Doi: 10.15625/vap.2022.0199

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ LIDAR KẾT HỢP DỮ LIỆU ẢNH SỐ PHỤC VỤ XÂY DỰNG BẢN ĐỒ 3D, THỬ NGHIỆM TẠI SÂN BAY LIÊN KHƯƠNG, TỈNH LÂM ĐỒNG

Nguyễn Viết Nghĩa, Nguyễn Quốc Long [*]

Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

TÓM TẮT

Dữ liệu ảnh chụp kết hợp với dữ liệu của Lidar tạo nên các sản phẩm như ảnh trực giao, mô hình 3D của bề mặt Trái đất với mức độ chi tiết, sắc nét và độ chính xác cao. Đây là dữ liệu quan trọng cho công tác thành lập cơ sơ dữ liệu thông tin địa lý độ chính xác cao, phục vụ các công tác quản lý dữ liệu trong hệ thống thông tin địa lý (GIS) cũng như thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn và các mục đích ứng dụng chuyên ngành khác. Bài báo trình bày quy trình bay quét Lidar và chụp ảnh kỹ thuật số cũng như kết hợp 2 nguồn dữ liệu này để thành lập mô hình số độ cao và bản đồ 3D với cấp độ chi tiết LoD2 cho nhà ga sân bay Liên Khương, đáp ứng yêu cầu thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:2000.

Từ khóa: Ảnh số, Bản đồ 3D, Lidar, Sân bay Liên Khương.

1. MỞ ĐẦU

Mô hình 3D thành phố ứng dụng trong công tác mô hình hóa bề mặt không gian đã được quan tâm nghiên cứu ở nhiều nước trên thế giới [1, 2] cũng như ở Việt Nam [3, 4]. Các mô hình 3D đã được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như: thủy văn, giao thông, quy hoạch và quản lý đô thị, quân sự,…[1, 5]. Thời gian gần đây, cùng với sự phát triển của công nghệ định vị vệ tinh, công nghệ bay chụp ảnh hàng không bằng máy máy có người lái và máy bay không người lái (UAV), các thuật toán tự động xử lý ảnh, khôi phục mô hình 3D (Structure-from-Motion, SfM), giá thành thấp hiệu quả mang lại cao. Kết quả khảo sát cho thấy công nghệ này đang được ứng dụng thành công và rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như công tác đo đạc thành lập bản đồ, giao thông, sản xuất nông nghiệp, nghiên cứu địa chất và nghiên cứu môi trường [5]. Ngoài việc giá thành tương đối thấp, các ảnh kỹ thuật số thu được với độ phân giải rất cao (mm, cm), trong điều kiện địa hình phức tạp, môi trường nguy hiểm. Thêm nữa, công nghệ bay quét Lidar cho phép nhanh chóng cung cấp tọa độ điểm đám mây các đối tượng địa hình nhanh chóng và có độ chính xác cao so với các điểm đo chi tiết từ máy toàn đạc điện tử hoặc hệ thống GNSS truyền thống. Chính vì thế, công nghệ bay quét Lidar kết hợp với chụp ảnh kỹ thuật số đã và đang được ứng dụng rộng rãi hơn nữa vào các lĩnh vực khác nhau và được thể hiện rõ ưu thế trong công tác thành lập bản đồ 3D cho các đối tượng địa hình, địa vật, góp phần xây dựng và phát triển dữ liệu không gian địa lý 3D cho các công trình quan trọng, các thành phố lớn, trong đó bản đồ 3D cho khu vực đặc biệt quan trọng là khu vực sân bay sẽ cho phép quản lý, quy hoạch, định hướng cho việc điều hành bay, thiết kế và xây dựng phát triển các hạng mục công trình mới cũng như điều chỉnh quy hoạch, mở rộng, khai thác sân bay một cách hiệu quả và bền vững. Từ đó, cho phép kết nối, xây dựng thành phố thông minh Smatt City trong tương lai [5, 6, 7].

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: nguyenquoclong@humg.edu.vn

2. HỆ THỐNG LIDAR

Công nghệ Lidar là hệ thống tích hợp từ 3 thành phần chính: hệ thống định vị toàn cầu GPS; hệ thống thiết bị đo xa Laser và hệ thống đạo hàng quán tính INS (Inertial Navigation System). Công nghệ Lidar là kỹ thuật định vị, đo xạ điện quang và nhận dạng các đối tượng địa lý trên bề mặt Trái đất. Bộ phát laser phát sóng điện từ dưới dạng xung xuống mặt đất từ một độ cao nào đó, và thu nhận sóng điện từ được phản hồi từ mặt đất trở về. Với phương pháp đo xung sẽ xác định được khoảng cách từ nguồn phát tới đối tượng. Ở thời điểm phát tia laser thì góc quét, dữ liệu định hướng tia quét, cường độ tín hiệu phản xạ… được INS xác định và ghi nhận lại. Tập hợp các điểm này tạo nên một đám mây điểm với một mật độ dày đặc biểu thị chi tiết các đối tượng trên mặt đất. Với mỗi điểm có toạ độ này, sẽ được gắn với các thuộc tính về khả năng phổ.

2.1. Cấu trúc dữ liệu Lidar

Các thông tin quan trọng nhất của các tín hiệu Lidar phản hồi thu được bao gồm X, Y, Z, I, N, R, C. Trong đó X, Y và Z là tọa độ của vị trí phản xạ (thường là tọa độ của đối tượng). I là năng lượng/độ mạnh của tia phản xạ. N là số lượng phản xạ (echoes) nhận từ một tia tới đơn. R là số lượng phản xạ đang quan trắc. Hệ thống quét Lidar có thể chia thành 03 thành phần chính [8, 9]: 1) Hệ thống thiết bị quét Laser, có nhiệm vụ tạo ra tia Laser và phát xung, thu nhận tia phản xạ xác định khoảng cách nghiêng tới vật phản xạ; 2) Hệ thống điều khiển dẫn đường, hoạt động dựa trên thời gian của bộ thu GPS và hệ thống IMU. Nhiệm vụ cơ bản của hệ thống này là giúp xác định các nguyên tố định hướng ngoài, thời gian để cho phép tính toán xác định khoảng cách nghiêng D đồng thời chuyển sang hệ tọa độ địa lý; 3) Mạng lưới các trạm GPS mặt đất, cho phép xác định chính xác quỹ đạo của máy quét.

2.2. Công nghệ Lidar kết hợp với ảnh kỹ thuật số

Dữ liệu Lidar thu thập được là tập hợp các điểm với mật độ dày đặc, phân bố bán ngẫu nhiên và chứa đựng nhiều thông tin định vị và định lượng của các đối tượng địa lý. Tuy nhiên, các thông tin hình ảnh đặc trưng của địa hình, địa vật hay các đường viền của các đối tượng địa lý không thể hiện được rõ ràng và sắc nét. Để ứng dụng công nghệ Lidar có hiệu quả hơn, hệ thống Lidar được gắn kết với các máy ảnh số để cung cấp hình ảnh màu, trực quan của các đối tượng địa lý. Dữ liệu ảnh chụp kết hợp với các dữ liệu của Lidar tạo nên các sản phẩm như trực ảnh thực, mô hình 3D của bề mặt Trái đất với mức độ chi tiết, sắc nét và độ chính xác rất cao.

Tích hợp hệ thống Lidar với ảnh số là một tổ hợp thống nhất và được thể hiện ở cả tích hợp phần cứng, phần mềm xử lý và quy trình sản xuất. Máy ảnh số được lắp ghép với hệ thống Lidar tạo nên một chỉnh thể tích hợp, được định vị và điều khiển đồng bộ trong một hệ thống. Hệ thống phần cứng của Lidar với ảnh số được gắn kết trong mối quan hệ hình học và thể hiện bằng một ma trận kiểm định chặt chẽ. Trong quá trình quét laser, máy ảnh số sẽ chụp ảnh ở các thời điểm đã được thiết kế. Căn cứ vào thời điểm chụp ảnh, trên cơ sở kết quả định vị của GPS, định hướng của INS trong hệ thống Lidar, phần mềm sẽ tính toán yếu tố định hướng ngoài cho từng tấm ảnh.

Từ ảnh gốc, mô hình số bề mặt DSM của Lidar và yếu tố đinh hướng ngoài của ảnh, phần mềm sẽ nắn ảnh tạo bình đồ trực ảnh thực, mô hình 3D và các sản phẩm khác. Mỗi phần mềm thường được thiết kế tương ứng với phần cứng và có phương thức, quy trình xử lý khác nhau. Điểm chung của các phần mềm tích hợp là kế thừa và tương thích toàn bộ định dạng của dữ liệu Lidar trong xử lý dữ liệu ảnh.

3. CÁC PHƯƠNG PHÁP THÀNH LẬP BẢN ĐỒ 3D

3.1. Các phương pháp thành lập bản đồ 3D

Theo đánh giá dựa trên dữ liệu và công nghệ hiện tại Việt Nam chưa có quy định về bản đồ 3D, tuy nhiên cơ bản có thể chia ra thành bốn phương pháp thành lập bản đồ 3D: i) Xây dựng quy trình kỹ thuật thành lập CSDL không gian và bản đồ 3D từ nguồn CSDL nền địa lý; ii) Xây dựng quy trình kỹ thuật thành lập CSDL không gian và bản đồ 3D bằng công nghệ đo vẽ ảnh số; iii) Xây dựng quy trình kỹ thuật thành lập CSDL không gian và bản đồ 3D bằng quét Lidar mặt đất; iv) Xây dựng quy trình kỹ thuật thành lập CSDL không gian và bản đồ 3D bằng công nghệ Lidar kết hợp với ảnh kỹ thuật số.

3.2. Chỉ tiêu kỹ thuật đối với dữ liệu không gian địa lý 3D

Danh mục phân loại đối tượng theo chỉ tiêu kỹ thuật và mức độ chi tiết thể hiện trong không gian ba chiều (Thông tư số 68/2015/TT-BTNMT) [10]:

Lod 0: Các đối tượng có chênh cao không đáng kể so với bề mặt địa hình được trình bày thể hiện ngay trên bề mặt địa hình thông qua mô hình số địa hình (DTM – Digital Terrain Model);

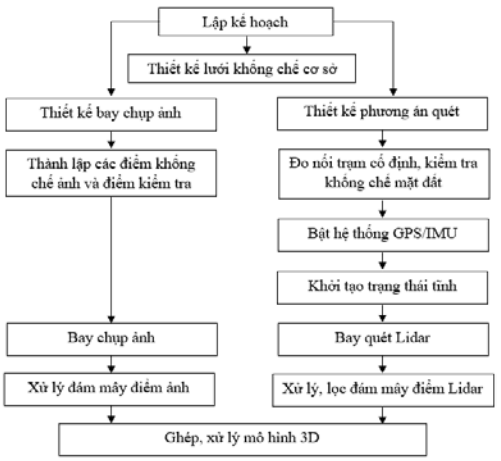
Lod 1: Các đối tượng chênh cao cần được hiển thị trong không gian so với bề mặt địa hình bằng các mô phỏng dạng khối, mặt đơn giản, không thể hiện đến mức chi tiết các kiến trúc như mái nhà, ban công,…

Lod 2: Bao gồm mức chi tiết như mức Lod 1 kèm theo mô phỏng các mặt, khối của công trình, chi tiết ở mức đơn giản.

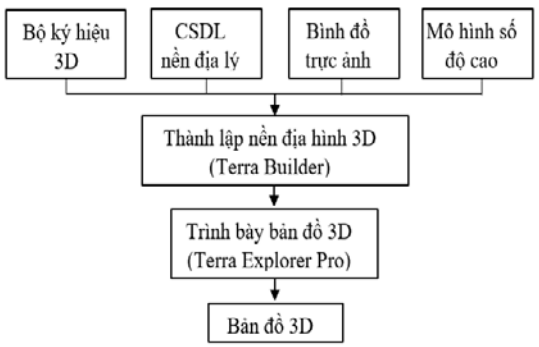
Lod 3: Bao gồm mức chi tiết như mức Lod 2 kèm theo cấu trúc chi tiết bên ngoài kết hợp với ảnh chụp phối cảnh công trình.

Đối tượng không gian 3D gồm 2 nhóm: i) Nhóm các đối tượng nền (Lod 0) được kế thừa từ CSDL nền địa lý tỷ lệ 1:2000, 1:5000 được hiển thị theo giá trị độ cao nội suy từ mô hình số địa hình (DTM); ii) Nhóm các đối tượng độ cao (Lod 1 đến Lod 3) được hiển thị theo giá trị độ cao xác định từ mô hình số bề mặt (DSM), tỷ cao, tỷ sâu hoặc kết quả thực hiện phép đo đối tượng, chi tiết của đối tượng hoặc chụp ảnh.

Quy trình bay quét Lidar và chụp ảnh kỹ thuật số:



Hình 1. Quy trình bay quét Lidar và chụp ảnh đồng bộ



Hình 2. Quy trình thành lập bản đồ 3D bằng phần mềm Terra Explorer Pro

4. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

4.1. Khu vực nghiên cứu

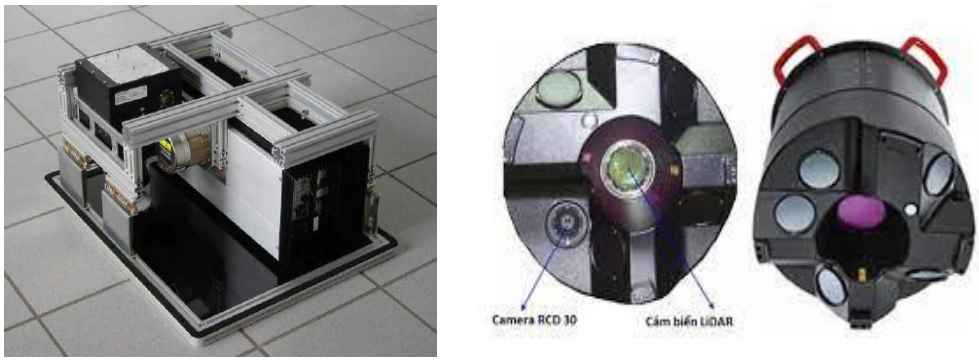
Sân bay nội địa Liên Khương thuộc thị trấn Liên Nghĩa, huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng, cách trung tâm thành phố Đà Lạt 28 km về phía nam. Khu vực thi công sân bay nội địa Liên Khương thuộc địa phận tỉnh Lâm Đồng và các tỉnh lân cận (Bình Thuận, Ninh Thuận, Đắk Nông). Địa hình chủ yếu là núi và cao nguyên; vùng núi cao phân bố chủ yếu ở khu vực phía bắc tỉnh Lâm Đồng với đỉnh Bi Đúp cao 2.287 m. Đây là khu vực phát triển dịch vụ du lịch, xuất khẩu nông, lâm nghiệp và là vùng kinh tế trọng điểm của khu vực Tây Nguyên.

Hình 3. Phạm vi bay chụp ảnh và quét Lidar của sân bay Liên Khương

4.2. Phương pháp nghiên cứu

4.2.1. Thiết bị thu thập dữ liệu

Trong nghiên cứu này, thiết bị được sử dụng là máy quét Lidar Toposys_Harrier 56/G4 của hãng Riegl gồm máy quét Lidar Riegl LMS-Q56/G4 và máy chụp ảnh Rollei AIC Pro (Hình 4). Thiết bị quét Lidar và máy ảnh số có cấu hình được thể hiện ở các Bảng 1 và 2.



Hình 4. Thiết bị quét Lidar Toposys_Harrier 56/G4 và máy chụp ảnh Rollei AIC Pro [11]

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của máy quét Lidar Riegl LMS-Q56/G4 gắn trên UAV

TT	Các thành phần chi tiết	Thông số kỹ thuật
01	Độ cao bay	900 m
02	Độ chính xác điểm độ cao	< 0,20 ÷ 0,30 m
03	Độ chính xác điểm mặt phẳng	< 0,30 m.
04	Trường nhìn	45 ÷ 60 độ
05	Tần số quét	160 Hz. Tốc độ đo: 240.000 Hz
06	Bước sóng	1,550 mm
07	Tín hiệu phản xạ tối đa	4 mức truyền/một tia
08	Số lượng điểm đo	tới 240.000 điểm/giây
09	Tốc độ bay	180 ÷ 220 km/h
10	Mật độ điểm quét tối thiểu	1,2 ÷ 1,3 điểm/m^2
11	Hệ thống định vị	Applanix POS/AV 410
12	Độ chính xác IMU	0,008/0,008/0,015/0,005 - roll/pitch/heading/velocity
13	GPS	12 kênh, 2 tần số
14	Nguồn điện	28V DC, 15A max

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của máy chụp ảnh Rollei AIC Pro 45.

TT	Các thành phần chi tiết	Thông số
01	Mảng ghi	39 Mega Pixel
02	Kích thước mảng CCD	5428 × 7228 pixel
03	Độ phân giải pixel	0,0068 mm
04	Tiêu cự	47 mm
05	Kênh màu	RGB
06	Tốc độ ghi tối đa cho một ảnh	2,5 s
07	Độ phân giải ảnh mặt đất	Giảm tới 0,03 m
08	Tốc độ cửa mở	125 ÷ 1000

4.2.2 .Thiết kế kỹ thuật về bay quét Lidar và chụp ảnh kỹ thuật số cho khu vực nghiên cứu

Địa hình trong khu vực sân bay tương đối bằng phẳng, do vậy các thông số kỹ thuật cho quét Lidar và chụp ảnh được thiết kế như sau:

a) Thông số quét Lidar: Mật độ quét: 2,1 điểm/m^2; Độ phủ dữ liệu LiDAR ≥ 30 % (Khoảng cách 2 tuyến bay 400 m); Tần số quét LiDAR: 120 kHz (Log Mod 3) - 150 kHz (Log Mod 4).

b) Thông số chụp ảnh: Độ phân giải ảnh: 10 cm (Tương đương tỷ lệ ảnh 1/14.700); Độ phủ ngang của ảnh chụp: ≥ 30 %; Độ phủ dọc của ảnh chụp: 70 % (Tốc độ máy bay 180 km/h - 3,0 giây/ ảnh).

c) Yêu cầu về ảnh kỹ thuật số: ảnh số dạng *.TIF; Thời điểm chụp ảnh từ 6h30 phút đến 17h30 phút hàng ngày nhằm thu được ảnh chụp có mức độ rõ nét.

d) Giãn cách ảnh chụp và giãn cách tuyến bay:

Khoảng cách giữa 2 tấm ảnh kề nhau: $D_x = 5428 \times 0,1 \times (100\ \% - 70\ \%) = 163$ m.

Khoảng cách giữa 2 tuyến bay chính kề nhau: Dy = 5725 × 0,1 × (100 % - 30 %) = 400 m.

4.3. Xử lý dữ liệu bay quét Lidar

Quá trình xử lý dữ liệu bay quét Lidar kết hợp chụp ảnh số gồm:

Bước 1. Tính toán quỹ đạo đường bay (Xử lý GPS/IMU và tính toán EO)

Quỹ đạo đường bay được xác định thông qua việc xử lý trị đo GNSS giữa máy thu đặt tại trạm GNSS Base station và máy thu đặt trên máy bay bằng phần mềm kèm theo thiết bị nhằm xác định tọa độ, độ cao tâm ăngten, tâm thu phát laser, tâm máy chụp ảnh đặt trên máy bay tại từng thời điểm thu tín hiệu GNSS.

Sai số trung phương vị trí điểm về mặt phẳng và độ cao trung bình sau xử lý cho toàn khu đo phải nhỏ hơn 0,1 m.

Xử lý số liệu GPS/IMU và các nguyên tố định hướng (EO) như sau:

a. Chuẩn bị dữ liệu đầu vào: Dữ liệu thu GPS trên không (Nav); Dữ liệu thu GPS tại trạm Base mặt đất, trạm CSTT (Ref).

b. Tính toán xử lý GPS/IMU: Lập project cho ca bay; Khai báo các thông số bay - quét: Hệ tọa độ, Lever Arms,…; Load dữ liệu trên không (Nav) và các trạm Base mặt đất (Ref); Lựa chọn điểm Base; Tính toán xử lý tọa độ tâm ảnh quỹ đạo bay theo chế độ Single Base Station.

c. Xuất kết quả EO: File EO chứa các nguyên tố định hướng ngoài của ảnh và được tạo ra trong quá trình xử lý bằng môđun Eopro trong gói phần mềm Topo_gui56.

Sau xử lý, kết quả thu được sẽ là các file EO chứa các nguyên tố định hướng ngoài theo hệ toạ độ địa lý quốc tế WGS84 và các file đi kèm: i) File SBET (kết hợp dữ liệu GPS và IMU); ii) File Vnav + Event: Sử dụng để tính toán độ phủ; iii) File SBET sử dụng để tính toán DSM, DEM và các nguyên tố định hướng ngoài EO của ảnh; iv) File báo cáo thống kê lại toàn bộ quá trình xử lý và các thông số cuối cùng; v) Đánh giá kết quả xử lý GPS/IMU chung toàn khu đo. Các file EO sẽ được sử dụng để nắn ảnh trực giao (True Ortho), kiểm tra độ gối phủ của ảnh và thiết lập mô hình khi đo vẽ lập thể trên trạm đo vẽ ảnh số.

Bước 2. Tạo đám mây điểm theo dải bay và ghép thành khối

a. Tiền xử lý Lidar (preprocessing)

Trong quá trình quét, sóng Laser được ghi nhận trong hệ tọa độ của thiết bị, sử dụng phần mềm RiAnalyse của hãng RIEGL (môi trường windows) để giải mã các dữ liệu gốc. Dữ liệu Laser được giải mã kết hợp với kết quả tính toán từ POSPac (quỹ đạo bay SBET.out) cho phép tạo bao phủ coverage và các đám mây điểm Point cloud (phục vụ tạo Intensity, DSM và DEM).

Xử lý bằng phần mềm TOPPIT: i) Module xử lý của TOPPIT thực hiện trong môi trường LINUX thông qua xử lý các tập Batch files; ii) Các đám mây điểm được xắp xếp và lọc theo ô (tile) dưới dạng raster file tạo DSM và DEM, các dữ liệu raster này được biên tập, kiểm tra để tạo ra các sản phẩm của mô hình số DSM, DEM và phục vụ tạo ảnh true ortho (postprocessing).

b. Tạo đám mây điểm Point Cloud theo dải bay và ghép thành khối

Tọa độ và độ cao trong hệ WGS-84 của các điểm thuộc đám mây dữ liệu được xác định thông qua: tọa độ, độ cao tâm thu phát laser, dữ liệu đo laser và dữ liệu đo IMU áp dụng phép lọc Kalman. Sai lệch về độ cao của từng điểm phản hồi xung laser tạo thành đám mây điểm sau xử lý

phải nhỏ hơn hoặc bằng 2/3 sai số cho phép của mô hình DEM cần thành lập. Sử dụng trị đo từ các đường bay chặn để bình sai giữa các tuyến bay chính và các đường bay chặn.

Bước 3. Kiểm tra và bình sai đám mây điểm theo dữ liệu bãi chuẩn hiệu chỉnh.

Kiểm tra bình sai dữ liệu đám mây điểm Point Clound theo các điểm đo tại bãi chuẩn hiệu chỉnh (Laser adjustment). Xử lý bình sai mặt phẳng và độ cao giữa dữ liệu đám mây điểm và các điểm đo tại các bãi chuẩn hiệu chỉnh được thực hiện theo phần mềm chuyên dụng dựa trên các giá trị độ lệch được xác định như sau: i) Các giá trị độ lệch về mặt phẳng được xác định thông qua các điểm đo tại bãi chuẩn hiệu chỉnh và các điểm tương ứng trong đám mây điểm hoặc trên ảnh; ii) Các giá trị độ lệch về độ cao được xác định thông qua các điểm đo tại các bãi chuẩn hiệu chỉnh và các điểm tương đồng trong đám mây điểm.

Bước 4. Phân loại và lọc điểm

Tiến hành phân loại tự động dữ liệu đám mây điểm thành lớp ground points và non-ground points bằng các phần mềm chuyên dụng trên cơ sở kết hợp ảnh cường độ phản hồi và ảnh số chụp đồng bộ phục vụ thành lập mô hình DEM và DSM.

4.4. Thành lập mô hình số độ cao và bình đồ ảnh

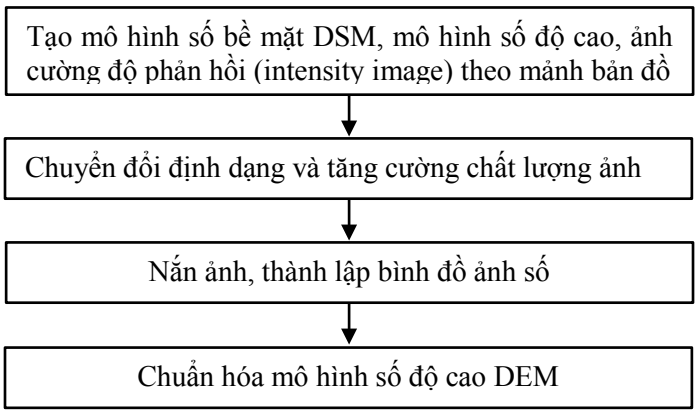
a) Tạo mô hình số bề mặt DSM, mô hình số độ cao DEM, ảnh cường độ phản hồi

DSM được xây dựng từ dữ liệu phản hồi đầu tiên (First return).

DEM được xây dựng từ dữ liệu phản hồi cuối cùng (Last return).

Ảnh cường độ phản hồi (intensity image) được tạo ra trên cơ sở sử dụng dữ liệu cường độ phản hồi (intensity) của tia laser và được sử dụng trong việc phân loại dữ liệu điểm.

Giá trị ô lưới GRID của ảnh được nội suy từ giá trị cường độ tại các điểm Lidar rời rạc. Độ phân giải của ảnh cường độ phản hồi được xác định trên cơ sở khoảng cách trung bình giữa các điểm phản hồi xung laser.



Hình 5. Quy trình thành lập mô hình số độ cao và bình đồ ảnh số

b) Chuyển đổi định dạng và tăng cường chất lượng hình ảnh

Chuyển đổi định dạng ảnh về định dạng GeoTIFF và tăng cường chất lượng hình ảnh từ ảnh gốc bay chụp bằng các phần mềm chuyên dụng.

c) Nắn ảnh, thành lập bình đồ ảnh số chính xác TrueOrthophoto

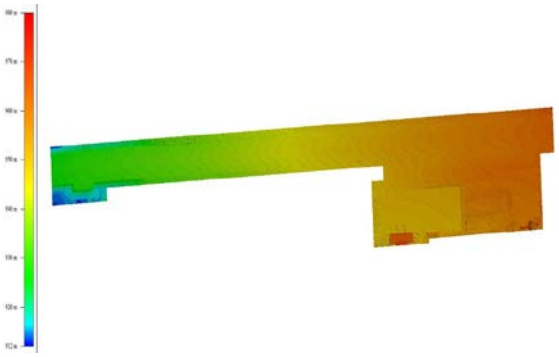
Bình đồ ảnh số được lập trên cơ sở dữ liệu ảnh số đã được chuyển đổi từ ảnh gốc chụp đồng thời trong quá trình bay quét Lidar và được sử dụng làm cơ sở để chuẩn hóa mô hình DEM và phục vụ thành lập bản đồ địa hình.

d) Chuẩn hóa mô hình số độ cao DEM

Chuẩn hóa mô hình DEM cần sử dụng kết quả khảo sát và các nguồn tư liệu khác, đặc biệt lưu ý các khu vực có cường độ Lidar yếu, các khu vực ngập nước tại thời điểm bay chụp. Độ chính xác DEM từ dữ liệu bay quét Lidar: (i) Khu vực đô thị có địa hình bằng phẳng và quang đãng: sai số lớn nhất của điểm độ cao đọc trên mô hình số địa hình không vượt quá 0,1 m; (ii) Khu vực có chênh cao và khu vực che khuất, sình lầy mặt nước: sai số lớn nhất của điểm độ cao đọc trên DEM không vượt quá 0,15 m.

Lọc tự động loại bỏ thảm thực vật và nhà cửa để xây dựng mô hình DEM:

Hình 6. Ảnh Trực giao



Hình 7. Mô hình DEM

Bản đồ 3D được trình bày hiển thị ở các mức độ chi tiết khác. Bản đồ 3D được chiết xuất từ CSDL địa hình gồm các chủ đề: Địa giới hành chính; Địa hình; Thủy hệ; Giao thông; Cơ sở hạ tầng dân cư.

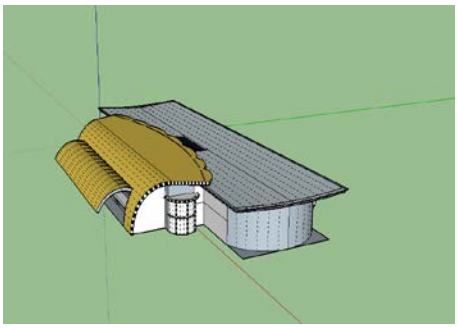
Các đối tượng địa lý của bản đồ 3D, sử dụng Bộ ký hiệu bản đồ 3D được thiết kế mới và các ký hiệu có sẵn của phần mềm Skyline để biên tập, trình bày. Ghi chú cho các đối tượng thuộc hệ thống giao thông, thuỷ hệ, dân cư theo phiên âm tiếng Việt và font chữ Unicode. Các ghi chú được đặt chạy dọc theo đối tượng hình tuyến và đặt tại vị trí trung tâm của đối tượng dạng vùng. Đối với ghi chú địa danh dân cư được đặt vuông góc với bề mặt địa hình. Các đối tượng nằm ngay trên bề mặt DEM không thể hiện độ cao riêng của đối tượng, tất cả các đối tượng dạng điểm, đường, vùng sử dụng bộ ký hiệu 3D để thể hiện.

4.4. Xây dựng mô hình 3D

Dữ liệu đầu vào: Kích thước thực của đối tượng (xác định từ mô hình số bề mặt DSM hoặc kết quả đo thực địa) kết hợp với hình ảnh chụp trực diện của các đối tượng cần thành lập.

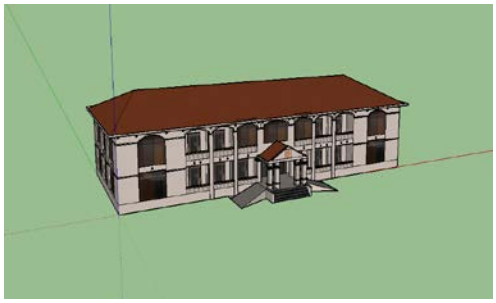
Kết quả đầu ra: Mô hình 3D các đối tượng phục vụ cho công tác thành lập bản đồ 3D (*.dae) với các nhóm lớp đối tượng độ cao (Lod 1, Lod 2 và Lod 3) theo chiều cao và kích thước thực của đối tượng. Sau đó sử dụng phần mềm TerraExplorer Pro tiến hành Convert định dạng *.dae về định dạng *.xpl2 để trình bày trong bản đồ 3D.

Hình 8. Mô hình 3D tổng thể nhà ga sân bay

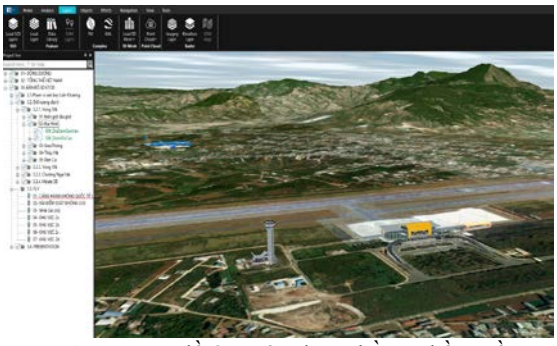


Hình 9. Mô hình 3D nhà ga sân bay

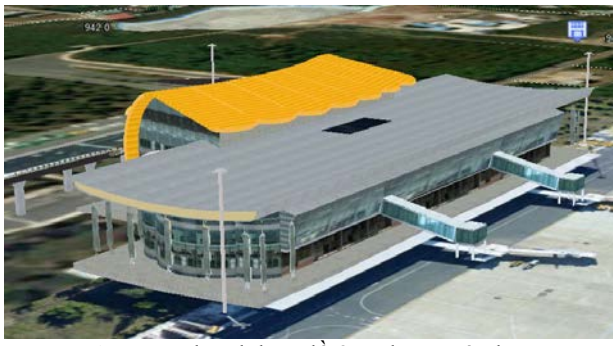
Hình 11. Hình ảnh 3D bãi đỗ sân bay



Hình 10. Mô hình 3D nhà làm việc.



Hình 12. Bản đồ 3D xây dựng bằng phần mềm TerraExplorer Pro



Hình 13. Hình ảnh bản đồ 3D nhà ga sân bay Liên Khương

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu ứng dụng công nghệ Lidar kết hợp với ảnh kỹ thuật số thành lập bản đồ 3D tại sân bay Liên Khương có thể kết luận:

Ngoài việc giá thành tương đối thấp, các ảnh kỹ thuật số thu được với độ phân giải rất cao (mm, cm), trong điều kiện địa hình phức tạp, môi trường nguy hiểm. Thêm nữa, công nghệ bay quét Lidar cho phép nhanh chóng cung cấp tọa độ điểm đám mây các đối tượng địa hình nhanh chóng và có độ chính xác cao so với các điểm đo chi tiết từ máy toàn đạc điện tử hoặc hệ thống GNSS truyền thống. Chính vì thế, công nghệ bay quét Lidar kết hợp với chụp ảnh kỹ thuật số đã và đang được ứng dụng rộng rãi hơn nữa vào các lĩnh vực khác nhau.

Xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý, thành lập bản đồ 3D sử dụng công nghệ Lidar kết hợp với ảnh chụp kỹ thuật số là một giải pháp rất quan trọng, mang lại hiệu quả cao, mang lại nhiều thông tin, đáp ứng yêu cầu của nhiều ngành nghề.

Bản đồ 3D sân bay Liên Khương được xây dựng ở cấp độ chi tiết LoD2 với các đối tượng nền địa hình và các đối tượng địa lý được xây dựng từ quá trình tự động phân loại dữ liệu đám mây điểm Lidar. Dữ liệu đám mây điểm được tự động phân loại theo quy trình công nghệ đã được nghiên cứu và thử nghiệm nhiều lần để lựa chọn giá trị ngưỡng tối ưu đối với từng đối tượng địa lý như thủy văn, thực vật, giao thông, địa hình mặt đất, nhà cửa,… Kết quả phân loại đám mây điểm khu vực thực nghiệm cho thấy đạt độ chính xác khá cao, đáp ứng yêu cầu với bản đồ địa hình tỉ lệ 1:2000.

Quy trình công nghệ đề xuất có thể ứng dụng vào trong thực tiễn để thu nhận, xử lý dữ liệu đám mây điểm Lidar kết hợp với ảnh kỹ thuật số cho những khu vực địa hình khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Siyka Zlatanova, Alias Abdul Rahman, Morakot Pilouk (2002). Trends in 3D GIS development. Journal of Geospatial Engineering, Vol. 4, No. 2 (December, 2002), pp.1-10.

[2] Zhao Zhongyuan (2012). Research on 3D Digital Map System and Key Technology. Procedia Environmental Sciences, Volume 12, Part A, pp. 514-520.

[3] Bui Ngoc Quy, Le Dinh Hien, Duong Anh Quan, Nguyen Quoc Long (2021). Rule-based classification of Airborne Laser Scanner data for automatic extraction of 3D objects in the urban areas. Journal of the Polish Mineral Engineering Society, Vol. 2, Iss. 48, pp.103-114. DOI:10.29227/IM-2021-02-09.

[4] Le Van Canh, Cao Xuan Cuong Nguyen Quoc Long, Le Thi Thu Ha, Tran Trung Anh, Xuan-Nam Bui (2022). Experimental investigation on the performance of DJI Phantom 4 RTK in the PPK mode for 3D mapping open-pit mines. Journal of the Polish Mineral Engineering Society, Vol. 1, Iss. 2, pp.65-74. DOI:10.29227/IM-2020-02-10.

[5] Cáp Xuân Tú (2011). Nghiên cứu ứng dụng công nghệ tích hợp Lidar và máy ảnh số trong thành lập cơ sở dữ liệu mô hình số độ cao và hình đồ trực ảnh tại Việt Nam. Luận án Tiến sĩ. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

[6] 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 TN&MT.

[7] Bharat Lohani, Suddhasheel Ghosh (2017). Airborne LiDAR Technology: A Review of Data Collection and Processing Systems. Proceedings of the National Academy of Sciences, India.

[8] LAS specification, version 1.1. http://www.asprs.org/wp content/uploads/ 2010/12/ asprs_las_format_v11.pdf.

[9] Renslow MS (2012). Manual of airborne topographic LiDAR. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

[10] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015). Thông tư số 68/2015/TT-BTNMT: Quy định kỹ thuật đo đạc trực tiếp địa hình phục vụ thành lập bản đồ địa hình và cơ sở dữ liệu nền địa lý tỷ lệ 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000.

[11] Mohamed Mostafa, Alan Wing Lun & Joe Hutton (2006). The DSS 322 airborne mapping system: a versatile fusion of digital photogrammetric sensing with direct georeferencing. DOI: 10.13140/2.1.4831.7121.

APPLYING THE COMBINATION OF LIDAR TECHNOLOGY AND DIGITAL IMAGE DATA FOR BUILDING THE 3D MAP - A CASE STUDY AT LIEN KHUONG AIRPORT, LAM DONG PROVINCE

Nguyen Viet Nghia, Nguyen Quoc Long [*]

Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien street, Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi

ABSTRACT

Imagery data combined with Lidar data are often used to build detailed, sharp and accurate 3D models of the Earth's surface. This integrated data is necessary for establishing highly precise geographic information databases and large-scale topographic mapping as well as other spatial products for specialized applications. This article presents the procedure of integrating Lidar scanning and photogrammetry techniques, as well as combining these two data sources to establish digital elevation models and 3D maps with LoD 2 for the Lien Khuong airport terminal. The results meet the requirements for establishing topographic maps with the 1:2000 scale.

Keyword: Image data; 3D map, Lidar, Lien Khuong airport.

[*] Corresponding author, email address: nguyenquoclong@humg.edu.vn