

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ



М.В. Козак

*Студентка кафедры сетей
и устройств телекоммуни-
каций БГУИР*



О.М. Альмияхи

*Аспирант кафедры се-
тей и устройств теле-
коммуникаций БГУИР*



В.Ю. Цветков

*Заведующей кафедрой сетей и
устройств телекоммуникаций
БГУИР, доктор технических
наук, доцент*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
E-mail: mariyakazak@gmail.com, vtsvet@bsuir.by, almiahi86@yahoo.by*

Abstract. Presented an evaluation for the efficiency of segmentation algorithms for images of earth remote sensing in conditions of limited processing time.

Введение. Сегментация изображений является одной из наиболее сложно реализуемых в реальном времени операций. Известные методы сегментации [1, 2, 3, 4, 5, 6], основанные на разделении и слиянии областей, выращивании областей, водоразделе, анализе гистограмм, к тому же плохо распараллеливаются и требуют много оперативной памяти. При этом во многих задачах допустимо снижение точности сегментации (потеря деталей, имеющих размер менее заданного) для повышения ее скорости и снижения требований к объему памяти. Целью работы является оценка эффективности алгоритмов сегментации изображений ДЗЗ (дистанционного зондирования Земли) в условиях ограниченного времени обработки.

Данные ДЗЗ, накапливаемые в центрах обработки, имеют значительные объемы, что обусловлено невозможностью их сжатия с потерями для последующей обработки, ростом пространственного и спектрального разрешения съемочной аппаратуры летательных аппаратов. Для повышения эффективности обработки больших объемов данных ДЗЗ (ускорение процедур поиска, совмещения и т.д.) может использоваться их предварительная параметризация, например поиск характерных точек (реперов), с помощью которых возможны последующая идентификация и совмещение изображений. Такие точки располагаются около изломов контурных линий изображений. Контурные линии сами по себе также представляют собой объекты идентификации и могут использоваться как для совмещения фрагментов так и для поиска, классификации и распознавания объектов изображений ДЗЗ. Предварительная сегментация изображений ДЗЗ позволяет выделять на них преимущественно замкнутые контурные линии, что может быть использовано для повышения эффективности поиска, классификации и распознавания объектов. Однако, сегментация является наиболее вычислительно сложной операцией, требующей значительного времени и оперативной памяти для вычислений и хранения сегментированных изображений (время вычислений и емкость памяти растут с увеличением числа сегментов). Кроме того, с ростом пространственного разрешения изображений повышается их детализация, объекты изображений становятся текстурными и, как следствие, возрастает число выделяемых на них сегментов. Для управления числом сегментов в [7] пред-

ложены алгоритмы, использующие прореживание пикселей изображения на основе квадратов пикселей и предварительное квантование изображений с переменным порогом. Кроме того, для снижения влияния текстурного характера областей на число выделяемых сегментов может использоваться предварительная низкочастотная фильтрация изображений.

В качестве тестовой базы для оценки эффективности алгоритмов сегментации использованы фрагменты изображений ДЗЗ, приведенные на рисунке 1.

В качестве критериев эффективности алгоритмов сегментации рассматриваются время сегментации, число выделенных на изображении сегментов, среднеквадратическая ошибка MSE_R восстановления изображения после сегментации с использованием средних значений яркостей сегментов.

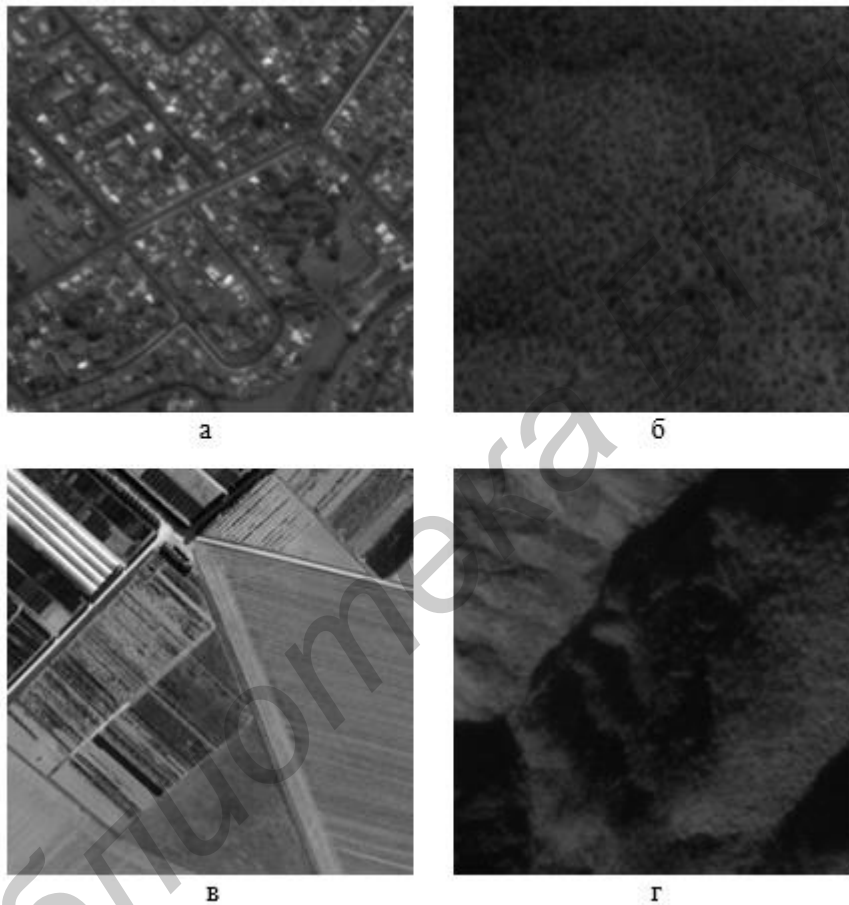


Рис. 1. Тестовые изображения: а – изображение «Город»; б – изображение «Лес»; в – изображение «Степь»; г – изображение «Горы»

Оценка эффективности алгоритмов сегментации изображений ДЗЗ в условиях ограниченного времени обработки. Известные алгоритмы сегментации, основанные на анализе гистограмм, разделении и слиянии областей, выращивании областей не предусматривают возможности прерывания процесса обработки из-за ограничения времени вычислений. Поэтому их остановка приводит к частичной сегментации изображения, когда часть изображения полностью или частично сегментирована, а часть вообще не обрабатывалась. Такой результат не может быть использован для поиска или идентификации объектов изображений ДЗЗ с заданной точностью.

Для алгоритмов двухпорогового (2Th) и гистограммного (HTh) квантования на рисунках 2 – 9 приведены зависимости числа сегментов и среднеквадратической ошибки восстановле-

ния тестовых изображений после сегментации от времени сегментации для известных алгоритмов сегментации на основе выращивания областей (RG), блочного волнового выращивания областей изображения на основе квадратов пикселей (узловых – NcWRG и сплошных – NnWRG).

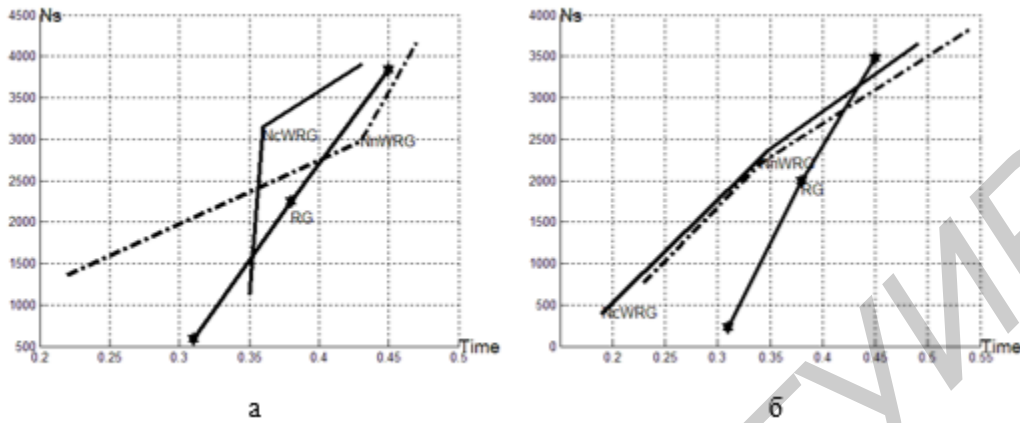


Рис. 2. Зависимости числа сегментов тестовых изображений от времени сегментации: а – при двухпороговом квантовании, б – при гистограммном квантовании изображения «Город»

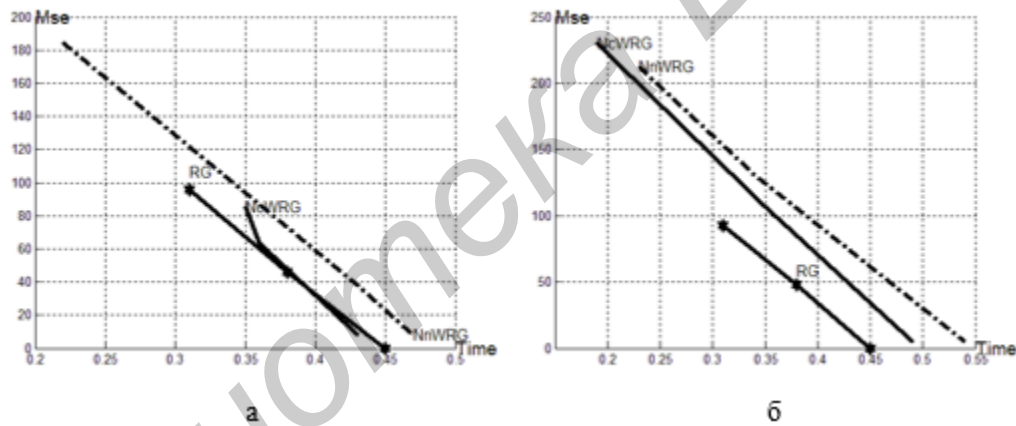


Рис. 3. Зависимости среднеквадратической ошибки тестовых изображений от времени сегментации: а – при двухпороговом квантовании, б – при гистограммном квантовании изображения «Город»

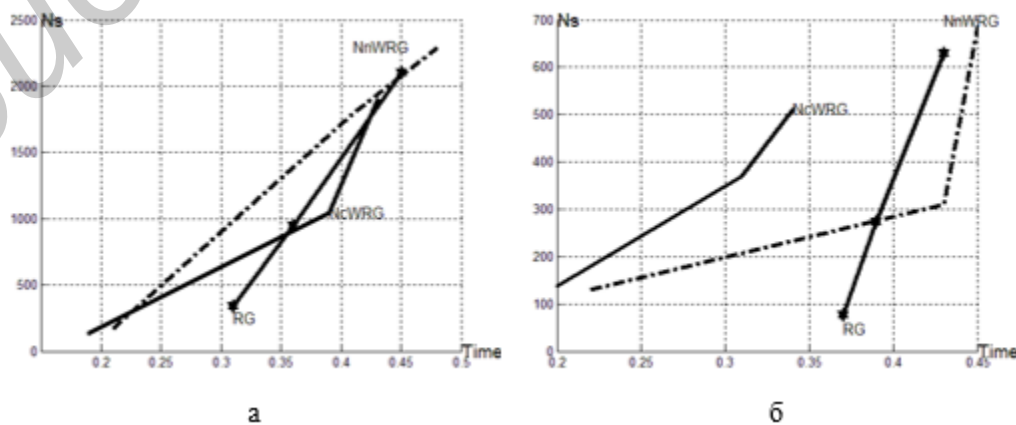


Рис. 4. Зависимости числа сегментов тестовых изображений от времени сегментации: а – при двухпороговом квантовании, б – при гистограммном квантовании изображения «Лес»

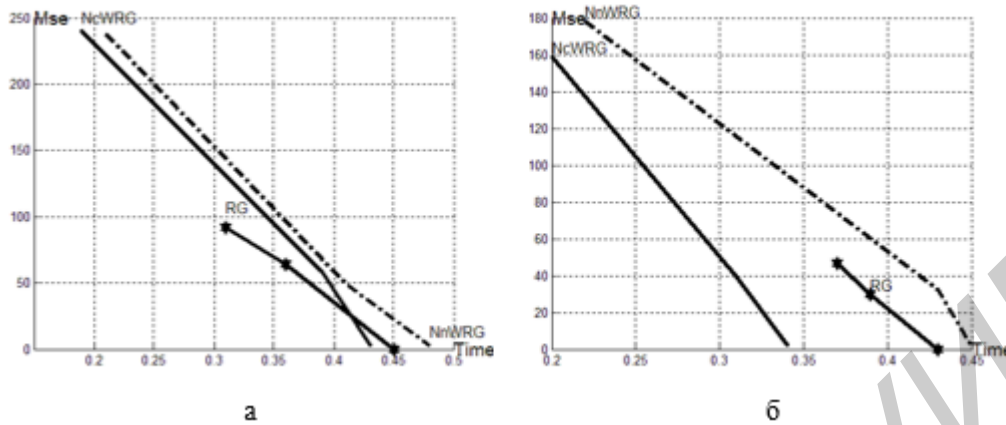


Рис. 5. Зависимости среднеквадратической ошибки тестовых изображений от времени сегментации: а – при двухпороговом квантовании, б – при гистограммном квантовании изображения «Лес»

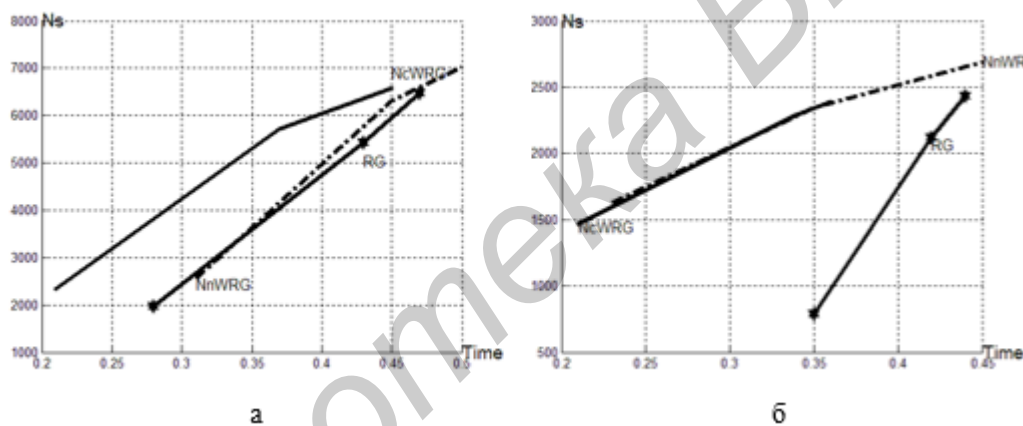


Рис. 6. Зависимости числа сегментов тестовых изображений от времени сегментации: а – при двухпороговом квантовании, б – при гистограммном квантовании изображения «Степь»

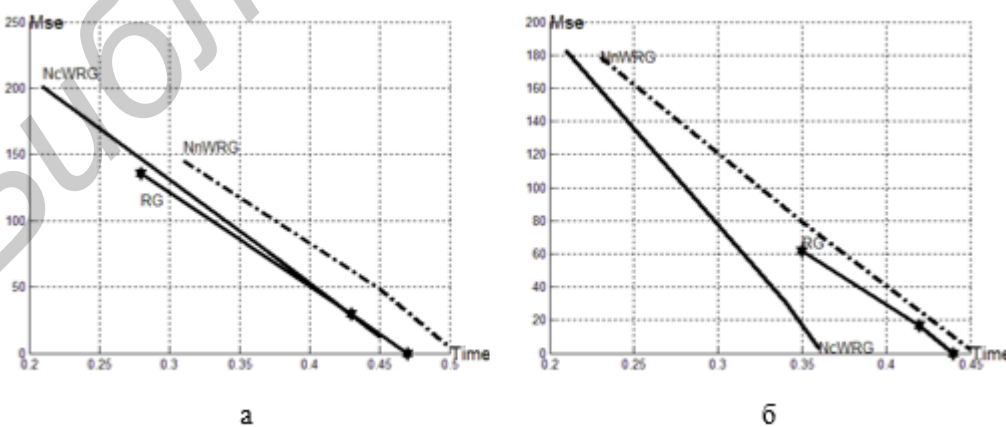


Рис. 7. Зависимости среднеквадратической ошибки тестовых изображений от времени сегментации: а – при двухпороговом квантовании, б – при гистограммном квантовании изображения «Степь»

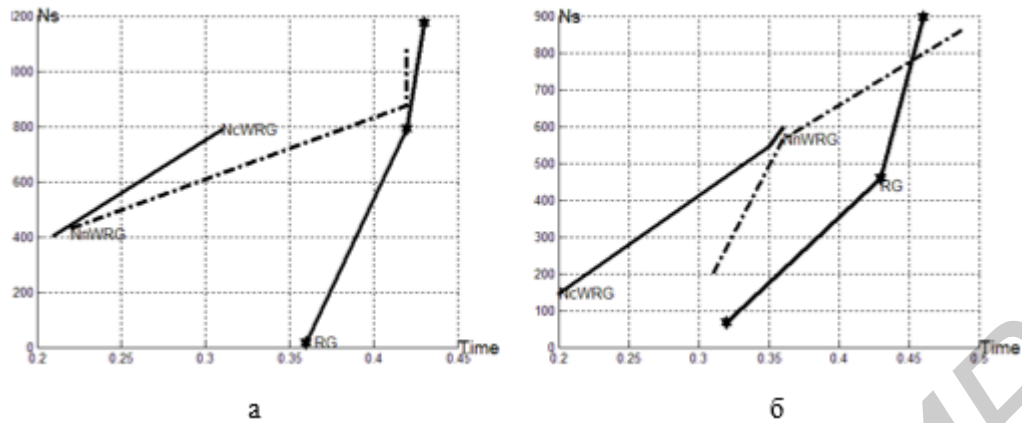


Рис. 8. Зависимости числа сегментов тестовых изображений от времени сегментации: а – при двухпороговом квантовании, б – при гистограммном квантовании изображения «Горы»

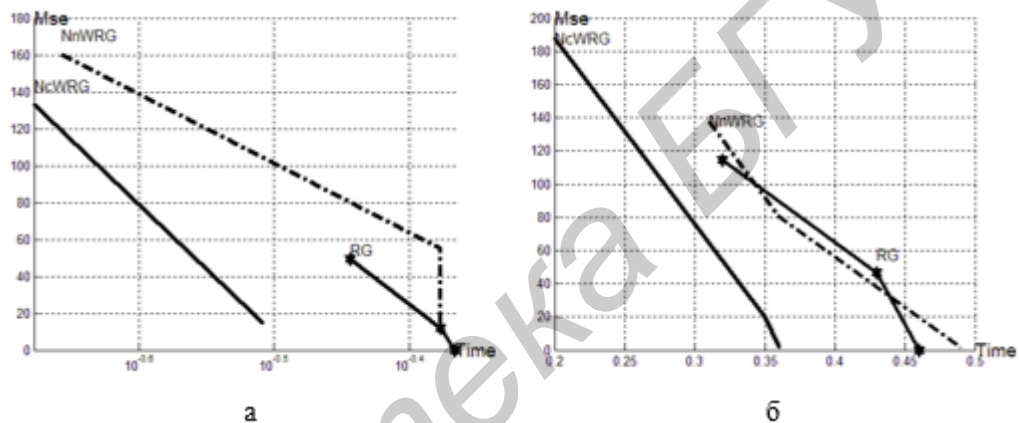


Рис. 9. Зависимости среднеквадратической ошибки тестовых изображений от времени сегментации: а – при двухпороговом квантовании, б – при гистограммном квантовании изображения «Горы»

Заключение. Таким образом, эксперименты для различных типов изображений ДЗЗ показывают, что в условиях ограниченного времени сегментации алгоритмы блочного волнового выращивания областей изображения на основе квадратов пикселей эффективнее базового алгоритма выращивания областей в 1,8 и 2,8 раз по времени при двухпороговом и гистограммном квантовании соответственно.

Литература

- [1]. Solomon C., Breckon T. // John Wiley & Sons, 2011. – P. 263–286.
 - [2]. Hyunki R., HaengSuk L. // International Journal of Software Engineering and Its Applications. – 2013. – Vol. 7. – P. 99–112.
 - [3]. Gill H.K., Kaur A.G.J. // International Conference on Medical Imaging, m-Health and Emerging Communication Systems (MedCom). – 2014. – P. 454–457.
 - [4]. Shan Y., Tsai K., Wu J. // 4th International Conference on Biomedical Engineering and Informatics (BMEI), 2014. – P. 47–51.
 - [5]. Gauch J.M. // IEEE Transactions On Image Processing. – January 1999. – Vol. 8/ – № 1. – P. 69–79.
 - [6]. Ma, J. [et al.] // 3rd International Congress on Image and Signal Processing (CISP2010). – 2010. – P. 1396–1400.
- Альмияхи О.М., Цветков В.Ю., Конопелько В.К. // Доклады БГУИР. – 2016. – № 8 (102). С. 82–88.