

ĐỘ CHÍNH XÁC THÀNH LẬP BẢN ĐỒ BẰNG TƯ LIỆU CHỤP ẢNH MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI (UAV)

Nguyễn Đức Thuận¹, Nguyễn Tiên Quỳnh²

¹Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Tổng công ty Tư vấn thiết kế GTVT-CTCP

Tóm tắt

Máy bay không người lái (UAV) là một tiến bộ kỹ thuật xuất hiện khoảng nửa thế kỷ trở lại đây, nó được áp dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực quốc phòng, lĩnh vực kinh tế quốc dân trên thế giới cũng như ở nước ta và đã thu được nhiều kết quả đáng kể nhờ những ưu điểm của nó. Bài báo nghiên cứu các ảnh hưởng đến độ chính xác của đo ảnh UAV như: ảnh hưởng của độ cao bay chụp; ảnh hưởng của tham số máy chụp ảnh; ảnh hưởng của độ phủ chụp ảnh; ảnh hưởng của phần mềm và thuật toán ứng dụng khi xử lý ảnh UAV; ảnh hưởng của mật độ và sự phân bố điểm kiểm tra mặt đất; ảnh hưởng của đặc điểm địa hình khu đo. Kết quả bài báo đã phân tích ảnh hưởng các yếu tố trên và đề ra giải pháp thích hợp nhằm nâng cao độ chính xác và tính kinh tế khi ứng dụng UAV trong công tác đo vẽ bản đồ.

Từ khóa: Máy bay không người lái (UAV); Bản đồ; Độ cao; Tham số máy ảnh

Abstract

Accuracy in building maps using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) data

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) is the technological advancement that invented about half a century ago. It is widely applied in defense and other sectors, obtaining many remarkable results in the world as well as in Vietnam. This study evaluates the accuracy of UAV image measurement with influence factors, including shooting altitude, camera parameter, photographic coverage, software and application algorithms for image processing, density and distribution of ground checkpoints, and topographical features of the measurement area. This paper presents results of the influence of the above factors on UAV image analysis, and then proposes appropriate solutions for improving the accuracy and cost-effective use of UAV in building maps.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle (UAV); Map; Altitude; Camera parameter.

1. Đặt vấn đề

Trong khoảng nửa thế kỷ trở lại đây, công nghệ đo ảnh bằng máy bay không người lái (UAV) đã được ứng dụng nhiều vào trong mọi lĩnh vực quốc phòng, sản xuất và đời sống trên toàn thế giới và đã thu được nhiều kết quả đáng kể nhờ những ưu điểm của nó. UAV là có thể sử dụng trong các trường hợp khu vực nguy hiểm cho con người và các khu vực không

thể tiếp cận được ở độ cao thấp và gần với các đối tượng mà hệ thống có người lái không thể sử dụng. Ví dụ các vùng đồng bằng ngập lụt, động đất và các khu vực sa mạc. Hơn nữa, trong điều kiện thời tiết nhiều mây và mưa, việc thu thập dữ liệu bằng UAV vẫn có khả năng thực hiện khi khoảng cách tới đối tượng cho phép bay dưới mây. Các điều kiện thời tiết như vậy không cho phép thu thập dữ liệu với các

máy ảnh cỡ lớn được tích hợp vào máy bay có người lái do yêu cầu độ cao bay cao hơn. Ngoài ra, một lợi thế cơ bản của việc sử dụng UAV là nhanh chóng, giá thành hạ.

Hầu hết các hệ thống UAV thương mại sẵn có trên thị trường đều tập trung yếu tố chi phí vì UAV rẻ hơn và có chi phí hoạt động thấp hơn máy bay có người lái. Do đó, các UAV có thể được xem như bổ sung hoặc thay thế cho phép đo ảnh hoặc đo đạc trên mặt đất trong một phạm vi ứng dụng nhất định.

Để việc ứng dụng công nghệ đo ảnh UAV một cách hiệu quả hơn trong công tác trắc địa bản đồ và trong các công tác khác, chúng ta hãy nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác đo ảnh UAV và các giải pháp hạn chế ảnh hưởng của chúng. Ở đây, độ chính xác được định nghĩa là độ lệch chuẩn (Standard Deviation - SD) của chênh lệch độ cao giữa điểm kiểm tra (Check Point - CP) và mô hình số bề mặt (Digital Surface Model - DSM). Ngoài ra, trường hợp này độ chính xác đo ảnh UAV được coi như độ chính xác mô số bề mặt DSM xây dựng từ các ảnh UAV.

2. Kết quả nghiên cứu

2.1. Ảnh hưởng của độ cao bay chụp

Như ta đã biết, vì kích thước của cảm biến thu nhận ảnh trong một máy ảnh số là cố định, do đó độ phân giải điểm ảnh (kích thước của pixel) phụ thuộc vào độ cao bay chụp. Độ phân giải điểm ảnh ảnh hưởng đến độ chính xác của bản đồ. Mối quan hệ giữa độ cao bay chụp và độ phân giải điểm ảnh [3] được thể hiện trong công thức:

$$H_{bc} = (d_a * K * f) / d_s * 100 \quad (1)$$

Trong đó:

H_{bc} - độ cao bay chụp (m),

d_a - chiều dài của ảnh chụp (pixel),

K - độ phân giải điểm ảnh (cm),

f - tiêu cự của máy ảnh (mm),

d_s - độ dài của mảng CCD (mm).

Từ công thức (1) ta có thể suy ra:

$$K = H_{bc} * d_s * 100 / d_a * f \quad (2)$$

Qua đây ta thấy độ chính xác của bản đồ (kích thước điểm ảnh cần chụp K) tỷ lệ nghịch với độ cao bay chụp H_{bc} . Khi giảm độ cao bay chụp H_{bc} thì độ chính xác đo ảnh UAV sẽ tăng, tuy nhiên sẽ kéo theo tăng số lượng ảnh chụp làm giảm tính kinh tế. Do vậy, khi thiết kế bay chụp phải căn cứ vào độ chính xác yêu cầu để xác định độ cao bay chụp hợp lý.

2.2. Ảnh hưởng của tham số máy chụp ảnh

Cũng từ công thức (2), ta thấy độ chính xác của bản đồ (kích thước điểm ảnh cần chụp K) còn phụ thuộc vào tham số f của máy ảnh sử dụng. Qua đây ta thấy, độ chính xác đo ảnh UAV không chỉ phụ thuộc vào độ cao bay chụp mà còn phụ thuộc vào tham số của máy ảnh. Độ chính xác đo ảnh UAV sẽ tăng khi chụp ảnh sử dụng máy chụp ảnh có tiêu cự dài hơn. Trong công tác sản xuất, căn cứ vào điều kiện trang thiết bị mà lựa chọn máy chụp ảnh có tham số phù hợp.

2.3. Ảnh hưởng của độ phủ ảnh chụp

Độ phủ của ảnh là độ chồng phủ lên nhau của hai ảnh kề cạnh. Khi đo vẽ ảnh, người ta chỉ đo trong vùng chồng phủ đó. Việc tăng độ phủ của ảnh là ta đã tăng số lần đo lên, điều đó có nghĩa là làm tăng độ chính xác đo ảnh lên.

Nghiên cứu

Trong công nghệ đo ảnh UAV, việc bay chụp ảnh thường được tiến hành 70 x 90%, liệu có thể dựa vào đặc điểm này để nâng cao độ chính xác được không? Để trả lời cho câu hỏi này ta làm thực nghiệm sau: Trên bãi thực nghiệm Công viên Hòa

Bình - Hà Nội, nhóm tác giả dùng máy chụp ảnh Phantom 4 Pro bay chụp 2 lần với độ phủ 70% và 80% trên cùng một độ cao bay chụp. Sau khi xử lý kết quả bay chụp ta có kết quả như ở Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1. Kết quả chụp ảnh Phantom 4 Pro với độ phủ 70%

TT	Tên điểm	Tọa độ điểm kiểm tra			Tọa độ ảnh Phantom4, độ phủ 70%			Độ lệch		
		X	Y	H	X	Y	H	dX	dY	dH
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	P0	2330590.984	581506.006	7.000	2330590.962	581506.044	6.943	0.022	-0.03	0.057
2	P1	2330579.833	581456.203	7.713	2330579.864	581456.218	7.714	-0.031	-0.01	-0.001
3	P4	2330441.37	581464.148	12.638	2330441.319	581464.222	13.047	0.051	-0.07	-0.409
4	P6	2330205.114	581519.408	6.995	2330205.08	581519.412	7.019	0.034	-0.00	-0.024
5	P8	2330196.581	581706.535	7.106	2330196.595	581706.527	7.111	-0.014	0.00	-0.005
6	P10	2330340.387	581780.828	6.367	2330340.4	581780.866	6.381	-0.013	-0.03	-0.014
7	P12	2330442.021	581663.008	7.185	2330442.031	581663.036	7.253	-0.010	-0.02	-0.068
8	P14	2330480.539	581588.403	7.306	2330480.536	581588.437	7.353	0.003	-0.03	-0.047

Bảng 2. Kết quả chụp ảnh Phantom 4 Pro với độ phủ 80%

TT	Tên điểm	Tọa độ điểm kiểm tra			Tọa độ ảnh Phantom4, độ phủ 80%			Độ lệch		
		X	Y	H	X	Y	H	dX	dY	dH
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	P0	2330590.984	581506.006	7.000	2330590.986	581506.014	7.011	-0.022	-0.008	-0.011
2	P1	2330579.833	581456.203	7.713	2330579.86	581456.202	7.734	-0.027	0.001	-0.021
3	P4	2330441.37	581464.148	12.638	2330441.348	581464.186	12.647	0.022	-0.038	-0.009
4	P6	2330205.114	581519.408	6.995	2330205.094	581519.426	7.024	0.020	-0.018	-0.029
5	P8	2330196.581	581706.535	7.106	2330196.602	581706.522	7.114	-0.021	0.013	-0.008
6	P10	2330340.387	581780.828	6.367	2330340.397	581780.834	6.365	-0.010	-0.006	0.002
7	P12	2330442.021	581663.008	7.185	2330442.036	581663.036	7.218	-0.015	-0.028	-0.033
8	P14	2330480.539	581588.403	7.306	2330480.522	581588.434	7.338	0.017	-0.031	-0.032

Qua đây ta thấy khi tăng độ phủ dọc lên thì độ chính xác đo ảnh UAV sẽ tăng. Điều này càng có ý nghĩa khi đo vẽ ở khu vực địa hình có độ dốc lớn.

2.4. Ảnh hưởng của phần mềm và thuật toán ứng dụng

Để nghiên cứu ảnh hưởng này trong quá trình thực nghiệm ở khu đo tại Công

viên Hòa Bình - Hà Nội, nhóm tác giả đã sử dụng cùng một dữ liệu ảnh chụp với cùng số liệu điểm kiểm tra mặt đất (Ground Control Point - GCP) (Hình 1) để xử lý bằng phần mềm Agisoft PhotoScan Ver.1.4.1 và phần mềm Pix4Dmapper Ver.4.2 khác nhau (Bảng 3 và Bảng 4).

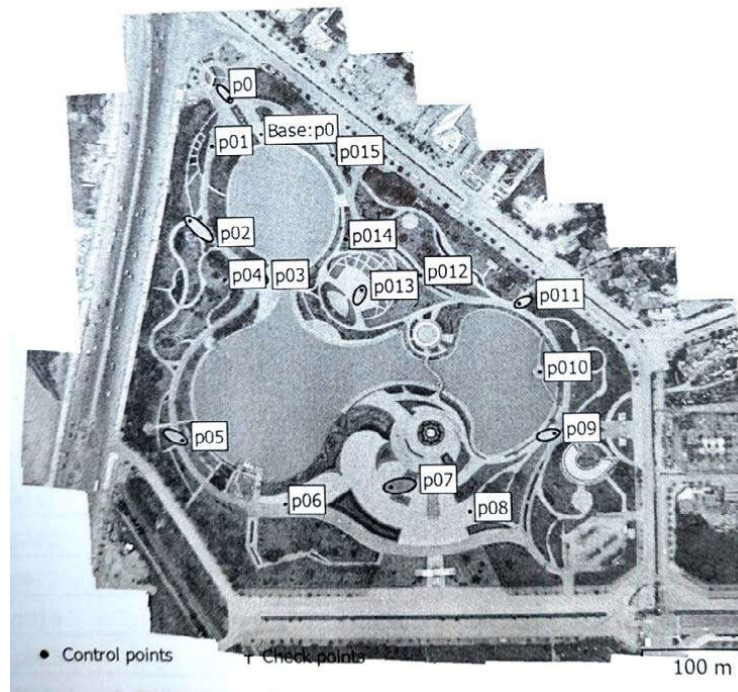
Bảng 3. Kết quả xử lý bằng phần mềm Agisoft PhotoScan Version 1.4.1

TT	Tên điểm	Tọa độ điểm kiểm tra			Phần mềm xử lý Agisoft PhotoScan Version 1.4.1					
					Tọa độ điểm kiểm tra lấy từ đo ảnh UAV			Độ lệch		
		X	Y	H	X	Y	H	dX	dY	dH
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	P0	2330590.984	581506.006	7.000	2330590.971	581506.008	7.038	0.013	-0.002	-0.038
2	P1	2330579.833	581456.203	7.713	2330579.841	581456.198	7.700	-0.008	0.005	0.013

TT	Tên điểm	Tọa độ điểm kiểm tra			Phần mềm xử lý Agisoft PhotoScan Version 1.4.1					
					Tọa độ điểm kiểm tra lấy từ đo ảnh UAV			Độ lệch		
		X	Y	H	X	Y	H	dX	dY	dH
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
3	P6	2330205.114	581519.408	6.995	2330205.125	581519.372	6.996	-0.011	0.036	-0.001
4	P8	2330196.581	581706.535	7.106	2330196.596	581706.534	7.118	-0.015	0.001	-0.012
5	P10	2330340.387	581780.828	6.367	2330340.429	581780.835	6.387	-0.042	-0.007	-0.020
6	P12	2330442.021	581663.008	7.185	2330442.022	581663.019	7.195	-0.001	-0.011	-0.010
7	P14	2330480.539	581588.403	7.306	2330480.544	581588.413	7.302	-0.005	-0.010	0.004

Bảng 4. Kết quả xử lý bằng phần mềm Pix4Dmapper Ver.4.2

TT	Tên điểm	Tọa độ điểm kiểm tra			Phần mềm xử lý Pix4Dmapper Ver.4.2					
					Tọa độ điểm kiểm tra lấy từ đo ảnh UAV			Độ lệch		
		X	Y	H	X	Y	H	dX	dY	dH
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	P0	2330590.984	581506.006	7.000	2330590.960	581506.033	6.963	0.024	-0.027	0.037
2	P1	2330579.833	581456.203	7.713	2330579.857	581456.224	7.727	-0.024	-0.021	-0.014
3	P6	2330205.114	581519.408	6.995	2330205.080	581519.409	7.009	0.034	-0.001	-0.014
4	P8	2330196.581	581706.535	7.106	2330196.599	581706.520	7.132	-0.018	0.015	-0.026
5	P10	2330340.387	581780.828	6.367	2330340.414	581780.848	6.404	-0.027	-0.020	-0.037
6	P12	2330442.021	581663.008	7.185	2330442.033	581663.028	7.233	-0.012	-0.020	-0.048
7	P14	2330480.539	581588.403	7.306	2330480.531	581588.443	7.380	0.008	-0.040	-0.074



Hình 1: Các ảnh chụp UAV khu đo Công viên Hòa Bình và các điểm GCP

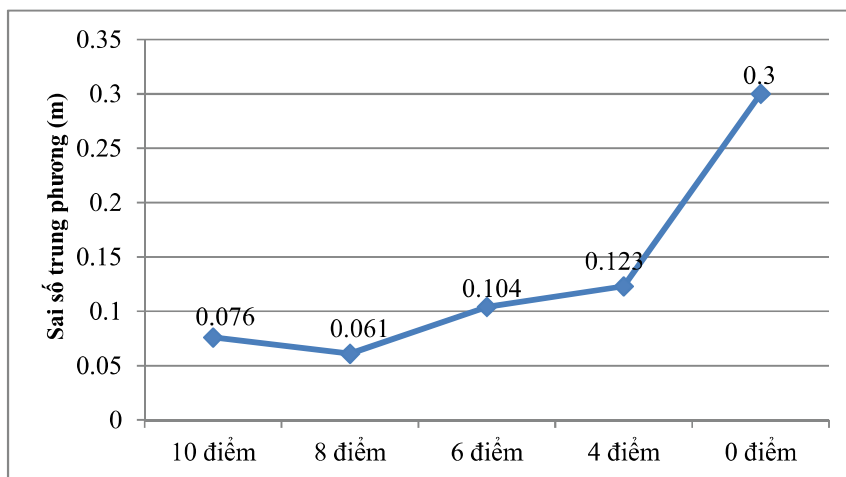
Kết quả thực nghiệm trên, ta thấy rằng việc xử lý bằng phần mềm Agisoft PhotoScan Ver.1.4.1 chính xác hơn việc xử lý bằng phần mềm Pix4Dmapper Ver.4.2. Điều đó chứng tỏ là độ chính xác đo ảnh UAV phụ thuộc vào phần mềm sử dụng.

Nghiên cứu

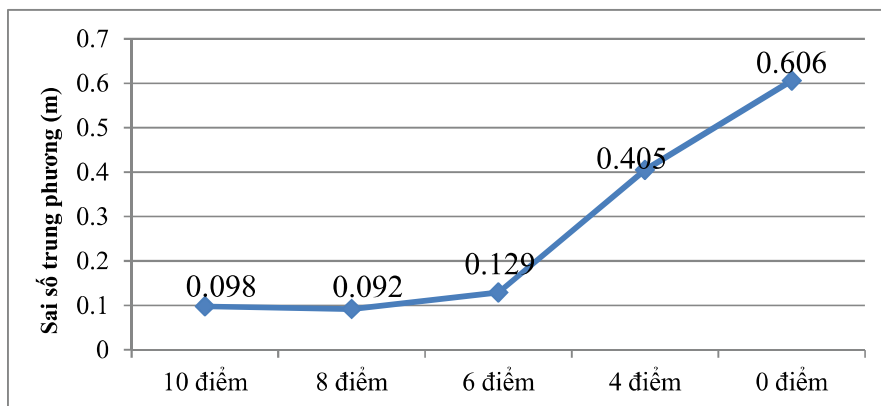
2.5. Ảnh hưởng của mật độ và sự phân bố điểm kiểm tra mặt đất

Số lượng và vị trí phân bố khác nhau của các điểm kiểm tra mặt đất (Ground Control Point - GCP) cũng ảnh hưởng tới độ chính xác đo ảnh UAV. Nhóm tác giả đã

thực hiện một số thử nghiệm khác nhau về số lượng và vị trí của các điểm GCP và đã phát hiện ra rằng mô hình số bề mặt DSM được tham chiếu nhiều điểm kiểm tra GCP chính xác hơn DSM được tham chiếu địa lý ít điểm hơn (Hình 2 và Hình 3).



Hình 2: Đồ thị biểu diễn SSTP vị trí mặt phẳng phụ thuộc vào số lượng điểm GCP



Hình 3: Đồ thị biểu diễn SSTP độ cao phụ thuộc vào số lượng điểm GCP

Các nghiên cứu của Tahar cũng như của Rosnell và Honkavaara cũng kết luận rằng độ chính xác của DSM tăng lên khi số lượng các điểm GCP tăng lên. Một kết luận tương tự đã được thực hiện trong nghiên cứu của Tonkin và Midgley, người ta cũng cho thấy thêm rằng khi đạt được một số lượng điểm GCP nhất định, độ chính xác DSM không tăng nữa hay nói khác đi, độ chính xác của DSM tăng tiệm cận với sự tăng lên của số lượng các điểm

GCP. Theo Dr. Qassim Abdullah khi sử dụng GPS trong việc chụp ảnh, đồ hình bố trí các điểm GCP theo phương án 4 điểm 4 góc và 1 điểm giữa khối ảnh là tối ưu nhất về tính kinh tế và độ chính xác [5].

2.6. Ảnh hưởng của đặc điểm địa hình khu đo

Đặc điểm địa hình khu đo không chỉ ảnh hưởng độ chính xác đo ảnh UAV mà còn ảnh hưởng đến độ chính xác tất cả

các phương pháp đo khác, ta phải biết ảnh hưởng đó để lựa chọn các giải pháp thích hợp để hạn chế ảnh hưởng đó như giảm độ cao bay chụp, tăng độ phủ của ảnh, chọn phần mềm xử lý ảnh thích hợp,...

3. Kết luận

Qua nghiên cứu và thực tế sản xuất, nhóm tác giả rút ra một số kết luận sau:

- Việc giảm chiều cao bay chụp sẽ làm tăng độ chính xác đo ảnh UAV, tuy nhiên phải tính toán sao cho hợp lý vì khi giảm chiều cao bay chụp sẽ làm tăng số lượng ảnh chụp dẫn đến tốn nhiều thời gian xử lý trên máy tính.

- Độ chính xác đo ảnh UAV không chỉ phụ thuộc vào độ cao bay chụp mà còn phụ thuộc vào tham số của máy ảnh. Độ chính xác đo ảnh UAV sẽ tăng khi chụp ảnh sử dụng máy chụp ảnh có tiêu cự dài hơn. Trong công tác sản xuất, căn cứ vào điều kiện trang thiết bị mà lựa chọn máy chụp ảnh có tiêu cự phù hợp.

- Tăng độ phủ dọc lên thì độ chính xác đo ảnh UAV sẽ tăng. Khi đo vẽ ở khu vực có độ dốc lớn thì việc tăng độ phủ khi chụp ảnh càng có ý nghĩa.

- Phần mềm và thuật toán ứng dụng cũng ảnh hưởng đến độ chính xác đo ảnh UAV. Tùy theo yêu cầu độ chính xác đòi hỏi mà lựa chọn phần mềm phù hợp.

- Độ chính xác đo ảnh UAV tăng lên khi số lượng các điểm GCP tăng nhưng lưu ý rằng khi đạt được một số lượng điểm GCP nhất định, độ chính xác đo ảnh UAV không tăng thêm nữa hay nói khác đi, độ chính xác đo ảnh UAV tăng tiệm cận với sự tăng lên của số lượng các điểm GCP. Ngoài ra độ chính xác của xác đo ảnh UAV còn phụ thuộc vào sự phân bố các điểm GCP trong khu đo.

- Tính chất bề mặt địa hình cũng ảnh hưởng khá lớn đối với độ chính xác đo ảnh UAV, bề mặt địa hình càng phức tạp thì ảnh hưởng càng lớn.

Trên đây là các yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác đo ảnh UAV, trong thực tế sản xuất phải căn cứ vào yêu cầu của công việc, tình hình cụ thể của địa hình khu đo, tình hình trang thiết bị có sẵn để lựa chọn các giải pháp cho thích hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đỗ Trọng Tuấn (2015). *Nghiên cứu khả năng sử dụng ảnh hàng không chụp bằng máy bay không người lái (UAV) trong thành lập bản đồ địa chính (Thử nghiệm tại xã Vật Lại, huyện Ba Vì, thành phố Hà Nội)*. Luận văn thạc sĩ khoa học, Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

[2]. Henri Eisenbeiß (2009). *UAV Photogrammetry*. ETH ZURICH for the degree of Doctor of Sciences.

[3]. Manyoky M, Theiler P, Steudler D, Eisenbeiß H (2011). *Unmanned aerial vehicle in cadastral applications*. Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Zurich, Switzerland, 38 (1/C22).

[4]. Lều Huy Nam (2014). *Nghiên cứu đánh giá khả năng ứng dụng thiết bị không người lái Trimble UX5 trong công tác thành lập bản đồ*. Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật, Trường đại học Mở - Địa chất.

[5]. Paul R. Wolf, Bon A. Dewitt, Benjamin E. Wilkinson (2014). *Elements of Photogrammetry with Applications in GIS*.

[6]. Phan Thị Anh Thư, Lê Văn Trung (2011). *Thu nhận ảnh bằng máy bay không người lái phục vụ công tác thành lập bản đồ*. Hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc năm 2011.

BBT nhận bài: 06/7/2021; Phản biện xong: 12/7/2021; Chấp nhận đăng: 22/9/2021