



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

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



Nghiên cứu xây dựng mô hình 3D từ dữ liệu ảnh máy bay không người lái (UAV)

Bùi Ngọc Quý*, Phạm Văn Hiệp

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 15/6/2017
Chấp nhận 20/7/2017
Đăng online 30/8/2017

Từ khóa:
UAV
Mô hình 3D
Viễn thám

TÓM TẮT

Công nghệ máy bay không người lái (Unmanned Aerial Vehicles -UAV) đang được sử dụng nhiều trong công tác đo đạc bản đồ. Tuy nhiên, các ứng dụng thực tế hiện nay chủ yếu sử dụng thiết bị UAV để bay chụp và thành lập bản đồ địa hình, địa chính là chủ yếu mà chưa có nhiều nghiên cứu quan tâm tới việc lập mô hình 3D, bản đồ 3D từ các dữ liệu ảnh chụp UAV. Mục tiêu của bài báo là nghiên cứu xây dựng mô hình 3D khu vực bờ đập hồ Suối Hai, huyện Ba Vì từ dữ liệu ảnh UAV được chụp từ thiết bị Drone Inspire 1. Để xây dựng mô hình 3D chúng tôi đã tiến hành thực hiện theo hai quy trình: thứ nhất bay chụp ảnh phục vụ công tác xử lý dữ liệu ảnh thu được từ thiết bị Drone Inspire 1 (một thiết bị UAV giá rẻ) và tiến hành khớp ảnh, tạo đám mây điểm, xây dựng mô hình số bề mặt (DSM) từ đó tính toán thành lập mô hình số độ cao (DEM); thứ hai là bay chụp ảnh nghiêng phục vụ công tác chụp các yếu tố bề mặt của địa vật để mô hình hóa các đối tượng trên bề mặt và tạo mô hình ảnh 3D thực của bề mặt địa hình.

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

1. Mở đầu

Mô hình 3D từ lâu đã và đang là phương tiện trực quan nhất trong việc mô hình hóa bề mặt trái đất. Các mô hình 3D được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như: Quy hoạch, Quân sự, dẫn đường và nhiều lĩnh vực nghiên cứu bề mặt Trái Đất khác... Trên thế giới mô hình 3D đã được quan tâm nghiên cứu và xây dựng ở nhiều nước như: Nga, Mỹ, Pháp, Trung Quốc, Canada,... Để thành lập mô hình 3D người ta sử dụng nhiều phương pháp khác nhau như: đo đạc trực tiếp, sử dụng công

nghệ Scan 3D, thành lập từ dữ liệu bản đồ địa hình,...(Bùi Ngọc Quý, 2015).

Ở Việt Nam, trong thời gian qua cũng đã có một số nghiên cứu xây dựng mô hình 3D phục vụ cho các mục đích quy hoạch, quân sự, quản lý và khai thác tài nguyên, bảo tồn các công trình văn hóa - du lịch... (Lê Đại Ngọc, 2010, Đào Ngọc Long, 2011, Bùi Ngọc Quý, 2015). Tuy nhiên hầu hết các nghiên cứu này đều dựa trên phương pháp đo đạc trực tiếp, phương pháp Scan 3D,... Các phương pháp này đều sử dụng thiết bị đo hiện đại với giá thành rất cao, do vậy không được phổ cập tới những dự án hoặc công trình vừa và nhỏ, hơn nữa với công nghệ này những dạng địa hình phức tạp như khu vực đầm lầy, địa hình miền núi không triển khai được hoặc rất khó triển khai. Do vậy,

*Tác giả liên hệ

E-mail: buingocquy@humg.edu.vn

việc nghiên cứu các giải pháp xây dựng mô hình 3D cho các dạng địa hình khác nhau với chi phí và giá thành thấp mà vẫn đảm bảo độ chính xác, tính thời sự của dữ liệu là cần thiết.

Hiện nay, công nghệ chụp ảnh từ các thiết bị bay không người lái (UAV) đã và đang được sử dụng khá phổ biến. Hệ thống thiết bị máy bay không người lái có thể thu nhận dữ liệu ở bất cứ loại địa hình nào do đó có thể thu nhận được dữ liệu từ những khu vực mà thiết bị đo đạc trực tiếp không thể tiếp cận. Thực tế có rất nhiều loại máy bay không người lái được sản xuất từ nhiều hãng khác nhau như: Topcon, Trimble, GeoScan,... với giá thành lên đến vài tỷ đồng cũng như các loại máy bay không người lái giá thành thấp như: Inspire, Pocket Drone, Polyplane, Samara,... có giá chỉ trên dưới 100 trăm triệu. Hơn nữa, việc nghiên cứu sử dụng ảnh máy bay không người lái để thành lập bản đồ trong thời gian qua đều tập trung vào nghiên cứu dữ liệu từ các thiết bị UAV đắt tiền của các hãng nổi tiếng như Topcon, GeoScan hay Trimble mà chưa có bất kỳ nghiên cứu nào nghiên cứu sâu về thành lập bản đồ từ dữ liệu ảnh chụp của các thiết bị UAV giá rẻ, đặc biệt là xây dựng các mô hình 3D. Chính vì vậy, việc nghiên cứu xây dựng mô hình 3D từ dữ liệu ảnh chụp của thiết bị UAV giá rẻ có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao.

2. Tổng quan công tác ứng dụng thiết bị bay không người lái (UAV)

2.1. Trên thế giới

Các thiết bị bay không người lái trước đây thường được sử dụng trong những ứng dụng quân sự. Ngày nay, chúng đã được thương mại hóa và ứng dụng rộng rãi ở nhiều lĩnh vực khác nhau, trong đó có lĩnh vực Trắc địa - Bản đồ (Zhang C, 2008, Manyoky M, 2011, Everaerts J, 2008, M. Uysal, 2015). Ứng dụng thiết bị bay không người lái (UAV) bay chụp ảnh địa hình có nhiều ưu điểm nổi trội so với phương pháp sử dụng máy bay có người lái truyền thống. Ưu điểm nổi bật nhất là chi phí thấp, độ phân giải cao, quy trình bay chụp, xử lý ảnh nhanh, chính xác cao và dễ dàng tạo dữ liệu 3D (Thamm H P, 2006, Grenzdörffer GJ, 2008, Kenneth David Mankoff, 2013) đặc biệt thích hợp với những dự án thành lập bản đồ cho những khu vực nhỏ hoặc các vùng khảo sát không thể tiếp cận được bằng các phương pháp đo đạc trực tiếp.

Việc thành lập mô hình 3D từ dữ liệu ảnh máy bay không người lái là một trong những phương pháp mới được quan tâm nghiên cứu nhằm hỗ trợ cho các ngành, các lĩnh vực khác nhau giải quyết các nhiệm vụ cụ thể. Trên thế giới các lĩnh vực nghiên cứu phổ biến thường sử dụng ảnh chụp máy bay không người lái để xây dựng bản đồ và các mô hình DEM, DSM,... có thể kể đến là:

- Trong lĩnh vực nông nghiệp: người ta sử dụng dữ liệu ảnh chụp từ máy bay không người lái để thành lập các bản đồ xác định thiệt hại hoặc bản đồ các tiềm năng trong lĩnh vực nông nghiệp một cách nhanh chóng (Newcombe L, 2007).

- Trong lĩnh vực lâm nghiệp: dữ liệu ảnh máy bay không người lái được sử dụng để thành lập bản đồ phục vụ công tác đánh giá chất lượng của những khu vườn, giám sát cháy rừng, thảm thực vật, xác định loài, tính toán khối lượng, trữ lượng cũng như lâm sinh một cách chính xác (Martinez JR, 2006, Grenzdörffer GJ, 2008, Restas A, 2006, Berni JA, 2009).

- Trong lĩnh vực khảo cổ học và kiến trúc: dữ liệu ảnh máy bay không người lái kết hợp với các dữ liệu quét mặt đất được sử dụng để thành lập mô hình 3D thể hiện các khu vực và cấu trúc nhân tạo (Cabuk A, 2007, Lambers K, 2007, Oczipka M, 2009, Verhoeven GJJ, 2009)

- Trong lĩnh vực môi trường: các thiết bị bay không người lái (UAV) với ưu điểm bay thường xuyên, nhanh chóng và giá thành thấp là lựa chọn tối ưu cho các mục đích giám sát môi trường đất và nước tại nhiều thời điểm khác nhau (Thamm H P, 2006, Niethammer U, 2010), phân tích nhiệt (Hartmann W, 2012), giám sát núi lửa (Smith JG, 2009), giám sát biến động đường bờ, tính toán khối lượng khai khai thác,...

- Trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ: dữ liệu ảnh máy bay không người lái được sử dụng nhiều để lập các bản đồ giao thông (Zhang C, 2008), bản đồ địa hình, địa chính, bản đồ hiện trạng sử dụng đất (Manyoky M, 2011), thành lập mô hình số độ cao, mô hình số bề mặt,... (M. Uysal, 2015)

- Quản lý khẩn cấp: Thiết bị UAV có thể triển khai trên những khu vực bị ô nhiễm, những khu vực xảy ra thiên tai, dịch họa mà không gây bất kỳ nguy hiểm nào đối với các nhà khai thác hoặc bất kỳ hoạt động khảo sát nào trong quá trình thực hiện do đó nó được sử dụng nhiều trong việc thu thập thông tin của những khu vực này.

Việc sử dụng các thiết bị UAV giúp ta có thể nhanh chóng thu được những hình ảnh phục vụ cho việc đánh giá tác động sớm và lập kế hoạch giải cứu, hỗ trợ một cách chính xác và hiệu quả hơn (Chou, T-Y., 2010, Haarbrink and Koers, 2006).

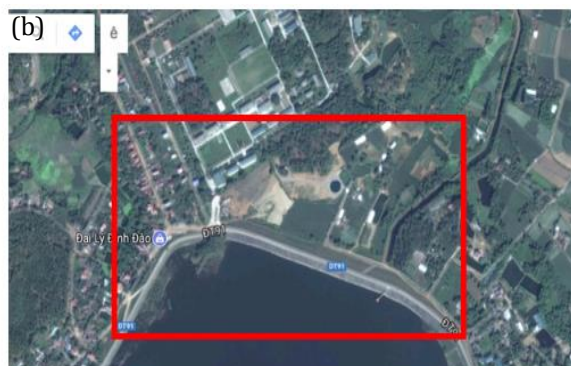
2.2. Ở Việt Nam

Ở nước ta các thiết bị bay không người lái (UAV) đã được Cục bản đồ - Bộ tổng tham mưu quan tâm đầu tư nghiên cứu phục vụ các mục đích quân sự trong những năm qua. Đến nay, các thiết bị UAV đã được nghiên cứu mở rộng ra tại nhiều cơ quan đơn vị như Viện khoa học Đo đạc và Bản đồ Việt Nam, các cơ sở đào tạo và nghiên cứu khoa học trong lĩnh vực Trắc địa - Bản đồ... (Lê Đại Ngọc, 2010, Đào Ngọc Long, 2011, Phan Văn Lâm, 2014).

Dữ liệu ảnh thu nhận từ các thiết bị UAV hiện nay được sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau cả quân sự và dân sự. Trong các ứng dụng này dữ liệu ảnh UAV chủ yếu sử dụng cho công tác thành lập các loại bản đồ như: bản đồ địa hình, bản đồ địa chính (Đào Ngọc Long, 2011); phục vụ các công tác giám sát và thu thập thông tin địa không

gian (Lê Đại Ngọc, 2010, Phan Văn Lâm, 2014, Bùi Ngọc Quý, 2015), đặc biệt bước đầu đã có những ứng dụng sử dụng ảnh chụp (UAV) trong công tác thành lập các mô hình số độ cao (DEM), mô hình số bề mặt (DSM) và một số dạng sản phẩm bản đồ khác (Bùi Tiến Diệu, 2016). Mặc dù đã có một số nghiên cứu về thành lập mô hình 3D từ dữ liệu ảnh chụp UAV nhưng hầu hết các nghiên cứu này đều tập trung nghiên cứu xử lý dữ liệu ảnh của các thiết bị bay không người lái chuyên nghiệp có giá thành cao như Trimble UX5 (Lê Đại Ngọc, 2010) mà chưa quan tâm đầu tư nghiên cứu việc thành lập bản đồ đặc biệt là thành lập các mô hình 3D từ dữ liệu thu nhận của các thiết bị bay không người lái phổ thông có giá thành và chi phí thấp như Inspire, Pocket Drone, Polyplane, Samara,... Do đó, cần có những nghiên cứu xây dựng các mô hình 3D từ dữ liệu của các thiết bị bay không người lái phổ thông để tạo ra những sản phẩm có chi phí thấp mà vẫn đảm bảo được độ chính xác.

3. Thành lập mô hình 3D từ ảnh chụp máy bay không người lái



Hình 1. Khu đo thực nghiệm: Bờ đập (a) và phạm vi bay chụp (b)

Bảng 1. So sánh một số tiêu chí của thiết bị UAV dùng bộ phóng và thiết bị Drone lên thẳng.

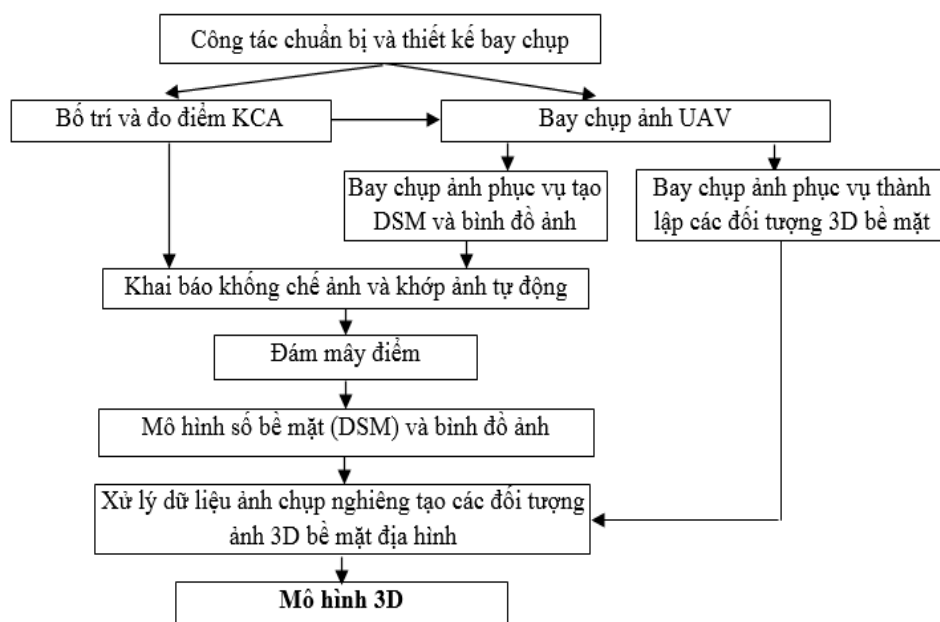
Tiêu chí	Dùng bộ phóng	Drone lên thẳng
Công việc	Thành lập bản đồ khu vực rộng	Thành lập bản đồ khu vực nhỏ; bay chụp kiểm tra
Ứng dụng	Khảo sát, nông nghiệp, GIS, môi trường, xây dựng,...	Quay phim, chụp ảnh, khảo sát, xây dựng,...
Độ phân giải mặt đất (GSD)	Có thể đạt 1.5 cm/pixel	Có thể đạt 0.1 cm/pixel
Tốc độ bay	Cao (40÷90 km/h)	Thấp (14÷60 km/h)
Thời gian bay	Dài (70÷90 phút)	Ngắn (15÷30 phút)
Diện tích bay chụp	Rộng	Nhỏ
Cách thức cất/hạ cánh	Dùng bộ phóng/Bung dù	Lên thẳng
Khu vực cất/hạ cánh	Rộng	Nhỏ

Bảng 2. Một số thông số kỹ thuật cơ bản của thiết bị Drone InSpire 1.

Loại máy	T600	Tốc độ cất/hạ cánh tối đa	5/4 (m/giây)
Trọng lượng	3060 g (bao gồm cánh quạt, pin, máy ảnh)	Tốc độ bay	22 m/giây (chế độ ATTI, không có gió)
Hệ thống định vị GPS	Vertical: 0.5 m; Horizontal: 2.5 m	Độ cao bay so với mực nước biển	4500 m (Phần mềm giới hạn 120 m so với vị trí cất cánh)
Max Angular Velocity	Pitch: 300°/giây; Yaw: 150°/giây	Tốc độ gió tối đa để thiết bị hoạt động	10 m/giây
Góc nghiêng tối đa	35°	Thời gian bay tối đa	Khoảng 18 phút

Bảng 3. Một số thông số kỹ thuật cơ bản của Camera X3.

Loại camera	X3		Chụp ảnh đơn
Kiểu model	FC350	Chế độ chụp ảnh	Burst shooting: 3/5/7 frames
Độ phân giải	12.4M		Auto Exposure Bracketing (AEB): 3/5 bracketed frames at 0.7EV Bias
Kích thước ảnh	4000x3000		Time-lapse
Tốc độ màn chớp điện tử	8 - 1/8000 giây	Định dạng dữ liệu	FAT32/exFAT
Góc chụp (FoV)	94°		Ảnh: JPEG, DNG
CMOS	Sony EXMOR 1/2.3	Hỗ trợ thẻ nhớ	Video: MP4/MOV (MPEG-4 AVC/H.264)
Ống kính máy ảnh	20mm; f/2.8 - ∞		Micro SD
	Anti-distortion		Tối đa 64 GB, Class 10



Hình 2 Sơ đồ quy trình công nghệ thành lập mô hình 3D từ dữ liệu ảnh chụp UAV.

3.1. Khu vực thực nghiệm

Khu vực thực nghiệm là khu vực nằm dọc bờ đập hồ Suối hai đây là một hồ nước ngọt nhân tạo nằm dưới chân núi Ba Vì, Thành phố Hà Nội (Hình 1).

3.2. Thiết bị thực nghiệm

Trước khi tiến hành thực nghiệm chúng tôi đã tiến hành khảo sát 1 số loại thiết bị UAV trong thực tế hiện nay và thấy rằng có nhiều chủng loại khác nhau, tuy nhiên trong các đơn vị đo đạc - bản đồ hiện nay các thiết bị UAV được chia làm 2 loại

chính là lên thẳng và dùng bộ phóng. Trong phạm vi nghiên cứu này chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu và so sánh một số tiêu chí (Bảng 1) của thiết bị UAV dùng bộ phóng và thiết bị Drone lên thẳng.

Từ các phân tích, so sánh trên chúng tôi lựa chọn sử dụng thiết bị Drone InSpire 1 với camera X3 để thực hiện công tác bay chụp cho khu vực thực nghiệm.

3.3. Quy trình công nghệ thành lập mô hình 3D từ dữ liệu ảnh chụp UAV

Công tác thành lập mô hình 3D từ dữ liệu ảnh chụp UAV được thực hiện theo quy trình công nghệ (Hình 2).

3.4. Công tác thiết kế bay chụp

3.4.1. Công tác đo khống chế

Việc lựa chọn điểm khống chế, đo lưới được thực hiện bằng phương pháp đo tĩnh và được đo bằng máy thu GPS của hãng Trimble loại máy R3. Số lượng điểm khống chế ảnh gồm 2 điểm gốc tọa độ nhà nước VN2000 (điểm 103504 và 103505) và 8 điểm khống chế trong đó 5 điểm sẽ được sử dụng cho công tác tính toán, 3 điểm còn lại được dùng để kiểm tra. Do địa hình của khu vực thực nghiệm có chênh cao không lớn (chênh cao giữa điểm cao nhất và thấp nhất <20 m) do vậy có thể dễ dàng bố trí trải đều các điểm khống chế trong phạm vi thực nghiệm (Hình 3).

3.4.2. Công tác chụp ảnh địa hình phục vụ công tác xây dựng DSM, DEM

Quá trình thiết kế bay chụp được thực hiện trên phần mềm Map Pilot, đây là phần mềm chuyên dụng được xây dựng để thiết kế tuyến bay tích hợp với nền bản đồ Google map.

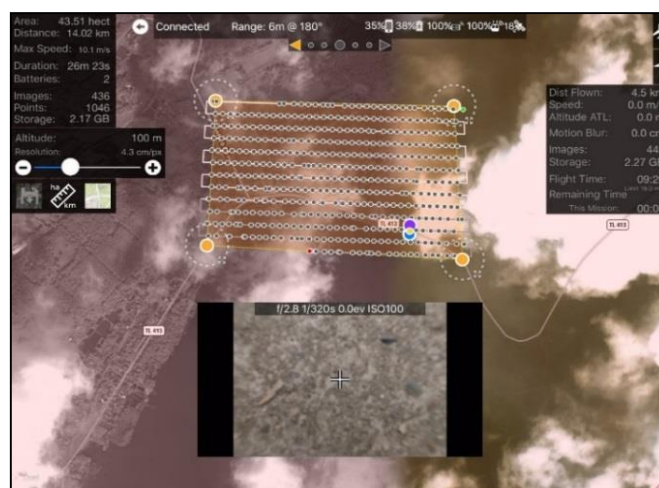


Tiêu được thiết kế với kích thước 50x50 cm

(b)

(a)

Hình 3. Bố trí điểm khống chế mặt đất (a); Tiêu đo khống chế (b).



Hình 4. Sơ đồ tuyến bay được thiết kế trên phần mềm Map pilot.

Khu vực thực nghiệm được thiết kế bay gồm 13 dải bay ở độ cao bay chụp là 100m so với vị trí cất cánh và có độ phủ trùm ảnh là 80% -75% (Hình 4).

Sau khi thiết kế tuyến bay và đo khống chế ngoại nghiệp, ta cần tiến hành kiểm tra hệ thống UAV xem có đạt được các yêu cầu cho công tác bay chụp không, nếu đạt được những yêu cầu này thì ta mới tiến hành bay chụp.

Trước khi bay chụp tại thực địa, cần phải tiến hành kiểm tra không gian xung quanh vị trí được lựa chọn phục vụ cho cất, hạ cánh an toàn, bao gồm: xác định khả năng thông thoáng để thu tín hiệu GPS được tốt nhất, ước lượng gần đúng chiều cao một số đối tượng cao nhất trong khu chụp (nhà cao tầng, cây, cột ăng ten, đường dây điện...) và đặc biệt lưu ý đến vị trí của các trạm thu phát sóng (truyền hình, điện thoại di động, rada...) xuất

hiện trong khu chụp, vì có thể gây ảnh hưởng nhiều đến bộ điều khiển của thiết bị bay không người lái UAV.

3.4.3. Công tác bay chụp phục vụ thành lập mô hình ảnh bề mặt 3D

Việc lập mô hình ảnh 3D ngoài nền DEM thì các yếu tố địa vật 3D là vô cùng quan trọng, trong công tác thành lập mô hình 3D từ dữ liệu UAV ngoài việc chụp ảnh để xây dựng DEM thì các yếu tố bề mặt được chụp theo một quy trình khác (Hình 5) do đó việc thiết kế tuyến bay cũng như các tham số cho camera về góc nghiêng, mật độ ảnh, phương chụp,... là rất cần thiết. Trong phạm vi nghiên cứu của đề tài chúng tôi đã tiến hành chụp ảnh 1 phần khu vực nghiên cứu (Hình 5) để xây dựng các yếu tố địa vật với tham số được thiết kế trong Bảng 4.

Bảng 4. Các tham số thiết kế cho quá trình bay chụp ảnh UAV phục vụ thành lập mô hình 3D.

Loại UAV	Ngày chụp	Thời gian cất cánh	Vị trí cất cánh	Độ cao bay
Inspire 1	15/4/2017	13h23	21.165659° / 105.381867°	60 m
Kiểu đường bay	Phạm vi ca bay	Độ phủ của ảnh	Góc nghiêng của máy ảnh	Thời gian bay
Hai tuyến vuông góc	284x162m	80%-75%	60°	14 phút 8 giây

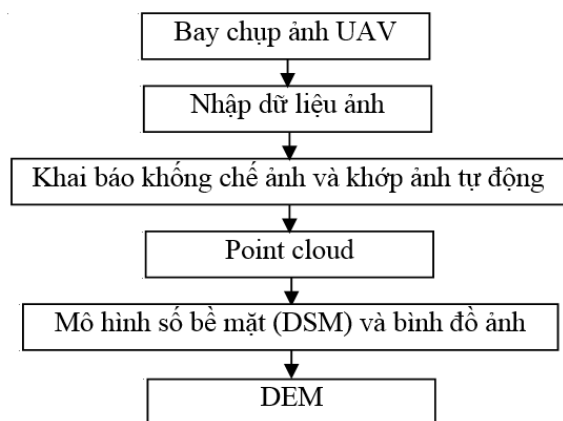


Hình 5. Sơ đồ thiết kế bay chụp ảnh phục vụ thành lập mô hình 3D.

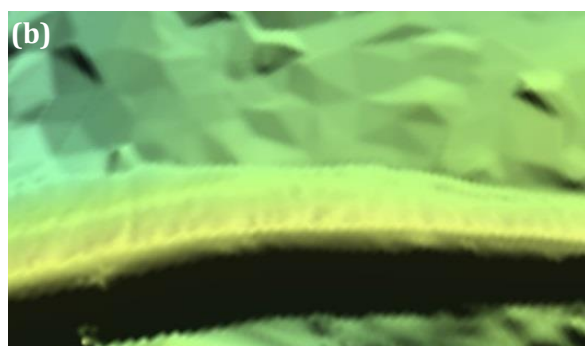
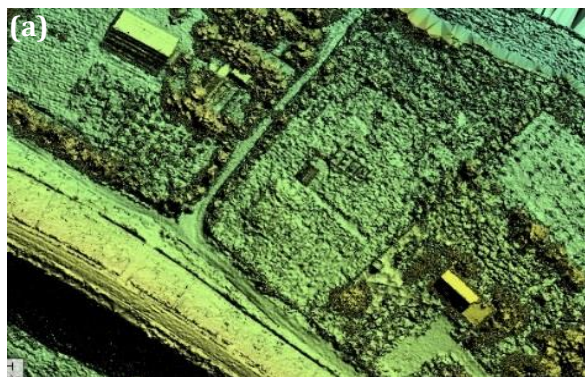
3.5. Xử lý dữ liệu ảnh chụp

3.5.1. Quy trình xử lý dữ liệu ảnh UAV phục vụ công tác thành lập mô hình DSM và DEM

Quá trình này chúng tôi tiến hành sử dụng phần mềm Pix4Dmapper để thực hiện việc xử lý ảnh sau khi bay chụp. Trước khi tiến hành xử lý khớp ảnh trên phần mềm, tiến hành truy cập vào thư mục lưu ảnh trong máy tính, xoá bỏ các tấm



Hình 6. Sơ đồ quy trình thành lập DSM và DEM.



Hình 7. Một góc của mô hình số bề mặt -DSM (a); mô hình số độ cao -DEM (b).

ảnh chụp thừa (các tấm ảnh này thường sinh ra khi mỗi lần máy bay cất cánh).

- Kiểm tra các thông số máy ảnh:

Để có hình ảnh chất lượng tốt, cần thiết phải xác định giá trị biến dạng do ống kính gây ra. Các tham số của máy ảnh sẽ được nhập vào trong phần khai báo về máy ảnh để phần mềm có thể khử sai số biến dạng ống kính trong quá trình xử lý ảnh.

- Các bước tiến hành xử lý ảnh UAV phục vụ xây dựng DSM và DEM:

+ Tiến hành nhập toàn bộ ảnh chụp vào chương trình Pix4Dmapper. Những tấm ảnh này có tọa độ theo tọa độ của tuyến bay được thiết kế (thường là hệ tọa độ WGS-84);

+ Nhập và khai báo các điểm khống chế ảnh ở cùng hệ tọa độ với hệ tọa độ của ảnh chụp;

+ Tiến hành đánh dấu các điểm khống chế mặt đất trên các tấm ảnh. Ở bước này cần chú ý để tăng độ chính xác thì những điểm khống chế nào có trên ảnh thì cần phải đánh dấu hết, đồng thời tiến hành nhập các thông số cần thiết cho các loại dữ liệu đầu ra.

+ Tiến hành quá trình khớp ảnh và tạo đám mây điểm (Point Cloud) cho khu vực thực nghiệm.

+ Từ dữ liệu Point cloud tiến hành tạo mô hình số bề mặt (DSM), sau khi có kết quả DSM chúng ta dựa vào chỉ số màu của các điểm point cloud và độ dốc của địa hình tiến hành lọc lấy các điểm mặt đất sau đó sử dụng phương pháp nội suy liên kề (neighbor) để loại bỏ độ cao địa vật. Kết quả ta thu được dữ liệu độ cao của toàn bộ các điểm mặt đất. Từ dữ liệu này tiến hành nội suy ra mô hình DEM.

3.5.2. Kết quả tạo mô hình DSM và DEM

Sau quá trình xử lý dữ liệu theo quy trình hình 6 chúng ta thu được kết quả mô hình số bề mặt (DSM) và mô hình số độ cao (DEM) của khu vực thực nghiệm.

3.6. Xử lý dữ liệu ảnh chụp nghiêng để tạo các đối tượng 3D bề mặt

Sau quá trình xử lý tạo mô hình DSM và bình đồ ảnh tiến hành nhập dữ liệu ảnh nghiêng đã chụp ở mục 3.4.3 chúng tôi tiến hành xử lý dữ liệu và tạo bề mặt 3D theo hình ảnh thực của địa vật. Kết quả của quá trình này là tạo ra mô hình mô hình 3D cho khu vực nghiên cứu (Hình 8).



Hình 8. Kết quả hiển thị dữ liệu mô hình 3D khu vực thực nghiệm ở nhiều góc nhìn khác nhau.

Bảng 5: Kết quả kiểm tra độ chính xác mặt bằng và độ cao.

TT	Tên điểm	Sai số theo trục X(m)	Sai số theo trục Y(m)	Sai số theo trục Z(m)
Các điểm tham gia tính toán				
1	GCP12	-0.005	0.002	0.005
2	GCP15	0.021	0.003	0.010
3	GCP16	-0.010	-0.005	-0.009
4	GCP17	-0.011	-0.003	0.012
5	GCP18	0.010	-0.004	-0.067
Các điểm kiểm tra				
1	GCP11	0.016	0.025	0.069
2	GCP14	-0.001	0.003	-0.007
3	GCP19	-0.001	0.007	0.009
Sai số trung phương		0.004	0.003	0.012

Từ kết quả thực nghiệm kiểm tra độ chính xác mặt bằng và độ cao (Bảng 5) có thể thấy rằng độ chính xác mặt bằng có thể đạt được là 2.5 cm và độ chính xác độ cao có thể đạt được là 6,9 cm. Độ chính xác mặt bằng và độ cao có thể đạt được như vậy là do tỷ lệ ảnh lớn, phạm vi bay chụp nhỏ và địa hình khu vực thực nghiệm tương đối bằng phẳng. Như vậy, có thể nói rằng việc ứng dụng dữ liệu UAV trong thành lập các mô hình 3D bề mặt

thực là hoàn toàn khả thi và đảm bảo được độ chính xác cho những khu vực có địa hình tương tự.

4. Kết luận

Các thiết bị bay không người lái (UAV) giá rẻ đã mở ra cơ hội mới cho công tác thu thập dữ liệu ảnh có độ phân giải cao phục vụ công tác thành lập và hiện chỉnh các loại bản đồ cho những khu vực có diện tích vừa và nhỏ.

Kết quả thực nghiệm cho thấy, công nghệ bay chụp ảnh bằng thiết bị UAV (loại máy Inspire1) đã tạo ra mô hình 3D với độ chính xác cao, đồng thời còn tạo ra sản phẩm bình đồ trực ảnh với độ chi tiết và độ phân giải mặt đất cao do độ cao bay chụp thấp.

Tuy nhiên, trong quá trình thực nghiệm với thiết bị bay chụp UAV giá rẻ Inspire1 cũng cho thấy những hạn chế nhất định như: thời gian bay chụp của thiết bị này thường không cao khoảng 15 đến 30 phút (do dung lượng của pin thấp), hạn chế trong điều kiện thời tiết xấu (gió to, mưa bão),...

Mặc dù vậy, máy bay UAV giá rẻ cũng mang lại một tiềm năng lớn cho công tác thu thập dữ liệu địa hình phục vụ công tác thành lập bản đồ đặc biệt là các bản đồ hiện trạng, mô hình 3D tỷ lệ lớn cho những khu vực có diện tích nhỏ. Đây là thiết bị có chi phí đầu tư thấp nhưng lại cơ động trong công tác bay chụp và thu thập dữ liệu, thích ứng với mọi loại địa hình (nhất là đối với các thiết bị lên thẳng).

Tài liệu tham khảo

- Berni, J. A. J., Zarco-Tejada, P. J., Suárez, L., Fereres, E., 2009. Thermal and narrowband multispectral remote sensing for vegetation monitoring from an unmanned aerial vehicle. *Trans Geosci Remote Sens* 47. 722-738.
- Bùi Ngọc Quý, 2015. Khả năng ứng dụng mô hình Cyber City trong công tác quy hoạch đô thị. *Hội nghị GIS Toàn quốc 2015*.
- Bùi Ngọc Quý, 2015. Nghiên cứu xây dựng mô hình Cyber City phục vụ cho việc mô hình hóa bề mặt và định hướng quy hoạch không gian. *Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp cơ sở*, T15-33.
- Bùi Tiến Diệu, Nguyễn Cẩm Vân, Hoàng Mạnh Hùng, Đồng Bích Phương, Nhữ Việt Hà, Trần Trung Anh, Nguyễn Quang Minh, 2016. Xây dựng mô hình số bề mặt và bản đồ trực ảnh sử dụng công nghệ đo ảnh máy bay không người lái (UAV). *Hội nghị Khoa học: Đo đạc Bản đồ với ứng phó biến đổi khí hậu*.
- Cabuk, A., Deveci, A., Ergincan, F., 2007. Improving heritage documentation. *GIM Int* 21(9).
- Chou, T.Y., Yeh, M. L., Chen, Y. C., Chen, Y. H. 2010. Disaster monitoring and management by the unmanned aerial vehicle technology. In: *Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vienna, Austria, 38(7B):137-142
- Đào Ngọc Long, 2011. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ thành lập bản đồ (địa hình và địa chính) từ ảnh chụp bằng máy chụp ảnh phổ thông lắp trên máy bay không người lái M100-CT điều khiển bằng sóng Radio, *Đề tài cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường*.
- Everaerts, J., 2008. The Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVS) for Remote Sensing and Mapping. In: *Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Beijing, China, pp1187-1192
- Grenzdörffer, G. J., Engel, A., Teichert, B., 2008. The photogrammetric potential of low-cost UAVs in forestry and agriculture. *Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Beijing, China, 2008 37(B1). 1207-1213.
- Haarbrink, R. B., Koers, E., 2006. Helicopter UAV for Photogrammetry and Rapid Response. *Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Antwerp, Belgium, 36(1/W44)
- Hartmann, W., Tilch, H. S., Eisenbeiss, H., Schindler, K., 2012. Determination of the UAV position by automatic processing of thermal images. *Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Melbourne, Australia.
- Kenneth David Mankoff, and Tess Alethea Russo, 2013. The Kinect: a low-cost, high-resolution, short-range 3D camera. *Earth Surface processes and Landforms*, N0 38, pp 926-936
- Lambers, K., Eisenbeiss, H., Sauerbier, M., Kupferschmidt, D., Gaisecker, T., Sotoode, S., Hanusch, T., 2007. Combining photogrammetry and laser scanning for the recording and modeling of the late intermediate period site of Pinchango Alto, Palpa, Peru. *J Archaeol Sci* 34(10).1702-1712.
- Lê Đại Ngọc, 2010. Hệ thống máy bay không người lái UAV phục vụ thu thập thông tin ảnh, *Chuyên san Thông tin địa hình quân sự*, Cục Bản đồ, Bộ Tổng tham mưu.

- M. Uysal, A.S.Toprak, N. Polat, 2015. DEM generation with UAV photogrammetry and accuracy analysis in sahitler hill. AKU, *Faculty of Engineering GeomaticsDep*, 03200 Afyonkarahisar, Turkey
- 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)
- Martinez, J. R., Merino, L., Caballero, F., Ollero, A., Viegas, D. X., 2006. *Experimental results of automatic fire detection and monitoring with UAVs*. For Ecol Manag 234S. S232
- Newcombe, L., 2007. Green fingered UAVs. Unmanned Vehicle.
- Niethammer, U., Rothmund, S., James, M. R., Traveletti, J., Joswig, M., 2010. UAV-based remote sensing of landslides. *Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Newcastle upon Tyne, UK.
- Oczipka, M., Bemman, J., Piezonka, H., Munkabayar, J., Ahrens, B., Achtelik, M., Lehmann, F., 2009. Small drones for geo-archeology in the steppes: locating and documenting the archeological heritage of the Orkhon Valley in Mongolia. *Remote Sens Environ Monit GIS Appl Geol* 7874. 787406-1
- Phan Văn Lâm, Hoàng Mạnh Hùng, 2014. Giới thiệu hệ thống máy bay nhỏ không người lái cánh bằng (UAS)-Trimble UX5 phục vụ thu thập dữ liệu địa không gian. *Chuyên san Thông tin địa hình quân sự*, Cục Bản đồ Bộ Tổng tham mưu.
- Restas, A., 2006. The regulation unmanned aerial vehicle of the Szendro fire department supporting fighting against forest fires 1st in the world. For Ecol Manag 234S.
- Smith, J. G., Dehn, J., Hoblitt, R. P., LaHusen, R. G., Lowenstern, J. B., Moran, S. C., McClelland, L., McGee, K. A., Nathenson, M., Okubo, P. G., Pallister, J. S., Poland, M. P., Power, J. A., Schneider, D. J., Sisson, T. W., 2009. Volcano monitoring. *Geological Monitoring, Geological Society of America*, Eds Young and Norby, 273-305, doi: 10.1130/2009
- Thamm, H. P., Judex, M., 2006. The “Low cost drone -An interesting too for process monitoring in a high spatial and temporal resolution. *IntArchives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Enschede, The Netherlands.
- Verhoeven, G. J. J., 2009. Providing an archeological bird's-eye view - an overall picture of Ground- based means to execute low-altitude aerial photography (LAAP) in Archeology. *Archaeol Prospect* 16. 233-249.
- Zhang, C., 2008. An UAV-based photogrammetric mapping system for road condition assessment. In: *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, Beijing, China.

ABSTRACT

Research on 3D model from unmanned aerial vehicle (UAV) images

Quy Ngoc Bui, Hiep Van Pham

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

Unmanned Aerial Vehicles (UAV) is being used extensively in the field of mapping. However, practical applications nowadays mainly use UAV equipment to fly and create terrain and cadastral maps primarily without much research into 3D modeling and 3D mapping from UAV data. The objective of this paper is to study the 3D model of Suoi Hai reservoir in Ba Vi district from UAV image data captured from Drone Inspire 1 equipment. There are two procedures: First, take photos for the image processing of Drone Inspire 1 (a cheap UAV device) and perform image matching, point cloud, Surface model (DSM) from which to calculate the establishment of digital elevation model (DEM); The second is a tilted photograph to capture surface elements of the terrain to make object models on the surface and to create real 3D model of terrain surfaces.