

Создание TIN со структурными линиями в ГИС GRASS

[Обсудить в форуме](#) Комментариев — 17

Эта страница опубликована в основном списке статей сайта по адресу <http://gis-lab.info/qa/struct-tin-grass.html>

В статье описан вариант построения TIN со структурными линиями в ГИС GRASS.

Содержание

- [1 Введение](#)
- [2 TIN в GRASS](#)
- [3 Модуль GRASS v.triangle](#)
 - [3.1 Программа <Triangle>](#)
 - [3.2 Описание работы модуля](#)
 - [3.3 Примеры](#)
- [4 Визуализация и обработка TIN](#)
 - [4.1 Вывод на экран](#)
 - [4.2 3D-визуализация](#)
 - [4.3 Обработка](#)
- [5 TODO](#)

Введение

Триангуляционные нерегулярные сети (англ. "[TIN](#)") часто используются в современных ГИС (и не только ГИС) для создания цифровых моделей рельефа. Такие модели имеют известные преимущества перед растровыми (например, способность совмещать в себе данные разного пространственного разрешения). Наиболее распространённый способ построения TIN — триангуляция Делоне. Для более точного моделирования поверхностей применяется метод построения TIN со "структурными линиями" (англ. [breakline](#)), которые могут представлять собой, например, тальвеги водотоков или бровки террас, уступы и т.д. (подробнее [1](#), [2](#)).

Структурные линии в TIN служат для принудительной триангуляции, выполняющейся вдоль них. Существует два основных типа структурных линий: "мягкие" (линии гладкого перегиба) "жёсткие" (линии негладкого перегиба, англ. [hard breaklines](#)). "Жёсткие" структурные линии определяют резкие изменения в уклонах поверхности, в то время как "мягкие" просто включаются в триангуляцию без изменения характера поверхности.

TIN в GRASS

ГИС GRASS включает модуль [v.delaunay](#), который строит триангуляцию Делоне по двух- или трёхмерным точкам, на выходе получается набор двух- или трёхмерных полигонов или линий. Однако, с помощью <v.delaunay> нельзя построить триангуляцию со структурными линиями.

Модуль GRASS v.triangle

Модуль [v.triangle](#) является попыткой заполнить упомянутый выше функциональный пробел. Он представляет собой shell-скрипт с использованием разных модулей GRASS, стандартных Unix-утилит, <awk> и фактически является "обёрткой" для программы <Triangle>.

Программа <Triangle>

[Triangle](#) — программа для построения двумерной [триангуляции Делоне](#) (в том числе триангуляции с ограничениями и конформной), диаграмм Вороного и качественных полигональных сеток. Написана математиком из университета Беркли Джонатоном Шевчуком (Jonathan Richard Shewchuk). Об опциях программы подробнее можно почитать в объёмном [мануале](#) и на [специальной](#) странице. Публикации по используемым методам и алгоритмам даны на странице [библиографии](#).

Последняя версия <Triangle> (1.6) выпущена в 2005 г. Исходный код (на языке программирования C) фактически находится в публичном доступе, но не под открытой лицензией, и может свободно использоваться в исследовательских и других некоммерческих целях.

Для триангуляции любых данных с координатами и атрибутами (в том числе, геоданных) с помощью <Triangle> их нужно вначале преобразовать в специальном образом отформатированные текстовые файлы ([node](#) и [poly](#)), а затем подать их на вход программе с нужными параметрами. Модуль <v.triangle> работает по следующему алгоритму:

Исходные точки/линии из базы данных GRASS → ASCII → специальное форматирование → **Triangle** → разбор текстовых файлов с триангуляцией → импорт TIN в ГИС в виде полигонов (через ASCII).

Описание работы модуля

Для работы скрипта необходим любой современный дистрибутив Linux (тестировался в Ubuntu 10.04), ГИС GRASS версии не ниже 6.4.* и установленная программа <Triangle> (процесс компиляции описан в файле README в [архиве](#) с исходным кодом).

Для установки модуля необходимо:

- сохранить скрипт по ссылке, приведённой выше, в какой-нибудь каталог;
- сделать скрипт исполняемым (например, командой **chmod +x ./v.triangle**);
- вписать (если нужно) каталог в системный PATH (можно также задать переменную окружения GRASS_ADDONS_PATH).

На заметку:

- на момент написания статьи в модуле реализована только триангуляция с "жёсткими" структурными линиями;
- исходные данные (точки и линии) должны быть трёхмерными;
- модуль работает только в областях GRASS с прямоугольной системой координат (в метрах);
- модуль имеет описание на английском языке, ниже даны его параметры на русском языке.

Использование:

Модуль запускается из командной строки GRASS. Возможен также запуск через интерфейс Tcl/Tk. Для этого вначале необходимо поместить скрипт в каталог, куда установлена GRASS (\$GISBASE/scripts) или в каталог с дополнительными модулями (заданный переменной GRASS_ADDON_PATH).

v.triangle -cdqalysif *points*=имя *lines*=имя *tin*=имя
max_area=имя *min_angle*=имя *steiner_points*=имя *save*=имя

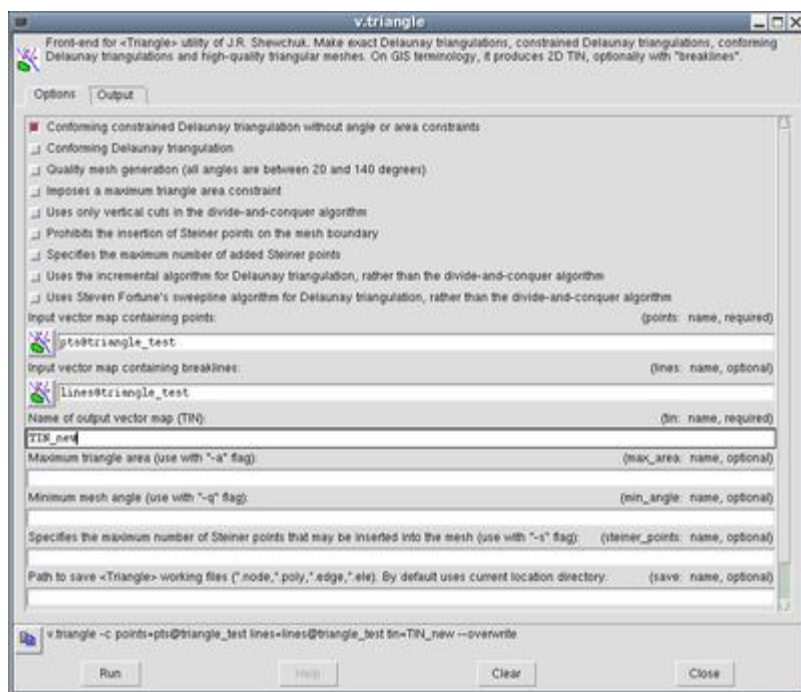
Флаги:

- c конформная триангуляция Делоне с ограничениями (без задания свойств углов и площадей)
- d конформная триангуляция Делоне
- q генерация качественной полигональной сетки (все углы имеют значения от 20 до 140 градусов)
- a ограничение на максимальную площадь треугольника
- l использование только вертикальных отрезков в алгоритме ["разделяй и властвуй"](#)
- y запрещение вставки [точек Штейнера](#) на границе сетки
- s максимальное число добавляемых точек Штейнера
- i использование [инкрементального](#) алгоритма для триангуляции Делоне (вместо алгоритма "разделяй и властвуй")
- f использование алгоритма ["Fortune's sweepline"](#) для триангуляции Делоне (вместо алгоритма "разделяй и властвуй")
- o позволять выходным файлам перезаписывать существующие файлы
- v подробный вывод модуля
- q краткий вывод модуля

Параметры:

points	входная векторная карта с точками (обязательно)
lines	входная векторная карта со структурными линиями (опционально)
tin	выходная векторная карта (TIN) (обязательно)
max_area	максимальный размер треугольника (использовать с флагом "-a") (опционально)
min_angle	минимальный угол для сетки (использовать с флагом "-q") (опционально)
steiner_points	максимальное число точек Штейнера, которые могут быть вставлены в сетку (использовать с флагом "-s") (опционально)
save	путь для сохранения рабочих файлов Triangle (*.node, *.poly, *.edge, *.ele, *.off). По умолчанию используется директория текущей области (опционально)

Запуск через интерфейс Tcl/Tk:



Запуск <v.triangle> в GRASS через интерфейс Tcl/Tk:

Примеры

Для примеров использованы данные из стандартной поставки ArcView 3.2: шейп-файлы с точками высот (masspntz.shp) и структурными линиями (brklinz.shp).

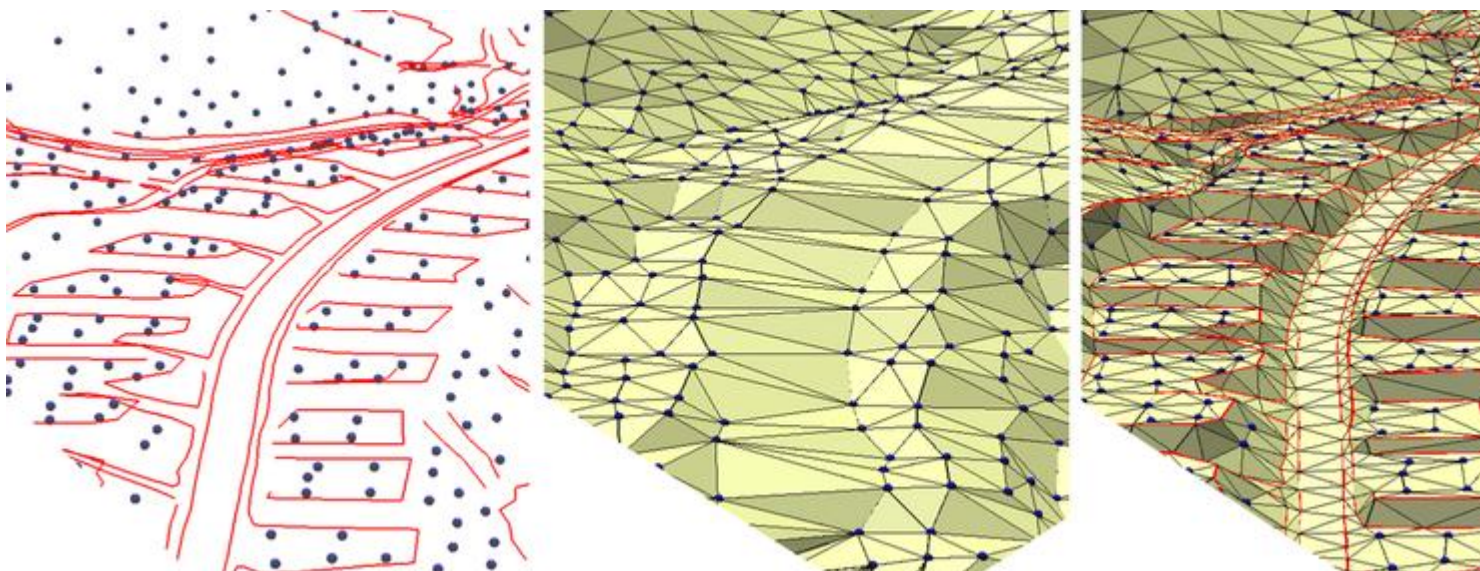
- Сравнение участков TIN, построенных с помощью модулей GRASS <v.delaunay> и <v.triangle>

Для создания TIN по точкам использована команда:

```
v.delaunay in=masspntz out=tin
```

Для создания TIN по точкам и структурным линиям использована команда:

```
v.triangle -c points=masspntz lines=brklinz tin=tin
```



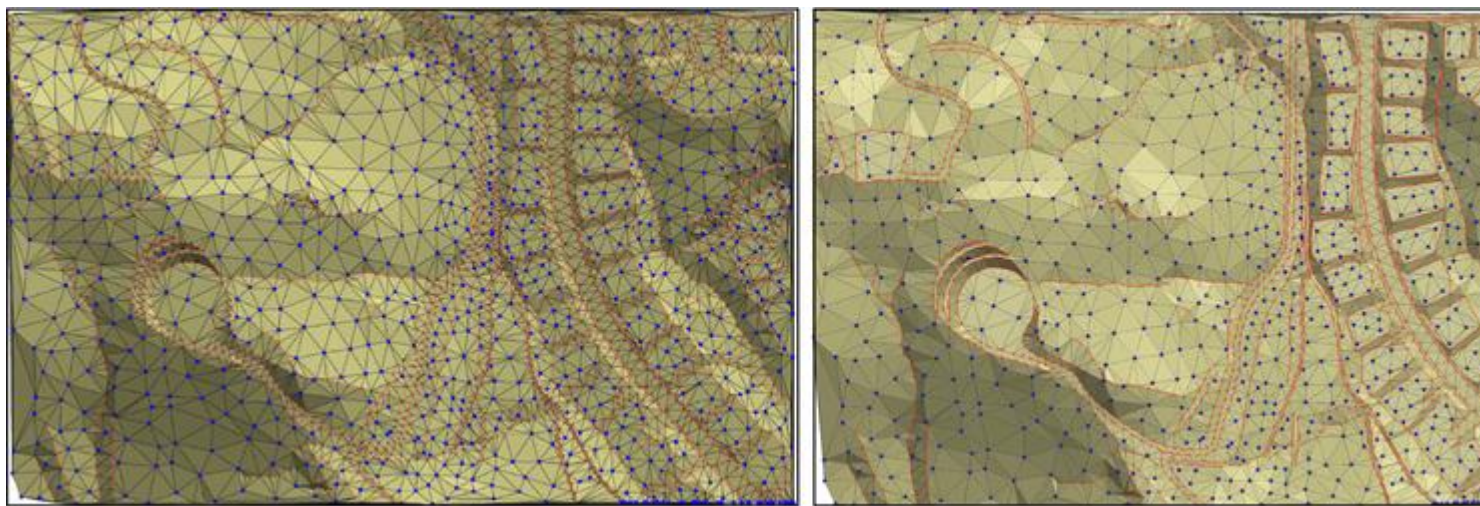
Слева — исходные данные; в центре — TIN, построенная только по точкам; справа — TIN, построенная по

точкам и структурным линиям.

- Сравнение TIN, построенных в **ArcView 3D Analyst** и **<v.triangle>**

На рисунке ниже показаны TIN-модели, построенные с помощью ArcView 3D Analyst (слева) и с помощью модуля GRASS **<v.triangle>** (справа). Как видно, они практически идентичны. Для создания TIN в GRASS в примере использована следующая команда:

```
v.triangle -c points=masspntz lines=brklinz tin=tin
```



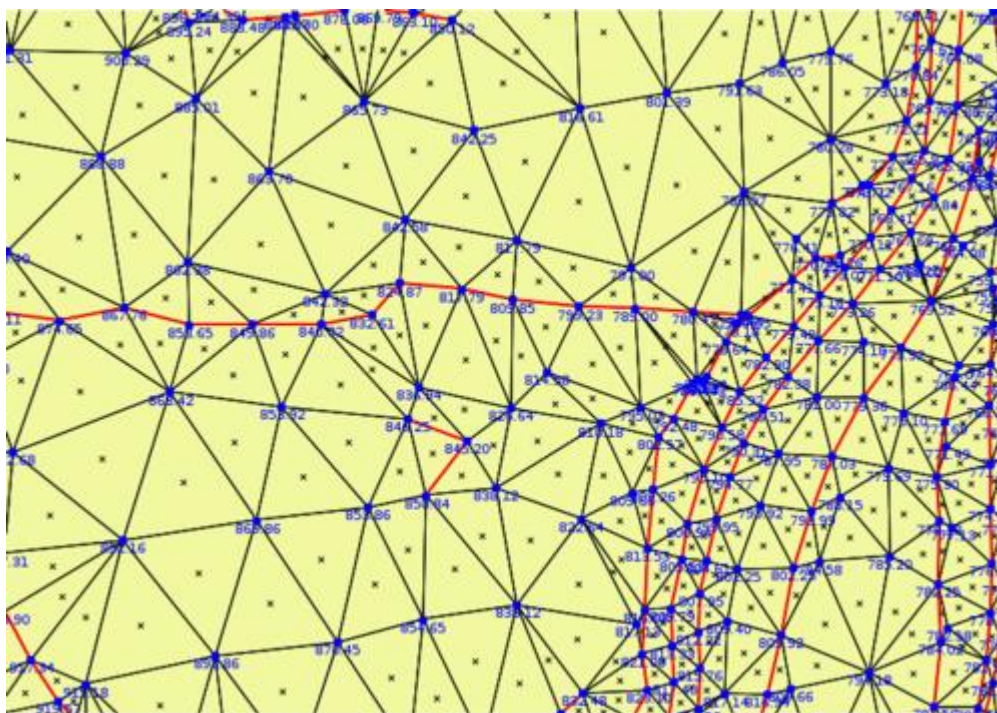
TIN-модели, построенные с помощью ArcView 3D Analyst (**слева**) и с помощью модуля GRASS **<v.triangle>** (**справа**)

Визуализация и обработка TIN

Построенная в GRASS TIN-модель представляет собой набор топологически корректных 3D-полигонов (центроиды имеют высоту "0", но в общем это не влияет на обработку и визуализацию полигонов).

Вывод на экран

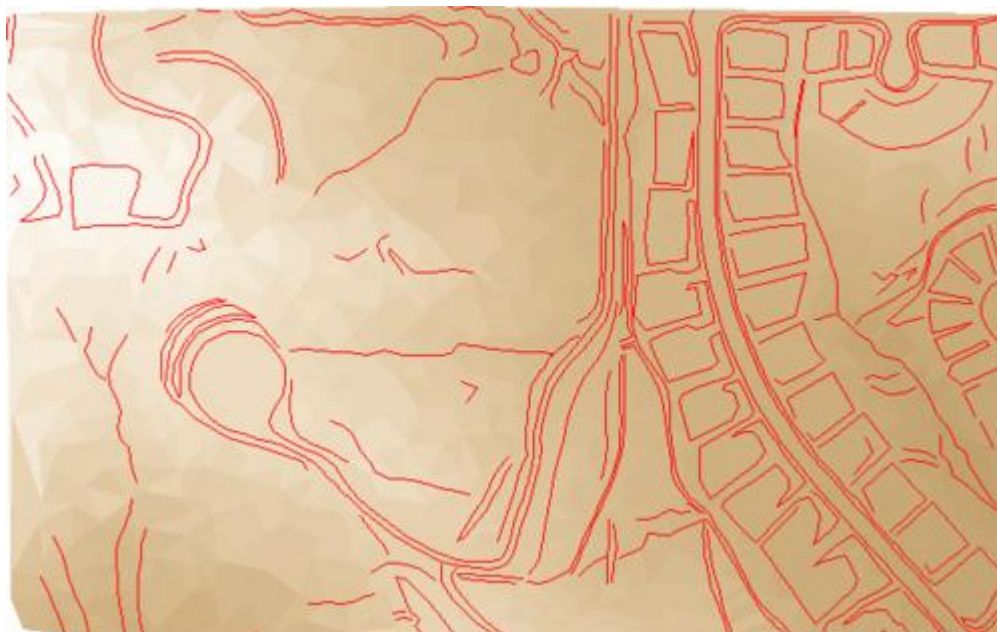
На рисунке ниже отображён участок TIN на графическом мониторе GRASS (красным показаны наложенные сверху структурные линии, синим — вершины треугольников с их высотами).



Вывод TIN с высотами вершин треугольников на графическом мониторе GRASS

Можно вывести TIN на экран с "раскраской" по высоте треугольников (модуль [d.vect](#) с флагом "-z" и опцией "zcolor" либо этим же способом через GUI). Для создания эффекта "отмывки" на рисунке ниже использована команда:

```
d.vect -z tin type=area col=none zcol=sepia
```



Вывод TIN с эффектом "отмывки" на графическом мониторе GRASS

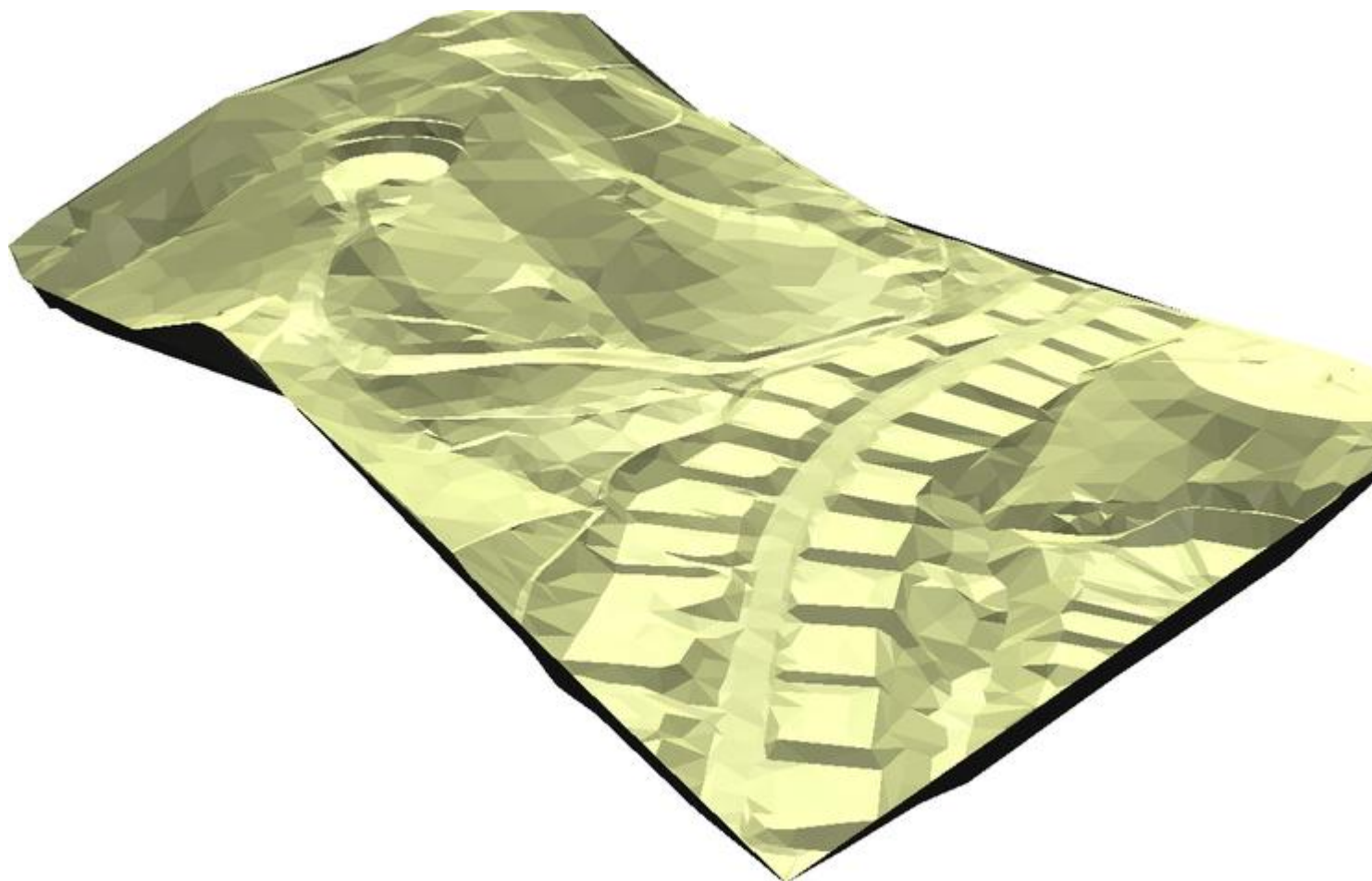
3D-визуализация

В GRASS возможна также 3D-визуализация TIN в специальном модуле [NVIZ](#). В его помощью можно не только

отображать TIN и накладывать другие векторные данные, но и задавать вертикальный масштаб модели, её расположение относительно растров, параметры освещения, менять цвета и т.д.

При визуализации TIN в NVIZ по умолчанию показываются рёбра треугольников, что практично, но не слишком эстетично. Решить проблему поможет небольшая хитрость, выявленная опытным путём: нужно задать текущий регион так, чтобы он НЕ захватывал TIN (с растрами обычно нужно обратное действие).

Теперь можно запустить NVIZ из командной строки или через GUI, загрузить нашу TIN-модель, настроить цвета/освещение по вкусу и любоваться результатом :)



3D-визуализация TIN в NVIZ.

Обработка

С полученной TIN можно производить все те же операции, что и с "обычными" полигонами. НО: т.к. в GRASS в настоящее время отсутствует 3D-топология, то любые действия с геометрией (оверлеи и т.п.) приводят к потере векторами Z-координаты (высоты).

TODO

Планируется добавить / сделать:

- Поддержку "ограничивающих" полигонов в `<v.triangle>` (для них в Triangle используется термин "hole"), а также "мягких" структурных линий;

- поддержку [улучшения TIN/сеток](#);
- модуль для растеризации TIN;
- примеры со свободными данными;
- сравнить результаты построения TIN в <v.triangle> с ArcGIS 3D Analyst / AutoCAD Civil 3D / другим ПО;
- переписать на Python для большей кроссплатформенности.

[Обсудить в форуме](#) Комментариев — 17

Последнее обновление: 2014-05-15 00:08

Дата создания: 29.04.2012

Автор(ы): [Александр Мурый](#)