



УДК 515.18 + 528.74

ПОДАННЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ СТРУКТУРИ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ РОЗГОРТОК ПЕАНО – ГІЛЬБЕРТА

Корчинський В.М., д.т.н.,

Заєць К.С., бакалавр *

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Тел. (097) 529-13-71, (056) 374-97-04

Анотація – запропоновано метод одновимірного координатного подання просторових розподілів яскравості растрових зображень дистанційного зондування, зафіксованих у довільній кількості спектральних інтервалів, який забезпечує зменшення вимірності вихідних видових даних із збереженням їхньої інформативності щодо тематичної інтерпретації.

Ключові слова – розгортка Пеано-Гільберта, растрове зображення, спектральний інтервал, інформативність зображення.

Постановка проблеми. Сучасні апаратні засоби дистанційного зондування Землі з аерокосмічних носіїв (ДЗЗ), супроводжувальні отриманням видових даних, фіксують їх у значній кількості спектральних інтервалів електромагнітного проміння – носія видової інформації. Сукупність таких зображень утворює багатовимірний геометричний об'єкт – багатоспектральне зображення (БСЗ). Виявлення геометричної структури зображення кожного спектрального каналу – основної інформаційної характеристики щодо тематичного аналізу видових даних ДЗЗ – утруднене внаслідок багатовимірної структури БСЗ.

Тому актуальна проблема зменшення (редукції) вимірності даних БСЗ із збереженням їхньої геометричної структури, суттєвої для тематичної інтерпретації видових даних ДЗЗ.

Аналіз останніх досліджень. Найбільш поширені на даний час методи редукції вимірності первинних видових даних ДЗЗ базуються

© Корчинський В.М., Заєць К.С.

* Науковий керівник – д.т.н., професор Корчинський В.М.



на використанні двовимірних дискретних ортогональних перетворень [1], але при цьому не враховується двовимірна кореляція розподілів яскравості зображень, отриманих у різних спектральних інтервалах. Альтернативний підхід реалізації редукції вимірності БСЗ базується на різних модифікаціях розгортки Пеано двовимірних геометричних об'єктів [2], орієнтованих на оброблення лише окремих складових БСЗ.

Формулювання цілей статті. Мета статті – розробка методу координатного подання геометричної структури БСЗ у вигляді одновимірного геометричного об'єкту (кривої), який поєднує редукцію вимірності даних БСЗ та рівень їхньої інформативності, достатній для достовірної тематичної інтерпретації видових даних ДЗЗ.

Основна частина. Пропонований новий метод компресії БСЗ з контрольованим рівнем забезпеченої інформативності базується на багатовимірному векторному поданні БСЗ [3].

Шляхом упорядкування растрових розподілів яскравості зображень кожної спектральної складової БСЗ) вздовж стовпців матриці, що подає відповідний піксельний розподіл яскравості, формуються багатовимірні вектори $\mathbf{x}_{nm}^{(i)}$, где $i = \overline{1, k}$, k – кількість спектральних складових БСЗ; n, m – вимірності растру за горизонтальною та вертикальною осям зображення. Множина отриманих векторів утворює матрицю $\mathbf{M}_{nm \times k}$, ортогоналізація стовпців якої здійснюється одним з відомих методів (процес Грама-Шмітта, QR-розклад, SVD-подання). Ортогоналізована матриця $\mathbf{V}_{nm \times k}$ містить стовпці, що подають упорядковані рівні яскравості складових БСЗ, у яких ліквідована статистична залежність між розподілами яскравості первинних складових БСЗ. Оберненим до ортогоналізації перетворенням матриці $\mathbf{V}_{nm \times k}$ отримаємо статистично незалежні двовимірні розподіли яскравості спектральних складових БСЗ, організовані у вигляді масиву $\mathbf{R}_{n \times m \times k}$.

Здійснюючи розгортку Пеано-Гільберта розподілів яскравості ортогоналізованих спектральних «шарів» масиву $\mathbf{R}_{n \times m \times i}$ ($i = \overline{1, k}$), вилучаючи з них інформаційно малозначущі фрагменти (за критерієм мінімізації диференціальної ентропії) та здійснюючи операції, обернені до ортогоналізації одержуємо стиснені зображення спектральних каналів.

На рисунках 1-6 подані зображення, зафіксовані у шести спектральних інтервалах (наведені у підписках підписів).



Рис.1. Зображення каналу
459 нм - 479 нм



Рис.2. Зображення каналу
545 нм – 565 нм



Рис.3. Зображення каналу
620 нм - 670 нм



Рис.4. Зображення каналу
841 нм - 876 нм



Рис.5. Зображення каналу
1230 нм – 1250 нм

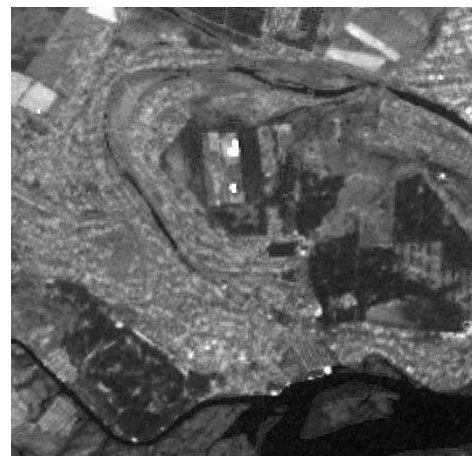


Рис.6. Зображення каналу
1628 нм – 1652 нм

Зображення спектральних каналів, подані на рисунках 2, 4, 5, 6 є найменш значущими в інформаційному відношенні. Після їх видалення була здійснена реконструкція БСЗ, результат якої для решти каналів подано на рисунках 7, 8.

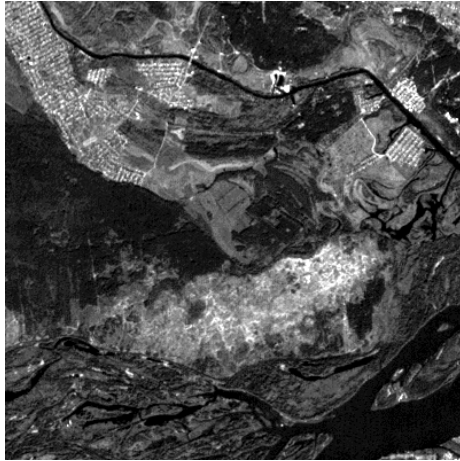


Рис. 7. Реконструйоване зображення каналу 459 нм - 479 нм

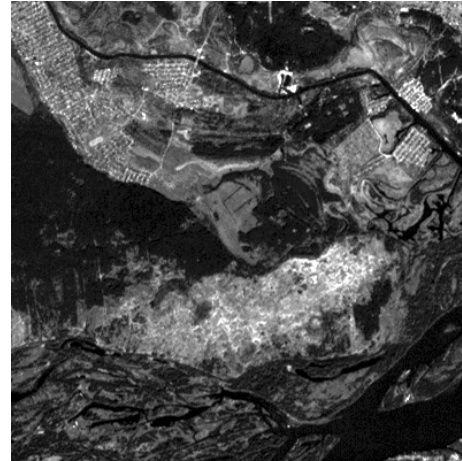


Рис. 8. Реконструйоване зображення каналу 620 нм - 670 нм

Легко бачити, що вилучення низки спектральних складових первинного БСЗ несуттєво вплинуло на розподіли яскравості реконструйованих зображень при практичному збереженні їхньої інформаційної значущості. Між тим, обсяг даних БСЗ після редукації його вимірності зменшився на 42 %.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У роботі запропонований метод одновимірного подання геометричних структур багатоспектральних зображень, який забезпечує можливість компресії видових даних ДЗЗ за збереження рівня їхньої інформативності, достатнього для тематичного аналізу.

Перспективи подальших досліджень за проблематикою роботи пов'язані з урахуванням фрактальної природи розгортки Пеано-Гільберта та розробкою методів масштабно-інваріантної компресії БСЗ дистанційного зондування.

Література

1. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений: Пер. с англ. / Р.А.Шовенгердт. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.



2. Александров Р.В. Представление и обработка изображений. Рекурсивный подход / Р.В.Александров, И.Д.Горский. – Л.: Наука, 2005. – 102 с.
3. Корчинский В.М. Многомерное векторное представление распределений яркости многоспектральных растровых изображений дистанционного зондирования Земли / В.М.Корчинский // Вестник Херсонского национального технического университета, 2014. - № 3(50). – С.90-93.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ РАЗВЕРТОК ПЕАНО – ГИЛЬБЕРТА

В.М.Корчинский, Е.С.Заец

Аннотация – предложен метод одномерного координатного представления пространственных распределений яркости растровых изображений дистанционного зондирования, зафиксированных в произвольном количестве спектральных интервалов, который обеспечивает уменьшение размерности первичных видовых данных с сохранением их информативности в отношении тематической интерпретации.

REPRESENTATION OF THE COMPONENT GEOMETRY OF MULTISPECTRAL IMAGES ON THE BASIS OF PEANO-HILBERT DEVELOPMENT

V. Korchinsky, K. Zaets

Summary

The method is offered for one-dimensional co-ordinate representation of space distributions of remote sensing raster images' brightness fixed in an arbitrary amount of spectral intervals. The method ensures the dimension reduction of the primary specific data with preservation of their informativeness for thematic interpretation.