

MỤC LỤC

TIÊU BAN: BẢN ĐỒ, VIỄN THÁM VÀ HỆ THỐNG TIN ĐỊA LÝ

TT	Tên bài	Trang
1.	Phân tích lựa chọn chế độ định vị tâm chụp chính xác của máy bay không người lái trong thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn <i>Trần Trung Anh, Quách Mạnh Tuấn</i>	1
2.	Xác định số lượng điểm khống chế ảnh cần thiết khi thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn mở lộ thiên bằng công nghệ bay không người lái có tích hợp định vị GNSS động <i>Lê Văn Cảnh, Cao Xuân Cường, Lê Thị Thu Hà, Nguyễn Ngọc Anh</i>	9
3.	Ứng dụng công nghệ UAV (Flycam) trong ước tính chiều cao cây hệ sinh thái rừng ngập mặn tỉnh Sóc Trăng <i>Nguyễn Kiều Diễm, Võ Quốc Tuấn</i>	16
4.	Đánh giá quá trình mở rộng đô thị tại thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 1998-2020 bằng dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian Landsat <i>Lê Thị Thu Hà</i>	23
5.	Nghiên cứu ứng dụng SfM xây dựng mô hình 3D từ dữ liệu ảnh chụp UAV <i>Phạm Văn Hiệp, Bùi Ngọc Quý, Dương Anh Quân, Nguyễn Hoàng Anh, Nguyễn Danh Đức, Lê Thị Nga, Trần Trung Kiên, Hoàng Xuân Tứ, Nguyễn Đại Đồng, Nguyễn Đức Hùng, Nguyễn Văn Mạnh</i>	33
6.	Nghiên cứu tình trạng hạn nông nghiệp dựa trên chỉ số hạn từ ảnh viễn thám Landsat 8 trên nền tảng Google Earth Engine <i>Phạm Thị Thanh Hòa, Vũ Ngọc Quang</i>	41
7.	Ứng dụng ảnh viễn thám theo dõi trữ lượng rừng ngập mặn tại Mũi Cà Mau <i>Nguyễn Tấn Lợi, Huỳnh Nhật Phi, Võ Quốc Tuấn</i>	51
8.	Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) xây dựng bản đồ thoái hóa đất nông nghiệp tỉnh Hậu Giang <i>Trần Xuân Miến, Nguyễn Thế Công, Phạm Thị Kim Thoa, Nguyễn Thị Dung</i>	58
9.	Ứng dụng Indoor Mobile Mapping trong thu thập, phân tích và quản lý dữ liệu địa lý <i>Lê Thị Nga, Bùi Ngọc Quý, Dương Anh Quân</i>	65
10.	Xây dựng và chuẩn hóa các cơ sở dữ liệu thành phần phục vụ dự báo nguy cơ cháy rừng <i>Đoàn Thị Nam Phương, Nguyễn Văn Trung, Bùi Tiến Diệu, Nguyễn Văn Sơn, Trần Thị Trúc Mai, Ngô Thanh Xuân</i>	71
11.	Ứng dụng mô hình thủy lực và GIS xây dựng bản đồ hiểm họa ngập lụt khu vực hạ lưu sông Cà <i>Dương Anh Quân, Trương Văn Anh, Bùi Ngọc Quý, Phạm Văn Hiệp, Nguyễn Danh Đức, Lê Thị Nga, Trần Thị Mai Anh, Trương Xuân Quang</i>	79
12.	Thành lập bản đồ bề mặt không thấm sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-2 ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh <i>Phạm Văn Tùng, Nguyễn Văn Trung, Vũ Xuân Cường, Nguyễn Văn Sơn</i>	86
13.	Xử lý mây và pan-sharpening ảnh Sentinel-2 theo dõi sự phát triển đô thị tại huyện đảo Phú Quốc <i>Phạm Quốc Việt, Võ Quốc Tuấn</i>	94

Phân tích lựa chọn chế độ định vị tâm chụp chính xác của máy bay không người lái trong thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn

Trần Trung Anh^{1,*}, Quách Mạnh Tuấn²

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

² Công ty CP Thương mại và Xây dựng QT Miền Bắc

TÓM TẮT

Hiện nay sử dụng máy bay không người lái có sử dụng định vị tâm chụp bằng công nghệ GNSS chính xác dần trở nên phổ biến trong thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn. Công nghệ này giúp giảm thiểu tiến tới loại bỏ điểm khống chế ảnh mặt đất, tăng năng suất cả về kỹ thuật và thời gian công tác. Bài báo nghiên cứu phân tích 3 công nghệ định vị tâm chụp phổ biến là đo động thời gian thực (RTK) với trạm Cors, RTK với trạm cơ sở đồng bộ của hãng D-RTK2 và đo động xử lý sau (PPK) để áp dụng trên thực tiễn cho linh hoạt và phù hợp. Đối tượng được dùng trong nghiên cứu là máy bay chụp ảnh không người lái DJI Phantom 4 RTK trên phạm vi không gian ở xã Thanh Vân, TP Vinh Yên, tỉnh Vĩnh Phúc, Việt Nam. Sử dụng phương pháp nghiên cứu các đặc tính của hệ thống định vị có trên thiết bị, điều kiện không gian của đối tượng đo vẽ, khả năng an toàn về số liệu bay chụp mà lựa chọn phương pháp định vị phù hợp. Kết quả của nghiên cứu là một quy trình công nghệ phân tích các dữ liệu đầu vào để lựa chọn giải pháp định vị tâm chụp cho phù hợp và an toàn số liệu cho thành lập bản đồ tỷ lệ lớn.

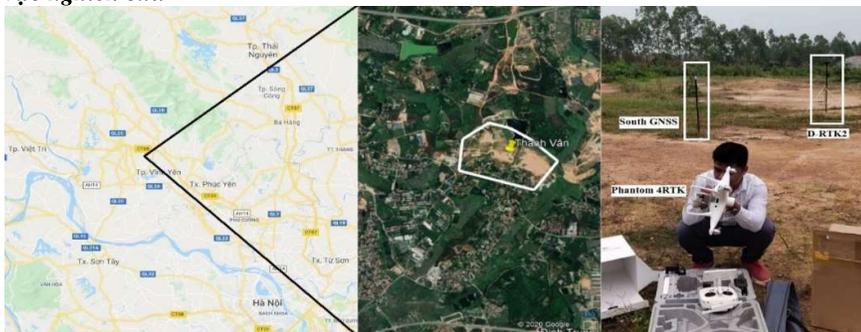
Từ khóa: Bản đồ địa hình, đo ảnh, GNSS, RTK, PPK, UAV

1. Đặt vấn đề

Những lợi ích khi tư liệu ảnh chụp máy bay không người lái có sử dụng định vị tâm chụp bằng hệ định vị toàn cầu GNSS trong đo ảnh đã được khẳng định (Michael Blake, 2020; Wingtra, 2020) như: Tính an toàn cao vì không cần cán bộ kỹ thuật đi đo khống chế ảnh mặt đất ở những vùng khó khăn, nguy hiểm; Tiết kiệm thời gian, tăng năng suất và hiệu quả (ở điều kiện thực tế chỉ cần vài điểm để kiểm tra). Có 3 phương pháp định vị tâm chụp ảnh của máy bay không người lái là: phương pháp định vị động tức thời với trạm Cors GNSS (Network RTK), phương pháp định vị động tức thời với trạm cơ sở đồng bộ D-RTK2, phương pháp định vị động xử lý sau PPK; Mỗi phương pháp đều có những ưu điểm, nhược điểm khác nhau, để đảm bảo yêu cầu cho thành lập bản đồ tỷ lệ lớn nên trong nghiên cứu này sẽ phân tích lựa chọn chế độ định vị tâm chụp hợp lý.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu



Hình 1. Khu vực nghiên cứu xã Thanh Vân, TP Vinh Yên (Nguồn: Google, 2020).

* Tác giả liên hệ

Email: trantrunganh@humg.edu.vn

Vùng nghiên cứu là một khu vực có địa hình trung du, phạm vi khoảng 200ha khu vực xã Thanh Vân, TP Vĩnh Yên, trung tâm của tỉnh Vĩnh Phúc, Việt Nam (có vị trí khoảng 21°20'44"N độ vĩ Bắc, 105°35'19"E độ kinh Đông). Độ cao trung bình của khu vực này vào khoảng từ 30m đến 50m so với mực nước biển, địa hình gồm một phần dân cư và đất trồng, có vùng mặt nước.

2.2. Thu thập số liệu

Thiết bị bay không người lái của Dji chiếm tới 76,8% thị phần trên thế giới (Sally French, 2019) và ở Việt Nam thì hãng Dji cũng chiếm thị phần lớn, nên trong thực nghiệm chúng tôi dùng thiết bị Dji Phantom 4 RTK. Các thông số cơ bản của Dji Phantom 4RTK (Dji, 2020) gồm: kiểu cất hạ cánh thẳng đứng gồm 4 động cơ, nặng 1391g, kích thước 350mm, đầu GNSS thu tín hiệu được 4 hệ thống vệ tinh GPS L1/L2, GLONASS L1/L2, BeiDu B1/B2, Galileo E1/E2, độ chính xác đo động tức thời RTK đạt sai số trung phương độ cao 1.5cm+1ppm, mặt bằng 1cm+1ppm. Máy chụp ảnh Dji FC6310R với kích thước màng nhận ảnh 5472x3648=20 triệu điểm ảnh, tiêu cự cố định 9mm (tương đương 24mm so với kích cỡ phim 35mm). Khoảng cách kết nối giữa điều khiển và máy bay theo lý thuyết lên đến 7 km (trung bình dưới 5km) tùy thuộc địa hình khu vực.

Chúng tôi sử dụng 2 chiếc, bay ở 2 độ cao khác nhau, dù đã cố gắng kết nối trạm Cors (vngonet, 2020) nhưng không thành công do trục trặc về tín hiệu và tài khoản người dùng, vậy nên chúng tôi đã sử dụng phương pháp định vị tâm chụp bằng RTK với trạm cơ sở của hãng D-RTK2 và phương pháp định vị động xử lý sau PPK với trạm cơ sở của bên thứ ba là South Kolida được cài đặt với tần suất thu tín hiệu 5Hz (0.2s), thu tín hiệu từ 02h04'21.8" đến 02h45'26.8"(giờ GMT+0) đảm bảo phủ trùm và đồng bộ thời gian với bay chụp. Các số liệu thu thập vào ngày 05/6/2020 được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Các thông tin cơ bản về số liệu khu thực nghiệm Thanh Vân.

Máy bay	Chiều cao bay chụp/độ phân giải	Số ảnh chụp	Tốc độ lúc bay chụp (m/s)	Định vị RTK với trạm Cors	Định vị RTK với trạm D-RTK2	Định vị PPK. Số trị đo tâm phase	Thời gian công tác của UAV ngày 05/6/2020. (GMT+0)
1	150m/4cm	220	6	Không kết nối được	Có	3669	02h20'51.6"÷02h33'05.6"
2	100m/2.7cm	403	5	Không kết nối được	Không	5075	02h18'29.2"÷02h35'24.4"

2.3. Phân tích ưu nhược điểm của các phương pháp định vị tâm chụp

Ngoài những ưu điểm chung trong đo ảnh của các phương pháp định vị tâm chụp thì mỗi phương pháp còn có những đặc điểm sau đây:

2.3.1. Phương pháp định vị động tức thời Network RTK tâm chụp ảnh UAV với trạm Cors

Các hệ thống trạm tham chiếu liên tục thường thu/phát dữ liệu cải chính GNSS với tần số 1Hz tức là 1 giây có 1 trị đo dữ liệu được truyền đi qua mạng internet (vngonet, 2020) đến của máy bay không người lái.

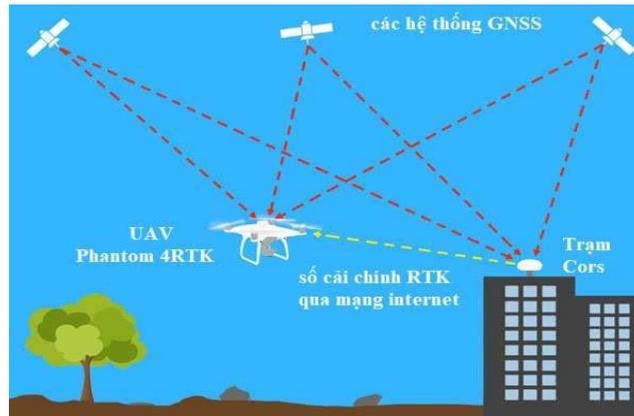
Ưu điểm:

- Cung cấp tọa độ tức thời cho tâm chụp ảnh.
- Trị đo tâm chụp ảnh độ chính xác cao được gắn trực tiếp vào thông số ảnh chụp.
- Không cần phải thêm bước xử lý sau tọa độ tâm chụp.
- Không cần đầu tư trạm cơ sở cho người dùng.
- Khoảng cách hoạt động khá lớn (có thể lên đến vài chục km) từ trạm Cors.

Nhược điểm:

- Mất nhiều thời gian kết nối và khởi tạo.
- Cần phải có sim kết nối mạng internet và mua dịch vụ của bên cung cấp hệ thống trạm Cors.
- Phụ thuộc vào mật độ trạm Cors và không chủ động trong giải quyết sự cố về truyền dẫn.
- Tín hiệu cải chính với tần suất 1Hz của hệ thống trạm Cors cùng với độ trễ của mạng internet 3G/4G chưa đáp ứng được yêu cầu định vị chính xác cho UAV (tốc độ bay chụp thường từ 5-7m/s).
- Không chủ động có số liệu đo gốc để làm minh chứng vì liên quan đến đơn vị cung cấp dịch vụ Cors.

- Có thể gặp sự cố khi xác định tọa độ tức thời (thường gặp).



Hình 2. Phương pháp định vị tâm chụp cho UAV bằng Network RTK (nguồn: Escadrone.com, 2020).

2.3.2. Phương pháp định vị động tức thời RTK tâm chụp ảnh UAV với trạm cơ sở đồng bộ D-RTK2

Định vị tâm chụp theo phương pháp RTK với trạm cơ sở đồng bộ D-RTK2 của hãng cùng với máy bay Phantom 4RTK là một giải pháp chủ động, các tín hiệu cải chính nhanh chóng được gửi tức thời đến thiết bị bay và tính toán ngay tại thời điểm chụp ảnh.



Hình 3. Phương pháp định vị tâm chụp cho UAV bằng RTK với trạm cơ sở đồng bộ D-RTK2 (nguồn: Escadrone.com, 2020).

Ưu điểm:

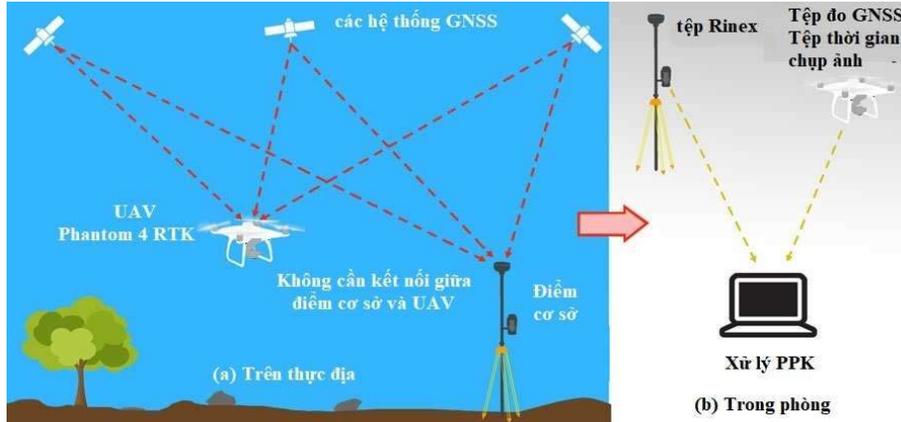
- Cung cấp tọa độ tức thời cho tâm chụp ảnh.
- Trị đo tâm chụp ảnh độ chính xác cao được gắn trực tiếp vào thông số ảnh chụp.
- Chủ động trong định vị tâm chụp.
- Không cần phải thêm bước xử lý sau tọa độ tâm chụp.
- Có thể hỗ trợ bay chụp với sự tham gia của mô hình số bề mặt (độ cao bay được thay đổi linh hoạt theo nền độ cao bề mặt địa hình).

Nhược điểm:

- Mất nhiều thời gian kết nối và khởi tạo.
- Phải đầu tư trạm cơ sở đồng bộ hãng (thêm chi phí).
- Phạm vi hoạt động hay khoảng cách không dài (vài km), cần thông hướng giữa trạm điều khiển và thiết bị bay dẫn đến ảnh hưởng của địa hình đến khả năng cung cấp tín hiệu cải chính tức thời tọa độ tâm chụp.
- Không lưu lại số liệu đo gốc để làm minh chứng.
- Có thể gặp sự cố khi xác định tọa độ tức thời.

2.3.3. Phương pháp định vị động xử lý sau tâm chụp ảnh PPK

Giải pháp định vị PPK cho phép sử dụng thiết bị làm trạm cơ sở của hãng thứ 3, lưu ý khi cài đặt tần suất thu tín hiệu cần đạt tối thiểu 5Hz (0.2s một trị đo) để đảm bảo độ chính xác nội suy tâm chụp ảnh. Phương pháp PPK cần một quá trình tiền xử lý trong phòng để xác định tọa độ tâm chụp. Tâm chụp ảnh được ghi nhận lúc chụp ảnh có độ chính xác thấp, cần thay thế trong quá trình xử lý trên phần mềm đo ảnh sau khi có tâm chụp được giải bằng PPK.



Hình 4. Phương pháp định vị tâm chụp cho UAV bằng PPK (nguồn: Escadrone.com, 2020).

Ưu điểm:

- Tiết kiệm thời gian chuẩn bị vì quá trình kết nối ít hơn.
- Thiết lập trạm cơ sở dễ dàng, không cần kết nối với thiết bị bay.
- Đáng tin cậy hơn phương pháp RTK do không phụ thuộc vào cường độ tín hiệu hoặc thông tin cải chính GNSS trong thời gian tức thời. Có thể chính xác hơn RTK vì dùng kết hợp lời giải đi và về trong xử lý tọa độ tâm chụp.
- Phạm vi hoạt động xa hơn, không cần thông hướng giữa trạm cơ sở và thiết bị bay.
- Cho phép linh hoạt hơn khi bay chụp do không cần kết nối thiết bị ngoại vi.
- Lưu lại số liệu gốc để làm minh chứng.

Nhược điểm:

- Cần thêm thời gian xử lý tọa độ tâm chụp sau khi bay chụp.
- Quy trình dễ mắc lỗi về đồng bộ hệ quy chiếu do thay đổi các trạm cơ sở ở những khu bay chụp lớn.

2.4. Xây dựng quy trình công nghệ

Trong quy trình ở hình 5 thì thao tác tại thực địa khi xác định tọa độ tâm chụp của phương pháp định vị động thời gian thực RTK có yêu cầu cao hơn PPK vì cần đảm bảo kết nối thông suốt, còn phương pháp định vị động xử lý sau PPK không có yêu cầu gì nhiều. Phần xử lý trong phòng thì phương pháp RTK không phải can thiệp thêm, còn phương pháp PPK thì các công đoạn xử lý khá dài dòng, phức tạp. Vấn đề ở đây là kiểm soát độ chính xác, phương pháp RTK có thể thông báo ngay trong quá trình bay chụp thì tâm chụp đạt độ chính xác định vị như thế nào, lời giải Fixed hay Float; Còn phương pháp PPK thì không thông báo ngay, chỉ có thể kiểm soát độ chính xác sau khi xử lý, còn độ chính xác tâm chụp lúc bay khá thấp chỉ đạt độ chính xác định vị tuyệt đối.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi kiểm soát độ chính xác thông qua sai số của các lời giải định vị như trong bảng:

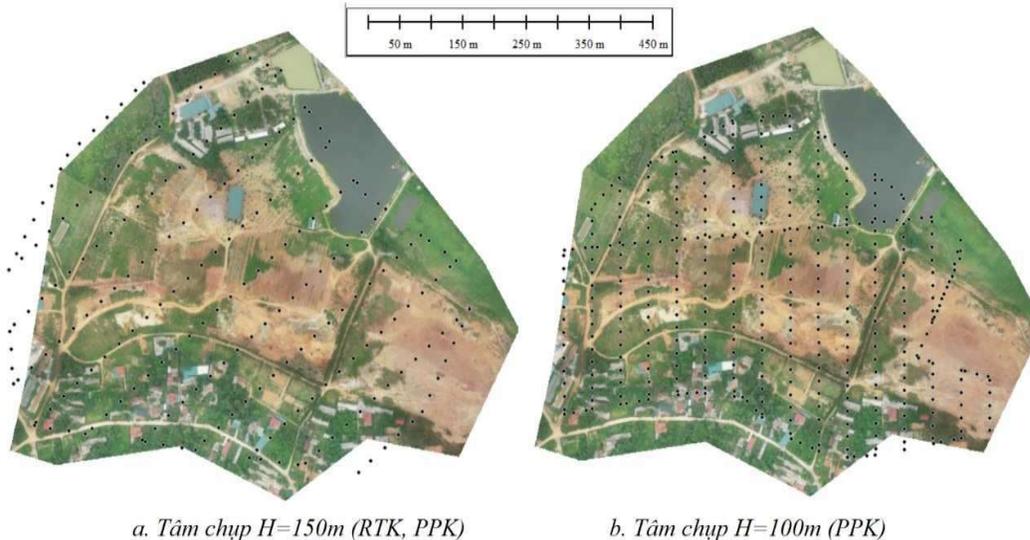
Bảng 2. Kiểm soát độ chính xác

Các bước	Định vị RTK	Định vị PPK
Trước khi bay chụp	Kiểm tra kết nối thông suốt từ trạm cơ sở với điều khiển và máy bay, các kiểm tra phục vụ an toàn bay, thiết kế bay, xác định tọa độ điểm cơ sở	Các kiểm tra phục vụ an toàn bay, thiết kế bay, xác định tọa độ điểm cơ sở
Trong quá	Kiểm soát độ chính xác định vị tâm chụp	Không kiểm soát độ chính xác định vị

Vĩnh Phúc, Việt Nam được trình bày trong bảng 3 và hình 6. Chúng tôi thực nghiệm ở cùng khu vực, bay bằng 2 máy bay ở 2 độ cao khác nhau, máy bay số 1 độ cao bay 150m có định vị RTK tâm chụp với trạm cơ sở đồng bộ của hãng và giải cả PPK, máy bay số 2 độ cao bay 100m chỉ định vị tâm chụp bằng xử lý sau PPK. Quá trình xử lý sau PPK bằng phần mềm mã nguồn mở RTKLIB (Tomoji Takasu and support, 2013). Xử lý liên kết khối ảnh bằng phần mềm Agisoft Metashape (Agisoft LLC, 2018). Đánh giá độ chính xác liên kết bình sai khối ảnh để lọc bỏ các tọa độ tâm chụp có sai số lớn có thể tham khảo cách kiểm định thống kê được công bố (Trần Trung Anh, 2019).

Bảng 3. Kết quả phân tích độ chính xác của định vị tâm chụp khu thực nghiệm xã Thanh Vân

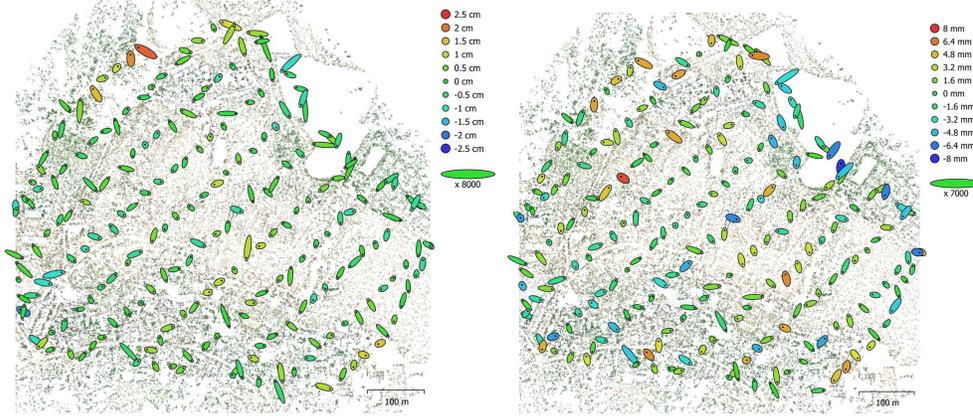
Thông số	Máy bay số 1 (H=150m)	Máy bay số 2 (H=100m)
Định vị RTK với trạm Cors	Kết nối khó khăn, không ổn định, không cho kết quả.	Kết nối khó khăn, không ổn định, không cho kết quả.
Định vị RTK với trạm cơ sở đồng bộ D-RTK2	$\overline{RMSE}_X = 0.010m$; $\overline{RMSE}_Y = 0.010m$; $\overline{RMSE}_Z = 0.020m$ Lời giải Fixed 220; Lời giải Float 0;	Không sử dụng
Định vị PPK với trạm cơ sở South	$\overline{RMSE}_X = 0.002m$; $\overline{RMSE}_Y = 0.003m$; $\overline{RMSE}_Z = 0.007m$ Lời giải Fixed 3668; Lời giải Float 1;	$\overline{RMSE}_X = 0.002m$; $\overline{RMSE}_Y = 0.003m$; $\overline{RMSE}_Z = 0.007m$ Lời giải Fixed 5073; Lời giải Float 2;
Sai số giữa tâm chụp định vị theo RTK và PPK	$RMSE_{(RTK-PPK)_X} = 0.030m$ $RMSE_{(RTK-PPK)_Y} = 0.033m$ $RMSE_{(RTK-PPK)_Z} = 0.008m$	Không đánh giá
Liên kết bình sai khối ảnh	$\overline{RMSE}_X = 0.001m$; $\overline{RMSE}_Y = 0.002m$; sử dụng RTK; $\overline{RMSE}_Z = 0.006m$ $\overline{RMSE}_X = 0.002m$; $\overline{RMSE}_Y = 0.002m$; sử dụng PPK; $\overline{RMSE}_Z = 0.003m$	$\overline{RMSE}_X = 0.003m$; $\overline{RMSE}_Y = 0.002m$; sử dụng PPK; $\overline{RMSE}_Z = 0.004m$



Hình 6. Tâm chụp ảnh của khu thực nghiệm xã Thanh Vân.

Nhận thấy rằng: khi định vị RTK với trạm Cors không chủ động trong bay chụp dẫn đến không đạt được thành quả (ngoài các nhược điểm khi phân tích ở trên); Định vị RTK với trạm cơ sở đồng bộ của hãng D-RTK2 trong khu vực không lớn, thông thoáng thì khá ổn định cho kết quả tốt; Định vị tâm chụp bằng PPK

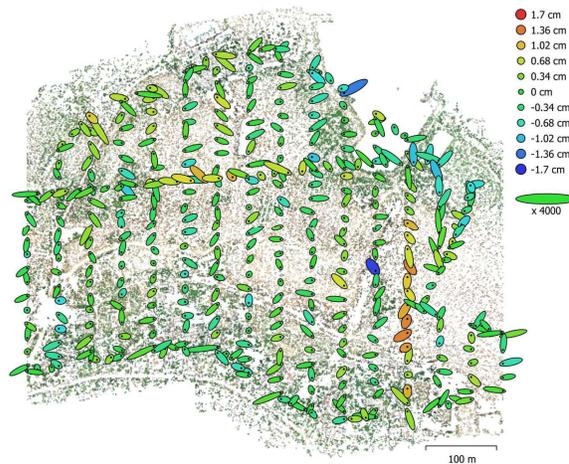
cho kết quả độ chính xác rất tốt ở cả 2 máy bay. Tuy nhiên độ chính xác định vị bằng xử lý sau PPK tốt hơn khoảng 1.5 đến 2 lần so với RTK ở máy bay số 1 với độ lệch tâm định vị trung bình khoảng 5cm về mặt bằng, 1cm về độ cao (lưu ý phải quy về cùng hệ quy chiếu). Liên kết khối ảnh bằng phần mềm Agisoft Metashape của cả 3 dữ liệu đều đạt tốt cho thành lập bản đồ tỷ lệ lớn, nhưng nhận thấy rằng sử dụng tâm chụp bằng PPK cho kết quả tốt hơn về độ cao. Độ phân tán sai số trung phương vị trí tâm chụp sau bình sai khối ảnh được trình bày trong Hình 7 và Hình 8.



(a) Tâm chụp định vị bằng RTK

(b) Tâm chụp định vị bằng PPK

Hình 7. Sai số trung phương tâm chụp ảnh ở độ cao bay chụp 150m.



Hình 8. Sai số trung phương tâm chụp ảnh ở độ cao bay chụp 100m sử dụng định vị PPK.

4. Kết luận

Định vị tâm chụp cho công nghệ đo ảnh không người lái UAV đem lại lợi ích rất lớn vì độ chính xác cao, không phải bố trí các điểm khống chế ảnh mặt đất (chỉ cần số lượng rất ít điểm kiểm tra) cho nên tiết kiệm thời gian và công sức ở thực địa. Kết quả phân tích ưu điểm, nhược điểm của 3 phương pháp định vị gồm định vị RTK với trạm Cors, định vị RTK với trạm cơ sở đồng bộ D-RTK2 và định vị động xử lý sau PPK cùng với phân tích về độ chính xác đạt được thì tùy tình hình thực tiễn mà chọn phương pháp nào cho tốt. Trong điều kiện nước ta hiện nay các hệ thống trạm Cors chưa được phổ quát, dịch vụ chưa được sử dụng rộng rãi cùng với tần suất thu/phát tín hiệu chỉ là 1Hz kèm độ trễ nên chưa đáp ứng được cho định vị tâm chụp cho UAV. Định vị tâm chụp bằng phương pháp đo động tức thời RTK với trạm cơ sở đồng bộ D-RTK2 trong khu vực không lớn ở vùng thực nghiệm, điều kiện thông thoáng giữa trạm điều khiển và thiết bị bay cho kết quả tốt, đáp ứng được yêu cầu thành lập bản đồ tỷ lệ lớn, tuy thao tác tại thực địa mất nhiều thời gian hơn nhưng nhận được thành quả tâm chụp độ chính xác cao gắn liền trong từng tấm ảnh

chụp giúp cho quá trình xử lý trong phòng được đơn giản hơn. Phương pháp định vị động xử lý sau PPK tâm chụp cho kết quả độ chính xác tốt hơn cả, số liệu an toàn, không phụ thuộc vào sự kết nối thông suốt trong quá trình bay, tuy quá trình xử lý trong phòng để ra sản phẩm tâm chụp khá dài dòng, phức tạp, nếu số lượng ca bay nhiều, số lượng ảnh lớn thì có thể dẫn đến sai sót. Tuy nhiên để có tính an toàn và chủ động cao có thể kết hợp cả 2 phương pháp RTK với trạm cơ sở của hãng D-RTK2 và định vị xử lý sau PPK với trạm cơ sở của hãng thứ 3. Việc xây dựng quy trình công nghệ chặt chẽ ở hình 5 giúp cho người dùng nắm được và linh hoạt chủ động trong sử dụng biện pháp định vị tâm chụp phù hợp với điều kiện thiết bị, con người của cơ sở sản xuất.

Tài liệu tham khảo

- Agisoft LLC, 2018. *Agisoft Metashape User Manual: Professional Edition, Version 1.5*. Available at: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_5_en.pdf. Accessed 18 July 2020.
- Barry Rabkin, 2020. *GCPs v. PPK/RTK: Which is Best to Receive Fast and Accurate Data?* Available at: <https://www.identifiedtech.com/blog/drone-technology/gcps-ppk-rtk-best-receive-fast-accurate-data/>. Accessed 18 July 2020.
- Dji, 2020. Phantom 4 RTK User Manual ver 2.2.
- Escadrone.com, 2020. *Phantom 4 RTK : les 3 modes de fonctionnement en RTK / PPK*. Available at: <https://escadrone.com/fonctionnement-phantom-4-rtk-ppk/>. Accessed 18 July 2020.
- Julián Tomaščík, Martin Mokroš, Peter Surový, Alžbeta Grznárová and Ján Merganič, 2019. UAV RTK/PPK Method - An Optimal Solution for Mapping Inaccessible Forested Areas?. *Remote Sens.* 2019, 11, 721; doi:10.3390/rs11060721.
- Michael Blake, 2020. *GCPs vs RTK vs PPK: When to Use What and Why*. Available at: <https://waypoint.sensefly.com/gcps-rtk-ppk-when-what-why/>. Accessed 18 July 2020.
- Sally French, 2019. *New data proves what we already knew: the dji 2019 market share is giant*. Available at: <http://thedronegirl.com/2019/10/20/>. Accessed 18 July 2020.
- Tomoji Takasu and support, 2013. *RTKLIB ver. 2.4.2 Manual*.
- Trần Trung Anh, Nguyễn Đạt Quảng, Quách Mạnh Tuấn, 2019. *Kiểm định thống kê trị đo tâm chụp GNSS-RTK trong bình sai khối ảnh UAV*. Hội thảo KHCN Phát triển Công nghệ Đo đạc Bản đồ trong thu thập số liệu Địa không gian, trang 146-154. Nhà Xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
- Wingtra, 2020. *What's the difference between PPK and RTK drones, and which one is better?* Available at: <https://wingtra.com/ppk-drones-vs-rtk-drones/>. Accessed 18 July 2020.

Analyzing to choice of the drone's precise positioning center image point positions for large-scale topographic mapping

Tran Trung Anh¹, Quach Manh Tuan²

¹ Hanoi University of Mining and Geology

² Northern QT Construction and Trade Joint Stock Company

ABSTRACT

Nowadays, the use of drones using precise GNSS position of images center is becoming more popular in large-scale topographic mapping. This paper introduces to minimize progressively eliminate the ground control point, increasing both technical productivity and working time. The research paper analyzes 3 methods: real-time kinematic (RTK) with Cors, RTK with synchronous base station of D-RTK2 and post-processing kinematic (PPK) to applied in practice for flexibility and compliance. The case study is the DJI Phantom 4 RTK drone in Thanh Van commune, Vinh Yen city, Vinh Phuc province, Vietnam. Using the method of studying the characteristics of the positioning system on the device, the spatial condition of the object to be drawn, the ability to secure the flying data and to choose the appropriate GNSS positioning method. The result of the study is a technological workflow of analyzing input data to select suitable and secure images center position of UAV solutions for the large-scale topographic mapping.

Keywords: photogrammetry, RTK, PPK, UAV, drone, mapping.