

ВОЗМОЖНОСТИ НЕМЕТРИЧЕСКИХ КАМЕР В НАЗЕМНОЙ ФОТОГРАММЕТРИИ

М.Н. Коева («ГИС СОФИЯ», Болгария)

В 2001 г. окончила геодезический факультет Университета архитектуры, строительства и геодезии в Софии с магистерской степенью. С 2001 г. работает инженером в отделе фотограмметрии муниципального предприятия «ГИС СОФИЯ».

В.П. Петрова («ГИС СОФИЯ», Болгария)

В 2001 г. окончила геодезический факультет Университета архитектуры, строительства и геодезии в Софии с магистерской степенью. С 2001 г. работает инженером в отделе фотограмметрии муниципального предприятия «ГИС СОФИЯ».

Д.В. Жечев («ГИС СОФИЯ», Болгария)

В 1997 г. окончил геодезический факультет Университета архитектуры, строительства и геодезии в Софии с магистерской степенью. С 1997 г. работает инженером в отделе фотограмметрии муниципального предприятия «ГИС СОФИЯ».

В последнее время возрастает интерес к использованию неметрических цифровых камер в фотограмметрии, что обусловлено двумя причинами. С одной стороны, происходит постоянное снижение их стоимости, а с другой — улучшаются их технические характеристики. Основная отличительная черта неметрических камер в том, что элементы внутреннего ориентирования и дисторсии объектива полностью или частично неизвестны. При фотограмметрической обработке этот недостаток камер компенсируется использованием специального программного обеспечения.

Чтобы обеспечить возможность работы с неметрической камерой, необходимо решить следующие проблемы:

- создать координатную систему снимка;
- определить неизвестные элементы внутреннего ориентирования;

— сохранить элементы внутреннего ориентирования;

— определить дисторсию объектива.

Существуют три метода решения этих проблем.

Метод предварительной калибровки неизвестных элементов внутреннего ориентирования и дисторсии объектива в лабораторных условиях перед фотосъемкой. Преимущество метода состоит в том, что работа в лабораторных условиях позволяет добиться высокой точности определения параметров. Проблема остается, так как параметры неустойчивы во времени.

Метод калибровки в процессе обработки, при которой неизвестные элементы определяются с помощью специального математического аппарата. При их определении необходимо наличие не менее пяти опорных точек, при этом рекомендуется использовать до 8–10 точек на модель. Следует отме-

тить, что при работе с метрической камерой достаточно трех точек на модель.

Метод самокалибровки, при котором используются принципы, подобные взаимному ориентированию стереопары в аналоговых фотограмметрических приборах. В этом случае нет необходимости в наличии большого числа опорных точек.

Согласно условию коллинеарности каждая точка объекта, ее образ и проекционный центр должны находиться на единой прямой, которая называется лучом. Совокупность всех лучей, которые проходят через один проекционный центр, называют связкой, а метод обработки результатов — методом связок.

Когда фотосъемка выполнена с помощью метрической камеры, каждая связка содержит шесть неизвестных: три угла ротации ω , ϕ , κ и координаты проекционного центра (X_0, Y_0, Z_0) . Для однозначного решения

связки необходимо три опорные точки, потому что каждая из них дает два уравнения или всего шесть уравнений для определения шести неизвестных.

Если камера неметрическая, элементы внутреннего ориентирования x_0 , y_0 и f неопределенны, поэтому количество неизвестных для каждой связки увеличивается на три и становятся равным девяти. Тогда для однозначного решения девяти уравнений необходимо наличие пяти опорных точек.

Так как количество уравнений обычно получается больше, чем минимально необходимое, а измеренные координаты точек изображения содержат случайные ошибки, то эти уравнения решаются методом наименьших квадратов (МНК).

Дисторсия и некоторые другие дефекты камеры, являются источником систематических ошибок в координатах точек изображения. У любительских камер эти недостатки могут иметь значительные величины и таким образом нарушают процесс обработки по МНК.

Если дисторсия известна и постоянна, координаты точек изображения могут быть исправлены до уравнивания методом связок. Для неметрических камер это неэффективно, так как дисторсия меняется во времени. Наиболее эффективно ввести дополнительные параметры Δx_p и Δy_p , являющиеся функцией нескольких неизвестных, и включить их в уравнение одновременно с остальными неизвестными.

Выбор дополнительных параметров определяется двумя противоречивыми принципами:

— число параметров должно быть минимальным для уменьшения числа опорных точек и объема вычислений;

— параметров должно быть столько, чтобы корреляция с

другими неизвестными была минимальной.

В отличие от традиционной фотограмметрии, где дополнительные параметры могут быть приняты как постоянные для всех снимков из одного блока или группы снимков, при использовании неметрических камер обычно требуется полный набор дополнительных параметров для каждого снимка отдельно. Это приводит к увеличению объема вычислений. Но это не является проблемой, так как блоки, созданные с применением неметрической камеры, обычно небольшие и часто состоят из одной стереопары.

Специалистами «ГИС СОФИЯ» был проведен эксперимент с целью определения возможной точности вычисления координат объекта при использовании в наземной фотограмметрии неметрических аналоговой и цифровой фотокамер с неизвестными элементами внутреннего ориентирования и дисторсии.

В качестве объекта эксперимента был выбран фасад жилого дома в центре г. София (см. рисунок).

На фасаде здания в качестве эталонных было определено 50 немаркированных опорных и контрольных точек со средней

квадратической погрешностью $\pm 0,5$ см с помощью электронного тахеометра Leica TC 1610.

Для эксперимента были выбраны следующие неметрические фотокамеры:

— аналоговая — Olympus AF-1 (фокусное расстояние 35 мм; светосила 1:2,8; объектив Fujifilm Superia 100);

— цифровая — Canon S230 (объектив ELPH, разрешение 3 мегапикселя).

Фасад здания был сфотографирован каждой камерой с базиса длиной 4 м, расположенного на расстоянии 20 м от здания. Оптические оси камер были параллельны и наклонны в вертикальной плоскости.

Полученные стереопары обрабатывались с помощью фотограмметрического программного обеспечения, предназначенного для работы с неметрическими камерами — PHOTOMOD Lite («Ракурс»). Этот программный продукт позволяет выполнять калибровку фотоснимков во время обработки, а дисторсия объектива может быть учтена, если ее значение предварительно было определено. При обработке ориентирование модели было сделано по восьми опорным точками и тридцати связующим при неизвестной дисторсии. Крайние зоны снимков, где влияние дис-



Фрагмент фасада жилого дома с контрольными точками

торсии было более сильное, не использовались. Кроме того, было проведено относительное ориентирование с помощью опции подстройки фокуса и абсолютное ориентирование — с опцией подстройки всех параметров.

На основе полученной стереомодели были измерены координаты тридцати трех опорных точек, определенных геодезическим методом. Координаты этих точек, измеренные электронным тахеометром, принимались за истинные. По отклонениям значений координат, определенных по стереомодели, от их истинных значений вычислялись величины средних квадратических погрешностей фотограмметрического определения плановых координат фасада здания. Они составили:

— в плоскости фасада — $\pm 1,9$ см;

— в плоскости, перпендикулярной фасаду — $\pm 6,1$ см.

По результатам векторизации фасада здания в стереорежиме была построена трехмерная модель. На основе полученной модели было создано ортофотоизображение, по которому определялись координаты тридцати контрольных точек и сравнивались с истинными. В результате вычислений средняя квадратическая погрешность определения координат в плоскости фасада здания составила $\pm 2,2$ см. При сравнении координат стереомодели и ортофотоизображения была получена средняя квадратическая погрешность в положении точек, равная $\pm 1,4$ см.

По результатам эксперимента были сделаны следующие выводы.

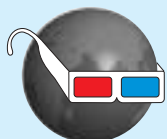
1. Для выполнения уравнивания методом самокалибров-

ки всех параметров необходимо иметь не менее пяти опорных точек или девяти опорных расстояний. Если параметры камеры известны, число необходимых опорных точек может быть меньше.

2. Точность ортофотоизображения в значительной степени зависит от качества цифровой трехмерной модели объекта, и она не выше, чем у стереомодели.

RESUME

The peculiarities of working with non-metric cameras are discussed. An experiment is carried out and the facade of a building is photographed by amateur digital and analogue (film) cameras, and measured by a total station. The results of these two basically different measurements are compared. The RMS is calculated as $\pm 1,9$ cm in picture plane (facade) and $\pm 6,1$ cm in depth.

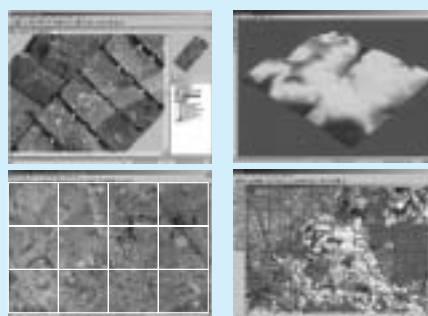


PHOTOMOD®

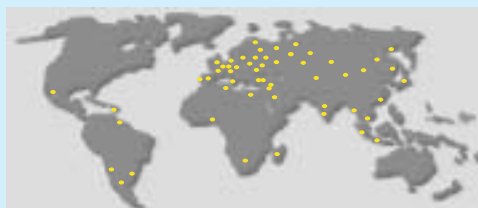
ЦИФРОВАЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

ВЫБЕРИ
НУЖНЫЙ РАКУРС!

- ИСПОЛЬЗУЕТСЯ БОЛЕЕ, ЧЕМ В 30 СТРАНАХ МИРА
- ГИБКАЯ МОДУЛЬНАЯ СТРУКТУРА
- ДОСТУПНАЯ ЦЕНА
- СЕТЕВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
- ПОЛНАЯ И ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА



- Обработка снимков центральной проекции и сканерных изображений
- Блочная фототриангуляция
- Создание цифровых моделей рельефа
- Создание ортофотопланов
- Векторизация в стереорежиме
- Векторизация по ортофотоплану
- Создание и печать электронных карт
- Калибровка планшетных полиграфических сканеров



ЗАО "Ракурс"
101000 Россия,
г. Москва,
ул. Мясницкая, 40-6, 605

Тел.: (095) 928-20-01
Факс: (095) 928-61-18
E-mail: info@racurs.ru
Internet: www.racurs.ru

★ PHOTOMOD 3.5 Новые возможности

- ★ новая сетевая идеология работы с проектом
- ★ поддержка новых сенсоров (IKONOS, ASTER)
- ★ новые инструменты создания ЦМР на блок изображений
- ★ объединение нескольких блоков в один проект
- ★ поддержка кадрового стереорежима "page-flipping"
- ★ работа со "свободной моделью"
- ★ режимы подвижной и неподвижной марки
- ★ новые функции построения и контроля топологии
- ★ построение мозаики по изображениям из различных проектов
- ★ матрица высот переменного разрешения при ортотрансформировании
- ★ экспорт атрибутов в таблицы dbf формата

СКОРО
ВЫЙДЕТ!

- ★ PHOTOMOD Stereolink - интеграция PHOTOMOD и MicroStation
- ★ PHOTOMOD Radar - обработка радиолокационных снимков Земли