

УТОЧНЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ПРИВЯЗКИ ДАННЫХ ПРИБОРА МСУ-МР КА «МЕТЕОР-М» №2-2

Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), Москва

В докладе рассматривается применение корреляционных методов для увеличения точности привязки данных прибора МСУ-МР. Описывается двухступенчатая схема привязки с восстановлением параметров ориентации космического аппарата (КА). Приводится описание программного решения, особенности реализации и результаты привязки для снимков прибора МСУ-МР КА «Метеор-М» №2-2, а также оценки производительности.

На космических аппаратах (КА) серии «Метеор-М» установлен шестиканальный прибор МСУ-МР низкого пространственного разрешения. Устройство снимает поверхность Земли в спектральном диапазоне от 0,5 до 12,5 мкм [1], что позволяет осуществлять мониторинг природных и антропогенных явлений для решения большого числа задач. Однако нестабильность ориентации аппарата является препятствием для обеспечения автоматической субпиксельной географической привязки данных прибора МСУ-МР. Недостаточно качественная привязка снимков существенно ограничивает их дальнейшее использование для решения задач дистанционного мониторинга экосистем.

Навигационные проблемы космического аппарата являются значительной помехой для использования моделей сенсора для привязки данных из-за неточности определения входных параметров для модели, таких как углы ориентации. В отсутствие достаточных исходных данных для получения субпиксельной точности привязки снимков с помощью модели, устранить дефекты привязки можно с использованием опорных, хорошо привязанных, данных при помощи алгоритмического поиска контрольных точек. Однако привязка снимков исключительно такими методами приводит к искажениям привязываемых данных из-за интерполяции значений пикселей в процессе преобразования. Поэтому для исключения потери данных при привязке было решено восстанавливать параметры для модели сенсора и с её помощью привязывать исходные данные МСУ-МР уровня L1B. Таким образом, предлагаемый процесс привязки состоит из трёх этапов: поиска контрольных точек, восстановления углов ориентации и применения модели сенсора к данным L1B.

В качестве метода поиска контрольных точек была выбрана корреляция. Для их нахождения применяется программный пакет AROSICS [2], в основе которого лежит фазовая корреляция, использующая теорему Фурье о смещении. В качестве опорных данных были выбраны ежемесячные композитные изображения SWIR-диапазона прибора MODIS, так как они имеют стабильную качественную привязку, лучшее (по сравнению с МСУ-МР) пространственное разрешение (250 метров против 1 километра), а также очищены от облачности, что снижает количество ложных срабатываний алгоритма. Корегистрация проецированных снимков (МСУ-МР и MODIS) приводит к определению взаимного расположения контрольных точек на парах изображений и получению их сдвигов относительно исходного положения.

Углы ориентации аппарата восстанавливаются, исходя из сдвигов полученных контрольных точек, таким образом, чтобы суммарная ошибка определения положения контрольных точек была минимальна.

Необходимыми и достаточными входными параметрами для строгой модели сенсора являются углы ориентации аппарата, элементы орбиты и характеристики устройства съёмки. Требуемые углы ориентации были восстановлены из контрольных точек, параметры орбиты КА «Метеор-М» №2-2 берутся из TLE. Характеристики съёмочного оборудования нам известны и постоянны. В результате модель сенсора применяется к неспроецированным данным МСУ-МР уровня L1B, и только потом снимки переводятся в проекцию.

Секция 5. Аэрокосмические исследования и технологии ДЗЗ

Созданное решение было полностью автоматизировано и реализовано в составе штатных цепочек обработки. В результате были обработаны данные прибора МСУ-МР за 2022 год. Более 85 % допривязанных дневных снимков имеют субпиксельную точность привязки, что существенно увеличило возможности использования данных прибора для других задач дистанционного зондирования Земли.

Работы по совершенствованию созданного решения продолжаются. Основными направлениями являются оптимизация производительности, а также адаптация метода под ночные снимки, для которых отсутствуют опорные данные.

Работы выполняются при поддержке Минобрнауки РФ (тема «Мониторинг», госрегистрация № 122042500031-8).

Список литературы

1. Система полярно-орбитальных метеорологических спутников серии «Метеор-М». / Асмус В. В. [и др.] // Метеорология и гидрология. – 2014. – № 12. – С. 5-16.
2. AROSICS: An Automated and Robust Open-Source Image Co-Registration Software for Multi-Sensor Satellite Data. / Scheffler D. [et al.] // Remote Sensing. – 2017. – №9. – P. 676. <https://doi.org/10.3390/rs9070676>