

УДК 004.932.2+528.854

ФОРМИРОВАНИЕ ТРИАНГУЛЯЦИОННОЙ РЕШЕТКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА

Митясова О.Ю.

Старший инспектор отдела по информационным технологиям и
Административной реформе Администрации Сальского района,

E-mail: moyapocra2012@yandex.ru

Гребенюк Е.В.

Аспирант, Сургутский государственный университет,

E-mail: pev_86@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена рассмотрению возможностей использования триангуляционных решеток, отвечающих условию Делоне, в процессе отслеживания динамики состояний протяженных объектов по данным спутникового мониторинга, находящимся в открытом доступе. Проведены варианты использования данного математического аппарата на примере одного из обработанных снимков из открытых источников. Показан интерфейс разрабатываемого программного средства, реализующего наложение триангуляционной решетки на обрабатываемое спутниковое изображение и позволяющего при необходимости добавлять дополнительные точки. Рассмотрены области и направления развития исследований, результаты которых представлены в работе.

Ключевые слова: открытые данные, спутниковое изображение, триангуляция Делоне, триангуляционная решетка, точка, оценка состояния, протяженный объект, программное средство

A TRIANGULATION GRID FORMATION FOR SATELLITE MONITORING DATA ANALYSIS

Mityasova O.Y.

Grebenyuk E.V.

Abstract: The article is devoted to the using possibilities consideration of triangulation lattices, which are meet the Delaunay condition, in the process of the of extended objects' states dynamics tracking based on satellite monitoring data that are in the public access. Using variants of this mathematical apparatus are given on the example of one image from collection processed images from open sources. The interface of the developed software tool which is implement the overlay of a triangulation grid on the processed satellite image and allow to add additional points

if necessary, is shown. For the research, which results are presented in the work, areas and directions of development are considered.

Keywords: Open data, satellite image, Delaunay triangulation, triangulation grid, point, state estimation, extended object, software tool.

Спутниковый мониторинг, несомненно, является важной составляющей человеческой деятельности []. Обработка открытых материалов (Рисунок 1), накапливаемых в процессе получения данных дистанционного зондирования Земли, позволяет получать дополнительную информацию об объекте исследования, будь то объект добычи полезных ископаемых, сельскохозяйственного назначения и др.

В работах [2-3] представлены результаты применения методики обработки спутниковых изображений из открытых источников. Анализ некоторых таких источников приведен в [4]. На момент получения данных, представленных в [4], каталог спутниковых снимков Совзонд был доступен без регистрации. Сейчас архивные снимки предоставляются по запросу.



Рисунок 1 – Пример спутникового снимка из открытых источников в растровом формате
Загруженный снимок (пример подобного снимка показан на Рисунке 1) подвергается обработке при помощи методики [2-3]. В процессе обработки на основе получаемых параметрических представлений границ объектов вычисляются «центры тяжести контура». Для чего используются зависимости:

$$X = \frac{\sum_{s=0}^S x(s)}{S}, \quad Y = \frac{\sum_{s=0}^S y(s)}{S}, \quad (1)$$

где $x(s)$ – точка функции, описывающей координаты x границ объекта, $y(s)$ – точка функции, описывающей координаты y границ объекта, S – число точек, принадлежащих контуру.

В Таблице 1 представлены вычисленные координаты центров тяжести для объектов со снимка, представленного на Рисунке 1. На Рисунке 2 показана построенная на основе данных координат триангуляция [5] Делоне.

Таблица. 1. Пример вычисленных значений координат «Центров тяжести» для объектов, найденных на тестовом снимке

№ Объекта	Координаты центра тяжести		№ Объекта	Координаты центра тяжести	
	X	Y		X	Y
1	112	357	13	642	404
2	134	538	14	789	396
3	255	319	15	818	228
4	242	286	16	908	287
5	410	183	17	927	334
6	322	280	18	956	370
7	432	42	19	994	264
8	455	100	20	1017	457
9	473	401	21	1035	411
10	520	137	22	1082	176
11	555	404	23	1114	566
12	632	473			

Значения координат центров тяжести для найденных на изображении объектов заносятся в массив и передаются в специальный программный модуль (Рисунок 3 и Рисунок 4). В указанном программном модуле треугольники, образованные в процессе триангуляции представляют собой отдельные объекты, с которыми пользователь может взаимодействовать и использовать «заливку» для обозначения принадлежащих объекту треугольников (Рисунок 3). Что предполагается к использованию в рамках построения на основе триангуляции измельченной сетки и уточнения границ объектов по аналогии с методикой [2-3].

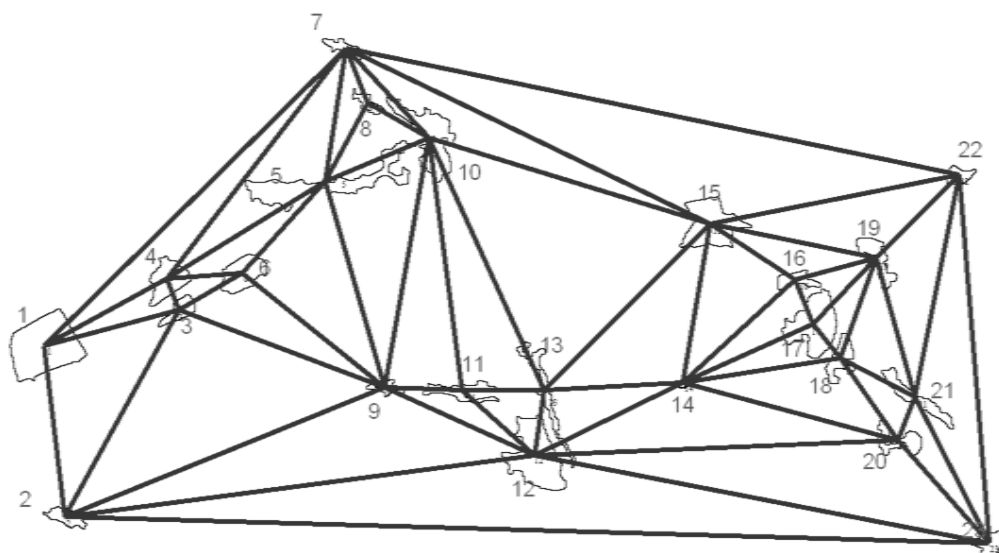


Рисунок2 –Построенная триангуляция Делоне по центрам тяжести

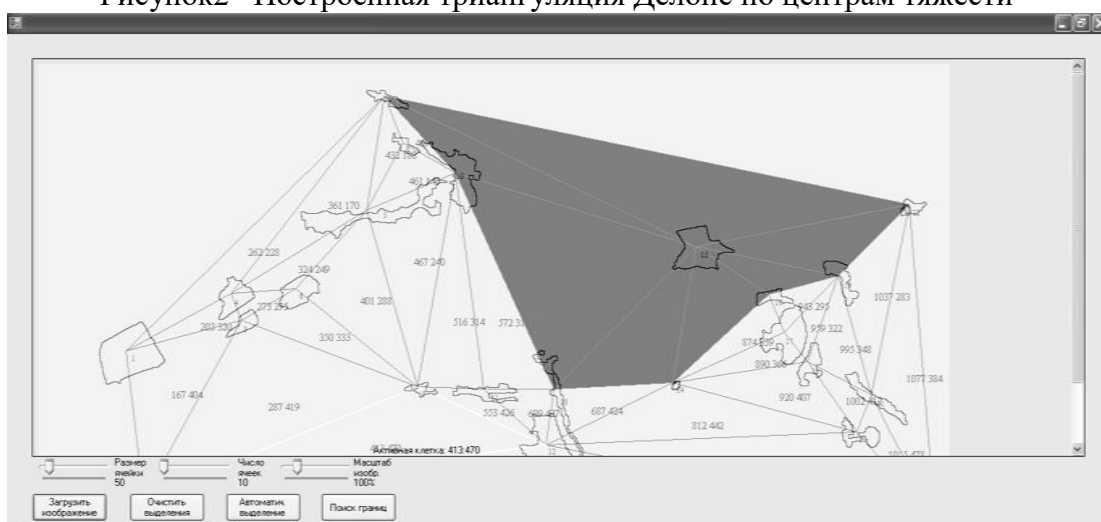


Рисунок3 –Реализованное программное средство в режиме «заливки»

Однако, как видно из Рисунка 3, при построении триангуляции образуются треугольники, имеющие тупые углы. Такие треугольники влияют на формат представления получаемых результатов. Одним из таких способов является добавление дополнительных точек и перестроение исходной триангуляции. Подобный подход был реализован в вышеописанном программном средстве (Рисунок 4). При установке пользователем «галочки» напротив параметра «Добавить точки» программное средство переходит из режима «заливки» сетки в режим добавления дополнительных точек.

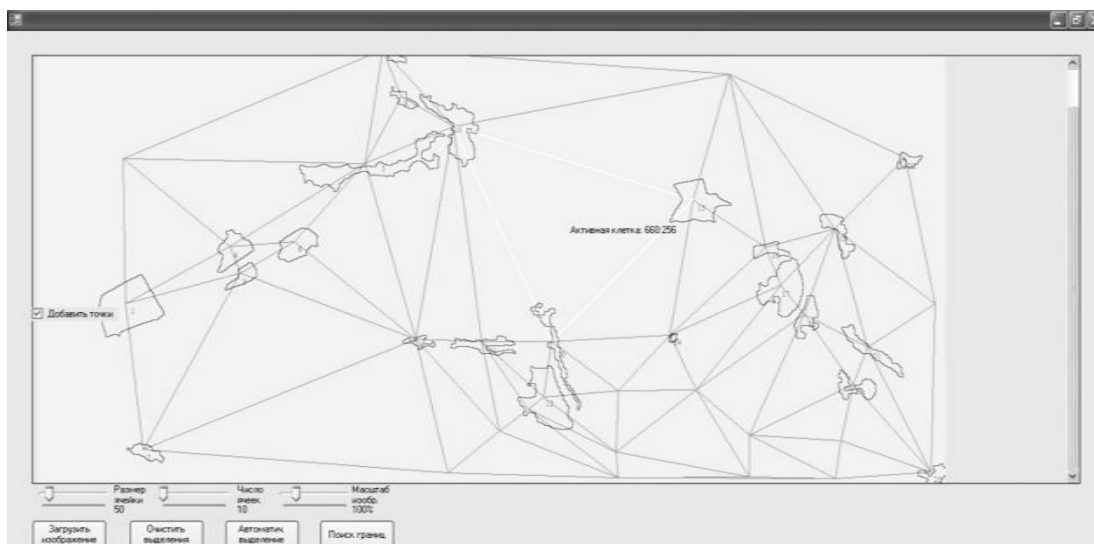


Рисунок 4 – Реализованное программное средство в режиме добавления точек

При необходимости добавление дополнительных точек позволяет покрыть сеткой все объекты интереса на снимке и использовать ее для уточнения их границ протяженных объектов [6] (в горной промышленности, сельском хозяйстве и др.)

Библиографический список

1. Легконогих Е.К., Мейгеш А.А., Чернухина Е. Перспективы развития цифровой экономики в России // Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию. – 2020. – № 2. – С. 344-349.
2. Способ идентификации протяженных объектов земной поверхности / Акперов И.Г., Крамаров С.О., Храмов В.В., Митясова О.Ю., Повх В.И.: Патент на изобретение RU 2640331 С, 27.12.2017. Заявка № 2015153226 от 11.12.2015.
3. Крамаров С.О., Храмов В.В., Митясова О.Ю. Спутниковая идентификация объектов добычи полезных ископаемых на месторождениях разрабатываемых открытым способом // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – № 5. – С. 72-79.
4. Митясова О.Ю. Применение открытых данных дистанционного зондирования для оценки состояния объектов горнодобывающей промышленности // Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию. – 2019. – Т. 5, № 2. – С. 122-127.
5. Акперов Г.И., Осипенко И.А., Храмов В.В. Идентификация социально-экономических объектов геоинформационного пространства методом семантической триангуляции // Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию. – 2020. – № 2. – С. 59-64.
6. Храмов В.В. Многомерный контурный анализ в обработке космических снимков протяженных объектов земной поверхности // Транспорт: наука, образование, производство: труды международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 244-248.