



정창삼
인덕대학교
토목환경설계학과 교수
csjeong@induk.ac.kr

UAV 와 Drone 을 이용한 도시홍수 피해조사

1. 서론

많은 사람들은 드론을 멀티로터를 가진 무인항공기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle, 이하 UAV)의 한 종류로만 알고 있다. 하지만 드론의 정확한 정의는 원격으로 조정되는 무인 항공기, 배, 자동차 등 모든 종류의 이동 수단을 지칭하는 범용적인 말로서 UAV 기술은 드론이라는 로봇기술의 한 종류라 할 수 있다.




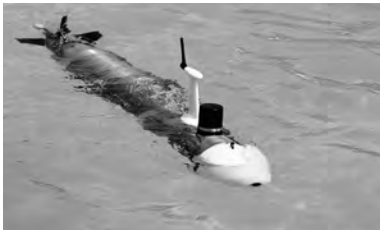


| | | |
|-------|---|--|
| 공중 드론 |  |  |
| 해상 드론 |  |  |
| |  |  |

표 1. 육해공에서 사용되는 드론

표 1과 같이 다양한 드론기술들이 있겠지만 본 고에서는 항공 드론 즉, UAV에 대한 방재분야 활용에 국한하여 서술하고자 한다. UAV는 영문 그대로 조종사가 탑승하지 않은 상태로 지상에서 원격 조종하거나 미리 계획된 자동 조종 장치를 탑재하여 스스로 비행하는 자율 비행 항공기를 말하는데, 아마존의 택배 배달 서비스 등에서 볼 수 있는 멀티 로더의 형태와 군사 무기인 프레테터와 같은 고정익 형태의 비행체를 통칭한다. 최근 이런 UAV 기술은 로봇 기술의 부상과 함께 사회전반에서 크게 각광받고 있다. 무선통신기술과 GPS로 대변되는 LBS기술이 크게 발전되어 상용화된 이후 다양한 자연과학 및 사회 모든 분야에서 응용기술들이 개발되어지고 있으며, 방재분야에서도 많은 연구와 시범사업들이 진행되고 있다.

이러한 항공드론 기술의 미래 활용 가능성을 가장 잘 정의한 것으로 알려진 "Communicating with the Future"의 작가 Thomas Frey는 드론의 미래 활용 분야를 24개 범주 총 192가지로 소개하고 있는데 그중 가장 먼저 소개한 분야가 재난관리 분야이다(<http://www.futuristspeaker.com>).

표 2. Thomas Frey가 제안한 드론의 미래 활용분야 (재난관리 분야)

| 범주 | 세부분야 |
|-------------|---|
| 조기 경보시스템 | 1. 지진경보 네트워크 2. 허리케인 모니터링 드론때 3. 토네이도 경보시스템 4. 우박 방지장치와 음향 대포 5. 눈사태 방지 장치와 음향 대포 6. 임박한 홍수 경보 시스템 7. 지진, 해일 예측 시스템 8. 산불 방지 |
| 긴급서비스 | 9. 미아(잃어버린 아이) 드론 - 사망개처럼 아이의 냄새를 추적함. 10. 열센서 드론 - 눈사태 속에서 인명 구조 11. 적외선 센서 드론 - 초기 산불 감지 14. 밀종위기 동물 드론 - 멸종위기종이 위험에 빠졌을 때 신호를 보냄. 15. 문제의 눈 드론 - 도시에서 어떤 문제(교통사고 등)가 발생하였다는 신호를 수신할 경우, 처음으로 반응하는 드론을 통해 상황을 파악함 16. 애원동물 분실 드론 - 많은 사람들이 분실한 애원동물을 찾기 위함 |

현재 UAV 기체 자체의 개발은 이미 어느 정도 성숙기에 접어들고 있는 기술이지만, 활용방향과 적용성, 법적, 제도적 문제의 해결이 앞으로의 과제라 할 수 있으며, 향후 연구가 집중되어야 할 방향으로 예상된다.

방재적 관점에서 UAV 기술의 가장 큰 장점은 광범위한 피해지역이나 피해예상지역에 대한 거시적인 정보들을 신속하고 정확하게 얻을 수 있다는 점과 방재자원을 신속히 이동시킬 수 있다는 점

및 인력 소요의 감소를 들 수 있다. 이러한 장점들에도 불구하고 기술의 안정성과 범용성, 신뢰성, 악천후 시 활용 제한, 고가 장비 재난 현장 투입에 대한 우려 등으로 아직까지는 시험적인 운영만 이루어지고 있지만, 향후 재난 피해 조사, 예측 등의 분야에서 범용적으로 활용될 기술이라는 점에서 보다 많은 연구와 실용화가 요구되는 분야라 할 수 있다.

본 고에서는 현재까지의 하천분야를 중심으로 방재분야에서의 무인항공기술 적용 및 연구사례를 소개하고, 하천 관리에 UAV를 적용한 사례에 대해 집중적으로 소개하며, 나아가 미래의 발전방향에 대해 기술하고자 한다. 이를 통해 무인항공기술의 방재분야 활용성이 더욱 촉진하는 계기가 되기를 기대해 본다.

2. 방재분야에서의 UAV 활용 현황

가. 일반 재난관리 분야에서의 드론 활용 기술

최근 국내외 다양한 재난관리 분야에서 드론의 활용이 시도되고 있다. 본고에서는 이들 가운데 일부 사례를 소개하고자 한다.

- 과학적 재난원인조사(DSI)를 위한 국민안전처의 드론 활용기술사례 (그림 1)
- 소방분야에서의 드론 활용 사례 (산불, 화재 현장 모니터링, 등, 그림 2)



그림 1. 국민안전처의 드론 활용 계획



그림 2. 산불 상황 분석

- 재난지역에 이동통신 기지국의 핵심장비를 탑재한 '드론'을 띄워 이동통신 서비스를 지원하는 사례 (KT, 그림 3)
- 해상 구조용 드론의 적용 사례 (RTS Ideas, 그림 4)



그림 3. 재난지역 통신지원 지원



그림 4. 해상구조용 드론

○ 심폐소생술이 가능한 제세동기를 비롯해 신속하게 지혈을 할 수 있는 의료 장비와 약물 등을 지원할 수 있는 앰블런스 드론 (그림 5, 6)



그림 5. 앰블런스 드론



그림 6. 응급 의료품 지원

나. 수자원분야 드론 활용 기술

아래의 표3은 수자원분야에서 드론과 관련된 최근의 연구들을 나열한 것이다. 최근 수자원 분야에서는 수질조사, 댐안전도 진단, 3차원 하천단면 측량 등 다양한 분야에서 UAV가 활용되어 지고 있다. (이현석과 이희병, 2015)

표 3. 드론활용 수자원분야 연구사례 (이주현 등, 2016)

| 연구자 | 연구내용 |
|--------------|---|
| 김민규 등(2010) | 풍수해 모니터링을 위한 UAV 적용성 분석 |
| 이지훈 등(2012) | UAV 기반 저고도 열티센서 사진측량 시스템의 캘리브레이션을 위해서는 총 6개의 스트립으로 구성된 비행경로를 따라 획득된 데이터와 5점 이상의 지상기준점 정보가 필요함을 확인 |
| 이민수 등 (2013) | 초경량 고정익 무인항공기 사진측량기법의 정사영상 정확도 평가 수행 |
| 김종래 등 (2014) | UAV를 활용한 감시정보성찰 임무 분석 및 설계도구 개발을 위한 연구 |
| 이수암 등 (2015) | UAV영상을 활용한 수변구조물의 DSM 생성 및 정확도 연구 지상 LIDAR와 같은 수준의 DSM 및 더욱 정확한 GCP 취득 필요성 제시 |
| 이용철 (2015) | 회전의 UAS 영상기반 고밀도 측정자료의 위치 정확도 평가 소규모 지역을 대상으로 회전의 무인항공촬영시스템에 의한 정사영상 및 수치표고모델 제작의 가능성 확인 ¹⁾ |



그림 7. 드론을 이용한 수질감사



그림 8. 드론을 이용한 댐관리

그림 9는 이주현 등(2016)이 제안한 무인항공기 기반 수자원 및 하천 무인감시 및 관리 개념도를 나타낸 것이다.

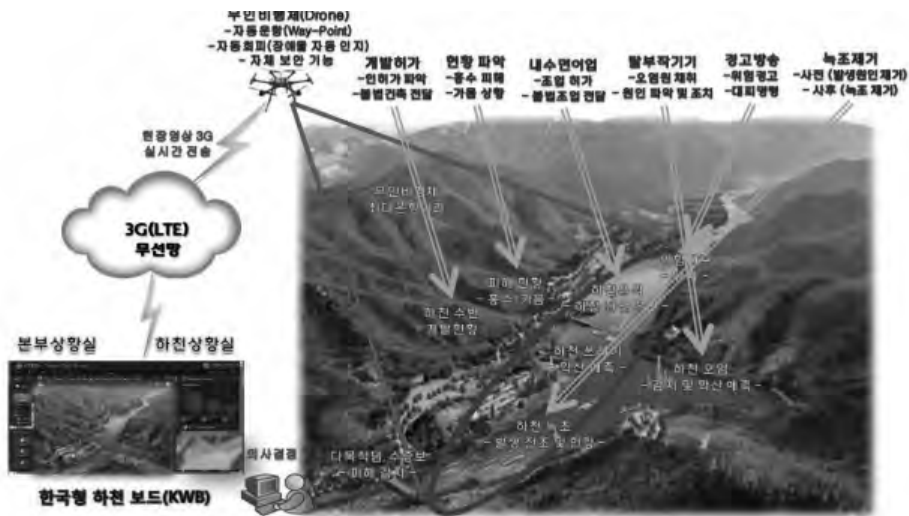


그림 9. 무인항공기 기반 수자원 및 하천 무인감시 및 관리 개념도

3. UAV 하천 방재 적용 사례분석 : 홍수전후 하천조사

본고에서는 본 저자가 2011년부터 4년간 수행한 ‘첨단기술을 이용한 하천 조사기술 개발’연구의 예를 통하여 하천방재의 기본이 되는 홍수전후의 하천조사에서의 UAV의 활용방안을 소개하고자 한다. UAV와 수상드론을 활용할 경우 홍수가 지나고 난 후 하천의 형상 변화와 제외지의 변화를 본 기술의 적용을 통해 신속하고 비교적 정확한 3차원 하천단면을 얻을 수 있고, 나아가 유사의 변화와 위험지역 등을 거시적으로 파악하는데 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

가. 하천측정

하천은 물이 흐르는 저수부와 홍수시를 제외한 시기에는 물이 흐르지 않는 고수부로 구성되어 있는데 각각의 구성부를 측정하는 방법이 상이하다. 물과 공기의 밀도, 반사율, 굴절을 등 물리적 조건의 차이로 인해 공기 중에서는 전파, 레이저, 가시광선 등을 이용하는 원격탐측방법이 사용되는 반면, 수중에서는 음파를 이용하는 방법이 주로 사용된다. 따라서 하상과 고수부의 지형정보 취득에는 서로 다른 계측장비를 이용할 수밖에 없다. 본 연구에서는 하상표고 측정에는 음향측심기(ADCP, Acoustic Doppler Current Profiler)와 무선조종보트(R2V2, River Robot for Velocity & Volume), 고수부에는 디지털카메라와 무인항공기를 이용한 사진측량 방법을 적용하였다(그림. 10).

고수부 측정에는 디지털카메라를 장착한 고정익 UAV(그림 11)를 이용한 사진측량방법을 적용하였다. UAV는 군사적 목적에서부터 레저용에 이르기까지 다양한 분야에서 활용되고 있는 사람이 탑승하지 않는 항공기를 통칭한다. 비행방법에 따라 고정익과 회전익으로 구분되는데 고정익 UAV는 작업속도가 빠르고 넓은 면적에 적용이 유리하여 회전익에 비해 작업 생산성이 높은 반면 이·착륙을 위한 공간이 필요하고 안전규정에 따라 초저고도(100 m 이하) 비행이 불가능한 단점이 있다. 본 연구에서는 이·착륙 공간이 확보되어 있으며 대상 면적이 비교적 넓은 하천지형의 특성에 따라 작업 생산성이 높은 고정익 UAV를 적용하였다. 고정익 UAV는 최소 1인으로 운용이 가능하며 저가의 장비인 일반 디지털카메라를 이용하여 지형영상을 취득한다. 약 80%의 중복도를 갖는 지형영상을 이용하여 정사영상을 제작하고 스테레오 영상처리로 표고모델을 작성한다.



그림 10. 3차원 하천지형정보 측정 시스템

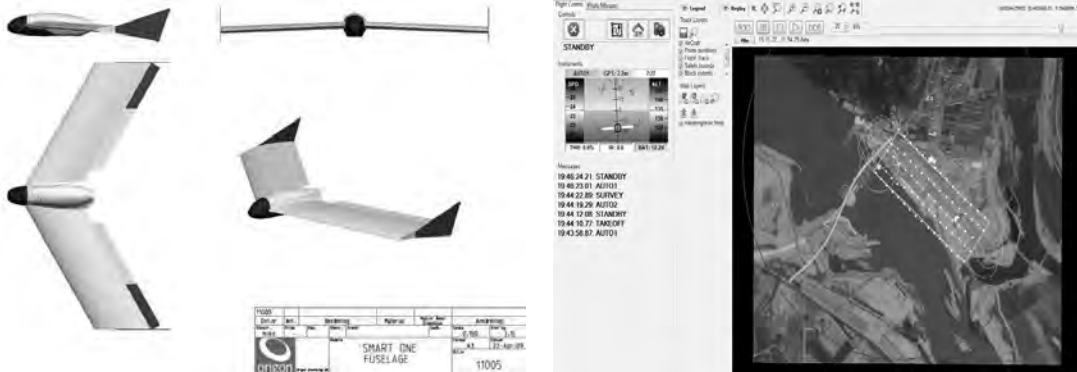


그림 11. UAV와 비행 모니터링 시스템

나. 측정성과

이렇게 측정된 3차원 하천 지형자료를 Global Mapper를 이용하여 3차원으로 표출하였다. 기존의 하천측량 방법으로는 저수부 측정을 위한 보트가 하천변에 접근 할 수 있는 한계(수심 약 30 cm)가 있고, 고수부 측량 방법으로는 물과 닿는 부분은 측정할 수 없기 때문에 3차원으로 표출 할 경우 경계부에서 단절부가 발생 할 수밖에 없다. 본 연구에서 적용한 UAV를 이용한 고수부 측정 방법은 수심 약 30 cm의 물속까지 지형의 고도 측정이 가능하므로 저수부와 고수부 사이 측정자료의 단절부가 존재하지 않는다. 그림 5는 본 연구의 대상지역인 낙동강 강정고령보 하류 약 600 m 구간의 하천을 3차원으로 표출한 하상과 고수부 지형이 통합된 3차원 하천지형도이다.

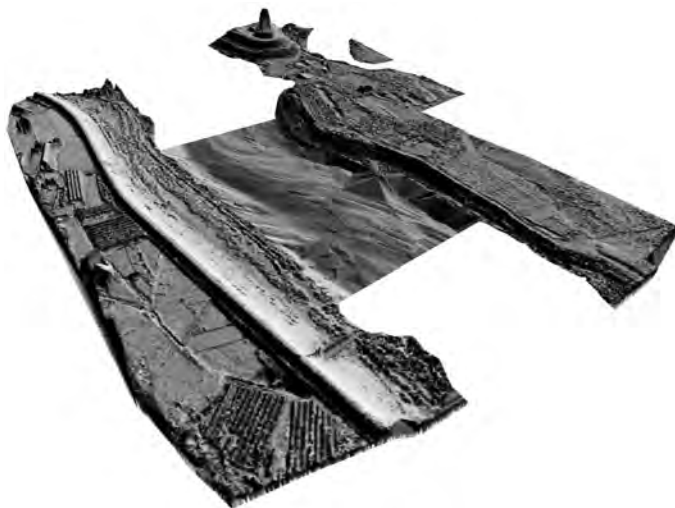


그림 12. 하상지형과 고수부 지형이 통합된 3차원 하천지형도

다. 정확도 평가

그림 13의 (a)는 Multi-Beam Echo Sounder로 측정한 하상표고를 30m 간격의 격자점으로 추출한 35개 표고점과 본 연구에서 측정한 동일 위치에서의 표고를 비교한 그림이다. 총 35개 지점 중 27개 지점에서 5% 미만의 상대오차가 발생하였으며 상대오차의 평균은 3.8%, RRMSE(Relative Root Mean Square Error)는 4.5%였다. 그림 13의 (b)는 Total Station으로 측정한 147개 고수부 지표를 본 연구에서 측정한 동일 위치에서의 표고와 비교한 그림이다. 총 147개 지점 중 136개 지점에서 5% 미만의 상대오차가 발생하였으며 상대오차의 평균은 2.1%, RRMSE는 3.3%였다.

상대오차를 기준으로 하상표고 3.8%, 고수부 지표고 2.1%의 오차는 활용목적에 따라서는 즉시 실무에 적용할 수 있는 수준의 오차이며, 향후 측정방법의 표준화 및 고도화에 대한 연구가 수행된다면 측량의 방법으로도 활용될 수 있는 가능성이 충분하다고 판단된다.

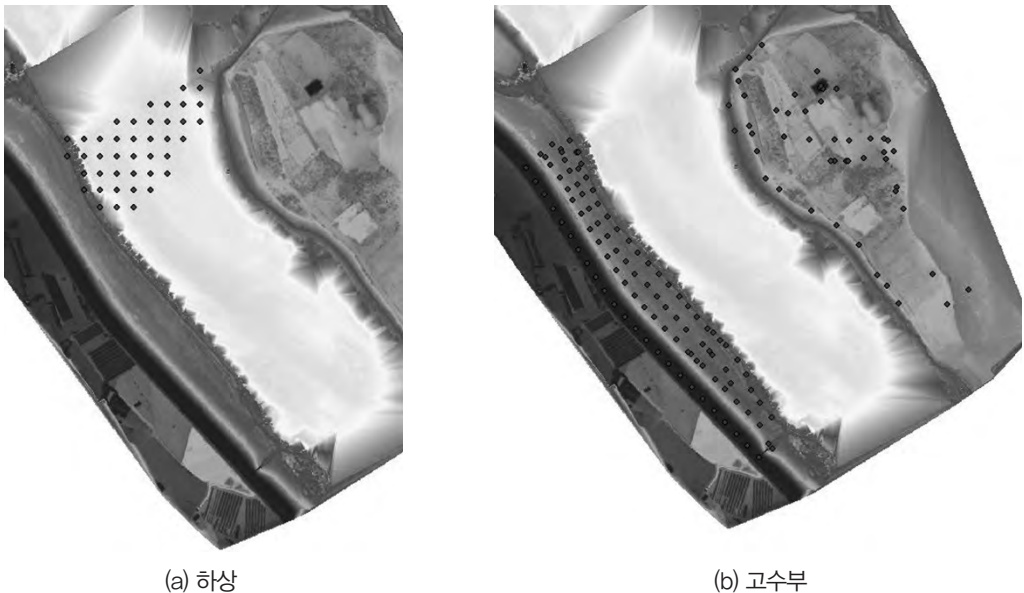


그림 13. 공인된 방법으로 측정한 지형정보와 표고 비교

이러한 방법을 통해 홍수전후의 하천측정이 이루어질 경우 하천의 유지관리와 방재차원에서의 안정성 평가를 위한 기초자료로 활용하기 위한 가장 신속하고 정확한 방법이 될 수 있을 것으로 판단된다.

4. 향후 발전방향

방재분야에서의 UAV 활용기술은 아직까지는 초기단계에 있다. 하지만 최근 2016 안전한국훈련에서 일부 지자체와 공공기관에서 드론을 이용한 방재기술을 실용화한 사례 등을 볼 때 빠르게 정착되어 나갈 것으로 기대된다. 무인항공 기술의 가장 큰 장점은 확장성을 들 수 있다. 현재의 고해상도 카메라 이외에도 적외선 카메라 모듈, 공기측정 센서, LIDAR(Light Detection And Ranging), 레이저스캐너 등 다양한 센서, 인명구조용 장비 등을 추가 장착할 경우 목적에 맞는 각종 목적에 맞는 활용이 가능할 것으로 본다.

• **Aircraft Robot = Drone (or UAV) + ...**



- + DGPS
- + Controller
- + CDMA
- + Camera
- + Smart App
- + Wi-Fi Tethering
- + Infrared ray
- + LBS
- + SMS

그림 14. 다양한 센서의 적용이 가능한 UAV 활용

앞으로 방재분야에서의 UAV, 즉 드론기술의 적용의 핵심은 기술의 개발과 더불어 적용 의지와 보급력에 따라 결정될 것이다. 아직은 익숙하지 않은 이 기술이 머지않은 장래에 반드시 방재분야의 핵심적이 기술 가운데 하나가 될 것으로 믿는다.

참고문헌

1. 수자원분야 적용을 위한 드론 활용 기술 검토, 이현석과 이희병, 한국수자원학회지, (2015)
2. 수자원 및 하천관리 분야의 드론(초경량무인비행장치) 활용방안, 이주현 등, 한국수자원학회지, (2016)
3. 재난원인과학조사 운영전략및 현장지원 기술 개발, 국립재난안전연구원 (2014)
4. UAV를 이용한 하천지형자료의 정확도 분석, 정창삼, 대한토목학회 학술발표회 (2014)
5. Communicating with the Future, Thomas Frey