

드론을 활용한 해양 측량 및 GIS 현황과 발전방향

Current status and future direction of marine surveying and GIS using drones

□ 이재빈 / 국립목포대학교

1. 드론을 활용한 해양 측량 및 GIS 현황

무인항공기(unmanned aerial vehicle, UAV) 또는 드론(Drone)은 사람이 탑승하지 않는 항공기를 의미한다. 우리나라의 항공법상에서는 “사람이 탑승하지 아니하는 것으로 무인 동력비행장치의 경우 연료의 중량을 제외한 자체중량이 150킬로그램 이하인 무인항공기 또는 무인회전익비행장치, 무인비행선의 경우 연료의 중량을 제외한 자체 중량이 180킬로그램 이하이고, 길이가 20미터 이하인 무인비행선”으로 규정되어 있다.

드론은 항공기나 위성 등에 비해 가격이 저렴하고 운용에 대한 효율성이 뛰어나기 때문에 과거부터 정찰이나 표적타격 등과 같은 군사적인 목적으로 많이 활용되어져 왔다. 현재에는 기체 제작기술, 제어기술 및 탑재 센서 기술 등과 같은 드론의 활용

성을 증대시키는 기술의 발전에 따라 농업, 기상관측, 통신, 방송 엔터테인먼트, 스포츠, 물류운송 분야 등에서 광범위하게 활용되고 있으며 관련 시장은 지속적으로 확대되고 있다.

이러한 광범위한 활용에 힘입어 측량 및 지리정보시스템(Geographic Information system, GIS)과 같이 지형공간정보를 제작하고 활용하는 분야에서도 드론을 활용하기 위한 다양한 연구와 시도가 증가하고 있다. 이는 드론에 탑재되는 디지털 카메라의 성능향상과 GPS/INS 등 항법장치의 경량화 및 정밀도 향상, 드론 항공사진처리를 위한 항공사진측량(aerial photogrammetry) 소프트웨어의 보급과 상용화에 기반하고 있다. 드론을 이용하여 지형정보를 구축할 경우 상대적으로 저렴한 비용으로 원하는 지역에 대해 원하는 시기에 수cm의 해상도를 가지는 고해상도의 원격탐사 데이터를 구축할 수 있다는 장점을 가지고 있다(윤부열 등, 2014; 김

덕인 등, Colomina, I. and Molina, P., 2014). 또한 기존의 항공기나 위성을 활용한 원격탐사 기술에 비해 대상지역에 대한 촬영이 용이하며 기체를 원하는 지역으로 조정하기가 용이하고 구름의 영향을 받지 않는 고도에서 촬영이 가능하다는 장점을 가진다. 이에 반해 배터리 용량의 제한에 의한 촬영 면적의 제한, 탑재 센서의 무게 제한에 따르는 카메라 성능의 제한, 대용량 데이터의 처리의 어려움, 카메라 내부표정의 한계, 지상기준점 취득의 어려움 등이 단점들로 고려된다. 그럼에도 불구하고 드론이 가지는 장점을 활용하여 기존의 원격탐사에서 활용하기 어려운 분야에서 드론의 활용성은 점차 증대되고 있다. 이러한 사례는 문화재 모니터링, 산림 및 농작물 모니터링, 적조나 녹조 모니터링, 교통관제를 위한 감시, 재난지역 모니터링, 수치지도 및 지적도 제작 등에서 찾아볼 수 있다(김지영 등, 2016, Pajares, G., 2015).

이러한 드론의 장점을 바탕으로 해양측량 및 GIS 분야에서도 드론을 활용하고자 하는 시도가 점차 증대되고 있다. 해양측량 및 GIS 분야는 해안선측량, 해안선변화 모니터링, 수심측량, 갯벌 측량, 적조 모니터링 등의 해양지역에 대한 지형공간 정보를 제작하고 관련 정보를 수집·활용하는 영역을 포함한다. 전통적인 해양측량은 현장측량이나 위성영상, 유인기를 이용한 항공사진측량 및 항공라이다 측량 등의 원격탐사 기법을 활용하여 수행되었다. 특히 내륙보다 상대적으로 접근이 어려운 해양지역의 경우 현장측량보다는 보다 적시성 있는 정보를 고해상도로 획득할 수 있다는 점에서 원격탐사의 활용성이 더 높다고 할 수 있다. 연안측량을 위해 활용되는 대표적인 원격탐사 자료는 위성영상이다. 다시기에 촬영된 위성영상을 분석하여 해안선의 변화를 관측하거나 해변에 위치한 인

공구조물의 건설에 따른 해양환경을 모니터링 하는데 활용되어져 왔다. 또한 초분광 센서로부터 취득된 영상을 이용하여 연안해안의 해저지질을 모니터링하거나 인공위성의 레이더 간섭기술을 활용하여 조간대 지형도를 작성하거나 고해상도 위성영상을 활용하여 조간대를 모델링하는 연구 등이 활발히 수행되고 있다(신명식 등, 2016; 엄진아 등, 2010; 최종국 등, 2011; 김미경 등, 2013). 항공사진의 경우 위성영상보다 고해상도의 영상을 제공할 수 있다는 장점을 바탕으로 다시기의 항공사진을 이용하여 해안선의 변화를 관측하거나 갯벌의 지형모델을 구축하는 연구가 진행되고 있다. 최근에는 항공 LIDAR 센서를 활용하여 연안해양 지역의 수심측량을 수행하거나 갯골의 횡단면 분석을 수행한 연구 등이 진행되고 있다(김정수 등, 2016; 이재원 등, 2014; 황창수 등, 2014; 이효성 등, 2011, 김백운 등, 2013).

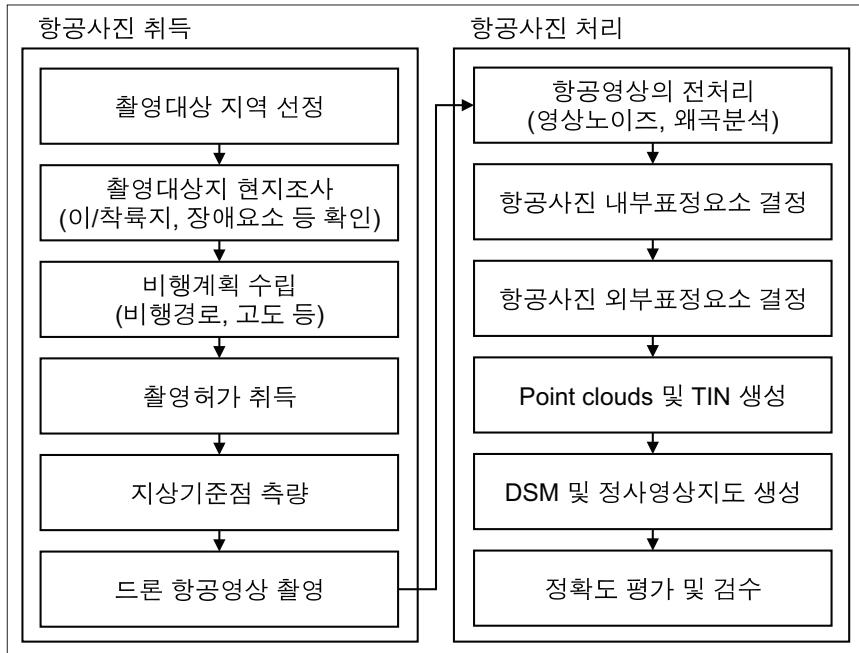
드론을 활용한 원격탐사 기법의 경우 해양측량 및 모니터링 분야에 보다 효과적으로 적용될 수 있다. 특히 수직이착륙이 가능한 회전익 드론의 경우 지상보다 열악한 측량환경을 가지는 해양측량에서 뛰어난 적시성과 경제성을 지니므로 활용성이 매우 높다. 이러한 장점을 바탕으로 드론을 활용하여 해양측량을 실시한 연구 사례들이 최근들어 활발히 보고되고 있다. 국내 연구 사례로써 김범준 등(2015)은 고정익 무인항공기(SmartPlanes사의 SmartOne 모델)와 회전익 무인항공기(DJI사의 Vision-1000)를 활용하여 조간대 갯벌의 수치표고 모델을 구축하기 위한 연구를 수행하였으며, 조간대 갯벌에 대해 수치표고모델(Digital Surface Model, DSM)을 제작하고 시계열 분석을 통해 해안선 변화를 모니터링 하였다. 이강산 등(2015)은 3D robotics 社の 소형 드론인 IRIS+와 상용 소형

디지털 카메라 GoPro3+를 활용하여 해안선 변화 추출을 수행하였다. 총 7회의 촬영을 통해 간조 시부터 만조 시까지 해안선의 변화를 관측하고 활용성을 보고하였다. 연구결과 수시로 변환하는 해안 지형의 특성상 해안선을 관측하는 것이 매우 어려운 것이 사실이나 드론을 활용할 경우 신뢰도 있는 해안선 자료의 구축이 가능함을 보고하였다. 오승열 등(2016)은 무인항공기를 이용하여 연안촬영을 실시하고 적조를 탐지하는 기법을 제시하였다. 그 결과 높은 해상도를 가진 무인항공영상을 획득할 수 있었으며 가시광영역의 분광밴드를 이용한 무감독 분류 알고리즘을 이용하여 적조를 탐지하고 적조의 해수면 분포를 확인할 수 있는 연구 결과를 보고하였다. 국외의 대표적인 연구사례로는 Apostolos Papakonstantinou 등(2016)이 상용 카메라를 탑재한 수직 이착륙 회전익 드론을 활용하여 3차원 연안측량을 실시하고 해안선을 추출하였다. SfM(Structure from Motion) 알고리즘을 활용하여 정사영상과 DSM (Digital Surface Model)을 제작하였으며 GEOBIA (Geographic Object Based Image Analysis) 기법을 활용하여 분석에 필요한 해안선 객체를 추출하였다. 두 개의 실험 대상지역에 대해 각각 3cm, 5cm의 공간해상도를 가지는 정사영상(ortho-photo)과 DSM의 제작이 가능하다고 보고하였으며, 이때 제작된 DSM의 정확도는 각각 5.6cm, 1.2cm의 정확도를 얻을 수 있다고 보고하였다. 본 연구를 통해 드론을 활용하여 연안 해양지역에 대한 고해상도의 3차원 지형정보의 구축이 가능하며 해안선 추출을 성공적으로 수행할 수 있음을 보고하였다. Goncalves, J.A. and Henriques, R. 등 (2015)은 드론을 이용하여 주기적으로 해안선과 사구의 변화를 모니터링하기 위한 방법론을 연구하였

다. 비측량용 카메라를 상용 드론에 탑재하고 해당 지역에 대한 영상을 취득하였으며 일반 상용소프트웨어인 Agisoft Photoscan을 사용하여 정사영상과 DSM을 제작하고 정확도를 분석하였다. DGPS측량을 활용한 정확도 평가 결과 10cm의 공간해상도로 제작된 DSM에 대해 5cm이하의 RMSE값을 가지는 수직정확도를 얻을 수 있었으며 정사영상에 대해서는 1pixel 이하의 정확도를 얻을 수 있다고 보고하였다. 이를 통해 주기적인 모니터링이 필요한 연안 해양 지역에서 상용드론의 활용성을 검증하였다. Ian L. Turner 등(2016)은 무인항공기를 이용한 해양 측량 기술이 현재는 성숙화 단계에 들어섰으며 실용화가 가능하다고 보고하였다. 해안에 대한 감시프로그램에 드론을 활용한 측량시스템을 성공적으로 통합시켰으며 기존에 불가능했던 공간해상도와 주기를 가지는 지형데이터를 제공함으로써 해변의 변화와 사구의 침식을 보다 정확하게 모니터링 할 수 있다고 보고하였다. 이러한 연구 결과들은 해양측량 및 GIS 분야에서 드론을 활용한 항공사진측량의 활용 가능성을 확인할 수 있는 좋은 사례들이라고 볼 수 있다.

II. 드론 항공사진 측량을 활용한 해양 측량

드론을 이용한 해양 항공사진측량은 해양지역에서 드론을 활용하여 항공사진을 취득하는 현장작업과 취득된 항공사진을 이용하여 지형정보를 구축하는 항공영상처리 작업으로 구성된다. 첫 번째 단계인 항공사진을 취득하기 위한 현장작업은 1) 촬영대상지역의 선정 2) 현지조사 3) 비행계획 수립 4) 촬영허가 취득 5) 지상기준점 측량 6) 드론 항공영상촬영의 단계를



〈그림 1〉 드론 항공사진 측량을 활용한 해양 측량

거쳐 이루어진다. 촬영된 항공영상들을 이용하여 1) 항공영상의 전처리 2) 항공사진 내부표정요소 결정 3) 항공사진 외부표정요소 결정 4) points cloud 및 TIN 생성 5) DSM 및 정사영상 생성 6) 정확도 평가의 과정을 수행하고 이를 통해 해당지역에 대한 최종 결과물인 DSM과 정사영상 지도를 생성하게 된다.

Ⅲ. 드론 기체 및 카메라 선정

현장촬영을 시작하기 전에 해양환경에서 활용하기 위한 적절한 기체성능과 카메라 사양을 가지는 드론을 선택하여야 한다. 해양 GIS 프로젝트에 활용할 수 있는 드론은 크게 전문적인 지도제작에 활용되는 고정익 드론과 일반적인 레저를 목적으로 활용되는 회전익 드론으로 구분될 수 있다. 전문 지



도제작용 고정익 드론의 경우 1회 촬영범위가 넓으며, 거치하중이 크다는 장점에 따라 DSLR 카메라를 탑재하여 측량이 가능하다. 또한 광학 카메라 뿐만 아니라 사용목적에 따라 다양한 센서(Hyper, Infra Red, LIDAR sensor 등)를 교환하여 탑재할 수 있다. 하지만 상대적으로 고가이며 기체의 이착륙에 충분한 공간의 확보가 필요하다는 점, 돌풍이나 호우에 의해 기체가 망실될 경우 회수가 어렵다는 해양환경의 특성 상 해양측량에서 위험부담이 크다. 이는 해양 GIS분야에서 드론의 활용도가 내륙지역보다 떨어지게 되는 주요 요인이 되고 있다. 상대적으로 레저용으로 활용되는 회전익 드론의 경우에는 상대적으로 저가이며 수직이착륙이 가능하다는 점과 조정이 간편하다는 점 또한, 갑작스런 기상변화에 즉각적인 회수가 가능하다는 점에서 고정익 드론에 비해 장점을 가진다고 할 수 있다. 본 프

로젝트에서는 이러한 배경을 바탕으로 회전익 드론을 활용하여 해양측량을 수행하고 구축된 지형정보들의 정확도를 평가함으로써 저가의 회전익 드론을 활용한 해양측량의 가능성을 평가하고자 하였다.

본 프로젝트에서 항공사진을 촬영하기 위하여 활용된 드론은 현재 보편적으로 이용 가능한 DJI사의

Phantom4 모델과 동일한 사양을 가지며 해당 기체에 일반적으로 탑재되는 카메라를 활용하였다. 상기의 사양을 가지는 드론은 현재 레저나 방송촬영 목적의 항공촬영을 위해 가장 보편적으로 활용되고 있는 모델이다. 다음의 <표 1>과 <표 2>는 대표적인 회전익 드론과 전문 항공사진측량용 고정익 드론의 제원을 보여준다.

<표 1> 상용 회전익 드론 제원(출처: <https://www.dji.com/phantom-4>)

DJI Phantom 4			
			
무게	1380g	유효픽셀	12.4M
최대속도	20m/s	FOV	94°
최대비행시간	28분	초점거리	20mm
GPS모드	GPS/GLONASS	셔터스피드	8초 -1/8000초

<표 2> 전문 항공사진측량용 고정익 드론 제원 (출처: (유)호정솔루션, <http://questuav.hubweb.net/>)

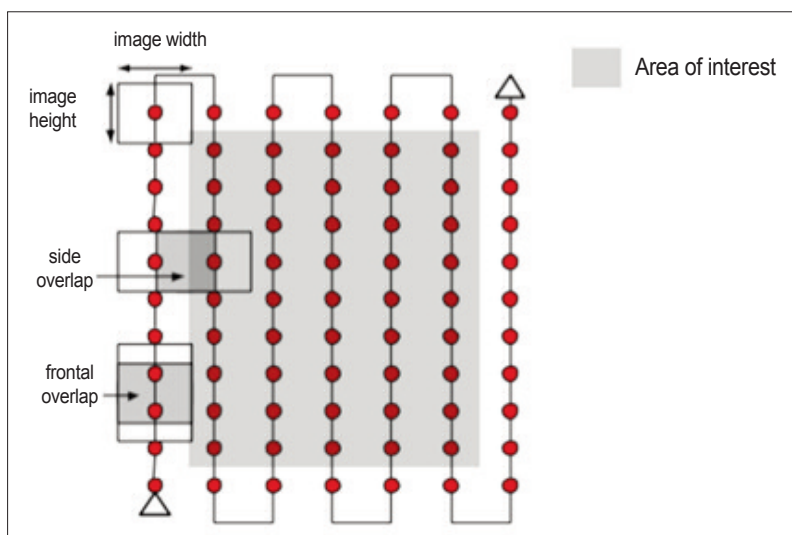
QuestUAV Q-200	
	
	
	
	
이륙중량	3.8kg
규 격	195*75*13cm
비행시간	30분~90분
비행속도	20m/s
비행준비시간	5~15분
기본탑재 카메라	Sony A600(센서 교체가능)
화 소	24.3Mp
권장 착륙 공간	50m×30m

Ⅳ. 드론을 활용한 해양지역 항공 사진 촬영

드론을 활용하여 해양지역에 대한 촬영을 실시하기 위해서는 먼저 현지조사를 통해 촬영 방안을 강구하여야 한다. 비행 대상지역에서 이착륙이 가능한 부지를 확보하며, 부지확보가 어려운 해양에서 촬영을 실시할 경우에는 선박 위에서 최소한의 이착륙 지점을 확보하여야 한다. 미리 비행경로를 파악하여 비행경로상의 장애물 등의 방해요소를 확인하고 해당지역에 대한 수치지도, 위성영상 등을 확인하여 비행고도를 결정하고 장애물 회피방안을 수립한다. 대상지역 분석 결과를 바탕으로 비행경로를 확인하며 사전에 항로, 거리, 비행고도, 사진촬영 중복도, 카메라 촬영매수 등을 설정하여 비행안전성을 확보하고 고품질데이터를 취득하기 위한 준비를 한다. 현장 여건이 허락하는 경우 긴급 착륙지점, 자동 착륙지점, 홈 복귀 기능을 추가하

여 비행 안전을 확보하는 것도 필요하다. 특히 해양지역의 경우 기체의 망실 시 회수가 어렵다는 점을 고려하여 돌풍과 같은 바람의 영향을 분석하여야 하며 기체의 종류에 따라 견딜 수 있는 풍속에 안전율을 고려하여 기체의 운용여부를 판단하여야 한다. 본격적인 촬영에 앞서 반드시 촬영 허가신청을 통해 해당지역에 대한 항공촬영 가능여부를 확인하고 촬영허가를 득하여 촬영을 시작하여야 한다. 일반적으로 촬영 고도는 법령 준수를 위하여 150m 이하로 촬영하며 <그림 2>처럼 촬영경로를 계획하여 촬영을 실시한다. 이때 입체사진을 형성하기 위해서 종중복(frontal overlap)도와 횡중복(side overlap)도를 설정하게 되는데 드론 촬영의 경우 일반 항공사진보다는 여유롭게 종중복 70%, 횡중복 40% 이상 중복 촬영이 권장되며 본 프로젝트에서는 종중복 80%, 횡중복 50%로 촬영을 실시하였다.

본 프로젝트에서는 전라남도 무안군 청계면 왕산



<그림 2> 드론의 일반적인 항공사진 촬영 경로



〈그림 3〉 드론 촬영경로



〈그림 4〉 프로젝트 대상지역

리에 위치한 청계만 연안지역에 대해 드론을 활용하여 항공사진측량을 실시하였다. 청계만은 함평만, 탄도만과 함께 무안연안을 구성하고 있으며 압해도와 내륙사이에 넓게 분포한 갯벌이다. 남측으로는 목포해역, 서측으로 탄도만과 인접해 수로로 연결되어 있다. 청계만 내부에는 갯벌이 널리 분포되어 있으며, 대조차가 커 간조 시에는 갯벌이 수 km에 걸쳐 형성된다. 국내에서 낙조우세가 가장 심한 해역으로서 낙조 시 조류속이 창조시의 1.5배에 달하는 곳도 있다고 보고되었다(강주환 등, 2005). 이에 따라 시간대에 따른 해수면의 변화에 따라 갯벌 및 갯골의 변화양상을 파악하는 것이 매우 중요한 지역이다. 촬영 시기는 촬영지역의 대조차를 파악하여 대조차가 크고 시간변화에 따른 촬영

영이 낮 시간에 가능한 2016년 10월로 결정하였으며 최대 간조시인 오전 10시부터 최대 만조 시인 오후 2시까지 1시간 30분 간격으로 총 4회에 걸쳐 촬영하였다.

해당지역에 대해 비행고도 80m에서 1회 촬영시간은 평균 20분이 소요되었으며 1회 촬영 시간당 약 0.5 km²의 촬영블록에 대해 중중복 80%, 횡중복 40% 이상으로 촬영하였으며 촬영블록 당 350장 정도의 항공사진을 취득하였다.

〈표 3〉 드론 해양 항공촬영 촬영 상세

	1회	2회	3회	4회
촬영면적	0.452km ²	0.571km ²	0.591km ²	0.568km ²
촬영매수	362장	367장	383장	352장
공간해상력(GSD)	4.87cm	4.75cm	4.85cm	5.15cm

V. 지상기준점 획득

지상기준점(Ground Control Point, GCP)이란 항공사진측량 후처리 과정에서 항공사진의 외부표정요소를 정확하게 결정하기 위해 항공사진 상에서 식별되는 점을 현장에서 정밀측량을 통해 기준좌표를 획득한 것을 말한다. 지상기준점 측량은 촬영대상 지역에서 GCP의 지상좌표를 산출하기 위한 일련의 측량 과정으로서 현지에서 Virtual Reference Station DGPS(VRS DGPS) 측량 또는 토털 스테이션 장비를 이용한 삼변측량을 통해 실시하는 지상측량을 말한다. GCP 측량은 비행 전에 대상지역에 대공표지를 설치하여 촬영된 사진의 절대위치 기준점으로 사용한다. 일반적으로 GCP의 설치가 어려운 해양환경의 경우 해양시설물 등의 구조물의 위치를 측량하여 기준점으로



〈그림 5〉 지상기준점 취득을 위한 DGPS 측량

사용할 수 있으며 간조 시에 갯벌지역에 대공표지를 설치하고 측량을 실시할 수 있다. 촬영 대상지역의 면적, 특성에 따라 적절한 GCP의 개수는 조절이 가능하며 본 프로젝트에서는 VRS DGPS측량을 통해 15개의 GCP를 확보하여 DSM 및 정사영상지도 제작과 정확도 평가용으로

로 활용하였다.

Ⅵ. 드론 항공사진을 활용한 지형 공간정보 제작

프로젝트의 대상지역에 대해 총 4회에 걸쳐서 드론으로부터 취득된 항공사진들을 활용하여 정사영상 지도와 DSM을 제작하였다. 또한 DGPS 측량을 통하여 15개의 GCP를 확보하였으며, 이 중 5개의 GCP는 외부표정요소 정확도 보정을 위해 10개의 GCP는 정확도 평가를 위해 활용하였다. 취득된 항공영상들과 GCP를 이용하여 항공사진측량을 수행하기 위해 상용 소프트웨어인 PIX4D(<https://pix4d.com/>) 소프트웨어를 활용하

〈표 4〉 지상기준점 성과표 예시

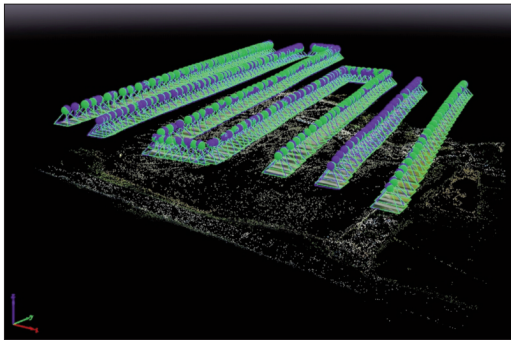
GCP011		지상기준점성과	
관측일	2016. 10. 10	원점	중부
도엽명		X(North)	250161.6722m
도(특시)	전라남도	Y(East)	146034.0805m
군(시)	목포시	Z(Height)	2.571m
〈항공사진 원경〉		〈항공사진 근경〉	
			

었다. PIX4D 소프트웨어는 SfM(Structure from Motion)알고리즘을 기반으로 다음의 4단계를 통해 DSM과 정사영상을 제작한다.

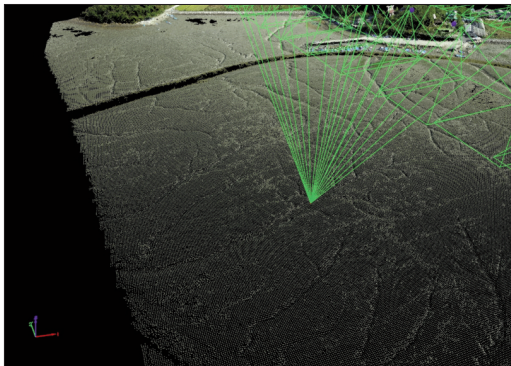
- 1) 자동매칭을 통해 항공사진들 간의 overlapping 지역에서 접합점들을 결정하고 번들조정을 통해 외부표정요소들을 결정한다.
- 2) 결정된 외부표정요소들과 항공사진을 활용하여 매칭점들을 재탐색하고 이로부터 조밀한 point clouds를 생성한다.
- 3) Point clouds를 활용하여 TIN을 생성한다.
- 4) 생성된 TIN을 활용하여 DSM과 정사영상을 제작한다.

캡션 서체

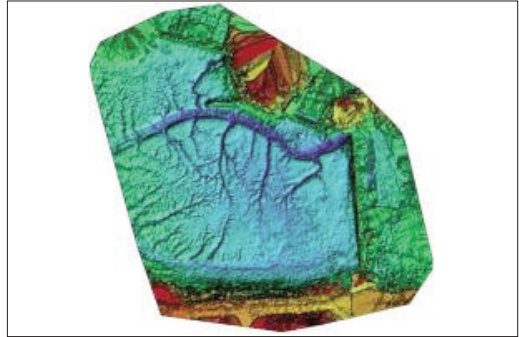
연구결과에 대한 평가를 위하여 위치정확도에 대



〈그림 6〉 SfM 알고리즘을 활용한 항공사진의 외부표정요소 결정



〈그림 7〉 points cloud 생성



〈그림 8〉 갯벌에 대한 DSM (1차 촬영결과)



〈그림 9〉 갯벌 정사영상지도 (1차 촬영결과)

한 평가를 수행하였다. 생성된 정사영상 지도의 공간해상도는 평균 5cm정도로서 기존의 원격탐사 기법에 비해 매우 높은 수준의 공간해상력을 가지는 데이터의 생성이 가능하였다. 위치정확도의 경우 정밀도를 나타내는 RMSE가 10cm이하로써 지형공간정보 구축에 만족할 만한 수준의 정밀도를 가지는 데이터의 생성이 가능함을 확인할 수 있다.

해양의 효과적인 관리를 위해서는 단지 정사영상이나 DSM과 같은 지형정보의 제작뿐만 아니라 해양 관리를 위해 가치 있는 지형정보를 추출하고 활용하기 위한 연구가 필요하다. 드론을 이용하여 구축된 해양지역의 지형자료들은 초고해상도의 영상 자료를 통해 미소규모 해안 지형 특성을 감지할 수

있는 장점을 가지고 있음에도 불구하고, 해안을 구성하는 지형 요소에 대한 주제도 작성 및 특성에 대한 분석은 현재까지는 아직 미비한 실정이다. 일례로 갯벌에서 바닷물이 드나드는 물길을 따라 형성되는 갯골의 경우 매년 해양안전 사고의 절반이상을 차지하는 익사사고의 주요 발생지점이기도 하다. 해양안전본부는 국립해양조사원과 함께 항공사진을 활용하여 충남 안면도 일대에 대해 시범적으로 갯골분포도를 작성하여 제공하고 있으나 여전히 다양한 지역과 현황에 대해 지형자료를 추가적으로 구축하고 주기적으로 변화양상을 모니터링 할 필요가 제기되고 있다(국립해양조사원 갯골분포도, 2016). 본 프로젝트에서는 취득된 갯벌의 정사영상과 DSM을 활용하여 갯골정보를 추출하였다. 간조부터 만조까지 일정한 시간간격을 가지고 획득된 정사영상을 분석하여 갯골의 위치를 추출하였으며 해수면의 시간적인 변화에 따른 갯골의 변화 양상을 분석하였다. <그림 10>은 시간대별 수계 경계를 중첩하여 얻어진 갯벌지역 등고선 분포를 보여준다.



<그림 10> 갯골에 대한 시계열분석

Ⅶ. 드론을 활용한 해양 측량 및 GIS 발전을 위한 제언

최근 드론을 이용한 항공사진측량 시스템은 해양 지역에 대해 충분한 공간해상도를 가지는 지형공간 정보를 경제적이고 주기적인 촬영을 통해 효과적으로 생성이 가능함을 보여주고 있다. 하지만 해양 측량 및 GIS분야에서 드론의 활용은 여전히 초기 단계에 머물고 있으며 보다 활발한 활용을 위해서는 더욱 다양한 연구와 실증작업이 필요한 시점이다. 중·장기 적인 드론을 이용한 해양GIS분야의 발전을 위해서는 다음과 같은 연구 및 기술개발을 추진할 필요가 있다.

1. 드론의 활용서비스 모델의 개발

첫째 무엇보다도 해양 측량 및 GIS분야에서 드론을 활용하기 위한 적극적인 활용서비스 모델 개발이 필요하다. 드론을 해양에서 활용할 수 있는 분야는 해양개발을 위한 해저지형 수치 모델링, 해양시설물(해양풍력발전소, 해상교량 등) 3차원 모델링 및 모니터링, 양식장 정사영상지도 제작, 불법 양식장 및 어업행위 감시, 해안선 측량, 해양수산자원 관리, 해양환경감시 등이 있다. 이러한 분야들에 대해서 활용서비스 모델을 개발하기 위해서는 다양한 드론 기체 및 카메라, 다양한 지역에 대한 연구 및 실증작업들을 적극적으로 수행하고 지원할 필요가 있다. 특히 해양측량 분야를 단지 전문가 집단에 의한 서비스 제공 분야로 국한시키는 것이 아니라 일반 사용자들도 각자의 활용 목적에 따라 충분히 활용 가능한 기술로 확장시키

려는 노력이 필요하다. 과거 GPS가 측량 분야에 도입됨에 따라 측량분야의 획기적인 발전을 가져온 것은 사실이지만 내비게이션 기술 및 스마트폰 기술의 상용화에 힘입어 GPS기술은 전문 측량 분야뿐만 아니라 일반 사용자들에게도 필수적인 기술로 자리 잡았으며 관련 시장의 폭발적인 성장을 가져왔다. 드론 해양측량분야도 단지 고정밀의 측량데이터의 생성에만 머무를 것이 아니라 이와 병행하여 해양 분야에서 일반인도 활용 가능한 상용화 수준의 활용서비스 모델들을 적극 개발해 나아가려는 노력과 지원이 필요한 시점이다.

2. 해양환경에 적합한 드론 기체의 개발

둘째 해양 환경하에서의 운용에 적합한 기체를 개발하는 노력이 필수적이다. 해양 환경의 특성 상 돌풍이나 호우 등에 의해 드론 운용 중 추락이나 망실의 위험성이 항시 존재하고 있다. 특히 해양에서의 사고 시 현재 운용되고 있는 드론의 대부분은 센서 보호를 위한 장치가 구비되어 있지 못하고 부유 기능이 미비하여 추락사고 시 기체를 회수할 수 있는 방법이 없다. 이는 해양 GIS 분야뿐만 아니라 해양환경에서 드론의 활용성을 매우 저하시키며 관련 기술의 발전을 저해하는 가장 큰 장애물이다. 따라서 해양환경에서 드론 운용 중 발생할 수 있는 기체의 사고에도 기체를 보호하고 회수할 수 있는 기술을 개발하는 것이 해양 분야에서의 드론의 활용성을 증대할 수 있으며 향후 관련시장의 발전에 크게 기여할 것이다. 또한 해수면에서의 이착륙 기능을 탑재하거나 해저에서 임무를 수행할 경우 해류에도 저항하여 순항할 수 있는 기체의 개발이 추가적으로 수행되어야 할 것이다.

3. 활용서비스 모델에 특화된 소프트웨어 개발

셋째 개발된 활용 서비스 모델별로 특화된 소프트웨어의 개발이 이루어져야 한다. 현재 드론을 이용한 해양 측량의 기본은 항공사진측량이다. 드론으로부터 취득된 항공사진들을 처리하여 정사영상 지도, DSM과 같은 전문적이고 고품질의 지형정보를 생성하게 된다. 항공영상의 처리를 위해 다양한 상용 소프트웨어들이 SfM 알고리즘을 기반으로 개발되어 합리적인 가격으로 판매되고 있으며 (PIX4D, Photoscan 등), 처리과정이 단순하고 직관적이어서 최소한의 교육만으로도 활용이 가능하다. 향후 관련 기술의 발전은 보다 가속화 될 것이라 전망되며 웹이나 모바일 기반으로 점차 확대될 것이다. 하지만 특정 활용서비스 모델을 지원하기 위해 특화된 소프트웨어의 개발은 여전히 미진한 단계이다. 활용모델의 목적에 부합하도록 정사영상으로부터 해양관련 지형·지물을 추출하고 특정 객체를 지도화하거나 시계열분석을 지원하는 등의 소프트웨어의 개발이 병행되어야 관련 시장과 저변확대가 가능할 것이다.

4. 해양환경에서 지상기준점 확보기술 개발

넷째 드론을 이용한 항공사진측량 시 지상기준점의 확보는 생성되는 자료의 정확도를 확보하기 위한 필수적인 과정이다. 내륙에서 드론을 이용한 항공사진측량과는 달리 해양환경에서는 지상기준점의 확보가 매우 어렵다. 현재는 지상기준점의 확보를 위해 내륙 경계에 위치한 해양시설물(방파제, 항구 등)들을 이용하거나 간조 시 조간대에 GPS기준

점을 현장에서 직접 설치하여 현장측량을 수행하고 있다. 또는, 해상에 존재하는 선박, 양식장 등의 구조물에 대해 DGPS측량을 실시하여 지상기준점을 확보하는 방안을 추진하고 있으나 현장 상황에 따라 측량 과업의 결과가 많은 제약을 받게 된다. 이에 따른 무리한 기준점 측량의 수행으로 인명피해의 우려가 있으며 비용도 과다하게 소모된다. 현장 여건 상 기준점의 확보가 어려운 경우 드론에 장착된 GPS/INS 장비에 기록된 데이터만을 활용하여 번들조정을 실시하기도 하지만 지상기준점을 활용한 측량에 비해서는 정확도의 확보가 어려운 것이 사실이다. 따라서 무인항공기를 이용하여 연안측량을 실시하기 위해서는 지상보다 열악한 측량환경을 가지는 해양에서 정확도 확보에 필수적인 기준점을 확보하는 기술을 개발하는 것이 가장 기본적인 사항이다.

5. 다양한 탑재 센서의 활용

다섯째 해양드론의 개발과 더불어 드론에 탑재하는 센서를 다양화 하려는 노력도 필요하다. 현재는 광학센서를 기반으로 항공사진측량이 시도되고 있지만 해양환경에서의 활용성이 높다고 판단되는

Hyper spectral 센서, LIDAR센서, Infra Red 센서 등을 탑재하여 데이터를 취득하고 목적에 적합하게 데이터를 처리·생성하기 위한 연구개발이 이루어져야 할 것이다.

6. 해양 드론 통합센터의 구축

마지막으로는 드론을 이용한 해양측량 및 GIS 분야의 발전을 위해서는 기술개발과 활용서비스 모델의 개발을 주도적으로 추진할 수 있는 통합센터의 구축이 필요하다. 주기적인 드론의 운용을 통한 데이터의 취득과 방대한 데이터베이스의 관리, 무인선과 같은 상호보완적인 시스템과의 연계 운용 방안 구축, 해양 분야에 특화된 드론 기체의 개발을 위한 연구개발 추진, 상용화 수준의 활용모델의 지속적인 개발, 활용모델 지원을 위한 소프트웨어 개발 및 배포, 해양 분야 드론 서비스업체들에 대한 기술지원, 해양측량 분야 드론의 활용을 위한 법제도 정비와 관련된 사항들을 통합적으로 지원할 수 있는 통합센터의 구축이 필요하다. 이는 해양 분야에서 드론의 활용성을 증대시키고 관련 산업을 발전시키는 구심점이 될 것이다.

참고문헌

- [1] 윤부열, 이재원, 2014, 무인항공기(UAV)의 공간정보 통합운영을 위한 국내적용 방안, 한국지형공간정보학회지 제22권 제2호, pp. 3-9.
- [2] 김덕인, 송영선, 김기홍, 김창우, 2014, 무인항공기의 국토모니터링분야 적용을 위한 연구, Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography Vol. 32, No. 1, pp. 29-38.
- [3] Colomina, I.; Molina, P., 2014, Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. ISPRS J. Photogramm. Remote Sens., Vol. 92, pp. 79-97.
- [4] Pajares, G., 2015, Overview and Current Status of Remote Sensing Applications Based on Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), Photogramm. Eng. Remote Sens., Vol. 81, pp. 281-329.
- [5] 국립해양조사원 (2016), 갯골분포도, <http://www.khoa.go.kr/kcom/cnt/selectContentsPage.do?cntId=31403000>
- [6] 신명식, 신정일, 김익재, 서용철, 2016, 연안 해저 재질 분석을 위한 초분광영상의 보정 방법, 한국지리정보학회지, Vol. 19, No. 2, pp. 107-116.
- [7] 엄진아, 최중국, 유주형, 원종선, 2010, 위성영상 및 항공사진을 이용한 해안선 변화 모니터링: 울진군 죽변면 연안을 대상으로, 대한원격탐사학회지, Vol. 26, No. 5, pp. 571-580.
- [8] 최중국, 유주형, 2011, 고해상도 위성영상을 활용한 갯벌 퇴적상 변화 연구, 자원환경지질, Vol. 44, No. 1, pp. 59-70.
- [9] 김미경, 손흥규, 김상필, 장호선, 2013, LANDSAT 영상을 이용한 해안선 자동 추출과 변화탐지 모니터링, 한국지형공간정보학회지, Vol. 21, No. 4, pp. 45-53.
- [10] 김정수, 박경, 2016, 항공LiDAR를 이용한 갯골 횡단면 분석 -갯벌 유형에 따른 차이를 중심으로-, 한국지형학회지, Vol. 20, No. 2, pp. 67-82.
- [11] 이재원, 최혜원, 윤부열, 박치영, 2014, 항공 Lidar와 멀티빔 음향측심 자료를 이용한 해상과 육상의 통합 지형공간정보 구축, 한국 지리정보학회지, Vol. 17, No. 4, pp. 28-39.
- [12] 황창수, 최철웅, 최지선, 2014, 다중시기 항공사진과 KOMPSAT-3 영상을 이용한 진하해수욕장 해안선 변화 탐지, 대한원격탐사학회지, Vol. 30, No. 5, pp. 607-616.
- [13] 안기원, 이효성, 김덕진, 2011, 디지털 항공사진을 이용한 순천만 갯벌 DEM 제작, 대한원격탐사학회지, Vol. 27, No. 4, pp. 411-420.
- [14] 김백운, 윤공현, 이창경, 2013, 항공사진을 이용한 방포항 인근 해빈의 장기간 해안선 변화 분석, 대한원격탐사학회지, Vol. 29, No. 5, pp. 477-486.
- [15] 김범준, 이윤경, 최중국, 2015, 조간대 갯벌에서 무인항공기 활용 가능성에 관한 연구, 대한원격탐사학회지, Vol. 31, No. 5, pp. 461-471.
- [16] 이강산, 최진무, 조창현, 2015, 무인항공기를 이용한 해안선 변화 추출에 관한 연구, 대한지리학회지, Vol. 50, No. 5, pp. 473-483.
- [17] 오승열, 김대현, 윤홍주, 2016, 연근해 양식장 주변 적조 모니터링을 위한 무인항공영상 적용 연구, 대한원격탐사학회지, Vol. 32, No. 2, pp. 87-96.
- [18] Apostolos Papakonstantinou, Konstantinos Topouzelis and Gerasimos Pavlogeorgatos, 2016, Coastline Zones Identification and 3D Coastal Mapping Using UAV Spatial Data, ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2016, Vol. 5, 75.
- [19] Goncalves, J.A., Henriques, R., 2015, UAV photogrammetry for topographic monitoring of coastal areas. ISPRS J. Photogramm. Remote Sens. Vol. 104, pp. 101-111.
- [20] Ian L. Turner, Mitchell D. Harley, Christopher D. Drummond, 2016, UAVs for coastal surveying, Coastal Engineering, Vol. 114, pp. 19-24.
- [21] 강주환, 문승록, 박선중, 2005, 조석확폭에 수반되는 조간대 영역 확대의 영향, 한국해양해양공학학회지, Vol. 7, No. 1, pp. 47-54.

필자소개



이재빈 (lee2009@mokpo.ac.kr)

- 2000년 2월 : 연세대학교 토목공학과(학사)
- 2002년 2월 : 서울대학교 지구환경시스템공학부(석사)
- 2008년 2월 : 서울대학교 지구환경시스템공학부(박사)
- 2009년 ~ 현재 : 국립목포대학교 건축·토목공학과(교수)
국립목포대학교 차세대드론상용화연구소
- 주전공분야 : 드론항공사진측량, 건설측량, GIS