

Khảo sát, đánh giá mô hình độ cao số địa hình - DTM được xây dựng trên hai phần mềm Global Mapper và Fusion LDV từ ảnh chụp UAV

■ **ThS. TRẦN NGỌC HUỖN TRANG; ThS. NGUYỄN HỮU ĐỨC**

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

■ **ThS. NGUYỄN HÀ TRANG**

Yamagata University, Japan

TÓM TẮT: Các phần mềm xử lý ảnh UAV (Unmanned Aerial Vehicle) cho kết quả mô hình số bề mặt DSM (Digital Surface Model) và ảnh trực giao với độ chính xác cao, có thể sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau. Bài báo nghiên cứu này tập trung vào việc tự động hóa tạo mô hình số địa hình DTM (Digital Terrain Model) dựa trên các đám mây điểm (Point Cloud) có được từ quá trình xử lý ảnh UAV. Nhóm tác giả thực hiện bay chụp với điểm khống chế, xử lý ảnh với Agisoft tạo Point Cloud. Sử dụng Fusion và Global Mapper để lọc loại bỏ các địa vật. Sản phẩm DTM được tạo ra bằng hai phần mềm được kiểm tra, đánh giá bằng các số liệu đo trực tiếp ở thực địa với máy toàn đạc điện tử nhận được độ chính xác lên đến 95,2% đối với sản phẩm tạo ra từ Fusion LDV và 84% đối với sản phẩm tạo ra từ Global Mapper.

TỪ KHÓA: Đám mây điểm, UAV, DTM, DEM, DSM, Fusion LDV, Global Mapper.

ABSTRACT: The UAV (Unmanned Aerial Vehicle) software provide highly accurate DSM (Digital Surface Model) and orthomosaic that can be used for a variety of purposes. This research paper focuses on automating the creation of DTM based on Point Cloud obtained from UAV image processing. The team of authors performed flight capture with GCP, processed images with Agisoft to create Point Cloud. Use Fusion and Global Mapper to filter buildings and vegetations. DTM is created by two software was validated with ground truth data measured from total station. The accuracy from Fusion and Global Mapper are up to 95.2% and 84% respectively.

KEYWORDS: Point Cloud, DTM, UAV, DEM, DSM, Fusion LDV, Global Mapper.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

UAV là tên gọi dùng chung cho các thiết bị máy bay không người lái sử dụng thiết bị điều khiển từ xa, là thiết bị có thể điều khiển tự động, bán tự động hoặc kết hợp giữa điều khiển từ xa và tự động.

UAV được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực, có thể dùng để tạo ra nhiều loại bản đồ khác nhau. Các phần mềm xử lý ảnh cho phép tạo ra ảnh nắn ghép trực giao với độ chính xác cao, có thể đáp ứng về thành phần mặt bằng. Point Cloud là sản phẩm xử lý ảnh có thể dùng để phục vụ cho việc tính toán, thể hiện các chủ đề liên quan đến độ cao. Tuy nhiên, Point Cloud bao gồm các điểm ở trên mặt đất và trên địa vật như nhà cửa, cây cối... Muốn tạo DTM thì cần lọc bỏ các điểm địa vật đi. Một số biện pháp như lựa chọn điểm thủ công, hiệu chỉnh chiều cao địa vật... Những cách này tốn khá nhiều thời gian và công sức. Bài nghiên cứu xử lý tự động tạo DTM từ Point Cloud theo hai hướng:

Hướng thứ nhất, phần mềm Fusion với sự kết hợp nhiều hàm toán học để lọc địa vật tự động. Đây là phần mềm mã nguồn mở được phát triển bởi Robert J. McGaughey thuộc Forest service USDA. Phần mềm được phát triển nhằm mục đích phục vụ cho các nhà nghiên cứu xử lý và phân tích dữ liệu đám mây điểm từ LiDAR. Khác với các phần mềm thương mại, các thuật toán trong Fusion thường được kết hợp lại với nhau ở dạng batch file và chạy trên nền command prompt cho một quá trình xử lý [1].

Hướng thứ hai là sử dụng Global Mapper. Khác với Fusion LDV, Global mapper là phần mềm thương mại có giao diện sống động dễ tiếp cận người dùng với nhiều chức năng để xử lý Point Cloud. Bên cạnh đó, Global Mapper còn hỗ trợ phong phú các định dạng file khác nhau như LAS, Arc ASCII grid file, ArcGIS layer package, 2DM, 3DS, vector files, raster files và nhiều định dạng khác [2].

Để khảo sát mức độ phù hợp của các giải pháp tạo DTM tự động, tiến hành so sánh và đánh giá kết quả hai mô hình DTM từ hai hướng trên.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Quy trình thực hiện



Hình 2.1: Quy trình tạo mô hình DTM tự động theo hai phương pháp và đánh giá mô hình

2.2. Mô tả dữ liệu

Dữ liệu ảnh được thu thập bởi thiết bị DJI Phantom 4 bay chụp ở độ cao 100 m, kích thước ảnh 4.000x3.000 pixel, tốc độ màn trập 1/1250s, khẩu độ chụp f/2,2, tiêu cự ống kính 4,73 mm, độ phủ dọc giữa các tấm ảnh là 83%, độ phân giải không gian là 2,75 cm/pixel. Bộ ảnh chụp được gồm 100 ảnh ở khu vực dọc bờ kênh Tê, Quận 4, TP. Hồ Chí Minh.

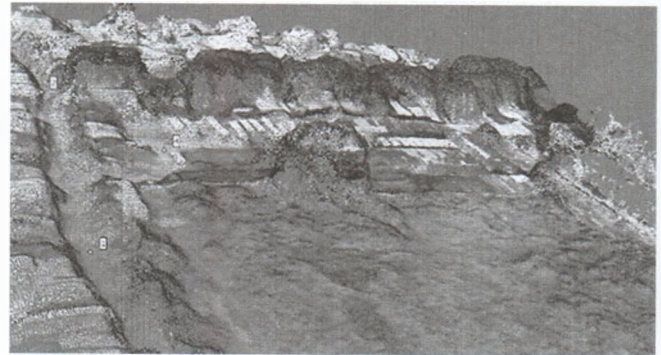


Hình 2.2: Vị trí của khu vực nghiên cứu

Các điểm GCP (Ground Control Point) gồm 8 điểm GPS có tọa độ và độ cao được đánh dấu và chôn mốc ở ngoài thực địa.

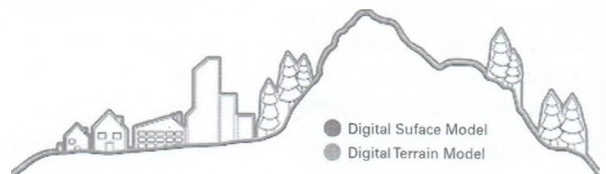
2.3. Xử lý ảnh tạo Point Cloud

Agisoft PhotoScan là phần mềm chuyên nghiệp để xử lý ảnh chụp từ máy bay không người lái. Phần mềm này cho phép tái tạo các mô hình 3D của đối tượng chụp dựa trên việc sắp xếp, định hướng các ảnh.



Hình 2.3: Đám mây điểm ảnh Point Cloud

Point Cloud gồm tập hợp các vector điểm ảnh trong hệ tọa độ không gian ba chiều. Những vector này luôn được định nghĩa bởi tọa độ X, Y, Z và màu sắc của điểm nhằm thể hiện những bề mặt của đối tượng. Kết quả xử lý ảnh tạo đám mây điểm này tương tự như sản phẩm từ công nghệ quét Laser 3D mặt đất.



Hình 2.4: Sự khác biệt giữa DSM và DTM [4]

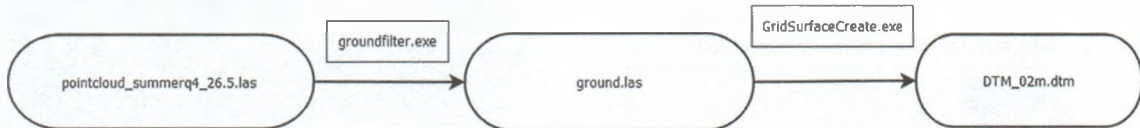
Kết quả xử lý từ Agisoft tạo ra Point Cloud (minh họa là đường màu đỏ trên Hình 2.4). Muốn tạo DTM cần phải loại bỏ các điểm ảnh không nằm trên mặt đất để tạo thành đường màu xanh lá trên Hình 2.4.

2.4. Loại điểm địa vật và tạo DTM với phần mềm Fusion

Fusion là phần mềm xử lý ảnh LiDAR thuộc tác quyền của Robert J. McGaughey, Trường Đại học Washington (Hoa Kỳ). Hệ thống phân tích và trực quan hóa bao gồm hai chương trình chính, Fusion và LDV (trình xem dữ liệu LiDAR) và bộ sưu tập các chương trình dòng lệnh dành riêng cho từng nhiệm vụ. Fusion hỗ trợ nhiều loại dữ liệu và định dạng bao gồm shapefiles, hình ảnh, DTM, DSM. Chương trình dòng lệnh giúp người dùng thiết kế các nhiệm vụ để xử lý các dữ liệu LiDAR [2].

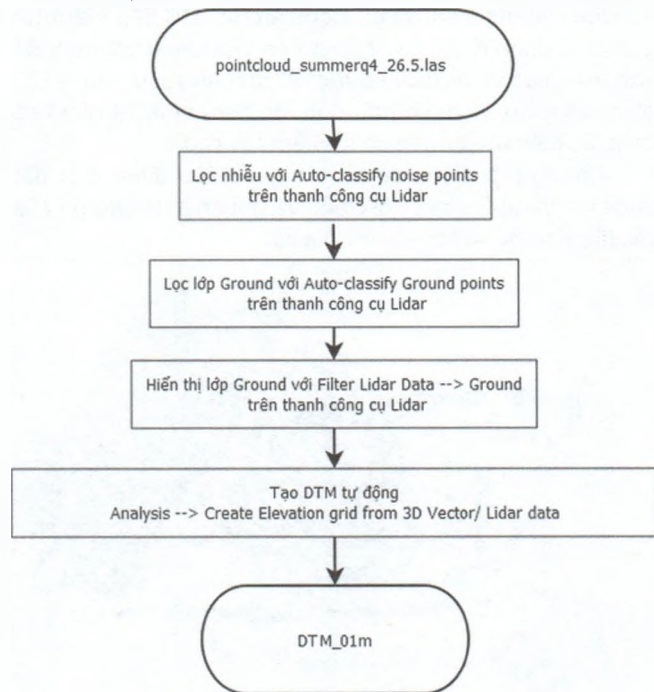
Sử dụng các chương trình con *catalog.exe; groundfilter.exe; GridSurfaceCreate.exe* để thiết kế các dòng lệnh Fusion thực hiện việc lọc địa vật, tạo lớp dữ liệu điểm nằm trên bề mặt đất, sau đó nội suy tạo DTM.

Sau khi xử lý ảnh tạo Point Cloud trên Agisoft PhotoScan, xuất sang định dạng*.las (định dạng của ảnh LiDAR), đặt tên file là *pointcloud_summerq4_26.5.las*.



Hình 2.5: Quy trình tạo mô hình DTM trên Fusion

2.5. Loại điểm địa vật và tạo DTM với Global Mapper

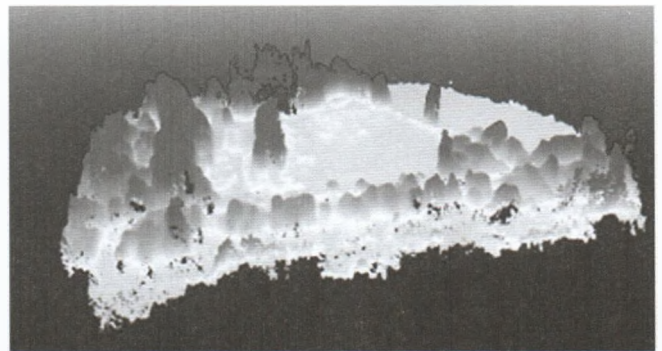


Hình 2.6: Trình tự tạo mô hình DTM từ Point Cloud trên Global Mapper

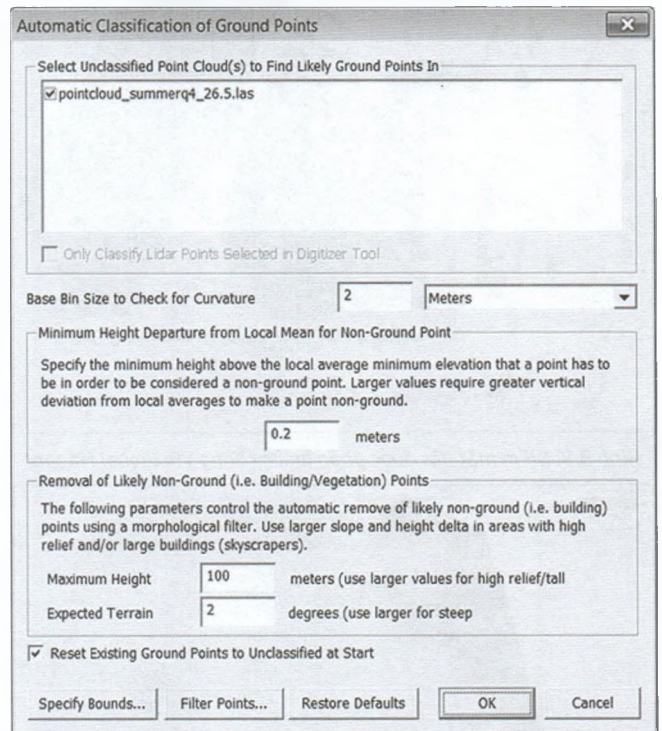
Global Mapper là phần mềm GIS có thể xử lý dữ liệu vector, raster, dữ liệu độ cao. Sau khi xử lý ảnh với phần mềm Agisoft, dữ liệu Point Cloud ở dạng điểm có tọa độ và độ cao được đưa vào Global Mapper hiển thị kết quả như sau:



Hình 2.7: Dữ liệu Point Cloud hiển thị với phần mềm Global Mapper



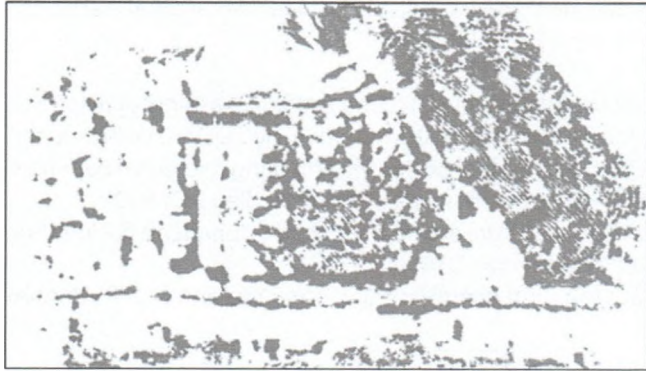
Hình 2.8: Hiển thị dữ liệu dạng 3D theo độ cao điểm



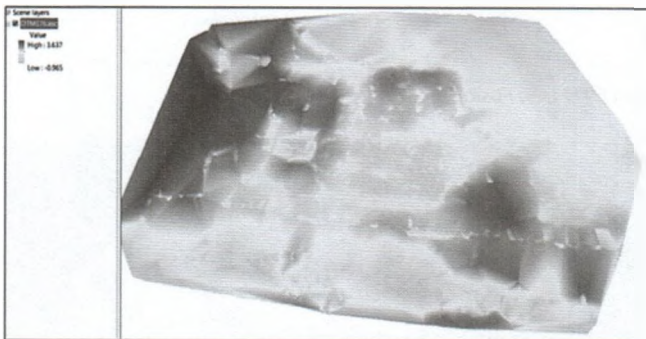
Hình 2.9: Hộp thoại nhập các thông số lọc các điểm mặt đất

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

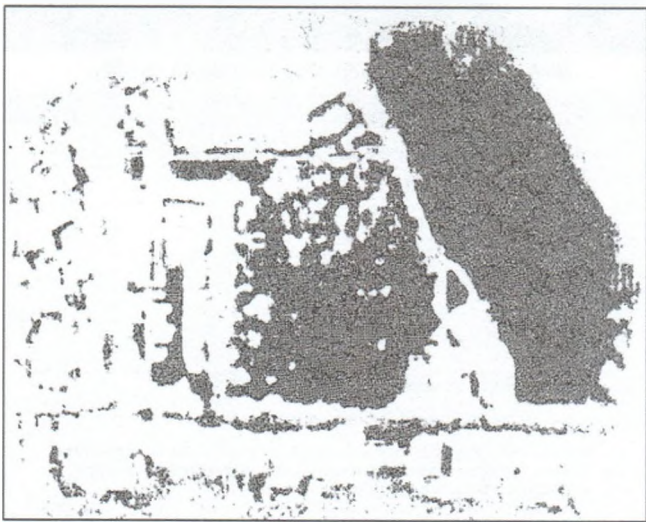
3.1. Kết quả lọc điểm và mô hình DTM



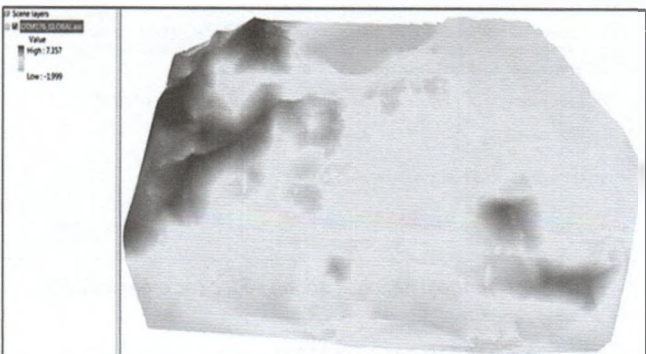
Hình 3.1: Điểm mặt đất được phân loại với Fusion



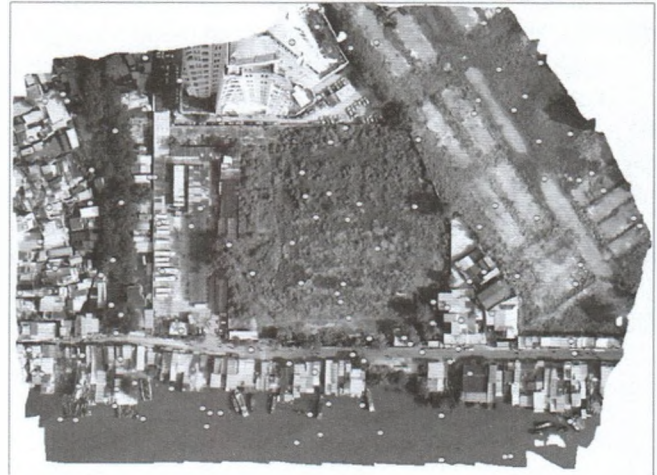
Hình 3.2: Mô hình DTM tạo trên phần mềm Fusion. Quan sát hình ta thấy khu vực nghiên cứu có địa hình khá bằng phẳng, chênh lệch độ cao khoảng 4 m



Hình 3.3: Điểm mặt đất được phân loại tự động với Global Mapper



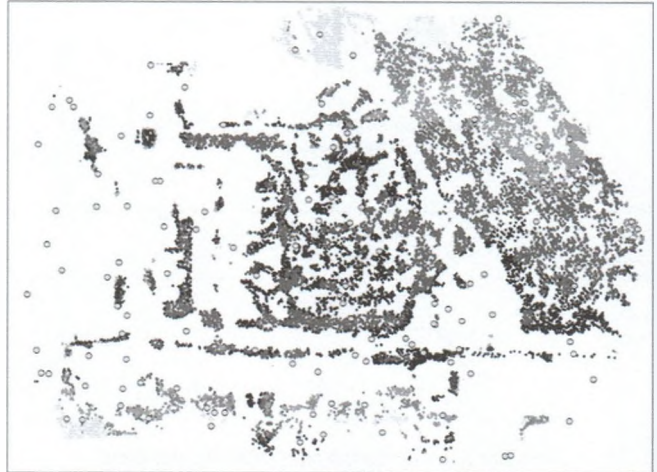
Hình 3.4: Mô hình DTM tạo trên phần mềm Global Mapper



Hình 3.5: Vị trí điểm được rải ngẫu nhiên để kiểm tra kết quả lọc

Tạo bộ điểm kiểm tra kết quả lọc với công cụ Create Random Points trên phần mềm ArcGIS. Dữ liệu kiểm tra gồm 125 điểm được rải ngẫu nhiên, đối chiếu với bình đồ ảnh trực giao và thực địa được kết quả như sau: trong 125 điểm đó gồm 36 điểm mặt đất, 39 điểm nhà, 14 điểm cỏ thấp, 24 điểm mặt nước và 15 điểm cây cao.

Chồng lớp điểm kiểm tra này với lớp điểm mặt đất được lọc bằng Fusion, đối chiếu và ghi nhận thông tin của các điểm trước và sau khi lọc địa vật.



Hình 3.6: Vị trí điểm kiểm tra trên kết quả lọc với Fusion

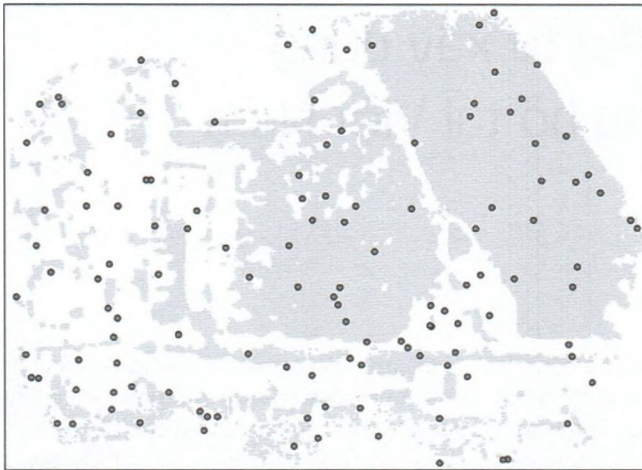
Bảng 3.1. Kết quả kiểm tra độ chính xác của mô hình DTM tạo trên Fusion

	Điểm sau khi lọc	Mặt đất	Địa vật trên đất
Điểm trước khi lọc			
Mặt đất		36	0
Địa vật trên đất		6	83

Độ chính xác của mô hình DTM tạo trên Fusion $119/125 = 95,2\%$.

Kết quả trên cho thấy, sử dụng phần mềm Fusion để lọc các yếu tố địa vật là hiệu quả. Các địa vật trên đất (nhà, cây cao, cỏ thấp) được lọc gần hết, chỉ có 4,8% chưa được lọc bỏ. Cụ thể: 36 điểm mặt đất được giữ nguyên và phân loại thành mặt đất, có 6 điểm là cỏ thấp và mặt nước đã bị Fusion nhận nhầm thành mặt đất và không được loại ra.

3.3. Đánh giá kết quả lọc trên phần mềm Global Mapper



Hình 3.7: Vị trí điểm kiểm tra trên kết quả lọc với Global Mapper

Bảng 3.2. Kết quả kiểm tra độ chính xác của mô hình DTM tạo trên Global Mapper

Điểm trước khi lọc	Điểm sau khi lọc	Mặt đất	Địa vật trên đất
Mặt đất	36	36	0
Địa vật trên đất	20	20	69

Độ chính xác của mô hình DTM tạo trên Global Mapper $105/125 = 84\%$.

Từ kết quả ở bảng trên cho thấy, sử dụng Global Mapper làm công cụ lọc địa vật tự động cũng cho thấy khả năng khá tốt của phần mềm. Global Mapper có thể nhận dạng đủ 36/36 điểm mặt đất, còn 20 điểm chưa được loại bỏ (các địa vật bị nhận dạng nhầm thành mặt đất) chủ yếu vẫn là cỏ thấp và mặt nước. Cỏ thấp không được lọc ra hết phần lớn rơi vào khu vực có chiều cao cây cỏ đều nhau và chiều cao khoảng 1 - 2 dm.

3.4. Đánh giá độ chính xác của DTM

Trong 3 điểm được khảo sát độ cao thì điểm 3 là điểm có sai số cao bất thường do điểm này nằm ngay khu vực cổng của công trình đang thi công nên nhiều khả năng bị lún do trọng tải của xe và máy móc xây dựng ra vào thường xuyên, khoảng thời gian từ khi chụp ảnh tạo mô hình (11/10/2017) đến khi đo kiểm tra lại (10/6/2020) là gần 32 tháng nên việc sụt lún của điểm 3 là có thể xảy ra. Hai điểm còn lại đều cho sai số thấp, đặc biệt trên hai mô hình DTM đều cho sai lệch ở khoảng cm, thậm chí mm.

Các điểm kiểm tra được lấy độ cao trên mô hình và đo ở thực địa. So sánh cho được kết quả như sau:

Bảng 3.3. Kết quả kiểm tra độ chính xác độ cao của hai mô hình DTM và mô hình DSM so với độ cao thực địa

STT Điểm kiểm tra	Độ cao đo (m)	Độ cao DSM (m)	Độ cao DTM1 (m) Fusion	Độ cao DTM2 (m) Global Mapper	Sai số DSM (Sai số 1) (m)	Sai số DTM1 (Sai số 2) (m)	Sai số DTM2 (Sai số 3) (m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(2)-(3)	(2)-(4)	(2)-(5)
1	1,603	1,770	1,662	1,594	-0,167	-0,059	0,009
2	1,702	1,840	1,706	1,717	-0,138	-0,004	-0,015
3	1,628	1,940	1,865	1,968	-0,312	-0,237	-0,340

STT Điểm kiểm tra	Độ cao đo (m)	Độ cao DSM (m)	Độ cao DTM1 (m) Fusion	Độ cao DTM2 (m) Global Mapper	Sai số DSM (Sai số 1) (m)	Sai số DTM1 (Sai số 2) (m)	Sai số DTM2 (Sai số 3) (m)
Sai số trung phương của độ cao mô hình so với độ cao thực					±0,219	±0,141	±0,197

Từ Bảng 3.3 cho thấy, sai số nhận được của DSM là lớn nhất ($\pm 0,219$ m), sai số của DTM được xây dựng bằng Fusion là nhỏ nhất ($\pm 0,141$ m), tuy nhiên các sai số này đều ở mức tốt, có thể đáp ứng độ chính xác cho các công tác liên quan đến dữ liệu về địa hình.

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu trên cho thấy rằng, khi sử dụng Agisoft kết hợp Fusion và Agisoft kết hợp Global Mapper để xây dựng tự động mô hình DTM đều đạt độ chính xác cao, tương ứng 95,2 và 84% cho cùng một khu vực thực nghiệm. Với độ chính xác này, việc ứng dụng UAV để thành lập các bản đồ tỷ lệ lớn là hoàn toàn thích hợp. Có thể áp dụng phương pháp này để thay thế các cách lấy điểm độ cao thủ công trước đây khi làm các bản đồ địa hình bằng UAV.

Tài liệu tham khảo

- [1]. McGaughey R. J. (2010), *Manual of FUSION/LDV: software for LIDAR data analysis and visualization*, United State, Department of Agriculture, Forest services, research station, USA.
- [2]. Global Mapper, L. L. C. (2020), *Global Mapper Version 21.1 Software*, Colorado, Parker.
- [3]. Caribbean and Pacific Group, *Caribbean Handbook on Risk Information Management*.
- [4]. https://www.geoimage.com.au/_blog/News/post/high-demand-for-digital-elevation-models-from-satellite/.

Ngày nhận bài: 06/4/2021

Ngày chấp nhận đăng: 28/4/2021

Người phản biện: TS. Đỗ Minh Tuấn

TS. Nguyễn Anh Tuấn