



Указанные обстоятельства привели авторов к необходимости начать разработку собственного автоматизированного испытательного стенда, свободного от перечисленных недостатков.

Источники информации:

1. <https://www.youtube.com/watch?v=vb6xuzENlzM> Review: Turnigy Thrust Measuring Stand.
2. <http://www.racerstar.com/Racerstar-Brushless-Motor-Thrust-Stand-V3-For-11mm-59mm-Outrunner-Motor-p-199.html> Racerstar Brushless Motor Thrust Stand V3 For 11mm-59mm Outrunner Motor.
3. <https://www.rcbenchmark.com/dynamometer-series-1580> Series 1580: Thrust Stand and Dynamometer

Д.В. Фетисов, Т.А. Фетисова, А.Н. Колесенков, С.И. Бабаев

СУБПИКСЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ МОНИТОРИНГЕ ЗЕМЛИ

(Рязанский государственный радиотехнический университет)

Научно-технические исследования и достижения в последнем тысячелетии в области развития космических технологий, систем получения, обработки, хранения, передачи способствуют расширению спектра задач, решаемых средствами дистанционного зондирования поверхности Земли [7]. Множество методов и способов аэрокосмической съёмки [1, 3] позволяют определить достаточно точно географическое положение анализируемых объектов, явлений и процессов, а на их основе получить качественные и количественные характеристики местности. Так для задач мониторинга Земли, недр или полезных ископаемых значимым аспектом является крупномасштабная цифровая съёмка, на основе которой производится оперативная обработка полученных данных. Одно из важнейших условий такой съёмки заключается в высокой разрешающей способности, непосредственно, самой камеры [1]. Современные цифровые фотоаппараты могут позволить получить требуемую точность и разрешение аэрокосмических снимков, но по большей части, с низких высот.

Однако предъявляемые требования точности оценки местоположения объектов, высокого разрешения цифрового снимка и, одновременно, большого охвата камеры с высоты более 1500 м, до сих пор не позволяют получать необходимое качество аэрокосмических снимков. Поэтому следует обратить внимание не на улучшение аэрокосмических фотоаппаратов, а на методы, повышающие разрешающую способность получаемых снимков, т.е. их качество. Существует несколько возможных путей повышения цифровых аэрокосмических снимков, среди которых можно выделить следующие:

1. Метод Канни [2, 8] – основан на определении и выделении границ объектов на снимке с помощью изменения интенсивности пикселей. Однако такое



усиление границ изображения непостоянное, а зависит от конкретного аэрокосмического снимка, т.е. данный метод не является универсальным.

2. Метод среднеквадратических отклонений интенсивностей локальных окрестностей [2, 6] – в его основу положен метод растяжения динамического диапазона (усиление значений интенсивностей пикселей). Но и в этом методе есть целый ряд недостатков: изменение уровня интенсивности не всегда приводит к желаемым результатам в цветных снимках, ограничиваемый размер локальной окрестности существенно оказывает влияние на детальность исследуемого объекта.

3. Методы субпиксельной обработки аэрокосмических снимков – позволяет получать изображение более высокого качества за счёт построения нового пикселя, значение которого основывается на значениях пикселей, стоящих рядом или схожих между собой [9].

Последний метод повышения качества аэрокосмических снимков представляет особый интерес, поскольку он работает непосредственно с пикселями изображения и имеет хороший математический аппарат. Главная идея методов субпиксельной обработки заключается в получении двух и более снимков одной местности, которые смещены относительно друг друга на часть пикселя, и затем путем применения формул вычисления значений пикселей, формируется новое изображение с повышенным качеством.

В настоящее время методы субпиксельной обработки аэрокосмических снимков для мониторинга Земли [4, 5] представлены алгоритмами, основанными на смещении пикселей в одном и в двух направлениях.

В первом варианте каждый пиксель исходного изображения разбивается на четыре части. После чего с помощью второго аэрокосмического снимка уточняются значения пикселей в вертикальном или горизонтальном направлении, а затем пиксели дублируются в противоположном направлении (если сначала было выбрано горизонтальное смещение, то дублирование происходит в вертикальной плоскости и, наоборот) для сохранения параметров входного изображения (рис. 1) [8].

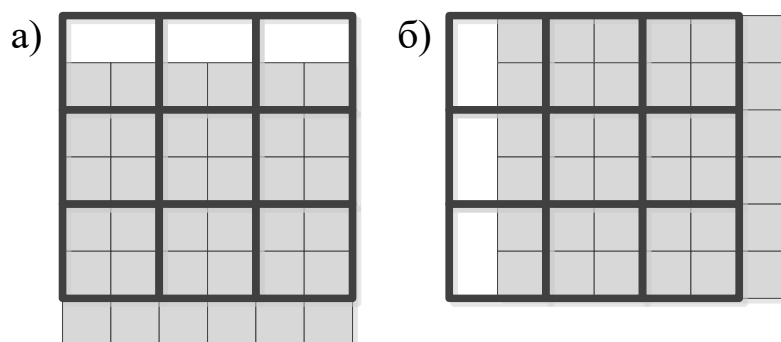


Рис. 1. а) смещение второго аэрокосмического снимка в вертикальном направлении; б) смещение второго аэрокосмического снимка в горизонтальном направлении



Данный метод позволяет незначительно улучшить аэрокосмический снимок только в одном из направлений, в основе которого лежит принцип усреднения значений соседних пикселей. Поэтому такой метод субпиксельной обработки лучше использовать для анализа объектов, которые представлены в матричной форме и требуют повышения качества по столбцам или строкам.

Во втором варианте для субпиксельной обработки используется два, четыре и более (количество должно быть кратно двум) аэрокосмических изображения, смещенных по двум направлениям относительно друг друга (рис. 2) [2, 8].

Данный алгоритм субпиксельной обработки изображений позволяет значительно повысить качество снимка. Он может успешно применяться для различных аэрокосмических снимков, поскольку при использовании хотя бы двух изображений не происходит изменение начальных и конечных строк и столбцов формируемой матрицы.

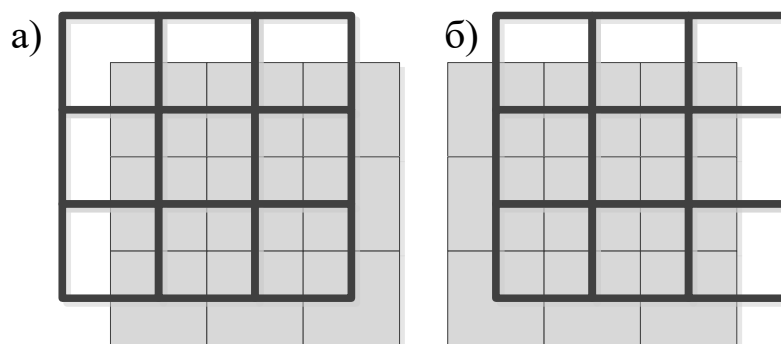


Рис. 2. Варианты смещения исходных аэрокосмических снимков относительно друг друга в разных направлениях

Таким образом, в аспекте решения задач мониторинга Земли, недр или полезных ископаемых необходимо отметить, что применяемые на сегодняшний день для аэросъемки специализированные фотоаппараты все же имеют недостаточную разрешающую способность. Но, несмотря на это, существует большое множество прикладных методов и способов повышения качества изображений, некоторые из которых были рассмотрены в данной работе. Приведенные алгоритмы решения проблемы повышения качества аэрокосмических снимков показывают эффективность, значимость и реальность использования субпиксельной обработки изображений поверхности Земли и ее объектов в аэрокосмических исследованиях.

Литература

1. Агафонов А.М., Колесенков А.Н., Сарычев Н.А. Применение метода нечеткой кластеризации элементов аэрокосмических изображений для мониторинга территорий и опасных объектов [Текст] // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции в 14 томах «Наука и образование в жизни современного общества». 2015. С. 16-17.



2. Блажевич С.В., Селютина Е.С. Повышение разрешения цифрового изображения с использованием субпиксельного сканирования [Текст] // Научные ведомости. Серия: Математика. Физика. №5 (176). Вып. 34. 2014. С. 186-190.
3. Колесенков А.Н., Костров Б.В., Саблина В.А. Применение вещественно-диадной свертки для идентификации аэрокосмических изображений [Текст] // В мире научных открытий. 2011. Т. 13. № 1. С. 122-127.
4. Конкин Ю.В., Колесенков А.Н. Распознавание изображений на основе текстурных признаков Харалика и искусственных нейронных сетей [Текст] // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 2. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. С. 117-123.
5. Костров Б.В., Костров В.В., Саблина В.А. Алгоритм восстановления изображений с периодическими низкочастотными искажениями [Текст] // Радиотехника. 2009. № 11. С. 92-95.
6. Костров Б.В., Свирина А.Г., Злобин В.К. Спектральный анализ изображений в конечных базисах. Монография. [Текст] М: Курс, 2016. 172 с.
7. Таганов А.И. Методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества [Текст] // Научно-технический журнал «Вестник РГРТУ». – Рязань: РГРТУ, 2010. Вып. 1(31). - С. 77-82.
8. Тишкин Р.В., Юдаков А.А. Субпиксельная классификация объектов на космических гиперспектральных изображениях [Текст] // Цифровая обработка сигналов. Вып. №3. 2012. С. 49-51.
9. Фетисов Д.В., Колесенков А.Н. Спектральный анализ аэрокосмических изображений в системах мониторинга недропользования [Текст] // Сборник трудов международной научно-технической и научно-методической конференции «Современные технологии в науке и образовании». СТНО-2017 – Рязань, 2017г. С.160-164.

Н.Н. Хрисанов

ПРИНЦИП ЛОГИЧЕСКОГО РАЗВЕРТЫВАНИЯ В ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

(Самарский государственный технический университет)

В измерительных системах большое распространение получил принцип развертывающего преобразования компенсационного типа, представляющий собой процесс сопоставления измеряемой величины $x(t)$ с развертывающей функцией $s(t)$ [1].

При этом к элементарным развертывающим функциям предъявляются следующие требования: функция $s(t)$ должна быть циклической, непрерывной или кусочно-непрерывной, монотонной на участках возрастания и убывания, не