

ЭФФЕКТИВНОЕ КОДИРОВАНИЕ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Мирончик Д.Ю.

Новицкий В.В. – инж.-констр. 2-й кат. ОАО «Пеленг»

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), т.е. наблюдение поверхности Земли авиационными и космическими средствами, представляет собой незаменимый инструмент, применяемый в сельском, лесном, водном хозяйствах, экологии и геологии. Более того, система ДЗЗ – это пример сети с ограниченной пропускной способностью, требующей алгоритм сжатия изображений, который обладал бы высоким коэффициентом сжатия.

Гиперспектральная съёмка – это весьма перспективный метод ДЗЗ. Её целью является определение спектральных характеристик объектов земной поверхности за счёт их отражающей способности. Результатом такой съёмки является гиперспектральное изображение (ГСИ), называемое также «гиперкубом». «Слои» ГСИ представляют собой изображение одного и того же участка земной поверхности в различных узких участках спектра.

Современные гиперспектральные системы могут фиксировать несколько сотен спектральных каналов (в данном конкретном случае их 224), расположенных в широком диапазоне, который включает как видимую область, так и инфракрасную, а количество строк в получаемых изображениях может достигать нескольких тысяч. Как следствие, полный объём ГСИ измеряется в гигабайтах, что обуславливает необходимость их сжатия ещё на борту носителя, до передачи на Землю.

Стандартные алгоритмы сжатия изображений рассчитаны на двумерные, привычные нам изображения. С помощью таких алгоритмов вполне возможно сжать и ГСИ, рассматривая его как набор из 224-ёх различных изображений, сжимаемых независимо друг от друга, но такой подход не учитывает целостность гиперкуба как трёхмерного массива данных.

Таким образом, очевидной становится задача распространения двумерных алгоритмов сжатия изображений на трёхмерный случай и проверки предположения о том, что таким образом можно заметно повысить коэффициент сжатия.

Изображения как структуры данных обладают двумя типами избыточности: психовизуальной и статистической. Первая принимается во внимание при сжатии с потерями – в этом случае пренебрегают той частью информации, отсутствие которой попросту не будет заметно для человека. Но так как сжатие с потерями не является предметом рассмотрения данной работы, следует сосредоточиться на втором типе избыточности.

Статистическая избыточность обусловлена коррелированностью смежных пикселей изображения – соседние пиксели с большой долей вероятности имеют либо одинаковые, либо близкие уровни яркости. Её резкие скачки наблюдаются только вблизи контуров, границ.

Очевидно, что для сжатия изображений первым делом необходимо разрушить эту избыточность, т.е. произвести т.н. декорреляцию его пикселей, для чего применяется дискретное вейвлет-преобразование (ДВП). А так как ГСИ являются трёхмерными массивами данных, они имеют (по сравнению с обычными изображениями) дополнительное, третье измерение избыточности. Как следствие, применять следует именно трёхмерное ДВП – это первое изменение, которое необходимо внести в стандартные алгоритмы.

Прочие изменения касаются специфических особенностей конкретных алгоритмов. SPECK3D, в отличие от классического SPECK, оперирует трёхмерными множествами S. Для FBQT3D был разработан трёхмерный вариант Z-развёртки, а для JPEG2000-3D – развёртка трёхмерного блока данных в двумерный.

В рамках данного исследования проводилось сжатие небольших фрагментов ГСИ размером 256x256x224 (см. рис. 1) как двумерными, так и трёхмерными алгоритмами.



Рис. 1 – RGB-представление ГСИ Clinton и Maui

Итогом всей работы является заметное повышение коэффициента сжатия (CR) и подтверждение исходного предположения.

Таблица 1 – Полученные результаты

ДВП	Двумерное ДВП пятого уровня каждого спектрального канала			Трёхмерное ДВП пятого уровня по всему объёму куба		
	SPECK	FBQT	JPEG2000	SPECK3D	FBQT3D	JPEG2000-3D
Clinton, CR	1.79	1.84	1.82	2.09	2.19	2.29
Maui, CR	2.81	2.92	2.94	3.07	3.34	3.47

Список использованных источников:

1. Гиперспектральное дистанционное зондирование в геологическом картировании / В. Л. Щербаков [и др.]. – Москва : Физматлит, 2014. - 134 с.
2. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений. / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – Пер. с англ. – Москва. – Техносфера, – 2006. – 1072 с.
3. Сэломон, Д. Сжатие данных, изображений и звука / Д. Сэломон. – Москва: Техносфера, 2004. – 368с.
4. Новицкий В.В., Цветков В.Ю. Сжатие полутонных изображений на основе кластеризации и прогрессивного вложенного кодирования вейвлет коэффициентов / В.В. Новицкий, В.Ю. Цветков // Телекоммуникации: сети и технологии, алгебраическое кодирование и безопасность данных: материалы междунар. научно-технич. семинара. Минск, апрель–декабрь 2015 г. – Мн.: БГУИР, 2015. – С. 45-51.