TẠP CHÍ
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Bài báo khoa học

Ứng dụng công nghệ UAV kết hợp WebGIS trong đo vẽ địa hình phục vụ khảo sát, thiết kế công trình

Phan Nguyên Việt[1*], Nguyễn Hữu Đức[2], Chung Minh Quân[1], Phùng Ngọc Anh[1]

[1]Công ty TNHH Hợp Nhất Bách Việt; viet@bachvietunited.com; anh.phung@bachvietunited.com; quan.chung@bachvietunited.com
[2]Trường Đại học Tài nguyên & Môi trường TP.HCM; Nhduc@hcmunre.edu.vn

*Tác giả liên hệ: viet@bachvietunited.com; Tel.: +84–916181935
Ban Biên tập nhận bài: 12/2/2022; Ngày phản biện xong: 17/3/2022; Ngày đăng bài: 25/4/2022

Tóm tắt: Sự phát triển không ngừng của khoa học không ảnh đã giúp các công tác đo đạc và khảo sát địa hình phục vụ thiết kế có những bước phát triển đột phá. Các thiết bị bay không người lái (*Unmanned Aerial Vehicles – UAVs*) đã giúp công tác thu nhận và xử lý dữ liệu địa hình ngày càng hiệu quả hơn bằng cách tiết kiệm thời gian và chi phí khảo sát. Đồng thời sự phát triển của các phần mềm ứng dụng GIS đã giúp cho việc lưu trữ, tương tác dữ liệu khảo sát địa hình ngày càng đơn giản và nhanh chóng hơn. Trong nghiên cứu này, chúng tôi trình bày các kinh nghiệm chuyển đổi số bằng cách sử dụng thiết bị bay không người lái để khảo sát địa hình dạng vùng và dạng tuyến ở Việt Nam. Sau đó, các kết quả thu được sẽ được kiểm tra độ chính xác mặt bằng và độ cao dựa vào các điểm kiểm tra (*Check Points*). Cuối cùng, kết quả sẽ được hiển thị trên nền tảng WebGIS giúp các kĩ sư khảo sát, các kiến trúc sư có thể tương tác trên nền tảng (đo đạc khoảng cách, tính diện tích, ghi nhận các sai khác, v.v.) hiệu quả hơn ngay tại thực địa hay trong văn phòng phục vụ việc thiết kế, giám sát các dự án. Từ kết quả thực tế chứng minh ứng dụng UAV vào khảo sát địa hình, thiết kế công trình vừa đảm bảo độ chính xác, vừa mang lại những hiệu quả kinh tế rất lớn và phù hợp nhiều dạng khảo sát đặc thù ở Việt Nam.

Từ khóa: Thiết bị bay không người lái; UAV; Khảo sát; Bản đồ địa hình; WebGIS.

1. Giới thiệu

Công tác thu nhận dữ liệu chính xác và chia sẻ nhanh thông tin trực quan là vô cùng cần thiết trong thời đại công nghiệp 4.0. Thu nhận và xử lý dữ liệu bay chụp bằng UAV phục vụ khảo sát,thiết kế công trình đang ngày càng phổ biến trên thế giới. Phép thu thập dữ liệu bằng UAV [1] với chi phí thấp và độ phân giải cao đã được nghiên cứu và ứng dụng mạnh mẽ. Phương pháp này đã giúp cho việc lập bản đồ địa hình và xây dựng mô hình 3D trở nên dễ dàng hơn. Thiết bị bay không người lái (UAV) là loại máy bay không có phi công và được điều khiển từ xa [2]. Xuất hiện từ những năm 50 của thế kỉ 18, UAV [3] chủ yếu sử dụng với mục đích quân sự. Ngày nay, với sự xuất hiện của UAV loại nhỏ và chi phí thấp đã giúp cho việc ứng dụng rộng rãi hơn. UAV đã và đang được ứng dụng phổ biến trong các ngành nghề có thể được tìm thấy trong các tài liệu khoa học [4–5].

WebGIS là hệ thống thông tin địa lý đăng tải nội dung trên web sử dụng công nghệ Internet. Người dùng có thể truy cập vào dữ liệu thông tin, lập bản đồ chuyên đề, thực hiện các truy xuất và phân tích không gian trên trang WebGIS. Từ thế kỉ 20, WebGIS đã được phát triển rất nhanh khi kỉ nguyên của công nghệ Internet bùng nổ và Google Maps là ví dụ điển hình [6]. Vào năm 2012, Google Earth được hình thành là một ứng dụng của 3D WebGIS [7].

Bài báo nghiên cứu ứng dụng công nghệ UAV kết hợp WebGIS trong đo vẽ địa hình để phục vụ khảo sát, thiết kế công trình. Tác giả tiến hành nghiên cứu dựa trên 2 dạng phổ biến của bản đồ địa hình là dạng vùng và dạng tuyến, được thực hiện vào năm 2021. Quy trình thực hiện dựa trên phương pháp Structure–from–motion (kỹ thuật chụp ảnh chồng lớp lên nhau để ước tính cấu trúc ba chiều từ chuỗi hình ảnh hai chiều có thể được khớp với tín hiệu chuyển động của thiết bị) của UAV để thu nhận dữ liệu ảnh và xử lý dữ liệu tạo thành các sản phẩm ảnh trực giao, mô hình số độ cao. Cuối cùng, tác giả tiến hành số hóa dữ liệu bản đồ và đưa lên WebGIS. Độ chính xác của bản đồ cũng được tính toán thông qua phép sai số trung phương của các điểm kiểm tra.

2. Khu vực và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

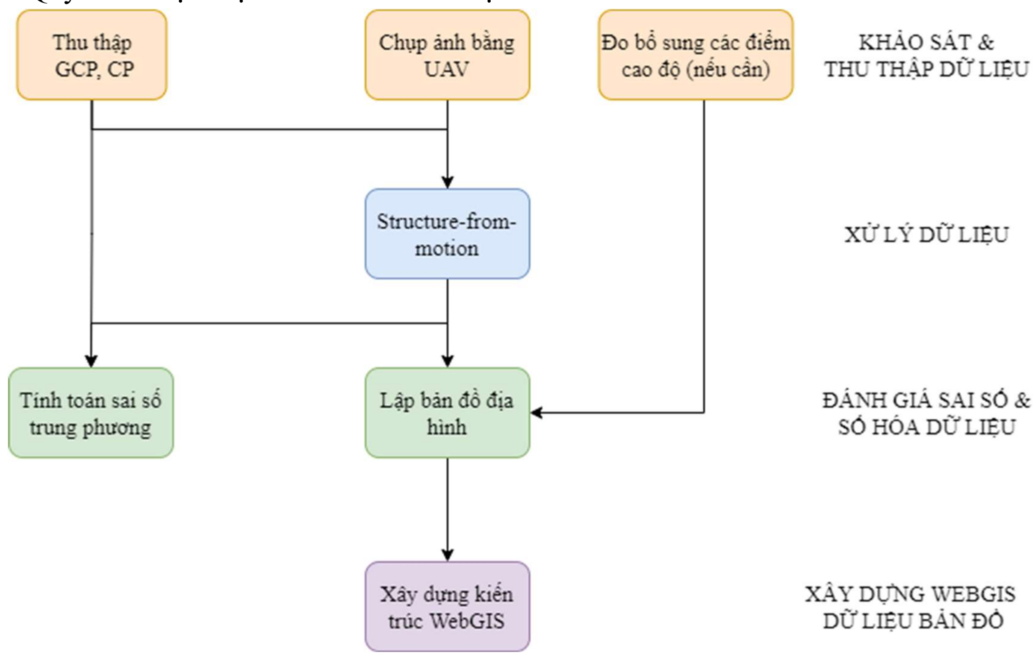
Khu vực nghiên cứu gồm 2 địa điểm đại diện cho 2 dạng khảo sát đặc trưng. Khu vực dạng tuyến là tuyến đường Trần Xuân Soạn tại quận 7, TP.HCM. Vùng nghiên cứu dọc theo kênh Tẻ (hình 1) có chiều dài 800 m. Đặc điểm địa hình bằng phẳng, ít thay đổi và khá thấp (khoảng 1,8–2 m). Khu vực dạng vùng là vùng 30 ha ở sông Ba thuộc xã Hòa An, huyện Phú Hòa, tỉnh Phú Yên (hình 2). Khu vực có nhiều biến động do ảnh hưởng của sô Ba đến đường bờ. Cao độ biến động mạnh, thấp ở vùng ven sông và cao dần lên đất liền (dao động cao độ từ 2–5 m). Hai khu vực được chọn để lập bản đồ địa hình bằng UAV).

Hình 1. Khu vực khảo sát dạng Tuyến: Kênh Tẻ, TP.HCM (nguồn: Google Earth).

Hình 2. Khu vực khảo sát dạng Vùng: Sông Ba, tỉnh Phú Yên (nguồn: Google Earth).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình thực hiện của bài báo thể hiện ở hình 3.



Hình 3. Quy trình tổng quan của nghiên cứu.

2.2.1. Khảo sát và thu thập dữ liệu

Xây dựng các điểm GCP, CP và đo đạc các điểm cao độ bổ sung

Điểm khống chế mặt đất (*GCP–Ground Control Point*) là các điểm được thiết lập trước từ trước khi bay chụp dùng để nắn ảnh về hệ tọa độ mong muốn. Điểm kiểm tra (*CP–Check Point*) là các điểm dùng để đánh giá độ chính xác của kết quả. Xây dựng GCP và CP tùy theo diện tích và hình dạng của khu vực khảo sát, ít nhất là 5 điểm trên 10 ha [8].

Các điểm đo cao độ dùng để bổ sung vào các khu vực khuất, có nhiều cây cối hoặc thực phủ dày đặc. Dựa trên ảnh vệ tinh mà khoanh vùng những nơi cần đo đạc bổ sung cho việc thành lập bản đồ địa hình.

Thiết kế và bay chụp bằng UAV

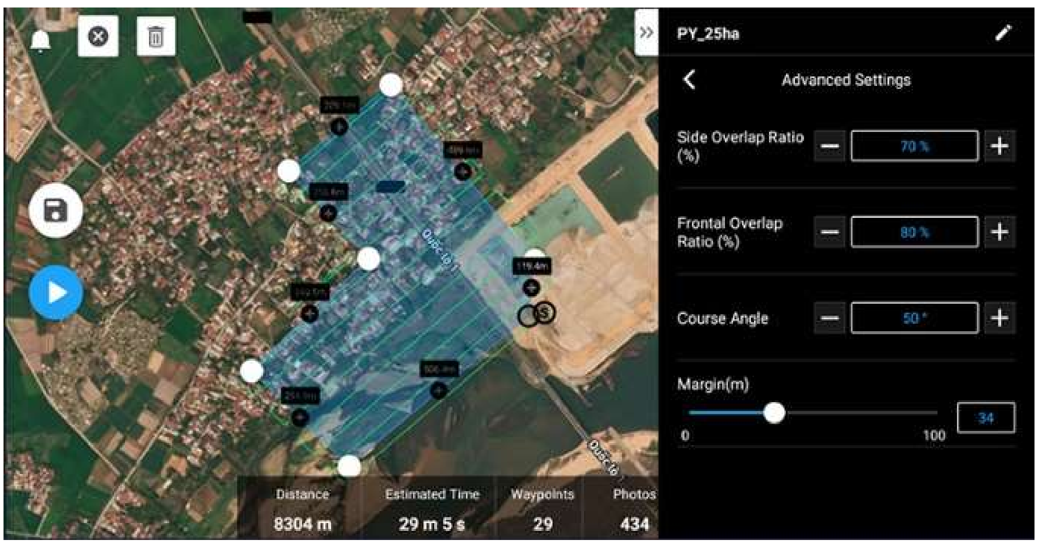
Tác giả thiết kế tuyến bay chụp thông qua phần mềm DJI Pilot trên hệ điều hành Android. Dạng tuyến được thiết kế bằng chế độ Linear Flight Mission, còn dạng vùng được thiết kế bằng Mapping (hình 4 và hình 5). Thông số quan trọng trong thiết kế là độ cao bay chụp và độ chồng phủ ảnh.

Độ cao bay chụp được thiết kế theo công thức 1. Tùy vào độ phân giải mặt đất mong muốn, tác giả sẽ thiết kế độ cao phù hợp. Độ chồng phủ ảnh là tỉ lệ chồng lấp giữa các ảnh theo chiều dọc và chiều ngang. Thông số thiết kế độ cao bay chụp cả 2 dự án 100 m để đạt độ phân giải 2,7 cm/pix, độ phủ dọc và ngang thay đổi theo tùy dự án với dự án Kênh Tẻ lần lượt là 80% và 70%, dự án sông Ba lần lượt là 75% và 70%.

$$H = \frac{f \times GSD}{S} \quad (1)$$

Trong đó H là độ cao bay được thiết kế cho UAV (m); GSD (*Ground Sample Distance*) là kích cỡ điểm ảnh cần chụp (m); f (focal length) là độ dài tiêu cự của máy ảnh (m); S là kích thước pixel.

Hình 4. Kế hoạch bay dạng tuyến tại Kênh Tẻ.



Hình 1. Kế hoạch bay dạng vùng tại sông Ba.

2.2.2. Xử lý dữ liệu

Ảnh sau khi được chụp sẽ được đưa vào trong phần mềm Pix4DMapper phiên bản Trial [10] để xử lý. Phương pháp xử lý bắt nguồn từ phương pháp Structure–from–Motion. Phương pháp SfM hoạt động theo cùng nguyên lý của phép chiếu ảnh lập thể, đó là xây dựng mô hình 3D dựa trên việc chồng hàng loạt các bức ảnh lại với nhau. Nhờ vào một quy trình xử lý lặp đi lặp lại nhiều lần, một bộ dữ liệu gồm nhiều thuộc tính như x, y, z và màu sắc sẽ được trích xuất tự động từ các hình ảnh chồng chéo lên nhau [10]. Phương pháp này phù hợp với các thiết kế bay chụp theo lộ trình và có độ chồng phủ cao.

Quy trình xử lý bao gồm bốn bước chính là nắn chỉnh ảnh và xử lý tạo đám mây điểm sơ bộ. Nắn chỉnh ảnh được thực hiện bằng cách định hướng bên ngoài bằng các điểm GCP trong rayCloud. Các điểm GCP được tìm và đánh dấu trên ảnh trong phần mềm. Sau khi hoàn tất đánh dấu các điểm GCP, tác giả thực hiện bước tối ưu hóa để nắn chỉnh lại toàn bộ khu vực. Tiếp theo, tác giả tiến hành xử lý tạo đám mây điểm, thành lập mô hình số độ cao (DEM) và ảnh trực giao. Kết quả xuất ra gồm đám mây điểm dày đặc, DEM và ảnh trực giao.

2.2.3. Đánh giá sai số và số hóa bản đồ

Sai số trung phương

Sai số toàn phương trung bình của một phép ước lượng là trung bình của bình phương sai số, thường được dùng để đo lường sự khác nhau giữa các giá trị được dự đoán bởi mô hình hoặc một công cụ ước lượng và các giá trị được quan sát [11]. Tác giả đánh giá độ chính xác bằng cách tính toán sai số vị trí tại các điểm kiểm tra (công thức 2 là để đánh giá theo phương ngang, và công thức 3 để đánh giá theo phương đứng).

$$m_{XY} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(N_i - N_i^0\right)^2 + \sum_{i=1}^{n}\left(E_i - E_i^0\right)^2}{n}};\ m_Z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(z_i - z_i^0\right)^2}{n}} \quad (2)$$

Trong đó m_XY: sai số trung phương theo phương ngang (m); m_Z: sai số trung phương theo phương đứng (m); N_i^0, E_i^0, Z_i^0: tọa độ tại điểm i của phương pháp đo RTK (điểm kiểm tra) (m); N_i, E_i, Z_i : tọa độ tại điểm i được xuất từ ảnh trực giao (m); n: tổng số điểm dùng để đánh giá độ chính xác.

Số hóa bản đồ

Bản đồ địa hình được chia thành đối tượng địa vật và địa hình. Đối tượng địa vật gồm các dữ liệu như dân cư (nhà), giao thông, thực phủ, khác (đèn đường, cột điện, hố ga, v.v.) (hình 6 và hình 7). Đối tượng địa hình là các điểm cao độ hoặc là đường bình đồ (đường đồng mức). Đối tượng địa vật được vẽ theo các kiểu điểm, đường và vùng tùy vào dạng mà chọn thuộc tính tương ứng. Sau khi số hóa nội nghiệp trong phần mềm các đối tượng, tác giả tiến hành điều vẽ ngoại nghiệp bổ sung và chỉnh sửa các đối tượng trên bản đồ.

2.2.4. Xây dựng WebGIS dữ liệu bản đồ

WebGIS là một giải pháp máy khách–máy chủ sử dụng hệ thống thông tin địa lý trên internet cho phép quản lý, phân tích, cập nhật và phân phối thông tin bản đồ. Việc trao đổi thông tin diễn ra giữa máy chủ và máy khách, trong đó máy chủ là máy chủ (GIS) và máy khách là trình duyệt web, ứng dụng di động và ứng dụng máy tính để bàn.

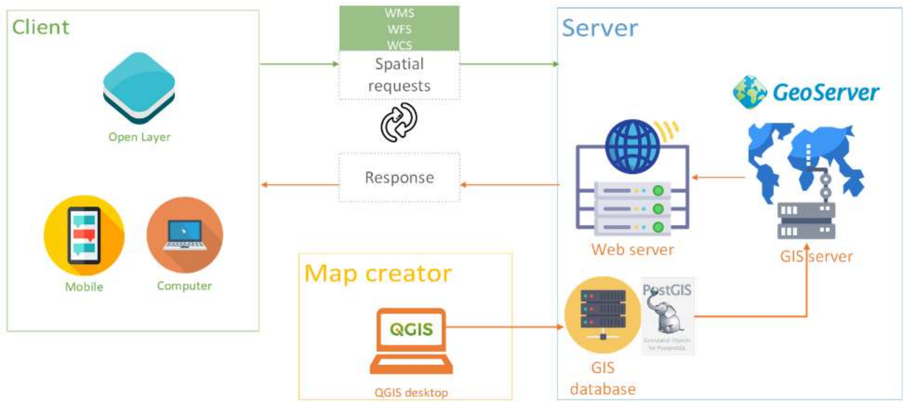
Hình 6. Một số đối tượng trên ảnh trực giao.

Hình 7. Một số đối tượng số hóa bằng QGIS

Kiến trúc WebGIS

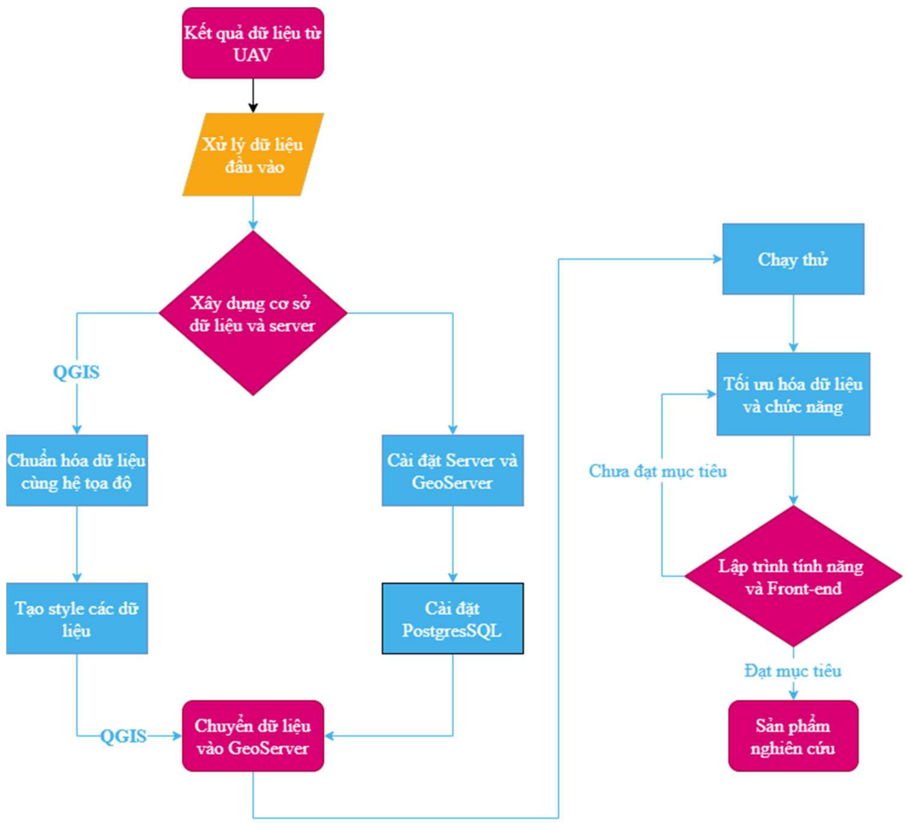
Kiến trúc chung của WebGIS gồm có ba lớp là tầng trình bày (thường là trình duyệt hoặc ứng dụng trên máy tính hoặc điện thoại), tầng giao dịch (nơi tiếp nhận và trả các yêu cầu từ máy khách) và tầng dữ liệu (nơi lưu trữ các dữ liệu địa lý). Trong kiến trúc WebGIS ở hình 8, máy khách gửi yêu cầu từ người dùng gửi lên máy chủ qua giao thức HTTP đến webserver. Sau khi nhận yêu cầu, webserver xử lý và chuyển tiếp đến GeoServer và tại đây, máy chủ gọi hàm liên quan để tính toán xử lý. Nếu có yêu cầu dữ liệu thì sẽ gửi yêu cầu đến máy chủ dữ liệu (PostGIS) để truy vấn và lấy dữ liệu cần thiết. Sau đó gửi trả về GeoServer và đưa chúng đến các hàm cần sử dụng, xử lý và gửi kết quả lại cho webserver. Webserver sau khi nhận kết quả sẽ thêm các ngữ cảnh web (như HTML, PHP, v.v.) để hiển thị trên trình duyệt.

GeoServer là một máy chủ mã nguồn mở với mục đích kết nối những thông tin địa lý có sẵn tới các WebGIS sử dụng chuẩn mở như Open Geospatial Consortium (OGC), Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS) [12]. GeoSever được phát triển với mục đích hỗ trợ việc xử lý thông tin không gian địa lý chất lượng cao, đơn giản trong sử dụng. PostGIS là cơ sở dữ liệu không gian được xây dựng trên cơ sở dữ liệu tiêu chuẩn PostgreSQL [13]. PostgreSQL cung cấp quản lý giao dịch, quy trình lưu trữ, xử lý và lập kế hoạch SQL và các tác vụ khác của cơ sở dữ liệu tiêu chuẩn trong khi PostGIS cung cấp các kiểu không gian, chức năng và chỉ số [14]. Phần mềm QGIS là hệ thống GIS mã nguồn mở, cung cấp nhiều giải pháp thu thập/nhập số liệu, chỉnh lý, phân tích và phân phối thông tin tới các cấp độ khác nhau [15]. OpenLayers là thư viện JavaScript mã nguồn mở để hiển thị dữ liệu bản đồ trong trình duyệt web, cung cấp một API để xây dựng các ứng dụng địa lý dựa trên web, tương tự như Google Maps và Bing Maps [16]. OpenLayers giúp dễ dàng đưa một bản đồ động vào bất kỳ trang web nào, có thể hiển thị các ô lưới bản đồ, dữ liệu vector và các điểm đánh dấu được tải từ bất kỳ nguồn nào. Đồng thời, OpenLayers cũng thực hiện các phương pháp tiêu chuẩn công nghiệp để truy cập dữ liệu địa lý, chẳng hạn như các tiêu chuẩn OGC, WMS và WFS [17].



Hình 8. Kiến trúc WebGIS.

Quy trình xây dựng WebGIS



Hình 9. Quy trình xây dựng WebGIS.

Dữ liệu UAV sau khi được xử lý và số hóa được dùng để làm cơ sở dữ liệu cho WebGIS. Quy trình xây dựng thể hiện ở hình 9 gồm có các bước chính là xây dựng cơ sở dữ liệu, server và lập trình phần Front–end.

Đầu tiên, tác giả tiến hành cài đặt Webserver và GeoServer. Sau đó, tác giả cài đặt PostgresSQL nhằm xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu cho WebGIS. Đồng thời, dữ liệu đã chuẩn hóa và tạo style bằng phần mềm QGIS được cập nhật vào cơ sở dữ liệu thông qua PostGIS. Sau khi hoàn tất phần máy chủ, tiến hành chạy thử nghiệm và lập trình các tính năng, giao diện người dùng. Cuối cùng, tác giả tiến hành đồng bộ và public lên trang web.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Sai số trung phương các điểm kiểm tra

3.1.1. Dạng tuyến

Tổng 7 điểm đo đạc được chia thành 4 điểm GCP và 3 điểm CP (hệ tọa độ VN–2000, kinh tuyến trục 105º45’, cao độ theo mốc Hòn Dấu). Kết quả tính toán sai số ở bảng 1 theo công thức 2 và 3 cho giá trị sai số trung phương mặt bằng là ± 3,9 cm và sai số trung phương theo chiều cao là ± 2,6 cm đều đạt tiêu chuẩn thành lập bản đồ địa hình tỉ lệ 1:1000 với đường đồng mức 1m (theo tiêu chuẩn sai số trung phương điểm khống chế theo tọa độ và cao độ lần lượt là 0,2 m và 0,2 m) [18].

Bảng 1. Tính toán sai số trung phương các điểm GCP ở Kênh Tẻ.

STT	X_i (m)	Y_i (m)	H_i (m)	X_i^o (m)	Y_i^o (m)	H_i^o (m)	$\Delta^2_{X,Y}$	Δ^2_H
1	605292,466	1189176,350	1,886	605292,467	1189176,327	1,910	0,000530	0,000585
2	605439,884	1189153,795	1,921	605439,857	1189153,790	1,948	0,000749	0,000725
3	605690,139	1189193,602	1,742	605690,144	1189193,544	1,770	0,003390	0,000795

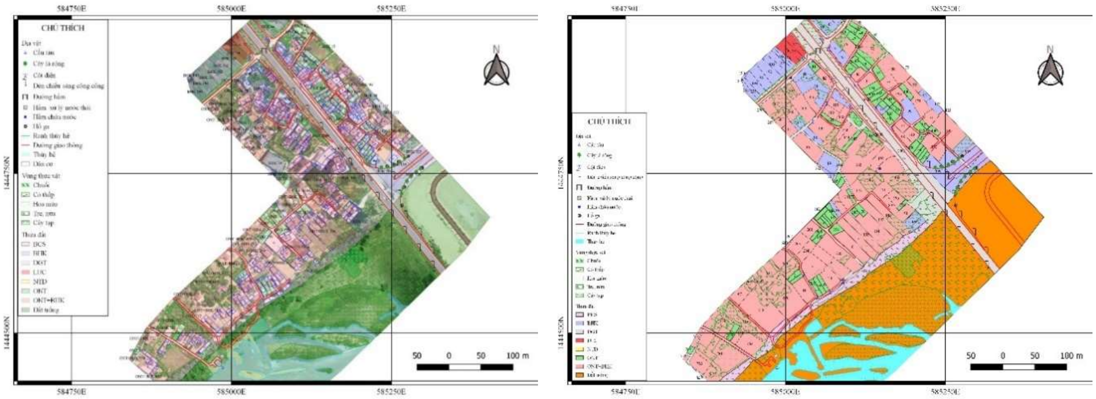
3.1.2. Dạng vùng

Tổng cộng 20 điểm đo đạc được chia thành 10 điểm GCP và 10 điểm CP (hệ tọa độ VN–2000, kinh tuyến trục 105º45’, cao độ theo mốc Hòn Dấu). Kết quả tính toán sai số ở bảng 2 theo công thức 2 và 3 cho giá trị sai số trung phương mặt bằng là ± 2,16 cm và sai số trung phương theo chiều cao là ± 4,11 cm đều đạt tiêu chuẩn thành lập bản đồ địa hình tỉ lệ 1:1000 với đường đồng mức 1m (theo tiêu chuẩn sai số trung phương điểm khống chế theo tọa độ và cao độ lần lượt là 0,2 m và 0,2 m).

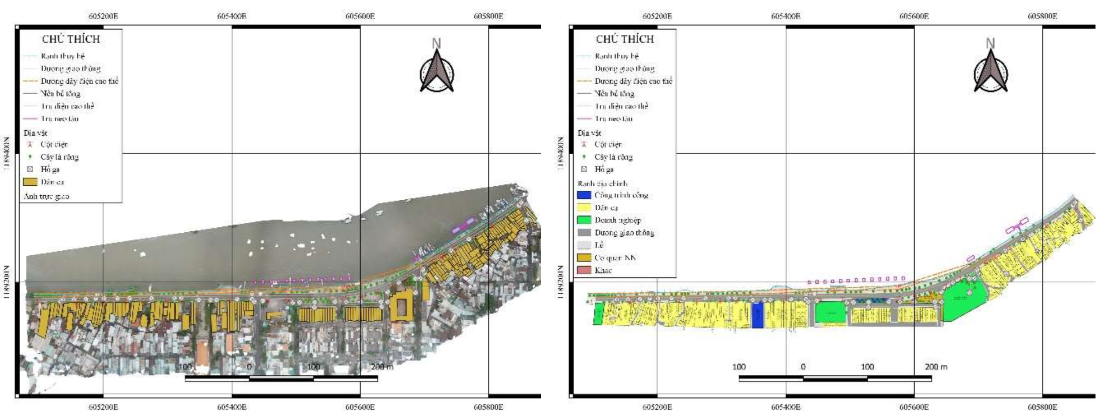
Bảng 2. Tính toán sai số trung phương các điểm GCP ở sông Ba.

STT	X_i (m)	Y_i (m)	H_i (m)	X_i^o (m)	Y_i^o (m)	H_i^o (m)	$\Delta^2_{X,Y}$	Δ^2_H
1	585229,377	1444742,170	7,487	585229,374	1444742,170	7,485	$1,225 x 10^{-5}$	$5,049 x 10^{-6}$
2	585218,153	1444713,317	6,732	585218,193	1444713,345	6,728	$2,360 x 10^{-5}$	$1,261 x 10^{-5}$
3	585168,168	1444791,394	7,100	585168,175	1444791,385	7,103	$1,233 x 10^{-4}$	$1,370 x 10^{-5}$
4	585098,419	1444903,712	4,804	585098,440	1444903,723	4,828	$5,454 x 10^{-4}$	$5,354 x 10^{-4}$
5	585059,933	1444856,631	4,014	585059,942	1444856,625	4,042	$1,170 x 10^{-4}$	$7,755 x 10^{-4}$
6	585085,915	1444767,234	3,882	585085,910	1444767,234	3,991	$2,401 x 10^{-5}$	$1,200 x 10^{-2}$
7	585064,111	1444661,345	4,862	585064,097	1444661,331	4,805	$4,005 x 10^{-4}$	$3,176 x 10^{-3}$
8	585008,204	1444522,001	5,359	585008,217	1444522,002	5,358	$1,598 x 10^{-4}$	$2,374 x 10^{-7}$
9	584989,941	1444471,555	1,998	584989,969	1444471,564	1,999	$9,047 x 10^{-4}$	$1,748 x 10^{-6}$
10	585119,250	1444552,726	2,636	585119,249	1444552,728	2,656	$6,890 x 10^{-6}$	$3,708 x 10^{-4}$

3.2. Thành lập bản đồ địa hình



Hình 10. Số hóa bản đồ tại khu vực sông Ba.



Hình 11. Số hóa bản đồ tại khu vực Kênh Tẻ.

Kết quả bay chụp thu thập dữ liệu gồm có 127 ảnh ở khu vực Kênh Tẻ và 273 ảnh ở khu vực Sông Ba. Ảnh được xử lý trong phần mềm và xuất các kết quả để số hóa bằng phần mềm QGIS. Các đối tượng được lưu trữ theo các nhóm đại diện như Nhà, Đường giao thông, Thủy hệ, Thực phủ, Địa vật, v.v. Bản đồ địa hình khu vực kênh Tẻ (hình 11) và sông Ba (hình 10) sau đó được chuyển lên GeoServer nhằm hiển thị lên WebGIS.

Các đối tượng được phân thành các nhóm dữ liệu vector (điểm, đường, vùng) được lưu dưới dạng shapefile. Lưu trữ dữ liệu dạng GIS có nhiều lợi ích như truy vấn nhanh chóng, thống kê số lượng dân cư, hiện trạng các đối tượng địa vật, v.v. Giúp cho cơ quan chính quyền dễ dàng quản lý và ra quyết định nhanh chóng.

3.3. Hiển thị trên nền tảng WebGIS

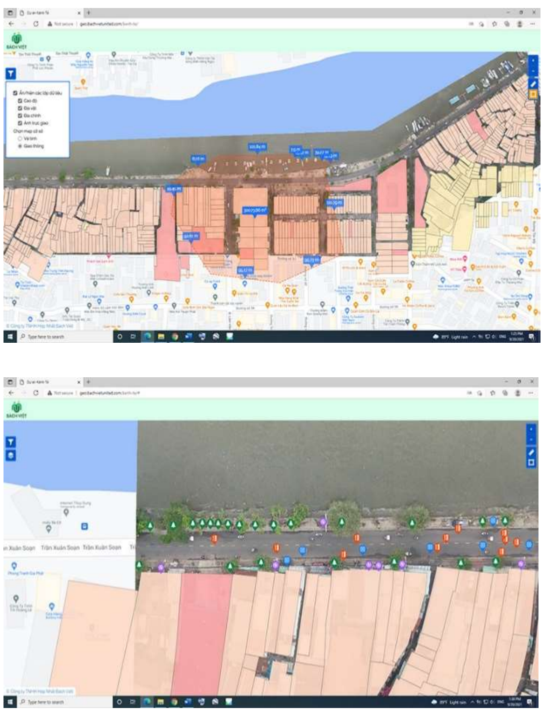
Dữ liệu sau khi số hóa được lưu trữ toàn bộ vào cơ sở dữ liệu PostGIS. Dữ liệu không gian sau đó được xử lý bằng cách sử dụng Geoserver và OpenLayers để tạo ra bản đồ tương tác có thể được truy cập thông qua trình duyệt. Để tô màu và tạo kiểu cho lớp dữ liệu, tác giả sử dụng QuantumGIS để tạo kiểu cho bản đồ.

WebGIS Kênh Tẻ (hình 11) đại diện cho kết quả của nghiên cứu, bản đồ được phân thành các nhóm đối tượng gồm điểm, vùng (lớp địa chính) và lớp ảnh trực giao của khu vực trên nền ảnh vệ tinh hoặc giao thông. Các điểm địa vật được phân chia theo các kiểu khác nhau đại diện cho các đối tượng như trụ điện, cây xanh, hố ga, v.v. Lớp vùng thể hiện lớp ranh địa chính phân theo thửa với các thông tin quy hoạch như số tờ, số thửa, địa chỉ, diện tích, v.v. Ảnh trực giao có độ phân giải thể hiện hiện trạng của khu vực. Ngoài ra, WebGIS còn được thiết kế với các tính năng chính như trực tiếp đo khoảng cách, đo diện tích trên bản đồ; thu nhỏ và phóng to bản đồ (kích thước các đối tượng thay đổi theo tỉ lệ); hiển thị hoặc ẩn các lớp dữ liệu khác nhau, chọn lọc các điểm đo theo cao độ và thửa đất theo diện tích.

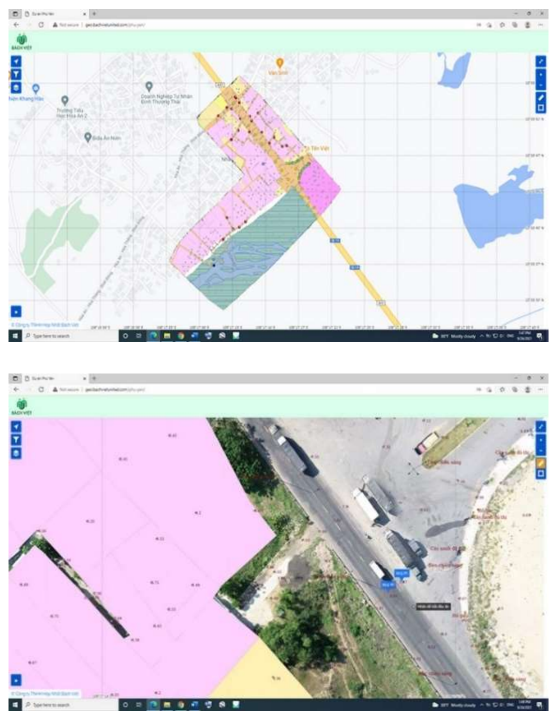
Hệ thống sẽ được sử dụng bởi ba loại người dùng, đó là hệ thống quản trị viên, chủ đầu tư là đơn vị chịu trách nhiệm quản lý nhiệm vụ giám sát, và các cán bộ hiện trường có trách nhiệm cập nhật thông tin về hiện trạng dựa trên việc kiểm tra thực địa. Hệ thống quản trị viên sẽ chịu trách nhiệm quản lý người dùng và nhập dữ liệu chính như thuộc tính chính. Chủ đầu tư và cán bộ thực địa có thể cập nhật thông tin về hiện trạng, xem bản đồ và báo cáo.

Việc xây dựng WebGIS này cho phép chia sẻ tất cả thông tin liên quan đến dự án. Việc giao tiếp thông tin thông qua WebGIS cho phép người dùng tương tác dễ dàng hơn và ít yêu cầu các kiến thức chuyên ngành. Đồng thời, hệ thống còn giúp hiểu rõ hơn về khu vực và về các hiện vật thực tại chỗ và từ xa.

Phần mở rộng của Webgis đang được nhóm phát triển nhằm đưa thêm tính năng chỉnh sửa trực tiếp trên thiết bị di động. Tính năng hỗ trợ việc cập nhật các dữ liệu đơn giản ngay tại hiện trường.



Hình 12. Giao diện WebGIS của khu vực Kênh Tẻ http://geo.bachvietunited.com/kenh–te/)



Hình 13. Giao diện WebGIS của khu vực sông Ba (http://geo.bachvietunited.com/phu–yen/)

4. Kết luận

Chúng tôi đã giới thiệu phương pháp ứng dụng UAV kết hợp WebGIS trong đo vẽ địa hình phục vụ trong khảo sát và thiết kế. Với 2 dạng địa hình khảo sát phổ biến, kết quả bay chụp bằng UAV tại vùng kênh Tẻ (dạng tuyến) và sông Ba (dạng vùng) lần lượt là 127 ảnh và 273 ảnh. Sau khi xử lý, kết quả ảnh trực giao và DEM được đánh giá sai số trung phương tại kênh Tẻ là ± 3,9 cm theo phương ngang, ± 2,6 cm theo phương đứng và tại sông Ba là ± 2,16 cm theo phương ngang, ± 4,11 cm theo phương đứng đều đạt độ chính xác cho việc xây dựng bản đồ tỉ lệ 1:1000 với đường đồng mức 1 m. Bản đồ địa hình được số hóa bằng phần mềm QGIS theo các nhóm đối tượng. Sau đó thông qua PostGIS để cập nhật lên Geoserver, từ đó hoàn thiện phần lập trình front–end để xây dựng WebGIS chia sẻ cho người dùng. Công nghệ UAV giúp rút ngắn tiến độ khảo sát và cung cấp thêm thông tin về khu vực như hình ảnh trực giao, cao độ nền địa hình. Kết quả được cập nhật lên WebGIS để dễ dàng chia sẻ cho các bên liên quan, đồng thời giúp cho việc cập nhật thông tin trực tiếp tại thực địa trở nên dễ dàng hơn. Để nâng cao giá trị của WebGIS, tính năng điều chỉnh thông tin trực tuyến bằng thiết bị di động giúp cho các kĩ sư khảo sát dễ cập nhật các yếu tố khi thực địa tại hiện trường đang được nghiên cứu và áp dụng.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: P.N.V., N.H.Đ.; Điều tra, khảo sát, phân tích số liệu: C.M.Q., P.N.A.; Viết bản thảo bài báo: C.M.Q., P.N.A.; Chỉnh sửa bài báo: P.N.V., N.H.Đ.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Colomina, I.; Blázquez, M.; Molina, P.; Calaf, M.P. Towards a new paradigm for high–resolution low–cost photogrammetry and remote sensing. vol. XXXVII., 2008.
2. Hu, J.; Lanzon, A. An innovative tri–rotor drone and associated distributed aerial drone swarm control. *Rob. Auton. Sys.* **2018**, *103(13),* 162–174.
3. McKenna, A. The Future of Drone Use: Opportunities and Threats from Ethical and Legal Perspectives. Air Power in the Age of Total War, Asser Press – Springer, 355.
4. Eisenbeiss, H.; Lambers, K.; Sauerbier, M.; Li, Z. Photogrammetric documentation of an archaeological site (Palpa, Peru) Using an Autonomous Model Helicopter. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, CIPA, Torino, 2005.
5. Grenzdörffer, G,J,; Engel, A.; Teichert, B. The Photogrammetric Potential of Low–Cost UAVs in Forestry and Agriculture. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Beijing, 2008.
6. Fu, P.; Sun, J. Web GIS: principles and applications, Ersi Press, 2010.
7. Yu, L.; Gong, P. Google Earth as a virtual globe tool for Earth science applications at the global scale: progress and perspectives. *Int. J. Remote Sens.* **2012**, *33(12),* 3966–3986.
8. Rolfe, J. Do more GCPs equal more accurate drone maps?. Pix4D, 5 November 2018. Online Available: https://www.pix4d.com/blog/GCP–accuracy–drone–maps.
9. "Pix4D" Pix4D. Online Available: https://www.pix4d.com/product/pix4dmapper–photogrammetry–software. [Accessed 20 06 2021].
10. Snavely, K.N. Scene Reconstruction and Visualization from Internet Photo Collections. University of Washington Seattle, Washington, **2008**.
11. Hyndman, R.J.; Koehler, A.B. Another look at measures of forecast accuracy. *Int. J. Forecasting* **2006***, 22(4),* 679–688.
12. Spatial, B.; GeoSolutions, Research, R. GeoServer. Online Available: http://geoserver.org/. [Accessed 15 June 2021].
13. PostGIS. Online Available: https://postgis.net/. [Accessed 15 June 2021].
14. Ramsey, P. The state of PostGIS. Presentation at FOSS4G 2011 conference, Denver, USA, **2011**.
15. QGIS development Team, "QGIS" July 2002. Online Available: https://www.qgis.org/en/site/.
16. The Open Layers Dev Team, "OpenLayers" June 2006. Online Available: https://openlayers.org/. [Accessed 15 June 2021].

17. Orchard, L.M.; Pehlivanian, A.; Koon, S.; Jones, H. Professional JavaScript Frameworks: Prototype, YUI, Ext JS, Dojo and MooTools, Indiana, USA: Wiley: Indianapolis, 2009.
18. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Thông tư 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. 2021.

Application of UAV technology combined with webgis in topographic measurement for surveying and construction design

Phan Nguyen Viet[1*], Nguyen Huu Duc[2], Chung Minh Quan[1], Phung Ngoc Anh[1]

[1] Hop Nhat Bach Viet co., ltd; viet@bachvietunited.com; anh.phung@bachvietunited.com; quan.chung@bachvietunited.com
[2] Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment; nhduc@hcmunre.edu.vn

Abstract: The current development of photogrammetry has helped to make breakthroughs in topographic measuring and surveying for design. Unmanned aerial vehicles (UAVs) have helped terrain data acquisition and processing more efficiently by saving surveying time and costs. At the same time, the development of GIS application software has made the storage and interaction of topographic survey data simpler and faster. In this study, we present our experiences for digital transformation using UAVs to survey regional and linear topography in Vietnam. Then we will check the accuracy of coordinate and elevation based on ground control points (GCP). Finally, the results will be shown on WebGIS software and platforms to help survey engineers and architects interact (measuring distances, calculating areas, recording differences in the field, etc.) more effectively in–situ or ex–situ for the design and supervision of projects. From the actual results proving the application of UAV to the topographic survey, the project design both ensures accuracy and brings significant economic benefits and is suitable for many specific survey types in Vietnam.

Keywords: Unmanned aerial vehicles; UAV; Surveying; Topographic map; WebGIS.