

국토정책 Brief

KRIHS ISSUE PAPER

KRIHS POLICY BRIEF • No. 578

발행처 | 국토연구원 • 발행인 | 김동주 • www.krihs.re.kr

국토관리를 위한 무인항공기 활용사례

김대중 국토연구원 국토정보분석센터장, 임릉혁 국토연구원 연구원

요약

- 1** 센서, 무선통신 등 다양한 기술의 발달로 택배뿐만 아니라 재해재난관리, 시설물관리, 건축현장 및 공정관리, 문화재 및 산림관리 등 다양한 분야로 무인항공기(드론)의 활용범위가 확산되고 있음
 - 일반카메라, 적외선카메라, 다분광카메라 등을 장착한 드론을 사람이 접근하기 어려운 지역이나 모니터링이 필요한 위치에 보내 실시간으로 고해상도의 영상을 전송 받아 확인 가능
- 2** 유럽연합, 미국 등은 급증하는 드론활용 수요에 대응하고자 규제를 완화하거나 규제를 구체화, 체계화
 - 유럽연합은 드론활용으로 발생할 수 있는 위험수준을 세 가지로 구분하고, 각기 다른 안전기준을 제시하면서 가능한 규제를 완화하는 반면, 미국은 여전히 까다로운 규제정책 유지
- 3** 한국은 드론의 활용범위를 넓히고, 산업을 활성화시키고자 규제를 지속적으로 정비해오고 있으며, 최근에는 3차원 고정밀 공간정보를 구축하여 격자형 드론길을 만드는 정책 등을 추진하고 있음
 - 드론을 자유롭게 활용하는 시범지구 지정, 토지의 소유권 경계선 측량 등 다양한 사업도 추진
 - 지자체의 경우 드론산업을 활성화시키기 위하여 조례 제정 및 유관사업 추진
- 4** 토지이용현황 파악, 시설물관리, 재해재난 감시 및 복구, 부동산에 대한 정보제공 등 드론의 활용범위는 무궁무진할 것이므로, 제도정비와 더불어 인프라 구축 시급

정책방안

- ① 고층빌딩이 밀집한 도시에서 원활한 무선통신을 위한 안테나와, 이착륙시설 및 정확한 위치와 고도를 파악하기 위한 고정밀 위치정보제공체계 구축 및 드론길 등의 인프라 구축 필요
- ② 토지이용현황을 기반으로 드론이 접근할 수 있는 영역을 시공간 용도지역지구로 지정하여 관리할 필요가 있으며, 금지구역 침범 시 자동으로 알려주는 지오펜싱 기술 적용
- ③ 드론으로 생산하는 2, 3차원의 다양한 공간정보를 쉽게 보정하여 공유하고 거래할 수 있도록 플랫폼 구축 및 제도적 근거 마련

1. 무인항공기의 개요

무인항공기 출현배경

최초 무인항공기는 제2차 세계대전 직후에 낡은 유인항공기를 공중 표적용 무인기로 재활용하는 등의 군사 용 목적으로 개발되어 미사일 사격연습용 표적으로 사용

- 냉전시대의 무인항공기는 적진에 투입되어 정찰 및 정보수집의 임무를 담당했고, 기술의 발달로 원격탐지 센서, 위성제어장치 등 최첨단 장비를 갖추고 사람이 접근하기 힘든 곳이나 위험지역까지 그 활용 영역을 확대하였으며, 나아가 공격용 무기를 장착한 공격기로도 활용함

최근 과학기술, 통신, 촬영 등 민간분야로 활용이 확대되었고, 아마존, 알리바바 등이 드론을 이용한 상품 배송 구상을 발표하는 등 상업적 활용방안이 확대되면서 세간의 관심을 촉발

무인항공기의 정의와 유형

무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle: UAV)란 조종사가 탑승하지 않고, 지정된 임무를 수행할 수 있도록 제작된 비행체이며, ‘벌이 왕왕거린다’라는 의미로 드론(Drone)이라고 불리기도 함

- 「항공법」에 따르면 150kg 이상은 무인항공기, 그 이하는 무인비행장치로 구분하고 있어 취미용 등으로 활용하는 대부분의 드론은 무인비행장치에 해당함

미 국방장관실(OSD)이 발간한 UAV 로드맵에서는 무인항공기를 “조종사를 태우지 않고, 공기역학적 힘에 의해 부양하여 자율적으로 또는 원격조종으로 비행을 하며, 무기 또는 일반화물을 실을 수 있는 일회용 또는 재사용할 수 있는 동력 비행체”로 정의하고 있음

표 1 형태와 목적에 따른 무인기 구분

	고정익형	회전익형		혼합형
		단일로터	멀티로터	
형태분류				
특징	구조가 단순하고, 고효율 비행이 가능	고정익보다 비행효율 및 속도, 거리 등이 불리		비행능력이 우수하나, 조종 및 운용이 어렵고 제작단가 높음
목적분류	감시·정찰	항공영상촬영, 농업, 물류 등		함상용, 군용, 다목적 활용

2. 무인항공기 관련 국내외 정책동향

국내 무인항공기 관련 정책

「항공법」 제23조 초경량비행장치 등과 동법 시행규칙 제68조의 초경량비행장치 조종자 준수사항은 무인항공기의 소유에서부터 활용까지 규정

- 초경량비행장치의 소유 및 활용을 위한 신고/등록, 조종자 증명서, 사고발생 시 보고 등과 「개인정보보호법」과 「위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률」 준수 등을 규정함
- 인명과 재산에 위험한 낙하물 투하금지 및 비행금지 장소, 비행금지 시간대(일몰 후부터 일출 전까지), 음주상태의 조종행위 등 비행금지 행위 규정

일부 지자체는 무인비행장치 산업의 기반조성 및 경쟁력 강화를 위하여 강원도 무인비행장치 산업 육성 및 지원 조례(2016. 6. 17)와 경기도 무인항공기·무인비행장치 산업의 육성 및 지원에 관한 조례(2016. 1. 4)를 제정하여 운영

최근 국토교통부는 드론산업을 육성하기 위하여 규제를 선제적으로 완화하는 정책을 추진

- 드론 사업범위를 국민안전·안보 등을 저해하는 경우를 제외한 모든 분야로 확대, 비행승인과 기체검사 면제 범위를 확대 12kg 이하에서 최대 이륙중량 25kg 이하로 조정, 조종자 육안범위 밖 비행, 야간 비행 등에 대해서도 제한적인 시험비행 허가가 가능하도록 허용 등

외국의 무인항공기 관련 정책

EU의 유럽항공안전국(European Aviation Safety Agency)은 2014년 9월부터 다양한 이해당사자와의 컨설팅을 시작하여 2015년 1월 비행규제체계의 미래를 위한 비전 2020 제안서 제시

- 드론의 물리적인 특성이 아니라 운영형태에 따라 저위험의 자유형(Open), 중간위험의 특정목적형(Specific) 및 고위험의 인증형(Certified)으로 구분하여 차별화된 안전기준 제시
- 예를 들어, 위험도가 낮은 자유형의 경우 규제사항이 거의 없으나 드론이 시야 안에 있어야 하고, 25kg 이하, 지상 150m 아래 및 비행금지구역을 자동으로 인지하는 지오펜싱(Geo-fencing) 기술 적용 등

미국연방항공국(Federal Aviation Administration: FAA)은 드론운영에 대한 엄격한 규제를 시행하고 있으며, 국립공원관리청(National Park Service: NPS)은 국립공원 전역에서 드론운영 금지

- FAA는 2015년 2월 소형무인기 운영규정안(Small UAS Notice of Proposed Rulemaking)에서 소형무인기의 기준, 운영시간 제한, 비행고도 제한, 속도 제한, 조종사 자격취득 등 규정

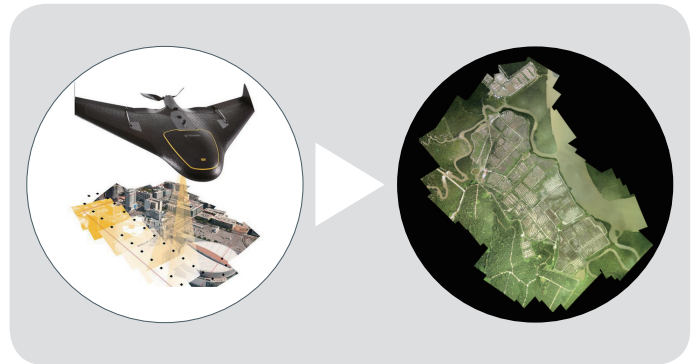
3. 국토관리를 위한 무인항공기 활용사례

2, 3차원의 공간자료 생산

2차원 공간자료 생산

- 기존의 항공사진측량은 높은 비용으로 비행기를 운용해야 하고, 구름 위로 비행하는 높은 고도로 인해 상대적으로 낮은 해상도와 품질의 영상을 취득
- 무인항공기를 활용한 항공사진측량은 저예산으로 운용이 가능하고 이동성이 우수하며, 구름 아래의 낮은 고도에서 높은 해상도의 영상 취득 가능
- 드론은 탑재중량 제한이 낮아 무거운 항공 사진측량 카메라 대신 가벼운 비측량용 카메라 탑재
- 측량업체 등에서는 무인항공기 기반 항공 사진측량 시스템을 개발 및 판매 중임

그림 1 무인기를 활용한 항공사진측량 및 정사영상 생성



3차원 공간자료 생산

- 도심지역은 높은 빌딩이 상대적으로 많기 때문에, 도시의 현황을 파악하기 위해서는 항공에서 촬영한 3차원 공간자료가 필수적임
- 3차원 공간자료를 생성하는 방법에는 항공영상의 입체시를 사용하여 생성하는 방법과 레이저 스캐너(라이다, Lidar)를 이용해 3차원 영상을 얻는 방법이 있음
- 일반적으로 영상의 입체시를 사용하지만, 최근 가벼우면서도 성능이 뛰어난 레이저 스캐너가 등장하게 되어 이를 드론에 활용하는 사례가 늘고 있음

그림 2 영상을 이용한 3차원 모델링 방법

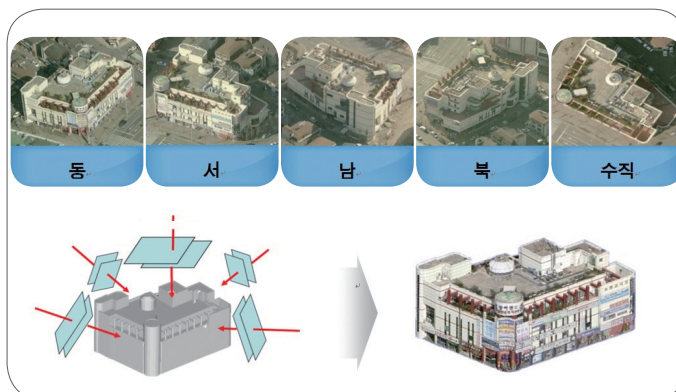


그림 3 레이저 스캐너를 탑재한 드론



재해재난 감시 및 관리

산불 감시 및 초기대응 시스템

- 기존의 실시간 산불 감시는 적외선(Medium InfraRed) 파장 영역의 센서를 탑재하고 있는 위성영상 등의 분석을 통해 이루어지고 있음
- 드론에 적외선카메라 혹은 멀티스펙트럴 카메라를 장착하여 위성영상과 동일하면서도 국소지역의 고해상도 영상 데이터를 빠르게 획득 가능하며, 실시간 감시 및 빠른 대응이 가능

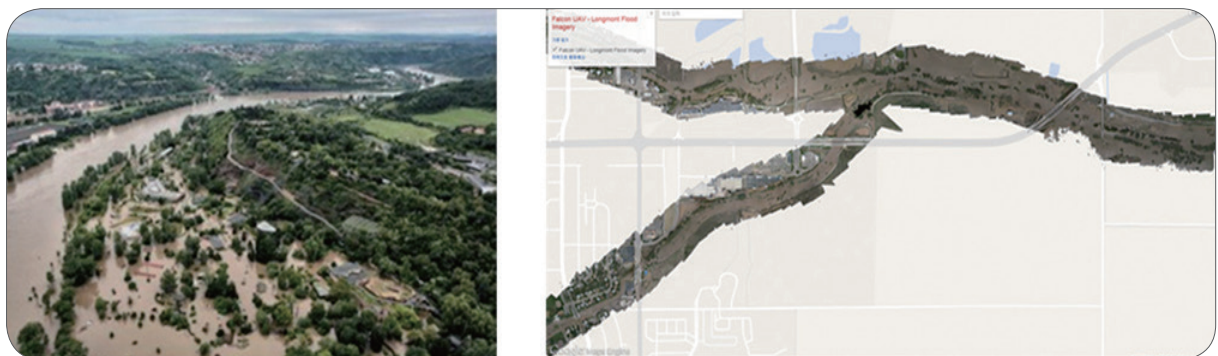
그림 4 드론을 활용한 산불 감시 및 적외선 영상



홍수 조기경보 및 홍수피해 모니터링

- 홍수 모니터링에 드론을 이용하려는 연구는 2000년대 중반부터 활발히 진행되어 왔음
- 위성기반의 날씨예보는 홍수를 예측하는 것이 가능하지만, 돌발 홍수에 대한 예측이 어려움
- 홍수 모니터링을 위한 홍수범람도를 만드는 작업이나 홍수지역의 침수흔적 조사 및 침수 보상 산정에 있어서 드론을 활용하면 실시간에 준하는 데이터를 생산할 수 있음
- 홍수 지체시간이 길고, 피해범위가 넓은 체코(2013년 블타바강 홍수), 미국(2013년 콜로라도강 홍수) 등에서 드론을 활용하여 홍수피해 조사를 실시한 바 있음

그림 5 체코 블타바강의 홍수조사(좌) 및 미국 콜로라도강의 홍수조사(우)



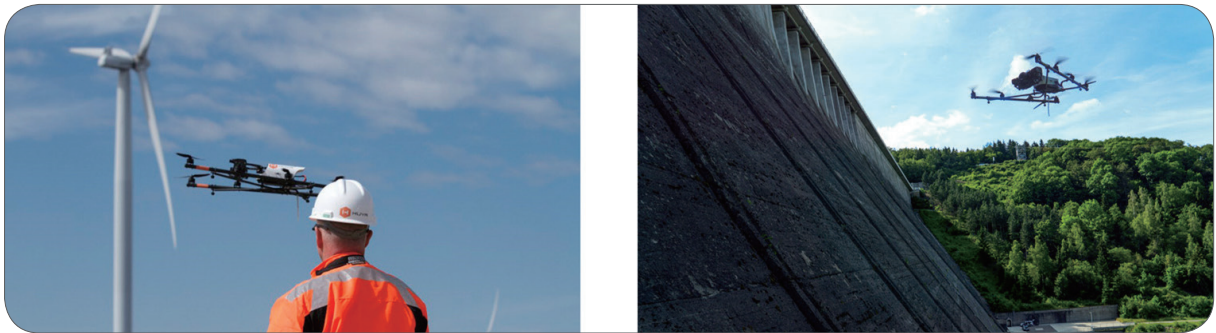
1) Smith et al. 2007, Estimating the area of stubble burning from the number of active fires detected by satellite.

시설물 관리

접근이 어려운 구조물의 모니터링

- 드론을 활용한 구조물 모니터링은 대형시설의 열화나 고장 여부 등의 검사를 효율적으로 수행 가능하며, 점검시간을 대폭 단축하고, 작업자의 위험장소 접근 필요성을 없앴으로써 안전성까지 확보 가능
- 자연재해로 인해 댐, 교량, 제방 등 수변구조물에 피해가 발생할 경우, 빠른 복구를 위해 정확한 피해정보 분석이 필요하고, 상시 모니터링을 통해 큰 피해를 막을 수 있음
- 풍력발전기의 터빈 모니터링 서비스 산업은 2024년까지 6조 원 이상 성장할 가능성을 가지고 있으며, 풍력 발전기 이외에 송전선, 기지국 등 다양한 구조물의 모니터링에도 드론의 활용 방안은 다양할 것으로 전망

그림 6 드론을 활용한 풍력발전기 및 댐 모니터링



문화재 및 산림관리

- 국립문화재연구소와 지방자치단체에서는 명승 및 문화재 보존관리를 위해 드론을 활용하여 자연유산 주변의 경관 변화상을 기록하고 있음
- 자동항법기술을 사용해 매번 동일한 경로의 비행 데이터를 취득하여 주기적인 데이터 관리 가능
- 자연재해에서 비롯된 지형의 훼손 유무, 수림지의 면적 감소나 재선충 등 수목의 병충해를 손쉽게 판별 가능하며, 사람이 접근하기 어려운 곳의 근접촬영과 광범위한 지역을 파악하는 데 드론이 효율적으로 활용 되고 있음

그림 7 국립문화재연구소의 드론을 활용한 문화재 관리



건축 및 부동산 분야에서의 활용사례

건축분야에서의 활용사례

- 공사현장의 현황을 촬영할 만한 지상의 장소가 없고, 부지가 넓은 경우 부지 관리 및 현장 안전점검에 드론을 활용하고 있음
- 건설업체에서는 아파트 건설공사 현장에서 드론에 탑재된 웹캠을 이용해 현장 안전담당자가 직접 둘러보기 어려운 곳의 정보까지 전송해주어 안전정보를 수집함
- 안전정보 수집 외에도 공정 진행확인을 위해 드론을 활용하고 있으며, 드론으로 촬영한 이미지를 3차원 설계 기법인 BIM(빌딩정보모델링)에 적용하고 GIS에 연계시켜 실제 이미지를 반영한 설계도면을 현장에서 활용 가능하도록 하고 있음

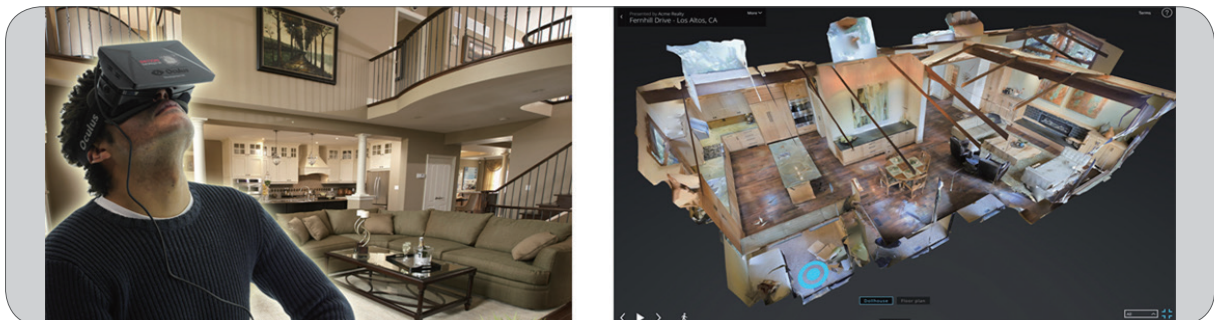
그림 8 드론의 건설현장 활용



부동산 분야에서의 드론 활용사례

- 고해상도 카메라와 GPS 센서 등을 드론에 부착해 건설부지의 3차원 지도 제작이나 토지 측량을 효율화해 부지매입이나 사업지 수지분석에 적극 활용하고 있음
- 분양마케팅에 활용하기 위한 분양현장 항공촬영 및 동영상 제작도 손쉽게 수행할 수 있게 됨
- 미국 등에서는 주택 등의 부동산을 판매하기 위해 주택 및 주변 경관의 항공사진과 영상 등을 마케팅에 활용하고 있고, 내부 전경 또한 드론을 사용해 촬영하고 가상현실(VR)로 서비스하는 등의 활용사례도 늘어나고 있음

그림 9 드론을 활용해 촬영한 실내영상과 VR



4. 무인항공기 활용 활성화를 위한 정책방향

원활한 무인항공기 운영을 위한 인프라 구축

고층건물이 많은 도시에서는 원활한 무선통신을 위한 안테나, 드론이 이착륙할 수 있는 시설, 고도를 포함한 위치정보를 정확하게 확보할 수 있는 위치결정시스템 구축 필요

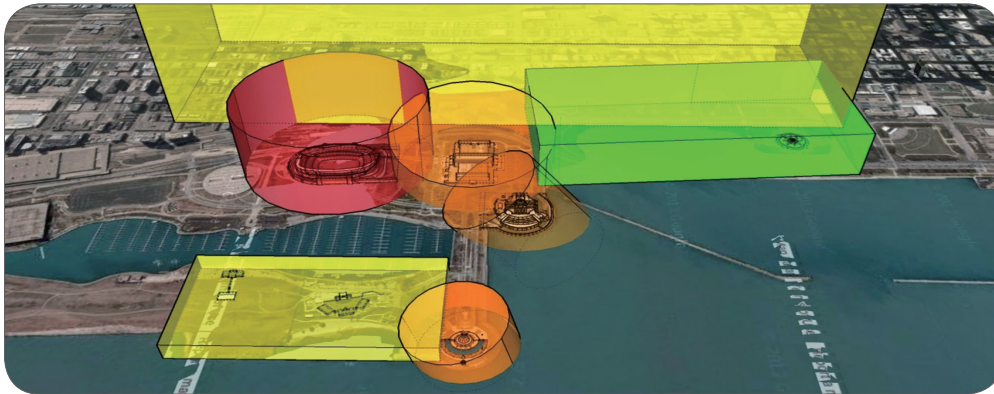
드론을 활용한 택배/음료배달 등이 일상화될 것을 고려하여 수많은 드론이 충돌하지 않고 효율적으로 오갈 수 있는 가상의 공중도로를 인명과 재산피해가 적은 산림, 하천 등의 위쪽에 설치

드론을 고려한 시공간 용도지역지구 설치와 지오펜싱 기술 적용

토지이용의 특성에 따라 자유로운 운영이 가능한 지역(초록색), 제한적으로 운영해야 하는 지역(노란색과 오렌지색) 등으로 구분하는 용도지역지구의 개설과 토지이용계획 수립 필요

- 미첼 사이푸스(Mitchell Sipus)는 시카고를 대상으로 드론을 고려한 3차원 용도지역지구를 <그림 10>과 같이 표현하였는데, 초록색은 오픈스페이스로 규제없이 자유로운 운영 가능

그림 10 드론 활용을 위해 제안된 3차원 시공간 용도지역지구 설정방안



- 3차원의 가상의 공간구분과 운영시간 등을 인지하는 지오펜싱(Geo-fencing) 기술 적용

수많은 드론이 생산하는 지리공간자료를 거래할 수 있는 체계 구축

다양한 지역에서 수시로 생산되는 2차원과 3차원의 지리공간자료를 쉽게 보정 및 가공하여 공유하고 거래할 수 있는 플랫폼 및 제도근거 마련

김대중 국토연구원 국토정보연구본부 국토정보분석센터장(djkim@krihs.re.kr, 031-380-0412)

임룡혁 국토연구원 국토정보연구본부 연구원(rhlim@krihs.re.kr, 031-380-0632)

