의 공간정보 기술을 적용하는 것은 여전히 어렵고 비용이 많이 소요되기 때문이다. 또한 벤치마킹을 위해서는 실측 데이터가 필요한데, 수중에서는 기하 및 방사보정 등 여러 가지 미해결 문제가 존재한다.

이러한 과학적, 기술적 과제를 고려하여, 나틸러스 (NAUTILUS: uNder And throUgh waTer datasets for geospatial sTudieD) 프로젝트는 멀티 센서/교차 양상 벤치마크 데이터셋(cross-modality benchmark dataset) 구축으로 이어지는 일련의 준비활동을 개시하고자 한다. 따라서 이 프로젝트는 다음 세 가지 활동으로 구성된다(그림 1).

- (i) 설문지와 인터뷰를 통해 설문조사를 실시하여 수중 및 수층 지리공간 애플리케이션의 실제 요구사항과 격차를 수집한다.
- (ii) 웹과 문헌에 흩어져 있는 기존 데이터셋을 수집하여 공개적으로 사용가능한 고유한 데이터베이스 구축을 시작한다.
- (iii) 확장된 수중 커뮤니티에 새로운 멀티 센서/교차 양상 벤치마크 데이터셋을 제공하기 위한 적절한 검증 지역과 방법론을 설계하고 식별한다.

이 프로젝트의 결과물은 수중 측정 관련 분야의 연구자와 실무자에게 도움이 될 것입니다. 왜냐하면 그들은 이미 사용 가능한 공개된 질문과 데이터를 종합적으로 제공하는 포괄적인 도구에 접근할 수 있기 때문입니다. 또한 데이터셋을 수집하고 게시하기 위한 과거의 연구 노력은 추가적인 신뢰와 가시성을 얻게 될 것이다. 마지막으로, 새로운 멀티 센서/교차 방식 벤치마크 데이터셋의 설계는 커뮤니티 자체에서 제기된 요구사항과 격차에 대해 검증된 방식으로 대응할 것이다.

원문 출처: <https://www.isprs.org/society/si/default.aspx>



해저바위(boulder)* 탐지를 위한 자동화된 데이터 처리 방식

Hydro International, 2023년 7월 3일

인공지능(AI), 머신러닝, 자동화의 급격한 발전으로, 해양산업도 혁신을 따라잡고 이를 활용한 데이터 수집과 처리를 더욱 효과적으로 수행할 것이 촉구된다. 수집되는 데이터 세트는 계속 증가하고, 데이터 처리를 위한 마감 기한은 점점 촉박해지기 때문에, 시간을 절약할 수 있는 각각의 솔루션은 금과 같은 가치를 지니고 있다. 이러한 내용을 바탕으로, 본 기사에서는 멀티빔 음향측심기 및 사이드 스캔 소나 데이터에서의 해저바위 탐지 자동화 솔루션을 통해 데이터 처리 가속화에 동참하고자 하는 노력 사례를 소개한다.

인공지능, 머신 러닝 및 자동화는 거의 모든 분야 및 산업에서 연구 개발의 주요 분야가 되었으며, 이는 해양조사 산업도 예외는 아니다. Hydro International의 가장 최근 연례 설문조사 결과를 살펴보면 다음과 같다. 응답자의 15%는 가까운 미래에 해양조사 산업 분야에서 가장 영향력 있는 혁신 원동력으로 머신러닝과 인공지능(AI)을 고려하고 있고, 33%는 관련 정보를 열심히 공부하고 있으며, 24%는 솔루션을 개발하고 있다고 응답했다. 이러한 결과는 해양조사 산업계가 이러한 발전의 중요성을 깨닫기 시작했다는 것을 분명하게 보여준다.

기술의 발전과 함께 재생 가능 에너지원의 증가와 블루 이코노미 투자로 인해 업계의 수요가 증가하고 있다. 긍정적인 전망의 배경이기도 하나, 이러한 경향은 반대의 측면도 있다. 범위 및 데이터세트 크기는 업계의 수요와 병행하여 증가하지만 프로젝트 기간은 같은 추세를 따르지 않는다. 따라서 시간은 관련 비용과 함께 해양조사 산업에 있어 그 어느 때보다 필수적인 자원이 된다. 따라서 수작업 공정의 자동화를 위한 연구개발(R&D) 솔루션은 데이터 처리 및 관리 측면에서 산업의 발전에 매

우 중요하다. 예를 들어 10명의 데이터 관리자가 사이드 스캔 소나 또는 멀티빔 음향측심기 데이터에서 해저바위를 수동으로 탐지하는 데 수개월을 소비하거나 지질학적 프로파일을 수동으로 조정하는 데 많은 시간을 투자하는 상황에서 효율성을 높이기 위한 자동화의 필요성은 분명해졌다.

해양 지구물리학 센터인 히드로치발라에(Hydrocibalae)에서는 자동화된 처리 및 스마트 데이터 관리 솔루션의 전략적 개발에 중점을 두고 있다. 여기에는 대규모 데이터 세트 처리부터 내보내기, 이벤트 및 목록 처리에 이르기까지 다양한 작업이 포함된다. 데이터를 관리하고 처리하는 데 있어 지속적인 발전과 효율성을 보장하기 위해서는 이러한 접근방식과 사고방식을 유지하는 것이 중요하다.

데이터 처리 자동화

데이터 처리 소프트웨어는 효과를 극대화하는 것을 목표로 하는 데이터 처리에 대한 고품질의 접근방식을 달

* 해양조사원 발행 해도도식(2021년 11월, 48쪽)에서 boulder는 (둥근)바위로 설명되어 있어 용어의 일관성과 기사의 내용을 고려하여 해저바위로 선정하였다.

성하는 데 중요한 역할을 한다. 자동화가 가능한 프로세스의 예로는 퇴적물 분류, 해저바위의 3차원 탐지, 파이프라인 이벤트 등이 있으며, 이러한 프로세스는 자동화 가능성이 있음에도 불구하고 주로 수작업을 통해 수행되어 왔다. 핵심적인 이유로는 자동화된 프로세스에 의해 얻어진 데이터 품질의 불확실성 때문인데, 이는 데이터 처리 자동화가 데이터 품질 측면에서 결과적으로 인간의 개입을 능가할 수 있는가에 대한 의문이 제기된다.

한편으로, 자동화된 방법에 사용되는 수학적 접근방식은 개인마다 다른 해석이나 탐사과정의 차이로 인한 불일치를 피할 수 있기에 더 신뢰할 수 있다고 여겨질 수 있다. 반면 아무리 신뢰할 수 있고 효율적인 자동화 도구일지라도 사람의 개입은 이 프로세스에서 기본적인 부분이며, 이러한 패러다임은 자동화의 발전에도 불구하고 앞으로도 계속 유지될 것이다.

자동화 과정에서의 인간의 역할

자동화된 데이터 처리에서 인간의 역할은 품질 관리와

보증이다. 물론 이러한 역할은 시간이 훨씬 덜 소요되지만, 운영자가 자동화 솔루션의 구조 및 품질 분석을 수행할 수 있도록 교육을 받고 권한을 부여받아야 하며, 단순한 지구물리학 전문가가 아닌 정보기술(IT) 및 데이터 전문가가 되어야 한다.

자동화에 적합한 해양 지구물리 데이터 처리 활동 중 하나는 사이드 스캔 소나 물체 탐지이며, 이 프로세스는 특히 해저바위밭** 지역에서 느리고 번거로운 작업이다.

해저바위밭은 이름에서 알 수 있듯이, 수십 센티미터에서 최대 수 미터까지 다양한 크기의 암석 물체인 바위로 구성된 해저지형의 한 종류이다. 그러나 해양조사 산업의 초점은 주로 북반구와 남반구의 고위도 연안 바다에서 발견되는 빙하 기원의 해저바위밭에 맞춰져 있다. 이러한 기원의 해저바위밭은 주로 빙하가 침식된 지표면과 마지막 빙하기 동안 빙하가 물러나고 이후의 마모에 의해 더욱 침식된 빙하가 남긴 빙퇴적 물질로 구성되어 있다.

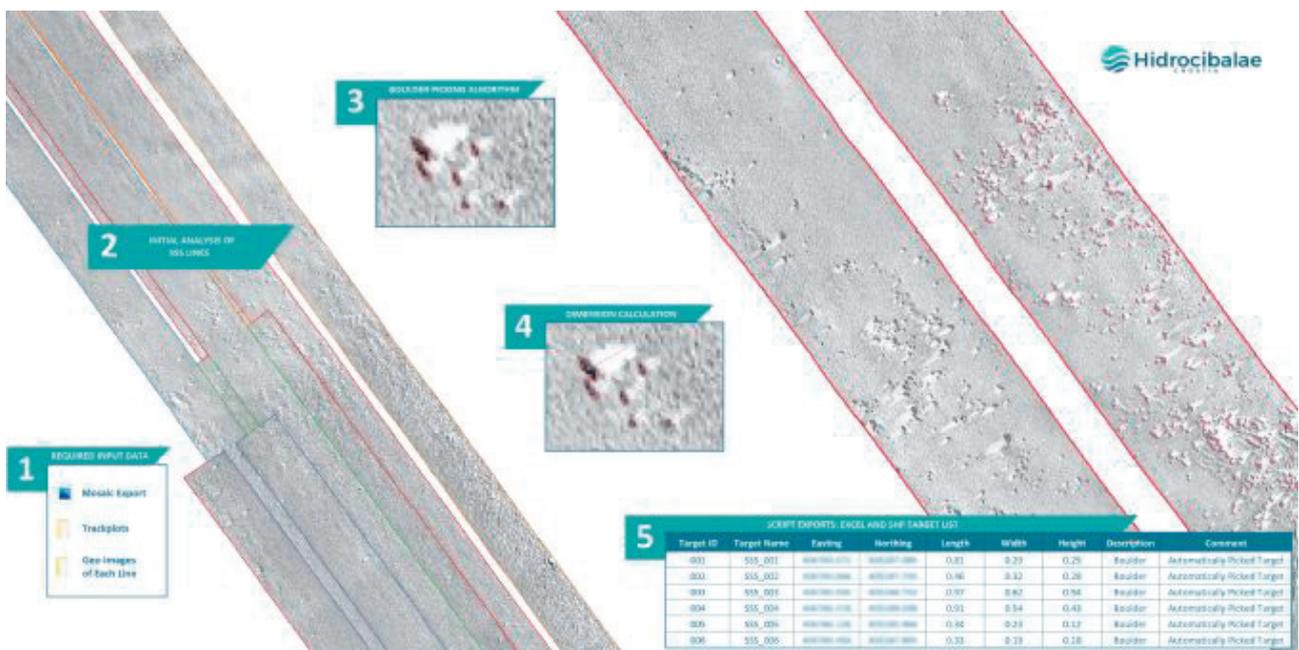


그림 1. 해저바위탐지 자동화 워크플로우

** (역자주석) 암괴원(海底 巖塊原): boulder 자체는 거력으로 해석하나, 지형학에서는 암괴류(Block stream, 거력이 길고 좁게 계속처럼 있는 곳), 암괴원(Block plain, 넓은 평원형)으로 번역함, 해저 지형의 일부라는 점에서 암괴원보다는 해저암괴원으로 번역



해저바위 검출 자동화

Hidrocibalae의 자동화된 해저바위 도구는 특별히 개발된 알고리즘을 사용하여 대량의 데이터를 효과적으로 분석하고 사이드 스캔 소나(SSS) 데이터에서 바위를 표현, 식별 및 측정하는 데 기본이 되는 반사와 그림자의 중요한 구성 요소를 빠르고 정확하게 감지하고 분리해낸다. 자동화된 해저바위 탐지 도구를 개발하는 데 있어 가장 큰 과제는 바위의 높이를 측정할 수 있게 하는 것이었다. 길이와 너비의 탐지 및 측정은 SSS 모자이크 만으로도 가능하지만, 3차원으로 높이를 결정하려면 데이터 취득 시점에 센서로부터 바위의 거리와 해저면 위의 센서 높이에 대한 지식이 필요하다. 이 필수 데이터를 얻으려면 각 개별 SSS 라인에서 탐지 프로세스를 수행해야 한다. 이는 여러 SSS 라인에 걸쳐 자동화된 바위 상관관계가 필요하게 되므로, 이중 탐지의 잠재적 위험이 있다.

자동화된 해저바위 탐지에 소요되는 시간의 예측은 해저바위 밀도, 해저 형태 및 퇴적물, 총 면적의 3가지 주요 기준에 근거한다. 첫 번째 기준인 해저바위 밀도는 저밀도 해저바위 지역(0.01km²당 100~1,000개의 바위), 중간 밀도 해저바위 지역(0.01km²당 1,000~3,000

개의 바위), 고밀도 해저바위 지역(0.01km²당 3,000개 이상의 바위)의 세 가지 범주로 분류된다. 해저 형태와 퇴적물 특성은 자동화 프로세스를 완료하는데 필요한 시간에 큰 영향을 미친다. 진흙 및 모래가 평탄한 해저 지역은 이질적인 해저 지역(예: 자갈이 많은 모래 퇴적물이 있는 모래톱 지역)보다 시간이 덜 소요된다. 자동화된 해저바위 탐지 솔루션을 측량 데이터 셋에 적용할 경우, 수동 품질관리에 소요되는 시간은 측량 지역의 전체 크기에 정비례한다.

인간의 개입은 해저바위 탐지 프로세스가 시작될 때 바로 실행된다. 해저 지형의 변화, 퇴적물 유형, 데이터 품질, 탐지 요건 등 다양한 요인의 영향을 받아 자동화된 해저바위 탐지에 사용되는 SSS 데이터는 외관상 일관적이지 않다. 따라서 다양한 사례에서 일관된 정밀도와 정확도를 얻을 수 있는 단일 탐지 매개변수 세트를 적용하는 것은 불가능하다. 해결책으로는 데이터에 대한 통찰력이 있는 전문가가 각 데이터 세트의 특정 특성에 따라 최적의 성능을 달성하는 것을 목표로 하여 탐지 매개변수를 미세 조정하는 데 있다(그림 3 참조). 솔루션 기능의 이러한 높은 성능은 다양한 데이터 세트와 소스에 걸쳐 상당한 범용성을 보장한다.

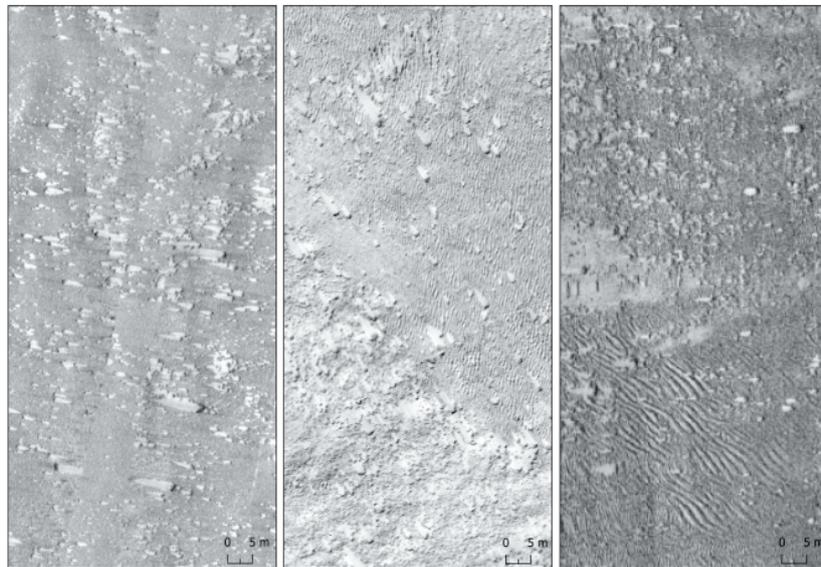


그림 2. 동종(왼쪽) 및 이종(중앙 및 오른쪽) 해저 지역의 예

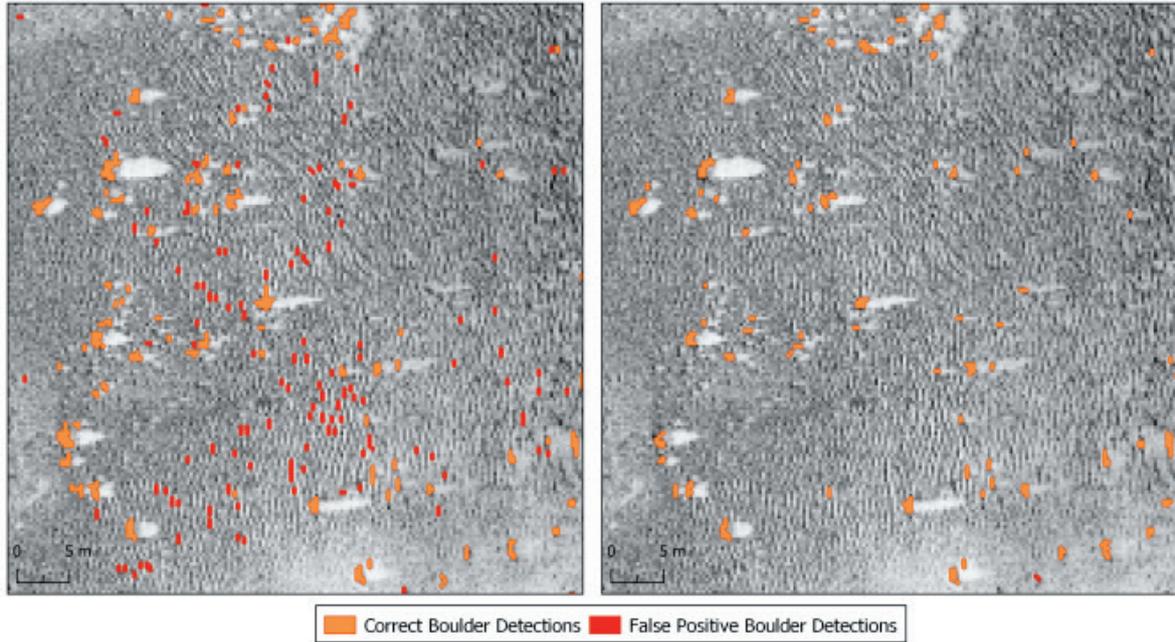


그림 3. 기본 파라미터와 조정된 파라미터 간의 자동 검출 차이 예

이 도구의 탐지 정확도는 해저의 형태와 데이터 품질에 따라 90~95% 정확도를 가진다. 그러나 대부분의 프로젝트에서는 보다 높은 해저바위 탐지 정확도가 요구되기 때문에 자동화된 탐지 결과는 또 다른 처리 단계인 QC 단계를 염두에 두고 설계된다. 각 해저바위에 대해 자동화된 탐지 과정에서 반사를 나타내는 다각형과 그림자를 나타내는 선을 개략적으로 생성하므로, QC 단계에서는 작업자가 탐지 결과와 실제 해저바위와 크기 및

위치별로 일치하는지 확인하고 필요에 따라 조정한다. 사용가능한 경우, 멀티빔 음향측심기 데이터는 위치 신뢰성 검증을 위한 참조로 사용된다.

따라서 수동 품질 관리를 통해 작업자는 정확하고 신뢰할 수 있는 탐지 결과를 보장하고, 필요한 경우 결과를 조정하며, 탐지 프로세스의 전반적인 품질을 향상시킬 수 있다. 이것은 시스템이 정확하게 측정하고 해저바위로 인식하는 것을 통제할 수 없는 해저바위의 위치와 치

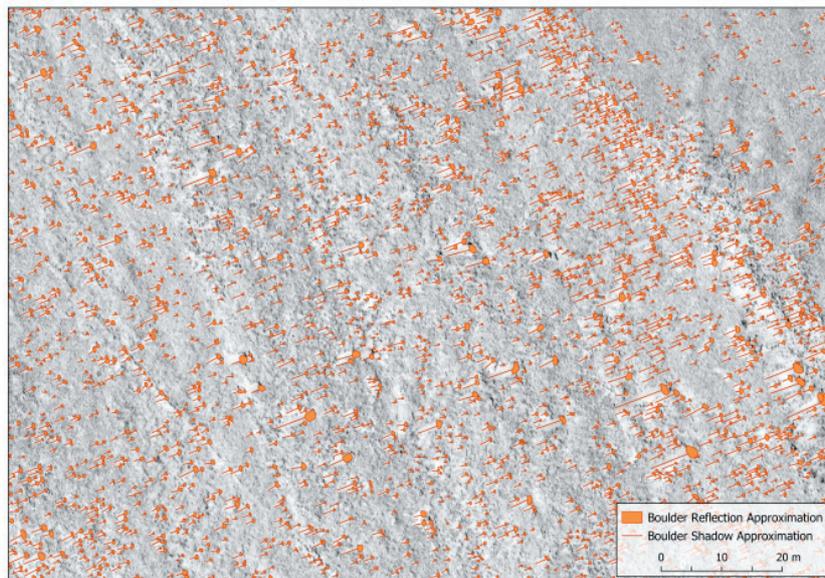


그림 4. 중밀도 해저바위 지역에서의 자동 검출 솔루션 결과



수를 속성 테이블에 나타내는 포인트 shp파일 또는 해저바위밭의 범위를 개략적으로 나타내는 격자 검출 시스템과는 다르다.

여러 SSS 선(line)에서 동일한 해저바위를 식별하도록 요청받으면, 특별히 개발된 툴이 해저바위마다 위치와 높이를 서로 다른 선에서 비교하여 하나의 대표 해저바위에 대한 평균값을 생성한다. 이 작업은 선 사이 암석의 반사가 다른 고밀도의 해저바위 지역 안에서 특히 애로사항이 발생한다.

자동화된 해저바위 탐지 솔루션은 전 세계적으로 여러 프로젝트에서 구현되었으며, 그 과정을 모니터링하여 바위 개수에 따른 자동 및 수동 탐지 소요시간 비율 그림 5와 같이 추정하였다. 이 솔루션의 효과는 해저바위의 수가 증가함에 따라 기하급수적으로 증가한다. 이 솔루션을 구현하면 해저바위를 탐지하는 과정에서 귀중한 시간과 자원을 절약할 수 있다.

결론

데이터 처리 활동을 더욱 효율적으로 만들 수 있다는 전망이 현실로 다가오고 있다. 자동화된 처리 솔루션이 더

빠른 결과 획득을 가능하게 하지만, 인간 개입의 역할을 인지하는 것은 특히 품질관리 및 보증에서 매우 중요하다. 이는 특히 자원을 절약하기 위해 자동화 개입에 필요한 시간이 많이 소요되는 수동 프로세스인 해저바위 탐지 프로세스에 적용된다.

제시된 해결책은 지속적인 조정과 개선을 거치고 있으며, 이는 가까운 미래에도 지속될 것으로 예상된다. 이러한 지속적인 변화의 이유는 다양한 데이터세트에 걸친 해저 형태와 데이터 품질의 차이에 있다. 변함없는 것은 이 솔루션이 다른 수동 프로세스나 접근 방식과 비교하여 효율성 면에서 입증된 우수성을 가지고 있다는 것이다. 앞으로 우리는 자동화된 해저바위 탐지 도구가 앞으로 몇 년 동안 해양조사 업계의 표준이 될 것으로 예상된다.

자동화 수준은 이 워크플로우 분석의 이어지는 반복 작업을 통해 업그레이드된다. 자동화를 통해 데이터 처리 효율성을 향상시킬 수 있는 잠재력이 크며, 해양조사 업계는 혁신의 최전선에 머물기 위해 기술 발전을 지속적으로 수용해야 한다.

원문출처: <https://www.hydro-international.com/content/article/an-automated-data-processing-approach-to-boulder-detection>

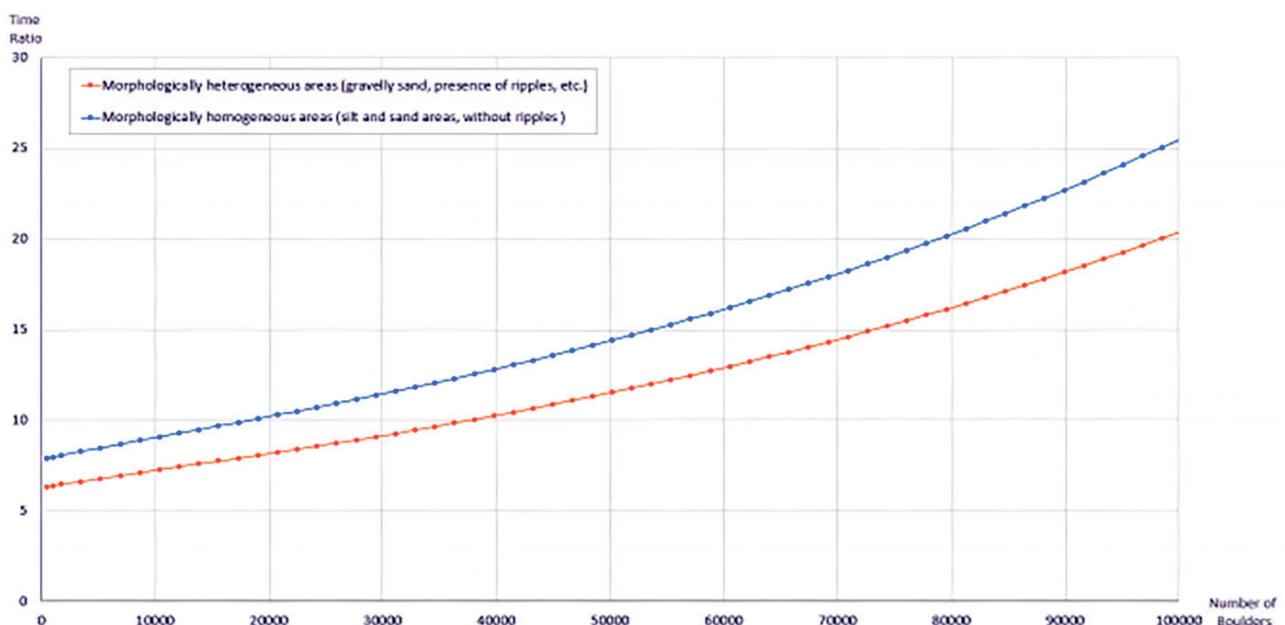


그림 5. 형태학적으로 균질하거나 이질적인 지역에서 자동화 및 수동으로 해저바위 탐지 결과와 해당 지역의 전체 해저바위 수 간의 시간 비율 관계

해저면 매핑에서 청정 에너지까지 : 지속가능한 세계에서 수로학의 핵심 역할

Hydro International, 2023년 6월 2일

영국 국립해양연구소의 최고경영자인 에드 힐(Ed Hill) 교수와의 인터뷰의 중심 내용은 해양개발에서 재생에너지와 수로학의 중추적인 역할이었다. 재생에너지의 엄청난 기회를 조명하면서 그는 해저 매핑, 터빈 위치 선정, 해양 인프라 모니터링에 있어 수로학의 역할에 대해 언급했다. 추가로, 인터뷰는 재생에너지와 빅데이터의 지속가능성과 잠재력을 발휘하는 데 있어 수로학자들과 해양 기술자의 기여에 대해 다룬다. 힐 교수는 민관 협력과 기후변화 해결을 위한 해양의 잠재력을 강조하면서 지속가능한 해양경제를 위한 설득력 있는 비전을 제시했다.

Q. 재생에너지는 오늘날 수로학 및 해양산업에서 주요 화두인데, 이와 관련한 핵심 기회가 무엇이라고 생각하나요?

A. 재생에너지는 육상 및 해상 모두에서 청정에너지로의 전환에 필수적인 요소이다. 수로학 정보는 해상 풍력, 조력 발전, 파력 발전과 같은 해양 재생에너지의 발전을 이해하는 데 있어 중요하다. 핵심 기회들은 에너지가 집중되는 곳을 발견하고 조력 발전기에 의해 에너지가 생성되기 좋은 곳을 발견하는 등 해저 매핑을 더 효율적으로 하는 방법과 관련이 있다. 해양 조력 발전기에서 생성되는 에너지는 위치에 매우 민감하다. 터빈을 몇백 미터 이동하는 것만으로도 에너지 산출량에 상당한 영향을 미칠 수 있다. 조수의 흐름이 해저지형의 상태에 따라 집중될 수 있기 때문이다. 이를 이해하는 것은 터빈의 위치를 결정하는데 중요하다.

또한 우리가 매우 큰 규모의 풍력 발전 단지를 건설함에 따라, 해저와 해안 지형의 변화를 모니터링할 필요가 생긴다. 이러한 풍력 단지의 건설입지, 모니터링, 및 해양 구조물의 해체에도 수로학의 역할은 명확하다. 이는 조력이던 풍력이던 해양 설비로부터 해안가

까지 끌어오는 유선 전력 인프라에도 적용된다.

Q. 지속가능성은 수로측량을 포함한 전 산업에서 중요한 고려사항이 되어야 합니다. 앞으로 수로 측량 업계가 이 분야에서 어떻게 나아가야 한다고 생각하나요?

A. 지금까지 수로측량은 해양측량 선박에 많이 의존해 왔다. 선박은 탈탄소화하기 매우 어려운 분야이다. 측량 선박의 탄소발자국은 개별적으로나 전체적으로 보면 그 양이 상당하다. 그리고 해양측량에서 비용을 상승시키는 주요한 요인 중 하나이다. 결과적으로 기회는 측량 선박을 대체하는 방안을 찾는 데에 있다. 이러한 선택지 중 하나는 탄소발자국을 줄이면서도 가격 경쟁력을 높이는 것이다. 이를 위해서 인공위성을 이용한 해저지형 측정과 수심이 얇은 곳에서 라이다 기술, 넓은 해저지형을 탐색하는 장비(멀티빔)가 설치된 무인수상선박(USV), 자율형 무인 잠수정(UAV) 등을 사용할 수 있다. USV는 상당한 범위와 내구성을 갖추고 있어서 탄소발자국을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 인건비와 같은 수로측량과 관련한 다른 비용도 줄일 수 있기 때문에 유망한 대안이다. 어쨌든 예측가능한 미래에도 수로측량 선박은 항상



있을 것이다. 문제는 탄소발자국을 줄이고 발생한 배출 대비 데이터를 효율적으로 얻기 위해 그것들을 어떻게 적절한 상황에 사용하고 최적화할 것인지이다.

Q. 올해의 해양 산업에서 오픈닝 기조연설을 통해 해양이 기후변화의 희생양일 뿐만 아니라 해결책이라고 하셨는데, 이에 대해 자세히 설명해 주세요.

A. 해양이 기후와 연관된 사안들에 해결책을 제시할 수 있는 여러 방법이 있다. 해양 재생에너지 시스템을 설치하는 것은 명확한 예시이다. 다른 지역도 성장하고 있지만 영국은 해상 풍력 설치에 있어 선두 주자이다. 조력 발전은 덜 발전되었지만, 곧 흐름이 올 것이고 해상 풍력 발전의 단점들을 상쇄할 수 있는 능력이 분명히 있다.

재생에너지뿐만 아니라 해양이 제공할 수 있는 해결책은 다른 영역에도 있다. 예를 들어, 탄소배출 제로와 미래 대기 CO₂ 농도를 낮추려는 움직임은 탄소를 자연적이거나 인공적인 탄소 포집기에 담고 제거하는 매커니즘이 필요하다. 해저 탄소포집과 저장 분야는 발전되어야 하는 중요한 영역이다. 바이오연료 감소와 결합하여 탄소배출을 감소시킬 수 있다. 탄소포집과 저장은 특히 지금 개발되고 있는 최우선 과제 중 하나이다.

주목받고 있는 또 다른 분야는 해양자연기반 솔루션이다. 아이디어는 특히 해초 초원, 맹그로브, 염습지와 같은 해안 서식지의 생물다양성을 보전해야 한다는 생각이다. 이는 생물다양성에 이로울 뿐만 아니라, 천연 탄소 포집기로서 역할을 하는 서식지의 능력을 향상시킨다. 이는 잠재적으로 모두에게 유리한 상황으로, 생물다양성을 보전하고 탄소 흡수원을 보고하며 심지어 강화함으로써 대기 중의 탄소를 제거한다. 그리고 경제적인 분야에서 이득은 지역사회에 도움이 되는 관광 분야부터 천연 홍수 방재를 제공하기에 이르기까지 광범위하다.

바다로부터 식량을 얻거나 농업 용지에서 식량을 생산하거나 탄소 트레이드오프에 있어 큰 차이를 발생

시키는가에 대하여 상대적인 이득에 대한 의문 또한 있다. 육상농업은 에너지와 물 집약적이지만 해양식량에 있어서 물공급은 문제가 되지 않으며 잠재적으로 덜 에너지 집약적이기도 하다. 그러나 양식업과 순수 어업의 지속가능성에 대해서 다른 우려가 있다. 하지만 지속가능한 방법이 개발된다면, 에너지와 물 집약적인 농업을 보완하기 위해 해양 식량의 사용은 탄소저감과 건강에 있어 중요한 이점을 제공할 수 있다. 지속가능한 해양 경제를 위한 고위급 해양 패널(Ocean Panel)은 해양을 기후 해결책으로 삼는 보고서를 발간했다. 그들은 파리 협약에서 목표로 한 현재의 탄소 배출량과 실제 현재 탄소 배출량 간의 차이가 20%에 달한다고 말했다. 이를 해결하기 위해서는 해양 기반의 솔루션이 결합되어야 한다.

Q. 재생에너지의 엄청난 잠재력과 수로학자 및 해양 기술 전문가들의 역할을 활용하기 위해선 무엇이 필요할까요?

A. 해상 재생에너지에는 엄청난 잠재력이 있다. 해상 풍력에너지를 더 깊은 바다로 이동하는 것을 포함하여 재생에너지의 사용을 확대하려는 지속적인 요구가 있다. 해안에서 멀어질수록 사용가능한 에너지 자원은 더 많아지기 때문이다. 더 깊은 바다로 이동하는 것 외에도 아직 대규모로 개발되지 않은 풍력에너지를 세계의 여러 지역으로 확대하는 것도 중요하다. 또 다른 기회는 풍력을 포함한 해상 재생에너지를 다른 활동과 결합하여 시너지 효과를 창출하는 것이다. 예를 들어, 해상 풍력 단지는 자연 해양보호구역을 제공한다. 이 지역에서 집중적인 어업이 불가능하기 때문에 더 많은 연구가 필요하지만, 이러한 공동이익이 실현되고 있는지 확인하기 위해 지역을 모니터링하는 것도 중요하다. 따라서 이러한 종류의 기회는 서식지와 생물다양성 조사 그리고 전통적인 수로측량의 요소를 결합한 것이다.

Q. 빅데이터는 기후변화에 대응하는데 도움이 될 수 있는 기술로 보입니다. 이에 대해 어떤 생각을 갖고 있나요?

A. 전통적으로 해양조사의 경우, 시공간적으로 데이터가 매우 부족해서 변화를 해석하기 어렵다. 하지만 새로운 기술의 출현으로 조사 방법이 많이 변화하고 있다. 이러한 변화는 해저와 증가하는 생태학적, 화학적 변수들을 지속적으로 관찰할 수 있게 도와준다.

결과적으로, 빅데이터 혁명은 해양과학과 수로학 분야를 달구고 있으며 방대한 데이터셋을 생성할 수 있게 도왔다. 이러한 기술 혁신의 결과로 전통적인 변수들뿐만 아니라 해저 서식지와 생태계에 대한 정보를 일상적으로 얻을 수 있게 될 것이다. 이는 생태계가 어떻게 인간활동에 영향을 받아 변화할 것인지를 예측하는데 매우 중요한 기회를 제공한다.

현재 개발 중인 몇몇 인공지능 기술은 종과 종의 변화를 식별하고 생태계가 어떤 유형의 해저 지형과 연관되어 있는지, 또한 해양 개발의 물리적, 생태학적 영향을 잠재적으로 예측하는 데 도움이 될 것이다. 이는 AI 이전에도 가능했지만, 사람의 분석만으로는 해석이 불가능했을 것이다. 그러므로 AI는 이렇게 생성된 방대한 양의 데이터를 다루는 데 필수적이고 이는 엄청난 기회이다. 이는 해양 탐사가 생태 및 서식지 차원을 고려할 수 있게 되었음을 의미하고 이는 미래에 많은 분야에서 해양 조사에 필수적인 요소가 될 것이다.

Q. 기후변화와 에너지 전환에 비추어 봤을 때, 수로측량에 있어 공공과 민간 분야의 협력을 어떻게 보고 있나요?

A. 수로측량은 오랫동안 공공과 민간의 협력관계를 유지해 왔다. 공공 부문은 시민과 군사용 수로 측량 프로그램을 통해 데이터 수집에 대한 요구사항을 설정해왔다. 그리고 공공 부문의 규제 당국들은 환경영향평가와 보호구역, 해양공간계획의 개발을 설정하

는 것을 포함하여 해상에서 규제적인 환경과 조건을 설정해왔다. 민간 부문의 강점은 이러한 공공의 조건을 알리고 다른 민간 부문 주체들이 이를 준수하여 운영할 수 있도록 필요한 조사를 수행할 수 있다는 점이다.

또한 민간 부문은 수로측량에서 새로운 기술을 혁신적으로 적용하는데 중요한 역할을 한다. NOC(국가해양센터)와 같은 연구 기관은 극한 및 심해 환경에서 자율 수중 및 수면 선박의 과학적 응용 분야를 개척하는데 중요한 역할을 해왔다.

이러한 기술의 상용화와 광범위한 확장 및 적용은 민간 부문의 핵심적인 역할이다. 이는 전적으로 민간 부문의 투자와 공공 기관 규제 당국의 요구에 대응할 수 있는 능력에 의존한다.

Q. 재생에너지로의 전환은 기후변화에 대응하려는 요구에 의해 나아가고 있습니다. 우리가 가고 있는 길에 대해 긍정적으로 생각하십니까?

A. 긍정적으로 바라보는 것 외에는 별다른 대안이 없다고 생각한다. 이산화탄소 배출과 대기중 농도를 안정화하고 줄이는 것은 실로 중요한 일이다. 모든 과학적 증거는 지구의 기온이 2°C 상승하도록 내버려 둔다면 사회와 생태계에 심각한 악영향을 미칠 것이라고 지적한다. 이는 매우 중요한 도전이며 다양한 문제가 얽혀 있어 매우 복잡하다.

이는 기술적으로 실현이 가능하지만 전환 과정에서 단기적으로 상당한 경제적 영향을 미칠 수 있다. 또한 이는 사회의 행동 변화와 미래를 내다보는 정책을 요구한다. 또한 정당한 전환이 되어야 한다. 다시 말해, 우리는 기후변화에 가장 취약한 계층이 가난한 사람들이라는 것을 이미 알고 있지만, 청정에너지로의 전환 비용 또한 그러한 사람들에게 전가될 수 있다. 이러한 전환이 대중과 정치적인 동의를 지속적으로 확보할 수 있는 방법으로 관리되지 않는다면 우리는 기술적으로 가능한 목표를 달성하는데 실패할 위험이 있다.



따라서 우리는 이러한 전환을 달성하는 방법에 대한 구체적인 계획이 필요하며, 이는 상황에 따라 다르지만, 달성 방법과 최선이 무엇인지에 대한 명확한 단계와 일정을 가지고 있어야 한다. 현재 세계, 국가, 지역, 기업의 차원에서 이러한 감축 목표를 설정하려는 높은 뜻을 품고 있다. 하지만 구체적이고 현실적인 계획이 없다면 문제를 맞닥뜨릴 것이다. 몇몇 분야는 다른 것에 비해 탈탄소화하기 어렵기 때문에 우선적으로 순배출량 제로를 달성해야 한다. 다른 분야에서 더 탄소를 감소하는 방법으로. 하지만 이는 대체재가 될 수 없으며, 화석 연료 에너지원의 전환이 필요한 수준으로 배출량을 줄이는 데 도달할 수 없다.

그래서 나는 이러한 변화의 복잡함과 어려움에 대하여 긍정적이면서도 현실적으로 생각한다. 그리고 포부를 넘어 실현과 검증이 가능한 계획을 세워 신속하게 진행해야 한다고 생각한다.

Q. 과학자로서 생각하기에, 수로학과 해양학이 기후변화 대응에 중추적인 역할을 할 수 있는 구체적인 방안이 있나요?

A. 간단한 답은, 해양 재생에너지 부문과 해저 탄소 포집 및 저장 옵션을 개발하는데 주력해야 한다는 것이다. 또한 에너지 저장뿐만 아니라 연료로써 해양에서 수소를 생산하는 데에도 기회가 있다. 수소만이 해답은 아니며, 여러 어려움이 있겠지만 단기적으로 집중해야 할 중요한 분야이다.

일부 과학자들은 인위적인 수단을 사용하여 해양의 화학적이고 생물학적인 탄소 흡수 과정을 조작함으로써 대기 중의 탈탄소 연구를 추진하고 있다. 이 연구는 중요하지만 매우 논쟁적인 분야이다. 가장 큰 위험은 해양 생태계의 자연적 과정을 대규모로 조작하

여 의도하지 않은 결과를 초래하는 것이다. 따라서 관련된 위험의 전체 범위를 파악하는 것이 연구에 있어 중요하다.

Q. 수로학 커뮤니티에 공유하고 싶은 다른 내용이 있나요?

A. 해양의 역할은 기후변화에 해결책을 제공하는 것 외에도 지속가능한 해양 경제를 발전시킬 수 있는 기회를 제공하는 것이다. 지금은 수로학자와 해양학자가 되기에 매우 흥미로운 시기이다. 오랫동안 우리는 업무에 대한 가치를 인정받지 못한 채 보이지 않는 곳에서 활동해 왔다. 해양 분야가 중심 무대로 이동하고 있으며, 오늘날 세계가 직면한 가장 큰 도전 과제를 해결하는데 중추적인 역할을 하고 있다.

[저자소개]

에드 힐 교수(Professor Ed Hill)

- 영국 국립해양연구소(NOC) 최고 경영자
- 해양물리학 기반 대륙붕 해역의 순환에 대한 전문가로 20년 이상 연구
- 응용수학 학사(University of Sheffield), 해양학 석사 및 박사(Bangor University)
- 2020년 대영제국훈장 CBE 수훈
- 현재 영국 및 국제 자문 기구에서 활동 중



원문 출처: <https://www.hydro-international.com/content/article/from-seafloor-mapping-to-clean-energy-hydrography-s-key-role-in-a-sustainable-world>

항공라이다 수심측량을 이용한 천해 해저면 매핑 - 자동 해저면 매핑을 위한 ALB의 이해와 적합성 평가 -

Hydro International, 2023년 7월 3일

항공 라이다 수심측량(Airborne Lidar bathymetry)은 천해 환경에서 신속하게 수심을 취득할 수 있는 최신 측정 기술이다. 이 기술은 세키 디스크 아래의 수심을 기록할 수 있다. ALB 데이터셋은 수중의 형태학적 해저지형(bedform)과 해안 보호 구조물의 측정을 포함한 연안 매핑(지도제작)에 적합하다. 여기에서는 해저면의 자동 분류와 매핑을 위한 ALB의 적합성을 평가하고 이해하기 위한 새로운 방법론적 접근을 소개한다.

인류가 해안 지역으로 확장하고 경제적, 문화적으로 해안 지역을 집중적으로 이용하기 위해서는 해안 지역의 상태와 변화 과정, 기능에 대한 정보가 필요하다. 자원을 최대한으로 활용하면서도 지역주민의 안전을 보장하는 해안 지역의 효과적인 관리는 이 지역을 모니터링하고 지도화하는 것이 중요하며, 이 작업은 기술적이고 물리적 관점에서 어려운 과제이다.

천해 해안 매핑

해안 매핑은 해안 공학을 지원하는 기본 도구 중 하나이다. 해안 매핑은 해안과 연안 지역의 상태를 평가하고

모니터링하기 위한 중요한 요소이고 어느 지역이 침식에 가장 취약한지 파악할 수 있게 해 준다. 따라서 해안 보존의 효율적이고 경제적인 관리가 가능하다. 보존된 해안의 경우, 측량을 통해 보강재의 기능과 효율성을 파악할 수 있어, 엔지니어링 실무 개선에 도움이 된다.

수심 라이다 측량은 천해역을 측량할 수 있는 기능을 제공한다. 음파 시스템과 비교하여 천해역을 저비용으로 더욱 빠르게 측정할 수 있다. 수심측량용 레이저 스캐너는 녹색 밴드 영역(532nm)을 사용하여 수면 아래의 깊이를 측정한다. 지형측량용 스캐너에 비해 반사된 음파가 되돌아오는데 시간이 더 걸리기 때문에, 높은 출력과



그림 1. 연구 지역과 유럽 내에서의 위치. 특정 연구 지역의 위치 N1-N4(자연적인 지역)과 A1-A2(인위적으로 변경된 지역). 베이스맵: 오픈스트리트맵



낮은 레이저 펄스 주파수가 특징이다.

원격 탐사 데이터셋으로부터 해저면 지형패턴(seabed geomorphology)의 식별과 분류는 수동, 자동이나 반자동으로 수행될 수 있다. 수동 매핑은 노동집약적이고 시간이 많이 들며 가급적 한 사람명의 해석자가 전문지식을 갖추고 있어야 한다. 따라서 이 연구는 발트해 남쪽의 ALB 데이터셋을 사용하여 얇은 해저면을 자동으로 매핑하는 방법을 제안한다.

연구 지역과 취득된 데이터셋

연구 지역은 발트해 남쪽, 폴란드 연안에 위치해 있다 (그림1). 연구를 위해 해안을 따라 6개의 폴리곤이 선택되었으며, 해안선에서 수심 5.5m까지 확장한 해저 스트립을 나타낸다. 이 중 4개 지역은 자연 환경적 특징을 지니고 있고, 나머지 2개 지역(Rowy, Ustka 마을 근처)은 인위적으로 변경(개발)된 곳이다. 또한 발트해 남쪽의 48km 해안선 구간에 대해 개발된 처리방법을 적용하였다.

연구는 SIPAM 포털(<https://sipam.gov.pl/>)을 통해 폴란드 그디니아(Gdynia)에 있는 해양청(<https://www.umgdy.gov.pl/>)의 ALB 데이터를 사용했다. 데이터는 .las 데이터 포맷으로 기록된 포인트 클라우드(point cloud)를 사용하여 만들어진 수심 DEM의 형태였다. 측

량은 다음과 같은 사양으로 OPEGIEKA 사에 의해 수행되었다.: 평균 스캐닝 밀도 $2*12.4 \text{ points/m}^2$ 이상, 평균 수평오차(XY) 0.02m, 평균 수직오차(H) 0.07m 이하. 지형 모델의 결과는 그림 2와 같다.

해저지형의 수동 분류

9개 유형의 해저지형(bedform)*과 3개 유형의 인위적 구조물의 공간적 범위는 자격을 갖춘 지형학자가 ALB 데이터의 분석과 해석을 통하여 수작업으로 분리하였다. 해저 기복에 대한 추가적인 조사와 수심, 경사, 향(가장자리, 경사 기저부, 해저용기부와 해곡 형태의 축의 묘사를 포함하여)에 대한 해석이 분석에 제공되었다.

따라서, 다음과 같은 13종의 객체로 구분하였다: 인위적 결과물(artefacts, 보간오차가 보이는), 기복있는 지형, 인위적결과물이 산재된 기복있는 지형, 평평한 지형, 인위적결과물이 산재된 평평한 지형, 다른 불규칙한 지형, 울퉁불퉁한 골짜기 지형, 물결 모양(혀 모양) 연흔(ripple) 지형, 직선 또는 S자모양 연흔 지형, 제방, 수중 방파제, 인공 어초 모듈, 이탄(peat).

ALB 데이터셋의 자동 처리

ALB의 수심자료에서 경사, 향, 요철, 곡률에 더하여 지형패턴(geomorphons), 다중 해상도 능선 상부 평탄도

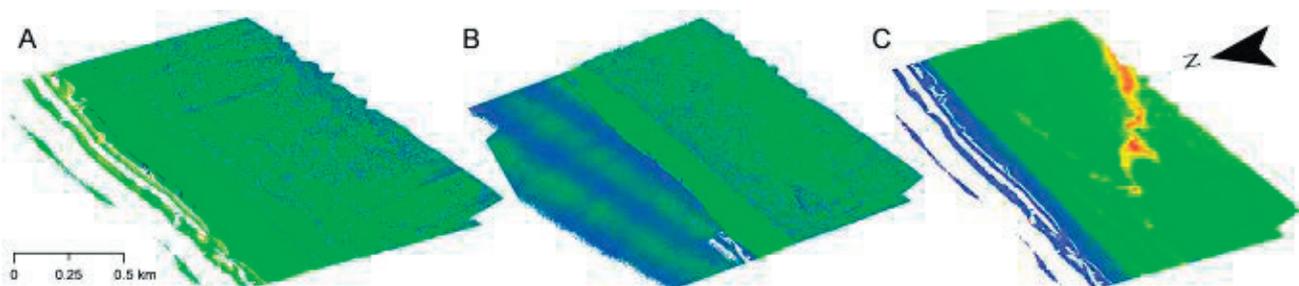


그림 2. 그디니아의 해양청에서 제공된 ALB 데이터셋의 예. A: 라이다 포인트 클라우드 분류, 지표면; B: ALB 포인트 클라우드의 반사 강도; C: 지형의 디지털 모델 (높이에 따라 색상 표현)

* 층면구조(bedforms): 유체나 바람에 의해 퇴적물이 이동하면서 만들어 낸 구조. 그러나 해석상 해저면 형태를 의미하는 바, 여기에서는 해저지형이라 해석함이 타당하다 사료

(MrRTF)와 같은 고급 속성 등 21개의 속성을 추출한다. 이러한 속성들은 결과가 분류에 사용되는 특징 선택 알고리즘(feature selection algorithm)에 적용되었다.

지상 실측 기준점은 수동 분류와 무작위 처리를 기반으로 만들어졌다. 기준점들은 훈련용과 검사용 샘플로 나누어지고, 감독 분류기의 입력값으로 사용되었다. 해저지형의 자동 분류와 묘화는 지리적 객체기반 이미지 분석(GEographic Object-Based Image Analysis, GEOBIA)을 사용하여 수행되었다. 이를 통해 원격 탐사 이미지의 분할(구조의 범위를 묘사하는데 유용한)과 이전에 생성된 지상 실측 기준점에 기반한 분류를 할 수 있다. 객관적인 결과를 얻기 위해 반자동 방식으로 모든 알고리즘이 사용될 것이다. 본 연구에서는 여러 분할 및 분류 알고리즘을 테스트하여 가장 좋은 결과를 얻은 알고리즘을 선정하였다. 분류기의 성능은 생산자 정확도, 사용자 정확도, 그리고 전체 정확도와 같은 전형적인 통계치를 이용하여 측정되었다.

제안된 예측기와 머신 러닝 분류기의 성능

자동 분류에서는 모든 속성들이 중요하여 분석을 위한 입력값으로 모든 속성이 사용된다는 것을 특징 선택의 분석에서 확인하였다. 수문학에서 개발된 다중 해상도 능선 상부 평탄도(MrRTF)는 거연흔(megaripple)과 같은 작은 해저지형의 상단부와 모래톱 마루(sandbar crest)에 대한 훌륭한 예측기로 알려져서 이러한 연해 해저지형을 결정하기 위한 잠재적인 진단수단으로 제안되었다.

본 연구에서 랜덤 포레스트(RF) 분류기가 ALB 측정에 기반한 해저지형과 인공구조물의 정확한 자동 분류에 적합함을 보여줬다. 랜덤 포레스트 분류기는 테스트된 모든 분류기 중 가장 높은 성능을 보였다. 수동 분류와 이 분류기 결과의 전체적인 비교에서 해저지형의 모든 주요 유형들이 잘 일치함을 보여줬다(그림 4). 같은 알고리즘은 발트해 남부의 48km 길이의 연해 환경에서는

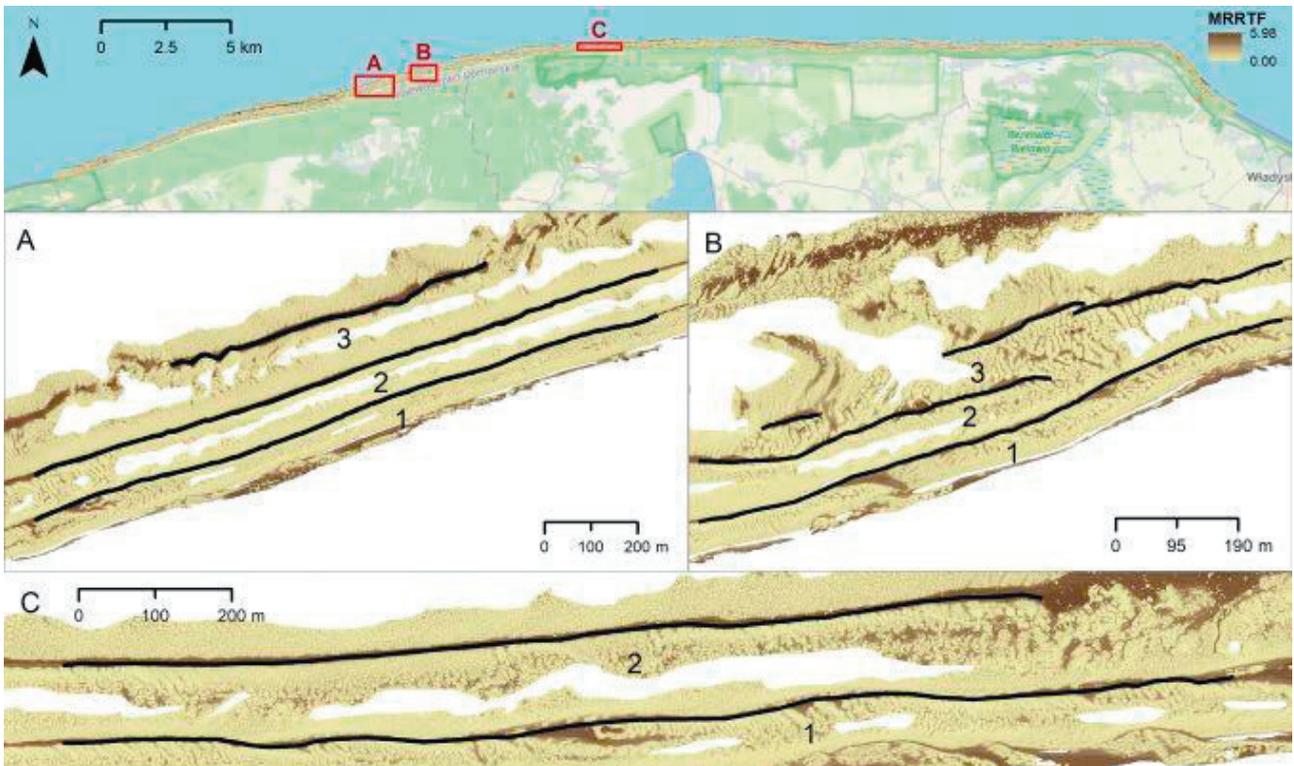


그림 3. 발트해 남부 해안선의 샘플 구역들을 확대한 ALB의 MrRTF 특징 추출의 결과. 1-3번의 검은 선은 수동으로 그린 모래톱 마루를 나타낸다. (배경지도: OpenStreetMap)

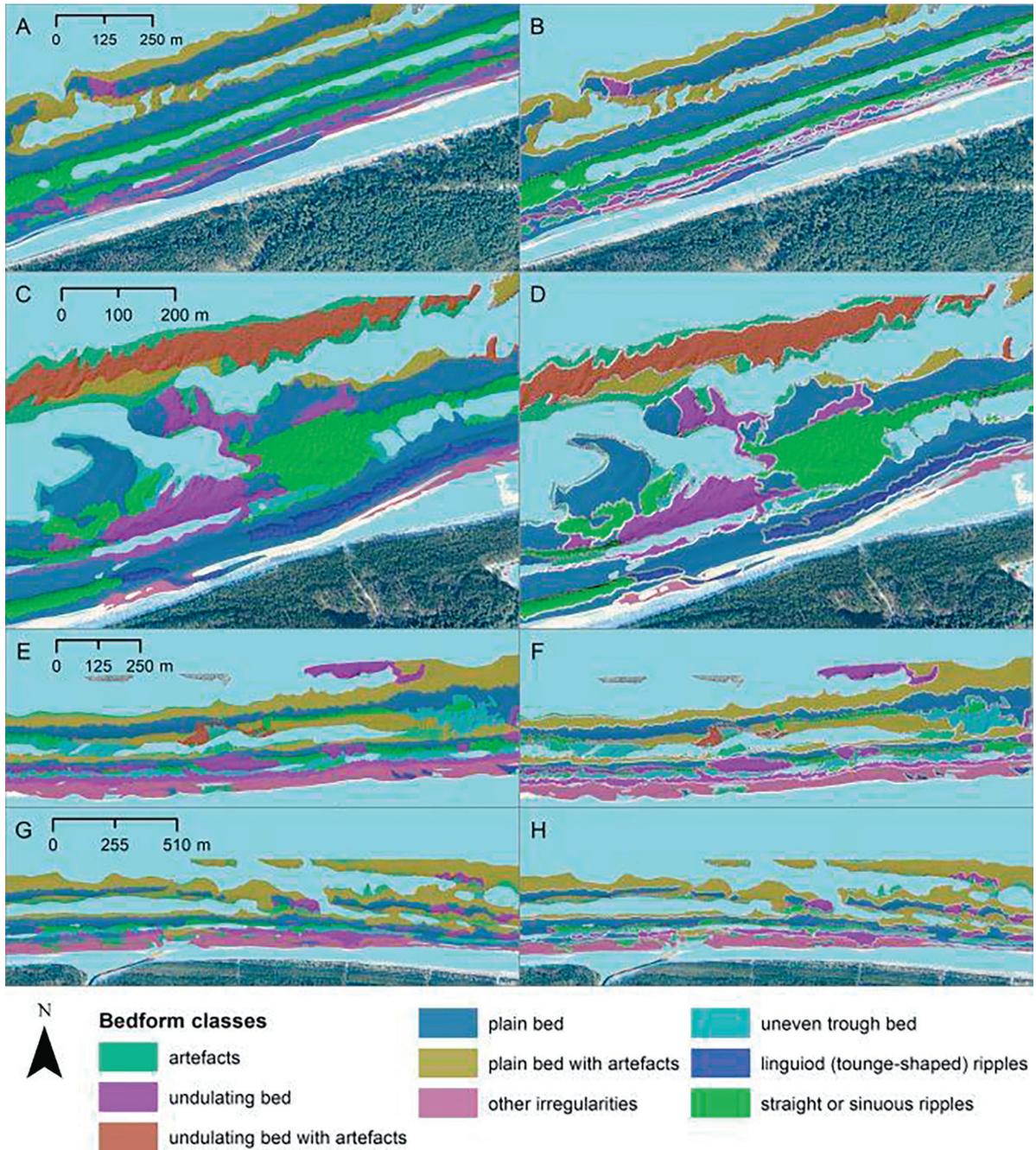


그림 4. 자연 지역에 대한 수동 분류 결과(왼쪽)와 랜덤 포레스트의 자동 분류 결과(오른쪽)의 비교. (배경지도 - 동일한 항공측량에서 생성한 정사 사진)

물론, 자연 해저지형과 인공 구조물이 혼재된 더 복잡한 지역(그림 5)에서도 잘 작동했다. 모든 시나리오의 정확도는 중앙값 85%의 대략 75%에서 91% 사이였다. 외부 전문가의 의견에 의하면 분할 결과는 실현 가능하고 정확한 것으로 나타났다.

자동 분류가 수동 해석을 대체할 수 있을까?

제시된 연구에서는 ALB 데이터셋을 기반으로 자동 매핑 방법을 결정하고 평가하는 다양한 측면을 다룬다. 발트해 남부의 연안에 나타나는 9개 유형의 해저지형과 3개 유형의 인공구조물을 구분하여, 연안 지역의 자동 매핑에 고해상도 ALB 데이터셋의 적합성을 입증했다. 다

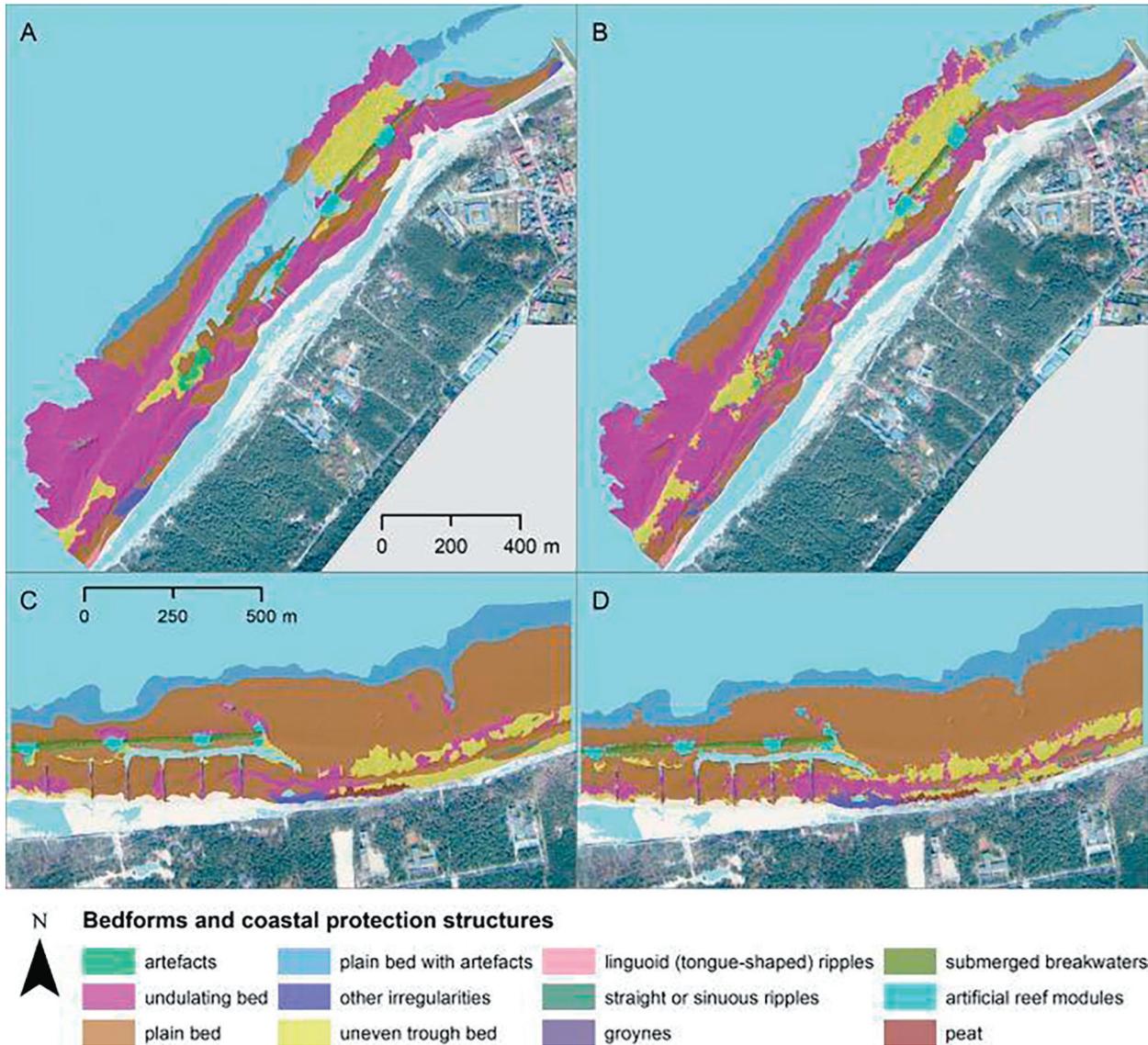


그림 5. 인위적으로 변경된(개발된) 지역에 대한 수동 분류 결과(왼쪽)와 랜덤 포레스트 분류 결과(오른쪽)의 비교. (배경지도 - 동일한 항공측량에서 생성한 정사사진)

중 해상도 능선 상부 평탄도(MrRTF)의 추출은 연안 보호에 매우 중요한 모래톱 마루의 자동 묘화에 효과적으로 적용될 수 있다. 본 연구에서 제시한 ALB의 공간적 범위는 수심 레이저 스캐너 측량의 정밀도와 투과 범위에 여전히 개선 가능성이 있음을 보여준다. 여기서 많은 지형패턴 속성들이 테스트되었지만, 다른 자료원 혹은 다른 공간 스케일에서 부차적인 특징들이 분류 성능을 향상시킬 수 있다. 따라서 여전히 발전의 여지가 남아있지만, 이 분야에서는 상당한 진전이 이루어졌음을 알 수 있다.

더 읽을 거리

Janowski, L., Wroblewski, R., Rucinska, M., Kubowicz-Grajewska, A., & Tysiac, P. (2022). Automatic classification and mapping of the seabed using airborne Lidar bathymetry. *Engineering Geology*, 301, 106615. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2022.106615>

This research was funded in whole by the National Science Centre, Poland [Grant number: 2021/40/C/ST10/00240]

원문 출처: <https://www.hydro-international.com/content/article/shallow-seabed-mapping-based-on-airborne-lidar-bathymetry>



수로측량 업무규정 변경내용 비교표

(2023년 1월 공고 기준)

본 원고는 '23년 1월 공고된 내용과 이전 내용을 비교하여 어떤 점이 바뀌었는지 소개하는 특집 기사로, 변경된 내용을 시리즈로 다룰 예정이다. 수로측량 관련 업무 수행 시 혼동되지 않도록 변경된 기준을 한눈에 파악할 수 있게 구성하였다.

| 주제 | 개정전 | 개정후 | 변경사항 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---|------------|----------------------|-----|-----|-------|--------------|------------|----------------------|---------|----------|-------|---|---------|---|-------|--|--|-----|-----|------|--------------|-------|----------|----------------|----|-------|---------|----|-------|---|
| 12조: 국가 해양 기준점 조사 GNSS 측정 시간 변경 | <p>① 기준점측량은 GNSS 측량으로 수행한다. 다만, GNSS 측량을 할 수 없는 경우에는 교회법 등 일반 육상측량 방법으로 측량할 수 있다.</p> <p>② GNSS 측량은 다음 각 호에 따라 수행하여야 한다.</p> <p>1. 정적간섭 측위방법(Static 측량)으로 수행</p> <p>2. 다음 각 목에 따라 위성정보 수신</p> <p>가. 위성 고도 각은 원칙적으로 15° 이상을 유지</p> <p>나. 동시 수신 위성 수는 4개 이상일 것</p> <p>다. 적정 정확도(GDOP, PDOP, HDOP, VDOP, TDOP) 유지</p> <p>3. 입력단위와 자리 수는 다음 표를 준용</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>구 분</th> <th>단 위</th> <th>자리수</th> <th>비 고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>경 위 도</td> <td>도·분·초(WGS84)</td> <td>1/100,000초</td> <td>자동입력 기능이 있는 기종은 자동입력</td> </tr> <tr> <td>탄 황 채 고</td> <td>m(WGS84)</td> <td>0.001</td> <td>"</td> </tr> <tr> <td>안 태 나 고</td> <td>m</td> <td>0.001</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>4. 다음 표를 준용하여 Session 단위로 수행</p> <p>...</p> <p>6. GNSS 측량데이터는 RINEX 형식(format)으로 변환하여 저장</p> <p>7. 기상상황, 전파 수신 상태 등의 측량여건을 야장에 기록</p> <p>...</p> | 구 분 | 단 위 | 자리수 | 비 고 | 경 위 도 | 도·분·초(WGS84) | 1/100,000초 | 자동입력 기능이 있는 기종은 자동입력 | 탄 황 채 고 | m(WGS84) | 0.001 | " | 안 태 나 고 | m | 0.001 | | <p>① 기준점측량은 GNSS 측량으로 수행해야 한다. 다만, GNSS 측량을 수행할 수 없는 경우 교회법(交會法) 등 일반적인 육상측량 방법을 사용할 수 있다.</p> <p>② GNSS 측량은 다음 각 호에 따라 수행해야 한다.</p> <p>1. 정적간섭(Static) 측위 방법</p> <p>2. 다음 각 목에 따라 위성정보 수신</p> <p>...</p> <p>다. GDOP, PDOP, HDOP, VDOP, TDOP의 적정 정확도 유지</p> <p>3. 입력단위와 자리 수는 다음 표와 같음</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>구 분</th> <th>단 위</th> <th>자리 수</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>경 위 도(WGS84)</td> <td>도·분·초</td> <td>10만분의 1초</td> </tr> <tr> <td>탄 황 채 고(WGS84)</td> <td>미터</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>안 태 나 고</td> <td>미터</td> <td>0.001</td> </tr> </tbody> </table> <p>4. 다음 표에 따라 단위작업(Session)으로 수행</p> <p>...</p> <p>6. GNSS 측량자료는 수신기 독립 교환 형식(RINEX)으로 변환하여 저장</p> <p>7. 기상상황, 전파 수신 상태 등의 측량 여건을 야장(野帳)에 기록</p> <p>...</p> | 구 분 | 단 위 | 자리 수 | 경 위 도(WGS84) | 도·분·초 | 10만분의 1초 | 탄 황 채 고(WGS84) | 미터 | 0.001 | 안 태 나 고 | 미터 | 0.001 | <p>명칭된 언어로 변경</p> <p>같은 내용이나 문구를 간결하게 수정</p> <p>불필요한 비교 부분을 제거함</p> <p>영문을 바로 사용한 것을 한글로 먼저 작성후 괄호에 영어 또는 한자를 사용한 것</p> |
| 구 분 | 단 위 | 자리수 | 비 고 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 경 위 도 | 도·분·초(WGS84) | 1/100,000초 | 자동입력 기능이 있는 기종은 자동입력 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 탄 황 채 고 | m(WGS84) | 0.001 | " | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 안 태 나 고 | m | 0.001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 구 분 | 단 위 | 자리 수 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 경 위 도(WGS84) | 도·분·초 | 10만분의 1초 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 탄 황 채 고(WGS84) | 미터 | 0.001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 안 태 나 고 | 미터 | 0.001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 주제 | 개정전 | 개정후 | 변경사항 |
|---|--|---|--|
| <p>20조 및 11장: 수로측량을 위한 조석관측 및 조석 보정 내용 정비</p> | <p>제20조(선박수심측량 자료처리) ① 단범수심측량 자료처리는 다음 각 호에 따라 수행하여야 한다.</p> <p>1. 흘수, Bar-check 음속도 보정 및 조석보정 적용</p> <p>② 다중범수심측량 자료처리는 다음 각 호에 따라 수행하여야 한다.</p> <p>1. 흘수, 수중음속도, 측심자료 편향 보정 값 등 각종 보정 확인 및 조석보정 적용</p> <p>5. 수심의 오측자료 제거</p> <p>③ 조석보정은 다음 각 호에 따라 수행하여야 한다. 다만, 수심 200m 이상의 심해역에서는 조석보정을 수행하지 않을 수 있다.</p> <p>1. 조위관측소 및 측량구역에서 실시한 조위자료 적용</p> <p>2. 제1호에도 불구하고 필요한 경우 “제73조제2항”에 따른 수차모델 조석자료를 적용 가능</p> <p>3. 노·간출암, 얕은 수심, 항해위험물 등 중요 높아 및 수심이 조석보정 결과 구성과와 차이가 10cm 이내일 경우에는 구성과 적용, 다만, 구성과 보다 낮을 경우에는 변경 가능</p> <p>4. 조석보정에 사용하는 조위자료는 10분 간격으로 생성하며, 값은 절사하여 0.01m 단위까지 제작</p> <p>④ 수중음속도 보정은 “제18조제3항 및 제4항”에 따라 실시하며, 필요시 시공간적으로 분석하여 계산한 음속도 값을 적용할 수 있다.</p> <p>⑤ 자료처리가 완료된 수심은 검측자료 비교, 불확실도 산출 및 [별표 1] 수로측량 등급에 따른 최소기준의 만족여부를 확인하여야 한다.</p> | <p>...</p> <p>1. 흘수 적용, 수중음속도 보정 및 조석보정</p> <p>2. 항적(航跡)의 왜곡 확인 및 불필요한 항적 편집</p> <p>3. 수심의 오측자료 제거</p> <p>4. 음향측심기록지와 대조하여 수심, 위치의 잡음 및 오측자료 제거</p> <p>② 다중범 수심측량 자료처리는 다음 각 호에 따라 수행해야 한다.</p> <p>1. 흘수 적용, 수중음속도 보정, 장비 교정 값 적용 및 조석보정</p> <p>2. 항적의 왜곡 확인 및 불필요한 항적 편집</p> <p>3. 선박움직임 보정 값 확인 및 오류 편집</p> <p>4. 제16조의 선박수심측량 계획에 따른 측심 간격의 적합성 확인</p> <p>5. 수심의 오측자료 제거</p> <p>③ 수중음속도 보정은 제18조제3항 및 제4항에 따라 실시한다. 다만, 필요한 경우 시공간적으로 분석하여 계산한 음속도 값을 적용할 수 있다.</p> <p>④ 자료처리를 끝낸 수심은 검측자료 비교, 불확실도 산출을 수행하고 별표 1 수로측량 등급에 따른 최소기준을 만족하는지 확인해야 한다.</p> | <p>영문을 바로 사용한 것을 번역하여 문구를 조정</p> <p>용어를 간결하게 정리</p> <p>조석보정 항목에 대한 상세내용을 간략화</p> <p>단순 문구 조정</p> |



차례

국제수로기구 Brief News __ 2

NAUTILUS(지리공간 연구를 위한 수중 및 수층 데이터셋) __ 11

해저바위(boulder) 탐지를 위한 자동화된 데이터 처리 방식 __ 12

해저면 매핑에서 청정 에너지까지

: 지속가능한 세계에서 수로학의 핵심 역할 __ 17

항공라이다 수심측량을 이용한 천해 해저면 매핑

- 자동 해저면 매핑을 위한 ALB의 이해와 적합성 평가 - __ 21

수로측량 업무규정 변경내용 비교표 __ 26



해양조사 기술동향 통권 제17호(2023-3)

발간처: 한국해양조사협회 | 발간인: 황 준 | 발간일: 2023년 11월 10일

감수: 김영배, 김연수, 전형섭 | 번역 및 편집 책임: (주)지인컨설팅

주소: 서울특별시 금천구 가산디지털1로 70 호서대벤처타워 1305호 | 전화: 02-2166-3300 | 팩스: 02-2672-4614