

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP LOẠI TRỪ CÁC NGUỒN SAI SỐ TỪ MÁY CHỤP ẢNH PHỔ THÔNG GẮN TRÊN MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI PHỤC VỤ CHO CÔNG TÁC ĐO ĐẠC BẢN ĐỒ

**ĐỖ THỊ HOÀI, ĐÀO NGỌC LONG, Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ
TRẦN ĐÌNH TRÍ, TRẦN THANH HÀ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất**

Tóm tắt: *Trên thế giới, ảnh được chụp máy ảnh số phổ thông lắp trên máy bay bay không người lái (UAV) đã và đang được áp dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Năm 1999, tại Việt Nam, Viện Kỹ thuật Phòng không - Không quân, đã nghiên cứu và chế tạo thành công máy bay không người lái M-96D và tiếp tục hoàn thiện M100-CT, với sự điều khiển bay theo chương trình, dẫn đường của GPS trên nền bản đồ số. Để phục vụ cho sự phát triển đa dạng nguồn tư liệu vào công nghệ đo vẽ ảnh ở nước ta, nghiên cứu khả năng loại trừ các nguồn sai số từ máy ảnh phổ thông gắn trên UAV phục vụ trong công tác thành lập bản đồ bằng phương pháp đo ảnh là một vấn đề cần nghiên cứu.*

1. Đặt vấn đề

Trên thế giới, việc áp dụng phương pháp đo ảnh khoảng cách gần với ảnh chụp từ máy ảnh số gắn trên UAV đã được áp dụng với rất nhiều ứng dụng khác nhau như: đo vẽ hiện trạng tai nạn giao thông, đo vẽ đánh giá khối lượng khai thác ở các mỏ lộ thiên, bản đồ địa hình khu vực nhỏ, bản đồ địa chính, giám sát Tài nguyên và Môi trường... Ở Việt Nam, năm 1999, Ban Nghiên cứu mục tiêu bay - Viện Kỹ thuật Phòng không Không quân - Quân chủng Phòng không Không quân đã thiết kế lắp đặt máy bay không người lái, và kết quả là hai chiếc UAV ký hiệu M-96 (bay ngày) và M-96D (bay đêm) đã bay thử thành công và tiếp tục hoàn thiện thành những Loại M100-CT, M400-CT... với sự điều khiển bay theo chương trình, dẫn đường của GPS trên nền bản đồ số. Năm 2013, Viện Công nghệ Không gian, thuộc Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã bay thử nghiệm 5 ngày mẫu UAV tại bãi thử nghiệm Hoà Lạc - Hà Nội và đã tiến hành thử nghiệm bay chụp ảnh ở Nha Trang, Lạc Dương, Lâm Đồng (chủ yếu chụp ảnh chưa đề cập đến việc sử dụng trong đo ảnh). Năm 2011, Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu - Bộ Quốc phòng đã tiến hành thử nghiệm bộ chương trình của Công ty Microdone tại Thái Nguyên, kết quả cho thấy có độ chính xác cao đáp ứng yêu cầu trong đo đạc bản đồ và giám sát theo dõi diễn tập. Và hiện nay đơn vị này đã nhập toàn bộ hệ thống

trang thiết bị này phục vụ cho nghiên cứu và triển khai sản xuất theo nhu cầu của Quốc phòng - An ninh.

Việc sử dụng phương pháp đo ảnh khoảng cách gần sử dụng UAV ở Việt Nam còn rất nhiều hạn chế. Trong khi đó, các phần mềm đo ảnh được các cơ quan, doanh nghiệp nhập rất nhiều, các phần mềm đều là các phần mềm thương mại, các mã nguồn đều bị khóa không có thể can thiệp vào chương trình. Đối với máy chụp ảnh số phổ thông, sai số lớn nhất hiện nay qua các kết quả nghiên cứu trên thế giới chủ yếu tập trung vào sai số méo hình kính vật. Do vậy, xử lý sai số méo hình của máy chụp ảnh phổ thông sao cho phù hợp với các công thức cải chính sai số méo hình kính vật của các hãng nước ngoài kết hợp các phần mềm đo vẽ hiện có thì chúng ta có thể áp dụng thành công phương pháp đo ảnh khoảng cách gần sử dụng UAV ở Việt Nam. Điều này giảm nhẹ chi phí đầu tư cho việc mua các phần mềm của các hãng.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Các nguồn sai số của máy chụp ảnh số phổ thông

2.1.1. Tổng quan về các nguồn sai số trong đo vẽ ảnh

Trong đo vẽ ảnh, đã giả thiết rằng điểm ảnh là hình chiếu xuyên tâm của điểm vật tồn tại trong thời điểm chụp ảnh. Thực tế, do ảnh hưởng của rất nhiều dữ kiện nên phép chiếu xuyên tâm bị biến dạng. Sự biến dạng đó đã dẫn

đến việc thay đổi các nguyên tố định hướng của ảnh và làm xê dịch vị trí điểm ảnh. Do vậy, độ chính xác khi sử dụng đo vẽ ảnh chịu ảnh hưởng rất nhiều loại sai số, đó là:

- Sự sai lệch của ảnh thực so với nguyên lý tạo ảnh hình học của phép chiếu xuyên tâm;

- Sai số đo: phụ thuộc vào chất lượng của ảnh chụp và độ chính xác của các thiết bị đo, người đo;

- Sai số phương pháp, do đã gần đúng đơn giản hóa các thuật toán đo ảnh chặt chẽ, chính xác (trong nhiều công thức khi triển khai thường hay bỏ bớt đi một số thành phần);

- Sai số nhận dạng điểm trên các ảnh khác nhau, cũng như nhận dạng điểm trên ảnh và trên thực địa hay gọi chung là sai số nhận biết điểm ảnh;

- Sai số xác định tọa độ các điểm khống chế ảnh, có thể là khống chế ảnh ngoại nghiệp, khống chế ảnh tầng dày...

Từ các sai số trên đã dẫn đến khi đo vẽ mô hình lập thể, cũng như xây dựng lưới tầng dày khống chế ảnh từ nhiều ảnh đơn hay nhiều mô hình đơn khác nhau (tầng dày theo phương pháp chùm tia và phương pháp mô hình độc lập) chịu ảnh hưởng rất lớn.

2.1.2. Phân tích ảnh hưởng các nguồn sai số máy chụp ảnh số phổ thông

Để có thể dùng máy chụp ảnh số phổ thông trong các bài toán đo ảnh thì việc xác định nguyên nhân gây nên sai lệch vị trí hình học là vấn đề hết sức quan trọng. Qua nghiên cứu cho thấy với máy chụp ảnh số sai số lớn nhất chính là sai số méo hình kính vật [2], [3] và có thể chia thành hai loại sai số là:

- Sai số xuyên tâm;

- Sai số tiếp tuyến.

Sai số xuyên tâm: là một trong những sai số chính của tất cả các máy chụp ảnh. Nó được coi như biến của mỗi thành phần thấu kính trong hệ kính vật, là hàm của thấu kính được thiết kế cũng như khoảng cách lấy nét và tiêu cự của hệ kính vật. Hàm sau thể hiện ảnh hưởng của sai số hướng tâm tới tọa độ điểm ảnh theo khoảng cách tính từ điểm chính ảnh. Hàm toán học được thể hiện với các hệ số k_1 đến k_n theo Brown (1971)

$$\Delta r'_{rad} = k_1 r'^3 + k_2 r'^5 + k_3 r'^7 + \dots \quad (1)$$

trong đó: $k_{1,2,\dots}$ là các hệ số sử dụng để cải chính sai số méo hình kính vật;

r' Khoảng cách của điểm tính từ điểm; chính ảnh (x^o, y^o là tọa độ của điểm ảnh so với điểm chính ảnh).

Phần lớn thấu kính có thể tách bậc thứ hai và ba mà không mất độ chính xác

$$\Delta x'_{rad} = x' \frac{\Delta r'_{rad}}{r'} \quad \Delta y'_{rad} = y' \frac{\Delta r'_{rad}}{r'} \quad (2)$$

Các tham số méo hình kính vật được định nghĩa trong công thức (1) Điều này có mối quan hệ với tỷ lệ ảnh hay tiêu cự. Để tránh những quan hệ này một phần của hàm sai số phải độc lập. Điều này tương đương với việc quay một góc của đường cong sai số theo hướng trục r' , và nó cắt ở điểm "0" thứ hai.

$$\Delta r'_{rad} = k_0 r' + k_1 r'^3 + k_2 r'^5 + k_3 r'^7 + \dots \quad (3)$$

Lựa chọn đa thức:

$$\Delta r'_{rad} = A_1 r'(r'^2 - r_o^2) + A_2 r'(r'^4 - r_o^4) + A_3 r'(r'^6 - r_o^6) \quad (4)$$

Bằng việc sắp xếp lại công thức (3) tương tự như công thức (4) ta có

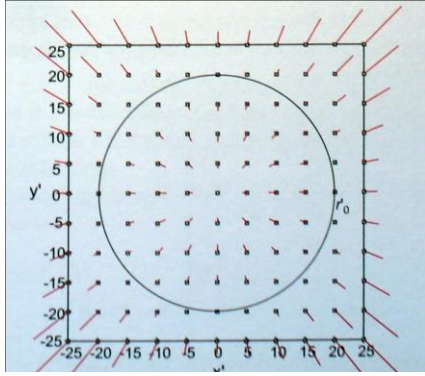
$$\Delta r'_{rad} = A_1 r'^3 + A_2 r'^5 + A_3 r'^7 - r'(A_1 r_o^2 + A_2 r_o^4 + A_3 r_o^6) \quad (5)$$

Các số hạng trong ngoặc luôn là hằng số tương tự như K_0 , tuy nhiên r_o không thể chọn tùy ý cũng như là sự phụ thuộc vào tham số A_1, A_2, A_3 . Thực tế r_o cần phải được chọn sao cho giá trị méo hình lớn nhất và nhỏ nhất là lớn hơn hoặc nhỏ hơn đối với kích cỡ ảnh hoàn chỉnh. Thường r_o đặt xấp xỉ 2/3 bán kính lớn nhất. Hình vẽ sau chỉ ra đường cong tiêu biểu của sai số xuyên tâm đối xứng theo phương trình (4) và (5), hiển thị sai số đối với kích thước ảnh. Sai số méo hình tiếp tuyến cân bằng chỉ cần thiết khi hiệu chỉnh méo hình bằng phương pháp quang cơ.

Sai số tiếp tuyến: Là sai số méo hình không đối xứng, thường được gọi là sai số tiếp tuyến hay sai số không xuyên tâm là phần còn lại của sai số gây nên của từng thấu kính riêng trong hệ thống kính vật. Chúng có thể được biểu diễn theo hàm số sau (Brown 1971):

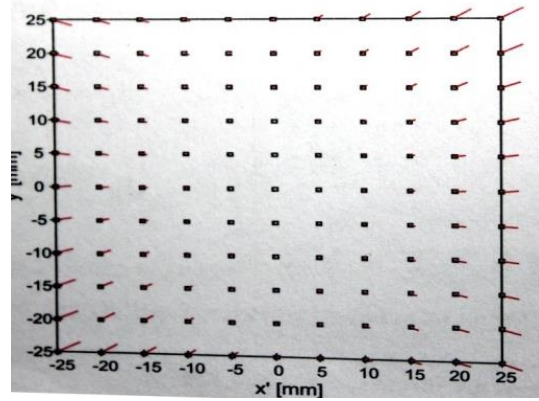
$$\Delta r'_{tan} = B_1 (r'^2 + 2x'^2) + 2B_2 x' y' \quad (6)$$

$$\Delta r'_{tan} = B_2 (r'^2 + 2y'^2) + 2B_1 x' y'$$



Hình 1. Ảnh hưởng của sai số xuyên tâm đối xứng

So sánh với phần sai số xuyên tâm, sai số tiếp tuyến có giá trị nhỏ với hầu hết các thấu kính có chất lượng cao. Vì vậy, chúng thường được quan tâm xem xét trong những trường hợp cần độ chính xác cao. Nếu thấu kính có giá trị rẻ tiền như video, hệ thống giám sát, sai số tiếp tuyến có thể biểu thị theo hình vẽ sau:



Hình 2. Ảnh hưởng sai số xuyên tâm không đối xứng và sai số tiếp tuyến

2.2. Giải pháp kỹ thuật loại trừ các nguồn sai số do máy ảnh phổ thông, cải chính số liệu đo ảnh

Theo bài toán đo ảnh, tọa độ của các điểm ảnh trên ảnh đơn được xác định theo phương trình đồng phương. Nếu i là ký hiệu của điểm ảnh được chụp từ máy ảnh j ta sẽ có điểm ảnh a_{ij} trong máy ảnh j . Như vậy phương trình đồng phương của điểm ảnh i ở tờ ảnh thứ j được biểu diễn như sau:

$$\begin{aligned} x_{ij} &= x_o + f_k \frac{a_{j,11}(X_i - X_{oj}) + a_{j,21}(Y_i - Y_{o,j}) + a_{j,31}(Z_i - Z_{oj})}{a_{j,12}(X_i - X_{oj}) + a_{j,22}(Y_i - Y_{o,j}) + a_{j,32}(Z_i - Z_{oj})} \\ y_{ij} &= y_o + f_k \frac{a_{j,13}(X_i - X_{oj}) + a_{j,23}(Y_i - Y_{o,j}) + a_{j,33}(Z_i - Z_{oj})}{a_{j,12}(X_i - X_{oj}) + a_{j,22}(Y_i - Y_{o,j}) + a_{j,32}(Z_i - Z_{oj})} \end{aligned} \quad (7)$$

- trong đó: - X_{oj}, Y_{oj}, Z_{oj} : tọa độ tâm chụp của ảnh j ;
 - X_i, Y_i, Z_i : tọa độ thực địa của điểm i ;
 - x_{ij}, y_{ij} : tọa độ ảnh của điểm i trên tờ ảnh j ;
 - f_k : tiêu cự của máy chụp ảnh;

- $a_{11}, a_{12}, a_{13}, \dots, a_{31}, \dots, a_{33}$: các phần tử của ma trận quay của ảnh.

Đối với máy chụp ảnh số phổ thông do chất lượng của kính vật máy không cao nên khả năng xuất hiện sai số do ảnh hưởng của sai số méo hình kính vật là rất lớn, đây là nguồn sai số mang tính hệ thống. Để xác định và loại trừ nguồn sai số này chúng ta sử dụng công thức sau:

- Đối với sai số méo hình xuyên tâm:

$$dr = (K_1 r^3 + K_2 r^5 + K_3 r^7) \quad (8)$$

- Đối với sai số méo hình tiếp tuyến (chia thành hai thành phần):

$$\begin{aligned} dx &= P_1 [r^2 + 2(x - x_o)^2] + 2P_2 (x - x_o)(y - y_o) \\ dy &= P_1 [r^2 + 2(y - y_o)^2] + 2P_2 (x - x_o)(y - y_o) \end{aligned} \quad (9)$$

- trong đó: - (x_o, y_o) : nguyên tố định hướng trong;
 - K_1, K_2, K_3 : hệ số của đa thức mô tả méo hình xuyên tâm;
 - P_1, P_2 : hệ số của đa thức mô tả méo hình tiếp tuyến.

Như vậy tập hợp các tham số tiêu biểu cho sai số méo hình kính vật của hệ thống máy ảnh số phổ thông bao gồm: các nguyên tố định hướng trong (x_o, y_o, f_k) , các hệ số K_1, K_2, K_3, P_1, P_2 .

Thay các số cải chính vào vế trái phương trình (7) phương trình có thể viết:

$$\begin{aligned}
 x_{ij} - x_{oj} + (x_{ij} - x_{oj})r_{ij}^{-1}(K_1 r_{ij}^3 + K_2 r_{ij}^5 + K_3 r_{ij}^7) + P_{1j}[r_{ij}^2 + 2(x_{ij} - x_{oj})^2] \\
 + 2P_{2j}(x_{ij} - x_{oj})(y_{ij} - y_{oj}) = f_k \frac{[a_{j,11}(X_i - X_{oj}) + a_{j,21}(Y_i - Y_{oj}) + a_{j,31}(Z_i - Z_{oj})]}{[a_{j,12}(X_i - X_{oj}) + a_{j,22}(Y_i - Y_{oj}) + a_{j,32}(Z_i - Z_{oj})]} \\
 y_{ij} - y_{oj} + (y_{ij} - x_{oj})r_{ij}^{-1}(K_1 r_{ij}^3 + K_2 r_{ij}^5 + K_3 r_{ij}^7) + P_{1j}[r_{ij}^2 + 2(y_{ij} - y_{oj})^2] \\
 + 2P_{2j}(x_{ij} - x_{oj})(y_{ij} - y_{oj}) = f_k \frac{[a_{j,13}(X_i - X_{oj}) + a_{j,23}(Y_i - Y_{oj}) + a_{j,33}(Z_i - Z_{oj})]}{[a_{j,12}(X_i - X_{oj}) + a_{j,22}(Y_i - Y_{oj}) + a_{j,32}(Z_i - Z_{oj})]}
 \end{aligned} \tag{10}$$

trong đó: $r^2 = (x - x_o)^2 + (y - y_o)^2$.

Hệ phương trình (9, 10) có thể được viết lại

$$F(x, b, a) = 0 \tag{11}$$

trong đó: - x là véc tơ biểu diễn phần tử u mà các giá trị của nó cần được xác định;

- b là véc tơ biểu diễn phần tử đo m ;

- a là véc tơ biểu diễn các phần tử là những hằng số đã biết.

Phương trình (11) là một mô hình hàm số của phương pháp đo ảnh dựa vào các phương trình đồng phương. Nó được dùng để tính x , các giá trị đã cho của b và a .

Như vậy, với các nguyên tố định hướng của ảnh gồm 3 nguyên tố định hướng trong (x_o, y_o, f_k) , 6 nguyên tố định hướng ngoài $(X_o, Y_o, Z_o, \alpha, \omega, \chi)$ và 5 hệ số cải chính sai số méo hình kính vật $(K_1, K_2, K_3, P_1, P_2)$, đều nằm trong véc tơ ẩn x biểu thị ở mô hình hàm số (11), tổng số ẩn số cần xác định là 14 ẩn, để giải bài toán này thì mỗi cặp ảnh cần tối thiểu 07 điểm khống chế ngoại nghiệp. Giải theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất thì ít nhất phải có 08 điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp. Việc giải bài toán này được gọi là *Phương pháp bình sai tự hiệu chỉnh*.

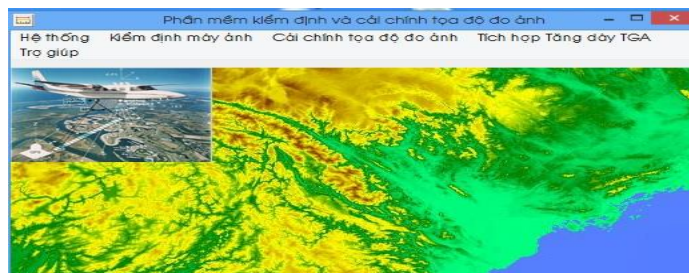
Có hai trường hợp khi sử dụng phương pháp bình sai tự hiệu chỉnh:

- Áp dụng cho từng chuyến bay: việc bố trí điểm khống chế ảnh sao cho phủ đều trên một

cặp ảnh, nó hoàn toàn phụ thuộc vào địa hình của khu vực thi công và số hiệu chỉnh được áp dụng cho tất cả các mô hình của khu đo.

- Áp dụng cho từng chu kỳ sử dụng: trường hợp này phương pháp bình sai tự hiệu chỉnh có thể được hiểu như bài toán kiểm định các thông số kỹ thuật của máy chụp ảnh và chỉ áp dụng đối với các máy chụp ảnh có độ ổn định cao. Điều kiện để thực hiện phương pháp này phải tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật trong bài toán kiểm định [4], [5].

Dựa vào phương pháp bình sai tự hiệu chỉnh, chúng tôi đã xây dựng chương trình bình sai tự hiệu chỉnh xác định sai số méo hình kính vật và cải chính tọa độ đo ảnh, ngoài ra có thể bình sai tầng dày khống chế ảnh theo phương pháp chùm tia. Chương trình có tên gọi "KDMAS.EXE" được viết bằng ngôn ngữ Fortran và Visual basic. Số liệu tọa độ đo ảnh của cặp ảnh chụp bãi kiểm định được đo trên trạm đo vẽ ảnh số.



Hình 3. Giao diện chính của chương trình

(Chương trình và hướng dẫn sử dụng tham khảo tại thư viện Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả đánh giá độ chính xác của phương pháp kiểm định

3.1.1 Máy chụp ảnh, bãi kiểm định

Trong nghiên cứu chúng tôi sử dụng máy chụp ảnh số phổ thông Canon EOS Kiss 400D có đặc tính kỹ thuật sau: Máy có 4 mức đặt giá trị tiêu cự 18 mm; Độ phân giải của máy 18 Mb pixel; Kích cỡ của CMOS là 22.3 x 13.9 mm (5184 x 3456); Máy ảnh có tốc độ chụp hình là 3,7 hình/1 giây phù hợp với tốc độ chụp khi sử dụng máy bay M100-CT.

Để tiến hành kiểm định máy chụp ảnh số phổ thông EOS Kiss 400D nhóm thực hiện đã tiến hành đo đạc, chụp ảnh bãi kiểm định.

Toàn bộ khu vực bãi kiểm định được bố trí 50 điểm, rải đều khu vực, toàn bộ tọa độ ngoại nghiệp các điểm khống chế (sử dụng băng ngắm) được đo bằng máy toàn đạc điện tử có độ chính xác cao đảm bảo yêu cầu kỹ thuật. Tính toán xác định nguyên tố định hướng trong và tham số méo hình kính vật của tiêu cự 18 mm.

Kết quả bình sai theo chương trình KDMAS như sau:

- Số điểm khống chế sử dụng 50 điểm;
- Sai số trung phương trọng số đơn vị $M_0 = 0.004$ mm;
- Các nguyên tố định hướng trong ($x_0 = 0.015$, $y_0 = 0.000$, $f_k = 18.101$ (mm));
- Các hệ số cải chính sai số méo hình kính vật ($K_1 = -0.02825969$, $K_2 = 0.00051580$,



Hình 4. Khu vực bãi kiểm định

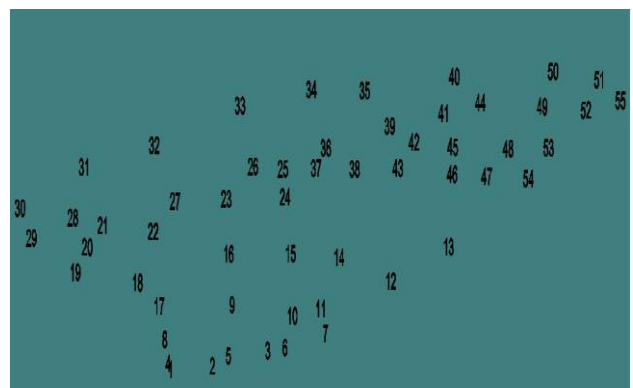
$K_3 = -0.000001111$, $P_1 = -0.00006960$, $P_2 = -0.00011665$).

3.2.2. Đánh giá hiệu quả công tác kiểm định máy chụp ảnh số phổ thông

Để đánh giá hiệu quả của độ chính xác xác định vị trí điểm khi sử dụng các nguyên tố định hướng trong và tham số sai số méo hình kính vật, nhóm nghiên cứu đã tiến hành tính toán tăng dày các mô hình chụp và đo tọa độ ảnh trên trạm đo vẽ ảnh số theo hai phương án (ngoài hai cặp ảnh đã dùng để tính toán kiểm định là cặp 5276-5277 tiêu cự 18mm khoảng cách 100m. Số lượng điểm khống chế sử dụng để tính 24, số điểm dùng kiểm tra 26 kết quả so sánh thể hiện trong bảng 1.1 .

Phương án 1: sử dụng các hệ số của sai số méo hình kính vật, các nguyên tố định hướng trong của máy ảnh để tính toán cải chính số liệu đo ảnh và bình sai tăng dày. Kết quả tính toán bình sai tọa độ các điểm không tham gia làm khống chế của mô hình được so sánh với tọa độ đo trực tiếp ngoài thực địa.

Phương án 2: không sử dụng các hệ số của sai số méo hình kính vật, các nguyên tố định hướng trong của máy ảnh (tất cả các giá trị hệ số sai số = 0, tọa độ điểm chính ảnh = 0, giá trị tiêu cự để đúng giá trị của máy ảnh để tính toán cải chính số liệu đo ảnh và bình sai tăng dày. Kết quả tính toán bình sai tọa độ các điểm không tham gia làm khống chế của mô hình được so sánh với tọa độ đo trực tiếp ngoài thực địa.



Hình 5. Bố trí điểm khống chế

Bảng 1.1. Kết quả sai số tầng dày sử dụng 2 phương án

Phương án 1						Phương án 2			
STT	Tên điểm	Vx(m)	Vy(m)	Vz(m)	Vs(m)	Vx(m)	Vy(m)	Vs(m)	Vz(m)
1	4	-0.246	0.247	-0.005	0.349	0.144	-0.092	0.171	0.084
2	5	-0.132	0.091	-0.017	0.160	0.014	-0.261	0.261	0.096
3	10	0.015	0.319	0.009	0.319	-0.171	0.074	0.186	-0.133
4	11	0.060	0.254	0.008	0.261	0.113	0.416	0.431	-0.056
5	12	0.135	0.201	0.020	0.242	0.266	0.567	0.626	-0.046
6	18	-0.155	0.410	0.071	0.338	0.191	0.109	0.220	0.219
7	19	-0.167	0.321	0.071	0.362	0.245	0.170	0.298	0.238
8	20	-0.106	0.266	0.057	0.286	-0.292	0.663	0.724	0.060
9	23	-0.039	0.290	0.039	0.293	0.502	0.534	0.733	0.059
10	24	-0.007	0.335	0.047	0.335	0.545	0.710	0.895	0.041
11	25	-0.004	0.281	0.023	0.281	0.084	-0.006	0.084	0.262
12	26	-0.013	0.244	0.039	0.244	-0.042	-0.042	0.059	0.286
13	27	-0.039	0.240	0.046	0.243	-0.032	0.016	0.036	0.319
14	28	-0.031	0.208	0.062	0.210	0.009	0.223	0.223	0.419
15	29	-0.110	0.264	0.093	0.286	-0.112	-0.145	0.183	0.264
16	36	0.012	0.278	0.031	0.278	-0.143	-0.053	0.153	0.287
17	37	0.012	0.329	0.034	0.329	-0.221	0.008	0.221	0.297
18	38	0.034	0.292	0.038	0.294	-0.260	-0.004	0.260	0.240
19	42	0.015	0.145	0.031	0.146	-0.150	0.970	0.982	-0.021
20	43	0.077	0.254	0.066	0.265	-0.144	0.633	0.649	-0.006
21	44	-0.047	0.029	-0.009	0.055	0.027	0.126	0.129	-0.034
22	48	0.036	0.095	0.031	0.102	0.308	-2.707	2.724	-0.137
23	49	-0.060	-0.023	-0.005	0.064	-0.302	0.152	0.338	0.180
24	52	-0.099	-0.143	-0.006	0.174	-0.268	-0.083	0.281	-0.161
25	53	-0.005	-0.016	0.027	0.017	-0.487	-1.329	1.415	0.138
26	54	0.047	0.002	0.026	0.047	0.162	0.153	0.223	0.295

Với sai số:

- Trường hợp 1: $V_{z_{\min}} = -0.017\text{m}$, $V_{z_{\max}} = 0.093\text{m}$, $V_{s_{\min}} = 0.017\text{m}$, $V_{z_{\max}} = 0.362\text{m}$
- Trường hợp 2: $V_{z_{\min}} = -0.036\text{m}$, $V_{z_{\max}} = 2.724\text{m}$, $V_{s_{\min}} = -0.161\text{m}$, $V_{z_{\max}} = 0.419\text{m}$

Từ bảng 1.1 cho thấy: sai số của các điểm khi tính toán không sử dụng giá trị kiểm định lớn hơn so với khi sử dụng các giá trị kiểm định trong tính toán bình sai.

3.2. Thảo luận

Qua nghiên cứu cơ sở khoa học sử dụng máy chụp ảnh số phổ thông cho mục đích thành lập bản đồ chúng ta thấy rằng: về lý thuyết, bất kỳ máy chụp ảnh số nào cũng có thể dùng trong công tác đo vẽ địa hình và phi địa hình. Nếu chúng ta tìm được qui luật của sai số méo hình kính vật, và phương pháp chụp khi sử dụng chúng.

Các máy chụp ảnh loại không chuyên như máy chụp ảnh số phổ thông, các nguyên tố định hướng trong không được cung cấp nên việc kiểm định xác định nguyên tố định hướng trong, tiêu cự là bắt buộc để có thể giải bài toán trong đo ảnh. Ngoài ra, do ống kính sản xuất chủ yếu để phục vụ cho chụp ảnh nên thường các máy loại này có sai số méo hình kính vật lớn, cần thiết

phải xác định và loại trừ chúng trong quá trình xử lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. IUCHENKO. V. I về sai số hệ thống của ảnh đơn, được chụp bằng các máy chụp ảnh không chuyên. Tạp chí Trắc địa và Bản đồ. NXB "Nhedra". Moskva, 8-2002.
- [2]. Photogrammetry, Francis H. Moffitt, University of California, Berkeley and Edward M. Mikhail, Purdue University 1980.
- [3]. Thomas Luhmann, Stuart Robson, Stephen Kyle and Lan Harley, 2006. Close Range Photogrammetry, Wittles publishing, UK.
- [4]. Trương Anh Kiệt, 1989. Các chương trình kiểm định các thông số kỹ thuật.
- [5]. Trương Anh Kiệt, 1990. Phương pháp kiểm định các thông số kỹ thuật của máy chụp ảnh hàng không trong điều kiện Việt Nam”, Tuyển tập các công trình khoa học, Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

SUMMARY

Research solutions exclusion of sources from errors from popular digital camera mounted on unmanned aerial vehicle (UAV)

Do Thi Hoai, Dao Ngoc Long

Vietnam Institute of Geodesy and Cartography

Tran Dinh Tri, Tran Thanh Ha

Hanoi University of Mining and Geology

The World, the image was captured from popular digital cameras wich mounted on the unmanned UAV has been applied in many different areas. In 1999, in Vietnam, Technical Airforce and Air defense Institute, had researched and developed successfully built an UAV M-96D and continue to improve M100-CT, with controlled flight by program, to lead the way from GPS on of Digital mapping. Studying the possibility of eliminating sources of error from ordinary cameras mounted on UAV by mapping by method Digital mapping from image.