

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ CHỤP ẢNH HÀNG KHÔNG BẰNG MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI [UAV] TRONG CÔNG TÁC KHẢO SÁT ĐỊA HÌNH MẶT ĐẤT

KS. Cao Tuấn Dũng, KS. Võ Thanh Bình, ThS. Phạm Văn Tuấn

Trung tâm Số liệu cơ bản

Tổng công ty Tư vấn thiết kế GTVT - CTCP

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu tổng quan về công nghệ chụp ảnh hàng không bằng máy bay không người lái (UAV), quy trình xử lý ảnh UAV để xây dựng mô hình số độ cao, bình đồ ảnh, tạo các mặt cắt địa hình phục vụ công tác thiết kế công trình giao thông. Đánh giá khả năng có thể áp dụng trong công tác khảo sát địa hình các tuyến đường giao thông.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thiết bị bay không người lái UAV (Unmanned Aerial Vehicles), hay hầu hết các cơ quan, tổ chức hàng không trên thế giới gọi chúng là Hệ thống máy bay không người lái UAS (Unmanned Aircraft System). Trước đây thiết bị bay không người lái chủ yếu được ứng dụng trong lĩnh vực quân sự, tuy nhiên ngày nay với sự phát triển của khoa học công nghệ thì UAV là giải pháp rất hữu ích và được ứng dụng hiệu quả trong nhiều lĩnh vực khác nhau của đời sống như trong nông nghiệp, lâm nghiệp, điện ảnh cũng như các ứng dụng khoa học thuộc lĩnh vực địa kỹ thuật không gian.

Công nghệ chụp ảnh hàng không sử dụng thiết bị bay

không người lái UAV để thành lập bản đồ và mô hình số mặt đất đã được nhiều nước trên thế giới ứng dụng và đem lại hiệu quả rất cao. Ở Việt Nam trong những năm gần đây đã có nhiều công trình nghiên cứu chứng minh độ chính xác và hiệu quả của việc ứng dụng UAV. Qua một số bài báo và công trình nghiên cứu ứng dụng thiết bị bay UAV chụp ảnh tại một số dự án tại Việt Nam như khai thác mỏ, hành lang tuyến điện cao thế, bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500 đã cho thấy những ưu điểm nổi bật như chi phí thấp, quy trình bay chụp xử lý ảnh nhanh, độ chính xác cao và dễ dàng tạo mô hình dữ liệu số 3D. Đặc biệt thích hợp với những dự án thành lập bản đồ khu vực nhỏ, hẹp dạng tuyến như các công trình giao thông.

Để đảm bảo cho việc thiết kế các công trình giao thông được tối ưu thì công tác lập bản đồ địa hình vô cùng quan trọng. Trong thực tế sản xuất hiện nay công tác khảo sát lập bản đồ địa hình chủ yếu dựa vào các loại thiết bị đo đạc phổ thông như: thiết bị thu tín hiệu vệ tinh GNSS, máy toàn đạc điện tử, máy kinh vĩ, máy thủy chuẩn... Với phương pháp chụp ảnh hàng không bằng UAV thì việc khảo sát, lập bản đồ địa hình sẽ mất rất nhiều

công sức và thời gian, đặc biệt đối với những vùng địa hình núi cao, hiểm trở, địa hình khó đi lại. Với địa hình dạng tuyến hẹp và kéo dài hàng chục đến hàng trăm km thì việc sử dụng công nghệ UAV sẽ bảo đảm được tiến độ và độ chính xác cần thiết.

Với công nghệ UAV cho phép ta lập bản đồ địa hình với dải băng tuyến đủ rộng với thời gian ngắn để nghiên cứu hướng tuyến mà với các phương pháp truyền thống không cho phép do chi phí quá cao và tiến độ gấp, do đó cho phép người kỹ sư thiết kế có nhiều lựa chọn trong cách nhìn nhận tổng quan để lựa chọn được hướng tuyến tối ưu nhất cho dự án và có tính thuyết phục nhất đối với các chủ thể liên quan trong trình bày báo cáo phản biện dự án...

2. TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ

Cấu tạo hệ thống chụp ảnh hàng không kỹ thuật số bằng máy bay không người lái (UAV) để xây dựng bản đồ địa hình được chia thành 4 thành phần chính như sau:

- + Hệ thống máy bay;
- + Máy ảnh kỹ thuật số;
- + Trạm điều khiển mặt đất;
- + Trạm xử lý ảnh tạo mô hình số mặt đất.



Máy bay UAV



Máy ảnh KTS



Trạm điều khiển



Trạm xử lý ảnh

Hình 1: Thành phần hệ thống thành lập mô hình số mặt đất bằng UAV

2.1. Hệ thống máy bay

Hệ thống máy bay 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, ngoài ra trên máy bay còn mang theo 1 quả pin dùng để cung cấp nguồn điện cho toàn bộ các thiết bị trên máy bay.

Máy bay không người lái có nhiều hình dạng và kích cỡ khác nhau, mỗi loại đều có những ưu điểm và nhược điểm riêng, do đó tùy từng công việc cụ thể mà người sử dụng lựa chọn loại máy bay phù hợp. UAV được chia ra làm 2 loại chính theo cấu tạo là máy bay cánh cố định (Fixed Wing UAV) và máy bay cánh quay (Rotary Wing UAV).

+ Máy bay cánh cố định (Fixed Wing UAV)

UAV cánh cố định bao gồm một cánh cứng cố định, có khả năng bay bằng cách tạo ra lực nâng trong không khí và lực đẩy của động cơ phía sau. Tốc độ bay của máy bay được tạo ra bởi lực đẩy bằng động cơ đốt trong hoặc động cơ điện nắp phía sau máy bay.

Ưu điểm chính của UAV cánh cố định là nó có một cấu trúc đơn giản hơn so với loại cánh quay, do đó quy trình bảo trì và sửa chữa đơn giản hơn. Quan trọng hơn là với cấu trúc đơn giản sẽ đảm bảo tính khít động học hiệu quả hơn dẫn đến thời gian chuyến bay dài hơn ở tốc độ cao, do đó cho phép chúng

hoạt động ở các khu vực khảo sát lớn hơn trên mỗi chuyến bay nhất định.

Máy bay cánh cố định cũng có thể mang trọng tải lớn hơn, khoảng cách bay xa hơn và tốn ít điện năng cho phép nó mang theo các cảm biến và máy ảnh lớn hơn (tốt hơn) do đó độ chính xác cũng như chất lượng ảnh tốt hơn.

Nhược điểm của máy bay cánh cố định là sự cần thiết phải bố trí được đường băng hay bệ phóng cho việc cất và hạ cánh. Ngoài ra giá thành của thiết bị cao cũng là nhược điểm của các loại máy bay cánh cố định.

+ Máy bay cánh quay (Rotary Wing UAV)



Máy bay cánh bằng Geoscan 101



Máy bay Trimble UX5

Hình 2: Một số loại máy bay cánh bằng



Máy bay 4 cánh quay



Máy bay 8 cánh quay

Hình 3: Một số loại máy bay cánh quay phổ biến

Máy bay cánh quay bao gồm 2 hoặc 3 cánh quạt xoay quanh một trục cố định. UAV cánh quay có tối thiểu 1 cánh quạt (trực thăng), 3 cánh quạt (tricopter), 4 cánh quạt (quadcopter), 6 cánh quạt (hexacopter), 8 cánh quạt (octocopter) cũng như các thiết kế khác thường hơn như 12 và 16 cánh quạt...

Nguyên lý bay của máy bay cánh quay là sự phối hợp của các cánh quạt quay tạo ra lực nâng nâng máy bay lên thẳng đứng hoặc di chuyển theo hướng bất kỳ.

*Ưu điểm:

- Lợi thế lớn nhất của UAV cánh quay là khả năng cất cánh, hạ cánh theo chiều thẳng đứng và rất cơ động trong quá trình bay. Điều này cho phép người dùng hoạt động ở những địa hình chật hẹp mà không cần phải bố trí đường băng cất cánh, hạ cánh như loại cánh bằng, cũng như có thể thay đổi độ cao và chuyển hướng bay một cách dễ dàng.

- Khả năng bay tại chỗ và khả năng bay cơ động làm cho UAV cánh quay rất phù hợp với công

tác bay chụp ở địa hình phức tạp và có diện tích nhỏ.

*Nhược điểm:

- Máy bay cánh quay có cấu tạo liên quan đến cơ khí và điện tử phức tạp do đó yêu cầu quá trình bảo trì và sửa chữa phức tạp hơn so với máy bay cánh cố định.
- Do tốc độ thấp hơn và thời gian bay ngắn hơn vì vậy sẽ phải

bay nhiều chuyến bay hơn so với máy bay cánh cố định.

2.2. Máy ảnh kỹ thuật số

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, có tiêu cự cố định và khả năng lấy nét tự động. Một số máy ảnh sử dụng phổ biến như sau:



Hình 4: Máy ảnh Sony EXMOR 1/2.3"



Hình 5: Máy ảnh Sony Nex5R

- Quay Video 4K (lên đến 30 hình/giây)
- Chụp ảnh 12 megapixels
- Chống rung và có 3 trực thăng bằng
- Tiêu cự ống kính f/2.8
- Trường ống kính 94°

- Quay Video full HD
- Chụp ảnh 16 megapixels
- Chống rung
- Tiêu cự ống kính (f/1.4 - f/16)
- Trường ống kính 94°

2.3. Trạm điều khiển mặt đất

Mỗi hệ thống máy bay UAV đều phải được điều khiển bằng trạm điều khiển mặt đất. Cấu tạo của trạm điều khiển mặt đất bao gồm:

- 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.

- Hình ảnh một số thiết bị và phần mềm điều khiển UAV của một số hãng phổ biến có mặt ở Việt Nam

2.4. 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. 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:

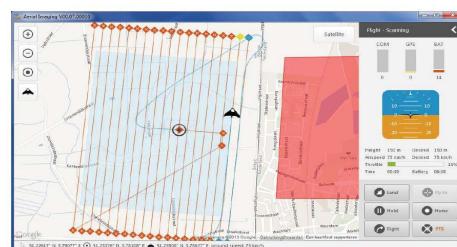
- Trimble Business Center Photogrammetry và Inpho UASMaster của hãng Trimble
- Agisoft PhotoScan của hãng Geoscan Nga
- Pix4d mapper của Thụy Sỹ



Hình 6: Bộ điều khiển cho Phantom 3



Hình 7: Phần mềm điều khiển Pix4D capture Flight Operation



Hình 8: Phần mềm điều khiển máy bay UAV

- 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 DJI Go hoặc phần mềm điều khiển khác

Phần mềm được cài trên điện thoại thông minh hoặc máy tính bảng dùng để điều khiển các máy bay của một số hãng máy bay UAV

Trimble Access™ Aerial Imaging chuyên dùng để điều khiển các máy bay UAV của hãng Trimble sản xuất

3. QUY TRÌNH THỰC HIỆN VÀ KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC

3.5. Quy trình bay chụp và xử lý ảnh

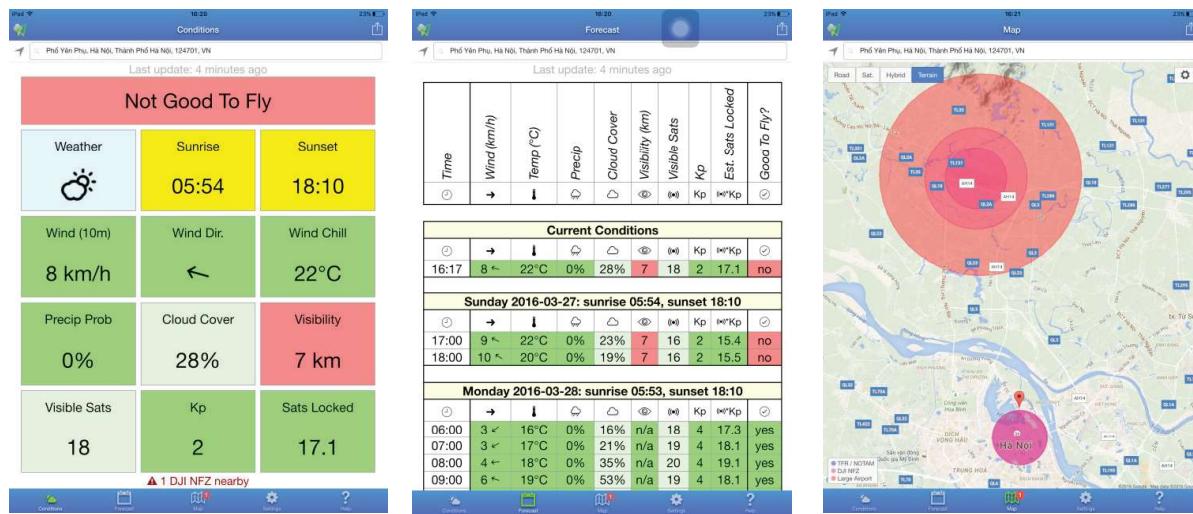
Đối với công tác bay chụp thì việc lập kế hoạch, kiểm tra điều kiện bay là cần thiết và rất quan trọng, nó quyết định đến công tác an toàn bay và chất lượng ảnh bay chụp.

Công tác chuẩn bị bao gồm hoạch định vị trí và phạm vi cần bay chụp, kiểm tra vùng cấm bay, tiếp đến là kiểm tra các điều kiện thời tiết có phù hợp cho công tác bay chụp hay không.

Khi các điều kiện để tiến hành thủ tục bay đảm bảo, tiếp đến

là thiết kế tuyến bay bằng phần mềm chuyên dụng và tiến hành bay chụp ảnh.

Sau khi có kết quả bay chụp, số liệu bay chụp bao gồm ảnh số và tọa độ các điểm khống chế ảnh được đưa vào phần mềm xử lý ảnh Agisoft Photoscan hoặc



Thông số thời tiết hiện tại

Thông số thời tiết theo giờ

Bản đồ vị trí vùng cấm bay

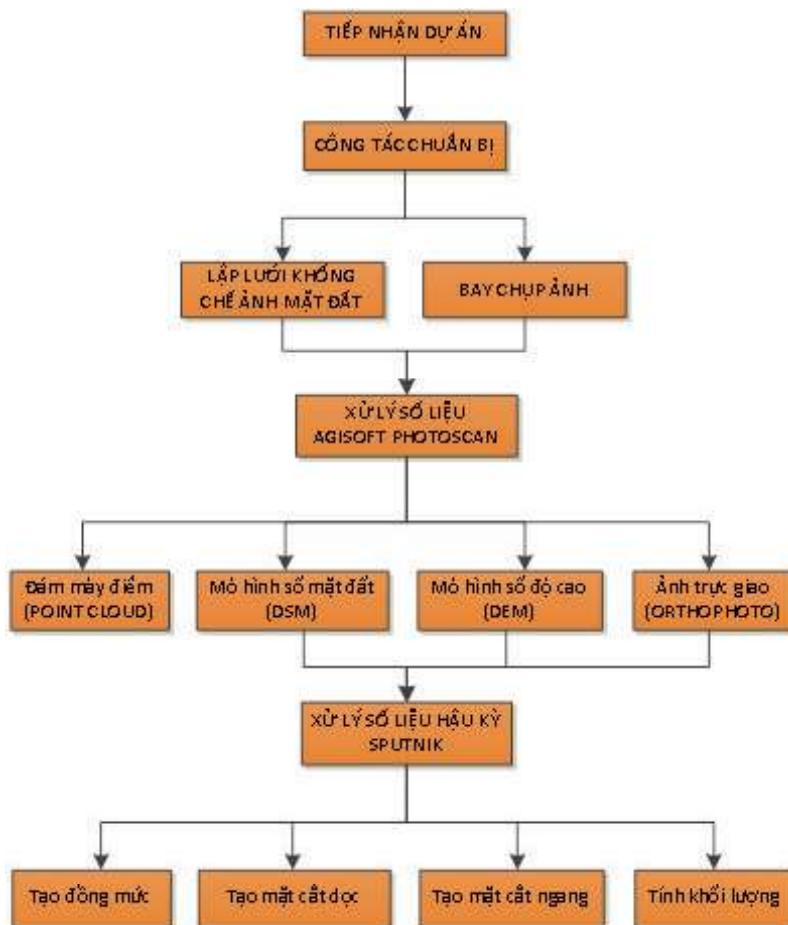
Hình 9: Các thông số ảnh hưởng đến điều kiện bay an toàn

các phần mềm xử lý ảnh có chức năng tương tự để ghép ảnh và tạo mô hình số mặt đất. Để có được kết quả tốt hơn còn sử dụng một số phần mềm xử lý ảnh kỹ thuật số khác như Global Mapper, Photoshop...

Trên cơ sở nội dung công việc cụ thể và trình tự thực hiện từng bước ta đưa ra quy trình bay chụp và xử lý số liệu được mô tả như hình bên.

3.6. Kết quả xử lý ảnh UAV

Để đánh giá khả năng ứng dụng của công nghệ chụp ảnh bằng UAV trong khảo sát địa hình mặt đất, Trung tâm Số liệu cơ bản đã tiến hành bay chụp thử nghiệm ở một số công trình cụ thể như: Dự án QL3 (Hà Nội - Thái Nguyên), nút giao Chùa Bộc - Phạm Ngọc Thạch, Nút Cổ Bi -QL5, Dự án Vân Đồn - Móng Cái. Sau khi bay chụp và xử lý số liệu ảnh bằng phần mềm chuyên dụng, sản phẩm có được là mô hình đám mây điểm, mô hình số bề mặt, mô hình số độ cao và bình đồ ảnh trực giao.



Hình 10: Quy trình bay chụp và xử lý số liệu tạo mô hình số

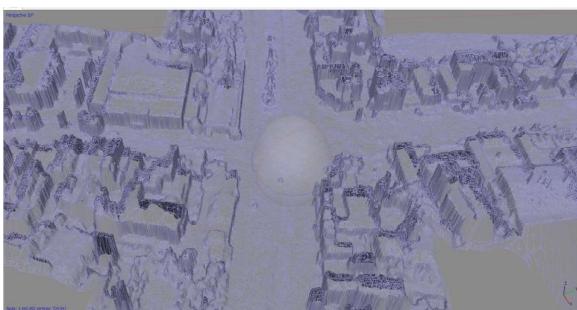
- Kết quả của xử lý ảnh UAV tại cửa dự án nút giao Cổ Bi - QL5



Hình 11: MH đám mây điểm (Point Cloud)



Hình 12: Mô hình số bề mặt (DSM)



Hình 13: Mô hình số độ cao (DEM)

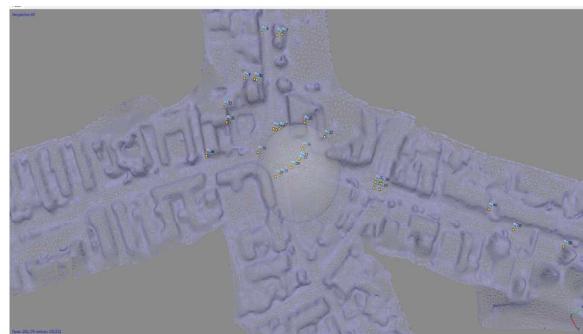


Hình 14: Ảnh trực giao (Orthomosaic)

- Kết quả của xử lý ảnh UAV Dự án nút giao Chùa Bộc - Phạm Ngọc Thạch



Hình 15: MH đám mây điểm (Point Cloud)



Hình 16: Mô hình số độ cao (DEM)



Hình 17: Ảnh trực giao (Orthomosaic)



Hình 18: Ảnh trực giao gắn với BĐ 1/500

- Kết quả xử lý ảnh UAV Dự án Vân Đồn - Móng cái



Hình 19: Hình ảnh 3D địa hình được xây dựng từ ảnh UAV

4. KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CHO CÁC CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG

4.1. Ưu và nhược điểm của công nghệ

Sau quá trình nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm bay chụp ảnh tại một số dự án cụ thể chúng tôi thấy rằng công nghệ chụp ảnh hàng không bằng UAV có những ưu và nhược điểm sau:

• Ưu điểm:

- Hệ thống gọn nhẹ, thuận tiện cho việc di chuyển và thao tác ngoài thực địa;

- Hệ thống cho ta kết quả chính xác, nhanh chóng và trực quan giúp cho nhà thiết kế có được những thông tin cần thiết và

• Hình ảnh kết quả thực nghiệm ở Dự án QL3 (Hà Nội - Thái Nguyên)

nhanh chóng lựa chọn được phương án tuyến tối ưu;

- Hệ thống có tính tự động hóa cao, thuận tiện cho người sử dụng;

- Có thể khảo sát địa hình tới những nơi có địa hình khó khăn, nguy hiểm mà khó tiếp cận bằng phương pháp truyền thống.

• Nhược điểm:

- Đây là công nghệ hiện đại và tương đối mới ở Việt Nam do đó người sử dụng cần phải được đào tạo bài bản ngay từ đầu về kỹ năng bay chụp cũng như điều khiển bay;

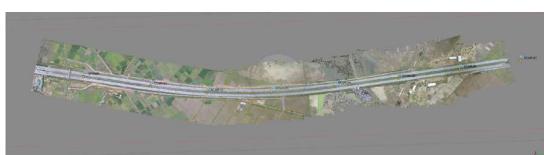
- Phụ thuộc nhiều vào điều kiện thời tiết như mưa, gió..., ngoài ra còn phải tránh các khu vực cấm bay;

- Với công nghệ này thì cần phải làm thủ tục xin phép bay trước khi bay.

4.2. Khả năng áp dụng cho công tác khảo sát các công trình giao thông

Để đánh giá khả năng áp dụng công nghệ chụp ảnh bằng UAV cho công tác khảo sát, thiết kế các công trình giao thông, Trung tâm Số liệu cơ bản đã tiến hành bay chụp ảnh bằng UAV, xử lý tạo mô hình số độ cao, trên cơ sở mô hình số độ cao và tìm tuyến thiết kế tiến hành tạo mặt cắt dọc, mặt cắt ngang tuyến.

Kết quả mặt cắt dọc và mặt cắt ngang tuyến được thể hiện như các hình dưới đây:



Hình 20: Đám mây điểm (Point Cloud)



Hình 21: Mô hình số độ cao (DEM)



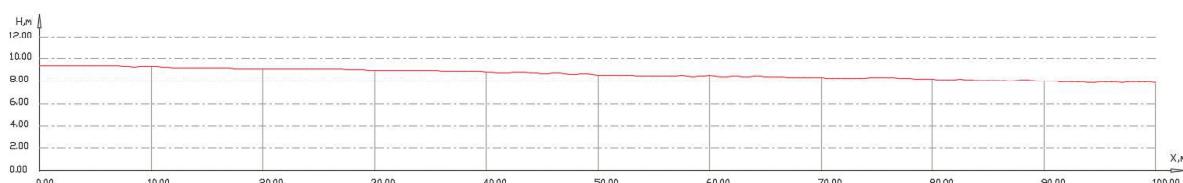
Hình 22: Ảnh trực giao (Orthomosaic)



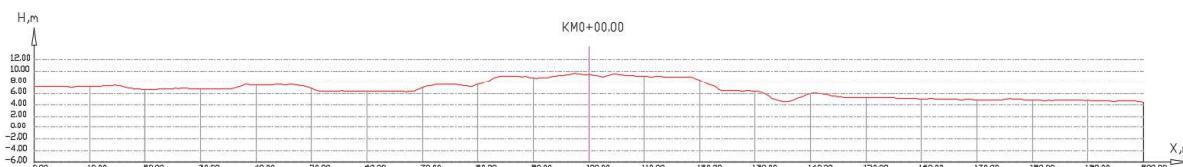
Hình 23: Ảnh trực giao gắn với BD 1/1000



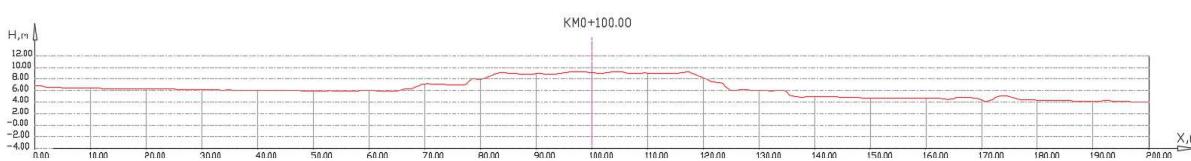
Hình 24: Mô hình số độ cao và vị trí tim tuyến



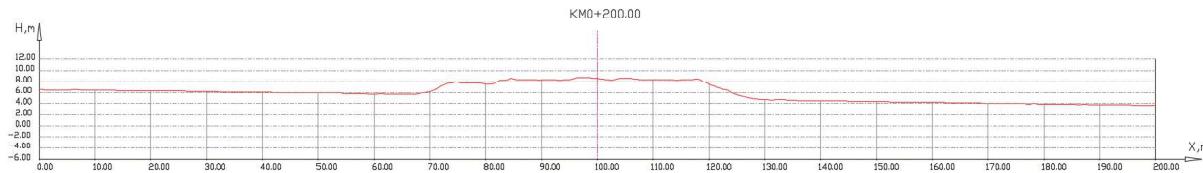
Hình 25: Mặt cắt dọc tuyến



Hình 26: Mặt cắt ngang tuyến tại vị trí Km0+000



Hình 27: Mặt cắt ngang tuyến tại vị trí Km0+100



Hình 28: Mặt cắt ngang tuyến tại vị trí Km0+200

Như vậy, qua các kết quả thực nghiệm tại một số công trình kể trên ta có thể thấy công nghệ chụp ảnh hàng không bằng UAV hoàn toàn có thể ứng dụng tốt trong công tác khảo sát địa hình phục vụ thiết kế các công trình giao thông, đặc biệt phù hợp với các tuyến đường mới.

5. THAY CHO LỜI KẾT

- **Khả năng ứng dụng:**

- Đặc điểm của công nghệ chụp ảnh hàng không bằng UAV là bay chụp theo từng dải bay, do đó rất phù hợp để ứng dụng trong công tác khảo sát địa hình các công trình dạng tuyến như các tuyến đường giao thông;

- Việc kết hợp phương pháp đo truyền thống với phương pháp bay chụp sẽ đem lại hiệu quả và độ chính xác cao;

- Việc sử dụng công nghệ này sẽ cho ta sản phẩm là mô hình số độ cao, bình đồ ảnh một cách

nhanh chóng và chính xác, giúp cho người thiết kế chọn được các phương án tuyến tối ưu, phù hợp cho công tác giải phóng mặt bằng và bước lập đề xuất dự án.

- Các vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu:

- Để có thể ứng dụng công nghệ chụp ảnh hàng không bằng UAV vào các dự án cần độ chính xác và mức độ chi tiết cao như thiết kế kỹ thuật thì cần phải tiếp tục nghiên cứu, đánh giá độ chính xác của kết quả bay chụp cũng như hoàn thiện phương pháp xử lý ảnh để nâng cao độ chính xác, đặc biệt trong các địa hình có thực phủ lớn và khu vực đồng dân cư;

- Cần đưa ra quy trình số hóa bản đồ 3D từ mô hình đám mây điểm và bình đồ ảnh trực giao để có sản phẩm phù hợp với quy trình, quy phạm hiện hành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Cao Tuấn Dũng, Phạm Văn Tuấn (2015), "Công nghệ chụp ảnh hàng không không kỹ thuật số bằng máy bay không người lái UAV TRIMBLE UX5 và khả năng ứng dụng trong công tác khảo sát công trình giao thông", Thông tin Tư vấn thiết kế - Tổng công ty TVTK GTVT - CTCP số 2&3 năm 2015;
- [2]. Báo cáo khảo sát độ chính xác hệ thống UAV Trimble UX5 của Công ty TNHH MTV Trắc địa bản đồ - BQP;
- [3]. Võ Chí Mỹ, Vũ Phan Long và nnk (2014), "Nghiên cứu khả năng ứng dụng máy bay không người lái trong công tác trắc địa mỏ và giám sát môi trường mỏ";
- [4]. Thông tin trên trang Web của các hãng sản xuất máy bay không người lái <http://www.dji.com/>; <http://www.trimble.com/>; <https://www.geoscan.aero/en/>.