



[특별세션 1]

갯벌 공간정보 변화 모니터링 I

- 탁한 수역에서의 항공수심라이다 데이터 처리 기술 연구
- 국내 갯벌 항공수심라이다측량 사례 및 갯벌 다중센싱 시스템 개발
- Estimation of Suspended Sediment Concentration in the Turbid Water Outflow Region Using a Multispectral Camera on an UAV
- LIDAR 유효 탐지 수심의 추정을 위한 하향확산감쇠계수 현장 측정 간소화 방안
- Short term effects of dumping dredged materials on the coastal environment of the Guayas River in Ecuador

탁한 수역에서의 항공수심라이다 데이터 처리 기술 연구

김혜진 ^{1,*}, 이재빈 ^{2,#}

¹ 건국대학교 Social Eco Tech 연구소

² 목포대학교 토목공학과

#교신저자: lee2009@mokpo.ac.kr

연안지역의 수심측량은 일반적으로 음향측심(echo-sounding)을 통해 수행되나, 멀티빔(multibeam)을 이용한 음향측심 시스템은 최소 4m 이상의 수심에서 운용가능하고, 이보다 좀 더 얇은 수심에서 측량 가능한 싱글빔(single-beam) 시스템은 선박의 직하방 수심만을 관측할 수 있어 연속적인 해저지형 측량이 어렵다. 때문에 해안선 인근의 저수심 연안에는 결측지역(missing area)이 존재하게 되며, 특히 우리나라 서해와 남해에는 조수간만의 차가 큰 조간대가 넓게 분포하여 수심이 수시로 변하기 때문에 선박을 이용한 수심측량이 적합하지 않다. 이에 접근성 및 경제성 면에서 항공수심라이다(airborne bathymetric LiDAR) 시스템이 저수심 수역의 수심측량을 위한 효율적 대안으로 주목받고 있다. 그러나, 조수의 흐름이 활발한 조간대 수역은 탁도가 높아 항공수심라이다 레이저의 투과율이 낮은 수역에 비해 떨어지므로 이를 개선하기 위한 하드웨어 성능 개선과 더불어 탁도를 고려한 데이터 처리가 필요하다. 항공수심라이다 센서에 수신된 신호의 전체 기록인 풀웨이브폼(full-waveform)은 해수면과 해저의 반사 신호와 함께 수중산란(water backscattering) 및 노이즈가 중첩되어 기록되며, 그 외에 식생, 어류 등의 수중객체들로부터의 반사 등 다양한 개별 신호 성분을 포함할 수 있다. 따라서, 항공수심라이다 웨이브폼으로부터 정밀한 해저 공간정보를 추출하기 위해서는, 노이즈를 제거하고, 웨이브폼을 개별 신호로 분해(decomposition)한 후, 유효한 3 차원 포인트로 변환하는 등의 데이터 처리 과정이 필요하다. 웨이브폼 처리 기술에 따라 수심측량 성과의 정확도 및 점밀도의 차이가 발생하고, 국외 시스템 개발사들은 자체 데이터 처리 기술을 공개하지 않기 때문에, 원천기술의 확보 및 개선이 중요하다. 본 연구에서는 탁하고 얇은 수역에서의 항공수심라이다 수심측량 성능을 향상시키기 위해, 탁도에 따른 웨이브폼 특성을 분석하고, 해저 포인트 추출 성과를 향상시킬 수 있는 웨이브폼 처리 기술 전략을 도출해보고자 하였다. 이를 위해 서해 갯벌 지역에서 취득된 Seahawk 웨이브폼 데이터를 활용한 실험을 수행하였으며, 기존 시스템 소프트웨어를 통해 추출된 포인트 클라우드 데이터와 비교를 통해 개선된 처리 기술의 실효성을 검증하였다.

사사

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

국내 갯벌 항공수심라이다측량 사례 및 갯벌 다중센싱 시스템 개발

허현수^{1,*}, 김가현^{1,#}, 김민영¹, 정혜영¹, 박은택¹

¹(주)지오스토리

#교신저자: suji426@naver.com

갯벌은 물이 하루에도 두 번 썰물과 밀물이 이루어 지기 때문에 육상 측량의 방법으로도 측량의 어려움이 있고 선박 기반 수심측량의 방법으로 측량이 어려운 데이터 취득에 의한 모니터링이 어려운 지역이다. 지금까지 이러한 한계에 의하여 갯벌에 대한 공간정보 구축은 국립해양조사원에서는 단빔선박측량 50m 피치로 실시 하고 있으나, 소해측량이 아닌 임의의 측량 노선을 측량하는 방식으로 갯벌의 형상을 재현하지 못하거나, 변화모니터링의 자료를 구축하는 데에는 한계가 있으며, 국토지리정보원에서의 국가기본도 제작은 항공촬영 시 조간대에 대하여 조위시간에 대한 규정이 없어 항공사진에 나타나는 만큼만 촬영되어 이러한 항공사진 촬영자료를 통하여 국가기본도가 제작되고 있는 실정이다.

항공수심라이다기술은 육역과 해역을 동시에 측량할 수 있는 기술로서 육역으로 부터 조간대, 저수심에 이르는 구역의 측량이 가능한 거의 유일한 방법으로서 조간대 갯벌지역 측량에 매우 뛰어난 효율, 그러니까 저비용, 단기간에 측량을 수행할 수 있다. 하지만, 갯벌의 탁도환경은 밀물과 썰물에 의한 부유물, 어두운 저질인 찰이 대부분이기 때문에 기본적으로 비교적 깨끗한 물에서 측량이 가능한 항공수심라이다 기법으로도 매우 도전적인 측량지역이다.

국립해양조사원에서는 갯벌지역과 주변 저수심 자료의 취득을 위하여 2015 년 연안해역정밀조사 안면도 및 양식장 부근 용역으로 부터 2016 년 연안해역정밀조사 비인만 부근, 2017 년 연안해역정밀조사 제부도 부근, 2018 년 연안해역정밀조사 태안반도 서부, 2019 년 연안해역정밀조사 인천부근, 2020 년도 해안선변화조사 서해 도서부 및 갯골분포도 제작 용역을 통하여 서해 일부 및 남해 일부의 조간대 갯벌지역을 항공수심라이다 측량방식으로 측량을 수행하였다.

본 연구에서는 6 년간 국립해양조사원에서 수행한 항공수심측량에 의한 조간대 갯벌측량 현황과 그간 정확도 검정을 수행한 내역에 대한 분석을 통하여 갯벌지역에 대한 항공수심라이다 사용에 대한 활용 가능성을 분석하고 '갯벌 공간정보 변화 모니터링 기술개발' 에서 연구 중인 갯벌 다중센싱 시스템 개발에 레퍼런스로 삼을 수 있는 과거 자료에 대한 분석을 수행하였다. 또한, 갯벌 다중센싱 시스템 개발 개요와 향후 연구방향에 대하여 기술한다.

사사

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

Estimation of Suspended Sediment Concentration in the Turbid Water Outflow Region Using a Multispectral Camera on an UAV

조영현^{1,*,#}, 이종석¹, 백지연¹, 신지선¹

¹Department of Oceanography, Pusan National University, 46241, Republic of Korea

#교신저자: joyoung@pusan.ac.kr

Optical remote sensing using unmanned aerial vehicles (UAVs) is proposed to observe the changes in marine environments. Their measurements were performed using a UAV multispectral camera such as RedEdge with five spectral wavelengths of 475, 560, 668, 717, and 842 nm with high spatial (5 cm) and temporal (1 s) resolutions to monitor the rapidly changing suspended sediment concentration (SSC) in the Saemangeum coastal region on the western off coast of Korea. To develop the SSC algorithm, optical field and water sample measurements were obtained from outside (11 stations) and inside (three stations) regions separated by the seawall, accounting for 100 measurements from 2018 to 2020. Accordingly, the remote sensing reflectance (R_{rs}) was estimated at each sampling station and used to develop the SSC algorithm based on multiple linear regression. The algorithm reasonably estimated the SSC with an R^2 and root mean square error of 0.83 and 4.27 (mg L^{-1}), respectively. For the UAV observational data, the atmospheric influence at each altitude was reduced to the surface altitude level using a relative atmospheric correction technique. The SSC map enabled the front monitoring of SSC variations caused by discharge water due to the sluice gate opening. These results demonstrated the usability of the UAV-based SSC algorithm and confirmed the possibility of monitoring rapid SSC fluctuations.

LIDAR 유효 탐지 수심의 추정을 위한 하향확산감쇠계수 현장 측정 간소화 방안

안재현^{1,*,#}, 배수정¹, 이순주¹

¹한국해양과학기술원 해양위성센터

#교신저자: brtnt@kiost.ac.kr

녹색(530 nm) 파장대 LIDAR 센서를 이용한 원격탐사는 탁도나 부유사 농도 등의 해양환경분석 뿐 아니라 연안 수심 측정 및 해저 지형 조사, 해저 구조물 탐지 등 여러 분야에 활용되고 있다. 특히 해저 구조물 탐지를 위해 LIDAR 를 이용할 경우 유효 탐지 수심은 해수 구성성분들에 의한 광특성에 영향을 받으며 특히 하향 확산광의 투과율을 결정하는 하향확산감쇠계수(Diffuse attenuation coefficient: K_d)에 대한 함수로 계산이 가능하다. 이론적으로 LIDAR 관측 원시자료를 분석하면 K_d 의 직접적 산출이 가능하지만 대부분의 LIDAR 장비는 원시자료로의 직접 접근이 어려우며 탐지 분석 결과만 제공하고 있다. 이상적인 K_d 측정방법은 자유낙하 프로파일러(profiler)에 하향확산조도 측정 센서를 탑재하여 수층 별 하향확산조도 감쇠율을 측정하는 것이 이상적이다. 하지만 이 장비의 운용에는 높은 비용과 노력이 필요하며 초소형 선박 등에서의 즉각적인 측정도 어려운 편이다. 따라서 본 연구에서는 대안으로 세키 깊이(Secchi disk depth) 혹은 휴대용 탁도계 측정 정보를 이용하여 간소화된 $K_d(530\text{ nm})$ 측정 방법을 제시한다.

Short term effects of dumping dredged materials on the coastal environment of the Guayas River in Ecuador

유제선^{1,2,*,#}, David Fernando Garzon Pico^{1,2}, 방민선^{1,2}

¹ 한국해양과학기술원

² 과학기술연합대학원대학교

#교신저자: jyoo@kiost.ac.kr

The coastal hydrodynamics and the fate of dredged materials offshore can be simulated through numerical models. Ecuador is a South American country with an extensive coastline facing the waters of the southern-east Pacific Ocean. Nevertheless, coastal hydrodynamic and marine sediment fields have not been studied very well. Consequently, a low understanding of the marine environment grants overlapping dumping of dredged materials at sea over the marine environment matters. Here, four scenarios at Delft3D with daily disposal of more than seventeen thousand cubic meters of dredged materials are simulated to investigate the effects of dumping dredged materials on the coastal environment. The results show that the accumulation of dredged materials has more effects in the short term when the dumping site is shallower and closer to the dredging site. Therefore, it is seen that if the environmental impact assessment concludes that disposing at sea is the best option, dredged materials dumped at the coastal environment offshore in El Oro province have less effect when it occurs at a deeper westward deposit site.