



## Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

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



# Nghiên cứu kết hợp dữ liệu của máy bay không người lái và máy quét laser mặt đất thành lập bản đồ 3D khu vực đô thị

Trần Quốc Vinh <sup>1</sup>, Hoàng Văn Anh <sup>1</sup>, Phạm Quốc Khánh <sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Phòng Bản đồ - Viễn thám, Cục bản đồ - Bộ quốc phòng, Việt Nam

<sup>2</sup> Khoa Trắc địa Bản đồ và Quản lý đất đai, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

### THÔNG TIN BÀI BÁO

### TÓM TẮT

#### Quá trình:

Nhận bài 15/6/2018  
Chấp nhận 20/7/2018  
Đăng online 31/8/2018

#### Từ khóa:

Máy quét Laser  
Máy bay không người lái  
Bản đồ 3D  
Xử lý số liệu 3D

*Bản đồ 3D đô thị có thể xây dựng từ dữ liệu quét mặt đất 3 chiều hoặc từ ảnh chụp của máy bay không người lái. Nhược điểm của máy quét mặt đất là không thu được dữ liệu phần mái của nhà cao tầng. Vấn đề này lại là thế mạnh của chụp ảnh từ máy bay không người lái. Nghiên cứu này kết hợp dữ liệu thu được từ máy quét laser mặt đất và dữ liệu chụp từ máy bay không người lái thành lập bản đồ 3D khu vực đô thị có thể khắc phục nhược điểm của mỗi loại công nghệ. Việc sử dụng bộ dữ liệu kết hợp đã chứng minh có thể thành lập được bản đồ 3D tỉ lệ 1:1000 khu vực đô thị theo tiêu chuẩn hiện hành. Ngoài ra khi sử dụng công nghệ này, còn có thể thu được dữ liệu của địa vật với độ chính xác cao, có thể khai thác để phục vụ nhiều mục đích khác nhau trong lĩnh vực quản lý đô thị.*

© 2018 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

## 1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, ứng dụng công nghệ quét laser mặt đất (Terrestrial Laser Scanning-TLS), máy bay không người lái (Unmanned Aerial Vehicle-UAV) thành lập bản đồ 2D, 3D trong khảo sát thiết kế công trình, mô phỏng địa hình v.v... phục vụ các nhu cầu xã hội ngày càng phát triển mạnh mẽ và phổ biến. Ở các nước phát triển như Mỹ, Nhật, Trung Quốc. (Kokusai Kogyo Group DSG, 2012) Việc thành lập bản đồ không gian 3 chiều cho các thành phố lớn bằng hệ thống đo đạc bản đồ di động (Mobil Mapping System-MMS), còn Thụy Sĩ đã tiến hành

xây dựng và cung cấp mô hình cảnh quan địa hình (Topographic Landscape Model-TLM) trên cả nước (O'Sullivan et al., 2008). Bản đồ 3D thành lập bằng dữ liệu TLS hay ảnh chụp từ UAV có nội dung đa dạng và trực quan sinh động hơn rất nhiều so với bản đồ 2D thành lập từ số liệu GPS, đo đạc mặt đất thông thường, hoặc sử dụng ảnh vệ tinh và ảnh hàng không.

Ở Việt Nam, cũng đã có một số đề tài nghiên cứu thành lập bản đồ 3D như: nghiên cứu xây dựng bản đồ 3D từ dữ liệu ảnh máy bay không người lái (UAV) chi phí thấp (Bùi Ngọc Quý, 2017); Nghiên cứu phương pháp nhận dạng tự động một số đối tượng và xây dựng cơ sở dữ liệu 3D bằng dữ liệu ảnh thu nhận từ thiết bị bay không người lái (Đỗ Văn Dương, 2017); Ứng dụng thiết bị bay không người lái Microdrone MD4-1000 trong

\*Tác giả liên hệ

E-mail: [khanhtdct@gmail.com](mailto:khanhtdct@gmail.com)

thành lập bản đồ 3D độ chính xác cao (Lê Đại Ngọc, Hoàng Văn Anh, 2014); Nghiên cứu các giải pháp xây dựng cơ sở dữ liệu và bản đồ 3D công trình ngầm khu vực đô thị (Vũ Phan Long, 2014); Nghiên cứu ứng dụng dữ liệu Lidar và ảnh viễn thám độ phân giải cao để xây dựng bản đồ 3D phục vụ quản lý đô thị (Nguyễn Thục Anh, 2011). Tuy nhiên, các nghiên cứu trên chưa đề cập đến vấn đề kết hợp dữ liệu TLS và UAV trong thành lập bản đồ 3D. Dữ liệu TLS và UAV đều là các đám mây điểm (point cloud), nhưng do các trạm quét TLS không thể quét được mái nhà ở khu vực đô thị nên phần mái sẽ không có dữ liệu. Để bù vào phần thiếu hụt này, có thể kết hợp sử dụng dữ liệu đám mây điểm của UAV. Vì thế bài báo đi sâu nghiên cứu, phân tích việc kết hợp dữ liệu của 2 loại công nghệ trên, cụ thể là dữ liệu thu được từ quét laser mặt đất bằng máy Leica P20 và dữ liệu từ ảnh của UAV MD4-1000 áp dụng cho việc thành lập bản đồ 3D khu vực thành phố giao lưu ở Hà Nội. Trên cơ sở kết quả thu được sẽ tiến hành so sánh, đánh giá độ chính xác của bản đồ 3D khi xây dựng bằng phương pháp này.

## 2. Thành lập bản đồ 3D từ dữ liệu đám mây điểm

### 2.1. Thành lập bản đồ 3D từ dữ liệu ảnh chụp UAV MD4-1000

Hệ thống bay UAV MD4-1000 được thiết kế bay hoàn toàn tự động bằng thiết bị dẫn đường

GPS, IMU-Inertial Measurement Unit (cảm biến gia tốc và cảm biến góc quay)- gắn máy ảnh phổ thông Canon EOS 550D với chế độ chụp tự động. Quy trình công nghệ thành lập bản đồ 3D từ dữ liệu ảnh chụp bằng UAV được thực hiện như sơ đồ Hình 1 (Lê Đại Ngọc, Hoàng Văn Anh, 2014).

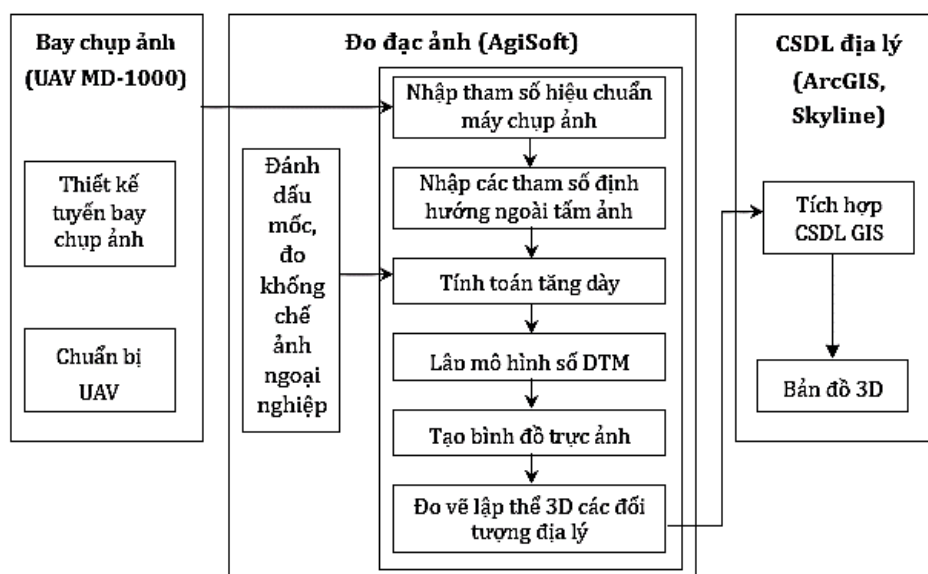
Để tạo bản đồ 3D theo quy trình trên Hình 1, thực tế phải kết hợp công tác ngoại nghiệp, công tác nội nghiệp trên cơ sở một số phần mềm chuyên dụng đi kèm. Một số công việc chính cần thực hiện là:

#### 2.1.1. Bay chụp ảnh

Trước hết sử dụng phần mềm OrbitGIS để thiết kế các tuyến bay chụp, sau khi khai báo các tham số như: hệ tọa độ, máy ảnh, độ cao bay, thời gian tối đa cho một chuyến bay, độ phủ dọc ngang, hướng bay và vị trí cất hạ cánh... Phần mềm sẽ tự động tính toán tổng số các chuyến phải bay, số lượng ảnh chụp và bản vẽ thiết kế chi tiết các đường bay. Ngoài ra phần mềm còn tạo ra file flight.txt ghi lại các thông số về đường bay và file tham số định hướng ngoài cho mỗi khu chụp có dạng \*\_eo\_wgs84.txt. File này chứa dữ liệu với định dạng như sau: tên ảnh, tọa độ x, y, z, góc omega, phi và kappa.

#### 2.1.2. Đo đạc ảnh

Việc tính toán bình sai, đo đạc ảnh được thực hiện bằng phần mềm Agisoft gồm (Phạm Xuân Hoàn, Hoàng Văn Anh, 2016). Phần mềm này



Hình 1. Quy trình công nghệ thành lập bản đồ 3D từ dữ liệu UAV.

sử dụng thuật toán đo ảnh mới có tên là Structure from motion (Sfm), dựa vào quá trình chuyển động của camera. Để tạo ra hàng loạt ảnh chụp liên tiếp với độ chồng phủ cao. Thuật toán sẽ tái tạo lại vị trí chụp ảnh, đồng thời tạo ra đám mây điểm dày đặc các điểm chung, khôi phục lại địa vật và địa hình khu vực nghiên cứu.

Để tăng cường độ chính xác, khi thực hiện phải kết hợp đo đạc thêm một số điểm khống chế ngoại nghiệp với độ chính xác cao. Các điểm ngoại nghiệp này có thể tận dụng các địa vật rõ nét hoặc làm mốc, tiêu (Hình 2).



Hình 2. Mốc khống chế ảnh.

- 1: Tạo Project, nhập các thông số của Project;
- 2: Định hướng khu chụp (Align photo);
- 3: Tạo đám mây điểm dày đặc (Dense cloud);
- 4: Tạo lập mô hình số địa hình DTM;

- 5: Thành lập bình đồ trực ảnh;
- 6: Đo vẽ lập thể 3D các đối tượng địa lý.

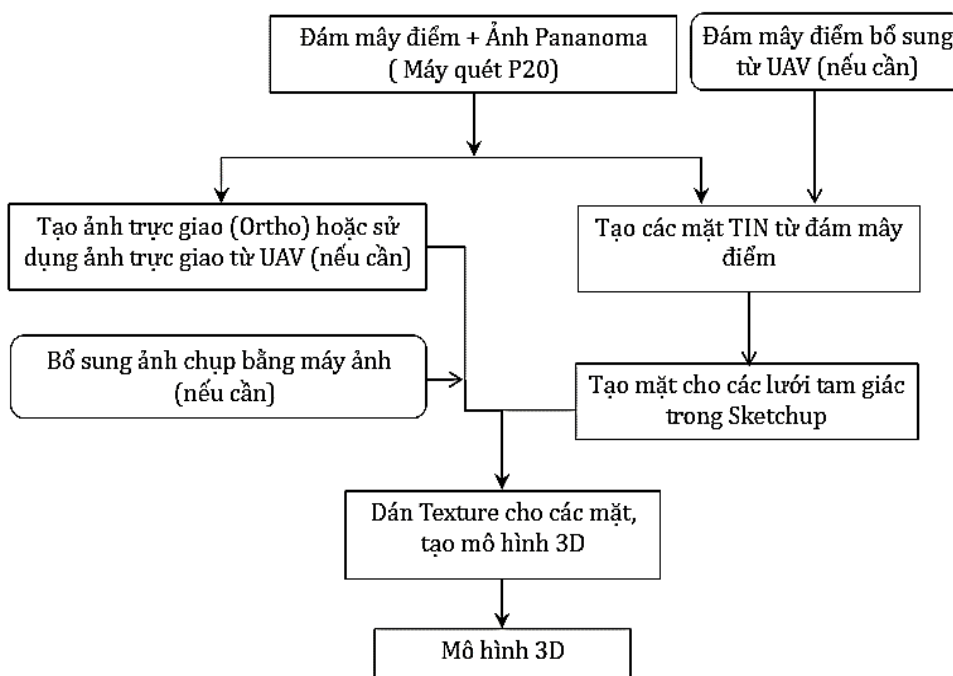
### 2.2.3. Cơ sở dữ liệu địa lý

Sau khi hoàn tất công việc tự động xuất mô hình 3D, toàn bộ cơ sở dữ liệu bao như bình đồ trực ảnh, DTM và dữ liệu vector 3D được chuyển đổi sang các định dạng chuẩn Geotiff và Shp file để tích hợp vào các phần mềm ArcGIS hoặc Skyline, từ đó thành lập bản đồ 3D.

## 2.2. Thành lập bản đồ 3D từ dữ liệu quét TLS

### 2.2.1. Thành lập mô hình 3D

Số liệu thô thu được từ quét TLS là đám mây điểm xác định hình dạng đối tượng quét. Khi điểm đặt máy quét (điểm khống chế) được tham chiếu vào một hệ thống tọa độ đã biết thì tất cả các điểm nằm trong đám mây điểm đều được tham chiếu về hệ thống tọa độ của điểm khống chế. Mô hình 3D thành lập từ TLS chủ yếu là các đối tượng cụ thể, có độ chính xác tốt nhưng để thành lập được bản đồ 3D cần kết nối mô hình của TLS với mô hình đồ số độ cao (DEM) làm nền cho bản đồ 3D. Vì thế, phải chuyển đổi dữ liệu quét sang định dạng phù hợp với dữ liệu bản đồ nền. Hình 3 là quy trình tạo mô hình 3D từ dữ liệu TLS sang dạng 3D \*.dae. Dữ liệu dạng này phù hợp với một số phần mềm xử lý số liệu 3D như Skyline, ArcScene...



Hình 3. Quy trình công nghệ tạo mô hình 3D từ dữ liệu TLS.

Các bước chính cần thực hiện như sau (Kokusai Kogyo Group DSG (KKC), 2012):

Bước 1. Làm sạch dữ liệu Point cloud;

Bước 2. Tạo các mặt TIN Point cloud;

Bước 3. Tạo ảnh trực giao (Ortho) hoặc sử dụng ảnh trực giao từ thiết bị bay UAV;

Bước 4. Tạo mặt cho các lưới tam giác trong phần mềm Sketchup;

Bước 5: Dán texture cho đối tượng tạo mô hình 3D;

Bước 6. Tạo mô hình 3D.

### 2.2.2. Thành lập bản đồ 3D

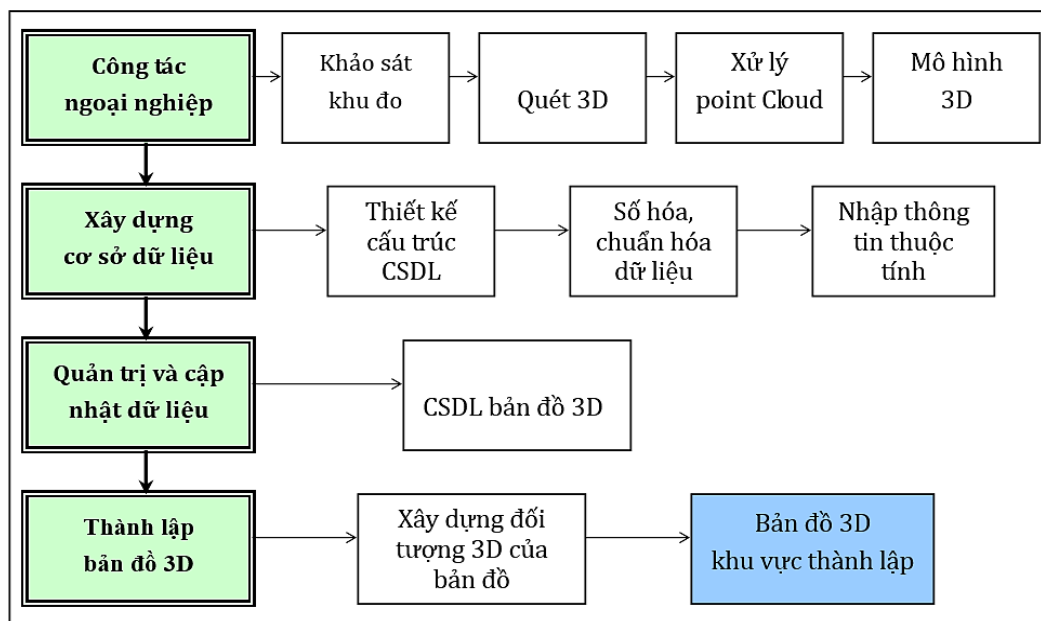
Bản đồ 3D gồm các thành phần chủ yếu là mô hình số địa hình (DEM), các đối tượng địa vật nổi hoặc nằm trên bề mặt DEM, kết hợp với các thông tin địa vật gắn với các đối tượng.

Trên các mô hình địa hình 3D, chi tiết của các khu đô thị, nhà và các khối nhà là nhóm đối tượng chủ yếu và được quan tâm nhất về cách thể hiện. Nhóm đối tượng này khá đa dạng về cấu trúc hình học, chúng có thể được thể hiện chi tiết bằng các mô hình 3D thực mà mỗi nút đều mang giá trị X, Y, H hoặc được khái quát hoá ở các mức độ khác nhau phụ thuộc vào LoD (level of detail). Một cách thể hiện đơn giản là nhà được đẩy lên từ đường viền đáy nhà nằm trên mặt DEM một khoảng bằng chiều cao riêng  $h$  của nhà thành một hình hộp. Quy trình công nghệ thành lập bản đồ 3D từ dữ liệu TLS được thực hiện như Hình 4.

Trong quy trình tại Hình 4, TLS là dữ liệu để xây dựng mô hình 3D là chủ yếu, phải kết hợp với mô hình DEM bề mặt mới xây dựng được mô hình 3D tổng thể của khu vực quét, còn để xây dựng được bản đồ 3D cần kết hợp cơ sở dữ liệu địa vật thuộc tính cập nhật của đối tượng.

### 2.3. Kết hợp dữ liệu TLS và UAV thành lập bản đồ 3D

Từ 2.1 và 2.2 có thể nhận thấy: Dữ liệu từ UAV có khả năng thành lập DEM khu vực bay chụp với độ chính xác của bản đồ 1:1000 ở khu vực đồng bằng, nhược điểm là không thu nhận được hết dữ liệu ở phần chân của các công trình có chiều cao lớn trên mặt đất, ảnh hưởng lớn đến độ chính xác của các công trình trên bản đồ. Ngược lại, dữ liệu TLS không quét được phần mái của các đối tượng cao trong đô thị; đồng thời muốn thành lập bản đồ 3D cần dựa vào DEM nền mới thực hiện được. Vì vậy, có thể kết hợp dữ liệu đám mây điểm của 2 loại công nghệ này bù trừ nhau thành lập bản đồ 3D đô thị hoàn thiện hơn hay không. Thực tế phân tích ở trên cho thấy, trên nền DEM thành lập từ dữ liệu UAV, dữ liệu bổ sung từ TLS tập trung chủ yếu là chân, thân của các đối tượng là các tòa nhà cao tầng và một số đối tượng có chiều cao lớn trong đô thị. Để thực hiện được công việc này đối với một đối tượng nhà cao tầng cần phải thực hiện các công việc theo trình tự sau với sự trợ giúp của các phần mềm chuyên dụng Context Capture:



Hình 4. Quy trình thành lập bản đồ 3D bằng TLS.

B1: Mở dữ liệu point cloud UAV, Hình 5a;  
 B2: Sử dụng chức năng tạo mặt cắt, vẽ 1 mặt cắt qua đối tượng, Hình 5b;

B3: Xóa toàn bộ point cloud phần khung, chỉ giữ lại phần mái đối tượng, Hình 5c;

B4: Mở kết hợp 2 loại dữ liệu quét mặt đất và UAV; Hình 5d.

B5: Mở ảnh ortho chụp bằng thiết bị bay không người lái UAV, tiến hành cắt ảnh, lấy ra đối tượng cần thực hiện, Hình 5e;

B6: Xử lý ảnh, tạo texture, Hình 5f;

B7: Dán ảnh vào nóc mái đối tượng. Do phần mái nhà có kết cấu không phức tạp bằng khung, chỉ cần số hóa lại các bộ phận của mái nhà; chiều cao có thể đo trong phần mềm. Sau đó vẽ giống như với các bộ phận khác của khối nhà, Hình 5g, Hình 5h;

B8: Lắp ráp bộ phận, hoàn thiện mô hình, Hình 5i.

Khi đã có mô hình 3D hoàn chỉnh của tòa nhà, mái nhà và các mặt xung quanh của tòa nhà,

sử dụng mô hình này kết hợp mô hình DEM từ dữ liệu UAV tạo bản đồ 3D.

### 3. Thục nghiệm và thảo luận

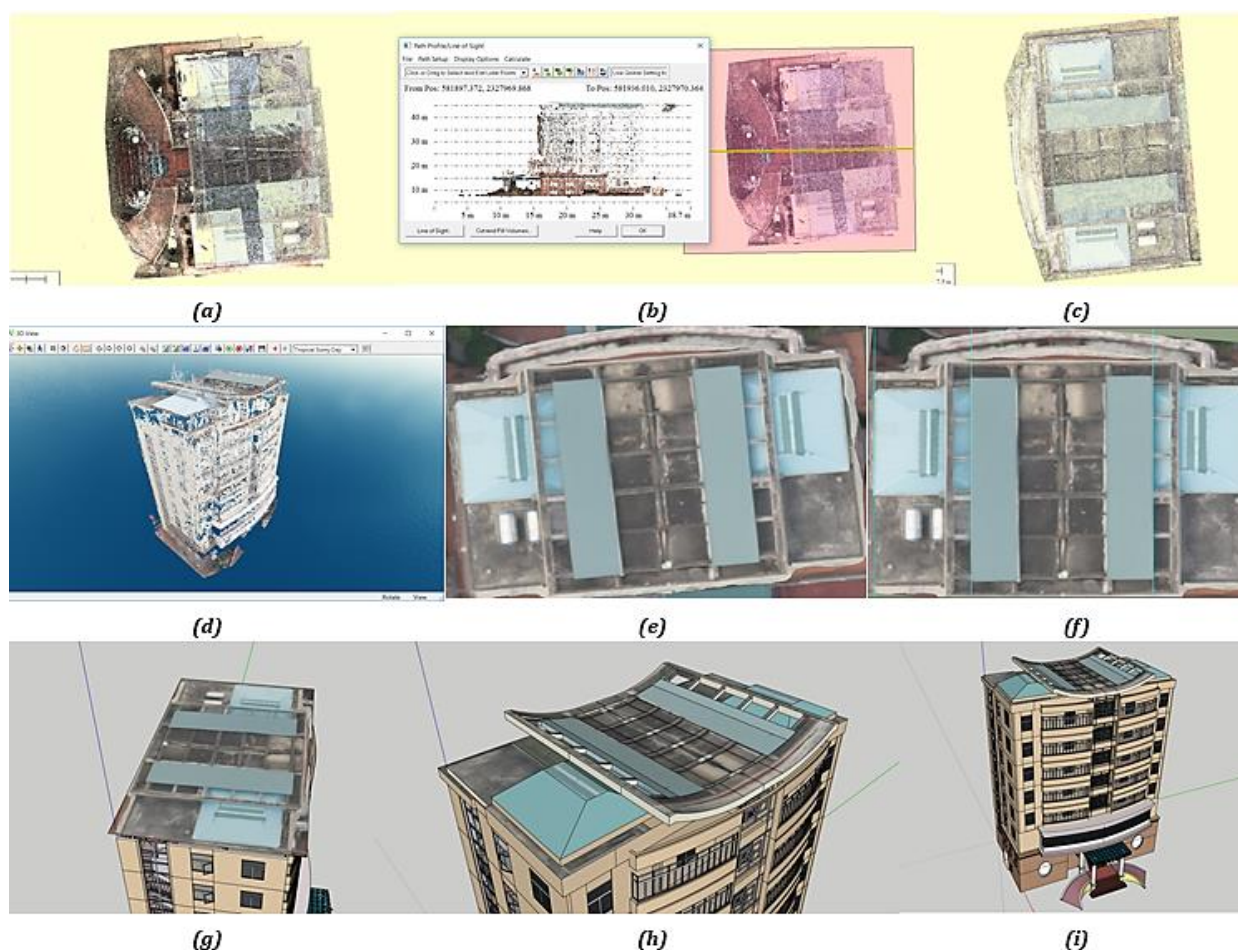
Để đánh giá được hiệu quả và độ chính xác của việc kết hợp dữ liệu của TLS và UAV nghiên cứu này đã tiến hành đo thực nghiệm và lập bản đồ 3D khu vực thành phố Giao Lư - Bắc Từ Liêm - Hà Nội.

#### 3.1. Thục nghiệm

##### 3.1.1. Bay chụp ảnh bằng UAV

Tuyến bay chụp được bằng phần mềm chuyên dụng của UAV MD-1000 với độ cao bay chụp trung bình 152m, độ phân giải mặt đất 3.18cm/pix. Khu vực thực nghiệm bao gồm 2 khối nhà với diện tích khoảng 20000m<sup>2</sup> thì số lượng ảnh chụp theo thiết kế là 1452 ảnh (Hình 6).

Các điểm khống chế ảnh được bố trí rải đều trong khu vực đảm bảo mật độ và đồ hình với 12



Hình 5. Tạo mô hình 3D cho một đối tượng nhà cao tầng kết hợp dữ liệu TLS và UAV.

điểm (Hình 7), sau bình sai sẽ chích 2 điểm số 4 và điểm số 6 làm điểm kiểm tra. Độ chính xác của điểm khống chế ảnh là 0.05m về mặt bằng và 0.1m về độ cao.

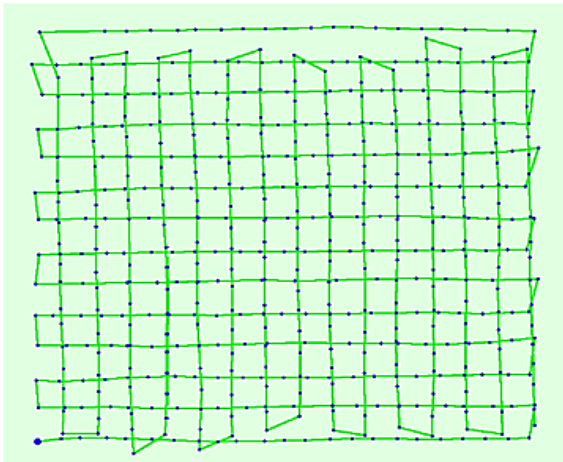
Sản phẩm bình đồ ảnh (Ortho Photo), mô hình số bề mặt (DSM) được thành lập trong Hệ tọa độ quốc gia VN-2000, Elipsoid WGS-84, lưới chiếu UTM, kinh tuyến trục  $105^{\circ}00'$ , múi chiếu 6<sup>o</sup>, hệ số điều chỉnh biến dạng chiều dài tại kinh tuyến trục  $k_0=0,9996$ ; Hệ độ cao quốc gia Việt Nam (Hòn Dấu- Hải Phòng).

Mô hình 3D của khu vực bay chụp sau khi xử lý được thể hiện như Hình 8.

Kết quả xử lý sẽ xuất ra file báo cáo miêu tả về quá trình xử lý ảnh, báo cáo về máy ảnh, máy bay và nhiều thông số khác. Trong đó, phần quan trọng nhất là đánh giá độ chính xác kết quả mô hình vừa thành lập. Trong thực nghiệm này, độ chính xác vị trí điểm kiểm tra số 4 và 6 đạt khoảng 4cm về mặt bằng 6cm về độ cao như thống kê trong Bảng 1.

### 3.1.2. Quét Laser mặt đất

Phạm vi thực hiện quét tương tự chụp ảnh bằng UAV, khu vực quét gồm rất nhiều đối tượng như các tuyến phố xung quanh tòa nhà; dãy tòa nhà ba tầng; vườn hoa; đài phun nước; tường rào



Hình 6. Thiết kế tuyến bay.



Hình 7. Sơ đồ điểm khống chế ảnh.



Hình 8. Mô hình 3D từ ảnh UAV khu vực thành phố Giao lưu.

xung quanh nhà; biển thể; cột điện; cây trồng trên đường phố; đèn chiếu sáng v.v..

Sơ đồ đặt máy quét được thiết kế trực tiếp trên nền ảnh vệ tinh như Hình 9. Để đảm bảo quét đầy đủ, chi tiết các đối tượng và phục vụ cho ghép nối giữa các trạm quét, đã thiết kế tổng số 41 trạm quét (dấu hiệu hình tam giác nền vàng bên ngoài bọc vòng tròn có chấm đen ở tâm) và 52 trạm tiêu (dấu hiệu chấm vàng). Do lúc đầu bố trí các trạm quét thưa nên sau khi quét xong đợt một tiếp tục bổ sung quét đợt hai như sau:

Bước 1: Bố trí 29 trạm quét được đánh số từ Station 001-SW001 đến Station 030-SW030 (trong đó trạm quét Station 010-SW010 bị loại bỏ do bị lỗi). 34 trạm tiêu được đánh số từ K1 đến K34 (trong đó trạm tiêu K91 thay vào vị trí trạm tiêu K12 do khi quét đánh số nhầm tên trạm tiêu K12). Sử dụng máy đo GPS hai tần số Trimble

5700 để xác định tọa độ, độ cao của 2 điểm GPS1, GPS2 và máy toàn đạc điện tử TS02 để xác định tọa độ, độ cao của 34 điểm trạm tiêu. Tọa độ các trạm tiêu được tính trong hệ tọa độ VN2000, hệ độ cao Hòn Dấu.

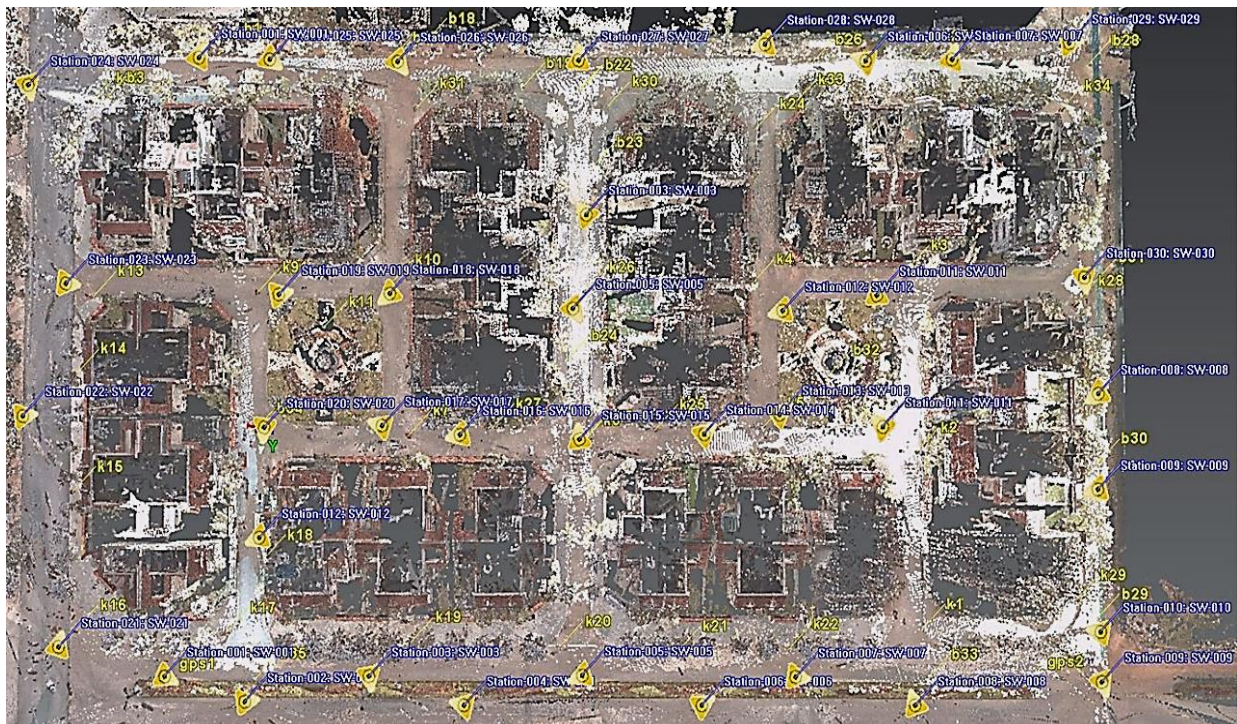
Bước 2: Bố trí 12 trạm quét (được đánh số từ Station 001-SW001 đến Station 012-SW012) để quét bổ sung những khu vực còn thiếu địa vật và bố trí 18 trạm tiêu (được đánh số b1, b3, b4, b17, b18, b19, b22, b23, b24, b26, b27, b28, b29, b30, b31, b32, b33, b34). Sử dụng máy đo GPS theo phương pháp đo RTK để xác định tọa độ, độ cao của 18 điểm trạm tiêu (tọa độ các trạm tiêu được tính trong hệ tọa độ WGS84, hệ độ cao Hòn Dấu).

3.1.3. Xử lý số liệu và ghép nối các trạm quét

Công tác xử lý số liệu được thực hiện như phần 2 của 2.2, với tổng số 39 trạm quét của 2 đợt

Bảng 1. Sai số vị trí điểm kiểm tra số 4 và số 6.

Điểm kiểm tra	Độ chính xác XY/Z(m)	Sai số X (m)	Sai số Y (m)	Sai số Z (m)	Sai số sau bình sai (pixel)	Xác nhận/Đánh dấu
4	0.02/0.02	-0.02	-0.01	-0.05	1.17	39/19
6	0.02/0.02	0.03	-0.06	0.08	0.66	15/15
SS trung bình (m)		0.01	-0.03	0.02		
Độ lệch chuẩn(m)		0.02	0.02	0.06		
SS trung phương (m)		0.02	0.04	0.06		

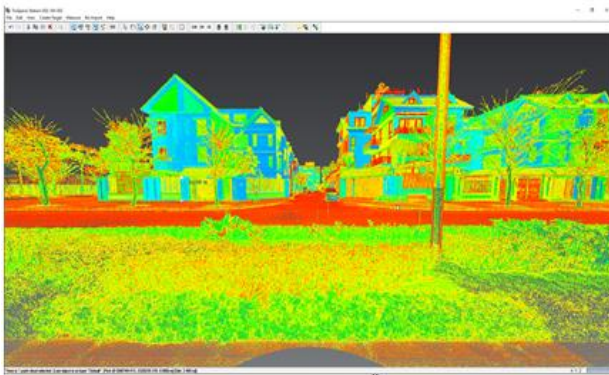


Hình 9. Bố trí trạm quét và trạm tiêu khu vực tuyến phố TP.Giao lưu.

(2 trạm hồng) và 52 trạm tiêu, tiến hành ghép nối giữa các trạm. Đây là mắt xích quan trọng của cả quy trình khi ghép số liệu từ các trạm quét rời rạc vào thành một khối số liệu hoàn chỉnh, tạo ra một mô hình đám mây điểm 3 chiều cho toàn bộ khu vực quét. Trong quá trình ghép nối các trạm, công đoạn quyết định là xác định các tiêu mốc nối giữa các trạm, kết hợp với các điểm, bề mặt đặc trưng, và lấy đó làm điểm chung để nối khung hình dữ liệu các trạm quét về đúng vị trí thực tế. Độ chính xác của mô hình đám mây điểm phụ thuộc chủ yếu vào các tiêu mốc và điểm chung. Kết quả ghép nối cho thấy, sai số vị trí điểm lớn nhất là trạm tiêu k16 (2.9cm), nhỏ nhất là trạm tiêu GPS1 (1.2cm). Khi các điểm tiêu được làm trùng thì toàn bộ khối dữ liệu cũng chuyển đổi về hệ tọa độ đã chọn ban đầu. Hình 10 và Hình 11 thể hiện hình ảnh đám mây điểm và sau khi phủ hình ảnh của một góc thành phố Giao Lư.

#### 3.1.4. Thành lập mô hình 3D và bản đồ 3D từ dữ liệu kết hợp

Trên thực tế, sản phẩm cuối cùng khi tạo dữ liệu mô phỏng địa hình là tập hợp đám mây điểm



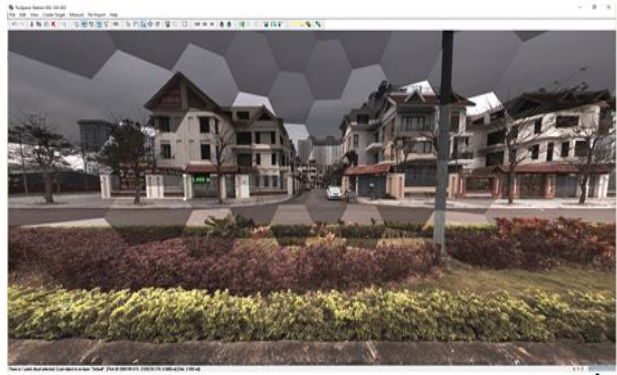
Hình 10. Bố trí trạm quét và trạm tiêu khu vực tuyến phố TP. Giao Lư.

của các trạm quét và hình ảnh các đối tượng quét. Khi đám mây điểm của đối tượng được gán hình ảnh sẽ cho sản phẩm mô hình 3D của đối tượng. Tuy nhiên kết quả xây dựng mô hình 3D các đối tượng địa vật từ TLS và UAV như đã trình bày ở trên chỉ sử dụng được khi được mở trong phần mềm chuyên dụng hoặc dữ liệu hiển thị được dưới dạng Website. Vì vậy, phải sử dụng kết hợp các phần mềm Cyclone 9.0 và Sketchup 2015. Để tạo xử lý dữ liệu TLS và UAV theo quy trình được trình bày ở trên để thành lập bản đồ 3D của khu vực thành phố Giao Lư. Hình 12 và Hình 13 là kết quả sau khi xử lý.

#### 3.2. Thảo luận

Dữ liệu UAV và TLS hoàn toàn có thể kết hợp để thành lập mô hình 3D và bản đồ 3D khu vực đô thị. Tuy nhiên, trong quá trình thực hiện còn có một số vấn đề cần phải giải quyết như sau:

- Dữ liệu đám mây điểm từ hai loại công nghệ quá lớn, cần xem xét loại bỏ dữ liệu không cần thiết của từng mô hình trước khi gộp lại để việc xử lý nhanh hơn. Ví dụ, trên mô hình DEM thành lập



Hình 11. Phủ hình ảnh lên một góc thành phố Giao Lư.



Hình 12. Bản đồ 3D khu vực thành phố Giao Lư.



Hình 13. Một góc ngã tư bản đồ 3D.



từ UAV, chỉ cần số liệu DEM nền, phần khung trên và mái các ngôi nhà cao tầng còn phần dưới hoàn toàn có thể lược bớt. Với dữ liệu TLS, hoàn toàn có thể cắt bớt dữ liệu quét liên quan đến mặt đất.

- Việc kết hợp 2 loại công nghệ mới chỉ thực nghiệm trong khu vực bằng phẳng nên chỉ kiểm tra 2 điểm ảnh 4 và 6 từ mô hình dữ liệu UAV làm đại diện. Kết quả cho thấy, độ chính xác vị trí điểm đạt 4cm về mặt bằng và 6cm về độ cao. Vậy nếu thành lập bản đồ 3D tỉ lệ 1:1000 từ dữ liệu này thì hoàn toàn có tính khả thi.

- Sai số mô hình 3D thành lập từ dữ liệu TLS nhỏ hơn của UAV, lớn nhất là 2.9cm tại điểm k16, nhỏ nhất là 1.2cm tại trạm GPS1. Như vậy có thể dùng số liệu chính xác này phục vụ nhiều mục đích khác nhau trong quản lý đô thị.

#### 4. Kết luận

- Bản đồ 3D kết hợp TLS và UAV thể hiện chi tiết hơn, rõ ràng và trực quan hơn bản đồ thành lập từ dữ liệu đơn lẻ.

- Vì hai loại dữ liệu TLS và UAV có độ chính xác khác nhau, bản đồ 3D kết hợp vẫn chỉ đạt độ chính xác như bản đồ thành lập từ dữ liệu UAV nhưng độ chính xác địa vật tốt hơn.

- Kết quả của nghiên cứu này mới chỉ là bước đầu. Việc nghiên cứu kết hợp giữa hai loại công nghệ thành lập bản đồ 3D trên mặt đất nhằm tạo ra mô hình gần với thế giới thực sẽ phục vụ tốt hơn, hiệu quả hơn cho các ngành nghề của xã hội.

- Nhược điểm của mô hình 3D và bản đồ 3D là phải có phần mềm chuyên dụng mới sử dụng và khai thác được. Vì thế, cần xây dựng và phát triển một phần mềm riêng cho người dùng Việt Nam.

#### Tài liệu tham khảo

Bùi Ngọc Quý, 2017. Nghiên cứu xây dựng bản đồ 3D từ dữ liệu ảnh máy bay không người lái

(UAV) chi phí thấp. Đề tài cấp cơ sở, Đại học Mở - Địa chất.

Đỗ Văn Dương, 2017. Nghiên cứu phương pháp nhận dạng tự động một số đối tượng và xây dựng cơ sở dữ liệu 3D bằng dữ liệu ảnh thu nhận từ thiết bị bay không người lái. Luận án tiến sĩ, Đại học Mở-địa chất.

Kokusai Kogyo Group DSG (KKC), 2012. Bài giới thiệu về hệ thống Mobile Mapping System của KKC.

Lê Đại Ngọc, Hoàng Văn Anh, 2014. Ứng dụng thiết bị bay không người lái Microdrone MD4-1000 trong thành lập bản đồ 3D độ chính xác cao. *Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học ngành Địa hình quân sự.*

Nguyễn Thục Anh, 2011. Nghiên cứu ứng dụng dữ liệu Lidar và ảnh viễn thám độ phân giải cao để xây dựng bản đồ 3D phục vụ quản lý đô thị. *Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học Bộ Tài nguyên và Môi trường.*

O'Sullivan, L., Bovet, S., Streileina, A., 2008. TLM-The Swiss 3d topographic landscape model. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B4. Beijing.

Phạm Xuân Hoàn, Hoàng Văn Anh, 2016. Ứng dụng công nghệ bay chụp và xử lý ảnh UAV: Hiện trạng và hướng phát triển. *Kỷ yếu hội thảo khoa học kỷ niệm 10 năm thành lập Viện Công nghệ Vũ trụ / Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam.*

Vũ Phan Long, 2014. Nghiên cứu các giải pháp xây dựng cơ sở dữ liệu và bản đồ 3D công trình ngầm khu vực đô thị. *Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học ngành Địa hình quân sự.*

## ABSTRACT

### Research on combination of the UAV photogrammetry data and Terrestrial Laser Scanner's data for establishment 3D map for urban areas

Vinh Quoc Tran <sup>1</sup>, Anh Van Hoang <sup>1</sup>, Khanh Quoc Pham <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Mapping & Remote Sensing Department, Defense Mapping Agency of Vietnam, Vietnam*

<sup>2</sup> *Faculty of Geomatics and Land Administration, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*

The 3D map for urban areas can be established from Terrestrial Laser Scanner derived data or from UAV photogrammetry data. The limitation of the land-based laser scanner is that it is unable to collect the data of the building's roof, while that task is the advantage of the UAV photogrammetry. This research proposed a method to combine two data sets acquired from land-base laser scanner and the UAV photogrammetry for establishing 3D map of the city in to overcome the disadvantage of each data set. Result of data combination demonstrated that it is able to establish the 3D map with scale 1:1000 for urban area according to the current standards. Besides, when using these technologies one can obtain high precision information of object and apply is information for different purposes in urban management.