

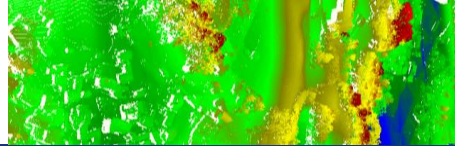
2016 오픈테크넷

# 라이브 드론 맵 : 실시간 자동매핑 시스템

2016.10.19

이임평, 최경아, **천장우**

서울시립대학교 공간정보공학과 센서 및 모델링 연구실



# 구 성

1

시스템 소개

2

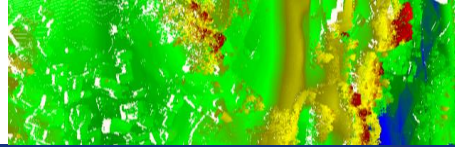
실험적 검증

3

시스템 활용

4

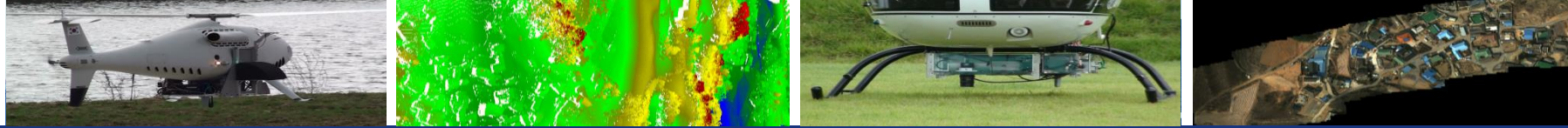
결론 및 향후 계획



1

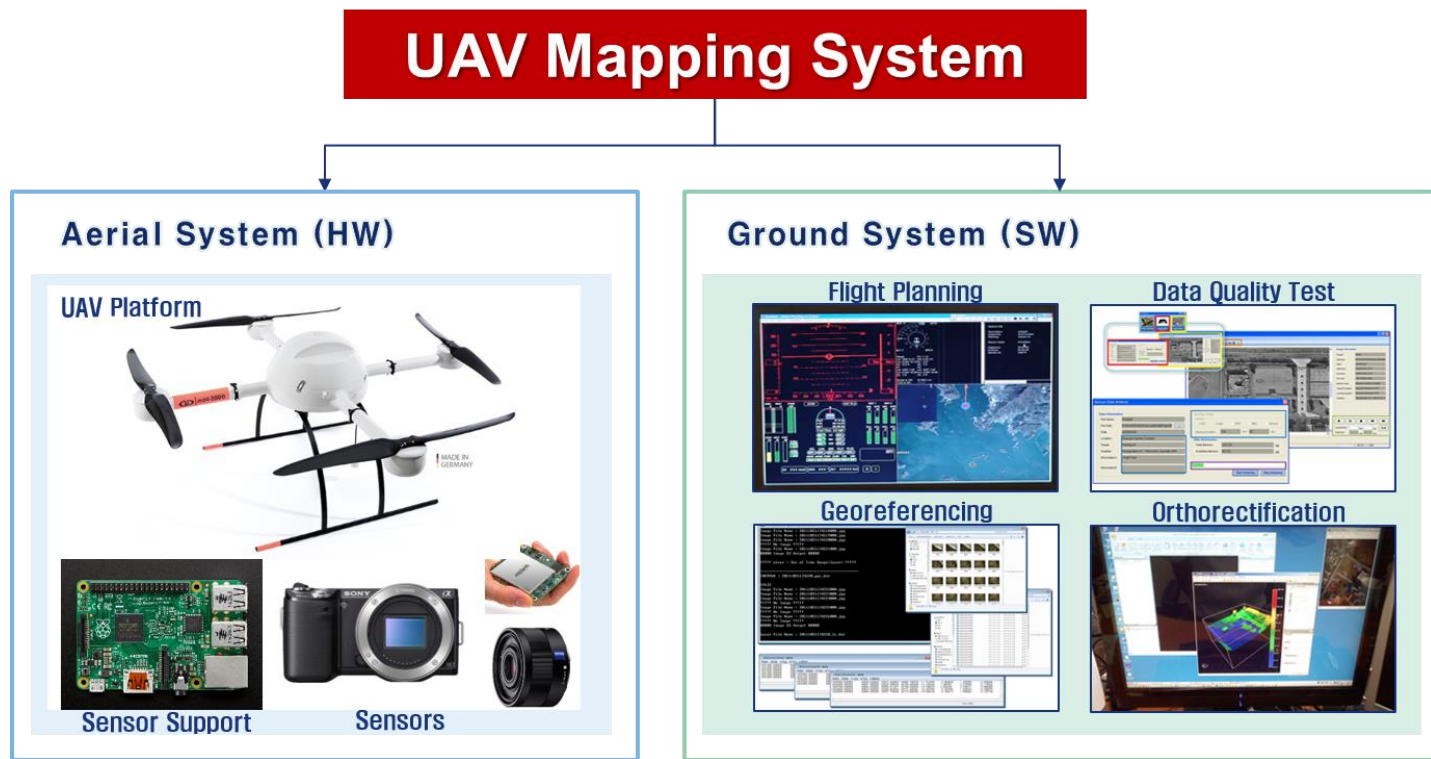
# 시스템 소개



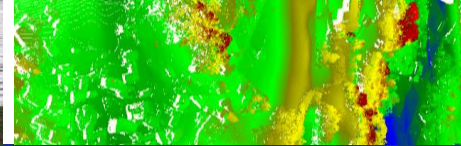


# 1.1 실시간 자동 매핑 시스템

- ❖ 멀티 센서를 탑재한 UAV를 이용하여 대상 지역의 최신의 공간정보를 빠르고 자동으로 생성하는 시스템
- ❖ 전체 시스템은 항공부문과 지상부문으로 구성







# 1.2 항공부문 - 구성

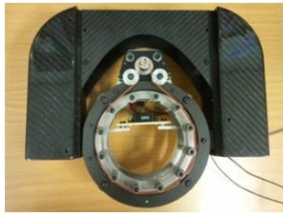
## 무인항공기



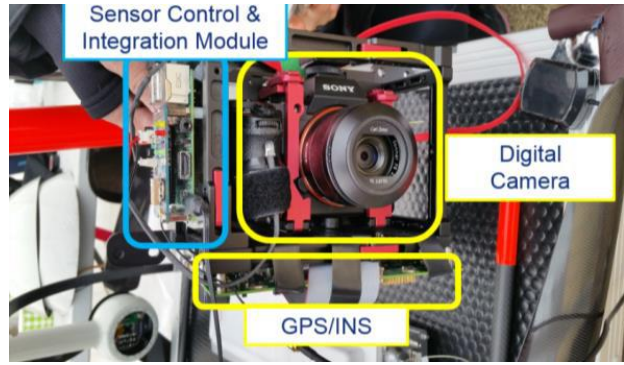
## 센서부

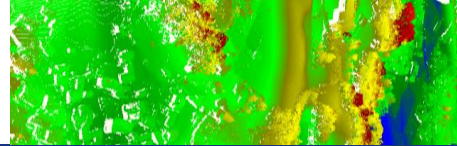


## 지원부



## 탑제체

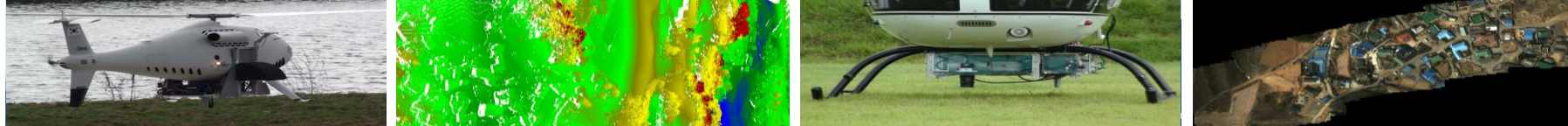




# 1.2 항공 부문 - 제원

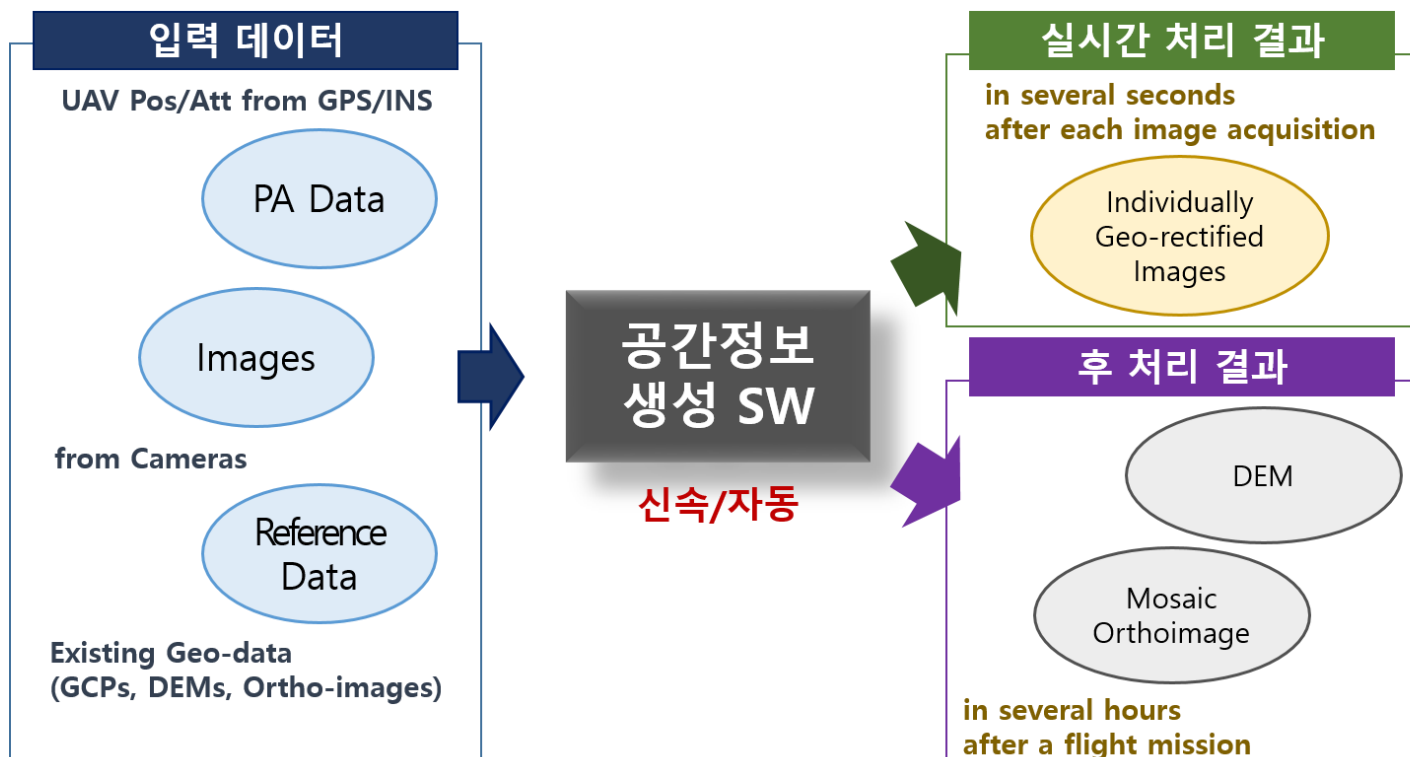
		무인항공기		카메라 및 렌즈		GPS/INS					
모델명	Microdrone md4-1000		Sony A7 II		SONY Sonnar T* FE 35mm F2.8 ZA		APX-15 (Applanix single board GNSS-Inertial solution)				
											
제원	Flight time	~90 minutes (Average 45 minutes)		Resolutions	6000x4000		- SBAS - Support PPS time synchronization				
	Maximum Payload	1,200g		Pixel size	5.97um		Operating Temp		40° ~ 75°		
				ISO	100~25600		Dimensions		67 x 60 x 15mm		
	Speed	Rate of climb : 7.5 m/s Cruising speed : 12.0 m/s		Maximum Shutter speed	1/8000sec		Weight		60g		
				Weight(Camera)	599g		Accuracy	SPS	DGPS	RTK <sup>4</sup>	Post-Processed <sup>5</sup>
	Weight	2,650g		Focal length	35mm		Position(m)	1.5-3.0	0.5-2.0	0.02-0.05	0.02-0.05
	Dimensions	103cm X 103cm X 49cm		Size	61.5x36.5mm		Velocity(m/s)	0.05	0.05	0.02	0.015
							Roll&Pitch(deg)	0.04	0.03	0.03	0.025
Temperature	-10°C ~ 50°C		Weight(Lens)	120g		True Heading <sup>3</sup> (deg)	0.30	0.28	0.18	0.080	

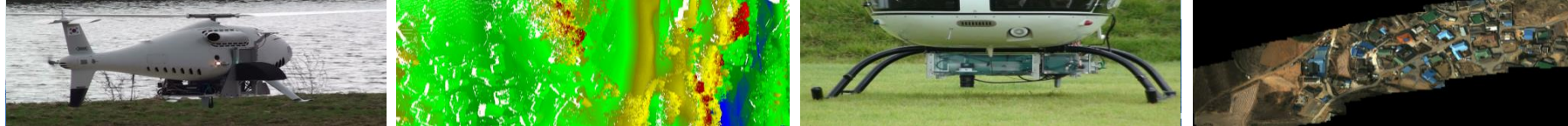




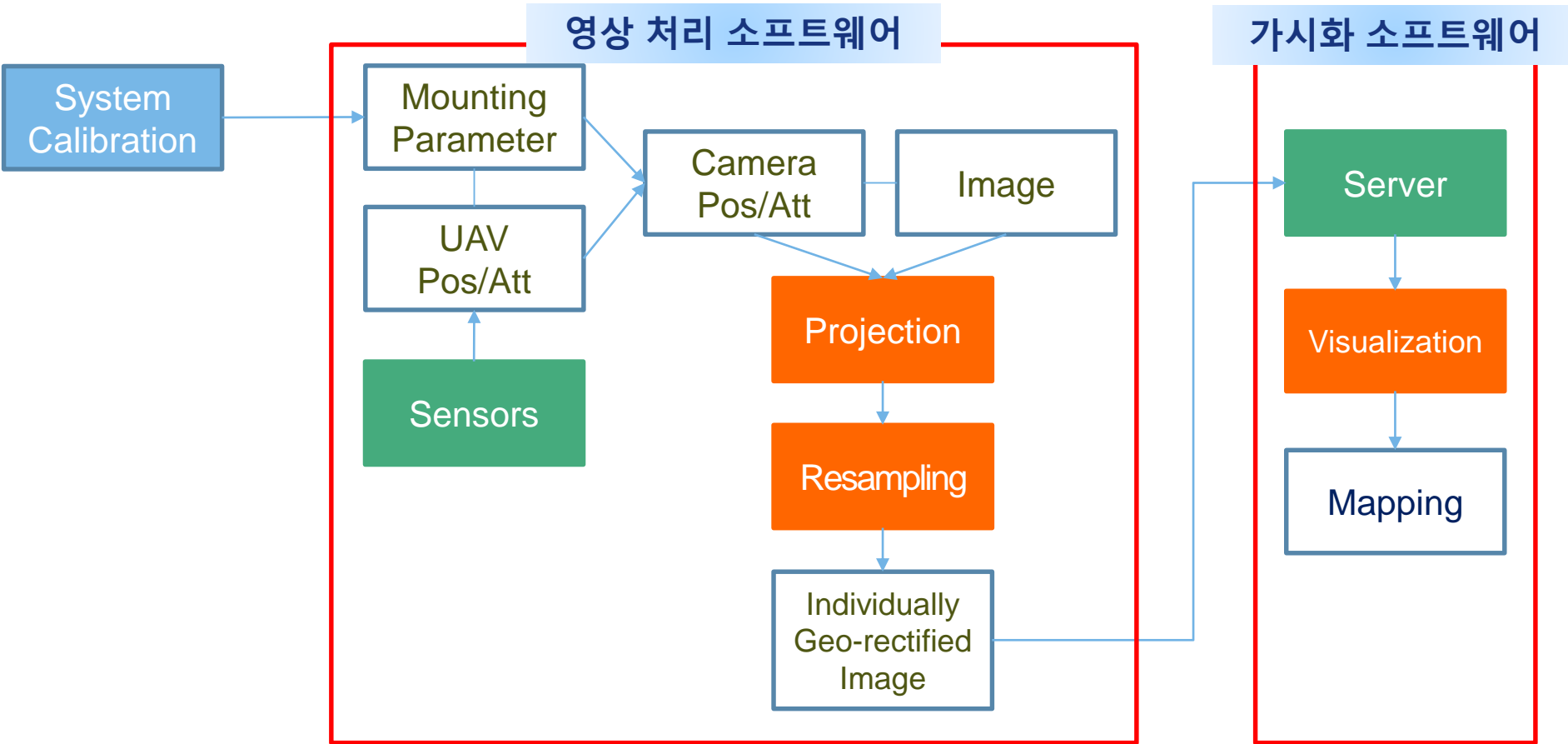
# 1.3 지상 부문

- ❖ 취득된 데이터를 **실시간**으로 수신
- ❖ 센서 데이터 **자동** 처리 및 **실시간** 가시화
- ❖ **후 처리**를 통한 빠른 시간 안에 최종 결과물 **자동** 생성

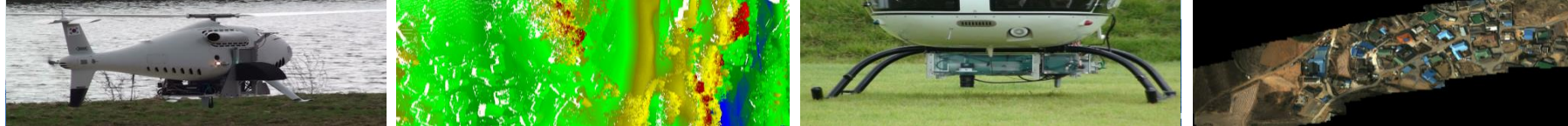




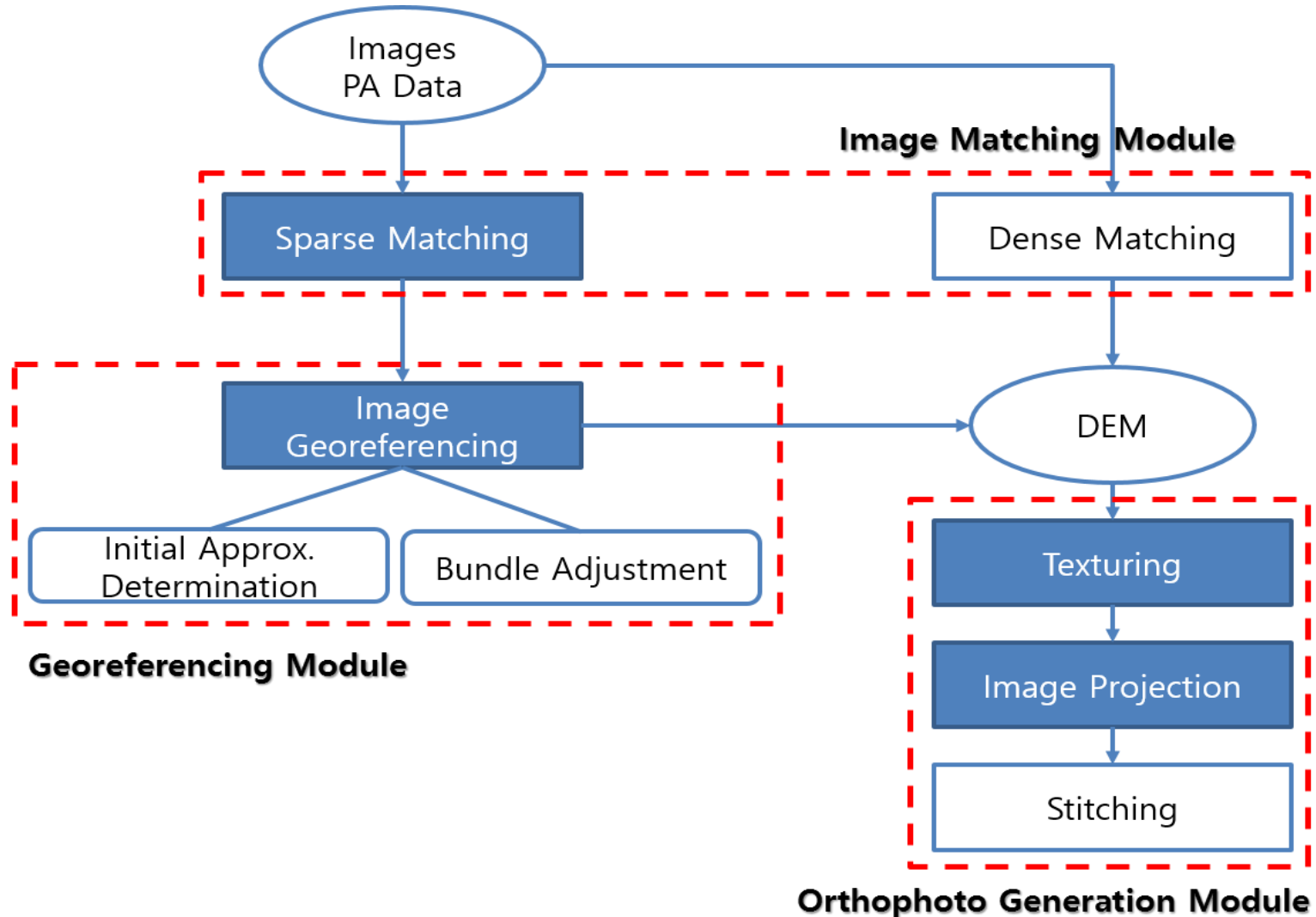
# 1.3 지상 부문 - 실시간 처리 과정

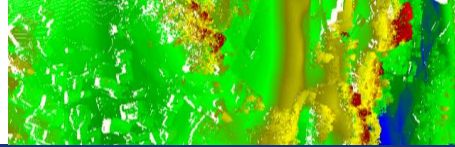






# 1.3 지상 부문 - 후 처리 과정



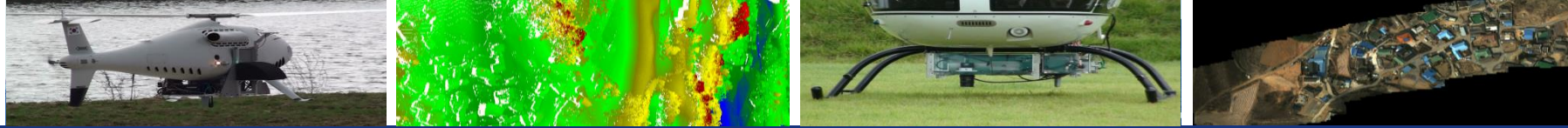


## 2

# 실험적 검증

1. 처리 시간 검증
2. 정확도 검증

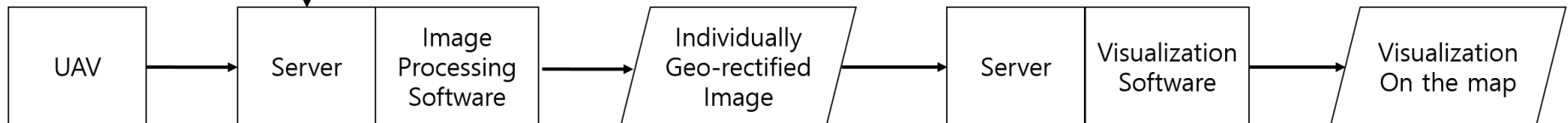
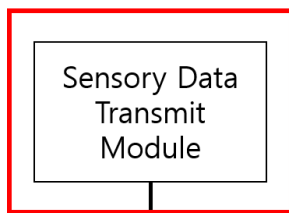


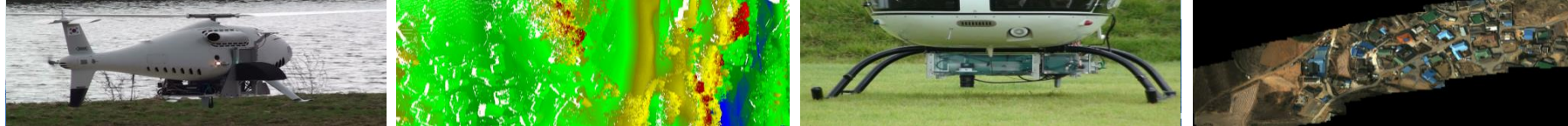


## 2.1 처리 시간 검증

- ❖ 시스템의 실시간성 확인을 위한 처리 시간 검증
- ❖ UAV에서 서버로 데이터를 전송하는 기능을 수행하는 프로그램으로 대체
  - 전송을 담당하는 LTE 통신 부분의 개발 진행 중
- ❖ 취득된 데이터를 서버에 일정간격으로 업로드하여 실시간으로 처리하고 가시화 되는 것을 실험

On simulation test

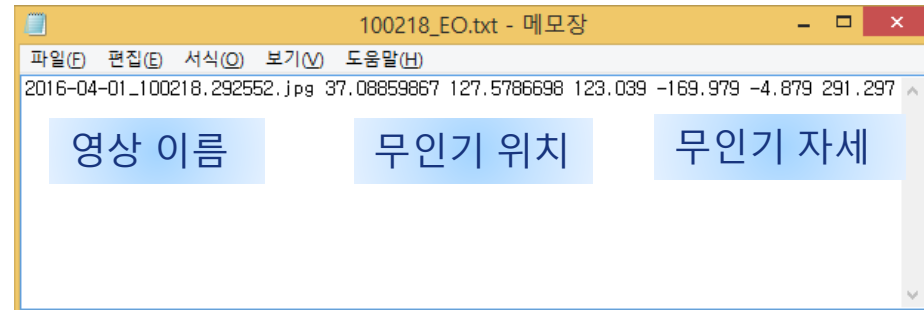




## 2.1 처리 시간 검증 - 실험 데이터

- ❖ 경기도 이천시 농경 지역에서 촬영한 영상 40장
  - MD4-1000 / sony-a7ii / apx-15

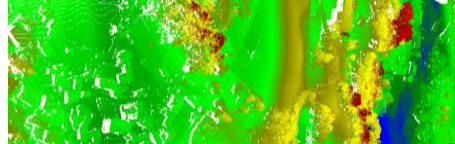
- ❖ 개별 영상에 대한 무인기 위치 자세(40개)
  - 영상 번호 / 무인기 위치 자세



해상도 : 6000\*4000

영상 크기 : 4.5MB





## 2.1 처리 시간 검증 - 실험 과정

### 1. 데이터 전송 모듈을 이용한 영상 전송



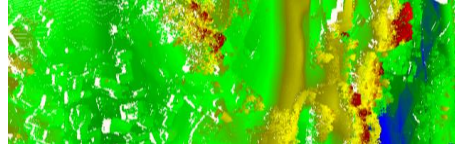
### 2. 영상처리 소프트웨어

### 3. 개별 정사영상



### 4. 소프트웨어를 이용한 가시화



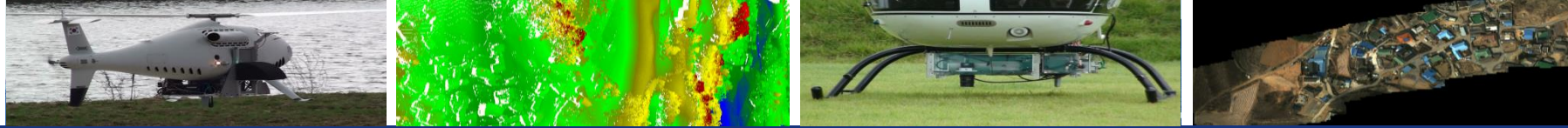


## 2.1 처리 시간 검증 - 개별 정사영상

- ❖ UAV에서 촬영한 원 영상을 영상 처리 소프트웨어를 통해 기하보정 수행
- ❖ 생성된 개별 정사영상을 Google Earth 상에 mapping하여 기하보정 결과 확인



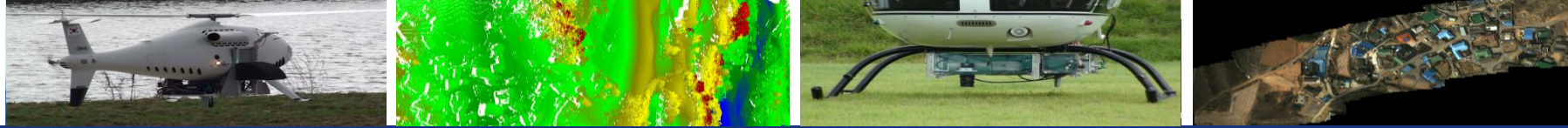




## 2.1 처리 시간 검증 - 개별 정사영상

- ❖ UAV에서 촬영한 원 영상을 영상 처리 소프트웨어를 통해 기하보정 수행
- ❖ 생성된 개별 정사영상을 Google Earth 상에 mapping하여 기하보정 결과 확인





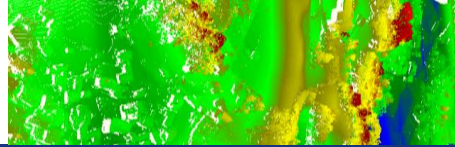
## 2.1 처리 시간 검증 - 처리 시간

- ❖ Ground Sample Distance를 변경하여 개별 정사영상 생성
- ❖ GSD에 따라 개별 정사영상의 크기 및 처리 시간 결정

Download (Local Directory → Server)	Image Processing Software			Upload (Local Directory → Server)
Download Time	GSD	Size of the result	Processing Time	Upload Time
1 sec	30cm	2.1 MB	1 sec	2 sec
	20cm	4.4 MB	1 sec	4 sec
	10cm	14.3 MB	2 sec	11 sec
	6cm	22.6 MB	2 sec	16 sec

- ❖ Server에 처리된 영상이 업로드 되고 즉시 가시화 프로그램에서 처리하여 지도 상에 가시화
- ❖ 40개의 영상 및 외부표정요소를 이용하여 가시화하는데 약 210초의 시간 소요



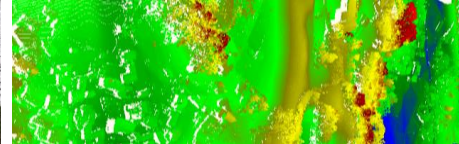


## 2

# 실험적 검증

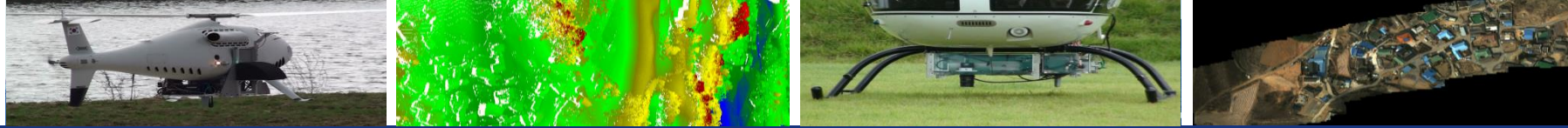
1. 처리 시간 검증
2. 정확도 검증





## 2.2 정확도 검증

- ❖ 후 처리를 진행하는 소프트웨어의 결과물을 평가
- ❖ 멀티 센서를 탑재한 UAV를 이용하여 현장 테스트 진행
  - 데이터 취득
    - 영상, 무인기 위치/자세 데이터, 지상기준점 획득
  - 데이터 처리
    - Matching / Bundle Adjustment
    - DEM / 정사영상 생성
    - 정확도 평가

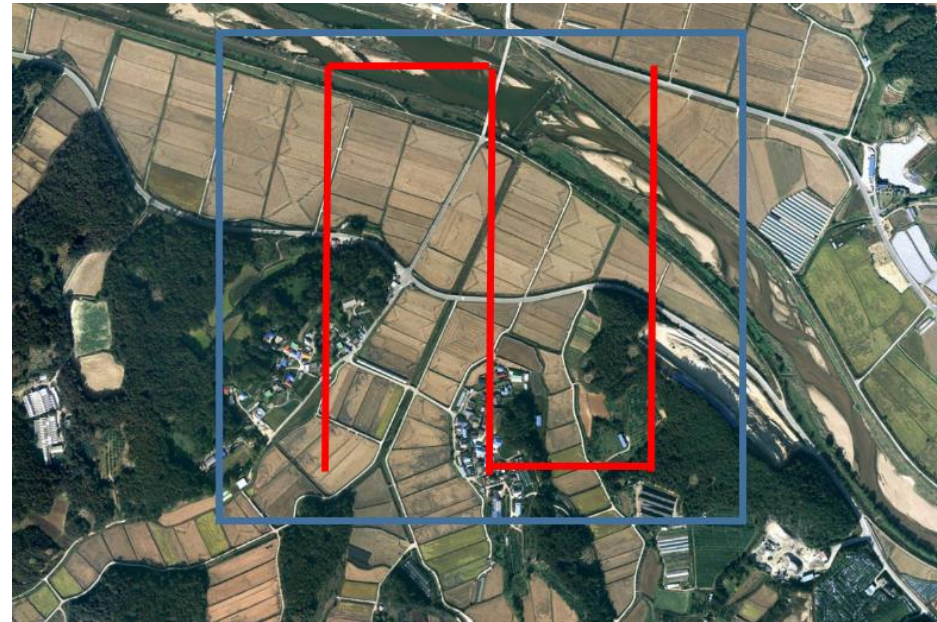


## 2.2 정확도 검증 - 데이터 취득

- ❖ 비행고도 및 영상 취득지역의 넓이를 고려하여 운용시간 및 비행경로 산출
- ❖ 수립된 비행계획에 맞춰 영상 및 GPS/INS 데이터 획득

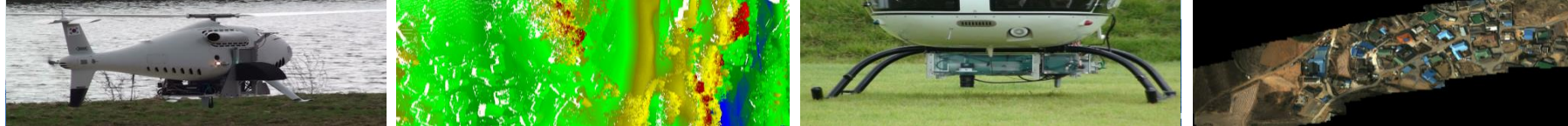


데이터 취득 영상



비행 계획



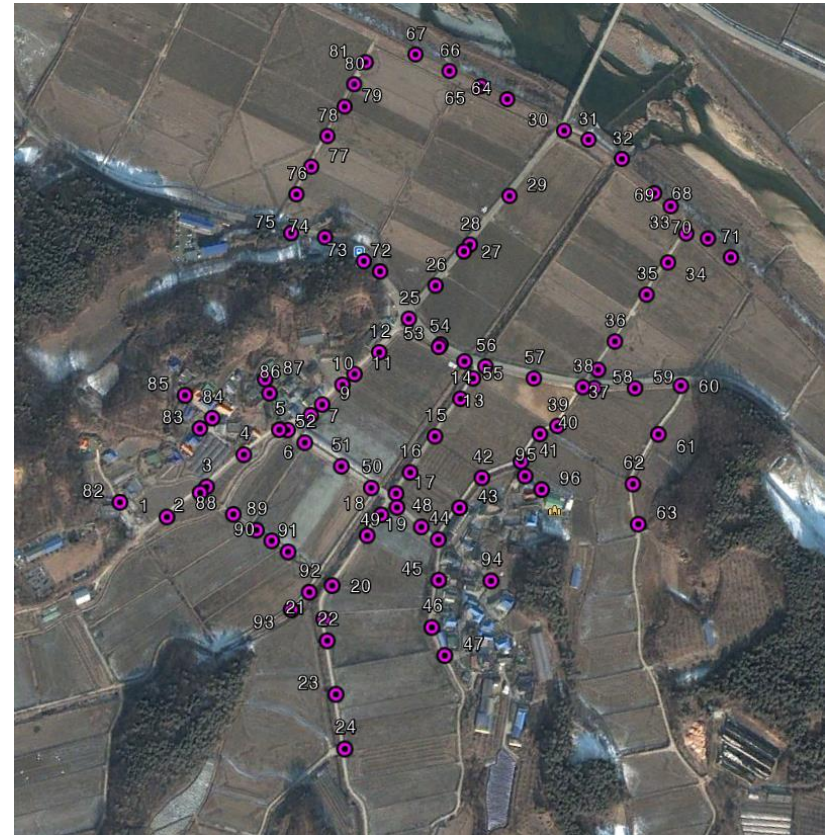


## 2.2 정확도 검증 - 데이터 취득: 지상기준점

❖ GPS-RTK를 이용하여 지상기준점 획득

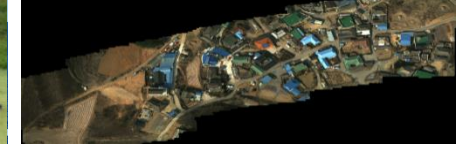
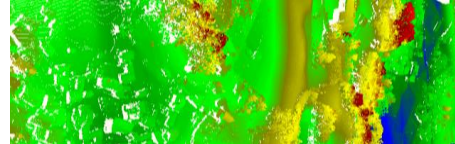


지상기준점 획득



지상기준점 분포





## 2.2 정확도 검증 - 데이터 요약 및 샘플

	Dataset 1 (35mm lens)	Dataset 2 (24mm lens)	Dataset 3 (24mm lens)
Flight altitude	88m	200m	300m
Total coverage	0.12 km <sup>2</sup>	0.37 km <sup>2</sup>	0.64 km <sup>2</sup>
GSD	1.36 cm	5.1 cm	7.2 cm
Flight duration	10.5 min	17 min	17 min
No. of strips	5	4	3
No. of images	109	128	83
overlap	60 %	80 %	80 %
sidelap	40 %	20 %	20 %



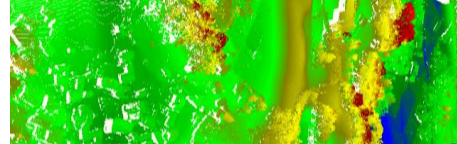
영상

EO\_1lh.txt - 메모장

무인기 위치 자세

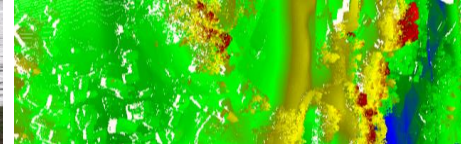
Name	Latitude	Longitude	Height	Yaw	Pitch	Roll
2016-04-01_092957.322777.jpg	499003.2212		251444.6058	121.321	310.956	-
4.551	179.413					
2016-04-01_093002.294838.jpg	499004.8557		251435.6246	122.661	237.76	-
3.569	176.28					
2016-04-01_093007.309751.jpg	498994.263		251433.9464	122.432	147.357	-
1.797	174.635					
2016-04-01_093012.295726.jpg	498993.6766		251443.3481	122.797	51.428	-
0.837	174.006					
2016-04-01_093017.312770.jpg	498996.6438		251444.3614	123.26	47.598	-
0.017	179.953					
2016-04-01_093022.311803.jpg	498996.47		251444.0601	127.948	48.233	-
1.596	-179.711					
2016-04-01_093027.305780.jpg	498996.3012		251444.0523	134.836	48.134	-
1.335	179.326					
2016-04-01_093032.303779.jpg	498996.3944		251444.0517	139.755	48.883	-
2.191	178.904					
2016-04-01_093037.320759.jpg	498996.4985		251444.0066	141.557	49.111	-
1.864	-179.908					
2016-04-01_093042.321841.jpg	498998.8541		251442.4452	143.951	332.209	-
3.635	-178.392					
2016-04-01_093047.295795.jpg	499005.7427		251438.58	143.255	330.895	-
5.445	-177.582					
2016-04-01_093052.309750.jpg	499003.6707		251445.8835	157.198	113.059	-
2.525	179.423					
2016-04-01_093057.300710.jpg	498998.6373		251456.4147	174.375	115.686	-





## 2.2 정확도 검증 - 처리 결과(1): 정사영상



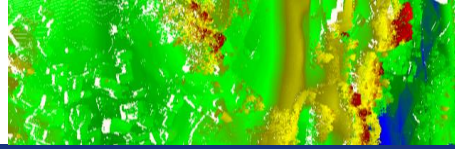


## 2.2 정확도 검증 - 처리 결과(2): 정확도

- ❖ GCP를 포함하여 처리한 데이터 결과의 정확도 : 20cm
- ❖ GCP를 포함하지 않은 데이터 결과의 정확도 : 1~5m

CP	Dataset 1 (H: 88m)		Dataset 2 (H: 200m)		Dataset 3 (H: 300m)	
	No GCP	Using GCP	No GCP	Using GCP	No GCP	Using GCP
XY(m)	0.289	0.249	1.914	0.257	4.888	0.065
Z(m)	1.837	0.340	2.999	0.141	3.125	0.087



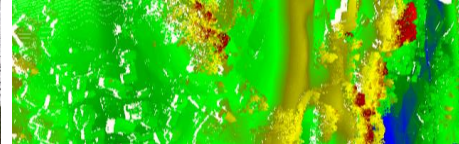


3

## 시스템 활용: UN Field Operation







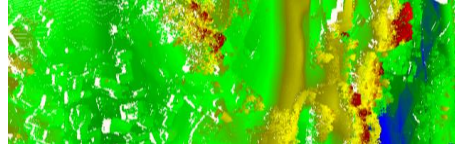
## 3.1 UN Field Operation

### ❖ 목적

- 분쟁 지역의 평화 유지
- 재난 지역의 구난 및 복구

### ❖ 수행을 위한 GIS의 필요성

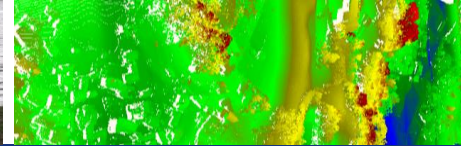
- DPKO(Department of Peacekeeping Operation)는 GIS에 기반한 활동 전략을 개발하고 실행 중
- 재난재해와 같은 긴급 상황에서 GIS 분석을 빠르고 신속하게 이뤄져야 함
- 과거에는 위성으로부터 얻은 센서 데이터를 이용하여 분석을 진행하였지만, 최신성과 해상도 측면에서 부족
- UNGSC는 GIS 분석을 진행하기 위한 요구조건을 만족시킬 수 있는 시스템 필요성 제안



## 3.2 요구 사항 분석

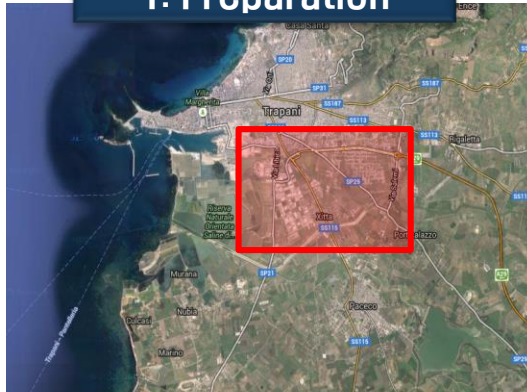
- ❖ 대상지역 UAV mapping을 위한 **UNGSC의 요구 조건**
  - Deliver seamless orthorectified mosaicked
  - Natural color (RGB) vertical areal image
  - With very high resolution ( $\leq 0.1$  m)
  - For a minimum 2.5 km<sup>2</sup> coverage
  - By a single flight mission
  - Within 24 hr from the flight
  - Be deployable to the field within 48 hr

“ 시스템을 통해 생성된 최신의 고해상도 공간정보를 이용한 **GIS 분석** 가능 ”



# 3.3 적용 과정

## 1. Preparation



## 2. Data Acquisition



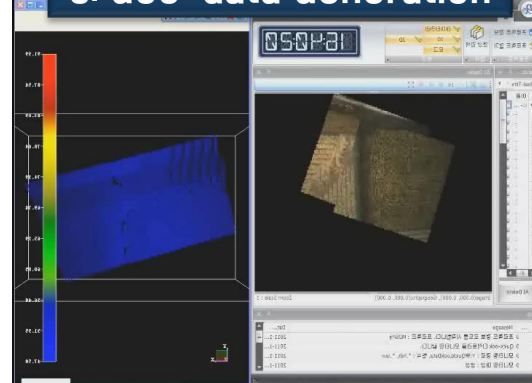
## 3. Data Transfer



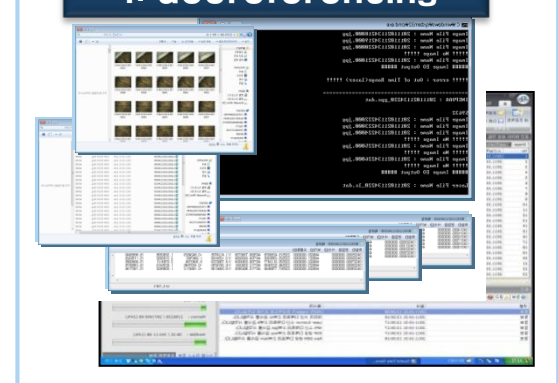
## 6. Delivery



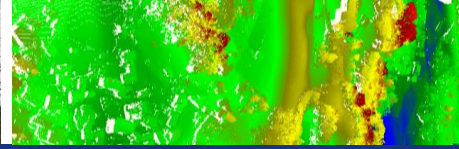
## 5. Geo-data Generation



## 4. Georeferencing

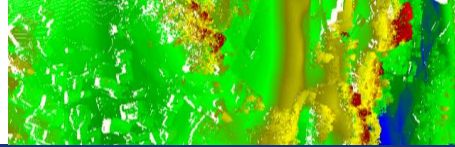






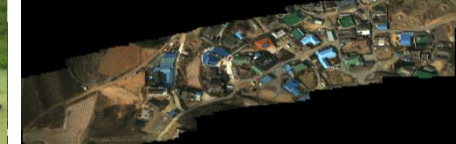
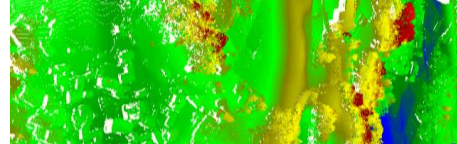
## 3.4 시스템의 역할

- ❖ 대상 지역에 센서 데이터를 취득하여 빠르고 자동으로 공간정보를 생성 가능
- ❖ 사용자는 관심지역의 원하는 해상도의 공간정보를 생성 가능
- ❖ 모든 과정은 자동으로 처리되며 사용자는 전문지식 없이도 관심 지역의 공간정보 취득 가능



# 4 결론 및 향후 계획

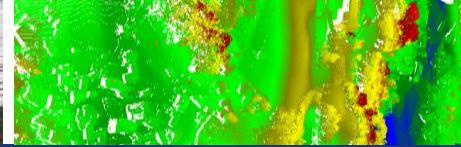




## 4.1 결론

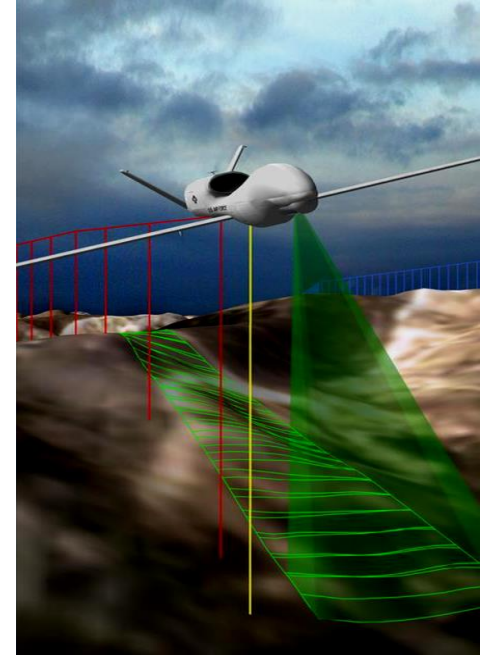
- ❖ 개발 중인 시스템의 처리 시간 및 정확도 측면에서 평가를 진행
  - 처리 시간 : GSD 30cm 경우, 개별 영상이 서버에 올라온 이후 5초 내에 지도 상에 가시화 가능
  - 정확도 : 지상기준점을 설정한 경우, 약 20cm 내외의 정확도를 갖는 공간정보 생성 가능
- ❖ 위 시스템은 고속 자동으로 공간정보를 생성하므로 공간정보의 전문 지식 없이도 시스템 사용 가능
- ❖ UN field Operation과 같은 신속하고 정확한 의사결정이 필요한 곳에 최신의 공간정보를 제공하여 상황에 맞는 적절한 대응에 도움





## 4.2 향후 계획

- ❖ 11월 내, 위 시스템의 V1.0 개발 완료
- ❖ 현재까지 개발된 시스템은 지속적으로 상용 및 오픈소스 소프트웨어를 벤치마킹하여 개선/보완 및 고도화
- ❖ 센서 데이터 획득하여 공간정보로 생성하고, 이를 이용하여 변화탐지와 같은 실시간 분석 가능하도록 기능을 추가할 예정
- ❖ UN Symposium에서 위 시스템 시연



**Thank You !**