



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Đánh giá độ chính xác mô hình số bề mặt và bản đồ ảnh trực giao thành lập từ phương pháp ảnh máy bay không người lái (UAV)

Ngô Thị Phương Thảo ^{1,*}, Bùi Tiến Diệu ², Mai Trọng Minh ¹, Nguyễn Quang Khánh ¹, Nguyễn Tuấn Anh ¹, Ngô Hùng Long ¹, Nguyễn Quốc Long ³

¹ Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Bộ môn Hệ thống tin Địa lý - University College of Southeast Norway, NaUy

³ Khoa Trắc địa-Bản đồ và Quản lý Đất đai, Trường Đại học Mỏ Địa - chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 26/6/2017

Chấp nhận 30/7/2017

Đăng online 30/10/2017

Từ khóa:

Đo ảnh

Máy bay không người lái

Mô hình số bề mặt

Mô hình số độ cao

Bản đồ ảnh trực giao

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, các phương pháp đo ảnh máy bay không người lái, viết tắt là UAV - Unmanned Aerial Vehicle, đã được ứng dụng thành công trong nhiều lĩnh vực, trong đó có lĩnh vực trắc địa-bản đồ, do chi phí thấp, quá trình xử lý ảnh không phức tạp và thời gian ra sản phẩm nhanh. Tuy nhiên, độ chính xác các sản phẩm bản đồ cho từng kiểu địa hình của phương pháp này vẫn chưa được nghiên cứu đầy đủ. Mục tiêu chính của nghiên cứu này là đánh giá độ chính xác mô hình số bề mặt và bản đồ ảnh trực giao thành lập từ phương pháp đo ảnh máy bay không người lái cho địa hình đồng bằng. Thực nghiệm được tiến hành trên khu vực đồng bằng tại phường Đức Thắng, quận Bắc Từ Liêm (Hà Nội), sử dụng máy bay không người lái Phantom 3 Professional trang bị máy ảnh thông thường ba kênh RGB Sony EXMOR.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, thiết bị bay không người lái (UAV - Unmanned Aerial Vehicle) được nghiên cứu ứng dụng thành công trong nhiều lĩnh vực như trượt lở đất, giám sát xây dựng, công tác địa chính và trắc địa công trình (Peter Liu, 2014; Sona, 2014) Công nghệ

UAV đã và đang rất hứa hẹn được ứng dụng rộng rãi hơn nữa vào các lĩnh vực khác nhau như giám sát nông lâm nghiệp (Rokhmana, 2015), khảo cổ và bảo tồn di sản văn hóa (Lambers, 2007), quan trắc môi trường (Maza, 2011; Oleire-Oltmanns, 2012), và xây dựng mô hình 3D các công trình (Irschara, 2010). Mặc dù UAV đã thể hiện khá rõ như là một công nghệ có thể sử dụng linh hoạt trong việc thu thập lượng lớn thông tin có độ phân giải cao, việc đánh giá độ chính xác các sản phẩm bản đồ thành lập từ phương pháp này vẫn

*Tác giả liên hệ

E-mail: ngothiophuongthao@humg.edu.vn

cần được thực hiện thêm (Sona, 2014). Mục tiêu chính của nghiên cứu này là đánh giá độ chính xác mô hình số bề mặt và bản đồ ảnh trực giao thành lập từ phương pháp đo ảnh máy bay không người lái cho địa hình đồng bằng.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Mô tả máy bay không người lái được sử dụng

Phantom 3 Professional với thân máy bay bằng nhựa màu trắng, bốn mô tơ và chân hạ cánh cố định phía bên dưới. Kết cấu chắc chắn, có thể bảo vệ thiết bị khỏi những va đập mạnh. Các cánh quạt cũng được thiết kế để có thể tháo rời một cách tiện lợi.

Bộ điều khiển từ xa được thiết kế chuyên dụng với hai gậy điều khiển chính và một kẹp để giữ điện thoại thông minh hoặc máy tính bảng. Hoạt động như màn hình hiển thị cho camera của máy bay, giúp người điều khiển những chuyển bay dễ dàng, an toàn và trực quan. Trên mỗi góc của bộ điều khiển, chúng ta sẽ tìm thấy các nút để nhanh chóng thay đổi các thiết lập cho camera

bắt đầu và dừng ghi hình trong khi máy bay đang bay trên bầu trời.

2.2. Máy ảnh sử dụng

Phantom 3 Professional có cảm biến bên trong kích thước 1/2.3" có thể chụp ảnh tĩnh 12 MP ở định dạng JPEG hoặc DNG RAW. Riêng về video 4K, Phantom 3 Pro có 2 chế độ là 4K DCI (4096 x 2160) 24p và 4K UHD (3840 x 2160) 30p. Cảm biến mới có kích thước lớn hơn các camera của Phantom 1 và 2, nhờ đó Phantom 3 có thể cho ra ảnh/video chất lượng tốt hơn trong điều kiện thiếu sáng. Ống kính của camera có khẩu độ lớn nhất F/2.8, cho góc nhìn rộng 94 độ. DJI cho biết ống kính của camera được thiết kế đặc biệt để chống méo ở vùng rìa ảnh. DJI cũng không quên trang bị gimbal 3 chiều để chống rung cho camera này. Các thông số còn lại như ISO, tốc độ màn trập, +-EV đều được điều khiển thông qua ứng dụng DJI Pilot hoặc thông qua thiết bị điều khiển mặt đất.

2.3. Phần mềm xử lý ảnh chụp từ UAV

Việc lựa chọn phần mềm xử lý ảnh phù hợp



Hình a: Mặt trước máy bay



Hình b: Mặt sau máy bay

Hình 1. Hình ảnh mặt trước và sau của máy bay Phantom 3 Professional.

Bảng 1. Thông số chính của Phantom 3 professional.

Trọng lượng (bao gồm cả 1 pin và cánh)	1280g
Kích thước đường chéo (cả cánh)	689mm
Tốc độ đi lên tối đa (Max Ascent Speed)	5m/s
Tốc độ đi xuống tối đa (Max Descent Speed)	3m/s
Tính chính xác của chuyển động bay	Dọc: +/- 10cm; Ngang: +/- 1m
Tốc độ tối đa	16m/s (ATTI Mode, lặng gió)
Tầm bay cao nhất so với mực nước biển	6000m
Nhiệt độ hoạt động	0 - 40 độ C
GPS Mode	GPS/GLONAS



Hình 2. Quá trình đo nối khống chế ảnh ngoại nghiệp (chụp bởi Ngô Thị Phương Thảo)

Bảng 2. Bảng thông số máy ảnh.

Cảm biến	Sony EXMOR 1/2.3" Effective pixels: 12.4M (total pixels: 12.76M)
Lens	FOV 94° 20mm (35 mm format equivalent) f/2.8, focus at ∞
ISO	100-3200 (video) 100-1600 (photo)
Tốc độ cửa chập	8s -1/8000s
Kích thước ảnh lớn nhất	4000 x 3000

là điều cần thiết, bởi hiện nay có nhiều phần mềm xử lý ảnh UAV khác nhau như là Erdas Leica Photogrammetry Suite 2011 (LPS), PhotoModeler Scanner V.7.2012.2.1, EyeDEA, Pix4UAV Desktop, và Agisoft Photoscan. Qua một nghiên cứu đánh giá các phần mềm ở trên, các phần mềm được chia thành 2 nhóm là nhóm phần mềm đo ảnh và nhóm phần mềm thị giác máy tính (Sona, Pinto et al. 2014). Sự khác biệt giữa hai nhóm phần mềm là ở qui trình xử lý. Sona, Pinto sau khi so sánh độ chính xác của các bản đồ được xử lý với các phần mềm ảnh khác nhau, đã kết luận rằng, phần mềm Agisoft PhotoScan cho độ chính xác cao nhất, khoảng 1.1 lần độ phân giải điểm ảnh, với cả mặt bằng và độ cao. Trong khi phần mềm EyeDEA cho độ chính xác thấp nhất, khoảng 2.2 lần độ phân giải điểm ảnh cho mặt bằng, và 4.3 lần độ phân giải điểm ảnh với độ cao. Như vậy, cần xem xét cân nhắc khi lựa chọn phần mềm xử lý ảnh.

Sony EXMOR, phần mềm xử lý ảnh Agisoftphotoscan. Khu vực bay chụp là vườn đào

3. Phần thực nghiệm

3.1. Giới thiệu khu vực bay chụp

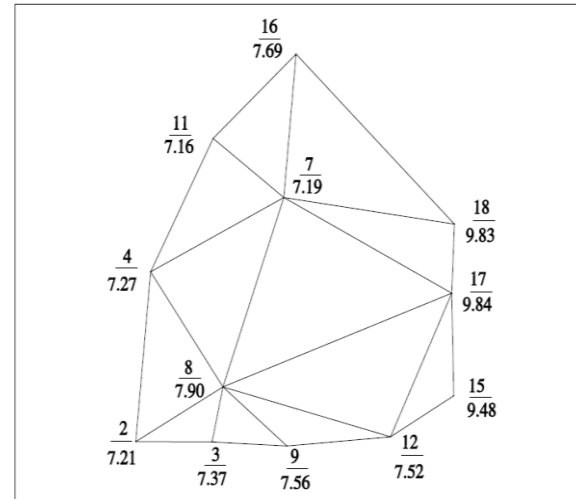
Phường Đức Thắng được thành lập ngày 1/4/2014 theo Nghị quyết 132/NQ-CP của Chính phủ, phường được điều chỉnh địa giới từ một phần của xã Đông Ngạc - một địa danh văn hóa "Làng khoa bảng nổi tiếng" và coi là một trong những làng cổ nhất của Hà Nội. Là vùng đất có truyền thống văn hóa - lịch sử - cách mạng lâu đời, trên địa bàn phường có nhiều di tích lịch sử - văn hóa - cách mạng như: đình - chùa Đông Ngạc, đình - chùa Nhật Tảo, đình - chùa Liên Ngạc.

Vị trí địa lý nằm ở phía bắc quận Bắc Từ Liêm với diện tích 120 ha. Có nhiều cơ quan xí nghiệp, đơn vị, trường học đóng trên địa bàn; gồm có 08 tổ dân phố, dân số theo số liệu thống kê năm 2015 là 20.618 người.

Phần thực nghiệm được tiến hành trên Phantom 3 Professional UAV trang bị máy ảnh Phường Đức Thắng (tọa độ: 21007"N : 105077"E). Độ rộng của khu đo là 230 x 201 m.

3.2. Thiết kế và đo đạc tọa độ các điểm khống chế mặt đất

Trước khi thực hiện việc bay chụp ảnh, ta tiến hành khảo sát địa hình, chọn vị trí cần đặt điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp cho khu vực nghiên cứu. Những điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp này được sử dụng cho tham chiếu địa lý và đánh giá độ chính xác của mô hình DSM. Theo đó, tổng cộng 12 điểm khống chế ảnh được thiết lập cho khu vực thử nghiệm. Các điểm này được đánh dấu bằng vật liệu phản chiếu cao để tăng cường độ tương phản, dễ dàng phát hiện trong ảnh được chụp và có đường kính khoảng 40cm (Hình 2). Trong bước tiếp theo, tọa độ (x, y, z) của các điểm khống chế ảnh được xác định bằng cách sử dụng máy toàn đạc PENTAX V-325N (Hình 3). Kết quả đo và tính toán bình sai tọa độ, độ cao các điểm khống chế mặt đất được trình bày ở Bảng 3



Hình 3. Sơ đồ lưới.

quá trình bay chụp, các chỉ số hoạt động của UAV và máy ảnh liên tục được gửi về trạm điều khiển, tùy vào độ an toàn của UAV (ví dụ tình trạng năng lượng của pin, nguy cơ va chạm với vật thể, động vật trên không) người điều khiển có thể dừng quá trình bay tự động để UAV hạ cánh.

Để giảm bớt sai số trong quá trình bay chụp nên khi khảo sát địa hình ta cũng cần thiết kế tuyến bay sao cho phù hợp và hiệu quả nhất. Tại thời điểm làm thực nghiệm hướng gió thổi từ Đông sang Tây nên thiết kế tuyến bay vuông góc với hướng gió

3.3. Thiết kế và thực hiện bay chụp ảnh

Quá trình bay chụp được thực hiện trên chế độ bay an toàn (Safe mode), cho phép UAV tự động bay theo chương trình đã thiết kế, bao gồm tự động cất cánh, rồi bay đến điểm đầu tiên của giải bay, dừng lại và tiến hành chụp ảnh, sau đó tự động bay đến các điểm khác để chụp theo thiết kế đã được tính toán và đã nạp vào phần mềm. Một khi ảnh cuối cùng được chụp xong, UAV sẽ tự động bay về và hạ cánh tại điểm xuất phát. Trong

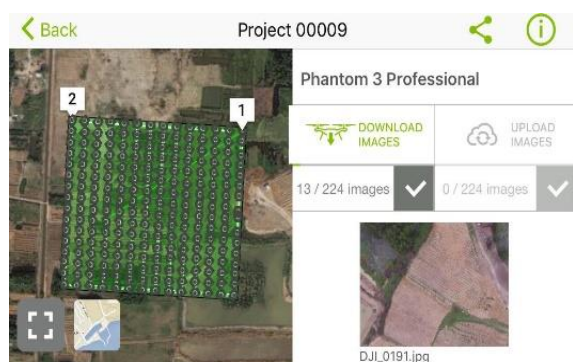
Bảng 3. Tọa độ X,Y,Z của các điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp.

Số TT	Tên điểm	Tọa độ		Độ cao	Sai số vị trí điểm			
		X(m)	Y(m)		(mx)	(my)	(mh)	(mp)
1	2	2331022.265	580704.202	7.274	0.004	0.001	0.015	0.004
2	3	2331022.149	580734.243	7.366	0.002	0.003	0.042	0.004
3	4	2331077.884	580710.065	7.274	0.001	0.005	0.032	0.005
4	7	2331102.252	580762.438	7.194	0.003	0.003	0.035	0.004
5	8	2331040.169	580738.498	7.900	0.005	0.004	0.025	0.006
6	9	2331020.799	580763.676	7.556	0.004	0.004	0.021	0.006
7	11	2331121.617	580734.669	7.159	0.002	0.000	0.013	0.002
8	12	2331023.820	580804.416	7.521	0.004	0.004	0.037	0.006
9	15	2331037.257	580829.279	9.481	0.004	0.003	0.002	0.005
10	16	2331149.235	580767.272	7.687	0.001	0.005	0.006	0.005
11	17	2331070.905	580828.501	9.838	0.005	0.003	0.005	0.005
12	18	2331093.512	580829.544	9.829	0.001	0.001	0.020	0.002

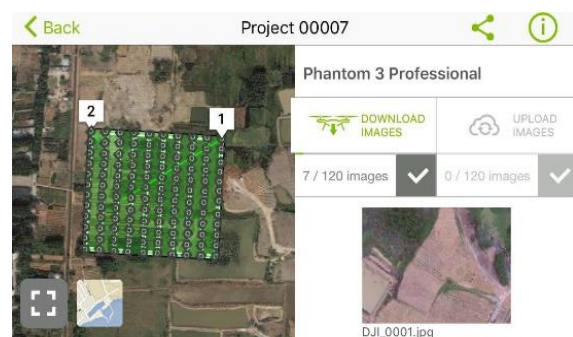
Vì mục đích nghiên cứu là đánh giá độ chính xác mô hình số bề mặt và bản đồ ảnh trực giao thành lập từ phương pháp đo ảnh máy bay không người lái cho địa hình đồng bằng, nên chúng tôi lựa chọn bay chụp ở độ cao 50m, 70m, 100m.

3.3.1 Ca bay 1: Lựa chọn độ cao bay chụp là 50m

Ca bay 1 được bay vào ngày 24-3-2017, thời gian vào lúc 11h04 phút diện tích khu bay chụp là 230m× 201m, tổng đường bay của máy bay là 2896m, thời gian bay là 10ph10s camera chụp góc 90° so với khu vực bay chụp.



Hình 4. Mô tả ca bay 1 trên PIX4D.



Hình 5. Mô tả ca bay 2 trên PIX4D.



Hình 6. Mô tả ca bay 3 trên PIX4D.

3.3.2. Ca bay 2: Lựa chọn độ cao bay chụp là 70m

Ca bay 2 được bay vào ngày 24-3-2017, thời gian vào lúc 10h08 phút diện tích khu bay chụp là 230m× 201m, tổng đường bay của máy bay là 2131m, thời gian bay là 6ph 35s camera chụp góc 90° so với khu vực bay chụp.

3.3.3. Ca bay 3: Lựa chọn độ cao bay chụp là 100m

Ca bay 3 được bay vào ngày 24-3-2017, thời gian vào lúc 10h39 phút diện tích khu bay chụp là 230m× 201m, tổng đường bay của máy bay là 1749m, thời gian bay là 5ph 16s camera chụp góc 90° so với khu vực bay chụp.

3.4. Đánh giá độ chính xác

Đánh giá độ chính xác của sản phẩm bản đồ là khâu rất quan trọng, thiếu công tác này, sản phẩm bản đồ không có ý nghĩa sử dụng, kết quả nghiên cứu sẽ không có ý nghĩa khoa học. Độ chính xác của bản đồ có thể được đánh giá trên cơ sở sử dụng công thức sau:

$$RMSE = \sqrt{E^2/n}; E^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2; e = v_{map} - v_{test}$$

Với v_{map} tọa độ x, hoặc tọa độ y, hoặc tọa độ z trên bản đồ; v_{test} là tọa độ x, hoặc tọa độ y, hoặc tọa độ z tại các điểm khống chế kiểm tra; RMSE là sai số trung phương; n tổng số điểm kiểm tra.

3.4.1. Ca bay 1 (độ cao 50 m)

Sai số vị trí điểm về tọa độ x, tọa độ y và độ cao, sai số trung phương của từng điểm sau khi tham gia vào tính toán bình sai khối tam giác không gian.

Những điểm khống chế không tham gia bình sai khối mục đích để kiểm tra đánh giá độ chính xác sau khi bình sai tam giác ảnh không gian.



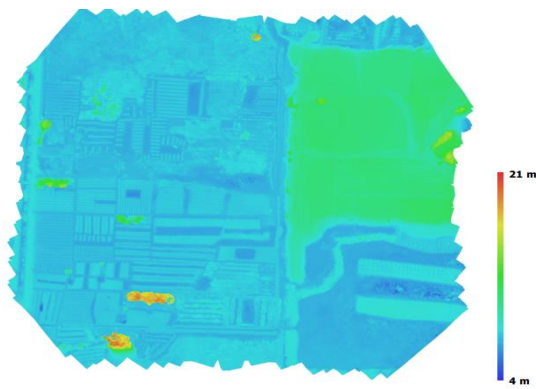
Hình 7. Điểm khống chế ảnh mặt đất và sai số ca bay 1.

Bảng 4. Sai số điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp của ca bay 1.

Điểm	Sai số X(cm)	Sai số Y(cm)	Sai số Z(cm)	RMSE (cm)	Ảnh (pix)
11	2.5016	-0.8793	0.0056	2.6516	0.114 (28)
12	-0.7458	1.4580	1.6334	2.3130	0.124 (29)
15	0.6762	-2.3501	-1.0158	2.6480	0.103 (24)
16	-1.1735	1.3518	1.3375	2.2346	0.114 (25)
18	-1.3049	2.0229	-0.9282	2.5800	0.120 (22)
2	-0.2393	1.7163	0.6917	1.8658	0.136 (24)
4	-0.3775	0.0868	-1.3535	1.4078	0.114 (25)
8	1.5751	-2.4613	-0.9169	3.0626	0.155 (23)
9	-0.9114	-0.9452	0.5454	1.4218	0.106 (25)
RMSE	1.2411	1.6413	1.0434	2.3072	0.121

Bảng 5. Sai số kiểm tra điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp của ca bay 1.

Điểm	Sai số X(cm)	Sai số Y(cm)	Sai số Z(cm)	RMSE (cm)	Ảnh (pix)
17	-0.8298	-1.7656	-0.2127	1.962	0.114 (23)
3	0.9799	0.3539	3.4542	3.608	0.165 (24)
7	7.4582	-8.3995	6.3940	12.925	0.081 (30)
RMSE	4.3693	4.9596	4.1976	7.830	0.122



(a). Mô hình số bề mặt



(b). Ảnh trực giao

Hình 8. Mô hình số bề mặt và ảnh trực giao.

Bảng 6. Sai số điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp của ca bay 2.

Điểm	Sai số X(cm)	Sai số Y(cm)	Sai số Z(cm)	RMSE (cm)	Ảnh (pix)
11	2.3733	1.2737	1.3603	3.0175	0.212 (28)
12	-0.4262	1.4762	1.9813	2.5072	0.212 (27)
15	-1.0483	-2.3513	1.2581	2.8654	0.178 (25)
16	-1.6923	0.7248	2.0495	2.7549	0.230 (22)
18	-0.3318	1.0536	-3.8753	4.0296	0.234 (21)
2	-0.8043	0.0056	0.3980	0.8974	0.320 (21)
4	-0.0623	-0.1566	-2.4174	2.4233	0.251 (25)
8	2.4398	-2.8932	-0.6005	3.8319	0.269 (26)
9	-0.4481	0.8680	-0.1573	0.9894	0.309 (25)
RMSE	1.3618	1.4950	1.9138	2.7843	0.248

3.4.2. Ca bay 2 (độ cao 70m)

Sai số vị trí điểm về tọa độ x, tọa độ y và độ cao, sai số trung phương của từng điểm sau khi tham gia vào tính toán bình sai khối tam giác không gian.

Những điểm khống chế không tham gia bình sai khối mục đích để kiểm tra đánh giá độ chính xác sau khi bình sai tam giác ảnh không gian.

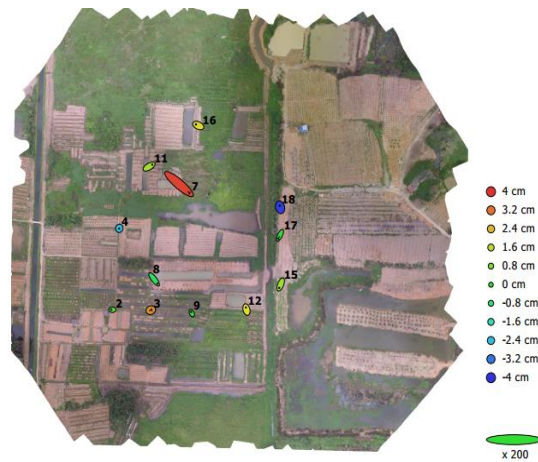
3.4.3. Ca bay 3 (độ cao 100 m)

Sai số vị trí điểm về tọa độ x, tọa độ y và độ cao, sai số trung phương của từng điểm sau khi tham gia vào tính toán bình sai khối tam giác không gian.

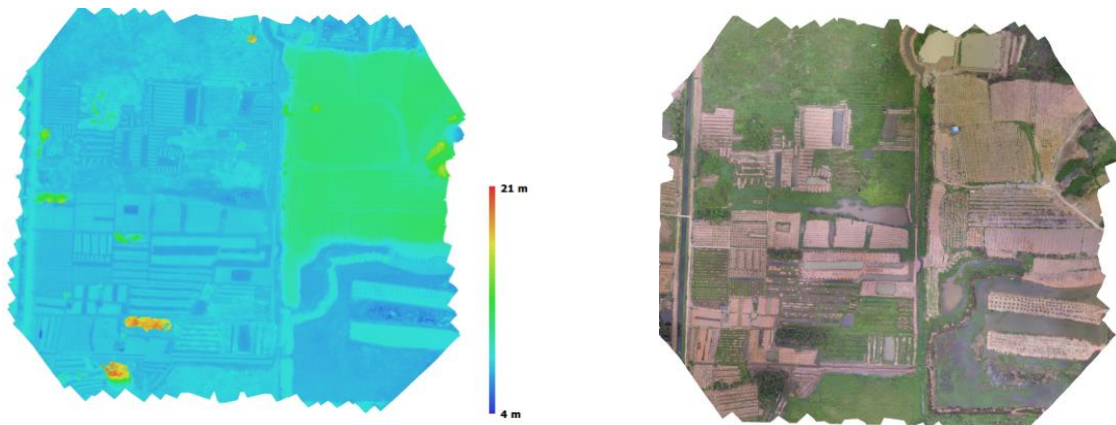
Những điểm khống chế không tham gia bình sai khối mục đích để kiểm tra đánh giá độ chính xác sau khi bình sai tam giác ảnh không gian.

Bảng 7. Sai số kiểm tra điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp của ca bay 2.

Điểm	Sai số X(cm)	Sai số Y(cm)	Sai số Z(cm)	RMSE (cm)	Ảnh (pix)
17	-1.3153	-2.4209	-0.1908	2.762	0.229 (18)
3	0.7044	0.1979	2.9091	3.000	0.419 (25)
7	7.9343	-6.2044	3.7686	10.754	0.208 (21)
RMSE	4.6612	3.8468	2.7508	6.640	0.312



Hình 9. Điểm khống chế ảnh mặt đất và sai số ca bay 2.



(a). Mô hình số bề mặt.

(b) Ảnh trực giao.

Hình 10. Mô hình số bề mặt và ảnh trực giao.

Bảng 8. Sai số điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp của ca bay 3.

Điểm	Sai số X(cm)	Sai số Y(cm)	Sai số Z(cm)	RMSE (cm)	Ảnh (pix)
12	-0.6822	0.4933	-0.3639	0.9171	0.321 (26)
15	1.1061	-2.3135	0.4343	2.6009	0.379 (23)
16	-2.3603	1.9305	0.8552	3.1669	0.309 (25)
18	-1.2111	3.1925	-1.3789	3.6824	0.245 (20)
2	1.1152	0.8435	3.0798	3.3824	0.406 (23)
4	-1.5161	-2.3790	-1.4944	3.1924	0.335 (29)
7	6.8345	-4.2284	1.9898	8.2794	0.369 (25)
8	0.7127	-1.7341	-2.1870	2.8807	0.334 (28)
9	-2.7045	0.7511	-1.6481	3.2550	0.326 (25)
RMSE	2.7244	2.2934	1.7040	3.9478	0.339

Bảng 9. Sai số kiểm tra điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp của ca bay 3.

Điểm	Sai số X(cm)	Sai số Y(cm)	Sai số Z(cm)	RMSE (cm)	Ảnh (pix)
11	0.2592	1.4599	-1.2625	1.9474	0.360 (28)
17	-0.6467	-0.0855	1.4988	1.6346	0.391 (20)
3	-0.9030	2.0749	0.4867	2.3147	0.407 (31)
RMSE	0.6585	1.4656	1.1658	1.9851	0.387



Hình 11. Điểm khống chế ảnh mặt đất và sai số ca bay 3

4. Kết luận

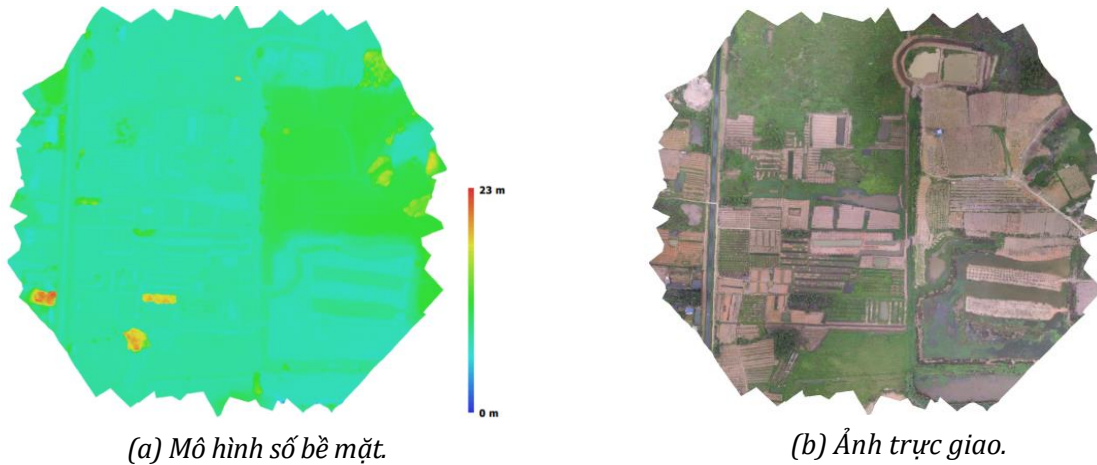
Bài báo trình bày chi tiết một số công đoạn trong qui trình thành lập bản đồ từ thiết bị máy bay không người lái (UAV), đặc biệt chú trọng công tác bay chụp và xử lý ảnh để thành lập các sản phẩm bản đồ (mô hình số bề mặt, bản đồ trực ảnh). Thực nghiệm được tiến hành trên khu vực đồng bằng tại phường Đức Thắng, quận Bắc Từ Liêm (Hà Nội), sử dụng máy bay không người lái Phantom 3 Professional trang bị máy ảnh thông

thường ba kênh RGB Sony EXMOR. Kết quả thực nghiệm cho thấy:

Theo quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/5000 ta thấy:

- Ca bay 1 và ca bay 2 sai số không chênh lệch quá nhiều là $\pm 0.47711\text{cm}$.

Ca bay 1 độ chính xác cao nên có thể dùng để thành lập các loại bản đồ địa hình tỉ lệ 1/500. Cả 2 ca bay 1 và ca bay 2 có thể dùng để thành lập các loại bản đồ địa hình tỉ lệ 1/2000 và 1/1000. Ca bay 3 có độ cao bay cao nhất, sai số từng điểm lại chênh lệch nhiều đó là $\pm 8.27941\text{cm}$



Hình 12. Mô hình số bề mặt và ảnh trực giao.

và ± 0.917143 cm. Nên ta có thể dùng để thành lập các loại bản đồ địa hình tỉ lệ 1/2000, 1/5000 và các loại bản đồ tỉ lệ trung bình, tỉ lệ nhỏ.

Theo quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/5000 trong mục 2 cơ sở toán học và độ chính xác, mục 2.17. Sai số về độ cao của các điểm đặc trưng không vượt quá 1/3 khoảng cao đều cơ bản. Qua kết quả thực nghiệm cho thấy cả 3 ca bay với độ cao khác nhau sai số về độ cao chênh nhau không nhiều ± 0.8 cm. Cả 3 ca bay có thể dùng để thành mô hình số bề mặt DSM cho địa hình tỷ lệ 1/500 khoảng cao đều 1m, địa hình tỷ lệ 1/1000; 1/2000 khoảng cao đều 1m, 2m và các loại tỷ lệ trung bình và tỷ lệ nhỏ

- Độ cao bay chụp không ảnh hưởng nhiều đến độ chính xác, tuy nhiên lựa chọn độ cao phù hợp tránh được các yếu tố gây ảnh hưởng trong quá trình bay chụp là cần phải cân nhắc.

- Công nghệ UAV có ưu điểm về giá thành sản phẩm thấp, quá trình xử lý số liệu nhanh và đạt độ chính xác cao vì phần mềm chủ yếu tự động, tránh được các hạn chế do con người can thiệp.

- Tuy nhiên, do thời gian bay chụp bị giới hạn tùy thuộc vào từng loại UAV (đối với Phantom 3 Professional, thời gian bay dài nhất về lý thuyết là 23 phút), nên đối với các dự án có diện tích lớn phải chia thành nhiều phần nhỏ để tiến hành bay chụp.

Tài liệu tham khảo

Irschara, A. , Klopschitz M. A. , Bischof, H. A. , Leberl, A., 2010. Towards fully automatic photogrammetric reconstruction using digital

images taken from UAVs *In Proc. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Symposium*.

Lambers, Karsten; Eisenbeiss, Henri; Sauerbier, Martin; Kupferschmidt, Denise; Gaisecker, Thomas; Sotoodeh, Soheil; Hanusch, Thomas 2007. Combining photogrammetry and laser scanning for the recording and modelling of the Late Intermediate Period site of Pinchango Alto, Palpa, Peru. *Journal of Archaeological Science*, 34(10), 1702-1712.

Maza, I., Caballero, F., Capitán, J., Martínez-De-Dios, J. R. and Ollero, A., 2011. Experimental results in multi-UAV coordination for disaster management and civil security applications. *J. Intell. Robot. Syst.*, 61(1-4), 563-585.

Sebastian D'Oleire-Oltmanns, Irene Marzolf, Klaus Daniel Peter, Johannes B. Ries., 2012. Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Monitoring Soil Erosion in Morocco. *Remote Sens.*, 4(11). doi:3390-3416.

Peter Liu¹, A. Y. C., Yin-Nan Huang, Jen-Yu Han, Jihn-Sung Lai, Shih-Chung Kang, Tzong-Hann Wu, Ming-Chang Wen and Meng-Han Tsai. 2014. A review of rotorcraft Unmanned Aerial Vehicle (UAV) developments and applications in civil engineering. 13.

Rokhmana, C., 2015. The Potential of UAV-based Remote Sensing for Supporting Precision Agriculture in Indonesia. *Procedia*

Environmental Sciences, 24(Supplement C), 245-253.

Sona, G., Pinto, L., Pagliari, D., Passoni, D., & Gini, R., 2014. Experimental analysis of different

software packages for orientation and digital surface modelling from UAV images. *Earth Science Informatics*, 7(2), 97-107. doi:10.1007/s12145-013-0142-2

ABSTRACT

Evaluating the accuracy of digital surface model and orthophoto by UAV

Ngo Thi Phuong Thao ¹, Bui Tien Dieu ², Mai Trong Minh ³, Nguyen Quang Khanh ¹, Nguyen Tuan Anh ¹, Ngo Hung Long ⁴, Nguyen Quoc Long ⁵

¹ Faculty of Information Technology - Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

² Geographic Information System group, University College of Southeast Norway, Bø I, Telemark, NO-3800, Norway

³ Faculty of Geomatics and Land Administration, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

In recent years, Unmanned Aerial Vehicle (UAV) photogrammetric methods, have been successfully applied in many fields, including surveying engineering, due to low-cost of UAV systems, uncomplicated image processing, and short time taking for generating map productions. However, the accuracy of these mapping products for different types of terrains using the UAV photogrammetric methods is still poorly understood. The main objective of this study was to assess the accuracy of Digital Surface Model (DSM) and orthophoto derived from a UAV photogrammetric method at relative flat terrain. Accordingly, influencing of the fly height, number, density, and distribution of ground control points (GCPs) to the final map productions were analyzed and assessed. An experimental case study was carried at an flat area of the Duc Thang ward, the North Tu Liem district (Hanoi city), using Phantom 3 Professional equipped the RGB Sony EXMOR cameras.

Key words: Photogrammetry, UAV, Digital surface model, Digital elevation model, Orthophoto.