

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СЕГМЕНТАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

*Д. М. Калманова<sup>1)</sup>, О. К. Абдирашев<sup>2)</sup>, Г. А. Ануар<sup>3)</sup>, Н. Г.  
Ырыскелди<sup>4)</sup>*

1) К.п.н., ст. преп. кафедры «Космическая техника и технологии» Евразийского национального университета имени Л. Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан, [dinara\\_kalmanova@mail.ru](mailto:dinara_kalmanova@mail.ru)

2) Ст. преп. кафедры «Космическая техника и технологии» Евразийского национального университета имени Л. Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан, [omeke\\_92@mail.ru](mailto:omeke_92@mail.ru)

3) Преп. кафедры «Космическая техника и технологии» Евразийского национального университета имени Л. Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан, [galym\\_rma@mail.ru](mailto:galym_rma@mail.ru)

4) Преп. кафедры «Космическая техника и технологии» Евразийского национального университета имени Л. Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан, [n.yryskeldi@mail.ru](mailto:n.yryskeldi@mail.ru)

**Аннотация:** В данной статье рассматривалось создание вычислительно результативных алгоритмов сегментации многоспектральных спутниковых изображений с значительными пространственными разрешениями.

**Ключевые слова:** Функция принадлежности, нейронная сеть, персональный компьютер, электронная вычислительная машина

## DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR SEGMENTATION OF SATELLITE IMAGES BASED ON SPATIAL CHARACTERISTICS

**D.M.Kalmanova<sup>1)</sup>, O.K.Abdirashev<sup>2)</sup>, G.A.Anuar<sup>3)</sup>, N. G. Yryskeldi<sup>4)</sup>**

1) Candidate of Pedagogy, Senior Lecturer of the Department of Space Engineering and Technologies, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan, [dinara\\_kalmanova@mail.ru](mailto:dinara_kalmanova@mail.ru)

2) Senior Lecturer of the Department of Space Engineering and Technologies, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan, [omeke\\_92@mail.ru](mailto:omeke_92@mail.ru)

3) Lecturer of the Department of Space Engineering and Technologies,  
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,  
[galym\\_rma@mail.ru](mailto:galym_rma@mail.ru)

4) Lecturer of the Department of Space Engineering and Technologies,  
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,  
[n.yryskeldi@mail.ru](mailto:n.yryskeldi@mail.ru)

**Abstract:** This article discusses the creation of computationally efficient segmentation algorithms for multispectral satellite images with significant spatial resolutions.

**Key words:** Membership function, neural network, personal computer, electronic computer

Модельные сведения заключаются из 9 равновероятных классов в многомерном месте свойств. 1-ая группа описывается однородным распределением в кубе. Для последующих 4 классов, обладающих обычное разделение с векторами точного ожидания

$$\mu_2 = (95,210,140), \mu_3 = (55,45,50), \mu_4 = (77,90,125), \mu_5 = (45,45,195)$$

$\mu_2 = (120,190,105), \mu_3 = (45,45,55), \mu_4 = (45,45,125), \mu_5 = (45,45,195)$   
Матрицы  $\Sigma = \begin{pmatrix} \partial^2 & 0 \\ 0 & \partial^2 \end{pmatrix}$ , где  $\partial = 15$ , генерировалось в области 800 точек. Для остальных 4 классов, кроме того обладающих обычное разделение с векторами точного надежды

$$\mu_6 = (160,45,55), \mu_7 = (200,45,55), \mu_8 = (180,50,80), \mu_9 = (180,57,88), \text{ и}$$

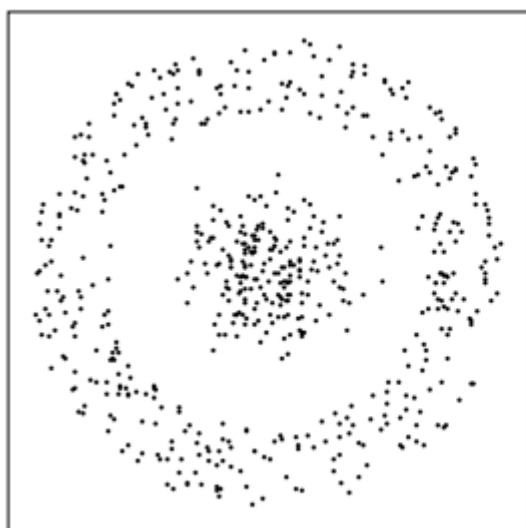
Матрица  $\Sigma = \begin{pmatrix} \partial^2 & 0 \\ 0 & \partial^2 \end{pmatrix}$ , где  $\partial = 10$ , генерировалось согласно 600 пунктов. Заключительная категория классов содержит существенные пересечения в пространстве свойств. В целом форма включает с 6600 точек.

На изображениях 1 повергнуты итоги кластеризации представленных модификаций сведений с поддержкой алгоритма CLUSTER-1. Для модификации № 1 применялись характеристики, (изображение 2.2,г); для модификации (изображение 1,д); для модификации № 4 (изображение 1,б). Достоверность кластеризации для модификаций сведений № 1-3 собрала 100%, а для модификации № 4 – 96.35%. Приведенные итоги доказывают пригодность алгоритма к распознаванию линейно единых кластеров,

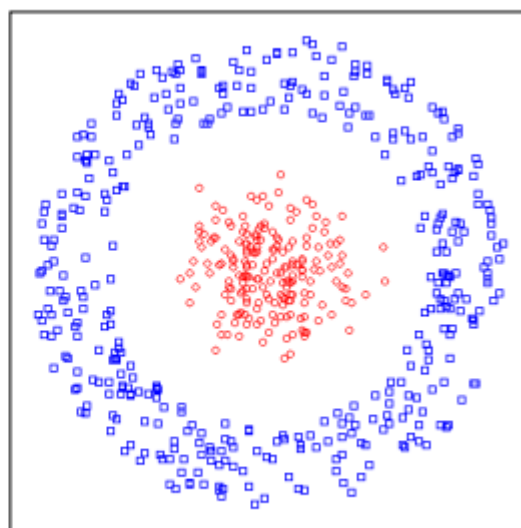
обладающих непростую конфигурацию, а кроме того умение делить кластеры, пересекающиеся в месте свойств.

Параметр  $T$  устанавливает предел организации компонент связности и непосредственно оказывает большое влияние в окончательное количество кластеров. В соответствии с аспекту  $T=0$ , присутствие все без исключения соседние компоненты связности станут связаны, а присутствие  $T=1$  будет принято наибольшее распределение, надлежащее разбиению на элементы связности (см образец на рисунке 2.1,г).

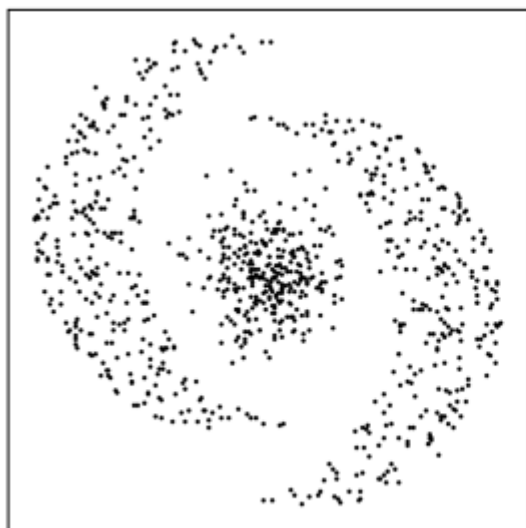
Для модификаций сведений № 1-4 осуществлено изучение связи итогов кластеризации от параметра  $T$ . Роль параметра закреплялось, а роль параметра  $T$  выбиралось из последующего большого количества  $\{0.1, 0.2, \dots, 0.9, 1\}$ . На модификации № 1 применялись характеристики 0.5 до 0,1.



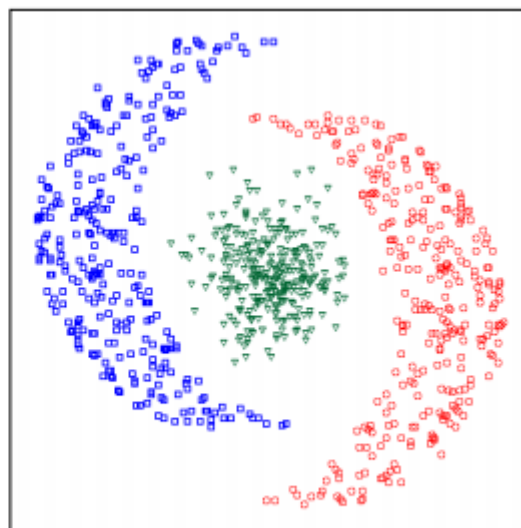
а



г



в



е

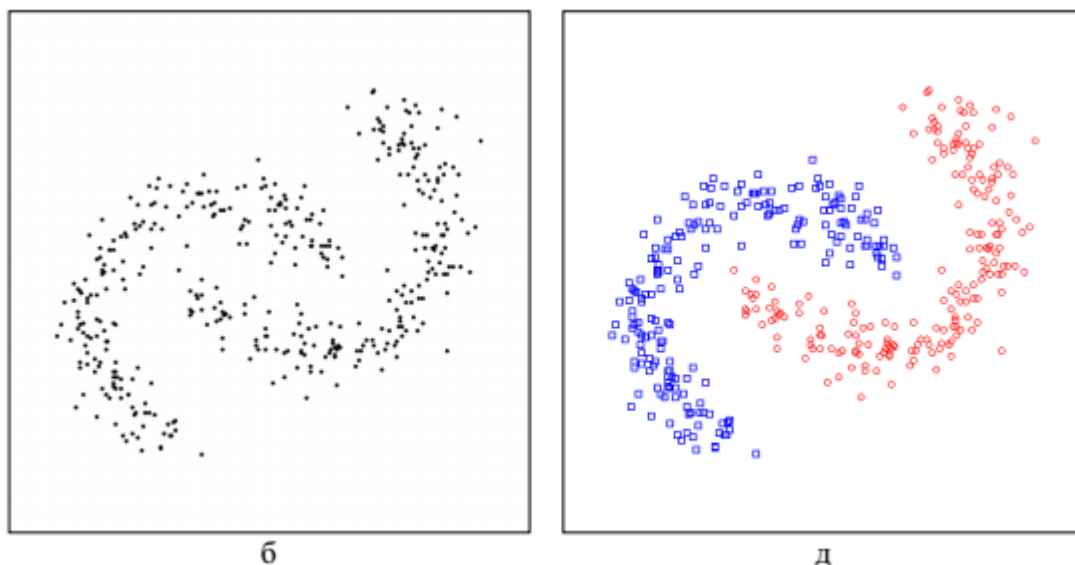


Рисунок. 1 – Модификация сведений № 1-3 (а-в) и конечные показатели кластеризации алгоритмом CLUSTER-1 (г-е)

Параметр устанавливает объем компонентов сеточной структуры. На рисунке 2.3 презентованы графики связи количества кластеров и погрешности кластеризации от значимости, приобретенные при наличии кластеризации модификации сведений № 2 (изображение 2,б) при наличии прочном значимости параметра . Графики показывают мощную взаимозависимость итогов кластеризации от параметра то что усложняет его настройку. Настоящим минусом имеют все без исключения сеточные алгоритмы, использующие 1 сетку зафиксированного объема.

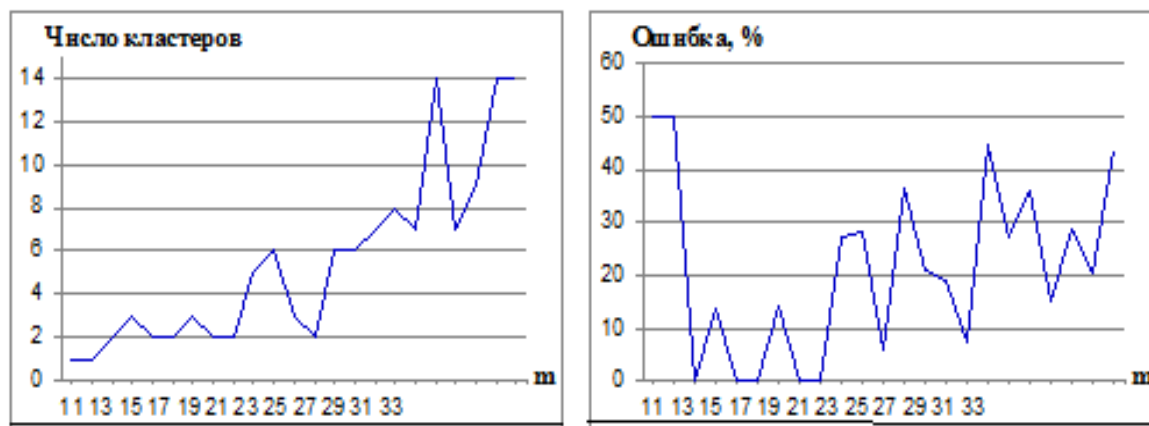


Рисунок 2 – Отношение чисел кластеризации (а) также ошибок кластеризации (б) от структур данных при кластеризации модификации № 2 алгоритмом CLUSTER-1

В рисунке 2.4 показан итог сегментации многоспектрального спутникового снимка алгоритмом CLASTER-1. Обработывался часть снимка, приобретенного с попутчика Landsat-8, объема пикселей. При обработке применялись 1-й, 3-й, 5-й и 6-й спектральные каналы. Задавались последующие характеристики алгоритма:  $m=18$ ,  $t=0,9$  время обработки 1.

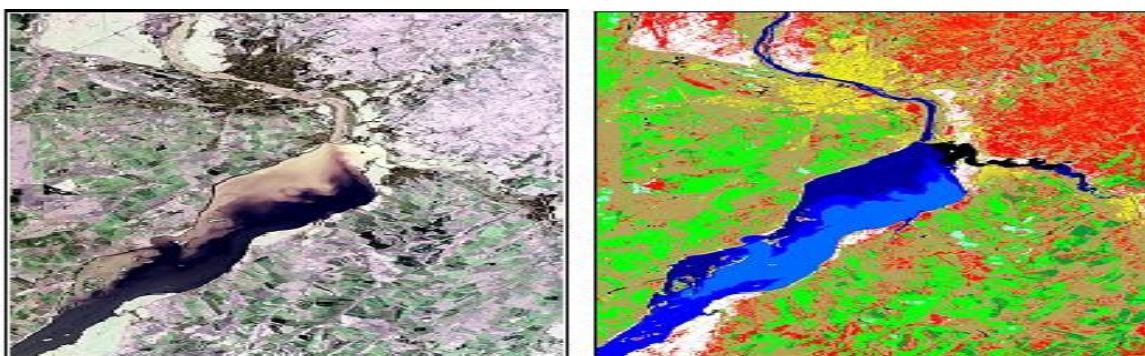


Рисунок 3 – Снимок со спутника Landsat-8 (RGB, использованные каналы 4, 3, 2) (а); конечный показатель сегментации алгоритмом CLASTER-1 (б)

Основным превосходством использования сеточного расклада считается значительное быстродействие. На рисунке 4 показан план связи периода деятельности алгоритма CLASTER-1 с количества пикселей. Применялось картинка Landsat-8, часть коего показан на рисунке 4,а. Объем рисунки колебался с вплоть до млн. точек. При сегментации применялись 1-й, 3-й, 5-й и 6-й спектральные каналы. Задавались последующие характеристики алгоритма:  $m=18-32$ ,  $t=0,9$ , Приобретенный план доказывает прямолинейную взаимозависимость периода деятельности с количества пикселей рисунки  $N$ .

Для изучения взаимоотношения периода работы от размерности пространство свойств применялось 8-канальное спутниковое картинка объема  $2048 \times 2048$  пикселей, приобретенное со спутника WorldView-2 (изображение 2.4). Во время кластеризации применялись первоначальные а каналов рисунки,  $a=18-32$ ,  $t=0,9$

Проложенные изучения дают возможность заключить, то что представленный алгоритм кластеризации CLASTER-1 дает возможность акцентировать кластеры сложной текстуры и подвергать обработке крупные массивы данных, то что дает возможность использовать его для обрабатывания мультиспектральных спутниковых снимков. Значительное быстродействие алгоритма дает возможность применять его в интерактивном порядке.



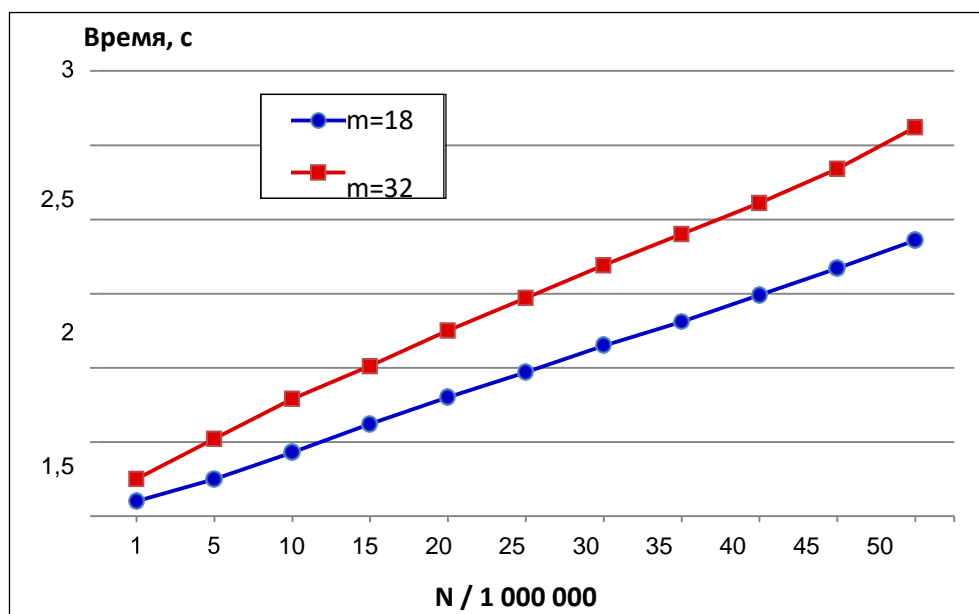


Рисунок 4 – Зависимость времени обработки от пикселей снимка

В отличие от распространенных сеточных алгоритмов, CLASTER-1 дает возможность акцентировать равно как многомодовые, так и пересекающиеся кластеры. Популярные сеточные алгоритмы, в которых кластеры делятся некомпактными клеточками

Всем известные алгоритмы сегментации такие не готовы разделить пересекающиеся кластеры из-за значительной плотности в сфере их пересечения.

С иной стороны, сеточные алгоритмы, базирующиеся в композиции плотностного и сеточного раскладов (CGDCP, ICECPGi и GRIDCLUSи), для пребывания кластеров применяют операцию восхождения на верхушку и никак не дают возможность акцентировать многомодовые кластеры. Образцом применения данного расклада считается итог отделения элемент связности (изображение 2.1,г).

Алгоритм CLASTER-1 результативен при обрабатывании многоспектральных отображений, включающих вплоть до 5 спектральных каналов. При огромном количестве каналов значительно увеличивается период обрабатывания, и выражается вопрос «сквернословие размерностей», когда с увеличением размерности пространства свойств делается труднее отличать области с значительной и невысокой плотностью.

Но применение зафиксированной сетки приводит к тому, что итоги деятельность алгоритма CLASTER-1 становятся непостоянны к изменению значимости параметра  $m$ , что устанавливает объем компонентов сеточной

текстуры. На практике данная неустойчивость усложняет настройку характеристик алгоритма.

**Список использованных источников:**

1. Dey, V. A review on image segmentation techniques with remote sensing perspective / V. Dey, Y. Zhang, M. Zhong // Proc. ISPRS TC VII Symposium, IAPRS. – 2010. – Vol. 38. – Part 7A. – P. 31-42.
2. Michel, J . Stable mean-shift algorithm and its application to the segmentation of arbitrarily large remote sensing images / J. Michel, D. Youssefi, M. Grizonnet // IEEE Transactions, Geoscienc and Remote Sensing. – 2015. – Vol. 53. – No. 2. – P. 952-964.
3. Guarnieri, A. Automated techniques for satellite image segmentation / A. Guarnieri, A. Vettore // International archives of photogrammetry remote sensing and spatial information sciences. – 2002. – Vol. 34. – No. 4. – P. 406-410.
4. Шовенгердт, Р.А. Дистанционное зондирование . Методы и модели обработки изображений // М.: Техносфера, 2010. – 556 с.
5. Schiewe, J. Segmentation of high-resolution remotely sensed data-concepts, applications and problems // International Archives of Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2002. – Vol. 34. – No. 4. – P. 380-385.
6. Zadkarami, M.R. Application of skew-normal in classification of satellite image /