

## UAV에 의한 정사영상의 품질 개선 방안

엄대용<sup>1</sup>, 박준규<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>한국교통대학교 토목공학과, <sup>2</sup>서일대학교 토목공학과

### Improvement of Ortho Image Quality by Unmanned Aerial Vehicle

Dae-Yong Um<sup>1</sup>, Joon-Kyu Park<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Korea National University of Transportation

<sup>2</sup>Department of Civil Engineering, Seoil University

**요약** 무인항공기는 유인항공기에 비해 가격이 저렴하고, 운용이 용이하기 때문에 최근 공간정보 구축, 농업, 어업, 기상관측, 통신, 엔터테인먼트 분야 등에서 광범위하게 사용되고 있다. 특히, 공간정보 구축 관련 분야에서 무인항공기는 데이터 취득의 신속성과 경제성 때문에 많은 주목을 받고 있다. 하지만 무인항공기를 이용해 제작되는 정사영상에는 건물이나 산림 부분의 왜곡현상이 발생하며, 공간정보 분야의 원활한 활용을 위해서는 이러한 문제를 해결할 필요가 있다. 본 연구에서는 다양한 조건에서 무인항공기 정사영상의 왜곡을 파악하기 위해 고정익, 회전익, 수직이착륙형의 무인항공기를 활용하여 건설 현장, 도심지역, 산림지역 등 다양한 대상지역을 촬영하고, 정사영상을 제작하여 분석하였다. 연구를 통해 무인항공기 영상의 중복도가 왜곡현상의 가장 큰 요인이며, 비행고도가 높을수록 왜곡현상이 감소함을 알 수 있었다. 또한 왜곡현상의 개선을 위한 DTM(Digital Terrain Model)을 활용하는 원시영상의 해상도를 낮추어 정사영상의 왜곡을 감소시킬 수 있는 방안을 제시하였다. 향후 왜곡 없는 고품질 무인항공기 성과물은 정밀측량분야의 무인항공기 적용 확대에 크게 기여할 것이다.

**Abstract** UAV(Unmanned Aerial Vehicle) is widely used in space information construction, agriculture, fisheries, weather observation, communication, and entertainment fields because they are cheaper and easier to operate than manned aircraft. In particular, UAV have attracted much attention due to the speed and cost of data acquisition in the field of spatial information construction. However, ortho image images produced using UAVs are distorted in buildings and forests. It is necessary to solve these problems in order to utilize the geospatial information field. In this study, fixed wing, rotary wing, vertical take off and landing type UAV were used to detect distortions of ortho image of UAV under various conditions, and various object areas such as construction site, urban area, and forest area were captured and analysed. Through the research, it was found that the redundancy of the unmanned aerial vehicle image is the biggest factor of the distortion phenomenon, and the higher the flight altitude, the less the distortion phenomenon. We also proposed a method to reduce distortion of orthoimage by lowering the resolution of original image using DTM (Digital Terrain Model) to improve distortion. Future high-quality unmanned aerial vehicles without distortions will contribute greatly to the application of UAV in the field of precision surveying.

**Keywords** : Digital Surface Model, Digital Terrain Model, Distortion, Ortho Image, UAV

### 1. 서론

공간정보 구축 관련 분야에서 무인항공기는 데이터

취득의 신속성과 경제성 때문에 많은 주목을 받고 있으며[1,2], 우리나라는 무인항공기의 안정성 검증 시범사업 공역을 선정하고 관련 사업자 컨소시엄을 구성하는

본 논문은 2015년 한국연구재단 기본연구지원사업(NRF-2015R1D1A1A01060007)의 지원을 받아 연구되었습니다.

\*Corresponding Author : Joon-Kyu Park(Seoil University)

Tel: +82-10-3409-3935 email: surveyep@empas.com

Received September 21, 2018

Revised October 7, 2018

Accepted November 2, 2018

Published November 30, 2018

등 무인항공기를 차세대 주력 산업으로 육성하기 위한 준비를 하고 있다[3-5]. 하지만 무인항공기를 이용해 제작되는 정사영상에는 건물이나 산림부분의 왜곡현상이 발생하며[6,7], 공간정보 분야의 원활한 활용을 위해서는 이러한 문제를 시급히 해결할 필요가 있다.

무인항공기에 대한 관심 증가와 다양한 활용에도 불구하고, 정사영상의 건물이나 산림왜곡과 같은 문제점에 대한 학술적 연구는 부족한 상황이다. 본 연구는 다양한 조건의 실험 및 분석을 통해 무인항공기 정사영상의 왜곡현상의 원인과 해결책을 도출함으로써 정확도를 요구하는 공간정보 관련 분야에 무인항공기를 이용한 측량을 원활하게 적용할 수 있도록 하며, 왜곡현상 개선기술 및 노하우를 확보하고자 하였다. 무인항공기 정사영상의 왜곡현상 해결을 위해 무인항공기에 의한 영상의 취득과 자료처리 방안에 초점을 두고, 연구방향을 수립하였으며, 다양한 조건에서 무인항공기를 이용한 자료취득, 처리 및 분석을 수행하였다.

## 2. 무인항공 촬영

본 연구에서는 다양한 조건에서 정사영상의 왜곡을 파악하기 위해 고정익, 회전익, 수직이착륙형의 무인항공기를 활용하여 건설현장, 도심지역, 산림지역 등 다양한 대상지역을 촬영하였다. 무인항공 촬영 현황은 Table 1과 같다.

Table 1. UAV Data Acquisition Status

Type	Area	Characteristic	Height
Rotary wing	Ansan	Construction site	100m
	Hwacheon	Forest area	200m
			300m
Daejeon	Park area	150m	
Fixed wing	Pyeongtaek	Apartment Area	300m
	Icheon	Farmland	150m
VTOL	Chuncheon	Park area	150m

회전익 무인항공기는 Phantom4 pro와 Fox6 모델을 이용하였으며, 자료처리를 위해 GCP 측량을 수행하였다. 고정익 무인항공기는 UX5 HP를 이용하였으며, PPK(Post Processed Kinematic) 방법을 적용하였다. VTOL은 FoxyPro 무인항공기를 이용하였으며, GCP 측

량을 수행하였다. Fig. 1은 연구에 활용된 무인항공기를 나타낸다[8-10].



Fig. 1. UAV

무인항공 촬영을 위해 미션플래닝 소프트웨어를 이용하여 비행계획을 설정하였으며, Table 2는 기체별 비행 계획에 대한 설정값을 나타낸다.

Table 2. Settings for Flight Planning

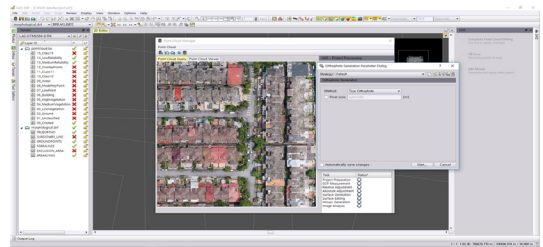
Model	Focal length	Overlap	Sidelap
Phantom4 Pro	8.65mm	80%	80%
Fox6	16mm	70%	60%
		80%	70%
UX5 HP	15mm	80%	80%
FoxyPro	16mm	80%	70%

## 3. 자료처리 및 결과 분석

회전익 및 수직이착륙형 무인항공기로 촬영된 영상의 자료처리는 UAS Master를 이용하였으며, 고정익으로 촬영된 영상은 TBC(Trimble Business Center)로 처리하였다. 자료처리는 프로젝트 설정, tie point 추출, GCP 관측, orientation, Surface and Ortho Generation의 과정으로 수행되었다. 각 대상지별 영상 자료처리 현황은 Table 3과 같으며, Fig. 2는 자료처리 과정을 나타낸다.

Table 3. Status of Operating Mine

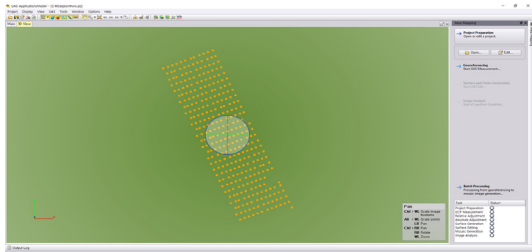
Type	Area	Post Processing	GSD
Rotary wing	Ansan	UAS master	3cm
	Hwacheon	UAS master	4cm 6cm
	Daejeon	UAS master	5cm
Fixed wing	Pyeongtaek	TBC	10cm
	Icheon	TBC	6cm
VTOL	Chuncheon	UAS master	3cm



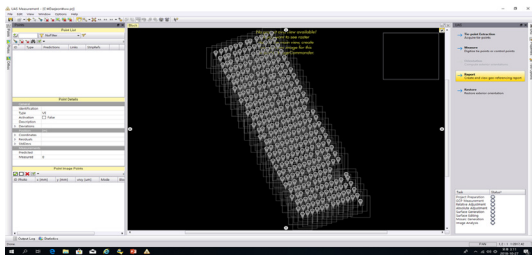
(e) Ortho Generation

Fig. 2. Data Processing

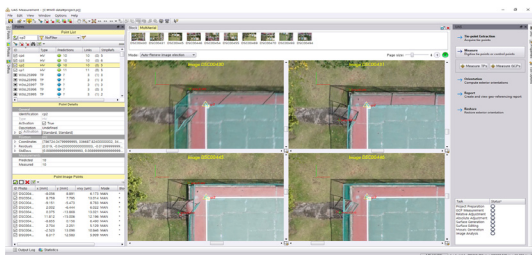
자료처리를 통해 연구대상지의 정사영상을 생성하였으며, 정사영상에 대한 품질을 분석하여 왜곡현상에 대한 특징을 파악하였다. Fig. 3은 정사영상을 나타낸다.



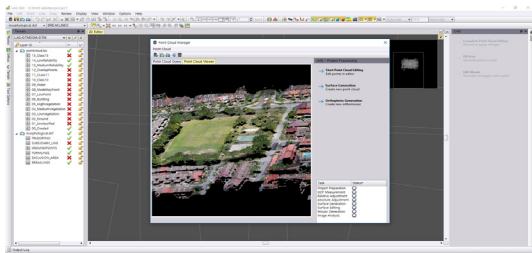
(a) Data Import



(b) Tie Point Extraction



(c) GCP Measurement

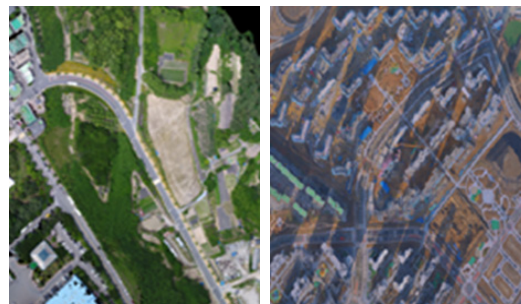


(d) Surface Generation



(a) Ansan

(b) Hwacheon



(c) Daejeon

(d) Pyongtaek



(e) Icheon

(f) Chuncheon

Fig. 3. UAV Ortho Images



Fig. 4. Image Distortions in Buildings

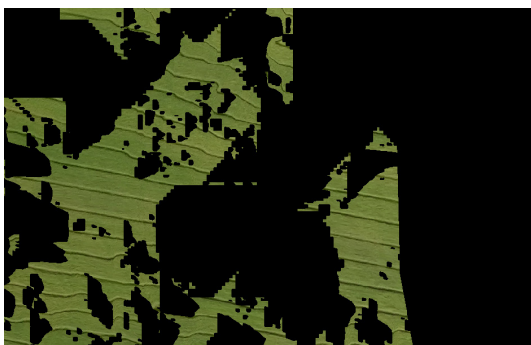


Fig. 5. Distortion in the Outline of the Image

무인항공기 정사영상의 왜곡현상은 주로 건물, 산림 지역과 영상의 외곽부분에서 나타났다. 건물 및 영상의 외곽에서 나타난 왜곡현상을 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었다.

Fig. 4에서와 같이 건물에서 발생하는 왜곡현상은 지형 및 지물의 고도가 급격하게 변하여 중복 촬영된 연속된 영상에서 시차가 크게 발생하는 경우 발생하는 것으로 판단된다. 또한 영상 외곽에서 발생하는 왜곡현상은 촬영지역의 중심부에 비해 중복도가 낮기 때문인 것으로 판단된다. 대상지역별 왜곡현상 현황은 Table 4와 같다.

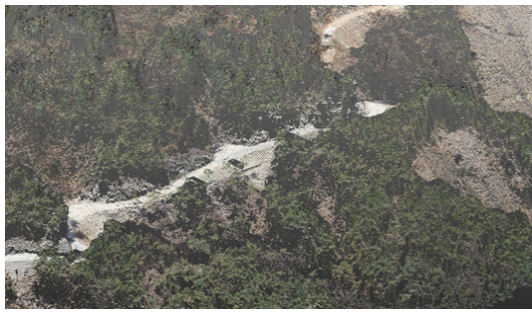
Table 4. Distortion Status

Type	Area	Distortion
Rotary wing	Ansan	Outskirts, Building
	Hwacheon	Outskirts
	Daejeon	Outskirts, Shadow, Car
Fixed wing	Pyeongtaek	Tall Building
	Icheon	Building, Car, Tree
VTOL	Chuncheon	Outskirts, Building, Road

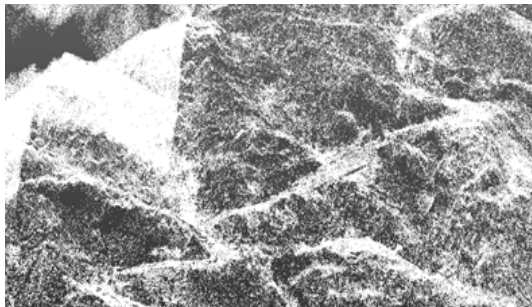
데이터 취득 및 자료처리 결과로부터 영상의 왜곡 및 자료처리 결과에 영향을 주는 가장 큰 요인은 중복도임을 알 수 있었다. 따라서 무인항공기 정사영상 제작을 위한 촬영계획 설정 시 중복도를 충분히 설정해야 할 것이다.

#### 4. 왜곡현상 감소 방안

본 연구에서는 정사영상의 왜곡현상을 감소시키기 위한 방안으로 DTM을 활용하는 방법과 GSD(Ground Sample Distance)를 조정하는 방법을 적용하였다. DTM을 활용하는 경우는 지형모델의 생성단계에서 왜곡현상이 일어나지 않도록 지형을 평활화하는 방법으로 DSM 생성 시 지형 및 지물의 고도차로 인한 일그러짐을 없애는 것이다. Fig. 6은 DSM과 DTM이며, Fig. 7은 DTM을 이용해 영상의 왜곡을 감소시킨 예를 나타낸다.



(a) DSM



(b) DTM

Fig. 6. DSM and DTM



(a) Before

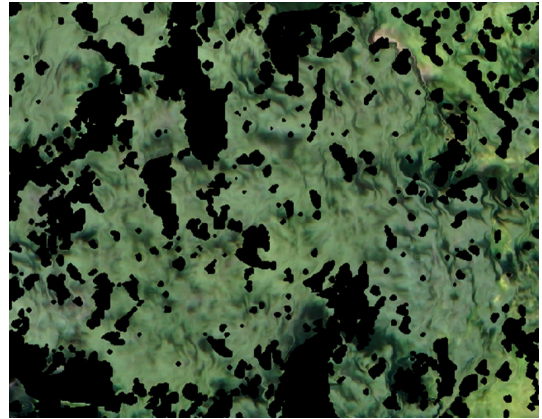


(b) After

Fig. 7. Reduce Image Distortion using DTM

GSD를 조정하는 방법은 원 영상의 해상도보다 정사 영상의 해상도를 낮게 하는 방법으로 원시영상의 해상도

의 1.5배 정도 GSD로 정사영상을 생성하면 왜곡현상이 일부 개선됨을 확인하였다. Fig.8은 해상도를 조정하여 영상의 왜곡을 감소시킨 예를 나타낸다.



(a) Before



(b) After

Fig. 8. Reduce Image Distortion by Adjusting Resolution

## 5. 결론

본 연구는 다양한 조건의 실험 및 분석을 통해 무인항공기 정사영상의 왜곡현상의 원인과 해결책을 도출하고자 한 것으로 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 무인항공기 정사영상의 왜곡현상은 건물 및 산림 지역과 영상의 외곽에서 주로 발생하였으며, 왜곡 현상의 가장 큰 원인은 촬영된 영상의 중복도 인 것으로 판단된다.
2. 왜곡현상 개선을 위한 후처리 방법으로 DTM을 활

용하는 방법과 정사영상의 해상도를 조정하는 방법을 제시하였다.

- 연구결과는 무인항공기를 활용한 촬영 및 성과산출에서 왜곡현상을 감소시킬 수 있는 가이드라인으로 왜곡 없는 고품질 무인항공기 성과물은 정밀 측량분야의 무인항공기 적용 확대에 크게 기여할 것이다.

## References

- G. H. Kim, J. W. Choi, "Land Cover Classification with High Spatial Resolution Using Orthoimage and DSM Based on Fixed-Wing UAV", *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol.35, No.1, pp. 1-10, February, 2017. DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2017.35.1.1>
- S. C. Lee, J. H. Kim, J. S. Um, "Accuracy and Economic Evaluation for Utilization of National/Public Land Actual Condition Survey Using UAV Images", *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol.35, No.3, pp. 175-186, June, 2017. DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2017.35.3.175>
- J. H. Kim, J. H. Kim, "Accuracy Analysis of Cadastral Control Point and Parcel Boundary Point by Flight Altitude Using UAV", *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol.36, No.4, pp. 223-233, August, 2018. DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2018.36.4.223>
- J. K. Park, K. W. Lee, "Analysis of Geospatial Information about Submergence Area using UAV", *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, Vol.10, No.12, pp. 31-40, December, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/ijseia.2016.10.12.04>
- K. W. Lee, J. K. Park, "Construction of 3D Digitizing Data Using Aerial Photographs Acquired by UAV", *International Journal of Advanced Science and Technology*, Vol.112, pp. 79-88, March, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/ijast.2018.112.08>
- D. I. Kamg, H. G. Moon, S. Y. Sun, J. G. Cha, "Applicability of UAV in Urban Thermal Environment Analysis", *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, Vol.46, No.2, pp. 52-61, April, 2018. DOI: <https://doi.org/10.9715/KILA.2018.46.2.052>
- Y. J. Kim, J. H. Oh, C. N. Lee, "Electric Power Line Dips Measurement Using Drone-based Photogrammetric Techniques", *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol.35, No.6, pp. 453-460, December, 2017. DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2017.35.6.453>
- Dà-Jiāng Innovations, Phantom4 Pro. [Internet]. DJI, Available From: <https://www.dji.com> (accessed Jun., 11, 2018)
- Trimble Inc., UX5 HP, [Internet]. Trimble Inc. Available From: <https://www.trimble.com> (accessed Jun.,

8, 2018)

- HÉLICÉO - Geomatic Innovation &Technology, Products, [Internet]. HÉLICÉO, Available From: <http://www.heliceo.com/en/> (accessed Oct., 2, 2018)

엄 대 용(Dae-Yong Um)

[정회원]



- 1997년 2월 : 충남대학교 공과대학 토목공학과 (공학사)
- 1999년 2월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2004년 2월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학박사)
- 2004년 4월 ~ 현재 : 한국교통대학교 토목공학과 교수

<관심분야>

지형공간정보공학, 사진측량학

박 준 규(Joon-Kyu Park)

[종신회원]



- 2001년 2월 : 충남대학교 공과대학 토목공학과 (공학사)
- 2003년 2월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2008년 8월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 서일대학교 토목공학과 부교수

<관심분야>

지형공간정보공학