

# Восстановление поверхности по фотографиям.

Полярный Николай  
[PolarNick239@gmail.com](mailto:PolarNick239@gmail.com)

# План

1. Постановка задачи
2. Используемые инструменты:
  - Триангуляция Делоне
  - Поиск минимального разреза / максимального потока
3. Идея решения
4. Сведение к задаче поиска минимального разреза в триангуляции Делоне
5. Гибкость подхода:
  - Пространственное маскирование
  - Интеграция облаков точек лазерного сканирования
6. Ссылки на публикации и open-source реализацию

# 1. Постановка задачи

На вход дано некоторое множество трехмерных точек и положений камер из которых эти точки наблюдаются (т.е. множество лучей из камер к точкам):



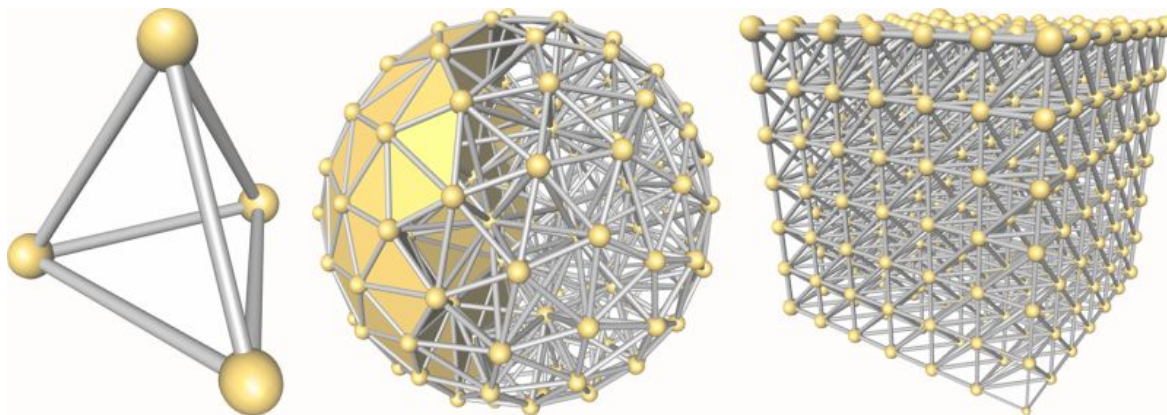
# 1. Постановка задачи

Требуется найти поверхность объекта представленную полигональной моделью (т.е. множеством треугольников):



## 2.1. Триангуляция Делоне

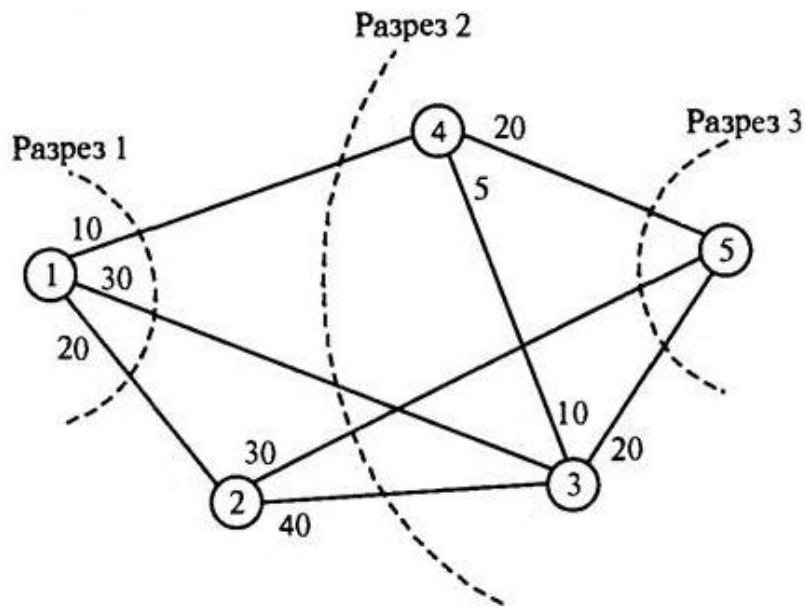
Для того чтобы разбить пространство с точками на ячейки - удобно использовать 3D триангуляцию Делоне (и разбить пространство на тетраэдры - пирамиды из четырех вершин):



Источник иллюстрации: [https://doc.cgal.org/latest/Triangulation\\_3/index.html](https://doc.cgal.org/latest/Triangulation_3/index.html)

## 2.2. Задача минимального разреза

Пусть есть граф и у каждого ребра есть число - пропускная способность.



**Разрез** - разбиение графа на два множества (и при этом исток содержится в первом множестве, а сток - во втором).

**Минимальный разрез** - разрез с минимальной суммой пропускной способности на ребрах.

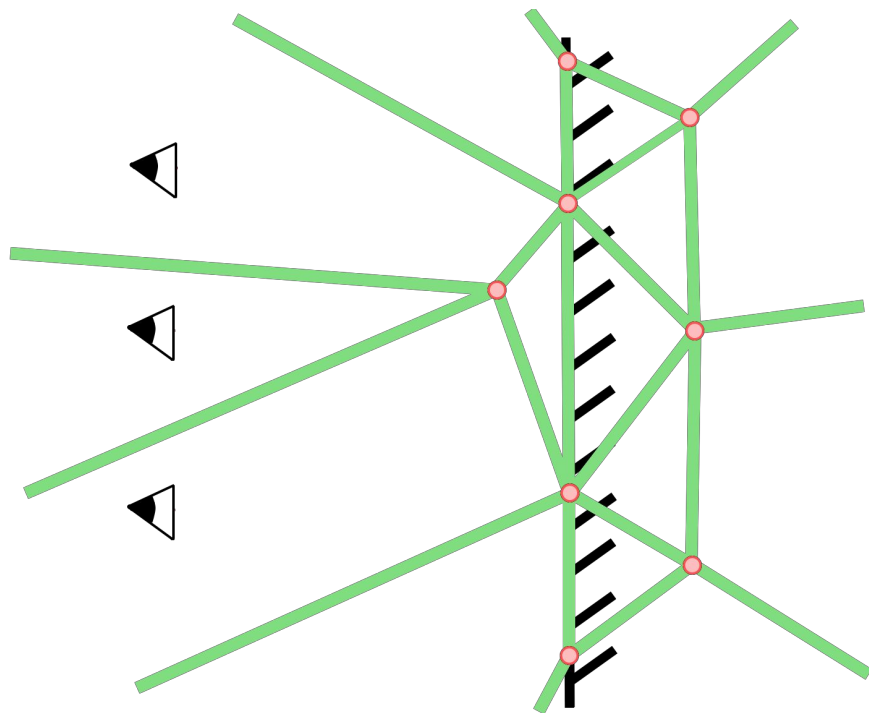
### 3. Идея решения

По парам из точек в пространстве и камер (т.е. по лучам видимости) хочется получить поверхность.

Требования к поверхности:

1. Поверхность должна быть близкой к данным точкам.
2. Должна быть связной.
3. Поверхность должна редко препятствовать большому количеству лучей видимости (но малому количеству может, т.к. есть шум и ошибки).

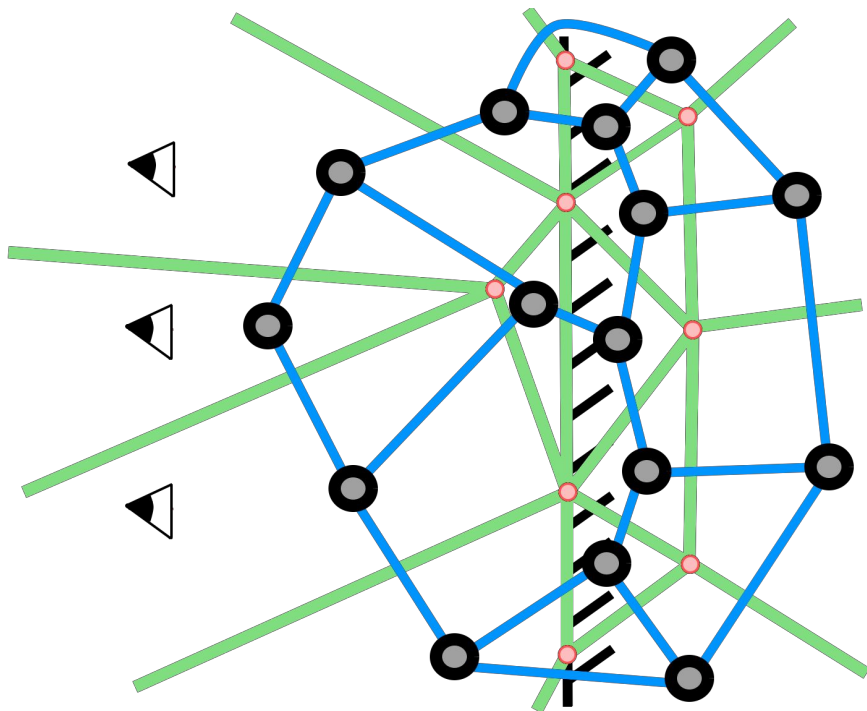
### 3. Идея решения



Все пространство с точками разобьем на ячейки триангуляцией Делоне.



### 3. Идея решения

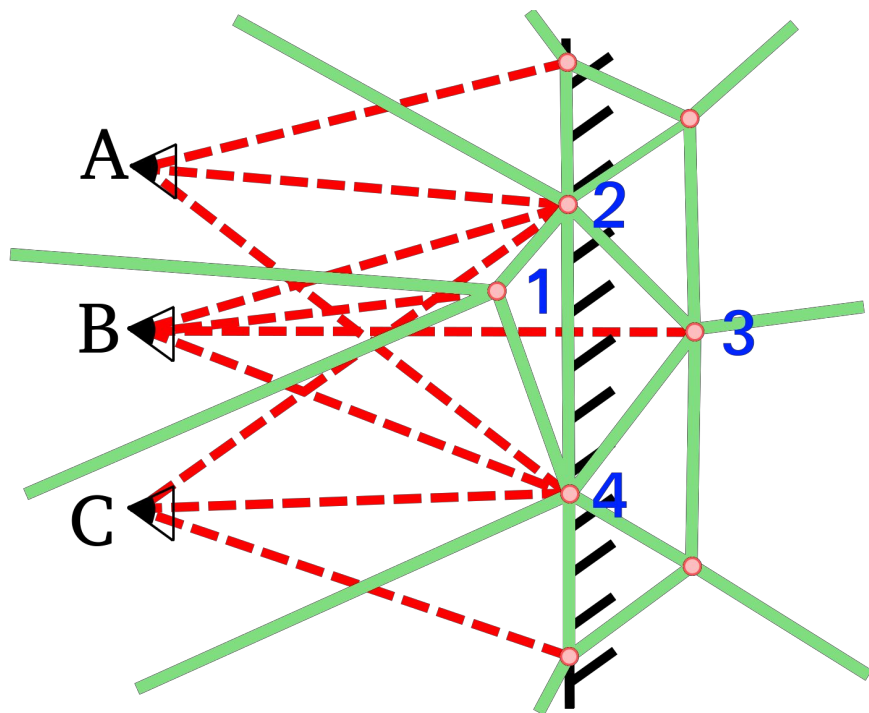


Все пространство с точками разобьем на ячейки триангуляцией Делоне.

Построим граф:

- вершины - ячейки триангуляции
- ребра - грани между ячейками

### 3. Идея решения



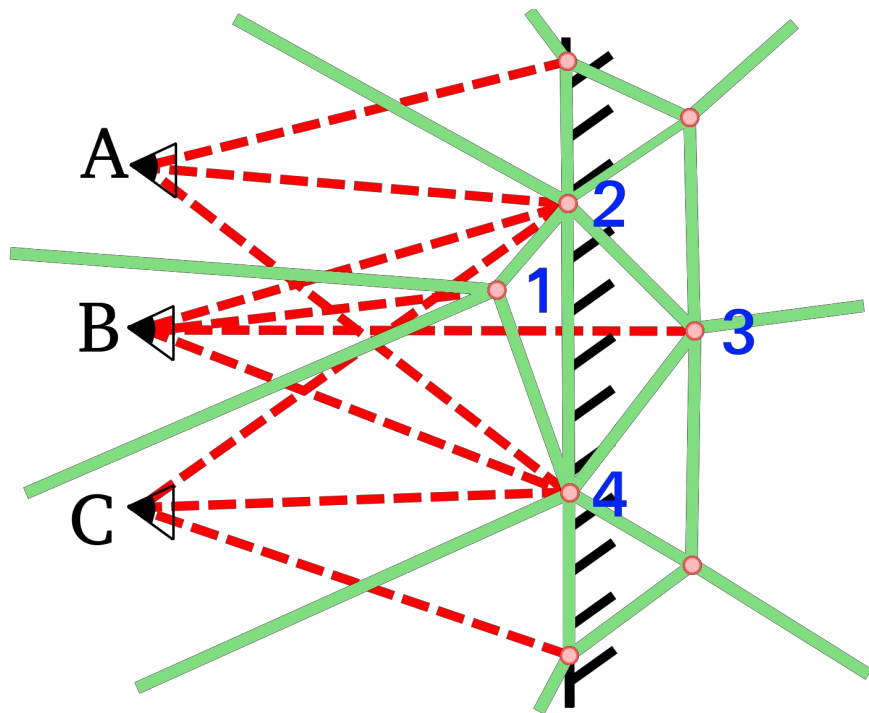
Все пространство с точками разобьем на ячейки триангуляцией Делоне.

Построим граф:

- вершины - ячейки триангуляции
- ребра - грани между ячейками

На ребрах (гранях) посчитаем функцию “неправдоподобия того, что эта грань - принадлежит поверхности”.

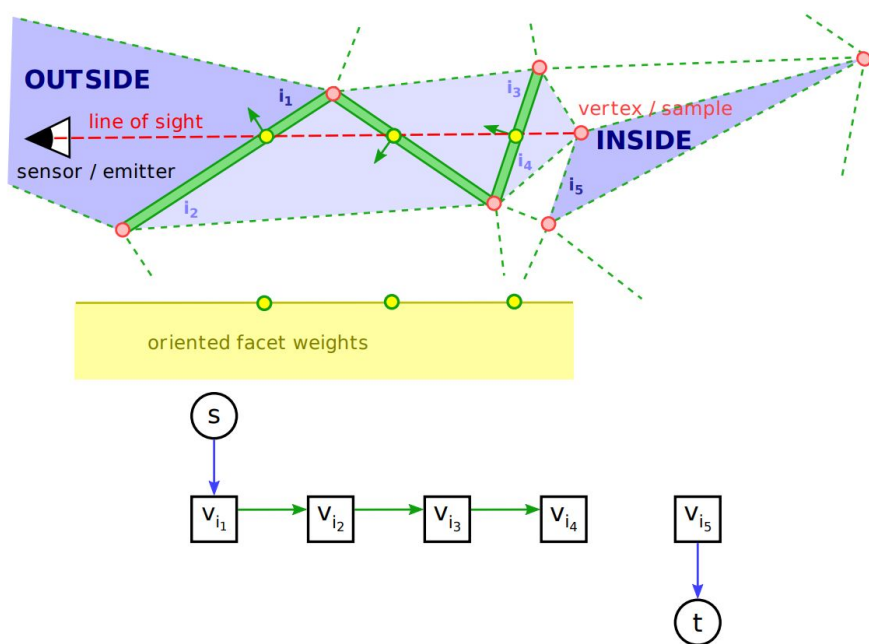
### 3. Идея решения



Возьмем как функцию неправдоподобия для каждой грани - число лучей видимости которые пересекают эту грань на пути от камеры к точке.

Нас интересует поверхность с минимальной суммой значений неправдоподобия.

## 4. Свели задачу к поиску минимального потока



Каждая ячейка с камерой (OUTSIDE) - ИСТОК.

Пропускная способность ребер (граней) - число пересечений с лучами.

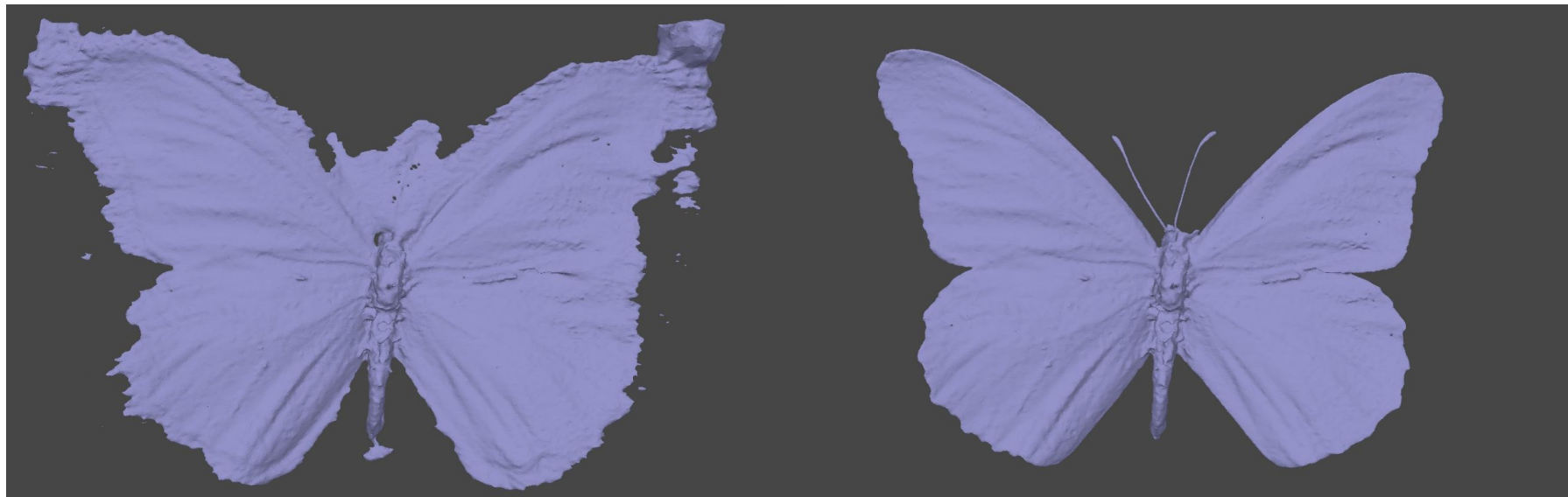
Каждая ячейка находящаяся за концом луча (INSIDE) соединена со стоком пропорционально числу лучей которые в нее упираются.

## 5.1. Расширение: строгое маскирование

Легко добавить поддержку строгих пространственных масок:

Можно выбрать фотографию с ракурсом на котором хорошо виден силуэт объекта, выделить силуэт и сформулировать запрет поверхности в пространстве вокруг объекта, выставив функцию неправдоподобия бесконечной в соответствующих гранях.

## 5.1. Расширение: строгое маскирование



Источник иллюстрации: <http://www.agisoft.com/index.php?id=48>

Данные предоставлены Philadelphia Insectarium and Butterfly Pavilion в сотрудничестве с MACROSCOPIC SOLUTIONS, LLC

## 5.2. Интеграция с другими видами данных

Т.к. на вход алгоритму подаются лучи из некоторого сенсора наблюдения к точке поверхности, то тип сенсора может быть любым - как фотография, так и лазер и т.п..

Более того - алгоритм естественным образом может работать по данным с разных видов сенсоров.

# ССЫЛКИ

1. [Efficient Multi-View Reconstruction of Large-Scale Scenes using Interest Points, Delaunay Triangulation and Graph Cuts](#)  
(2007, Labatut, Pons, Keriven)
2. [Robust and Efficient Surface Reconstruction From Range Data](#)  
(2009, Labatut, Pons, Keriven)
3. [Multi-view reconstruction preserving weakly-supported surfaces](#)  
(2011, Jancosek, Pajdla)

Пример реализации есть в open-source проекте [OpenMVS](#).



# Вопросы?



Полярный Николай  
PolarNick239@gmail.com