

«Утверждаю»
Генеральный директор ФГУП ГосНИИАС,
член-корреспондент РАН
Желтов С.Ю.
_____ 2014 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Гусева Владимира Юрьевича «Методы и средства радиометрической и геометрической обработки скановых изображений земной поверхности», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.11 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника).

Актуальность

Диссертация посвящена созданию методов обработки космических изображений земной поверхности, получаемых регистрирующей аппаратурой сканерного принципа действия. Данный тип регистрирующих систем является очень распространенным, спутники с такими системами эксплуатируются в настоящее время (Ресурс-ДК, Ресурс-П, QuickBird, Ikonos и др.), а также планируется вводить в эксплуатацию новые. Обработка первичных изображений является обязательным этапом на пути к конечным продуктам на базе спутниковых изображений, так как существуют проблемы неравномерности чувствительности датчиков, наличия различных шумов, неточности позиционирования ПЗС матриц. В работе рассматриваются задачи радиометрической и геометрической коррекции изображений.

Задачи радиометрической обработки в данном случае подразумевают устранений последствий неравномерности чувствительности фотоэлементов, проявляющихся в виде вертикальных полос на изображениях, и фильтрацию шумов в виде горизонтальных полосок, вызванных паразитными токами.

Существуют решения данных задач, однако компенсация неравномерности чувствительности фотоэлементов в основном производится с помощью применения калибровочных данных, а случай коррекции без подобных данных недостаточно представлен надежными универсальными методами. При этом такие ситуации могут возникать, если в ходе эксплуатации спутника происходит изменение характеристик датчиков, а новая калибровка недоступна. Методы для фильтрации шумов в виде горизонтальных полосок также являются недостаточно изученными в настоящее время, главным образом ввиду специфичности задачи.

Из задач геометрической обработки в работе поставлена проблема сшивки полос изображений, полученных расположенными в линейку в шахматном порядке фоточувствительными матрицами. Так как могут существовать погрешности в позиционировании матриц, то такая задача не является тривиальной. Существуют различные методы сшивки с использованием фотограмметрических преобразований и без них. В работе предлагается развить усовершенствованные методы для обеих категорий, позволяющие достичь более высоких показателей по качеству и скорости обработки.

Краткая характеристика работы

Основным результатом диссертационной работы следует считать разработку методов и средств радиометрической и геометрической коррекции первичных спутниковых изображений, полученных аппаратами со сканерным принципом съемки.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, библиографии и приложений. Объем диссертации составляет 157 страниц. Объем приложений – 26 страниц. Работа содержит 94 рисунка и 19 таблиц. Библиография включает 87 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цели и задачи, аргументирована научная новизна и практическая значимость исследований.

В первой главе решается задача коррекции яркостных искажений в виде вертикальных полос. Описывается процесс регистрации изображений съемочной аппаратурой сканерного принципа действия, и объясняются причины появления искажений. Анализируется текущее положение в области подобной обработки спутниковых изображений, выявляются недостатки существующих методов. Предлагается два подхода, дополняющие друг друга:

на основе локального анализа изображения и глобальный подход на основе минимизации функции энергии изображения. Предложен ряд мер, позволяющих обрабатывать изображения с существенными естественными изменениями яркости в горизонтальном направлении, что является наиболее сложным случае при коррекции вертикальных полос. Производится оценка разработанных методов с помощью объективных критериев качества.

Во второй главе предлагаются методы удаления шумов, проявляющихся в виде горизонтальных полосок. Проведен анализ предметной области. Для решения задачи применяется частотный метод устранения шумов на базе дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Предлагаются маски фильтров специального вида, а также способы задания весовых коэффициентов для взвешенного вычета шума в пространственной области, что позволяет сохранить полезную информацию в более полном виде. Также предложен блочный способ фильтрации, при котором ДПФ повергаются небольшие квадраты изображения, что позволило задать маску фильтра с более узкой полосой селекции частот, для получения картины шума. Производится экспериментальный анализ разработанных методов и сравнение их между собой и с имеющимися аналогами при работе на реальных и тестовых данных.

В третьей главе на основе различных подходов предлагаются новые методы сшивки изображений. Общим для всех методов является поиск связующих точек в зоне перекрытия изображений. Предлагаются методы без фотограмметрических преобразований: метод итерационного совместного нахождения параметров проективного преобразования полос изображений с использованием модифицированного метода Гаусса-Ньютона, и метод мультиквадратических уравнений. Также предлагается фотограмметрический метод. Метод учитывает не только сами изображения, но и всю имеющуюся информацию, включающую в себя как результаты бортовых измерений элементов внешнего ориентирования, так и результаты наземной калибровки съемочной аппаратуры. Производится оценка качества сшивки различными объективными методами контроля.

В четвертой главе описывается программный комплекс обработки спутниковых изображений, в который внедрялись разработанные методы, его интерфейс, возможности, особенности программной реализации и архитектура.

В заключении приводятся основные результаты работы.

Значимость для науки результатов диссертации заключается в теоретическом и экспериментальном исследовании процессов обработки изображений специального класса. Ранее задачи обработки спутниковых изображений с присущими им артефактами на таком уровне качества и ресурсоемкости не решались. Разработанные методы были положены в основу созданного автором математического и программного обеспечения для решения задач данного класса.

О практической значимости работы свидетельствует использование предложенных методов в программном обеспечении реальных комплексов обработки спутниковых изображений, что подтверждается актом внедрения.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Рекомендуется использовать результаты диссертации для решения реальных задач по обработке первичных космических изображений, полученных на основе сканерного принципа съемки.

Результаты диссертации могут быть использованы в НЦ ОМЗ, НИИ точных приборов, ОАО «ЛОМО», ОАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева», МИИГАиК, ЦНИИГАиК.

Замечания по диссертации

- 1) В энергетической функции отсутствует оценка \hat{a} (видимо, в предположении, что $\hat{a} = 1$), что накладывает некоторые ограничения на применимость метода.
- 2) Не рассмотрен способ браковки связующих точек в зоне перекрытия изображений на основе метода RANSAC.
- 3) Недостаточно исследован вопрос использования детекторов и дескрипторов особых точек для задания связующих точек сшиваемых полос

Приведенные замечания не носят принципиального характера.

Заключение

Диссертация представляет законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные и практические результаты, полученные диссертантом, имеют большое значение. В работе приведены результаты широкой экспериментальной проверки различных методов и демонстрируется эффективность разработанных алгоритмов. Автореферат соответствует диссертации.

Работа отвечает критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.11 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника).

Отзыв на диссертацию обсуждался и был утвержден на секции НТС подразделения «Системы интеллектуального анализа данных, технического зрения, улучшенного и синтезированного видения» ФГУП ГосНИИАС, Протокол № 10 от 19.11.2014.

Начальник подразделения
«Системы интеллектуального анализа данных,
технического зрения,
улучшенного и синтезированного видения»,
д.ф.-м.н.

Визильтер Ю. В.

Начальник лаборатории
«Анализ динамических сцен»,
к.ф.-м.н.

Вишняков Б. В.

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем»
Адрес: Россия, 125319, г. Москва, ул. Викторенко, 7. Тел.: 8 499 157 93 18, email:
vishnyakov@gosniias.ru.