

Гермак Оксана Викторовна
Germak Oхana Viktorovna
Ростовский государственный строительный университет
Rostov state construction university
ассистент кафедры Высшей геодезии и фотограмметрии
assistant to chair of the Highest geodesy and fotogrammetriya
E-Mail: RGSY-geodezia@yandex.ru

Определение элементов взаимного ориентирования снимков

Identify the elements of mutual orientation of images

Аннотация: Выполнено исследование методов определения элементов взаимного ориентирования снимков. Наиболее часто используют две системы определения элементов взаимного ориентирования снимков: базисную систему и систему координат левого снимка. Существенным недостатком определения элементов взаимного ориентирования является то, что между некоторыми элементами существует тесная корреляционная связь, что приводит к перераспределению некоторых элементов (за счет увеличения одних элементов могут уменьшиться значения других и наоборот).

The Abstract: Research of methods for determining the elements of mutual orientation. The most frequently used two systems of defining the elements of mutual orientation of imagery: the basic system and left-hand coordinate system snapshot. A significant disadvantage of defining the elements of mutual orientation is that between some of the elements there is a close correlation, which leads to the redistribution of some elements (by increasing some elements can decrease the value of the other and vice versa).

Ключевые слова: Фотограмметрия, Элементы ориентирования, Снимки, Корреляционная связь.

Keywords: Photogrammetry, Navigation Elements, Pictures, Correlation Communication.

В последнее время в фотограмметрии и смежных с ней областях произошли значительные изменения. Переход современной фотограмметрии на строгие и функциональные аналитические методы обработки предоставил возможность усовершенствовать и автоматизировать многие фотограмметрические процессы.

Вместе с тем, в настоящее время получило широкое распространение цифровое представление снимков, которое, в отличие от аналогового фотоизображения, позволяет более строго выполнять их трансформирование. Более того, цифровые изображения позволяют применять к ним преобразования, невозможные в аналоговой и аналитической фотограмметрии, например, проективные и нелинейные. Помимо этого, цифровые методы позволяют многократно копировать изображения без потери качества, для улучшения изобразительных свойств применять к ним детальный анализ, преобразование цветов и многое другое.

Цифровая фотограмметрия не требует дорогостоящего прецизионного оборудования, что сделало ее доступной для многих отраслей народного хозяйства.

Вместе с тем, цифровые изображения обладают более низкой информативностью и изобразительными свойствами по сравнению с фотоизображениями, что сказывается на точности решаемых задач, а их обработка требует значительных вычислительных мощностей.

Это выдвигает к решению задач фотограмметрии новое требование — наиболее полное использование полезной информации на основе более точных математических закономерностей [1].

По сравнению с геодезическими фотограмметрический метод обеспечивает при достаточной точности достоверность, высокую производительность и экономичность, безопасность измерений бесконтактным путем без остановки производственного процесса. При этом можно определить деформацию неограниченного количества точек в один момент времени.

Установка снимков относительно друг друга в положение, которое они занимали в момент фотографирования, называют взаимным ориентированием, при этом соответственные лучи пересекаются и создают модель объекта в произвольном масштабе и произвольно ориентированную в пространстве.

Бурное развитие вычислительной техники, которая становится всё более производительной и доступной по цене, а также применение изображений, получаемых цифровыми съемочными системами, позволяют резко удешевить и автоматизировать процесс измерения и обработки снимков. Для этого все этапы работы со снимками на дорогостоящих приборах заменяются обработкой изображений на обычном персональном компьютере. На сегодняшний день существует несколько программных продуктов, использующих данный подход (ImageModeler, ВИДИС, РНОТОМОД и т.д.) [3]. Однако исследования методов определения элементов взаимного ориентирования снимков показали необходимость их совершенствования: зная элементы взаимного ориентирования снимков можно найти координаты любой точки модели в фотограмметрической системе координат.

Наиболее часто используют две системы определения элементов взаимного ориентирования снимков: базисную систему (рис. 1) и систему координат левого снимка (рис. 2).

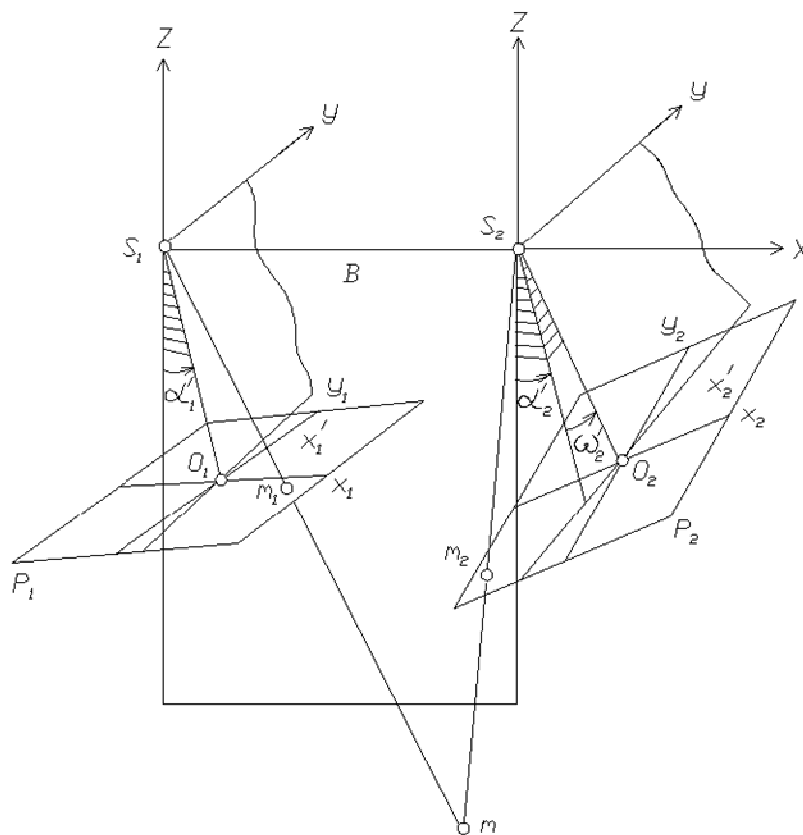


Рис. 1. Базисная система определения элементов взаимного ориентирования пары снимков

Элементами взаимного ориентирования в этой системе являются:

α'_1 – угол в главной базисной плоскости $S_1O_1S_2$ левого снимка между главным лучом (оптической осью) левой связки S_1O_1 и перпендикуляром к базису;

χ'_1 – угол на левом снимке между осью y_1 и следом плоскости $S_1O_1Y'_1$;

α'_2 – угол в главной базисной плоскости левого снимка между перпендикуляром к базису и проекцией главного луча (оптической оси) правой связки S_2O_2 ;

ω'_2 – угол между проекцией главного луча (оптической оси) правой связки на базисную плоскость левого снимка и главным лучом S_2O_2 ;

χ'_2 – угол на правом снимке между осью y_2 и следом плоскости $S_2O_2Y'_2$.

Углы α'_1 и α'_2 называются продольными углами наклона снимков относительно базиса фотографирования, ω'_2 – взаимным поперечным углом наклона, а углы χ'_1 и χ'_2 – углами поворота. Началом пространственных координат в первой системе служит центр проекции левого снимка, ось X_1 совмещена с базисом, а ось Z_1 находится в главной базисной плоскости левого снимка. Система координат $S_2X'_2Y'_2Z'_2$ параллельна системе координат $S_1X_1Y_1Z_1$.

Элементами взаимного ориентирования в системе координат левого снимка (рис. 2) являются:

τ' – угол на левом снимке между осью x_1 и следом главной базисной плоскости левого снимка;

ν' – угол наклона базиса относительно левого снимка;

$\Delta\alpha$ – взаимный продольный угол наклона снимков, составлен осью Z'_2 с проекцией главного луча (оптической оси) правой связки на плоскость $X'_2Z'_2$;

$\Delta\omega$ – взаимный поперечный угол наклона снимков, заключенный между плоскостью $X'_2Z'_2$ и главным лучом (оптической осью) правой связки;

$\Delta\chi$ – взаимный угол поворота снимков, угол на правом снимке между осью y_2 и следом плоскости $S_2O_2Y'_2$;

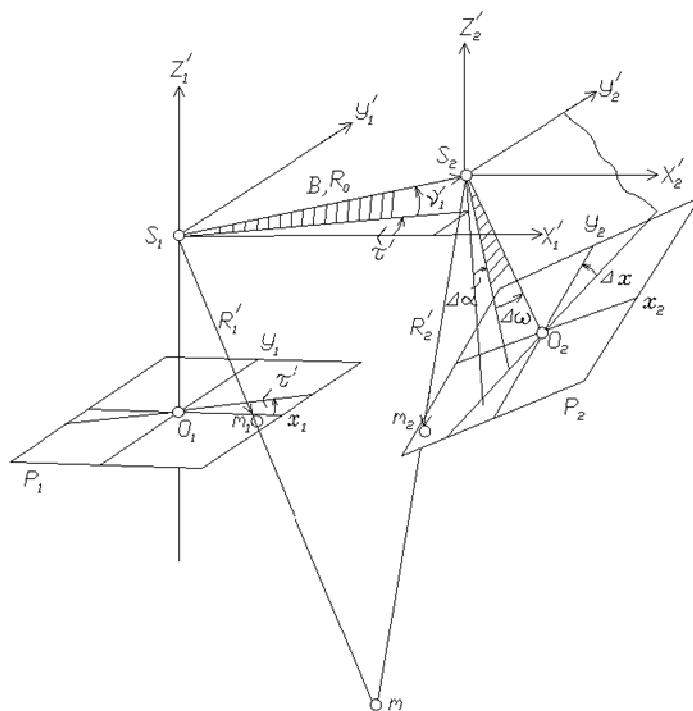


Рис. 2. Система левого снимка определения элементов взаимного ориентирования пары снимка

Если в строгих уравнениях взаимного ориентирования ограничиться членами первого порядка малости, то получим известные уравнения

для базисной системы

$$\frac{x_1 y_2}{\rho f} \alpha'_2 - \frac{x_2 y_1}{\rho f} \alpha'_2 - \left(f + \frac{y_1 y_2}{f} \right) \frac{\omega'_2}{\rho} + \frac{x_1 \chi'_1}{\rho} - \frac{x_2 \chi'_2}{\rho} + q = 0; \quad (1)$$

для системы координат левого снимка

$$p \frac{\tau}{\rho} + y_1 p \frac{v}{\rho f} + \frac{x_2 y_1}{\rho f} \Delta \alpha + \left(f + \frac{y_1 y_2}{f} \right) \frac{\Delta \omega}{\rho} + x_2 \frac{\Delta \chi}{\rho} - q = 0. \quad (2)$$

где $p = x_1 - x_2$; $q = y_1 - y_2$; x_1, y_1, x_2, y_2 - координаты соответствующих точек на левом и правом снимках соответственно; f - фокусное расстояние камеры; $\rho = 57,295780^\circ$.

Существенным недостатком определения элементов взаимного ориентирования, как в базисной, так и в системе координат левого снимка является то, что между некоторыми элементами существует тесная корреляционная связь, что приводит к перераспределению некоторых элементов (за счет увеличения одних элементов могут уменьшиться значения других и наоборот).

Поэтому целесообразно преобразовать уравнения (1) и (2) так, чтобы в результате уменьшить коэффициенты корреляции между отдельными элементами.

Для сравнения результатов, полученных по формулам (1) и (2), были выполнены исследования этих уравнений. Согласно проведенным исследованиям между величинами, определяемыми по формуле (3), корреляционная зависимость практически отсутствует, поэтому для определения элементов взаимного ориентирования целесообразно использовать эту формулу.

$$\begin{aligned} \left([bb] - \frac{[b][b]}{n} \right) \alpha'_1 + \left([bc] - \frac{[b][c]}{n} \right) \alpha'_1 + \left([bd] - \frac{[b][d]}{n} \right) \alpha'_2 + \left([be] - \frac{[b][e]}{n} \right) \Delta \chi + \left([bq] - \frac{[b][q]}{n} \right) &= 0 \\ \left([bc] - \frac{[b][c]}{n} \right) \alpha'_1 + \left([cc] - \frac{[c][c]}{n} \right) \alpha'_1 + \left([cd] - \frac{[c][d]}{n} \right) \alpha'_2 + \left([ce] - \frac{[c][e]}{n} \right) \Delta \chi + \left([cq] - \frac{[c][q]}{n} \right) &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{где } a = \frac{p}{\rho}, \frac{x_1 y}{\rho f} = b, \frac{-x_2 y}{\rho f} = c, -\left(f + \frac{y^2}{f} \right) = d, -\frac{x_2}{\rho} = e;$$

Значение угла на левом снимке определяется по следующей формуле

$$\chi'_1 = -\frac{\rho}{pn} \{ [b] \alpha'_1 + [c] \alpha'_2 + [d] \omega'_2 + [e] \Delta \chi + [q] \}$$

Сделанный вывод распространяется и на определение элементов взаимного ориентирования в системе координат левого снимка [2].

На основе исследований и статистических экспериментов установлено, что для определения элементов взаимного ориентирования снимков достаточно 5-6 итераций. Новая итерация начинается с вычисления коэффициентов и свободных членов уравнений поправок при этом в качестве приближенных значений элементов взаимного ориентирования снимков используются элементы, полученные в предыдущей итерации по формулам (3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Куштин ИФ, Бузов М.И., Краснопевцев Б.В. Фотограмметрия. М.: Недра, 1987, 309с
2. Куштин И.Ф., Геодезия и фотограмметрия: Сборник научных трудов. – Ростов н/Д: Рост.инж.строит.ин-т, 1991. – 115с.
3. Система многофункциональной фотограмметрической обработки стереопарных изображений PHOTOMOD 1.52 // ГИС-обозрение. – 1998, – №1 –С. 11.