

VỀ BÌNH SAI CÁC GÓC ĐỊNH HƯỚNG CỦA ẢNH CHỤP CÓ HỆ THỐNG ĐẠO HÀNG QUẢN TÍNH INS/IMU

TRẦN ĐÌNH TRÍ, TRẦN THANH HÀ, PHAN THỊ THÚY, Trường Đại học Mô - Địa chất

TRẦN THỊ HÒA, Trường Đại học Công nghệ Virginia, Hoa Kỳ

LÊ HẢI TRIỀU, Trường Đại học Địa chất Vũ Hán (Trung Quốc)

Tóm tắt: Dựa trên phương trình đồng phẳng của các cặp tia chiếu cùng tên trên cặp ảnh lập thể, bài báo đã tiến hành xây dựng các phương trình số hiệu chỉnh của các góc định hướng của ảnh. Từ các hệ phương trình số hiệu chỉnh tiến hành bình sai để xác định các góc định hướng của ảnh trong hệ tọa độ tự do. Nếu trong khối ảnh biết trước được góc định hướng của một ảnh nào đó, thì các góc định hướng đó sẽ được tính chuyển về hệ tọa độ Trắc địa. Với cơ sở lý thuyết trên, không những có thể xác định các góc định hướng của ảnh mà còn đánh giá được độ chính xác kết quả đo của các thiết bị đạo hàng quán tính INS/IMU

Hiện nay trong công tác bay chụp ảnh hàng không, ta đã sử dụng công nghệ GPS để dẫn đường bay và xác định tọa độ tâm ảnh; hệ thống đạo hàng quán tính INS/IMU để xác định các góc định hướng. Để có thể sử dụng các trị đo này trong xây dựng lưới tam giác ảnh không gian, hoặc trực tiếp sử dụng để xây dựng các mô hình lập thể cần thiết phải tiến hành các khâu tiền xử lý các trị đo.

Các trị đo tuyến tính bao gồm tọa độ X_0, Y_0, Z_0 của từng tâm ảnh; chiều dài đường đáy chụp ảnh B . Các trị đo góc bao gồm các góc nghiêng ngang φ , nghiêng dọc ω , góc xoay κ của ảnh; góc nghiêng ν và góc phương vị τ của đường đáy chụp ảnh. Chúng có thể được bình sai riêng biệt theo nhóm.

Ở đây sẽ trình bày cơ sở lý thuyết bình sai các trị đo góc định hướng của ảnh.

1. Cơ sở lý thuyết của phương pháp được dựa trên ý tưởng của nhà đo ảnh Nga - GS Trunhin IU. M.[4]. Giả sử trong một hệ tọa độ tự do, các vector $\overline{R}_1 = \overline{S}_1 m_1$; $\overline{R}_2 = \overline{S}_2 m_2 \dots$ (hình vẽ); được thể hiện qua các công thức:

$$\overline{R}_1 = X'_1 \cdot \bar{i} + Y'_1 \cdot \bar{j} + Z'_1 \cdot \bar{k}; \quad (1)$$

$$\overline{R}_2 = X'_2 \cdot \bar{i} + Y'_2 \cdot \bar{j} + Z'_2 \cdot \bar{k};$$

trong đó:

$$X'_1 = a_{11}^{(T)} \cdot x_1 + a_{12}^{(T)} \cdot y_1 - a_{13}^{(T)} \cdot f_k;$$

$$Y'_1 = a_{21}^{(T)} \cdot x_1 + a_{22}^{(T)} \cdot y_1 - a_{23}^{(T)} \cdot f_k;$$

$$Z'_1 = a_{31}^{(T)} \cdot x_1 + a_{32}^{(T)} \cdot y_1 - a_{33}^{(T)} \cdot f_k;$$

$$X'_2 = a_{11}^{(P)} \cdot x_2 + a_{12}^{(P)} \cdot y_2 - a_{13}^{(P)} \cdot f_k;$$

$$Y'_2 = a_{21}^{(P)} \cdot x_2 + a_{22}^{(P)} \cdot y_2 - a_{23}^{(P)} \cdot f_k;$$

$$Z'_2 = a_{31}^{(P)} \cdot x_2 + a_{32}^{(P)} \cdot y_2 - a_{33}^{(P)} \cdot f_k;$$

x_1, y_1 và x_2, y_2 - tọa độ của điểm ảnh trên ảnh trái và trên ảnh phải;

$a_{11}^{(T)} \dots a_{33}^{(T)}$ và $a_{11}^{(P)} \dots a_{33}^{(P)}$ - các hệ số cosin hướng được tính theo các góc định hướng ngoài (φ, ω, κ) của ảnh trái (T) và ảnh phải (P).

Phương trình đồng phẳng của vector đường đáy chụp ảnh $S_1 S_2$ với các vector đó có dạng:

$$\begin{vmatrix} X - X_s & Y - Y_s & Z - Z_s \\ X'_1 & Y'_1 & Z'_1 \\ X'_2 & Y'_2 & Z'_2 \end{vmatrix} = 0; \quad (3)$$

Trường hợp đặc biệt, các vector và các tâm chiếu đều nằm trên cùng một mặt phẳng. Biến đổi phương trình (3) thành:

$$\begin{vmatrix} X & Y & Z \\ X'_1 & Y'_1 & Z'_1 \\ X'_2 & Y'_2 & Z'_2 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} X_s & Y_s & Z_s \\ X'_1 & Y'_1 & Z'_1 \\ X'_2 & Y'_2 & Z'_2 \end{vmatrix} = 0; \quad (4)$$

$$\text{đặt: } A = \begin{vmatrix} Y'_1 & Z'_1 \\ Y'_2 & Z'_2 \end{vmatrix}; B = \begin{vmatrix} Z'_1 & X'_1 \\ Z'_2 & X'_2 \end{vmatrix};$$

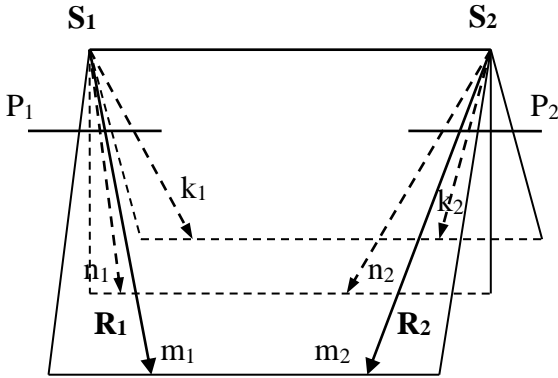
$$C = \begin{vmatrix} X'_1 & Y'_1 \\ X'_2 & Y'_2 \end{vmatrix}; D = - \begin{vmatrix} X_s & Y_s & Z_s \\ X'_1 & Y'_1 & Z'_1 \\ X'_2 & Y'_2 & Z'_2 \end{vmatrix}; \quad (5)$$

Khi đó phương trình mặt phẳng (3) có dạng:

$$AX + BY + CZ + D = 0 ; \quad (6)$$

Tương tự, phương trình các mặt phẳng đi qua các cặp tia chiếu cùng tên 1, 2, 3... được viết như sau:

$$\begin{aligned} A_1X + B_1Y + C_1Z + D_1 &= 0 ; \\ A_2X + B_2Y + C_2Z + D_2 &= 0 ; \\ A_3X + B_3Y + C_3Z + D_3 &= 0 ; \end{aligned} \quad (7)$$



Nếu như cặp ảnh P₁-P₂ đã được định hướng tương đối, các cặp tia chiếu cùng tên sẽ nằm trên một mặt phẳng đáy; điều đó có nghĩa mặt phẳng thứ ba phải đi qua cát tuyến của mặt phẳng thứ nhất và thứ hai (cát tuyến chính là đường đáy ảnh nối 2 tâm chiếu S₁ và S₂). Và khi đó, phương trình mặt phẳng của nó sẽ có dạng:

$$A_1X + B_1Y + C_1Z + D_1 + \lambda (A_2X + B_2Y + C_2Z + D_2) = 0 ; \quad (8)$$

hoặc là:

$$(A_1 + \lambda A_2)X + (B_1 + \lambda B_2)Y + (C_1 + \lambda C_2)Z + (D_1 + \lambda D_2) = 0 ; \quad (9)$$

với λ là hệ số nhân. So sánh với phương trình thứ ba của (6), có các hệ số:

$$\begin{aligned} A_3 &= (A_1 + \lambda A_2) ; B_3 = (B_1 + \lambda B_2) ; \\ C_3 &= (C_1 + \lambda C_2) ; D_3 = (D_1 + \lambda D_2) ; \end{aligned} \quad (10)$$

Khử hệ số nhân λ , có các tỷ số:

$$\frac{A_3 - A_1}{A_2} = \frac{B_3 - B_1}{B_2} = \frac{C_3 - C_1}{C_2} = \frac{D_3 - D_1}{D_2} ; \quad (11)$$

Dưới dạng hàm:

$$\begin{aligned} F_1 &= (A_3 - A_1)B_2 - (B_3 - B_1)A_2 = 0 ; \\ F_2 &= (A_3 - A_1)C_2 - (C_3 - C_1)A_2 = 0 ; \\ F_3 &= (A_3 - A_1)D_2 - (D_3 - D_1)A_2 = 0 ; \end{aligned} \quad (12)$$

Các hàm F₁, F₂ chỉ chứa các nguyên tố định hướng góc của ảnh, do vậy có thể sử dụng để bình sai tách biệt chúng.

2. Bình sai các góc định hướng của ảnh được đo trong quá trình bay chụp

Tổ hợp thiết bị đạo hàng quán tính - INS/IMU được dựa trên các nguyên lý con quay và máy gia tốc để giải các bài toán về đạo hàng. Thiết bị đo quán tính (IMU) gồm gia tốc kế và con quay hồi chuyển đo các góc xoay bằng bộ cảm biến, tức là xác định được các góc nghiêng dọc, nghiêng ngang và xoắn của bộ cảm biến trong hệ tọa độ địa tâm tại thời điểm nhất định, nhưng nó không xác định được tọa độ tuyệt đối của tâm ảnh trong không gian, độ chính xác của các giá trị định hướng đo bởi IMU chỉ đảm bảo trong một thời gian ngắn vì các góc định hướng liên tục bị thay đổi do sự nghiêng và dạt của thiết bị bay. Do vậy, muốn có được giá trị chính xác của góc định hướng tại một thời điểm nhất định ta phải kết hợp với số liệu đo DGPS. Như vậy tại mỗi thời điểm chụp ảnh ta ghi được các giá trị định hướng ngoài và tọa độ của tâm thiết bị trong hệ tọa độ địa tâm. Khi sử dụng hệ thống INS/IMU vào công tác chụp ảnh hàng không thì ta có thể tính toán trực tiếp được nguyên tố định hướng ngoài của tờ ảnh tại thời điểm chụp ảnh. Gọi giá trị đo của góc định hướng của ảnh thứ nhất là $\varphi_1^0, \omega_1^0, \kappa_1^0$, còn giá trị gần đúng của các góc định hướng của ảnh thứ hai là $\varphi_2^0, \omega_2^0, \kappa_2^0$; cần xác định các số hiệu chỉnh cho chúng tương ứng là $\delta\varphi_2, \delta\omega_2, \delta\kappa_2$. Khi đó, từ các phương trình thứ nhất và thứ hai của (11) lập các phương trình số hiệu chỉnh cho 3 cặp điểm cùng tên:

$$\begin{aligned} a_1\delta\varphi_2 + b_1\delta\omega_2 + c_1\delta\kappa_2 + l_1 &= v_1 ; \\ a_2\delta\varphi_2 + b_2\delta\omega_2 + c_2\delta\kappa_2 + l_2 &= v_2 ; \end{aligned} \quad (13)$$

Các hệ số của phương trình số hiệu chỉnh là các đạo hàm riêng của các hàm F₁ và F₂:

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{\partial F_1}{\partial \varphi_2} ; b_1 = \frac{\partial F_1}{\partial \omega_2} ; c_1 = \frac{\partial F_1}{\partial \kappa_2} ; \\ a_2 &= \frac{\partial F_2}{\partial \varphi_2} ; b_2 = \frac{\partial F_2}{\partial \omega_2} ; c_2 = \frac{\partial F_2}{\partial \kappa_2} ; \end{aligned} \quad (14)$$

Cứ mỗi 3 cặp điểm ảnh cùng tên, lập được 2 phương trình gồm 6 ẩn cần tìm là các số hiệu chỉnh cho trị gần đúng giá trị góc định hướng của ảnh phải. Nếu thêm một cặp điểm thứ tư, và kết hợp với 3 cặp điểm trước đó sẽ lập thêm được 2 phương trình số hiệu chỉnh dạng (13).

Trên cơ sở các phương trình số hiệu chỉnh, lập hệ phương trình chuẩn, tìm được các số hiệu chỉnh $\delta\varphi_2$, $\delta\omega_2$, $\delta\kappa_2$. Hiệu chỉnh trị gần đúng, tính lại các hệ số và số hạng tự do của (12). Lập và giải hệ phương trình chuẩn để tìm các số hiệu chỉnh lần 2. Bài toán giải theo phương pháp nhích dần.

Giá trị góc định hướng cuối cùng được tính:

$$\begin{aligned}\varphi_2 &= \varphi_2^0 + \delta\varphi_1 + \delta\varphi_2 + \delta\varphi_3 + \dots \\ \omega_2 &= \omega_2^0 + \delta\omega_1 + \delta\omega_2 + \delta\omega_3 + \dots \\ \kappa_2 &= \kappa_2^0 + \delta\kappa_1 + \delta\kappa_2 + \delta\kappa_3 + \dots\end{aligned}\quad (15)$$

3. Kết luận

Với cơ sở lý thuyết đã trình bày, có thể thực hiện bài toán bình sai các góc định hướng của

ảnh chụp được đo trong quá trình bay chụp bằng hệ thống đạo hàng quán tính. Với các giá trị góc định hướng đã được bình sai, có thể sử dụng trong công tác tăng dày không chế ảnh, hay đo vẽ trực tiếp các mô hình lập thể đơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. [Trương Anh Kiệt], Lê Văn Hùng, Trần Đình Trí, 2005. Trắc địa ảnh. NXB KH và KT, Hà Nội.
- [2]. Phan Văn Lộc và nnk, 2012. Công nghệ đo ảnh. NXB KH và KT, Hà Nội.
- [3]. Trần Đình Trí, 2009. Đo ảnh giải tích và Đo ảnh số. NXB KH và KT, Hà Nội.
- [4]. Labanop A.N. và nnk, 1975. Lưới tam giác ảnh không gian sử dụng máy tính. NXB Nhedra-Matxcova.

SUMMARY

About the azimuth angle adjusting of aerial photos mounted with Inertial Navigation Systems, INS / IMU

Tran Dinh Tri, Tran Thanh Ha, *Hanoi University of Mining and Geology*

Tran Thi Hoa, *Polytechnic University Virginia*

Le Hai Trieu, *Wuhan Geology University*

Base on the coplanar equation of the beam pairs on the pair of stereo photo, the paper established adjustment equations of azimuth angles of aerial photo. From the set of such equations, it was carried out the adjustment to determine the azimuth angles in the free coordinate system. If in the photo block the azimuth angle of any photo is known then these azimuth angles will be transferred to geodetic coordinate system. With the theoretical basis, it is not only determine the azimuth angle of the photos but also can assessed the accuracy of the measurement results of inertial navigation devices INS / IMU.

SỬ DỤNG ẢNH ALOS PALSAR ĐỂ XÂY DỰNG MÔ HÌNH...

(tiếp theo trang 84)

SUMMARY

Using ALOS PALSAR data for constructing a backscattering coefficient variation model for the floodplain Tonle Sap, Cambodia

Nguyen Van Trung, Pham Vong Thanh, *Hanoi University of Mining and Geology*

Nguyen Van Khanh, *HCM University of Natural Resources and Environment*

The land cover around in the Tonle Sap floodplain, Cambodia is strongly influenced by varying water levels. The lacustrine landforms and vegetated areas are partly inundated due to increases in the water level. Conversely, they are gradually emerged when the flooding recedes during the dry season. The backscattering coefficients of ALOS PALSAR data can be used to monitor the landcover variation for all weather condition during flooding period. Therefore, a backscattering coefficients variation model with respect to water level was constructed in the annual flooding. In this model, the backscattering coefficients corresponding six landcover classes depicts the effects of flooding using interaction between radar signals and land cover classes at different times in the annual flood pulse. The HH and HV polarization of radar signal also permits to improve the distinction between the statuses of landcover classes due to flooding effect. With a backscattering coefficient change from -8.4 dB to -20.6 dB for lowland shrubs in the flood developing stage, the model result corresponded to a water level change from 3.83m to 8.06 m.