

Совместное использование снимков различного разрешения для повышения точности внешнего ориентирования стереомодели

Реферат

В статье рассмотрены условия для повышения точности внешнего ориентирования стереомодели- это использование опорных точек высокой точности и совместная обработка стереопары среднего разрешения и одиночного снимка высокого разрешения. Предложен метод повышения точности внешнего ориентирования за счет ориентирования снимка высокого разрешения в свободной системе координат стереомодели. Показано, что точность внешнего ориентирования стереопары может быть порядка точности опознания опорных точек на снимке высокого разрешения.

Joint use of images of different resolution for increasing of accuracy of exterior orientation of stereo model

ABSTRACT

The paper considers the conditions for increasing of accuracy of exterior orientation of stereo model - that is use of highly accurate control points and joint processing of a stereo pair of medium resolution and a single image of high resolution. There is proposed a method for increasing of accuracy of exterior orientation due to orientation of high resolution image in a free coordinate system of stereo model. It is shown that the accuracy of exterior orientation of stereo pair can be of the same order as accuracy of recognition of control points on high resolution image.

Некрасов В.В., МИИГАиК, аспирант кафедры ВТиАОИ

В настоящее время очень актуальным является построение ЦМР высокой точности. Для построения ЦМР на большие территории используются стереопары ТК-350, получаемые российской космической системой «Комета».

Российская космическая система «Комета» предназначена для картографирования обширных территорий Земли. За один запуск обеспечивается стереопокрытие местности в пределах 50 млн. кв. км снимками ТК-350 и 20 млн.кв. км снимками КВР-1000. Топографические снимки ТК-350 обеспечивают сплошное стереопокрытие местности в полосе захвата 200 км с разрешением 10 метров. Дешифровочные снимки КВР-1000 обеспечивают монопокрытие с разрешением 2 метра. Именно наличие одновременного

покрытия, как стереопарами низкого разрешения (ТК-350), так и снимками высокого разрешения (КВР-1000), применяемых для более надежного дешифрирования объектов, позволяет значительно улучшить точность цифровых моделей рельефа (ЦМР), получаемых на основе данных системы “Комета”, за счет повышения точности внешнего ориентирования стереомодели ТК-350.

При построении ЦМР для внешнего ориентирования стереомодели используются опорные точки из фотограмметрических сетей с характерной точностью 15-20 метров, либо с карт, их точность зависит от масштаба карты. Таким образом точность ЦМР, получаемой на основе данных точек определяется точностью опорных точек и разрешением снимка ТК-350 (10-12 метров). Использование методов субпиксельной корреляции [1] позволяет увеличить точность построения ЦМР- по нашим оценкам - до 8-10 метров. А применение комбинированных методов описания рельефа [2] позволяет с заданной точностью описать геометрию рельефа . Таким образом главным препятствием на пути получения точных ЦМР является точность опорных точек. В настоящее время источником точной опорной информации являются GPS точки - их точность может быть 0,1-1 метра. Однако использовать GPS-точки напрямую без потери точности невозможно, так как точность опознавания GPS-точки на снимке ТК-350, обладающего разрешением на местности 10-12 метров, не может быть существенно выше тех же самых 10-12 метров.

Для повышения точности внешнего ориентирования предлагается следующая методика. На первом этапе GPS-точки опознаются на снимке высокого разрешения, далее точка переносится на стереопару ТК-350 низкого разрешения и производится внешнее ориентирование и построение ЦМР по стереопаре ТК-350. В качестве снимков высокого разрешения могут быть использованы снимки КВР-1000 или снимки КА Ikonos.

Перенос опорных точек со снимка высокого разрешения на снимки низкого разрешения может быть осуществлен с помощью полиномов различной степени. Коэффициенты полинома определяются путем уравнивания координат одноименных точек на снимке высокого разрешения и на снимке низкого разрешения. Однако данный способ не учитывает высоты местности, поэтому точность данного способа недостаточна для решения поставленной задачи.

Альтернативой является перенос точки с помощью кадровой модели снимка, учитывающей высоты местности.

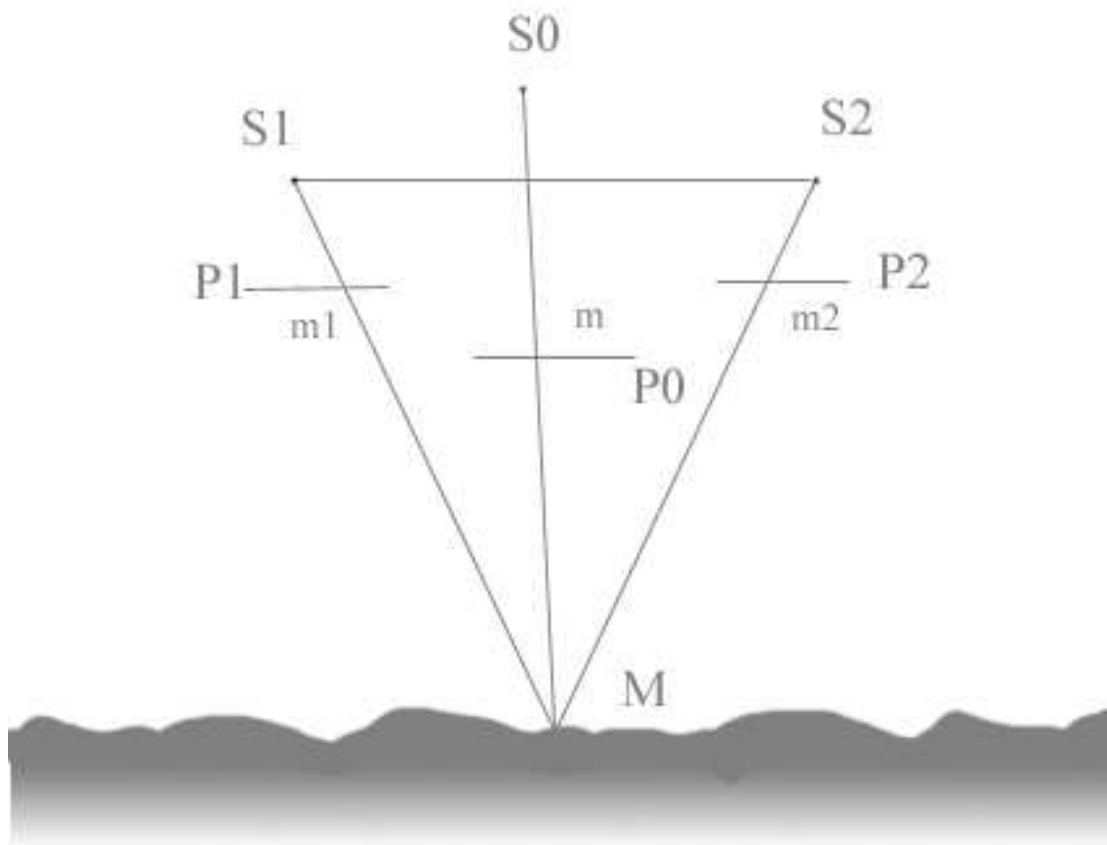


рис. 1

Рассмотрим схему расположения снимков высокого и низкого разрешения, рис.1, где P_1 - левый снимок стереопары, P_2 - правый снимок стереопары, P_0 - снимок высокого разрешения и соответственно S_1 , S_2 , S_0 - центры проекций снимков. На снимке высокого разрешения P_0 производится опознание опорных точек. Допустим это точка m (см. рис. 1) на снимке высокого разрешения, соответствующая точке M на местности. Точка M на местности отображается на левом снимке стереопары как точка m_1 , а на правом снимке как точка m_2 . Задача состоит в том, чтобы восстановить точное местоположение точки M на левом и правом снимках стереопары(m_1 и m_2). Для этого по стереопаре строится модель местности, однако внешнего

ориентирования этой модели не производится, то есть строится свободная модель, произвольным образом ориентированная в геодезическом пространстве.

Для снимков стереопары по координатам одноименных точек из условия компланарности (1)

$$R_0 \times (R_1 \times R_2) = 0 \quad (1)$$

определяют элементы взаимного ориентирования (для левого снимка α , $\omega=0$, κ , для правого снимка α , ω , κ).

Ориентирование снимка высокого разрешения в свободной системе координат

В полученной свободной системе координат производится внешнее ориентирование снимка высокого разрешения, для чего находится 3 одноименных точки - на левом, правом снимках стереопары и та же точка на снимке высокого разрешения. По параллаксам точки на снимках стереопары определяются координаты (X, Y, Z) точки в свободной системе координат [3].

Для связи координат точек в геодезической системе координат и координат на снимке можно записать:

$$X - X_0 = (Z - Z_0) * X' / Z' \quad (2)$$

$$Y - Y_0 = (Z - Z_0) * Y' / Z',$$

где

$$X' = a_1(x - x_0) + a_2(y - y_0) - a_3 f$$

$$Y' = b_1(x - x_0) + b_2(y - y_0) - b_3 f$$

$$Z' = c_1(x - x_0) + c_2(y - y_0) - c_3 f$$

В соответствии с (2) одна точка позволяет составить два уравнения.

Таким образом для определения 6 элементов внешнего ориентирования снимка высокого разрешения необходимо не менее 3 точек.

В результате решения системы уравнений получаем элементы внешнего ориентирования снимка высокого разрешения в свободной системе координат.

Соответственно для опорной точки i , опознанной на снимке высокого разрешения можно с соответствием с (2) вычислить ее координаты в свободной системе координат стереомодели - X_i, Y_i , однако для этого необходимо знать высоту точки Z_i . Для этого строится локальная ЦМР (в окрестности опорной точки) и ищется точка пересечения луча, проходящего через опорную точку на снимке и поверхности, образованной локальной ЦМР.

Определив координаты X_i, Y_i, Z_i в свободной системе координат по элементам взаимного ориентирования стереопары легко восстанавливаем положение опорной точки на снимках стереопары [4].

Выводы

Решение проблемы повышения точности внешнего ориентирования стереомодели, построенной по снимкам ТК-350 обеспечивается заменой прямого внешнего ориентирования стереомодели по опорным точкам на два этапа - взаимное ориентирование снимков стереомодели и внешнее ориентирование снимка высокого разрешения в свободной системе координат.

На практике установлено, что точность взаимного ориентирования значительно выше точности внешнего ориентирования и остаточный вертикальный параллакс может составлять 0.01 пиксела, то есть при размере пиксела, соответствующего 10 метрам на местности точность ориентирования составит 0.1 метра. Для внешнего ориентирования снимка высокого разрешения точность может составить 1-1.5 пиксела, что для снимков КВР-1000 разрешения 2 метра на местности составит 2-3 метра, а для снимков Ikonos с разрешением 1 метр, соответственно 1-1.5 метра.

Литература

1. S.Yu.Zhel'tov, A.V.Sibiryakov, Adaptive Subpixel Cross-Correlation in a Point Correspondence Problem // Optical 3D Measurement Techniques, Zurich, 29 September- 2 October, 1997, pp.86-95.
2. Некрасов В.В., Анализ алгоритмов построения цифровых моделей рельефа по материалам аэрокосмических съемок // V конференция "Проблемы ввода и обновления пространственной информации", Москва, 29 февраля — 3 марта 2000 г.
3. Лобанов А.Н. Фотограмметрия, М.,Недра, 1984.

4. Чекалин В.Ф. Ортофототрансформирование фотоснимков, М., Недра, 1986.