

CÔNG NGHỆ THÔNG TIN (trang 68÷80)

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP KHỚP TỰ ĐỘNG CẶP ẢNH SỐ

ĐÀO KHÁNH HOÀI, Đại học Kỹ Thuật Lê Quý Đôn

NGUYỄN TUẤN ANH, TRẦN MAI HƯƠNG, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tóm tắt: Bài báo nghiên cứu đề xuất giải pháp khớp tự động cặp ảnh chụp từ máy bay với độ ổn định cao trên cơ sở kết hợp hai phương pháp khớp theo vùng mức xám và khớp theo đặc trưng. Trong nghiên cứu này tác giả đã phân tích, đánh giá các phương pháp khớp ảnh theo vùng và theo đặc trưng. Từ đó đề xuất giải pháp mới bằng cách lồng ghép khớp sơ bộ theo vùng mức xám trong khớp theo đặc trưng kết hợp đồng thuận mẫu ngẫu nhiên sử dụng mô hình xạ ảnh để liên kết cặp ảnh. Độ tin cậy của thuật toán đề xuất được kiểm nghiệm trên dữ liệu ảnh chụp từ các máy ảnh ảnh Sony Nex 5T và Cannon 550d gắn trên máy bay không người lái UX5 và MD4-1000.

1. Giới thiệu tổng quan các phương pháp khớp ảnh số

Các phương pháp khớp tự động cặp ảnh số đều dựa trên một trong ba cách tiếp cận cơ bản: Khớp ảnh theo vùng giá trị mức xám [1-3], khớp bình phương nhỏ nhất [1, 4] hoặc khớp ảnh theo đặc trưng [5]. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng không có thuật toán trích chọn đặc trưng, hay khớp ảnh nào tối ưu trong mọi trường hợp. Trên các trạm đo ảnh số địa hình các thuật toán khớp theo vùng mức xám được áp dụng để nhận dạng và khớp các mẫu chuẩn, khớp lập thể [3, 5].

Phương pháp khớp ảnh theo vùng giá trị mức xám thường chỉ phát huy hiệu quả cao khi dùng độc lập trong các trường hợp ít biến dạng về bức xạ và biến dạng hình học giữa ảnh trái và ảnh phải. Toán tử đối sánh tương quan chéo thường cho kết quả không ổn định với các biến dạng này. Trong nhiều trường hợp mặc dù hệ số tương quan giữa hai mẫu cao nhưng trên ảnh hai mẫu đó không phải là hai mẫu liên hiệp do nhiều biến dạng bức xạ hoặc kết cấu đồng dạng lặp lại của bề mặt. Trong thực tế sản xuất phương pháp này được áp dụng trong đo ảnh bán tự động khi kỹ thuật viên có thể can thiệp và hiệu chỉnh thủ công vị trí mẫu ảnh khớp trên ảnh phải.

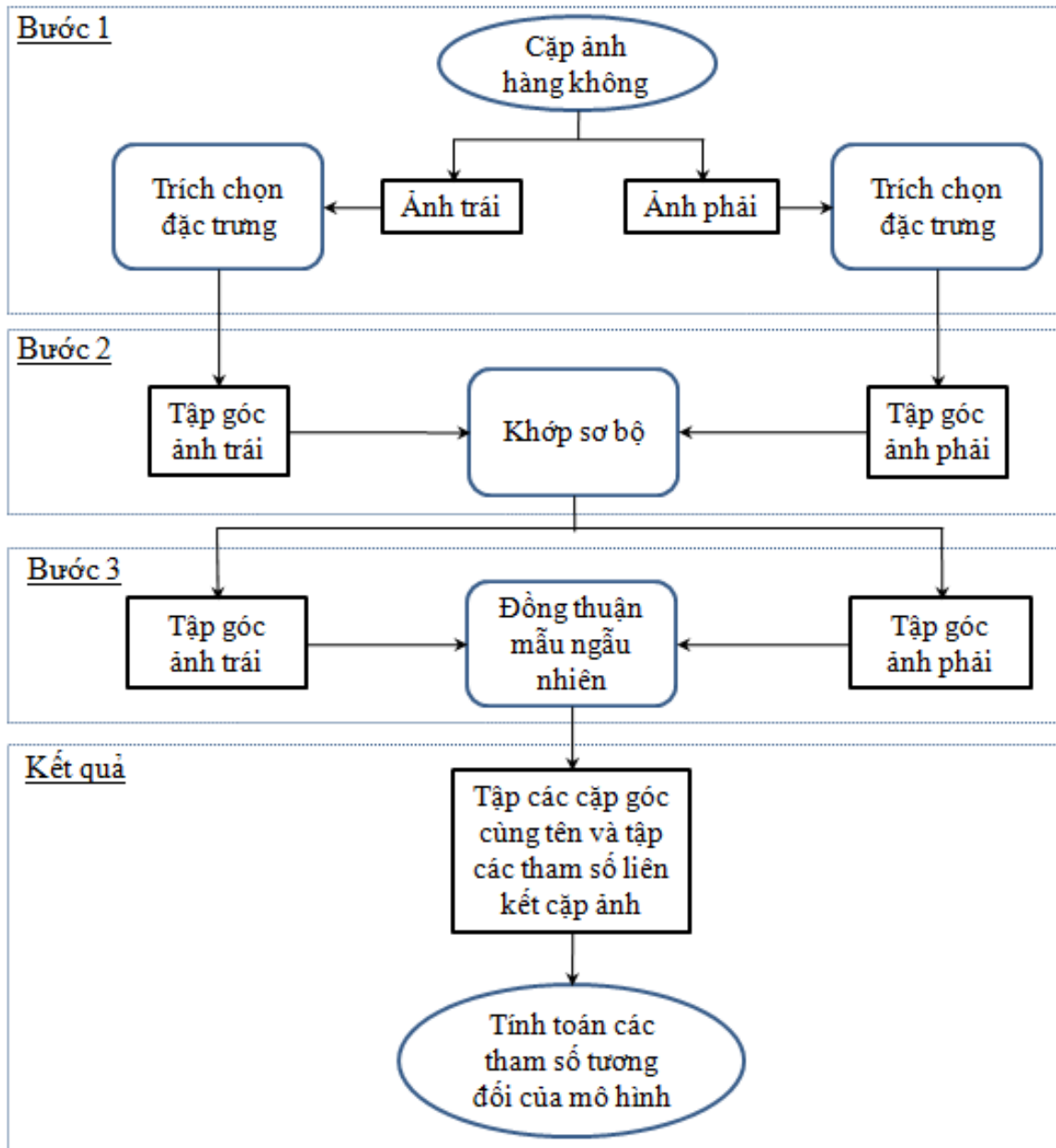
Khớp theo phương pháp bình phương nhỏ nhất thường áp dụng khi vị trí mẫu khớp đã

được xác định gần đúng. Khớp bình phương làm chính xác hóa vị trí mẫu khớp với độ chính xác nhỏ hơn 1 điểm ảnh. Một nhược điểm của phương pháp này là thời gian tính toán cao. Nếu vị trí khởi tạo xa với vị trí mẫu ảnh khớp phương pháp bình phương sẽ không tìm được mẫu khớp.

Phương pháp khớp theo đặc trưng điểm cho kết quả khớp ổn định hơn so với khớp theo vùng mức xám. Ngược lại thời gian khớp cao hơn do số vòng lặp trong các bước trích chọn đặc trưng và khớp đồng thuận ngẫu nhiên được thực hiện trên toàn cặp ảnh.

2. Đề xuất thuật toán khớp tự động cặp ảnh số chụp từ máy bay

Các cặp ảnh hàng không có một số đặc thù khác biệt so với cặp ảnh số chụp trên mặt đất như: Tâm chụp ảnh cách xa nhau, độ cao bay chụp lớn, góc chiếu sáng mặt trời giữa các tấm ảnh khác nhau, chênh cao địa hình lớn ở các vùng đồi núi, đối tượng nhân tạo có chiều cao lớn là nguyên nhân dẫn đến sự xuất hiện bóng địa hình và khác biệt về bức xạ giữa các tấm ảnh. Vì vậy cần có phương pháp khớp ảnh tự động có tính ổn định, loại bỏ được các yếu tố ảnh hưởng nói trên. Các tham số hệ thống bay chụp cần được đưa vào trong tính toán tối ưu thuật toán khớp: Độ cao bay chụp, mức chênh cao địa hình trung bình khu vực bay chụp, độ phủ chồng hai ảnh.



Hình 1. Mô hình thuật toán đề xuất

Tác giả lựa chọn giải pháp lồng ghép khớp theo vùng giá trị mức xám trong khớp theo đặc trưng như trong sơ đồ thuật toán hình 1. Các bước của thuật toán đều được tối ưu để đảm bảo rằng không có cặp điểm đặc trưng nào bị khớp sai.

Thuật toán đề xuất gồm ba bước chính: Trích chọn điểm đặc trưng, khớp sơ bộ theo vùng giá trị mức xám và đồng thuận mẫu ngẫu nhiên. Đây là thuật toán khớp theo đặc trưng có lồng ghép bước khớp sơ bộ theo vùng giá trị mức xám để giảm thời gian và tài nguyên tính

toán đồng thời nâng cao tính ổn định của toàn bộ quy trình khớp ảnh.

Bước 1: Trích chọn tự động hai tập điểm đặc trưng trên hai ảnh, sử dụng toán tử dò điểm đặc trưng có các đặc điểm: Bất biến với phép quay, phép dịch và có sự ổn định khi thay đổi cường độ sáng của ảnh. Nghiên cứu Fabio Remondino [8] đã đưa các ra bảng so sánh chỉ ra rằng toán tử Forsner phù hợp với yêu cầu đặt ra.

Bước 2: Khớp sơ bộ theo vùng giá trị mức xám. Về mặt lý thuyết mỗi điểm đặc trưng trên

ảnh trái sẽ có một điểm đặc trưng tương ứng trên ảnh phải nếu nó nằm trong vùng phủ chồng của hai ảnh. Tuy nhiên trên thực tế các bức ảnh chịu nhiều thay đổi về bức xạ cùng với các yếu tố bóng, che khuất do địa hình. Do đó xác suất không tồn tại các điểm đặc trưng tương ứng trên ảnh phải là không nhỏ. Bước khớp sơ bộ này loại bỏ phần lớn các đặc trưng khuyết cặp. Theo hình 2: Giả sử các yếu tố của hệ thống bay chụp nhận các giá trị: Độ cao bay chụp - H, độ cao trung bình chênh cao địa hình khu vực bay chụp - h, kích thước ma trận CCD của máy chụp ảnh là - cdx, cdy điểm ảnh, độ phủ phương bay dọc - p, độ phủ phương bay ngang -q, (p, q nhận giá trị từ 0-1). Khi đó về mặt lý thuyết điểm đặc trưng với tọa độ (i,j) trên ảnh trái sẽ có đặc trưng tương ứng cùng tên trên ảnh phải nằm trong cửa sổ tìm kiếm W. Tọa độ cửa sổ tìm kiếm - W trong hệ tọa độ ảnh phải là:

Góc trên bên trái của W:

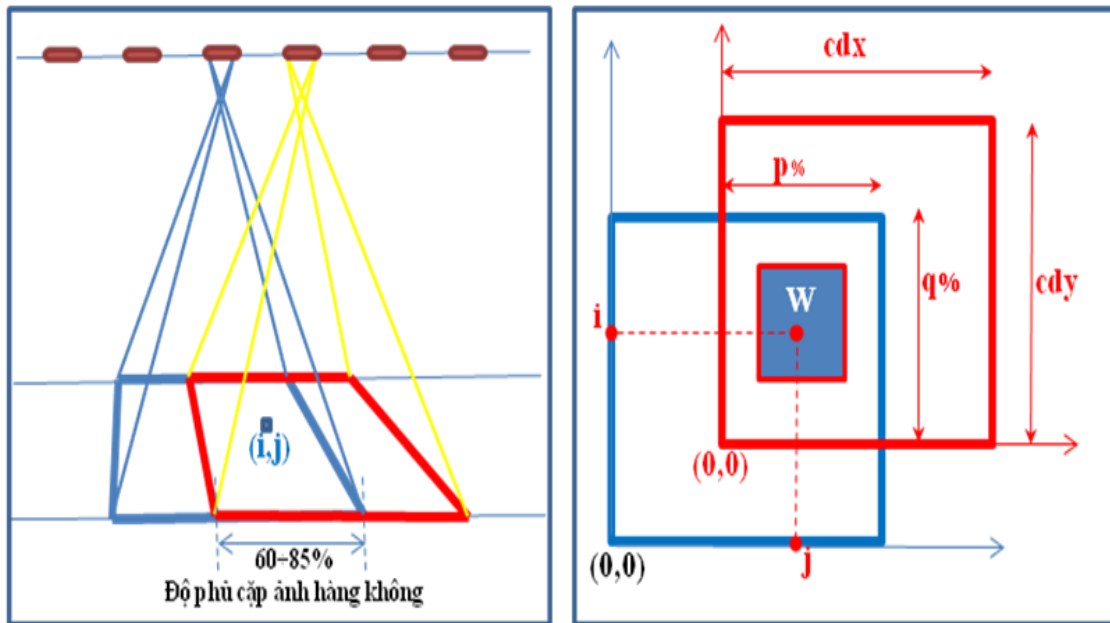
$$[i - (1 - q + \Delta p) \cdot cdy, j - (1 - p + \Delta p) \cdot cdx], \quad (1)$$

Góc dưới bên phải của W:

$$[i - (1 - p - \Delta p) \cdot cdy, j - (1 - p - \Delta p) \cdot cdx] . \quad (2)$$

Mẫu ảnh trích tại vị trí điểm đặc trưng trên ảnh trái sẽ được đối sánh với các mẫu ảnh trên ảnh phải trích tại vị trí các đặc trưng nằm trong cửa sổ W. Cặp điểm đặc trưng tương ứng cặp mẫu có giá trị hệ số tương quan chuẩn hóa lớn nhất đồng thời lớn hơn ngưỡng cho trước sẽ được xếp vào danh sách các cặp đặc trưng khớp sơ bộ.

Bước 3: Đồng thuận mẫu ngẫu nhiên. Thuật toán đồng thuận mẫu ngẫu nhiên [7] được dùng phổ biến trong phân tích ảnh để khớp mô hình. Trong nghiên cứu này nó được dùng để khớp hai tập điểm đặc trưng ảnh. Mô hình xạ ảnh được tác giả sử dụng trong thuật toán đồng thuận mẫu ngẫu nhiên để làm mô hình liên kết không gian cặp ảnh.

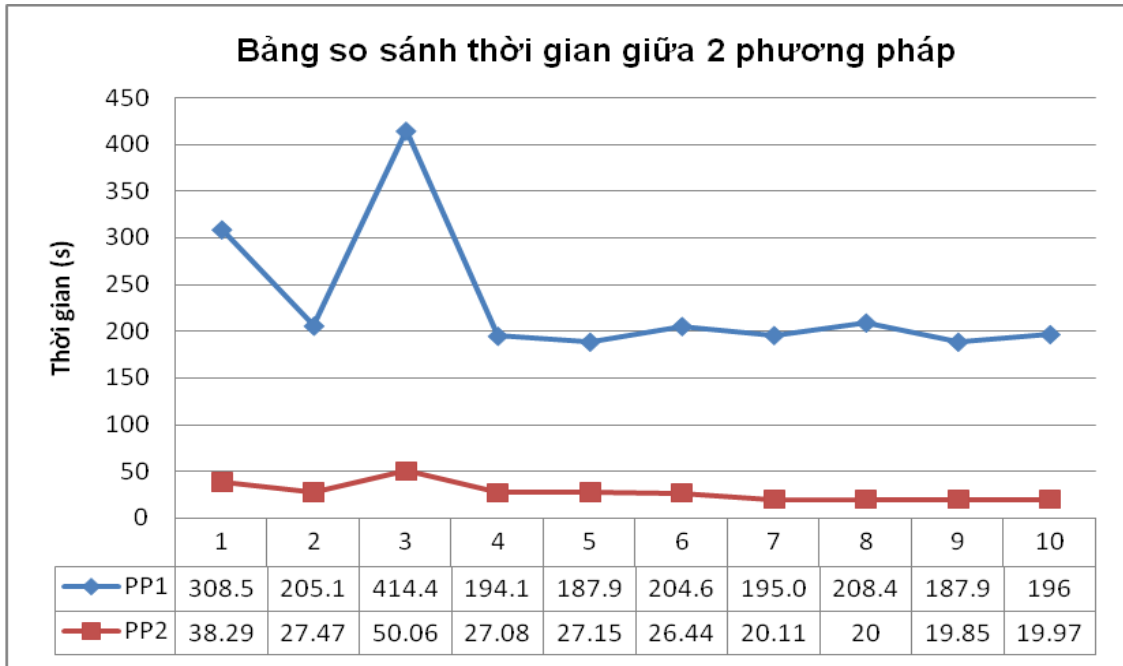


Hình 2. Minh họa độ phủ của cặp ảnh hàng không

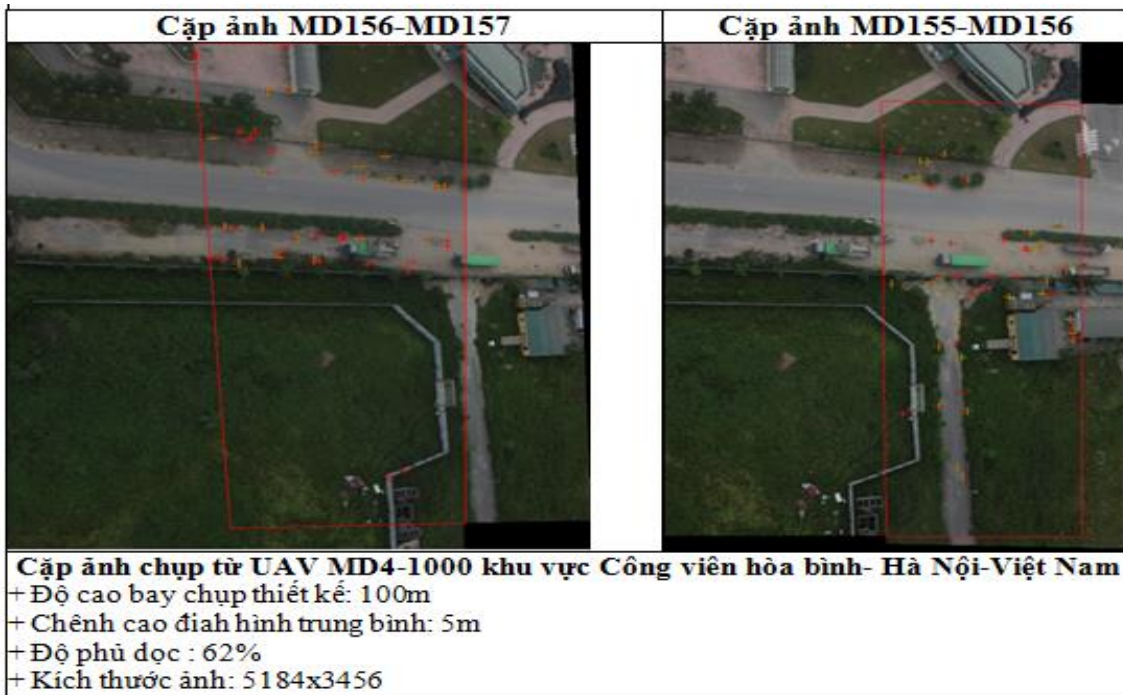
3. Thử nghiệm và đánh giá kết quả

Dữ liệu thử nghiệm được chọn gồm 10 cặp ảnh chụp từ các máy ảnh Sony Nex 5T và Cannon 550d. Tác giả đã tiến hành kiểm nghiệm theo hai phương pháp: khớp theo đặc trưng (PP1) và khớp theo thuật toán đề xuất (PP2). Kết quả thử nghiệm thể hiện trong hình 3, 4 cho thấy thời gian thực thi của thuật toán đề xuất giảm rõ rệt. Hình ảnh trực quan chồng

ghép các cặp ảnh theo các cặp đặc trưng cũng chỉ ra rằng không có cặp đặc trưng khớp sai, thuật toán đề xuất có thể cho ra kết quả khớp ổn định với mọi cặp ảnh đầu vào. Thuật toán Ransac kết hợp mô hình xạ ảnh liên kết không gian giữa hai ảnh, ngưỡng không gian cùng với độ khớp trực quan của các đối tượng lớp phủ xác thực độ tin cậy của thuật toán khớp ảnh.



Hình 3. Biểu đồ so sánh thời gian thực thi của hai phương pháp khớp



Hình 4. Hình ảnh hai cặp ảnh UAV khớp theo thuật toán đề xuất

4. Kết luận

Giải pháp đề xuất có điểm mới là lồng ghép bước khớp sơ bộ theo vùng mức xám. Trong các bước thực hiện đều được tối ưu bằng cách đưa vào các tham số bay chụp và địa hình, sử dụng các thuật toán trung gian đã được kiểm chứng. Các kết quả thử nghiệm trên nhiều loại

ảnh ở các địa hình khác nhau cho thấy thuật toán đề xuất đáp ứng hai yêu cầu cơ bản đặt ra là giảm thời gian thực thi và đảm bảo tính ổn định khớp các cặp ảnh. Trong nghiên cứu này các tác giả chưa đưa vào hỗ trợ tính toán của phần cứng cũng như giải pháp song song. Đây cũng là hướng phát triển tiếp theo của tác giả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phan Văn Lộc, Công nghệ đo ảnh, nxb Khoa học kỹ thuật, 12/2012.
- [2]. Jyoti Joglekar, Shirish S. Gedam, January 2012, Area Based Image Matching Methods – A Survey, International Journal of Emerging Technology and Advanced, Volume 2, Issue 1, pp. 130-136.
- [3]. Ackermann, F., 1984, Digital Image Correlation: Performance and Potential Application in Photogrammetry, The Photogrammetric Record, **11**(64), pp. 429-439.
- [4]. A. Gruen, 1985, Adaptive least squares correlation: A powerful image matching technique. South African Journal of Photogrammetry, Remote Sensing & Cartography, pp 14(3):175–187.
- [5]. A. A. Goshtasby, 2005, 2-D and 3-D Image Registration: for Medical, Remote Sensing, and Industrial Applications, Willey Interscience, 284 p.
- [6]. Jie Chen, Li-hui Zou, Juan Zhang and Li-hua Dou, The Comparison and Application of Corner Detection Algorithms, Journal of multimedia, Vol. 4, No. 6, December 2009, pp 6(4): 435-441.
- [7]. M. A. Fischler, R. C. Bolles, 1981, Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography, Comm. of the ACM, Vol 24, pp 381-39.
- [8]. Fabio Remondino, Detectors and descriptors for photogrammetric applications, Institute for Geodesy and Photogrammetry, ETH Zurich, Switzerland.

ABSTRACT

An approach for automatic matching of digital image pairs

Dao Khanh Hoai, *Military Technical Academy*

Nguyen Tuan Anh, Tran Mai Huong, *Hanoi University of Mining and Geology*

The paper proposes a robust solution for automatic matching of digital image pairs. The proposed solution combine two popular conventional approaches: area-based and feature-based image matching. In this research, characteristics of two conventional matching approaches are analyzing and a new matching solution is created. The area-based matching used as a preliminary step to eliminate gross matching errors. The RANSAC algorithm is used for exact matching two feature sets and projective model is used as space constraint of image pair. The reliability of proposed algorithm was validated on image pair taken from different cameras Sony Nex 5T, Cannon 550d.