

모의비행

- 안녕하세요
- 강원도립대학교 ICT드론과 김운용 교수입니다.
- 이번 교과목은 모의 비행입니다.
- 모의 비행 교과는 시뮬레이션과 병행하여 비행전후에 필요한 지식을 습득하고 활용하는 내용으로 구성되어있습니다.
- 교재는 국가직무표준(NCS)내용을 중심으로 편성되어 있으며 학과 홈페이지를 통해 교재와 강의자료 함께 전달하도록 하겠습니다. 활용하세요.
- 수업은 월요일과 화요일 수업이 진행되며 월요일은 Zoom을 통해 같이 진행하고 화요일은 개별학습하는 형태로 진행합니다.
- 코로나19 사태가 장기화 되고 있네요 모두들 힘내시고 학교에서 만날 날까지 파이팅 하세요.

모의비행

- 소형무인기 비행전 준비 #1

강원도립대학교 ICT드론과

소형무인기 비행전 준비 - 학습모듈

대분류	운전·운송
중분류	항공 운전·운송
소분류	항공기 조종 운송

세분류	능력단위('17.4. 고시)	학습모듈명
경량항공기 조종	소형무인기 지상 운용	소형무인기 지상 운용
자용항공기 조종	소형무인기 비행 전 준비	소형무인기 비행 전 준비
사업용항공기 조종	소형무인기 비행 전후 점검	소형무인기 비행 전후 점검
운송용항공기 조종	회전익 소형무인기 비행	회전익 소형무인기 비행
소형무인기운 용·조종	고정익 소형무인기 비행	고정익 소형무인기 비행
	소형무인기 내부 조종	소형무인기 내부 조종
	소형무인기 비정상 상황 대처	소형무인기 비정상 상황 대처
	회전익 소형무인기 팀 운용	회전익 소형무인기 팀 운용
	고정익 소형무인기 팀 운용	고정익 소형무인기 팀 운용
	소형무인기 촬영 운용	소형무인기 촬영 운용
	소형무인기 살포 운용	소형무인기 살포 운용
	소형무인기 감지 운용	소형무인기 감지 운용
	소형무인기 이송 운용	소형무인기 이송 운용
	소형무인기 콘텐츠 운용	소형무인기 콘텐츠 운용
	소형무인기 공간정보 운용	소형무인기 공간정보 운용
	소형무인기 운용 관리	소형무인기 운용 관리

소형무인기 비행전 준비

- 학습내용
 - 임무분석하기
 - 환경정보 파악하기
 - 투입인원 장비 선정하기
 - 비행계획서 작성하기
 - 인허가 신청하기

소형무인기 비행전 준비

- 임무분석하기
 - 비행임무에 따른 임무 장비 파악
 - 부여된 비행 임무에 따라 비행 지역을 지도상으로 확인
 - 운용자 매뉴얼을 따라 전파 도달 거리 확인

소형무인기 비행전 준비

- 1.1 비행 임무에 따라 임무장비를 파악
 - 학습목표
 - 비행임무에 따라 임부 장비를 파악할 수 있다.

소형무인기 비행전 준비

- 무인기

- 조종사가 직접 비행기체에 탑승하지 않고 RC, 스마트폰, PC등을 통해 무선전파를 이용해 비행체의 비행 및 조종이 가능한 고정익이나 회전익 형태를 총칭
- 국내항공법상 초경량비행장치의 무인비행장치가 이에 해당
- 보다 규모가 큰 무인기에 대해서는 정의가 없는 바, 법적으로 드론을 규정하기는 다소 모호하다.

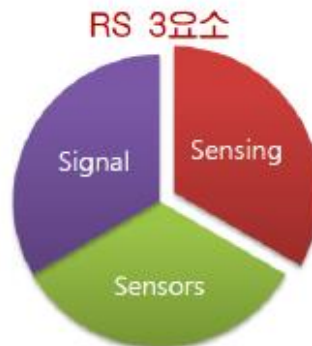
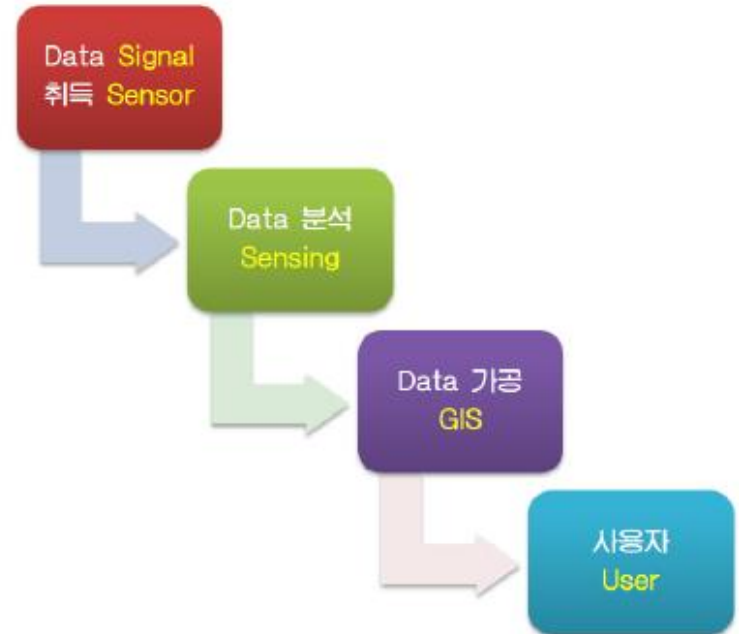
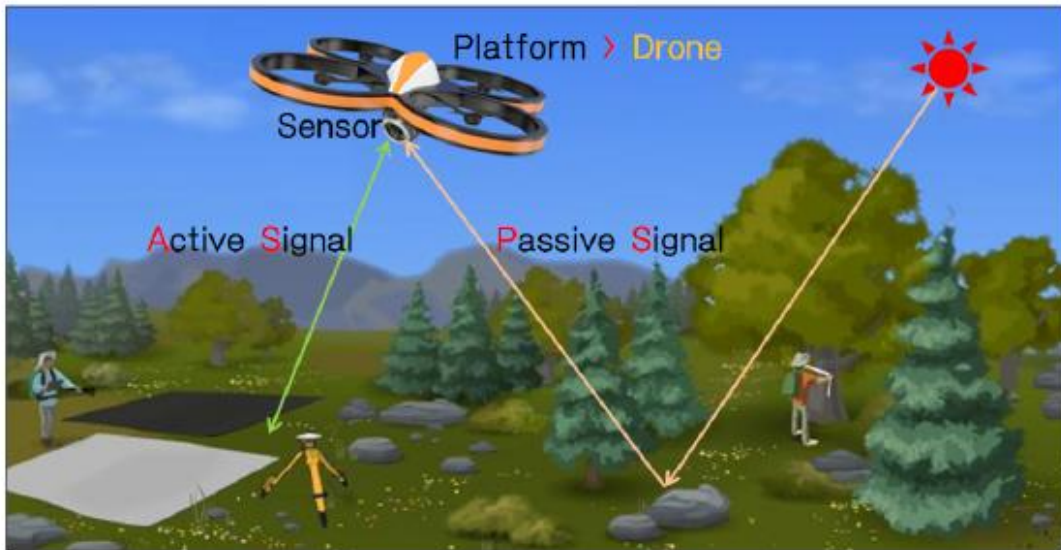
- 무인기 산업

- 군사용에서 민수용으로 확대되면서 군사용으로 뿐만 아니라 국토 · 해양감시, 기상연구, 항공촬영, 산불감시 · 진화, 응급환자수송, 비상 · 재난, 물류운송, 과학, 예술분야 등 다양한 분야에서 수요가 급증

소형무인기 비행전 준비

- 소형 무인기의 운용
 - 항공사진촬영, 정밀농업, 원격감시, 측량 및 도표화, 에너지 및 인프라 등에서 2016년 현재 약 50,000여명의 인원이 활동
 - 현재 무인기 운용조종은 촬영에 종사자가 많으나 앞으로는 방재, 감시, 측량의 종사자가 점점 늘 것으로 추정
- Drone Remote Sensing
 - 드론으로 하는 임무들

소형 무인기 비행 전 준비



Signal

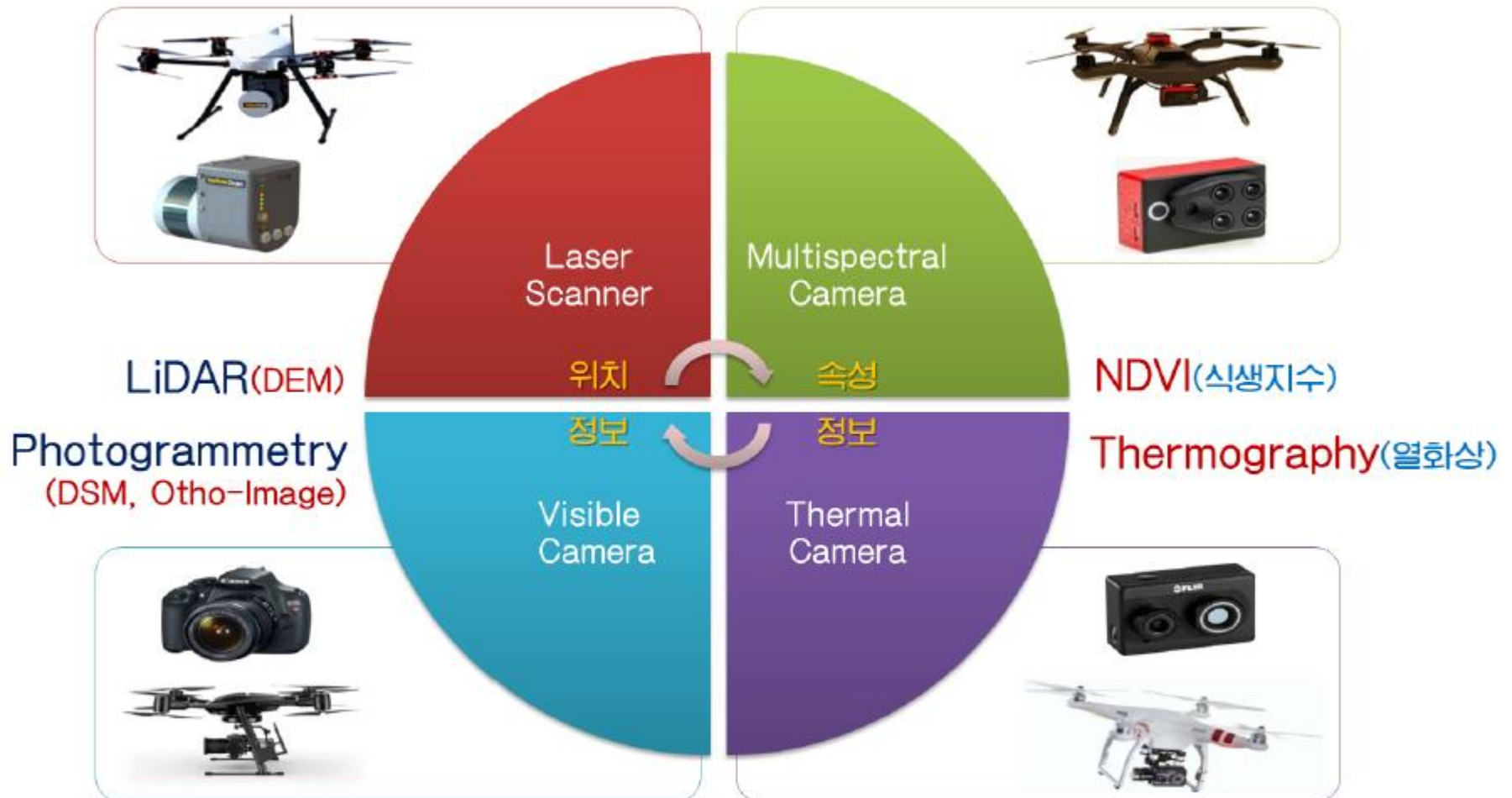
AS(사람) Laser(레이저)
 PS(자연) Visible(가시광선)
 Near Infra Red(근적외선)
 Infra Red(적외선, 열선)

Sensors

Laser >> Laser Scanner
 Visible >> RGB Camera
 Near Infra Red >> Multispectral Camera
 Infra Red >> Thermal Camera

소형 무인기 비행 전 준비

- Drone Remote Sensing에 사용되는 센스(sense)



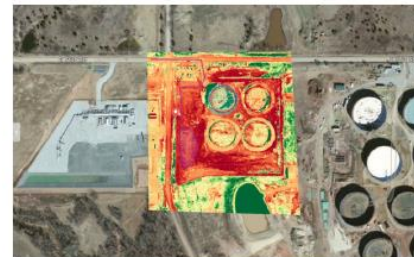
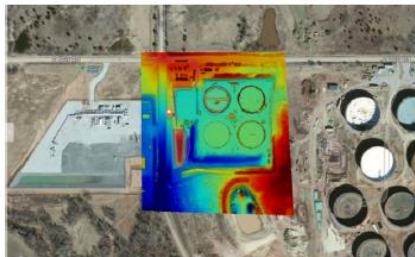
소형 무인기 비행 전 준비

- 드론의 임무

- 일반적으로 산업부문의 드론의 임무는 대부분 Drone Photogrammetry(드론 사진측량)를 통한 Mapping(영상지도 제작)에 한정된다.
- 이 Mapping을 통해 크게 다음 4가지 2D Map, 3D Model, Elevation(Digital Elevation Model) Map, NDVI(식생지수) Map을 얻게 된다.



Drone Photogrammetry	
2D Map (정사이미지)	3D Model (3D Scan)
Elevation (DEM)	NDVI Map (식생지수)



소형 무인기 비행 전 준비

• 임무에 따른 비행의 종류

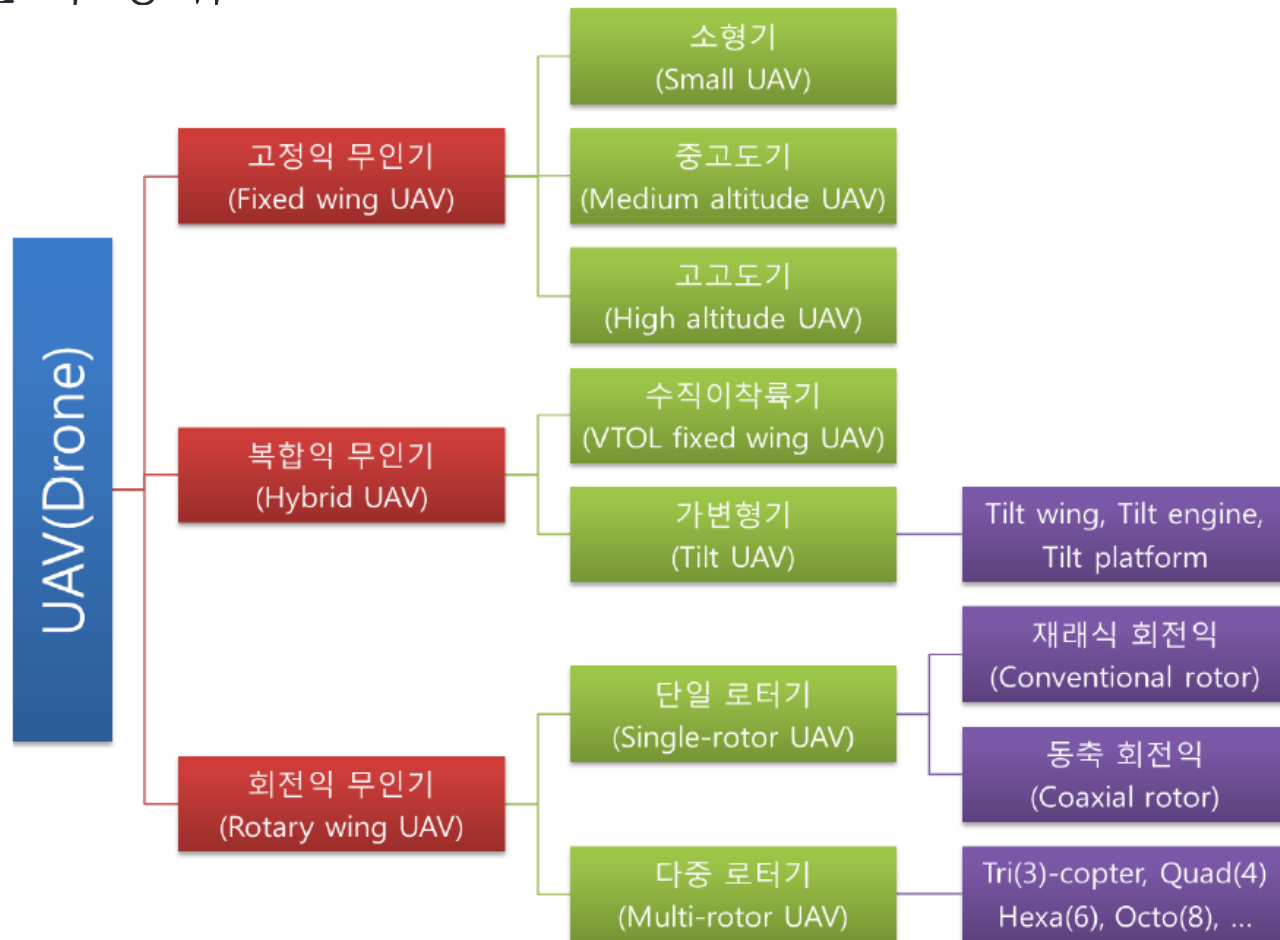
조정방식	내 용
수동(Manual) 모드	• 사용자가 비행을 위한 모든 상황을 조정해야 하는 비행모드이다. • 저가 및 연습용 드론은 이 비행조정 모드만을 가지고 있는 경우가 많다.
고도유지(Altitude) 모드	• 고도를 유지시켜 주는 모드로서 사용자가 조정하지 않아도 일정 고도를 유지시켜 준다.
자동(GPS) 모드	• GPS 센스를 이용하여 드론(Drone)의 고도(Z)와 위치(X,Y)를 설정할 수 있는 모드로서 조정이 매우 용이한 모드이다. • GPS를 활용한 지능형 방향제어(IOC: Intelligent Orientation Control) 기능으로는 1) 관심지점 회전비행(POI: Point Of Interest), 즉 촬영하려는 물체를 지정하면 지정한 물체를 중심으로 회전하며 촬영하는 기능과 2) 팔로우 미 (Follow Me) 기능, 드론이 자동으로 최소 10m 이상의 고도에서 조정자(나·Me)를 따라오면서 비행 및 촬영 등을 하는 기능이 있다. • 한편, 리턴홈(Return Home) 또는 오토리턴(Auto Return) 기능은 드론이 돌아오는 기능으로서 기본적으로 GPS를 활용한 것이다. 리턴홈 (Return Home) 기능은 드론이 복귀하는 과정에서 나무나 건물 등의 장애물과 충돌할 가능성이 있으므로, 장애물 회피 (Sense and Avoid)기능이 없는 경우 10~20m의 충분한 고도유지 및 드론이 가시거리(VLOS) 에 들어온 상태에서 작동하는 것이 좋다

소형 무인기 비행 전 준비

- 드론의 임무
 - 측량(Drone Photogrammetry), 방재, 정밀농업 등
- 드론의 비행
 - 일정 고도와 일정 속도를 유지하며 특정 지점(Way-point)에서 사진을 찍어야 하거나 정해진 경로를 따라 비행하면서 농약을 뿌려야 한다.
 - 이러한 목적을 위해서는 자동(GPS) 모드로 상태로 비행하여야 한다.
 - 만일 드론으로 시설물을 조사(Inspection)하는 경우 시설물의 영향으로 GPS 신호를 드론이 수신할 수 없는 경우 예를 들러 고층건물에 근접하거나, 교량 밑 체육관 등 실내의 경우 고도유지(Altitude) 모드로 비행해야 한다.

소형 무인기 비행 전 준비

- 드론의 종류



UAV Configuration Types

lighter than air

balloon



blimp



heavier than air

fixed wing



small UAV



MALE



HALE

hybrid



VTOL fixed wing



tilt wing



tilt engine



tilt platform

multi-rotor



tri-copter



quad-copter



hexa-copter



octo-copter

single-rotor



conventional



coaxial



nano



flettner

MALE: medium altitude long endurance (15,000 – 45,000 ft.), HALE: high altitude long endurance (>45,000 ft.)

소형 무인기 비행 전 준비

- 임무에 따른 드론 선택 기준

1차 기준 (주 임무)	2차 기준 (비행 상태)	3차 기준 (UAV 종류)
항공촬영	비행거리 4 km 이상	재래식 고정익 UAV
방재	비행거리 1 km 이하	수직이착륙 고정익 UAV
운반	비행고도 150m 이상	직경 1m 이하 회전익 UAV
정찰(실시간 동영상)	탑재 센스의 종류	직경 1m 이상 회전익 UAV
Remote Sensing	UAV 이착륙 여건	기타 UAV
기타 임무	취득영상 정밀도(GSD) 수준	
	기타 비행 여건	

소형 무인기 비행 전 준비

- 드론 기종 선택 기준

체크 포인트	회전의 드론	고정의 드론
기동성	0	
가격 경쟁력	0	
크기 및 휴대성	0	
사용의 용이성	0	
비행 거리		0
비행 시 안정성		0
유효 탑재량	0	
배터리 소모 및 교체		0
이륙 및 착륙의 용이성	0	
단지측량(Area Mapping) 용이성	0	
노선측량(Corridor Mapping) 용이성		0

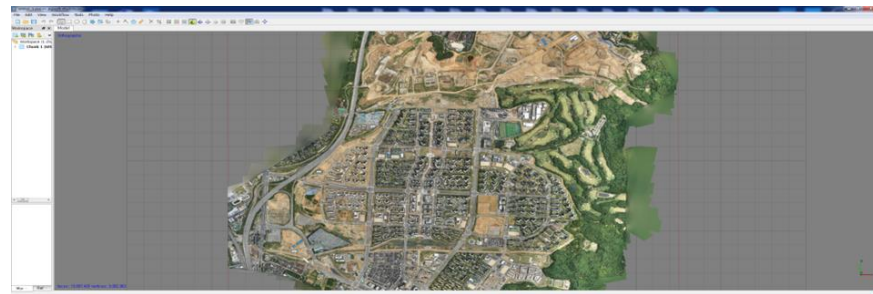
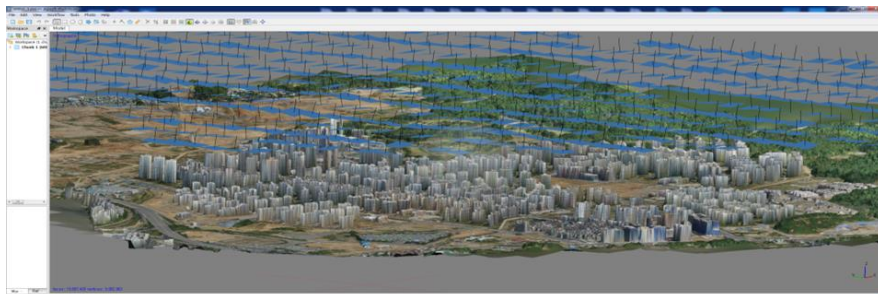
소형 무인기 비행 전 준비

- 수행 내용 1
 - 비행 임무에 따라 임무 장비를 파악하기
- 재료. 자료
 - Drone Remote Sensing 매뉴얼
 - Drone 조종 매뉴얼
 - Drone 선택 체크표
- 기기(장비. 도구)
 - 회전익 및 고정익 드론 세트
 - Visible Camera, Multispectral Camera, Thermal Camera
- 안전 유의사항
 - 드론 조종에 대한 충분한 기능을 숙지하고 비행한다.
 - 드론 배터리가 완충되어 있는지를 확인한다.
 - 각종 Sense에 대해 사용법을 충분히 숙지한 후 사용한다.

소형 무인기 비행 전 준비

- 수행순서

- 1. 고정익 드론과 회전익 드론의 특성 이해한다.
 - 1. 고정익드론의 비행특성을 이해한다.
 - 2. 회전익드론의 비행특성을 이해한다.
- 2. 임무에 따른 탑재(Payload) 센스(Sense)의 특성을 이해한다.
 - 1. Visible Camera를 이해한다.
 - Visible Camera는 Remote Sensing에서 Passive Signal인 가시광선을 받아들이는 Sense이다.
 - 주로 Photogrammetry에 이용하는데, Stereo 사진측량기법을 이용해서 정사이미지를 얻고 DEM(Digital Elevation Model)을 만들어낸다. 또한 3D Photo Scan을 통해 Object의 3D Model을 만들어낸다.



소형 무인기 비행 전 준비

- 2. Multi-spectral Camera를 이해한다.
 - Multispectral Camera는 Remote Sensing에서 Passive Signal인 다중분광 Signal을 받아들여 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index, 정규식생지수) Map을 만든다.
- 3. Thermal Camera를 이해한다.
 - Thermal Camera는 Remote Sensing에서 Passive Signal인 Infra Red(적외선) Signal을 받아 들여 Thermography(열화상)을 만든다.

소형 무인기 비행 전 준비

- 열화상 활용 분야

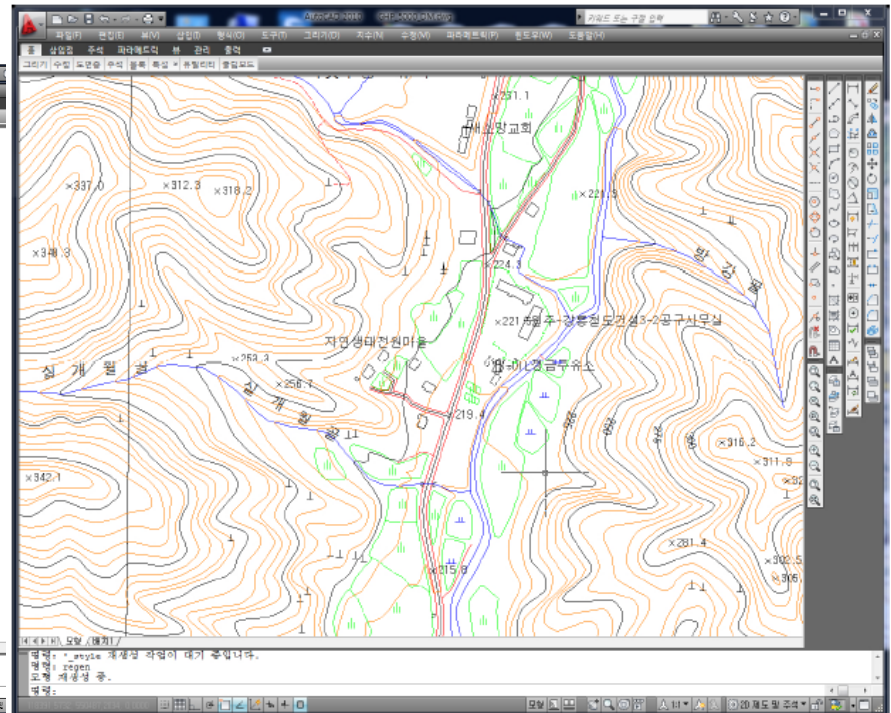
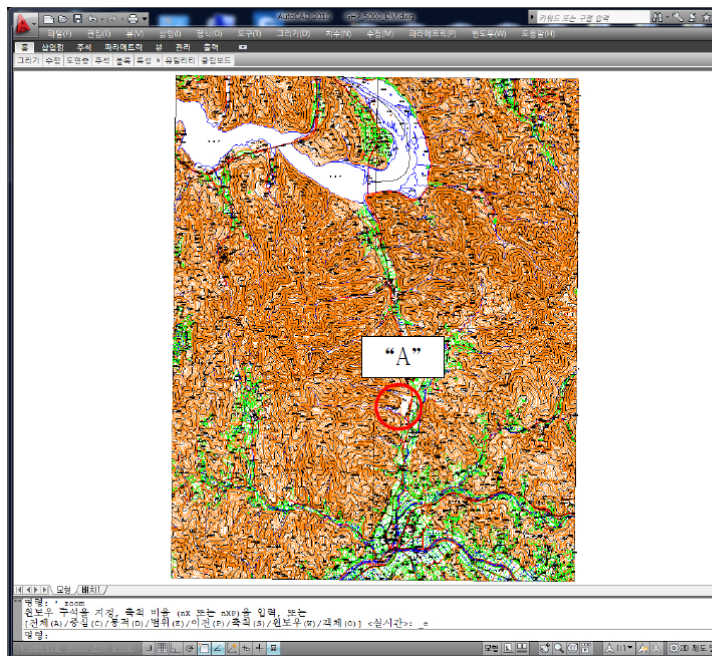
- Security and surveillance (보안 및 감시)
- Search and Rescue (수색 및 구조)
- Solar plant panel inspection (태양광 패널 검사)
- powerline and pipeline inspections (전력선 및 파이프 라인 검사)
- Industrial inspection (산업 검사 – 건축물 등)
- Wind turbine inspection (풍력 터빈 검사)
- Fire Fighting, Fire Control / Spotting (소방, 화재 통제 / 탐지)
- VOC & Gas Detection (휘발성 유기 화합물 및 가스 탐지)
- Damage Assessment (피해 평가)
- Traffic Surveillance (교통 감시)
- Coastal and Border Control (해안 및 국경 통제)
- Anti-Terrorist and Law Enforcement (반 테러 및 법 집행)
- Maritime Surveillance (해상 감시)
- Wildlife Spotting (야생 동물 발견)

소형 무인기 비행 전 준비

- 1.2 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인
- 학습목표
 - 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인할 수 있다.

1.2 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인

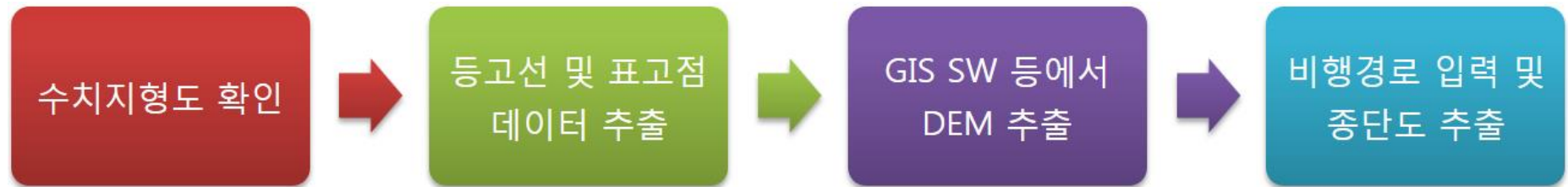
- 수치지형도에 의한 비행고도 확인
 - 수치지형도
 - 국토지리정보원 제공 수치지형도에서 비행지역의 확인은 비행고도의 확인에 해당한다. 통상 1:5,000 수치지형도를 이용하여 비행지역의 비행고도를 확인할 수 있다.



1.2 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인

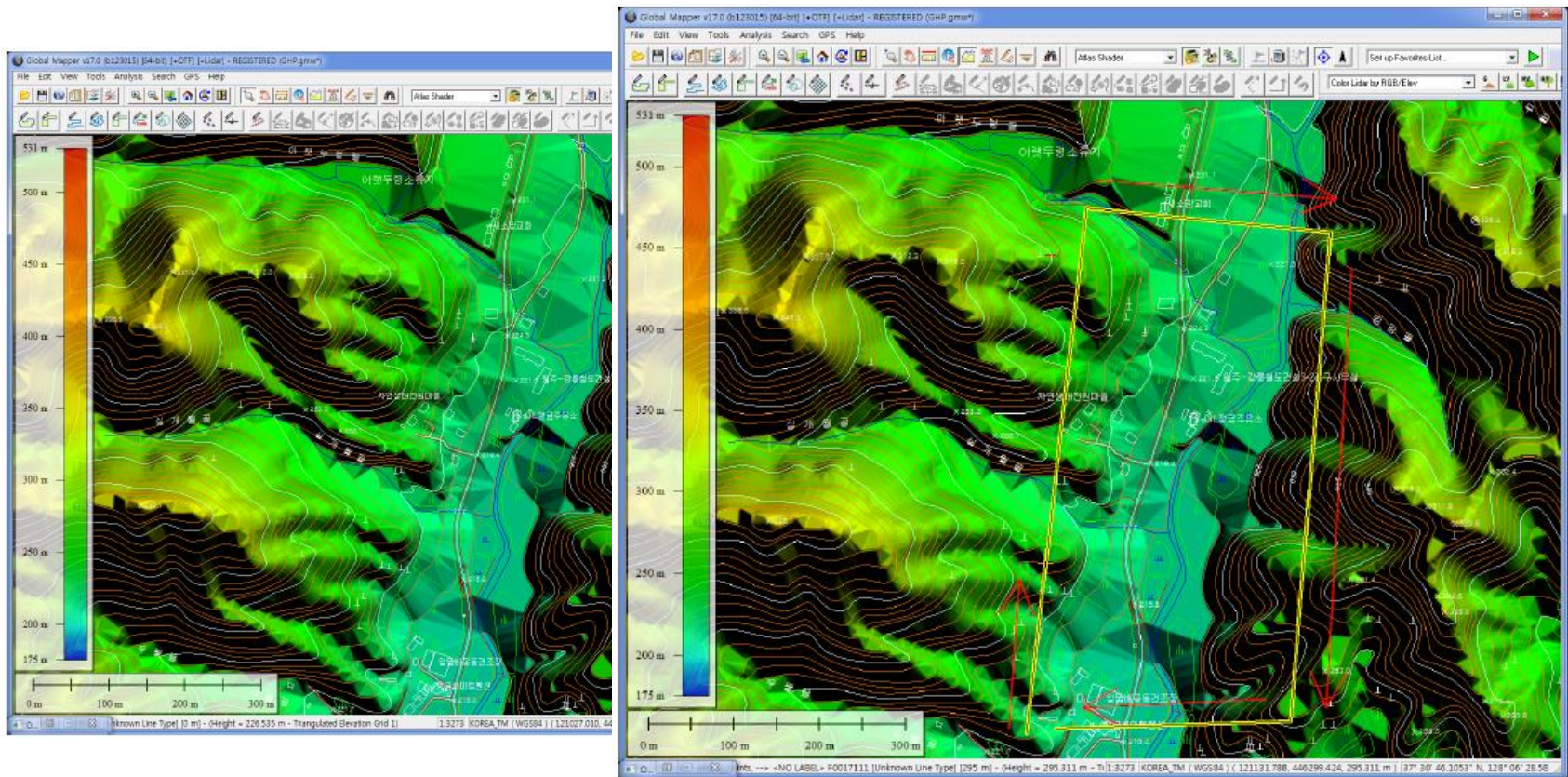
- 수치지형도에 의한 비행고도 확인

- 비행 고도 확인 순서



1.2 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인

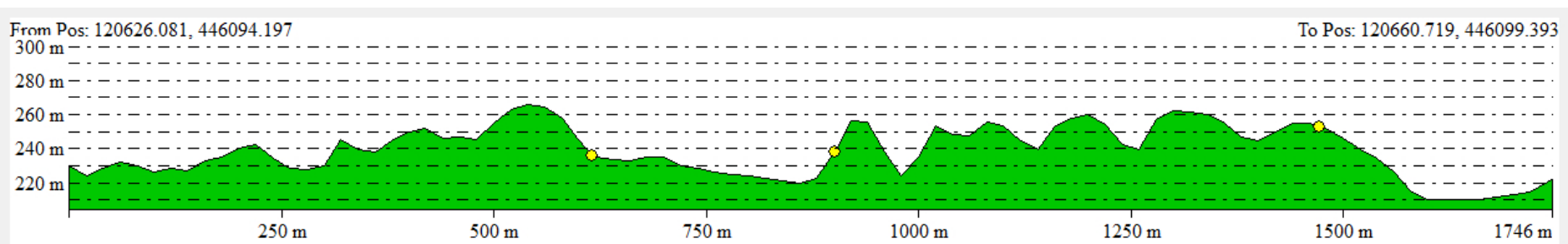
- 국토지리정보원 제공 수치지형도로 제작한 DEM



드론 비행 경로 입력

1.2 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인

- 드론 비행 경로에 따른 지형 종단면도

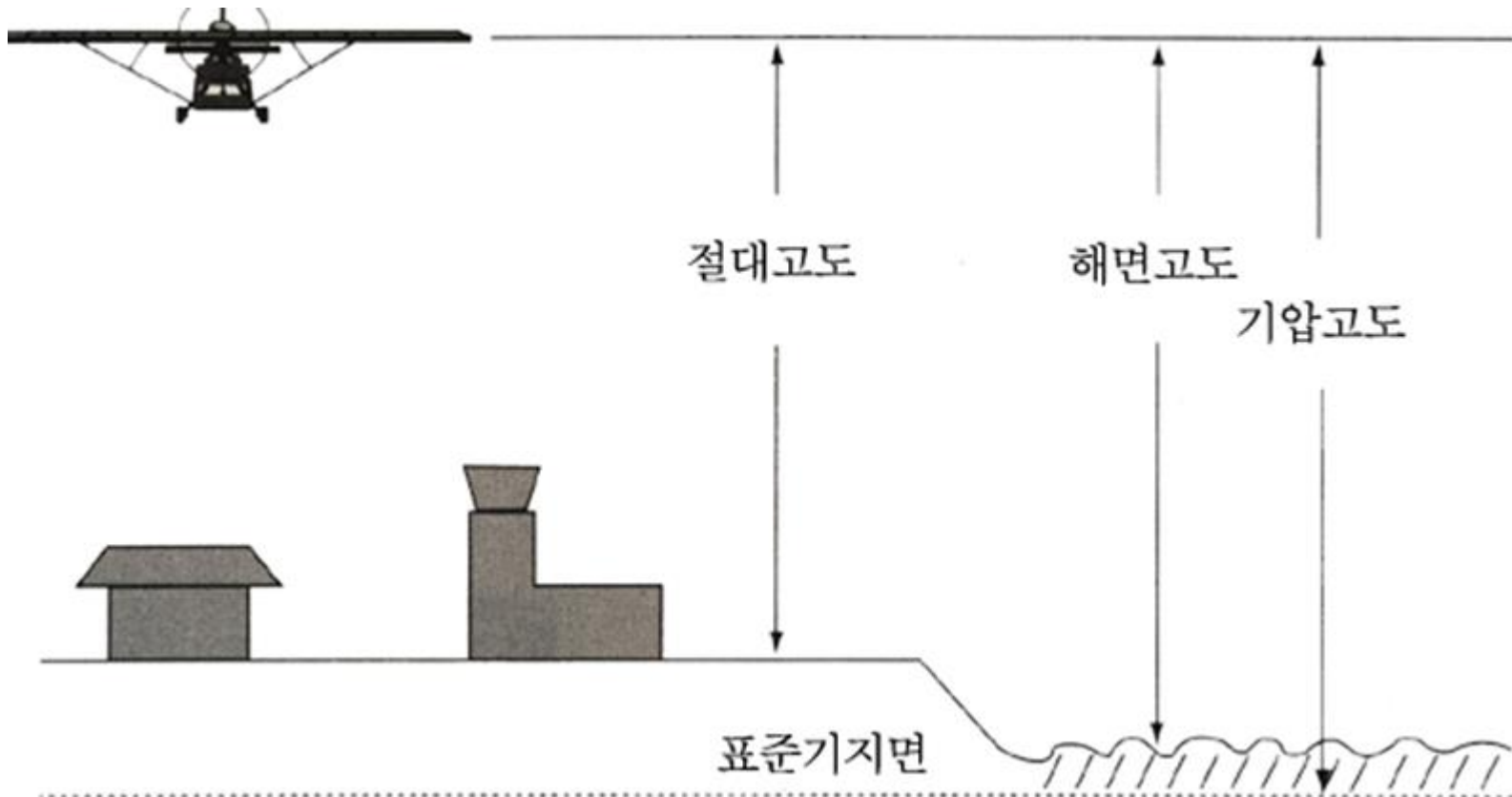


1.2 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인

- 비행고도의 종류
 - 압력(기압)고도(Pressure Altitude)
 - 기준면으로 부터 항공기까지의 높이이다.
 - UAV는 일반적으로 이륙(Take-off)하는 지점의 고도를 높이값 0m로 하여, 상승·하강시 변화하는 기압의 변화를 바로미터(기압계)로 측정하여 기체의 고도를 환산한다.
 - 진(해면)고도(True Altitude)
 - 평균해수면으로부터 항공기까지의 높이로서 간단히 고도(Altitude)라고 한다.
 - 지면(절대)고도(Absolute Altitude)
 - 지표면으로부터 항공기까지의 높이인 지면고도(AGL: Above Ground Level)이다.
 - AGL(Above Ground Level)은 지면고도 또는 지상고도로서 지표면으로 부터 비행 중에 있는 항공기의 현재 위치의 수직 높이를 말하며, 절대고도(Absolute Altitude)를 의미한다.

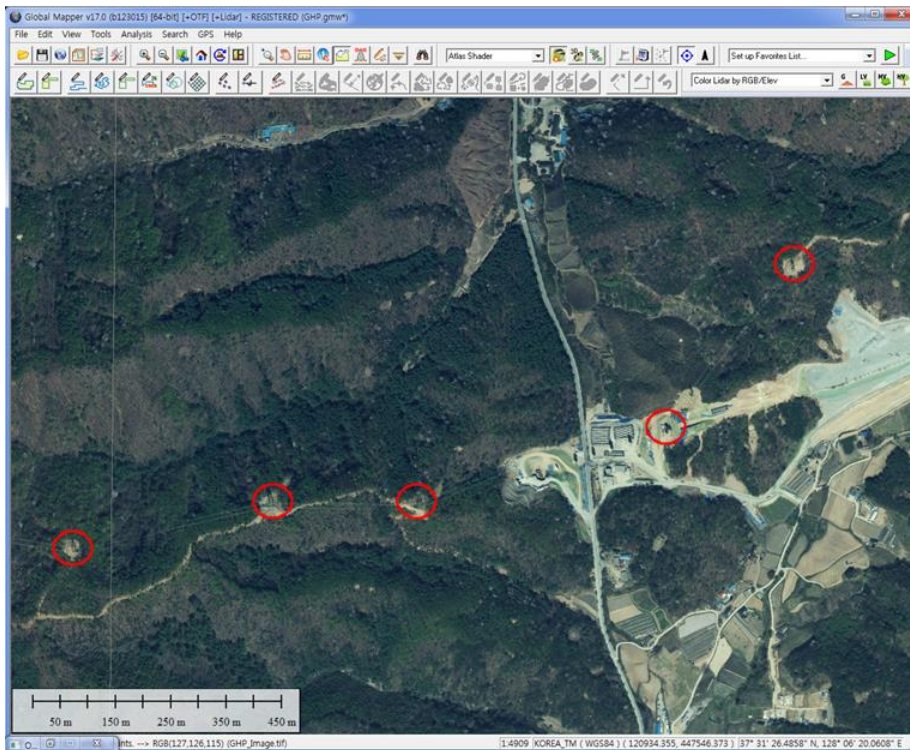
1.2 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인

- 비행고도의 종류



1.2 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인

- 정사영상지도에 의한 비행경로 확인
 - 민간에 제공될 수 있는 가장 정밀한 GSD(Ground Sample Distance) 50cm급 국토지리정보원 제공 정사영상지도를 이용하여 비행지역의 비행경로를 확인



정사영상지도로 비행경로를 확인한 결과 경로 상에 고압선 송전철탑이 존재함을 확인 할 수 있다.

1.2 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인

- 수행 내용
 - 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인하기
- 재료·자료
 - 국토지리정보원 제공 1:5,000 수치지형도
 - 국토지리정보원 제고 정사이미지지도
 - Global Mapper GIS S/W 사용자 매뉴얼
 - AutoCAD S/W 사용자 매뉴얼
- 기기(장비 · 공구)
 - Global Mapper GIS S/W
 - AutoCAD S/W

1.2 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인

- 수행 내용
 - 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인하기
- 안전 · 유의 사항
 - Global Mapper S/W의 필요한 일부기능의 사용법을 충분히 숙지해야 한다.
 - AutoCAD S/W의 필요한 일부기능의 사용법을 충분히 숙지해야 한다.
 - 경위도좌표계와 한국의 평면직교좌표계를 충분히 숙지해야 한다.
 - UAV에서 사용하는 좌표계를 충분히 숙지해야 한다.

1.2 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인

- 수행 순서

- 1. 국토지리정보원 제공 수치지형도의 특성 이해한다.
 - 국토지리정보원 제공 수치지형도는 AutoCAD S/W에서 확인한다. 수치지형도는 지형에 대한 데이터(등고선, 표고점)는 3D(X, Y, Z)로 되어 있지만 기타 데이터(시설물, 가옥, 텍스처 등)는 2D(X, Y) 이다. 이 3D 데이터(지형 데이터)를 이용하여 Global Mapper S/W에서 DEM을 만든다.
- 2. 국토지리정보원 제공 정사영상지도의 특성 이해한다.
 - 국토지리정보원 제공 정사영상지도는 GeoTIFF 파일로 X, Y 좌표 값이 부여되어 있다. 이 이미지 데이터는 Photoshop 등과 같은 이미지 처리 Tool로는 일반 graphic 파일처럼 보이지만 Global Mapper 같은 GIS S/W로 확인을 하면 평면직교 좌표 값과 WGS84의 경위도 좌표가 부여되어 있음을 알 수 있다.

1.2 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인

- 수행 순서

- 3. Global Mapper S/W에서 DEM 데이터를 만드는 방법을 이해한다.
 - AutoCAD S/W에서 지형 데이터만을 wblock으로 만든 후 Global Mapper S/W에서 불러들여 DEM(3D) 파일을 만든다.
 - 여기에 정사이미지(2D) 파일을 불러 비행경로를 설정하고 비행 경로상의 종단 지반고(Longitudinal section, 해면고도 임)를 취득하여 비행경로에 대한 UAV의 절대고도를 검토 한다.
- 4. Global Mapper S/W에서 정사영상지도 검토를 이해한다.
 - 전 단계에서 Global Mapper에 불러들인 정사영상지도를 이용하여 비행경로상의 지장물을 검토한다. 이때 지장물의 경위도 좌표값을 취득하여 UAV의 Mission Flight 경로 설계에서 우회하거나 고도를 높여서 지장물을 회피한다.

1.3 운용자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

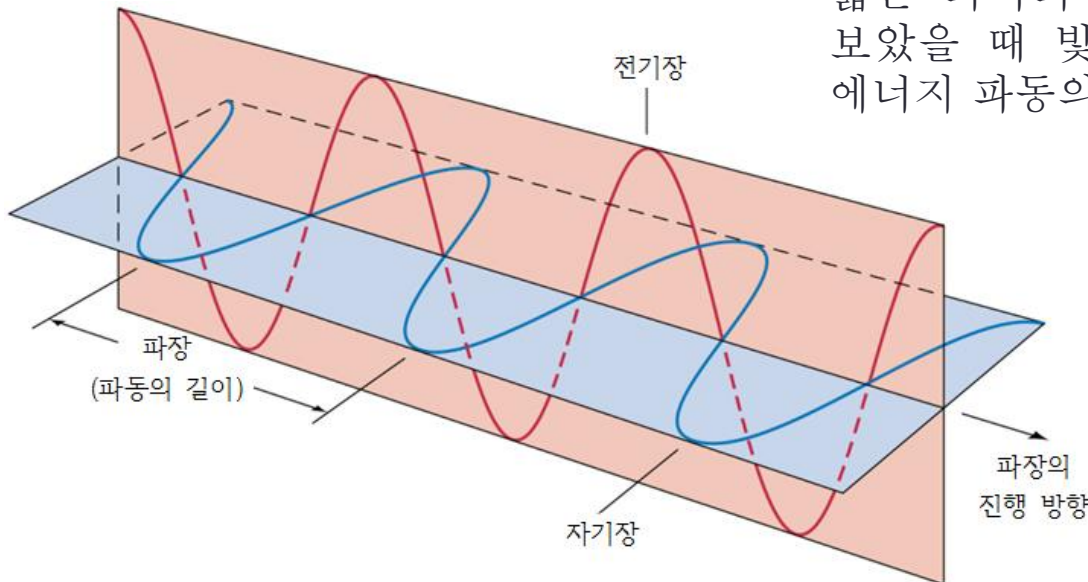
- 학습 목표
 - 운용자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리를 확인할 수 있다.

1.3 운용자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

- 전파 (Radio Wave) - 전파법
 - 전파란 인공적인 유도(誘導) 없이 공간에 퍼져 나가는 전자파로서 국제전기통신연합이 정한 범위의 주파수를 가진 것을 말한다
 - 영국의 이론물리학자 맥스웰(James Clerk Maxwell, 1831-1879)은 전자기장에 관한 역학 이론에서 전파를 전기와 자기에 의한 파동 (전자파)라 함

넓은 의미의 전파는 빛을 양자설과 파동설로 보았을 때 빛을 분광 했을 때 나타나는 모든 에너지 파동의 빛을 통칭

맥스웰방정식



1.3 운전자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

- 드론이 사용하는 전파
 - 1초 동안 진동하는 파동 수를 주파수(Frequency)라고 하며, 라디오파를 만들어 내는 장치를 만들어 전자기파의 존재를 처음 실증해 보인 독일의 과학자 헤르츠(Heinrich Rudolf Hertz, 1857~1894)를 기념하기 위해 주파수(Frequency) 단위를 헤르츠(Hertz)라 하고 약어로 Hz 라고 표기
- 전파법에서 3,000GHz 이하의 파장을 전파라고 하고함

1.3 운용자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

- 전파의 분류

- 전파법에서 3,000GHz 이하의 파장을 전파라고 하고함

LF 장파	MF 중파	HF 단파	VHF 초단파	UHF 극초단파	SHF 초고주파 (마이크로파)	EHF 밀리미터파	THz 서브밀리파	
주파수 파장(λ)	300KHz 1km	3MHz 100m	30MHz 10m	300MHz 1m	3GHz 10cm	30GHz 1cm	300GHz 1mm	3000GHz 0.1mm
무선 항행	AM 방송 선박 통신	단파 방송 국제 통신	TV FM 방송 무전기	TV 이동 전화 무전기	국제 통신 위성 방송 각종 레이더 M/W	전파 천문 위성 통신 각종 레이더		

1.3 운용자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

- 드론 제어에 사용 가능한 무선통신 방식
 - 민간에서 드론 제어에 사용 가능한 무선통신 방식에는 블루투스, Wi-Fi, 셀룰러 시스템, 위성통신 등이 있다.
- 1 블루투스
 - 블루투스의 무선 시스템은 산업, 과학, 의료용 등으로 할당된 ISM(industrial scientific and medical) 대역인 2,400~2,483 MHz를 사용한다. 다른 주파수와의 충돌을 방지하기 위한 몇 MHz를 제외하고 총 79개 채널을 사용한다. 하지만 2,400 MHz는 이미 다른 시스템에서 많이 사용 중이기 때문에 블루투스에서는 주파수 간섭문제를 피하기 위해서 frequency hopping (FS) 기법을 이용한다.
 - 주파수 호핑은 호핑코드에 의해 매 순간 한 주파수로 호핑하여 그 주파수에서 전송을 하고 이 후 다른 주파수로 호핑한 후 같은 동작을 반복하는 기법이다. 블루투스의 경우 79개 채널에서 1초당 1,600 번을 호핑하는데 이때 송신 노드와 수신 노드는 같은 시간대에 같은 주파수에 위치할 수 있도록 호핑 패턴 동기화가 이루어져야 한다.

1.3 운용자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

- 드론 제어에 사용 가능한 무선통신 방식
- 2. Wi-Fi
 - Wi-Fi란 Hi-Fi(High Fidelity)에 무선 기술을 접목한 것으로 근거리 컴퓨터 네트워크 방식인 랜(LAN: Local Area Network)을 무선화한 것이다.
 - Wi-Fi 모듈들은 출력이 제한되기 때문에 제한된 출력으로 드론을 제어하기에는 통신범위의 제약이 존재한다. 만약 출력제한이 존재하지 않는다면 하더라도 Wi-Fi는 비 허가대역인 ISM 대역을 사용하기 때문에 통신범위가 넓어지면 같은 채널을 사용하는 기기들과의 간섭문제가 발생한다.
 - 이러한 한계점으로 인해 Wi-Fi는 특수목적용 드론 보다는 레저용 드론에 주로 사용된다.

1.3 운용자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

- 드론 제어에 사용 가능한 무선통신 방식
- 3. 셀룰러 시스템
 - 드론에서 셀룰러시스템을 사용한다면 국내의 경우 촘촘한 망으로 인해 어느 장소에서든지 통신이 끊기지 않는다는 장점이 있다. 특히 드론처럼 이동성이 높은 기기에는 유리한 장점이다.
 - 하지만 공중에 셀룰러 망이 개설되어 있지 않기 때문에 망을 사용하기 위해서는 고도에 제한을 받는 등 드론 무선통신에 적용하기에는 어려움이 있다.

1.3 운전자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

- 드론 관련 주파수
 - 현재 우리나라에서 사용하는 드론 관련 주파수는 다음 3가지이다.
- 1). 2.4GHz(2,400MHz)
 - 채널 방식으로 사용하는 주파수 대역으로 최근 대부분의 멀티콥터가 사용하는 주파수이다.
 - 다른 주파수는 특정 주파수를 고정해서 사용하고 있지만 2.4GHz는 고정된 주파수를 사용하지 않고 사용하지 않는 채널을 찾아서 (frequency hopping) 사용한다.
 - 인터넷 공유기의 WiFi나 Bluetooth가 페어링을 하면 노이즈 없이 계속 연결하는 것과 같은 방법이다.
 - 따라서 많은 사람들이 동시에 기체와 조정기를 연결하거나 연결된 채널에 노이즈가 있으면 자동으로 비어있는 채널로 바꾸어 사용한다. 다만 기존에 사용하던 주파수에 비해 고주파를 사용하기 때문에 전파가 더더욱 빛의 성질을 가지게 된다. 즉 나무나 콘크리트 벽에 전파가 차단될 수 있다는 의미이다.
 - 2.4GHz 조종기 사용시 눈으로 멀티콥터를 확인할 수 있는 곳에서 비행해야 하는 이유 중 하나이다.

1.3 운전자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

- 드론 관련 주파수
 - 현재 우리나라에서 사용하는 드론 관련 주파수는 다음 3가지이다.
- 1). 2.4GHz(2,400MHz)
 - D사의 P 드론이나 I 모델의 경우 2.4GHz 대역을 영상송신으로 사용하기 때문에 많은 채널을 한꺼번에 점유한다.
 - 그래서 여러 대를 동시에 운용하면 No Control(멀티콥터가 조종 신호를 받지 못해 제어가 되지 않는 현상)이 발생할 수도 있다.
2.4GHz 대역을 영상 송신으로 사용하는 모델의 경우 근처에 비슷한 멀티콥터가 비행 중인지 살펴야 한다.

1.3 운전자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

- 드론 관련 주파수
 - 현재 우리나라에서 사용하는 드론 관련 주파수는 다음 3가지이다.
- 2). 5.8GHz(5,800MHz)
 - FPV용 멀티 콥터의 영상 송신용으로 사용되는 주파수이다.
국내에서는 10mW 이하의 출력을 가진 경우만 사용이 가능하다.
- 3). 5.0GHz (5,000MHz)
 - 미래창조과학부 국립전파연구원에서는 지난 2015년 12월 WRC-15에서 전 세계적으로 무인항공기 지상제어 전용으로 기 분배되었던 5,030~5,091 MHz의 61MHz 대역을 국내에서도 이용할 수 있도록 ‘항공 업무용 무선설비의 기술기준’을 개정하였다

1.3 운용자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

- 드론에서 사용하는 전파의 도달거리
 - 드론 RC의 전파 도달거리는 RC의 제작 단계에서 주파수와 출력에 의해서 고정되어 나온다.
 - 예> D사의 P 회전의익 드론
 - 작동 주파수 2.400 ~ 2.483 GHz 및 5.725 ~ 5.825 GHz
 - 최대 전송 거리 2.400 GHz ~ 2.483 GHz (장애물과 간섭이 없을 시)
 - FCC : 7 km, CE : 3.5 km
 - 5.725 GHz ~ 5.825 GHz (장애물과 간섭이 없을 시)
 - FCC : 7 km, CE : 2 km
- 각국의 전파 인정
 - 대한민국은 KC, 미국은 FCC, 유럽은 CE, 일본 TELEC 등

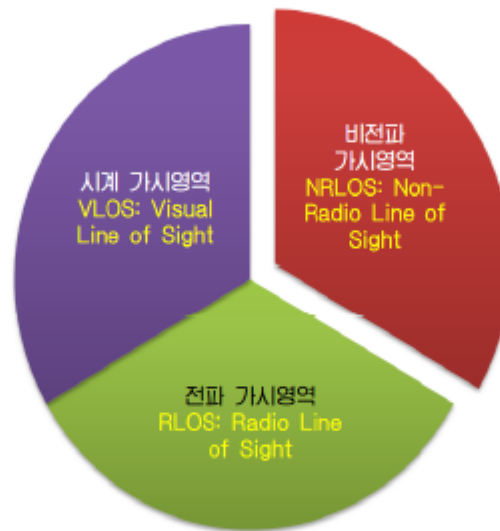
1.3 운용자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

- 가시선 LOS(Line of Sight)
 - 드론의 비행 시 드론의 각종 센서 정보를 수신안테나로 실시간 전송 받아 지상에서 드론의 상태를 관찰하고 통제한다.
 - 이때 송/수신안테나 사이의 직선거리를 가시선 (LOS; Line of Sight)이라 하고 가시선 사이에 장애물이 존재할 경우 드론의 센서 정보를 수신할 수 없어 비행을 더 이상 진행할 수 없게 된다.
- 가시선(LOS)의 종류
 - 시계 가시영역(VLOS: Visual Line of Sight)
 - 전파 가시영역(RLOS: Radio Line of Sight)
 - 비전파 가시영역(NRLOS: Non-Radio Line of Sight) – LTE망

1.3 운용자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

• 가시선(LOS)의 종류

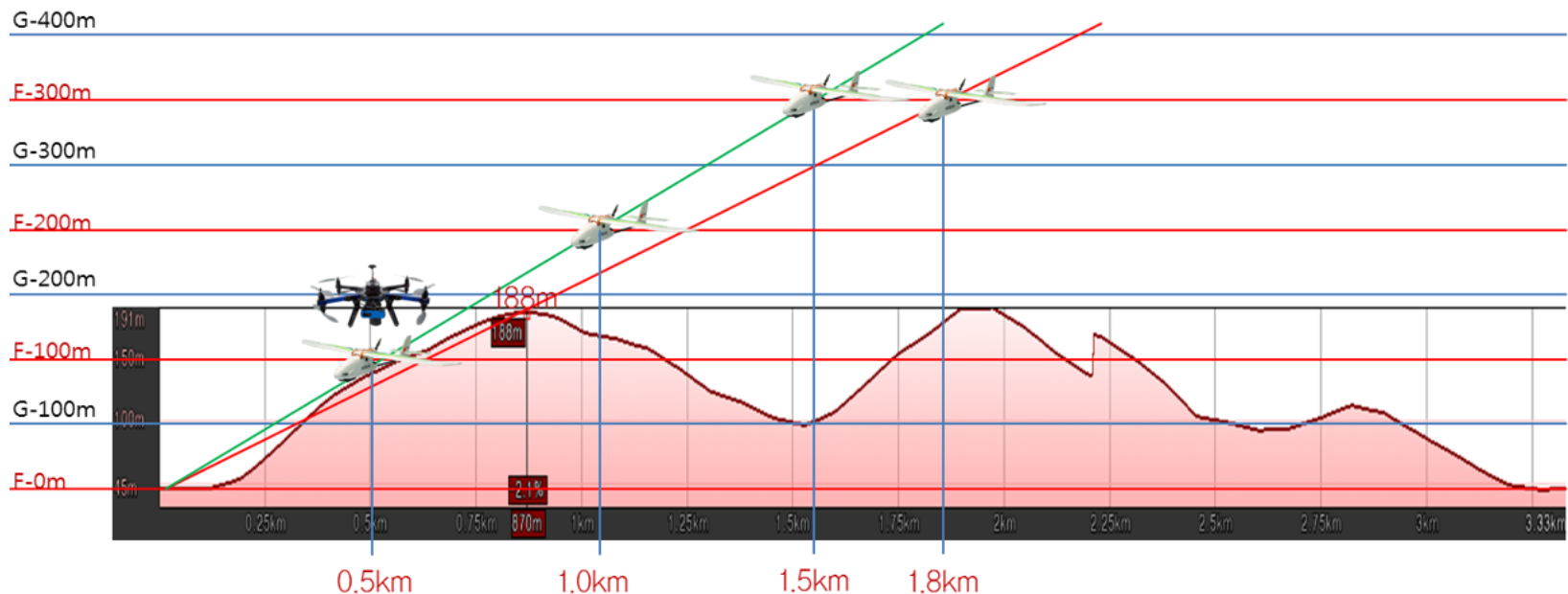
- 무인기의 안정화 장치가 존재하지 않을 경우, 조종사의 무선조정 능력에 의존해야 하므로 시계가시영역에서만 운용이 가능하다.
 - 시계가시영역은 500m 정도로 제한적이어서 고속, 장거리 임무를 수행해야하는 무인기에는 적용이 불가능하다.
 - 일반적으로 근거리 운용시 제한적 자동화 능력을 갖는 무인기의 운용에 적당하다. >> **회전익 드론**
- 별도의 송계장치 없이 전파가 직접 도달할 수 있는 거리를 말한다.
 - **(항공기 관제)** 전파가 지형 등에 의해 차단되지 않을 경우에는 상당히 원거리까지 도달 가능하지만, **전파강도와 안테나 특성에** 의해 제한이 발생할 수 있다.
 - 일반적으로 시계가시영역 밖 전파가시영역에서 운용되는 무인기는 **2단계** 이상의 자동화 능력이 요구된다. >> **일반 Drone 용 RC Controller는 1km 정도 (DJI 팬텀4는 3.5km)**



- 전파가 직접적으로 도달하지 않는 범위로서 이를 해결하기 위해서는 **지상 전파중계시설** 및 **위성기반 전파중계**를 활용하며, 상당히 큰 안테나가 필요할 수 있다.
- 전파도달 시간이 길어질 수 있으므로 무인기를 **시각적인 조종이 불가능**해지고, **통신두절** 등의 가능성이 많아 **3단계** 이상의 자율비행이 가능한 기종에서 만 운용이 가능하다.

1.3 운용자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

- 현장에 드론 비행을 위해 Ground Station 설치 시 가시선(LOS)기준으로 설치
- LOS 및 비행고도에 따른 전파 도달 거리



해면고도 G-45m에서 드론 기압고도 F-0m일 경우

Ground Station의 허용 가시선(Green) 기준으로는 전파가 드론(기압)고도 100m에서는 0.5km, 200m에서는 1.0km, 300m에서는 1.5km까지 도달함

1.3 운용자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

- 수행 내용
 - 운용자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인하기
- 재료·자료
 - DEM Data 및 정사이미지지도 (Google Earth로 대체할 수 있음)
 - UAV RC Controller 매뉴얼
- 기기(장비 · 공구)
 - Global Mapper GIS S/W (Google Earth로 대체할 수 있음)
- 안전 · 유의 사항
 - 비행경로가 결정되어 있어야 한다.

1.3 운용자 매뉴얼에 따라 전파 도달거리 확인

- 수행 순서
 - 1. 전파에 대한 기본지식을 이해한다.
 - 전파에 대한 기본적인 이해와 주파수와 안테나에 대한 관계에 대해 이해한다.
 - 2. 추출한 비행경로상의 종단 지반고(Longitudinal section)를 이해한다.
 - 비행경로와 비행고도에 따른 비행경로상의 종단 지반고(Longitudinal section)를 이해한다.
 - 3. LOS의 개념을 이해한다.
 - LOS의 개념을 이해하고 비행고도에 따른 전파도달거리를 산출 한 후, 수치지형도와 정사 영상지도를 이용 Ground Station의 위치를 결정한다.

소형무인기 비행전 준비

- 종합 정리
 - 비행임무에 따라 임무장비를 파악
 - 부여된 비행임무에 따라 비행지역을 지도상으로 확인
 - 운용자 매뉴얼에 따라 전파도달거리 확인
- Q&A

학습과제

- 학습과제
 - 다음 내용을 조사하여 그 결과를 메일로 보내기
 - 1. 아래의 지도 형태의 의미와 사용용도 조사하기
 - GSD : Ground Sample Distance
 - DEM : Digital Elevation Model
 - DSM : Digital Surface Model
 - DTM : Digital Terrain Model
 - 2. GIS 지도 좌표계 관련 용어 정리하기
 - 지오이드, Bessel, TM, UTM, WGS84
 - 메일 주소 : wykim@gw.ac.kr
 - 메일 제목 : 모의비행_학번_이름_1차~2차 과제