

KIỂM ĐỊNH MÁY QUÉT ẢNH SỬ DỤNG TRONG CÔNG NGHỆ ĐO VẼ ẢNH SỐ

TS. TRẦN ĐÌNH TRÍ

Bộ môn Đo ảnh và Viễn thám
Trường Đại học Mở - Địa chất

THS. ĐỖ THỊ HOÀI

Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

Tóm tắt:

Máy quét ảnh là thiết bị đảm nhận thông tin đầu vào, thực hiện nhiệm vụ biến đổi ảnh tương tự thành ảnh số trong đo ảnh số. Độ chính xác của quá trình số hóa ảnh quyết định tới độ chính xác của tất cả các quá trình xử lý ảnh tiếp theo. Do vậy, việc kiểm định, tìm và hiệu chỉnh các sai số của máy quét là một việc làm cần thiết. Nội dung bài báo sẽ trình bày thuật toán và các phương thức xác định và hiệu chỉnh các sai số hình học của máy quét.

1. MỞ ĐẦU

Trong công nghệ xử lý ảnh số, máy quét ảnh là thiết bị quan trọng, đảm nhiệm thông tin đầu vào nhằm biến đổi ảnh tương tự thành dạng ảnh số hoàn toàn tự động. Đây chính là khâu quan trọng và cần thiết nhất, độ chính xác của quá trình quét ảnh quyết định tới độ chính xác của tất cả các công đoạn xử lý ảnh tiếp theo.

Máy quét ảnh là nền tảng của các kĩ thuật xử lý ảnh số được nhiều hãng như Optronics (Mỹ), Scitex (Ixaen), Syscan (Nauy), Laserscan (Anh)... Trong đó có 2 hãng nổi tiếng nhất trên thế giới là Helava - Leica (Mỹ - Thụy Sĩ) và Carl Zeiss (Đức) sản xuất.

Để tìm hiểu sai số trong quá trình quét ảnh, có thể tham khảo sơ bộ về cấu tạo của máy quét. Xét về hình dạng bộ phận chứa phim cần quét, máy quét có hai dạng: Dạng hình trống (Drum Scanner) và dạng hình đế phẳng (Flatbed Scanner).

Máy quét dạng hình trống thường dùng hai ống cực làm thiết bị quét. ở đây ánh sáng đi từ nguồn sáng qua một lăng kính chuyển động, qua tiếp phim ảnh đặt trên một đế chuyển động hình trống làm bằng

thủy tinh và tới ống hai cực và độ xám của hình ảnh quét được rời rạc hoá. Dạng máy quét này có cấu tạo cơ học phức tạp và độ chính xác hình học quét ảnh không cao.

Với tiến bộ của các thiết bị ghi hình CCD, và nhờ có tính ổn định cao về hình học, nên các máy quét ảnh dùng CCD được ứng dụng phổ biến. Có hai dạng quét của máy quét ảnh để phẳng đó là CCD dạng bảng và CCD dạng thanh. Trong các máy quét ảnh loại này, ánh sáng từ nguồn sáng đi qua phim được đặt trên tấm kính phẳng tới CCD. Tất cả các máy quét ảnh chuyên dụng hiện nay sử dụng trong công nghệ đo vẽ ảnh số đều có dạng đế phẳng. Trong đó các máy quét SKAI (của hãng Zeiss), PSI (của hãng Intergraph), Photoscan TD có CCD dạng thanh. Đối với các máy quét SKAI, Photoscan TD khay đựng phim đứng yên trong khi trục phụ đẩy thanh CCD quét một dải ảnh, sau đó trục chính đẩy CCD theo chiều ngang một lượng đúng bằng chiều rộng của dải ảnh vừa được quét. Tiếp đó trục phụ lại quét dải ảnh thứ hai và cứ như vậy cho đến hết ảnh. Trong máy quét PSI, trục phụ đẩy phim theo hướng quét, còn CCD đứng yên, sau mỗi một dải quét trục chính

lại đây CCD theo hướng ngang một lượng đúng bằng chiều rộng của dải ảnh vừa quét.

Dạng thứ hai của máy quét loại để phẳng, có CCD dạng bảng, như Heleva 200, 300 và 500. Trong các máy quét loại này khay phim chuyển động theo hai hướng X và Y còn hệ thống quang học và CCD đứng yên. Cứ sau mỗi một mảng quét khay phim lại được dịch chuyển một lượng đúng bằng chiều rộng của mảng ảnh vừa quét.

Tất cả các máy quét đều có các sai số cơ bản như sau [4]:

- Sự không vuông góc giữa trục ống kính và mặt phẳng ảnh;

- Sai số do chuyển động không hoàn hảo của khay phim hay CCD. Sự không hoàn hảo này tạo ra sự dao động giữa ống kính và mặt phẳng ảnh, gây ra sai số về tỷ lệ.

- Sai số phát sinh khi thanh quét chuyển động trên khay phim làm các pixel của ảnh quét không nằm trên một đường thẳng.

Như vậy sai số của các máy quét ảnh chủ yếu ở đây là các sai số do độ chính xác của các bộ phận cơ học (hệ thống trục cố định và chuyển động), sự điều khiển của các mô tơ chính và phụ. Các sai số này mang tính hệ thống.

Các nguồn sai số khác bao gồm sai số biến dạng do nhiệt độ, sai số do nguồn sáng không đều, hoặc CCD ghi nhận hình ảnh không rõ nét và sai số rung cơ học...

Trong thực tế sai số của máy quét luôn tồn tại, và được biểu diễn bằng sai số trung phương, độ lớn cỡ khoảng $1,5 \div 2,5 \mu\text{m}$.

2. Qui trình và thuật toán kiểm định

Để xác định các sai số của máy quét ảnh cũng như đánh giá độ chính xác của chúng, qui trình kiểm định được thực hiện như sau [3]:

a. Trước hết phải có mẫu phim lưới ô vuông, được chế tạo với độ chính xác cao.

b. Tiến hành định hướng và quét mẫu ô vuông trên máy quét, độ phân giải khi quét có thể tùy chọn tương thích với độ phân giải khi quét ảnh.

Để chứng minh cơ sở lý thuyết của phương pháp kiểm định, chúng ta sử dụng các kí hiệu:

x_k, y_k - Tọa độ của các điểm mắt lưới ô vuông trong hệ thống tọa độ của phim mẫu;

x_k', y_k' - Tọa độ tương ứng đo được trên ảnh quét trên màn hình của trạm đo ảnh số;

ϑ - Góc giữa trục tọa độ xx của phim mẫu và trục XX của máy quét;

ε - Góc không song song của các đường quét;

α, β - Số hiệu chỉnh cho tỉ lệ theo 2 hướng XX và YY của máy quét;

a, b - Đại lượng dịch chuyển tuyến tính giữa gốc tọa độ của phim mẫu với tâm định hướng trên máy quét. Do các đường quét không song song cho nên tọa độ của điểm đo được không phải là x_k, y_k mà là x_k', y_k' ngoài ra do ảnh hưởng của sai lệch tỉ lệ trên dòng quét, cũng như ảnh hưởng của sai số đo ngẫu nhiên, cho nên:

$$\begin{aligned} x &= x_k'(1 + \alpha)\cos \varepsilon; \\ y &= y_k'(1 + \beta) - x_k'(1 + \alpha)\sin \varepsilon; \end{aligned} \quad (1)$$

Với góc ε nhỏ, phân tích $\sin \varepsilon$ và $\cos \varepsilon$ thành chuỗi, bỏ qua các thành phần nhỏ bậc 2 ta có:

$$\begin{aligned} x &= x_k' + \alpha x_k' + v_x; \\ y &= y_k' + y_k' \beta - \beta x_k' + v_y; \end{aligned} \quad (2)$$

Mặt khác, tọa độ x_k, y_k của các điểm mắt lưới ô vuông cũng có thể tính được theo công thức: $x = a + x_k \cos \vartheta - y_k \sin \vartheta$;

$$y = b + x_k \sin \vartheta + y_k \cos \vartheta; \quad (3)$$

và với góc ϑ nhỏ:

$$x = a + x_k - y_k \vartheta; \quad y = b + x_k \vartheta + y_k; \quad (4)$$

Cân bằng (4) với (2), nhận được:

$$\begin{aligned} a + x_k - y_k \vartheta &= x' + \alpha x' + v_x; \\ b + x_k \vartheta + y_k &= y' + y' \beta + x' \varepsilon + v_y; \end{aligned} \quad (5)$$

Thay các đại lượng y_k, x_k với góc ϑ chưa biết, bằng $(x'-a)$ và $(y'-b)$ tương ứng. Khi đó phương trình sai số của tọa độ có dạng:

$$\begin{aligned} a_0 - y' \vartheta - x' \alpha + (x_k - x') &= v_x; \\ b_0 + x' \vartheta - y' \beta + x' \varepsilon + (y_k - y') &= v_x; \end{aligned} \quad (6)$$

với: $a_0 = a + b\vartheta; b_0 = b - a\vartheta;$

Như vậy, trong các phương trình trên ta phải tìm 6 ẩn số; trong đó có 3 ẩn là (a_0, b_0, ϑ) liên quan đến sai số lắp đặt phim mẫu trên bàn của máy quét, còn lại 3 ẩn $(\alpha, \beta, \varepsilon)$ đặc trưng cho sai số của máy quét. Để xác định được các ẩn, trên ảnh quét của phim mẫu, phải đo ít nhất 3 điểm ô mắt lưới, theo kết quả đo, lập và giải 6 phương trình dạng (6).

Trong thực tế, số điểm đo tọa độ các ô mắt lưới sẽ luôn lớn hơn 3, và phương trình sai số (6) sẽ được giải theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất:

$$[v_x \ v_x] + [v_y \ v_y] = \min.$$

Tính chất không song song, cong vắn của các đường quét xuất hiện trong quá trình quét ảnh cũng có thể được kiểm nghiệm trên phim mẫu và ảnh quét của phim mẫu. Muốn vậy, phim mẫu được định hướng trên mặt quét cẩn thận đảm bảo tính song song của một trong hai trục tọa độ với trục quét. Quét phim mẫu ở 4 vị trí, với góc xoay của mỗi vị trí là 90° . Như vậy, ta sẽ có 4 ảnh quét. Tiến hành đo tọa độ các điểm ô mắt lưới ở mỗi ảnh quét đó. Theo thuật toán đã được trình bày ở trên, tiến hành xác định các tham số $(\alpha, \beta, \varepsilon)$ cho từng trường hợp quét:

$$(\alpha_1, \beta_1, \varepsilon_1); (\alpha_2, \beta_2, \varepsilon_2); (\alpha_3, \beta_3, \varepsilon_3); (\alpha_4, \beta_4, \varepsilon_4);$$

Trên các vị trí quét, nhận thấy:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_{\text{scanner}} - \varepsilon_{\text{mẫu}}; \varepsilon_2 = \varepsilon_{\text{scanner}} + \varepsilon_{\text{mẫu}};$$

Như vậy:

$$\varepsilon_{\text{scanner}}^{(1-2)} = \frac{1}{2} (\varepsilon_1 + \varepsilon_2); \varepsilon_{\text{mẫu}}^{(1-2)} = \frac{1}{2} (\varepsilon_2 - \varepsilon_1);$$

Tương tự:

$$\varepsilon_{\text{scanner}}^{(3-4)} = \frac{1}{2} (\varepsilon_3 + \varepsilon_4); \varepsilon_{\text{mẫu}}^{(3-4)} = \frac{1}{2} (\varepsilon_4 - \varepsilon_3);$$

Lấy trị trung bình:

$$\varepsilon_{\text{scanner}} = \frac{1}{4} (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4); \quad (7)$$

$$\varepsilon_{\text{mẫu}} = \frac{1}{4} (\varepsilon_2 - \varepsilon_1 + \varepsilon_4 - \varepsilon_3); \quad (8)$$

Từ kết quả trên, chúng ta có thể xác định được sai số không vuông góc của 2 hướng quét và của cả các mắt lưới ô vuông của mẫu.

Các số hiệu chỉnh α_1 , cho thấy sự khác nhau về tỉ lệ theo hướng x_k của máy quét và trục x_m của mẫu; β_1 đặc trưng cho sự khác nhau về tỉ lệ dọc theo trục y_k và y_m . Hiệu $(\alpha_1 - \beta_2)$ sẽ cho thấy sự khác nhau về tỉ lệ theo 2 hướng x_k và y_k của máy quét. Suy luận tiếp với những giá trị (α, β) còn lại, kí hiệu số hiệu chỉnh do sai lệch tỉ lệ theo hướng xx của máy quét là α_k và theo hướng yy là β_k , ta có:

$$\begin{aligned} (\alpha_{xx} - \beta_{xx})^{(1)} &= (\alpha_1 - \beta_2); (\alpha_{xx} - \beta_{xx})^{(2)} = (\alpha_3 - \beta_4); \\ (\alpha_{xx} - \beta_{xx})^{(3)} &= (\alpha_2 - \beta_1); (\alpha_{xx} - \beta_{xx})^{(4)} = (\alpha_4 - \beta_3); \end{aligned}$$

Lấy trị trung bình số học, có thể xác định được sai số khác nhau về tỉ lệ theo hai hướng quét của máy quét.

$$(\alpha_{xx} - \beta_{xx}) = \frac{1}{4} [(\alpha_1 - \beta_1) + (\alpha_2 - \beta_2) + (\alpha_3 - \beta_3) + (\alpha_4 - \beta_4)]; \quad (9)$$

Còn:

$$(\alpha_{yy} - \beta_{yy}) = \frac{1}{4} [(\alpha_1 + \beta_1) - (\alpha_2 + \beta_2) - (\alpha_3 + \beta_3) + (\alpha_4 + \beta_4)]; \quad (10)$$

xác định sai số khác nhau về tỉ lệ theo hai hướng của phim mẫu.

3. Kết quả thực nghiệm

Chương trình kiểm định máy quét ảnh

(Xem tiếp trang 59)

bản đồ địa hình VN2000 phân theo loại đối tượng và đơn vị hành chính; tọa độ địa lý của đối tượng mang địa danh; địa danh đã được chuẩn hóa (cả danh từ chung và danh). Danh mục địa danh của các tỉnh sẽ được công bố để sử dụng chung dưới dạng giấy và số (trên CD và Internet).

Kết luận: Đây là lần đầu tiên Việt Nam tiến hành một dự án đáng kể về chuẩn hóa địa danh. Phương cách chuẩn hóa địa danh của Việt Nam đã được nhóm chuyên gia địa danh của Liên Hiệp quốc đánh giá là đúng

đắn và là một kinh nghiệm tốt để các nước cùng chia sẻ. Đây là một bước tiến đáng kể trong công tác chuẩn hóa địa danh của Việt Nam.

Trong những năm tới chúng ta sẽ tiếp tục hoàn thiện phương cách chuẩn hóa địa danh và tiến hành chuẩn hóa địa danh trong cả nước. Vì vậy sẽ không có lý nếu đơn vị hoặc cá nhân nào đó không tuân thủ nghiêm túc và đầy đủ các bước nói trên của việc chuẩn hóa địa danh. ○

KIỂM ĐỊNH MÁY QUÉT ẢNH.....

(Tiếp theo trang 32)

được viết theo các thuật toán đã được tác giả lập trình trong ngôn ngữ Pascal và thực hiện tính toán thực nghiệm.

Theo các kết quả thực nghiệm của [1, 4], và chạy chương trình kiểm định đã xác định được: Sai số trung phương của máy quét SKAI đang sử dụng ở Cục Bản đồ Bộ Tổng Tham mưu, cỡ khoảng $2,7 \div 3,5 \mu m$.

Như vậy, trong công nghệ đo ảnh số, sai số của máy quét là một trong những sai số chủ yếu ảnh hưởng tới toàn bộ quá trình xử lý ảnh. Để nâng cao độ chính xác của công nghệ ảnh số, thường xuyên phải kiểm định máy quét. Trên cơ sở đó thành lập các phương trình hiệu chỉnh sai số này. ○

SUMMARY

Checking Photoscanner in Digital photogrammetry

Tran Dinh Tri,

University of Mining and Geology;

Do Thi Hoai,

Vietnam institute of geodesy an Cartography.

Photoscanner is an input device, which changes analog Images in to digital Images for digital measuring. The accuracy of this digitation decides the accuracy of next processings. So that, It's necessary to find and correct the errors of photoscanner. The content of this article presents the algorithms and method in finding and correcting the errors of geometry of photoscanner. ○

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Trần Đình Trí (2004), "Khả năng hoàn thiện các thuật toán xây dựng mô hình lập thể trong đo ảnh giải tích và đo ảnh số", Tạp chí khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất, Hà Nội, (Số 8 - 10/2004), tr.29-32.

[2]. Trần Đình Trí (2004), "Bài toán nắn ảnh trực giao trong đo ảnh số", Tạp chí khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất, Hà Nội, (Số 8 - 10/2004), tr.65-67.

[3]. Phan Văn Lộc, Trần Xuân Trường (2003), "Sai số quét ảnh trong công nghệ đo ảnh số", Tạp chí khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất, (Số 3 - 2003), Hà Nội.

[4].

Книжников ю.Ф. (2003), "Зависимости точности стереоскопических измерений от размера пиксела цифровых снимков", *Геодезия и Картография*, (5), стр.32-41.