



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 12 - 11 - 2020

ERSD 2020



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI



EARTH SCIENCES AND
NATURAL RESOURCES FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT

**TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

**TIỂU BAN
BẢN ĐỒ, VIỄN THÁM VÀ
HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ**

MỤC LỤC

TIỂU BAN

BẢN ĐỒ, VIỄN THÁM VÀ HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ

Phân tích lựa chọn chế độ định vị tâm chụp chính xác của máy bay không người lái trong thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn <i>Trần Trung Anh, Quách Mạnh Tuấn</i>	1
Xác định số lượng điểm khống chế ảnh cần thiết khi thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn mở lộ thiên bằng công nghệ bay không người lái có tích hợp định vị GNSS động <i>Lê Văn Cảnh, Cao Xuân Cường, Lê Thị Thu Hà, Nguyễn Ngọc Anh</i>	9
Ứng dụng công nghệ UAV (Flycam) trong ước tính chiều cao cây hệ sinh thái rừng ngập mặn tỉnh Sóc Trăng <i>Nguyễn Kiều Diễm, Võ Quốc Tuấn</i>	16
Đánh giá quá trình mở rộng đô thị tại thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 1998-2020 bằng dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian Landsat <i>Lê Thị Thu Hà</i>	23
Nghiên cứu ứng dụng SfM xây dựng mô hình 3D từ dữ liệu ảnh chụp UAV <i>Phạm Văn Hiệp, Bùi Ngọc Quý, Dương Anh Quân, Nguyễn Hoàng Ánh, Nguyễn Danh Đức, Lê Thị Nga, Trần Trung Kiên, Hoàng Xuân Tứ, Nguyễn Đại Đồng, Nguyễn Đức Hùng, Nguyễn Văn Mạnh</i>	33
Nghiên cứu tình trạng hạn nông nghiệp dựa trên chỉ số hạn từ ảnh viễn thám Landsat 8 trên nền tảng Google Earth Engine <i>Phạm Thị Thanh Hòa, Vũ Ngọc Quang</i>	41
Ứng dụng ảnh viễn thám theo dõi trữ lượng rừng ngập mặn tại Mũi Cà Mau <i>Nguyễn Tấn Lợi, Huỳnh Nhật Phi, Võ Quốc Tuấn</i>	51
Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) xây dựng bản đồ thoái hóa đất nông nghiệp tỉnh Hậu Giang <i>Trần Xuân Miến, Nguyễn Thế Công, Phạm Thị Kim Thoa, Nguyễn Thị Dung</i>	58
Ứng dụng Indoor Mobile Mapping trong thu thập, phân tích và quản lý dữ liệu địa lý <i>Lê Thị Nga, Bùi Ngọc Quý, Dương Anh Quân</i>	65
Xây dựng và chuẩn hóa các cơ sở dữ liệu thành phần phục vụ dự báo nguy cơ cháy rừng <i>Đoàn Thị Nam Phương, Nguyễn Văn Trung, Bùi Tiến Diệu, Nguyễn Văn Sơn, Trần Thị Trúc Mai, Ngô Thanh Xuân</i>	71
Ứng dụng mô hình thủy lực và GIS xây dựng bản đồ hiểm họa ngập lụt khu vực hạ lưu sông Cả <i>Dương Anh Quân, Trương Văn Anh, Bùi Ngọc Quý, Phạm Văn Hiệp, Nguyễn Danh Đức, Lê Thị Nga, Trần Thị Mai Anh, Trương Xuân Quang</i>	79
Thành lập bản đồ bề mặt không thám sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-2 ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh <i>Phạm Văn Tùng, Nguyễn Văn Trung, Vũ Xuân Cường, Nguyễn Văn Sơn</i>	86
Xử lý mây và pan-sharpening ảnh Sentinel-2 theo dõi sự phát triển đô thị tại huyện đảo Phú Quốc <i>Phạm Quốc Việt, Võ Quốc Tuấn</i>	94

Nghiên cứu ứng dụng SfM xây dựng mô hình 3D từ dữ liệu ảnh chụp UAV

Phạm Văn Hiệp^{1,*}, Bùi Ngọc Quý¹, Dương Anh Quân¹, Nguyễn Hoàng Ánh⁵, Nguyễn Danh Đức¹, Lê Thị Nga¹, Trần Trung Kiên², Hoàng Xuân Tứ³, Nguyễn Đại Đồng⁴, Nguyễn Đức Hùng⁶, Nguyễn Văn Mạnh⁶

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

² Cục tác chiến, Bộ tổng tham mưu

³ Công ty Cổ phần tư vấn đo đạc địa chính

⁴ Cục Đo đạc - Bản đồ và thông tin địa lý Việt Nam

⁵ Trung tâm Khảo sát quy hoạch xây dựng, Viện Quy hoạch Đô thị và Nông thôn quốc gia

⁶ Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Thái Bình

TÓM TẮT

Kỹ thuật SfM (Structure from Motion) áp dụng cho các tấm ảnh không sắp xếp là một kỹ thuật đã được phát triển mạnh mẽ trong những năm gần đây. Các ứng dụng chính của SfM phải kể đến đầu tiên là đối với việc xây dựng các mô hình kiến trúc, vật thể, hình khối... Với sự phát triển của công nghệ thu nhận hình ảnh và các phương pháp xử lý tiên tiến, SfM không chỉ hỗ trợ việc tái tạo cấu trúc 3 chiều của các kiến trúc, vật thể mà còn được ứng dụng trong các khảo sát ở quy mô lớn trên bề mặt trái đất như khảo sát địa chất, địa mạo, địa hình... ứng dụng trong nhiều ngành khoa học trong đó có khoa học trái đất. Hiện nay, sự phát triển mạnh của các thiết bị bay chụp không người lái (UAV) đã tạo ra nguồn dữ liệu chụp ảnh bề mặt địa hình ở tỷ lệ lớn khá đa dạng và dễ dàng thu nhận được ở mọi dạng địa hình khác nhau. Các dữ liệu ảnh này có thể được xử lý bằng kỹ thuật SfM để tạo ra hệ thống đám mây điểm và mô hình địa hình. Để tận dụng được ưu thế của dữ liệu ảnh UAV, việc nghiên cứu ứng dụng SfM vào xử lý và tạo mô hình địa hình 3D từ dữ liệu ảnh UAV càng trở nên có tính cấp thiết. Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu ứng dụng SfM trong xây dựng mô hình địa hình 3D từ dữ liệu ảnh chụp UAV trên cơ sở phần mềm Visual SfM.

Từ khóa: Máy bay không người lái - UAV, Mô hình 3D, Structure from Motion - SfM.

1. Đặt vấn đề

Các ứng dụng chính của SfM phải kể đến đầu tiên là đối với việc xây dựng các mô hình kiến trúc từ các ảnh chụp không sắp xếp. Ứng dụng này là nền tảng đầu tiên cho các ứng dụng SfM sau này. Từ năm 1979, (S. Ullman, 1979) đã đưa ra những cơ sở khoa học đầu tiên cho SfM. Trong đó nêu rõ, cấu trúc 3 chiều có thể được xác định từ các ảnh chụp 2 chiều mà không cần các thông tin của chiều thứ 3. Ngày nay với sự phát triển của công nghệ máy tính, việc tính toán các cấu trúc có thể lên tới hàng trăm triệu ảnh hỗ trợ đắc lực cho các công tác tái tạo cấu trúc của các vật thể và địa hình. Một trong những ví dụ gần đây là ứng dụng SfM kết hợp với đo Laser mặt đất tái tạo lại mô hình kiến trúc độ chi tiết và chính xác cao được sử dụng trong việc phục hồi lại nhà thờ Đức Bà Paris sau tai nạn ngày 15/04/2019.

SfM không chỉ hỗ trợ việc tái tạo cấu trúc 3 chiều của các kiến trúc, vật thể mà còn được ứng dụng trong các khảo sát ở quy mô lớn trên bề mặt trái đất như khảo sát địa chất, địa mạo, địa hình... ứng dụng trong nhiều ngành khoa học trong đó có khoa học trái đất. Những bước đi đầu tiên được khơi đầu bằng các bức ảnh được chụp từ các camera gắn trên các bóng Helium để dùng trong khảo sát địa chất và khảo cổ (R. Hartley, 2001). Mặc dù vậy, việc khảo sát này chỉ có thể hoàn thành ở quy mô nhỏ do hạn chế về thiết bị. Từ năm 2006, các thiết bị bay không người lái (UAV) thương mại lần lượt được phổ biến và sử dụng SfM từ UAV đã có bước phát triển rất nhanh.

SfM được áp dụng cho các bức ảnh chụp từ thiết bị bay không người lái - Unmanned Aerial Vehicle (UAV) ngày càng phổ biến. Các thiết bị bay không người lái có giá thành ngày càng rẻ, chất lượng hình ảnh ngày càng cao, và đến nay, một số loại thiết bị UAV đã có thể được ứng dụng để thay thế một phần

* Tác giả liên hệ

Email: phamvanhiep@humg.edu.vn

công tác bay chụp ảnh phục vụ cho thành lập bản đồ, điều tra, hiện chỉnh và các công tác có liên quan. Chính vì thế trong phạm vi của chuyên đề này chúng tôi sẽ tập trung vào nghiên cứu cơ sở khoa học của phương pháp tái tạo hình ảnh dựa vào ảnh chụp của các vật chuyển động (Structure from Motion) trong việc đo ảnh chụp từ thiết bị bay không người lái.

2. Phương pháp SfM và dữ liệu xây dựng mô hình 3D

Dữ liệu nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu thuộc phạm vi xã Minh Bảo, TP Yên Bái, Yên Bái (hình 1) là khu vực nhiều đồi núi. Dữ liệu nghiên cứu là khối ảnh chụp khu vực nghiên cứu được bay chụp bằng thiết bị bay không người lái (UAV) Phantom 4 với máy chụp ảnh gồm 175 tấm ảnh.

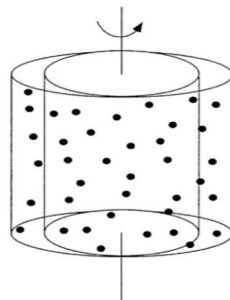


Hình 1, Khu vực nghiên cứu: xã Minh Bảo, TP Yên Bái, Yên Bái

Phương pháp SfM

Nguyên tắc của SfM

S. Ullman đã đưa ra nền tảng đầu tiên của SfM. Theo đó, SfM được xác định bằng tính toán vị trí 3D bằng các hình ảnh 2D.



Hình 2. Cặp hình trụ miêu tả SfM (C. Caudek and N. Rubin, 2001)

Các tọa độ 3D được lưu lại trong bộ nhớ máy tính và hình chiếu phẳng của các điểm này được tính toán và đưa lên màn hình. Khi các hình trụ này xoay, các tọa độ và hình chiếu được tính toán lại để đưa lên mặt phẳng. Như vậy, mỗi hình ảnh trên màn hình sẽ cho ra một tập điểm giống như ngẫu nhiên xuất hiện. Tuy nhiên, khi góc chiếu thay đổi, các đối tượng dịch chuyển qua màn hình sẽ tạo thành 2 hình trụ trong đó hình dạng và kích thước có thể được xác định. Từ đây, các cấu trúc từ chuyển động (SfM) có thể được tính toán.

def là sự giá trị phân bố của một lượng vô hướng. Lượng vô hướng này được xác định bằng sự biến đổi của trường vận tốc tại vị trí điểm có thể được tính bằng một tập hợp 3 điểm trên một cặp trường nhin.

Phân nhóm trong SfM dựa trên sự phân bố của *def*

Cho một trường vận tốc 2 chiều $V(x,y) = \{V_x(x,y); V_y(x,y)\}$ ma trận biến đổi Γ được định nghĩa như sau:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial V_x}{\partial x} & \frac{\partial V_x}{\partial y} \\ \frac{\partial V_y}{\partial x} & \frac{\partial V_y}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Γ có thể được biến đổi thành tổng của 4 ma trận hằng số theo trọng số bởi biến hệ số vô hướng.

$$\Gamma = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^4 C_k M_k \quad (2)$$

Với:

$$\begin{aligned} C_1 = C_{div} &= \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} & , & \quad M_1 = M_{div} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ C_2 = C_{curl} &= \frac{\partial V_y}{\partial x} - \frac{\partial V_x}{\partial y} & , & \quad M_2 = M_{curl} = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \\ C_3 = C_{def_1} &= \frac{\partial V_x}{\partial x} - \frac{\partial V_y}{\partial y} & , & \quad M_3 = C_{def_1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \\ C_4 = C_{def_2} &= \frac{\partial V_x}{\partial x} - \frac{\partial V_x}{\partial y} & , & \quad M_4 = C_{def_2} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

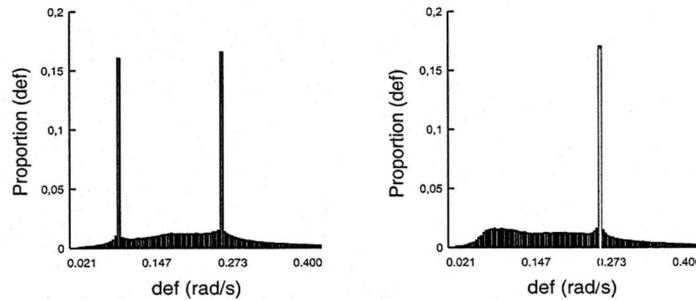
Theo đó

$$def = \sqrt{C_{def_1}^2 + C_{def_2}^2}$$

Và qua một số biến đổi, ta có

$$def = \frac{1}{|\sin \alpha|} \sqrt{\left(\frac{V_1 - V_0}{\rho_1}\right)^2 + \left(\frac{V_2 - V_0}{\rho_2}\right)^2 - 2 \frac{|V_1 - V_0| |V_2 - V_0|}{\rho_1 \rho_2} \cos(\alpha - \alpha_\Delta)}$$

Dưới đây là phân bố của *def*.



Hình 3. Phân bố của *def* với 150 điểm được xoay (C. Caudek and N. Rubin, 2001)

Kỹ thuật tìm kiếm cặp ảnh song trùng

Bước đầu tiên của SfM là việc tìm kiếm các khu vực trùng nhau trên các tấm ảnh $I = \{I_i | i=1 \dots N\}$ và xác định các phép chiếu hình trong các cặp ảnh. Đầu ra của quá trình này là một tập hợp các cặp ảnh song trùng và phép chiếu hình cho mỗi điểm.

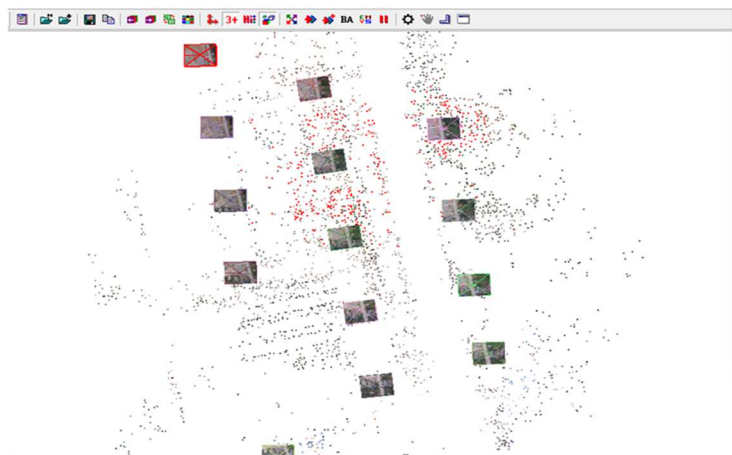
Phân tách các đối tượng

Tại mỗi ảnh I_i , SfM phát hiện một tập $F_i = \{(x_j, f_j) | j=1 \dots N F_j\}$ của các đối tượng tại mỗi vị trí x_j thuộc R biểu diễn bởi tập f_j . Các đối tượng này sẽ có đặc tính hình học và độ xám thích hợp để SfM có thể tìm kiếm trong các hình ảnh. SITF (D. G. Lowe, 2004) và các biến thể của nó (T. Tuytelaars and K.

Mikolajczyk, 2007) cũng như các phương thức mới (M. Brown, G. Hua, and S. Winder, 2010) được sử dụng khác là tiêu chuẩn để phân tách các đối tượng.



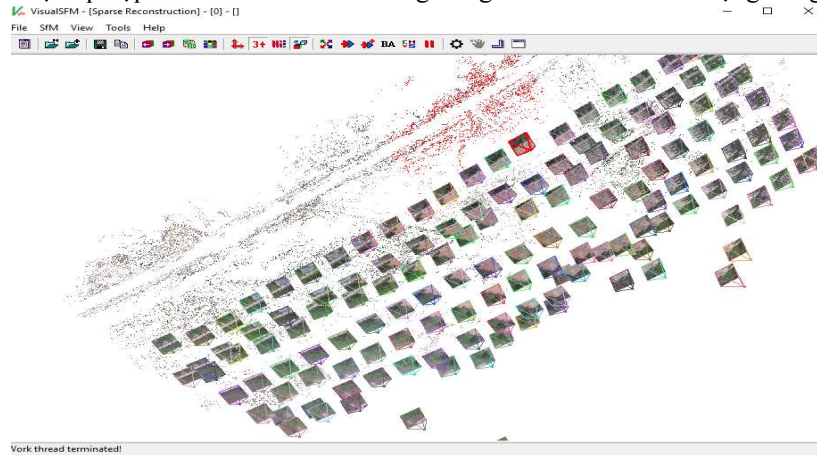
Hình 4. Tìm kiếm các điểm trùng nhau trên các bức ảnh.



Hình 5. Phân tách các đối tượng

Kết hợp các đối tượng

SfM sẽ tiến hành tìm kiếm và kết hợp các đối tượng dựa trên các điểm F_i trong các tấm ảnh. SfM sẽ tìm kiếm trên toàn bộ khu vực ảnh trùng nhau bằng cách tìm kiếm các đối tượng có cấu trúc và độ sáng tương tự cho mỗi tấm ảnh. Công tác này sẽ cực kỳ phức tạp trong việc tính toán và sẽ rất khó có thể thực hiện đối với các tập hợp ảnh lớn. Để thực hiện được công việc này đối với tập hợp ảnh lớn, các nhà khoa học đã đưa ra một số giải thuật để tăng cường hiệu suất kết hợp các đối tượng trên ảnh. Đầu ra của quá trình kết hợp đối tượng này là một tập hợp các điểm ảnh có khả năng trùng nhau C và các đối tượng trùng nhau M .



Hình 6. Kết hợp các đối tượng dựa trên các điểm F_i trong các tấm ảnh

Hiệu chỉnh hình học

Bước thứ 3 trong kỹ thuật tìm kiếm điểm ảnh song trùng là hiệu chỉnh các cặp ảnh trùng nhau C . SfM sẽ hiệu chỉnh hình học các điểm ảnh trong các cặp ảnh trùng nhau bằng các phép chiếu hình. Phụ thuộc và tính chất không gian của từng cặp ảnh, các hiệu chỉnh này sẽ thể hiện mối liên hệ hình học giữa chúng. Các phép chiếu hình đồng nhất được dùng để miêu tả sự biến đổi xoay hoặc dịch chuyển thuần túy. Các phép chiếu đa cực được dùng cho các biến đổi phức tạp thông qua các ma trận chuẩn hóa và đa tiêu cự. Khi các biến đổi này được xây dựng đầy đủ cho các đối tượng trên ảnh, các đối tượng này được coi là đã hiệu chỉnh hình học. Tuy nhiên, việc xác định các phép chiếu này đối với ảnh thường có rất nhiều các nhiễu, do vậy, các chương trình SfM sẽ phải sử dụng đến một số thuật toán như RANSAC hoặc GRIC hoặc QDEGSAC để xử lý loại bỏ các nhiễu. Sau khi đã chạy hiệu chỉnh hình học, SfM cung cấp một đồ thị cảnh (scene graph) với ảnh là các điểm và các cặp ảnh được coi như các cạnh.

Trong số các thuật toán trên RANSAC được ứng dụng nhiều nhất. RANSAC được ứng dụng để ước tính quan hệ T với n tham số trên dữ liệu $\{p\}$. Theo đó, nó sẽ chia $\{p\}$ thành các giá trị trong và ngoài. Nó sẽ lựa chọn một tập m các đối tượng từ $\{p\}$ và tính toán một ứng viên quan hệ T_c từ tập ngẫu nhiên này. Số lượng nhỏ nhất $m = (n/r)$ của các đối tượng dùng để tính toán quan hệ phụ thuộc vào số lượng các hạn chế r được cung cấp bởi mỗi đối tượng và số lượng n các tham số của quan hệ T .

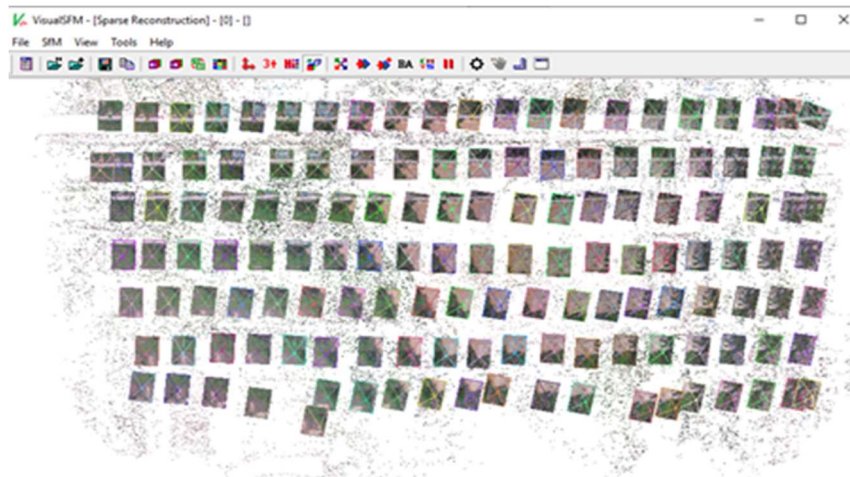
Để tăng tốc độ tính toán, RANSAC thường sử dụng ước tính tuyến tính cho quan hệ T . Đối với một ước tính tuyến tính, chúng ta có một hàm nội tại tuyến tính fin như sau:

$$f_{in}(t, w) = \|A_w t\| \text{ với } w \in \{p\}$$

trong đó, vector đơn vị t biểu diễn cho quan hệ T và A_w là ma trận chứa các dữ liệu từ tập w . Ma trận A_w có r hàng độc lập bởi mỗi tập w chứa r các giới hạn hằng số độc lập. Một đối tượng nằm trong có quan hệ là một điểm dữ liệu w với $f_{in}(t, w) < ct$. Nói chung, một hệ thống các hàm số tuyến tính được xác định từ các hàm nội f_{in} và dữ liệu $\{p\}$:

$$\underbrace{A_w}_{A} t = 0 \text{ với } w \in \{p\}$$

trong đó ma trận A thuộc R của tất cả các ma trận A_w thuộc R xác định bởi w thuộc $\{p\}$. Từ đó, các hàng của ma trận dữ liệu A chứa các kiểm tuyến tính bởi các hàm tuyến tính f_{in} . Quan hệ t là xác định như một tập N của ma trận dữ liệu A . Theo đó, ma trận dữ liệu sẽ có một mức rA của mỗi n để thu nhận một giải thuật. Như vậy, chiều rn của không gian trống sẽ có ít nhất một A . Đối với các dữ liệu không có nhiễu, mức rA được giảm xuống $rd < n$ là một số nhỏ hơn các hạn chế độc lập được cung cấp bởi dữ liệu và tập quan hệ T_c trở nên không chắc chắn. Theo đó, quan hệ T_c là thành viên của một không gian con N với rn chiều có thể được biểu diễn bằng ma trận N thuộc R .



Hình 7. Hiệu chỉnh hình học các tấm ảnh

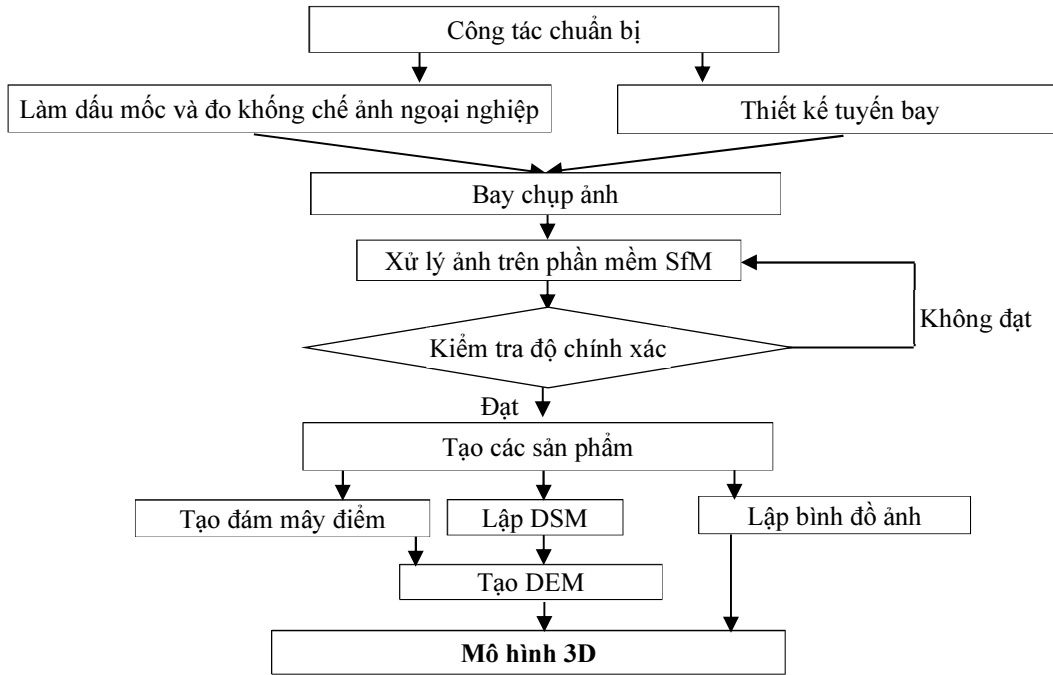
Sau khi tính toán T_c , RANSAC áp dụng nó cho toàn bộ dữ liệu $\{p\}$ và phân nhóm bởi ngưỡng trong $\{inc\}$ và ngoài $\{outc\}$. Việc lấy mẫu ngẫu nhiên được lặp lại cho đến khi đầy đủ số lượng mẫu để đánh giá. Số lượng mẫu yêu cầu S được xác định phù hợp bởi áp dụng phân số $\epsilon = (|\{inc\}|/|\{p\}|)$ và xác suất μ . Nhìn chung RANSAC sẽ dừng lấy mẫu khi số lượng mẫu S được xác định như sau:

$$S = \frac{\log(1 - n)}{\log(1 - \epsilon^m)}$$

Trong đó S_m là số lượng các đối tượng trong lấy mẫu. Sau khi có được T_c tốt nhất, T_c này được xác định là TRANSAC phù hợp nhất với dữ liệu.

3. Thực nghiệm xây dựng mô hình 3D từ ảnh UAV

3.1. Quy trình xử lý ảnh UAV từ phần mềm SfM (hình 8)

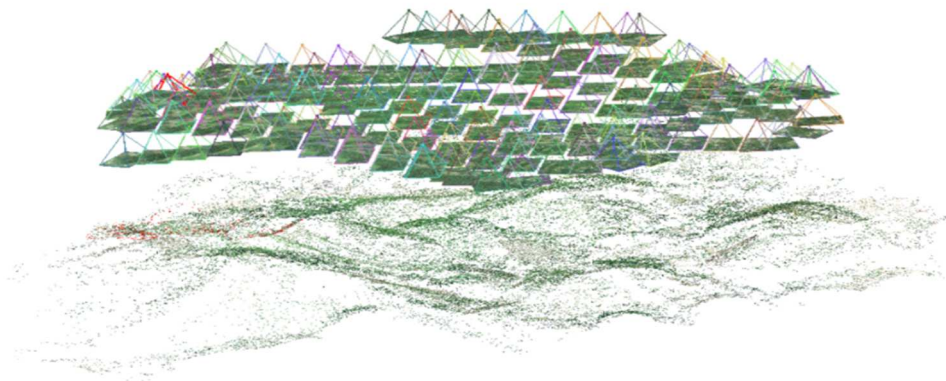


Hình 8. Quy trình xây dựng mô hình 3D trên phần mềm SfM

3.2. Các sản phẩm xử lý ảnh UAV từ phần mềm SfM

Trên cơ sở nghiên cứu cơ sở lý thuyết và bản chất của SfM chúng tôi đã tiến hành bay chụp và thực nghiệm xây dựng mô hình 3D từ dữ liệu ảnh UAV cho khu vực Xã Minh Bảo, Thành phố Yên Bái. Kết quả của thực nghiệm mô hình 3D từ ảnh UAV bao gồm các sản phẩm:

3.2.1 Đám mây điểm cơ sở - Sparse Point cloud

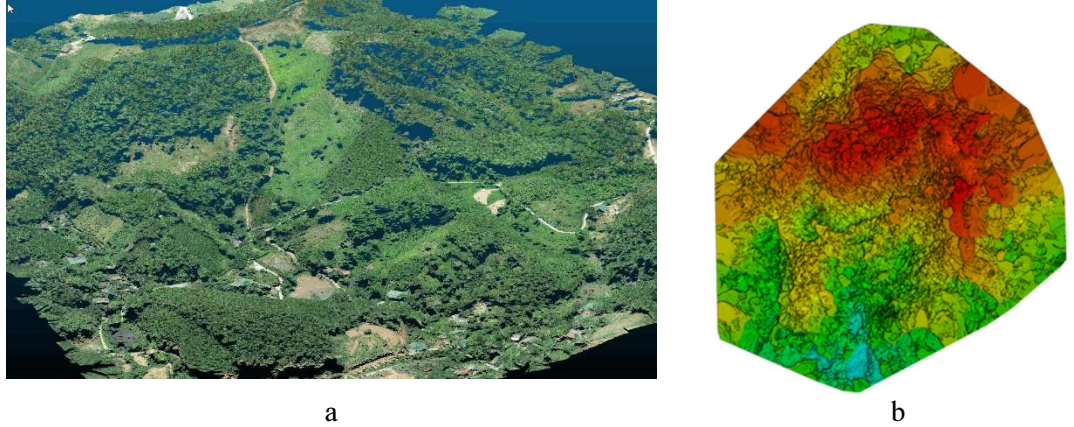


Hình 9. Đám mây điểm cơ sở

Đám mây điểm - point cloud là sản phẩm chính của quá trình xử lý ảnh UAV bằng thuật toán SfM (hình 9). Sản phẩm này là một tập hợp các điểm có đầy đủ tọa độ x, y, z. Tập hợp các điểm này là khung cơ sở cho các thuật toán xử lý tiếp theo như tăng dày mật độ đám mây điểm hoặc tạo mô hình DSM, DEM.

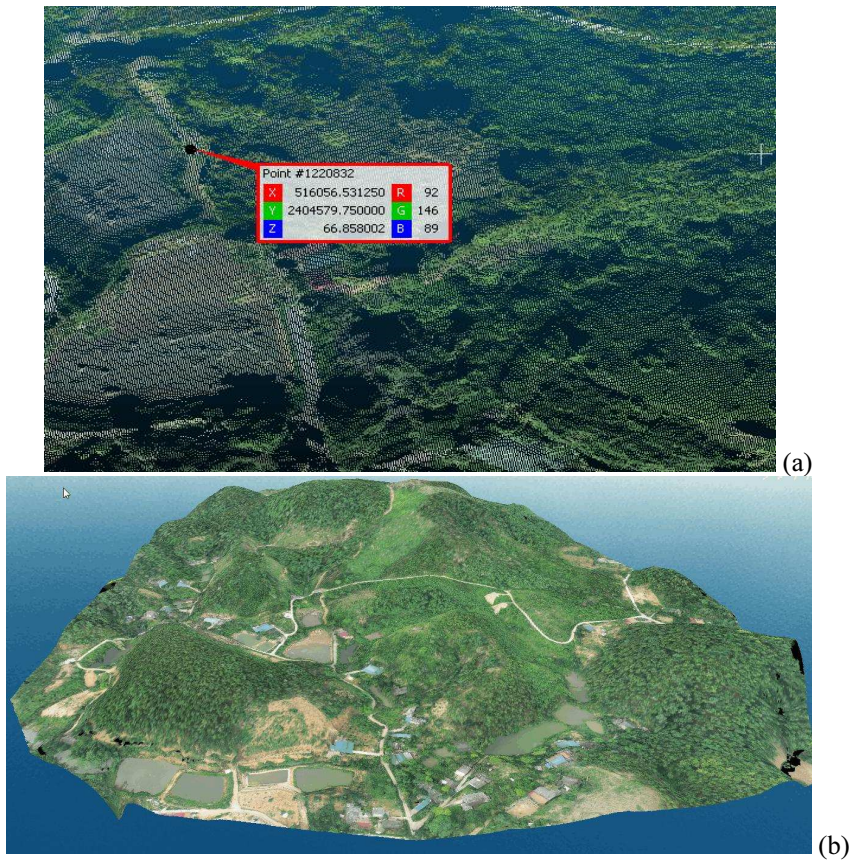
3.2.2. Đám mây điểm được tăng dày và mô hình 3D của bề mặt địa hình:

Đám mây điểm ban đầu được tăng dày bởi thuật toán tăng dày cho ra một point cloud có chất lượng cao hơn, độ phủ tốt hơn và chi tiết hơn.



Hình 10. Đám mây điểm được tăng dày (a) và mô hình số bề mặt (b)

Trên cơ sở kết quả xây dựng DSM, tiến hành chồng gộp với bình đồ ảnh ta sẽ thu được mô hình 3D của khu vực thực nghiệm (hình 11)



Hình 11. Thuộc tính của điểm trong đám mây điểm tăng dày (a) và Mô hình 3D của khu vực thực nghiệm (b).

Mô hình 3D của khu vực bay chụp đảm bảo mức độ chi tiết rất tốt, khả năng miêu tả địa hình, địa vật chuẩn xác, có khả năng ứng dụng trong mô phỏng bề mặt địa hình và xây dựng bản đồ địa hình cho khu vực thực nghiệm.

4. Kết luận

Trên cơ sở các nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm, nhóm tác giả đã xây dựng được mô hình 3D thực nghiệm cho khu vực xã Minh Bảo, thành phố Yên Bái. Kết quả mô hình cho thấy việc ứng dụng thuật toán SfM trong việc xử lý ảnh chụp từ UAV để xây dựng mô hình 3D là hoàn toàn khả thi. Việc xây dựng mô hình 3D bề mặt cho thấy tiềm năng to lớn trong việc ứng dụng vào sản xuất bản đồ với độ chính xác cao, ứng dụng trong xây dựng, quy hoạch và trong quân sự. Đặc biệt là trong công tác mô phỏng địa hình phục vụ các mục đích An Ninh - Quốc phòng, quy hoạch,...

Lời cảm ơn

Để hoàn thiện bài báo, nhóm tác giả đã nhận được sự hỗ trợ từ Trường Đại học Mở - Địa chất thông qua đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở, mã số T20-09.

Tài liệu tham khảo

- S. Ullman, "The interpretation of structure from motion.," Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci., vol. 203, no. 1153, pp. 405-426, 1979.
- R. Hartley, Multiple View Geometry in Computer Vision Second Edition. 2001.
- C. Caudek and N. Rubin, "Segmentation in structure from motion: Modeling and psychophysics," Vision Res., vol. 41, no. 21, pp. 2715-2732, 2001
- D. G. Lowe, "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints," Int. J. Comput. Vis., pp. 1-28, 2004.
- T. Tuytelaars and K. Mikolajczyk, "Local Invariant Feature Detectors: A Survey," Found. Trends@ Comput. Graph. Vis., vol. 3, no. 3, pp. 177-280, 2007.
- M. Brown, G. Hua, and S. Winder, "Discriminative Learning of Local Image Descriptors," pp. 1-14, 2010.

Application of SfM in 3D modeling from UAV images

Hiep Van Pham ¹, Quy Ngoc Bui ¹, Nguyen Hoang Anh ⁵, Quan Anh Duong ¹, Duc Danh Nguyen ¹, Nga Le Thi ¹, Kien Trung Tran ², Tu Hoang Xuan ³, Dong Dai Nguyen ⁴, Nguyen Duc Hung ⁶, Nguyen Van Manh ⁶

¹ Hanoi University of Mining and Geology

² Department of Operations, General Staff of the Vietnam People's Army

³ Land survey consultant joint stock company

⁴ Department of Surveying and Map Vietnam

⁵ Center for Surveying & Construction planning, National Institute of Urban and Rural Planning

⁶ Thai Binh Province Department of Natural and Environment

ABSTRACT

Structure from Motion (SfM) applied to unorganized images is a technique that has been strongly developed in recent years. The main applications of SfM must mention firstly for the construction of architectural models, objects, cubes,... With the development of image acquisition technology and advanced processing methods, SfM not only supports the reconstruction of three-dimensional structures of structures and objects, but also applies to large-scale surveys of the earth's surface such as geological, geomorphological and topographic surveys and other fields of earth science. Currently, the strong development of drones (UAVs) has created a large variety of terrain surface photography data which are easily obtained in all other terrain types. These image data can be processed by SfM technology to create point cloud systems and topographic models. To take advantage of UAV image data, the study of SfM application in processing and creating 3D terrain models from UAV image data is even more urgent. The article introduces research of applying SfM in building 3D terrain model from UAV image data by Visual SfM software.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle - UAV, 3D model, Structure from Motion-SfM.