

# Сегментация гиперспектральных изображений на основе оценки размерности данных в пространственных областях

Е.В. Мясников<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

<sup>2</sup>Институт систем обработки изображений РАН - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Молодогвардейская 151, Самара, Россия, 443001

## Аннотация

Задача сегментации гиперспектральных изображений решается в работе путем разбиения изображений на области, однородные с точки зрения размерности спектральных данных. С использованием известных гиперспектральных сцен определены наилучшие параметры метода, показано преимущество подхода по сравнению с классическими методами сегментации.

## Ключевые слова

Гиперспектральное изображение, Сегментация, Оценка размерности

## 1. Введение

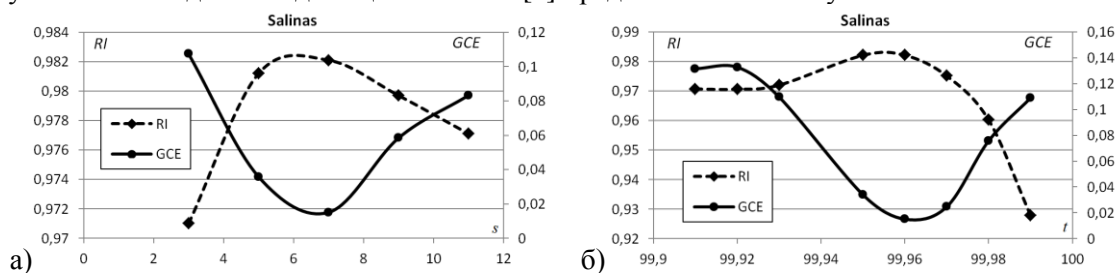
Автоматическая сегментация наряду с управляемой классификацией и восстановлением параметров спектральной смеси является одной из основных задач анализа гиперспектральных изображений. Стандартные подходы к сегментации гиперспектральных изображений [1], основанные, например, на кластеризации или преобразовании водораздела зачастую не обеспечивают желаемого качества. В настоящей работе исследуется метод сегментации, основанный на разбиении изображения на области, однородные с точки зрения размерности содержащихся в областях спектральных данных.

## 2. Методы и результаты

Будем полагать, что гиперспектральный снимок содержит изображение конечного числа объектов / материалов, описываемых уникальными спектральными сигнатурами. Ввиду низкого пространственного разрешения изображения любой пиксель этого изображения может содержать информацию о нескольких спектральных сигнатурах. Предполагается, что результирующий спектр такого пикселя может быть описан как линейная комбинация соответствующих сигнатур с точностью до аддитивной шумовой компоненты, а сами сигнатуры линейно независимы.

Рассмотрим некоторую пространственную область, однородную с точки зрения спектрального состава. Собственная размерность данных всех отсчетов такой области (при достаточном количестве отсчетов) будет определяться количеством различных спектральных сигнатур, содержащихся в пикселях области. Добавление же к однородной области пикселей, содержащих другие сигнатуры, неизбежно приведет к росту собственной размерности и нарушению однородности. Приведенные соображения легли в основу метода снижения размерности [2], действующего по принципу пространственного разбиения гиперспектрального изображения. В настоящей работе исследуется метод сегментации, представляющий собой развитие процедуры пространственного разбиения, использованной в указанном методе и отличающийся способом формирования локальных областей для оценки размерности. Собственно исследуемый метод состоит из следующих этапов: предварительное снижение размерности, оценка собственной размерности локальных областей, поиск связанных компонент с их последующим наращиванием за счет примыкающих пикселей.

Для проведения исследований использовались известные гиперспектральные сцены, находящиеся в открытом доступе. Для оценки качества сегментации использовались такие меры как индекс Рэнда ( $RI$ ) [3] и глобальная ошибка согласованности ( $GCE$ ) [4]. Некоторые результаты исследования для сцены Salinas [5] представлены на Рисунке 1.



**Рисунок 1:** Зависимость качества сегментации ( $RI$ ,  $GCE$ ) от настроек алгоритма: размера пространственной области  $s$  (а) и порога  $t$  при оценке размерности (б)

Представленные зависимости показывают поведение показателей  $RI$  (большие значения лучше) и  $GCE$  (меньшие значения лучше) в зависимости от настроек алгоритма: линейного размера  $s$  пространственной области (эквивалент стороны квадрата), по которой выполняется первичная оценка внутренней размерности, а также порога  $t$ , используемого для оценки размерности. В сравнении с классическими, рассматриваемый метод показывает преимущество по  $RI$ : 0.9821 против 0.942, 0.982 и 0.9275 для методов [1] на основе сегментации, наращивания областей и преобразования водораздела соответственно, при ограничении  $GCE < 0.15$ .

### 3. Заключение

В работе представлен и исследован метод сегментации гиперспектральных изображений, основанный на разбиении изображения на области, однородные с точки зрения размерности содержащихся в областях спектральных данных. Определены наилучшие параметры; показаны преимущества перед классическими методами сегментации гиперспектральных изображений.

### 4. Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-37-70053 в частях «2. Методы и результаты» - «3. Заключение» и Министерства науки и высшего образования РФ в рамках госзадания ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН в части «1. Введение».

### 5. Литература

- [1] Myasnikov, E.V. Hyperspectral image segmentation using dimensionality reduction and classical segmentation approaches / E.V. Myasnikov // Computer Optics. – 2017. – Vol. 41(4). – P. 564-572. DOI: 10.18287/2412-6179-2017-41-4-564-572.
- [2] Myasnikov, E. Dimensionality Reduction of Hyperspectral Images Based on the Linear Mixture Model and Dimensionality Estimation / E. Myasnikov // Proceedings of SPIE. — 2020. – Vol. 11433. – P. 114331L.
- [3] Rand, W.M. Objective criteria for the evaluation of clustering methods / W.M. Rand // Journal of the American Statistical Association. – 1971. – Vol. 66(336). – P. 846-850.
- [4] Unnikrishnan, R.A. Measure for Objective Evaluation of Image Segmentation Algorithms / R.A. Unnikrishnan, C. Pantofaru, M. Hebert // IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2005. – P. 34-34.
- [5] Hyperspectral Remote Sensing Scenes [Electronic resource]. – Access mode: [http://www.ehu.es/ccwintco/index.php?title=Hyperspectral\\_Remote\\_Sensing\\_Scenes](http://www.ehu.es/ccwintco/index.php?title=Hyperspectral_Remote_Sensing_Scenes) (01.12.2020).