

# ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI UAV PHANTOM 4 RTK KẾT NỐI TRẠM CORS VÀO THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TỶ LỆ LỚN

Trần Xuân Thủy\*, Nguyễn Thị Mai Anh

Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

\*Email: tranxuanthuyqn@gmail.com

## TÓM TẮT

Bài viết tập trung trình bày công nghệ bay không người lái (Unmanned Aerial Vehicles - UAV) Phantom 4 RTK kết nối trạm CORS trong thành lập bản đồ địa hình tỉ lệ 1:2000 tại Khu Đại Yên, thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh. Dữ liệu của UAV được xử lý bằng phần mềm Agisoft Metashape Professional và Global mapper. Công nghệ này có ưu điểm so với các phương pháp khảo sát truyền thống như: ít nhân công, độ chính xác cao (do độ phân giải của máy chụp ảnh cao và máy bay ở độ cao thấp và chậm), UAV có khả năng đo được các khu vực có địa hình phức tạp hiểm trở, khó khăn, rút ngắn thời gian cho công tác khảo sát thành lập bản đồ địa hình so với các thiết bị khác.

**Từ khóa:** UAV, Phantom 4 RTK, Trạm CORS.

## 1. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA UAV

### 1.1 Cấu tạo của thiết bị bay không người lái

Cấu tạo hệ thống máy bay không người lái (UAV) để xây dựng bản đồ địa hình được chia thành các thành phần chính (hình 1):

- Hệ thống máy bay,
- Thiết bị dẫn đường GNSS
- Máy ảnh kỹ thuật số,
- Trạm điều khiển mặt đất,
- Trạm xử lý ảnh tạo mô hình số mặt đất.



Hình 1. Máy bay không người lái Phantom 4 RTK

#### 1.1.1 Hệ thống máy bay

Hệ thống bao gồm: Thân máy bay, đầu thu GPS, cảm biến tốc độ gió, cảm biến độ cao, cảm biến áp suất, cảm biến cân bằng và bộ thu phát tín hiệu.

#### 1.1.2 Thiết bị dẫn đường GNSS

Hệ thống định vị toàn cầu GNSS cho phép

xác định vị trí bằng cách đo khoảng cách từ UAV tới các vệ tinh và xác định tọa độ không gian  $X_s$ ,  $Y_s$ ,  $Z_s$  của tâm ảnh chụp. Đồng thời, để xác định được nguyên tố định hướng ảnh tại thời điểm chụp ảnh, thì cần phải đưa vào khái niệm thiết bị định vị quán tính (IMU). Khi kết hợp GNSS và IMU vào chụp ảnh hàng không thì có thể tính toán được tọa độ, độ cao tâm ảnh vào thời điểm chụp ảnh và nguyên tố định hướng ngoài của tấm ảnh tại thời điểm chụp ảnh.

#### 1.1.3. Máy ảnh kỹ thuật số

Máy ảnh kỹ thuật số (hình 2): Thông thường các máy ảnh sử dụng để chụp ảnh mặt đất bằng UAV là các loại máy ảnh kỹ thuật số có kích thước nhỏ gọn, độ phân giải cao và độ nét của ảnh phải được đảm bảo trong toàn bộ trường ảnh, các yếu tố định hướng trong phải được xác định chính xác, có tiêu cự cố định và khả năng lấy nét tự động.



Hình 2. Máy ảnh kỹ thuật số

**1.1.4. Trạm điều khiển mặt đất**

Mỗi hệ thống máy bay UAV đều phải được điều khiển bằng trạm điều khiển mặt đất (hình 3).



**Hình 3. Trạm điều khiển mặt đất**

Cấu tạo của trạm điều khiển mặt đất bao gồm các bộ phận chính:

- Máy tính bảng hoặc điện thoại thông minh được cài đặt phần mềm lập trình bay và điều khiển bay. Đây là các phần mềm chuyên dụng để thiết kế bay, điều khiển bay và có thể lập kế hoạch vị trí hướng cất cánh, hạ cánh tại thực địa.
- Bộ điều khiển có thiết bị thu phát tín hiệu dùng để kết nối máy tính bảng với máy bay.
- Tay điều khiển dùng để kết nối với máy bay.
- Máy tính bảng hoặc điện thoại thông minh được cài đặt phần mềm điều khiển.

**1.1.5 Trạm xử lý ảnh UAV tạo mô hình số mặt đất**

Trạm xử lý ảnh bao gồm máy tính trạm (Workstations) có cấu hình mạnh được cài đặt phần mềm chuyên xử lý ảnh máy bay để tạo mô hình số mặt đất (hình 4).



**Hình 4. Trạm xử lý ảnh tạo mô hình số mặt đất**

Đặc điểm chung của các phần mềm xử lý này là từ các bức ảnh số được chụp từ UAV với độ phủ từ 70 - 90%, sau khi xử lý sẽ tạo ra mô hình đám mây điểm (Point Cloud), mô hình số bề mặt

(DSM), mô hình số độ cao (DEM) và ảnh trực giao (Orthomosaic).

Một số phần mềm chuyên xử lý ảnh UAV phổ biến ở Việt Nam:

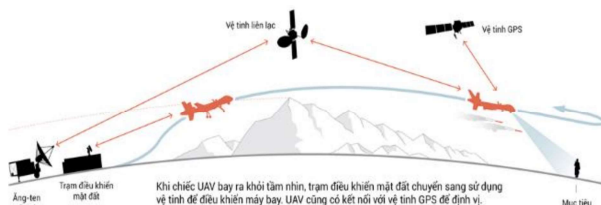
- + Agisoft Metashape Professional của hãng Geoscan Nga; Pix4D mapper của Thụy Sĩ
- + Trimble Business Center Photogrammetry và Inpho UASMaster của hãng Trimble

**1.2. Nguyên lý hoạt động của UAV**

Máy bay không người lái có thể được điều khiển bằng tay từ xa hoặc cũng có thể tự bay theo các lịch trình đã được lập trình sẵn, hoặc theo sự điều khiển của các hệ thống máy tính phức tạp.

Hệ thống UAV gồm các giai đoạn sau (hình 5):

- Đoạn trên không (Air segment) bao gồm: Hệ thống điện, khung máy bay, bộ phận nâng đỡ (mô tơ, cánh quạt), định vị vệ tinh, ăng ten điều khiển từ xa, camera, giá đỡ camera, các cảm biến phụ, pin.
- Đoạn truyền dữ liệu (Data link).
- Đoạn điều khiển mặt đất (Ground segment) bao gồm: Trạm điều khiển mặt đất (computer, software), RTK/CORS (GNSS) và đội ngũ vận hành.



**Hình 5. Các giai đoạn điều khiển UAV**

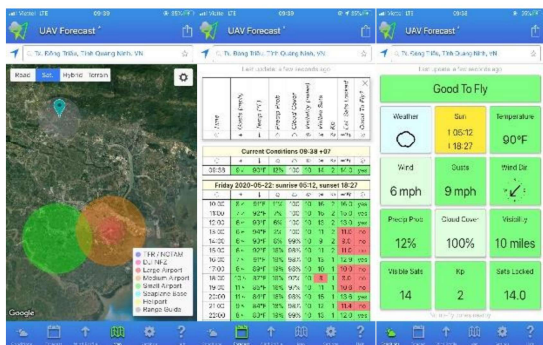
**2. NGUYÊN LÝ BAY CHỤP VÀ QUY TRÌNH THÀNH LẬP BẢN ĐỒ BẰNG UAV PHANTOM 4 RTK**

**2.1. Nguyên lý bay chụp**

Trước khi tiến hành công tác bay chụp thì việc lập kế hoạch, kiểm tra điều kiện bay là cần thiết và rất quan trọng, nó quyết định đến công tác an toàn bay và chất lượng ảnh bay chụp.

Công tác chuẩn bị bao gồm:

- Xác định vị trí và phạm vi cần bay chụp; Kiểm tra vùng cấm bay; Kiểm tra các điều kiện thời tiết cho ca tác nghiệp bay được thực hiện bởi phần mềm UAV Forecast. Hình ảnh khi chạy phần mềm UAV Forecast được thể hiện ở hình 6.



Hình 6. Các thông số ảnh hưởng đến điều kiện bay

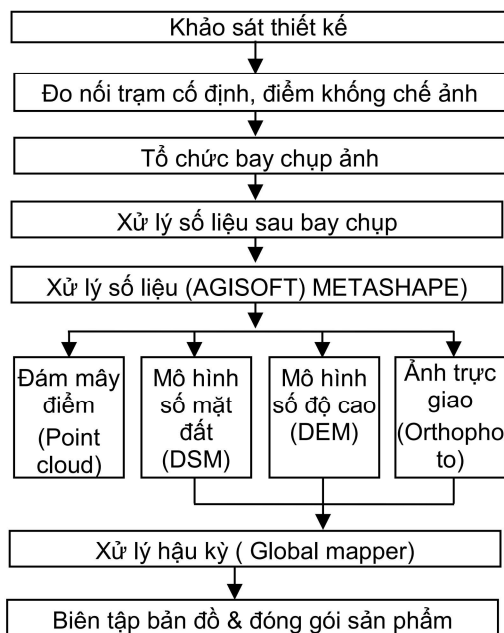
- Thiết kế tuyến bay bằng phần mềm chuyên dụng với những yêu cầu về độ cao bay chụp, độ phân giải điểm ảnh, thời gian bay chụp đảm bảo hoạt động của pin.

- Bố trí, xác định tọa độ của các điểm khống chế ảnh mặt đất, Kết nối UAV với trạm CORS, tiến hành bay chụp.

Sau khi có kết quả bay chụp, số liệu bay chụp bao gồm ảnh số và tọa độ các điểm khống chế ảnh cùng với tọa độ mốc khống chế đo đạc thực địa được đưa vào phần mềm xử lý ảnh chuyên dụng để ghép ảnh và tạo mô hình số mặt đất.

**2.2. Quy trình thành lập**

Quy trình bay và xử lý dữ liệu được thể hiện trong hình 7.

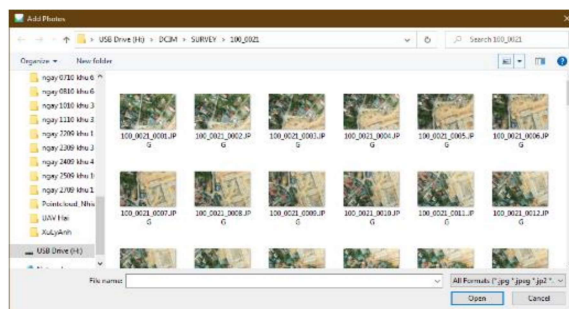


Hình 7. Quy trình bay và xử lý số liệu

**3. XỬ LÝ ẢNH BAY CHỤP TỪ UAV**

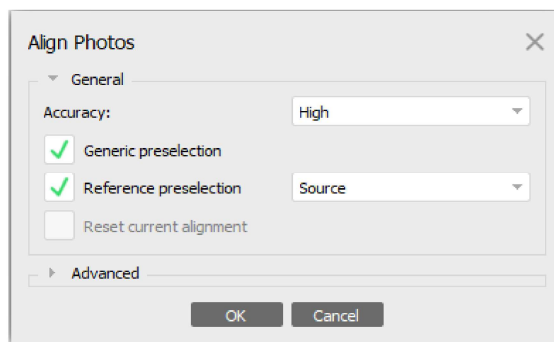
Hiện nay có nhiều phần mềm xử lý ảnh UAV như Trimble Business Center, Inpho UASMaster, Pix4D Mapper Pro, Bentley Context Capture, Agisoft Metashape (PhotoScan), Drone Mapper, Pix4D, Mapper Pro,... ở bài báo này nhóm tác giả sử dụng phần mềm Agisoft Metashape phiên bản 1.7.2. Trình tự xử lý ảnh UAV như sau:

- **Bước 1:** Nhập ảnh vào phần mềm (add photos) như hình 8.



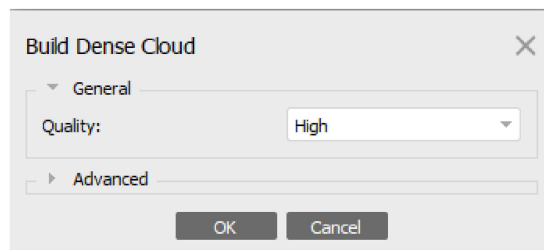
Hình 8

- **Bước 2:** Sắp xếp ảnh chụp (Align photos) như hình 9.



Hình 9

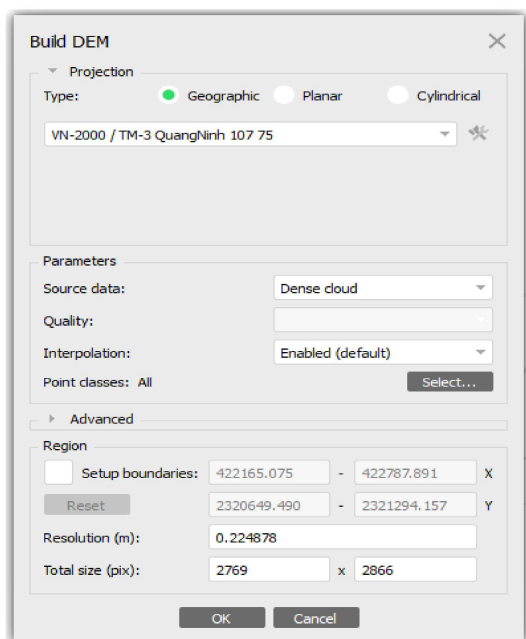
- **Bước 3:** Tạo đám mây điểm (Build Dense Cloud) như hình 10;



Hình 10

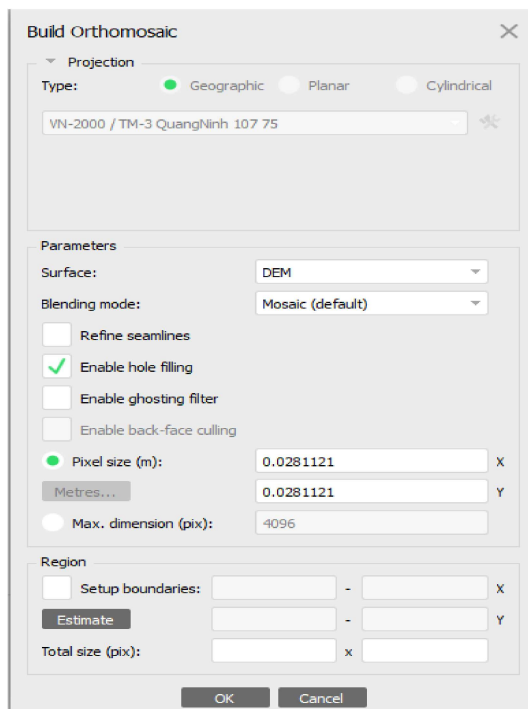


- **Bước 4:** Tạo mô hình 3D (Build Mesh) như hình 11.



Hình 11

- **Bước 5:** Xây dựng dữ liệu tùy chọn theo yêu cầu thành lập bản đồ: mô hình số độ cao/mô hình số bề mặt/bình đồ ảnh trực giao (Build DEM / DSM / Orthomosaic) như hình 12.



Hình 12

- **Bước 6:** Xuất kết quả dữ liệu tùy chọn (Export DEM/DSM/Orthomosaic)

## 4. THỰC NGHIỆM BAY CHỤP THÀNH LẬP BẢN ĐỒ BẰNG UAV PHANTOM 4 RTK

### 4.1 Công tác chuẩn bị

- Tiến hành khảo sát thực địa khu đo cần thành lập bản đồ, đánh giá mức độ khó khăn của địa hình, chọn vị trí cất hạ cánh của UAV.

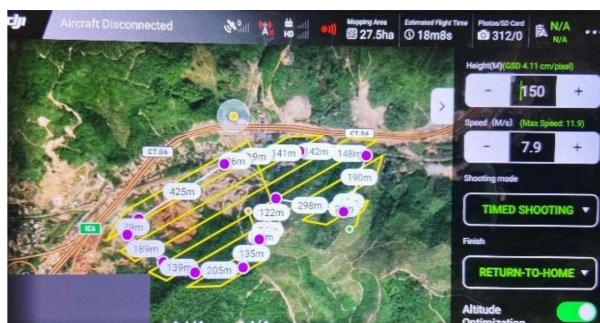
- Thu thập các số liệu tọa độ, độ cao các điểm khống chế các cấp; Liên hệ với các cơ quan nhà nước, chính quyền địa phương làm thủ tục và xin giấy phép bay.

- Chuẩn bị và kiểm tra UAV cùng các thiết bị đi kèm phục vụ công tác bay chụp.

- Kết nối trạm CORS từ điều khiển của UAV và cài đặt các thông số thiết kế tuyến bay.

### 4.2. Thiết kế tuyến bay

- Tuyến bay được thiết kế bằng phần mềm drone deploy hoặc bằng điều khiển của UAV phantom 4 RTK các công việc gồm xác định diện tích bay chụp, độ cao bay chụp, số dải bay, tốc độ bay, mật độ phủ trùm giữa các ảnh, thời gian bay (hình 13).



Hình 13. Thiết kế tuyến bay

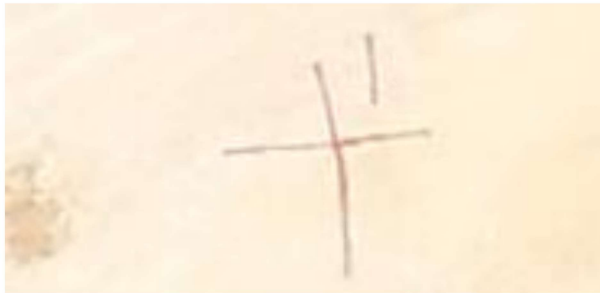
- Quá trình thực nghiệm đã được tính toán và thiết kế độ cao bay chụp của thiết bị bay là 150 m so với vị trí đứng trạm điều khiển với độ phủ dọc: 81%; độ phủ ngang: 72%; độ phân giải mặt đất (GSD): 3.5 cm/pixel; tổng số ảnh chụp: 397 ảnh; thiết kế tuyến bay đảm bảo theo thông tư [6].

### 4.3 Đo khống chế ngoại nghiệp và làm dấu mốc

Công tác đo đạc khống chế ảnh đảm bảo theo thông tư<sup>[6]</sup> được thực hiện bằng thiết bị đo GPS của hãng CHC loại máy i90 với 4 điểm khống chế



trong đó có 02 điểm khống chế được sử dụng để tính toán và 02 điểm khống chế kiểm tra, các điểm được đánh dấu lên mặt đường bằng sơn đỏ (hình 14).

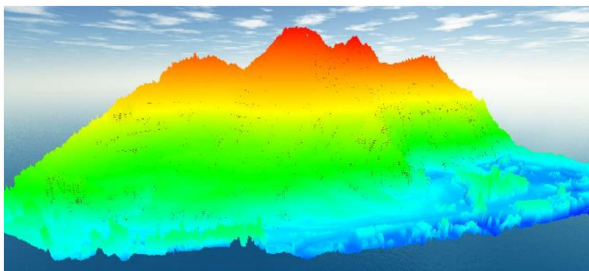


Hình 14. Đánh dấu điểm khống chế mặt đất

## 5. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

### 5.1. Công trình thực nghiệm

Để đánh giá khả năng ứng dụng, UAV phantom 4 RTK được ứng dụng trong khảo sát thành lập bản đồ địa hình cho nhiều dự án khác nhau và trích xuất một phần dự án thực nghiệm Khu Đại Yên, thành phố Hạ Long, Quảng Ninh. Sau khi thành lập bản đồ địa hình bằng công nghệ máy bay không người lái và xử lý số liệu ảnh bằng phần mềm chuyên dụng, kết quả sản phẩm xử lý ảnh và biên tập bản đồ như sau (hình 15, 16, 17, 18):



Hình 15. Mô hình số độ cao (DEM)

Dữ liệu DEM, DSM có cấu trúc dạng lưới ô vuông với kích thước ô lưới quy định tại bảng 1.

Bảng 1: Quy định về kích thước DSM, DEM

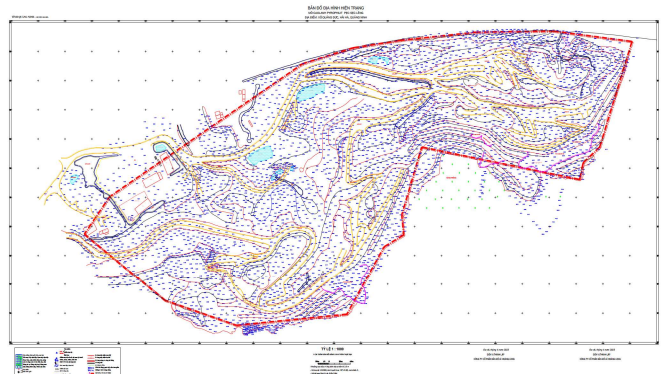
Khoảng cao đều đường bình độ cơ bản (m)	Kích thước ô lưới của DSM, DEM (m)
0,5	0,5 x 0,5
1,0	1,0 x 1,0
2,5	2,5 x 2,5
5,0	5,0 x 5,0



Hình 16. Mô hình 3D



Hình 17. Ảnh trực giao (Orthophoto)



Hình 18. Bản đồ địa hình 1:2000

### 5.2 Kết quả đánh giá độ chính xác

Với số liệu đo đạc trực tiếp bằng phương pháp truyền thống mặt đất thấy rằng: Sai số về độ cao nhỏ hơn quy định là  $\leq 1/3$  khoảng cao đều đường đồng mức và sai số mặt bằng khi bay đều nhỏ hơn quy phạm là bằng  $0,2 \times M$  (M là mẫu số tỷ lệ bản đồ).

Bài báo này đã sử dụng công thức (1) tính sai số trung phương (RMSE) như sau:

$$RMSE = \sqrt{\frac{E^2}{n}} \quad (1)$$

với  $E^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2$  và  $e = V_{\text{bản đồ}} - V_{\text{thực nghiệm}}$

Trong đó RMSE là sai số trung phương; n là tổng số điểm kiểm tra; Vbản đồ là tọa độ x và y của thiết bị đo RTK; Vthực nghiệm là tọa độ x và y của các điểm đã số hóa từ ảnh UAV. Kết quả được thể hiện ở bảng 2.

Để so sánh kết quả so với phương pháp truyền thống nhóm tác giả đo 20 điểm đo chi tiết đã được đánh dấu trên mặt đất, kết quả như sau: Lệch theo trục X là 7.6cm, trục Y là 5.5cm và trục h là 9.4cm, kết quả thành lập bản đồ địa hình tỉ lệ 1/2000 bằng phương pháp sử dụng ảnh chụp từ UAV so với quy phạm [3] và thông tư [6] là đạt yêu cầu.

**Bảng 2. Bảng so sánh tọa độ đo song trùng**

TT	Tọa độ đo RTK			Tọa độ thực nghiệm			Sai số		
	X(m)	Y(m)	h(m)	X(m)	Y(m)	h(m)	e(X)	e(Y)	e(h)
1	2319370.058	416738.199	18.080	2319370.073	416738.197	18.112	-0.015	0.002	-0.032
2	2319369.350	416750.261	18.484	2319369.371	416750.295	18.519	-0.021	-0.034	-0.035
3	2319370.391	416760.165	18.580	2319370.399	416760.194	18.641	-0.008	-0.029	-0.061
4	2319370.247	416776.706	18.242	2319370.277	416776.739	18.289	-0.030	-0.033	-0.047
5	2319370.087	416791.217	17.753	2319370.122	416791.235	17.816	-0.035	-0.018	-0.063
6	2319371.286	416803.886	17.081	2319371.329	416803.852	16.878	-0.043	0.034	0.203
7	2319373.292	416815.432	16.874	2319373.299	416815.455	16.942	-0.007	-0.023	-0.068
8	2319377.220	416827.041	16.764	2319377.278	416827.096	16.779	-0.058	-0.055	-0.015
9	2319383.825	416839.970	16.814	2319383.901	416839.973	16.889	-0.076	-0.003	-0.075
10	2319388.689	416848.413	16.854	2319388.74	416848.428	16.896	-0.051	-0.015	-0.042
11	2319397.384	416861.089	17.016	2319397.395	416861.1	17.005	-0.011	-0.011	0.011
12	2319407.386	416872.751	17.264	2319407.424	416872.798	17.337	-0.038	-0.047	-0.073
13	2319419.117	416882.679	17.662	2319419.135	416882.7	17.756	-0.018	-0.021	-0.094
14	2319426.096	416886.374	17.949	2319426.088	416886.369	17.986	0.008	0.005	-0.037
15	2319441.334	416896.289	18.369	2319441.277	416896.235	18.394	0.057	0.054	-0.025
16	2319450.477	416900.924	18.397	2319450.496	416900.946	18.411	-0.019	-0.023	-0.014
17	2319459.875	416906.927	18.230	2319459.879	416906.966	18.214	-0.004	-0.039	0.016
18	2319468.526	416911.922	18.143	2319468.555	416911.896	18.194	-0.029	0.026	-0.051
19	2319475.918	416915.918	18.032	2319475.927	416915.93	18.008	-0.009	-0.012	0.024
20	2319483.088	416919.883	17.914	2319483.125	416919.923	17.963	-0.037	-0.040	-0.049
							0.035	0.030	0.066

**6. KẾT LUẬN**

**6.1. Ưu điểm, nhược điểm của phương pháp**

**6.1.1. Ưu điểm**

Hệ thống bay gọn nhẹ, thuận tiện di chuyển và thao tác ngoài thực địa; Hệ thống cho kết quả chính xác, giảm công sức và thời gian thực hiện.

Công tác tổ chức ngoại nghiệp đơn giản, xử lý nội nghiệp nhanh, sản phẩm của dữ liệu UAV đa dạng như: bản đồ 3D, mô hình số độ cao DEM, mô hình số địa hình DTM, mô hình số bề mặt DSM, bản đồ trực giao orthophotograph v.v... Công nghệ đám mây điểm mang lại nhiều tùy chọn đáp ứng các mục đích khác nhau. Với khả năng tách lọc các lớp địa vật bề mặt, giúp xây dựng mô hình số độ cao DEM với độ phù hợp

cao nhất, giúp nội suy tốt nhất đường bình đồ để thành lập bản đồ địa hình.

Khi bay chụp ảnh có kết nối trạm CORS cho biết các ảnh chụp đã fix tọa độ tâm ảnh ngay sau khi tuyến bay kết thúc, giảm thời gian tính toán tâm ảnh so với phương pháp khác. Hệ thống bay phù hợp với địa hình trung du và đồng bằng, vùng ven sông, ven biển, địa hình nguy hiểm, khó khăn, khu vực khó tiếp cận, giảm thời gian và công sức, kinh phí thấp, an toàn lao động; cung cấp kịp thời tư liệu phục vụ hiệu quả công tác quản lý và điều hành sản xuất.

Với công nghệ bay chụp sẽ giảm thiểu được thời gian thực hiện mà vẫn mang lại độ chính xác cao, đảm bảo độ chính xác để thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn.

**6.1.2. Nhược điểm**

Công nghệ phụ thuộc nhiều vào điều kiện thời tiết như mưa, gió... Công nghệ không đo được với các khu vực vực cấm bay; Với công nghệ này thì cần phải làm thủ tục xin phép bay trước khi bay. Để nâng cao độ chính xác thì vẫn cần phải kết hợp thêm với các phương pháp khảo sát truyền thống khác (đối với các vùng có mức độ bị che khuất bởi tầng phủ thảm thực vật dày sẽ dùng kết hợp với các trị đo mặt đất theo phương pháp truyền thống để thực hiện).

**6.2. Đề xuất**

Kết quả nghiên cứu cho thấy sử dụng máy bay không người lái có thể thành lập mô hình số bề mặt và bình đồ ảnh để thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn với giá thành thấp và độ chính xác cao, tuy nhiên khi ứng dụng công nghệ này tại những địa hình có độ dốc trên 15<sup>0</sup> và dốc đứng thì người sử dụng cần kết hợp với các công nghệ khác như quét Laser mặt đất, công nghệ đo truyền thống hoặc tính toán lại độ bay chụp, độ phân giải ảnh, độ phủ ngang và dọc, tốc độ bay chụp, lựa chọn phương pháp bay chụp hợp lý để đảm bảo sản phẩm bản đồ 3D có độ chi tiết cao hơn và hoàn thiện hơn.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Chí Mỹ (2014), *Nghiên cứu khả năng ứng dụng máy bay không người lái (UAV) trong công tác đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn và giám sát tài nguyên môi trường*, tạp chí khoa học Trắc địa-Bản đồ-Viễn thám Việt Nam, Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ, Hà Nội.
2. Thông tin trên trang Web của một số hãng sản xuất máy bay không người lái: <http://www.dji.com/>; <http://www.trimble.com/>; <https://www.geoscan.aero/en/>;
3. Quy phạm bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/5000, Cục đo đạc bản đồ Nhà nước.
4. Đàm Xuân Hoàn (2008), *Giáo trình trắc địa ảnh viễn thám*, Trường Đại Học Nông Nghiệp Hà Nội.
5. Phan Đình Bình (2016), *Giáo trình trắc địa ảnh và viễn thám*, Nhà xuất bản Nông Nghiệp.
6. Thông tư 07/2021 - Quy định kỹ thuật thu nhận và xử lý dữ liệu ảnh số từ tàu bay không người lái phục vụ xây dựng, cập nhật cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 và thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1.000, Thông tư BTNMT.

## Thông tin của tác giả:

**ThS. Trần Xuân Thủy**

Khoa Mỏ và Công trình, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh  
Điện thoại: 0355000666 - Email: [tranxuanthuyqn@gmail.com](mailto:tranxuanthuyqn@gmail.com)

**ThS. Nguyễn Thị Mai Anh**

Khoa Mỏ và Công trình, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh  
Điện thoại: 0936898115 - Email: [phuonganhtung@gmail.com](mailto:phuonganhtung@gmail.com)

**APPLICATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV) PHANTOM 4 RTK  
CONNECTED TO CORS STATION IN CREATING LARGE-SCALE  
TOPOGRAPHIC MAPS**

## Information about authors:

**Trần Xuân Thủy**, M.E., Faculty of Mining and Construction, Quang Ninh University of Industry, email: [tranxuanthuyqn@gmail.com](mailto:tranxuanthuyqn@gmail.com)

**Nguyen Thi Mai Anh**, M.E., Faculty of Mining and Construction, Quang Ninh University of Industry

**ABSTRACT:**

The article focuses on the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) Phantom 4 RTK technology connected to CORS stations for mapping terrain at a scale of 1:2000 in the Dai Yen area of Halong City, Quang Ninh province. The UAV data was processed using Agisoft Metashape Professional and Global Mapper software. This technology has advantages over traditional surveying methods in terms of requiring less labor, achieving high accuracy (due to the high resolution of the cameras and the UAV's ability to capture images at low altitude and slow speed), and measuring areas with complex and difficult terrain. It also reduces the time required for surveying and mapping compared to other devices.

**Keywords:** UAV, Phantom 4 RTK, CORS Station.

**REFERENCES**

1. Vo Chi My (2014). "Research on the application of unmanned aerial vehicles (UAVs) in large-scale mapping and environmental resource monitoring," *Journal of Geodesy, Mapping, and Remote Sensing of Vietnam, Institute of Geodesy and Cartography, Hanoi.*



2. Information on the websites of some unmanned aerial vehicle manufacturers: <http://www.dji.com/>; <http://www.trimble.com/>; <https://www.geoscan.aero/en/>.
3. *National Map Regulation for 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 topographic maps*, National Mapping and Cadastre Agency.
4. Dam Xuan Hoan (2008), *Remote sensing and photogrammetry textbook*, Hanoi University of Agriculture.
5. Phan Dinh Binh (2016), *Remote sensing and photogrammetry textbook*, Agriculture Publisher.
6. Circular 07/2021 - *Technical regulations for the acquisition and processing of digital image data from unmanned aerial vehicles for the construction and updating of national-scale geospatial databases at scales of 1:2,000 and 1:5,000 and the creation of 1:500 and 1:1,000 topographic maps*, Ministry of Natural Resources and Environment.

**Ngày nhận bài:** 10/4/2023;

**Ngày gửi phản biện:** 10/4/2023;

**Ngày nhận phản biện:** 18/4/2023;

**Ngày chấp nhận đăng:** 27/4/2023.