

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.932

Никуленко
Павел Михайлович

Субпиксельная обработка изображений

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-45 80 02 Телекоммуникационные системы
и компьютерные сети

Научный руководитель
Цветков Виктор Юрьевич,
доктор технических наук, доцент

Минск 2018

ВВЕДЕНИЕ

Космические аппараты на сегодняшний день выполняют огромное количество важных функций. В теме диссертации рассмотрены вопросы, связанные с дистанционным зондированием Земли. Космические аппараты используются для изучения природных ресурсов Земли, решения задач метеорологии. Дистанционное зондирование также находит применение в сфере геонаук (природопользование), сельском хозяйстве (использование и сохранение природных ресурсов), национальной безопасности (мониторинг приграничных областей).

Одной из важнейших задач в дистанционном зондировании является повышение информативности космических снимков, что дает более полный обзор и набор данных об изучаемых объектах. Повышение качества цифровых изображений направлено на улучшение восприятия изображения человеком. Важной характеристикой качества является пространственная разрешающая способность – количества пикселей, составляющих изображений. Не всегда детектирующая матрица может обеспечить достаточно хорошее пространственное разрешение, из-за чего необходимые мелкие детали рассмотреть будет затруднительно. В этом случае решается задача синтеза изображения на основе нескольких исходных снимков одной и той же местности, но при этом имеющих более низкое разрешение.

Существует несколько алгоритмов, решающих данную задачу. Алгоритмы интерполяции обрабатывают отдельные изображения, тем самым повышают их количество пикселей, но не затрагивают информативность снимков. С этой проблемой справляются алгоритмы суперразрешения, которые для получения нового изображения используют уменьшенные его копии с небольшими пространственными смещениями. Одним из способов получения данных для алгоритма суперразрешения является использование смещения регистрирующей системы. Впервые данный метод был использован в космическом аппарате SPOT 5. Первоначально регистрирующая система SPOT позволяла получать снимки с пространственным разрешением 5 метров. Последующее развитие данных космических аппаратов привело к необходимости увеличения разрешения, для чего был разработан алгоритм Supermode, который позволил увеличить разрешающую способность до 2,5 метров. Основой данного метода является наземная обработка двух снимков одной и той же местности со смещением на пол пиксела с целью объединения в них полезной информации.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Темой магистерской диссертации является «Субпиксельная обработка изображений». Проведённая работа по диссертационной тематике соответствует мировым тенденциям в сфере обработки изображений.

Целью диссертации являлась разработка алгоритмов, позволяющих увеличивать разрешение космических снимков с помощью использования нескольких кадров одной и той же местности.

Задачами диссертации являлись:

- изучение научно-технической литературы по теме субпиксельной обработки изображений;
- разработка программных средств для получения из исходного изображения снимков меньшего размера с межпиксельными смещениями;
- разработка программной реализации алгоритмов увеличения разрешения;
- проведение экспериментальных исследований алгоритмов увеличения разрешения.

Тема является актуальной, так как оптические системы не всегда позволяют получить снимки с нужной детализацией объектов, что затрудняет дальнейшие этапы исследования местности. В этом случае решается задача синтеза изображения на основе нескольких исходных снимков одной и той же местности, но при этом имеющих более низкое разрешение.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Магистерская диссертация содержит следующие пункты: общая характеристика; введение; дистанционное зондирование Земли; космический аппарат SPOT 5; повышение разрешающей способности; программная реализация алгоритмов субпиксельной обработки; проектирование доменного алгоритма интерполяции; оценка качества изображений, полученных при использовании доменной интерполяции; этап постобработки изображений; заключение.

В главе 1 рассмотрены задачи, которые решаются в дистанционном зондировании Земли, область применения: многоцветные снимки одной территории, используемые для получения информации о сезонных изменениях; стереографии, обеспечивающие разграничение видов, оценки плотности и высоты деревьев; радары (зона влажных тропиков); лидары (получение трехмерной структуры леса). Сложность задачи мониторинга за природными ресурсами, различными природными катаклизмами, а также военная область применения накладывают дополнительные требования на уровень детализации снимков.

В главе 2 рассмотрен первый космический аппарат, в котором был использован алгоритм субпиксельной обработки. Использование смещения регистрирующей системы позволило увеличить разрешающую способность с первоначальных 5 метров до 2,5 метров.

В главе 3 рассмотрен ряд алгоритмов, позволяющих увеличивать изображения: билинейная интерполяция, бикубическая интерполяция; метод суперразрешения на основе обучающего множества, метод суперразрешения на основе медианной фильтрации. Каждый из методов имеет разную степень выраженности определенных артефактов, что вынуждает серьезно подходить к выбору алгоритма под конкретный набор исходных данных (учет особенностей рельефа).

В главе 4 рассмотрен ряд реализованных методов, позволяющих изменять яркостные характеристики изображений после их увеличения: гамма-коррекция, осветление, корректировка насыщенности. Данные методы позволяют снизить проявления артефактов после алгоритмов увеличения. Например, гамма-коррекция позволяет скорректировать яркости отдельных участков, которая может слишком исказиться на первом этапе обработки.

В главе 5 рассмотрены алгоритмы доменной интерполяции, позволяющие увеличивать изображения в два или три раза, а также программное средство для подготовки исходных данных. Для моделирования реальных неточностей

калибровки съемочной аппаратуры добавлены корректирующие коэффициенты, управляющие межпиксельными смещениями.

В главе 6 представлены оценки алгоритмов доменной интерполяции. Для этого были построены гистограммы модулей разностей соседних пикселей по строкам и столбцам для полученных снимков и исходных. Оценивалась также эффективность интерполяции при действии шума и размытия. Наилучший результат показал алгоритм увеличения в два раза. При этом при действии размытия лучше действует однокаскадный алгоритм, при действии шума – двухкаскадный.

В главе 7 рассмотрены алгоритмы обработки границ и усиления четкости: фильтр на основе размытия, фильтр на основе вейвлет-преобразования.

Фильтр на основе размытия (маски нерезкости) позволяет увеличивать четкость, не искажая при этом равномерные области, в отличие от фильтра на основе вейвлет-преобразования. Данный фильтр способен усилить визуальный эффект детализации уже после этапа увеличения разрешения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В магистерской диссертации представлен доменный алгоритм повышения пространственного разрешения снимков, а также рассмотрены многие известные аналоги.

Одной из важнейших задач в дистанционном зондировании является повышение информативности космических снимков, что дает более полный обзор и набор данных об изучаемых объектах. Важной характеристикой изображений является пространственная разрешающая способность – количества пикселей, составляющих изображений. Эта задача является особенно важной для космических аппаратов, где в целях слежения за возможными стихийными бедствиями, земными ресурсами необходима максимально возможная детализация объектов.

В магистерской диссертации рассмотрены билинейная и бикубическая интерполяции, а также методы суперразрешения, которые используют несколько снимков низкого разрешения для получения итогового изображения высокого качества. Предлагается доменный метод интерполяции, основанный на межпиксельном сдвиге кадров одной местности, при этом описаны способы увеличения изображений в два или три раза. Проведено тестирование алгоритма в условиях различной степени размытия исходных данных, а также наличия шума. Результаты измерений полученных изображений данным методом демонстрируют возможность увеличения разрешающей способности изображений в четыре, восемь и более раз.

Предлагается ряд фильтров для улучшения качества снимков на этапе постобработки, при этом лучшие результаты удалось достичь с применением фильтрации на основе размытия (маски нерезкости).

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

А.1 Никуленко, П. М. Супер-разрешение на основе обучающегося множества / П. М. Никуленко // Телекоммуникационные системы и сети: материалы 53-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. – Минск: БГУИР, 2017. – С. 33-34.

А.2 Никуленко, П. М. Супер-разрешение на основе обучающегося множества / П. М. Никуленко // Технические средства защиты информации: тезисы докладов XV Белорусско-российской науч.-техн. конф.– Минск : БГУИР, 2017. – С. 66.