

Способ восстановления поврежденных снимков космических систем дистанционного зондирования Земли, полученных с параллельных витков

А.С. Канцуров¹, Н.С. Виноградова¹, А.В. Сосновский¹

¹Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, Мира 19, Екатеринбург, Россия, 620002

Аннотация

В работе рассматривается способ восстановления несжатых многоканальных оптических данных дистанционного зондирования Земли, поврежденных при сбое массива дисковых носителей, в условиях наличия нескольких кадров одной и той же местности, полученных с параллельных витков. Разработана математическая модель и прототип программного комплекса для восстановления двух кадров, в которых поврежденные области не перекрываются или перекрываются частично, а сами кадры имеют сдвиг друг относительно друга. Произведена оценка эффективности восстановления данных на примере обработки данных исходного формата (SEG) космического аппарата SPOT-4, сформированных приемной аппаратурой станции УНИСКАН-24.

Ключевые слова

Дистанционное зондирование Земли, корреляционный анализ, восстановление данных

1. Введение

Очевидными проблемой хранения данных дистанционного зондирования Земли на локальных носителях информации является относительная недолговечность последних и их чувствительность к внешним воздействиям, повышающая вероятность их преждевременного выхода из строя, сопровождаемого полной или частичной потерей данных. В частности, такая проблема затронула и центр космического мониторинга Уральского федерального университета: вследствие серии аппаратных сбоев вышли из строя жесткие диски RAID-массива с мультиспектральными кадрами аппарата SPOT-4, которые после аппаратного восстановления оказались частично испорченными (заполнены нулевыми значениями). Восстановление вышеупомянутых снимков необходимо ввиду необходимости динамического наблюдения за отснятыми областями земной поверхности, для чего необходимо наличие архивных данных [1]. В существующих работах в данном направлении [2-5] чаще рассматриваются методы борьбы с аддитивными шумами, нежели с полностью утраченным участком изображения. Особенностью задачи являлось то обстоятельство, что среди поврежденных снимков было немалое количество таких, что были получены с параллельных орбит движения спутника с небольшим временным интервалом (1-2 месяца) и примерно в одинаковое время суток. Отсюда, целью данной работы является разработка системы восстановления поврежденных участков мультиспектральных изображений дистанционного зондирования Земли в формате представления данных VIP.

2. Способ восстановления поврежденных снимков

Способ восстановления включает в себя вычисление параметров относительного сдвига кадров, поиск расположения поврежденных областей, восстановление отсутствующих значений соответствующими с дублирующего снимка, анализ эффективности восстановления.

Для решения задачи вычисления параметров относительного сдвига была сформулирована математическая модель одного каналов поврежденных изображений, математическая модель процедуры корреляционного поиска параметров сдвига изображений. Показано, что поиск целесообразно осуществлять в локальных окнах размера не более, чем 50×50 , расположенных по углам изображения, что позволяет компенсировать не только сдвиг, но и небольшие углы поворота изображений, а в качестве восстанавливаемого (первого) изображения следует выбирать менее поврежденное.

Поиск поврежденных областей и подсчет их относительного размера производился путем маскирования по нулевому значению яркости и простой логической обработки, выделяющей поврежденные строки. Восстановление исходного изображения включало в себя процедуры преобразованию пиксельных координат поврежденных областей второго изображения относительно первого и замене соответствующих фрагментов.

В качестве же критерия оценки работы алгоритма принимается отношение относительного количества повреждённых элементов на восстановленном изображении к относительному количеству поврежденных элементов на исходном (первом), вычитенное из единицы; в случае полного восстановления значение критерия равно единице.

Разработан прототип программного комплекса в среде MATLAB2018, реализующий предложенный алгоритм, пример восстановления приведен на рис. 1.

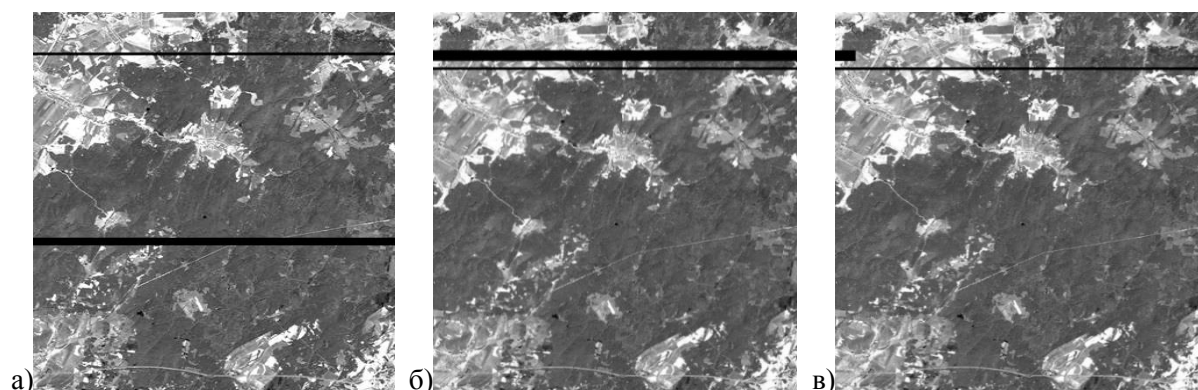


Рисунок 1: Поврежденные (а, б) и восстановленное (в) изображения SPOT-4 (канал R), эффективность восстановления – 0,79

3. Заключение

Была синтезирована математическая модель разрабатываемой системы, позволяющая производить дальнейшие действия, направленные на детектирование поврежденных областей снимка и их восстановление участками дублирующего кадра. В дальнейшем система может стать частью комплекса, выполняющего более широкий спектр задач.

4. Благодарности

Работа поддержана грантом РФФИ № 19-29-09022\19.

5. Литература

- [1] Sevastianova, N. Automatic recognition of the number of channels in unidentified multispectral data / N. Vinogradova, A. Sosnovsky, N. Sevastianova // CEUR Workshop Proceedings. – 2020. – Vol. 2665 – P. 74-77.
- [2] Воронин, В.В. Методы и алгоритмы восстановления изображений в условиях неполной априорной информации / В.В. Воронин, В.И. Марчук. – Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2010. – 89 с.
- [3] Волкова, Л.Л. Метод подавления шума в изображениях на основании кратномасштабного анализа / Л.Л. Волкова. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. – С. 1-8.
- [4] Gonzalez, R.C. Digital Image Processing / R.C. Gonzalez, R.E. Woods. – London: Pearson Education, 2017. – 1192 p.
- [5] Zhuravel, Y.N. The features of hyperspectral remote sensing data processing under environment monitoring tasks solution / Y.N. Zhuravel, A.A. Fedoseev // Computer Optics. – 2013. – Vol. 37(4). – P. 471-476.