

УДК 515.18 + 528.74

В.М. КОРЧИНСКИЙ

Днепропетровский национальный университет
имени Олеса Гончара

ИНФОРМАЦИОННО-ГРАФИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МНОГОМЕРНЫХ ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Предложена информационная технология обработки многомерных цифровых сигналов дистанционного зондирования Земли (на примере многоспектральных видовых данных), обеспечивающая независимую обработку данных различных спектральных каналов и редукцию их размерности без потери информации и с контролируемым уровнем ее потерь.

Ключевые слова: растровое изображение, ортогонализация, информативность, дискретное ортогональное преобразование, развертка Пеано-Гильберта.

В.М. КОРЧИНСЬКИЙ

Дніпропетровський національний університет
імені Олеса Гончара

ИНФОРМАЦІЙНО-ГРАФІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ БАГАТОВИМІРНИХ ЦИФРОВИХ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ

Запропонована інформаційна технологія оброблення багатовимірних цифрових сигналів дистанційного зондування Землі (на прикладі багатоспектральних видових даних), що забезпечує незалежну обробку даних різних спектральних каналів та редукцію їх вимірності без втрати інформації й з контрольованим рівнем її втрат.

Ключові слова: растрове зображення, ортогоналізація, інформативність, дискретне ортогональне перетворення, розгортка Пеано-Гільберта.

V.M. KORCHINSKY

Oles Honchar Dnipropetrovsk National University

INFORMATIONAL-GRAPHIC TECHNOLOGY OF PROCESSING THE MULTIDIMENSIONAL REMOTE SENSING DATA

The information technology for processing of the many-dimensional digital signals of remote sensing of Earth (on an example of the multispectral images), providing independent data processing of various spectral channels and a reduction of their dimension without the information loss and with controllable level of its losses is offered.

Keywords: the raster image, orthogonalization, selfdescriptiveness, discrete orthogonal transformations, Peano-Gilbert development.

Постановка проблемы

Современные средства дистанционного зондирования Земли с аэрокосмических носителей, формируют цифровые данные, зафиксированные в значительном количестве спектральных интервалов электромагнитного излучения – носителя видовой информации. Совокупность таких данных образует многомерный геометрический объект; применительно к видовой информации – многоспектральное изображение (МСИ) распределений яркости зафиксированных изображений образует многомерный геометрический объект – многоспектральное изображение (МСИ). Многомерные данные, представляющие фиксированный материальный объект, зафиксированные в различных спектральных интервалах (применительно к МСИ – компоненты многоспектрального изображения), физически взаимосвязаны, вследствие чего какая-либо обработка лишь одной из его составляющих влечет за собой изменения в представлении иных составляющих, количественное описание которых затруднено из-за неполной информации о передаточных характеристиках датчика информации. Другой фактор, усложняющий интерпретацию многомерных данных, является следствием необходимости обработки значительных объемов содержащейся в них информации. Поэтому актуальна проблема редукции размерности МСИ (сжатия информации) как с возможностью полного восстановления данных, так и с незначительной потерей содержащейся в них информации, несущественной для достоверной интерпретации полученных изображений.

Анализ публикаций

Современные аппаратные средства дистанционного зондирования фиксируют данные, полученные в различных спектральных интервалах, в цифровом виде (применительно к МСИ – в растровом формате). Основной метод редукции размерности таких данных состоит в векторизации этих составляющих, которая сводится к аппроксимации распределений яркости исходных растровых изображений совокупностью графических примитивов, которая, однако, не обеспечивает взаимно-однозначного соответствия между точечным представлением первичного растрового изображения и его визуализацией в терминах векторной графики [1]. Среди альтернативных подходов к проблеме снижения размерности первичных видовых данных, базирующихся на ликвидации корреляционной связи между распределениями яркости изображений отдельных спектральных каналов, отметим метод главных компонент [2, 3]. Применение МГК в такой постановке требует значительных вычислительных ресурсов и может быть связано с утратой вычислительной устойчивости [4].

Наиболее распространенные в настоящее время методы компрессии (сжатия) первичных видовых данных базируются на дискретном косинусном преобразовании, преобразованиях Уолша-Адамара и Хартли [5], дискретных ортогональных преобразованиях, определенных на развертках двумерных сигналов типа Пеано-Гильберта [6].

Формулировка целей статьи

Цель статьи состоит в разработке метода информационного координатного описания МСИ, обеспечивающего ортогонализацию двумерных векторных представлений отдельных спектральных составляющих, и на этой основе – двух способов компрессии МСИ: без утрат информации при восстановлении и с минимизацией информационных потерь и обеспечением контролируемого уровня достоверности тематического анализа изображений.

Основная часть

В данной работе предложен альтернативный подход к компрессии многоспектральных данных, базирующийся на многомерном векторном представлении МСИ, предложенном в [7].

Посредством упорядочения растровых представлений изображений каждого спектрального канала вдоль строк (либо столбцов), формируются многомерные векторы $\mathbf{x}_{nm}^{(i)}$, где $i = \overline{1, k}$, k – количество спектральных составляющих МСИ; n, m – размерности раstra по горизонтальной и вертикальной осям изображения. Множество полученных векторов образует матрицу $\mathbf{M}_{nm \times k}$, ортогонализация столбцов которой производится посредством ее сингулярного представления. Для оценки информационной значимости ортогонализированных изображений использовались их информационные энтропии. Компрессия данных в обеспечением их полной реконструкции осуществлялась на основе многомерной развертки Пеано-Гильберта [6]. Реконструкция распределений яркости МСИ после исключения информационно малозначимых компонент реализуется операциями, обратными выполненным на этапе ортогонализации.

На рис. 1–6 приведены изображения шести спектральных каналов МСИ, зафиксированные в существенно различных спектральных диапазонах, с указанием соответствующих длин волн излучения – носителя видовой информации. Информационные энтропии ортогонализированных изображений спектральных каналов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Канал	0.52 мкм- 0.60 мкм	0.63 мкм- 0.69 мкм	0.78 мкм- 0.86 мкм	1.60 мкм- 1.70 мкм	2.15 мкм- 2.19 мкм	2.36 мкм- 2.43 мкм
Энтропия, бит	2.4614	0.2723	0.1169	1.0756	0.2473	1.5921

Изображения спектральных каналов 0.63 мкм - 0.69 мкм, 2.15 мкм - 2.19 мкм, 2.36 мкм - 2.43 мкм являются наименее значимыми в информационном отношении. После их исключения была проведена реконструкция МСИ, результат которой для каналов 0.52 мкм – 0.60 мкм и 2.36 мкм – 2.43 мкм представлен на рис. 7–8.

Нетрудно видеть, что исключение ряда ОИСК незначительно сказалось на виде реконструированных изображений при практическом сохранении их информационной значимости. Между тем, объем МСИ после редукции его размерности уменьшился на 34 %.

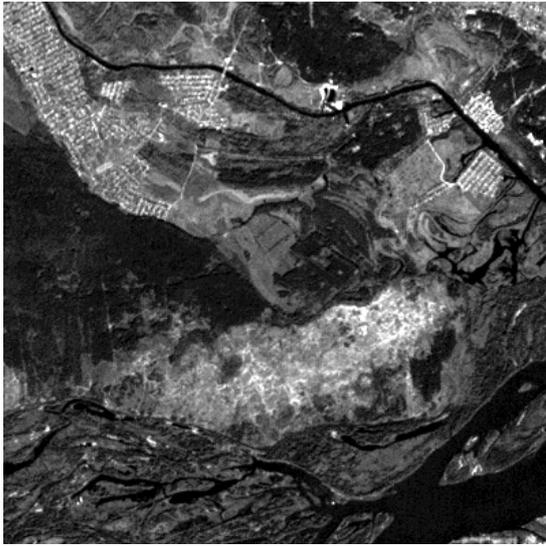


Рис. 1. Изображение канала 620 нм - 670 нм

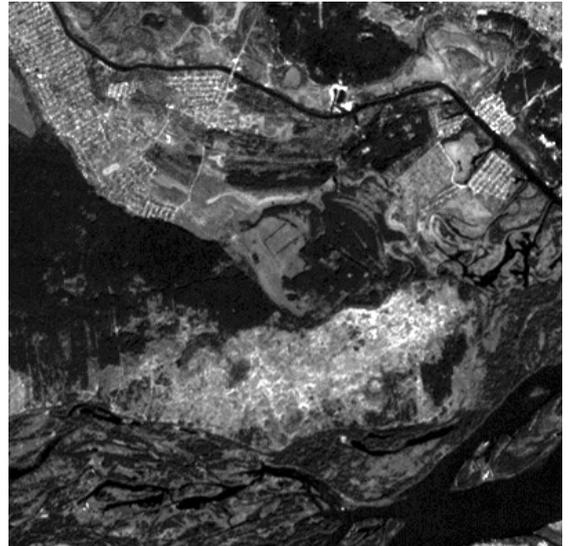


Рис. 2. Изображение канала 841 нм - 846 нм

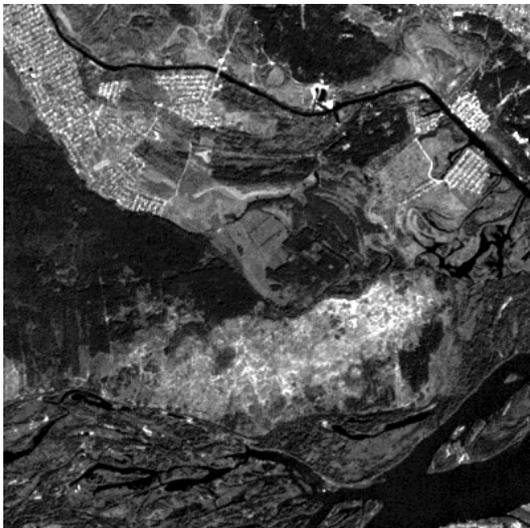


Рис. 3. Изображение канала 469 нм - 965 нм

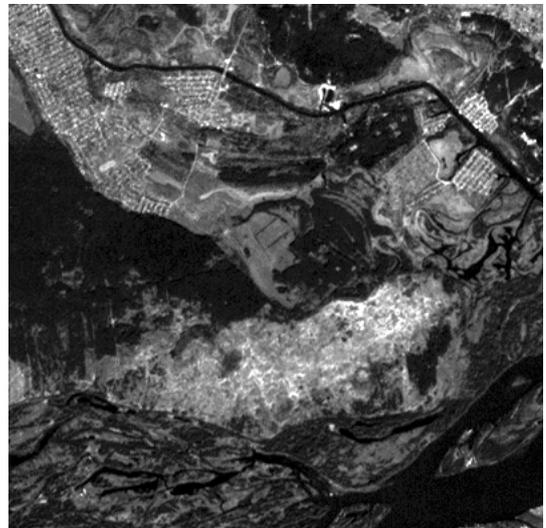


Рис. 4. Изображение канала 965 нм - 81060 нм

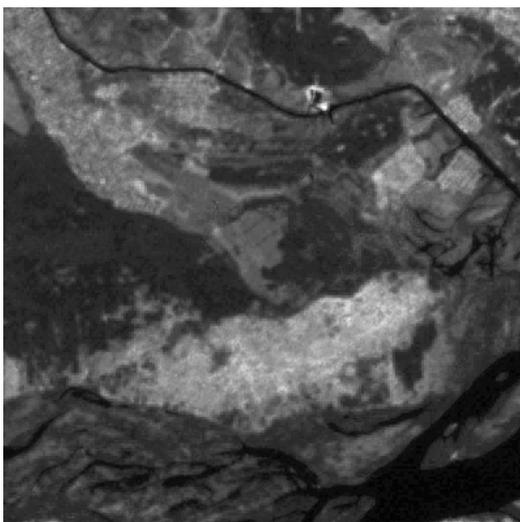


Рис. 5. Изображение канала 10.225 мкм – 12.334 мкм

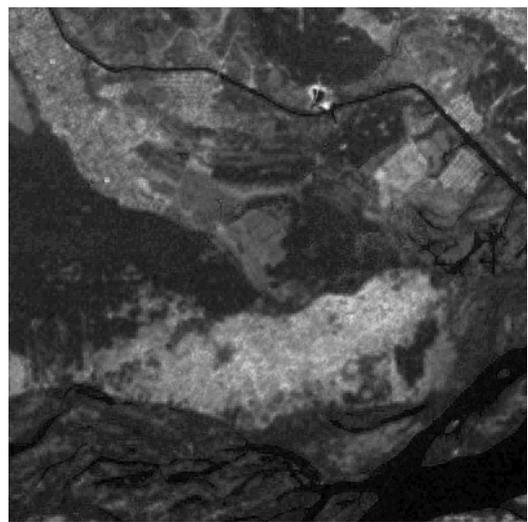


Рис. 6 Изображение канала 14.235 мкм – 14.3845 мкм



Рис. 7. Реконструированное изображение 1

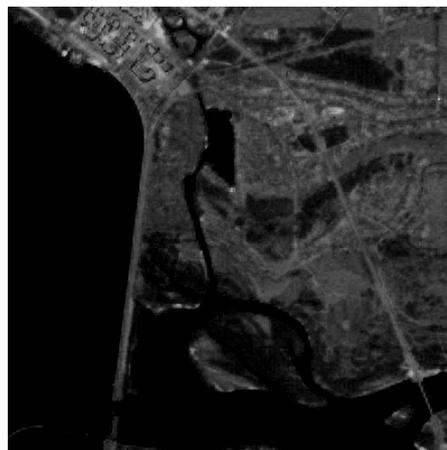


Рис. 8. Реконструированное изображение 2

Выводы

В работе предложен эффективный метод снижения размерности первичных видовых данных ДЗЗ, зафиксированных в растровых форматах компьютерной графики. В сравнении с известными способами редукции размерности первичных видовых данных метод практически сохраняет информационную значимость редуцированных изображений, существенную для их тематической интерпретации.

Перспективы дальнейших исследований по проблематике данной работы связаны с совмещением в одном графическом объекте изображений различных спектральных каналов МСИ с различным пространственным и радиометрическим разрешением.

Список использованной литературы

1. Герцелян Д. Векторизация растровых изображений / Д. Герцелян // Пространственные данные. – 2009. – № 3. – С. 36-43.
2. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.
3. Muresan D.D. Adaptive Principal Components and Image Denoising / D.D. Muresan // Proceedings 2003 International Conference on Image Processing (ICIP). – 2003. – Vol. 1. – P. 101-104
4. Россиев А.А. Итерационное моделирование неполных данных с помощью многообразий малой размерности / А.А. Россиев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – 256 с.
5. Gonzalez R.C. Digital Image Processing / R.C. Gonzalez, R.E. Woods. – N.-Y.: Prentice Hall. – 464 p.
6. Федосеев В.А. Компрессия изображений с помощью дискретных ортогональных преобразований, определенных на развертках двумерных сигналов / В.А.Федосеев // Компьютерная оптика. – 2005. – № 28. – С. 132-135.
7. Корчинский В.М. Многомерное векторное представление распределений яркости многоспектральных растровых изображений дистанционного зондирования Земли / В.М.Корчинский // Вестник Херсонского национального технического университета. – Херсон, 2014. – № 3 (50). – С. 90-93.